

大分県温泉調査研究会

報告 第41号

平成2年3月

目 次

国東半島の温泉調査……………	北 由 川	岡 佐 野	豪 悠 田	一 紀 実	(1)
別府地域の岩石の帯磁率測定(2)……………	竹 由	村 佐	恵 悠	二 紀	(7)
別府温泉北部域の化学成分長期変化に ついて(2)……………	由 神 川	佐 山 野	悠 孝 田	紀 吉 実	(13)
痛みと温泉(1)……………	延 藤	永 井		正 夫	(25)
温泉と不整脈(1)……………	矢 畑 児 矢 羅	永 玉 野	尚 洋 泰 健 美	士 一 幸 一 弘	(29)
九重温泉群の現状と問題点(Ⅱ)……………	大	野	保	治	(33)
挾間町の温泉岩芯の研究……………	森 日	山 高	善 稔	蔵	(47)
温泉研究用データベースの作成について……………	是 小 御	永 野 沓	誠 利 稔	一 文 弘	(59)
深部地熱構造に関する研究会……………	大分県環境保全課				(63)
大分県温泉調査研究会会則及び会員名簿……………					(84)

序

大分県温泉調査研究会の第41号報告が発刊されました。これは平成元年度に会員の行った最新の調査研究記録であると共に、本会発足以来、41年間にわたり積み重ね、受継がれた努力の具現でもあります。

近年、アメニティーという言葉が行政用語としてもさかんに使われるようになりました。この言葉、快適さという直訳の意味よりも、もはや死語となりかけている、ぜいたくという意味の方がびったりくる気がします。行政用語として、ぜいたくという言葉はなじまない。ぜいたくを楽しめるように、と言うより、アメニティー空間を創出すると言う方が文章に落ち着きがでてくるということでしょう。結局は、効率や必要性の束縛にプラスアルファの遊びを付け加えるということだと思います。

そういうぜいたくという気でみると、温泉は、古来、アメニティーの結晶であり、象徴的存在だったと思えます。グルメ、健康、自然から文化も含めたアメニティー総合産業をめざしてきたのが温泉地の姿だったとしても過言ではないでしょう。近年でも、世間にアメニティーという言葉が使われ、定着するに先がけて温泉ブームと騒がれた時期があったという事実は、温泉が今なお、ぜいたく志向への道標の役割を保っていることを物語ります。

このぜいたくという感覚ほど、人により、時により、同じ人でも場合によってくるくる変る不確実なものはありません。そこに虚業としてのアメニティー産業が入りこむ危険も考えられます。しかし、もともと虚業から出発したものが価値を生むにつれ、それを実業に仕上げる技術が加わって、社会的認知を得るに至った例も多くみられます。たとえば、健康産業と言われるものの多くがそうであるように、それが実業であるのか虚業であるのか、判断の難しいのが現実の姿です。近年の土地の価格の上昇と同じく、土地に基盤を置く温泉に支払われる価格が、実像として温泉の生み出す価値よりも、虚像としてのアメニティー感覚のなすままに動いてゆく印象は否定できません。本温泉調査研究会の仕事は温泉を科学的方法で調査研究することにあります。この実と虚の交錯する価値観が右往左往する中で、不動の視点から温泉の存在意義を追ってきた40年余の歴史は大事にしたいものです。会員諸氏の御努力はもとより、本会の趣旨に賛同され、常に御援助をいただいた各行政機関、源泉所有者、関係技術機関の各位に厚く御礼申し上げます。

大分県温泉調査研究会会長

吉川 恭三

国東半島の温泉調査

京都大学理学部 北岡 豪 一
 由佐 悠 紀
 大分大学教育学部 川野 田実夫

1 はじめに

大分県の北東部、瀬戸内海に突き出るように位置する国東半島は、半径およそ15kmのほぼ円形をした半島である。地質構造的には、西南日本の内帯に属し、半島の南端は松山-伊万里線によって境されている。また、西部は北西から南東に延びる田原山地壘によって九州本島から分けられ、地下にはこれと平行な断層の存在が推定されている。半島の大部分は、第三紀以降の火山噴出物（主に耶馬溪層）に覆われているが、南半部域には、この地域の基盤と考えられる古期の領家変成岩や花崗岩の露頭が見られ、中央部を形成する両子山群は、第四紀の比較的新しい山陰系火山岩から成る（森山ら、1983）。

他方、北部の伊美山を中心にした一帯には、広く珪化・緑泥石化・粘土化した変質帯が分布し、南部の別府湾に面した日出町の西小深江から大崎鼻に至る海岸部にも明ばん石化・珪化・緑泥石化・カオリン化した変質帯があり、過去には熱水活動のあったことがうかがわれる（山下、1965；森山、1965；森山ら、1983）。

しかし、現在の温泉・地熱活動は活発とはいえず、かつては真玉町湯原・国見町赤根・日出町秋貞海岸部などに低温の温泉の湧出が知られていた程度であった（山下、1965；山下ら、1970）。ところが、1950年代の終わり頃から温泉井の掘削が始まり、とくに1970年代の後半以降には、各所でかなり深い掘削が行なわれて、国東半島の温泉井は70口を越えるまでになっている。

国東半島の温泉および温泉徴候に関しては、山下（1965）・森山（1965）・山下ら（1970）・由佐（1978）・志賀ら（1983）による調査があるが、全域を対象とした調査はなされておらず、また、最近掘削されたものについては温泉分析書があるも

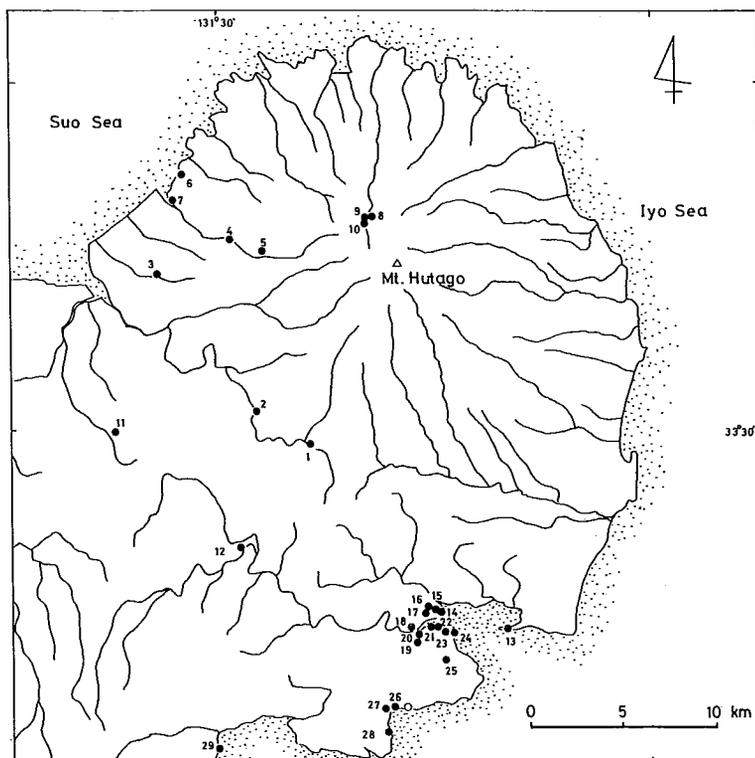


図1 調査源泉の位置（番号は、付表1と同じ）

の、まとまった調査は行なわれていない。そこで、これまでに集積されている掘削資料などを整理するとともに、一部の温泉については現地調査を実施したので、その結果を報告する。

調査の対象としたのは、高田・国東・日出各保健所の管轄範囲内のものである。平成元年版環境白書（大分県環境保健部環境保全課、1990）によれば、72源泉が登録されており、さらに数箇所新たな掘削が行なわれている。そのうちの29源泉につき、1989年11月から1990年3月にかけて、前後3回に分けて現地調査を実施した。それらの位置を図1に示す。

また、調査結果は末尾の付表1に掲げた。

2 温泉など源泉の概要

現地調査時に、できるだけ井戸口に近いところで泉温を測定した。しかし、動力泉では、時間が十分経過しないまま測定したものもある。精度よく測定できたものにつき、台帳に記載されている泉温と比べたところ、ほぼ等しい値であった。今回の測定数が少ないので、台帳の値を用いて、泉温の地域的な比較を行なうことにする。

泉温がもっとも高いのは、半島の南端・日出町真那井一帯で、最高50℃に達している。この一帯は、海岸に30℃前後の自然湧出があり、また変質帯が分布する地域（山下、1965）の東部に近接している。1984年頃から温泉開発が始まり、現在5つの源泉がある。掘削深度は600～800mとかなり深く、泉温も深度も大分市の温泉とほぼ同程度である。

次いで高温なのは、その北東部に分布する杵築市の温泉群で、最高44℃を示す。1978年当時は10口の掘削された源泉があったが（由佐、1978）、その後も開発が進み、1989年には38口にまで増えた。掘削深度は、もっとも深いもので守江（市北東部）の800mであるが、源泉が集中する市内での多くは200m程度と比較的浅い。

半島北部の真玉町では、1962年に42m深の掘削によって30℃をわずかに越える泉温の温泉が得られた。その後、1970年代後半から1980年代前半に500～600m深の掘削が行なわれた。現在、自噴しているものもある。泉温は、40℃程度のももあり、杵築市の温泉と同程度か若干低めである。

豊後高田市では、桂川川底に鉱泉の湧出することが昔から知られていた。また、1970年頃には、100～150m程度の掘削によって、多量の炭酸物質を含む、通常の地下水よりやや温度の高い水が湧出した（山下ら、1970）。これらのことから、温泉開発の可能性が期待されていたが、700mの掘削によって38℃の温泉が得られている。

以前から自然湧出のあった国見町赤根では、1970年代中頃に2源泉が掘削された。いずれも30℃位で、そのうち700m深の源泉からは79ℓ/minの自噴がある。そのほか、山香町・大田村にも30℃を越える温泉が開発されており、香々地町には鉱泉（19℃）がある。

以上をまとめて、表1に掘削による源泉の概要を示す。

表1 国東半島の掘削源泉の概要

市町村名	源泉数	深度(m)	泉温(℃)
豊後高田市	2	470, 700	34.5, 38
大田村	1	600	32
真玉町	7	42～600	27～42
香々地町	1	700	19
国見町	3	130～600	26.6～32.3
杵築市	38	90～800	33～44
日出町	6	600～800	28～50
山香町	2	70, 700	15.7, 33

3 地下温度

掘削源泉につき、柱状図を若干入手することができた。それらには、掘削中に測定された坑底温度も記載されている。その中から、比較的測定精度が高いと思われるデータを図2にプロットした。図3は代表的な井戸の位置である。地域的な特徴をつかむため、図2・図3には、同一地域のもを同じ印で示してある。また、参考のため、図3には花崗岩の分布域を示した。

図2中の2本の太い破線は、大分市で得られた地温の範囲であり、低温側の線が基本的な地温分布、それより15°C高温側の線は、縦割りの通路を通過して温泉水が上昇することによって形成された地温分布である(北岡、1987)。なお点線は、国東町黒津崎の海岸に掘削された深井戸のデータの概要である(江原ら、1989)。掘削業者によって記載された柱状図などによれば、国東町と武蔵町の井戸は、花崗岩中を掘り進んだものである。また、豊後高田市の井戸では、584m以深が花崗岩である。一方、杵築市では、一部に安山岩(筑紫溶岩?)の存在が記載されている。これらを除けば、ほとんどが、場所により砂礫・シルト・粘土・泥岩などを含む凝灰岩または角礫凝灰岩の地層であり、基本的には堆積層と考えられる。なお、日出町真那井では、600m深の坑底で花崗岩に出会った例がひとつある。この真那井一帯の表層地質が大分層群に分類されていることからみて(森山ら、1983)、地下の堆積層も上部は大分層群に、下部は碩南層群に対比されるものかもしれない。

図2を見ると、花崗岩域の2例を除き、ほとんどのデータが2本の太い破線の間プロットされている。ただし、高温側の線に近いものは杵築市のデータだけで、大勢としてはいくらか低温であり、これに平行に引いた細い破線(太い線より5°C低い)を上限とした10°Cの幅の範囲にある。このように、若干の相違はあるものの、大分市における地温状態にきわめてよく似ていることが注意を引く。すなわち、国東半島の堆積地帯における基本的な地下温度は、別府地溝を挟んだ南側の堆積地帯のそれと同等であり、その中に発達

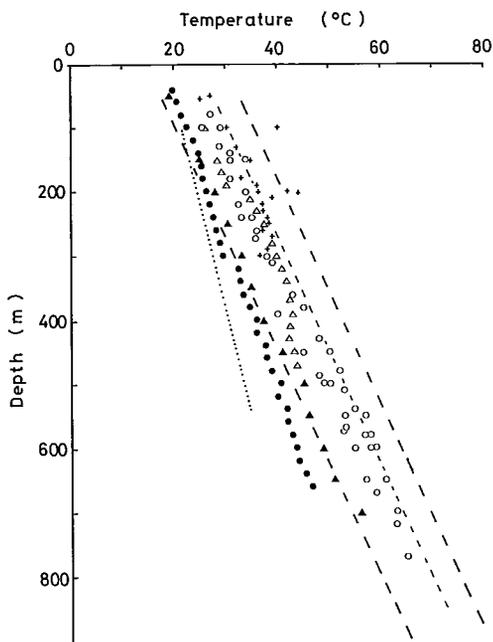


図2 地下温度の状態。プロット記号は図3と同じ。ただし、黒津崎のものは、その概要を点線で表示した。

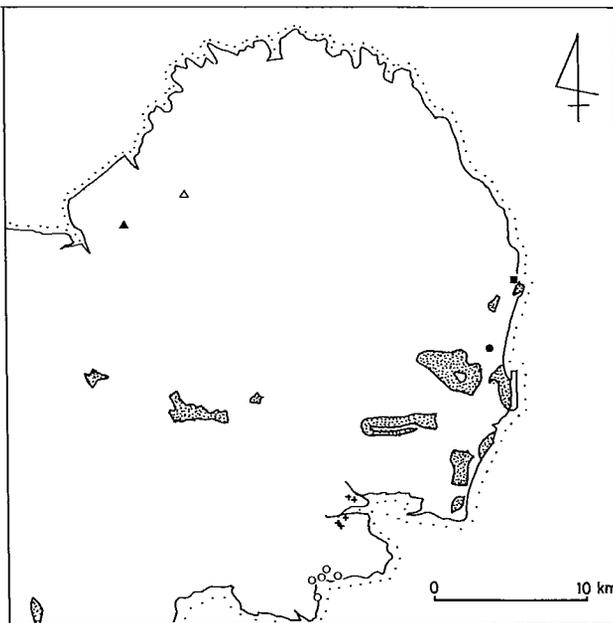


図3 図2に用いた井戸の位置。記号は図2と同じ。黒津崎の井戸位置は■で示した。陰は花崗岩の分布域を表す(宮久ほか(1971):大分県地質図より)。

する縦割りの亀裂を通して深部水が上昇するところが10℃ほど高温になっているのであろう。日出町真那井一帯は、松山-伊万里構造線上にあり、また、日出沖の海底下で見出されている東西性の断層群(森山ら、1981; 由佐ら、1989)の延長部に位置し、さらには先に触れた田原山地壘に沿う断層にも近いなど、亀裂の発達が期待される場所である。

ところで、国東町黒津崎と武蔵町内田地区の2例は、他のものに比べ、地温勾配が小さく、大分市で観測される範囲よりも低温側にずれている。黒津崎の井戸における地温勾配は、深さ100m当たり約3℃で、大分市におけるその約半分である。地温勾配の小さい井戸がいずれも花崗岩を掘り進んだものに限られることから、この地域における地温勾配の違いは、地層、すなわち、花崗岩層と堆積地層の熱伝導率の違いによるものと考えられる。

4 温泉水の化学組成

図4は、代表的な泉質について、ヘキサダイアグラムを作成し、その分布の状態を示したものである。ただし、山香町のもの(No.12)は、高濃度のため、図中に示したスケールで表示した(凡例のスケールとは異なる)。地域により、水質に大きな違いがある。

最も塩分濃度の高い山香町のもの(深度700m)は、陽イオンではNa、陰イオンではCl成分の卓越するNa-Cl型である。真那井の比較的塩分濃度の高いNo.27もNa-Cl型である。陰イオンではSO₄成分を含まず、Clイオンの卓越する水質は、大分市内でも、比較的広い範囲にわたり、600mから700mの限られた深度で見出されている(北岡、1987)。また、安心院町でも、高塩分の水質は、やはり、Na-Cl型で、その井戸深度は600mである(北岡ら、1989)。このように、大分市・安心院町・山香町、そして日出町真那井地区という広い範囲で、高濃度のNa-Cl型の水質が分布している。しかも、それらが地域的に連続して分布してはいないが、別府-島原地溝内のある限られた深度範囲に見出されることが注目される。なお真玉町海岸部からの高塩分水(No.7、深度500m)は、現海水と組成比が類似しており、海水の混入を受けていると考えられる。

真玉町・杵築市内の温泉は、陰イオンではHCO₃、陽イオンではNa成分が卓越し、耶馬溪地域で湧出する温泉と類似したものである。この水質は、耶馬溪地域からこの半島を広く覆う耶馬溪層の影響を受けたものであろう。

国見町赤根地区では、自然湧出泉・掘削泉の両者から、ほぼ同じ組成のCa-SO₄型の水が流出している。掘削泉では、井戸口付近に硫黄の沈殿が認められる。この水質は、この地域では特異的で注目される。類似の組成を示す水は、

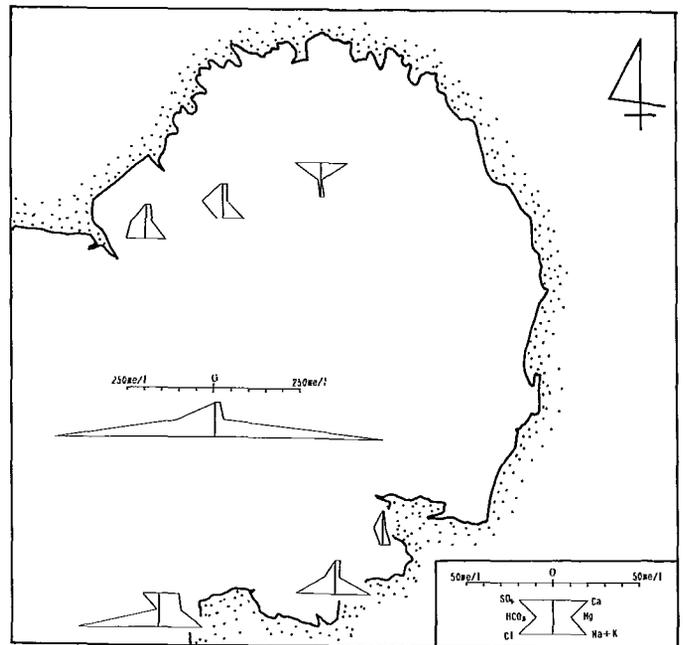


図4 代表的な泉質の分布

地下で地熱蒸気などの混入を受けるような系で形成されることが多く、火山性もしくは地熱性の泉質である可能性がある。この赤根地区周辺には、新期山陰系の角閃石安山岩が分布しており、また、新鮮な噴気孔跡も見出されているなど、比較的新しい火山活動があった証拠もあり、水質的にも、火山活動の継続していることが暗示されているように思われる。

本調査を行なうにあたり、高田・国東・日出の各保健所の担当職員諸氏には、現地案内をはじめ多大なるご協力をいただいた。また、京都大学地球物理学研究施設の竹村恵二博士からは、現地調査のご協力とともに種々の助言を賜わった。さらに、現地調査と温泉水の化学分析には、京都大学地球物理学研究施設の馬渡秀夫氏と大分大学教育学部の学生諸氏のご協力をいただいた。記して感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 江原幸雄・金 旭・湯原浩三(1989)：2つの花崗岩地域での地殻熱流量の決定－山口県防府および大分県国東地域－。日本地熱学会誌, 11(4), 269-283.
- 2) 大分県環境保健部環境保全課(1990)：平成元年版環境白書。
- 3) 北岡豪一(1987)：大分市における地温勾配と深層温泉源の分布。大分県温泉調査研究会報告38号, 7-22.
- 4) 北岡豪一・川野田実夫・葛城啓子・大石郁朗・由佐悠紀(1989)：県北地域(下毛郡、宇佐郡、宇佐市)の温泉調査。同上40号, 1-14.
- 5) 志賀史光・川野田実夫・江口芳彦(1982)：国東半島の温鉱泉の化学組成。同上33号, 77-80.
- 6) 森山善蔵(1965)：大分県速見郡日出町温泉地質調査報告。同上16号, 59-63.
- 7) 森山善蔵・日高稔(1981)：別府湾基礎調査(I)－ユニブーム地層探査機による別府湾の海底堆積物の構造－。Research Bull. Fac. Educ. Oita Univ. 5(6) (Nat. Sci.), 35-53.
- 8) 森山善蔵・日高稔・堀五郎・津崎俊幸(1983)：国東半島の地質。大分大学教育学部「国東半島－自然・社会・教育－」, 29-62.
- 9) 山下幸三郎(1965)：大分県日出町温泉探査報告。大分県温泉調査研究会報告, 16号, 55-58.
- 10) 山下幸三郎・川村政和(1970)：豊後高田市の温泉について。同上21号, 5-12.
- 11) 由佐悠紀(1978)：杵築市温泉について。同上29号, 16-20.
- 12) 由佐悠紀ら(1989)：別府湾地下構造探査。日本地熱学会平成元年度学術講演会講演要旨集。

付表1：国東半島調査源泉の測定結果（1989年11月～1990年3月；濃度の単位mg/l）

No.	深度(m)	温度(°C)	湧出量(l/分)	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
1	600	28.2	(S) 24	7.88	81.3	1.5	10.4	2.4	9.6	1.2	237
2	自然	15.7	(N) 0.9	6.10	10.4	7.3	53.4	33.8	20.0	2.0	497
3	470	24.4	(S) 3	6.85	265	32.3	50.0	41.1	354	1.0	540
4	500	40.0	(S) 82	6.82	327	25.4	49.0	31.9	163	45.0	854
5	350	40.3	(S) 192	6.74	257	20.7	45.4	18.9	115	40.0	669
6	500	18.7	(S) 1	7.13	470	24.7	137	104	741	0.0	1060
7	500	40.3	(P) 29	6.36	5670	305	1180	1170	12030	1500	1330
8	600	32.9	(S) 79	7.80	46.5	1.3	309	4.0	6.1	700	65
9	自然	26.0	(N) 微量	7.08	39.7	1.5	282	4.6	12.3	680	49
10	130	26.3	(P) 28	6.90	41.5	1.5	430	10.2	12.0	700	95
11	70	15.6	(P)	7.40	15.5	2.5	33.1	7.8	11.1	17.7	159
12	700	31.8	(P)	6.94	10900	758	329	296	16500	1.9	6710
13	800	26.5	(P) 41	7.32	89.1	10.3	5.8	1.2	101	22.0	97
14	150	32.2	(P)	7.56	23.8	7.6	8.0	7.0	9.0	3.7	117
15	150	27.9	(P)	7.51	22.0	7.2	8.8	6.9	13.2	5.3	113
16		29.2	(P)	7.34	73.5	9.0	5.6	4.0	36.2	2.2	208
17		35.5	(P)	7.54	42.5	7.4	1.7	1.3	5.1	6.2	128
18	200	16.1	(S) 微量	7.38	22.1	5.3	13.2	12.6	17.4	6.5	142
19	200	39.4	(P) 106	7.35	48.6	8.5	2.7	3.4	17.3	6.0	138
20	160	43.5	(P)	7.44	43.0	9.5	3.5	3.4	18.0	7.7	137
21	200	37.3	(P)	7.58	56.0	10.1	3.4	3.7	17.3	6.3	172
22	150	40.0	(P) 54	7.48	58.7	9.7	2.8	3.9	19.3	8.0	168
23	176	40.8	(P) 69	7.62	90.3	15.0	9.4	10.2	49.4	5.0	263
24	350	35.0	(P)	7.08	94.5	15.6	14.3	15.3	62.5	5.6	305
25	350	35.1	(P) 65	7.80	342	47.7	15.0	9.2	283	1.0	494
26	700	44.7	(P)	7.76	440	54.8	52.5	29.9	807	1.5	362
26	700	45.0	(P) 37	7.36	470	48.4	58.0	33.0	820	1.0	330
27	800	(23)	(P)	8.19	1210	22.5	107	28.3	2170	2.5	337
28	700	47.9	(P) 80	7.52	702	76.6	42.8	36.0	1200	1.0	426
29	700	24.2	(P)	7.33	563	38.9	235	151	1644	448	67

(S)：自噴，(P)：動力，(N)：自然湧出； No.26 は2回調査(1989年11月と1990年3月)

別府地域の岩石の帯磁率測定（その2）

京都大学理学部 竹村 恵二
由佐 悠紀

1 はじめに

地熱地域においては地熱活動の影響を受けて岩石が変質し、それにもなるとその岩石がもともと有していた磁気的性質もまた変化する。その磁気的性質を表現する数値が帯磁率であり、その分布から地熱活動の結果としての変質帯の分布を明らかにすることが可能である。それらを空中から測定した空中磁気図が別府周辺では報告されているが、直接岩石を採取して帯磁率を測定した例は少ない。別府地熱地域の解釈のために変質帯の詳細な分布形態を明らかにしていくことは重要なことであり、粘土鉱物分析や成分分析とともに帯磁率の測定を蓄積することが必要と考えられる。この報告では、1989年度の別府北部地域の報告（竹村・由佐、1989）に引きつづき、別府南部地域の岩石および京都大学理学部地球物理学研究施設で行われた300mボーリングのスライム試料の測定結果をのべる。スライム試料については蛍光X線分析の予察的結果もまじえて考察する。

試料採取および帯磁率測定では京都大学理学部馬渡秀夫氏に協力いただいた。また、蛍光X線分析では京都大学理学部地質学鉱物学教室の川本竜彦氏にお世話になった。記して感謝いたします。

2 帯磁率測定

磁場中におかれた物質が磁気モーメントをしめすことを磁化といい、単位体積当たりの磁気モーメントを磁化の強さという。帯磁率は磁化率ともいい、磁化の強さと磁場の強さとの比のことである。磁場の強さをH、その磁場での磁化の強さをJとすれば、帯磁率(k)は $k = J/H$ であらわされる。帯磁率(k)は無次元量であるが、その数値はCGS単位を用いるか、MKS単位を用いるかで異なる。本報告はCGS単位を用いている。

測定に使用した帯磁率計はBISON MODEL 3101である。以下の手順で帯磁率を測定した。（帯磁率の計算上、補正のため必要な数値は試料の径、試料の空隙の量である。試料ホルダーは1インチのものを使用した。）

- ・測定試料をブロックとして露頭より採取。
- ・1インチの試料ホルダーに入れるため、岩石ブロックをくだき、チップやフラグメントをつくる。細粒の粘土分を除去するため、篩で篩別する。
- ・帯磁率計で標準試料を測定する。
- ・試料ホルダーにチップやフラグメントをいれ、測定する。
- ・試料が筒状のものでなく、試料ホルダーに空隙が存在するので、空隙の量の見積のため、試料の体積をもとめる。
- ・測定結果と空隙の値から補正計算を行い帯磁率をもとめる。単位は 10^{-6} c. g. s. である。

測定結果と考察

A 別府南部地域

測定は44試料について行った。各測定試料の試料番号、採取地点、帯磁率を表1に示す。帯磁率測定結果は6段階（0-10, 10-50, 50-100, 100-200, 200-300, および $300 <$, 単位は $\times 10^{-6}$ c. g. s.）にわけて図1に表した。

表1 別府南部地域の岩石の帯磁率測定試料の試料番号・採取地点・帯磁率の値一覧

試料番号	地 点	帯 磁 率	岩 石
030901	鶴見岳北東	220.1	角閃石安山岩
030902	鶴見岳北東	100.4	角閃石安山岩
030903	鶴見岳北東	301.8	角閃石安山岩
030904	鶴見岳北東	336.5	角閃石安山岩
030905	鶴見岳東	312.8	角閃石安山岩
030906	鶴見岳東	234.4	角閃石安山岩
030907	船原山西	275.4	輝石安山岩
030908	船原山西	523.5	輝石安山岩
030909	船原山西	358.9	輝石安山岩
030910	鳥 居	290.5	輝石安山岩
030911	船原山南東	248.4	輝石安山岩
030912	船原山南東	163.9	輝石安山岩
030913	船原山南東	210.9	輝石安山岩
030914	船原山南東	154.3	輝石安山岩
030915	船原山南東	99.9	輝石安山岩
030916	船原山南東	152.5	輝石安山岩
031001	朝見南山地	309.1	輝石安山岩
031002	朝見南山地	129.8	輝石安山岩
031003	朝見南山地	40.9	輝石安山岩
031004	朝見南山地	128.0	輝石安山岩
031005	朝見南山地	190.1	輝石安山岩
031006	小鹿山北	263.8	輝石安山岩
031007	小鹿山北	212.3	輝石安山岩
031008	小鹿山北	180.7	輝石安山岩
031009	小鹿山北	232.7	輝石安山岩
033001	堀 田 西	53.2	輝石安山岩
033002	堀 田 西	34.6	輝石安山岩
033003	堀 田 西	7.3	輝石安山岩
033004	堀 田 西	144.0	輝石安山岩
033005	堀 田 西	210.7	輝石安山岩
033006	堀 田	10.5	輝石安山岩
033007	堀 田	8.0	輝石安山岩
033008	堀 田	210.3	輝石安山岩
033009	堀 田	15.4	輝石安山岩
033010	堀 田	102.2	輝石安山岩
041701	観 海 寺	46.7	プロピライト
041702	観 海 寺	127.0	プロピライト
041703	観 海 寺	49.5	プロピライト
041704	観 海 寺	116.8	プロピライト
041705	観 海 寺	210.1	プロピライト
041706	乙 原	207.1	輝石安山岩
041707	乙 原	92.3	輝石安山岩
041708	乙 原	129.5	輝石安山岩
0310	観 海 寺	192.4	プロピライト

