

# 大分県温泉調査研究会

## 報 告 第 2 6 号

昭 和 5 0 年 3 月

---

### 目 次

別府温泉の現況調査……………	吉 川 恭 三………… (1)
	由 佐 悠 紀
	北 岡 豪 一
	大分県環境管理課
	別府保健所温泉課
	別府市役所温泉課
別府温泉の化学成分の特性……………	山 下 幸 三 郎………… (8)
別府地熱地帯の変質粘土中の揮発性成分…………	古 賀 昭 人………… (18)
	野 田 徹 郎
くじゅう火山の温泉群 (10) ……………	川 野 田 実 夫………… (22)
	志 賀 史 光
宝泉寺における温泉権の実態 (下) ……………	大 野 保 治………… (27)
別府温泉における「集中管理」構想……………	大 野 保 治………… (35)
原爆被爆者の温泉療法 (第6報) ……………	八 田 秋………… (47)
	辻 秀 男
膠原病の末梢循環に対する温泉の作用……………	神 宮 政 男………… (54)
	局 敏 郎

# 別府温泉の現況調査

## (2) 別部北部域の噴気・沸騰泉

京大理学部 吉川 恭三・由佐 悠紀・北岡 豪一  
 大分県環境管理課、大分県別府保健所温泉課  
 別府市役所温泉課

### 1 まえがき

昨年度より3年計画の事業として別府温泉の噴気・沸騰泉調査が遂行されているが、今年度は春木川以北のものについて調査した。また、境川と春木川の間接地帯については、昨年ほぼ調査が完了していたが、若干の未調査孔、および沈澱物の除去などにより井戸状態が変化したものについて噴出量・熱量を測定し、前回公表済のデータに追加訂正した。ここで副題にある別府北部域とは境川以北の部分の指しており、第3節で述べるように、噴気・沸騰泉の位置付にあたっては、前回調査済の境川と春木川の間接地帯のもの、今回の調査分をひとまとめにして取扱っている。

なお、今回の調査域にある自然噴気孔については、利用状況のみを調査し、放出蒸気量や熱量の測定は行なわなかった。しかし、今回の調査により、別府温泉の掘さくされた噴気・沸騰泉の調査は、いちおう完了し、その実情は把握されたと思われるが、別府温泉全域にわたってのまとめは、次年度に報告したい。

### 2 調査方法と結果

温泉台帳に記載されている春木川以北の全ての噴気・沸騰泉について、位置を確認し、利用状況の聞き取り調査を行ない、各孔井からの噴出量および噴出熱量を測定した。各量の測定法は、前回の報告に述べたものとまったく同じであるのでそれを参照されたい。調査結果は前回と同様に、各孔井ごとに調査項目を記入したカードを作り調査原簿とした。また、調査孔の詳しい位置は、2500分の1の地図に記入した。これらは、京大地球物理学研究施設、大分県環境管理課、大分県別府保健所温泉課および別府市役所温泉課の四者が1部ずつ保管している。

表1には、春木川以北の全ての噴気・沸騰泉の現状を大字毎にまとめて示し、そのうち掘さく孔井の位置を図1に白丸で示した。また黒丸は附近の一般温泉である。図中に斜線で影をつけて表わした部分は自然噴気地帯であり、表1に掲げたように温泉台帳上の孔数は103孔である。しかし、これらの地帯では、地面のそこかしこから蒸気が立ちのぼっており、すべての孔についてその位置を確認することは不可能であった。ただし、大字野田にある血の池地獄は自然のものであり、またその湧出状

表1：春木川以北の噴気・沸騰泉の状態

地 域	掘 さ く 孔 井					自 然 噴 気		
	(注1) 大字鶴見	大字鉄輪	(注2) 大字野田	大字北石垣 大字亀 川	春木川以 北全域	大字鶴見	大字野田	春木川以 北全域
調 査 孔 数	48	69	8	9	134	43	60	103
活 動 孔 数	39	57	6	8	110	43	60	103
{ 利用孔数	31	51	4	8	94	34	28	62
{ 未利用孔数	8	6	2	0	16	9	32	41
停 止 孔 数	9	12	2	1	24	0	0	0

(注1)：春木川以北のみ。(注2)：血の池地獄を含む。

図1：噴気・沸騰泉の位置（白丸）。斜線で影をつけた部分は自然噴気地帯、黒丸は一般温泉。

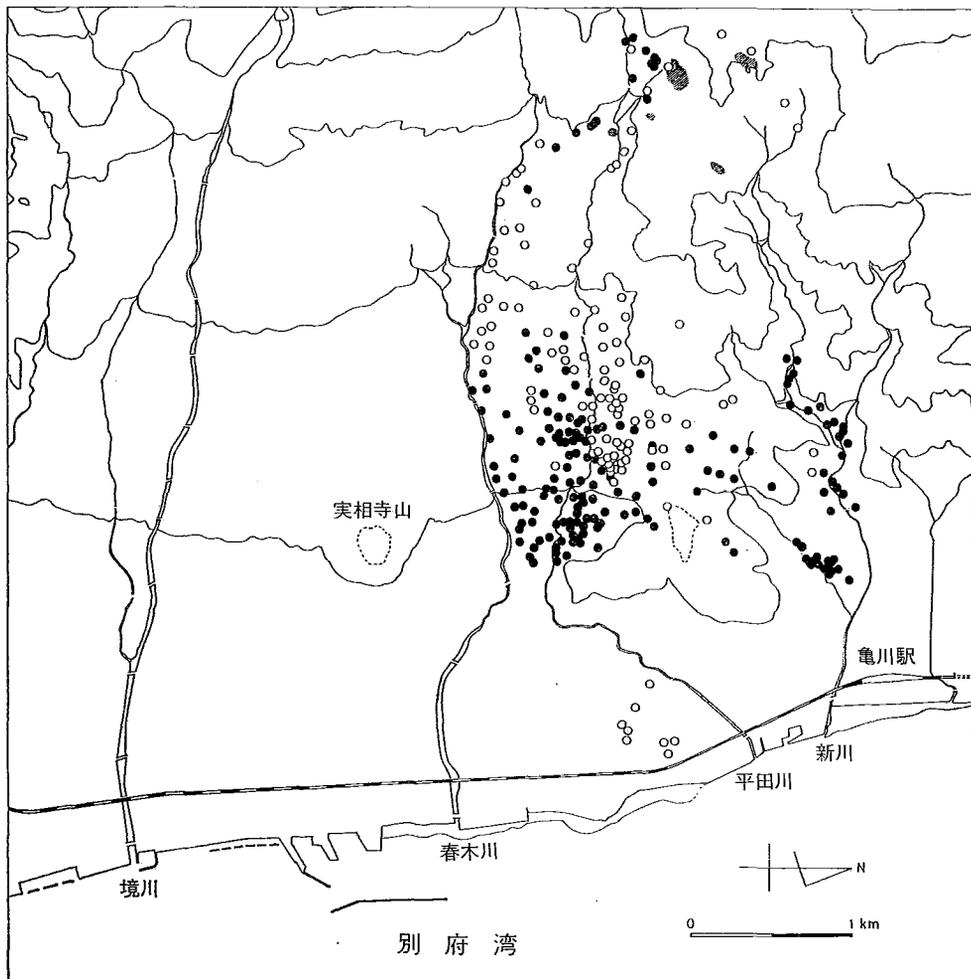


表2：噴気・沸騰泉の噴出量・熱量観測結果（その1）

地域(大字)	鶴 <sup>(註1)</sup> 見	鉄輪	野田	北石垣川 亀	合計
孔数	48	69	8	9	134
観測孔数	38	48	4	8	98
100℃を越える孔数	5	0	1	0	6
最高温度(℃)	129	100	115	100	129
最高噴出量(kg/h)	33200	92300(注2)	60100(注3)	3980	60100(注3)
最高熱量(kcal/h)	$73.0 \times 10^5$	$117.1 \times 10^5$ (注2)	$42.0 \times 10^5$	$6.0 \times 10^5$	$73.0 \times 10^5$
合計熱水量(ton/day)	3226	8320	1781	309	13636
合計蒸気量(ton/day)	1152	1775	128	52	3107
合計噴出量(ton/day)	4378	10095	1909	361	16743
合計熱量(kcal/day)	$10.60 \times 10^8$	$19.68 \times 10^8$	$2.16 \times 10^8$	$0.64 \times 10^8$	$33.08 \times 10^8$
平均噴出量(ton/day)	115	210	477	45	171
平均熱量(kcal/day)	$2.79 \times 10^7$	$4.10 \times 10^7$	$5.40 \times 10^7$	$0.8 \times 10^7$	$3.38 \times 10^7$

(注1)：昭和49年測定分のみ(春木川以北)。大字鶴見には境川—春木川間のものが含まれる。

(注2)：鬼山地獄、2孔からの合計量。(注3)：血の池地獄、自然湧出。

態は沸騰泉らしからぬが、湧出口水面下20数メートル下で 130℃を越えること、その化学成分濃度が濃く熱水の性質に近いことから、今回の調査では、掘さく孔の統計に入れた。

表2は調査原簿に基き大字毎にまとめた噴出量と熱量である。表1の活動孔数と表2の観測孔数とを比べるとわかるように、合計12孔で測定不可能であったが、視察によれば、噴出勢力の弱いものばかりであり、ここに掲げた合計量は、ほぼこれらの地区からの噴出量とみなしてさしつかえないものと思われる。それぞれの数値の意味などについては後に述べたい。

なお、大字鶴見は春木川より南方へ、境川まで広がった地区であり、表2に掲げたのは今回測定した春木川以北のみの分である。春木川より南の部分については、まえがきでも述べたように、昨年度ほぼ調査が完了していたが、若干の孔について追加測定や再測定を行なったので、これらの値を用いて前回公表済のデータを補正し、表3の第2欄（境川—春木川）に掲げた。したがって、大字鶴見全体からの量は、これらの合計となる。

表3：噴気・沸騰泉の噴出量・熱量観測結果（その2）

観測年 地 域	今 回（昭和48～49年）			昭 和 3 6 年
	境川—春木川 <sup>(注1)</sup>	春木川以北	境川以北合計	境川以北合計 <sup>(注2)</sup>
孔 数	38	134	172	78
観 測 孔 数	31	98	129	65
100℃を越える孔数	3	6	9	7
最 高 温 度 (℃)	123	129	129	130.0
最 高 噴 出 量 (kg/h)	12950	60100(注3)	60100(注3)	33768
最 高 熱 量 (kcal/h)	19.9×10 <sup>5</sup>	73.0×10 <sup>5</sup>	73.0×10 <sup>5</sup>	33.8×10 <sup>5</sup>
合 計 熱 水 量 (ton/day)	2757	13636	16393	5597
合 計 蒸 気 量 (ton/day)	690	3107	3797	418
合 計 噴 出 量 (ton/day)	3447	16743	20190	6015
合 計 熱 量 (kcal/day)	7.18×10 <sup>8</sup>	33.08×10 <sup>8</sup>	40.26×10 <sup>8</sup>	8.81×10 <sup>8</sup>
平 均 噴 出 量 (ton/day)	111	171	157	92.5
平 均 熱 量 (kcal/day)	2.32×10 <sup>7</sup>	3.38×10 <sup>7</sup>	3.12×10 <sup>7</sup>	1.36×10 <sup>7</sup>

(注1)：昨年度の報告の値に追加。(注2)：血の池地獄は含んでいない。(注3)：血の池地獄、自然湧出。

(前回の報告では、境川—春木川地域で 100℃を越えるものを1孔としていたが、これは筆者のミスで、表るに掲げたように孔である。ただし、境川以南域からの噴出物の方が、この地域からのものに比べて乾いた状態にあることは、前報告で指摘した通りである。)

さて、この地域の噴気・沸騰泉の利用の形態は、春木川以南に比べてかなり複雑で、前回の要領にしたがっての分類には困難を感じることもあったが、いたずらに項目を増すとかえって全体像が把握しにくいおそれがあるので、表4のように、欄外にいくつかのコメントを付してまとめた。表中の孔数の和は、この地域の活動孔数より多いが、これは1個の源泉がいくつかの目的のために利用されているためである。

これら利用形態の中で、自家用・ホテル・公衆浴場などの浴用に利用されているものが圧倒的に多いのは、前回調査域と同様であるが、この地域では暖房用としての利用の割合が比較的高いようである。また、前回調査域では、自家用としての利用率が高かったが、今回の調査域では、旅館・ホテル・観覧施設など、観光用の利用がいくぶん多くなっている。しかし、住民の広い利用を対象とする公衆浴場の類は、統計のし方に問題があるとしても、やはりその数は少なく、このような噴気・沸騰泉が市民に広く、有効に利用されているとは云いがたい。

本地域の特徴のひとつは、自然噴気孔の存在であるが、前述したように、その位置の確認は不可能であった。しかし、聞き取り調査の結果、台帳上の孔数の%に当たる62孔が湯の華製造用・鉾泥用・観

表4：噴気・沸騰泉の利用状況調査結果

利用種別	大字鶴見(春木川以北)				大字野田				大字鉄輪				大字北石垣、大字亀川				春木川以北全域			
	孔	世帯	浴槽	浴槽容量	孔	世帯	浴槽	浴槽容量	孔	世帯	浴槽	浴槽容量	孔	世帯	浴槽	浴槽容量	孔	世帯	浴槽	浴槽容量
自家浴用	19	91	60	40.3	2	3	7	5.5	15	21	28	24.2	6	38	50	29.0	40	155	145	99.0
〃 暖房用	7	7	36	754.8	2	2	24	227.7	4	4	15	266.4	2	3	3	26.4	15	16	78	1255.5
旅館、観光施設等浴用	12	11	77	180.0	2	2	3	2.8	40	56	203	1101.9	2	2	8	7.9	56	71	291	1292.6
〃 暖房用	5	5	85	1990.7	—	—	—	—	31	35	394	14183.9	—	—	—	—	36	40	479	16174.6
温室栽培用	10	9	42	7906	1	1	1	33	7	6	17	5410	1	1	1	85.8	19	17	61	13434.8
公衆浴場用	1	2	1	39.4	—	—	—	—	4	4	8	25	—	—	—	—	5	5	4	26
市 営	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	6	20.6	—	—	—	—	2	3	6	20.6
	自然噴気1孔	—	—	—	—	—	—	—	2	1	2	2.4	—	—	—	—	3	2	3	5.4
共同浴場用	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	20.8	—	—	—	—	1	1	4	20.8
給湯用	7	175	752	—	1	7	40	—	11	149	960	—	—	—	—	—	20	371	1852	—
観光用	—	—	—	—	2	2	—	—	12	10	—	—	—	—	—	—	31	13	—	—
湯の華用	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	4	—	—
鉱泥用	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	—	—

(注) 1. 観光施設の浴用、暖房は全て、旅館・ホテル、観光施設等としてまとめた。  
 2. 温室栽培は農業用に限らず、観光施設の温室も含んでいる。  
 3. 公衆浴場数が少ないのは、給湯用(区営温泉数ヶ所、金竜地獄から給湯)の欄にまとめたものがあるからである。  
 4. 湯の華のヶ所数は経営者每一集団を1ヶ所とした。

覧用などに利用され、残りは、かつて湯の華製造用として利用されていたが、現在は放置されている。

### 3 噴出量・熱量調査結果についての若干のコメント（別府北部域について）

これまで、別府流域の水収支などを考えるとき、地理的に境川を境界とする南と北の2流域に分けて考えてきた。また、温泉の水質も、ほぼ境川を境界として、南部は $\text{HCO}_3^-$ に富み、北部は $\text{SO}_4^{--}$ に富むというように、著しい違いがある。そこで、本調査においても、別府温泉を上記のように、南部域と北部域に分けることにし、前報告では南部域のみを取り上げたので、本報告では昨年調査した境川—春木川域のものも併せて、別府北部域としてまとめることにする。表3には、境川—春木川、春木川以北、およびそれらの合計を境川以北として表わした。なお、最終欄には、比較のために、湯原により昭和36年に行なわれた測定結果をまとめて掲げた。まず、表2の数値について、若干の説明をしておく。

鉄輪地区での最高噴出量と最高熱量は鬼山地獄の源泉からのものである。表の値は、数メートル離れて掘られている2つの孔井からの合計量で、それぞれの量を別々に測定することはできなかったため、その全量を一括して測定したものである。この源泉は以前から非常に多量の噴出量があり、昭和36年においても（当時は1孔のみ）、別府温泉で最大の噴出量と熱量を示していた（表4の値がそうである）。今回の測定値は新旧2孔の合計量であるが、以前の約3倍の噴出量を示している。鉄輪地区は、とくに噴気活動の激しい所であり、また、熱水や浅層の水が酸性を呈することもあって、埋設された鉄管の消耗度が非常に激しい。したがって、この源泉でも埋設管が腐蝕破損し、地下では2つの孔が連絡している可能性がある。そして、多量の噴出量のため、埋設管に沿って熱水の流動しやすい道が生じ、実際の管径より広い流路を通して、より多量の熱水が噴出するようになったのではないかと思われる。源泉管理者の話によると、旧孔からの噴出量が減少したために新孔を掘さくしたのであるが、それにともない、旧孔からの噴出量が回復し、また、孔井から数メートルの範囲の地盤が弱くなって、陥没したことがあるとのことであった。この事実は、前記のことが実際に起っていることをしのばせ、他の噴気・沸騰泉とは状態の異なった噴出のし方をしているのではないかと思われる。

野田地区の最高噴出量・熱量は血の池地獄からのもので、およそ1000ℓ/分に相当する。昭和24年と37年にはそれぞれ2118ℓ/分および261ℓ/分と測定されており、今回の値はこれらのほぼ中間の値である。このことは、血の池地獄からの流出量が時期により、かなりの巾で変動していることを示している。血の池地獄からの流出水は、135℃に達する熱水と、浅層の低温水とが混合したものと考えられていて、全流出量を噴気・沸騰泉の統計に入れることには議論のある所であるが、それを分離して高温熱水量のみを取り出して見積ることはむつかしく、ここでは全量を掲げてある。そのため、境川以北域での最高噴出量は血の池地獄からの値ということになったが、この値にしろ、鬼山地獄からの値にしろ、その噴出状態から判断して、一般の掘さく泉からの値とは意味の異なったものとして取扱われるべきかも知れない。このように考えると、掘さく孔からの最高噴出量は、鉄輪地区での34450kg/時、次いで表2中に示した鶴見地区の33200kg/時となり、かつての鬼山地獄からの値を参照しても、これらがいずれも同程度の大きさであるのは興味深い。

1孔当りの最高熱量は鶴見地区で測定された $73.0 \times 10^5 \text{kcal/時}$ であるが、孔井の設備が測定に適切な状態ではないため、とくに蒸気量が過大に見積られ、そのため熱量もいくぶん過大な値となっているおそれがある。

次に、1孔当りの平均噴出量と熱量は各地区からの総量をそれぞれの観測孔数で割った値である。そのため、表2のように血の池地獄を含む野田地区が非常に大きい値となった。しかし、自然湧出の血の池地獄を除いて掘さく孔井だけについてみると、この地区の平均噴出量と熱量は、それぞれ155トン/日、および $3.83 \times 10^7 \text{kcal/日}$ となる。このように掘さく孔だけについてみると、平均噴出量、

熱量ともに鉄輪地区がもっとも大きく、次いで野田地区、鶴見地区の順となる。しかし、鶴見地区の値でさえも、昨年の調査域と比べれば大きく、春木川以北の噴気・沸騰泉は、これより南部のものに比べて、その活動勢力が大きいと云える。ただし、海岸部に近い亀川・北石垣地区では、他地区のものに比べて格段に小さい。

さて、10余年前の状態からの変化をみよう。表3に掲げた昭和36年の値には血の池地獄からの値は含まれていない。そこで、今回の測定値から血の池地獄の値を除外して比べると、孔数・観測孔数ともに2倍になっているのに対し、噴出量は3.1倍、熱量は4.4倍と増加し、前報告で述べたような測定法の違いを考慮しても、噴出量・熱量の1孔当りの平均量も、ともに増加していると思われる。

つぎに、ここに得られた噴出量や熱量が、境川以北域におけるすべての温泉採取量の中で占めている位置をみよう。

この地域の噴気・沸騰泉を除いた一般温泉からの総採取量は昭和17年以来、これまでに3回行なわれ、最後の調査は昭和31年から38年の間に行なわれた。このときの統計には血の池地獄を含めてあるので、これを除外すると、活動孔数は469孔、採取量は約15,000トン/日、および平均温度から見積られる熱量は $8.4 \times 10^8$ kcal/日であった。

しかし、その後、この地域では温泉の開発が進み、とくに春木川と境川間を中心に多くの井戸が掘さくされ源泉の分布状態などの実情がかなり変化した。そこで別府保健所が機会あるごとに測定し、集積してきた資料を用い、揚湯時間を考慮して現状での採湯量を見積った（その詳細は別報告に述べる）。その結果を表5に掲げるが、活動孔数は10余年前の2.5倍の1151孔に達している。このうち、

表5：境川以北域の一般温泉からの採取量と熱量

活動孔数	採取量	熱量	平均採取量	平均熱量
1151	14800ton/day	$7.91 \times 10^8$ kcal/day	12.8ton/day	$6.87 \times 10^5$ kcal/day

表6：別府流域における採取水量と雨量 (ton/day)

地域		境川以南*	境川以北	合計
上水道+雑用水		10810	6340	17150
温泉	加熱用水	5870	2940	8810
	噴気・沸騰泉	6190	20190	26123
	一般温泉	13500	14800	28300
流域雨量		137,000	142,000	279,000

\* 昨年度の報告の値を訂正。

自噴孔は205孔、動力揚湯孔は946孔でそれぞれからの湧出量（採取量）は6,600トン/日および8,300トン/日と見積られた。表5には、この合計量を掲げたが、見積りに伴う不確さを考慮しても、採取量も、また熱量もほとんど変化していないとみなしてよいと思われる。なお、同時に、境川以南域についても、同様の方法で一般温泉からの採取量を見積ったが（表6参照）、昭和34～35年当時と比べて、若干減少の傾向はあるものの、やはり、それほど変化していないようである。（注：前報告の表4に、境川以南域における採取水量と雨量の関係をかけたが、上水道+雑用水と加熱用水の割り振りに誤りがあったので、本報告の表6第2欄のように訂正したい。）

表5の一般温泉からの量と、表3に掲げた噴気・沸騰泉からの量を併せると、水量にしておよそ35,000トン/日、熱量にしておよそ $48 \times 10^8$ kcal/日がこの地域から温泉として採取されていることになる。そして、全活動孔の約1割にしか過ぎない噴気・沸騰泉から、水量の約6割、熱量にいたっては8割強が噴出しており、この地域における噴気・沸騰泉は境川以南域におけるより、さらに重要な位置を占めていることがわかる。また1孔当りの平均量では、水量は一般温泉の約12倍、熱量は約44

倍にも達している。

さて、この地域における水利用状況の中での温泉の位置はどうであろうか。この地域においても、境川以南域と同様に、かんがい用水を除けば、水利用の形態は①上水道および雑用水と②加熱用水の2つに大きく分けられる。これらの値は表6に示したが、この地域から利用水として採取されている全量は約44,000トン/日となり、流域雨量（受水面積30.5km<sup>2</sup>）142,000トン/日の31.2%に相当している。この値は境川以南の値よりやや大きく、流域雨量はかなりの程度まで利用され、その余剰は少ないとみななければならないであろう。このうち、噴気・沸騰泉は14.2%、一般温泉は10.4%に相当し、加熱用水も含めると、この地域における温泉水は合計26.7%となり、全採取水量の大部分を占めている。このように、境川以北域では、流域内の利用水量および雨量と比べてみても、温泉の占める位置は高く、とくに噴気・沸騰泉の役割は重要である。

#### 参 考 文 献

- 1) 吉川恭三ら：別府温泉の現況調査(1)別府南部域の噴気・沸騰泉、大分県温泉調査研究会報告、25号、pp. 1～8、1974.
- 2) 湯原浩三：別府周辺噴気孔の噴出熱量と熱力学的性質、同上、15号、pp. 15～25、1964.
- 3) 佐藤光一、矢野行雄：別府市内温泉現況調査(5)、同上、14号、pp. 36～38、1963.
- 4) 山下幸三郎：第26回日本陸水学会講演会要旨集、1961.
- 5) 由佐悠紀：別府流域の利用水量と地下水涵養量、大分県温泉調査研究会報告、24号、pp. 22～26、1973.

