

大分県温泉調査研究会

報 告 第 2 9 号

昭 和 5 3 年 3 月

目 次

庄内町の温泉調査……………	吉 川 恭 三…… (1)
	北 岡 豪 一
	野 田 徹 郎
杵築市温泉について……………	由 佐 悠 紀…… (16)
別府市北部温泉地域への海水浸入……………	北 岡 豪 一…… (21)
熱水中のシリカの挙動と還元井への対策……………	古 賀 昭 人…… (31)
長湯温泉の温泉権の実情……………	大 野 保 治…… (38)
老化と温泉：コラーゲン代謝に及ぼす……………	阿 南 公 展…… (48)
泉浴の影響(第2報)	織 部 和 宏
	織 部 元 広
	轟 木 峻 彦
	橋 永 邦 彦
	延 永 正
原爆被爆者の温泉療法(第9報)……………	八 田 秋…… (53)
	辻 秀 男
原爆被爆者の温泉療法(第10報)……………	辻 秀 男…… (66)
	麻 生 宰
	白 坂 千 秋
	八 田 秋
九重町・玖珠町の温泉現況調査……………	大分県環境管理課…… (71)
	玖珠保健所総務課

庄内町の温泉調査

京都大学理学部 吉川 恭三・北岡 豪一

九州大学温泉治療学研究所 野田 徹郎

1. はじめに

近年、大分市から庄内町⁽¹⁾にいたる大分川沿岸地域で、温泉の開発がめざましく進行している。開発域は、昭和50年の調査時から、地理的にはほとんど拡大していないが、特に最近、庄内町の東部地域で開発が急速に進んだ。庄内町の温泉は、隣接する挾間町でガスを伴って大量に噴出している高塩分型の温泉とは異なり、いずれも茶褐色を帯び、溶存成分量の少ない、西大分地区の温泉と同様の泉質⁽²⁾を有するが、その自噴湧出量の大きいことに特徴がある。ほとんどの源泉で、50℃前後の温泉水を1分間に数100ℓ 湧出し、当初は500ℓ/min を越すものもあった。ところが開発が進行する中で、各源泉で湧出量の減少が著しく、次第に自噴泉は影を消し、動力揚湯泉が数を増しつつある。そして、今後、既存の温泉がどう変化し、また新しい開発の進展がそれらにどのような影響を与えるかについての手掛りを求める調査の必要も生じてきた。

そのため、昭和52年8月、11月と53年3月の3回にわたり、この地域の各源泉の湧出状態（湧出量と温度）を追跡調査し、また、各温泉水の化学組成を分析した。本報告はこれらの調査結果をもとに、この地域温泉の現況を概説したものである。また、前回の調査で除外した同町内阿蘇野地区の白水・阿蘇野鉱泉についても、52年8月に現地調査を行なったが、今報告は新規開発泉を主眼とするため、阿蘇野地区の温泉については調査結果を図表に掲げるにとどめた。

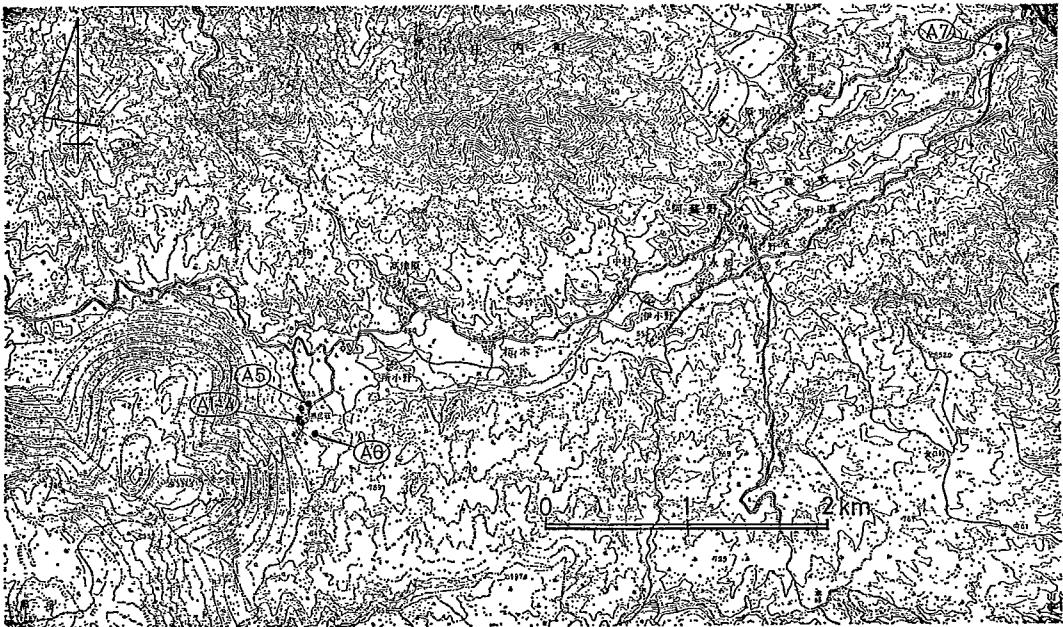
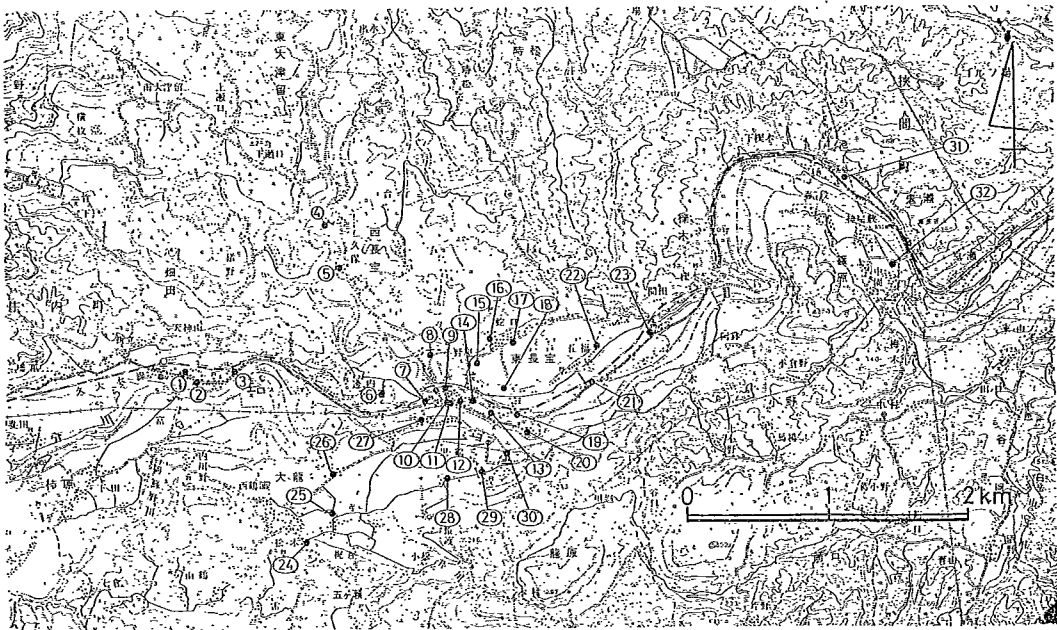
調査にあたり、大分県環境管理課、大分保健所、庄内町保健衛生課の職員諸氏には、各源泉の資料整理と位置の確認のほか、謁測の便宜を計っていただいた。記して厚くお礼を申し上げる。

2. 調査の概要と結果

庄内町東部の新開発域は、今まで温泉徴候のなかった地域である。昭和43年に小野酒造⁽³⁾が冷地下水採取の目的で掘削したところ高温泉が見出され、その後、挾間町内で次々と温泉開発に成功するに及びこの地域の開発熱が高まり、昭和52年にかなり急ピッチで掘削が行なわれるようになった。当初、源泉は大分川と小挾間川の合流点（海拔約100m）付近に集中していたが、次第にそれ以外の地点にも掘削が行なわれるようになり、図1（上）に53年3月における源泉の位置を示したように採湯範囲は、大分川沿いに約3.8km、南北方向に約2.3kmにまで拡大し、その分布も平均化の傾向にある。

表1は、各源泉の概要を示したものである。（番号は図1に対応、Aは阿蘇野地区を示す）。湧出状態の時期による変化が大きいため、自噴量と泉温は、各源泉で最も初期に測定した値を掲げ（ $\#4$ と $\#10$ 泉は昭和50年の測定値⁽¹⁾を再掲）、その後、動力揚湯に変わったものについては、動力ワット数および53年3月上旬に測定した動力作動中の揚湯量を掲げておいた。動力設置後日の浅いこともあり、ほとんど動力設置の届出がなされてなく、設置時期やその時の静止水頭などの資料がないため、各源泉所有者から動力揚湯をはじめた時期を聞きとり、それも載せておいた。ほとんどの温泉は、5～15世帯の共同利用であり、温泉水はいったん地上5～6mのタンクに貯えられ、各家庭に配湯されるようになっている。動力への切り替えは、温泉頭水がタンクの湧出口まで達しなくなったか、あるいは、自噴量が共同利用者の必要量をまかないきれなくなった段階に行なわれるため、必ずしも自噴の停止を意味しないが、その時期は、各源泉における温泉水頭低下の大よその目安となるであろう。これら動力泉は、すべてエアリフトによるもので、 $\#1$ 泉を除き、液面スイッチによる自動調節がなされているが、以前の自噴量に近い揚湯能力をもった大出力のコンプレッ

図1 庄内町調査温泉の位置（番号は表1と対応、下図は阿蘇野地区）



サーが据え付けられているものが多いようである。また、表1には、県に保管されている掘削明細書から、掘削終了年月日と深度を抜粋して掲げておいた。このうち、括弧で示してあるものは、源泉所有者からの聞きとりによるものである。備考欄には、地番、代表所有者名、共同利用者数（代表者を含む）などを記した。

掘削終了時に業者から提出される掘削明細書は、地下の状況を知る上に貴重な資料である。各深度で測定された温度は、掘削工事による影響もあるため、どこまで正確に地温を表わしているかわからないが、大まかな傾向を知る上に有効である。それによると、地下温度は図2に示したような分

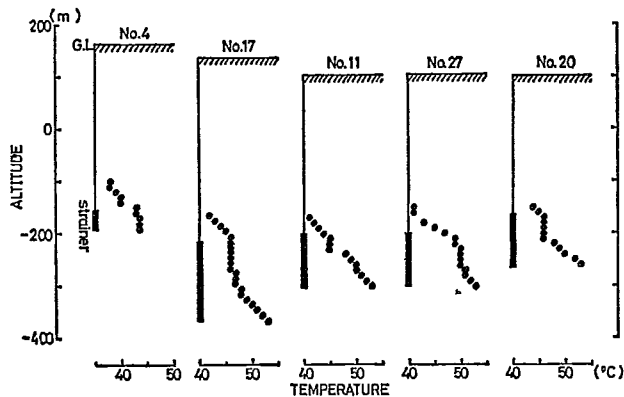
表1 調査温泉一覽表 (昭和53年3月31日現在)

No.	掘削終了年月日	深度(m)	自噴量測定年月日	自噴量ℓ/min	泉温℃	動力揚湯開始年月日	動力数(kw)	動力揚湯量(ℓ/min)	備考	
									大字地番	代表所有者名共同利用者数
1	52.10.5	450	52.11.1	121	43.5	53.1.10	0.75	86	畑田 200-2	阿部 静雄 1
2	52.7.30	435	52.8.25	517	46.1	53.1.下	0.75	139	265-2	首藤 隆 5
3	(52.9.30)	(500)	52.11.1	177	46.5	53.2.18	2.2	169	16-1	麻生直次郎 8
4	50.8.20	350	50.8.28	375*	45.0	52.7.10	5.2	127	西長宝 872-1	情 和 園 (1)
5	52.8.4	450	—	—	(>38)	52.8.中	3.7	125	790-2	小野 宗久 7
6	52.10.10	500	—	—	(>48)	52.12	2.2	118	138	大下 春三 10
7	52.7.9	360	52.8.25	290*	50.1	—	—	—	7-1	小野 哲蔵 14
8	52.1.15	405	52.3.3	326	47.8	52.11.上	2.2	295	1859-1	佐藤 重郎 10
9	51.10.30	385	52.8.25	41	46.2	52.10	0.4	68	1878-3	桑原 照夫 5
10	43.6.5	380	50.6.27	不測	42.2	50.7-8	2.2	107**	東長宝 454-1	小野酒造 1
11	(52.12.5)	400	52.3.24	54	36.5	—	—	—	456-2	" 5
12	52.6.30	380	52.12.7	278	51.0	—	—	—	461-10	佐藤 一作 5
13	52.3.22	365	52.8.25	341	51.0	—	—	—	437-9	小野 吉郎 5
14	(52.10.1)	(430)	52.11.1	208*	51.0	—	—	—	479-1	小野 鎮雄 7
15	52.4.30	425	52.8.25	117	52.5	53.1.20	0.75	88	525-5	油布 昌幸 9
16	(53.2)	(500)	—	95*	50.2	52.11.下	2.2	88	1190	佐藤 政美 15
17	52.8.10	500	—	—	(>43)	53.3.8	7.5	163	614-4	三重野精二 3
18	52.6.30	400	52.8.25	163	(>44)	52.9	3.7	136	576	吉広 政彦 6
19	52.7.28	363	52.8.25	113	52.0	52.12.下	2.2	104	427-5	山下 久雄 1
20	52.4.30	363	52.8.25	250	49.2	—	—	—	428-4	福山 辰次 1
					49.6	—	—	—		はじめ自噴

21	53. 2. 5	380	53. 2. 24	271	47.9	—	—	—	164	三重野 徹	2	(動力設置予定)
22	(53. 2. 25)	(500)	53. 2. 28	106	43.5	—	—	—	103-1	安藤 太	7	
23	(53. 3. 25)	(500)	53. 3. 31	220	47.5	—	—	—	樺木 997	加藤 登	1	
24	52.11. 5	500	—	—	>32.8)	52.12. 下	7.5	138	五ヶ瀬 485-5	小原 逸夫	12	
25	52.10.10	500	—	—	> 43)	52.11. 上	3.7	142	大 竜 2027	後藤 肇	9	はじめ自噴
26	(52.12. 8)	(504)	—	—	>44.5)	52.12.28	2.2	141	2179-4	工藤 淳	7	
27	52.11.14	400	53. 2. 24	183*	49.1	—	—	—	2266-1	加藤 歳男	13	
28	(53. 2. 1)	(450)	53. 2. 24	140	52.1	—	—	—	2580-2	佐藤 辰己	5	
29	52. 9. 12	400	52.11. 1	174	53.0	—	—	—	2657	安延 茂	12	
30	(53. 3. 29)	(441)	53. 3. 31	34	47.3	—	—	—	2708-1	寿 楽 苑	(1)	(動力設置予定)
31	(52.11)	(400)	53. 2. 24	60	42.4	—	—	—	挾間町	池の上温泉		(外管より36ℓ/min湧出)
32	(51. 4. 22)	(300)	52. 5. 12	74	44.5	—	—	—		篠原温泉		
A 1	—	自然湧出	52. 8. 26	(不測)	9.4	—	—	—	阿蘇野2259-1	佐藤 久士		
2	—	"	52. 8. 26	"	8.6	—	—	—	"	"		
3	—	"	52. 8. 26	"	8.3	—	—	—	"	"		一部
4	—	"	52. 8. 26	"	10.5	—	—	—	"	"		黒塚荘
5	—	"	52. 8. 26	"	8.8	—	—	—	"	"		未利用
6	—	"	52. 8. 26	"	10.5	—	—	—	2259-2	佐藤 徹		未利用
7	54. 8. 30	167	—	"	24.4	(不明)	1.5.0.25	(不測)	6067-2	中村 保子	(1)	はじめ自噴

