山形県温泉誌

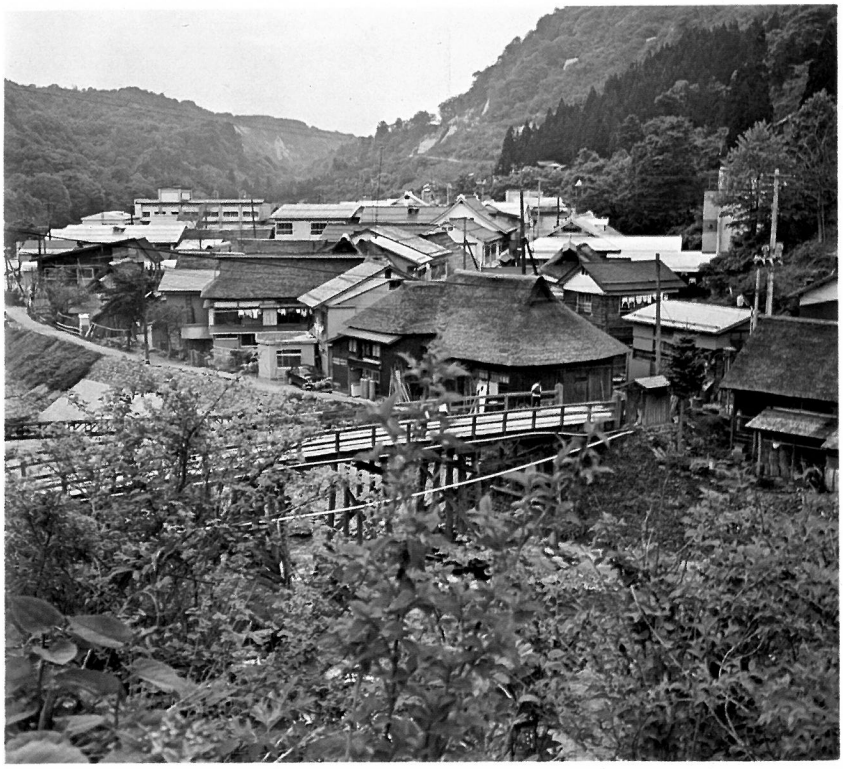
山形県温泉協会

題字　前山形県知事　安孫子藤吉

仙境姥湯

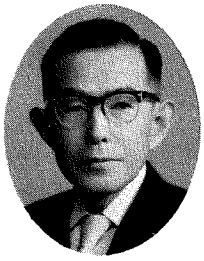
日本海に臨む湯野浜温泉

銀山温泉の冬



素朴な温泉郷肘折

今神温泉の念仏入浴



あ　い　さ　つ

当協会が創立されましてから，およそ50年の歳月を経過してまいりましたが，この歳月は，わたくしども業界の温泉開発の歴史でもあったと存じます。ここに山形県温泉誌の発刊をみたいま，積み重ねられた開発の成果を顧みて，ひとしお感慨深いものがあります。

近年，わが国の経済成長にともなう観光ブーム，あるいは国民の保健に対する意識のたかまりから，温泉の大衆的利用は大巾に増大しておりますが，その反面，水位の低下等温泉要素の変動が著しく，温泉源の衰退傾向を招来している状況がみられます。

また，県内の温泉地形成を顧みますと，恵まれた自然環境と泉質の多様性などの特質を十分に活用した利用形態となっていないことに気がつきます。

このように新しい諸情勢のもとで，今後に引き継がれた課題は，各温泉地の地域性に適応した温泉保護管理の強化策と，地域環境の整備による個性的な特色づくりに努めることなどでありましょう。

幸いに，県当局におかれましては，従前から温泉行政に積極的にとりくまれ，特に県下全温泉地について科学的調査を実施され，その実態を把握しておりますことは，わたくしどもの温泉諸対策を容易に誘導する要因となっていることに対して，あらためて深甚な敬意を表したいと存じます。

本書は，温泉の意義，成因並びに県内の温泉の分布と分類及び湧出状況，医療的効果等の総括的論述を試みたものでありますが，各位におかれましては，本書によって温泉を一層よく理解し，温泉源の保護と適正利用を通じて，県民生活がさらに豊かに築かれるよう希う次第であります。

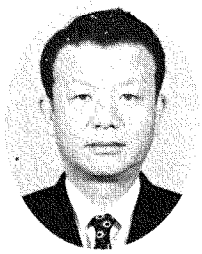
なお，本書刊行の企画に際しては，前知事安孫子藤吉氏をはじめ，温泉主管部長及び主管課長，担当のみなさんから多大のご支援をいただき，編集に当たっては，県内各市町村，各温泉地のご協力を賜わったことに対し，衷心から御礼申しあげるとともに，江湖諸賢の忌憚のないご批判とご叱正をいただければ幸いであります。

最後に，本書に直接その労を執られた編集委員の方々及び事務局の諸氏に対し，感謝の意を表する次第であります。

昭和　48　年　12　月

社団法人山形県温泉協会

会長　澤　渡　博



発　刊　を　祝　し　て

山形県温泉協会は，大正13年６月７日山形県温泉組合連合会として創立されて以来50年，幾多の歴史的変せんはありましたが，会員各位の熱意とご努力により，県内各温泉地の科学的調査をはじめ，温泉にかかる権利関係の調整や利用施設の改善，また，機関紙発行による一般利用者への啓蒙など，温泉の保護とその適正利用を図られ，温泉地の振興を通じて県勢発展に寄与されましたことは，まことに感謝にたえないところであります。

このたび，創立50周年記念事業の一環として，長い間の調査業績を基礎とし，広く関係各機関と連けいを密にされ，各地域の調査研究資料を集大成して「山形県温泉誌」を刊行されましたことは，現在，山形県の大きな課題となっている総合開発をはじめ，あらゆる地域開発計画の基礎資料として，まことに時宜を得た有益なものと，ご同慶にたえません。

発刊にあたり，これまで努力を傾けられた関係各位に対し，衷心から感謝の意を表するとともに，今後の一層のご活躍とご発展を祈念いたす次第であります。

昭和　48　年　12　月

山形県知事　**板　垣　清　一　郎**

ま　え　が　き

山形県における温泉の調査研究は，戦後急速にたかまり，特に温泉法施行後においては，県の行政を背景とした調査はめざましいものがあり，県内温泉の実態をほとんど把握するにいたり，その成果については「山形県の温泉」総論篇・各論篇及び医学的調査報告として逐次刊行されており，他の研究機関のそれを大きく上まわっている。

温泉という自然現象は，温度の高い，あるいは鉱物質を溶解している水が，地中から出てくる現象であるから，その研究方法も地質学的，化学的，物理学的と多岐にわたるものであり，これらの基礎科学の連けいの上に成り立つものである。

従来，温泉に関する研究は，ややもすればそれぞれの専門領域の中においてのみ行われる傾向にあったが，本県においては，山形大学，東北大学，北海道大学，秋田大学，中央温泉研究所等の研究機関と県内の温泉研究グループが相互に連けいをとり，かなりまとまった成果をあげ，県の温泉諸対策の基礎資料として活用されてきた。

山形県温泉協会が創立50周年記念事業として企画した「山形県温泉誌」の編さんも，県内に温泉研究グループがあったことにより，その企画が具体化したものと考えられる。

昭和44年に結成された山形県温泉誌編集委員会は，県内各温泉地を学術的に調査記録することを目ざして，昭和44～46年の３ヶ年で調査を終え，既存資料とあわせ，昭和47年から各専門分野ごとに項目を分担して編集にとりかかり，昭和48年８月で編集を完了し，今回刊行の運びとなった。

本書は，総論では，温泉概説として温泉の定義と分類及びその成因並びに温泉の医療的効果を述べ，山形県の温泉概況として，県内温泉及びこれに関連する火山，陸水等についての総括的調査結果を論述し，あわせて利用面における医学的調査結果を詳述した。

また，各論では，各温泉地の地誌，湧出状況等について各専門分野ごとに詳述し，温泉集落を形成している地域については当該地域の湧出機構を論究することとなり，県内各温泉地の自然科学的な全貌は，ほぼ捕捉し得たものと考える。

専門的な糾明にとどまらず，通俗的な視点に流れずという本書の編集方針が，ともすれば各部門執筆者の記述のリズムに必ずしも同律ならざるものを招いた点などに寛

容をいただき，この分野に関心を持たれる方々の研究の資としていただければ幸いである。ただ心残りなことは，当初企画の際に提起された人文科学的な分野を欠いていることである。これは種々の事情から今回は見送らざるを得なかったが，他日何かの機会にこれを果たしたいと思う。

編集のための調査にあたり，県当局，各市町村，各温泉地から特段のご援助をいただき，温泉協会事務局，田宮良一，高橋伸一，吉野妙子各氏の一方ならぬご協力にまつことが多かった。ここに深甚なる謝意を表する次第である。

昭和 48 年 12 月

山形県温泉誌編集委員会

澤渡博
皆川信弥
志田勇
加藤武雄
佐藤晋三
青木庸太郎
東海林辰雄
鈴木生男

執筆担当

医学	杉山尚	東北大学教授
地質	皆川信弥	山形大学教授
地球物理	志田勇	山形大学教授
地球化学	加藤武雄	山形大学教授
地質	佐藤晋三	竹田女子高等学校教頭
地球化学	東海林辰雄	山形県自然保護課温泉保全主査
地球化学	桜井守	山形県衛生研究所専門研究員
地質	鈴木生男	山形県開発調整課利水係長
地質	田宮良一	山形県自然保護課温泉保全係長

目　　次

表紙題字　　前山形県知事　安孫子藤吉書

あいさつ …… I
発刊を祝して …… III
まえがき …… V

第1編　総　　論

第1章　温　泉　概　説
1．温泉の定義と分類 …… 1
2．温泉の成因に関する諸説 …… 14
3．温泉の医療的効果 …… 17

第2章　山形県の温泉概況
1．山形県の地質と火山帯 …… 27
2．山形県の水系と地下水 …… 34
3．山形県における温泉の分布とその特徴 …… 48
4．山形県における温泉の医学的調査概況 …… 60

第2編　各　　論 …… 71

第1章　置　賜　地　区 …… 73
1．赤湯温泉 …… 74
2．小野川温泉 …… 89
3．五色温泉・新五色温泉 …… 102
4．滑川温泉 …… 113
5．姥湯温泉 …… 118
6．吾妻温泉・大平温泉 …… 123
7．白布温泉・新高湯温泉 …… 130

8．飯豊温泉 …… 139
9．泡の湯温泉 …… 144
10．小国温泉 …… 146
11．白鷹温泉 …… 148
12．長井温泉 …… 150
13．和郷温泉 …… 153
14．湯沼温泉 …… 156
15．湯の沢温泉・笠松温泉 …… 159

第２章　村山南部地区 …… 163
1．上山温泉群 …… 164
2．蔵王温泉 …… 181
3．山形盆地南部地区温泉群 …… 202
4．三山温泉 …… 225
5．須田板温泉 …… 227
6．山寺温泉 …… 229
7．朝日温泉 …… 231
8．古寺温泉 …… 233
9．大野目温泉 …… 236

第３章　村山北部地区
1．天童温泉 …… 238
2．東根温泉 …… 252
3．銀山温泉 …… 268
4．寒河江温泉 …… 279
5．高鳴温泉 …… 292
6．左沢温泉 …… 294
7．左巻温泉 …… 297
8．上野温泉 …… 299
9．間沢温泉 …… 301
10．河北温泉 …… 303
11．富本温泉 …… 306

12. 湯舟沢温泉 …… 309
13. 尾花沢温泉 …… 311
14. おもだか温泉 …… 313

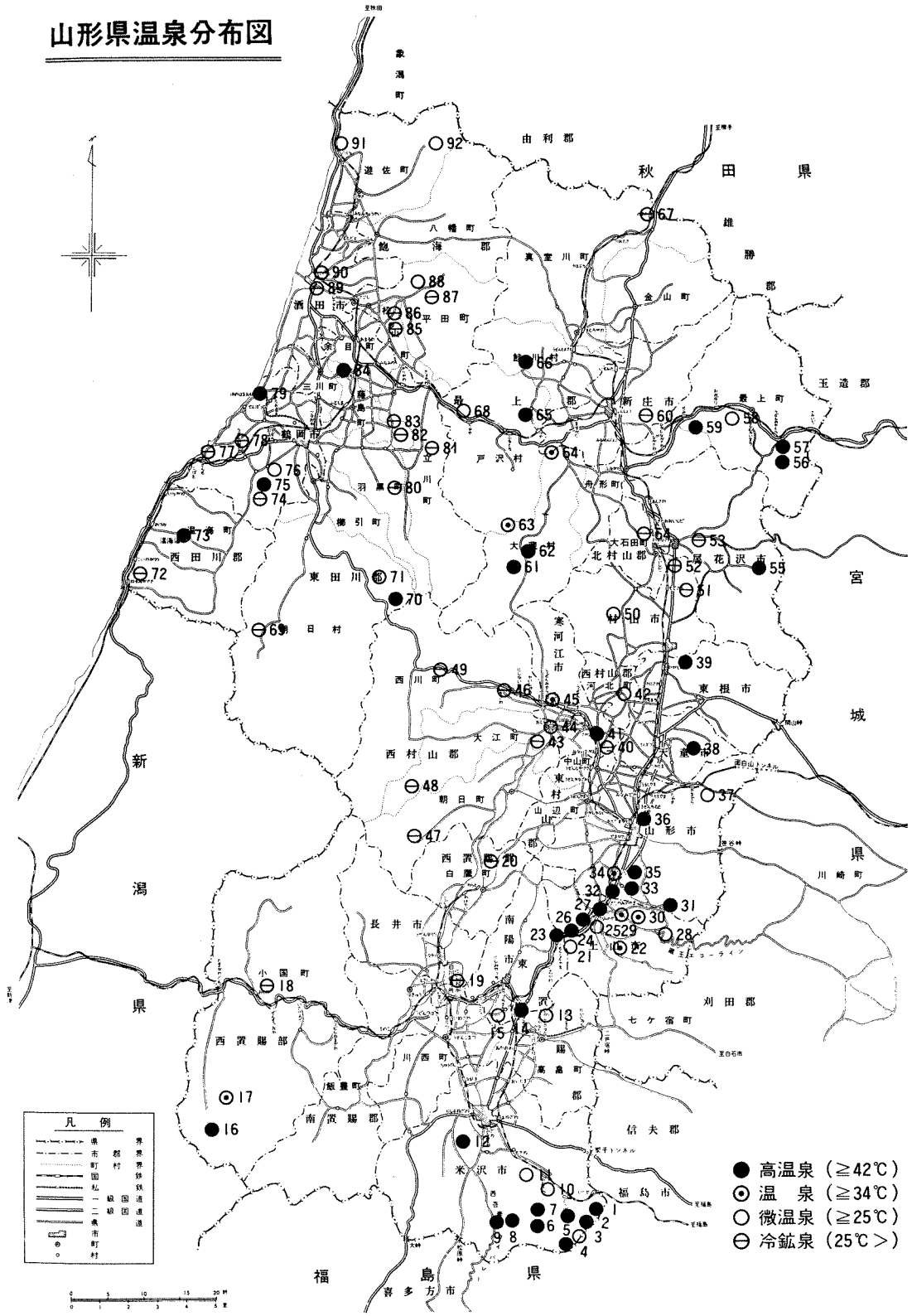
第4章 最 上 地 区 …… 315
1. 赤倉温泉 …… 316
2. 瀬見温泉 …… 336
3. 肘折温泉群 …… 354
4. 今神温泉 …… 374
5. 新庄温泉 …… 378
6. 羽根沢温泉 …… 383
7. 草薙温泉 …… 387
8. 最上温泉 …… 390
9. 真室川温泉 …… 394
10. 戸沢温泉 …… 395
11. その他の温泉（鉱泉） …… 397

第5章 庄 内 地 区 …… 402
1. 湯野浜温泉 …… 403
2. 湯田川温泉 …… 422
3. 温海温泉 …… 435
4. 由良温泉 …… 451
5. 湯殿山温泉群 …… 459
6. 田麦俣温泉 …… 470
7. 新山温泉 …… 473
8. 長沼温泉 …… 477
9. 湯野田温泉 …… 484
10. 湯の台温泉 …… 489
11. 火打崎温泉 …… 494
12. 筍沢温泉 …… 497
13. 川代温泉 …… 499
14. 湯の沢温泉 …… 501

15. 辰が湯温泉 …… 503
16. 十二瀧鉱泉 …… 506
17. 平田温泉 …… 507
18. 酒田温泉 …… 509
19. 掘抜温泉 …… 511
20. その他の温泉（鉱泉） …… 513

文　　献 …… 521
温泉利用施設一覧表 …… 529

山形県温泉分布図


秋田県
宮城県
新潟県
福島県
由利郡
雄勝郡
玉造郡
刈田郡
信夫郡
西置賜郡
南置賜郡
東置賜郡
北村山郡
西村山郡
東村山郡
最上郡
飽海郡
遊佐町
酒田市
鶴岡市
三川町
庄内町
余目町
平田町
八幡町
藤島町
羽黒町
櫛引町
朝日町
大江町
西川町
立川町
戸沢村
大蔵村
舟形町
真室川町
金山町
新庄市
最上町
尾花沢市
大石田町
東根市
寒河江市
中山町
河北町
山辺町
山形市
上山市
天童市
白鷹町
長井市
南陽市
小国町
川西町
飯豊町
米沢市
福島市
七ヶ宿町
川崎町
西川町
高畠町
喜多方市
凡例
県界
市郡界
町村界
国鉄
私鉄
一級国道
二級国道
県道
市
町
村
高温泉（≧42℃）
温泉（≧34℃）
微温泉（≧25℃）
冷鉱泉（25℃＞）

1. 五色
2. 新五色
3. 赤滝湯川平妻湯布松沢
4. 姥滑大吾新高白笠湯の野小湯赤和飯泡の小長白三須田葉高石河上ニュー蔵王龍王山蔵王
5. 滑大吾新白笠湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
6. 大吾新白笠湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
7. 吾新白笠湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
8. 新白笠湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
9. 白笠湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
10. 笠湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
11. 湯小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
12. 小湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
13. 湯赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
14. 赤和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
15. 和飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
16. 飯泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
17. 泡小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
18. 小長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
19. 長白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
20. 白三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
21. 三須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
22. 須葉高石河上蔵王龍王山蔵王
23. 葉高石河上蔵王龍王山蔵王
24. 高石河上蔵王龍王山蔵王
25. 石河上蔵王龍王山蔵王
26. 河上蔵王龍王山蔵王
27. 上蔵王龍王山蔵王
28. ニュー蔵王龍王山蔵王
29. 龍王山蔵王
30. 山蔵王
31. 蔵王
32. 黒沢
33. 山形
34. 高田
35. 飯田
36. 大野目
37. 山寺
38. 天童
39. 東根
40. 高嶋
41. 寒河江
42. 河北
43. 左巻
44. 左沢
45. 上野沢
46. 間寺
47. 本道寺
48. 朝日
49. 古寺
50. 富本
51. 湯舟沢
52. おもだか
53. 尾花沢
54. 大浦
55. 銀山
56. 日山
57. 赤倉
58. 最上
59. 瀬見
60. 新庄亀割
61. 金山
62. 肘折
63. 今神
64. 新庄
65. 戸沢
66. 羽根沢
67. 及位
68. 草薙
69. 倉沢
70. 湯殿山
71. 田麦俣
72. 鼠ヶ関
73. 温海
74. 関根
75. 湯田川
76. 新山
77. 由良
78. 火打崎
79. 湯野浜
80. 川代
81. 肝煎立谷沢
82. 筍沢
83. 湯の沢
84. 長沼
85. 松山新湯
86. 辰が湯
87. 平田
88. 北俣
89. 掘抜
90. 酒田
91. 湯野田
92. 湯の台

第 1 編　総　　論

第 1 章　温 泉 概 説

1．温泉の定義と分類

(1) 温泉の歴史

イ） 神代時代の温泉

日本では，温泉が利用され始めたのはいつ頃のことなのであろうか。古事記や日本書紀などによると，大国主命（おおくにぬしのみこと），少彦名命（すくなひこなのみこと）により発見され，道後，熱海，有馬，別府，修善寺など10余の温泉が記録されている。この中の道後温泉は，我国史上に現われたもっとも古い温泉場である。その他にも，古い時代を思わせる伝説のある温泉が，たくさん存在している。しかし，それらの中には，土地の人々が後になってから，その温泉の発見を神様に結びつけて考えたらしい点もみられる。そうであったとしても，温泉利用が神代時代に始まっていることは確実であると考えられる。

その後，伊香保，嬉野，飯坂，城崎その他が発見され，発見者中に日本武尊（やまとたけるのみこと），神功皇后の名が見られるのは，征討のため各地を巡回したためだろうと言われている。このように温泉が発見されたのは昔のことであるが，温泉は古くから「おんせん」と呼ばれていたのかというと，そうでもないらしい。温泉は古くは「出湯（いでゆ）」，あるいは，単に「湯」と言われ，後に「温泉」と書くようになっても，「おんせん」とは読まず「ゆ」と読んでいたのではなかろうか。その境目の「温泉」存在を根拠づけるものとして，今日でも，「温泉津」と書いて「ゆのつ」と呼ばれている温泉場が存在している。加えて，「湯」の字のついた温泉場がだんぜん多いことも，古くは「湯（ゆ）」あるいは「出湯（いでゆ）」と呼んでいた事を根拠づけている。（伊東祐一：温泉の科学，日本温泉協会：温泉研究）

ロ） 温泉利用研究のあゆみ

昔は，温泉を科学的に研究し，それに基づいて利用していたかというとそうではなく，経験に基づいた民間療法として，湯治の名で温泉を選定し，盛んに利用していたものである。しかも温泉自体に宗教的意義があり，経験的に次第に医療的利用が行われたが，他の医療方法が原始的であった当時として，温泉治病作用は驚異的であり，これは温泉に神の力があるため，あるいは，湯垢離をとるような気持ちで神罰を恐れて身を慎み，神を念じて，真面目に入浴したものらしい。このように温泉を神として，泉源に社を設け，湯神様，湯前様，湯殿様などとして祀ることは，泉源保護，風紀取締にも効めがあり，精神療法上にも適切な方法と思われる。したがって入浴注意もよく守られ，相当の治療効果をあげ得たことと考えられる。

538年頃に仏教が伝来してからは，僧侶が諸国を巡り，温泉を発見し，仏教の教えるところにしたがって温泉を開発し，庶民を病苦から救い，この世に極楽浄土を作ろうとし，浴場を設け，医薬の仏，薬師如来を祀る寺を建て，一般の入浴治療を指導したのである。その後，諸国行脚の武士，村民，農夫，樵夫などによる温泉の発見も数を増し，各地で盛んに温泉浴が行われるにしたがい，経験上の適応症から「傷の湯」，「冷の湯」，「子宝の湯」，「子持ちの湯」，「痰の湯」などの分類ができてきた。

徳川の時代となり，世が大平となるにしたがって，温泉関係の書物も多く現われてきたが，大部分は道中日記あるいは伝説，由来を記載した案内書で，わずか効能，入浴心得を巻末に併説する程度であった。将軍綱吉（1680～1709年）（延宝３年～宝永６年）の時代になって，温泉に関する研究がいよいよ盛んになり，多くの著書が発刊された。そして当時，本草学の大家，後藤良山の門人山村通庵は広く温泉を調べ，幼稚とはいえ，人工泉を作ったことや，1767年（明和４年）には三宅意安が温泉雑稿を刊行し，その中で，温泉成生論，入湯法を述べたのち，道後，龍神，本宮，湯崎，方津川など54カ所の温泉の由来，効能を記し，広い範囲にわたって各温泉の特徴を述べていることなどは特筆すべきことと考えられる。しかしながら，この時代は主に和，漢法の医術を修めた人々によって温泉の研究がなされたため，科学的な研究が不充分で，一般に抽象的な観があるのは止むを得なかった。その後，将軍吉宗が蘭学を解禁したことから蘭医法を修めた人々によっても温泉の研究が行われるようになり，1837年（天保８年）に宇田川榕庵は我国最初の化学書，「舎密開宗７巻」を著し，その中の１巻に我国にとって初めての温泉（書中では冷泉とともに鉱泉と記してある）分析のことを記載している。不充分なものとはいえ，我国の人による初めての化学分析であるから特記すべきことである。それまで「塩の湯」，「冷の湯」，「赤湯」，「鰻の湯」など成分を想像させる名称が使用されてはいたが，化学的知識皆無のため，分析など考えも及ばぬ所であった。したがって，この一事は，我国の温泉学に一新紀元を画したものと言っても良いと思う。また，榕庵は，熱海，有馬，諏訪など各地の温泉を分析し，「諸国温泉試説」を著している。この書では分析の月日を記し，効能を併記するなど，たいへん進歩したものである。これに刺激されて，温泉分析を行った人に小村英庵がおり，英庵は越後の温泉53ヶ所につき分析を行い，のちに「越泉譜」を著した。

明治に入り，温泉の分析は東京司薬場（1873年・明治７年日本橋に設けられ，薬品の検査，各種衛生試験を行う厚生省東京衛生試験所の前身）のドイツ人教師マルチン，中島桑太を初めとし，その後，内務省衛生局では，長与専斉先生の努力により，引き続き広く温泉分析が行われた。そして，温泉治療に関する内外の記事を機関誌などに載せ，また専門図書として刊行するなど，政府が率先して温泉学啓発に努力したことは特記すべきことである。

とくにベルツ氏は，1880年（明治13年），「日本鉱泉論」を著し，我国の温泉地の弊をよく指摘し，その改善の必要を述べ，温泉委員（現在の温泉協会のようなものか？）の必要を記しているが，時期尚早であったためか実現を見なかった。

1907年頃（明治40年），大塚，長尾両氏が，それぞれその著書の内に温泉療法と気候療法の併用すべきことを述べているのは卓見である。また，明治45年には，内務省で再度全国の鉱泉分析成績

を発表したが，従来の塩類による表わし方を変更し，現在のようにイオンを以って表わしたことも注意すべきことであろう。その頃から温泉内のラジウムエマナチオンが問題となり，温泉の治病作用もほとんどこれによる傾向があり，我国でも衣笠豊，石津利作，石谷伝一郎，真鍋嘉一郎氏などにより鉱泉のラジウムエマナチオンが測定され，その成績は1925年（大正14年）に発表され，増富，三朝などのラジウム泉が発見された。

大正にはいり，次第に温泉の価値が医師の間にも認められてきたが，昭和の時代となり，急速な進歩が遂げられた。まず，重要なことは1929年（昭和４年）温泉利用資源開発のため，鉄道省，内務省，学者の合議発案により，社団法人温泉協会が創立されたことで，設立以来会誌発行，専門図書刊行，講演会あるいは，そのような講習会を通じて，温泉の保護，施設改善に努力が続けられている。（日本温泉協会：温泉研究）

(2) 温泉の定義

イ） 各文献に見られる温泉の定義

地中より湧き出す泉のうち温度の高いもの。一般には，その土地の年平均気温より高い温度をもつものをいう。

日本では25℃以上のものをいい，ドイツでは20℃と各国で標準がちがう。温泉水のほとんど大部分は，地中にしみこんだ雨水が，地下であたためられて再び湧き出してきたものである。また人によっては，温泉は地下水の一種であるが，普通の地下水のように単に雨水が地下を循環して再び湧き出したものではなく，少なくとも，一部は岩漿水および岩漿性物質を混じていると考えられるものであるとする。

温泉水を普通の水から区別する物理的性質としては，まず温度であって，そのほかの密度の粘性，電気伝導度などは，多かれ少なかれ，化学的性質に随伴している。一般に普通の地下水の温度はたかだか，その土地の年平均気温より１～４℃高い程度であるので，それ以上の温度の水が地中から地表に出てくる時は，狭義の温泉である。すなわち，少なくとも熱エネルギーの一部が太陽熱以外の地球内部の熱源に由来しているとき，温度の点で普通の水と異なっているといえる。この定義は科学的には，もっとも合理的であるが，場所ごとに温泉であり得る限界温度が異なる不便がある。したがって，人間の感覚や利用上の立場から人為的限界温度を定め，それ以上のものを温泉ということにしているが，この人為的限界温度は表１のように国によって，目的によって，また時代によっても変わることはもちろんであって，自然科学的な立場からは，必ずしも人為的限界にこだわる必要はない。同様に，溶解化学成分の質と量についても，普通の水とは異なっているという点を客観的なものにするために，人為的な規定がもうけられている。

表１

25℃以上	日本・南アフリカ
20℃以上	イギリス・ドイツ・フランス・イタリアなど
21.1℃（70°F）以上	アメリカ

「温泉学」

自然界には多数のゆう泉が存在する。この中には，無機化学成分を多く含むものと少ないものとがあり，多いものは通常の水と区別して鉱泉と呼ばれる。

鉱泉は一般に熱を加えなければ入浴に適しないが，そのまま，あるいは水を混ぜなければ入浴できないほど高温のものを温泉と称する。

温泉は，一般に多量の無機化学成分を含むことが多い。しかし，今日「温泉法」で規定している温泉とは，地中から湧出する温泉鉱泉および水蒸気その他のガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く）を含むわき水で，表2に掲げる温度，または物質を有するものをいう。

表2

物　　質　　名	含　有　量（1kg中）
溶解固形物質	総量1000mg以上
遊離炭酸〔CO_2〕	250〃
リチウムイオン〔L_i^+〕	1〃
ストロンチウムイオン〔Sr^{2+}〕	10〃
バリウムイオン〔Ba^{2+}〕	5〃
フェロまたはフェリイオン〔Fe^{2+},Fe^{3+}〕	10〃
マンガンイオン〔Mn^{2+}〕	10〃
水素イオン〔H^+〕	1〃
臭素イオン〔Br^-〕	5〃
ヨウ素イオン〔I^-〕	1〃
フッ素イオン〔F^-〕	2〃
ヒドロヒ酸イオン〔$CHA_sO_4)^{2-}$〕	1.3〃
メタ亜ヒ酸〔HA_sO_2〕	1〃
総イオン〔S〕（$HS^-+S_2O_3^-+H_2S$に対応するもの）	1〃
メタホウ酸〔HBO_2〕	5〃
メタケイ酸〔$H_2S_iO_3$〕	50〃
重炭酸ソーダ〔$NaHCO_3$〕	340〃
ラドン〔Rn〕	20（百億分の1キュリー単位）以上
ラジウム塩（Raとして）	1億分に1mg以上

ロ）　各国における温泉の定義

a．日　　本

1．温度25℃以上（温泉源から採取される時の温度とする。）

2．物質（表2に掲げるもの一つ以上）を含む。

したがって，湧泉の水温が25℃以上のものは温泉，25℃以下は冷泉として区別され，100℃以上のものを熱泉と呼ぶ。25℃以下でも，無機化学成分を顕著に含むものは鉱泉であり，その中で特に前記の物質を規格以上に含有するものは，「温泉法」の温泉として取り扱われる。ただし，科学的に温泉とは，その湧出口における泉温が，その土地の年平均気温より高い湧泉と定義されるが，この他，体温（いわゆる不感温度）を温度の限界とする方法もある。

b．スワジーランド

スイスで採用されている温泉の定義は，1949年Kentによって提出された案に従っている。温水の温度を25℃以上とし，Kentは温泉を次のように分類している。

Warm …… 25～37℃

Hot …… 37～50℃

Scalding … 50℃以上

この区分によれば，*Mkoba* と *Ezûlmeni* という二つの温泉が沸騰しているし，*Mamenawela* と *Manzane* という温泉は暖かく，その他の温泉は熱い。

Kentは，化学的特性に従ってBond（1946）の5段階を採用した。

A　塩化物—硫酸塩を多く含んでいる水

B　わずかに塩分を含んだ塩化水

C　過度の炭酸塩水

D　アルカリ性の炭酸ソーダ水

E　純粋な水

C．アラブ連合共和国

アラブ連合共和国で温泉として認められている温度は30℃～75℃である。

d．アメリカ合衆国

温泉は，温泉でないものとの区別として，その地方の年平均気温より，少なくとも5℃以上の温度の水が，地中より湧き出すものである。温泉は，それ程容易に定義されるものではない。そしてそれは，熱流動の対流的な循環，あるいは変動性のために，もし温泉が「正常」な環境に囲まれていて，年平均より少なくとも5℃以上であるならば，温度において変動的であると見なされる。

e．カナダ

ホワイト（White，1957）の術語学に従えば，泉の温度が，その地方の年平均気温より5℃又は10°F以上であれば，その泉は温泉（*thermal springs*）であると考えられている。そして，なお，温泉のうち90°F以上の温度を有しているものを熱泉（*hot springs*）と分類し，その地方の年平均気温より高く，90°F以下の温度を有しているものを暖泉（*warm springs*）と分類している。

f．オーストラリア

温泉（*thermal springs*）は熱泉（*hot springs*）と暖泉（*warm springs*）とに分類されている。熱泉であるInnot温泉は，約90℃の温度を有している。また，暖泉は，20℃から35℃の範囲のものをいい，数か所知られている。

(3) 温泉の分類（湯原浩三・瀬野錦蔵：温泉学）

イ）鉱泉の分類

鉱泉の分類は，含有成分を土台として決定するものであるが，採用すべき主又は副成分の種類及び分量の点において，従来一貫した学術的見解を欠いたので，通則を決めることは困難で，分析者によって，泉質の分類も多少異なる状態であった。

表3　泉質別温泉分類一覧表

泉質別	固形物総量（g/kg）	主成分		副成分		特殊成分（g/kg）
		陽イオン	陰イオン	陽イオン	陰イオン	
単純温泉	1g未満	—	—	—	—	34℃以上 CO_2 1g未満
単純炭酸泉	〃	—	—	—	—	CO_2 1g以上
重炭酸土類泉	1g以上	Ca''（Mg''）	HCO_3'	—	—	—
㋑含炭酸・土類泉	〃	〃	〃	—	—	CO_2 1g以上
㋺含食塩・土類泉	〃	〃	〃	Na'	Cl'	—
㋩含芒硝・土類泉	〃	〃	〃	〃	SO_4''	—
重曹泉（アルカリ泉）	〃	Na'	〃	—	—	—
㋑含炭酸・重曹泉	〃	〃	〃	—	—	CO_2 1g以上
㋺含食塩・重曹泉	〃	〃	〃	—	Cl'	—
㋩含芒硝・重曹泉	〃	〃	〃	—	SO_4''	—
㋥食塩芒硝・重曹泉	〃	〃	〃	—	Cl', SO_4''	—
㋭土類重曹泉	〃	〃	〃	Ca''（Mg''）	—	—
食塩泉	〃	Na'	Cl'	—	—	—
㋑含炭酸・食塩泉	〃	〃	〃	—	—	CO_2 1g以上
㋺強食塩泉	〃	Na'（260ミリバル以上）	Cl'（260ミリバル以上）	ClNaとして15g以上	—	—
㋩弱食塩泉	〃	Na'（87ミリバル未満）	Cl'（87ミリバル以上）	ClNaとして5g以上	—	—
㋥含重曹・食塩泉	〃	Na'	Cl'	—	HCO_3'	—
㋭含芒硝・食塩泉	〃	〃	〃	—	HCO_3', SO_4''	—
㋬含塩化土類・食塩泉	〃	〃	〃	Ca''（Mg''）	—	—
㋣含土類・食塩泉	〃	〃	〃	〃	HCO_3'	—
㋠含石膏・食塩泉	〃	〃	〃	Ca''	SO_4''	—
㋡含土類石膏・食塩泉	〃	〃	〃	Ca''（Mg''）	HCO_3', SO_4''	—
㋢含臭素・食塩泉	〃	〃	〃	—	—	Br 30mg以上
㋦含沃素・食塩泉	〃	〃	〃	—	—	I 10mg以上
㋤含臭素沃素・食塩泉	〃	〃	〃	—	—	Br 10mg以上 I 30mg以上
㋷含硼酸・食塩泉	〃	〃	〃	—	—	HBO_2 0.1g以上
硫酸塩泉（苦味泉）	〃	Na', Ca'', Mg''	SO_4''	—	—	—
㋑正苦味泉	〃	Mg''	〃	—	—	—
㋺芒硝泉	〃	Na''	〃	—	—	—
㋩石膏泉	〃	Ca''	〃	—	—	—
㋥含食塩・芒硝泉	1g以上	Na'	〃	—	Cl'	—
㋭含食塩・石膏泉	〃	Ca''	〃	Na'	〃	—
㋬含食塩・正苦味泉	〃	Na''	〃	〃	〃	—
鉄泉						
(I) 炭酸鉄泉	1g未満	—	—	—	—	Fe 10mg以上 CO_2 1g以上
単純炭酸鉄泉	〃	—	—	—	—	Fe' 10mg以上 CO_2 1g以上
(1)土類炭酸鉄泉						
㋑純土類炭酸鉄泉	〃	—	NCO_3'	Ca''（Mg''）	—	Fe' 10mg以上 CO_2 1g以上
㋺含有塩土類・炭酸鉄泉	〃	—	〃	Na', Ca''（Mg''）	Cl	〃
㋩含芒硝土類・炭酸鉄泉	〃	—	〃	Na', Ca''（Mg''）	SO_4'	〃

(2)重曹炭酸鉄泉						
㈠純重曹炭酸鉄泉	〃	Na^{+}	〃	—		〃
㈡含食塩重曹・炭酸鉄泉	〃	〃	〃	Na^{+}	Cl^{-}	〃
㈢含芒硝重曹・炭酸鉄泉	〃	〃	〃	〃	SO_4^{--}	〃
㈣含食塩芒硝重曹炭酸鉄泉	〃	〃	〃	〃	Cl^{-}, SO_4^{--}	〃
㈤含土類重曹・炭酸鉄泉	〃	〃	〃	Ca^{++} (Mg^{++})	—	〃
(3)含食塩・炭酸鉄泉	〃	—	〃	Na^{+}	Cl^{-}	〃
(4)含硫酸塩・炭酸鉄泉	〃	Ca^{++} (Mg^{++})	HCO_3^{-}, SO_4^{--}	—	—	〃
(II) 緑礬泉						
㈠単純緑礬泉	〃	—	SO_4^{--}	—	—	Fe^{++} 10mg以上
㈡酸性緑礬泉	〃	—	〃	—	—	H^{+} 10mg以上
㈢含砒素・緑礬泉	〃	—	〃	—		Fe^{++} 10mg以上
㈣含明礬・緑礬泉	〃	—	〃	—	—	Al^{+++} 100mg以上 Fe^{++} 10mg以上
㈤含銅・緑礬泉	〃	—	〃	—	—	Cu^{++} 1 mg以上 Fe^{++} 10mg以上
(III)含塩化物・鉄泉						
明礬泉	1 g 以上	—	〃	—	—	Al^{+++} 100mg以上
酸性明礬泉	〃	—	〃	—	—	H^{+} 1 mg以上
(I) 硫黄泉						
単純硫黄泉	1 g 未満	—	—	—	—	S 1 mg以上
含食塩・硫黄泉	1 g 以上	—	—	Na^{+}	Cl^{-}	〃
(II) 硫化水素泉						
㈠単純硫化水素泉	1 g 未満	—	—	—	—	(HS^{-}+H_2S) 1 mg以上
㈡酸性硫化水素泉	〃	—	—	—	—	(H_2S+HS^{-}) H^{+} 1 mg以上
(III)土類硫化水素泉	1 g 以上	—	—	Ca^{++} (Mg^{++})	HCO_3^{-}	(HS^{-}+HS^{-}) 1 mg以上
㈠含食塩土類・硫化水素	〃	—	—	$NaCa^{++}$ (Mg^{++})	Cl^{-}, HCO_3^{-}	(HS^{-}+HS^{-}) 1 mg以上
㈡含石膏土類・硫化水素泉	〃	—	—	Ca^{++} (Mg^{++})	SO_4^{--}, HCO_3^{-}	〃
(IV)重曹硫化水素泉	〃	—	—	Na^{+}	HCO_3^{-}	〃
含芒硝重曹・硫化水素泉	〃	—	—	〃	HCO_3^{-}, SO_4^{--}	〃
(V)塩化物硫化水素泉						
㈠純食塩硫化水素泉	〃	—	—	〃	Cl^{-}	〃
㈡塩化土類硫化水素泉	〃	—	—	Ca^{++} (Mg^{++})	Cl^{-}	〃
㈢含食塩重曹・硫化水素泉	1 g 以上	—	—	Na^{+}	HCO_3^{-}, Cl^{-}	〃
㈣含石膏食塩・硫化水素泉	〃	—	—	Na^{+}, Ca^{++}	Cl^{-}, SO_4^{--}	〃
(VI)硫酸塩硫化水素泉	〃	—	—			
㈠石膏硫化水素泉	〃	—	—	Ca^{++}	SO_4^{--}	〃
㈡含食塩芒硝・硫化水素泉	〃	—	—	Na^{+}	Cl^{-}, SO_4^{--}	〃
㈢含食塩石膏・硫化水素泉	〃	—	—	Na^{+}, Ca^{++}	Cl^{-}, SO_4^{--}	〃
酸性泉	〃	—	—	—	—	H^{+} 1 mg以上
単純酸性泉	1 g 未満	—	—	—	—	〃
放射能泉	〃	—	—	—	—	ラドン量(10^{-10}キュリー)5.5マッヘ以上, ラジウム $\frac{1}{10000}$万瓦(10^{-8}g)

服部安蔵『温泉化学』

我国の鉱泉の分類は，従来は一般に日本薬学会衛生調査委員会協定の鉱泉検査法に掲げられた分類が採用されたのであるが，最近日本温泉協会学術部定義分類医治効能委員会で決定された条文に基づいて統一されることになった。これを要約して表示すれば表3のようである。

ロ） 温泉水の性質による分類 （湯原浩三・瀬野錦蔵：温泉学）

a．泉温による分類

(1)アメリカの分類

cold spring≦78°F

78°F＜*tepid spring*≦98°F

98°F＜*hot spring*

(2)ドイツの分類

Kalte Quellen＜20℃

20℃≦*Warme Quellen*＜50℃

50℃≦*Heisse Quellen*

(3)宇田川榕庵の分類

温度の高いものから順に次のように呼んだ。

熱泉，温泉，暖泉，冷泉，寒泉

(4) *International Society of Medical Hydrology* の分類

cold spring＜20℃

20℃≦ *subthermal spring* ＜37℃

37℃≦ *thermal spring*＜42℃

42℃≦ *hyperthermal spring*

(5)日本鉱泉分析法

冷鉱泉＜25℃

25℃≦微温泉＜34℃

34℃≦温　泉＜42℃

42℃≦高温泉

(6)イタリアの分類

cold spring＜20℃

20℃≦ *hypothermal spring*＜30℃

30℃≦*thermal spring*＜50℃

50℃≦*hyperthermal spring*

(7)福富孝治の分類

温泉法では温泉とはならないが，自然科学的には温泉としての意味をもつものをとりあげるために，それに微温泉なる名称を与えた。

冷泉＜（その土地の年平均気温＋7℃）

（その土地の年平均気温＋7℃）≦微温泉＜25℃

25℃≦暖泉＜40℃
40℃≦熱泉＜沸騰泉 } 温泉
沸騰点≒沸騰泉

b．浸透圧による分類

温泉水は水が各種の塩類を溶かした溶液であるので，必ずある大きさの浸透圧をもっている。希薄溶液では浸透圧は溶質の分子類の分子数（濃度）に比例し，したがって溶液の沸点上昇，氷点降下にも比例する。一方人体の細胞液と等しい浸透圧をもつ液を等張液（*isotonic solution*）というが，これは濃度8.8g/eの食塩水に相当するので，この値を基準にして温泉水の浸透圧を溶存物質の濃度と氷点降下で表わしてつぎのように分類する。

C．水1kg中溶存物質総量による分類	氷点
低張泉（*hypotonic spring*）8g以下	−0.55℃以上
等張泉（*isotonic spring*）8g以上10g未満	−0.55～0.58℃
高張泉（*hypertonic spring*）10g以上	−0.58℃以下

d．水素イオン濃度による分類

強酸性泉（*strong acid spring*）	pH＜2
酸性泉（*acid spring*）	2≦pH＜4
弱酸性泉（*weak acid spring*）	4≦pH＜6
中性泉（*neutral spring*）	6≦pH＜7.5
弱アルカリ性泉（*weak alkaline spring*）	7.5≦pH＜9
アルカリ性泉（*alkaline spring*）	9≦pH

e．溶解成分による分類

温泉水1kg中の溶存物質総量が，ガス成分を除いて，1000mg以下のものを単純泉とし，1000mg以上あるものは主要陰イオンであるヒドロ炭酸イオン（HCO_3^-）と塩素イオン（Cl^-）と硫酸イオン（SO_4^{2-}）によって，それぞれ，重炭酸塩泉，塩化物質泉，硫酸塩泉に大別し，これに主陽イオンと特殊成分を考慮して細かく分類する。表4に鉱泉中分析法による泉質分類一覧表を示す。

表4　泉質分類一覧表

泉質別	溶存物質総量 mg／kg	主要成分		副成分		特殊成分
		陽イオン	陰イオン	陽イオン	陰イオン	
1.単純温泉 (simple waters spring)						
単純温泉	1000未満					25℃以上 CO_2 1000未満
2.単純炭酸泉 (simple carbonated spring)						
単純炭酸泉	1000未満					CO_2 1000以上
3.重炭酸土類泉 (earth carbonated spring)						
(a)純重炭酸土類泉	1000以上	Ca^{2+} (Mg^{2+})	HCO_3^-	—	—	—
(b)含炭酸－土類泉	〃	〃	〃	—		CO_2 1000以上
(c)含食塩－重炭酸土類泉	〃	〃	〃	Na^+	Cl^-	—
(d)含ボウ硝－重炭酸土類泉	〃	〃	〃	〃	SO_4^{2-}	—
4.重曹泉 (sodium bicarbonated spring)						
(a)純重曹泉	1000以上	Na^+	HCO_3^-	—	—	—
(b)含炭酸－重曹泉	〃	〃	〃	—	—	CO_2 1000以上
(c)含食塩－重曹泉	〃	〃	〃	—	Cl^-	—
(d)含ボウ硝－重曹泉	〃	〃	〃	—	SO_4^{2-}	—
(e)含食塩ボウ硝－重曹泉	〃	〃	〃	—		
(f)含土類－重曹泉	〃	〃	〃	Ca^{2+} Mg^{2+}		—
5.食塩水 (common salt spring)						
(a)純食塩水	1000以上	Na^+	Cl^-			
(b)含炭酸－食塩泉	〃	〃	〃			
(c)強食塩泉	〃	Na^+ 260ミリバル以上	Cl^- 260ミリバル以上			
(d)弱食塩泉	〃	Na^+ 87ミリバル未満	Cl^- 260ミリバル未満			
(e)含重曹－食塩泉	〃	Na^+	Cl^-	—	HCO_3^-	—
(f)含ボウ硝－食塩泉	〃	〃	〃	—	SO_4^{2-}	—
(g)含ボウ硝重曹－食塩泉	〃	〃	〃	—	HCO_3^- SO_4^{2-}	—
(h)含塩化土類－食塩泉	〃	〃	〃	Ca^{2+} Mg^{2+}	—	—
(I)含土類－食塩泉	〃	〃	〃	〃	HCO_3	—
(j)含セッコウ－食塩泉	〃	〃	〃	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	—
(k)含土類セッコウ－食塩泉	〃	〃	〃	Ca^+ Mg^{2+}	HCO_3^- SO_4^{2-}	—
(l)含臭素－食塩泉	〃	〃	〃			Br^- 30以上
(m)含臭素ヨウ素－食塩泉	〃	〃	〃			I^- 10以上
(n)含臭素ヨウ素－食塩泉	〃	〃	〃			Br^- 30 I^- 10以上
(o)含ホウ酸－食塩泉	〃	〃	〃			HBO_2 100以上
6.硫酸塩泉 (sulphate spring)						
(a)純硫酸塩泉	1000以上		SO_4^{2-}	—	—	—
(b)正苦味泉	〃	Mg^{2+}	〃	—	—	—
(c)ボウ硝泉	〃	Na^+	〃	—	—	—

(d)セッコウ泉	1000以上	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	—	—	—
(e)含食塩－芒硝泉	〃	Na^+	〃	—	Cl^-	—
(f)含食塩－セッコウ泉	〃	Ca^{2+}	〃	Na^+	〃	—
(g)含食塩－正苦味泉	〃	Mg^{2+}	〃	〃	〃	—
7.鉄泉 (*iron spring*)						
(a)単純炭酸鉄泉	1000未満	Fe^{2+}	HCO_3^-	—	—	$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上
(b)含炭酸－鉄泉		〃				$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上
(c)土類炭酸鉄泉		〃				CO_2 1000以上
(I)純土類炭酸鉄泉	1000以上	Fe^{2+}	HCO_3^-	Ca^{2+} (Mg^{2+})	—	$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上
(II)含食塩－土類炭酸鉱泉	〃	〃	〃	$Na^+ + Ca^{2+}$ (Mg^{2+})	Cl^-	〃
(III)含ボウ硝－土類炭酸鉄泉	〃	〃	〃	〃	SO_4^{2-}	〃
(d)重曹炭酸鉄泉						〃
(I)純重曹炭酸鉄泉	1000以上	Fe^{2+}	HCO_3^-	Ca^{2+} (Mg^{2+})	—	〃
(II)含食塩－重曹炭酸鉄泉	〃	〃	〃	$Na^+ Ca^{2+}$ (Mg^{2+})	Cl^-	〃
(III)含ボウ硝－重曹炭酸鉄泉	〃	〃	〃	〃	SO_4^{2-}	〃
(IV)含食塩ボウ硝－重曹炭酸鉄泉	〃	〃	〃	〃	SO_4^{2-} Cl^-	〃
(V)含土類－重曹炭酸鉄泉	〃	〃	〃	Ca^{2+} (Mg^{2+})	—	〃
(e)含食塩－炭酸鉄泉	〃	〃	〃	Na^+	Cl^-	〃
(f)含硫酸塩－炭酸鉄泉	〃	〃	〃	Ca^{2+} (Mg^{2+})	SO_4^{2-}	〃
(2)緑バン泉 (*vitrid spring*)						
(a)単純緑バン泉	1000未満	Fe^{2+} Fe^{3+}	SO_4^{2-}	—	—	$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上
(b)酸性緑バン泉	〃	〃	〃			$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上 H^+ 1以上
(c)含ヒ素－緑バン泉	〃	〃	〃			$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上 $HASO_2$として1以上
(d)含明－緑バン泉	〃	〃	〃			$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上 Al^{3+} 100以上
(e)含銅－緑バン泉	〃	〃	〃			$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上 Cu^{++} 1以上
(3)含塩化物鉄泉		〃	Cl^-	$Na^+ Ca^{2+}$ (Mg^{2+})	—	$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ 20以上
8.ミョウバン泉 (*alum spring*)						
(a)ミョウバン泉	1000以上	Al^{3+}	SO_4^{2-}			Al^{3+} 100以上
(b)酸性ミョウバン泉	〃	〃	〃			Al^{3+} 100以上 H^+ 1以上
9.イオウ泉 (*sulphur spring*)						
(1)イオウ泉						
(a)単純イオウ泉	1000未満			—	—	S 2以上
(b)含食塩－イオウ泉	1000以上			Na^+	Cl^-	〃
(c)含食塩重曹－イオウ泉	〃			〃	HCO_3^-	〃
(2)硫化水素泉						
(a)単純硫化水素泉	1000未満			—	—	S 2以上 遊離H_2S
(b)酸性硫化水素泉						S 2以上
(c)土類硫化水素泉					Cl^- HCO_3	遊離H_2S H^+ 1以上
(I)含食塩－土類硫化水素泉	1000以上			$Na^+ Ca^{2+}$ (Mg^{2+})	SO_4^{2-}	S 2以上 遊離H_2S

(II)含セッコウ－土類硫化水素泉	1000以上			Ca^{2+} (Mg^{2+})	HCO_3^-, SO_4^{2-}	S 2以上 遊離H_2S
(d)重曹硫化水素泉						
(I)重曹硫化水素泉	1000以上			Na^+	HCO_3^-	S 2以上 遊離H_2S
(II)含ボウ硝－重曹硫化水素泉	〃			〃	HCO_3^-, SO_4^{2-}	〃
(e)塩化物硫化水素泉						
(I)食塩硫化水素泉	1000以上			Na^+	Cl^-	S 2以上 遊離H_2S
(II)塩化土類硫化水素泉	〃			Ca^{2+} (Mg^{2+})	〃	〃
(III)含重曹－食塩硫化水素泉	〃			Na^+	Cl^- HCO_3^-	〃
(IV)含セッコウ－食塩硫化水素泉	〃			Na^+ Ca^{2+}	Cl^- SO_4^{2-}	〃
(f)硫酸塩硫化水素泉						
(I)セッコウ硫化水素泉	1000以上			Ca^{2+}	SO_4^{2-}	S 2以上 遊離H_2S
(II)含食塩－ボウ硝硫化水素泉	〃			Na^+	Cl^- SO_4^{2-}	〃
(III)含食塩－セッコウ硫化水素泉	〃			Na^+ Ca^{2+}	〃	〃
10.酸性泉 (*acid spring*)						
(a)単純酸性泉	1000未満	—	—	—	—	H^+1以上
(b)酸性泉	1000以上					〃
11.放射能泉 (*radioactive spring*)						ラドン量10億分の3キュリー(または8.25マッハ以上) ラジウム塩千万分の1mg(10噸)以上

ハ) 化学的分類 (湯原・瀬野：温泉学)

溶解成分による分類がHintzおよびGrünhutの分類にもとづき医療的な面が大きく考慮されたものであるために，純粋に化学的な立場からつぎのような分類法が提案された。これはまず主要陰イオンのCl^-とHCO_3^-とSO_4^{2-}がそれぞれある基準量，すなわち，1g，0.5g，1.7g以上である。

表5　化学的な分類

分類名	Cl	HCO_3	SO_4	
濃塩化物泉	＞1g	＜0.5g	＜1.7g	
濃炭酸塩泉	＜〃	＞〃	＜〃	
濃硫酸塩泉	＞〃	＜〃	＞〃	
塩炭泉	＞〃	＞〃	＜〃	
塩硫泉	＞〃	＜〃	＞〃	
硫炭泉	＜〃	＞〃	＞〃	
混合泉	＞〃	＞〃	＞〃	
淡塩化物泉	＜〃	＜〃	＜〃	$Cl>HCO_3$, SO_4
淡炭酸塩泉	＜〃	＜〃	＜〃	$HCO_3>Cl$, SO_4
厚硫酸塩泉	＜〃	＜〃	＜1.7g＞0.7g	$SO_4>Cl$, HCO_3
淡硫酸塩泉	＜〃	＜〃	＜1.7g	$SO_4>Cl$, HCO_3

よって分類すれば$2^3=8$の組合せができ，さらに，いずれのイオンも基準量以下である場合を主要イオンによって３つに分け，SO_4^{2-}が主陰イオンである場合には，もう一度副次的な基準量0.7ｇで２分したものである。

つぎに主要イオンNa, Ca, Mg, Fe, Alについても，それぞれ0.7ｇ，0.25ｇ，0.05ｇ，0.1ｇ，0.1ｇ，を基準にして，それ以上のものを強Na型，強Ca型，などとよび，いずれのイオンも基準量以下の場合は，そのうちたとえば，Naが主なイオンであれば弱Na型などと呼ぶ方法がある。

ニ） 温泉の湧き出し方による分類（湯原・瀬野：温泉学）

a．自噴泉（*self-flowing spring*）

普通の状態で人工的な外力によらず自然に湧き出している温泉。

b．泡沸泉（*bubbling spring*）

そのさい，顕著な気泡をともない水面がかなり乱されるような湧出状態の時にはとくにこのようにいう。さらにガスの量が多くなって，ガスと一緒に温泉水を噴き上げるとき，噴泉，吹上泉，噴とう泉という名が与えられる。

c．沸とう泉（*boiling spring*）

このガスが，主に温泉水の沸とうによる水蒸気であるとき。

d．間欠泉（*geyser*）**または，断続泉**（*intermittent spring*）

湧出とその停止が比較的規則的である場合。

ホ） 湧出口においての分類（湯原・瀬野：温泉学）

a．層状泉（*nappes thermales*）

地下のある範囲一面に温泉水をたたえているもの。

b．脈状泉（*filons d'eau thermale*）**，裂か泉**

細長い狭い割れ目を流動して来るもの。

ヘ） 地質学的な分類（湯原・瀬野：温泉学）

a．火山泉

火山地方に湧出しているもの。

b．断層泉

断層にそって湧出しているもの。

c．裂か泉

花崗岩地方にみられるような，裂かにそって湧出しているもの。

2．温泉成因に関する諸説

温泉として成りたつために最も大切な条件は，温泉の熱源，水源（温泉水）および湧出通路の3つであるが，そのうち，温泉水の成因が温泉成因の主役的役割をもつものとして，以下これに関する簡単な解説を試みよう。

温泉水の成因については，古くからいろいろな説が提唱され，今なお論議されている状態で，未だ決定的な定説はない。しかし，これらの説を概括するとだいたい次の3つに要約される。

(1) 循 環 水 説

1847年，ブンゼン（*Robert Bunsen*）によって初めて提唱されたものである。地中は深くなるにつれて，温度が少しずつ上昇する。その増加率は，普通33mに1℃といわれているが，火山に近接した地方や地表では，火山から遠く隔たった所でも，地下に潜在的な火成活動のあったところでは，地下の増温率がもっと高い場合もある。このような地下温度を，通増地熱といっている。ブンゼンはアイスランドの温泉の研究から，地中深く滲透した地下水が，火山熱を吸収しまた火山ガスをとかし，周囲の岩石の鉱物質を溶解するなどして，温泉が生成されると説明した。

(2) 岩 漿 水 説（処女水説）

循環水説と同じ1847年に，ボーモン（*Elie de Beaumont*）が，温泉水は地下の岩漿からの揮発成分にもとづくものであるとの岩漿水説を提唱したのに始まり，1902年ジュース（*Edward Suess*）がカルルスバード(*Carlsbad*)の温泉の成因について研究した結果，その温泉水は，地下深部にある岩漿から上昇してくるものであるとの，所謂処女水説を提唱するに及んで，以来，多くの地質学者の間に有力な説として信じられるようになった。岩漿とは，地下の深い所に潜在すると考えられる高温灼熱の熔融状態にある物質で，岩漿水とはかかる物質の構成成分として，その中に含有されると考えられる水分をいうのであって，1924年にモレイ（*George Morey*）は，理論的に岩漿から熱水溶液が分離する可能性があることを説明し，1928年リングレン(*W, Lindgren*)は，このような熱水溶液が温泉の根源であると考えた。

その他に，ヂウス(*E, G, Zies*)説のように，地下深部において生成した酸素と水素が，ある一定の地下の条件の下に化合して水をつくるという考え，また，ゴーテァ（*Gautir*）説のように，各種鉱物中に成分として含有する結晶水が，高温状態で分離するという考えなど，温泉水の成因については岩漿水説と全くちがってはいるが，いずれも，温泉水の根源を地下深部において創造される水，いわゆる処女水に求めていることは，ともに循環水説に対し全く対称的なものである。

(3) 岩漿水・循環水混合説

以上述べた循環水および岩漿水の両説は，今なお相対立して論議されているが，これらの説は，最近ではそれぞれ循環水を主成分とするもの，および岩漿水を主成分とするものとの意味に変化し，

いわゆる岩漿水・循環水混合説を唱えるものが少なくない。その代表的なものは，アレン（*E, T, Allen*）およびデー(*A, L, Day*)等の考え方で，1924年ラッセンピーク(*Lassen Peak*)の温泉の研究から，岩漿から分離された高温のガス(水蒸気を主成分とする高温の揮発成分)が地表に上昇する途中において，循環水と遭遇し，これを加熱するとともに，自らは液化して循環水に混入し，循環水と岩漿水との混合した温泉水が，成生されるというのである。最近まで，このような混合説が最も実際に即した合理的なものとして広く支持されてきた。

(4) そ の 他

以上の温泉水の成因に関する諸説は，いずれも火山活動あるいは潜在的な火成活動にもとずく熱源を重視している。しかしながら，温泉の存在が，かならずしも火山地帯や地質的に火成活動が考えられる地域にのみあるとは限らない。また，循環水説といい処女水説といい，これまでの考え方には，地球成因の高温説がその根底に流れているきらいがある。最近のように，地球成因の低温説が一般に支配的となった現在では，上述の諸説はいわば古典的な成因論として取りあつかわれるようになった。

温泉の熱エネルギーを火山岩漿以外に求める，いわゆる非火山性温泉については，その熱源としていくつかの考えかたが提唱されている。例えば，正常な逓増加熱をもった地域でも，かりに地温勾配を3℃/100mとして考えたとき，1kmの深度では30℃，2kmで60℃となるから，地中に滲透した雨水が，その深さでの地中温度を保つとすれば，これが再び地表に湧出した場合，温泉として特別な熱源を与える必要はない。このような温泉の例としてよく挙げられるのは，台湾南部の水成岩地域に湧出する温泉で，地高1,000mをこえる渓谷の側壁から，40℃～80℃ の温泉が湧出している。

また地殻運動による摩擦熱が地下水を昇温させて，温泉生成の熱源となるとの考え方もある。地震のとき，一般に泉温の上昇をきたす理由の1つは，このような摩擦熱が関係しているといえないこともない。

その他，水中の化学成分の相互反応や，周囲の岩石との作用による発熱反応によって，水温を上昇させるとか，あるいは放射性物質による発熱などの考えもあるが，温泉の熱源としては直接的な関係はうすいようであまり重要視されていない。

今日，温泉の地球化学的研究の面から，多くの温泉は熱水型温泉とされている。これは，岩漿から発散される高温の水蒸気が，地下深部から多量の化学成分を含有しながら上昇し，地下浅所で地下水に混入して温泉を生成するとするもので，これに対し，比較的浅いところに貫入した岩漿から，伝導熱によって地下水が加熱され，低温の所謂地下水型温泉を生成する場合もあると考えられている。そのほか，海水型温泉なるものも考えられるいる。これは，海水の混入によってその成分が海水に類似する場合呼ばれるもので，一般に海岸地帯にみられる場合が多いが，海岸地帯でなくとも，旧海水が地中に化石水として包蔵されて，これが熱水型温泉に混入するかあるいは逓増地熱によって温められたものが，湧出するときに，この型の温泉が生ずると考えられている。このように，温

泉水の涵養源は，地下水・海水・化石水に求められる。

以上述べたように，温泉の湧出には自然的環境，地質条件，地球化学的条件，地球物理的条件などによって，いろいろな型のものがあると考えられるので，その成因については，個々の温泉によって異なるものと言わざるを得ない。

3．温泉の医療的効果

3－1　温　泉　療　法

わが国はいたるところに温泉が湧出し，国民はまたことのほか温泉を好むという点で，たしかに世界一の温泉国である。

ところが，何処に行っても温泉があるために，そのありがたさは少しも理解されず，近ごろでは，温泉地は遊興地の代名詞のようになっているし，栄えている温泉地ほど遊興歓楽化している。

しかし，わが国の温泉は決してこのような面から発達してきたものではなくて，国民大衆が一年の苦労を，自然の恩恵である温泉で癒して，きたるべき労苦に備える厚生的利用から発達してきたものである。

例えば，昔から民間に用いられている言葉をみても，宗教的にはミソギ，湯垢離，施浴となり，農漁民の間では，正月の湯・寒の湯・春湯治・田植前の湯・サナブリの湯・野上りの湯・一番除草後の泥落しの湯・うし湯治・うら盆の湯・取り入れ前の湯・刈り入れ後の湯・または秋湯治・冬湯治など，すっかりわが国古来の農事と結びついて，ほとんど全季節にわたり生活の一部とさえなっている。

ところが，このように多数の人々に親しまれ，生活の一部とさえなっている湯治について，正しい理解をもっている人はいったい何人いるだろうか。以下温泉の医療的効果等について説明をしてみよう。

(1)　温泉療法の発達

温泉を病気の治療に用いたのはかなり古く，他の治療法の歴史と同じように経験が先行し，経験の集積から温泉療法が成立発展したといわれている。

すなわち，治療効果の伝説時代と経験時代を経て，17世紀以降は化学分析時代となり，温泉分析上から個々の温泉適応症を帰納し，さらに放射能や微量成分等の問題も取りあげられ，一方，生物反応の探究も盛んとなり現代の温泉治療学が確立されたのである。

わが国の温泉は，古くから湯治という一行事として広く利用され，一種の民間治療法として相当の成績を収めたのであるが，これは，日本書紀に記載されていることからも明らかである。

医者で最初に湯治に関心をもったのは後藤良山で，宝永６年（1709）51才の時，城崎温泉に遊び，湯治について浴法・服法・主治・禁忌などを挙げ，わが国における温泉療法研究の端緒を開いた。その門弟香川修徳がこれを大成したが，彼が著した「一本堂薬選続編」（元文３年・1738）は，わが国の湯治医学の最初の本である。その後，香川修徳（元文３年・1738），平活斉（享保９年・1724），原雙桂（寛政６年・1794），拓植竜州（文化13年・1813）等によって，しばらくは湯治に対する医者の関心と研究が盛んに行なわれた。徳川末期になり，蘭学渡来とともに，わが国の医者は西洋医学の吸収に忙殺されて，温泉に対する関心と研究は一時中断した。

他方，西欧においては1878年（明治11年）ドイツ医学会の中に温泉治療学会ができて以来，温泉

の医学的研究が盛んとなり，わが国ではドイツに遅れること60年，1935年（昭和10年）日本医学会の中に日本温泉気候学会ができ，温泉療法の本格的研究が開始されたのである。

(2) 温泉療法の方法

湯治というと，わが国では誰もがすぐ入浴（浴療法）のことを考え，入浴を湯治と心得ている。しかし，湯治は入浴だけではない。湯治には次のような方法がある。

イ） 浴療法（入浴する方法）
ロ） 飲泉療法（温泉を飲む方法，飲み湯）
ハ） 吸入療法（温泉を吸入する方法）
ニ） 洗浄療法（温泉で洗う方法）
ホ） 含嗽療法（温泉でうがいする方法）
ヘ） 特殊療法
　ア．鉱泥浴（温泉鉱泥に入浴する方法）
　イ．鉱泥纏絡（鉱泥で患部を温罨法する方法）
　ウ．温泉圧注（患部に温泉を圧力をかけて放出する方法）
　エ．電気浴（温泉に通電して入浴する方法）
　オ．温泉蒸気浴（温泉蒸気に浴する方法）

特に，飲み湯は大切な温泉療法で，西欧では，湯治というと，「温泉を飲みに行く」ことを考えるほどであるのに，わが国ではあまり行われていない。

日本の温泉地に行くと，何処でも名入れのタオルを売っているが，西欧の温泉地では何処でも名入れ，目盛り付の飲泉コップを売っているのをみてもこのことがよくわかる。

もちろん，西欧でも温泉浴は重要な湯治方法であり，200 年も前からローマ風呂として，欧州いたるところに壮麗なローマ風呂遺跡として残っている。

(3) 温泉は人体にどう作用するか

温泉療法は物療医学に属し，温泉水が生体に反応をおこさせる療法であるといえるが，温泉が人体にどうして作用し，人体はこれに対してどう反応するかについてわかりやすく説明してみよう。

イ） 温 熱 的 作 用

温泉にはいると，温度が人体にいろいろの影響を与える。

欧米の入浴温度は，36～38℃の微温浴であるのに対して，わが国の入浴温度は43～45℃の高温浴であるから，温度の作用はことに著しい。微温浴は一般に人体に鎮静的に作用するので，神経衰弱・不眠症・精神病などの治療に用いられ，また高血圧や脳卒中後の半身不随などに適当である。

これに反して，日本人が好んで入浴する43℃前後の高温浴は，人体に興奮的に作用し，特に心臓・血管などの循環器に強い影響を与える。したがって，この二つの作用を応用すれば，循環機能や新陳代謝の改善に役立たせることができる。また，高温浴は人体の疼痛を軽減し，硬直を和らげる作用

があり，体の抵抗力を強め，胃液分泌を低下させ，胃腸の運動を調整するので，リウマチ・神経痛などのいたみを伴なう病気や胃腸疾患に充分応用できるし，病気の予防や病後の快復，虚弱体質の改善などに役立つことになる。

ロ） 機械的作用

温泉にはいると水圧が体に加わり，浮力によって体が軽くなる。体の受ける水圧は80kg以上に達するといい，そのため胸囲は1～3cm，腹囲は2～6cmも減少するという。

このため胸腹腔は圧迫され，循環・呼吸機能に影響を及ぼすので，心臓衰弱者の入浴は注意を要する反面，うまく利用すると利尿を促がし浮腫の治療に役立つことになる。また，浮力により体重70kgの人もわずか7.9kgとなるので，地上で立ったり，歩いたりできない人も，水中では運動が非常に楽になる。これは半身不随・小児マヒ・リウマチなど身体障害者の運動練習に利用される。

わが国の温泉地でみられる湯滝は，水圧と温度を利用したものであり，西欧の温泉圧注過流浴等もこれに類する利用法である。

ハ） 含有成分の化学的作用

温泉にはいろいろな化学成分が含まれており，人体に温泉特有の作用を及ぼすことになる。例えば，食塩泉は含有されている食塩の作用によって，浴後のほとぼりの感が長くなり，俗に「あたたまりの温泉」といわれるし，炭酸泉・硫化水素泉では，含有されている炭酸ガスや硫化水素が皮膚を通して体内に入り，皮膚血管を拡張させるので，浴後長い間ほとぼりの感じを与え，血圧降下作用・利尿作用がある。

硫黄泉は，溶存する硫黄が皮膚の角質を溶解軟化するので，角質の増殖する慢性湿疹などの皮膚病によく，明ばん泉の硫酸アルミニウムの収斂作用も皮膚病によい。また，飲泉の場合，鉄泉は含有されている鉄イオンのため貧血によく，重曹泉は重炭酸ナトリウムのため，胃酸中和作用・血糖降下作用がある。

放射能泉の生体刺激作用，鉱泥浴の女性ホルモン作用，重金属イオンのホルモン・ビタミン酵素作用等もよく知られている作用である。このような主成分のほかに，一緒に含まれている微量成分の特殊な生物学的作用も最近注目されており，鉄泉に共存している銅，マンガン・コバルト等の微量成分は鉄と相乗作用があって増血作用を一層高めるといわれている。

このように，温泉にはその泉質特有の薬理学的作用であり，一般の人は温泉の効果というと，すぐこの作用を考え泉質を問題にする。しかし，わが国の温泉は，温度が高く，反面含有成分が比較的薄く，0.1～0.3%前後のものが大半である。しかも一日数回も高温浴をするので，温泉の作用は次に述べる人体への刺激作用を重要視しないわけにはゆかない。

ニ） 非特異的変調作用

人間が温泉に入浴すると，前に述べた温泉の温度・水圧・浮力・含有成分はもちろん，酸性度・荷電状態などの機械的・温熱的・化学的・電気的刺激が総合的に刺激としてはたらき，この刺激が人体の調子を変える。

つまりこの場合，温度・水圧・成分などの刺激の種類は問題ではなく，刺激度とこれを受ける人

体の反応度が問題となる。この意味で非特異的変調といわれる。ことに，わが国の湯治が，前にも述べたとおり，高温浴で一日の入浴回数が多く，しかも酸性泉のような刺激度の強い温泉が多いことから考えると，非特異的変調療法としての意味が，かなり大きいことが理解され，このことは欧米の温泉療法との大きな相違であろう。

このため温泉療法の効果は，ただ一回の温泉浴や飲泉の効果から推測すべきではなく，その繰り返し，すなわち，温泉クールにより人体機能がどんな変調を示すかを重視して判断すべきである。時には１回の温泉浴が，一巡りの湯治と逆の効果を示すことすらある。例えば，１回の温泉浴では血糖は上昇するのに，クールを繰り返すと下降するというようなことである。

それでは何故このようなことがおこるのであろうか。温泉治療は，生体の反応を利用する治療だからである。つまり，一挙に病源体にはたらいてこれを殺す治療法ではなくて，病気の担い手である人体にはたらきかける治療法で，生体に刺激として作用し防衛反応をおこさせる治療法であり，当然，人体は機能の高進または変調という反応でこたえる。例えば，温泉浴クールにより細胞機能が賦活され，肝機能は高進して解毒作用が増し，免疫体の産生，抗体産生が高まる。白血球，組織球の遊歩速度が高進し，食菌作用が高まる。酸化還元機能，解毒排泄機能が高まり，老廃物の排泄を促す。また，自律神経の失調を改善し，これを安定する。これらは，これまでの温泉医学の多数の研究により明らかにされたことで，このような作用機能により代謝障害は除去され，慢性の疾患は改善される。

このように，生体の反応を治療手段とするからには，一定の時間を必要とするし，また人体に反応をおこすだけの反応予備力が必要である。したがって，温泉療法が効果をあげるためには，一定の湯治期間が必要であり，反応をおこし得ないような消耗状態，逆に反応が強くおこる反応準備状態のものには，温泉療法は適さないことになる。

急性の滲出性炎症性の病気，著しい衰弱状態，ガンや活動性結核などが適応でないのはこのためであるし，逆に慢性の炎症性疾患，慢性の代謝障害や中毒状態，慢性の循環器疾患，自律神経異常をともなう疾患などが，温泉療法のよい適応になるのは充分理解される。また，温泉浴を長く続け刺激が反覆すれば，慣れの現象がおこり，人体は刺激を感じなくなり，刺激にならなければ生体の反応はおきなくなる。温泉療法に一定の湯治クール期間が必要な反面，クールが長すぎると効果がなくなることもこれで理解できる。

(4) 温泉療法は医療である

温泉の適応症と使用法を正しく判断することは，医師の処方と診断によらなければならない。湯治が医師の指導によらなければならないのは，このためであり，医師の指導によってのみ，温泉治療の効果をあげることができる。しかし，東北地方の湯治を調査してみると，医師の指導によって湯治している者は全湯治者の５％前後に過ぎず，大部分は民間療法として医師に相談することなく湯治をしているようである。

西欧の温泉地では温泉医という制度があり，温泉地に湯治に行けば，必ず温泉医の診察を受け，

その処方によって湯治することになっている。つまり，温泉医の処方がなければ，湯治ができないしくみになっている。したがって，温泉地の医師は温泉医の資格を得て，一応温泉療法の概念と治療手技等を心得て，湯治客に湯治処方箋を交付して，湯治の指導にあたっている。必要に応じてレントゲン，血沈，心電図などの臨床検査をし，これに基づいて合理的な指導もしている。しかも，温泉治療には社会保険も適用され，充分に活用されている。わが国のように各旅館に内湯があって，湯治客が医療とは無関係に勝手に湯治をしていることとは大きな相違である。

(5) 温泉治療の応用面

温泉治療には，どんな応用面があるのであろうか。近ごろ一般の医学でも

- 保健医学と予防医学　　（第１相の医学）
- 治療医学　　（第２相の医学）
- リハビリテーション医学（第３相の医学）

ということがいわれるようになった。

医学本来の理念からいえば，医学の目標は単に「病気の治療」のみではなく，いかにして人間を病気から守り，不幸にして病気になった者にはこれを治療し，また心身に欠陥を残した者には，残った能力を最大限に引き出して社会に復帰させ，その人間にふさわしい生活を与えるということであるが，今日までの医学は，あまりにも治療医学のみを目標にしていたことは事実であろう。

温泉医学においても，従来治療面にのみ重点をおき，温泉の特異な治療作用のみに目を向けていた。そのためペニシリン等抗生物質の時代に「いまさら温泉療法などとは」という疑問が多かったと思う。しかし，温泉療法にも前に述べたように，三つの応用面があることに留意し，今後は単に病気の治療だけでなく，病気の予防，リハビリテーションへの応用に向けられるべきである。

イ） 予防としての温泉療法

虚弱児童の体質改善や健康増進に温泉が利用されるが，これは温泉の生体変調作用を応用したものである。大人の場合でも温泉の予防医学的利用は少なくない。例えば，いわゆる文明病といわれるように，最近の都会生活は過度の刺激にみち，人身をいためつける要素が充満している。また，文化生活は自然にそなわっている身体の防衛能力を心身両面でいちじるしく弱めている。一方，農漁村の過労も最近大きな問題である。このような緊張や過労には適当な弛緩と休養が必要であることはいうまでもない。

温泉は新陳代謝を高め，循環を改善し，解毒排泄機能を促進し，内分泌，自律神経を調整するので，充分この目的に利用できる。適応泉質としては，放射能泉・炭酸泉・ヨード含有泉・硫化水素泉・硫酸塩泉等が推奨されている。

ロ） 治療としての温泉療法

温泉は慢性疾患の治療に応用されることは，前に述べたとおりであるから，ここでは温泉治療上有効な病名を挙げてみよう。

関節リウマチなどのリウマチ性疾患，有痛性の運動器疾患，中枢性及び末梢性の麻痺，慢性消化

器疾患，代謝疾患，各種の慢性皮膚病，慢性婦人科疾患，各種の外傷，非結核性呼吸器疾患，高血圧，動脈硬化症，末梢血行障害などの循環器疾患。

ハ) リハビリテーション

医学的リハビリテーションの第1の治療手段は，理学療法であるが，そのもっとも有効な手段としては水浴療法が挙げられる。

水浴療法は温熱と水のもつ水圧，浮力などの機械的作用を主な治療因子とするものであり，その限りでは必ずしも温泉である必要はないという人もある。しかし，わが国のようにいたるところに豊富な温泉が湧出している場合には，当然温泉を充分活用すべきである。ことに温泉では単に温熱作用，機械的作用のほかに，含有成分の作用をも加えることができることを考えれば，今後激増が予想される身体障害者のリハビリテーションにおける温泉の果たす役割は大きいものがあろう。すなわち，温泉に入ると温度の作用で血液循環がよくなり，身体障害者にありがちな筋肉や関節の硬直，こわばりがなくなり，痛みも軽減されるので運動がしやすくなる。また，浮力の作用で体がいちじるしく軽くなり，抵抗が少なくなるので歩行運動をはじめ上肢，下肢の運動は非常にたやすくなる。そのためリハビリテーションの重要な方法である，各種の運動訓練が行ないやすく効果も大きい。

このように，各種の病気や傷害によって残ったいろいろの身体障害，ことに四肢の運動障害を回復させ訓練して，その人に残った能力を最大限に発揮させ，社会に復帰させるリハビリテーション医学においても，今後温泉の応用範囲は大きいものがある。

3－2 温泉の適応症と禁忌症

(1) 適　応　症

温泉療法の適応症は，慣例として，主に泉質によって大体の原則がきめられている。

温泉は，泉質以外にもいろいろと人体に作用するので，泉質だけで「何泉は何病に効く」と適応症をきめることは医学的にみて正しいとはいえない。しかし，温泉の分析すら完全に終了していない日本では，全部の温泉一つ一つを医学的に検討して適応症をきめることは，現実には不可能であるから，泉質によって，入浴と飲泉のおおまかな適応症をきめておくことは，いちおうの便法としてやむを得ないものと思われる。要は，このようにして表示されている適応症を基本とし，温泉の人体へのはたらきをよく心得て活用すべきであろう。

これまで，日本で採用されていた「泉質と適応症の表示」は，西欧のものをそのまま適用していた面が多かったので，約30年間にわたる調査研究と経験をもとにして，わが国独自の改正を行い，表6に示す泉質別適応症・禁忌症を設定した。

今後は，この改正適応症，禁忌症を原則とし，各温泉地の古来からの伝統的適応症を特殊適応症として付記してよいこと，また温泉医学者が実際に研究した温泉地については，その成果を適応症，禁忌症に反映させることとして運用することとなった。

泉質別適応症・禁忌症一覧

表6　（温泉の適正利用をはかるため，現代の温泉医学に合せ，昭和42年12月7日改正されたもの）

泉質	適応症		禁忌症・摘要
	浴用	飲用	
単純泉	リウマチ性疾患・運動器障害 神経まひ・神経症 病後回復期・疲労回復		
炭酸泉	心臓弁膜症・心筋障害・高血圧症・末梢循環障害・神経症 リウマチ性疾患・創傷・陰萎症・卵巣機能不全症・更年期障害	慢性消化器疾患 慢性便秘 清涼飲料	△禁忌症 下痢患者または下痢をおこしやすい患者の飲用
重炭酸土類泉	リウマチ性疾患	痛風及び尿酸素質 慢性消化器疾患 アレルギー性疾患	
重曹泉	創傷及び火傷 皮膚掻痒症及び角化症 リウマチ性疾患	慢性消化器疾患・慢性肝胆道疾患・糖尿病・ 痛風及び尿酸素質 肥満症・慢性尿路疾患・じんましん	△吸入療法禁忌症 呼吸器結核 ○吸入療法適応症 慢性気管支炎・咽喉炎
食塩泉	リウマチ性疾患・運動器障害 創傷・慢性湿疹及び角化症・ 虚弱児童・女性性器慢性炎症 卵巣機能不全症・子宮発育不全症及び月経障害・更年期障害	慢性消化器疾患 慢性便秘	○吸入療法適応症 慢性気管支炎・咽喉炎 ○灌注療法適応症 女性性器慢性炎症 下腿潰瘍
含重曹食塩泉	重曹及び食塩泉に準ずる		
芒硝泉	リウマチ性疾患 動脈硬化症 高血圧症 創傷	慢性肝胆道疾患・慢性便秘・肥満症・糖尿病・痛風及び尿酸素質・動脈硬化症・京血圧症・女性ホルモン代謝不全症	△禁忌症 下痢患者または下痢をおこしやすい患者の飲用
含食塩芒硝泉	食塩泉・芒硝泉に準ずる		
石膏泉	リウマチ性疾患・痛風及び尿酸素質・創傷・高血圧症・動脈硬化症	慢性便秘・慢性肝胆道疾患・じんましん・肥満症	
正苦味線	リウマチ性疾患	慢性便秘・慢性肝疾患 動脈硬化・高血圧症 肥満症・じんましん 女性ホルモン代謝不全症	
鉄泉	○炭酸鉄泉 リウマチ性疾患・慢性湿疹及び苔癬・卵巣機能不全症 子宮発育不全症・月経障害 ○緑ばん泉 慢性湿疹及び苔癬リウマチ性疾患	○炭酸鉄泉 低色素性貧血 病後回復期	△飲用の直後には茶，コーヒーなどを飲まない
酸性泉	直菌症（水虫）・慢性膿皮症・ 慢性湿疹・苔癬・リウマチ性疾患・トリコモナス腟炎・糖尿病・体質改善（変調） 難治性潰瘍	慢性消化器疾患 ただし，適宜希釈して服用のこと	○時間湯はとくに変調効果がある △禁忌症 皮膚や粘膜の過敏な患者の浴用

泉質	適応症 浴用	適応症 飲用	禁忌症・摘要
酸性明ばん泉 緑ばん泉	酸性泉に準ずる	低色素性貧血	△鉄含量の少ないものは，貧血に効果がない △禁忌症 皮膚や粘膜の過敏な患者の浴用
明ばん泉	酸性明ばん緑ばん泉に準ずる		○膣洗適応症・膣炎
酸性明ばん泉	酸性明ばん泉に準ずる		
硫黄泉	○硫黄泉 リウマチ性疾患・慢性金属中毒症・糖尿病・皮膚掻痒症・角化症（硫化水素泉を除く）慢性湿疹及び苔癬・脂漏性疾患(にきびなど)凍瘡(しもやけ)慢性膿皮症・運動器障害（とくに神経まひ）創傷・女性性器慢性炎症・月経異常（とくに無月経・過少月経） ある種の不妊症（卵管通過障害のないものなど） ○硫化水素泉 高血圧症・動脈硬化症・末梢循環障害 その他は硫黄泉に準ずる	○硫黄泉 糖尿病・慢性金属中毒症・リウマチ性疾患・痛風及び尿酸素質・慢性便秘・運動障害（とくに神経まひ） 慢性気管支炎 ○硫化水素泉 硫黄泉に準ずる	△禁忌症 皮膚，粘膜の過敏な患者，ことに光線過敏症の患者の浴用。 下痢患者または下痢をおこし易い患者の飲用。 ○吸入療法適応症 慢性気管支炎 咽喉炎 ○膣灌注療法適応症 女性性器慢性炎症 月経異常 ある種の不妊症 △禁忌症（硫化水素泉）（浴用） 高齢者の皮膚乾燥症
放射能泉	リウマチ性疾患・痛風及び尿酸素質・動脈硬化症・高血圧症・慢性肝・胆道疾患・外傷後遺症	痛風及び尿酸素質・リウマチ性疾患・慢性消化器疾患・慢性肝・胆道疾患 糖尿病	○吸入療法適応症 痛風及び尿酸素質 リウマチ性疾患 慢性気管支炎

(2) 禁忌症

温泉の禁忌症としては，次のようなものがあげられる。

イ) 急性疾患

特に，有熱疾患は入浴による反応が強く，虚脱をおこすことがある。

ロ) 高度の衰弱または栄養不良状態

刺激療法としての湯治にたえないことが多いので注意が必要である。

ハ) 進行期，活動期の肺結核及び結核性疾患

刺激療法は安静を害するので，ことに進行期，活動期には禁忌である。最近化学療法の進歩により，回復期の患者にはかえって回復を促進することもある。

ニ) がん・肉腫などの悪性腫瘍

ホ) 重症，ことに代償機能の失われた心臓病

一般に禁忌であるが，軽症のときは適応によって有効なことがある。ただし，医師の指導にしたがう必要がある。

ヘ) 高度の高血圧症

これまで血圧200mmHg以上は，一般に禁忌とされていたが，最近では，その方法によっては医師

の指導のもとに応用されることがある。

ト） とくに初期と末期の妊娠中

一般に長期湯治はさけた方がよい。

チ） 砒素，銅，亜鉛，鉛，フッ素，硼素含有泉の飲用については，禁忌ではないが温泉について専門的知識を有する医師の意見を参考として，許可することになっている。

(3) 入浴，飲泉の方法及び注意事項

イ） 入浴の方法及び注意事項

浴療法（入浴）の原則と方法は次のとおりである。

a，湯治の期間

一般に1～4週間は必要である。各温泉地には，昔からの経験によって「3日1まわり，3まわり」つまり9日を1クールとするとか，「5日1まわり，3まわり」つまり15日を1クールとするなどの伝承がある。酸性が強く刺激の強い温泉の場合は，1クールは短かくする。湯治があまり長くなることは，温泉になれてきて刺激作用がなくなり効果もなくなってくる。

b，入浴の回数，時刻，時間

1日の入浴回数は，原則として漸増漸減法によるのが多く，はじめは1日1回，次第に回数を増して，1日4回ときには5回を最高とし，また除々に回数を減らして湯治を終るようにする。

身体の弱い人は，温泉地に着いた日は，その土地の気候，風土に慣れていないので，入浴しない方がよいこともある。折角湯治にきたのだから早く効果をあげようとして，過度に入浴する傾向となるが，これは必ずしも効果をあげる方法ではなく，湯あたりの原因となるから注意を要する。

入浴時刻は原則として食事に遠い時刻がよく，空腹時や満腹時はさけた方がよい。また就寝前の入浴は，鎮静催眠作用のある微温浴（40℃以下）がよく，興奮作用のある高温浴（40℃以上）はさけた方がよい。

入浴時間は，日本と西欧とではかなりの差異がある。

日本人は高温浴を行なうので，いわゆる間歇入浴法，つまり3～5分入浴，休息，また入浴という方法がとられているが，西欧では微温持続浴，つまり37～40℃の微温泉に20～40分入浴する方法が行われている。

医学的意味がそれぞれ異なり，日本式入浴法では，刺激作用，変調作用が強く，人体には，興奮的にはたらき，また鎮痛的にはたらく。したがって，高血圧症，高度の動脈硬化症，心臓病などには禁忌である。これに対し，西欧式入浴法は鎮静的にはたらき，また含有成分の作用も重視される。

このように治療の目的によって，入浴方法を使いわける必要がある。

脈膊が1分間120をこえない範囲の時間を原則とする。

c，高温浴に急に入浴するときは，脳貧血のおそれがあるので，入浴前に身体や頭部にかけ湯をするのがよい。また，浴後は湯ざめに注意し，30～60分位は安静臥床するのがよい。

ロ） 飲泉の方法及び注意事項

飲泉療法（飲み湯）は，わが国ではあまり行われていないが，大切な湯治方法である。病気により，個人により，また泉質によって方法をかえる必要があるが，原則的な飲み湯の方法と注意事項を述べると次のようになる。

a，飲泉は現地で直接採酌

飲泉は現地で湧出口から直接採酌して新鮮なものを用いる。

炭酸泉や放射能泉は，時間がたてば炭酸ガスやエマナチオンが漸次減少するし，温泉によっては，とけている成分が沈澱して不溶解性のものとなり，飲んでも腸から吸収されなくなってしまうものもある。

びん詰めや，たる詰めにして運んだ温泉は，現地の湧出直後の温泉とは，大分異なり効果も少ないことを知っておくべきである。

b，飲泉の時間

飲泉は食前空腹時を原則とする。しかし，鉄を含有する緑ばん泉，酸性泉，炭酸泉，強い放射能泉，ブローム・ヨード含有泉は刺激が強く，胃腸を害するので，一般に食後に飲用する方がよい。鉄泉飲用の直後は，茶，コーヒーをさけた方がよい。

c，飲　泉　量

一般に少量より始め，次第に増量するのを原則とする。量は泉質によって違うが，大体の見当は，単純泉・弱食塩泉・含炭酸弱食塩泉・弱アルカリ性炭酸泉などは，比較的大量（1日200 ～ 300ccから始め，1000cc程度まで），土類泉・重曹泉・硫酸塩泉・単純炭酸泉・硫化水素泉などは中等量（1日 100ccから始め， 700cc程度まで），鉄泉・砒素含有泉・放射能泉などは比較的少量（1日50ccから始め， 300cc程度まで，と考えてよい。

強酸性泉・酸性緑ばん泉・酸性明ばん泉および強食塩泉などは，そのままでは胃腸炎をおこすことがあるので，何倍かに薄めて食後に飲用するようにする。

d，飲用の回数

一般に朝夕2回，食前に飲用する。

鉄泉や比較的強い放射能泉は，3回に分けて少量ずつ食後に飲用するのがよい。

e，飲泉の方法

1口ずつ味わいながら，ゆっくり飲むことが肝要である。

西欧では，どこの温泉にも壮麗な飲泉所があり，きれいな飲泉コップを手に，音楽の流れる遊歩公園を散歩しながら，ゆっくり飲み湯を楽しんでいる光景がみられる。

f，飲泉の温度

飲み湯の不感温度は38℃前後であり，一般にはこの温度が適当である。

胃酸の分泌をうながし，便通をよくするためには冷たいものを，下痢がちの場合や胃酸分泌を抑制するためには，あたたかい温泉を飲むようにすすめる。

g，夕食から就寝前の飲用はさけた方がよい。また，腎炎・ネフローゼ・高血圧その他水腫傾向にあるものは，食塩泉・重曹泉・含重曹食塩泉などの大量飲用は禁忌とする。

第 2 章　山形県の温泉概況

1．山形県の地質と火山帯

(1) 山形県の地質

イ) 地　質　区　（図1参照）

山形県の地質は，そこに発達する岩層，地層，地質時代などによって，大きく4大別できる。すなわち，

a．各種火山岩類と緑色凝灰岩が発達する地質区…脊梁山脈地域

b．おもに正常な堆積層が発達する地質区……各盆地西半部地帯と酒田地域

c．各種火山岩類がおもで，地質時代の古いものが多い地質区……西田川地域

d．花崗岩および花崗閃緑岩が発達する地区……朝日・飯豊山地域

e．新期火山地帯で，その分布には一定の規則性がある……船形・蔵王・吾妻・鳥海・月山など

ロ) 各地質区の特徴

a．脊梁山脈地質区

この区は，おもに安山岩類，流紋岩，および石英粗面岩などの火山岩類と，緑色の凝灰岩を主にした岩層，地層が発達する地質区で，北は神室山塊から南は吾妻火山地帯まで，ほぼ同じような岩層，地層が発達する。このような地質区の西縁は，ほゞ奥羽本線の通っている線までで，幅約20kmである。東縁は宮城県との県境から東へ約10kmである。

すなわち，幅30km前後で，南北約120kmの区域がこの地質区となっている。

この地質区の中では，上述の岩層，地層のほかに，詳細にみれば，種々雑多な岩石や地層が発達する。たとえば，正常な堆積である礫岩，砂岩，頁岩，泥岩のほか，基盤岩である花崗岩および花崗閃緑岩が，ところどころに顔を出している。ごくわずかではあるが，玄武岩などもみられる。

また，この地質区の中には，ほぼ円形の分布で，地質時代が少し若い火山性の起源をもった非海成層が，5ヶ所ほど見られる。

それは北からあげると，

① 向町盆地地区……直径約15km。赤倉温泉・満沢温泉・大堀温泉

② 東根・天童地区……直径約10km。東根温泉・天童温泉

③ 泥部地区……直径約5km。須田板温泉

④ 上和田地区……直径約3km。温泉なし

⑤ 板谷地区……直径5km以上。五色・新五色

となる。これらの地域は，広さは一定ではないが，そこに発達する岩層および地層の厚さがほゞ一定していて，約300mで多量の火山噴出物があり，形は円形に近いところから，一種の火口ではな

いかと考えられている。ただ，火口の位置が明瞭でないこと，最下底の地層がかなり傾斜していることから，特異なものだとされている。もし，これが比較的新しい火成活動と関係をもったものだとすると，必然的に温泉とも関係をもってくる。

このような，火山性起源をもったと考えられる比較的若い地層で，山形県のそれらとほぼ同じような岩質をもったものが，東の宮城県側にも広範囲に発達する。

b．各内陸盆地西半部と酒田地域

これは，いわゆる油田地帯であって，最下底には，火山岩類および緑色凝灰岩をもってくるが，その上位には，正常な堆積層があって，おもに頁岩，泥岩である。この頁岩，泥岩が石油母層となるので，各所に石油徴候がみられ，油田系の温泉も数カ所みられる。この地質区と前項の緑色凝灰岩地質区との境目は，大体現在の奥羽本線が通っている線であるが，各内陸盆地の境目には，aの緑色凝灰岩地質区の地層が，陸橋のような分布を示して，bの下部の火成岩類と連続する。

c．西田川地質区

北は湯野浜温泉から，南は鼠ケ関，東は朝日花崗岩地帯までの，南北約30km，東西20kmの，ほゞ菱形の地区である。この地区は，地質時代的には，中新世下，中部の火山岩類を主として，中に凝灰岩，礫岩，頁岩などが，少量ずつ雑多に入ってくる地帯である。県内としては，もっとも古い地層が発達する地区の1つで，石炭（褐炭…亜炭ではない）がはいってきたりする。しかも，この地区には，新期火山といわれるものが1つもない。いわば，温泉とはもっとも無縁な地区であるはずであるが，実際には庄内3湯といわれる温海，湯野浜，湯田川の3温泉が現に存在する。そのほか，冷鉱泉も2～3みられる。このことについては，後で詳細に述べる。

d．朝日・飯豊地質区

この地区は，ほとんど花崗岩，花崗閃緑岩がおもであって，中に片麻岩やら片麻状花崗岩がはさまり，そのほか，金属鉱床に関係をもった各種火成岩類が発達する。この地区もまた，新期火山は1つもなく，地質時代的にはもっとも古く，おもに白亜紀後半の活動であるので，温泉とは一番無関係であるべきはずである。ところが，現実的には，飯豊温泉があり，朝日，古寺などの冷鉱泉も存在する。それについては，前項同様，後から詳述する。

e．新期火山地質区

これは，これまで那須火山帯，鳥海火山帯といわれた，火山帯に属する各火山の分布する火山地質区で，

那須火山帯では――船形，蔵王，吾妻

鳥海火山帯では――鳥海，月山

などである。これらの火山は，巨視的にみれば，安山岩を主体とする休火山である。これらの休火山のほかに，その活動の時期が若干古いと考えられる死火山がいくつかある。

船形―月山を結ぶ線上には…甑岳，葉山

蔵王―白鷹を結ぶ線上には…三吉山

吾妻系統には…西吾妻山

那須火山帯には…雁戸，瀬原山，面白山

しかし，これらの火山の岩質は巨視的にみれば，どれも同じで，安山岩質である。

これらの火山の噴出物は，上の安山岩質溶岩の外に，火山噴出物としての泥流，火山灰層などが，広大な面積に流下して，いわゆる火山地域としての面積はかなりの部分を占めている。溶岩としての安山岩類は少ししかなく，ほとんど火山灰砂だけで占めている。広大な火山灰台地となっている個所（肘折温泉地区）もある。

以上の5地質区の分布を示したのが，図1である。

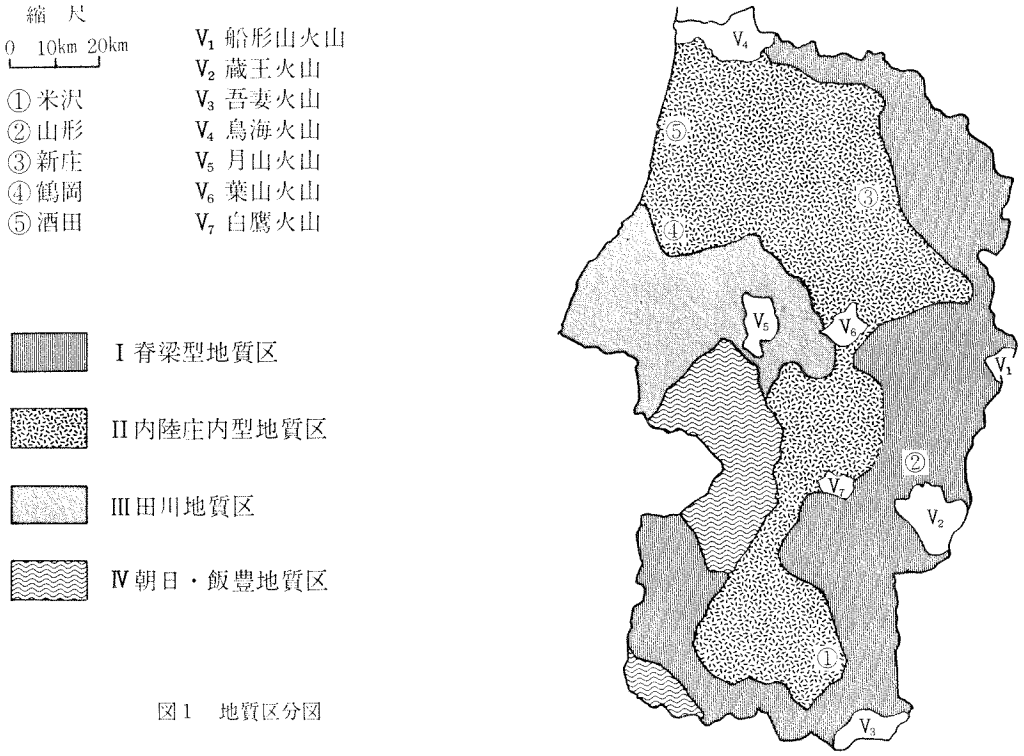


図1　地質区分図

(2) 地　質　構　造

イ) 褶曲の方向性

県内で発達する褶曲軸の方向の大部分は，東北日本弧の方面，すなわち，円陸盆地の配列の方向と同じである。ということは，褶曲をおこした横圧力は，ほゞ東西方面に加圧されたということになる。しかし，各盆地の周縁部に行くと，褶曲軸の方向は次第に東西方向に変り，脊梁地質区と，盆地西半部地質との陸橋地帯，すなわち，盆地と盆地との境になると，東西方向をとるようになる。

このような褶曲系は，新第三紀層の生成当時から芽生え，上部中新世には，その傾向が明瞭になり，鮮新世を経て，現在までも，その運動を継続した証拠がある。

このような褶曲系は，直接には温泉とは無関係のようにみえる。しかし，

①油田性の温泉

②褶曲の結果おこる岩層，地層の断裂（節理）

③過度の褶曲の結果できた逆断層

などは，温泉とは無縁ではなく，重要な関連性をもっている。

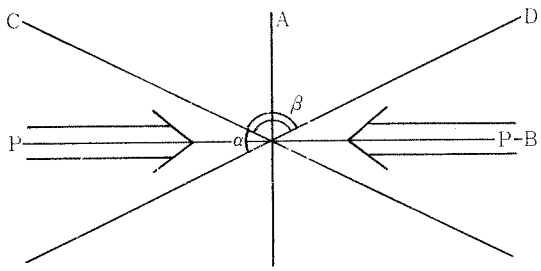


図2　加圧と方向と褶曲軸節理の方向性との関係

一般に言えることは，図2のように，力Pが加圧されると，それによっておこる褶曲軸の方向はAである。また，力Pによる岩層，地層の割れ目の方向は，A，B，C，Dの4方向にできる。

この場合，$\alpha > \beta$となるのが普通である。

ロ）　断層の方向

県内に発達する断層の方向は，ほとんど北微東方向，すなわち，褶曲軸の方向とほぼ平行である。そして，東西性のものはきわめて少ない。すなわち上掲の図2に示したA，C，Dの方向性は多数存在するが，Bの方向をもったものは，小さなものは別として，落差数10m以上のものは，2～3條考えられているだけである。

断層は，温泉の上昇ルート提供者となる場合が多いので，そうした観点からは，温泉の分布は，断層の方向性と密接な関連性をもってくる。すなわち，温泉の分布方向は，北微東方向をもつと考えられる。

しかし，断層は常に温泉提供者ではないので，温泉が成立するためには，断層以外に，何らかの要素がプラスされなければならない。

断層の中でも，大きい断層，小さい断層，いろいろあり，このほか，かつては断裂をおこしたが，現在はほとんど動いていない断層，または，現在も動いている活断層などがある。この活断層は，温泉と密接な関係をもっているようで，たとえば，尾花沢—東根—天童—上山活構造帯などは，そのよい例である。

この活構造帯の性格をもった断層帯は，上記の尾花沢—上山活構造帯のほか，

① 新庄盆地　東縁部の長沢付近を通る断層帯

② 福島県檜原湖—八谷街道西部—宇津峠—野川中流部—大井沢—立谷沢—出羽丘陵西縁部—鳥海山

といったものが考えられている。こうした活構造帯上には，どこでも温泉が存在するかというと，そうとは言えない。つまり温泉が成立するのには，ルート提供者プラス他の要素がなければならない。

ハ）　節理の一般的方向性

地層，岩層の割れ目については，褶曲の項でも触れたが，水平面での方向は図2のようになるが，垂直面での方向は，一般に図3のようになる。しかし，節理ができた後で，地層，岩層は褶曲を続

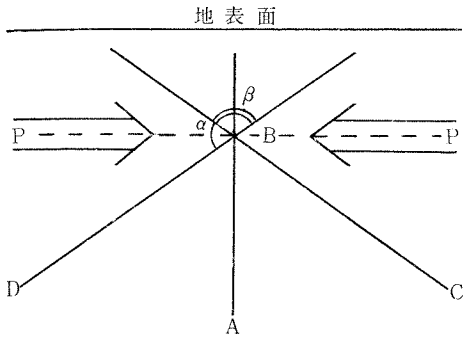


図3　加圧の方向と褶曲節理の方向性との関係

けるので，実際的には，図3の図形は，どちらかへ傾くことになる。すなわち，Bの水平面は水平面ではなく，ある角度に傾き，Aの垂直面も傾いて急角度になる。

このような割れ目があった場合，温泉は一般に，水平面に直角に近い傾きの節理を選んで湧出し，水平に近い緩傾斜の節理からは，湧出しにくいということになる。

さらに，引張力を受けた地域（正断層が発達する区域）と，圧縮地域（逆断層が発達する区域）とでは，この節理による隙間に違いがある。すなわち，引張区域では隙間は大きく，したがって，湯面は上昇しやすく，各源泉間の相互干渉は大きくなるし，圧縮区域ではその反対になる。

火山岩と堆積岩とでも，節理の様相に違いがある。火山岩が冷却する際，体積が縮少するので引張区域的様相を呈する。したがって，火山岩脈は，その中の亀裂あるいは，岩脈とその周辺の地層との境から，温泉が湧出する場合が多いのは，このためである。

ニ）　地質構造と温泉

一般に地質構造とは，その地域の褶曲の状態，断層の様相との方向とその傾き，および落差の大小とか，節理の方向性，およびそこに加わった力が，引張か圧縮かなどを総合的に考えた，岩層あるいは地層の態様のあり方をいっている。

この地質構造は，前述のように，温泉湧出と密接な関係にあることはいうまでもない。

さらにまた，地質構造とは，広義に解釈すれば，その地域の広範囲の上，下運動とか，水平的な移動なども含んでいる。このような広義に解釈した場合には，地質構造はまた，温泉の分布と密接な関係をもつようになる。このことについては，別項の温泉の分布とその特徴で詳述する。

(3)　山形県の火山帯

温泉は，新期火山（主として第四紀の火山）地帯に多いことはいうまでもない。したがって，県内温泉の大部分の分布は，新期火山帯を明らかにすることによって，一応は解明される。しかし，一方には，新期火山帯とは，無関係な地域（少なくとも現在の地表面では）も少なくない。このような非火山性の温泉（現在の地表上では）を，その熱源の面から考えた場合に，どのように解釈するかは，現在のところ大きな問題である。このことについては，別項の「温泉の分布とその特徴」のの項で詳述することにして，こゝでは，地表に現われた火山帯について述べることにする。

イ）　火山配位の規則性

現在のところ，火山帯といわれているのは，

①那須火山帯

②鳥海火山帯

の2つである。これらの火山帯に属すると考えられている新期火山としては,

那須火山帯…栗駒・荒雄岳,船形山,蔵王・瀧山,西吾妻・安達太郎

鳥海火山帯…鳥海,月山・湯殿山

である。これらの火山は,詳細に見れば,独自の特徴をもった火山岩で構成されているが,巨視的にみれば,安山岩系統の火山溶岩および噴出物(火山灰・泥流など)が共通点になっている。

これらの第四紀火山のほか,その噴出活動の時期が,若干古いと考えられる火山群がある。それは,

a, 那須火山帯上に…寒風山(山形県内)(1117m),面白山(1264m),瀬の原山(1182m),雁戸山(1485m),不忘山(1705m),

b, 那須火山帯と鳥海火山帯の中間中帯には…葉山(1462m),白鷹(986m),上山葉山(386m)がある。

これらの諸火山の配列であるが,従来は,その配列の方向を北微東—南微西の方向に限られていたのであるが,これらの配列を図1に示したように,従来の方向と直交するような方向の配列も考えられる。そして,この東西方向の配列は,いろいろな点で,県内の地質的要素を説明するのに,都合がよい点ができてくる。そうした場合,図1に示したように,県内の火山帯の配列の方向は,従来の方向とほゞ直交する東西方向の火山帯も考えられ,県内は2条の南北性と4条の東西性の火山帯で,格子状に区切られ,その中間部が現在の盆地群となっている。

この格子状配列は,現在の地質学界では,次第に常識化してきている。

ロ) 火山帯と温泉群

火山帯と温泉群とが,密接な関係にあることは,前述の通りであるが,しかし,たとえば那須火山帯の上にはどこでも温泉があるかといえば,そうはなっていない。たとえば,

①船形火山—蔵王火山の間

②蔵王火山—東吾妻火山との間

③鳥海火山—月山火山との間の温泉では,非火山性の温泉だけである。

このようにみると,火山と温泉とは密接な関係をもってはいるが,火山帯と温泉とは,かならずしも一致するとはいえない。

その温泉が火山性か,または非火山性かということは,現在のところ明瞭な指示物がないようであるが,人によっては$^{SS}/_{Cl} > 1$のものを火山性温泉,$^{SS}/_{Cl} < 1$のものが非火山性だとしている場合がある。

このような分類を,山形県の場合に適用して見ると,$^{SS}/_{Cl} > 1$のものは,やはり那須火山帯と鳥海火山帯に多く,さらに,これと直交する前述の4方向にも多数現われてくる。

結論的には,山形県の火山帯は,那須火山帯と鳥海火山帯のほかに,これに直交する火山帯,北部からいえば,

a, 鳥海—栗駒火山帯

b, 船形—葉山—月山火山帯

c，蔵王―上山葉山―白鷹火山帯

d，東吾妻―西吾妻火山帯

の4火山帯がおりなす格子状構造で，その交点には，いずれも優秀な火山が存在する。さらに，この格子状帯状地域には，火山性（$^{\Sigma S}/_{Cl} > 1$）の温泉群が分布する。

2．山形県の水系と地下水

2－1　山形県の水系

最上川水系の流域が山形県の大部分を占めるが，この他に，荒川・赤川の両水系および庄内地方のいくつかの小河川がある。この項では，最上川に重点をおいて記し，庄内地方の河川については，水質を略述するにとどめる。

(1) 最上川水系

イ） 流域の形状と地形の特徴

最上川は，その流域面積から見れば，わが国の河川のうちで第八位で，じつに7,042.6km²（うち山地77.3%，平地22.7%）におよぶ。ひとつの県内だけを流れる河川としては，最上川は全国でもっとも延長が長いことになる。最上川の第一次支川（グラベリウス式）は，流程15km以上のものだけで，28河川あり，本支川の流路の総延長は，2,591.6kmに達する。本川だけの流路延長は249.1kmであって，支川の数は第四次支川まで入れると97支川となる。また，その平均幅は28.3km，形状係数は0.114，河川密度は0.37と算定される。

流域の形状は，いわゆる羽状流域とみられるような自然的特性をもつ。最上川の流域曲線を描くと図5のとおりで，流域が急に増加する地点が全流程の15%地点（白川合流点），45～50%地点（須川～寒河江川合流点），70～75%地点（小国川～鮭川合流点）の3カ所である。しかし流域の全体を見

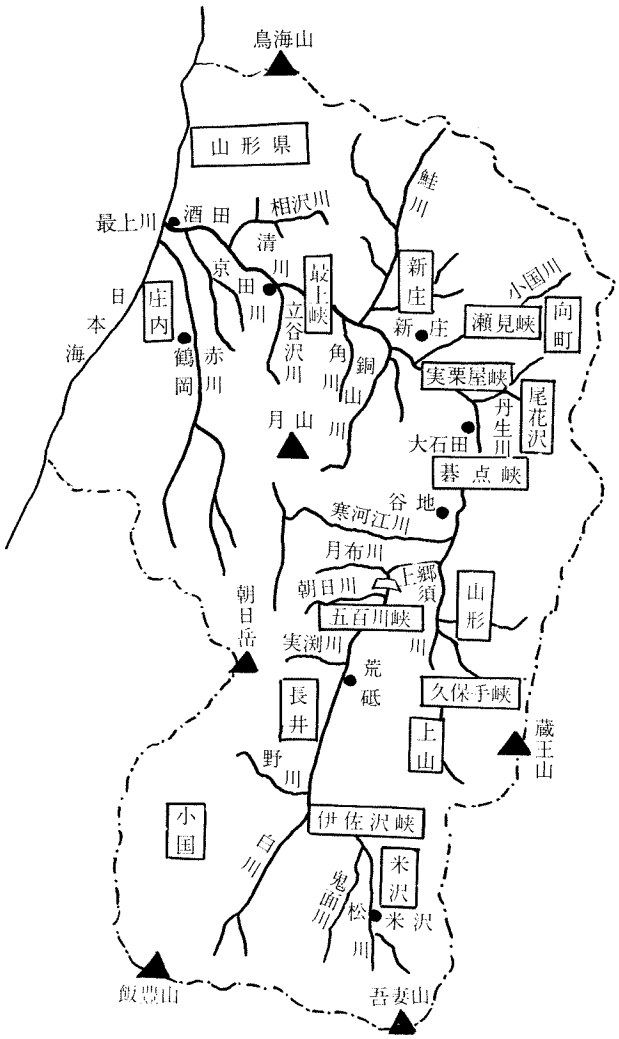


図4　最上川水系略図

渡すと，流程50%の地点で流域面積が50%になっており，合流する各支川も最上川の全流程を通じて，ほぼ均一に分布することを示す。

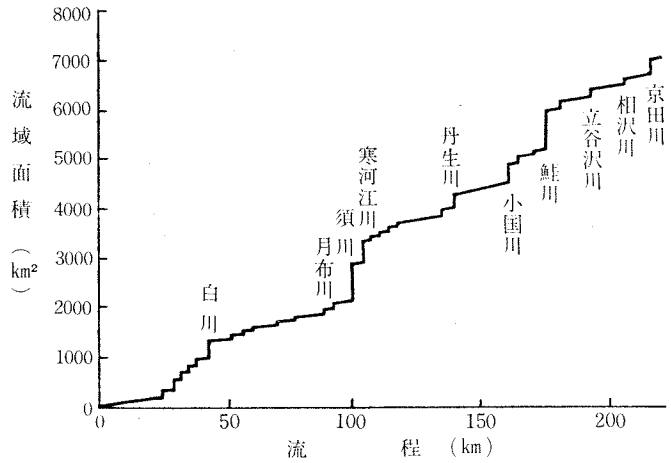


図5　最上川の流域曲線

最上川本川の上流部は松川と称せられるが，松川は源流を吾妻火山に発し，それだけの流域面積は1,017km²におよぶ。松川は白川を合流すると最上川となるが，その合流点付近が伊佐沢峡（河井山狭さく部）である。それから長井盆地に出て，白鷹・朝日両山系に挟まれた五百川峡に入る。この峡谷部の長さは約50kmで，ここを経て平野部に出る。この峡谷に最上川唯一の本川ダムである上郷ダムが構築されている。最上川は，山形盆地で須川と寒河江川とを合流して北流を続けるが，この地域で本川および須川の右岸に合流する支川は，河床勾配が急で流送岩屑が多く，下流部に扇状地を展開する。本川はさらに碁点峡（大淀狭さく部）を蛇行しながら尾花沢盆地に入り，北流を続けながら小狭さく部である実栗屋峡を経て新庄盆地に入る。本合海地点で，その流路を約90度転向して西北西に流下を続け，まもなく鮭川を右岸に合わせて，出羽丘陵を横断する。この部分が最上峡と称せられる先行谷で，流程17kmにわたる狭さく部である。この峡谷を突破して清川に出ると庄内平野が開けて，はじめて下流部の河況を呈するようになる。

このように，最上川本川は，大局的に見て5個所の狭さく部と5個の盆地によって区切られた形状になっている。自然的にも人文的にも大きく流域を区分する狭さく部は，五百川峡，碁点峡，最上峡の三者で，これによって山形県は，上流より順に，置賜，村山，最北，庄内の四地方に分けられる。

表7　最上川水系の盆地と峡谷の配列

置賜地方	米沢盆地	（鬼面川・吉野川）	伊佐沢峡
	長井盆地	（白川・野川）	五百川峡
村山地方	上山盆地	（須川水系）	久保手峡
	山形盆地	（須川・寒河江川）	五百川峡
	尾花沢盆地	（丹生川）	碁点峡
最北地方	向町盆地	（小国川水系）	瀬見峡
	新庄盆地	（小国川・銅山川）	実栗屋峡
庄内地方	庄内平野	（立谷川・相沢川）	最上峡

最上川流域にみられるこのような盆地構造は，砂礫の流送作用にもかなりの影響をおよぼしている。その流域は，地質時代から現代に至るまで，一般に山地では隆起，盆地では沈降を続けている。すなわち，米沢，山形，尾花沢，新庄の諸盆地と庄内平野とが沈降地域を形成し，これらの地域は，砂礫の流送・生産に関して長期的には沈砂池のような役割を果たす。峡谷において，その河床や谷壁から侵食などによって生産された砂礫は，流送されて次の盆地に堆積し，それより下流部にはほとんど移動しない。このような作用が，最上川の上流部から下流部に向ってくり返し行われる。

さきにも述べてあるように，本川に合流する諸支川には，扇状地を展開するものが多いので，それらから本川に流送される砂礫の量が少なく，本川の河床は，わりあいに安定した状態を保つ傾向にある。このような理由から，最上川が最後の峡谷―最上峡―を流下して，庄内平野の出口(清川)に達しても，そこに扇状地を展開するには至らない。いうまでもなく，これには庄内平野における特殊な地盤運動が関係していることも当然である。

最上川は，わが国で有数の大河川にはちがいないが，その本川が，繰り返し出現するいくつかの峡谷に圧迫され，しかもこれに合流する支川を見ても，それらの流程がせいぜい10～20kmという短い河川が多く，そのため最上川には大河川の性格があまり現われない。いい変えれば，最上川というのは，小河川がたまたま集まって大河川を形成したような性質の流域をもつために，最上川本川には，小河川的性格が随所に見かけられるのである。

ロ) 水　　質

最上川の水質を考えるときに，第一番目に問題となることは，その流域に火山性の酸性毒水が分布することである。そもそも最上川は，水源を吾妻火山に発し，中・下流部で蔵王火山や月山火山系統の河川の水を合わせて日本海に注ぐので，これら諸火山の影響が本川の水質に必然的に現われてくる。まず流域にある酸性毒水の分布状況を明らかにしよう。

松川は源流地域で，すでに西吾妻の硫黄鉱床の鉱毒水（明道沢・渋川）を合流する。松川の横川合流点(米沢市丹南）における溶存物質の総流送量は年間に11,500トン(1970年11月～1971年10月)，そのうち硫酸イオンは5,400トンを占める。

表8　溶存物質の年流送量（松川水系）

酸性河川	溶存物質の総流送量　(トン)	SO_4^{2-}流送量
松　　川	9,500	4,700
横　　川	2,000	700
計	11,500	5,400

表9　松川上流の酸性水の水質

酸性河川	pH	SO_4^{2-} (ppm)	溶解性蒸発残留物 (ppm)	流　量 (l/sec)
松　　川	4.6	171	440	548
横　　川	4.6	44	99	160

(1970年10月29日)

最上川水系のうちで，もっとも著名を酸性毒水は蔵王火山に発源する須川で，その支川である酢川，蔵王川の酸性が強い。1968年の観測結果から須川の溶存物質の総流送量と硫酸イオンの流送量を推定すると，年間にそれぞれ39,700トン，25,800トンになる。須川のもっとも有力な酸性毒水は酢川で，いうまでもなくその水源は蔵王温泉（硫化水素含有酸性緑礬明礬泉）を主とする諸源泉である。これらは，すべて蔵王の高湯爆裂火口底から湧出するもので，その総湧出量は毎秒200 l 程

表10　溶存物質の年流送量（須川）

酸性河川		溶存物質の総流送量（トン）	SO_4^{2-}流送量（トン）
	酢川本流	18,000	12,000
	一度川	1,000	700
	二度川	5,300	3,800
	三度川	1,400	900
	計	25,700	17,400
歳玉川		14,000	8,400
総計		39,700	25,800

度である。なお，酢川の遊離硫酸の年間における総流送量は20,000トンに達する。

月山火山でも立谷沢川上流の濁沢に小規模な酸性毒水があるが，下流の水質に著しい影響を与えるほどのものではない。

表11　酢川源流地域の酸性河川の水質

酸性河川	Tw (℃)	pH	8.4Ax (meq/l)	Ca^{2+} (ppm)	SO_4^{2-} (ppm)	Cl^- (ppm)	導電率 (μmho/cm)	流量 (l/sec)
一度川	30.2	1.8	48	83.0	2,102	501	13,200	27.6
二度川	35.5	1.7	47	66.2	1,186	523	13,100	61.6
三度川	26.1	1.8	33	56.2	1,384	361	—	23.9
酢川本流	34.3	1.7	75	87.8	3,328	582	17,800	84.2

（1966年11月16日）

つぎに，最上川全体について記述することにしよう。はじめに，1970年7月27日の一斉調査の成績を表12，表13に示す。これから最上川の一次支川を陰イオンの化学組成から分類すると，次のようにSO_4^{2-}型やHCO_3^-型を示すものが多い。

SO_4^{2-}型：Cl^-型：野川，朝日川

SO_4^{2-}型：須川，寒河江川，小国川，鳥川（銅山川），鮭川，角川，京田川

HCO_3^-型：吉野川，鬼面川，白川，実渕川，月布川，丹生川，立谷沢川，相沢川

最上川本川の水質を，陽イオンの大小関係から見ると，大局的には，源流より本合海までCa^{2+}型，古口より河口までNa^+型となる。陰イオンから見れば，河口だけがCl^-型である。他は，SO_4^{2-}型を示す。まとめていうならば，最上川本川は源流水域より火山発散物の影響を受けて，中流まで硫酸カルシウムが河川水中の溶存主成分となっていることが特色といえよう。

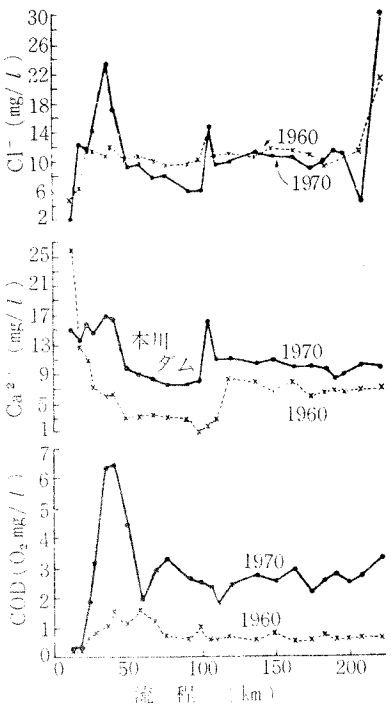


図6　流程による水質変化

本川における水質の流程変化のようすは，図6に示されるとおりである。1970年の資料によれば，

全流程を通じて，上流部の幸来橋と中流部の村山橋との二地点で，多くの溶存成分の濃度にピークが観察される。前者は米沢盆地における都市活動と松川による水質汚染によるもので，後者は山形

表12　最上川本川の水質調査成績（1970年7月27日）

	測定地点	測定時間	Ta (℃)	Tw (℃)	pH	RpH	σ_{18} (μmho/l)	DO ($o_2$mg/l)	DO (o_2%)	S-Re (mg/l)
1	米沢市赤崩	9：00	28.3	17.2	4.1	4.3	187	8.64	92.4	201
2	米沢市相生橋	9：50	32.8	24.6	4.4	4.6	185	9.94	122	138
3	米沢市置賜橋	11：30	33.3	22.5	6.3	8.0	202	9.38	111	149
4	高畠町糠野目	11：55	31.4	27.2	6.7	7.5	235	10.15	129	138
5	川西町下田橋	14：10	32.8	30.1	6.9	8.1	371	8.14	108	168
6	川西町幸来橋	14：45	32.7	28.4	6.6	8.0	235	9.70	126	134
7	長井市長井橋	16：10	32.9	30.4	8.4	8.2	188	10.79	144	83
8	白鷹町荒砥橋	16：40	32.0	27.9	6.8	7.5	157	10.75	137	77
9	朝日町大船木	17：50	29.0	29.6	8.7	7.7	179	11.09	156	48
10	朝日町五百川橋	12：10	31.8	25.9	7.4	7.5	128	8.74	109	79
11	朝日町眼鏡橋	13：10	31.2	26.5	7.7	7.4	135	8.64	92.4	73
12	大江町最上橋	14：00	32.3	27.4	7.6	7.5	148	9.09	116	89
13	中山町長崎橋	10：05	29.1	27.6	7.2	7.3	158	9.73	125	78
14	寒河江市村山橋	10：45	28.3	26.6	6.1	7.1	222	6.91	87.5	176
15	河北町谷地橋	15：00	31.1	27.9	6.2	7.2	220	7.38	95.1	122
16	村山市碁点橋	15：50	30.2	28.0	6.8	7.3	227	8.57	110	114
17	村山市境の目	16：25	29.7	28.5	7.0	7.4	221	8.49	110	138
18	大石田町大橋	16：50	29.0	28.4	6.8	7.3	143	7.97	104	156
19	尾花沢市芦沢	16：10	29.5	28.5	7.1	7.2	150	9.79	127	106
20	舟形町堀内	15：20	30.2	29.6	8.2	7.6	197	10.05	133	101
21	新庄市本合海橋	14：15	31.5	27.7	7.2	7.2	175	9.17	118	119
22	戸沢村古口	13：05	30.0	28.2	7.4	7.4	177	9.22	119	96
23	戸沢村高屋	12：25	28.8	27.5	7.5	7.3	164	8.86	113	79
24	立川町清川	11：40	29.9	27.6	7.4	7.3	164	8.46	109	122
25	余目町庄内橋	9：55	27.9	26.1	6.8	7.3	161	8.72	109	115
26	余目町新堀	9：25	29.0	25.9	7.1	7.4	168	8.69	109	139
27	酒田市宮野浦	8：30	27.0	26.7	7.3	7.4	279	9.22	117	159

盆地の須川による自然的・人為的な水質汚染によるものと考えられる。なお，河口部のNa^+，Cl^-の急増は日本海からの塩水遡上や塩水の河川水への混合・拡散によるものである

Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Hd	Cl^-	SO_4^{2-}	4.3Bx	SiO_2	Fe	NH_4^+-N	COD
(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	$CaCO_3$ (mg/l)	(mg/l)	(/l)	(meq/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(O_2mg/l)
6.2	1.3	15.3	6.08	63.0	2.22	187.0	0.00	16.1	0.110	0.406	0.28
7.8	1.9	13.3	3.89	49.1	12.5	57.5	0.00	15.3	0.228	0.788	0.40
13.7	2.8	16.6	3.79	56.9	11.8	47.6	0.844	25.5	1.28	0.550	1.96
13.8	2.7	14.6	3 43	50.4	14.2	46.8	0.469	9.82	1.13	0.688	3.26
18.3	4.0	16.9	4.71	61.4	23.6	51.9	0.864	20.5	2.00	0.689	6.45
16.8	3.7	16.7	4.67	60.8	17.0	58.2	0.885	21.2	1.83	0.810	6.55
9.3	2.5	10.1	2.82	36.7	9.05	24.4	0.487	17.4	0.965	0.890	4.60
9.0	1.9	9.22	2.72	34.2	9.75	22.8	0.436	14.6	0.468	0.350	2.02
8.5	1.8	8.48	2.10	29.7	8.06	24.4	0.408	13.9	0.520	0.754	2.99
8.0	1.6	7.69	2.10	27.9	8.00	11.8	0.389	7.35	0.291	1.17	3.38
10.3	1.7	7.74	2.10	28.1	6.58	14.1	0.390	10.4	0.202	0.722	2.76
9.0	2.0	7.84	2.20	28.4	6.17	12.1	0.426	11.4	0.206	0.562	2.72
9.8	2.1	8.43	1.60	27.7	5.88	13.1	0.410	10.4	0.255	—	2.63
23.0	3.1	16.6	6.29	67.3	14.8	38.5	0.308	16.4	1.31	0.818	2.48
10.0	2.4	11.3	3.62	43.0	9.75	38.3	0.228	11.8	0.630	0.562	1.86
11.8	2.5	11.5	3.60	43.4	10.1	15.7	0.351	12.1	0.587	0.601	2.47
11.8	2.6	11.0	2.55	38.0	10.4	21.6	0.343	11.8	0.540	0.788	2.78
11.8	2.6	10 8	3.86	42.8	11.2	18.4	0.310	12.3	0.452	0.747	2.84
11.5	2.5	11.2	3.43	42.1	10.8	23.0	0.313	13.0	0.355	0.687	2.66
11.7	2.4	10.3	3.13	38.5	10.8	24.4	0.305	13.3	0.390	0.656	3.00
11.3	2.3	10.1	3.18	38.3	8.95	23.2	0.334	11.9	0.387	0.656	2.27
11.8	2.2	9.65	2.70	35.1	9.81	13.3	0.377	12.8	0.463	0.581	2.71
10.3	2.0	8.64	2.87	33.3	11.3	25.0	0.354	13.8	0.452	0.858	2.88
11.8	2.0	9.12	2.84	34.4	11.1	23.6	0.366	12.1	0.280	0.747	2.57
11.7	2.0	10.4	3.30	39.6	4.72	22.4	0.475	12.6	0.437	0.668	2.80
11.7	2.0	9.86	2.89	36.5	13.3	24.5	0.431	12.2	0.330	0.577	2.84
28.6	2.7	10.1	4.59	44.1	29.9	20.4	0.436	11.8	0.323	0.696	3.37

表13　最上川の主要支川の水質調査成績（1970年７月27日）

河川名		測定時間	Ta (℃)	Tw (℃)	pH	RpH	σ_{18} (μmho/cm)	DO ($o_2$mg/l)	DO (o_2%)	S-Re (mg/l)
28	吉野川	12：55	31.8	30.2	6.7	8.2	493	8.67	115	225
29	鬼面川	12：25	32.1	29.7	7.5	7.9	281	9.94	131	149
30	白川	15：05	33.9	30.6	7.3	7.6	155	8.66	116	90
31	野川	15：50	31.0	23.2	5.8	6.8	83.6	8.97	107	97
32	実淵川	17：10	30.7	24.0	6.8	7.4	127	7.74	93.8	95
33	朝日川	11：45	31.7	25.0	7.4	7.5	124	8.63	106	130
34	月布川	13：45	31.3	28.0	7.0	7.6	162	8.00	106	99
35	須川	9：45	29.1	27.8	3.0	3.0	1,186	5.32	69.0	568
36	寒河江川	10：55	30.1	24.2	7.1	7.4	97.3	8.61	104	64
37	丹生川	17：05	28.5	25.5	6.9	7.4	172	8.28	103	123
38	小国川	15：50	31.0	27.5	7.2	7.3	121	8.86	113	79
39	銅山川	14：50	30.0	25.2	7.4	7.7	169	8.61	107	123
40	鮭川	13：40	30.6	27.2	6.7	7.2	143	9.24	118	97
41	角川	12：50	29.5	25.8	7.2	7.3	140	8.48	106	96
42	立谷沢川	12：05	30.6	21.1	7.0	7.4	112	9.01	104	152
43	相沢川	10：30	29.5	25.2	7.0	7.4	184	8.16	101	124
44	京田川	9：05	27.1	24.6	6.6	7.2	132	5.03	68.6	100

(2)　庄内地方の河川

庄内地方で，日本海に注ぐ河川を北より順に挙げると，月光川，日向川，最上川，赤川，三瀬川，五十川，温海川，小国川，鼠ガ関川などがある。このうち，赤川はかつて最上川の第一次支川であったが，現在は治水上の要請から庄内砂丘を掘削して，直接日本海に通水されており，独立した一水系を成す。最上川以外の諸河川は庄内地方だけに流域をもつものである。これらの河川についての水質の年平均値を示すと表14のとおりになる。

これから溶存成分の当量について大小関係を見ると，陰イオンの場合には，日向川だけが$HCO_3^->Cl^->SO_4^{2-}$，他の河川ではすべて$Cl^->HCO_3^->SO_4^{2-}$を示す。また陽イオンの場合には，赤川がCa^{2+}型($Ca^{2+}>Na^+>Mg^{2+}$) を示す以外はすべてNa^+型($Na^+>Ca^{2+}>Mg^{2+}$) である。ただし陽イオンの場合は，月光川，日向川については２回の観測からの推定であるが，年平均についてもこの関係は成り立つはずである。

庄内地方の河川の水質の特徴として挙げられることは，一般的には塩化ナトリウムを溶存主成分

Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Hd	Cl^-	SO_4^{2-}	4.3Bx	SiO_2	Fe	NH_4^+-N	COD
(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	$CaCO_3$ (mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(meq/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(O_2mg/l)
24.0	4.6	25.6	6.49	90.5	21.5	20.6	1.12	15.4	0.520	0.956	10.3
13.9	2.7	17.4	3.67	58.5	15.5	22.4	0.631	13.3	0.800	0.806	5.10
4.5	2.2	7.42	2.84	30.2	6.63	18.8	0.459	11.8	0.540	0.756	2.31
8.7	0.8	4.13	2.10	19.1	9.95	10.0	0.118	9.56	0.458	0.700	1.88
6.8	1.1	11.6	2.94	41.0	7.39	18.5	0.598	6.68	0.157	0.550	2.61
9.8	1.8	7.63	1.70	25.4	18.3	17.1	0.464	4.40	0.075	0.931	1.94
12.9	2.4	6.63	2.30	25.9	6.87	18.9	0.492	21.1	0.620	0.754	4.34
29.3	7.2	33.2	20.5	167.1	53.2	98.6	0.00	46.4	5.65	6.66	6.65
5.8	1.1	7.21	1.80	25.4	3.96	25.6	0.379	9.52	0.125	0.576	1.26
10.7	1.4	12.3	2.40	40.3	10.5	20.4	0.489	—	0.093	0.481	0.77
9.3	1.1	5.88	2.00	23.0	8.89	16.6	0.300	12.8	0.157	0.641	2.81
15.3	2.4	9.49	3.50	38.0	10.6	24.9	0.490	23.9	0.390	0.690	3.30
12.2	1.7	6.57	2.30	25.7	12.1	18.6	0.326	11.9	0.355	0.668	3.23
14.7	1.3	6.15	2.53	25.7	9.54	23.2	0.416	13.1	0.133	0.575	1.84
7.0	1.0	12.2	2.87	42.3	5.95	23.6	0.500	8.49	0.138	0.515	0.50
15.0	1.7	12.3	4.54	49.5	13.3	23.1	0.789	12.3	0.940	0.625	2.83
9.3	1.6	8.96	3.11	35.1	11.5	47.9	0.372	11.1	2.29	0.881	3.28

表14　庄内地方の河川の水質

河川名	4.3Bx	t-Re	COD	Na^+	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}
	(mq/l)	(mg/l)	(O_2mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
月光川	0.35	93	——	——	5.3	15.7	6.4
日向川	0.47	73	0.39	——	6.5	10.6	9.1
赤川	0.30	53	0.64	5.6	5.5	11.3	3.1
三瀬川	0.33	97	0.65	12.6	4.5	23.2	4.8
五十川	0.40	65	0.72	11.5	4.8	16.2	1.9
温海川	0.36	71	0.64	13.3	6.1	19.2	2.3
小国川	0.37	68	0.54	9.5	5.3	15.1	2.3
鼠ガ関川	0.36	65	0.55	9.6	6.4	15.3	3.0

（注）　月光川：1963, I～1963, XII・日向川：1956, III～1957, II
赤川，五十川，温海川，鼠ガ関川：1965, IX～1966, X・三瀬川：1967, VII～1968, VI

とすることである。日本海から河川の流域に風送される海塩の単位面積あたりの量が多いためと推定される。これらの河川では，CODも1mg/l以下であり，塩化ナトリウムの供給源は人類活動による汚染というよりは風送塩にあるものとみてよい。

2－2　山形県の地下水

(1)　地下水の分布

山形県はその大部分が最上川流域によって占められている。最上川は上流から置賜盆地，村山盆地，新庄盆地と三つの盆地構造を有し，出羽立陵の狭さく部を経て下流に庄内平野を形成している。各盆地とも厚い湖底積物に被われ，その周辺部には多くの扇状地がみられる。とくに村山盆地の東側山麓は，奥羽山系が急峻に迫っているので，馬見ヶ崎川扇状地，立谷川扇状地，乱川扇状地と，小規模ながら典型的な扇状地が並行している。その他の扇状地は比較的緩い傾斜で流れて河川によって造られたもので，上記の各扇状地ほどはっきりした扇状地構造が発達していない。これらの扇状地には扇状地形態の良質な地下水帯が伴ない，昔は扇端部の湧泉帯と，それに続く自噴帯が存在していたが，近年の地下水揚水量の増加と，市街地形成などのために，現在では扇状地特有の地下水形態はほとんど失われている。

盆地平野は，およそ200～300mの第四紀湖底堆積層に被われ，地下水量は豊富であるが，大半はガス水地帯で，扇状地地下水に比べて水質ははるかに劣る。被圧地下水帯が広く分布しているが，自噴する深井戸は現在では数える程しか存在していない。

最上川流域は盆地構造のため，同じ規模の他の河川と比較して，流域地下水は豊富である。各盆地の地下水埋蔵量を推定することは，資料不足のため困難であるが，昭和31年から33年にわた

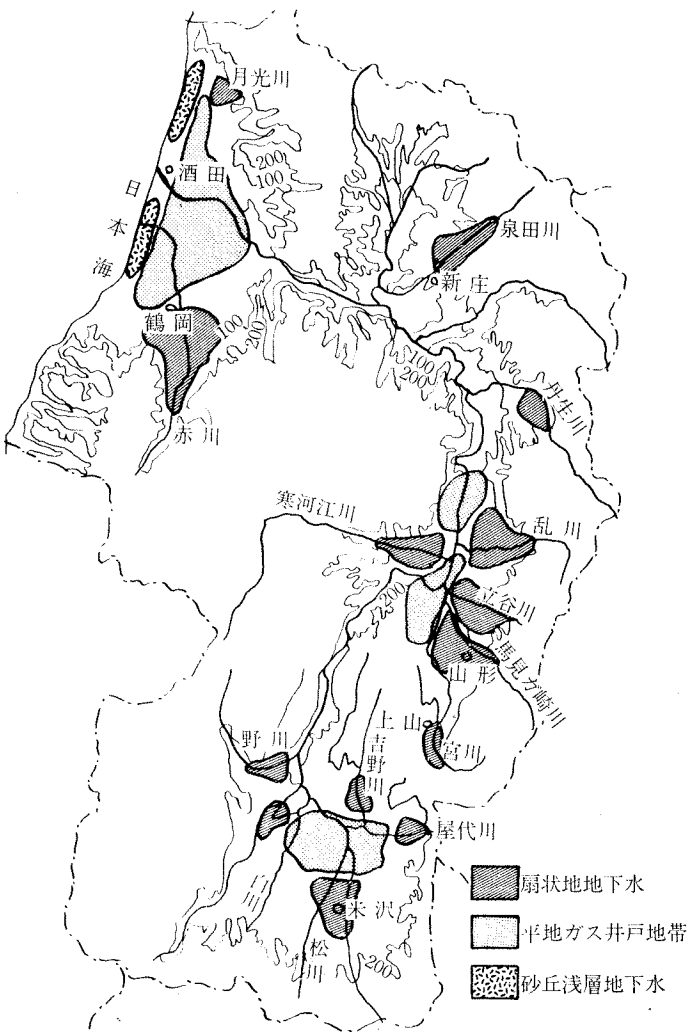


図7　地下水の分布

る，村山盆地南部の地下水調査の結果を参考にし，また各盆地の面積および堆積層の厚さを考慮して一応の試算をすれば，つぎのようになる。すなわち，置賜盆地で約２億トン，村山盆地で約2.5億トン，北村山を含めた新庄盆地で約１億トン，総計5.5億トンに達するものと思われる。

イ）置賜盆地

有力な扇状地地下水帯は，松川扇状地に存在している。松川扇状地は，羽黒川，松川，鬼面川の３つの河川による複雑な複合扇状地で，東部天王川扇状地の扇端部，および米沢市南東部には，わずかながら湧泉地帯が残存している。扇状地型被圧自噴井は，鬼面川扇状地末端部で小範囲の区域にみられるだけである。屋代川，吉野川，白川，野川もそれぞれ小扇状地を形成しているが，地下水の量は少ない。川西町南西部の山麓地帯には，第三紀の深層地下水を汲みあげて農業用水に利用している小区域がある。

盆地平野の湖底堆積層には，大量の深層地下水が含まれている。以前は広い範囲にわたって自噴井が分布していたが，現在では川西地区にわずかに残っているに過ぎない。大半がガス水地帯で水質は良好でない。

ロ）村山盆地

南部上山盆地に小規模な宮川扇状地があり，それより北，村山盆地東縁部には，奥羽山系の急流河川によって生じた馬見ヶ崎川扇状地，立谷川扇状地，乱川扇状地と典型的な扇状地が続いている。また西側には寒河江川扇状地があるが，堆積はあまり発達していない。馬見ヶ崎川，立谷川，乱川各扇状地は，昔は扇端部湧泉帯，末端部の自噴帯と典型的な扇状地地下水の形態をもっていたが，現在では，いずれもほとんど完全に消滅している。各扇状地とも良質な地下水帯をなしており，そのうちで水量が最も豊富なのは馬見ヶ崎川扇状地で，立谷川扇状地がこれにつぎ，乱川扇状地は最上川に近い末端部以外には多量の地下水は期待できない。地下水埋蔵量は，馬見ヶ崎川扇状地では山形市域の須川沿岸まで約5,000万トン，立谷川扇状地では白川沿岸までの間に約5,000万トン，上山盆地で約2,000万トンと推定されている。第四紀堆積層の最深部は，馬見ヶ崎川扇状地北方平野にあり約400ｍに達する。

ハ）新庄盆地

新庄盆地は，北村山北部を含めて，面積は村山盆地に匹敵するが，一般に堆積層が浅く，泉田川扇状地以外には有力な地下水帯は存在しない。鮭川流域は面積は広いが基盤が浅く，金山川流域では第三紀層から揚水して農業用に利用している。尾花沢東部の丹生川扇状地も，充分な扇状地堆積に乏しく，主として浅層地下水が利用されている。

ニ）庄内平野

庄内平野の主要部は，最上川による沖積平野であるが，その他に赤川堆積物と，日向川，月光川の堆積物によって形成されている。赤川扇状地は，鶴岡市街地付近を扇端とする発達した扇状地地形をなしているが，扇状地地下水は，扇央部の自由地下水のほかは，鶴岡市内の工業用水として若干深層地下水が利用されているだけで，あまり開発されていない。月光川は小扇状地を形成し，県下で自噴帯が存続している唯一の例となっている。

砂丘地帯の浅層地下水は，畑地かんがいに利用されているが水量は少ない。庄内沖積平野は，旧酒田市東北郊に最深部を有する厚い堆積層で，地下水埋蔵は莫大な量にのぼると推定されるが，全般的にガス水地帯であり，また鉄分を多量に含む地域が多い。

(2) 地下水利用状況と地下水の衰退

イ) 地下水利用の現況

山形県における地下水の年間取水量は約2億3,000万m³で，業種別では農業用水9,200万m³，工業用水3,300万m³，上水道用水6,800万m³，その他4,000万m³，地域別にみると，村山地区で1億m³弱，米沢，新庄，庄内地区でそれぞれ5,000万m³弱である。この数値は，庄内平野および山間平地のすべてを含むものであるが，置賜，村山，新庄の各盆地の取水量が圧倒的に多い。

表15 地下水取水量

地下水取水量	農業用		工業用		上水道用	
	数	取水量(m³/d)	数	取水量(m³/d)	数	取水量(m³/d)
浅井戸	1,500	360,871	72	10,359	97	59,676
深井戸	228	432,166	110	80,085	52	69,697
集水渠	91	815,847	7	168	15	32,946
集れ池	88	103,358	—	—	13	13,282
湧泉	150	131,487	1	260	138	10,346
合計	2,057	1,834,729	190	90,872	315	185,947
年間取水量(m³/年)	91,736,450		33,168,207		67,870,619	

(昭和44年 山形県耕地課)

ロ) 地下水利用の推移とその影響

最上川流域の地下に埋蔵されている地下水は豊富であるが，年間に利用できる量は，涵養量の範囲内であり，その涵養量はそれほど多いものではない。平野部では，深層地下水の乱掘により取水量は涵養量を上まわり，各地で地下水涸渇の現象が進んでいる。

山形市域の大部分を含む馬見が崎川扇状地では，地下水利用による影響がもっとも著しく現われている。この扇状地には，昭和10年代までは扇端部に帯状の豊富な湧泉帯が，また，末端平野には，須川沿岸に達する広い範囲の自噴地帯が存在し，湧泉帯の湧水は，農業用水の水量を補なう役割を果たしていた。それが，上流水田地帯の乾田化による浸透水の減少や市街地拡大による空閑地の縮少，さらに戦後の経済復興に伴う工業用や水道用の深井戸さく井のため，湧泉帯は年々衰退し，その水不足を補うために，昭和26年頃から自噴地帯に農業用深井戸が次々に掘さくされ，現在では60井に近い深井戸から，かんがい期間中1,300万m³の深層地下水が動力揚水されている。工業用水もビル用水を含めて取水量が急増し，現在では1,900m³万程度の揚水量である。いずれも10数年前と比較して約3倍の増加である。このような地下水利用の急増によって，現在では湧泉帯は完全に消滅し，10数年前，自噴帯で1,200井を越えた家庭用自噴井が，今では皆無に近い状

態になった。自由地下水も，戦後約30年間に平均5mの水位低下を示し，扇状地内の浅部地下水の減少は1,500万m³に達する。深層被圧地下水の水位降下も著しく，扇状部の深井戸で，静水位の低下はこの数年間でほぼ5m，動水位では30mにおよぶ例もみられる。図8，図9および図10はそれぞれ浅井戸，深井戸の水位および家庭用自噴井の湧出量の推移の例を示したものである。

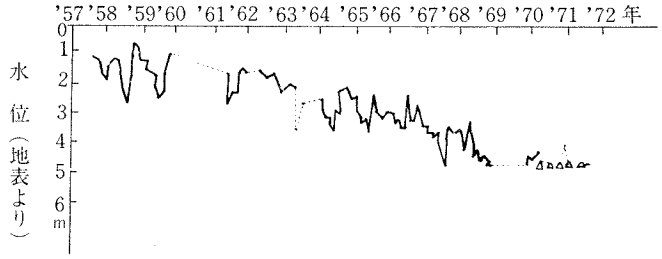


図8　浅井戸水位の経年変化（山形市肴町）

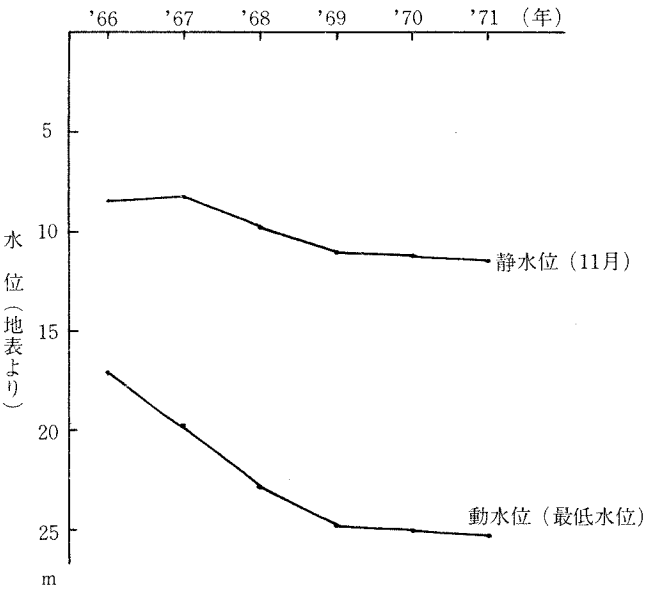


図9　深井戸水位の経年変化（山形市城西土地改良区農業用井）

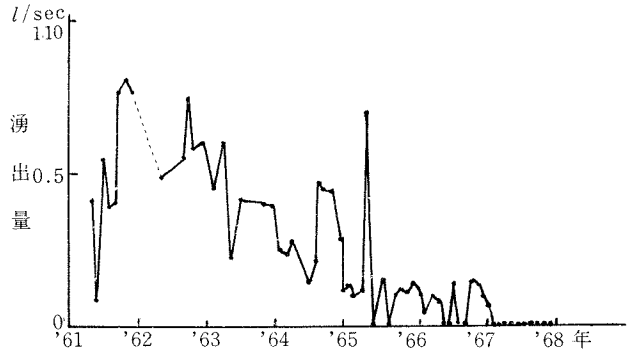


図10　家庭用自噴井の湧出量経年変化（山形市落合）

このような状態は，明らかに地下水の揚水過剰の結果によるもので，上述の水位の異常低下のほかに，最近では扇状地末端部に地盤沈下の兆候さえ現われている。

当地域の許容取水量を試算すると，ほぼ年間2,500万m³である。昭和46年の年間取水量は約3,300万m³で，すでに許容量を800万m³も上まわっていることになる。

深井戸の乱掘は現に進行しつつあり，とくにビル用水のさく井が目立つ。

以上は地下水涸渇の最も著しい馬見が崎川扇状地の例について述べたものであるが，その他の扇状地においても，程度の差こそあれ，相以た現象が進行中であり，とくに米沢市域の松川扇状地では，最近浅井戸群の涸渇や局部的な地盤沈下が起って問題になりつつある。

数多くの扇状地のうち，例外的にほぼ昔ながらの地下水形態を保持している唯一の例が鳥海山麓の月光川扇状地にみられる。小規模ではあるが自噴帯に存在する600井に近い家庭用自噴井からは，

いまだに年間約600万m³の自噴水が自然放流されている。

(3) 地下水と温泉

イ) 源泉状況の推移

温泉は広い意味では地下水の一種で，涵養量以上の温泉水を採取することは，源泉の涸渇をきたすことも地下水と同様である。

温泉地の源泉は，昔はすべて自然湧出の状態であったが，近年需要の増大とさく井技術の進歩が相まって，主要温泉地ではおしなべて温泉井の掘さくが行われた。掘さく源泉ははじめは自噴するものが多かったが，相次ぐ乱掘によって自噴は停止し，動力揚湯の時代に入り現在にいたっている。そのため，源泉の水位の低下が著しく，主な温泉地では，いずれも温泉源が涸渇寸前の危険な状態に見舞われた経験を持っている。

昭和23年温泉法施行後は，源泉掘さくや揚湯量に制限が加えられ，行政的および自主的な温泉保護の方策が講じられて，現在ほぼ小康状態を保っているといえる。しかし，急増する需要から源泉を守ることは困難で，最近では効率的な温泉利用のために，源泉の集中管理に踏み切った温泉地も多い。また，湯量の不足を補うために，循還加熱による温泉水の再利用を計っている温泉地も少なくない。

山形県の温泉の総湧出量は，１日約36,000 l に達し，そのうち自然湧出量と自噴量を合わせて24,000 l，動力揚湯量は12,000 l である。

ロ) 地下水位と温泉湧出量

地下水は温泉の重要な涵養源であり，また，上昇する温泉水は周囲の地下水と境を接している。したがって，地下水の状態は，温泉湧出に対してさまざまな影響を与える。

降雨は一般に温泉の湧出量を増加させる。それは，雨水の浸透によって地下水位が上昇し，温泉水が周囲に逸流するのを妨げるためで，同時に泉温も上がる場合が多い。平野部の温泉では降雨の影響は遅く，東根温泉の例では，降雨後２か月ぐらいで湧出量の増加が認められる。

河川に近接する温泉地では，雨のため河川の水位が上昇すると，伏流水の水圧が増して源泉の湧出量が多くなる。温海温泉では，大雨のあと数日内に，源泉の動水位が最高になることが知られており，最も浅い源泉では１～２日後に影響が現われる。銀山温泉では，銀山川の数か所の堰堤が河川水位を高めて，源泉に良い影響を与えている。

赤湯温泉では，ただ一本の源泉から動力揚湯しているが，揚湯井の近傍の廃井に表流水を注水して，揚湯の増量に成功しており，全国でも珍しい例となっている。

ハ) 地下水の混入

地下深部に温泉の湧出源があるときは，温泉水が上昇する間に，地下水の帯水層と遭遇して，温泉水に地下水が混入する場合がある。また，源泉が動力揚湯のために，動水位が著しく低下すると，温泉水と地下水の圧力の平衡が破れて，源泉に地下水が侵入する例もみられる。

山形市黒沢温泉の源泉は，掘さく当時は53℃の高温泉が得られたが，井戸管理の不備のため地下

80m付近で地下水の混入があり，現在130 l /min の揚湯量で泉温は30℃に低下している。

東根，天童，寒河江各温泉地では，地域的に地下水が混入して泉温の低下や溶存成分に変化を受けている源泉や廃井がある。

瀬見温泉の町営1号井は小国川に近接し，揚湯時は動水位が川の水面より低くなり，泉温が5℃ほど低くなる。川底から岩盤のき裂を通って，揚湯量の10%ぐらいの伏流水が混入するようで，同時に入りこむ細砂のためにポンプの摩滅がはなはだしい。

温海温泉の源泉も，動水位は温海川の水面より低く，伏流水の混在による溶存成分の変化が認められる。

湯の浜温泉は，ほとんどの源泉の動水位が海面より低く，無理な揚湯による海水の侵入が懸念される温泉地である。現在のところ，はっきりした塩水混入による源泉悪化は認められないが，昭和24年と42年の温泉水の化学成分の比率を比較してみると，成分比が次第に海水に近づく傾向にあり，今後厳重な源泉の保護管理が必要であろう。

ニ） 温泉地周辺の地下水

温泉地の源泉悪化の最大の要因は，源泉からの過剰揚湯であるが，そのほかに温泉地周辺の地下水の衰退も見逃がすことができない。

山形県の平野部における地下水位低下の実情は前にも述べたとおりであるが，このことは東根，天童，赤湯等の平野温泉地に，慢性的な源泉悪化の影響を与える恐れがある。

山間部の温泉にとっては，周辺の森林が伐採されて，温泉涵養源である地下水が減少することが重大な問題である。蔵王温泉では，温泉街の源泉群の湧出量が昭和33年から昭和39年までの間に約500 l /min の減量をきたし，また最近数年間で，東部山地の各沢の源泉群の湧出量が約3分の1ほど減少している。集水区域内の山腹が，観光開発で立木の伐採やスキー場造成，建造物の構築等のために，地下水涵養量が減少したためであると思われる。

3．山形県における温泉の分布の特徴

3－1　温泉の地理的分布

(1)　平野部と山地部における分布

温泉分布の地理的分布について，その分布を，平野部の温泉と，山地部の温泉とに分けた場合，それは山地部の温泉が圧倒的に多いことは，理論的にも，また統計的にも容易にうなずけることである。

すなわち，山形県の平野部は，いわゆる洪積層および沖積層が厚く（100～400＋m）発達していて，そこでは温泉の熱源となるものは考えられないからである。ただし，平野部の中でも，洪，沖積を貫いて，基盤（新第三紀層または花崗岩）にまで達した試錐がある場合は，平面的には，平野部の内部でも，温泉は成立することになる。洪，沖積層の中に，熱源が考えられないというのは，これを垂直的にみた場合のことである。洪，沖積層の内部でも，生化学的成因による微温水(20℃±)が存在することがあるし，また，下位の基盤岩の中から滲出する温泉が，洪，沖積の中に一時的に停滞していて，一見，洪，沖積層の中に熱源があるように見える場合がある。温泉の初期の段階，すなわち自然湧出の状態の温泉では，このような状況のものが多い。いわゆる層状泉といわれているものである。

しかし，前述のように，山形県の場合は，洪，沖積層はほとんど，二次的堆積物としての礫，砂，粘土があり，それに小範囲の火山灰が発達するもので，その中に温泉の熱源があるというのは，前述の生化学的成因による微温水以外は，まったく考えられない。

図11で，平野部として表わした地域は，洪，沖積層の厚さが50m以上ある地域を平野部として表わし，段丘の部分は山地部として表わしてある。この場合，洪，沖積層の厚さが，50m以上というのは，おおよその厚さで，すべての個所で，その厚さを確かめたのではない。図11で，平野部の中に存在すると考えられる温泉は，次のようなものがある。

1．庄内地区　長沼

2．村山地区　尾花沢，東根，河北，寒河江，高鳴，天童，飯田，龍王，黒沢

3．置賜地区　和郷，湯沼

これらの諸温泉の，地下賦存状況を見ると，次のようになる。

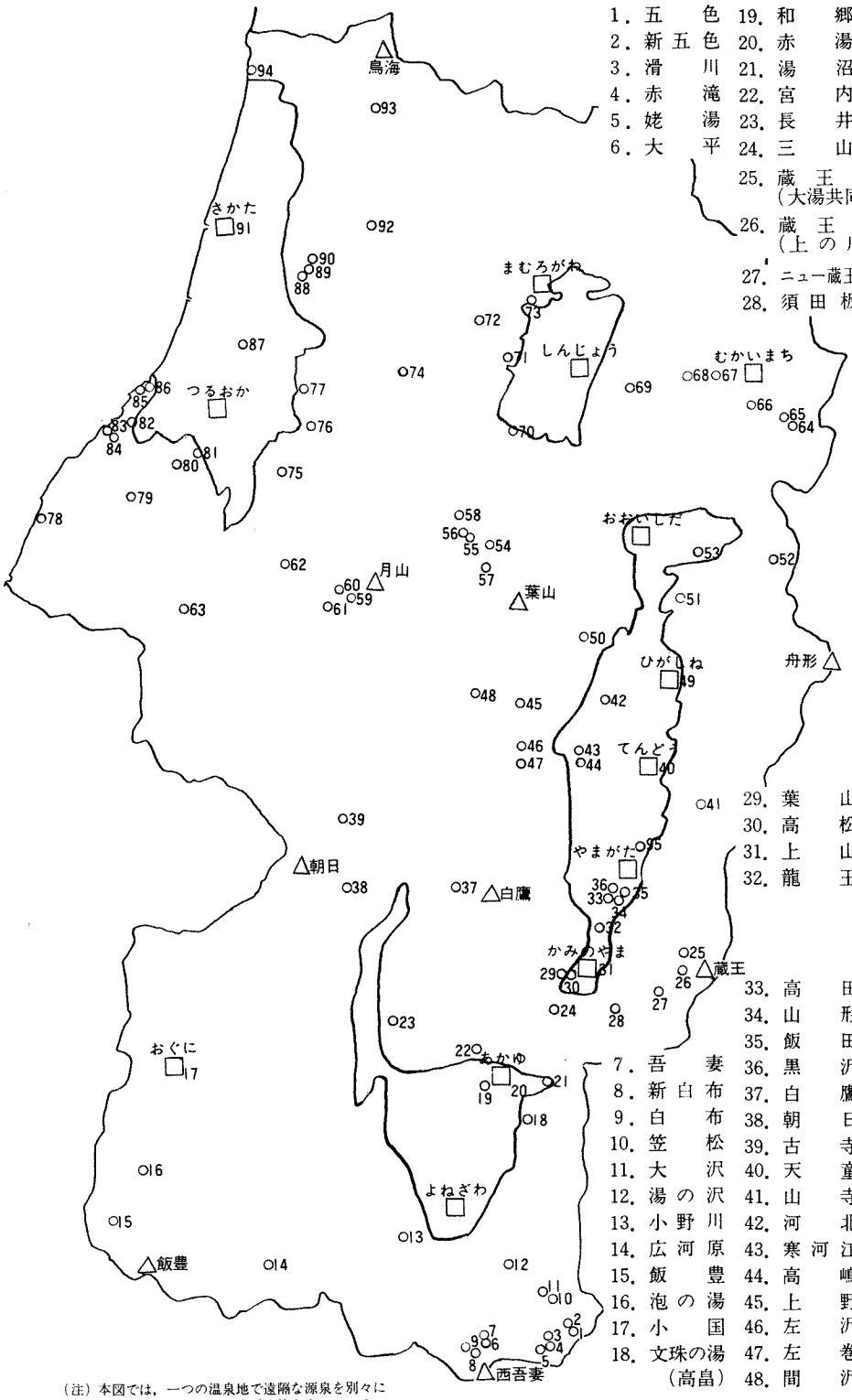
a．長　沼　温　泉

石油探査の目的で掘さくされたので，1500mまで掘さくされ，当初は61℃の泉温があった。これは単なる地温上昇率による油田系の温泉である。

b．尾　花　沢　温　泉

厚さ不明の沖積層中から自然湧出する，泉温14.0℃の単純硫黄泉である。硫黄成分の出所が不明であるが，基盤中からの湧出泉が，沖積層中に滲出しているものと考えられる。

c．東　根　温　泉



1. 五色
2. 新五色
3. 滑川
4. 赤滝
5. 姥湯
6. 大平
7. 吾妻
8. 新白布
9. 白布
10. 笠松
11. 大沢
12. 湯の沢
13. 小野川
14. 広河原
15. 飯豊
16. 泡の湯
17. 小国
18. 文珠の湯（高畠）
19. 和郷
20. 赤湯
21. 湯沼
22. 宮内
23. 長井
24. 三山
25. 蔵王（大湯共同）
26. 蔵王（上の川）
27. ニュー蔵王
28. 須田板
29. 葉山
30. 高松
31. 上山
32. 龍王
33. 高田
34. 山形
35. 飯田
36. 黒沢
37. 白鷹
38. 朝日
39. 古寺
40. 天童
41. 山寺
42. 河北
43. 寒河江
44. 高嶋
45. 上野
46. 左沢
47. 左巻
48. 間沢
49. 東根
50. 富本
51. 湯舟沢
52. 銀山
53. 尾花沢
54. 肘折
55. 黄金（金山）
56. 黄金（炭酸泉）
57. 石抱
58. 今神
59. 湯殿山
60. 丹生
61. 八幡沢
62. 田麦俣
63. 倉沢
64. 日山
65. 赤倉
66. 満沢
67. 最上
68. 瀬見
69. 新庄亀割
70. 新庄
71. 戸沢
72. 羽根沢
73. 真室川
74. 草薙
75. 川代
76. 筍沢
77. 湯の沢
78. 温海
79. 湯の瀬
80. 湯田川
81. 新山
82. 火打崎
83. 由良（梅津）
84. 由良（手塚）
85. 湯野浜（厚生）
86. 湯野浜（瀧の湯）
87. 長沼
88. 辰ヶ湯
89. 平田
90. 北俣
91. 酒田
92. 十二瀧
93. 湯の台
94. 湯野田
95. 落合

（注）本図では，一つの温泉地で遠隔な源泉を別々に表現してあること，異常湧水等も含んでいるので，温泉法に基づく温泉すべてを表現した山形県温泉分布図とかならずしも一致しない。

図11　平野部と山地部の温泉分布図

厚さ約140ｍの沖積層中に，層状泉となって地下水と共存している。基盤は新第三紀の流紋岩と考えられ，温泉の根源は，この流紋岩中にあって，そこから湧出する高温泉水が，沖積層中の地下水に混入して，層状泉となっているものであろう。

d．寒河江温泉

洪，沖積層は80～200ｍで，基盤は山形理（1963）の稲沢山層および本郷層の最上部に相当する，凝灰岩質および砂岩である。温泉水は，上記稲沢山層，本郷層の新第三紀層中から湧出するのが，本格的（43℃～48℃）であるが，洪，沖層中にも微温泉水（25.3℃～38℃）が停滞しているが，この微温泉水は，基盤中から滲出したものが，地下水と混入したものと考えられている。

e．高嶋温泉

深度150ｍで泉温17.2℃，天然ガスと一緒に湧出しているが，したがって，洪，沖積層中から由来すると考えられる。生化学的成因の温泉であろう。

f．天童温泉

当初は，厚さ約100ｍの沖積層中に層状泉の形で存在していたが，動力揚湯を始めてからは，次第に，湯面がさがり，現在ではほとんど，基盤の流紋岩中から湧出している。

g．飯田温泉

沖積層は，厚さ約50ｍで，その下位は皆川（1961）の成沢層の淡緑色凝灰岩である。温泉水は，主としてこの淡緑色凝灰岩の中から湧出するもので，泉温は44.0℃である。

h．竜王温泉

厚さ約250ｍの蔵王火山の泥流を掘さくして，この泥流と，下位の新第三紀の緑色凝灰岩と黒色頁岩との互層との境から湧出するもので，温泉水の出所は，新第三紀層である。

i．和郷温泉

厚さ約280ｍの洪，沖積層を掘さくして，その下位の花崗質岩と，上位の洪，沖積層との境界から湧出する，泉温32℃の温泉である。温泉水は，基盤の花崗質岩中から湧出するものである。

j．湯沼温泉

沖積層は厚さ約5ｍで，その下は皆川（1961）の高畠層上部の淡緑色凝灰岩で，温泉水はこの中から湧出する。

以上，平野部の温泉について，その起源をさぐってみると，

① 洪，沖積層を貫いて，その下部に伏在する新第三紀に起源を持っているものが大部分である。

② 洪，沖積層中で，その成因を生化学的に求められるものも若干ある。

③ いわゆる油田系のもので，その成因は，単に地下増温率によるもの。

等であって，①は，洪，沖積層の比較的薄い，山麓部に近いところに位置している。②のものは，平野部の真ただ中にあるものとしては，山形県内では，長沼温泉が，ただ1個所だけである。

以上のように，平野部にある温泉は，12個所だけで，あとは全部山地部にある。このことは，温泉の熱源となった高温帯に，なんらかの法則性があるのであろうか。すなわち，山地部（隆起部）は，平野部（沈降部）に比べて高温であるという一般原則で成立するのであろうか。このことに

ついて一般的に考えられていることは，次のようなことがある。

① 隆起運動にともなう火成活動は，一般に中性ないし酸性の火成活動である。
そして，温泉もまた中性ないし酸性の火山岩にともなう場合が多い。

② 山形県付近の火成活動を地史学的に見た場合，脊梁山脈および各内陸盆地を区切る地帯は，安山岩類および流紋岩類の中性ないし酸性の火成活動が，きわめて盛んであった地帯である。

③ そして，この脊梁山脈および各盆地の境界地帯は，新第三紀中新世後期以来，引き続き隆起を続けてきた地帯であることは，地史学的に証明できる。

④ 従って，これら隆起帯には，第四紀の火山が現在配列している。

⑤ これに対して，各盆地域では，火成活動は塩基性のものが多く，塩基性の火成岩には，一般に温泉はきわめてとぼしい。

⑥ したがって各盆地地域のような沈降域には，一般に温泉はとぼしいであろう。
このことは，塩基性火成活動時には，気相の噴出は少なく，温泉は気相の熱源を根元とするるものが多いことからも理解できる。

以上のように，温泉は一般に隆起帯に多く，沈降域には少ないであろうことは考えられる。したがって，沈降域としての平野部には一般的に温泉は少なく，隆起部である山地部には一般に温泉が多いという結果になる。

(2) 火山地域と非火山地域の温泉分布

温泉は火山地域に多いことは，説明しなくともよいほど自明のことである。ただ，ここで，火山地域の地域とは，どのような範囲であるのかということが問題になる。このことは，火山に関係した温泉が，ある特別な特徴をもっておれば，同じような特徴を持った温泉は，火山地域の温泉ということになる。

それでは，火山地域の温泉の特徴とはなにか，ということになるが，これについては現在のところ定説らしいものはない。ただ，佐藤幸二（1961）が発表した，S/Cl＞1の泉質をもったものが火山性温泉であるという説がある。いま，山形県内の温泉で，S/Cl＞1をプロットしてみると，図12のようになる。この図でみると，S/Cl＞1の温泉は，

イ） 東部の脊梁山脈沿いに多い。

ロ） 庄内地域の新山・火打崎・由良（手塚）源泉などの１画

ハ） 上山地区－白鷹温泉にかけての地域である。

である。

イ）は那須火山帯と一致する

ロ）は山形－新庄盆地の中間部の隆起帯の西端

ハ）は米沢－山形盆地の中間部の隆起帯に相当する。

こうしてみると，現在の温泉のうち，S/Cl＞1の温泉は，脊梁隆起帯，および，内陸盆地間の隆起帯に多いことがわかる。すなわち，内陸盆地（沈降域）と内陸盆地（沈降域）との間の隆起帯は，

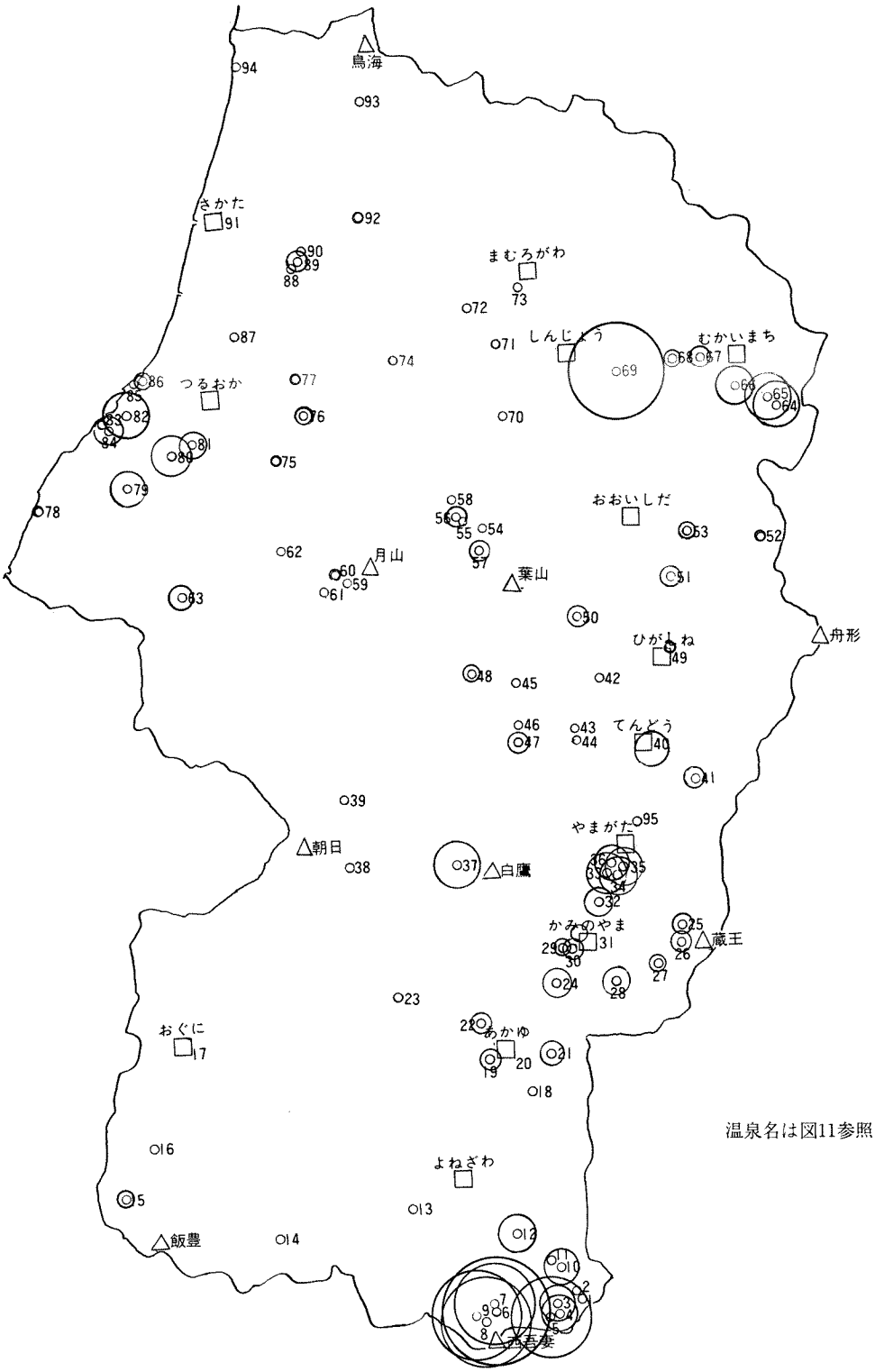


図12　s/cl量の分布図 $\left(\frac{\sqrt{s/Cl\times100}}{5}\right)$ /mm

火山となんらかの関係をもっていることがいえる。

では，同じ第四紀の火山である，鳥海，月山周辺には，S/Clの大きい値がないのはなぜかということである。これに対しては，鳥海火山帯は，その活動の時期は古く，火山活動も終期に近く，したがって温泉活動もまた微弱であるのではあるまいか。

こうした点を，泉温の面から検討してみると図13のようになる。図13では，泉温が，その他の地域よりも高い地帯は，

a．県境東縁の脊梁山脈沿いの地帯。

b．東根－湯殿山・温海温泉を結ぶ地帯，すなわち山形盆地と新庄盆地との境界地帯。

c．南部では，吾妻火山周辺の諸温泉と飯豊温泉とを結ぶ地帯，すなわち山形県と福島県との，県境地帯である。

泉温から考えた場合は，前述の隆起帯の温泉が，泉温が高いということになりそうで，上記のa，b，cは，実際にそうなっているが，そうなっていないところもある。たとえば，

d．山形，米沢盆地の境界の隆起帯

e．山形県と秋田県との県境に沿った隆起帯で，これには，いろいろの理由はあろう。たとえば，

①開発が進んでいない。

②深堀りのボーリングをしていない。

③d．e地帯は本質的に熱量は高くない。

が考えられる。けれども，泉温だけからでは，温泉の分布に特徴づけをすることは無理である。

次に蒸発残留物だけから考えると，

a．脊梁山脈に沿った隆起帯は，かならずしも高くはない。

b．各盆地との境界地帯の隆起帯には，点的に多いところが表われてくる。

c．しかし，山形，秋田県の県境地帯はやはり低いことは，泉温の場合と同様である。

d．新庄盆地の西縁にみられる油田性温泉には高いものが多い。

以上のことから，蒸発残留物は，泉温以上に，温泉の分布について，系統的なことは出てこない。

次に図14では，Smg／kg量を拾ってみた。これでは，脊梁山脈は一般的に高く，盆地と盆地の境も高くでてくるが，やはり，山形，秋田両県境の隆起帯には，異状は認められない。S成分は，一般に火山地帯に多いとされているが，火山の分布していない，

a．飯豊温泉地帯

b．温海温泉地帯

ではSが大きいことは注目すべきである。すなわち，S成分の多い温泉は隆起帯と何らかの関係をもっていることを示唆している。ただ，鳥海火山周辺だけは例外である。

次に，K^{+}，N_a^{+}，C_a^{2+}，M_g^{2+}，M_n^{2+}，Al^{3+}，Cl^{-}，B_r^{-}，I^{-}，SO_4^{2-}，HCO_3，HBO_2，H_2SO_3，CO_2(遊離)，H_2S(遊離)成分の合計を表わしたのが図15である。これでみると，

a．ΣS／Cl値，泉温，S量で大きい値を示していた脊梁山脈部は，一般に値が小さい。

b．新庄盆地西縁の油田性温泉群では高いものが多い。

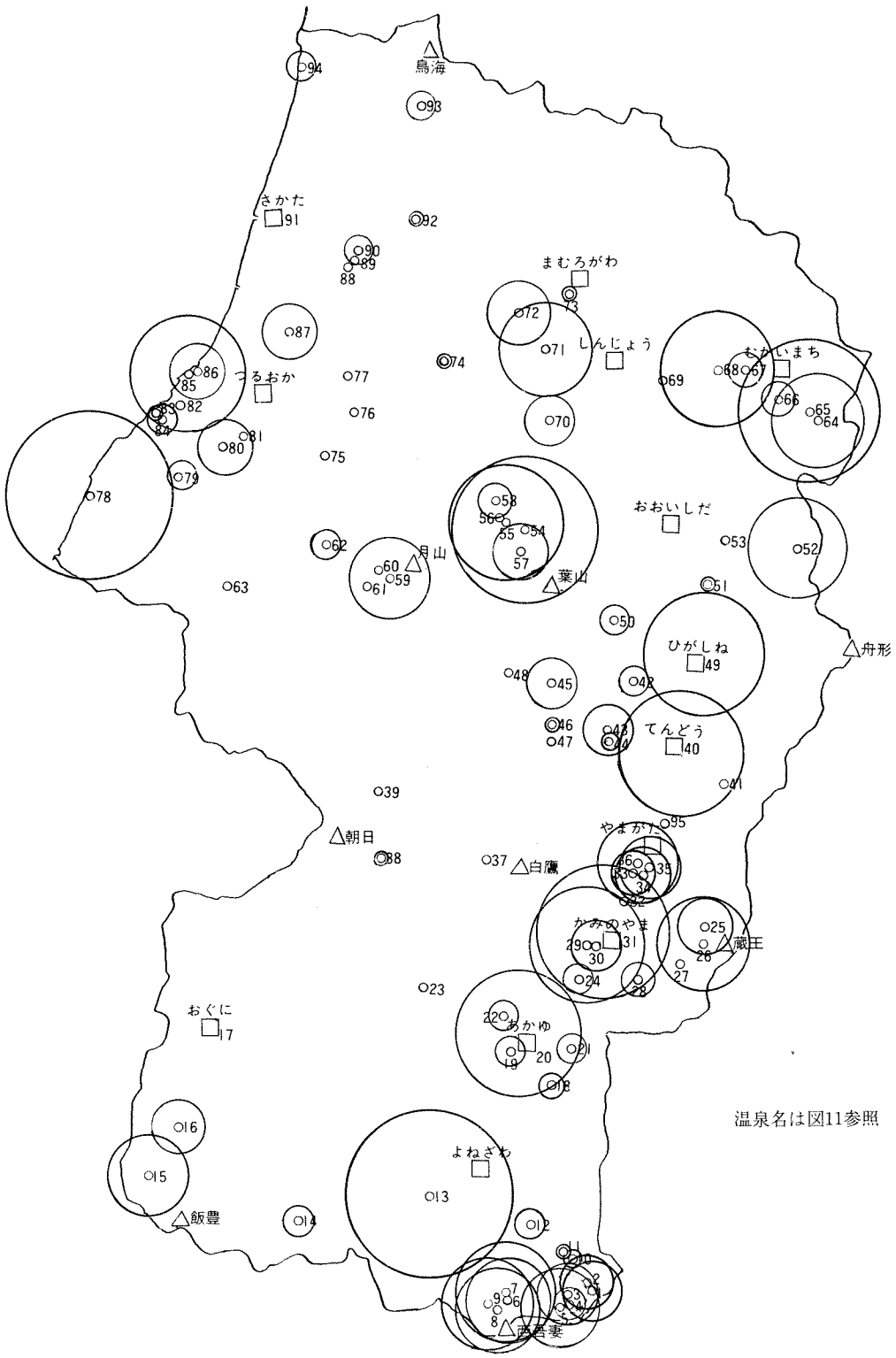


図13　泉温分布図 $\left(\frac{\text{泉温}^2}{300}\right)$ /mm

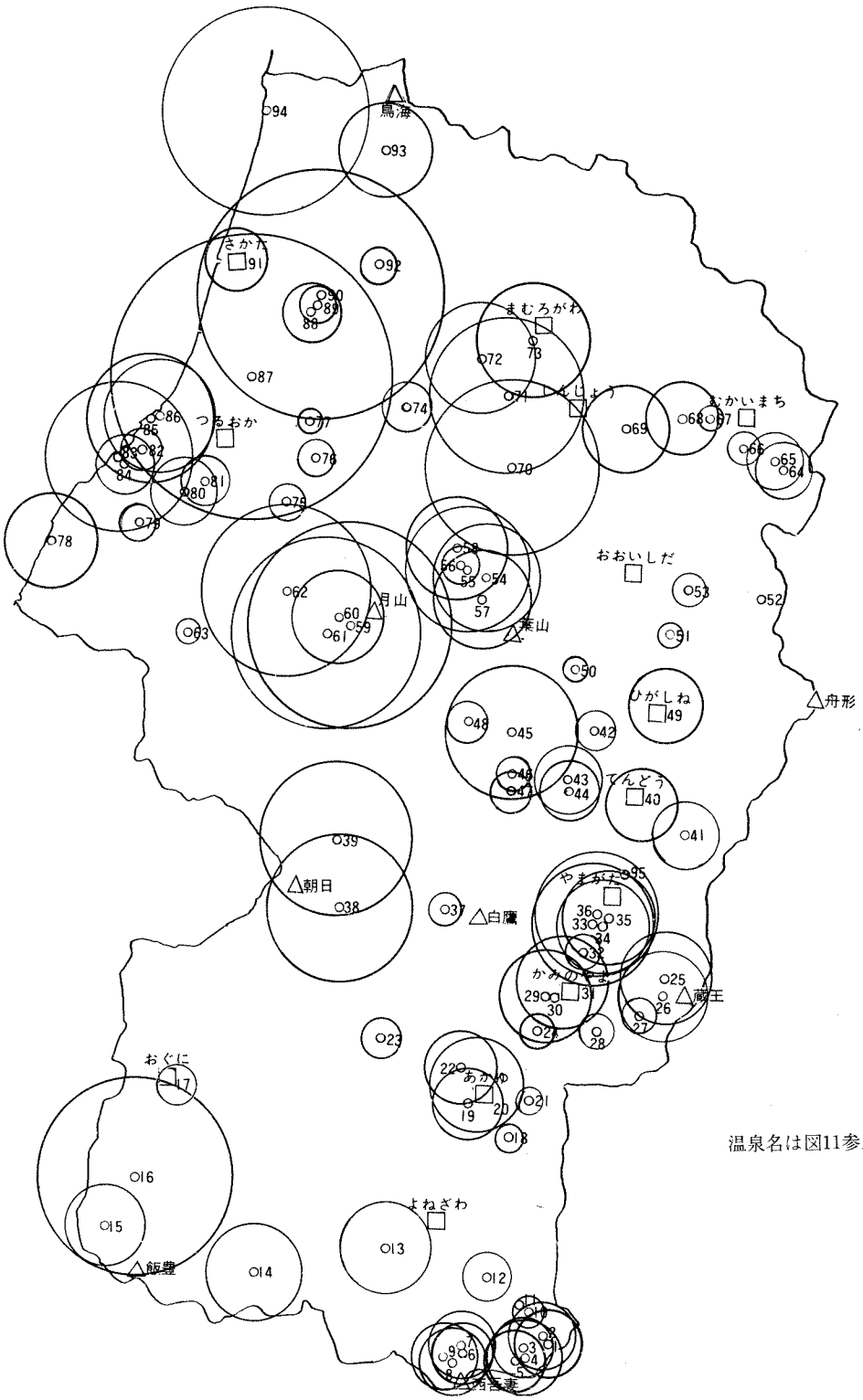


図14　S量の分布図 $\left(\frac{\sqrt{S}}{5}\right)$ /mm

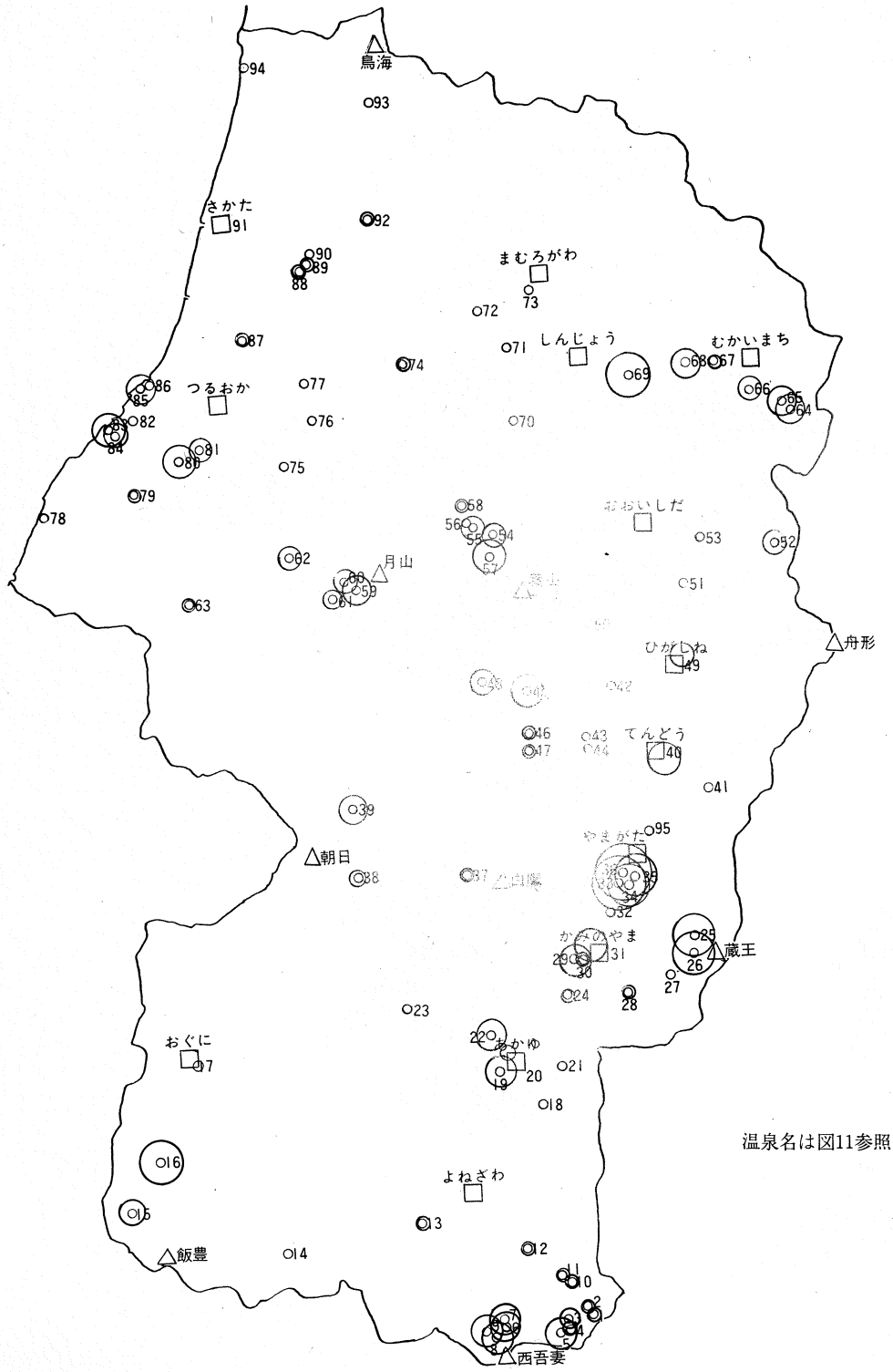


図15　各成分の総計の分布図 $\left(\frac{\sqrt{\text{総計}}}{5}\right)$ /（mm）

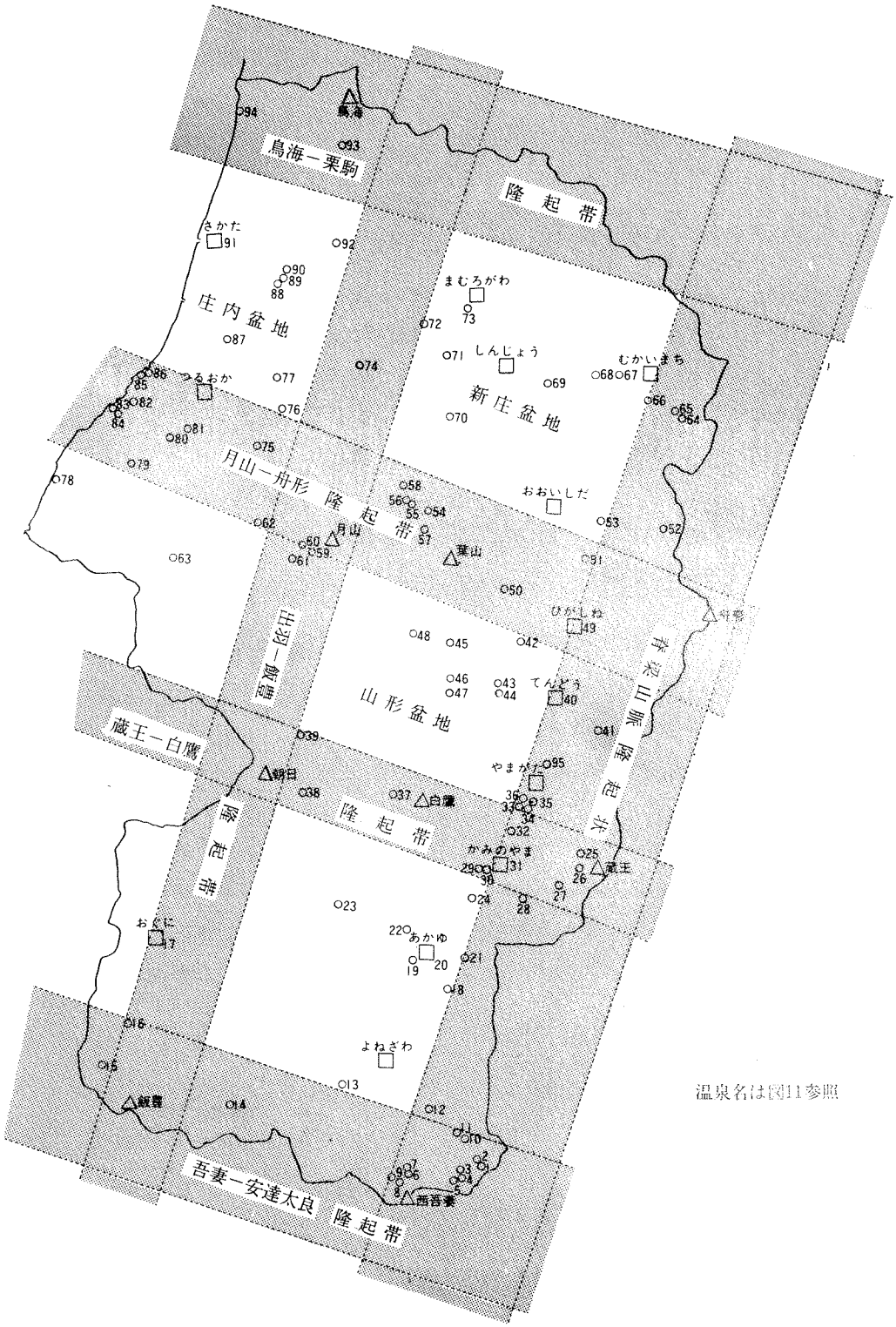


図16　山形県地質構造の格子状構造

c．鳥海山麓の湯野田温泉でも値が大きい。

以上の3項は，これまでの図と違っているが，

d．各盆地の中間地帯では高い目玉が並んでくる。

e．山形，秋田県境では，値は依然として低い。

の2点では従来のものと同一である。

(3) 火山性温泉及び隆起帯温泉の分布上の特徴

以上で述べたように，火山性地帯，あるいは隆起帯では，ΣS／Cl，S値の2つの値は，大きいということがわかる。このことから，山形県の温泉分布を考えると，図16のように，南北性の隆起帯が脊梁山脈と，さらに月山を中心として北は出羽丘陵，南は飯豊地帯にのびる隆起帯，それと日本海にほぼ並行した高温泉帯の3条の隆起帯と，これらとほぼ直交する東西方向の次のような隆地帯

イ） 山形，秋田県境地帯

ロ） 新庄，山形盆地の境界地帯

ハ） 山形，米沢盆地の境界地帯

ニ） 山形，福島両県の県境地帯

とが格子状に交差する格子状構状が，温泉分布の基本形となっている。

3－2 高熱帯流と温泉分布

(1) 高熱流帯について

広義の地熱についての，最近のプレートテクトニックス的な考えにたてば，地帯の根元は，地殻の下の上部マントルから，対流によって供給されるとされている。この場合の地熱は，陸上では地下30m深度，海底では海底下10m深度での，下方から上方へ流れる熱量として測られ，一般に熱流量（*Heat flow*）として表わされている。熱流量は，陸上でも海底でも大体一様で，善通の地域では，$1.4\pm\times10^{-6}$ cal／㎠／secにもなっているところが実際に測定されている。

ところが，特殊な地域はその値が非常に大きくなっているところがあって，熱流量の値が8.0×10^{-6}cal／㎠／secにもなっているところが実際に測定されている。

この特殊な地帯とは，

イ）火山地帯，温泉周辺（世界的）

ロ）日本では，新第三紀において火成活動のはげしかった地域（$2.0\pm\times10^{-6}$ cal／㎠／sec）

ハ）中央海嶺地帯（世界的）

などであるが，日本では，局部的な高熱流地域の分布についてはまだよく研究されてはいない。

しかし，現在みられる造山作用，海溝の成因，世界の海域を，世界的規模でとりまく中央海嶺の存在などは，すべてこの上部マントルからの熱の上昇によって引きおこされる熱対流によって説明が可能となっている。したがって，温泉の熱源もまたこの範囲にはいるし，温泉の熱源だけを別個のものとして取り扱わなければならないというなんらの理由もない。

東北地方での熱流量の測定の結果では，次のことが言える。

① 北上，阿武隈山地は低熱流量地域である。

熱流量1.0×10^{-6}cal／㎠／sec以下。温泉は絶無。

② 那須火山帯中，南部に属する駒頭山，焼石，栗駒，船形，蔵王，吾妻，安達太郎，那須などの火山を結ぶ線は，いわゆる火山のフロントとして，それ以東では火山はない。

③ この火山のフロントから，狭いところで 6.5 km，広い所で 23.0 kmの線に高温泉（40℃以上）のフロントがあって，それ以東には高温泉は存在しない。

④ この温泉のフロントから以西は，いわゆるグリーンタフが発達していて，このグリーンタフ発達区域では平均の熱流量は2.0×10^{-6}cal／㎠／secで，北上，阿武隈山地帯にくらべて，比較的熱流量が高い。

現在までのところ，熱流量と温泉分布との関係でいえることは以上のことでとどまっている。問題は，高温泉のフロント西部で，熱流量と温泉分布との関係がどうなるかということである。

(2) 高熱流帯と温泉との関係

熱流量の測定された地点は，きわめて少ないために，熱流量と温泉との相関関係を直接求めることは，現在の段階では不可能である。ただ，次のような考え方をすれば，両者は結びつき得る。