# 別府温泉の化学成分の特性

## 温泉水中のAsの起源について

京都大学理学部 山下幸三郎

### 1 まえがき

温泉水中のAsは他の陸水と比較して著しく多く、温泉水の特性を示す成分の1つである。特に沸騰泉のような高温な食塩泉には多量に含まれ、同一温泉水系に属する温泉群ではCl量と相関関係のあることが認められている。<sup>1),2)</sup>

大多数の温泉が存在する火山岩中のAs量は極めて少なく、またAsは気化しやすい性質があるので温泉水中のAsは岩漿起源と推論されている。<sup>3),4)</sup>

別府温泉には噴気・沸騰泉・熱水湧出の温泉など各種の温泉現象が広範囲にみられるので、これらの温泉のAs量と他の成分量との相関、特に温泉水を特長づける他の成分であるアルカリイオンとの溶存関係を求め、更に別府温泉の湧出通路や滲溜層を形成する岩石中のこれらの成分の存在割合とを比較対照して温泉水中のAsの起源について考察した。

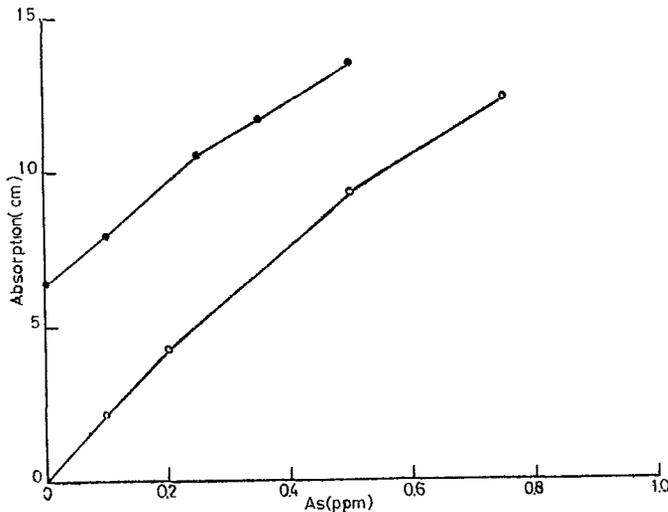
### 2 分析方法

分析方法は日本ジャーレル・アッシュ株式会社製の微量砒素測定付属装置 ASD-1 を用いた原子吸光分析を採用した。この方法はその操作が簡便で且つ短時間で測定出来る利点がある。

測定精度について操作上の問題点、再現性、共存物質の影響などについて検討がなされ、また Ag-DDC による比色法とも比較され良い結果が得られている。<sup>5),6)</sup>しかし、温泉は特異な化学組成をもっているため共存物質の影響を再検討する必要がある、標準添加法により確めた結果、その一例として図1のように検量線は高濃度では直線にならないが、添加のない標準液で得られた検量線と略平行関係にある。したがって試料中の共存物質の影響は無視してもよいと思われる。<sup>7)</sup>

再現性については変動係数が5%以下であることが認められているが、温泉について実測した結果も亦同じ程度であることが認められた。

図1 S23の温泉水を用いた標準添加法による検量線



### 3 分析結果

分析した温泉は主としてAsの溶存量の多い沸騰泉やその周辺地区のCl<sup>-</sup>の多いと思われる温泉を選んだが、沸騰泉と思われるものの中には成分濃度が極めて低く、噴気凝縮水と思われるものもある採水温泉の分布を図2に、分析結果を表1に示す。

Asとの溶存関係を調べるため、これと相関があると予想されるCl<sup>-</sup>やアルカリイオンを分析した沸騰泉では深部熱水層の温度に違いがあっても大気中に放出され

図2 調査温泉の分布



表1 Asの分析資料 単位 mg/l

温泉番号	pH	Na	K	Li	Rb	Cs	Cl	As	※温泉種別	採水年月日
K 1	9.0	128	6.6	0.24	—	—	7	0.022	F	1974.12.16
K 2	9.4	196	9.7	0.26	—	—	7	0.054	F	〃 〃
K 3	8.5	1110	132	6.92	2.26	0.66	1720	1.41	F・B	〃 〃
K 4	9.3	154	11.8	0.56	—	—	9	0.027	F	〃 〃
K 5	9.4	1080	123	6.80	2.04	0.53	1710	1.48	B	〃 〃
K 6	8.8	1140	116	7.44	2.04	0.53	1770	1.40	B	〃 〃
K 7	8.8	1090	126	6.75	2.12	0.66	1740	1.39	B	〃 〃
K 8	8.9	24	6.0	—	—	—	7	0.004	F	〃 〃
K 9	7.1	184	27.0	1.01	0.30	—	286	0.24	B	〃 12.19
K10	9.1	824	98	4.88	1.32	0.37	1080	0.96	B	〃 12.16
K11	9.1	1070	86	5.92	1.42	0.55	1600	1.24	B	〃 〃
K12	8.8	960	116	5.95	1.86	0.58	1400	1.22	B	〃 〃
K13	7.0	1110	150	6.96	2.20	0.60	1650	1.25	F・B	〃 〃
K14	8.4	632	68	4.00	1.02	0.32	767	0.80	B	〃 〃
K15	8.7	960	104	6.18	1.60	0.55	1480	1.15	B	〃 〃
K16	8.3	916	84	5.60	1.24	0.35	1300	1.05	B	〃 〃
K17	8.2	548	55	2.24	0.88	0.25	704	0.48	F・B	〃 〃
K18	2.9	325	87	1.16	0.76	0.23	402	0.33	F・B	〃 〃
K19	3.7	1320	198	7.88	3.00	0.87	2150	1.82	F・B	〃 12.19
K20	5.3	1430	180	8.00	2.90	0.95	2210	1.88	B	〃 〃
K21	4.1	1140	146	6.64	2.50	0.71	1710	1.48	B	〃 12.16
K22	4.0	1260	187	7.79	2.90	0.80	1990	1.64	B	〃 12.19

温泉番号	pH	Na	K	Li	Rb	Cs	Cl	As	※温泉種別	採水年月日
K23	3.6	1320	195	8.44	3.04	0.87	2050	1.83	F・B	1974.12.16
K24	3.7	1330	192	7.65	3.00	0.85	2050	1.83	B	〃 〃
K25	6.9	45	5.0	0.16	—	—	55	0.020	F	〃 12.19
K26	3.0	1320	182	9.24	2.78	0.90	2080	2.09	B	〃 12.16
K27	3.5	1250	180	7.70	2.68	0.83	1880	2.06	B	〃 12.19
K28	7.7	156	24	0.72	0.14	0.10	153	0.45	F	〃 12.19
K29	9.2	224	24	1.18	0.23	—	212	0.31	F	〃 〃
K30	3.8	1210	158	7.55	2.50	0.75	1790	1.56	B	〃 〃
K31	9.0	336	42	1.96	0.50	0.25	379	1.41	F・B	〃 〃
K32	9.0	476	50	2.44	0.62	0.32	621	1.06	B	〃 〃
K33	7.8	140	5.8	0.65	—	—	282	0.035	H	〃 〃
K34	8.3	880	114	4.96	1.56	0.50	1240	0.98	B	〃 〃
K35	8.7	1120	146	6.08	2.34	0.78	1580	1.58	B	1974.12.19
K36	8.7	892	110	4.84	1.48	0.50	1180	1.05	B	〃 〃
K37	3.9	1140	152	6.12	2.30	0.69	1650	1.57	B	〃 〃
K38	7.0	1170	164	6.75	2.54	0.75	1710	1.56	B	〃 〃
K39	9.3	756	66	4.24	0.93	0.36	861	0.79	B	〃 〃
K40	9.1	540	39	2.79	0.43	0.20	506	1.02	B	〃 〃
K41	9.1	482	34	2.66	0.50	0.30	607	0.84	B	〃 12.16
K42	8.9	470	47	2.36	0.46	0.30	633	1.01	B	〃 〃
K43	8.3	770	90	3.96	1.10	0.37	1080	0.93	B	〃 〃
N 1	3.2	270	53	1.87	0.65	0.10	390	0.083	H	〃 12.17
N 2	2.5	744	125	3.46	1.74	0.50	1080	0.89	H	〃 〃
N 3	2.8	668	113	3.24	1.50	0.37	949	0.99	B	〃 〃
N 4	7.1	496	80	2.04	1.02	0.23	658	0.91	H	〃 〃
N 5	7.8	1040	131	6.16	1.76	0.63	1540	1.91	B	〃 〃
N 6	8.9	388	44	2.34	0.47	0.23	349	0.88	B	〃 〃
N 7	8.4	782	100	4.64	1.30	0.50	908	1.69	B	〃 〃
N 8	7.4	1140	134	6.80	2.16	0.65	1660	2.20	B	〃 〃
N 9	7.0	996	134	5.92	1.72	0.60	1370	1.95	B	〃 〃
N10	8.4	676	65	3.80	0.93	0.36	688	1.21	H	〃 〃
N11	8.3	178	24	1.01	0.25	—	139	0.22	H	〃 〃
N12	8.3	354	52	2.00	0.50	0.23	473	0.61	H	〃 〃
N13	3.4	1020	144	5.32	1.88	0.60	1550	1.85	B	〃 〃
N14	8.4	1420	141	7.14	1.80	0.78	2160	2.34	B	〃 〃
N15	8.5	1120	108	6.00	1.44	0.60	1630	2.25	B	〃 〃
N16	8.0	108	19	—	0.17	—	97	0.085	H	〃 〃
N17	8.2	636	55	3.12	0.66	0.27	825	0.87	H	〃 〃
N18	8.0	580	46	2.68	0.52	0.10	781	0.88	H	〃 〃
N19	8.2	405	36	2.06	0.37	0.13	561	1.62	H	〃 〃
N20	7.9	868	74	4.00	0.90	0.20	1230	1.45	H	〃 12.19
N21	8.1	686	46	3.48	0.60	0.27	908	0.82	H	〃 〃
N22	4.7	1040	123	7.10	1.92	0.60	1590	1.37	H	〃 〃
N23	7.9	712	45	4.24	—	0.20	549	0.91	H	〃 〃
N24	8.2	768	50	4.32	0.80	0.36	1180	0.99	H	〃 〃
S 1	9.4	416	45	3.20	0.56	0.30	393	0.52	B	1974.12.20
S 2	8.7	160	15	0.74	0.11	—	53	0.040	F	〃 〃
S 3	9.2	385	41	3.00	0.54	0.30	379	0.69	F・B	〃 〃
S 4	9.0	421	35	3.58	0.46	0.33	457	0.70	F・B	〃 〃

温泉番号	pH	NA	K	Li	Rb	Cs	Cl	As	※温泉種別	採水年月日
S 5	9.2	316	27	2.68	0.34	0.27	171	0.26	F・B	〃 〃
S 6	9.0	230	27	1.84	0.25	0.13	116	0.14	F・B	〃 〃
S 7	9.0	370	39	3.06	0.49	0.32	302	0.50	B	〃 〃
S 8	9.0	718	69	5.55	0.82	0.55	961	1.05	B	〃 〃
S 9	8.8	327	36	2.30	0.38	0.27	298	0.41	F・B	〃 〃
S10	9.2	812	83	6.90	1.42	0.78	1240	1.48	B	〃 〃
S11	8.7	562	47	4.48	0.62	0.42	728	0.89	B	〃 〃
S12	8.8	562	53	4.68	0.68	0.50	762	0.82	B	〃 〃
S13	8.9	416	31	3.50	0.34	0.20	359	0.59	H	〃 〃
S14	8.4	282	22	2.52	0.20	0.13	259	0.31	H	〃 〃
S15	8.1	338	37	2.82	0.45	0.27	400	0.47	H	〃 〃
S16	7.9	270	35	2.00	0.30	0.15	243	0.43	H	〃 〃
S17	7.5	172	23	1.30	0.22	—	153	0.26	H	〃 〃
S18	7.3	196	23	1.46	0.21	—	150	0.25	H	〃 〃
S19	8.8	382	22	3.20	0.27	0.30	425	0.66	H	〃 〃
S20	8.2	338	30	2.72	0.31	0.20	321	0.59	H	〃 〃
S21	8.0	87	10	0.52	0.10	—	67	0.055	H	〃 〃
S22	8.0	280	20	2.16	0.18	0.13	213	0.43	H	〃 〃
S23	9.1	390	24	2.90	0.27	0.20	547	0.65	B	〃 〃

※ F：噴気 B：沸騰泉 H：熱水湧出の温泉 F・B：熱水量が少なく噴気が沸騰泉か区別のできないもの  
た熱水の温度は何れも、その所在地の沸騰点かこれより幾分低い値を示し、またAsの溶存量と泉温とは直接の関係が認められないので表示しなかった。

分析した温泉には酸性泉やアルカリ性泉があるが、Asの溶存量はpHには無関係のようである。

亀川の照波園にある沸騰泉はAsの溶存量が他の地域に比較して多く、測定値の最大はN14の2.34mg/lである。K1、K2、K4、K8、K25、S2などは熱水混りの蒸気であるが、何れも熱水が少なく、その化学組成からみて蒸気の凝縮水とみられAsの溶存量は少なく、古賀らの蒸気凝縮水の測定値に略等しい。

#### 4 Asと他成分との関係

温泉水中のAs量とCl<sup>-</sup>量とは正の相関関係のあることが報告されている<sup>9),10)</sup>。別府温泉では海水が直接混入する温泉があり、Cl<sup>-</sup>濃度は高くなっているがAs量は少ない<sup>11)</sup>。これは混入する海水のAs量が少ないからである。このような温泉を除けばCl<sup>-</sup>濃度の高い温泉は沸騰泉かこれに類する温泉でAs量もまた多い。

沸騰泉水のようなCl<sup>-</sup>の多い高温熱水にはアルカリイオンもまた多く、これらのイオン間には相関関係があり、また九重火山地域<sup>12),13),14)</sup>の八丁原大岳地熱地帯における地下岩石の化学成分の溶脱や集積状態から熱水の流動過程におけるこれらイオンの行動が明らかになった。したがってこれらイオンとAsとの関係を明らかにすることによって温泉水中Asの行動が察知される。

Cl<sup>-</sup>量とAs量との関係は図3のように可成りの散らばりがあり、Cl<sup>-</sup>量の増大と共に変動範囲は扇形状に拡がり、全般的には明確な相関は得られない。しかし鉄輪・鶴見・新別府の噴気や沸騰泉の多い地区(分布図の符号K)、亀川・北石垣地区(分布図の符号N)、別府南部(分布図の符号S)の各地区に分けると各地区の温泉では可成り明確な一次関係が認められる。亀川・北石垣地区の温泉は鉄輪・鶴見地区に比較して同一Cl<sup>-</sup>量に対しAs量が多い。別府南部地区の温泉は亀川・北石垣地区の関係直線上にある。しかし鉄輪・鶴見地区及び亀川・北石垣地区の温泉には関係直線を離れてAs量の多いものや少ないものがある。

例えばN 2・N 3は鉄輪・鶴見地区の関係直線上にあり、N 1は何れの関係直線から離れてAs量が著しく少ない。この地区には多量の鉄の沈積があり、柴石温泉の鉄華中のAsを分析した結果1.2%のAsが存在した。このような多量のAsがこの地域の鉄華中の全てに存在するとは思われないが、温泉水中のAsは鉄と共沈して減少しているのであろう。鉄輪・鶴見地区の温泉で K 32、40、41、42はこの地区の関係直線から離れ亀川・北石垣地区関係に近い。これらの温泉は噴気沸騰泉地区の周辺部にあることが注目される。又K 28、31は亀川・北石垣地区よりも離れてAsが多い。一般に噴気凝縮水のAs/Clは熱水より大きい。したがってこれらの熱水はCl<sup>-</sup>量の少ないことから殆んどが噴気の凝縮水と思われる。北石垣の南部の温泉は鉄輪・鶴見地区の関係に近いが、一方N 19はCl<sup>-</sup>量に対してAs量が著しく多く亀川・北石垣地区の関係直線から離れて存在する。このような地区によってCl<sup>-</sup>量に対

図3 As—Cl

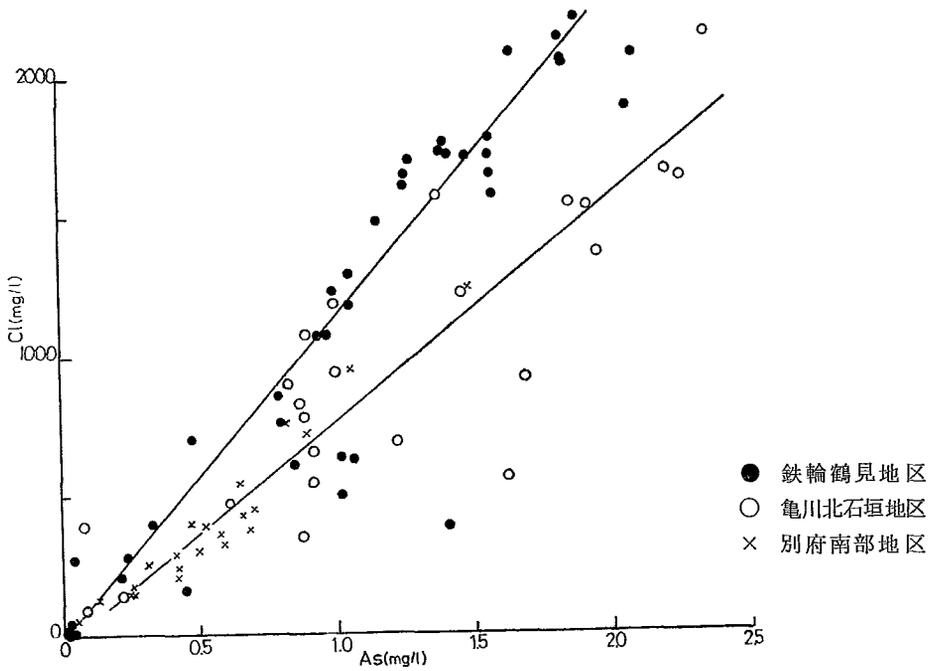
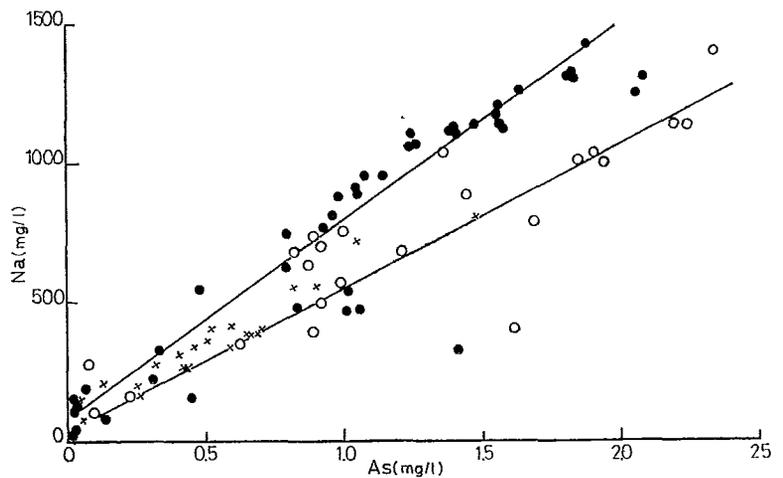


図4 As—Na



するAsの溶存量に相違があることはAsの熱水中の行動が地下の熱水構造と密接な関連のあることを暗示している。

Na<sup>+</sup>量とAs量との関係は図4のようにCl<sup>-</sup>量とNa<sup>+</sup>量とは一次関係があるので両者は一次関係を示し、各地区ごとの両者の関係はClと同様である。Cl~Asの関係で示された特異な温泉はNaとの関係においても同様な特性を示している。又この関係はCl<sup>-</sup>よりも密接のように思われるがこれは溶存量の相違によるものとも思われる。

図5 As—Li

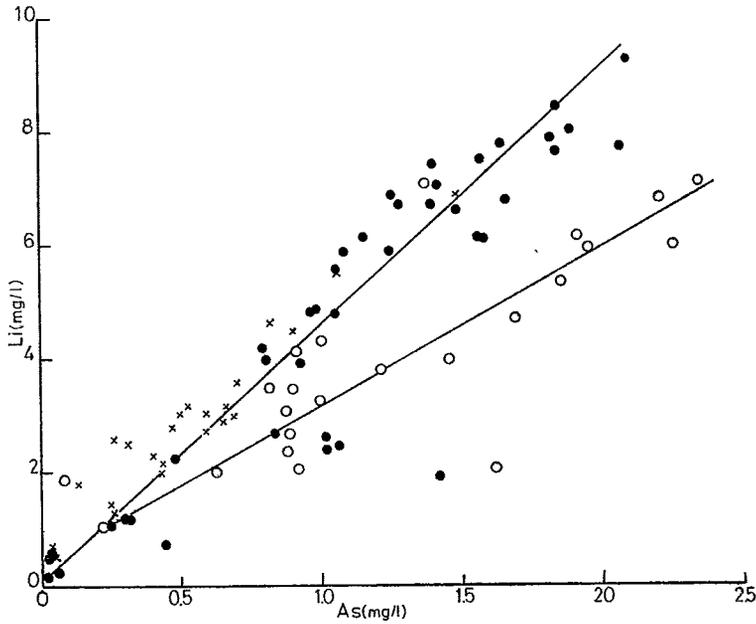
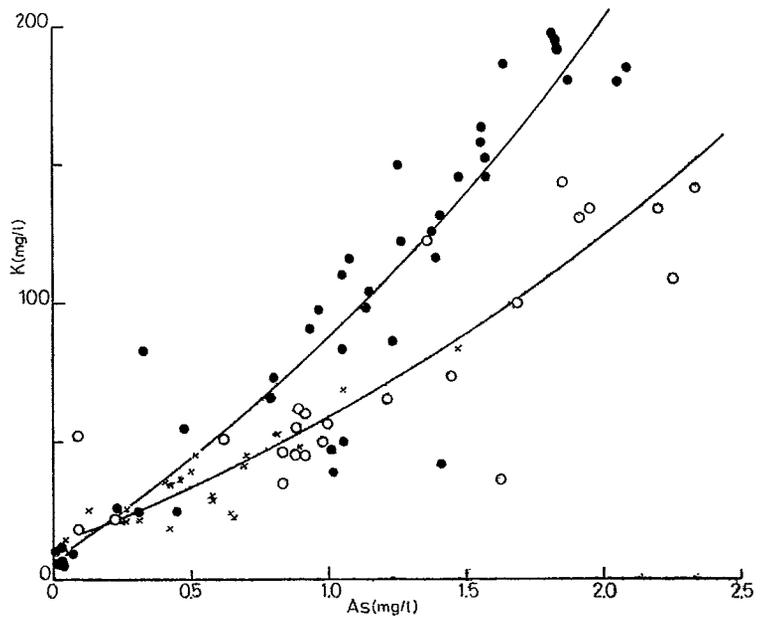


図6 As—K



Li<sup>+</sup>量とAs量の関係は図5のように両者間には一次関係が成立する。この場合別府南部地区の温泉は鉄輪・鶴見地区の温泉と同一関係直線上にあり、Cl<sup>-</sup>~Asの関係とは異なる<sup>15)</sup>。これはLi~Clの関係において別府南部地区は亀川、鉄輪地区よりLi/Clの値が大きいためである。

K<sup>+</sup>量とAs量の関係は図6のように両者は一次関係を示さない。K<sup>+</sup>の溶存量は温度に関係し泉温の上昇により著しく増大する。したがって両者の関係はK軸の方向に曲る曲線になる。別府南部の温泉では一次関係が成立するようにみられるがこれは鉄輪、亀川地区の如き高温層から湧出する温泉が

図7 As-Rb

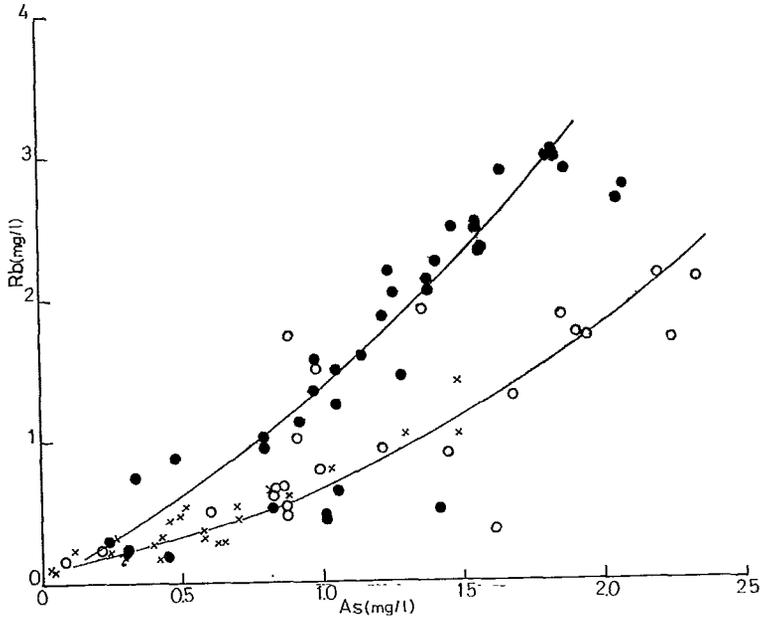
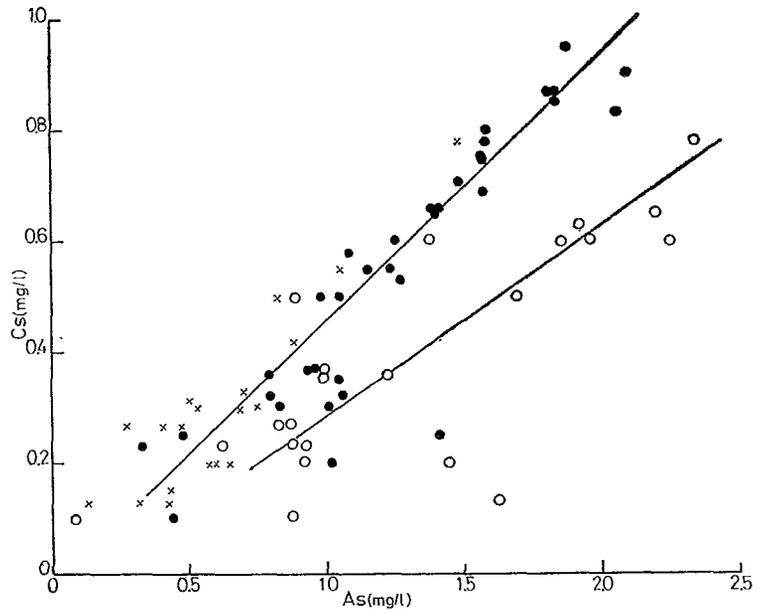