*: 地上タンク入口での測定値 (その他は地表面近くにおける値), **: 50年8月の測定値

図2 地温分布 (掘削明細書より転載)



布が多く、いくぶんかの屈曲はありながらも深さとともに直線的に昇温し、孔底温度は50~55℃となっている。地温がある深度で急に高くなるような顕著な温度躍層はみられないが、孔底から100~150mの間で温度上昇の緩やかな層があり、ほぼその間にストレーナーが設けられているようである。この位置は海面下200~300mにあたり、大分川と芹川の合流点付近(No.20)で幾分浅めになっているが、現在の資料範囲内では、場所による著しい高低差は

なく、その位置は挾間町の高塩分泉の取水層(海面下350~500m)よりも高位にある。

この地域全体からの温泉水採取量を見積るためには、各動力泉につき、表1に掲げた動力作動中の揚湯量のほかに1日当りの揚湯時間が必要である。そのため、まず、動力作動中における電力メーターの回転板の回転速度から、単位当時間の消費電力量を求め、これと、ある期間の電力消費量から求めた1日当りの消費電力量とから、動力作動時間の1日当りの平均値を求めることとした。53年3月2日から24日までの22日間の電力消費量から得られた1日当りの平均作動時間を、表2の最右欄に掲げた。動力数の違いなどにより、かなりばらつくが、それを平均すると7.5h/dayが得られる。ところで、動力作動後温泉水がタンクまで上昇してくるのに若干時間を要するので、作動時間は揚湯時間と一致せず、それをを用いて得られる1日当の揚湯量は、多目に見積られることになろう。しかしその効果は小さいと考えられるので、作動時間を揚湯時間とみなして各源泉ごとに1日当りの平均揚湯量求め、それを表2中53年3月の動力欄に掲げた。作動時間に比べ、ばらつきは小さくなり平均57m³/dayが得られる。この値は、別府の自家用泉の平均値6.7m³/day(平均揚湯時間3.0h/day)を大きく上回り、旅館等大型施設の20.1m³/day(7.9h/day)をも越え、1本当りの揚湯量としてはかなり大きい。利用世帯数は、庄内町では動力泉1本当り7.6世帯(情和園と小野酒造を除く)で、別府自家用泉の4.3世帯より多いので、1世帯当りの使用水量と比較すると、それでも庄内町の7.5m³/dayは、別府の1.6m³/dayの5倍に近いものである。

1日当りの動力揚湯量が得られたので、これに自噴量(タンク入口での量)を加えることにより地域全体からの採取量が概算できる。時期による変化を大ざっぱにみるため、自噴泉については各時期の測定値を用い、動力泉については、とりあえず、3月の値を用いて、他の時期の採取量も概算した。その結果を表2に1日当りの量として、地区別に示した。測定誤差がかなり含まれており動力泉では季節的にも使用量が変化し、また、温泉水の静止水頭に応じてポンプの揚湯能力もかなり変ると考えられるので、表中の有効数字には問題があり、計算上の値であることをお断りしておく。このような概算によると、地域全体からの総採取量は、53年3月現在で、1日に3,500m³に達し、そのうち自噴量が74%占めている。この総量は、挾間、大分地域の高塩分泉から放出される総水量2,500m³を越えるものであり、別府全域の量の約6%に相当する。地区別にみると、源泉数の多い東長宝地区の採取量が最も多く、全体の6割を占め、源泉数とともに採取量は増加傾向にある。畑田地区では、8月にはかなりの量を自噴するものもあったが、その後の減少が著しく、3月には、すべて動力泉に切り替っている。この地区はその後開発は進んでいない。西長宝地区においても、かつて情和園は、375ℓ/minを自噴していたが、低地部で開発が進行するとともに著しく衰え、52年5月20日に自噴が停止した。その他の自噴泉でも減少が著しく、ほとんど動力泉に切り替っている。一方、大竜地区は、52年末から急速に開発が行なわれるようになり、3月には、採取量

表2 1日当りの採湯量 (m³/day) , 動力作動時間 (h/day)

地区	No.	昭和52年8月			昭和52年11月			昭和53年3月			一日平均 動力作動時間
		自噴	動力	計	自噴	動力	計	自噴	動力	計	
畑 田	1				174				20		3.8h/day
	2	640			127				62		7.4
	3				207				74		7.3
	小計	640	0	640	508	0	508	0	156	156	
西 長 宝	4		(54)			(54)			54		7.0
	5		(32)			(32)			32		4.3
	6								69		9.7
	7	420			310			120			—
	8	(150)*			99				79		4.5
	9	59			48				63		15.3
小計	629	86	715	457	86	543	120	297	417		
東 長 宝 ・ 櫟 木	10		(100)*			(100)*		78			(不明)
	11							300			—
	12	390			284			141			—
	13	300			271			174			—
	14				168				31		5.8
	15	136				(44)			44		8.3
	16								64		6.5
	17		(73)			(73)			73		9.0
	18	122			55				22		3.5
	19	163			144			72			—
	20	360			365			300			—
	21							390			—
	22							153			—
23							317			—	
小計	1,471	173	1,644	1,287	217	1,504	1,925	234	2,159		
五 ヶ 滝 ・ 大 竜	24								117		14.2
	25								52		6.1
	26								61		7.2
	27							264			—
	28							111			—
	29				196			114			—
	30							49			—
小計	0	0	0	196	0	196	538	230	768		
全域合計		2,740	259	2,999	2,448	303	2,751	2,583	917	3,500	
口数		10	4	14	13	5	18	14	16	30	
平均		274	65	214	188	61	153	185	57	117	7.5

* : 推定値

は全体の2割以上を占めるようになってきている。

このように、はじめは大量の温泉水を自噴湧出していたが、開発が進むにつれて湧出量は次第に減少し、比較的初期に開発された高地部の温泉は自噴しなくなり、動力による揚湯をはじめている。そのため、高地部ではほとんど開発が行なわれなくなり、地高の低い東長宝地区の東部や、大竜地区の東部など、より下流側で掘削が行なわれるようになってきている。全体の源泉数は8月に比べると倍以上に増加していることになるが、総採取量はわずか16%増の程度にすぎず、1本当りの採取量にすると、 $214\text{m}^3/\text{day}$ から $117\text{m}^3/\text{day}$ へと半分位に減少している。

3. 化学分析の結果

各温泉水中に含まれる化学成分量の分析結果を表3に示す。温泉水はいずれも茶褐色を帯びているが、溶存成分量は非常に少なく、 Cl^- 濃度で5~10ppmの程度である。組成も大差なく、陽イオンでは Na^+ 、陰イオンでは HCO_3^- が圧倒的に多い、いわゆる重曹型の単純泉で、pHは8.0~8.7と弱アルカリ性である。昨年度の報告で化学的な観点から、大分川沿岸地域の温泉の泉質は、4つの型に分類可能であり、庄内町の温泉は西大分地区や古国府地区に湧出する温泉とともに弱アルカリ型に一括されることを示し、その化学成分の特徴についても考察した。

ところが、採湯地域の拡大にとまない、 Cl^- 濃度とともに SO_4^{2-} 濃度の高いものも見出されるようになり、図3に Cl^- 濃度の分布を示したように、下流域でそれが著しく、100ppm 近くのものまで現われてきた。これらは、さらに下流の池の上、篠原温泉などの含芒硝型に分類される泉質と同様の組成を示している。また温泉の密集域を挟むように、北部の高地部と南部の芹川沿いの温泉でも、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 濃度が高くなっているが、最北部の情和園は表3に示したように、自噴当初は、密集域の温泉と同様の濃度、組成を示していたので、その間に高濃度化が生じたことを示している。

一方、トリチウム濃度は極めて低く、0とみなしてよい程度である。このことは、浅層の地下水層から温泉水層への涵養が極めて緩慢であるか、ほとんどない状態にあることを示している。実際この地域の浅井戸の水位は深く、温泉水層の水位はそれをはるかに越えているので、上層からの涵

図3 Cl^- 濃度の分布

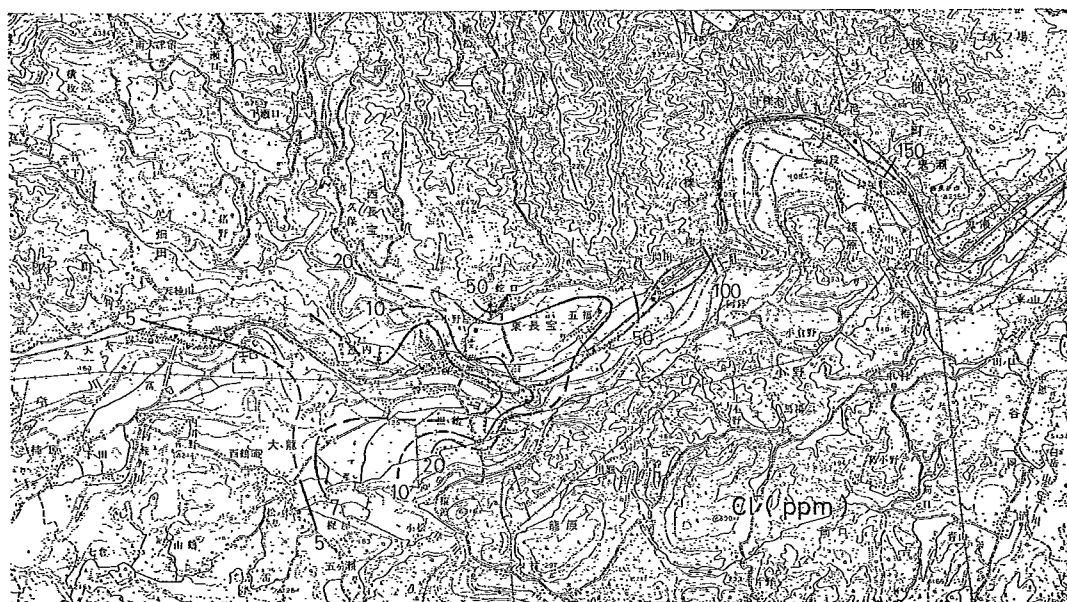


表3 化学分析結果 (単位: mg/ℓ)

№	採水年月日	湧出状況	泉温度	RpH	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼⁼	SiO ₂	CO ₂	トリチウム(TU) (採水年月日)
1	52.11.1	S	43.5	8.43	33.3	3.30	0.66	0.162	4.83	80	7.75	124		
2	52.8.25	S	46.1	8.58	35.6	3.39	0.52	0.227	4.32	85.5	5.8	122		
3	52.11.1	S	46.5	8.34	36.8	4.28	0.595	0.145	5.62	82	7.77	143		
4*	50.8.28	S	43.0	8.05	60	6.48	0.73	0.219	5.28	123	25.1	176		0.6±0.3 (51.2.18)
4	52.8.25	◎	(>42)	8.36	104	12.2	1.6	0.303	20.9	200	51.2	111		0.2±0.3 (52.11.1)
5	52.11.1	◎	>38	8.51	106	14.4	1.0	0.222	28.9	180	59.1	132		
6	53.3.24	◎	>48	8.68	49.2	10.1	0.35	0.07	7.73	107	12.7	126		
7	52.8.25	S	50.1	8.32	38.0	8.52	1.1	0.170	6.24	98	0.7	147		
8	52.11.1	S	48.0	8.17	39.9	9.25	1.15	0.220	6.88	110	5.0	140		
9	52.8.25	S	46.2	8.39	40.6	8.80	3.40	0.386	6.28	110	2.80	124		1.1±0.3 (52.11.1)
10	52.8.25	◎	(43.4)	8.60	50.9	6.94	0.685	0.436	6.97	128	4.5	136		0.4±0.3 (52.12.7)
11	52.12.7	S	51.0	8.00	35.9	8.74	0.98	0.361	7.00	88	6.0	150		0.3±0.3 (52.12.7)
12	52.8.25	S	51.0	8.30	36.8	8.99	0.83	0.105	6.85	98	1.94	175		
13	52.8.25	S	51.0	8.30	42.3	10.4	1.2	0.159	6.75	110	1.67	130		
14	52.11.1	S	52.5	8.23	44.3	11.3	1.1	0.216	9.92	110	10.7	149		
15	52.8.25	S	50.2	8.47	67.2	10.5	0.57	0.0980	15.7	120	29.3	128		
16	53.3.8	◎	>43.0	8.12	125	13.8	1.43	0.175	62.7	138	63.8	128		
17	52.8.25	◎	>43.7	8.50	77.9	11.1	0.92	0.155	23.7	128	37.9	121		
18	52.8.25	S	52	8.25	52.5	11.4	3.88	2.43	11.9	120	25.3	150		
19	52.8.25	S	49.2	8.09	50.7	13.7	1.3	0.257	11.0	120	9.83	134		

20	52. 8.25	S	49.6	7.98	56.3	15.2	2.0	0.369	9.8	148	6.02	162
21	53. 2.24	S	47.9	7.92	92.7	21.9	2.2	0.378	29.7	121	72.6	160
22	53. 2.28	S	43.5	8.49	69.1	16.6	0.83	0.121	14.9	129	39.0	167
23	53. 3.31	S	47.5	8.21	319	35.5	4.96	0.23	94.4	233	405	100
24	53. 3. 2	⊙	>32.8	8.15	23.3	4.31	2.93	1.63	3.33	70.2	9.89	83
25	53. 2.24	⊙	>43	8.45	50.0	8.94	1.4	0.294	7.90	128	13.8	150
26	53. 2.24	⊙	>44.5	8.16	45.5	11.5	1.25	0.297	8.92	94	19.3	210
27	53. 2.24	S	49.1	8.35	37.8	9.64	0.94	0.155	6.18	97.1	2.7	210
28	53. 2.24	S	52.1	8.14	87.3	23.6	2.3	0.369	30. 3	138	57.2	226
29	52.11. 1	S	53.0	8.12	41.9	13.5	0.72	0.267	9.63	100	19.5	159
30	53. 3.31	S	47.3	8.06	79.1	18.8	1.45	0.291	24. 2	122	53.1	136
31	53. 2.24	S	42.4	8.36	268	30.1	5.43	0.261	113	371	190	130
32*	51. 5.12	S	44.5	8.20	350	48.5	4.20	0.070	178	363	278	115
A 1	52. 8.26	N	9.4	4.97	9.98	1.28	22.3	2.76	2.31	96	6.67	48.4
2	"	N	8.6	5.15	10.4	1.31	27.5	3.59	2.45	120	8.32	1770
3	"	N	8.3	5.15	10.6	1.24	26.5	3.70	2.37	110	10.1	49
4	"	N	10.5	4.90	8.54	1.28	15.1	1.76	1.64	66	2.80	45.6
5	"	N	8.8	5.04	10.4	1.23	24.7	3.33	2.06	94	9.00	48
6	"	N	10.5	4.97	7.96	1.22	17.6	1.98	1.67	77	4.27	43
7	"	⊕	24.4	6.24	104	6.84	68.4	78.3	9.30	781	35.0	82.4