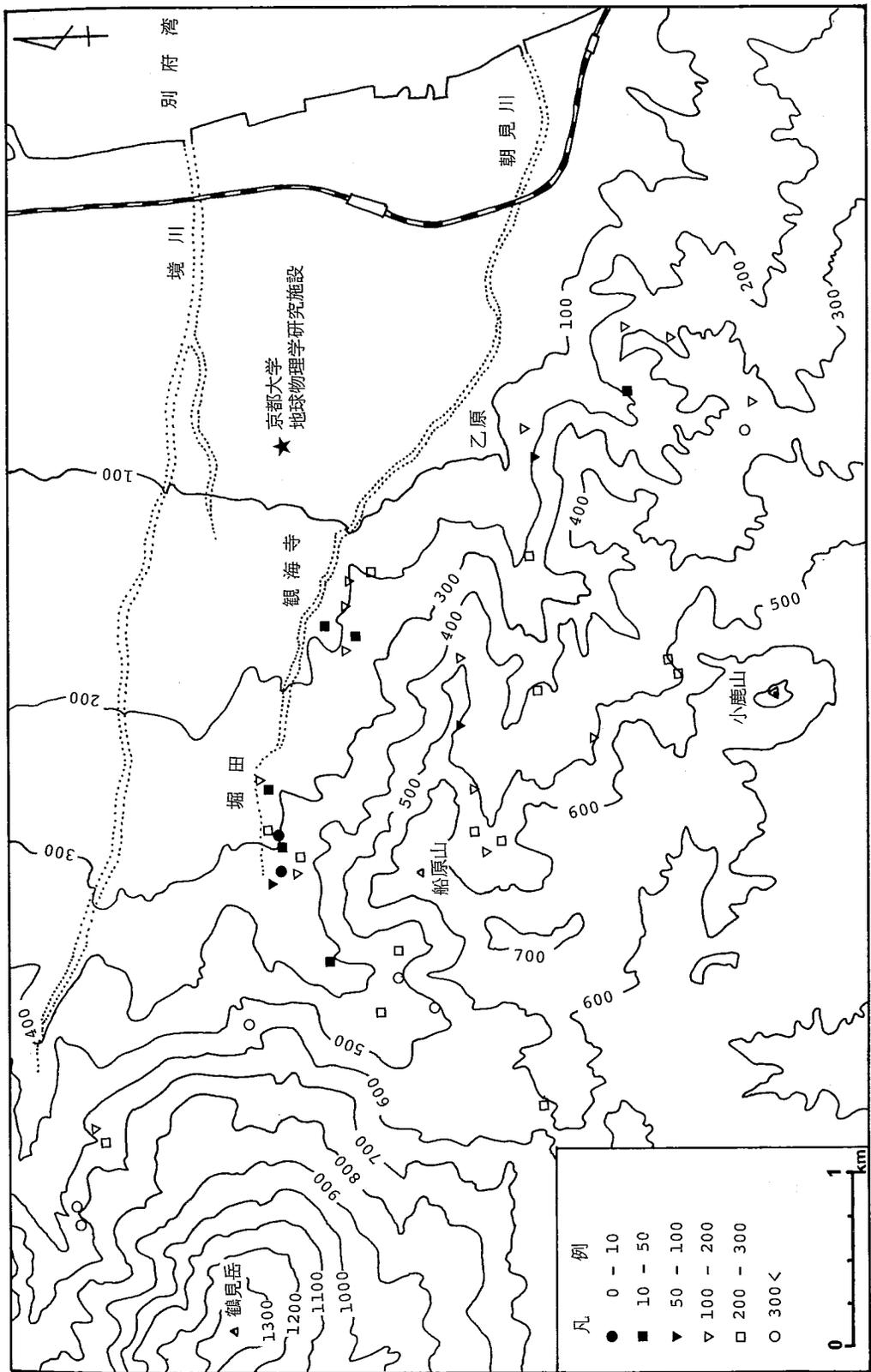


図1 別府南部地域の岩石の帯磁率測定結果 (単位は $\times 10^{-6} \text{c.g.s.}$)

測定試料は各地点でできるだけ変質の割合のすくないと観察される試料（有色鉱物が残存している試料など）を採取した。試料は別府南部地域から採取した。試料は角閃石安山岩・輝石安山岩・プロピライトである。

測定値は $0\sim 530\times 10^{-6}$ c. g. s. の範囲であり、 $0\sim 10\times 10^{-6}$ c. g. s. を示す試料は2、 $10\sim 50\times 10^{-6}$ c. g. s. を示す試料は6、 $50\sim 100\times 10^{-6}$ c. g. s. を示す試料は3、 $100\sim 200\times 10^{-6}$ c. g. s. を示す試料は14、 $200\sim 300\times 10^{-6}$ c. g. s. を示す試料は13、 300×10^{-6} c. g. s. より大きい値を示す試料は6である。

角閃石安山岩と輝石安山岩の比較では、最高値は輝石安山岩の値が高い傾向がみられるが、帯磁率によってこの区分ができるほどの大きな差はなく、安山岩類として同程度で、新鮮な岩石は約 $200\sim 300\times 10^{-6}$ c. g. s. が平均的値と考えられる。風化の影響により帯磁率の値が低い試料がみられる。

別府北部地域で普通にみられた帯磁率の値が $0\sim 10\times 10^{-6}$ c. g. s. を示す酸性の地熱活動の影響を強く受けた試料は少ない。酸性地熱活動の影響度は北部が強いと考えられる。

地域的には堀田南方にのみ $0\sim 10\times 10^{-6}$ c. g. s. の地点があり、この地域の狭い範囲で過去に酸性地熱活動のあった可能性がある。

B 京大地球物理学研究施設300m掘削試料

この試料は1987年から1988年にかけて別府市野口原京都大学理学部附属地球物理学研究施設の敷地内で行われた調査ボーリングで採取されたスライム試料である。この試料は砂礫層および凝灰角礫岩よりなる。

分析は10mごとの試料について計30個行った。たとえば試料番号GSB10は深度10m付近のスライム試料である。結果は表2に示される。帯磁率の値は $80\sim 540\times 10^{-6}$ c. g. s. である。GSB100およびGSB110が 500×10^{-6} c. g. s. をこえる。全体的な傾向として深度にしたがって帯磁率の値が小さい。またGSB240より下位で小さくなる傾向がある（図2）。

この試料についてはGSB49, GSB100, GSB150, GSB200, GSB250, GSB300の6試料の蛍光X線分析による主成分分析を行った（表3）。この分析結果と帯磁率測定結果を比較した。10主成分のうちSiは下位ほど値が大きくなり、Feは下位で値が小さくなる。この傾向はMg、Naにも認められる（図3）。このことより帯磁率の値が下位で小さくなることはFe、Mgの量の減少およびSiの量の増加をもたらす変質が主な要因と考えられる。また、帯磁率の値および主成分の値よりこのボーリング試料は堆積後強い酸性熱水変質を被ったことはないと考えられる。

表2 京都大学理学部地球物理学研究施設300m掘削試料スライムの帯磁率

試料	帯磁率
GSB 10	243.1
GSB 20	407.3
GSB 30	244.5
GSB 40	156.2
GSB 49	336.9
GSB 60	176.1
GSB 70	277.3
GSB 80	304.7
GSB 90	321.1
GSB100	532.1
GSB110	504.3
GSB120	240.5
GSB130	221.1
GSB140	337.9
GSB150	251.3
GSB160	204.2
GSB170	255.2
GSB180	172.2
GSB190	146.4
GSB200	203.3
GSB210	219.2
GSB220	247.6
GSB230	201.2
GSB240	111.4
GSB250	158.2
GSB260	85.6
GSB270	148.4
GSB280	115.5
GSB290	169.6
GSB300	146.0

表3 京都大学理学部地球物理学研究施設300m掘削試料スライムの蛍光X線分析結果(重量%)

sample	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
GSB 49	56.08	1.39	15.25	11.78	0.20	4.01	6.46	3.14	1.42	0.26
GSB100	58.11	1.15	15.51	10.03	0.18	3.66	6.23	3.31	1.58	0.26
GSB150	60.04	1.06	15.31	9.08	0.18	3.38	5.67	3.33	1.71	0.24
GSB200	57.73	1.37	17.71	8.83	0.16	3.53	7.30	2.06	1.08	0.22
GSB250	62.94	0.93	15.92	5.54	0.10	2.41	4.25	1.51	6.21	0.20
GSB300	62.47	0.97	15.37	6.19	0.11	2.56	4.50	1.08	6.56	0.19

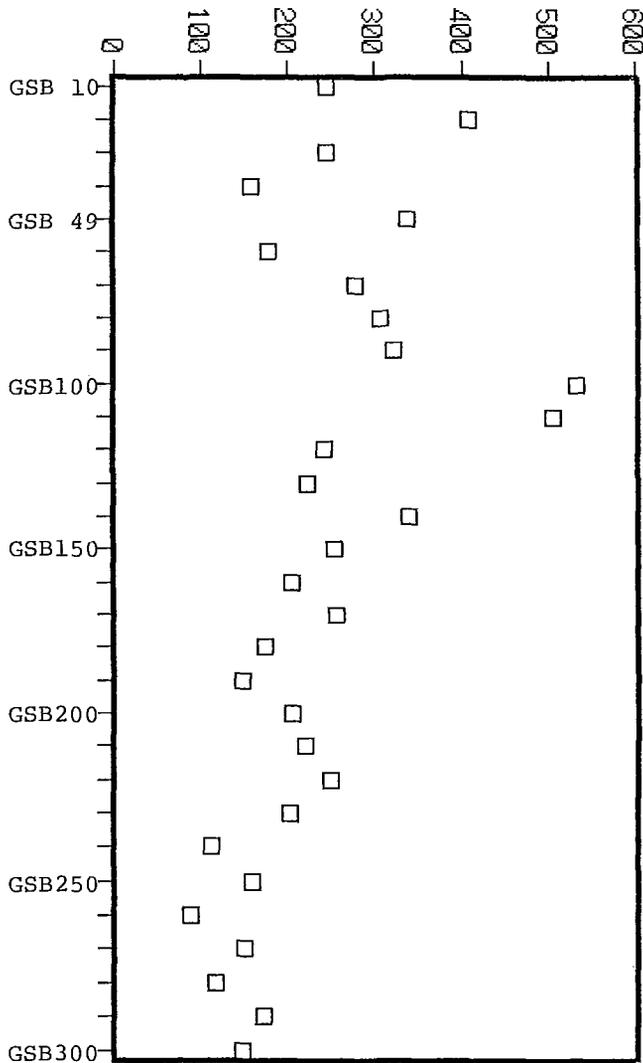


図2 京都大学理学部地球物理学研究施設300m掘削試料スライムの帯磁率

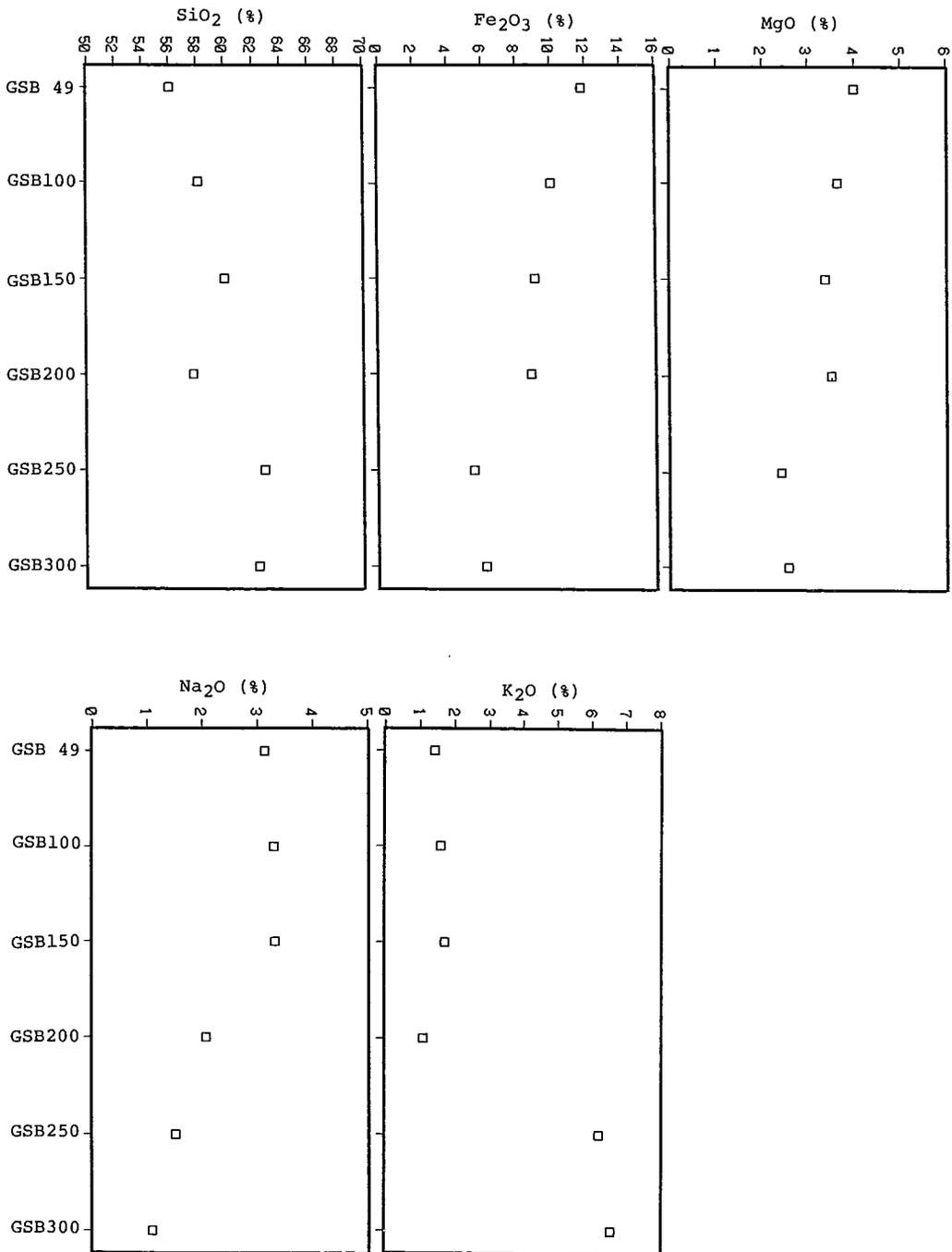


図3 京都大学理学部地球物理学研究施設300m掘削試料スライムの蛍光X線分析結果

参 考 文 献

- 1) 竹村恵二・由佐悠紀(1989): 別府地域の岩石の帯磁率測定(その1). 大分県温泉調査研究会報告, 第40号.

別府温泉北部域の化学成分長期変化について(2)

京都大学理学部 由 佐 悠 紀
神 山 孝 吉
大分大学教育学部 川 野 田実夫

1 ま え が き

筆者らは、別府温泉における化学成分の長期変化をモニターするための調査を継続している。昨年度は、別府温泉南部域（観光港より南の地域）における変化を報告した（由佐ら、1989）。本年度は、それより北の地域の温泉について報告する。この地域における同様な調査は1980年にも行なわれ、それより約10年前の状態と比較された。その結果、高地部の沸騰泉・低地部の一般温泉の両者ともC1濃度に低下傾向が認められ、地下温泉水の圧力低下が進行していることがうかがわれた（由佐、1980）。本報告はその後の変化を述べたものであり、前回の報告の続報でもあるので、前回と同じ標題を用いて(2)を付した。

2 調査の概要と資料

2-1 沸騰泉

1985年と1986年夏季に、別府温泉北部域に存在する、掘削された全ての噴気・沸騰泉からの噴出水量と熱量が測定された（由佐・大石、1986・1987）。この時、沸騰泉については噴出熱水の採取・分析を行っていたので、これを最近の資料として末尾の付表1に掲げた（以下では1986年の値と呼ぶ）。また、それらの位置は図1中に白丸で示した。付されている番号（Bを省く）は、由佐・大石の報告（1986・1987）のものと同じである。

過去の資料としては、大分県温泉調査研究会報告に公表されている分析値など数多くあるが、ここでは、筆者らが1975年に調査していた未公表の分析値（pH・C1・HCO₃のみ）を用いることとする。1975年以降に改掘されたものについては、その後の分析値（大分県温泉調査研究会発行の温泉分析書の値。ただし、1980年以前のもの）を用いる。しかし、簡単のため、本報告では、これら全てを1975年の分析値として表わす。

2-2 一般温泉

今回対象とした観光港以北域に分布する温泉の化学成分に関する系統的な調査は、これまでに、1969-70年（由佐・川村、1971）と1980年（由佐、1980）に行われた。これら過去2回の調査で調べられた源泉は同一のものであり、地域内にまんべんなく散らばるように選ばれている。今回も、前回と同じ源泉（93口）につき、1989年6月と1990年3月に現地調査を実施したが、孔井の老朽化のために放棄されたものがいくつかあり、また、所有者が不在のものもあって、実際に調査できたのは70口であった。それらの位置は図1中に黒丸で示し、泉温と化学分析結果は付表2に掲げた。番号は、前回の調査報告（由佐、1980）のものと同じである。このうち6口は、改掘や増掘などのため、状況がかなり変化していた。それらについては、付表2中に*印を付けてある。以上のほか、前回も調査した浅い掘削井からの地下水も採取・分析した（No.94）。

調査源泉70口のうち自噴が確認されたのは、亀川の4口だけ（No.7,16,19,27）である。自噴量はいずれも少量で、このうちの2口では、通常吸上げポンプまたはエアリフトを併用している。

泉温の測定と採水は、エアリフトのスイッチ投入後15分以上待ち、できるだけ井戸口に近いところで行うようにした。しかし、井戸設備の構造上、井戸口から離れた浴室あるいは貯湯タンク

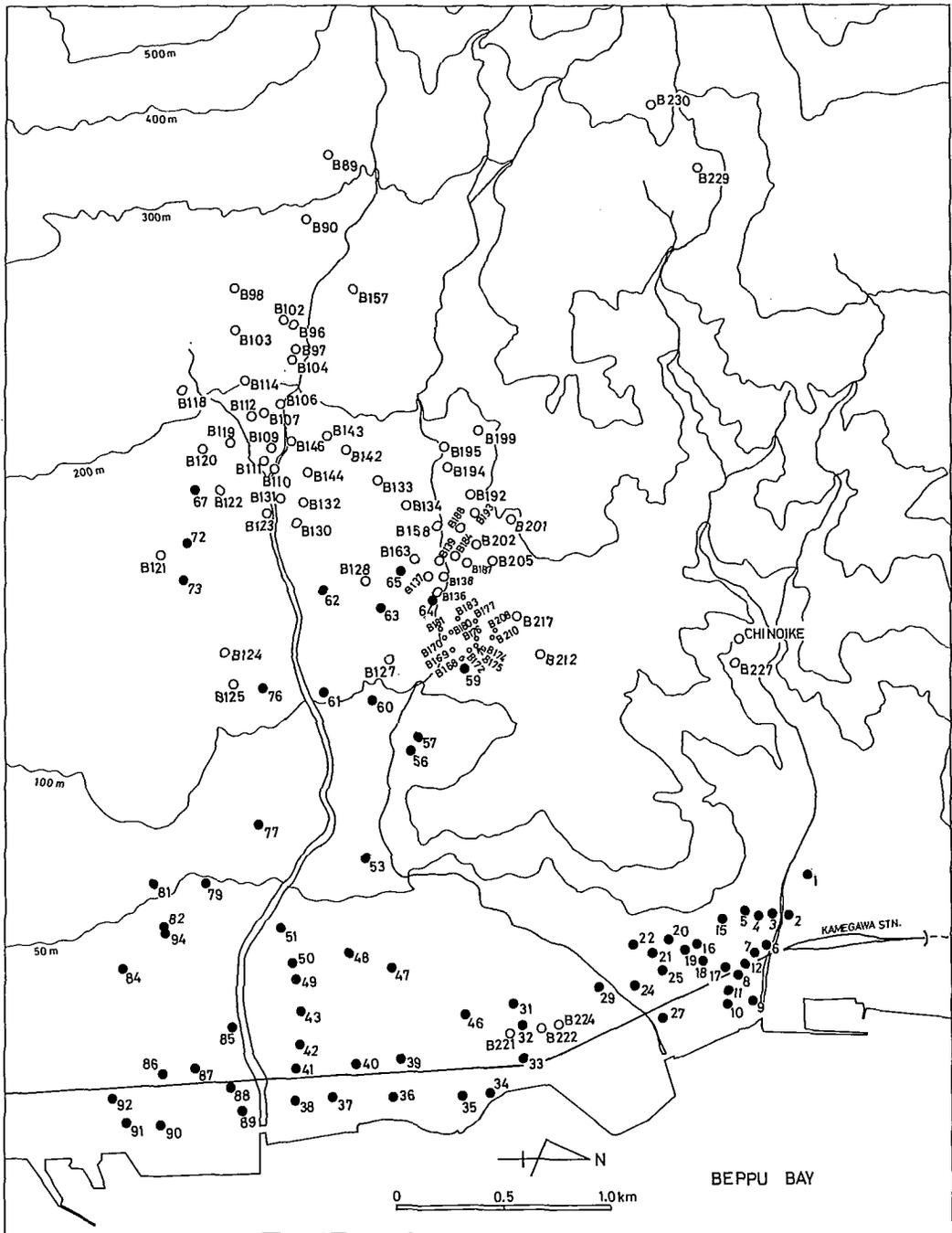


図1 調査源泉の位置、番号は付表1・2に対応

で測温・採水せざるを得なかったものも少なくない。また、日中はエアリフトを作動させない源泉もあり、それらについては、タンク内に溜っている温泉水を測温・採水した。したがって、とくに泉温の測定精度は、必ずしも満足できるものではない。

表1 北部域沸騰泉のCl平均濃度の変化

(100mg/l以上のもののみ
; 33口の平均)

調査期	1975	1986
Cl (mg/l)	1,676	1,456

表2 北部域一般温泉のCl・HCO₃・SO₄平均濃度の変化
(Cl濃度が100mg/l以上のもののみ; 53源泉の平均)

調査期	1969/70	1980	1990
Cl (mg/l)	652	565	459
HCO ₃ (mg/l)	185	197	184
SO ₄ (mg/l)	147	149	145

3 調査結果

3-1 沸騰泉

付表1に掲げた74口のうち、1975年の状態との比較に供することができるのは35口であった。沸騰泉から噴出する熱水のもっとも特徴的な成分はClであり、また、良質のトレーサーであるから、まず平均的な変化を見るため、Cl濃度が100mg/lを越えるものだけ(33口)についての平均濃度の比較を表1に示す。この10年間に1676mg/lから1456mg/lへと、220mg/l減少した。

次に、個々の沸騰泉水について過去と今回の濃度を比較し、図2にプロットした。図中の斜線は濃度に変化が無い場合の関係を示し、これより上側の点は濃度が増加したものの、下側の点は減少したものである。図に見られるように、また、表1からも分かるように、Cl濃度の減少したものが多く、増加したものもいくつかある。なお、昨年報告した南部域においては、すべての沸騰泉水のCl濃度が減少していた。

Cl濃度が増加したものは、一つの例外(B103)を除き、鉄輪の地獄地帯に集中している(B139・B169・B170・B176)。この地域外の広い範囲では、Cl濃度が減少の傾向にある。とくに、海岸に近い照波園一帯では、Cl濃度の減少に呼応するように、近年、沸騰泉の数も減少した。これらは、南部域と同様に、地下の比較的深部に分布する食塩型熱

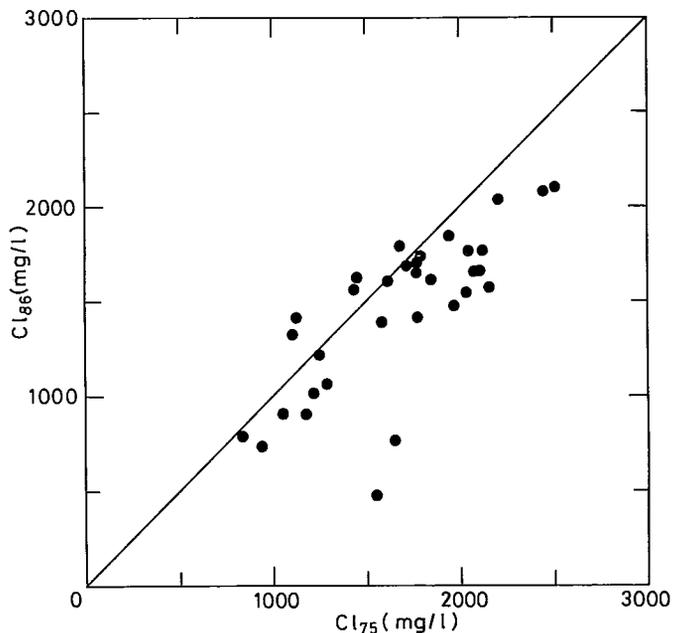


図2 1975年と1986年における沸騰泉水のCl濃度の対比

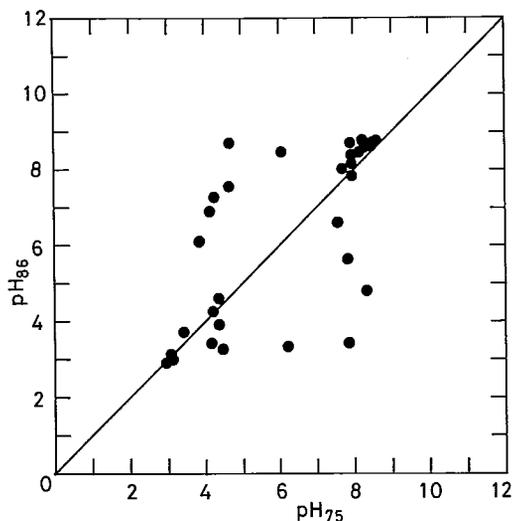


図3 1975年と1986年における沸騰泉水のpHの対比

水の圧力が相対的に低下したため、浅部からの下降流が増加したこと、また、上流から下流へ向かう高温水の流動が衰えていることを示しているように思われる。

1975年と1986年のデータに現われているもうひとつの注目すべき変化は、pHである。図3に、その比較を示す。縦軸と横軸の取り方は、図2と同じであり、図中の斜線はpH不変を表わし、この斜線より上側と下側は、それぞれアルカリ性化（pH上昇）および酸性化（pH低下）の範囲である。各点は斜線のまわりに広く分布しており、変化の様相は多様である。

このpHの変化とCl濃度の変化を比較したところ、Cl濃度が増加したものはpH値が低下し、Cl濃度が減少したものはpH値が上昇している傾向がうかがわれた。このことをはっきりさせるため、両回のCl濃度比・ Cl_{86}/Cl_{75} を縦軸に、pH値の差・ $pH_{86}-pH_{75}$ を横軸にとって（負の範囲が酸性化の方向）、各沸騰泉水のデータをプロットしたものが図4である。各点はかなり分散しているが、上述の傾向が明瞭に認められるであろう。

鉄輪一帯の沸騰泉から流出する食塩型熱水は、かならずしも判然とはしないが、酸性を呈するもののCl濃度が高いという傾向がある。1975年および1986年のいずれの時期においても、Cl濃度のもっとも高かったB199は酸性であった。こ

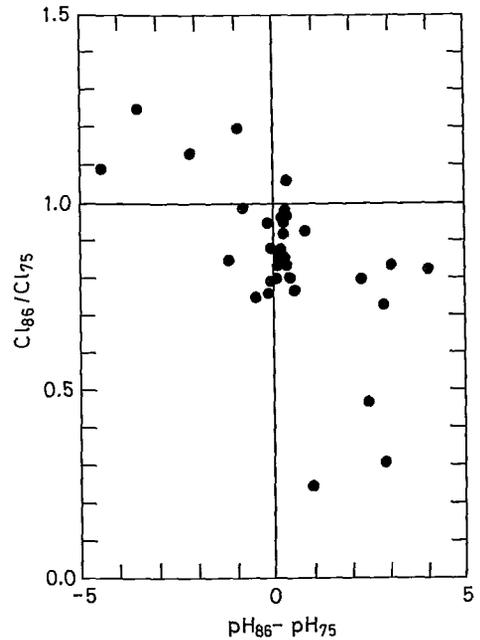


図4 1975年と1986年における沸騰泉水のCl濃度比とpH変化量の比較

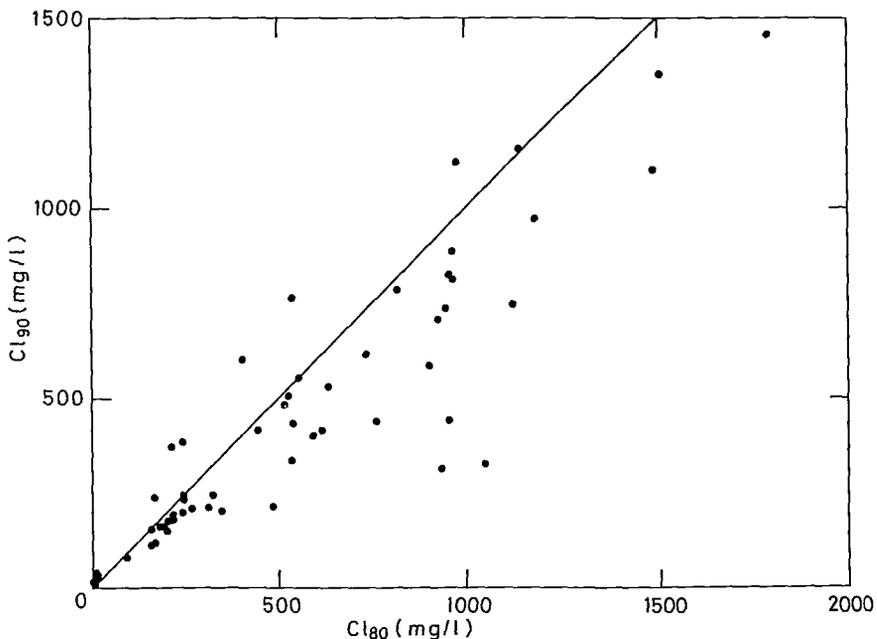


図5 1980年と1990年における一般温泉のCl濃度の対比

のことからみても、この一帯では、やや上流側にC1濃度の高い酸性の熱水が分布しているようである。その下流は沸騰泉の密集域であり、この範囲でC1濃度の増加と酸性化が進んだことは、注目すべきことのように思われる（図1の源泉分布参照）。