図8 As-Cs



ないからであろう。

Rb<sup>+</sup>量とAs量は図7のようにKと全く同じ関係を示す。温泉水中のRbはKと行動を共にし、一次関係が成立するからである。

AsとK又はRbとの関係において、このような曲線で示されることはAsの溶存量が温度によって大きく変化しないことを暗示している。

Cs<sup>+</sup>量とAs量の関係(図8)はLi~Asの関係と類似し一次関係が成立する。この場合もLiと同様に別府南部地区の温泉は鉄輪、鶴見地区の温泉と同じ関係を示す。

以上のように温泉水中のAsはCl<sup>-</sup>やアルカリイオンと明確な関係を持って行動していることが認められた。

### 5 温泉水中のAsの起源について

別府温泉水中のAs量は川上らの分析結果では0.217ppm(48口平均)が得られている。又綿抜は日本の190口の温泉の平均として0.3ppmを得ている。これを地下水(22ppb以下)、河川水(25ppb以下)海水(5ppb以下)などと比較して著しく多い。

大多数の温泉が存在する火山岩中の平均的なAs量は1.5ppmと極めて少ないことから温泉水中のAsは岩石からの溶出では供給出来ないとしている。又Whiteは温泉水中のAsはCO<sub>2</sub>、B、Li、Cs、Sbと共に岩漿溜からの発散物が最も妥当な供給源であろうと述べている。

昭和新山の火山蒸気中にはAs<sup>3+</sup>が50~784ppb、As<sup>5+</sup>が13~180ppbでAs<sup>3+</sup>+As<sup>5+</sup>の平均値は487ppbが得られている。蒸気中のCl量の測定値からAs/Cl(重量比)は0.0017となる。別府の蒸気凝縮水や熱水中にはAs/Clの値が昭和新山の火山蒸気と比較して可成り大きいものがあり、火山蒸気からのみの供給で十分であるかは疑問である。したがって岩石からの供給を考えなければならない。

別府温泉が滯溜している地層の原岩中のAs量を測定した結果次表の値が得られた。

表2 岩石中のAs含有量

岩石種別	角閃安山岩	輝石安山岩
As (ppm)	1.6	1.3

別府の地熱地帯における地下岩石中Cl量の減少から温泉水中のCl源として岩石中のClが重要な役割をしていることが判明した。又温泉水中のアルカリイオンも亦岩石からの溶出で十分供給出来ることが示された。

前述の如くAsとCl<sup>-</sup>やアルカリイオンとは相関関係があり岩石中の含有量とこれらの関係とから、岩石からの溶出が何如なる程度にまで供給が可能であるかを推察することが出来る。

岩石中の上記成分の含有量比と温泉水中の含有量比との比較を表るに示す。

表3 別府における岩石及び温泉水中のAsとCl及びアルカリ元素との含有量比(重量比)

含有量比	角閃安山岩	輝石安山岩	鉄輪、鶴見	亀川、北石垣	別府南部
As/Cl × 10 <sup>3</sup>	5.2	3.6	0.91	1.3	1.4
As/Na × 10 <sup>3</sup>	0.064	0.053	1.2	1.7	1.4
As/K × 10 <sup>3</sup>	0.12	0.20	11.2	15.7	14.9
As/Li	0.17	0.34	0.25	0.34	0.21
As/Rb	0.042	0.18	0.80	1.23	1.20
As/Cs	4.3	7.2	2.6	3.9	2.1

参考のために九重火山地域の大岳、八丁原における岩石及び生産井熱水のAsの上記含有量比を表4に示す。

温泉水中のClは全て岩石からの溶出であるとするならば表るからClの溶出に対しAsの溶出は1/3以下である。Na、K、RbとAsとの比は温泉水の方が大きくAsがより多く溶出されている。LiとAsの比は岩石と温泉水とが略等しい。したがってAsはLiと同程度に溶出している。しかし、Csについて

表4 大岳、八丁原における岩石及び熱水中のAsとCl及びアルカリ元素との含有量比(重量比)

含有量比	岩 石	大岳7号井	大岳8号井	大岳9号井	大岳10号井	八丁原4号井
As/Cl×10 <sup>3</sup>	6.8	1.3	1.1	1.2	1.4	1.4
As/Na×10 <sup>3</sup>	0.10	2.0	1.8	1.9	2.1	2.4
As/K ×10 <sup>3</sup>	0.12	17	17	15	18	12
As/Li	0.23	0.42	0.38	0.40	0.45	0.34
As/Rb	0.021	1.12	0.97	0.98	1.05	0.64
As/Cs	5.9	2.4	2.4	2.2	2.4	2.1

は岩石の値の方が大きくAsはCs程は溶出されていない。

大岳八丁原地区における地下岩石の化学成分の溶脱や集積状態を調べた結果、K、Rb、Liは溶脱のみでなく熱水の流動過程において変質鉱物の生成により可成り量の集積もある。したがってAsにおいても岩石からの溶脱のみではなく熱水から離脱したAsが地層中に集積残存していると思われる。

高橋によれば東北地方のPyrite (FeS<sub>2</sub>) 中にはAsが80~5000ppm含有されていることが報告されている。Pyriteは高温な地熱地帯では常に見出される変質鉱物であり、前述の如く鉄華中にも多量に含有されている。また古賀らの調査によれば地熱による変質地帯の表土中にAsの集積が見出されている。

表3の値と表4の値を比較すると岩石には違いがあるが温泉水では略等しい値を示している。このような溶存比の一致は熱水の流動過程における熱水の化学的な性質と熱水構造の物理的性状が重要な要因をなし、これによって溶容量が規制されることを示していると思われる。別府における地域的なAsの溶容量の相違は上述の熱水構造の物理的・化学的性状に起因すると思う。

以上の結果を総合すれば別府温泉水中のAsは壁岩からの溶出で十分供給出来ると推察される。

## 6 結 語

1 別府温泉水中のAs量は沸騰泉のような高温な食塩泉に多く、調査した温泉では亀川の沸騰泉が最も多い。

2 温泉水中のAsはCl<sup>-</sup>やアルカリイオンと相関関係があるが地域的には異なる関係を示す。この原因は各地域における地下の熱水構造の物理的・化学的性状の相違によると思う。

3 AsとClやアルカリ元素との含有量比について原岩と温泉水とを比較した結果、温泉水中のAsは壁岩からの溶出で十分供給出来ることが判明した。

## 参 考 文 献

- 1) 野口、上野、野口暁、中川、高野、今橋：山陰地方およびその周辺の温泉の地球化学的研究，温泉科学，18，1，昭和42。
- 2) 酒井、滝島：群馬県下の温泉水中のヒ素含量 第27回日本温泉科学会大会講演，昭和49。
- 3) Onishi, H., E. B. Sandell: Geochemistry of arsenic. Geochim. Cosmochim. Acta 7, 1, (1955)
- 4) White, D. E.: Hydrology, Activity, and Heat flow of the Steamboat Springs thermal system, Washoe County Nevada, U.S. government printing office, (1968)
- 5) 片桐、河合、館：原子吸光法による生体試料中の微量Asの測定、産業医学，15，1，昭和48。
- 6) 小山、渋谷：原子吸光法による土壌中のAsの定量法、農林省農業技術研究所土壤化学第3研究室，昭和48。
- 7) 5) に同じ
- 8) 古賀、野田：地熱地帯の噴気もたらすもの、大分県温泉調査研究会報告，25，昭和49。

- 9) 1) に同じ
- 10) 2) に同じ
- 11) 市原：大分県温泉調査報告，14～16，昭和38～40。
- 12) 山下：九重火山地域における温泉の水系（Ⅱ）大分県温泉調査研究会報告，20，昭和44。
- 13) 山下：九重火山地域における温泉の水系（Ⅲ） 同 上 22，昭和46。
- 14) 山下：八丁原、大岳地区熱水の生成機構（Ⅰ） 同 上 24，昭和48。
- 15) 山下：別府温泉水中のアルカリイオンについて，温泉科学，25，1（1974）
- 16) 山下：九重火山地域における温泉の水系（Ⅳ），大分県温泉調査研究会報告，23，昭和47。
- 17) 川上、野崎、古賀：別府温泉の化学的研究（第2報），日本化学会誌，77，12（1956）
- 18) Watanuki, K.: Arsenic content in hot spring waters in Japan, Sci. Papers Coll. Gen. Educ., Univ. Tokyo 13, (1963)
- 19) K.H. Wedepohl: Handbook of Geochemistry II-1 (1969)
- 20) 3) に同じ
- 21) 4) に同じ
- 22) Kanamori, S: Ph. D. Thesis, Nagoya Univ., (1962)
- 23) Iwasaki, I., et al: Volcanic Gases in Japan, Bull. Tokyo Inst. Tech., 47 (1962)
- 24) 山下：別府温泉のCl源について，第21回温泉科学会大会講演，昭和43。
- 25) 15) に同じ
- 26) 山下：大岳、八丁原地区熱水の生成機構（Ⅱ），九電研究期報，42，昭和49。
- 27) Takahashi, K.: Geochemical study on minor elements in sulfide minerals. Sulfide minerals from inner northeast Japan province, Chishitsu Chosasho Hokoku, 199 (1963)
- 28) 8) に同じ

# 別府地熱地帯の変質粘土中の揮発性成分

九州大学温泉治療学研究所 古賀昭人  
野田徹郎

## 1 緒言

古賀と野田(1974)は前の報告において、地熱地帯の噴気もたらすものとして揮発性成分をとり上げ、それが水蒸気と共に上昇して大気中に放散しつつあり、また、それが地表の変質粘土に吸着していることを論じた。つまり、地熱地帯の変質粘土は地下からの情報を受取るポスト役であるとした。

揮発性成分としては、Hg、As、Bなどを考えているが、著者らは蒸気系地帯の地球化学的探査の有力な手段として変質粘土のHg、As、Bを定量し、これらの濃度が地熱地帯のアクティブな場所を指示する可能性が強いことから、精力的に霧島地区、九重、大岳、八丁原地区など、200個の変質粘土を分析したが(霧島地区は未発表、大岳、八丁原地区は1974年発表)、今回は別府地熱地帯について述べる。

## 2 別府地熱地帯の変質粘土中のHg、As、B

### 2-1 明礬地区

明礬地区には凡そ10,000m<sup>2</sup>の活発な硫気地帯があり盛んに水蒸気や炭酸ガス、硫化水素を放出しており、いわゆる「湯の花」を作る小屋が幾つか散在している。この水蒸気の凝縮水には前報(1974)で述べたように、HBO<sub>2</sub>:5.35ppm、Hg:0.0159ppm、As:0.020ppm、F:0.010ppm、NH<sub>4</sub>:1.0ppmの揮発性成分を含有しており、また、岩石の小片を水蒸気中にさらした場合、岩石は次第に変質して行くが、最初岩石中の水銀含有量は0.32ppmだったのに1週間後には0.51ppmに増え、2週間後には0.72ppm、3週間後には一挙に1.43ppmと増加した。このことは微量ではあるが水蒸気中のHgがこの岩石に吸着されることを意味し、地熱地帯の変質粘土にはHgがなぜ多いかの裏付け実験となった。

今回の明礬地区の硫気地帯で6個の変質粘土を採集したが、サンプリングポイント、ならびに分析結果は図1と表1に示される。

図1 別府、明礬地区の変質粘土の採取地点

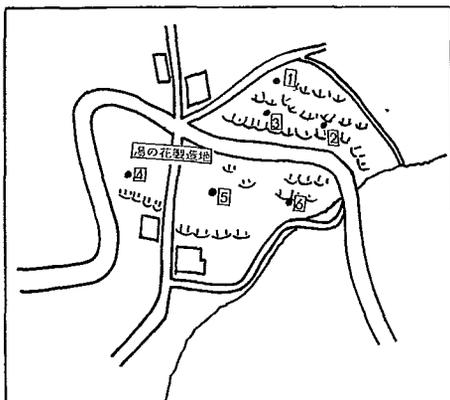


表1 明礬地区の変質粘土中のHg、As、B (ppm)

No.	Hg	As	B
1	6	13	12
2	115	34	2
3	111	29	10
4	1	5	2
5	9	7	4
6	55	8	4

図1において、1、2、3の地点が最もアクティブであり、4の点は湯の花製造小屋があり、5の点は白土化して冷たく、6の点はまた高温である。表1でHgとAsは幾らか比例関係があり、No.2と3が最

高値を示し、見掛上もこれらの地点がもっともアクティブであるように見える。BはHg、Asと少し異っており、これら三者の中でHgが分析上もっとも鋭敏で、定量法もかんたんであり、一番よいイ

ンディケーターである。変質粘土中の Hg や As は硫化物として固定されていると思われ、B と趣きを異にする。一度固定された Hg も、もし補給がなくなれば、次第に流出して行くことも考えられ、No. 5 のように完全に白土化し、冷たくなったものには Hg は少なくなる。このことから、変質粘土であっても、極めて古いものには Hg 量は少ないのと同じ変質粘土でも、ある地熱地帯では Hg 量の大小によって、どこが尚アクティブであるかを指示することができる。つまり、変質粘土中の Hg 量は地球化学的地熱探査の有力な手段である。

### 2-2 堀田地区

堀田地区は、かつて温泉地として栄えた所だが、現在では噴気を水に吹込んで人造温泉を作っている。

図2 別府堀田地区の変質粘土の採取地点

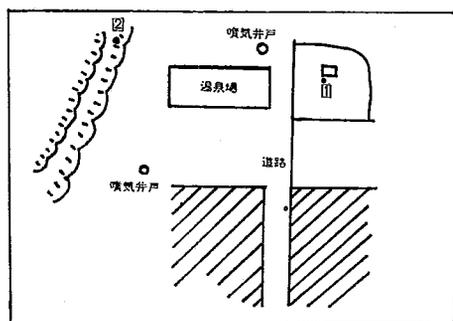


図2のNo.1の点は噴気井戸を地下タンクの水に吹込んで作っている場所だが、そこに蓋があり噴気が洩れている。その噴気凝縮水には  $\text{HBO}_2$ :0.6ppm、Hg:0.154ppm、As:0.127ppm、 $\text{NH}_4$ :4.3ppm であり、別府の噴気では最高の Hg や As 含有量を示している。その周辺の変質粘土 No.1 と、すでに冷却した変質粘土 No.2 を採集して分析に供した結果は表2に示す。

表2 堀田地区の変質粘土中の Hg、As、B (ppm)

No.	Hg	As	B
1	148	14	12
2	12	10	17

Hg の含有量は明礬地区と同様、現在補給がなされているかどうかによって大きく異なっている。No.1の所に蓋があるが、セメントの上と横に黄色状の沈積物があり、この Hg や As を測定してみると Hg は蓋の上では 110ppm、横では 360ppm と高濃度であり、As は蓋の上では 480ppm、横では 320ppm と大きい。Hg と As 間には比例関係はなかった。

総じて別府地熱地帯には堀田地区が最も凝縮水中の Hg の量が大きいことから変質粘土中の Hg もこの地区に大きいことが考えられる。かつて、金山がこの付近にあったことの裏付けである。

### 2-3 鍋山地区

明礬の奥に鍋山があり、この附近にも硫黄や噴気が出ている所がある。図3にそれを示すが凡そ  $90,000\text{m}^2$  に達する変質地帯である。ここで9個の変質粘土が採られた。分析の結果は表3に示す。

No.1の点に硫黄孔があり、硫黄の附着物が見られ、Hg、As が多いが、巨大な変質地帯は赤池の対岸であり、白土地帯に灰緑、灰桃、橙色状の変質粘土があって、明礬程ではないが盛んに硫黄や水蒸気が出ている。特にNo.3の地点に Hg が濃縮している。No.4の地点は表面は冷たいが穴を掘ると湯気が出て来る。No.5-8の地点にはNo.3の点より20m位上にある。やはり地熱の活発な所で水蒸気が多いが、No.6、7はNo.3

図3 別府鍋山地区の変質粘土の採取地点

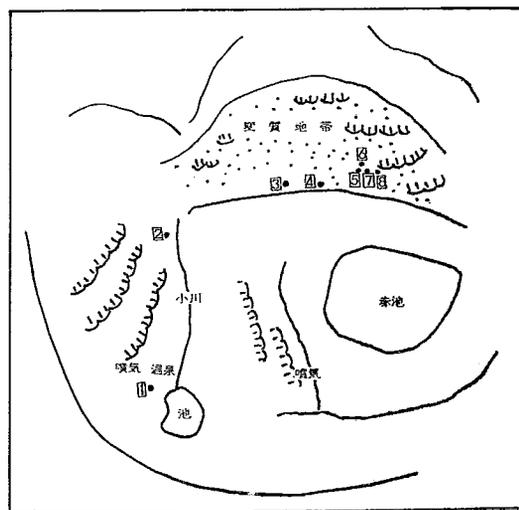


表3 鍋山地区の変質粘土中のHg、As、B (ppm)

No.	Hg	As	B
1	49	20	5
2	26	12	13
3	194	16	4
4	40	7	3
5	51	16	9
6	2	2	4
7	8	2	1
8	32	8	1

た。附近は断層線にあたり、掘さくすれば、かなり優勢な噴気が得られる地帯である。32mまでの深度柱状図では下部に堅い集塊岩、その上に、その風化層、更に変質の進んだ粘土層、その上部に砂礫層、そのまた上に粘土混りの砂礫が広がっている。

このような地帯において、深部から噴気に伴ないもたらされた揮発性成分が各岩石部分でどのように水平あるいは垂直分布をするかを知るために本研究がなされた。定量した成分はHgと水溶性のBである。その結果、各ボーリング孔により、表層近くにHgの濃縮部分があり、深くなるにつれて漸減する型や、上部から深部まで余り変化のない型、また中部にHgの濃度の高い所があり上下に少ない型などがある。そこで図4のように18本のボーリング孔全部について統計的に深度と岩質、土質の関係を処理して平均的な柱状図を作り、そこでの平均的な揮発成分濃度を図示した。図4のpHは、岩石粉末と水による浸出液のpHを示し変質の割合に見合ったものとされている。pHは6.6~7.4でおだやかな部類の変質である。水溶性のホウ酸は最上部の粘土混り砂礫層で5.4ppmと最も高濃度で深部に至るほど次第に減少している。Hgはこれと異なり、下部の粘土層で9.8ppmと最高で上部の砂礫混り粘土層の4.5ppmがこれに次ぎ、最深部の集塊岩層の1.5ppmが最低である。

以上の結果からHgは粘土(モンモリロナイト)に吸着される可能性が極めて強く、HBO<sub>2</sub>と異なる行動をとっている。一般に優勢な地熱地帯ではHgやBは最上部の変質粘土中での吸着濃縮が強いのは当然考えられるが、それ程強くない地熱地帯では、粘土への吸着性と同時に脱着性も考慮に入れねばならない。たとえば、極めて古い変質粘土(現在地下深部から補給されていない)にはHgやBが脱着されてほとんどない所もある。

地下深部から上昇するHgは水銀蒸気であると考えられ、変質粘土中には一般にHgSの形で存在すると思われる。BはやはりHBO<sub>2</sub>の形であろう。

### 3 結 語

別府地熱地帯のうち、明礬、堀田、鍋山、および南立石の杉乃井ホテル下の空地など4地点におけ

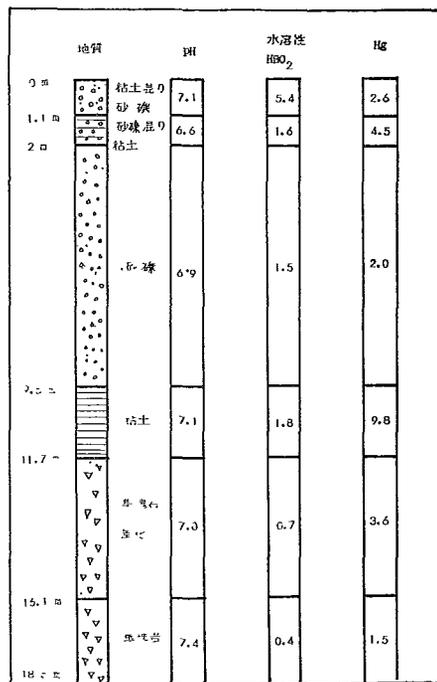
などに比べ案外にHg、Asの少ないのが目立った。

総じて鍋山地区は、なおかつ巨大な地熱エネルギーを保有していると見ることができ

#### 2-4 南立石地区

南立石地区の杉乃井ホテルの真下にマンションを建てるための基盤調査がなされ、10~32mの18本のボーリング孔が掘られ

図4 別府南立石マンション敷地のモデル柱状図ならびにHg、水溶性HBO<sub>2</sub>含有量 (PPM)



る変質粘土中の揮発性成分 (Hg、As、B) が定量された。これらの成分は深部からの水蒸気を運び屋として地表に現われており変質粘土中に吸着されたものと考えられる。定量した三成分の中では分析上水銀がもつとも簡単かつ鋭敏であり、しかも現在地下から補給を受けていない変質粘土での含有量は脱着により少ないので、変質粘土を数多く広範囲に採取分析すれば、当地域のアクティブな地点を指示することができる。また、大岳、八丁原地区のように、変質粘土の Hg の分布から、かくれた断層線 (地表上では確認不能、電気探査により推定) を推定することも可能である。システムテックな採取分析が別府地熱地帯でも望ましいが、これからの問題である。

(終りに、本研究費の一部を御恵与頂いた大分県温泉調査研究会に感謝する)

## 文 献

1. 古賀昭人、野田徹郎 (1974)、地熱地帯の噴気をもたらすもの：大分県温泉調査研究会報告、第25号、48—52
2. 古賀昭人、野田徹郎 (1974)、地熱地帯の地球化学的探査——大岳、八丁原地区の変質粘土中のHg、As、B、地球化学討論会講演要旨集

## くじゅう火山の温泉群 (10)

### くじゅう火山温泉中の重金属

大分大学教育学部 川 野 田 実 夫  
志 賀 史 光

#### 1 まえがき

筆者らは昭和45年度より、くじゅう火山周辺地域の温泉について、鉄・マンガン・銅・鉛・亜鉛・カドミウム、およびヒ素等の重金属の分布状況を調査している。

49年度はこの地域の温泉水中の水銀を測定したので、その結果を報告するとともに、今まで地区別の温泉について検討してきた重金属の分布状況を総合して検討する。

#### 2 くじゅう火山温泉水中の水銀含量

##### (1) 採水状況

調査した温泉孔等は、筆者らが本研究会報告第23~25号に印したものと同一地点である。ただし牧ノ戸 1.2のボーリング井は、昭和46年(本報告第23号)当時のものとは異なり、その後新たに掘きくされたものである。

##### (2) 水銀分析法

水銀の分析に供する試水は、現地で1ℓにつき硝酸10mlを加えて実験室に持ち帰り、Flame-less 原子吸光光度法で測定した。

##### (3) 測定結果

調査した温泉水中の水銀含量は、極めて微量で、そのほとんどが $1.0\mu\text{g}/\ell$ 以下である。

表1は調査温泉中の水銀含量を示したものである。これを地区別にみると、黒川地区では8孔の調

表1 調査温泉中の水銀含量

地区	泉名	泉温	pH	Cl(mg/ℓ)	Hg( $\mu\text{g}/\ell$ )	採水年月日	備考
黒川地区	旅館いこい	77.8	3.3	542	0.6	S49.9.13	
	御客屋	96.6	3.3	552	0.0	〃	
	富士屋	96.0	3.4	474	0.0	〃	
	新明館	91.0	3.4	464	0.0	〃	
	ふもと旅館	92.8	3.3	461	0.0	〃	
	地蔵湯	79.0	3.3	446	0.1	〃	
	黒川共同湯	82.8	3.3	383	0.1	〃	
	温泉ホテル 黒川地区平均	73.8 —	4.0 —	354 —	0.3 0.1	〃	
阿蘇野地区	伊小野	21.0	6.5	31.4	0.0	49.12.17	
	十合野	19.4	6.7	31.4	0.0	〃	
	ボーリング井	20.5	6.5	21.0	0.0	〃	
	白水1	8.5	5.5	3.0	0.0	〃	
	白水2	10.3	5.5	2.2	0.0	〃	
	男池 阿蘇野地区平均	12.8 —	6.4 —	10.9 —	0.0 0.0	〃	