イ）温泉と火山作用とは密接な関係にある。

ロ）火山帯は高熱流帯と一致する。

次に問題になるのは，地表では火山作用がみられないが，高泉温の温泉はある。たとえば，山形県内だけでみても，

飯豊，小野川，温海，湯野浜，銀山温泉，瀬見温泉，などである。これらの非火山性の温泉の熱源と高熱流量とを，どのようにして結びつけるかである。このことについては，隆起帯と高泉温の温泉とは，現実的に，統計的に，また，化学成分の上からも密接な結びつきをもっていることは，3－1項(1)において説明した。ただ，その理論的な解明はなされていない。そして，その理論づけはまだ未解決といってもよい。今後の研究課題である。

4．山形県における温泉の医学的調査概況

(1) はじめに

山形県における温泉の医学的調査については，県が昭和29年から昭和37年まで，東北大学医学部杉山尚教授に委託して実施した調査記録がある。これによって山形県の温泉の医学的全貌を察知することができるが，やや古い調査資料なので，現状ではある程度の変化があるものと思われる。

調査温泉地と調査年月日は表16のとおりである。

表16　調査温泉と調査年月

1 蔵王温泉	村山地区	昭和29・8	8 白布温泉	置賜地区	昭和33・9
2 瀬見 〃	最上地区	昭和30・2	9 東根 〃	村山地区	昭和33・12
3 湯田川 〃	庄内地区	昭和31・3	10 赤倉 〃	最上地区	昭和35・2
4 肘折 〃	最上地区	昭和31・8	11 湯野浜 〃	庄内地区	昭和37・2
5 小野川 〃	置賜地区	昭和31・11	12 新庄 〃	最上地区	昭和37・11
6 銀山 〃	村山地区	昭和32・8	13 新山 〃	庄区地区	昭和37・11
7 温海 〃	庄内地区	昭和33・2			

(2) 山形県の温泉と主な医治効能

山形県の温泉を泉質別及び泉温別に分類すると表17のとおりとなる。

これによると，42℃以上の高温泉が多く，泉質別では食塩泉，硫黄泉，単純温泉及び硫酸塩泉が多い。

表17　山形県温泉の泉質別・温度別の分類

泉質別＼泉温	高温泉	温泉	微温泉	冷鉱泉	計
単純温泉	2	2	8	3	15
単純炭酸泉	0	0	0	1	1
重炭酸土類泉	1	0	2	1	4
重曹泉	0	1	0	1	2
食塩泉	17	1	5	5	28
硫酸塩泉	8	2	1	0	11
鉄泉	0	0	0	2	2
明ばん泉	0	0	0	2	2
硫黄泉	1	0	1	14	16
酸性泉	2	0	0	0	2
放射能泉	4	0	0	0	4
計	35	6	17	29	87

山形県の温泉の分布は，県内にほぼ平均に分布し，その特徴は東北地方の中でも湯治温泉がその本来の姿で残っていることであり，医学的調査も，主として各地区の湯治温泉の代表的なものについて行ったものである。

便宜上県内の温泉を4地区に分けて，その地区における温泉の特長と主な医治効能について解説する。

なお，各温泉の詳しい医治効能については，後述する各論の項に記載した。

イ) 置 賜 地 区

吾妻，飯豊山系一帯に散在する温泉が多く，山間のひなびた湯治温泉が多い。やや繁華なものは赤湯，小野川である。

泉質もかなり変化に富み，小野川，飯豊，大平等には放射能を含有している。また泡の湯は多量の炭酸ガスを含む特異な温泉である。

泉質及び主な医治効能は，表18のとおりである。

表18　置　賜　地　区

	泉　質	泉温(°C)	主な医治効能	備考	
				固形物総量mg/kg	その他
五色 新五色	単純泉 含塩化土類重曹泉	45.2° 40.7°	胃腸病，不妊症，病後回復，貧血，神経痛，神経衰弱	1344 1410	主成分　食塩，重曹，炭酸Ca，Mnが多い，触媒作用が強力　pH6.5
滑川	含芒硝硫化水素泉	53°	常習便秘，神経痛，リウマチ，金属中毒，慢性婦人病	1221	主成分　硫酸Na，重炭酸Ca　pH6.8
姥湯	含硫化水素酸性緑ばん芒硝泉	51.5°	かいせん，湿疹，慢性皮ふ病，リウマチ	1146	主成分　芒硝，石膏17%，H_2SO_4 10.52ミリ/kg　pH2.4
吾妻・大平	含石膏硫化水素泉	52.7°	胃腸病，神経痛，リウマチ，創傷，湿疹，高血圧	1166	主成分　石膏60%，芒硝17%，Rn8.9M.E，pH7.0
白布新高湯	同上	57.7° 56.0°	逆上症（のぼせ），胃腸疾患，皮ふ病，痔，腺病質，かいせん，湿疹，創傷，便秘	1314 〜 1439	主成分　石膏65%，芒硝10%，pH7.7〜7.5
小野川	含硫化水素弱食塩泉（放射能泉）	74.3°	創傷，火傷，神経痛，リウマチ，痔疾，慢性皮ふ疾患，婦人病，慢性金属中毒症	5653	主成分　食塩65%，塩化Ca 20%，Rn30M.E，pH6.8
飯豊	放射能泉	51.2°	胃腸病，神経痛，リウマチ，貧血症，慢性婦人病	2113	主成分　食塩25%，重炭酸Ca19%，石膏17%，Rn11.96 M.E，pH6.6
泡の湯	含ブロム炭酸土類石膏鉄及び芒硝食塩泉	39.5°	リウマチ，神経痛，高血圧，創傷，胃腸病，貧血，胃酸減少症	13100	主成分　食塩51%，石膏塩化Ca，温泉ガスにはCO_2が95%を含む，pH6.5
赤湯	含食塩，塩化土類硫化水素泉	66°	神経痛，リウマチ，皮ふ疾患，痔疾，創傷，胃腸病，便秘	2673	主成分　食塩65%，塩化Ca 17%，石膏10%，pH7.6

外に湯の沢，笠松，白鷹，蛭沢湖，和郷，長井温泉などがある。

ロ) 村 山 地 区

山形市周辺には繁華な温泉地が多いが，銀山，高松等の湯治を主体とした温泉もある。

蔵王を除いては食塩泉，硫酸塩泉等が多い。蔵王はpH 1.3〜1.5，著量のCO_2及びH_2Sを含む特異な強酸性泉で，医療的には興味深い温泉地である。

表19　村　山　地　区

	泉　質	泉温(°C)	主な医治効能	備考	
				固形物総量mg/kg	その他
蔵　王	含硫化水素強酸性明ばん緑ばん泉	44.6°	子供の湯〝疳の湯〟体質改善湿疹，かいせん，眞菌症，慢性膿皮症，その他皮ふ病，胃腸病，腺病質改善，貧血症，神経痛，神経衰弱，ヒステリー，多汗症，慢性金属中毒症	4982	遊離$H_2SO_4$127.4mg/kg，明ばん緑ばん（Fe'' Fe''' 計33mg/kg）食塩等が多い，CO_2が多量（454.9mg/kg）pH1.5
上ノ山	含石膏弱食塩泉	59.2°	創傷，神経痛，リウマチ，便秘症，痔疾，婦人科疾患，慢性胃腸病	2447	主成分　食塩40～50%，石膏40～42%，pH7.4
葉　山	含石膏弱食塩泉	61.8°	神経痛，リウマチ，創傷，婦人病，慢性胃腸病，便秘	2474	主成分　食塩40%，石膏30%，pH8.0
高　松	単純温泉	37.7°	リウマチ，神経痛，慢性胃腸病	423	主成分　食塩50%，石膏20%，芒硝15%，pH8.4
天　童	含芒硝石膏泉	65.2°	リウマチ，神経痛，創傷，便秘症，慢性肝臓病，胆石，痔疾，婦人科疾患	927～1890	主成分　石膏45%，芒硝35%，食塩11%，Mnを含むものあり，pH8.0
東　根	含食塩硫化水素泉 含食塩芒硝硫化水素泉	45°～64°	神経痛，リウマチ，創傷，慢性婦人科疾患，慢性胃腸病	965～1299	主成分　食塩50%，芒硝，重炭酸Ca，重曹，遊離H_2S 2.153mg/kg，pH8.2
銀　山	含食塩硫化水素泉	58.2°	胃腸病，金属中毒症，便秘，神経痛，リウマチ，皮ふ疾患創傷，痔疾	2398	主成分　食塩60%，芒硝13%，石膏8%，遊離H_2S 5.1mg/kg，pH6.8
寒河江	単純泉 含重曹弱食塩泉	41.7° 43.5°	神経痛，リウマチ，慢性胃腸病	603 1288	主成分　食塩
朝　日	含炭酸，鉄及び土類，弱食塩泉	19.8°	心臓病，慢性胃腸病，神経痛リウマチ，虚弱児童，高血圧貧血，便秘	7137	主成分　重炭酸Ca31%，食塩28%Fe''(21.2mg/kg)CO_2が多量1956mg/kg，pH6.4

外に河崎，石崎，龍王，山形，飯田，高鳴，河北，上野，間沢，左巻，古寺，富本，湯舟沢，尾花沢温泉などがある。

ハ）最上地区

最近，瀬見，赤倉はやや繁華なレクリエーション温泉の傾向を示しているが，もともとこの地区の温泉は概して湯治型の温泉地が多い。

温泉治療上特異なのはCO_2を多量に含有する肘折，CO_2を多量に含有し，数時間にわたる微温浴と信仰的雰囲気の強い今神，ブローム・ヨードを含有するアルカリ性食塩泉の新庄，羽根沢等がある。

泉質及び主な医治効能は表20のとおりである。

表20　最　上　地　区

	泉　質	泉温(°C)	主な医治効能	備考	
				固形物総量mg/kg	その他
瀬　見	含石膏芒硝，弱食塩泉	63°	神経痛，リウマチ，便秘症，痔疾，創傷，腺病質（虚弱児童），慢性胃腸病	1870	主成分　食塩45%，石膏25%，芒硝20%，pH7.5

赤　倉	含芒硝石膏泉，単純泉	61.1°〜72.9°	神経痛，リウマチ，痔疾，創傷，胃腸病，便秘	995〜1050	主成分　石膏45%，芒硝40%，食塩20%，pH8.2
肘　折	含重曹硼酸，弱食塩泉	87°	創傷，火傷，リウマチ，神経痛，腺病質（古来，傷，骨折の湯とされる）慢性胃腸病，便秘	4882	主成分　食塩50%，重曹13%，重炭酸Ca 6%，重炭酸Mg 5%，CO_2を著量(121.9mg/kg)，pH7.8
今　神	含炭酸重曹，芒硝弱食塩泉	36.5°	リウマチ，創傷，神経衰弱，ヒステリー，高血圧，心臓病，婦人科疾患，胃腸病	3371	主成分　重曹，芒硝，食塩，CO_2著量（1188mg/kg）微温浴で長時間浴　pH6.1
新　庄	含ブロード，ヨード，硼酸，重曹弱食塩泉	39.1°	創傷，火傷，リウマチ，神経痛，慢性婦人病，慢性胃腸病	10410	主成分　食塩51%，重曹41%，ブローム，ヨード含有　pH8.4
羽根沢	含食塩重曹泉	47.8°	神経痛，リウマチ，創傷，婦人病，腺病質，慢性胃腸病	3734	主成分　食塩，重曹が主，ほかにブロームを含有　pH8.5

外に日山，最上，真室川，草薙温泉などがある。

ニ）庄内地区

古くから庄内の三楽境といわれる湯野浜，湯田川，温海を除けば山間の小温泉である。比較的低温のものが多く，溶存物質総量が多いのが特徴である。特に，長沼，田麦俣，湯殿山はブローム・ヨード，リチウム，マンガンを多く含有しており，医学的に興味深い。

泉質及び主な医治効能は表21のとおりである。

表21　庄内地区

	泉質	泉温(°C)	主な医治効能	備考	
				固形物総量mg/kg	その他
湯野浜（龍乃湯）	含塩化土類弱食塩泉（単純泉）	60.8°（43°）	創傷，火傷，神経痛，リウマチ，慢性胃腸病，アトニー（リウマチ，神経痛）	5000〜6000（189）	主成分　食塩55%，塩化Ca 30%，石膏7%，外に硫化水素，放射能を含む，pH8.2（pH8.0）
湯田川	含芒硝石膏泉	44.4°	高血圧症，中風，心臓病，リウマチ，創傷，胃腸病，肝臓病，便秘	1245	主成分　石膏47%，芒硝38%，食塩7%
温海	含食塩石膏硫化水素泉	76.4°	創傷，神経痛，リウマチ，慢性金属中毒症，慢性皮ふ病，婦人病，痔疾，腺病質，虚弱児童の体質改善，慢性胃腸病	2997	主成分　食塩65%，石膏23%，硫化水素を含む（1.05mg/kg）pH7.4
長沼	含硫化水素ブローム，ヨード，塩化土類強食塩泉	43.2°	あたたまりの湯，神経痛，リウマチ，創傷，湿疹，婦人病腺病質，貧血症，慢性胃腸病	26212	主成分　食塩68%，塩化Ca 25%，リチウム，ヨード(5mg/kg）ブローム(39mg/kg）を多量に含む，SO_4…が案外少ない　pH7.7
田麦俣	含ブローム，ヨード，鉄及び塩化土類，食塩泉	28°	創傷，湿疹，神経痛，リウマチ，痔疾，婦人科疾患，腺病質，貧血症	21166	主成分　食塩45%，塩化Ca 41%，特にMn…5mg/kg，ブローム(30mg/kg)，ヨード(1.1mg/kg)，pH5.9
湯殿山	含ブローム，ヨード，鉄，マンガン，炭酸，塩化土類，食塩泉	53°	創傷，火傷，リウマチ，神経痛，皮ふ病，腺病質（虚弱児童），婦人科疾患（飲用は注意温泉医の指導による）	14536	主成分　塩化K37%，塩化Ca28%，食塩19%，特にMn…又はブローム，ヨード　pH5.4

湯野田	含炭酸，ヨード，ブローム，食塩泉	28.0°	神経痛，リウマチ，創傷，湿疹，腺病質（虚弱児童の体質改善），貧血症，婦人科疾患，慢性胃腸病	13791	主成分　食塩75%，重炭酸Mg 7%，重炭酸Ca 7%，外に鉄，CO_2ブローム，ヨードを含む　pH6.5
由良	含硫化水素塩化土類食塩泉	20.6°	リウマチ，神経痛，創傷，慢性皮ふ病，更年期障害など慢性婦人病，慢性胃腸病	7994	主成分　食塩，塩化Ca，硫酸Na，Ca　pH7.7

外に湯の台，火打崎，新山，筍沢，平田，湯之沢，辰が湯温泉がある。

(3) 山形県における湯治の概況

調査対象となった13温泉は，いずれも各地区の代表的湯治温泉であるので，その湯治概況は，山形県における湯治が如何に行われているかを示すものと考えて差支えないであろう。

イ) 年令別

湯治者を年令別にみれば，その温泉地の泉質と適応とによって年令層にもかなりの差がみられる。また，調査の季節にも関係があり，夏季には一般に休暇を利用した学生，生徒が多い。

蔵王は低年令，瀬見・肘折・銀山・温海・新庄などは比較的全年令層に分布しているが，湯田川・小野川・白布・東根・赤倉・湯野浜・新山などは50～60才代の高年令層が多い。また，銀山・温海では青壮年層が最も多い。

表22　湯治者の年令別

	0～9才 (%)	10～19才 (%)	20～29才 (%)	30～39才 (%)	40～49才 (%)	50～59才 (%)	60才以上 (%)
蔵王（昭和29．8）　1369名	40.18	21.31	14.05	11.35	5.63	3.74	3.74
瀬見（昭和30．8）　360名	16.4	5.8	14.1	14.7	14.0	19.1	15.9
湯田川（昭和31．3）　120名	21.7	0	3.3	9.2	14.2	23.3	28.3
肘折（昭和31．8）　498名	8.8	6.2	22.2	11.1	12.3	15.7	23.7
小野川（昭和30．11）　196名	4.5	5.1	12.2	3.6	8.7	25.0	40.9
銀山（昭和32．10）　489名	7.1	12.3	31.2	16.4	12.3	8.2	12.5
温海（昭和32．3）　164名	12.1	3.0	27.4	17.0	15.2	10.8	14.5
白布（昭和33．9）　169名	5.4	1.2	12.5	16.7	13.7	16.1	34.4
東根（昭和33．12）　111名	0.9	0.9	0.9	1.9	17.1	41.4	36.9
赤倉（昭和35．2）　244名	10.7	2.9	7.0	18.0	19.8	24.2	17.4
湯野浜（昭和37．2）　362名	4.7	2.8	12.2	11.3	11.6	21.0	36.4
新庄（昭和37．11）　144名	3.5	4.9	16.7	18.1	20.1	25.0	11.7
新山（昭和37．11）　61名	0	1.6	6.6	3.3	9.8	21.3	57.4

ロ) 地方別

湯治者の80～90%は県内の者であり，就中近郷の者が多い。

瀬見・湯田川・温海・赤倉等は地理的並びに交通的関係で秋田県南，小野川・白布は福島県，赤倉は宮城県の利用者がかなりある。各温泉地とも東京方面からの来湯者がわずかながらあるのも興がある。

これは約10年前の概況であるが，交通が大幅によくなった最近ではこの利用状況はかなり様子が変わっていることであろう。

表23　湯治者の地方別

	蔵王 昭29. 8 1312名	瀬見 昭30. 2 360名	湯田川 昭31. 3 120名	肘折 昭31. 8 498名	小野川 昭31. 11 196名	銀山 昭32. 8 439名	温海 昭33. 2 164名	白布 昭33. 9 105名	東根 昭33. 12 120名	赤倉 昭35. 2 244名	湯野浜 昭37. 2 196名	新庄 昭37. 11 99名	新山 昭37. 11 144名
山形	92.1%	83.3%	90.8%	82.2%	91.3%	92.1%	85.2%	94.4%	95.0%	74.3%	99.0%	97.0%	93.7%
宮城	2.7	1.4				2.5		0.9		12.7			2.8
岩手				1.0						5.7			
福島					5.6			3.8		0.8			
秋田		15.3	9.2	9.2			10.0		5.0	4.9			
青森												1.0	0.7
東京	3.5			4.6	3.1	2.1		0.9		0.4	0.5	2.0	2.8
その他	1.7			3.0		2.7	4.8			1.2	0.5		

ハ）職業別

農業が圧倒的に多いが，ことに東根・湯田川・瀬見は農業が多い。

しかし，蔵王では小児，学童が多いことと夏季の調査であったので農業が比較的少ない。一般的にみて夏季には学生生徒が多い。

表24　湯治者職業別

	蔵王 昭29. 8 1312名	瀬見 昭30. 2 360名	湯田川 昭31. 3 120名	肘折 昭31. 8 498名	小野川 昭31. 11 196名	銀山 昭32. 8 439名	温海 昭33. 2 162名	白布 昭33. 9 168名	東根 昭33. 12 120名	赤倉 昭35. 2 244名	湯野浜 昭37. 2 196名	新庄 昭37. 11 99名	新山 昭37. 11 144名
農業	17.8%	64.2%	68.3%	55.4%	48.1%	42.1%	53.1%	29.2%	84.2%	57.4%	51.0%	56.7%	39.6%
商業	4.7	5.0	3.3	7.2	6.1	14.6	6.2	22.6	2.5	8.2	9.7	8.0	2.1
労務者工員	1.2	1.4	0	6.8	11.7	0	5.6	0	0.8	3.7	9.2	5.0	9.0
官公吏会社員	5.1	3.0	1.7	4.4	4.6	11.4	1.8	16.7	0.8	2.5	3.6	10.1	21.6
学生・生徒・小児	36.1	16.1	0	14.8	0	18.2	14.8	6.5	0	11.9	8.7	6.1	2.1
無職	23.3	5.6	26.7	11.0	29.5	13.7	11.7	8.3	11.7	15.6	16.3	14.1	25.6
その他	11.8	4.7	0	0.4	0	0	6.8	16.7	0	0.8	1.5	0	

ニ）疾患別

全湯治者の一斉調査でもまた療養相談者の統計でも各温泉地にかなりの特徴がみられ，湯治者は泉質と適応疾患とを予め調べて来湯していることがわかる。

蔵王は，皮膚病，湯田川は高血圧を主とする循環器疾患，銀山は消化器疾患，肘折，赤倉，瀬見，湯野浜は神経痛，リウマチ，外科的疾患が極めて多い。

全体としてみれば，消化器疾患，神経痛，リウマチ等の運動器疾患，循環器疾患が湯治の三つの大きい対象になっているが，その温泉の特徴が極めてよく疾患別にあらわれている。

表25　湯治者の疾患別（一斉アンケート調査）

	湯田川 昭31. 3 76名	肘折 昭31. 8 365名	小野川 昭31. 11 83名	銀山 昭32. 8 248名	温海 昭33. 2 164名	白布 昭33. 9 79名	東根 昭33. 12 120名	赤倉 昭35. 2 410名	湯野浜 昭37. 2 362名	新庄 昭37. 11 144名	新山 昭37. 11 64名
消化器疾患	6.6%	20.2%	27.7%	56.5%	8.0%	27.8%	11.6%	32.6%	13.0%	1.4%	6.2%
神経痛リューマチ	13.2	48.1	45.8	31.9	14.6	37.1	31.7	51.8	23.7	1.4	82.9
循環器疾患（高血圧を含む）	55.3	5.2	14.5	2.8	0.6	17.6	6.7	1.7	3.9	1.4	7.8
皮ふ性病疾患	0	1.3	4.8	1.6	1.8	3.7	0	1.2	0.6	1.4	0
泌尿器疾患	1.3	1.6	3.6	0	0.6	0	0	0.5	0	0	0
呼吸器疾患	2.6	2.1	0	2.4	1.8	2.5	0.8	3.6	1.4	0	0
婦人科疾患	2.6	0.5	1.2	2.4	2.4	2.5	0.8	2.7	0.8	0.7	0
外科疾患	1.3	19.7	0	0.8	5.4	5.1	0	3.7	3.0	0	3.1
その他	17.1	1.3	2.4	1.6	3.6	3.7	0	2.2	3.6	0	0
特に病気はない					61.2		48.4		50.0	93.7	

表26　湯治者の疾患別（療養相談者の診断による）

	蔵王 昭29. 8 163名	瀬見 昭30. 2 84名	湯田川 昭31. 3 233名	肘折 昭31. 8 76名	小野川 昭31. 11 96名	銀山 昭32. 8 83名	温海 昭33. 2 91名	白布 昭33. 9 105名	東根 昭33. 12 111名	赤倉 昭35. 2 244名	湯野浜 昭37. 2 196名	新庄 昭37. 11 99名
消化器疾患	8.3%	13.0%	7.6%	22.7%	19.8%	50.2%	10.5%	20.9%	17.8%	13.5%	16.7%	36.3%
神経痛リュウマチ	9.2	26.7	16.3	17.3	20.8	12.5	17.0	14.3	37.7	39.5	28.9	24.1
循環器(含高血圧)	7.9	15.5	48.6	24.0	41.6	12.5	34.0	28.8	22.9	15.0	16.3	18.2
皮ふ病	50.3	5.8	2.9	1.3	0	1.0	1.0	0	0.8	3.7	1.0	2.0
泌尿器疾患	2.4	4.7	0.8	2.7	0	0	2.1	0.9	0.8	0.4	0.5	0.5
呼吸器疾患	5.5	5.8	1.7	5.3	4.1	3.4	14.0	8.7	1.6	9.4	16.8	5.0
婦人科疾患	0	7.1	5.0	5.3	7.5	0	5.5	7.6	3.4	0.8	1.5	0
外科疾患	7.9	10.7	2.4	2.7	4.2	3.4	1.0	0.9	5.9	2.4	6.6	6.0
その他	8.5	10.7	14.7	18.7	2.0	17.0	14.9	4.6	3.2	2.9	2.0	5.1
異常なし								13.3	5.9	12.4	9.7	3.0

ホ）来湯目的

湯治者の過半数は病後保養を含めて病気の回復が目的である。

特に，病気治療または病後保養が多いのは，湯田川，肘折，赤倉，新山などがあげられるが，新庄，温海，小野川などは静養，レクリエーションがかなり多い。

表27　来湯目的

	蔵王 昭29.8 1312名	瀬見 昭30.2 360名	湯田川 昭31.3 120名	肘折 昭31.8 498名	小野川 昭31.11 204名	銀山 昭32.8 439名	温海 昭33.2 164名	白布 昭33.9 168名	東根 昭33.12 120名	赤倉 昭35.2 655名	湯野浜 昭37.2 362名	新庄 昭37.11 144名	新山 昭37.11 61名
病気治療	37.3%	38.9%	44.2%	48.8%	21.1%	25.5%	15.8%	24.4%	32.5%	33.7%	34.8%	4.2%	83.6%
病後保養	2.0	6.4	4.2	18.7	3.9	5.7	8.5	10.7	0.8	18.0	6.6	0.7	6.6
健康増進・静養レクリエーション	60.7	54.7	51.6	32.5	75.0	68.8	75.7	64.9	66.7	48.3	58.6	95.1	9.8

ヘ）来湯動機

医師の指導をうけて来湯したものは，わずかに5%以下で極めて少なく，湯治にはほとんど医師が関与していない状態である。ただ，湯治的色彩のつよい新山では16%に及んでいるのは注目された。これは単に湯治者の無自覚によるだけではなく，同時にまた医師側にも大いに責任がある。すなわち，湯治に関する質問に満足な回答を与え得る医師が極めて少ないということである。

来湯の動機としては，自分の経験，人の話によるものが過半数であり，新聞，雑誌等は湯治にくる動機としてはほとんどないといってよい。

表28　来湯動機

	蔵王 昭29.8 1312名	瀬見 昭30.2 360名	湯田川 昭31.11 120名	肘折 昭31.8 498名	小野川 昭31.11 203名	銀山 昭32.8 439名	温海 昭33.2 127名	白布 昭33.9 168名	東根 昭33.12 120名	赤倉 昭35.2 680名	湯野浜 昭37.2 362名	新庄 昭37.11 144名	新山 昭37.11 61名
医師の指導	1.3%	5.0%	5.0%	8.2%	3.9%	4.8%	3.2%	2.4%	1.7%	5.7%	6.1%	0 %	16.4%
自分の経験	27.5	34.7	30.8	29.5	70.9	34.9	38.6	35.1	35.8	32.5	54.4	4.2	50.8
周囲の人のすすめ	22.2	43.6	20.0	35.3	8.8	30.5	27.5	16.1	10.0	29.7	27.3	91.0	19.7
知人をたよって	2.1	5.3	7.5	5.8	1.5	6.6	21.3	4.2	11.7	7.4	5.0	1.4	8.2
新聞・雑誌	0.7	1.1	0	0.8	0.5	6.2	2.4	1.2	0	2.6	0.8	0	0
その他	46.2	10.3	36.7	20.4	14.6	17.0	7.0	41.0	40.8	22.1	6.4	3.4	4.9

ト）来湯回数

その温泉に初めて湯治にきたものが30～50%，2回以上のものが60～70%を占め，ことに6回以上のものが12～20%に及んでいる。すなわち，湯治は毎年くり返されている傾向がつよい。

表29　来湯回数

	初回	2～5回	6回以上
蔵王　昭29. 8　1312名	34.5%	53.4%	12.1%
瀬見　昭30. 2　349名	27.5	50.5	22.0
湯田川　昭31. 3　120名	37.5	50.0	12.5
肘折　昭31. 8　498名	38.8	49.6	11.6
小野川　昭31. 11　196名	20.4	53.6	26.0

銀　山　昭32. 8　439名	52.2	36.9	10.9
温　海　昭33. 2　151名	31.1	56.3	12.6
白　布　昭33. 9　168名	44.7	36.3	19.0
東　根　昭33. 12　120名	20.0	67.5	12.5
赤　倉　昭35. 2　655名	29.2	44.1	17.8　(不明8.9)
湯野浜　昭37. 2　362名	33.1	50.0	16.9
新　庄　昭37. 11　144名	84.0	13.2	2.8
新　山　昭37. 11　61名	27.9	45.9	26.2

チ) 湯 治 日 数

温泉によって明らかに差がある。蔵王は5日以内が最も多く，78%に及び，小野川，銀山，白布，東根は5日，長くとも10日以内が多い。肘折，赤倉は6～11日，11～15日程度，瀬見，温海，湯田川，湯野浜，新山は比較的長く11～20日に及ぶ。新庄は大部分が3日位でレクリェーションが多いことを示す。

いずれにしても，泉質と伝統的慣習，疾患に従ってそれぞれ湯治日数の特徴がみられる。

表30　湯治日数

	～ 5 日	6 ～ 10 日	11 ～ 15 日	16 ～ 20 日	21 日 ～
蔵　王　昭29. 8　1312名	78.2%	20.9%	0.5%	0.1%	0.3%
瀬　見　昭30. 2　360名	6.1	20.0	53.6	17.0	3.3
湯田川　昭31. 3　120名	0	5.0	55.0	37.5	2.5
肘　折　昭31. 8　498名	22.1	46.2	25.1	4.4	2.2
小野川　昭31. 11　196名	68.4	29.6	1.5	0.5	0
銀　山　昭32. 8　439名	56.5	28.7	9.1	3.4	2.3
温　海　昭33. 2　152名	2.0	9.2	65.1	17.8	5.9
白　布　昭33. 9　168名	46.5	44.6	6.5	0	2.4
東　根　昭33. 12　120名	52.5	38.3	4.2	4.2	0.8
赤　倉　昭35. 2　655名	7.3	32.4	31.8	12.1	3.5 (不明12.9)
湯野浜　昭37. 2　362名	8.8	5.6	62.8	15.2	7.6
新　庄　昭37. 11　144名	96.5	3.5	0	0	0
新　山　昭37. 11　61名	1.6	1.6	37.7	13.0	16.4 (不明29.7)

リ) 入 浴 回 数

1日に1～3回は5～25%で，1日4～6回が70～80%を占め，7～9回が10%，10回以上のものも2%程度あり，従来の所説より欲湯の傾向がある。特異なのは，蔵王で回数はやや少ないが，これは強い酸性泉のためである。

この成績は東北地方全般の傾向であって湯治の本質，湯あたりの可否の問題と関連して従来の所説を再検討すべきものと思う。

表31　1日の入浴回数

	1 ～ 3 回	4 ～ 6 回	7 ～ 9 回	10　回　～
蔵　王　昭29. 8　1312名	21.2%	66.5%	8.5%	3.8%
瀬　見　昭30. 2　360名	11.9	74.5	11.6	2.0
湯田川　昭31. 3　120名	7.5	79.2	11.6	1.7
肘　折　昭31. 8　498名	6.2	76.9	14.5	2.4
小野川　昭31. 11　196名	15.3	71.5	11.2	2.0
銀　山　昭32. 8　439名	20.3	71.2	7.3	1.2
温　海　昭33. 2　157名	20.4	71.3	7.0	1.3
白　布　昭33. 9　168名	29.7	61.3	4.2	1.2（不明3.6）
東　根　昭33. 12　120名	2.5	76.7	15.8	5.0
赤　倉　昭35. 2　655名	5.0	71.0	16.3	4.6（不明3.1）
湯野浜　昭37. 2　362名	26.9	70.3	2.5	0.3
新　庄　昭37. 11　144名	82.0	16.6	1.4	0
新　山　昭37. 11　61名	16.4	77.1	6.5	0

ヌ）飲　　泉

湯田川，瀬見，肘折，東根，赤倉，湯野浜等で比較的行われているが20～40%程度であり，平均13%に過ぎない。泉質上蔵王で行われないのは当然である。

日本の温泉は含有成分が一般に稀薄なので，飲泉効果は少ないと思われるが，泉質によってはもう少し行われてもよいと思われる。この頻度も系統的に行われているものではなく，たまに飲んでいるというものも入れての話である。

表32　飲泉の頻度

	有	無
蔵　王　昭29. 8　1312名	1.2%	98.8%
瀬　見　昭30. 2　360名	23.9	76.1
湯田川　昭31. 3　120名	45.0	55.0
肘　折　昭31. 8　498名	25.1	74.9
小野川　昭31. 11　196名	17.9	82.1
銀　山　昭32. 8　439名	17.1	82.9
温　海　昭33. 2　164名	10.3	89.7
白　布　昭33. 9　168名	17.9	82.1
東　根　昭33. 12　120名	21.7	78.3
赤　倉　昭35. 2　655名	37.4	47.0（不明15.6）
湯野浜　昭37. 2　362名	40.1	59.9
新　庄　昭37. 11　137名	4.9	95.1

飲泉所を備えている温泉地も少ない。

ル）湯あたりの頻度

湯あたりは湯治者からのアンケートによるものと，医師の精密調査によるものとは，その頻度に大きい差があり，宮城県鳴子温泉における調査でも，表33に示すように湯治者のアンケート調査では40.9%であるが，湯治者全員について1人1人調べた精密検診では広義の湯あたりは80.6%に

達する。しかし，高度の湯あたり，すなわち湯あたり症に限定すると，10.3%の低率になるので，湯あたりと高度の湯あたりは，その意義からみても区別して考えるべきものと思う。

表33　湯あたりの頻度　(1)湯治者からのアンケート調査

温泉名	泉質	調査年月	調査数	(+)	(−)	不明	頻度 (%)
蔵王	酸性緑ばん明ばん泉	昭和29. 8	1312	459	853	0	34.9
瀬見	弱アルカリ泉	昭和29. 8	360	68	250	42	18.1
湯田川	含芒硝石膏泉	昭和31. 3	120	18	92	10	15.0
肘折	含重曹弱食塩泉	昭和31. 8	498	94	394	10	18.9
小野川	ラジウム含有弱食塩泉	昭和31. 11	196	21	175	0	10.7
銀山	含食塩硫化水素泉	昭和32. 8	439	133	249	57	30.0
温海	含食塩石膏硫化水素泉	昭和33. 2	164	27	76	61	21.1
白布	含石膏硫化水素泉	昭和33. 9	168	25	143	0	14.8
東根	含芒硝食塩硫化水素泉	昭和33. 12	120	8	112	0	6.7
赤倉	含芒硝石膏泉	昭和35. 2	655	207	293	155	31.6
湯野浜	含塩化土類弱食塩泉	昭和37. 2	362	83	279	0	23.2
鳴子	数泉質	昭和22. 2	1086	445	456	185	40.9

表34　(2)鳴子温泉全湯治者の精密検診

調査人員	湯中り（広義）			高度の湯あたり（湯あたり症）		
	全身症状	局所症状	いずれかを認めるもの	全身症状	局所症状	いずれかを認めるもの
1086	860 79.2%	102 9.5%	875 80.6%	112 10.3%	59 5.4%	112 10.3%

(4) むすび

以上が，昭和29年から昭和37年にいたる9年間山形県内13温泉地で行った湯治の概況調査である。

この調査により，山形県の温泉の医学的利用の概要がわかるが，この調査からすでに10年以上を経た現在，そのままの湯治が今もなお行われているとは思われない。

山形県の温泉が，果して10年前のように人々の健康のために利用されているか，また単に観光温泉の道をたどっているか，また湯治者自身も以前にくらべて進歩しているかどうか再点検をしてみることは，「温泉が人間の健康のために開発されるべきである」という声が高まりつつある今日，極めて大切なことである。

第 2 編　　各　　論

山形県内には，すでに述べたように92か所の温泉があり，そのうち，昭和47年12月末現在で，宿泊施設をもっている温泉は76か所である。これらの各温泉について，現在までに収集し得た資料をもとに，それぞれの温泉について，おもにその自然的条件および技術的面を述べたのが，この温泉各論である。

ここで，各温泉の自然的条件および技術的な面としてとりあげた項目は，

(1) 概　　況
(2) 環境と特色
(3) 沿　　革
(4) 地形と地質（電気探査，地球化学探査）
(5) 源泉状況（分布，湧出量，送湯方式，経年変化，電気検層）
(6) 地温状況（温度検層）
(7) 化学成分
(8) 地球化学的考察
(9) 温泉水の触媒作用
(10) 温泉湧出機構

である。以上の項目は，全部あげた場合そうなるというのであって，各温泉のすべてについて，これらの項目がとりあげられているわけではない。

資料の関係から，記述できる範囲内でとりあげられている。次に各項目について概説する。

1．概　　況

おもに環境，地質，源泉状況に重点をおいて，各温泉のアウトラインをとりあげたものである。

2．環境と特色

その温泉がおかれている環境を，利用者の便を考えて，昭和47年現在の時点で書かれている。また，特色というのは，各温泉が持っている歴史的，景観的な特色，および泉質の特異性，医療効果などについて触れている。

3．沿　　革

温泉には，それぞれが持っている沿革がある。沿革については，各温泉で発行されている温泉誌類に詳細に書かれている場合もある。ここでは，その概要について，それらの資料を参考にして書いた。

4．地形と地質

各温泉地付近の地形的要素は，温泉の景観，湧出機構，湧出量などに基本的な影響を与えるものである。また，地質的な事項は，温泉の成立，湧出機構，湧出量，泉質，泉温などの基本的条件を決定づけている。さらに，温泉の探査，湧出機構の解明などのために行われる物理探査，地化学探査

などをこの項目に入れるようにした。

5．源泉状況

現在利用している源泉は勿論のこと，付近の未利用の源泉の分布，湧出状況，湧出量および変化，泉温およびその変化などについて書かれている。

6．地温状況

平面的に多数の地温を測定する調査は，源泉の分布，勢力圏の推察，あるいは温泉の探査などに応用されている。地温測定の深度は，普通深度1.0mで行われている。また，垂直方向の地温状況を測定し，地温勾配を調査する場合もある。温泉を掘さく（あるいは試掘）した場合に行われる温度検層もここで述べる。なお，これらの調査を行った温泉地の資料はあまり多くない。

7．化学成分

温泉水に含まれる化学成分で，いわゆる泉質といわれるものであり，温泉要素の中では重要な要素となっている。しかしここでとりあげてある温泉の分析時期は，かならずしも一定ではなく，また，ひとつの温泉水でも時間が経過すれば，多少ちがってくる場合もあるが，一般に温泉水の化学成分は急変することは少なく，10年単位で測定しても，大きな変化は見られない。ただ，ある温泉によっては，3年位で相当変わるものもあるが，このような源泉は特殊なものであり，予測できる場合が多いから相当めんみつに測定してある。

8．地化学的考察

1つの源泉の泉水だけをとって見ても，各成分間にはいろいろな関係がみられる。2つ以上の源泉間にもそのような関係が成立するかどうか，また各源泉間に共通する温泉水の各成分間のそうした規則性は，温泉帯全体として，どのような意味をもっているかどうか。たとえば，1つの温泉地域に3つの源泉群があった場合，その3つの源泉群は，おのおの別個に地下の泉源をもっているのかどうかなど。温泉に関する基本的な問題をさぐるのに重要であるばかりでなく，源泉相互間の関渉問題を解する糸口となる場合がある。

9．温泉水の触媒作用

ある泉質の温泉水には，過酸化水素を分解する触媒作用があり，これは時間とともにその活性度を減少するのが普通である。その変化は温泉の効能と関係があるともいわれる。

10．温泉湧出機構

温泉湧出機構とは，当該温泉水がいかなる形態で賦存し，それがどのようにして地表まで導きだされるか，いいかえれば，熱源から湧出口までの地下における温泉水の動向を明らかにすることであり，源泉の保護あるいは温泉の適正な利用，開発をはかるうえでそれを解明することは重要である。

11．そのほか注目すべき事項

県内の温泉の中では，特に注目すべき自然的条件，あるいは温泉工学技術を持った温泉については，それらの注目すべき特性を明らかにしておく必要がある。たとえば，小野川温泉のラジウム含有量とか，赤湯温泉の注水法とか，湯野浜温泉の海水侵入などが考えられる。

第 1 章　置 賜 地 区

温 泉 区 分

置賜地区の各温泉は，次の群に分割できる。すなわち，

イ） 吾妻火山温泉群

これは東の家形山温泉群と西の西吾妻山温泉群とに分けられる。

a．家形山温泉群　五色・新五色・滑川・姥湯・湯の沢・笠松

b．西吾妻山温泉群　白布・新白布・吾妻・大平

ロ） 飯豊山温泉群

これは飯豊温泉を中心として，付近の10数か所の温泉湧出地および徴候地であって，その熱源，および湧出機構がほぼ同一のものと考えられるものである。

これらイ）およびロ）の温泉群は，総論に述べたように，吾妻—飯豊上昇帯に包括されるものである。

ハ） 米沢北部構造帯温泉群

これらは，米沢，長井両盆地の北縁地帯にあり，村山盆地との間の上昇帯を切る構造線に関係した位置にある温泉群である。

これに属するものは，赤湯，湯沼，和郷，長井，白鷹の各温泉である。

ニ） 米沢沈降盆地温泉群

現在では小野川温泉１か所であるが，将来，米沢盆地の内部に出る温泉は，これに含められるものであろう。

ホ） 小国沈降盆地温泉群

小国および付近の温泉徴候地，泡の湯の２か所だけであるが，この２か所は，はたしてこうした総括が適当であるかどうかは多少疑問である。特に泡の湯にその疑問が強い。

これらの諸温泉の各論を，次のような順序で述べることにする。

1．赤湯温泉
2．小野川温泉
3．五色温泉，新五色温泉
4．滑川温泉
5．姥湯温泉
6．吾妻温泉，大平温泉
7．白布温泉，新高湯温泉
8．飯豊温泉
9．泡の湯温泉
10．小国温泉
11．白鷹温泉
12．長井温泉
13．和郷温泉
14．湯沼温泉
15．湯の沢温泉，笠松温泉

1. 赤 湯 温 泉

(1) 環 境 と 沿 革

赤湯温泉は米沢盆地の北端にあって，奥羽本線赤湯駅の東1.7kmの距離で，常時バスの便がある。

海抜214m，北側は低い丘陵にさえぎられ，その麓の平地に発達した温泉街で，国道13号線も近く，交通の便がよい。

図17に示したように，温泉街の北部には烏帽子山をひかえ，偕楽園と名づけられた園内には八幡神社がある。

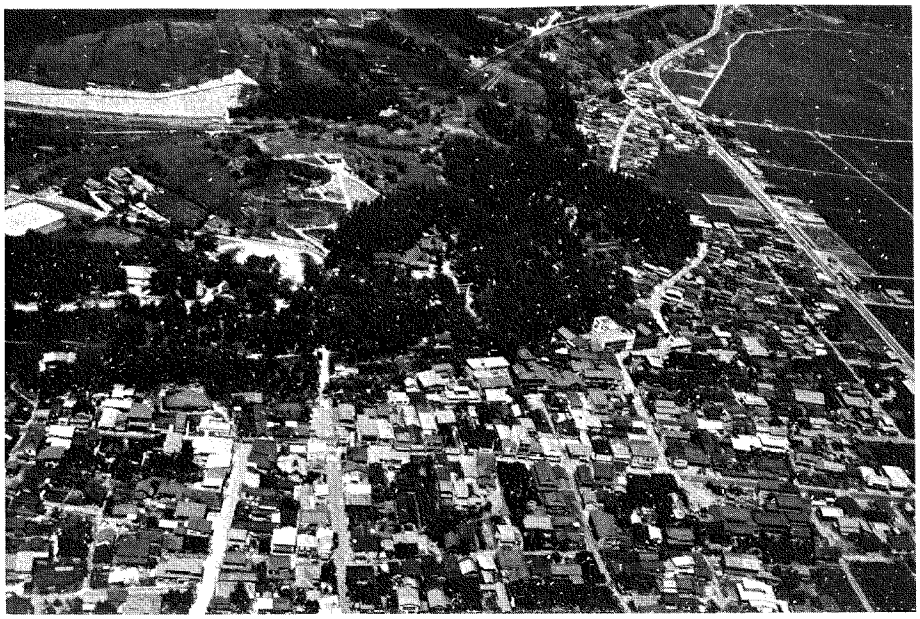
また温泉街の南東には屋代川が流れ，北東方には，釣の名所白竜湖がある。

当温泉は，従来米沢，長井などの，いわゆる奥座敷として，湯の香りただよう静かな湯の町であった。最近，赤湯町は南陽市として発展しているが，これといった工場もなく，やはり温泉中心の街であることには違いないが，都市化の中に埋没されそうな様相がある。こうした傾向は，上山，天童など，いわゆる奥羽線沿い，あるいは国道13号に近接する温泉街がたどる一大潮流であるかもしれない。近年湯量増加の方策がとられ，積極的に温泉開発の手がうたれている。

赤湯温泉でもっとも特色があるのは，湯量増加のため注水法をとっていることで，これは本邦でも特異な方法である。詳しいことは別項に記載する。

今から660年ほどまえ，花園天皇の頃，米野与惣右衛門という人が，弘法大師の託宣によって掘さくしたところ，温泉が湧出したといわれている。

記録に残っている往時の源泉は２～３か所で，自然に湧出していたものであったが，大正初期か



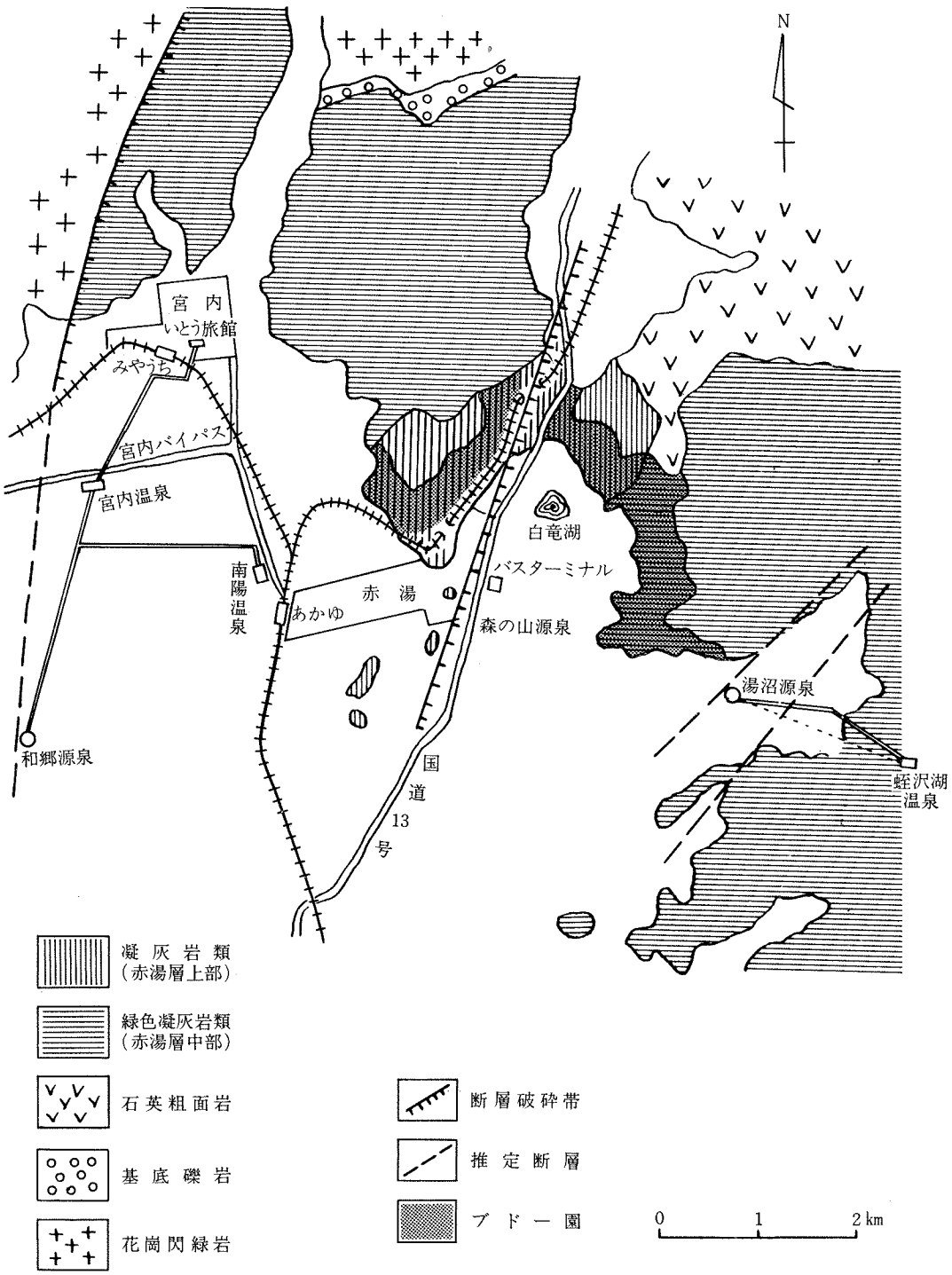


図17　赤湯温泉周辺の環境および地質図

ら掘さくが始められ，10数か所に源泉ができた。

これらの源泉は昭和13年頃から動力揚湯となって，25年まで続いた。昭和25年以降は森の山源泉１本に依存し，南陽市赤湯財産区の管理のもとにおかれ，動力揚湯して各旅館に配湯している。

(2) 地質と地形

赤湯温泉街は，北方の秋葉山（561.3ｍ）から連続する山地が，岬状に置賜平野の北端に消える山麓部の平野部に発達し，その東，西，南方には，広く田圃がひらけ，特に東および南東には，大谷地といわれる大湿田が発達している。

赤湯温泉街の周辺には，新第三紀の凝灰岩類（赤湯層）が発達しているが，源泉付近は赤湯層の最上部にあたっている。火成岩としては，石英粗面岩類が発達し，源泉ボーリング（森の山源泉）などでも，地表から約318ｍで，これら石英粗面岩の賦存が確認されている。なお，凝灰岩類をおおって沖積層（礫，砂の泥層）が発達するが，この沖積層は森の山源泉付近では比較的薄く，８～９ｍ前後である。温泉街から東へ行くに従って厚くなり，いわゆる大谷地付近になると20ｍ以上になる。

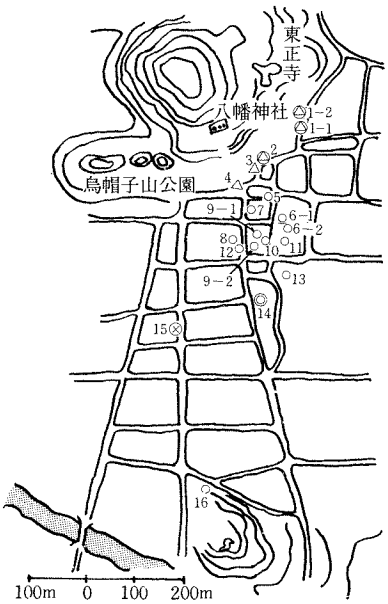
森の山源泉付近では，八幡神社のある山脚部の東縁と，冂塚西方の小丘の東端とを結ぶ，ほぼ南北方向の断層破砕帯（赤湯破砕帯）が考えられる。この破砕帯は，ボーリングなどで確認されたものではないが，さらに北方の中川駅付近の地質および地形などから推定されるものであって，東方が落ち込んでいる。この破砕帯と旧源泉群との直接の関係は不明であるが，温泉の湧出と何等かの関連があるものと考えられる。

(3) 源 泉 状 況

昭和25年以降，赤湯温泉で揚湯に利用している源泉は，森の山源泉１本であるが，従来の源泉を含めた新旧の源泉分布は図18に示したとおりである。

従来の源泉に関する資料を赤湯財産区から収集したが，これらの資料から掘さく当時の温度，湧出量などを表にすると，表35のようになる。

表35に示したように，現在休止している諸源泉は，



1−1　東正寺前湧水
1−2　東正寺横湧水
2　大湯端源泉
3　大文字屋源泉
4　大和屋源泉
5　横丁源泉
6−1, 6−2　桜湯源泉
7　桝形屋源泉
8　金湯源泉
9−1　郵便局跡源泉
9−2　郵便局裏源泉
10　天の湯源泉
11　松島館源泉
12　渡波源泉
13　森の湯源泉
14　森の山源泉
15　登記所跡源泉
16　羽黒荘源泉

△……旧自然湧出泉
○……旧掘さく泉
◎……現在使用中の源泉
⊗……現在注水井として使用中の源泉
◬……天然の湧水

図18　赤湯温泉新旧源泉分布図

表35　赤湯温泉における新・旧源泉の掘さく当時の温度及び湧出量　　(N) 自然湧出

源泉番号	源泉名	掘さく完了年月	深度 m	泉温 ℃	湧出量 l/min	備考
1	東正寺前湧水	—	(N)	冷泉	—	現在水温17.3℃
1−1	東正寺横湧水	—	(N)	冷泉	—	現在水温17.0℃
2	大湯端	—	(N)	—	—	大湯端は大正10年6月増掘220mという
3	大文字屋	—	(N)	—	—	埋没
4	大和屋	—	(N)	—	—	大正3年まで自然湧出
5	横丁	1923.2	114.7	59	5,7,9の計 81.0	埋没
6	桜湯	1915.1	72.8	47	16.4	埋没
7	枡形屋	1922.12	116.5	64	—	埋没
8	金湯	1915.1	114.0	52	10.4	白雲荘源泉，埋没
9−1	郵便局跡	1917.4	114.7	62	—	埋没
9−2	郵便局裏西	1920.5	188.2	63	—	埋没
10	天の湯	1915.1	29.7	56	11.3	現在の孔深59m使用せず
11	松島館	1915.1	69.2	54	15.6	昭16.7.129mまで増掘現在深度110m，使用せず
12	滝波	1914.12	70.1	50	10.4	有馬館源泉，使用せず
13	森の湯	1915.1	109.2	50	14.9	埋没
14	森の山	1949.11	384.0	68	450.0	現在揚湯井
15	登記所跡	1942.3	273.0	58	180.0	現在の注水井，現在深度196m
16	羽黒荘	1948.8	327.3	—	—	未使用
17	升屋	1915.4	87.4	51	15.0	位置不明
18	梅の木	1915.4	85.5	53	8.5	位置不明

表36　掘さく自噴時の泉温および湧出量

源泉名	泉温℃	湧出量 l/min
元局二ヶ所	64.0	67.7
枡形・丹波	59.4	10.1
甘湯	—	16.2
金湯	53.0	11.2
滝波の湯	51.0	13.3
森の湯	52.0	14.8
松島	56.0	9.9
天の湯	60.0	10.3
桜湯	53.0	12.8
升屋	52.0	13.5
梅の木	60.0	9.9
旧大湯	56.0	49.7
合計		239.4

大正7年4月8日の記録

表37　森の山源泉の状況　　昭和39.9.18現在

源泉名	揚湯量 l/min	温度 ℃	深度 m	水位（湧出口より） m	備考
森の山	684.0	68.0	384.0	0.72	登記跡廃井への注水量270 l/minのとき

すべて大正時代に掘さくしたもので，当時はどれも自噴していた。

そして，掘さく深度の深い源泉は，泉温も高く，湧出量もおおむね多いことを示している。

掘さくして，自噴した当時の湧出状況をみるために，表36に，大正7年の各源泉の泉温および湧出量を示した。

これによると，泉温は50～65℃の範囲内にあって，湧出量は約240 l/minと 他の温泉地に比較して少ない方である。この程度の湧出量が，赤湯温泉の自噴量の限界とみなされるようである。

また，現在揚湯している赤湯温泉でのただひとつの森の山源泉は，注水によって揚湯量の保持に成功している。

すなわち，森の山源泉の南西170mのところにある登記所跡廃井（さく井深度273m）に注水（注水量290 l/min）し，森の山源泉から690 l/min の揚湯を行っている。森の山源泉の状況は表37に示した。

(4) 化 学 成 分

森の山源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}で，そのほか遊離 H_2S , HS^- を含有する。

表38　**赤湯温泉（源泉名　森の山源泉）**

1．ゆう出地　山形県南陽市赤湯881の1　（標高　m）									
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年7月24日）									
(1) 泉　温　66.0 ℃　天候　晴　気温　32.0 ℃　気圧　m.bar									
(2) ゆう出量　(l/min)　(ゆう出状況　掘さく動力揚湯　)									
(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。									
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.6　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie　(　M.E.)									
3．試験室における試験成績（昭和42年7月25日～昭和42年9有29日）									
(1) 性　状　無色清澄にして鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。									
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.6　(3) 比　重　1.0021（20℃）									
(4) 蒸発残留物　2650 mg/kg									
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。									
本水1kg中に含有する成分及びその分量表									
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%		
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-					
カリウムイオン K^+	22.68	0.5801	1.35	塩素イオン Cl^-	1312	37.00	85.71		
ナトリウムイオン Na^+	726.3	31.58	73.44	臭素イオン Br^-	2.693	0.0337	0.08		
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.169	0.0013	0.00		
アンモニウムイオン NH_4^+	0.200	0.0111	0.03	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-					
カルシウムイオン Ca^{2+}	210.2	10.49	24.40	硫酸イオン SO_4^{2-}	216.0	4.497	10.41		
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.040	0.2500	0.58	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$					
亜鉛イオン Zn^{2+}	0.250	0.0076	0.01	チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.040	0.0185	0.04		
フエロイオン Fe^{2+}	0.366	0.0131	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$					
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}					
マンガンイオン Mn^{2+}	0.150	0.0055	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}					
銅イオン Cu^{2+}	0.400	0.0126	0.03	亜ひ酸イオン AsO_2^-					
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.476	0.0529	0.12	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	95.53	1.566	3.63		
鉛イオン pb^{2+}	0.061	0.0006	0.00	炭酸イオン CO_3^{2-}	0.210	0.0070	0.02		
計	964.1	43.00	100.0	水硫イオン HS^-	1.294	0.0392	0.09		
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.485	0.0063	0.01		
ほう酸（メタ） HBO_2	11.07	0.2526		けい酸イオン SiO_3^{2-}					
けい酸（メタ） H_2SiO_3	61.91	0.7929		ほう酸イオン BO_2^-	0.261	0.0061	0.01		
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.007	0.0004	0.00		
計	72.98	1.046							
遊離炭酸 CO_2	5.738	0.1304							
遊離硫化水素 H_2S	0.367	0.0108		計	1630	43.18	100.0		
計	6.105	0.1412							
総計	2673								
その他									
ガス	（1l 中の含有量）								
4．泉質　含食塩・塩化土類・硫化水素泉（緊張低張性高温泉）									

(5) 触 媒 作 用

赤湯温泉の過酸化水素の分解に関する触媒活性度の時間的変化は，表39，図19のとおりである。

表39 触媒活性度の時間的変化
（赤湯温泉 森の山源泉）

経過時間（分）	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.8
30	0.080	6.8
90	0.051	6.8
180	0.038	6.8
300	0.047	6.9
450	0.046	6.9
630	0.046	6.8
840	0.053	6.8
1080	0.053	6.8
1350	0.062	6.8

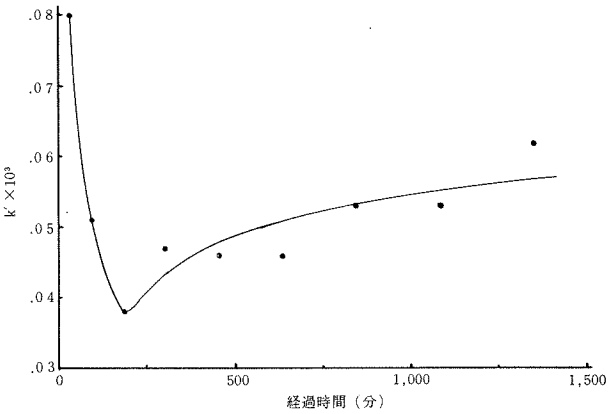


図19 触媒活性度の時間的変化（赤湯温泉）

(6) 地球化学的考察

赤湯温泉には，従来18か所ほどの源泉があった。これらの源泉のうち，分析結果が判明しているものを表40に示した。

この資料から，温度と主要化学成分の関係をみると，次のようになる。

まず，横軸にこれらの温泉または湧水の温度をとり，縦軸にこれらに対応するCl^-をとって○印（旧源泉），◎印（揚湯水）を記入すると，図20が得られる。

これらの分布をみると，図からわかるように，A：Bを結ぶ帯状の部分に存在する。Aグループは温度が高く（70℃位），Cl^-に富んだ（1900 mg／kg位）温泉で，Bグループは温度が11～25℃で，普通地下水か少し温度が高く，地下水でCl^-を殆ど含まないが，これらA，Bなる2種の

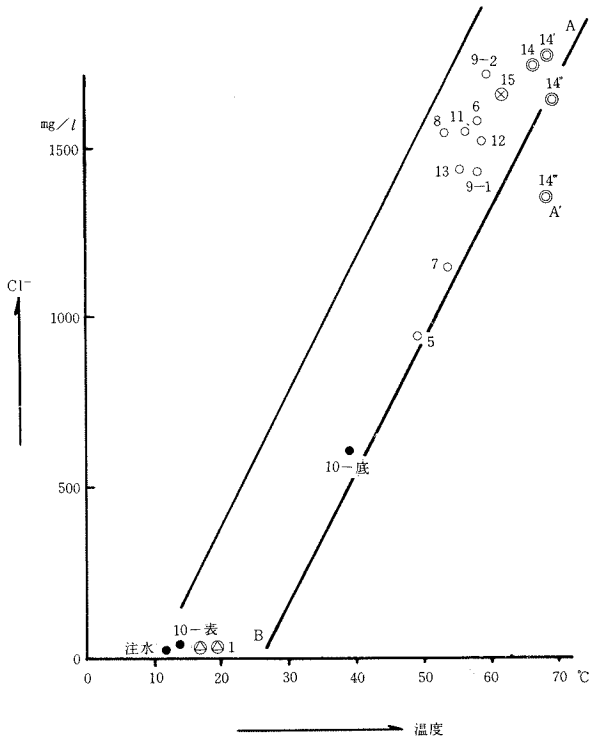


図20 Cl^-と湧出温度との関係

表40　赤湯温泉の分析結果

S．25．10．5採水

No.	源泉名	泉温	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Cl^-	SO_4^{2-}
5	横　丁	49.4	7.2	1814	25.6	496.8	155.7	2.4	1.4	—	2.1	943.2	133.7
6	桜　湯	57.1	7.2	2969	33.2	793.4	275.3	3.5	1.3	—	1.9	1571	195.5
7	升形屋	53.9	7.4	2222	29.0	594.1	187.3	3.8	1.3	—	1.9	1143	150.2
8	金　湯	52.5	7.4	2949	35.0	783.6	272.4	4.6	1.5	—	2.1	1539	214.8
9−1	郵便局跡	57.7	7.6	2745	34.6	736.0	240.0	4.3	1.4	—	2.1	1423	197.6
9−2	〃裏	58.4	7.4	3281	39.2	865.9	304.3	4.4	0.9	—	1.3	1711	228.8
11	松島館	56.5	7.2	2935	34.0	794.8	269.0	3.8	1.0	—	1.4	1555	200.8
12	滝　波	58.3	7.6	2937	33.8	757.8	301.2	3.2	0.9	—	2.2	1512	265.0
14	森の山	66.0	8.1	3323	35.9	872.9	329.2	5.5	0.8	0.1	2.2	1744	251.2
15	登記所跡	61.5	7.6	3159	35.1	850.3	296.3	4.0	1.7	—	2.1	1652	257.2

水が，いろいろ違った割合で地下で混合して，各温泉を生じたものと考えられる。

森の山源泉は，Aグループ温泉に最も近い性質を示しているが，だんだん北寄りの源泉ほどBグループ地下水の混入の割合が増加している傾向が認められる。しかしながら，各源泉の温度，Cl^-は，このように水平方向にだけ変化しているのではなく，さく井深度にも関係がある。

図21は，各源泉の掘さく時のさく井深度を横軸にとり，それに対応する湧出温度を縦軸にとって，その関係を調べたものであるが，図からわかるように，さく井の深度が大きいもの，すなわち，深い所から直接湧出する温泉は，温度がやや高い傾向がある。

図22は，SO_4^{2-}とCl^-との関係を示したものであるが，Cl^-と温度の関係と全く同様に，Aグループ温泉とBグループ地下水の混合であることを表わしている。

このような関係は，固形物総量と，Na^+，Ca^{2+}，K^+，Mg^{2+}，HCO_3^-などの主成分についても成立っている。

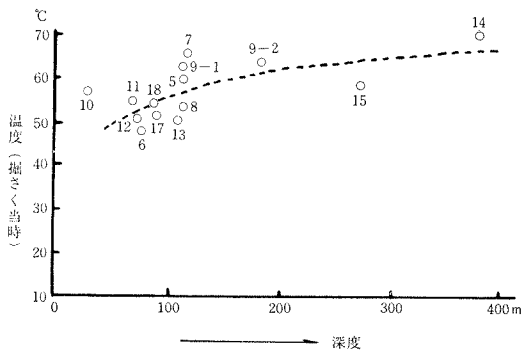


図21　深度と湧出温度との関係

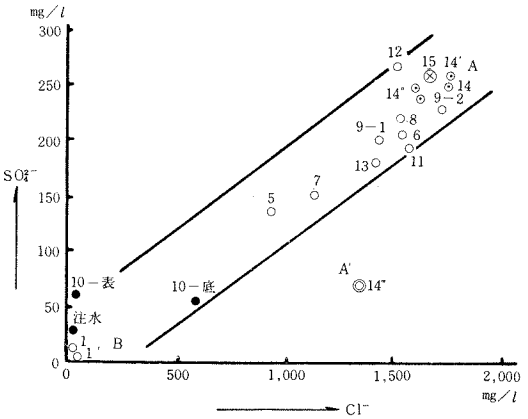


図22　SO_4^{2-}とCl^-との関係

(mg／l)

CO_3^{2-}	HCO_3^-	HS^-	OH^-	HBO_2	H_2SiO_3	遊離CO_2	遊離H_2S
—	68.0	0.6	—	8.0	53.2	11.2	0.5
—	70.0	3.2	—	11.4	61.0	13.3	2.9
—	66.3	1.4	—	8.4	57.1	11.7	1.2
—	79.8	0.9	—	11.4	50.1	11.2	0.6
—	76.8	0.5	—	9.2	51.9	12.9	0.4
—	82.5	0.4	—	9.3	64.7	17.4	0.4
—	71.5	4.8	—	9.0	52.5	14.4	4.5
—	72.7	1.3	—	9.1	56.6	11.9	1.0
8.2	72.5	1.9	1.6	6.4	54.8	—	—
—	80.6	Tr	—	9.1	58.4	9.6	0.2

H_2SiO_3，遊離CO_2については，あまり明瞭ではないが，同様な傾向がみられる。そのほかの成分については，かならずしも上記のような関係を示さず，別の影響であると考えられるものもある。例えば，HS^-と遊離H_2Sとは相似の関係を持ち，遊離H_2Sの水平分布は温泉地域の東側，大谷地寄りの温泉に多く含まれている。これは大谷地泥炭地の中で二次的に生成した遊離H_2S等が，この地域の地下水の成分となって，この部分の割目から地下の凝灰岩上層に浸透してBグループ地下水となり，Bグループ地下水の混入率の大きい温泉の成分に，現われたものと考えられる。

イ） 森の山源泉における温泉要素の経年変化

森の山源泉について，昭和26年から38年にかけて，温度測定と化学分析を行った結果を，表41に示した。

表41 森の山源泉の主要成分の経年変化 (mg／l)

項目＼調査年月日	1951 3.8	1951 6.16	1951 8.20	1957 10.11	1957 10.23	1958 3.28	1963 1.28
温度 ℃	68.0	68.0	68.0	68.0	68.0	67.9	68.0
揚湯量 l／min	540	45.0	419	486	486	540	650
pH	8.1	7.6	7.6	8.0	8.0	—	—
固形物総量	3323	—	3339	3240	3165	—	—
Cl^-	1744	—	1756	1602	1614	1613	1348
SO_4^{2-}	251.4	—	256.3	242.8	242.8	—	95
Ca^+	329.2	—	345.7	303.6	307.1	—	—
CO_2	—	5.29	4.61	—	—	—	—
H_2S	—	2.53	1.71	—	—	—	—
H_2SiO_3	54.79	—	55.61	64.92	64.92	—	—

これらの結果をみると，温度は68℃前後でほとんど変化していないが，化学成分は経年的に漸次減少している傾向がみられる。

図23は，昭和26年から38年までの期間における，Cl^-とSO_4^{2-}の減少の様子を示したものである。図中には，参考として揚湯量も記載したが，測定値が足りないので断定はできないが，Cl^-及びSO_4^{2-}の変化と，揚湯量との間には，逆相関の傾向が認められる。

森の山源泉は，Aグループ温泉に最も近い性質の温泉であるから，これらの経年変化はAグループ温泉の経年変化と見做して良いと考える。

昭和38年1月に，天の湯源泉（No.10廃井）の水面と孔底の温度測定を行い，採水して，Cl^-と，SO_4^{2-}を分析した。この結果は，森の山源泉の測定値と共に図20及び図22中に黒丸で記入した。数

が少ないので詳細なことはわからないが，昭和38年の値は，昭和25年の結果とややちがい，実線で示した帯状部に存在することから，現在の性質は，AでなくA′に変化していることがうかがわれる（図20参照）。

(7) 地 温 調 査

昭和37年11月に，赤湯市街地およびその周辺で，1mの深さでの地温の測定が行われた。現在の平野内で，100m平方に約1か所の割合で，測点数は179である。地温は12.2℃～15.7℃の範囲内の値を示して全般的に低く，他の自然湧出に近い温泉地にみられるようないちじるしい高温帯はみとめられなかった。これは，現在の温泉源の深さがかなり低下していることと，浅い自由面地下水の影響によるものである。図24はその結果を示したものである。

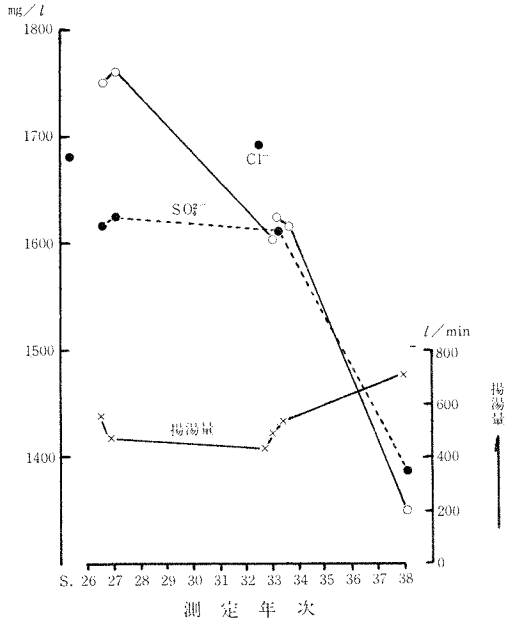


図23 森の山源泉におけるCl⁻及びSO_4^{2-}の経年変化

市街地の西部で，温泉にほとんど関係ないと思われる10数か所の平均地温が13.0℃で，14℃以上は，普通の土地よりはやや高い地温で，温泉の影響を受けているものとみてよい。旧温泉の湧出口の大部分は，現在の地温の高温部になっていて，地下の源泉賦存区域と関係あることを示唆している。とくに現在の揚湯井（森の山源泉）付近では最も高い地温を示している。温泉街では，地温はかなり系統だった分布を示しており，森の山源泉付近を中心として幅200mぐらいの高温帯がほぼ南西から北東へ1km以上延びている。これは地下深部から温泉水を上昇させていると推定される南北断層破砕帯（赤湯破砕帯）と一致しているためと思われる。その横の方にも，100～300mの数か

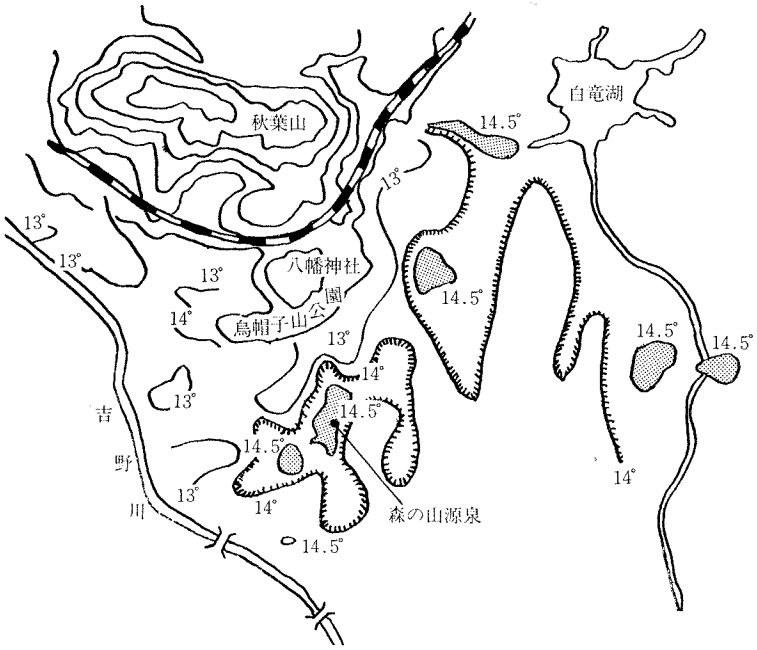


図24 赤湯温泉付近の地温分布

所の枝を出しており，それは上記高温帯の南東側でいちじるしい。高温帯の北西側には，低温帯があって，やはり南西から北東に連なっている。また，温泉街の東方，大谷地内部にも，ところどころにやや高温を示す区域が存在する。

(8) 注水による揚湯量の増加

赤湯温泉の源泉は，昔は，八幡神社山の南麓に近い平地に3か所あって，自然湧出していた。大正3～4年に，その南方で数か所に，30～114mの深さの源泉の掘さくが行われ，いずれも自噴した。大正5年における総湧出量は350 l／minであった。大正6年から大正12年にかけて，さらに4か所に115～118mの深さの源泉が掘さくされたが，その後，昭和15年頃までの総湧出量は200～250l／minである。昭和13年に，二つの源泉で動力揚湯が行われ，そのため，他の源泉の自噴が止まり，昭和14年には当時存在していた9か所のすべての源泉で動力揚湯が行われるようになった。昭和17年には，登記所跡に273mの源泉が，また，昭和23年から24年にかけて，羽黒荘（327m），森の山（384m）の両源泉が掘さくされた。昭和25年における揚湯総量は368 l／minであったが，新設の森の山源泉の揚湯によって，他の源泉は揚湯不能に近い状態になり，そのため，昭和25年末には各源泉の揚湯を取り止めて，森の山源泉1本の揚湯によって，各温泉旅館に配湯する集中管理方式を採用するようになった。森の山源泉の揚湯量は，初め540 l/minであったが，その後次第に減少する傾向を示した。ちょうどその頃，融雪による増水のため，森の山源泉の南西約170mにあって，廃井となっていた登記所跡のさく井に地表水が流れ込み，多量の水が吸いこまれることがわかり，これが森の山源泉にどのような影響を及ぼすかということが注目され，昭和25年には安斎，室井両氏により，また，その後は赤湯温泉事務所によって，人口的な注水効果の調査がたびたび行われた。その結果，登記所廃井への注水によって，森の山源泉の動水位が上昇し，したがって揚湯量も増加することが明らかになった。昭和37年頃から吉野川の伏流水を管で導き，本格的な注水作業が実施され，昭和39年の調査によれば，注水量270 l/minで森の山源泉の揚湯量は684 l/minに増量した。この注水効果はほぼ定常的に長く維持され，注水前には一時400 l/min程度まで減少した揚湯量が，現在では注水量約300 l/minで揚湯量650 l/min程度を確保することができるようになった。注水による温度の変化はなく，掘さく当時の泉温と同じ68℃を保っている。

このように赤湯温泉では，注水による揚湯量の増加がみごとに成功しているが，これは全国的にも珍しい例である。全国で数か所の温泉地でも注水作業が試みられたが，成功している例は少ない。水上，道後，飯坂各温泉では，注水孔に水が流入せず，鎌先温泉（宮城県）では，注水はできるが揚湯温泉水に冷水が直接流入して泉温低下を招き，失敗に終わっている。山代温泉（石川県）と秋保温泉（宮城県）の2か所でやや効果をあらわしているようであるが，その結果は赤湯温泉ほど顕著ではない。

山形県薬務課では，昭和37年11月から38年1月にかけて，北海道大学理学部地球物理学教室に依頼して，赤湯温泉の湧出機構と注水機構に関して精密な調査を行った。それにもとづいて注水機構の概要を述べると次のとおりである。

注水の影響を実験的に確かめるために，一時注水を中止して，246 m離れた天の湯廃井の水位を測定したら，注水中止後約5時間で8cm水位が下がり，注水再開後も引続き低下して24時間に11cmの水位降下を示し，これまで注水によって付近源泉の水位が上昇しておったことが確かめられた。

登記所跡の注水井で，注入した水がどの部分で地下に逸脱するのかを調べるために，注水井の温度検層と，流速の測定がなされた。登記所跡のさく井は，掘さく当時は273 mであったが，調査時には196 m以下は埋まっていた。注水の水温は11.5℃で，175 mまではわずかな温度上昇率で12.6℃になったが，この点からは急激に温度が上昇し，孔底では28℃であった。このことから注入された水は，175～196 mの間で逸出することがわかる。

また，注水量が280 l/minのとき，深さごとの流下速度を測定した結果は，孔内の管の有無，口径の相異で深さによって多少の違いはあるが，孔底付近までは40～70cm/secの流下速度であったものが，180 mで速度が急に減少し，孔底で零になる。

以上2つの測定結果は，いずれも孔底付近で流水の大部分が逸出していることを示している。

つぎに，森の山揚湯井で，温泉水がどの深さから湧出するかを知るために，掘さく当時の柱状図が吟味された。深度120～125.7 mと211～220 mの凝灰岩中の2か所でかなり大きなき裂に遭遇したことが記録されている。当地域の地下における温泉水の流動は，凝灰岩の破砕帯を通じてなされると推定されているが，揚湯井中の2つのき裂のどちらかが主要な温泉湧出路と考えられる。一方，温度検層によって，これらのき裂部における温度は，それぞれ59℃，および69℃であることから，この源泉では，深度211～220 mのき裂が，温泉水の湧出路であると考えるのが妥当である。

このようにして，森の山源泉では，主要断層からき裂を通して流れてきた温泉水が，地下210～220 m付近でさく井内に湧出して，毎分約650 l揚湯され，一方これから170 m離れた登記所跡の注水井では，毎分約300 lの注入水が，地下約180 m付近から流出して付近の水位を高め，森の山源泉の揚湯量の保持に寄与していることになる。

以上は，これまでの資料や測定の結果にもとづいての注入機構の説明であるが，これらをもとにして，さらに理論的な計算による推論がなされている。理論の詳細は省略するが，その結果を図25～図27によって説明する。

各図とも，登記所跡さく井の沖積層と凝灰岩層の境を通る水平面をＸＹ－平面とし，主要断層線（温泉湧出線）をＹ軸，森の山源泉から，断層線におろした垂線をＸ軸とし，Ｚ軸は地中下方にとり，Ｚ＝180 mの深さにおける理論計算の結果を図示したものである。森の山源泉の沖積層の厚さは零であるから，実際には両井とも地下約200 mにおける計算の結果と考えてさしつかえない。

図25は，森の山源泉の揚湯量を100 l/min増加したとき，Ｚ＝180 mの水平向における揚湯井付近の水頭（水圧）低下の分布，図26は登記所跡さく井の注水量を100 l/min増加したとき，同じくＺ＝180 mの水平面上で，注水井付近の水頭上昇の分布を示したものである。図27は揚湯量を600 l/min注水量を200 l/minとして計算した，Ｚ＝180 mの水平面における水頭の分布図である。１ｍごとの等水頭線を引けば，これに垂直な方向が水の流動方向であって，これから，揚湯井に流入する温泉水の範囲もわかる。図中太い矢印は，温泉水の流動方向，細い矢印は注入水の流動方向を示すもので，

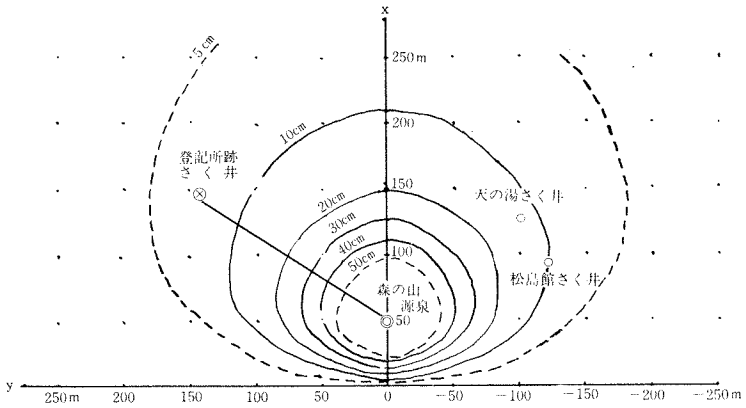


図25　揚湯量を 100 l／min増加したときに生ずる揚湯井付近の
水頭低下の分布　Z＝180 m（深さ）

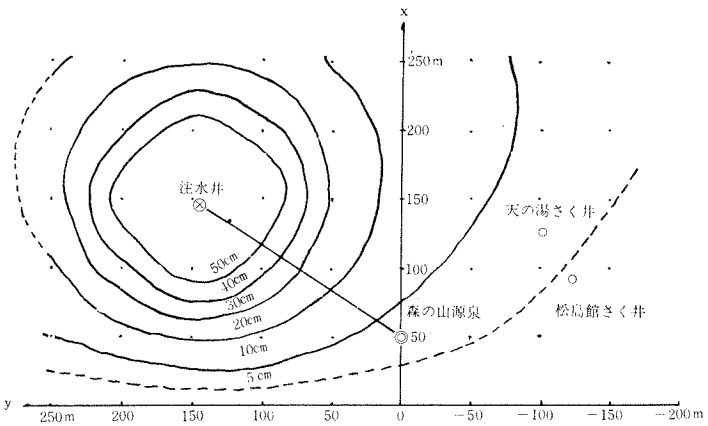


図26　注水量を100 l／min増加したときに生ずる注水井付近の
水頭上昇の分布　Z＝180 m（深さ）

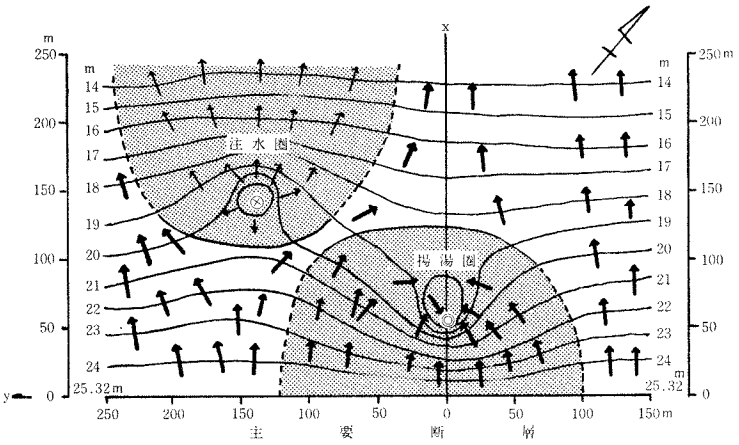


図27　揚湯井，注水井付近の水頭分布　Z＝180 m（深さ）
揚湯量600 l／min，注水量200 l／min

揚湯井，注水井の周囲の網点を施した部分は，それぞれ揚湯圏，注水圏ということができる。揚湯量および注水量を増せば揚湯圏と注水圏は接近し，ある限度以上では両圏が交錯して，注入した冷水が揚湯水に混入するようになる。現在の揚湯量約600 l/min，注水量約300 l/minはその限界に近く，注水効果からいえば，最も理想的な状態にあるということができる。

以上の結果から注水機構について要約すれば，注水が揚湯の温度や化学成分に影響を与えずに，揚湯量の増加に有効であることは，地下温泉水の流れの下流に注水の堰を作ったような機構であって，そのために少し上流の揚湯井中の水頭上昇という効果が起こり，したがって揚湯量の増加を引き起こしているものと考えられる。

(9) 温度の垂直分布と電気検層

赤湯温泉の泉源は，森の山源泉のすぐ南を北東に走向をもつ主要断層で，これを伝わって上昇した温泉水は，凝灰岩中の網目状のき裂を通り，主として西方温泉街方向に浸出しているものと推定される。また温泉街の北側山地近くに，上記主要断層とほぼ平行な断層があり，これからは冷地下水が浸透し，浅部で温泉水と混入して水温の低下をきたしているものと考えられる。その代表的な例として，森の山，登記所跡の2さく井について，掘さく当時に測定された資料によって，泉温の垂直分布を図示してみると，図28および図29のとおりである。測定には留点温度計が用いられたが，普通市販の留点温度計は水圧のため100 mにつき約1℃高くでるので，それを補正したのが，図中点線で示した曲線である。

森の山源泉では，深さ100 m以浅でやや低温，100 mの深さでは，58℃まで上昇し，さらに，180 mまではゆるい上昇を続け，それ以深は69℃の一定温度を保っているが，300 m以深ではわずかに温度低下の傾向がみられる。結局揚湯によって68℃の温泉を得ている。

登記所跡のさく井は，沖積層の厚さが24.5 mで，それ以下は凝灰岩の基盤であるが，その最上部では46℃である。30～70 mまではやや低温で冷地下水が混入していることを示している。それ以深はゆるく温度が上昇し，森の山源泉と同じくらいの深さの107 mで，62～63℃の一定温度になる。

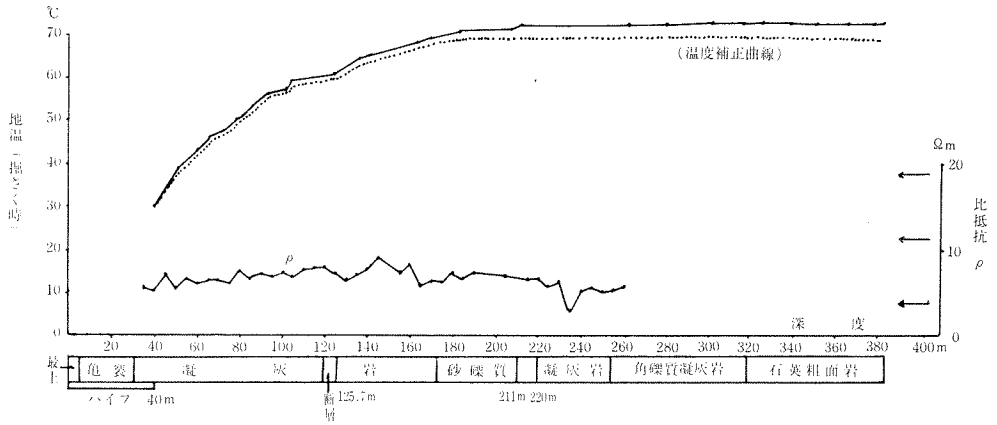


図28　森の山さく井における泉温と深さとの関係

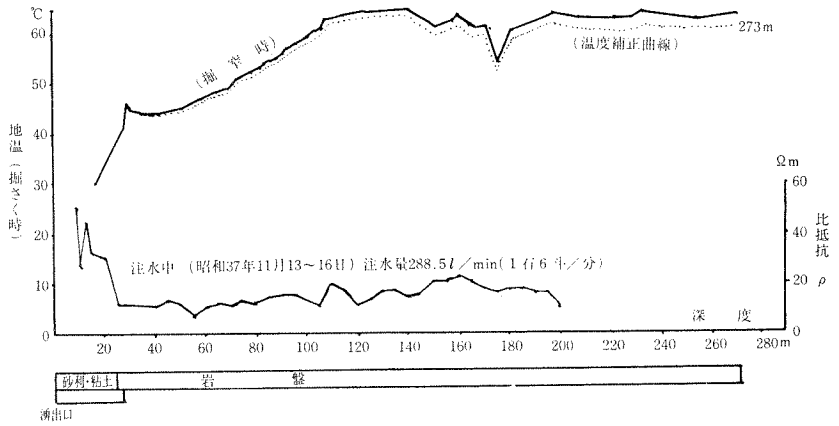


図29　登記所跡さく井における泉温と深さとの関係

しかし，140～200 mの間，とくに176 mを中心として，局部的にかなりの温度低下を示す個所がある。200 m以深では，わずかに温度が低下し61～62℃である。これを揚湯して58℃の温泉が得られたが，現在は注水井として使用されており，また196 m以深は埋もれている。

自然湯出，掘さくによる自噴井の増加，さらに動力揚湯と進むにつれて，さく井内への地下水の混入が多くなり，泉温低下をきたすことは当然のことである。その一例として松島館廃井について，掘さく当時と最近の泉温変化を示したのが図30である。

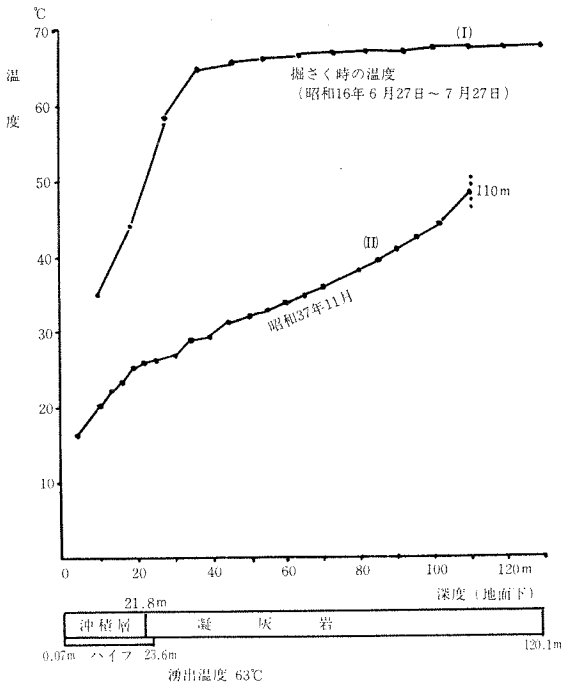


図30　松島館さく井における泉温と深さとの関係

森の山源泉と登記所跡源泉については，昭和35年に山形県薬務課によって電気検層が行われたが，その結果は図28，図29のとおりである。各種岩石の比抵抗，赤湯温泉の水質，温度上昇による抵抗の減少などを考慮して，赤湯で30℃以上の温泉水を含む凝灰岩の比抵抗値は5～12Ωmと推定される。

森の山源泉では35～260 mの範囲で，全層にわたって比抵抗は5～9Ωmで，この区間全体に登記所跡では，表層部で12～50Ωmの高い抵抗値を示すのは当然であるが，凝灰岩層の中でも8～22Ωmと比較的高い抵抗値が現われている。これは，このさく井が注水井として使用されており，測定は一時注水を中止して行ったものであるから，抵抗の高い注入水が付近の凝灰岩に残留していた

ためであると思われる。　註．30℃以上の温泉水の存在がグラフからも認められる。

(10) 湧　出　機　構

地形と地質の項でもふれたように，当温泉地域は，地表下6～20m以下は全部淡緑色の凝灰岩類である。温泉水は，この岩石に発達している亀裂中から湧出する。そのことは大湯端源泉での深度別の泉温が，階段状に変化することからもわかる。亀裂の方向は，八幡神社のある山腹の東の縁と，桝塚の西の小丘の東端とを結ぶ，ほぼ南北方向の断層破砕帯にほとんど並行する亀裂と，この方向と約30°～40°に交わる方向の亀裂である。温泉湧出帯は，上記南北方向の断層破砕帯（赤湯破砕帯）に沿って南北方向にのびた，長楕円形の地域が考えられる。現在の森の山源泉は，この南北方向の断層破砕帯に近く，凝灰岩類中の裂カ泉となっている。

熱源としては，森の山源泉ボーリングで，地表下175 m以下にある石英粗面岩であるとの説もあるが，温泉の成因のところで述べたとおり，赤湯温泉のように，石英粗面岩の噴出時期が，噴出した当時から約2千万年も経っているものが，未だに生成当時の熱源を保有することは考えられない。もっと別な機構で，赤湯温泉の熱源が形成されたものであろう。このことについては，尾花沢－赤湯温泉帯の項でくわしく説明してある。

(11) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　慢性湿疹　角化症　創傷　痔疾　虚弱児童　更年期障害　女性性器障害　皮膚掻痒症　高血圧症　動脈硬化症

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　皮膚及び粘膜の過敏な患者

飲用の適応症　糖尿病　慢性中毒症　リウマチ性疾患　慢性便秘　慢性気管支炎　慢性消化器疾患　運動障害(特に神経麻痺)　痛風および尿酸素質

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者　腎炎　ネフローゼ　高血圧症
その他一般に水腫傾向にあるとき

2．小野川温泉

(1) 環境と沿革

奥羽本線米沢駅の南西方，約９kmにあって，大樽川下流の河畔の平地に発達した温泉場である。

吾妻山系から北に延びた支脈のつきるところで，低い丘陵に抱かれた海抜320ｍの閑静な湯の街である。

小野川温泉は，昔から米沢一円の憩いの場として，佳人小野小町の名と共に親しまれてきた温泉場である。現在も閑静な環境が残されている。近年はスキー場，県民宿舎，老人福祉センターなどが併設され，米沢駅から車で30分という近距離の山間の閑寂な温泉場というところから，静かさを好む旅人に人気がある。

この温泉はラジウム含有量が高いので，県内では勿論のこと全国でも有名である。それについては別項で述べてあるが，その原因についてはまだはっきりとした結論は出されていない。

小野川温泉は，承和元年（834年）仁明天皇の御代，歌人としても麗人としても有名な小野小町によって発見され，温泉地名も発見者に由来するといわれている。

温泉は長い間，尼の湯を中心として，約100ｍ平方の地域内に30余の源泉が密集し，自然湧出していた。これらの源泉は，浴槽として利用されてきたが，近頃は浴槽の改造がさかんになり，また高所に新築する傾向が多くなったりして，温泉は動力によって引湯するところが増えてきた。

源泉の密集する地域内に，動力で揚湯することになった結果，源泉相互間の干渉がいちじるしく，この問題を打開するために，昭和41年小野川源泉協同組合が発足して，２本の掘さく泉から動力で

揚湯し，全旅館に配湯している。

(2) 地質と地形

小野川温泉は，東に笹野山（660.20m）を主峰とする北微西方向の丘陵と，西に発達する同方向の丘陵（最高698.0m）の間の幅250～500mの谷底平野にある。

付近一帯の地質は，おもに黒色頁岩であるが，中に緑色凝灰岩，灰色凝灰岩，凝灰質砂岩などをはさんでいる。小野川温泉の近くには，流紋岩，石英安山岩などが，上記の頁岩類，凝灰岩類などに貫入して発達している。頁岩類，各種凝灰岩の走向はほゞ北微西ないし南北で，西方に20°～50°で傾斜し，これらに貫入する上記の流紋岩，石英安山岩は，おおよそ北40°東の方向に分布する。

温泉付近には3本の推定断層が考えられる。A断層は月山付近から河鹿荘付近，大樽川砂防ダムの北部を通って，さらに南西方へのびるものと考えられる。このA断層の北側には流紋岩類は認められない。B断層は，尼の湯付近から射撃場北端付近を通る北東－南西方向のものである。このB断層は，射撃場北端付近の地層の乱れなどから推定されたものである。C断層は，小野川発電所南方で，流紋岩類と灰緑色凝灰岩との接触部にあると考えられるもので，その方向は北50°東を示している。

小野川温泉の成因は，これら断層群，および流紋岩，石英安山岩と，なんらかの関連があるものと考えられるが，源泉はいずれもその掘さく深度が浅いので，断層群および流紋岩類との直接の関係を示す源泉は1本もない。またこうした関係を示唆する物理探査（たとえば弾性波探査など）も行われていない。

温泉街の北部吹屋敷から南東方にのびる通称矢の沢に，上記断層群の延長上と見られる地点に，数か所の温泉徴候地があることから，これら断層群と流紋岩類は温泉の成立となんらかの関連があるものと思われる。

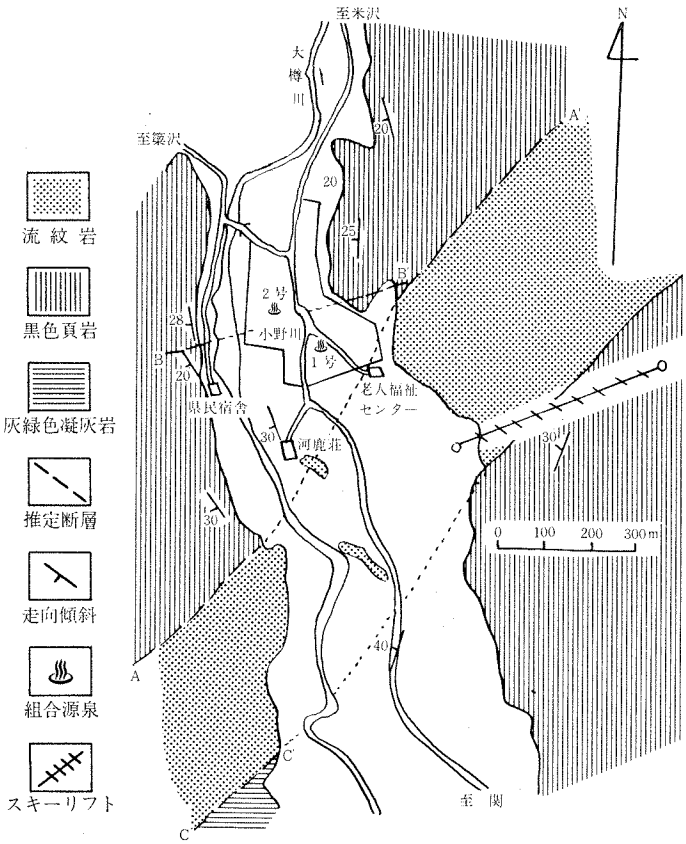


図31　小野川温泉環境図・地質図

(3) 源 泉 状 況

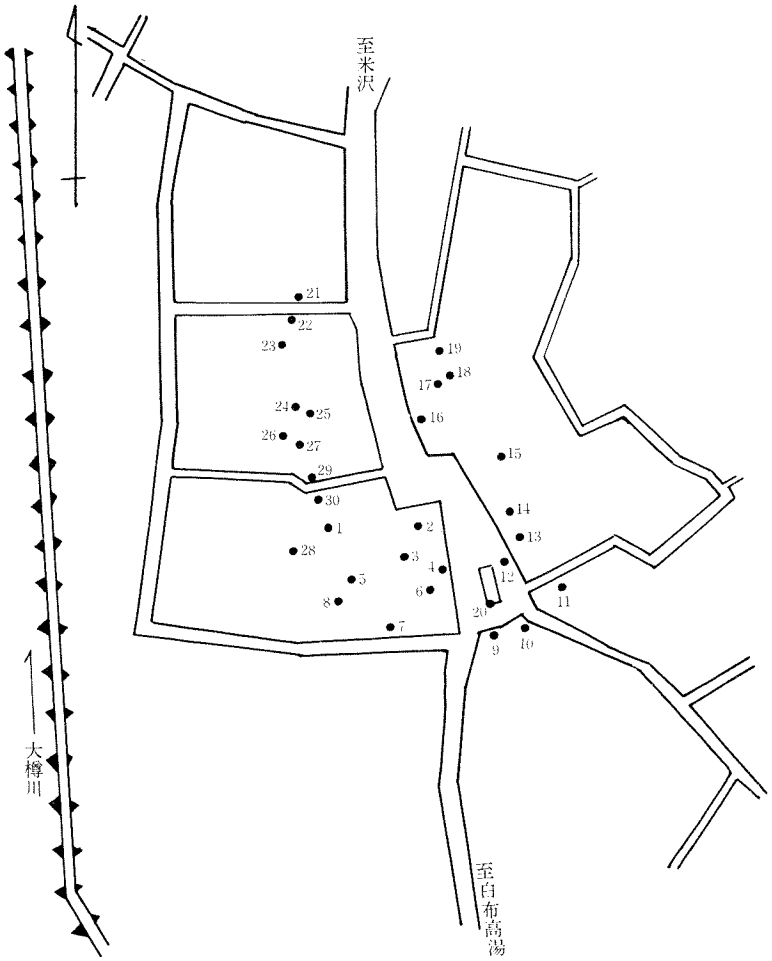
源泉は大樽川右岸の低地にあるがその新旧源泉分布状況を図32に示した。

これらの源泉は，昭和34年まで自然湧出の状態で利用されてきたが，昭和35年から動力揚湯の源泉が増加し，昭和36年には15源泉が動力揚湯するにいたった。

従来は浴槽の底部から温泉を導入する方法がとられてきたが，近頃は，ごく浅いボーリング（深さ１～２ｍ）を行ったり，以前の浴槽を源泉として，そこから動力揚湯する形態が増えてきた。

また温泉水位が一般地下水と極めて近いため，浴槽の排湯に不便を生ずる場合が多く，動力揚湯の増加のおもな原因のひとつとなってきた。

このような状況であるため，正確な湧出量は計測しにくく，計測したとしても，利用量を明らかにするだけで源泉自体の状況をあらわすものとは考えにくい。



SP.No.	SP.
1	堺屋1号
2	〃 2号
3	芳賀
4	宍戸屋1号
5	〃 2号
6	亀屋1号
7	〃 2号
8	〃 3号
9	春木屋
10	坂本屋
11	高砂屋
12	つるや1号
13	〃 2号
14	扇屋
15	山口
16	山川屋
17	滝湯
18	旭屋1号
19	〃 2号
20	尼の湯
21	二階堂
22	梅屋
23	登府屋
24	今村
25	丸宮
26	加藤
27	関屋
28	小野川ホテル
29	八木沢
30	やながわや

図32　小野川温泉新旧源泉分布図

表42　小野川温泉の従来の源泉状況
昭和40年８月９日現在

源泉番号	源泉名	温度℃	湧出量又は揚湯量 l/min	水位
1	堺屋　1号	——	——	—
2	〃　2号	66.5	20.0	P
3	芳賀	45.0	3.6	
4	宍戸屋　1号	67.5	20.0	
5	〃　2号	61.0	27.0	P
6	亀屋　1号	59.0	9.0	
7	〃　2号	60.0	25.0	P
8	〃　3号	——	——	—
9	春木屋	64.8	25.0	P
10	坂本屋	74.7	40.0	P
11	高砂屋	67.5	19.0	P
12	つるや　1号	——	——	故障
13	〃　2号	74.7	48.0	P
14	扇屋	65.5	33.0	P
15	山口	71.0	18.0	
16	山川屋	70.0	50.0	
17	滝湯	69.0	22.0	
18	旭屋　1号	65.0	18.0	
19	〃　2号	65.2	27.0	
20	尼湯	75.3	28.0	P
21	二階堂	52.0	25.0	P
22	梅屋	53.1	37.0	P
23	登府屋	57.0	25.0	Ph＝132cm
24	今村	57.0	11.0	
25	丸宮	57.0	13.0	
26	加藤	53.0	9.0	
27	関屋	64.0	45.0	
28	小野川ホテル	63.0	27.0	Ph＝70
29	八木沢	44.0	10.0	
30	やながわや	66.0	36.0	

表43　小野川源泉協同組合泉の掘さく時の状況

源泉名	口径mm	深さm	湧出温度℃	湧出量 l/min	孔底温度℃	摘要
協組１号泉	300	3.6	78.5	30	80	0～3m間ケーシング
協組２号泉	900	1.8	61.2	36.0	—	0～1.8mケーシング

表44　小野川源泉協同組合泉の現況

源泉名	温度℃	揚湯量または湧出量 l/min	動水位 地表よりm	摘要
協組１号泉	78.0	657.0	1.53	3.75kW, 63mm 2段タービンポンプ 3.75kW, 63mm 3段タービンポンプ
協組２号泉	61.0	50.0	自噴	放流

他温泉地に比較して，湧出量や泉温の変化は季節的に大きいが，昭和40年８月の一例を示すと表42のとおりである。

これによると，当時の最高泉温は75.3℃の尼湯源泉で，温泉街の南部にあった。

温泉地域内では，浅い掘さくによって温泉が湧出し，温泉水は沖積層の浅部を流動していた事は明らかである。

これらの源泉を自然淘汰するために，昭和41年，小野川源泉協同組合を組織して，図31に示した位置に２本のボーリングを行った。掘さく時の源泉状況は表43に示してある。

現在利用しているのは，協組１号泉だけで，協組２号泉は放流している。これら源泉の現況は表44のとおりである。

(4) 化 学 成 分

小野川源泉協同組合１号源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-，で，そのほか遊離H_2Sを含有している。

表45　**小野川温泉**（源泉名　小野川協組１号線）

1．ゆう出地　米沢市小野川町2471の1　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和34年５月22日）　９時45分								
(1) 泉　温　74.3 ℃　天候　曇　気温 21.5 ℃　気圧　m.bar								
(2) ゆう出量　(l/min)　(ゆう出状況　掘さく動力揚湯								
(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち鹹味を有し中性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　6.8　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie/(　M.E.)								
3．試験室における試験成績（昭和43年５月30日～昭和43年７月20日）								
(1) 性　状　無色清澄にして鹹味を有し中性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　6.8　(3) 比　重　1.0055（20℃）								
(4) 蒸発残留物　5594mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水１kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	130.3	3.332	3.57	塩素イオン Cl^-	3209	90.49	96.73	
ナトリウムイオン Na^+	1530	66.52	71.38	臭素イオン Br^-	7.232	0.0905	0.10	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.685	0.0054	0.01	
アンモニウムイオン NH_4^+	1.150	0.0639	0.07	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	432.4	21.58	23.15	硫酸イオン SO_4^{2-}	83.12	1.732	1.85	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	18.47	1.519	1.63	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.053	0.0188	0.02	
フエロイオン Fe^{2+}	0.055	0.0020	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}	0.490	0.0178	0.02	燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.542	0.1715	0.18	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	70.03	1.148	1.23	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.030	0.0010	0.00	
計	2114	93.21	100.0	水硫イオン HS^-	1.848	0.0560	0.06	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.154	0.0020	0.00	
ほう酸（メタ） HBO_2	33.89	0.7733		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	102.5	1.313		ほう酸イオン BO_2^-	0.124	0.0029	0.00	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00	
計	136.4	2.086						
遊離炭酸 CO_2	26.93	0.6120						
遊離硫化水素 H_2S	3.349	0.0985		計	3373	93.55	100.0	
計	30.28	0.7105						
総計	5653							
その他	他							
ガス	（1 l 中の含有量）							
4．泉質	含硫化水素・塩化土類－弱食塩泉（緩和低張性高温泉）							

(5) 触 媒 作 用

小野川温泉の2源泉について，過酸化水素の分解に関する触媒活性度の時間的変化を観測して，表46，図33のような結果を得た。

表46 触媒活性度の時間的変化

経過時間	尼湯源泉		二階堂源泉	
(分)	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.6	—	6.5
30	0.270	—	0.377	—
90	0.103	6.7	0.151	6.6
180	0.084	—	0.089	—
300	0.087	7.0	0.077	7.0
450	0.097	—	0.072	—
630	0.117	7.1	0.085	7.1
840	0.131	—	0.088	—
1080	0.145	7.2	0.097	7.2
1350	0.158	7.4	0.098	7.4

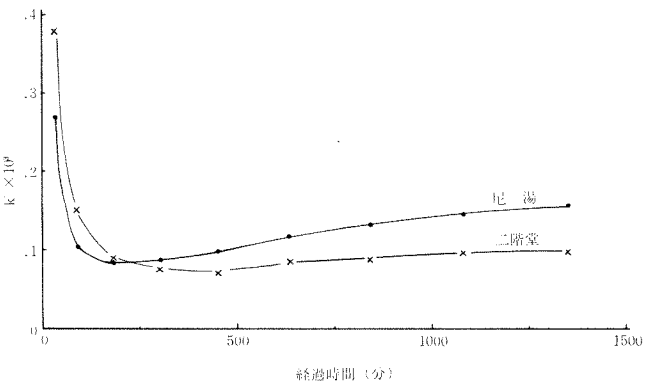


図33 触媒活性度の時間的変化

表47 小野川温泉の分析結果表 S.36.7 採水

(mg/l)

No.	源泉名	泉温(℃)	pH	溶存物質総量	NH_4^+	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}
1	堺屋1号	68.5	7.0	5883	2.0	100.0	1410	495.6	5.6	0.9	3110	72.4
2	〃 2号	71.3	9.8	6441	1.2	98.0	1500	525.6	5.6	Tr	3287	80.7
3	芳賀	58.5	6.9	5232	1.2	116.0	1320	444.4	5.1	〃	2766	88.1
4	宍戸屋1号	68.0	6.8	5973	1.6	99.2	1450	512.0	5.9	〃	3205	81.5
5	〃 2号	55.5	7.0	5379	1.6	118.0	1300	461.6	5.4	〃	2868	73.3
6	亀屋1号	70.0	7.0	5556	1.6	120.0	1340	474.8	5.3	0.7	2964	94.7
7	〃 2号	67.5	6.75	5298	1.6	112.0	1240	444.0	4.9	Tr	2973	60.1
8	〃 3号	46.5	7.0	4726	1.6	96.0	1090	374.0	5.1	1	2294	56.8
9	春木屋	63.0	6.95	4878	1.6	100.0	1120	434.4	5.0	2	2482	72.4
10	坂本屋	74.8	6.8	6166	1.6	100.8	1475	495.6	5.6	3	3262	94.7
11	高砂屋	68.8	6.8	5893	1.6	102.0	1475	462.8	5.6	Tr	3173	81.9
12	つるや1号	75.6	7.0	5864	1.6	108.0	1575	484.8	5.9	1	3230	79.0
13	〃 2号	59.0	7.0	4660	1.2	100.0	1230	359.1	4.9	2	2475	62.6
14	扇屋	69.0	7.0	5906	1.2	102.4	1575	480.0	5.5	Tr	3241	88.9
15	山口	73.8	7.0	6193	1.2	108.0	1538	477.2	9.1	1	3255	86.4
16	山川屋	72.0	7.0	5957	1.6	96.8	1425	516.8	5.5	2	3163	72.8
17	滝湯	70.0	7.0	5852	1.6	104.0	1450	517.6	6.0	3	3188	84.4
18	旭屋1号	57.5	7.0	5166	1.6	110.0	1230	444.0	5.4	Tr	2691	69.1
19	〃 2号	65.0	7.0	5864	1.6	104.0	1400	494.4	5.4		3035	79.8
20	尼湯	74.7	7.05	6033	1.6	102.4	1475	506.0	5.4	Tr	3131	79.4
21	二階堂	49.3	7.0	4730	1.6	107.0	1230	430.4	5.4	0.6	2638	49.8
22	梅屋	46.0	7.1	5011	1.6	84.0	1230	433.6	5.0		2695	65.8
23	登府屋	59.8	7.25	5476	1.6	112.0	1280	464.8	5.5	Tr	2911	68.7
24	今村	56.8	7.0	5257	1.6	112.0	1260	452.4	5.6	1	2766	67.9
25	丸宮	54.5	7.05	5140	1.6	112.0	1260	452.4	5.6	1	2780	65.4
26	加藤	50.8	6.9	4522	1.6	95.0	1060	388.0	5.9	1	2379	57.6
27	関谷	64.5	7.1	5140	1.6	114.0	1340	461.2	5.6	0.7	2872	56.4
28	小野川ホテル	63.0	7.05	5714	1.6	120.0	1340	474.0	5.6	Tr	2925	73.3
29	八木沢	68.2	7.15	5753	1.6	126.0	1400	492.8	6.4	〃	3035	55.9
30	やながわや	70.0	7.0	5801	1.6	129.6	1420	499.2	5.9		3085	75.7

(6) 地球化学的考察

昭和36年7月におこなった小野川温泉における各源泉の分析結果は表47のとおりである。これらの結果から，泉温，溶存物質総量および主要成分の相互関係，ならびに泉温とラドンとの関係について考察を進めてみよう。

図34～図39は，泉温—溶存物質総量，Na^+—溶存物質総量，Ca^{2+}—溶存物質総量，Cl^-—溶存物質総量，SO_4^{2-}—溶存物質総量，及びHCO_3^-—溶存物質総量を示した。

まず，泉温，溶存物質総量についてみると，バラツキはあるが，一応正の相関関係にあることがうかがわれる。

Na^+—溶存物質総量，Ca^{2+}—溶存物質総量，Cl^-—溶存物質総量は大概正の相関関係が認められる。

SO_4^{2-}—溶存物質総量は，バラツキが大きく明確な関係は見出し難い。

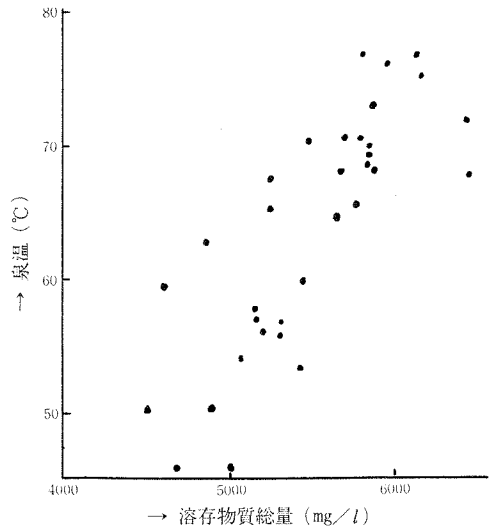


図34　泉温—溶存物質総量

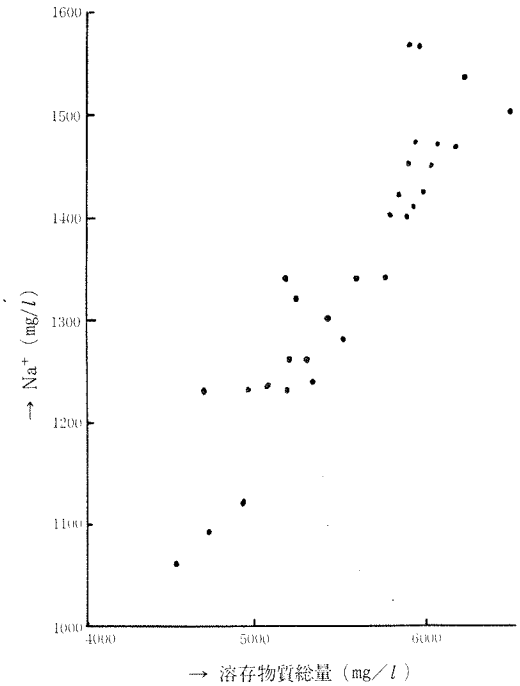


図35　Na－溶存物質総量

HCO_3^-	H_2SiO_3	遊離 CO_2	*Total* H_2S	(M·E) Rn	摘　要
82.9	90.0	16.7	3.7		動　力
93.4	110.0	14.5	4.9	2.3	
93.4	105.0	14.5	4.3	3.6	
89.7	91.0	18.1	3.2		
79.9	32.0	11.9	1.7		
79.9	95.0	14.5	3.3	3.3	動　力
76.3	83.0	16.7	1.9		
73.2	83.0	19.9	0.27	5.0	
73.2	76.0	12.8	2.9	3.4	動　力
76.3	92.0	15.8	4.2	2.3	動　力
82.9	90.0	9.7	2.9	3.0	動　力
73.2	81.0	16.7	3.5		動　力
59.8	76.0	11.9	4.4	5.9	動　力
76.3	100.0	18.9	3.8		動　力
76.3	86.0	14.5	2.5	2.7	
82.9	102.0	14.5	3.5	7.7	
76.3	111.0	18.9	4.9	11.3	
66.5	85.0	11.8	2.4	18.0	動　力
76.3	96.0	16.7	0.14		
86.7	77.0	14.5	1.6	0.7	動　力
93.4	77.0	14.5	3.6	42.4	
92.1	79.0	16.7	4.3	10.4	
100.1	80.0	11.9	5.2		
89.7	133.0	14.5	4.1		
96.4	86.0	14.5	3.5	13.1	
81.2	93.0	18.9	2.6	6.3	
86.7	86.0	9.7	2.9		
86.7	93.0	11.9	4.4	3.9	動　力
92.1	81.0	11.9	3.8		
93.4	82.0	14.5	5.9	6.8	

HCO_3^-－溶存物質総量は，定まった関係は認め難いが，しいて傾向づけをするならば，負の相関と言えよう。

このような事実から，各源泉はいずれも同一泉源に由来することがわかり，混入する地下水は，温泉成分と類似した化学組成であり，わずかにHCO_3^-を多く含有するものと考えられる。

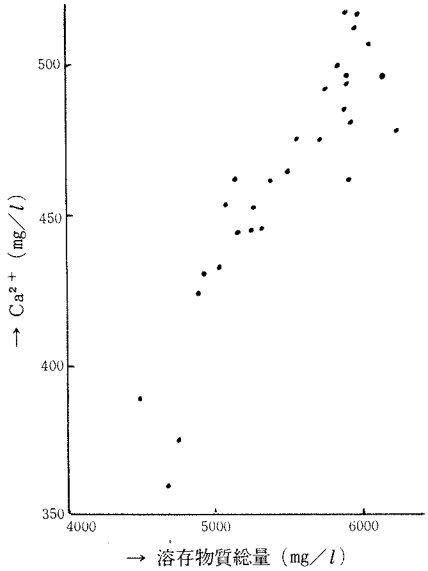


図36　Ca^{2+}－溶存物質総量

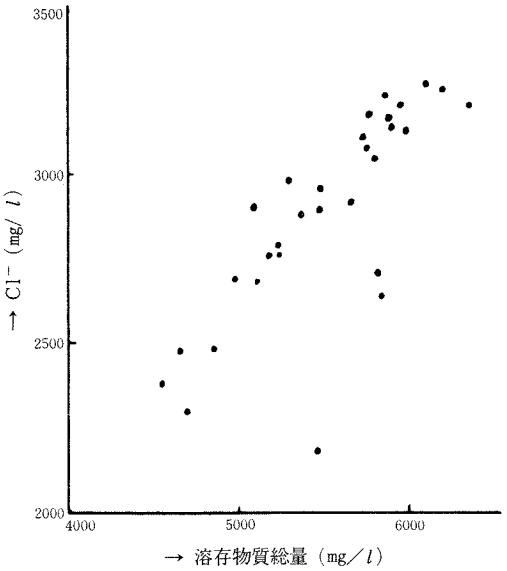


図37　Cl^-－溶存物質総量

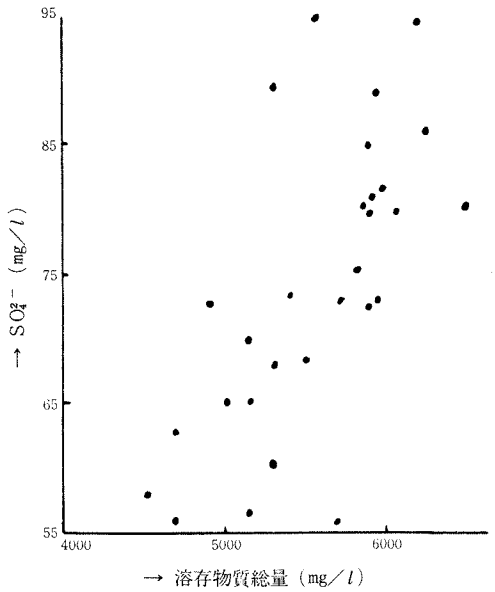


図38　SO_4^{2-}－溶存物質総量

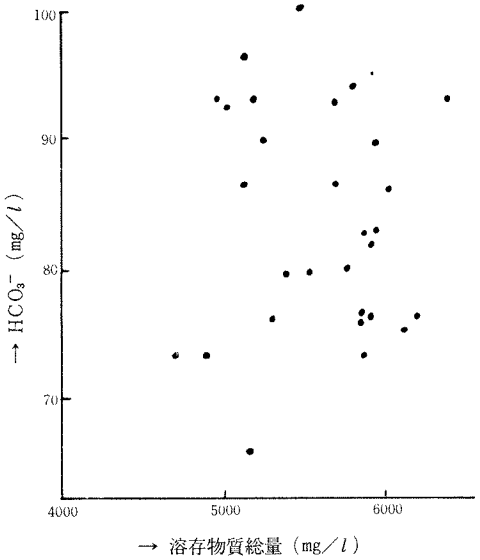


図39　HCO_3^-－溶存物質総量

(7) 地 温 調 査

温泉賦存帯の範囲，および湧出機構を推定する一手段として，1 m深の地温測定が昭和36年11月に行われた。その分析状況を等温線で示したのが図40である。全体として地温は非常に高く，自然湧出または浅所揚湯している。温泉地としての典型的な地温分布を示している。30℃以上の高温帯が尼湯源泉を中心として温泉街東部に広がり，中心部の地温は50℃以上に達する。小野川ホテル付近にもやや高温の区域があるが，範囲が小さく，温度も40℃をこす地点は存在しない。測定当時は約30か所の源泉が存在していたが，地温はそれらの源泉の泉温の分布とほぼ一致している。温泉街中心部が比較的低温なのは，この付近を南北に流下する地下水の影響であると思われる。

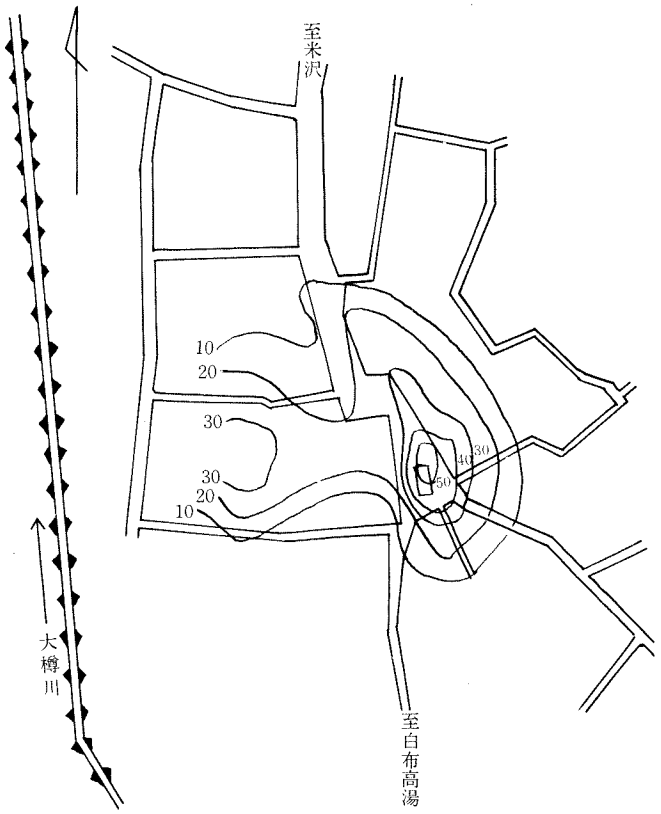


図40　小野川温泉地区の地温分布図

(8) 湧出量の経年変動

小野川温泉における昭和27年以降の総湧出量の測定結果は，表48に示すとおりである。表48から，湧出量の経年変動を図示すると，図41が得られる。

表48　小野川温泉の湧出量の経年変動測定結果

測定年月日	昭和 27.6.12	31.7.26	32.2.21	33.8.7	34.12.6	35.5.27	35.11.9
総湧出量 (l/min)	606	633	601	647	598	719	724
測定年月日	昭和 36.1.23	36.4.13	37.3.2	38.10.19	39.9.18	40.8.9	42.1.10
総湧出量 (l/min)	713	685	667	672	665	669	666

これによると，従来 600 l/min 前後であったものが，昭和35年には720 l/min に増加し，昭和37年以降は若干減少し，集中管理前の昭和42年初めには670 l/min 程度となっている。

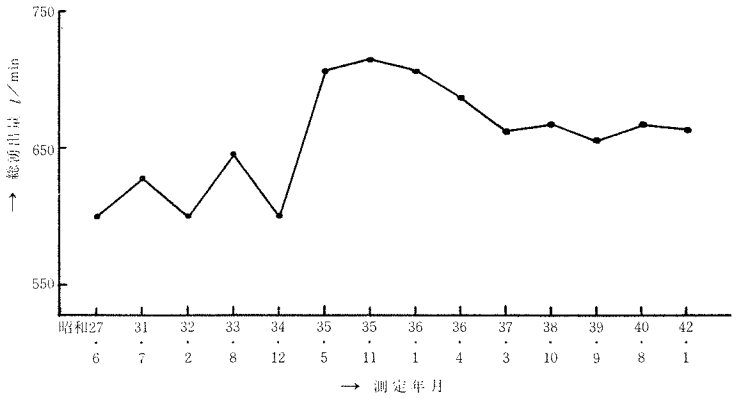


図41　小野川温泉の湧出量の経年変動図

このことは，自然湧出から動力揚湯に移行したことにより増量し，その後，温泉水の流動等温泉要素の変動により漸減したものである。

なお，昭和43年以降は集中管理することになり，総湧出量は720 l/min を維持している。

(9) 放　射　能

小野川温泉のRaBの測定を1953年８月，1970年７月の２回実施した。前者は自然湧出状態にあった時代に行われたもので，後者は源泉の集中管理の実施後に行われたものであり，両者を比較することには重要な意義がある。

イ) 自然湧出時　（1953 年８月）

はじめに放射性物質の濃縮，検出の方法を略記すると図42のとおりである。

測定結果は図43，図44のとおりで，いずれの直線からも，放射能の半減期が約30分であることが

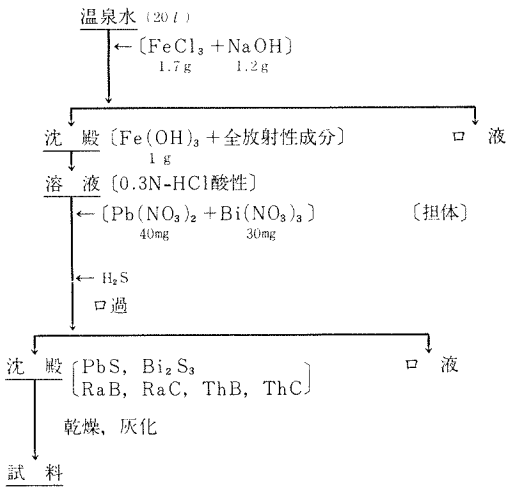


図42　放射性物質の分離

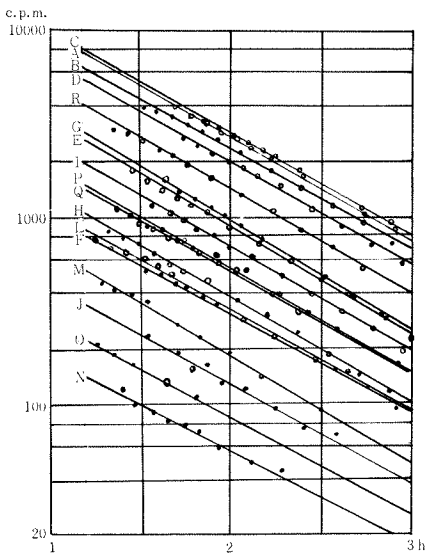


図43　放射能減衰曲線（1953）

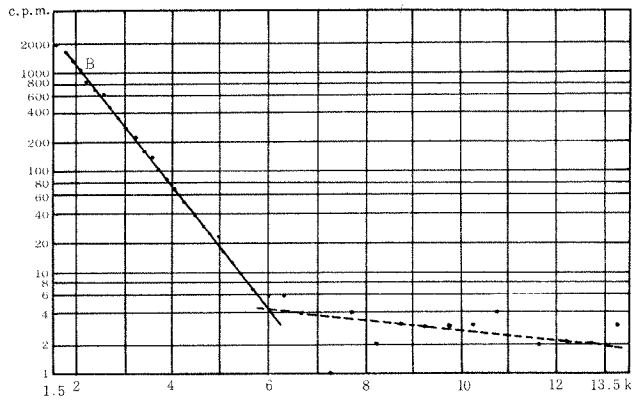


図44　放射能減衰曲線（梅屋）

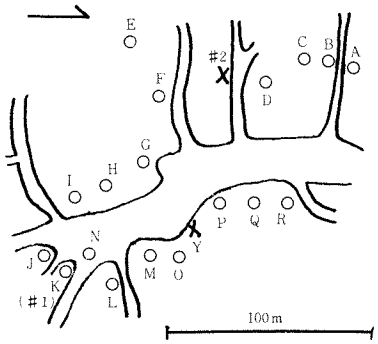


図45　源泉分布図

表49　放射能調査成績（1953）

記号	源　　泉	RaB＋RaC（10^{-9}Ci/l）	Rn（10^{-9}Ci/l）	（RaB＋RaC）/Rn
C	登府屋	2.61	6.19	0.42
A	二階堂	2.43	11.25	0.21
B	梅　屋	2.06	9.35	0.22
D	丸　宮	1.69	3.49	0.48
R	旭　屋	1.25	3.09	0.40
G	堺　屋	0.90	1.60	0.56
E	小野川ホテル	0.80	1.64	0.49
I	亀　屋	0.61	1.75	0.35
P	山川屋	0.45	2.36	0.19
Q	滝　湯	0.44	2.66	0.17
H	宍戸屋	0.31	1.42	0.22
F	簗川屋	0.27	1.82	0.15
L	高砂屋	0.24	1.20	0.20
M	鶴　屋	0.16	1.27	0.13
J	春木屋	0.11	1.24	0.09
O	扇　屋	0.08	1.13	0.07
K	坂本屋	0.06	1.35	0.04
N	尼の湯	0.05	1.49	0.03

※　Rnの測定値は山形県衛生試験所による。

わかる。これは半減期のわずかに異なるラジウムB（26.8min），ラジウムC（19.7min）によるものと考えられるが，大部分はラジウムBとみてよい。もしトリウムBが含まれるならば，半減期10.6時間に相当する直線が充分な経過時間後に描かれるはずである。しかし，図45に見られるように，その存在は確認することはできない。なお，これら図中の源泉の符号は，表49に記したものと同じである。表49は，各源泉のRaB（＋RaC）の放射能をキュリー（Ci），ラドンRnをこれとおなじ単位で表わしたものである。これらからわかるように，小野川温泉地帯のRaBの分布を見ると，つぎの3群に分けられる。すなわちRaBの放射能の最大値を示すCを中心とするA，B，C，D，Rの第Ⅰ群，中等程度のRaB放射能を示すG，Eを中心とするG，E，I，P，Q，H，Fを含む第Ⅱ群，

さらに弱いM，J，O，N，L，Kの第Ⅲ群である。第Ⅰ群より東南に向かって第Ⅱ群，第Ⅲ群とRaB放射能を減少する。泉温も一般的傾向として，第Ⅰ群がもっとも低く，第Ⅱ群，第Ⅲ群の順に高くなっている。そのようすを図46に示す。

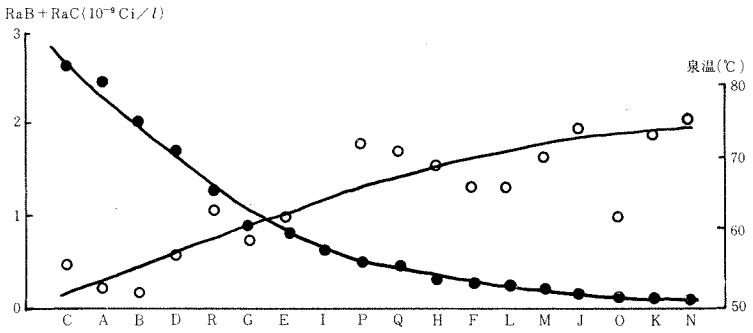


図46　放射能と泉温との関係

ロ）集中管理時（1970年7月）

1953年の測定から，小野川温泉にはThBがほとんど含まれないことがわかった。また，RaC，ThCの影響もすくないものと認めたので，つぎのような放射能分離法を行った。（図47）

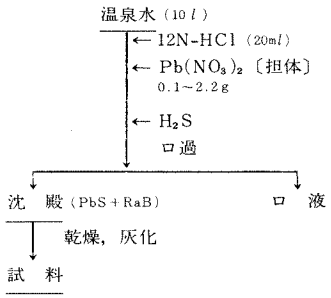


図47　RaBの分離

得られた結果は，図48のとおりで，これから，いずれの源泉についても約30分の半減期が認められた。すなわち，これらの放射能はRaBの崩壊によるものであることがわかる。図48より湧出時のRaBの放射能を標準と比較して求めると表50のようになる。1970年の測定は，採水可能な8源泉と，浅井戸1か所について行われたが，1953年のときとおなじく，第Ⅰ群のRが最大で，第Ⅱ群（Q，P，F，Hと2号源泉）がこれにつぐRaB放射能を示した。第Ⅲ群（F，H，Yと1号源泉）は，上記2群に比して放射能が1ケタ小さい。注目すべきことは，大樽川に近い飲料水用浅井戸（不圧地下水）が，1.9×10^{-9}Ci/lのRaBを示していることであり，第Ⅱ群に属するものと考えられる。動力揚湯を行っている1号源泉のRaBが最低であることは，この地域が従来より放射能の低い地域であるから，動力揚湯が必ずしもその原因ではなかろうと思われる。

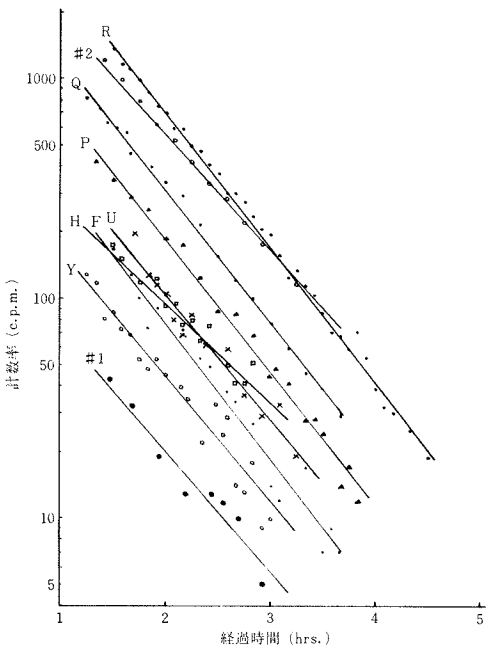


図48　放射能減衰曲線（1970）

表50　放射能調査成績　(1970)

記号	源泉	RaB (10^{-9}Ci／l)	記号	源泉	RaB (10^{-9}Ci／l)
R	旭屋	15.8	H	宍戸屋	1.5
＃2	2号源泉	8.5	Y	山川商店	0.86
Q	滝湯	6.9	＃1	1号源泉	0.37
P	山川屋	4.2	U	浅井戸	1.9
F	簗川屋	1.9			

(10) 湧出機構

小野川温泉は，地質の項でもすこしふれたように，最終的態様は，層状泉的であるが，湧出機構は，B断層の存在に起因するところが多い。

すなわち，温泉水は，新第三系中をB断層に沿って上昇し，地表ちかくでそこを覆っている砂礫層（厚さ平均4ｍ）中の冷地下水に遭遇するが，温泉水上昇域の周縁および冷地下水との接触部で両者が一部混合しあうのみで，主力温泉水は，冷地下層を排除して上昇し，やがて砂礫層中に層状泉状に胚胎するようになり，同層中をゆるやかに北西北方向に流下する。したがって，温泉要素は，地下におけるそのままの状態を保持していると考えられる。

もし，上記砂礫層中の冷地下水圧が増大した場合は，冷地下水と温泉水との混合域が増大し，地下からの純温泉成分は薄められるであろう。

温泉水の上昇域は，坂本屋旧源泉と山川屋旧源泉とを結ぶ卵形の範囲内であることが，泉温分布図および地温分布図などから推察される。また，A断層に沿っても水温および化学成分に異常が認められる井戸がある。

小野川温泉の熱源については，第四紀の非火山性地域であり，総論で述べたようにいろいろの成因が考えられるが，現在とのころ確定的なものはない。ラジウムの含有量が多いことは，この温泉の特徴的なことであるが，これは，放射性鉱物の含有が比較的多い流紋岩類が，地下浅所で第三紀花崗岩類に漸移していることに起因しているのではないかと考えられる。

(11) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　創傷　火傷　痔疾　湿疹　虚弱児童　女性性器慢性炎症　月経異常（特に無月経・過少月経）　更年期障害　慢性金属中毒症　皮膚病　糖尿病

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　皮膚粘膜の過敏な患者　その他一般に病勢進行中の患者

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘　糖尿病　慢性金属中毒症

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき下痢または下痢を起こしやすい患者

3．五色温泉・新五色温泉

(1) 環境と沿革

五色および新五色温泉は，奥羽本線板谷駅の南西方直線距離およそ2.5㎞にあるが，両温泉は低い尾根をへだてて，わずか250ｍの近い距離である。かつては板谷駅から前川の渓流にそってさかのぼり，五色橋・七曲りの急な山道を通って五色温泉に着く全行程約３㎞の徒歩道が唯一の交通路であった。いまなお，旧道として残っているが，現在は板谷駅から前川をへだてて，その南東方にひろがる台地を通り，両温泉地に通ずる約6.3㎞の自動車道路が開設されている。冬期間を除いて，新五色温泉を終点とする１日４往復のマイクロバスが運行されている。所要時間は片道40分である。

五色・新五色温泉の特色は，なんといってもその泉質の医薬効果と，冬のスキーであろう。五色・新五色は古来子宝の湯として有名で，遠くは関西・北海道方面まで聞こえている。冬の五色・新五色はスキーのメッカで，沿革でも述べたようにその歴史は古い。また周囲は福島県に流れる松川の上流部で，渓谷を探勝するのも一興である。散策路としては，西方滑川温泉に出るコース，姥湯温泉に通ずるコース，東吾妻，一切経に昇るコースもある。昭和46年には，国道13号線から板谷を経て，温泉場まで通ずる道路も完成した。

五色温泉は，天武帝の白鳳年間（約1280年前）役の行者小角が発見したと言い伝えられている。その後，天正年間に上杉家の重臣直江山城守兼継が奇病にかかり，医薬の効なくこの湯に

浴して快癒したので，藩中に宣伝され，霊湯温泉の名が広まったという。現在宗川合名会社の経営で，すでに380年の歴史を持ち，子宝温泉として広く知られている。なお，明治44年（1911年）横浜のアルペンスキークラブのウェンクラー・クラッツァー氏が，絶好のスキー場として紹介して以来，スキークラブハウスとして設備の完備した六華クラブが旅館の北に建設され，故秩父宮・高松宮をはじめ，皇族方のスキーシーズンの旅舎にあてられるなど，五色スキー場として名声も全国的に宣伝されるようになった。

一方新五色温泉は，嘉永2年板谷の住人佐藤惣左エ門が発見し，時の上杉藩主の伯母正寿院の隠居湯として開湯したもので，その名も長沢の「みとせの御湯」と名付けられ，由緒深い名湯である。後に藩主より佐藤惣左エ門に，温泉の権利，宅地，山林などを墨付とともに譲渡され，以来湯治場として一般に開放されるようになった。なお，この由緒ある名湯の記録は，安政2年の春，米沢藩の国学者泉崎六半の草文，上杉家の祐筆中西南喬の由来記を書いた石碑が建立され，今なお佐藤館に現存し，昔日の俤をしのぶことができる。

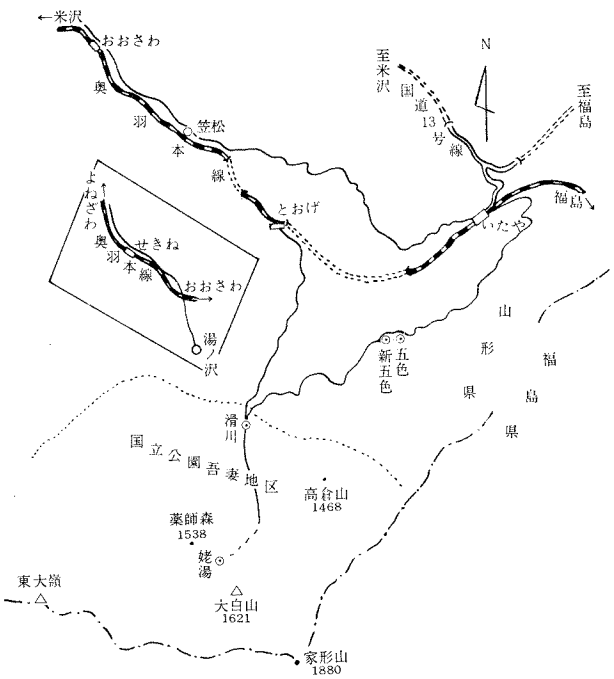


図49　五色・滑川・姥湯・笠松・湯ノ沢温泉環境図

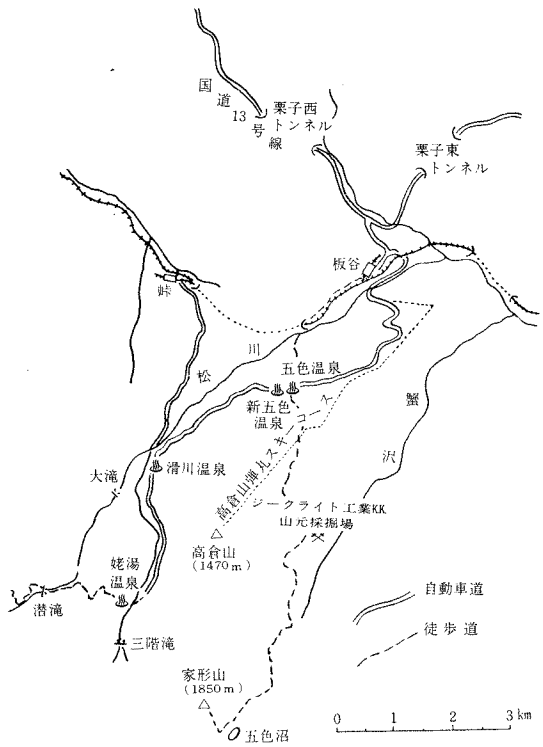


図50　五色・新五色・滑川・姥湯環境図

(2) 地 形 と 地 質

五色および新五色温泉は，吾妻山系の北東端，不忘山（1073m）の北西斜面の中腹部にあり，五色温泉の標高は海抜820 m，新五色温泉は海抜800 mである。ともに前川の峡谷をへだてて板谷峠の山嶺と向かい合い，おおむね高原性の地形を呈している。

この地域の地質は，新第三系の凝灰岩類を基盤として，高い所は吾妻火山の噴出物で覆われている。凝灰岩類の下半部は，砂礫質凝灰岩および礫岩で，前川の河谷に沿ってよく露出している。その走向はN 45°～70°西で北々東に20°内外の傾斜を示している。五色橋付近の河岸には，特に凝灰岩類の下底の礫岩層の発達がいちじるしい。この礫岩層は緻密な凝灰岩の薄層をはさんでいる。それはやや大規模なレンズ状をなすもので，礫は花崗岩，安山岩，黒色頁岩などで，挙大あるいは人頭大の大きさを普通とする。凝灰岩類の上半部は，主として角礫凝灰岩で，温泉地付近をはじめ，その南西方にかけての山地中腹部，および前川の左岸地域に広く分布している。この上半部は，黒色の小角礫をふくみ，緑色がかった灰白色を呈する岩石で，一般に層理は不明瞭である。しかし温泉地付近およびその南西方の滑川道路にみられる露岩では，一部に薄い粘土層を夾んでいる。また砂質となって，2～4cm大の豆灰石を含んでいるところもある。

吾妻火山の噴出物は，おもに火山灰と安山岩々塊とからなり，不忘山周辺の山頂部を覆い，一部は五色・新五色温泉の間の小分水嶺の尾根に沿って発達している。新五色温泉付近では，下位の角礫凝灰岩層を不整合に覆っている。

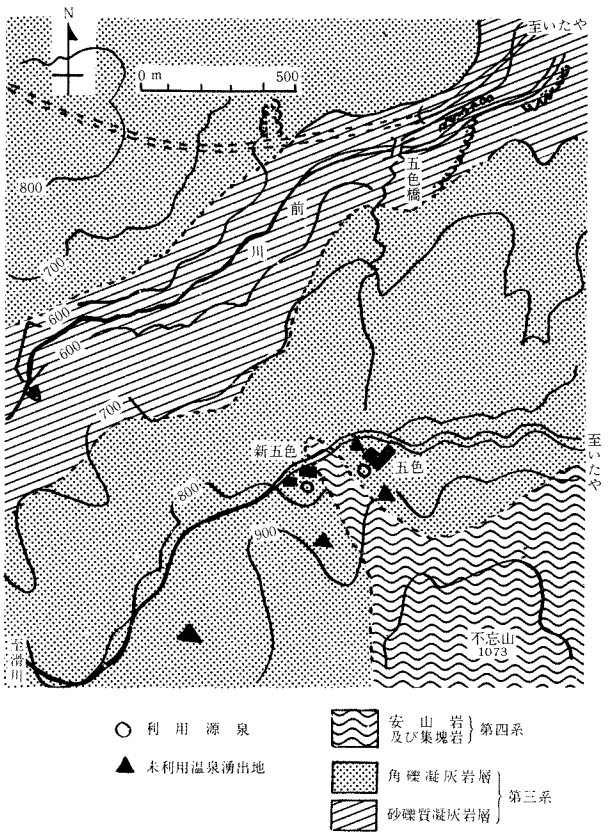


図51　五色・新五色温泉付近地形と地質図

(3) 源 泉 状 況

五色および新五色温泉は，ともに角礫凝灰岩の亀裂から自然湧出する温泉である。

イ）五色温泉

本温泉では，旅館裏の薬師堂の西側に１つの小さな谷が発達している。この谷をわずか上った西側に狭い平地があって，かつてはここに露天風呂をつくり，付近から浸み出てくる湯を集めて浴槽に利用したといわれている。現在は，この旧温泉の北西方および東方の崖のはしから，それぞれの横坑を掘さくして坑奥から湧出する温泉を浴室に導いて利用している。そして小浴室に利用している１号源泉では，横坑を西に向かって約12m掘進して，その坑奥から湧出する温泉を浴室まで約18m導いている。また大浴室に利用している２号源泉の横坑でも，西に向かって約10m掘って坑奥から湧き出す温泉を浴室まで約16m導いている。これら両源泉の泉温および湧出量についての昭和27年６月の測定結果は表51に示す通りであるが，昭和45年８月の測定結果でもほとんど変わりがない。

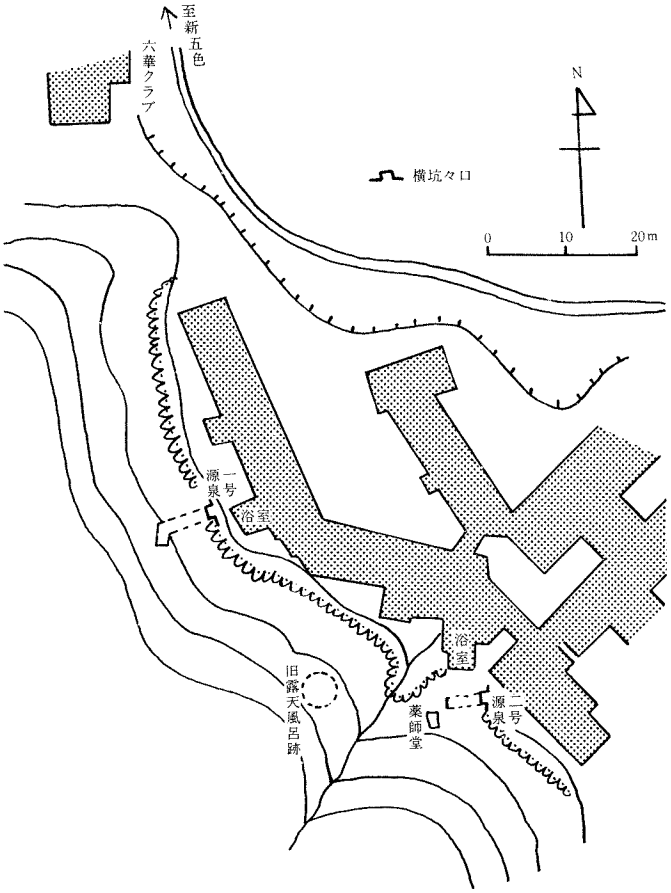


図52　五色温泉源泉位置図

表51　源泉状況

源泉名	泉温℃	湧出量 l／min
１号源泉	42.3	37
２号源泉	41.8	18.5

なお坑奥では，数か所の亀裂から温泉が湧出している。これらの湧泉はそれぞれ泉温がちがうが利用する立場から１か所に集め，これを浴室まで導いている。前述の泉温は湧出個所に最も近い集湯槽での測定値で，後述の分析および試験なども，この集湯槽から採取したものについて実施した。

旅館裏の崖には角礫凝灰岩がよく露出している。この凝灰岩の亀裂を観察すると，北25°～35°西の方向とほぼこれに直角の方向の亀裂が最も多く，さらにこれらに斜交する亀裂の発達があって，いわゆる網状亀裂帯を形成している。温泉の湧出は概して北25°～35°西

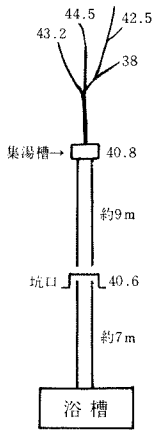


図53　二号泉坑奥に於ける湧泉の泉温状況
数字は摂氏度数
（昭和25・２・23調）

の方向の亀裂にみられ，この地域における温泉脈もこの方向をとるものと推定できる。すなわち1号および2号源泉の湧出主要亀裂は，ともに北35°西の方向のものである。また2号源泉の南々東方およそ150 m内外の距離にある山腹斜面の数か所にも，温泉の滲み出ている所があり，そのうちの1か所には泉温32℃の温泉が湧出している。さらに旅館の北西方にある六華クラブの崖には微温の温泉が湧出している。このように，本地域の温泉の湧出個所の分布状況や，岩石亀裂の発達状況から判断するとき，この温泉脈の方向は北西－南東方向をとるものと考えられる。

ロ）新五色温泉

新五色温泉では，旅館裏の崖に南東方向に，深さおよそ18mの横坑を掘さくして，坑奥に湧き出す温泉を浴室まで導いている。湧出個所から浴室までの距離は，およそ25mである。1952年6月の測定によれば，この源泉の泉温は41.5℃でその湧出量は73 l／minである。

横坑付近の崖には角礫凝灰岩がよく露出している。この崖にみられる岩石の亀裂は，東西性のものが多いが，北西－南東方向の亀裂も発達していて，坑奥の温泉湧出の大亀裂は，北40°西で南西方に急傾斜している。温泉旅館の近くにはほかに温泉湧出の徴候地はみられないが，旅館の西側に発達する谷の上流約300 mの地点には泉温36℃の温泉が湧出している。この地点は，利用源泉から南20°東の方向にあたっている。このように新五色温泉でも，温泉湧出に関係深い岩石亀裂や，湧出地の分布は，五色温泉の場合とほぼ同様に，北北西－南々東の方向をもっている。

なお1950年2月11日早朝，吾妻山系の一切経山（1948.9m，五色温泉の南方約7km）に小噴火があったので，五色・新五色温泉に対する影響を調査した。結果は前年8月の調査結果とほとんど変わりがなく，同噴火による影響は何ら認められなかった。

表52　五色・新五色の泉温，pH，固形物総量を表に示した。

	源泉	泉温 ℃	pH	固形物総量 mg/l
S24・8・24調	五色1号泉	42.8	6.6	840.7
	五色2号泉	41.8	6.7	768.9
	新五色源泉	41.0	6.5	857.5
S25・2・23調	五色1号泉	41.8	6.4	843.5
	五色2号泉	40.8	6.6	757.5
	新五色源泉	39.6	6.6	859.5

(4) 化 学 成 分

イ) 五色１号源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+, Ca^{2+}, HCO_3^-, Cl^- 及び遊離 CO_2 であるが，Mn^{2+} を比較的多く含有するのが特徴である。

表53

五色温泉（源泉名　１号源泉）

1．ゆう出地　米沢市板谷 498								（標高　　m）	
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年８月26日）　14時０分									
(1) 泉　温　45.2℃　天　候　雨　気　温　17.5℃　気　圧　m.bar									
(2) ゆう出量　（l／min）（ゆう出状況　自然ゆう出　）									
(3) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。									
(4) 水素イオン濃度（pH）　6.5　(5) ラドン含有量　×10^{-10} Curie（　M.E.）									
3．試験室における試験成績（昭和43年８月28日～昭和43年10月31日）									
(1) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。									
(2) 水素イオン濃度（pH）　6.6　(3) 比　重　1.0008（20℃）									
(4) 蒸発残留物　887.0 mg／kg									
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。									
本水１kg中に含有する成分及びその分量表									
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%		
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-					
カリウムイオン K^+	29.33	0.7501	6.05	塩素イオン Cl^-	170.2	4.800	38.67		
ナトリウムイオン Na^+	189.8	8.252	66.56	臭素イオン Br^-	0.320	0.0040	0.03		
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.063	0.0005	0.00		
アンモニウムイオン NH_4^+	0.336	0.0187	0.15	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-					
カルシウムイオン Ca^{2+}	58.44	2.916	23.52	硫酸イオン SO_4^{2-}	51.44	1.072	8.64		
マグネシウムイオン Mg^{2+}	4.010	0.3298	2.66	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$					
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$					
フエロイオン Fe^{2+}	0.415	0.0149	0.12	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$					
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}					
マンガンイオン Mn^{2+}	1.950	0.0710	0.57	燐酸イオン PO_4^{3-}					
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-					
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.408	0.0454	0.37	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	398.5	6.532	52.62		
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.072	0.0024	0.02		
計	284.7	12.40	100.0	水硫イオン HS^-					
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.046	0.0006	0.00		
ほう酸（メタ）HBO_2	61.53	1.404		けい酸イオン SiO_3^{2-}					
けい酸（メタ）H_2SiO_3	70.15	0.8985		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.128	0.0030	0.02		
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-					
計	131.7	2.303							
遊離炭酸 CO_2	306.5	6.967							
遊離硫化水素 H_2S				計	620.8	12.41	100.0		
計	306.5	6.967							
総計	1344								
その他	HPO_4^{2-} 痕跡								
ガス	（１l中の含有量								
4．泉質　含塩化土類重曹泉（緩和低張性高温泉）									

ロ) 新五色源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，五色温泉と同様Na^+, Ca^{2+}, HCO_3^-, Cl^-及び遊離CO_2であり，Mn^{2+}を比較的多く含有するのが特徴である

表54

新五色温泉

1．ゆう出地　米沢市板谷 510

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年８月26日）　10時45分

(1) 泉　温　40.7℃　　天　候　曇　　気　温　20.7℃　　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　　（l／min）（ゆう出状況　自然ゆう出　　）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.7　　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$Curie（　　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和43年８月28日～昭和43年10月31日）

(1) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.8　　(3) 比　重　1.0009（20℃）

(4) 蒸発残留物　903.0　mg／kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	25.03	0.6402	4.86	塩素イオン Cl^-	156.0	4.399	32.86
ナトリウムイオン Na^+	179.9	7.822	59.37	臭素イオン Br^-	0.296	0.0037	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.032	0.0003	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+	0.392	0.0218	0.17	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	84.17	4.200	31.89	硫酸イオン SO_4^{2-}	48.56	1.012	7.56
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.888	0.3197	2.43	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.665	0.0238	0.18	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe_3^+				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	2.300	0.0837	0.64	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.544	0.0605	0.46	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	485.7	7.963	59.49
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.114	0.0038	0.03
計	296.9	13.17	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.062	0.0008	0.01
ほう酸（メタ）HBO_2	55.84	1.274		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	74.04	0.9483		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.128	0.0030	0.02
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	129.9	2.222					
遊離炭酸 CO_2	292.0	6.636					
遊離硫化水素 H_2S				計	690.9	13.39	100.0
計	292.0	6.636					
総計	1410						
その他	HPO_4^{2-} 痕跡						
ガス	（１l中の含有量						

4．泉　質　含塩化土類重曹泉（緩和低張性温泉）

(5) 触 媒 作 用

五色１号源泉および新五色源泉について，過酸化水素の分解に関する触媒作用をしらべ，その触媒活性度（k′）の時間的変化を観測して，表55，図54のような結果を得た。なお，表中の pH は過酸化水素を加えた後の値である。

表55　触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	五色１号源泉		新五色源泉	
	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.6	—	6.6
30	0.4333	6.6	0.6533	6.6
90	0.3567	6.7	0.5633	6.7
180	0.4772	6.8	0.5865	6.8
300	0.5060	6.9	0.6190	7.0
450	0.5454	7.2	0.6049	7.2
630	0.5702	7.4	0.5641	7.4
840	0.5629	7.6	0.5243	7.6
1080	0.5189	7.9	0.4887	7.8
1350	0.4615	8.1	0.4428	8.0

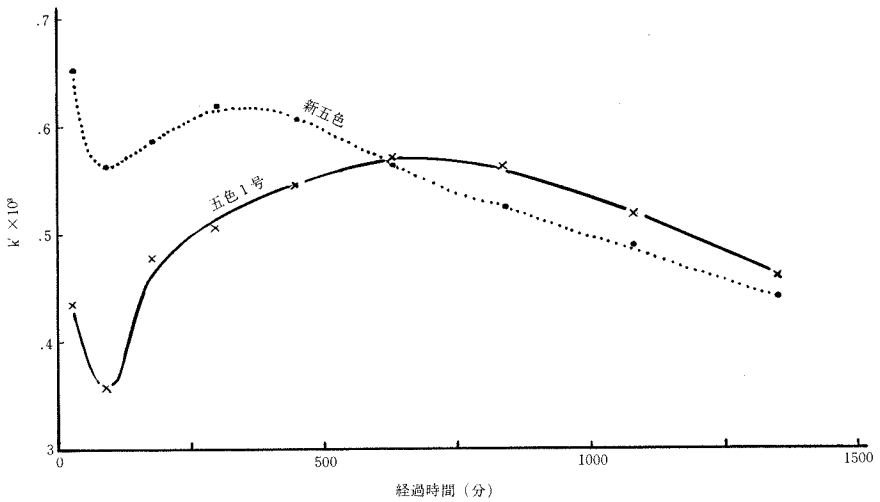


図54　触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

五色地区の各湧泉は，13を数え，図55に示したように分布している。

これらの湧泉について，昭和38年８月実施した分析結果は，表56のとおりである。

分析結果から，泉温及び各主要成分と，溶存物質総量との相互関係ならびに pH と遊離 CO_2 との関係について考察を進めてみよう。

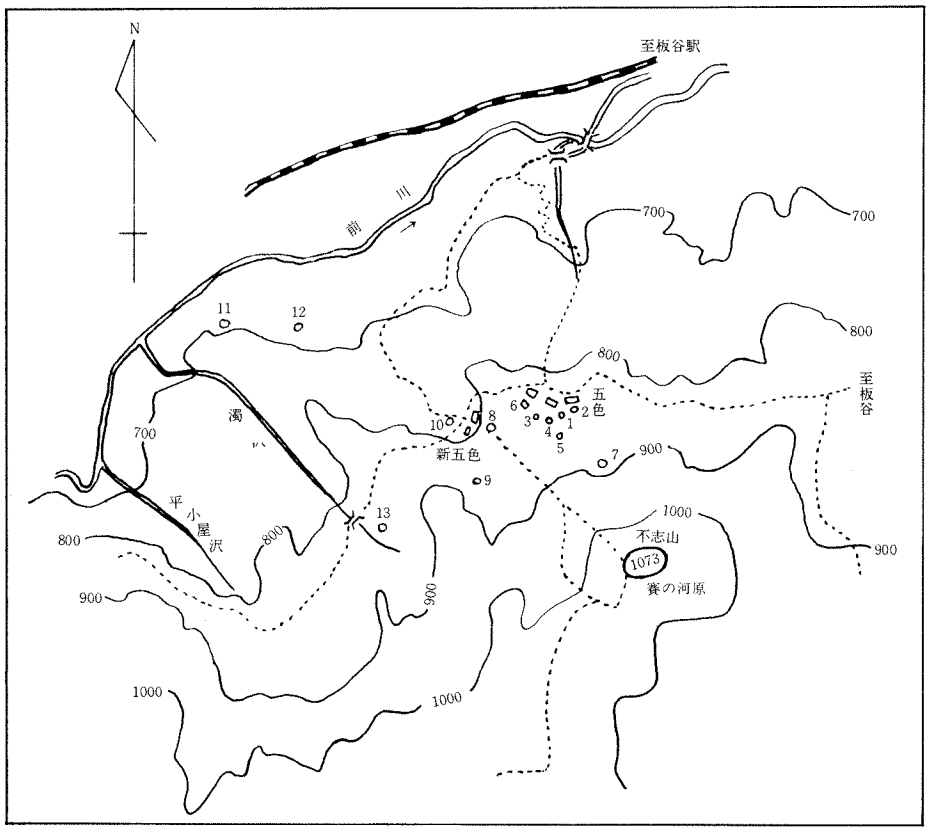


図55　五色地区の湧泉分布図

表56　五色地区湧泉の分析結果

SP. No.	SP.	採水年月日	泉　温	pH	溶存物質総量	Ca^{2+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}
1	薬師の湯	38. 8. 5	43.2	6.4	875.6	66.86	172.0	47.32	549.0
2	五色1号	〃	46.8	6.45	868.0	74.00	172.0	51.03	634.4
3	〃 2号	〃	45.0	6.5	846.0	57.14	166.7	43.62	512.4
4	〃 3号	〃	36.3	7.2	799.6	61.43	157.8	42.38	488.0
5	露天風呂跡	38. 8. 6	30.6	6.5	743.2	71.43	149.8	42.38	451.4
6	六華クラブ裏	38. 8. 5	25.0	6.4	666.8	68.86	121.5	49.38	420.9
7	五色裏山	38. 8. 6	32.6	6.2	997.5	32.29	184.4	43.21	427.0
8	新五色	38. 8. 8	40.5	6.5	882.0	82.86	156.0	52.26	597.8
9	米高上寮跡	〃	36.0	6.4	801.6	45.43	172.0	42.38	634.4
10	新五色前小屋	〃	20.5	7.3	286.8	30.57	54.96	34.15	359.9
11	平小屋1号	38. 8. 7	17.5	7.4	877.6	12.29	187.1	65.84	1098
12	〃 2号	〃	17.0	7.5	548.0	17.14	90.42	39.09	360.0
13	濁沢	〃	19.2	7.4	254.8	28.00	37.23	14.40	195.2

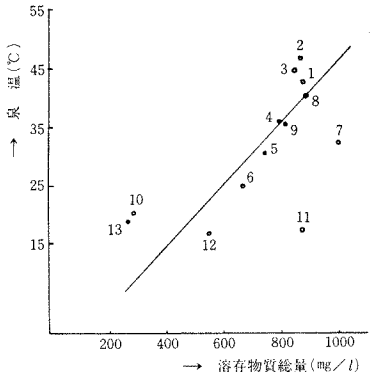


図56　泉温—溶存物質総量

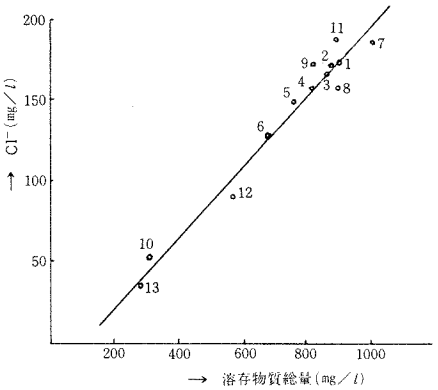


図57　Cl^-—溶存物質総量

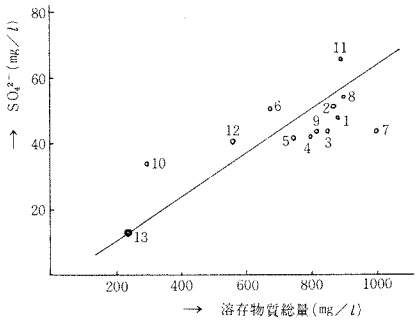


図58　SO_4^{2-}—溶存物質総量

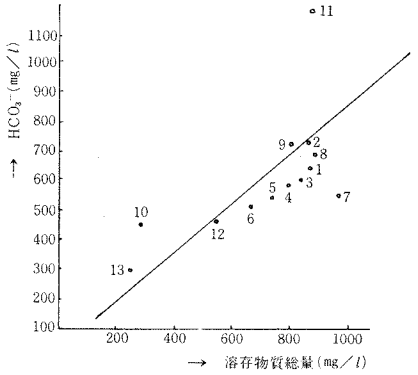


図59　HCO_3^-—溶存物質総量

(mg／l)

H_2SiO_3	遊離 CO_2	遊離 CO_2	(l/min) 湧出量
94.00	158.4	—	3.0
105.9	149.6	—	36.0
66.47	158.4	—	18.0
85.17	35.20	—	1.0
58.68	114.4	—	0.5
85.17	105.6	—	5.4
54.53	193.6	1.19	3.6
93.48	168.2	—	72.0
100.2	202.4	—	54.0
44.14	20.50	—	0.5
47.26	70.40	—	0.5
34.28	15.40	—	1.0
34.79	17.60	—	1.8

図56～図60に，泉温—溶存物質総量，Cl^-—溶存物質総量，SO_4^{2-}—溶存物質総量，HCO_3^-—溶存物質総量及びCa^{2+}—溶存物質総量を示した。

まず，泉温—溶存物質総量についてみると，多少のバラツキはあるが，一応正の相関関係にあることがうかがわれる。Cl^-—溶存物質総量は正の相関が認められ，SO_4^{2-}—溶存物質総量及びHCO_3^-—溶存物質総量は，おおむね正の相関傾向にある。

Ca^{2+}—溶存物質総量は，バラツキが大きく明確な関係は見出しにくいが，しいて傾向づけをするならば，正の相関と言えよう。

このような事実から，各源泉はいずれも同一水系のものと見なされ，特に五色・新五色温泉近くの各湧泉は，同一泉源に由来することが認められ，混入する地下水は，温泉成分とほぼ類似した化学組成を持っているものであ

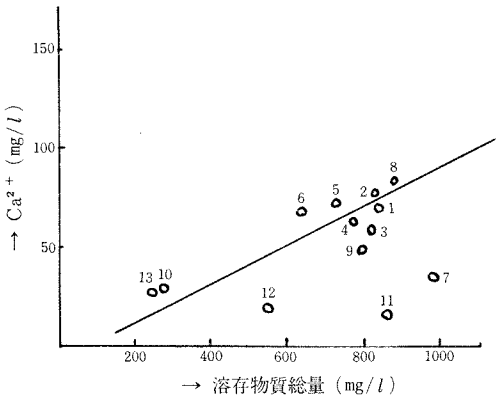


図60 Ca^{2+}—溶存物質総量

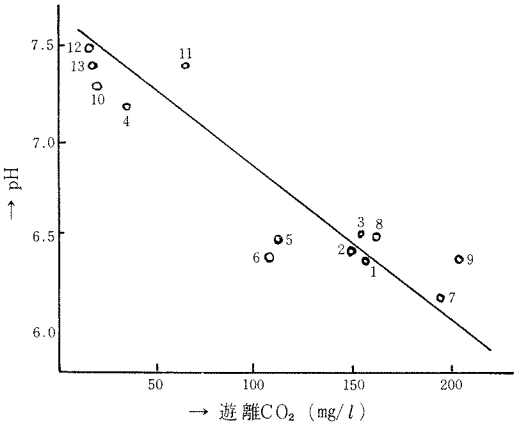


図61 pH—遊離CO_2

ると考えられる。

図61に，pH－遊離CO_2を示したが，両者は負の相関が認められ，本地区の弱酸性は遊離CO_2によるものと考えられる。

(7) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　創傷および火傷　皮膚掻痒症および角化症　リウマチ性疾患　病後回復期　疲労回復　本泉は古来特殊適応症として不妊症があげられ，子宝の湯とさる。

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性肝・胆道疾患　糖尿病　痛風および尿酸素質　肥満症　貧血症

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき。

4．滑　川　温　泉

(1) 環境と沿革

滑川温泉は奥羽本線峠駅の南方直線距離約3.5kmにある。峠駅からおよそ1.5kmはゆるやかな坂道で，これをのぼりきると，にわかに視界が開け，すぐ下に前川の溪谷をへだてて高倉山の峻峰や，新五色温泉をまじかにのぞみ，また遠く家形山の秀峰を仰ぎながら，平坦な道路が温泉までつづいている。冬期間をのぞいて，峠駅から温泉旅館まで，1日4往復のマイクロバスが運行されている。所要時間は片道約25分である。

滑川温泉の特色は，素朴で閑静な山に囲まれていることであろう。喧噪な都会をはなれて，この閑静さを求めてくる浴客が，関東方面からもかなり多い。また，春から秋の山の幸に恵まれており，浴後の散歩ていどでいろいろの山採をつむことができ，湯治の副食物にことかかないのも特色である。

滑川温泉は寛保2年（約239年前），大沢の郷士斎藤盛房が山に遊び，川を渡っていたおり，岩石に滑って倒れたとき，暖かい石に触れたことから，温泉を発見したと言い伝えられている。また滑川の名もこれから生まれたという。盛房はみずから資財をなげうって，道をひらき浴舎を建て，開湯の基礎を築いた。その後宝暦12年（約211年）に，現旅館主の祖笹木正直が，湯守としてこの地に住むようになった。その後ますます道路を整備し浴舎を改造して，客の便をはかり，以来今日にいたっている。

(2) 地形と地質　（図14参照）

滑川温泉は，前川上流の河岸にあって，標高は850mである。東に高倉山（海抜　1,469m），西に栂森（海抜　1,627.9m）の高峰があり，その間を前川が深く侵蝕して北々東方に流れている。前川は温泉地付近で30～40mの川幅であるが，両岸とも急な山脚がせり出して河床勾配も急で，急湍となったり小さな滝となって流れている。

温泉旅館の北方約400mの滑川橋の付近から，ほぼ北50°西の方向の断層線（滑川断層と呼ぶこととする）がある。この断層線を境にして，北側の前川河岸に沿った地域には，おもに礫を含んだ淡緑色凝灰岩が発達し，その下部には，灰黒色砂質頁岩・凝灰砂岩・礫岩などをはさんでいる。こ

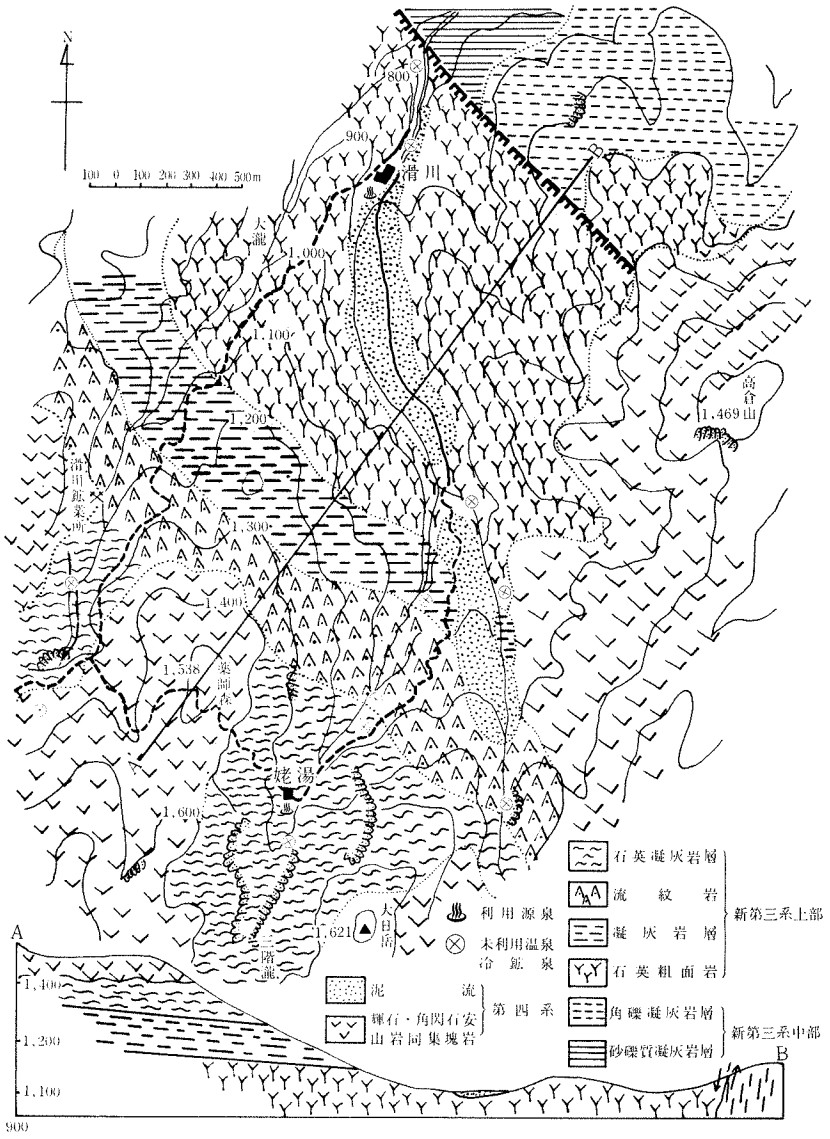


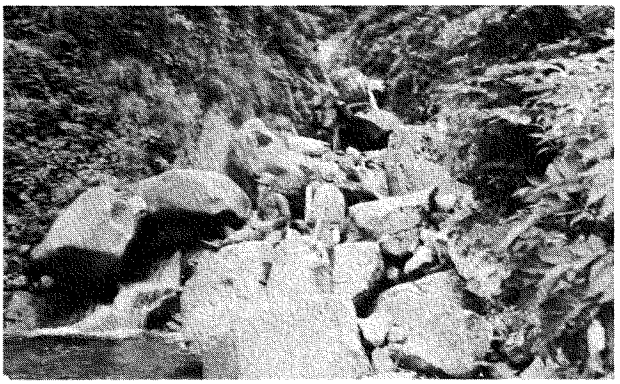
図62　滑川姥湯温泉付近地形及び地質図

の地層は，五色温泉付近の前川河岸に発達する砂礫凝灰岩の地層の上部にくるもので，層位学的には同時代にできた地層とみられ，新第三系緑色凝灰岩層（西黒沢階）の一部と同時代であると考えられる。これに対して滑川断層の南部，すなわち，温泉地域は石英粗面岩質の岩石から構成されている。この岩石は，五色温泉付近に発達する，角礫凝灰岩層の上位にくるものと考えられる。下部は主として石英粗面岩，石英粗面岩質凝灰岩，流紋岩などの地層で，とくに温泉地付近では石英粗面岩の発達がいちじるしい。これらの層理は一般に不明瞭であるが，全般的には，北東に10°内外の緩傾斜を示している。

以上の新第三紀の地層は，温泉地の南方地域では前川およびその支流の流域に沿って，海抜1,200～1,300ｍの高さまで露出していて，南方姥湯温泉付近では，1,400ｍの高さまで発達している。また東方の高倉山，西方の栂森から吾妻連峰にかけての尾根には，吾妻火山の熔岩流や火山灰があって，前記新第三系層との間には褐鉄鉱が層状に発達しているところがある。また温泉地から南方熊坂付近までの前川河岸や，熊坂付近で合流する右支流の「赤滝の沢」の河岸に沿って，泥流の発達がいちじるしい。

(3) 源泉の状況

温泉は前川の右岸に沿って，数か所から自然湧出している。そのうち，現在利用中の源泉は２か所で，「上の湯」および「下の湯」源泉とよばれている。



現源泉上流約120ｍ地点の自然湧出源泉

イ）上の湯源泉は，温泉湧出地点のうち最南端のもので，温泉旅館の南方約50ｍにあって，河崖に発達する泥流層の亀裂から湧出している。この地域に湧出する温泉のうちで泉温が最も高く，52°～53℃で，湧出量も多い。

ロ）下の湯源泉は，旅館のほゞ中央にある下の浴室の浴槽底から湧出するもので，泉温は42℃である。なおこの源泉の湧出量は次のとおりである。

上の湯源泉　　143 *l*/min

下の湯源泉　　80　〃

ハ）その他，旅館建物の南端にある護岸の石垣の下の砂礫中から湧出するものもある。これは貯湯池をつくって石垣で囲い，洪水から保護している。この源泉は，現在は利用していないが，以前は上の湯源泉の湯を一旦この貯湯池に導入して，混合した温泉水を浴槽に引湯したことがある。

また，温泉旅館の北端にある温泉神社の北側の崖に，温泉の湧出しているところが２か所ある。その一つは，泉温32℃で，湧出量も少ないため未利用となっている。この付近は基盤が石英粗面岩で，大小の安山岩魂の泥流層で薄く覆われた地帯で，温泉はこの泥流層の亀裂から湧出している。また，この湧出地点の下方の道路ぎわには，温泉沈殿物で形成された石灰華が保存されている。このほか，滑川橋付近の右岸で河床に露出する石英粗面岩の亀裂に沿って，ところどころ湯花が付着しているのが見られる。

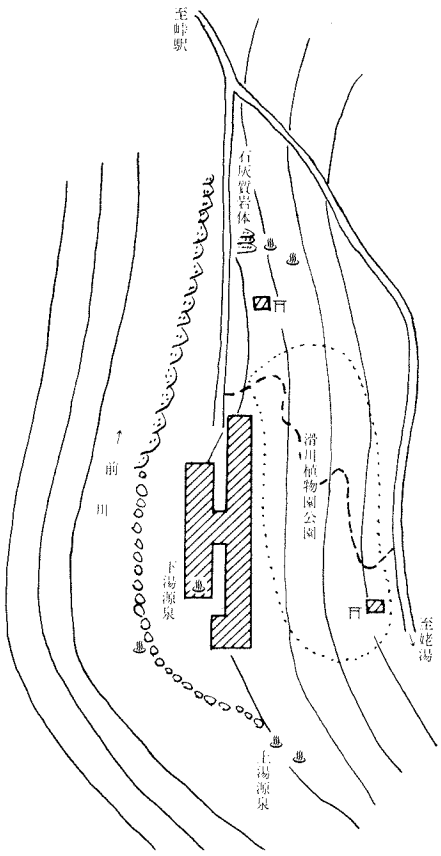


図63　滑川温泉付近見取図

(4) 化 学 成 分

上の湯源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，HCO_3^-，SO_4^{2-}及び遊離H_2Sである。

表57

滑川温泉（源泉名　上の湯源泉）

1．ゆう出地　米沢市大字大沢字滑川5　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年6月20日）　10時0分

(1) 泉　温　53.0　℃　天候　曇　気温　17.0　℃　気圧　m，bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち，中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.9　(5) ラドン含有量　×10⁻¹⁰Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績　（昭和43年6月22日～昭和43年7月20日）

(1) 性　状　無色清澄にして中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.85　(3) 比　重　1.0010　（20℃）

(4) 蒸発残留物　988.0　mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	9.580	0.2450	1.81	塩素イオン Cl^-	45.92	1.295	9.48
ナトリウムイオン Na^+	242.4	10.54	77.94	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.012	0.0007	0.01	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	48.45	2.418	17.88	硫酸イオン SO_4^{2-}	316.9	6.602	48.35
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.402	0.2798	2.07	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.931	0.0166	0.12
フエロイオン Fe^{2+}	0.151	0.0054	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.380	0.0138	0.10	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.186	0.0207	0.15	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	340.4	5.580	40.86
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.156	0.0052	0.04
計	304.6	13.52	100.0	水硫イオン HS^-	5.029	0.1524	1.12
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.092	0.0012	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2	31.04	0.7082		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	62.30	0.7980		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.141	0.0033	0.02
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	93.34	1.506					
遊離炭酸 CO_2	106.4	2.418					
遊離硫化水素 H_2S	7.398	0.2176		計	709.6	13.66	100.0
計	113.8	2.636					
総計	1221						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉　質　含芒硝，重曹・硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

滑川温泉の，過酸化水素の分解についての触媒作用を観測したが，その触媒活性度（k′）の時間的変化は，表58，図64図のとおりである。

表58 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	$k' \times 10^3$	pH
0	—	7.0
30	0.4800	7.0
90	0.4678	7.1
180	0.3672	7.4
300	0.3650	7.4
450	0.3653	7.4
630	0.3240	7.6
840	0.3418	7.8
1080	0.3459	7.8
1350	0.3347	7.8

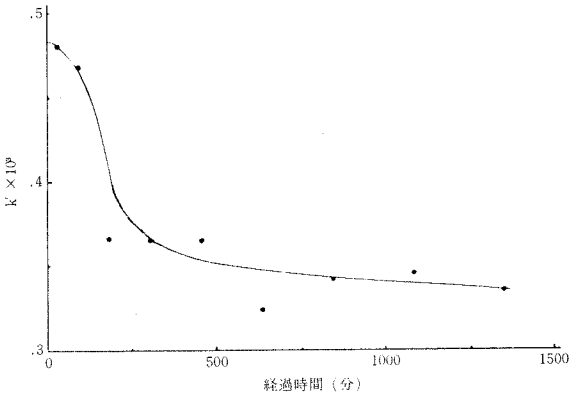


図64 触媒活性度の時間的変化

(6) 湧 出 機 構

当温泉およびその付近では，滑川橋付近を除くと温泉の各湧出地点は，沖積層あるいは泥流層で覆われているので，直接基盤からの湧出状況を観察することができない。

イ） この地域では，基盤の岩石に発達する主な亀裂は，東西性・南北性および北西－南東性の三つの方向が認められること。

ロ） 温泉湧出地帯は前川の流路にそった北20°東の方向をとること。

ハ） 温泉の湧出あるいはその徴候が，前川右岸に限られていること。

以上のことなどを考えると，この地帯の温泉源は，本地域の東方あるいは東南東方の地下深部にあるものと思われる。また滑川断層が，温泉の上昇路に直接的な関係がないことは，この断層線に沿って，なんら温泉湧出の徴候がみられないことによって判断される。

(7) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患 神経痛 慢性金属中毒症 糖尿病 皮膚掻痒症 慢性湿疹及び苔癬 慢性膿皮症 凍創 運動障害（特に神経麻痺） 創傷 女性性器慢性炎症 月経異常

浴用の禁忌症　すべての急性疾患とくに熱性疾患 進行性結核 悪性腫瘍 重い心臓病 出血性疾患 高度の貧血 その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病 慢性金属中毒症 リウマチ性疾患 痛風および尿酸素質 慢性便秘 運動障害（特に神経麻痺）慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

5．姥　湯　温　泉

(1) 環境と沿革

姥湯温泉は，滑川温泉の南方2.4 km にあって滑川温泉から前川の流路にそって歩道が開かれている。その行程はおよそ３kmで，熊坂付近をのぞいては，概してゆるやかな山道であり，滑川温泉から徒歩で約１時間の距離である。また，姥湯温泉の手前約500ｍのところまで自動車で行ける。

この温泉の特色は，何といっても山岳美と渓谷美であろう。山岳では吾妻山系中の東大嶺には約２時間で行ける。渓谷美は松川の上流部の渓谷で，三階滝・潜滝・少し下がって大滝などがある。姥湯温泉の湧出口は方々にあって，谷壁のここかしこから湯が湧出する状況は壮観である。現在利用されているのはほんの一部にすぎず，今後の開発が期待されている。都会に飽きた者には絶好の安息地となるであろう。

この温泉は，天文２年（およそ400年前）矢沢の荘，大内実蔵なるものが山で道に迷っているうちに一老媼に会い，その教えによってこの温泉を発見したと言い伝えられている。姥湯の名もこれから生まれたという。後に，寛永年間になって，村民の遠藤孫作なるものがこの湯を開き，いらい引き続き今日に至っている。また一説には，滑川の開湯の基礎をつくった，大沢の郷士斎藤盛房が，自分の資財をなげうって浴舎を建て，道路を開いてその繁栄を計ったともいわれている。

(2) 地形と地質

本温泉は前川の源流地にあって，標高は1,230mで，県内では最高所の温泉湧出地である。南方には，まぢかに吾妻連峰の尾根が東西にのびており，その支脈は北に延びて，西に薬師森（海抜1,538m），東に大日嶽（海抜1,621m）の高峰となって，その間を侵食した前川の源流が深い峡谷をつくっているが，温泉はこの峡谷の河底に近く湧出している。そして付近一帯は断崖絶壁で，白一色の峨々たる露岩にうっそうたる自然林が，夏の濃緑，秋の紅葉に色どられており，その雄大な美しい景観は深山幽谷の温泉郷として，吾妻国立公園内に一異彩を放つものと言っても過言ではないであろう。

温泉地帯の地質は，主として石英粗面岩質凝灰岩で，吾妻火山の溶岩とみられる安山岩は，海抜1,500mの高さに分布している。（図62の地質図参照）石英粗面岩質の凝灰岩は灰白色で硬い。またこの石英粗面岩質凝灰岩は温泉湧出地付近ではひじょうに風化・分解して漂白され，しばしば硫黄の沈澱物をふくみ，また網状の石膏細脈で貫かれているところもある。おそらく，温泉湧出地付近は，吾妻火山の噴火に伴って活動した硫気孔の遺跡とみなすべきものであろう。なお，温泉旅館前の川をへだてた崖には，石英粗面岩質の凝灰岩に貫入した安山岩の大規模な岩脈がみられる。

(3) 源泉状況と湧出機構

当地域の温泉は，渓流の右岸にそった断崖に露出している石英粗面岩質の凝灰岩の亀裂から自然湧出している。この岩石には，無数の網状亀裂が発達しているが，その主なものは東西性および南北性の2方向を示している。温泉の湧出は東西性の亀裂からのものが多い。源泉は渓流に沿った崖の下部で，約100 mの範囲の各所にみられるが，その大部分は渓流中に放流されている。したがって渓流の一部には，自然の野天風呂ができているところもある。現在利用している源泉は湧出個所のうち，わずか1か所の源泉で，温泉旅館からおよそ50mほどの距離にあって木製湯樋で引湯している。この源泉の泉温および湧出量は次の通りである。

泉　温　　52.0℃

湧出量　　990 l/min　（湧出量は浴槽の導入口における測定値である）

そのほか未利用源泉のうち主なものは，

イ）　利用源泉の数10m上流の崖に泉温62℃の相当量の湧泉がある。旅館からの距離や地形的な関係から引湯困難なため未利用のまま放置されている。

ロ）　温泉旅館から下流約300 mの山の斜面で，滑川－姥湯道の下方20～30mのところに温泉が湧出している。この付近を通称大日沢という。泉温は51.5～57℃で，これらの湧泉を集めれば相当な泉量もえられる見込みなので，今後の開発が望まれる。

以上の各源泉は，いずれも渓流の右岸のみに分布し，地質的におなじ左岸には湧泉の徴候さえみられない。このことは滑川温泉と同様に，この地帯の温泉源もまた本域の東方あるいは東南方の地下にあるものと考えられる。

(4) 化 学 成 分

利用源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の液性は硫酸酸性を呈し，主成分としてNa^{2+}，Ca^{2+}，Fe^{2+}，SO_4^{2-}，HSO_4^-，及び遊離H_2Sを含有する。

表59

姥湯温泉

1．ゆう出地　米沢市姥湯1番地　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年6月19日）15時45分

(1) 泉　温　51.5℃　天　候　曇　気　温　13.0℃　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（l／min）　（ゆう出状況　自然湧出　）

(3) 性　状　無色清澄にして著るしく硫化水素臭を放ち，収斂味を有し酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　2.4　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和43年6月22日～昭和43年7月20日）

(1) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　2.4　(3) 比　重　1.0010（20℃）

(4) 蒸発残留物　795.0 mg／kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	3.226	3.200	24.29	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	20.49	0.5240	3.98	塩素イオン Cl^-	16.49	0.4650	3.44
ナトリウムイオン Na^+	57.50	2.500	18.97	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-	64.08	0.6601	4.88
カルシウムイオン Ca^{2+}	53.60	2.675	20.30	硫酸イオン SO_4^{2-}	594.2	12.38	91.52
マグネシウムイオン Mg^{2+}	15.08	1.240	9.41	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$	0.305	0.0027	0.02
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.953	0.0170	0.13
フエロイオン Fe^{2+}	25.43	0.9107	6.91	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.097	0.0010	0.01
フエリイオン Fe^{3+}	5.340	0.2868	2.18	ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.495	0.0180	0.14	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	16.37	1.821	13.82	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-			
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	197.5	13.18	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ）HBO_2	3.546	0.0809		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	91.04	1.166		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	94.59	1.247		計	676.1	13.53	100.0
遊離炭酸 CO_2	154.6	3.514		遊離硫酸 H_2SO_4	0.520	0.0053	
遊離硫化水素 H_2S	23.12	0.6800		遊離燐酸 H_3PO_4	0.010	0.0001	
計	177.7	4.194			0.530	0.0054	
総計	1146						
その他	銅イオン（Cu^{2+}）痕跡						
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉　質　含硫化水素酸性緑ばん泉（緊張低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

湧出直後の源泉水を，３個の試薬ビンに採取し，それらを過酸化水素水で処理し，おのおのの過酸化水素濃度を，約N／10に調節する。その１個を43.3℃の温泉浴槽に浸し，ほかの２個をそれぞれ人為的に28.9℃，9.4℃の定温に保つ。その後，一定時間ごとに各ビンから試水を10mlとり，それをN／10過マンガン酸カリウム溶液で滴定する。七分後におけるこの滴定数をk(ml)とすれば，k,t 間の関係は図65のようになる。

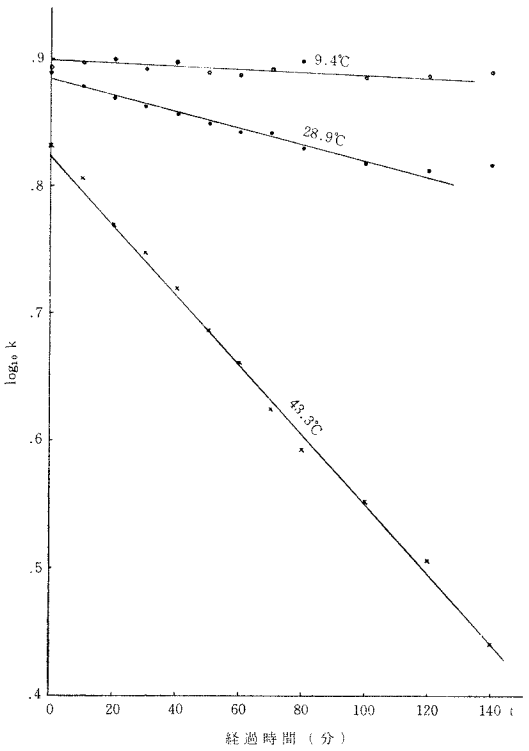


図65　N／10(f=1.054) $KMnO_4$ 滴定値と温度との関係

これによると，温度のちがう３実験において，いずれも反応開始後，すくなくとも約２時間後までは，$\log_{10}$ k と t との間に直接関係が成立する。すなわち，この温泉による過酸化水素の分解反応は一次反応である。したがって，この範囲内において〔H_2O_2〕と t との関係を最小二乗法によって計算すると，次のようになる。

$$43.3℃ : \log_{10}[H_2O_2] = -0.00278t - 1.150$$
$$28.9℃ : \log_{10}[H_2O_2] = -0.000631t - 1.095$$
$$9.4℃ : \log_{10}[H_2O_2] = -0.000105t - 1.080$$

（注）$[H_2O_2]$はeg/l，tは分にして表わしてある。

つぎに，この分解反応の初期段階における活性度と温度との関係を表60，図66に示した。ここに活性度とは反応速度定数に0.4343を乗じた値で，これをk′とすれば$\log_{10}$k′，１／Tとの間に直接関係が見出される。ただしTは実験温度を絶対温度で表わしたものである。この結果は，触媒の活性度

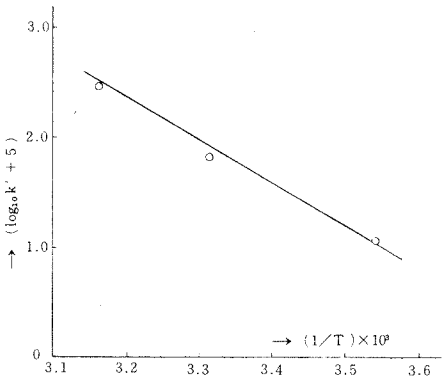


図66　活性度と温度との関係

表60　活性度と温度との関係

温度（℃）	絶対温度 T(°K)	(1/T)×10³	k′×10⁴	$\log_{10}$k′+ 5
43.3	316.5	3.16	27.8	2.445
28.9	302.1	3.31	6.31	1.800
9.4	282.6	3.54	1.05	1.017

と温度との間にARRHENIUSの式が適用されることを示す。したがって最小二乗法によって$\log_{10} k'$とtとの関係を求めるとつぎのようになる。

$$\log_{10} k' = -\frac{3.73\times10^3}{t} + 9.34$$

これから，この接触反応の活性化エネルギーを計算すると17.1 Kcal/モルとなる。

つぎに，この温泉の触媒活性度の時間的変化を追跡してみる。実験温度28.9℃の場合の結果を表61，図67に示すが，この温泉の過酸化水素分解に関する触媒活性度は湧出後一方的に減少することがわかる。すなわち3時間後に活性度が湧出直後の80%に減少し，7時間後には40%まで下降する。このように急激な活性度の減少を示すことから，姥湯温泉における触媒の老化現象は，福島県土湯温泉型であろうと推定される。