すなわち、この沸騰泉密集域では、多量の熱水流出のために地下熱水の圧力が低下し、これに伴い、よりC1濃度の高い酸性熱水が、上流側からこの密集域に向かって流動するようになったことを示しているのではないかと考えられる。

3-2 一般温泉

今回調査した70源泉のうち、改掘や増掘によって状況がかなり変化した6源泉を除く64源泉につき、前回（1980年）と今回（1990年）のC1濃度を比較して、図5に示す。ほとんど全てが斜線より下の範囲にプロットされており、南部域と同様に、北部域においても、ほぼ全域にわたってC1濃度が低下している。この低下傾向は、前回も認められていたが、さらに継続してすすんでいることが分かる。とくに、南須賀一帯で見出されていた高C1濃度温泉水における濃度低下が顕著である。

一方、新川と春木川の川口付近では、濃度がいくらか増加したものがある。また、上流部に分布するC1濃度が低いものも（50mg/l以下）、増加の傾向にある。

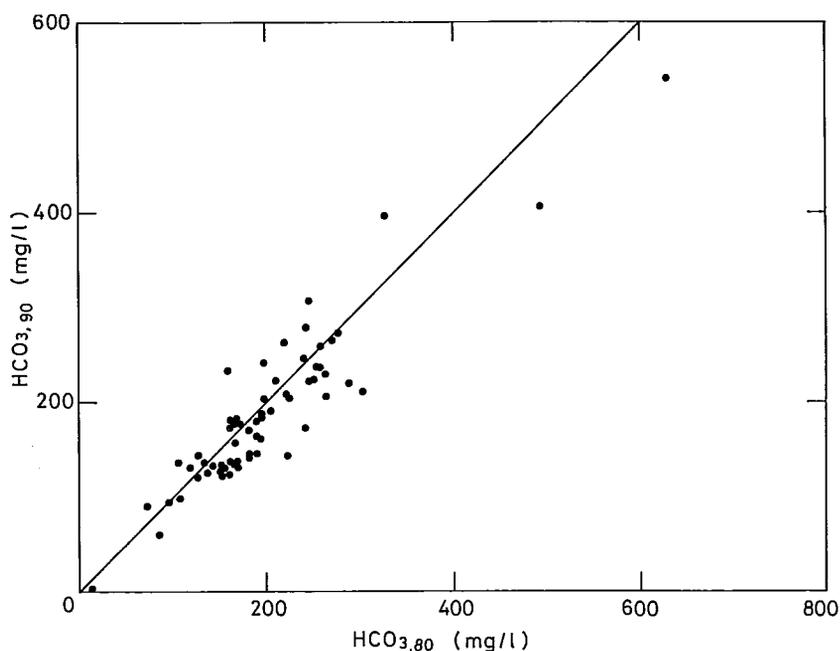


図6 1980年と1990年における一般温泉のHCO₃濃度の対比

図6はHCO₃濃度の比較である。各点は濃度不変の線の近傍に分布しており、C1に見られたほどの大きな変化は無い。ただし、斜線の下（濃度低下）のものがやや多い。

温泉水に対する食塩型熱水の寄与の変化をみるため、かつてのC1濃度が比較的大きく（100mg/l以上）、かつ、これまでの3回の調査のいずれにおいてもデータの得られている53源泉につき、Cl・HCO₃・SO₄の平均濃度を求め、表2に対比して示した。前述したように、C1濃度の経年的低下が明らかで、比較的深部の温泉水の圧力低下がさらに進んでいることがうかがわれる。なお、前回の報告（由佐、1980）では、濃度の低いものも含めた平均値を求めているので、今回

の平均値とは異なっている。

泉温については、今回の測定精度が悪いので比較しなかったが、やはりいくらか低下の傾向にあるようである。

謝辞 報告を終えるに当たり、現地調査と分析にご協力いただいた、京都大学地球物理学研究施設の北岡豪一博士と馬渡秀夫氏および大分大学教育学部の学生諸氏に、感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 由佐悠紀(1980) : 別府温泉北部域の化学成分長期変化について、大分県温泉調査研究会報告 31号, 1-7.
- 2) 由佐悠紀・大石郁朗(1986) : 別府市における噴気・沸騰泉の調査(1)春木川以南域, 同上37号, 1-9.
- 3) 由佐悠紀・大石郁朗(1987) : 別府市における噴気・沸騰泉の調査(2)春木川以北域, 同上38号, 1-6.
- 4) 由佐悠紀・川村政和(1971) : 化学成分からみた別府市中央部の温泉, 同上22号, 55-65.
- 5) 由佐悠紀・神山孝吉・川野田実夫(1989) : 別府温泉南部域の化学成分長期変化について(2), 同上40号, 21-29.

付表-1 沸騰泉熱水の化学組成 (mg/ℓ : 1985・1986年採水)

No.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃	SiO ₂
B 89	8.00	1180	133	38.4	4.8	1953	107	63	98
B 90	8.74	1175	192	15.1	3.4	1971	101	71	103
B 96	9.20	238	15.1	1.5	0.0	19.6	99	568	185
B 97	9.30	183	15.6	4.3	2.4	17.0	248	240	164
B 98	8.26	630	59.1	10.9	1.9	907	188	97	103
B102	8.31	340	36.6	14.0	5.1	496	84	103	111
B103	8.47	1060	156	15.1	2.0	1790	98	67	101
B104	8.70	970	134	35.9	1.8	1663	135	60	104
B106	9.17	149	5.3	2.3	0.0	19.7	143	236	148
B107	8.40	1060	147	34.9	2.6	1785	157	115	99
B109	8.81	905	149	43.8	2.4	1516	242	66	73
B110	3.34	1025	178	36.0	19.6	1694	352	0	199
B111	8.76	710	94	29.3	1.8	1171	186	57	109
B112	8.97	110	4.9	4.5	2.1	8.9	87	194	117
B114	8.72	1020	150	13.6	2.6	1785	97	66	104
B118	8.72	990	103	28.7	2.2	1658	97	54	99
B119	8.62	800	106	29.8	0.7	1395	116	67	108
B120	8.68	975	122	31.8	1.4	1699	108	54	103
B121	6.70	740	107	39.3	4.7	1219	264	10	109
B122	8.60	1010	137	26.2	2.2	1740	120	51	102
B123	8.09	860	138	35.7	4.7	1427	292	32	100
B124	8.01	595	80.8	49.6	3.5	912	352	21	112
B125	8.65	490	51.6	32.0	1.3	642	350	72	170
B127	8.75	640	57.0	30.6	0.0	798	390	184	-
B128	8.68	676	76.0	59.9	4.3	893	373	189	-
B130	3.37	858	138	34.4	8.3	1270	354	0	-

B131	8.70	775	93.0	31.0	1.1	1070	312	72	-
B132	9.10	718	87.0	26.5	1.4	1033	240	110	-
B133	3.95	1040	123	39.2	3.7	1480	385	0	-
B134	8.38	1190	49.0	63.8	0.0	1660	181	53	-
B136	7.30	771	85.0	42.4	5.9	1020	400	17	-
B137	8.78	722	69.0	32.8	0.0	908	358	76	-
B138	7.55	444	41.0	39.2	0.0	465	410	42	-
B139	6.61	1010	126	33.2	1.4	1330	453	23	-
B142	7.85	1250	113	61.7	4.0	1850	136	52	-
B143	8.09	1190	112	66.6	4.3	1770	155	49	-
B144	7.55	333	71.0	40.2	4.4	484	145	83	-
B146	9.69	166	5.0	3.2	0.0	46.9	135	253	-
B157	7.48	44	11.0	102	19.2	31.3	387	79	-
B158	2.63	1570	267	30.0	13.3	2330	468	0	-
B163	7.73	1000	38.0	73.6	2.2	1500	200	68	-
B168	8.01	883	129	20.3	3.3	1230	312	36	-
B169	3.41	1100	159	18.5	14.4	1569	386	0	-
B170	4.85	1030	138	34.7	6.6	1410	454	7	-
B172	6.76	271	47.0	5.0	0.6	335	186	35	-
B174	3.31	1180	143	31.0	8.6	1617	395	0	-
B175	6.12	1020	139	29.1	3.7	1420	482	17	-
B176	5.69	1260	148	28.1	5.7	1630	370	10	-
B177	8.50	669	86.0	43.7	1.2	769	525	56	-
B180	3.41	1250	147	28.3	8.9	1610	407	0	-
B181	6.76	1050	138	34.4	5.3	1370	443	20	-
B183	4.49	1260	151	25.6	8.6	1640	370	2	-
B184	6.85	328	26.0	89.6	2.5	402	470	35	-
B187	4.14	1280	186	21.9	10.4	1820	425	0	-

B188	4.19	1270	178	22.4	11.1	1800	380	0	-
B192	4.61	1480	191	25.4	8.0	2040	336	6	-
B193	7.09	595	56.0	20.7	1.8	622	470	42	-
B194	3.28	1470	119	47.0	1.2	2090	375	0	-
B195	7.12	222	51.0	83.3	0.5	209	479	56	-
B199	3.71	1540	196	43.3	10.1	2100	359	0	-
B201	3.70	485	70.0	38.6	11.5	707	295	0	-
B202	4.08	1420	186	28.5	10.2	2016	350	2	-
B205	6.95	1040	138	34.2	4.5	1580	306	33	-
B208	4.30	1270	151	54.1	8.8	1660	450	3	-
B210	3.01	1094	143	44.1	7.1	1550	469	0	-
B212	2.69	1020	144	34.9	9.3	1440	575	0	-
B217	3.49	1400	114	102	6.9	1890	474	0	-
B221	3.07	1128	171	35.3	5.8	1620	470	0	-
B222	3.32	1090	150	32.2	5.2	1560	353	0	-
B224	8.08	1290	120	67.0	2.9	1773	350	92	-
B227	2.92	527	104	53.7	7.8	741	510	0	-
B229	8.55	131	10.0	0	0	3.9	99	313	-
B230	3.28	60	17.0	41.8	13.4	7.8	357	0	-
血の池	2.67	543	93.0	53.5	31.6	806	702	0	-

付表-2 一般温泉水の化学組成 (mg/ℓ : 1989・1990年採水)

No.	°C	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
1	46.2	7.87	199	27.4	5.8	17.6	244	69	230
2	43.5	8.00	145	19.7	4.8	13.1	167	25	234
3	46.8	7.81	198	27.4	5.9	12.6	925	125	103
4	60.5	7.76	304	46.7	8.0	28.6	485	54	207
5	71.8	8.01	435	77.0	7.8	31.2	787	219	173
6	53.1	7.30	240	34.0	51.8	25.6	372	36	221
7	48.7	7.40	352	50.4	22.4	31.5	435	364	170
8	46.7	7.75	184	24.0	20.3	7.8	193	141	173
9	59.9	7.25	565	79.0	139	62.0	1127	115	266
10	63.2	6.94	457	58.0	18.4	65.0	889	102	224
11	61.0	7.40	422	49.4	100	53.3	812	216	223
12	56.4	7.50	198	24.7	22.4	8.4	208	135	143
15*	53.9	7.75	256	39.7	4.1	9.5	365	63	124
16	42.2	7.60	159	21.5	18.7	4.1	171	135	126
17	41.1	7.70	184	23.8	19.8	9.7	211	133	133
18		7.80	163	22.3	20.8	7.7	176	141	132
19	51.5	7.55	163	22.3	22.2	8.0	174	144	124
20	50.2	7.85	166	21.3	22.0	8.0	176	141	127
21	44.5	7.52	166	21.8	22.8	8.8	177	144	135
22	47.0	7.80	168	19.9	22.5	7.6	182	141	128
24		7.80	147	18.3	25.9	9.9	163	133	137
25		7.95	143	19.0	26.0	10.0	151	133	137
27	52.9	7.78	188	22.4	20.6	7.8	200	132	146
29	43.0	7.85	139	18.3	29.8	9.9	161	121	134
31	56.6	8.50	374	28.0	9.8	1.1	402	181	182
32	51.5	8.15	198	18.0	17.5	5.9	213	153	156

33	55.0	8.05	262	25.8	10.7	1.8	325	266	178
34	52.0	7.75	873	87.2	98.3	6.9	1357	238	274
35	55.0	8.05	507	40.0	36.4	3.2	711	110	222
36		7.95	134	16.8	20.7	23.0	226	164	157
37	51.8	8.00	785	64.5	74.4	19.0	1160	284	247
38	49.5	7.90	383	38.3	46.3	16.1	764	100	99
39	43.4	8.00	570	40.7	34.3	5.8	709	392	161
40	42.8	8.00	268	23.8	12.2	4.3	339	100	121
41	43.6	7.78	585	58.0	27.0	7.1	826	195	163
42	54.1	8.15	550	47.7	29.2	7.7	746	165	206
43	55.9	8.00	710	51.5	51.8	9.9	976	300	241
46*	77.8	8.30	530	47.0	26.0	2.3	708	175	165
47	63.3	8.50	384	32.2	10.0	2.4	415	159	262
48	44.4	7.50	941	70.3	78.2	6.0	1459	346	91
49	42.0	7.60	533	39.7	27.8	9.0	736	115	179
50	44.5	8.00	440	31.8	25.9	5.8	602	165	232
51	32.4	7.80	392	16.7	23.9	2.9	440	165	257
53	48.2	8.20	172	14.9	8.5	2.4	116	117	116
56*	41.6	7.20	73.9	12.8	57.2	22.6	160	106	106
57*	44.9	7.50	233	13.3	39.5	18.2	80.6	165	189
59	33.3	7.60	150	3.5	76.9	5.2	246	81	137
60	48.7	6.70	58.8	8.8	43.1	16.8	31.4	111	184
61	45.7	6.90	41.0	6.7	21.6	10.6	38.8	48	124
62		7.00	35.3	7.1	44.2	16.5	31.0	112	132
63	36.3	6.78	48.0	9.7	79.1	32.1	11.8	292	211
64	67.6	7.55	306	29.9	17.1	2.7	234	204	186
65	51.5	7.20	105	22.0	64.6	30.5	15.1	132	399
67	50.6	7.55	40.5	8.6	19.7	8.3	10.4	33	189

72	34.7	7.30	34.3	7.5	19.9	3.5	6.9	27	144
73	54.4	7.60	46.8	10.6	13.6	10.5	7.4	33	205
76		8.30	243	10.4	9.0	4.2	80.6	37	542
77	34.2	7.98	234	14.3	10.4	1.6	120	40	405
79	44.8	6.35	815	89.5	32.5	7.2	1107	168	4
81	41.5	7.60	191	12.7	12.3	1.7	217	144	131
82	44.0	7.85	342	19.5	18.7	2.0	442	140	138
84	50.0	7.92	435	19.4	23.1	3.9	589	155	144
85	43.2	7.70	248	25.0	10.7	3.5	316	44	96
86	46.0	7.65	226	35.4	27.6	7.6	388	41	179
87*		7.50	450	34.5	47.8	6.1	651	38	154
88	40.8	7.48	326	33.5	10.4	4.4	556	56	60
89*	49.0	7.70	730	80.0	33.1	8.5	976	78	263
90	53.5	8.02	348	43.8	10.2	4.4	504	69	204
91	50.4	7.80	344	36.4	17.3	9.6	418	100	269
92	47.8	7.86	373	40.2	7.9	3.0	533	67	182
94	21.1	7.52	24.5	4.4	24.4	7.1	26.4	29	95

痛みと温泉 (1)

九州大学生体防御医学研究所

内科 延 永 正
藤 井 郁 夫

1 はじめに

昔からリウマチ性疼痛疾患は温泉療法の適応の第一にあげられている。実際、温浴によって腰痛・筋肉痛・関節痛などが軽減することは誰しも経験することである。

温浴による鎮痛効果の機序は従来、その温熱効果に帰せられてきた。¹⁾すなわち温熱による筋弛緩と痙縮の除去、末梢循環の改善、新陳代謝の亢進による老廃物の除去に加えて、疼痛閾値の上昇などが鎮痛作用をもたらす。これらは確かに鎮痛機序の一部ではあるが、なお、不明な点は多い。なかでも疼痛閾値が上昇する機序が問題である。

最近、神経ペプチドの一つであるβエンドルフィン(β-E)が内因性鎮痛物質として注目されている。また炎症メヂエーターとしてのプロスタグランジンE(PGE)はそれ自体発痛作用はないもののブラジキニンによる発痛を増強することで知られている。²⁾よってこれらの物質が温泉浴によってどのように変動するかを検討した。

2 対象と方法

対象はアメリカ・リウマチ学会の診断基準³⁾による慢性関節リウマチ(RA)患者で、一回浴には definite RA 10名、classical RA 17名の計27名(全例女性、平均年齢48.7±17.3歳)を、対照には当科勤務の男性健康人9名(平均年齢37.5±12.3歳)を用いた。また連続浴には definite RA 3名、classical RA 5名の計8名(男性2名、女性6名、平均年齢57.9±12.4歳)を用いた。

入浴方法は40℃の温泉(当所の堀田浴、単純泉)には10分間、39℃の運動浴には30分間入浴させ入浴前後の血漿β-E値を測定した。またPGEについては連続浴の影響をみた。

血漿β-EとPGEの測定はラジオイムノアッセイ法により、SRLに依頼して行った。

3 結 果

1 RA患者の血漿βエンドルフィン値

図1に示したようにRA患者の血漿β-E値は健康者に比べて低値を示すものが多かったが、有意の差ではなかった。

2 温泉浴の血漿βエンドルフィンに及ぼす影響

図2に示したように1回の温泉浴によって健康者の血漿β-E値は5 pg/ml前後の一定値に収れんする傾向を示したが、平均値には有意の変動は認められなかった。

一方、運動浴を行ったRA患者16名の前後の値は図2のように浴後増加するものが多くみられたが、平均値には有意の差は認められなかった。

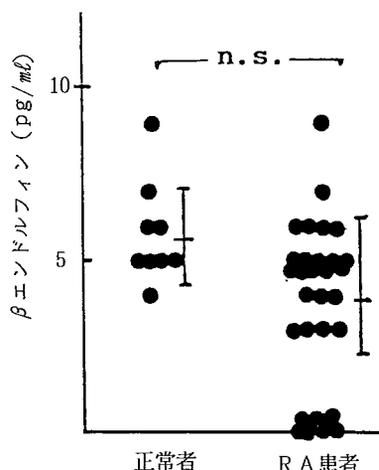


図1 安静時血漿βエンドルフィンの比較

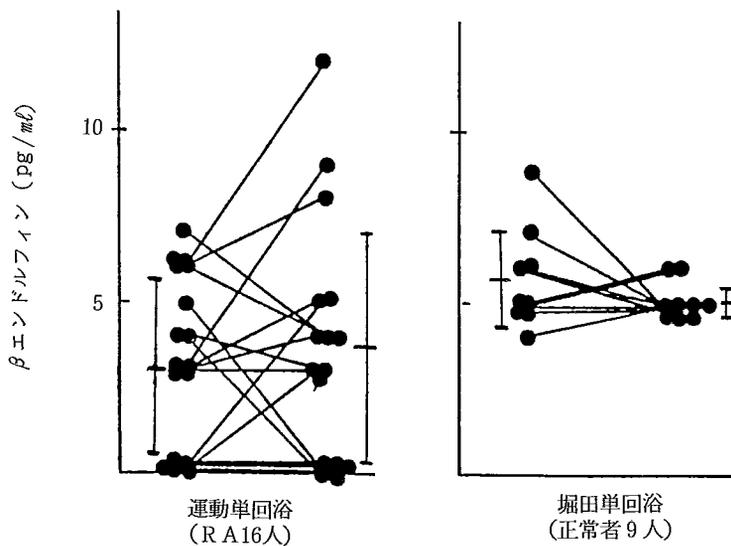


図2 単純泉ならびに運動浴1回浴後の血漿βエンドルフィンの変動

3 連続浴による血漿プロスタグランジンE値の変動

図3は3週間温泉連浴を行ったRA患者8名について、血漿PGE値の経時的変動をみたものである。図のように連続浴によって、PGE値は浴前高値のものは次第に低下し、低値のものは次第に上昇する傾向を示した。そして3週間後には300～400 pg/ml付近に収れんした。

4 考 案

大部分のRA患者は常に関節痛に悩まされている。したがって内因性鎮痛物質であるβ-Eは血中に増加していることが予想されたが、意外にも正常者より低値を示すものが多かった。この成績は他の報告も認めているところであるが、その原因はなお明らかでない。RAの病変によって産生が低下しているのかもしれない。Panerai⁹⁾はある種の非ステロイド性抗炎症剤(NSAID)によって血中β-Eが増加することをみているので、血中β-Eが

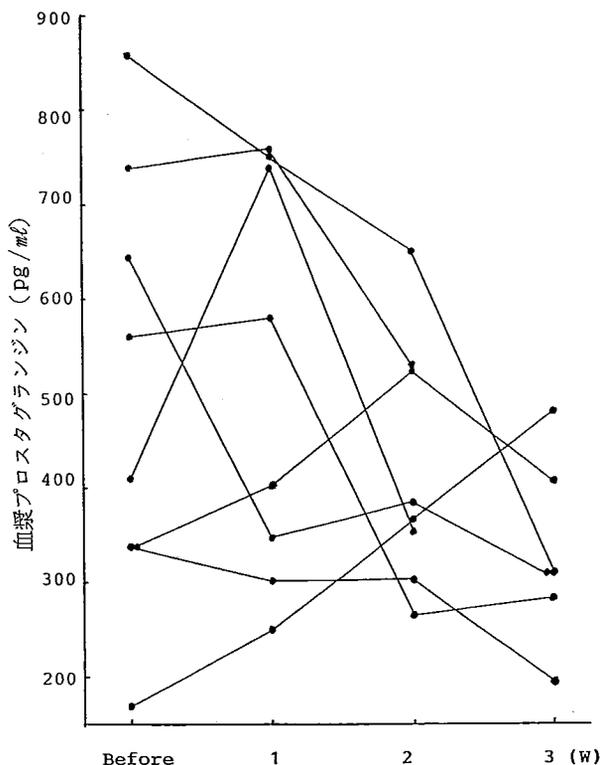


図3 RA患者の単純泉連浴による血漿プロスタグランジンEの変動

鎮痛的に働いている可能性が考えられ、RAにおける低値は関節痛の増強を意味するものかもしれない。いずれにせよ温泉浴によって本物質の増加が期待されたが、健常人においてもRA患者においても血中では明らかな増加はみられなかった。

ジョギングをすると β -Eが増加し快感をおぼえるとされるが、温泉浴の場合も浴中で運動する運動浴において増加の傾向が認められた。適当な運動によってかえって関節痛が軽減することはRA患者もよく経験することであり、それに β -Eが寄与している可能性も考えられるであろう。

PGの生合成がNSAIDによって抑制されることはよく知られた事実である。温泉浴によってもその低下が期待されたが、必ずしもそのような成績は得られなかった。ただ連続浴3週後に前値の中間の値に収れんしたのは興味ある成績である。いずれも前値自体が正常範囲にあったとはいえ、そのなかで高値のものは次第に低下し、低値のものは次第に上昇して中間値に集まったのは、温泉のいわゆる正常化作用と類似していたからである。PGは免疫反応とも深く関わっており、それが一定値になるということは免疫反応の調整を意味している可能性も示唆しているように思われる。

β -EはサブスタンスPを介してPGの産生を抑制しており、その増加はPGの低下につながる。よって両者はRAの炎症と深く関わっており、したがってRAの痛みとも密接に関係しているので、PGについては温泉一回浴の影響を、 β -Eについては連続浴の影響をさらに追求する積りである。

結 論

RA患者を対象として温泉浴の鎮痛作用を、血中 β エンドルフィン(β -E)とプロスタグランジン(PG)から説明しようと試みた。その結果

- 1 血中 β -EはRA患者において低値の傾向を認めた。
- 2 単純泉浴によって血中 β -Eは変動を示さなかったが、運動浴によって増加の傾向を示した。
- 3 血中PGは連続浴によって次第に中間の一定値に集まる傾向を示した。しかしいずれも前後の平均値の差は有意ではなかった。

参 考 文 献

- 1) 延永 正：リウマチ性疾患の温泉治療。総合臨床，33:209-210，1984。
- 2) 柳川 明ほか：疼痛と炎症。最新医学，43:2368-2372，1988。
- 3) Ropes, M. W., et al: Diagnostic criteria for rheumatoid arthritis. 1958 revision. Ann. Rheum. Dis., 18:49-52, 1959.
- 4) 高橋秀仁ほか：慢性関節リウマチにおける血漿中オピオイドペプチドの変動。炎症10: 39-42, 1990。
- 5) Yunus, M. B., et al: Serum β -endorphin in primary fibromyalgia syndrome: a controlled study. J. Rheumatol., 13:183-186, 1986.
- 6) Panerai, A. E.: NSAIDとエンドルフィン。非ステロイド性抗炎症剤の鎮痛作用のメカニズム。ライフサイエンス出版，東京，P. 6-7, 1989。

温泉と不整脈 (1)

九州大学生体防御医学研究所

気候内科	矢 永 尚 士
	畑 洋 一
	児 玉 泰 幸
	矢 野 健 一
	羅 美 弘

1 はじめに

最近、働きざかりの人に突然死が増加しつつあり社会問題となっている。米国では年間約30万人の突然死があり、日本では正確な統計はないが約15万人程度の突然死の発生が推測される。当研究所では24時間心電図を行った約3000人の患者について約0.3%の突然死の発生をみた。大分県においても人口の約0.1~0.3%の頻度で突然死の発生が推測される。癌、心臓病、脳卒中などの3大死因だけでなく、突然死の研究がいかに大切であるかがわかる。

一般に突然死には3つの因子が関係している。すなわち心臓疾患の有無、不整脈・心筋虚血の有無、自律神経異常、電解質異常、ストレス（緊張、寒冷など）の有無である。温泉は脱ストレス作用など有利な点もあるが、入浴中の急死も知られている。しかも好発時間帯は夜間が多い。これらの事実は心臓の過敏性、温度感受性の日内変動の解明が必要であることを示している。

そこで本研究では温浴による突然死の予防対策確立に資することを目的として、1)温浴と不整脈の関係、2)人口温泉とさら湯の差、3)不整脈の日内変動について検討を行った。

2 方 法

1) 温泉と不整脈の関係

健康人11例（男11例、22~36才）、陳旧性心筋梗塞12例（男11例、女1例；36~68才）、狭心症12例（男9例、女3例；53~68才）、高血圧症11例（男6例、女5例；34~72才）を対象とした。

入浴は当研究所理療棟に設置されたハーバードタンクを利用し、臥位にて行った。温度は42℃、入浴時間は10分以内とし、ライフスコープ（日本光電製）を用いて心電図の記録を、入浴前・中・後において行った。

2) 人工温泉とさら湯の比較

不整脈患者についてバスクリン浴とさら湯について比較試験を行った。1週間さら湯に入浴、次の1週間はバスクリン浴とした。各相の終了時に心電図記録および採血を行いACTH、コルチゾル、カテコールアミン、 β -エンドルフィン、血清電解質を測定した。

3) 不整脈の日内変動

心室性期外収縮を有するが心不全を有しない21例（男6例、女15例；年齢25~48才）を対象とし、2週間以内に24時間ホルター心電図を2回記録した。1時間毎に心室性期外収縮総数、心拍数を求め、種々の周期について cosine fitting を行った。

3 成績

1) 温泉と不整脈の関係

表1は入浴前、中、後における不整脈の有無をまとめたものである。健康人では入浴前後で不整脈は認めなかった。陳旧性心筋梗塞では入浴前に11例中5例(45.5%)に認め、入浴中うち4例が軽快し(80%)、不変1例(20%)で、悪化したものはなかった。狭心症では入浴前に12例中4例に不整脈を認め(33.3%)、入浴中は全例軽快した。高血圧症では入浴前に11例中2例(18.2%)に認め入浴中軽快1例(50%)、悪化1例(50%)であった。

2) 人工温泉とさら湯の比較

表2は心筋梗塞46才、男、発作後50日においてさら湯とバスクリン浴の比較を示す。さら湯では心室性期外収縮は入浴前には認めなかったが後において増加をみた。バスクリン浴では中において増加したが、入浴後において消失した。ACTH、コーチゾル、カテコールアミン、β-エンドルフィン、血清電解質はさら湯、バスクリン浴と共に前後において、その変動に差は認められなかった。(表3)

表3 ホルモンと電解質に対するさら湯とバスクリン浴の作用の比較

	さら湯		バスクリン	
A C T H (pg/ml)	39	57	29	40
コーチゾル (ng/dl)	11.2	14.9	6.9	6.9
ノルアドレナリン	0.53	0.63	0.18	0.36
アドレナリン (ng/ml)	0.05	0.05	0.03	0.05
β-エンドルフィン (pg/ml)	11	12	7	9
血清 Na	140	140	141	141
K	5.1	4.5	5.2	4.6
Mg	2.2	2.2	2.2	2.2
Ca	9.3	9.7	9.5	9.6

3) 不整脈の日内変動

表4は不整脈および心拍数について24時間リズムおよび12時間リズムについてその再現性を検討したものである。心室性期外収縮について有意の12時間リズムを21例中12例に認め(57.1%)、再現性を認めたものは6例(50%)であった。心拍数について有意の12時間リズムを10例(47.6%)に認め、再現性は8例(80.0%)であった。不整脈について有意の24時間リズムを8例に認め、再現性を認めたのは4例(50%)であった。心拍数について有意の24時間リズムを示したものは12例で(57.1%)、再現性を認めたものはうち7例(58.3%)であった。

期外収縮の発生数が昼間に1日の全発生数の70%以上を占めるものを昼型、期外収縮の発生数が夜間に1日の全発生数の70%以上を占めるものを夜型、それ以外のものを混合型とすると記録

表1 心室性期外収縮に対する温浴の作用

症 例	前	中	後
心筋梗塞			
T. Y. 64M	+++	++	+++
N. K. 36M	+	-	-
Y. M. 76M	+	+	+
S. H. 66M	++	+	+
T. T. 50M	+++	++	++
狭心症			
M. K. 56M	+*	-	-
K. S. 57M	+	-	-
H. S. 56M	+*	-	-
Y. H. 65M	++	+	++
本態性高血圧症			
S. I. 52M	+	+	-
H. S. 64F	-	+	+

- : 0コ, + : 1/分以下
 ++ : 1-3コ/分, +++ : 3コ以上/分
 *上室性期外収縮を認めるもの

表2 心室性期外収縮に対するさら湯とバスクリン浴の作用の比較

	さら湯	バスクリン
入浴前(3分)	0	1
入浴中(8分)	4	4
入浴後(3分)	4	0

1回目における混合型の頻度は17例/21例(81%)、昼型2/21(9.5%)、夜型2/21(9.5%)であった。その2回目における再現性は混合型14/17(82.4%)、昼型2/2(100%)、夜型1/2(50%)であった。

4 考 案

本研究は1) 陳旧性心筋梗塞、狭心症、高血圧症であっても安定期において適温で臥位であれば温浴は不整脈抑制的であること、2) バスクリン浴はさら湯より浴後鎮静的である可能性、3) 不整脈には好発時間帯があり、おそらく生体リズムが関与していることを示唆している。

適温は内分泌系、自律神経系に鎮静的であり、抗不整脈的である。

しかし少数例ではあるが適温であっても悪化を示すものがあることを指摘しなければならない。如何なる症例が悪化を示すのか、その予測法、治療法を今後、開発する必要がある。

各症例について左心機能曲線の検討、電気生理学的検査により不応期・伝導速度の測定、不整脈誘発を37℃、42℃、43℃以上の各温度で行えば温浴と不整脈の関係について科学的なデータを得ることができる。しかし安全性、倫理性の上から実施できない。今後エコードップラー法を含む非観血的検査によってできる限り科学的で有用なデータを蓄積する必要がある。

5 む す び

- 1 陳旧性心筋梗塞、狭心症、高血圧症であっても安定期で入浴方法に注意すれば温浴は不整脈抑制的である。
- 2 バスクリン浴はさら湯より浴後において不整脈抑制的である可能性がある。
- 3 不整脈は好発時間帯があり生体リズムが関与している。不整脈患者では好発時間帯を検討し、温浴のさいはその時間帯はさけるべきである。

参 考 文 献

- 1) 畑 洋一・市丸雄平・佐藤義則・矢永尚士：入浴の心肺機能におよぼす影響——心筋梗塞3例における検討——治療 63(9) ;141-150, 1981.
- 2) 矢永尚士：狭心症、心筋梗塞患者の入浴について。循環科学 2(6);596~600, 昭57.
- 3) 矢永尚士・上野照紀・児玉泰幸・岡本健次：日常生活行動と長時間心電図。循環器科 12(4); 332-344, 1982.