地区	泉名	泉温	pH	Cl(mg/ℓ)	Hg(μg/ℓ)	採水年月日	備考
長湯地区	甲斐 斌	38.2	6.8	146	0.2	S49.12.9	
	豊 泉 荘	48.0	7.2	215	0.1	〃	
	葛 淵 湯	45.2	7.1	229	0.3	〃	
	愛 泉 館 1	35.5	6.7	121	0.3	〃	
	愛 泉 館 2	36.9	7.9	166	0.1	〃	
	松 山 茂	37.9	7.1	153	0.6	〃	
	町 營 田 の 中	46.2	7.4	230	0.1	〃	
	憩 の 家	43.7	7.0	202	0.2	〃	
	大 塚、峰 野	39.8	7.1	178	0.4	〃	
	大 塚 茂	33.1	7.4	92.8	0.2	〃	
	丸 長	39.0	6.8	65.4	0.4	〃	
	天 満 湯	75.6	7.0	144	0.2	〃	
	天 満 湯 河 原	35.7	6.6	109	0.2	〃	
	紅 葉 館	39.2	6.7	67.4	0.1	〃	
	長 生 湯	47.6	7.2	207	0.5	〃	
	大 丸 屋	48.6	7.1	197	0.1	〃	
	上 野 善	40.0	7.9	165	0.0	〃	
	丸 善 湯	40.0	6.9	148	0.2	〃	
	御 前 湯	40.2	7.0	150	0.1	〃	
	御 前 湯 下	31.6	6.5	86.9	0.3	〃	
七里田長寿会	36.7	7.3	295	0.5	〃		
長湯区地平均					0.3		
田野地区	牧ノ戸 1	61.8	7.7	1.2	0.0	49.9.13	
	牧ノ戸 2	63.8	3.8	4.3	0.0	〃	
	寒の地獄	13.1	3.5	32.2	0.0	〃	
	湯沢温泉	44.9	6.1	627	0.0	49.12.17	
	大將軍の谷温泉	27.0	5.6	205	0.8	49.9.13	
	釜口新清館	42.2	6.9	234	0.0	49.12.17	
	釜の口共同湯	45.7	7.0	252	0.0	〃	
田野地区平均					0.0	大將軍の谷温泉を除く	
町田地区	壁湯川岸	38.0	7.7	92.8	0.0	49.9.12	
	壁湯共同湯	38.0	7.8	90.8	1.6	〃	
	生龍共同湯	34.6	8.3	89.4	0.1	〃	
	宝泉寺佐藤忠司	40.3	8.0	114	0.1	〃	
	〃 足立 正平	31.7	7.6	32.8	0.0	〃	
	〃 佐藤惣三郎	41.7	7.7	50.8	0.0	〃	
	〃 榎木 宣夫	69.3	8.0	57.1	0.0	〃	
	〃 矢野万州夫	77.3	7.5	212	0.1	〃	
	〃 宝 泉 荘	85.6	7.5	288	0.5	〃	
	〃 湯 浅 進	83.8	7.3	241	2.2	〃	
	〃 竜 泉 閣	64.4	7.5	158	0.1	〃	
	〃 ホテル山の湯	73.5	7.5	237	0.3	〃	
	〃 観光ホテル	70.3	7.5	287	0.3	〃	
	川底温泉螢川荘	88.5	6.9	400	0.5	〃	
	串野共同湯	53.3	7.3	312	0.6	〃	
串野南共同湯	44.8	7.8	21.5	0.0	〃		
湯の口温泉	30.1	7.4	35.7	0.9	〃		
町田地区平均					0.4		

地区	泉名	泉温	pH	Cl(mg/l)	Hg(μg/l)	採水年月日	備考
小国地区	ハゲの湯	77.0	6.9	4.9	0.3	S49.9.12	熊本県企業局ボーリング井
	岳の湯 企業局	89.0	9.2	11.1	0.0	々	
	々 通産省	97.0	8.1	1340	1.0	々	
	奴留湯	37.0	6.0	35.7	0.0	々	
	田原温泉	60.7	6.9	231	0.0	々	
	小国地区平均				0.3		

査温泉中、水銀が検出されたものは4孔で、単純平均で、 $0.1\mu\text{g}/\ell$ になる。検出されなかった温泉の泉温はいずれも $90^\circ\text{C}$ 以上である。

阿蘇野地区ではすべて検出限界以下であった。

長湯地区では、ほとんどの温泉から $0.1\sim 0.6\mu\text{g}/\ell$ の水銀が検出され、この地区の平均値は $0.3\mu\text{g}/\ell$ になった。しかし、この地区では水銀と温泉や他の特定化学成分との相関はないようである。

田野地区については、水銀が検出されたのは大將軍の温泉のみであった。

町田地区では湯浅進の温泉水中に $2.2\mu\text{g}/\ell$ 、壁湯共同湯の温泉に $1.6\mu\text{g}/\ell$ の水銀が含まれており平均値は $0.4\mu\text{g}/\ell$ になった。

小国地区では、岳の湯にある高温の通産省ボーリング井から $1.0\mu\text{g}/\ell$ 、ハゲの湯から $0.3\mu\text{g}/\ell$ の水銀が検出されたが、奴留湯、田原温泉からは検出できなかった。

### 3 くじゅう火山温泉水中の重金属含量

表2に温泉群別の平均重金属含量を示す。

表2 温泉群別にみた平均重金属含量 単位mg/l

	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	As
八丁原 <sup>2)</sup> ボーリング井	0.29	0.4	0.008	0.007	0.006	0.000	3.2
大岳 <sup>2)</sup> ボーリング井	0.05	0.18	0.005	0.002	0.004	0.000	2.4
黒 <sup>2)</sup> 川	0.27	4.72	0.012	0.003	0.003	0.000	0.54
岳 <sup>2)</sup> の湯	0.30	0.38	0.007	0.002	0.006	0.000	0.08
筋 <sup>4)</sup> 湯	2.37	0.15	0.031	0.003	0.012	0.000	0.07
町 <sup>1)</sup> 田地	0.04	0.06	0.014	0.005	0.012	0.000	0.09
星 <sup>1)</sup> 生	28	8.1	0.072	0.006	0.012	0.000	0.01
ヨ <sup>1)</sup> シブ	12.8	8.4	0.022	0.004	0.007	0.000	0.00
釜 <sup>1)</sup> ノ口	7.4	0.63	0.015	0.010	0.013	0.000	0.13
白 <sup>3)</sup> 水	0.08	0.21	0.011	0.011	0.000	0.000	—
阿 <sup>3)</sup> 蘇野	0.34	9.41	0.014	0.000	0.000	0.000	—
長 <sup>3)</sup> 湯	4.94	2.07	0.007	0.002	0.004	0.000	0.007
七 <sup>3)</sup> 里田	6.48	1.51	0.006	0.000	0.000	0.000	0.02
別 <sup>5)6)</sup> 府	1.64	1.1	0.31	0.01	—	—	0.22
日 <sup>7)</sup> 本	—	2.3	0.90	0.60	—	—	0.34

(1) 鉄とマンガンについて

表2にもみられるように、鉄の含量は一般的に、星生・筋湯等の酸性泉や、釜の口・長湯に代表さ

れる炭酸泉に多く、大岳のボーリング井や、宝泉寺温泉のような高温の〔NaCl〕型の温泉には少ない。マンガンについてもほぼ同様のことが言える。

しかし、同じ酸性の温泉である筋湯温泉と黒川温泉を比較すると前者は鉄が平均で2.4mg/lと微量であるが、後者の場合は鉄が0.3mg/lと比較的少ないのにマンガンは4.7mg/lと高い。

また炭酸泉の場合も、釜の口温泉は鉄を7.4mg/l含有しながらマンガンは0.6mg/lと少なく、逆に阿蘇野鉍泉では、鉄は0.3mg/lしか含まれていないが、マンガンは平均9.4mg/l含まれている。このように鉄とマンガンはともに酸性泉や炭酸泉に多く含有されているが、この二成分間に相関はみられなかった。

(2) 銅・鉛・亜鉛・カドミウムについて

銅については、釜の口温泉や、白水鉍泉では平均0.011mg/l含まれており別府温泉（平均0.01mg/l）とほぼ等しい値を示しているが、他の地区は、別府温泉や日本の温泉平均（0.6mg/l）にくらべて低い。鉛は、白水・阿蘇野・七里田の各温泉で検出限界以下であったが、他の地区では0.01mg/l程度含まれており、銅より僅かに高い値を示している。

亜鉛は星生温泉が調査温泉中の最高を示し0.072mg/l、次いで筋湯温泉が平均で0.031mg/lであった。他の地区はいずれも0.01~0.02mg/lであり、本邦の火成岩地帯を流れる河川水とほぼ等しい値である。

カドミウムはすべての調査温泉が0.000mg/l以下であった。

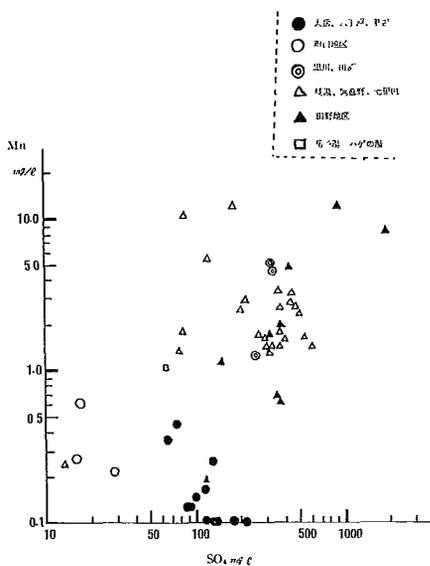
(3) ヒ素について

ヒ素は、大岳・八丁原の熱水から2~3mg/l検出されたのをはじめとして、ほとんどの温泉から検出されたが、その量には、かなりの中がみられた。表2に示すように黒川・町田・釜の口の各地区では0.1mg/l前後の量が含有されているが、長湯温泉ではほとんどの温泉が0.01mg/l以下であった。

4 調査温泉の重金属と他成分との相関

(1) マンガンと硫酸根、マグネシウムの相関

田野地区や小国地区の温泉において、マンガンと硫酸根との相関がみられたので、調査全域について、これら二成分の関係をみると図1に示すようになる。



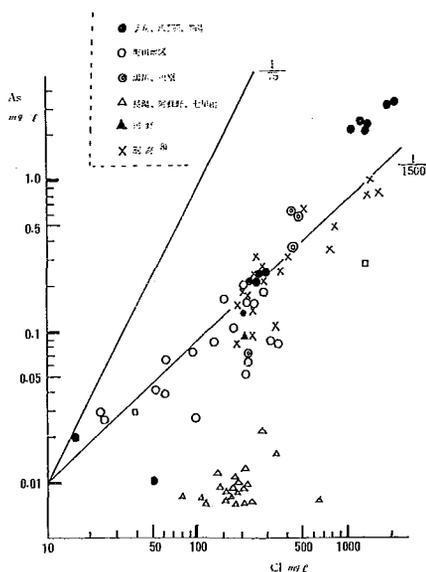
この図からマンガンと硫酸根の間にはかなりのバラツキがあるが、正の相関関係がうかがえる。一般に硫酸根は地熱地帯では地表近くで生成されるものであるが、マンガンはこの硫酸根と正の相関を示すことから、この地域の温泉水中のマンガンは原熱水に由来するものではなく、主として地表近くの岩石から溶出してきたものであろうと思われる。また田野地区や黒川温泉で、マンガンとマグネシウムの正相関がみられたが調査全域ではこの関係がみられなかった。

(2) 塩素量との相関

ひ素と塩素との相関をみると図2に示すようになる。このようにくじゅう火山の温泉群では、塩素量の高い温泉ほどひ素の含量が高くなっており、両者の間に正の相関がある。

このことは両者の起源が同じで、同一熱水に由来するものであるという一つの示唆を与えるものであろう。

図2 AsとClの相関



火成岩中のひ素と塩素の比の値は、クラークによれば  $\frac{1}{75}$  である。そこで長湯温泉を除いたくじゅう火山の温泉群でこの値をみれば、 $\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{1500}$  になり、温泉水中のひ素は火成岩にくらべて  $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$  少いことになる。塩素が完全循環元素であるのに対し、ひ素は鉄やその他の元素に吸着されやすく、また高温では揮散しやすい元素である。As/Cl が火成岩とくじゅう火山の温泉では10~20倍の開きがあり、温泉の方が小さくなっているが、前述の両者の化学的特性の違いから考えて、ひ素と塩素の温泉水への供給は火成岩からの起源と考えてもさしつかえないように思われる。

塩素と亜鉛の相関が宝泉寺温泉でみられたが、他の地区ではこれがみられず、調査全域でも両者の間に相関関係はみられなかった。

## 5 結 言

くじゅう火山温泉群の重金属含量の調査結果を要約し

て以下にのべる。

水銀は調査温泉のほとんどが  $1 \mu\text{g}/\ell$  以下の微量であった。黒川温泉で水銀含量と泉温との間に多少負の相関がうかがえたが、他の地区では、水銀と泉温や他の特定化学成分との相関関係はみられなかった。

鉄やマンガンは高温の〔NaCl〕型の温泉に少なく、酸性泉や炭酸泉に多く含まれている。しかし両者の間に相関はない。マンガンはくじゅう火山の温泉群の一带で硫酸根と正の相関関係があり、両者ともに、比較的浅層で、温泉水に供給されているように考えられる。

銅・鉛・亜鉛・カドミウムはいずれも、 $0.01 \text{mg}/\ell$  かそれ以下で別府温泉や、日本の温泉の平均より低い。

ひ素は高温の〔NaCl〕型の温泉に多く含まれ、塩素と正の相関関係がある。As/Cl は、この地域の温泉では長湯温泉を除いて  $\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{1500}$  である。

おわりに大分県温泉調査研究会が当研究の費用の一部を負担されたことを付記すると共に、採水、分析に協力していただいた大分大学教育学部の学生や卒業生諸氏に感謝する。

## 文 献

- 1) 志賀史光、川野田実夫：大分県温泉調査研究会報告、第23号、1972
- 2) "、"：" 第24号、1973
- 3) "、"：" 第25号、1974
- 4) "、"：" 第22号、1971
- 5) 古賀昭人：温泉科学10、2、1959
- 6) 川上、古賀、野崎：日化誌、77、9、1956
- 7) 湯原浩二、瀬野錦蔵：温泉学、地人書館、1969
- 8) 大分県厚生部：大分県鉱泉誌、大分県厚生部薬務温泉課、1970

## 宝泉寺における温泉権の実態（下）

大 野 保 治

### I 温泉権の実態

#### (1) 近代的温泉権（Ⅲの(3)）

<1> 温泉権には、その発生過程から二系列が存することは前号（上）で論じたが、再び要点のみ記述するなら、こうである。その1つは、明治以前、近代法以前の法体系の中で発生した部落慣習法（規範）——法社会学でいうところの「生ける法」——として今日まで何らかの形で存続してきた温泉権、即ち「旧慣上の温泉権（旧慣温泉権）」であり、他は、明治以降に確立された近代法の枠の中で近代（法）的な権利関係として成立してきたところの温泉権、即ち「近代（法）的温泉権」である。両者の、歴史的（社会的）な、したがって法的な系列を異にする二系列の温泉権は相互に影響し移行し合いながら、当該温泉地の自然的・社会的・経済的な諸条件に規定されて、その温泉地独特の顔、を形成して動的展開を遂げているものである。

また、旧慣温泉権の権利としての法的性格も入会権や慣行水利権、漁業権にも類似したものとして理解され、その権利主体は原則として「地域団体としての村落共同体」にあり、それが支配する地域全体にわたって温泉採取権を総有していたと認めるのが学界の通説である<sup>(1)</sup>。そして、かかる旧慣温泉権の主体たる温泉団体は、明治以降の近代法体系の中では、制定法によってその法的地位は承認されておらず、今日なお伝統的部落団体・市町村・会社・組合・財産区など、さまざまな形態において変質を遂げながら存続している。当宝泉寺温泉においても、温泉所有は個人有形態を基本的に採りながら、一方では、その矛盾解決のため温泉共同化の途を模索し推進しようとしてきた。その経緯については、前号で詳細に報告したところである。

<2> 全国の多くの温泉場では、温泉権の歴史的な展開過程も、現実の態様も多種多様であり、それ故に全国的統一法規としての実体法の形成を困難にしている<sup>(2)</sup>。それはともかく、全国的な一般的傾向としては、自然湧出泉の部落共同湯を中心にした旧慣温泉権が支配的地位を占めていたが、やがて明治初期の私有財産制の導入によって旧慣温泉権は解体・変質を余儀なくされる過程で、人工的な掘さくによる近代的温泉権が登場するというプロセスをたどる。ここにおいて、当然のことながら、旧慣温泉権に対する近代的温泉権との摩擦を生じ、対立関係を発生させる。換言すれば、それは旧慣温泉権の法的（権利）主体と近代的温泉権のそれとの対抗関係であり、同時にまた、それは現実の利用面では、両者の利用者（集団）間の対立関係でもあった。かかる新旧温泉権の移行状況は、スタチックな情勢の中ではともかくも社会調和的に共存しえたが、その均衡が外部的要因で破れる状況にたち至ると社会的紛争を招来し、内部解体が一層進行する。

前号で報じたごとく、当該宝泉寺温泉の発祥の元祖——「石ビツの湯」の利用をめぐる発生した有力地元旅館と部落利用集団の対立・抗争は、まさに叙上のような社会的背景の中で惹起された事例であったと言えよう。

<3> 近代的温泉権の源泉共有（正確を期すれば「準共有」）の場合、準共有関係が認められるか否かで複雑な問題が提出される。当宝泉寺温泉で、新規掘さくをめぐる源泉権自体の所有関係が不明確なため紛争となり、ついには裁判訴訟にまで持ち込まれた事例については、前号（第三章(5)温泉紛争）で報じたところである。

当該訴訟（大分家裁日田支部）では、記録に基づき判断する限り、実質的な掘さく申請者は多量の湯を必要とする有力ホテルと考えるのが相当であるところ、④書面上の申請者が調停申立人で、掘さ

く地に対する法的関係を不明確にしたまま掘さくを開始したこと、㊸その性格も、物権的な分湯権か債権的なものか、しかと判明せず、したがって㊹どちらの側かが仮に分湯ないしは配湯を約束したにしても具体的な分量の決定がなされておらず、㊺引湯管敷設についても全く話し合った形跡もなく、㊻紛争当事者が親族関係（叔父と甥）にあり、扶養とその対価をめぐる親族争議の中で発生したことなどが当該訴訟の原因となっていた。ここにも、特殊日本的な法意識状況が読みとられ、前近代的な風土の地域性と相まって、個人の権利意識が十分でなく近代的契約意識の未成熟も看取することが出来るのである。即ち、そこには「契約があるような・ないような」、また「権利があるような・ないような」意識状況の中に法的諸関係が置かれている<sup>(9)</sup>。私的利益追求のための法的訴訟にあって、当事者の一方は多額な資本を投下したホテル業者にして、かかる前近代的な「法」以前の社会関係で温泉利用に対処しようとする事自体問題であり、当宝泉寺温泉が最近10年間に飛躍的に近代的温泉観光地へと脱皮する過程で起った社会現象として注目される。

<4> 旧慣温泉権と近代的温泉権、また近代的温泉権相互の間の掘さくをめぐる調整は、現行「温泉法」のもとでは紛議を招きやすく、温泉行政上の政策論ならともかく法規面での解釈論となると、ことはしかく容易ではない。

戦後、温泉行政は周知のように、温泉の公的統制を専ら司っていた警察から保健所に移管され、つづいて制定された行政取締の性格を濃厚にもつ「温泉法」(昭23 法125)では、温泉湧出目的の土地掘さく申請に対して「温泉の湧出量、温度若しくは成分に影響をおよぼし、その他公益を害する虞があると認める外は、……………許可を与えなければならない。」(第4条)と規定された。このような抽象的規定のため、新規掘さくのほとんどは許可されて、温泉源の濫掘現象を露呈し、主要な全国温泉場で社会問題化したことも周知の事実である。当宝泉寺温泉でも例外ではあり得ず、昭和35、6年頃を境に、源泉が急増したことも前号で報じたとおりである。

このような濫掘の狂乱状況において、相対立する新旧温泉権と新温泉権相互の間の調整原理としては、今のところ、民法上の「権利の濫用」と公法上の「公共の利益（公共の福祉、公益性）」の法理しか存在しないように思われる。人工技術の掘さくになる新型の温泉所有者の温泉が、既設温泉所有者に与える影響が大きいと推定される場合には、権利濫用として制限されるが、その影響度が軽微であるとされれば、新規掘さくは容認されるというのが全国の実態であろう。ここにおいて、掘さくをめぐる「権利の濫用」の問題は、それが既設温泉に与える影響の程度という一事にしばられる、と考える他はない。この点については、今日の段階における判例の先例的機能が参考となると思われるので、以下、検討を試みることにする。

かかる判例はさほど多くは見当たらないが、概して一般的に言えることは、判例は既設温泉所有権の保護をさほど考慮せず、「権利の濫用」も容易に承認しないがごとくであり、新規掘さくの大半は適法な権利行使として認める傾向にあるということである。拙稿でも、かつて本紀要に論じたことがあるので詳細はそれに譲るとして、論旨のみ再び述べれば、こうである。二日市温泉（福岡県）での訴訟事案<sup>(9)</sup>で、最高裁は、新規掘さくによる影響が比較的軽微で、これがため既設温泉所有権に著しい損害をおよぼしたり、または営業を困難にする等のことがない限り、権利濫用とならず、掘さく禁止の請求はなし得ない、としている。ここでの問題の所在は、まさに㊼既設の温泉所有者と後からの掘さく申請者の権利をどう把握し調整をはかったらよいか、㊽影響が「著しい」とか「営業を困難にする」とは、具体的には如何なる内容を具備している時に言えるのか（どのような客観的基準が存し得るのか）、などの点であろう。個々のケースごとに詳細に検討を試み、適正な判断を下す以外に処方箋はないのではあるまいか。

また、後者の「公共の利益（公益性）」の概念も前者以上に抽象にすぎ、客観的判断基準を見出すことは至難と言わねばならない。それは、一義的に規定することは困難であり、とかく基本的人権の制限をなする規制理念とみられることから、安易に帝王条項として利用され易い。日本の政治社会

の中では、「原理的に個人の存在価値に優越する全体を先験的に措定することは、デモクラシーの価値観とは相容れない」のだから、具体的事例の中で大所高所に立っての利益衡量論を展開して慎重にその決定を下すべきものと考えられる。

<5> 源泉地盤が河川敷にある場合も問題を生じる。当宝泉寺でも30源泉中5件みられるが、かかる場合、法的にはどう理解すべきであろうか。

源泉が河川敷にある場合は、温泉の掘さく・利用に際しては河川敷地の占用許可および工作物設置の許可を先ず取得しなければならない<sup>(7)</sup>(河川法第24・26・27条)。行政法の観点からすれば、この河川敷占用権は許可行為により設定される権利であり、その性格も私有財産権ではないとされる。期間も原則として5年、更新の保証もなく、行政庁の必要により一方的に消滅させられる。また、譲渡の自由も存在しない。しかし他方、実利の実際に注目すれば、河川敷占用権は、私有財産権たる温泉権存立の不可欠の基盤となるものであるから、占用権の消滅・否定は直ちに温泉権の消滅・否定を意味すること、勿論である。因って、慎重に対処する必要がある。

旧慣温泉権の場合は、明治になって、国家が河川管理に着手する以前から既に源泉権者が河川敷を私的に支配していた。明治29年の「河川法」(法 167号)制定によって、法形式の上では、止むなく占用許可を受けねばならないことになったが、旧慣による温泉支配の実態はそのまま維持され、行政庁もまた、それをそのまま承認してきたのであった。従って、河川敷占用権は、旧慣温泉権の形態変化(伝来的慣行の国家的承認)に他ならず、国家の行政的必要性の観点から、この私的支配権を一方的に消滅・否定すべき謂われはなく、かかるものとして存続・承認さるべきものと考えらるべきであろう。また、当該「河川法」施行以前に新たに河川敷に温泉所有権を取得した場合についても、河川管理者が占用権という形式に基づいて、事実上、私的権利の設定と巨額な資本投下とを一度承認した以上、これを一方的に消滅・否定するがごときは、条理上、許されないと解すべきである。因って、河川管理者は、河川管理上の公的目的に照らして必要な場合に、且つその必要の限度においてのみ、公用収用に準じ「正当な補償」(憲29条②)を支払うことを前提として、河川敷占用権を制限・消滅しようと解するのが相当であろう。