表61　活性度の時間的変化（28.9℃）

経過時間（分）	活性度（k'）$\times10^4$	活性度比
0	6.31	100
140	5.18	82.0
170	5.01	79.4
200	4.57	72.7
260	3.52	55.8
320	3.65	57.8
440	2.46	39.0

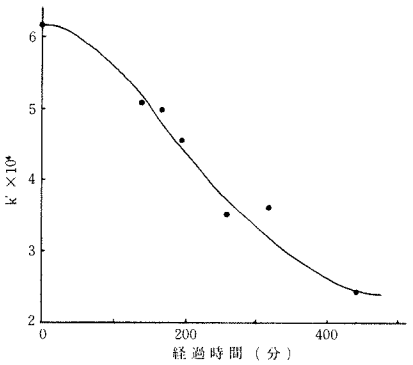


図67　活性度の時間的変化

(6)　適応症と禁忌症

浴用の適応症　真菌症（水虫）　慢性膿皮症　慢性湿疹及び苔癬　リウマチ性疾患　トリコモナス腟炎　糖尿病　体質改善（変調）　難治性潰瘍

浴用の禁忌症　皮膚や粘膜の過敏な患者，すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　低色素性貧血（ただし，適宜希釈して服用のこと。）
（本泉は食後飲用すること。）

飲用の禁忌症　本泉飲用の直後には，茶，コーヒーなどは飲まないこと

6．吾妻温泉・大平温泉

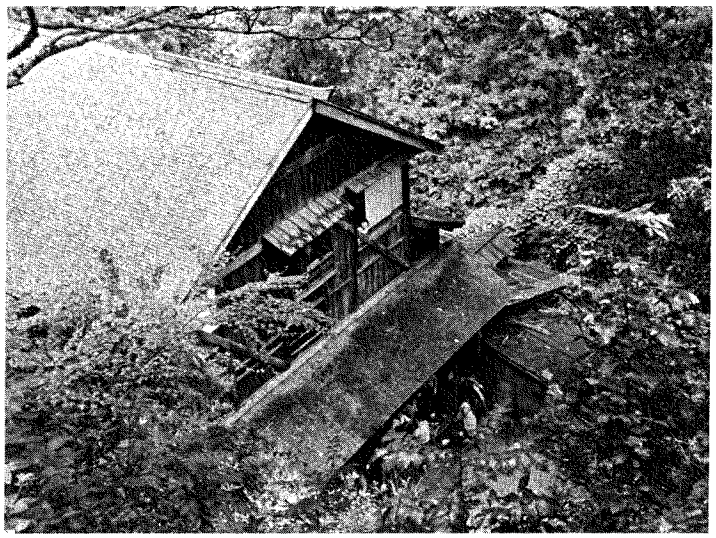
(1) 環境と沿革

吾妻温泉および大平温泉は，これまでそれぞれ吾妻温泉古湯および新湯といわれているもので，米沢駅の南方約14kmのところにあって，吾妻山系中の奥深い仙境にあり，米沢盆地を貫流している松川本流のほとんど源流地帯に近い柳沢渓谷の中に湧出している。

これら両温泉に行くには，現在ふたつのコースがあげられる。そのひとつは，米沢駅からバスに乗っておよそ40分，終点の大平部落で下車，さらに吾妻登山道にはいって徒歩で約11.5kmで温泉地に着く。しかし大平部落から約10kmのところにある不忘閣ヒュッテを経て，大平温泉の約300ｍほど手前までは道路もよく整備されており，自動車が通れる。道は不忘閣ヒュッテのところでふたつにわかれ，ひとつは吾妻温泉へ，もうひとつは大平温泉へ通じている。別のコースは白布温泉および天元台を通るもので，米沢駅から白布温泉までバスの便（所要時間１時間半）がある。白布温泉から天元台までは，バスまたはロープウェイで数分で行ける。天元台は，西吾妻山から北方に延びた尾根の平坦地で，海抜1,300ｍにある別天地である。ここから両温泉までそれぞれ別々の徒歩コースがあり，どれも明道沢の渓谷を越えて約１時間で行くことができる。

両温泉は柳沢渓谷に沿っておよそ500ｍほど離れているにすぎないが，下流にある吾妻温泉と，上流にある大平温泉の間は渓流にそって不完全で危険な道型があるだけで，ほとんど利用されていない。なお吾妻温泉は昭和43年８月の水害で，家屋が流失したまま，まだ再建されていない。

吾妻温泉は，貞観年間（およそ1,100年前）僧円仁（後の慈覚大師）が，置賜地方最古の寺といわれる南原李山地内の長泉寺開宗の祖，伝隆大師を尋ねてはるばる比叡山からみちのくに下る途中，吾妻山の山深くわけ入ってこの温泉を発見したと言い伝えられている。後にこの地方の領主で，長泉寺の壇頭をつとめていた郷士安部某が，この温泉を開拓して相生温泉と名づけた。その後寛政10年に安部与次右エ門が，さらに道をつけ浴舎をつくるなど，浴客を誘致して繁栄をはかった。その後，国主上杉鷹山公の入湯のことなどあって，大いにその名湯をうたわれたのである。現在は子孫の安部与次右エ門が引き継ぎ経営して，吾妻温泉と改称したのであるが，前述の



ように，1968年８月以来休業の状態になっている。

また大平温泉は吾妻温泉にくらべると，その発見は非常に新しく，約200年前の宝暦年間に里人某が，山中に分け入って道に迷い，日頃信仰している不動尊の霊夢によって霊湯の湧出しているのを発見したといい伝えられている。その後吾妻温泉新湯として栄えたが，現在は火焔の滝を眺める地点に旅館を建築し，大平温泉と改称して現在におよんでいる。

(2) 地形と地質

吾妻山系の主峰，西吾妻山とその東にそびえる東大嶺との間は海抜1,800～1,900ｍの尾根がほぼ東西に延びている。この尾根の北側斜面は，３つの渓谷で深く刻まれ，それらの渓流はやがて合流して一河川となって松川本流の源となっている。この一帯は柳沢の渓谷と呼ばれ，比高300ｍの一大Ｖ字谷を形成している。また温泉は，３つの渓流の合流する付近の河底に湧出しているが，大平温泉は海抜1,060ｍ，吾妻温泉は1,040ｍで県内でも有数な高い位置にある温泉地で，付近の河谷一帯は，露岩があったり断崖絶壁があったり，さらにうっそうたる自然林や，無数の爆布の景観は，姥湯温泉とともに吾妻山系中の偉観である。

温泉地付近の地質は，新第三紀水成岩層と，これに貫入した石英粗面岩と第四紀火山岩の安山岩安山岩質集魂岩などから構成されている。新第三紀水成岩層の分布は，吾妻温泉旅館の東側から，主として渓流の右岸にそって上流へ数100ｍまでのきわめて小範囲にみられるにすぎない。本層は安山岩・安山岩質凝灰岩・同質角礫凝灰岩と，黒色頁岩などであって，砂岩・礫岩の薄層をはさみ，走向５°～25°西，東に50°～80°の急傾斜を示している。そしてこれらの新第三系は，石英粗面岩の貫入を受けて，その接触部の黒色頁岩はいちじるしく珪化し，また接触面に直角方向に走る石英細脈の発達しているところもある。

つぎに，石英粗面岩は両温泉付近の渓谷に露出するほか，その西側の尾根を経て，明道沢の渓谷にやや広い分布を示している。この石英粗面岩は，それよりも前に堆積した新第三系とは一部断層で接するが，黒色頁岩との接触部では頁岩の角礫を多数含んだ角礫状になっている。さらに黒色頁岩にいちじるしい熱変質を与えていることなどからみて，この岩石の生成はこの地域における新第三系堆積後に貫入したものであると推定される。なお明道沢では，基盤の花崗岩が小範囲に露出しているが，新第三系との関係は不明である。

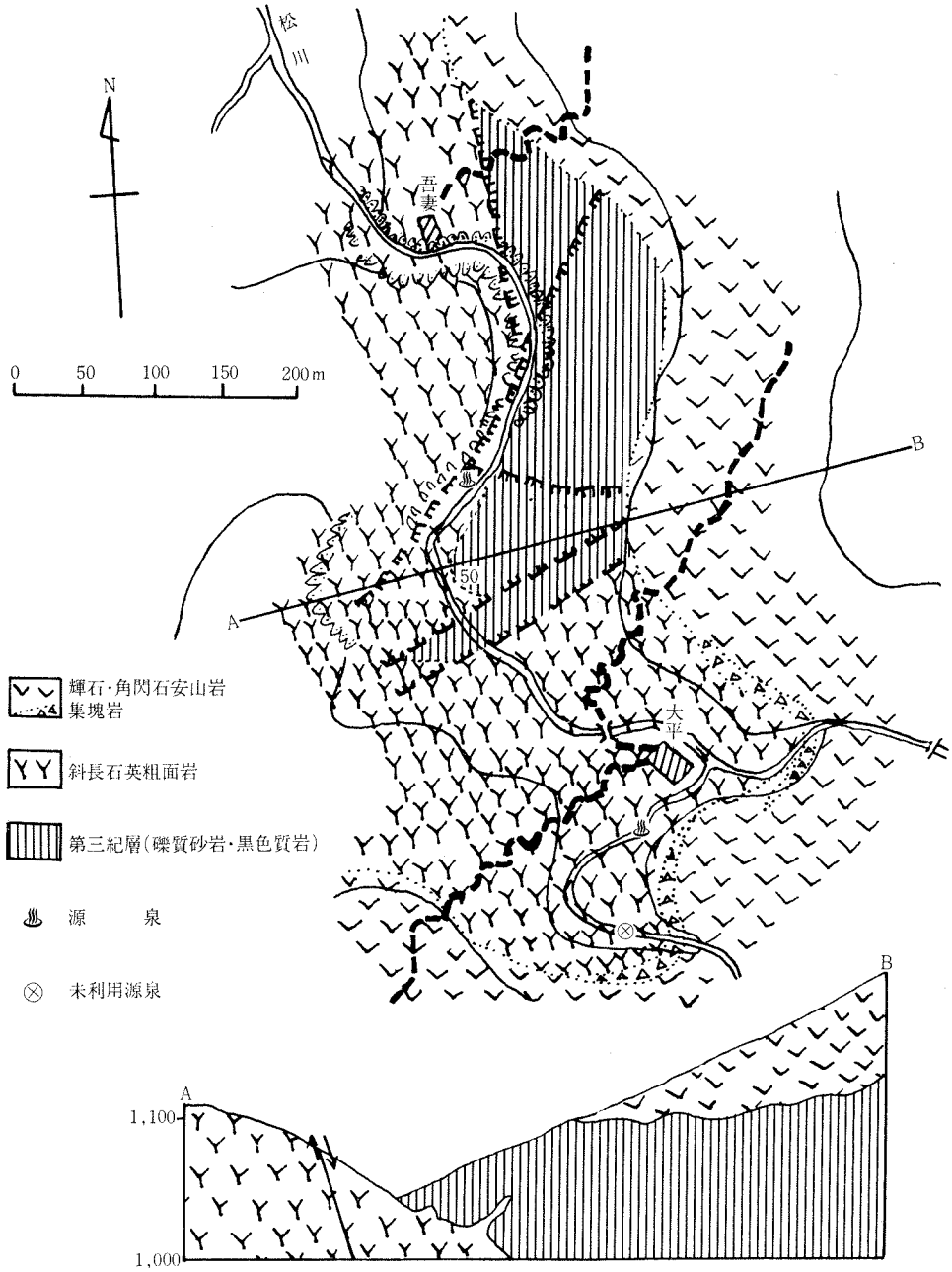


図68　吾妻・大平温泉付近地形及び地質図

つぎに第四紀火山岩としての安山岩は，いわゆる吾妻火山の輝石や角閃石安山岩で，上述の新第三系および石英粗面岩などを不整合に覆い，温泉地帯の東側から南にかけて，概して海抜1,100m以上の地帯に分布している。大平温泉旅館に近い東方および南方の河谷では，第四紀火山岩の下底に厚さ10m内外の集塊岩層を伴っている。

(3) 源泉の状況と湧出機構

イ) 吾 妻 温 泉

温泉は旅館の南方直線距離で約150ｍの渓谷の中に自然に湧出している。湧出個所は１か所で，渓流の左岸の崖から数ｍ離れた河川敷の砂礫層を通して湧出するため，１ｍ正方形の二重の木枠で囲んだ貯湯槽をつくって，これから木製湯樋で浴槽まで引湯している。源泉付近は河川の砂礫で広く覆われているため，直接岩盤からの湧出状況をたしかめることはできないが，付近地質状況から推定して，石英粗面岩の亀裂から湧出するものであることは間違いない。その泉温・湧出量はつぎの通りである。

泉温　　58.7℃

湧出量　　41.5 *l*/分

ただし，湧出量は浴槽の導入口での測定値で，そこでの泉温は45.2℃である。

またこの地帯の石英粗面岩に発達する主な亀裂は，北80°東，あるいは北80°西の東西性のものと，それに斜交する北40°東などで，東西性の亀裂には，しばしば石英の細脈を伴うことがある。また，この付近で石英粗面岩と，新第三紀水成岩層との境となっている断層の主なものは，北15°西，北30°東および北70°東の方向のもので，とくに前二者には断層による角礫が認められる。そして温泉の湧出は北30°東の断層による破砕帯に関係するもののようである。

ロ) 大 平 温 泉

温泉は２か所の地点に自然に湧出している。２つとも柳沢の支流，中ノ沢の渓谷に湧出している。現在利用しているのは下流の方のもので，旅館の南西方およそ50ｍで，渓流の右岸に露出している石英粗面岩の亀裂から湧出している。この亀裂は北85°東の方向のもので，このような東西性の亀裂には，しばしば石英の細脈を伴うことがある。

この利用源泉の上流約100ｍの所にもう１つの湧出地点がある。しかし，ここでは河床に堆積した砂礫を通して湧出しているので，直接基盤からの湧出状況はみられないが，利用源泉と同様に，石英粗面岩の亀裂から湧出するものであることは疑いない。以上の各源泉の泉温・湧出量は次の通りである。

	泉　温	湧 出 量	摘　　要
利用源泉	53.7℃	38.4 *l*/分	湧出量は浴槽の導入口における測定値
未利用源泉	51.0	————	導入口での泉温49.8℃

(4) 化 学 成 分

イ) 吾妻源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Ca^{2+}，SO_4^{2-} で遊離H_2Sを介入している。

なお，Rn 8.95M，E，を含有しているのが特徴である。

吾妻温泉

表62

1． ゆう出地　米沢市大字大平　（標高　m）								
2． ゆう出地における調査及び試験成績（昭和25年7月20日）								
(1) 泉　温　58.7 ℃　天候　晴　気温　22.1 ℃　気圧　m．bar								
(2) ゆう出量　41.5　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出　）								
(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を有し微弱酸性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　6.6　(5) ラドン含有量　32．5 ×10^{-10}Curie　（8.95M．E．）								
3． 試験室における試験成績（昭和25年7月25日～昭和25年10月20日）								
(1) 性　状								
(2) 水素イオン濃度（pH）　6.8　(3) 比　重　1.0011　（20℃）								
(4) 蒸発残留物　1228　mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	9.347	0.239	1.40	塩素イオン Cl^-	14.43	0.4069	2.39
ナトリウムイオン Na^+	80.85	3.515	20.54	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	260.9	13.02	76.06	硫酸イオン SO_4^{2-}	709.0	14.77	86.28
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.407	0.198	1.16	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.883	0.032	0.18	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.881	0.032	0.19	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.724	0.0804	0.47	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	114.9	1.883	10.99
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	356.0	17.12	100.0	水硫イオン HS^-	1.890	0.0573	0.34
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほうう酸（メタ） HBO_2	9.294	0.216		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	101.5	1.301		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	110.8	1.517					
遊離炭酸 CO_2	19.96	0.454					
遊離硫化水素 H_2S	1.241	0.0365		計	840.2	17.12	100.0
計	21.20	0.491					
総計	1328						
その他	S_2O_3　Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						
4． 泉質	含石膏硫化水素泉						

ロ)　大平源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Ca^{2+}，SO_4^{2-}で，そのほか遊離H_2Sを含有している。

大平温泉

表63

1．　ゆう出地　　米沢市大字李山27の227

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年7月26日）10時0分

(1) 泉　温　52.7 ℃　天候 晴　気温22.8℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち，中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.2　(5) ラドン含有量　×10^{-10}Curie　（　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和43年7月29日～昭和43年9月28日）

(1) 性　状　無色清澄，中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(3) 比　重　1.0011　(20℃)

(4) 蒸発残留物　1122mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	5.630	0.1440	0.95	塩素イオン Cl^-	4.610	0.1300	0.84
ナトリウムイオン Na^+	73.60	3.200	21.10	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	220.2	10.99	72.47	硫酸イオン SO_4^{2-}	673.9	14.04	90.25
マグネシウムイオン Mg^{2+}	9.720	0.7993	5.27	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.981	0.0175	0.11
フエロイオン Fe^{2+}	0.020	0.0007	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn	0.494	0.0180	0.12	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.118	0.0131	0.09	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	79.61	1.305	8.39
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.072	0.0024	0.02
計	309.8	15.17	100.0	水硫イオン HS^-	1.907	0.0578	0.37
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.254	0.0033	0.02
ほう酸（メタ） HBO_2	1.126	0.0257		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	80.34	1.029		ほう酸イオン BO_2^-	0.009	0.0002	0.00
亜ひ酸（ナタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.003	0.0002	0.00
計	81.47	1.055					
遊離炭酸 CO_2	12.06	0.2740					
遊離硫化水素 H_2S	1.363	0.0401		計	761.3	15.56	100.0
計	13.42	0.3141					
総計	1166						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．　泉　質　含石膏，芒硝－硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

(5) 解 媒 作 用

大平温泉および吾妻温泉の，過酸化水素の分解に関する触媒活性度の時間的変化は，表64，図69のとおりである。

表64 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	吾妻温泉		大平温泉	
	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.7	—	7.0
30	0.2133	6.8	0.1867	7.0
90	0.1078	6.9	0.1244	6.9
180	0.1150	7.0	0.1261	7.0
300	0.0837	7.2	0.1067	7.0
450	0.0809	7.3	0.0980	7.0
630	0.0689	7.3	0.0976	6.8
840	0.0616	7.3	0.0980	6.8
1080	0.0501	7.4	0.0991	6.8
1350	0.0517	7.4	—	—

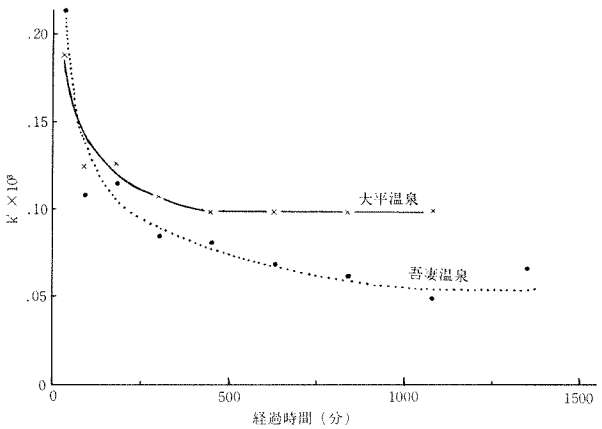


図69 触媒活性度の時間的変化

(6) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　皮膚病　運動障害（特に神経麻痺）　創傷　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　高令者の皮膚乾燥症　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害（特に神経麻痺）　慢性気管支炎　高血圧症　動脈硬化症

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

7．白布温泉・新高湯温泉

(1) 環境と沿革

白布温泉は米沢駅の南方，直線距離およそ14.5km，米沢駅から船坂峠をこえるコースと小野川温泉まわりのコースがあり，双方ともバスが運行されている。所要時間は約50分である。一方新白布温泉は，白布温泉から，さらに南へ1.6km，小渓流にそって徒歩約40分のところにある。

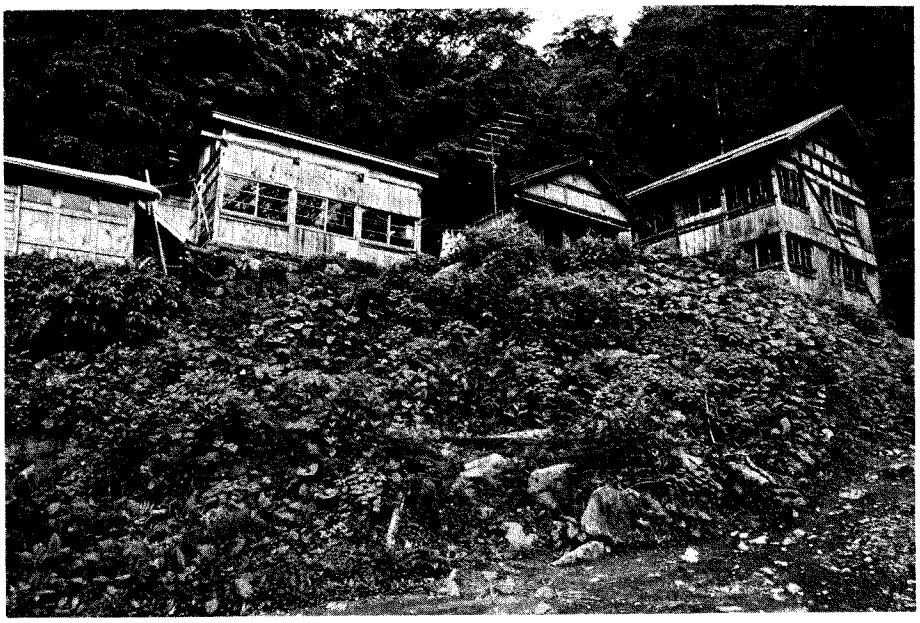
これら両温泉は，吾妻連峰の主峰，西吾妻山（海抜2,024m）の北麓にあるので，西吾妻山への登山口でもあり，とくに白布温泉は福島県の裏磐梯と連絡する観光道路，西吾妻スカイバレーの起点として，近年の発展はいちじるしいものがある。

白布温泉は，ごく最近までかやぶきの素朴な温泉宿が，おもに湯治客を対象に栄えていた温泉場である。

最近は，各旅館が近代的な別館を増築したほか，国民宿舎，保養所およびユースホステルなどが建ち並び，昔のひなびた感じからみるとかなり近代化されたが，それでも歴史を感じさせるどっしりとした3軒の旧館は，訪れる人にかぎりない郷愁を味わせてくれる。一方，ここから徒歩30分で行ける新高湯温泉は，昔のおもかげをそのまま残す山間の湯治場である。

また，この二つの温泉地は吾妻スカイバレーラインの観光基地であるばかりでなく西吾妻登山口としての山岳基地でもあり，また同時に天元台を中心とするスキー基地としての役目もはたしている。

山岳美，渓谷美にも恵まれており，特に大滝・赤滝・黒滝は白布3滝として有名である。



白布温泉は，花園天皇の年代（約660年前）に佐藤宗純という人が発見したと言い伝えられている。宗純は出羽の人で，小壮の頃から国を出て鎌倉に遊び，仕官を志したが混とんとした世相に無情を感じ，ついに剃髪して僧となって諸州を行脚し，たまたまこの地に来て深山をさ迷ううちにこの渓間に温泉を発見したという。宗純は自分で道を開き，浴舎を造り，湯守りとなったが，宗純の死後，その子惣蔵が遠藤某等とともに，さらに道路を切り開き浴舎を改造して，大いに浴客の便を計った。時の郡司はその志行を賞して２人に湯守りを命ずるとともに，惣蔵には惣門の名をおくったが，惣門の死後は後嗣がなく，宍戸某がこれを継いで湯守りになったという。それぞれ現旅館の東屋・中屋・西屋の祖先である。またここには源泉付近に五基の石地蔵が建っている。これは宗純以来の定めで，100年毎に１基ずつ石地蔵を建てる習慣となったという。開湯以来600余年，最後の１基は未だ建たないが，子々孫々に至るまで，源泉を大切にしようとする心掛けを失わぬようにとの祖先の遠大な注意からはじまったのだという。

近時，観光開発の波に乗ってこれらの温泉地の発展はめざましいが，近代的な白亜の建築物の中に，いまも残るかやぶきの館には，往時をしのばせるものがある。

新高湯温泉は比較的新しく，文政４年(約150年前)に，現旅館主の祖，安部又安右門が発見したもので，明治14年に開湯されたといわれている。

(2) 地形と地質

白布温泉は大樽川の上流にあって，海抜800ｍの高さにある。その東方および西方には，海抜1,200～1,300ｍの尾根が南北にのびているが，いずれも南方の吾妻主連峰から北に分岐したもので，この間を大樽川が深く侵食して，せまい山谷を形成している。また新高湯温泉は，白布温泉の

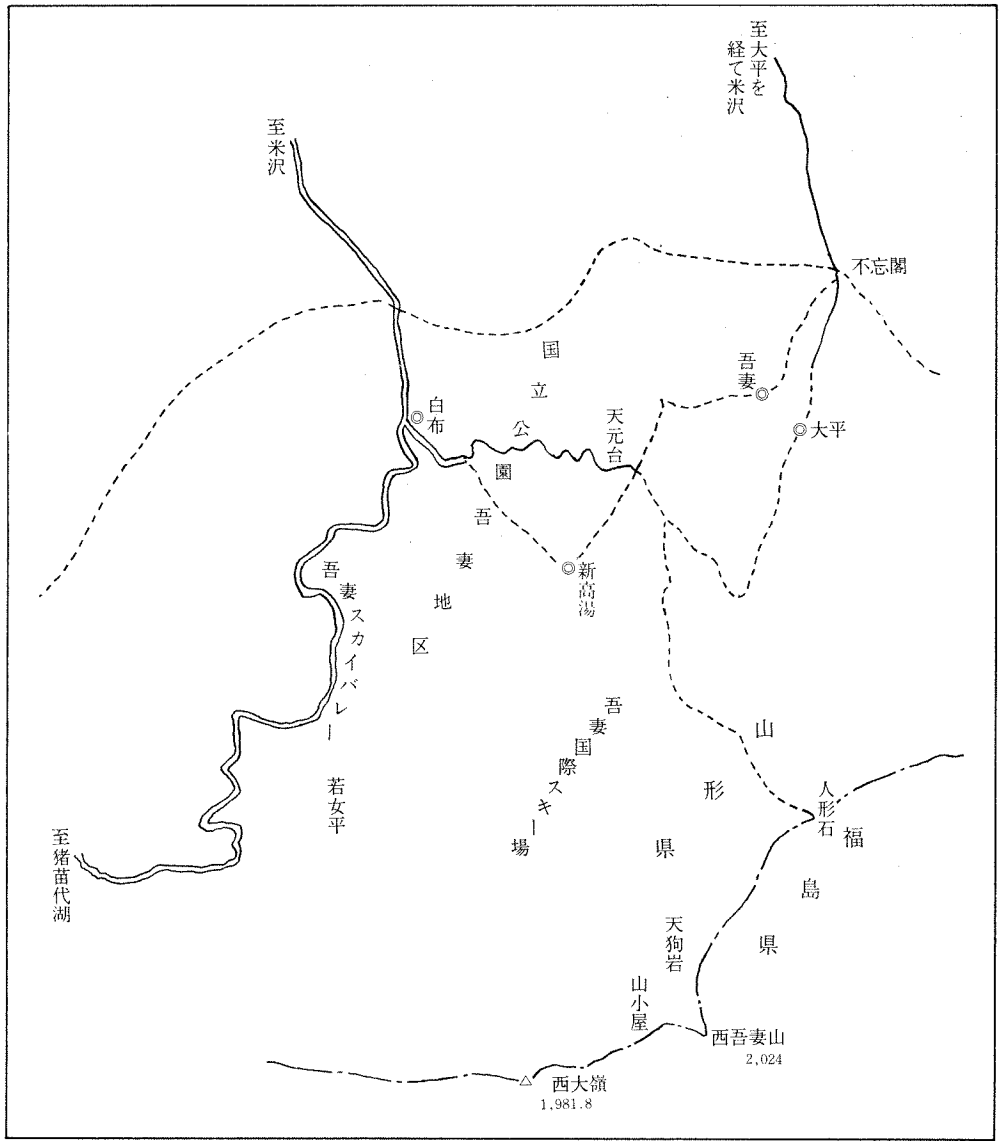


図70　白布・大平・吾妻温泉環境図

南端で大樽川にそそぐ右溪流（俗称湯ノ入沢）の上流にあって，海抜1,120mで山形県では第２位の高さをもっている温泉地である。

温泉地の南方にそびえ，福島県との県境になっている吾妻連峰は，半月形の尾根を北に開いて，人形石山・西吾妻山・西大嶺・東鉢山などがその高さを競っている。したがって，白布・新高湯の両温泉は，吾妻連峰の登山の基地として古くから知られ，白布温泉からは西吾妻山に，新高湯温泉からは人形石山に，それぞれ登山道が開かれている。

両温泉地帯の地質は，花崗岩を基盤とし，そのほか半花崗岩脈・石英粗面岩・新第三紀水成岩層および第四紀火山岩に入る安山岩などである。花崗岩は角閃石花崗岩で，やや緑色をおびていて，

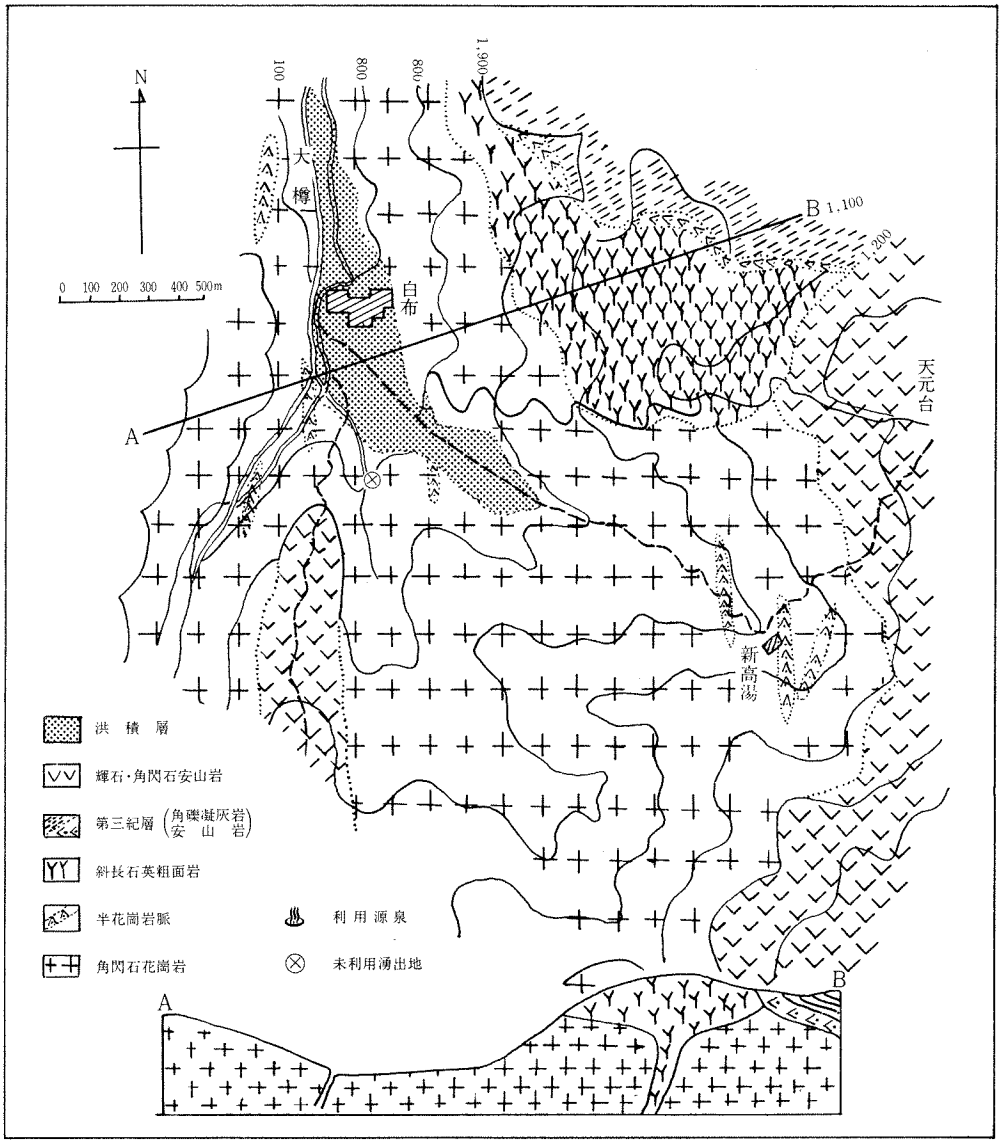


図71　白布・新高湯温泉地形及び地質図

局部的には片麻岩状の構造を示すところもある。大樽川をはじめ，各渓流の河岸に露出している。少し上流のホド沢・芳沢などでは，結晶片岩をはさんでいる。温泉地付近では，花崗岩を貫いて半花崗岩脈の発達がいちじるしい。この岩脈の走向は，おおよそ北10°ないし30°東を示して，西または東に急に傾斜したり，または直立したりしている。厚さは普通数m以下であるが，中には10mに達するものもある。また岩脈に接する花崗岩中に，岩脈の方向に一致して，しばしば石英や石灰石の細脈があったりする。石英粗面岩は，白布温泉東方の山の尾根付近にやや広く発達し，それに接して新第三紀水成岩層が北東部に分布している。この水成岩層は安山岩・安山岩質の集塊岩を伴った角礫凝灰岩と黒色頁岩とから構成されている。

また第四紀火山の噴出物は，輝石・角閃石を含む安山岩の溶岩や集塊岩および火山灰などで，一般に1,200～1,300m以上の高いところに分布している。ただ，西吾妻登山道がある尾根にそってだけは，海抜1,000m付近から溶岩が発達しているのが目立つ。なお温泉地には，特にいちじるしい断層の発達は見られない。

(3) 源泉状況と湧出機構

イ) 白布温泉

当温泉の源泉は温泉旅館街の南東方およそ500m，湯の入沢渓谷にあって，渓流に近い河岸から自然湧出している。付近一帯は湯の入沢渓流でつくられた氾濫源で，砂礫・粘土層で薄くおおわれている。温泉はこの砂礫・粘土層を通して湧出しているため，岩盤からの湧出状況を確認することはできない。しかし付近の地質状況や，後述の新高湯温泉の場合を総合して考えれば，温泉水は半花崗岩の岩脈の亀裂を通して上昇し，それが上部の砂礫層に滲透湧出するものと推定される。

湧出源泉は，それぞれ10数mずつはなれた3か所にあって，北35°東の方向にならんでいる。北東端のものから順に，1号泉・2号泉・3号泉の名がつけられている。そのうち，渓流に最も近い3号泉はほとんど渓流の河原と同じレベルに湧出し，ほかの2源泉は，それよりも約2m高い台地に湧出している。以上の源泉は，それぞれ木樋で合流させて，旅館の浴槽までおよそ600mの距離を引湯している。各源泉の泉温，湧出量は次の通りである。

	泉温℃	湧出量 l /min
1号泉	57.8	950
2号泉	59.8	1,040
3号泉	61.7	333

以上のほか，温泉湧出の徴候地として，明土沢渓谷の大森渕があげられる。この地点は明土沢渓流と湯の入沢渓流との合流点から，約150m上流で1.2.3号泉の源泉地の西方約300mの地点である。河岸に露出する花崗岩には，北15°東の方向の亀裂が見られ，それに直角の方向の小亀裂からは硫化水素臭の強い冷泉がわずかながら湧出している。また亀裂のところどころに赤色あるいは緑白色の湯花が付着している。

ロ) 新高湯温泉

当温泉の源泉は，旅館の南東方にあって，急傾斜の渓流にそっておよそ100m上った所に湧出している。この地域では，渓流を横ぎって半花崗岩の岩脈が露出し，この岩脈に発達する多くの亀裂から温泉が湧出しており，また岩脈に接する花崗岩の亀裂からも一部湧出している。この花半崗岩の岩脈は厚さおよそ2.5mで，北35°東の方向を示している。また，発達する亀裂はほぼ岩脈の走向に一致するもの，および東西方向のものが多く，それに斜交する北40°～50°西の弱い亀裂もみられる。温泉の湧出は，おもに岩脈の走向と一致する亀裂，および東西方向の亀裂から湧出している。昭和27年6月の測定による泉温は最高56.2℃最低37.9℃で，これらを合流して約120mの距離を木樋で浴槽に引湯している。浴槽の導入口での泉温は47.5℃，導入湯量は144 l /minである。

(4) 化 学 成 分

イ) 白布1号源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Ca^{2+}・SO_4^{2-}でそのほか遊離H_2Sを含有している。

白布温泉（源泉名　1号源泉）

表65

1．　ゆう出地　米沢市大字関字湯の入沢3934　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年12月7日）11時25分

(1) 泉　温　57.7℃　天　候　晴　気　温　7.1℃　気　圧　mbar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然ゆう出）

(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち中性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.1　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie（　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和42年12月9日～昭和43年2月15日）

(1) 性　状　無色清澄，弱アルカリ性反応を呈す

(2) 水素オオン濃度（pH）　7.7　(3) 比　重　1.0012（20℃）

(4) 蒸発残留物　1223mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	6.256	0.1600	0.95	塩素イオン Cl^-	11.33	0.3195	1.85
ナトリウムイオン Na^+	68.72	2.988	17.75	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	265.5	13.25	78.69	硫酸イオン SO_4^{2-}	718.5	14.96	81.62
マグネシウムイオン Mg^{2+}	4.374	0.3597	2.14	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.1211	0.0216	0.13
フエロイオン Fe^{2+}	0.114	0.0052	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.660	0.0240	0.14	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.457	0.0508	0.30	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	115.5	1.894	10.97
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.120	0.0020	0.01
計	346.1	16.84	100.0	水硫イオン HS^-	2.195	0.0665	0.39
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.231	0.0030	0.02
ほう酸（メタ）HBO_2	7.740	0.1766		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	86.90	1.113		ほう酸イオン BO_2^-	0.056	0.0013	0.01
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	94.64	1.290					
遊離炭酸 CO_2	22.22	0.5050					
遊離硫化水素 H_2S	1.989	0.0585		計	849.1	17.27	100.0
計	24.21	0.5635					
総計	1314						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．　泉　質　含石膏－硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

イ） 新高湯源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Ca^{2+}，SO_4^{2-}で，そのほか遊離H_2Sを含有している。

新高湯温泉

表66

1．ゆう出地　米沢市大字関字湯の入沢3934の3　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年12月7日）15時0分

(1) 泉温　56.0℃　天候　晴　気温　1.7℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち中性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.9　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年12月9日～昭和43年2月15日）

(1) 性状　無色清澄．弱アルカリ性反応を呈す．

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(3) 比重　1.0013　(20℃)

(4) 蒸発残留物　1403mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	6.490	0.1660	0.88	塩素イオン Cl^-	11.06	0.3119	1.63
ナトリウムイオン Na^+	65.41	2.844	15.14	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	301.6	15.05	80.09	硫酸イオン SO_4^{2-}	823.0	17.13	89.55
マグネシウムイオン Mg^{2+}	7.776	0.6395	3.40	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.354	0.0242	0.13
フエロイオン Fe^{2+}	0.100	0.0036	0.02	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.741	0.0270	0.14	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.563	0.0626	0.33	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	96.99	1.590	8.32
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.108	0.0018	0.01
計	382.7	18.79	100.0	水硫イオン HS^-	2.208	0.0669	0.35
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.154	0.0020	0.01
ほう酸（メタ）HBO_2	3.962	0.0904		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	83.07	1.064		ほう酸イオン BO_2^-	0.283	0.0066	0.03
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	87.03	1.154					
遊離炭酸 CO_2	30.32	0.6891					
遊離硫化水素 H_2S	3.250	0.0956		計	935.2	19.13	100.0
計	33.57	0.7847					
総計	1439						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含石膏・硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

白布温泉および新高湯温泉の，過酸化水素の分解に関する触媒活性度の時間的変化は，表67，図72のとおりである。

表67 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	白布1号源泉		新高湯源泉	
	k′ ×10³	pH	k′ ×10³	pH
0	—	6.9	—	6.8
30	0.0433	6.9	0.0767	7.1
90	0.0244	6.95	0.1056	7.1
180	0.0311	7.0	0.0661	7.1
300	0.0450	7.1	0.0810	7.1
450	0.0702	7.1	0.0764	7.2
630	0.0786	7.2	0.0793	7.3
840	0.1103	7.3	0.0820	7.3
1080	0.1219	7.4	0.0821	7.4
1350	0.1297	7.5	0.0811	7.4

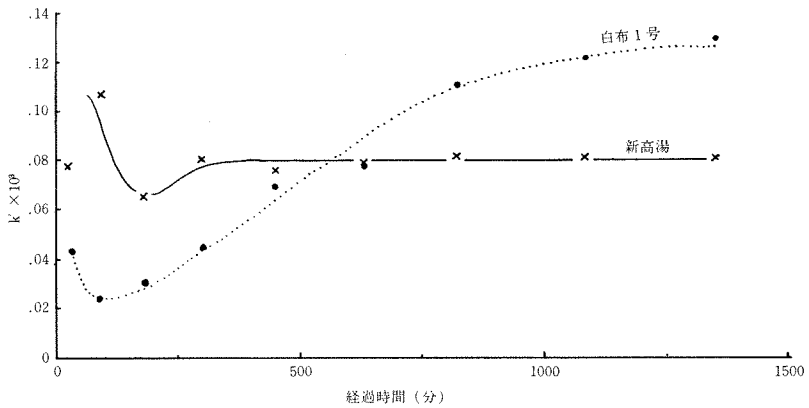


図72 触媒活性度の時間的変化

(6) 適応症と禁忌症

イ) 白 布 温 泉

浴用の適応症　創傷および火傷，皮膚掻痒症および再化症，リウマチ性疾患，病後回復期，疲労回復，本泉は古来特殊適応症として不妊症があげられ，子宝の湯とさる

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患，慢性肝・胆道疾患，糖尿病，痛風および尿酸素質，肥満症，貧血症

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

ロ）新高湯温泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　皮膚掻痒症　慢性湿疹　苔癬　凍瘡　創傷　痔疾　慢性膿皮症　運動障害（とくに神経麻痺）女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　高度の貧血　出血性疾患その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（とくに初期と末期）

飲用の適応症　胃腸病　慢性便秘　慢性肝・胆道疾患　じん麻疹　肥満症　運動障害（とくに神経麻痺）　慢性気管支炎　糧尿病　慢性金属中毒症　痛風および尿酸素質

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

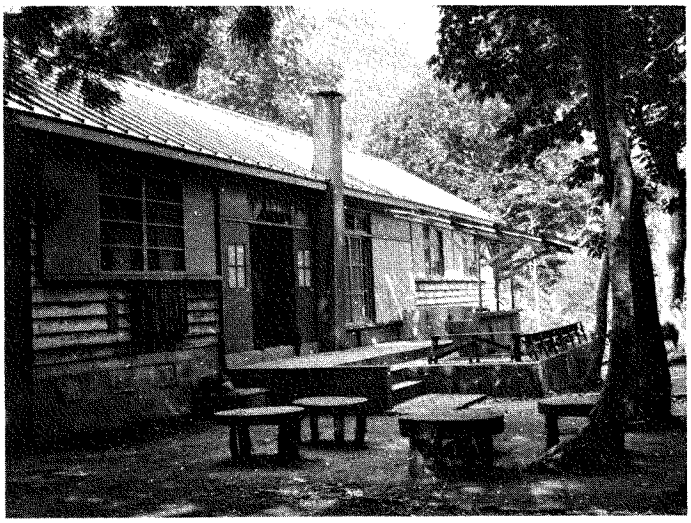
8．飯　豊　温　泉

(1) 環境と沿革

飯豊温泉は，米坂線玉川駅から南に23km，玉川上流の小支流，湯の沢渓谷中に湧出する温泉で，途中17kmの長者原まで国鉄バスの便がある。

以前は，旧飯豊温泉（図73参照）に夏の間だけ宿舎を仮設し，湧出した温泉を，その場で利用していたが，昭和37年11月，玉川左岸の通称天狗平に町営の飯豊山荘ができてからは，そこまで引湯し利用している。

飯豊温泉の特色としては，山荘付近は海抜400mにすぎないが，飯豊連峰の地神山を背景とする仙境は，うっそうとした樹林と雪渓で別天地をつくり，保養に，また登山の根拠地として絶好の場にある。



また，飯豊連峰の東側を深く侵食した旭又滝，文覚沢，梅花皮沢，檜山沢などの大渓谷は壮観であり，また湯の沢上流の天狗の湯では，岩石の亀裂から直接湧出する温泉が数か所あり，まさに神秘的な景観がみられる。最近長者原から福島県境に通ずる林道が開発中で，交通の便も次第によくなるであろう。

(2) 地形と地質

温泉付近の地形は，磐梯朝日国立公園にはいる飯豊連峰の東斜面を，深く刻んでいるオフタガリ沢，旭又滝沢，文覚沢，梅花皮沢，檜山沢などの大渓谷が発達している雄大な壮年期の地形である。

飯豊温泉付近に分布する岩石を大別すると，図に示したように，第1は新第三系の基盤となっている花崗閃緑岩類である。第2はその基盤岩に貫入した酸性火成岩類である。第3は変朽安山岩～玄武岩質の中性ないし塩基性貫入岩である。

この酸性火成岩類にはいろいろの種類があって，おおむね，流紋岩，石英粗面岩，石英斑岩，花崗斑岩などに分けられる。これらの酸性火成岩類が，基盤の花崗岩の亀裂にそって貫入したもので，その幅はいろいろで，厚いのは100mにもおよぶものから，薄いものは10cm以下までである。貫入の時期は酸性火成岩類が早く，中性～塩基性貫入岩はおそいようである。

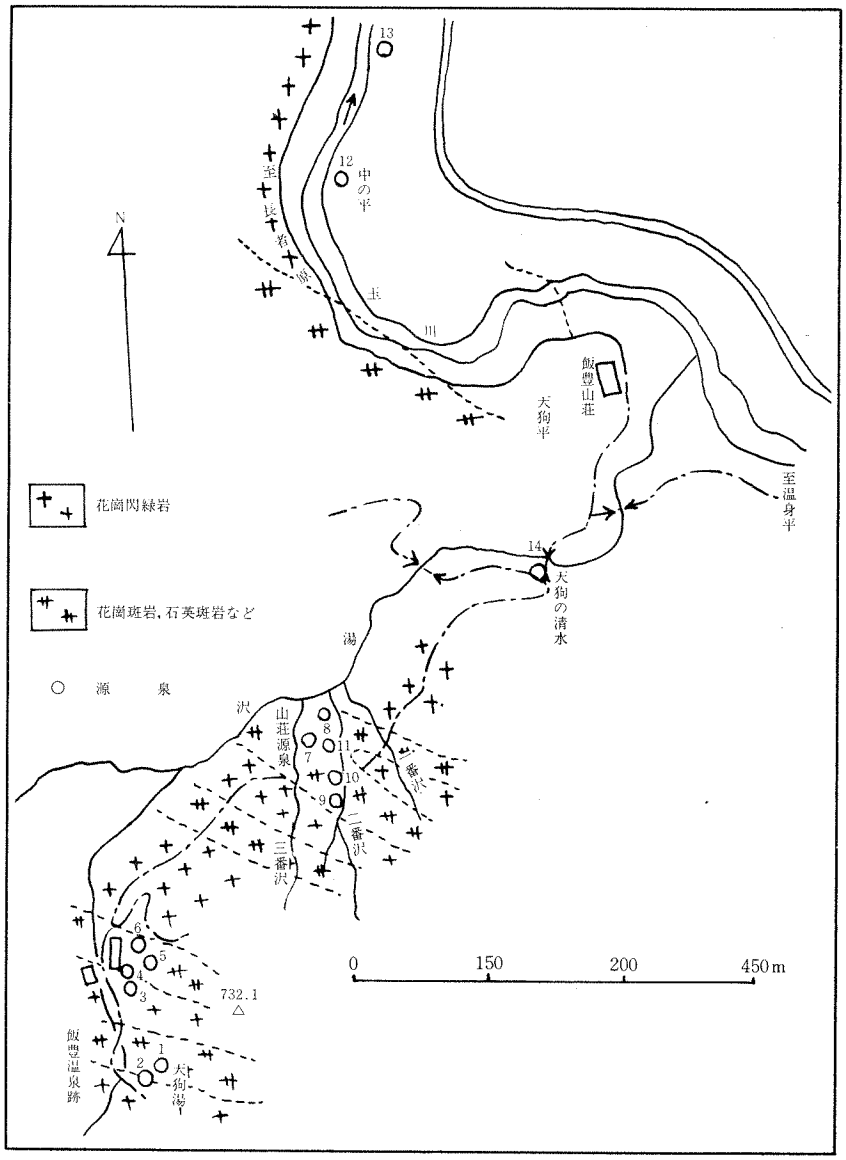


図73　飯豊温泉環境地質略図及び源泉分布図

(3) 源　泉　状　況

源泉付近に発達する亀裂の方向は，北西—南東方向と，北東—南西方向のふたつがすぐれている。

温泉水は，これら酸性火成岩類の亀裂から湧出し，湯の沢に注ぐ支沢のうち，一番沢，二番沢，三番沢では岩屑に埋って明瞭ではないが，飯豊源泉，天狗の湯などの源泉では，その様子が明瞭である。温泉付近には11か所の湧出個所があるが，それらはどれも，上記の酸性火性岩類中に発達する亀裂からだけ湧出し，基盤の花崗閃緑岩そのものの中から湧出する源泉は，1か所もないことは注目すべきことである。

(4) 化 学 成 分

飯豊山荘源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+,Ca^{2+},Cl^-,SO_4^{2-},HCO_3^-,及び遊離CO_2であるが，Rnを比較的多く含有しているのが特徴である。

表68

飯豊温泉（源泉名　飯豊山荘源泉）

1．ゆう出地　西置賜郡小国町大字小玉川字湯沢　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年7月4日）9時30分

(1) 泉　温　51.2℃　天　候　曇　気　温　22.9℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然湧出　）

(3) 性　状　無色清澄にして稍々鹹味および清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.2　(5) ラドン含有量　34.47×10^{-10} Curie（9.48ME）

3．試験室における試験成績（昭和44年7月7日～昭和44年8月12日）（昭和44年7月4日15時30分測定）

(1) 性　状　稍々鹹味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.6　(3) 比　重　1.0015（20℃）

(4) 蒸発残留物　1545mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0006	0.00	硝酸イオン NO^{3-}			40.32
カリウムイオン K^+	32.26	0.8251	3.65	塩素イオン Cl^-	329.1	9.281	0.08
ナトリウムイオン Na^+	265.4	11.54	51.00	臭素イオン Br^-	1.446	0.0181	0.08
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.237	0.0019	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	185.4	9.251	40.88	硫酸イオン SO_4^{2-}	322.2	6.713	29.17
マグネシウムイオン Mg^{2+}	8.216	0.6757	2.99	ヒドロチオ硫酸イオン HS^2O^{3-}			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{3+}	2.340	0.0838	0.37	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	1.120	0.0408	0.18	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.884	0.2096	0.93	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	427.0	7.000	30.42
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	496.6	22.63	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.031	0.0004	0.00
ほう酸（メタ）HBO_2	8.503	0.1940		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	88.38	1.132		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	96.88	1.326					
遊離岩酸 CO_2	440.0	10.00					
遊離硫化水素 H_2S				計	1080	23.01	100.0
計	440.0	10.00					
総計	2113						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉　質　放射能線（緩和・低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

飯豊温泉は，過酸化水素の分解に関して，触媒作用を有し，その活性度は，表69，図74のように時間的な変化を示す。

表69
触媒活性度の時間的変化

経過時間(分)	k'×10³	pH
0	—	6.7
30	0.2967	6.7
60	0.2317	6.7
120	0.1450	6.8
210	0.0829	6.8
330	0.0745	7.0
450	0.0873	7.0
570	0.1093	7.0
690	0.1197	7.0

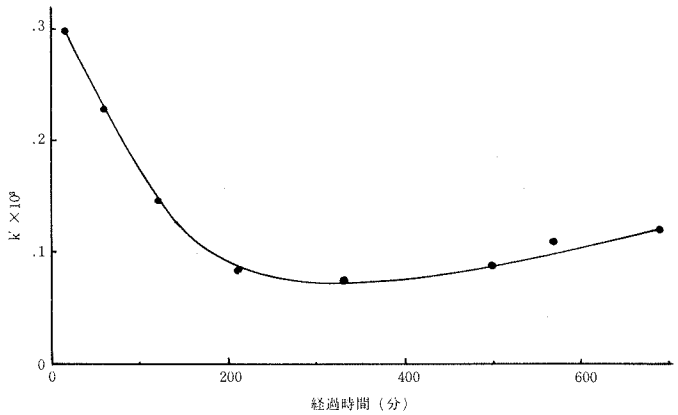


図74 触媒活性度の時間的変化

(6) 湧 出 機 構

当温泉地帯は，地形と地質の項でも述べたように，基盤の花崗閃緑岩を貫いて，酸性火成岩類および中性～塩基性岩類の発達したものが多いが，それらの方向性は，北西—南東および北東—南西の２系統になる。亀裂の方向性もほぼこれと同方向であるが，酸性火成岩類中の亀裂は，北西—南東方向のものがすぐれている。したがって，温泉水が湧出する亀裂も，この方向のものが多い。

それぞれ源泉は，湧出地付近の地質状況から観察して，次の３群に分けることができる。

ａ）花崗斑岩類の亀裂から湧出している源泉……天狗の湯

ｂ）基盤の花崗閃緑岩と流紋岩，石英斑岩の接触部に近い流紋岩，石英斑岩中の亀裂から湧出している源泉……飯豊源泉，飯豊山荘源泉，二番沢の源泉

ｃ）流紋岩類の亀裂から湧出している源泉……中の平源泉

これら諸源泉の中で，ａ），ｂ）は泉温が高く，（51.8℃～42.3℃），ｃ）は低い（12.0℃～8.0℃）。このように，各源泉の泉温に差異があるのは，冷い地下水の混入度によるものと考えられる。

当温泉のように，非火山地域で，基盤の花崗岩類の中に熱源を考えなければならないような温泉は，今後に多くの問題を残している。

(7) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　動脈硬化症　高血圧症　慢性肝・胆道疾患

外傷後遺症　慢性婦人科疾患　特殊適応症として神経衰弱があげられる

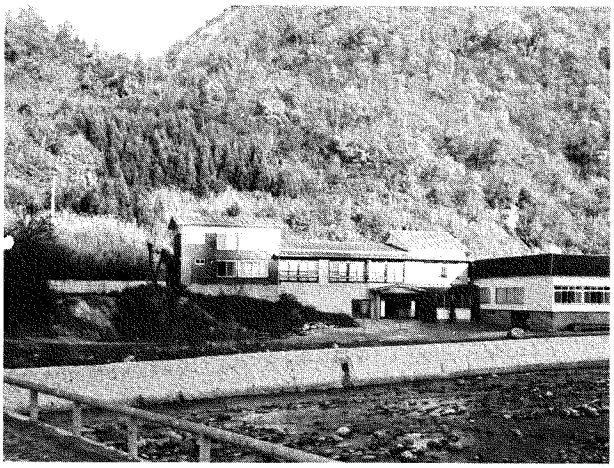
浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　痛風及び尿酸素質　リウマチ性疾患　慢性消化器疾患　慢性肝・胆道疾患　糖尿病

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

9．泡の湯温泉

(1) 概　　況



飯豊温泉への途中である長者原から南東方にわかれ，玉川の支流内川に沿って，さかのぼること約25kmの右岸にある。この地点付近の石英粗面岩を掘さくして得た温泉である。付近は新第三紀層の緑色凝灰岩層を貫く石英粗面岩が広く発達する地域であって，各種の金属および非金属鉱床地帯になっている。温泉湧出と関係がある珪華状の石英粗面岩類がそうとう広く発達するが，これは温泉作用のためできたものか，または鉱床形成と関係があるものか現在の時点では不明である。

掘さく深度は約60mで，多量の炭酸ガスを含んで湧出し，俗に泡の湯と称される。

固形物総量は，11,760mg/kgと，非常に多く，その主成分は，Na^{+},Ca^{2+},Cl^{-},SO_4^{2-},HCO_3^{-}および遊離のCO_2で，噴出する温泉ガスのうち，炭酸ガスが95%を占め，浴用に際しては，ガスを除いて利用する注意が肝要である。

(2) 化　学　成　分

泡の湯源泉の中分析結果を示した。

本泉には著量の遊離CO_2を含有するほか，Na^{+},Ca^{2+},Cl^{-},SO_4^{2-},HCO_3^{-}を多く含有している。また，H_2SiO_3も比較的多い。

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　慢性関節リウマチ及び結合織炎　神経痛殊に坐骨神経痛　高血圧症　神経炎　創傷　痛風　尿酸素質　慢性皮膚病

浴用の禁忌症　熱性の諸病　諸種の急性病　憔悴状態（結核及び悪性腫瘍等）　高度の心臓病及び病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性胃カタル殊に胃酸減少症・胃弛緩症（胃アトニー）　弛緩性便秘　貧血症　肥胖病　腺病質

飲用の禁忌症　胃酸過多症　胃潰瘍又は十二指腸潰瘍　　腎臓炎　一般に浮腫のある患者

泡の湯温泉

表70

1．　ゆう出地　西置賜郡小国町大字小玉川字大谷地71　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年7月28日）

(1) 泉　温　39.5℃　天　候　晴　気　温　32.5℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　）

(3) 性　状　無色清澄，清涼刺激性にして鹹味を有し中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.5　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和41年8月1日～昭和41年9月29日）

(1) 性　状　赫褐色沈澱により混虫，鹹味及び鉄味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.7　(3) 比　重　1.0095（20℃）

(4) 蒸発残留物　11234 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	245.3	6.274	3.43	塩素イオン Cl^-	4188	118.1	64.56
ナトリウムイオン Na^+	3094	134.5	73.54	臭素イオン Br^-	9.483	0.1187	0.06
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.804	0.0063	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	700.5	34.96	19.12	硫酸イオン SO_4^{2-}	1939	40.40	22.08
マグネシウムイオン Mg^{2+}	69.43	5.710	3.12	ヒドロチオ硫酸イオン $HS^2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	28.36	1.016	0.56	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	2.350	0.0842	0.05	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}	0.230	0.0072	0.00	亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.026	0.3366	0.18	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	1485	24.34	13.30
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	4143	182.9	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.100	0.0013	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	84.81	1.935		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	161.1	2.064		ほう酸イオン BO_2^-	0.214	0.0050	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	245.9	3.999					
遊離炭酸 CO_2	1142	25.96					
遊離硫化水素 H_2S				計	7623	183.0	100.0
計	1142	25.96					
総計	131.54	295.9					
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．　泉　質　含炭酸・鉄・芒硝―食塩泉（緩和高張性温泉）

10. 小 国 温 泉

(1) 概　　況

米坂線小国駅の南東方およそ2kmで，歩いて約25分で着く。温泉は流紋岩の亀裂から自然に湧出していて，現在加温して利用されている。電気伝導度は1010μv/cmである。

付近には低温な冷温泉が二，三見られる。たとえば，小国温泉の南方0.7km，町原に近い横川の右岸では，川底から冷温泉が湧出する（電気伝導度1,200μv/cm。）また，小国温泉の東南方2.6km脇の沢には，利用されたことのある冷温泉がある（電気電導度7600μv/cm）これら3者の冷温泉の相互の関係は不明である。

(2) 化 学 成 分

小国温泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+,Cl^-,SO_4^{2-}であるが，そのほか遊離 H_2Sを含有している。

(3) 触 媒 作 用

湧出直後の温泉水を，過酸化水素水にて処理し，過酸化水素の濃度を約N/10程度にする。これを46.0℃の定温に保ち，一定時間ごとに，その10mlをとり出し，約N/10の過マンガン酸カリウム溶液で滴定する。反応開始後200分までの測定結果を，図75に示す。これらにおいて，kとあるのは，上記過マンガン酸カリウムの滴定数（ml）である。

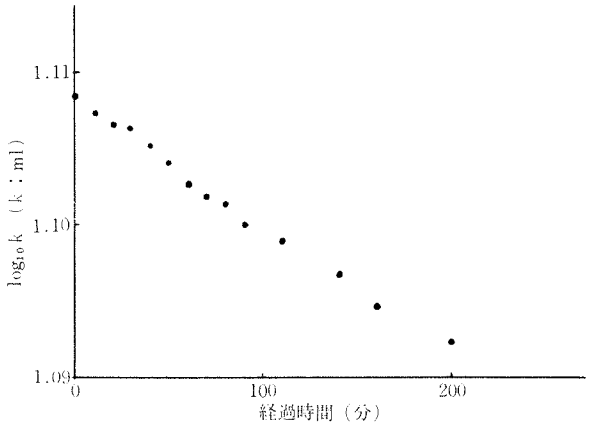


図75　N／10$KMnO_4$滴定値と経過時間との関係

図75によれば，$\log_{10}k$，t（経過時間）間に直線関係が成り立ち，この温

小国温泉

表71

1．ゆう出地　西置賜郡小国町大字岩井沢字麻桔沢851の1　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和29年8月6日）

(1) 泉温　14.1℃　天候　晴　気温　30.1℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　39.6（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出）

(3) 性状　無色澄明にして硫化水素臭を放ち微弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.2　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和29年8月10日～昭和29年9月28日）

(1) 性状

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.5　(3) 比重　1.0010（20℃）

(4) 蒸発残留物　1049mg/kg

(5) 含有成分およびその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	36.85	0.9424	5.56	塩素イオン Cl^-	460.9	12.99	76.59
ナトリウムイオン Na^+	277.2	12.05	71.05	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	70.72	3.528	20.80	硫酸イオン SO_4^{2-}	132.9	2.768	16.33
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.827	0.2326	1.37	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	1.851	0.0663	0.39	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.272	0.1413	0.83	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	72.10	1.182	6.96
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	390.8	16.96	100.0	水硫イオン HS^-	0.678	0.0205	0.12
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	6.352	0.1477		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	22.07	0.2829		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	28.42	0.4306					
遊離炭酸 CO_2	61.62	1.400					
遊離硫化水素 H_2S	2.722	0.0801		計	666.6	16.96	100.0
計	64.34	1.480					
総計	1149						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含食塩・硫化水素泉

泉水による過酸化水素の分解反応は，採水して200分間は一次反応であることがわかる。この範囲内において，過酸化水素濃度[H_2O_2]（eg/l）と，経過時間t（分）の関係を最小二乗法によって求めると，次の式のようになる。

$$\log10\,[H_2O_2] = 7.96\times10^{-5}t - 1.150$$

すなわち触媒の活性度（加藤・志田，1970）は，7.96×10^{-5}であって，蔵王かもしか温泉の同温度における活性度の約l/10程度である。

11. 白　鷹　温　泉

(1) 概　　況

長井線の終点荒砥駅の北方約5kmで，途中の下山部落まではバスの便がある。温泉は新第三系の灰黒色頁岩（水沢層）の亀裂から自然に湧出し，その化学的性状はアルカリ性で，硫化物をたくさん含んでいる。また，白鷹温泉の北西3kmの栃窪近くにも冷温泉があり，地元で利用されている。両温泉の関係はまだわかっていない。

(2) 化　学　成　分

白鷹源泉の中分析結果を示した。

本泉の液性は強いアルカリ性を呈し，主成分としては，Na^{+},HCO_3^{-}，HS^{-} を含有する。

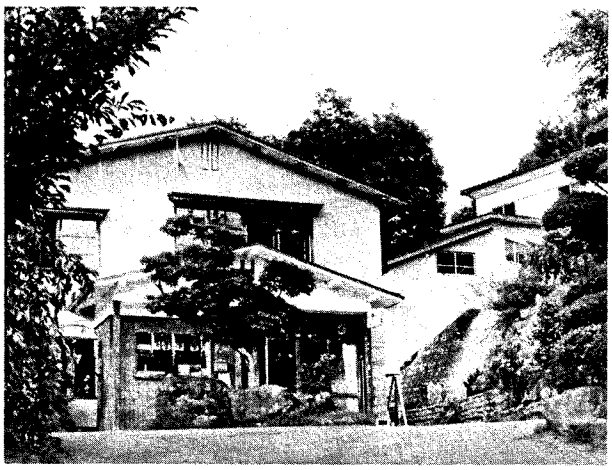
(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　皮膚掻痒症　創傷　慢性湿疹　凍創　慢性膿皮症　運動障害　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　胃腸病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害とくに神経麻痺　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者



白鷹温泉

表72

1．ゆう出地　西置賜郡白鷹町大字下山　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年4月30日）10時40分

(1) 泉温　11.5℃　天候　曇　気温　15.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然ゆう出）

(3) 性状　無色清澄にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　10.0　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月2日～昭和45年6月6日）

(1) 性状　無色清澄にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　10.0　(3) 比重　1.0003（20℃）

(4) 蒸発残留物　372.4 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.430	0.0110	0.16	塩素イオン Cl^-	3.688	0.1040	1.42
ナトリウムイオン Na^+	151.8	6.600	95.53	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	3.999	0.1996	2.89	硫酸イオン SO_4^{2-}	26.34	0.5488	7.48
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.982	0.0808	1.17	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.425	0.0254	0.35
フエロイオン Fe^{2+}	0.084	0.0030	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.182	0.0038	0.05
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{+2}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.132	0.0147	0.21	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	163.9	2.687	36.64
				炭酸イオン CO_3^{2-}	96.72	3.224	43.98
計	157.4	6.909	100.0	水硫イオン HS^-	12.69	0.3846	5.24
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	18.91	0.2454	3.35
ほう酸（メタ）HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}	0.373	0.0098	0.13
けい酸（メタ）H_2SiO_3	9.580	0.1227		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	1.701	0.1000	1.36
計	9.580	0.1227					
遊離炭酸 CO_2	0.040	0.0009					
遊離硫化水素 H_2S	0.014	0.0004		計	325.9	7.333	100.0
計	0.054	0.0013					
総計	492.9						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　単純硫化水素泉（緊張・低張性冷鉱泉）

12. 長 井 温 泉

(1) 概　　況

米坂線今泉駅の北東方約5km，最上川上流の松川と白川にはさまれた，小丘陵の松川河畔に湧出する温泉を加温のうえ利用している。

旅館は丘陵の中腹にあって，前方は松川の流水によって開け，後方は松林にかこまれた閑静な地にある。付近の地質は，西側に発達する花崗閃緑岩の上に重なる新第三系の基底礫岩層からなり，源泉はこの礫岩層中に掘さくされたものである。礫岩層の礫は，ほとんど花崗岩礫だけであるから，深度108mのボーリング資料では，基盤花崗岩との区別は困難である。したがって温泉水の湧出機構は不明である。掘さく井の柱状図は図76に示した。

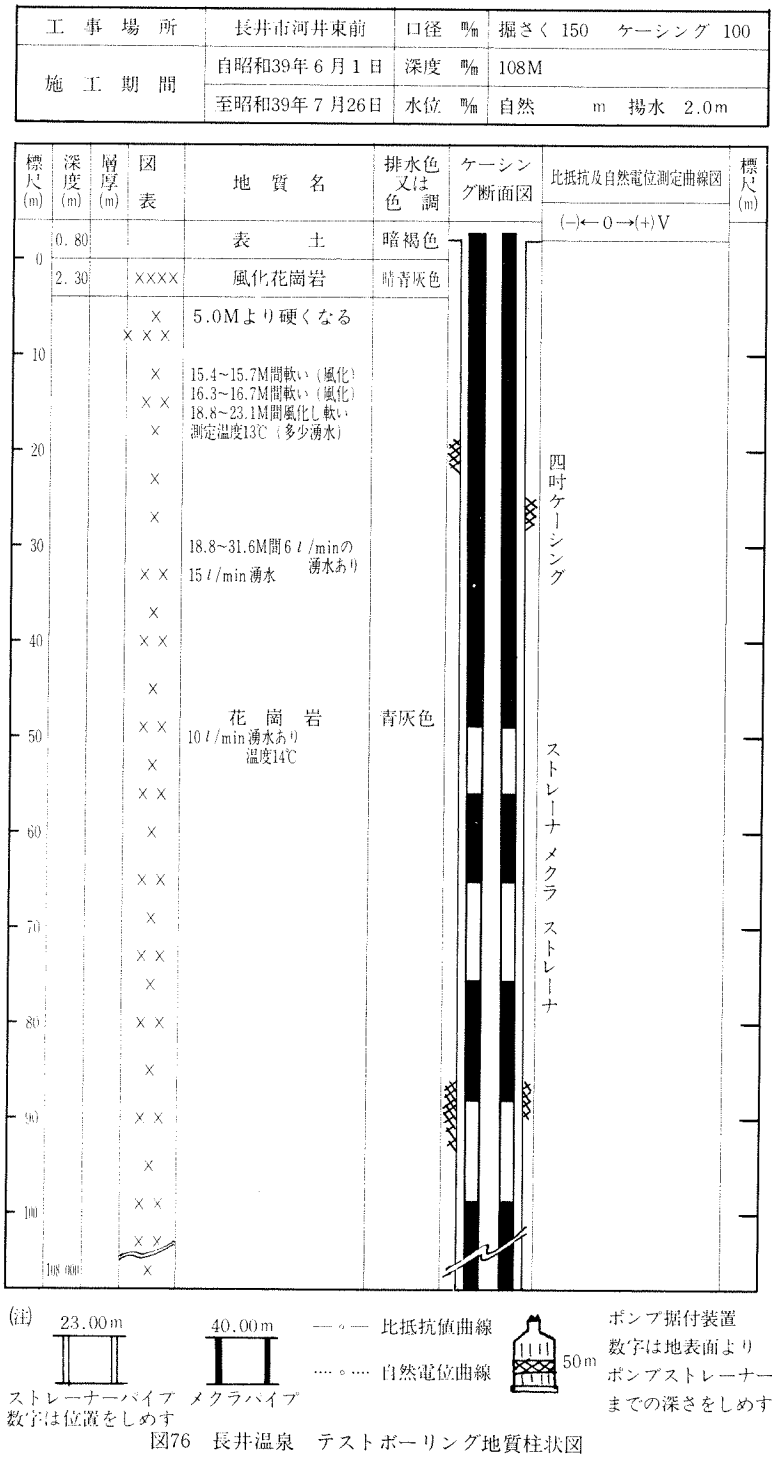


図76　長井温泉　テストボーリング地質柱状図

(2) 化 学 成 分

長井源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+,Cl^-,HCO_3^-及び遊離H_2Sである。

長井温泉

表73

1．ゆう出地　長井市河井東前973の1河川敷地　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年4月30日）16時0分

(1) 泉　温　11.5℃　天　候　晴　気　温　16.5℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴）

(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち微弱アルカリ性反応を呈する。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月2日～昭和45年6月6日）

(1) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち中性反応を呈する。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.3　(3) 比　重　1.0004（20℃）

(4) 蒸発残留物　427.6mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	3.988	0.1020	1.27	塩素イオン Cl^-	125.5	3.539	41.20
ナトリウムイオン Na^+	130.7	5.683	70.51	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.719	0.0399	0.49	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	16.98	0.8473	10.51	硫酸イオン SO_4^{2-}	15.31	0.3190	3.71
マグネシウムイオン Mg^{2+}	16.67	1.371	17.01	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.710	0.0305	0.36
フエロイオン Fe^{2+}	0.097	0.0035	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.504	0.0052	0.06
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	3.139	0.0654	0.76
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.126	0.0140	0.17	ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	275.1	4.510	52.51
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.510	0.0170	0.20
計	169.3	8.061	100.0	水硫イオン HS^-	3.297	0.0999	1.16
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン	0.262	0.0034	0.04
ほう酸（メタ）HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	41.86	0.5361		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.00
計	41.86	0.5361					
遊離炭酸 CO_2	21.17	0.4811					
遊離硫化水素 H_2S	1.193	0.0351		計	425.3	8.590	100.0
計	22.36	0.5162					
総計	658.8						
その他	Br，HBO_2　Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉　質　単純硫化水素泉（緊張・低張性冷鉱泉）

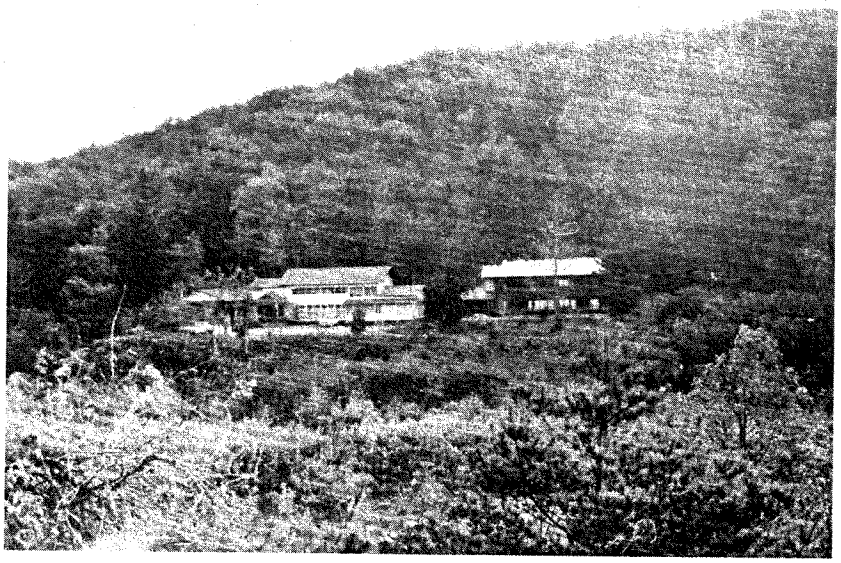
(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　皮膚掻痒症　創傷　慢性湿疹　凍創　慢性膿皮症　運動障害　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症すべての急性疾患ことに熱性疾患 進行性結核 悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害とくに神経麻痺　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者



13. 和 郷 温 泉

(1) 概　　況

源泉は奥羽本線赤湯駅の南西方およそ4kmの宮崎部落にあって，徒歩約40分を要する。掘さく深度は 338 mで，地表から66.5mまでは砂礫や粘土などの沖積層あるいは洪積層などからなり，その下 77.65 mの花崗岩類の風化帯，および破砕帯を掘さくしているようである。深度 142.2 m以深は堅硬な花崗岩類である。温泉水の湧出個所は，花崗岩類とその上位の風化帯，および破砕帯との境界付近である。掘さく当時はかなり多量の自噴水がみられたが，昭和45年現在の朝・夕2回の動力揚湯時には 360 l/minである。

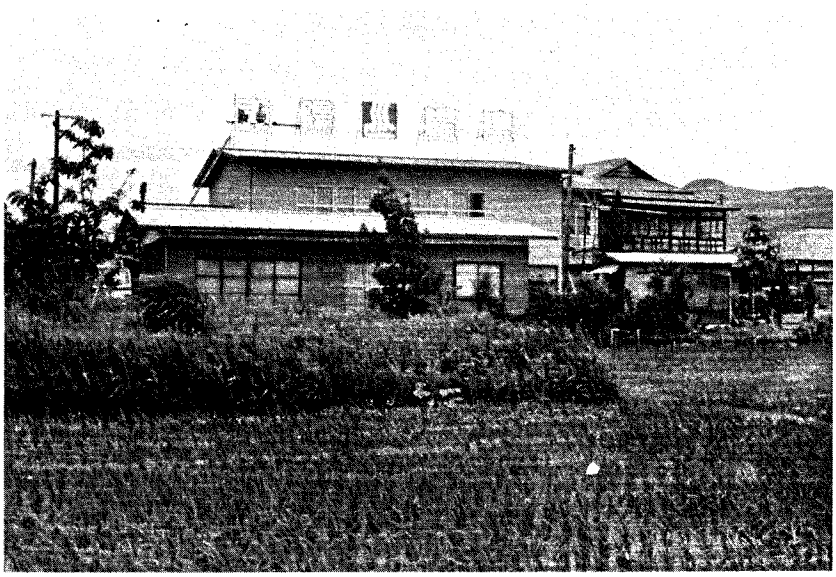
当源泉は，北方宮内街付近に発達する花崗岩と新第三系（淡緑色凝灰岩類）との間の断層線の延長線上にあたっている。ボーリング柱状図では，約80mの間が，風化されたか，または断層破砕帯となっていることは，上記の断層と何等かの関連があることも考えられる。

和郷源泉の掘さく井の柱状図を図77として表示した。

(2) 化 学 成 分

和郷源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^{+},Ca^{2+},Cl^{-},SO_4^{2-}である。



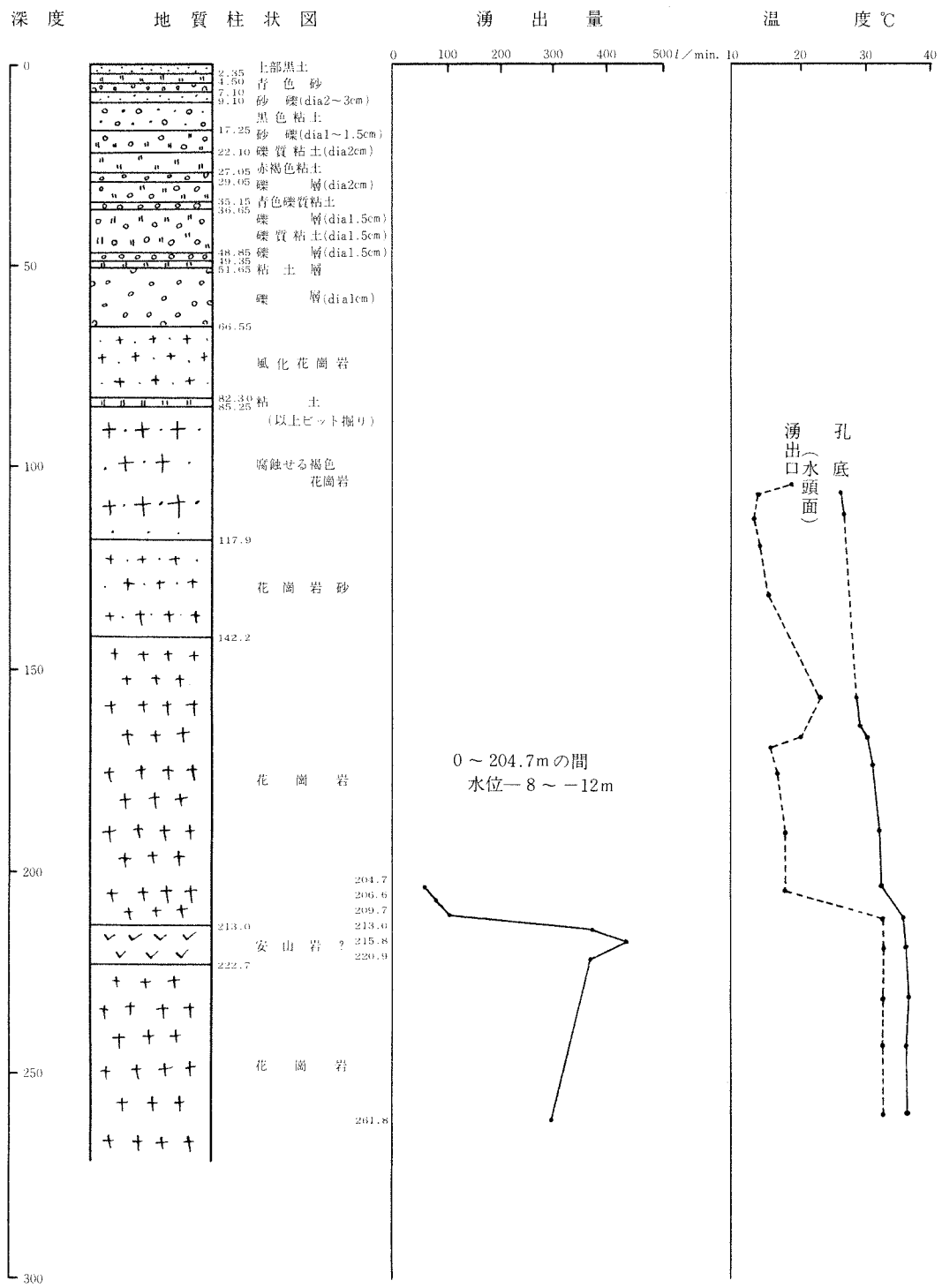


図77　和郷温泉の掘さく井の柱状図

和郷温泉

表74

1．ゆう出地　南陽市大字宮崎字前野原壱560の22　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年5月4日）13時30分

(1) 泉温　31.0℃　天候　晴　気温　23.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　掘さく動力揚湯）

(3) 性状　微淡黄褐色清澄にして微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.9　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月8日～昭和45年6月6日）

(1) 性状　微淡黄褐色清澄にして微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.0　(3) 比重　1.0015（20℃）

(4) 蒸発残留物　1575mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

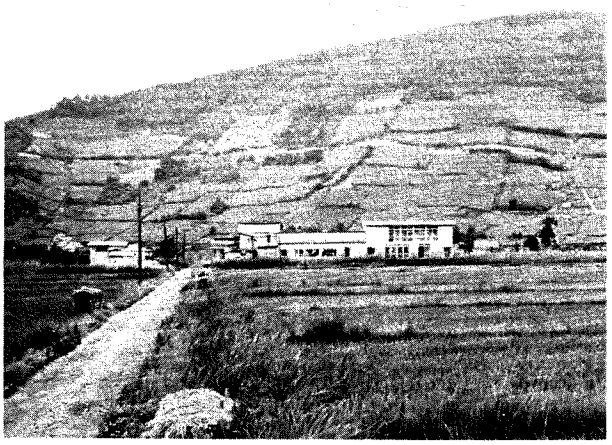
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	53.18	1.360	5.87	塩素イオン Cl^-	356.4	10.05	42.64
ナトリウムイオン Na^+	369.7	15.90	68.68	臭素イオン Br^-	1.270	0.0159	0.07
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.127	0.0010	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+	0.399	0.0222	0.10	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	116.0	5.788	25.00	硫酸イオン SO_4^{2-}	589.7	12.29	52.14
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.243	0.0200	0.09	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.324	0.0116	0.05	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.438	0.0487	0.21	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	72.27	1.193	5.06
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.330	0.0110	0.05
計	540.3	23.15	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.447	0.0058	0.02
ほう酸（メタ）HBO_2	3.392	0.0774		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	29.45	0.3772		ほう酸イオン BO_2^-	0.154	0.0036	0.02
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.014	0.0008	0.00
計	32.84	0.4546					
遊離炭酸 CO_2	2.275	0.0517					
遊離硫化水素 H_2S				計	1021	23.57	100.0
計	2.275	0.0517					
総計	1596						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含塩化土類・芒硝泉（緩和・低張性微温泉）

14. 湯 沼 温 泉

(1) 概　　況

南陽市赤湯の南東，直線距離 2.5 km の湯沼に源泉がある。付近は谷地地帯で，数本の温泉掘さくをしたが，現在利用されているのは１本だけである。



本源泉は，２温泉地で使用している。ひとつは湯沼温泉で，源泉の近くに旅館があり，田園温泉として親しまれている。他のひとつは，源泉の東方，約 4 kmの所にある蛭沢湖畔に建てた蛭沢湖温泉で，そこまで動力で送湯し，加温のうえ利用している。

本源泉の地質柱状図を，図78に示したが，表層部を除いては，すべて凝灰岩で，温泉のおもな湧出帯は113m以浅にある。

湯沼源泉は，掘さく深度 303 m で，最上部 5 m 内外は砂礫層からなり，その下は淡緑色の凝灰岩類が厚く発達している。温泉はこの凝灰岩類の中から54 l / minほど湧出する。

湧出機構は明瞭ではないが，湯沼は付近両側が落ちこんだ狭長な地帯になって，その落ち込みは，上山温泉街付近の断層系統の延長上にあることは注目してよい。

(2) 化 学 成 分

源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，HCO_3^-，HS^-，$S_2O_3^{2-}$等である。

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　皮膚掻痒症　創傷　慢性湿疹　凍創　慢性濃皮症　運動障害　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害とくに神経麻痺　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

位　置　山形県東置賜郡高畠町湯沼　　深　度　孔径　0 ～159m　160mm
159～208m　85mm
208～303m　65mm

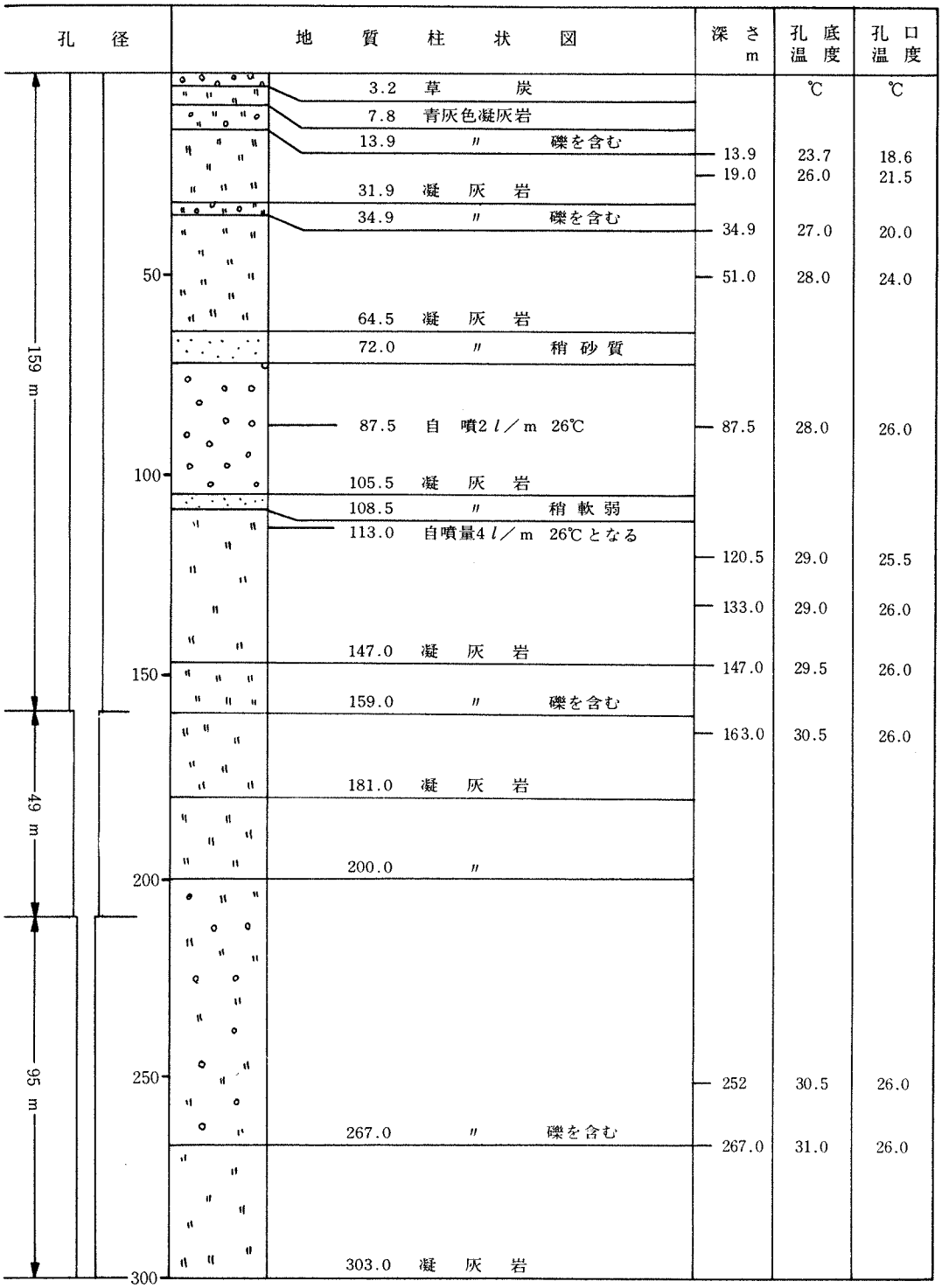


図78　湯沼源泉地質柱状図

湯沼温泉

表75

1．ゆう出地　東置賜郡高畠町大字竹の森字大谷地　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年5月4日）10時50分

(1) 泉温　31.3℃　天候　晴　気温　20.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　(ゆう出状況　掘さく自噴)

(3) 性状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.2　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月8日～昭和45年6月6日）

(1) 性状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.0　(3) 比重　1.0001（20℃）

(4) 蒸発残留物　118.4 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.485	0.0124	0.95	塩素イオン Cl^-	7.800	0.2200	13.25
ナトリウムイオン Na^+	25.99	1 130	86.21	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.039	0.0022	0.17	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	2.402	0.1199	9.15	硫酸イオン SO_4^{2-}	16.79	0.3498	21.07
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.258	0.0212	1.62	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.140	0.0203	1.22
フエロイオン Fe^{2+}	0.125	0.0045	0.34	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.058	0.0012	0.07
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.184	0.0205	1.56	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	59.19	0.9704	58.44
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.552	0.0184	1.11
計	29.48	1.311	100.0	水硫イオン HS^-	2.313	0.0701	4.22
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.663	0.0086	0.52
ほう酸（メタ）HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	21.19	0.2714		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.10
計	21.19	0.2714					
遊離炭酸 CO_2	0.898	0.0204					
遊離硫化水素 H_2S	0.167	0.0049		計	88.53	1.660	100.0
計	1.065	0.0253					
総計	140.3						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　単純硫化水素泉（緊張・低張性微温泉）

15. 湯の沢温泉・笠松温泉

(1) 湯の沢温泉

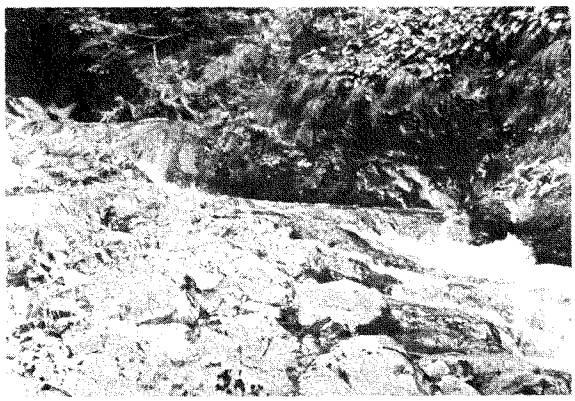
この温泉は，奥羽本線関根駅の南東方約2kmの地点にあって，同駅から徒歩で30分ほどで着く。温泉旅館は1軒で，羽黒川によって開析された渓谷の河川敷からおよそ40mほどの高所に建っている。北方はひらけて遠く羽黒川右岸の山岳を望み，閑静な山の療養温泉場として昔から知られている。

源泉は花崗岩を20mほど掘進した横坑の奥の岩石亀裂から湧出するもので，これを浴槽に導き，加温して利用している。導入の泉水は25.5℃で無色透明，異臭はなく，中性反応を呈する。また固形物総量は359.4mg/kgで主成分として食塩が35%含有されており，そのほか芒硝・石膏などを含み，泉質は単純泉に属する。医治効能として，胃腸病・湿疹・神経痛などによいとされている。化学分析結果は表76のようである。

(2) 笠松温泉

この温泉は奥羽本線大沢駅から鉄道線路に沿って南東に進むこと2kmのところにある羽黒川河畔に湧出している。温泉旅館は1軒で，羽黒川によって浸蝕された閑静な山あいの河畔にあり，地方的な療養温泉場として昔から利用されている。

源泉は石英粗面岩および石英粗面岩質凝灰岩の亀裂から湧出するもので，10数mの深さの横坑を掘って採水している。泉温は横坑坑口で25℃（当時の外気温4℃）であるが，坑内は崩壊して地表の浸透水が相当量混入しているので，幾分泉温が低下しているものとみられる。また泉水は無色清澄で異臭なく，微弱アルカリ性反応を呈する。含有する固形物総量は232.6mg/kgで，主成分として食塩38%，芒硝21%を含み，泉質は単純泉に属する。医治効能としては，神経痛・胃腸病・皮膚疾患によいとされている。化学成分は，表77のようになっている。



(3) 化 学 成 分

イ) 湯の沢源泉の中分析結果を示した。本泉の主成分は，Na^+,Cl^-,SO_4^{2-},HCO_3^-であるが，そのほかH_2SiO_3も比較的多く含有している。

湯の沢温泉

表76

1．ゆう出地　米沢市大字大沢　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年5月20日）12時0分

(1) 泉　温　27.0℃　天　候　晴　気　温　19.0℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈する。

(4) 水表イオン濃度（pH）　7.2　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年5月22日～昭和44年6月30日）

(1) 性　状　無色清澄にして異臭なく中性反応を呈する。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(3) 比　重　1.0003（20℃）

(4) 蒸発残留物　422.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	4.457	0.1140	2.10	塩素イオン Cl^-	91.13	2.570	44.61
ナトリウムイオン Na^+	99.00	4.304	79.16	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.040	0.0022	0.04	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	16.62	0.8293	15.25	硫酸イオン SO_4^{2-}	93.41	1.946	33.78
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.094	0.0900	1.66	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.764	0.0274	0.50	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.628	0.0699	1.29	ヒゾロ炭酸イオン HCO_3^-	75.52	1.238	21.49
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.072	0.0024	0.04
計	122.6	5.437	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.308	0.0040	0.07
ほう酸（メタ） HBO_2	2.104	0.0480		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	92.21	1.181		ほう酸イオン BO_3^-	0.021	0.0005	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.003	0.0002	0.00
計	94.31	1.229					
遊離炭酸 CO_2	11.44	0.2601					
遊離硫化水素 H_2S				計		5.761	100.0
計	11.44	0.2601					
総計	488.9						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉　質　単純温泉（緩和低張性微温泉）

ロ）笠松源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+,Cl^-,SO_4^{2-}等である。

笠松温泉

表77

1．ゆう出地　米沢市大字大沢　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和25年11月27日）

(1) 泉温　25℃　天候　晴　気温　4℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出）

(3) 性状　無色澄明異臭なく微弱アルカリ性反応を呈する。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和25年12月1日～昭和26年5月4日）

(1) 性状

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(3) 比重　1.00019（20℃）

(4) 蒸発残留物　232.6 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	6.112	0.1563	4.60	塩素イオン Cl^-	68.08	1.920	56.49
ナトリウムイオン Na^+	55.94	2.432	71.55	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	1.548	0.086	2.53	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	8.143	0.406	11.95	硫酸イオン SO_4^{2-}	49.38	1.029	30.27
マグネシウムイオン Mg^{2}	1.838	0.151	4.45	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	1.736	0.062	1.83	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3}	0.947	0.105	3.10	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	26.93	0.442	12.99
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	76.26	3.399	100.0	水硫イオン HS^-	0.281	0.0085	0.25
非解離成分	ミリグラム	ミリバル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	33.24	0.426		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	33.24	0.426					
遊離炭酸 CO_2	1.584	0.0335					
遊離硫化水素 H_2S	0.119	0.0035		計	144.7	3.339	100.0
計	1.703	0.037					
総計	255.8						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　単純温泉

(4) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　運動器障害　神経症　神経麻痺　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血その他一般に病勢進行中の患者

飲用の適応症　胃腸病

第 2 章　村山南部地区

村山地区の温泉区分

第２章　村山南部地区，第３章　村山北部地区を述べる前に，村山地区の概況をここに記すことにする。

この地区は，山形・尾花沢・上山の３つの盆地を中心に，東に奥羽脊梁山脈，西に出羽丘陵の両隆起帯が南北に走り，北は新庄盆地との境を画する丘陵地，南は赤湯・米沢盆地との境を画する丘陵地でかこまれた地域である。地理的分布からは次のとおり大別される。

イ）　蔵王山系温泉群

蔵王火山を中心としてその周辺に湧出する温泉で，蔵王・上山・須田板，山形市南部地区の飯田・山形・竜王・黒沢および大野目・三山などの各温泉がある。大野目・三山をのぞき，いずれも那須火山系に属する温泉と考えられる。

ロ）　船形山系温泉群

銀山・東根・天童および尾花沢・湯舟沢の各温泉がこれに属する。

ハ）　葉山山系温泉群

富本・河北・寒河江・上野・間沢など葉山山系の東～南にかけて湧出する温泉がこれに属する。河北温泉は明らかに盆地内の第四系から湧出する非火山性温泉であるが，その地理的分布上から本温泉群に所属させた。

ニ）　朝日山系温泉群

朝日・古寺の両温泉がこれに属する。

なお，以上の分類とは別に，山形盆地東縁には，北から東根・天童・山形・飯田・竜王・上山・河崎・葉山―高松の各温泉が，ほぼ一線上に並んだ特異な配列を示している。このことに関しては，別項の「山形盆地東縁の弾性波探査」に詳述したように，盆地東縁に沿い，第四系を切って２条の地溝的な凹みをもった落ち込み運動が考えられ，この断裂運動帯は，上記温泉の配列とほぼ一致することが確かめられている。したがって，このような断裂帯の存在が，上記温泉の湧出と密接な関係にあると考えてよい。

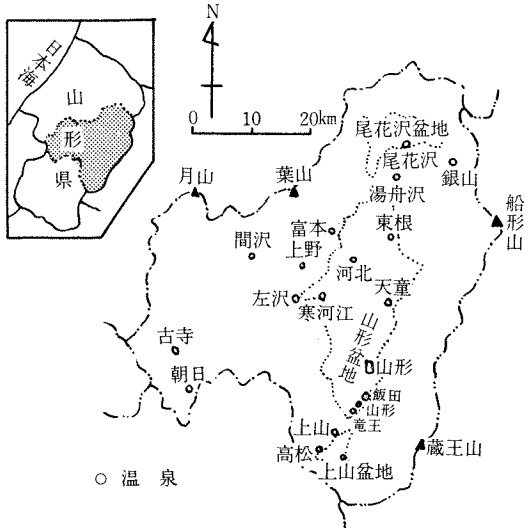


図79　村山地区の主な温泉分布図

1. 上山温泉群

(1) 環境と沿革

イ) 環　　境

上山温泉群とは湯町，新湯，河崎温泉，高松温泉，葉山温泉の各温泉を総称したものである。

これらの温泉は，奥羽本線沿いに北東一南西の方向に配列し，もよりの駅は上山駅である。海抜およそ180m，蔵王の連峰を一望にできるほか，宮川，前川の清流が膝下に見おろされ，四季を通して，浴客の旅愁を慰さめる温泉地である。

その中でも湯町と新湯は，上山温泉として東北の3大温泉郷の1つに数えられ，みちのくの情緒に富んだ温泉町として，旅人の足をとどめ，河崎温泉は閑静な保養温泉として広く利用されている。

一方高松，葉山の両温泉は，上山盆地を一望におさめ，眺望よく，保養と慰安に適した，新興温泉地である。

近年，茂吉記念館，春雨庵，蟹仙洞などの施設も整備されているほか，蔵王エコーラインの入口にもあたっており観光ルートの基地となっている。

ロ) 沿　　革

今から500余年前，長禄2年(1458年)の春の夕暮，疲れた足を引きずった1人の旅僧が経塚山の南の麓にある法界寺という空き寺に辿り着いた。

この旅僧は，肥前の国（佐賀県）の人で20才の頃から国を出て，諸国を行脚して仏道を修業し，

衆生済度に努めた月秀上人であった。

この頃は，未だ月岡には城がなく，天神森として樹木がうっそうと繁り，現在の湯町一帯は満々と水を湛えた沼沢地帯であった。

月秀上人は，或る日巡錫に出てこの沼の辺りを通ると，1羽の足を痛めた鶴が飛んできて，この沼の水際に足を浸していたが，7日目には傷が癒って飛び去った。

あまりに不思議なので，上人がその所へ行って見ると，そこから温泉が湧いていた。これをみた上人は，この湯は病に特効があり，沼の底には多量の湯が湧きでているであろうと考え，この沼を干して見るとその底からは，多量の熱い湯が湧き出ていた。

里人は上人の指導で湯壺をつくり，入浴し，温泉付近には次第に人家が建ち，一聚落ができた。これが現在の湯町の前身で，温泉は鶴にちなんで鶴脛温泉と名づけられた。

その後鶴脛温泉は次第に発展し，5か所の共同浴場と，20戸余りの温泉旅館がもうけられ，東北一の名湯として上山温泉繁昌の基盤となった。

1921年，上山新湯の温泉掘さくが成功し，その後，3か所の掘さく源泉から11軒の温泉旅館と1か所の共同浴場に分湯され，大上山温泉となった。

一方，高松の湯沼は，昔からなんどか掘さくされたが，いずれも失敗し，1932年に初めて43℃の温泉が湧出した。その後，1948年には葉山山麓の温泉掘さくが成功し，現在10数軒の温泉旅館でにぎわっている。

(2) 地形と地質

イ) 地　　形

上山温泉群は，上山盆地の西端に位置し，東側は前川，宮川によって解析され，西側は経塚山・虚空蔵山等の山々が続き，概して段丘地形を呈している。

ロ) 地　　質

上山温泉群地域における地質の概要は，次のとおりである。図80参照。

a．基盤岩　主として花崗閃緑岩からなり，葉山・高松および河崎源泉の掘さくによって，その存在が確められ，河崎源泉においては，地下 168.77 m以深に存在する。村尾源泉（深度 270 m）においても坑底では基盤岩についたといわれている。

b．吉野層　主として緑色凝灰岩からなる最下部に基底礫岩，安山岩類の太郎礫岩安山岩部層，最上部に硬質黒色頁岩を主とする上山頁岩部層が認められる。これらの岩層のうち，地表で観察されるのは上山頁岩部層の下部から上位であって，同部層下限およびそれ以下の岩層は，源泉井掘さく記録に示されるだけである。

上山頁岩部層は，上山温泉西方の不動沢，河原期沢で観察され，岩質は殆ど硬質黒色頁岩で砂岩をはさむ。下部で砂質になる場合が多く，下位層とは整合と考えられる。

c．本沢層　上山温泉西方の八幡堂沢，不動沢，河原期沢に比較的よく露出する。

緑色凝灰岩，凝灰岩質頁岩，同質砂岩などの互層（竜沢斜石石英粗面岩頁岩部層）であって，上

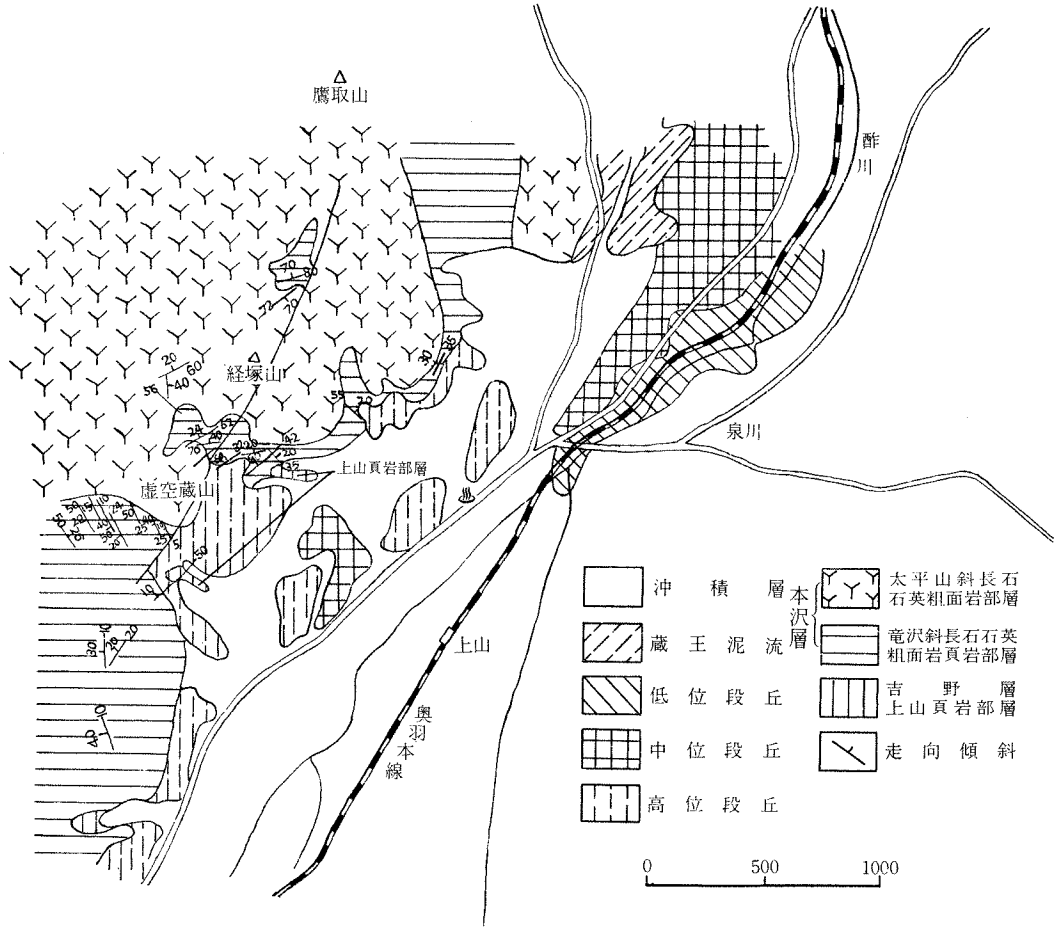


図80　上山温泉付近地質図

位に進むにしたがって，斜長石石英粗面岩（太平山斜長石石英粗面岩部層）となる。

両者の境界は明瞭ではない。また下位とは整合関係にある。

d．段丘堆積物および蔵王火山泥流　段丘は地形的に高・中・低3位のものが区別され，高位段丘は210m以上の高度をもち，虚空蔵山東麓の長者屋敷や，月岡公園などの台地を作り，凝灰岩質の亜角礫からなり，粘土の薄層を含む。中位段丘は180～183mの高度をたもち，上山市街地北部から上山農業高校にかけての国道沿いに見られ，安山岩質の巨大な亜角礫を含む細粒物質よりなる。

低位段丘は，宮川沿いの一部に見られるにすぎない。これらの段丘のうち，高位，中位段丘は共に湖岸段丘ともいえるもので，蔵王火山からの泥流が宮川を堰止め，1つの湖盆を作った時代の堆積物である。この泥流は鉄道東側地区にも広く見られるのは当然であるが，西側にも延び，久保手原・四谷などに認められる。

e．火成活動　温泉地域では，火成活動を明らかにすることは重要であるので，次に上山温泉地域の火成活動を記述する。

吉野層の堆積初期～中期には，玄武岩・玄武岩質安山岩・複輝石安山岩・変朽安山岩などの主として塩基性～中性の岩石によって特徴づけられ，末期には石英安山岩の活動が始まった。本沢層の堆積初期には，石英安山岩の活動があり，中期～末期には斜長石石英粗面岩の激しい活動があった。須刈田層堆積時には，下位層からの酸性活動が断続的におこり，長谷堂層時期には石英安山岩の活動が認められる。これらの火成岩は，いずれも上山温泉群の熱源としてはなんらの意味もない。三吉山安山岩集塊岩層以後は複輝石安山岩の活動が認められ，蔵王火山の橄欖石複輝石安山岩となる。したがって，三吉山安山岩集塊岩の噴出は，比較的新しい時期になるので熱源とし無関係とはいえない。

f．一般地質構造　本沢層堆積後，すなわち火成活動でいえば，やや塩基性のものから酸性なものへの１つの輪廻の最後の段階で，鉄道東側地域では陸化が始まった。これは，鉄道線に沿ってなんらかの構造線があって，両側地域の運動に違いができたためと考えられる。

八幡堂沢，不動沢，河原期沢などで，一つの断層が認められる。不動沢では本沢層下部の竜沢斜長石石英粗面岩頁岩部層に属する凝灰岩砂岩が，火葬場下流約100ｍの道路沿いで，Ｎ20°Ｅの走向，垂直の傾斜を示し，その西側で乱れた層理を示している。その北東方への延びは，八幡堂沢にあらわれ，さらに北東方への延びは不明である。

南西方への延びは，河原期沢の一軒家付近に認められ，本沢層下部の竜沢斜長石石英粗面岩部層をきる。この断層は八幡堂沢では東落ちと見られるが，その落差は左程大きくはないものと思われる。

上記断層の西側にも構造線の存在が推定され，河原期沢で２本の断層が存在することが電気探査の結果にあらわれており，東方の１本は西向きの面を有すると考えられる。

さらに，法円寺堤付近における電気探査の結果も，この辺に１つの断層が存在することを推定させる。おそらく，これらの構造線も国鉄奥羽本線に沿う構造線や，西方の諸沢に見られる断層のごとく，北東―東西方向の延びを有するものであろう。

ハ）　上山地域の地下の地質構造

山形盆地東縁に存在すると考えられる前述の活構造帯は，地質的にその実態を図示することは，その上位に沖積層あるいは扇状地堆積物等が被覆するので，なかなか困難である。

しかし上山盆地は，東西両側から山地がせまり，平地部は幅がわずか2.5kmのところもあるのでこの狭隘部で断面図を作ってみれば，現平地下に潜在すると考えられる前述の活構造帯が，地質的にどんな姿態をとってくるかが推定できると考えられる。このような想定のもとでは，幅250ｍ～1,800ｍの地溝状の落ち込み帯があり，その落ち込みの量は600ｍにも達することが，ボーリングあるいは弾性波探査の結果などから推定が可能である。次に上山温泉群地域を７本の断面線で横断すれば，次のようになる。

a．断面Ａ―Ａ′について（図81参照）

断面Ａ―Ａ′は，上山市金瓶―湯坂―久保手にそった断面図であるが，この断面で基盤岩まで届いているボーリングは，断面図Ａ―Ａ′において，No.６のボーリングである。これでは，下部は花崗岩

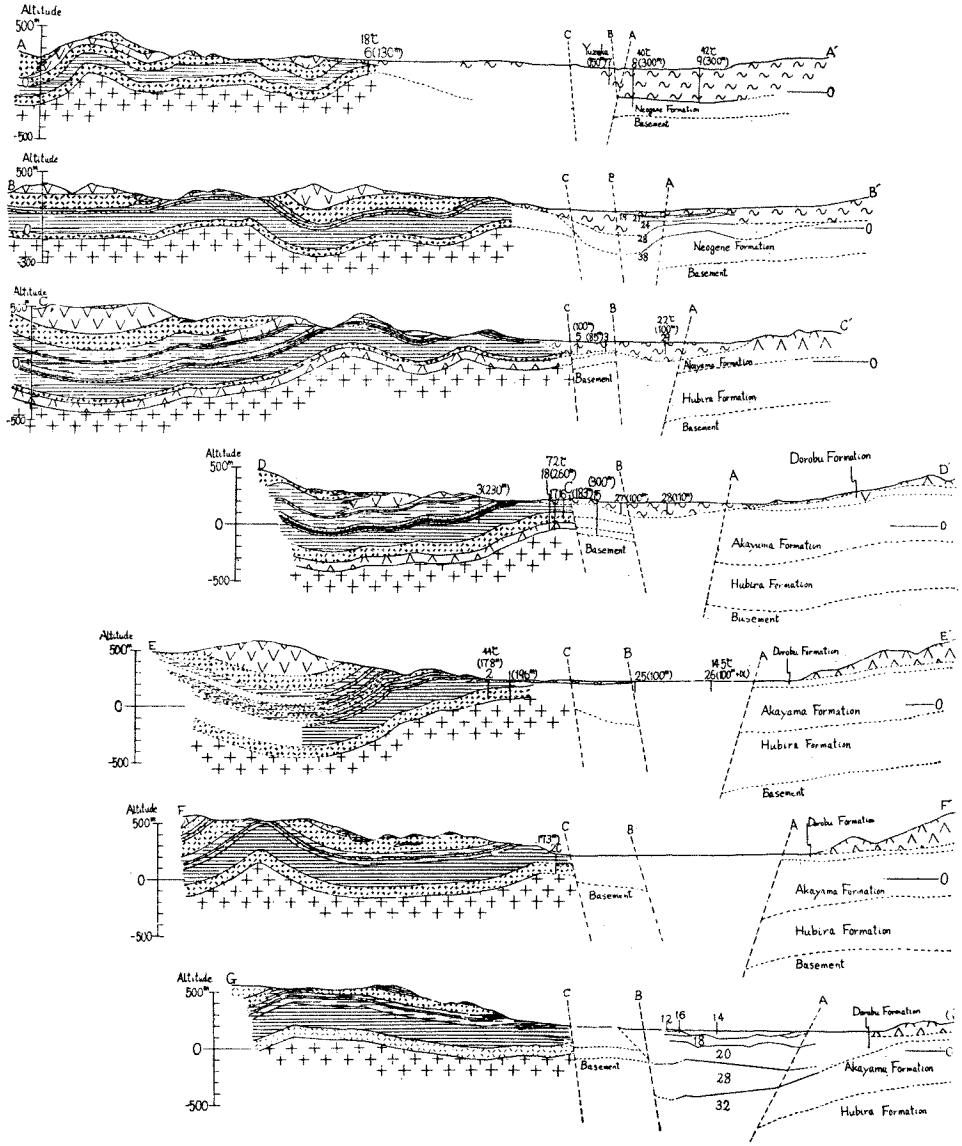


図81　上山付近地質断面図（バスク法）

質岩になっている。また同じ断面で，No. 9 のボーリングは温泉探査のために掘さくされたものであるが，ここでは 270 m 以深は緑色凝灰岩となっている。300 m で掘止めになっているが，上山付近で緑色凝灰岩は基盤岩に接してくる凝灰岩しかないので，このNo. 9 のボーリングによれば，少なくとも地表から 400 m 以深はすべて基盤岩ということになる。この 2 つのボーリングの結果と，バスクの方法で作られたのが，A—A′断面ということになる。ただ東半部の断面は，フリーハンドで書かれている。次にこの断面でA，B，Cの 3 本の断層線が入っているが，これは次のB—B′，C—C′の断面線の 2 つの位置を結んで延長したものである。

b．断面Ｂ－Ｂ′について（図81参照）

この断面図では，有力なボーリングの資料は皆無である。ただ後述のように，1960年に行われた農林省農地局資源課の弾性波探査の調査結果がある。それによると，地表から 400 m 前後の深さでは，弾性波速度 3.8 km/secで，基盤岩の存在を指摘していない。この点は，Ａ—Ａ′断面でＡ，Ｂ，Ｃの３断層群以東では，400 m 以深は基盤岩であるとすることは少し違うようである。すなわち，Ｂ—Ｂ′断面ではＡ—Ａ′断面より，基盤岩は若干深くなるのではないかとの懸念が出る。この断面では，弾性波速度 2.8 km/secの古期湖底堆積物と，その上位の弾性波速度 2.4 km/secの火山砕屑物との境面が，急傾斜で西へ傾いているので，その地点に断層Ａを仮定し，Ａ断層を西落ち断層とした。落差は弾性波探査の結果からは，170 m ＋である。次にＣ断層以西地区の基盤岩の深さである。断面Ｄ—Ｄ′では，深度 270 m のボーリングの底では花崗岩質の岩石になっているので，少なくとも 270 m 以深は基盤岩であることは考えられる。したがって，Ｂ—Ｂ′でのＣ断層以西の基盤岩の深さは，断面Ａ—Ａ′の 130 m と，断面Ｂ—Ｂ′の 270 m との中間的数字であることが考えられる。すなわち，断面Ａ—Ａ′付近での東西両側の基盤岩の深さには，少なくとも200m ＋の落差があることになる。

c．断面Ｃ—Ｃ′について（図81参照）

この断面図では，ボーリングは全部 100 m 以浅のもので，単に地表の泥流内に止まっているし，弾性波探査の結果もないので，確かな資料は全くない。ただＡ断層より東側では，葉山溶岩（主として含橄欖石複輝石安山岩）の中に，石英粗面岩の露頭がある。これは岩種から考え，葉山溶岩のものではないのだから，それ以下の地層，たとえば泥部層か，又は呑岡山層のものとなる。もしこれを呑岡山層下位のものとすると，それ以下の地表の厚さは約 550 m であるから，Ａ断層付近での基盤岩の深さは，約 500 m となる。一方Ｃ断層より西側の断面では，バスクの方法で画いた断面図での基盤岩の深さは約 250 m であるから，東西両側の食い違いは約 250 m となって，Ａ—Ａ′，Ｂ—Ｂ′断面より約50m だけ増加する。また前記の石英粗面岩を泥部層上部のものだとすれば，東側の基盤岩の深さは約1000m となり，これが褶曲でＡ断層付近ではどのようになるかわからないが，上記の 500 m より更に増大することになる。

d．断面Ｄ—Ｄ′について（図81参照）

本断面は，現在の上山温泉群の中心地帯を通る断面であるので，数本の有力なボーリングが資料を提供している。まずNo.15およびNo.17は確実に基盤に到着している。その基盤に到達した深度は，温泉ボーリングであるので，資料にあいまいさが残っているが，No.15の深度 300 m，No.17の 270 m はコーアの調査から確実に基盤岩である。Ａ断層から東側では，仙石沢の石英粗面岩を呑岡山層下底とするか，又は泥部層の上部にするかでその基盤岩の深さは違ってくるが，石英粗面岩の走向延長である宮脇付近には泥部層が存在するので，後者と考えるのが妥当のようである。もしそうだとすれば，Ａ断層の東側においての基盤岩の深さは約 900 m となり，西側との間に約 300 m の落差ができることになる。

e．断面Ｆ—Ｆ′について（図81参照）

ボーリングNo.20では，深度 173 m で基盤岩が現われる。これもこの地区では浅い方である。東側の基盤岩との間には，断面E—E′同様相当大きい落差が考えられる。

f．断面G—G′について

この断面では，ボーリングの資料は皆無であるが，農林省農地局資源課の実施した，弾性波探査の資料がある。これによるとB断層以東では深度600 mまでは基盤岩としての弾性波速度をもったものは現われてこない。深度 600 m 以深で，なお 200 m 以上の厚さをもった新第三系が存在するとされているので，C断層以西の基盤岩の厚さを 200 m とすると，東西両側との間には 600 m をこえる落差があることとなる。この数字は東西両側の食い違いとしては最も大きい数字であろう。

以上，上山温泉群地域の地下，地質構造をややくわしく述べたが，それは次に述べるように温泉の分布・湧出機構と密接な関連をもってくるからである。

(3) 源泉の分布・泉温・湧出状況

上山温泉群の各源泉は，奥羽本線沿いの北東—南西方向に線状に配列し，現在の利用源泉は，すべて掘さく動力揚湯泉で，その分布は図82に示した。

それらの源泉は，上山市の中心付近（SP No.1，2，3，4，5）と，これらから南西に離れた高松・葉山付近（SP No.8，9，10）とに大別される。これらの直線状分布からは多少離れ，中間付近にも2源泉（SP No.6，7）がある。その他の徴候地各源泉の泉温，湧出量，掘さく深度等を示せば表78のとおりである。

表78　上山温泉群の源泉状況

※動水位の測定値はポンプ中心からのものである。
※調査年月日　5．46．6．1

SP・NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	鶴脛1号	鶴脛2号	月岡ホテル	村尾	有馬館	河崎	石崎	高松1号	高松2号	葉山
泉温（℃）	58.9	60.0	64.3	68.0	61.0	44.5	25.0	37.0	65.0	62.1
揚湯量（l/min）	253.1	259.2	50.8	100.8	49.1	27.0	13.5	36.0	59.4	139.5
動水位（cm）※	6.56	—	4.40	3.65	5.26	—	3.75	—	5.81	6.71
掘さく深度（m）	27.0	60.0	182.8	270	261.0	167.0	197.0	180.0	255.0	263.0
源泉の地盤標高（m）	182.7	182.7	180.8	178.8	179.8	—	191.5	188.6	179.7	194.9
動力装置の位置の標高（m）	180.0	180.0	179.0	178.8	177.8	—	188.0	183.0	179.7	185.0
備考	ポンプ	ポンプ	ポンプ	ポンプ	ポンプ	ポンプ	エアーレフト	ポンプ	ポンプ	ポンプ

なお，表78の状況から図81にA—A′で示したごとく切断し，その切断面に各源泉の地盤標高及び深度を投影して表わすと，図83のようになる。

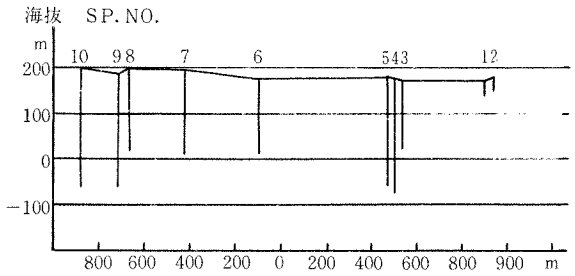


図83　A—A′切断面に投影した源泉の地盤標高及び深度図

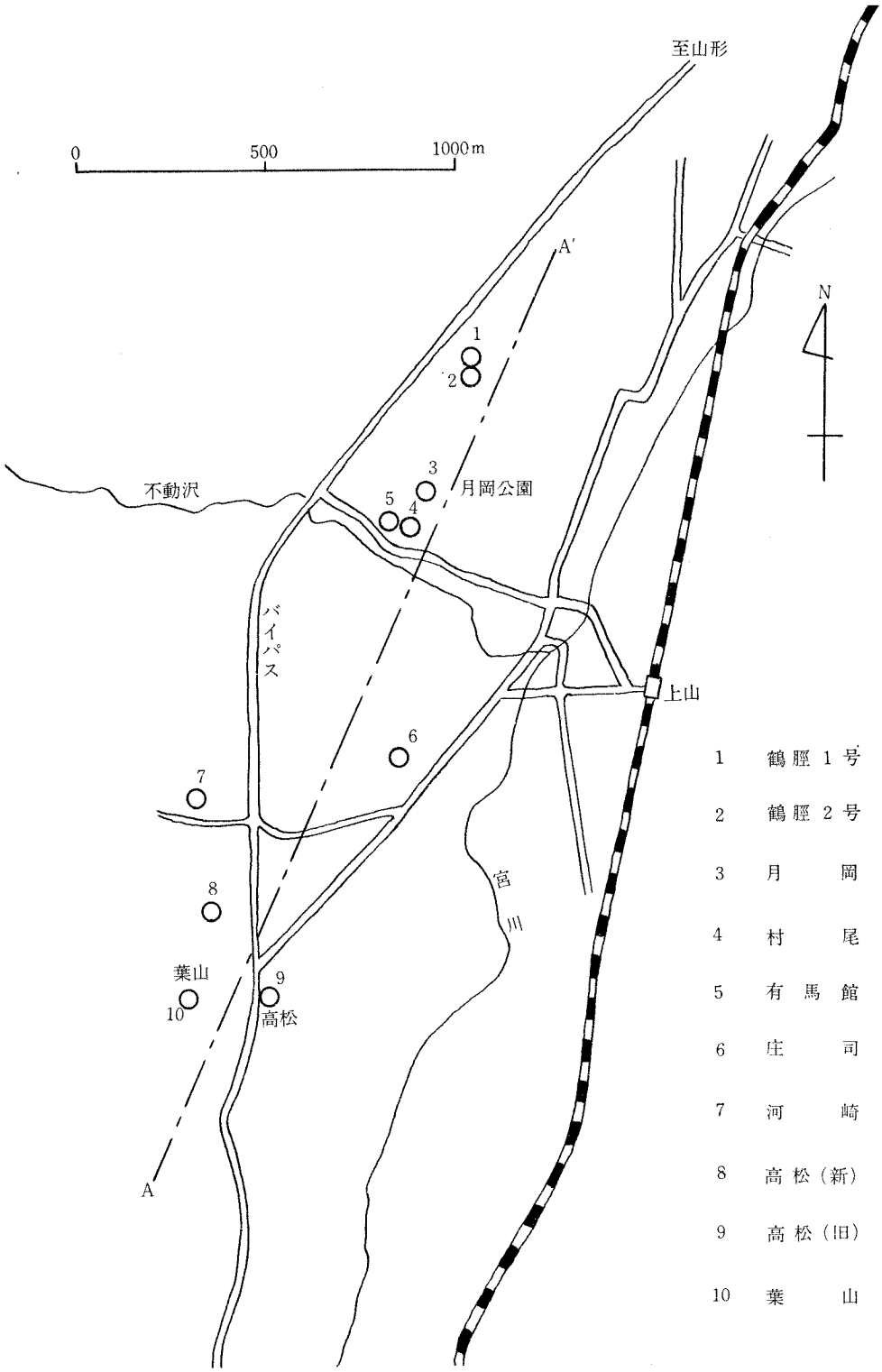


図82　上山温泉群の源泉分布図

(4) 化 学 成 分

上山温泉群には10本の源泉が所在しており，泉質はいずれも含石膏弱食塩泉に属する。

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+,Ca^{2+}が主体となり，陰イオンとしてはSO_4^{2-}とCl^-が主体で他には目立つ成分は含有されていない。

pHは7.4～8.2で弱アルカリ性を示している。以下，代表的な5源泉の中分析結果を示す。

表79　**上山温泉**（源泉名　鶴脛1号泉）

1．ゆう出地　上山市鶴脛町　　（標高　　m）								
2．ゆう出地における調査および試験成績（昭和42年11月7日）9時50分								
(1) 泉　温　59.2℃　天　候　晴　気　温　14.5℃　気　圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　）								
(3) 性　状　無色清澄にして異臭なく稍鹹味を有し中性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.4　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和42年11月20日～昭和42年12月25日）								
(1) 性　状　無色清澄，稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.6　(3) 比　重　1.0021（20℃）								
(4) 蒸発残留物　2415mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3				
カリウムイオン K^+	13.61	0.3481	0.94	塩素イオン Cl^-	702.4	19.81	52.81	
ナトリウムイオン Na^+	488.4	21.23	57.57	臭素イオン Br^-	0.687	0.0086	0.02	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.533	0.0042	0.01	
アンモニウムイオン NH_4^+	1.10	0.0611	0.17	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	297.5	14.85	40.27	硫酸イオン SO_4^{2-}	802.4	16.71	44.54	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.888	0.3197	0.87	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	0.330	0.0177	0.05	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}	0.320	0.0117	0.03	燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.325	0.0362	0.10	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	59.13	0.9693	2.58	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.180	0.0030	0.01	
計	805.5	36.87	100.0	水硫イオン HS^-				
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.262	0.0034	0.01	
ほう酸（メタ） HBO_2	16.55	0.3776		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	53.04	0.6793		ほう酸イオン BO_2^-	0.244	0.0057	0.02	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.00	
計	69.59	1.058						
遊離炭酸 CO_2	5.685	0.1292						
遊離硫化水素 H_2S				計				
計	5.685	0.1292						
総計	2447							
その他	H_2S痕跡							
ガス	（1l中の含有量）							
4．泉　質　含石膏・弱食塩泉（緩和低張性高温泉）								

表80

上山温泉（源泉名　村尾源泉）

1．ゆう出地　上山市鶴脛町字元城内275　（標高　m）

2．ゆう出地における調査および試験成績（昭和42年11月7日）13時15分

(1) 泉温 68.3℃　天候 曇　気温 15.8℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯 ）

(3) 性状 無色清澄にして異臭なく稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 7.6　(5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年11月20日～昭和42年12月25日）

(1) 性状 無色清澄，稍鹹味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.2　(3) 比重 1.0023（20℃）

(4) 蒸発残留物 2556mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	14.94	0.3821	0.97	塩素イオン Cl^-	780.1	22.00	55.12
ナトリウムイオン Na^+	540.0	23.48	59.41	臭素イオン Br^-	0.671	0.0084	0.02
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.571	0.0045	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	1.20	0.0667	0.17	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	306.7	15.30	38.72	硫酸イオン SO_4^{2-}	817.2	17.01	42.62
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.916	0.2398	0.61	ヒドロチオ硫酸イオン HSO_3^-			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.266	0.0095	0.02	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.212	0.0077	0.02	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.294	0.0327	0.08	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	53.38	0.8750	2.19
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.252	0.0042	0.01
計	866.5	39.52	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.355	0.0046	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2	17.62	0.4021		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	45.14	0.5782		ほう酸イオン BO_2^-	0.415	0.0097	0.02
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.007	0.0004	0.00
計	62.76	0.9803					
遊離炭酸 CO_2	3.208	0.0729					
遊離硫化水素 H_2S				計	1653	39.92	100.0
計	3.208	0.0729					
総計	2585						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含石膏・弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

表81

河崎温泉（源泉名　石山源泉）

1．ゆう出地　上山市河崎字反田807　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年11月9日）13時0分

(1) 泉温 44.2℃　天候 曇　気温 8.8℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯 ）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭なく稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.7　(5) ラドン含有量　×10^{-10} Curie（　M.E.）

3. 試験室における試験成績（昭和42年11月20日～昭和42年12月25日）

(1) 性　状　無色清澄，稍鹹味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.25　(3) 比　重　1.0024（20℃）

(4) 蒸発残留物　2585mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	19.39	0.4959	1.23	塩素イオン Cl^-	886.5	25.00	61.83
ナトリウムイオン Na^+	588.8	25.60	63.55	臭素イオン Br^-	1.351	0.0169	0.04
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.546	0.0043	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	1.20	0.0667	0.17	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	277.2	13.83	34.33	硫酸イオン SO_4^{2-}	696.2	14.49	35.84
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.916	0.2398	0.60	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.300	0.0107	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.048	0.0050	0.01
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.106	0.0022	0.01
マンガンイオン Mn^{2+}	0.090	0.0033	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.287	0.0319	0.08	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	54.17	0.8881	2.20
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.336	0.0056	0.01
計	890.2	40.28	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.563	0.0073	0.02
ほう酸（メタ） HBO_2	19.95	0.4551		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	56.63	0.7253		ほう酸イオン BO_2^-	0.587	0.0137	0.03
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.009	0.0005	0.00
計	76.58	1.180					
遊離炭酸 CO_2	2.600	0.0591					
遊離硫化水素 H_2S				計	1640	40.43	100.0
計	2.600	0.0591					
総計	2609						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4. 泉　質　含石膏・弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

表82

高松温泉（源泉名　高松新源泉）

1. 上山市河崎字反田807　（標高　m）

2. ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年11月9日）14時0分

(1) 泉　温　64.3℃　天　候　曇　気　温　9.2℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭なく稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.1　(5) ラドン含有量　×10^{-10} Curie（　M.E.）

3. 試験室における試験成績（昭和42年11月20日～昭和42年12月25日）

(1) 性　状　無色清澄・稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオル濃度（pH）　7.75　(3) 比　重　1.0024（20℃）

(4) 蒸発残留物　2647mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	21.27	0.5440	1.37	塩素イオン Cl^-	868.8	24.50	61.36
ナトリウムイオン Na^+	586.0	25.48	64.29	臭素イオン Br^-	1.023	0.0128	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.660	0.0052	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	1.20	0.0667	0.17	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	265.9	13.27	33.48	硫酸イオン SO_4^{2-}	719.4	14.98	37.52
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.916	0.2398	0.61	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.116	0.0042	0.01	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.090	0.0033	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.203	0.2260	0.06	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	23.59	0.3868	0.97
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.348	0.0058	0.01
計	877.7	39.63	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.064	0.0138	0.03
ほう酸（メタ） HBO_2	15.48	0.3533		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	43.12	0.5523		ほう酸イオン BO_2^-	1.135	0.0265	0.07
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.022	0.0013	0.00
計	58.60	0.9056					
遊離炭酸 CO_2	0.453	0.0103					
遊離硫化水素 H_2S				計	1616	39.93	100.0
計	0.453	0.0103					
総計	2553						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含石膏・弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

表83

葉山温泉（源泉名　葉山源泉）

1．ゆう出地　上山市大字高松　（（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年11月9日）15時0分

(1) 泉温 61.8℃　天候 曇　気温 9.0 ℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯 ）

(3) 性状 無色清澄にして異臭なく稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオル濃度（pH） 8.2　(5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年11月20日～昭和42年12月25日）

(1) 性状 無色清澄・稍鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.7　(3) 比重 1.0024（20℃）

(4) 蒸発残留物 2517mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	21.27	0.5440	1.42	塩素イオン Cl^-	851.0	24.00	62.35
ナトリウムイオン Na^+	559.4	24.32	63.48	臭素イオン Br^-	0.975	0.0122	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.698	0.0055	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	1.00	0.0556	0.15	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			

カルシウムイオン Ca^{2+}	264.2	13.19	34.42	硫酸イオン SO_4^{2-}	670.0	13.95	36.22
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.944	0.1599	0.42	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.076	0.0027	0.01	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.090	0.0033	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.249	0.0277	0.07	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	29.60	0.4852	1.26
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.552	0.0092	0.02
計	848.2	38.70	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.657	0.0215	0.06
ほう酸（メタ） HBO_2	16.30	0.3718		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	52.92	0.6778		ほう酸イオン BO_3^-	1.516	0.0354	0.09
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.00
計	69.22	1.050					
遊離炭酸 CO_2	0.449	0.0102					
遊離硫化水素 H_2S				計	1556	38.52	100.0
計	0.449	0.0102					
総計	2474						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質	含石膏・弱食塩泉（緩和低張性高温泉）						

(5) 触媒作用

上山温泉は，過酸化水素の分解に関して触媒作用を示す。その活性度の時間的経過を示せば，表84，図84のとおりになる。すなわち，活性度は反応の初期に急激に減少して，その後はしばらく一定値を保って経過するのが，その特徴である。

表84　触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	鶴脛1号泉		月岡ホテル	
	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.2	—	6.4
30	0.150	6.2	0.147	6.4
90	0.0500	6.2	0.0489	6.4
180	0.0250	6.3	0.0244	6.5
300	0.0150	6.3	0.0263	6.5
450	0.0227	6.3	0.0351	6.5
630	0.0179	6.4	0.0273	6.5
840	0.0148	6.4	0.0229	6.6
1,080	0.0146	6.5	0.0222	6.6
1,350	0.0134	6.5	0.0204	6.6

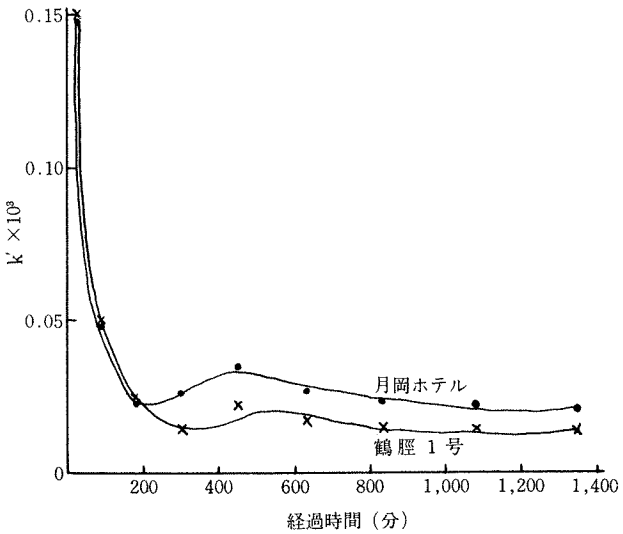


図84　触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

上山温泉群の源泉分布状況と，1961年８月に採水した分析結果をそれぞれ図82と表85に示した。

表85　上山温泉群の分析結果　　1961年８月採水

(mg/l)

源泉番号	源泉名	泉温℃	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	HPO_4^{2-}	HBO_2	H_4SiO_4
1	鶴脛１号	58.4	7.3	2492	10.0	490.4	302.1	1.92	0.29	0.10	702.0	769.1	37.8	Tr	17.8	44.1
2	〃 ２号	60.8	7.7	2514	9.5	515.2	310.4	2.10	0.19	0.05	716.8	781.0	36.6	−	21.4	48.2
3	月岡ホテル	66.8	7.9	2590	11.5	510.4	322.0	1.57	0.48	0.09	745.0	814.4	33.0	−	13.2	55.9
4	村　尾	69.0	7.9	2610	10.0	520.0	325.6	1.85	0.43	0.08	759.2	810.6	36.0	−	18.7	59.8
5	有馬館	63.0	7.9	2238	15.0	543.1	331.4	2.03	0.32	0.25	852.3	746.5	33.0	−	27.3	58.5
6	庄　司	26.0	8.2	227.0	2.5	38.4	7.72	0.68	0.18	−	6.33	33.3	78.1	0.36	8.20	80.6
7	河　崎	43.7	7.3	2675	15.5	565.2	296.0	0.92	0.02	0.05	896.0	624.7	26.2	1.75	23.2	72.8
8	高松(新)	64.2	8.0	2665	16.0	610.4	283.3	1.11	0.43	0.08	888.9	698.3	20.8	−	13.2	55.9
9	〃 (旧)	38.4	8.4	453.1	4.0	92.4	26.8	0.74	0.07	−	87.5	113.6	68.9	0.03	0.91	57.2
10	葉　山	62.5	8.1	2565	16.0	510.4	263.8	1.48	0.32	0.19	850.2	664.6	26.2	−	16.9	54.6

これらの分析結果によると，上山温泉群の主力をなす源泉番号１，２，３，４，５，７，８，10，の各源泉は，いずれも高温（43℃以上）で，溶存物質総量が2,500 mg/l 前後であるが，No.６，９は泉温が25℃～43℃の微温泉であり，溶存物質総量も 500 mg/l 以下と低濃度である。

泉温と溶存物質総量との関係は図85に示したごとく，やや正の相関々係を示す。

溶存物質総量とNa^+，SO_4^{2-}との関係及び各成分間の濃度関係（Na^+—Cl^-）から，温泉水は２種類に大別される。すなわち，No.１，２，３，４，５，７，８，10の高温泉群とNo.６，９の微温泉群とである。

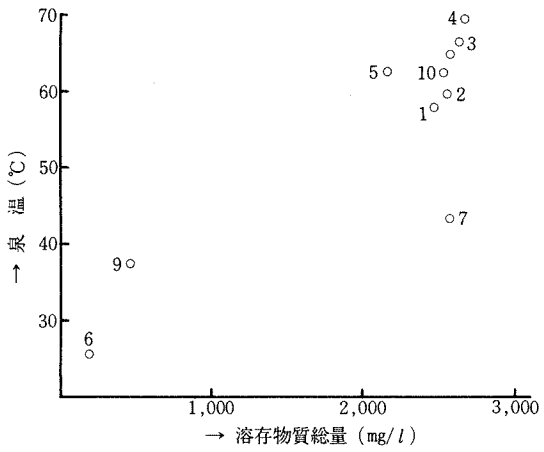


図85　泉温—溶存物質総量

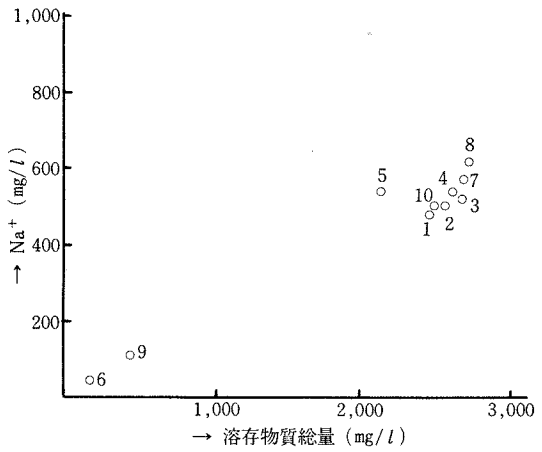


図86　Na^+—溶存物質総量

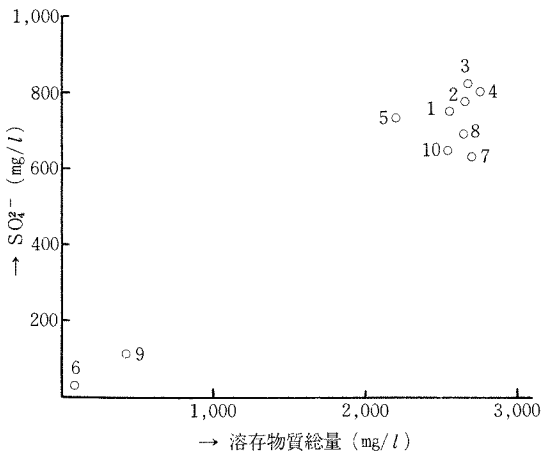


図87　SO_4^{2-} ― 溶存物質総量

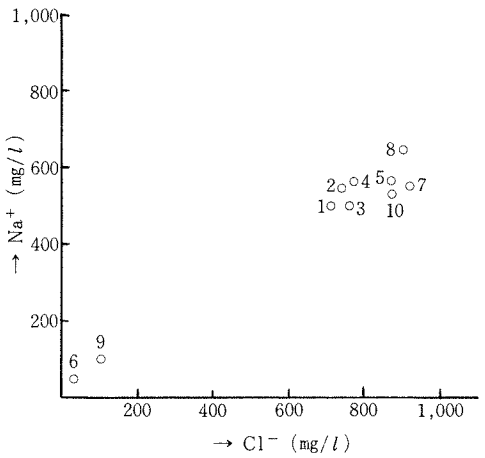


図88　Na^+ ― Cl^-

高温泉群の泉質は含石膏弱食塩泉で，大きくみれば，すべて同種の温泉とみなすことができる。また，微温泉群のNo. 9 はCl^-及びNa^+を主要成分とし，化学組成の点で高温泉群のそれと類似している。No. 6 は，Na^+及びHCO_3^-を主成分とし，前者とは水系を異にするようである。

次に，各源泉相互間にどのような相違があるかを検討するため，主要成分のミリバル値を三角グラフに示せば，図89と図90のとおりである。

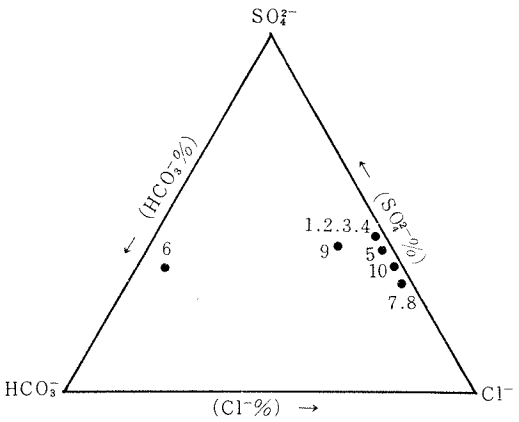


図89　陰イオン相関図

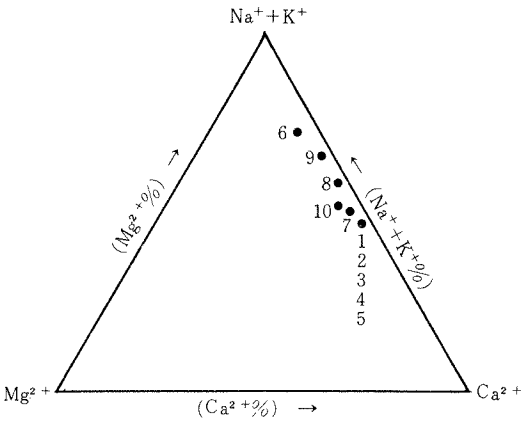


図90　陽イオン相関図

この図によると，高温泉群は，ほぼ1か所にまとまり，陰イオンでは No. 1，2，3，4 → No. 5 → No. 10 → No. 7，8 の順に換言すれば，北東－南西の方向にSO_4^{2-}は減少し，Cl^-は増加する。

陽イオンでは，ほぼ同じ順にCa^{2+}が減少し，Na^+が増加する。すなわち，北東に向かって石膏泉的性質が，南西に向かって食塩泉的性質が強くなる傾向が認められる。

(7) 湧 出 機 構

上山温泉群の湧出機構は，一口でいえば新第三系中に発達する亀裂を通って，地下から温泉水が上昇する，といえるものである。この場合，新第三系の厚さは，薄いところで約 100 m，厚いところでは約 300 m であるが，問題は，その下にある基盤岩（花崗岩類）であって，上山温泉群の温泉分布を決定づけているものは，この花崗岩類の中に発達する亀裂の方向性に支配される。この花崗岩類中の亀裂の方向性にみられる法則性は，地表には露出していないので，地表で測定することは不可能であるが，源泉分布の状況から推測すると，その主要亀裂の方向は，N25° ±Eの方向である。

この主要亀裂そのものは，図81で示した断層そのものに該当しないが，図81のA，B，Cなどの諸断層の近くにある破砕帯であると考えられる。

このN25° ±Eの方向は，金瓶，成沢，天童，東根の諸温泉が，この線上に配列していることから，また，山形盆地の成因から考えた場合も，山形盆地の東縁に発達する一大構造線であることはいえる。こうした大構造線と温泉源との具体的な結びつきについては，まだ未解決である。

さらに，上山温泉群の場合は，蔵王火山，三吉火山，葉山火山を結ぶ火山列の線上に位置していることである。総論でも述べたように，この蔵王—三吉—葉山火山列は，山形，米沢盆地の境を作っている隆起帯の中にはいっている。そして，この隆起伏帯は地下熱流量が他の地域よりも高いところである。この高い地下熱量帯をN25° ±Eの破砕帯が切っているところに，上山温泉群が存在することになる。こう考えると，上山温泉群の成生の根元がおぼろげながら浮かび上がってくる。

(8) 適応症と禁忌症

イ) 上 山 温 泉

浴用の適応症 リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　創傷　慢性湿疹および角化症　虚弱児童　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　月経障害　更年期障害

浴用の禁忌症 すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　重い心臓病　高血圧　動脈硬化症　悪性腫瘍　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（とくに初期と末期）

飲用の適応症 慢性消化器疾患　慢性便秘

飲用の禁忌症 腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

ロ) 河 崎 温 泉

浴用の適応症 リウマチ性疾患　運動器障害　創傷　慢性湿疹および角化症　虚弱児童　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　月経障害　更年期障害

浴用の禁忌症 すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　重い心臓病　高血圧　動脈硬化症　悪性腫瘍　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（とくに初期と末期）

飲用の適応症 慢性消化器疾患　慢性便秘

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧　その他一般に水腫傾向にあるとき

ハ）高松温泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　神経麻痺　神経症　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　重い心臓病　悪性腫瘍　高度の貧血　その他一般に進行性の疾患

ニ）葉山温泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　創傷　慢性湿疹および角化症　虚弱児童　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　月経障害　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　重い心臓病　高血圧　動脈硬化症　悪性腫瘍　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（初期と末期）

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧　その他一般に水腫傾向にあるとき

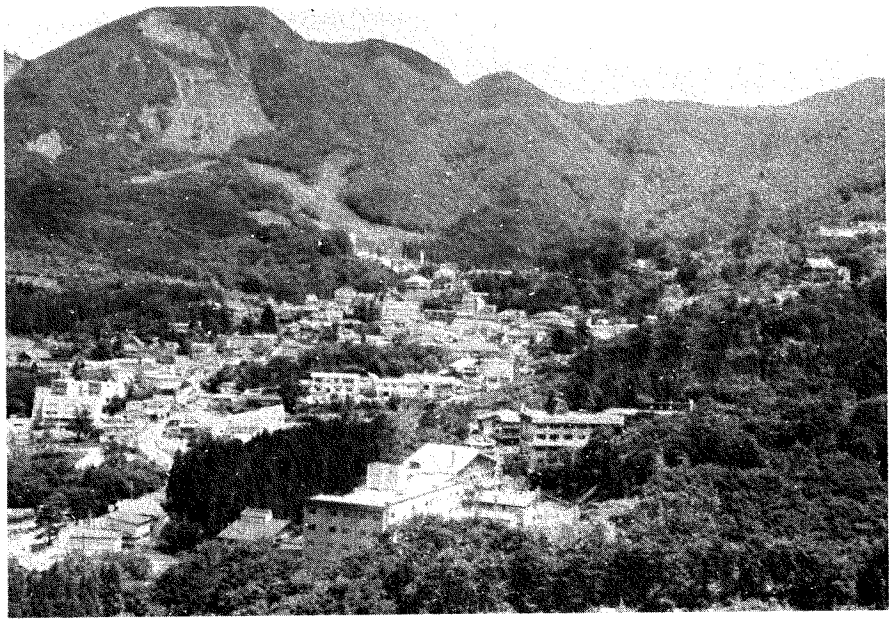
2．蔵　王　温　泉

(1) 環境と沿革

蔵王温泉は，山形市の南東方およそ10km，蔵王火山の北西中腹で，海抜880ｍの高地に位置している。四季を通じて山形駅からバスの便があり，軽快なハイウエーをおよそ40分で到達することができる。温泉街付近は，長経3.5kmほどある馬蹄形の高湯爆裂火口の底部を占める，噴気孔活動の遺跡と考えられ，火山噴出堆積岩層の亀裂を通して自然湧出し，その湧出量は県内第一位である。

この温泉は，1950年の全国観光地百選で第一位に当選した。以来その発展はめざましいものがあり，夏は快適な避暑地として，冬は蔵王の樹氷とともに絶好のスキー場として，全国的に知られるようになった。また海抜1840ｍの霊峰蔵王の山頂には，ゴンドラを利用すれば，わずか１時間余りで登ることができて，神秘的な噴火口のお釜に接し，山頂での爽快な登山の醍醐味を味わうこともできる。さらに温泉街を基点とする蔵王ラインは，山形市と仙台市を結ぶ蔵王エコーラインに通じ，快適なドライブを楽しむことができる。

蔵王温泉の発祥は，遠く景行天皇の御代，日本武尊の臣吉備多賀由によって発見されたといわれている。しかし，その縁起及び案内記等は天明寛政の間，火難にあい，その詳をつぶさに述べることができないが，三代実録に貞観15年（873年）６月26日正六位上酢川神社に従五位下を授くとあるところから，それ以前に発見されたことは疑いのないところである。もともと当温泉は，〝蔵王高湯〟の名のもとに子供の湯として著名であり，今日もなお夏期における子供連れの湯治客でにぎわっている。また，1958年（昭和33年）には国民保養温泉地として厚生大臣の指定をうけ，施設およ



び環境の整備が着々と進められ，今や収容人員8,000名余をもつ大温泉郷として発展している。

(2) 地形と地質

イ) 地　　形

蔵王温泉付近は，完全な火山地形で，現在の温泉街は，旧爆裂火口のほぼ中央部にある。周囲は標高差300～400ｍの外輪山として，北に滝山，東に鳥兜山，南は横倉山などに囲まれ，ただ西方だけは酢川の谷が開けている。この酢川は，蔵王温泉の火口から押し出した火山泥流が流下し，ごく一部を除くほかは，基盤の新第三系は完全にかくれ，川はいわゆる荒れ川になっている。蔵王温泉および，その付近から滲出している酸性の強い温泉水が混入していて，酢川の名はそのために付けられたものと思われる。

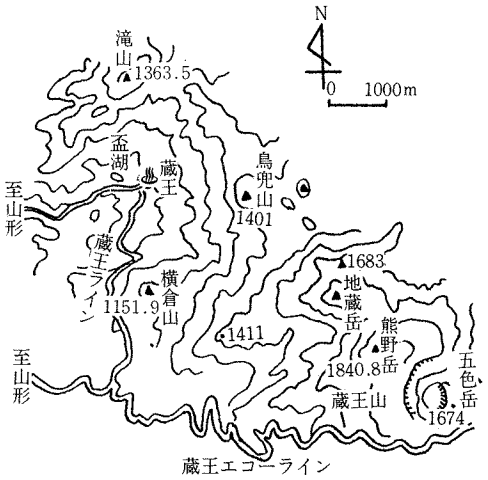


図91　蔵王温泉付近地形図

ロ) 地　　質

外輪山としての北部の滝山付近は，市村毅（1957）によって，滝山溶岩および集塊岩と名づけられた。含カンラン石複輝石安山岩および集塊岩で，主として温泉街の北部および東部の低所に分布し，厚さはもっとも厚いところで約400ｍである。

東部の鳥兜山付近は市村毅（1957）によって，鳥兜山溶岩および泥流とされ，岩質は滝山溶岩とほぼ類似のものであるが，中に泥流が混入することが滝山溶岩とは違っている。南部の横倉山溶岩および集塊岩は前２者の岩石のほかカンラン岩を含まない複輝石安山岩が入ってくる。

西の酢川流域に分布する泥流は，市村毅（1957）によって，酢川泥流と命名されたもので，ほとんど火山泥流で多くの谷地を作っている。

これらの火山噴出物ができたのは，第四紀のことで，その下位には，新第三系の緑色凝灰岩や，礫岩，砂岩などが，数か所で散見される。

ハ) 地質構造と泉源

現在地表で見られる地質構造としては，その大部分は第四紀火山岩の中に発達する節理の方向性である。この節理の方向性は，種々雑多で，それには，一定の法則性がないように見られる。ただ統計的には，N20°±E，90°，およびN43°±E，60°SE（佐藤晋三，1955）のものと，N20°～40°W（山形理，鈴木雅宏，1967）のものが多い。

温泉街の内部の源泉分布を見ると，源泉の東北端を結ぶ線は，ほぼN40°Wであり，温泉街以外の源泉の東端を結ぶ線もN35°Wである。なお図92に示したように，蔵王火山群全体の爆裂火口の分布を見ると，その中心線は，ほぼN35°±Wである。このことは，蔵王火山群の構造性とも関連す

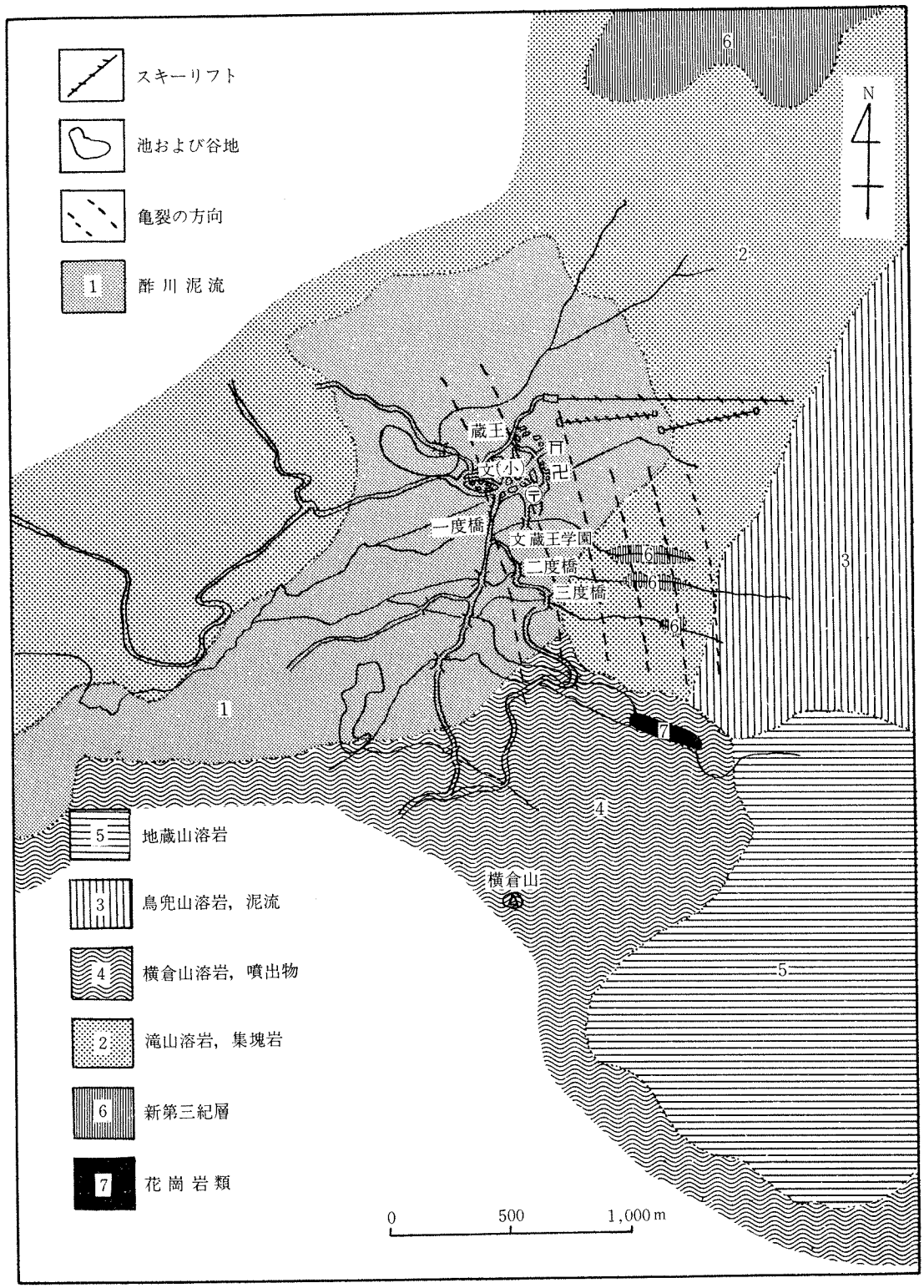

スキーリフト
池および谷地
亀裂の方向
1 酢川泥流
N
蔵王
一度橋
文 蔵王学園
二度橋
三度橋
横倉山
5 地蔵山溶岩
3 鳥兜山溶岩，泥流
4 横倉山溶岩，噴出物
2 滝山溶岩，集塊岩
6 新第三紀層
7 花崗岩類
0 500 1,000 m

図92 蔵王温泉地質図

ることで，温泉が湧出する亀裂の方向性として，重要なものであると考えられる。

以上のN35°±Wのほか考えられる節理の方向性としては新第三系のように，褶曲運動によってできた節理ではなく，冷却によってできた節理であるから，N35°±Wと60°±で交わる節理であるので，現地ではN25°±Eのものが多いことになる。これについては佐藤晋三が測定したN20°±E～N43°Eが，これに相当するものであろう。

以上のほか，ほぼ南北方向のものがなければならないが，これは，温泉街内の源泉の西端を結ぶ方向がほぼこれに概当する。

このような，湧出方向に関する法則性は，せいぜい300～400mの深度に関する法則性であるが，根本問題はその下位に伏在する泉源の問題である。これに関しては推定の域を出ないが，次のような事実が見られる。

a　蔵王火山の溶岩は，その厚さは，最高所熊野岳（1,840m）で約500mである。したがって，1,300m以下は花崗岩類か，または新第三系である。

b　蔵王温泉群の湧出地は，最高940mである。それ以上の高所では地下水との関連から温泉の湧出は不可能である。青根温泉はほぼ500mであり，峨々温泉は約800mで，かもしか温泉は約1,100mである。

c　蔵王火山群の火口は多数ある。それらの火口は同時に活動したのではなく，活動の時期がずれていることは，噴出した溶岩の時期のずれからも考えられる。

d　これらの多数の火口は，その根元については蔵王火山として同一であろう。その同一の根元からいくつにも分散して地表に現われ，現在見られる火口となった。

e　従って，蔵王温泉群は，現在の位置で，その下に熱源が存在すると考えてさしつかえない。このことは，化学成分上からも考えられることである。

f　この熱源から上昇する高温の熱水，ガス体の通るルートは現在の火山溶岩の下位にある，新第三系および基盤岩としての花崗岩の中に発達している亀裂系である。

g　この亀裂系は，大部分溶岩泥流などに覆われていて，その実体はつかみにくい。しかし観察し得る範囲では，N20°～40°Wの方向性をもったものが多い。

h　この方向は，蔵王火山群の火口群を結ぶ方向と，そう大きい差はない。

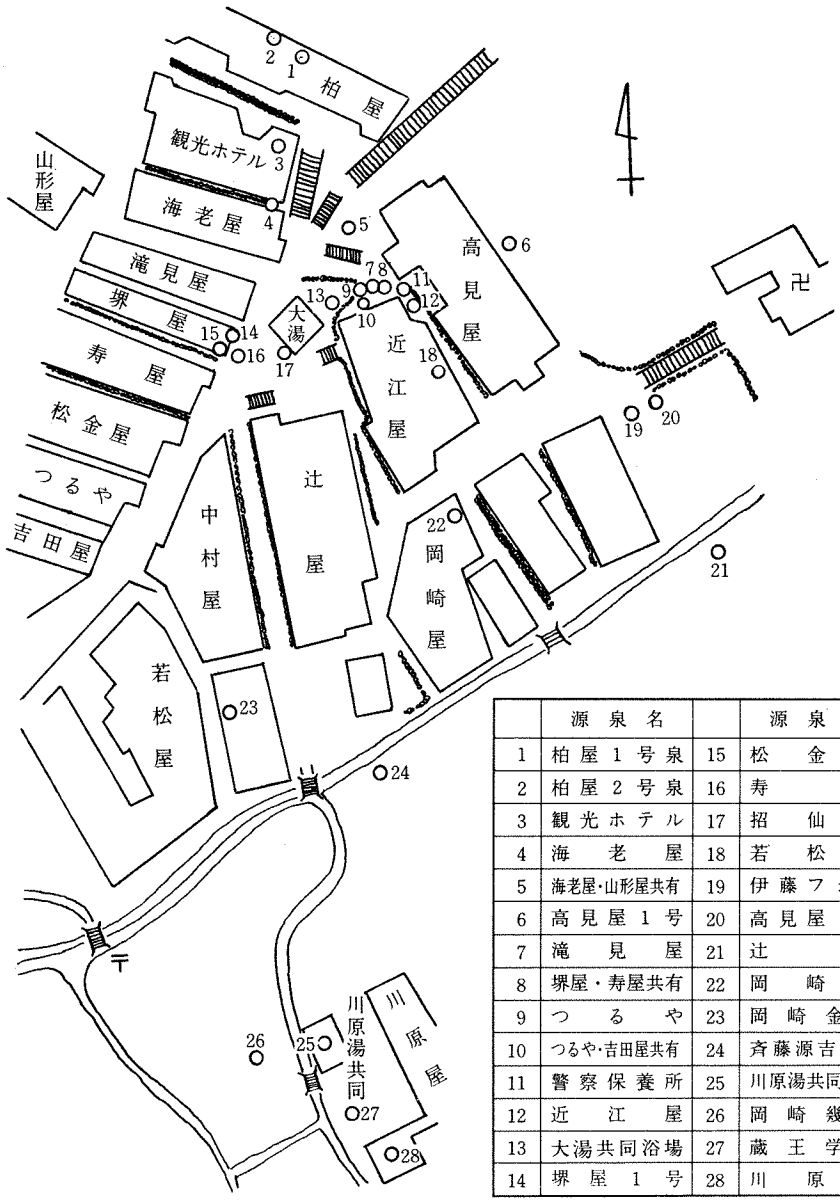
(3) 源　泉　状　況

蔵王温泉地域には，多くの源泉が分布し，いずれも自然湧出している。これらの湧出状況を水系に分けて説明しよう。

イ）酢川本流（蔵王温泉地区）

源泉は温泉街の北部から南東部にかけて，山地寄りに湧出している。それらの湧出地点は，図93に示されるとおりで，28源泉が分布する。湧出量はきわめて多く，利用量は毎分2.2m³で，その他の源泉を含めると，この地区の温泉湧出量は毎分5m³をはるかに越すものと推定される。

この他に酢川本流の源流川原川に面して新湯が湧出する。これは温泉神社の南東崖下にある庵寺



	源泉名		源泉名
1	柏屋1号泉	15	松金屋
2	柏屋2号泉	16	寿屋
3	観光ホテル	17	招仙閣
4	海老屋	18	若松屋
5	海老屋・山形屋共有	19	伊藤フジノ
6	高見屋1号	20	高見屋2号
7	滝見屋	21	辻屋
8	堺屋・寿屋共有	22	岡崎屋
9	つるや	23	岡崎金蔵
10	つるや・吉田屋共有	24	斉藤源吉2号
11	警察保養所	25	川原湯共同浴場
12	近江屋	26	岡崎幾雄
13	大湯共同浴場	27	蔵王学園
14	堺屋1号	28	川原屋

図93　蔵王温泉街の源泉分布図

の上流約200mの地点に位置し，人工的に横坑を掘さくして得た微温泉である。

ロ）　一度川（神道川沢）

一度川源流地域のおもな温泉湧出地点は，さらに次の3地区に分けられる。

a　カゲバタ地区：横坑が2か所に掘られてあり，ここが源泉となっている。

b　シンド平地区：カゲバタの上流約200mの地点に当たり，数か所に源泉が湧出する。

c　洞門地区：シンド平から，さらに100mほど上流にあり，この地点より上流には温泉は湧出しない。

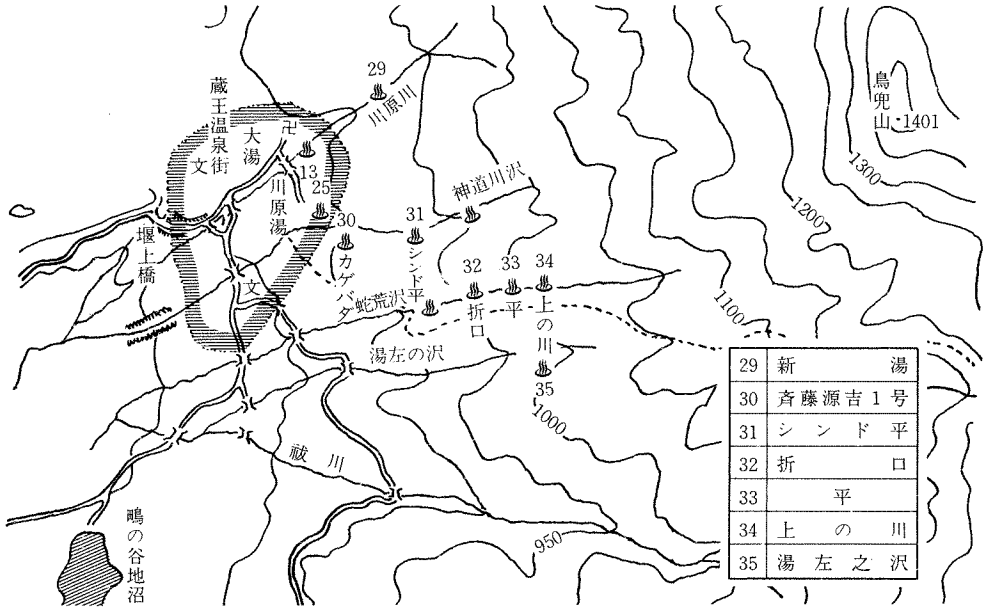


図94　蔵王温泉付近温泉湧出地分布

以上の源泉は，一般に泉温が高くなくて，もっぱら湯花採取に活用されている。

ハ）　二度川（蛇荒沢）

蔵王山の蔵川登山道が，この川を横断する地点より上流部に温泉が湧出する。その湧出地点は，次の3地区に分けられる。

a　登山道の上流約60～100mの地域に数か所の温泉湧出地点があるが，それほど泉温が高くないので，もっぱら湯花採取に利用されている。

b　折口地区：横坑の源泉がもっとも主要なもので，湯花採取に温泉が利用されている。この付近一帯に微温泉が湧出しており，湯花の沈殿も随所に見られる。

c　平・上の川地区：折口の上流100m，120mの地点に平，上の川と称する温泉湧出地点があり，高湯で湯出量が多いために，蔵王温泉街まで引湯されて浴用に供されている。

以上の源泉の湧出地点は，標高940～970mに相当し，この地域の岩石の亀裂の方向はN23°Eのものがとくに多い。

ニ）　三度川（湯左の沢）

標高960～980mの地点で，流程70mの範囲にわたって，三度川の両岸から温泉が湧出している。有力な源泉は引湯して浴用に供せられ，また一部は湯花採取に利用されている。

この地域における岩石の亀裂の方向はN43°Eのものが多い。

(4)　化　学　成　分

蔵王温泉には30か所余りの源泉があり，いずれも泉質は含硫化水素強酸性明ばん緑ばん泉に属する。

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはAl^{3+}，Ca^{2+}，Na^{+}が主体のほかH^{+}，K^{+}，Mg^{2+}，Fe^{2+}及びFe^{3+}を多く含有し，陰イオンとしてもHSO_4^{-}，SO_4^{2-}を主体とするほか，Cl^{-}も多く含有している。

pHは1.4～1.6と極めて低く強い酸性を示し，多量の遊離CO_2及びH_2Sを含有しているのが特徴である。また，Cu^{2+}，Zu^{2+}等の重金属成分も検出されている。

以下，代表的な4源泉の中分析結果を示す。

蔵王温泉（源泉名　大湯共同浴場源泉）

表86

1．ゆう出地　山形市大字蔵王温泉72　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年12月14日）　9時50分

(1) 泉温　44.6 ℃　天候　曇　気温　3.0 ℃　気圧　925.3 m．b a r

(2) ゆう出量　360　（l/m i n）　（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性状　無色清澄にして著るしく硫化水素臭を放ち，收斂味を有し強酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　1.5　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年12月18日～昭和43年3月15日）

(1) 性状　無色清澄，硫化水素臭を放ち，收斂味を有し強酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　1.5　(3) 比重　1.0041　(20℃)

(4) 蒸発残留物　2664mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^{+}	32.26	32.00	49.54	硝酸イオン NO_3^{-}			
カリウムイオン K^{+}	48.04	1.229	1.90	塩素イオン Cl^{-}	631.2	17.80	27.52
ナトリウムイオン Na^{+}	98.84	4.297	6.65	臭素イオン Br^{-}	1.247	0.0156	0.02
リチウムイオン Li^{+}				沃素イオン I^{-}	0.495	0.0039	0.00
アンモニウムイオン NH_4^{+}				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^{-}	1576	16.24	25.10
カルシウムイオン Ca^{2+}	104.3	5.205	8.06	硫酸イオン SO_4^{2-}	1463	30.46	47.10
マグネシウムイオン Mg^{2+}	35.41	2.912	4.51	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^{-}$	9.696	0.0857	0.13
亜鉛イオン Zn^{2+}	0.504	0.0154	0.02	チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	3.005	0.0536	0.08
フエロイオン Fe^{2+}	20.96	0.7506	1.16	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^{-}$	2.870	0.0296	0.05
フエリイオン Fe^{3+}	12.88	0.6918	1.07	ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	3.812	0.1388	0.21	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}	0.698	0.0220	0.03	亜ひ酸イオン AsO_2^{-}			
アルミニウムイオン Al^{3+}	156.0	17.35	26.85	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^{-}			
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	513.7	64.61	100.0	水硫イオン HS^{-}			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^{-}$			
ほう酸（メタ） HBO_2	3.888	0.0887		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	158.4	2.029		ほう酸イオン BO_2^{-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^{-}			
計	162.3	2.118		計	3688	64.69	100.0
遊離炭酸 CO_2	454.9	10.34		遊離硫酸 H_2SO_4	127.4	1.299	
遊離硫化水素 H_2S	27.27	0.8021		遊離燐酸 H_3PO_4 計	8.428	0.0860	
計	482.2	11.14		計	135.8	1.385	
総計	4982						
その他	$HAsO_2$，痕跡						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含硫化水素強酸性明ばん緑ばん泉（緊張低張性高温泉）

表87

蔵王温泉（源泉名　シンド平）

1．ゆう出地　山形市大字蔵王温泉　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年12月14日）　13時40分

(1) 泉温　43.3 ℃　天候　曇　気温　4.5 ℃　気圧　m．b a r

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性状　無色清澄にして著るしく硫化水素臭を放ち，収斂味を有し強酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　1.7　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M．E．）

3．試験室における試験成績（昭和42年12月18日～昭和43年3月15日）

(1) 性状　無色清澄，硫化水素臭を放ち，収斂味を有し強酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　1.7　(3) 比重　1.0036　(20℃)

(4) 蒸発残留物　2050 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	20.16	20.00	43.84	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	28.78	0.7361	1.61	塩素イオン Cl^-	439.7	12.40	27.11
ナトリウムイオン Na^+	95.12	4.136	9.06	臭素イオン Br^-	0.935	0.0117	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.089	0.0007	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-	800.6	8.247	18.03
カルシウムイオン Ca^{2+}	81.43	4.063	8.90	硫酸イオン SO_4^{2-}	1188	24.74	54.08
マグネシウムイオン Mg^{2+}	38.55	3.170	6.95	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$	16.78	0.1483	0.32
亜鉛イオン Zn^{2+}	0.316	0.0097	0.02	チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	8.320	0.1484	0.32
フエロイオン Fe^{2+}	12.57	0.4501	0.09	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	4.713	0.0486	0.11
フエリイオン Fe^{3+}	2.444	0.1313	0.29	ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	4.668	0.1700	0.37	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}	0.446	0.0140	0.03	亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	114.6	12.75	27.94	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-			
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	399.1	45.63	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	2.854	0.0651		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	132.4	1.696		ほう酸イオン BO_3^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	135.3	1.761		計	2459	45.74	100.0
遊離炭酸 CO_2	282.7	6.425		遊離硫酸 H_2SO_4	40.45	0.4124	
遊離硫化水素 H_2S	28.12	0.8271		遊離燐酸 H_3PO_4	8.673	0.0885	
計	310.8	7.252		計	49.12	0.5009	
総計	3353						
その他	$HAsO_2$ 痕跡						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含硫化水素強酸性明ばん泉（緊張低張性高温泉）

表88

蔵王温泉（源泉名　上の川源泉）

1．ゆう出地　山形市大字蔵王温泉　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年12月14日）　14時50分

(1) 泉温　57.3 ℃　天候　曇　気温　4.5 ℃　気圧　m．b a r

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性状　無色清澄にして著るしく硫化水素臭を放ち，収斂味を有し強酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　1.5　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M．E．）

3．　試験室における試験成績（昭和42年12月18日～昭和43気３月15日）

(1) 性　　状　無色清澄，硫化水素臭を放ち，収斂味を有し強酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　1.5　(3) 比　　重　1.0037　(20℃)

(4) 蒸発残留物　2334　mg／kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	32.26	32.00	58.24	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	28.15	0.7199	1.31	塩素イオン Cl^-	588.6	16.60	30.13
ナトリウムイオン Na^+	122.0	5.304	9.65	臭素イオン Br^-	1.239	0.0155	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.241	0.0019	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-	1282	13.21	23.97
カルシウムイオン Ca^{2+}	75.76	3.780	6.88	硫酸イオン SO_4^{2-}	1189	24.76	44.95
マグネシウムイオン Mg^{2+}	49.43	4.065	7.40	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$	32.32	0.2857	0.52
亜鉛イオン Zn^{2+}	0.522	0.0160	0.03	チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	10.01	0.1786	0.32
フエロイオン Fe^{2+}	13.26	0.4748	0.86	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	4.412	0.0455	0.08
フエリイオン Fe^{3+}	2.163	0.1162	0.21	ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	5.707	0.2078	0.38	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}	0.586	0.0184	0.03	亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	74.17	8.250	15.01	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-			
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	404.0	54.75	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	2.238	0.0511		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	158.4	2.029		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	160.6	2.080		計	3108	55.10	100.0
遊離炭酸 CO_2	291.8	6.632		遊離硫酸 H_2SO_4	103.6	1.056	
遊離硫化水素 H_2S	39.72	1.168		遊離燐酸 H_3PO_4	12.99	0.1325	
計	331.5	7.800		計	116.6	1.189	
総計	4121						
その他	$HAsO_2$，痕跡						
ガス	（１l 中の含有量）						

4．泉　　質　強酸性硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

表89

蔵王温泉（源泉名　湯左之沢１号源泉）

1．ゆう出地　山形市大字蔵王温泉　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年12月15日）　13時０分

(1) 泉　温　47.8 ℃　天　候　曇　気　温　0.8 ℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性　　状　無色清澄にして著るしく硫化水素臭を放ち収斂味を有し強酸性反応を呈す

(4) 水素イオン濃度（pH）　1.7　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年12月18日～昭和43年３月15日）

(1) 性　　状　無色清澄，硫化水素臭を放ち収斂味を有し強酸性反応を呈す

(2) 水素イオン濃度（pH）　1.7　(3) 比　　重　1.0034（20℃）

(4) 蒸発残留物　1925　mg／kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	20.16	20.00	48.24	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	24.55	0.6279	1.51	塩素イオン Cl^-	415.3	11.71	28.12

ナトリウムイオン Na^+	120.1	5.222	12.59	臭素イオン Br^-	0.879	0.011	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.074	0.0006	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-	713.4	7.349	17.64
カルシウムイオン Ca^{2+}	68.54	3.420	8.25	硫酸イオン SO_4^{2-}	1059	22.04	52.93
マグネシウムイオン Mg^{2+}	38.44	3.161	7.62	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$	27.35	0.2417	0.58
亜鉛イオン Zn^{2+}	0.384	0.0117	0.03	チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	13.55	0.2416	0.58
フエロイオン Fe^{2+}	13.44	0.4813	1.16	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	4.994	0.0515	0.12
フエリイオン Fe^{3+}	2.474	0.1329	0.32	ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	4.824	0.1756	0.42	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}	0.498	0.0157	0.04	亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	73.90	8.220	19.82	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-			
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	367.3	41.47	100.0	水硫イオン NS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	2.294	0.0523		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	75.48	0.9668		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	77.77	1.019		計	2235	41.65	100.0
遊離炭酸 CO_2	218.4	4.965		遊離硫酸 H_2SO_4	36.05	0.3675	
遊離硫化水素 H_2S	35.80	1.053		遊離燐酸 H_3PO_4	9.173	0.0936	
計	254.2	6.018		計	45.22	0.4611	
総計	2979						
その他	$HAsO_2$ 痕跡						
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質	強酸性硫化水素泉（緊張低張性高温泉）						

(5) 触媒作用

蔵王温泉は，過酸化水素の分解に関して触媒作用を示すが，ここでは近江屋源泉についての実験結果を述べることにしたい。反応の初期においては，図95に見られるように一次反応である。実験は42.5℃，33.9℃，9.8℃の3段階で同時に行われた。表90，図95中のkは温泉を加えた過酸化水素水10ccを滴定するに要した過マンガン酸カリウム溶液のcc数である。

表90　N/10（f＝1.098）$KMnO_4$ 滴定値と時間との関係

時間	42.5℃		33.9℃		9.8℃	
（分）	k(cc)	$\log_{10}k$	k(cc)	$\log_{10}k$	k(cc)	$\log_{10}k$
0	20.25	1.3064	18.15	1.2589	19.60	1.2923
10	19.78	1.2962	18.15	1.2589	——	——
20	19.55	1.2912	18.04	1.2562	19.50	1.2900
30	19.38	1.2874	17.90	1.2529	——	——
40	19.10	1.2810	18.00	1.2553	19.60	1.2923
50	18.75	1.2730	17.88	1.2524	19.50	1.2900
60	18.45	1.2660	17.90	1.2529	19.45	1.2889
70	18.20	1.2601	17.77	1.2497	19.20	1.2833
85	17.76	1.2494				
115	16.71	1.2230				
145	14.97	1.1752				

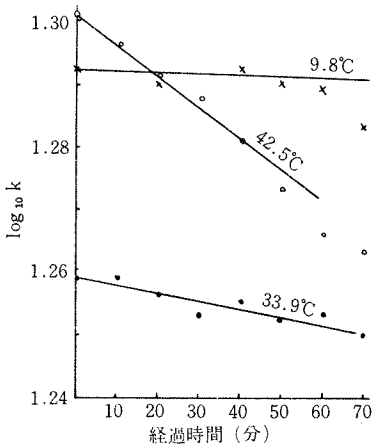


図95　初期における $KMnO_4$ 滴定値の変化

その時の過酸化水素濃度〔H_2O_2〕(グラム当量／l) と経過時間 t (分)との関係を最小二乗法によって求めると，次のようになる。

$$42.5℃ \quad : \quad \log_{10}〔H_2O_2〕 = -0.000596\,t - 1.304$$
$$33.9℃ \quad : \quad \log_{10}〔H_2O_2〕 = -0.000125\,t - 1.259$$
$$9.8℃ \quad : \quad \log_{10}〔H_2O_2〕 = -0.000040\,t - 1.292$$

これらの式から，触媒活性度 k′ の温度 (T°K) 変化をまとめてみると，表91，図96のような結果になる。

表91　　活性度と温度との関係

温　度 (℃)	絶対温度 T (°K)	(1/T) ×10³	k′ ×10⁴	$\log_{10}k'+5$
42.5	315.7	3.16	5.96	1.7752
33.9	307.1	3.26	1.25	1.0969
9.8	283.0	3.53	0.40	0.6029

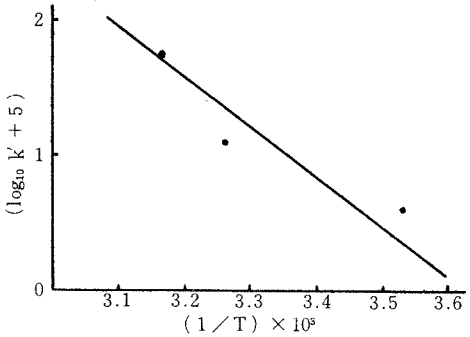


図96　活性度と温度との関係

これらから判断すると，触媒活性度と温度との間にアレニウス (ARRHENIUS) の式が適用されることがわかる。

$$\log_{10}k' = -\frac{6.78\times10^3}{T} + 21.43$$

これから，この源泉の活性化エネルギーとして 31.2Kcal／モルが得られる。さらにこの源泉については，活性度の時間的変化も観測され，表92，図97のような結果が得られている。ここには，実験温度33.9℃の場合が示されてある。すなわち活性度は，湧出後まもなく急激な減少を来たして約1時間後に極小に落ち（湧出直後の50%），その後回復して，定値を保つようになる。いわゆる栃木県金鶏鉱泉の老化型を示す。

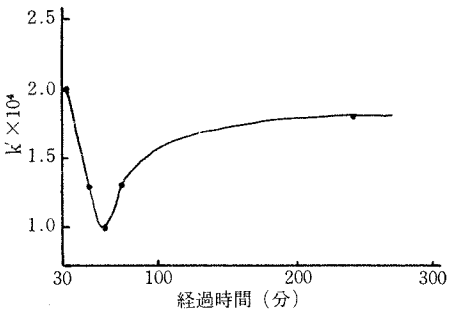


図97　活性度の時間的変化

時間経過にともなう活性度の変化
表92　　実験温度：33.9℃

測　定　時　刻	経過時間（分）	活性度（k′）×10⁴	活性度比
h　m			
1966．V．28．17：30	30	2.00	100
17：50	50	1.30	65.0
18：00	60	1.00	50.0
18：10	70	1.31	65.5
21：00	240	1.81	90.5

(6) 地 温 調 査

蔵王温泉には，温泉街の源泉群のほかに，一度川，二度川，三度川の各沢の沿岸に多くの源泉が存在しており，いずれも自然湧出泉である。このためその周辺一帯は地熱高温帯を形成している。この区域の１ｍ深地温分布は図98に示すとおりである。地温の測定は1962年７～８月に行われたもので，測定区域は温泉街から鴫谷地沼にいたる平地，および温泉水流となっている各沢を含む東部山地におよび，測点数は約250である。

地温の範囲は12℃～38℃で，温泉に影響されない通常の土地では15℃～18℃であるが，山地の林地帯では13℃以下の低温帯となっている。温泉街一帯は広い範囲で20℃以上の高温を示し，とくに

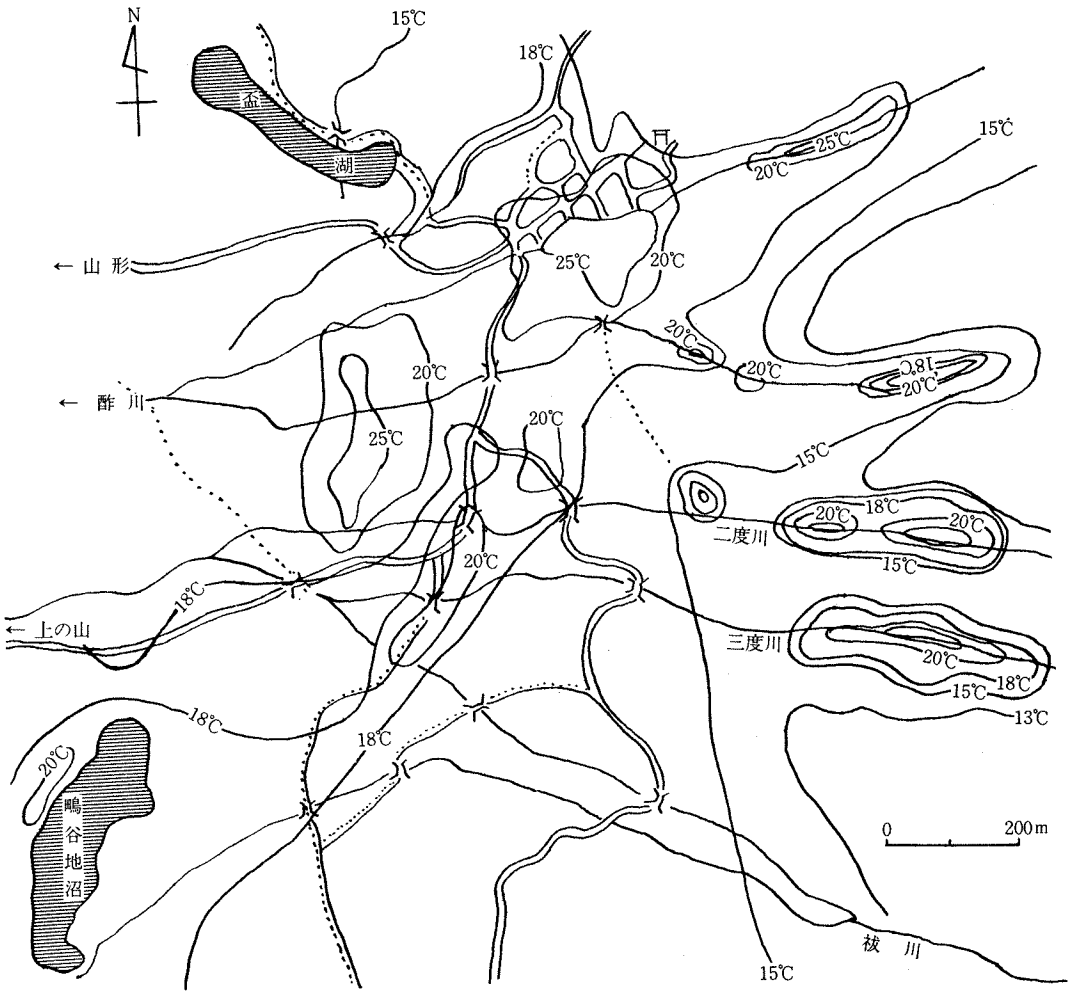


図98 蔵王温泉地温分布図

源泉群の南部区域では25℃以上の高温帯をなしている。

湯尻川，一度川，二度川，三度川の源泉群の周囲も沢に沿って細長い高温帯をみせており，とくに二度川沿岸で顕著である。一度川の下流部源泉群の手前の凹地は，湧出源泉は存在しないが，小範囲の高温部となっており，地下浅部に温泉水の存在が推定される。温泉街から鴫谷地沼にいたる道路の西側斜面に，かなり広い範囲にわたって20℃以上の高温帯があり，その中心部は25℃以上の地温を示しているが，恐らく上流からの温泉水の地下浸透によるものと思われる。二度川源泉群にいたる途中に現われている小区域の高温部は，当時二度川から引湯していた木管からの漏湯によるものであり，また鴫谷地沼沿岸のやや高温の部分は，露出した土地が日照によって熱せられたものと思われる。

現在では，湯尻川上流はスキー場やホテル建設によって埋没し，また西部斜面にも多くの建造物ができ，また二度川，三度川では泉温上昇に伴なう温泉利用のための施設がなされ，源泉の自然湧出の状態がかなり変わっているので，地温分布も以前とは多少変化しているものと思われる。

(7) 地球化学的考察，溶存化学成分の分布状態

蔵王温泉およびその周辺地域の温泉水について化学分析を行った結果を表93に示す。表94には，これらの統計値を示すが，さらに各温泉群の間で，諸成分の濃度平均値に差があるかないかを検定して，その結果を表95としてまとめておく。表95中の( )内の群では，平均値間に有意差が認められなかったものである。

多くの成分は，温泉街の源泉中に高濃度で溶存しており，一般に温泉街に続いて二度川，一度川，三度川の順に低濃度になるが，二度川と一度川との間には多くの成分について差がそれほど認められない。

つぎに，泉温と各成分の濃度との関係を見ると，それぞれの温泉群内では，鉄とマグネシウム以外の成分は正の相関関係を示し，鉄の場合に限って負の相関関係を保つ。主成分の硫酸イオンとアルミニウムの濃度に関しては，一度川，二度川両温泉群において，泉温との間に定まった関係を見出すことができない。

溶解性蒸発残留物と泉温の関係は，図99のとおりで，これからわかることは，群が異なると，たとえ高温でも，他群の源泉よりも溶解性蒸発残留物が少ない場合も見受けられることである。このことから，地下からの火山発散物の供給の有様や分化過程が，各群によって多少異なることがある程度知られる。

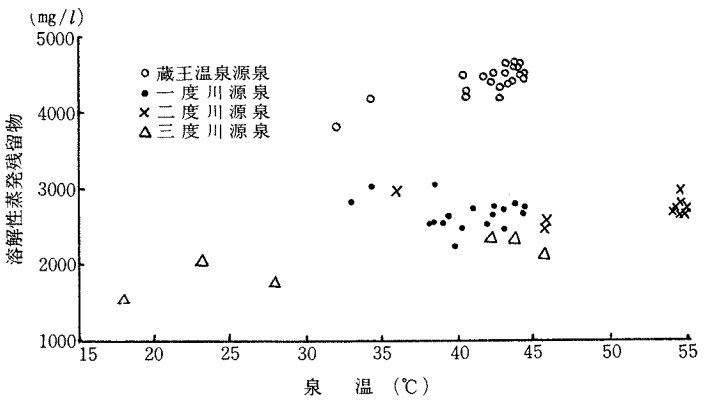


図99　溶解性蒸発残留物と泉温との関係

表93　温泉水分析表（蔵王温泉地域）

試水番号	採水場所	採水年月日	Tw (℃)	pH	pH4.3A x (meq/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	Cl^- (mg/l
A－1	吉田屋旅館	1966．1.20	43.7	1.7	—	3450	621.3
2	若松屋旅館	〃	44.1	1.6	56.70	3877	607.6
3	つるや旅館	〃	44.3	1.6	54.28	3423	623.3
4	松金屋旅館	〃	43.9	1.6	55.34	3423	617.0
5	寿屋旅館	〃	43.4	1.6	55.72	3305	648.0
6	堺屋旅館	〃	43.6	1.6	54.61	3385	614.7
7	滝見屋旅館	〃	43.5	1.6	51.22	3200	591.1
8	山形屋旅館	〃	42.3	1.6	48.07	3008	558.0
9	海老屋旅館	〃	43.0	1.7	50.27	3124	575.6
10	観光ホテル	〃	42.4	1.7	49.49	3136	580.2
11	柏屋旅館	〃	40.2	1.7	45.39	2842	538.9
12	高見屋旅館	〃	43.3	1.6	51.54	3218	593.4
13	近江屋旅館裏	1966．1.21	40.5	1.6	54.06	3259	578.9
14	近江屋旅館	1966．1.20	44.3	1.6	53.82	3386	616.0
15	辻屋旅館	1966．1.21	42.6	1.7	46.49	3131	580.2
16	高見屋別館横	〃	40.5	1.6	47.74	3117	575.0
17	岡崎屋旅館	1966．1.20	42.8	1.7	50.04	3239	596.3
18	緑苑横の源泉Ⅰ	1966．1.21	32.0	1.7	43.02	2837	511.7
19	緑苑横の源泉Ⅱ	1966．2.26	34.2	—	49.00	2987	552.7
20	川原屋旅館	1966．1.21	41.7	1.6	49.33	3279	578.9
21	第3共同浴場	〃	43.1	1.6	52.09	3494	603.5
B－1		1965．12.12	38.5	1.6	34.92	2264	457.5
2		〃	33.0	1.7	32.36	2106	433.6
3		1965．11.20	32.1	—	28.03	1735	333.8
4		〃	34.1	—	30.64	1885	366.8
5		〃	39.1	1.8	30.47	2065	442.1
6		〃	43.5	1.7	30.73	2391	461.7
7		〃	43.8	1.7	30.47	2339	462.8
8		〃	43.2	1.7	32.10	2291	495.0
9		〃	44.3	1.7	31.01	1998	526.1
10		〃	40.3	1.7	27.52	—	424.8
11		1965．11.21	42.2	1.7	33.46	2053	479.9
12		〃	42.5	1.7	32.36	—	479.6
13		〃	43.1	1.7	31.99	2013	472.6
14		〃	41.1	1.7	31.86	1990	473.5
15		〃	42.9	1.7	32.42	1938	481.0
16		〃	39.4	1.7	33.38	2013	475.7
17		〃	42.0	1.7	33.90	1980	464.5
18		〃	38.5	1.7	32.31	1913	448.8
19		〃	38.2	1.7	29.79	1774	423.1
20		〃	44.2	1.7	32.85	2025	469.8
21		〃	45.2	1.7	32.27	1986	399.8
C－1		1965．12.12	41.5	1.6	27.21	1677	404.9
2		〃	54.6	—	32.63	1964	529.6
3		〃	54.6	1.7	32.59	1973	545.3
4		〃	54.2	1.7	32.60	1972	529.2
5		〃	35.9	1.7	32.22	2097	478.2
6		〃	54.7	1.8	33.20	2066	468.4
7		〃	45.7	—	32.57	1978	525.3
8		〃	45.6	1.9	28.90	1756	454.7
9		〃	54.8	1.7	32.67	1985	521.0
10		〃	54.8	1.8	32.68	2018	523.7
D－1		1965．12.2	43.7	1.7	27.04	1729	406.5
2		〃	42.2	1.7	26.90	1660	396.3
3		〃	26.5	1.9	18.70	1154	243.4
4		〃	28.0	1.8	18.39	1124	250.1
5		〃	45.8	1.7	28.33	1706	427.3
6		〃	39.6	1.9	22.41	1366	322.2
7		〃	18.0	1.9	18.60	1108	199.1
8		〃	17.5	1.9	16.77	924	176.4
9		〃	23.3	1.8	19.21	1061	204.2

A：蔵王温泉　　B：一度川温泉群　　C：二度川温泉群　　D：三度川温泉群

Fe^{2+} (mg/l)	Fe^{3+} (mg/l)	Al^{3+} (mg/l)	Mn^{2+} (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	H_2S (meq/l)	S−Re (mg/l)
12.4	20.6	202.8	2.7	96.4	47.3	1.13	4546
21.0	10.1	197.3	3.2	93.0	46.5	1.19	4472
14.1	16.7	203.3	3.4	100.9	39.7	1.10	4490
15.4	22.6	203.6	0.7	98.2	61.6	1.25	4588
22.2	8.1	193.4	3.5	86.6	17.3	1.03	4436
19.4	12.3	200.9	3.8	93.3	47.7	1.20	4602
16.9	12.3	193.3	3.7	93.9	41.2	1.46	4554
15.1	16.6	185.8	3.6	114.3	29.3	1.08	4372
29.3	12.3	186.6	3.5	99.0	20.2	1.74	4492
18.0	12.2	194.7	3.7	106.2	7.3	1.77	4418
18.1	9.3	160.7	3.6	67.4	33.6	1.07	4472
16.4	14.5	194.3	4.0	94.9	15.4	1.66	4364
19.4	20.8	184.7	3.9	84.8	7.4	0.87	4266
18.9	12.8	203.1	4.2	100.2	22.7	1.74	4396
13.6	20.8	184.7	4.2	124.2	51.6	1.19	4160
18.1	10.8	179.0	3.9	83.8	6.3	1.37	4178
14.2	14.8	198.8	4.1	92.8	9.3	1.81	4304
13.6	28.8	182.2	3.5	86.3	14.8	0.34	3790
21.9	9.1	193.6	4.0	97.3	13.4	—	4164
8.1	31.4	224.6	3.9	97.7	9.9	1.71	4434
15.2	37.6	233.3	3.7	131.3	27.6	2.20	4582
22.6	7.3	120.3	4.0	67.2	16.8	1.03	3028
21.0	3.5	107.7	3.8	55.8	13.4	0.06	2790
16.9	2.6	101.2	3.4	48.4	11.9	0.64	2770
18.0	2.0	98.0	3.4	56.7	10.0	1.55	2974
13.6	2.3	94.7	3.9	52.5	33.4	1.57	2524
11.8	3.1	88.2	4.4	58.9	18.3	2.23	2796
11.5	2.4	88.0	4.6	62.6	31.9	2.40	2758
11.9	1.7	95.4	3.7	59.9	22.4	2.17	2782
11.2	2.2	86.1	4.5	58.9	52.0	2.68	2732
11.1	1.0	78.6	3.9	54.3	52.8	2.11	2476
11.6	5.1	90.0	3.2	58.3	47.9	1.30	2622
11.5	3.0	91.0	4.5	59.7	42.2	1.84	2728
10.5	2.8	90.0	4.6	57.2	37.5	1.82	2436
12.8	2.0	87.5	4.5	60.4	50.9	1.57	2714
11.6	2.0	87.9	4.4	58.8	31.2	1.69	2720
13.9	2.3	85.2	4.8	56.5	54.6	1.88	2640
12.4	1.4	78.3	5.3	56.1	49.9	1.28	2534
11.3	1.1	72.1	4.2	51.2	50.9	1.34	2520
11.9	2.2	69.2	4.0	52.7	32.1	1.75	2512
10.1	3.8	85.1	4.6	55.7	46.8	1.90	2656
—	—	84.9	4.8	—	—	1.91	—
21.1	0.9	58.9	3.2	58.8	70.9	1.69	—
10.8	0.6	52.6	3.5	73.4	100.9	—	2700
10.8	0.9	52.7	3.9	73.4	96.8	1.28	2690
10.7	0.9	52.7	2.0	79.1	101.9	2.26	2710
38.0	9.2	92.8	3.1	84.4	68.0	1.48	2966
10.6	0.9	85.8	4.1	67.2	39.3	1.94	2996
9.5	1.6	53.2	4.3	76.4	85.1	—	2492
25.4	3.4	46.6	4.3	66.5	55.5	1.68	2556
10.6	0.9	53.3	4.0	79.0	91.8	2.13	2794
11.1	0.6	53.3	5.5	76.9	55.8	2.21	2790
14.1	2.6	43.0	3.6	59.9	42.2	2.09	2346
10.8	0.3	56.1	3.4	58.6	62.0	2.44	2336
18.6	7.4	26.2	2.4	44.8	27.5	1.84	—
23.1	2.5	29.4	3.0	45.1	28.9	0.63	1756
13.8	2.6	38.3	4.2	66.6	61.6	0.84	2090
21.8	3.1	31.6	3.3	50.7	51.7	0.40	—
34.4	10.6	26.4	2.0	36.7	39.8	1.60	1532
39.5	15.1	20.6	2.3	60.1	24.3	1.50	—
37.5	5.3	20.8	1.7	31.7	34.7	1.55	2016

表94　各温泉群の化学成分の統計値

温泉群	統計値	泉温 (℃)	pH	B．C．G．酸度 (meq/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	Cl^- (mg/l)	Fe (II) (mg/l)	Fe (III) (mg/l)	Al^{3+} (mg/l)
A	N	21	20	20	21	21	21	21	21
	$\bar{x}$	41.9±1.4**	1.63±0.01	50.91±1.73	3244±107	588.7±14.4	16.7±1.6	16.9±3.6	195.3±6.9
	$\hat{\sigma}$	3.17	0.031	3.709	236.6	31.63	3.46	7.90	15.23
	$\hat{\sigma}/\bar{x}$	0.076	0.019	0.073	0.073	0.054	0.207	0.467	0.078
B	N	21	19	21	19	21	20	20	21
	$\bar{x}$	40.5±1.7	1.70±0.01	31.66±0.82	2039±85	451.1±19.7	13.4±1.6	2.7±0.7	89.5±5.2
	$\hat{\sigma}$	3.77	0.022	1.802	176.4	43.50	3.50	1.44	11.39
	$\hat{\sigma}/\bar{x}$	0.093	0.013	0.057	0.087	0.096	0.261	0.533	0.127
C	N	10	8	10	10	10	10	10	10
	$\bar{x}$	49.6±4.9	1.74±0.08	31.73±1.40	1949±93	498.0±31.5	15.9±6.7	2.0±1.9	60.2±11.1
	$\hat{\sigma}$	6.96	0.093	1.990	131.3	44.67	9.46	2.67	15.70
	$\hat{\sigma}/\bar{x}$	0.140	0.053	0.063	0.067	0.090	0.596	1.342	0.261
D	N	9	9	9	9	9	9	9	9
	$\bar{x}$	31.6±8.5	1.79±0.06	21.82±3.37	1315±234	291.7±74.0	23.7±8.2	5.5±3.6	32.5±8.7
	$\hat{\sigma}$	11.27	0.074	4.472	310.0	98.12	10.85	4.75	11.55
	$\hat{\sigma}/\bar{x}$	0.357	0.041	0.205	0.236	0.336	0.457	0.864	0.355

N：試料数　$\hat{\sigma}$：標準偏差　$\bar{x}$：平均値　$\hat{\sigma}/\bar{x}$：変動係数　A：蔵王温泉温泉群　B：一度川温泉群

(8) 放　射　能

1969年から1970年にかけて，蔵王温泉地域の代表的な源泉について，温泉中のトリウムB（ThB）の検出，定量を試みた。硝酸鉛を担体にして，トリウムBを取り出し，GMカウンターを用いてその放射能の減衰を観測した。各源泉についてのトリウムBの崩壊曲線を示せば図100～104のとおりである。

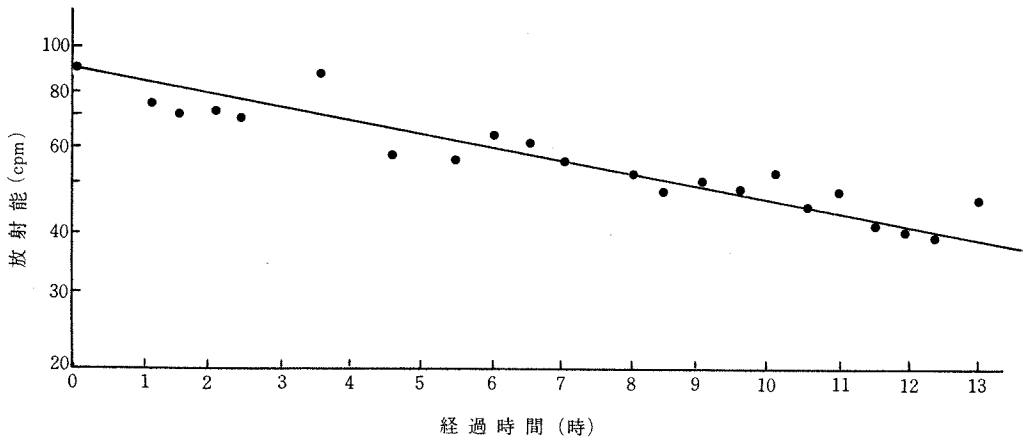


図100　ThBによる崩壊曲線　(新湯)
(1970年6月27日)

(＊＊危険率5％における平均値の信頼限界).