表4 心室性期外収縮の日内リズム

	記 録		不整脈	心拍数
	第1回	第2回		
12時間リズム	+	-	6	2
	-	+	3	3
	+	+	6	8
	-	-	6	8
24時間リズム	+	-	4	5
	-	+	6	5
	+	+	4	7
	-	-	7	4

九重温泉群の現状と問題点(Ⅱ)

— 宝泉寺温泉の現状を中心に —

(大分大学教育学部) 大野 保 治

はじめに

本報告書は、4年前からの筆者の調査研究課題—「県下の温泉地における集中管理の法律問題」に沿って、昨年に調査報告をした筋湯温泉につづくものである。「集中管理」を法社会的視点から県下で取り上げたのは湯の平温泉と別府温泉(本誌報告第38号)、それに昨年筋湯温泉(同第39号)の3温泉地である。今回は「九重温泉群の現状と問題点(Ⅱ)」と題して、同じ玖珠郡九重町内に位置する宝泉寺温泉に焦点を向けることにした。

温泉の集中管理をめぐるのは、当宝泉寺も尽きない興味を呼ぶ。九重温泉群にあって、片や筋湯温泉は、特殊な形態ながらもとにかく集中管理方式を実現し得たのに対し、片や宝泉寺温泉は、温泉共同化を模索して苦闘しながら実現を見るに至らなかった。その原因なり背景を探求し、社会科学的方法論から何らかの理論化を試みようとしたのであるが、十二分に意を尽したとは思われない。

宝泉寺温泉については、筆者は、かつて本誌第15・16号(昭和49・50年)で2カ年にわたって調査報告を試みた。爾来、十数年を経過したことから、その後の変遷と現状や問題点を再度検証しようとしたのであるが、筆者の個人的事情から時間的余裕がなく、中途半端なものに終わってしまった。後日、機会を得て、その補充と再論を試みる所存である。

I 宝泉寺温泉の概況

(1) 位置と輪郭

宝泉寺温泉は、広大な九重(久住)高原地帯の周縁部に散在する“くじゅう温泉群”の1つとして、阿蘇くじゅう国立公園の北西部に位置し、標高約600メートルの谷合いにある閑静な山の温泉場である。周囲には7,800メートルの尾根が重複し、山頂近くまで見事に植樹された杉木立のたたずまいの中を宝泉寺川が縫うように流れて町田川(玖珠川の上流)に合流し、川縁の周辺に旅館・土産品店等が建ち並んでいる。

近傍には筋湯温泉、釜ノ口温泉、坊ガ釣温泉、星生温泉、さらに日田寄りには天ヶ瀬温泉などが環状にあり、いわゆる“くじゅう温泉群”を形成する。

宝泉寺温泉は現在、玖珠郡九重町に所属するが、昭和30年(1955)2月1日九重町に吸収合併されるまでは玖珠郡南山田村であった。九重町の合併当時の人口2万1,316人も、現在(平成2年3月末)では1万3,428人に過ぎず、過疎現象が著しい。産業としては、観光資源に広大な高原と温泉がある他は、林業と林産物がある程度で別に見るべきものはない。交通機関としては、昭和6年(1931)開通した久大線豊後森駅から支線の宮原線(終点は熊本県小国町)があり、約20分ほどで宝泉寺駅に着く。その支線も利用者が少なく、同59年11月廃止された。現在では、地域住民はバス便にたより、日田市—豊後森町—小国町を定期バス(日田バス)が日に10回程度、宝泉寺温泉入口を通過している。このような山溪狹隘の地に位置する地勢的不利は今でも避け難く、戦前にあっては尚更のこと、当温泉場の発展を阻害する決定的要因となっていたのである。だが、最近20年間に、後述するように大きく変貌を遂げるに至った。

すなわち、昭和30年代も後半には日本経済は高度成長期に入り、九州中央部に広がる阿蘇くじゅう国立公園—熊本・大分両県に広がる世界的な大カルデラの阿蘇山群と九州最高峰の九重山群を併せた面積6万7,829ヘクタールにおよぶ山岳高原地帯—の観光資源が再評価され、国や地方公共団体によって大規模開発が促進されるに及んで新たな脚光を浴び、昭和39年10月九州横断道路が開通してからは、当宝泉寺温泉も、くじゅう高原の“山ので湯”の1つとして見直された。その性格も、戦前の湯治温泉から脱して近代的観光温泉地へと、その様相を急激に改めつある。

こうして、宝泉寺温泉を訪ねる観光浴客は年々増加の一途をたどり、昨年（平成元年）では18万5,295人を数えるまでになった。客種も、観光団体が7、8割を占め、その大半は1.2泊程度、最近では家族づれのレジャー客もかなり増え、観光シーズン中はどの旅館（民宿）も満員になることが珍しくないという。かつては戦前に見られたような湯治中心の浴客は1、2割程度にまで減少し、その多くは胃腸病に特効があるといわれる湯の平温泉（湯布院町）と、神経痛・リュウマチに効くとされる筋湯温泉（九重町）に奪われてしまったと一部の人を嘆かせている。当宝泉寺温泉がここ十数年来、鄙びた湯治温泉から近代的性格の観光温泉地へと変質しつつある社会的背景には、それなりの種々の要因がひそんでいるが、それについては次項で述べる。

(2) 宝泉寺温泉の構成と特異性

当宝泉寺は、宝泉寺川（一部は町田川）に沿って、上流に位置する宝泉寺温泉地区（狭義の宝泉寺温泉）とその下流に位置する壁湯温泉地区（字名では大西地区）、両地区に接する農村地域から成る生竜地区、さらに上流に遡ること約2キロの川底温泉と呼ばれる地区、以上の4地区に分かつことが出来よう。歴史的には、当温泉場発祥の地とされてきた宝泉寺地区が最も古く、川底温泉と壁湯温泉が大正から昭和初期に登場し、戦後に至って生竜地区が温泉利用の便に恵まれた。以上のように、均しく宝泉寺温泉といっても、各地区の発展過程や温泉利用の態様は必ずしも軌を同じうするものではない。

さて、当温泉場には現在、大小併せて22軒のホテル・旅館・民宿が数えられる。地区別では、宝泉寺地区17軒、生竜地区2軒、壁湯地区2軒、川底地区1軒である。さほど多くもない旅館営業業者の中にあって、著名な3、4軒のホテル・旅館が温泉場の全般にわたり、かなりの支配力と影響力を持っていると言われてきた。これらは暖簾を誇る戦前からの入湯宿で、他の旅館群を何かにつけリードする立場にあり、例えば宿泊客の収容能力を見ても、全体の約半数を占めている。また、いずれも当地の旧家・名望家で資産も多く、戦前、村政で活躍していたとのことである。こうした戦前からの社会的地位と経済的優位から、戦後開業した大方の旅館営業業者は、戦前もしくは戦後の一時期に、何らかの形で恩顧を受けなかった者は少ないといわれ、このことが温泉をめぐる社会関係を複雑なものにしている。

以上のように、戦前からの階層秩序関係（ヒエラルヒー＝Hierarchie）の残存は、現在でも地域の社会＝経済的側面で多かれ少なかれ影響を及ぼしている。例えば、それは、旅館集団と地域住民との社会関係に見られる。既述のように、温泉資源の他は見るべき産業とてなく、生計の術を持たぬ地域住民は出稼ぎにでも出ない限り、旅館営業に何らかの形で依存せざるを得ないからである。戦前にあっては、杉山の木の伐採から下刈り作業、また家庭燃料用に下枝の譲渡（無償贈与）を受けるなど地元有力支配層の庇護の下で生計を維持してきた住民は、戦後はまた旅館営業の従業員から商店・食堂・土産店など、また農家でも野菜類・養鶏・養魚・椎茸栽培に至るまで、その供給を旅館営業業者に依存してきた。もっとも、こうした社会関係は、全国の山村部に位置する温泉場で一般に見られたところでもある。

しかしながら、叙上のような旅館営業業者集団と地域住民とのヒエラルヒー社会特有の支配＝服従の上下関係は、一部ではなお残存・利用されながら、他方では、激しく変容を迫られてきた。

それというのも、日本経済の高度成長期に見られた道路網の整備と交通機関（特に自家用自動車）の普及、またマスコミ文化の浸透による都市と農山村部との同一化現象等々の諸要因は、戦前からのヒエラルヒー階層秩序を内部から崩壊させ、地域有力者層の社会＝経済的地位を動揺させるに至ったのである。こうした全国的な戦後の社会変動の進展に、当温泉場も例外的存在であり得るわけもなく、その変容も、急速かつ顕著に近代的観光温泉地へと脱皮しようとしてきた。昭和40年代後半から50年代前半にかけて、娯楽遊戯施設に絡む暴力団相互の抗争と殺人事件、管理売春の警察摘発事件等々の社会問題の続発は、こうした当温泉場が「温泉（権）近代化」への移行過程で発現した社会事象としてしか理解できないであろう。

(3) 温泉権の現状

宝泉寺温泉全域の源泉数は、県（環境保全課・玖珠保健所）の調査資料に拠ると、昭和63年（1988）3月末現在、総数78泉を数える。地区別に見ると、宝泉寺地区が最も多く51泉（現在利用中のもの自噴泉28、動力湯泉14、その他未利用自噴4、動力4の計9）、生竜地区9泉（いずれも自噴で利用中）、壁湯地区7泉（利用中のもの自噴2、動力4、未利用4）、川底地区11泉（自噴9、動力2、いずれも利用中）となっている。現在、利用中のものは4地区併せて65泉であり、この利用率8割強は、他の温泉場に比してかなり高いと見てよいであろう。

前回本誌第25号で筆者が報告した昭和47年3月末現在では、その総数が67泉（宝泉寺44、生竜6、壁湯3、川底14）、その中で利用中のものが41泉となっているから、十数年の間に源泉総数において11泉、利用中のものでは24泉の増加である。源泉で未利用のものを極力利用し適正な利用を促す温泉法の趣旨からすれば、それは好ましい方向に進んでいると見てよかろう。

つぎに温度を見ると、利用源泉総数65泉のうち、泉温が42度C以下の低温のものは46泉、これは全数の約3分の1を占める。生竜地区9泉、壁湯地区7泉、いずれも全て低温である（宝泉寺地区30、川底地区0）が、それは地質的影響を受けてのことと考えられる。

つづいて湧出量を見ると、全域で毎分6,422リットル（宝泉寺3,894、生竜595、壁湯1,283、川底657）となっており、前回調査時（5,736リットル）に比して約1割ほど増加していることを知り得る。

源泉を温泉利用の目的別でみると（宝泉寺地区に限る）、自家浴用に利用しているもの27泉、ホテル・旅館の営業用に利用しているもの14泉、共同温泉は1泉となっており、地域住民の自家用への利用率が旅館営業用に比較して約2倍を占めていることは、後述するように泉源の確保と温泉利用に対する並々ならぬ熱意を感じ取ることが出来るであろう。現在では、地域住民の温泉需要はほぼ満たされていると見てもよいのではあるまいか。

温泉利用（特に引湯関係）の実績については、今回の調査では時間的余裕がなく実施し得なかった。後日、機会を得て実施し報告する所存である。

II 宝泉寺温泉における「集中管理」問題の顛末

(1) はじめに—旧慣の解体と温泉の「集中管理」

温泉権の解体過程（別言すれば歴史の変遷）にあつては、一般的に、次のような社会的事実を指摘することが出来るであろう。— 地域社会の社会構成や産業構造が単調・閉鎖的であることから、法社会的に何ら進展を見ないような、いわゆる「鄙びた温泉場」にあつては、その温泉権（講学上、総有的温泉権とか温泉入会権とも呼ばれている）の態様もおおむね静態的で、旧慣時代の温泉権即ち旧慣温泉権は容易に解体・変質を遂げないものである。ところが、資本主義的生産や生活様式が地域社会にしだいに浸透してくるようになると、物質的欲望が刺激され権利意識

も高まり、自由や権利の主張が見られるようになって、地域社会は、その内部から崩壊を開始するに至る。とくに温泉権の場合、その利用権者が資本を有する営業者であり、かつ地域社会の有力者で占められた時、温泉利用団体なかんづく旅館営業者集団が事実上、総有的温泉権を独占・排他的に利用し、その結果、温泉の利用主体は永年利用してきた温泉団体（地域住民利用者集団）から彼らの手に移ることになる。温泉利用をめぐる社会的力関係において、彼らが所詮、優位に立つからである。こうして旧慣温泉権の主体であった地域温泉団体は、しだいに経済力をバックにした旅館営業者集団の登場によって後退し、旧慣温泉権もまた解体・変質（消滅）の途をたどらざるを得なくなる。その解体過程も、変化の過程・内容は地域社会のおかれた自然的・社会（歴史）的・経済的諸条件に左右され、必ずしも一様ではない。急激に解体の途をたどる時、温泉の権利をめぐるも、また一層熾烈な地域紛争を惹起するであろう。以上のような指摘は、当宝泉寺においても直ちに妥当するようと思われる。

要するに、前近代の旧慣温泉権は、近代法体系の中でその影響を受け、近代的温泉権との対抗関係において変容してゆく。全国的に見て、戦後まで生き残った旧慣温泉権は早かれ遅かれ、また多かれ少なかれ解体・変容を遂げざるを得なかったと考えられるが、特に古典的利用形態を最近まで基本的にとどめていた当宝泉寺温泉にあっては、解体過程が予想外に急激でその速度があまりにも早く、また地勢的状况から全域（狭義の宝泉寺温泉地区）に及んだため、これに代替しうるべき温泉利用団体の成立をみるという近代法的变化が適応しきれず、通常の一一般的变化（旧慣の解体ないし変質→近代的温泉権→集中管理＝温泉の共同化）を短期間に一挙に迎えたところに、以下に見られるように温泉共同化の作業を困難にする社会的要件がひそんでいたと考えられる。その時期は、昭和30年代後半から40年代にかけて日本経済の高度成長期に当たり、温泉地の観光化—温泉権の近代化—が進展をみた時期に符合する。以下に、その論証を試みることにしよう。

(2) 宝泉寺地域温泉利用研究協議会の発足

ここ宝泉寺温泉（狭義）では、前述したように昭和35、6年頃から温泉掘削申請が増加しはじめ、それも旅館営業者に限らず地域住民（農家・林業営業者・商家など）にまで及んだ。山間狹隘の“山のいで湯”という立地条件から地下泉脈の分布も限られており、湧出総量もさほど多くないことから新規掘削は既設泉に何らかの影響を及ぼしかねないことが予測され、事実、これまでも新たに掘削をみる度に既設権者と間に物議を醸^{かも}していた。こうした事態を憂慮した大分県（玖珠保健所）・九重町の温泉担当部局では、同40年10月5日、管内の温泉利用者を町支所（南山田支所）に集めて「温泉に対する説明会」を開催した。この説明会では、温泉法関係法令の解説がなされるとともに、九重温泉群の現時点における温泉利用と泉源保護が強調され、併せて将来への展望とその対策とが協議された。その結果、すでに管内の温泉場の幾つかは「温泉資源を最も適切に活用せねばならぬ重大な時期に来ている」との厳しい共通認識の下に、温泉をめぐる合理的・計画的利用と配分の適正について早急に取り組むべき必要性が痛感され、それも温泉営業者、特にホテル・旅館営業者の奮起を強く促したのであった。緊急かつ深刻な事態を迎えていた当宝泉寺では、こうして心ある関係者が率先して立ち上がった結果、「宝泉寺地域温泉利用研究協議会」の発足をみるに至ったのである（その「設立趣意書」については資料(1)参照）。

爾来、当協議会では、宝泉寺温泉の現状認識を踏まえて将来への基本構想と方向を決定づけるため、熱心な討議を重ねた。そこでは、当然のこととして、将来「温泉の集中管理」が予定されており、温泉共同化が即刻作業日程に上がったのである。この間、同41年1月、新たに就任した帆足町長は江藤前町長の既定路線を継承し、宝泉寺温泉の共同化推進に大きな役割を果たしたのであった。

(3) 宝泉寺地区温泉共同利用組合

当初、発起人たちは、法的団体の設立に当たっては源泉所有（権）者のみで構成する「温泉組合」を想定し、組合の運営が軌道に乗ってから地域住民にも参加を呼びかける予定であった、という。しかし、県・町当局では、地域住民に当該組合への参加の要望が強いことを考慮して、地域住民をも含む利用組合の性格を併せもつ「温泉共同利用組合」へ踏み切ったという経緯が見られる（当時を回顧して、某発起人は“地域の一部住民の力に押し切れられ、それをバックアップする県や町に従わざるを得なかった”と述懐している）。その背景として、共有の源泉を持たぬ地域住民が個別の源泉を持つホテル・旅館営業者の独占（排他）的利用に対し、温泉利用の機会均等—安定（継続）的供給を熱望していたという事実は無視出来ないであろう。

さて、宝泉寺地区温泉共同利用組合の創立総会を前に、その準備会が昭和43年2月11日に開かれ、発起人8名が正式に承認された。同年6月24日、設立発起人会が開かれ、翌7月5日には設立総会が当地町支所で開催される運びとなった。参考までに記すなら、当日の出席者は総数48名、役員として理事6名、監事2名を選出。併せて、早急に「温泉事業の計画書」と「温泉利用の実態調査書」を作成するよう決議がなされた。具体的作業として、既定方針どおり集中管理方式の実現を目指し、合理的かつ適正な利用をなすため、各ホテル・旅館の規模（面積・収容能力・室数・従業員数など）と温泉利用の実情（自家源泉若しくは引湯の利用状況、浴槽数、現在の使用量と将来の必要量など）を明らかにし、併せて法の整備（理事会規則や温泉供給規則など）と法人設立準備の促進を図ることなどが確認されている（以上—「総会会議録」による）。

漸く発足をみた宝泉寺地区温泉共同利用組合も、その運営に当たっては、当初から難渋する。すなわち、当組合構成メンバーの社会関係が複雑で、生活（営業）上の利害も相容れないものがあること。例えば、ホテル・旅館営業者集団と地域一般住民集団との対立は避け難いものがあり、後者はともかくとして、前者の集団にあっては、温泉利用の面で①有力な源泉を所有し、自家用を満した上でなお給湯に余裕があるもの、②源泉は有していても絶対量が不足で引湯しているもの、③全く源泉を有せず、他から給湯を受けて旅館営業をしているもの、④入浴施設を持たず地区共浴場に依存しているもの、以上の4種に分けられる。こうした事情のため、温泉利用をめぐる相互の利害得失が複雑に絡み合い、容易に協力関係が得られなかった経緯については、同44年1月23日開催の「臨時総会」での質疑応答に見られるところである（資料(2)参照）。

また、当組合の法人登記手続きも役員人事をめぐって紛糾した。こうしたこともあり、当組合では、源泉を持たぬ一般住民6名を新たに事業推進委員として選出し、役員会を充実して当面する諸問題の解決に乗り出すことにした。その結果、得られた具体案は①本事業の配湯区域は宝泉寺橋より上流の区画に限定すること、②事業資金としては出資金1口につき10万円とし、③完納期限は翌年2月末日とすることなどであった。だが翌年3月時、出資金の納付額は12口（120万円）に過ぎず、延期願いを出す組合員が20数名もいて、組合の運営は早くも行き詰る。同44年6月に至り、組合はついに暗礁に乗り上げた。理由は、集中管理に要する総事業費が約3,000万円を要することがわかり、その調達をどうするかであった。ここにおいて、組合員の中から「このような温泉事業は元来、公的機関のやるべきもので、民間団体では到底不可能」（議事録）との批判が強く打ち出され、大方の組合員の支持するところとなった。以上のような経緯を示す「温泉分湯管理に関する陳情書」については、稿末の資料(3)を参照して頂きたい。

(4) 宝泉寺地区温泉公社の構想

既述のように、宝泉寺地区温泉共同利用組合の運営と法人化手続きとが難渋し、集中管理方式への展望が必ずしも明るくないことから、役員会では九重町に対し、法的団体として「温泉公社」方式を採りたい旨申し出た。その事業計画としては、昭和45年3月末までに各源泉所有者の「同

意書」を取り纏め、早ければ同年7月にも事業を開始するとしていた。前項に述べた陳情書を受理した町・町議会では、当温泉場が町内の筋湯温泉場と並んで無視出来ない存在で、かつまた旅館営業者（集団）を代表する有力な町会議員が選出されていることもあって、観光問題を担当する常任委員会に諮って検討する旨約束した。

さて、上述の温泉公社構想の狙いは「公共的な立場から宝泉寺地区の必要な温泉源の確保、温泉の高度利用並びに温泉施設の設置などを行ない、温泉源の枯渇及び乱掘を防止するとともに温泉事業の急速かつ円滑な運営に資するための土地、家屋その他の施設の建設、所得、管理または処分を行ない、宝泉寺地区並びに九重町の発展に寄与する」ことであった（同公社定款第1条）。このような構想は、当時、別府市の温泉公社が果たしていた実情に注目し触発されたものであったろう。だが、源泉を所有せず、所有していても絶対量不足の旅館営業者たちの中には、今回の温泉公社構想にも早くも見切りをつけ、またも独自で掘削に乗り出そうとする者が現われた。組合では、再び新規掘削申請者に対して、集中管理の実現を見るまでは絶対に現地調査を実施しないようにとの陳情書—「宝泉寺温泉掘さく制限に関する陳情書」—を県厚生部長・県温泉審議会長・県業務温泉課長の三者あてに提出している（資料(4)参照）。ここで、温泉共同化はまたも挫折したのである。

(5) 宝泉寺温泉事業協同組合、さらに宝泉寺配湯会社へ

宝泉寺地区挙げての念願であった温泉共同化の構想も、当初の「宝泉寺地区温泉共同利用組合」から、さらには「宝泉寺地区温泉開発公社」へと進展をみたのであるが、それらはずいに不首尾に終わった。ここに至って、町当局と当組合役員会では、県の指導と助言を容れて三転して「温泉事業協同組合」、さらには「温泉配湯有限会社」へと検討を進めていく。

先に温泉公社が不成功に終わろうとした時、掘削推進グループが事態の進展に見切りをつけ新規掘削に踏み切ろうとしたように、今回もまた、2法的形式による温泉共同化に不満のグループが掘削に動き始めた。これに対し、再び現状維持グループが阻止行動に出て紛糾する。彼らにとっては、新規掘削は既得権者の営業権の侵害であり、温泉源の保護をうたう温泉法の趣旨（目的）にも反し、かつまた当温泉場の将来の活路を開く基本路線に逆行するものであるとして「宝泉寺配湯有限会社の設立も時間の問題であり……、現在新規掘さく、或いは増掘申請のもの、若しくは今後申請されるものについては拘る地元の^{かか}実情を御斟酌下さり、許可しないよう特別の御配慮を切に申し上げる次第であります」との陳情書を再度提出している（資料(5)参照）。

この陳情を受けた九重町当局では、現状維持派の源泉所有者集団（旅館営業者4名、農家2名、医師1名）と不所有者集団との対立・抗争に進んで仲介の労をとり、前者には事業協同組合か有限会社の法形式いずれかに早急に踏み切るよう指導するとともに、後者のグループからは温泉利用についての要望を聴取した。しかし、両者とも容易に意見が一致しなかったことから、同46年11月27日町支所にて、当面差し迫った冬季厳寒期の応急対策について調整を試みた。その結果、④いずれにしる法人組織を早急に確立すること、⑤源泉所有者は温泉供給の拡大を図り、また⑥不足量の調整努力をすることなどを指導した。つづいて開かれた第2回会合（同年12月24日）では、何らかの法人組織が確立する（遅くとも翌47年3月上旬）まで受湯希望者には有料で配湯するよう調停案を出し、合意が得られた。その内容については、稿末資料(6)に譲る。

なお、この時、町当局では計画推進中の法的主体（団体）について両グループに意見を聴取したところ、現状維持派の源泉所有者たちは「事業協同組合（案）は不可、有限会社（案）の方が望ましい」こと、掘削推進派の人たちは「有限会社方式は不可、事業協同組合が望ましい」旨表明して、意見の調整はついに実らなかった。その後、1年近く経過した翌47年10月13日、第3回会合が開かれたものの掘削推進グループのみが出席し、④掘削希望の意思は捨ててはいないこと、

④掘削には町が加わるか、名義を貸して欲しい旨の要望がなされている。こうして町では、掘削推進グループの積極的行動とこれに動かされた県当局の「掘削もまた止むを得ない」との結論から、ついに宝泉寺地区共同利用温泉組合に加入することに決し、町名義で掘削申請を出すに至った。町田川上流に新たに掘削を試みたところ、湧出を見たことから、源泉を持たない人たちはこれを利用して今日に至っている。

ここで参考までに、両法的主体の解説を加えておこう。前者の「事業協同組合」(案)の法形式は、中小企業協同組合法がうたう協同組合の1形態を温泉事業に援用しようとするものである。元来、この協同組合は商業・工業・鉱業・サービス業の業者中、その資本金ないしは出資金が5,000万円以下、その従業員も常時300人を超えない事業者がその組合員となり得るというものである(中小企業等協同組合法第7号)。後者の「有限会社」の営利法人とは異なり、中小企業保護対策から出た組合事業の育成を狙いとし、温泉事業にも直ちに適用し得るものと解して、当地での設立の趣旨も「公共的な立場から温泉の適正な利用と泉源の保護を図ると共に、組合員の相互扶助の精神に基づき組合員のために必要な協同事業を行ない、以て組合員の自主的な活動を促進し、且つその経済的地位の向上をはかり、宝泉寺地区並びに九重町の発展に寄与する」とした(同定款案第1条)。営む事業内容としては「温泉の高度利用と温泉の供給に関する一切の事業など」(同第7条)であり、組合員の資格要件としては「組合の地区内に事業場及び住宅を有し、既設の温泉源を有する者及び温泉を利用している者(個人又は団体)」であって「温泉事業を行なう事業者であること」が要求された(同第8条)。組合の地区外に住居を有していても「地区内に温泉源を所有している者」であれば、組合加入が認められるとしている。なお、出資金は1口につき〇〇万円とし、現物出資も認められることになっていた(同第20条)。