<6> 源泉権ないしは温泉利用権の譲渡についてはどうか。当宝泉寺温泉では、かかる譲渡は社会的事実としては見当らないようである。観光温泉地での温泉権は高い経済的価値を有するため、かなり以前から取引流通の客体として譲渡されてきたが、当温泉では皆無であり、源泉地盤所有権の譲渡もほとんど見当らないとのことである。

温泉権の担保についてはどうかというに、調査した限りでは1件しか無かった。旅館増築資金として、源泉地の土地所有権上に銀行による「抵当権」が設定されていた。一般的には、温泉権の担保性についてはなじみ難いものがあり、担保設定者の経済的需要には必ずしも適当ではないとは言えないにしても、担保権者にとっては地盤土地所有者権の担保力には執行上問題が残ることから、別府温泉でも、銀行が温泉権のみを担保にとることは稀のようである。<sup>(8)</sup>

## (2) 分湯と配湯の状況(Ⅲの(4))

<1> 温泉に対する権利。第一次的には源泉に対するもので、それは「源泉に対するあらゆる権能を含む包括的全面的な支配権(「所有権」に類似する権利)」と解され、従ってそれは「源(温泉)所有権」と呼ばれることが学界ではすでに承認されている。このような近代法的源泉権は所有権と同型の包括的物権であり、従ってその権利者以外の者による温泉の利用は、源泉権者の同意に基づいてのみ、第二次的に(源泉権から派生した権利、即ち、叙上の第一次的源泉権に対する第二次利用権として)成立することになる。このように、温泉の利用関係は、源泉を中心とする第一次利用と、源泉から派生する第二次(時には第三次)利用とを分離して考えるべきである。

第二次的温泉利用関係の法的形態には種々のものがあるが、大別すれば次の二つに分かつことが出

来る。＜その1＞は、源泉権者がその支配・管理する源泉を他の者に譲渡する場合、即ち「分湯」と称されるものであり、＜その2＞は、単に特定の量の温泉を動産として一定の導管施設により継続的に配給する——あたかも水道の水のように——場合、即ち「配湯」と称されるものである。以下、この両者につき概述しよう。

＜2＞ 分湯。これは、さらに二つのものとに区別される。＜その1＞源泉権そのものの分割であり譲受人は譲渡人と全く対等の立場に立って共同の源泉権者となるものである（既述の「準共有」がこれに当たる）。準共有には、民法上の規定（第264条）が準用されると解すべきであろう。＜その2＞分湯のもう一つの法的形式として考えられるのは、譲受人が源泉そのものに対して譲渡人と全く同じ資格で支配・管理の権能をもつのではなく、基本的には譲渡人のみがその権能を有し、譲受人はせいぜい限られた範囲の権能を源泉そのものに有する一種の「他物権の利用権」と考えられるものである。一般的に言うなら、源泉権の一部譲渡が、例えば「永代使用権」として確定的に、それも相当の高価な温泉権利金を徴収して譲渡された場合などは、＜その1＞の法的形式に属するものとして把握するのが相当であろう（もっとも、この場合も、具体的な利用実態を詳細に検討しなければかかる形式論理的な把握は危険であるが）。当宝泉寺には、かかる「分湯」形式の温泉権は見当らない。

＜3＞ 配湯。上述のごとく、源泉権者（給湯契約上は配湯義務者）が給湯を受ける権利者（配湯権利者）に対し、導管施設によって継続的に供給する債権契約関係が即ちこれである。その法的関係は契約法上、水道やガス・電気等の「供給契約」と類似のものとして理解されよう。かかる継続的な債権関係にあっては、配湯が第三者により妨害された場合には、配湯権者は配湯義務者に対し、その妨害を排除して配湯すべきこと（即ち、債務の内容たる特定給付の履行）を請求し得ることは勿論、第三者による妨害に対しては妨害の停止を請求し得る、と解すべきであろう。また、第三者に対する対抗要件（民法第177条）にしても、「一定の明認方法」を備えることが要求されることは碩学の説くところである<sup>(10)</sup>。

＜4＞ 温泉供給。配湯契約において、法的問題点となるのは④供給される温泉の量、⑤同じく温度、⑥契約の存続期間、⑦温泉利用権の転貸・譲渡、⑧その他（温泉権利金、使用料と延滞規定、工事費、特約など）である。当宝泉寺での配湯契約の締結状況は次のとおりである。

昭和49年3月末現在、当温泉で配湯を受けている事例は6件（旅館業者の余湯を同業者へ配っているもの4件、個人で旅館へ配湯するもの2件）あり、その供給経過は前号でも触れたので、その中の一事例（有力ホテルから有力ホテルへ配湯）について瞥見してみよう。

先ず、④配湯量。通常の方法としては、湧出量の分配比率で定める場合、一定時間内の湯量で定める場合、供給量をメーター制で定める場合などあるが、当該「温泉配湯契約書」を見ると、「パイプ口径1吋」と定めており、工事費も利用者（引湯者）負担となっている（第3条）。また、配湯契約に特異な条項である温泉源の変動に関しては「天然地変、または他の者の新規掘さく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」には「本契約は当然消滅」し、したがって「双方の権利義務は消滅する」旨記されている（第2条）。かかる場合のトラブルを避けるため、立会人を特定している。⑤温度当該契約書には「温度」の規定は見当らない。通常も、温度の規定をおくのは珍しいが、たとえ無くとも、契約成立時に供給された当初の温度をその後も引き続いて維持するのが債務の本旨に従った履行であると解すべきだから、配湯義務者が故意または過失により温度を低下させた時は、責務不履行となろう。不可抗力の場合は当然、配湯義務者は権利者への損害賠償責任は負わないが、この場合にも担保責任はあると解すべきである（民法第563条以下）。湯の温度が利用者に供給される間で低下した場合には、配湯義務者の防止義務はどうなるのか。一般論としては、配湯管の維持管理責任を債務者が負っている限り、義務者が温度低下の防止義務を負い、権利者が負っている場合は権利者に防止義務ありと考えるのが至当であろう。当該契約書では、後者になっている。⑥契約の存続期間本事例では「1年」と定められ、「期限満了後は必要に応じ再契約をなす」ことになっ

ている（第2条）。通常、1年という短期間は珍らしく、配湯権利者にとっては多額の投資をし営業を大きく左右することを考えると、契約当事者としては不利・不安の地位に立たされることは免れない。もっとも、民法上の賃貸借更新推定の規定（第619条）は、温泉供給契約にも類推適用されるべきであるから、さほど心配するには当たらないかも知れない。温泉利用者にとって、温泉利用の安定が即営業の安定にかかわることを想えば、短期間の契約の場合、正当な理由に基づかない更新拒絶は許されないと解すべきであり、信義誠実の原則（民法第1条②）にも反しよう。当契約書でも、末尾条項にこの原則を謳っている（第8条）。㊦温泉利用権の転貸・譲渡通常の契約書には、温泉利用権の転貸・譲渡の自由が許されている場合、配湯者の同意（もしくは届出）を得て許されている場合、全く許されない場合、何も規定がない場合、その他に分類出来る。他物権的利用権の場合、温泉所有権と同様に所有権者の意思から完全に独立した財産権として自由に取り引されている場合が多く、当然に、この権利は一定の価格即ち「権利金」名義で取引され、第三者に権利が移る場合には名義変更料として幾ばくかの金員を支払う、といった規定になっているものが別府温泉では多いようである。然し、本事例の場合、「如何なる場合と雖も……絶対してはならない。」旨の厳しい規定がおかれている（第7条）。㊧その他上記の性格をもつと考えられる温泉利用権の「権利金」は25万円、毎月の「使用料」は5,000円となっている（第4条、但し昭和44年締結時）使用。料滞の制裁規定も厳しく、1カ月でも怠れば、「配湯を停止することが出来る」し、その場合の営業上の全損害に対しても、源泉者は全く責任を負わない旨の規定が見られ、ここにも授湯者の契約当事者としての優位性が確立している。なお、源泉の維持修理費の負担にしても「配湯を受けている全員の配湯料に応じて、その工事の負担」をしなければならず、「再ボーリングの際も亦同様とする」（第5条）という点に着眼する限り、当該配湯契約はもはや純粹の債権関係のものと解するのは当を得ず、分湯契約（既述の「分湯」＜その2＞）の性格に近いものと解すべきであろう。

#### (5) 共同温泉組合

＜1＞ 旧慣団体の解体過程で、温泉利用権者が組合をつくって従来の温泉利用秩序を維持し、既得権を防衛しようとする例も全国温泉地にかなり見られるところである。その「組合」の法的性格も民法上の組合、権利能力なき社団、特別法上の組合（特に中小企業等協同組合法に基づく温泉協同組合）に大別される。それに対応して、源泉権も、組合員の共有となっているもの、組合長名義となっているもの、法人たる組合の所有となっているもの、の3つに分かれている。ところで、かかる組合が、その地区のすべての温泉利用権者を網羅して組織され、且つ源泉権を独占している場合には、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ことになり問題も生じ得ないが、組合が地区の一部の権利者しか組織されておらず、且つ源泉権をも独占していないとなると、複雑な事態も起こり得る。当宝泉寺温泉で、温泉共同化を阻止してきた主因は、まさに利用者(集団)による「源泉の争奪戦」といふべき、このような点に胚胎していたのであった。

＜2＞ 当温泉場での主要な温泉利用者は主に旅館・ホテル業者であり、営業の浮沈がかけられているだけに源泉確保に血道を挙げざるを得ず、そこで温泉利用状況で④源泉を所有し、自家営業を充足してなお余裕あるもの、⑤源泉は有するも不足しがちで、配湯をまたなくては営業に支障をきたすもの、⑥源泉を全く保持せず他に依存しなければ温泉利用が出来ないものに分類されることから、源泉をめぐる相対する二グループの抗争が熾烈をきわめたことも前号で詳しく報告したとおりである。

このような社会的背景の中で、④⑤グループが源泉をもとめて昭和46年発足させたのが「宝泉寺共同温泉組合」であった。温泉共同化（集中管理）の作業に見切りをつけた上記業者4名に、町当局が加わった民法上の組合である。源泉地は河川敷にあり、業者は共同所有してそれぞれ利用している（稿末「資料」参照）。当該共同組合に町当局を加えた理由として、全国多くの温泉地で旧慣温泉権が解体する過程で、何らかの形で市町村がその再編や既得権維持にタッチするケースが多いのかかわ

らず、当温泉では地域的特殊性から全く関与していなかったことのほか、前号で報じたように、地区住民なканずく旅館業者が、地区選出の有力ホテル経営の町会議員を通じて再三陳情書や要望書を提出し、町長並びに町議会に働きかけていたことも指摘することが出来よう。そのほかかって集中管理方式の採用を総会で決定していたにもかかわらず、登記する段階で「役員の既得温泉所有者の一部組合員の無理解」から瓦解した点を非難し、「憲法の英断をもっていたずらに既得温泉所有者の個人の利益の擁護のためにのみ掘さくに制限を加える」（共同組合の「設立の目的」）ことのないようにし、既得温泉所有者の独占的利用を排除すると共に社会的弱者に対する町当局の肩入れを期待していた向きもあったようである。

## V 結語

宝泉寺における温泉権の一般的特徴については、本稿（上）の冒頭でも触れているので、ここでは主要なる点についてのみ総括を試み、本報告を結ぶことにしたい。

まず、第一に、全国多くの温泉地では、旧慣秩序を中心に展開していた古典的利用形態が明治初期の法的整備（近代法体系の導入）を契機に、さらには経済的（商品貨幣経済の滲透）また政治的（町村制の再編成）な影響を受けて変容を迫られ、旧慣温泉権の消滅に対応して近代的温泉権が掘さく技術の開発から新たに登場するに及んで、この両者の対抗関係においてダイナミックな展開を遂げるといふプロセスをたどってきたのであった。然るに、当温泉では、自然的かつ社会的条件から孤立性・閉鎖性を固持したまま村落協同体のヘルシャフト的紐帯も固く、したがって旧慣温泉権の解体・変化も極めて緩慢なものであり、そのため、静かな山の間で湯、に安住出来たのであった。ところが戦後、全国的な規模での経済的・社会的な変革は山間僻地にまで波及した結果、当温泉にも急激な変革を迫ったが、これに対応する社会的基盤が整わず、したがって法的準備も充分でないままに、心情的に、徒らに温泉共同化（集中管理）への途を模索しようとしたところに最大の問題がひそんでいた、と指摘せざるを得ないのである。

これに関連して、第二には、通常、旧慣温泉権の主たる温泉団体は伝統的部落団体、組合、会社、財産区など千差万別の形態において展開するのに、当温泉ではかかる展開過程をたどる暇もなく、近代的温泉権の基本的所有形態へと急激な展開をみたことから掘さく狂乱の社会問題を惹起したこと、この点、湯平温泉が地の利を得ていた上、町有の源泉を持ち町有公共温泉をも併置しながら、集中管理方式の共同化を成功させた事例<sup>(1)</sup>と著しい対照をなすのである。

第三には、温泉共同化、具体的には「集中管理」方式推進の絶妙な自然的諸条件を整えながら、旅館・ホテル業者の温泉利用をめぐる利害得失が複雑に絡み合い、加えて人脈の人間関係も複雑で、また一面でも個人の権利意識も同業者としての競争心も強く、営業上の優劣もここ数年来かってほどまでに見られなくなったと言われることから、営業者の死命をも制しかねない源泉の確保に狂奔することも当然といえばごく当然のことであった。なお、本来なら、旧慣温泉権の権利主体たる部落利用集団と地元有力旅館集団との対抗関係で紛争が惹き起されるのに、地元住民集団は後退し、旅館業者間での対立抗争が主であったことも注目されてよい。その他、町の行政指導がとかく上からのものに終わり、共同化への町財政の援助が消極的であったことも、この際、指摘しておかねばならないだろう。

### 〔註記〕

(1) 川島武宜他『温泉法の研究』（勁草書房）の中の各温泉の実態報告P.17～ 川島編『社会と法』（法社会学講座7）P.277～

- (2) 武田軍治『地下水利用権論』（岩波書店 昭17）の「自序」P.3～4 川島前掲書『研究』P.3
- (3) 川島武宜『日本人の法意識』（岩波新書）P.89～
- (4) 拙稿「温泉法の問題点の考察」（大分県温泉調査研究会報告第24号）参照されたい
- (5) 『註釈民法(7)』の後注（三）温泉権」P.633
- (6) 小林直樹『憲法講義』P.278～
- (7) 金沢良雄『水法』（法律学全集15）P.46～
- (8) 銀行が融資の際、温泉権に抵当権を設定するのは主に旅館・ホテル業者に対してであり、土地建物と一体をなす温泉権にも権利の設定をしておかねば、執行段階で後日に問題を残すからである。かかる紛争の事例が、別府温泉でもかつてあった
- (9) この点で争われた別府温泉での事例については、拙稿「別府における温泉権の実態」（別府大学紀要第10巻）を参照のこと
- (10) 川島武宜『民法』（有斐閣）など
- (11) 拙稿「湯平における温泉権の実態」（大分県温泉調査会報告第23号）参照のこと

#### 〔参 考 資 料〕

### 1 宝泉寺共同温泉組規約

#### 宝泉寺共同温泉組規約

##### 名 称

- 1 本組合は宝泉寺共同温泉組合と称す。

##### 事務所

- 2 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。

##### 組 織

- 3 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営んで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。

##### 設立の目的

- 4 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見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もので憲法の英断を待っていつた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。

##### 事 業

- 5 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。

##### 資 産

- 6 資産は頭初金 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。

## 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。
- 鉾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る。

# 別府温泉における「集中管理」構想

——長期総合計画と温泉利用をめぐる——

大 野 保 治

## I はじめに

温泉観光都市「別府」は戦後、昭和26年の別府国際観光温泉文化都市建設法（法221 特別法）によって基本的性格を規定され、いち早く復興の基礎を固めて戦前をしのぐ繁栄を目指し、鋭意努力を重ねてきた。然し、最近十年來の市勢中だるみ現象を克服すべく、激動の社会状況の中で「明日の別府のあるべき姿」を模索する市当局では、昨年（昭49）秋、3年がかりの別府市長期総合基本計画（いわゆる「磯村構想」）の策定を終り、昭和60年を目標とする雄大な将来の指標に取り組み、観光複合都市造りを着々と進めている。

この長期総合計画では、別府市将来の発展の根拠となる理念（都市像）を「恵まれた自然と、豊かな人的、物的資源を生かした、希望のもてる、落ちついた生活の場をつくる」ことにもとめ、この理念にそって別府の自然環境を生かしつつ①温泉利用、②都市計画、③環境保全を掲げ、市民参加により民意を反映しながら計画達成を期している。こうした基本路線に沿って、昨秋発足をみた温泉利用委員会<sup>(2)</sup>では、市執行部の温泉プロジェクトチームが作成した素案を数次にわたって慎重に審議し、その成果を「別府温泉利用の基本構想に関する答申書」（第四章参照）にまとめ、今年2月10日、市長に提出した。

本稿は、叙上の「答申書」の背景にある法的問題点若干を法社会学的観点から取り上げ、説的論究を試みるとともに、問題の論廓を展望しようとするものである。なお、先に発表した拙稿「最近の別府における温泉権の問題状況」<sup>(3)</sup>（昭43）並びに「別府地方における温泉権の研究」<sup>(4)</sup>（昭45）を継承して書かれたものであるので、併読して戴ければ幸甚である。

## II 最近の温泉権の実情

### (1) 概 説

別府市が1日に湧出する温泉量は約10万キロリットル、温泉からの熱の放出量は年間16兆キロカロリー、無煙炭に換算して約20万トン、年間20億円分の熱を放出していると推定されているが、天恵の温泉資源を10余万別府市民がどれだけ理解し、有効に活用しているかとなると疑問が多く、戦後何回となくこの点の強調がなされてきたことは周知の事実であり、また「市民憲章、の一つに取り挙げられていることも市民のよく知るところである。

さて、筆者は7年ほど前、上掲の論稿<sup>(5)</sup>で「最近全市広域にわたって泉源開発がみられるという推移は、また新たな市街地形成作用を促進し、早期に市の全貌を変えること、したがって温泉権の態様（利用形態）も変容を余儀なくされることが予測される。……当市では、温泉の利用をあまりにも地域的平面でのみ把握してきた感が深い。……私的支配を克服する公的利用と無計画、不合理を排除する合理的適正配分という、とかく等閑視されてきた立体的側面を今後は重視しつつ、当面の課題として『集中管理』を一刻も早く検討する時期にきている」として、温泉利用の全市的展望に立った地域間相互の調整を緊急に検討すべきことをいち早く指摘しておいた。別府市郊外における住宅化が加速度的に進行している今日、「集中管理」の具体的検討が現在急がれているが、余りにも時宜を失したと

の感慨を拭えないのである。

(2) 源泉と掘さく申請状況

別府市全域における最近の源泉の増減状況は〔第1表〕<sup>(9)</sup>のとおりであり、昭和42年3月末に比べて約25%増加している。ここ数年、著しく増加している地区（増加口数）から順に挙げれば、石垣地区（北石垣160口、南石垣92口合計252口）鶴見（127口）、亀川（88口）、野田・内カマド（77口）、別府（7口）であり、従前並みか若しくは減少している地区（減少口数）は浜脇（6口）、鉄輪（22口）、東山・南立石（17口）となっている。その大きな原因としては、温泉掘さくの規制地域に刺激されて一般（無制限）地域での掘さく申請が著しく増加したこと、当該地域が急速に住宅化を遂げたことによる温泉需要の増大のほか、経済力の向上、個別利用への欲求などが考えられる。

昭和43年以降の掘さく申請状況は〔第二表〕に示すとおりであり、叙上の最近の温泉権漸増傾向を端的に傍証している。こうした一般地域での掘さく申請が激増してきた事実を鑑み、県当局では、従来の特別保護地域（3地域）と保護地域（2地域）に再検討を加え、大分県温泉審議会の答申をまっけて、鉄輪保護地域に、新源泉の著しい増加をみた石垣・鶴見地区の大半を加えて、従来の名称を改めて「別府市北部保護地域」とし（第一図参照）、掘さく制限を一段ときびしいものにした。当該地域では、個人掘さくによる温泉利用権相互の対立・紛争がひどくなり、やがてはその調整も困難になることが予測されたことから、現段階で私的開発に制限を加え、公共的利用の余地を確保しておく

表1 温泉地別源泉数等調

昭49.3.31現在（別府保健所）

温泉地名	源泉総数	枯渇泉数	利用源泉数			未利用数 合計	昭和42年3月 利用源泉数 (源泉総数)	増減状況 (増加率)
			自噴	動力	合計			
浜脇	196	170	2	24	26	0	32	-6
別府	1419	384	290	714	1004	31	997	7
石垣	474	35	20	410	430	9	178	252
亀川	467	112	123	229	352	3	264	88
内カマド 野田	375	149	134	91	225	1	148	77
鉄輪	259	144	66	44	110	5	132	-22
鶴見	429	100	132	138	270	59	143	127
南立石 東山	305	180	68	44	112	13	129	-17
合計	3,924	1,274	835	1,694	2,529	121	2,023 (3,520)	506 (25%増)

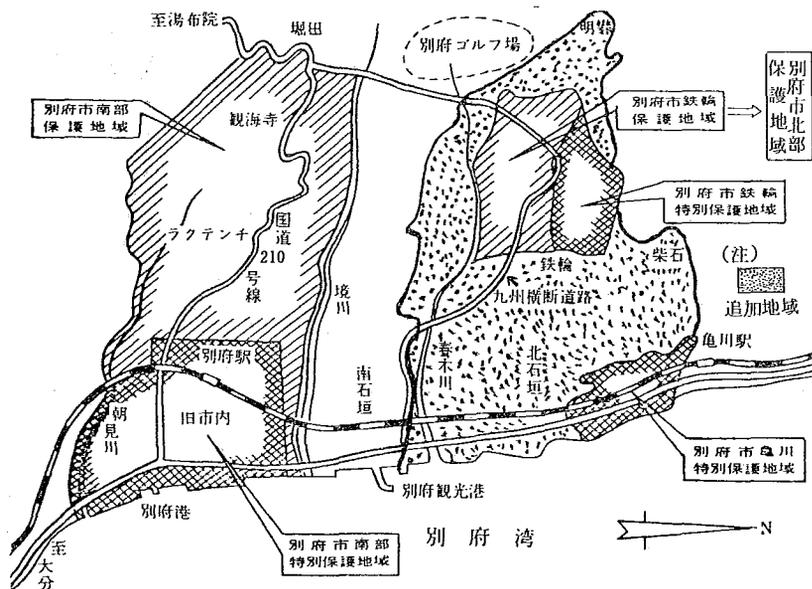
表2 掘さく申請（許可）状況

昭49・3・31現在（別府保健所）

年次	掘さく(大分県)		掘さく(別府市)		増掘(別府市)		動力装置(左同)	
	許可件数	不許可件数	許可件数	不許可件数	許可件数	不許可件数	許可件数	不許可件数
昭和43	287	64	218	60	40	0	214	0
44	264	23	154	19	20	0	368	0
45	261	14	170	9	23	0	311	0
46	173	10	108	3	19	0	105	0
47	226	5	143	3	14	0	111	0
48	221	17	147	5	12	0	91	0
49	161	2	113	0	7	0	126	0
合計	1593	135	1053	99	135	0	1326	0

図1 別府市温泉掘さく規制図

(県環境管理課)



うとする措置に出るものであった。このような温泉源の保護地域を拡大する行政決定は、法理的には私権の制限に傾きすぎ、政策的にも時期尚早で当を得ないのでは、との一部の批判もなくはなかったが、全市の展望に立つての事前の掘さく規制（予防措置）も住宅新興地区にとっては止むを得ないものと了承され、昭和48年2月7日より実施されるに至った（温泉審議会運営規程一部改正）。