Mn^{2+} (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	H_2S (meq/l)	溶解性蒸発残留物 (mg/l)
21	21	21	20	21
3.6±0.3	97.3±6.3	27.2±7.8	1.35±0.20	4385±88
0.74	13.81	17.13	0.420	192.8
0.206	0.142	0.630	0.311	0.044
21	20	20	21	20
4.2±0.2	57.1±1.9	35.4±7.2	1.65±0.27	6286±73
0.53	4.18	15.40	0.592	157.4
0.126	0.073	0.435	0.359	0.059
10	10	10	8	9
3.8±0.7	73.5±5.3	76.6±15.4	1.83±0.30	2744±126
0.93	7.49	21.90	0.358	166.7
0.245	0.102	0.286	0.195	0.061
9	9	9	9	6
2.9±0.6	50.5±8.9	41.4±10.8	1.43±0.51	2013±338
0.83	11.78	14.27	0.682	322.0
0.288	0.233	0.345	0.476	0.160

C：二度川温泉群　　D：三度川温泉群

表95　温泉中諸成分の分布状態

成　　分	温泉群の大小関係
温　　度	C＞（A－B）＞D
酸　　度	A＞（B－C）＞D
硫酸イオン	A＞（B－C）＞D
塩素イオン	A＞（C－B）＞D
鉄（II）イオン	（D－A－C）＞B
鉄（III）イオン	A＞（D－B－C）
アルミニウム・イオン	A＞B＞C＞D
マンガン・イオン	（B－C）＞（A－D）
カルシウム・イオン	A＞C＞（B－D）
マグネシウム・イオン	C＞（D－B－A）
硫化水素	C＞（B－D）＞A
溶解性残留物	A＞（C－B）＞D

A：蔵王温泉,　　B：一度川温泉群,
C：二度川温泉群,　　D：三度川温泉群。
（）内は平均値に有意差（危険率1％）の認められなかった温泉群。

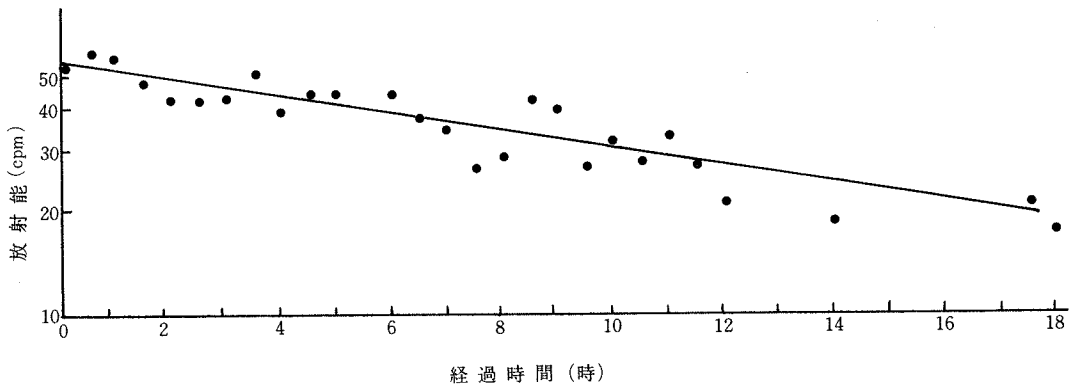


図101　ThBによる崩壊曲線　（蔵王温泉近江屋　1969年11月27日）

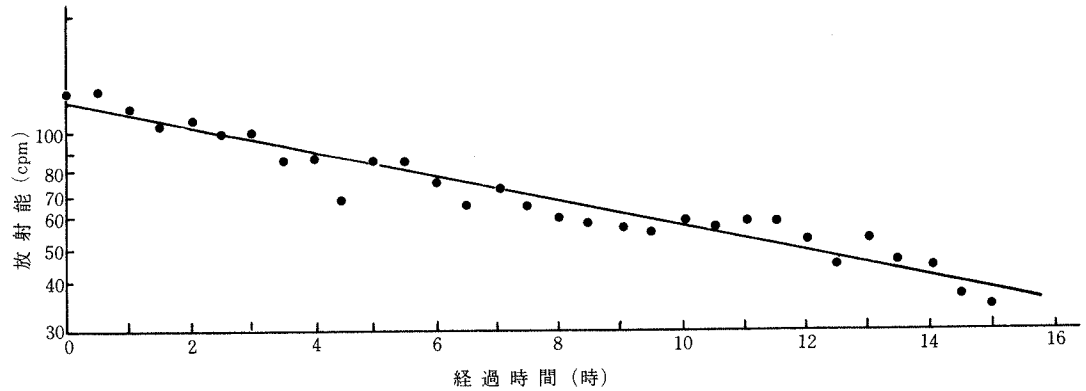


図102　ThBによる崩壊曲線　（一度川源泉　1969年11月11日）

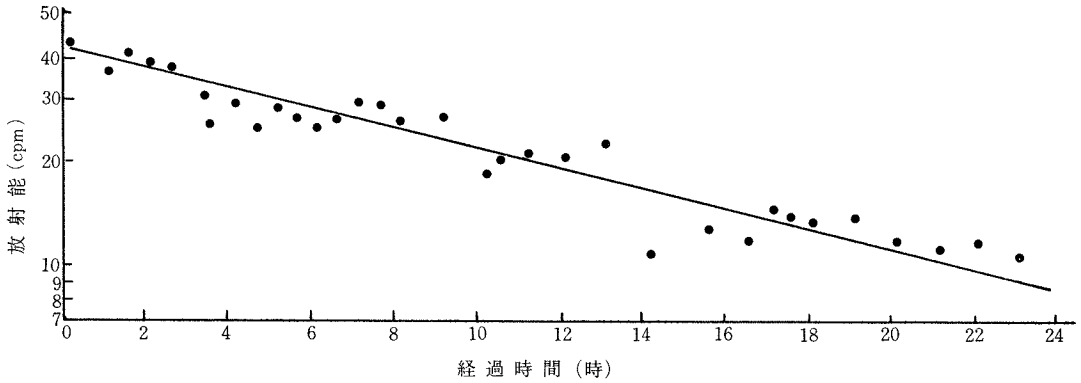


図103　ThBによる崩壊曲線　(二度川源泉　1969年6月6日)

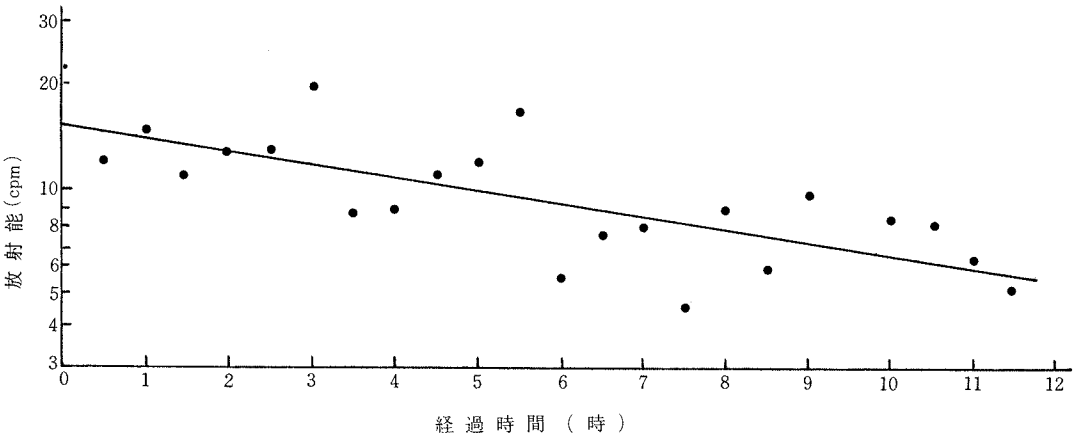


図104　ThBによる崩壊曲線(三度川源泉　1969年11月1日)

これらの資料にもとづいて，計数率A（cpm）と経過時間 t（時間）との間の関係式を求め，これから半減期と放射能とを計算した。放射能は新湯だけ標準Sr^{90}線源と比較し，その他の試料は標準Ra－DEF線源と比較して決定した。その結果は，表96に示されるとおりである。トリウムBの半減期は正しくは10.6時間であるが，実験値はいずれもこの値に近く，放射能はすべてトリウムBによるものと考えられる。この表によれば，新湯・一度川水系の源泉に多く，二度川，三度川と離れるに従って少なくなることがわかる。このことは，地質構造や湧出機構と関係があって興味深い。

表　96　　ThBによる放射能　　(蔵王温泉地域)

源　泉　名	計数率と経過時間との関係	半減期（時間）	放射能（$\mu\mu$Ci）
新　　湯	$\log_{10}A = 1.954 - 0.0288\,t$	10.4	68.0
蔵王温泉	$\log_{10}A = 1.744 - 0.0269\,t$	11.2	7.7
一度川源泉	$\log_{10}A = 2.074 - 0.0326\,t$	9.2	12.8
二度川源泉	$\log_{10}A = 1.181 - 0.0368\,t$	10.0	9.5
三度川源泉	$\log_{10}A = 1.629 - 0.0300\,t$	8.1	2.0

（注）
放射能は温泉水1 l についての値である。
計数率は新湯，二度川源泉は10 l についての測定値で，他は20 l についての測定値である。

(9) 湧 出 機 構

蔵王温泉地域には図105に示されるようにN20°～40°Wの方向性を有するＦ１～Ｆ６の６条の裂線構造が見られる。そこで，現在の温泉が湧出している裂線構造の生成過程と，そこにおける水・熱・溶存物質の供給源とを探ることにしよう。

イ） 裂線構造の生成

滝山火山の活動の末期に滝山と鳥兜山を結ぶ火口が形成され，そこに火山砕屑物が堆積した。その後の活動で南西部の火口壁は消失して，この火山は最後の熔岩を流出し，泥流を押し出した。この時期から硫気活動が始まり，この活動が静まるにつれて侵食作用が起こり，現在の酢川水系が形成された。山地の隆起に伴なって，火口壁の南西部は著しく侵食され，その内壁に地すべりが生じて数条の裂線構造が生じたものと考えられる。

ロ） 温泉の湧出とその水源

裂線構造が生ずると，硫気活動はそこに集まり，年月の経過とともにそこに地下水が混入して温泉が湧出するにいたる。

ところで現在の温泉の湧出量を見ると，蔵王温泉，一度川，二度川，三度川の順に少なくなる。また，ひとつの河谷では水源に近い源泉ほど湧出量が多くなっている。源流部の源泉は，多くはF6裂線付近に分布するが，水理地質的にはその水の供給源はそれより上流部全域の集水域にあるものと考えられる。したがって湧出量が多い。これより下流部の源泉の給水源は，それよりひとつ上部の裂線とその源泉位置の裂線との間の限られた範囲内の狭い集水域になるわけで湧出量はそれほど多くならないことになる。

蔵王温泉地区の各源泉の湧出量が，一度川などの河谷の源泉の湧出量よりも多い理由を考えてみよう。蔵王温泉は高湯爆裂火口底に位置し，集水面積が広いうえに岩盤の被覆物が厚く，ゆるいために地下水の貯留量が多い。一度川などでは，これと反対の事情が考えられるので，源泉の湧出量が少なくなるものと推定される。

ハ） 温泉の熱源と溶存成分の供給源

蔵王温泉地域の熱源は，高湯爆裂火口の地下深所にあるマグマ溜りと考えられる。現在の源泉の泉温や，温泉水中の溶存物質の含有量などから，マグマ溜りの中心は，ほぼ温泉街付近にあり，そこから北西－南東方向に広がっているように推定される。この熱源から，その周囲に向かって散逸する熱量はほぼ均一であるが，混入してくる地下水の量の多少によって，湧出口における泉温には 差異が生じてくる。

温泉街では，多量の地下水があるために，熱源にもっとも近いのにもかかわらず，この地区の源泉の温度は，二度川水系の源泉よりも低くなっている。二度川のおもな水源となっている源泉は，この地域全体の温泉のうちで最高の温度を示すが，この流域で涵養される地下水の量が比較的少ないためである。三度川地区は，熱源の中心からもっとも離れており，供給される地下水量が少なくとも，マグマ溜りより伝達される熱量が少なく泉温が低いことになる。

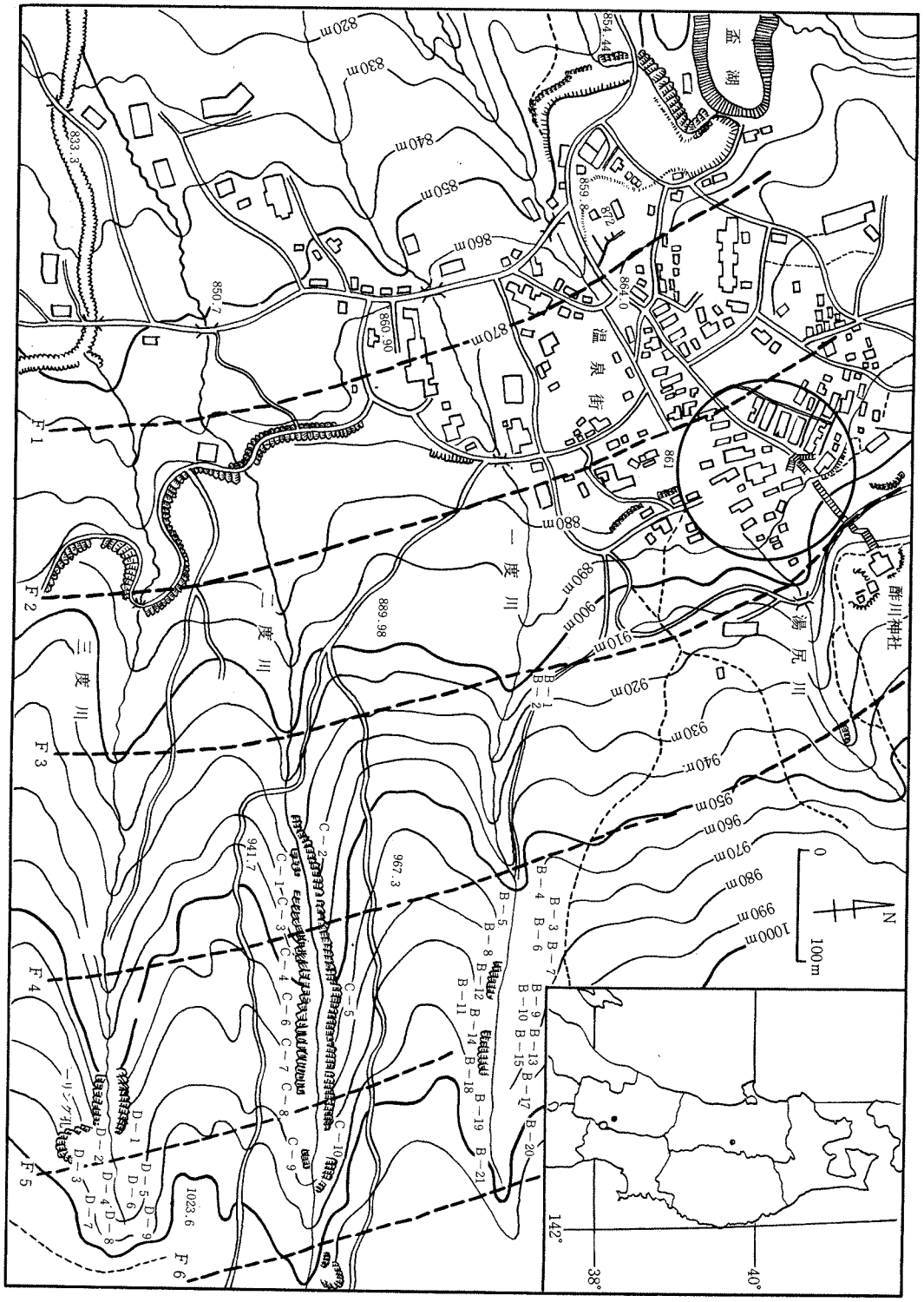


図105　蔵王温泉地域の裂線構造

マグマ溜りからは，発散物が岩盤の弱線を通して上昇し，それに変質作用を与えるとともに，温泉水に溶解する。地盤の比較的弱いところでは，マグマ発散物の通路が大きくまた多くできるので，混入地下水が多量で泉温がそれほど高くならない場合でも，その直接の溶解量や上昇過程における岩石との反応量も多くなり，全体として温泉に供給される溶存物質の量は多くなる。このような理由から，温泉街の源泉に溶存する物質の量が一般に多く，その他の源泉群ではこの地区に比べて少なくなる。

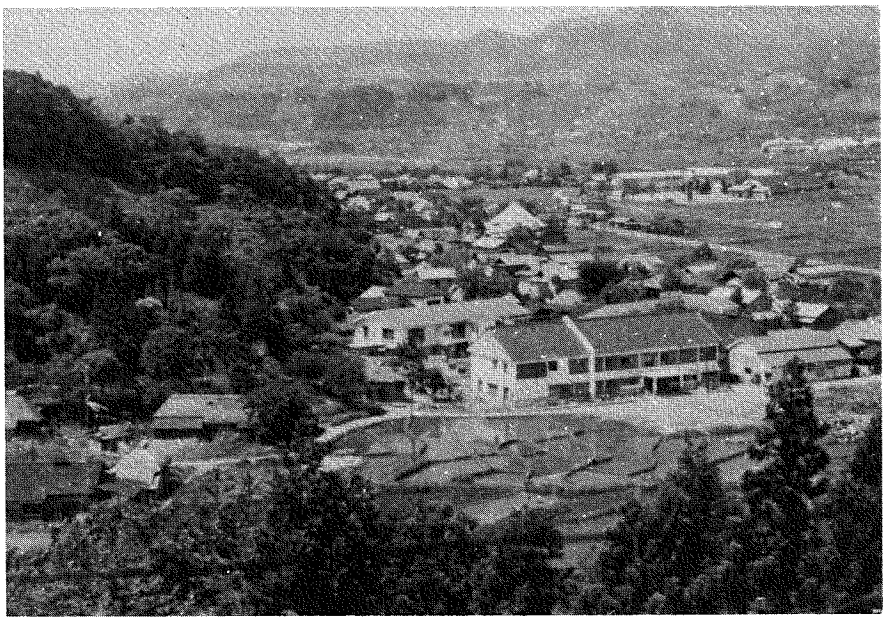
⑽ 適応症と禁忌症

浴用の適応症　真菌症（水虫）　慢性膿皮症　リウマチ性疾患　慢性湿疹および苔癬　トリコモナス腟炎　糖尿病　体質改善（変調）　腺病体質改善　神経衰弱　ヒステリー　慢性金属中毒症　創傷　運動障害　女性性器慢性炎症　月経異常　特殊適応症として子供の疳の湯とさる　生体変調作用を利用した子供の体質改善によし

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（とくに初期と末期）

飲用の適応症　専門医の指示により決定すべし　5～10倍稀釈食後飲用のこと1日量源泉で50cc～70cc　適応症は貧血症　慢性胃腸病

3．山形盆地南部地区温泉群



(1) 温泉群とその分布

山形盆地南部の成沢～金瓶地区には，須川竜王橋付近から，北方飯田部落にかけて，1955年頃から掘さくした数個の源泉がある。すなわち須川右岸に，南から竜王温泉，山交ランド源泉，高田源泉，山形温泉，飯田温泉，山形ハワイドリームランド，また須川左岸には黒沢温泉の各源泉が掘さくされた。これらの各源泉の分布は図106に示したとおりである。

(2) 山形盆地南部地区の地質

イ) 地質の概要

成沢温泉周辺には地表では新第三系の基盤となっている花崗岩類は発達せず，またこの基盤の花崗岩類に不整合に重なる安山岩類，緑色凝灰岩類の互層（宝沢層）も発達せず，更にその上位に整合に重なる緑色凝灰岩，酸性火山岩類，黒色頁岩，黄色砂岩などの互層からなる山寺層だけが広範囲に分布している。一般走向はN30°～40°Eで，温泉付近では向斜構造を示している。

山寺層中にはところによって礫岩あるいは礫質凝灰岩などを含み，全体としてそう深い海の堆積ではなかったようである。浅低熱水による変成を受け，緑色凝灰岩がベントナイト化している部分が広範囲にわたって分布している。云いかえれば，当地域の凝灰岩は程度の差こそあれ，ほとんど全部変質しているといってよい。この場合粘土化作用だけで，鉱染作用を受けていないのでその変質は浅低熱水による変質と考えることができる。

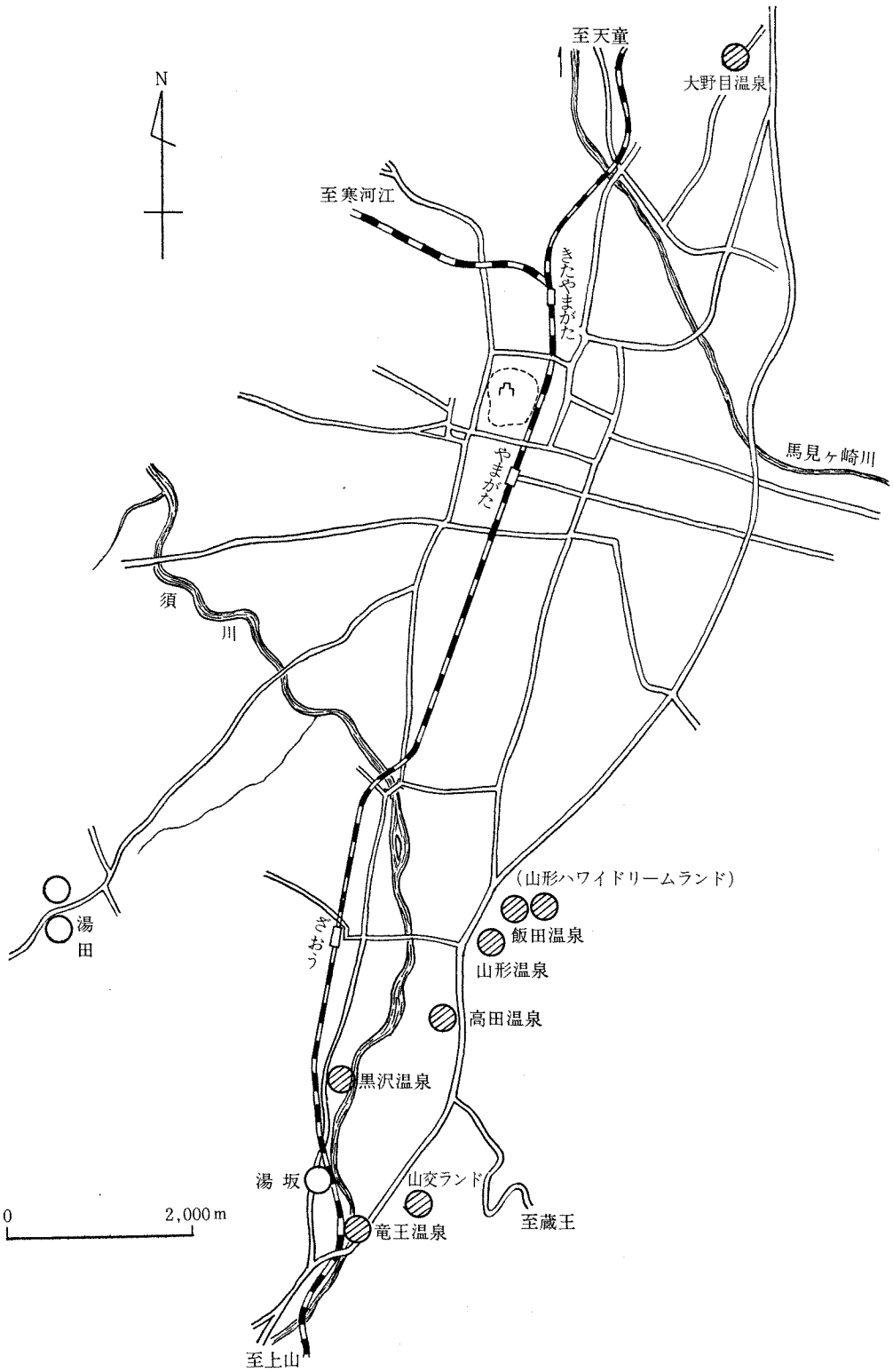


図106　山形盆地南部地区の温泉分布図

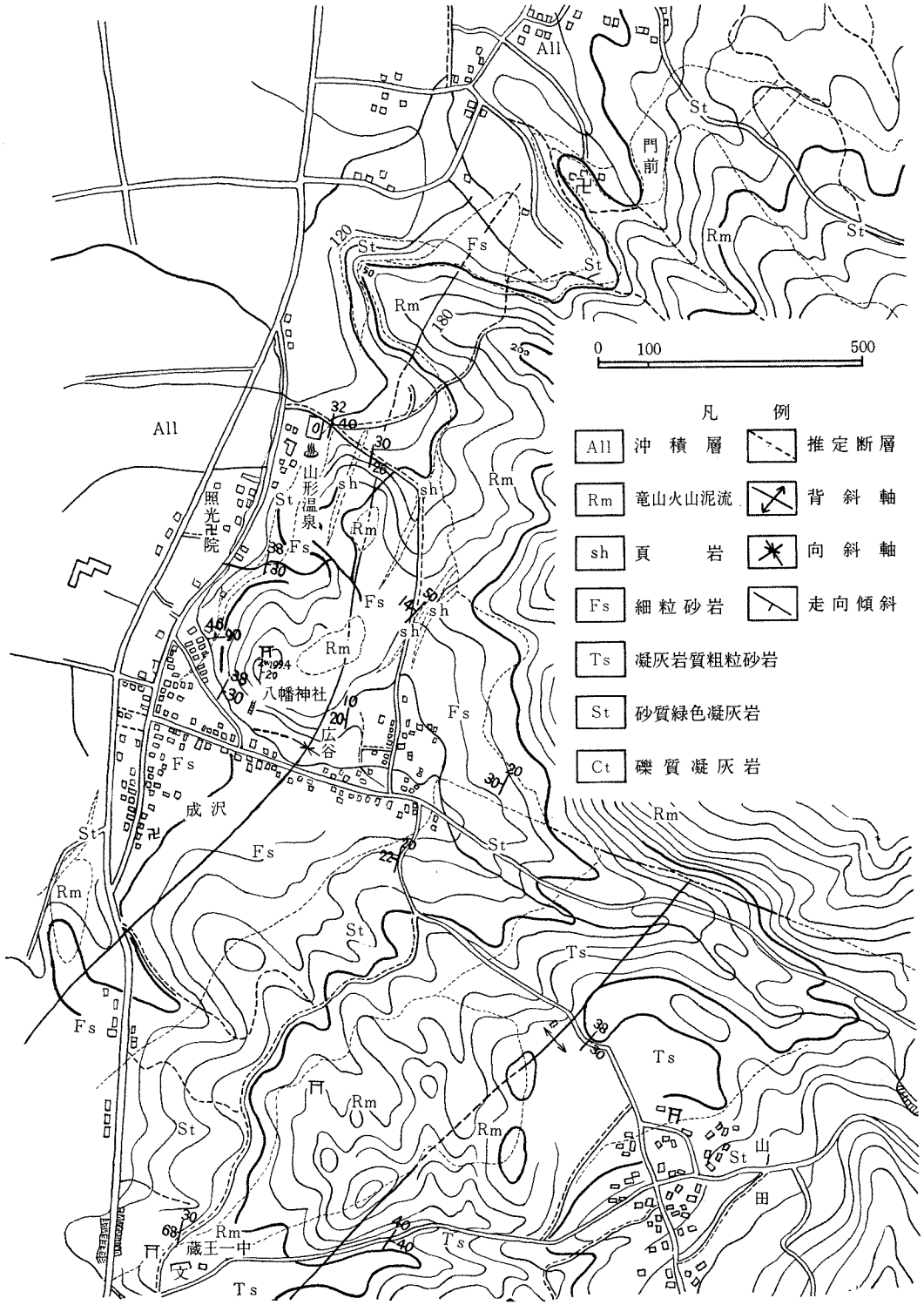


図107　山形温泉周辺地質図

これらの地層を不整合に覆って滝山火山の泥流が地表面にほぼ並行して流下し，更に平地部では第四紀層がこれら諸層を被覆している。

ロ) 地 質 構 造

褶曲構造の軸方向はN30°～40°Eで，断層らしきものは成沢南方で，ほぼN70°Wの方向の推定断層が考えられるだけである。

ただ紅花荘源泉の北東約30m付近にあるN70°E方向の裂カは紅花荘源泉を通り，鈴木一成申請地点から，後藤組飯田源泉の方向にのびるが，これは断層ではなく，裂カであろうと思われる。裂カ系は図108に示したように統計的にN40°E（この方向は紅花荘—岡崎—松本井を結ぶ方向にほぼ一致している。）およびN60°～80°Wのものが顕著に発達する。

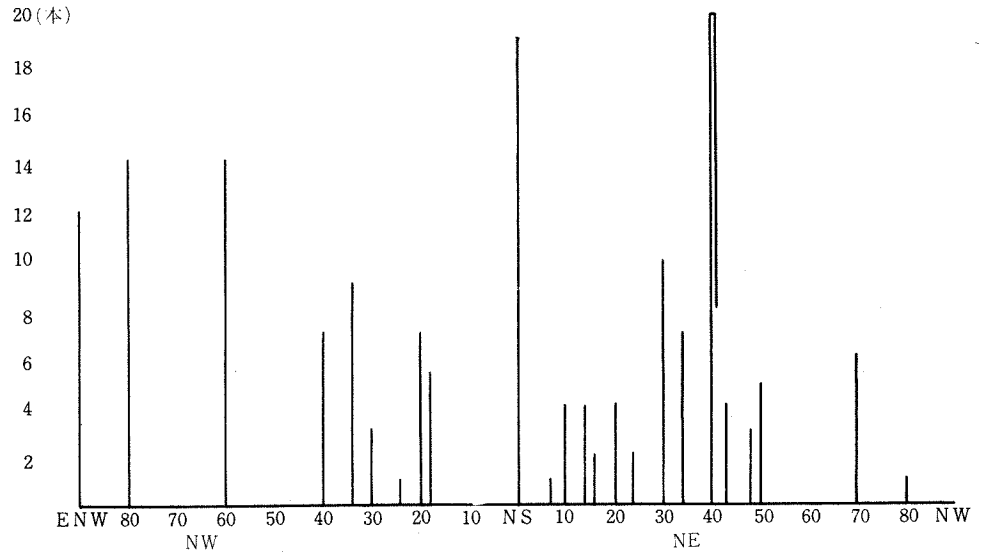


図108　成沢温泉群裂カ方向統計図.

ハ) 温 泉 地 質

当地域の凝灰岩は図109に表わしたように広範囲に変質を受けているが，このような変質の性格がまた成沢温泉の特質を規定している。すなわち成沢地区で試掘されたボーリングでは，200m程度の深度で43℃～45℃になると，それ以上の温泉の上昇は停滞する。すなわち地温上昇率はきわめて低く，裂カ泉のように裂カにあたれば急激に高温水（70℃前後）が噴出するというものではなく，この地域全体として44℃内外で温められていて，そこに侵入した地下水がほぼ同温度に加熱されているといった性質のものである。一般に比較的軟質の凝灰岩中の裂カは，硬質頁岩や火山岩類のように硬い岩盤よりも裂カの数が少ない。更に裂カがあっても，この地域のように粘土化作用を受けると，粘土化作用による体積膨張のために裂カが閉塞される割合が多い。従って岩盤中の裂カの占める孔隙率は少ないと見なければならず，したがって地下水の滲透率は低いと考えなければならない。故に温泉水の湧出能力は低く，数か所の湧出で地下水位は急激に低下するであろう。この地域では平地部の第四系中の地下水は岩盤中の地下水と連絡し，岩盤中から多量の汲上げを行なう場合

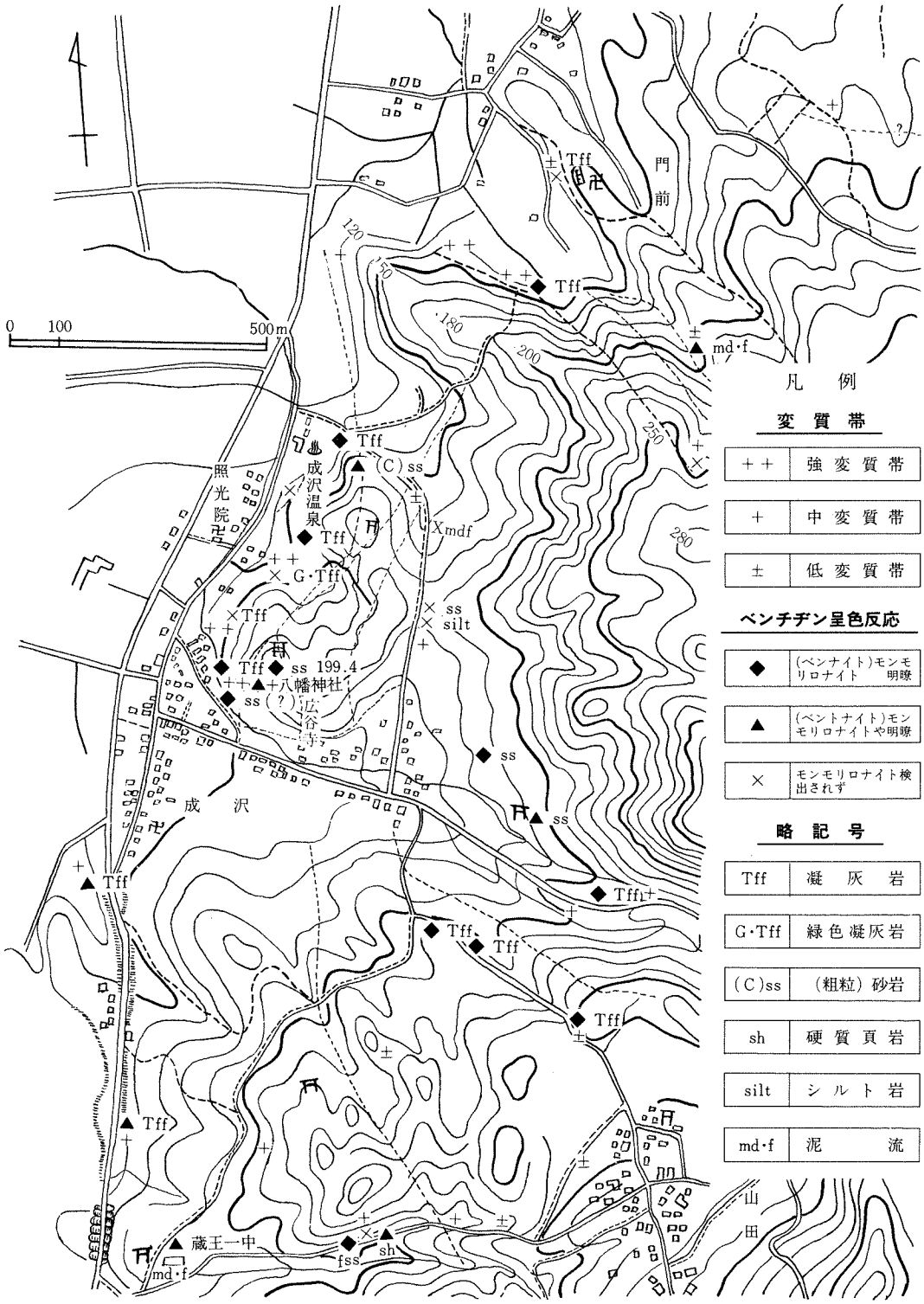


図109 成沢温泉付近変質帯

は，第四系中の地下水位も低下する。

(3) 各温泉の源泉状況

イ) 竜 王 温 泉

竜王橋の下手，須川沿岸に1958年掘さくされたもので，掘さく口径100㎜，掘さく深度は320ｍである。掘さく当時は泉温38.2℃，222 l/minの温泉が自噴していた。現在は温度36.7℃，190 l/minの自噴量で，加温して旅館竜王温泉の浴用に供されている。

ロ) 山交ランド源泉

1970年に掘さくされ，掘さく口径100㎜，掘さく深度300ｍである。温泉は自噴せず，口径50㎜パイプで，地表下127ｍの水中ポンプにより揚湯されている。揚湯量は120 l/min，泉温は掘さく当時は37.3℃であったが，現在は約34℃である。加温して山交ランドの浴用に利用されている。

ハ) 高 田 源 泉

県の成沢住宅地の台地の崖下にあり，1963年の掘さくによるもので，掘さく口径65㎜，掘さく深度282mである。掘さく当時は，温度38.7℃，湧出量40 l/minの温泉水が自噴したが，1972年６月には，温度41.8℃，自噴量51 l/minと泉温，湧出量ともに上昇している。ただし，1973年１月の調査では温度40.7℃，自噴量24 l/minで短期間に水温，湧出量にかなりの変動がみられ，季節による降雨量，地下水の状態に鋭敏に反応する源泉であるといえる。現在粗末な小屋がけで付近の一部の人たちの入湯に供されているが，温泉利用の面から，また衛生上からも適当な施設による本格的な利用が望まれる。

ニ) 山形温泉（成沢温泉）

以前は成沢温泉といわれていたが，最近山形温泉と名称を変えた。源泉は紅花荘敷地内にあり，紅花荘，蔵王荘の二旅館に配湯している。源泉掘さくは1954年に行われ，掘さく深度330ｍ，口径150㎜である。口径76.2㎜の揚湯パイプで，地表下7.58mのポンプで270 l/minの温泉水を揚湯し，泉温は44℃であったが，源泉の衰退により現在ではポンプの位置を地下15mに下げ，190 l/minを揚湯している。現在の泉温は42.0℃で加温して利用されている。

ホ) 飯 田 温 泉

1956年に掘さくされ，掘さく口径130㎜，掘さく深度330mである。当時の泉温は44℃，20 l/minの温泉水が自噴していた。この源泉は1972年秋になって温泉状況が突然改善された珍らしい源泉である。

1972年６月および７月の測定ではいずれも泉温42℃で，掘さく当時よりむしろ低下の傾向にあったが，８月末に急に温度が上昇したといわれ，12月温度検層を行った際の泉温は47℃であった。現在既設の加温装置は使用せず，そのまま浴槽に引湯している。自噴量も増加しており現在約５０l/minである。

ヘ) 山形ハワイドリームランド源泉

山形ハワイドリームランド敷地内に掘さくされたもので，掘さく口径65㎜，掘さく深度は291ｍ

である。25.5℃の微温泉水が200l/min自噴した。1972年調査の際は，6月で水温24.5℃，自噴量は188l/minであったが，12月測定の時は水温29.2℃であった。深部に高温の温泉脈があるものと思われるが，途中の冷地下水混入によって水温低下を示しているものと推定される。

ト）　黒　沢　温　泉

1970年に，黒沢部落須川べりに掘さくされた源泉である。掘さく口径100㎜，掘さく深度400mである。深さ380m付近に高温の温泉脈があり，温度53℃，揚湯量220 l/minの優秀な高温源泉が得られた。既存の温泉地を除いては県下でも珍らしい例である。しかし，その後深さ80m付近の帯水層からの地下水の混入があり，現在では泉温が低下し，加温装置を用いて旅館九十九荘その他の施設に利用されている。1972年6月調査の際は，揚湯量65 l/minで泉温46.5℃であったが，1973年2月には揚湯量130 l/minで泉温は30℃である。揚湯量によって途中からの冷地下水の混入状態が複雑に変化し，泉温に敏感な影響を与えるものと思われる。源泉の改善工事によって地下水浸入を防止し掘さく当時の優れた源泉の復活が望まれる。

(4)　山形盆地東縁の弾性波探査

イ）　弾性波探査の結果の考察

山形東方千歳山～西南方富神山を結ぶ線

この探査は，1958年10月～11月に農林省農地局資源課によって行われたもので，

測線位置　山形東南方千歳山～西南方富神山を結ぶ線上，千歳山山麓旧射撃場跡付近から，一貫清水付近を通って，須川にいたる470mにわたる測線で，図110にはV線として示してある。

測点発破点　小発破点は110m間隔，測点間隔は10m，大発破点は1500m～2000m間隔で，測量間隔は20mとしてある。

となっている。その解析結果は，

層　別	弾性波速度（km/sec）	地　　層	厚　　さ
第1層	0.2km/sec	表　土　層	0.4—2.00m
第2層	0.7km/sec	風化扇状地堆積物	10±
第3層	1.2～1.8km/sec	扇状地堆積物	
第4層	2.0km/sec	湖底堆積物	200m
第5層	2.5km/sec	湖底堆積物（下部）	200m
第6層	3.0km/sec	新第三系（上部）	凝灰角礫岩および流紋岩
第7層	3.5km/sec	新第三系（下部）	160m
第8層	4.0km/sec	花崗岩　（？）	

としている。

この弾性波探査の結果，判明したことは，図110の断面図に示したように，

1．千歳山の断層の存在，落差270m—

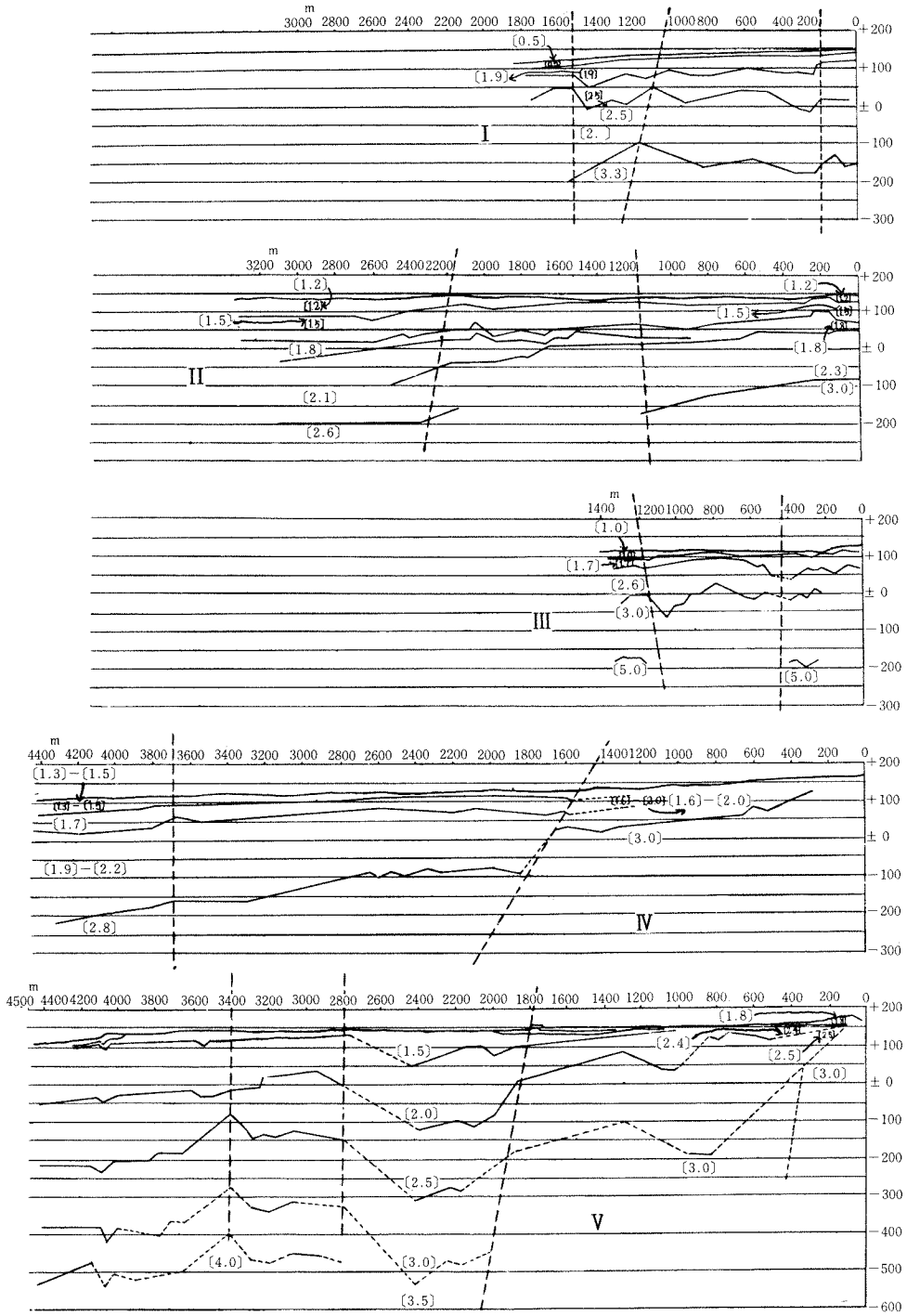


図110　山形盆地における弾性波探査結果　（農林省農地局資源課著者加筆）

Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ…乱川扇状地における測定
Ⅳ……立谷沢高瀬川扇状地域における測定
Ⅴ……山形東方千歳山～西南方富神山を結ぶ線

2．この千歳山断層は，3.0km/sec（新第三系上部）の層を切っている。

3．3.0km/secの層は更に鉄道の東250m付近でも切れている。

4．上部新第三系の上面の侵蝕面は，かなりの起伏を示し，上位の湖底堆積物にも影響する。

5．鉄道の東側では，扇状地の厚さにまで影響をおよぼしている。

以上は弾性波探査の解析結果である。

以上の結果から考えられることは

a　第三系の上面の起伏は，新第三紀末における褶曲形の総和侵蝕と造構造との上に出来ているものと考えられる。

b　この造構造は，その後，第四紀までも継続したために，本来はほぼ水平に堆積したであろう湖底堆積物は，新第三系の起伏面とほぼ並行して褶曲するにいたった。

C　その褶曲は，図110から扇状地堆積物の生成時まで継続したらしいことが言える。

d　それを総括的にみると，

(I)　千歳山と滝山倉庫との間に，盆地の東側を画する西側落ちの構造線が考えられる。

(II)　さらに富中以西，須川までの間が，沈降帯となっていて，現須川の位置は，小規模ながら特に（約40m）沈降している。

(III)　国道13号線と国鉄奥羽本線との間に１つの沈降がある。

(IV)　上のような見方をすると，この測線上の沖洪積層は，厚さ約200mで，国道13号線と奥羽本線との間，および，富中から須川にかけての地帯とでは，更に約200mの沈降部があり，基盤岩までの深さは，最深400m以上に達する。

乱川扇状地における測定

場所は天童—東根間の乱川扇状地域で，図110に示したように

I　測線……野川河床沿いのもの　測線長 1,700m

II　測線……乱川河床沿いのもの　〃　3,100m

III　測線……天童温泉付近のもの　〃　1,300m

である。

その解析結果は，

① I測　線

層別	弾性波速度（km/sec）	地　層	厚　さ
第１層	0.5	表層堆積物	15m
第２層	1.6～1.9	扇状地砂礫粘土層	15～ 50m
第３層	2.2	新第三紀凝灰岩および砂岩層	40～100m
第４層	2.6	新第三紀層の凝灰岩を主とした地層	120～180m
第５層	3.3	新第三系の凝灰岩を主とした地層	120～180m

この測線においても，(I)の山形東南千歳山～西南方富神山を結ぶ線の場合と同様，第２層下底は，第３層以下の新第三系にほぼ並行に凹凸を持っている。特に測点Ｈ－１の東方約100mの地点，測

点Ｊ－４付近の凹みは一番顕著で，単なる侵食面とは考えられず，構造線に関連するものと思われる。

② II測　線

層別	弾性波速度（km/sec）	地　　層	厚　　さ
第１層	1.2	表層扇状地堆積物	５～40ｍ
第２層	1.5	扇状堆積上部層	10～30ｍ
第３層	1.8	〃　〃　中部層	10～100ｍ
第４層	1.8 ～2.1	〃　〃　下部層	25～135ｍ
		（一部湖底堆積層）	
第５層	2.3 ～2.6	新第三紀凝灰岩類	180ｍ～
第６層	3.0	〃　〃	

この測線では，一般に扇状地堆積物は厚く，Ｉ測線では約50ｍであるのに，135ｍにも達している。測点Ｊ－８とＫ－３とのほぼ中間付近から西側は，特に扇状地堆積物は急に厚くなり，走時曲線は不連続になっている。したがって，この付近に活構造線が考えられる。

③ III測　線

層別	弾性波速度（km/sec）	地　　層	厚　　さ
第１層	0.6～1.2	表層扇状堆積物	５～15ｍ
第２層	1.5～1.8	扇状地堆積物	15～60ｍ
第３層	2.6	新第三紀凝灰岩硬質頁岩	50～120ｍ
第４層	3.0＋	仝　　上	
第５層	5.0＋	基盤花崗岩（？）	

この測量では，測点Ｌ－18の東方150ｍ付近に破砕帯（断層）があるとしている。又測点Ｌ－19の西方200ｍ付近にも，大きい陥没帯があるとされている。この測線地帯では，扇状地堆積物の厚さは，最も厚いところで75ｍである。

以上３測線が乱川扇状地域で実施されたが，それらの結果を総合してみると，

a　乱川扇状地のＮ－Ｓ方向の断面図を作ってみると，図のように測線II線付近で扇状地の厚さは最大となり，南北両端で薄くなっている。すなわち，新第三系の上面の侵蝕形は樋形になっていたことになる。

b　扇状体の形成期間中，造構造運動がおこり，図110に示したように，２条の構造線が判別できる。

c　そして，その運動は，1.6～1.8Km/secの層が堆積終了まで継続したようである。

d　その後の運動については，項をあらためて述べる

以上，山形でＩ測線，乱川扇状地域で３測線の弾性波探査の結果では，国鉄奥羽線の東側の山形盆地東縁地域には，図110に示したように，ほぼ２条の活構造線が考えられることになる。

立谷沢高瀬川扇状地域における測定

立谷川に沿って，大森山北麓から漆山部落の北端までの4,400mの範囲である。

その解析は

層別	弾性波速度（km/sec）	地　　層	厚　　さ
第1層	0.5	ごく新しい礫層	2 m±
第2層	1.3～1.5	砂礫を主とした新しい扇状堆積物	4 m－
第3層	1.7	砂礫を主とする層	15～50m
第4層	1.9～2.2	砂・礫・粘土などの層（湖成層又は潜在扇状地）	140～240m
第5層	2.8	新第三系（凝灰岩を主とする）	210～300m
第6層	3.0	新第三系（流紋岩を主とする）	

以上のことから判ったことは，

a　第四系の下底が，大森山の基点から180～200m付近で，約120mの落差を持つ断層となっている。

b　また国鉄奥羽線の西側においても50m前後の落ち込みが考えられる。

c　このような落ち込みは，第2層の堆積時まで継続したようである。

d　すなわちこの測線でも2条の構造線が推察できる。

上山付近における測線（図III参照）

当地域では，次の3本の測線による観測が行われた。

Ⅵ測線　成沢－津金沢　2.4km

Ⅶ測線　上山農業高校－蔵王川　1.2km

Ⅷ測線　前川－思川－宮川　1.4km

解析の結果は

① Ⅵ測線

層別	弾性波速度（km/sec）	地　　層	厚　　さ
第1層	1.2	新規堆積物	300m
第2層	1.7	扇状地堆積物	600m±
第3層	2.0	湖底堆積物（上）	112m±
第4層	2.4	湖底堆積物（下）	110m±
第5層	3.0	新第3系（凝灰角礫岩流紋岩）	

このような解析結果から考えられることは，

a　第3，第4層の湖底堆積層は，新第三系の上面とほぼ平行に撓曲している。

b　成沢基点より600m前後の個所に，新第三系上面から，第1層の新規堆積物に及ぶまでの範囲に，弾性波速度は非常に擾乱している。これは測定上の何等かの誤差がないと言えないが，やはり，活構造的な擾乱なのではあるまいか。

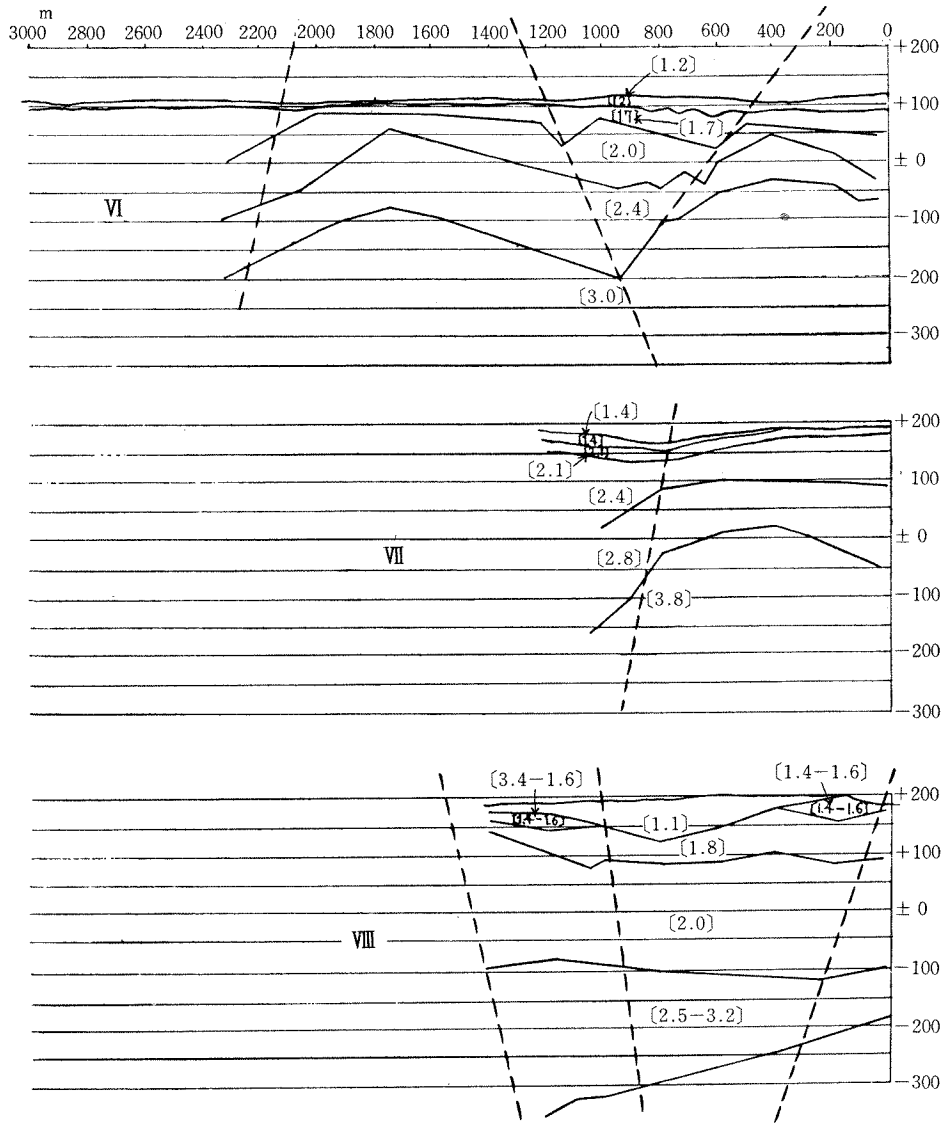


図111　Ⅳ，Ⅶ，Ⅷ上山付近における測定　（国土調査著者加筆）

c　このような擾乱帯は，小規模ではあるが，成沢の基点付近から，西へ200ｍの範囲にも見られる。

d　測線の西端では盆地の西縁に近いのだから，第２，３層は薄化しなければならないのに，ここでは逆に厚化している。測定の西端であるので，確定できないが，この西端付近で，造盆地運動か又は撓曲の沈降部があるのではあるまいか。

② Ⅶ 測 線

層別	弾性波速度（km/sec）	地　層	厚　さ
第１層	1.2～1.5	新規堆積物	100ｍ－

第2層	2.1	扇状堆積物	18m±
第3層	2.4	火山砕屑物（泥流）	114m±
第4層	2.8	湖底堆積物（下部）	193m±
第5層	3.8	新第三系	

これから考えられることは，

a　新第三系の上面は，中央部が高くて，両端が落ちこんでいる。しかも第4層は，ほぼ厚さを変えないで発達している。

b　このことは，第4層は第3層の堆積後に，全体として撓曲したことを考えなければならない。

c　B測線の中心部は，地質的には決して平地部の中心と一致していない。すなわち，測線の西半は，泥流で形成された台地であって，東西両側の新第三系が発達する山地の中心部は，測線の西端部に担当する。

d　第3層までは撓曲運動に関係しているようである。

③　Ⅷ測　線

層別	弾性波速度（km/sec）	地　　層	厚　　さ
第1層	1.2	新規堆積物	600m
第2層	1.4～1.6	扇状地堆積物	46m±
第3層	1.8	湖底堆積物（上部）	92m±
第4層	2.0	〃　〃　（下部）	191m±
第5層	2.8～3.2	新第三系	

図111を見ると

a　新第三系の表面は，割合平滑で，造構運動が行われたとは思われない。

b　ただ，第2，3層は中央部において，幾分厚くなっているから，多少は沈降運動はあったのかも知れない。

c　思表川筋付近で，東落ちの構造線が考えられないこともないが，落差は僅少であるようである。

ロ）　山形盆地東縁の活構造帯

以上の弾性波探査結果の考察から，次のことが結論的に言い得ると思われる。

a　盆地底の新第三系の上面の起状は，新第三紀末における褶曲型の総和，侵蝕と造構造運動とによって決定された。

b　この造構造運動は，その後第四紀までも継続したため，第四紀の湖成堆積面は，新第三系上面の起状（堆積面）と，ほぼ並行した褶曲形をとっている。

c　これらの造構造運動は，下位扇状地堆積物の生成時まで継続していたことの証拠である。

d　断裂運動としては，山形盆地の東縁に沿って，1ないし2条の地溝的凹みをもった落ち込み運動が第四系を切って現在継続中と考えられる。

東根東方120m－，山形270m－，上山東方約400mとなって南方に行くにしたがって，落

ち込み量が多くなる。

e　これら断裂運動帯と，現温泉帯の中心は無関係ではない。すなわち，東根温泉，天童温泉，山形温泉，竜王温泉，上山温泉，河崎温泉，葉山高松温泉地帯の中心部は，これら断裂帯とほぼ一致するような地理的位置関係にある。

f　また，これらの断裂帯は，背梁部に点在する非海成上部中新世層（YV）の西限となっているようである。

ハ)　む す び

山形盆地東縁に沿って，第四紀にも活動した，いわゆる活構造帯があり，それらについて次のようなことが解った。

(1)　活構造帯は，上山付近で作製した東西方向の断面図では，2～3条の断層群からなり，基盤の喰い違いは約300～600mで全体としては東側落ちになっている。

(2)　山形旧市街付近以北は，地表調査で構造帯を見ることは，第四系および扇状堆積物で被われて不可能になっている。しかし弾性波探査の結果では，次のようなことが解っている。

a．第四系は弾性波速度から1.2～1.4 km/sec，1.6～2.2km/sec，2.4～2.8 km/secの約3層に区別できる。

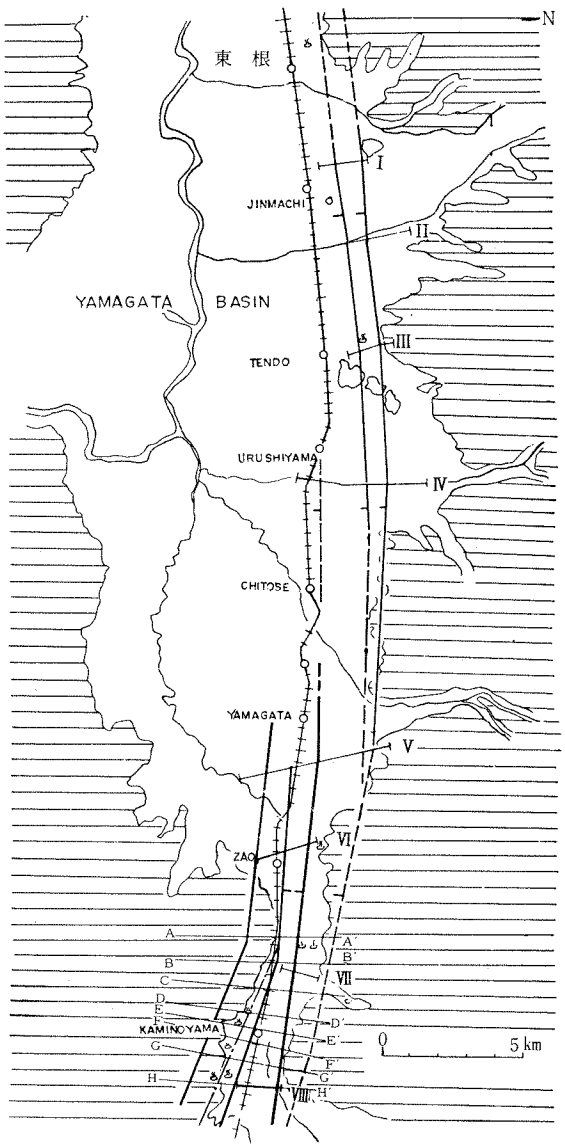


図112　山形盆地における活構造帯

b．それら3層の地層面の境界線は，それぞれ下位の新第三系（3.0～3.8km/sec）の上面とほぼ平行に褶曲している。

c．また境界面は，弾性波速度線が不連続であったり，急傾斜したりして，構造線の存在を考えなければならない。

(3)　断層群の落差は，北部では120m，中央部では200m，南部では400～600mと考える。

(4)　これら構造線の活動の時期は，第四紀まで断続していることが上項(2)から指摘できる。

(5) 化 学 成 分

本温泉群には7本の源泉が所在し，泉質的に大別して芒硝泉系のものと単純泉系に分類できる。これらの源泉から2つの源泉を選び，その中分析結果を示したが，芒硝泉系及び単純泉系ともに主成分は，陽イオンではNa^+，陰イオンではSO_4^{2-}が主体であり，化学組成が類似している。

表97

山形温泉（源泉名　紅花荘源泉）

1．ゆう出地　山形市蔵王成沢字町浦176　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年6月17日）11時30分

(1) 泉温 43.1 ℃ 天候 晴 気温 21.8 ℃ 気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯 ）

(3) 性状 無色清澄にして収斂味を有し弱アリカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 7.9 (5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和43年6月22日～昭和33年7月20日）

(1) 性状 無色清澄にして収斂味を有し弱アリカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.8 (3) 比重 1.0030 (20℃)

(4) 蒸発残留物 3022 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	14.86	0.3801	0.90	塩素イオン Cl^-	148.9	4.199	9.89
ナトリウムイオン Na^+	884.4	38.45	91.40	臭素イオン Br^-	0.176	0.0022	0.01
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.051	0.0004	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+	0.016	0.0009	0.00	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	55.66	2.777	6.60	硫酸イオン SO_4^{2-}	1656	34.50	81.28
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.159	0.2598	0.62	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.440	0.0158	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.144	0.0030	0.01
マンガンイオン Mn^{2+}	0.090	0.0033	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.635	0.1819	0.43	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	221.2	3.626	8.54
				炭酸イオン CO_3^{2-}	1.014	0.0338	0.08
計	960.3	42.07	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.663	0.0086	0.02
ほう酸（メタ） HBO_2	67.76	1.546		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	43.53	0.5575		ほう酸イオン BO_3^{3-}	7.322	0.0710	0.17
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.014	0.0008	0.00
計	111.3	2.104					
遊離炭酸 CO_2	6.912	0.1571					
遊離硫化水素 H_2S				計	2035	42.45	100.0
計	6.912	0.1571					
総計	3114						
その他ガス	H_2S 痕跡（1l 中の含有量）						

4．泉質　芒硝泉（緩和低張性高温泉）

龍王温泉（源泉名　龍王源泉）

表 98

1．ゆう出地　上山市金瓶字原155　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年6月17日）　9時55分

(1) 泉温　38.8 ℃　天候　晴　気温 20.5 ℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　）

(3) 性状　無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.0　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie （　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和43年6月22日～昭和43年7月20日）

(1) 性状　無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.0　(3) 比重　1.0002　(20℃)

(4) 蒸発残留物　208.0　mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	4.536	0.1160	4.65	塩素イオン Cl^-	10.64	0.3001	11.23
ナトリウムイオン Na^+	45.08	1.960	78.66	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.014	0.0008	0.03	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	5.205	0.2597	10.42	硫酸イオン SO_4^{2-}	56.79	1.183	44.29
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.701	0.1399	5.61	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.082	0.0029	0.12	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.010	0.0001	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.115	0.0024	0.09
マンガンイオン Mn^{2-}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_3^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.114	0.0127	0.51	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	70.46	1.155	43.23
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.414	0.0138	0.52
計	56.73	2.492	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.678	0.0088	0.33
ほう酸（メタ） HBO_2	5.351	0.1221		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	34.42	0.4408		ほう酸イオン BO_2^-	0.313	0.0073	0.27
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.017	0.0010	0.04
計	39.77	0.5629					
遊離炭酸 CO_2	1.694	0.0385					
遊離硫化水素 H_2S				計	139.4	2.672	100.0
計	1.694	0.0385					
総計	237.6						
その他							
ガス	（1l 中の含有量）						

4．泉質　単純温泉　（緩和低張性温泉）

(6) 地球化学的考察

対象温泉の化学分析の結果は表99にまとめてあるが，これらを検討するのに，周辺の被圧地下水の水質も考慮に入れないといけないので，この地域の代表的な被圧地下水の水質を表100として載せておく。

はじめに，これらの温泉や地下水の水質が容易に比較できるように，主要な陰イオン・陽イオンの当量百分率をべつべつに計算して，キイダイヤグラムに表現する(図112, 図113)，図112から，成沢地区の3温泉（No.4，5，6）の化学組成がとくに類似しており，これらから多少のズレを示すものの，No.3およびNo.7もこれに近いことがわかる。さらにその周辺のものを見ると，No.1とNo.8，No.2とNo.9などが，それぞれ各座標でたがいにまとまりを示す。ここに，No.3～7を第I群，No.1とNo.8を第II群，No.2とNo.9を第III群として泉質の特徴をまとめてみよう。ここでは当量の大小関

表99　山形市周辺の温泉分析表　(1972. Ⅶ－15)

No.	温泉名	Ta (℃)	Tw (℃)	pH	RpH	導電率 (μmho/cm)	T－Re (mg/l)	4.3Bx (me/l)	Na^+ (mg/l)
1	蔵王ゴルフ場	23.5	20.8	6.9	7.4	367	451	7.88	48.7
2	竜王温泉	26.0	35.8	8.0	8.0	201	257	1.22	43.9
※3	黒沢温泉	7.1	34.0	7.5	8.2	1,529	1,355	2.41	305
4	高田温泉	28.2	39.0	7.6	8.4	3,181	3,683	7.41	1,115
5	山形温泉	27.0	40.5	7.7	8.4	1,982	2,684	3.67	770
6	飯田温泉	26.6	42.1	7.8	8.4	1,503	3,279	3.77	980
7	ハワイドリームランド	26.7	22.2	7.7	7.9	375	273	1.82	57.6
8	落合温泉	22.0	32.5	7.5	7.7	2,199	2,665	0.77	524
9	湯田鉱泉	26.1	30.7	7.6	8.0	267	247	1.60	65.5

※ 1972. Ⅻ－17観測

表100　山形市周辺の被圧地下水　(1972. Ⅶ－15)

	採水点	Ta (℃)	Tw (℃)	pH	RpH	導電率 (μmho/cm)	T－Re (mg/l)	D O (O_2mg/l)	D O (%)	pH4.3Bx (me/l)
1	泉川	25.8	21.6	7.4	8.0	490	313	0.14	1.6	1.25
2	金谷	25.2	15.8	6.9	7.4	170	227	7.17	74.7	0.74
3	湯坂	25.9	21.2	7.6	8.0	272	245	7.43	85.9	1.47
4	黒沢	26.5	20.8	7.0	7.8	340	282	1.93	22.2	1.19
5	松原	26.4	17.2	6.9	7.9	270	275	1.76	18.9	1.55
6	片谷地	28.8	14.6	4.4	4.7	157	256	2.20	22.3	0.03
7	沼木	28.5	16.3	6.9	7.3	104	184	7.25	76.3	1.08
8	見崎	25.2	16.5	6.9	7.4	129	129	1.62	17.1	1.08
9	落合	29.0	12.0	7.2	7.7	175	222	8.93	74.4	1.21

係を比較することにする。

第Ⅰ群：SO_4^{2-}型（$HCO_3^- > Cl^-$）

$Na \geqq Ca^{2+} > Mg^{2+}$

黒沢（3）高田（4）山形（5）飯田（6）ドリームランド（7）

第Ⅱ群：SO_4^{2-}型（$HCO_3^- > Cl^-$）

$Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$

ゴルフ場（1）落合（8）

第Ⅲ群：HCO_3^-型，$Na^+ \geqq Mg^{2+} > Ca^{2+}$

$\begin{cases} SO_4^{2-} > Cl^- & \cdots\cdots \text{竜王（2）} \\ Cl^- \fallingdotseq SO_4^{2-} & \cdots\cdots \text{湯田（9）} \end{cases}$

K^+ (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	Fe^{2+} (mg/l)	Mn^{2+} (mg/l)	Al^{3+} (mg/l)	Cl^- (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	H_2SiO_3 (mg/l)	HBO_2 (mg/l)
2.8	42.4	14.0	0.07	0.00	0.03	25.7	166	—	1.75
4.1	5.78	4.66	2.66	0.00	0.09	6.6	54.3	107.9	3.51
9.5	60.7	20.3	0.14	0.00	0.00	62.1	645	72.8	12.3
13.3	56.9	18.9	0.29	0.04	0.00	55.3	2,046	31.2	56.1
12.0	55.7	5.7	0.63	0.09	0.00	45.5	1,319	40.3	21.1
13.5	63.1	4.9	2.19	0.23	0.00	147	1,579	39.0	26.3
3.3	6.5	1.6	0.20	0.00	0.11	22.2	63.4	—	5.26
1.3	301	4.8	0.88	0.30	0.00	97.8	1,246	27.3	26.3
1.6	2.0	2.2	0.09	0.00	0.05	23.8	29.6	63.7	1.75

pH8.4Ax (me/l)	Na^+ (mg/l)	K^+ (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Mg^{2+} (mg/l)	$Fe^{2+}+Fe^{3+}$ (mg/l)	$C\ell^-$ (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	NH_4^+-N (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	COD (O_2mg/l)
1 00	53.7	3.3	27.3	5.4	0.55	46.6	93.0	0.006	39.3	0.36
0.04	14.8	2.6	24.0	4.6	0.26	9.6	58.0	0.006	58.9	3.24
0.00	46.2	3.9	11.3	5.7	0.43	21.0	53.5	0.008	55.1	0.38
0.01	44.2	4.1	27.6	9.0	0.29	27.1	115.2	0.005	69.4	0.23
0.03	45.2	3.8	19.2	5.6	0.60	26.5	60.1	0.005	57.7	0.15
0.43	15.7	4.9	11.8	5.2	0.32	38.6	33.3	0.006	57.3	0.48
0.24	11.0	2.8	7.1	8.3	5.47	8.7	4.5	0.116	50.8	2.53
0.11	7.8	1.8	13.7	6.3	3.67	5.3	2.5	0.000	41.9	8.40
0.01	9.2	1.4	30.1	9.4	13.35	30.0	25.1	0.006	22.1	0.15

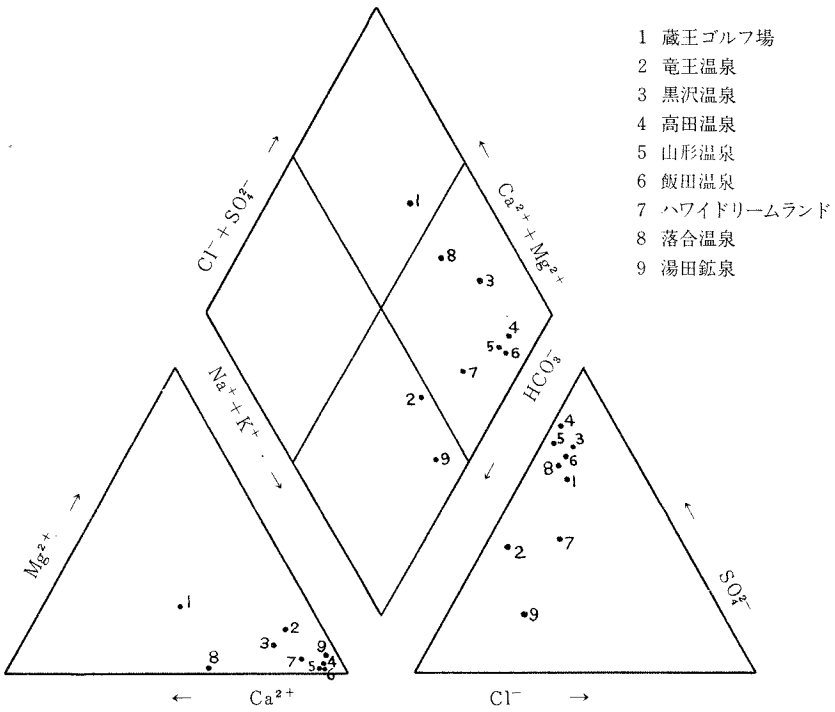


図113　主要化学成分のキイダイヤグラム（温泉）

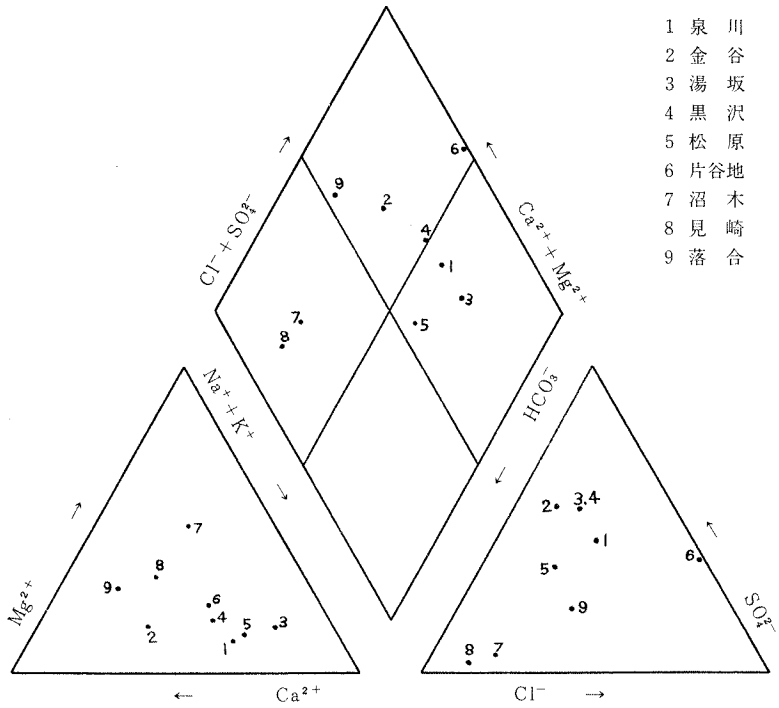


図114　主要化学成分のキイダイヤグラム（地下水）

要するに，この地域の温・鉱泉の多くは，SO_4^{2-}型を占め，周辺部に湧出する竜王温泉，湯田鉱泉だけがHCO_3^-型を示すにすぎない。陽イオンに着目すれば，すべてがNa^+を主成分とすることが明らかである。つぎに各群について，さらに考察することにしよう。

第Ⅰ群の温泉

No.4～7は成沢地区にあり，No.3は須川対岸の黒沢に湧出するもので，これらは，たがいに近接して分布する。いずれも溶存主成分は硫酸ナトリウムである。これらのうちで，とくに高田，山形，飯田の諸温泉では，SO_4^{2-}が全陰イオンの90%，Na^+が全陽イオンの70～80%を占め，さらに全蒸発残留物も多くて2.7～3.7g/lの範囲にある。また泉温も40℃前後で，山形市周辺の温泉のうちで最高の値を示す。ドリームランドの源泉は，飯田温泉の近傍に湧出するが，水温が低く（22.2℃），全蒸発残留物も375mg/lにすぎない。これは，もともと飯田温泉と同程度の温度と全蒸発残留物を有するはずの温泉水に地下水が混入したために，このような性状を示すにいたったものと考えられる。このことは黒沢温泉についてもいうことができる。表101には，地下水混入以前の黒沢温泉の泉質が示さててあるが，この温泉は1972年6月に46.5℃で全蒸発残留物が4,234mg/lであったものが，同年12月には泉温が34.0℃に低下し，全蒸発残留物も1,335mg/lに減少している。これは，地下水混入によって泉質に著しい影響を受けた例である。現在，この温泉の化学組成が，黒沢の地下水（被圧）にきわめて類似してきたことが，図113，図114からよく知られる。

飯田温泉も最近泉質に変化を来たしているが，これは表102に示されてあるように，1972年12月には，同年7月よりも泉温が5.7℃も上昇して47.8℃を示すにいたった。これは同年8月下旬の地震後に起こったことで，そのため多少の泉質変化が生じた。しかしその変化はそれほど著しくはなかった。

大局的に見ると，泉川（1），湯坂（3），黒沢（4），松原（5）の地下水の溶存成分の化学

表101　黒沢温泉の泉質の変化（1972）

	6月	12月
Tw（℃）	46.5	34.0
pH	7.3	7.5
RpH	—	8.2
T−Re（mg/l）	4,234	1,355
4.3Bx（mℓ/l）	5.94	2.41
Ca^{2+}（mg/l）	165	60.7
Mg^{2+}（mg/l）	68.2	20.3
Fe^{2+}（mg/l）	5.5	0.14
SO_4^{2-}（mg/l）	2,254	645
Cl^-（mg/l）	82.8	62.1
H_2SiO_3（mg/l）	20.8	72.8

表102　飯田温泉の泉質の変化（1972）

	6月	7月	12月
Tw（℃）	42.0	42.1	47.8
pH	7.9	7.8	8.0
RpH	—	8.4	8.2
T−Re（mg/l）	3,299	3,279	3,161
4.3Bx（mℓ/l）	3.68	3.77	3.71
Ca^{2+}（mg/l）	65.6	63.1	64.6
Mg^{2+}（mg/l）	3.2	4.9	3.6
Fe^{2+}（mg/l）	0.48	2.19	0.60
SO_4^{2-}（mg/l）	1,680	1,579	1,791
Cl^-（mg/l）	—	147	162
H_2SiO_3（mg/l）	33.8	39.0	40.3

組成が第Ⅰ群の温泉にきわめて近いことが，図113，図114から明らかであるが，これらの溶存成分の供給源がすべて共通することを暗示するものである。

第Ⅱ群の温泉

湧出個所は第Ⅰ群の周辺部にある。蔵王ゴルフ場の鉱泉（地下水）（No.1）は，化学組成の上から金谷の地下水(2)に近く，図113，図114を見れば，硫酸カルシウムを溶存主成分とすることがわかる。この両者は，距離的にも近接しており，pH（6.9），RpH（7.4）もたがいに等しく，同一起源の地下水と見ることができる。落合温泉（No.8）は，この地区の温泉のうちで，もっとも北部に位置するが，陰イオンではSO_4^{2-}が圧倒的に多く（67.8%），化学組成からいうと，むしろ第Ⅰ群に近く硫酸ナトリウムを主成分とする。しかし，これは落合（9）の被圧地下水とは水質を異にする。

第Ⅲ群の温泉

竜王（No.2），湯田（No.9）のいずれも，炭酸水素ナトリウムを溶存主成分とするが，両者の成因は異なるものと考えられる。前者の陽イオンの組成はむしろ成沢地区の諸温泉（第Ⅰ群）に近く，これは多量の地下水混入によって，HCO_3^-が供給され，HCO_3^-型になったものと推定される。この成因は第Ⅰ群と同一であろう。湯田（No.9）の鉱泉（地下水）中には塩化ナトリウムが多く溶存する。

(7) 放　射　能

1972年12月に成沢地区の諸温泉を中心にして，温泉水中のラジウムBの検出定量を試みた。時間経過に伴なうラジウムBによる放射能の減衰を各源泉について追跡し，図115～119のような崩壊曲線を得た。これにもとづいて，計数率A（cpm/10l）と経過時間 t（分）との関係式を求め，それから半減期と放射能とを計算した。なお放射能はRa－DEF標準線源と比較して決定した。その結果は表103に示されるとおりである。ラジウムBの半減期は正しくは26.8分であるが，このたびの実験値はすべてこの値に近く，実験操作からみても，この放射能はラジウムBによるものと考えてよい。この表によれば，飯田，山形の両温泉に多く，5×10^{-10} Ci/lであるが，高田，黒沢の両温泉ではその約½になる。竜王温泉になると，山形温泉の1/15程度にすぎない。山形温泉が地下のラドンの供給源にもっとも近く，いい変えれば断層に近いものと考えられる。

表103　ラジウムBによる放射能

温泉名	計数率と経過時間との関係	半減期（分）	放射能（Ci）	（dps）
竜王温泉	$\log_{10}A=1.873-0.00944\,t$	31.9	0.41×10^{-10}	1.52
黒沢温泉	$\log_{10}A=2.715-0.0117\,t$	25.7	2.84×10^{-10}	10.5
高田温泉	$\log_{10}A=2.681-0.0108\,t$	27.9	2.62×10^{-10}	9.69
山形温泉	$\log_{10}A=2.981-0.00955\,t$	31.5	5.23×10^{-10}	19.4
飯田温泉	$\log_{10}A=3.046-0.00951\,t$	31.6	6.08×10^{-10}	22.5

（注）　対射能は温泉1lについての値である。

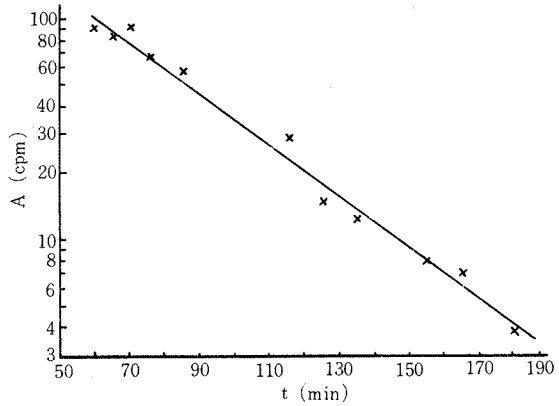


図115　RaBの崩壊曲線（黒沢温泉）

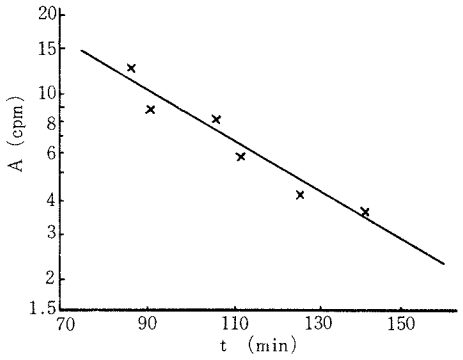


図116　RaBの崩壊曲線（竜王温泉）

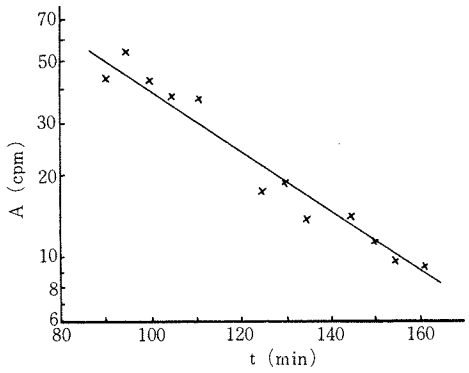


図117　RaBの崩壊曲線（高田温泉）

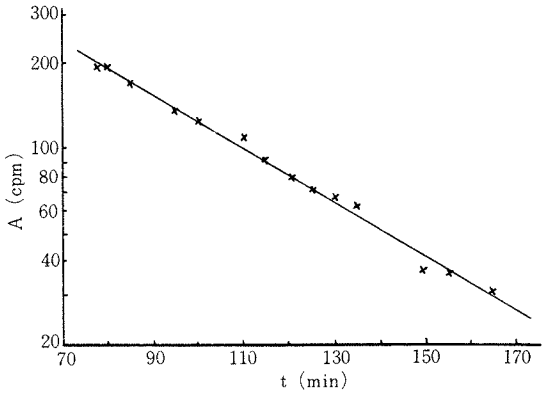


図118　RaBの崩壊曲線（飯田温泉）

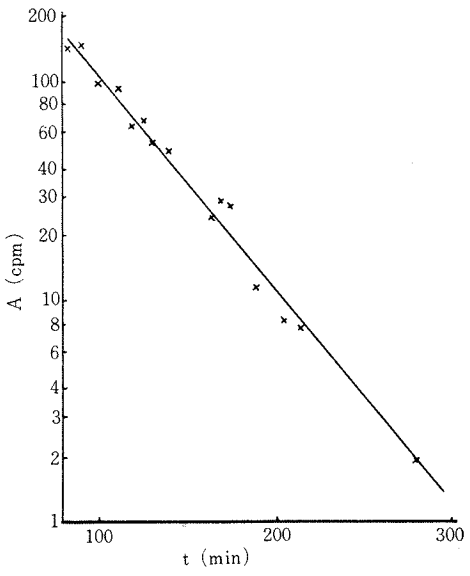


図119　RaBの崩壊曲線（山形温泉）

(8) 湧 出 機 構

当温泉地域は，地質の項でものべたように，凝灰岩を主とする地域で，それも非常に粘土化した凝灰岩が多い。岩盤内の亀裂の方向性は，あるにはあるが，岩質は凝灰岩であるので，亀裂の分布は密ではなく，あれば大きいのがまばらに分布している。しかし，この亀裂も上記の粘土化作用のため，密閉される場合が多く，温泉水の通路にはなり得ない。したがって当地域では，温泉水の岩盤内の流通はよくなく，成沢温泉の源泉の場合などは，幸運な源泉といわなければならない。

しかし，この地域一帯は，一般に地温が高く，金瓶から岩波にかけた低温泉が期待できるところであるが，その原因が地質の項で述べた粘土化作用と関連をもつものかどうか，あるいは，「山形盆地東縁の弾性波探査」の項で詳述したように，尾花沢－上山構造線にその主因をもつものであるのか，また滝山火山と何等かの関係をもつものかは，現在までの資料では不明である。

(9) 適応症と禁忌症

山 形 温 泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　動脈硬化症　高血圧症　創傷　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性肝・胆道疾患　慢性胃腸病　慢性便秘　肥満症　糖尿病　痛風および尿酸素質　動脈硬化症　高血圧症　女性ホルモン代謝不全症

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

飯 田 温 泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　動脈硬化症　高血圧症　創傷　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性肝・胆道疾患　慢性胃腸病　慢性便秘　肥満症　糖尿病　痛風および尿酸素質　動脈硬化症　高血圧症　女性ホルモン代謝不全症

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

4．三　山　温　泉

(1) 概　　況

奥羽本線中山駅の南東方向およそ400m，高岡山の中腹に掘さくしたもので，深度は430mである。山麓から横坑を掘り，23m切下げて自噴させ引湯している。湧出量は40 l/minで，信仰の温泉として賑わっている。

(2) 化 学 成 分

本泉の主成分としては，陽イオンではNa^+，陰イオンではHCO_3^-，副成分としてSO_4^{2-}を含有しており，比較的アルカリ性が強いのが特徴である。

泉質は，単純温泉に属する。

表 104　　三　山　温　泉

泉名	三山温泉　三山源泉				
所在地	山形県　上山市大字中山高岡山5.333 の65				
地質					
分析者					
採取日時	昭和　35年　7月　13日　10時45分　天候晴　気温26.2度　気圧　ミリバール				
源泉状況	掘さく自噴				
性状	無色清澄にして異臭なく弱アルカリ性反応を呈す　pH 8.65				
温度	31.7度			ゆう出量	40　リットル（1分間）
比重	1.0003（15度）			固形物総量	212.4 ミリグラム（1キログラム中）
放射能	C．E　ラドン/リットル			比電導度	（　　度）

イオン表　（本水1キログラム中に含有する成分及びその分量表）

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	7.445	0.1904	5.51	塩素イオン Cl^-	10.64	0.3001	8.68
ナトリウムイオン Na^+	68.47	2.977	86.13	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	4.381	0.2186	6.32	硫酸イオン SO_4^{2-}	53.50	1.115	32.25
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.1064	0.0088	0.25	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フェロイオン Fe^{2+}	0.0300	0.00107	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フェリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.547	0.0608	1.76	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	104.9	1.719	49.73
				炭酸イオン CO_3^{2-}	7.860	0.262	7.58
計	80.98	3.457	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	25.97			ほう酸イオン BO_2^-			
計	25.97			水酸イオン OH^-	1.037	0.061	1.76

ガス成分	ミリグラム	ミリモル					
遊離炭酸 CO_2							
遊離硫化水素 H_2S							
計				計	177.9	3.457	100.0
合計	284.9						
その他							
ガス	（1リットルの中の含有量）						
泉質	単純温泉						

5．須田板温泉

(1) 概　　況

この温泉は奥羽本線上山駅の南東方およそ6km，呑岡山の西麓に湧出している。呑岡山は，石英粗面岩および粗面岩質凝灰岩からなる山で，古くからその山麓に微温泉が湧出していたといわれている。現在その付近に掘った浅い井戸の源泉が2つあり，いまなお32℃前後の温泉が少量ながら自噴している。そのほか，この旧源泉から10数mはなれて新しい2本の掘さく源泉がある。その一つは，深さ177mのもので36℃の温泉が約67l/min自噴しており，他の1つは，深さ91mで調査結果によると温泉採取は無理のようである。このように，わずか70mの距離の間に4つの源泉が並んでいるが，いずれも自家の入浴用や，あるいは雑用として利用しているにすぎない。

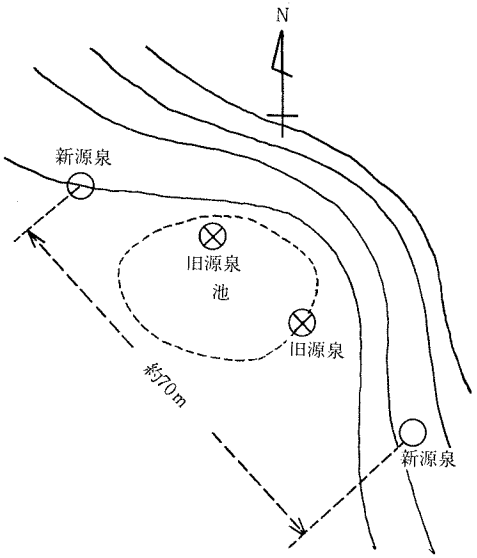


図120　源泉配置見取図

(2) 化　学　成　分

本泉の含有成分は，陽イオンではNa^+が主体で副成分としてCa^{2+}を含有し，陰イオンではSO_4^{2-}が主体で副成分としてCl^-，HCO_3^-を含有している。

また，HS^-を比較的多く含有し，泉質は単純硫黄泉に属する。

須田板温泉

表　105

泉名	安部源泉　（安部一郎）							
所在地	上山市須田板字呑岡山814の2							
地質	石英粗面岩質角礫凝灰岩							
源泉状況	掘さく自噴　　昭和40年6月21日11時15分　採取							
分析者	技師　桜井　守　　天候小雨　気温21℃　気圧　　.m.bar							
性状	無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。　pH8.4							
比重	1.0003　（15度）　　固形物総量　356.0瓲（一瓩中）							
源泉温度	摂氏35.1度　　湧出量約　792石（　hl）（24時間）55升（99）（1分間）							
放射能	C.E.（　M.E）　　比電導度							
イオン表						塩類表		
カチオン		一瓩中瓲	ミリモル	ミリバル	ミリバル%	塩類	一瓩中瓲	%
水素イオン	H^+							
カリウムイオン	K^+	8.934	0.2285	0.2285	4.59	Kcl	17.04	4.36
ナトリウムイオン	Na^+	82.64	3.593	3.593	72.24			
アンモニウムイオン	NH_4^+					Nacl	34.21	8.75
カルシウムイオン	Ca^{2+}	21.07	0.5257	1.051	21.13			
マグネシウムイオン	Mg^{2+}	0.623	0.02562	0.05124	1.03	NaHS	3.501	0.90

フエロイオン Fe^{2+}	0.080	0.001432	0.002864	0.06			
マンガンイオン Mn^{2+}					Na_2SO_4	209.1	53.49
フエリイオン Fe^{3+}							
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.427	0.01583	0.04749	0.95	$CaSO_4$	8.505	2.18
銅イオン Cu^{2+}							
亜鉛イオン Zn^{2+}					$Al_2(SO_4)_3$	2.706	0.69
計	113.8	4.390	4.974	100.0	$CaCO_3$	10.31	2.64
アニオン							
塩素イオン Cl^-	28.85	0.8137	0.8137	16.36	$Ca(HCO_3)_2$	52.24	13.37
臭素イオン Br^-							
沃素イオン I^-					$Fe(HCO_3)_2$	0.2548	0.07
ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-							
硫酸イオン SO_4^{2-}	149.7	1.559	3.118	62.68	$Ca(OH)_2$	2.776	0.71
炭酸イオン CO_3^{2-}	6.180	0.1030	0.2060	4.14			
ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	39.47	0.6470	0.6470	13.01	$Mg(OH)_2$	1.518	0.39
水硫イオン HS^-	2.063	0.06252	0.06252	1.26			
水酸イオン OH^-	2.159	0.1270	0.1270	2.55			
計	228.4	3.312	4.974	100.0			
ほう酸（メタ） HBO_2	1.934	0.04414			HBO_2	1.934	0.49
けい酸（メタ） H_2SiO_3	46.74	0.5985			H_2SiO_3	46.74	11.96
計	48.67	0.6426					
遊離炭酸 CO_2							
遊離硫化水素 H_2S							
合計	390.9	8.345			合計	390.9	100.0
その他							
泉質	単純硫黄泉						

6．山　寺　温　泉

(1) 概　　況

本温泉は，仙山線山寺駅の東南方およそ500mのところにあり，自然美にかこまれた環境は，保養に好適な温泉である。

昭和40年，さく井によって得られた温泉で，深度200m，泉温13.0℃，動力揚湯のうえ加温利用している。

(2) 化　学　成　分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+，陰イオンとしてはHCO_3^-を主体としているが，含量が少なく，また特徴づける成分もなく極めて淡白なものである。泉質は，単純温泉に属する。

表 106

山寺温泉

1．ゆう出地　　山形市大字山寺字中島4188　　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年4月27日）13時50分

(1) 泉　温　13.0 ℃　天候　晴　気温 17.5 ℃気圧　　m.bar

(2) ゆう出量　　(l/min)　（ゆう出状況　掘さく動力揚水　　）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）7.4　(5) ラドン含有量　．×10^{-10} Curie（　　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年4月28日～昭和45年6月6日）

(1) 性　状　無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）7.2　(3) 比　重　1.0001　(20℃)

(4) 蒸発残留物　110.6 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン K^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.430	0.0110	0.86	塩素イオン Cl^-	6.737	0.1900	14.57
ナトリウムイオン Na^+	24.75	1.076	83.97	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.080	0.0044	0.34	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.400	0.0200	1.56	硫酸イオン SO_4^{2-}	15.80	0.3292	25.25
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.982	0.0808	6.30	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.477	0.0171	1.33	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.039	0.0004	0.03

フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.211	0.0044	0.34
マンガンイオン Mn^{2+}	0.020	0.0007	0.05	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン	0.644	0.0716	5.59	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	47.30	0.7754	59.46
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.072	0.0024	0.18
計	27.78	1.282	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.146	0.0019	0.15
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	28.97	0.3711		ほう酸イオン BO_3^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.02
計	28.97	0.3711					
遊離炭酸 CO_2	4.550	0.1034					
遊離硫化水素 H_2S				計	70.31	1.340	100.0
計	4.550	0.1034					
総計	131.6						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質							

7. 朝 日 温 泉

(1) 概　　況

朝日岳の東側を深く侵食した朝日川の峡谷中に所在している。

長井線鮎貝駅から徒歩18km，また，左沢線左沢駅から31kmの奥地にある塵外の別天地である。左沢駅からは11.5kmの宮宿まで，更に13kmの木川まではバスの便があるが，木川から温泉までの6.5kmは徒歩によらなければならない。

海抜540mにすぎないが，深山幽谷の中にあるため，避暑によく，また夏は湯治客や登山者で賑わっている。

温泉は，花崗岩の亀裂から自然湧出し，数か所の湧出地があるが，現在の利用源泉は朝日川の河敷に桝を設け，その底部からの湧泉を利用している。

(2) 化 学 成 分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^{+}, Ca^{2+}が主体で，そのほかMg^{2+}, Fe^{2+}等を多く含有している。陰イオンとしてはHCO_3^{-}, Cl^{-}が主体で，SO_4^{2-}もかなり含有されている。

特徴としては，多量の遊離CO_2を含有することである。

泉質は含炭酸・鉄及び土類弱食塩泉に属する。

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　胃腸病　創傷　慢性湿疹および角化症　循環器疾患　虚弱児童　女性性器慢性炎症　月経異常　卵巣機能不全症　神経症　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘　低色素性貧血

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

表107

朝日温泉

1．　ゆう出地　　西村山郡朝日町大字立木朝日番外1　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年10月13日）　11時40分

(1) 泉　温　19.8 ℃　天候　曇　気温 14.2℃　気圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性　状　無色清澄，異臭なく，清涼刺戟性にして鹹味および鉄味を有し，弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.4　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和43年10有18日～昭和43年12月26日）

(1) 性　状　鹹味および鉄味を有し，中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.4　(3) 比　重　1.0040　(20℃)

(4) 蒸発残留物　4121 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	121.2	3.100	4.24	塩素イオン Cl^-	1330	37.51	51.18
ナトリウムイオン Na^+	943.0	41.00	56.15	臭素イオン Br^-	3.157	0.0495	0.07
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.032	0.0003	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	422.4	21.08	28.86	硫酸イオン SO_4^{2-}	114.8	2.392	3.26
マグネシウムイオン Mg^{2+}	76.48	6.289	8.61	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	21.20	0.7592	1.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	9.50	0.3459	0.47	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	4.128	0.4592	0.63	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	2034	33.34	45.48
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.300	0.0100	0.01
計	1598	73.03	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.077	00.0010	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	21.94	0.5005		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	79.25	1.015		ほう酸イオン BO_2^-	0.034	0.0008	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	101.2	1.516					
遊離炭酸 CO_2	1956	44.45					
遊離硫化水素 H_2S				計	3482	73.30	100.0
計	1956	44.45					
総計	7137						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．　泉　質　含炭酸・鉄および土類・弱食塩泉（緩和低張性冷鉱泉）

8．古　寺　温　泉

(1) 概　　況

朝日岳の北東側（海抜680ｍ）に位置し，左沢線左沢駅から行程およそ29㎞，この間16㎞の柳川部落までバスの便がある。

柳川から月布川に沿ってさかのぼることおよそ10㎞で古寺部落に達するが，温泉場はここから更に古寺川に沿って３㎞の奥地に開設されている。柳川から温泉までの間は，花崗岩地帯を深く削下した峡流の断崖の側壁を穿ってつくられた小径が羊腸として続き，この辺りの峡谷美の絶景は，旅行者の眼をうばうものがあり，県内有数の秘境として推奨することができる。

(2) 地質と源泉の状況

温泉付近は花崗岩で構成され，北方から北東方にかけては，花崗岩を被って熊鷹山安山岩が稍々広く発達している。花崗岩中には，しばしば安山岩の細脈が認められるが，その走向は概して北西－南東の方向をとり，また花崗岩に発する主要亀裂も北40°西の方向をとることから考えると前記安山岩脈はかかる亀裂に沿って貫入したものであり，温泉もまたかかる亀裂に沿って湧出するものと考えられる。

温泉は，古寺川河岸の狭い敷地内の崖下に自然湧出し，それを貯水し浴槽に導入している。

(3) 化　学　成　分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^{+}，Ca^{2+}が主体で，そのほかMg^{2+}，Fe^{2+}を多く含有している。陰イオンとしてはCl^{-}，HCO_3^{-}が主体のほかSO_4^{2-}も多く含有されている。また，遊離CO_2を多量に含有するのが特徴である。

泉質は，含炭酸・土類弱食塩泉に属する。

(4) 触　媒　作　用

古寺温泉は過酸化水素の分解に関して触媒作用を示し，その活性度は時間の経過とともに減少する。とくに初期において著しい減少を来たす。その変化のようすは表109，図121にみられるとおり

である。

表108

古寺温泉

1.	ゆう出地	西村山郡朝日町大字貫見字古寺930						（標高	m）
2.	ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年10月21日） 13時40分								
	(1) 泉温	8.8 ℃	天候 曇	気温 9.3 ℃	気圧	m.bar			
	(2) ゆう出量	（l/min）	ゆう出状況 自然湧出						）
	(3) 性状	無色清澄，異臭なく，清涼刺戟性にして鹹味を有し弱酸性反応を呈す。							
	(4) 水素イオン濃度（pH）	6.3	(5) ラドン含有量	$\times 10^{-10}$ Curie （	M.E.）				
3.	試験室における試験成績（昭和43年10月26日～昭和43年12月26日）								
	(1) 性状	鹹味を有し中性反応を呈す。							
	(2) 水素イオン濃度（pH）	7.2	(3) 比重	1.0050 （20℃）					
	(4) 蒸発残留物	5071 mg/kg							
	(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0005	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	28.74	0.7350	0.87	塩素イオン Cl^-	1808	50.99	60.22
ナトリウムイオン Na^+	889.0	38.65	45.78	臭素イオン Br^-	5.882	0.0736	0.09
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.148	0.0012	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	622.5	31.06	36.79	硫酸イオン SO_4^{2-}	407.4	8.488	10.02
マグネシウムイオン Mg^{2+}	160.8	13.22	15.66	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	8.640	0.3094	0.37	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	2.700	0.0983	0.12	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.121	0.3472	0.41	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	1532	25.12	29.66
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.180	0.0060	0.01
計	1716	84.42	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.077	0.0010	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	7.788	0.1777		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	131.2	1.681		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.009	0.0002	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	139.0	1.859					
遊離炭酸 CO_2	1842	41.87					
遊離化水素硫 H_2S				計	3754	84.68	100.0
計	1842	41.87					
総計	7451						
その他							
ガス	（1 l中の含有量）						

4.	泉質	含炭酸・土類・弱食塩泉（緩和低張性冷鉱泉）

表109　触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.3
30	2.21	6.4
90	1.30	6.5
180	0.99	6.7
300	0.83	6.9
450	0.75	7.1
630	0.69	7.1
840	0.59	7.2
1,080	0.53	7.2
1,350	0.48	7.2

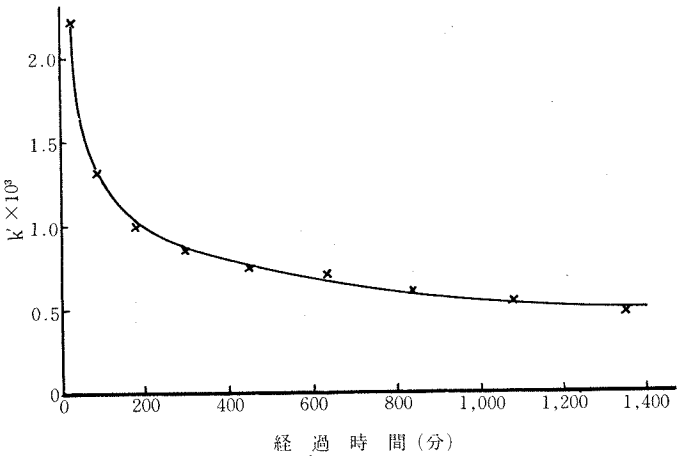


図121　触媒活性度の時間的変化

(3)　適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　創傷　慢性湿疹および角化症　虚弱児童　女性性器慢性炎症　月経異常　卵巣機能不全症　神経症　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘　貧血症

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

9. 大野目温泉

(1) 概　　況

山形市街の北郊，浜田部落の北端に最近開発された温泉で，1955年掘さくされた源泉がある。口径125㎜，深度272ｍである。掘さく当時，泉温34.5℃，湧出量234 l/minの多量の温泉水が自噴した。1972年６月の調査結果では泉温34.0℃とあまり変わりないが，自噴量は 60l/min と昔の数分の１に減少している。

大野目温泉と称し，目下温泉利用のための施設が建築されつつある。

(2) 化　学　成　分

本泉の主成分としては，陽イオンではNa^+，Ca^{2+}，陰イオンではSO_4^{2-}，副成分としてCl^-が含有されている。そのほか，特にめだつ成分は含有されていない。

泉質は，含塩化土類・芒硝泉に属する。

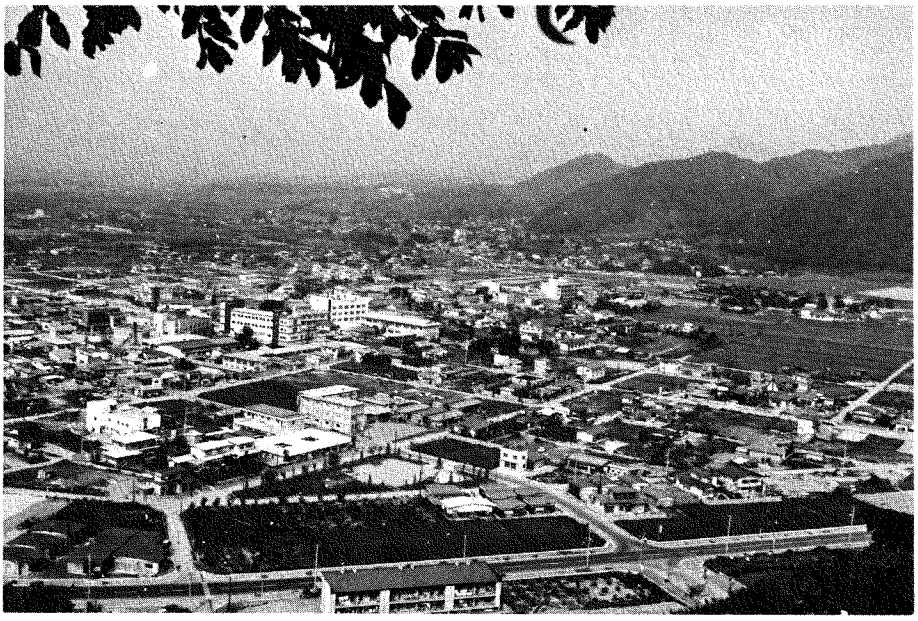
表110　**大野目温泉**

泉名	大野目温泉　　大野目源泉							
所在地	山形県山形市落合町字平田918							
地質								
分析者								
採取日時	昭和44年　5月　15日　9時15分　　天候晴　気温20.2度　気圧　　ミリバール							
源泉状況	掘さく自噴							
性状	無色清澄にして異臭なく微かに収斂味を有し，中性反応を呈す。　pH　7.2							
温度	34.5度			ゆう出量	リットル（１分間）			
比重	1.0025　（20度）			固形物総量	2556ミリグラム（１キログラム中）			
放射能	C.E　ラドン　リットル			比電導度	（　　度）			
イオン表	（本水１キログラム中に含有する成分及びその分量表）							
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	14.08	0.3601	0.95	塩素イオン Cl^-	381.2	10.75	28.08	
ナトリウムイオン Na^+	524.4	22.80	59.97	臭素イオン Br^-	0.713	0.0089	0.02	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-				
アンモニウムイオン NH_4^+	0.040	0.0022	0.01	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	289.1	14.43	37.96	硫酸イオン SO_4^{2-}	1281	26.69	69.74	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	4.372	0.3595	0.95	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				

亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フェロイオン Fe^{2+}	0.401	0.0144	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.010	0.0001	0.00
フェリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.048	0.0010	0.00
マンガンイオン Mn^{2+}	0.144	0.0052	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.388	0.0432	0.11	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	50.37	0.8258	2.16
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.048	0.0016	0.00
計	832.9	38.01	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.085	0.0011	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	7.021	0.1602		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	26.44	0.3386		ほう酸イオン BO_2^-	0.064	0.0015	0.00
計	33.46	0.4988		水酸イオン OH^-	0.003	0.0002	0.00
ガス成分	ミリグラム	ミリモル					
遊離炭酸 CO_2	7.630	0.1734					
遊離硫化水素 H_2S							
計	7.630	0.1734		計	1714	38.28	100.0
合計	2588						
その他	沃素イオン（I′）痕跡						
ガス	（1リットルの中の含有量）						
泉質	含塩化土類・芒硝泉（緩和低張性温泉）						

第 3 章　村山北部地区

1. 天 童 温 泉



(1) 環 境 と 沿 革

天童温泉は奥羽本線天童駅の東方約１kmに位置し，村山盆地の東隅を占める沖積平野に湧出する温泉である。

本温泉は，1886年（明治19年）灌漑用の水を得るため水田に，さく井したのに端を発しているが，高温度の温泉を得て温泉場を開設したのは1911年（明治44年）のことである。以来およそ 0.7km²の地域内に，30数本に達するさく井が行われ，最近まで10数本の源泉が自噴を維持していた。しかしこれらの各源泉は相互干渉がいちじるしく，また地下水および地表水との関係が鋭敏で源泉の維持管理において支障が多かったので，1956年（昭和31年）に温泉協同組合を設立し，既存の有力源泉に動力装置を設置して源泉の集中管理を完成し，今日に至っている。

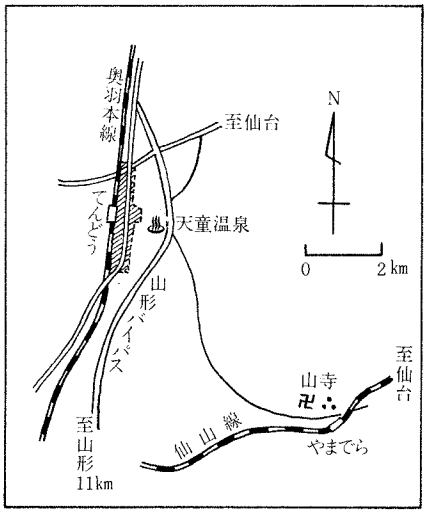


図122　天童温泉環境図

本温泉をもつ天童市は，古く江戸時代から続いた小さな城下町で，舞鶴山を中心に発達した町である。古くから将棋駒の産地として全国的に知られている。また，温泉地の南西方数 100 m のところに位する舞鶴山一帯は古城跡で，いまは公園として四季おりおりに桜・つつじ・もみじなどの観賞ができ，浴客の散策地として適している。そのほか，当温泉はその南東方 6.5 kmに，東北の耶馬渓として知られる山寺の景勝地を控えている。西暦 860 年（貞観 2 年）に慈覚大師によって開基されたところで，宝珠山立石寺と称せられ，俳聖芭蕉が訪れて「しずかさや岩にしみ入る蝉の声」の名句を残している。

(2) 地形と地質

温泉地域の南西側には，高さ 241 m の独立丘陵舞鶴山を控え，その南東方に八幡山および越王山の低い独立丘陵が，直線状に並んでいる。また，温泉地域の東側は，湯神山を前山とする山地帯がその東方および南東方に連続する。これら東西両側の山地の間にはさまれた，幅約 1 kmの細長い沖積地は，北々西方向に傾いたゆるやかな扇状地を形成し，その中を南々東から北々西に向かって倉津川が流れている。この付近一帯の山地は，いずれも新第三系によって構成されており，沖積層の基盤もまた新第三系からなることは，温泉掘さく井の結果から明らかである。舞鶴山には，N20°～30° E の走向を有する褶曲構造があり，同一方向性を有して平行に数本存在する。この構造運動にともない，貫津断層および山元断層（推定断層）が生じたものと思われる。貫津断層は，山元断層に比較して規模が小さく，湯神山付近で尖滅している。

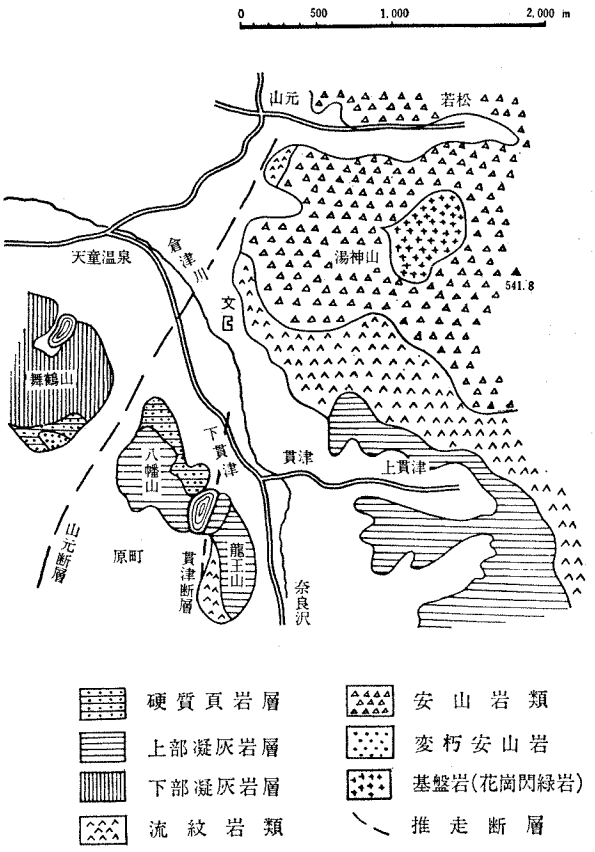


図123　天童温泉付近地質図

一方，山元断層は舞鶴山と八幡山との中間より発し，山元部落の東端を通り原崎沼にいたる大きなものである。また，ひとつの破砕帯が，山元断層と略直交する状態で貫津—温泉街を通り，N30°～40° E の方向性を有して，幅 300～350 m の帯状に発達しており，南東部の舞鶴山，八幡山，越王山の山列と北東部の湯神山，雨呼山の山相とに二分している。

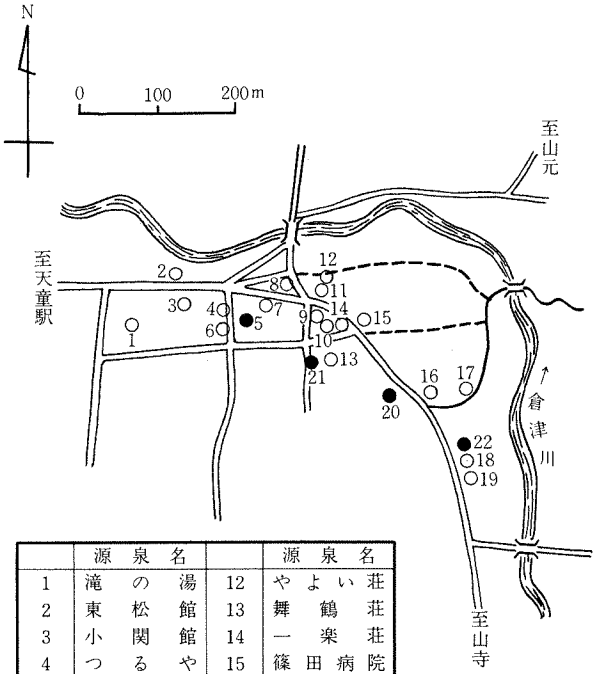
(3) 源 泉 状 況

イ) 源泉分布・泉温・湧出状況

源泉は，いずれも沖積層地帯にさく井されたもので，その分布は図124に示す通りである。1956年の集中管理による統合前は，19の源泉があって，いずれも自噴状態であったが，集中管理後は逐次ポンプ揚湯に切り換えるとともに，新規掘さくを行い，現在は4源泉から揚湯して各旅館に配湯している。泉温は52℃～70℃で揚湯量は合計726 *l*/minとなっている。1973年1月現在における使用源泉の状況は，表111に示す通りである。

ロ) 湧出量の経年変動

図125に1949年以降における，湧出総量の変動図を示した。これによると，自噴時代は1956年までとなっており，その間湧出量は減退の傾向を示している。これは，温泉街周辺とくに地下水の流動方向である，北西部の市街地で地下水の汲み上げが増えたこと，また温泉湧出地帯が沖積層であるため，さ



	源泉名		源泉名
1	滝の湯	12	やよい荘
2	東松館	13	舞鶴荘
3	小関館	14	一楽荘
4	つるや	15	篠田病院
5	松の湯1号	16	東湯
6	〃 2号	17	いつみ荘
7	新庄館	18	組合1号
8	天童荘	19	栄屋
9	いなり湯1号	20	組合6号
10	〃 2号	21	〃 7号
11	富士の湯	22	〃 8号

図124 天童温泉の源泉分布図

表111 天童温泉源泉状況

源泉名	松の湯1号	協同組合6号	協同組合7号	協同組合8号
掘さく年月日	—	38年7月	43年5月	47年9月
深度（m）	102.6	201	194	180
口径（㎜）	50	150	200	200
孔底温度（℃）	—	68	66	73
湧出温度（℃）	51.9	65	60	71
湧出量（*l*/min）	36	270	180	240
摘要	動水位2.8m ダービンポンプ	動水位22m 水中ポンプ	動水位36m 水中ポンプ	動水位5m タービンポンプ

く井後の坑井内の崩壊などのため，湧出減退を起こしやすいこと等が重なって減退したものと考えられる。

1957年の集中管理後は，動力揚湯に切り換えたため，採取量は上昇し一時850 l /minに達したが，坑井内の動水位の変動が，採取量に比例するより以上の低下率を示すようになり，揚湯量も再び漸減の傾向を示した。このことは過剰揚水のためばかりでなく，温泉地域およびその周辺の陸水が年々変動し，温泉水源の涵養不足を来たすとともに，温泉湧出力に関係する地下水圧の減退なども，大きな原因の一つと考えられる。以上のことから，源泉の安全管理の面からも，揚湯量を制限する必要にせまられ，その代わりできるだけ泉温の高い有力な4つの源泉のみを利用することとなって，1973年1月以降は，総揚湯量730l /min内外に固定されている。

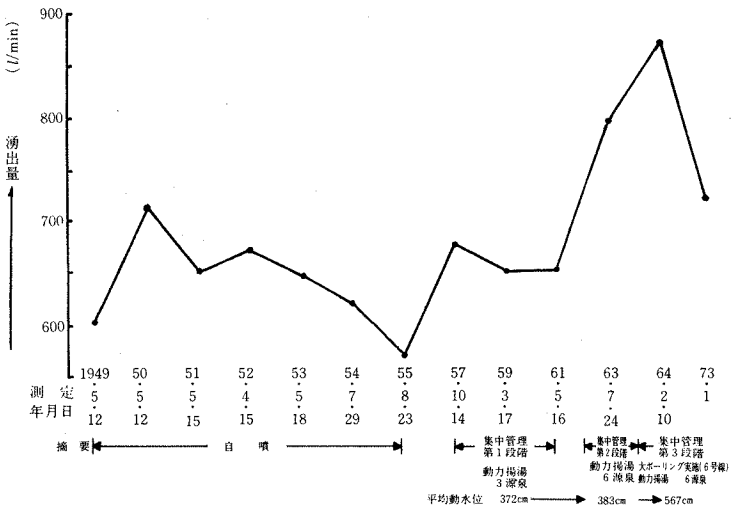


図125　天童温泉における湧出量の経年変動図

ハ)　湧出量と水頭との相関関係

本温泉の地下における，温泉水態様を推定する一助として，1964年2月，源泉の一部について揚湯量と動水位との関係を測定した。その結果は，図126から図128に示したとおりである。これらは，h－Q曲線がいずれも直線関係を示し，温泉水の地下態様は被圧層状泉型に属するものと推定される。

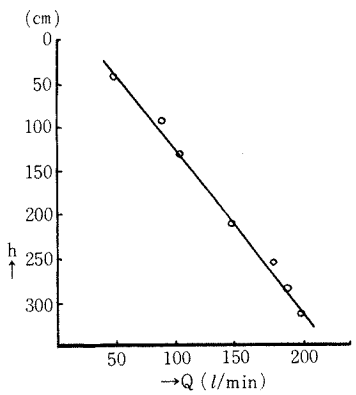


図126　組合1号線のh－Q図

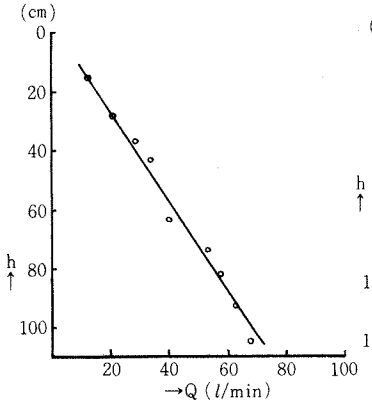


図127　松の湯1号源泉のh－Q図

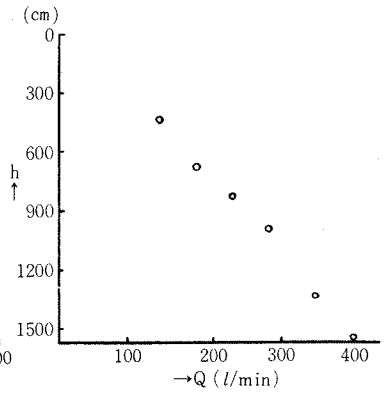


図128　組合6号源泉のh－Q図

(4) 化 学 成 分

天童温泉には7本余の源泉があるが，大別して硫酸塩泉系と単純泉系に分類出来る。本質的には同一水系のもので，硫酸塩泉系に属するのであるが，地下水の混入により単純泉系に泉質がわかれる。

本泉の化学成分は，両者とも陽イオンではNa^+とCa^{2+}，陰イオンではSO_4^{2-}が主体であり，そのほかには目立った成分は含有されていない。以下，代表的な2源泉の中分析結果を示す。

表112 **天童温泉**（源泉名　天童温泉協組6号泉）

1．ゆう出地　天童市大字塚田1500　（標高　m）

2．ゆう出地における調査および試験成績（昭和44年1月30日）14時40分

(1) 泉温 65.2℃　天候 晴　気温 0.9 ℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 ）

(3) 性状 無色清澄にして微かに収斂味を有し異臭なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 8.2　(5) ラドン含有量 $\times10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年2月2日～昭和44年3月17日）

(1) 性状 無色清澄にして微かに収斂味を有し異臭なく中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.0　(3) 比重 1.0018（20℃）

(4) 蒸発残留物 1875mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	14.23	0.3639	1.39	塩素イオン Cl^-	156.0	4.399	16.30
ナトリウムイオン Na^+	333.5	14.50	54.74	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.166	0.0092	0.03	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	229.0	11.43	43.15	硫酸イオン SO_4^{2-}	1059	22.06	81.76
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.944	0.1599	0.60	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.175	0.0063	0.02	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.218	0.0242	0.09	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	29.60	0.4852	1.80
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.276	0.0092	0.03
計	579.2	26.49	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.934	0.0251	0.09
ほう酸（メタ） HBO_2	1.293	0.0295		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	61.74	0.7908		ほう酸イオン BO_2^-	0.120	0.0028	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.01
計	63.03	0.8203					
遊離炭酸 CO_2	0.449	0.0102					
遊離硫化水素 H_2S				計	1247	26.98	100.0
計	0.449	0.0102					
総計	1890						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含芒硝・石膏泉（緩和低張性高温泉）

表113

天童温泉（源泉名　松の湯温泉）

1．ゆう出地　天童市大字山元1464　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年1月30日）13時50分

(1) 泉温 50.5℃　天候 晴　気温 3.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　）

(3) 性状　淡黄褐色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 7.7　(5) ラドン含有量 $+10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年2月2日～昭和44年3月17日）

(1) 性状　淡黄褐色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.7　(3) 比重 1.0009（20℃）

(4) 蒸発残留物 890.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	5.865	0.1500	1.25	塩素イオン Cl^-	63.83	1.800	14.52
ナトリウムイオン Na	184.0	8.000	66.41	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.548	0.0304	0.25	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	68.87	3.437	28.55	硫酸イオン SO_4^{2-}	422.2	8.796	70.95
マグネシウムイオン Mg^{2+}	4.860	0.3997	3.32	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.108	0.0039	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.029	0.0003	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.326	0.0068	0.05
マンガンイオン Mn^{2+}	0.060	0.0022	0.02	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.184	0.0205	0.17	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	108.3	1.776	14.32
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.318	0.0106	0.09
計	264.5	12.04	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.586	0.0076	0.06
ほう酸（メタ） HBO_2	2.476	0.0565		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	59.21	0.7583		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.073	0.0017	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.009	0.0005	0.00
計	61.69	0.8148					
遊離炭酸 CO_2	5.210	0.1184					
遊離硫化水素 H_2S				計	595.7	12.40	100.0
計	5.210	0.1184					
総続計	927.1						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含芒硝・石膏泉（緩和低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

天童温泉は，過酸化水素の分解に関して触媒作用を示す。その活性度の時間的経過を示すと，表114，図129のとおりになる。すなわち，反応の初期に活性度が急激に減少して，その後はしばらく定値を保つのが，その特徴である。

表114 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	組合1号泉		滝の湯	
	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.7	—	6.4
30	0.440	6.6	0.150	6.5
90	0.147	6.7	0.050	6.5
180	0.098	6.6	0.025	6.5
300	0.055	6.6	0.029	6.5
450	0.060	6.5	0.030	6.5
630	0.050	6.6	0.032	6.4
840	0.043	6.6	0.027	6.5
1,080	0.042	6.6	0.028	6.5

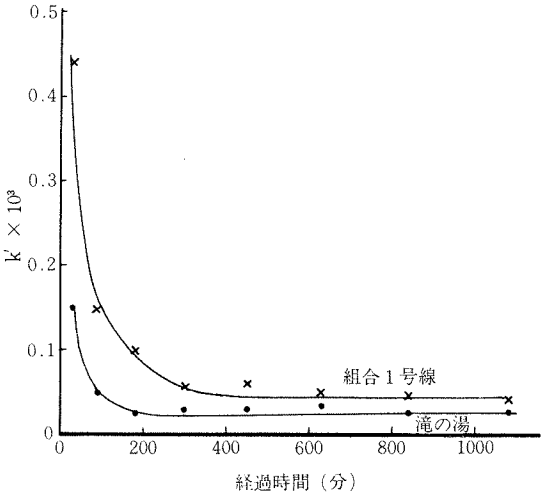


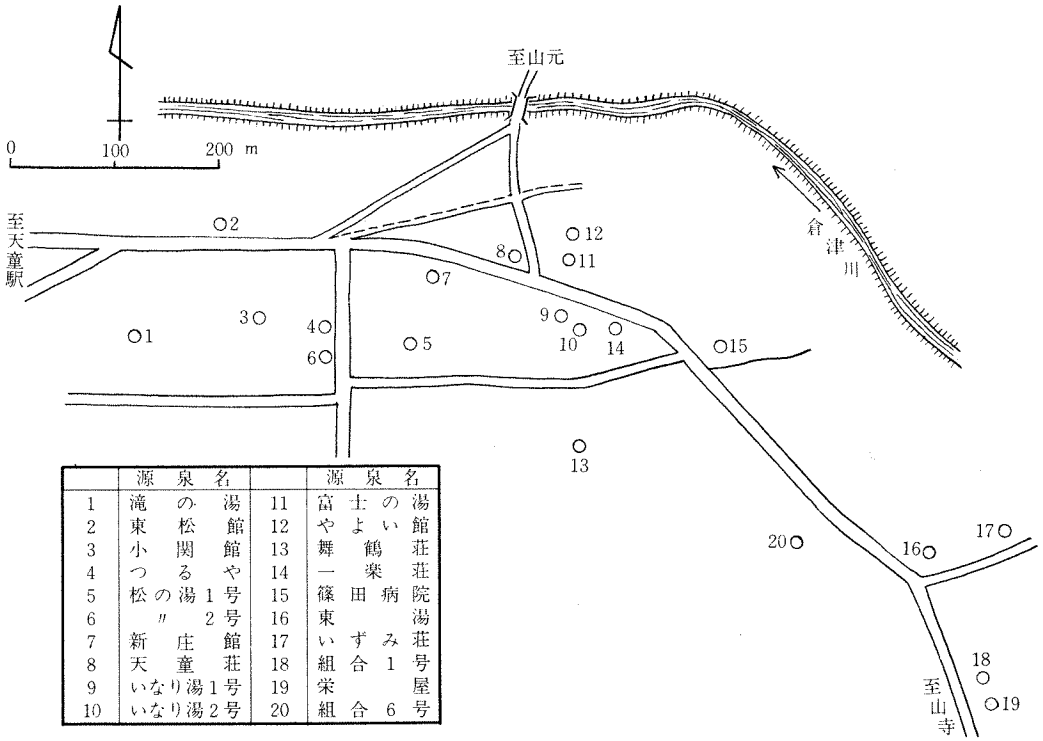
図129 触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

天童温泉の源泉分布状況と，1949年～1953年の自噴時代における，各源泉の分析結果を図130と表115に示した。

表115 天童温泉の分析結果表（mg/l）

源泉No.	泉温℃	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Cl^-
1	45.9	7.2	1881	28.5	292.3	250.7	5.29	1.79	0.38	2.37	155.9
2	48.5	7.2	1872	23.0	307.3	238.7	5.56	1.90	0.42	1.51	132.4
3	50.5	7.2	1789	25.1	282.7	227.8	6.38	4.29	0.41	2.12	145.4
4	52.9	7.3	1912	31.1	303.2	251.9	3.20	1.23	0.31	1.69	154.6
5	51.9	7.0	1628	15.0	265.1	202.9	6.70	2.07	0.33	0.90	124.7
6	56.6	7.2	1878	29.9	291.6	246.6	4.83	0.75	Tr	0.21	154.9
7	57.3	7.3	1843	25.5	314.2	221.2	3.11	1.34	Tr	2.70	149.6
8	57.6	7.2	1832	30.6	295.5	235.5	1.40	1.24	0.20	0.75	150.8
9	49.9	7.3	851.0	24.2	185.9	62.1	3.03	2.69	—	1.65	73.2
10	57.2	7.4	1769	25.1	288.4	218.6	6.21	1.12	—	1.04	149.0
11	61.0	7.4	1918	32.7	306.6	294.4	1.75	0.92	—	1.41	153.9
12	56.5	7.4	1923	26.1	311.1	249.7	1.82	1.01	—	1.56	153.1
13	63.7	8.1	1913	26.8	302.9	249.5	1.99	0.76	—	1.22	154.7
14	62.3	7.8	1917	25.6	309.5	249.6	1.79	0.93	—	1.27	155.3
15	61.4	7.3	1886	35.8	296.9	243.5	3.94	1.27	Tr	1.58	151.7
16	50.4	7.2	1287	24.3	246.7	126.5	2.04	2.41	Tr	1.48	99.3
17	56.5	7.3	1512	19.3	252.1	176.7	3.63	1.05	0.38	1.57	106.4
18	69.8	8.0	1747	24.4	285.7	219.9	4.73	0.79	Tr	1.43	147.2
19	54.1	7.5	1317	21.8	238.7	132.9	2.58	1.83	Tr	1.33	88.6



	源泉名		源泉名
1	滝の湯	11	富士の湯
2	東松館	12	やよい館
3	小関館	13	舞鶴荘
4	つるや	14	一楽荘
5	松の湯1号	15	篠田病院
6	〃 2号	16	東湯
7	新庄館	17	いずみ荘
8	天童荘	18	組合1号
9	いなり湯1号	19	栄屋
10	いなり湯2号	20	組合6号

図130　天童温泉の源泉分布図

表 115 の分析結果から，泉温—溶存物質総量及び各主要成分の相互関係について考察をすすめてみよう。

図 131 ～図 138 に，泉温—溶存物質総量，Na^+—溶存物質総量，Ca^{2+}—溶存物質総量，Cl^- —溶存物質総量，SO_4^{2-}—溶存物質総量，HCO_3^-—溶存物質総量，Ca^{2+}—Na^+及びCl^-—SO_4^{2-}をそれぞれ示した。

採水　昭和24年５月

SO_4^{2-}	HCO_3^-	H_2SiO_3	HBO_2	H_2S	CO_2	Rn (ME)
1068	4.92	72.6	4.41	0.27	3.70	2.53
1063	7.17	74.9	4.24	0.42	4.05	0.93
1007	9.11	81.5	4.10	0.88	4.05	1.04
1086	3.74	83.1	5.79	0.49	3.70	1.00
891.6	41.9	82.6	3.99	0.49	19.5	0.86
1026	29.7	84.8	18.7	0.15	6.60	—
1037	7.41	83.4	5.99	0.48	2.99	1.11
1021	7.90	93.5	3.53	0.47	3.10	—
469.9	27.6	52.6	3.24	0.75	6.51	1.67
981.1	7.00	94.1	5.03	0.54	14.1	—
1081	5.67	88.9	4.24	0.48	0.30	1.25
1087	3.99	91.8	3.99	0.48	0.30	1.78
1067	2.67	99.5	5.99	0.37	0.15	1.22
1079	2.80	94.3	4.74	0.31	0.24	0.97
1063	6.69	95.5	5.49	0.48	0.39	0.94
724.7	12.0	65.4	3.75	0.58	4.22	1.32
849.7	8.10	95.4	4.25	0.82	8.10	1.09
978.2	3.43	87.3	4.70	0.41	2.64	—
735.8	9.75	84.8	3.99	0.75	5.19	1.52

まず，泉温—溶存物質総量についてみると，明確な関係は見い出せないが，これは，さく井の深さと坑井の仕上げの差異ならびに湧出量の多少によって或る傾向が崩れたもので，同一条件に補正して検討すれば，正の相関関係が成り立つものと考えられる。

また，この事実は，同一水系の温泉賦存帯において，温泉水の流動状態或いは，これに関与する地下水の動向にある示唆を与えるものとして興味深い。

Na^+，Ca^{2+}，Cl^-，SO_4^{2-}と溶存物質総

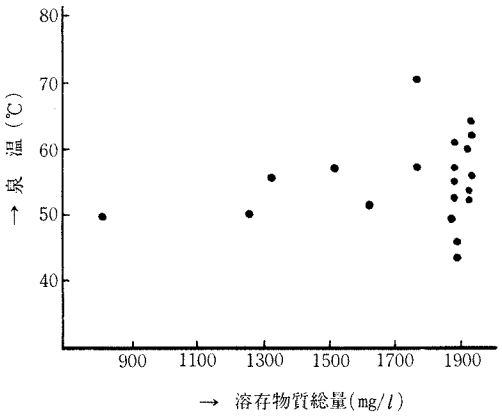


図131　泉温－溶存物質総量

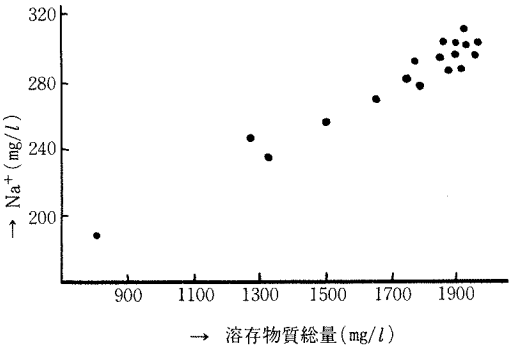


図132　Na^+－溶存物質総量

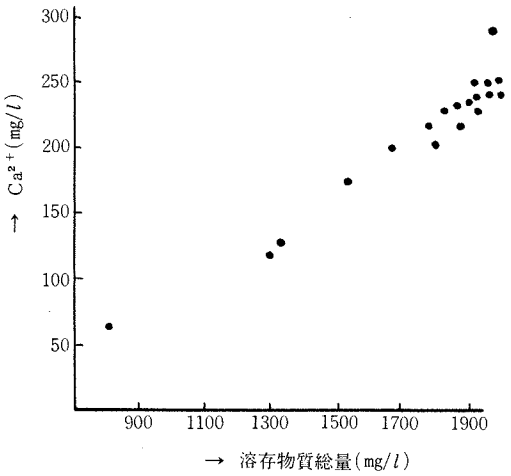


図133　Ca^{2+}－溶存物質総量

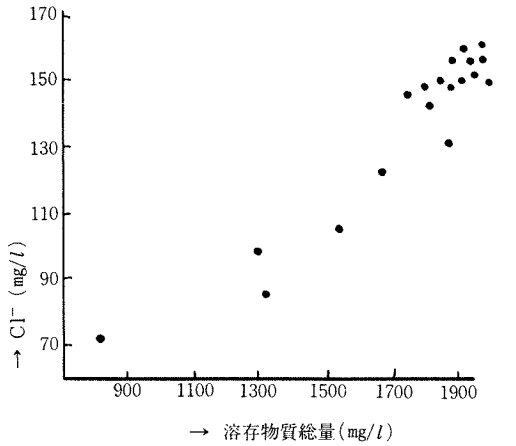


図134　Cl^-－溶存物質総量

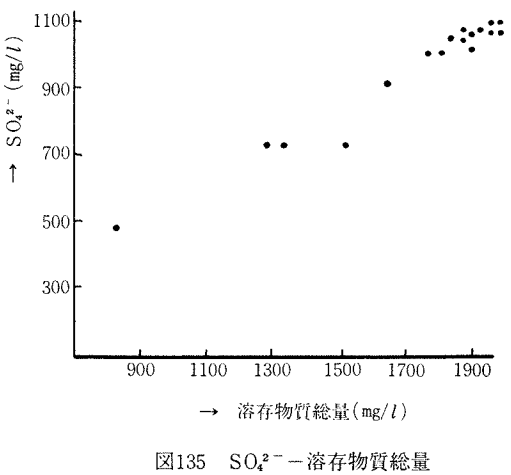


図135　SO_4^{2-}－溶存物質総量

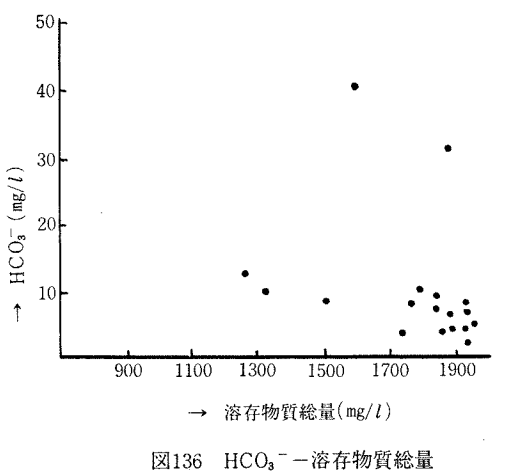


図136　HCO_3^-－溶存物質総量

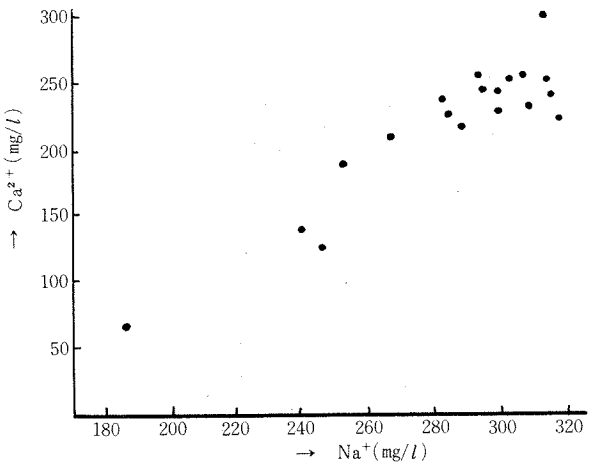


図137　$Ca^{2+}-Na^{+}$

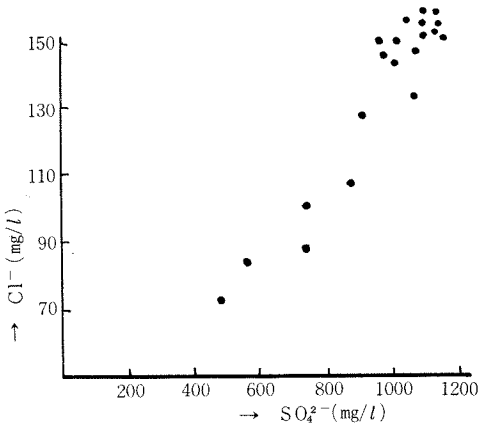


図138　$Cl^{-}-SO_4^{2-}$

量の関係は，ともに正の相関関係にあることが認められ，HCO_3^{-}と溶存物質総量の関係は多少のバラツキはあるが，負の相関傾向にあることがうかがわれる。

次に，Ca^{2+}—Na^{+}，Cl^{-}—SO_4^{2-}は略正の相関にあることがわかる。このことから，混入する地下水の陰イオン組成は，Cl^{-}及びSO_4^{2-}を殆ど含まないか，あるいは含んでいるとしても極く僅かであって，HCO_3^{-}をかなり多く含んだものと考えられる。

以上の事実から，各源泉はいずれも同一源泉に由来するもので，HCO_3^{-}を比較的多量に含有する地下水が混入する機構で，温泉水が成り立ち湧出しているものと考えられる。

なお，Mn^{2+}が地域的，すなわち東部と西部に所在する源泉に介入し，中央部に所在する源泉に介入していないが，このことは，単なる地質環境だけでなく，Mn^{2+}介入の源泉は，いずれも溶存物質が少なく，地下水が混入したものと思われるが，これはMn^{2+}を含有する地下水が，賦存することを裏付けるもので，湧出機構上興味あることである。

(7) 地　温　調　査

天童温泉における１ｍ深地温調査は，1964年と1966年に行われており，２回ともほぼ同様な地温分布図が得られている。1966年の場合は，温泉街を含んでその周辺一帯の 159 の測点について，地下１ｍの地温を測定したもので，調査期日は11月下旬である。

水田地帯の浅部地下水のかく乱や，配湯管からの漏湯による局部的な高温部を除いて，地温分布図を求めたものが図 139 である。この地域の11月末の１ｍ深平均地温は，10℃前後であり，地温12℃以上の高温帯は，地下温泉水の存在と密接に関係する区域であると考えてよい。

温泉街中心部に拡がる13℃以上の最高温部は，温泉旅館の排湯や引湯管の敷設および，揚湯井や廃井の上昇温泉水によるものであろう。

12℃以上の高温帯は，旧津山小学校付近を通る，N30°E方向の山元断層の北西域にあり，温泉街を通って 200 ～ 400 ｍの幅で，西北西の方向に２kmぐらい延びているのが認められる。1961年ごろ

の被圧温泉水の水頭の水平分布から，温泉水は，温泉地域の南あるいは南東から北あるいは北西へ向かって流動していたことが推察されるが，このことは，1 m深地温の高温帯の拡がりの方向とほぼ一致している。

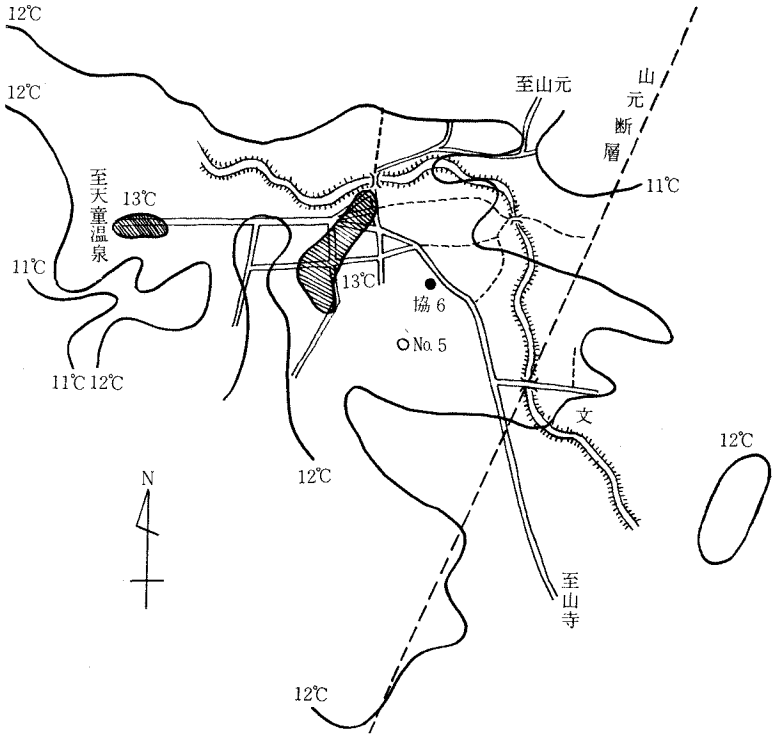


図139　1 m深地温分布図

(8)　電気探査

地温分布，温泉水の流動方向および現在利用中の源泉の揚湯停止による，温泉廃井の水頭回復の測定などを総合して，天童温泉の源は，温泉街の南東方に存在すると推定される。このため，貫津付近にいたるこの地域の平地一帯の7測点について，垂直電気探査が実施されている。

地域が広く，複雑な浅部の地層対比が困難で，また，L－10型の接地比抵抗器を使用しているので，100 mぐらいまでしか信頼できる比抵抗値はとれないので，結果としては目的を果たすことはできなかった。

表116　標準曲線による解析の結果表

地層	深さ（m）	比抵抗（Ω－m）
表土層	0 ～ 2.6	39
第2層	2.6～ 3.0	98
第3層	30 ～41	218
第4層	41 ～80	114
最下層	80以下	150

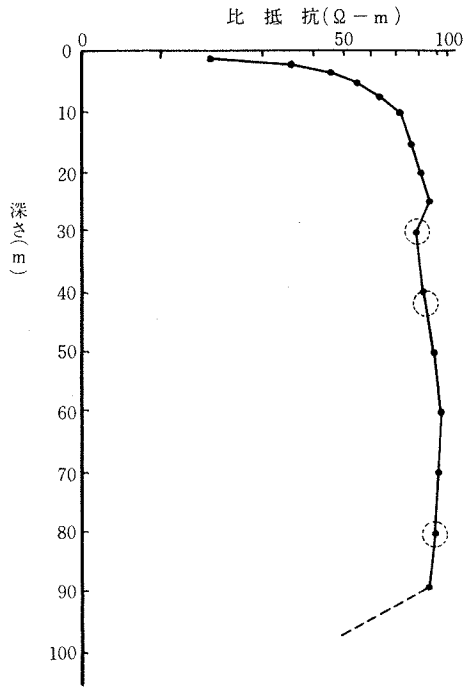


図140　ρ－a曲線（測点No. 5）

ただ，温泉街の南方測点（図 140 中No. 5 の地点）では，約1500m離れた協組 6 号井とある程度地層対比ができるので，参考のため，図 140 に ρ — a 曲線を，また，標準曲線による解析の結果を表 116 に示しておく。表土層を含めて地下80m までに 4 つの地層が認められ，80m 以深は第三紀層と推定される。

(9) 湧 出 機 構

本温泉の湧出機構を論ずるにあたっては，温泉地域の沖積地における，地下の地質状況を知ることが先決条件である。幸いその手掛りのひとつとして，協同組合 6 号井，7 号井，8 号井の各地質柱状図，および 6 号井の掘さく時に調査した孔底温度の深さによる変化，および孔内水位の深さによる変化を図 141 に示した。なお，柱状図において深さ77m ～ 101 m までを沖積層とし，それ以下を新第三系としたのは，掘さく時に採取したコアによって判断されたものである。また，6 号井において掘さく後の揚湯試験によれば，揚湯量 180 l / min に対して62℃の温泉が得られた。このことは，温泉水が管内を上昇する場合の冷却のことを考えると，図 142 における温度の極大値を示すところ，この深さを柱状図に対比すれば，深さ 137 ～ 148 m の礫岩層から湧出してくるものと推定される。

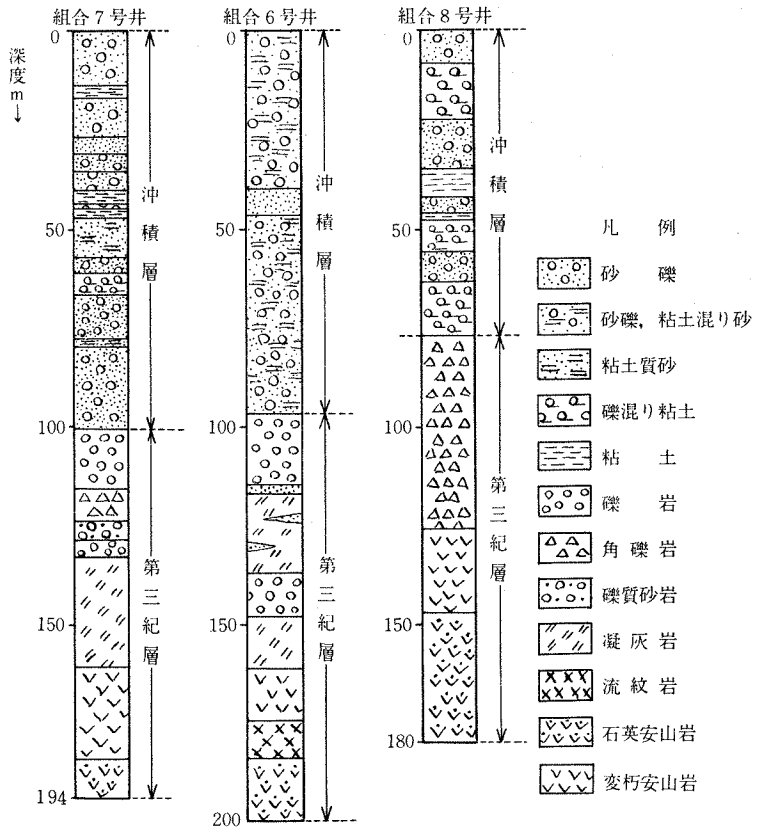


図141 掘さく源泉地質柱状図

一方図 142 における孔底温度の深さに対する変化を見ると，折れ曲ったいくつかの直線の連結として表われている。このことについて，福富教授は本温泉の調査研究の報告書の中で，熱伝導率の異なる水平な地層が数層重なっていて，その下部に熱源が存在する地下構造を考えたとき，熱源より上の層内では，横から熱の流動がないものとすれば，各地層の地温の鉛直分布は，各地層の熱伝導率に応じて温度勾配がちがってくるので，このような曲線がえがかれるものとの見解を述べてい

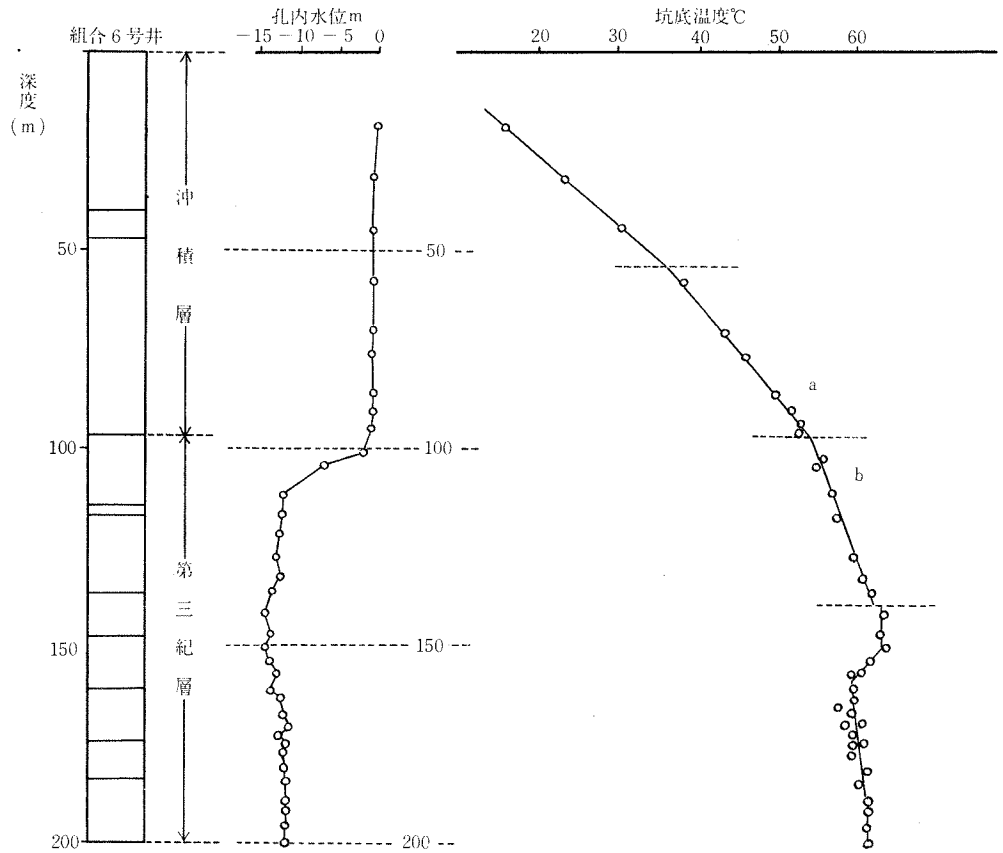


図142　協同組合6号井の孔内水位と坑底温度

る。したがって，直線の曲りかどは，地層の境界で図142のa層とb層との境界が沖積層と新第三系との境界にあたるとすれば，掘さくの際採取したコアから推定した境界ともほぼ一致する。

次にその他の既存掘さく井について，温度の鉛直分布を調べた結果は，いずれも組合6号井の場合と同様に，折れ曲った直線のつながりで表わされ，いくつかの層の重なりからなることがわかる。しかも，そのうちほぼ東西に並ぶ井戸について，温度の鉛直分布を対比してみると，各地層の境界が，ほぼ水平をなしていることがわかる。ただ，沖積層と新第三系との境界の深さは，多少の差異が認められ，沖積層の厚さは，温泉地付近で70～97mと推定される。

以上のことから，本地域の温泉水は，地下70～97mに上面をもつ，第三紀礫岩層を含む帯水層中を主として，ほぼ水平に流動することが推定され，したがって，本温泉はいわゆる被圧層状温泉であるといえる。このことは，さきに源泉状況の項で記述したように，掘さく源泉における，湧出量と水頭との相関関係の測定によって，実証されたことである。ただ，温泉水の水平の拡がりはあまり明瞭でないが，掘さく源泉の静止水頭高の分布からみた温泉水の流動方向や，1m深地温分布などからみて，現在の温泉の存在区域を含んで，やや南西側へ拡がっているものと推察される。

なお，この帯温泉水の層に，地下深くから導くと思われる割れ目の位置は，どの辺にあるだろうか。このことに関して，福富教授は，当温泉の調査研究の報告書の中で，温泉水の地下流動方向や

地温分布などから考えて，温泉地域の最南端付近か，その南寄りの地帯にあることが想像されるとし，温泉帯水槽の透水係数や貯留係数を求めた結果から，理論的に計算して，温泉水を供給する割れ目の位置を，図143 静止水頭分布図の斜線を施した部分の中間にあると推定している。この付近は，地質の項で述べた山元断層とN30°～40°W破砕帯が交叉する位置にほぼ一致する。すなわち，この交叉部の地下割れ目群から上昇した高温の温泉水が，第三紀最上部の帯水層に入りこみ，傾斜にそうて北西方向に流動して被圧層状温泉を形成しているものと考えられる。

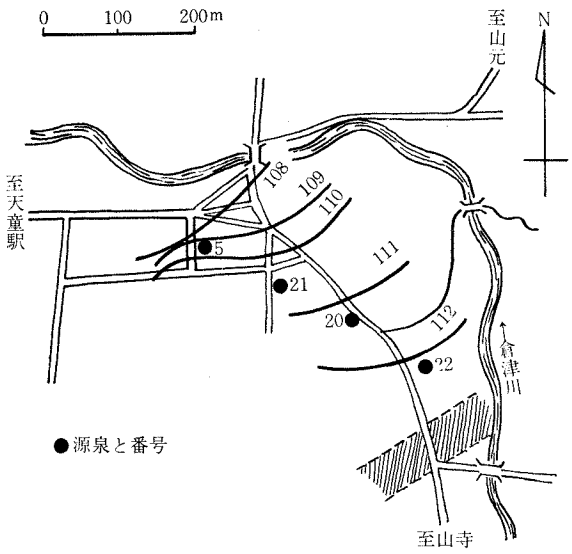


図143　静止水頭高分布図　　単位m

⑽ 適応症と禁忌症

協組6号泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　痛風および尿酸素質　創傷　慢性婦人科疾患　高血圧症　動脈硬化症　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性便秘　慢性肝・胆道症患　じん麻疹　肥満症　糖尿病　動脈硬化症　高血圧症　痛風および尿酸素質　女性ホルモン代謝不全症

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

松の湯源泉

浴用の適応症　リウマチ性疾患　運動器障害　神経麻痺　神経症　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　肝・胆道疾患　便秘

2. 東 根 温 泉

(1) 環 境 と 沿 革

東根温泉は，奥羽本線東根駅の北東方およそ１kmに位置し，村山盆地の北東隅を占める新第四系から湧出する温泉で，閑静な田園情緒に富んだ温泉地である。すなわち，温泉街の東方に甑(こしき)岳とその前山を背負い，西方には広い沃野をへだてて月山・葉山の霊峰を指呼の間に望む。さらにその南には，朝日連峰の雄姿を雲表に眺めることのできる田園にあるこの長閑な環境は，東根市と村山市のそれぞれの中心街から，わずか４kmの近距離にあるため，両市の奥座敷として親しまれている。

本温泉の発祥は，1910年に東根市の天野又右ェ門が，灌漑用の掘抜き井戸を掘さくした際，深さ50m余りのところで48℃の温泉を自噴したことに端を発している。田園の中でのこの突然の異変は，隣接する土地所有者の反響をよび，次々と温泉掘さくが行われ，翌1911年には，すでに50数か所の湧出孔をもつにいたった。1914年，県は県令第７号をもって山形県温泉地区取締規則を発令し，各温泉地の乱掘を防止し，温泉の保全につとめることになった。地元東根においても，東根温泉組合を設立して温泉掘さくの自粛を行った。しかしながら，掘さく井の自噴の退潮による代替井戸の掘さくとか，廃井の不完全埋没などのこともあって，湧出量の漸減は防ぎようもなく，かくて1951年の大かんばつには，自噴による温泉水の確保が困難な源泉もでてきたので，湧出口の切り下げを行わざるを得ない状態となった。その後数年間は，この湧出口の切り下げと湧出量の回復とをくりかえしながら小康を保ったが，1957年５月，県の指導助言などもあって，温泉の集中管理を実施することを決意し，従来の温泉組合を改組して，源泉の協同管理を目的とする東根温泉協同

組合を設立した。そして新たな源泉を開発して，豊富な温泉を各組合員に供給するとともに，従来の旧源泉はすべて組合で買い上げ，これを完全埋没するなどの措置をとって，地下における温泉水の保全のため，万全の対策を講じたのである。以来新規に９本の組合源泉を掘さくし，今日にいたっている。

(2) 地 形 と 地 質

温泉街の東方には，幅 500 ～ 600 m の沖積層をへだてて，村山盆地の東の境となっている山地が発達し，西方は約８kmの幅をもつ大沖積平地が開けて，その中を最上川が蛇行して北へ流れている。

東方の山地には，新第三系に属する堆積層（主に泥岩・凝灰岩・角礫凝灰岩など）が発達し，それを貫いて噴出した石英粗面岩が，蛇山付近から日塔川に沿う大木沢沼の辺まで，よく露出している。新第三系は，西黒沢層乃至女川層に対比される地層で，これを貫く石英粗面岩は，第三紀末期の噴出物であると考えられている。温泉街付近では，この石英粗面岩もふくめて新第三系の堆積岩が，基盤を形づくり，その上に第四系がのっていると考えられているが，ボーリングによる地質柱状図が示すように，砂礫層・砂層・礫層・粘土層等が幾枚もくりかえして重なり，しばしば泥炭をはさんでいる。そして，協組１号源泉では深度 170 m でも，まだ基盤の新第三系に達していないようである。

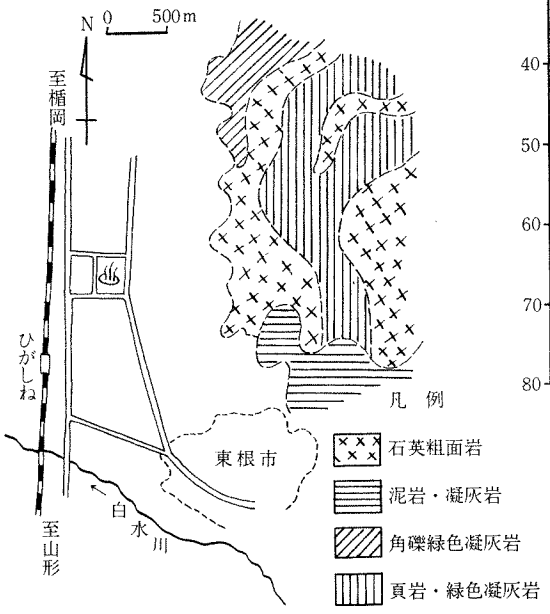


図144　東根温泉付近地質図

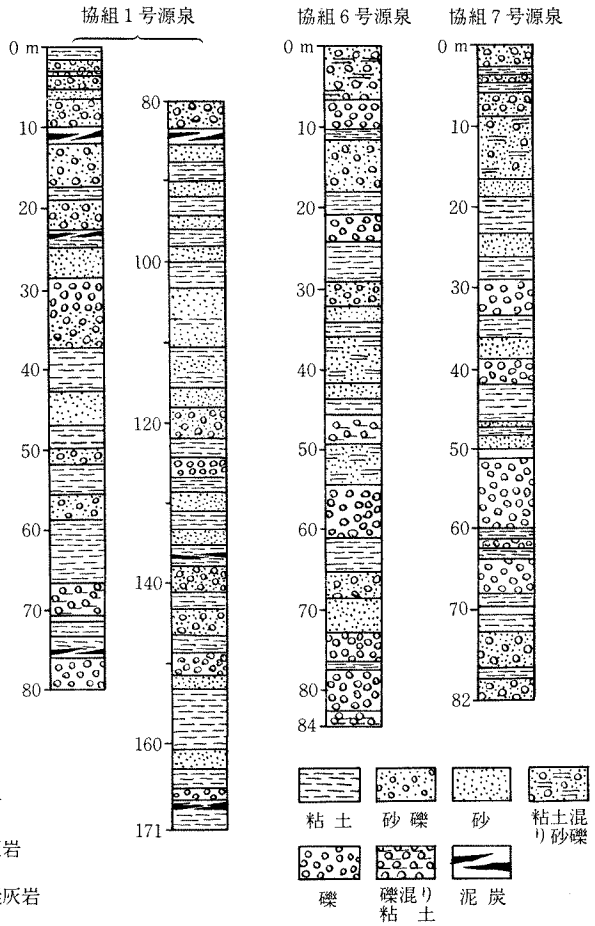


図145　東根温泉の源泉地質柱状図

(3) 源 泉 状 況

イ) 源泉分布・泉温・湧出量

本温泉の源泉は，沖積層の地帯に掘さくされたもので，1957年の温泉の集中管理以前の源泉は，深さ52～70mでいずれも自噴していたが，総湧出量は，1924年10月の調べで約500 l/min程度と記録されている。集中管理以後は，源泉は統合され，現在は7源泉から動力揚湯し，これを各旅館に配湯している。他に温泉街から西の方へ離れた位置にある巽の湯源泉のみは，協同組合外の源泉として動力揚湯している。

なお，次の表117には現在利用されている源泉についてその温度・揚湯量・動水位等を示した。

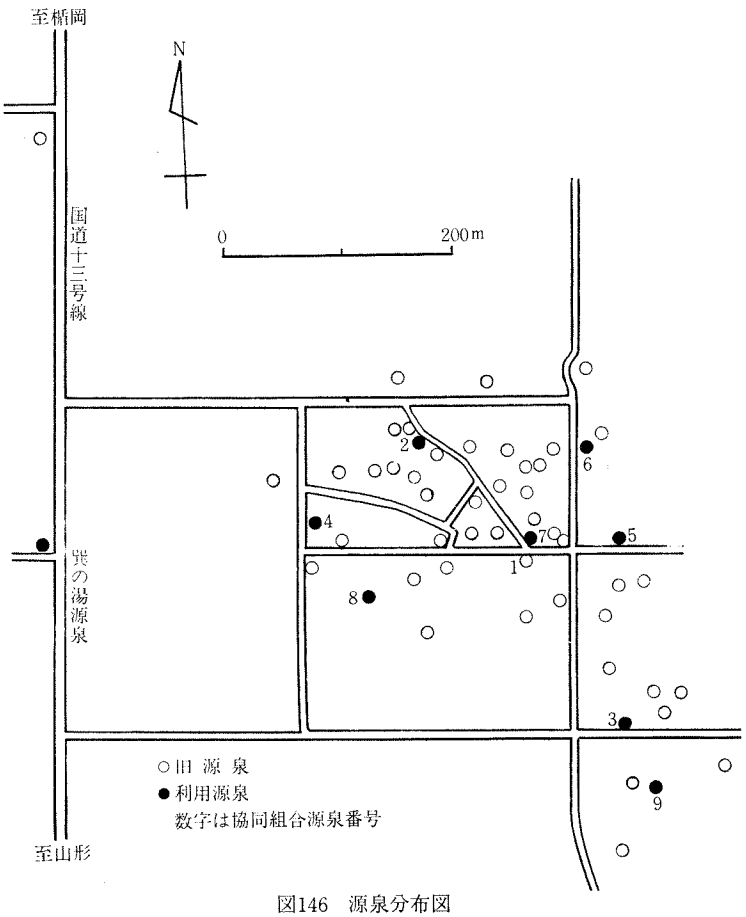


図146 源泉分布図

表117 泉温と揚湯量および動水位

1972年10月18日調

源泉名	泉温 ℃	揚湯量 l/min	動水位 m	掘さく深度m
協同組合1号	—	休止中	—	171
〃 2号	64	133.3	7.12	120
〃 3号	—	休止中	—	120
〃 4号	60	200.0	4.55	120
〃 5号	64	102.8	6.85	85
〃 6号	59	86.4	6.32	85
〃 7号	66	96.4	6.61	85
〃 8号	70	302.0	—	120
〃 9号	63	120.0	6.5	120
巽の湯	51	34.7	—	—
計		976.6		

ロ） 湧出量と水頭との相関

本温泉地域内では，どこを掘っても自噴温泉を得ており，このことから本温泉の地下温泉水態様は，層状泉に属するものであろうことは推定されるが，東根温泉協同組合設立に伴う大ボーリングの4源泉についてそれぞれ揚湯量（Q l/min）と水頭（h cm）との関係を調査した。その結果の一例として協組第2号井の分について次の表118と図147に示した。

表118　協組2号泉のh及びQの測定結果

h（cm）※	Q（l/min）	摘　要
−67	0	静止水頭
−115	73.8	動水位
−136	107.0	〃
−157	127.8	〃
−171	146.7	〃
−190	169.7	〃
−229	207.9	〃
−258	257.4	〃

※水位は湧出口（地表）から測定した。

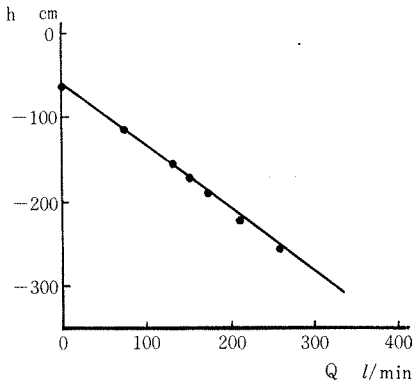


図147　協組2号泉のh−Q曲線

ハ）降水量と湧出量との関係

本温泉は，陸水の変動により，可成り鋭敏に影響を受けることが知られている。すなわち，次の図148に降水量と湧出量の相関図を示したが，これによると湧出量の増減曲線は，降水量曲線に対して，おおよそ2か月遅れの位相波動を示していることがわかる。

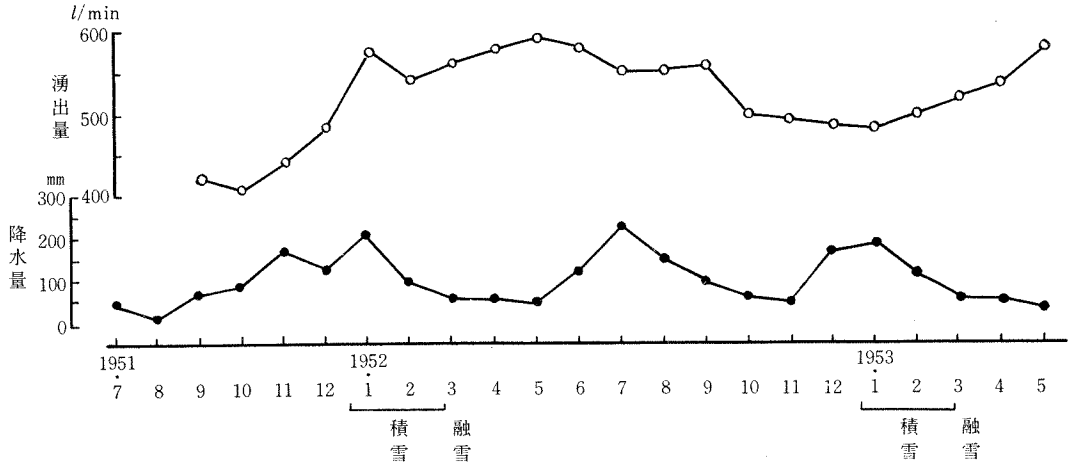


図148　降水量と湧出量の相関図

ニ）　湧出量の経年変動

東根温泉における総湧出量が，どのような変遷をたどっているかについて，1949年から1976年までの27年間にわたる総湧出量の変動を調べた結果をつぎの図149に示した。

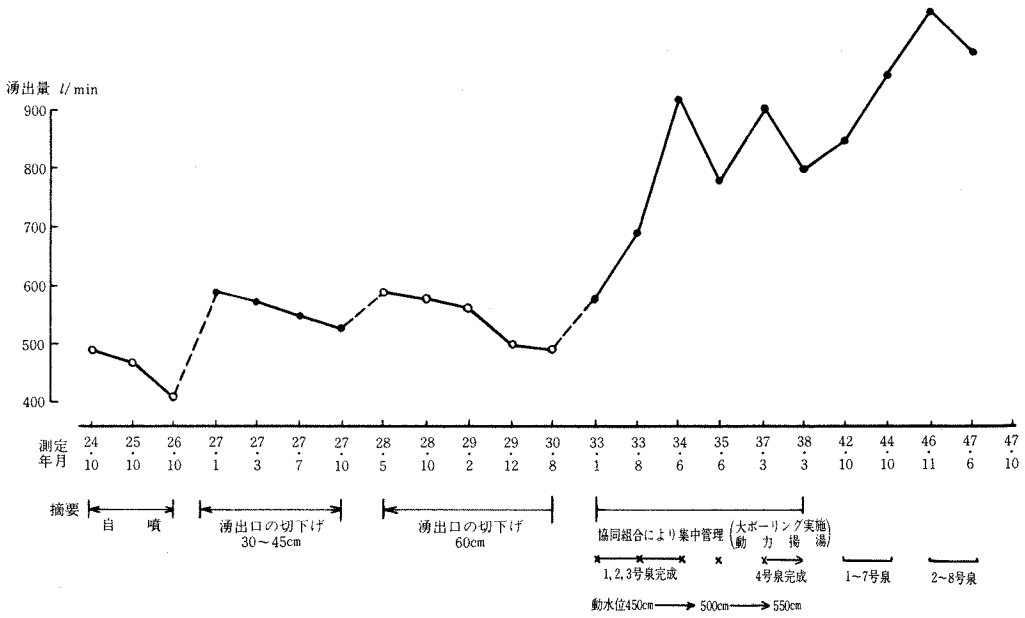


図149　東根温泉における湧出量の経年変動図

この図によれば，温泉の採取量は増加しているが，源泉状況を各時代別に分けてみると，湧出量の減退が明確に認められる。すなわち，自噴時代は 480 l/ minから 410 l/ minに減少し，湧出口の切り下げ（30～45cm）時代は 580 l/ minから 510 l/ minに，第二次切り下げ（60cm）時代は 580 l/minから 480 l/minにと，それぞれ減退している。集中管理後は 580 l/ minから 880 l/ minと増加し，最近は 950 l/ min前後と推移している。しかし，それに平行して動水位の低下も目立ち，平均して地表下 450 cmから 550 cmに，さらに 560 cmに変動している。このような現象は，温泉地域およびその周辺の陸水が年々変動し，地下水圧の減退に起因するものと考えられる。

(4) 化 学 成 分

東根温泉には，10本余の源泉があるが，大別して弱食塩泉系のものと単純泉系のものに分類出来る。本質的には同一水系のものであるが，地下水の混入率の差異で泉質判定が違ってくる。

本泉の化学成分は，弱食塩泉系及び単純泉系ともに，陽イオンとしてはNa^+が主体であり，陰イオンもCl^-を主体としてSO_4^{2-}及びHCO_3^-を含有している。

また，HS^-の含量も比較的多く，有機質が多いのが特徴で淡褐色を呈している。

以下，代表的な2源泉の分析結果を示す。

表119

東根温泉（源泉名　東根協組２号泉）

1．ゆう出地　東根市大字東根字本郷4313　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年11月12日）15時05分

(1) 泉温 63.0℃　天候 曇　気温 11.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l / min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯 － ）

(3) 性状 淡褐色清澄にして微かに硫化水素臭を放ち鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 8.1　(5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和43年11月13日～昭和43年12月26日）

(1) 性状 淡褐色清澄，微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.8　(3) 比重 1.0014（20℃）

(4) 蒸発残留物 1438mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	12.51	0.3199	1.49	塩素イオン Cl^-	496.4	14.00	64.48
ナトリウムイオン Na^+	425.5	18.50	86.26	臭素イオン Br^-	0.559	0.0070	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.423	0.0033	0.02
アンモニウムイオン NH_4^+	0.402	0.0223	0.10	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	50.45	2.517	11.73	硫酸イオン SO_4^{2-}	287.6	5.991	27.59
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.729	0.0600	0.28	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.493	0.0088	0.04
フエロイオン Fe^{2+}	0.175	0.0063	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.204	0.0227	0.11	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	94.37	1.547	7.12
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.696	0.0232	0.11
計	490.0	21.45	100.0	水硫イオン HS^-	1.894	0.0574	0.26
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.249	0.0162	0.07
ほう酸（メタ） HBO_2	34.81	0.7942		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	50.73	0.6498		ほう酸イオン BO_3^{3-}	2.552	0.0596	0.27
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.022	0.0013	0.01
計	85.54	1.444					
遊離炭酸 CO_2	1.817	0.0413					
遊離硫化水素 H_2S	0.173	0.0051		計	886.3	21.71	100.0
計	1.990						
総計	1464						
その他	過マンガン酸カリ消費量 14.85 p.p.m						
ガス	（１l中の含有量）						

4．泉質　含硫化水素・芒硝－弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

表120

東根温泉（源泉名　協組５号泉）

1．　ゆう出地　　東根市大字東根字本郷4224　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年11月12日）10時50分

(1)　泉　温　58.8℃　　天　候　小雨　　気　温　11.0℃　　気　圧　　m.bar

(2)　ゆう出量　　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　　）

(3)　性　状　淡褐色清澄にして微かに硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(4)　水素イオン濃度（ｐＨ）　8.3　　(5)　ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和43年11月13日～昭和43年12月26日）

(1)　性　状　淡褐色清澄にして弱アルカリ性反応を呈す。

(2)　水素イオン濃度（ｐＨ）　8.1　　(3)　比　重　1.0007（20℃）

(4)　蒸発残留物　777.0 mg/kg

(5)　含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	8.055	0.2060	1.81	塩素イオン Cl^-	227.0	6.402	54.55
ナトリウムイオン Na^+	228.6	9.939	88.83	臭素イオン Br^-	0.256	0.0032	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	Tr		
アンモニウムイオン NH_4^+	0.323	0.0179	0.16	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	20.02	0.9990	8.75	硫酸イオン SO_4^{2-}	95.06	1.980	16.88
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.389	0.0320	0.28	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.280	0.0050	0.04
フエロイオン Fe^{2+}	0.120	0.0043	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.138	0.0154	0.13	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	189.8	3.111	26.51
				炭酸イオン CO_3^{2-}	2.238	0.0746	0.64
計	262.2	11.41	100.0	水硫イオン HS^-	2.815	0.0853	0.73
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.780	0.0231	0.20
ほう酸（メタ）HBO_2	17.08	0.3898		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	45.00	0.5763		ほう酸イオン BO_2^-	2.004	0.0468	0.40
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.034	0.0020	0.02
計	62.08	0.9661					
遊離炭酸 CO_2	2.279	0.0518					
遊離硫化水素 H_2S	0.160	0.0047		計	521.3	11.73	100.0
計	2.439	0.0568					
総計	848.0						
その他	過マンガン酸カリ消費量　34.13 p.p.m						
ガス	（１l中の含有量）						

4．　泉　質　単純硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

東根温泉では，青松館，本郷館1号泉，山水館1号泉，長岡屋の諸源泉について過酸化水素の分解に関する触媒作用が観測されている。これらは，いずれも触媒能を有し，その活性度の時間的変化は表121，図150に示されてある。これらによれば，活性度の変化には，ふたつの型がある。すなわち，青松館と本郷館1号は初期に増加して，その後はほぼ定値を保ち，山水館1号と長岡屋は初期にわずかの時間だけ急激に減少して，その後ほぼ定値を保つ。青松館の活性度がもっとも大きく，他の3源泉はほとんど同程度の活性度を示す。

表121 触媒活性度の時間的変化

経過時間	本郷館1号		青松館		山水館1号		長岡屋	
(分)	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	7.5	—	7.6	—	7.2	—	7.3
30	0.037	7.5	0.200	7.6	0.177	7.3	0.143	7.3
90	0.084	7.5	0.204	7.6	0.131	7.3	0.120	7.3
180	0.129	7.5	0.301	7.7	0.131	7.4	0.078	7.3
300	0.139	7.5	0.350	7.7	0.122	7.4	0.087	7.3
450	0.152	7.5	0.411	7.7	0.134	7.4	0.092	7.3
630	0.158	7.5	0.411	7.7	0.134	7.4	0.093	7.3
840	0.147	7.5	0.377	7.7	0.122	7.4	0.089	7.3
1,080	0.149	7.6	0.359	7.75	0.116	7.45	0.085	7.35
1,350	0.160	7.6	0.350	7.80	0.128	7.5	0.093	7.40

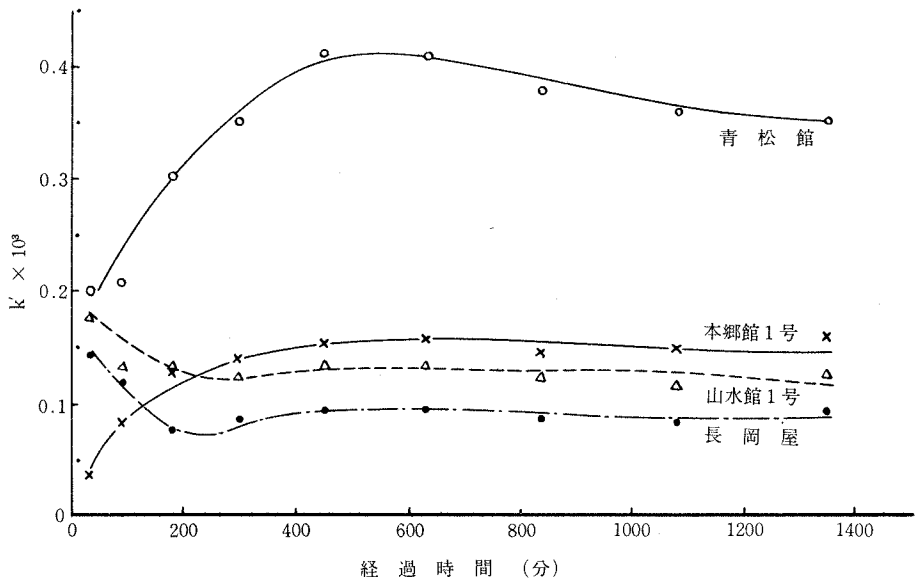


図150 触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

東根温泉の源泉分布図と，昭和25年３月（自噴当時）各源泉から一斉に試水を採取し分析した結果，並びにその後新しく掘さくした源泉について分析した結果を表122に示した。

表122　東根温泉の分析結果表（mg／l）

源泉番号	泉温℃	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^+	Al^{3+}	Cl^-	SO_4^{2-}
1	51.0	8.1	343.6	16.6	91.2	0.52	8.43	1.75	0.93	1.43	67.4	30.9
3	47.0	8.1	383.2	20.2	100.3	1.23	9.43	1.48	0.75	1.79	85.1	34.2
5	49.4	7.4	431.0	21.4	106.6	0.72	9.86	1.84	3.79	0.85	109.9	35.4
6	55.9	8.0	531.0	27.6	136.5	1.79	12.4	2.36	1.13	0.95	145.3	65.4
10	59.3	8.1	674.2	44.3	182.8	0.55	17.9	2.23	0.93	1.13	198.5	105.8
11	54.8	8.0	719.2	48.7	190.2	0.82	21.1	1.71	0.92	1.03	223.3	110.3
13	61.9	8.1	1347	62.9	392.8	0.11	58.9	1.66	3.37	0.21	475.0	316.9
14	60.7	8.0	691.0	45.8	189.8	0.84	18.4	1.40	1.02	0.89	219.8	103.3
15	60.4	8.0	758.2	49.2	212.1	0.83	19.0	1.49	0.37	0.82	241.1	121.2
17	51.8	8.1	1356	58.8	374.9	0.64	69.9	2.19	4.03	0.34	491.8	271.3
19	54.1	8.1	1444	82.2	403.3	0.13	56.0	2.58	3.63	0.26	515.2	308.5
20	49.5	7.8	496.4	33.4	132.8	1.56	8.72	1.05	0.78	1.07	143.2	55.1
21	54.3	8.1	648.2	36.6	174.0	0.95	19.1	1.84	0.88	0.92	195.1	86.4
22	47.5	7.8	445.2	24.2	108.7	1.83	12.7	1.66	0.76	0.89	120.5	32.1
23	51.5	8.0	1179	49.8	328.6	0.52	53.4	2.06	1.81	1.02	424.1	223.0
24	57.0	8.0	1007	39.2	270.1	0.90	49.3	1.31	3.36	0.85	351.5	163.0
26	60.6	8.0	1377	55.4	405.0	0.43	50.1	1.01	0.40	0.53	502.4	262.9
28	63.1	8.1	848.4	50.1	236.7	0.62	26.9	1.31	0.47	0.63	262.3	158.8
29	58.8	8.0	1166	51.3	342.5	0.93	36.3	1.18	0.77	0.76	436.0	188.9
30	59.0	8.0	1217	46.8	354.1	0.56	42.1	1.22	0.43	0.47	432.5	219.8
31	59.8	8.0	1085	43.8	312.3	0.66	39.6	1.23	1.27	1.01	380.6	196.3
32	60.6	8.0	1201	52.3	328.8	0.16	63.6	1.97	3.52	0.27	422.6	256.2
33	60.6	8.1	1444	67.2	423.2	0.36	55.3	2.01	1.17	0.73	531.8	295.9
34	59.4	8.0	953.2	45.3	280.4	0.77	29.0	1.36	1.02	0.81	327.2	167.9
35	51.8	8.0	1273	59.0	335.5	1.14	57.9	2.24	0.82	1.12	442.1	231.3
36	58.0	8.0	1285	48.8	360.0	0.77	60.3	2.28	3.58	0.20	457.0	244.0
37	59.8	8.0	1366	52.5	391.6	0.50	50.7	1.97	0.85	0.33	471.5	279.4
38	58.8	8.1	1124	49.1	321.3	1.13	37.4	2.45	3.15	0.43	422.2	173.4
39	63.5	8.0	1431	57.2	411.7	0.77	53.9	2.54	1.42	0.50	535.3	258.0
40	56.0	8.0	987.4	46.4	287.7	0.82	30.7	1.41	0.93	0.62	355.8	153.1
42	58.4	8.0	1462	59.3	401.2	1.03	67.7	2.19	4.02	0.34	525.0	292.6
43	64.5	8.1	1406	55.1	398.4	0.82	53.9	2.14	1.01	0.57	508.2	258.7
45	64.5	8.1	1504	78.2	433.6	0.26	62.6	2.88	5.30	0.29	537.2	334.8
46	57.0	8.0	1468	54.6	421.8	0.84	62.6	1.93	1.07	0.57	536.4	299.2
47	54.9	8.0	1325	49.5	389.5	0.67	49.1	1.36	0.97	0.40	496.3	227.3
48	55.2	8.0	1466	73.3	420.8	0.48	63.6	2.75	3.69	0.28	534.6	316.6
49	36.0	7.9	925.8	39.3	265.0	1.21	26.6	1.29	4.73	0.77	326.1	134.1
50	50.7	7.7	1417	53.6	379.3	0.84	75.0	4.38	2.00	0.36	514.2	288.1
51	65.0	7.6	1625	63.9	464.4	0.92	67.9	3.10	3.44	0.32	503.5	382.7
52	63.2	8.0	1409	55.2	425.0	0.77	53.6	3.27	3.12	0.33	500.0	277.8
53	64.3	8.1	963.5	39.1	281.1	0.81	37.5	1.81	3.38	0.75	312.0	163.1