一方、後者の「温泉配湯有限会社」方式は、源泉所有者の温泉余剰分を設立会社にそれぞれ拠出して一定の場所に集湯し、需要に応じて希望者に配湯し使用料を徴収するといった営利会社形態のものである。その際、源泉権者の拠出湯量もまた受湯者の使用湯量もメーターにより正しく検出し、需要と供給の若干の利幅により会社の運営を期そうとするものであった。よって、当該会社の設立には「この拠出分湯の公共的性格から、九重町にも加担していただき、会社の運営を円滑且つ公正に行いたい」としている。

Ⅲ 結 び — 温泉の集中管理をめぐる結論

(1) 宝泉寺温泉における「集中管理」の結末

宝泉寺温泉における温泉共同化をめぐる紆余曲折の経過は以上に見てきたとおりであるが、ここでは、共同化の実現を阻んだ諸要因とその背景を考察してみることにした。

まず、一般的に言えることは本稿Ⅱの冒頭にも触れたが、旧慣温泉権の解体プロセスで温泉利用権の個別私権化がしだいに進行すると、権利者—さらには地域社会内部での権利者集団(グループ)—相互の間に社会的な問題や矛盾が生ずるようになる。そのため、旧慣温泉権を再編・強化し、あるいは近代的温泉権を中心に、新たに「温泉の集中管理」を目指す近代法的団体が出現するに至る。その団体の法的形態も、それぞれの温泉場がおかれた自然的・社会(歴史)的・経済的諸条件に規定されて、またそれに対応する法的団体も「市町村」という公共団体、ときには「組合」、ときには「会社」であったりして、必ずしも一様ではない。旧慣温泉権の場合、総有団体に代替する地方(地域)公共団体が設置する公設温泉に再編されるケースが最も多く、それは本県別府温泉のみならず、全国の温泉地に数多く見られるところである。

さて、当宝泉寺において、上述の団体として公共団体の「市町村」が登場しえなかった背景に

は、社会＝歴史的な要因に負うところが大きく、なかんずく温泉利用をめぐる公的開発がなされたという歴史が見られないこと。また源泉を全面的に支配し旧慣温泉秩序を維持する社会的規範力もさほど強くなく、そのため新規掘削を次つぎに許容してきたという事実を指摘できよう。地域公共団体の公的規制が強く、地域団体の内発性と相まって行政担当者の外からの強力な指導が加えられ、その結果、温泉営業者（主に旅館営業者）グループの社会的勢力をある程度コントロールが出来たならば、当宝泉寺温泉の共同化作業は、あるいは別の進展をみたかも知れない。

第2に、取り上げたい問題は、法的団体としての「組合」の結成とその背景とである。もっとも、組合といっても、法的性格の上で①民法上の組合、②権利能力なき社団といわれるもの、③特別法上の組合、特に中小企業等協同組合法に基づく組合の3種が考えられるが、当温泉で対象とされたのは③の温泉協同組合であった。ところで旧慣温泉権の再編・強化に当たり、温泉権者が前記①ないしは②の組合を結成し、旧来の温泉利用秩序を維持して既得権を防衛するといった事例も、全国の温泉地でかなり見られるところである。また、近代的温泉権として①の性格の温泉組合をつくり、組合名義で源泉を確保し利用するといった事例や、温泉組合の名は冠していても、その実体は源泉を所有せず温泉利用権のみの利用者組合であるものも、別府温泉ではかなり見られるところである。

要は、当宝泉寺で、何故に「組合」設立が不成功に終わったかであろう。組合—叙上のどのような形態のものであれ—がその地区すべての温泉利用者をもって組織され、かつ源泉権を独占している場合、当該組合が事実上、温泉総有団体と同様の機能を果たしているから社会問題（温泉争訟）を生ずる余地はあり得ない。問題は、組合が温泉利用の（実質的な）目的を異にする組合員から構成されている場合、である。温泉利用のいかんは、旅館（ホテル）営業者にとっては、不特定・多数の宿泊客に重大な影響をもち営業権（ひいては生活権）に関わる決定的なもので、営利追求の上で到底無視しえぬ存在であるのに対し、地域住民（農家・商店・サラリーマンなど）にとって入浴の利便は、旅館営業者のそれほど深刻なものではないであろう。こうして両者は、こと温泉利用（目的）に関する限り同質では論ぜられない社会関係に立ち、組合結成上、構成メンバーとしての同一性・対等性に欠けるというべきであろう（地域社会の共同体性）。この点に関連して、両者の社会的勢力にも明白な差があり、当温泉場における社会的・経済的優位は、述べるまでもなく前者にある。また、後者の地域の人口構成にしても過疎現象から逐年減少し、将来に期待すべくもない。こうした両者の人口対比の現状も、社会的勢力関係にストレートに投影している。また、旅館営業者相互の間でも、源泉の所有状況や引湯関係で階層分化がすすみ、同一には論じ得ないことは報告したとおりである。温泉利用をめぐる地域社会で資格要件を異にする構成メンバーが「組合」形式の下に同一・対等の資格で結成しようとすること自体、無理があると言わざるを得ないのであり、組合設立が容易に実現を見なかった背景には、以上のような諸事情がひそんでいたのである。

第3には、温泉利用を目的とした「会社」設立を可能にする社会的前提条件について、である。旧慣の解体過程で、温泉の株式会社をつかったという事例も皆無ではない（例えば別府温泉では、別府亀川温泉株式会社がある）。この「会社」方式には、旧慣温泉権者が温泉権を現物出資して温泉会社に譲渡するタイプと、温泉権（ときには源泉権のみ）を留保して利用権のみを当該会社に委ねるというタイプが見られる。株式会社のほかにも、ごく少数ながら合資会社形式のものも見られる。これは、旅館営業者である無限責任社員と地区住民の有限責任社員との両方で構成されるが、会社のもつ営利性と地区住民の共同体性（同質性・対等性）との間に利害関係が複雑に存在し、多くの問題を惹起するであろう。当宝泉寺での有限会社設立の段階で、かような点が論議を呼んだことも既述したところである。いずれにしろ、当温泉場での「会社」組織の共同化作

業を進めるには、その前提条件が全くといってよいほど整備されていなかったと言わざるを得ない。縷述してきたように、温泉権たる権利は元来、旧慣温泉権から生成・発展をみたものであり、前近代的遺制とそれをなお支える地域住民意識の残滓が今日なお見られ、また一方では急激な社会変動により近代的性格の温泉権が新たに登場し、法体系を異にする両者が混在している現状にあって、資本主義経済社会の中でしか認められないような温泉を目的とする会社は、元来成立する前提条件（社会的・経済的要件）を欠くと言わねばならないからである。

(2) 県下の温泉地における「集中管理」問題の総括

(後日、機会を得て、このテーマで総括を述べることにする。)

＝資料・参考篇＝

＜資料 (1) 設立趣意書＞

宝泉寺地域の温泉事情は、年々競掘の様相を深めつつあります。この時にあたり宝泉寺地域の観光開発並びに観光客の誘致等について考慮するならば、現況における温泉源依存活用は、極めて憂慮にたえないものがあります。このまま放置する時は、未利用温泉はもとより温泉の枯渇等々、温泉が生命であると言っても過言でもない当宝泉寺温泉の発展のため、由々しい重大な課題を内蔵させていると考えられます。

よって、地域内に湧出する温泉の高度利用を研究し、将来の温泉問題について何等危懼することなく、物心両面にわたり、この不安を除去、お互は営業と観光客誘致に専念できるよう協力一般して、温泉の利用研究をなし目的の達成を図り度く、ここに温泉利用研究協議会を組織することを発議するものであります。

＜資料 (2) 臨時総会 (昭44・1・23)「議事録」＞

総括質問 「組合の運営が全く有名無実であるが、今日までの延引経過について具体的に述べられたい。」

理事長 「経過報告 (今日までの延引理由) (一) 温泉組合の性格上の問題。全国どこの温泉地の例を見ても、元来温泉組合は泉源所有者の組合であって、一般も含めた温泉組合の結成はあまり例がない。従って、温泉組合の性格上の問題点を痛感した。

(二) 泉源所有者の泉源擁護の問題。元来、温泉法は既存の泉源を擁護することが主眼であって、従って現在限界にきている宝泉寺地区の地下資源をこれ以上乱掘することは既存の温泉源に甚大なる影響を及ぼし、温泉によって生計を営む者にとって、その生活権を脅かすものである。

(三) 温泉の合理的利用の問題。従って新掘させず、既存の温泉源を最高度に活かし、一般家庭に供給させる事が有効適切な方法だと考える。その為には、泉源所有者が寛大な気持ちで余剰の温泉を提供し合い、これを共同管理の下に合理的利用を計る事が宝泉寺将来の発展を期することになるのではないか。

以上のような見解の相違により、今日まで具体的推進をみずに至った次第である。」

一「泉源所有者が温泉を提供して下さる事は大変結構であるが、その場合、温泉提供者の権利の問題はどう考えるか。また、どれ程の湯量を提供するのか、具体的なデータを示せ。」

理事長「一例であるが、昭和43年1月18日現在の宝泉寺温泉総湧出量は1080リットルである。そのうち、約350リットルは分湯している。これは全湧出量の30.9%に当たる。しかし、供

給者の中には湧出温泉を放出の状態の者もいる。従って今後、温泉組合の共同管理の下に適所にタンクを設置し、これより配湯し個々の家庭にメーター器を設け、一定の料金を徴収し、温泉の合理的利用を計ることにより現在温泉の恩恵に浴していない家庭にも配湯すれば、ある程度の解消が計られるのではないか。

また、温泉提供者の権利の問題は具体的に「温泉提供量」「温度」「温泉（料）単価」等々のデリケートな問題を内蔵しているので、これらの問題を含め熟慮検討すべきである。いずれにせよ、温泉提供者がバカをみずに主体的な措置を考えるべきである。」

—「温泉を組合の共同管理の下にボーリングする事に決定しているものを、今更撤回し白紙に戻すとは筋が通らない。」

—「同意見である。（今でも）パイプを引湯しているが、現実にはお湯が少ない。従ってボーリングしなければ、局面の打開は困難である。」

理事「泉源の限界の問題。役員が泉源所有者であり、泉源の補償が困難であることなどが運営上の問題点である。要するに、泉源所有者と受湯者との仲介の労をとるべき人が居なかったことが組合員相互の意思の疎通を欠き、今日まで延引した一因となった。」

—「地下資源の問題は非常に複雑で難しい。従って、その補償は問題である。絶対量が不足すれば、組合の下にボーリングし、泉源を持つことが必然的ではないか。」

理事長「泉源補償（の問題）で、完全な補償は不可能である。ケース・バイ・ケースで、要はその時点で対処し、先ずお互に胸襟を開き、誠意をもって話し合うべきである。」

理事「ボーリングの問題がキー・ポイントだ。新掘の場合、その場所に問題があるのではないか。」

理事「根本（的問題）は、組合の結成が是か非か、である。その上で、影響の少ない処にボーリング場所を設定すべきである。」

— 組合の結成を再確認 —

—「共同タンクより高位置の引湯の問題やポンプ・アップ等の経費の負担はどう考えるか。」

理事長「具体的な新掘の位置、タンクの設置、引湯配管等の問題は今後検討を加えるが、根本的には、上源タンクは湯棧進氏宅付近とし、できるだけポンプ・アップに関する経費の軽減に努める。また、個人の引湯ポンプ・アップに関する経費の組合負担は困難である。」

理事「高位置にある泉源が枯渇した場合の補償は問題があるのではないか。」

理事長「補償は現時点で考慮する。但し、減量の場合、泉源所有者の経営に支障をきたした量においては、今後組合で充分検討し責任をもって保証する。」

—「大局的見地から、（組に設置する）宝泉寺共同温泉の温泉は安価で提供して頂きたい。但し直接温泉権はなくてよい。」

—「宝泉寺区長の立場からも同意見である。」

理事長「宝泉寺共同温泉への提供は分湯（配湯）時に具体的に検討する。但し、基本的に提供することは承認する。」

— 以下省略 —

＜資料（3）温泉分湯管理に関する陳情書＞

この事について、昭和40年10月温泉法説明会と称する会を南山田支所に於いて、前大分県温泉課長を始め、玖珠保健所佐藤所長、江藤総務課長並びに江藤前町長方々の御出席の許に開催され、翌41年1月帆足現町長就任以来、既設の泉源所有者によって泉源の擁護、温泉の高度利

用、適正なる分湯等々に関して十数回に亘って種々検討して参りましたが、温泉管理、配湯等の運営面で難問題を生じ、昭和43年6月24日に設立発起人会が町長主催の下に開かれ、更に7月説明会が開催され、これを機会に設立総会に切り替え、即日温泉共同利用組合が結成されましたが、組合員の中には多数の温泉源を持たない部落民が地域ぐるみに加入している為に、温泉権所有者の間に利害相反する問題が当然起り、温泉所有者としては安心して、結成されたる共同利用組合の登記に踏み切ることが出来ずに今日に至っております。

先般来、有志相寄り、新しい方式による所謂集中管理方式の実施に踏み切るべく鋭意検討中ではありますが、孰れにせよ、現組合を発展的解散にし新構想の組織作りをなす意見に一致しましたが、結局泉源所有者と受給者との利害相反する事項が簡単に解決できそうもありません。

随って、公営機関においてこれを管理運営して頂くことが最良の方法ではないかとの結論に達した次第であります。技術的には県温泉課及び玖珠保健所の紹介による専門家により、別紙のようなマスタープランを作成して貰い、天然地下資源を効率よく利用することに賛意を表しており余剰の温泉は町田或いは引治、恵良方面にも将来分湯することも可能であり、町発展のため一大温泉郷の出現は火を見るより明らかであります。

何卒以上の諸件、御賢察の上、町営にて温泉の配湯機関として御審議賜りたく、御願い申上げる次第でございます。勿論、温泉所有者は湧出温泉の抛出は全面に承諾することを前提とし、抛出分湯はメーターに依り公式に算出されることとし、需要供給の若干の利幅により機関の運営をうけられることについては、全面的に信頼と協力を惜しみません。

結論として、本年3月末厚生省の発表により全国の温泉地に対し温泉法第15条による強力な規制が実施せられると聞いております。それだけでなく、地下資源が年々減少の一途をたどっており、現在一日も早く集中管理に踏み切りたい念願でありますので、町議会と併せ何卒御審議賜りますよう陳情申し上げます次第でございます。

昭和44年6月28日

宝泉寺温泉共同利用組合

理事長 理事 監事（署名捺印）

九重町長

九重町議会議長 殿

＜資料（4）宝泉寺温泉掘さく制限に関する陳情書＞

ここ宝泉寺温泉一帯は終戦後急速に温泉掘さく行為が簇出し、特に昭和35年頃より旅館業者のみならず一般農家、林業経営者、商店経営者に至るまで数十ヶ所の温泉掘さくが当局の許可の下に行なわれ、特に濫掘の状態で、従って既設温泉の枯渇せるもの数ヶ所に及び、就中、宝泉寺温泉の歴史的意義をもつ宝泉寺院跡に1200年前より湧出せる自然温泉口も昭和41年1月に完全に濁し其の他一般の既設湧出温泉も何時何処が濁れるやも知れず甚だ憂慮に耐えない現状にあり、天然地下資源確保のための温泉源所有者による宝泉寺温泉の集中管理の計画を専門家の指導により目下鋭意研究中ではありますが、施設工事費の多額のため、資金の導入、返済金等々に難渋する大問題が潜在しますので、この計画を九重町長並びに九重町議会議長に去る6月28日に別添の陳情書を提出しお願いしました処、議長に於いては常任委員長会議を招集しましてこの問題と取組み、町管理の機運に向いつつあります。然るに、当温泉地域に最近二、三の旅館業者による温泉の新規掘さくを申請したところ、これに対し県業務温泉係員並びに玖珠保健所係員の方々が申請現地調査を実施される旨聞及び、かかることが事実とすれば永年に亘り苦勞した結果衆議一決した集中管理の計画、実現の努力も挫折する怖れも多分にあり、誠に憂慮

すべき問題と考えます。

斯る行為は折角努力中のこの集中管理の実現を見るまでは絶対に今後新規掘さく申請者に対して地元の熱情を御斟酌下さいまして現地調査を実施しないよう制限方特別の御配慮を御願いたたく陳情致します。

昭和44年7月18日

大分県玖珠郡九重町

宝泉寺温泉共同利用組合

理事長他泉源所有者一同

大分県温泉審議会長

大分県厚生部長 殿

大分県業務温泉課長

〈資料 (5) 宝泉寺地区に於ける温泉源新規掘さく及び増掘禁止に関する陳情書〉

ここ宝泉寺温泉一帯は、戦後、急速に温泉掘さく行為が……(中略)……その後種々検討した結果、現在既設湧出温泉の分湯可能な人のみによって法人組織(宝泉寺温泉配湯有限公司)を作り、温泉の余剰部分を配湯会社に抛出し、一般需要家に対して分湯する。勿論泉源所有者の湧出温泉の抛出は全面的に応諾して居りますし、抛出分湯はメーターに依り公正に算出される事として、需要供給の若干の利幅により、会社の運営を計ることに致します。

そしてこの抛出分湯の公共的性格上、九重町にも加担していただき、会社の運営を円滑かつ公正に行いたいと思っています。

この様に、宝泉寺温泉配湯有限公司の設立も時間の問題でありますので、現在新規掘、あるいは増掘許可申請中のもの、あるいは今後申請されるものについては、拘る地元の実情を御斟酌下さいまして、許可しないよう特別の御配慮を切に御願ひ申し上げる次第であります。

昭和46年10月11日

宝泉寺地区温泉源所有者協議会

○ ○ ○ ○ 印

(以下8名連記)

〈資料 (6) 合意が得られた調停案〉

① ホテル宝泉荘は観光ホテルへ毎分100リットル(給湯料金として月3万円)

② 友成氏と矢野(万)氏は南山荘へそれぞれ40リットル(同1万2千円)

③ 龍泉閣は一休荘へ20リットル(同6千円)

④ 山光園は旅館喜楽に20リットル(同上)

⑤ ホテル山の湯は宝来館に20リットル(同上)

それぞれ給湯する。

〈参考 (1) 宝泉寺共同温泉組合同規約〉

1 (名 称) 本組合は宝泉寺共同温泉組合と称す。

2 (事 務 所) 組合の事務所は大分県玖珠郡九重町大字菅原1866ノ1番地に置く。

3 (組 織) 本組合員は共同の目的に賛同する大分県玖珠郡九重町宝泉寺地区において現在旅館を経営している者であって温泉源を所有せざる者および泉源を有するも湧出量の減少、または低温のため営業に重大なる支障を来し、加熱その他の方法を以って苦心

営業を継続しつつある者、数名が共同して組織する。

- 4 (設立の目的) 数年前より町当局のあっせんに依り未利用温泉の集中管理運営のため、宝泉寺温泉組合の設立総会を語り組合の設立を見、登記の段階に至り役員の既設温泉所有者の一部組合員の無理解と反対にて県および町当局および一般地区住民の正当なる意志を無視しての解散を見たので吾々旅館営業者としては重大なる事態に立至り到底このまま黙視することが出来ないので憲法の英断を待っていたずらに既設温泉所有者の個人の利益擁護のためにのみ制限を掘さくに制限を加えるが如き事無き様、本組合を設立、新温泉の開発を行うことを目的とする。
- 5 (営業) 地下資源の正当なる開発、ならびにこれが活用のため温泉の掘さくを申請する。これに附属する引湯の設備一切を行う。
- 6 (資産) 資産は頭金100万円也を予定し組合員の出資とし必要に応じその都度各人より徴収する。
 - (1) 出資は組合員各自平等とし1人1株とする。
 - (2) 固定資産は組合長外3名として登記し保存する。
 - (3) 流通資産は組合長名義を以って預金し、会計理事が通帳を保管する。

〈参考 (2) 温泉配湯契約書〉

- 第1条 ○○○○ (以下甲と称す) の所有権にかかる左記温泉湯の配湯に付いて△△△△ (以下乙と称す) との間に次の通り配湯契約を締結する。
- 鉱泉地大分県玖珠郡九重町大字町田2099の2番地 泉源所有者○○○○○の温泉湯
- 第2条 本契約の配湯期間は1年とし、期限満了後は必要に応じ再契約をなすものとする。但し温泉湯の噴出する湯が天災地変、または他の者の新規掘鑿等により不幸にして噴出が停止したる場合および減量したる場合は甲、乙双方の間に締結したる本契約は当然消滅するものとする。双方の権利は消滅する。
- 第3条 乙の配湯量はパイプ口径1吋とし、勿論乙の工事費負担により行ない、全て立会人○○○氏の指示通りに従うものとする。これに従はぬ場合甲は工事の中止を命ずることがある。
- 第4条 引湯に際しては契約と同時に先づ権利金として現金を以って金25万円也を甲に支払い、別に引湯使用料として毎月金5,000円也をその月の5日までに甲に支払うこと。万一使用料の支払いが1カ月以上延滞したる場合は甲は配湯を停止することが出来る。その場合に乙が蒙る営業上の全ての損害被害等に対しては甲は何等その責を問われることはなく、且つ乙は甲に対して法律的な損害賠償等をなさざることを特に記載する。
- 第5条 泉源の維持修理費は甲および乙を含めて本泉源より配湯を受けている者全員の配湯量に応じて、その工事費の負担をなすものとし、且つ再ボーリングの際もまた同様とする。
- 第6条 公租共課の工事の負担については第5条と同様とする。
- 第7条 配湯使用については乙は如何なる場合と雖も第三者に対して、また貸しまたは分湯等は絶対してはならない。
- 第8条 本契約の条文に無い問題点については乙は誠意を以って、その解決に協力し、甲に対して円満解決に努力するものとする。

昭和44年 月 日

(甲) 大分県玖珠郡九重町大字町田2059番地

○ ○ ○ ○ ○

(乙) 大分県玖珠郡九重町大字町田2032

△ △ △ △ △

立会人 大分県玖珠郡九重町大字菅原1875の1

× × × × ×

本契約の証として甲、乙各1通を保有するものとす。

参 考 (引 用) 文 献

- 1) 川村政和：「宝泉寺及び生竜温泉における揚水試験」(大分県温泉調査研究会『報告』第23号)
- 2) 拙稿：「宝泉寺における温泉権の実態(上)」(同号25号)
- 3) 同上：「同上(下)」(同第26号)
- 4) 同上：「温泉法の問題点の考察」(同第24号)
- 5) 川島武宜他編：『温泉権の研究』(勁草書房)
- 6) 同上：『続温泉権の研究』(同上)
- 7) 川島武宜：『社会と法』(法社会学講座第7巻 岩波書店)
- 8) 武田軍治：『地下水利用権論』(岩波書店)
- 9) 武井正臣：「山陰地方の温泉権」(『山陰文化研究紀要』第5号)
- 10) 金沢良雄：『水法』(法律学全集第15巻 有斐閣)

大分県挾間町における温泉ボーリングで 採取された岩芯の地質学的研究

日本文理大学 森山善蔵
宇佐高校 日高稔

はじめに

挾間町鬼崎の老人保健施設「健寿荘」が昭和63年秋に温泉掘削のためにボーリングをした際に、地下300m～551mの間から採取した岩芯を、施設長帆秋孝幸氏の御好意によって研究用に提供を受けたので、その岩芯についての地質学的研究を行った。主として、岩芯の岩質、化石、層序、X線回折法による鉱物分析を行い、さらにボーリング地点付近の地質踏査を行って地質図を作成し、温泉の地質環境に関する考察を加えたのでここに報告する次第である。

I 岩芯（ボーリングコア）について

1 岩芯を採取したボーリングの位置

大分県挾間町大字鬼崎字鶴の上4番地の1
老人保健施設「健寿荘」庭園南西隅
ボーリングの地点の標高：
40m

2 岩芯の採取深度

掘削は深度551mまで行い、現在温泉が自噴している。岩芯の採取は深度300mから3m掘り進むごとに行い、採取岩芯の高さは30cmを原則としたが、軟質岩の場合崩壊したため30cm以下の高さのものもあるが、深度300m～551mの間から合計78個の岩芯を採取した。採取した深度を図-2の(a)に、また、およその層序上の位置を(b)に示した。

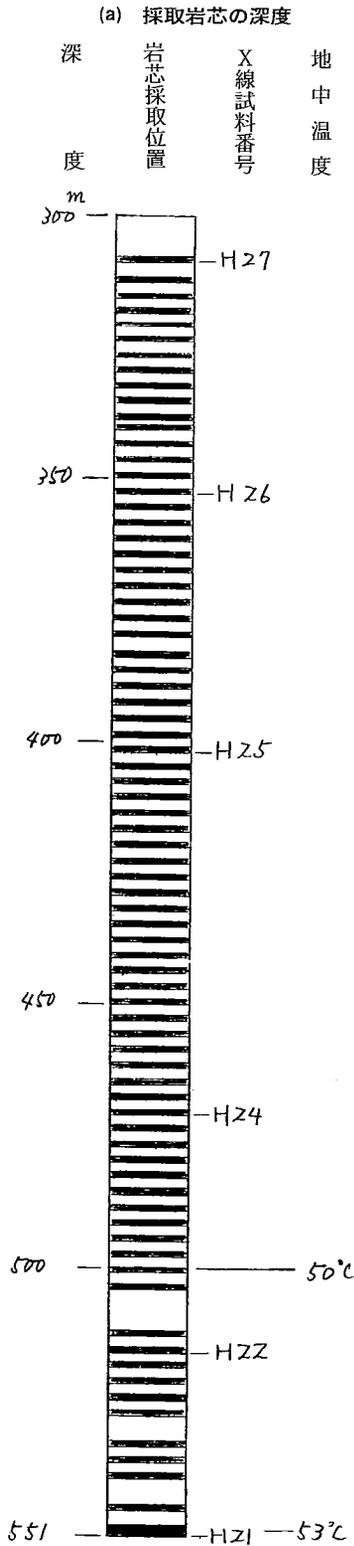
3 岩芯の岩質の記載

各岩芯の岩質について記載し、さらに化石、地質的特性などを記録して、図-3～図5に示した。

深度300m～474mの間は火山碎屑岩が少なく、泥岩や砂岩のような碎屑岩が多い。



図1 ボーリング地点（岩芯採取地点）



また、泥岩中には植物葉片化石が含まれる場合が多いが、いずれも炭化していたり、葉片、枝片のみで種属の鑑定に堪えないものばかりである。しかし、全体的に広葉樹葉片が多く、まれにメタセコイアの葉片が認められる。

327m~438mの間にはいくつかの層準に礫岩があるがいずれも小~細礫が多く、礫質は安山岩が共通的に含まれる傾向がある。495m~549mの間には凝灰角礫岩が多く見られ、中にプロピライト礫が含まれるが、礫として含まれているのみで凝灰角礫岩層全体がグリーンタフやプロピライトからなる宇佐層群ではないが、これらの堆積盆地の基盤が宇佐層群からなっているものと推定される。掘削最深部は白っぽいガラス質の流紋岩溶岩からなっている。

層序的には、地表の地質調査からみて、地面から474mまでは東植田層、474m~551mは東庄内層にあてはまり、さらに下に宇佐層群が分布していると考えられる。

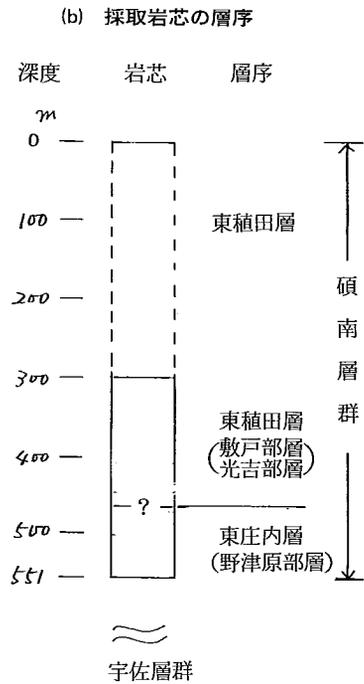


図2 採取した岩芯の深度及び層序

標高 m	岩 質	深さ m	柱状図	岩 質	深さ m	柱状図	岩 質	深さ m	柱状図	岩 質	標高 m	柱状図	岩 質
3087	砂岩 凝灰質 白濁な火山岩質軽石多 砂岩を含有 灰色	3247		砂岩(粗粒砂岩) 淡黄緑灰色 硬く固結	3647		砂岩(細粒砂岩) 淡黄緑灰色 硬く固結	3798		砂岩(細粒砂岩) 凝灰質 暗灰色	3798		砂岩(中粒砂岩) 灰白色
309		327			360			362			379		
3107	砂岩(粗粒砂岩) 硬く固結 黒灰色	3298		砂岩(細粒砂岩) 径1.0~0.5mmの細 砂。固結弱い 灰黒	3647		砂岩 中~小砂岩。重固結 硬。流紋状砂岩	3688		砂岩(粗粒砂岩) 暗灰色。重固結弱い	3837		凝灰質砂岩 小~中角礫 黒雲母流紋状砂岩
312		330			347			365			384		
3147	泥岩 中~軟く。固結弱い 灰黒色	3327		泥岩 中~小砂岩 灰黒。中~小角礫 砂岩。中~小角礫	3498		泥岩 灰色。中~軟く固結弱い 植物葉片。葉片化石	3688		砂岩(粗粒砂岩) 灰黒色。硬く固結強い	387		砂岩 細砂岩。軽石を含有 砂岩。粘板岩。火山岩同様に
318	泥岩 中~軟く。固結弱い 灰黒色	336		泥岩 中~小砂岩を含有 淡暗褐色	353		砂岩(中粒砂岩) 凝灰質。固結弱い 淡緑色	371		凝灰質砂岩 中~小角礫 玄武岩。火山岩同様に	387		砂岩 細砂岩。軽石を含有 砂岩。粘板岩。火山岩同様に
3207	泥岩 中~軟く。固結弱い 少し砂粒を含有 灰黒色	3387		凝灰岩 淡暗灰色	357		泥岩 中~軟く。固結弱い 植物葉片化石	377		泥岩 灰黒色。軟く固結弱い 植物葉片。葉片化石	3928		砂岩(中粒砂岩) 暗緑灰色。固結弱い
324		339			356			374			392		
3247	泥岩 砂粒を含有。中~軟い 黒灰色 植物葉片化石(薄層を 層に連なり)	3408		凝灰岩 淡緑灰色 植物葉片化石	3687		砂岩(細粒砂岩) 灰色。硬く固結強い	378		砂岩(中粒砂岩) 細砂岩を含有 灰黒色。固結強い	3927		砂岩 細砂岩。軽石を含有 暗緑灰色 玄武岩。粘板岩同様に
324		341			369			379			396		