### (3) 温泉利用の実態

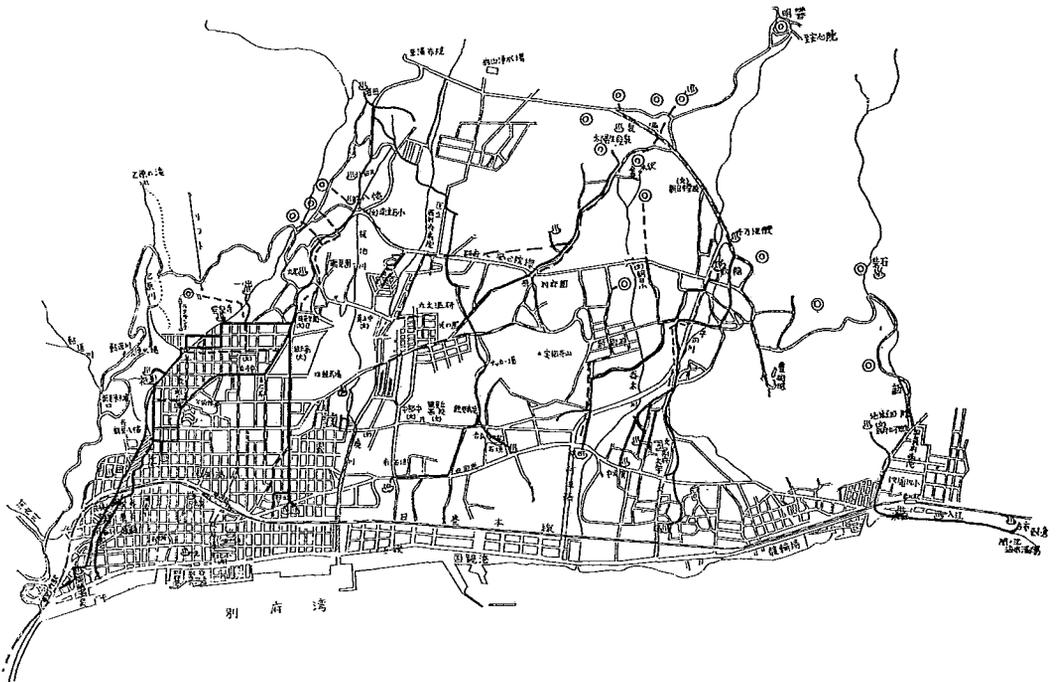
公共温泉について概述すれば、昭和42年3月末現在、市有温泉（市営・区営並びに区有区営を含む）は83泉であったが、現今（昭和49年3月末）では、市営または区営は96泉、組合営によるもの8泉、合計104泉とこれまた2割余り増加している。それは、源泉総数が同じく2,023泉より2,529泉と増加しているのに対応しているが、実質の利用度からみれば、公営温泉（96泉）の伸び率はさほど大きくはないと考えられる。ちなみに公営温泉の利用者は平均50世帯、200人（1世帯平均4人）と仮定すれば13泉の増加では650世帯、利用人口2,600人であり、個人有源泉の627泉増と比較して、ほぼパラレルの増加率ではあるが、全市域の利用密度からすれば公共温泉は著しく拡充されたとは認められず、個人有源泉が一段と伸張したとみるべきであろう。

公共温泉に対する個人有源泉の「共有利用状況」<sup>(8)</sup>（昭49.3現在）の概要を述べれば、1～2人の共有は2,155泉、3～5人では310泉、6～10人では55泉、11～20人では21泉、21人以上は5泉、合計2,546泉となっており、別府市内における源泉の利用状況は必ずしも単独所有によるものが多いとは限らず、共有による共同的不いしは集団の利用もかなりの程度に進んでいることが察知される。地区的には別府（972泉）、亀川（348泉）、北石垣（310泉）、鶴見（326泉）に多いことは、それだけ当該地区の利用密度が高いことを証するものであろう。

### (4) 配湯会社

別府市保健所の調査資料（昭49.3現在）によれば、別府市内には現在27の配湯業者（経営別では会社〇〇、個人〇〇）がいるが、その主力は「配湯会社」であり、配湯を希望する一般市民、旅館、ホテル、会社保養所、温泉組合、官公署など広汎にわたって供給している。その営業者数は、昭和42年3月末（13）のほぼ2倍となっており、一段と会社経営による集中管理が進行していることを知り

図2 公・民営温泉配湯園



<sup>(9)</sup>うる。これらの会社の配湯区域は、〔第二図〕の示すように温泉が湧出しても掘さく深度が深く多額の経費の支出を強いられる郊外地域が多く、その配湯状況を見ても遠い将来を展望する計画性に欠け、必ずしも合理的なものとは言えない。それというのも従来、民間業者の営利本位の恣意に委ねられ、行政指導もほとんど加えられなかったからである。

このような配湯業者の手になる「集中管理」も、<sup>(10)</sup>昨今ではいろんな点で行き詰っているとの感が深く、<sup>(11)</sup>今後は公的見地から抜本的指導が加えられる必要がある。次章で取り上げるが、市の直轄または開発公社式の公的団体が主導的に「集中管理」を全市的温泉利用の観点から遂行しようとする過程では、これら民間の集中管理状況の実態を無視しては成り立つはずもなく、これら民間業者との協力の上に立って連携し、補完し合って合理的な適正配湯を企画する必要がある。具体的、技術的なことについては、第四章「答申書」の中で触れているので省略する。

### Ⅲ 基本構想と「集中管理」をめぐって

#### (1) 集中管理の理念と法的問題点

温泉利用については、掘さくに先だつ平面的利用（地域的開発面）と湧出後の立体的利用（合理的機能面）の二側面が考えられる。前者が地域性に立脚する形式的（均分的）な平等主義なら、後者は機能効率性に着眼する実質的（配分的）な合理主義ともみることが出来よう。泉源開発と利用の歴史的過程をたどれば当然、前者が優先し、然るのち一定の段階に到達すると、後者が重要視されることになる。当別府温泉での経過は、拙稿でもすでに触れたように、<sup>(12)</sup>明治末期～大正期の浜脇温泉や昭和初期の別府北浜地区の温泉利用にも示されていたところである。

さて、この「集中管理」方式とは、多数の温泉汲み上げ口を極力集約し、少数の温泉孔からヨリ高温・多量の温泉水を採取し、合理的且つ計画的に配分し、そしてヨリ効率的に利用しようとする立体的構想に基づいている。このことは、法技術的には次のように理解されよう。即ち、「温泉に対する<sup>(13)</sup>管理機能を集中して温泉権の個別的権能を克服し排除する」ため、「個別的支配を如何にして、且つ

如何ように制限するか。ないしは制限のもとに服さしめるか」である。温泉権の権利的性格は複雑多様であり、現行「温泉法」(法125)では何らの明定規定をもたず、法学界の通説では、民法上の土地私有権に付随する私法上の権利(私権)であるとされ、判例もまたこれを肯定し、かかるものとして承認されている。<sup>(14)</sup> もっとも憲法上(第29条)では、財産権も制限を受け、したがって「私権ノ享有ハ公共ノ福祉ニ従フ」(民法第一条)こと、もとよりである。

温泉権の私権性と公共性にかかわる問題は、憲法上の「基本的人権と公共の福祉」の一般命題に還元されて、しかく容易ではなく、ましてや私権性を全面的に否定し一挙に公共利用に転換を遂げることなど、憲法上、許されるべきことではない。両者の調整は慎重且つ漸進的に進めてゆく他ないであろう。“法は事実の中一起る(Ex facts jus or itur)”の法格言に示されるように、事実関係に即して(Zachlil)私権も公的規制に服し、公的規制の中で、私権はその育成がなされるとの柔軟な対応策が期待される。近代法規上では、二者択一的な峻別の論理の貫徹が要求されるが、温泉権は入会権や漁業権と並んで近代法にストレートになじまない法領域であるから、all or nothing(Alles oder Nicht)で考えるべきではなく、それ故にこそ画一的、杓子定規的な法的判断に委ねるよりは柔軟に対応出来る行政指導にまつところが多く、急激な変更を避け漸進的な改良主義の行政姿勢こそ望まれる。蓋し、温泉権は、基本的には私権性の承認が確保されているが故に、行政権力が大幅な規制を加えること自体は適切ではなく、それはまた同時に公法の規律のもとに服する限度で、公法上の権利としての性格をも分有するという公共の見地に立って、社会政策面からの制約も受けることもまた止むを得ない<sup>(15)</sup>、と考えるべきであろう。

## (2) 温泉利用計画の概要——集中管理方式<sup>(17)</sup>

別府市における温泉利用計画の詳細は次章の「答申書」に譲るとして、上掲利用委員会で決定した基本構想の概要のみ述べれば、次のとおりである。

全市の源泉の総湧出量は1日につき10万キロリットル、その約60%が放流されていると推定される現状に対し、温泉の資源保護と適正利用を進めるためには人工的な温泉パイプラインを敷設、市内を数ブロックずつに分けた温泉集中管理の推進が最も有効であるとの基本構想に立って、①集中管理推進の条件、②モデル地域の設定、③科学的利用などが考慮される。

集中管理推進の条件では、公有泉源の確保・拡充を進めるとともに市内にある27の温泉配湯業者と密接な協力体制を作りながら、出来る限り市内の源泉を市有とし、公社性格の事業体で給湯事業を進めることが望ましく、特に集中管理を進めるにあたっては、市民各階層にわたってアンケート調査や公聴会の開催など民意を反映しながら、その結果を基礎に計画を樹立するという住民参加の行政姿勢の確立が肝要である。早期実現を旨とするモデル地域としては、①源泉が豊富で、②市有地が多いなどの諸理由から、「鶴見・石垣地域」を第一次計画地域とすべきであり(その実態については次節で述べる)、既設の配湯ルートを幹線として、途中に貯湯タンクを設置、ここから支線パイプで配湯しながら国際観光港に建設する予定の温泉施設にまで引湯し、ここを終点とする。その他、科学的利用面では「温泉博物館」の建設を始め、医師会・医療専門機関と協力して湯治についての相談に応じる「温泉治療相談所」を併置し、また市内の配湯業者や温泉関係者、市民有志を会員とする「温泉協会」を設立し、将来の温泉計画を樹立することが必要であろう。

## (3) 実施地域の利用の実態

現在の温泉利用状況を詳細に把握する限り、全市域で集中管理方式の最優先地区としては「鶴見・北石垣地域」が望ましいと考えられる(第三図参照)。いま、具体的に当該地域の温泉利用の概略につき瞥見するなら、次のとおりである。

関係町名としては、春木・実相寺・南須賀・吉弘・餅ヶ浜・新別府・馬場・鶴見・大畑・竹ノ内・

図3(1) 集中管理実施予定地域

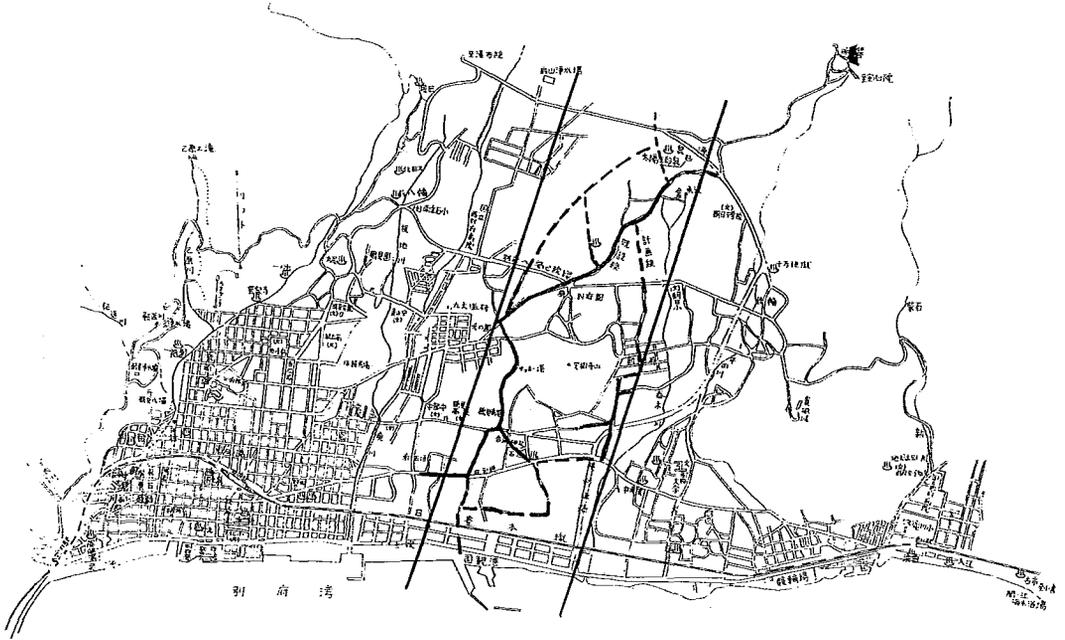
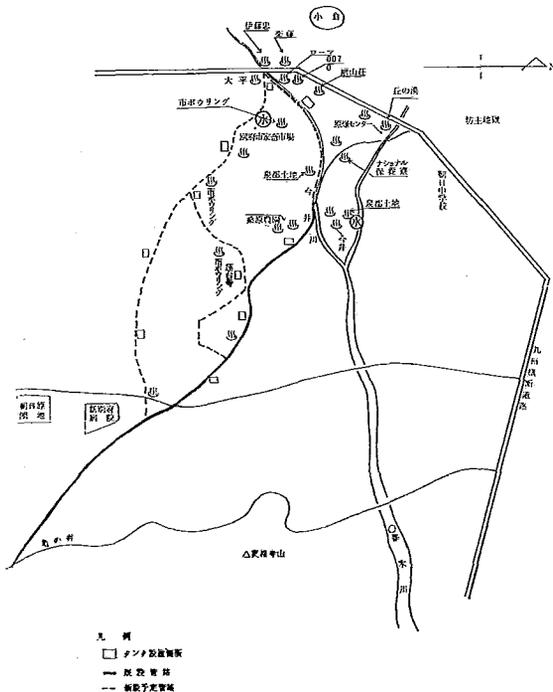


図3(2) 同上地域内での源泉状況



小倉・火売・荘園の13町にわたり、世帯数は6,662世帯、人口にして22,259名である。当該地域では、地区により全く源泉も公共浴場もない訳ではないが、巨視的な全市の展望に立てば、今のうちに根本的対策を樹立しておく必要があると考えられる。ちなみに、当該地域には、源泉数にして266孔（日豊線線路の西側73孔、同東側193孔、一分間湧出量1孔当り42リットルと推定）、噴気・沸騰泉で36孔あり、全世帯数のうち、約20%にあたる1,300世帯が泉都別府の名にふさわしからぬ「湧かし湯」、利用者であることも、温泉利用の地域格差、市民皆浴不平等の地域的特殊性を端的に示しているように思われる。

#### IV 答 申 書 (全文)

##### 別府市温泉利用の基本構想に関する 答申書

温泉利用委員会は、別府市における温泉利用計画を策定するにあたり、その基本前提として、別府温泉には次の二面が

あり、その両面を生かし、各要望にこたえる利用方法を具体化する必要があることを確認した。  
この前提に従い、現在までの審議の結果をまとめ答申する。

(1) 別府温泉は、市民共有の資源である。

その利用は現実の入浴の便宜にとどまらず、生活の歴史に結びついた市民の精神的支柱でもある。

(2) 別府温泉は、泉源規模において世界の温泉地を代表する機能を持ち、日本における温泉の象徴的地位をしめている。従って別府温泉は、国民の伝統的な温泉への期待にこたえと共に、さらに進んで将来の温泉地の指標となるべき義務を負っている。

委員会の発足後、日も浅いため、討議も十分でなく、また必要資料も整っていない現状では、具体的な総合計画の策定にはなお多くの日時が必要と考えられ、この答申はあくまで中間的なものである。

温泉の利用には技術的、法律的な問題が多く、また市民各階層の意見を大幅にとり入れる必要があり、本委員会の活動のほか、そのような面での資料収集、問題解決への努力が行われることを望む。

## I 温泉の集中管理について

### (1) 温泉資源の保護と適正利用

これまでの調査・研究の結果によると別府温泉では、採湯が進み、温泉水が採取されないまま、いたずらに地下を流れ去る状態はほとんど無くなったとされている。従って別府温泉全体としての可能採湯量は既にその上限に近づいたと言わねばならず、温泉開発の段階は去り限られた温泉量をいかに有効に利用するかを真剣に考えねばならぬ状態に至った。ここにおいて温泉利用の問題は次の二点にしばられる。

(イ) 採湯して後、利用せずに蒸気や熱湯として放出されている量を極力少なくすること（掘削規制と放出規制）。

(ロ) 利用目的に応じた採湯量の適正な配分とその利用効率の向上（集中管理）。

これに対処するには、磯村構想にみられる温泉源共同管理の思想が不可欠であり、温泉集中管理の推進が最も有効と考えられる。しかし、永年にわたり私的に開発利用されてきた温泉を直ちに公的なものに転換するにはあまりにも障害が大きく、問題点も多いため、当面以下に示す方法を取りながら温泉を社会的公平な利用にふり向けに行く方向に進むことが望ましい。

### (2) 温泉利用の地域格差是正

別府市内にも立地上主要泉脈から離れ、掘削しても実用価値のある温泉採取が非常に困難な地区がある（例えば、境川—九州横断道路間、浜脇、古市など）。また別府市は市内の標高差が大きいため、扇山山ろくど海岸部では、冬季の温度差に基づく居住条件の格差が著しい。このように自然条件に恵まれぬ地区に人工的に温泉熱源を導入し利用することは、地区の生活環境の改善と今後の発展に寄与するところが大きく、集中管理による温泉熱の配分と多角利用に対する積極的な行政措置が望まれる。

### (3) 集中管理の方法

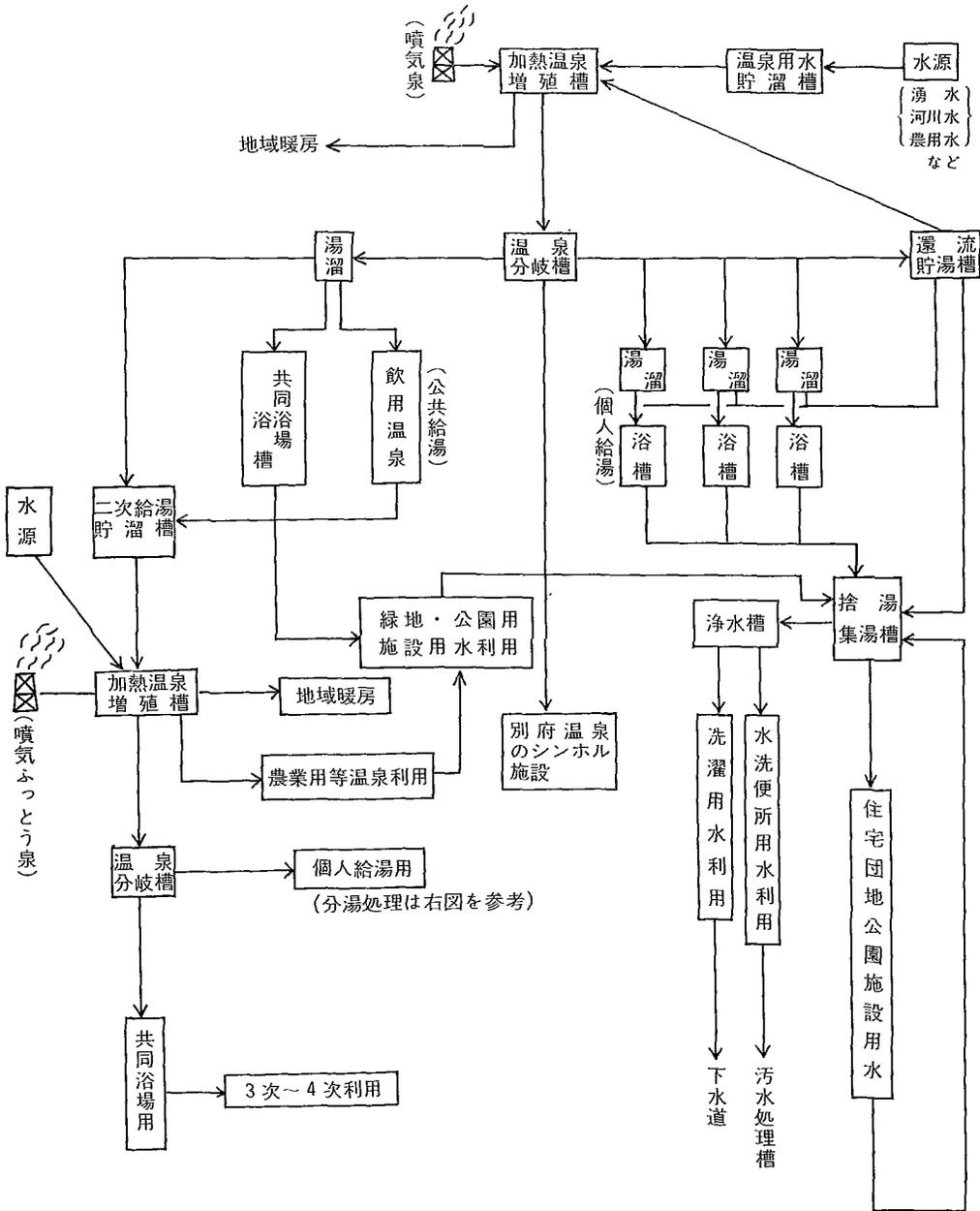
集中管理の具体的措置は概して次のようで、その方法の一例を別図に示す。

(イ) 人工的な温泉パイプラインを敷設する。

(ロ) 熱源利用による地域暖房ゾーンを設立する。

(ハ) 熱源、地下資源の利用秩序を確立する。

(ニ) 特殊泉源の指定と保護を推進する（泉質の維持と観光用泉源の保護）。



## II 集中管理推進の条件

### (1) 公有泉源の確保と拡充

温泉を公共的に利用するには、その需要にこたえる温泉量が確保されていなければならない。その安定供給源としては、公有源泉によるのが最も望ましい姿であり、別府市は優勢な源泉の得やすい土地に公有源泉を増加さすよう努力を重ねることが必要である。それには新規掘削のほか、個人所有源泉の再掘時に資金を提供して温泉権を共同所有にするなど、あらゆる機会をとらえ種々の方法を試みるべきである。これには財政上の問題のほか、温泉源保護のための掘削規制措置など困難な点はあろうが、公共的な温泉利用計画表実現の必須条件として県とも十分な協議を重ねつつ、公共的源泉の確保に努めねばならない。それがまた温泉源保護のための最良の道でもある。反面、私有源泉、特に余剰とみられる温泉水の採湯や放出には厳しい規制を望む態度が必要である。

### (2) 水源の確保

集中管理源泉の対象として噴気・沸騰泉が考えられる。その熱量を効果的に利用し、温泉水を人口造成するため、温泉用水源の確保と涵養が集中管理計画の重要な課題となる。現在水源に関する資料は不足しているが、別府温泉流域内の地下水の保全と水源の確保と共に流域外からの水の利用も考えねばなるまい。当面市内の地下水採取に対し、その実態を把握すると共に地下水の環境基準を定め、地下水位の変動に監視を加えるなどの対策をたてることも必要である。農地の転用、下水道の整備と共に地下水供給量の減少が予想されることから、温泉を含めた水資源対策に緊急的な施策が望まれる。

### (3) 既設給湯事業との協力

別府市には多くの配湯会社があり、それぞれ別個の泉源、水源、給湯施設を所有管理している。集中管理を円滑に進めるためには市、開発公社の既設給湯事業を含めて、これらの中に無相おぎなう密接な協力関係がつけられねばならない。また給湯パイプラインの合理化と加熱給湯施設の近代化などにつき、行政的配慮を強化する必要がある。

### (4) 集中管理のための組織

源泉は市有を主とし、給湯事業は公社的性格の事業体にするのが最も望ましい。

### (5) 温泉特別地区の指定

集中管理が温泉利用の公平を主目的として行われるとき、その管理域では熱量と水量の配分に重点がおかれ、温泉は質的に均一化される方向に進むものと考えられる。一方、泉質や湧出形態に多種多様な性格を持つ別府温泉の特徴は、温泉を国民的な資源として活用するうえに極めて高い効果を持ち、その各特質を保全しつつそれに応じた利用施設の充実を図ることも温泉利用の重要な姿である。この見地から、集中管理計画と並行して市内の自然的・歴史的に特徴のある源泉や施設の所在地を特別地区に指定し（例えば明ばん、柴石、地獄地域など）、その特徴を維持し、強調する施策を進めることが必要である。

### (6) 市民アンケート

温泉質源の採取・利用に公的色彩を深め、集中管理を進める計画は、その利用法が公共性に富み、市民各層に歓迎されるものである時にのみ可能である。本委員会はその利用方法につき、まだ十分な討議を行っておらず、また委員の構成が必ずしもそれに適当したものとは言えないことに留意し、源泉を所有する者、所有しない者、配湯利用者、共同浴場利用者など各階層に分けて、温泉利用方法につきアンケート調査を行い、その結果を慎重に分析検討する方法が望ましいと考える。

### Ⅲ 公衆浴場について

各戸に給湯する場合には保温と湯量の調整などの設備に莫大な経費を要するため、受湯者にかかりの出費をいふことになり、また地域的にも利用の難易が起こり得る。従って市民全般、特に給湯条件の悪い地区の温泉利用は公衆浴場に重点が置かれ、その施設拡充と利用の方法に温泉都市としての特徴が発揮されるものと考えられる。市営・区営温泉やアパートなど共同住宅の浴場が主体となるが現状には改善すべき点が多く、その例を次に記す。