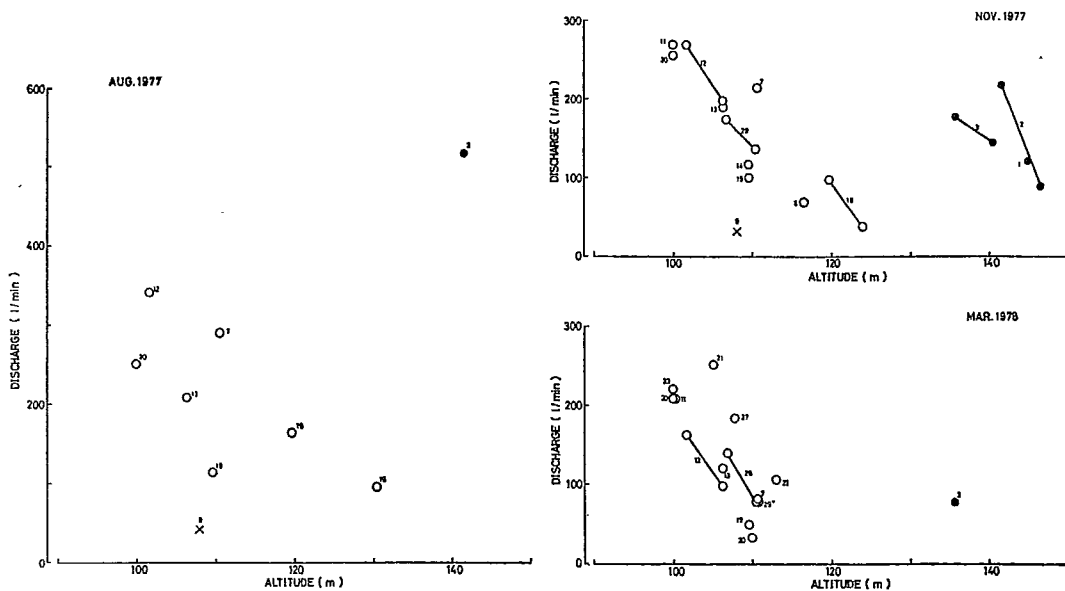
S : 自噴, ⊙ : エアリフト, ⊕ : 吸上ポンプ, N : 自然湧出, * : 文献②より転載

養は行なわれにくい条件にある。また、逆に水圧の高い温泉水層からより浅層へ温泉水が浸出する自然湧出の徴候もなかったこと、さらに、掘削業者によると、温泉水層に達する前に硬岩に突き当たることなど考え合わせると、地下の被圧温泉水は、永く、かなり完全に閉鎖された状態におかれていたことがうかがえる。

4. 湧出量と湧出口高さとの関係

高地部にある温泉は早くから自噴が止まり、地面標高の低いところほど大きい湧出量を示している。図4のように、湧出量と湧出口高さを時期別に対応させてみた。横軸は湧出口の海拔標高で、25,000分の1と5,000分の1の地形図から大よその地面標高を読みとり、それに湧出口の地面からの高さを補正したもので、±1 m程度の不正確さがある。縦軸の湧出量には、100 l/minで±1.5%、200 l/minで±3%、300 l/minで±5%程度の誤差が含まれている。図中の数字は表1の番号を表わし、畑田地区は●印で示した。相関はかなりばらつくが、それぞれの時期で、大体湧出口位置の高いものほど湧出量は少なくなっている。そして時期とともにばらつきは小さくなり、密集地の小野屋地区では直線的な相関に近づいてきている。タンク入口のほか泉源近くに設けられているバルブ口でも流量測定できたものについては、両測定値を実線で結んで示した。バルブ開放後間もなく測定したので、高流量側の測定値には非定常的な効果が含まれていると考えられるが、実線が全体の分布に沿うような勾配をもっているので、その効果は小さく、かなり早く定常に達するものと思われる。そして、11月と3月に測定したNo.12泉に着目すると、2つの時期で湧出量にかなりの差があるにもかかわらず、その勾配がほとんど同じ2.5 cm³/sec になっていることに注目される。これは、湧出口の高さの変化に対する湧出量の変化の割合が、湧出量とは無関係にほぼ一定に保たれていることを示している。No.18、No.28、No.29泉で得られる勾配もほぼ同様の値であることから、その他の源泉についても、湧出量に無関係な同様の勾配をもっていることが推定される。このことは、各湧出管の深度と口径は大差がないため、同一温泉水層の水が採取されていることをうかがわせる。畑田地区の源泉はその他の地区にくらべ、標高に対して湧出量が大きいが、その減少の状況は他の地区のものと同様で、また、この地区で得られる勾配(1.1および4.3 cm³/sec)も先の値とそれほど大きく異っていないことから、畑田地区を含めた全域で、同じ層の温泉水が採取され

図4 湧出量と湧出口標高との関係



ているものとみてよいであろう。

ある基準面に対する湧出口の高さを h_0 、湧出量を Q で表わすことにすると、上述の、湧出口の高さの変化 Δh_0 と湧出量の変化量 ΔQ の間にある一定の関係は

$$\Delta Q = c \Delta h_0 \quad (1)$$

と表現される。 c は各源泉に共通の定数 (2.5 ml/sec) で、湧出量 Q に無関係とみられるので、(1)式はまた、 Q と h_0 の間に次のような関係が成立することを予想させる。

$$Q = c(H - h_0) \quad (2)$$

式の形からすると、 H は $Q=0$ のときの h_0 を意味し、各源泉の地下温泉水のもつ静止水頭とみなしてもよいであろう。すなわち、 H は、その他の源泉の採湯状態をそのままにし、その湧出口で人工的に湧出を停止させたとき、温泉水の上昇しうる高さを表わしている。しかし、このような線型の関係が、流量が0に近い状態まで成立するかどうかは疑問である。

かつて、野満⁽⁴⁾らが、別府温泉の各湧出口で水位を変化させたとき、湧出量 Q と湧出水位 h_0 の間には、(2)式のような関係が明瞭に成立することを観測している。その報告にある c の値は、湧出管の断面積に比例するとの仮定のもとに断面積で割った値で表示されているので、これを上式と同じ定義に引きもどしてみると、 $0.2 \sim 16.5 \text{ cm}^3/\text{sec}$ とかなり幅広くばらつくが、その単純平均値 $5.2 \text{ cm}^3/\text{sec}$ は、庄内町で得られた値と同程度となっている。当時の別府温泉は、ほとんどが自噴泉で、その湧出量は 50 l/min までであり、埋設湧出管は竹製のものが多く、深度も 50 m 前後のものが多い。このように埋設管の形状や、深度、湧出量において、庄内と別府で著しく異なるが、 c の値がほとんど同様の値になっていることが注目される。

野満らの観測では、湧出水位を最低にした最大流量の状態では、レイノルズ数は 10^4 を越すもの(乱流の状態)があるが、湧出水位を高くして、湧出量が0になるまで測定されているので、測定値のかなりの部分は層流の条件に近いものであろう。ところで庄内町では、ほとんどの湧出管でレイノルズ数は 10^5 のオーダーであり、明らかに乱流領域にあるため温泉水が管内を上昇する途中に、乱流摩擦による抵抗をかなり受けているものと考えられる。

そこで、図5に示したような構造模型を考え、湧出管の外側近傍の温泉水頭を h_1 としたとき、湧出管内の損失水頭は、 $h_1 - h_0$ で表わされ、それが湧出量 Q の n 乗に比例するものと仮定する。また、地層中では、 Q は井戸近傍の地下温泉水のもつ静止水頭 H と湧出中の温泉水頭 h_1 の差に比例すると仮定すれば、

$$Q = c_1 (H - h_1) \quad (3)$$

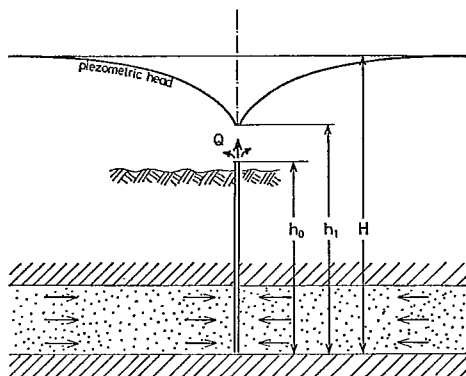
$$Q^n = c_2 (h_1 - h_0) \quad (4)$$

のように表わされる。ここに c_1 は地下温泉水層の透水性やその厚さなどに関係する定数、 c_2 は湧出管の長さや口径のほか、レイノルズ数(したがって流量 Q)にも関係する定数とみられ、 n は、層流状態のときは1、乱流状態のときは2に近い定数と考えられる。大ざっぱな傾向を把握するため、 $n=2$ として、(3)、(4)式から h_1 を消去すると、

$$Q \left(1 + \frac{c_1}{c_2} Q \right) = c_1 (H - h_0) \quad (5)$$

となる。湧出口高さを Δh_0 変えたとき、湧出量が ΔQ 変わったとすると、 H 、 c_1 、 c_2 が一定に保たれておれば、(5)式から

図5 被圧温泉水の湧出模型



$$-\frac{\Delta Q}{\Delta h_0} = \frac{c_1}{1 + 2 \frac{c_1 Q}{c_2}} \quad (6)$$

が得られる。左辺は、湧出口の高さの変化に対する湧出量の変化量を表わし、(1)式の c に対応する量である。先にみたように、流量がかなり変わっても、(6)式の左辺が一定に保たれていることは、

$$(a) \quad \frac{c_1 Q}{c_2} \ll \frac{1}{2}$$

$$(b) \quad \frac{c_1}{c_2} Q = \text{一定} (\equiv K)$$

のいずれかが成立していることを意味している。すなわち、(a)は、 c_2/c_1 が流量 Q の 2 倍に比べて大きい場合、(b)は、 c_2/c_1 が Q と比例関係にある場合で、 c_1 と c_2 の相対値が Q との間に(a)、(b)いずれかの関係が成立すれば、(1)式のような関係が成立してもよいことになる。 c_1 は Q に無関係とみられるので、(b)の場合は、 c_2 が Q と比例関係にあるため、(4)式は層流と同じ線型の関係になる。そして、(a)、(b)いずれかの条件が成立しておれば、(5)式は(2)式と同じ形になり、定数 c は、それぞれの場合、

$$(a) \quad c = c_1$$

$$(b) \quad c = \frac{c_1}{1 + K}$$

のように表わされ、 c_1 そのもの、あるいは、 c_1 に比例するような定数になっていることが分る。したがって、 c_1 の定義から、 c の値には、地下温泉水層の厚さや透水性などの水理的な特性が反映されているとみられる。

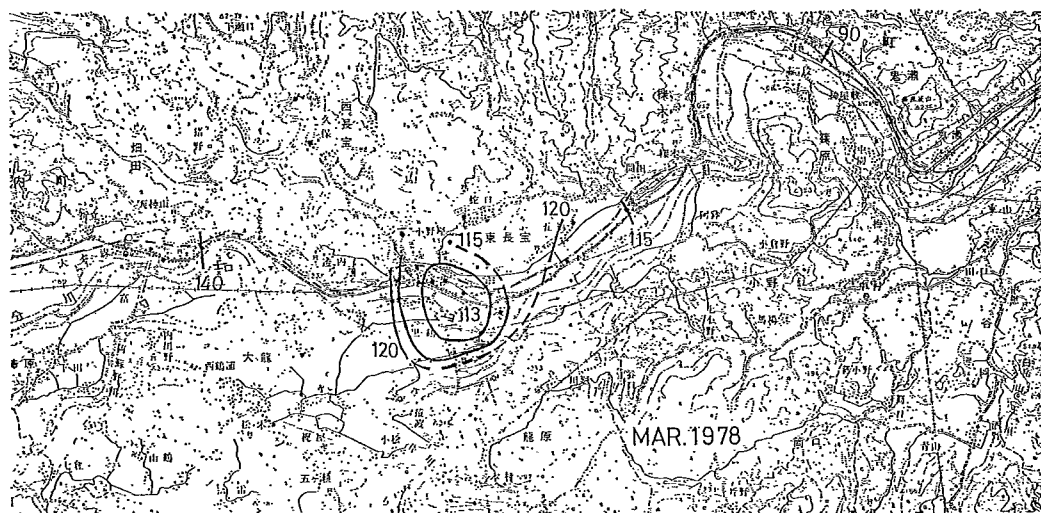
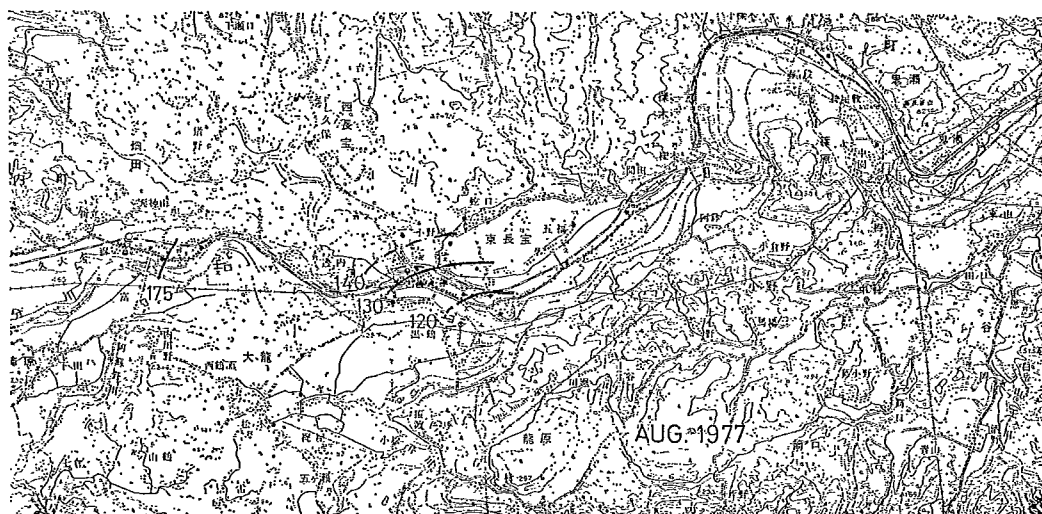
このように、湧出管中の乱流摩擦項として、流量の二乗に比例するような圧力損失を仮定すると湧出口高さと同湧出量の間には(2)式のような線型の関係が成立しうることが分った。このような関係は、外部浸出係数 b を用いた解析の可能性を示していると思われる。この式はまた、湧出口高さが固定されておれば、静止水頭が ΔH 低下したとき、湧出量の減少量 ΔQ との間に

$$\Delta Q = c \Delta H \quad (7)$$

のような比例関係が成立することも示している。したがって、各源泉で生じた湧出量の減少量を定数 c で割ることにより、その間に各源泉の地下で生じた静止水頭の低下量を推定することができる。また、(2)式を用いて、それぞれの湧出口高さと同湧出量から、直接、測定時における静止水頭を求めることができるので、これからもその間に生じた静止水頭の低下量を推定できる。 $c = 2.5 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ を用い、この 2 つの方法で、源泉ごとに各時期の間に生じた静止水頭の低下量を求め、比較すると、畑田地区も含め、検討できたすべての源泉で極めてよい一致が得られる。このことから、各源泉で(2)式の関係が成立していることのほか、 c の値は各源泉共通で、ほぼ上記の値でよいことが示される。