図3 岩誌の記載 (その1)

4 X線回折法による鉱物分析

岩芯に含まれる鉱物をX線回折法によって分析した。分析した試料は下記の岩芯である。

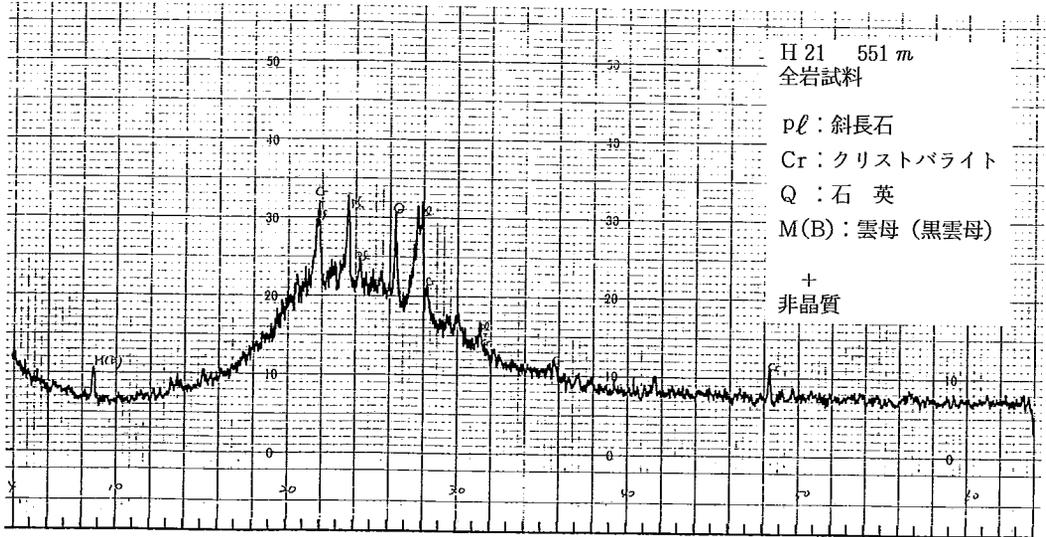


図6 試料H-21 (深度551 m 流紋岩) のX線回折図

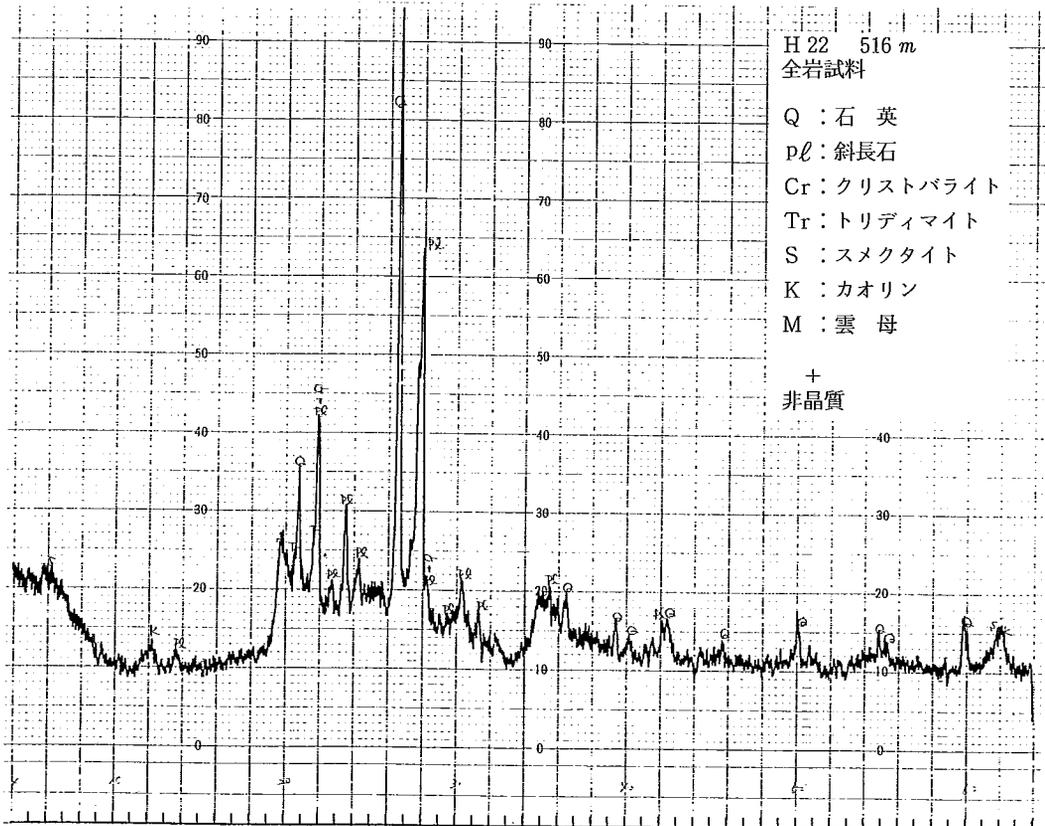


図7 試料H-22 (深度516 m 凝灰岩) のX線回折図

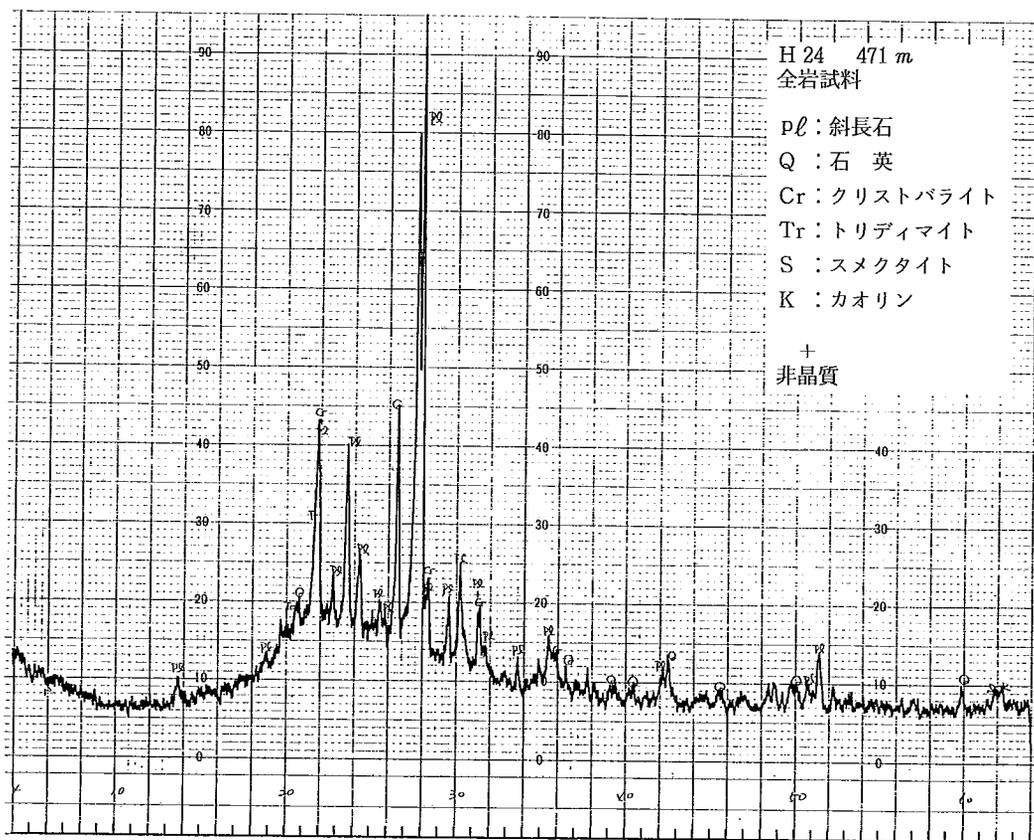


図8 試料H-24 (深度471m 凝灰岩) のX線回折図

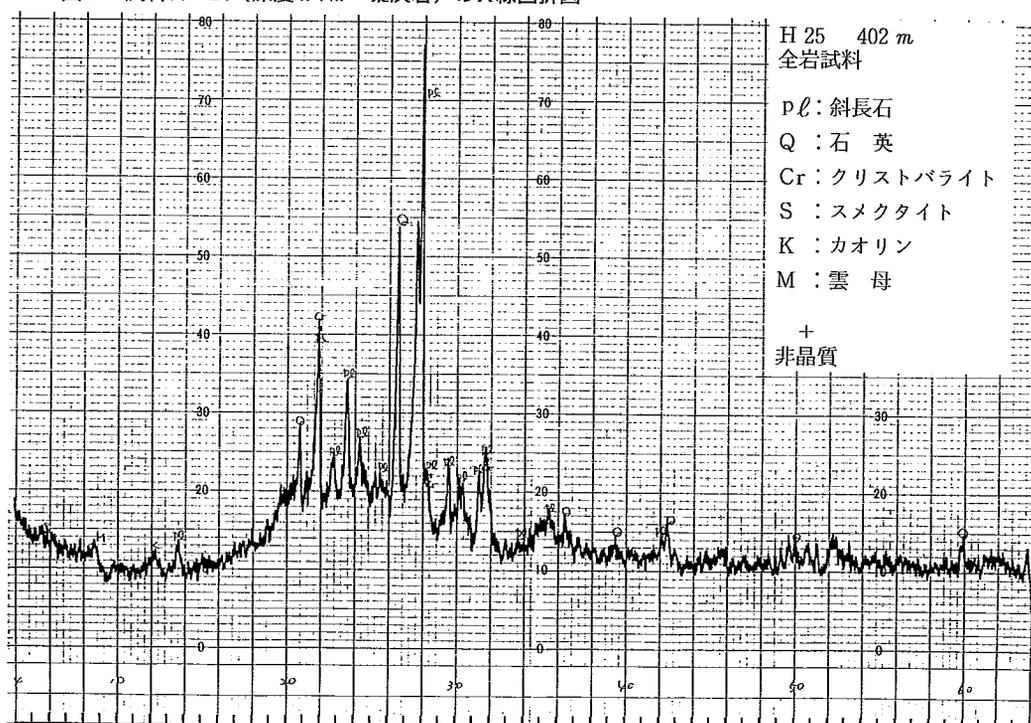


図9 試料H-25 (深度402m 凝灰質砂岩) のX線回折図

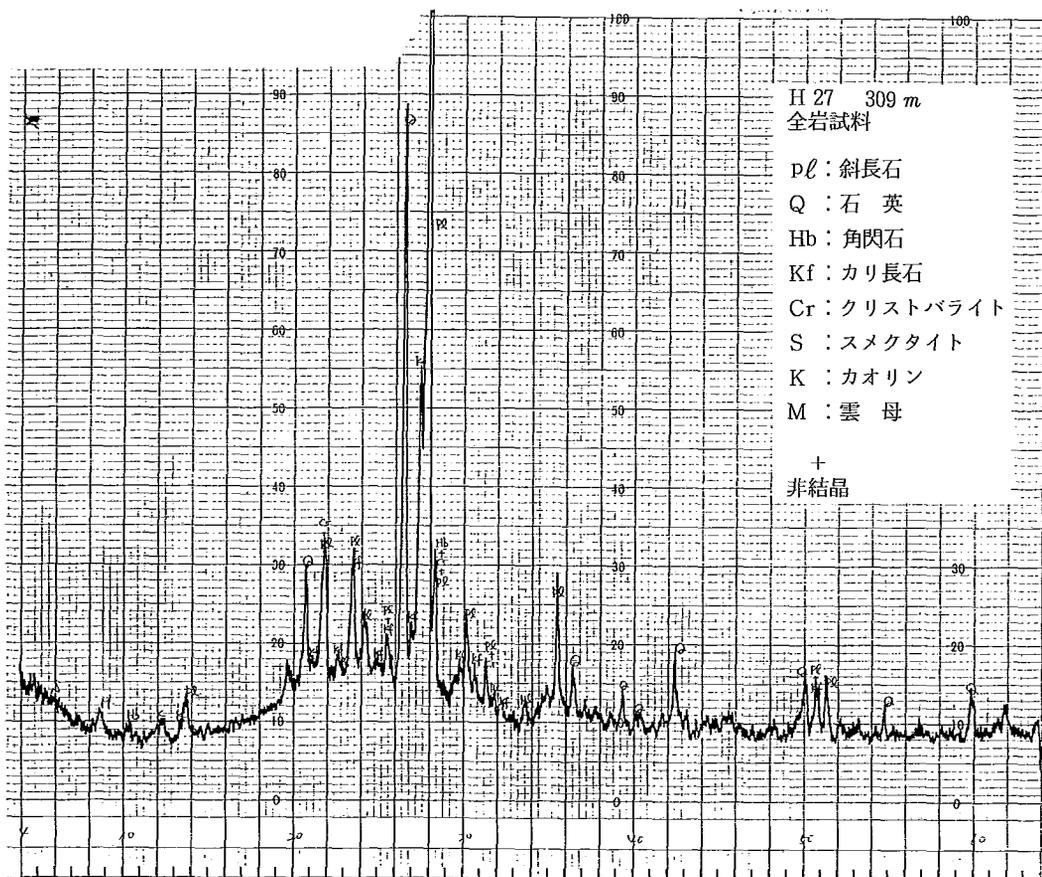


図10 試料H-27 (深度309m 凝灰質砂岩) のX線回折図

試料番号	深度	試料番号	深度
H-21	551m	H-25	402m
H-22	516m	H-26	353m
H-24	471m	H-27	309m

分析の結果は表-3 および表-4 に示したとおりである。

含有鉱物の分析結果によると、すべての岩芯に含まれる鉱物は石英、クリストバライト、斜長石、黒雲母およびスメクタイトである。深度と含有鉱物との関係を見ると次のようなおおまかな傾向が認められる。

- ① カリ長石や角閃石が浅い所にしか見られない (353m以深には見られない)。
- ② 斜長石は、深くなるにつれてその量が減っている。
- ③ 粘土鉱物のスメクタイトは、深くなるにつれてその量が増えている。

スメクタイトはモンモリロナイト系の変質粘土鉱物で、大分市の温泉ボーリングで得られた深度400~500mの3本の岩芯にも共通に含まれている。このことから温泉水による変質作用で生じた粘土鉱物ではないかと考えられる。

なお、岩芯試料のX線回折は九州大学理学部青木義和教授の研究室の装置で次のような方法で行った。

表1 X線回折試験による全岩試料分析結果

	珪酸および珪酸塩鉱物						粘土鉱物			
	石 英	クリ スト バラ イト	トリ ディ マイ ト	斜 長 石	カ リ 長 石	角 閃 石	カ オ リ ン	雲 母	ス メ ク タ イ ト	混* 合 層 鉱 物
	Q	Cr	Tr	Pl	Kf	Hb	K	M	S	M/S
H-21	+	+		+				***	±	
H-22	+++	++	+	++			+	±	++	
H-24	++	++	+	+++			±		±	
H-25	++	++		+++			+	+	+	
H-26	++	+	+	+++	++		+		+	+
H-27	+++	+		+++	+	+	+	+	+	

+++ : 多量 ++ : 中量 + : 少量
 ± : 全岩試料ではピークが認められないもの
 * : 雲母・スメクタイト混合層鉱物
 ** : 黒雲母

表2 X線回折試験による粘土鉱物同定結果

	粘 土 鉱 物			
	カ オ リ ン	雲 母	ス メ ク タ イ ト	混* 合 層 鉱 物
	K	M	S	M/S
H-21		***	+++	
H-22	+	+	+++	
H-24	+		+++	
H-25	++	++	++	
H-26	++		++	+
H-27	+	+	++	

+++ : 多量 ++ : 中量 + : 少量
 * : 雲母・スメクタイト混合層鉱物
 ** : 黒雲母

粘土鉱物

全試料中に、スメクタイトが認められ、他にカオリン、雲母、雲母・スメクタイト混合層鉱物が存在する。スメクタイトは膨潤層を持ち、15.5Å付近に強い1次の底面反射を示す。これはグリセロール処理により約18Åに移動する。カオリン鉱物は、7Åに強い底面反射を示し、グリセロール処理によっては変化しない。雲母は10Åの底面間隔を持つ。H-21中の雲母は、その底面反射の強度比より黒雲母と考えられる。

その他の鉱物

全試料中に石英、斜長石、クリストバライトが含まれている。トリディマイトについては比較的ピークが明らかなもののみ示した。他にカリ長石、角閃石が一部試料中に認められる。また全試料について24°付近のバックグラウンドの盛り上がりが存在し、非晶質物質が含まれていると推定される。

(1) 試料の前処理

各試料をめのう乳鉢で磨砕し、粉末にしてこれを全岩試料として含まれるすべての鉱物を分析した。

一方、原試料 5 g を蒸留水に入れ、超音波分散をした後水ひ法で粘土分（ $2\ \mu$ 以下の粒径のもの）を分離して定方位試料として、粘土鉱物のみを分析を行った。

X線粉末回折試験を行った装置の要素は次のとおりである。

対 陰 極	Cu
フ ィ ル タ ー	Ni
管 電 圧	30 kv
走 査 速 度	$2^\circ / \text{分}$
チャート速度	10mm/分

II ボーリング地点付近の地質

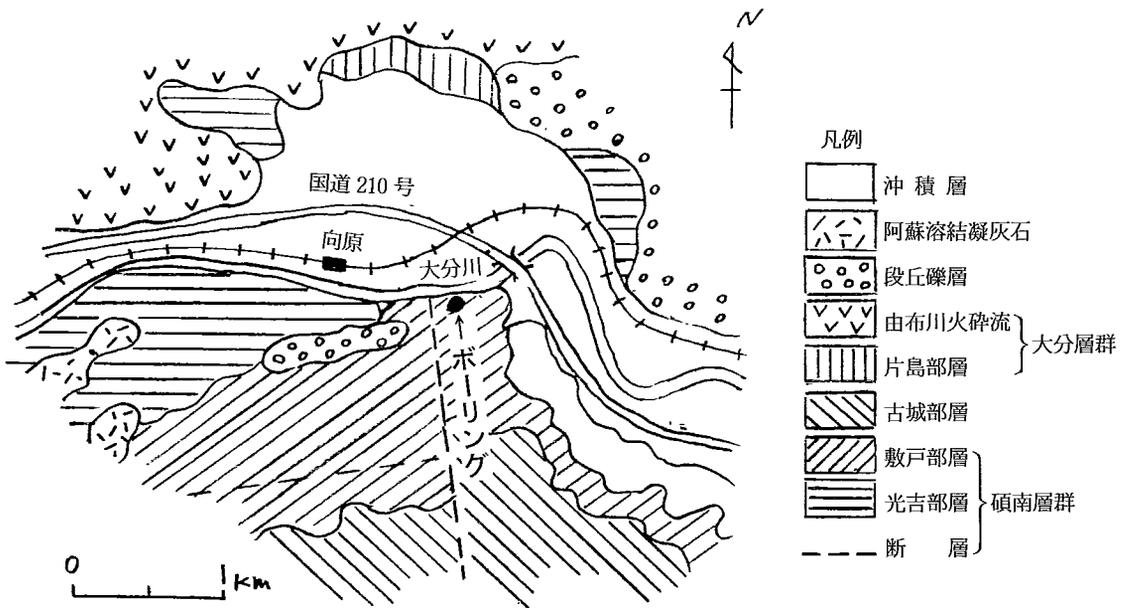


図 11 ボーリング地点付近の地質図

ボーリング地点は大分—熊本構造線の北側にあり、後期新生代の堆積盆地の南部にあたる。地表に分布する岩石・地層は古い方から碩南層群、大分層群、九重層群、沖積層に分けられるが、当地域の西方玖珠町、北方の別府市などにはプロピライト、グリーンタフなどの浅熱水変質岩からなる宇佐層群が後期新生界の最下位層として分布している。このことから、大分市～挾間町～庄内町地域の地下にも宇佐層群が碩南層群の下位に基盤をなして発達しているものと推定される。

当地域の地表に分布している碩南層群は東植田層とその下位の東庄内層であり、前者はボーリング地点の地表に露出している敷戸部層とその下の光吉部層が分布し、後者は当地域の南方～南西方に分布し、竜原部層とその下位の野津原部層からなる。東庄内層の下部は流紋岩質の火山活動で特徴づけられ、一方、岩芯の深度470mより深い所のものが流紋岩質であることから、ボーリング地点の地下地質は、深度470m付近より上は東植田層、下が東庄内層と考えられる。さらにその下位

表 3 大分県中部の標準層序表

時代		地 層 名			火 山 性 岩 石
新 生 代	第 四 紀	沖 積 層			
		九 重 層 群	段 丘 堆 積 層	遠命寺層	阿蘇火砕流 山陰系火山岩
				城原層	
				大在層	
	大 分 層 群	鶴 崎 層	万年山溶岩		
		滝 尾 層	由布川火砕流 筑紫溶岩		
	新 第 三 紀	碩 南 層 群	判 田 層	敷戸火砕流	
			東 植 田 層	瀬戸内系火山岩	
			東 庄 内 層		
	宇 佐 層 群		プロピライト・グリーンタフ		
中 生 代		大 野 川 層 群			
		(内帯花崗岩類)			
古 生 代		野津原古生層・三波川変成岩類			

表 4 ボーリング地点付近の層序

新 生 代	第 四 紀	沖 積 層			ボー リ ン グ ↓ 採 取 岩 芯	
		九 重 層 群	阿 蘇 火 砕 流			
	段 丘 砂 礫 層					
	大 分 層 群	滝 尾 層	由布川火砕流			
			片島部層			
	新 第 三 紀	碩 南 層 群	東 植 田 層	古城部層		
				敷戸部層		
				光吉部層		
			東 庄 内 層	竜原部層		
				野津原部層		

に、この付近の地表には分布していないが、プロピライト・グリーンタフからなる宇佐層群が存在しているものと推定される。

ボーリング地点のすぐ西側にN-S方向の断層があり、南側にはE-W方向の断層がある。温泉は、これらの断層に沿って上昇しているものと考えられる。

以上、本稿では、岩芯の岩質の記載、岩芯に含まれる鉱物のX線分析、地表地質と岩芯の層序上の位置などについて主として記述したが、まだ不明の点が多く今後の研究に待たなければならない。とくに、ボーリングコア(岩芯)資料が少なく、地下地質の解明に困難を来たしているが、このコア(岩芯)は深度300m~551mの間のもので大変貴重なものである。

参 考 文 献

- 1) 首藤次男 (1953) : 豊州累層群の地史学的研究 I・II. 地質学雑誌 Vol 59, No.693, 695.
- 2) 森山善蔵・日高 稔 (1981) : 大分市の温泉地質. 大分県温泉調査会報告32号.
- 3) 森山善蔵・日高 稔 (1985) : 大分市内の温泉の試錐岩芯の X線解析による鉱物成分の研究. 大分県温泉調査会報告36号.

温泉研究用データベースの作成について

県環境保全課 是 永 誠 一
 県公害衛生センター 小 野 利 文、御 沓 稔 弘

1 はじめに

温泉研究用データベースの作成については、昭和62年度から検討をはじめ昭和63年度に「d B A S E III」を使ったシステムを作成し、約200件（昭和58年度から同62年度にかけて分析を行ったもの）のデータについて、分析書番号、源泉名、湧出地の住所、申請者名、申請者の住所、泉質名、湧出量、成分データ等を入力し、市町村コードによる検索、温泉地域名による検索、泉質による検索及び分析書番号による検索が可能となった。

平成元年度は、さらに100件（昭和57年度及び同63年度に分析を行ったもの）のデータを追加入力した。

ところが、現在のシステムでは複雑なデータ構造をもったデータベースを構築することは困難である。

そこで、新たなシステムの開発を検討したので、以下、詳しく述べることとする。また、新システムの概要を図1に示す。

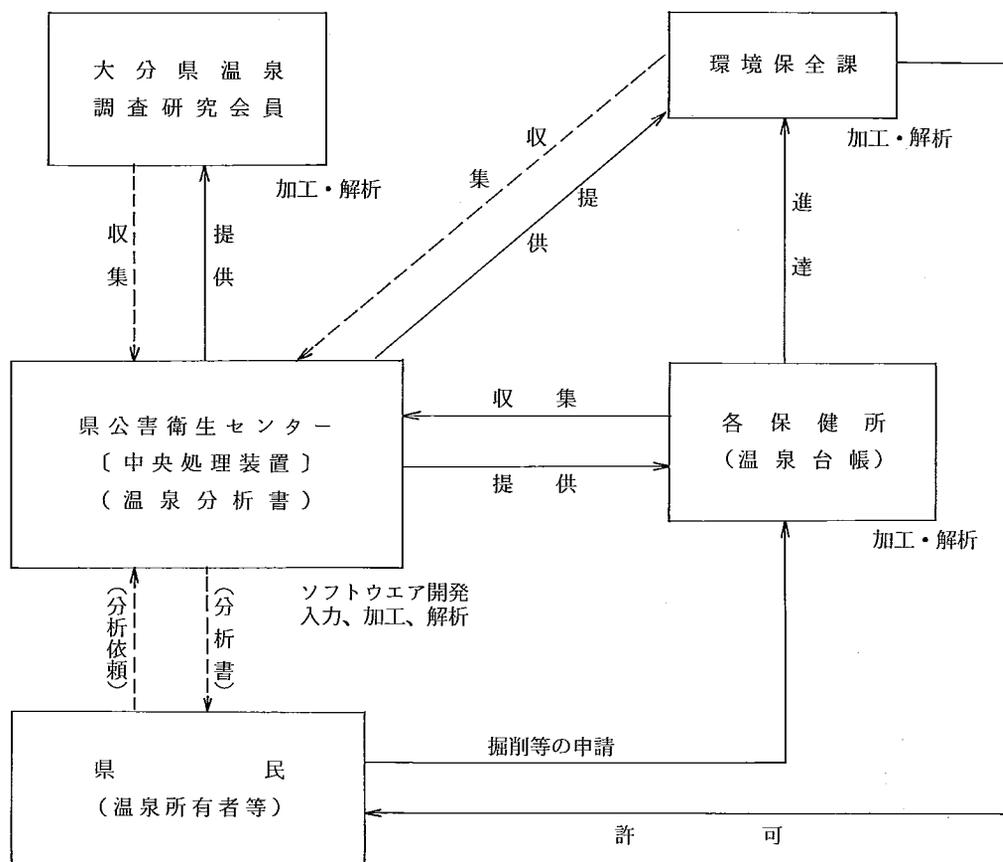


図1 温泉研究用データベースシステムの概要

2 使用機器等

旧 シ ス テ ム	新 シ ス テ ム
NEC P C 9801	中央処理装置主記憶13MB
日本語プリンター	磁気ディスク記憶容量 2 GB
XYプロッター	EPSON P C 286 V E 記憶容量 2.6MB
OS言語	日本語ラインプリンター
N88 BASIC (スタンドアローン)	デジタイザ
MS-DOS dBASEIII	XYプロッター
	OS言語
	OS-9/68000MW-Basic

3 温泉データファイル

旧システムでは泉源ごとに入力する情報は温泉分析書の内容のみであったが、新システムでは、温泉台帳等の内容を追加入力することとした。その内容を以下に示す。

旧 シ ス テ ム	新 シ ス テ ム
分析書番号	温泉分析書の内容すべて
源泉名	温泉の採取場所
湧出地の市町村コード	掘削許可年月日
“ 名に続く住所	指令番号
申請者名	掘削終了年月日
申請者の住所の市町村コード	動力(種類及び出力)
“ 名に続く住所	口径
揭示用泉質コード	地下の地質情報の有無
新泉質名	泉源の位置情報
泉温と液性による分類	保健所立入りの日時及び湧出量
旧泉質名	“ 及び泉温
飲用試験の有無	
分析書の日付	

なお、湧出量及び泉温については、公害衛生センターで現地試験した値と、各保健所の担当が掘削終了確認調査の時に測定した値が入力されることとなる。

4 データの検索

データの検索については、現在の検索メニュー(4種類)に次のメニューを加えることとした。

- (1) 成分(濃度)による検索
- (2) 浴用の適応症及び禁忌症による検索
- (3) 飲用の適応症及び禁忌症による検索
- (4) 泉源の地図表示

泉源の位置を地図上にプロットさせ、一定地域内の泉源の位置関係を一目で確認することができる。なお、デジタイザを使用することにより、住宅地図等へのプロットも可能である。

(5) 統計処理

源泉数、掘削件数等について、経年的、地域的に処理ができるようになる。

5 おわりに

新ソフトウェアの開発は、当センターの情報調査科の指導のもとに行っており平成3年度末を完成目標に作業をすすめている。また、分析済の泉源については、温泉台帳等の情報収集を平成2年度に行い、今後分析するものについてはその都度情報収集を行うこととする。

◎ 深部地熱構造に関する研究会

エネルギー問題や地球的規模での環境問題がささやかれる中、地熱エネルギーは、石油代替エネルギーとして、またクリーンエネルギーとして注目されている。

大分県においては、鶴見・由布岳から九重山群にかけて全国屈指の地熱賦存地帯を有することから、大正14年の実験発電（別府市鶴見）を皮きりに、今日まで様々な地熱開発が行われてきた。

大分県温泉調査研究会では、こうした地熱開発の実証報告を受けながら、深部地熱構造を探り、また今後の温泉利用について考察するため「深部地熱構造に関する研究会」を開催している。