表122の分析結果から，泉温と主要成分との関係及び主要成分の相互関係について考察をすすめてみよう。

分析結果によると，狭い範囲に湧出するにもかかわらず各源泉の泉温及び化学成分にはかなりの差が認められる。

採水　SP.No.1～49　昭和25年3月15日　　SP.50～53　昭和34年6月3日

HCO_3^-	CO_3^{2-}	HS^-	OH^-	HBO_2	H_2SiO_3	CO_2	H_2S
121.8	13.5	1.33	2.47	12.2	52.7	—	—
122.1	15.2	1.41	1.74	13.1	55.1	—	—
137.0	—	0.42	—	11.1	62.6	12.3	0.18
104.5	12.1	0.69	1.60	9.23	83.4	—	—
120.2	13.2	1.63	1.50	9.72	67.5	—	—
108.7	11.9	1.16	1.62	9.77	56.6	—	—
91.6	6.8	1.77	1.04	7.95	60.4	—	—
110.3	11.1	1.43	1.40	9.94	70.2	—	—
114.9	10.5	1.90	1.37	9.71	59.2	—	—
106.4	9.9	0.53	1.29	8.50	72.9	—	—
89.1	9.2	0.75	1.28	7.98	52.2	—	—
133.0	—	0.51	—	10.1	58.2	6.57	0.12
124.4	9.7	2.04	1.10	8.14	68.3	—	—
138.0	—	0.41	—	13.7	66.2	8.55	0.12
106.6	5.7	0.75	0.73	5.63	79.3	—	—
95.9	14.8	2.31	2.14	8.50	75.3	—	—
100.7	8.9	1.53	1.22	7.93	71.2	—	—
110.9	14.0	1.51	1.78	8.27	71.4	—	—
100.6	8.5	1.39	1.16	7.73	67.3	—	—
97.7	11.7	0.85	1.16	7.65	62.1	—	—
107.8	8.1	1.26	1.04	5.04	71.9	—	—
97.0	5.6	1.22	0.86	7.98	57.2	—	—
98.2	10.1	1.03	1.41	7.71	69.3	—	—
114.4	10.0	1.84	1.41	7.93	71.3	—	—
110.7	6.1	1.16	0.90	6.00	85.0	—	—
119.8	7.6	1.65	0.88	8.50	73.2	—	—
105.1	6.5	1.67	0.86	8.32	74.8	—	—
106.1	5.1	1.44	0.67	8.92	77.9	—	—
105.0	3.6	2.20	0.48	8.16	71.9	—	—
118.0	7.1	1.24	0.83	10.3	78.2	—	—
88.5	8.46	1.09	1.33	8.49	72.8	—	—
102.5	6.27	2.18	0.85	7.03	85.2	—	—
105.2	13.8	0.97	1.33	7.95	51.4	—	—
95.2	4.74	1.40	0.70	7.83	71.4	—	—
111.6	6.69	1.16	0.83	7.44	70.6	—	—
101.9	9.18	1.19	1.26	7.95	52.8	—	—
138.9	—	0.42	—	13.3	63.3	9.59	0.14
89.5	—	0.50	—	7.58	71.4	20.4	0.53
212.7	—	0.73	—	8.40	77.9	109.0	1.70
151.6	15.9	1.53	1.45	7.80	32.5	—	—
152.3	18.2	3.06	1.63	5.62	58.4	—	—

図152～図157に，

泉温—溶存物質総量

Na^+—溶存物質総量

Ca^{2+}—溶存物質総量

Cl^-—溶存物質総量

SO_4^{2-}—溶存物質総量

HCO_3^-—溶存物質総量

を示した。

先ず，泉温—溶存物質総量の関係をみると，明確な関係は見い出せないが，これはさく井の深度並びに湧出泉量の多少によってある傾向が崩れたもので，同一条件に補正すれば正の相関が成り立つものと考えられる。

Na^+—溶存物質総量，

Ca^{2+}—溶存物質総量，

Cl^-—溶存物質総量，

SO_4^{2-}—溶存物質総量，

は正の相関関係にあり，

HCO_3^-—溶存物質総量，

はバラツキはあるが負の相関にあることがうかがわれる。

次に，図158及び図159にCl^-—SO_4^{2-}とCl^-—HCO_3^-の関係を示したが，Cl^-—SO_4^{2-}は正の相関関係にあり，Cl^-—HCO_3^-はバラツキはあるが負の相関にあることが認められる。

これらのことから，各源泉水に混入する地下水はCl^-及びSO_4^{2-}を

ほとんど含まないか，もし含んでいるとしてもごくわずかであって，HCO_3^-をかなり多量に含んだものと思料される。

以上の事実から，各源泉はいずれも同一泉源に由来するもので，HCO_3^-を多く含有する地下水の混入した温泉水が湧出しているものと考えられる。

No.	源泉名	No.	源泉名	No.	源泉名	No.	源泉名
1	日赤	15	青松館	29	高橋屋1号	43	松の湯
2	高桑	16	〃 新	30	〃 2号	44	森
3	吉田川別館	17	吉田川	31	小関館	45	嵐湯
4	武田	18	後藤	32	沖の湯	46	桜湯
5	初音	19	大二館	33	湯元1号	47	大正館
6	たかだま1号	20	本郷館1号	34	〃 2号	48	花の湯
7	〃 2号	21	〃 2号	35	山水2号	49	井上
8	〃 3号	22	〃 3号	36	松浦屋	50	巽の湯
9	加藤	23	山水1号	37	長岡屋	51	協組1号
10	亀屋1号	24	常盤屋1号	38	あづまや1号	52	〃 2号
11	〃 2号	25	〃 2号	39	〃 2号	53	〃 3号
12	〃 3号	26	本沢屋1号	40	不二の湯1号	54	〃 4号
13	最上屋	27	〃 2号	41	〃 2号		
14	東根荘	28	高崎	42	大和館		

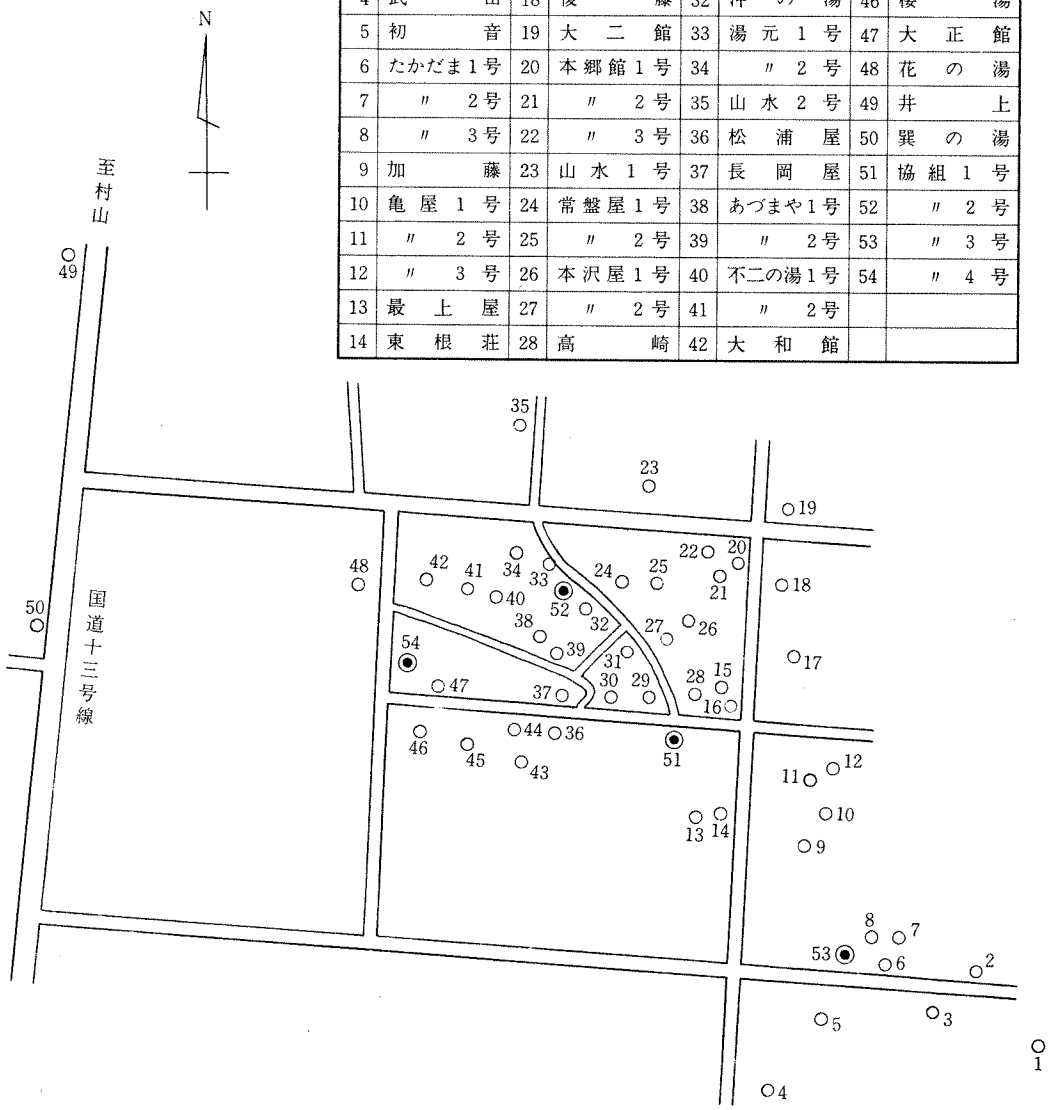


図151　東根温泉源泉分布図

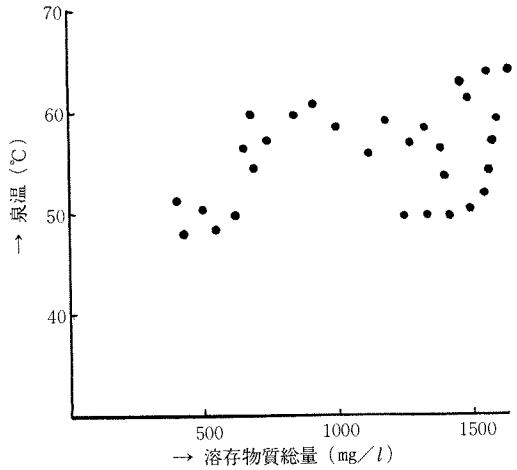


図152　泉温—溶存物質総量

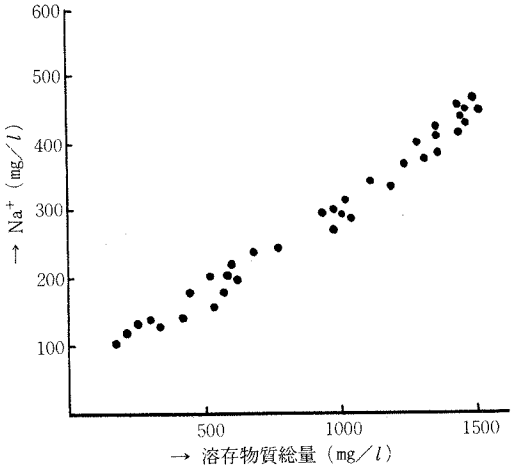


図153　Na^+－溶存物質総量

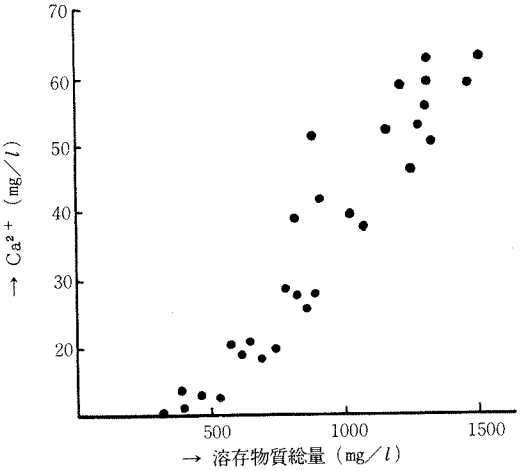


図154　Ca^{2+}－溶存物質総量

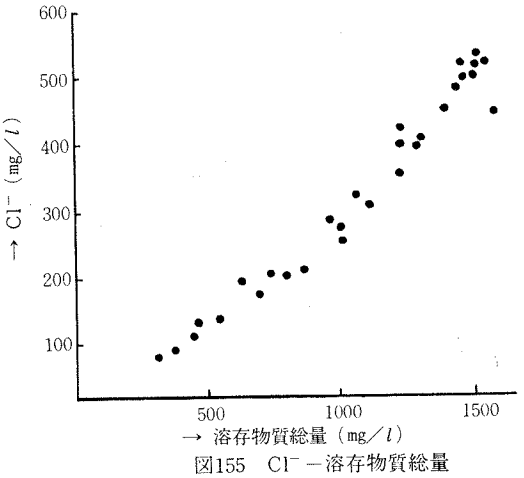


図155　Cl^-－溶存物質総量

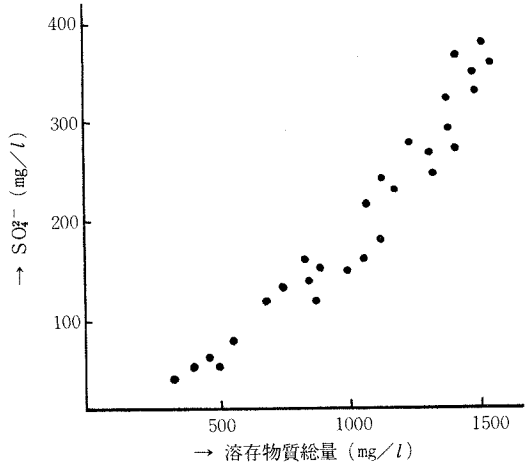


図156　SO_4^{2-}－溶存物質総量

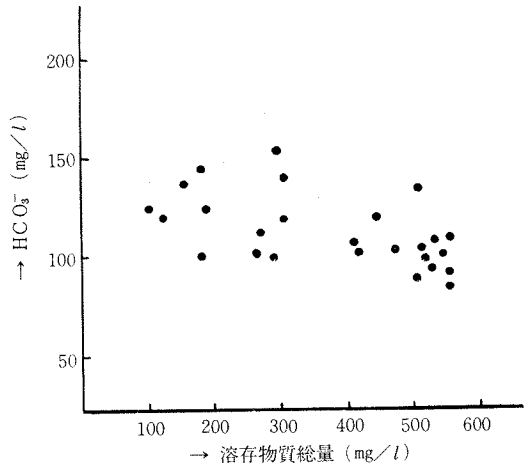


図157　HCO_3^-－Cl^-

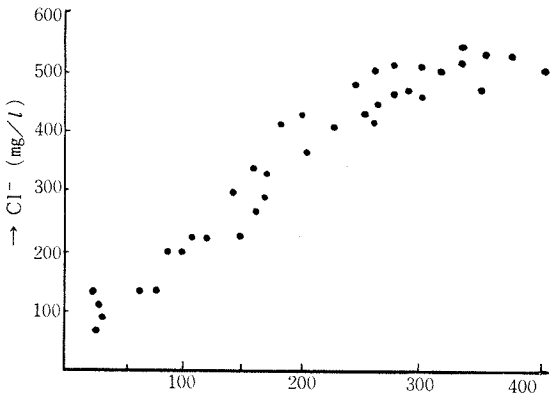


図158　$Cl^- - SO_4^{2-}$

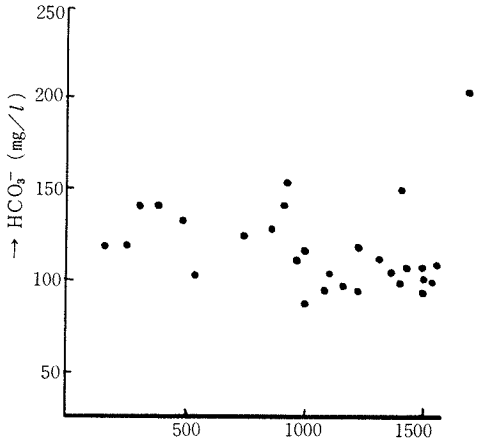


図159　$HCO_3^- -$ 溶存物質総量

(7) 地　温　調　査

東根温泉の地温調査は1951年と1968年の2回行われており，地温分布はほぼ同じような結果を示している。

1968年11月の測定について，その概要を述べるとつぎのとおりである。

地温測定の区域は，温泉街を含み，その北側と西側のかなり広い範囲にわたり，50～100 m間隔で250の測点について，1 m深の地温を測定したものである。

地温は13.4℃から18.1℃の間にまたがっており，0.5℃ごとの等温線を引くと図160のようになる。温泉街の大部分には，15.5℃以上の高温部が現われている。地域全体として15℃以上の高温帯が，温泉街の南東から北西にかけて帯状に存在しており，この高温帯は温泉街西側地域にも広がっている。

特に高温を示しているのは，温泉街東寄りの区域である。

なお，1951年に当時存在していた源

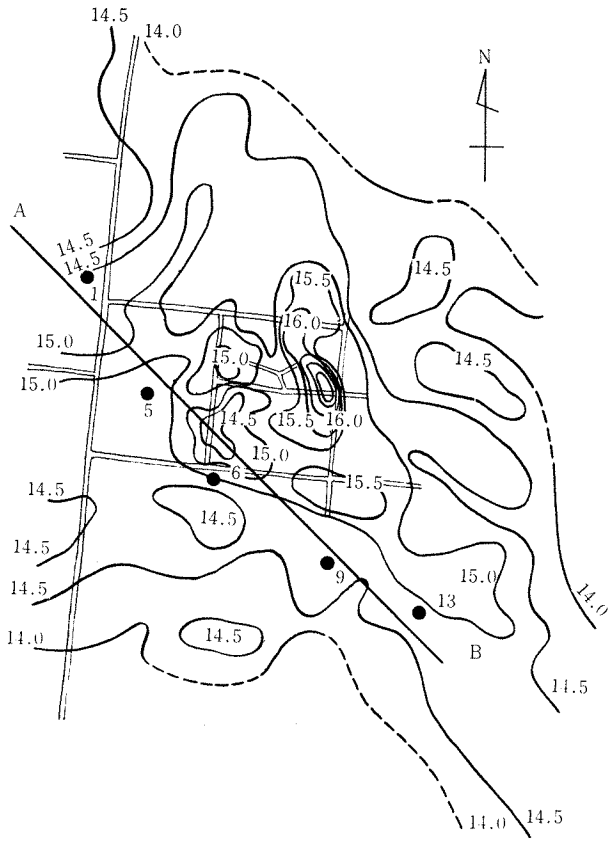


図160　1 m深地温分布
（数字は温度℃を示す）

泉について，孔底温度が測定されている。深度は大部分が65m前後のものであり，60℃以上の高温を示しているのは，温泉街中央部および南西部寄りの部分で，温泉街東北部には孔底温度45℃の低温部が入り込んでおり，1m深地温分布と，ほぼ一致する温度分布をみせている。なお上の低温部は，温泉水に地下水が混入して上昇する区域であると推定される。

東根温泉では，数本の廃井について温度検層が行われ，地温の垂直分布が求められている。自噴しない廃井ではある深さの水温は地温と同じとみてよい。水平な地層で横に熱の移動がなく，定常状態にあるときは，各地層の地温分布は熱伝導率の相違によって，勾配の異なる直線のつながりとして現われ，その曲りかどは地層の境界と考えてよい。

一例を温泉街東寄りにある廃井について示したのが図161である。上に述べたことを図から考察すればこの付近には60mぐらいの深さまでに5つの地層の存在が推定され，そのうち第3層と第5層では温度勾配がなく直線は垂直になっておりこの部分で温泉水が流れていることを意味する。上部は深さ33～44m，下部は53m以深で，この二層は温泉帯水層であると判断される。温泉街南西隅には最初の温泉帯水層が70m以深にある区域もみられる。

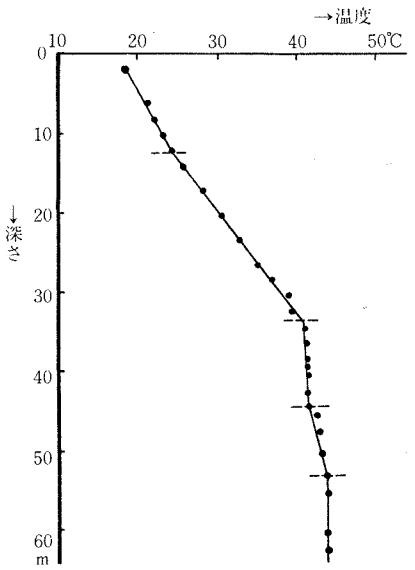


図161　地温垂直分布図

(8) 電　気　探　査

帯水層の深さを推定するために，温泉街を含む地域一帯で，電気探査が行われている。13の測点について深度100～160mまでの垂直探査を施したものである。

ρ—a曲線はいずれも類似しており，100m前後から比抵抗値は急激に落ちこみ，深部では標準曲線による解析は不可能であった。

図160に引いた直線A—Bに沿う測点についてρ—a曲線を図示したのが，図162であり，図163は解析の結果推定される地層断面図を示したものである。

表層は厚さ0.5～5mの粘土質土壌で比抵抗の値は20～50Ω—mである。

第2層は深さ25～35mで第3層との境界を

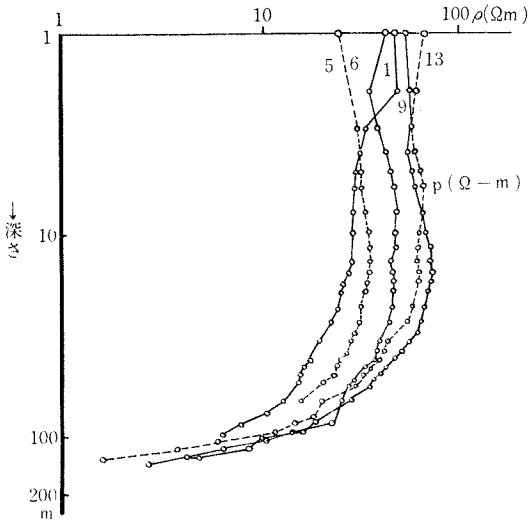


図162　ρ－a曲線

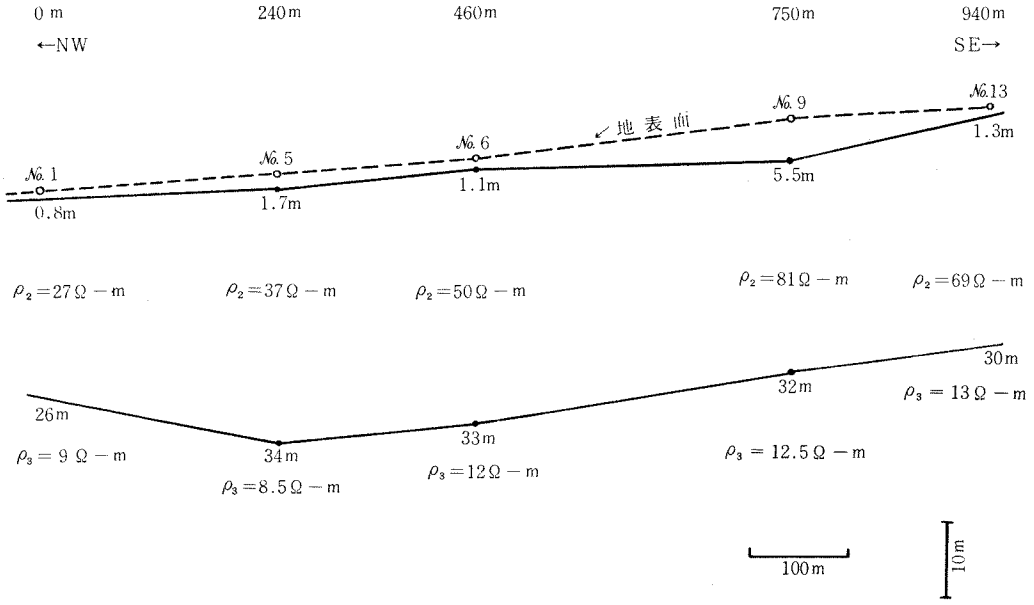


図163　電探による地層断面

持ち比抵抗値は20～90Ω－mとかなり広い範囲にまたがる。ボーリング柱状図によればこの層は粘土層をかなり含む砂礫帯水層と考えられるが，比抵抗が割合に小さく，下層の温泉帯水層から化学成分に富む温泉水が浸透しているものと思われる。

第3層は25～35mあたりから現われ，比抵抗値は10Ω－m前後ときわめて低い。

最上部の温泉帯水層と推定される。

ρ－a曲線からは解析できないが，深部ではさらに比抵抗値が小さくなることから，なおいくつかの温泉帯水層が存在するものと思われる。

(9) 湧出機構

東根温泉の湧出地域は，厚い第四系からなり，その下に第三系に属する堆積岩と，これを貫く石英粗面岩が基盤を構成していることが，地質調査の上から推定されている。そして，この地域で最も深い掘さく井の柱状図から判断する限りでは，深さ 170 mでなお基盤の新第三系に達していない。このような厚い第四系の中に含まれる温泉水の主要な賦存層は，これまでの掘さく井の結果から，深度40m前後，58m前後，68m前後および75～83mの4つの砂礫層であることが知られている。これよりも深い温泉の帯水層については，協同組合1号源泉を掘さくした当時の記録からみると，100m前後と 130 m前後の2つの帯水層があって，いずれも高温ではあるが，水量に乏しく，利用するまでにいたらなかった。

また，本地域における温泉の賦存帯は，1m深地温調査や，掘さく井の坑底温度の水平分布調査などから，温泉街を中心に南東から北西方向にかけて，一つの高温帯が帯状に存在することが知ら

れており，とくに，最高の温度を示す区域が，温泉街の中心東寄りに集中しているのが注目される。

いずれにしても，本温泉は基盤である第三系の岩石の割目から上昇した高温の熱水が，上部にある第四系の堆積層に入りこみ，少なくとも数層からなる帯水層の中を，西または北西方向に流動している層状型の温泉と考えられる。しかも，本地域の源泉が位置的にまた深度的に異なると，泉温や化学成分の濃度にいちじるしいちがいがあることから，帯水層中を流動する際，地下水と異なった割合で混合しているものと考えられる。

(10) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　慢性金属中毒症　慢性湿疹および苔癬　運動障害　糖尿病　皮膚掻痒症　凍創　創傷　虚弱児童　女性性器慢性炎症 月経異常 更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　運動障害（特に神経麻痺）

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき
下痢患者または下痢を起こしやすい患者

3．銀　山　温　泉

(1) 環境と沿革

イ) 環　　境

奥羽本線大石田駅の東方約16km，尾花沢市の東部にあって，脊梁山脈の分水嶺に近い山間部に湧出する温泉である。交通は，国道13号の尾花沢市街のバスターミナルから，約１時間間隔で定期バスが運行されていて，およそ35分で温泉場に着く。また，山形から直接銀山行きの特急バスも運行されている。

県内では，肘折温泉と共に静かな山あいの湯治場としてのたたずまいを充分に保持している温泉地であり，大正年間の洋館をしのばせる建築物が銀山川をはさんで建ち並ぶ独特の温泉街として知られている。昭和43年に国民保養温泉の指定を受け，温泉地計画に基づく施設整備が進められ，快適な環境に生まれ変わりつつある。

ロ) 沿　　革

銀山温泉はその名の示すように，銀鉱山と関連している。今から400年ほど前，銀鉱が温泉場の東方付近に発見され，約50年間はその採掘で賑わったが，銀鉱の富鉱体を掘りつくすとともに，次第にその繁栄もおとろえはじめ，ついに廃坑となった。その頃，１鉱夫が温泉を発見した。それは慶長年間の頃であったという。

(2) 地形と地質

イ) 地　　形

温泉を中心とする地域は，宮城県との県境の西斜面にあたり，標高 400～500 m の山岳地帯で，銀山川およびその支流薬師沢は，この山岳地帯を浸蝕して北西方に流れる。温泉街は銀山川の西岸に，川をはさんで発達している。

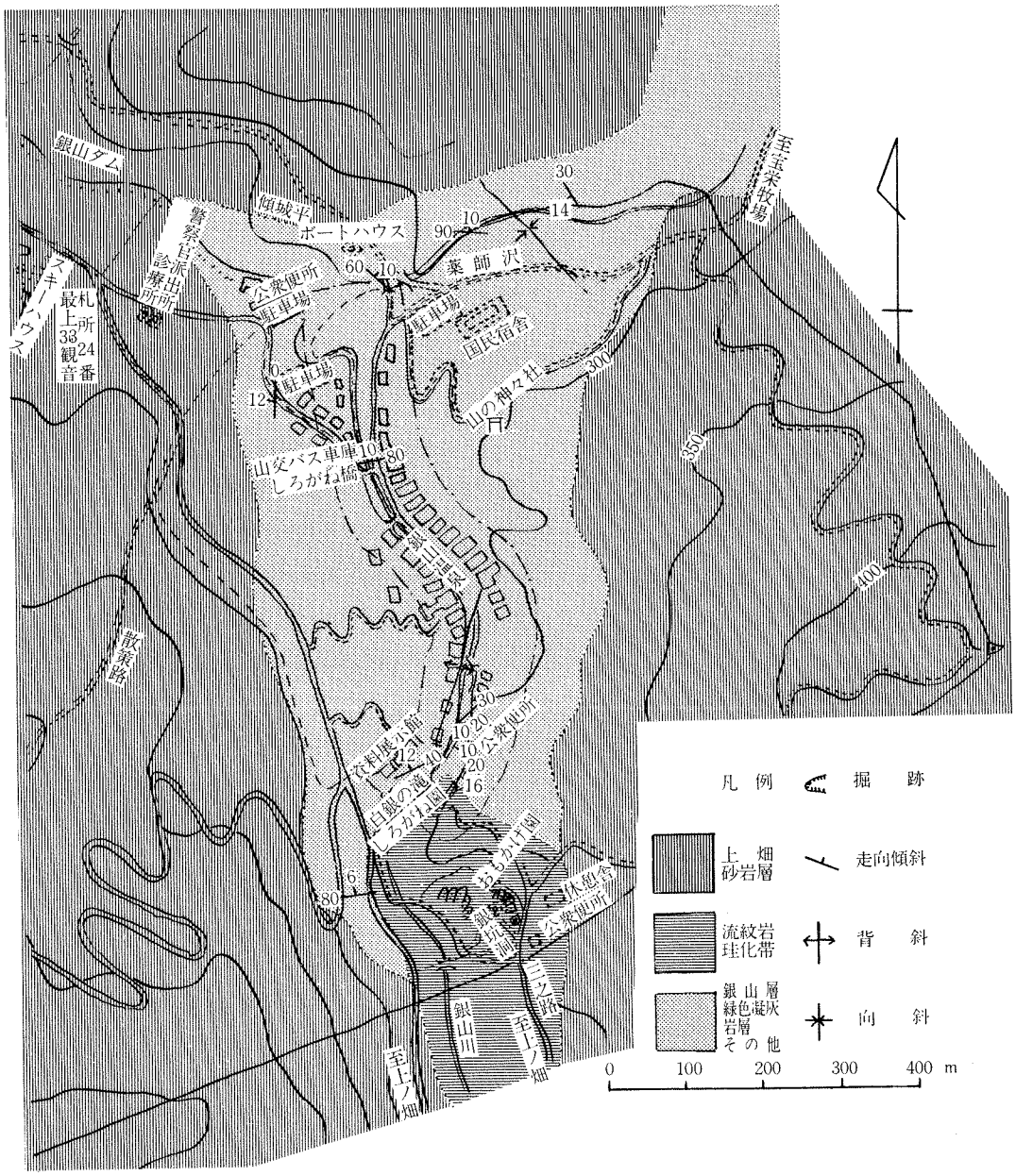


図164　銀山温泉地質図

ロ） 地質および地質構造

a．地　　質

付近の地質は図164に示したように，銀山層と呼ばれている，緑色凝灰岩，砂岩，灰色凝灰岩などで，前述の銀山鉱床地帯には図164のように，珪化帯が発達している。

下部の緑色凝灰岩は，薬師沢にそってよく露出していて，銀山川の行人沢合流点付近から，温泉街白銀橋付近まで分布する。緑色の安山岩質凝灰岩および同質の凝灰角礫岩を主体とし，中部には，銀山貝化石層といわれる凝灰色砂岩層があり，上部は流紋岩質に漸移する。

中部の砂岩層は，上ノ畑部落を中心としてかなり広く分布していて，温泉街付近の大部分はこの砂岩層になっている。この中には，角礫凝灰岩のほか，灰色凝灰岩および淡緑色凝灰岩などが２～５ｍの厚さで発達する。

上部は，塊状の灰色軟質の凝灰岩で，亀裂はほとんど発達しない。

これらの地層が堆積した後に，銀山鉱床をもたらした酸性火成活動が行われ，前述の珪化帯を形成した。

b．地　質　構　造

この地帯は，概観的にはＮ20°±Ｅの走向で西へ15°前後の傾斜をもった地帯であって，谷底にはより古い地層が発達し，漸次上位の地層が山の高位の位置にも分布している。局部的には走向傾斜の乱れも見られるが，大きい断層も発達していない。温泉街付近の地質構造は，図164に示したように，温泉は珪化帯の末端付近に見られ，上ノ畑砂岩層中の亀裂を通って湧出しているようである。

能登屋旅館の温泉湧出口で見られるように，亀裂の内面には，珪化帯の形成時と考えられる石英が晶出していて，その亀裂から，温泉が湧出している。これとほぼ同様の亀裂は，白銀滝の西南方の崖，東方の崖，鬼子母神の採掘跡にも見られ，それらは，Ｎ70°～76°Ｅの走向で，北方へ68°～78°傾く，幅２～５㎜の亀裂，あるいは，Ｎ34°Ｅの走向で，西へ70°Ｗの数本の亀裂が見られ，その内面には，能登屋の温泉湧出口で見られるような，石英の晶出が見られる。

(3) 源　泉　状　況

銀山温泉には，２掘さく源泉と５自然湧出源泉がある。掘さく源泉の１つである組合源泉は，温泉街の南東端に近い銀山川左岸にあって，大正末期に掘さくされたもので，その深さは約20ｍである。掘さく源泉の他の１つは松本源泉で，温泉街の北西端に近い銀山川の左岸に，約３ｍ掘さくしたものである。

自然湧出泉はいずれも銀山川の左岸および河床中に湧出し，そのまま利用しており，その分布は図165に示したとおりである。

各源泉の泉温・湧出量等を示せば表123のとおりである。

組合源泉の掘さく工事によって，下流側の小関館・能登屋の両源泉は湧出を停止し，約２か月で回復したとのことである。

小関館・大湯・亀の湯源泉の湯は，いずれも銀山川川床よりガスと共に湧出し，川底に伏せた集湯

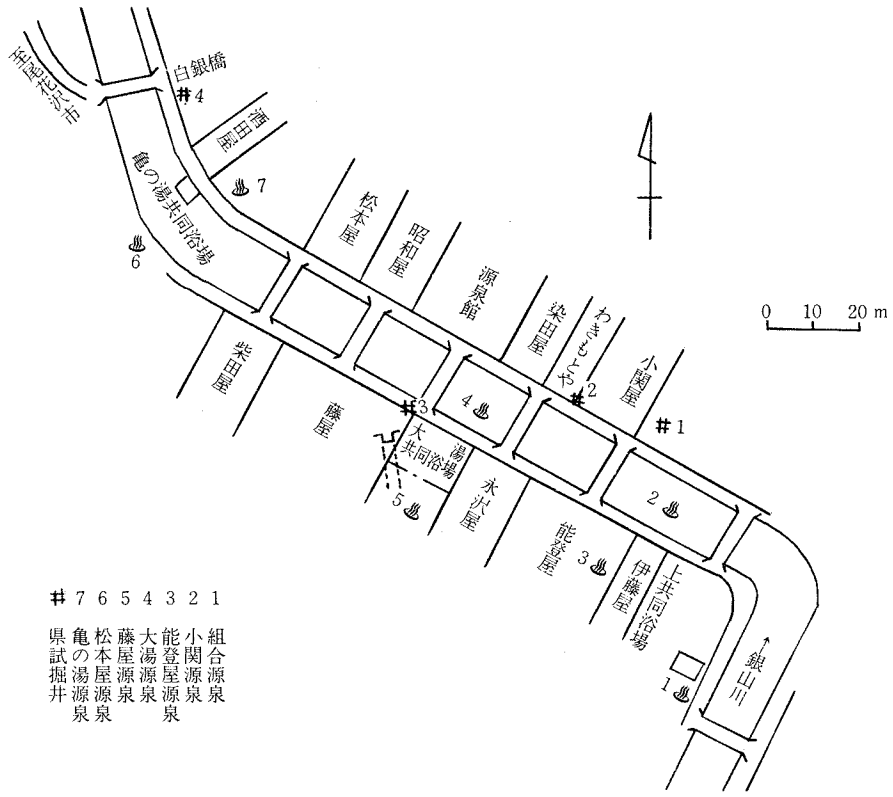


図165　銀山温泉源泉分布図

表　123　　(1971年10月26日調)

源泉名	湧泉状況	泉温 ℃	湧出量または揚湯量 l /min	動水位 m
組合源泉	動力揚湯	59.5 (59.0)	222.2 (189.0)	3.75 (3.5)
能登屋源泉	自然湧出	64.0 (65.0)	10.0 (15.6)	
小関源泉	〃	63.0 (63.0)	101.0 (90.4)	
大湯源泉	〃	48.0 (46.0)	Ca 10.0 6月22日	
藤屋源泉	〃	48.0 (47.0)	1.6 (1.79)	
松本屋源泉	動力揚湯	47.0 (47.0)	10.0 (15.0)	
亀の湯源泉	自然湧出	45.0 (45.8)	Ca 10.0 6月22日	

槽周辺からも気泡の発生が認められ，温泉水を全部集めきっていないと思われるものもある。

能登屋・藤屋源泉の湯は銀山川左岸の山腹より湧出している。さらに滝見橋上流の同じ左岸山腹，永沢屋裏また能登屋対岸などに温泉水の湧出や異常高温などが認められる。

各源泉とも降雨によって湧出量，泉温ともに上昇するため，銀山川には数か所に堰を設けて同川の水位上昇に努めている。

(4) 化 学 成 分

銀山温泉には7本の源泉があるがいずれも含食塩硫化水素泉に属する。

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+が主体のほかK^+.Ca^{2+}を多く含有している。陰イオンとしてはCl^-を主体とし，SO_4^{2-}とHCO_3^-がそれについで多く含まれている。

特徴としては，H_2SiO_3を多く含有し，HS^-及び遊離H_2Sの含量も多い。

以下，代表的な2源泉の中分析結果を示す。

表124 **銀山温泉**（源泉名　組合源泉）

1．ゆう出地　尾花沢市大字銀山新畑字北424 の1　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年10月6日）11時20分

(1) 泉　温　58.2℃　天　候　晴　気　温　14.0℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　）

(3) 性　状　無色澄明にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し中性反応を呈す.

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.7　(5) ラドン含有量　$\times10^{-3}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和41年10月8日～昭和41年12月20日）

(1) 性　状　無色澄明にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し中性反応を呈す.

(2)水水素イオン濃度（pH）　6.85　(3) 比　重　1.0018（20℃）

(4) 蒸発残留物　2254mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	60.61	1.550	4.54	塩素イオン Cl^-	871.8	24.59	72.03
ナトリウムイオン Na^+	648.0	28.17	82.56	臭素イオン Br^-	1.160	0.0145	0.04
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.381	0.0030	0.01
アンモニウムイオン NH_4	2.054	0.1141	0.33	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	70.82	3.534	10.36	硫酸イオン SO_4^{2-}	326.8	6.808	19.94
マグネシウムイオン Mg^{2+}	5.127	0.4216	1.24	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	3.848	0.1924	0.56
フエロイオン Fe^{2+}	0.764	0.0274	0.08	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.630	0.0229	0.07	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.516	0.2799	0.82	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	150.1	2.460	7.20
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.042	0.0014	0.00
計	790.5	34.12	100.0	水硫イオン HS^-	2.155	0.0672	0.20
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.077	0.0010	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	72.75	1.660		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	101.3	1.298		ほう酸イオン BO_2^-	0.300	0.0070	0.02
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	174.1	2.958					
遊離炭酸 CO_2	71.74	1.640					
遊離硫化水素 H_2S	5.037	0.1478		計	1357	34.14	100.0
計	76.78	1.788					
総計	2398						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉　質　含食塩硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

表125

銀山温泉（源泉名　能登屋源泉）

1．　ゆう出地　　尾花沢市大字銀山新畑446

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年10月6日）11時45分

(1)　温　泉　　64.6℃　　天　候　　晴　　気　温　　14.0℃　　気　圧　　m.bar

(2)　ゆう出量　　（l/min）　（ゆう出状況　　自然湧出　　）

(3)　性　状　　無色澄明にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し中性反応を呈す。

(4)　水素イオン濃度（pH）　6.7　　(5)　ランド含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie　（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和41年10月8日～昭和41年12月20日）

(1)　性　状　　無色澄明にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し中性反応を呈す。

(2)　水素イオン濃度（pH）　6.8　　(3)　比　重　1.0020（20℃）

(4)　蒸発残留物　　2447 mg/kg

(5)　含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	66.08	1.690	4.58	塩素イオン Cl^-	957.1	26.99	73.16
ナトリウムイオン Na^+	701.5	30.50	82.73	臭素イオン Br^-	1.266	0.0158	0.04
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.423	0.0033	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	2.305	0.1281	0.35	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カリシウムイオン Ca^{2+}	74.23	3.704	10.05	硫酸イオン SO_4^{2-}	339.2	7.067	19.15
マグネシウムイオン Mg^{2+}	6.075	0.4996	1.36	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.568	0.0784	0.21
フエロイオン Fe^{2+}	0.160	0.0057	0.02	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.580	0.0211	0.06	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.823	0.3140	0.85	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	162.6	2.664	7.22
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.048	0.0016	0.00
計	853.8	36.86	100.0	水硫イオン HS^-	2.275	0.0688	0.19
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.077	0.0010	0.00
ほう酸（メタ）HBO_2	74.77	1.706		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	103.9	1.331		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.214	0.0050	0.01
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	178.7	3.037					
遊離炭酸 CO_2	78.16	1.776					
遊離硫化水素 H_2S	5.153	0.1512		計	1465	36.90	100.0
計	83.31	1.927					
総計	2581	78.72					
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．　泉　質　　含食塩硫化水素泉（緊張低張性高温泉）

(5) 地球化学的考察

銀山温泉の各源泉の分布図は図 165 のとおりである。

これらの各源泉について1962年11月採水した温泉水について分析した結果を表 126 に示した。

表126　　銀山温泉の分析結果表（mg/l）　　1962年11月採取

源泉No.	源泉名	泉温℃	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	H_2S
1	組合湯	57.5	7.55	2230	50.5	560.0	105.9	2.54	900.7	325.1	157.0	7.37
2	小関館	61.0	7.75	2430	58.0	630.0	69.4	2.67	904.1	355.7	160.2	3.49
3	能登屋	64.0	8.10	2437	53.0	630.0	94.9	2.98	994.4	272.8	157.0	8.77
4	大　湯	56.5	7.40	2400	50.0	620.0	67.9	2.50	978.2	327.6	173.0	7.72
5	藤　屋	53.0	7.70	2380	52.5	630.0	70.6	2.54	958.8	257.5	178.8	4.74
6	松本屋	46.0	7.35	2455	51.5	650.0	69.84	2.77	984.6	274.7	167.9	8.65
7	亀の湯	44.0	7.50	1965	46.5	550.0	60.0	4.07	829.8	247.9	140.1	3.10

銀山温泉は泉温44～66℃，微弱アルカリ性でH_2Sを含み，Na^+及びCl^-を主要成分とする含食塩硫化水素泉である。７源泉のうち，２源泉は掘さく泉で他は自然湧出泉であるが，化学組成は掘さく泉，自然湧出泉を問わずいずれもほとんど同じである。

泉温と溶存物質総量，溶存物質総量と各成分相互の間にはあまり明確な相関々係は認められないが，おおよそ正の関係にあることがうかがわれる。

泉温は，自然湧出泉では銀山川の上流側の能登屋及び小関館の源泉が最も高く，次いで大湯，藤屋，亀の湯の順に下流になるに従って低温となる。

溶存物質総量は，能登屋，大湯，松本屋，藤屋，小関館等の源泉はほとんど変わらず，亀の湯源泉が最も少ない。また掘さくした組合源泉も自然湧出の源泉に比較して成分濃度は少ない。

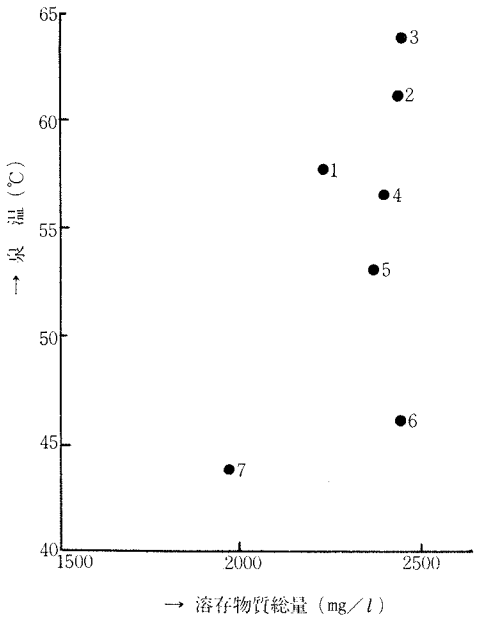


図166　泉温－溶存物質総量

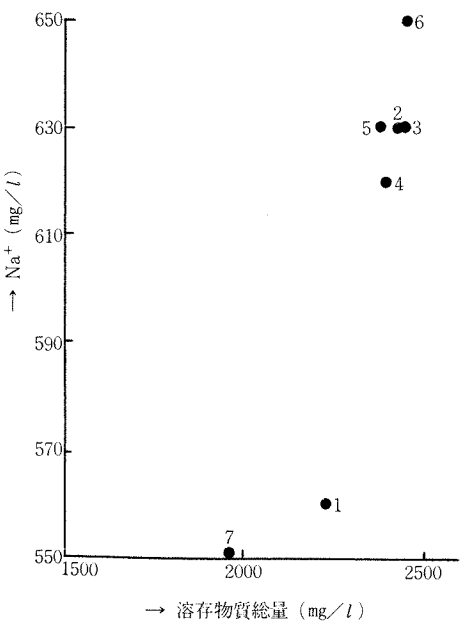


図167　Na^+－溶存物質総量

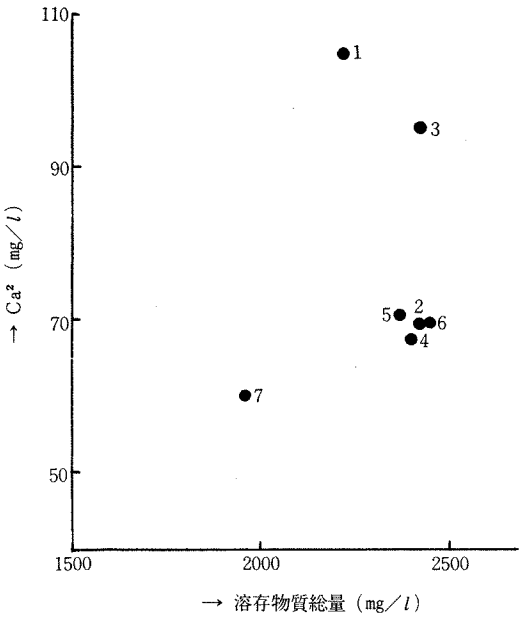


図168　Ca^{2+}－溶存物質総量

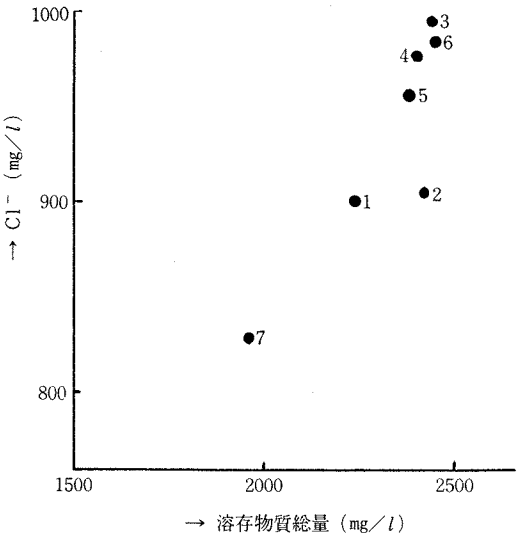


図169　Cl^-－溶存物質総量

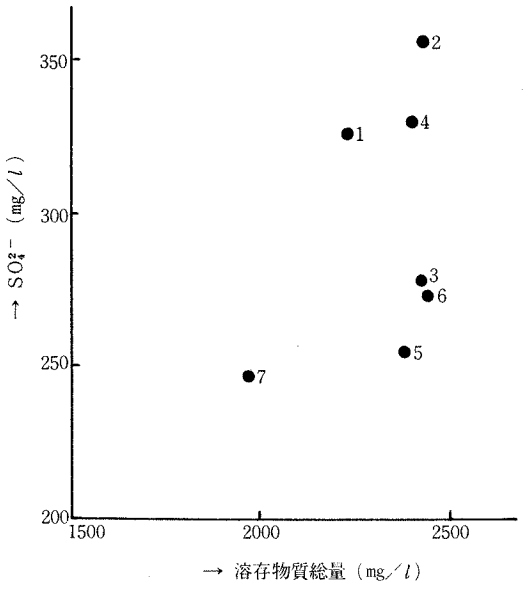


図170　SO_4^{2-}－溶存物質総量

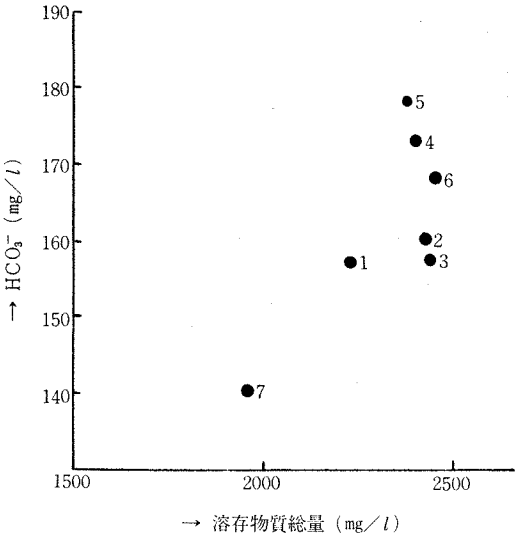


図171　HCO_3^-－溶存物質総量

(6) 地 温 調 査

イ) 1 m深地温

昭和37年9月に，温泉街を含む銀山川沿いで地温調査が行われているので，地下1 mの地温分布を図172に示す。

高温部は，上流では組合源泉のある上の湯共同浴場付近より能登屋付近にいたる地域，下流では柴田屋付近より亀の湯共同浴場にかけて出現している。

この高温部の異常性を，気象庁の地下1 m深の地温調査をもとにして算定し比較検討してみる。すなわち，銀山温泉地の地温は9月中旬では，20.3±2℃であり，この値と測定地温とを比較してみると，さきに述べた2つの高温部は異常性が強い。

地温の異常地域は図172に斜線で示した部分で，この異常地域にはすべての源泉が含まれている。

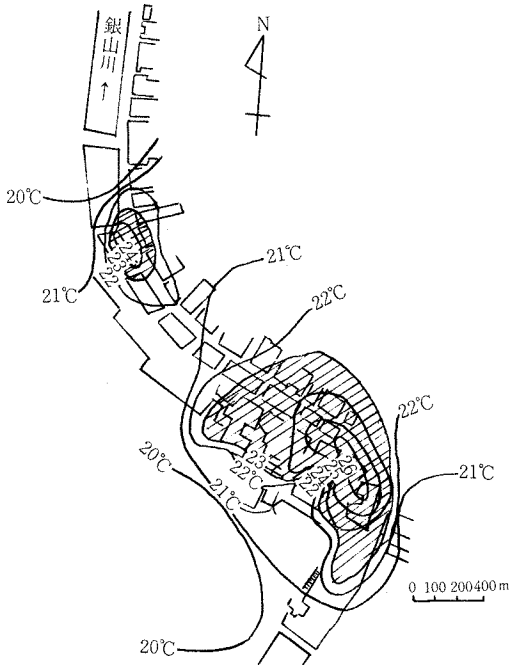


図172 地温分布図

ロ) 温 度 検 層

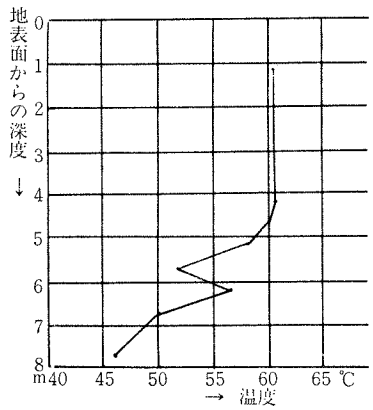


図173 温度検層図

湧出状況を調査するため，掘さく泉である組合泉の温度検層が試みられた。

組合泉は現在1HPタービンポンプで揚湯しているが，揚湯停止時（静水位2.05m）の温度検層は図173に示した如く，60.5℃の浅部温泉水は4.7 m付近より低下し始め6 m付近で51.5℃となり再び56.8℃と上昇し6.2 m付近より再び低下して7.7 mで46℃になる。

また揚湯時の水位は地表下約3 mであるが2.5 m付近の西側孔壁より温泉水（泉温60℃）が流入している状況が認められる。

(7) 酸化還元電位

銀山温泉の各源泉には，すべてSO_4^{2-}が含まれており，組合源泉で認められたように，地下浅所に湧出しているため，地表面土壌の酸化還元電位は温泉水の賦存状態によって大略決まるものと考

えられる。

測定地点は，地温測定を行った地点を含む地域をさらに拡げた地域で実施され，測定結果による電位分布は図174に示したようになる。

温泉水を含まない通常の土壌の酸化還元電位は 300 ～ 200 mV以上であるから図中斜線を施した部分が電位の異常地域とみなされる。

低電位地域は3か所あって，そのうち上流側2つの地域内には現在の自然湧出泉がすべて含まれているが，白銀橋下流左岸の低電位地域には現在源泉がなく，またこの調査では測点不足のため異常の程度とその形態がつかめなかったが，今後調査検討を加えるべき地域と思われる。

組合源泉，小関源泉は異常地域にはいらなかったが，これは川の中に測点がとれなかったためで，実際には高異常地域に入るものと考えられる。

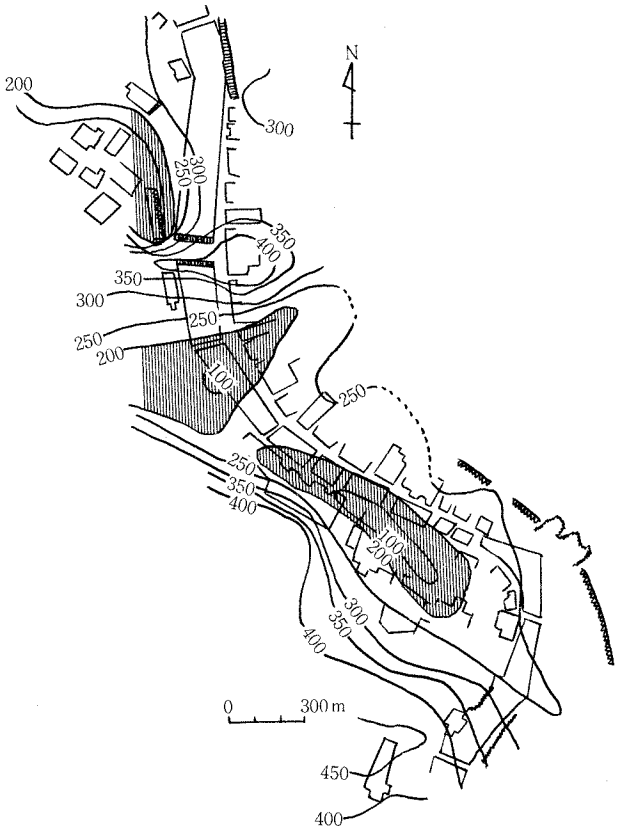


図174　土壌の酸化還元電位（数値はm）

(8) 湧　出　機　構

銀山温泉の湧出地域には，かつての銀鉱々床を胚胎した珪化帯の周縁部に発達するN30°～40° E，およびN60°～70° Wの方向をもつ亀裂帯があることは，地質の項で詳述したところである。この亀裂帯は，最大10cmにおよぶ空隙をもっており，その空隙には石英が晶出している。温泉はこの亀裂に沿って上昇するものと考えられる。つまり，裂カ泉である。この裂カには低角度のものもあるので，一見，層状泉のような感じをもつが，本来は上述のような理由で，裂カ泉と考えるべきである。そして湧出温度は銀山川の左岸で高く，右岸で低い。このことから，温泉の根源は温泉街の南西方にあるものと推定される。ただ，この場合の熱源の問題であるが，上述のような裂カはどこにでも存在するものなので，亀裂が多数存在するだけで温泉はできない。銀鉱床をもたらした珪化作用は，時代的に非常に古く（今から約2,000万年前），そのための熱が現在まで残留することは到底考えられない。付近には，火山らしいものはないし，しいて理由づけるならば，脊梁山脈に沿った高熱流帯に求める以外には熱源は考えられない。

(9) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　慢性関節リウマチ及びリウマチ性疾患　神経痛　神経炎　創傷　痔疾　梅毒性諸疾患　慢性皮膚病　慢性金属中毒症　糖尿病　慢性婦人科疾患　心臓弁膜症

浴用の禁忌症　すべての急性疾患殊に急性熱性疾患　憔悴状態（結核及び悪性腫瘍等）
高度の心臓病及び病勢進行中の疾患

飲用の適応症　常習便秘　慢性胃カタル殊に胃酸減少症　貧血症　慢性関節及び筋肉リウマチ　痛風　糖尿病　慢性金属中毒症　神経痛　肥胖症　腺病質　慢性気管支カタル

飲用の禁忌症　結核性疾患殊に肺結核　下痢又は下痢の傾向ある場合　胃酸過多症　胃潰瘍又は十二指腸潰瘍　腎臓炎　ネフローゼ　その他一般に浮腫のある患者

4．寒河江温泉

(1) 環境と沿革

寒河江温泉は，山形駅から分岐する左沢線の主要都市である寒河江市の市街地にある温泉で，駅付近を中心に湧出している。

この地域は，村山盆地の西縁に位置し，海抜約100 m，最上川とその支流の寒河江川との間に挟まれた平地で，サクランボの里として全国的に知られている。また，仙台から山形を経て，日本海側の鶴岡市にいたる国道112号線が，この地域を通過し，交通上の要所として将来の発展がますます期待されている。近くには，数多くの名所・景勝地がある。その1つの瑞宝山慈恩寺は，寒河江からおよそ5km北々西方の丘陵地の麓に建立された古刹で，1,200有余年前，行基菩薩の草創と称されており，不犯の霊場として栄えたところである。中でも，本堂弥勒堂は豪壮な桃山建築の粋をなすといわれ，阿弥陀仏とともに国宝に指定されている。

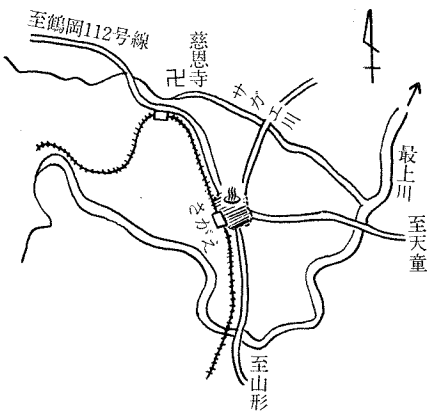


図175　寒河江温泉環境図

そのほか，月山の夏スキー場がバスで行程およそ2時間の距離にあり，本温泉は，その休養基地としても好適なところといえる。

本温泉の開発はまだ新しく，1952年寒河江市の佐藤繊維株式会社が，糸の洗浄用水を得る目的で井戸を掘さくした際，深度72m弱の坑底で温度42℃の温泉の賦存が確認されたことに端を発している。以来本格的な温泉開発が進み，数年の間に駅の北側市街地で，およそ500m四方の地域内に大小10本の温泉ボーリングが行われ，今日の寒河江温泉を形成するようになった。

(2) 地　　質

寒河江市付近の地質は，新第三系の堆積岩を基盤とするが，地表ではその一部が市街地の北西部にある長岡山と，南部の最上川左岸にある高瀬山丘陵の一部にわずかに露出しているだけで，それを構成する地層は，主として凝灰質礫岩乃至砂岩および凝灰質泥岩で，大部分は流紋岩質である。これに対し，大部分の平地は厚い第四系におおわれており，温泉掘さくの結果からみると，むつみ荘源泉では，深度156m，沢の湯源泉では深度187mで，それぞれ新第三系に達したもののようである。この厚い第四系を構成する地層は，礫層と砂層を主としそれに屢々粘土層を挟み薄い泥炭層を伴なうことがある。

また，基盤の新第三系は，沢の湯源泉の地質柱状図からみると，主として凝灰質砂岩・礫質砂岩砂岩および泥岩等からなり，ところどころに亜炭の薄層を挟有し，層位的には長岡山や高瀬山丘陵に露出する地層と大差ないが，やや下位と思われる。また採取されたコアーの泥岩の層理から，深さ340m付近の地層の傾斜が，60°～70°であることが確認された。なお，地域の西部には略南北に走る断層にともなう破砕帯が推定される。このような地質構造については，かつて実施された地震探査や電気探査によっても推定されている。長岡山東縁と高瀬山東縁を結ぶ南北にのびる崖は，おそらく以上の断層に支配されて形成された地貌を示すものであろうと推定される。

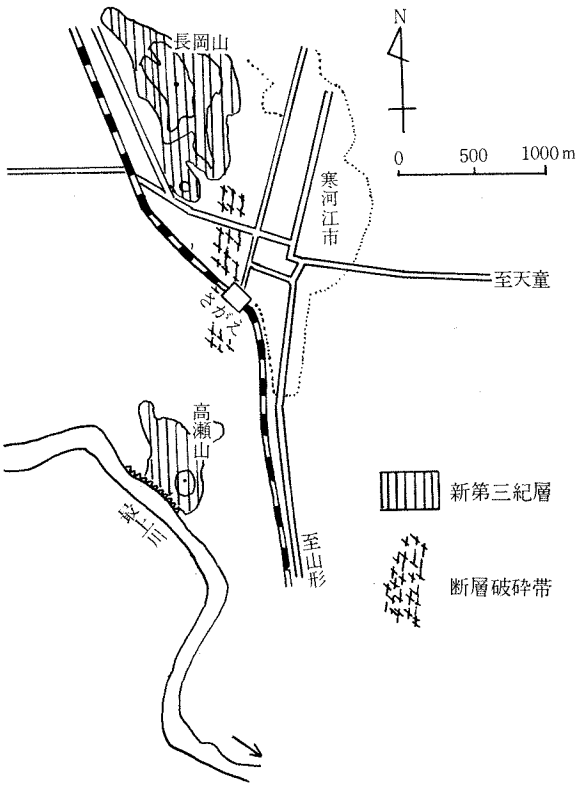


図176　寒河江市付近地質図

(3) 源　泉　状　況

イ)　源泉の分布・泉温・湧出量

本温泉には10本の掘さく源泉が数えられるが，現在利用しているのはそのうちの8本である。また，それらの源泉の分布は，図178に示すとおりである。

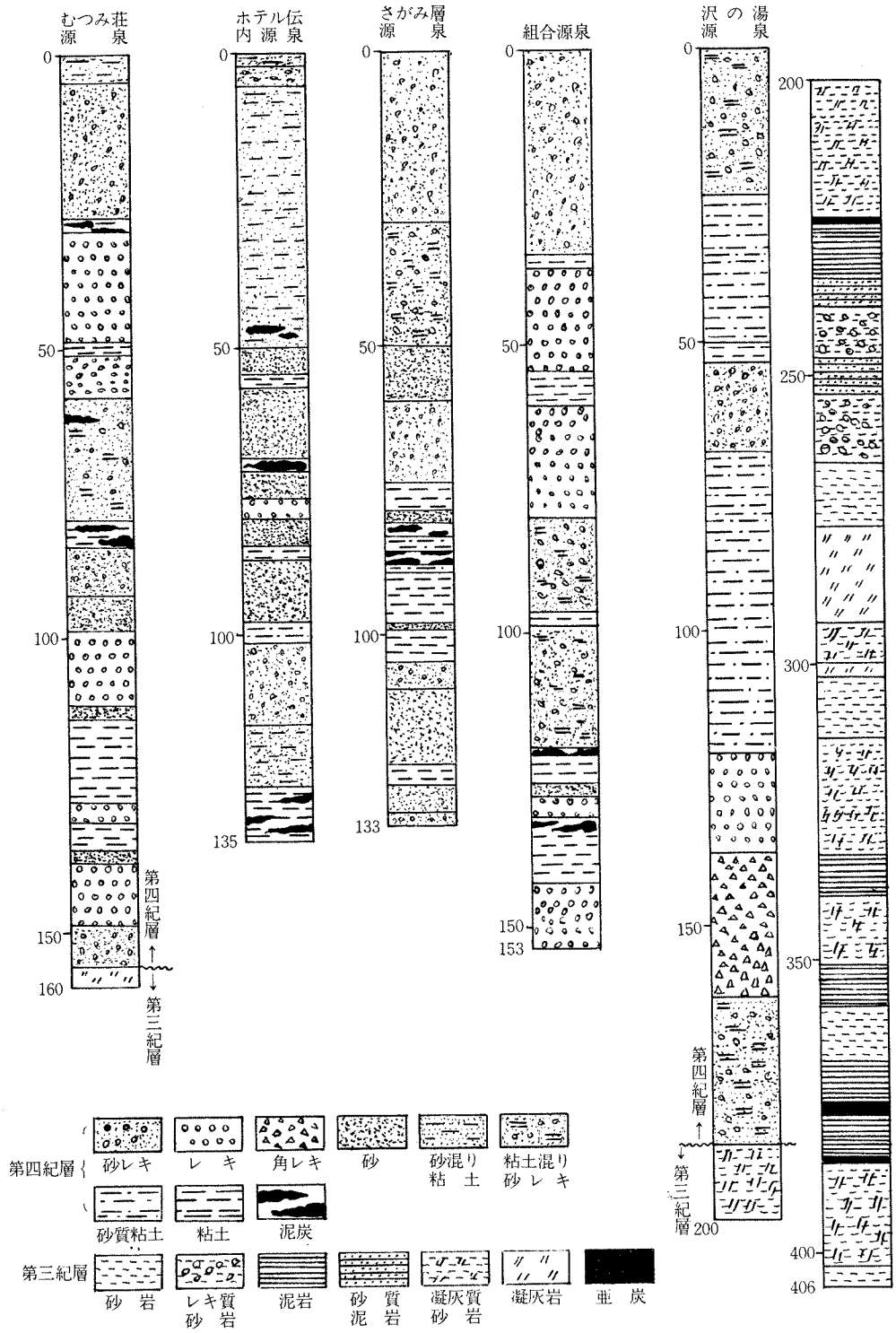


図177　寒河江温泉における掘さく源泉の地質柱状図

寒河江温泉における源泉の掘さく深度
泉温・湧出量・動水位調

表127

No. 源泉名	深度m	泉温℃ 坑底	泉温℃ 湧出口	湧出 揚湯量ℓ/m	動水位m
1 むつみ荘	160	48	44	120	7.55
2 ホテル伝内	135	45	39.5	33.3	自然湧出
3 さがみ荘	133	43	38	60	3.00
4 組合泉	153	44	42.5	109	6.47
5 菊の家	56	35	31	20.6	7.10
6 賀原屋	55	31	31	21.4	4.90
7 八幡屋	54	34	—	—	廃止
8 沢の湯	406	43	38.7	85.7	—
9 末広	44	25	25	5.7	8.12
10 日東食品	183	38.5	—	—	休止
計				455.7	

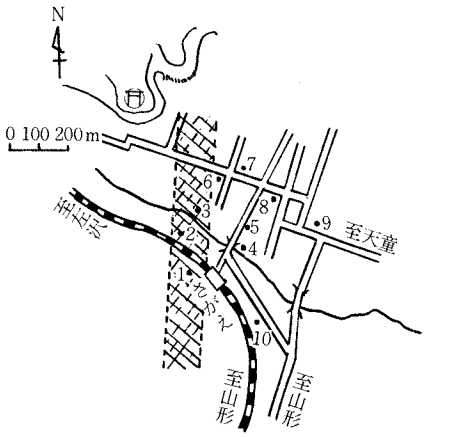


図178　寒河江温泉の源泉分布図

現在ホテル伝内源泉だけが自噴を維持しており，他は動力揚湯である。泉温は25°～44°Cで，分布上からみると南西部に位置する源泉の泉温が高い。

各源泉の深度・泉温・湧出量・動水位等について，1971年11月調査した結果を表127に示した。総湧出量は455.7 ℓ/minで，1955年の開湯当時からみると漸減の傾向をたどっている。

ロ）　気象状況による湧出量の変化

温泉の湧出量が気象条件によって変化することは多くの研究例がある。この事実を明らかにしておくことは，温泉管理及び利用の立場からも，また，近接する温泉相互の利害関係の調整上からも必要であり，有益なことである。寒河江温泉について，温度・成分・湧出量等の変動状況を1957年3月12日から同4月10日まで約1か月間にわたって観測した。

対象源泉としては，自噴源泉であるNo.2，3を選び，動力揚湯源泉としてはNo.5を選び，前者の場合は泉温，湧出量を，後者の場合は揚湯を停止せしめ，その静止水頭を夫々観測することにした。なお，観測期間中は，付近の動力揚湯の条件を一定状態にしておいた。

観測の結果は表128に示したが，本期間中は，1年を通じて最も気象条件に差異を生ずる時である。即ち，冬期間の積雪が陽春の気温上昇に伴なって融け始め，3月末になると地表には積雪が消え，やがて地表が乾くことになる。このような変化が温泉の湧出量や静止水頭にも影響を及ぼすが，その結果は表128から作成した図179に明確に示した。

これによれば，積雪の期間中（3月24日まで）は，気温の上昇に比例して湧出量が増加し，静止水頭が上昇する。この傾向は融雪後もなお暫らく続くが，付近の地表がすっかり乾燥状態になると，逆の現象，即ち，気温の上昇に反比例して湧出量が減少する傾向を示した。

これらの事実は，本温泉が，地表水或いは自由面地下水による水によって，湧出機構が敏感に支配されることを物語るものと言えよう。

表128　気象条件・湧出量及び静止水頭の観測結果

年月日	気象条件			湧出量（l/min）		静止水頭（cm）
	気温℃	気圧（mb）	降水量（mm）	ホテル伝内	さがみ荘	菊の家
1957	（正午）	（正午）				
3.10	1.4	996.5	2.8	—	—	—
11	2.7	986.4	0.0	—	—	—
12	1.1	985.8	0.1	252	49	460
13	2.3	993.1	0.0	257	50	458
14	2.9	990.7	0.0	257	53	433
15	3.0	100.0	0.0	265	53	430
16	5.6	100.3	0.0	265	53	439
17	7.1	993.8	0.0	299	52	435
18	7.3	998.3	0.0	311	50	430
19	8.7	992.3	0.0	328	57	424
20	7.5	991.4	0.6	311	55	424
21	6.0	982.1	7.7	328	56	421
22	1.0	995.4	0.1	211	52	418
23	4.2	999.9	0.0	328	52	421
24	8.4	985.4	0.0	328	56	421
25	4.3	991.0	3.7	328	55	424
26	2.6	989.3	2.0	311	53	421
27	6.1	996.7	0.0	311	52	424
28	6.6	995.5	0.0	299	50	430
29	8.5	999.7	0.0	299	50	418
30	14.1	994.6	0.6	290	53	418
31	5.6	989.7	2.2	288	49	418
4. 1	2.4	993.2	2.5	270	46	418
2	2.4	989.8	4.7	239	49	415
3	3.5	992.2	0.0	257	48	—
4	11.6	996.2	0.0	257	50	—
5	14.3	999.2	0.0	288	50	—
6	13.7	100.2	0.0	299	49	—
7	13.8	999.6	0.0	270	47	—
8	20.1	998.2	0.0	257	46	—
9	22.3	996.1	0.0	227	42	—
10	6.7	100.9	0.0	257	43	—

摘要　1．　静止水頭は地表面よりの測定値である。
　　2．　3月24日頃までは地表に積雪あり。

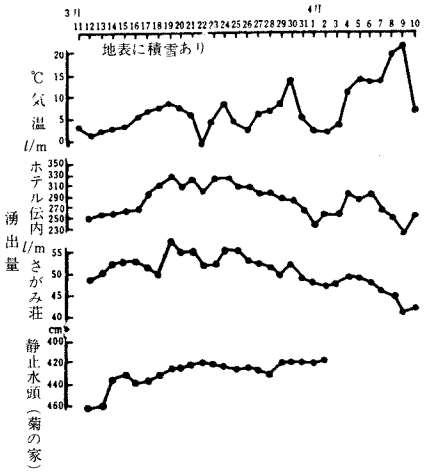


図178　気温・湧出量及び静止水頭の関係図

(4) 化学成分

寒河江温泉には10本の源泉があり，大別して含重曹弱食塩泉に属するものと，単純温泉に属するものに分類される。

含重曹弱食塩泉に属するものの化学成分は，陽イオンとしてはNa^+が主体でCa^{2+}を比較的多く含

有し，陰イオンとしてはCl^-及びHCO_3^-を主体としている。

また，単純温泉に属するものの化学成分は，陽イオンはNa^+，陰イオンはHCO_3^-を主体としており，前者と同様SO_4^{2-}が極めて少ないのが特徴である。

以下，代表的な2源泉の中分析結果を示す。

表129　**寒河江温泉（源泉名　むつみ荘源泉）**

1．ゆう出地　寒河江市大字寒河江字幸田333の2　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年2月2日）　14時10分

(1) 泉温 43.5℃　天候 晴　気温 5.5℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　）

(3) 性状　淡黄褐色澄明にして異臭なく微かに鹹味を有し中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.4　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年2月9日～昭和42年3月15日）

(1) 性状　淡黄褐色澄明にして異臭なく微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す，

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(3) 比重　1.0009　(20℃)

(4) 蒸発残留物　1131 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	12.71	0.3251	1.82	塩素イオン Cl^-	443.3	12.50	69.86
ナトリウムイオン Na^+	344.0	14.96	83.72	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	5.143	0.2857	1.60	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	29.04	1.449	8.11	硫酸イオン SO_4^{2-}	8.231	0.1715	0.96
マグネシウムイオン Mg^{2+}	9.428	0.7753	4.34	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.260	0.0093	0.05	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.573	0.0637	0.36	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	317.1	5.199	29.06
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.936	0.0156	0.09
計	401.2	17.87	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.462	0.0060	0.03
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	86.66	1.110		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.00
計	86.66	1.110					
遊離炭酸 CO_2	30.50	0.6932					
遊離硫化水素 H_2S				計	770.0	17.89	100.0
計	30.50	0.6932					
総計	1288	37.56					
その他	HS^-, H_2S, HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含重曹弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

表130

寒河江温泉（源泉名　組合泉）

1．ゆう出地　寒河江市大字寒河江字十日市場甲523　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年2月2日）

(1) 泉温　41.7 ℃　天候　晴　気温　4.0 ℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯，　）

(3) 性状　淡黄褐色澄明にして異臭なく中性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年2月9日～昭和42年3月15日）

(1) 性状　淡黄褐色澄明にして異臭なし中性反応を呈す，

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.1　(3) 比重　1.0003　(20℃)

(4) 蒸発残留物　392.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	7.820	0.2000	3.38	塩素イオン Cl^-	49.28	1.390	23.37
ナトリウムイオン Na^+	92.18	4.008	67.70	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	9.000	0.5000	8.45	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	11.15	0.5564	9.40	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	5.730	0.4712	7.96	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	3.760	0.1346	2.27	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン　ン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.448	0.0498	0.84	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	227.7	4.551	76.51
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.162	0.0054	0.09
計	130.1	5.920	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.154	0.0020	0.03
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	79.17	1.014		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	79.17	1.014					
遊離炭酸 CO_2	66.76	1.517					
遊離硫化水素 H_2S				計	327.3	5.949	100.0
計	66.76	1.517					
総計	603.3	14.40					
その他	SO_4^{2-}，HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　単純温泉（緩和低張性高温泉）

(5) 地球化学的考察

寒河江温泉の各源泉の分布状況は図178のとおりである。

寒河江温泉の各源泉について，1957年5月20日採水した泉水について化学分析した結果を表131に示した。

表131　寒河江温泉の調査結果及び分析結果(mg/l)　昭和32年5月20日採水

源泉No.	源泉名	深度(m)	泉温(℃) 孔底	泉温(℃) 湧出口	湧出量 l/min	動水位(cm)	pH	溶存物質総量	総アルカリ	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	HCO_3^-	SiO_2
1	むつみ荘	148	48	43.7	167	870	7.5	1290	1044	53.4	15.0	560.3	305.0	66.1
2	ホテル伝内	120	45	40.8	252	自噴	7.5	1266	994.7	59.2	13.3	593.9	213.5	62.8
3	さがみ荘	110	43	38.2	45	〃	7.5	904.8	743.5	33.4	8.5	326.4	329.4	68.4
4	組合泉	152	43	41.7	135	520	7.1	379.2	323.9	18.6	7.0	46.3	241.0	78.5
5	菊の家	56	35	34.3	23	450	6.9	357.0	320.9	9.2	8.0	69.5	231.8	74.3
6	賀原屋	53	31	28.3	14	650	7.3	368.5	312.8	16.0	6.2	41.1	210.5	72.0
7	八幡屋	50	34	31.0	58	620	6.9	346.0	300.7	8.0	6.1	31.2	256.2	73.6
8	沢の湯	270	43	38.4	198	1300	7.1	239.0	195.7	5.7	5.6	32.6	184.1	70.8
9	末広	44	25	23.2	23	600	7.0	469.0	350.7	20.6	9.4	177.8	143.4	52.7
10	日東食品	180	38	33.0	120	400	6.9	378.0	362.1	18.6	4.8	36.9	306.1	74.0

これらの分析結果によると，pHは6.9～7.5の範囲でいずれも略中性である。溶存物質総量は200～1300 mg/l であり，陽イオンはNa^+（総アリカリとして200～1000 mg/l）が主体で，K^+とCa^{2+}が比較的多く共存している。

陰イオンはCl^-とHCO_3^-が主体をなし，SO_4^{2-}が非常に少ないのが特徴である。また，陰イオンは源泉によってCl^-が主体になっているものと，HCO_3^-が主体となっているものがあり，この点は特に興味のあるところである。その他の含有成分については別に特徴は見いだせない。

このように分析結果から泉質を区分すると源泉番号1～3は含重曹弱食塩泉に属し，4～10は単純温泉に属する。

各源泉の深度・泉温・各主要成分の関係について，横軸に各源泉を等間隔に配列し，縦軸に調査及び分析結果の実数をとり，図に示したのが図180である。

このグラフから，各源泉の深度と泉温とは大体同一傾向を示し，源泉No.4.8.10はNo.1～3に対して深度が大であるにもかかわらず，泉温が比例関係を示さないことは注目すべきことである。

pHはNo.1.2.3.6 がそれぞれ7.3～7.5を示し，他の源泉よりやや大である。それらの源泉は，いずれも市街地の西部に位置している。

泉温に対して溶存物質総量・総アルカリ・Ca^{2+}・Cl^-等は大体において，同じ傾向で増減しているが，No.9だけはCa^{2+}とCl^-とがかなり多く含有され，他の源泉とは逆の結果を示している。HCO_3^-は泉温とは特定の関係を示さず各源泉に比較的多く含有されており，No.1～3及びNo.9を除いては，

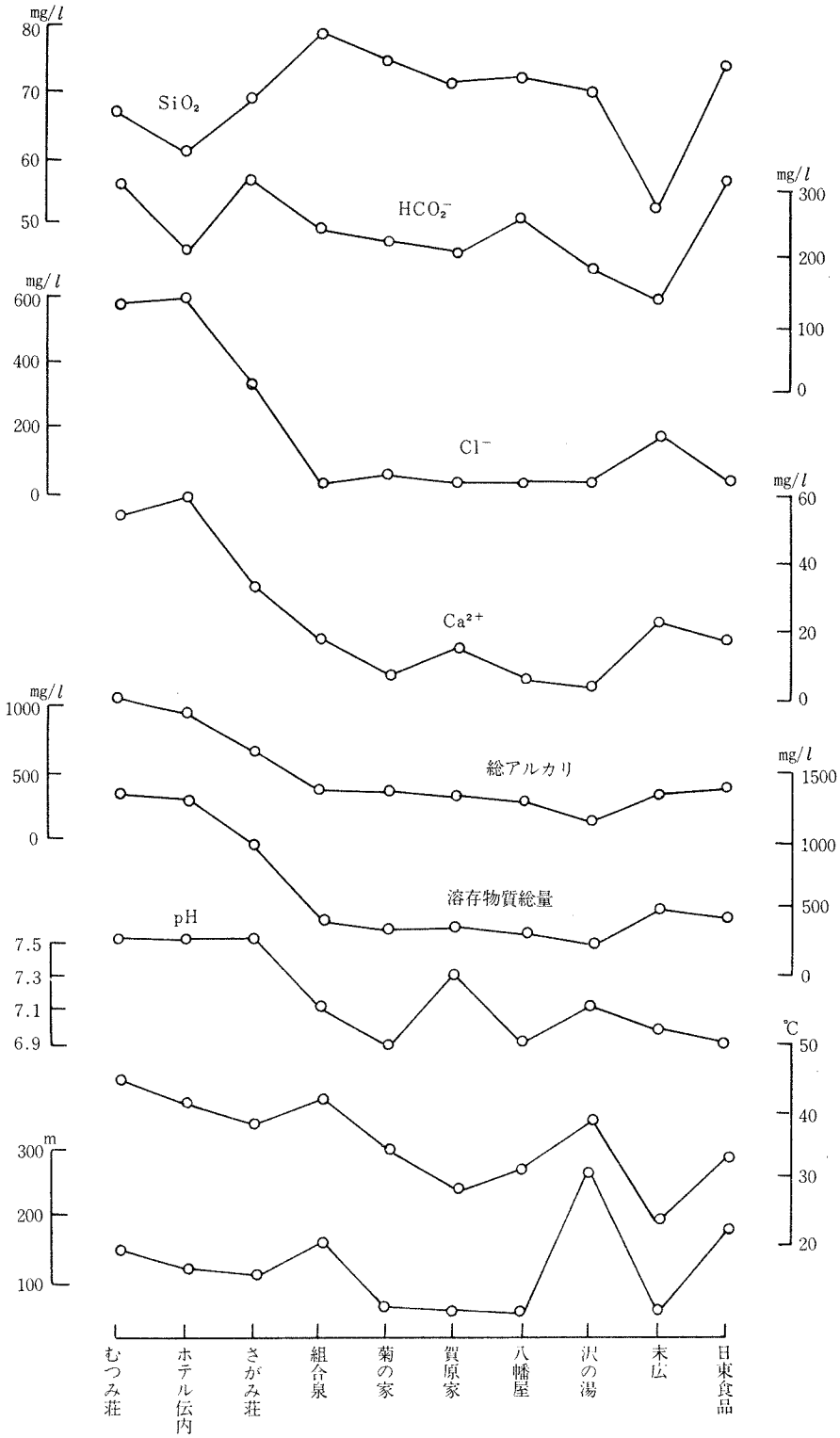


図180各源泉の泉温・深度・各成分の関係図

陰イオンの大部分を占めている。SO_4^{2-}はHCO_3^-とだいたい同じ傾向で増減しているようであるが，溶存物質総量の多いNo.1～3とNo.9には少ない。

以上が源泉深度・温度・各成分間の関係である。なお，図には示さなかったが，Mn^{2+}はCa^{2+}と同一傾向を示し，Mn^{2+}及びFe^{2+}は独立的な含有率を示すようである。

次に，陰イオンの主体をなすCl^-とHCO_3^-につき図181について検討してみると，No.1～3は共にCl^-が多く，またHCO_3^-も多い。すなわち，この3源泉は，陰イオンの主体がCl^-とHCO_3^-とから成立っており，他の源泉と化学組成を異にしている，一方，No.1～3以外の源泉ではCl^-が極めて少なくHCO_3^-が陰イオンの主体をなし，No.9は前二者の中間的な化学組成を示している。

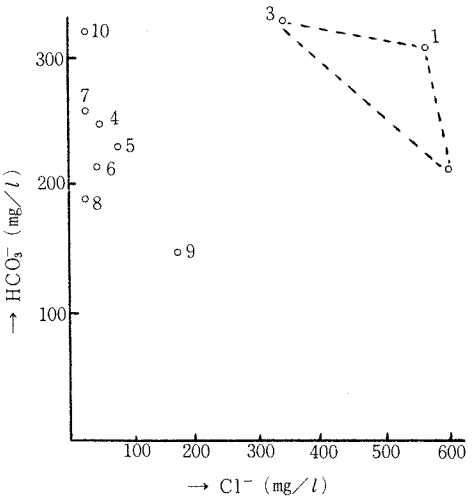


図181　Cl^-－HCO_3^-

以上の陰イオン構成から，本温泉水の生成機構を考察してみよう。

先ず，陰イオンと泉温との関係について検討することとする。

図182の泉温とCl^-の関係をみると，Cl^-含量の多いNo.1～3の各源泉が泉温も高い。一方，No.9はCl^-含量が比較的多いが，泉温は最低を示している。それは，一応源泉の深度が浅いことに起因すると考えられる。また，Cl^-含量の少ない源泉の場合は泉温の高いものもあり，また，低いものもあるが，それらは，深度並びに源泉所在の位置的関係によるもので，この点湧出機構と密接な関係があるものと推定される。

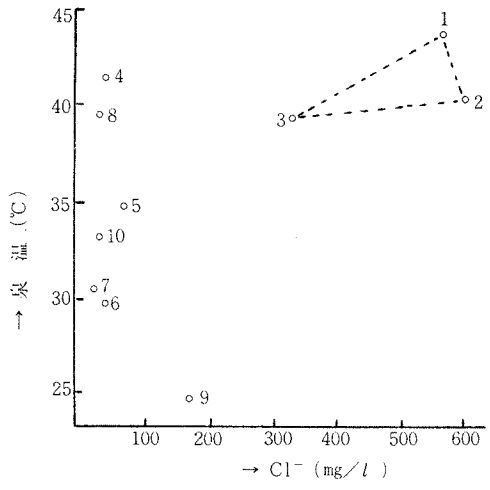


図182　泉温－Cl^-

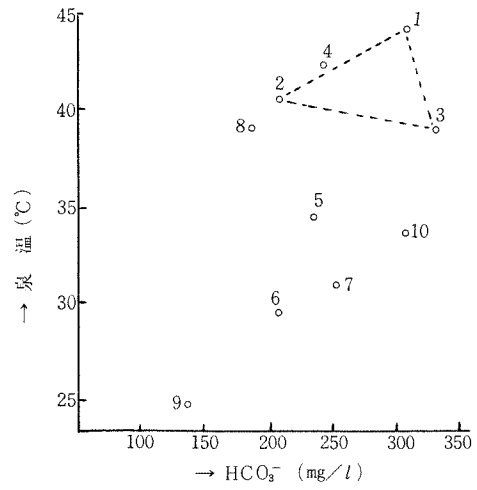


図183　泉温－HCO_3^-

次に図183に泉温とHCO_3^-の関係を示したが，前にも述べたようにHCO_3^-は陰イオンの主体として各源泉に一様に多く含有されるいるが泉温とは格別な因果関係は見いだせない。

(6) 地 温 調 査

1964年10月に，温泉地域の1m深地温調査が行われているが，当地の標準地温と比較して，浴湯や排湯による2～3の高温点を除いては，はっきりした地温異常帯はみられなかった。ただ，寒河江駅西部でやや高温と思われる区域があり，これは，温泉の水温分布で40℃以上の最高温源泉群の存在区域と一致している。その位置は，図184に斜線を施した部分で表わしてある。

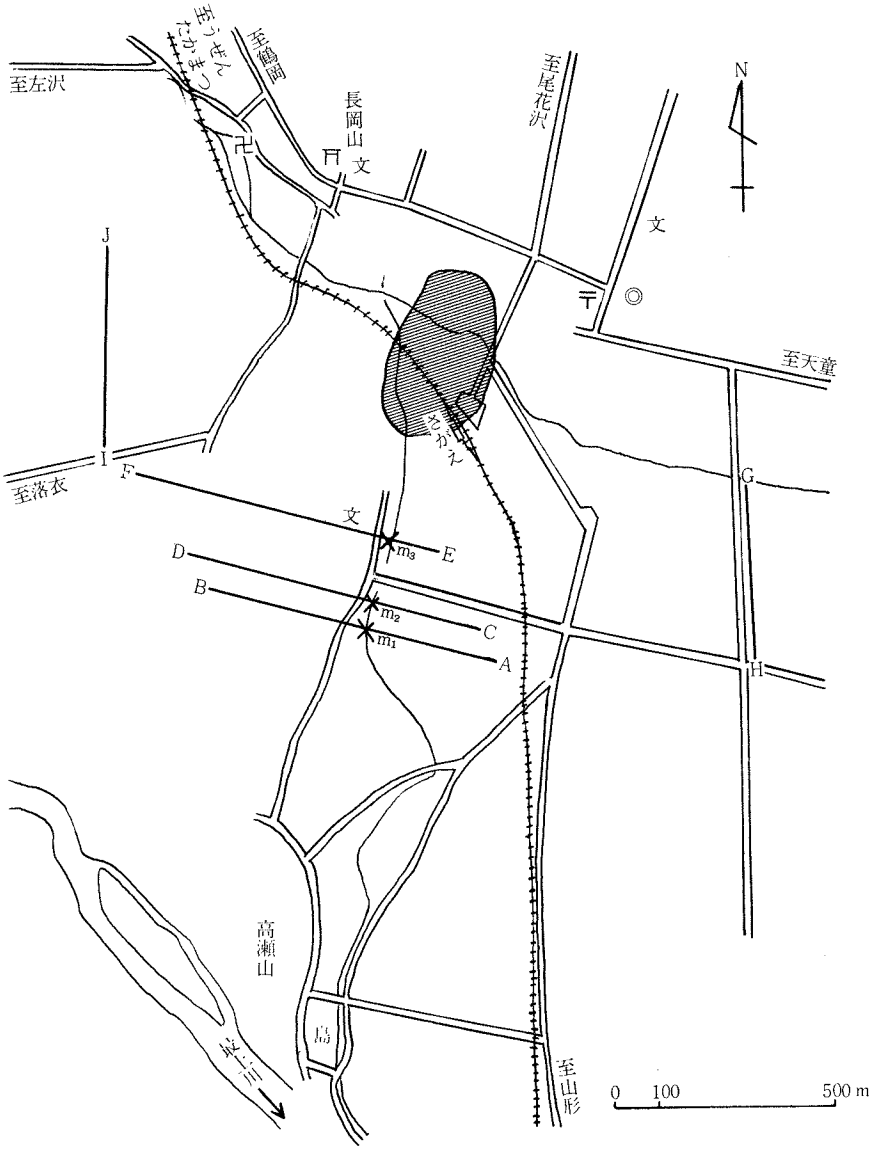


図184 電気探査位置図

(7) 電 気 探 査

弾性波探査などで，この地域には，寒河江駅西部をほぼ南地に走る断層破砕帯の存在が，以前から推定されていた。この推定断層の位置を確めるために，1964年に中央温泉研究所の手によって，電気探査が行なわれており，以下に述べるのはその要約である。

図184に示したA－B～I－Jの5つの測線について，30mごとに水平探査を施したもので，深さは30mおよび60mである。測線の長さは400～700mである。

図185および図186は測定結果のうち，A－B，I－Jにおける比抵抗の水平分布を示したものである。測線A－Bでは，m_1を中央にして東側は高比抵抗地域，西側では低比抵抗地域となっており，m_1の位置が断層破砕帯の中心部と考えられる。また，深さ60mの中心は，深さ30mの中心より約40m東にずれているので，断層はこの位置で40°～45°東に落込んでいることになる。同様にして，測線C－D，E－Fにおける中心点を推定するとm_2m_3が求められ，これらを結ぶ線が断層の方向を示す。以上のことから，断層破砕帯は高瀬山，長岡山の東側を結ぶ線上にあり，走向は北15°東，傾斜40°～45°東であると推定される。

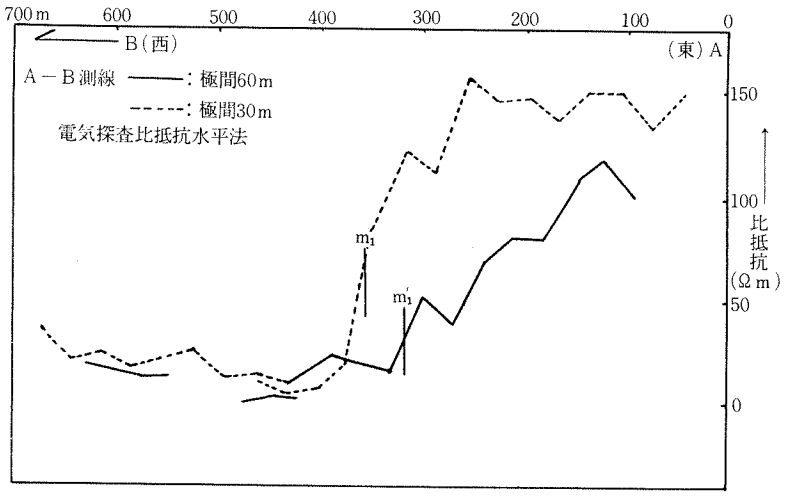


図185　比抵抗水平分布図（測線A－B）

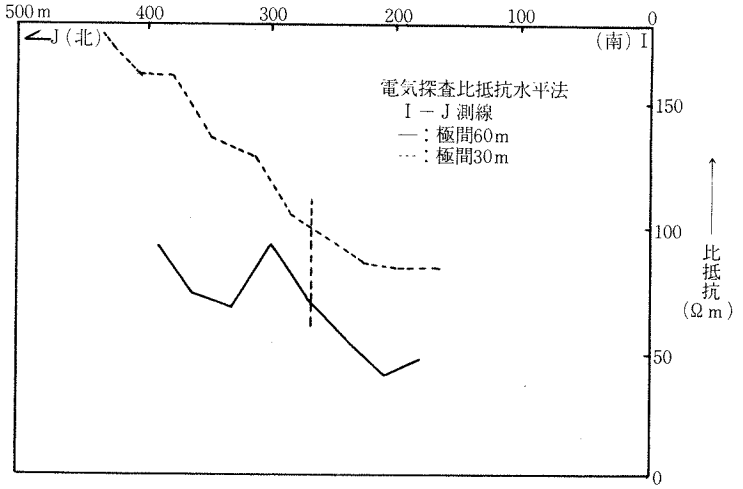


図186　比抵抗水平分布図（測線I－J）

測線G－Hではすべて比抵抗が高く，前記3測線の東側にみられる高比抵抗部と同じ地質に属するものと思われる。

測線I－Jでは，北側で高比抵抗，南側で低比抵抗を示しており，その中央から東西方向に延び

て前記断層と交差するもう一つの構造が考えられるが，一測線の測定結果からだけではまだ断定することはできない。

(8) 湧 出 機 構

本温泉における各源泉の化学成分を比較してみると，むつみ荘・ホテル伝内・さがみ荘の各源泉は，いずれも陰イオンの主体がCl^-及びHCO_3^-で，泉質は含重曹弱食塩泉に属し，温度的にもまた成分的にも本温泉地帯の主要源泉とみなされるものである。これに対し，沢の湯源泉は新第三系のかなり深部まで掘られているが，上記3源泉に比較して温度も低く，また含有成分にも差異があって，他の第四系中で掘さくが掘り止めされている源泉と同様である。ただ，組合温泉だけはやや温度が高い。

一方，地質の項で述べたように，地域の西側には，長岡山－高瀬山の東縁を結ぶほぼ南北方向に走る断層破砕帯が推定されており，むつみ荘・ホテル伝内・さがみ荘の各源泉はこの破砕帯の区域内に，組合源泉はそれに比較的近い箇所に掘さくされたものと推測される。

以上のことから考察すると，本地域の温泉の本源は，第三系中にあって，それが破砕帯の亀裂を上昇するものと考えられる。そして，第三系をはなれた温泉水は，第四系中を主として東方に流下するが，その過程で単純なHCO_3^-を含む地下水と混って，さまざまな性質の温泉水となり第四系中を流動する。したがって，破砕帯の区域内にある源泉では，第三系をはなれた直後の温泉が浅く湧出し，破砕帯の東側に分布する源泉では，第四系中を流動して，地下水と混合した温泉が湧出するものと考えられる。

(9) 適応症と禁忌症

（源泉名　むつみ荘源泉）

浴用の適応症　慢性関節リウマチ　結合織炎　創傷　火傷　慢性皮膚病　慢性婦人科疾患

浴用の禁忌症　すべての急性疾患殊に急性熱性疾患　憔悴状態（結核及び悪性腫傷等）
高度の心臓病及び病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性胃カタル　胃腸弛緩症（胃アトニー）　肥胖症　熱射病　殊にその予防

飲用の禁忌症　腎臓炎及びネフローゼ　浮腫のある場合

（源泉名　組合泉）

浴用の適応症　慢性関節リウマチ　結合織炎　神経痛　神経炎　骨及び関節等の運動器障害
外傷性障害の後療法　疲労回復

浴用の禁忌症　心臓病の代償機能不全　高度の動脈硬化症　高血圧症　興奮型の神経症
急性皮膚病　悪性腫瘍（がん及び肉腫等）　急性伝染病　肺結核

5．高　嶋　温　泉

(1) 概　　況

本温泉は，左沢線寒河江駅の南方およそ2kmの田園地内にある長閑な環境の温泉地である。1958年掘さくによって得られた温泉で，源泉の掘さく深度150m，泉温17.2℃の温泉が天然ガスと一緒に湧出する。

この地域は，山形盆地のほぼ中央部に位置し，第四系沖積統の湖成層が厚く発達し，いわゆる水溶性ガス田を形成している。本温泉はこのガス水を利用している。

(2) 化　学　成　分

本泉の化学成分は，陽イオンとしては$Na^{+}$$Ca^{2+}$が主体であるが$Fe^{2+}$を比較的多く含有し陰イオンとしては$HCO_3^{-}$を主体とする。

また，H_2SiO_3及び遊離CO_2も多く含有されている。

泉質は，単純炭酸鉄泉に属する。

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　胃腸病　慢性湿疹および苔癬　卵巣機能不全症　高血圧および循環器疾患　子宮発育不全症および月経障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　低色素性貧血　病後回復期　胃腸病　（食後飲用すること）

飲用の禁忌症　本泉飲用の後には茶，コーヒーなどを飲まないこと

高嶋温泉

表132

1．ゆう出地　寒河江市大字嶋228 の 1　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験績成（44年 6 月 4 日）　17時 5 分

(1) 泉　温　17.5℃　天　候　晴　気　温　21.2℃　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　　）

(3) 性　状　無色澄明にして鉄味を具へ中性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.6　(5) ラドン含有量　　×10⁻¹⁰C urie）　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年 6 月 7 日～昭和44年 6 月30日）

(1) 性　状　赫褐色沈澱を生じ，中性反応を呈す，

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.7　(3) 比　重　1.0004（20℃）

(4) 蒸発残留物　483.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水 1 kg中に含有する成分及びその分量表

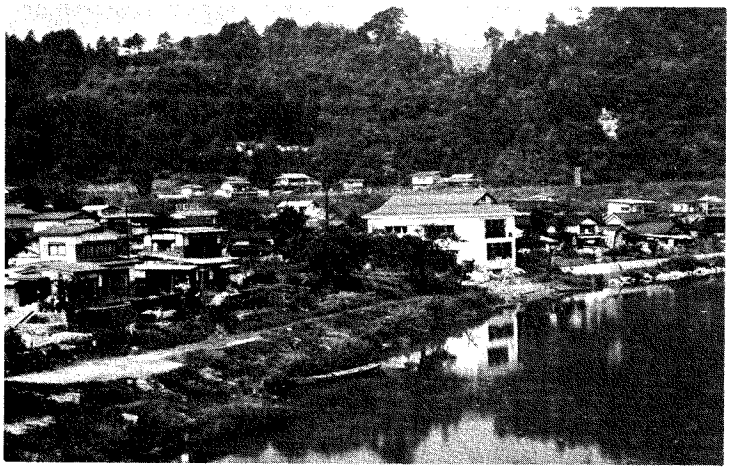
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	16.83	0.4304	5.12	塩素イオン Cl^-	18.43	0.5197	5.92
ナトリウムイオン Na^+	61.09	2.656	31.59	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	12.00	0.6667	7.93	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	42.02	2.097	24.94	硫酸イオン SO_4^{2-}	1.646	0.0343	0.39
マグネシウムイオン Mg^{2+}	21.14	1.738	20.67	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	20.04	0.7176	8.53	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	11.35	0.1170	1.33
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	8.984	0.1872	2.13
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.925	0.1029	1.22	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	483.1	7.919	90.17
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.144	0.0048	0.05
計	174.0	8.409	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.062	0.0008	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2	Tr			けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	80.50	1.031		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	80.50	1.031					
遊離炭酸 CO_2	232.3	5.279					
遊離硫化水素 H_2S				計	523.7	8.783	100.0
計	232.3	5.279					
総計	1011						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉　質　単純炭酸鉄泉（緊張・低張性冷鉱泉）

6．左　沢　温　泉

(1) 概　　況

本温泉は左沢線の終点，左沢駅の東方 500 m，最上川の河岸に湧出する温泉である。



この付近は，地形的には最上川が北流から東流へと大きく流路を変えるところで，地質的には新第三系の堆積岩，主として凝灰岩および泥岩からなり，近くに火成岩の発達はみあたらない。

1957年，掘さくによって得られた温泉で，深度は 170 m あり，泉温28℃，動力揚湯したものを加温し，公衆浴場として利用している。

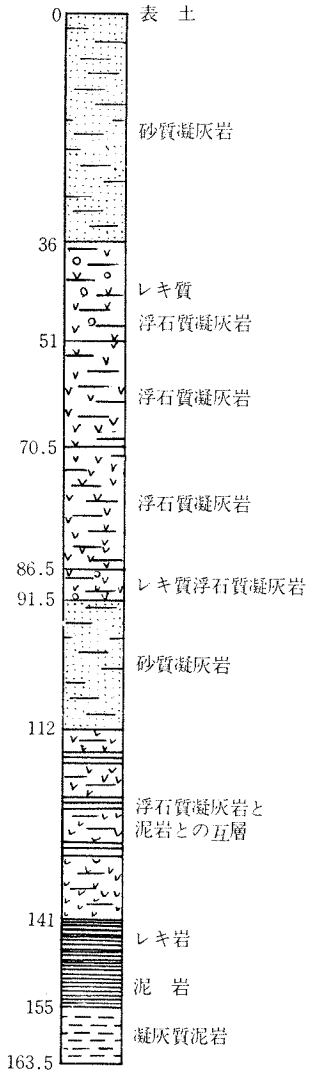


図187　左沢温泉源泉柱状図

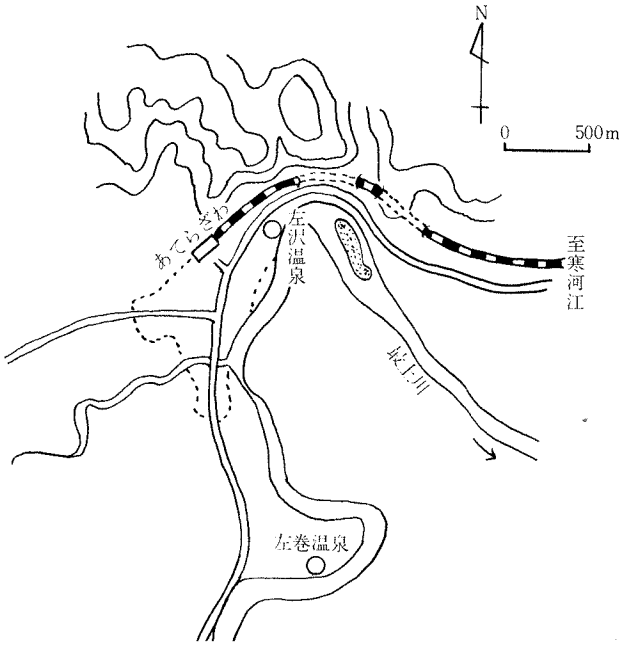


図188　左沢温泉環境図

(2) 化 学 成 分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+，陰イオンとしてはCl^-を主体としている。また，HS^-を比較的多く含有しており，pH8.4の弱アルカリ性であることが特徴である。

泉質は，単純硫化水素泉に属する。

表133

左沢温泉

1．ゆう出地　西村山郡大江町左沢10の3　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年12月15日）　16時10分

(1) 泉温　21.5℃　天候　雪　気温　−0.5℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯）

(3) 性状　無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.4　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年12月16日～昭和45年1月31日）

(1) 性状　無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す，

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.4　(3) 比重　1.0003（20℃）

(4) 蒸発残留物　354.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	4.066	0.1040	2.19	塩素イオン Cl^-	122.3	3.449	73.14
ナトリウムイオン Na^+	91.28	3.969	83.49	臭素イオン Br^-	0.176	0.0212	0.45
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.102	0.0008	0.02
アンモニウムイオン NH_4^+	0.10	0.0056	0.12	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	8.809	0.4396	9.25	硫酸イオン SO_4^{2-}	16.87	0.3515	7.45
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.430	0.1998	4.20	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.250	0.0045	0.10
フエロイオン Fe^{2+}	0.293	0.0105	0.22	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.010	0.0001	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	3.076	0.0146	0.31
マンガンイオン Mn^{2+}	0.039	0.0014	0.03	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.251	0.0239	0.50	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	44.49	0.7293	15.46
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.660	0.0220	0.47
計	107.2	4.754	100.0	水硫イオン HS^-	2.607	0.0790	1.68
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	3.175	0.0412	0.87
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	64.38	0.8264		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水素イオン OH^-	0.043	0.0025	0.05
計	64.38	0.8246					
遊離炭酸 CO_2	0.427	0.0097					
遊離硫化水素 H_2S	0.119	0.0035		計	193.8	4.716	100.0
計	0.546	0.0132					
総計	365.9						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉温　単純硫化水素泉（緊張低張性冷鉱泉）

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　神経痛　慢性中毒症　糖尿病　皮膚掻痒症　角化症　慢性湿疹　苔癬　脂漏性疾患　凍瘡　運動障害　創傷　女性性器慢性炎症

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

7．左　巻　温　泉

(1) 概　　況

本温泉は，左沢線の終点左沢駅の南方およそ2㎞，最上川左岸に100ｍほど掘さくして得られたもので，これを加温して公衆浴場として利用している。

最上川は，本県の平地部のほとんどを貫いて流れているが，直接河流に沿う温泉は少ない。本温泉は，数少ない最上川沿いの温泉のひとつである。

新第三系上部の砂岩・礫岩・凝灰岩中に掘さくしたものである。

(2) 化　学　成　分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+，陰イオンとしてはHCO_3^-を主体としている。また，CO_2^{2-}を多く含有し，pH9.0でアルカリ性であるのが特徴である。

泉質は単純温泉に属する。

表　134

左巻温泉

1．ゆう出地　西村山郡大江町大字藤田原365 最上川河川敷地　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年6月4日）　10時								
(1) 泉　温　15.8℃　天　候　晴　気　温　19.0℃　気　圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　掘さく動力揚湯，　）								
(3) 性　状　無色清澄にして異臭味なくアルカリ性反応を呈す，								
(4) 水素イオン濃度（pH）　9.0　(5) ラドン含有量　×10^{-10}Curie　（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和44年6月7日～昭和44年6月30日）								
(1) 性　状　無色清澄にして異臭味なくアルカリ性反応を呈す，								
(2) 水素イオン濃度（pH）　9.0　(3) 比　重　1.0005（20℃）								
(4) 蒸発残留物　595.0 mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	3.753	0.0960	0.99	塩素イオン Cl^-	24.47	0.6901	6.88	
ナトリウムイオン Na^+	216.9	9.430	96.95	臭素イオン Br^-				
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-				
アンモニウムイオン NH_4^+	0.160	0.0089	0.09	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.801	0.0040	0.41	硫酸イオン SO_4^{2-}	32.51	0.6773	6.75	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.701	0.1399	1.44	ヒドロチオ硫酸イオン HS^2O^3				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				

フエロイオン Fe^{2+}	0.050	0.0018	0.02	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.605	0.0126	0.13
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.084	0.0093	0.10	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	464.7	7.618	75.93
				炭酸イオン CO_3^{2-}	27.40	0.9132	9.10
計	223.4	9.726	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	8.555	0.1110	1.11
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}	0.015	0.0004	0.00
けい酸（メタ） H_2SiO_3	43.32	0.5548		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.170	0.0100	0.10
計	43.32	0.5548					
遊離炭酸 CO_2							
遊離硫化水素 H_2S				計	558.4	10.03	100.0
計							
総計	825.1						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質	単純温泉（緩和・低張性冷鉱泉）						

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動障害　神経麻痺　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

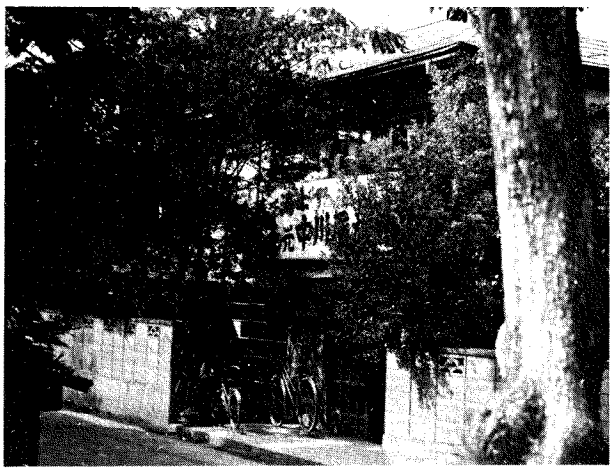
8．上　野　温　泉

(1) 概　　況

本温泉は，左沢線羽前高松駅から分岐する私鉄三山電鉄白岩駅の西方およそ1kmの寒河江川左岸段丘地に位置している。

背後は，低い山地帯が遠く北方へ葉山火山まで続いている。この付近は，段丘堆積物で被われた第三紀水成岩層からなる地帯で，深度424mに達する掘さくによって自噴した温泉である。

長閑な環境にある田園温泉であり，しかも交通の便もよい。



(2) 化　学　成　分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^{+}が主体で副成分としてCa^{2+}を含有し，陰イオンとしてはCl^{-}が主体でSO_4^{2-}を副成分としている。

また，HS^{-}及び遊離H_2Sを多く含有しているのが特徴である。

泉質は，含食塩・土類硫化水素泉に属する。

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　創傷　慢性湿疹および苔癬　虚弱児童　凍瘡　糖尿病　慢性膿皮症　慢性金属中毒症　女性性器慢性炎症　月経異常　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘　慢性肝・胆道疾患　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　運動障害　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

上野温泉

表135

1．ゆう出地　寒河江市大字白岩779　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年6月4日）　14時0分

(1) 泉温　39.0℃　天候　晴　気温　22.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　）

(3) 性状　無色清澄にして鹹味を有し硫化水素臭を放ち微弱アルカリ性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.6　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年6月7日～昭和44年6月30日）

(1) 性状　無色清澄にして鹹味を有し硫化水素臭を放ち微弱アルカリ性反応を呈す，

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(3) 比重　1.0060（20）℃

(4) 蒸発残留物　6316 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カルシウムイオン K^+	60.21	1.540	1.48	塩酸イオン Cl^-	3163	89.20	85.21
ナトリウムイオン Na^+	1735	75.43	72.30	臭素イオン Br^-	2.941	0.0368	0.04
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.313	0.0025	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+	0.20	0.0111	0.01	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	466.9	23.30	22.33	硫酸イオン SO_4^{2-}	675.7	14.08	13.45
マグネシウムイオン Mg^{2+}	48.84	4.016	3.85	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.500	0.0089	0.01
フエロイオン Fe^{2+}	0.268	0.0096	0.01	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.222	0.0247	0.02	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	73.02	1.197	1.14
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.192	0.0064	0.01
計	2312.	104.3	100.0	水硫イオン HS^-	4.013	0.1216	0.12
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.601	0.0078	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2	27.68	0.6316		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	76.09	0.9746		ほう酸イオン BO_2^-	0.651	0.0152	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.007	0.0004	0.00
計	103.8	1.606					
遊離炭酸 CO_2	4.391	0.0998					
遊離硫化水素 H_2S	1.136	0.0334		計	3921	104.7	100.0
計	5.527	0.1332					
総計	6342.						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含食塩・土類・硫化水素泉（緊張・低張性温泉）

9．間　沢　温　泉

(1) 概　　況

本温泉は，左沢線羽前高松駅から分岐している私鉄三山電鉄の終点間沢駅のすぐ近くにある。

源泉は，間沢駅の西方約 500 m 離れた寒河江川の河岸に自然湧出している。本泉を引湯し加温して浴用に供している。

(2) 化　学　成　分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+が主体をなし，陰イオンとしてはSO_4^{2-}とHCO_3^-を主体とする。

多量のHS^-と遊離H_2Sを含有しているのが特徴である。

泉質は，単純硫化水素泉に属する。

間沢温泉

表136

1．ゆう出地　西村山郡西川町大字間沢西172 の２番地先　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年７月７日）　11時10分

(1) 泉　温　13.0℃　天　候　曇　気　温　20.0℃　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（ℓ/min）（ゆう出状況　自然ゆう出　　）

(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち中性反応を呈す，

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.1　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年７月７日～昭和45年７月20日）

(1) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち中性反応を呈す，

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(3) 比　重　1.0006（20℃）

(4) 蒸発残留物　542.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１ℓ中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	1.624	0.0415	0.51	塩素イオン Cl^-	38.30	1.080	13.06
ナトリウムイオン Na^+	169.5	7.370	90.79	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.299	0.0166	0.20	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	7.087	0.3536	4.36	硫酸イオン SO_4^{2-}	218.0	4.542	54.91
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.888	0.3197	3.94	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.140	0.0203	0.25
フエロイオン Fe^{2+}	0.075	0.0027	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_3^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.126	0.0140	0.17	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	144.4	2.367	28.61
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.108	0.0036	0.04
計	182.6	8.118	100.0	水硫イオン HS^-	8.517	0.2581	3.12
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.054	0.0007	0.01
ほう酸（メタ）HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			

けい酸（メタ）	H_2SiO_3	21.81	0.2793		ほう酸イオン	BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）	$HAsO_2$				水酸イオン	OH^-			
	計	21.81	0.2793						
遊離炭酸	CO_2	27.77	0.6312						
遊離硫化水素	H_2S	7.715	0.2269			計	410.5	8.272	100.0
	計	35.49	0.8581						
総計		650.4							
その他		HBO_2 Tr							
ガス		（1 l 中の含有量）							
4．泉質		単純硫化水素泉（緊張・低張性冷鉱泉）							

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　神経痛　慢性金属中毒症　糖尿病　創傷　皮膚掻痒症　慢性湿疹　凍創　慢性膿皮症　運動障害　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害とくに神経麻痺　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

10. 河 北 温 泉

(1) 環 境 と 沿 革

河北温泉は左沢線寒河江駅の北東約7km，また，奥羽本線神町駅の西方約6kmに位置する河北町の郊外にある静かな温泉である。寒河江市および神町からは，バスが通っており，交通の便は比較的よい。温泉は山形盆地の北西隅に位置しており，最上川本流をはさんで展開する神町果樹園地帯に相対している。また，村山盆地を囲む朝日・月山・蔵王の峰をあおぐ静かな保養地である。

この温泉は1959年，掘さくによって初めて開発された温泉で，その後1966年には町営による掘さくも行われ，現在，住民のための保養センターとして，日帰りの休養のための保養施設なども設けられている。

(2) 源 泉 状 況

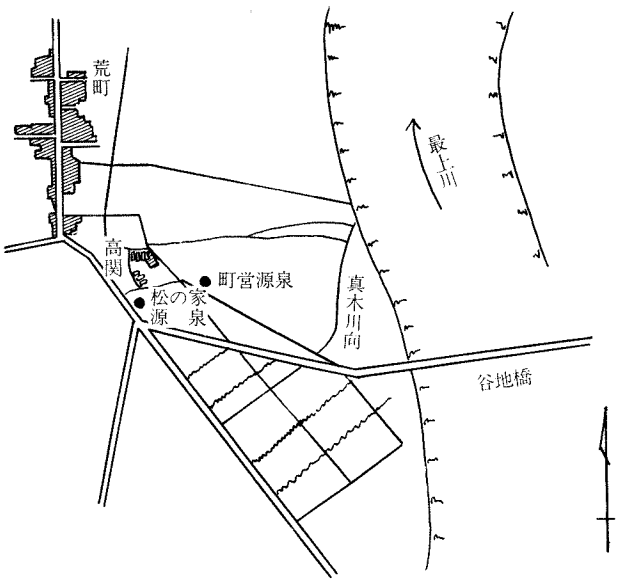


図189 河北温泉環境および源泉位置図

当地域には，図189に示したように2か所の源泉があり，1つは松の家源泉で，1959年に掘さくされ深度200 mである。もう1つは町営源泉で，1966年に掘さくされ，深度300 mである。松の家源泉は，泉温32℃，湧出量は240 l /minである。町営源泉では，温泉検層の結果，地表から100 mまでは，泉温約18℃で変化はあまりないが，100m以深は，泉温はしだいに上昇して，220m付近で35℃となっている。したがって，採湯は185 m～220 mの範囲にスクリーンをつけて採湯している。

なお，町営源泉の試錐柱状図(図190)

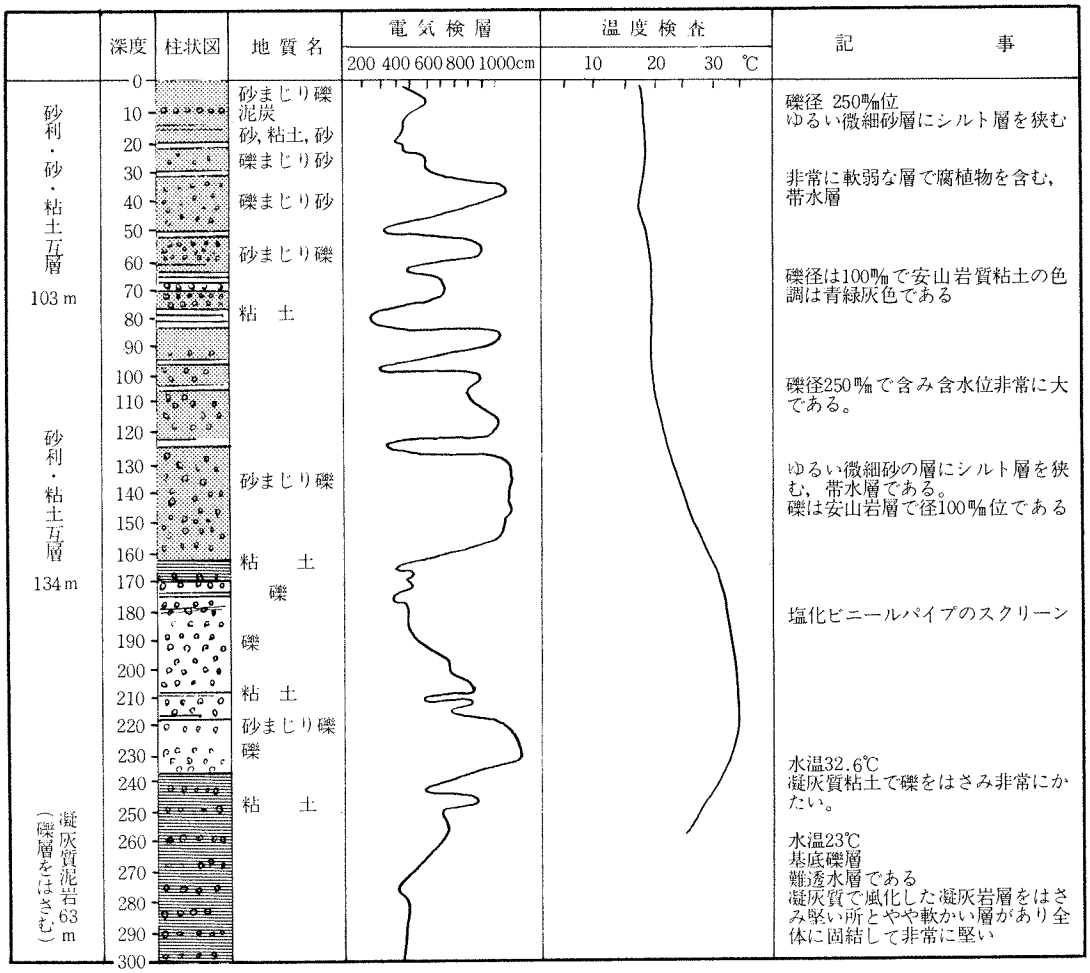


図190　河北温泉試錐柱状図（昭和42年２月）

によれば，地表から240 mまでは粘土まじりの砂利層からなる第四紀層で，240 m以深は凝灰質の泥岩を主とし，礫層をはさんでくる。この部分は第三紀層であろう。

(3) 化学成分

河北温泉には２本の源泉が存在し，いずれも単純温泉に属する。

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+が主体でCa^{2+}を副成分とし，陰イオンとしてはHCO_3^-を主要成分とし，Cl^-及びSO_4^{2-}を副成分として含有している。

(4) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　胃腸病　運動器障害　神経麻痺　神経症　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患　ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性

疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病

飲用の禁忌症

表 137

河北温泉（源泉名　槙源泉）

1．ゆう出地　西村山郡河北町大字谷地丁159　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年4月27日）　10時30分

(1) 泉温　30.8℃　天候　曇　気温　20.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　）

(3) 性状　淡黄褐色清澄にして異臭味なく微弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(5) ラドン含有量　×10^{-10}Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年4月28日～昭和45年6月6日）

(1) 性状　淡黄褐色清澄にして異臭味なく微弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(3) 比重　1.0006（20℃）

(4) 蒸発残留物　596.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	8.485	0.2170	2.33	塩素イオン Cl^-	95.74	2.700	28.73
ナトリウムイオン Na^+	128.1	5.570	59.86	臭素イオン Br^-	0.120	0.0015	0.02
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	2.299	0.1277	1.37	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	43.64	2.178	23.40	硫酸イオン SO_4^{2-}	69.96	1.458	15.52
マグネシウムイオン Mg^{2+}	13.97	1.149	12.35	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.364	0.0130	0.14	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.446	0.0046	0.05
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	2.793	0.0582	0.62
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.462	0.0514	0.55	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	314.2	5.151	54.81
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.552	0.0184	0.20
計	197.3	9.306	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.393	0.0051	0.05
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	64.09	0.8209		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.00
計	64.09	0.8209					
遊離炭酸 CO_2	24.17	0.5494					
遊離硫化水素 H_2S				計	484.2	9.397	100.0
計	24.17	0.5494					
総計	769.8						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉温　単純温泉（緩和・低張性微温泉）

11. 富 本 温 泉

(1) 概　　況

本温泉は，奥羽本線楯岡駅の西方約８kmのところに位置し，湯野沢・岩野間道路のほぼ中点から１kmほど西に入った谷あいに湧出している。楯岡駅から岩野行バスを利用すれば，およそ30分余りで到達することができる。

この付近の地質は，新第三紀に属する緑色凝灰岩からなるが，谷を少しさかのぼると輝石安山岩が発達している。源泉は，初め緑色凝灰岩の亀裂から自然湧出していたものを，1918年頃その近くに浅い掘さくを行い，泉温27℃の微温泉をうることができた。

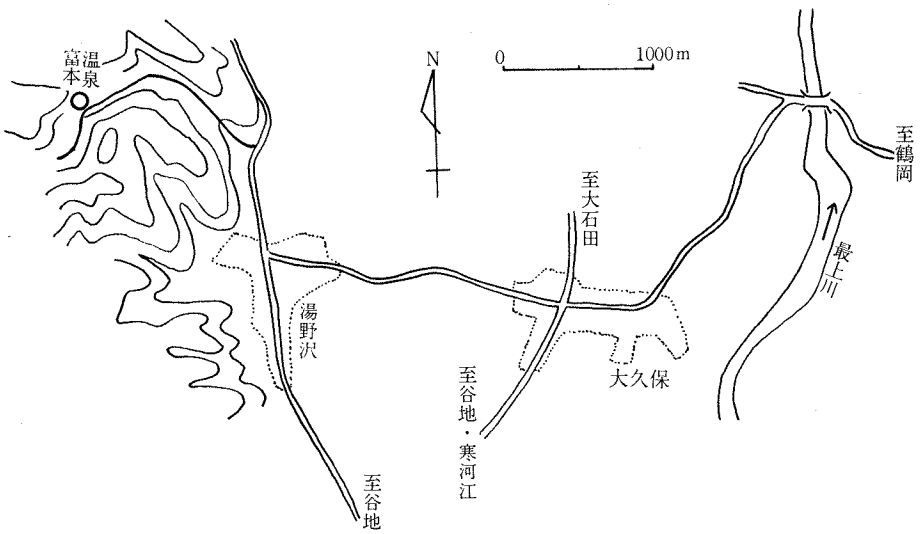


図191　富本温泉環境図

(2) 化 学 成 分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+，陰イオンとしてはHCO_3^-及びCO_3^{2-}が主体であるが，その含有量は少ない。

pHは10と高く，アルカリ性が強いのが特徴である。

泉質は，単純温泉に属する。

富本温泉

表138

1．ゆう出地　村山市大字湯野沢字湯の入　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年6月3日）　13時50分

(1) 泉温　29.0℃　天候　小雨　気温　20.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出地　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　）

(3) 性状　無色清澄にして異臭味なくアルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　10.0　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年6月7日～昭和44年6月30日）

(1) 性状　無色清澄にして異臭味なくアルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　10.0　(3) 比重　1.0001（20℃）

(4) 蒸発残留物　170.0 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.564	0.0144	0.51	塩素イオン Cl^-	7.800	0.2200	6.80
ナトリウムイオン Na^+	60.44	0.628	93.62	臭素イオン Br			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.100	0.0056	0.20	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.801	0.0400	1.43	硫酸イオン SO_4^{2-}	14.40	0.3000	9.27
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.264	0.1039	3.70	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.200	0.0036	0.11
フエロイオン Fe^{2+}	0.093	0.0033	0.12	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.125	0.0026	0.08
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.105	0.0117	0.42	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	64.78	1.062	32.81
				炭酸イオン CO_3^{2-}	38.25	1.275	39.39
計	63.37	2.807	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	20.26	0.2629	8.12
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}	0.403	0.0106	0.33
けい酸（メタ） H_2SiO_3	10.26	0.1314		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	1.701	0.1000	3.09
計	10.26	0.1314					
遊離炭酸 CO_2							
遊離硫化水素 H_2S				計			
計							
総計	221.5						
その他	HS^- Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　単純温泉（緩和・低張性微温泉）

(3) 触媒作用

富本温泉は，過酸化作用の分解に関する触媒作用を有し，その活性度は時間的変化をなす。そのようすを，表139，図192に示す。これらからわかるように，活性度は初期に急激な増加をきたして極大に達し，その後は緩かな減少をたどる。

表 139　触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	k′×10³
0	—
30	0.0633
90	0.0878
180	0.122
300	0.136
450	0.144
630	0.136
840	0.137
1,080	0.126
1,350	0.128

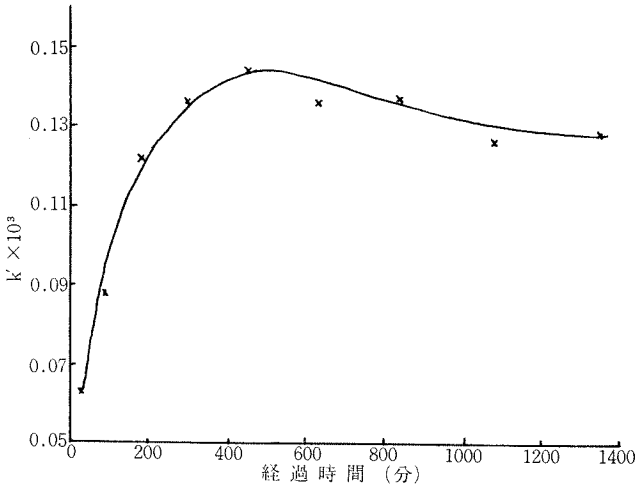


図192　触媒活性度の時間的変化

(4)　適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　運動器障害　神経麻痺　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病

飲用の禁忌症

12. 湯舟沢温泉

(1) 概　　況

本温泉は，奥羽本線袖崎駅の東方およそ2km，土生田部落から約500m東に入ったところである。

古くから利用されていた地方的な湯治場で，農閑期は近郷の農民が保養に訪れるほか，皮膚疾患に効果があるので治療に利用されている。

温泉は沖積層から湧出するもので，湧出量は比較的多い。

(2) 化 学 成 分

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+，陰イオンとしてはHCO_3^-，CO_3^{2-}を主体とし，pHが高く，HS^-を多く含有しているのが特徴である。

泉質は単純硫黄泉に属する。

湯舟沢温泉

表140

1.	ゆう出地　村山市字土生田2040						（標高　　m）		
2.	ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年6月3日）　10時30分								
	(1) 泉　温　20.7℃　天候　曇　気温　19.0℃　気圧　　m.bar								
	(2) ゆう出地量　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出　　）								
	(3) 性　状　無色清澄にしてアルカリ性反応を呈す.								
	(4) 水素イオン濃度（pH）　10.0　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie　（　　M.E.）								
3.	試験室における試験成績（昭和44年6月7日～昭和44年6月30日）								
	(1) 性　状　無色清澄にしてアルカリ性反応を呈す.								
	(2) 水素イオン濃度（pH）　10.0　(3) 比　重　1.0002（20℃）								
	(4) 蒸発残留物　220.0 mg/kg								
	(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその成量表									
カチオン		ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン		ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン	H^+				硝酸イオン	NO_3^-			
カリウムイオン	K^+	0.500	0.0128	0.33	塩素イオン	Cl^-	29.72	0.8381	19.68
ナトリウムイオン	Na^+	83.26	3.620	92.03	臭素イオン	Br^-			
リチウムイオン	Li^+				沃素イオン	I^-			
アンモニウムイオン	NH_4^+	0.150	0.0083	0.21	ヒドロ硫酸イオン	HSO_4^-			
カルシウムイオン	Ca^{2+}	1.602	0.0799	2.03	硫酸イオン	SO_4^{2-}	5.761	0.1200	2.82
マグネシウムイオン	Mg^{2+}	2.187	0.1799	4.57	ヒドロチオ硫酸イオン	$HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン	Zn^{2+}				チオ硫酸イオン	$S_2O_3^{2-}$	0.150	0.0027	0.06
フエロイオン	Fe^{2+}	0.262	0.0094	0.24	ジヒドロ燐酸イオン	$H_2PO_4^-$			
フエリイオン	Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン	HPO_4^{2-}			
マンガンイオン	Mn^{2+}				燐酸イオン	PO_4^{3-}			
銅イオン	Cu^{2+}				亜ひ酸イオン	AsO_2^-			
アルミニウムイオン	Al^{3+}	0.208	0.0231	0.59	ヒドロ炭酸イオン	HCO_3^-	80.03	1.312	30.81
					炭酸イオン	CO_3^{2-}	47.25	1.575	37.01
計		88.17	3.933	100.0	水硫イオン	HS^-	3.462	0.1049	2.46
非解離成分		ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン	$HSiO_3^-$	15.20	0.1972	4.63
ほう酸（メタ）	HBO_2				けい酸イオン	SiO_3^{2-}	0.297	0.0078	0.18

けい酸（メタ）	H_2SiO_3	7.698	0.0986		ほう酸イオン	BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）	$HAsO_2$				水酸イオン	OH^-	1.701	0.1000	2.35
計		7.698	0.0986						
遊離炭酸	CO_2								
遊離硫化水素	H_2S				計		183.6	4.258	100.0
計									
総計		279.5							
その他									
ガス		（1 l 中の含有量）							
4．泉質		単純硫黄泉（緊張・低張性冷鉱泉）							

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　皮膚掻痒症　糖尿病　角化症　慢性湿疹　苔癬　脂漏性疾患　凍瘡　慢性膿皮症　運動障害　創傷　女性性器慢性炎症

浴用の禁忌症　皮膚・粘膜の過敏な患者，特に光線過敏症患者，すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

13. 尾花沢温泉

(1) 概　　況

本温泉は，尾花沢市街の南東方約2kmのところに位置し，近傍には花笠音頭の発祥の地と言われている徳良池がある。付近一帯はなだらかな丘陵地をなし，散策やハイキングの場としてにぎわっている。

古来から，皮膚病によく効く温泉が田圃の中から湧出し，付近の人々は，その湯を持ち帰っては湿疹等の治療に利用していたと言われている。

利用施設は，尾花沢市営の老人保養所の外に民営の公衆浴場がある。

(2) 源 泉 状 況

源泉は2本あるが，何れも朧気川の左岸沖積層から自然湧出するもので，その状況は次表のとおりである。

表141

源泉名	温度℃	湧出量 l/分	摘　要
井刈源泉	14.0		自然湧出
市営源泉			自然湧出

(3) 化 学 成 分

尾花沢温泉には，2本の源泉が存在し，いずれも単純硫化水素泉に属する。

本泉の化学成分は，陽イオンとしてはNa^+，陰イオンとしてはHCO_3^-を主体として含有しており，HS^-を多く含有しているのが特徴である。

(4) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　皮膚掻痒症　創傷　慢性湿疹　凍創　慢性膿皮症　運動障害　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸水素質　慢性便秘　運動障害とくに神経麻痺　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

尾花沢温泉（源泉名　井刈源泉）

表142

1．ゆう出地　尾花沢市大字延沢字取上2298　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年6月8日）　11時40分

(1) 泉温　15.5℃　天候　晴　気温　27.5℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出　）

(3) 性状　無色清澄にして微かに硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.6　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年6月11日～昭和45年7月20日）

(1) 性状　無色清澄にして微かに硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.5　(3) 比重　1.0002（20℃）

(4) 蒸発残留物　203.6 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.821	0.2100	7.87	塩素イオン Cl^-	23.40	0.6599	22.39
ナトリウムイオン Na^+	52.44	2.280	85.41	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.800	0.0444	1.66	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.601	0.0300	1.12	硫酸イオン SO_4^{2-}	22.71	0.4731	16.05
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.858	0.0706	2.64	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.140	0.0203	0.69
フエロイオン Fe^{2+}	0.273	0.0098	0.37	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.029	0.0003	0.01
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	2.496	0.0520	1.76
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.224	0.0249	0.93	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	82.72	1.356	46.01
				炭酸イオン CO_3^{2-}	1.950	0.0650	2.21
計	56.02	2.670	100.0	水硫イオン HS^-	8.930	0.2706	9.18
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	3.537	0.0459	1.56
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	44.78	0.5735		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.068	0.0040	0.14
計	44.78	0.5735					
遊離炭酸 CO_2	0.497	0.0113					
遊離硫化水素 H_2S	0.252	0.0074		計	147.0	2.947	100.0
計	0.749	0.0187					
総計	248.5						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　単純硫化水素泉（緊張・低張性冷鉱泉）

14. おもだか温泉

(1) 概　　況

本温泉は，奥羽本線大石田駅の東南方直路約３kmに位置し，国道13号線に面した交通至便のところにある。

昭和44年掘さくにより湧出したもので，旅館１軒，加温のうえ利用している。

(2) 化 学 成 分

本泉の主成分は，陽イオンではNa^+，陰イオンではHCO_3^-で，H_2SiO_3を比較的多く含有しているのが特徴である。

おもだか温泉

表143

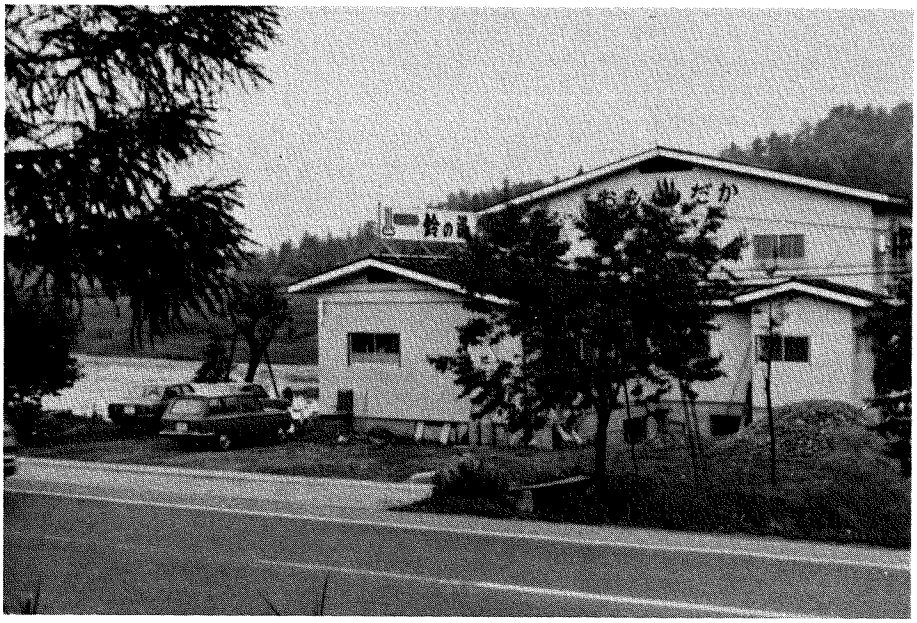
泉名	おもだか温泉　鈴木源泉							
所在地	山形県北村山郡大石田町大字今宿字板橋890 の16							
地質								
分析者	専門研究員　桜井守							
採取日時	昭和46年９月29日　９時30分　天候　曇　気温 14.5度　気圧　ミリバール							
源泉状況	掘さく自噴							
性状	無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す　pH 8.2							
温度	16.5 度			ゆう出量	リットル（１分間）			
比重	1.0002　(20度)			固形物総量	244.0 ミリグラム（１kg中）			
放射能	G．Eラドン/リットル			比電導度	（　　度）			
イオン表				（本水１キログラム中に含有する成分及びその分量表）				
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	1.548	0.0396	1.69	塩素イオン Cl^-	10.64	0.3001	12.46	
ナトリウムイオン Na^+	45.43	1.975	84.51	臭素イオン Br^-				
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-				
アンモニウムイオン NH_4^+	0.250	0.0139	0.59	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.641	0.0320	1.37	硫酸イオン SO_4^{2-}	3.909	0.0814	3.38	
マグネシウムイオン Mg^{2+}				ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	0.408	0.0146	0.62	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.048	0.0005	0.02	
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	1.469	0.0306	1.27	
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.357	0.2622	11.22	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	116.6	1.911	79.36	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.852	0.0284	1.18	
計	50.63	2.337	100.0	水硫イオン HS^-	0.281	0.0085	0.35	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	3.545	0.0460	1.91	
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	112.4	1.439		ほう酸イオン BO_3^{3-}				
計	112.4	1.439		水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.07	
ガス成分	ミリグラム	ミリモル						
遊離炭酸 CO_2	1.764	0.0401						

遊離硫化水素 H_2S	0.017	0.0005					
計	1.781	0.0406		計	137.4	2.408	100.0
合計	302.2						
その他							
ガス	（1リットルの中の含有量）						
泉質	単純温泉（緩和・低張性冷鉱泉）						

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　運動器障害　神経麻痺　神経症　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患



第 4 章　最 上 地 区

1．温 泉 区 分

この地区は行政区の最上郡一円を包括する地域で，地形的には，新庄盆地とその東方にならぶ向町盆地を中心に，東は奥羽脊梁山脈，西は出羽丘陵，北は秋田県境を画する山地帯，南は新庄，村山盆地を画する丘陵地帯でかこまれた地域である。

ここに湧出する温泉は，その地理的分布の上からつぎの３つの温泉群に大別される。

イ）　向町盆地地区温泉群

向町盆地の南縁またはその山地帯に湧出する温泉で，瀬見・赤倉を初め最上・日山等の温泉がある。いずれも那須火山系に属する温泉である。

ロ）　月山北東地区温泉群

肘折温泉を中心にその周辺に所在する温泉で，肘折・金山・石抱・今神などの温泉がある。月山火山に属する温泉である。

ハ）　出羽丘陵東部温泉群

新庄盆地の西縁を南北に走る出羽丘陵山地帯の中に湧出する温泉で，新庄・戸沢・真室川・羽根沢および草薙などの温泉がある。草薙をのぞき，いずれも油田地帯の背斜軸に深く掘さくして得られた温泉で，非火山性温泉である。

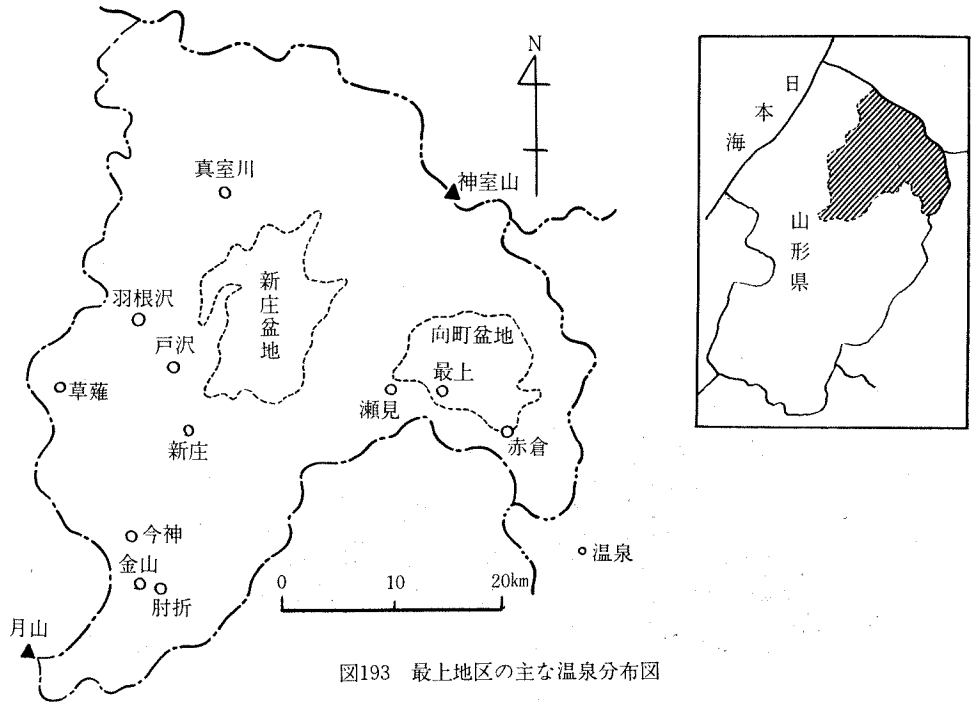


図193　最上地区の主な温泉分布図

1．赤　倉　温　泉

(1) 環境と沿革

イ) 環　　境

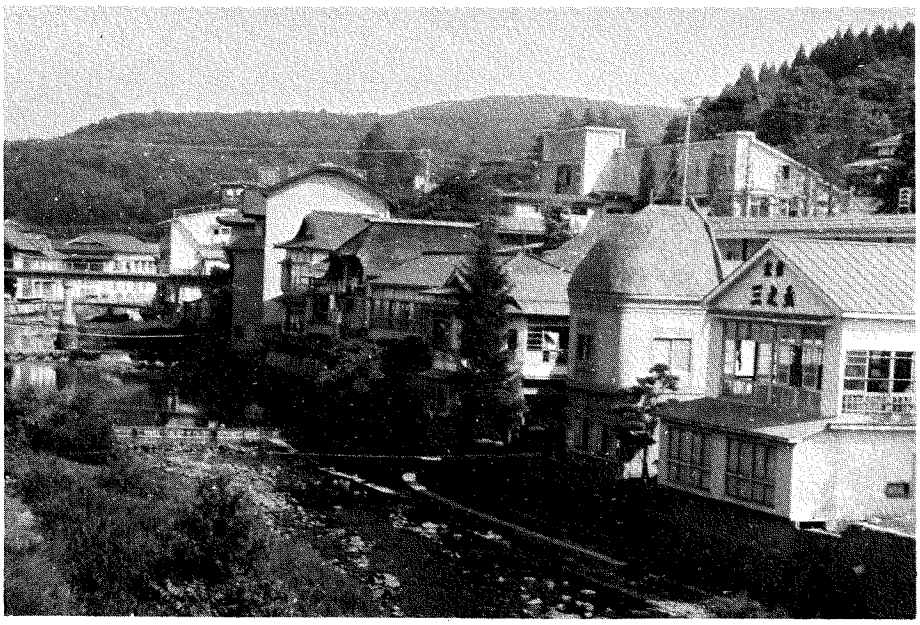
赤倉温泉は，陸羽東線の羽前赤倉駅から，南へ約2.3km，その間バスが通じ，約10分で達する。最近は国道47号線も完全に舗装されて，自家用車による利用客が急増している。

赤倉温泉は，鮎で有名な小国川の源流に近く，水は清く，それに映える空はあくまで澄んでいる。ここには，天然の凝灰岩をうがった大岩風呂があって，湯気にかすむ中に，若い女性の浴姿が浮かびあがったり，また湯治客の鄙びた民謡が流れてきたりする。春はおそく，桜と新緑とが一時にそろい，秋ははやく，イタヤカエデやブナの紅葉が山野を色彩る。

冬のスキー場も完備し，蔵王の混雑をさけたスキーヤーが，気温の下がった新雪にあざやかなシュプールを描くことが多くなってきた。最近は，年間を通して，いわゆる芭蕉ラインに乗った利用客が爆発的に多くなった。

ロ) 沿　　革

赤倉温泉は，863年（貞観５年），慈覚大師が巡錫のときに発見されたと伝えられる。はじめは，小国川河岸の岩の亀裂から，自然に湧出していたものを，近在の人々が利用していたが，1924年頃から掘さくが行われ，湯治場として，主に農村の人々によって，農閑期に利用されていたが，1951年に深層泉源によって，本格的温泉場として登場してきた。



(2) 地形と地質

イ) 地　　形

赤倉温泉は，向町を中心として拡がる，東西約15km，南北約16kmの隋円形をした山間盆地の南東隅にある。北部および南部には，1000mをこす山頂が連なり，東は標高約350mの峠で，鳴子地区に接し，西は小国川のかん入河谷が，最高約820mの山岳地帯を，ほぼ直線状に流下して舟形地区にはいる。向町分地は標高300～350mの丘陵地帯で，中を小国川の各支流が，北あるいは南に流れて，谷底には，比較的広い谷底平野が発達している。したがって，赤倉温泉は，この向町盆地の南東隅にあって，温泉街の東方には，小国川の本流が源流となって，渓谷美を展開している。

ロ) 地　　質

a．岩　　質

この地域に発達する岩石および地質層序は，表のように，新第三紀系の基盤として，中生代に活動したと考えられている花崗閃緑岩があり，地域の北部で，瀬見層下部がこの上に不整合に重なってくる。

瀬見層は，岩質的に上，下に2分することができて，瀬見温泉の周辺でよく観察できる。

野幅層は，下位の瀬見層に整合に重なってくるもので，瀬見温泉と長尾との中間地区，山刀伐峠などでよく観察され，台島層準の植物化石をもっている。

向町層は，周囲の山岳地帯にかこまれた比較的低い丘陵地帯に発達し，地形的にも明瞭に区別できる。非海成層で，下位のすべての地層に対して不整合の関係にあり，野幅層および長尾層（範囲外）の堆積後，この地域におこった造山運動のためそれまでの海域が陸化し，向町を中心とした湖沼を生じ，そこに堆積した湖沼性堆積層である。

赤倉層は，上記向町層を堆積した湖沼が，ほとんど向町層によって埋積された後に堆積した地層で，一部は向町層から引続いて堆積し，一部はより下位の地層に不整合に重なっているので，多少の湖盆の移動が行われた水域に堆積した湖沼性の堆積層で，新庄盆地周辺に広く発達する山屋層の一部に該当する。

中，高位段丘堆積層は，小国川，明神川の流域に比較的よく発達し，また，絹出川の中流地区にもかなり広く発達している。現在の河床面からほぼ10～60mの高さに段丘を形成している。一般に水田はなく，畑地，林地，草地となっている。

低位段丘堆積層，沖積層は，上記中，高位段丘から一段下の高さ，および，現

表144　地質層序表

地質時代	地層名		層厚（m）
第四紀	沖積層		
	低位段丘堆積層		2 ～10
	中高位段丘堆積層		5 ～50
第四紀－鮮新世	赤倉層		100～150
鮮新世－中新世上部	向町層		350
中新世中部	野幅層		200～300
中新世下部	瀬見層	上部	500～700
		下部	400　±
中生代	基盤岩類		

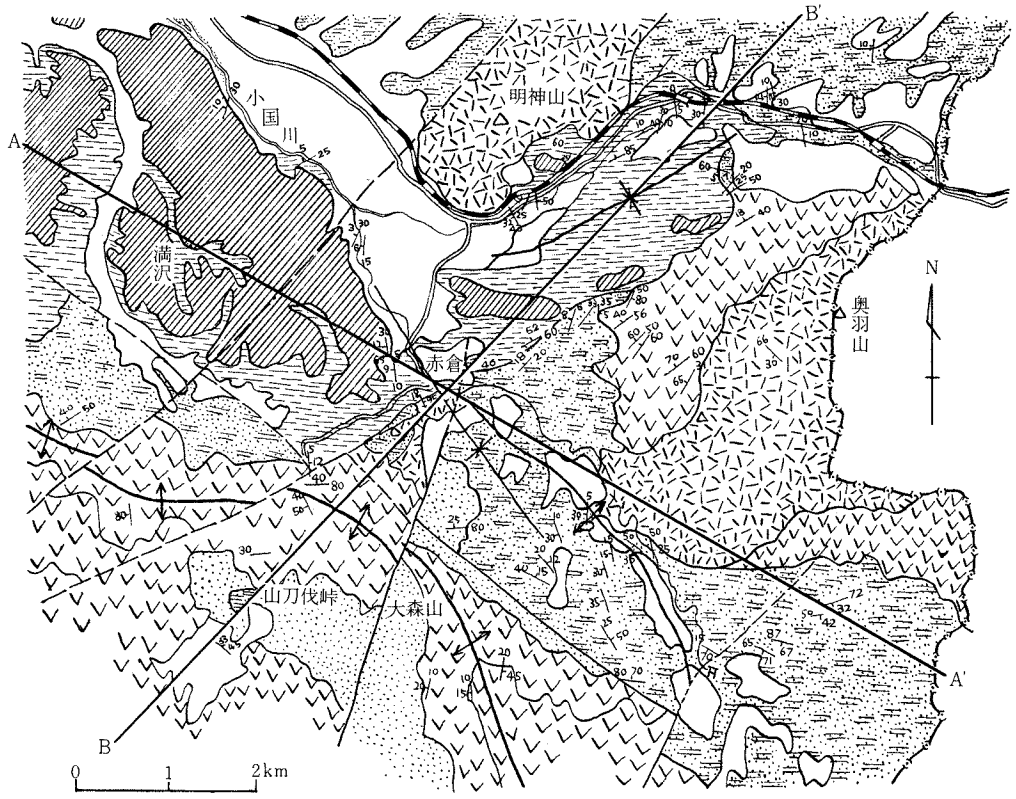
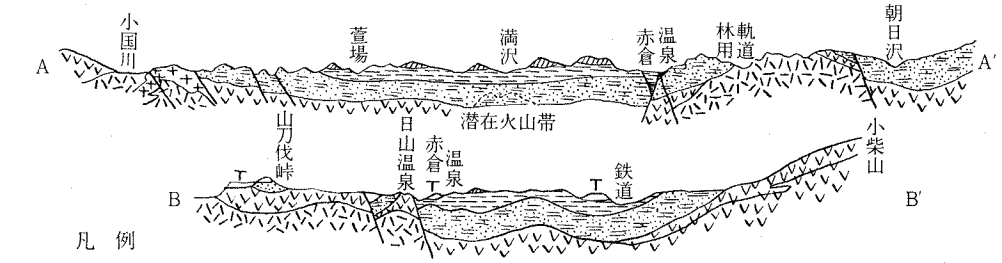


図194　赤倉温泉地質図



凡　例

第四紀		沖積層，低位段丘堆積物
	T	中位・高位段丘堆積物
第四紀		石英安山岩質凝灰岩，溶結凝灰岩
鮮新世		赤倉層｛凝灰質砂岩，浮石質砂岩，灰白色凝灰岩，シルト岩，礫岩の互層 基底に数枚の硬質礫岩，中部に数枚の泥炭を夾有｝
鮮新世～中新世上部		向町層｛凝灰質砂岩，浮石質砂岩，灰白色凝灰岩，シルト岩，黒灰色泥岩の互層で，植物化石破片を含み，基底に２～３層の礫岩あり。｝
中新世中部		野幅層｛凝灰質砂岩，シルト岩，頁岩，凝灰岩の互層。下部は礫質で，植物化石を含む。｝
中新世下部		瀬見層上部｛緑色凝灰岩，黒色硬質岩の互層で，中部～上部に斜長石，石英粗面岩流が発達する。｝
		瀬見層下部｛変朽安山岩，変朽安山岩質集塊岩および凝灰岩，緑色凝灰岩の互層で，黒色硬質頁岩の薄層を挟む。｝
		花崗閃緑岩，閃緑岩

	背斜軸
	向斜軸
	確定断層
	推定断層
	走向傾斜

図195　赤倉温泉地質断面図

河原に接続する平地に発達し，いわゆる平地を構成し，主として水田および住居地に利用されている。

b．地　質　構　造

この項目は，温泉の湧出機構と関係するので，重要な項目であり，次のことを明らかにする必要がある。

①褶曲，断層系統

②裂カおよび亀裂の状況

③非海成層（向町層）の堆積機構と基盤運動

① 褶曲および断層とその時期

野外地質調査から判明した褶曲軸だけを摘出してみると，図196のようになる。これでみると，小国川の本流を境として，その東北側はNE－SWの方向，西南側はNW－SE方向のものが圧倒的に多い。そして両者の境が，ほぼ，小国川本流の方向になっている。また，東北側では，新第三紀系の基盤（花崗閃緑岩）の分布の方向をみると，図の破点線で示したようなNW－SE方向になっている。又向町層や赤倉層の中にみられる褶曲軸の方向がNW－SE方向のものが多い。以上のことから，NE－SW系統の褶曲運動と，NW－SE系統の褶曲運動とでは，前者が早く，後者がおそく発生したと考えなければならない。

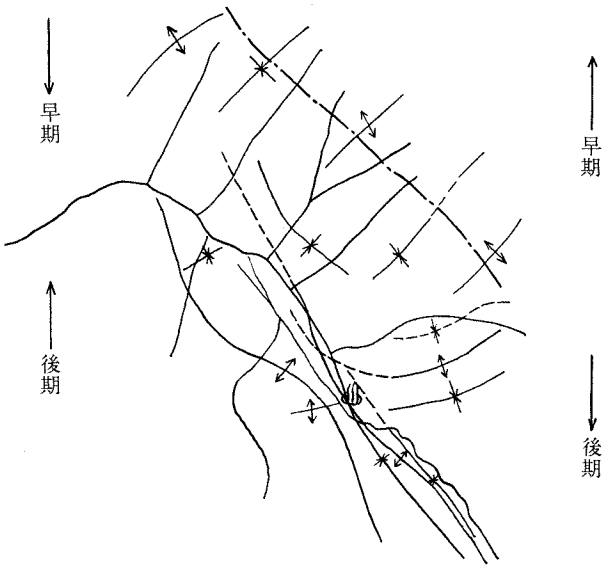


図196　赤倉温泉地区の褶曲系

また，NE－SW系統の褶曲運動は，この地方の東側で北向き，西側では南向きの力が加わるとできる。その場合にできる裂カの方向は，NW－SE方向である。この方向の断層および裂カは，赤倉温泉の湧出構機を大きく支配している。その後，力の加わる方向が逆になり，地域の西南部にNW－SEの褶曲と，NE－SW方向の断層および裂カを形成したため，NW－SE方向の断層は，NE－SW方向の断層で多くの場合切断されている。

次に，以上の2系統の褶曲運動の発生時期と，その継続期間であるが，瀬見層上部に胚胎している鉱脈のほとんどはNW－SE方向であるので，この方向の断層，あるいは裂カの形成期は，瀬見層の堆積後か，またはその途中である。一方，これらの鉱床は，瀬見層中－上部に発達している斜長石石英粗面岩の活動と関連しているので，NW－SE方向の裂カの形成期は，この斜長石石英粗面岩の活動の直前か，またはその途中ということになる。一方NW－SE方向の褶曲は，NE－SW方向よりも後期であるので，野幅層の堆積以後のこととなり，野幅層と向町層との間の堆積中絶をもたらし，瀬見層堆積時の海を，次第に西方に後退させた造山運動に関係しているので，その時期は，中新世

の中期から，中新世の後期にかけておこったものと推定できる。そして，このNW－SE方向の褶曲が，向町層中にもみられることから，その運動は鮮新世にかけても継続したものと考えなければならない。一方NE－SW方向の早期の褶曲によって生じたNW－SE方向の裂カ系統は，其後におこったNW－SE方向の褶曲運動によっても力を加えられ，裂カの南側は北西へ，北側は南東方向に移動をするはずである。したがって，NW－SE褶曲運動が鮮新世を通じて継続したとすれば，NW－SE方向の裂カの動きも，その時期まで継続したことになる。

要するに，温泉水の湧出ルートを作っている裂カ系統は，NW－SE方向とNE－SW方向との２系統があることになる。又断層系統でも同様で，NW－SE方向の断層が早く生じたが，それは鮮新世を通じて，何等かの動きを示したことになる。

② 裂カおよび亀裂の状況

温泉付近の各露頭で見られる裂カ，あるいは亀裂の方向を測定してみると，表に示したように，NW－SE系統のものでは，N30°Wのものが圧倒的に多い。つぎにN40°Wであるが，このN30°～40°Wの方向は，ほぼ温泉地帯における小国川の流路の方向にあたり，現在の各源泉の分布もまた，その方向をとっている。NE－SW系統のものでは，顕著な特徴は現われていないが，N0°～30°Eのものが全体としては多い傾向にある。このN30°～40°WとN0°～30°Eの２系統が．温泉の湧出機構に重大な関係をもつ裂カおよび亀裂である。そして，その形成時期はN30°～40°Wのものは瀬見層上部の堆積中期からおこり，N0°～30°Eのものは，向町層堆積直前から始まり，そして両者は共に向町層の堆積時期を通じて動いたことは前述の通りである。

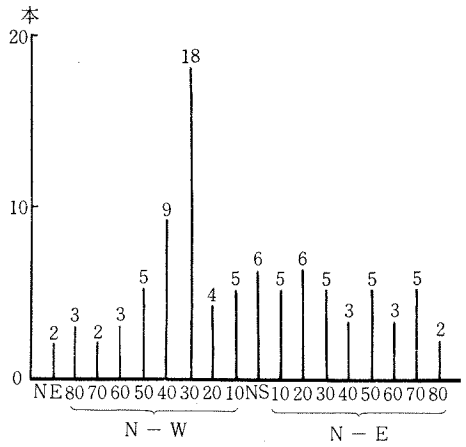


図197 赤倉温泉群裂カ方向統計図

③ 向町層（非海成層）の堆積機構と基盤運動

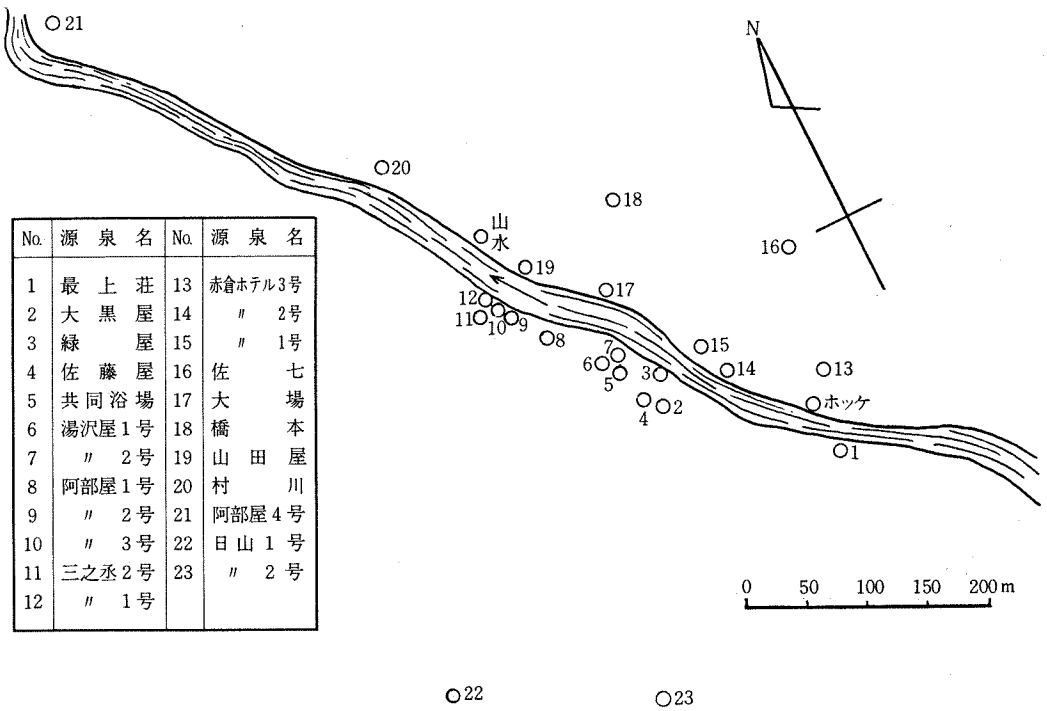
向町層は非海成層であり，湖盆中の堆積層であることは既述の通りであるが，そのような湖盆のできた原因は，前述のNW－SE方向の褶曲運動の結果，瀬見層を堆積した海域が，次第に西方に退却して，向町盆地付近は，海岸の内側の陸地内に盆地を形成したためである。そして，その時期は，野幅層の堆積後であるので，長尾付近の長尾層（女川層準），あるいは長沢層（船川層準）の海成層が堆積する時期に始まり，鮮新世を通じて行われたものと考えられる。すなわち，向町層の堆積した湖盆底は，褶曲および断層のために凹凸を生じており，その中でも最も低い個所から堆積が始まったものであろう。向町層堆積初期の地層は，そうした基盤の凹凸に支配されて，多少の撓曲を示したであろうが，凹所の埋積が完成して，堆積上面がほぼ水平にかつ広範になった。しかし，既述のようなNW－SE方向の褶曲運動が継続しているので，凹所はいよいよ深く，凸部は次第に盛り上がり，凸部の上の向町層の厚さは，凹所のそれよりも一般に薄くなっているものと考えられる。赤

倉温泉の現在の位置は，この場合の盛り上がった所に位置している。

(3) 源 泉 状 況

イ) 源泉の分布・湧出量・泉温

赤倉温泉の源泉分布は図198に示したように，1971年４月現在で，利用源泉18，未利用源泉３であるが，このほか，日山温泉として，利用源泉１，未利用源泉１がある。これら合計23の源泉は，いずれも自噴しないので全部動力揚湯している。またその各源泉の掘さく深度・湧出量および泉温は，表145に示した通りである。



No.	源泉名	No.	源泉名
1	最上荘	13	赤倉ホテル3号
2	大黒屋	14	〃 2号
3	緑屋	15	〃 1号
4	佐藤屋	16	佐七
5	共同浴場	17	大場
6	湯沢屋1号	18	橋本
7	〃 2号	19	山田屋
8	阿部屋1号	20	村川
9	〃 2号	21	阿部屋4号
10	〃 3号	22	日山1号
11	三之丞2号	23	〃 2号
12	〃 1号		

図198 赤倉温泉の源泉分布図

表145 赤倉温泉各源泉の掘さく深度・湧出量・泉温 (1970年12月現在)

	掘さく深度（m）	湧出量（l/min）	泉温（℃）	備考
第１群				
三之丞１号	72.7	85.5	62.5	自噴
〃 ２号	153.0	41.1	63.0	動力
阿部屋１号	164.5	85.5	60.5	自噴
〃 ２号	181.8	—	—	休止
村川	196.0	40.0	67.5	自噴
第２群				
湯沢屋新	187.0	5.0	69.0	自噴

湯沢屋旧	66.5	測定不能	57.2	自噴
第1共同	5.5	—	—	休止
佐藤屋	39.4	149.5	60.1	動力 ※佐藤屋85.5 共同64.0 混入
みどり屋	106.0	37.5	65.0	自噴
大黒屋	96.6	165.5	65.5	動力
最上荘	207.0	57.3	66.0	自噴
第3群				
最上荘	207.0	57.3	66.0	自噴
ホテル3号	215.0	230.0	73.0	自噴
第4群				
ホテル1号	68.5	150.0	49.0	自噴
〃 2号	187.3	37.5	61.0	自噴
〃 3号	215.0	236.0	73.0	自噴
大場	81.8	40.0	52.0	動力
第2共同				
山水館（橋本）	303.0	13.7	51.0	動力
第5群				
日山1号	61.8			申請深度（300m）
〃 2号	300	120.0	67.0	自噴

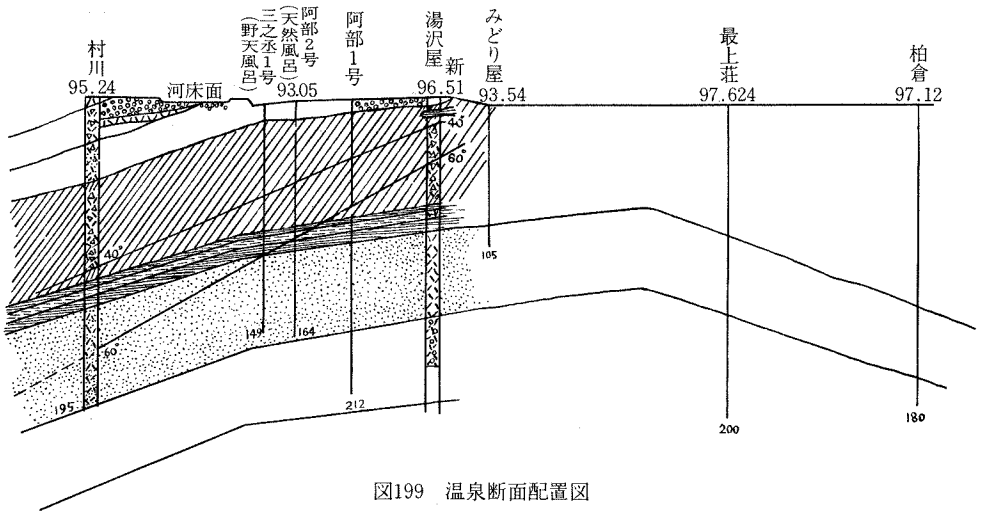


図199　温泉断面配置図

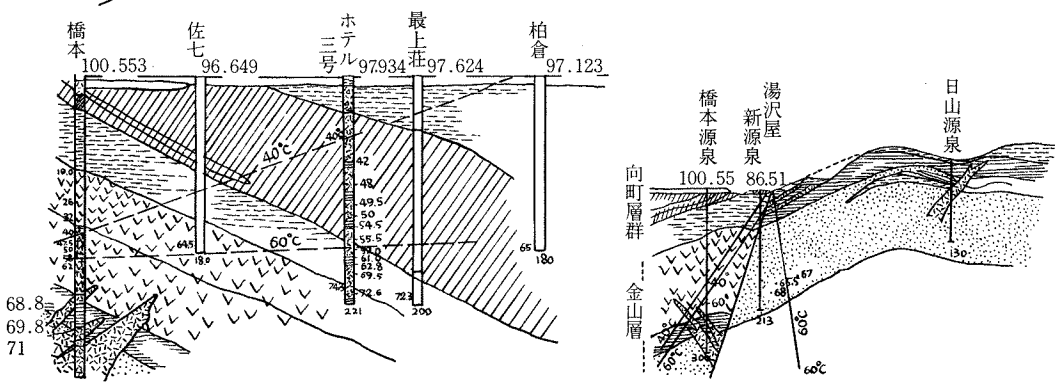


図200　温泉断面配置図

ロ)　各源泉の相互影響

赤倉温泉では1951年以降の湧出量ならびに泉温の調査があるので，源泉の浚せつ・増掘・新掘さくによって，既存の源泉がどのような影響を受けたかなどの相互影響関係を明瞭にすることができる。つぎの表146はその関係を示したものである。

表146　各源泉の相互影響

		1951年5月から新掘さくまでの平均湧出量（升/分）	新掘さく後の平均湧出量	増減 定量	増減 %
1.湯沢屋新					
	湯沢屋旧	8.623	7.736	− 1.00 ±	
	阿部旅館1号	18.023	16.326	− 1.70 ±	
	〃　2号	30.974	37.366	+ 6.40 ±	
	佐藤屋	13.934	15.992	+ 2.00 ±	
	みどり屋	8.548	7.654	− 0.90 ±	
	大黒屋	16.348	30.254	+13.90 ±	
	ホテル2号	26.552	27.264	+ 0.70	
2.ホテル3号	(30. 9. 6)				
	ホテル2号	26.906	14.370	−12.536	
	山水館	10.930	10.230	− 0.70	
	大黒屋	23.348	16.915	− 6.433	
	みどり屋	8.101	7.571	− 0.530	
	佐藤屋	14.963	10.689	− 4.274	
	湯沢屋旧	8.179	5.373	− 2.806	
	〃　新	16.718	12.230	− 4.488	
	阿部屋1号	17.174	18.048	+ 0.874	
	〃　2号	34.170	35.502	+ 1.332	
3.三之丞2号	(30. 10. 12)				
	三之丞1号	ほとんど影響なし			
	阿部屋1号			−15.00 ±	
	〃　2号	大きくないが無影響ではない			
	湯沢屋新	大きく影響はない			
	湯沢屋旧	大きく影響はない			
	山水館	仝　上			
	第二共同	仝　上			
4.阿部屋1号	三之丞2号	若干の影響あるが			
		他にはほとんどない			
5.阿部屋2号	三之丞2号	若干の影響あり			
	阿部屋1号				
		他にはほとんどない			
6.湯沢屋新増掘	湯沢屋（旧）	無影響			

	佐　藤　屋	共に	− 2.00 ～	
	みどり屋		− 3.00	
	大　黒　屋	（ホテル2号の増掘によるものか不明）	−24.00 ±	
7. ホテル2号				
	ホテル1号	影響なし		
	大　黒　屋	（湯沢屋新の増掘によるものかも知れぬ）	−24.00 ±	
8. 第二期の浚渫	山水館に関係ありと見られるが付近			
	各源泉の影響かどうか？　不明			
9. 最　上　荘	佐　藤　屋	湯沢屋（新）の増掘の影響を分離することは困難		
	大　黒　屋			
	みどり屋			
	第1共同			
	百　山	ホテル3号の影響を分離することは困難		
10. 村　川	三之丞2号	共に若干の影響を与えている		
	阿部屋1号			
	〃　2号			

この表から赤倉温泉では，相互影響のはげしい源泉を，つぎのように5つのグループに分けることができる。

第1群：三之丞1号，三之丞2号，阿部屋1号，阿部屋2号，村川

この群では，三之丞1号は現在の河川に最も接近し，気候的影響を最も鋭敏に受けているので，特殊の性格をもっているものと思われる。

第2群：湯沢屋新，旧，第1共同，佐藤屋，みどり屋，大黒屋，最上荘

第3群：最上荘，ホテル3号

第4群：ホテル1，2，3号，大場，第2共同，山水館（橋本）

第5群：日山1号，日山2号，

以上でみると，山水館，第2共同浴場，大場等は，第1群から比較的近距離にありながら，あまり影響を受けないのは，その深度が一般に比較的浅いためもあるかも知れないが，裂カの方向がN30°～40°Wの方向のものが顕著で，第1群と第4群を結ぶ方向の裂カの発達が微弱であるためと考えられる。ただ，最上荘とホテル3号を結ぶ方向（N10°E）のものは，その湧出量の多量と相互の影響が大きいので，この方向の裂カはよく発達していると考えられる。

ハ）　赤倉温泉群の湧出能力

一般論として，ある温泉群の各源泉の湧出能力（状態でもよい）から推して，その温泉群の能力を，かりに，幼年，壮年，老年期に3大別して，

幼年期　1～2本の源泉しかなく，自然湧出の個所が多く，まだまだ開発の余地があるもの。

壮年期　数か所ないし十数本の源泉が掘さくされたが，それらはいずれも掘さく当時の湧出量を維持し，まだ多少の開発の余地を残している場合。

老年期　自噴能力は全くなく，他の源泉の増掘，増馬力，切下げによって鋭敏に影響され，温泉

行政上の諸問題が常におこる。

とすると，赤倉温泉群の場合は，全体から見ればまだ壮年期であるが，部分的には老年期に入った源泉群もある。それを判定する１つの方法として，その地区の各源泉の深度の合計で，各源泉の湧出量の総和を除したものを，かりに寿命係数と呼ぶと，寿命係数が，深度の合計と平行して増大する場合は幼年期，一定の場合を壮年期，減少する場合を老年期と考えてもよい。

a．旧地区（1951年までの間に源泉のあった地区）の湧出能力

この地区での前記寿命係数を年度別に出してみると，

表147

年	(D)（m）総掘さく深度	総湧出量(V) 升/分	寿命係数（V/D）（升/m１分）
51	775.80	276.16	0.356
52	780.80		
53	841.40	334.76	0.395
54	980.60	451.96	0.461
55	1136.40	398.03	0.362
56	1308.42	498.29	0.382
57	1469.32	520.00	0.356

となって，1954年を境として寿命係数は減少している。こうした地区では，深掘りすればその源泉の揚湯量は増加するが，m当たりの湧出量は減少するので，増掘しない他の源泉の湧出量は減少する。すなわち，この地区は壮年期をこし，老年期に入った地区と言わなければならない。

このような老年期地区では，新掘さくや増掘等を極力さけるべきで，特に第1.2群源泉地区では絶対にさけるべきである。もし，この地区で新掘さくをやれば，水頭面は次第に低下し，水頭面が現河床面から下れば，共同浴場のように河水が浸入して，各源泉は荒廃する。

b．新地区（第３群の源泉地区）の湧出能力

掘さくが新しいので，寿命係数の永年変化は不明であるが，1958年の資料からでは，ホテル３号0.634 最上荘0.500 となって，第1.2群の源泉地区に比べると，まだまだ，余力のある地区と考えられ，幼年期地区と考えてよいであろう。

c．村川源泉地区の湧出能力

旧源泉地区から100m以上離れているが，その寿命係数は0.282で，旧地区のそれよりもはるかに低い。したがってこの方面での開発の余力は，あまり望めそうもないが，温度が高いので，村川源泉から更に100m前後離れた所での，新掘さくは可能なのではあるまいか。

(4) 化　学　成　分

赤倉温泉には，日山地区も含めて20本の源泉が所在しているが，これらはいずれも含芒硝石膏泉系のものである。

これらの諸源泉から三つの源泉を選び，その中分析結果を示した。これによると，主成分は Na^+

Ca^{2+}, SO_4^{2-}などが主体で，典型的な硫酸塩泉であることがわかる。

表148　**赤倉温泉**（源泉名　阿部旅館１号源泉）

1．ゆう出地　最上郡最上町大字富沢886　（標高　m）									
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年６月９日）　９時25分									
(1) 泉　温　69.8℃　天候　曇 気温17.6℃　気圧　m.bar									
(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　掘さく自噴　）									
(3) 性　状　無色澄明異臭なく微かに収斂味を有し弱アルカリ性反応を呈す。									
(4) 水素イオン濃度（pH）　8.1　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）									
3．試験室における試験成績（昭和41年６月13日～昭和41年８月27日）									
(1) 性　状　無色澄明異臭なく微かに収斂味を有し弱アルカリ性反応を呈す。									
(2) 水素イオン濃度（pH）　8.1　(3) 比　重　1.0005（20℃）									
(4) 蒸発残留物　982.0　mg/kg									
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。									
本水１kg中に含有する成分及びその分量表									
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%		
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-					
カリウムイオン K^+	7.274	0.1860	1.40	塩素イオン Cl^-	40.78	1.150	8.68		
ナトリウムイオン Na^+	154.3	6.709	50.63	臭素イオン Br^-					
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-					
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-					
カルシウムイオン Ca^{2+}	122.5	6.113	46.14	硫酸イオン SO_4^{2-}	553.3	11.53	87.01		
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.527	0.1256	0.95	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$					
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$					
フエロイオン Fe^{2+}	0.882	0.0316	0.24	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$					
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}					
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}					
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-					
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.764	0.0850	0.64	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	32.45	0.5318	4.01		
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.240	0.0080	0.06		
計	287.2	13.25	100.0	水硫イオン HS^-					
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.850	0.0240	0.18		
ほう酸（メタ） HBO_2	3.625	0.0827		けい酸イオン SiO_3^{2-}					
けい酸（メタ） H_2SiO_3	74.83	0.9584		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.265	0.0062	0.05		
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.022	0.0013	0.01		
計	78.46	1.041							
遊離炭酸 CO_2	0.625	0.0142							
遊離硫化水素 H_2S				計	628.9	13.25	100.0		
計	0.625	0.0142							
総計	995.2	27.56							
その他									
ガス	（１l中の含有量）								
4．泉質　単純温泉（緩和低張性高温泉）									

表 149

赤倉温泉（源泉名　赤倉ホテル３号泉）

1．ゆう出地　　最上郡最上町大字富沢817　　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年６月８日）　10時35分

(1) 泉　温　69.8℃　天候　晴　気温20.7℃　気圧　　m .bar

(2) ゆう出量　（l /min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　　）

(3) 性　状　無色澄明異臭なく微かに収斂味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（ｐＨ）　8.2　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie （　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和41年６月13日～昭和41年８月27日）

(1) 性　状　無色澄明異臭なく微かに収斂味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（ｐＨ）　8.2　(3) 比　重　1.0006　（20℃）

(4) 蒸発残留物　1035　mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	6.647	0.1700	1.19	塩素イオン Cl^-	42.20	1.190	8.32
ナトリウムイオン Na^+	168.4	7.322	51.26	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	132.5	6.612	46.29	硫酸イオン SO_4^{2-}	603.8	12.58	87.97
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.963	0.0792	0.55	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.827	0.0296	0.21	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.649	0.0722	0.50	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	29.61	0.4852	3.39
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.276	0.0092	0.06
計	310.0	14.29	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル	ミリモル	ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.780	0.0231	0.16
ほう酸（メタ） HBO_2	4.527	0.1033		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	56.70	0.7262		ほう酸イオン BO_2^-	0.424	0.0099	0.07
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.01
計	61.23	0.8295					
遊離炭酸 CO_2	0.449	0.0102					
遊離硫化水素 H_2S				計	678.1	14.30	100.0
計	0.449	0.0102					
総計	1050	29.43					
その他							
ガス	（１l 中の含有量）						

4．泉　質　含石膏芒硝泉（緩和低張性高温泉）

表 150　**日山温泉**（源泉名　ひやま山荘源泉）

1．ゆう出地　最上郡最上町大字富沢831　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年6月7日）　17時25分

(1) 泉温　56.2℃　天候晴　気温18.5℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯　）

(3) 性状　無色澄明異臭なく微かに収斂味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.2　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和41年6月13日～昭和41年8月27日）

(1) 性状　無色澄明異臭なく微かに収斂味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.2　(3) 比重　1.0008　(20℃)

(4) 蒸発残留物　1144　mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに呈す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	6.491	0.1660	1.05	塩素イオン Cl^-	43.62	1.230	7.69
ナトリウムイオン Na^+	174.4	7.583	47.86	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	157.7	7.869	49.67	硫酸イオン SO_4^{2-}	686.1	14.29	89.33
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.208	0.0993	0.63	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	1.104	0.0395	0.25	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.772	0.0859	0.54	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	26.65	0.4367	2.73
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.246	0.0082	0.05
計	341.7	15.84	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.580	0.0205	0.13
ほう酸（メタ） HBO_2	4.659	0.1063		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	50.40	0.6455		ほう酸イオン BO_3^-	0.432	0.0101	0.06
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.01
計	55.06	0.7518					
遊離炭酸 CO_2	0.405	0.0092					
遊離硫化水素 H_2S				計	758.7	16.00	100.0
計	0.405	0.0092					
総計	1156	32.60					
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含芒硝石膏泉（緩和低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

赤倉温泉は過酸化水素の分解に関する触媒作用を有し，その活性度は時間的に変化する。赤倉ホテル1号源泉を例にとり，そのようすを表151，図201に示す。初期に急激な減少を示し，その後はきわめてゆっくりと減少する。

表151

経過時間（分）	$k' \times 10^3$	pH
0	—	7.3
30	0.323	〃
90	0.120	〃
180	0.072	〃
300	0.051	〃
450	0.036	〃
630	0.031	〃
840	0.026	〃
1080	0.022	〃
1350	0.019	〃

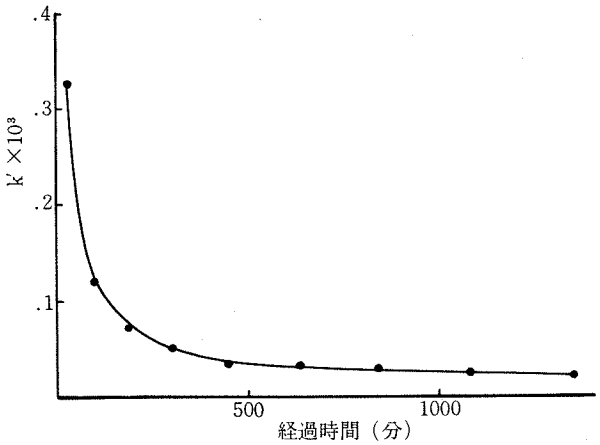


図201 触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

赤倉温泉の源泉分布は，図198（(3)源泉状況の項参照）に示すとおり，その大半は温泉街の小国川河岸に所在している。

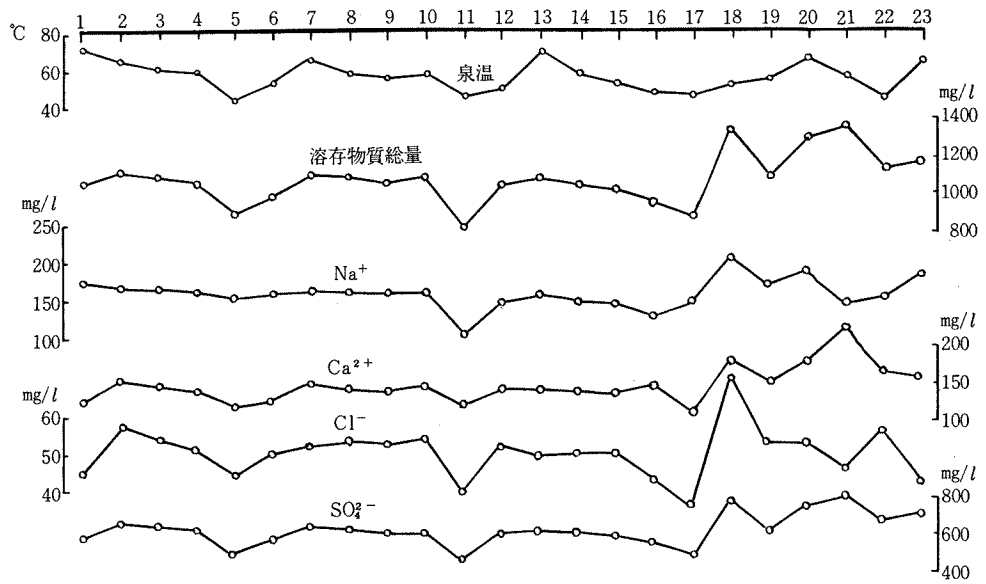


図202 泉温と主要成分の関係図

表152　赤倉温泉の分析結果表

(mg/l)

SP No.	源泉名	採水年月日	泉温	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{2+}
1	最上荘	S. 33. 2. 3	72.0	8.15	1016	8.930	176.4	121.4	2.626	0.764
2	大黒屋	S. 26. 5.25	67.3	8.1	1095	9.324	168.7	149.0	1.050	1.032
3	緑屋	〃	63.1	8.1	1062	9.127	165.1	143.7	1.182	1.148
4	佐藤屋	〃	62.1	8.1	1029	8.929	159.4	139.6	1.203	1.144
5	共同浴場	〃	47.0	7.7	873.2	7.751	131.2	115.1	1.457	1.084
6	湯沢屋1号	〃	55.8	8.0	963.6	8.271	153.6	124.7	1.094	0.972
7	〃 2号	S. 30. 2.25	68.7	8.2	1068	8.620	161.4	149.1	1.293	1.025
8	阿部屋1号	S. 26. 5.25	61.1	8.0	1068	9.097	161.9	142.9	1.049	1.124
9	〃 2号	〃	59.1	8.0	1031	8.947	157.3	138.1	1.083	1.204
10	〃 3号	S. 36. 5.10	61.6	7.7	1072	9.124	162.8	144.7	1.129	1.206
11	三之丞2号	S. 28. 5.12	49.9	7.5	802.5	6.825	116.2	117.9	2.451	0.273
12	〃 1号	S. 25. 5.25	53.8	8.0	1023	9.073	156.2	138.0	1.157	1.077
13	赤倉ホテル3号	S. 30. 9. 6	72.9	8.2	1068	8.680	165.7	140.6	1.485	0.854
14	〃 2号	S. 26. 5.25	61.9	8.1	1029	9.133	156.3	138.6	1.210	1.093
15	〃 1号	〃	56.8	8.0	1014	9.098	153.7	137.1	1.182	1.108
16	佐七	S. 29. 3. 5	51.8	8.5	952.8	7.580	133.5	149.2	1.320	0.827
17	大場	S. 34. 1.22	51.0	7.7	880.0	7.040	154.0	110.7	1.092	0.804
18	橋本	〃	57.0	7.8	1328	10.04	213.8	178.6	2.730	0.744
19	山田屋	〃	59.0	7.7	1085	9.420	178.1	151.8	1.856	0.786
20	村川	〃	69.8	7.9	1290	9.860	198.7	178.6	2.184	0.758
21	阿部屋4号	S. 39.12.21	60.5	7.9	1357	11.07	158.4	225.1	2.406	1.084
22	日山1号	S. 26. 5.25	49.6	8.1	1132	9.311	163.0	164.0	1.707	1.194
23	〃 2号	S. 43. 2.22	69.2	8.1	1170	6.872	181.1	163.6	1.315	1.204

1951年から1968年に県が実施した各源泉の分析結果は表152に示したとおりである。

これらの分析結果によると，pHは7.5～8.5で弱アルカリ性を呈し，溶存物質総量は1000 mg/l 内外で，主要成分としてはNa^+ Ca^{2+} 及びSO_4^{2-}等があげられ，その泉質は含芒硝石膏泉に属する。

表152の分析結果から，泉温と主要成分との関係及び主要成分の相互関係について考察を進めてみよう。

図202は，泉温及び主要成分の含量を縦軸にとり，横軸には，便宜上各源泉を等間隔に配列して結んだのみの関係図であるが，これによると，泉温に対して溶存物質総量，Na^+

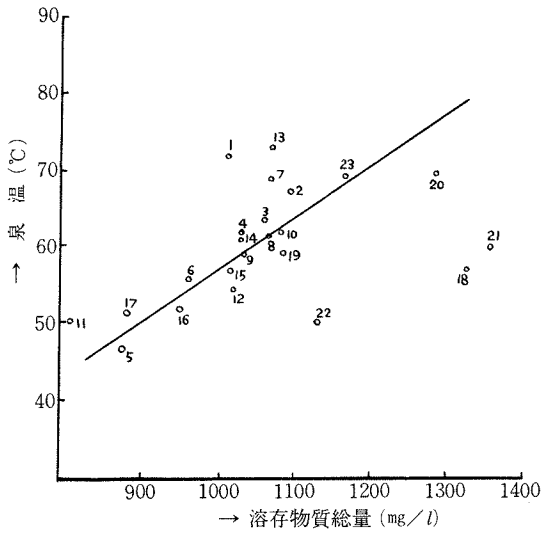


図203　泉温－溶存物質総量

Mn^{2+}	Al^{3+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	OH^-	HS^-	HBO_2	H_2SiO_3	CO_2	H_2S
—	0.475	45.39	574.0	47.34	4.44	1.329	0.320	4.700	65.95	—	—
—	0.872	58.51	649.4	1.472	Tr	Tr	0.664	4.497	57.90	—	—
—	0.972	54.96	635.2	1.379	Tr	Tr	0.646	4.870	51.41	—	—
—	0.993	52.48	616.8	1.572	Tr	Tr	0.466	4.841	48.82	—	—
—	0.927	45.03	490.4	25.49	—	—	Tr	4.654	47.26	2.642	0.306
—	0.446	51.42	565.9	1.724	Tr	Tr	0.510	4.721	56.35	—	—
—	0.853	53.19	634.3	7.942	0.588	1.023	0.644	4.670	57.86	—	—
—	0.472	54.80	623.3	1.314	Tr	Tr	0.442	4.881	61.80	—	—
—	0.564	53.19	604.8	1.402	Tr	Tr	0.425	4.854	62.32	—	—
—	0.824	55.25	612.9	26.25	—	—	—	4.671	64.25	7.480	0.578
—	3.293	41.55	456.8	60.43	—	—	0.315	4.095	48.43	2.751	0.152
—	0.495	53.11	603.4	1.538	Tr	Tr	0.272	4.828	57.90	—	—
—	0.659	50.62	622.6	8.998	Tr	Tr	0.908	4.760	64.92	—	—
—	0.422	51.06	607.0	1.424	Tr	Tr	0.512	4.867	58.68	—	—
—	0.564	51.11	598.9	1.471	Tr	Tr	0.439	4.872	56.09	—	—
—	0.325	44.33	560.9	25.27	3.942	1.773	0.990	4.782	58.57	—	—
—	0.463	38.36	493.8	73.20	—	—	—	4.650	61.67	9.680	0.629
0.165	0.446	72.20	771.5	40.50	—	—	—	4.860	71.41	8.800	0.765
—	0.453	54.16	617.3	85.40	—	—	—	4.910	51.93	10.12	0.527
—	0.439	54.16	757.2	45.75	—	—	—	4.960	81.14	7.92	1.037
—	0.772	47.55	810.2	30.50	—	—	—	5.074	71.85	4.400	0.425
—	0.742	57.45	677.7	1.237	Tr	Tr	0.472	5.524	51.15	—	—
—	0.784	44.88	712.8	26.55	0.198	0.022	—	4.352	49.14	0.511	—