(2)式を用いて、時期別に静止水頭の分布図をつくってみると、かなり大ざっぱなものではあるがその中に特異的な点を含まず、それほど不自然な分布の形をしていないと思われるので、それを図 6 に示した。52年 8 月では、大分川左岸の密集域は、北、あるいは北西の方向に水位が高くなっていたが、11 月になると、この密集地域に凹状の部分が現われはじめ、3 月には、 $\#613$ 泉付近を中心とする同心円状の水位低下域がより顕著に形成されている。その半年余りの間に、例えば、 $\#612$ 泉では、海拔にして 124 m から 113 m まで 10 m 以上の水位低下がおこっている。3 月の 115 m の等水頭線の広がり、密集地のほか、大竜地区東部の芹川にまで及び、その直径は約 700 m に達している。そして $\#627$ 泉で約 120 m 、小畑地区の $\#63$ 泉で約 140 m と大分川上流ほど水位が高くなっているが、下流の方向では、 $\#621$ 、 22 泉あたりで $120 \sim 123 \text{ m}$ の鞍部をつくり、櫛木地区の $\#623$ 泉で約 115 m 、さらに下流の池の上温泉では、 90 m 位と推定される。凹状部分の現われていない時期には、温泉水は、南、ないし南東の方向への流動が卓越していたとみられるが、凹状域が形成されると、そのほ

図6 静止水頭分布の変遷(数字は海拔標高: m)



か、芹川を横切るような南からの流入や、さらに下流域からの流入も生じたことを示している。地下温泉水層に圧力の低下がおこると、より広域から新たな流入が生じることのほか、浅層からの涵養あるいはより深層からの浸出が新たに生じること考えられる。前述のように、情和園では自噴当初に比べて成分濃度にかかなりの増加がみられ、また、トリチウム濃度には、0.6TUから0.2TUへと測定精度を若干上回る減少がみられる。このような変化は、浅層からの浸透がほとんどなく、より深部からの浸出が生じてきたとみることもできよう。しかし、図2のCl⁻濃度の分布と、図6の水頭分布を比べると、温泉水の新たな水平流入と符号するように、周辺部からしだいに高濃度化が進行しているようにもみえる。今後、成分濃度の分布に変化がみられれば、地下温泉水の貯留、流動状況を推定するにさらに有効な手掛りが得られるであろう。

5. 湧出量の短期変化

このわずか半年余りの間に生じた各湧出量の減少は著しいが、さらに短期的な変化をみるため、小野酒造(株)所有の新規掘削泉(№11)に電磁流計(北辰電機製)を設置し、53年3月8日から約2週間、自噴湧出量を日記記録させた。その記録結果をみると、短期的な変化はほとんどみられず、極めて安定した湧出状態が保たれていることが分った。この観測井戸からわずか110mのところに№9泉(0.4kw、68ℓ/min)、250mには№8泉(2.2kw、295ℓ/min)、№15泉(2.2kw、88ℓ/min)のような動力揚湯井戸があるが、それらによる影響はほとんど検知出来ない程度である。それらは1日に40～60回も動力が作動しているため、1回当りの影響が小さくなっているのかも分らない。わずかに日変化がみられ、夜半過ぎに流量が多く、昼過ぎに少なくなっているようであるがその変動幅は流量の1%の程度であり計器の精度に近いものである。

6. おわりに

この地域の地下温泉水は、地表あるいは浅層まで浸出した徴候がみられなかったことから、高い圧力下に閉鎖状態で貯留されていたと考えられる。その温泉水層に掘削がはじめられると、はじめはその高い水圧のために大きい湧出量を示したが、その間開発が進むにつれて貯留温泉水は食いつぶされ、湧水量も徐々に減少し、しだいに定常的な状態に近づきつつある段階になっているとみられる。それに加え、比較的短期間に多数の源泉が同一水層の温泉水を採取することとなり、その相互影響も重なって水圧の低下がかなり著しく進行している状態がみられる。そのため比較的初期に開発された北部の山地などやや地高の高いところでは、静止水頭も地面より低下し、動力による揚湯が行なわれるようになり、それによって湧出水頭がかなり下げられるため、ますます全域にわたる静止水頭の低下を生み出している過程にあると考えられる。

自噴湧出量は減少しつつも、全採取量に占める割合は大きい、使用水量を示している動力揚湯泉では、1本当りの採取量は別府の自家用泉の平均をはるかに上回り、利用世帯当りの使用水量も別府の平均量の5倍にも達している。したがって、将来の有効利用をはかるためにも、また温泉源保護の上からも、各利用者に供給する適正な採取量につき検討し、今後それ以上にならないよう体制を整えることが望まれる。

おわりに、観測に際し協力いただいた源泉所有者各位、流量観測場所を提供していただいた小野酒造(株)、または有益な助言と観測の協力をいただいた京大地球物理学研究施設の由佐悠紀博士と堀清和氏に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 吉川恭三, 北岡豪一, 野田徹郎, 大分県: 挾間町ならびにその周辺の温泉調査, 大分県調査研究会報告, 27, p.25~33, 1976.

- 2) 野田徹郎, 北岡豪一: 挾間町ならびにその周辺の温泉調査(その2) 高塩分泉の化学成分。同上, 28, p.31~41, 1977.
- 3) 吉川恭三, 由佐悠紀, 大分県, 別府市: 別府温泉の現況調査(3) 別府全域の噴気・沸騰泉と一般温泉。同上, 27, p. 1~15, 1976.
- 4) 野満隆治, 瀬野錦蔵, 山下馨: 別府温泉の湧出量と水頭との相関(その1) 層状泉。地球物理, 2, 3, p.260~792, 1943.

杵築市温泉について

京大理学部 由 佐 悠 紀

1. まえがき

大分県における温泉の多くは、県内を横切る2本の主要な地質学的構造線、すなわち、松山—伊万里構造線と大分—熊本構造線の間にはさまれた地溝帯内に分布し、とくに、その中央部に沿う別府・湯布院・九重には沸騰泉や噴気が数多く見られる。この地溝帯中央部に分布する主要な岩石類は更新世後期の山陰系火山活動による角閃石安山岩類で、温泉や噴気はその後火山作用のひとつと考えられる。一方、地溝帯の北縁と南縁には、更新世前期の豊肥火山活動にともなう筑紫熔岩類（輝石安山岩類）が分布しており、この範囲では、一部を除き、これまで温泉開発はあまり進んでいなかった。

国東半島つけ根の別府湾に臨む杵築市は地溝帯の北縁にあたり、その海岸部をかすめるように松山—伊万里構造線が走っていて、その地域の主要な岩石類は筑紫熔岩類およびやや古い火山活動による耶馬溪層として一括される安山岩類である。このような地質条件から、この一帯では、地溝帯中央部におけるような優勢な温泉活動は期待されないものの、昭和32年に深さ2.7メートルの手掘りによって28℃の温泉が見出されるなど、低温ではあるが、温泉の存在が知られていた。

ここ数年来、大分県内各地では温泉開発が進んでいる。とくに、地溝帯南縁部にあたる大分川沿いでは、挾間町・庄内町などで多量の湧出量を持つ自噴泉が比較的深い掘さくによって開発された。この機運と呼応するかのよう、地溝帯北縁部の国東半島から耶馬溪に至る範囲でも、そこかしこで温泉の試掘が進み、杵築市においても、ふたたび温泉掘さくが行なわれるようになった。

これにより、別府から九重に至る地溝帯の周辺部にも、かなり広域にわたって温泉が分布することとなったが、それらは地溝帯内部の温泉と比べると50℃どまりの低温泉であり、その中には、挾間町温泉にみられるように、海水起源として解釈されるような特徴ある化学組成を示すものもある。そして、これら新しく見出された温泉水系と地溝帯内の熱水・温泉水系との熱的・化学的また水理的関連性の研究は、大分県における温泉生成過程の研究に新しい途を開くものと期待される。

他方、新温泉開発の初期段階における湧出状態・化学組成などの資料は、将来における温泉利用・開発の基礎資料としても重要である。本研究会の事業として、このような新開発温泉の調査研究が進行しつつあるが、その一環として、本報告では、本格的開発がはじまったばかりの杵築市温泉の現状や温泉水質などについて述べる。

2. 温泉開発の概要

昭和52年8月29日に現地調査を行なった。調査当時7孔の温泉があったが、うち1孔は掘さく途中で、これについては掘さく終了を待って12月8日に再び調査した。その後53年3月までに新たに3孔が掘さくされた。このように、杵築市では、昭和53年3月現在で、合計10孔の温泉が活動中であり、それらの位置は図1に、また現地調査結果は表1に掲げた。なお、新規掘さくの3孔については、九大温研野田徹郎氏と大分県環境管理課による調査資料を提供していただいた。その後も新規の掘さくや掘さく許可の申請があい次いでいる。

杵築市における最初の温泉は、図1のA温泉で、昭和32年7月に得られた。現地調査時には、ごく少量の自噴量があり、泉温は26.5℃であった。次いで、昭和34年に、B温泉が200メートル深の掘さくによって得られた。これもまた、28℃と低温ではあるが、63ℓ/minとかなりの自噴量がある。これら2つの温泉はいずれも、図1に示されるように、八坂川と高山川にはさまれた間の地域

図1 杵築市温泉分布（八坂川右岸の曲線は浅層地下水の16℃等温線）

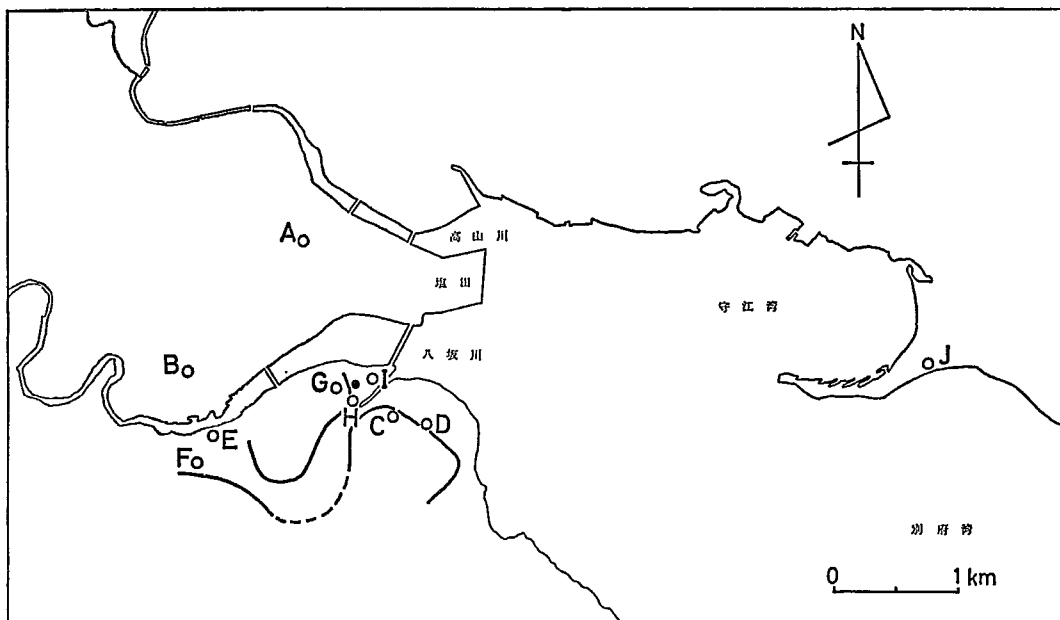


表1 現地調査結果

温泉名	掘さく終了 年月日	深 度 m	調 査 年 月 日	温 度 ℃	採 湯 法	採 湯 量 ℓ/min	備 考
A	32. 7. 8	2.7	52. 8.29	26.5	自 噴	7	加来義市 (外8人)
B	34.10.13	200	〃	28.0	〃	63	杵 築 市
C	45.12.20	147	〃	39.4	〃	100	立川勝則
D	51.12.15	116	53. 3. 2	41	〃	26.3	魚屋敏次
			52. 8.29	35.5	〃		
E	52. 4.15	160	52. 8.29	40.0	動 力	103	三 川 苑
			53. 3. 2	42	自 噴	353	
F	52. 9.26	200	52.12. 8	38.0	〃	261	三 重 野 京 佐
			53 .3. 2	41	〃	133	
F'		138	52. 8.29	32.4	〃	10.8	
G	53.1 .17	200	53. 1.24	43.5	〃	240	荘 野 満
			53. 3. 2	44.5	〃	218	
H	53. 2	200	〃	44	〃	58	山 田
I	53. 2	200	〃	41.5	〃	167	西
J	50. 3.31	500	52. 8.29	27.0	動 力	28.6	住吉開発

にある。

その後昭和45年末に、八坂川川口近くの右岸に深度147メートルの掘さくで、C温泉が得られた。この温泉は40℃前後の泉温を示し、自噴量も100ℓ/minとかなり多く、温度・湧出量ともに、杵築市における最初の本格的温泉となった。

昭和51年末にD温泉（116メートル深）が、次いで昭和52年初めには、やや上流部にE温泉（160メートル深）が掘さくされた。これらはいずれも自噴泉である。とくに、E温泉は入浴に適した40～42℃の泉温を示し、また、時期によって変化があるが、300ℓ/min前後と豊富な自噴量を誇っている。

そして、昭和52年夏以降、八坂川右岸一帯で、相次いで 200メートル深の掘さくが進み、かなり多量の自噴量と入浴に適した泉温を持つ F、G、H、I などの温泉が開発された。業者の掘さく記録によれば、E・F 温泉付近では60~90メートル深まで砂礫を主とした堆積層が続き、それ以深では孔底まで筑紫熔岩または広義の大分層群に属すると思われる輝石安山岩層となっている。一方、G 温泉付近では、170メートル深まで堆積層で、それ以深に安山岩層が現われている。また、孔底温度は41~44℃を示す。

なお、F 温泉の湧出温度は、昭和52年12月8日に38.0℃であったものが、53年3月2日には40℃を越えていた。温度計の較正が十分でなかったきらいがあるが、自噴の連続によって温泉孔周囲の地層が暖められ、湧出途中での冷却が減じた効果もあると考えられる。