平成元年度は、平成2年3月20日、別府市内の「つるみ荘」会議室において、地熱開発関係4社を招き地熱開発の現状について説明を受けた。（参加者数：40人）

講師及び演題（発表順）

1 「大岳・八丁原地区の地熱発電の現況について」

九州電力株式会社

八丁原発電所建設所次長 稲田 慎一

2 「滝上地区の地熱開発について」

出光地熱開発株式会社

九州事務所次長 山本 博

3 「大分川上流地域地熱開発促進調査の概要について」

新エネルギー・産業技術総合開発機構

大分川上流調査事務所所長 原田 憲人

4 「バイナリーサイクル発電プラントの開発について」

新エネルギー・産業技術総合開発機構

技術開発室 主任研究員 森山 宏

大岳・八丁原地区の地熱発電の現況について

九州電力株式会社八丁原発電所建設所

次長 稲田 慎一

大岳・八丁原地区の地熱発電の現況について報告する。

八丁原1号機55,000kw、大岳1号機12,500kwは順調に運転を続けている。特に、八丁原発電所においては2号機が、本年7月の営業運転開始を目指して、現在、試運転の準備段階に入ったところである。

本研究会では既設（八丁原1号機、大岳1号機）の運転、保守の実績ならびに八丁原2号機の試運転予定などを紹介する。

まず八丁原2号機の工事概況については、表-3のとおり。工事進捗率は総合で（2月20日付）75.6%である。

試運転の予定は、表-1のとおり。現在、タービン・発電機のオイルフラッシングを実施しており、これと併行して「蒸気井の噴出テスト」「補機単体テスト」「総合インターロックテスト」などを、5月上旬までに完了することとしている。これらが完了すると総合試運転へと進む。

タービン・発電機を廻し始めるのは、この段階からで、発電開始（初併列と言う）は5月中旬を予定している。

試験発電中においても各種の試験調整を行い、全て完了したところで官庁検査を受け、これに合格するといよいよ営業運転開始となる。

つぎに既設発電所の最近の運用実績は表-2のとおりで、定期修繕工事は2年に1回行われるが、その停止時間を除けば極めて高い利用率で運転されている。この利用率の高さは、全国地熱発電所の中でも上位に位置される。

表1 八丁原2号機試運転工程（予定）

項 目	平成2年				
	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
T/Gオイルフラッシング	8				
蒸気井噴出テスト					
補機単体テスト					運
総合インターロックテスト （保装置）					開
総合試運転					▽

表2 八丁原・大岳発電所発電実績 (63年～平成元年)

	八丁原発電所		認可出力 55,000kw 52. 6. 24 運開		大岳発電所		認可出力 12,500kw 42. 8. 11 運開	
	63年		64年～平成元年		63年		64年～平成元年	
	発生電力量×10 ³ kWh	利用率%	発生電力量×10 ³ kWh	利用率%	発生電力量×10 ³ kWh	利用率%	発生電力量×10 ³ kWh	利用率%
1月	40,920	100.0	40,920	100.0	7,812	84.0	9,249	99.5
2月	38,280	100.0	38,928	99.9	7,279	83.7	8,400	100.0
3月	40,920	100.0	40,914	100.0	7,623	82.0	9,300	100.0
4月	39,162	98.9	39,600	100.0	7,366	81.8	9,000	100.0
5月	36,441	89.1	40,920	100.0	8,543	91.9	9,298	100.0
6月	38,051	96.1	39,600	100.0	9,000	100.0	9,000	100.0
7月	40,538	99.1	40,920	100.0	9,298	100.0	9,300	100.0
8月	40,884	99.9	40,890	99.9	9,300	100.0	9,299	100.0
9月	14,490	36.6	39,600	100.0	9,000	100.0	8,378	93.1
10月	23,851	58.3	40,302	98.5	9,300	100.0	5,113	55.0
11月	39,592	100.0	39,600	100.0	8,771	100.0	8,930	99.2
12月	40,920	100.0	40,920	100.0	9,300	100.0	9,300	100.0
計	434,049	年平均 90.1	481,114	年平均 99.9	102,592	年平均 93.4	104,567	年平均 95.5
備考	定修：63年9月12日～10月14日 9/11. 23° 57' 解列 10/13. 21° 06' 併入		定修：なし		定修：なし		定修：元年9月29日～10月16日 9/28. 23° 56' 解列 10/14. 22° 08' 併入	

滝上地区の地熱開発について

出光地熱開発株式会社九州事務所

所長 山本 博
関 義 己

1 はじめに

出光興産株式会社は、昭和52年6月に新燃料室を設置。我が国に豊富に賦存する貴重な資源である地熱エネルギーの開発に取り組むこととし、昭和54年2月より地域社会の開発・発展に大きく貢献できるとの認識の下に、調査・開発に着手した。

昭和54年10月1日、出光興産株式会社の全額出資により『出光地熱開発株式会社』を設立。全国各地で本格的な地熱資源調査活動を展開し、有望地域の確保に努めてきた。

大分県九重町・湯布院町の滝上地区においては、昭和56年12月に九重町と覚書、昭和57年1月に大分県へ計画書・確認書を提出し、今日まで各種の探査、29坑に及ぶ調査井の掘削・テスト及び環境調査等を実施した。

昭和62年には、約5ヶ月間の長期一斉噴出試験と一連の資源量評価を行い、長期安定的な商業発電が十分に可能であるとの結論に達し、九州電力㈱との協議を開始した。

平成元年4月には、九州電力㈱主催の滝上地区技術評価委員会において、資源量的に地熱発電所建設が可能との評価を得、現在、開発基本協定締結に向けて協議を行っているところである。

2 平成元年度実績

平成元年度は次の3項目を実施した。

- (1) 生産調査井 TT-16S号井・TT-20号井の噴出試験、還元域評価
- (2) 還元調査井 TT-22号井の掘削
- (3) 九州電力㈱との協議
平成元年4月 滝上地区技術評価委員会開催（九州電力㈱主催）
平成元年7月 九州電力㈱と正式協議開始（開発分担、開発規模、時期、コスト）

3 平成2年度計画

平成2年度は次の3項目を計画している。

- (1) 開発基本協定締結
- (2) 一斉噴出試験実施
- (3) 開発井掘削（1坑）

4 出光の地熱調査・開発状況

出光は、昭和52年6月石油代替エネルギー事業への取り組みを開始、昭和54年2月より全国における地熱資源の調査・開発に本格的に着手した。（図1参照）

同年10月より全国13の概査地域の中から選定した8地区において精査を開始し、今日に至っている。各精査地区の調査の現状は表1の通りであるが、現在は、大分県の滝上プロジェクトの開発に全力を傾注している。

表1 地熱調査実施地区の現状

地区名	調査内容	現状
1. 滝上	小口径、大口径調査井 (S54～, 29坑) 長期噴出テスト、貯留層評価、F/S	開発協議中
2. 米馬岳	小口径調査井 (S56, 1坑) 促進調査 (胆振: S56, 57, 登別: S62～H1)	促進調査実施中
3. 田沢湖東部	小口径調査井 (S57, 1坑) 促進調査 (S63～H2)	促進調査実施中
4. 有根沢	小口径調査井 (S57, 1坑) 促進調査 (H1～H3)	促進調査実施中
5. 南霧島	小口径調査井 (S55, 1坑)	中断
6. 鷺別	小口径調査井 (S56, 1坑)	中止
7. 弟子屈	地化学, MQ探査ほか 促進調査 (S57, 58)	中止
8. 伽藍岳	小口径調査井 (S55, 3坑)	中止

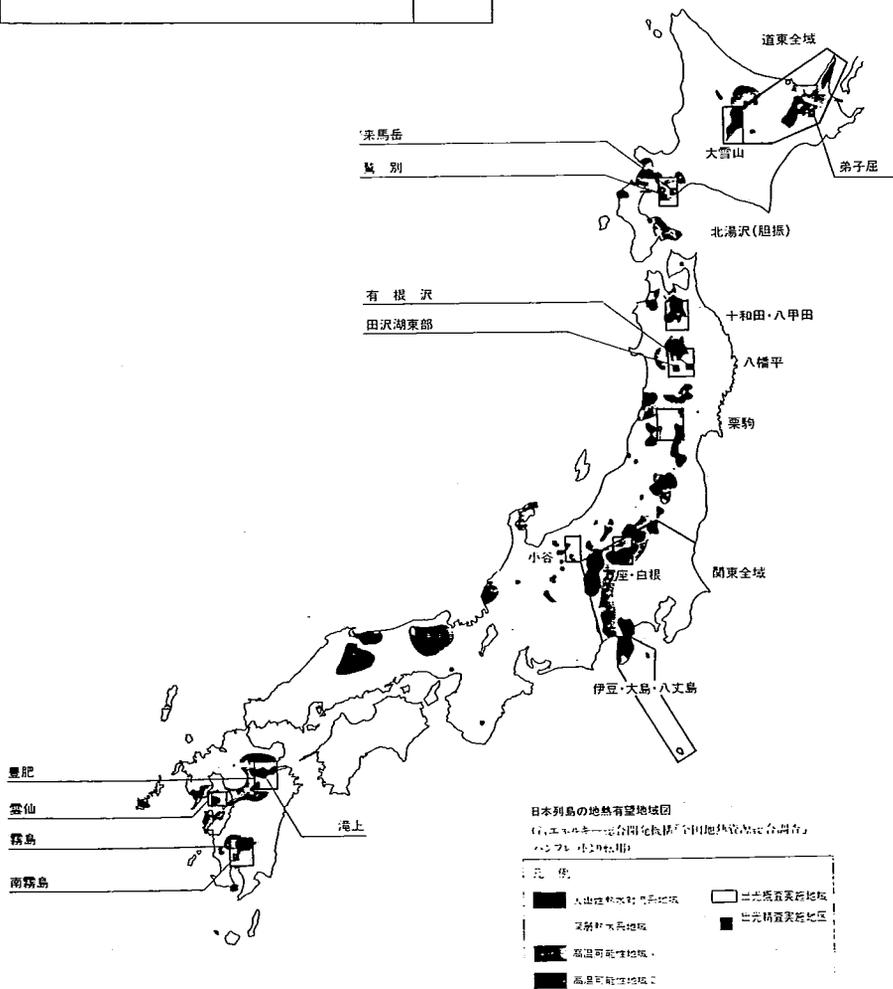


図1 全国の地熱有望地域と出光の調査地区

5 滝上地区の概要

滝上地区は大分県南西部に位置し、九重町と一部湯布院町にまたがる地域で、面積約12km²を調査開発の対象地域としている（図2）。当地区の南西約15kmには九州電力㈱の大岳・八丁原地熱発電所が稼働している。調査開発範囲は、野稻岳山麓の西に緩やかに広がる標高700m前後の丘陵地であり、野上川及びその支流沿いの急斜面部を除き、全般に比較的平坦な地形を呈している。

滝上地区を含む豊肥地域は、別府湾から九州北・中部を東西に横断し雲仙に至る「別府—島原地溝」内にあり、由布・鶴見火山群、九重火山群、阿蘇カルデラ等の第四紀火山を包括し、第三紀中新世から第四紀更新世にかけての大規模な火山活動があった場所である。現在も別府、由布院、大岳・八丁原、雲仙地熱地帯等の活発な地熱活動域が存在しており、同地溝内に豊富な地熱エネルギーが広範囲に賦存していることがうかがえる。しかし、本地区は温泉、噴気の地表徴候が全く認められない潜頭型地熱地帯である。なお、本地区は東側で「阿蘇くじゅう国立公園」に隣接している。

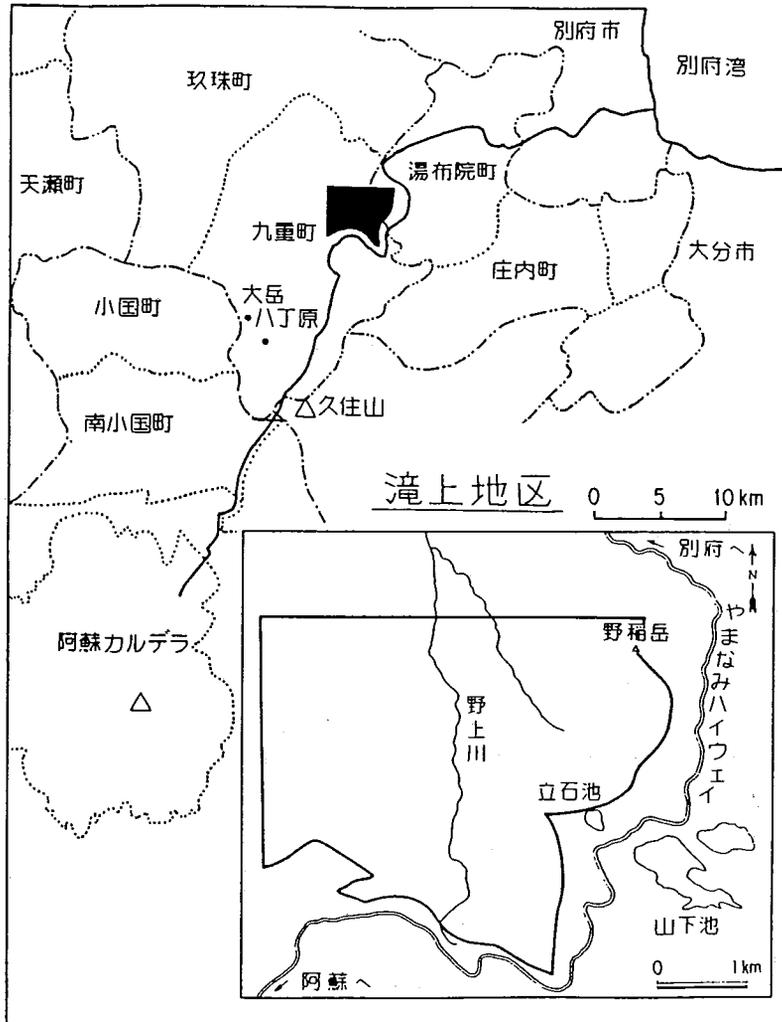


図2 滝上地区位置図

6 滝上地区調査結果

(1) 地熱開発の進め方

地熱開発においても、他の資源開発同様に品位の高い資源が発見できる確率は決して高くないことを覚悟しなければならない。少しでも条件のよいものを探し出すためには、取得可能な情報をできるだけ広く、多く集め、最大限に活用することが肝要である。

このため、開発は図3に示すとおり、予察・概査・精査・試掘・事業化評価の順序で段階的に進めている。予察～精査段階では、リモートセンシング、空中写真をはじめとして主に地表で行える地質調査、重磁力探査、地化学探査、MT等の電気探査を行い、地熱貯留層構造の有無を調べ、調査対象地域を約30km×30km規模から有望な約10km×10kmの範囲に絞り込む。

ここで、有望な地熱貯留層構造が期待できるときには、試掘段階に進み小口径調査井を掘削し、地熱貯留層の有無、温度、タイプ、深度、岩石物性、地質構造について調査する。また、生産層（主に割れ目）の分布を詳細に調べるための補完調査を行う。

有望な地熱貯留層の存在が確認できれば、貯留層の能力を調べるため大口径クラスの調査井を掘削し、各種坑井テストを実施する。これにより貯留層の透水性、広がりについて評価が可能となる。この過程で井戸の性能、生産層の深度、分布に関する情報を集めて可採可能な資源量を評価する。この結果及び平行して実施する環境調査の結果により、開発規模、採算性、環境保全面から事業化の判断を行う。

調査計画は、開発目標・地形・地質等の条件に応じて策定され、調査結果は開発目標の設定と次の段階の調査計画にフィードバックされる。この過程で、リスクが高く採算性に劣るプロジェクトは調査対象から外し、優良なものに絞り込み開発段階に進めることになる。

地熱開発の工程の中でも、地熱資源の調査（予察～事業化評価）は多額の費用と時間（標準で6～8年）が掛かる。また、通常、地熱開発会社が行う蒸気部門と電力会社の発電部門との分担開発が行われるため、更に開発に時間が掛かっているのが現状である。

(2) 探査実績

滝上地区の地熱探査の実績は、表2に示す通りである。地熱徴候がないという難しい条件ではあったが、昭和54年度のMT探査を含めた広域概査から11年目の平成元年度末、漸く事業化評価の最終段階を迎えようとしている。

昭和57年度までの小口径調査井等の結果を踏まえ、昭和58年度には大口径調査井4本を掘削した。このうちTT-2号井で優勢な蒸気の噴出をみたが、温度は200℃程度の中高温の地熱貯留層である事が分かった。

このため、昭和59年度から昭和60年度にかけて流電電位法等の追加探査を実施するとともに、地熱貯留層の広がりを直接確認するために小口径調査井5本を掘削した。また、これと平行してTT-2号井の2度にわたる長期噴出テストを実施し、初期段階の資源量評価を行った。

その結果、野稲川を境にして東部域で200℃前後の地熱貯留層を、西部域では240℃以上の地熱貯留層の存在を確認した。（表3、図4参照）

昭和61年度、昭和62年度には、55,000kwを目標に、確認生産能力と還元能力の増大を図るとともに、目標規模の約半量に当たる3本の大口徑調査井を用いた約5ヶ月間の一斉長期噴出テストを実施した。一連の資源量評価の結果、目標規模の発電所の運転に必要な蒸気が採取できるとの見通しを得た。

以後、高温の西部域を中心に生産調査井2本、低温の北部域で還元調査井2本の掘削を行った。結果として、現在、約35,000kwの生産能力と約800tの還元能力を確保している。（表4に大口徑調査井の掘削実績、図4に坑井配置を示す。）

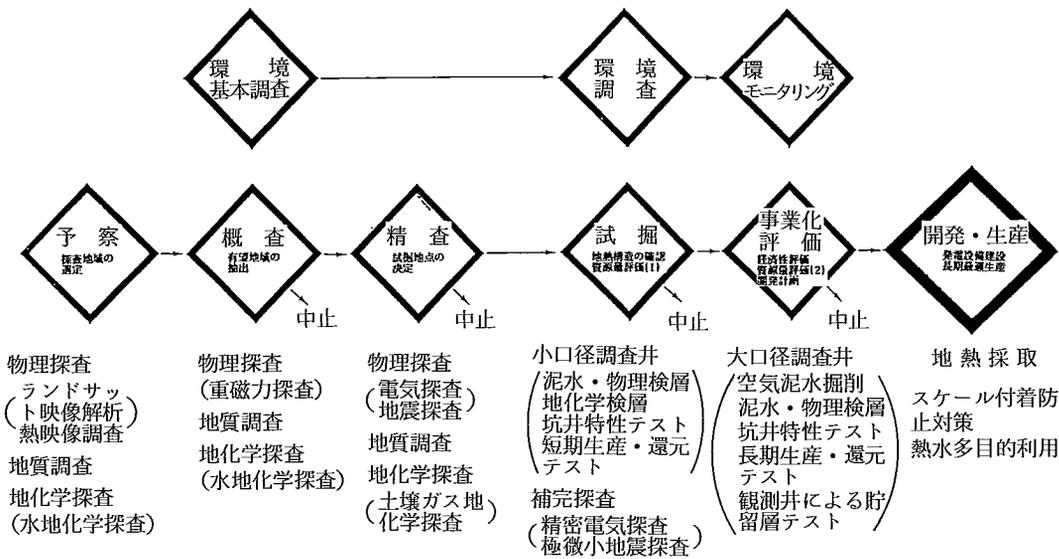


図3 地熱開発の進め方

表2 滝上地区探査実績

項目	昭和54,55,56,57年度	昭和58年度	昭和59年度	昭和60年度	昭和61年度	昭和62年度	昭和63年度	平成元年度
文献調査	1,296 km ²		既存データ再解析					
水地化学探査	1,296 km ²				再解析 再解析			
空中写真真解析	1,296 km ²							
空中写真真解析	1,296 km ²							
ヒートマップ探査	150m × 7枚		補充地質調査		断裂系調査	断裂系調査	坑井データ再解析	———
地質調査	132 km ²	5試料 273点		30試料 350点				
水地化学探査	13試料				360点			
土壌地化学探査			流電電位法 310点 γγγ法 4km ² 区画					
地質調査								
地化学探査								
(水地化学探査)								
その他探査	γ-γ法探査 微小地震探査				自然放射能探査 70m	重力法探査 280点		
小口径調査井	N-4 (500m) NE-1 (2,047m) NE-2 (2,010m) NE-3 (2,303m)		NE-5 (2,003m) NE-6 (1,881m)	NE-4 (2,400m) NE-9 (1,099m) NE-10 (2,174m)	NE-11 (2,000m)			
大口徑調査井		TT-1 (3,000m) TT-2 (1,667m)			TT-7 (1,104m) TT-8 (1,950m) TT-14 (2,102m) TT-17 (2,655m)	TT-13 (2,707m) TT-16 (2,537m) TT-17 (2,655m)	TT-16S (2,152m) TT-20 (2,182m)	
(還元井)		TT-3 (2,811m) TT-4 (2,710m)			TT-10 (1,285m) TT-11 (709m) TT-15 (866m)	TT-18 (1,500m) TT-19 (1,429m)	TT-23 (1,740m)	TT-22 (1,488m)
資源量評価		フェーズI	フェーズII 長期噴出テスト 59.6.21~59.10.30	フェーズIII 長期噴出テスト 60.6.24~60.10.16		フェーズIV 長期噴出テスト 62.4.16~62.9.26 資源量評価		還元地評価
環境調査	環境基本調査 環境影響調査 環境モニタリング	文献調査・概査 環境基本調査	環境現況調査 環境モニタリング 自然地震モニタリング (6地点常時観測)	——— ——— ———	環境予測調査 ——— ———	——— ——— ———	環境影響調査作成 ——— ——— ———	——— ——— ———

表3 滝上地区調査井掘削実績(小口径調査井)

調査井名	掘削年度	掘削深度(m)	最終掘削孔径 【インチ(mm)】	坑内測定温度 (℃)	噴出量		備考
					蒸気量(L/H)	熱水量(L/H)	
N-4	55	500	6¼ (158.7)	43.5	—	—	地温勾配測定井
NE-1	56	2,047	NQ (79)	190	3.8	4	閉穴噴出
NE-2	56	2,010	NQ (79)	196	3.8	2.5	
NE-3	57	2,303	NQ (79)	197	5.8	2.7	
NE-4	59	2,400 (検)	NQ (79)	247	2.3	9.5	
NE-5	59	2,003	NQ (80)	227	7.6	2.9	中間噴出(深度1,109m)
NE-6	59	1,881	NQ (80)	195	4.1	2.3	中間噴出(深度763m)
NE-9	60	1,099	NQ (80)	187	—	—	
NE-10	60	2,174	NQ (80)	252	—	—	
NE-11	61	2,000 (検)	HQ (100)	220	3.1	16.5	中間噴出(深度1,447m)
合計	——	——	——	——	30.5	132.2	

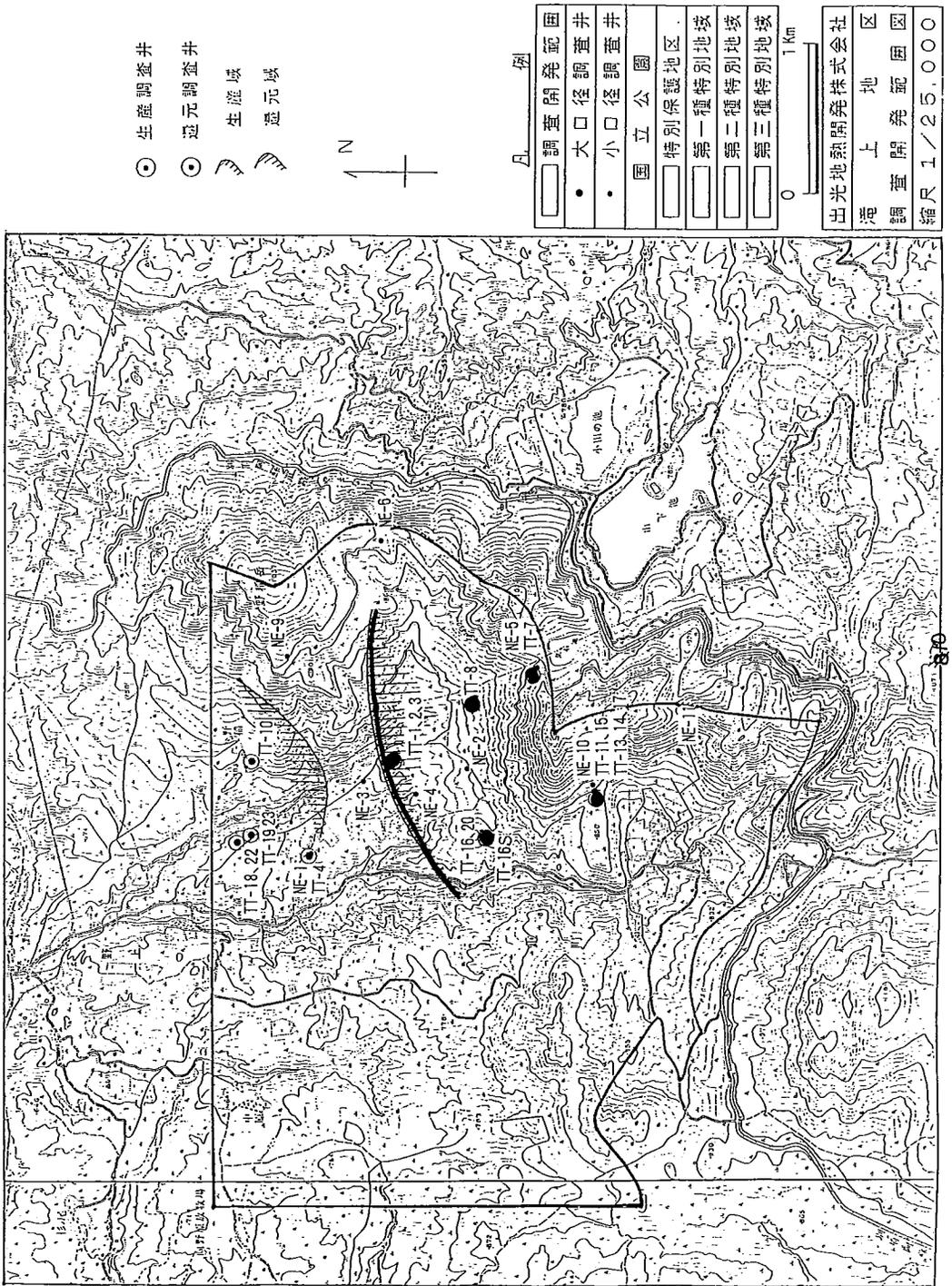


图4 滝上地区坑井配置图

表 4 滝上地区調査井掘削実績

調査井名	掘削年度	掘削深度 (m)	最終掘削孔径 【インチ(mm)】	坑内最高温度 (℃)	運 転 能 力		備 考
					発電能力 (kWh)	還元能力 (t/a)	
生 産 調 査 井	TT-1	5.8	3.000	8½ (215.9)	213	(1,700)	予備井
	TT-2	5.8	1.667 (横)	8½ (215.9)	205	4,800	
	TT-7	6.1	1.104 (横)	8½ (215.9)	209	9,100	
	TT-8	6.1	1.950 (横)	8½ (215.9)	214	4,600	
	TT-13	6.2	2.707 (横)	8½ (215.9)	248	5,400	
	TT-14	6.1	2.102 (横)	8½ (215.9)	236	8,900	
	TT-16	6.2	2.537 (横)	12½ (311.2)	(260)	—	
	TT-16S	6.3	2.152 (横)	8½ (215.9)	231	2,900	
	TT-17	6.2	2.655 (横)	8½ (215.9)	(255)	—	
	TT-20	6.3	2.182 (横)	8½ (215.9)	(235)	—	
小 計	—	—	—	—	35,700	—	
遠 元 調 査 井	TT-3	5.8	2.811 (横)	8½ (215.9)	(200)	(230)	予備井
	TT-4	5.8	2.710 (横)	8½ (215.9)	(190)	100	
	TT-10	6.1	1.285	6½ (158.8)	169	250	
	TT-11	6.1	7.09	8½ (215.9)	—	—	
	TT-15	6.1	8.68 (横)	8½ (215.9)	—	—	
	TT-18	6.2	1.500 (横)	6½ (158.8)	(160)	(100)	
	TT-19	6.2	1.429 (横)	12½ (311.2)	(170)	80~180	
	TT-23	6.3	1.740 (横)	8½ (215.9)	(160)	220~240	
	TT-22	1	1.488 (横)	8½ (215.9)	(160)	—	
	小 計	—	—	—	—	(750~870)	

() : 予備能力、() : 推定値

(備考) 1. 発電能力は、ダブルフラッシュ、還元温度110℃の条件で試算したものである。

なお、資源量評価の結果については、平成元年4月に九州電力㈱の技術評価を受け、現在、開発規模・発電方式等の検討を進めている。

(3) 環境調査

本地区は、前述したとおり「阿蘇くじゅう国立公園」外の丘陵地にあり、地域内には温泉等の地熱徴候はない。

地熱開発調査の本格化に先立ち、昭和56年12月九重町と「地熱開発調査に伴う環境保全等に関する覚書」を結び、昭和58年8月には大分県に「環境調査の実施についての指導・協力」をお願いした。

これらに基づいて、昭和57年度に環境基本調査を実施、昭和58年度からは環境影響調査書作成のための一連の環境影響調査及び周辺温泉と自然地震の長期事前調査を開始した。

今後、本地区の開発計画の作成に当たって、この事前調査結果を十分に考慮・反映し、地域にマッチした開発の実現と環境保全に努めていく所存である。

7 おわりに

昭和54年度の調査開始以来今日までの11年間、掘削した調査井の総延長は50km以上におよぶ。この間、各界の学識経験者をはじめ多くの方々の助言、指導、協力の下試行錯誤を繰り返しながら、漸く開発の見通しを付けることができたと言える。この場を借りてお礼を申し上げたい。