- (イ) 温泉の魅力の一つは何時でも利用入浴できるという自由さにあるが、公衆浴場が管理上の問題から入浴時間にかかりの制限を行わねばならぬ実情にあり、これが市民生活を温泉から遊離させる大きな原因となっている。これら浴場管理の方法につき一考を要する。
- (ロ) 浴場につき、保健衛生上の立場を重視した浴槽、脱衣場、飲用設備などの改善が必要である。
- (ハ) 市営温泉の性格を他の公衆浴場と区別し、特徴のあるものとするのが望ましい。  
砂湯、むし湯、滝湯、治療センター、小プール、室内競技場等を備えた規模の大きい総合浴場とし、温泉の泉質別利用にも配慮を加えることが必要である。他のレジャー施設との違いは対象を市民の利用に重点を置いたものとすることで、それがひいては外来客と市民との直接の触れ合いを深め、温泉都市の特徴を鮮明にするものと考えられる。
- (ニ) 市営温泉の建設場所は浜脇、自衛隊跡地、実相寺、亀川などの各地区が適当と思われる。

### Ⅳ 鶴見・石垣地区モデル地域について

市内を数地区に分け、それぞれで温泉を集中管理し、利用することが望ましいがそのうち「モデル地域」として鶴見・石垣地区を第一次計画地域とし、まず早期実現を図ることが適切である。その理由として次の諸点が考えられる。――

- (イ) 噴気沸騰泉及び泉源が該地区山の手豊富であること。
- (ロ) 市有地が広くあること。
- (ハ) 引湯管布設計画区域に現在空地が多く、沿線が住宅街になりつつあること。
- (ニ) 水源も可能である。
- (ホ) 実相寺周辺は泉孔に恵まれてなく、公衆浴場がないこと。
- (ヘ) 地域に医療施設が多くあること。
- (ト) 現地に集中タンクの設置可能な土地があること。
- (フ) 海の玄関観光港附近が終点となるので、温泉観光として意義ある施設の造成が可能であること。

### Ⅴ 科学的利用

#### (1) 温泉博物館

単に別府温泉の紹介にとどまらず、交通博物館、演劇博物館のように温泉を対象とする専門博物館とし、全国の温泉機関、温泉協会などの協力を得て広く全国の温泉地より資料を集め、その調査・研究・展示を行う温泉の化学分析室、温泉管理利用の相談室を含み、その教育活動としては館内展示のほか別府温泉各地よりの眺望或いは施設見学と温泉の科学を結びつけるためのコース設置等、施設の充実を図る。そのための専任職員を必要とし、また非常勤の運営委員を委嘱する。この設立、運営母体については研究を要する。

## (2) 温泉治療相談所

湯治に関する相談を文書或いは電話でも受ける窓口を設け、専門機関に紹介するなど適切な指導、助言を行う。これも別府温泉への湯治客にとどまらず全国の温泉地を対象としたものとする。そのためには専門機関、医師会などの協力が必要である。また最も重要なことはこの相談所の存在とその利用方法につき十分なPRを行い、利用を広げることであり、温泉博物館に併置することが望ましい。

## VI 別府市温泉協会

別府温泉は市民のものであり、その保全と利用は市民の課題であるにもかかわらずこれまでその中心として活動する機関がないことは不思議でさえある。

市内の温泉に関係ある業者や市民有志を会員とする協会を設立し、行政と表裏一体となって温泉に関する調査資料の収集、利用施設の改善方法などの研究・啓蒙・広報活動を自主的に行うことが望ましく、それが市民の温泉への関心を深め、将来の温泉計画の策定を実行するに当り大きく貢献するものと考えられる。以上

### 〔註 記〕

- (1) 『別府市基本構想——その望ましい姿』（別府市編）P 1.3 同じく「基本計画の指針」参照のこと。
- (2) 温泉利用委員会は、市選管の選挙人名簿から無作為抽出方式で選んだ10人の市民代表、学識経験者3名、市議会代表1名、業者（配湯会社）代表1名の合計15名で構成されているが、このような選出方法で果たして全市民の意思を十分に反映できるかで批判を呼んだ。もつとキメ細かい選出が考えられるべきであろう。
- (3) (4) 大分大学（教育）研究紀要第3巻第3号同じく第3巻第5号
- (5) 上掲第3巻第3号論文P.21参照
- (6) 『別府市誌』（昭48・8・31刊別府市編）の第4編温泉P.453～P.516参照
- (7) 上掲『市誌』第4編第2章市有温泉P.467以下
- (8) 昭49・3・31現在の別府保健所温泉台帳の登載に基ずく調査資料であり、従って法務省（登記所）の権利関係を明定する登記資料とはその性格を異にする点を考慮すべきであろう。この点、川島他『温泉権の研究』P.527を参照されたい。
- (9) 別府市の配湯業者による配湯状況については、前掲『市誌』第4編第三章「民有温泉」第3節「配湯会社」（P.507～516）に詳述しているので参照のこと。
- (10) 配湯会社での問題点としては、泉源確保の困難性、配湯管の技術的問題、同業者間の配湯の競争、給湯料金の高騰、個人掘さくによる受湯者の漸減による経営難、新規開発泉源と個人掘さくの競争などが指摘されよう。
- (11) 別府市開発公社の問題点としては、前掲『市誌』第4編第二章第三節「別府市開発公社」（P.487～）参照のこと。
- (12) 『生活と科学』（別府大学生生活科学会編1968年第11号）の拙稿「別府温泉の法社会学的研究」（Ⅱ）を参照のこと。
- (13) 川島武宜『温泉の集中管理』（日本温泉協会編）参照。拙稿「湯の平における温泉権の実態——集中管理の実態と法律関係」（大分県温泉研究会報告第23号）参照。並びに拙稿「宝泉寺における温泉権の実態(上)」（同じく第25号）参照のこと。

- (14) 川島他『温泉権の研究』P.8～参照。『注釈民法(7)』後注(三)「温泉権」P.609以下参照。  
なお温泉権に類似の農業水利権については渡辺洋三『農業水利権の研究』（東大出版会1954年）  
入会権については川島他『入会の研究』（岩波書店1965年）
- (15) 川島武宜『民法総則』（有斐閣）をはじめとする川島教授の諸論稿が参考となる。
- (16) 川島『民法Ⅰ（総論・物権）』（有斐閣昭35）P.206～209 小林直樹「基本権への原理的視角」『日本国憲法体系（第7巻）』P.1～ 渡辺洋三『憲法と現代法学』（岩波書店昭38）P.56～参照。
- (17) 集中管理を実施している温泉地は以下のとおり。――
- (イ) 地方公共団体（財産区を含む）が管理するもの  
湯川（北海道）大鱈（青森）碓ヶ関（同）青根（宮城）赤湯（山形）磐梯熱海（福島）湯の原（神奈川）山代（石川）山中（同）湯ヶ島（静岡）土肥（同）松崎（同）城崎（兵庫）鹿野（鳥取）三瓶（島根）道後（愛媛）古湯（佐賀）島原（長崎）湯平（大分）入来（鹿児島）吹上（同） 合計21温泉
- (ロ) 組合（中小企業協同組合法による）管理するもの  
洞爺湖（北海道）浅虫（青森）天童（山形）東根（同）片山津（石川）浅津（鳥取） 合計6温泉
- (ハ) 会社が管理するもの  
鶯宿（岩手）湯本（同）遠刈田（宮城）宇奈月（富山）和倉（石川）鹿教湯（長野）皆生（鳥取） 合計7温泉
- (ニ) その他  
阿寒湖畔（北海道）吉岡（鳥取）岩井（同） 合計4温泉
- なお、集中管理の技術的方式としては、①タコ足配管、②魚骨配管、③循環方式、④以上の混合方式、⑤その他とされている。

## 原爆被爆者の温泉療法（第6報）

原爆センター 八 田 秋  
九大温研 辻 秀 男

原爆センターの愛称をもって呼ばれている原爆被爆者別府温泉療養研究所は、昭和37年2月開設以来、本年をもって15周年を迎えた。3年前郵政省のご好意によって購入されていた、センターから北方約100mを隔てた土地、約1118㎡に、本年度は日本船舶振興会、広島県、広島市、大分県、別府市などのご援助により、一部に鉄筋コンクリート平家建、180㎡の娯楽室・リハビリ施設と、約575㎡の治療園を造成することができた。これにより理学療法やリハビリを加味した温泉療法の実施に向って鋭意努力中である。リハビリ施設としては、トレート・ミュレ、歩行補助平行棒、固定自転車、昇降

表Ⅰ 利用者数とその延数

月別	利用者数	利用延数	平均一日延数
4	309	1,977	56.9
5	408	1,822	58.8
6	235	1,639	54.6
7	224	1,020	32.9
8	324	1,219	39.3
9	300	1,796	59.9
10	334	1,511	48.7
11	391	2,146	71.5
12	238	939	30.2
1	285	1,897	61.1
2	323	1,811	64.7
3	378	2,017	65.1
合計	3,749	19,794	54.4

表Ⅱ 利用者男女別年令表

月別	性別	年令								計
		<30才	31~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66<	
4	男	11	3	3	3	1	7	16	78	122
	女	4	8	2	5	9	20	36	103	187
5	男	3	6	3	12	12	13	25	88	162
	女	10	6	11	17	23	24	46	109	246
6	男	1	1	1	3	4	5	8	52	75
	女	3	1	1	10	12	15	26	92	160
7	男	12	3	6	7	6	10	10	30	84
	女	15	11	6	14	19	14	20	41	140
8	男	30	8	9	10	5	7	10	43	122
	女	35	25	17	13	20	25	26	41	202
9	男	5	5	2	4	6	3	11	78	114
	女	2	6	0	8	10	22	39	99	186
10	男	4	0	1	1	0	8	15	75	104
	女	1	5	6	10	18	24	41	125	230
11	男	2	1	5	9	9	21	21	108	176
	女	5	2	6	11	20	37	39	95	215
12	男	8	4	5	12	4	13	20	51	117
	女	1	4	7	6	14	17	31	41	121
1	男	8	4	3	4	10	12	17	42	100
	女	2	6	5	11	17	24	36	84	185
2	男	2	1	4	13	4	10	14	68	116
	女	4	0	8	10	17	34	35	99	207
3	男	5	1	3	1	4	6	17	91	128
	女	9	6	3	9	16	26	48	133	250
合計	男	91	37	45	79	65	115	184	804	1,420
	女	91	80	72	124	195	282	423	1062	2,329

表Ⅲ 温泉期間

月別	温泉日数				計
	3日>	4日~6日	7日~13日	14日<	
4	79	90	136	4	309
5	186	141	71	10	408
6	45	59	108	23	235
7	121	53	35	15	224
8	203	73	45	3	324
9	77	96	126	1	300
10	159	100	71	4	334
11	87	250	52	2	391
12	128	86	18	6	238
1	51	87	140	7	285
2	70	155	94	4	323
3	97	163	115	3	378
計	1,303	1,353	1,011	82	3,749

訓練台、プーリー、重錘滑車、操舵輪型上肢運動器、日常生活訓練器、肋木、気泡浴などである。

### 利用者概況

昭和49年4月から、昭和50年3月末までの1年間の利用者実数（表Ⅰ）は、3,749名で、4年前の当所改築後はもとより、開設以来の最多数を記録した。

月別では例年の如く、7月、8月、12月にやや少なく、4月、5月、11月、2月、3月に多く、ことに5月に最高を示した。利用者延数は、19,794名で昨年より若干少ないが、平均1日54.4名で、利用率は平均75.5%であり、11月の平均1日71.5名が最高であって、ほとんど満床を示した。

利用者の年齢別、男女別（表Ⅱ）では、61才<がほぼ%を占めているが、30才>の若年者もなお182名を算えた。男女比はほぼ2：3である。

滞在日数別（表Ⅲ）では、4～6日が最も多く、3日>がこれにつき、7日<がやや少ないが、なおおかつに近い。かような傾向はここ数年間ほぼ同様であるが、ほんとうに温泉の効果を期待するためには、やはり2週間以上の滞在が必要であることを、知っていただきたいのである。

### 検査例

この度は、種々の事情から検査例は少数に過ぎないので割愛するが、マイクロセルカウンターが購入されたので、この後は多数例について計測の予定である。

### 診療例

何らかの訴えをもって診療を求めた症例は、72例であった（表Ⅲ）。症例数としては昨年をやや下

表Ⅳ 診療症例 昭.49.

№	月	姓	性	年	病 名	滞 在 日 数	治 療 法	転 帰	備 考
1	4	沖	♀	52	膀胱炎	8	ケフレックス	全治	2.5km
2		笠	♂	85	左膝関節炎・慢性湿疹	22	アタラックス・オイラックスH マイクロ波・明礬泉	慢性湿疹全治	
3		部	♂	65	気管支喘息	14	リンデロン	全治	1.7
4	5	山	♀	60	右膝関節炎	11	マイクロ波	軽快	2.0
5		新	♂	82	貧血・慢性腎炎	7			1.0
6		東	♀	76	上膊骨折後・動脈硬化症	21	マイクロ波	肩可動域改善	1.5+
7		東	♂	81	右上膊切断後・高血圧症	21	ぬるま湯	軽快	1.5
8	6	岡	♀	67	糖尿病・アンギーナ	8	リンコシン	〃	
9		林	♂	42	腰痛症	6		〃	2.5+
10		岡	♀	69	高血圧症	10	ぬるま湯・安臥	〃	入市
11		齊	♀	63	右背筋痛・心肥大	13	鎮痛剤・強心剤 マイクロ波・アリF50	〃	2.0+
12		齊	♂	69	胃潰瘍	13	ウガロン	〃	2.0+
13		梅	♂	76	肝炎・便秘症	50	カマグ・チオクタン錠・糖液注	〃	入市
14		梅	♀	69	高血圧症	40	降圧剤	〃	入市
15		有	♀	51	骨盤神経麻痺	17	ソルベン・エンドレックス	〃	入市
16		上	♂	76	便秘症	19	カマグ	〃	2.0
17		竹	♀	63	変形性腰椎症・左膝関節炎	19	マイクロ波・アリF50	〃	2.5+
18		土	♀	57	変形性脊椎症	19	マイクロ波・アリナミン	〃	2.5

19	馬	♀	55	糖尿病・左肩関節周囲炎	19	マイクロ波	軽快	2.2	
20	広	♀	69	高血圧症	23	降圧剤	〃		
21	寺	♀	70	気管支喘息	10		〃	1.0	
22	脇	♀	84	高血圧症・心肥大	33		〃	3.0	
23	松	♀	66	胃下垂症	8	ぬるま湯	〃	2.5	
24	川	♀	66	変形性脊椎症・子宮癌手術後	8	マイクロ波 入湯制限	〃	3.0	
25	7	土	♂	69	肝炎	7	チオクタン	〃	入市
26		児	♂	73	高血圧性心障害	6	アリF50・ぬるま湯	〃	1.3+
27		児	♀	60	高血圧症・慢性じんま疹	6	ぬるま湯	〃	1.2+
28	山	♂	49	胃癌・糖尿病・肝硬変症	13		事故退所	2.0	
29	横	♀	61	右頸部白斑症	10	皮膚科紹介	不変	1.8+	
30	今	♀	82	高血圧症・腎炎	17	エシドレックス・コントロール	軽快		
31	塩	♂	78	気管支拡張症・肝炎	17	チオクタン リンコシン・ポンタール	〃	入市	
32	塩	♀	73	陳旧性肺浸潤・心肥大・不眠症	17	消化薬・強心剤 ネルボン	〃		
33	8	伊	♂	65	肝硬変症	11	入湯制限	不変	2.5
34		尾	♂	74	縦隔洞腫瘍術後	16	〃	軽快	入市
35		木	♂	66	高血圧症	8	ぬるま湯・安臥	〃	2.5
36		川	♀	63	〃	4	〃	〃	1.7
37		茸	♀	68	高血圧症・糖尿病・右膝関節炎	7	〃・ヘルベックス	〃	2.5+
38	9	和	♀	65	慢性胃炎・便秘・右足Ⅱ度火傷	6	消化薬・ピクシリンS	〃	1.8+
39		森	♂	85	高血圧症・便秘・胃潰瘍 左膝関節炎	3	消化薬・マイクロ波 ぬるま湯・安臥	〃	1.0
40		福	♀	74	高血圧症・糖尿病 脊椎圧迫骨折後	19	マイクロ波・ラスチノン ヘルベックス	〃	入市
41		板	♀	55	肝炎・偏頭痛	13	ミグレニン	全治	5.0
42		伊	♀	59	外傷後遺症	10		軽快	2～3
43		伊	♂	67	帯状皰疹	10		〃	入市
44	10	沖	♂	60	動脈硬化症・慢性胃炎	6		〃	1.0
45		岡	♀	53	胃癌術後	11	入浴制限	〃	1.8
46		岡	♂	59	胃潰瘍	11		〃	入市
47		豊	♂	70	両股静脈血栓症	8	血行促進剤	〃	2.1±
48		安	♀	71	左大腿骨折後・高血圧症	6	ぬるま湯	〃	1.2+
49		豊	♀	65	両膝関節炎	8	マイクロ波・アリF50	〃	2.1+
50		石	♀	65	両肩筋痛	11	マイクロ波・鎮痛剤	〃	1.4+
51		福	♂	80	高血圧症・貧血症	11	ぬるま湯・安臥	〃	入市
52		古	♂	85	変形性脊椎症 左膝変形性関節炎	11	マイクロ波・食欲増進剤	〃	入市
53		石	♂	77	軟骨ヘルニア	11	マイクロ波	〃	1.4+
54		井	♀	76	高血圧症・白内障	11		〃	入市
55		井	♂	80	軟骨ヘルニア 変形性脊椎症・胃炎	11	鎮痛剤	〃	入市
56		大	♀	72	高血圧症	7	ぬるま湯・安臥	〃	入市

57	大♀	65	気管支喘息	7		軽快	3.0
58	11 土♀	60	内臓下垂症・低血圧症	5		々	2.0
59	山♀	70	高血圧症・左坐骨神経痛 腰椎損傷	13	ぬるま湯・安臥 マイクロ波・消化薬・鎮痛剤	々	入市
60	西♂	71	肝炎・右片偏・喘息 アンギーナ	65	アリF50・降圧剤・チオクタン チオクタン・飲泉	々	入市
61	波♂	83	高血圧症・慢性便秘	20	ソルベン・ぬるま湯	々	入市
62	小♀	48	多発性骨髄腫	5	ピフテノン・入浴制限	不変	2.5±
63	12 中♀	56	亜急性多発性関節リウマチ	16	リンデロン・イルガピリン坐薬	軽快	1.1
64	50. 1 中♂	68	両膝関節炎変	7	マイクロ波・アリF50 鎮痛剤	軽快	入市
65	下♀	64	変形性脊椎症	18	マイクロ波・鎮痛剤	々	入市
66	2 平♀	68	高血圧症	14	ぬるま湯・安臥 アリF50・鎮痛剤	々	入市
67	奥♂	61	高血圧症、軟骨ヘルニア・肝炎	20	降圧剤・チオクタン アリF50	々	入市
68	登♀	65	感冒・低血圧症	14	昇圧剤・感冒剤	全治	2.5+
69	小♂	49	心手術後・房室ブロック 左片麻	10	ぬるま湯・リハピリ	軽快	1.0+
70	大♂	85	右坐骨神経痛	14		々	3.2
71	3 原♂	47	後腹腔血腫形成	4		々	2.0
72	片♂	62	頸腕症候群・耳鳴・高血圧症	10	ぬるま湯・安臥	々	1.5

表V 疾患別分類

病名	例数	病名	例数	病名	例数
リウマチ	1	心肥大	3	糖尿病	5
膝関節炎	8	心不全	2	慢性湿疹	1
変形性脊椎症	6	心手術後	1	頸部白斑	1
頸腕症候群	1	高血圧症	22	ヘルペス	1
軟骨ヘルニア	3	低血圧症	2	白内障	1
肩関節周囲炎	1	貧血	2	多発性骨髄腫	1
骨折後	5	動脈硬化症	3	胃癌	1
神経痛	2	股静脈血栓	1	胃癌術後	1
腰痛	1	慢性じんま疹	1	子宮癌術後	1
偏マ	2	胃潰瘍	3	縦隔洞腫術後	1
神経麻痺	1	慢性胃炎	2	後腹膜血腫	1
不眠症	2	胃下垂	2	火傷	1
偏頭痛	1	便秘症	5	アンギーナ	2
筋痛	2	肝炎	6	感冒	1
気管支喘息	3	肝硬変	2	上膊切断術後	1
気管支拡張	1	慢性腎炎	3		
陳旧性肺浸潤	1	膀胱炎	1		

まわったが、火傷や感冒などの一時的な疾患4例を除き、43種類の疾患に分けられ、最多例は高血圧症の22例を筆頭に、膝関節炎の8例がこれにつぎ、変形性脊椎症、肝炎の各6例、便秘症、各種骨折後の各5例などが比較的にかつた。

治療法としては、ほとんどの症例が内服薬を主治医からもらっているのでも、服薬をしているものが多いのである。

これら診療例は、2、3の例外を除けば、何れも滞在日数は6日以上であり、最長は65日におよんだ。各症例とも多少とも症状の軽快を示したのである。

№69の症例は、昭和32年9月に初めて来別した被爆者25名の中の1名であって、同人の話によるとそれまでしばしば見られた白血球過多症が、種々の療法に拮抗していたが、1回の湯治後（約2週間）は全く安定して、正常となったという。

#### 血圧測定

入所者の温療方法に適切な指示を与えるための一助として、引つづき入所者のすべてについて、可

及的入所後速やかに血圧測定を行なうこととしており、最高血圧 160mm を越える高血圧者については高温浴をさけ、37°~40°Cの中温浴と、浴後30分間の安臥を指示する。

なお、各種ガン手術後1年以内のものについては、先年の統計成績にもとづき、控目に1日1回入浴程度にとどめるよう指示することとしている。

この中で退所時にも再度血圧測定を行った25グループの成績は、図1の如くである。

血圧の測定には、早朝の安静時が望ましく、食事、運動、入浴後などはさくべきであるが、種々の事情から、適切な時がえられなかったものもある。

また、温療期間も4~9日であって、充分とはいえないが、若干の例外を除き、大体において正常化の傾向が認められ、滞在期間のより長いグループの方が、より明らかなように思われる。また、23月の寒期に例外例の多いことも、温療の時期撰択の観点から興味深いところである。

### むすび

打ちつづく諸物価上昇のため、やむなく昨年10月から、入所料を3食付 1,800円としたのであるが利用者数が前年を上まわるとも劣らなかったことは、各方面のご理解あるご援助と、職員の献身的な奉仕の賜であり、まことに感謝にたえないところである。他面当所の温泉療法の効果が、より深く認識されたものと解することができるであろう。

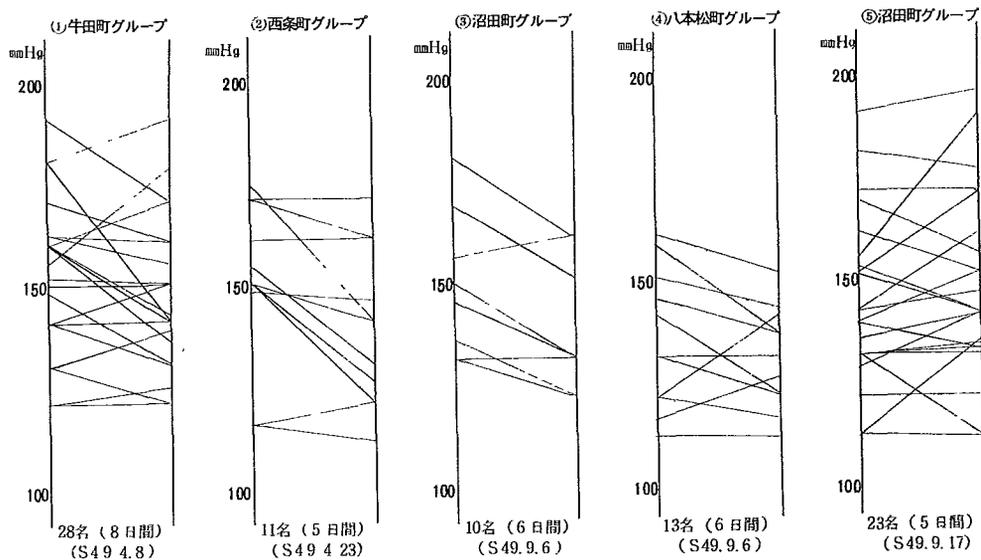
当初にのべた如く、本年度はリハビリ施設の増設を見たことでもあるし、如何にこれを効果的に利用するかが、われわれに課せられた大きな課題であり、また、必ずや効果を挙げうるものと確信するものである。今後とも関係方面の一層のご援助とご協力とをお願いしてやまない。