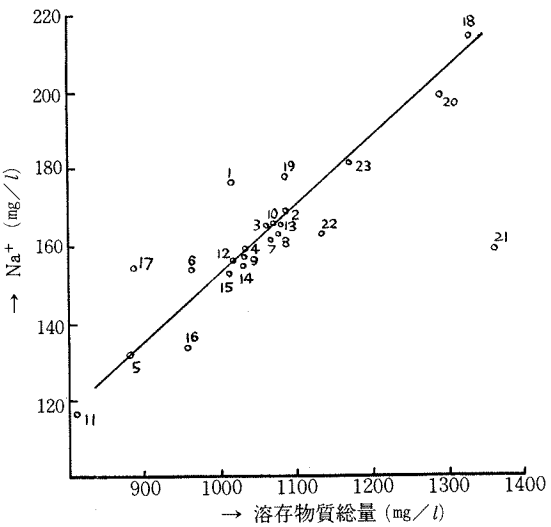


図204　Na^+－溶存物質総量

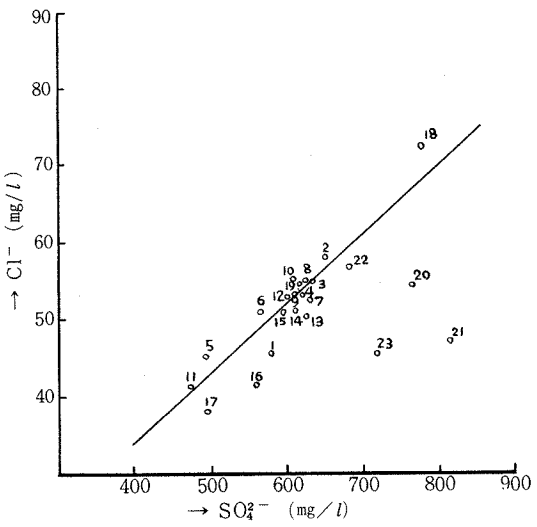


図205　Cl^-－SO_4^{2-}

等は同一傾向を有していることが明確にうかがわれる。

さらに，検討を加えるため図203--図205にそれぞれ泉温－溶存物質総量，Na^{+}－溶存物質総量，Cl^{-}—SO_4^{2-}の関係図を示した。

これによると，１部の源泉を除きほぼ正の相関々係にあることが認められ，本温泉の諸源泉はいずれも同一泉源に由来することがわかる。

図203中のSP. No.18 及び21は，溶存物質総量は比較的多いが，泉温は低い結果を示している。前者は，孔底温度が73.5℃と高温であるが，揚湯量を増加すると，冷地下水の混入により温度低下が認められ，後者は位置的環境の相異によると考えられ，湧出過程における成分的な変化を余り受けないで，熱伝導のために熱を逸散して泉温低下を示したものと考えられる。

(7) 地 温 調 査

温泉水が地表近くに上昇している個所では，そうでない個所よりも地温が高いはずであるので，地温を測定することによって，温泉帯の範囲を求め，さらに，今後の開発の資料に供する目的で，県は1958年10月25日から11月７日までの延14日間にわたって地温測定を実施した。

イ） 地温測定の方法・気象条件

方　法

地下の測定孔を初めハンド・オーガーによって掘さくしたが，障害物につきあたると掘進不可能となるため，径1.5吋の鉄管を用い，それを地下に打ち込んだ後ひきぬき，1.5吋程度の測定孔を作って，コードの端にある感熱部を直接地下の測定個所に挿入し，20～40分放置後に観測した。掘進による摩擦熱を憂慮し，種々の時刻の観測個所の深さは地表から1.5ｍとし，測定計器は横河製の高感度電気温度計を使用した。測定にあたっては，測定条件が可及的に同一となる様に注意した。測定数は180点である。

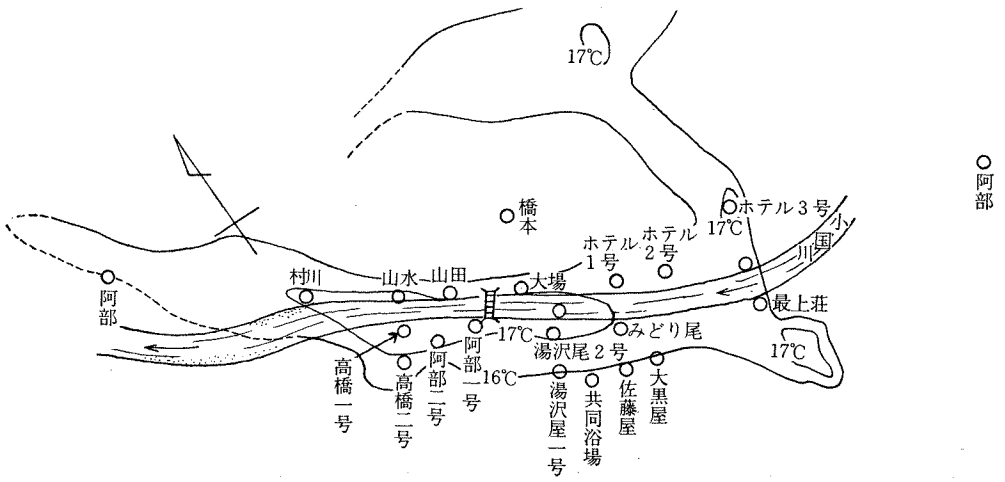


図206　赤倉温泉地温分布図

気 象 条 件

測定は，地下1.5ｍの測温個所と，地表の地温ならびに湧泉，井戸，河川，溜り水，田の水等の水温と気温をも合わせて行った。地表の温度は，日中の較差がかなり大きいが，12°から15℃±が最も多く，8.0℃から最高で15.2℃であった。測定期間の天候は10月26日小雨，27日雨以外は快晴，気温は7°～16℃迄で13°前後が多かった。

ロ） 測定値の判断

測定地点の地形的，地質的，地下水的条件が同一の場合は，相対的な値として，その同一条件内での高温帯は一応認めてもよいが，上記の条件が異なる地帯間では，その数値だけで，同じような高温帯があると考えるのは早計である。

図では，同一条件と考えられる地域を同色で塗色してある。また，16℃と17℃の等温線を引いて見た。これによると，現在の源泉の近くで地温が高いのは当然であるが，最上荘南方約60ｍの地点に高温帯があるのは注目すべきである。また，佐七旅館の北東約100ｍのところに17℃の線が出るが，この地点の地下水温は15℃～16.5℃である。これの解釈はいろいろあろうが，やはり異状高温帯として注目してよいと考えられる。

16℃の線は，かならずしも温泉と関係があるとは言えないが，その方向がN30°～40°Wの方向とか，N10°～30°Eの方向の裂カの方向とほぼ一致しているので，今後の開発予定地になりうるかどうか吟味されなければならないであろう。それには今後の新掘さくの誘導地帯として考えてもよいと思う。

(8) γ線，放射能探査

イ） γ線強度測定による裂カ系統の探査

温泉の湧出機構，現在の各源泉の相互関係，今後開発可能な地区の選定などの参考にすべく，温泉水中に含まれている放射性物質が，表土中に滲出する量を測定するため，表土中のγ線強度測定を行った。その結果を図示したのがある。

測定方法はフィリップス・ガイガーサーブメーター（携帯用）を用い，表面の植被をハンマーではがし，表土，または岩石，地層を露出させ，そこで10分間のカント数を計測し，それを２回繰返して，５分間のカント数に平均値を出した値を図上にプロットし，等値曲線で結んだ結果が図である。

結果的には，ほとんど自然計数だけで，地中からの放射性物質によるγ線強度は何もつかめなかったようである。源泉の湧出口でさえ，自然計数以上の値が出ないのであるから，このようなγ線強度測定による上記の目的は達せられないはずである。もっと正確なシンチレーション・カウンターを使用すればどうなるのか，今後の研究課題である。

したがって，温泉の湧出機構は，地質調査から得られた結果と，あとに述べる湧出量の永年変化から推定する以外に方法はない。また，各源泉の相互関係は，主として湧出量の永年変化から，今後の開発可能地区の選定には，地温測定によって考察する必要がある。

ロ） 放 射 能

阿部旅館２号泉について，RaBをとり出し，10 l についてその放射能を測定して図207のような崩壊曲線を得た。計数率N（cpm）と経過時間t（分）との関係は，次式のとおりである。

$\log_{10}N=3.2509-0.00895\,t$

これから半減期を求めて33.6分，湧出時のRaBの放射能として27.2×10^{-10}Ci／ l が得られた。

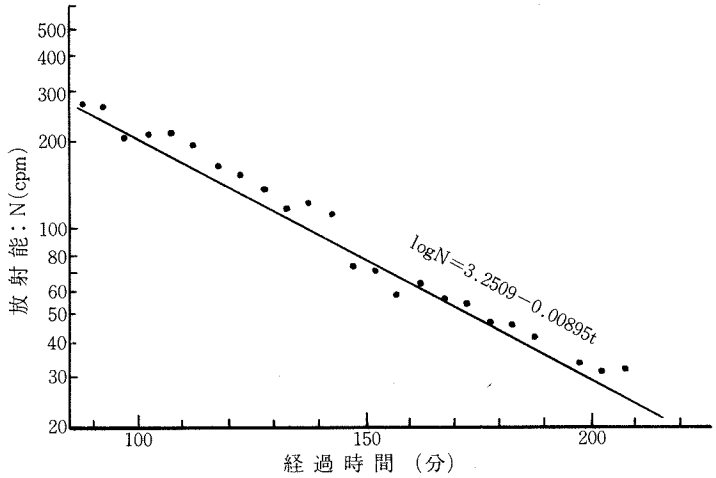


図207 RaBの崩壊曲線

(9) 湧 出 機 構

温泉の熱源として考えられるものは，赤倉温泉の場合は，火山性熱源を考える以外にデーターはない。その火山性熱源を考える場合にも，瀬見層中－上部に見られる斜長石石英粗面岩による熱源は，現在の各鉱山での地熱から推定して否定的である。すなわちもっと新しい時期の火山活動を考える必要がある。近くの火山を探せば荒雄岳があり，それを中心として，多数の温泉群が分布することは衆知の通りである。したがって，赤倉温泉の熱源の供給中心として，荒雄岳を考えることはもっとも手近かなことであるが，図に示すように，荒雄岳の下の熱源を地表から10km（重力測定の結果からそのような値が出されている）下にあったとして，そこと赤倉温泉を結んだ線の角度は，30°以下となって，このような低角度で熱源が約20kmもの間を注入されているとは考えられない。すなわち，もっと近くにその熱源を求める必要がある。

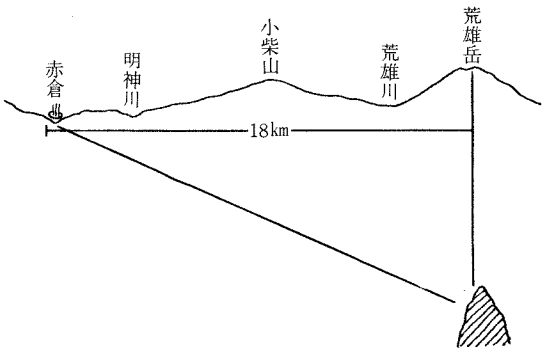


図208 荒雄岳と赤倉温泉との関係

向町層は，すでに述べたように，火山噴出物を多量に含んでおり，その当時にどこか近くに火山活動のあったことを示しているが，野外調査ではその火口らしきものは発見されない。一つの考えは，向町層を堆積していた湖盆の中におこった火山を考えることである。この場合は，火山体そのものは，火口も同様に，向町層の中に埋積してしまって，その活動が現在まで継続しない限りは，地表からはその存在が確かめ得ないことになる。赤倉層の分布状態から考えた場合，この潜在火山の位置は，向町の少し南方にあたると考えられる。というのは，赤倉層最上部の石英安山岩質凝灰岩および熔結凝灰岩もまた，同一火口から噴出した

ものと考えられるからである。

この場合，熱源の中心部を地表から10km下になると，その場所の岩石はすべて花崗岩あるいは花崗閃緑岩であり，地表から約1,500ｍまでは新第三紀層である。赤倉温泉の場合は，このような熱源からガス，蒸気，ごく一部は熱水の形で供給されるものが，途中の地下水を加熱して温泉水となっていると考えられ，熱源の補給路は，前記の各種断層および裂カである。また，温泉水の水頭は，温泉開発の初期においては封圧によっては高いが，封圧の減少と，自由地下水面の低下にしたがって次第に低下して行く。しかし，断層系統および裂カ系統に支配されて，すべての源泉が常に一様の水頭を示すとはかぎらない。

また，向町層の中の裂カおよび亀裂は，その数は多いが，小規模であり，瀬見層中のそれは，数は少ないが規模が大きいことはすでに述べた通りである。したがって，向町層中に止っている源泉の湧出量は一般に少なく，瀬見層まで堀り下げた源泉の湧出量は多い。すなわち有力な源泉は，深い位置で，瀬見層の中の有力な裂カにあたっている源泉である。

⑽ 適応症と禁忌症

源泉名：赤倉ホテル３号源泉

浴用の適応症　慢性関節リウマチ及びリウマチ性疾患　神経痛　神経炎　慢性皮膚病　創傷　痔疾　火傷　慢性婦人科疾患　神経衰弱及びヒステリー　じん麻疹

浴用の禁忌症　すべての急性疾患殊に急性熱性疾患　憔悴状態（結核及び悪性腫瘍等）　高度の心臓病及び病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病　常習便秘　肥胖症　動脈硬化症　高血圧症　胆石症　胆のう炎　胆道炎　黄疸　肝炎　痛風　尿酸素質　痔疾　じん麻疹

飲用の禁忌症　胃腸カタルにて消化管の過敏な患者　下痢患者又は下痢の傾向ある場合　全身衰弱が著しく下剤の投与に耐えない場合

源泉名：阿部旅館１号源泉

浴用の適応症　慢性関節リウマチ及びリウマチ性疾患　神経痛　神経炎　胃及び関節等の運動器障害　外傷性障害の後療法　疲労回復

浴用の禁忌症　心臓病の代償機能不全　高度の動脈硬化症　高血圧症　急性皮膚病　興奮型の神経症　悪性腫瘍（ガン及び肉腫等）　急性伝染病　肺結核

飲用の適応症　胃腸病　肝・胆道疾患

2．瀬　見　温　泉

(1) 環境と沿革

イ）環　　境

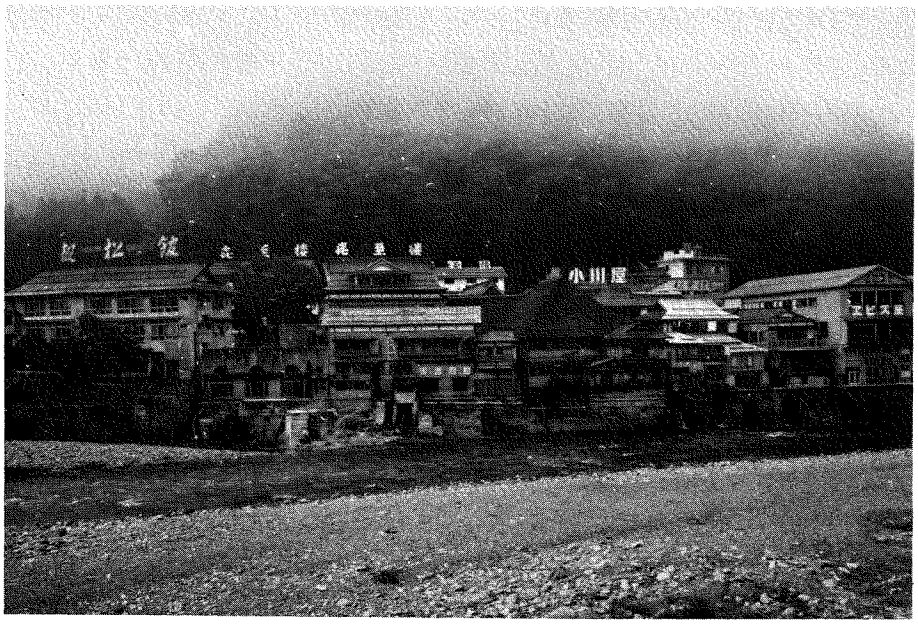
瀬見温泉は，陸羽東線瀬見駅の西南方約１kmで，小国川の左岸にある温泉場である。瀬見駅からは，鉄道ダイヤに合わせてバスが通り，自家用のマイクロバスを通している旅館もある。最近国道47号線が完全に舗装され，この国道が温泉街と橋一つへだてた所を通るので，自家用車では全く便利になった。

瀬見温泉は，古くより最上地方の奥座敷としての役割を果たしてきたところで，南北を険しゅんな山地にはさまれ，あいだを小国川の清流が流れる。小ぢんまりした温泉場である。ここの名物は，小国川を上下する鮎の群れで，シーズンともなれば，大公望が暗いうちから河面に糸を垂れる。宿の部屋から竿を突き出してさえも，結構釣れるといわれるから，鮎の量は相当なものであろう。宿の部屋から，広い川底を見ていると，多数の銀鱗のきらめくのが目にはいる。

春の山菜，秋の茸もさることながら，温泉宿から見える紅葉の美しさは，けだし県下随一の部類にはいるであろう。郷土色豊かな，また家庭的なこまやかなサービスが行き届いていることでも知られている。最近は国道47号線の完全舗装を契機として，利用者は全国的になって来た。

ロ）沿　　革

1187年（文治３年）源義経が，弁慶をはじめ，主従19人で平泉に赴く途中，念珠関から田川館に立寄り，最上川を遡行，亀割峠をこえてこの地についた際，岩の間に温泉が噴出するのを発見した



のが，温泉開湯の始めと伝えられている。

当初は，河川中および河岸から湧出する温泉を，各旅館に導入していたが，最近は動力引揚によって貯湯槽に貯め，各旅館に引湯している。

(2) 地 形 と 地 質

イ) 地　　形

瀬見温泉付近の地形を概説的に述べれば，新庄盆地と向町盆地とを分離する山岳地帯といえる。標高800m～1,000mの山頂が，南部あるいは北部にわだかまり，向町盆地西端の大堀から，新庄盆地東端の長沢まで，東西約10kmの山地が，ほぼ南北方向に走っている。

瀬見温泉は，この幅約10kmの山地を，北東—南西方向にかん入して西流する小国川の横谷の河岸に，東寄りに位置する。

河川としては，小国川の支流として，瀬見温泉の対岸に発達する笈ノ沢だけで，あとは全部，小国川に向かう急な山腹に発達する谷川だけである。

ロ) 地　　質

a．瀬見地区の地質概要

瀬見温泉のでき方を理解するのには，まず，付近一帯のかなり広い地域の，地質の概要を理解してかかる必要がある。瀬見ブロック（平面幅6km±）を中心に，その西は長沢部落付近に発達する断層以西の，最上亜炭田ブロックがあり，東は向町駅を中心として，低平な向町盆地ブロック（平面幅12km±）がある。

最上亜炭田ブロックおよび向町盆地ブロックは，瀬見温泉とは直接関係がないので，ここでは瀬見ブロックだけについて触れることにする。瀬見ブロックの地質は，ブロックの東部には下位の地層および岩石が発達していて，西へ進むにしたがって，次第に上位の地層が重なっている。それらの地層および岩石は，次の3つに区分できる。下位のものから，

1．花崗岩類および変成岩類

2．変朽安山岩類を含む安山岩類
　厚さは3,000m＋

3．緑色凝灰岩，安山岩類，砂岩凝灰岩などで，層厚400m＋

である。

これら3種類の岩層および地層のなかには，それらができてから貫入した別種の火成岩類が，相当多量に入っている。

それは，

①玄武岩および粗粒玄武岩の岩床

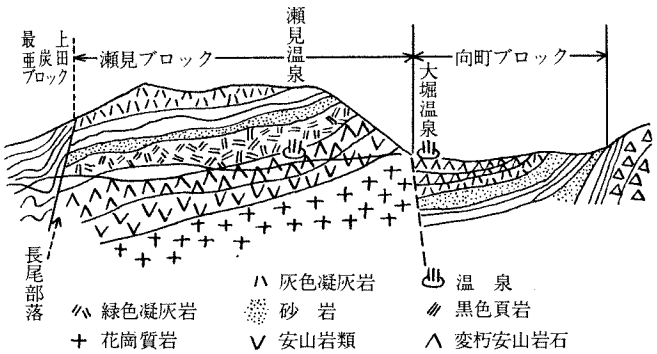


図209　瀬見温泉地質断面図

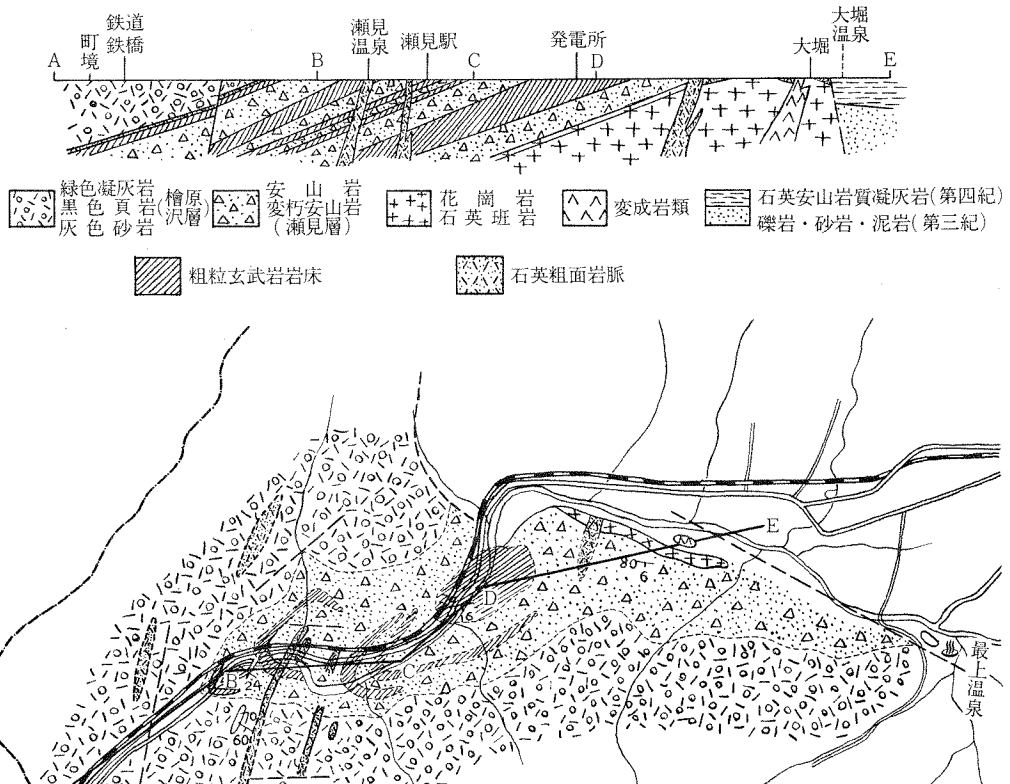


図210　瀬見ブロック地質図および断面図

②石英粗面岩および流紋岩の岩脈

である。

このうち，温泉に直接関係をもってくるものは，②の石英粗面岩および流紋岩の岩脈である。②以外の火成岩で温泉と関係をもったものは，地質調査だけではほとんど見いだせない。

b．瀬見温泉付近の地質

つぎに，範囲を瀬見温泉付近に限って，その地質をやや詳細に述べよう。

図211の瀬見温泉付近の地質図に示してあるように，火山岩類が下位から

①安山岩類

②石英安山岩類

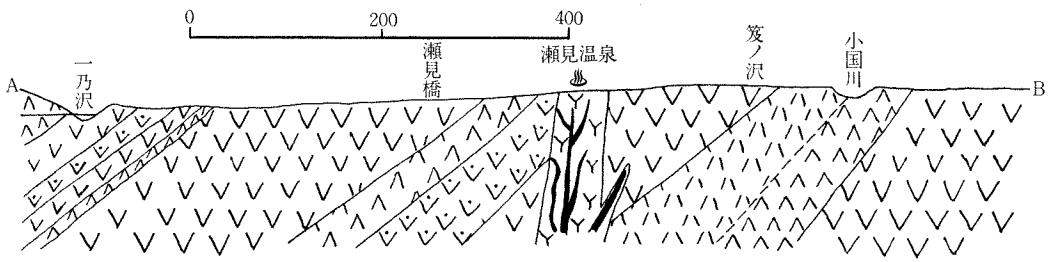
③変朽安山岩類

④安山岩類

のように重なり，これらの火山岩類を貫いて

①粗粒玄武岩および玄武岩

②石英粗面岩および流紋岩



∧∧ 粗粒玄武岩および玄武岩床　∨∨安山岩類　∨∨変朽安山岩
∧∧石英安山岩　ΥΥ 石英粗面岩岩脈

図211　瀬見温泉付近地質断面図

が多数岩脈状，岩床状に発達している。

そして，瀬見温泉の源泉は，断面図に書いた範囲では，一番左端の石英粗面岩の岩脈中から湧出している。高温をもった温泉が湧出する個所は，この左端の石英粗面岩の岩脈中からだけで，野外調査では，ほかには発見できない。

しかし，断面図の石英安山岩は，一般に鉱染していて，これを試掘中の坑道から湧出する水の電気伝導度を測定してみると，500 mυ/cmで，調査した範囲内では，瀬見温泉水についで，電気伝導度が高い。また，温泉旅館街の対岸，すなわち小国川の右岸では，かつて温泉が湧出した時の，温泉水中の溶存物質の残留土のようなものが，この石英安山岩上についている所もあるので，温度は低いが，この石英安山岩も，温泉水と何等かの関係を持つのではあるまいか。

この石英安山岩の地帯は，今後地温調査，地化学探査，浅いボーリングなどで，調査をやってみる必要がある。

以上のように，瀬見温泉地区では，地質的には，

①現在の源泉が湧出している石英粗面岩および流紋岩岩脈

②上項の岩脈に引き続く石英安山岩の活動

の２つ以外には，温泉源としての岩石は，現在までのところは存在しない。

c．源泉周囲の地質

①　現在の源泉と石英安山岩岩脈

現在の11か所の源泉は，いずれも，石英粗面岩の岩脈中から湧出している。この石英粗面岩の岩脈をはなれると，現在のところは源泉は存在しない。また，地下水の電気伝導度を測定しても，石英粗面岩以外の岩石中の地下水は，いずれも電気伝導度は低く，温泉湧出の可能性は低い。

この石英粗面岩の岩脈は，源泉付近では，幅が約47 mあって，現在の源泉は，この岩脈の西端付近から湧出する。その延長は後述するように，相当連続しているようである。

この石英粗面岩の岩脈は，石英の結晶が目立つところ，目立たないところといろいろあるが，石英の結晶がみられないところは，石英粗面岩質の凝灰岩と区別がつかない場合もある。後述するような節理は顕著であるが，大きく破砕帯というような断裂帯は見られない。一見緻密な節理の集合

であるので，源泉は，１個所から多量の湧泉はないかわりに，源泉を近づけても，そのために湧出量は急激に減少することはないであろう。

② 石英粗面岩と直接に接する新第三紀系

この石英粗面岩脈と，直接に接する新第三紀系の様子は，どこでも見られないので，温泉は石英粗面岩と，新第三紀系との接触部から湧出するかどうかは，なんとも言えない。ただ石英粗面岩中からも湧出するので，大部分は石英粗面岩の岩脈の中から湧出し，少量は，接触部からも湧出するであろうと考える。

源泉付近の新第三紀系は，灰緑色の安山岩，濁緑色の変朽安山岩などで，その中に粗粒玄武岩お

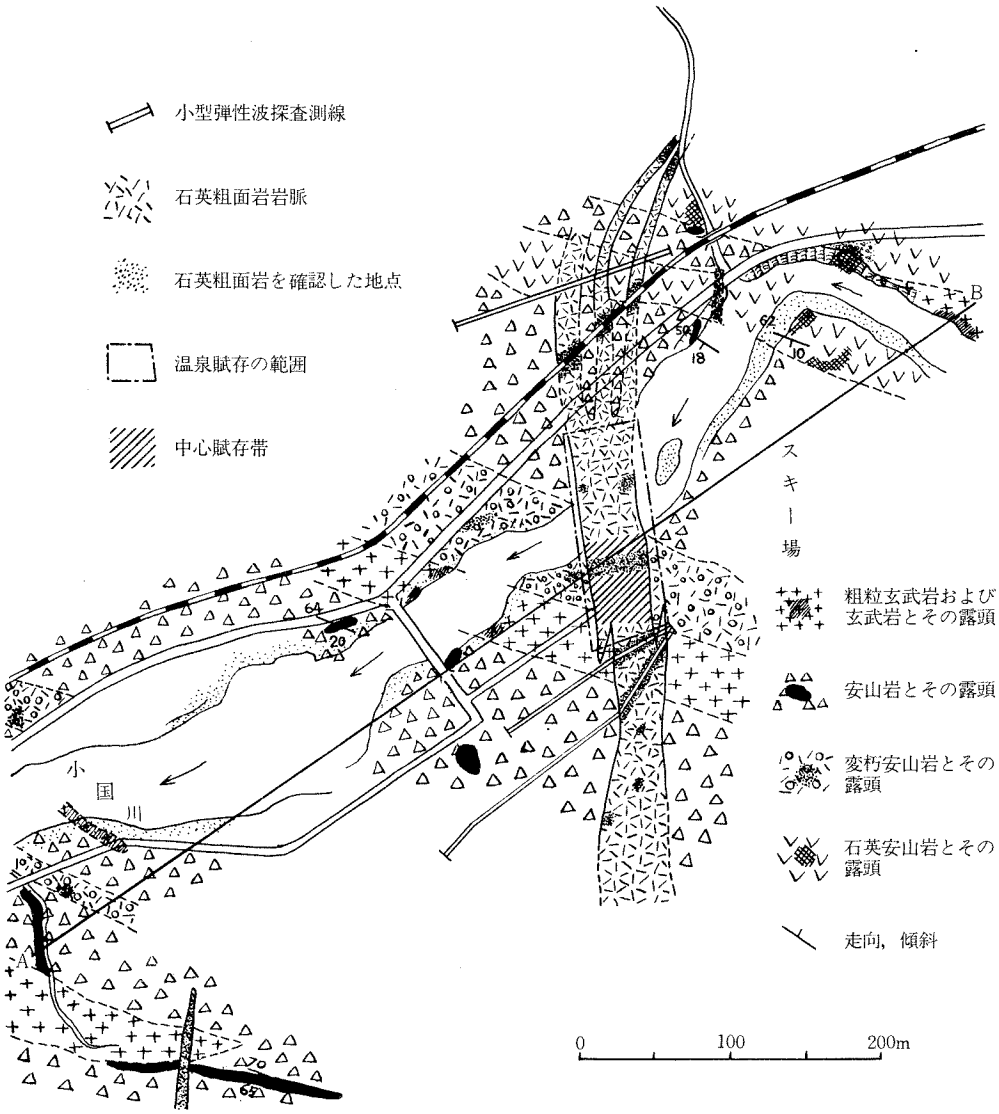


図212 瀬見温泉付近地質図と弾性波探査，
瀬見温泉賦存範囲および中心賦存帯

よび玄武岩が，迸入岩床状に（一般地層の走向，傾斜とほぼ並行に）はいってくる。一般の走向は北西－南東で，西へ10°～30°緩傾斜するが，所によっては，60°以上に急傾向する場合もある。粗粒玄武岩および玄武岩の岩床は，地層にほぼ並行であって，その活動の時期も，安山岩，変朽安山岩などと大きくおくれて活動したものではない。これは，また，上記の源泉を保有する石英粗面岩で切られているから，石英粗面岩の岩脈の活動時期は，粗粒玄武岩および玄武岩の岩床よりも後である。したがって，粗粒玄武岩および玄武岩の岩床と，温泉の湧出とは無関係である。

③　石英粗面岩の岩脈の傾き

源泉付近での石英粗面岩の岩脈の傾きは不明であるが，笈ノ沢，一乃沢での傾きは，西へ70°～80°傾いている。したがって，現在の地表での源泉が，岩脈の西縁に近いが，地下深所では，温泉水の流動路は岩脈のほぼ中心部となるであろう。

d．地質構造

①　節理および亀裂

調査地域内部の節理および亀裂を，計119箇所測定した。それを地域別に統計をとると，次のようになる。

（イ）源泉付近

NE(0)		NW(0)	
0～10	8	0～10	12
11～20	7	11～20	7
21～30	3	21～30	8
31～40	7	31～40	13
41～50	8	41～50	9
51～60	7	51～60	12
61～70	4	61～70	2
71～80	5	71～80	4
81～90	1	81～90	2
	計50		計69

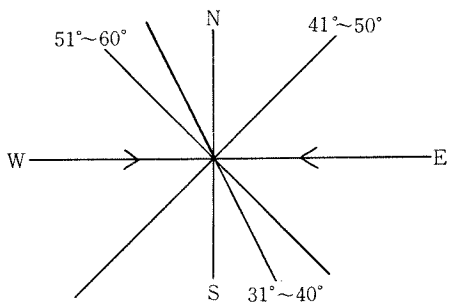
これらは，源泉を中心として，半径300ｍの範囲内の統計である。これらについてみると，

①北東方向をとるもののうちでは，ほぼ南北方向のものと，北41°－50°東の方向にピークがある。

②北西方向のもののうちでは，ほぼ南北方向と，北31°－40°西，北５尺60°西にピークがある。

これを図示すると，右図のようになり，ほぼ東西方向に圧力（褶曲による）が加ったことを暗示している。

このことは，瀬見ブロックの褶曲軸が，ほぼ南北方向をとっていることからも理解できる。



(イ)以外の調査地域全体

NE(0)		NW(0)	
0～10	1	0～10	2
11～20	0	11～20	0
21～30	0	21～30	1
31～40	2	31～40	1
41～50	1	41～50	1
51～60	1	51～60	4
61～70	1	61～70	1
71～80	0	71～80	3
81～90	0	81～90	2
	計6		計15

数が少ないので，統計的には意味がないということになるかも知れないが，やはり北西方向のものが，北東方向のものより多く出ているし，

(α)南北方向が多い

(β)31°－40°Eが多い

(δ)51°－60°Wが多い

までは，源泉付近とほぼ同様となる。ただ東西方向のものが源泉付近に比べて，多少増えている。

以上のように，節理または亀裂の方向から得られた結論は，当地域（瀬見ブロック）に加わった横圧力の方向は，ほぼ東西の方向であるということである。

これらの節理および亀裂の方向性は，当然，温泉が湧出している前記の石英粗面岩，および，流紋岩の中にも発達しているので，温泉水は，このような方向をもって，少し斜めになるかも知れないが，下方から上方へ，移動しているということになる。

② 断層とその方向

当地域で，断層が明瞭に見えるのは，笈ノ沢入口近くの鉄橋から約150m上流部であるが，そこでは笈ノ沢の右岸に好露出があって，2～3本の断層が見られる。断層の方向はN50°～86°Eで，北方および南方に傾いている。小国川沿岸では，国道橋から西へ約800mの地点で，N16°～24°E，西へ60°というのが1本見られるだけである。さらに，一乃沢では，国道から沢奥へ約900mのところで，N70°Wで南へ80°，NSで東へ70°，N65°Wで南へ74°の3本が見られた。

以上の諸断層を整理してみると，

南北性のもの　1……南北性のもの　3

北20°東のもの　1
北40°東のもの　1
…北30°東前後のもの　2

北82°－86°東のもの　2
北65°－70°西のもの　2
…東西性のもの　4

となって，断層の方向としては，見られた範囲では東西性のものが一番多い。このことは，①の節理および亀裂の項で述べたように，この地域に見られる褶曲運動をおこした圧力の方向と一致する。

次に２番目に多い北30°前後のものは，節理および亀裂の項に述べたように，N31°E－N60°Eの方向をとる亀裂の方向に近い。

これらの断層のうちで，北30°東方向のものは，現在の温泉湧出地付近に発達する，石英粗面の岩脈の方向とほぼ一致する。また東西性のものは，現在の小国川の流路とほぼ一致する。

ただし，これらの断層群のうちで，温泉湧出と直接関係あるものは，地表調査では見られない。ただ，笈ノ沢入口近くの３本の断層は，後述のように，現在の湧出地点からの石英粗面岩の岩脈の延長上にあたるので，将来の温泉探査の上では注意する必要がある。

③　岩脈，岩床とその方向

(イ)　粗粒玄武岩および玄武岩

温泉付近の粗粒玄武岩および玄武岩は，迸入岩床状にはいってくるので，見かけの上からは地層とおおむね並行に発達する。したがって，これらの岩床はN60°W前後である。しかもその迸入の時期は次の石英粗面岩岩脈の前であると，専門家の間では考えられている。

(ロ)　石英粗面岩

温泉地付近における，石英粗面岩の岩脈は，現在の温泉湧出地帯に１条，温泉湧出地の東，約300ｍの小国川の屈曲点付近に１条，笈の沢の入口付近に１条，さらに豊ノ沢の東方に１条が見られるだけである。県薬務課の鈴木技師の調査では，笈ノ沢の上流部，および温泉の対岸中ノ沢の上流部にも報告されている。前記，温泉付近の４条の岩脈は，巾最大55ｍ前後で，現在の温泉湧出地点のものがもっとも大きく，ほかの３条はこれよりも小さい。

これらの石英粗面岩の岩脈の方向は，N30°E前後である。さらに，この岩脈の中心は，瀬見温泉の南方約1,500ｍの大焼黒岩にあるらしく，大焼黒山と瀬見温泉との中間地点である。一乃沢の上流部にも見られ，この岩脈は大焼黒山－一乃沢－瀬見温泉と続くものと考えられる。さらに瀬見温泉の北方延長は，鉄道線路傍から前記の笈の沢の断層地帯と続いている。これは南にその中心がある模様で，北方では次第に分岐して，幅の狭い岩脈に分かれてゆく。このことは次項でよく説明する。

これら岩脈の方向は大焼黒山－瀬見温泉の方向N20°Eで，①の節理の方向のうち，N41°－50°Eの方向のピークに近い方向をとっている。

すなわち，前項の粗粒玄武岩および玄武岩の岩床の方向とは別個の方向をとっていることになる。

④　小型弾性波探査による岩脈の追跡

この調査に使用した機械は，泰陽交易（株）発売のSonotimerである。本器は，本格的弾性波探査の爆薬の代りに，手動ハンマーで振動をおこし，その振動をメーターで読んで，走時曲線を描き，それから，地表下30ｍ±までの地下構造を推定することができるように製作されているものである。

結果的には，調査の途中，少し故障がおき，完全な結果は得られなかったが，それでも，地表下の岩石の判別は読みとれたので，その結果を述べる。

調査を行ったのは，温泉街の裏山(図示)で2測線，小国川の対岸，鉄道線路傍で1測線の計3測線である。その結果は図212に示したような結果になった。すなわち，温泉街の裏山では，石英粗面岩の岩脈の幅は約55m～30mで，鉄道線路の傍では，25m，5.6m，2.0mの約3条の小岩脈に分かれていることが判った。この鉄道線路傍の岩脈は，笈ノ沢の入口近くの露頭では，2～3mの小岩脈に変化している。すなわち，この大焼黒山から瀬見源泉を経て，笈ノ沢まで達する石英粗面岩の岩脈は図212に示したように，北方に進むにしたがってしだいに分岐し，小岩脈に分かれる。
そしてその岩脈の方向は約N20°Eであることが判明した。
それらを表示すれば

測定個所	岩脈の巾（m）	
	主脈	支脈
温泉街の裏山	55	┌
	30	
鉄道線路傍	25	5.6　2.0
笈ノ沢入口近い露頭	3	2

(3) 源　泉　状　況

瀬見温泉の源泉は，小国川左岸の狭小な地域に3本のボーリング井が集中してある。11本あった従来の源泉（旧源泉）を淘汰する目的で，昭和41年に掘さくしたもので，その分布及び高低図は次のとおりである。

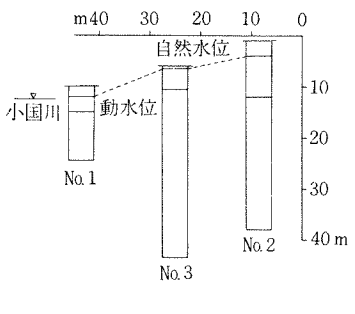


図213　源泉の高低図

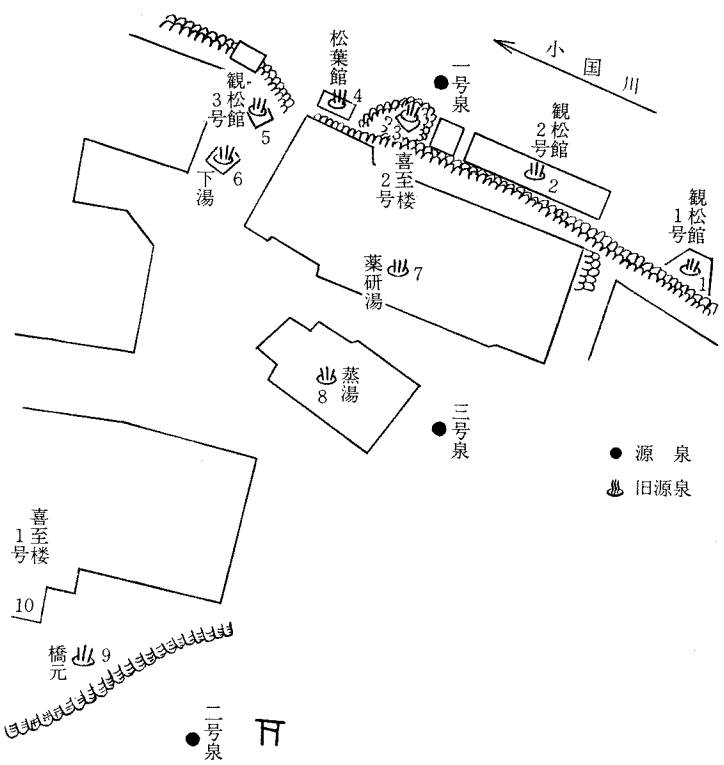


図214　源泉分布図

3本の源泉とも，石英粗面岩の亀裂を上昇する温泉を揚湯しているもので，各源泉の泉温及び湧出量は，表153のとおりである。

なお，旧源泉のNo.1，2，3及び4は，河岸に自然湧出する温泉を貯湯槽に集め，そこから動力引湯して利用し，その他は源泉から自然流下により各浴槽に導入し，あるいは源泉から直接動力揚湯していた。

各源泉の泉温及び湧出量は次表のとおりである。

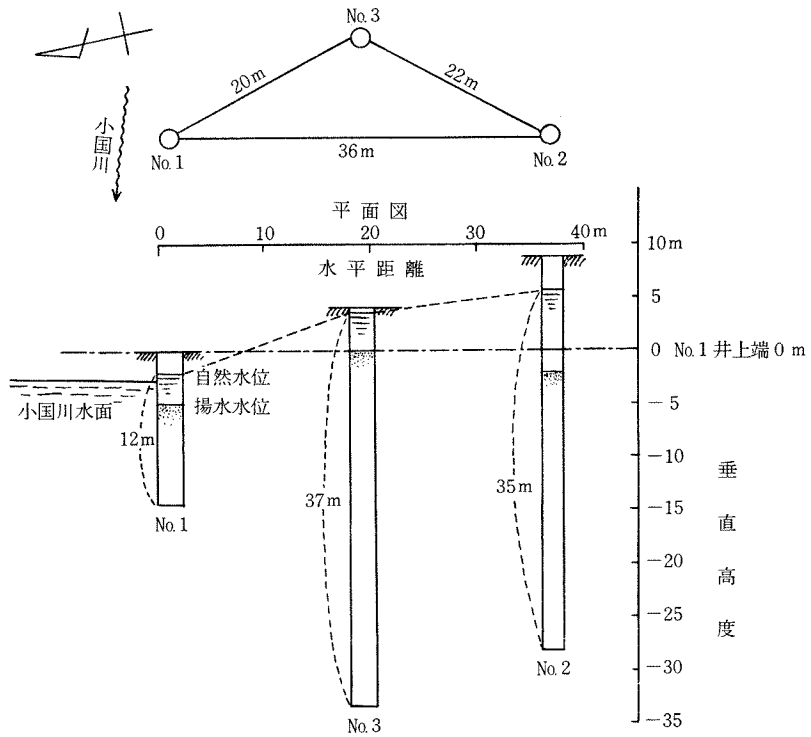
表153　瀬見温泉の泉温・湧出量等

源泉番号	1	2	3
泉温 ℃	68.0	64.8	69.0
揚湯量 l/min	200	150	150
動水位 m	2.0	6.5	4.6
揚湯設備	水中モーターポンプ	左同	左同

昭和48年6月16日の測定結果による

表154　旧源泉の泉温・湧出量等　　昭和37年3月22日の測定結果による

源泉番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
泉温 ℃	64.1	58.2	52.5	67.6	69.0	69.5	66.5	69.3	67.5	62.0	56.5
湧出量 l/min	60.0	27.0	10.8	65.8	—	18.0	34.2	71.4	24.4	70.0	27.9



	自然水位	揚水水位	揚水量	水位低下
No.1	1.86m	4.98m	180l/min	3.12m
No.2	3.18	11.07	160	7.89
No.3	0.53	3.94	150（平均）	3.41

図215　町営3源泉の断面および水位

(4) 化 学 成 分

瀬見温泉の諸源泉のうちから，町営１号泉を選んでその分析結果をつぎに記した。その主成分は，陽イオンにおいては，Na^+，Ca^{2+}，陰イオンにおいては，Cl^-，SO_4^{2-}である。

表155　**瀬見温泉（源泉名　町営第１号源泉）**

1．ゆう出地　山形県最上郡最上町大字大堀字瀬見987番の５の内　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年４月25日）								
(1) 泉　温　63.0　℃　天候　晴　気温　15.2　℃　気圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘かく動力揚湯）								
(3) 性　状　無色清澄にして微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.5　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie　（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和42年４月27日～昭和42年６月23日）								
(1) 性　状　無色清澄微かに鹹味を有し中性反応を呈す								
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.3　(3) 比　重　1.0010　（20℃）								
(4) 蒸発残留物　1836　mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水１kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	24.56	0.6281	2.28	塩素イオン Cl^-	511.8	14.43	52.21	
ナトリウムイオン Na^+	485.2	19.92	72.20	臭素イオン Br^-	1.015	0.0127	0.05	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.296	0.0023	0.01	
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	137.5	6.861	24.86	硫酸イオン SO_4^{2-}	591.3	12.32	44.57	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.972	0.0799	0.29	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	0.236	0.0085	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}	0.035	0.0011	0.00	亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.854	0.0950	0.34	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	51.82	0.8493	3.07	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.048	0.0016	0.01	
計	622.4	27.59	100.0	水硫イオン HS^-	0.390	0.0118	0.04	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.539	0.0070	0.03	
ほう酸（メタ） HBO_2	4.172	0.0952		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	82.68	1.059		ほう酸イオン BO_2^-	0.008	0.0018	0.01	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.00	
計	86.85	1.154						
遊離炭酸 CO_2	3.987	0.0906						
遊離硫化水素 H_2S	0.143	0.0042		計	1157	27.64	100.0	
計	4.130	0.0948						
総計	1870							
その他のガス	マンガンイオン（Mn^{2+}）痕跡（１l中の含有量）							
4．泉質	含石膏　芒硝　弱食塩泉（緩和低張性高温泉）							

(5) 触 媒 作 用

瀬見温泉は，過酸化水素の分解に関する触媒作用を示し，その活性度は時間的に変化する。薬研湯についてそのようすを示せば，表156，図216 のとおりである。すなわち，はじめに急激な減少を来たし，その後ゆるやかに回復する。

表156 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	$k' \times 10^3$	pH
0	—	7.0
30	0.073	7.0
90	0.049	6.9
180	0.036	〃
300	0.033	〃
450	0.034	〃
630	0.031	〃
840	0.032	〃
1080	0.035	〃
1350	0.043	〃

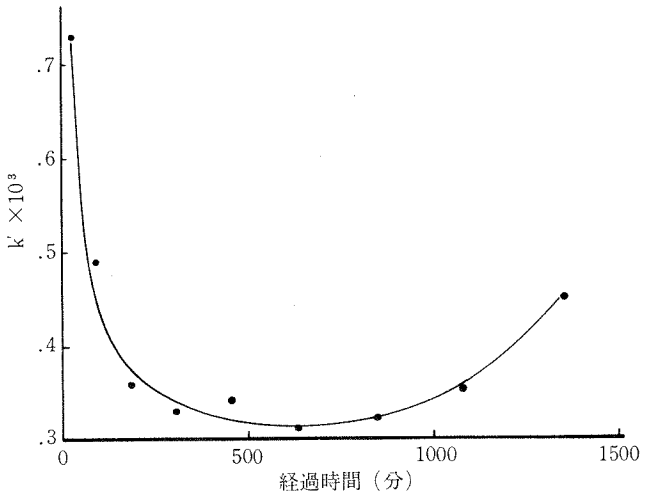


図216 触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

はじめに，普通の揚湯状態にあるときの，各源泉水の化学分析結果を表157にまとめておく。また瀬見温泉については，他源泉の揚湯を停止して，それぞれ単独揚湯を実施したときの分析結果も載せることにし，これを表158に示す。表158には参考のために，最上町内の他の温泉の分析値も付記することにした。

瀬見温泉の泉温は一般に高くて，観松館二号源泉（24.8℃），寿多湯（53.8℃）以外の8源泉は，いずれも60℃台の泉温を示す。pHは観松館二号源泉が，7.2で中性に近いが，大部分が7.8のアルカリ性を呈する。全蒸発残留物は，観松館二号源泉（1,578mg/l）を除けば，ほぼ2 g/l を示し，最上町地域の他の温泉に比べて大きく，赤倉温泉と比較してもその2倍に相当する。観松館二号源泉は，あらゆる源泉に比べて特異な泉質を示すが，泉温が極端に低いうえに，pH も小国川と他の諸源泉との中間の値をとり，この源泉には，小国川の伏流水が相当多量混入しているものとみられる。

つぎに，瀬見温泉の泉質を考察するのに便利なように，主要な陽イオン，陰イオンについてのキイダイヤグラムを図217に示す。この図には，各イオンの化学組成を座標ごとに当量百分率にて表現してある。これによれば，瀬見温泉の10源泉は各座標上で狭い領域でよくまとまるが，これらの源泉が同一起源をもつことを暗示するものである。

当量で陰イオン組成を比べてみると，瀬見温泉の各源泉に$Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^-$が成立するものの，

表157　瀬見温泉の化学分析表（1970）

No.	源泉名	採水日時	Ta (℃)	Tw (℃)	pH	電導度 (μmho/cm)	S-Re (mg／l)	K^+ (mg／l)	Na^+ (mg／l)	Ca^{2+} (mg／l)	Mg^{2+} (mg／l)
1	町営一号泉	9.30, 9：50		65.9	7.8	5500	1956	11.7	472.5	154.3	8.16
2	町営二号泉	〃 10：00		69.6	7.8	4860	1948	11.2	436.0	147.5	2.72
3	町営三号泉	〃 10：10		64.1	7.8	5200	2014	12.4	430.0	152.0	6.12
4	蒸湯	9.29, 15：55		61.5	7.7	5200	2020	11.9	490.0	151.5	12.90
5	薬研湯	10.6, 10：00	19.8	63.0	7.8	5200	2052	11.4	465.0	144.0	12.00
6	寿多湯	〃 11：00	19.8	53.8	7.8	4650	2078	11.2	480.0	144.4	12.00
7	喜至楼二号源泉	〃 11：40		68.4	7.8	5150	2060	9.1	477.5	141.1	12.00
8	松葉館源泉	10.8, 10：00	15.1	62.4	7.7	5100	2050	7.3	445.0	134.0	15.70
9	観松館一号源泉	〃 10：30	15.1	62.7	7.6	5300	1908	10.1	479.0	137.3	11.70
10	観松館二号源泉	〃 10：50	15.1	24.8	7.2	1650	1578	11.5	382.0	109.8	7.33
11	大堀一号泉	10.6, 14：30	17.0	31.2	9.7	235	184	0.3	42.6	1.7	0.53
12	大堀二号泉	〃 14：30	17.0	32.9	9.1	253	202	0.5	40.0	2.3	1.00
13	赤倉温泉	10.7, 9：20		55.6	7.9	1910	890	3.9	136.8	124.1	2.00
14	満沢	〃 14：10	15.6	31.4	7.7	390	294	1.9	41.0	22.0	3.26
15	小国川	10.8, 9：30	13.8	18.8	6.9	64	58	0.2	7.0	5.5	3.26

表158　単独揚湯時における町営源泉の水質（1970）

No.	源泉名	採水日時	Ta (℃)	Tw (℃)	pH	電導度 (μmho/cm)	S-Re (mg／l)	K^+ (mg／l)	Na^+ (mg／l)	Ca^{2+} (mg／l)	Mg^{2+} (mg／l)
1	町営一号泉	9.29, 16：00	17.1	68.9	7.8	5600	2104	11.4	470.0	159.3	3.40
2	町営二号泉	〃 15：00	17.1	67.2	7.8	5150	1910	10.7	465.0	147.0	3.40
3	町営三号泉	〃 16：20	17.1	70.2	7.8	5750	2388	11.4	475.0	159.9	3.74

Cl^- がSO_4^{2-}にほぼ等しい特徴がみられ，しかも HCO_3^- が少なく，たかだか 1.7 me／l にすぎない。赤倉，満沢はともに，SO_4^{2-}型の温泉であるが，前者には $Cl^- > HCO_3^-$，後者には $HCO_3^- > Cl^-$ が成り立つ。大堀温泉は HCO_3^-型で，しかも $SO_4^{2-} > Cl^-$ の関係がみられ，瀬見温泉とは成因が異なることを示す。

いっぽう，陽イオンについて当量の大小関係をみると，瀬見温泉の10源泉について，ことごとく，$Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$ が成立する。この関係は，大堀・満沢の両温泉にも成り立つが，赤倉温泉においては $Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}$ となる。さらに瀬見温泉の化学的な特徴は，$Na^+ + Ca^{2+} \fallingdotseq Cl^- + SO_4^{2-}$，$Cl^- \fallingdotseq SO_4^{2-}$，$Na^+ \fallingdotseq 3\,Ca^{2+}$ の関係がみられることで，したがって，その溶存主成分は食塩（塩化ナトリウム）と芒硝（硫酸ナトリウム）であることがわかる。その他の温泉においては，瀬見温泉と組成を異にし，もっとも接近して湧出する大堀温泉でも重曹(炭酸水素ナトリウム)を主成分とする。赤倉温泉は，すでに明らかにされたとおり，石膏（硫酸カルシウム),芒硝を主成分とし，満沢温泉は芒硝を主成分とする。

さらに，主要成分の含量比を表159に示して，二，三の考察を行うこととする。表中の油田塩水,

Fe^{2+} (mg／l)	Mn^{2+} (mg／l)	Al^{3+} (mg／l)	Cl^- (mg／l)	SO_4^{2-} (mg／l)	HCO_3 (mg／l)	H_2SiO_3 (mg／l)	HBO_2 (mg／l)	H_2S (mg／l)	pH 4.3 アルカリ度 (me／l)	pH 8.4 酸度 (me／l)
0.26	0.00	0.10	550	677.3	0.00	78.0	40.5	—	0.699	—
0.20	0.06	0.10	509	598.2	3.48	62.4	40.5	—	0.750	—
0.54	0.00	0.50	523	631.2	0.00	91.0	40.5	—	0.660	—
0.11	0.06	0.18	555	621.3	104.40	83.2	37.8	5.5	0.759	0.0896
1.52	0.06	0.10	544	648.5	0.00	33.8	8.1	13.2	0.684	0.116
0.24	0.08	0.05	558	606.5	61.08	57.2	14.4	8.6	0.651	0.0696
0.13	0.20	0.07	540	660.8	3.99	57.2	22.5	23.5	0.730	0.0675
1.96	0.00	1.00	502	598.8	69.39	111.8	18.9	10.5	0.674	0.0506
0.17	0.00	0.12	538	642.6	22.86	31.2	18.0	23.8	0.681	0.0654
0.18	0.08	0.05	418	505.1	43.22	101.4	4.5	18.2	0.276	0.0675
0.66	0.00	0.12	10.5	24.7	117.97	18.2	9.9	6.1	1.26	0.00
0.07	0.20	0.03	10.0	19.0	77.73	80.6	2.7	6.7	1.22	0.00
0.14	0.04	0.07	40.9	501.8	50.23	57.2	22.5	10.1	0.482	0.0295
0.13	0.00	0.04	13.2	87.3	62.07	18.2	16.2	3.7	0.585	0.0612
0.14	0.12	0.10	7.1	16.5	20.11	15.6	0.00	—	0.307	0.0401

Fe^{2+} (mg／l)	Mn^{2+} (mg／l)	Al^{3+} (mg／l)	Cl^- (mg／l)	SO_4^{2-} (mg／l)	HCO_3 (mg／l)	H_2SiO_3 (mg／l)	HBO_2 (mg／l)	H_2S (mg／l)	pH 4.3 アルカリ度 (me／l)	pH 8.4 酸度 (me／l)
0.45	0.02	0.29	556	655.9	0.00	96.2		27.4	0.671	0.0756
1.14	0.02	0.38	516	576.8	117.69	75.4	18.0	15.2	0.700	0.0876
0.45	0.12	0.22	555	660.8	0.00	101.4	4.5	18.2	0.646	0.0639

表159　主要化学成分の当量比（最上町の温泉）

当量比	油田塩水	海水	瀬見温泉	赤倉温泉	大堀温泉	満沢温泉
$(Na^+ + K^+)$／Σカチオン	0.91～0.97	0.80	0.70～0.73	0.49～0.53	0.68	0.57
$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$／Σカチオン	0.03～0.09	0.20	0.26～0.30	0.47～0.51	0.32	0.43
Cl^-／Σアニオン	0.61～0.98	0.90	0.51～0.54	0.095～0.11	0.11	0.12
HCO_3^-／Σアニオン	0.02～0.39	0.004	0.00～0.06	0.011～0.085	0.70	0.32
SO_4^{2-}／Σアニオン	<0.00	0.093	0.43～0.48	0.84～0.88	0.19	0.57

海水の数値は太秦らの報文（日化誌81，401～404，1960）から引用し，赤倉温泉の数値は加藤（温泉科学，13，100～105，1963）によった。また大堀鉱泉の数値は，一号井の分析値から算出した。陽イオンの当量比を見ると，瀬見温泉と大堀温泉の両者はほぼ等しい値を示し，また赤倉温泉と満沢温泉の両者もほぼ等しい値を示す。しかし，後者の群は海水や油田塩水とは，よほどかけ離れた当量比を示し，少なくとも化石水を起源とするものでないことは確かである。満沢温泉は被圧地下水ではあるが，SO_4^{2-} の全陰イオンに対する当量比が大きい点において，普通の地下水とは異なる。

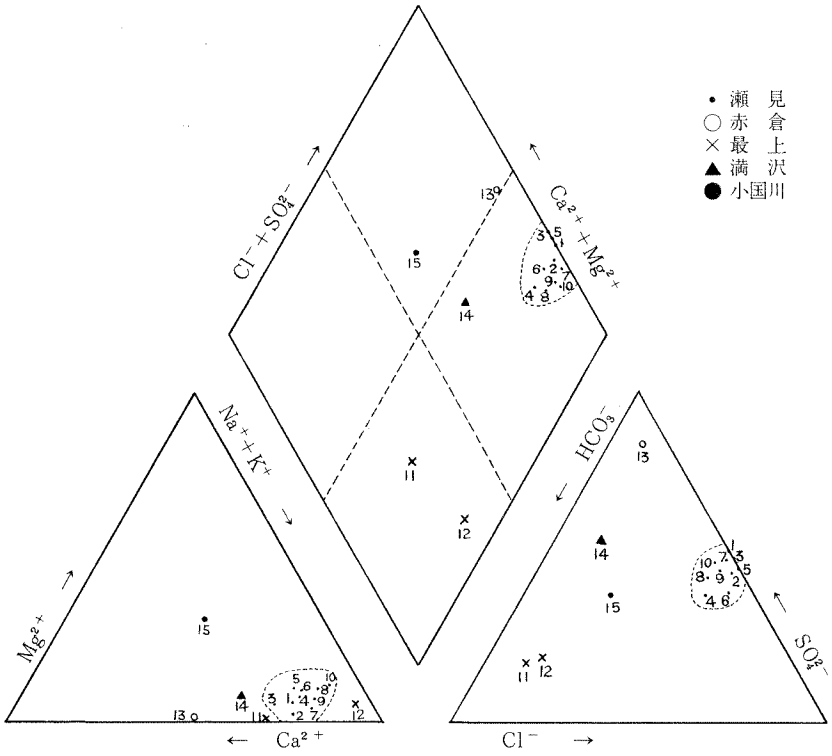


図217　主要成分についてのキイダイヤグラム

瀬見温泉の場合には，化学組成上は，海水や油田塩水に近いが，SO_4^{2-}／Σ陰イオンの当量比だけが大きい。しかし，その値は赤倉温泉の約 1／2 に近い。瀬見温泉の成因は火山性だけとは考えられず，今後の研究によって明らかにされるであろう。赤倉温泉は火山起源と考えても誤りはないものと思われる。

(7) 地 温 調 査

瀬見温泉の湧出機構は，現存する源泉群を含み，南方山地から北東に延びて小国川右岸に達する，幅約 50 mの石英粗面岩の貫入岩脈が原因で，地下深部からこの岩脈を裂カ泉として温泉水が上昇するものと推定されている。石英粗面岩の小岩脈が，温泉地の東方上流約 300 mのところにもみられ，また，小国川右岸，笈の沢を合流点から約 200 m上がったところにも認められている。これらのことから，地温の測定は，小国川左岸では源泉群を中心として，東西方向に上流約 300 m，下流約200 m，南北は小国川沿岸から背後山地の山麓にいたる区域と，小国川対岸で笈の沢合流点から下流瀬見橋の間で川岸から山麓にいたる区域，および，笈の沢 200 m上流の小区域の 3 つの区域を対象としたものである。

地温調査にはサーミスター温度計を用い，地表下 1 mの深さの地温が測定された。測定期日は昭和45年10月初旬で，測点数は約90である。

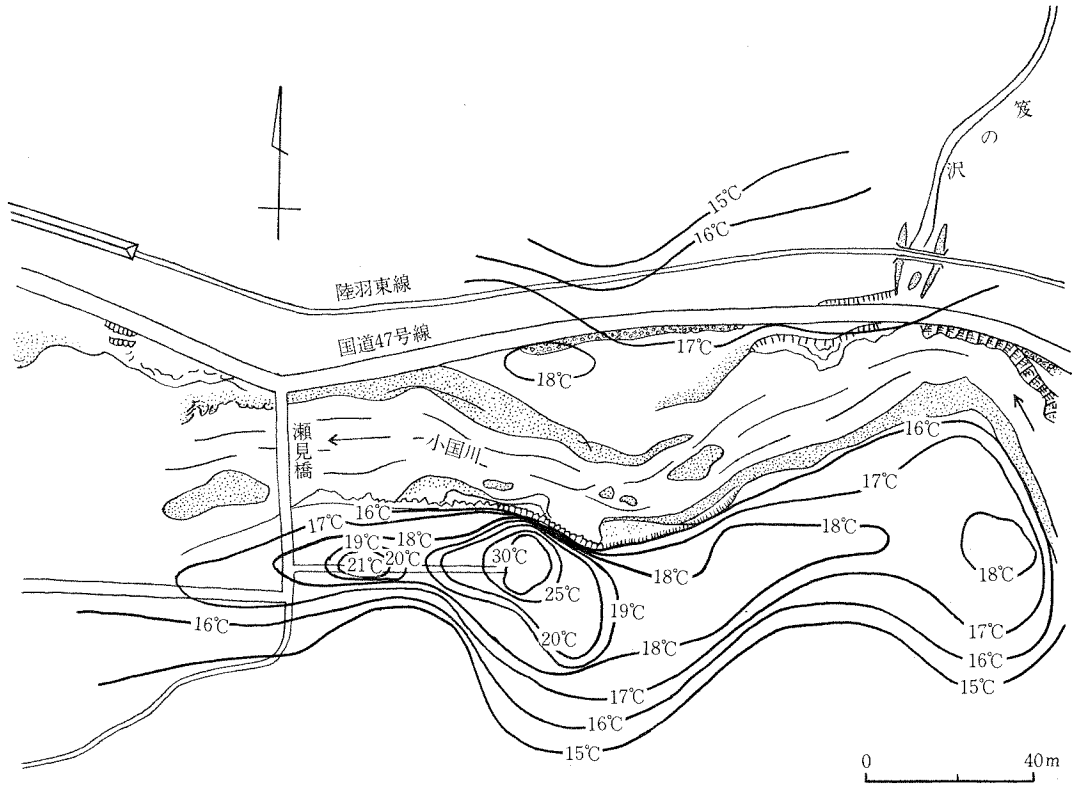


図218　瀬見温泉地温分布図（1970．10．5～8）

図218は各測点の地温から求めた等温線図で，地温の分布状態を示したものである。温泉に無関係な周辺の地温は15℃～17℃で，10数か所の平均で16.5℃である。したがって，地温18℃以上は一応地温異常帯とみてよい。

30℃以上の高温帯は，ほぼ現在の源泉群を包含する区域で，最高地温は下湯付近の49.2℃である。地温20℃以上を地下泉源の所在範囲とみなせば，それは，東は観松館中庭付近，西は観松館旧館付近，南は喜至楼前庭付近まで拡がることになる。西部温泉街入口付近の小範囲の高温部は，配湯管や旅館の排湯によるものと思われる。問題なのは，観松館庭園から東に遠く200mぐらいまで延びて，18℃以上のやや高温部が存在していることである。この辺は大部分が葦の密生した草原で，本来ならば低温帯をなしているのが普通である。今後の検討に価する区域であろう。

小国川の右岸，温泉街の対岸には，源泉区域の石英粗面岩が北東に延びている部分があるが，1m深の地温からは温泉徴候はみられない。少し川下に現われている小区域のやや高温部は，乾いた泥砂が日照によって一時的に温められた部分である。笈の沢縁の石英粗面岩の小露頭付近は，14℃～15.5℃の低温区域で地下に温泉を期待することは無理である。

(8) 放射能測定

瀬見温泉についてRaBをとり出し，10lについてその放射能を測定して図219および図220の

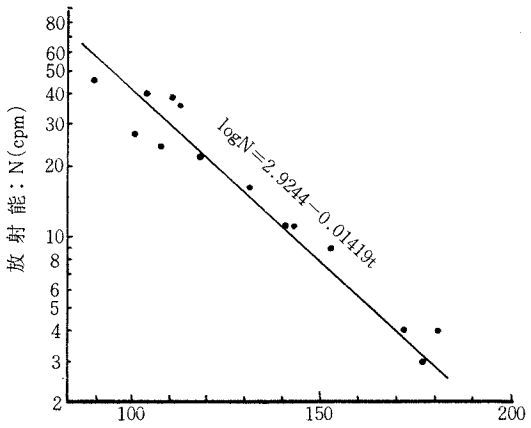


図219 RaBの崩壊曲線（町営１号泉）

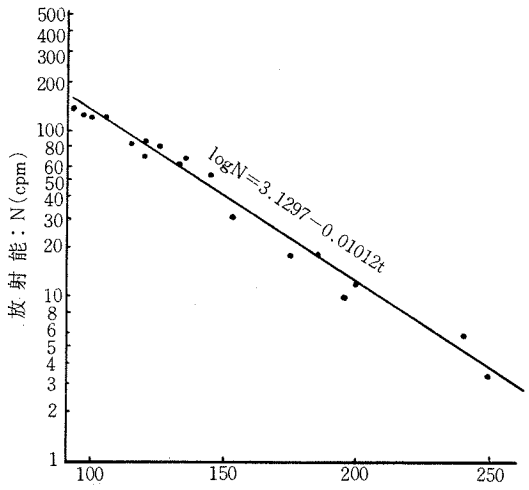


図220 RaBの崩壊曲線（寿多湯）

ような崩壊曲線を得た。計数率 N(cpm) と経過時間 t(分) との関係は，次式のとおりである。

町営１号泉：$\log_{10}N=2.9244-0.01419\ t$

寿　多　湯：$\log_{10}N=3.1297-0.01012\ t$

これから，半減期と湧出時の RaB の放射能として，次のような値が得られた。

	半減期（分）	RaB（Ci／l）
町営１号泉	23.1	9.52×10^{-10}
寿　多　湯	29.7	15.3×10^{-10}

このように瀬見温泉の RaB 放射能は，赤倉・大堀温泉に比較して弱い。

(9) 湧 出 機 構

地温調査の結果でもわかるように，瀬見温泉の泉源は，現在の源泉付近に発達している石英粗面岩の岩脈中に，固定されているようである。このことは地表の地質調査でも，次のようなことがいえる。

a．粗粒玄武岩および玄武岩の岩床の方向は大体N60°Wである。これは石英粗面岩の岩脈の方向，すなわちN20°Eの方向とはちがう。

b．粗粒玄武岩および玄武岩の岩床はこの地域に広く発達していて，瀬見ドレライトとして専門家の間では有名なものであるが，この岩床はあちこちに存在し，現在までのところ，温泉湧出の徴候はない。

c．このことは，粗粒玄武岩および玄武岩の岩床およびその付近に湧水する地下水の電気伝導度は75Nμ／cmで，普通の地下水の電気伝導度となんら変わらない。

したがって，瀬見温泉の湧出帯は，石英粗面岩の中に限定されているようである。

問題は，このような源泉を限定している地下の熱源はなにかということである。このことについては，瀬見温泉地帯は，非火山性地帯であるので，その熱源を火山にもとめることは不可能である。しいていえば，小国川の北部に点在する，新第三紀の時代に活動したと考えられている，花崗岩質の岩石の存在である。しかし，これとても，その活動の時期は古く（約2,000万年前以上），その当時の熱を，現在まで保有するとは考えられない。

次に考えられるのは，石英粗面岩の活動である。石英粗面岩のような，酸性の火成岩を熱源として考えることは，学者によっては肯定している人もある。しかし，もし，石英粗面岩が熱源となりうるならば，石英粗面岩を運鉱岩とするような鉱山（県内には多数あり）には，温泉が湧出してもよさそうに考えられるが，そうした例を聞かない。さらに，瀬見温泉付近に発達する石英粗面岩は，やはり，その活動の時期は古く（約2,000万年前），とうてい，その活動当時の熱を現在まで永続させることは不可能である。

以上のことから，瀬見温泉の熱源の問題は，目下のところ不明である。この原因不明の熱源から発生する熱量が，石英粗面岩のような温泉水に溶解しやすい鉱物（長石類）をとかして，そこに熱水の通路を提供していることは考えられる。その熱水は石英粗面岩の中の，亀裂および付近の岩石（石英粗面岩）を溶解して，熱水の通路を作ったものであると考えられる。一口にいえば，瀬見温泉の湧出機構は，裂カ泉であるといえる。

⑽ 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　創傷　慢性角化症　慢性湿疹　虚弱児童　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患　ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘　慢性肝・胆道疾患　じん麻疹　肥満症

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

3．肘　折　温　泉

(1) 環境と沿革

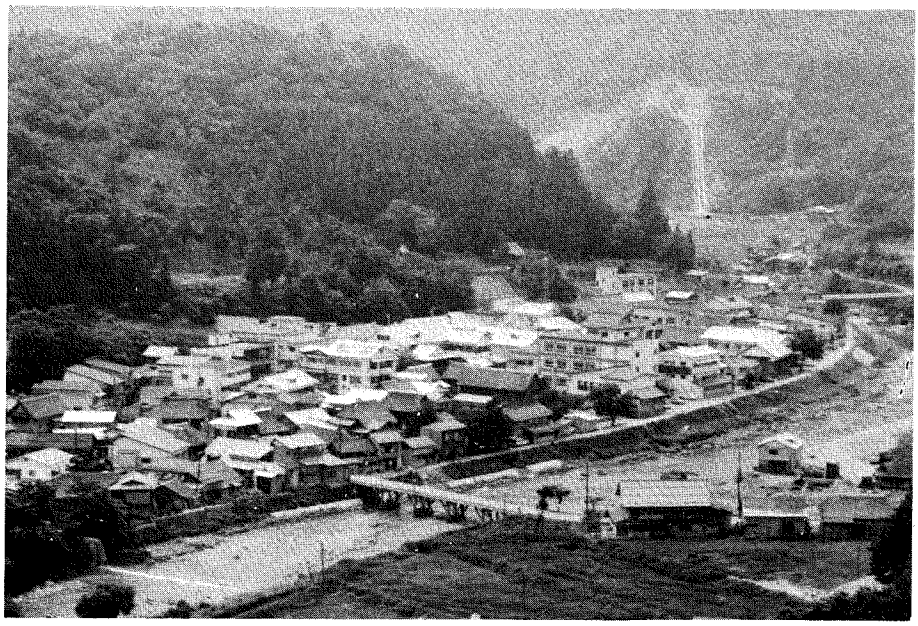
イ) 環　　境

肘折温泉は，新庄市の南西27kmの地点で，最上川の支流銅山川筋にあたっている。付近には，銅山川のさらに上流に石抱温泉，銅山川の支流苦水川の中流部の金山温泉などがあって，いわゆる肘折温泉群として取り扱われている。これらの温泉は，西南方に月山火山，南東方に葉山火山などあり，肘折温泉群は，また，鍵金野(かんかねの)火口に起因するとなっていて，火山地帯の中にあるといえる。

新庄駅前から，温泉行きのバスが発車し，途中道路も最近はかなり舗装されてきたので，自家用車を利用する者の数も，次第に増えてきた。ただ石抱温泉は，現在のところ宿泊設備もないし，途中の道路も山道で，車は通れない。また，金山温泉には車は通ずるが，バスの便はない。

肘折温泉は，以前は各旅館がすべてかやぶきで，雪の中に4ヵ月は孤立するといった湯治場であったが，現在では，各旅館はモダンになり，除雪車で年中バスが通るようになった。そのためか，昔特有の湯治場としての面影がうすれ，雰囲気も次第に変わってきている。しかし，やはり肘折温泉特有の流れが，今なお残っていて，近代的温泉場に飽きた人には，なかなかの人気がある。特に山菜，茸の愛好者には，自分でちょっと行って採ってくるということができるので，そういう面では残された数少ない温泉場の1つではあるまいか。

さらに，ここの特徴といえるのは，浴客はどの旅館の浴場に行ってもよいということである。したがって，他に娯楽とてない浴客にとっては，浴場が一大サロンになっていることである。それで



肘折温泉で結ばれた浴友がその後数10年も交友をつづけ，また期日を打ち合わせては肘折で会う，といった〝君の名は〟式の浴友がきわめて多いということである。

ロ）沿　　革

肘折温泉は，今から1140年程前，平城天皇の大同２年に発見され，1391年（明徳２年）の正月２日に，はじめて温泉場として開発された。当時は今の〝疝の場〟（上の湯共同浴場）の１ヶ所だけで，〝疝気の湯〟（下の湯共同浴場）が開湯されたのは，約400年後のことである。このように，肘折温泉は湯治が専門であり，その効能も顕著で今日まで有名である。

(2) 地形と地質

イ）地　　形

最上川の支流銅山川が，南北流路をとって，月山・葉山火山の間に，その源流を発して北流する。この銅山川の南西部には月山火山があり，南東部には葉山火山がある。さらに，肘折地区の北東部には，白砂(しらす)状の火山噴出物をのせる広大な台地が発達し，肘折温泉は，この白砂状台地群の西端に位置している。白砂状台地は標高約500ｍの最上台を最高として，上面はゆるく北方に傾斜し，肘折温泉北方約８kmの地点の上野台（標高約200ｍ）まで拡がる。すなわち，肘折温泉は，火山地形のなかにあるといえる。

ロ）地　　質

いわゆる肘折温泉地帯，金山温泉地帯，石抱温泉地帯，それに県企業局が工事中の石抱取入口－肘折排水口間隧道等にみられる温泉群等を一括する地域を，広義の肘折温泉地域とすると，それらは肘折を中心として大体3,000ｍの半径の範囲内である。この範囲の地質状況をやや詳しく説明すると次のようになる。

ａ．肘折温泉地域の地質の基本形

肘折温泉地域の地質はN30°W前後の走向で，南西から北東へ順次に古い新第三紀層に，新しい地層が重なっている。主として新第三紀層からなっている。そのなかでもっとも古い地層は，図221に示したとおり南西部を占める中小屋層の大師峠凝灰岩部層である。これは緑色凝灰岩，角礫岩等の火山噴出物を主とし，それを石英安山岩類が，岩脈状にぬいている地層である。

この上位の草薙層は，銅山川筋では小松渕の下流500ｍ付近まで水平で約1400ｍ幅で発達し，N30°W前後で北東方に約25°前後の傾斜で分布する。この層は主として硬質頁岩であるが，所々に凝灰質中粒砂岩や灰色凝灰岩を挟み，また石英粗面岩の岩脈あるいは岩床がみられる。

さらに上位には，水平幅で約1100ｍにわたって，灰黒色の古口層下部の頁岩が累重し，この層には，火山岩類はほとんど発達しない。この古口層下部も，走向N 30°W前後，20°前後の傾斜角で北東方に傾斜する。

以上が肘折温泉地域の基本形である。

ｂ．肘折温泉地域の火山岩類

この地域の火山岩類としては

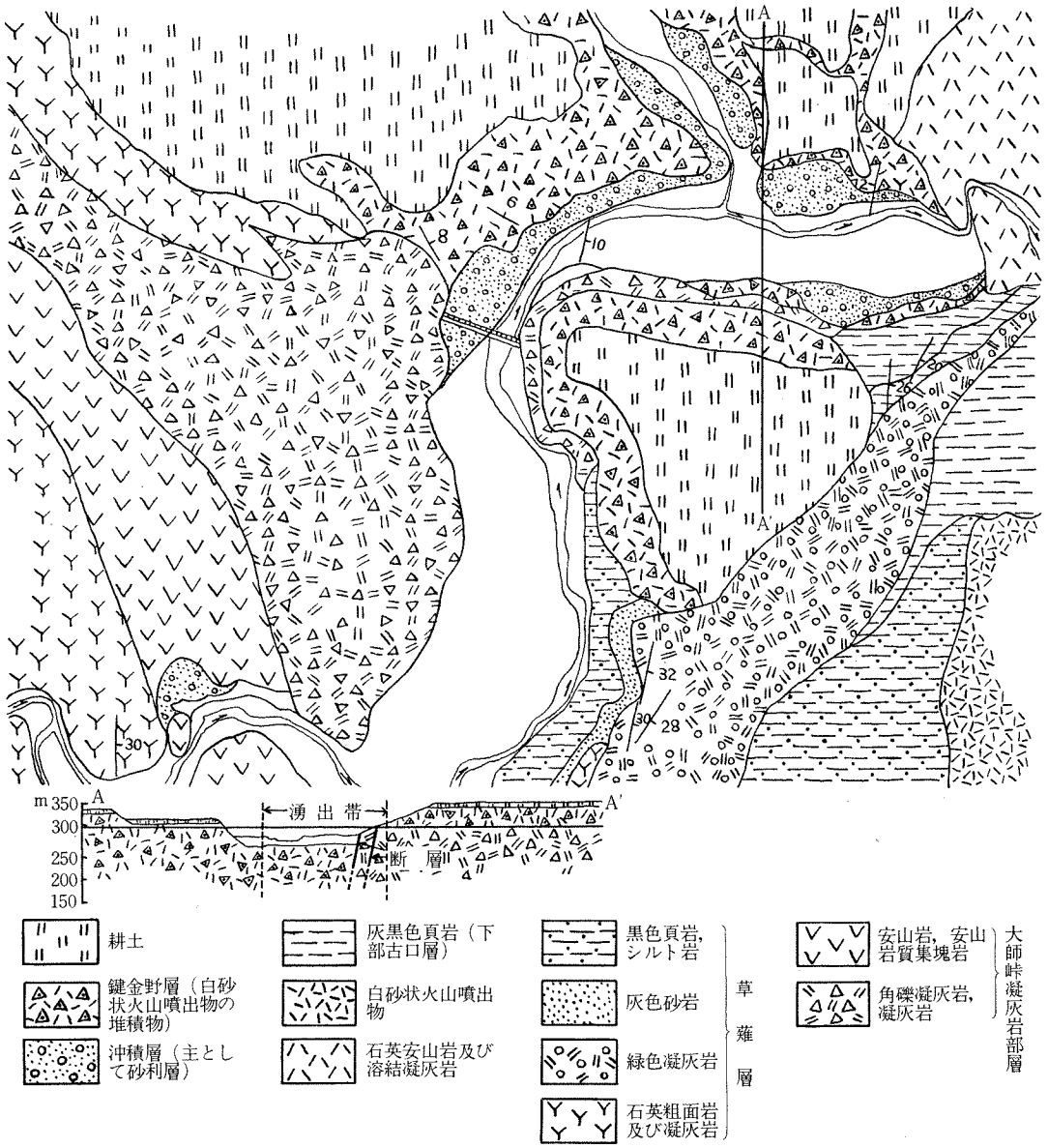


図221　肘折温泉付近地質図

中小屋層大師峠凝灰岩部層……安山岩類およびその凝灰岩類

草薙層……石英粗面岩およびその集塊岩，凝灰岩等

などがみられる。中小屋層中の安山岩類には，鉱床等はみられないが，草薙層中の石英粗面岩に関連して，金山付近の金属鉱床が発達する。この２種類の火山岩類は，温泉源の熱源としては，なんらの関係も持っていない。

c．石英安山岩質火山噴出物（白砂状火山噴出物）

新第三紀の中小屋層，草薙層，古口層下部層の上に，上面が台地状地形を示して，かなり広範囲に石英安山岩質火山噴出物が発達する。この噴出物は，一見白砂状を呈し肘折地域の地質的特徴と

なっている。

① 石英安山岩質火山噴出物の産状

最下底は，新第三紀層の侵蝕凸凹面上に，溶結凝灰岩状を呈して重なり，その部分は10～30ｍの厚さを持っている。

その上位は次第に凝灰岩状になり，この部分は10～20ｍ前後である。更にその上位は砂の含有が多くなり，浮石の大きさは径10cmにも達する部分で，厚さは30ｍ前後である。

最上部は細粒礫質，砂質の部分が多く，層理面を有する場合があり，地表面に達するが，この最上部を欠く場合がある。

したがってその生成時期は，第四紀となり，中位段丘面上には，その二次的堆積物がのってくるので，生成時期は中位段丘面形成以前となる。

② 石英安山岩質岩石

小松渕，およびその下流部，被川などでは，河床部に基盤の新第三紀層が見えず，最下底部の底は見えない。こうした部分では，岩石学的に石英安山岩の溶岩であるのか，あるいは溶結凝灰岩であるのか，肉眼では判別困難である。

顕微鏡下では，この石英安山岩質岩石のうち，小松渕のものは溶岩であり，他は溶結凝灰岩であることが判明した。そうすると小松渕の溶岩の出所であるが，他所から流れきたとするより，いろいろな点で，その場所に根があると考えた方が妥当であるという結論が出る。つまり，小松渕は石英安山岩質火山噴出物の根元に近いということになる。このような岩石は，小松渕の西方の山陵をも広く構成し，その付近には，ガスの噴出等も見られるので，こうした意味で，石英安山岩質溶岩は温泉と密接な関係をもってくる。

ｄ．鍵金野層について

鍵金野層というのは，これまで記述してきた基盤の新第三紀層ではなく，その生成が第四紀であり，外観は上記の石英安山岩質火山噴出物（白砂状火山噴出物）と似かよっているが，石英安山岩質火山噴出物は，一次的であるのに対して，この鍵金野層は，その二次的な堆積であることが両者の本質的な違いである。

① 鍵金野層が二次的な堆積物であることの証拠

鍵金野層の基底部は，現肘折温泉街から葉山館の方に，川を渡る最上流部の橋の下でよく観察される。ここでは，最下底が凝灰質砂岩で灰白色を呈し，基盤岩のブロックを所々に持ってくる。硬さは相当堅く，一見新第三紀層のものかと疑わせる。厚さは３ｍ前後で，その上位は未固結の灰黒色粘土が２～３ｍ，更に下流部にはこのような粘土と砂の互層が，非常にゆるい緩傾斜で続く。

粘土は厚さ0.3～0.5㎜位の厚さに板状層理面を持ち，その中にはグレーデングを持った部分も見られる。以上は最下底であるが，中部にあたると見られる日秀寺付近の古口行県道の切割では，泥状のものから次第に径が大きくなり，最大10cmぐらいまでの大きさの浮石だけを含む，砂状の堆積物が約10cmの厚さで見られる。この場合の浮石は，全部円磨され，５cm～30cm位の厚さで，グレーデングを持っている。

鍵金野層の砂状堆積物を，顕微鏡下で観察すると，石英粒，長石粒，角内石粒，輝石粒等の各稜角は磨滅し，明らかに水磨されたことを示している。ただ，この資料で稜角がきわめて明瞭で，長時間水磨されたものでは考えられないものがある。このような資料は，水中に入ってから短時間で，埋積されたと考えられる。

砂状堆積物は，かなりの程度に選別を受けている場合が多い。選別の顕著でない部分もあるが，これらは鍵金野層の周縁部にみられ，短時間に埋積されたものと考えられる。

② 鍵金野層の構造的特徴

鍵金野層の分布範囲は，苦水川をほぼ直径とする，ほぼ円形の台地の範囲で，苦水川本流および肘折温泉街東方の台地は，ほぼ，円形の範囲を越えた分布をしている。この範囲は，標高350 m前後の台地をなし，周囲の山地から一段低い円形の地形を呈し，地形的に一目瞭然である。銅山川流域に発達する，いわゆる白砂状台地の上面よりも，約100 m～50 m低くなっている。

このような円形の低地に，①で述べた二次的堆積物が分布している。しかも，鍵金野層は，上流部から流下してきて，この円形の部分に堆積したものばかりではなくて，その場所において，周囲の山から落下あるいは流下してきて，堆積したものも含まれていることは，砂層の顕微鏡観察でも明らかである。この鍵金野層は，周囲から中心に向かって，10°以内の角度で緩傾斜している。地形的にみても，円形の中心部の台地の上面が，最も低くなっている。

つまり，鍵金野層の堆積の場には，水域があったことが予想される。この水域は堰止湖と考えられないこともないが，円形低地の存在をうまく説明できない。それを次に述べるように火山湖と考えると，地化学的調査の結果ともうまく調和する。

③ 鍵金野層の生成過程

本層の生成過程については，現在のところ次の２つの場合が考えられる。

a 鍵金野層は火山湖中の堆積である。

b 鍵金野層は，単なる段丘堆積物である。

a の考え方は次の事項を根拠にしている。

①鍵金野層の分布範囲は，ほぼ円形を呈している。

②堆積物はすべて水中堆積物である。しかも，その厚さは100 m以上もある。

③構造は，ほぼ中心に向かって向斜している。

④鍵金野層の分布しているほぼ円形の範囲の外周部からは温泉の湧出，ガス噴出等がみられる。

⑤小松渕の石英安山岩質火山溶岩は，火口底に存在すると考えられる。

⑥もし鍵金野層が段丘堆積物だとした場合は，その上部に礫層がないのはどうしてか。又堆積物中には外来岩片が全然見られない部分がある。それはどうしてか。また，構造的に中心部に向かって10°～20°で傾くのはどうしてか。

b の考え方は主として地形的に考えた場合で

①鍵金野層の分布範囲が円形をとるのは，偶然にすぎない。

②段丘堆積物でも円磨される。

③鍵金野層が火口湖中の堆積物とした場合は，その外周部から温泉，ガスの噴出が見られるとなっているが，南部および南西部にはそうした徴候がないのはどうしてか。

④段丘堆積物には礫層がないのが変であるが，そうした段丘は外にもある。

などの事が論拠となっている。現在までのところ，aの場合が考えやすい論拠が多い。もしaの場合とすると，その生成過程として次のような事が考えられる。

(1)現在の鍵金野層の分布地を火口として，膨大な量の石英安山岩質火山噴出物が噴出した。この噴出は熱雲的な噴出であった。そして広範囲な白砂状台地を作った。

(2)この噴出物は火道において石英安山岩となって現在はある深さに沈んでいる。その一部が小松渕付近に残っている。この火口を鍵金野火口と称することにする。

(3)この鍵金野層火口はその後火口湖となって，現在の鍵金野層が，その中に堆積した。

(4)その後，現在の銅山川の河床面が，次第に白砂状噴出物の台地を下刻してその火口湖に達し，それを排水して次第に水面を下げて現状となった。鍵金野層について現在までに集まった資料では，以上のことが考えられる。

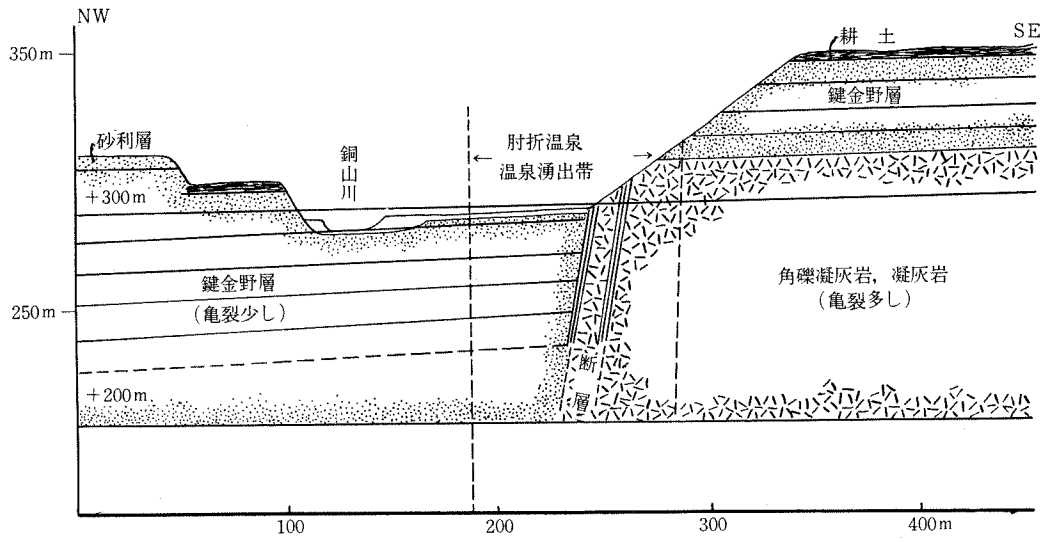


図222　肘折温泉地帯断面図

e．節理および断層

肘折温泉地域に発達する節理および断層を統計にみると

節理

84個所の測定結果は次のようになる。

N10° E	N10° W	7
N11° E	N30° E	12

N31° E	N50° E	8
N51° E	N70° E	9
N71° E	E	10
N10° W	N30° W	7
N31° W	N50° W	15
N51° W	N70° W	10
N71° W	W	6

以上の結果からN30°～N70°Wが一番多く，次にN10°～N30°Eのものが多い。これら2系統はほぼ直交する。

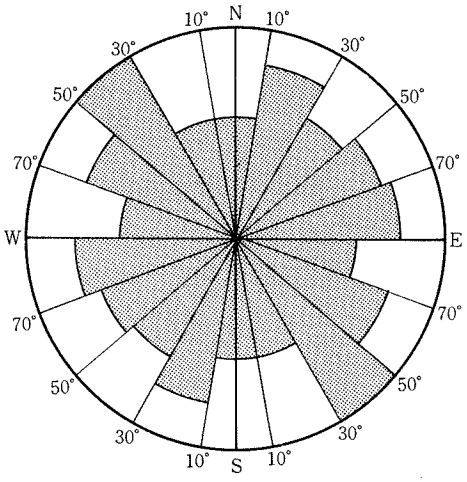


図223

断層

断層については，現地で新第三紀層を切るものとして測定し，得たものは，次の6本である。

N60° W	+
N70° W	80° S
N80° E	70° N
N75° E	60° N
N50° W	74° N
N70° W	+

その結果は，N50°W～E－W系統のものだけである。第四紀を切断しているものは，まだ発見していない。新第三系を切る6本の断層は，いずれも小規模のもので，落差が2m以下である。

そのなかで，肘折温泉東方の県道肘折－新庄線の道路の切割で見られるものは，もっとも大きく，落差は2m前後である。この断層は，あるいは温泉水の上昇ルートになり得るかも知れないが，他の5本はいずれも小規模で，温泉水上昇のルートにはなり得ないと思われる。

推定断層になるが，現肘折温泉街の裏手の山脚部を通り，北方は小松渕の方に走り，南方はダム地点から発電所付近を通り，三角山の西端を限る推定断層が考えられる。この断層を推定した理由は，肘折温泉街東方の台地（363m±）と鍵金野（345m±）および朝日台（348～361.0m）との間に，約2～18mの差があることである。しかも，東西側の台地には，いずれも鍵金野層が分布している。したがって，両者は本来一連のものであったが，両者の間に断層があり2～18mの差を生じたものと推定した。

この推定断層によって，現肘折温泉群が誘発されたものと考えられるが，これは将来何らかの方法で確認されるものと考えられる。

(3) 源 泉 状 況

イ) 肘折温泉群とその分布

この地域には，次のような温泉群が見られる。

肘折温泉および付近の湧出地

金山温泉

小松渕西方約 300 mに見られるガス噴出地

金山部落西方の炭酸泉

石抱温泉

石抱ダムサイトより肘折排水口までの導水隧道に見られる微温水

銅山川板屋倉付近に見られる自然湧出泉

ロ) 肘折温泉の源泉分布と湧出状況

この温泉は，現在までのところ肘折温泉地域のうちで，もっとも優勢な温泉群である。本温泉は，銅山川肘折砂防ダム付近から銅山川に沿って約1,000m，現在のところは主として右岸にだけ見られる。しかし，金山橋付近およびその下流区域では，銅山川左岸にも湧泉が見られるので，将来は銅山川左岸にも発展するものと考えられる。

源泉群は，新第三紀層の草薙層中の角礫凝灰岩および安山岩質集塊岩に発達している。上位の鍵金野層も，この温泉群の所々に局部的に発達するが，温泉はその鍵金野層中から湧出するものでなくて，その下の上記草薙層中の裂カあるいは亀裂から湧出するものである。これらの亀裂は，N30°±Eの方向の推定断層により，発達したものと考えられる。

しかし，これらの亀裂群はN30°～70° W方向のものが一番多く，次にN20°～30° Eのものが多い。

この源泉群は，鍵金野火口の東縁にあたり，その上位に鍵金野層を厚く被ることもなく，新第三紀層がじかに露出し，しかも，N30°±Eの推定断層があるところで，温泉湧出には好条件を持ったところである。

肘折温泉の各源泉は，鍵金野火口底に考えられる熱源および温泉水要素が，N30°±Eの断層群にそって上昇し，新第三紀層中の亀裂群から湧出する裂カ泉群である。そして，その分布は，肘折砂防ダム付近から小松渕付近までの約1,000mにわたり，銅山川の両岸に

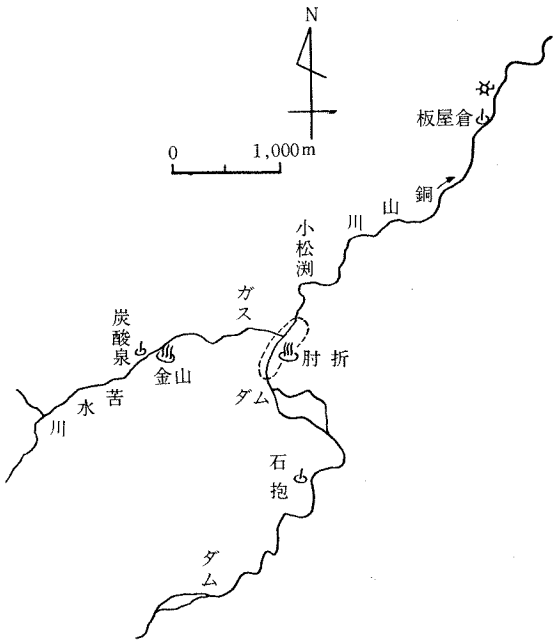


図224 肘折地区温泉群分布図

存在するものであろうが，左岸の将来の源泉は，右岸のそれらに比し，泉温も下がり湧出深度も深くなるものと考えられる。

ハ） 金山温泉の源泉分布と湧出状況

鍵金野火口の中央よりも，西寄りの位置にある。源泉は苦水川の右岸にあるが，これは苦水川と直接的な関係は持たないであろう。地表から10mほど掘さくして，現在の源泉を掘りあてたと，地元の人はいっているが，これは非常に奇異なことである。というのは，この源泉は位置的にみて，鍵金野火口のほぼ中央に近いところにある。そこでは，鍵金野層がかなり厚く堆積していると考えなければならない。

そして，鍵金野層中には，ほとんど亀裂が発達していないとすれば，本源泉はどのようなルートを経て火口底から地表に上昇したものであろうか。

上の疑問から次のような推理が成立する。

① この源泉は付近では，何らかの理由で鍵金野層の厚さが薄い。

② 亀裂あるいは断層が，この地点で鍵金野層を切っている。

以上の2つの推理のどれが正しいかは今後の問題として残される。

ニ） 小松渕西方約300 mに見られるガス噴出地

主なガス噴出地は2か所である。付近は，小松渕に発達する石英安山岩が，発達する区域である。ガスは，この石英安山岩の割目を通って，上昇してくるものと思われるが，これはガスだけが噴出するのか，それとも温泉中に含まれるガス分が，地下で分離して噴出するのかは不明である。

ホ） 石 抱 温 泉

肘折温泉，金山温泉，小松渕西方ガス噴出地，金山部落西方の炭酸泉は，いずれも鍵金野火口に関連したものであるが，石抱温泉はこの鍵金野火口とは，直接的には無関係の源泉である。地質的には，中小屋層の上部の大師峠凝灰岩部層中の流紋岩中に胚胎するもので，地質的には，上記4者とは，本質的に異なっている。

ヘ） 石抱ダムサイトより肘折排水口までの導水隧道に見られる微温水

肘折発電所の導水隧道の中で，排水口から約400m入ったところに，22～23℃の温水が約50 l/min湧出している。

標高は約360mで，付近の岩石は風化作用を受け粘土化し，掘さく時には盤ぶくれがひどかったと云っている。トンネル内では断層等を確認できなかったが，この地点と石抱温泉を結んだ方向は，N40°Wの方向で肘折温泉地域の断層の主方向とほぼ一致している。

トンネル内部には入れない状況にあるので，温泉水の分析等は出来なかった。この微温水の利用は現在のところ不可能である。

(4) 化 学 成 分

肘折温泉群には，金山地区黄金温泉をも含めて20本余の源泉があるが，これらはいずれも含重曹弱食塩泉系のものである。ただ，肘折上区共同浴場源泉1号及び2号泉がわずかに鉄含量が少ない。

また，金山地区の炭酸泉は異質のもので，ほとんど純すいに近い炭酸水である。

これらの諸源泉から四つの源泉を選び，その中分析結果を示したが，含重曹弱食塩泉系の主成分は，Na^+，Cl^-，HCO_3^-が主体で，副成分としてK^+，Ca^{2+}，Mg^{2+}，SO_4^{2-}を含有し，また，多量の遊離CO_2を含有し，H_2SiO_3およびHBO_2も比較的多く含んでいる。

肘折温泉（源泉名　組合泉２号）

表160

1．ゆう出地　最上郡大蔵村大字南山肘折今神線町村道　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年10月26日）　10時43分								
(1) 泉温　86.8℃　天候　曇　気温　14.0℃　気圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴　）								
(3) 性状　無色澄明異臭なく微かに鹹味を有し中性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.3　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和41年11月２日～昭和42年１月30日）								
(1) 性状　無色澄明異臭なく微かに鹹味を有し中性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.1　(3) 比重　1.0038（20℃）								
(4) 蒸発残留物　4161 mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水１kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	113.4		4.74	塩素イオン Cl^-	1359	38.32	62.46	
ナトリウムイオン Na^+	1196	52.00	85.05	臭素イオン Br^-	3.155	0.0395	0.06	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.185	0.0015	0.00	
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	59.88	2.988	4.89	硫酸イオン SO_4^{2-}	301.7	6.285	10.25	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	33.15	2.726	4.46	ヒドロチオ硫酸イオン				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	1.835	0.0657	0.11	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}	0.444	0.0162	0.03	燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.982	0.4429	0.72	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	1351	16.61	27.08	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	1.254	0.0418	0.07	
計	1409	61.14	100.0	水硫イオン HS^-				
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.771	0.0100	0.02	
ほう酸（メタ）HBO	140.1	3.196		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ）H_2SiO_3	191.6	2.454		ほう酸イオン BO_2^-	1.627	0.0380	0.06	
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.003	0.0002	0.00	
計	331.7	5.650						
遊離炭酸 CO_2	121.9	2.769						
遊離硫化水素 H_2S				計	3019	61.35	100.0	
計	121.9	2.769						
総計	4882	130.9						
その他								
ガス	（１l中の含有量）							
4．泉質　含重曹弱食塩泉（緩和低張性高温泉）								

金山温泉（源泉名　共同浴場１号泉）

表161

1．　ゆう出地　　最上郡大蔵村大字南山　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年10月24日）　16時45分

(1) 泉　温　55.8℃　　天　候　晴　　気　温　11.5℃　　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　　（l / min）　（ゆう出状況　自然湧出　　）

(3) 性　状　無色澄明，異臭なく清涼刺戟性にして鹹味を具へ中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（ｐＨ）　6.5　　(5) ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和41年11月２日～昭和42年１月30日）

(1) 性　状　無色澄明，異臭なく清涼刺戟性にして鹹味を具へ中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（ｐＨ）　6.5　　(3) 比　重　1.0023（20℃）

(4) 蒸発残留物　2544mg/ kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	62.56	1.600	3.98	塩素イオン Cl^-	894.7	25.23	62.63
ナトリウムイオン Na^+	749.8	32.60	81.15	臭素イオン Br^-	1.725	0.0216	0.05
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.228	0.0018	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	84.33	4.208	10.47	硫酸イオン SO_4^{2-}	180.3	3.756	9.32
マグネシウムイオン Mg^{2+}	19.12	1.572	3.91	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.344	0.0123	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.210	0.0076	0.02	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.574	0.1751	0.04	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	687.7	11.27	27.98
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.126	0.0042	0.01
計	918.4	40.18	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.077	0.0010	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	31.83	0.7263		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	132.5	1.697		ほう酸イオン BO_2^-	0.060	0.0014	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	164.3	2.423					
遊離炭酸 CO_2	529.0	12.02					
遊離硫化水素 H_2S				計	1765	40.29	100.0
計	529.0	12.02					
総計	3377	94.91					
その他							
ガス	（１l 中の含有量）						

4．　泉　質　含重曹弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

金山温泉（源泉名　金山共同浴場源泉）

表162

1．ゆう出地　最上郡大蔵村大字南山字金山二が水634の5　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年10月24日）15時40分

(1) 泉温 62.2℃　天候 曇　気温 13.8℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）　(ゆう出状況 掘さく自噴)

(3) 性状 無色澄明，清涼刺戟性にして微かに鹹味を具へ中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 6.6　(5) ラドン含有量 $\times10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和41年11月2日～昭和42年1月30日）

(1) 性状 微かに鹹味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 6.8　(3) 比重 1.0036（20℃）

(4) 蒸発残留物 3572mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	97.75	2.500	4.41	塩素イオン Cl^-	1350	38.07	66.94
ナトリウムイオン Na^+	993.6	43.20	76.26	臭素イオン Br^-	3.106	0.0389	0.07
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.402	0.0032	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	90.22	4.502	7.95	硫酸イオン SO_4^{2-}	143.2	2.983	5.25
マグネシウムイオン Mg^{2+}	71.56	5.885	10.39	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{1+}	3.670	0.1314	0.23	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	1.720	0.0626	0.11	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.296	0.3666	0.65	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	961.6	15.76	27.71
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.234	0.0078	0.01
計	1262	56.65	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.154	0.0020	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	84.81	1.935		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	217.0	2.779		ほう酸イオン BO_2^-	0.214	0.0050	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	301.8	4.714					
遊離炭酸 CO_2	577.9	13.13					
遊離硫化水素 H_2S				計	2459	56.87	100.0
計	577.9	13.13					
総計	4601	131.4					
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含重曹弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

金山温泉（源泉名　炭酸泉）

表163

1．　ゆう出地　　最上郡大蔵村大字南山字金山661の1　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和41年10月24日）15時10分

(1) 泉　温　7.5℃　　天　候　曇　　気　温　15.5℃　　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出　　）

(3) 性　状　無色澄明，異臭なく清涼刺戟性にして弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　5.4　　(5) ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和41年11月2日～昭和42年1月30日）

(1) 性　状　無色澄明にして異臭味なく弱酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　4.6　　(3) 比　重　1.0000（20℃）

(4) 蒸発残留物　47.50 mg/kg

(5)　(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.004	0.0040	0.50	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	1.603	0.0410	5.10	塩素イオン Cl^-	1.516	0.0428	
ナトリウムイオン Na^+	8.602	0.3740	46.52	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	1.602	0.0799	9.94	硫酸イオン SO_4^{2-}	2.878	0.0600	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.402	0.2798	34.81	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.703	0.0252	3.13	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}				ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	43.42	0.7116	
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	15.93	0.8039	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	4.251	0.0970		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	2.730	0.0350		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	6.981	0.1320					
遊離炭酸 CO_2	417.6	9.488					
遊離硫化水素 H_2S				計	47.81	0.8144	
計	417.6	9.488					
総計	488.3	11.24					
その他	Al^{3+} Tr						
ガス	（1l中の含有量）						

4．　泉　質　単純単酸泉

(5) 触 媒 作 用

肘折温泉は，過酸化水素の分解に関して，触媒作用を示す。しかも，その活性度は時間的に変化する。赤湯と上の湯の両源泉についてそのようすを示すが，いずれも活性度は，時間の経過とともに増加の一途をたどる。

表164 触媒活性度の時間的変化

経過時間	赤湯源泉		上の湯源泉	
(分)	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	6.6	—	6.4
30	0.177	6.6	0.130	6.4
60	0.178	6.65	0.175	6.5
90	0.210	6.7	0.191	6.6
120	0.203	6.8	0.199	6.7
150	0.200	6.9	0.196	6.8
180	0.246	7.1	0.212	7.0
210	0.281	7.2	0.248	7.1
240	0.298	7.5	0.279	7.4
270	0.396	7.7	0.305	7.8
300	0.414	7.8	0.327	7.85
330	0.419	7.8	0.348	7.90

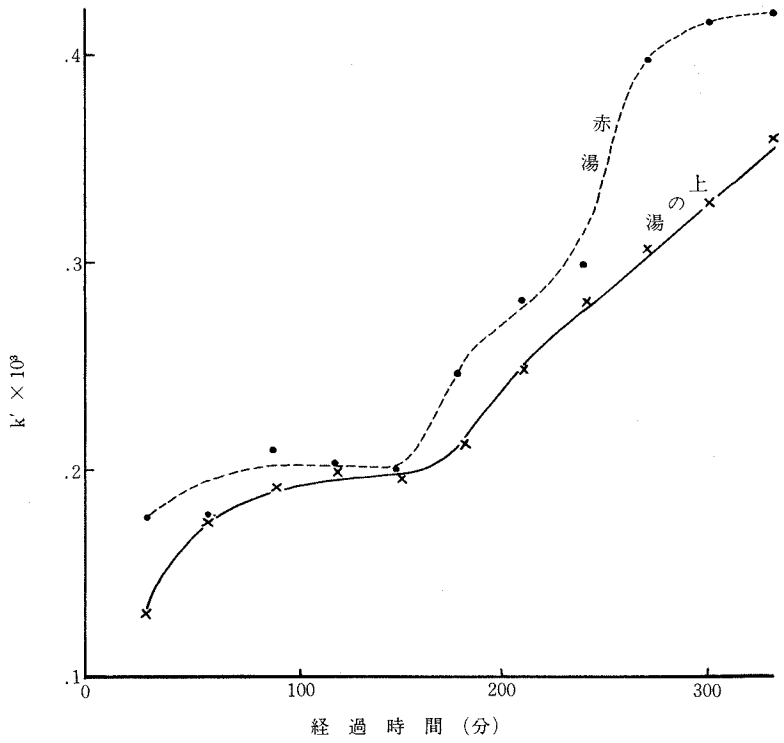


図225 触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

肘折温泉群の源泉分布は，図 226 に示すとおりその大半は温泉街の銅山川右岸に密集している。

1952年から1969年に実施した各源泉の分析結果は，表 165 に示したとおりである。

これらの分析結果によると，pHは 5.3 ～ 7.2 で弱酸性ないし中性反応を呈し，溶存物質総量は大約 1,000 ～ 4,000 mg/ l で，主要成分としては，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-，HCO_3^-及び遊離CO_2があげられ，その泉質は含炭酸・重曹弱食塩泉に属する。

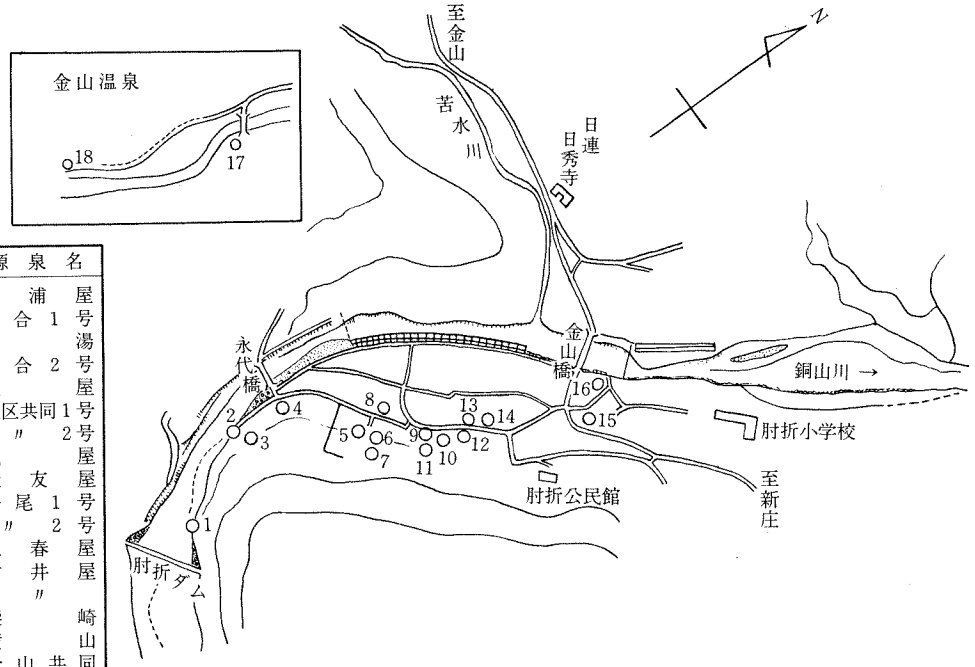
表 165 の分析結果から，泉温と溶存物質総量との関係，および主要成分と溶存物質総量との相互関係について考察を進めてみる。

図 226 ～図 231 によると，泉温に対して溶存物質総量は正の相関々係を有し，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-，SO_4^{2-}，HCO_3^-等の主要成分も，溶存物質総量とは多少のバラツキはあるが，いずれも正の相関々係にあることがわかる。このことから，地下水の混入による泉温の低下，および含有成分の減少をもたらすことがうかがえる。

SP. No. 18は，含有成分が極く少量で，単にCO_2ガスが地下水に溶解したものが，湧出したものと考えられる。

表165　肘折温泉の分析結果表

SP.No.	源泉名	採水年月日	泉温	pH	溶存物質総量	K^+	Na^+	Ca^{2+}
1	三浦屋	S. 27. 7. 28	58.6	6.3	2171	60.76	696.7	70.40
2	組合1号	S. 30. 11. 30	86.2	7.0	3951	89.75	1291	114.0
3	赤湯	S. 27. 7. 28	60.1	6.5	3105	72.48	992.9	112.6
4	組合2号	S. 33. 11. 19	89.7	6.8	4240	90.32	1325	127.1
5	亀屋	S. 27. 7. 28	64.5	6.5	2878	70.50	960.9	107.4
6	上区共同1号	〃	58.1	6.5	3084	68.97	999.6	94.57
7	〃 2号	〃	56.2	6.5	2360	65.06	755.4	101.4
8	丸屋	〃	56.0	6.4	3012	69.94	981.0	108.9
9	大友屋	〃	70.2	6.5	3356	78.52	1089	123.1
10	松屋1号	〃	50.2	6.3	2152	61.04	674.6	70.86
11	〃 2号	〃	44.4	5.9	1770	40.71	566.4	64.28
12	三春屋	〃	61.9	6.4	2947	71.27	941.4	106.9
13	村井屋	〃	51.9	6.2	2324	60.39	732.6	108.0
14	松井屋	〃	42.3	6.3	2034	60.26	651.6	77.14
15	柴崎	S. 44. 7.	28.3	6.2	—	24.00	660.0	33.86
16	横山	S 44. 7.	39.1	6.2	—	42.00	960.0	57.71
17	金山共同	S. 27. 11. 18	60.5	7.2	3378	78.94	1090	56.84
18	炭酸泉	S. 30. 10. 21	8.1	5.3	50.27	0.89	10.33	1.725
19	石抱	S. 27. 7. 29	45.0	6.3	2089	59.82	627.9	75.14



SP.No.	源泉名
1	三浦屋
2	組合1号
3	赤湯
4	組合2号
5	亀屋
6	上区共同1号
7	〃 2号
8	丸屋
9	大友屋
10	松尾1号
11	〃 2号
12	三春屋
13	村井屋
14	〃
15	柴崎
16	横山
17	金山共同
18	炭酸泉
19	石抱

図226　肘折温泉群の源泉分布図

mg/l

Mg^{2+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	HBO_2	H_2SiO_3	遊離CO_2	遊離H_2S
22.76	7.125	0.275	2.016	771.3	161.7	767.4	21.40	194.2	458.5	0.445
35.46	8.160	0.550	2.084	1512	315.6	1107	24.00	194.2	176.0	1.360
31.68	6.125	0.550	3.832	1170	228.0	986.4	51.35	174.0	396.3	0.663
35.68	1.500	0.550	0.820	1481	314.8	1283	24.00	207.7	286.0	0.340
20.83	4.375	0.330	0.923	1057	217.6	1012	29.00	190.1	384.1	0.340
27.31	7.125	0.440	1.000	1046	285.1	1045	62.50	180.7	371.9	0.255
21.62	1.250	0.330	2.018	797.9	162.1	960.1	52.50	109.0	318.0	0.425
29.67	6.250	0.440	2.150	105.7	217.3	1125	41.10	182.3	391.4	0.765
35.97	5.000	0.275	1.509	1233	241.1	1166	19.50	185.4	415.9	0.660
18.64	2.500	0.275	2.342	754.7	156.0	719.2	31.80	155.3	440.4	0.340
18.64	2.600	0.220	0.468	613.1	130.0	639.2	16.00	110.1	677.6	Tr
34.05	5.000	0.330	1.509	1016	225.9	1091	57.50	171.9	458.0	0.935
25.73	4.625	0.275	0.946	794.3	177.4	919.9	41.25	151.6	917.4	0.595
20.92	4.375	0.275	3.040	673.7	150.2	843.0	30.50	140.7	514.8	0.383
23.72	2.480	6.900	—	368.0	101.7	571.1	—	—	118.2	—
35.58	2.550	5.650	—	426.4	107.8	885.9	—	—	273.0	—
67.39	7.426	0.400	3.237	1220	137.9	1291	88.00	228.0	484.4	1.480
0.762	1.433	Tr	Tr	9.156	3.071	21.35	4.372	3.895	884.2	—
31.51	4.250	0.110	2.076	342.2	536.2	899.1	23.00	115.8	538.2	0.935

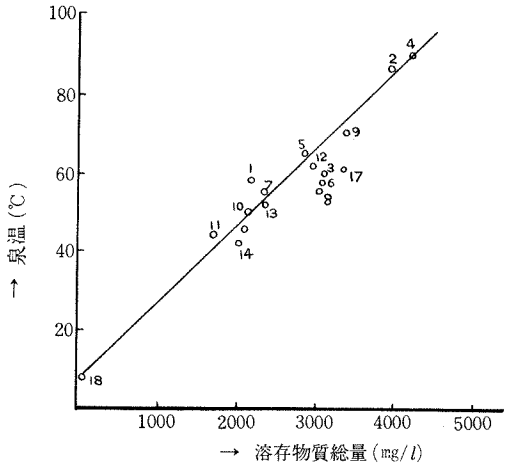


図227　泉温—溶存物質総量

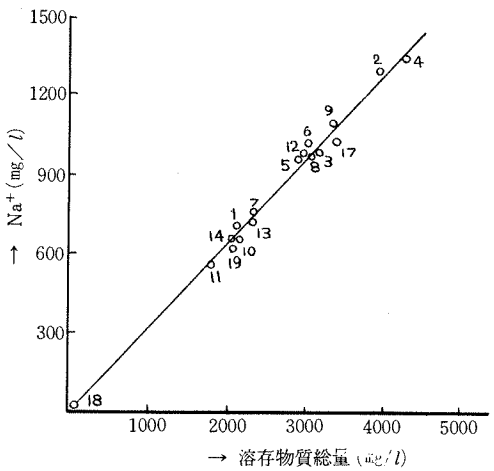


図228　Na^+—溶存物質総量

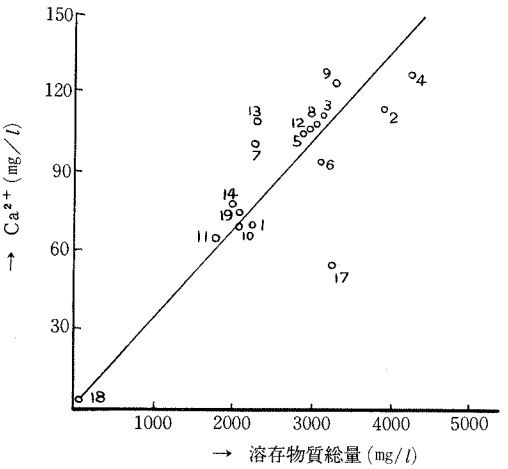


図229　Ca^{2+}—溶存物質総量

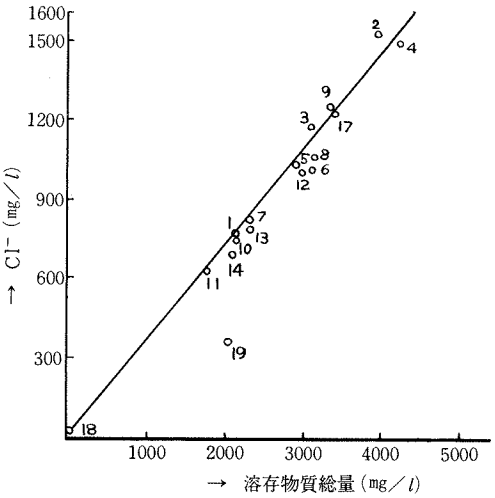


図230　Cl^-—溶存物質総量

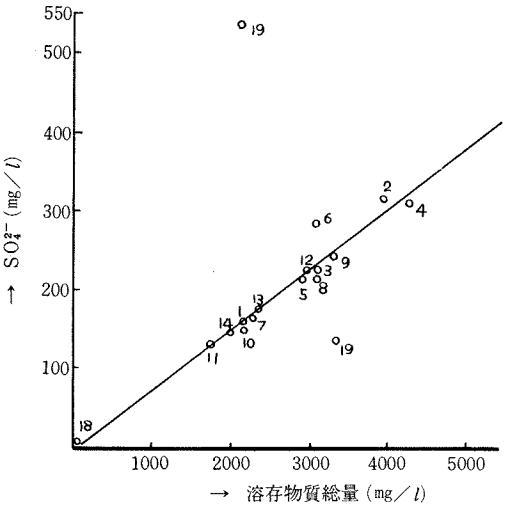


図231　SO_4^{2-}—溶存物質総量

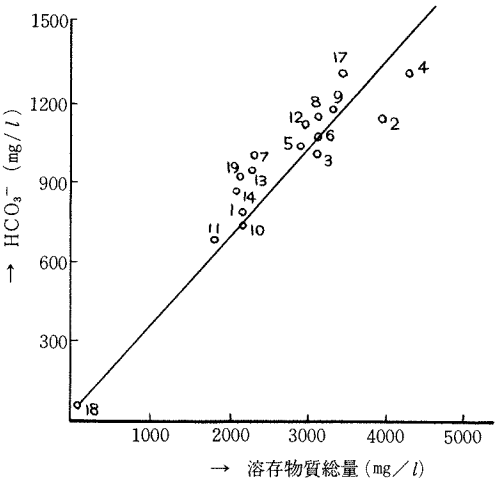


図232　HCO_3^-—溶存物質総量

次に，pH と遊離CO_2の関係について考えてみよう。

図233は，縦軸にpH と遊離CO_2の実数をとり，横軸に各源泉を等間隔に配列したものであるが，この結果によれば，pH と遊離CO_2は相反関係を有している。このことから考えて，本温泉群の弱酸性は，遊離CO_2に基づくものであるといえる。

また，主要陰イオンについて，$\Sigma Cl = Cl^-$，$\Sigma S = SO_4^{2+} + H_2S$，$\Sigma CO_2 = HCO_3^- + CO_2$として三者のモル%比を計算して，三角座標に示すと図234が得られる。

これによると，ΣS は極く少なく，ΣCl およびΣCO_2に富む温泉であることがわかる。

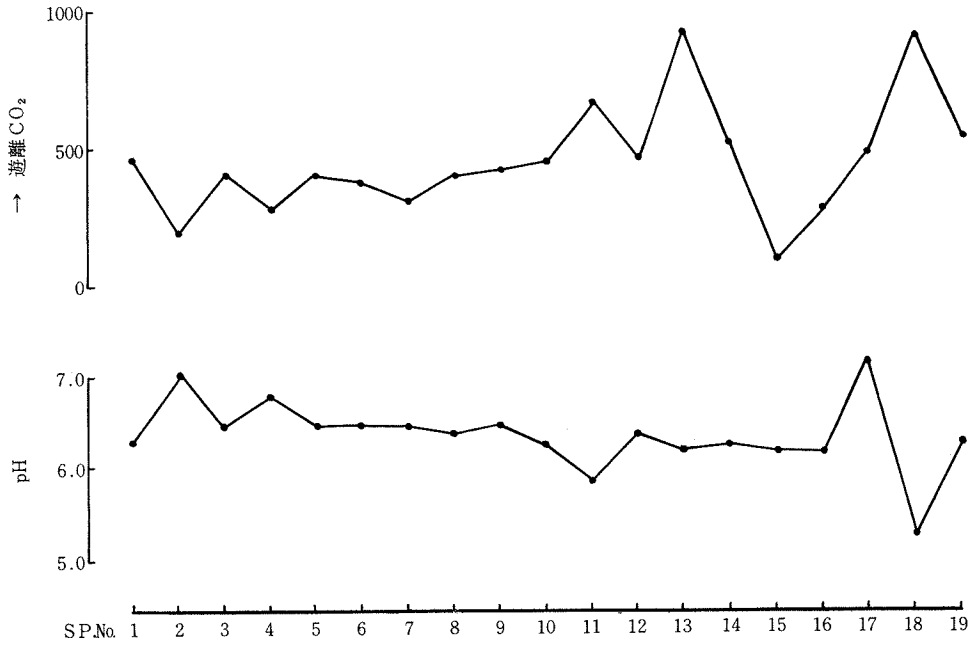


図233　遊離CO_2－pH相関図

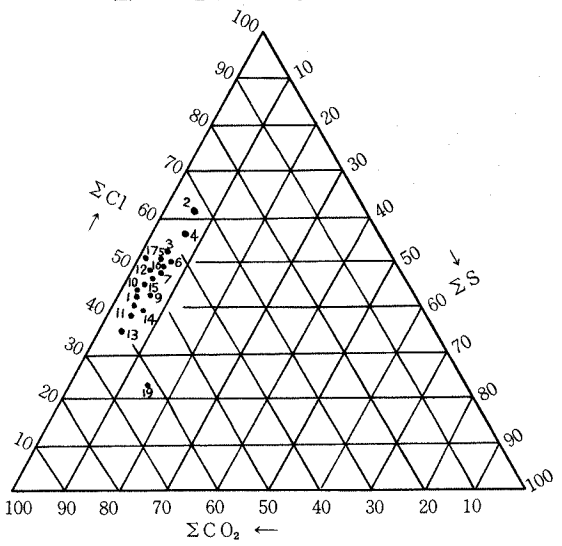


図234　$\Sigma Cl - \Sigma S - \Sigma CO_2$の相関図

(7) 湧 出 機 構

イ）肘折温泉群は，現肘折温泉街区域の温泉・金山温泉・石抱温泉等を同一原因として包含することができる。

ロ）温泉群は鍵金野・朝日台などの低位台地を構成するほぼ円形の鍵金野火口に由来するものとその外側に側火口的に熱源を有する石抱・今神両温泉等からなる。

ハ）熱源は鍵金野火口底にあると考えられる石英安山岩質岩石底より伝達され，その上層部には亀裂がほとんどない鍵金野層が厚さ 200 m 前後で堆積する。

ニ）したがって温泉水はこの蓋状の鍵金野層の側面地帯から新第三紀層の亀裂を経て地表に発現する。

化学探査の結果は，現肘折温泉街の南部地区が，現在のところもっとも熱源に近いという結論が出る。

ホ）肘折温泉群は，その成因から考え，今後の開発の余地を多数のこしている。

肘折温泉群（肘折温泉，金山温泉，小松渕西方約 300 m に見られるガス噴出地，および金山部落西方の炭酸泉）の熱源の問題であるが，これは鍵金野火口に由来するものと考えられる。

鍵金野火口の底に潜在する火山活動，それは，肘折温泉付近の広範な台地群の白砂状噴出物を噴出した火山活動である。その活動の時期は，中位段丘の上にその二次的な堆積物を乗せているので，中位段丘形成前となるが，現在の銅山川筋が固定してからの噴出であるので，高位段丘と中位段丘との中間的時期であろうと考えられる。

問題はこの火口の断面的形態であるが，鍵金野層の厚さ，その傾き等は一応地表調査の結果から

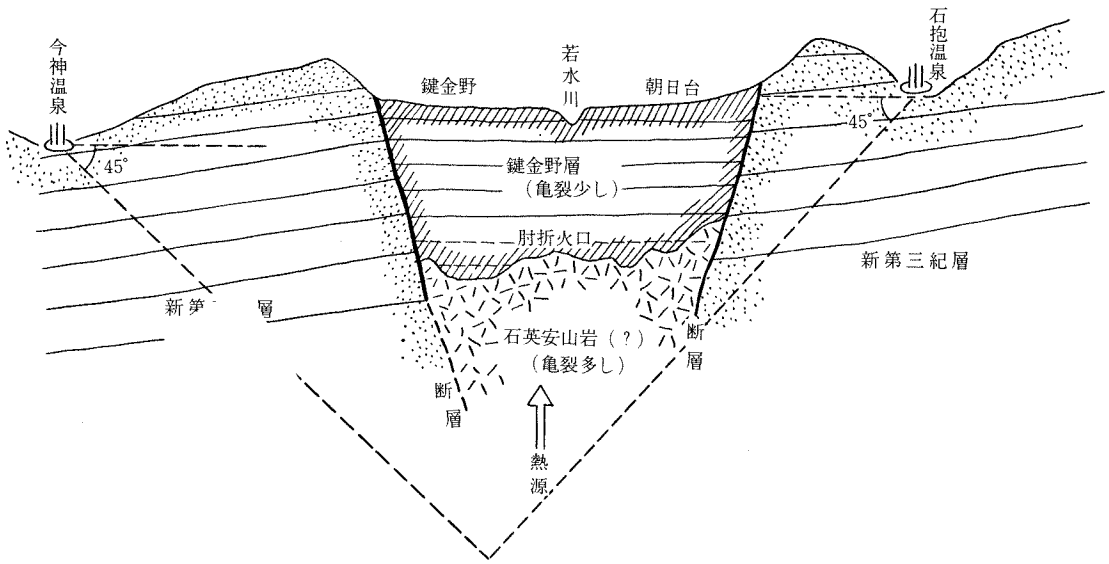


図235　肘折温泉熱源概念図

推察できるが，鍵金野層の下位になにがあって，どのような態様をとっているかについては，地表調査の結果からだけでは明瞭にはならない。

ただ，この火口からの噴出物および小松渕および祓川等に見られる石英安山岩質岩石の存在から，この火口底も，やはりそれらと同質の岩石からできているものと考えられる。

この石英安山岩質岩石は，それ自体はかなり多孔質であり，多数の亀裂が発達しているので，火口底よりの熱源の伝達，ガスの噴出などについては好条件をもっているものと考えられる。

肘折温泉以外の温泉（石抱温泉・今神温泉・発電所の隧道中の温泉）の熱源としては，鍵金野火口外囲の側火山の火口と同様，側熱源の伝達ルートをなしているのではあるまいか。現在のところ，泉質を調査し得た，石抱・今神の両温泉は，共に泉温は低く，泉質もほぼ同様であることも，この側熱源帯を裏付けるものではなかろうか。

(8) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　慢性関節リウマチ及びリウマチ性疾患　神経痛　神経炎　創傷　火傷　腺病質の体質改善　慢性皮膚病　慢性婦人科疾患　貧血症
特殊適応症として古来骨折などの後療法があげられている

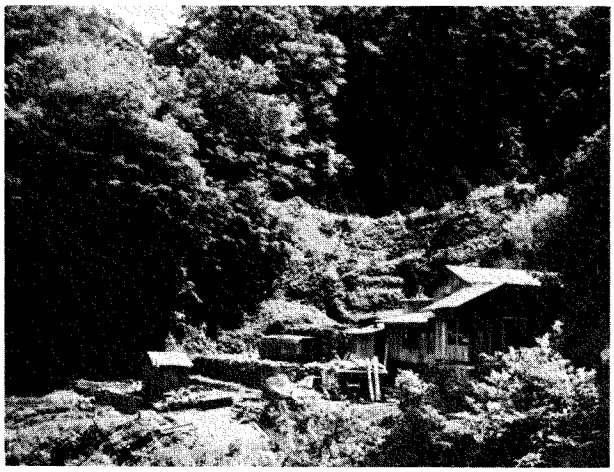
浴用の禁忌症　すべての急性疾患殊に急性熱性疾患　憔悴状態（結核及び悪性腫瘍等）
高度の心臓病及び病勢進行中の疾患　神経症の興奮型

飲用の適応症　慢性胃カタル　胃腸弛緩症　慢性便秘　肥胖症　貧血症

飲用の禁忌症　胃潰瘍又は十二指腸潰瘍　胃酸過多症　下痢患者又は下痢を起こしやすい患者　腎臓炎　ネフローゼ　浮腫のある場合

4．今　神　温　泉

(1) 環境と沿革



今神温泉は，陸羽西線古口駅から南方へおよそ16km入った深山幽谷の仙境で，以前は古口駅からおよそ７kmの本郷部落まで，バスを利用するほかは，すべて徒歩によらなければならなかった。しかし，最近は長倉川の堰堤治水工事のために整備された道路が，宿舎の数100ｍのところまでできたので，宿舎近くまで自動車による交通も可能になった。

本温泉は，古くから神の湯として，浴場の正面には阿弥陀佛，薬師如来，観音菩薩と化神の蛇が祭られ，浴客はローソクを神前にささげ，入浴中は男女とも腰部に白布をまとい，瞑目合掌祈願するのが掟となっており，いわゆる宗教的な温泉場として，全国でも珍らしいとされている。また，この地は積雪が多いので，冬期間の開湯は困難であるため，９月末には越冬のために建物を解体し，翌年５月末まで閉鎖することにしている。したがって，毎年６月初めにトタン板や荒けずりの板と柱で浴場と宿舎を建てるので，居室は雨露をしのぐ程度の簡素なものである。また，浴客は大きな部屋に同居し，食事は肉食をさけ，まったくの精進料理による給食制度がとられている。

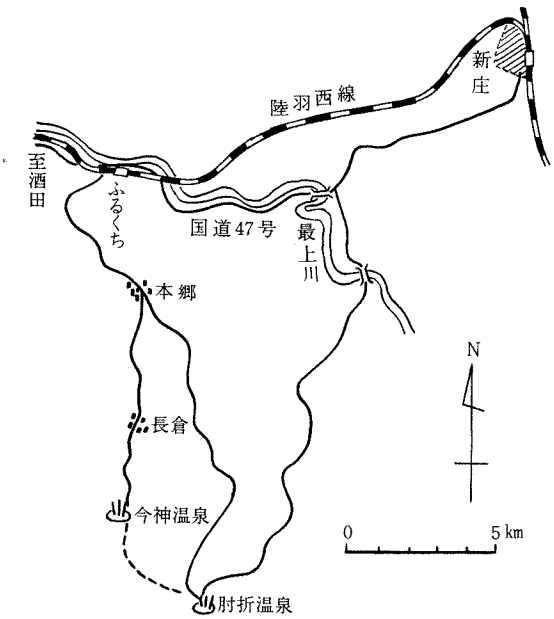


図236　今神温泉環境図

本温泉は，このような特殊な環境の温泉場であるが，古くから皮膚病および胃腸病によくきくといわれ，飲湯するものも多く，わざわざ遠くから湯をもらいにくるものさえあって，多くの難症が根治した例も多いとされ，遠く北海道や東京，その他県外からも来湯するものが少なくないという。

本温泉は1650年頃，長倉部落在の今熊野神社の神官，高倉氏の祖先新九郎氏の発見によるとされている。長倉部落は月山・湯殿山へ

の登山口にあたっており，ここから約4km奥にある温泉場は，行者の宿坊の奥ノ院の一つとして，行者の湯垢り場として精進潔斉の場所に使用されていたと伝えられている。高倉氏は代々，この温泉を神聖な神の湯として経営しつづけ，数年前から早坂氏がこれを継承して今日に至っている。

最近のように，観光的な波にのって俗化されることの多い中にあって，本温泉のような素朴な療養温泉が，原始的な姿のままで永く維持されてきたことは，極めて貴重な存在といわなければならない。

(2) 地形と地質

この付近は，角川の支流，長倉川の源流地に近いところで，南は志賀山（721m），東は今楯山（600m），西は高倉山（1054m）の山なみにつつまれた，比高数100mの深い渓谷をつくっている。

地質は，第三紀中新世に属する凝灰質角礫岩，および凝灰岩を主とし，これを貫いて石英粗面岩がよく発達している。その分布は，高倉山を中心として略南北方向に分布するほか，温泉地のすぐ西にある，比高200mの今熊山も石英粗面岩からなる山体で，それにつづいて温泉地を通り，南東方向に岩脈状に走り，志賀山まで続いている。このような発達状況からみて，本岩は凝灰質角礫岩の堆積と同時期の噴出岩と考えられる。また，凝灰質角礫岩層の上には，頁岩をともなう凝灰岩層が発達するが，下位の凝灰質角礫岩層と一括して，いわゆる草薙層に対比されている。

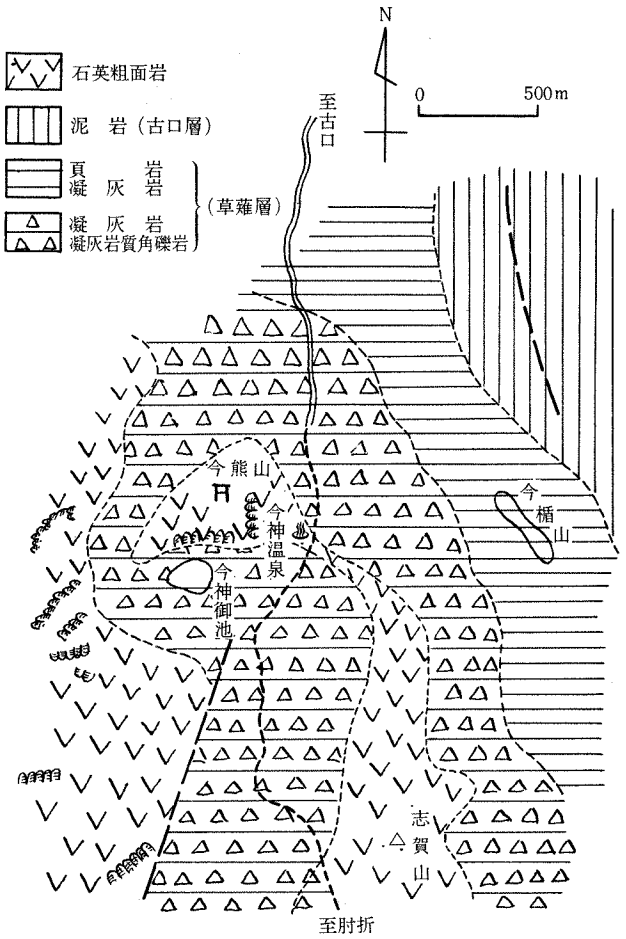


図237　今神温泉付近地質図

(3) 源泉状況

本温泉は，石英粗面岩の亀裂から自然湧出するものである。その源泉は宿舎のすぐ裏山の斜面のところにあって，小さな斜坑を掘って，湧泉を導いている。1971年7月の調査によれば，泉温36℃で湧出量は108 l/minである。この湧出量は，過去10数年前のそれとほとんど変わりがない。

(4) 化 学 成 分

化学分析の結果は次のとおりで，炭酸を溶存し，塩化ナトリウムを主成分とするのが，その特徴である。

表166　**今 神 温 泉**

1．ゆう出地　最上郡戸沢村今神山　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年7月24日）14時40分

(1) 泉温 36.5℃　天候 曇　気温 25.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出）

(3) 性状　無色清澄にして異臭なく清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 6.1　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年7月26日～昭和44年8月12日）

(1) 性状　無色清澄にして異臭なく清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 6.4　(3) 比重 1.0019（20℃）

(4) 蒸発残留物　2011mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0008	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	30.31	0.7752	2.64	塩素イオン Cl^-	372.4	10.50	35.72
ナトリウムイオン Na^+	556.1	24.18	82.45	臭素イオン Br^-	0.527	0.0066	0.02
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.305	0.0024	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	0.160	0.0089	0.03	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	47.64	2.377	8.10	硫酸イオン SO_4^{2-}	419.7	8.744	29.75
マグネシウムイオン Mg^{2+}	22.60	1.859	6.34	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.874	0.0313	0.11	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	1.222	0.0126	0.04
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.307	0.0064	0.02
マンガンイオン Mn^{2+}	0.550	0.0200	0.07	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.689	0.0766	0.26	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	617.3	10.12	34.43
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.048	0.0016	0.01
計	658.9	29.33	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.031	0.0004	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	4.251	0.0970		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	107.9	1.382		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	112.2	1.479					
遊離炭酸 CO_2	1188	27.00					
遊離硫化水素 H_2S				計	1412	29.39	100.0
計	1188	27.00					
総計	3371						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含炭酸・重曹および芒硝－弱食塩泉（緩和低張性温泉）

(5) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　運動器障害　創傷　慢性湿疹および角化症　虚弱児童　高血圧ほか循環器疾患　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　月経障害　更年期障害　古来微温長時間浴が行われ特殊適応症として神経衰弱　ヒステリー神経症があげられ，信仰的温泉として知られる。

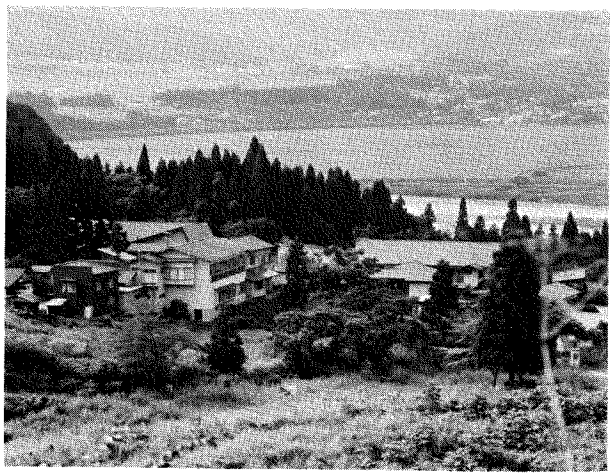
浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　出血性疾患　重い心臓病　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

5．新　庄　温　泉

(1) 環境と沿革



新庄温泉は新庄市の郊外，西方約10 kmのところにあって，最上川左岸の丘陵地の１画を占めているが，国道47号線から数 100 mへだたっているに過ぎないので，交通に恵まれ，新庄駅からはバスでわずか25分で到達することができる。

温泉場は，海抜 130 mの高台にあって，脚下に最上川の静かな流れが帯のように横たわっており，これをへだてて，八向城趾が相対し，東方遠く煙霧の中に，新庄市を望見することができる。また，西北方には出羽丘陵の山波をへだてて，出羽富士として知られる鳥海山の秀峰を展望できるなど，眼前の眺めは全く天然の絶景を恣にしている。

一方，温泉地周辺はなめらかな起伏にとみ，春は限りない山菜の豊庫であり，冬は絶好のスキー場としての地形に恵まれている。各種ゲレンデやロープウエイなどの施設も計画されている。また付近には，かつて源義経が平泉に向かう折に残されたという遺跡や，俳聖芭蕉が幾多の名句を残して最上川を舟下りした故事にちなんで，数多くの名勝史跡があり，最近最上川芭蕉ラインの名称のもとに，本温泉場を基点とする観光ラインが漸く脚光をあびるようになった。

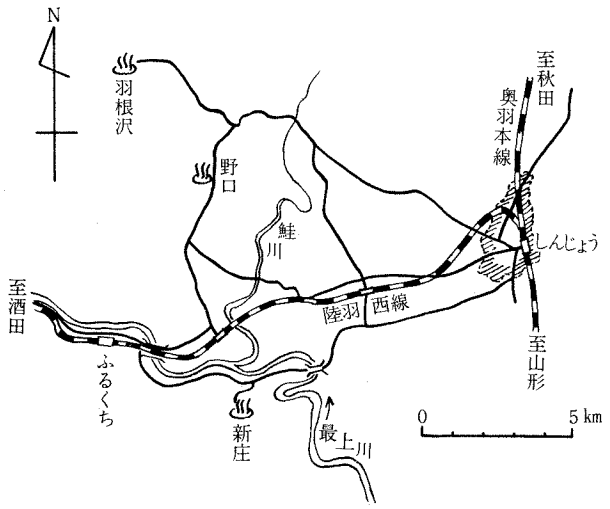


図238　新庄・野口・羽根沢温泉環境図

新庄温泉の開発は，1914年，元日本石油株式会社が石油試掘を行った際，深度 304.2 m で多量の温塩水を湧出したのに端を発している。この石油試掘井は，深度 900 mまで掘進したが油層をみることができないで，1916年ついに廃棄しこれを埋没した。しかるに，翌1917年，最上温泉土地株式会社の発足によって，この埋没した跡に口径６吋で再掘さくを行い，深度 304 mで湯

脈に達し，泉温42℃の温泉の自噴をみることができたので，同会社は温泉浴場を経営し，最上温泉の名称のもとに営業を行ったのである。開発当初は，数軒の旅館が建てられ繁栄をみたのであったが，その後温泉の湧出が間歇的に変わったことなどから，一時は旅館1軒のみを残して，温泉利用も中断の形になったこともある。その後1960年に最上温泉の名称を新庄温泉と改称し，源泉の改修やエアコンプレッサーによる揚湯に改められるに及んで，温泉の利用も順調に行われるようになり，今では3軒の旅館に復活をみたばかりでなく，新たに新庄観光開発株式会社の手によって，本温泉の飛躍的な開発が進められようとしている。

(2) 地形と地質

この付近は，出羽丘陵の東縁部に含まれる比高 150 ～ 200 mの丘陵地帯で，新庄盆地の南西縁を画している。丘陵地帯の東を北流した最上川は，本合海付近で西流に転じ，鮭川の一大支流を合して出羽丘陵を横断する。また，最上川および鮭川の流域には，小平坦地の発達もみられるが，丘陵地は一般にこまかい谷で刻まれ，谷幅せまく比較的急峻で，概して壮年期の地貌を呈している。

この付近は油田ガス地帯であって，主として第三紀水成岩層（古口層）から構成されている。主

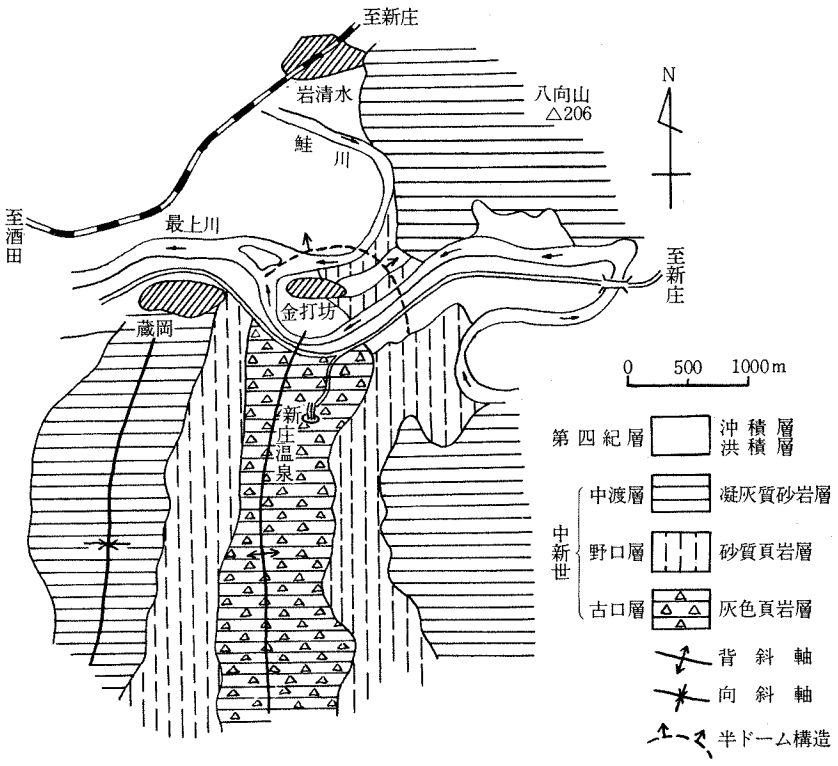


図239　新庄温泉付近地質図

な岩石は砂質頁岩，砂岩，凝灰岩および泥岩等からなり，略南北方向に蔵岡背斜層と呼ばれる背斜軸を形成している。この背斜軸は，最上川右岸の金打坊から本温泉の西側を通り，南方の新村に連互する延長およそ10kmにおよぶもので，温泉付近で東翼は東北東に20°～30°傾斜し，西翼は西北西に50°内外傾斜している。また，この背斜層は北部に漸次沈降して半穹窿状構造をつくり，岩清水，八向山で全く地下に没し，上部層によって被われている。なお，この背斜層の西方約１km付近には，蔵岡背斜層とほぼ平行して１本の向斜軸が南北方向に走っている。

(3) 源 泉 状 況

本温泉の源泉は，旧日本石油株式会社が掘さくした石油井であることは，すでに沿革の項で述べた通りであるが，この試掘井は，蔵岡背斜層の東翼に掘さくされたもので，その深度は 900 m である。その地質柱状図は図240に示した。これによると深度304

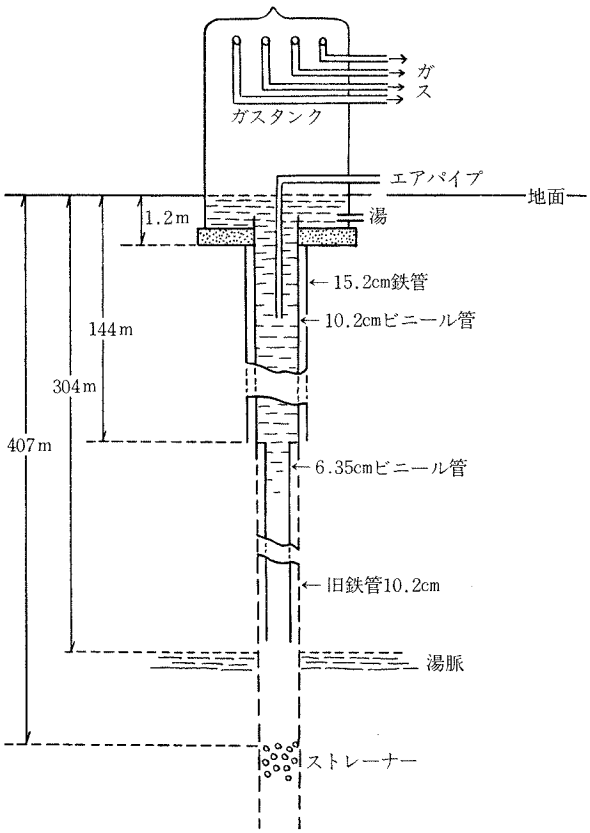


図241　新庄温泉源泉見取柱状図

温泉水は旧鉄管407 m付近にきられたストレーナー及び破損ヵ所を通って管内に入る

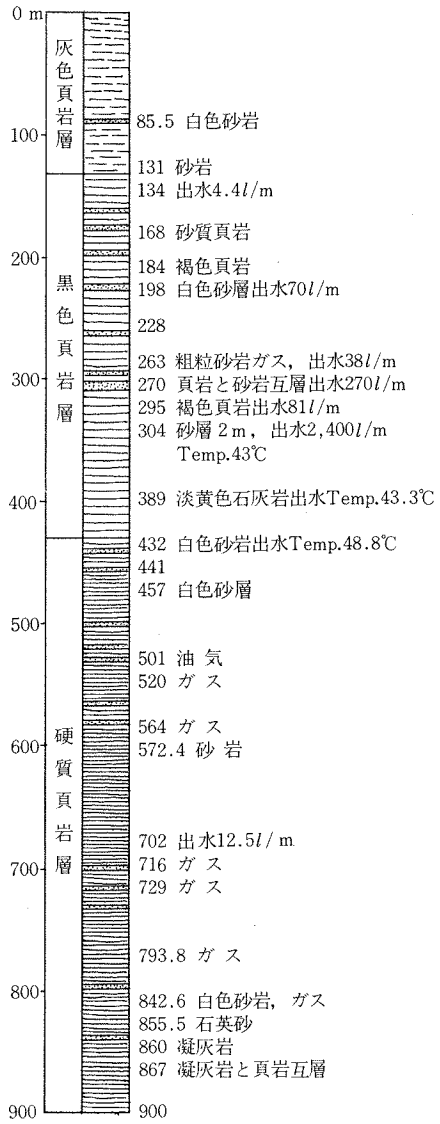


図240　新庄温泉石油試掘井柱状断面図
（1923年　地質調査所原図）

（注）山形県最上温田地質及地形図説明書
（地質調査所，1923）

mで約2mの砂層につきあたり，ここで毎分 2,400 l の温塩水（42℃）の大噴騰をみたのである。また，当時の記録によると深度 389 mで43℃，深度 441 mで49℃の温泉の埋蔵が認められている。しかし，この石油試掘井は石油の賦存が認められなかったので，廃棄と同時に埋没した。現在の井戸はその後，この埋没井戸のあとに，新たに深度 304 mまで再掘さくしたもので，当時の自噴量は詳かでないが，泉温は42℃であったといわれる。その後間もなく，この源泉の自噴は間欠的になった。初めは年一回自噴がとまる程度であったが，年とともに自噴停止回数がふえ，また停止期間も長くなるなど，温泉利用に不便をきたす状態になったので，1927年にいたって湧出口を約3mほど切り下げたのである。しかし，その後約20年を経て，1947年頃から再び間歇的となり，1951年の調査当時は，湧出が一週間位続けばあと2週間位は湧出が停止する状態で，井戸内の水頭が著しく低下するので，動力ポンプによる揚湯も不可能であった。

このような悪条件を克服するための一方法として，エアコンプレッサーによる揚湯を企図し，1959年，坑井内の側壁の保全と温泉の保温をも兼ねるものとして，新たにビニールパイプを挿入し，3馬力のエアコンプレッサーによる揚湯を実施したのである。以来今日まで揚湯は極めて順調に行われている。本源泉の過去20年間における湧出量および泉温の推移を示せばつぎの通りである。

	1951年8月	1962年3月	1971年5月
湧出量	90l/min(自噴)	234l/min(エアリフト)	200l/min(エアリフト)
泉　温	39.4℃	39.2℃	39.0℃

(4) 化　学　成　分

新庄温泉の中分析結果を示したが，これによると，本泉の主成分は，Na^+, Cl^-, HCO_3^-で，HBO_2, Br^-, I^-等を比較的多く含有している。

(5) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　創傷　火傷　皮膚掻痒症　角化症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　湿疹　虚弱児童　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　月経障害　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性肝・胆道疾患　糖尿病　痛風　尿酸素質　慢性便秘　肥満症

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

表167

新庄温泉

1．ゆう出地　山形県新庄市大字本合海字矢筈山1107　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年5月23日）16時30分

(1) 泉温 39.1℃　天候 晴　気温 24.3℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）　（ゆう出状況 ）

(3) 性状 無色清澄にして 味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 8.3　(5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年5月26日～昭和42年7月7日）

(1) 性状 無色清澄にして鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 8.1　(3) 比重 1.0066（20℃）

(4) 蒸発残留物 8478 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

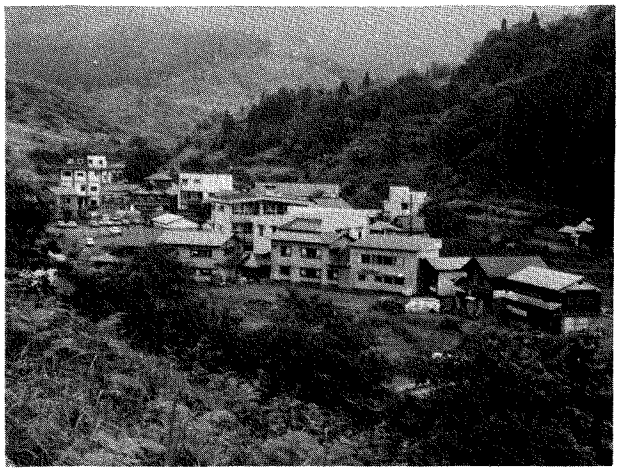
本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	20.48	0.5238	0.35	塩素イオン Cl^-	3468	97.80	64.17
ナトリウムイオン Na^+	3445	149.8	98.68	臭素イオン Br^-	10.71	0.1340	0.09
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	1.692	0.0133	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	7.50	0.4167	0.27	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	12.93	0.6452	0.43	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.815	0.3137	0.21	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.134	0.0048	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.010	0.0001	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.240	0.0050	0.00
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.836	0.0930	0.06	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	3203	52.51	34.46
				炭酸イオン CO_3^{2-}	47.25	1.575	1.03
計	3491	151.8	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	2.081	0.0270	0.02
ほう酸（メタ） HBO_2	98.61	2.250		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	42.09	0.5391		ほう酸イオン BO_2^-	14.43	0.3370	0.22
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.043	0.0025	0.00
計	140.7	2.789					
遊離炭酸 CO_2	30.81	0.7002					
遊離硫化水素 H_2S				計	6747	152.4	100.0
計	30.81	0.7002					
総計	10410						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質 含ホウ酸・重曹・弱食塩泉（緩和高張性温泉）

6. 羽根沢温泉

(1) 環境と沿革



羽根沢温泉は，奥羽本線新庄駅の北西方およそ16kmにあって，駅からバスの便があり，約40分で到達できる。

温泉場は，出羽丘陵東側の奥深い山中にある素朴な湯の里で，閑静な別天地をつくっている。周囲は美しい自然の原始林にかこまれ，春は豊富な山菜に恵まれ，秋は紅葉とキノコ狩りに俗塵を忘れ，訪れる人々の旅情を慰めるに十分である。

この温泉は，1919年，元日本石油株式会社が，石油試掘の目的でこの地に掘さくを行ったのが，本温泉開発の端緒となった。この掘さくは翌1920年末まで続けられたが，深度 648 mに達したとき，突然多量の温泉を自噴したため石油掘さくは中止されたので，地元の羽根沢部落ではこの井戸を譲り受け，1924年には羽根沢温泉組合を結成して，温泉場の開発に努めたのである。開湯当時は，内湯旅館も5軒を数え療養温泉場として繁栄したが，戦時中廃業するものなどあって，一時旅館は2軒に減じた。しかし，最近新たに旅館が建築され，現在4軒まで回復した。

(2) 地質と源泉状況

この地域を構成する地質は，黒色頁岩，凝灰岩，泥岩などの中新世中期の堆積層（古口層）からなっており，地質構造的には油田地帯の背斜部にあたっている。

源泉はこの背斜部の東翼に掘さくされたもので，深度 648 m，口径15cmの鉄管を，288 mまで挿入してある。

掘さく当時，多量のガスとともに温泉が噴騰したといわれるが，その量は不明である。なお，過去10年の間に調査した湧出量と泉温の結果はつぎの通りである。

調査年月	湧出量	泉温	湧出状況
1961年6月	254 l/min	48℃	間歇的に自噴
1962年12月	260	47.8	〃 〃
1967年3月	344	47.6	〃 〃
1971年5月	240	47.0	〃 〃

以上の表をみて，湧出量が不定であることに気付く。これは石油井として掘さくされた源泉で，

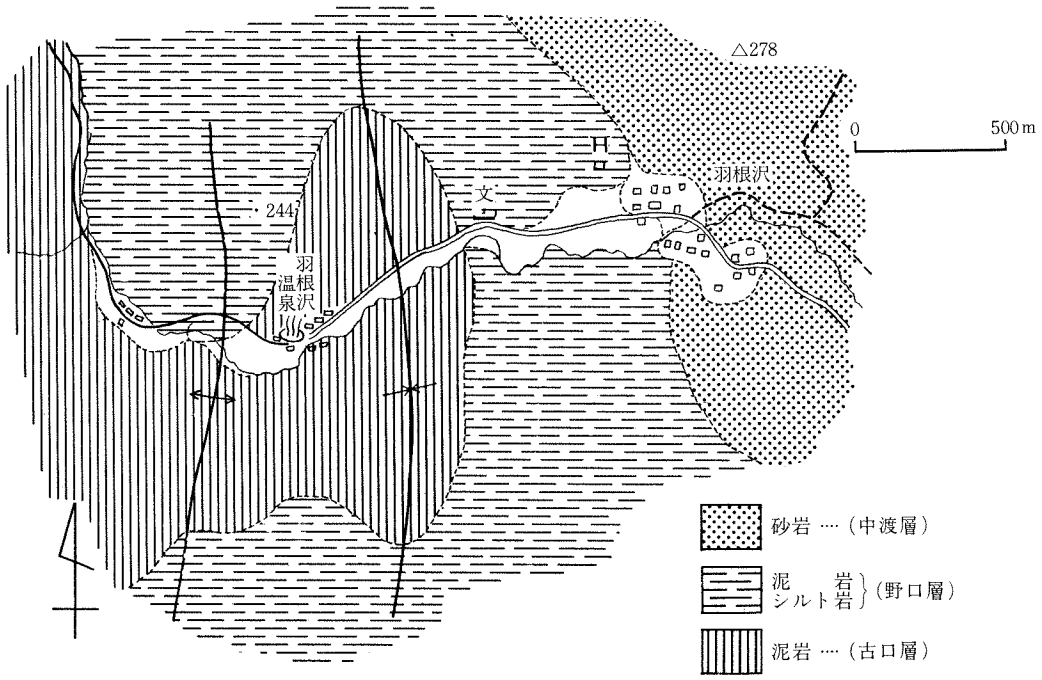


図242　羽根沢温泉付近地質図

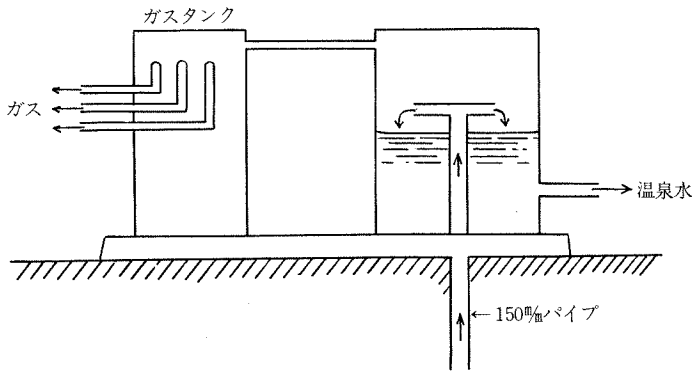


図243　源泉見取図

多量のガスを伴う場合にみられる特徴であって，温泉湧出が間欠的に行われ，しかもその周期が季節や時間その他気象的現象に影響される結果と考えられる。

現在，泉温47℃，湧出量240 l / minの泉水が，多量の天然ガスとともに間歇的に自噴している。なお，ガスはガスタンクに分離し別途燃料に供している。

(4) 化 学 成 分

羽根沢温泉の中分析結果を示したが，これによると，本泉の主成分はNa^+，Cl^-，HCO_3^-等で，そのほかBr^-，I^-を含有し，アルカリ性であるのが特徴である。

羽根沢温泉

表168

1．ゆう出地　山形県最上郡鮭川村大字中渡字羽根沢　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年5月23日）11時15分

(1) 泉温 47.3℃　天候 晴　気温 27.0℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　）

(3) 性状　無色清澄にして鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 8.5　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年5月26日～昭和42年7月7日）

(1) 性状　無色清澄にして鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 8.5　(3) 比重 1.0027（20℃）

(4) 蒸発残留物 2952mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	4.848	0.1240	0.24	塩素イオン Cl^-	890.0	25.10	48.70
ナトリウムイオン Na^+	1167	50.74	98.88	臭素イオン Br^-	3.061	0.0383	0.07
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.465	0.0037	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	2.20	0.1222	0.24	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	3.243	0.1618	0.32	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.458	0.1199	0.23	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.062	0.0022	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.436	0.0485	0.09	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	1541	25.26	49.01
				炭酸イオン CO_3^{2-}	28.42	0.9472	1.84
計	1179	51.32	100.0	水硫イオン HS^-	1.465	0.0444	0.09
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	2.944	0.0382	0.07
ほう酸（メタ） HBO_2	23.87	0.5447		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	47.72	0.6112		ほう酸イオン BO_3^{3-}	4.372	0.1021	0.20
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.054	0.0032	0.01
計	71.59	1.1559					
遊離炭酸 CO_2	11.85	0.2694					
遊離硫化水素 H_2S	0.054	0.0016		計	2472	51.54	100.0
計	11.90	0.2710					
総計	3734						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含食塩・重曹泉（緩和低張性高温泉）

(5) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　創傷および火傷　皮膚掻痒症および角化症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　慢性湿疹　虚弱児童　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　悪性腫瘍　進行性結核　重心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（初期と末期）

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性肝・胆道疾患　糖尿病　痛風および尿酸素質　肥満症　慢性便秘

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

7．草　薙　温　泉

(1) 環境と沿革

陸羽西線高尾駅の北東方約２km，最上川が出羽丘陵を横ぎる峡谷中に位置し，徒歩約30分で到達できる。

最上川の清流をへだてて対岸に白糸の滝を眺め，春の新緑，秋の紅葉によく，保養に好適な温泉地として親しまれている。

または夏，峡谷気象による渓谷植物が美しく咲きみだれ，かつて芭蕉翁が最上川を舟下りした時，翁の着目するところとなった白糸の滝と仙人堂とは今なお往時を物語って，旅人を魅するものがある。

また，翁にあやかった最上川舟下りコースがあり，草薙温泉はその下船地として最近とくににぎわっている。

当温泉は，明治初年時，時の県令三島通庸氏が，産業・文化・交通の開発のため，難峻中の難峻といわれた新道の開さく時に発見した温泉である。

県令が日本武尊を崇敬し，尊の東北征伐の故事を想い起こし，草薙と命名したのが当温泉の初めである。

(2) 地質と源泉状況

草薙温泉付近の地質は，新第三紀中新世の草薙層で，灰黒色の硬質頁岩層と下部に淡灰褐色の凝灰岩層を挟有している。

地層の走向は，N60°～70° W，北方に25° ±の傾斜を有するが，南方に進むにつれて傾斜は緩やかとなりほとんど水平に近くなる。

恐らく北西―南東に走るしゅう曲軸を形成し，その北西方向延長は断層となるものであろう。

草薙神社裏には，安山岩の小露頭があって亀裂中には硫化鉄の微細な結晶が析出している。揚巻沢では，その下流地帯に玄式岩質安山岩及び同質集塊岩の発達がみられる。

これは出羽丘陵における背斜の核心をなして広く分布している岩層で，灰黒色硬質頁岩層との間に淡灰褐色の凝灰岩層をはさんで整合的に被われている。

利用源泉は２か所で，その１本は深さ30ｍの掘さく泉で，温度18℃の温泉が自噴している。他の１本は，自然湧出で泉温22℃で，湧出量も比較的多い。その数か所に自然湧出がみられるが，いずれも湧出量が少ない。

湧出地点付近は，硫化水素臭を放ち，白色沈殿物で被われている。

(3) 化 学 成 分

草薙温泉の中分析結果をつぎに示した。これによると，本泉の主成分は，Na^+，Cl^-，HCO_3^-で，そのほか著量のHS^-，遊離H_2Sを含有しているのが特徴である。

草薙温泉（源泉名　滝沢屋源泉）

表169

1． ゆう出地　最上郡戸沢村大字古口字土湯3052の9　　（標高　　m）								
2． ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年7月24日）17時20分								
(1) 泉　温　23.7℃　天　候　曇　気　温　26.0℃　気　圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然湧出　）								
(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.8　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$ Curie（　M.E.）								
3． 試験室における試験成績（昭和44年7月26日～昭和44年8月12日）								
(1) 性　状　微帯黄白濁にして硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.7　(3) 比　重　1.0008（20℃）								
(4) 蒸発残留物　880.0 mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	2.815	0.0720	0.47	塩素イオン Cl^-	390.0	11.00	69.78	
ナトリウムイオン Na^+	296.9	12.91	83.88	臭素イオン Br^-	0.599	0.0075	0.05	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.322	0.0025	0.02	
アンモニウムイオン NH_4^+	0.140	0.0078	0.05	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	40.20	2.006	13.03	硫酸イオン SO_4^{2-}	32.51	0.6773	4.30	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	4.641	0.3817	2.48	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.090	0.0016	0.01	
フエロイオン Fe^{2+}	0.109	0.0039	0.03	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.088	0.0098	0.06	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	230.8	3.784	24.01	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.852	0.0284	0.18	
計	344.9	15.39	100.0	水硫イオン HS^-	8.418	0.2551	1.62	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.270	0.0035	0.02	
ほう酸（メタ） HBO_2	1.363	0.0311		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	21.83	0.2796		ほう酸イオン BO_3^-	0.051	0.0012	0.01	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.010	0.0006	0.00	
計	23.19	0.3107						
遊離炭酸 CO_2	8.879	0.2018						
遊離硫化水素 H_2S	1.527	0.0449		計	663.9	15.76	100.0	
計	10.41	0.2467						
総計	1042							
その他								
ガス	（1l中の含有量）							
4．泉　質　含食塩・重曹－硫化水素泉（緊張低張性冷鉱泉）								

(4) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　糖尿病　創傷　皮膚掻痒症　慢性湿疹　苔癬　脂漏性疾患　凍瘡　慢性膿皮症　運動障害　女性性器慢性炎症

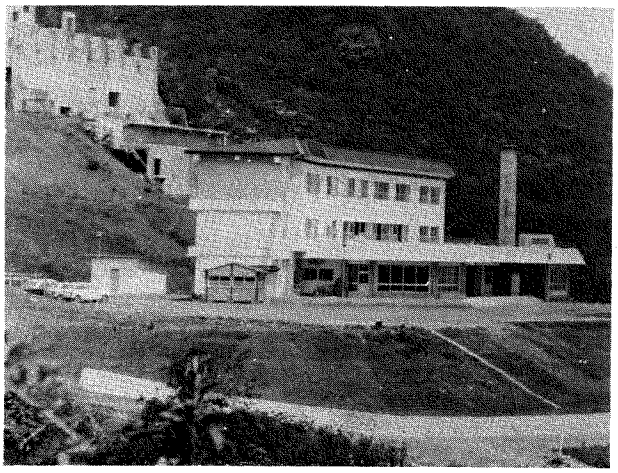
浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　出血性疾患　重い心臓病　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

8．最 上 温 泉

(1) 環 境 と 沿 革



陸羽東線大堀駅の南西方約 1.5 km，小国川の左岸で，白河との合流点からやや上流部にある。当温泉は，向町盆地の南西の隅に位置しているので，向町盆地のひろびろとした景観が眼の前に展開し，点在する農家が，きわめて素朴な，そして平和なやすらぎをただよわせている。現在のところ，バスの便はないが，ぶらぶら田舎道を散歩しながら，宿につくのも一興であろう。付近には丘陵地帯が多く，春秋の散策には好適である。

最上温泉は，1961年，中外鉱業大堀鉱業所が，選鉱のための用水を得るため井戸堀りをしたところ，温度上昇が認められたので，温泉採取のための掘さくに変更した。掘さく深度は 121 m で，泉温が31.0℃，湧出量は 250 l / min で，かなり湧出量は多い。その後，大堀鉱山は休鉱山になったため，最上町当局の肝入りで，現在は国民保養温泉として，近代的な設備をそなえ，近郷の農業従事者は勿論のこと，県内外の主として年配者に人気がある。

(2) 地 形 と 地 質

向町盆地には，比高80～ 100 m の低平な丘陵が点在し，その周囲はかなり急峻な山に続き，一見して山間盆地であることがわかる。向町盆地は東西軸が約 7.5 km，南北軸が約 5.0 kmの山間盆地で，小国川が盆地の南縁を西に流れている。また，支流の白川が盆地のやや西部を，南に流れながら，小国川にそそいでいる。

向町盆地内は，比較的新しい地質時代の地層（礫岩・砂岩・シルト岩・泥岩・凝灰岩・ローム状表土層等）が発達しているのに対して，周囲の急峻な山地は，比較的古い時代の火成岩石（花崗岩類・変朽安山岩・安山岩類・玄武岩およびドレライト等）および堆積岩（緑色凝灰岩・緑色砂岩・黒色頁岩等）から構成されている。

温泉は，地理的には，盆地と山地との接触部に位置している。この接触帯は，他の地区と同様に，ほとんど断層線になっているので，当温泉の湧出もまた，これらの断層帯となんらかの関係をもっているものと考えられる。

また，最上温泉は比較的放射性物質を多く含んでいる。これは，基盤の花崗岩類が近距離にある

ためであろう。

(3) 源 泉 状 況

本温泉では，1961年に掘さくした最初の源泉（１号）につづいて1963年に２本目の温泉掘さくをしたが，それらの源泉状況は次のとおりである。

表170　最上温泉の源泉状況

源泉名	泉温℃	湧出量ℓ/min	深さm	口径mm
最上１号	31.0	250	121	—
〃　２号	29.0	720	152	127

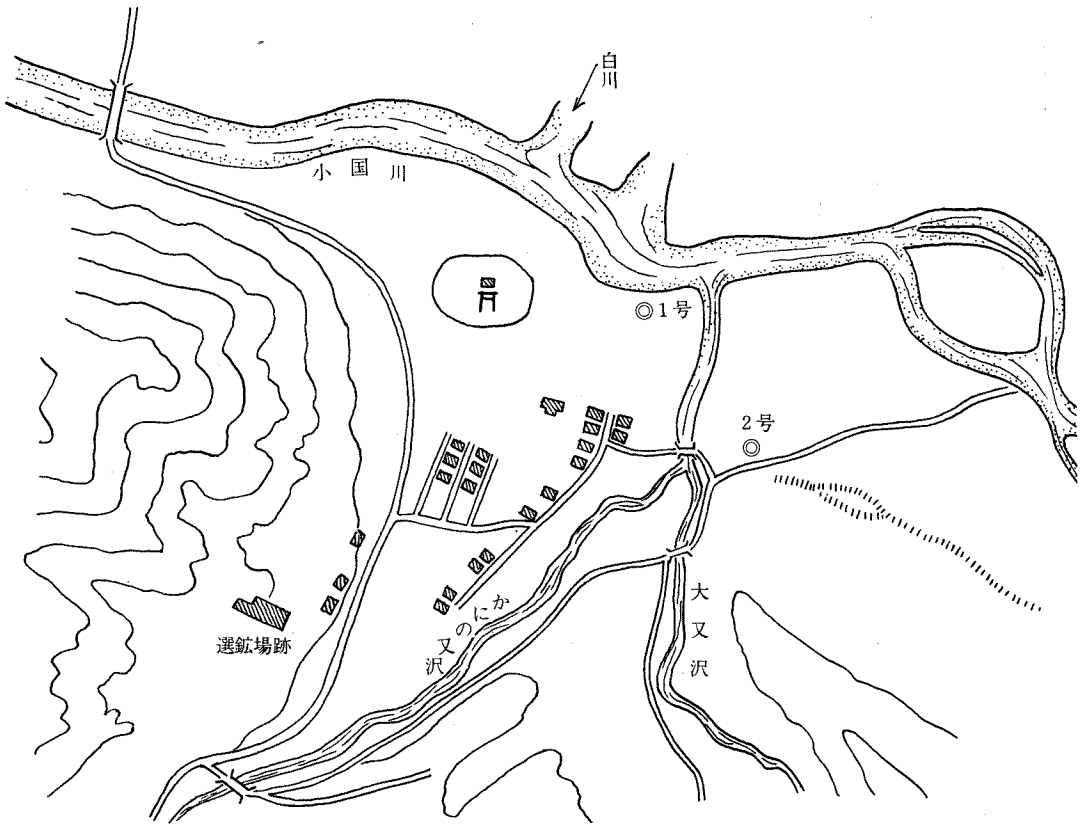


図244　最上温泉源泉分布図

(4) 化 学 成 分

最上温泉の2源泉のうちから1号源泉を選んで化学分析の結果を示すと表171のとおりである。単純温泉で，炭酸水素ナトリウムを主成分とする。

最上温泉（源泉名　最上1号源泉）

表171

1．ゆう出地　最上郡最上町大字大堀字蔵沢676　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年6月9日）11時35分

(1) 泉温 32.2℃　天候 晴　気温 30.2℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 (l/min)　(ゆう出状況 掘さく自噴)

(3) 性状 無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 8.7　(5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie (M.E.)