地熱資源の開発は、調査の着手時点と比べると石油、為替等の諸事情が大きく変わっており、開発の環境には厳しいものがある。反面、地球規模の環境問題が国レベルで議論されており、再生可能な自然エネルギーである地熱資源への期待も高まっている。

地熱開発会社としては、培ってきた経験と技術力を更に向上させ、この厳しい今こそ“わが国の地熱資源開発のあるべき姿”の実現に、信念を持って取り組んでいきたい。

大分川上流地域地熱開発促進調査の概況

新エネルギー・産業技術総合開発機構

地熱調査部 大分川上流調査事務所長

原 田 憲 人

調査計画概要

地熱開発促進調査は、探査リスクなどにより民間が手を付けていない地熱資源有望地域について、新エネルギー総合開発機構が国の補助金を受けて、先導的な調査を行うことによって、民間企業を誘導し、地熱資源の早期開発の促進を図ることを目的とし、原則として1地域3年計画で実施されるが、各年度における調査の結果の評価によって次年度事業を行うかどうかを判断して進める事となっている。

代表的な調査の進めかたは、地域内の地熱資源の賦存状況を把握するため、1,000m級構造試錐2本と、概査（地化学調査、電磁探査、電気探査、熱流量調査等）を実施する。同時に、環境のバックグラウンド値を知るために、大気、気象、水質、騒音、振動、動物、植物、景観、温泉、微小地震の調査・測定を環境調査として実施する。

2年次の調査は、初年次調査結果を総合的に解析して位置決定された1,500m級精密構造試錐3本を掘削する。同時に補足的な地表調査（電気探査）を実施する。

3年次の調査は、1・2年次調査結果を総合的に解析して位置決定された環境調査井2本を掘削する。同時に補足的な地表調査を実施する。

環境調査井の内1本は蒸気を噴出させ、他の1本は熱水を地下に還元するために利用する。噴出・還元試験は約1カ月間継続させ、その間に蒸気・熱水の噴出量、性状を測定し、同時に環境への影響を調査する。

地熱開発促進調査 大分川上流調査一覧

◎昭和63年度

1) 構造試錐

N63-OI-1 掘削長 1,000m 庄内町大字畑田

N63-OI-2 " 866m " 淵

2) 熱流量調査

OI-T-1 掘削長 400m 庄内町大字平石

OI-T-2 " 400m " 淵

OI-T-3 " 400m " 野畑

3) 地上調査

地質変質帯調査 調査面積 70km²

地化学調査 "

電磁探査 " (MT簡易法)

4) 環境影響調査

地上調査 (11項目)

地下調査 微小地震観測

◎平成元年度

1) 精密構造試錐

N I - O I - 3 掘削長 1,700m 庄内町大字阿蘇野

N I - O I - 4 " 1,500m " 西大津留

2) 地上調査

電気探査 シランベルシャー法

電磁探査 E M A P 法

大分川上流地域（大分県庄内町 約70km²）

イ 調査地域の概要

本地域は大分県中部に位置し、大分川の上流にあたる。地域の中央を大分川が東流し、北側が城ヶ岳（標高1,167.8m）、雨乞岳（標高1,073.7m）、南側が花牟礼山（標高1,174.0m）、時山（標高958.3m）、熊群山（標高804.9m）、冠山（標高761.4m）等の山地となっている。

地質は、主に新第三紀鮮新世以降の火山噴出物から構成され、大分川の北側及び地域南西部の阿蘇野盆地が陥没している。

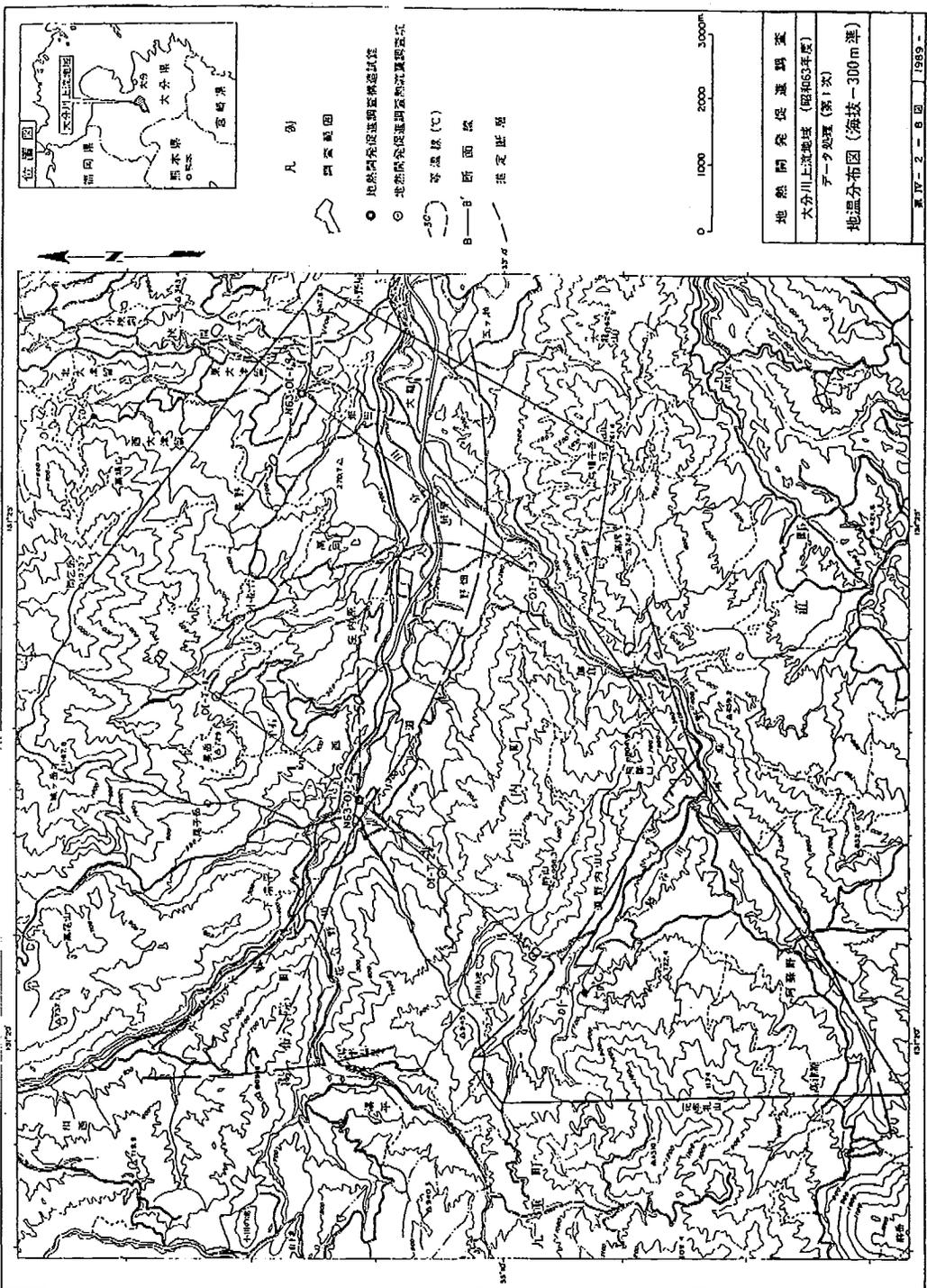
地熱徴候として地域東部の大分川沿に泉温50℃前後の温泉群があり、地域周辺に温泉、火山が位置し、西方の滝上地域では、地熱発電を目的とした開発が進行中である。

ロ 調査内容

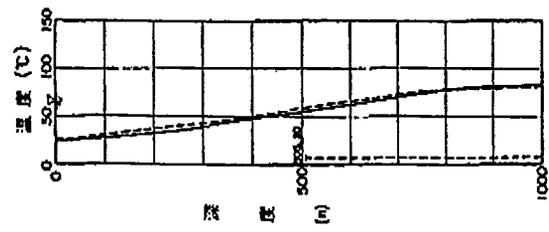
地上調査として地質・変質帯調査、地化学調査、電磁探査（MT簡易法）を実施し、坑井調査として熱流量調査（400m×3）及び構造試錐2坑（深度：1,000m、866m）を実施した。

ハ 調査結果

最高温度は、地域東部のN63-O I - 1（深度：1,000m）で記録した84.1℃である。高温域は地域西側から湯平方向へ伸びる形で存在する。

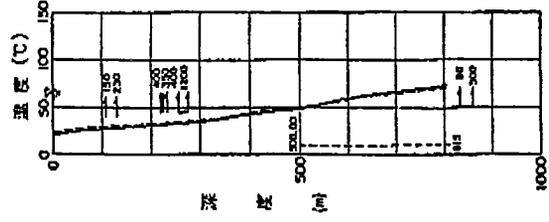


N63-01-1
(標高 195 m)



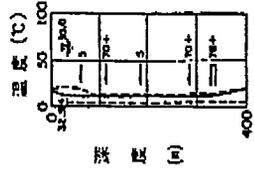
掘進長 1000 m
最高温度 84.1°C
注水試験 31.9 l/min
(30.0 kg/cm²)
最終坑径 NQ

N63-01-2
(標高 252 m)



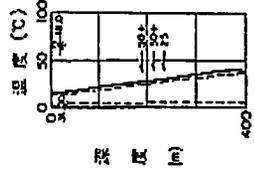
掘進長 846 m
最高温度 72.7°C
注水試験 —
最終坑径 BQ

O1-T-1
(標高 523 m)



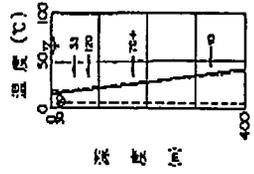
掘進長 400 m
最高温度 18.2°C
最終坑径 NQ

O1-T-2
(標高 523 m)



掘進長 400 m
最高温度 37.3°C
最終坑径 NQ

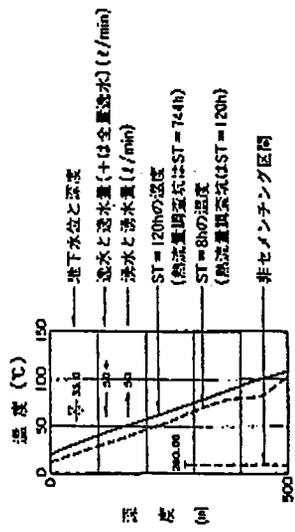
O1-T-3
(標高 228 m)



掘進長 400 m
最高温度 41.7°C
最終坑径 NQ

凡 例

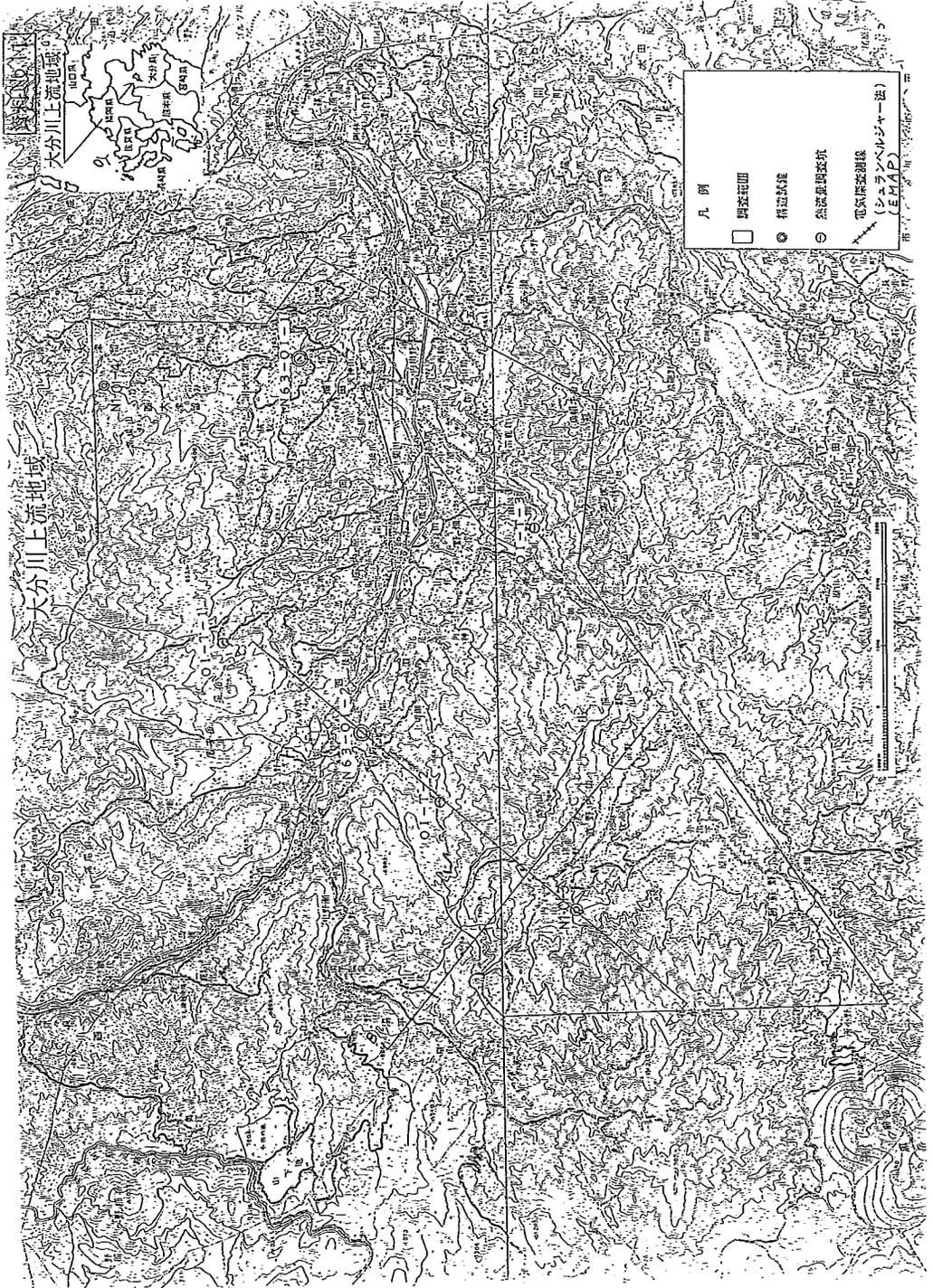
N63-01-1 — 坑井番号
(標高 195 m) — 坑口標高



掘進長 1000 m
最高温度 84.1°C
注水試験 31.9 l/min
(30.0 kg/cm²)
最終坑径 NQ

— 全測定資料中の最高温度
- - - 平均注水量
· · · 注水圧

坑内温度測定図 (熱流量調査坑・構造試験)



バイナリーサイクル発電プラントの開発

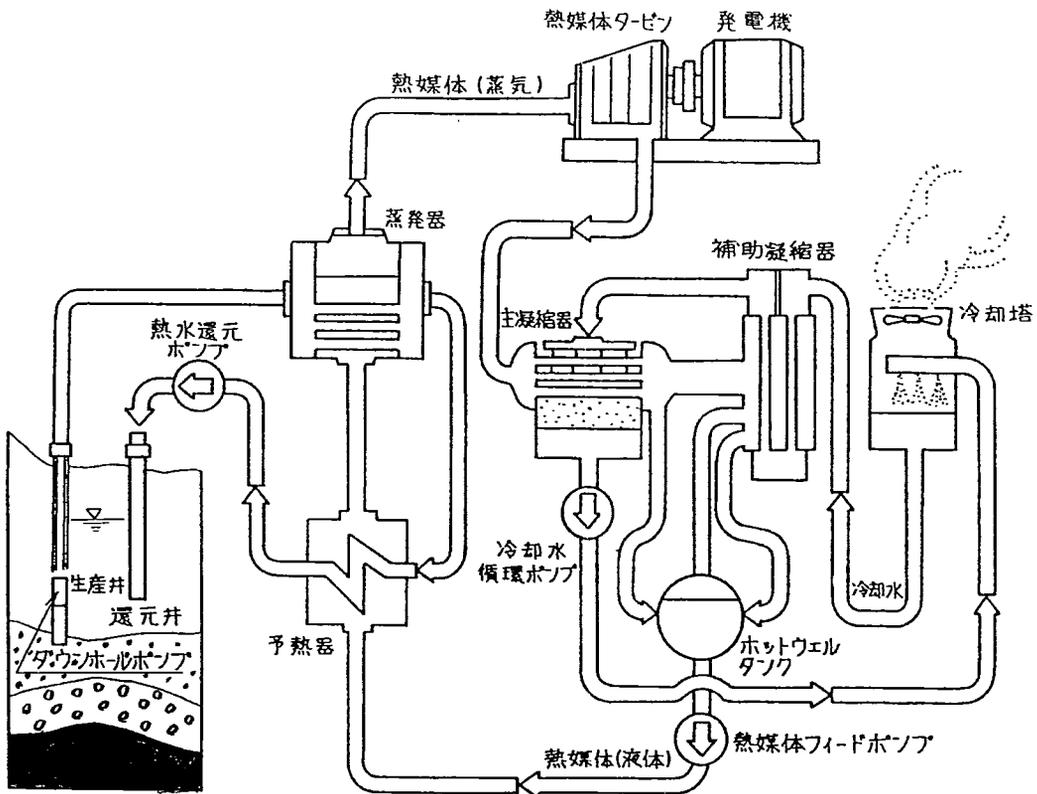
新エネルギー・産業技術総合開発機構

技術開発室主任研究員 森山 宏

- 1 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、通商産業省サンシャイン計画に基づき、昭和49年から54年にかけて実施された1,000kw級の熱水専用型及び蒸気併用型のパイロットプラントの開発、及び運転研究の成果を踏まえ、10,000kw級プラントの開発を目指した要素技術の研究を行ってきた。
- 2 昭和60年8月の通商産業省産業技術審議会においては、①熱水貯留層条件の具体的な確認を行うこと。②ダウンホールポンプの早急な開発がバイナリーサイクル発電実証プロジェクト移行への条件である。との中間報告がなされたところである。

— バイナリーサイクル発電とは —

地下の熱水を利用する発電方法。従来からの蒸気利用の発電に比べ地熱エネルギーの有効利用が図られ、また周辺環境に与える影響も小さい。



バイナリーサイクル発電技術開発の長期展望

- 3 これらを踏まえ、昭和60年度より大分県九重町菅原地区においてテスト井の掘削を行い、昭和62年度までに7本を掘削、貯留層の解析を進めているが、深度800m前後で200℃程度のバイナリーサイクル発電に最適な条件の熱水が存在し、資源量としても10,000kw級で30年間の発電が可能であるとの報告を得ている。
- 4 ダウンホールポンプの開発については、1号テスト機（50t/h×300m 100kwモーター・シングル構造）の170℃の熱水中における工場試験及び大分県菅原地区にて現地試験を昭和61年度成功裡に終了。2号テスト機（100t/h×340m 200kwモーター・タンデム構造）は、昭和63年度に工場試験を終了したが、振動等の問題が発生したため平成元年度に予定していた現地試験を取りやめ、振動抑制等の要素研究を行い、平成2年度に再度工場試験を行うことにしている。
- 5 昭和61年度に候補熱媒体（フロン114）を含む全ての要素研究は終了したが、フロン114はオゾン層破壊の恐れが予想される物質として規制対象となり、新たな候補熱媒体の研究が必要となった。
この研究の結果、オゾン層破壊への影響が少ないとされるフロン123が技術的に使用可能との見通しを得た。
- 6 平成元年度はプラントの経済性向上を図るための最適設計、プラントに必要な不可欠な地下水揚水試験、環境影響調査等を実施した。
- 7 平成2年度は、これまでの成果をもとにプラントの詳細設計及び環境影響調査等を実施する予定である。
- 8 バイナリーサイクル発電プラントの実証試験については、実証計画を工業技術院等と協議中で、基本的には添付工程表のスケジュールで進めたいと考えている。

坑井テスト結果の概要

坑 井 名	BS-1	BS-2	BS-3	BS-4	BS-5	BS-6	BS-7	備 考
口元ケーシング径 (in)	10	10	13 ³ / ₈	13 ³ / ₈	13 ³ / ₈	9 ⁵ / ₈	9 ⁵ / ₈	
掘削径 (坑底) (in)	9 ⁵ / ₈	9 ⁵ / ₈	12 ¹ / ₄	12 ¹ / ₄	12 ¹ / ₄	8 ¹ / ₂	8 ¹ / ₂	
掘削深度 (m)	900	552	790	811	870	611	750	予選 ~ 1000m
産出指数 (t/h/kg/cd)	5.5	-	360	560	100	-	-	~ 10~15
還元指数 (t/h/kg/cd)	-	450	-	-	-	485	7	~ 10
貯留層温度 (℃)	202	206	207	207	207	204	196	~ 170℃
バイナリー相当出力 (MW)	1.6	-	7	7	7	-	-	~ 5MW
還元容量相当出力 (MW)	-	14	-	-	-	20	2	~ 3MW

バイナリー発電プラントの概念図

	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1、1000kW級バイナリー発電プラントの開発	要素研究 (基礎)	要素研究 (製作)	要素研究 (運転)																							
																										要素研究 (運転)
2、10MW級バイナリー発電プラントの開発	要素研究 (基礎)	要素研究 (製作)	要素研究 (運転)																							
・要素研究																										
・要業技術の開発																										
・低温熱水還元に関する研究開発																										
・ダウンホールポンプの開発																										
・熱水の地下還元メカニズムの調査																										
・システム研究及び概念設計																										
・地熱井における逸水対策技術の研究開発																										
・可保増大技術の開発																										

(設計) (建設) (運転)

(プラント最適
サイクルの研究)

(熱交換器・材料研究)

(微小地震観測・観測井による調査・トレーサーによる還元熱水調査)

(システム研究 (熱水行留置条件
概念設計) の確認調査)

(逸水応答知解析システム (実証
閉塞材・注入法の開発) 試験)

(逸元模擬試験・逸元実証試験)

(逸元温度範囲拡大能力拡大研究
(1号機) (2号機) (3号機))

大 分 県 温 泉 調 査 研 究 会 会 則

第1条 この会は大分県温泉調査研究会（以下単に「会」という。）という。

第2条 会の事務所は大分県環境保健部環境保全課内に置き、調査研究の必要に応じて出張所を設けることができる。

第3条 会は大分県内における温泉の科学的調査研究をして公共の福祉増進に寄与することを目的とする。

第4条 会は前条の目的を達成するために下記の事業を行う。

- (1) 温泉脈並びに温泉孔の分布状況調査
- (2) 噴気に関する研究調査
- (3) 温泉に対する影響圏の調査
- (4) 化学分析による温泉調査
- (5) 療養的価値よりみたる温泉の調査
- (6) 温泉に関する図書並びに機関紙の発行
- (7) その他会の目的達成に必要な事業

第5条 会は下記の構成員をもって組織する。

学識経験者

県および温泉所在地市・町・村の代表者

関係行政庁の吏員

第6条 会の役員は下記のとおりとし、総会によって選任する。

会 長	1 名
副 会 長	2 名
常 務 理 事	1 名
理 事	若干名
監 事	2 名

2 役員任期は2年とする。但し、役員に欠員を生じた場合の補欠役員任期は前任者の残存期間とする。

第7条 会長は会務を総理し会議の議長となる。

2 会長に事故のあるときは副会長が、会長・副会長共に事故があるときは常務理事がその職務を代理する。

- 3 常務理事は会長を補佐して会の常務に従事する。但し、会の出納事務は常務理事が処理するものとする。
- 4 理事は会務に従事する。
- 5 監事は会計並びに会務を監査する。

第8条 会に顧問を置くことができる。

- (1) 顧問は役員会の承認を得て会長が委嘱する。この場合、総会に報告しなければならない。
- (2) 顧問は会の事業について会長の諮問に応ずるものとする。

第9条 役員は名誉職とする。但し、常時会務に従事しておる者及び職員はこの限りでない。

第10条 会に下記の役員を置く。

- (1) 書記 若干名
- (2) 書記は会長が任命又は委嘱する。
- (3) 書記は上司の指揮を受け庶務に従事する。

第11条 会議は総会及び役員会とする。

第12条 総会は会長が招集する。

- 2 総会は通常総会及び臨時総会とし、通常総会は毎年4月、臨時総会は会長が必要と認めたととき、又は会員の5分の1の請求があったときに招集する。
- 3 総会の招集は開会5日前までに会員に届くように会議に付議する事項、日時及び場所を通知しなければならない。

第13条 総会において下記の事項を議決する。

- (1) 会則の変更
- (2) 役員を選出
- (3) 予算及び事業計画
- (4) 解散
- (5) その他重要事項

第14条 総会は会員の過半数が出席しなければ議事を開き議決することはできない。

- 2 議事は出席会員の過半数で決し、可否同数のときは議長の決するところによる。
- 3 議事に関しては議事録を調製し、会長の指名した2名以上の者がこれに署名しなければならない。

第15条 下記の事項について会長は専決することができる。

- (1) 総会の議決事項であっても軽易な事項
- (2) 臨時急を要する事項
- (3) 会員の入会・退会

2 下記の事項については総会に報告し、承認を得なければならない。

- (1) 前項の専決事項
- (2) 前年度の事業および決算

第16条 役員会は会長が招集する。

2 役員会は総会に付議する事項、顧問の推薦、その他会長が必要と認める事項を審議する。

第17条 第14条第1項及び第2項の規定は役員会に準用する。

第18条 会は議事遂行上必要がある場合は、専門委員を設けることができる。

2 前項の委員会に関する事項は総会で定める。

第19条 会の経費は負担金及び補助金、委託料、寄附金等その他の収入をもってこれにあてる。

第20条 会の会計年度は毎年4月1日から始まり翌年3月31日に終わる。

2 年度における余剰金は翌年度に繰越することができる。

附 則

前条の規定にかかわらず、昭和24年度の会計年度は6月1日から始めるものとする。

附 則

この会則の改正は、昭和46年4月1日から適用する。

この会則の改正は、昭和48年4月1日から適用する。

この会則の改正は、昭和59年4月1日から適用する。

大分県温泉調査研究会会員名簿（平成元年度）

役職名	数	職 名	氏 名
会 長	1	京 都 大 学 名 誉 教 授	吉 川 恭 三
副 会 長	2	大分県環境保健部次長 九州大学生体防御医学研究所教授	内 田 賢 一 延 永 正
常務理事	1	大分県環境保健部環境保全課長	池 邊 忠 志
理 事	12	大分大学教育学部教授 日本文理大学工学部教授 九州大学生体防御医学研究所教授 京 都 大 学 理 学 部 教 授 別 府 市 長 大 分 市 長 湯 布 院 町 長 九 重 町 長 天 瀬 町 長 直 入 町 長 久 住 町 長 大分県公害衛生センター所長	川 野 田 実 夫 森 山 善 藏 矢 永 尚 士 由 佐 悠 紀 中 村 太 郎 佐 藤 益 美 吉 村 格 哉 高 倉 源 八 山 田 良 久 岩 屋 万 一 衛 藤 万 天 大 友 信 也
監 事	2	別 府 保 健 所 長 別 府 市 温 泉 課 長	園 田 稔 己 安 藤 允
会 員	33	白 杵 市 長 杵 築 市 長 挾 間 町 長 庄 内 町 長 玖 珠 町 長 安 心 院 町 長 真 玉 町 長 国 見 町 長 耶 馬 溪 町 長 山 国 町 長 本 耶 馬 溪 町 長	佐々木 順 一 石 田 一 徳 川 野 秀 夫 工 藤 千 秋 濱 田 欣 次 徳 光 正 則 正 尾 力 強 岐 部 強 彦 小 畑 知 彦 吉 峯 高 幸 井 上 次 男

役職名	数	職 名	氏 名
会 員		京都大学理学部助手	北 岡 豪 一
		“ “	神 山 孝 吉
		“ “	竹 村 恵 二
		別府大学短期大学部講師	大 石 郁 朗
		大分総合検診センター理事長	辻 秀 男
		山香町立病院外科部長	麻 生 幸 夫
		九州大学生体防御医学研究所助手	藤 井 郁 夫
		九州大学生産科学研究所地熱開発センター教授	古 賀 昭 人
		大分大学教育学部教授	川 西 博
		前大分大学教育学部教授	大 野 保 治
		大分大学名誉教授	志 賀 史 光
		原爆被爆者別府温泉療養研究所長	大 内 太 門
			山 下 幸 三 郎
		大分県立宇佐高等学校教諭	日 高 稔 一
		別府市観光経済部長	姫 野 誠 敏
		別府市温泉課課長補佐	江 藤 隆 智
		大分県環境保健部環境保全課課長補佐	生 野 智 篤
大分県公害衛生センター次長	麻 生 和 生		
“ 理化学科長	久 枝 利 文		
“ 主任研究員	小 野 利 文		
“ 技師	御 沓 稔 弘		
別府保健所次長兼総務温泉課長	内 藤 義 雄		
顧 問	3	大分県議会福祉生活環境保健委員長	長 尾 庸 夫
		別府市議会議長	朝 倉 齊 一
		九州大学名誉教授	矢 野 良 一
書 記	5	大分県環境保健部環境保全課課長補佐	大 野 俊 男
		“ “ 係 長	橋 本 拓 一
		“ “ 主 査	是 永 誠 一
		“ “ 主 任	宮 野 敬 樹
“ “ 主 事	兼 子 康 男		

請求
書

請求
書

著者名

書名 大分県温泉調査研究会報告 第41号

所屬	帯出者氏名	貸出日	返却 予定日	返却日
	箱田 信幸	4-25	5-14	4-26

- 必ず返す期限をまもりましょう。
- この本に目じるしを書きこんだり、折目をつけたり、よごしたりしないように大切に読みましょう。
- 返さないうちにこの本を、他の人に貸すと本がなくなる原因になります。



大分県温泉調査研究会報告 第41号

平成2年3月 印刷

平成2年3月 発行

発行者 大分県温泉調査研究会
大分市大手町3丁目1番1号
大分県環境保健部環境保全課内

印刷者 大分市新川町2-5-4

(有)大分プリント社

電話 32-3717