他方、守江湾をはさんだ対岸の住吉浜でも昭和50年に500メートル深の掘さくが行なわれ、低温ではあるが、温泉法の適用を受ける温泉（J）が見出された。掘さく記録によれば、地下 170メートルまで砂岩層が続き、それ以深では孔底まで花崗岩層である。既存の表層地質図を参照すると、砂岩層は鮮新世から更新世にかけての狭義の大分層群にあたり、花崗岩層は、この一帯では古い時代に属する中世代の地層に相当するものと思われる。500メートル深での静止水頭は地表下40メートルと低く、エアリフトによる揚水が行なわれており、また、孔底温度は33℃と記録されているが揚水途中での冷却により、地表では27℃程度である。

3. 八坂川右岸一帯の浅層地下水温

前節で述べたように、杵築市における温泉開発は、現在、八坂川川口右岸一帯で進行し、これにより、一帯の地下 200メートル深付近には、水頭の高い40℃を越える温度を示す温泉水層が発展していることが認められた。

このような温泉水層の存在が浅層の地下水にどのような熱的影響をおよぼしているかを見るため昭和52年12月8日に、19孔の浅井戸において水温測定を行なった。このうち、灌漑用に掘られた深度40メートルのボーリング井を除く18孔はすべて、手掘りによる浅井戸である。地下水面は高地部で1~5メートル深、低地部では地面すれすれまたは地面下数10cmである。上水道が施けられた現在では、雑用水に使用されている程度であり、なかには、まったく使用されずに放置されているものもある。

これら浅井戸水の温度は、最低12.8℃、最高17.3℃であった。この地域をカバーするには測定数が少ないけれども、おおまかに、図1の曲線で示されるような16℃の等温線を描くことができる。それによれば、16℃以上を示す地域が、八坂川川口一帯から南方内陸部へとはいり込み、途中で蛇行して、E・F 温泉一帯にまで帯状に続いているように見える。ちなみに、16℃は、このあたりの年平均気温に近いと考えられる温度である。

一般に、浅層地下水の温度は、その土地の地温に等しいとみなされる場合が多く、年平均の地温は年平均気温よりわずかに高いのが普通である。したがって、最高17.3℃という水温はとくに異常であるとは云えないが、水温の地理的分布が認められることからして、深層温泉水層の影響を否定してしまうわけにもいかないように思われる。なお、図1中の黒丸は、灌漑用40メートル深ボーリング井であるが、その水温は22.4℃と明らかに高温である。そして、ほとんどの温泉が、この16℃以上の地帯に掘さくされている。

4. 温泉水の化学組成

現地調査時に採水された温泉水につき、その主要成分の分析を行なった。その結果を表2に掲げる。各温泉に付した記号は、図1および表1のそれと対応する。なおF'は、F 温泉掘さく途中（掘さく深度 138メートル）に得られたやや浅層にある温泉水である。いずれも無色透明で、溶存成分

表2 化学分析結果 (mg/l)

温泉名	採水日	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻⁻	SiO ₂
A	52. 8.29	7.59	24.3	5.32	10.6	12.9	16.7	120	7.6	78
B	"	7.30	23.4	6.76	6.97	9.70	12.1	120	3.7	80.2
C	"	7.24	90.8	15.6	8.53	11.2	41.6	261	5.6	118
D	"	7.14	94.9	14.6	9.13	12.6	45.1	269	2.9	118
E	"	7.29	51.2	10.6	3.16	4.05	13.2	151	3.4	115
F	52.12. 8	7.25	54.4	10.7	2.8	3.65	13.6	159	3.3	91
F'	52. 8.29	8.09	217	16.2	8.59	14.0	270	152	28.0	115
G	53. 1.24	7.72	63.1	12.0	2.86	3.53	15.9	168	2.6	148
J	52. 8.29	7.97	51.4	0.904	1.6	0.153	9.16	110	7.3	24
塩田地下水*		7.5	712.0	33.2	15.0	23.0	976.9	213.5	88.1	

*：土地分類基本調査・豊後杵築(1977)による。

量が1000mg/l 未満の単純泉に属し、また pH は中性ないし弱アルカリ性を示すというように、入浴用として好適な泉質である。

このように化学成分濃度はきわめて薄いけれども、組成によっていくつかのグループに分類できる。第1のものは初期に開発された高山川と八坂川にはさまれた地域にあるA・B温泉の型であり第2のものは八坂川右岸で約200メートル深のボーリングによって得られたE・F・G温泉の型である。両者共に、Cl⁻が10数mg/lと低濃度で、陽イオンではNa⁺が陰イオンではHCO₃⁻が卓越するという共通の組成を示すが、A・B型のものはE・F・G型よりNa⁺・K⁺・HCO₃⁻濃度が低く、代りにCa⁺⁺・Mg⁺⁺濃度が高く、また、SO₄⁻⁻もいくぶん高い傾向にある。

第3のものは、八坂川右岸でE・F・Gより浅い掘さくによって得られたC・D温泉の型である。これもまたNa⁺とHCO₃⁻がもっとも卓越するが、前2者より全体的に高濃度でCl⁻濃度も40mg/l以上と高い。一方、Ca⁺⁺・Mg⁺⁺はA・B型と同程度である。

以上3種の温泉水は、組成的に微妙な違いがあるが、大勢としてはNa-HCO₃型と一括されるであろう。それに対し、F温泉の上層部で得られたF'温泉水はそれらとまったく異なった特徴を有し、溶存成分量が高く、しかも組成はNa-Cl型である。

かつて八坂川川口左岸の塩田跡で31メートル深のボーリングが行なわれたことがあり、得られた試水の分析結果が公表されている。比較のため表2にその分析値を転載した。この水は地層に侵入した海水と淡地下水との混合によって生じ、さらに地層中の有機物や粘土との間の化学反応によって変質したものとみなされるが、F'温泉水はこれと類似の組成を示している。

このように、八坂川右岸の温泉水系は単一のものではなく、上部堆積層中には塩田地下水やF'温泉水のような海水侵入の影響を受けたNa⁺とCl⁻を主成分とする比較的濃度が高い低温の温泉水系があり、下部安山岩層中にはNa⁺とHCO₃⁻を主成分とする低濃度で比較的高温の温泉水が分布しているものと考えられる。

そして、Cl⁻量がわずかに濃いC・D型の温泉水は両者の混合水から派生したものと考えることもできる。かくて、八坂川川口右岸一帯における基本的な温泉水はNa⁺とHCO₃⁻を主成分とする弱アルカリ型のものと考えられる。このような組成は、別府—九重地溝帯南縁部大分川沿いの新開発温泉について、野田らが弱アルカリ型と分類したものとよく似ている。ただし、Ca⁺⁺とMg⁺⁺濃度は杵築市温泉の方が若干高い。このように、地溝帯中の熱水性温泉をはさんだ北縁と南縁部に、泉温が40℃前後でNa⁺とHCO₃⁻を主成分とする低濃度の弱アルカリ型温泉水が分布するのはきわめて興味深い。

なお、住吉浜のI温泉は、前述したように、まったく異なった地質条件下にあるが、温泉水の化

学組成はやはり類似のものである。ただし、花崗岩層中の水であるため、 SiO_2 濃度は八坂川一帯のものに比べて低濃度となっている。

5. あとがき

以上、杵築市温泉開発の経過と現況、泉質の特徴などを述べ、また、地質学的背景についても触れたが、杵築市温泉は別府—九重地溝帯の活発な地熱活動に付随する周縁部地熱活動のひとつと考えることができるであろう。そして、その生成過程については、同様の泉質を示す耶馬溪・安心院などの温泉も含めて、今後の研究が期待される。

他方、杵築市温泉の現状（とくに八坂川右岸のもの）は、利用面で次のような優れた点を持っていることを強調したい。

①自噴すること。

②入浴に適した温度であるので、加熱の要も、水でうめる要もないこと。

③泉質が入浴用として好適であること。

とくに前2者は、温泉の利用・管理上きわめて都合な誇ってよい長所である。しかし、これらは、温泉開発や管理のわずかな不注意によって失なわれてしまうおそれのある、きわめてもろい長所であることも指摘しておきたい。

開発がはじまったばかりの現在、杵築市温泉はかなり多量の自噴量を誇っている。しかし、どのような方法を用いるにせよ、地下温泉水層から温泉水を採取すれば、その水頭が低下し自噴量が減少してゆくのは避けられない運命であり、杵築市温泉もその例外ではないと考えねばならない。

自噴量の減少は、それだけにとどまらず、湧出途中における冷却効果を増大させるなど、泉温低下の原因ともなる。そして、現在の杵築温泉のように入浴に適した温度を持つ温泉においては、泉温のわずかな低下でさえも、その影響が文字通り肌に感じられてあらわれ、温泉利用上の致命傷ともなりかねない。そのような状態に陥れば、いっせいに動力による揚湯や、より高温の温泉源を求めての増掘が進み、ひいては、いわゆる温泉源の枯渇現象をまねく危険性も出て来るであろう。多くの温泉地におけるこれまでの歴史が、まさにこれであった。

既存温泉地におけるこのようないが歴史の轍をふまないように、我々は現在の杵築温泉の優れた状態をできるだけ長く維持するように努めるべきである。幸い、杵築市温泉は開発がはじまったばかりであり、その対策を立てやすい条件下にあると思われる。例えば、現在多量の自噴量を持つ温泉では、湧出水頭を上げることによって自噴を抑制し、必要な量だけを採用するのもひとつの方法と考えられる。温泉利用者がいたずらに多量の自噴量を求めず、温泉水採取について自粛することこそ、公共的性格の強い貴重な地下資源である温泉源の保護と有効利用につながる途であると思われる。

本調査の遂行と報告作成には京大地球物理学研究施設吉川恭三教授の御協力と御助言をいただいた。九大温泉治療学研究所野田徹郎助手には温泉水の化学分析をしていただき、また、G温泉の調査資料を御提供いただいた。浅井戸や温泉掘さく記録など資料の収集と現地調査は大分県環境管理課と杵築市役所の御支援を得た。以上の方々に厚く御礼申しあげる。

<参 考 文 献>

- 1) 吉川恭三ら：挾間町ならびにその周辺の温泉調査，大分県温泉調査研究会報告，27号 pp.25—33，1976。
- 2) 野田徹郎，北岡豪一：挾間町ならびにその周辺の温泉調査（その2），同上，28号 pp.31—41，1977。
- 3) 宮久三千年編集：大分県地質図，1971。
- 4) 大分県：土地分類基本調査・豊後杵築，p.49，1977。

別府北部温泉地域への海水浸入

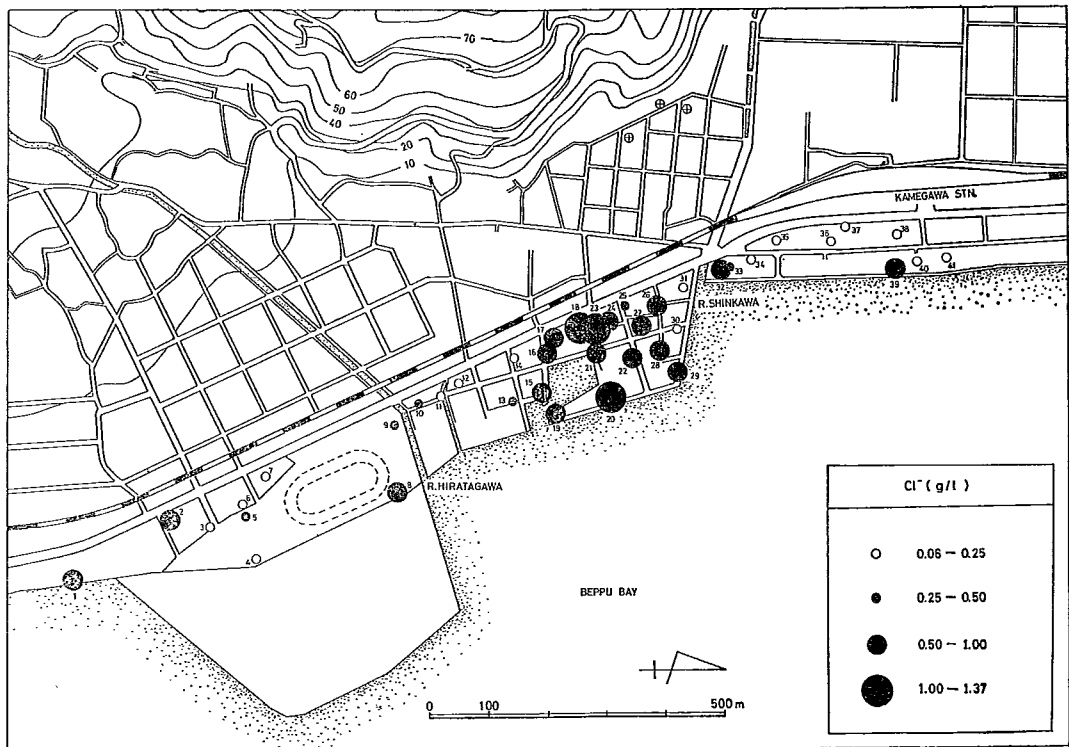
京都大学理学部 北 岡 豪 一

1. まえがき

吉川・志賀・岩上⁽¹⁾は、別府南部の海水浸入域温泉の化学成分を分析し、浸入以前にその地域にあった温泉の分析資料から、浸入海水の陽イオン組成比は浸入の前面に近いほど本来の温泉水の比に近いという結果を得ている。すなわち、異質の海水が地層中を浸入してくると、まず水質の急激な変化を抑制するように地層との間でイオン交換をおこし(おもに Na^+ が地層に取りこまれ、 Ca^{++} が地層から水中に浸出するような)、それまで地層が接していた温泉水の組成比に近づこうとする緩衝作用が生じるが、浜脇のように次々と新しい海水の浸入を受け続けているところでは地層は海水と平衡に達し、イオン交換がほとんどおこらない状態にあることが示された。昨年⁽²⁾の同じ地域の調査でも、浸入域がさらに拡大した状況でこのような組成変化の方向と限界が再確認された。一般に2価イオンは1価イオンよりも鉱物に強く吸着され、いったん吸着されると浸出しにくいことが知られているので、このような見方はまた、海水混入温泉の組成を調べることにより、地層が過去に接してきた水の組成比の限界をある程度推定できる可能性を与えているといえよう。

一方、別府北部の亀川港付近の温泉にもその一部で海水の混入を受けていることが今までの研究で明らかにされている⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。しかし、浸入域周辺では、熱水性の高塩分水や、高 HCO_3^- 水など種々の水質をもった伏流水が複雑な流動状況を示しており、また、この地域ではじめて陰イオンの分布調査がなされた昭和18年⁽⁷⁾には、すでに亀川港付近は海水浸入を受けているので浸入前の分析資料がないこともあり、この地区の海水混入温泉の組成を詳細に検討することは困難である。ただ、南部地

図1 調査温泉口の位置および Cl^- 量 (数字は表1の番号)



域の混入泉とは異なる組成を示しているように見え、それを元温泉水組成の違いに帰着させることはある程度可能であろう。

今回は、この前の調査から10年以上経過したので、その後の浸入状況の変化を調べることを当面の目的とし、今までの調査で分析資料は豊富にあるため、調査域を国道10号線以東の海岸温泉に限定して、昭和52年12月下旬に採水分析した。そして海水混入温泉の組成につき南部地域と比較しつ