3．試験室における試験成績（昭和45年6月11日～昭和45年7月20日）

(1) 性状 無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 8.55　(3) 比重 1.0002 (20℃)

(4) 蒸発残留物 158.8 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量表をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.375	0.0096	0.49	塩素イオン Cl^-	10.64	0.3000	13.89
ナトリウムイオン Na^+	42.55	1.850	93.67	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.240	0.0133	0.67	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	1.201	0.0599	3.03	硫酸イオン SO_4^{2-}	27.82	0.5796	26.83
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.243	0.0200	1.01	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.132	0.0047	0.24	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.158	0.0176	0.89	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	70.64	1.158	53.60
				炭酸イオン CO_3^{2-}	2.082	0.0694	3.21
計	44.90	1.975	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリモル	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	3.738	0.0485	2.24
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	37.83	0.4845		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.085	0.0050	0.23
計	37.83	0.4845					
遊離炭酸 CO_2	0.339	0.0077					
遊離硫化水素 H_2S				計	115.0	2.161	100.0
計	0.339	0.0077					
総計	19.81						
その他	$HAsO_2$ 痕跡						
ガス	(1 l 中の含有量)						

4．泉質　単純温泉（緩和低張性微温泉）

(5) 放射能測定

最上温泉についてRaBをとり出し，10 l についてその放射能を測定して図245および図246のような崩壊曲線を得た。計数率N（cpm）と経過時間t（分）との関係は，次式のとおりである。

1号泉：$\log_{10}N=3.5016-0.01027t$

2号泉：$\log_{10}N=2.9818-0.00978t$

これから，半減期と湧出時のRaBの放射能として，次のような値が得られた。

	半減期（分）	RaB(Ci/l)
1号泉	29.5	36.0×10^{-10}
2号泉	30.8	12.6×10^{-10}

最上1号泉（自然湧出）のRaBは，最上町に湧出する諸温泉中，最高値であり，3,600$\mu\mu$Ciを示す。この値は米沢市の小野川温泉の約¼に相当し，きわめて高い値である。源泉付近に断層があり，源泉が花崗岩にほぼ達する深度まで掘削されていることと関係があろう。

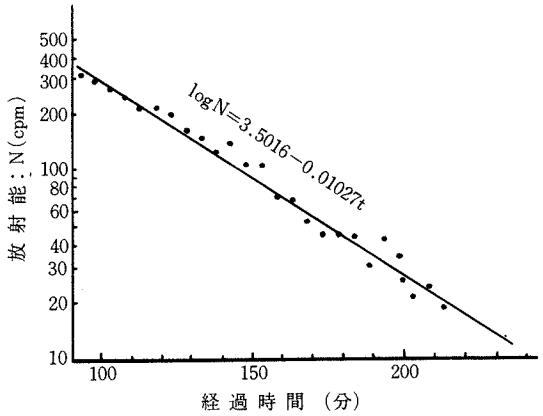


図245　RaBの崩壊曲線（最上1号泉）

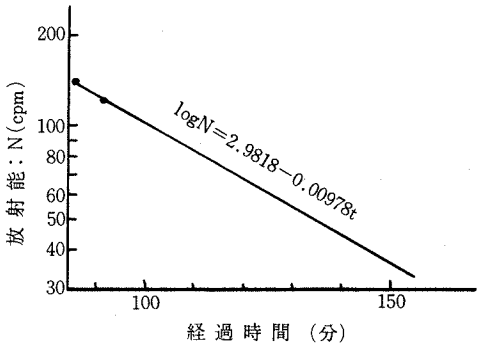


図246　RaBの崩壊曲線（最上2号泉）

(6) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　運動器障害　神経麻痺　神経症　病後回復期　疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

9. 真室川温泉

(1) 概　　況

本温泉は，奥羽本線真室川駅の北方2.8kmに位置し，塩根川右岸の河岸段丘の地に開さくされた温泉で，まだ利用施設はない。

この付近の地質は第三紀の青色粗しょう砂岩層を主とするが，数層の灰色泥岩層を挟有し，南西方に10°±の緩傾斜を示す単斜構造の地帯である。

昭和初年，本帯に石油採取の目的でさく井し失敗したが，その後塩水を得る目的で数本のさく井が行なわれ，湧出泉水は一時製塩に使用された。

掘さく井は，現在3本あって，その状況は次のとおりである。

1号泉　泉温23.8℃で最も高く，天然ガスと共に60 l/min程自噴している。電導度は極めて高く11,000mυ/cmである。

2号泉　泉温18.8℃で自噴量も極めて微量である。

3号泉　泉温20.5℃で比較的高く，可燃性天然ガスと共に噴出している。

(2) 化 学 成 分

真室川温泉の1号泉の化学成分は次の表に示されるとおりで，溶存物質総量が8.9 g/l で，塩化ナトリウムを主成分とする。

所在地　山形県最上郡真室川町関沢　　採水日時　1971年5月1日12時10分　　気温　9.1℃

水　温　33.5℃　　pH　7.7　　溶存物質総量　8900mg/l

表172　イオン表

カチオン	mg/l	mmol/l	me/l	me%
K^+	52.5	1.346	1.346	0.92
Na^+	3050.0	132.61	132.61	90.27
Ca^{2+}	217.0	5.43	10.86	7.39
Mg^{2+}	32.5	1.337	2.674	1.82
Fe^{2+}	0.21	0.0038	0.0076	0.01
Mn^{2+}	0.10	0.0018	0.0036	0.002
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00
計	3352.31	140.13	146.91	100
アニオン				
Cl^-	4852.0	137.06	137.06	93.30
SO_4^{2-}	2.47	0.0257	0.0514	0.03
HCO_3^-	597.74	9.80	9.80	6.67
計	5452.21	146.89	146.91	100
H_2SiO_3	6.0			
HBO_2	54.18			
H_2S	—			
CO_2	14.96			
合　　計	8879.66			

10. 戸 沢 温 泉

(1) 概　　況

戸沢温泉は，陸羽西線津谷駅の北方およそ5kmにあって，羽根沢温泉と新庄温泉との約中間に位置し，出羽山地の東麓に湧出する温泉である。

現在のところ旅館はなく，公衆浴場があるのみで，今後の利用に期待がかけられている。

本温泉は，昭和41年石油，可燃性天燃ガスを目的として掘さくしたところ，温泉水が湧出したので，温泉掘さくに切り換えたものである。なお温泉水に介入している可燃性天然ガスは分離して燃料として使用している。

(2) 地質と源泉状況

この地域を構成する地質は，新第三紀中新世後期の野口層，中渡層からなっており，地質構造的には油田地帯の背斜部に当たる。即ち背斜軸は田の沢川左岸に沿って北々西—南々東に走っており，源泉はその背斜部に位置する。

源泉の深度は1100mで，56℃の泉水が，64～57 l / min多量の可燃性天然ガスとともに間歇的に湧出している。

なお，主な湯層は次の2層である。

第1層　深さ 940 ～ 960 m　　層厚20m

第2層　〃 1050～1080m　　〃 30m

(3) 化 学 成 分

戸沢温泉の諸源泉のうち1号泉を選んで，その化学分析の結果を示す。Na^+，Cl^-を主成分とし，溶存物質総量は 5.56 g / l に達する。

所在地　山形県最上郡戸沢村野口　　採水日時　1971年4 月30日　13時40分　　気温　11.6℃

水　温　66.5℃　　pH 8.4　　溶存物質総量　5560mg/ l

表173　イオン表

陽 イ オ ン	mg/ l	mmol/ l	me/ l	me%
K^+	22.5	0.577	0.577	0.61
Na^+	2170.0	94.35	94.35	99.0
Ca^{2+}	6.66	0.17	0.34	0.36
Mg^{2+}	0.32	0.013	0.026	0.03
Fe^{2+}	0.11	0.002	0.004	0.004
Mn^{2+}	0.08	0.0015	0.003	0.003
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00
計	2199.67	95.11	95.30	100

陰イオン				
Cl^-	1909.68	53.95	53.95	56.61
SO_4^{2-}	4.12	0.043	0.086	0.09
HCO_3^-	2517.10	41.26	41.26	43.29
計	4430.90	95.25	95.30	100
H_2SiO_3	58.0			
HBO_2	47.3			
H_2S	—			
CO_2	0.00			
合　計	6735.87			

11. その他の温泉（鉱泉）

その他の温泉，満沢鉱泉，及位温泉，栗谷沢鉱泉，曲川鉱泉，谷地鉱泉についての化学成分を次に載せる。満沢鉱泉については，放射能測定を付記した。

満　沢　鉱　泉

満沢鉱泉の化学分析の結果は，次のとおりで，単純温泉で硫酸ナトリウムを主成分とする。

所在地　山形県最上郡最上町満沢　　採水日時　1970年10月7日　14時10分　　気温　15.6℃
水　温　31.4℃　　pH　7.7　　溶存物質総量　294mg/l

表174　イオン表

陽　イ　オ　ン	mg/l	mmol/l	me/l	me%
K^+	1.9	0.049	0.049	1.52
Na^+	41.0	1.78	1.78	55.56
Ca^{2+}	22.0	0.550	1.10	34.28
Mg^{2+}	3.26	0.134	0.268	8.36
Fe^{2+}	0.13	0.0023	0.0046	0.15
Mn^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.04	0.0015	0.0045	0.14
計	68.3	2.52	3.21	100
陰　イ　オ　ン				
Cl^-	13.2	0.372	0.372	11.61
SO_4^{2-}	87.3	0.909	1.82	56.68
HCO_3^-	62.07	1.018	1.018	31.78
計	162.6	2.299	3.21	100
H_2SiO_3	18.2			
HBO_2	16.2			
H_2S	3.65			
CO_2				
合　　計	269.0			

放　射　能　測　定

満沢鉱泉について，RaBをとり出し，10lについてその放射能を測定して図247のような崩壊曲線を得た。計数率N（cpm）と経過時間t（分）との関係は，次式のとおりである。

$$\log_{10}N=3.2289-0.01040t$$

これから半減期を求めて28.9分，湧出時のRaBの放射能として22.3×10^{-10} Ci/lが得られた。

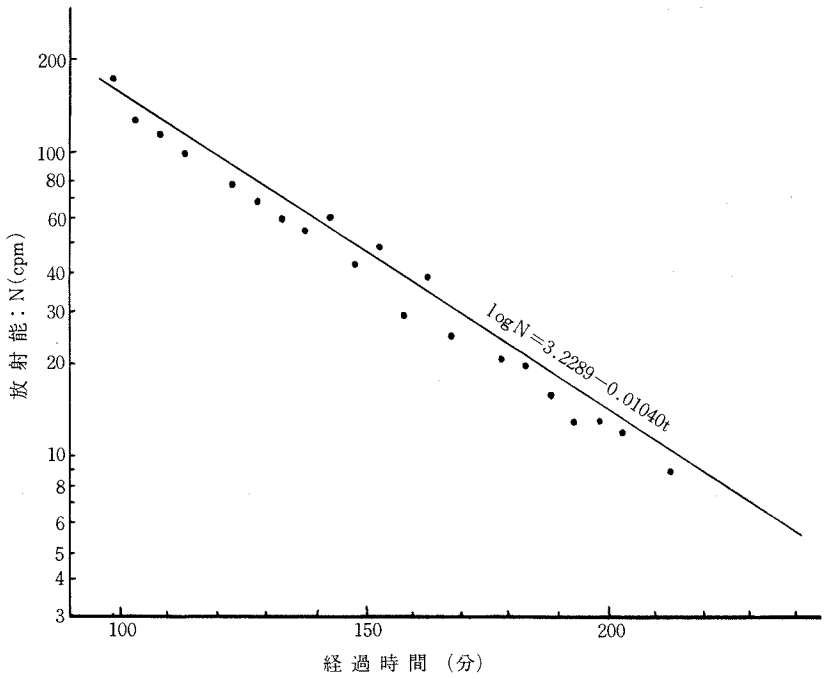


図247　RaBの崩壊曲線（満沢鉱泉）

及位温泉

及位温泉の化学分析結果は次のとおりである。溶存物質総量は84mg/l に過ぎず，組成は普通の自由地下水とおなじである。

所在地　山形県最上郡真室川町及位　　採水日時　1971年5月1日　10時40分
気　温　10.5℃　　水　温　6.3℃　　pH 6.4　　溶存物質総量　84mg/l

表175　イオン表

カチオン	mg/l	mmol/l	me/l	me%
K^+	1.0	0.026	0.026	1.84
Na^+	11.5	0.500	0.500	35.44
Ca^{2+}	11.6	0.29	0.58	41.11
Mg^{2+}	3.69	0.152	0.304	21.55
Fe^{2+}	0.04	0.0007	0.0014	0.10
Mn^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00
計	27.83	0.969	1.411	100
アニオン				
Cl^-	14.27	0.403	0.403	28.56

SO_4^{2-}	17.30	0.180	0.360	25.51
HCO_3^-	39.53	0.648	0.648	45.92
計	71.10	1.231	1.411	100
H_2SiO_3	4.0			
HBO_2	3.44			
H_2S	—			
CO_2	6.16			
合　　計	112.53			

栗谷沢鉱泉

栗谷沢鉱泉の諸源泉のうちから2号泉を選んで化学分析の結果を示すと次のとおりである。著量の塩化ナトリウムを溶存しており，その溶存物質総量も10.5g/l に達する。

所在地　山形県最上郡真室川町川内　　採水日時　1971年6月2日　15時30分

気　温　15.2℃　　水　温　19.3℃　　pH　8.2　　溶存物質総量　10500mg/l

表176　イオン表

カチオン	mg/l	mmol/l	me/l	me%
K^+	28.0	0.718	0.718	0.50
Na^+	2812.5	122.28	122.28	85.81
Ca^{2+}	373.8	9.35	18.70	13.12
Mg^{2+}	9.74	0.401	0.802	0.56
Fe^{2+}	0.10	0.0018	0.0036	0.002
Mn^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00
計	3224.14	132.75	142.50	100
アニオン				
Cl^-	5206.43	147.07	147.07	99.97
SO_4^{2-}	2.47	0.0257	0.0514	0.03
HCO_3^-	0.00	0.00	0.00	0.00
計	5208.90	147.10	147.12	100
H_2SiO_3	63.05			
HBO_2	46.44			
H_2S	—			
CO_2	0.00			
合　　計	8542.53			

曲　川　鉱　泉

化学分析の結果は次のとおりで，単純温泉でその主成分はNa^+, Cl^-である。

所在地　山形県最上郡鮭川村

採水日時　1968年　4月14日　12時40分　　天　候　晴

泉　温　9.1℃　pH　7.3　　気　温　14.1℃

性　状　無色清澄にして弱アルカリ性を呈する。

地　質　中新世中渡層　砂岩

源泉状況　自然湧出

溶存物質総量　315mg/l

表177　イオン表

Cation	mg/l	mmol/l	me/l	me%
K^+	0.59	0.0128	0.0128	0.30
Na^+	92.00	4.0017	4.0017	93.36
Ca^{2+}	2.87	0.715	0.1430	3.34
Mg^{2+}	0.76	0.0313	0.0626	1.46
Fe^{2+}	0.07	0.0013	0.0026	0.06
Al^{3+}	0.40	0.0148	0.0444	1.04
Mn^{2+}	0.034	0.0006	0.0012	0.03
NH_4^+	0.317	0.0175	0.0175	0.41
計	97.041	4.1515	4.2858	100.00
Anion				
Cl^-	95.96	2.7067	2.7067	63.16
SO_4^{2-}	10.70	0.1113	0.2226	5.19
NO_2^-	0.002	0.0000	0.0000	0.00
HCO_3^-	82.747	1.3565	1.3565	31.65
計	189.409	4.1745	4.2858	100.00
H_2SiO_3	59.791	0.7657		
HBO_2	1.92	0.0428		
P	0.474	0.0153		
H_2S	2.652	0.0779		
CO_2	59.685	1.3565		
計	124.522	2.2582		
合　計	410.972	10.5842		

谷　地　鉱　泉

谷地鉱泉の化学分析の結果を次に示すが，溶存物質総量が16.3g/l で多く，Na^+, Cl^-を主成分とする。

所在地　山形県最上郡真室川町谷地　　採水日時　1971年5月1日　14時10分

気　温　12.1℃　　水　温　　pH 7.9　溶存物質総量 16300mg/l

表178　　イオン表

カチオン	mg/l	mmol/l	me/l	me%
K^+	50.0	1.282	1.282	0.48
Na^+	5950.0	258.70	258.70	95.93
Ca^{2+}	187.5	4.69	9.38	3.48
Mg^{2+}	3.52	0.145	0.290	0.11
Fe^{2+}	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn^{2+}	0.52	0.0095	0.019	0.01
Al^{3+}	0.00	0.00	0.00	0.00
計	6413.54	264.83	269.67	100
アニオン				
Cl^-	8530.17	241.00	241.00	89.37
SO_4^{2-}	15.66	0.163	0.326	0.12
HCO_3^-	1728.98	28.34	28.34	10.51
計	10274.81	269.50	269.67	100
H_2SiO_3	26.0			
HBO_2	61.82			
H_2S	—			
CO_2	37.40			
合　計	16813.57			

第 5 章　庄 内 地 区

庄内地区の温泉区分

庄内地区の各温泉は，その地理的分布からみて，次の群に分割できる。

a．鳥海火山温泉群

これは鳥海山の西および南麓に湧出するもので，湯ノ田・湯ノ台その他の徴候地がこれに含まれる。

b．摩耶山系温泉群

庄内地区の南西部に摩耶山（1,020m）を主峰として，北々東－南々西方向に走る山系が発達している。この山系の北端西側すなわち日本海に近く湧出する温泉で温海・湯田川・新山・湯野浜・由良などがこれに属する。

c．湯殿山温泉群

湯殿山の「御神体の湯」を中心とし，その付近に湧出する温泉および田麦俣温泉がこれに属する。これらは同一熱源および湧出機構に属するものと考えられるものである。

d．立谷沢－鳥海構造線温泉群

庄内平野の東縁を画する立谷沢川構造帯，およびその北方延長と考えられる鳥海断層を主軸とする構造線に関係した位置にある温泉群で，ほぼ南北方向に配列して点在する。一般に泉温が低い。筍沢・湯之沢・辰が湯・十二瀧・北俣のほか多数の未開発鉱泉がこの群に含まれる。

e．庄内平野温泉群

現在温泉として利用されているのは長沼温泉と酒田温泉・掘抜温泉の3か所だけであるが，未利用のものとして鶴岡市，鼠が関，湯の沢，筍の沢，酒田市，宮海などがある。これらの温泉群はいずれも数100m以上の深掘によって得られた温泉で，長沼を除き30℃未満の低温度の温泉である。将来庄内平野の内部にできる温泉はこの温泉群に含められるものであろう。

またこの温泉群は，内陸地方の沈降盆地温泉群の中の非火山性温泉に類似するものと考えられる。

1．湯野浜温泉

(1) 環境と沿革

湯野浜温泉は鶴岡駅の北西方約８kmの日本海にのぞみ，鶴岡駅から電鉄に乗りかえて約26分で着く。また，鶴岡駅前から，加茂港廻りのバスの便もある。温泉街は背後に丘陵があり，前面は紺碧の日本海である。天気のよい日は，庄内砂丘越えに，遠く鳥海山が見える。

湯野浜温泉は，温海，湯田川と共に，庄内三湯として，その名は日本中に知れわたっている。夏季の海水浴シーズン中のにぎわいは，また格別である。近くには，有名な名刹善宝寺があり，加茂港の水族館などが人気を集めている。最近は観光も大型化して，出羽三山巡りと，湯野浜・温海・湯田川と結ばれる傾向が強い。湯野浜温泉はいわゆる庄内地方の中心地にあって，人情はこまやか，庄内美人の名と共に利用客を集めている。

天喜年間に，漁夫が，亀の湯浴姿をみて，湯野浜温泉の最初の源泉（現在は埋没）を発見したといわれている。この最初の源泉は，現在の温泉神社の近くにあったといわれ，亀ノ湯と呼ばれていた。1922年（大正11年）現在の亀屋ホテルの先々代の阿部与十郎氏が，自宅内に掘さくしたのがきっかけとなって，各旅館でも掘さくを始めた。最初は，おのおのの掘さく源泉は，自噴していたが，掘さく井の増加のため，次第に湯面が低下し，動力揚湯に切りかえられ，最近では海水の浸入が憂慮されている。

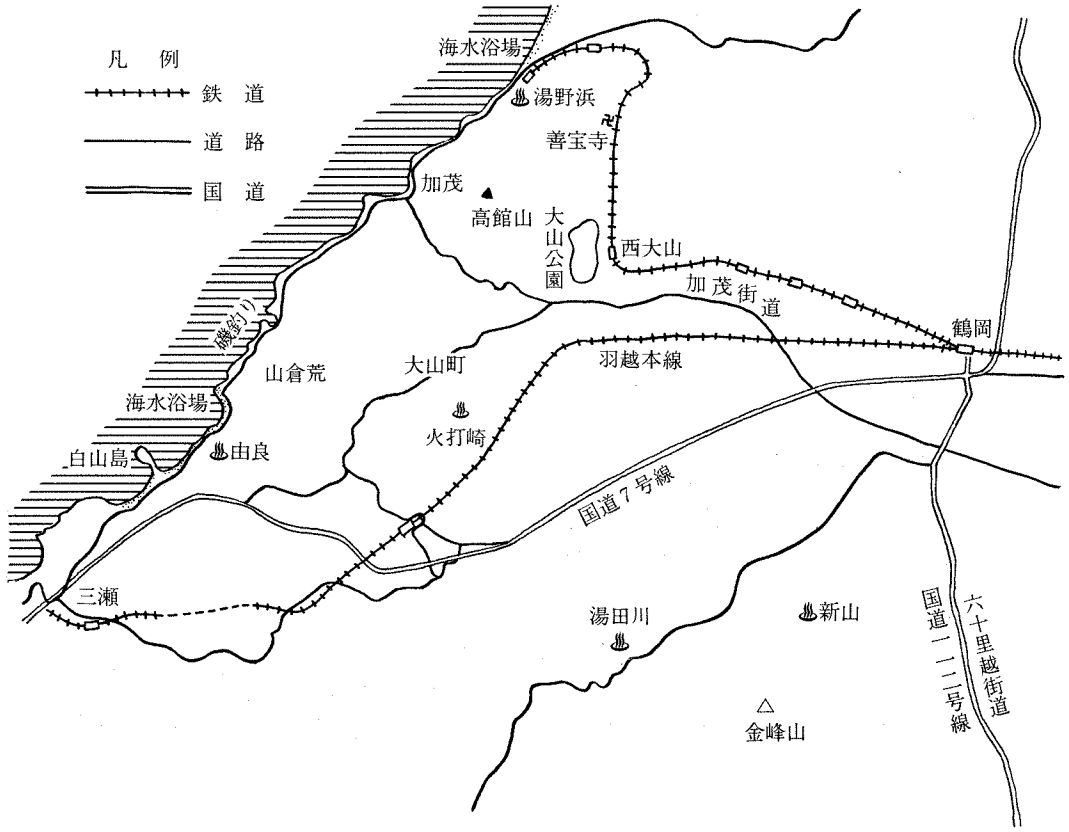


図248　湯野浜・湯田川・由良・新山・火打崎温泉環境図

(2) 地　形　と　地　質

イ) 地　　形

温泉街の背後地は，標高約200ｍの丘陵地でその前面は急傾斜で日本海に接し，汀線との間には，100～200ｍ巾の砂浜が発達するにすぎない。北部は庄内海岸砂丘に続き，温泉街は庄内砂丘地帯の南縁となっている。

ロ) 地　　質

基盤岩は花崗岩類で，その上に重なる新第三系は，下底に20～30ｍの礫岩・砂岩・頁岩・礫質凝灰岩および凝灰岩の互層があり，その上に，安山岩類の岩床が，所によっては黒色頁岩をはさんで，25～30ｍの厚さできて，次に70～80ｍの厚さの主として緑色凝灰角礫岩・凝灰岩および安山岩類の岩床が重なり，石英粗面岩に貫入される。その上部に厚さ約70ｍの礫岩・砂岩・頁岩および緑色凝灰岩の互層があり，地表部では砂丘砂で被覆されている。この新第三紀層の層厚は約220ｍである。

花崗岩類の地質時代については，新第三系に貫入してできたものとする説もあるが，これを裏付ける積極的なデーターもなく，特に一碧荘の新館西下に露出している小岩礁では，花崗閃緑岩の上

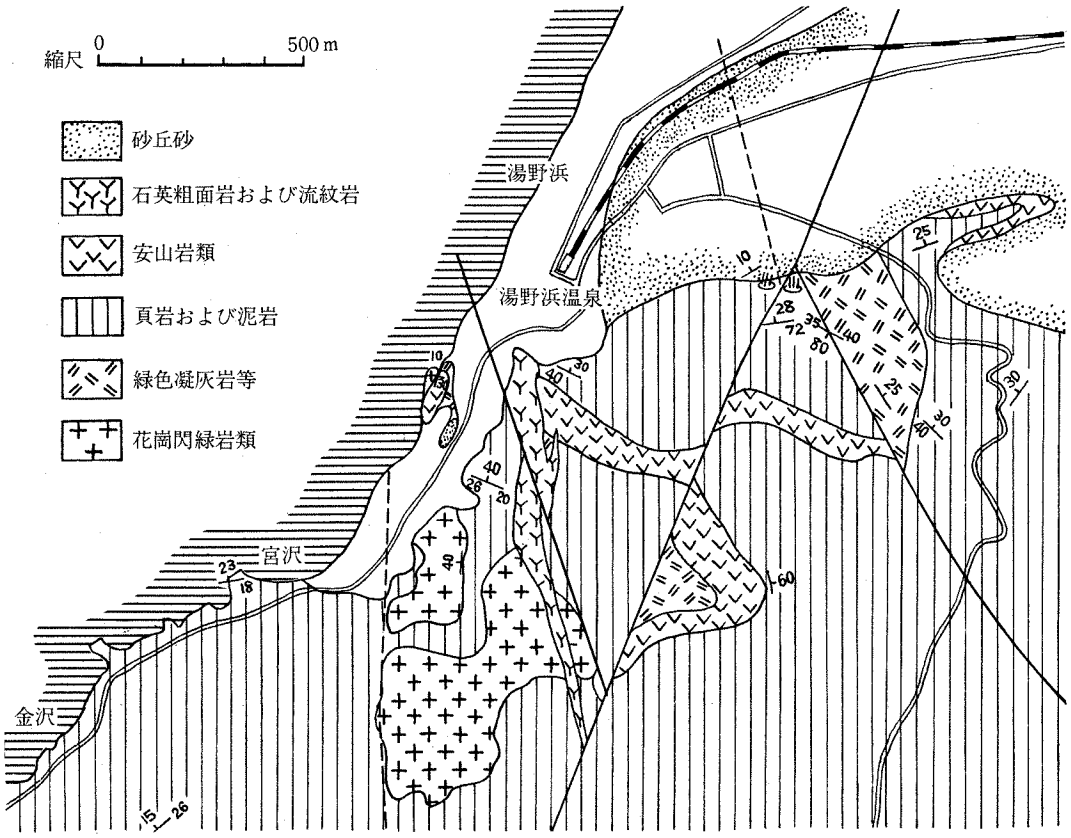


図249　湯野浜温泉地質図

に，明瞭な基底礫岩をもっているのが見られる。したがって，本岩の生成時期は新第三紀以前であり，熱源としては，湯野浜温泉群の形成には，直接的な関係がない。

ハ）　石英粗面岩々脈とその生成時期

温泉街および宮沢の東方山地には，NW－SE 方向の石英粗面岩の岩脈が数条発達する。この石英粗面岩は，主として加茂層を貫き，寺屋敷および組合源泉の試錐にも見られるが，温泉街北部および東部の地表および湯元源泉・龍湯源泉の試錐には見られない。本岩は上郷累層を貫いているかどうか明瞭でないが，庄内地方一般の傾向としては，男鹿半島の女川期の生成と考えられているので，おそらく上郷累層をも貫いているものと考えられる。

本岩は，温泉群の形成と密接な関係があり，本岩の岩脈に接近するか，またはその中にある源泉は，後述のように泉温が高い。といっても，本岩が温泉の熱源となっているのではなく，それは，温泉熱源および温泉水の上昇ルートに好条件を与えているにすぎない。

ニ）　断　層　系　統

当地方に，発達する断層には2系統がある。すなわち，海岸にほゞ並行する NNE～SSW 方向のものと，これと斜交する NW～SE 方向の断層系統である。前者は当地域における地層配列と同方向で，当地域が NNE～SSW 方向の褶曲運動をうけてから生成したもので，その生成時期は比較的

新しく，一般に鮮新世末期と考えられている。後者は前者によって切断されているので，その生成時期は比較的古く，かつ上述の石英粗面岩々脈と同一方向であるので，その生成時期は，石英粗面岩々脈と関係があるものと考えられ，ほゞ女川期と考えられる。勿論NW～SE方向の断層は，前者の生成時にも動いており，その活動の歴史は長い。これらをやゝ詳しく説明すると，次のようになる。

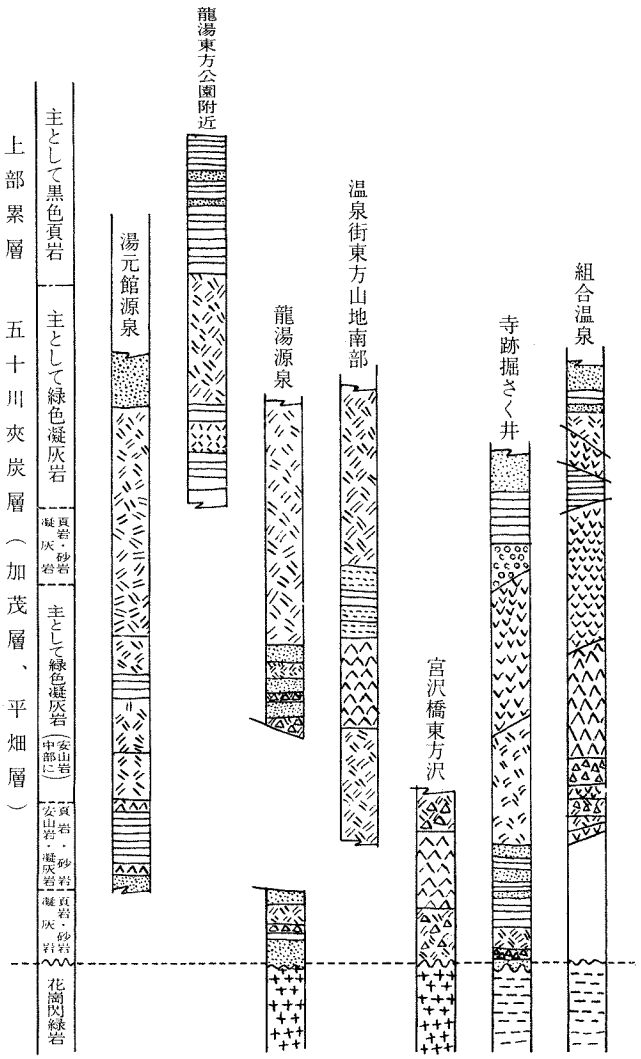


図250　湯野浜温泉地質柱状図

a．NW～SE方向の断層

現在まで判明したものは3条あり，南から

①宮沢断層……宮沢橋と金沢の水源地附近とを結ぶ南北方向に近い西側落ちの断層で，断層露頭はつかまれていないが，地層分布から推定された推定断層である。石英粗面岩々脈との関係は，金沢水源地附近でNNW～SSE方向の岩脈が発達するので，一応の関係はある。しかし，温泉との関係は現在のところ確認されていない。

②温泉断層……岩崎屋附近からSSE方向に延びる石英粗面岩々脈に沿って発達しているもので，地表での断層露頭は不明瞭であるが，岩崎屋源泉試錐の83.10m～95.40mの範囲にくる破砕帯，都屋源泉での深度10mの最高泉温帯などは，この断層の確認に関係あるものと考えられる。さらに石英粗面岩々脈は本断層に沿って発達し，後述のように，この部分が，等深度別泉温の最高部にも相当するので，湯野浜温泉としては，最も重要な断層である。

③湯元断層……ほゞ湯元館と龍の湯を結ぶ推定断層で，落ちた側は明瞭でないが，本断層の延長部のものの露頭観察では，西南側落ちである。湯元館の深度176m附近にある泉温の高温帯は，本断層に関係あるものではないかと考えられるが，砂丘砂で被覆され，地表での観察は不可能に近い。本断層に関係した石英粗面岩々脈は見当らない。またこの断層と関係がある湯元館と龍の湯の両

源泉は，源泉が深いにもかかわらず，他の源泉に比較して泉温は低い。

b．NNE～SSW方向の断層

現在考えられるものは1条だけであるが，現在の温泉街を海岸に並行に走るものも考えてよいと思われる。

①高館山断層……加茂北東方約1,000mの高館山と龍湯とを結ぶ方向のもので，断層露頭は龍湯の付近で見られるだけで，あとは，おもに地層分布のくい違いから推定されたものである。本断層は従来いろいろ論議のあった断層で，最近ではこれを否定する考え方もある。いずれにしても，この断層に伴った石英粗面岩々脈の発達は付近にはなく，したがって温泉との直接的な関係はない。

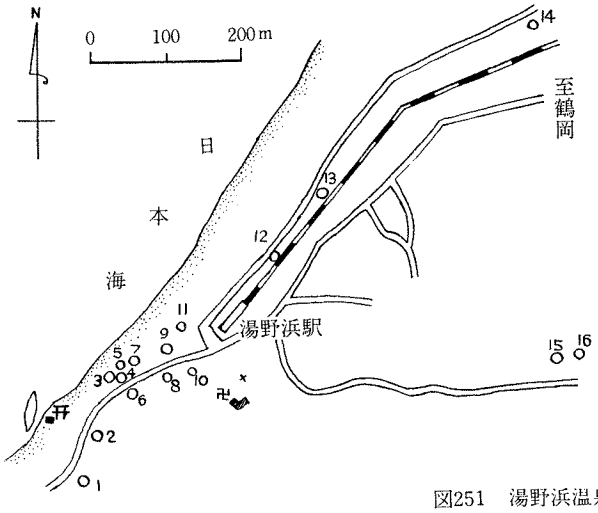
②海岸断層……温泉街付近を通り海岸に並行な断層は，現在の源泉分布から，一応考えられるようにも思われるが，海浜で露頭が全くないので推定でしかない。

(3) 源泉状況

イ) 源泉分布

温泉は新第三系の堆積岩，凝灰岩および石英粗面岩類の亀裂あるいは断層などから，自然湧出していたが，1923年（大正12年）以来，掘さく井が次第に増加するにしたがって，自噴は停止し，現在はすべて動力揚湯となっていて，湯面は漸次低下の傾向にある。

現在の湧泉は16源泉で，その分布は図251に示した。また現在の源泉の状況は表179のようになって



1．亀　屋　　9．いさごや
2．岩　本　　10．扇　屋
3．都　屋　　11．組　合
△4．岩　崎　　12．宝湯1号
△5．どみや　　13．〃　2号
6．市　営　　14．湯元館
7．大　黒　　15．龍の湯(旧)
8．大　屋　　16．龍の湯(新)

△印源泉は1971年6月現在休止中
×印は寺屋敷掘さく廃井

図251　湯野浜温泉源泉分布図

表179　現在の源泉状況

源泉番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
深度 m	124.2	80.3	47.7	98.7	68.7	200.2	95.2	84.7	96.6	48.2	212.0	157.6	217.5	219.9	209.0	303.0
動力 KW	1.5	0.75	0.75	0.75	0.4	1.5	0.4	0.75	0.4	0.75	2.2	1.5	1.5	1.5	1.0	2.2
泉温 ℃	45.6	46.3	50.5	−	−	51.2	−	27.0	41.4	37.7	60.3	62.5	60.8	45.2	42.8	53.8
揚湯量 l/m	144.0	64.8	46.8	−	−	201	−	52	68.4	46.8	230.4	240	240	108	41.4	36

本表は1967年2月の測定結果による。ただし源泉番号4，5，7は休止中，深度は源泉位置の地表面からの深さを示した。

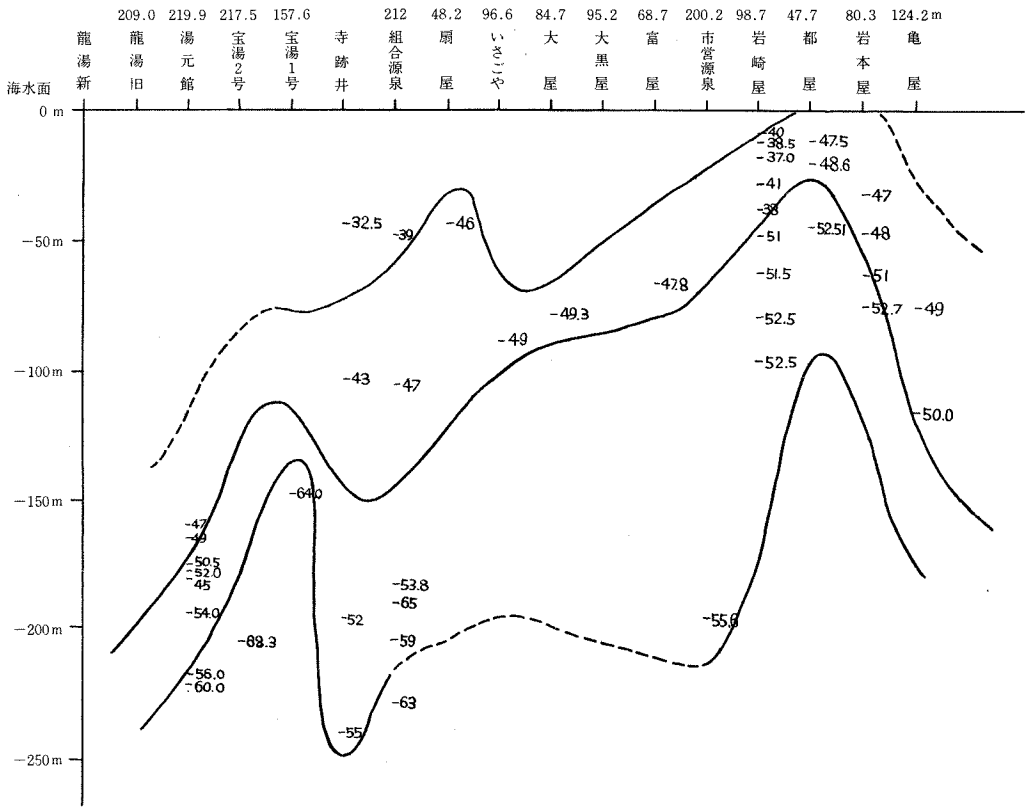


図252　湯野浜温泉深度別泉温分布図

いる。

ロ）　温泉水の地下流動調査

当温泉の各源泉状態から考えられる温泉水の，地下の流動状況は，1960年（昭和35年）に調査した結果では，次のようになっている。

流動調査は，温泉水がどのような方向に流動しているかを調査するものである。本来は食塩等を井戸または源泉に投入して，それがどのような流動状態をとるかを調査し，温泉水の流動状態を推定すべきものであるが，湯野浜温泉群では，Cl^- の含有量が3,000mg/l 以上に達するので，食塩の投入は効果を表わさない。また，その他の適当な薬品も見当らないので，揚湯中止時の湯面の上昇状況，および，ある特定の源泉を揚湯し，他の源泉を揚湯中止した場合の，他の源泉の湯面の下降状況を，調査することによって，地下における温泉水の流動状況を推定することにした。

a．湯面上昇試験

湯野浜温泉では，全源泉とも動力揚湯を実施しており，自噴量を上回る過剰揚湯のため，温泉水頭が年々低下する傾向にある。

現在では，揚湯時の温泉水頭が海面下になっている源泉が多く，海水が直接浸入するものもある。

それで各源泉の動力揚湯を一斉に停止して，温泉水頭の上昇状況を観察し，その結果から，各源泉の適正揚湯を知り，同時に源泉能力および温泉賦存状況の実態を把握することとした。

①調査方法

17源泉について利用度の少ない午後11時から午前6時までの7時間動力揚湯を一斉に停止して，温泉水頭の上昇状況を観測した。観測は予め高低測量で，固定した個所から鉛の錘をつけた紡績糸をさく井の挿入鉄管と揚湯用の吸引管との間隙から下ろして測定した。

②調査結果および考察

調査の結果は表180に示す通りである。

表180　湯面上昇率測定結果

源泉番号	源泉名 ＼ 揚湯時水位 ＼ 経過時間 ＼ 時刻		11：30	12：00	1：00	2：00	3：00	4：00	5：00
			30分	60	120	180	240	300	360
1	亀屋	−115.5	−78.5	−64.5	−70.5	−73.5	−79.5	−67.5	−72.5
2	岩本屋	−384.3	−154.3	−94.3	−94.3	−94.3	−106.3	−115.3	−88.3
3	都屋	−500.1	− 67.1	−67.1	−92.1	−95.1	−118.1	−109.1	−106.1
4	岩崎屋	−191.2	−47.2	−21.2	4.8	−13.8	−21.2	−51.2	−22.2
5	富屋	−249.6	−62.6	−53.6	−51.6	−51.6	−54.6	−49.6	−48.6
6	市営源泉	−281.9	−45.9	−43.9	−42.9	−42.9	−42.9	−42.9	−42.9
7	大黒屋	−184.2	−54.2	−39.2	−39.2				
8	大屋	−227.5	−165.5	−165.5	−160.5	−157.5	−154.5	−142.5	−148.5
9	いさごや	−67.7	−37.7	−17.7	−17.7				
10	扇屋	−91.2	22.8	22.8	25.8	25.8	25.8	25.8	34.8
11	組合泉	−67.6	296.4	321.6	311.6	302.6	299.6	305.6	308.6
12	宝湯1号	326.8	416.8	411.8	404.8	404.8	401.8	394.8	395.8
13	〃 2号	357.5	375.5	402.5	356.5	356.5	352.5	350.5	342.5
14	湯元館	−424.8	66.2	54.2	71.2	118.2	139.2	165.2	181.2

（1960年調査）

表の結果から各源泉の温泉水頭の上昇状況をグラフに示せば，次の図253のようになる。

これによると，ほとんどの源泉が揚湯停止後30分までは急激な上昇を示し，その後は安定した曲線となる。しかし，No.1，12および13は，揚湯時と停止時の温泉水頭に大した変化が見られない。このことは揚湯量が地下からの供給量と，大差のないことを意味するものと解される。また，No.14は30分経過で，急激な上昇線をとり，以後においても，なお，上昇線をたどっているが，このような現象は，他源泉の温泉水頭には見られないことで，興味あることである。

この調査の結果から，温泉水頭分布を考えてみると，源泉所在の位置的関係によって，かなりの差異があることが明確である。すなわち，源泉は海岸線に沿って，北東部から南

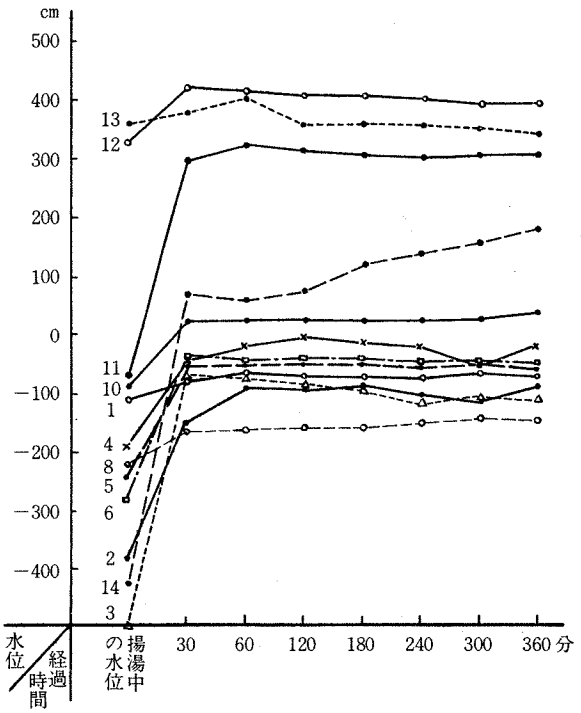


図253　湯野浜源泉湯面上昇試験（1960年）

西部にかけて所在しているが，温泉水頭は，一般に北東部にある源泉が高く，南西部に行くにしたがって低くなっている。このことは，北東部の源泉所在地が，南西部の，それに比較して高所に位置する関係から，静水圧が大きいためと解釈できる。しかし，たんに静水圧のみから，結論を出すことは危険であり，さく井の掘さく深度および温泉の地下態様など複雑な湧出機構上の諸点を考慮する必要があろう。

b．揚　湯　試　験

揚湯試験の目的は，前述の温水水頭上昇試験に関連して適正揚湯を図り，温泉賦存の実態を探査すると同時に，源泉相互間の干渉状況をつかむ目的で実施したのであるが，調査が短時間であるため，充分な資料を得ることが困難であった。

①調査方法

前述の温泉水頭上昇調査と同様，各源泉の揚湯を一斉に停止し，静止水頭の状態にした後，No.6及びNo.12をそれぞれ別々に常時揚湯している状態で揚湯させ，他源泉の水頭変化を観測した。

②調査結果および考察

(イ)市営源泉（No.6）の揚湯試験

調査の結果は表181に示す通りである。

表181　市営源泉（No.6）の揚湯試験調査結果　　揚水試験(A)（対象源泉－市営源泉）揚水量198 l/min

源泉番号	源泉名	揚湯時水位	時刻	1：00	1：30	2：00	2：30	3：00	3：30	4：00	4：30	5：00
			経過時間	30分	60	90	120	150	180	210	240	270
1	亀　屋	−55		−55	−66	−72	−70	−66	−64	−69	−72	−72
2	岩本屋	−57		−42	−20	−43	−57	−63	−73	−34	−63	−30
3	都　屋	−70		−124	−140	−140	−149	−155	−161	−161	−161	−161
4	岩崎屋	−38		−92	−116	−122	−124	−97	−92	−104	−91	−100
5	富　屋	−45		−63	−70	−68	−68	−68	−68	−68	−68	−68
6	市営源泉	−40		−254	−256	−253	−252	−251	−251	−252	−252	−250
7	大黒屋	−39		−74	−79	−72	−79	−79	−77	−82	−80	−80
8	大　屋	−162		−163	−159	−158	−156	−154	−155	−157	−154	−154
9	いさごや	−79		−82	−101	−101	−82	−82	−82	−82	−82	−82
10	扇　屋	35		35	35	35	35	35	35	38	38	38
11	組合泉	305		310	310	313	308	305	311	305	305	308
12	宝湯1号	417		417		413		407		407		401
13	〃　2号	381		376		385		364		364		359
14	湯元館	45		97		127		148		167		183

表の結果から図254を求めた。

これによると，No.6の揚湯量が，200 l/m程度であるので，近接源泉の温泉水頭が変化しただけで，他源泉にはほとんど干渉しなかった。元来，温泉水が源泉から過剰揚湯されるときは，温泉水面または温泉水頭は源泉の近くであるほど深く沈下した漏斗状の曲面となる。この水面・水頭の低下範囲を影響圏といい，温泉水が流動しているときは，揚湯量に相当して揚湯区域が定まり，揚湯源泉の下流においては，水面・水頭が降下する。

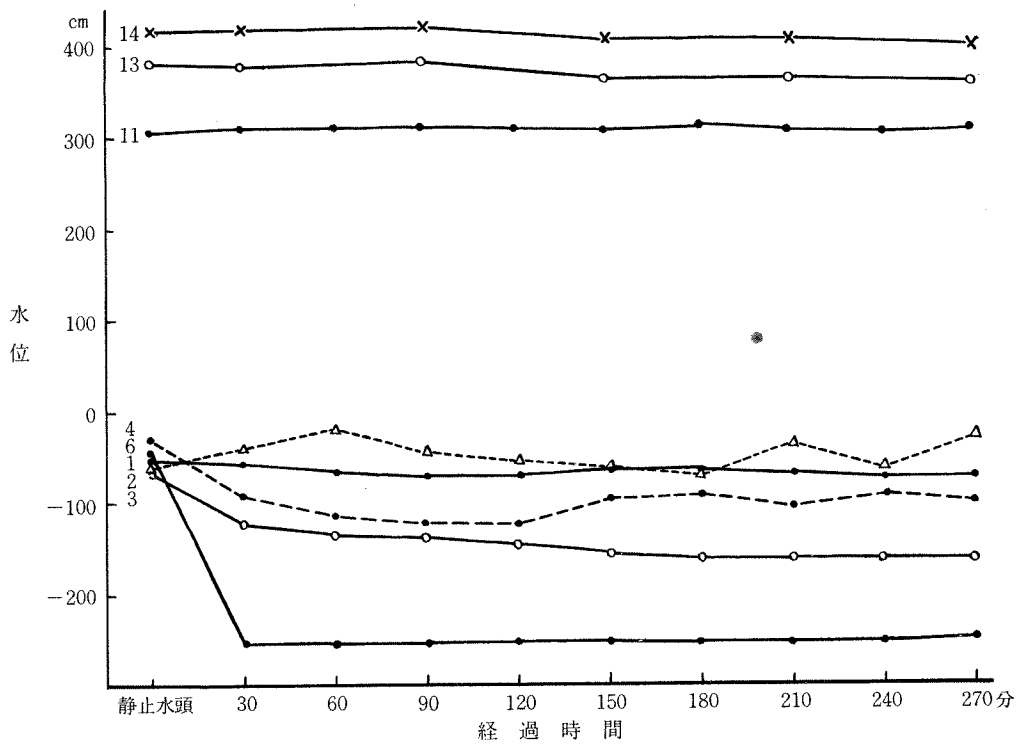


図254　揚湯試験結果（市営源泉）

この調査によると，No.3，No.4にいちじるしい影響が現われたが，他の源泉にはほとんど変動がみられなかった。これは揚湯量が少ないこと，また揚湯時間が5時間程度であったために，このような結果になったものである。さらに，多量の揚湯を長時間連続すれば，もっと広範囲の影響が現われ，かつ温泉水の流動についても，その消息を明らかにしえたのではなかろうか。

図255に市営源泉の揚湯試験の影響圏を示した。

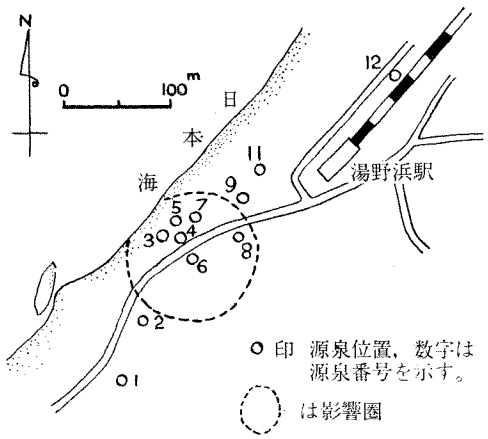


図255　市営源泉の揚湯試験による影響圏図

(4) 化学成分

湯野浜温泉厚生有限会社源泉と龍の湯1号源泉を選出し，その中分析結果を示した。

そのうち，厚生有限会社源泉は，他の大部分の源泉を代表するもので，その主成分はNa^+, Ca^{2+}, SO_4^{2-} 等からなり，そのほか特殊成分は含有されていない。

これに対し，龍の湯1号源泉と湯元源泉だけは，前記源泉と異なり，単純な化学組成を有するもので，主成分として，Na^+, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^- 等を含有する。

表 182

湯野浜温泉（源泉名　厚生有限会社源泉）

1．　ゆう出地　　鶴岡市大字湯野浜字浜泉 443 の 59　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和 42 年 2 月 6 日）15 時 20 分

(1)　泉　温　60.3℃　　天　候　晴　　気　温　6.3℃　　気　圧　m.bar

(2)　ゆう出量　　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯）

(3)　性　状　無色澄明にして異臭なく鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。

(4)　水素イオン濃度（pH）　8.2　　(5)　ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和42年 2 月15日～昭和42年 3 月25日）

(1)　性　状　無色澄明にして異臭なく鹹味を有し中性反応を呈す。

(2)　水素イオン濃度（pH）　7.4　　(3)　比　重　1.0053（20℃）

(4)　蒸発残留物　5998mg/kg

(5)　含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水 1 kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバム	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	31.67	0.8100	0.79	塩素イオン Cl^-	3333	93.99	91.93
ナトリウムイオン Na^+	1383	60.13	58.94	臭素イオン Br^-	9.534	0.1193	0.12
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	2.116	0.0167	0.02
アンモニウムイオン NH_4^+	0.258	0.0143	0.01	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	804.4	40.14	39.35	硫酸イオン SO_4^{2-}	373.4	7.779	7.61
マグネシウムイオン Mg^{2+}	8.408	0.6914	0.68	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.036	0.0013	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.138	0.2378	0.23	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	17.76	0.2911	0.28
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.168	0.0056	0.01
計	2230	102.0	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.380	0.0179	0.02
ほう酸（メタ） HBO_2	6.469	0.1476		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	44.11	0.5649		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.604	0.0141	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.027	0.0016	0.00
計	50.58	0.7125					
遊離炭酸 CO_2	0.268	0.0061					
遊離硫化水素 H_2S				計	3738	102.2	100.0
計	0.268	0.0061					
総計	6019	204.9					
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．　泉　質　含塩化土類弱食塩泉（緩和低張性高温泉）

表183　**湯野浜温泉（源泉名　龍の湯1号）**

1．ゆう出地　鶴岡市大字湯野浜字笹立145の1　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年2月7日）10時00分

(1) 泉温　42.8℃　天候　小雨　気温　7.5℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　(ゆう出状況　掘さく動力揚湯　)

(3) 性状　無色澄明，異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.0　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年2月15日～昭和42年3月25日）

(1) 性状　無色澄明，異臭味なく中性反応を呈する。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.4　(3) 比重　1.0002（20℃）

(4) 蒸発残留物　158.5mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	1.642	0.0420	1.68	塩素イオン Cl^-	34.04	0.9600	37.40
ナトリウムイオン Na^+	31.97	1.390	55.49	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	19.83	0.9895	39.51	硫酸イオン SO_4^{2-}	30.20	0.6292	24.51
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.345	0.0284	1.13	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.110	0.0039	0.16	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.457	0.0508	2.03	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	58.71	0.9622	37.48
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.342	0.0114	0.44
計	54.35	2.505	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.177	0.0023	0.09
ほう酸（メタ） HBO_2	0.671	0.0150		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	8.924	0.1143		ほう酸イオン BO_2^-	0.039	0.0009	0.04
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.017	0.0010	0.04
計	9.595	0.1293					
遊離炭酸 CO_2	1.413	0.0321					
遊離硫化水素 H_2S				計	123.5	2.567	100.0
計	1.413	0.0321					
総計	188.9						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　単純温泉（緩和低張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

湯野浜温泉の町営源泉と竜の湯温泉とは，過酸化水素の分解に関する触媒作用を有し，その活性度はその初期において急激に減少し，その後はきわめてゆるやかに減少をつづける。その時間的変化を表184，図256に示す。

表 184　触媒活性度の時間的変化
（湯の浜温泉）

経過時間（分）	町営源泉		竜の湯源泉	
	$k' \times 10^3$	pH	$k' \times 10^3$	pH
0	—	7.2	—	7.2
30	0.2667	7.2	0.8133	7.2
90	0.1345	7.2	0.2856	7.2
180	0.1983	7.1	0.1572	7.2
300	0.1770	7.0	0.1727	7.3
450	0.1802	7.0	0.1527	7.4
630	0.1805	7.0	0.1367	7.4
840	0.1561	6.8	0.1124	7.4
1080	0.1417	6.5	0.0991	7.45
1350	0.1290	6.3	0.0864	7.5

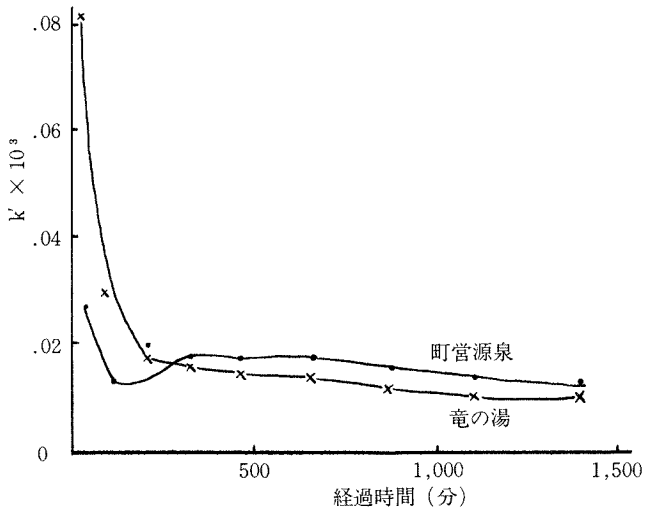


図256　触媒活性度の時間的変化（湯野浜温泉）

表185　湯野浜温泉の分析結果（mg/ l ）

SP. No.	源泉名	泉温（℃）	pH	溶存物質総量	NH_4^+	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	亀屋ホテル	48.4	8.0	4952	0.32	24.00	1107	674.6	18.50
2	岩本屋	50.7	8.1	4947	0.21	27.10	1157	503.9	105.3
3	都屋	50.9	8.1	4981	0.30	24.70	1099	658.8	43.10
4	岩崎屋	50.4	7.6	4878	0.19	23.30	1093	662.3	23.40
5	富屋	45.1	7.6	4065	0.52	19.70	872.4	545.3	60.09
6	市営	53.0	8.1	4949	0.37	18.90	1063	730.1	14.20
7	大黒屋	44.2	8.0	4515	0.17	17.30	1008	620.5	22.70
8	大屋	44.5	7.6	4914	0.24	23.80	1114	655.5	16.5υ
9	いさごや	43.5	8.0	4941	0.23	25.10	1107	677.5	19.20
10	扇屋	43.3	7.4	5019		25.30	1109	667.0	36.90
※11	厚生有限会社	58.8	7.9	5887		30.14	1403	721.4	23.45
12	宝湯1号	61.2	8.3	5903	0.36	30.40	1417	715.7	21.70
13	宝湯2号	57.0	8.3	5909	0.38	29.70	1419	716.1	22.10
※※14	湯元館	44.6	7.9	596.4		22.75	164.3	21.06	5.28
15	龍の湯1号	40.4	8.1	151.7		1.42	20.78	16.96	0.63
※※※16	龍の湯2号	54.7	7.8	5802		28.42	1389	707.4	23.53

(6) 地球化学的考察

1949年9月～1960年3月の間に，実施した湯野浜温泉における各源泉の分析結果は，次の表185に示した通りである。これらの分析結果から，泉温，溶存物質総量及び主要成分の相互関係について考察をすすめてみよう。なお，当温泉の源泉分布については，(3)項に示した図250源泉分布図を参照されたい。

図257，図261に，泉温－溶存物質総量，Na^{+}－溶存物質総量，Cl^{-}－溶存物質総量，Ca^{2+}－溶存物質総量及び，SO_4^{2-}－溶存物質総量を示した。

まず，泉温－溶存物質総量についてみると，バラツキはあるが，一応正の相関関係にあることがうかがわれる。

特に，SP・No.7，8，9，10は含有成分に比較して温度が低く，バラツキが認められるが，これは，さく井深度が浅いことに起因したものであろう。

Na^{+}－溶存物質総量，Cl^{-}－溶存物質総量は正の直接関係が認められる。

Ca^{2+}－溶存物質総量，SO_4^{2-}－溶存物質総量は，多少のバラツキはあるが，正の相関傾向が認められる。そして，SO_4^{2-}よりCa^{2+}のバラツキが大きく，殊にSP・No.2及び6が顕著であるが，これは湧出途中の地質環境によって陽イオン交換作用に差異を生じたことによるものと考えられる。

1949. 9　6採水

Fe^{2+}	Al^{3+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	CO_3^{2-}	OH^{-}	HBO_2	H_2SiO_3	遊離 CO_2	(M.E) Rn
0.93	2.41	2734	341.2	1.72			4.48	45.96	0.88	5.48
1.02	0.85	2750	353.7	1.48			5.48	44.40		8.43
1.29	2.02	2761	346.7	1.53			4.98	46.99		3.15
0.77	0.92	2709	325.5	1.93			4.73	44.14	3.70	4.21
0.79	1.41	2308	272.3	1.78			3.49	37.39	2.82	
0.97	2.04	2741	347.9	0.95			4.58	46.99		3.92
0.89	1.75	2527	290.4	1.40			3.74	44.27		4.07
1.04	2.01	2703	340.6	1.99			4.38	47.78	3.52	
0.96	1.97	2741	340.2	1.23			4.83	54.79		
1.42	2.19	2773	347.1	1.97			3.88	56.87	4.75	4.58
1.04	2.07	3259	380.7	7.77			6.30	59.23	1.24	
0.91	2.52	3270	382.6	0.62			5.72	56.87		2.84
0.93	2.54	3275	383.1	0.64			5.22	56.92		
0.46	0.88	219.8	92.59	73.20			3.97	35.57	1.76	
1.46	0.78	42.19	29.63	5.70	1.42	0.51	7.75	28.69		0.90
0.87	1.85	3204	377.9	22.37			6.03	58.35	5.28	

※ 1960. 3. 23採水,　※※ 1954. 5. 12採水　※※※ 1955. 9. 2採水

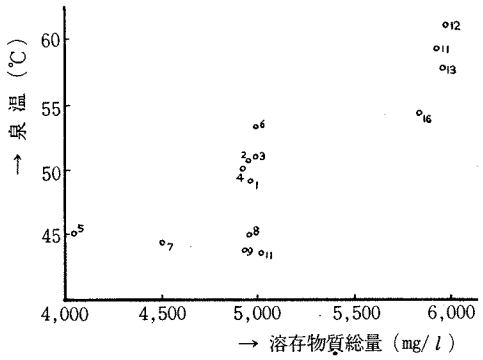


図257　泉 温 － 溶存物質総量

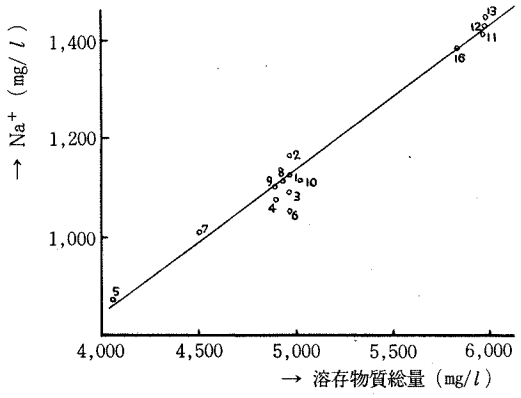


図258　Na^{2+} － 溶存物質総量

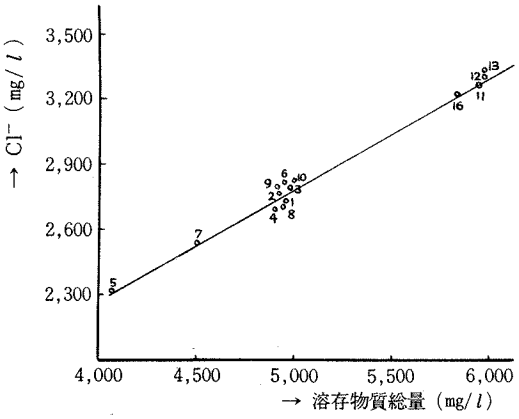


図259　Cl^- － 溶存物質総量

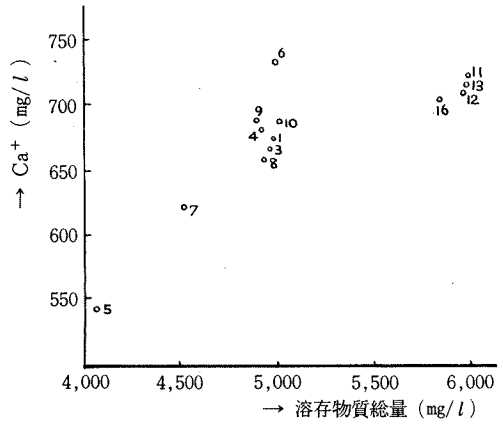


図260　Ca^{2+} － 溶存物質総量

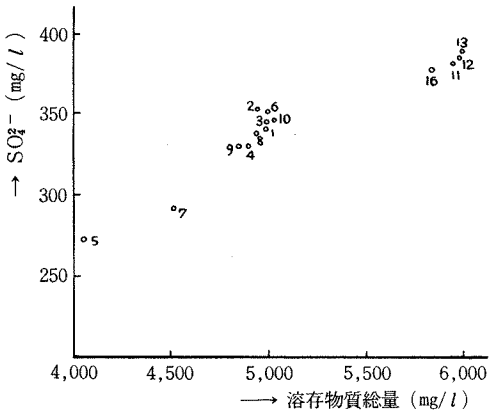


図261　SO_4^{2-} － 溶存物質総量

以上の事実から，湯野浜温泉における各源泉は，いずれも同一泉源に由来することがわかる。また混入する地下水は単純な化学組成を有するものであると考える。

次に，本温泉は海岸に近接し，２～３の源泉が泉温の低下を示す傾向にあるので，海水混入の有無を検討してみた。

海水混入の有無を調べる方法としては，海水の主な化学成分 Cl^-, Na^+, SO_4^{2-}, Mg^{2+}, Ca^{2+} K^+ を選んで最大最の Cl^- を標準として残りの成分の比を作り，温泉水のそれと比較する方法を採用した。海水の成

分比は，海洋学上特殊の場合以外は，海水の成分相互比は不変であるという点に基づいて，*W. Dittmar* の分析結果である Cl⁻100，Na 55，SO_4 14，Mg 7，Ca 2，K 2 を引用した。

湯野浜温泉の成分相互比は表186に示したが，そのうちSP. No. 1 及び No.12の相互比を，海水のそれと比較するため図に示せば，図262および図263となる。両図とも，点線は海水の相互比を示したものである。

表186　湯野浜温泉の成分相互比

SP. No.	Cl	Na	SO_4	Mg	Ca	K
1	100	41.52	10.85	0.22	24.71	0.91
2	100	42.80	12.14	0.34	24.86	0.94
3	100	41.53	11.86	0.21	26.81	0.91
4	100	39.74	11.90	0.45	27.43	0.87
5	100	40.86	12.80	0.31	26.53	0.90
6	100	40.06	11.35	0.16	24.91	0.88
7	100	41.55	11.58	0.16	24.42	0.91
8	100	44.04	12.48	0.16	25.15	0.96
9	100	41.07	11.53	0.10	23.92	0.90
10	100	41.12	10.77	0.09	23.99	0.90
11	100	44.24	11.73	0.08	25.71	0.97
12	100	43.35	11.58	0.06	25.20	0.95

1952．1．11採水

これによると，Mg と Ca が逆の関係を示すようであるが，全般的には類似しているものと考えてよい。この比較法により分析の都度，特に低温になった源泉，あるいは成分に変動のあった源泉について比較しているが，概して同一の結果を得るのみで，Mg，Ca の関係が海水の成分比に等しくなることも認められないので，現在のところでは海水の直接的な混入はないものと考えている。しかし，全般的にみて類似している点から考えて本温泉水の涵養源は海塩に基づくものであることは，論をまたないところであろう。

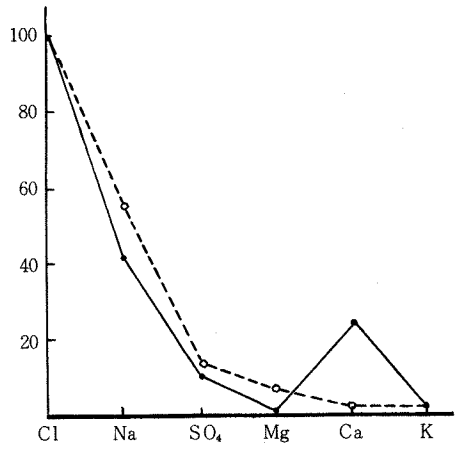


図262　SPNo. 1

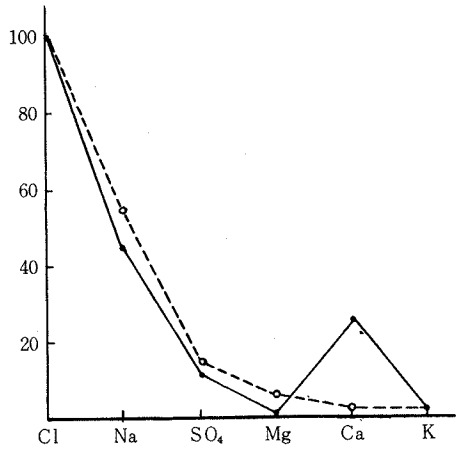


図263　SPNo.12

(7)　自然電位差測定

イ)　目的および方法

温泉水が，地下浅く浸透している場合は，温泉水中の各種イオンによって，自然電位差が小さく表

われるはずである。また温泉水の浸出は，土壌に湿り気を与えるので，電位差は小さくなるはずである。たゞ，単なる地下水が表面に浸出する場合の電位差の減少と，温泉水による電位差の減少とを区別することはできない。したがって，結果を判読する場合，地下水あるいは人工的な湿り気（例えば下水）の分布を充分考慮に入れて判断する必要がある。

この調査では，地形，地被，建造物などのために，一定測線上に等間隔に測点を設定できなかったので，現地のそれらに応じて適当と思われる測点を選定した。勿論各測定間の相互の連絡をとって修正したので，全地域を通じて同一基準のものとみなしてよい。

ロ） 測定結果および考察

電位差が負に表われる地帯は，

a．海岸に並行した温泉街地域

b．上水道配水池からほゞ東西に延びる方向のもの

c．点在的に分布するもの

に3大別される。しかしａ群でも詳細に見れば点在的で，特に宝湯１，２号源泉附近では，相当広い範囲（約220ｍ）にわたって負地帯が欠けているので，一連の海岸負地帯とは言えない。またｂ群でも上水道配水池付近では，まとまっているが，その西方では点在的になっている。このように多少の問題は残るが，ａ，ｂ両群は，地温測定の結果と，ある程度の地域的な関連性はあるように見える。配水池付近のものは，地温測定の高温部との間にはズレがある。したがって電位差の小さい部分は，地温の高温部を表わしていない。岩本屋東方の小谷では，電位差は小さく出ているが，これは凹地に地下水が集中し，他よりも湿潤度が高いためであると考えられる。故に，電位差小の部分から地下水による湿潤とか，下水道（表流）による湿り気などを，完全に除去できれば，残りの部分は温泉水と関係のある電位差小の区域となるはずである。しかし，そのような修正は技術的に困難であるので，結果的には有効な結論は出ていない。

ただ，レストハウス南方約130ｍの電位差－59～－71地点は，地温も28℃に達し，旧源泉か，または自然湧出点を指示するようである。

(8) 地　温　調　査

イ） 調査の目的と方法

もし，地表下浅所まで温泉が上昇している場合は，地温が他の区域よりも高温になるはずであるから，温泉地帯の地温を測定することによって，温泉区域の範囲が一応確定するはずである。また，未開発の区域があれば，それはどの区域であり，どの方向に温泉が今後発展して行くかを知ることができる。たゞこの場合，前項の地下水面の高低，人為的な施設（例えば水道管の敷設，廃湯の湯尻）によって，二次的に地温が変化するので，地温測定結果の数字が，そのまゝ地下の温泉水の賦存状態を指示しているとはいえない。これらを考慮に入れ，測定した地温を正当に解釈すれば，地下における温泉水の在り方を，ある程度読みとることができるはずである。

測定孔は，現地地形および施設のため，一定測線上に等間隔に穿孔することは不可能であるので，

地形，地下水，各種施設を考慮して，もっとも自然の状態で測定できると判断された点に穿孔した。測定孔の深度は，日較差0になる深度として，150 mを穿孔し，その孔底の地温を(一部は空気温)を測定した。穿孔直後は摩擦熱のため多少（1℃前後）高めであるので，穿孔後10分内外を経過して地温を測定した。また地温が気温よりも高い10月下旬から11月下旬にかけて測定を行い，気温による地温上昇を防止した。

ロ） 測定範囲と測定密度

測定範囲は，南はタナベ屋敷から学校付近まで，東は配水地から，山際に沿って，宮沢までの約375,000㎡で，その中の測定数は213点である。したがって，1,760㎡に1点の割合となり，約40m間隔の測線上に40mの距離で1点の測点をとったことになる。一応満足すべき測定密度といえる。

ハ） 測定結果および考察

測定した地温から，その等地温線を画けば図264のようになる。それによると，次のようなことがいえる。

a．地温泉の最高の個所は，点在的で，

①レストハウス南方約130mの海岸

②岩本屋付近

③扇屋源泉付近

④宝湯1号源泉付近

にあって，地温20℃以上を示している。②，③，④は廃湯の湯尻による付近地温の上昇も考えられるので，これが自然の状態かどうか疑わしい。ただ①は，現在の既設源泉から，100m以上も離れているので，湯尻による地温上昇は考えられないが，付近には人家もあるので，人為的でないとは断定できない。

b．地温17℃以上の等地温線はほとんど海岸に接近した地区で海岸とほぼ並行して分布する。すなわち，レストハウスの

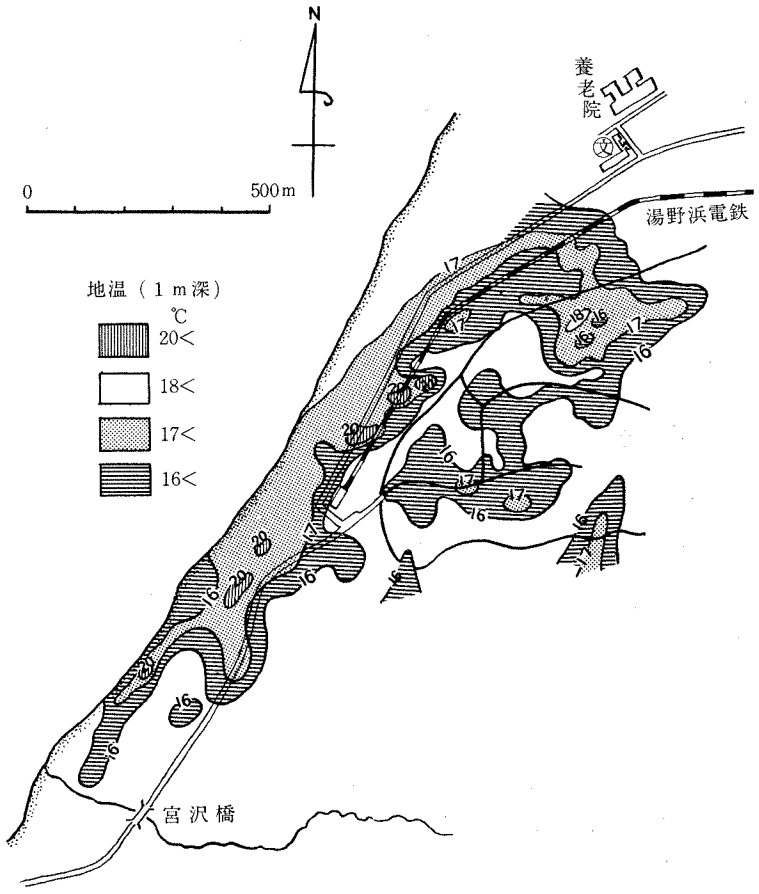


図264　湯野浜温泉地温分布図

南方海岸約200ｍ付近から，海岸に並行して狭長な高温帯を作るが，亀屋付近から山手の方へ張り出し，亀屋～岩本屋にかけて，石英粗面岩々脈に沿って高温部を作り，駅付近で温泉街主要道路を横切って海岸に接近し，海岸に並行に湯元館源泉まで達し，それから方向を北々西にかえ，ほゞ湯元源泉ー龍の湯源泉を結ぶ方向をとり，途中一旦，中断されるが，龍の湯まで達する。この17℃以上の高地温帯は，現在の既設温泉群の範囲とほゞ一致している。ただ，上述のように，レストハウス南方200ｍの地点，および湯元館と龍の湯との中間地帯は，未開発地区として考慮してもよいかも知れない。

Ｃ．地温16℃の等温線は，17℃の等温線の外囲に，巾20～60ｍの範囲で包囲しているものが一つと，他は，電車線路と龍の湯に入る沢とではさまれた地帯がある。この16℃地温帯は，果して温泉と関係があるかどうか不明である。これは測定時の気温および地下水温よりも高温ではあるが，夏季における高地温の残留とも考えられるので，年間を通じての，この地区の普通の地帯における地温を，継続測定した上でないと何とも言えない。

17℃以上の高温帯と地質との関係

前述の17℃以上の高地温帯と地質要素との関係をみると次のようになる。

ａ．岩本，岩崎屋付近にある石英粗面岩々脈の付近では，高地温帯は山手へ張り出している。

ｂ．龍の湯源泉と湯元館源泉を結ぶ地帯の高地温帯は湯元断層とほゞ一致している。

Ｃ．海岸に並行するレストハウス南方約200ｍの地点から，湯元館にいたる高地温帯は海岸断層（存在しないかもしれない）によるものと考えられないこともない。

ｄ．レストハウス南方200ｍの高地温点は，宮沢断層の延長線附近にあたる。

ｅ．このように，17℃以上の高地温帯は，南は宮沢断層と，北は湯元断層との間にはさまれた地域に限定され，東は石英粗面岩々脈地帯のように，山手へ張り出している所もあるが，温泉中央道路と，電車線路の西側になるNNE－SSW方向をとる地帯と，湯元断層帯のNW－SE方向の２地帯になり，それらは，断層系統および石英粗面岩々脈の分布と密接な関係がある事が判明した。

(9) 湧　出　機　構

湯野浜温泉の，現在の源泉分布から考えられる地下源泉の所在は，１つは岩本屋，市営源泉付近から北西方向にのびる，石英粗面岩の岩脈とその周辺，２つは宝湯１号，２号と竜の湯源泉とを結ぶ西北西の地帯，３つは温泉神社付近から，海岸に並行な地帯である。これは地温測定，自然電位測定の結果からと，現在15か所の源泉のうち，比較的温度の高い源泉を選んで，その配列方向から考えられる地下構造線の方向である。これらの地下構造線は，広域地質調査の結果から考えられる，庄内平野の地体構造ともほぼ一致する。

温泉水はこれらの断層帯にそって，基盤岩である花崗岩類の中を上昇してきて，その上に重なる堆積岩，凝灰岩および石英粗面岩などの亀裂から，15か所の源泉となって湧出するものである。いわゆる裂カ泉である。

問題は，花崗岩類中に存在する熱源の問題である。庄内３湯はいずれも第四紀火山とは縁のない

所に，相当高温の温泉が湧出している。その熱源は何か。これに関しては総論でちょっと触れているが，今の所，確かなる結論が出ていない温泉学の現状である。

なお，源泉No.14およびNo.15は溶存物質総量が少なく，湯野浜温泉本来の泉質と全く異なるものであり，掘さく時の資料などからも，温泉の賦存帯層を異にするもののようである。したがって，これらの源泉はいわゆる地下水型温泉（これにたいし，湯野浜本来の温泉は，熱水型温泉）と称すべきもので，地下水が不透水層の岩盤を隔てて存在する場合，温泉地帯の地熱によって温められて生じたものと解すべきものであろう。

⑽ 適応症と禁忌症

浴用の適応症　慢性関節リウマチおよびリウマチ性疾患，神経痛殊に坐骨神経痛，神経炎，創傷，痛風，尿酸素質，慢性皮膚病

浴用の禁忌症　すべての急性疾患殊に急性熱性疾患，憔悴状態（結核及び悪性腫瘍等），高度の心臓病及び病勢進行中の疾患。

飲用の適応症　慢性胃カタル殊に胃酸減少症，胃アトニー，弛緩性便秘（冷却して飲用する）貧血症，肥胖症，腺病質

飲用の禁忌症　胃酸過多症，胃潰瘍，十二指腸潰瘍殊に冷食塩泉の飲用は禁忌である，しかし数倍稀釈すればよい。腎臓炎，ネフローゼその他一般に腎臓性浮腫，一般に浮腫のある患者。

浴用の適応症　慢性関節リウマチ及びリウマチ性疾患，神経痛，神経炎，骨及び関節等の運動器障害，外傷性障害の後療法，疲労回復

浴用の禁忌症　心臓病の代償機能不全，高度の動脈硬化症，高血圧症，興奮型の神経症，急性皮膚病，悪性腫瘍（がん及び肉腫等），急性伝染病，肺結核

2．湯田川温泉

(1) 環境と沿革

湯田川温泉は，庄内平野の南西端に位置し，鶴岡駅から南西方へ８km，常時バスの便があって，30分位で到達することができる。三方を低い丘陵でめぐらされ，静寂な山ふところに抱かれた温泉郷で，保養や遊山によく，古くは庄内藩士の歓楽郷であったが，今でも庄内三楽湯の一つに数えられ，鶴岡の奥座敷として親まれている。とくに郷土料理に恵まれた湯治場として知られ，春にはアサヅキ・カンソウ・ワラビ・シオデなどの山菜料理，夏には小粒でやわらかい民田茄子の一夜漬に，ダダチャ豆（枝豆のこと），秋には豊富なキノコ類，冬はコタツに入りながらタラのドウガラ汁を食べながら，旅愁の一ときを慰めるのもこの温泉ならではの感が深い。

また，湯田川温泉から東へおよそ2.5kmのところには文部省指定名勝地「金峰山」があり，標高，458.6m，庄内平野を一望のうちに眺めることができて，手頃なハイキングコースとしてもよく，観光地として名高い。

本温泉は，712年（和銅５年）傷ついた白鷺がこの湯に浸り，そのききめを得て飛び去るのを里人がみて，温泉の湧出とその効能を知り，浴場をひらいたと云い伝えられている。それからは，荘内田川の湯として名高く，荘内藩主酒井候がご入浴のさいは，御殿旅館から正面の湯まで幕を張って独占し，庶民の入浴を禁じたと云われている。

その後著しい発展をとげ，1832年（天保３年）には羽州荘内温泉図付温泉の記（長福寺住職周英和尚）によれば，戸数91戸（図面による），正面の湯，田の湯，学頭の湯外に12区あると記されて

いる。

往時の正面の湯（共同浴場）の男湯は，源泉に巾６尺（約1.8ｍ），長さ７尺（約2.1ｍ），深さ１尺５寸（約0.45ｍ）の元桝を伏せ，その上に松の厚板で造った，深さ７尺（約2.1ｍ）位の浴槽をすえ置き，浴槽の底は格子組にして，その上に切石を並べたもので，温泉は浴槽の下から湧出するようになっていた。

また，女湯は源泉に伏せ桝をすえて，その上に「立ち」を立て，地上高く湯をのぼらせ滝湯として，浴槽に落させて入浴した。

それ以降1912年（明治45年）までの久しい間に，この方法を継続した。1912年５月５日，今野玉記氏が，表玄関に掘さくしたところ，深さ４間（7.2ｍ）余，工程半日で噴湯し，地上６尺(1.8ｍ)余まで上昇したのが動機となって僅々１ヶ月の間に実に38か所に掘さくが行なわれた。

これらの掘さくは，何れも深度６～11ｍの浅いものであったが，互に影響を及ぼす結果となり，1912年５月29日山形県知事は，湯田川温泉地区取締規則を発布して乱掘を防止し，やや小康を得ることができた。

しかし，この当時の源泉はどれも自噴泉であるため共同浴場源泉を始めその他，３，４か所の源泉が障害を被り，その回復方法を検討した。その後，温泉組合総会において，温泉を掘さくすること，および温泉掘さくの主体を，当時の湯田川村とすることを決議し，村に上程した。それをうけて，1936年９月湯田川村議会において「村事業として正面の湯地内に温泉掘さくの件」を議決し，同年12月正面の湯東南隅（現在の正面の湯源泉）に，掘さくが実施された。この掘さくは，地下11.5ｍの所で44℃の温泉が自噴し，20ｍ余の所で岩盤の大亀裂に当り，大量の温泉が噴出した。自噴量は１昼夜２万余石（約2,400kl，1.7kl/ｍ）温度44.5℃と称され，小河の如く流れ出たと云われている。

その後，掘さくを続け深度28ｍ余で掘止めとしたが，従来の源泉はいずれも自噴を停止するに至った。

本源泉は，現在唯一の利用源泉として，動力揚湯し全旅館に配湯している。その後，1937年４月本源泉の南方約60ｍの地点（田の湯浴場西隅）にも村営による掘さくが実施されたが，深度151ｍ余に至っても自噴しなかったので廃井した。

また，1959年（昭和34年）には，正面の湯の北西約５ｍの所に深度500ｍまで掘さくしたが，湧出量が少なく，動力揚湯しても水位低下が著しいので，自噴させ雑用水に利用している。

(2) 地質と地形

イ) 地　　形

本温泉は，庄内平野の南西隅に突出した，摩耶連峰の北端部を浸蝕した谷の中に，湧出している。すなわち，温泉街の南方には，虚空蔵山（254ｍ）が高くそびえ，東，西方とも高距50ｍ内外の低丘陵地に囲まれ，わずかに北々東の一隅のみ開いて庄内平野に続いている。

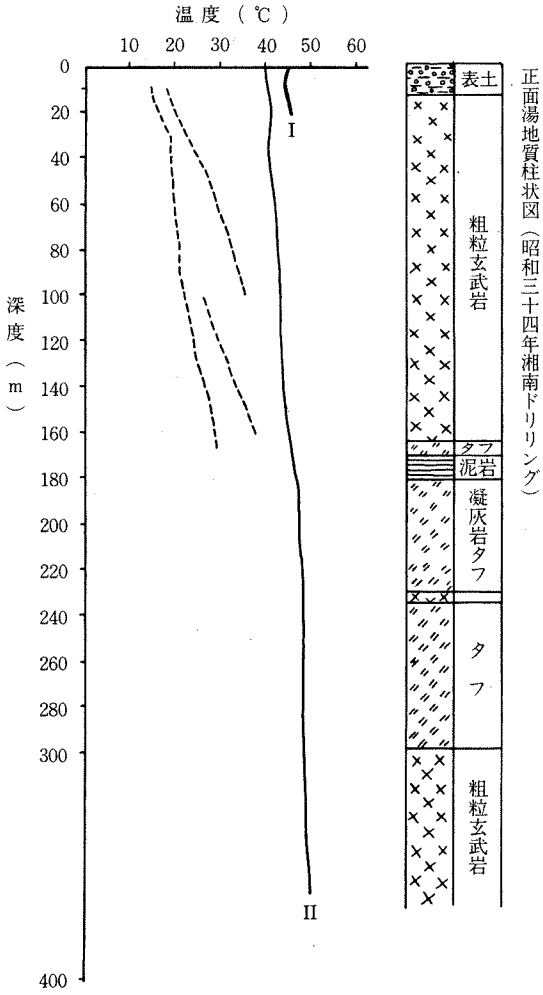
ロ） 地　　質

温泉街を中心とする地域に発達する地層は，沖積層及び新第三系水成岩層と，これを貫いた玄武岩によって構成されている。新第三系水成岩層は，下位の湯田川層と上位の田川層とに大別される。湯田川層は緑色凝灰岩，角礫凝灰岩及び凝灰質泥岩等からなる累層で，温泉街周辺の地帯から西方及び南方の山地にかけて広く分布している。

本層は，温泉街を北々東－南々西に縦断する断層線（湯田川断層）を境として，その西側では，地西～北々西方に10°～20°の緩やかな傾斜の単斜構造を呈し，東側では，東方あるいは南方に傾斜する複雑な構造となっている。これにたいし，田川層は特徴のある赤色を呈する累層で，主として軟質凝灰岩および角礫凝灰岩からなり，温泉街以北の平野部に接する丘陵地帯に分布し，その地層の傾斜は，北方あるいは北東方に20°～30°で，下位の湯田川層に対しては，傾斜不整合の関係にある。

つぎに，玄武岩は虚空蔵山の東方及び南東方に広く発達し，概して東西方向に走る分布を示すが，温泉街の南側から虚空蔵山北麓にかけて露出するものは，明らかに湯田川層の中に岩床状に迸入したものである。

また，温泉街北方500ｍの大山街道そばの崖では，田川層によって被われており，その火山活動の時期は，湯田川層堆積後で，かつ田川層堆積前であることが知られる。



I ―― 昭和11年正面１号井
II ―― 昭和34年正面湯掘鑿（湘南ドリリングＫＫ報告）
昭和31年，大滝久兵ェ氏宅地掘鑿（伊藤鉄工所）

図265　湯田川温泉地下温度分布と地質柱状図

なお，金峰山から北方にのびる山脚には，基盤である花崗岩の分布があり，その一部は温泉街の東方約１kmのところの藤沢部落東端の低地にもわずかに露出するのが認められる。

ハ） 地質構造

湯田川温泉街東側山地では，地層の傾斜は走向略々東－西で北方に緩斜するが，藤沢以東二ツ尾にかけて，走向は北東－南西方向からほぼ東－西方向に変わり北方に傾斜する。

また，温泉街南端部をほゞ東－西方向に走る断層（藤沢断層）によって南側の下部層と接してい

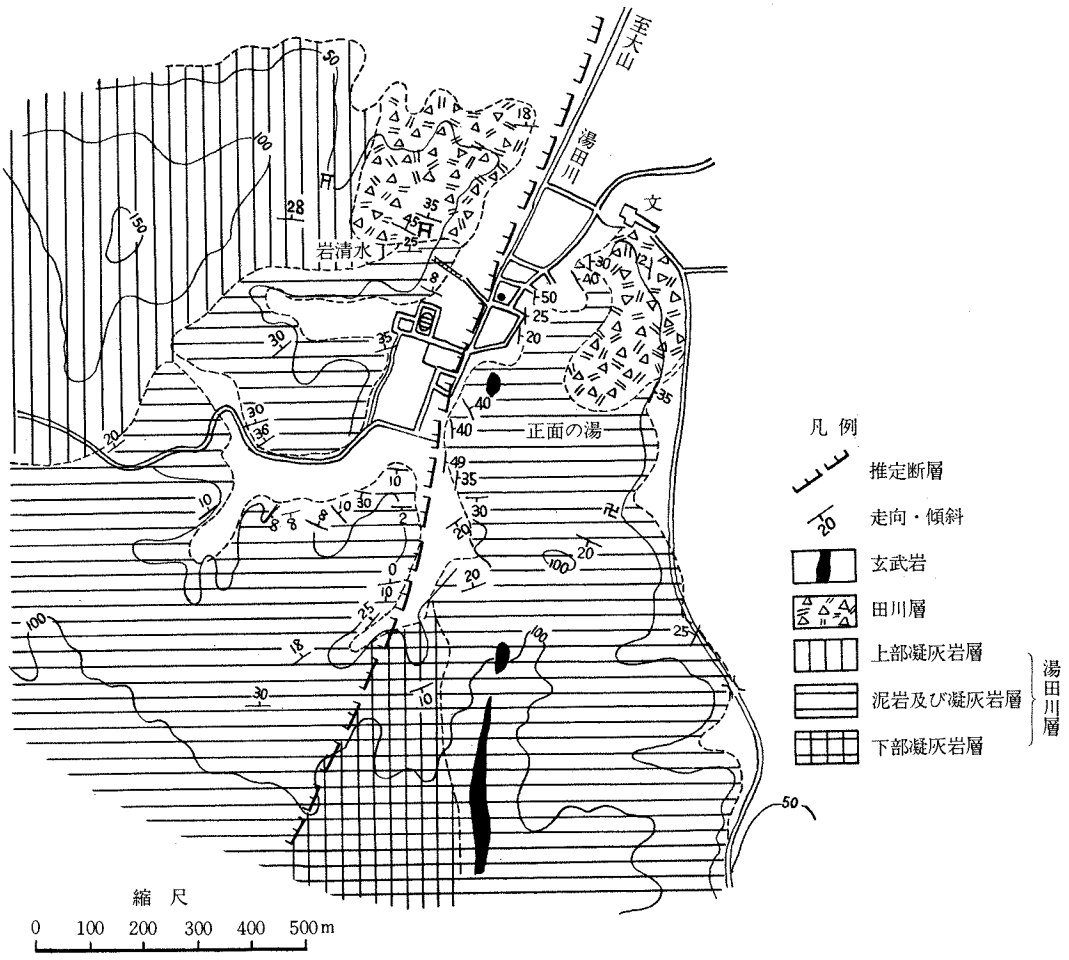


図266　湯田川温泉付近地質図

る。藤沢断層は北方に傾斜し，藤沢部落を経て東方に延びる。また，温泉街の西縁をほぼ南－北に走る湯田川断層は，南で藤沢断層に交わる。湯田川温泉街は，この両断層による沈降地塊で，温泉賦存帯はこの地帯と一致する。

藤沢断層は，落差において湯田川断層より大きく，約20m北側が落下している。

なお，藤沢断層の南側には並走的構造がある。

(3) 源　泉　状　況

前にも述べたように，本温泉地においては，現在ただ1か所の掘さく源泉を有するにすぎない。この源泉は，〝正面の湯〟と称せられ，掘さく深度28.78m，現在5.5KW100㍉渦巻ポンプを使用して，泉温44.6℃1000 l / minの揚湯をおこなっている。

なお，本地域における温泉賦存帯は，前述の湯田川断層及び藤沢断層に関連するもののようで，旧源泉の分布地域は，その両断層にはさまれた沈降地塊の中に限られる。

また，正面の湯掘さく当時の記録によれば，大噴湯のあった深度20m付近に大きな亀裂があり，

また温泉組合に保存されているコアーの中にも，著しく鏡肌の発達した岩石が混っているが，その深度から採取したと考えられる。この事から，主な温泉の湧出は，断層面のクラックに沿って上昇するものと考えられる。

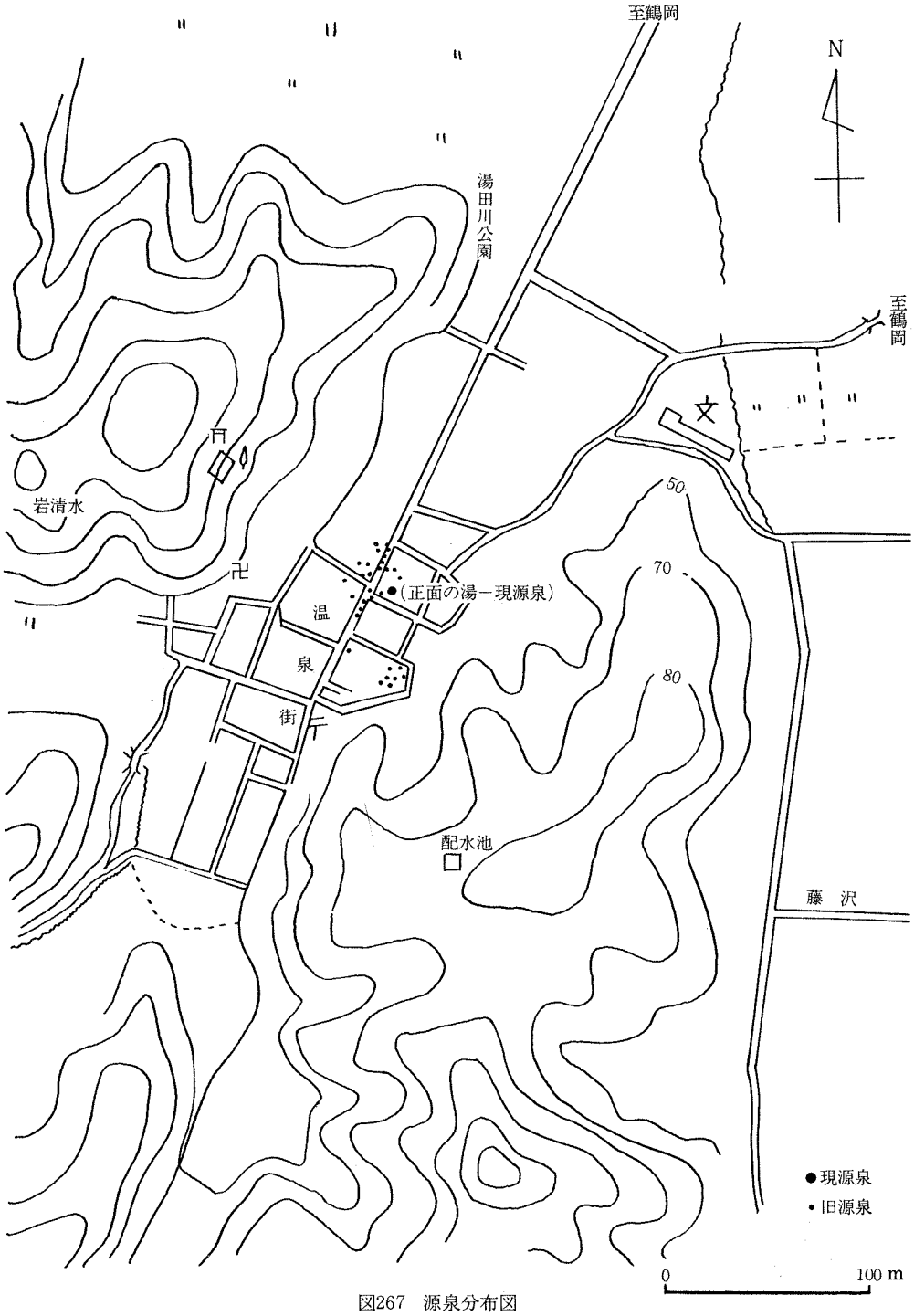


図267　源泉分布図

(4) 化 学 成 分

正面の湯源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Ca^{2+}，SO_4^{2-}である。

表187　**湯田川温泉（源泉名　正面の湯）**

1．ゆう出地　鶴岡市大字田川湯　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年7月23日）9時20分

(1) 泉温 44.4℃　天候 小雨　気温 25.5℃　気圧 m.dar

(2) ゆう出量 (l/min)　(ゆう出状況 掘さく動力揚湯)

(3) 性状 無色清澄にして異臭なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 8.6　(5) ラドン含有量 $\times10^{-10}$ Curie (M.E.)

3．試験室における試験成績（昭和43年7月29日～昭和43年9月28日）

(1) 性状 無色清澄にして異臭なく弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 8.5　(3) 比重 1.0012 (20℃)

(4) 蒸発残留物 1229 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	4.066	0.1040	0.60	塩素イオン Cl^-	56.74	1.600	9.18
ナトリウムイオン Na^+	227.7	9.900	57.05	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	142.5	7.111	40.98	硫酸イオン SO_4^{2-}	730.0	15.21	87.28
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.430	0.1998	1.15	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.466	0.0167	0.10	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.188	0.0209	0.12	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	32.50	0.5328	3.06
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.765	0.0256	0.15
計	377.4	17.35	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	3.329	0.0432	0.25
ほう酸（メタ） HBO_2	1.828	0.0417		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	42.13	0.5396		ほう酸イオン BO_2^-	0.428	0.0100	0.06
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.068	0.0040	0.02
計	43.96	0.5813					
遊離炭酸 CO_2	0.194	0.0044					
遊離硫化水素 H_2S				計	823.8	17.43	100.0
計	0.194	0.0044					
総計	1245						
その他							
ガス	(1l中の含有量)						

4．泉質　含芒硝・石膏泉（緩和低張性高温泉）

湯田川温泉（源泉名　掘さく泉）

表188

1．　ゆう出地　　鶴岡市大字字田川湯　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年7月23日）9時20分

(1) 泉　温　35.8℃　　天　候　小雨　　気　温　25.5℃　　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.6　　(5) ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和43年7月29日～昭和43年9月28日）

(1) 性　状　無色清澄にして異臭味なく弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.5　　(3) 比　重　1.0021（20℃）

(4) 蒸発残留物　2183mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	3.988	0.1020	0.33	塩素イオン Cl^-	49.64	1.400	4.46
ナトリウムイオン Na^+	302.2	13.14	42.02	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	356.5	17.79	56.90	硫酸イオン SO_4^{2-}	1416	29.50	93.94
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.430	0.1998	0.64	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.450	0.0161	0.05	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.182	0.0202	0.06	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	26.59	0.4359	1.39
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.630	0.0210	0.07
計	665.8	31.27	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	2.374	0.0308	0.10
ほう酸（メタ）HBO_2	1.600	0.0365		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	30.10	0.3855		ほう酸イオン BO_2^-	0.377	0.0088	0.03
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.068	0.0040	0.01
計	31.70	0.4220					
遊離炭酸 CO_2	0.158	0.0036					
遊離硫化水素 H_2S				計	1496	31.40	100.0
計	0.158	0.0036					
総計	2194						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．　泉　質　含芒硝・石膏泉（緩和低張性温泉）

(5) 触 媒 作 用

湯田川温泉は過酸化水素の分解に関する触媒作用を有し，その活性度は時間的変化をなす。そのようすを表189，図268に示す。初期において急激に減少し，後ほぼ定値を保つ。

表189 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	k' ×10³	pH
0	—	7.7
20	0.1250	7.7
80	0.0950	7.75
230	0.0891	7.8
890	0.0862	7.9
1310	0.0798	7.95

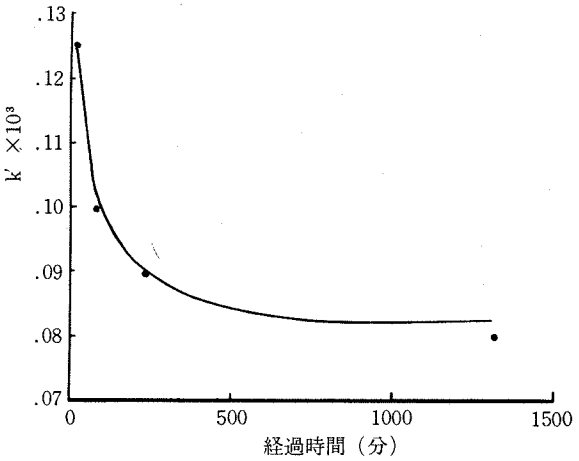


図268 触媒活性度の時間的変化

(6) 地温，土壌中の硫酸イオン分布および電気探査

湯田川温泉には，昔は多くの自噴源泉が存在していたが，1937年正面の湯掘さくによって，源泉は全部涸渇し，現在は正面の湯一本の源泉から１分間約900 l の温泉水を，動力揚湯して各温泉旅館に配湯している。湯量の増加と，より高温の温泉水を得るために，新しい源泉の所在を探査する調査が，しばしば行われてきたが，現在のところまだ満足な成果をあげるに至っていない。これまでの諸調査のうち，地温，土壌中の硫酸イオン分布，電気探査に関する調査結果についてその概要を述べることにする。

イ) 地　　温

1964年11月に，山形県薬務課によって地温調査が実施された。温泉街およびその周辺に測点約200を選び，地下１ｍの深さの地温を測定したものである。緯度，高度，測定時期から求められるこの地域の１ｍ深の標準地温は13.4℃で，熱伝導率その他の誤差を考慮しても，地温15℃以上の高温帯は，明らかに温泉の影響を受けているもので，14℃以上の区域もこれに準ずるものとみなしてよい。

図269は等温泉で示した地温分布図である。温泉街を中心としてその周辺一帯が，14℃以上の高温帯を形成し，その範囲は湯田川断層と藤沢断層に挟まれた落込み平地と推定される区域に一致している。温泉街を通って北東から南西に延びる主要高温帯は，地下温泉の熱源に最も強く関連するものと思われる。温泉街北方の高温帯は，温泉水の低地流出や，排湯の影響によるものであろう。注目すべきは，南西隅に広がる高温部である。この区域は，以前から源泉が存在していなかったに

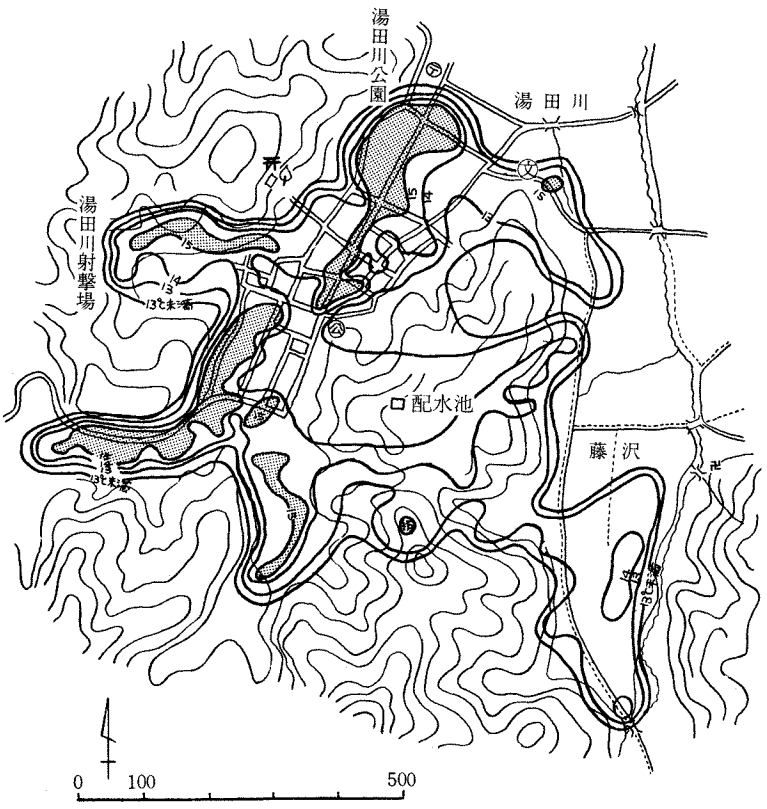


図269　1m深地温分布図

もかかわらず，広い区域で高温を示している。なおこの付近で，湯田川断層と藤沢断層が交差しており，地質学的にも地下温泉源と関係が深い区域と考えてもよいであろう。新しい源泉が期待できる有力な候補地であると推定される。また，湯田川射撃場から湯田川小学校にいたる線および温泉街南部から藤沢部落にいたる線に沿って，ほぼ東西方向に，二つの高温帯が認められるのも興味あることで，地下温泉の熱源に対して何らかの手掛りになるかも知れない。

ロ）　土壌中の硫酸イオン分布

温泉地の土壌は，地下温泉水に汚染されて他の区域とは異なった成分を含んでいる。これを利用して，土壌に付着している温泉成分の量を求め，その分布状態から，温泉の地下態様を推定することも温泉調査として有効な一つの方法である。

湯田川温泉は，含芒硝石膏泉で，陰イオンの成分としては SO_4^{2-} が圧倒的に多い。1964年に山形県薬務課の手によって，この地域で Cl^- および SO_4^{2-} について土壌分析が行われているので，そのうち SO_4^{2-} に関する調査結果についてその概要を述べる。

方法はハンドボーリングによって，地下100～200cmの土壌を採取し，乾燥後定量をとり，蒸溜水処理で付着した SO_4^{2-} を溶出し，重量法によって分析したものである。測点数は90数か所で，土壌25gに付着した SO_4^{2-} の量を求めて，その分布状態が調べられた。

図270は，SO_4^{2-} が20mg/25g以上の高濃度地点を示したものである。普通の土壌においては付着している SO_4^{2-} の量は，1～2mg/25gとされているので，図中に示した各測点は，明らかに温泉水によって汚染されたものである。温泉街中心部は，かつては随所に源泉があった区域であり，また，温泉街から東北に延びる区域は，地下流出の温泉水や排湯のために，高い濃度を示しているのは当

然のことである。温泉街の南西部に，北々東－南々西にわたって高濃度の線がみられるのは興味あることで，この付近はこれまで源泉が存在しなかった区域であり，また，前に述べた新源泉の候補地と考えられた，地温異常地帯ともほぼ一致している。また，正面の湯から射撃場にかけても高濃度点の配列がみられることも注目すべきことである。

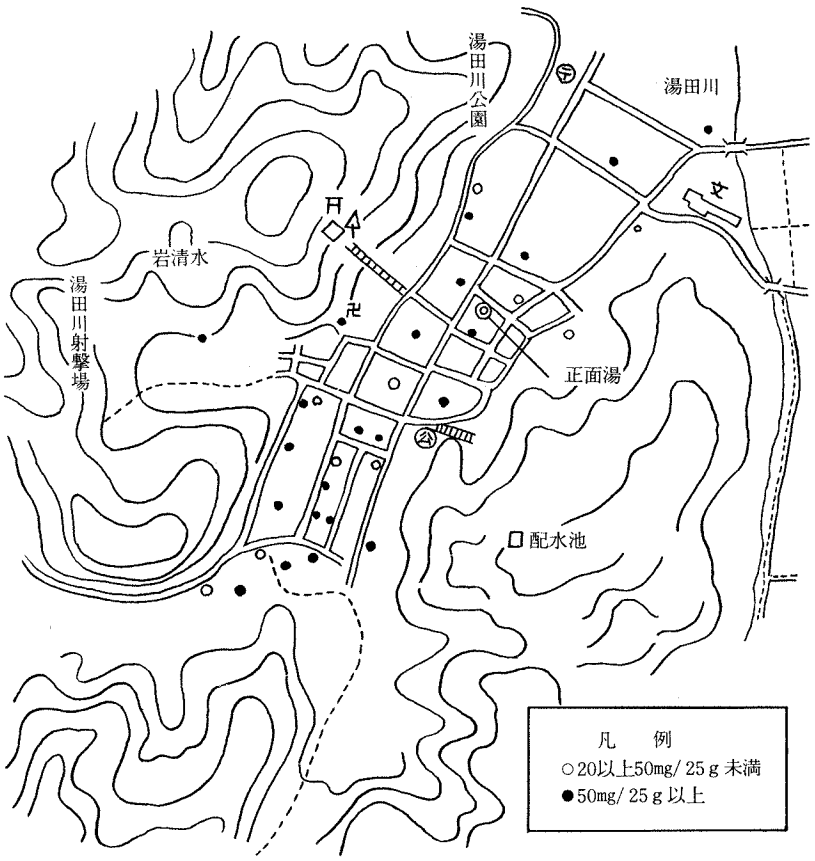


図270　土壌中の SO_4^{2-} 分布図

ハ）電気探査

湯田川温泉地区では，1953年と1964年の2回，電気探査が実施されている。後者は山形県薬務課によるもので，その結果を簡単に紹介しておく。

a．水平探査

区域内に5つの測線を選び，各測線上で30mおきに，深さ30mと60mに関する比抵抗が測定された。図271中のH－I～H－Vは，各測線の位置を示したものである。比抵抗はほぼ10Ωm～80Ωmの範囲にあり，各側線上で斜線を入れた部分は30Ωm以下の比較的低い比抵抗値が現われている部分である。

b．垂直探査

湯田川断層と藤沢断層の交差点付近の3か所で，深さ60mまでの垂直探査が試みられた。図271中のV－I～V－IIIはその測点の位置を示したものであり，図272は測定結果のグラフである。3つの測点中では，測点V－IIIが全体的にみて深さ40mぐらいまでの比抵抗値は最も低く，またこの地点では，深さ数mと30数mの位置に不連続な低比抗値が現われている。これは，地下温泉と関係を持つとも考えられ，電気探査の結果からみて，3測点のうちでは，この地点が新源泉に対してもっとも期待できる場所であるとみてよいであろう。

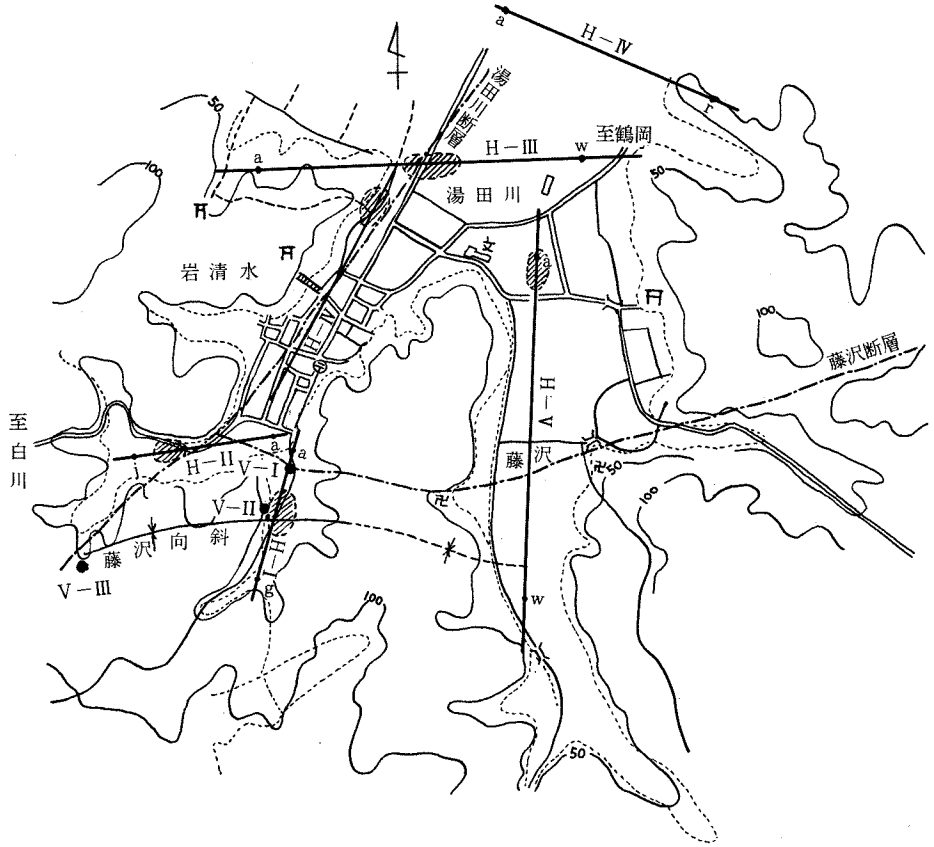


図271　電気探査測定図

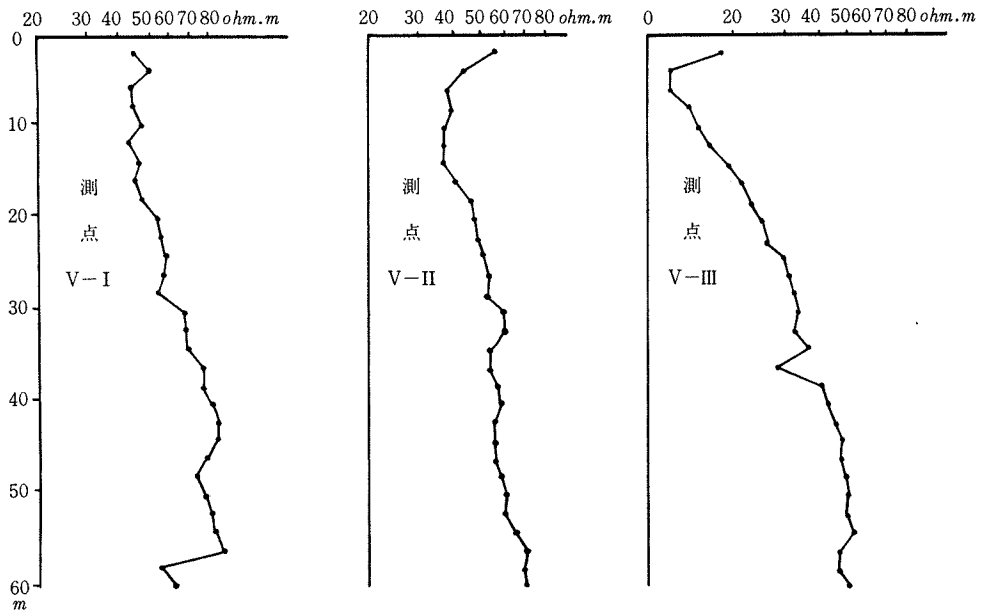


図272　垂直探査比抵抗値

(7) 湧 出 機 構

湯田川温泉の湧出機構を，昭和47年に掘さくした３本の試掘井と，既存の掘さく井の状況および既存資料から考察すると次のようになる。

温泉街を中心とする地域に発達する地層は，沖積層及び砂岩，泥岩及び凝灰岩を主とする第三紀層と，これを貫いた玄武岩によって構成されている。

正面の湯源泉掘さく前における源泉分布は，温泉街の県道沿いに幅30ｍ長さ90ｍにわたって広く分布していた。往時は，自然湧出の個所に浴槽を据えて利用しており，その後深度７ｍ余で自噴したのが動機となり，39か所で掘さくが行われたが，いずれも深度は６～11ｍの浅いものであったと言われている。

この程度の深度では，旧源泉分布の北端（試Ｒ－３――正面の湯源泉の北方約35ｍ――の位置）付近では，第三紀層には達しておらず，したがって，第四紀層の砂礫層中に滞留もしくは流動していた温泉水を採集していたことになる。実際に，試Ｒ－３の深度9.5～11.0ｍ間の砂層，及び11.0～13.0ｍ間の砂礫層は，非常に透水性がよく温泉帯水層となっていたことは充分に考えられる。

その当時は，地下深部の第三紀層から湧出していた温泉が，その上部の緻密な岩石がキャップロック）によって被圧され，そのキャップロックにできた亀裂（断層）を通して上昇し，第四紀層中に水平な広がりをもって存在していたものと推察される。

その後，正面の湯源泉の掘さくにより，被圧力は著しく減少し，また，さらに動力揚湯によって付近の温泉水は正面の湯源泉に集中することとなり，現在では30ｍの掘さくでも温泉が自噴しない状態に変化した。

このような変化状態から，湯田川温泉地域の温泉水地下態様を考察すると，浅層部では層状泉であったものが，正面の湯源泉の掘さくにより浅層部の温泉賦存が衰退し，現在では，典型的な裂罐泉に推移していることが認められる。

また，新潟地震や月山地震によって，正面の湯源泉の湧出量は著しく増加したが，このことは，裂力泉の特徴を時らかに示すものであり，それを裏づけるものである。

そこで裂力泉特有の亀裂は，何処をどのように走っているのかが問題となる。

正面の湯源泉では，20～23ｍのところに鏡肌があり，湧出量も５倍に増加したという掘さく時の記録から想定して，ここで温泉上昇路である主亀裂に達したものと考えられる。

この亀裂の傾斜角度は，試Ｒ－３で採取したコアーから判断して，70～80°の急傾斜と推定される。もし，本亀裂が水平または微傾斜であれば，試Ｒ－２でも達していなければならないはずである。

この亀裂の走向は，従来の調査資料では，北々東－南々西のものと推定されている。さらに亀裂の傾向の方向が西落ちか，東落ちであるかについては，まったく確証がない。しかし，従来の調査資料を総合的に考察すると，西落ちで急傾斜であることは予側される。

(8) 適応症及び禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，痛風および尿酸素質，創傷，高血圧症，動脈硬化症，病後回復期，疲労回復（古来特殊適応症として高血圧など循環器疾患があげられ，中風の湯としても有名，本温泉では比較的微温入浴と相俟って血圧降下持続作用が確認されている。）

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病，慢性便秘，慢性肝・胆道疾患，じん麻疹，肥満症，糖尿病，動脈硬化症，高血圧症，痛風および尿酸素質，女性ホルモン代謝不全症

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

3．温　海　温　泉

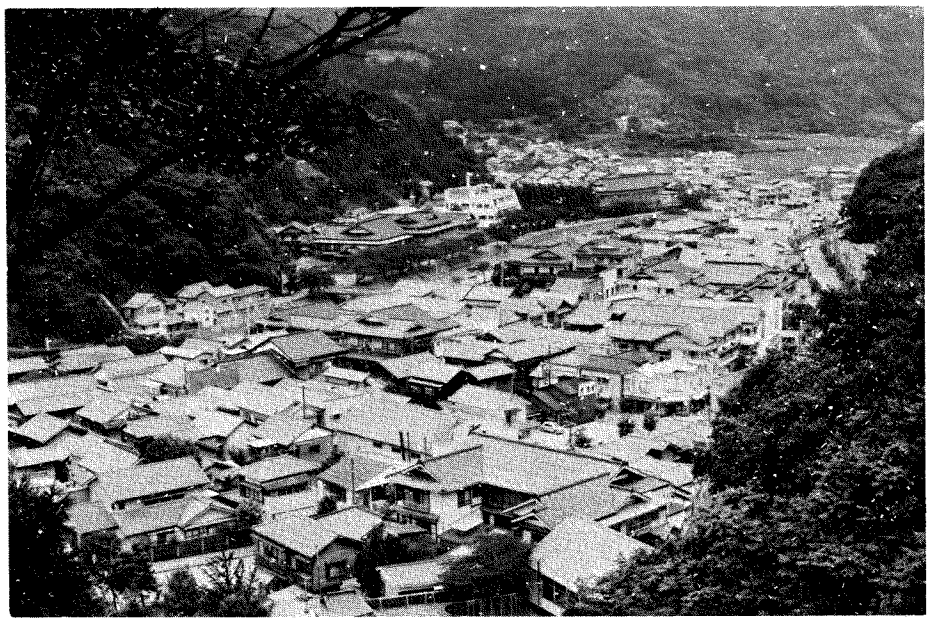
(1) 環境と沿革

温海温泉は，羽越線の温海駅から東方へ約2.3㎞にあって，同駅から常時バスの便があり，およそ7分で到達することができる。温泉街は，温海川河畔のせまい沖積地帯に発達しており，その北東方にそびえ立つ秀峰，温海岳を背景に，西はやや開けて温海川の清流がゆるやかな流れをひき，静かな情緒に富んだ温泉郷として保養によく，また遊山によく，湯野浜・湯田川とともに古くから庄内三楽湯として知られている。

本温泉の特色は，何といっても日本海に沿って走る，羽越本線と国道7号線から僅か2㎞余り奥の，緑濃い山にかこまれた，すがすがしい空気と清らかな水，それに豊富な湯量に恵まれた環境にあることと，近くには，海に山に数多くの観光地を控え，四季折々の風物と新鮮な山海の風味に接することができるということであろう。

本温泉の名物の一つに，朝市と称するものがある。これは湯治場だった昔の名残りで，早朝から9時頃まで，熊野神社下の道路に，獲れたばかりの魚貝類や新鮮な山菜などを並べて，浴客に呼びかける早朝の行事である。純朴な庄内おばこの呼び売り姿は，温海情緒を一層特色づけている。また，熊野神社境内には，約1,500坪のバラ園があり，6月・10月の開花期には，およそ50種，2,000本におよぶバラが咲きほこって観光客の目をたのしませる。

その他，天鳧山，温海岳，摩耶山へのハイキングコースや，岩礁に富む温海駅付近の海岸では，磯釣りを楽しむことができる。また海水浴場として知られた鼠ヶ関は，古事・伝説にとむ風光明眉



第273図　温海温泉環境図

な景勝地でもあり，温泉街からバスでわずか20分の距離にある。

本温泉は，古来からの伝説として，一羽の傷ついた白鶴が，くさむらから湧出する湯に脛を浸しているのを，通りかかりの樵夫が発見したのに初まると伝えられ，その起源は明らかでないが，熊野権現を祀る温海岳が，領主武藤家の祈願所であった記録や，また由利の本城豊前守が，入湯した事を証する，慶長15年（西紀1596年）の書筒などによって推察すれば，ささやかながらも温泉郷となったのは，数百年来のことであって，浴客を収容する宿屋ができ，商店がたち並び，やや温泉地の情景をみせるようになったのは，荘内藩主酒井忠勝公が入国して以来のことである。代々の藩主は，随時来浴し，万治元年(西紀1658年)には御茶屋を設けて仮旅館にあて，湯役所を置いて河原正面と表正面の二湯（1951年の火災前の共同風呂）を造営して，大いに温泉の開発につとめたといわれる。また，西紀1700年頃から50余年間は，旅館が最も多く，43軒を数えたと記録されている。1951年（昭和26年）4月における大火の災禍後は，都市計画法による区画整理や，源泉の整理統合による共同管理を実施したので，近代都市の温泉郷として面目を一新し，現在にいたっている。

(2) 地形と地質

イ) 地　　形

この地域は，海抜735.6mの温海岳を中心にして，高距400m内外からなる丘陵地帯である。これを東西方向に浸蝕した温海川は，西方に流路をとって日本海に注いでいる。温泉街付近は，南北およそ200m巾のせまい谷を形成するが，街の西端付近からは谷が急にひらけ，海岸近くでふたたび山脚がせばまって，日本海に面している。

ロ) 地　　質

本地域の地質は，花崗閃緑岩類を基盤とし，その上に，不整合に新第三紀中新世の地層が，厚く堆積している。

新第三紀系の最下部は，粗面岩・粗面岩質安山岩・凝灰角礫岩・集塊岩等を主とし，凝灰質砂岩・泥岩・頁岩類をともなう地層で，がいして，上部にいくに従って砂岩・泥岩・頁岩類が，多くなっている。秋田大学近藤教授は，この堆積層を一括して温海岳層と呼んでいる。本層は，温海温泉

街をふくみ，その東方に，温海岳を中心に広く分布しており，一般の走向はN10°～30°Eで，西に25°～60°傾斜するが，一部には東に傾斜するところもある。温泉はこの地層から湧出している。この地層の上には，砂岩・頁岩を主とし，角礫凝灰岩や角礫岩をともない，しばしば石炭層を挟む地層が，整合に重なる。温泉街の西端付近から西方に，温海川をはさんでほぼ南北方向に帯状に分布し，西または北西方に20°～50°傾斜した単斜構造を，形成している。従来，五十川層とよばれている地層に相当する。しかし，本層は温海川をはさんで北側と南側では，やや岩相がちがい，北側では石炭層をはさんで，凝炭角礫岩や凝灰岩が発達しているのにたいし，南側では石炭層がなく主として砂岩や泥岩が発達している。さらに五十川層の上に，粗粒玄武岩の溶岩によって特徴づけられ，灰色泥岩・頁岩・凝灰質砂岩・礫岩・角礫岩等からなる地層が，平行不整合に重なる。本層は，いわゆる鼠ヶ関層とよばれる地層で，本地域の西端部に，日本海岸に沿って分布する。西方に20°～30°の傾斜をもつ単斜構造を呈している。本地域において，五十川層および鼠ヶ関層からは，いずれも温泉の徴候はみられない。

ハ) 地 質 構 造

本地域の東部に，花崗閃緑岩が分布しているが，これを基盤としてその西方に，下位から順に，温海岳層・五十川層および鼠ヶ関層の各堆積層が発達している。そして，それらの堆積層の一般的な走向はNNEで，西に傾いた単斜構造を示し，ただ温海岳層だけは，局部的に背斜及び向斜構造を示すところがある。

断層の主なものは

①N20W～N30°Eの走向をもつ南北系統の断層

②N50～55Wの走向をもつ西方西系統の断層

の2つが認められる。そのうち①は温海岳層と五十川層との間を画するものや，温海岳層内に発達

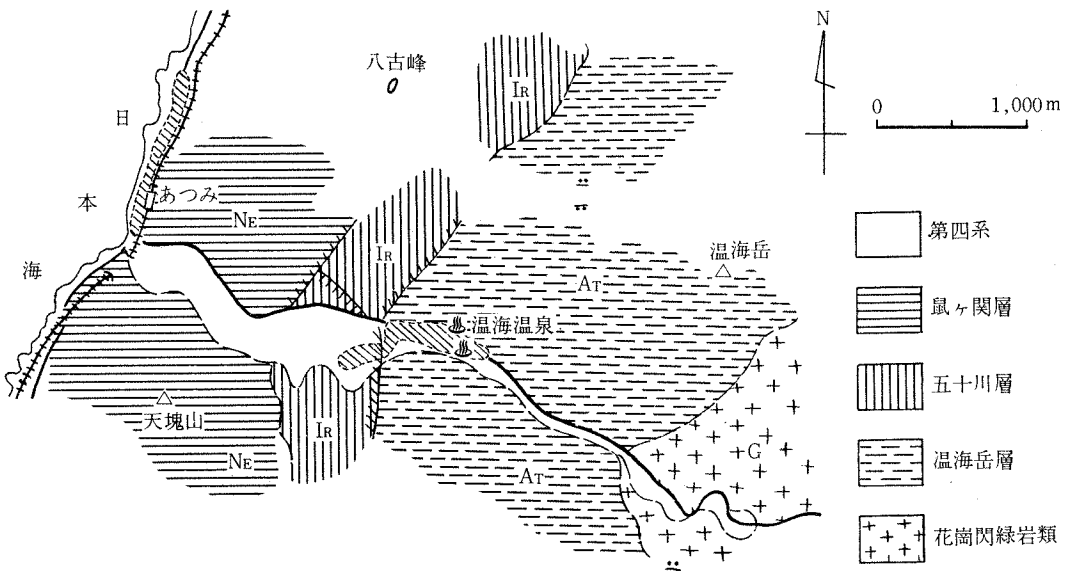


図274　温海温泉付近地質図（近藤教授原図）

するものなどであるが，温泉の湧出に関係深いものと考えられる。②の断層は，温泉街の西方で，五十川層を横断してN55°Wの方向をとるものであるが，南北系統の断層で切られている。温泉の湧出には関係が少ない。

(3) 源 泉 状 況

イ) 源泉の変遷と現状

本温泉では，1951年4月に大火災が発生し，旅館街の大部分はほとんど鳥有に帰した。この災禍前は，温海川の河底から自然湧出する川中湯源泉のほか，温海川右岸平地の沖積表土を，2～3m掘り下げた浅井戸の源泉が，20数か所もあった。しかし，災禍後は区画整理の関係から，川中湯源泉以外の従来の各源泉を埋没して，新たに3源泉を掘さくし，川中湯・1号泉・2号泉および3号泉の4つの源泉に統括し，これを会社組織による協同管理に移して，4源泉から湧出する温泉を，全旅館に給湯する機構に改めた。ついで，1956年には湯量の増加をはかる目的で，川中湯を2号泉に取り入れ，揚湯したが，年とともに泉温の低下や河水の混入によると思われる，泉質の変化などもおこったので，ついに，1961年2号泉の近くに3号泉を掘さく，翌62年には，2・3号泉源泉の湧出孔を，横に連結して同時揚湯に改め，泉温が著しく低下した川中湯の引湯を，中止して現在にいたっている。つぎに，1970年11月9日調による各源泉の泉温・湧出量等を示せば表190の通りである。

表190　源泉状況表

源　泉　名	泉　温　℃	湧 出 量 l/m	揚湯時の水位（ポンプの中心より）	備　　考
1　号　泉	71.5	540	−4.30 m	5HP2段タービン ポンプ位置地表より3.50m下
2　号　泉	65.0	360	−5.60	5HP2段タービン 地表より1.65m
3　号　泉		180	−5.80	全　上

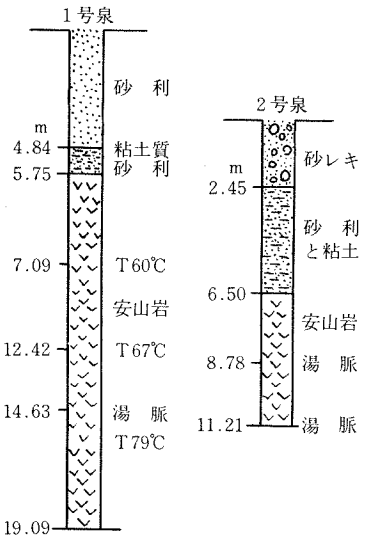


図275　掘さく泉井・地質柱状図

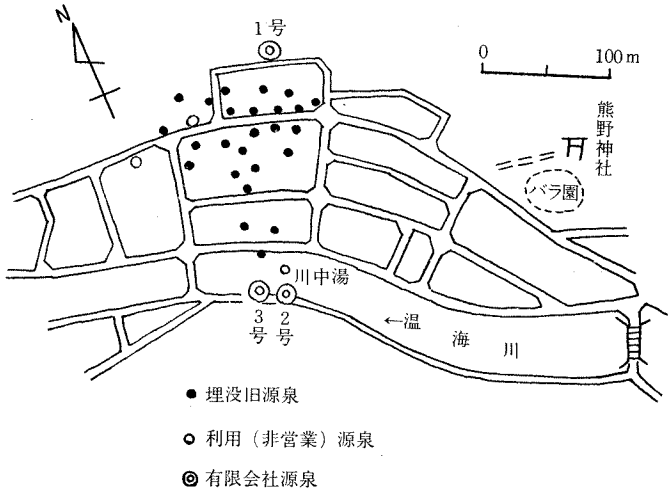


図276　源泉分布図

なお，これら源泉について，掘さく当時から今日までの経過をみるに，とくに注目されることは，泉温の低下がやや大きいことである。すなわち，1号線は78°→71.5℃に，2号線は81°→65℃に，3号線は71°→65℃にとそれぞれ低下している。一方，静止水頭は掘さく当初よりはわずか低下しているが，ほとんど変化がないといってよい。これらのことから，各源泉の揚湯量が，大体限界に達していることがわかる。したがって，現在の源泉からの揚湯量を増加することは，極力さけるべきである。

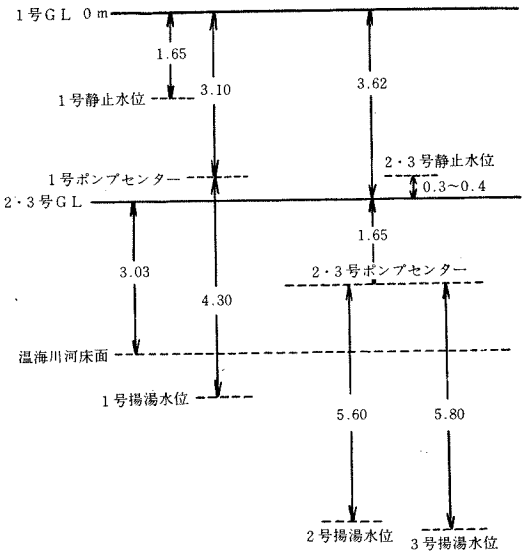


図277　1・2・3号源泉の静止水位と揚湯水位関係図

ロ）揚湯試験

この試験は，1967年10月に実施したもので，第1および第2源泉のバルブの開閉によって揚湯量を加減し，そのときの揚湯量・坑井内水位・泉温・pH・泉水の濃度等を観測した。その結果は，表191および図277に示した通りである。

表191　揚湯試験表

	揚湯量	静水位	揚水位	水位低下	比容	泉温	pH	∫	備考
	l/m	cm	cm	cm	l/m	℃		Ω/cm	
1号井	297	158	100	58	5.12	70.5	7.0	—	
	396		50	108	3.67	71.0	6.9	190	
	451.8		0	158	2.86	71.1	〃	180	
	540		−50	208	2.59	71.0	〃	160	
	552.6		−75	233	2.38	〃	〃	150	
	565.2		−82	240	2.36	71.3	7.3	—	
	〃		−101	259	2.12	〃	6.8	140	
2号井	180	109	−197	306	0.59	67.5	—	—	単独揚湯
2・3号井	198	109	−69	178	—	67.0	7.2	150	2・3号連結揚湯 上欄2号 下欄3号
		107	−56	163					
	360		−308	417	—	65.0	7.2	150	
			−320	427					
	540		−465	574	—	65.5	7.0	160	
			−484	591					

備考　水位測定の基準面は川中湯源泉所在の温海川河床面を0mとした。

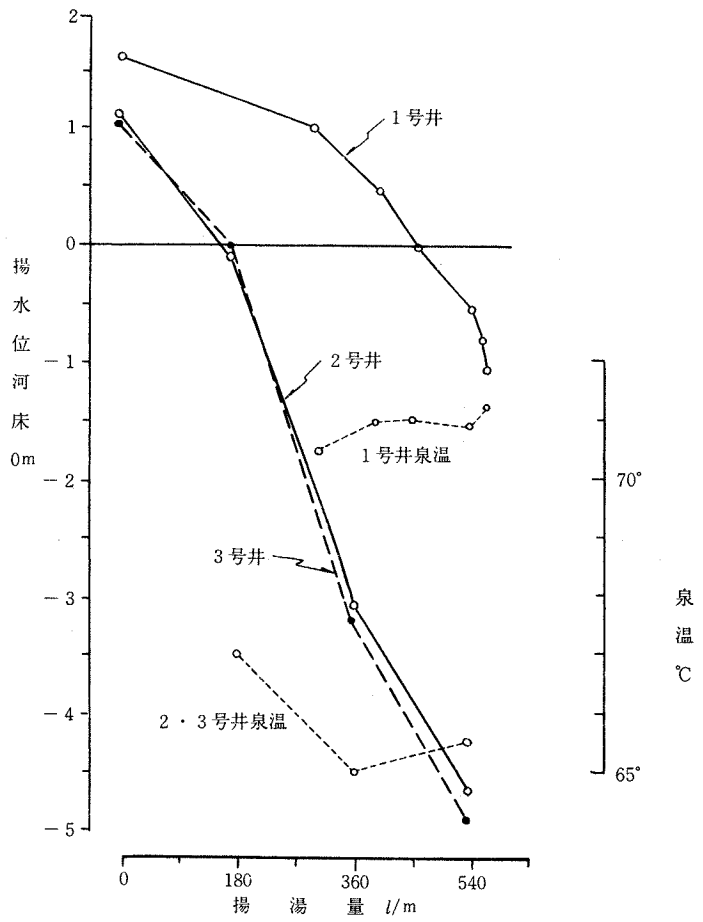


図278　揚湯量と揚水位・泉温関係図

ハ）考　　察

1号源泉においては，動水位−101cmから静止水位158cmまで回復するのに約9分要したが，この程度の揚湯では，過剰揚湯でないと判断される。

つぎに，揚湯停止状態から，揚湯を初め除々にバルブを開放した試験では，揚湯量300*l*/mくらいから，揚水位の著しい低下が目立ち，泉温と塩類濃度は揚湯量の増加にともなって，わずかながら上昇の傾向を示した。これは，源泉の位置が，主要湧出帯から多少はずれているので，ポンプの吸引力によって，泉水が引きよせられ，それが揚湯量増加による泉温や塩類濃度の上昇を示すものと解される。

2号および3号源泉については，両井は揚湯管が連結されているが，揚湯量198*l*/mを超えると2井とも揚水位が急に下り，360*l*/mを超えると揚水井低下率は少しにぶる。しかし，静止水位が，まだ河床面から1m以上の高さを保っているので，2井の合併揚湯の場合は，540*l*/m程度の能力は有するものと考えてよい。ただ，180*l*/mを超えると泉温は低下し，360*l*/mを超えるとpH塩類濃度ともに低下するので，揚湯量を360*l*/m程度に押える方が安全であろう。

(4) 化 学 成 分

温海温泉源泉有限会社１号泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-，SO_4^{2-}等でこのほか，HS^-及び遊離H_2Sを含有している。

表192　**温海温泉**（源泉名　１号泉）

1．ゆう出地　山形県西田川郡温海町大字湯温海　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年８月８日）９時30分								
(1) 泉温　76.4℃　天候　晴　気温　28.0℃　気圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく動力揚湯）								
(3) 性状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し中性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.4　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和42年８月11日～昭和42年10月14日）								
(1) 性状　無色清澄，微かに硫化水素臭を放ち，微かに鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.9　(3) 比重　1.0022（20℃）								
(4) 蒸発残留物　2751mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水１kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	54.74	1.400	3.23	塩素イオン Cl^-	1138	32.09	73.53	
ナトリウムイオン Na^+	713.9	31.04	71.70	臭素イオン Br^-	3.181	0.0398	0.09	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	1.206	0.0095	0.02	
アンモニウムイオン NH_4^+	0.300	0.0167	0.04	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	212.2	10.59	24.46	硫酸イオン SO_4^{2-}	480.2	9.997	22.90	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.430	0.1998	0.46	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.140	0.0203	0.05	
フエロイオン Fe^{2+}	0.130	0.0047	0.01	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.010	0.0001	0.00	
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.019	0.0004	0.00	
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}	0.022	0.0007	0.00	亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.386	0.0429	0.10	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	86.10	1.410	3.23	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.120	0.0040	0.01	
計	984.1	43.29	100.0	水硫イオン HS^-	2.294	0.0695	0.16	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.385	0.0050	0.01	
ほう酸（メタ） HBO_2	5.588	0.1275		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	85.42	1.094		ほう酸イオン BO_2^-	0.081	0.0019	0.00	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.005	0.0003	0.00	
計	91.01	1.222						
遊離炭酸 CO_2	8.272	0.2185						
遊離硫化水素 H_2S	1.037	0.0305		計	1713	43.65	100.0	
計	9.309	0.2185						
総計	2797							
その他	マンガンイオン（Mn^{2+}）痕跡							
ガス	（１l中の含有量）							
4．泉質　含有塩・石膏・硫化水素泉（緊張低張性高温泉）								

(5) 触 媒 作 用

温海温泉の掘削1号，2号の両源泉と，掘削2号源泉を150 m引湯したもの，および，川中の湯を200 m引湯したもの，の4温泉水について，過酸化水素の分解に関する触媒作用を，観測した。いずれも，触媒能を有するが，掘削2号源泉の活性度は，初期段階において急激に減少をきたして，その後はほぼ一定値を保つ。また，その他の3温泉水の場合には，その活性度は初期に減少をするものの，まもなく回復して，その後ほぼ一定値をもちつづける。表193，図279には，活性度の時間的変化を示してある。

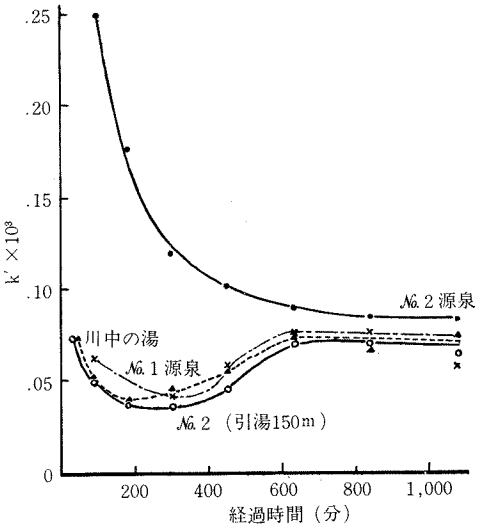


図279 触媒活性度の時間的変化

表193 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	掘削1号源泉		掘削2号源泉		掘削2号源泉(引湯150m)		川中の湯（引湯200m）	
	k′×10³	pH	k′×10³	pH	k′×10³	pH	k′×10³	pH
0	—	6.8	—	6.7	—	6.7	—	7.0
30	—	6.8	—	6.7	0.0733	6.7	0.0733	7.0
90	0.0622	6.8	0.2488	6.8	0.0489	6.8	0.0500	7.0
180	0.0556	6.8	0.1763	6.8	0.0372	6.9	0.0378	7.0
300	0.0410	6.8	0.1211	6.8	0.0370	6.8	0.0453	7.0
450	0.0580	7.0	0.1022	6.9	0.0449	6.9	0.0562	7.0
630	0.0756	7.0	0.0887	6.9	0.0695	7.0	0.0751	7.0
840	0.0626	7.2	0.0845	7.1	0.0699	7.2	0.0652	7.1
1080	0.0580	7.2	0.0828	7.1	0.0637	7.2	0.0750	7.1

(6) 電 探 調 査

イ) 調 査 方 法

この調査は，自然電流法により1967年7月15～18日に本調査，10月3日に補足調査を行ったものである。調査方法は，道路に沿って測点間隔を20mにとり，各測点ごとに電極接地後そのままにした状態と注水した場合の2回にわたって，電流強度および電位を測定した。調査の範囲は，温海川の南北両側にわたって，東西方向に延長約1,050m南北方向に最大延長200mで，この範囲の大部分は沖積平地である。ただ，舗装された大きな道路には，測点がとれず，調査結果に空白部ができたのは止むを得ない。

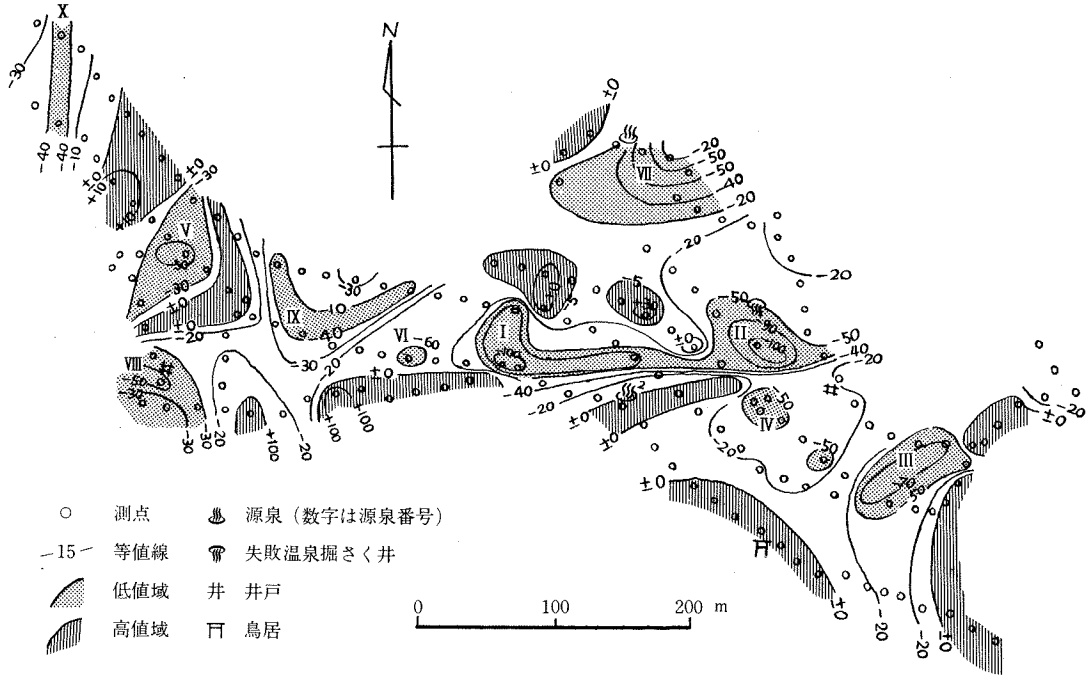


図280 自然電位図 不注水の場合

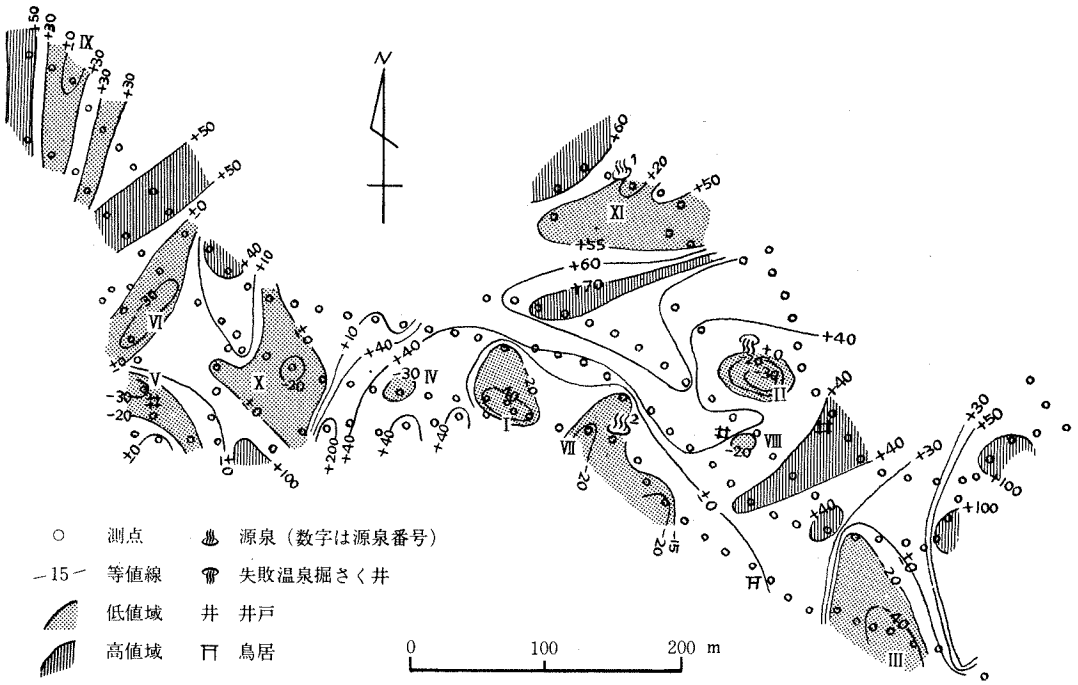


図281 自然電位図 注水の場合

ロ） 調査結果と考察

a．自然電位区と自然電位配列

注水前後の自然電位分布図を示せば，第280図および第281図のようになる。このいずれの電位分布図においても，電位値および電位配列から５つの自然電位区に分けることができる。

①東端区　　ＮＥからＮＷに曲る低電位帯によって特徴づけられる。

②北中央区　　多数の旧源泉のあった部分を含み，ＮＥ～ＥＮＥ方向の電位配列が目立つ。

③南中央区　　川中湯を含むもので，注水前は，ＥＮＥ方向の高電位帯が認められたが，注水後はそれが消滅している。

④北西端区　　ＮＳ～ＮＥ方向の電位配列で，概して高電位帯である。

⑤南西端区　　電位配列は，ＮＮＷ方向である。

なお，注水前・後の電位を比較して，次のようなことが認められる。

(a)南中央区と北および南西端区の境が，注水後は西に約20mほどずれている。

(b)南中央区の西端に，注水前には認められなかった小特異区が注水後にできた。

(c)東端区・南中央区・南西端区には，注水前と後で電位の高低関係や分布に著しい相違が認められる。

b．注水変動電位

注水前・後の電位値の差を,「注水変動電位」とし，それらの等値線図を示すと図282のようになる。これによると自然電位図と同じ地区々分ができ，各地区の電位配列方向も自然電位のそれと近似している。このことは，注水変動電位が地層と地中水の状態に関連あることを示すものである。

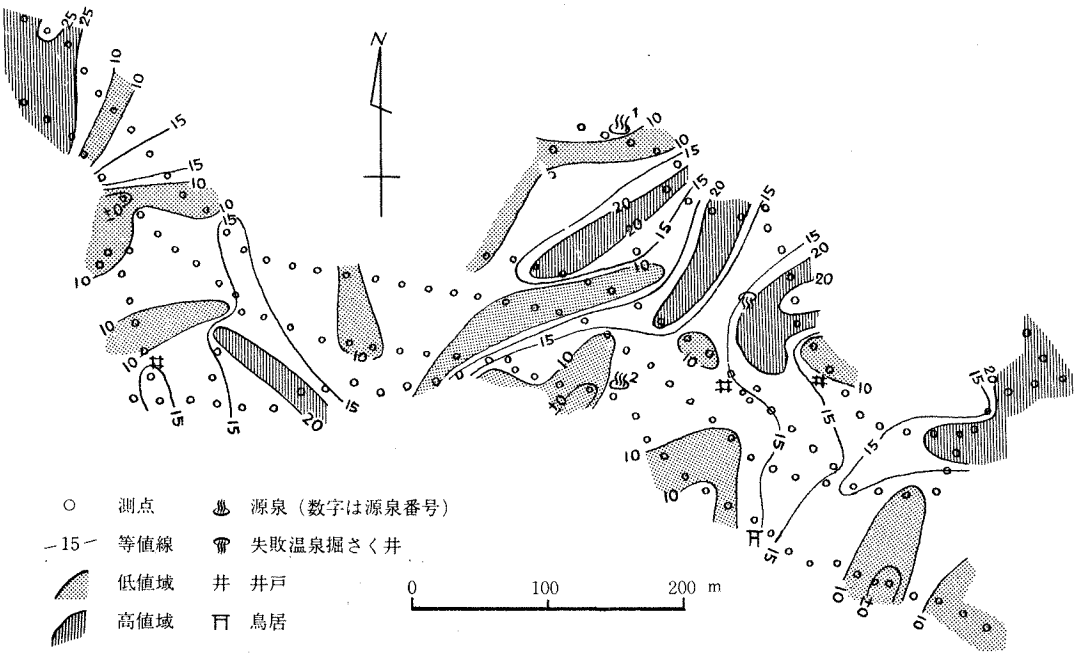


図282　注水変動電位分布図

C．自然電流電位—電流強度比

注水前の自然電位（V_0）と電流強度（I_0）の比，および注水後の自然電位（V_1）と電流強度（I_1）の比をそれぞれ求め，それらの分布図を示すと，図283および図284のようになる。この場合も，自然電位分布図と同じような地区々分ができるが，概して，この比は注水前・後とも東部で大きく西部で小さい。また注目すべきは，北中央区と南中央区の境に，南東から高値部がくさび形に入っていることで，この模様は注水後が一層顕著である。また，北側の旧源泉の多数あった地域は，一律に低値で広い一区画をなしている。

d．自然電位負異常について

調査地域内に，自然電位負異常の個所が11か所検出された。それらを電位の低いものから順に，注水前のものについてはⅠ・Ⅱ・Ⅲ……の番号を，また注水後のものについては（Ⅰ）・（Ⅱ）・（Ⅲ）……の番号をつけると，注水前・後で負異常の位置が一致したのは次のようになる。

Ⅰ（Ⅰ），Ⅱ（Ⅱ），Ⅳ（Ⅷ），Ⅴ（Ⅵ）

Ⅵ（Ⅳ），Ⅶ（Ⅺ），Ⅷ（Ⅴ），Ⅸ（Ⅹ）

つぎに各負異常について述べると，

Ⅲと（Ⅲ）　これは，同一低電位帯上にあるが，負の中心の位置が違い，Ⅲは北部に（Ⅲ）は南部に検出された。Ⅲは注水変動電位の高電位帯にのるが，（Ⅲ）は逆に低電位帯にのる。このような負異常は，低電位を示す岩石おそらく凝灰岩層あるいは亀裂帯を示し，死滅温泉脈を示すものかも知れない。

（Ⅷ）　これは菊屋旅館の東に得られたもので，電位降下が著しいが注水変動電位が高く，V/I比も低くない。したがって温泉示徴とは認め難い。

Ⅱ（Ⅱ）　これは，かつてボーリングを行ったが，33℃の微温泉を得たにとどまった地点の，南東方30m位のところで，電位降下と降下傾度も顕著で，高注水変動電位帯にのり，V/I 比の大きい部と小さい部の接するところである。したがって温泉示徴とみてよい。

Ⅶ（Ⅺ）　第1源泉付近で，電位はさほど低くないが，電位降下傾度が大きく，ＮＥからＳＷあるいはW方向に突出した舌状をなし，以前旧源泉のあった地域をおおっている。注水変動電位は，一部は高い帯に一部は低い帯にのり，付近一帯は，V/I 比が低く有力な温泉示徴である。

（Ⅶ）　第2源泉付近で，電位の降下も降下傾度も顕著で，注水前の電位では負異常Ⅰの一部として検出されただけで，逆にＮ80°Ｅ方向の正異常帯が検出されている。またこの部分は注水変動電位も小さく，V/I 比の小さい一区画をなしており温泉示徴とみられる。

Ⅰ（Ⅰ）　これは第2源泉の西方約80m，葉月橋のたもと付近に検出された。電位降下，降下傾度ともに著しい。しかしこの部分には注水変動電位の高い帯と低い帯とが並走し，V/I 比も大きい。したがって，この負異常は送湯管或いは水道管の影響による疑いがある。

Ⅵ（Ⅳ）　これは負異常Ⅰの西方に弧立して得られたもので，注水変動電位が高くない。V/I比はこの測定点だけが弧立して低い。この場合も送湯管あるいは排水管の影響による疑いが強い。

Ⅸ（Ⅹ）　万国屋旅館付近に得られたもので，負の中心は，注水前・後とも同一測点であるが，低

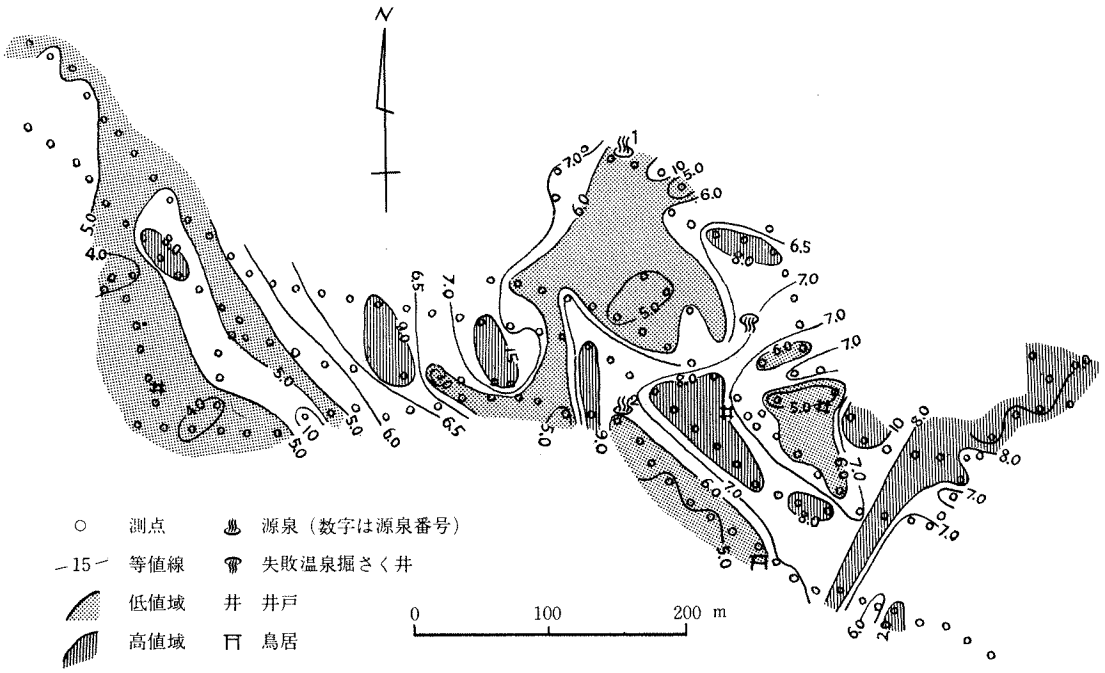


図283　自然電位—電流強度比分布図　不注水の場合

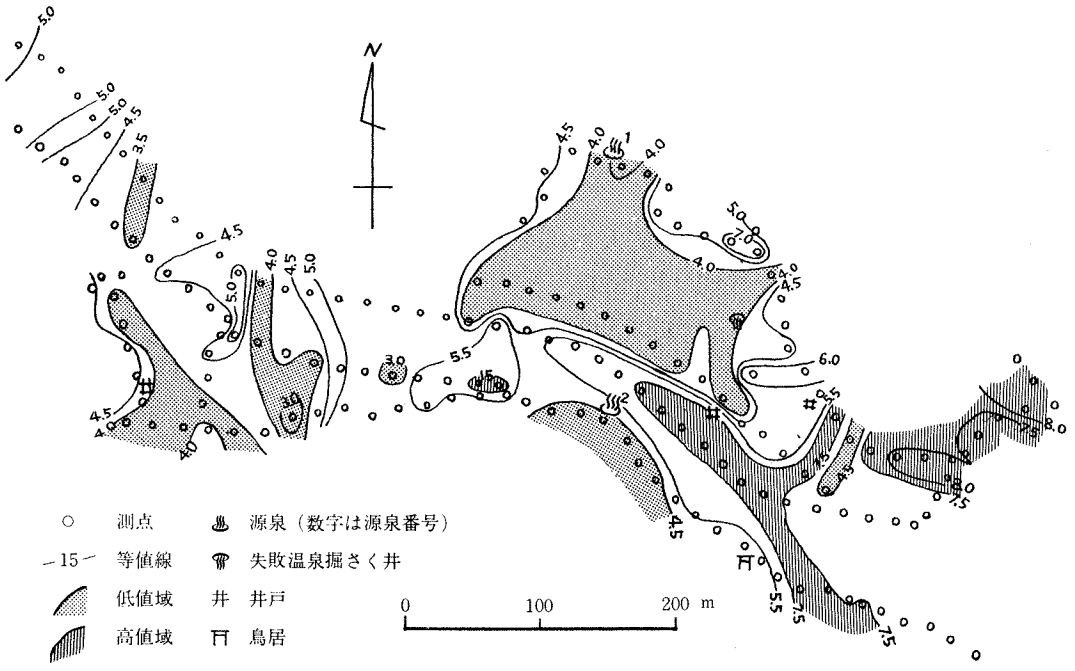


図284　自然電位—電流強度比分布図　注水の場合

電位域の分布は，注水前と後で違っている。高注水変動電位帯および低V/I比帯に沿っている。異常地下水の存在が考えられる。

Ⅴ（Ⅵ）　これは湯の里橋付近に得られたもので帯状をなしている。位置からみて庄内交通の車庫付近からの泉水流出に関係する疑いがある。

Ⅹ（Ⅸ）　これは地域の北西端で南北方向に検出されたもので，高注水変動電位帯であり，V/I比は比較的大きい。おそらく岩層を示すものであろう。

Ⅷ（Ⅴ）　地域の南西部にＮＮＷ方向の帯状をなし，たちばな屋旅館の井戸を含んでいる。おそらくたちばな屋旅館の異常井水の流路を示すものと解される。

以上を総合すると，低電位，低V/I比で温泉示徴あるいはその可能性のあるのはⅢ（Ⅲ），Ⅱ（Ⅱ）Ⅶ（Ⅺ），（Ⅶ），Ⅸ（Ⅹ），Ⅷ（Ⅴ）の6か所で，それらのうち注水変動電位の低いのは（Ⅲ）と（Ⅶ）の2つだけである。

e．自然電位正異常について

顕著な自然電位正異常が各区に検出され，多くは注水前・後とも正異常としてあらわれた。そして，これらの正異常は岩盤が露出し，表土を欠くか，あるいは表土が薄いことによるものと解される。ただ，注水前・後で次のような変動が認められた。

① 南中央区の南東縁および中央部で，注水前の正異常が注水後にあらわれなかった。

② 東端区で，Ⅲと（Ⅱ）の負異常中心の位置が入れ変わった。

③ 南中央区の中央部と南東縁で，注水前の正異常が注水後に現われないで，逆にそれを包む負異常（Ⅶ）が検出された。

④ 北中央区と南中央区の電位の高低関係が，注水前後で逆になった。

⑤ 南西端区では，注水前に高電位であったものが，注水後は低電位区となった。

以上の変動について共通なことは，すべて地域の南側が注水後に電位が低くなったことで，概して注水変動電位が北側で高く，南側で低いことによって起っている。したがって，素因としては，土壌の乾湿・土壌の性質・特に鉱物組成及び粒度・土壌の透水度・土壌水の性質・地温などの違いが考えられる。近藤教授はこのような観点からも，温海川に沿う大きな断層（構造線）の存在を強調している。

f．総　合　考　察

自然電位分布図・注水変動電位図および自然電流電位—電流強度比分布図では，いずれも卓越した配列方向は，ＮＥ～ＥＮＥとそれにほぼ直交するＮＳ～ＮＷの2方向である。よって，地域は主としてこれらの方向の構造に，支配されているとみてよい。そのうち，ＮＥ方向は地域の地層の一般走向によるものである。

調査結果で最も著しいことは，いずれの図においても，温海川と斜交するＷＮＷ～ＳＥＳ方向に，その北側と南側とを区別する，一つの不連続線が考えられることである。さらに，東端区と北中央区の区界（走向ＮＮＥ），南中央区と北西端区および南西端区の区界（走向ＮＮＷ），北西端区と南西端区との区界（走向ＷＮＷ）などは，いずれも断層あるいは亀裂帯と判断され，そのうち，走

向ＮＮＷのものは，温海岳層と上位の五十川層との境となっている。

なお，温泉示徴あるいはその可能性のある負異常が，７か所検出されたが，温泉の実在にてらして重要なのは，Ⅶ（Ⅺ）とⅧであり，そのほか，負異常Ⅱ（Ⅱ）およびⅧ（Ⅴ）なども注目に値する。

(7) 地 温 調 査

イ） 調査地域の標準温度

１ｍの深さでは，気温の年週変化の影響があり，地温の標準値（温度）が，季節，緯度，土地の高さ等により変化するので，地温の水平差を論ずるには，この標準温度を知る必要がある。

当調査地域の調査日，緯度，高度は次のとおりである。

調査日　　７月中旬

緯　度　　38° 37′

高　度　　50m

上記のデーターを，１ｍ深地中温度の標準値に当て，順次補正すると11.4℃となる。

ただし，この標準値には，土地の熱伝導度その他の影響を無視しており，最大± 2℃位の誤差を含んでいるので，その誤差を最大にみてその標準値に加えると

11.4℃＋２℃＝13.4℃

となり，当調査地域においては，13.4℃以上あれば標準値以上の高温地と言える。

ロ） 調査地域の測定方法

調査日数の関係もあり，調査地域を温泉街に限定し，出来るだけ均等なる分布になるように測定を選んだ。

測定の選定については，配湯管，廃湯路，水道管等による温度変化に留意した。

測定方法は，22㎜鉄棒を地表下１ｍまで打ち込み，測定孔を作り，その中に塩ビ管を挿入して，温度計をその中に入れて，塩ビ管に栓をして外気の混入を防ぎ，１時間以上放置した後，温度計を読み記録した。

ハ） 調査時の状況

本調査は，昭和39年７月18日～19日の両日実施したものであるが，調査日における気温を，午前10時及び午後２時の２回測定したが，その結果は右のとおりである。

日　付		気　温	天　候
7月18日	午前	22.0℃	雨
	午後	23.5℃	雨時々曇
7月19日	午前	22.0℃	大雨
	午後	21.3℃	雨時々曇

測定数は全部で73点である。温度的には，最低13.5℃から最高46.0℃の間にある。

地温分布図は，別紙のとおり作成し，これには18℃未満，18℃～20℃未満，20℃～22℃未満，22℃～24℃未満，24℃以上の５段階に分けて，等温泉を書き込んだ。

ニ） 測定結果について

ａ．当地域の調査時における標準地温は，13.4℃であり，全測点で標準地温以上の地温を記録した。したがって，温海温泉街全体が，異常高温帯と言い得る。

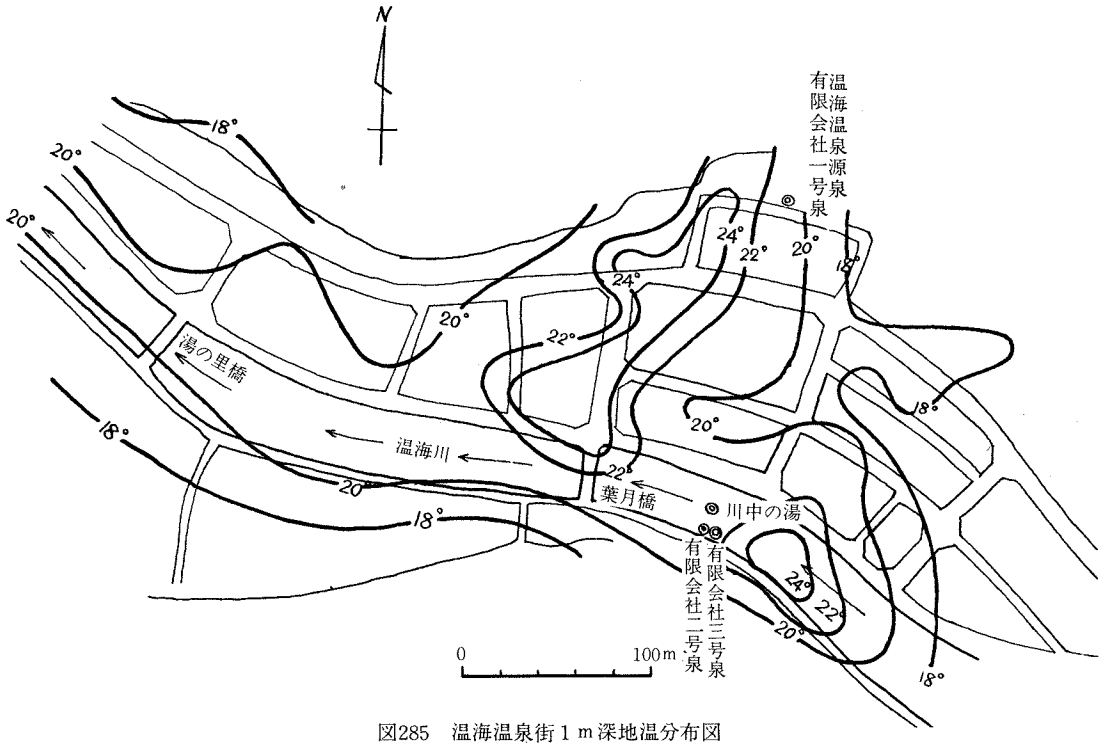


図285　温海温泉街１ｍ深地温分布図

ｂ．22℃以上の高温帯は３地帯ある。

第一帯は，朝日屋西部より亀屋，羽越荘，かつら屋にかけて，海老屋，新玉屋に至る地帯である。

第二帯は，２・３号線の東部の川の中付近にあり，第三帯は第二共同浴場の北方である。その中で，最も明確に高温帯が判明しているのは，第一帯であり，そのひろがりはＮ38°Ｅ－Ｓ38°Ｗの方向である。

また，第二帯及び第三帯を一連のものとすれば，この方向はＮ30°Ｅ－Ｓ30°Ｗとなるが，測点不足のため明確でない。

ｃ．18℃～22℃未満を中温帯とすれば，前記高温帯の周囲をとりまき，特に温海川に沿った西部へのひろがりが長い。

ｄ．18℃未満を低温帯とすれば，西部では山崖（北部）又は温海川沿岸（南部）付近にある。

また，東部では川上より温泉街中心部まではり出しており，第二共同浴場付近にまで至っている。

旧３号付近は，18.2℃の地温を示すにすぎず，高温泉採取の目的の掘さく地としては，不適当であったことは，本調査からも推定できる。

(8) 湧　出　機　構

本地域では，温泉は基盤の花崗閃緑岩体の西方に限定され，第三紀の温海岳層からだけ，湧出する。したがって，温海岳層を形成した火山活動が，温泉と関係あるようにみえるが，温海岳山体およびその周辺の地下水は低温で，また，この地域では塩類の含有量も少なく，山体に熱の残留や温

水，あるいは温泉ガスの上昇等，温泉活動は全く見られない。

温泉が，温海岳層からだけ湧出するのは，温海岳層中の暗紫紅色系の粗面岩が，不透水性で上昇してくる温水の拡散を抑制し，一方では，下降する冷水の混入を妨げて，蓋岩の役目を果たしているためであろう。したがって，温泉上昇路である岩石亀裂の分布が，どのようになっているかを知ることが，本温泉地の湧出機構を明らかにする鍵となるであろう。

従来，本温泉地では，北側の第１源泉と南側の川中湯を結ぶ，ほぼ南北方向の岩石亀裂帯が，温泉の湧出帯で，北側と南側とは，同一湯出帯に属するものと考えられてきた。しかし，このことは地質的な地表調査から，確認されたものでもない。電探調査の結果では，温海川をはさむ北側にも南側にも，南北方向をとるような構造は見出されないばかりか，むしろ，地域を南北に両断するような，ＮＮＷ方向の不連続線が推定され（近藤教授はこれに温海川断層と命名した），そして，北側ではＮ60°～70° Ｅ，南側ではＮ25°～45° Ｅの方向を示す構造がみられるので，第１源泉の北側と川中湯の南側とは，その湧出帯が南北に分離していることを示すものである。

また，地温調査による地温の分布図をみても，第１源泉の北側と川中湯の南側とは，別個の湧出帯を形成しているものと判断される。ただ，南北を画する不連続線にそうて，自然電位の負異常は見いだされないので，その不連続線は，少なくとも表層部では，温泉上昇路になっていないで，これに交わる亀裂帯が，上昇帯になっているものと推定される。しかしながら，各源泉の泉質は同一系統のものであるから，その根源は一つでなければならない。すなわち，温海川断層にそって上昇した温泉が，温海岳層にはいって，余り深くない所で北と南に分れたか，あるいは南か北かどちらかに上昇の中心があって，それが枝分れしたものであろう。

(9) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　慢性中毒症（水銀・鉛・ヒ素など）　糖尿病　皮膚掻痒症　慢性膿皮症　慢性湿疹　苔癬　凍創　運動器障害　創傷　虚弱児童の体質改善　女性性器慢性炎症

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫疾　重い心臓病　動脈硬化症　高血圧　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中(初・末期)

飲用の適応症　慢性消化期疾患　慢性便秘　慢性中毒症　リウマチ性疾患　糖尿病　運動障害（特に神経麻痺）　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

4．由　良　温　泉

(1) 環境と沿革

由良温泉は，鶴岡駅の西方約12km，国道７号線を行けば，鶴岡駅からバスで約30分，自家用車で20分で由良街につく。由良は風光明媚の地で，夏は海水浴，春・秋の磯釣は勿論のこと，冬でも庄内名物の寒鱈料理が楽しめる。最近は，それぞれ個性を持った３軒の宿泊施設ができ，利用者の好みに応じられ，山形県の数少ない臨海温泉のひとつとしてにぎわっている。

昭和初年のころ，村人等が海水中に微温を感じたのが端緒となって，現梅津屋の先代梅津与惣次が，1928年（昭和３年）に掘さくをはじめたのがきっかけである。これと並行して，由良街の北方約１kmの楮ノ浜の汀線近くに硫化水素臭があり，それを２m近く掘り下げて，硫化水素泉が発見されたが，利用するまでにはならなかった。さらに，由良街東端近くに，三菱礦業K.K.が石炭をさがすため，深掘りの試錐をやったが，その探査井から多量の出水があり，それは，Ca^{2+},Cl^{-},SO_4^{2-}を相当量含み，蒸発残査が1,600mg / l をこすような鉱泉であったが埋没した。その後，現ホテル由良で再掘さくし，深度620m付近から，当初は700 l/minのほぼ同じ泉質を得て，現在使用しているが，湧出量は120 l/minに減っている。また，1967年，鶴岡市では由良に国民宿舎の建設を計画し，前記の楮ノ浜付近に約30m掘さくして冷鉱泉を揚水し，現在の国民宿舎荘内浜由良荘の浴用に利用している。

(2) 地形と地質

イ) 地　　形

越後山脈の海岸支脈が，庄内平野で消える丘陵地帯の海岸よりにあって，前は日本海が白山島を浮かべ，背後は，はば約２—３kmの丘陵地帯を経て，庄内平野の南端部となっている。丘陵地帯は，標高約300mの荒倉山を最高として，開析の進んだ，老年初期の地形を示している。汀線との間は，河口付近をのぞいてはきわめて狭く，海岸はすべて岩石海岸といってもよいが，由良街付近は南北約700m，東西約200mの平地が開けていて，遠浅の部分もある。

ロ) 地　　質

a．由良付近の地質は，山形県としては，新第三系の中でも，もっとも古い地層が多い。地層は

すべて淡水域に沈積したものばかりで，植物化石およびその破片が含まれている。

最下底は厚い礫岩で，次第に中部が砂質となり，上部は泥岩の厚層が発達する。温泉は，この中部の砂岩，上部の泥岩層の亀裂から湧出したり，これらの層に貫入した石英粗面岩の亀裂から湧出したりしている。

これらについて，ややくわしく記すると表194のようになる。

表194　層序表

	地層名・厚さ		主な岩石	性状・分布・その他
上部	大山游泥岩・凝灰岩層 200m＋		凝灰質游泥岩 凝灰岩	国道7号線が水沢へぬける峠以東に発達する。 由良游泥岩層の最上部層と同一層準であるかも知れない。
	加茂砂岩礫岩層	白山島安山岩類 300m±	加茂層は凝灰質砂岩と礫岩の互層凝灰質頁岩を挟む	白山安山岩類は加茂砂岩礫岩層と同時異層と考えられる。 礫岩の礫は安山岩を主とし，時に石英粗面岩礫を含む。 炭質物や保存不良の植物化石を含むこともある。
	楮ノ浜泥岩・頁岩層 100m±		砂岩と泥岩の互層	上部の頁岩の層理は極めて明瞭，植物化石を含む。 下部に優秀な石炭層を挟む。
中部	泊火山円礫岩層 150m±		礫岩と砂岩の互層	礫岩は砂質かつ凝灰質。 石英粗面岩の迸入が認められる。※
	由良游泥岩層	シルト岩・頁岩部層 250m	シルト岩・頁岩	赤色～黒灰色，本来は黒灰色だが地表に近い凡化部分が赤色に変色している。由良街道東縁に分布する。
		礫岩部層 200m	礫岩	花崗岩類，安山岩類の礫を主とし，比較的未固結砂岩・頁岩の薄層をはさむ。 砂田橋付近から三瀬方面に向かっての背斜構造部に賦存する。
		砂岩部層 100m＋	砂岩	基底礫岩層の両側に分布する。
下部	一霞基底礫岩層 200m±		礫岩	礫は花崗岩類・安山岩・石英粗面岩の円礫

※　梅津屋旅館の近くに佇立する石英粗面岩の岩島は，海岸にそって南北に約500m幅約50mの迸入岩で，泊火山円礫岩層を貫いて貫入したものである。梅津屋源泉の鉱泉湧出に関係をもつものと考えられる。

ハ）地　質　構　造

a．褶曲構造　当区域外ではあるが，三瀬―中山間の旧国道7号線沿いの，分水嶺付近に一霞基底礫岩が発達し，そこを背斜軸として，分水嶺に沿って背斜軸はのびるが，新国道7号線の手前で，北西―南東の断層で切断され，全体として西方に移動して，さらに北東方に背斜軸は延長する。また，この主斜軸に並行するもので，三瀬街殿田橋付近から，新国道7号線の砂田橋東に出る背斜軸がある。この背斜軸は地質図に記載してあるが，これの延長は，前述の断層で切れ西側にずれている。さらに，この背斜の西側には，小規模の背斜軸があるが，これはそう問題にしなくてよい。

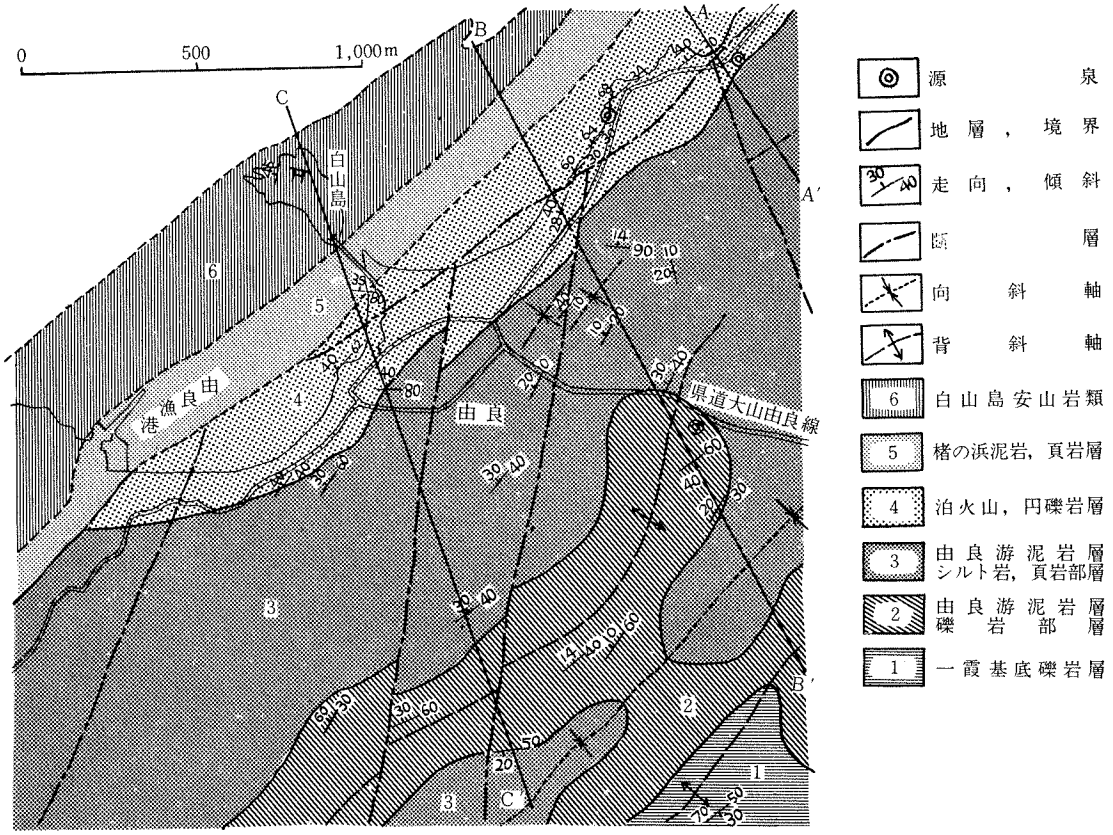


図286　由良温泉付近地質図

向斜軸は，第1の背斜と第2の背斜との間，第2の背斜と第3の背斜との間，第3と小規模の背斜との間に，小規模の向斜があり，この傾向は断層で切断されながらもさらに北方へ連続する。

b．断層　当地域に発達する断層の主なるものは，従来考えられたもの4条，今回新たに考えられたもの2条，計6条である。これらの断層を，地質図に記入したように①～⑥まで番号を付して呼称することにする。しかし，これらの断層のうち③，④，⑤は，その存在がやや不明瞭であり，あまり重要でないから省略し①，②，⑥だけについて説明するとつぎのようになる。

断層①　由良游泥岩層と大山游泥岩層との間で実見できる。断層はN 20°Eで東方に54°傾く。断層を境として接する両層は，間に約700mの地層が欠如するので落差700mの大断層となるが現地の断層面は，そのような大きい断層とは見えない。したがって，大山游泥岩層は，由良游泥岩層の上部赤色および黒灰色シルト岩，頁岩層と同層準なのかも知れない。

断層②　新国道7号線沿い高方の沢における地層のみだれ，由良游泥岩層の中部礫岩層の重複露出，海岸における地層の走向の違い（約50°）からの推定断層である。本断層は，椿の浜の鉱泉露出地付近を通ることになる。

断層③　本断層の推定の理由は，ⓐ由良—湯野浜県道筋の荒倉橋東方の小沢で，椿の浜泥岩，頁岩層の下底の石灰層が発達しないで，直接，下位の地層と接触すること。ⓑ石炭の採掘の際断層に当

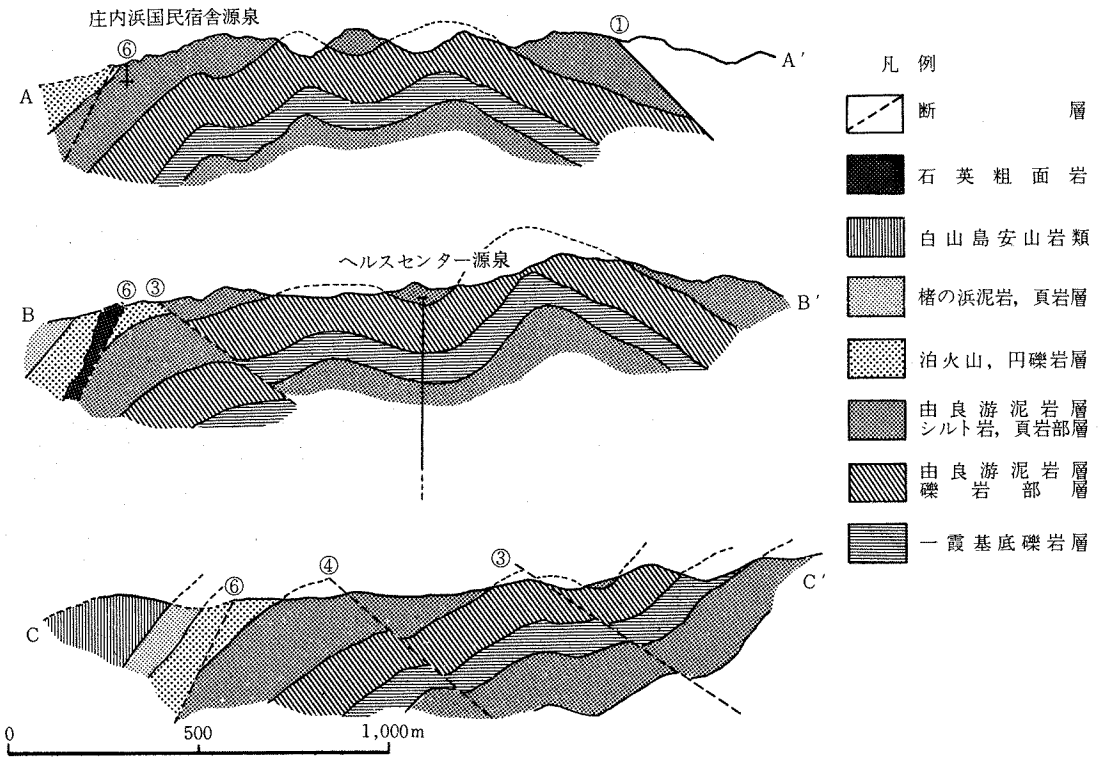


図287　由良温泉地質断面図

たって，採掘中止になっている事実。ⓒさらに，梅津屋傍の石英粗面岩中に，N60°Eの方向の断層が見られること。ⓓ航空写真によると，由良漁港北方の海底でも地層に断裂が見られること。ⓔ由良漁港南西方の椿の浜泥岩，頁岩層が葉山山塊地帯で，北東—南西方向の断層に切断されている。などである。

ニ）亀裂と節理

これらが一番よく見られるのは，海岸の岩石露出面である。海岸際で測定した亀裂，節理の方向は，N40°E，N50°Wの2系統のもので，これらは互いに直交する方向にある。これらの亀裂および節理は，背斜軸および向斜軸付近に多く発生するのが一般的傾向である。

(3) 源 泉 状 況

由良温泉には現在3本の源泉があり，その状況は表195のとおりである。

梅津源泉は，白岩の麓にあたる砂浜に掘さくしたもので，掘さく当時，深度123.8mで30数度の微温泉を自噴したという。しかし，終戦後，近海における浮遊機雷の爆発により，坑井内に崩壊を起こしたもののようで，自噴が停止し，その後動力揚湯をおこなった。

またホテル由良源泉は，国道7号線の砂田橋近傍にあり，ホテル由良まで引湯し利用している。

市営源泉は，椿の浜にあって国民宿舎庄内浜由良荘まで圧送し，そこで利用している。

表195　源泉状況表

No.	源泉名	温度 ℃	揚湯量 l／min	深さ m	口径 mm	動力装置
1	梅津源泉	21.8	18.0	131.0	150	口径40mmホームポンプ 出力　0.2KW
2	ホテル由良源泉	27.0	500	620.0	150	排水管口径70mm水中モーターポンプ 出力　2.2KW
3	市営源泉	18.0	70.0	60.0	100	エアー・リフト　　出力　1.5KW

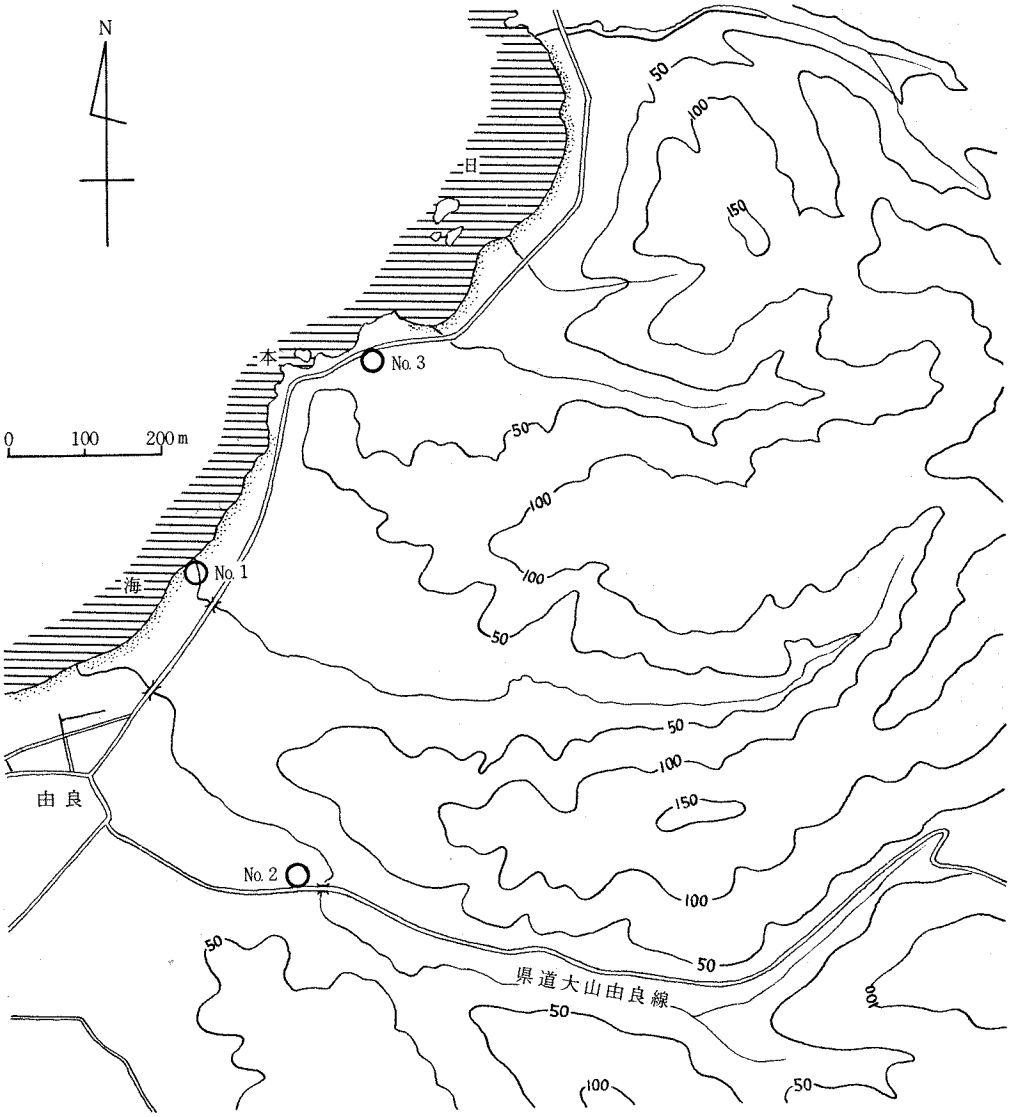


図288　由良温泉源泉分布図

(4) 化 学 成 分

梅津源泉とホテル由良源泉を選出し，その中分析結果を示した。

イ) 梅 津 源 泉

本泉の主成分は，Na^+，Cl^-，SO_4^{2-}，HCO_3^-で，そのほかHS^-，遊離H_2Sを含有している。

表196　**由良温泉**（源泉名　梅津源泉）

1．ゆう出地　山形県鶴岡市大字由良戌78の2　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年5月11日）								
(1) 泉温　20.6℃　天候　晴　気温　22.0℃　気圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　）								
(3) 性状　無色清澄にして鹹味を有し弱アルカリ性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.7　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和42年5月26日～昭和42年7月7日）								
(1) 性状　無色清澄にして鹹味を有し中性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　7.3　(3) 比重　1.0059（20℃）								
(4) 蒸発残留物　7735mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	7.976	0.2040	0.16	塩素イオン Cl^-	3695	104.2	79.40
ナトリウムイオン Na^+	2010	87.40	66.72	臭素イオン Br^-	11.08	0.1386	0.11
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	760.4	37.94	28.96	硫酸イオン SO_4^{2-}	991.8	20.65	15.74
マグネシウムイオン Mg^{2+}	64.88	5.336	4.07	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.096	0.0034	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.019	0.0002	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.230	0.0048	0.00
マンガンイオン Mn^{2+}	0.140	0.0051	0.00	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.026	0.1141	0.09	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	376.2	6.168	4.70
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.576	0.0192	0.01
計	2845	131.0	100.0	水硫イオン HS^-	1.803	0.0545	0.04
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.162	0.0021	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	2.752	0.0628		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	32.34	0.4142		ほう酸イオン BO_2^-	0.008	0.0019	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン ON^-	0.009	0.0005	0.00
計	35.09	0.4770					
遊離炭酸 CO_2	36.19	0.8224					
遊離硫化水素 H_2S	0.409	0.0120		計	5077	131.2	100.0
計	36.60	0.8344					
総計	7994						
その他ガス	（1l中の含有量）						
4．泉質　含硫化水素・塩化土類・食塩泉（緩和低張性冷鉱泉）							

ロ） ホテル由良源泉

本泉は，アルカリ性が比較的強く，Na^+，Ca^{2+}，SO_4^{2-}を主体とし，海岸に近接する温泉としては，Cl^-含量が少ないのが特徴である。

表197　**由良温泉**（源泉名　ホテル由良源泉）

1．ゆう出地　山形県鶴岡市大字由良字川原田10の5　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年5月11日）								
(1) 泉温 26.3℃　天候 晴　気温 22.0℃　気圧 m.bar								
(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯）								
(3) 性状 無色清澄にして微かに収斂味を有しアルカリ性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH） 9.3　(5) ラドン含有量 $\times10^{-10}$ Curie（ M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和42年5月26日～昭和42年7月7日）								
(1) 性状 無色清澄にして微かに収斂味を有しアルカリ性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH） 9.3　(3) 比重 1.0011（20℃）								
(4) 蒸発残留物 1208 mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	0.704	0.0180	0.11	塩素イオン Cl^-	118.0	3.328	19.62	
ナトリウムイオン Na^+	220.8	9.600	57.36	臭素イオン Br^-	0.264	0.0033	0.02	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-				
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	140.4	7.006	41.87	硫酸イオン SO_4^{2-}	577.4	12.02	70.86	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.972	0.0799	0.48	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	0.039	0.0014	0.01	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.257	0.0286	0.17	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	19.16	0.3141	1.85	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	22.62	0.7540	4.44	
計	363.7	16.73	100.0	水硫イオン HS^-				
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	37.39	0.4851	2.86	
ほう酸（メタ） HBO_2	1.289	0.0294		けい酸イオン SiO_3^{2-}	0.145	0.0038	0.02	
けい酸（メタ） H_2SiO_3	94.55	1.211		ほう酸イオン BO_2^-	1.512	0.0353	0.21	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.340	0.0200	0.12	
計	95.84	1.240						
遊離炭酸 CO_2	0.092	0.0021						
遊離硫化水素 H_2S				計	776.8	16.96	100.0	
計	0.092	0.0021						
総計	1236							
その他								
ガス	（1 l 中の含有量）							
4．泉質 含石膏・芒硝泉（緩和低張微温泉）								

(5) 湧 出 機 構

温泉水（冷泉）は，地質の項でも述べたように，付近一帯に発達する新第三系の中部の細粒礫岩，砂岩，泥岩の互層の亀裂中から湧出する場合（ホテル由良源泉），上部の泥岩層の中の亀裂から湧出する源泉（椿の浜徴候地・国民宿舎庄内浜由良荘源泉），それと，海岸に孤立する石英粗面岩の亀裂から湧出するもの（梅津屋源泉）がある。いずれも，岩石の亀裂から湧出する裂カ泉である。3源泉はすべて冷泉で，由良付近には，高温泉は考えられない。したがって，由良温泉の成立は，普通の温泉とその条件が異なり，地下水が地層中の硫化水素を溶しこんだために成立した冷温泉の疑いが濃い。しかし一方，総論の第2章，3.,「山形県における温泉の分布とその特徴」の項で記述しているように，この地帯は高熱流部にあたっているので，地下深所から何らかの形で，温泉要素が上昇しているのかも知れない。そのいずれかであるかは，今後の問題として残される。

(6) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患　神経痛　運動器障害　慢性湿疹および角化症　虚弱児童　更年期障害　女性性器慢性炎症　卵巣機能不全症　子宮発育不全症　皮膚掻痒症　慢性膿皮症

浴用の禁忌症　すべての急性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患　妊娠中（とくに初期と末期）

飲用の適応症　慢性消化器疾患　慢性便秘

飲用の禁忌症　腎炎　ネフローゼ　高血圧症　その他一般に水腫傾向にあるとき

5．湯殿山温泉群

(1) 環　　境

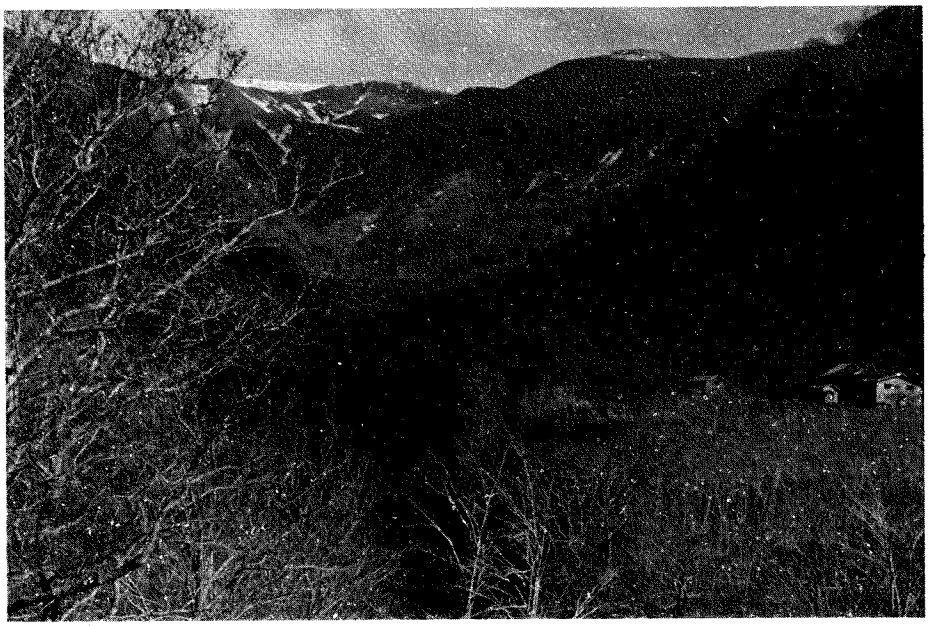
湯殿山は，霊峰月山の西南西方直距４kmにそびえる海抜1,504mの高峰である。その北西麓を深く浸蝕した梵字川上流地の溪谷地帯には，東西方向の数か所に散在して，温泉及び冷鉱泉が湧出している。これらを総称して，湯殿山温泉群と呼称した。

本地域の西部には，山形，鶴岡両市を結ぶ六十里越街道が通じ，この街道が，梵字川を横ぎる付近に湯殿山ホテルがあり，湯殿山，月山神社の参詣者や観光客の憩の場所として繁栄している。ホテル付近は，海抜750m内外の高原で，東には月山，姥ヶ岳，湯殿山等を間近に仰ぎ，西方はひらけて遠く諸連嶺を望むなど，山の風光に優れ，高原的雰囲気に富んだ避暑地として，また紅葉時のハイキング地として好適なところである。また，積雪季を除いて，山形市および鶴岡市から湯殿山ホテルまで，それぞれ，定期の直通バスが運転されており，その所要時間は，前者はおよそ３時間，後者およそ１時間半である。

(2) 地形と地質

イ) 地　　形

湯殿山は，月山火山（1979.5m）の西方に連なる同山系の一支峰である。月山火山の東側は，典型的なアスピーデ型火山地形で，なだらかな斜面を示すが，西側は地形的に爆裂火山と台地とに大別される。すなわち，前者は姥ヶ岳・湯殿山・品倉山などの山体を形成しており，後者は笹川から



濁沢に至る広大な台地を形成している。月山山頂直下に源を発する笹川・田麦川・横倉沢・濁沢は，火口底や台地を浸蝕して，北西方に流下している。

ロ）地　　質

この地帯は，石英安山岩，火山泥流，火山溶岩，火山砕屑物等から構成されている。

石英安山岩は，仙人沢最上流部の湯殿山神社裏東場付近より，仙人沢沿岸に露出し，元笹小屋付近までの東西に長い部分に分布している。

また，雨告山付近にも石英安山岩が発達しており，それは溶岩が集塊状を呈する部分に，粗粒砂岩層をはさみ，また溶岩との間に介在する砂質泥岩中に，有孔虫を含むことがあり，さらに，溶岩に伴う泥岩，砂岩は偽層を示し，しかも十分に固くなっている事実から，雨告山付近の石英安山岩は，新第三紀の噴出物であるとされている。

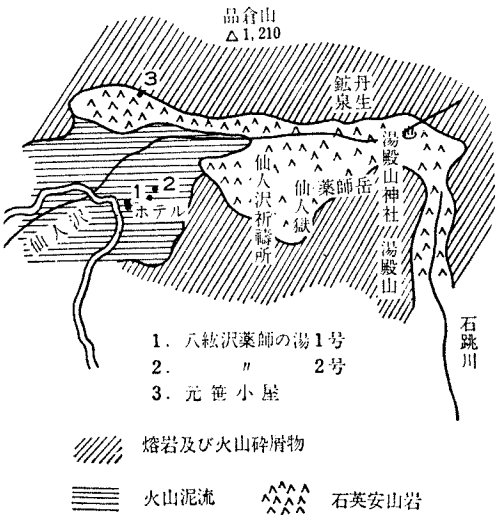


図289　湯殿山温泉群地質図

石跳川沿いと田代沢とに，泥流や月山溶岩に覆われて細長く露出する石英安山岩があり，1部は集塊岩状を呈し，凝灰岩を伴うもので岩質は雨告山のものと酷似しており，月山火山の活動とは別個のもので恐らく新第三紀の噴出物であろうとされている。したがって，本地域の石英安山岩も新第三紀の噴出物であると推定される。

本地域で高温泉の湧出しているのは，この石英安山岩の分布帯から湧出する3源泉のみであることは，注目すべきことである。

湯殿山ホテル付近から，仙人沢沿いには，火山泥流が分布しており，安山岩，凝灰岩等の風化物を含み茶褐色を呈する。

本地域の周囲には，月山火山の活動と相関連して噴出したと考えられる溶岩及びその砕屑物が広く分布しており，湯殿山及び品倉山では前記石英安山岩が溶岩におおわれており，姥ヶ岳付近の月山溶岩と同種とされている。

(3)　温鉱泉の分布と湧出状況

本地域に湧出する主な温鉱泉の温度及び湧出状況について詳述する。

イ）湯殿山御神体

湯殿山ホテルから仙人沢をさかのぼること，およそ2.5kmに湯殿山神社の神域があり，そこに湧出する温泉は，御神体とされている。

これらの温泉は，この付近一帯に露出する石英安山岩の分布帯に湧出しており，泉温は42℃～52℃，数mの間隔をおいて3か所から湧出している。湧出個所はほゞNW80°－SE80°の方向をとる一線をなし，同岩石の分布方向並びに同岩石に発達する主要亀裂（略東西性）の方向と一致する。

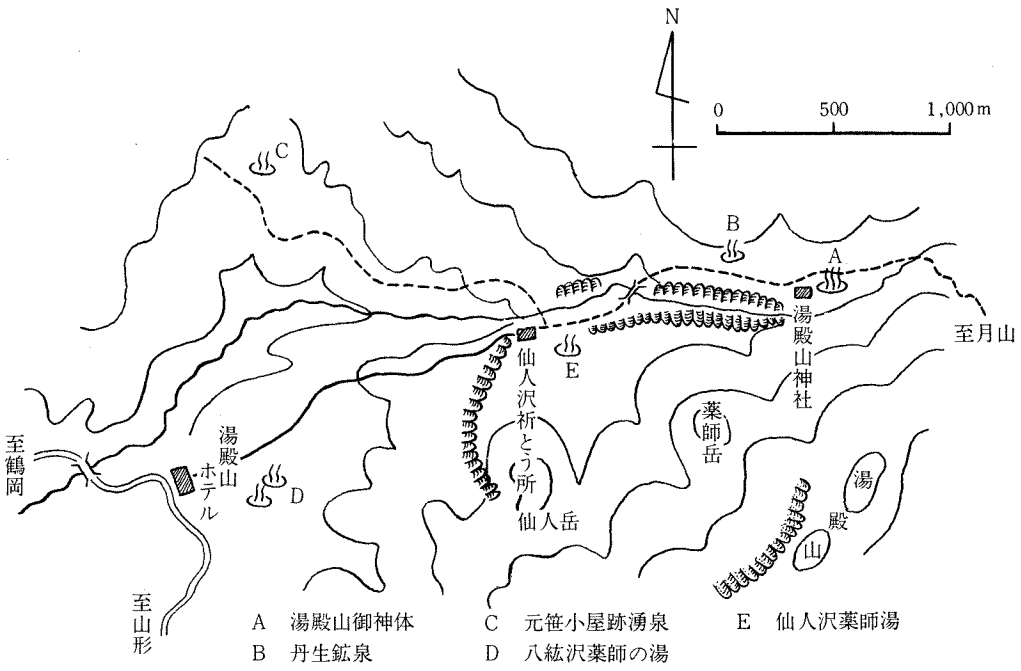


図290 湯殿山付近温鉱泉分布

ロ) 丹 生 鉱 泉

仙人沢祈禱所と湯殿山神社とのほぼ中間に位置し，参道の傍に湧出する炭酸泉で泉温19℃，湧出量は極めて豊富で川をなして流れており，湧出個所は表土で被われている。

ハ) 元笹小屋跡湧泉

湯殿山ホテルの北微東方約1km，品倉山の南西麓に，元笹小屋跡と称する盆地状の小さな平地がある。湧泉は，戦時中製塩に利用されたことがあるといわれ，井戸掘りを行ったようで現在はほとんど埋もれて小さな沼状となっている。泉温は14.6℃，蒸発残査量は56,016mg/ l で最も多い。

ニ) 八紘沢薬師の湯

湯殿山ホテルの東方直距およそ400mの山腹に湧出する鉱泉を薬師の湯と称している。

湧出個所は，約40m離れて2か所あり，下の方を1号泉，上の方を2号線と呼んでいるが，いずれも火山泥流の亀裂から湧出し，付近一帯は温泉沈澱物で赤色を呈している。温度は，1号泉が16.7℃，2号泉が15.3℃で，1号泉は，湯殿山ホテルに引湯し加温利用していたが，現在は利用を中止している。

ホ) 仙人沢薬師湯

湯殿山ホテルから湯殿山神社に到る小径の，ほぼ中間に仙人沢祈禱所がある。ここから，南東方に入った渓谷中に湧出する冷鉱泉で，湯殿山神社参道からおよそ100m程東方にはいった所に位置している。安山岩の岩肌に，赤色の湯花が付着して，かつては同岩石の亀裂から湧出したことが推定されるが，現在の湧泉は，ほとんど河水の浸透によるもののようである。なお，仙人沢祈禱所には，神社参詣者のための宿舎が建てられている。

(4) 化 学 成 分

御神体源泉を選出し，その中分析結果を示せば次の表198の通りである。

本泉の含有成分は多種多様で，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-を主成分として比較的多くの遊離CO_2を介入するほか，Mn^{2+}及びFe^{2+}を多量に含有するのが特徴である。

表198　**湯殿山温泉**（源泉名　御神体）

1．ゆう出地　東田川郡朝日村大字田麦俣　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年6月18日）14時20分

(1) 泉温 53.0℃　天候 曇　気温 12.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）　（ゆう出状況 自然ゆう出）

(3) 性状 無色清澄にして微かに清涼味を有し，苦味を帯びる鹹味および鉄味を具へ弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 5.4　(5) ラドン含有量 $\times10^{-10}$Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年6月20日～昭和45年7月20日）

(1) 性状 苦味を帯び鹹味および鉄味を有し微弱酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 6.0　(3) 比重 1.0135（20℃）

(4) 蒸発残留物 13461mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.004	0.0040	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	602.2	15.40	6.66	塩素イオン Cl^-	7801	220.0	94.84
ナトリウムイオン Na^+	2576	112.0	48.43	臭素イオン Br^-	4.427	0.0554	0.02
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.992	0.0073	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+	0.250	0.0139	0.01	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	1508	75.25	32.53	硫酸イオン SO_4^{2-}	457.2	9.525	4.11
マグネシウムイオン Mg^{2+}	269.2	22.14	9.57	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	42.50	1.522	0.66	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.204	0.0021	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	126.5	4.606	1.99	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.034	0.3375	0.15	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	146.4	2.400	1.03
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	5128	231.3	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	28.35	0.6469		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	45.52	0.5830		ほう酸イオン BO_2^-	0.004	0.0001	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$	0.432	0.0040		水酸イオン OH^-			
計	74.30	1.234					
遊離炭酸 CO_2	924.0	21.00					
遊離硫化水素 H_2S				計	8410	232.0	100.0
計	924.0	21.00					
総計	14536						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含鉄・塩化土類－食塩泉（緩和・高張性高温泉）

湯殿山温泉（源泉名　出湯大神）

表199

1．　ゆう出地　　東田川郡朝日村大字田麦俣　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年6月18日）14時10分

(1) 泉　温　52.0℃　　天　候　曇　　気　温　12.0℃　　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出）

(3) 性　状　無色清澄にして微かに清涼味を有し，苦味を帯びる鹹味および鉄味を具へ弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　5.4　　(5) ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和45年6月20日～昭和45年7月20日）

(1) 性　状　苦味を帯びる鹹味および鉄味を具へ微弱酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.0　　(3) 比　重　1.0136（20℃）

(4) 蒸発残留物　13544 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.004	0.0040	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	597.4	15.28	6.57	塩素イオン Cl^-	7837	221.0	94.90
ナトリウムイオン Na^+	2594	112.8	48.52	臭素イオン Br^-	6.058	0.0758	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.872	0.0069	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	1514	75.55	32.49	硫酸イオン SO_4^{2-}	451.8	9.413	4.04
マグネシウムイオン Mg^{2+}	270.7	22.26	9.57	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	45.00	1.611	0.69	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.223	0.0023	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	128.5	4.679	2.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.044	0.3386	0.15	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	146.4	2.400	1.03
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	5153	232.5	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	**ミリグラム**	**ミリモル**		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	28.35	0.6469		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	48.09	0.6160		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.004	0.0001	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$	0.281	0.0026		水酸イオン OH^-			
計	76.72	1.266					
遊離炭酸 CO_2	968.0	22.00					
遊離硫化水素 H_2S				計	8442	232.9	100.0
計	968.0	22.00					
総計	14640						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．　泉　質　含鉄・塩化土類・食塩泉（緩和・高張性高温泉）

湯殿山温泉（源泉名　真名井大神）

表200

1．ゆう出地　東田川郡朝日村大字田麦俣　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年6月18日）14時30分

(1) 泉温 43.0℃　天候 曇　気温 12.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）　(ゆう出状況 自然ゆう出)

(3) 性状 無色清澄にして苦味を帯びる鹹味および鉄味を具へ微弱酸性反応を呈する。

(4) 水素イオン濃度（pH） 6.3　(5) ラドン含有量 ×10^{-10}Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年6月20日～昭和45年7月20日）

(1) 性状 苦味を帯びる鹹味および鉄味を具へ中性反応を呈する。

(2) 水素イオン濃度（pH） 6.7　(3) 比重 1.0138（20℃）

(4) 蒸発残留物 13735 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0005	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	620.9	15.88	6.75	塩素イオン Cl^-	7953	224.3	95.11
ナトリウムイオン Na^+	2637	114.7	48.75	臭素イオン Br^-	6.074	0.0760	0.03
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.855	0.0067	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	1538	76.75	32.62	硫酸イオン SO_4^{2-}	445.2	9.275	3.93
マグネシウムイオン Mg^{2+}	261.2	21.48	9.13	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	39.30	1.407	0.60	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.192	0.0040	0.00
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	130.0	4.733	2.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	3.046	0.3388	0.14	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	134.2	2.200	0.93
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	5229	235.3	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.015	0.0002	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	29.72	0.6782		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	46.78	0.5992		ほう酸イオン BO_3^{3-}	0.034	0.0008	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$	0.367	0.0034		水酸イオン OH^-			
計	76.87	1.281					
遊離炭酸 CO_2	352.0	8.000					
遊離硫化水素 H_2S				計	8540	235.9	100.0
計	352.0	8.000					
総計	14198						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含鉄・塩化土類・食塩泉（緩和・高張性高温泉）