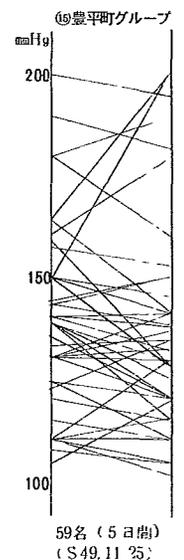
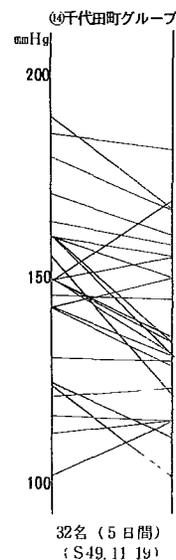
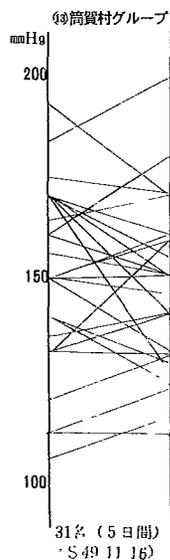
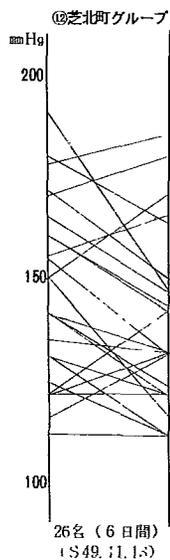
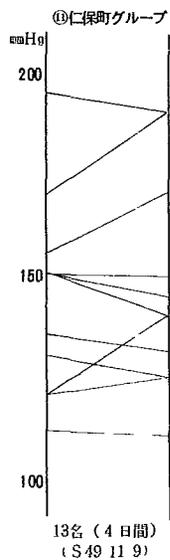
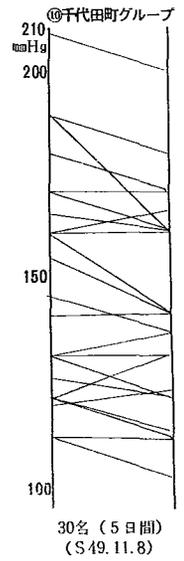
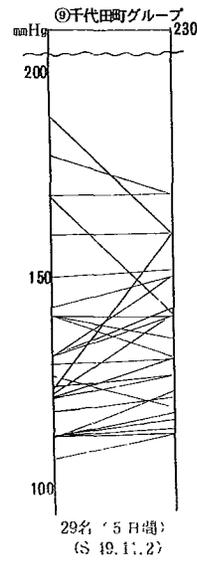
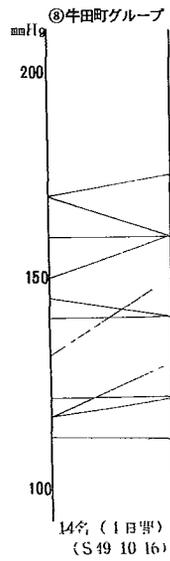
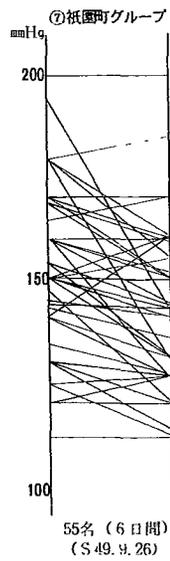
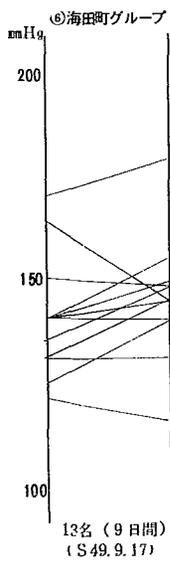
### 参考文献

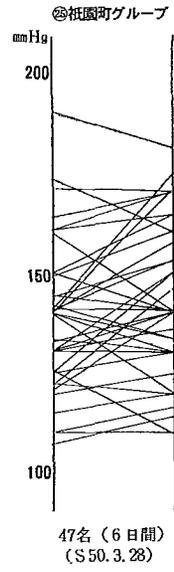
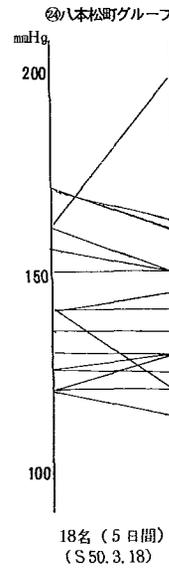
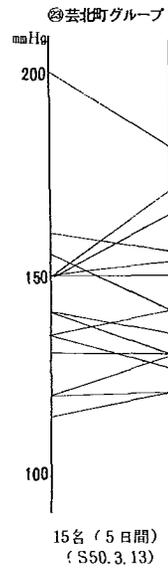
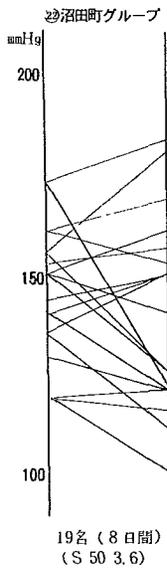
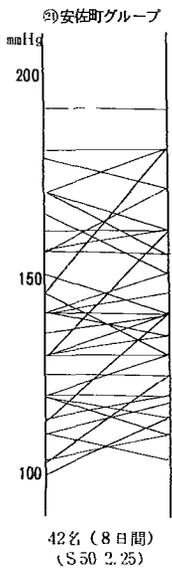
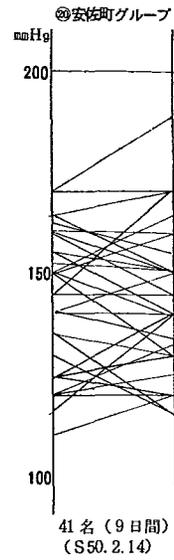
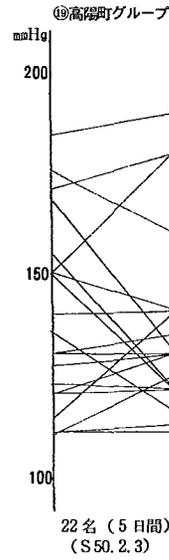
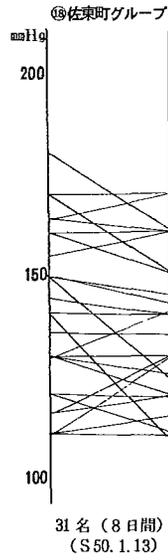
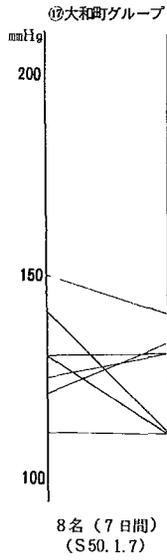
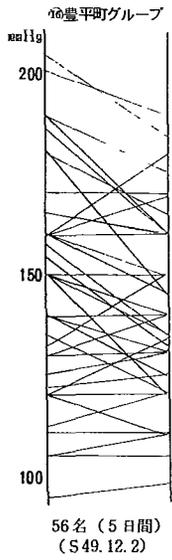
八田：温泉はどうして効くか 金原出版昭49.10第2回増刷

八田、辻：原爆被爆者の温泉療法（第5報） 大分県温泉調査研究会、第25号、昭49.3

図1 温療前後の最高血圧







## 膠原病の末梢循環に対する温泉の作用

九大温研内科 神 宮 政 男  
局 敏 郎

### 〔始めに〕

膠原病ではその病変は関節のみならず、呼吸器、消化器、血管など全身諸臓器に及ぶことが知られている。慢性関節リウマチ（以下RA）でも、血管病変が証明されている。我々は血管病変を間接的非観血的に検索する方法として、thermography による皮膚温の測定と、毛細管顕微鏡による指爪起部の毛細血管の観察、撮影を行った。

皮膚の表面温度はneurogenic tone や炎症の存在、外部環境、局所循環状態などにより影響をうける。Raynaud 現象は、強皮症（以下PSS）、全身性エリテマトーデス（SLE）、RAなどでみられ、特にPSSにおいてその頻度が最も高く、四肢、特に手指の一時的な血行障害がおこり、白色又は紫色等の色調の変化をきたし、そのため知覚障害、潰瘍等を生じやすい。この現象はいまだ原因不明である。Raynaud 現象を有する患者の手指は一般に非常に温度が低い。又リウマチ患者では自覚的に手指の冷感を訴えることが多い。

1912年 Lombard は、非観血的に人体の爪縁における毛細血管内の血流を観察することに成功したその後、1917年にWeiss & Müller らはこの方法にていろいろな疾患における毛細血管の観察を行った。

我々は、thermography による手指尖部の温度測定、および毛細管顕微鏡により膠原病における末梢循環の研究を行い、温泉によるそれらの変化を観察したので報告する。

### 〔方 法〕

人工気象室にて室温 22℃、湿度56%に常時設定し、入室後 30 分間安静にさせた後、日本電子thermoviewerMB によりポラロイドフィルムを用い観察撮影した。対象は、当科入院、通院中のRA 15例、SLE 3例、PSS 3例、Raynaud 氏病の疑い 1例、計22例である。なお温泉水（温研泉）を入れた恒温槽を常時40℃に保ち、右手指を5分間浸し、引き上げ直後、10分後、20分後、30分後のthermography をとった。温度計測部は原則として右手指尖背部とした。更に9例のRA、3例のSLE、2例のPSS患者の手指背側の爪起部の毛細管を富士重工毛細管顕微鏡により観察撮影した。まず、50%グリセリン液を一滴おとし、55倍の拡大レンズを用い、 $\frac{1}{250}$  のシャッタースピードにし観察撮影を行った。フィルムは、富士ミニコピーを用い、現象はコピナールを用いた。なお、thermography の際と同様にして温泉水を入れた恒温槽を常時40℃に保ち、それに右手指を5分間浸し、引き上げ直後の毛細管を観察撮影し、浸漬前と比較してみた。今回は、毛細血管の径、長さ、などの実測は行わず、浸漬前に比べて引き上げ後、毛細血管の明らかな血流増加をみたもの及び、主観的にみて、血管径の拡張又は収縮を示したもののみを取り上げてみた。

### 〔結 果〕

まず、thermography による手指尖部の温度測定、及び40℃の温泉水5分間浸漬による、引き上げ直後、10分後、20分後、30分後の経時的温度変化を表1に実数および標準偏差で示してみると、浸漬前ではSLEが最も高く、次いで、RA、PSSの順である。引き上げ後30分ではやはりSLEが最も高く、RA、PSSの順に低くなっている。

表1 RA、SLE、PSSにおける40℃の温泉水に、5分間浸漬前後の各平均値とその標準偏差

	前	直後	10分後	20分後	30分後
RA (N=14)	30.2 ±2.6	33.5 ±1.4	32.0 ±1.8	32.0 ±1.9	31.1 ±3.7
SLE ±(N=3)	31.8 ±1.5	35.0 ±0.3	33.2 ±1.1	33.2 ±1.4	33.0 ±1.9
PSS (N=3)	28.4 ±3.0	33.7 ±0.2	30.4 ±3.8	30.1 ±3.8	29.3 ±3.5

図1 RA、SLE、PSSにおける40℃の温泉水に5分間浸漬前後の指尖部温度の経時的変動

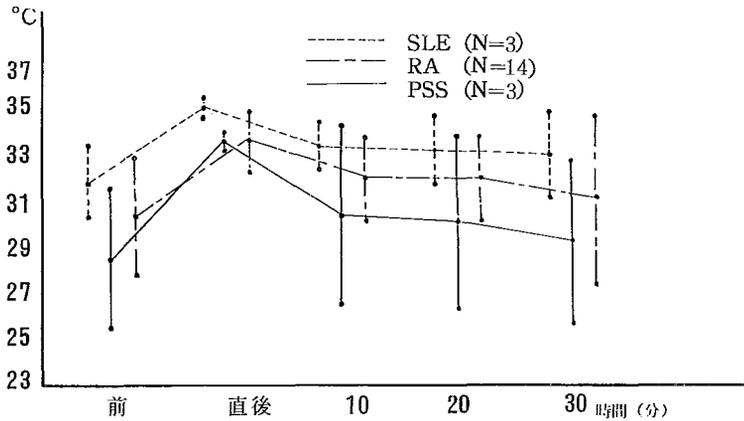
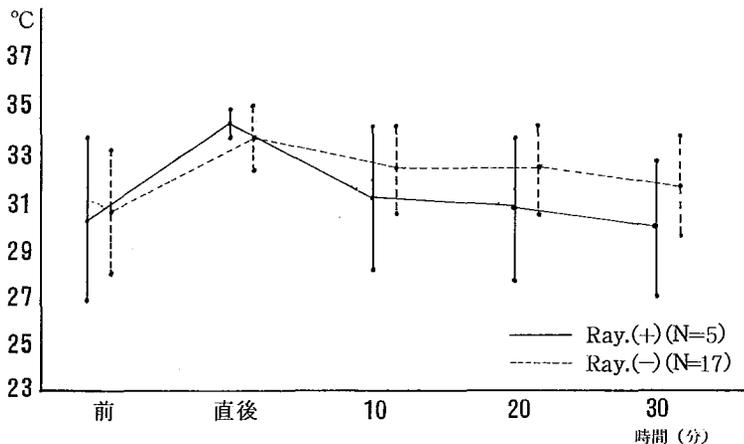


表2 Raynaud 現象の有無からみた浸漬による指尖温度の経時的変動の比較 (平均値および標準偏差)

	前	直後	10分後	20分後	30分後
Ray⊕ (N=5)	30.1 ±3.4	34.2 ±0.6	31.1 ±3.0	30.7 ±3.0	30.0 ±2.8
Ray⊖ (N=17)	30.5 ±2.6	33.6 ±1.4	32.3 ±1.8	32.3 ±1.9	31.6 ±2.1

図2 Raynaud 現象の有無からみた浸漬による指尖温度の経時的変動



全経過を通じてみると、大体一様で、SLEが最も高く、次で、RA、PSSの順に低くなっていることがわかった。引き上げ直後から30分にわたって、その温度下降程度をみると、やはりPSSにおいて、その程度は最も強く4.4℃の下降を示しているが、RAでは2.4℃、SLEでは2.0℃の下降を示しているにすぎない。図1に、これをわかりやすくグラフで示してみよう。これで見ると全経過を通じての温度曲線は、引き上げ直後において、PSSがRAよりも0.2℃ほど高くなっている他は、すべてSLEが最も高く、次でRA、PSSの順に低くなっている。次に右手指を40℃の温泉水に5分間浸漬しその直前、引き上げ直後、10分後、20分後、30分後のthermographyをそれぞれとり、右第IV指の指尖部背側の温度を測定し、疾患のいかんを問わずRaynaud現象の有無により比較検討した。

対象は、Raynaud現象を有するPSS3例、同SLE1例、同Raynaud氏病の疑い1例、およびRaynaud現象を有しないRA15例、同SLE2例、の計22例であった。性、年齢分布は、Raynaud現象を有した者は、23才、26才、43才、44才、46才の各女性であった。Raynaud現象を有しない者の、性、年齢

分布は、男性4例、女性13例で16才から73才にわたっている。

結果は、表2に示すように、浸漬前においてすでに Raynaud 現象陽性例で温度が低く、直後では  $0.6^{\circ}\text{C}$  ほど陽性例が高値を示しているが、10分後、20分後、30分後では、ずっと、陽性例が低温を示している。又、直後と30分後の温度を比較した場合、陽性例では、 $4.2^{\circ}\text{C}$  も降下を示しているが、陰性例では、 $2.0^{\circ}\text{C}$  にすぎない。これを、図2にわかりやすく、グラフで示してみると、直後において陽性例が  $0.6^{\circ}\text{C}$  ほど温度が高くなっているのみで、あとは浸漬前から30分後までずっと、陽性例が低値を示していることがよくわかる。

次に、毛細管顕微鏡により、 $40^{\circ}\text{C}$ の温泉水に5分間手指を浸漬、その前後の毛細血管の血流状態および、径の変化をおおざっぱではあるが主観的に判断し、比較検討した。

表3 RA、SLE、PSSにおける浸漬前後の毛細血管像の比較

	毛細血管拡張を示したものの	血流増加を示したものの
RA (N=9)	3 (33%)	3 (33%)
SLE (N=3)	0	1 (33%)
PSS (N=2)	0	1 (50%)

結果を、表3に示してみる。対象はRA 9例、SLE 3例、PSS 2例で、毛細血管拡張を示したと思われるものは、RA 3例、即ち33%であったが、SLE、PSSではみられなかった。血流増加を示したと思われるものは、RAで3例、33%で、SLEでは1例33%、PSSでは1例、50%であった。なお

図3～図9に代表的なthermography 像および、毛細血管像を示してみよう。まず、図3～7は40才女性RA患者のサーモ像である。図3は浸漬前で左右対称で、色調は、手指末端におよぶまですべて一様である。反射鏡を使用しているので左右が逆である。即ち、右第IV指尖背部の温度は、 $30.6^{\circ}\text{C}$ で

図3 40才女性RA患者の浸漬前のサーモ像 (右第IV指の温度は $30.6^{\circ}\text{C}$ )

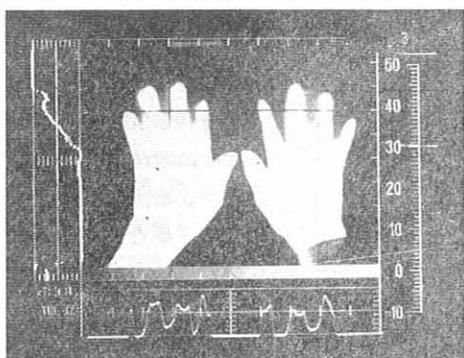


図5 同患者の浸漬10分後のサーモ像 (右第IV指の温度は $30.8^{\circ}\text{C}$ )

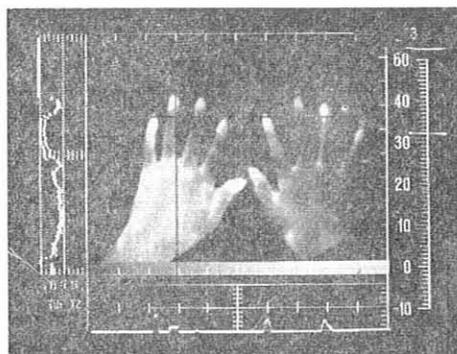


図4 同患者の浸漬直後のサーモ像 (右第IV指の温度は $33.7^{\circ}\text{C}$ )

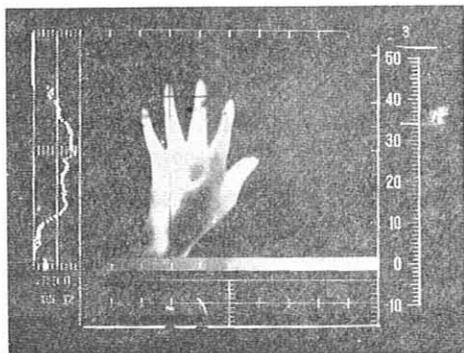


図6 同患者の浸漬20分後のサーモ像 (右第IV指の温度は $33.6^{\circ}\text{C}$ )

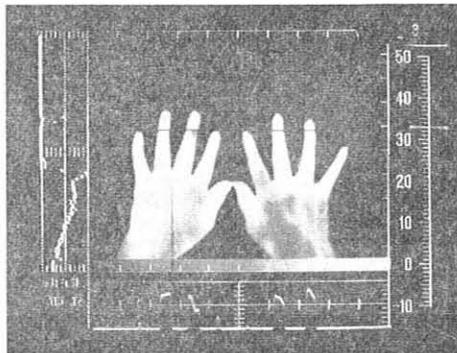


図7 同患者の浸漬30分後のサーモ像  
(右第IV指の温度は32.0°C)

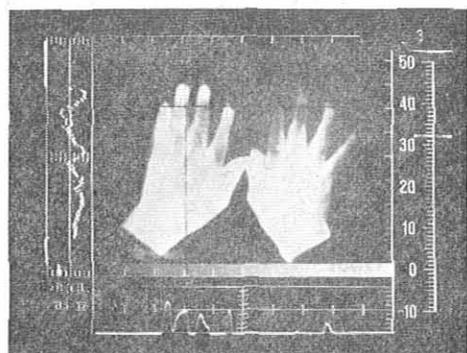


図8 49才女性RA患者の浸漬前の毛細管現象



図9 同患者の浸漬後の毛細管像  
血流は増加しやや拡張がみられる



ある。図4は、右手指浸漬直後サーモ像で、右手は温度がかなり上昇し、左手との温度差が3°C以上あるので左手は画面に描写し得ない。右第IV指の温度は、33.7°Cである。図5は、10分後で右手の温度もかなり下降し、第IV指の温度は、30.8°Cと下降してきている。図6は20分後で、ほぼ左右の像は均一化し、温度差がなくなってきたことを示している。右第IV指の温度は、33.6°Cである。図7は30分後で、同32.0°Cである。次に図8、9は、49才女性RA患者の浸漬前後の指爪起部の毛細血管像である。図8は浸漬前で、毛細血管はほぼやけ、血流に乏しいことがわかる。しかし、図9の浸漬後では、血流も増加し、動脈・静脈共に拡張していることがわかる。

#### 〔考 按〕

リウマチ患者は一般に冷えやすいと訴えることが多く、又 Raynaud 現象のような末梢循環障害により、手指末端の冷感を訴えることが多いと思われる。

皮膚温は、生理的因子としては、皮膚末梢循環系に密接な関係を有し、特に局所皮膚温は血量に支配されると Ratschow<sup>1)</sup>も発表している。しかし、皮膚温は、前にも述べたように多くの因子が関与しているので必ずしもその部の血流量とは比例しない。更に、皮膚の血液量は毛細血管、特に細小動脈の大小により決まる。皮膚温および皮膚の色は末梢の毛細血管の拡張の程度と密接な関係があると、Ipsen<sup>2)</sup>は報告している。Carradini<sup>3)</sup>らは、RAの約半分は指温度は正常者に比べ低下していると報告、Ratschow<sup>4)</sup>はその原因として、毛細血管の狭窄によるものであるとしている。当科の池辺<sup>5)</sup>は、RA患者に皮膚毛細血管のれん縮像を認めている。Ratschow<sup>6)</sup>は、加温冷却により皮膚温の変動を観察することにより血行

障害を診断できると報告している。当所の神宮<sup>6)</sup>らは、RA、PSS、健常者を6°Cの冷水に5分間浸漬し、その前後の手指背側の温度の変動を thermographyにより観察、浸漬前からすでにPSSが最も低く、次でRA健常者の順であったと報告している。この順序は、最初から最後までずっと変わらず、又正常者およびRA患者では、引き上げ30分後では指温度は浸漬前よりも逆に上昇し、いわゆる反映現象がみられたが、PSSではこれがみられなかったと報告している。皮膚温が泉浴の前後で変化することはいうまでもない。当所の小野<sup>7)</sup>は、42°Cの温度に10分間入浴させ、その皮膚温の時間的変動を観察、皮膚温上昇を報告、更にRA患者は、健常者に比べ皮膚温は低く、泉浴により皮膚温は上昇するが、その上昇度は健常者よりも低く、かつ、復元時間は早いと報告している。我々の用いた温泉水は、温研泉でこれは単純泉である。RA、PSS、SLEの指尖部温度は、PSSが最も低く、次でRA、SLEとなっている。今回は健常者についてはやっていないが、前回の我々のデータでは健常者は31.5°Cで、前3者よりも高い。なお、SLE、PSSについては、症例が少ないので断定は

できないが、前回のデータでも P S S は最も低温を示している。

Raynaud 現象を有しない者は、30分後には浸漬前よりも高くなっているが、Raynaud 現象を有する者は、浸漬前よりも低くなっているし、かつ、温度下降が早いことは興味深いことである。

なお、毛細管顕微鏡については、なお症例を増やし、その直径の実測も行い、形態的な変化等についてもふれてみようと思っている。さらに、淡水による皮膚温の変動と毛細血管の変化を、検討する予定である。

#### 文 献

- (1) Ratschow : Die Peripheren Druchlbutungs, Leipzig, 1953.
- (2) Ipsen : Hauttemperaturen, Leipzig, 1936.
- (3) Carradini : Acta. Rheum, Scand, 7, 1930. Z.Klin. Med. 128, 728, 1935.
- (4) Ratschow : Z, Rheumaforschg, 14, 76, 1955.
- (5) 池辺章之助 : 温研紀要、9、4、428、1957.
- (6) 神宮政男、延永正 : 第19回日本リウマチ学会総会にて報告、昭和50年4月10日京都芸術会館にて。
- (7) 小野和郎 : 温研紀要、9、4、1957.

大分県温泉調査研究会報告 第26号

昭和50年3月 印刷

昭和50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管理課内

印刷者 別府市野口中町6番20号  
日新印刷株式会社  
電話 ㊟3288 番