表1 別府北部海岸温泉の分析結果 (単位: mg/l, 昭和52年12月下旬採水)

№	泉温℃	pH	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	備 考	
1	81.3	◎	8.1	2.00	434	40	38	2.8	589	193	北石垣 333-3 安川電機
2	70.8	◎	8.25	2.17	427	31	15.2	1.2	514	203	亀川 2186 帝国カーボン
3	(57.6)◎	8.2	0.93	170	19.8	8.4	1.1	137	190	2182-2 矢野啓一	
4	64.3	S	7.75	1.08	212	25	7.0	0.8	196	176	1363-8 競輪場(南東)
5	70.8	S	7.85	1.02	235	37	27	2.6	263	201	1363-8 競輪温泉
6	79.6	S	7.9	0.66	221	35	24	2.0	228	196	2180 福野酒店
7	61.2	S	7.85	0.78	200	34	24	2.8	204	170	2107 サンコーモーターズ
8	64.0	S	7.2	1.48	397	60	43	6.5	524	220	1363-16 競輪場(北東)
9	58.3	S	7.5	1.12	274	35	51	10.0	341	231	1363-42 千鳥アパート
10	56.3	S	7.25	1.00	230	32	29	9.6	270	171	1996-4 平和商事
11	57.0	S	7.25	0.87	182	29	29	10.0	211	156	1996-3 寺山守
12	56.0	S	7.2	0.89	193	29	26	10.0	218	153	1898-3 諫山秀利
13	50.9	S	7.8	1.02	223	31	35	9.4	263	187	1894-2 亀川荘
14	57.6	S	7.3	0.90	190	31	26	10.1	213	150	1892-3 内田清松
15	70.1	S	7.05	1.01	519	76	121	55	953	252	1891-1 神崎和也
16	61.2	S	7.1	0.91	380	59	84	39	672	202	1888-3 門司税関
17	61.2	◎	7.6	0.85	355	52	78	37	605	195	1888-17 井上鉄工所
18	64.7	◎	7.5	0.80	556	67	156	77	1,147	252	1888-26 大分石油
19	66.2	S	7.15	1.03	460	67	90	43	807	220	1889 宇部興産
20	(32.0)S	7.25	1.29	690	107	155	79	1,373	259	1885-2 桜井保	
21	64.1	S	7.1	0.94	485	64	121	56	895	252	1886-4 浅川鉄工所
22	(42.1)S	7.3	0.91	339	48	75	32	559	214	1886-5 別府白土	
23	64.0	S	7.35	0.80	566	72	154	75	1,123	250	1887-23 脇寛治
24	63.0	S	7.05	0.84	501	65	127	63	969	235	1887-1 灘尾巖
25	(55.0)◎	7.9	0.86	230	34	35	14.8	290	165	711-7 工藤酒店	
26	58.7S◎	7.65	0.71	430	67	92	48	775	245	1882-9 滝川游軒	
27	58.7S◎	8.15	0.86	505	73	102	55	872	257	1882-22 越智朋男	
28	58.5	S	7.3	0.74	495	82	120	62	969	267	1883-16 東源吾
29	56.5	◎	7.25	0.84	347	57	73	43	629	205	1884-2 水の子荘
30	56.1	◎	8.0	0.25	189	35	30	14.7	242	227	1883-1 黒岩太郎
31	53.3	◎	7.65	0.21	151	17.5	37	17.2	172	255	711-6 海星商事
32	(48.5)◎	8.0	1.01	347	51	64	38	608	206	内竈 998-1 平和会館	
33	54.3	◎	8.0	0.30	201	31	38	19.0	259	264	997-1 楽々荘
34	(46.7)◎	7.35	0.22	165	21	33	17.3	183	273	993-3 亀川タクシー	
35	(49.1)◎	7.85	0.25	174	30	40	24	236	251	1009-4 グリーン会館	
36	(45.3)◎	7.8	0.10	160	29	30	21	173	293	1026-1 原田商店	
37	46.1	◎	7.75	0.08	162	29	30	23	183	291	1024-27 高橋憲昭
38	44.2	◎	8.1	0.08	140	25	24	17.5	162	226	1029-2 住吉ホテル
39	43.9	S	7.6	0.13	349	41	109	100	833	250	991-52 幸楽荘
40	39.3	◎	7.6	0.10	128	23	20	16.7	155	175	991-10 小松屋
41	(37.0)◎	7.55	0.07	77	14.5	8.4	6.3	63	128	991-8 かみ川	

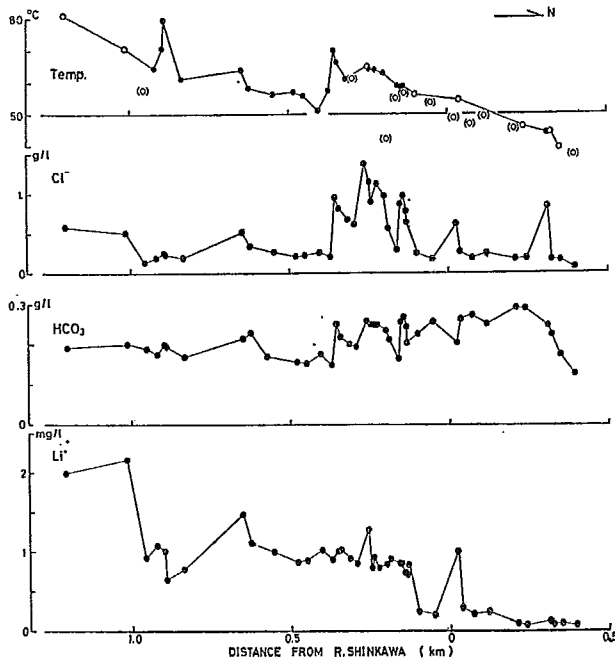
S: 自噴, ◎: コンプレッサー, ⊕: 吸上ポンプ

つ、この地域の海水浸入に関する問題点を振り返ってみることとした。

2. 調査の結果と考察

照波園から亀川駅前までの41口の海岸温泉（国道以東のほぼ全湧出口にあたる）の化学分析の結果を表1に掲げ、源泉位置はCl⁻量を円の大ききで分類して図1に示した。図中の数字は表1の番号に対応する。Cl⁻濃度の分布の状況は前回の昭和40年、さらには昭和18年当時の調査結果とほとんど変わっていないので、亀川港付近の海水浸入の状態は少なくとも35年間は大きい変化がなかったものと思われる。最近、競輪場付近で海岸の埋立工事が完了したが（図1に新規埋立地を示した）、今のところその工事による影響は認められないようである。

図2 海岸線に沿う泉温、Cl⁻、HCO₃⁻、Li⁺濃度の分布

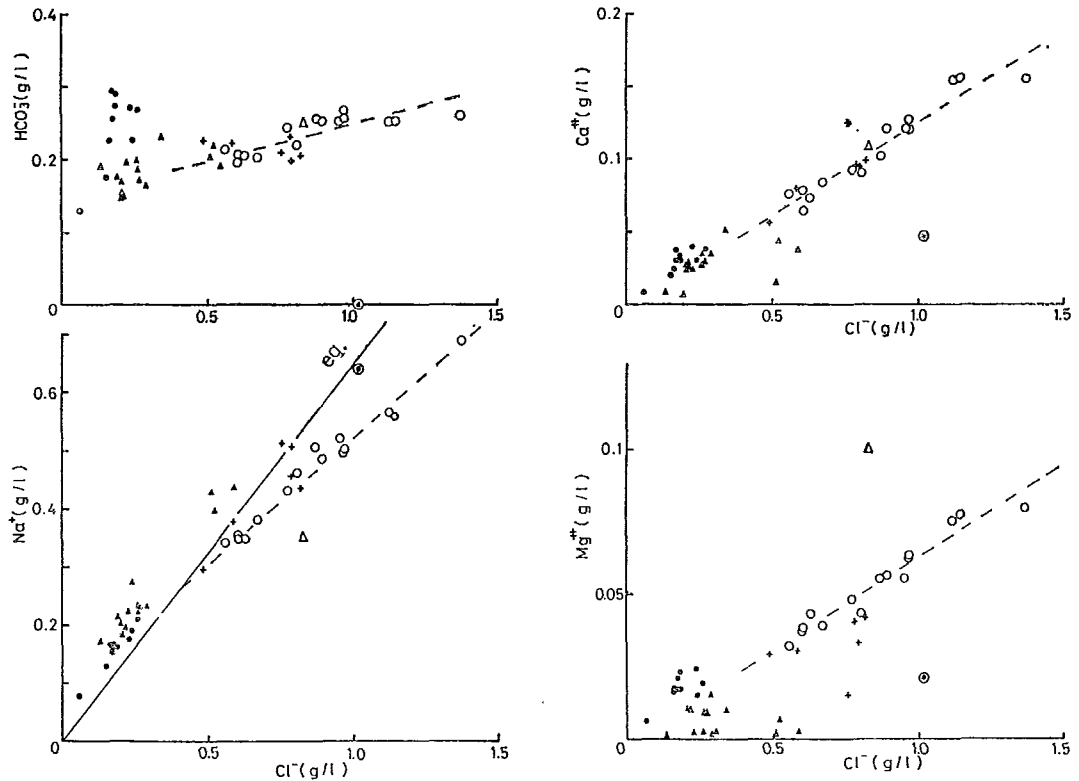


新川河口付近でLi⁺濃度に著しい差がみられ、北側で非常に低く、海水と同程度の濃度を示している。このことは、高HCO₃⁻帯のほぼ中間が異なる水系の流界となっていることをうかがわせ、その南半分の地域で海水浸入が生じているようである。なお、この付近の井戸深度は大差なく、100 m 前後である。

図3は、Cl⁻濃度と各成分濃度の相関を示す。亀川港付近の海水混入泉を○、それ以南の非混入泉を▲、以北を●、そして亀川駅前の1ヶの海水混入泉を△で表示し、その他の記号については後述する。亀川港付近の海水混入泉では、各イオンともほぼ直線的な相関がみられ、南部の浸入地域におけるばらつきとは対照的である。これは南部地域では浸入域が広く、浸入の前面から海水と平衡に達している後部まで含まれているのに対し、この地域の浸入範囲はせまく、以前から広がらない状態にあるためであろう。まず、HCO₃⁻濃度との関係では、新川以北の低Cl⁻、高HCO₃⁻の温泉は、昨年の内竈調査報告にあるD地区と同様の正の相関を示し、このような水質をもつ温泉水が背後の低地部に広く分布しているものと考えられる。浸入域より南側では、HCO₃⁻濃度は150 mg/l前後が多く、その背後の市街地温泉と同様の値になっている。市街地域は、山下が測定した静止水頭の分布図を見ると、南西から亀川港の方向に流下する水系が卓越し、HCO₃⁻濃度の低い

分布状態を示す。最南部の高温泉は照波園の地熱地帯に近接し、Cl⁻、Li⁺濃度がともに高い熱水性の特性をもつが（No.1、No.6泉はかつて沸騰泉であった）、海水浸入域とされている亀川港付近のCl⁻濃度極大部では、Li⁺濃度は1 ppm前後と一般温泉と同程度になっており、熱水性の高塩分泉との区別は明瞭である。この塩分極大部と一致するように泉温にも極大が生じていることに注目され、これを過ぎると北側では泉温は一方向的に低下し、また自噴泉も少なくなっているようである。HCO₃⁻濃度は浸入域で高くなっているが、Cl⁻濃度の低い新川より北側でさらに高い値を示し、亀川駅付近で急に低下している。これはかつて後藤が指摘した新川に沿う高HCO₃⁻帯の反映であろう。そしてこの中間にあたる

図3 HCO₃⁻, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺濃度とCl⁻濃度との関係 (○, △: 海水混入温泉)



温泉水が広く分布しているとみられ、またこの水系は、海水浸入域付近で野田の地熱地域から東に流下する水系と合流しているように読みとられる。海水浸入域のHCO₃⁻濃度は南西の市街地温泉より高く、吉川らが指摘しているように、Cl⁻濃度と正の相関をとっている。ところが、南部地域の混入温泉ではむしろ、Cl⁻濃度が高いほどHCO₃⁻濃度の低い、負の相関になっており、侵入の前面付近にはかなり高いHCO₃⁻濃度を示すものもあるが、その背後には同程度のHCO₃⁻濃度をもつ非混入泉もあるので、全体的には、HCO₃⁻成分は海水の混入に際し保存的に行動しているようにみえる。ところで、かりに、カルサイトと平衡している温泉水に海水が混入してきたとすると、塩分増加にしたがい、イオンの活動度が減少するので見かけのカルサイトの溶解度積はかなり増加することとなり、その結果、Ca⁺⁺とともにHCO₃⁻濃度も増加し、pHも上昇することが考えられる。森山の岩芯調査報告には、南部地域のほとんどの資料にカルサイトが記載されているので、海水混入前の温泉水はカルサイトと平衡状態にあったとみてよいであろう。しかし、海水混入泉でpHは若干高めになっているが測定誤差の程度(0.5)であり、HCO₃⁻濃度が増加したとみても、当量的にCa⁺⁺濃度の増加にははるかに及ばない。このことは、海水が浸入したとき、地層からの溶出よりもイオン交換の反応が速く行なわれたことを示しているかもわからない。一方、北部地域の海水混入泉では、その南側の非浸入域にくらべ比較的高いHCO₃⁻濃度を示すにもかかわらず、pHはやはり誤差の程度であるが、非混入泉よりも低めになっている。したがって海水浸入によって溶出が促進されたとするよりは、むしろもともとHCO₃⁻濃度の高い温泉水を通じて海水が浸入してきたと考えた方がよいように思える。川端と志賀は、この地区温泉の成分濃度の日変化から、地下被圧温泉水層には淡塩水が成層しており、自噴湧出する温泉水中の淡塩水混合割合が潮汐によって変化すると推定している。このような成層状態を仮定し、さらに、塩水の上層には市街地南部に広く分布しているようなHCO₃⁻濃度の低い温泉水があり、下層にはHCO₃⁻濃度の高い塩水が横た

わっていると仮想すれば、 HCO_3^- 濃度と Cl^- 濃度の正の相関性には好都合であり、海水は深層の HCO_3^- 濃度の高い温泉水を通じて浸入してきたとみることもできよう。それに加え、浸入域で高温になっていることから、吉川⁽¹⁰⁾と志賀が推定しているように、海水浸入は比較的浅層にある地下水を通じて行なわれるが、さらに、熱水と混合するような、より深部での過程も考え合わせねばならないであろう。