(5) 触 媒 作 用

湯殿山温泉群のうち，出湯大神と八紘沢１号泉の２源泉について，過酸化水素の分解に関する触媒作用が観測されている。これらはいずれも触媒能を有し，その活性度は，表201，図291に示されるように，初期において減少するが，その後回復をつづける。出湯大神のほうが，つねに活性度が大である。

表201　触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	八紘沢１号(薬師湯)		出 湯 大 神	
	k′ ×10³	pH	k′ ×10³	pH
0	—	5.5	—	5.5
30	0.6300	5.6	0.9400	5.7
90	0.4051	5.8	0.6478	5.8
180	0.3567	5.9	0.6828	5.9
300	0.3043	6.1	0.5977	6.2
450	0.2671	6.3	0.5673	6.7
630	0.2730	6.6	0.5297	7.3
840	0.3005	6.7	0.5247	7.5
1080	0.2963	6.9	0.5962	7.7
1350	0.3690	7.0	0.7857	7.8

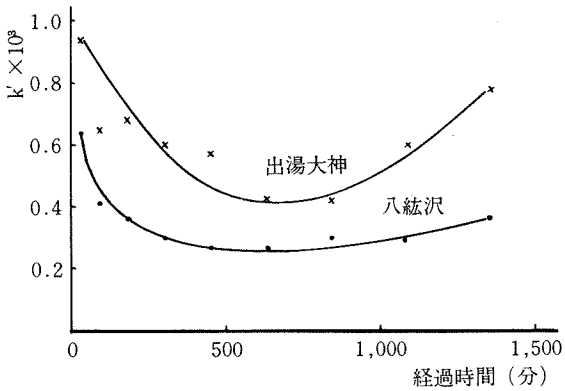


図291　触媒活性度の時間的変化

(6) 地球化学的考察

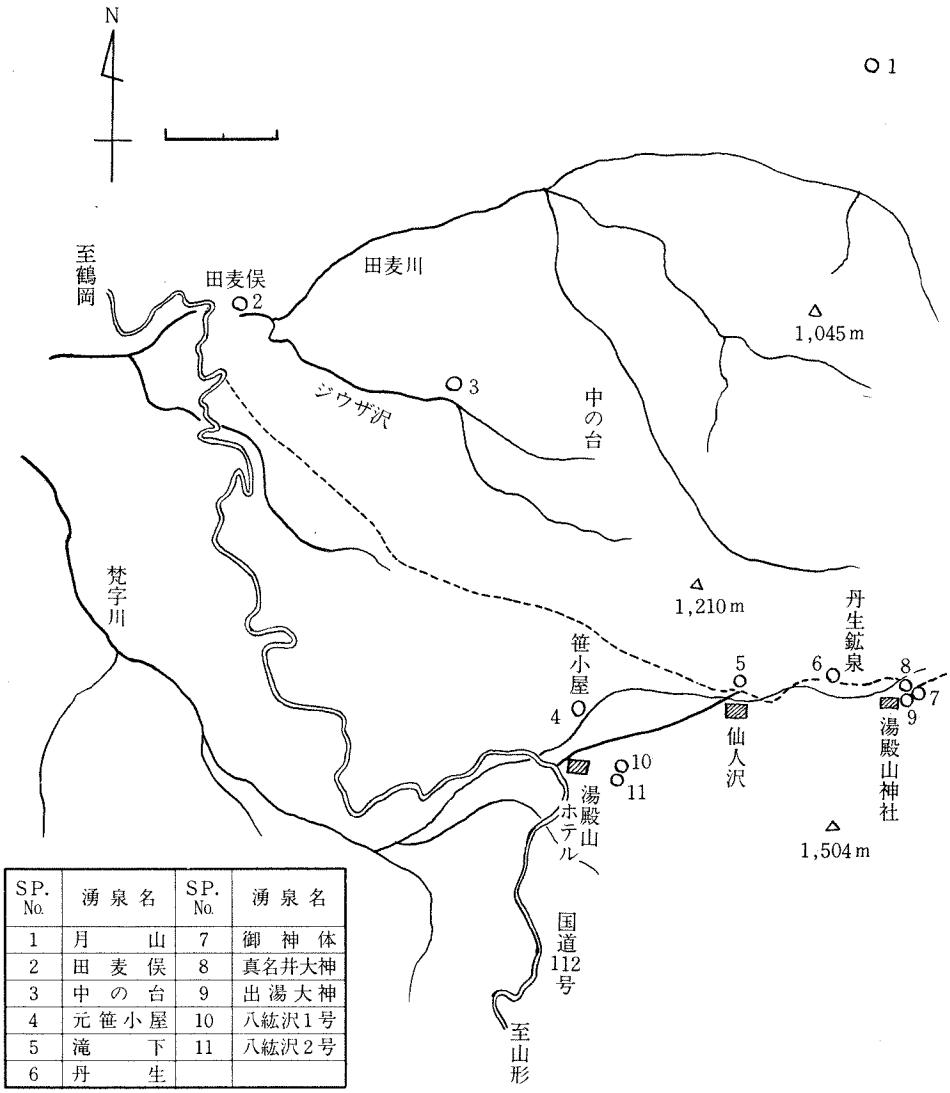
本温泉群に所在する各湧泉の分布状況は，図292に示したが，それらの分析結果は表202に示すとおりである。

分析結果によると，丹生鉱泉を除いていずれも炭酸及び鉄含有の食塩泉に属し，多くの Mn^{2+} を含有しているのが特徴である。

各成分の相互関係を，図293～図297に示した。

表202　湯殿山温泉群の分析結果　　(mg/ l)

SP No.	採水年月日	泉温(℃)	pH	溶存物質総量	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	H_2SiO_3	遊離CO_2
1	S. 34. 11. 15	8.5	5.4	6545	344.6	62.36	6.43	0.15	3539	61.73	774.7	74.65	1056
2	S. 39. 10. 7	30.5	6.5	21369	3966	111.6	8.90	5.10	11741	302.0	231.8	66.21	220.00
3	S. 39. 10. 8	13.0	5.9	2512	301.4	56.0	3.60	1.10	1340	32.10	91.50	20.77	88.00
4	S. 27. 7. 24	14.6	5.8	56016	7091	1008	37.12	42.86	32020	213.2	2272.	98.02	280.5
5	S. 39. 10. 6	16.0	5.9	2434	331.4	63.50	7.70	17.50	1102	299.6	85.40	45.44	492.8
6	〃	18.9	5.5	1825	255.0	42.70	19.20	16.10	726.9	394.2	183.0	27.26	1522
7	〃	52.7	5.8	16213	1819	127.8	35.40	141.6	7702	502.9	213.5	64.92	616.0
8	〃	41.9	6.1	14546	1781	126.0	37.10	138.5	7670	495.4	189.1	51.93	387.2
9	〃	50.5	5.8	13991	1787	143.3	36.30	148.8	7447	486.4	231.8	45.44	598.4
10	S. 39. 10. 5	15.3	5.5	10670	1185	159.7	14.20	7.70	5564	200.0	427.0	113.0	1320
11	〃	16.7	5.7	25580	2799	155.8	20.80	20.20	13262	356.4	829.6	114.3	1232



SP. No.	湧泉名	SP. No.	湧泉名
1	月山	7	御神体
2	田麦俣	8	真名井大神
3	中の台	9	出湯大神
4	元笹小屋	10	八紘沢1号
5	滝下	11	八紘沢2号
6	丹生		

図292　湯殿山温泉群とその周辺の湧泉分布図

これによると，Cl^-－溶存物質総量については正の相関関係を有し，SO_4^{2-}－溶存物質総量については，総体的には明確な関係は認められないが，細分して考えてみると，二つの直線関係が成立つようである。すなわち，湯殿山神社の神域に湧出するものと，それに比較的近距離にある湧泉が同一傾向に属し，一方，八紘沢，田麦俣，中の台，月山といった湯殿山神社の外郭部に湧出するものが一つの正の直線関係を示している。

HCO_3^-－溶存物質総量については，かなりのばらつきを示す。

以上のように，主たる陰イオンと溶存物質総量の関係から考えて，本温泉群に湧出する各湧泉は，一応同一水系のものとみてよかろう。

SO_4^{2-}及びHCO_3^-が不揃いになったのは，湧出途中においてのイオン交換によるものと考えられる。特に，SO_4^{2-}－溶存物質総量が，二つの直線関係を示すことになったのは，地質環境と湧出機

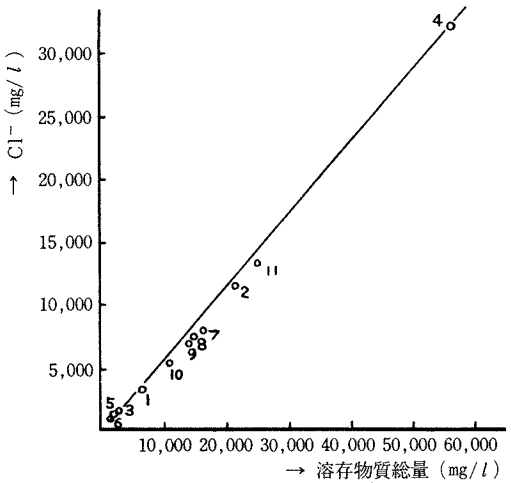


図293　Cl^-－溶存物質総量

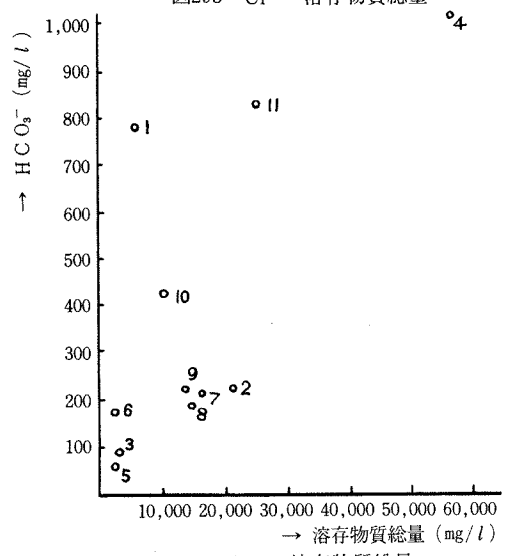


図294　HCO_3^-－溶存物質総量

構を知るうえに，なんらかの示唆を与えるものとして興味がある。

次に，Ca^{2+}－溶存物質総量については，ほぼ正の相関関係を示しており，前述の同一水系説を裏付けるものであろう。

pH－遊離CO_2は，負の相関傾向がうかがわれる。このことから考えて，本温泉群に湧出する各湧泉の弱酸性は，遊離CO_2に起因するものと考えてよい。なお，SP. No. 4 元笹小屋跡湧泉が，56,016mg/l の溶存物質総量を有することは特筆すべきことである。

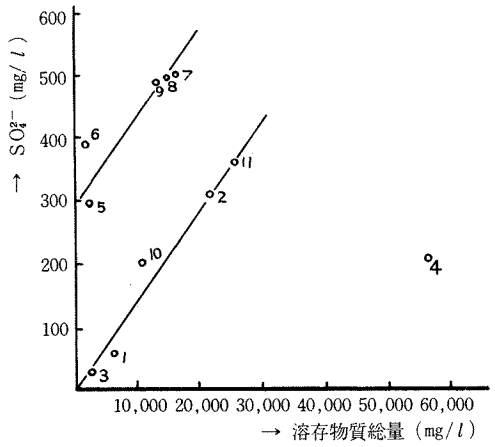


図295　SO_4^{2-}－溶存物質総量

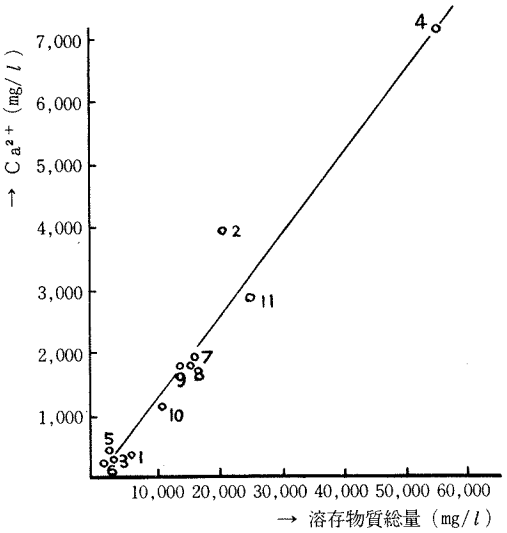


図296　Ca^{2+}－溶存物質総量

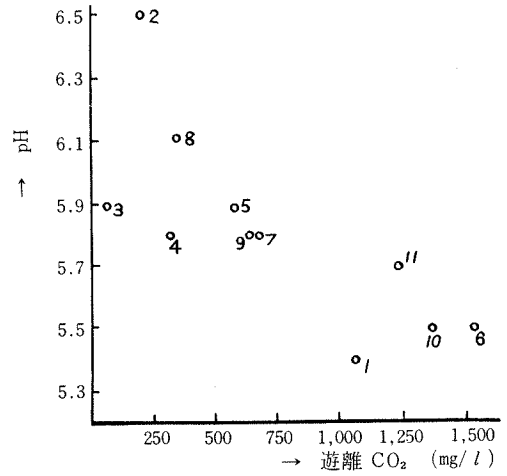


図297　pH－遊離CO_2

(7) 出羽三山地区及びその周辺における温鉱泉の地化学的特徴

山形県には，二つの火山帯が南北に走っている。その一つは奥羽山脈に沿った那須火山帯で，他の一つは，出羽丘陵に沿った鳥海火山帯である。今回の調査地域である出羽三山地区及びその周辺は後者に層する地帯である。

本地域に湧出する各温鉱泉の地化学的特徴について考えてみよう。

一般に，温泉の成分を支配するものは，岩漿からの発散物，それとの反応に与える途中の岩石の種類および熱水の上昇途中における沈着作用，あるいはイオン交換作用ならびに混入する地下水などの性質にあるものと考えられる。

さて本地域の特徴を知るために，まず表202の分析結果から20の温鉱泉を選び，Cl^-，ΣS（SO_4^{2-} Total H_2S 等）及びΣCO_2（HCO_3^-，CO_3^{2-}，CO_2 等のmol数を計算し，これら三者の%比を求め表203に示した。

表203　Cl－ΣS－ΣCO_2のmol %比

SP. No.	SP	Cl %	ΣS %	ΣCO_2 %
1	湯之沢	79.81	6.14	14.05
2	筍沢	26.69	4.07	69.23
3	川代	56.98	10.22	32.79
4	湯つぼ	21.52	7.28	71.19
5	月山	72.79	0.45	26.76
6	田麦俣	94.74	0.85	4.40
7	出湯大神	93.65	2.00	4.35
8	丹生	48.48	8.93	42.58
9	八紘沢1号	86.83	1.11	12.06
10	安藤鉱泉	0.99	0.32	98.69
11	草薙	73.13	7.69	19.16
12	新庄	62.59	0.06	37.35
13	今神	25.76	10.99	63.36
14	肘折	57.54	4.53	37.92
15	川土居	42.07	1.33	51.58
16	間沢	12.69	32.11	55.19
17	うなぎ湯	79.58	11.65	8.75
18	上野	91.57	7.11	1.31
19	左沢	85.92	0.56	13.51
20	古寺	36.58	3.03	60.36

表203のmol %比を三角座標で示すと，図298が得られる。

これによると，本地域の各温鉱泉は，Cl性ならびにΣCO_2性に富み，ΣS性に乏しいことが明確にうかがわれる。

このことは，本地域の温鉱泉の成因上に興味ある示唆を与えるものである。

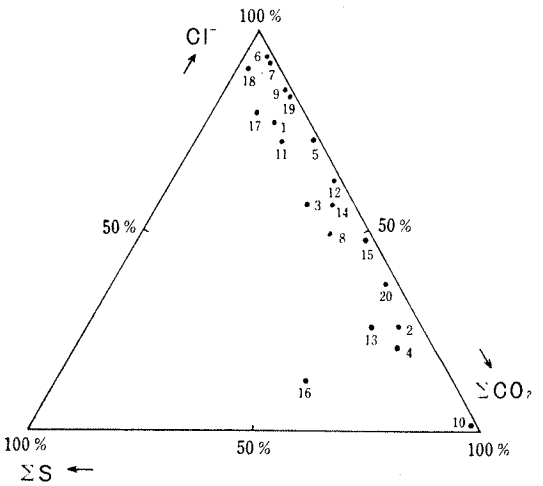


図298　CL－ΣS－ΣCO_2

(8) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，神経痛，運動器障害，創傷，慢性湿疹および角化症，虚弱児童の体質改善，女性性器慢性炎症，卵巣機能不全症，子宮発育不全症，月経障害，更年

期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　専門医の指示により決定すべし，稀釈飲用，長期連用は禁忌(亜砒酸その他のため)

飲用の禁忌症　特異な成分を著量に含有しているので飲用には温泉医の指導を要す。適用を得れば効果もある（貧血症・体質改善）

6. 田麦俣温泉

(1) 環境と沿革

本温泉は，月山の西麓を深く浸蝕した田麦川と，ジュウザ沢川との合流点付近にあって，鶴岡駅から34km，庄内，村山を結ぶ六十里越街道すじに位置し，積雪季を除いては，鶴岡市からバスの便がある。その所要時間は約２時間である。この付近は，狭い擂鉢型の山間盆地を形成し海抜300ｍで，夏期は，月山登山者の憩の場所として賑っている。現在，わかし湯旅館の１軒のみである。

本温泉はおよそ150年前徳川家斉将軍の頃，木材運搬人渋谷某等によって発見されたもので，部落共有の浴場を設け，他村からの浴客も多く，殷賑を極めたといい伝えられている。慶応年間，浴場倒壊のため一時中絶したが，その後，遠藤八右ェ門は部落よりその権利を譲り受け，一切の経営を単独で行い，1900年代の初期の頃相当の繁栄を続けたが，1932年４月雪融水の被害を受け，復旧の見込立たず，再び中絶の止むなきに至った。1949年２月，遠藤清夫（現旅館主）・渡辺安男・渋谷幸作等が新たに温泉掘さくを実施して，本温泉の再興をはかり現在に至っているのである。

(2) 地質と源泉状況

田麦俣付近の地質は，新第三系に属する安山岩・安山岩質凝灰岩のほか，砂岩・砂質礫岩と泥岩の互層および黒色ないし灰黒色の硬質泥岩などからなる堆積岩で構成されている。とくに，安山岩はこれらの累層の中部および上部にその発達が著しく，溶岩として同時堆積により夾在されたものである。

温泉地付近を，ほぼ東から西に向かって流れる田麦川は，１つの地質構造線として推定されるもので，現に温泉旅館付近の対岸の崖には，ほぼ東西に走る断層が認められる。したがって，当温泉の湧出も，この構造線に支配されているものと推定される。

この温泉は古くは田麦川の中州に露出する水成岩層の亀裂から，自然湧出していたものであるが，現在の源泉は，1964年に同場所の右岸に，斜め掘り（傾斜70°）して得られたもので，その掘さく柱状図は図299に示したように記録されている。

1972年11月の坑井の温度検層の結果によれば，湧出孔口での泉温は，28.5℃で，約20ｍまではケ

ーシングのため温度の変化はなく，20m～30mの間で約3℃の温度上昇がみられるが，以後孔底まで温度は緩慢に上昇し，孔底温度は32.1℃である。ただし，孔底の位置は，ボーリング深度の57.70mで，掘さく時から7年の間に約5m埋没している。なお，現在の自噴量は60 l /minで，泉温は38.5℃である。

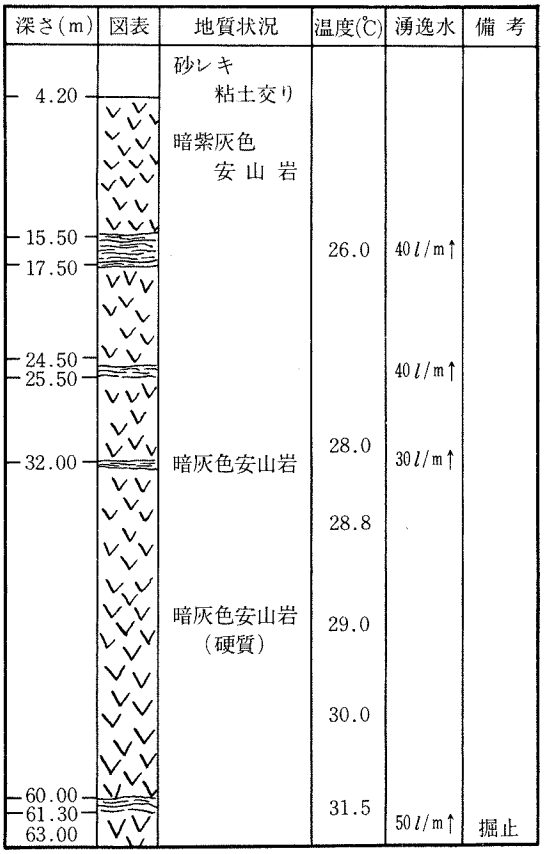


図299　田麦俣温泉掘さく柱状図（秋田市，KK伊藤ボーリング原図）深さは斜距離を示す。

(3) 化学成分

田麦俣源泉の中分析結果を示せば次の通りである。なお，本温泉の主成分は，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-で，そのほかFe^{2+}，Mn^{2+}を含有し，遊離CO_2を比較的多く介入している。

(4) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，神経痛，運動器障害，創傷，慢性湿疹および角化症，虚弱児童の体質改善，女性性器慢性炎症，卵巣機能不全症，子宮発育不全症，月経障害，更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　専門医の指示により決定すべし。貧血症には特効（鉄・マンガンの相乗作用）体質改善，稀釈飲用による胃腸病，慢性肝・胆道疾患，数倍の稀釈飲用がよい，長期連用は禁忌（亜砒酸その他のため）特異な成分を含有しているので，飲用には温泉医の指導が望ましいが，それだけ，適応を得れば卓効が得られる。

田麦俣温泉

表204

1．ゆう出地　東田川郡朝日村大字田麦俣　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年6月19日）9時50分

(1) 泉温 28.0℃　天候 小雨　気温 18.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）　（ゆう出状況 掘さく自噴）

(3) 性状 無色清澄にして苦味を帯びる鹹味および鉄味を有し微弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 5.9　(5) ラドン含有量 $\times 10^{-10}$ Curie （ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年6月20日～昭和45年7月20日）

(1) 性状 苦味を帯びる鹹味および鉄味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 6.6　(3) 比重 1.0209 （20℃）

(4) 蒸発残留物 20825 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

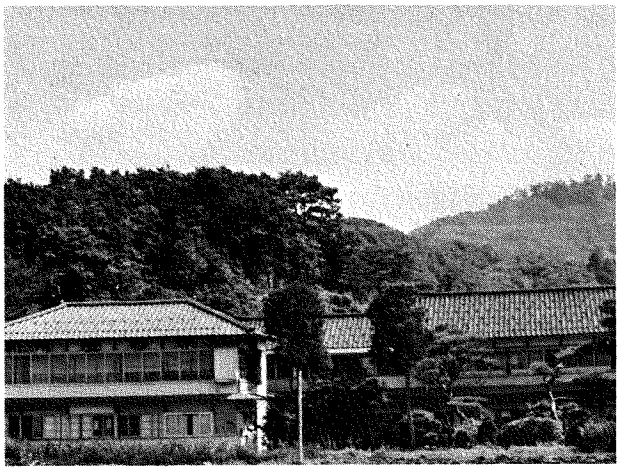
本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0013	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	29.33	0.7501	0.21	塩素イオン Cl^-	12517	353.0	97.02
ナトリウムイオン Na^+	4324	188.0	51.77	臭素イオン Br^-	30.10	0.3767	0.10
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	1.100	0.0087	0.00
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	3171	158.2	43.56	硫酸イオン SO_4^{2-}	301.6	6.283	1.73
マグネシウムイオン Mg^{2+}	184.0	15.13	4.17	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	15.90	0.5694	0.16	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	4.650	0.1693	0.05	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.468	0.2745	0.08	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	256.2	4.200	1.15
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	7731	363.1	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	56.67	1.293		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	52.00	0.6660		ほう酸イオン BO_2^-	0.026	0.0006	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$	0.216	0.0020		水酸イオン OH^-			
計	108.9	1.961					
遊離炭酸 CO_2	220.0	5.000					
遊離硫化水素 H_2S				計	13106	363.9	100.0
計	220.0	5.000					
総計	21166						
その他							
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　含臭素・塩化土類・食塩泉（緩和・高張性微温泉）

7. 新 山 温 泉

(1) 環境と沿革



新山温泉は，鶴岡駅の南西方5.5 kmにあり，湯田川温泉に近く，鶴岡・新山間のバスを利用すれば，約20分で到達することができる。名峰金峰山の北麓に位置し，庄内平野にのぞむ低い丘陵に囲まれた閑静な環境の中にあり，卓効のある療養温泉として，古くから著名である。

現在，内湯旅館が2軒あって，四季をとわず療養客が絶えない。

本温泉の起源は明らかでないが，古来から一名「橘の湯」と呼ばれ，徳川時代には，新山部落にある念故庵住職が，代々この霊泉をわかして入浴させ，地方の人々に感謝されていたと云い伝えられている。

明治初年にいたって，初めて旅館がたち，神経痛，リウマチ等の療養効果が広く紹介され，今日にいたっている。

(2) 地 形 と 地 質

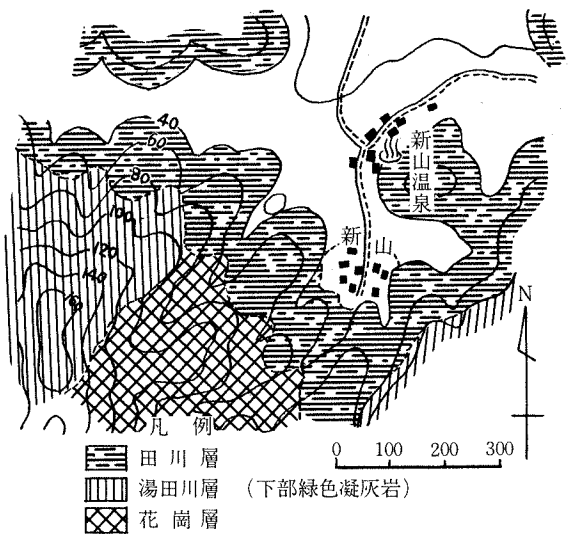


図300 新山温泉付近地形および地質図

本地域は，金峰山（458.6 m）から北に延びた山なみが，庄内平野に没するところにあって，周辺は，数10 mの低丘陵地からなり，わずかに北に開いた小沖積平地が庄内平野に続いている。

この地域の地質は，花崗岩，新第三系水成岩層及び沖積層から構成されている。花崗岩は，温泉地の南西方，数100 mの地帯から金峰山にかけて分布し，本地域の基盤を構成している。新第三系水成岩層は，湯田川温泉付近と同様，下位の湯田川層（緑色凝灰岩・角礫凝灰岩・凝灰質泥岩の累層）及びこれを不整合に被う田川層（凝灰岩お

よび角礫凝灰岩）とからなるが，温泉地周辺の低丘陵地はすべて田川層のみからなり，湯田川層は，花崗岩露出地帯の東西両方をしめる山地帯に発達している。そして，温泉地と金峰山を結ぶ北々東－南々西方向に背斜軸を形成しているものと考えられ，温泉地付近では，田川層の下部は，直接基盤の花崗岩に接するものと推定される。

(3) 源 泉 状 況

現在利用している源泉は，２本あるが，深さ数ｍのきわめて浅い井戸で，泉温も12～14℃と低く，自噴しないため，必要に応じて動力揚湯し，加温のうえ浴用に供している。

そのほか，深度60ｍの掘さく源泉が１本あり，泉温27.2℃で，相当多量の微温泉が自噴しているが，薬効がおとるとの理由で旅館では使用せず，個人の自家用として，浴用や雑用水に利用されているにすぎない。

(4) 化 学 成 分

石川屋源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Ca^{2+}，SO_4^{2-}等である。

新山温泉（源泉名　金沢屋源泉）

表205

1．ゆう出地　鶴岡市大字高坂字金沢1　（標高　m）								
2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年６月５日）14時10分								
(1) 泉　温　13.7℃　天　候　曇　気　温　20.5℃　気　圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）（ゆう出状況　自然湧出）								
(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち微弱アルカリ性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　6.7　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）								
3．試験室における試験成績（昭和44年６月７日～昭和44年６月30日）								
(1) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち微弱アルカリ性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　6.8　(3) 比　重　1.0006　(20℃)								
(4) 蒸発残留物　713.0 mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水１kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	6.845	0.1751	1.87	塩素イオン Cl^-	56.27	1.587	16.25	
ナトリウムイオン Na^+	113.6	4.939	52.64	臭素イオン Br^-				
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-				
アンモニウムイオン NH_4^+	1.400	0.0778	0.83	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	62.46	3.117	33.22	硫酸イオン SO_4^{2-}	310.3	6.465	66.17	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	12.64	1.039	11.07	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	0.250	0.0045	0.05	
フエロイオン Fe^{2+}	0.225	0.0081	0.09	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.514	0.0053	0.05	
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.499	0.0104	0.11	
マンガンイオン Mn^{2+}	0.425	0.0155	0.17	燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.094	0.0105	0.11	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	100.7	1.650	16.89	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.030	0.0010	0.01	

計	197.7	9.382	100.0	水硫イオン HS^-	1.472	0.0446	0.46
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.077	0.0010	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	76.62	0.9814		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	76.62	0.9814					
遊離炭酸 CO_2	48.40	1.100					
遊離硫化水素 H_2S	3.329	0.0979		計	470.1	9.769	100.0
計	51.73	1.198					
総計	796.2						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　単純硫化水素泉（緊張低張性冷鉱泉）

新山温泉（源泉名　石川屋源泉）

表206

1．ゆう出地　鶴岡市大字高坂字金沢　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年6月5日）13時15分

(1) 泉温　19.0℃　天候　晴　気温　20.2℃　気圧　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出）

(3) 性状　極微黒緑色澄明にして微かに苦味を有し中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.3　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年6月7日～昭和44年6月30日）

(1) 性状　極微黒緑色澄明にして微かに苦味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.3　(3) 比重　1.0010（20℃）

(4) 蒸発残留物　1135 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	27.35	0.6995	4.36	塩素イオン Cl^-	39.72	1.120	6.89
ナトリウムイオン Na^+	177.1	7.700	47.94	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.400	0.0222	0.14	ヒドロ炭酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	149.7	7.470	46.51	硫酸イオン SO_4^{2-}	714.4	14.88	91.48
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.701	0.1399	0.87	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.307	0.0110	0.07	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.136	0.0014	0.01
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.048	0.0010	0.01
マンガンイオン Mn^{2+}	0.125	0.0046	0.03	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.116	0.0129	0.08	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	16.01	0.2625	1.61
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	356.8	16.06	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.008	0.0001	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	16.90	0.2164		ほう酸イオン BO_2^-	0.001	0.0005	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	16.90	0.2164					

遊離炭酸 CO_2	19.25	0.4375					
遊離硫化水素 H_2S				計			
計	19.25	0.4375					
総計	1163						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質	含石膏芒硝泉（緩和低張性冷鉱泉）						

(5) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症，動脈硬化症，末梢循環障害，リウマチ性疾患，神経痛，慢性金属中毒症，糖尿病，創傷，皮膚掻痒症，慢性湿疹，苔癬，脂漏性疾患，凍瘡，慢性膿皮症，運動障害，女性性器慢性炎症

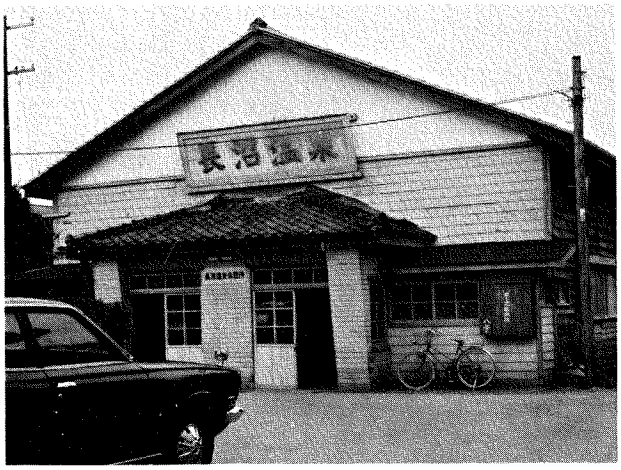
浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症，すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，出血性疾患，重い心臓病，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病，慢性金属中毒症，リウマチ性疾患，痛風および尿酸素質，慢性便秘，運動障害，慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

8. 長 沼 温 泉

(1) 環境と沿革



長沼温泉は，庄内平野のほぼ中央部，やや南寄りの位置にあって，鶴岡駅の北東方およそ9km，藤島町長沼部落の東端に位置している。鶴岡駅前から直接，温泉行きのバスの便があり，約35分で到達することができる。そのほか鶴岡・酒田間のバスを利用するときは，新田停留所から東へ約2kmを徒歩によらなければならない。

この温泉は，帝国石油株式が採油の目的で試掘した，藤島層1号井から湧出したものである。すなわち，同社は，1948年12月石油試掘井を開坑し，翌1949年10月に深度1,503mまで掘進した。そして，深度1,198mから1,203mの間にガスの良好な徴候が認められたので，このガスを採取するため，弾丸穿孔を行ったところがガスとともに，多量の温泉の噴出をみたのである。その後，当時の長沼村当局が，この掘さく井の権利を買収し，温泉利用の共同浴場を建設するなど，温泉場の開発に努めたが，藤島町との町村合併にあたって，長沼温泉組合にその権利をゆずり今日に至っている。

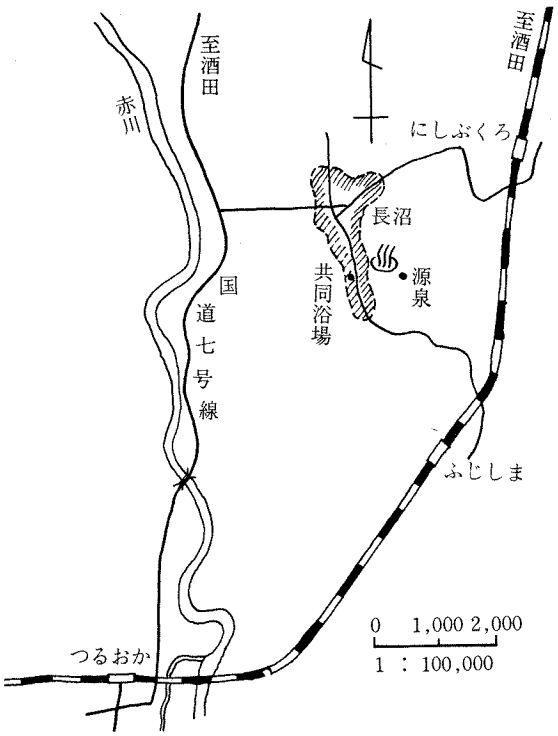


図301 長沼温泉環境図

(2) 地　　質

掘さく井によると，本地帯の地下地質状況は表207の通りである。

表207　掘さく井の地質状況

深　度　m	層厚m	地層名	主　要　岩　石	そ　の　他
0 ～ 90	90	沖積層	砂，礫，粘土	78m付近にガス徴候
90 ～ 180	90	寺内層	砂岩，礫岩	
180 ～ 520	340	観音寺前	砂質頁岩，礫質砂岩	
520 ～ 860	340	北俣層	灰色頁岩，最下底に花崗砂岩	530mにガス徴候
860 ～ 1,081	221	草薙層	灰色硬質頁岩，緑色凝灰岩	
1,103 ～ 1,104	1		黄鉄鉱にとむ安山岩質凝灰岩	
1,104 ～ 1,196.6	92.6		玄武岩	
1,196.5～ 1,208.5	12		黒色硬質頁岩，下半部に黄鉄鉱細脈発達	ガス徴候，温泉湧出
1,208.5～ 1,213.5	5		変質した緑色凝灰岩，石英脈有する灰黒色砂岩帯緑色礫岩	
1,213.5～ 1,226	12.5	台島層	帯緑色頁岩，砂岩，礫岩の互層	
1,226 ～ 1,500	274		玄武岩，緑色凝灰岩，角礫凝灰岩帯赫色頁岩および礫質砂岩を夾む	

(3) 源泉状況

この温泉で，最初の噴湯当時は，およそ180 l /minの温泉（泉温62～66℃）と，約660m³/dayの天然ガスを自噴した。天然ガスの容積組成は，メタン96.2%，窒素3.8%である。しかし，約2か月後の調査結果では，温泉の自噴は135 l /minに急減している。その後，日時の経過につれて，泉温・泉量・ガスともに漸次減少し，3年後の1952年末の調査では，泉温は54 l /min，泉温56.2℃，ガス量240m³/dayまでに減少した。そこで，泉量増加の目的でエアコンプレッサーによる揚湯を実施し，一時130 l /minまで回復したが，再び湧出量の減少と泉温低下の一途をたどった。参考のためその推移を次に示すこととする。

表208　泉温および湧出量の推移

測定期日	1949 XI.10	1949 XII.15	1951 VI. 2	1951 XI.25	1952 末	1953 VI.14	1954	1961 VII. 3	1970 XI. 9
泉　温　℃	62～66	61	57.8	57.6	56.2	57	57	53 *	40
湧出量l/min	181	135	77.1	72	54	61	46	—	45

＊共同浴場浴槽流入口からの推定

以上の表からわかるように，この源泉が自噴し初めてから今日まで，20余年になるが，この間に，約20℃の泉温低下を来たしたことになる。また，湧出量は，自噴の場合についてみれば，初めの数年間に約$\frac{1}{4}$と著しい減少を来たした。その後エアコンプレッサーによる動力揚湯に切り換えたとはいえ，一応安定な湧出量を示している。なお，天然ガスの湧出は現在2.5 l /hと，まことに微々たるものにすぎない。

(4) 化 学 成 分

長沼源泉の中分析結果を示した。

本泉は，比較的多くの溶存物質を含み，Na^+，Ca^{2+}，Cl^-，を主体とし，Br^-の含量も多い。また，SO_4^{2-}含有量が少なく，HS^-および遊離H_2Sが比較的多いのが特徴である。

表209

長 沼 温 泉

1．ゆう出地　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和42年5月18日）13時5分

(1) 泉温 43.2℃　天候 曇　気温 18.5℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　）

(3) 性状 無色清澄にして苦味を帯びる鹹味を有し，弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 7.7　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$Curie（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和42年5月26日～昭和42年7月7日）

(1) 性状 無色清澄にして苦味を帯びる鹹味を有し，中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.1　(3) 比重 1.019（20℃）

(4) 蒸発残留物 26.170 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	108.7	2.780	0.62	塩素イオン Cl^-	15845	446.8	99.25
ナトリウムイオン Na^+	7841	340.9	75.76	臭素イオン Br^-	38.85	0.4861	0.11
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	5.076	0.0400	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	13.00	0.7222	0.16	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	1962	97.90	21.76	硫酸イオン SO_4^{2-}	41.56	0.8652	0.19
マグネシウムイオン Mg^{2+}	91.13	7.494	1.67	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.216	0.0077	0.00	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	1.400	0.0510	0.01	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.782	0.0870	0.02	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	108.3	1.776	0.39
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.336	0.0112	0.00
計	10018	449.9	100.0	水硫イオン HS^-	5.953	0.1804	0.04
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.763	0.0099	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	61.93	1.413		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	77.22	0.9891		ほう酸イオン BO_2^-	1.798	0.0420	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.009	0.0005	0.04
計	139.2	2.402					
遊離炭酸 CO_2	5.210	0.1184					
遊離硫化水素 H_2S	1.346	0.0396		計	16048	450.2	100.0
計	6.556	0.1580					
総計	26212						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						

4．泉質　含硫化水素・臭素および塩化土類強食塩泉（緩和高張性高温泉）

(5) 地球化学的考察

イ) 泉　　質

表210に温泉分析表を示したが，これは，浴場入口において採取した温泉水についての結果である。これによれば，泉質は，含臭素および塩化土類強食塩泉に相当し，緩和性高張高温泉に属する。臭素イオンおよびヨウ素イオン濃度の塩素イオン濃度に対する比を求めると，$Br^-/Cl^-=0.42\times10^{-2}$ $I^-/Cl^-=0.034\times10^{-2}$ となるが，これらの値は本邦油田の付随水に関する対応する値とほぼ等しい。ホウ酸含有量の多いことから考えても，この温泉の起源は，他の油田付随水とおなじであることが明らかである。

ロ) 泉質の時間的変化

源泉および浴場入口において，これまで観測された結果は表211のとおりである。とくに，1952年には毎月1回，源泉の化学分析が行われたので，これはべつに表212として示す。なお，掘削当時からの湧出量と泉温の推移も，表213にかかげることにする。表211には，坑水の分析値が付記されているが，これは深度1,198～1,206 mの区間の坑内を，直接採取して分析したもので，さらに，その欄に泉温118℃とあるのは坑底温度をさす。また，表211と表212とにCl^-と記してあるのは，すべてハロゲンイオンの総和を，それと当量な塩素イオンの濃度で表わしたものである。

表210　長沼温泉分析表

採水日時	1961年7月3日，14時30分			
Ta	24.6℃			
Tw	45.0℃			
T-Re	29.580 g / l			
	イ　オ　ン　表			
陽イオン	mg/ l	m-mol / l	meq/ l	meq%
K^+	647.7	16.56	16.56	3.72
Na^+	7295	317.2	317.2	71.37
Ca^{2+}	2045	51.06	102.1	22.97
Mg^{2+}	103.6	4.260	8.520	1.93
Fe^{2+}	0.33	0.0059	0.012	0.00
Mn^{2+}	1.22	0.0222	0.0444	0.01
Al^{3+}	0.14	0.0052	0.016	0.00
陽イオン計	10093	389.1	444.5	100.00
陰イオン	mg/ l	m-mol / l	meq/ l	meq%
Cl^-	15685	442.3	442.3	99.50
Br^-	65.65	0.8215	0.8215	0.18
I^-	5.25	0.0415	0.0415	0.01
SO_4^{2-}	40.3	0.412	0.824	0.19
HCO_3^-	28.38	0.4652	0.4652	0.12
陰イオン計	15825	444.0	444.5	100.00
HBO_2	53.86	1.229		
H_2SiO_3	65.0	0.833		
H_2S	8.37	0.246		
計	127.2	2.308		
総　　計	26045	835.4		

表211を用いて，源泉の泉質の経年変化を調べる。1949～1952年の期間の資料から，この間の変化をみると，まず泉温の低下が目だつ。Ca^{2+}，Cl^- 濃度は減少をたどり，SO_4^{2-} や H_2S 濃度は逆に増加する。このような変化にもかかわらず，HCO_3^- 濃度はほとんど不変のままである。1953年の分析値が，上記とは多少異なる傾向を示すのは，同年の初頭に，坑井に人工的手段（弾丸穿孔）を加えたためである。しかし，浴場入口における温泉水の分析結果からみても，HCO_3^- を除いて，上記のことは

この期間だけでなく，一般的な傾向のように思われる。浴場における泉質変化から判断すると，源泉ではこれらの変動に加えて，pHが減少し，ケイ酸および全蒸発残留物も年月の経過につれて減少しつつあるものと考えてよかろう。表213にみられるように，湧出量も時間の経過につれて減少していることがわかる。

表211　泉質の経年変化

測定月日	坑水	源泉				浴場	
	'49. XI. 10	'49. XII. 15	'52. I. 14	'52. XII. 6	'53. VI. 14	'53. VI. 14	'61. VII. 3
泉温 (℃)	118	61.0	57.1	55.7	57.0	48.6	45.0
pH	6.4	7.7	7.9	7.7	7.6	7.3	7.2
全蒸発残留物 (g/l)	26.56	25.88	27.31	26.67	32.47	31.86	29.58
NH_4^+ (mg/l)		0.69	—	—	11.5	7.8	
Ca^{2+} (mg/l)	6,954	2,341	2,220	2,076	2,450	2,320	2,045
Fe^{2+} (mg/l)	—	4.29	0.31	1.23	3.27	2.97	0.33
Mn^{2+} (mg/l)	—	—	1.78	1.33	2.39	1.67	1.22
Cl^- (g/l)	13.09	15.95	14.45	13.94	15.70	1,586	15.71
SO_4^{2-} (mg/l)	71.0	4.9	—	28.3	25	16	40.3
HCO_3^- (mg/l)	45.1	69.2	—	70.8	42.4	57.8	28.4
H_2SiO_3 (mg/l)*	—	93.0	—	(26.5)	(25.3)	57.2 (22.4)	65.0
H_2S (mg/l)	—	0.41	—	3.6	3.90	4.17	8.37

* 測定値のうち括弧中に示したものは比色法により，他は重量法により求めた。

表212　源泉における泉質の経月変化（1952）

観測月日	時刻	天候	気温(℃)	泉温(℃)	pH	溶存物質総量 (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Mn^{2+} (mg/l)	Fe^{2+} (mg/l)	Cl^- (g/l)
I. 14	11h25m	雪	2.7	57.1	7.9	27.31	2,220	1.78	0.31	14.45
II. 4	11.25	曇	−0.8	56.8	7.8	27.29	2,207	1.61	trace	14.30
III. 10	10.19	曇	4.1	56.8	7.9	27.52	2,152	1.66	0.54	14.39
IV. 12	10.25	曇	5.5	56.6	7.7	27.15	2,161	1.65	0.60	14.23
V. 5	10.35	雨	4.3	56.8	7.8	27.57	2,168	1.71	0.75	14.37
VI. 7	10.15	晴	19.0	56.8	7.7	27.41	2,143	1.69	0.81	14.26
VII. 5	10.15	晴	19.8	56.6	7.7	27.25	2,092	1.58	1.15	14.28
VIII. 1	14.55	晴	27.2	56.6	7.7	27.40	2,155	1.54	0.42	14.30
IX. 7	10.05	晴	25.3	56.2	7.6	27.38	2,153	1.50	0.69	14.17
X. 14	10.20	晴	15.0	56.3	7.6	26.99	2,124	1.51	0.58	14.19
XI. 8	10.10	曇	9.7	56.5	7.7	26.94	2,094	1.62	1.01	14.40
XII. 6	10.35	雪	3.7	55.7	7.7	26.67	2,076	1.33	1.23	13.94

表213　源泉の湧出量および泉温の推移

測定期日	1949. XI. 10	1949. XII. 15	1951. VI. 2	1951. XI. 25	1953. VI. 14	1954.
泉温 (℃)	62−−66	61.0	57.8	57.6	57.0	57.0
湧出量 (l/min)	181	135	77.1	72.0	61.0	46

1952年には，年間を通じて各月の泉質を観測したので，その変動のようすを図302に示す。1952年には，源泉は自然のままの状態が保持されていた。図からわかるように，時間の経過につれて直線的に化学成分含有量が減少したり，泉温が低下するわけではないが，総体的に考えて，鉄分を除けば曲折はあるものの，化学成分濃度は減少の方向をたどることは明らかである。図303～304にみられるように，Cl^-，Ca^{2+}，Mn^{2+}の各イオンの含有量は，泉温と順相関を保って変動する。pHや全蒸発残留物も泉温と順相関をなす。鉄分だけが図306のように泉温と逆相関をなすが，これは，泉温の上昇につれてpHが高くなり，Fe^{2+}が加水分解して，沈殿しやすくなるためであろう。

ハ） 引湯による泉質変化

1953年6月に，源泉と浴場入口の2試水について泉質をしらべた（表211）。源泉・浴場間の距離は約500mあるが，この間で，泉温は57.0℃から48.6℃に，8.4℃の低下をきたす。全蒸発残留物は約2％減少し，他の多くの化学成分も，一般にその濃度を引湯により減少する。その減少率は，10％を越すのがふつうで，ただCl^-だけはこの間において，ほとんど変化をしない。Ca^{2+}，SO_4^{2-}，

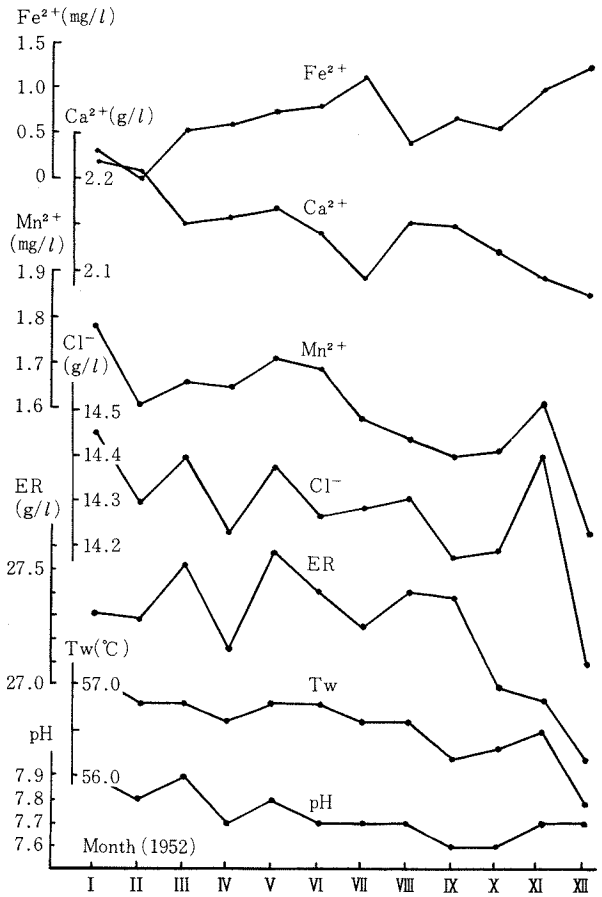


図302　泉質の経月変動

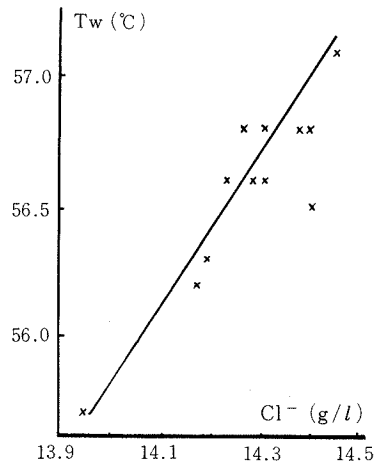


図303　泉温とCl^-との関係

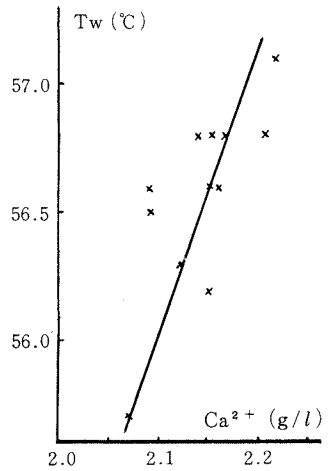


図304　泉温とCa^{2+}との関係

HCO_3^-などの濃度の減少は，引湯の途中において，$CaSO_4$ や $CaCO_3$ として沈殿するからである。Fe^{2+} や Mn^{2+}などの重金属イオンの濃度低下は，加水分解によるこれらのイオンの沈殿に帰してよかろう。

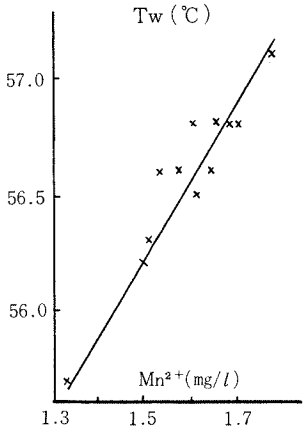


図305　泉温とMn^{2+}との関係

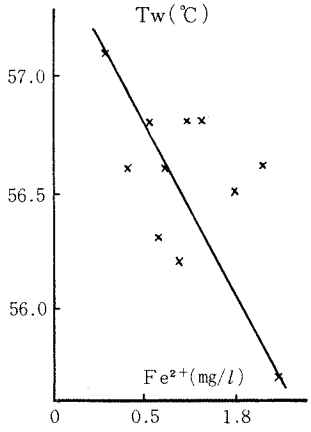


図306　泉温とFe^{2+}との関係

ニ）　温泉沈殿物

源泉のパイプには，2種の沈殿物がみられる。湧出口付近に付着するものは，黒ずんだ結晶で，それよりも下部に沈積するものは，白色の結晶である。顕微鏡観察によって，これらの結晶は，いずれも方解石と同一結晶形であることがわかった。これらの化学組成は表214のとおりで，方解石を主体とすることが明らかである。源泉中に溶けていた$Ca(HCO_3)_2$が，坑井を上昇しつつある間に，水圧を減じてCO_2を放出し，$CaCO_3$がパイプに沈殿するものと考えられる。そのとき，同時にFe_2O_3やMnOなども，共沈するものと推定される。

表214　温泉沈殿物の化学組成（%）

化学成分	黒色沈積物	白色沈積物
SiO_2	2.27	0.86
Fe_2O_3	35.19	3.57
MnO	0.36	0.00
$CaCO_3$	59.87	94.74
$MgCO_3$	0.78	0.62
$NaCl$	0.90	0.46
Na_2SO_4	0.61	0.00
合　計	99.98	100.25

(6)　適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患および神経痛，運動器障害，創傷，慢性湿疹および角化症，虚弱児童，女性性器慢性炎症，卵巣機能不全症，子宮発育不全症および月経障害，更年期障害，含有成分とくに食塩含有が多く，従ってあたたまる温泉としていたみのある疾患によい。

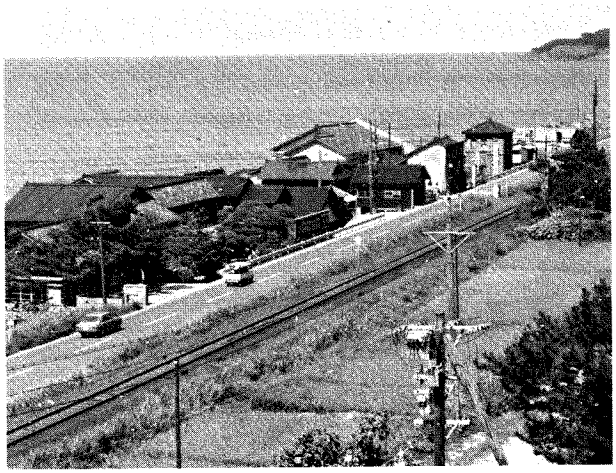
浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血その他一般に病勢進行中の疾患，妊娠中。

飲用の適応症　慢性消化器疾患，慢性便秘（5倍程度に稀釈して飲用するとよい）

飲用の禁忌症　腎炎，ネフローゼ，高血圧症，その他一般に水腫傾向にあるとき。

9．湯野田温泉

(1) 環境と沿革



この温泉は，羽越線吹浦駅の北方1.7kmに位置し，吹浦部落からバスを利用すれば，わずか７分で到達できる。この地域は，東に鳥海山の山裾を負い，西は日本海にのぞんだ風光明媚な地帯である。国道７号線の沿線にあって，また，名峰鳥海山の登山口として，あるいは海水浴場として著名な吹浦を近くにひかえているので，四季を通じて浴客が絶えない。

この温泉は，古来から当地の水田のところどころに自然湧出していたものを，1828年（文政11年）に初めて浴場を設置して営業を行ったのが初まりであるといい伝えられている。その後，1862年（文久２年）に現在の能登屋が開業し，引き続き酒田屋が開業して現在にいたっている。

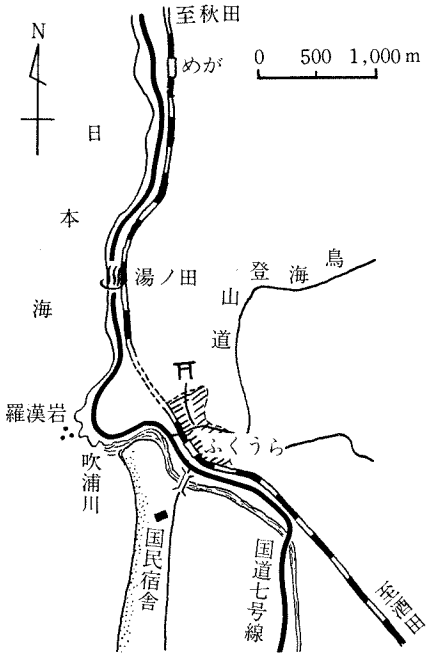


図307 湯ノ田温泉環境図

(2) 地　　質

この地区の地質は，鳥海火山の新期熔岩や泥流から構成されている。熔岩は灰色の含かんらん石・輝石安山岩で，この地区の南東部に分布するが，あまり広範囲ではない。この熔岩の下部に泥流がくるが，湯野田の北部や南部に広く分布し，海岸線に沿って切り開かれた道路によく見られるほか，海岸にも露出している。また，この岩層には鳥海火山系の熔岩を含み，その直径は１mに及ぶものもある。

(3) 源泉状況

源泉は，汀線近くに自然湧出するものが大部分で，21.5℃～29.5℃の微温泉が７か所に点在する。現在利用されているのは２源泉で，そのうち，酒田屋源泉は，国道７号線と羽越線との間にはさまれた所にあって，泉

温27.5℃，40cm四方のコンクリート槽に貯湯し，これを引湯利用している。また，能登屋源泉は，旅館敷地内にあって，泉温28℃，1.5m×2.5mのコンクリート槽に温泉水を集め，貯湯したものを引湯利用している。なお，各湧泉個所は，酒田屋源泉を除いて，ほぼ一直線上に並んでいるが，温泉の湧出に密接な関係をもつような構造線は，みあたらない。したがって，このような直線的な配列は，温泉水の地下流動と海水の圧力との均衡関係から考察すべきものであろう。また，温泉水には多量のガスを含むので，その湧出能力は強い。

(4) 化 学 成 分

イ) 分析結果

能登屋源泉と酒田屋源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Cl^-，HCO_3^-で，そのほか著量の遊離CO_2を介有している。

ロ) 考 察

表197

	能登屋源泉	酒田屋源泉
採水月日	1961. Ⅶ. 2	1961. Ⅶ. 2
気温 ℃	25.7	25.7
泉温 ℃	27.9	28.6
pH	6.7	6.5
全蒸発残査	11,200 mg/l	5,376 mg/l
K^+	174	61.4mg/l
Na^+	3,824	1,682
Ca^{2+}	246	101
Mg^{2+}	60.4	37.8
Fe^{2+}	4.45	3.17
Mn^{2+}	Tr	Tr
Al^{3+}	1.05	1.00
Cl^-	5,697	2,347
Br^-	—	—
I^-	—	—
SO_4^{2-}	0.0	0.0
HCl_3^-	1,811	1,170
HBO_2	69.5	39.6
H_2SiO_3	135	131
CO_2	385	382
H_2S	—	—

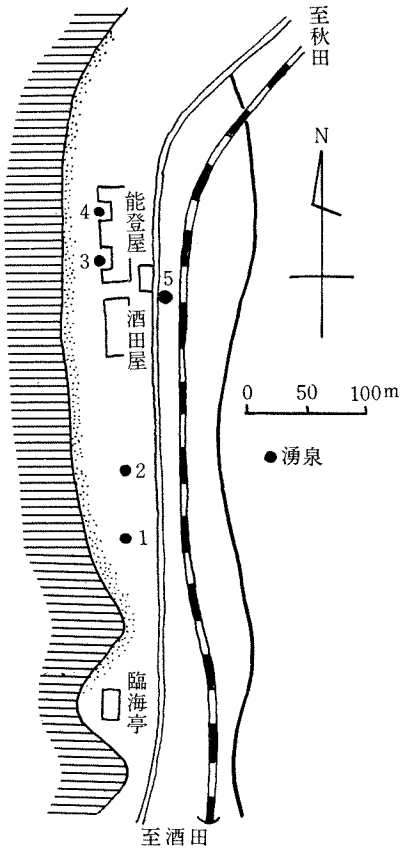


図308 湯野田温泉の源泉分布図
No.4 能登屋源泉
No.5 酒田屋源泉

この分析結果から，本温泉では，CO_2とHCO_3の濃度が著しく顕著であることが目立っている。そして，主要成分の当量濃度を求めると，$Na \fallingdotseq Cl^-$の関係がみられ，温泉水はNaClを主成分とし，$Ca(HCO_3)_2$などを付随するものであることがわかる。また，この温泉は，わが国の油田塩水とほぼ同一組成を示すことが，分析結果から認められ，本温泉が海水そのものを起源とすると考えるよりは，むしろ，油田塩水と同じ成因を有するものとみた方が正しい。

湯野田温泉（源泉名　能登屋源泉）

表216

1．　ゆう出地　　鮑海郡遊佐町大字吹浦字湯野田　10　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年7月22日）11時25分

(1) 泉　温　28.0℃　　天　候　小雨　　気　温　25.2℃　　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出）

(3) 性　状　無色清澄にして異臭なく清涼刺戟性鹹味および鉄味を具え中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.5　　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和43年7月29日～昭和43年9月28日）

(1) 性　状　鹹味および鉄味を有し中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.8　　(3) 比　重　1.011　（20℃）

(4) 蒸発残留物　11649 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	187.7	4.801	2.45	塩素イオン Cl^-	5869	165.5	84.24
ナトリウムイオン Na^+	3703	161.0	82.09	臭素イオン Br^-	18.96	0.2373	0.12
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	7.298	0.0575	0.03
アンモニウムイオン NH_4^+	3.602	0.2001	0.10	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	247.4	12.35	6.30	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	207.0	17.02	8.68	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	5.603	0.2006	0.10	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.202	0.0074	0.04	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	4.306	0.4790	0.24	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	1870	30.66	15.60
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.342	0.0114	0.01
計	4359	196.1	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.092	0.0012	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	70.74	1.614		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	155.9	1.997		ほう酸イオン BO_2^-	0.128	0.0030	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	226.6	3.611					
遊離岩酸 CO_2	1439	32.70					
遊離硫化水素 H_2S				計	7766	196.5	100.0
計	1439	32.70					
総計	13791						
その他	SO_4^{2-} 痕跡						
ガス	（1l 中の含有量）						

4．　泉　質　含炭酸・食塩泉（緩和高張性微温泉）

湯野田温泉（源泉名　酒田屋源泉）

表217

1．　ゆう出地　　飽海郡遊佐町大字吹浦字湯野田３　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年７月22日）12時40分

(1)　泉　温　27.5℃　　天　候　小雨　　気　温　25.7℃　　気　圧　　m.bar

(2)　ゆう出量　　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出）

(3)　性　状　無色清澄にして異臭なく鉄味を具へ中性反応を呈す。

(4)　水素イオン濃度（pH）　6.5　　(5)　ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和43年７月29日～昭和43年９月28日）

(1)　性　状　鉄味を具へ，中性反応を呈す。

(2)　水素イオン濃度（pH）　7.0　　(3)　比　重　1.0009（20℃）

(4)　蒸発残留物　932.0 mg/kg

(5)　含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	21.51	0.5501	3.73	塩素イオン Cl^-	376.9	10.63	69.15
ナトリウムイオン Na^+	188.6	8.200	55.56	臭素イオン Br^-	1.119	0.0140	0.09
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.635	0.0050	0.03
アンモニウムイオン NH_4^+	3.874	0.2152	1.46	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	63.26	3.157	21.39	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	20.90	1.719	11.65	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	16.15	0.5783	3.92	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	1.319	0.0136	0.09
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.816	0.0170	0.11
マンガンイオン Mn^{2+}	1.60	0.0583	0.39	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.524	0.2808	1.90	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	286.3	4.693	30.52
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.060	0.0020	0.01
計	318.4	14.76	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.031	0.0004	0.00
ほう酸（メタ） HBO_2	5.658	0.1292		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	48.07	0.6157		ほう酸イオン BO_2^-	0.009	0.0002	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	53.73	0.7449					
遊離炭酸 CO_2	220.3	5.006					
遊離硫化水素 H_2S				計	667.2	15.38	100.0
計	220.3	5.006					
総計	1260						
その他	SO_4^{2-} 痕跡						
ガス	（１l中の含有量）						

4．　泉　質　含土類・弱食塩泉（緩和低張性微温泉）

(5) 触 媒 作 用

湯野田温泉の能登屋，酒田屋の２源泉について，触媒作用が観測されているが，いずれも，過酸化水素の分解に際して，触媒として働く。その活性度の時間的変化は，たがいに類似しており，初期に急激に増加して極大に達し，その後，比較的ゆるやかに減少をたどる。その変化のようすは，表218，図309にみられるとおりである。

表218　触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	能登屋源泉		酒田屋源泉	
	k′ ×10³	pH	k′ ×10³	pH
0	—	6.7	—	6.5
30	0.3133	6.7	0.1900	6.5
90	0.4300	6.7	0.6644	6.6
180	0.5133	6.9	0.6417	6.7
300	0.6500	7.1	0.7370	6.9
450	0.8491	7.25	0.7960	6.95
630	1.033	7.3	0.8405	7.0
840	1.064	7.4	0.7942	7.1
1080	0.9907	7.5	0.7239	7.2
1350	0.8988	7.6	0.6346	7.2

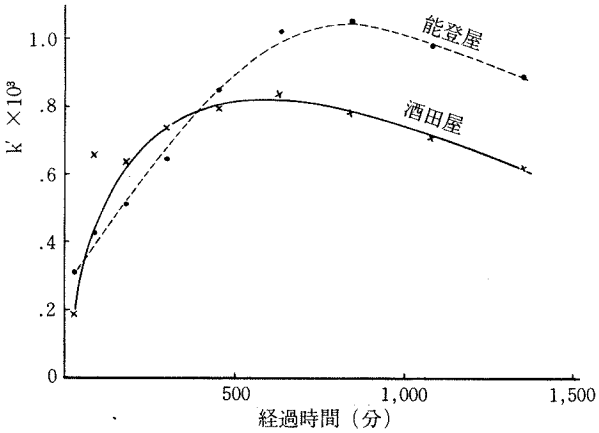


図309　触媒活性度の時間的変化

(6) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，神経痛，運動器障害，創傷，慢性湿疹および角化症，虚弱児童の体質改善，神経症，女性性器慢性炎症，卵巣機能不全症，子宮発育不全症および月経異常，更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　慢性消化器疾患，慢性便秘

飲用の禁忌症　腎炎，ネフローゼ，高血圧症，その他一般に水腫傾向にあるとき，下痢患者または下痢を起こしやすい患者

10. 湯ノ台温泉

(1) 環境と沿革

この温泉は，鳥海山南裾の中腹に湧出する微温泉で，酒田駅から約23kmの距離にあるが，同駅からバスの便があって約1時間半で到達することができる。ただし，冬期間は，酒田駅から上草津までバスで1時間，下車後約4kmを徒歩によらなければならない。温泉地は，海抜470m，大台野高原の西端に位置し，雄大な鳥海山を背景に，前方は庄内平野を一望の中におさめる眺望絶景の高台である。この付近はスキーの好適地で，冬のスキーだけでなく春スキーにも恵まれ，また，夏の鳥海登山の基地として広く利用されている。内湯旅館2軒のほか，国民宿舎鳥海山荘が開設されている。

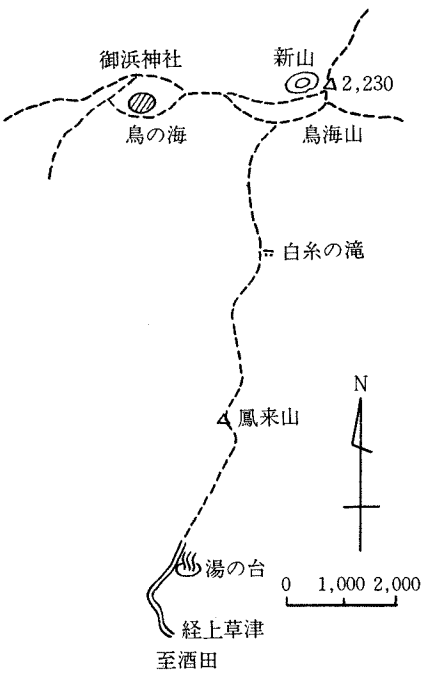


図310 湯ノ台温泉環境図

(2) 地形と地質

本地域は，従来鳥海山油田として開発されたところである。この地域には，北東－南西に走る背斜構造――湯の台背斜――があり，それに胚胎する石油を稼行したものである。

背斜は，鳳来山付近に端を発し，湯の台温泉を通って草津部落に至るもので，背斜の東翼は20°，西翼は60°内外の傾斜を有する非対称背斜構造である。

また本地域は，大台野溶岩流によって，おおわれており，その分布は舌状を示し，南に緩傾斜している。この溶岩流は，大台野といわれる小さな台地で形成しており，灰色の含かん覧石安山岩である。

また，湯の台山荘源泉の南部（下方）には，小範囲ながら，長期間にわたり温泉の沈殿物によって形成された，石灰岩層（最厚部で5m）の発達しているのがみられ，一時は肥料として採掘されていた。

坑井地質によれば，450m付近までは火山岩層，850mまでは楯山～北俣層，それ以下は草薙層となり，1000m付近から青沢層となる。

なお，温泉又は地下水は0～170mの間に3層あって，この深度範囲では油の混入しないものが得られ，それ以深にまでおよぶ井戸水には油が混入し，温泉利用には不適当となる。

掘さく深度と温泉との関係については，表219のとおりである。

表219

源泉番号	掘さく深度	温　度	備　　考
6	自然湧出	24.2℃	湯の台山荘源泉
1	120～170m	28.8℃	島海山荘源泉
5	500m±	28.3℃	未利用

掘さく深度の明確な源泉が少なく，かつケーシング等の有無，破損個所については，不明確な点があるので，深度と温度との明確な関係は見出されない。

しかし，深度300～500m付近には，27～30℃の微温泉の湧出帯が背斜構造を中心として，相当広範囲にあることが分る。

(3) 源泉の状況

本地域には，7か所の源泉又は異常湧水個所がある。その中，6か所は，湯の台温泉付近に集中しているが，他の1か所は，鳳来山の北東中腹から湧出するものである。

湯の台温泉付近のものは，大部分が石油掘さく井から自噴するものであるが，鳥海山荘下方の湯の台山荘源泉だけは，自然湧出泉である。

現在利用している源泉の状況は次のとおりである。

イ) 湯の台山荘源泉

この源泉は，従来から利用していたもので，2旅館で導入利用している。本源泉は，地表の凹部に3m四方の浅い専湯溝を作って，多量のガスと共に自然湧出する温泉を集めている。泉温は24.2℃で他の自噴泉に比して2～4℃低い。油の混入はなく，温泉水として適する。

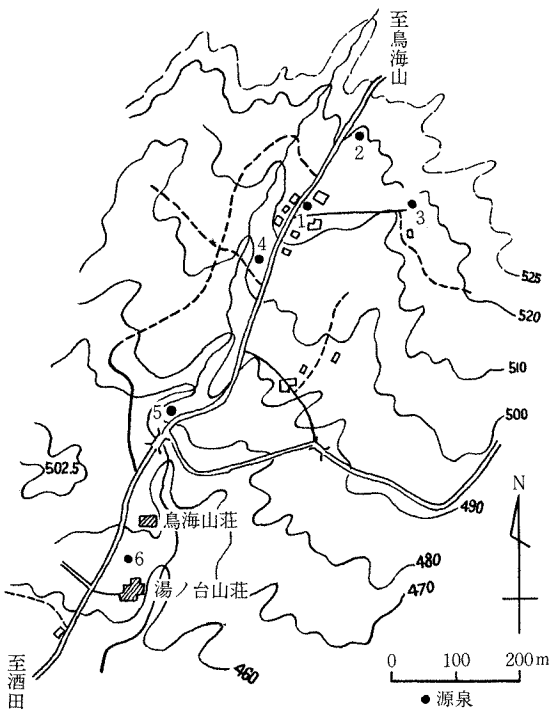


図311　湯野台温泉の源泉分布図
●6　湯ノ台山荘源泉
●1　鳥海山荘源泉

ロ) 鳥海山荘源泉

本源泉は，石油掘さく時において，水抜きを目的とした井戸で，深度は120～170mと浅い。

掘さく当初の自噴水の温度は，29～30℃で，現在の温度28.8℃よりは多少高かったといわれている。深度が浅いため，油の混入はなく温泉水としては都合がよい。

昭和40年鳥海山荘竣工によって，初めて温泉水として利用されたが，それまでは灌漑用水として使われていた。

(4) 化 学 成 分

有藤源泉及び鳥海山荘源泉を選出し，その中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Ca^{2+}，HCO_3^-，Cl^- であるが，そのほか著量の遊離 CO_2 を介入するのが特徴である。

表 220　**湯の台温泉（源泉名　有藤源泉）**

1．ゆう出地　鮑海郡八幡町大字草津字湯の台　8の6　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年6月5日）16時40分

(1) 泉　温　24.0℃　天　候　晴　気　温　18..℃　気　圧　m.bar

ゆ　ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然湧出）

(3) 性　状　無色清澄にして稍々清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.2　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$ Curie　（　M,E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年6月7日～昭和44年6月30日）

(1) 性　状　稍々清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.4　(3) 比　重　1.0015　(20℃)

(4) 蒸発残留物　1063 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0006	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	18.85	0.4821	2.71	塩素イオン Cl^-	112.4	3.170	17.28
ナトリウムイオン Na^+	153.2	6.661	37.48	臭素イオン Br^-	3.916	0.0490	0.27
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.296	0.0023	0.01
アンモニウムイオン NH_4^+	0.300	0.0167	0.09	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	108.9	5.434	30.57	硫酸イオン SO_4^{2-}	10.29	0.2144	1.17
マグネシウムイオン Mg^{2+}	59.78	4.916	27.65	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	4.032	0.1444	0.81	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.465	0.0048	0.03
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.144	0.0030	0.02
マンガンイオン Mn^{2+}	0.136	0.0050	0.03	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	1.052	0.1170	0.66	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	908.9	14.90	81.22
				炭酸イオン CO_3^{2-}	——		
計	346.3	17.78	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.046	0.0006	0.00
ほう酸（メタ）BO_2	Tr			けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	146.8	1.880		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	146.8	.1 880					
遊離炭酸 CO_2	871.2	19.80					
遊離硫化水素 H_2S				計	1036	18.34	100.0
計	871.2	19.80					
総計	2400						
その他							
ガス							

4．泉　質　含土類・重曹泉（緩和低張性冷鉱泉）

湯の台温泉（源泉名　鳥海山荘源泉）

表221

1．　ゆう出地　　飽海郡八幡町大字草津字湯の台８　　（標高　　m）

2．　ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年７月５日）11時30分

(1) 泉　温　29.0℃　　天　候　晴　　気　温　18.5℃　　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　　（l/min）（ゆう出状況　掘さく自噴）

(3) 性　状　無色清澄にして稍々清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.2　　(5) ラドン含有量　　$\times 10^{-10}$ Curie（　　M.E.）

3．　試験室における試験成績（昭和44年７月７日～昭和44年８月12日）

(1) 性　状　稍々清涼味を有し微弱酸性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　6.4　　(3) 比　重　1.0017（20℃）

(4) 蒸発残留物　1162mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水１kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.001	0.0006	0.00	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	23.85	0.6100	2.98	塩素イオン Cl^-	126.2	3.559	17.84
ナトリウムイオン Na^+	180.8	7.861	38.42	臭素イオン Br^-	6.673	0.0835	0.42
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.482	0.0038	0.02
アンモニウムイオン NH_4^+	0.500	0.0278	0.14	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	123.1	6.143	30.02	硫酸イオン SO_4^{2-}	Tr		
マグネシウムイオン Mg^{2+}	65.45	5.382	26.30	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	4.144	0.1484	0.73	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.233	0.0024	0.01
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.077	0.0016	0.01
マンガンイオン Mn^{2+}	1.750	0.0637	0.31	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	2.018	0.2245	1.10	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	994.3	16.30	81.70
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計				水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.062	0.0008	0.00
ほう酸（メタ）HBO_2	1.771	0.0404		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ）H_2SiO_3	184.5	2.363		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ）$HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	186.3	2.403					
遊離炭酸 CO_2	880.0	20.00					
遊離硫化水素 H_2S				計	1128	19.95	100.0
計	880.0	20.00					
総計	2596						
その他							
ガス	（１l 中の含有量）						

4．　泉　質　含土類・重曹泉（緩和・低張性微温泉）

(5) 触 媒 作 用

湯の台温泉は，過酸化水素の分解に関する触媒作用を有し，その活性度は時間の経過とともに減少する。そのようすを表222，図312に示す。

表222 触媒活性度の時間的変化

経過時間（分）	k′ ×10³	pH
0	—	6.4
30	0.7533	6.6
90	0.6044	6.7
180	0.5267	6.9
300	0.4920	7.0
450	0.4724	7.1
630	0.4200	7.2
840	0.3680	7.4

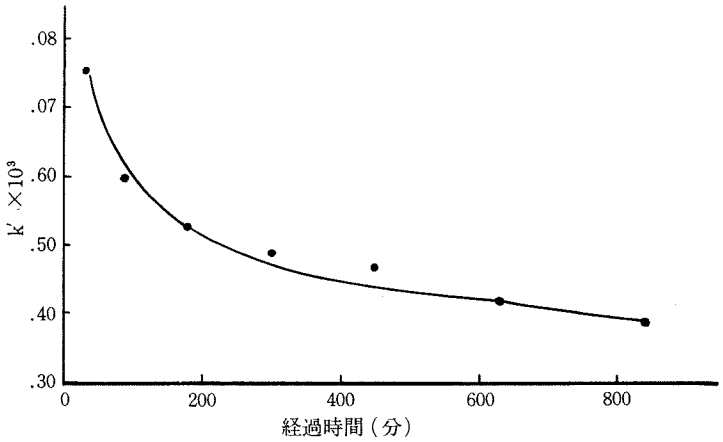


図312 触媒活性度の時間的変化

(6) 適応症と禁忌症

浴用の適応症 創傷および火傷，皮膚掻痒症および角化症，リウマチ性疾患，高血圧など循環器疾患，運動器障害，病後回復期，疲労回復

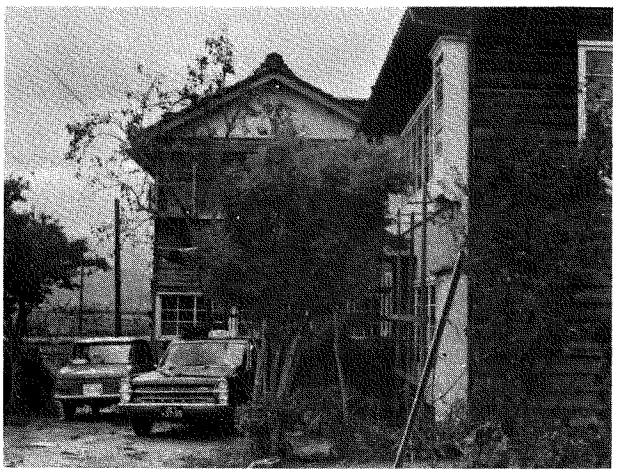
浴用の禁忌症 すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，重い心臓病，悪性腫瘍，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症 慢性消化器疾患，慢性肝・胆道疾患，糖尿病，痛風および尿酸素質，肥満症，慢性尿路疾患，慢性便秘

飲用の禁忌症 腎炎，ネフローゼ，高血圧症，その他一般に水腫傾向にあるとき

11. 火打崎温泉

(1) 概　　況



この温泉は，羽越本線大山駅と羽前水沢駅とのほぼ中間で，線路の西方約1kmの山麓に湧出するもので，大山駅から約3km余りの距離に位置している。旅館1軒，1887年頃，現旅館主の祖父によって発見されたものであるという。源泉は経60cm，深さ3mの4個の井戸を1.5～2.0m間隔に掘さくしたもので各井戸に貯えられた泉水は，1本の竹管で横に連絡してあり，随時ポンプで汲み出し，加温して浴用に供している。

温泉の性状は，無色透明で，収斂味をもち，強い酸性反応を呈する。石膏および明礬・緑礬が主成分で，泉質は単純緑礬泉に属し，皮膚病，神経痛などに効果があるとされている。

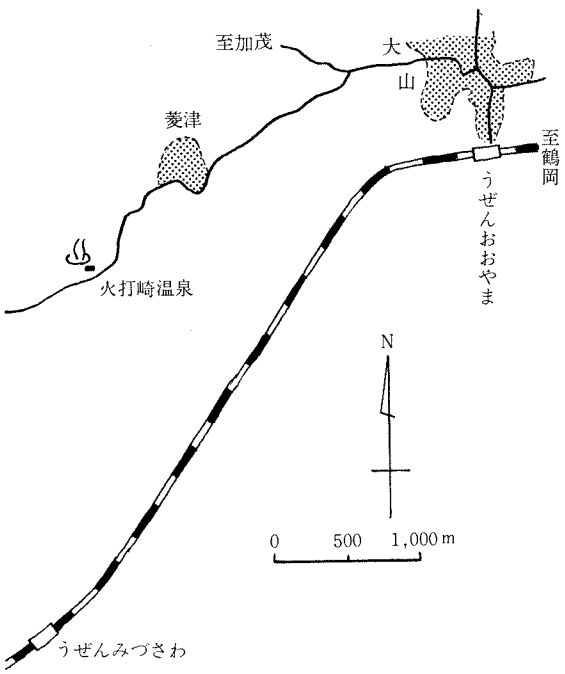


図313　火打崎温泉環境図

この地方には，新三系の凝灰岩を主とする上郷層と，沖積層とが分布するが，温泉付近の表層は，凝灰岩の分解土壌からできている。そして，泉水中にはNH_4^+，NO_3^-，Mn^{2+}などの特異な成分を含有することなどから考えて，本温泉は，地表からの滲透水によって，土壌中の各種成分が溶解されてできた泉水で，$Al_2(SO_4)_3$を主体とする自由地下水であると推定される。これを裏付ける実験として，本地域から採取した土壌に，普通温度の蒸留水を加えて約2か月間放置した後，分析したところ本温泉とほぼ同様の分析結果が得られた。

(2) 化 学 成 分

火打崎源泉の中分析結果を示した。

本泉の液性は，硫酸酸性で，主成分としてはCa^{2+}，Fe^{2+}，SO_4^{2-}等を含有している。

表 223　　**火 打 崎 温 泉**

1．ゆう出地　鶴岡市大字菱津字火打崎51　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和44年8月14日）13時15分

(1) 泉温 16.0℃　天候 晴　気温 28.5℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）（ゆう出状況 掘さく動力揚湯）

(3) 性状 無色清澄にして収斂味および鉄味を帯び酸性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 3.1　(5) ラドン含有量 $\times10^{-10}$Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和44年8月16日～昭和44年9月10日）

(1) 性状

(2) 水素イオン濃度（pH） 3.5　(3) 比重 1.0004（20℃）

(4) 蒸発残留物 457.0mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+	0.806	0.8000	13.13	硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	4.731	0.1210	1.99	塩素イオン Cl^-	19.50	0.5500	8.78
ナトリウムイオン Na^+	9.462	0.4114	6.77	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.140	0.0078	0.13	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-	7.300	0.0752	1.20
カルシウムイオン Ca^{2+}	32.03	1.598	26.23	硫酸イオン SO_4^{2-}	270.8	5.638	90.02
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.580	0.1299	2.13	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	17.55	0.6285	10.32	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}	2.210	0.1187	1.95	ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	2.360	0.0859	1.41	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	19.70	2.191	35.94	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-			
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	90.57	6.092	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	78.00	0.9990		ほう酸イオン BO_2^-			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	78.00	0.9990					
遊離炭酸 CO_2							
遊離硫化水素 H_2S				計	297.6	6.263	100.0
計							
総計	475.0						
その他	$H_2PO_4^-$　HBO_2　Tr						
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質　単純緑ばん泉（緊張低張性冷鉱泉）

(3) 適応症と禁忌症

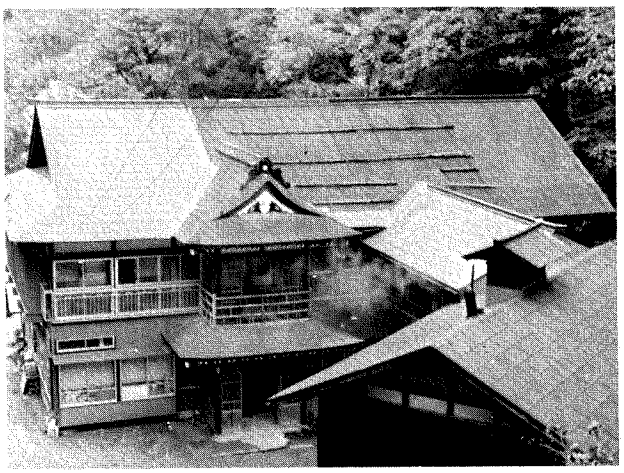
浴用の適応症　慢性湿疹および苔癬　リウマチ性疾患　病後回復期　疲労回復　運動器障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　低色素性貧血　病後回復期（本泉は食後飲用する。）

飲用の禁忌症　本泉飲用の直後には茶，コーヒーなどを飲まないこと

12. 筍 沢 温 泉



(1) 概　　況

この温泉は，庄内平野の東南端，出羽三山神社のある手向部落の東方約2.5kmの小渓谷中に湧出する温泉で，手向部落から比高200mの峰をこえて山道が通じている。また，手向部落までは鶴岡駅から東へ約12km，陸羽西線狩川駅から南へ約10km，それぞれバスの便がある。

源泉は，新第三紀油田地質の北浦層下部に対比される灰色泥岩層の亀裂から自然湧出するもので，泉温は12℃（気温15℃）を示している。また，その性状は無色透明で，硫化水素臭を放ち中性反応を呈する。泉質は単純硫化水素泉に属するが，とくに打撲症に卓効がある療養泉として知られている。温泉旅館1軒の施設がある。

(2) 化 学 成 分

筍沢源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分はNa^+，HCO_3^-で，このほか，HS^-，遊離H_2Sを含有している。

(3) 適応症と禁忌症

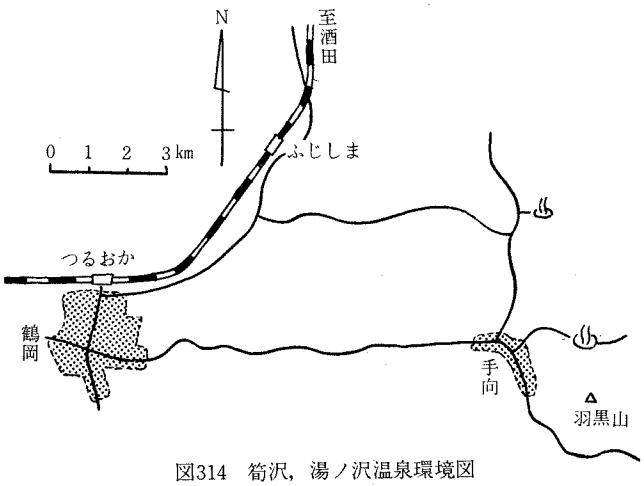


図314　筍沢，湯ノ沢温泉環境図

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　凍創　糖尿病　創傷　打撲症（うちみ）　皮膚病　運動障害（特に神経麻痺）　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血　皮膚粘膜の過敏な患者　その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害（特に神経麻痺）　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

筍沢温泉

表224

1．ゆう出地　東田川郡藤島町大字添川字渡戸沢1の3　（標高　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年5月28日）9時15分

(1) 泉温 11.5℃　天候 曇　気温 13.0℃　気圧 m.bar

(2) ゆう出量 （l/min）　（ゆう出状況 自然ゆう出）

(3) 性状 無色清澄にして微かに硫化水素臭を放ち中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH） 7.1　(5) ラドン含有量 ×10^{-10}Curie（ M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和43年5月30日～昭和43年7月20日）

(1) 性状 無色清澄にして異臭味なく中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH） 7.1　(3) 比重 1.0002（20℃）

(4) 蒸発残留物 209.0mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	1.642	0.0420	1.79	塩素イオン Cl^-	17.02	0.4800	18.79
ナトリウムイオン Na^+	51.75	2.250	95.97	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.360	0.0200	0.85	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.300	0.0150	0.64	硫酸イオン SO_4^{2-}	13.17	0.2744	10.74
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.061	0.0050	0.21	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	0.075	0.0027	0.12	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	1.086	0.0112	0.44
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	1.152	0.0240	0.94
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.088	0.0098	0.42	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	105.9	1.736	67.97
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.078	0.0026	0.10
計	54.28	2.345	100.0	水硫イオン HS^-	0.809	0.0245	0.96
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.108	0.0014	0.05
ほう酸（メタ） HBO_2	1.407	0.0321		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	44.09	0.5647		ほう酸イオン BO_2^-	0.009	0.0002	0.01
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00
計	45.50	0.5968					
遊離炭酸 CO_2	20.37	0.4629					
遊離硫化水素 H_2S	0.731	0.0215		計	139.3	2.554	100.0
計	21.10	0.4844					
総計	260.2						
その他	チオ硫酸イオン（$S_2O_3^{2-}$）痕跡						
ガス	（1l中の含有量）						

4．泉質 単純硫化水素泉（緊張低張性冷鉱泉）

13. 川 代 温 泉

(1) 概　　況

本温泉は，羽越本線鶴岡駅の南東方直距約13kmに位する中川代部落東隅にあり，旅館１軒，近在農家の湯治場として加温利用されている。

(2) 化学成分

本泉の主成分は，陽イオンではNa^+，陰イオンではCl^-とHCO_3^-で，HS^-を含有しているのが特徴である。

表225

川 代 温 泉

泉名	川代温泉							
所在地	山形県東田川郡羽黒町大字中川代							
地質								
分析者								
採取日時	昭和30年10月20日　9時45分　天候　小雨　気温14.0度　気圧　ミリバール							
源泉状況	掘さく動力揚湯							
性状	微蛋白石濁にして異味なく微かに硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を呈す　pH 8.3							
温度	11.8度			ゆう出量	12 リットル（1分間）			
比重	1.0001（　　度）			固形物総量	163.4 ミリグラム（1キログラム中）			
放射能	C．Eラドン/リットル			比電導度	（　　度）			
イオン表				（本水1キログラム中に含有する成分及びその分量表）				
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	7.678	0.1964	8.08	塩素イオン Cl^-	37.59	1.060	43.64	
ナトリウムイオン Na^+	31.03	1.349	55.54	臭素イオン Br^-				
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-				
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	11.65	0.5814	23.95	硫酸イオン SO_4^{2-}	15.34	0.3196	13.15	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	2.663	0.2190	9.02	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	0.721	0.02582	1.06	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$				
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}				
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.514	0.05721	2.35	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	28.16	0.4615	19.00	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	8.928	0.2976	12.25	
計	54.26	2.429	100.0	水硫イオン HS^-	1.079	0.03270	1.34	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$				
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	27.78	0.3562		ほう酸イオン BO_3^{3-}				

計	27.78	0.3562		水酸イオン OH^-	4.387	0.2579	10.62
ガス成分	ミリグラム	ミリモル					
遊離炭酸 CO_2							
遊離硫化水素 H_2S							
計				計	95.48	2.429	100.0
合計	177.5						
その他	アンモニア及び硝酸痕跡						
ガス	（1 l 中の含有量）						
泉質	単純硫黄泉						

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症　動脈硬化症　末梢循環障害　リウマチ性疾患　慢性金属中毒症　凍創　糖尿病　創傷　打撲症　皮膚病　運動障害（特に神経麻痺）　女性性器慢性炎症　月経異常

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患　リウマチ性疾患　進行性結核　悪性腫瘍　重い心臓病　出血性疾患　高度の貧血

飲用の適応症　糖尿病　慢性金属中毒症　リウマチ性疾患　痛風および尿酸素質　慢性便秘　運動障害（特に神経麻痺）　慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

14. 湯の沢温泉

(1) 概　　況

本温泉は，陸羽西線狩川駅の南方約6.5 kmに位する添川部落北東方の小渓谷中に湧出している。半農半営業の旅館1軒があり，近在農家の冬期における湯治場として加温利用されている。

この付近は第三紀油田地質のいわゆる船川層に対比される地層の発達する地帯で，源泉は灰色泥岩中に浅い井戸を掘さくしたもので自噴している。

(2) 化 学 成 分

本泉の主成分は，陽イオンではNa^+，陰イオンではCl^-で，H_2Sを含有しているのが特徴である。

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，神経痛，湿疹，皮ふ病，更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，高度の貧血

飲用の適応症　胃腸病，慢性金属中毒症，リウマチ性疾患，慢性便秘，運動障害

飲用の禁忌症　腎炎，ネフローゼ，高血圧症，その他一般に水腫傾向にあるとき

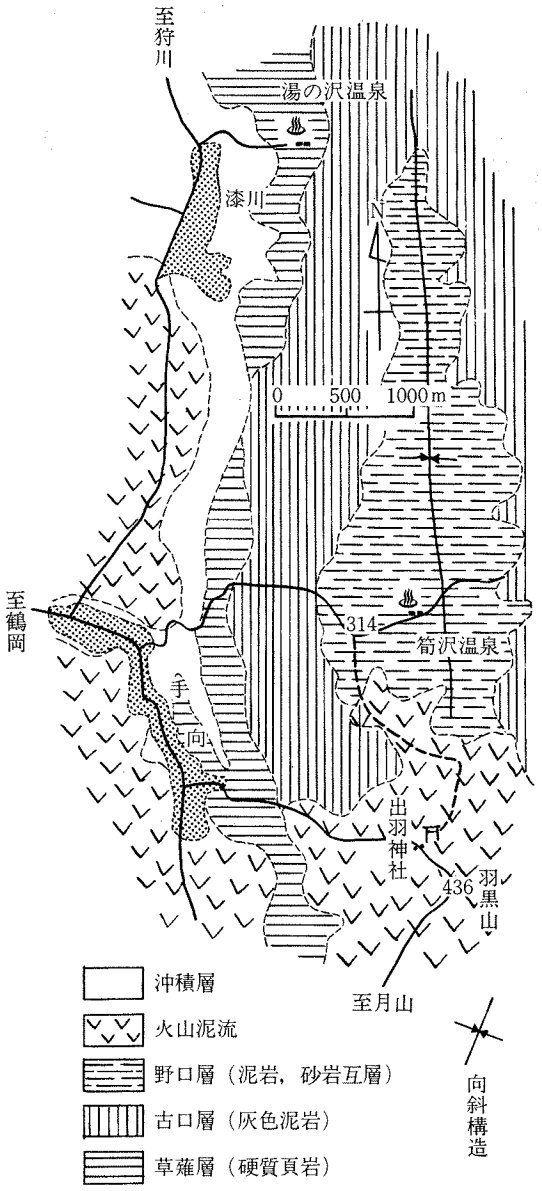


図315　筍沢，湯の沢付近地質図

表226

湯の沢温泉

泉名	湯之澤		
所在地	山形県東田川郡藤島町大字添川字北山5		
地質			
分析者			
採取日時	昭和24年10月5日10時30分	天候 曇 気温 19度 気圧 ミリバール	
源泉状況	自然湧出		
性状	無色透明にして硫化水素臭を放ち微かに塩味を帯び中性反応を呈する	pH 7.3	
温度	18.0度	ゆう出量	リットル（1分間）
比重	1.0011（15度）	固形物総量	859.3 ミリグラム（1キログラム中）
放射能	C. E. ラドン/リットル	比電導度	（ 度）

イオン表（本水1キログラム中に含有する成分及びその分量表）

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	20.30	0.5191	3.79	塩素イオン Cl^-	382.5	10.79	78.93
ナトリウムイオン Na^+	260.6	11.33	82.89	臭素イオン Br^-			
チリウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	20.86	1.041	7.63	硫酸イオン SO_4^{2-}	74.89	1.560	11.41
マグネシウムイオン Mg^{2+}	7.352	0.6052	4.43	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	1.624	0.05816	0.43	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}			
マンガンイオン Mn^{2+}	0.839	0.03050	0.22	燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.736	0.08178	0.61	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	79.18	1.298	9.50
				炭酸イオン CO_3^{2-}			
計	312.3	13.67	100.0	水硫イオン HS^-	0.721	0.02181	0.16
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$			
ほう酸（メタ） HBO_2	3.972	0.09068		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	44.27	0.5676		ほう酸イオン BO_2^-			
計	48.24	0.6582		水酸イオン OH^-			
ガス成分	ミリグラム	ミリモル					
遊離炭酸 CO_2	26.58	0.6042					
遊離硫化水素 H_2S	0.957	0.02807					
計	27.54	0.6323		計	537.3	13.67	100.0
合計	925.3						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						
泉質	含食塩硫化水素泉						

15. 辰が湯温泉

(1) 概　　況

この温泉は，庄内平野の東縁部で最上川の右岸に位する松嶺部落の北東方約1kmの小さな沢に湧出している。最寄りの駅は，羽越本線砂越駅で，同駅から松嶺部落までおよそ6.5km，その間バスの便がある。この温泉は，1807年（文化3年）に渡辺辰已なる者によって発見されたので，その名にちなんで辰が湯と称されるようになったという。現在，温泉旅館が1軒あり，近在の農家の湯治場として利用されている。

温泉は，油田地質の北浦層に対比される泥岩層の岩石亀裂から自然湧出し，その泉温は11.8℃（気温15.8℃），湧出量 12.5*l*/min である。泉水の性状は無色透明で硫化水素臭を放ち，わずかに鹹味をもっており，中性反応を呈する。また，泉質は食塩を主成分とする含食塩硫化水素泉で，主として皮膚疾患に卓効があると知られている。

なお，この地帯を通りおよそ南北方向に走る構造線が推定され，この構造線にそって，近くに南田沢・松山新湯などの冷鉱泉湧出地があり，一部利用されている。

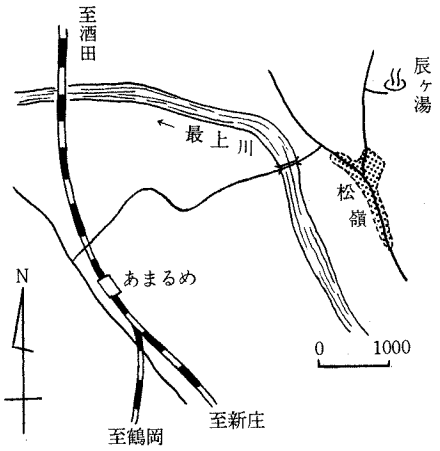


図316　辰が湯温泉環境図

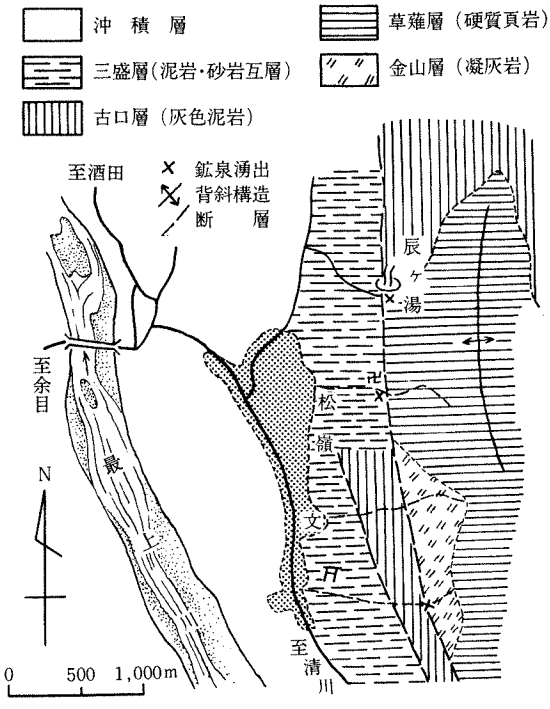


図317　辰が湯付近地質図

(2) 化 学 成 分

辰ヶ湯源泉の中分析結果を示した。

本泉の主成分は，Na^+，Cl^-，HCO_3^-であるが，そのほかHS^-，遊離H_2Sを多く含有している。

表227

辰が湯温泉

1． ゆう出地　飽海郡松山町大字土淵湯の沢56　（標高　m）								
2． ゆう出地における調査及び試験成績（昭和43年5月20日）　13時45分								
(1) 泉　温　12.0℃　天　候　曇　気　温　17.0℃　気　圧　m.bar								
(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出）								
(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち微かに鹹味を有し中性反応を呈す。								
(4) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie　（　M.E.）								
3． 試験室における試験成績（昭和43年5月30日～昭和43年7月20日）								
(1) 性　状　無色清澄にして微かに鹹味を有し中性反応を呈す。								
(2) 水素イオン濃度（pH）　6.9　(3) 比　重　1.0010（20℃）								
(4) 蒸発残留物　1103mg/kg								
(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。								
本水1kg中に含有する成分及びその分量表								
カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-				
カリウムイオン K^+	15.42	0.3944	2.16	塩素イオン Cl^-	528.4	14.90	81.67	
ナトリウムイオン Na^+	377.7	16.42	90.11	臭素イオン Br^-	1.822	0.0228	0.13	
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-	0.063	0.0005	0.00	
アンモニウムイオン NH_4^+	2.700	0.1500	0.82	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-				
カルシウムイオン Ca^{2+}	18.82	0.9391	5.15	硫酸イオン SO_4^{2-}	32.51	0.6773	3.71	
マグネシウムイオン Mg^{2+}	3.402	0.2798	1.54	ヒドロチオ硫酸イオン HS_2O_3				
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$				
フエロイオン Fe^{2+}	0.180	0.0064	0.04	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	0.339	0.0035	0.02	
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	0.672	0.0140	0.08	
マンガンイオン Mn^{2+}	0.180	0.0066	0.04	燐酸イオン PO_4^{3-}				
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-				
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.226	0.0251	0.14	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	150.9	2.474	13.56	
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.090	0.0030	0.02	
計	418.6	18.22	100.0	水硫イオン HS^-	4.861	0.1473	0.81	
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.031	0.0004	0.00	
ほう酸（メタ） HBO_2	4.225	0.0964		けい酸イオン SiO_3^{2-}				
けい酸（メタ） H_2SiO_3	14.27	0.1828		ほう酸イオン BO_2^-	0.026	0.0006	0.00	
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.002	0.0001	0.00	
計	18.50	0.2792						
遊離炭酸 CO_2	36.28	0.8246						
遊離硫化水素 H_2S	5.501	0.1618		計	719.7	18.24	100.0	
計	41.78	0.9864						
総計	1199							
その他	$S_2O_3^{2-}$　痕跡							
ガス	（1 l 中の含有量）							
4． 泉　質　含食塩・硫化水素泉（緊張低張性冷鉱泉）								

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，神経痛，高血圧など循環器疾患，運動器障害，創傷，湿疹，虚弱児童，女性性器慢性炎症，慢性金属中毒症，皮膚病，糖尿病，月経異常（特に無月経過小月経），更年期障害

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，皮膚・粘膜の過敏な患者，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病，糖尿病，慢性金属中毒症，リウマチ性疾患，痛風および尿酸素質，慢性便秘，運動障害（特に神経麻痺），慢性気管支炎，慢性消化器疾患

飲用の禁忌症　腎炎，ネフローゼ，高血圧症，その他一般に水腫傾向にあるとき，下痢または下痢を起こしやすい患者

16. 十二瀧鉱泉

(1) 概　　況

この鉱泉は，酒田市の東方約16.8kmにあって，猪の鼻岳（海抜760m）から発する相沢川の源流地の近くに湧出する。酒田駅から本宮部落までは，バスの便があり，そこからは約4kmの間を徒歩で本鉱泉地に達することができる。この付近は渓谷美のすぐれた地帯で，とくに十二瀧の景観は一段と光彩を放っている。

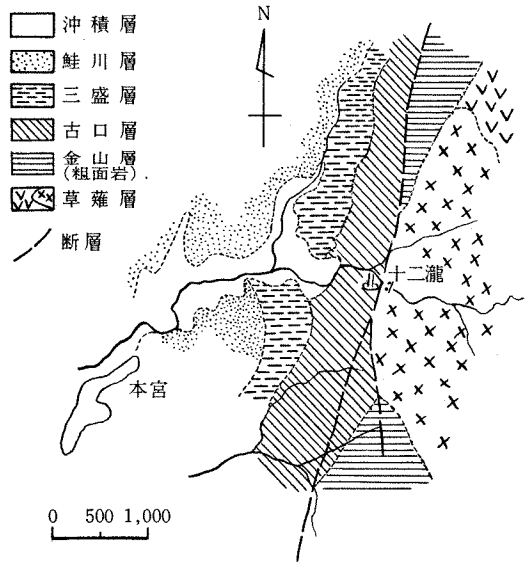


図318　十二瀧付近地質図

この付近の地質は，鳥海構造線を境にして，古口層，草薙層，金山層の各層が相接している地帯で，硬質頁岩・凝灰岩および石英粗面岩などの岩石が複雑に分布している。源泉は，石英粗面岩の亀裂から自然湧出するもので，およそ300m離れて2か所から湧出している。泉温は16～18.7℃（気温8.9℃）で，湧出量は2か所あわせて約27l/minである。なお，鉱泉の性状は無色透明で異臭味がなく，弱いアルカリ性反応を呈する。泉質は単純硫黄泉である。

所在地　山形県飽海郡平田町大字北俣字奥山55
採取日時　V－1（'53）15h30m 晴　気温8.9℃
性　状　無色透明にして異臭味なくアルカリ性反応を示す。pH9.35
泉　温　18.7℃
蒸発残渣　385.0mg/kg

表228 イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	7.550	0.1931	0.1931	3.35	Cl^-	74.28	2.095	2.095	36.30
Na^+	102.1	4.439	4.439	76.92	SO_4^{2-}	11.77	0.1226	0.2452	4.25
NH_4^+	0.585	0.0325	0.03250	0.56	$S_2O_3^{2-}$	1.607	0.01435	0.0287	0.50
Ca^{2+}	15.71	0.392	0.7840	13.59	CO_3^{2-}	32.16	0.536	1.072	18.58
Mg^{2+}	1.711	0.07035	0.1407	2.44	HCO_3^-	113.7	1.864	1.864	32.30
Fe^{2+}	0.875	0.01567	0.03134	0.54	HS^-	7.835	0.2374	0.2374	4.11
Al^{3+}	1.348	0.04998	0.1499	2.60	OH^-	3.893	0.2290	0.2290	3.97
計	129.9	5.193	5.771	100.0	計	375.1	8.614	5.771	100.0
					HBO_2	4.800	0.1095		
					H_2SiO_3	94.52	1.211		
					計	474.4	9.935		

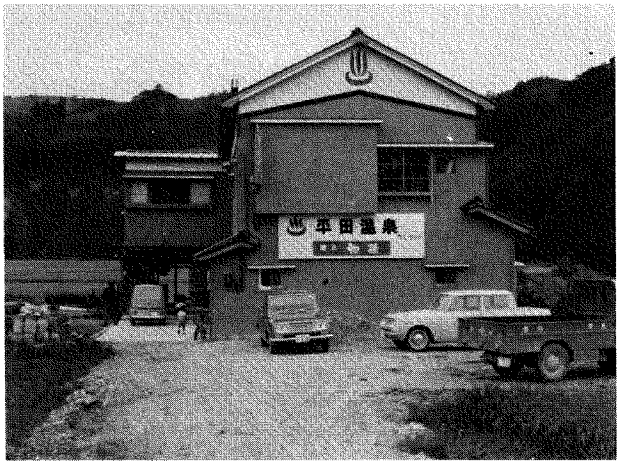
泉　質　単純硫黄泉

17. 平 田 温 泉

(1) 概　　況

本温泉は，羽越本線砂越駅の東南東方直距約7㎞，田沢川の支流差左ェ門沢川の上流に位置し，泥岩の割目から自然湧出している。

温泉水は，湧出地の東方約800ｍの小平部落まで引湯し，旅館1軒で加温のうえ利用されている。



(2) 化 学 成 分

本泉の主成分は，陽イオンではNa^+，陰イオンではHCO_3^-で，HS^-及びH_2Sを比較的多く含有しているのが特徴である。

平 田 温 泉

表229

1．ゆう出地　鮑海郡平田町大字南田沢字谷地　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年5月6日）　9時20分

(1) 泉　温　12.5℃　天　候　晴　気　温　19.5℃　気　圧　m.bar

(2) ゆう出量　（ℓ/min）　（ゆう出状況　自然ゆう出）

(3) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　8.1　(5) ラドン含有量　×10^{-10}Curie　（　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月8日～昭和45年6月6日）

(1) 性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ち弱アルカリ性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　8.0　(3) 比　重　1.0002（20℃）

(4) 蒸発残留物　237.6 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	0.391	0.1000	3.06	塩素イオン Cl^-	14.89	0.4200	11.88
ナトリウムイオン Na^+	67.90	2.952	90.20	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+				ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	3.212	0.1603	4.90	硫酸イオン SO_4^{2-}	37.04	0.7717	21.84
マグネシウムイオン Mg^{2+}	0.450	0.0370	1.13	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$	1.425	0.0254	0.72
フエロイオン Fe^{2+}	0.248	0.0028	0.09	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$			
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	4.243	0.0884	2.50
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_3^-			

アルミニイムイオン Al^{3+}	0.183	0.0204	0.62	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	127.4	2.089	59.12
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.942	0.0314	0.89
計	72.38	3.273	100.0	水硫イオン HS^-	3.033	0.0919	2.60
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	1.117	0.0145	0.41
ほう酸（メタ） HBO_2				けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	45.17	0.5785		ほう酸イオン BO_3^{3-}			
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-	0.022	0.0013	0.04
計	45.17	0.5785					
遊離炭酸 CO_2	2.451	0.0557					
遊離硫化水素 H_2S	0.275	0.0081		計	190.1	3.534	100.0
計	2.726	0.0638					
総計	310.4						
その他	HBO_2 Tr						
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質	単純硫化水素泉（緊張・低張性冷鉱泉）						

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　高血圧症，動脈硬化症，末梢循環障害，リウマチ性疾患，慢性金属中毒症，糖尿病，皮膚掻痒症，創傷，凍創，慢性湿疹，慢性膿皮症，運動障害，女性性器慢性炎症，月経異常

浴用の禁忌症　高令者の皮膚乾燥症，すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　糖尿病，慢性金属中毒症，リウマチ性疾患，痛風および尿酸素質，慢性便秘，運動障害とくに神経麻痺，慢性気管支炎

飲用の禁忌症　下痢患者または下痢を起こしやすい患者

18. 酒 田 温 泉

(1) 概　　況

本温泉は，羽越本線酒田駅の西方約500m，市街地にさく井して得られたもので，掘さく深度80m，泉温13℃で旅館1軒を有し，加温利用している。

(2) 化 学 成 分

酒田源泉の中分析結果を示したが，これによると，本泉の主成分はNa^+，HCO_3^-で，そのほかFe^{2+}，遊離CO_2を比較的多く含有している。表230に分析結果を示した。

表230

酒田温泉

1．ゆう出地　　酒田市天王下29の1　　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年5月6日）　13時30分

(1) 泉　温　13.0℃　天　候　晴　気　温　24.0℃　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴）

(3) 性　状　微淡黄色にして鉄臭味を具へ中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.8　(5) ラドン含有量　$\times10^{-10}$Curie　（　　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月8日～昭和45年6月6日）

(1) 性　状　鉄臭味を具へ中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(3) 比　重　1.0007（20℃）

(4) 蒸発残留物　534.4 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	10.44	0.2670	3.16	塩素イオン Cl^-	19.86	0.5600	6.60
ナトリウムイオン Na^+	104.7	4.552	53.91	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	0.120	0.0067	0.08	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	36.36	1.814	21.48	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	16.18	1.331	15.76	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	11.90	0.4261	5.05	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	6.245	0.0644	0.76
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	7.717	0.1608	1.89
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.424	0.0472	0.56	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	469.3	7.694	90.67
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.174	0.0058	0.07
計	180.1	8.444	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.092	0.0012	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2	2.489	0.0568		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	77.36	0.9908		ほう酸イオン BO_4^-	0.009	0.0002	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			
計	79.85	1.048					
遊離炭酸 CO_2	180.5	4.103					
遊離硫化水素 H_2S				計	503.4	8.486	100.0

	計	180.5	4.103					
	総　計	943.9						
そ　の　他		SO_4^{2-} Tr						
ガ　ス		（1 l 中の含有量）						
4．泉　質		単純炭酸鉄泉（緊張・低張性冷鉱泉）						

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，慢性湿疹および苔癬，卵巣機能不全症，子宮発育不全症および月経障害，病後回復期，疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　低色素性貧血，病後回復期，胃腸病

飲用の禁忌症　本泉は食後飲用する。本泉飲用の直後には茶・コーヒーなどを飲まないこと。

19. 掘 抜 温 泉

(1) 概　　況

本温泉は，羽越本線酒田駅の西南方約1kmの市街地に位置する。

昭和18年にさく井した源泉1本を有し，深度67m，泉温13℃，自噴量が少ないのでエアレフトをもって70l/min揚湯している。

共同浴場を併設している旅館1軒がある。

(2) 化 学 成 分

掘抜源泉の中分析結果を示したが，これによると，本泉の主成分はNa^+，HCO_3^-で，そのほかFe^{2+}，遊離CO_2を比較的多く含有している。表231に分析結果を示した。

表231

堀抜温泉

1．ゆう出地　酒田市片町番外114 の4　（標高　　m）

2．ゆう出地における調査及び試験成績（昭和45年5月6日）　11時15分

(1) 泉　温　13.2℃　天　候　晴　気　温　23.7℃　気　圧　　m.bar

(2) ゆう出量　（l/min）　（ゆう出状況　掘さく自噴）

(3) 性　状　微淡黄色にして鉄臭味を具へ中性反応を呈す。

(4) 水素イオン濃度（pH）　6.7　(5) ラドン含有量　$\times 10^{-10}$Curie（　　M.E.）

3．試験室における試験成績（昭和45年5月8日～昭和45年6月6日）

(1) 性　状　鉄臭味を具へ中性反応を呈す。

(2) 水素イオン濃度（pH）　7.0　(3) 比　重　1.0006（20℃）

(4) 蒸発残留物　484.4 mg/kg

(5) 含有成分及びその分量をつぎに示す。

本水1kg中に含有する成分及びその分量表

カチオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%	アニオン	ミリグラム	ミリバル	ミリバル%
水素イオン H^+				硝酸イオン NO_3^-			
カリウムイオン K^+	8.600	0.2199	3.01	塩素イオン Cl^-	26.95	0.7600	10.33
ナトリウムイオン Na^+	99.59	4.330	59.33	臭素イオン Br^-			
リチウムイオン Li^+				沃素イオン I^-			
アンモニウムイオン NH_4^+	1.120	0.0622	0.85	ヒドロ硫酸イオン HSO_4^-			
カルシウムイオン Ca^{2+}	27.47	1.371	18.78	硫酸イオン SO_4^{2-}			
マグネシウムイオン Mg^{2+}	12.02	0.9884	13.54	ヒドロチオ硫酸イオン $HS_2O_3^-$			
亜鉛イオン Zn^{2+}				チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$			
フエロイオン Fe^{2+}	8.050	0.2883	3.95	ジヒドロ燐酸イオン $H_2PO_4^-$	9.444	0.0974	1.32
フエリイオン Fe^{3+}				ヒドロ燐酸イオン HPO_4^{2-}	9.349	0.1948	2.65
マンガンイオン Mn^{2+}				燐酸イオン PO_4^{3-}			
銅イオン Cu^{2+}				亜ひ酸イオン AsO_2^-			
アルミニウムイオン Al^{3+}	0.356	0.0396	0.54	ヒドロ炭酸イオン HCO_3^-	384.2	6.299	85.64
				炭酸イオン CO_3^{2-}	0.114	0.0038	0.05
計	157.2	7.299	100.0	水硫イオン HS^-			
非解離成分	ミリグラム	ミリモル		ヒドロけい酸イオン $HSiO_3^-$	0.085	0.0011	0.01
ほう酸（メタ） HBO_2	2.840	0.0648		けい酸イオン SiO_3^{2-}			
けい酸（メタ） H_2SiO_3	84.71	1.085		ほう酸イオン BO_2^-	0.009	0.0002	0.00
亜ひ酸（メタ） $HAsO_2$				水酸イオン OH^-			

計	87.55	1.150					
遊離炭酸 CO_2	184.8	4.199					
遊離硫化水素 H_2S				計	430.2	7.356	100.0
計	184.8	4.199					
総計	859.8						
その他							
ガス	（1 l 中の含有量）						
4．泉質	単純温泉（緩和・低張性冷鉱泉）						

(3) 適応症と禁忌症

浴用の適応症　リウマチ性疾患，運動器障害，神経麻痺，神経症，病後回復期，疲労回復

浴用の禁忌症　すべての急性疾患ことに熱性疾患，進行性結核，悪性腫瘍，重い心臓病，出血性疾患，高度の貧血，その他一般に病勢進行中の疾患

飲用の適応症　胃腸病

20. その他の温泉（鉱泉）

南田沢鉱泉，松山新湯，坂本鉱泉，杉沢鉱泉，魚泉鉱泉（以上飽海郡），生繰沢鉱泉，木の沢鉱泉，水沢鉱泉（以上東田川郡）の諸鉱泉をまとめて記すことにする。

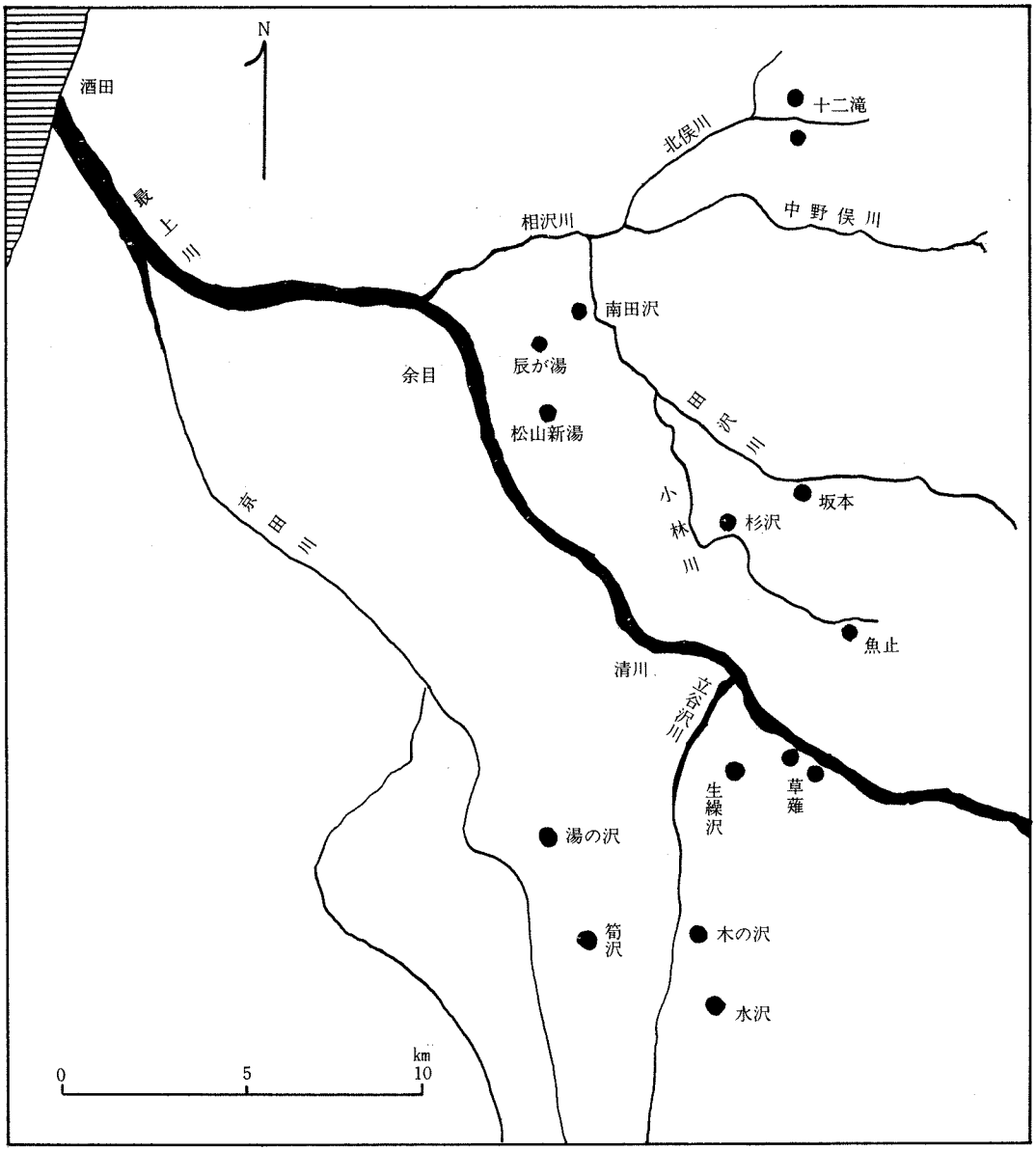


図319　相沢川，立谷沢川地区鉱泉分布図

(1) 化 学 成 分

南田沢鉱泉

所 在 地　山形県飽海郡田沢村南田沢
地　　質　硬質頁岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅷ－24（'55）7h 30m 晴　気温20.6℃
性　　状　無色透明にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を示す。pH 8.4
泉　　温　12.8℃
蒸発残渣　247mg/l

表232　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	0.237	0.0061	0.0061	0.52	Cl^-	14.400	0.4061	0.4061	34.56
Na^+	23.856	1.0372	1.0372	88.26	SO_4^{2-}	30.000	0.3027	0.6054	51.51
Ca^{2+}	1.854	0.0463	0.0926	7.88	HCO_3^-	9.980	0.1636	0.1636	13.93
Mg^{2+}	0.268	0.0110	0.0220	1.87	計	54.380	0.8724	1.1751	100.00
Fe^{2+}	0.129	0.0023	0.0046	0.39	HBO_2	10.006	0.2283		
Mn^{2+}	trace	—	—	—	H_2SiO_3	35.100	0.4497		
Al^{3+}	0.114	0.0042	0.0126	1.08	計	125.944	2.6575		
計	26.458	1.1071	1.1751	100.00					

泉　　質　単純硫黄泉

松山新湯温泉

所 在 地　山形県飽海郡松嶺町大字山寺字湯之沢
地　　質　緑色凝灰岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅴ－22（'55）9h 15m 晴　気温18.7℃
性　　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を呈する　pH 8.1
泉　　温　10.7℃
蒸発残渣　938mg/l

表233　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	9.497	0.2430	0.2430	0.86	Cl^-	352.160	9.9312	9.9312	35.00
Na^+	576.655	25.0720	25.0720	88.35	SO_4^{2-}	9.000	0.0908	0.1816	0.63
Ca^{2+}	7.755	0.1935	0.3870	1.36	HCO_3^-	63.428	1.0398	1.0398	3.66
Mg^{2+}	5.910	0.2430	0.4860	1.71	CO_3^{2-}	373.242	6.2207	12.4414	43.84
Fe^{2+}	0.261	0.0047	0.0094	0.03	OH^-	71.343	4.7849	4.7849	16.87
Mn^{2+}	0.069	0.0013	0.0026	0.01	計	869.173	22.0674	28.3789	100.00
Al^{3+}	19.587	0.7263	2.1789	7.68	HBO_2	16.297	0.3719		
計	700.734	26.4838	28.3789	100.00	H_2SiO_3	78.500	1.0056		
					計	1664.704	49.9287		

泉　　質　単純硫化水素泉

坂本鉱泉

所在地　山形県飽海郡田沢村字坂本
地　質　玄武岩質集左岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅷ－23（'55）8^h50^m　晴　気温22.8℃
性　状　無色透明にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を示す。pH 9.2
泉　温　23.8℃
蒸発残渣　318mg/l

表234　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	2.453	0.0627	0.0627	0.91	Cl^-	72.070	2.0324	2.0324	29.49
Na^+	147.573	6.4162	0.4162	93.08	SO_4^{2-}	14.000	0.1413	0.2826	4.10
Ca^{2+}	4.635	0.1152	0.2312	3.35	HCO_3^-	2.214	0.0363	0.0363	0.53
Mg^{2+}	1.465	0.0602	0.1204	1.76	CO_3^-	92.862	1.5477	3.0954	44.91
Fe^{2+}	0.415	0.0074	0.0148	0.21	OH^-	24.582	1.4460	1.4460	20.97
Mn^{2+}	0.000	0.0000	0.0000	0.00	計	205.728	5.2037	6.8927	100.00
Al^{3+}	0.427	0.0158	0.0474	0.69	HBO_2	15.158	0.3459		
計	156.968	6.6779	6.8927	100.00	H_2SiO_3	39.000	0.4996		
					計	416.854	12.7271		

泉　質　単純硫黄泉

杉沢鉱泉

所在地　山形県飽海郡田沢村字杉沢
地　質　黒色頁岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅷ－23（'55）15^h00^m 晴　気温25.3℃
性　状　微かに白濁を呈し硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を示す。pH 8.4
泉　温　15.0℃
蒸発残渣　518mg/l

表235　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	1.662	0.0425	0.0425	0.78	Cl^-	80.970	2.2834	2.2834	42.12
Na^+	81.363	3.5375	3.5375	65.26	SO_4^{2-}	147.000	1.4838	2.9676	54.74
Ca^{2+}	16.483	0.4103	0.8206	15.14	HCO_3^-	10.370	0.1700	0.1700	3.14
Mg^{2+}	8.390	0.3450	0.6900	12.71	計	248.340	3.9372	5.4210	100.00
Fe^{2+}	0.465	0.0083	0.0166	0.31	HBO_2	12.030	0.2745		
Mn^{2+}	0.000	0.0000	0.0000	0.00	H^2SiO_3	35.100	0.4497		
Al^{3+}	2.822	0.1046	0.3138	5.80	計	396.655	9.1096		
計	101.185	4.4482	5.4210	100.00					

泉　質　単純硫黄泉

魚止鉱泉

所在地　山形県飽海郡田沢村
地　質　（金山）凝灰炭
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅸ－1　('55) 11^h 30^m 晴　気温23.0℃
性　状　無色清澄にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を示す。　pH 7.9
泉　温　12.7℃
蒸発残渣　233mg/l

表236　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	0.792	0.0203	0.0203	0.47	Cl^-	16.930	0.4774	0.4774	10.94
Na^+	12.713	0.5527	0.5527	12.67	SO_4^{2-}	63.400	0.6400	1.2800	29.33
Ca^{2+}	18.579	0.4635	0.9270	21.25	HCO_3^-	83.174	1.3635	1.3635	31.25
Mg^{2+}	31.934	1.2966	2.5932	59.44	CO_3^{2-}	28.806	0.4801	0.9602	22.01
Fe^{2+}	0.554	0.0099	0.0198	0.44	OH^-	3.791	0.2818	0.2818	6.47
Mn^{2+}	0.000	0.0000	0.0000	0.00	計	196.101	3.2428	4.3629	100.00
Al^{3+}	2.226	0.0833	0.2499	5.73	HBO_2	17.796	0.4061		
計	66.798	2.4263	4.3629	100.00	H_2SiO_3	28.600	0.3663		
					計	309.295			

泉　質　単純硫黄泉

生繰沢鉱泉

所在地　山形県東田川郡立川町字生繰沢
地　質　硬質頁岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅸ－16　('55) 17^h 20^m　曇　気温16.8℃
性　状　無色透明にして硫化水素臭を放ちアルカリ性反応を示す。pH 9.3
泉　温　12.8℃
蒸発残渣　279mg/l

表237　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	0.870	0.0223	0.0223	1.66	Cl^-	12.640	0.3565	0.3565	26.46
Na^+	22.277	0.9686	0.9686	71.89	SO_4^{2-}	21.000	0.2120	0.4240	31.47
Ca^{2+}	5.374	0.1341	0.2682	19.90	HCO_3^-	34.581	0.5669	0.5669	42.07
Mg^{2+}	0.302	0.0124	0.0248	1.84	計	68.221	1.1354	1.3474	100.00
Fe^{2+}	0.142	0.0025	0.0050	0.37	HBO_2	13.986	0.3192		
Mn^{2+}	trace	—	—	—	H_2SiO_3	19.500	0.2498		
Al^{3+}	0.527	0.0195	0.0585	4.34	計	131.298	2.8638		
計	29.591	1.1594	1.3474	100.00					

泉　質　単純硫黄泉

木ノ沢鉱泉

所在地　山形県東田川郡立川町大字立谷沢字木の沢
地　質　黒色頁岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅸ－17（'55）15h 20m　晴　気温21.2℃
性　状　無色透明にして弱酸性反応を呈する。pH 6.2
泉　温　10.1℃
蒸発残渣　202mg/l

表238　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	1.039	0.0266	0.0266	1.97	Cl^-	16.310	0.4599	0.4599	34.35
Na^+	12.131	0.5274	0.5274	39.39	SO_4^{2-}	35.840	0.3618	0.7236	54.04
Ca^{2+}	5.014	0.1251	0.2502	18.69	HCO_3^-	9.479	0.1554	0.1554	11.61
Mg^{2+}	0.395	0.0162	0.0324	2.42	計	61.629	0.9771	1.3389	100.00
Fe^{2+}	1.227	0.0220	0.0440	3.29	HBO_2	7.969	0.1819		
Mn^{2+}	0.074	0.0013	0.0026	0.19	H_2SiO_3	55.900	0.7172		
Al^{3+}	4.097	0.1519	0.4557	34.05	CO_2	14.300	0.3250		
計	23.977	0.8705	1.3389	100.00	計	163.775	3.0717		

泉　質　単純炭酸鉄泉

水沢鉱泉

所在地　山形県東田川郡立川町大字立谷沢字水沢
地　質　硬質頁岩
源泉状況　自然湧出
採取日時　Ⅸ－17（'55）11h 20m　曇　気温20.7℃
性　状　無色清澄にして微かに硫化水素臭を放ち中性反応を示す。pH 7.1
泉　温　11.1℃
蒸発残渣　304mg/l

表239　イオン表

	ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%		ミリグラム	ミリモル	ミリバル	ミリバル%
カチオン					アニオン				
K^+	1.108	0.0283	0.0283	0.55	Cl^-	18.137	0.5115	0.5115	10.02
Na^+	10.299	0.4478	0.4478	8.77	SO_4^{2+}	123.600	1.2476	2.4952	48.87
Ca^{2+}	44.114	1.1006	2.2012	43.12	HCO_3^-	128.021	2.0987	2.0987	41.11
Mg^{2+}	28.398	1.1677	2.3354	45.74	計	269.758	3.8578	5.1054	100.00
Fe^{2+}	0.533	0.0095	0.0190	0.35	HBO_2	14.427	0.3292		
Mn^{2+}	0.023	0.0004	0.0008	0.02	H_2SiO_3	10.400	0.1332		
Al^{3+}	0.655	0.0243	0.0729	1.45	CO_2	4.866	0.1106		
計	85.130	2.7786	5.1054	100.00	計	384.581	7.2094		

泉　質　単純硫化水素泉

(2) 地球化学的考察

これらの温泉の分布する地域は，最上川を中間にはさんで南北に拡がる地域で，相沢川流域（飽海郡）と立谷沢川流域（東田川郡）との二つに分かれる。しかし，地質構造上からは鳥海断層を境にして，その東部地域と西部地域とに分けて考えたほうがよい。本項では，表にかかげた鉱泉以外の温泉も加えて説明をする。まず，この地区全体の湧水について，主要な化学成分の含量比を表240にまとめておく。

表240　主要化学成分の当量比（相沢川・立谷沢川地区）

鉱泉名	$(Na^+ + K^+)$/Σカチオン	$(Ca^{2+} + Mg^{2+})$/Σカチオン	Cl^-/Σアニオン	HCO_3^-/Σアニオン	SO_4^{2-}/Σアニオン
南田沢	0.89	0.098	0.35	0.14	0.52
辰が湯	0.94	0.05	0.82	0.17	0.01
松山新湯	0.89	0.03	0.35	*0.47	0.01
湯の沢	0.86	0.13	0.63	0.37	0.005
筍沢	0.88	0.08	0.36	0.61	0.05
杉沢	0.96	0.28	0.42	0.03	0.55
生繰沢	0.73	0.22	0.26	0.42	0.31
木の沢	0.41	0.21	0.34	0.12	0.54
水沢	0.093	0.49	0.10	0.42	0.49
十二滝相沢	0.96	0.22	0.24	*0.64	0.02
十二滝	0.98	0.01	0.10	*0.70	0.08
坂本	0.94	0.05	0.29	*0.45	0.04
草薙1号	0.59	0.11	0.61	0.38	0.001
草薙2号	0.73	0.23	0.71	0.27	0.02
魚止	0.13	0.81	0.11	*0.53	0.29

（注）* は$HCO_3^- + CO_3^{2-}$である。

イ）　東部地区

ここに分布する鉱泉は，北より順に十二滝，坂本，杉沢，魚止，草薙，生繰沢，木の沢，水沢の諸鉱泉である。いずれも冷鉱泉で，木の沢鉱泉（単純炭酸泉，pH＝6.2）を除けば，イオウ泉または硫化水素泉で，弱アルカリ性を呈する。また，全蒸発残留物はいずれも1,000mg/l以下である。全体的にみると，pHは南下するほど小になる。この地域の鉱泉を詳細に検討すると，地理的にも地球化学的にも，さらに3群に分けられる。ひとつは杉沢，生繰沢，木の沢，水沢の鉱泉群で，いずれも南北の一直線上に配置し，化学的には，SO_4^{2-}の全陰イオンに対して占める当量比は，0.31～0.55の範囲内にあり，出羽丘陵地帯の鉱泉（温泉）を通じて最高である。もうひとつは，十二滝鉱泉群，坂本鉱泉，草薙温泉群の系統で，さきに挙げた鉱泉群の東側に南北の一直線上にならぶ。SO_4^{2-}の全陰イオンに対する比率は，さきの鉱泉群に比べると，はるかに小で，いずれも0.1以下である。さらにこの群の特徴は，$(Na^+ + K^+)$／Σ陽イオンの当量比が大きいことで，0.59～0.98の範

囲にある。魚止鉱泉だけは以上の2群に比べて，さらに東側に位置して，化学的にも異なった特徴をもち，（$Ca^{2+}+Mg^{2+}$）/Σ陽イオンの当量比が0.81で大きく，出羽丘陵地帯全鉱泉中の最高値を示す。これはべつの1群として区別すべき性質のものである。おわりに，この地域の鉱泉を陰イオン成分の含有量（当量）から分類すると　つぎのようにまとめられる。

SO_4^{2-}型：杉沢，木の沢，水沢

HCO_3^-型 $\begin{cases} SO_4^{2-} > Cl^- : \text{生繰沢，魚止} \\ Cl^- > SO_4^{2-} : \text{十二滝，坂本} \end{cases}$

Cl^-型：草薙

ロ）　西部地域

南田沢，辰が湯，松嶺新湯，湯の沢，筍沢の諸鉱泉が，ほぼ一直線上に南北に並んでいる。中性または弱アルカリ性のイオウ泉，硫化水素泉である。マンガンや鉄分をほとんど含まず，$(Na^+ + K^+)$/Σ陽イオンの当量比が0.9前後で大きく，SO_4^{2-}/Σ陰イオンの値が，南田沢鉱泉を除けば，極端に小さく0.05以下である。陰イオンを基準にしてこの地域の鉱泉を分類するとつぎのようになる。

Cl^-型：辰が湯，湯の沢

HCO_3^-型（$Cl^- > SO_4^{2-}$）：松山新湯，筍沢

SO_4^{2-}型：南田沢

文　　献

1．引用・参考文献

学会誌等の論文の引用は，次記の山形県温泉関係資料からの再引用が主であるので本書では省略し，総論編において直接に引用および参考とした単行本のみを携げた。

福富孝治（1936）：温泉の物理．岩波書店．
服部安蔵（1956）：温泉の化学．南山堂．
早川正己・馬場健三（1967）：地熱発電．ラティス社．
————（1970）：地熱（第四のエネルギー）．日本放送出版協会．
石川成章（1928）：本邦温泉論考．古今書院．
岩崎岩次（1948）：温泉．白水社．
————（1970）：火山化学．講談社．
環境庁自然保護局（1972）：温泉必携．日本温泉協会．
————————（——）：国民保養温泉ガイド．国民保養温泉地協議会．
片山信夫・他（1970）：新版地学辞典（２）．古今書院．
川嶋武宜・他（1964）：温泉権の研究．勁草書房．
蔵田延男（1962）：日本の地下水．実業公報社．
黒田和夫（1948）：温泉の科学．長谷川書店．
室井　渡・他（1969）：温泉の開発と設計．地人書館．
中村久由（1964）：日本の温泉．実業公報社．
西方義方（1943）：温泉誌．人文書院．
ペ・ペ・フリメント（1967）：地下水の力学．ラティス社．
酒井軍治郎（1965）：地下水学．朝倉書店．
谷田　肇（1969）：温泉療法．医事薬業新報社．
上田誠也・杉村　新（1970）：弧状列島．岩波書店．
湯原浩三・瀬野錦蔵（1969）：温泉学．地人書館．

2．山形県温泉関係資料

山形県の温泉のおもに自然科学的調査資料について可能なかぎり収録した。

陸水および地下水関係の資料は，主要なもののみを，地質関係の資料は，地質図幅のほかは，盆地単位程度の地域を網羅した総括的地質誌を携げた。

温海町史編纂委員会（1972）：温海町の自然（温海町史別冊）．山形県温海町．
福富孝治・他（1963）：山形県赤湯温泉の湧出機構と注水効果の機構．北海道大学地球物理学研究報告．no.11．

福富孝治・他（1966）：山形県天童温泉の地球物理学的研究．北大地球物理学研究報告．no.14.

FUNAYAMA, Y.（1960）：The geology and geological structure of marginal areas of Yamagata basin. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. III, no. 7.

飯塚保五郎（1924）：山形県庄内油田地形および地質図（付説明書）．地質調査所．

入江敏勝・志田　勇・他（1967）：蔵王温泉の生成機構に関する一考察．地球化学．no. 1.

石井清彦（1922）：山形県最上油田地形および地質図（付説明書）．地質調査所．

科学技術庁資源調査会（1970）：最上川の治山治水に関する調査報告．資源調査会報告，no.55.

KATO, I.（1955）：Petrogenetic Considerations of the Green Tuffs found in the Lower Part of the Neogene developed in the Yokote Basin in Akita Pref. and the Shinjo Basin in Yamagata Pref., Sci. Rep, Tohoku Univ., Ser III, vol. 5.

加藤武雄（1951）：温泉の触媒作用に関する研究（第1報），山形県蔵王温泉について．山形大学紀要（自然科学），vol. 1，no. 4.

————（1952）：山形県赤倉温泉群の地球化学的研究（第1報），赤倉温泉の機構について，山形大学紀要（自然科学），vol. 2，no. 1.

————（1963）：山形県赤倉温泉群の地球化学的研究（第2報），赤倉温泉の泉質について．温泉科学，vol.13，no. 3－4.

————（——）：吾妻火山周辺の温泉に関する地球化学的研究．温泉科学，vol.13，no. 3－4.

————（——）：山形県長沼温泉の地球化学的研究．温泉科学，vol.13，no. 3－4.

————（1964）：出羽丘陵地帯の鉱泉に関する化学的研究．温泉科学．vol.15，no. 1.

————（——）：山形県村山・置賜盆地の温泉に関する化学的研究．温泉科学，vol.15，no. 1.

————（1965）：山形県庄内地方の温泉に関する地球化学的研究．温泉科学，vol.15，no. 3－4.

————（——）：蔵王山周辺の温泉に関する地球化学的研究．vol.15，no. 4.

————（1966）：山形県白鷹火山地域の鉱泉に関する地球化学的研究．温泉科学，vol.17，no. 1.

————（1967）：温泉の触媒作用に関する研究（第5報），山形県姥湯温泉について．温泉科学，vol.17，no. 3.

————（——）：朝日・飯豊山系の温泉に関する地球化学的研究．温泉工学会誌，vol. 5，no. 1.

————（1970）：最上川の自然的特性．地理，vol.15，no.12.

————（1971）：最上川の酸性毒水．地理，vol.16，no. 2.

————（——）：最上川水系の水質．地理，vol.16，no. 4.

————（——）：最上川の水文的特徴．地理，vol.16，no. 7.

————（1972）：最上川の自然的特性と利水上の問題点．水温の研究，vol.16，no. 4.

————（——）：蔵王火山周辺地域の陸水．東北学院大学文化研究所紀要，no. 4.

経済企画庁・山形県（1960）：最上水系，宮川・須川水系地下水調査報告書（国土調査）．

今田　正（1971）：5万分の1地質図朝日岳－塩野町（付説明書）．山形県．

————（1973）：5万分の1地質図大鳥池－勝木（付説明書）．山形県．

牧　真一・柴田　賢（1961）：山形ガス田の地球化学的研究．地質調査所月報，vol.1，no.2．

牧　真一・他（1966）：山形県下のヘリウム資源について．地質調査所月報，vol.17，no.11．

皆川信弥（1956）：赤滝温泉調査報告書．（M. S.），滑川鉱山（株）．

————（1957）：湯田川温泉電深調査報告書．（M. S.），山形県湯田川温泉組合．

————（1958）：成沢（山形）温泉調査報告書．（M. S.），山形県．

————（——）：飯田温泉調査報告書．（M. S.），山形県．

————（——）：赤倉温泉群第一次総合調査報告書．（M. S.），山形県．

————（1959）：湯野浜温泉調査報告書．（M. S.），山形県

————（1960）：湯野浜温泉群総合調査報告書．（M. S.），山形県．

————（——）：五色温泉調査報告書．（M. S.），山形県．

————（——）：上山温泉調査報告書．（M. S.），山形県．

MINAKAWA, S.（1961）：Cenozoic Tectogentic Movements in the Southern Inland Basins and their Environs, Northeast Japan. Bull. Yamagata Univ.（Natulal Science), vol.5，p.425－523.

皆川信弥（——）：天童温泉電探調査報告書．（M. S.），山形大学文理学部．

————（——）：温海温泉調査報告書．（M. S.），山形県温海温泉源泉有限会社．

————（——）：小国温泉探査報告書．（M. S.），山形県小国町．

————・入江敏勝（1967）：由良温泉調査報告書．（M. S.），鶴岡市．

————・————（1970）：肘折温泉調査報告書．（M. S.），山形県．

————・志田　勇・加藤武雄（——）：瀬見温泉総合調査報告書．（M. S.），山形県．

————（1971）：5万分の1地質図「手ノ子」（付地質説明書）．山形県．

————・志田　勇・加藤武雄（1972）：白布温泉群．吾妻温泉群総合調査報告書．(M. S.) 山形県．

————（1973）：村山南部温泉調査報告書．（M. S.），山形県．

————（——）：庄内・新庄・山形・米沢地方における上昇帯と沈降帯の意義（予報）山形県の地質と資源．

最上川水資源開発調査会（1973）：最上川総合利水計画調査報告書．最上川水資源調査会資料，no.7．

村山賢一（1932）：7万5千分の1，酒田図幅地質図（付説明書）．地質調査所．

室井　渡・安斉　徹（1959）：注水による温泉の若返りと赤湯温泉の実例について，地学雑誌．vol.68.

小倉　勉・皆川信弥・今田　正・山形　理（1956）：表層地質調査5万分の1鶴岡図幅（付説明書）経済企画庁．

大沢　穠・角　清愛（1961）：5万分の1地質図羽前金山（付説明書）．地質調査所．

佐藤晋三・ほか（1972）：広河原地区温泉調査報告書．（M. S.），山形県飯豊町．

佐藤晋三・志田　勇・皆川信弥・加藤武男・東海林辰雄・鈴木生男（1973）：朝日村温泉調査報告書．（M. S.），山形県朝日村．

志田　勇（1968）：昭和41年度における蔵王火山活動について．東北地域災害科学研究（昭和42年度）．

————・加藤武雄（1971）：蔵王温泉周辺地域の水利総合調整に関する基礎的研究．山形市水道部．

————・————（1972）：1966年における蔵王火山活動のその後の推移について．東北地域災害科学研究（昭和46年度）．

杉山　尚・他（1956）：温泉療養に関する医学的調査報告，第1号，蔵王温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・他（——）：温泉療養に関する医学的調査報告，第2号，下山温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・（——）：東北地方における湯治概況調査成績II，蔵王温泉における湯治概況並に2・3の医学的調査．日本温泉気候学会誌，vol.20，no. 2．

————・他（1957）：温泉療養に関する医学的調査報告，第3号，瀬見温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・他（——）：温泉療養に関する医学的調査報告，第4号，湯田川温泉の医学的調査．山形県厚生部薬務課．

————・他（1957）：東北地方における湯治概況調査成績III，瀬見温泉における調査成績．日本温泉気候学会雑誌，vol 20，no. 3．

————・他（——）：東北地方における湯治概況調査成績IV，山形県湯田川温泉における湯治概況と調査成績．日本温泉気候会雑誌，vol.21，no. 1．

————・他（1958）：温泉療養に関する医学的調査報告，第5号，肘折温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・他（1958）：温泉療養に関する医学的調査報告，第6号，小野川温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・他6名（——）：東北地方における湯治概況調査成績V，小野川温泉における湯治概況と2・3の医学的調査．日本温泉気候学会雑誌．vol.22，no. 1．

————・他（——）：東北地方における湯治概況調査成績VI，山形県肘折温泉における湯治概況と2・3の医学的調査．日本温泉気候学会誌，vol.21，no. 4．

————・他（1959）：温泉療養に関する医学的調査報告，第7号，銀山温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・他（——）：温泉療養に関する医学的調査報告，第8号，温海温泉の調査成績報告．山形県厚生部薬務課．

————・他5名（——）：東北地方における湯治概況調査成績VII，山形県銀山温泉における湯治概況と2・3の医学的調査．日本温泉気候学会雑誌，vol.23，p.349．

杉山　尚（1959）：山形県の温泉――医学的方面――．温泉科学，vol. 9，no. 2～3．

――――・他（1960）：温泉療養に関する医学的調査報告，第9号，白布高湯温泉の調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

――――・他5名（――）：東北地方における湯治概況調査成績Ⅷ，山形県温海温泉における湯治概況と医学的調査．日本温泉気候学会雑誌，vol.23，p.501．

――――・他7名（――）：東北地方における湯治概況調査成績Ⅸ，山形県白布高湯温泉（付，新白布高湯）における湯治概況と2・3の医学的調査．日本温泉気候学会雑誌，vol.23，p.512．

――――・他（1961）：温泉療養に関する医学的調査報告，第10号，赤倉温泉の調査成績報告．山形県衛年部薬務課．

――――・他（――）：温泉療養に関する医学的調査報告，第11号，東根温泉の調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

――――・他（1962）：温泉療養に関する医学的調査報告，第12号，湯野浜温泉の調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

――――・他8名（――）：東北地方における湯治概況調査成績Ⅹ，山形県赤倉温泉　おける湯治概況と2・3の医学的調査．温泉気候学会雑誌，vol.26，p.64．

――――・他7名（――）：東北地方における湯治概況調査成績，Ⅺ，東根温泉における湯治概況並びに医学的調査．日本温泉気候学雑誌，vol.26，p.72．

――――・他8名（――）：東北地方における湯治概況調査成績Ⅻ，山形県湯野浜温泉における湯治概況並びに医学的調査，vol.26，p.139．

――――・他（1963）：温泉療養に関する医学的調査報告，第13号，新庄温泉の調査成績報告・新山温泉の調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

――――・他7名（――）：東北地方における湯治概況と医学的調査．日本温泉気候学会雑誌，vol.28，p.1．

――――・他（――）：温泉療養に関する医学的調査報告，第14号，羽根沢温泉の調査成績報告．滑川温泉調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

――――・他（1965）：温泉療養に関する医学的調査報告，第15号，飯豊温泉の調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

――――・他（1966）：温泉療養に関する医学的調査報告，第16号，今野温泉の調査成績報告．山形県衛生部薬務課．

TAGUCHI, K.（1962）：Basin architecture and its relation to the petroleum source rock development in the region bordering Akita & Yamagata Profectures and the adjoining areas, with the special reference to the depositional environment of petroleum source rochs in Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. Ⅲ, vol. 7，p.293－342．

田口一雄（1968）：5万分の1地質図大沢（説明書）．山形県．

田宮良一・他（1971）：5万分の1地質図吾妻山―福島（付説明書）．山形県．

田宮良一・他（1973）：5万分の1地質図温海（付説明書）．山形県．
————・神保　悳（——）：土地分類調査20万分の1山形県表層地質図．経済企画庁．
————・他（——）：山形県の地熱調査の概要（1）——肘折地圧の調査概要．地熱，vol.10, no.2．
谷　正己（1969）：東北地方における温泉の分布と地質構造について．地熱，no.19.
寺崎恒信・他（1954）：小野川温泉（山形県）に於けるRaB，RaC，ThB，ThCの検出についてI．山形大学紀要（自然化学），vol.3，no.2．
東北地方建設局酒田工事事務所（1971）：最上川工事史．
東海林辰雄・桜井　守・鈴木生男（1963）：山形県温泉におけるCl^-，HCO_3^-，SO_4^{2-}分布について．温泉工学会誌，vol.1，no.2．
東海林辰雄・他（1964）：山形県小野川温泉の湧出流動の状況．温泉科学，vol.14，no.3－4．
通商産業省（1967）：昭和41年度山形吉野地域広域調査報告書．
————（1969）：昭和42年度山形吉野地域広域調査報告書．
————（1970）：昭和43年度山形吉野地域広域調査報告書．
浦上晃一・他（1969）：山形県東根温泉の調査．北海道大学地球物理学報告，no.22号．
山形県（1958）：山形県天然ガス調査報告書．
山形県衛生部（1952）：山形県の温泉，総論篇．
————（1953）：山形県の温泉，各論篇（第一輯）—吾妻山系温泉群—．
————（1954）：山形県の温泉，各論篇（第二輯）—庄内地区温泉—．
————（1963）：山形県の温泉，各論篇（第三輯）—最上地区温泉—．
————（1964）：山形県の温泉，各論篇（第四輯）—村山北部地区温泉—．
————（1965）：山形県の温泉，各論篇（第五輯）—村山南部地区温泉—．
————（1966）：山形県の温泉，各論篇（第六輯）—置賜地区温泉—．
————（1966）：温泉療養の手びき．
山形県衛生部薬務課（1965）出羽三山地区温泉調査報告書．
————（1966）：出羽丘陵北部西縁地域温泉調査報告書．
————（1967）：御所山周辺の温泉調査報告書．
————（1968）：福室・加無山周辺の温泉調査報告書．
————（1969）：県南地区温泉調査報告書．
————（——）：朝日山系東麓地域温泉調査報告書．
山形県総合学術調査会（1963）：朝日連峰．
————（1966）：吾妻連峰．
————（1969）：飯豊連峰．
————（1972）：鳥海山・飛島．
山形県（1955）：山形県総合開発資料，月山朝日山系総合調査報告書．

山形県（1958）：最上水系，馬見ヶ崎川扇状地地下水説明書．
山形市（1959）：最上川水系，立谷川・高瀬川扇状地地下水調査報告書（国土調査）．
山形市総合企画審議会（1965）：山形市治山治水水資源開発報告書．
山形　理（1963）：山形盆地の地史学並びに花粉学的研究．山形大学紀要（自然科学），vol. 5，no. 4．
矢崎清貫（1961）：山形県米沢市付近の天然ガスについて．地質調査所月報，vol.12，no. 1．
米沢市・米沢観光協会（1965）：温泉調査報告書．
神保　悳・吉田　昭・清水貞雄（1957）：表層地質調査5万分の1月山図幅（付説明書）．経済企画庁．
————・島崎恵造・佐藤康次郎・玉ノ井正俊（1959）：表層地質調査5万分の1湯殿山図幅（付説明書）．経済企画庁．
————（1965）：山形県の地質．山形県．
————（1969）：5万分の1地質図大沢（付説明書）．山形県．
————・他（1970）：5万分の地質図．米沢－関（付説明書）．山形県．
————（1971）：20万分の1地質図山形県（3訂）（付設明書）．山形県．
————・田宮良一（1971）：5万分の1地質図赤湯（付説明書）．山形県．

3．地　誌　類

古文書的な資料は省略し，一般に入手しやすいものか，図書館等で閲覧しやすいものを携げた。

粟野忠雄（1932）：温泉の山形．山形県温泉組合連合会．
萩生田憲天（1957）：上山温泉誌．上山郷土史研究会．
原　精一（1872）：山形県地理書．
長谷部辰連（1890）：山形県鉱泉誌．片山庸作．
早坂忠雄（1950）：民謡と温泉めぐり。
林　光徳・他（1891）：山形県新地誌．有斐堂．
————（1927）：瀬見温泉誌．
桶口翅影（1930）：北羽の肘折の湯．
星川茂彦（1964）：大銀山としての野辺山銀山．
五十嵐太右ェ門（1891）：山形県通覧．有斐堂．
井上多充（1924）：上の山温泉案内．
伊藤源助（1896）：高湯温泉誌．
河合孝朔（1895）上山温泉誌．
工藤吉治（1969）：東根温泉60年誌．東根温泉開湯60年祭実行委員会．
最上町誌編纂委員会（1960）：最上町誌．
長井政太郎（1933）：山形県地誌．

長井政太郎・仁藤庸雄（1937）：最上高湯，（上・下）．地理教育，vol.26.

————・木村正太郎（1939）：山形県の温泉．地理学，vol.7，no.4，6，7．

斉藤久雄（1962）：蔵王温泉史の研究（1）．郁文堂．

————（1964）：蔵王温泉史の研究（2）．郁文堂．

————（1966）：蔵王温泉史の研究（3）．郁文堂．

佐久間昇（1966）：肘折温泉の歴史．

桜井政長（1875）：さとのしるべ

清野鉄臣（1937）：温海温泉誌．

田中　豊（1832）：銀山の銀と温泉．

天童町史編纂委員会（1952）：天童の生い立ち．

梅津吉造（1958）：上山郷土史物語．

————（1960）：上山繁昌記．誌趣会．

湯田川温泉組合（1958）：我が村の温泉．

温泉利用宿泊施設一覧表

S.47. 3. 31 現在

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
白布	東屋旅館	宍戸摠左ェ門	米沢市大字関	白布 2011	28			80	101	20～45	
	東屋別館東雲	〃	〃	〃	17			40	57	25～45	日
	西屋旅館	遠藤二男	〃	2211	33				100	20～30	
	西屋別館ホテル渓山	〃	〃	2213	18			100	75	25～50	日
	中屋旅館	遠藤なか	〃	2111	34				130	20～30	日
	中屋別館不動閣	〃	〃	2121	33			126 60	140	25～60	日
新高湯	吾妻旅館	安部勇一	米沢市大字関字湯の入沢2723	白布 2033	14				48	16～17	
姥湯	桝形屋	遠藤正夫	米沢市大字大沢姥湯1		10				40	8～19 素泊 2食付	
滑川	福島屋旅館	笹木正道	米沢市大字大沢字滑川15	板谷 6	48			40	150	自炊 7～9 点 18～25	
五色	宗川旅館	宗川孝五郎	米沢市板谷498	板谷 1	50			40	250	18～28	
新五色	子金屋旅館	八幡芳子	米沢市板谷511	板谷 3	25			50 30	150	20～25	
	寿草園保養センター	山口昭二郎	〃 509	7	21				30	20～35	
大平	滝見屋	安部弥惣左ェ門	米沢市李山12127	米沢 38－2237	20				60	2食付 22 自炊 9	
小野川	ホテル山川	山口幸雄	米沢市小野川町2436	小野川2811	20			75	130	25～50	日
	旭屋旅館	佐藤角次	〃 2437-1	2111	30			100 50	150	25～45	日
	河鹿荘	佐藤清三郎	〃 2070	2221	18			100	100	20～40	日
	扇屋旅館	芳賀善九郎	〃 2432	2521	15			65	81	20～40	日
	小野川ホテル	鈴木はる	〃 2483	2421	16			47	61	18～25	日
	登府屋旅館	遠藤せい	〃 2493	2621	21			32	85	20～30	
	松苑春木屋	小野島重助	〃 2474-1	2711	15			60	58	20～40	日
	富久寿荘	二階堂俊一	〃 2495	2900	15			43	60	20～30	
	かめや万年閣	佐藤虎雄	〃 2481	2011	18			64	73	20～30	日
	高砂屋旅館	竹田こう	〃 2427	2224	10			24	40	15～25	
	うめや旅館	斉藤和雄	〃 2494	2911	15				35	18～25	

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
小野川	寿楽荘	鈴木みやの	米沢市小野川町2565	小野川 2800	11			34	40	15～30	
	やな川屋旅館	鈴木忠	〃 2486	2221	14				39	17～25	
	河鹿荘支店つるや	佐藤清三郎	〃 2430	2610	5			28	20	15～20	
	吾妻荘	遠藤金夫	〃 2471	2311	13			60	60	25～30	日
	吾妻園	〃	〃 〃	2314	5				29	35～45	日
	小野川保養センター	〃	〃 〃	2306	10				30	7～自炊	
泡の湯	三好荘	舟山ふさ子	西置賜郡小国町大字小玉川715	玉川4951	8			29	50	15～20	
赤湯	旅館桜湯	須藤コウ	南陽市赤湯740	南陽3-3020	15		1	56	87	30～80	国日
	丸萬旅館	石岡まつ	〃 472	3-2171	11			20	40	15～20	
	丹泉ホテル	丸森周子	〃 988	3-3030	19			100	95	25～60	日
	栄屋旅館	完戸計三	〃 1007	3-3010	12			60	64	20～35	日
	旅館松島館	長嶋コウ	〃 725	3-2501	18			45 20	70	15～30	
	旅館紅梅	渡辺キン	〃 420-1	3-2450	14			80	70	20～50	日
	別館白梅	〃	〃 431-6	〃	10			45	50	20～50	
	旅館大文字屋	丸森ミツ	〃 1003	3-3070	10			45	62	25～40	日
	金湯旅館	田口貢	〃 779	3-2333	15			45	80	30～60	日
	丘のホテル羽黒荘	須藤清司	〃 椚塚1410	3-2510	23			100 48	130	20～50	国日
	清茂登旅館	片桐松子	〃 赤湯424-5	3-2039	10				35	20～30	
	富士見屋旅館	星やの	〃 962	3-2624	15			42	50	17～25	
	近江屋旅館	大山昭樹	〃 292-2	3-2016	13			45	50	20～35	日
	天乃湯旅館	長嶋ふみ子	〃 763	3-2131	20			26	55	18～25	
	森乃湯旅館	斎藤はつゑ	〃 548	3-2057	9		1	40	50	20～40	日
	大和屋	小林清三郎	〃 972	3-2257	15			48	60	25～40	日
	御殿守旅館	石岡要太	〃 989	3-3125	26			80 50	120	25～50	国日
	旅館歌丸	歌丸みつ	〃 2968-1	3-3029	12			24	40	20～22	
	有馬館	須藤清次	〃 777	3-2600	22			80 24	120	25～60	日
	丹波館	石岡与市	〃 1014	3-3000	15			40	70	25～45	日
	升形屋旅館	歌丸もん	〃 761	3-2301	15			30	45	15～25	
	竹屋旅館	佐々木富子	〃 2991-1	3-2366	6			20	20	20～30	
白鷹	大森荘	新野俊雄	西置賜郡白鷹町大字下山1780	白鷹5-2820	20	1		55	50	16～20	

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	洋室	和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
宮内	宮内温泉(株)	和賀英太郎	南陽市宮内922	南陽2716	11				60	均一 16	
葉山	橋本屋旅館	橋本利左衛門	上山市大字高松1981-3	上山2-0295	24			80	130	20～50	日
	丹野ホテル	丹野マサ	〃 1679	2-0398	11		1	30	62	20～50	日
	陶芸の宿古窯	佐藤信二	〃 1652-3	2-5454	34			120/60	180	25～70	政国日
	寒河江屋旅館	伊藤こう	〃 字和合 252	2-0170	16			40	80	15～50	
	葉山館	五十嵐フク	〃 〃 1659	2-0885	28			120/60	165	20～70	日
	山清旅館	佐藤ゑつ	〃 字横山1901-2	2-0814	7			20	30	20～30	
	旅館三恵	佐藤キクヨ	〃 字横山 1661	2-0804	16			72	80	20～40	日
	菊屋別館	斎藤禎子	〃 〃 1652-1	2-0511	16			86	80	15～40	日
	まるみ荘	佐藤すみ子	〃 〃 1697	2-0903	19			90	120	25～50	日
	糸屋ホテル	菊地和男	〃 字横山1703-2	2-1005	28			130	150	25～70	政国日
	葉山ホテル	菊地敏行	〃 字横山 1706	2-0330	23			110/33	110	20～45	日
	富士ホテル	富士なを	〃 字横山 1715	2-2451	10			70	60	25～50	日
	静山荘	丹野テルエ	〃 字横山1668-1	2-0634	7				20	15～18	
高松	三木屋旅館	鈴木恒三郎	上山市高松283	上山2-1511	44			85/41	177	20～35	日
	電々公社上山保養所	板垣正雄	〃河崎字反田848	2-0200	11			85.5	42	11～16	
河崎	石山旅館	石山市郎	上山市河崎字反田13	上山2-0752	26			42	93	20～30	
	藤屋旅館	吾妻茂	〃 190-3	2-1045	13				40	6～7	
上山	月岡ホテル	堺三郎左衛門	上山市鶴脛町712	上山2-1212	58			160/60	260	25～50	政国日
	旅館さかの屋	坂野りつ	〃 〃 396	2-1001	21			60	100	25～60	日
	村尾旅館	村尾洋造	〃字元城内 275	2-2111	70		2	200/72	350	25～250	政国日
	材木栄屋	酒井吉亮	〃 〃 756	2-1311	27		1	100/40	150	25～50	政国日
	有馬館	須藤清雄	〃 〃 137	2-2511	18			80/42	90	25～50	日
	城戸口屋旅館	城戸口正雄	〃 〃 403	2-0228	15			60	50	25～35	日
	はたや旅館	渡辺清治	〃 〃 398	2-0213	10			18	30	20～30	
	ホテルあづま屋	吾妻茂	〃 〃 112	2-2222	45			100/60	230	20～60	政国日
	菊屋ホテル	斎藤律子	〃 〃 112	2-1411	22			98	120	25～40	日
	招雲閣	佐藤昌孝	〃 字沢丁 112	2-1711	13		2	50/25	75	20～50	日
	よねや旅館	原田ヒデ	〃 十日町 904	2-2211	45			130/84.5	200	25～50	国日
	昭和館	羽島正	〃 十日町 903	2-2411	13			30	50	20～30	日
	旅館滝沢屋	相馬聡夫	〃 〃 902	2-2125	11			38	47	20～30	日

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
上山	中村屋	中村謙吉	上山市十日町925	上山2-0035	12			50	50	25～40	日
	しまず旅館	島津マサ	〃 〃 837	2-0350	9			40	36	20～28	
	五助旅館	清野克己	〃 鶴脛町474	2-2311	20			40	90	25～50	日
	伊勢屋	嵐田静子	〃 〃 475	2-0316	11			20	40	15～25	
	陸前屋	山内マツ	〃 〃 476	2-0111	11		1	26	45	18～30	
	旅館川嶋	高内功夫	〃 〃 477	2-2025	19			{50 22	100	14～45	
	不老泉柏屋	柏倉ミヨ	〃 〃 479-1	2-0317	7			22.5	23	20～40	
	旅館ふじ金	志賀浪千代	〃 〃 479	2-0102	13			30	50	15～30	
	松本屋	岡崎正子	〃 〃 480	2-0006	11				44	18～25	
	村上屋	村上ミツエ	〃 〃 482	2-0221	9			20	30	20～25	
	山城屋	高橋四郎兵エ	〃 〃 484	2-0015	11			24	30	20～30	
	御殿湯	佐藤紀嗣	〃 〃 892	2-2106	13			43.5	44	20～30	日
	長十郎	柏倉登美	〃 〃 478	2-0149	13			30	55	16～29	
	亀屋	庄司弥四郎	〃 〃 898	2-2030	12			52	50	25～35	日
	長谷屋	石井栄吉	〃 十日町924	2-2321	11			36	55	20～35	
	いこい荘	山形市長	〃 鶴脛町217	2-0016	13			25	50	10～12	
山形	紅花荘	後藤源次郎	山形市蔵王成沢字町浦 175	山形 88-3030	27	1		{100 50	120	20～30	日
	蔵王荘	庄司キヨエ	〃 173	88-3333	20			72	100	20～40	日
龍王	龍王温泉荘	吉田吉助	上山市金瓶字原 150	上山2-1277	11				35	7～20	
大野目	旅館安部	安部一郎	山形市平久保 34	山形 32-0605	7			30	30	20～30	
山寺	山寺温泉ヘルスセンター	増子喜代治	山形市大字山寺4188	山寺 105	21			{100 40	98	18～35	
蔵王	高見屋旅館	岡崎博弥	山形市蔵王温泉 54	蔵王 9333	40			120	159	20～60	日
	ホテル樹林	岡崎博弥	〃 54	9511	28	1		50	141	25～60	国
	大平ホテル	岡崎善七	〃 字荒敷 825	9422	15	1			110	30～60	国
	エコーホテル	平野岩吉	〃 字三度川1117	9533	48	1	1	100	300	25～150	政国
	ホテル雲海荘	岡崎博弥	〃 字川前 942-1	9135	16		11	{80 50	75	25～60	日
	岡崎屋旅館	伊藤長作	〃 48	9222	52			100	209	18～50	日

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
蔵王	堺屋旅館	岡崎伝三郎	山形市蔵王温泉 8	蔵王 9322	60			100	200	20～70	日
	寿屋旅館	堀修一	〃 9	9315	30			80	123	20～70	日
	若松屋旅館	斎藤長右エ門	〃 39	9525	25			50	102	18～35	日
	柏屋旅館	伊藤中二郎	〃 1	9117	29			60	118	18～45	日
	観光ホテル	本堂一夫	〃 2	9111	37			100	150	25～50	日
	近江屋旅館	伊藤八右エ門	〃 46	9008	36			100	145	15～50	日
	松金屋旅館	斎藤藤左エ門	〃 11	9411	20			50	82	20～50	日
	吉田屋旅館	佐藤伊右エ門	〃 13	9223	23			60	92	13～40	日
	つる屋旅館	堀弥兵エ	〃 12	9112	19			60	77	15～45	日
	中村屋旅館	岡崎良一	〃 40	9113	21				85	20～40	
	山形屋旅館	岡崎宏	〃 6	9133	27			60	110	15～32	日
	伊藤旅館	伊藤安助	〃 21	9027	30				121	20～30	日
	川原屋旅館	斎藤正典	〃 43	9007	12				49	18～30	
	高砂屋旅館	岡崎勘治	〃 23	9026	7				31	18～20	
	堀久旅館	堀久治	〃 29	9226	24			40	98	15～30	日
	昭栄館	庄司七蔵	〃 28	9200	21			50	84	20～35	日
	招仙閣	斎藤昭	〃 22	9015	15				60	18～35	日
	蔵王山のホテル	菊地勘留	〃 字川前 934	9512	27			100	111	15～50	日
	三浦屋	堀五郎	〃 30-1	9030	7				29	15～20	
	旅館樹氷	岡崎正義	〃字上の台 759	9700	11				45	20	
	海老屋旅館	岡崎勘四郎	〃 3	9011	19				78	18～28	
	ホテル蔵王	有川繁哉	〃 字湯尻 963	9191	39	6	10	150	274	30～150	政国
	ホテル利久	堀恵一	〃 34	9406	8				64	13～	
	専売共済蔵王宿泊所	専売公社共済組合	〃字川原 875-3	9146	6	2			30	11～16	
	第一生命蔵王高原クラブ	第一生命保険相互会社	〃字中森 876-2	9165	13				51	7～13	
	東北電工蔵王荘	東北電気工事(株)	〃 〃 876-1	9708	8	2			41	8～10	
	国金蔵王保養所	国民金融公庫健保組合	〃 〃 903-1	9242	8	1			32	7～12	
	住友生命蔵王寮	住友生命保険相互会社	〃 〃 901	9216	8	1			40	9～13	
	殖銀あすなろ荘	殖産相互銀行(株)	〃字清水坂890-2	9006	3	4			42	8～13	
	東邦生命蔵王高原荘	東邦生命保険相互会社	〃 〃 890-1	9569	11				48	14～19	
	白銀荘	国家公務員共済連	〃字川前 904-8	9187	21				64	18～21	
	蔵王電々山荘	電気通信共済会	〃 〃 947-1	9400	11	6			58	11	
	山形銀行健保組合蔵王保養所	山形銀行健保組合	〃字川原 950-2	9402	5		2		56	11～15	

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
蔵王	蔵王郵政山の家	東北郵政局長	山形市蔵王温泉字川原 951	蔵王 9101	5	4			76	13～14	
	東北電力健保組合蔵王保養所	東北電力健保組合	〃 〃 951	9053	12				48	8～12	
	昭和石油健保組合蔵王保養所	昭和石油健保組合	〃 873-1	9305	4	2			19	9～14	
	私学共済しゃくなげ荘	私立学校共済組合	〃 字清水坂 889	9382	3	3		10 10	38	12～16	
	蔵王寮	日本石油輸送株式会社	〃 字川前 938-1	9203	3				20	5～9	
	日本銀行蔵王山荘	日本銀行健保組合	〃 〃 938-5	9380	3	2			20	7	
	農林中央金庫蔵王山荘	農林中央金庫健保組合	〃 〃 938-6	9107	4				18	7	
	山形県蔵王竜山荘	山形県観光開発公社	〃 〃 938-4	9457	20	2		18	111	14～15	
	日本生命蔵王清遊園	日本生命保険相互会社	〃 〃 938-7	9002	8				32	11	
	やまびこ荘	地方職員共済組合山形支部	〃 〃 937	9225	12	8		54	99	16～20	
	蔵王山銀荘	山形相互銀行健保組合	〃 〃 935-8	9506	8				30	8	
	蔵王スカイパレス	労働福祉事業団	〃 字沢 932-3	9471	26	9		57	150	18～30	
	公立学校共済組合蔵王保養所	公立学校共済組合	〃 〃 932-4	9136	40			48	63	18～24	
	パイオニア健保組合蔵王保養所	パイオニア健保組合	〃 〃 932-5	9268	2	3			26	7～11	
黒沢	九十九荘	鈴木彰一	山形市大字黒沢松木川原 542-1	山形 41-4729	13			56	39	12～	
天童	舞鶴荘	澤渡博	天童市大字山元 1481-1	天童 3-3111	32		1	200 70	180	30～80	政国日
	滝乃湯ホテル	山口藤助	〃 1445	3-3421	58		3	300 138	400	30～100	政国日
	ホテル王将	渋谷一三	〃 1446-4	3-3155	34			130 60	200	30～60	政国日
	小関館	押野吉男	〃 1453	3-3141	38			250 80	200	30～60	政国日
	東松館	日下部清七	〃 2398	3-6151	31			80 60	150	30～50	日
	新庄館	阿部金蔵	〃 1459	3-3055	22			85 37	120	30～60	日
	つるや	松田清造	〃 1458	3-2051	13			72	80	30～50	日
	松の湯	森谷長一郎	〃 1464	3-2265	15			30	79	30～40	日
	天童荘	伊藤俊雄	〃 2370-2	3-2033	10			35	40	30～50	日
	弥生館	宗片キクヱ	〃 1451	3-2163	5			16	15	25～40	
	ホテル富士の湯	山口乾二郎	〃 1539	3-4115	15			50 25	70	30～50	日
	稲荷湯	山口宜弘	〃 1495-2	3-2485	16			45 20	100	25～50	日
	ホテル一楽荘	佐藤亮作	〃 1495-1	3-3311	40		3	130 70	220	30～100	日
	二見館	白田ちよ江	〃 1537-4	3-5181	15			35	64	30～60	日
	紅葉苑	伊藤惣治郎	〃 1515	3-2266	53			125 41	250	30～50	日
	あづま荘	高橋正夫	〃 1507-3	3-3125	26		1	80 25	110	30～60	日

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室 和室	客室 洋室	数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
天童	栄屋ホテル	山口伝一	天童市大字貫津397	天童3-3151	28			100 60	130	30～50	日
	出羽路荘	全国教員共済組合	〃大字山元1481-30	3-2653	18			50	55	16～26	
	最上荘	県警察共済組合	〃大字鍬の町396-2	3-2966	10			50	35	14～	
東根	松の湯	五十嵐イチ	東根市大字東根甲4261-1	東根2-0013	13		1		35	20～30	
	来山荘	向田精吉	〃甲4227	2-0018	13			40	58	20～35	日
	もとさわ	渡辺トシ	〃甲4303	2-0034	5			20	25	20～25	
	不二の湯	高橋君江	〃甲4312	2-0041	9				31	12～20	
	花の湯	元木嘉	〃甲4263	2-0050	17			87 40	80	25～40	日
	常盤屋	工藤吉治	〃甲4304	2-1611	17			100	85	25～50	日
	山水館	下河辺きよ	〃甲4301	2-0006	12			30	50	20～40	
	本郷館	加藤理郎	〃甲4303	2-1711	14			70	72	20～35	日
	ホテル小松	小松光一	〃甲4299-1	2-1511	15			100 30	81	30～50	国日
	初音	早坂ユワエ	〃甲4195	2-1800	6				26	15～25	
	あづまや	東海林孝夫	〃甲4311	2-1511	15			45	65	15～35	日
	大和館	塩野フサ	〃甲4314	2-0044	9				35	15～25	
	巽の湯	名和トモ子	〃甲4981	2-0809	6				25	15～25	
	青松館	青木庸太郎	〃甲4305	2-1411	14		1	52	70	20～35	日
	大二館	元木もと	〃甲4220	2-0010	8				25	15～40	
	最上屋	青柳仁太郎	〃甲4307	2-0126	9				35	15～25	
	大正館	松岡正	〃甲4526	2-0012	9				35	15～25	
	高橋屋	高橋祐一	〃甲4314	2-0104	7				22	15～20	
	桜湯	五十嵐清	〃甲4527-2	2-0043	10			30	40	20～30	
	原田館	原田徳治	〃甲4231	2-0162	13			25	44	15～25	
	長岡屋	高橋恵子	〃甲4314	2-0045	13			30	46	15～30	
	小関館	小関マツイ	〃甲4308	2-0003	13			25	48	15～30	
	よし田川別館	坪沼よし	〃甲4194	2-0152	14			100	87	25～50	日
	東根荘	那須ウメ	〃甲4306	2-0040	9			35	48	15～25	
	嵐湯	平塚千恵子	〃甲4527	2-0054	13			30	62	25～40	
	よし田川	坪沼市子	〃甲4223-1	2-1181	7			50	35	20～40	
	松浦屋	松浦サツ	〃甲4528	2-0401	5				17	15～20	
	寿楽荘	県社会福祉事業団	〃甲4271-1	2-0224	20			65	80	9～11	60才以上老人社会福祉事業従事者
	若草の家	〃	〃甲4271-1	2-0224	10			25	32	9～11	母子家庭の母子社会福祉事業従事者

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最定～最高(百円)	登録指定
東根	いづみ湯	奥山峰次郎	東根市大字東根甲4311	東根2-0813	8				25	15～25	
寒河江	伊勢屋	中村周次	寒河江市本町二丁目5-20	寒河江4-2015	12	1		60	48	23～40	日
	吉本	安孫子利喜弥	〃 二丁目1-23	4-2138	20			42	74	23～35	
	福よし	柏倉たま	〃 一丁目5-13	4-2168	5				14	20～25	
	ホテル伝内	武田たま子	〃 一丁目2-27	6-2916	15			54	45	16～25	
	末広	石井なか	〃 二丁目3-45	4-3040	5			42	16	15～20	
	さがみ荘	佐藤長松	〃 三丁目4-8	4-2577	9			22	30	15～25	
	むつみ荘	佐藤はな	大字寒河江字幸田278	6-2131	25			126	108	23～40	日
	菊の家	中村徳松	〃本町二丁目1-3	4-3029	7				32	15～20	
	米久	伊藤信子	〃 〃二丁目1-27	4-3034	7			16	26	18～22	
	賀原屋旅館	佐藤いし	〃 〃三丁目8-22	4-3032	12				36	15～20	
	福田屋旅館	石川ソノ	〃 〃二丁目6-50	4-3138	14			74	60	18～25	
	ふく住	柏倉キク	〃 〃二丁目1-22	4-2168	11			42	30	15～24	
	高嶋屋	荒木安太郎	〃大字島東228-1	4-4691	13	1		50	40	18～20	
左沢	左沢温泉	竹内要	西村山郡大江町藤田365	大江 3511	休4	み部	所屋		25	宿泊なし	
古寺	朝陽旅館	佐藤はつゑ	西村山郡大江町貫見字古寺 930		7			18	26	5～13	
朝日	朝日館	高橋よつ	西村山郡朝日町大字立木番外 1		12			1	50	15 木賃 8 素泊 6	
左沢	左沢温泉	柏倉敏明	西村山郡大江町左沢10-2	大江 2064	6			86	22	18～	
河北	河北荘	河北町長	西村山郡河北町谷地字真木 30	河北2-4141	7	2		116	200	日帰り休養施設	
	松の家旅館	横良一	〃 高南丁159	2-2199	9		1	24	40	15～17	
上野	中川屋	武田誠一	寒河江市白岩上野779	寒河江7-1206	8			24		15～20	
銀山	能登屋旅館	木戸佐左エ門	尾花沢市大字銀山新畑 446	玉野 27	17		1	53 44	73	20～40	日
	小関館	小関吉左エ門	〃 〃 412		22	16			50	15～25	
	銀山荘	小関真悦	〃 〃 85		22	14		55	65	20～40	日

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
銀山	源泉館	小関宏	尾花沢市大字銀山新畑417	玉野32	16			36	60	15～30	
	旅館藤屋	藤俊一	〃〃443	40	12			33	56	20～35	
	永沢屋旅館	永沢平八	〃〃445	37	17				54	20～30	
	古山閣	脇本長兵エ	〃〃423	39	14			42	51	27～35	日
	しばたや	柴田憲男	〃〃441	626	7				25	10～18	
	昭和館	笹原正一郎	〃〃420	31	11			26	45	20～35	
	梁田屋	梁田茂	〃〃416	30	5				15	15～25	
	伊藤屋旅館	伊藤トシノ	〃〃447	25	7				19	15～25	
	松本屋	松本東一	〃〃421	21	5				16	15～18	
	酒田屋	笹原友之助	〃〃425	34	9				30	15～18	
おもだか	おもだか温泉鈴の湯	鈴木喜美子	北村山郡大石田町大字今宿890-17	尾花沢2-1741	5			{12 10	21	7～10	
瀬見	喜至楼	上嶋実	最上郡最上町大字大堀988	最上2-2011	52			101	258	30～80	政国日
	瀬見ホテル観松館	高橋カヅ	〃〃987	2-2311	25		6	{100 58	130	25～60	日
	小川屋	小川志郎	〃〃990	2-2411	12			28	45	20～35	日
	松葉館	松葉イシ	〃〃995	2-2321	15			30	46	20～40	日
	ほてい屋	田中継男	〃〃989	2-2427	8				25	18～30	
	ふじ館	庄司コト	〃〃993	2-2406	13			40	35	15～30	
	エビスヤ旅館	高橋トシヘ	〃〃999-2	2-2410	17			{66 39	58	20～35	
	板垣旅館	板垣常吉	〃〃1003	2-2417	14			24.5	48	20～35	
	旅館孫六	森リノ	〃〃1001	2-2031	20			34	60	20～35	
	原田屋旅館	原田たけみ	〃〃1004	2-2429	9			21	25	15～30	
	伊藤屋	伊藤美芳	〃〃1007	2-2415	8				25	15～25	
	富澤屋	富澤富蔵	〃〃1009	2-2418	8				15	13～15	
赤倉	阿部旅館	阿部太郎	最上郡最上町大字富沢886	最上5-2001	54	2	1	{64 26	190	25～60	日
	赤倉ホテル	鈴木まさ江	〃〃2537	5-2016	40	2		96	170	15～35	政国日
	別館清風苑	鈴木まさ江	〃〃816	5-2116			10	20	34	40～60	政国日
	湯沢屋	奥山高正	〃〃854-1	5-2201	24			64	120	25～60	政国
	みどりや旅館	大沢みどり	〃〃847	5-2231	25			48	50	15～25	
	佐七旅館	大場忠之助	〃〃893	5-2206	15			48	45	20～35	
	泉荘	大場忠吉	〃〃1005	5-7513	8			25	25	17～25	

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	洋室	和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
赤倉	ひやま山荘	三栄産業㈱	最上郡最上町大字富沢831	最上5-2131	34			100 50	158	20～60	日
	三之丞	高橋三之丞	〃 〃 884	5-2301	16			66.5	80	25～50	日
	最上荘	伏見信治	〃 〃 819-4	5-2059	16			42.5	30	20～35	
	佐藤屋	佐藤稔	〃 〃 848	5-2023	4				14	25～30	
	山田屋	山田ヤス子	〃 〃 889-4	5-2236	8				20	20～30	
	農民の家	吉田芳男	〃 〃 892	5-2121	14				50	17	
	湯の原荘	柴田真一	〃大字湯の原	5-2215	18			40	70	22～38	
肘折	恵比寿屋	柿崎伝八	最上郡大蔵村大字南山515	肘折8	18			18	40	自7～10 旅16～20	
	松井屋旅館	松井富治	〃 491	16	27			30	82	自7～10 旅16～30	
	若松屋六助	村井健造	〃 496	1	32				125	7～25	
	〃別館六助	村井健造	〃 500	1	18			76	72	25～35	国日
	葉山館	三原昌子	〃 621	17	14				40	15～35	
	亀屋旅館	横山国夫	〃 521	10	24				70	自7～ 旅18～28	
	旅館賀登屋	柿崎同	〃 513	26	24			37.5	70	7～30	
	松屋	高山せつ	〃 498	3	21				50	8～20	
	西本屋旅館	西谷かね	〃 522	12	20				60	自7～8	
	大穀屋	柿崎ナカ	〃 507	27	16				45	自7～8	
	肘折ホテル	柿崎繁雄	〃 504	53	34	1		42	119	自7～ 旅20～35	日
	丸屋旅館	三原千代太郎	〃 519	21	20				70	8～20	
	大友屋	大友玄宏	〃 505	22	25	1	1		60	16～20	
	三浦屋	三原半三郎	〃 490	6	25				60	16～25	
	三春屋	三原ノブ	〃 497	2	16			30	54	8～25	
	旅館勇蔵	中島ハルノ	〃 480	51	13				35	18～20	
新庄	八向館	斎藤一正	新庄市大字本合海1107	新庄6-2222	20			50	60	18～35	
	最上川観光ホテル	押切六郎	〃 〃 1107-1	6-2211	18		1	100	75	18～45	
	鳥海荘	斎藤金義	〃 〃 2535	6-2238	7			40	30	18～30	
羽根沢	紅葉館	元木洋子	最上郡鮭川村大字中渡1314-1	鮭川2070	33			45.5 25	70	15～30	
	出羽館	加藤恵	〃 〃 1312	2624	26			30 18	82	15～30	
	羽根沢荘	早坂信也	〃 〃 1315-2	2028	18			46	70	15～30	
	加登屋旅館	加藤トクノ	〃 〃 1312	2030	39	1		60	132	17～40	日

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低~最高(百円)	登録指定
草津	滝沢屋	鈴木富雄	最上郡戸沢村大字古口3058	立川7-2334	17			100	67	20~35	日
	清水屋	海藤勝利	〃 〃 3064	7-2232	15			40	40	15~25	
	大和屋	加藤啓治	〃 〃 3060	7-2308	6				20	15~20	
今神	今神館	早坂春治	最上郡戸沢村大字角川今神山1001-5	角川24	7				80	16	
湯野浜	亀屋ホテル	阿部公一	鶴岡市大字湯野浜8	湯野浜2301	40	1	1	{120 52	194	20~50	国日
	岩本屋旅館	五十嵐三郎左エ門	〃 18	2131	19			68	80	18~40	日
	ホテル都屋	須田徳之助	〃 〃 444-9	2101	40	2		{110 70	220	25~50	政国日
	富士屋	伊藤新五郎	〃 〃 16	2231	15			42	70	20~35	日
	岩崎屋旅館	工藤巌	〃 〃 20	2201	15			54	60	20~35	日
	福住旅館	菅原一彦	〃 〃 60	2141	15			85	50	25~35	日
	一久旅館	池田きくみ	〃 〃 116-9	2121	20			{80 20	74	25~50	日
	扇屋	菅原一	〃 〃 27	2118	13			24	40	20~25	
	鶴屋	五十嵐伊市郎	〃 〃 82-1	2111	19			83	100	30~50	日
	トミヤ旅館	五十嵐富太郎	〃 〃 25	2244	17			{52 20	60	20~35	
	双葉館	奥山善九郎	〃 〃 443-34	2234	6			22	23	20~40	
	竹屋ホテル	佐藤恒子	〃 〃 82-11	2031	24			100	106	25~60	政国日
	湯本館	小島孝吉	〃 〃 444-245	2221	56			{225 50	258	25~50	日
	厚生館	奥山はま	〃 〃 157	2134	15			32	60	17~30	
	白砂荘	羽根田勲	〃 〃 444-76	2155	11			42	42	15~20	
	大屋旅館	工藤繁雄	〃 〃 29	2331	12			{100 30	100	25~35	日
	龍乃湯旅館	筒井重夫	〃 〃 303	2241	65			42	150	20~30	
	宮嶋屋旅館	渡會良太郎	〃 〃 10	2311	21			{81 40	85	25~50	国日
	〃別館潮鳴荘	渡會良太郎	〃 〃 27	2041	10			30	30	25~35	日
	ホテル望海楼	五十嵐善徳	〃 〃 23	2341	26			{120 30	161	30~50	政国日
	こやなぎ旅館	小林茂美	〃 〃 116	2011	20		2	80	100	25~45	日
	いさごや旅館	五十嵐正雄	〃 〃 30-1	2211	19		1	{56 30	86	30~50	日
	ホテルニューユノハマ	五十嵐洋三	〃 〃 157-61	2021	19			100	95	30~60	政国日
	松風閣	斎藤三吉	〃 〃 444-203	2144	15			40	50	15~25	
	湯野浜ホテル	今野信太郎	〃 〃 28	2359	15			50	55	20~35	
	荘内銀行厚生寮	荘内銀行㈱	〃 〃 35-1	2204	6			30	21	7~10	
	白涛荘	鶴岡営林署	〃 〃 443	2028	9			16	24	9~12	

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
湯田川	みやご旅館	宮田五郎左エ門	鶴岡市大字湯田川乙 13	鶴岡 36－2421	23			60	100	25～40	日
	大三旅館	大井寛	〃 〃 乙 2	36－2307	5				30	20～25	
	たみや旅館	今野誠	〃 〃 乙 15	36－2221	22			64	119	25～45	日
	甚内旅館	大塚甚内	〃 〃 乙 16	36－2021	14			40	55	20～35	日
	九兵エ旅館	大滝佐喜夫	〃 〃 乙 19	36－2511	15			30 20	80	25～45	日
	御殿旅館	今野玉記	〃 〃 乙 38	36－2211	12			36 25	70	25～35	日
	いずみや旅館	今野泉彌	〃 〃 乙 39	36－2311	11			20	52	25～35	日
	さぎみや	松田久左エ門	〃 〃 乙 40	36－2411	21			44	90	25～40	日
	七内旅館	菅澤弥一郎	〃 〃 乙 48	36－2011	19	1		88 31	100	25～40	日
	大国屋	佐藤米	〃 〃 乙 49	36－2003	10				25	20～25	
	司屋	庄司彦一郎	〃 〃 乙 52	36－2007	15				30	20～23	
	理太夫旅館	太田理太夫	〃 〃 乙 51	36－2521	13			30	50	25～35	日
	はやと旅館	庄司志げを	〃 〃 乙 56	36－2406	8				35	20～30	
	ますや旅館	忠鉢かねい	〃 〃 乙 63	36－2321	14			40	50	25～40	日
	トキワ屋	松田彦一	〃 〃 乙 31	36－2208	2				7	休業中	
	和田旅館	和田登	〃 〃 乙 63	36－2303	8				30	15～25	
温海	たちばなや	佐藤佐次右衛門	西田川郡温海町湯温海丁 3	温海 2211	43			212 44	228	24～60	政国日
	萬国屋	本間儀左エ門	〃 〃 丁 1	3333	51			250 100	323	28～45	政国日
	温海グランドホテル	前田巌	〃 字湯見ケ代98	2150	42			200 100	164	20～40	国日
	ホテルつたや	斎藤長兵エ	〃 甲 202-1	2318	19			100 40	100	25～45	国日
	滝の屋	今野金十郎	〃 甲 169	3025	13			50	51	25～40	日
	寿屋	斎藤作兵エ	〃 甲 193	3021	15		1	56	75	30～45	日
	越後屋	佐々木暢美	〃 甲 132	2158	14			60	50	35～50	日
	温海ホテル	斎藤五郎八	〃 甲 188	3005	17			42 20	70	25～50	日
	朝日屋	斎藤小四郎	〃 甲 203	2002	12			42	45	20～35	日
	ホテル海老屋	今野豊志	〃 甲 234	3008	21	2		100	120	40～100	
	柏屋	斎藤荘左エ門	〃 甲 191	2001	11			25	50	15～30	
	桂屋	佐々木富子	〃 甲 233	2127	9			29	35	25～35	
	ふみや	池田ふみ	〃 甲 269	2121	11			36	40	20～30	
	亀屋	斎藤清十郎	〃 甲 220	3017	14			45	60	30～45	日
	滝本屋	斎藤鶴松	〃 甲 200	2062	10			26	30	15～30	
	東屋	佐藤実	〃 甲 171	2345	8			22	36	25～35	日

温泉地名	施設名	経営者	所在地	電話	客室数 和室	客室数 洋室	客室数 和洋室	広間(畳)	収容定員	宿泊料 最低～最高(百円)	登録指定
温海	富士屋	石塚禎子	西田川郡温海町湯温海甲170	温海 2322	10			42	42	25～35	日
	さくらや	佐々木恒夫	〃 甲231	3058	12			40	46	20～30	
	富咲屋	斎藤さだ	〃 甲197	3052	9			33	32	20～40	
	竹岡屋	佐々木昭一	〃 甲103	2057	10			56	36	23～40	
	菊屋	春日一雄	〃 甲106	3010	12			45	50	20～35	日
	ホテルあらたまや	斎藤寿美	〃 甲172	2007	20			80	126	30～60	政国日
	温海通信保養所羽越荘	坂東盛之	〃 字湯見ケ代	2230	11				36	12	
	国鉄温海荘	㈱信越弘済サービス	〃 甲190	2019	14				56	10	
新山	金澤屋旅館	高山きくゑ	鶴岡市大字高坂字金沢1	鶴岡 22－1658	29				100	16～20	
	石川屋旅館	石川定子	〃 〃 4	22－1663	28				100	23	
由良	ホテルゆら	手塚定栄	鶴岡市大字由良字村上77-5	三瀬 2160	42			{200 100	200	30～80	政国日
	梅津家旅館	梅津庄喜	〃 戊78-2	2165	17			30	70	15～20	
筍沢	滋生館	石向喜市	東田川郡藤島町大字添川字湯之沢		17				61	旅20 自8～10	
川代	羽黒川代温泉旅館	小林春治	東田川郡羽黒町中川代207	羽黒 2861	10			16	30	8～16	
火打崎	松林館	小林順子	鶴岡市大字菱津字火打崎ち1	鶴岡 33－6298	14				31	8～10	
田麦俣	渓流荘	渋谷徳一	東田川郡朝日村大字田麦俣湯元98-4		10			28	40	8～15	
酒田	酒田温泉	佐々木みな江	酒田市幸町1-9-26	酒田2-2058	8		1	10	35	24	
湯の田	能登屋	畠中栄	飽海郡遊佐町大字吹浦字湯ノ田21	遊佐7-2233	25			100	100	25～50	日
	酒田屋	坂口信雄	〃 〃 9-4	7-2007	14			47	70	30～50	日
平田	平田温泉	加藤栄吉	飽海郡平田町大字田沢字小女房57-1	山形 平田4-2001	8			36	27	20～22	
辰ケ湯	辰ケ湯旅館	渡辺貞四	飽海郡松山町大字土渕字湯之沢56	松山 2147	15				60	18～25	
鼠ケ関	旅館喜多八	五十嵐才太郎	西田川郡温海町大字鼠ケ関	鼠ケ関 107	8			16	27	25～40	
	牧野屋旅館	牧野春吉	〃	34	12			36	53	20～30	

昭和48年12月15日　印　刷
昭和48年12月25日　発　行

山形県温泉誌

編集兼発行

社団法人　山形県温泉協会
山形市旅籠町三丁目4番51号
山形県生活環境部自然保護課内

印　刷

中央印刷株式会社
山形市十日町一丁目1番18号

社団法人山形県温泉協会