Na^+ 濃度と Cl^- 濃度との相関では、熱水起源の温泉水は等当量か Na^+ の多い関係にあるが、海水混入泉ではそれよりも Na^+ 濃度が低く、さらに海水組成比よりも小さい勾配をもつ直線関係になっている。このような傾向は海水混入泉によくみられる現象で、地層の Ca^{++} とイオン交換して水中の Na^+ が減少させられた結果であると説明される。 Ca^{++} 濃度と Cl^- 濃度との直線的な関係にも、その勾配の大きさが、海水と混合する元の温泉水組成をどのように仮想しても単純混合線のもつ勾配よりも大きいため、 Ca^{++} はイオン交換などにより地層から供給されていることがわかる。 Mg^{++} 濃度の示す勾配は、海水との単純混合を仮定してもよい程度になっている。なお今回は、 SO_4^{--} 成分の分析をしていないので、過去の報告書から、この地域の海水混入泉を抜き出して SO_4^{--} 濃度と Cl^- 濃度の相関をとってみると、この成分にもほぼ直線的な関係がみられる。

このような、 Cl^- 濃度に対する各主要イオン濃度の直線相関性が海水との単純混合線と比較されれば、海水浸入にともなう地層との相互作用がある程度推測できよう。ところで、海水と混合する元温泉水の濃度によって単純混合線の勾配は若干変わるが、海水自体の対 Cl^- 組成比とそれほど大きくは違わないと考えられるので、海水混入泉につき各イオン濃度の対 Cl^- 濃度相関の平均勾配を求め(図3に破線で示したように)、それから海水値を差引いた値は、大ざっぱではあるが、海水の混入に際し、温泉水が地層から受けたイオンの得失を表わしているとみなしてよいであろう。その結果を表2に示したように、陰イオンと陽イオンのそれぞれの偏差の合計は等しく、陽イオンの中では Na^+ の減少と Ca^{++} の増加が目立ち、 Mg^{++} には差が認められない程度になっている。陰イ

表2 海水混入泉の各イオンの Cl^- 相関の平均勾配と海水値との比較 (単位: meq/g Cl^-)

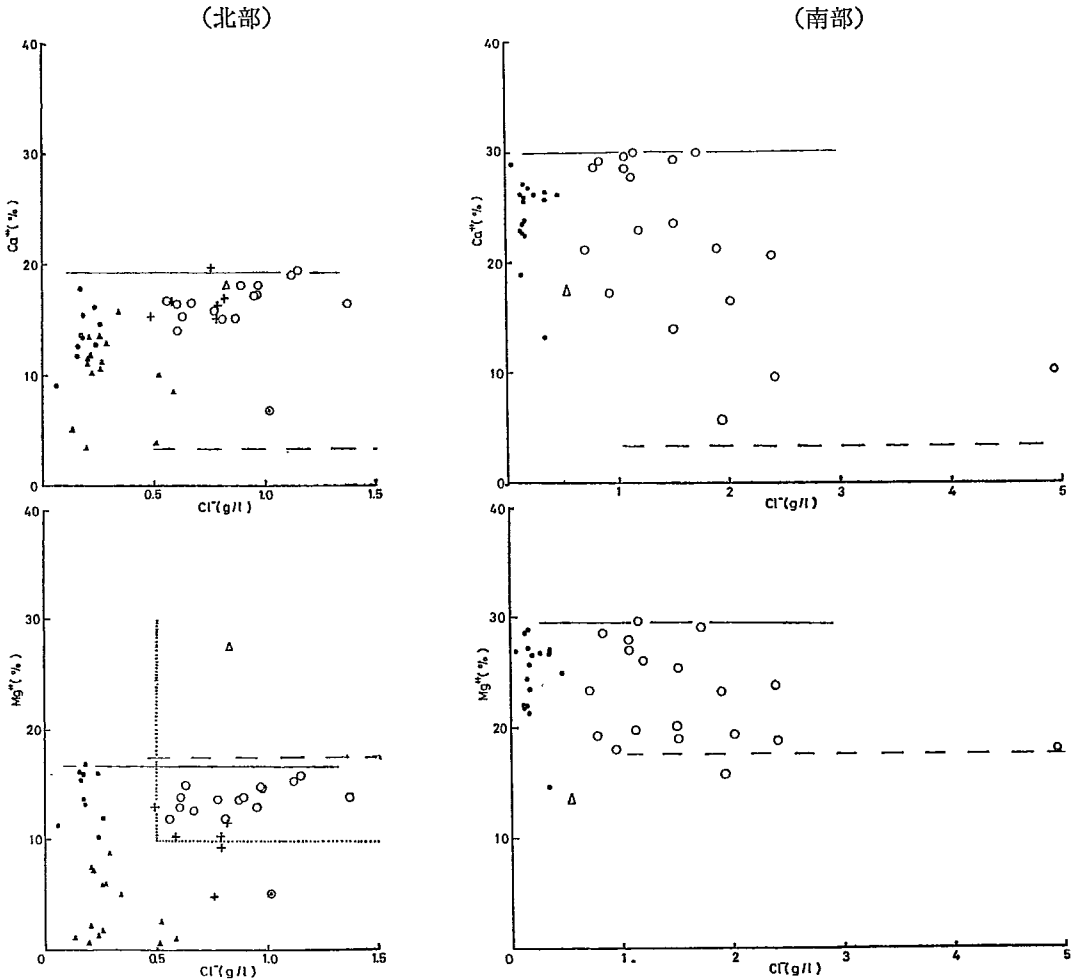
	混入泉の平均勾配	海水値	差
Na^+/Cl^-	19.1	24.2	-5.1
K^+/Cl^-	1.7	0.5	+1.2
$\text{Ca}^{++}/\text{Cl}^-$	6.3	1.1	+5.2
$\text{Mg}^{++}/\text{Cl}^-$	5.5	5.5	± 0
$\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$	1.6	0.1	+1.5
$\text{SO}_4^{--}/\text{Cl}^-$	2.7	2.9	-0.2

オンでは、 SO_4^{--} が若干減っているが、 HCO_3^- も含めると全体では増加していることになる。先にみたように、地層からの溶出の効果が小さいとすれば、 HCO_3^- 濃度の異なる2種類の温泉水海水との混合を考えねばならないが、陰イオンの増加分よりも Na^+ 、 Ca^{++} の偏差がかなり大きいので表2の結果は、大まかには、 Cl^- 量1g当りに、 Na^+ と Ca^{++} の間で5 meq 程度のイオン交換が行なわれたとみてよいであろう。この値は南部地域の浸入前面付近で得られる値、約13 meq/g Cl^-

と比べるとかなり低い。浜脇地区のように各陽イオンの偏差が0に近いところもあるので、地層が海水組成と平衡になるまでの過渡的な効果も考え合わせねばならないが、このような大ざっぱな違いは、海水が浸入してきて、北部の地層は、南部ほど多くの Ca^{++} 量を持ち合わせていなかったとみられ、以前に南部のような、 Na^+ に対し Ca^{++} の多い温泉水と接しなかったことを示していると思われる。このことは、図4に示したように、全陽イオン中の Ca^{++} 、 Mg^{++} の当量百分率をそれぞれ Cl^- 濃度と対応させて、両地域を比較してみると一層明らかで、海水の混入で Cl^- 濃度が増加しても、 Ca^{++} 、 Mg^{++} の組成割合は、それぞれの地域でその周辺の非混入泉の示す最高値の程度が上限となっていることから、地域に応じたイオン交換の限界がうかがわれる(図中の破線は海水値を示す)。

ところで、亀川駅前の海水混入泉(Δ 印)は、亀川港付近の混入泉に比べ、 Mg^{++} 濃度が非常に高く、南部地域の混入泉に匹敵する濃度および組成比を示している。地理的に亀川港からやや離れ、

図4 Ca^{++} , Mg^{++} の当量百分率と Cl^- 濃度の関係



Li^+ 濃度から推定した水系の流界よりもかなり北側に位置するため、過去の温泉水質環境の違いが反映されているとみられ、この温泉の属する地層は、以前に南部地域のような Mg^{++} を多く含む高 HCO_3^- 水で浸されたことがあるのではないかと推定される。実際、この背後の内竈山麓部には HCO_3^- 濃度の高い南部地域同様の組成をもつ温泉水が多く見出されており、その中には Mg^{++} が47%を占めているものもある。⁽⁸⁾ また下流の入江橋付近にも20%を越える Mg^{++} を含む温泉水もみられるので、亀川駅周辺の地層は過去にそのような Mg^{++} の多い高 HCO_3^- 水に接した可能性は充分考えられる。

3. 背後の温泉との関連について

過去の分析値や Cl^- 濃度分布図をみると、亀川港の背後、約400m野田よりの山の手に、市街地の低濃度域を介して、 Cl^- 濃度0.5~0.8g/lを有するやや高塩分の温泉が数本みられる（その位置を図1に⊕で示した）。これらは従来の研究報告では、野田の地熱地帯から伏流してきた熱水性の温泉とされ、その末端部であるように舌状コンターが描かれている。ところで、それらの化学組成は、図3、図4中に十印で示したように、亀川港付近の海水混入泉と各成分において酷似したものが多し。しかし、測定の時期によっては、野田の熱水性温泉（竜巻地獄の組成を●印で示した）

に似た泉質を示すこともあるようで、その去就も注目される。 Li^+ 濃度は山下⁽⁶⁾らの分布図から読みとると、海水混入泉と同程度の 1 ppm 前後となっている。また、 SO_4^{2-} 濃度も Cl^- 濃度との相関において、やや高めではあるが、⁽⁹⁾ 海水混入泉の示す関係に近く、野田地区の温泉のもつ相関よりは低くなっている。吉川らの報告にある I^- と Cl^- との関係では、熱水性を示す A 線に近いようにみえるが、その中で述べられているように、 Cl^- 濃度が 0.7 g/ℓ 程度以下では Cl^- 源の判定が困難になるとされている。このように、山の手にある高塩分泉は、組成の上からは海水混入泉とほとんど区別がつかない。

これらの泉温は、海水混入泉の最高に近い 70°C 前後で、比較的高温であり、熱水性の組成を示すこともあるので、熱水の寄与はかなり大きいと考えられるが、完全に熱水性としてしまえないように思われる。実際、泉温は Cl^- 濃度とともに周辺の温泉に比べ特異的に高くなっており、これと類似の極大部が海水混入域でもみられ、さらに、過去の調査記録には、これら山の手の高塩分泉でも湧出量が潮汐影響を受けることが記載されているので、⁽⁶⁾ 地理的な関係からも、山の手と海岸は地下で連絡している可能性があり、また、静止水頭の分布図をみても、両地区で水頭差がほとんどないことから、山の手の高塩分泉も海水の混入を受けている可能性が強いように思われる。

海水が混入していないとすれば、 Mg^{++} の組成割合が高く（図 4 に示したように全陽イオン中 10% を越える）、熱水性の高塩分泉としてはかなり特異組成をもつことになる。実際、大分県の温泉分析書（約 1200 資料）⁽¹²⁾ から $\text{Mg}\%$ と Cl^- 濃度の相関をとっても明らかで、熱水性の高塩分泉では Mg^{++} 含量は低く、高くても 5% までがほとんどである。 Cl^- 濃度 0.5 g/ℓ 以上で Mg^{++} 含量が 10% を越す温泉は、海水混入温泉と、大分市から挾間町に湧出する高塩分泉が占め、後者は化石海水であることが推定されている。⁽¹³⁾ これ以外では、鉄輪と九重の地熱地帯にある強酸性泉が 1 ケずつと、別府の境川沿いの高 HCO_3^- 帯にある温泉が数ケ、例外的に見出されるにすぎない。山の手の高塩分泉は中性であり、また HCO_3^- 濃度は境川沿いの温泉に比べ数分の 1 の程度であるので、⁽¹⁴⁾ 上記範囲内にある例外的な温泉とは、 Mg^{++} 量において比較できない。なぜならば、由佐の解析によると、 Mg^{++} 濃度は pH に強く依存し、 Ca^{++} 濃度と異なり、 HCO_3^- 濃度とともに増え続ける特性をもつからである。したがって、山の手の高塩分泉は、熱水性とすれば、大分県内でも非常に特異な組成をもつこととなり、このことから、海水の混入を受けたとした方が好都合のように思われる。

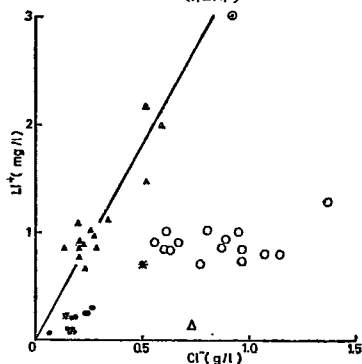
1 つ考えられることは、低 Cl^- 、高 HCO_3^- の温泉水と接していた地層に、熱水性の高塩分水が浸入してきたとき、海水混入域と同様のイオン交換が生ずる可能性である。実際、山の手の高塩分泉の北側には、それと接するように HCO_3^- 濃度の高い温泉が分布しているので、野田から流下した熱水が合流する際に、 Na^+ の減少と、 Mg^{++} 、 Ca^{++} の増加をきたすイオン交換をおこし、⁽¹⁵⁾ 山の手の高塩分泉のような組成が形成されたとみることもできよう。また、 Li^+ 量については、山下が変質鉱物の生成により水中の Li^+ が取りこまれることを示しているので、野田の硫酸酸性の高温水が流下しながら、岩石と反応し、変質鉱物を生成する過程で、 SO_4^{2-} の減少、pH の上昇とともに Li^+ も変質鉱物に取り込まれたとみることもある程度できよう。

このように、山の手の高塩分泉は、野田の地熱地帯の熱水に由来するとしても、海水の混入を受けているかどうかの判断は現状ではつけ難い。これは、亀川地区の水系や、海水の浸入機構、さらには熱水の変質の過程にも深く関係しているので、今後の追求が待たれる。

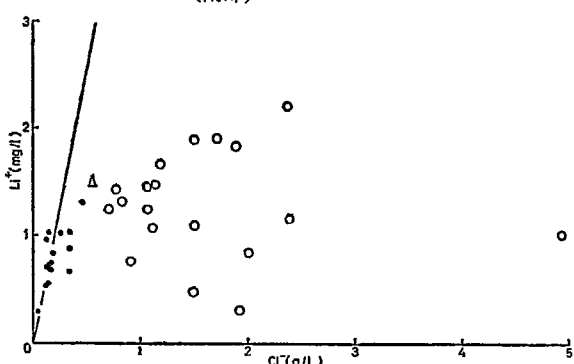
4. Li^+ 量について

北部と南部の地域の Li^+ 濃度と Cl^- 濃度の相関を図 5 に示す。図中の実線は、⁽¹⁵⁾ 山下がそれぞれの地域で求めた $\text{Li}^+ / \text{Cl}^-$ 値の平均を表わし、両地域で値は異なるが、非混入泉ではほぼこの直線付近に分布している。また新川以北の海岸温泉で、 Li^+ 濃度が非常に低いが、その背後内麓の山麓部にある高 HCO_3^- 泉も * 印で示したように（高濃度側のプロットは山下との私信による）、上記相

図5 Li⁺濃度とCl⁻濃度の関係 (北部)

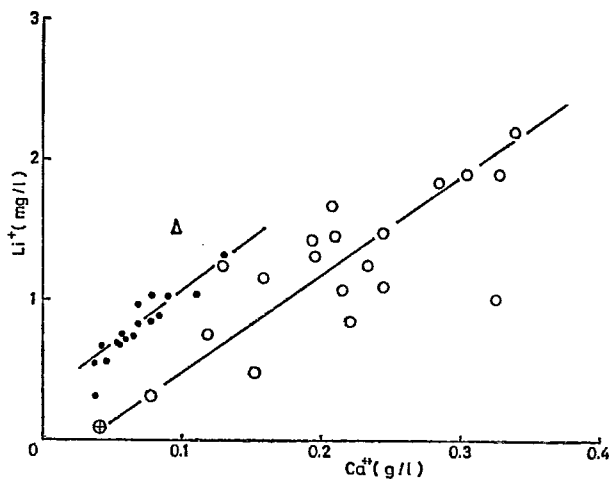


(南部)



関とはかなりはずれ、Cl⁻濃度に対してLi⁺濃度の低い温泉が、広範囲に分布していることが推定される。このように、Li⁺濃度はCl⁻濃度との相関でかなり地域性がみられるが、海水混入泉では、それぞれの地域の直線的相関からはずれるため、Cl⁻源の判定の有力な元素となっている。ところで混入泉では、北部と南部でかなり異なる相関を示している。北部域では海水が混入してもLi⁺濃度はそれほど変化せず、保存的に行動しているようにみえるが、南部の混入泉では、特に侵入の前面付近で、Li⁺濃度はCl⁻濃度とともに高く、周辺の非混入泉よりも高濃度になっている。しかし浜脇や埋立地では低い値を示し、主要成分と同様に、より海水組成に近づいているようである。南部地域におけるこのような相関はCa⁺⁺と同様の傾向にあるため、Ca⁺⁺濃度との相関をとってみると、図6に示すように浸入域と非浸入域とに分れ、それぞれ直線に近い相関がえられ、別府湾の海水値(⊕印)も浸入域のもつ相関上にあるようにみえる。このように海水浸入域のLi⁺濃度は、Na⁺よりもCa⁺⁺濃度との相関がよいようである。非浸入域ではNa⁺濃度との相関もよいが、その地域性には、Ca⁺⁺が1つの役割をしているかも分らない。また、北部の浸入域で、Li⁺が保存的であるのは、南部に比べてCa⁺⁺濃度が低いことと関係しているかも分らない。

図6 Li⁺濃度とCa⁺⁺濃度の関係 (南部地域)



なお、南部域の $\#38$ 泉は、この地域としては、相対的に2価イオン含量の少ない、特異的な組成をもっていることを前にも述べたが、⁽²⁾Li⁺濃度も図中

に△印で示したように、特異的に高い値をもち、また、泉温も周辺の温泉に比べ若干高くなっているので、熱水性の特性に近いように思われる。

5. トリチウム量について

別府南部域の温泉水中のトリチウム濃度を、昭和52年12月上旬の採水時の値にして、表3中に示した、海水混入泉もその周辺の温泉も、非常に低い濃度を示し、ほとんどが5 TU以下で中には1 TU以下のものもある。やや内陸にある $\#27$ 泉で11TU、田の湯温泉で33TUを示し、深度が浅く、溶存成分の少ない柳温泉($\#47$)では、現在の降水値を上回る、45TUとなっている。また、海水

表 3 別府南部海岸温泉の分析結果 (単位: mg/ℓ, 昭和52年12月上旬採水)

№	泉温℃	pH	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	T(TU)	備 考
9	47.6	8.1	0.47	788	64	153	133	1,500	545		新 玉
13	41.0S	7.8	0.30	1,180	57	78	134	1,940	503	3.7±0.6	泉 丈
14	51.5	7.45	1.66	500	53	207	143	1,200	527		小松屋松原
15	48.1	7.7	1.16	1,300	58	158	187	2,410	314	0.8±0.4	垣迫医院
16	51.0	7.45	1.24	365	31	127	85	714	463		丸 山 荘
27	44.5	7.5	0.55	116	12.1	46	30	147	293	10.6±1.4	平居専門店
33	53.0	7.5	1.03	201	23	105	65	349	515		美 鶴 荘
34	51.3S	7.2	0.88	168	18.2	84	53	348	381		夢 殿 荘
36	48.0	7.3	0.71	110	11.9	59	39	134	386	3.0±0.5	九州電力
37	54.8	7.5	0.84	144	19.8	78	47	200	456		海光病院
38	59.0	7.8	1.49	382	85	96	45	552	692	1.8±0.5	小代病院
39	57.3	7.0	1.02	190	36	79	45	152	683	1.1±0.4	財前米店
41	56.3	7.2	1.42	362	74	194	79	785	594		さくら井
42	53.2	7.0	1.31	256	41	131	76	461	672		永 楽 屋
43	52.6	7.4	0.73	113	14.2	65	42	148	410		矢田平蔵
44	54.5	7.7	1.02	171	27	90	56	256	568		河合氷室
47	40.0	7.0	0.30	63	9.5	39	22	46	289	45 ± 3	柳 温 泉
49	55.3	7.2	1.45	343	44	210	125	1,070	367		湊 屋
50	51.0	7.7	1.90	482	61	328	193	1,720	323	4.1±0.6	第一生命
51	53.2	7.35	1.47	352	41	244	146	1,150	386		和 田 荘
52	55.2	7.35	1.31	305	31	196	116	838	457		広 寿
53	45.0	7.15	0.69	107	11.7	55	35	160	336		梅 屋
54	55.4	7.8	0.82	140	17.2	69	42	173	427		松原温泉
56	50.6	7.35	1.24	370	38	233	129	1,070	421	16.6±2.7	はりまや
57	51.2	7.9	2.20	1,010	67	339	236	2,390	472		丸善石油
58	56.4S	7.1	1.83	820	55	284	188	1,900	478		矢田技工
59	55.0S	7.05	0.96	181	20.0	69	40	130	630		東 菊
68	54.3S	7.1	1.89	498	72	304	159	1,510	500		ふるさと館
80	47.0	7.65	0.68	131	15.7	55	33	175	331	0.5±0.3	中央青果
83	50.2	7.5	0.66	258	21	43	29	348	301		豊州青果
84	50.0	7.35	0.75	154	16.8	57	33	173	399	2.2±0.4	菊 水
86	(36.0)	7.65	1.01	2,540	93	326	352	4,960	306	3.2±0.5	みくに荘
88	44.4	7.6	1.09	660	47	244	119	1,510	323	0.7±1.2	武 田 荘
89	40.5	7.7	0.84	960	48	221	157	2,020	328		いた井荘
90	42.0	7.85	0.54	122	11.6	37	26	136	297	2.0±0.4	銀 波 荘
91	41.3	7.9	0.76	500	32	118	75	928	309		米 沢 荘
92	45.6	7.6	1.07	444	44	216	93	1,125	360		て し ま

S : 自噴

混入泉にも、№56泉で特異的に高い値を示している。したがって、この地域の浅層には、トリチウム濃度の高い地下水が滞留していることは確かなようで、海岸部の温泉が一般に低濃度であることは、温泉水層と浅層との交流が極めて緩慢であり、温泉水もかなり古いものであることがうかがわれる。№56泉は井戸構造の欠陥によることも考えられるが、この付近で浅層地下水が浸透しやすいことを示しているかも分らない。なお、別府湾海底の海水(マリンパレス取水、昭和51年11月)のトリチウム濃度は7.5±0.7TUであった。⁽²⁾

終わりに、この紙上を借りて、昨年報告の分析値の中で、Ca⁺⁺濃度の一部に不正確なものが含まれていることをお断りしておかなければならない。それは採水後の沈澱による影響を無視したこ

とによるものである。表 3 は昭和52年12月上旬に、改めて35口の温泉水を採水、分析した結果である。不正確なものは b、c 地区の一部に限られているため、前報の結果の大勢は変わらない。今回の報告には新しい分析値を使用した。

最後に、この研究途中で、いろいろと御指導いただいた京都大学理学部地球物理学研究施設の吉川恭三教授、および貴重な助言をいただいた同研究施設の山下幸三郎助教授と由佐悠紀博士に深く感謝をささげる。

参 考 文 献

- (1) 吉川恭三・志賀史光・岩上寿子：別府海岸部における温泉の化学組成。大分県温泉調査研究会報告, 15, p. 6—14, 1964.
- (2) 吉川恭三・北岡豪一：別府南部温泉地域への海水浸入。同上, 28, p. 17—25, 1977.
- (3) 吉川恭三：塩化物主成分の温泉でのカルシウム濃度の限界。温泉科学, 20, 2, p. 100—108 1969.
- (4) 吉川恭三・友定彰・志賀史光：大分県下温泉の生成過程（1）別府北部温泉群のハロゲン。大分県温泉調査研究会報告, 17, p. 1—4, 1966.
- (5) 吉川恭三・志賀史光：大分県下温泉の生成過程（2）別府北部温泉群の生成機構。同上, 17 p. 5—11, 1966.
- (6) 山下幸三郎・森忠敬：別府市亀川温泉の水系。同上, 17, p. 12—17, 1966.
- (7) 後藤巳興治：別府市亀川温泉に於ける Cl' , SO_4'' , HCO_3' 分布について。地球物理, 7, 2, p. 157—165, 1943.
- (8) 吉川恭三・由佐悠紀・北岡豪一・野田徹郎：別府市亀川地区の温泉調査。大分県温泉調査研究会報告, 28, p. 1—10, 1977.
- (9) Kawabata, H., and S. Shiga: Correlations among tide, discharge, temperature and chemical contents at Kamegawa, Beppe City. Special Contributions, Geophys. Inst., Kyoto Univ., 5, p. 25—32, 1965.
- (10) Kikkawa, K., and S. Shiga: Relations between halogen contents of hot spring water(1). Special Contributions, Geophys. Inst., Kyoto Univ., 6, p. 173—185, 1966.
- (11) 由佐悠紀・川村政和：化学成分からみた別府市中央部の温泉。大分県温泉調査研究会報告, 22, p. 55—65, 1971.
- (12) 九州大学温泉治療学研究所・大分県公害衛生センター（衛生研究所）：大分県温泉調査報告温泉分析書（年刊）。
- (13) 野田徹郎・北岡豪一：挾間町ならびにその周辺の温泉調査（その2）高塩分泉の化学成分。大分県温泉調査研究会報告, 28, p. 31—41, 1977.
- (14) 由佐悠紀：重炭酸イオンを主成分とする温泉水中のカルシウムとマグネシウムイオン濃度。温泉科学, 22, 1—2, p. 27—37, 1971.
- (15) 山下幸三郎：別府温泉水中のアルカリイオンについて。同上, 25, 1, p. 12—20, 1974.

熱水中のシリカの挙動と還元井への対策

九州大学温泉治療学研究所

温泉理学科 古賀 昭 人

1. 緒言

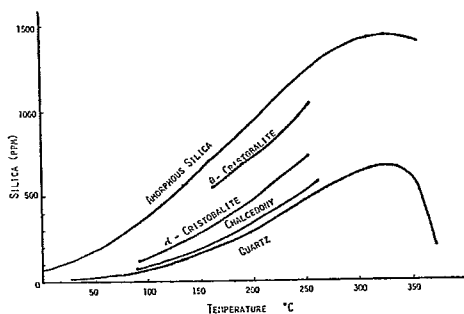
地熱地帯の高温の深部熱水は湧出時において過飽和のシリカを溶存している。そのため、シリカの沈積が起り多くの問題を生じて来た。今まで溶存シリカの化学に関して多くの研究がなされている〔岩崎ら(1953)、後藤(1955、1956)、北原(1960)、古賀(1959)、Krauskopf(1956、1957)、Moreyら(1994)、大蔵(1951)、Rothbaumら(1977)、樽谷ら(1954、1956、1970、1774)、柳ヶ瀬ら(1970)〕。それらは温泉水中のシリカの形状に始まり重合してポリケイ酸の生成その生成速度、シリカゲルや他のイオン、固形物などが存在する時の影響、ポリケイ酸の分子量測定などである。

最近、各地の地熱開発により、多くの深部熱水が得られているが、シリカの濃度測定により地下温度の推定が可能となる利点もあったが、熱水の地下還元方式が定着して以来、シリカのスケールが還元井を閉塞させ、地熱発電の運営に支障を与えつつあり、熱水中のシリカの挙動に関し更に研究の見直しと還元井への対策を早急に考えねばならないことになった。本報告では主として種々の実験から考察した熱水中のシリカの挙動と還元井の留意点について述べる。

2. 地熱温度計としてのシリカ濃度

地熱地帯には多くの形のシリカが存在している。石英、カルセドニイ、クリストパライト、無定形シリカなどがそれである。これらの溶解度は図1(Fournier, 1973)に示すが石英の溶解度が最も小さく、無定形のシリカが一番大きい。

図1. シリカの溶解度



高温の深部熱水は石英で飽和されているということが見出されて以来(Mohon, 1966, Fournier and Rowe, 1966)、逆に深部熱水の地下温度を地表に湧出した熱水中のシリカ濃度から推定することが可能となった。いわゆる SiO₂ 温度計の登場である。

化学的な地熱温度計の最初のものであり、世人の注目を引き大きく地熱開発に役立った。図2は White (1970) の示した計算図である。我々が実際に採水できるのは沸とう泉であれば水蒸気を分離した後の

熱水だから、深部にある熱水中のシリカ濃度より濃縮されたものである(断熱冷却)。そのために沸とう泉ではαラインを用い、伝導冷却であればSiO₂の増減はないからβラインを用いる。実際にニュージーランドのWairakeiでの実測された坑底温度と、シリカの濃度からの計算温度との関係は図3のようであり(古賀, 1973)極めてよく一致していることが分る。しかし、温度が低くなると(180°C以下)、むしろカルセドニイの溶解度に律せられると云われる(Arnorsson, 1975)。

以上のSiO₂温度計を式で示すと(Truesdell, 1975)、

断熱冷却では、

$$t^{\circ}\text{C} = 1533.5 / (5.768 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$$

伝導冷却では、

$$t^{\circ}\text{C} = 1315 / (5.205 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$$

図2 シリカ濃度と温度の関係
 ①は石英の溶解度曲線で
 ②は沸とう泉に対して用いる

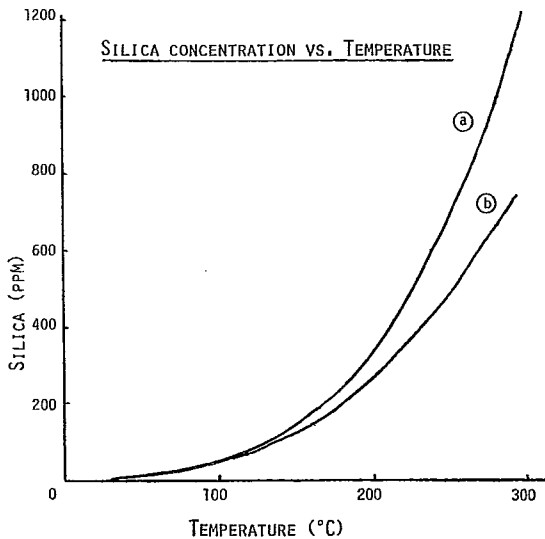


図3 ニュージーランドの Wairakei の生産井の実測温度と熱水中のシリカ量からの計算温度との関係

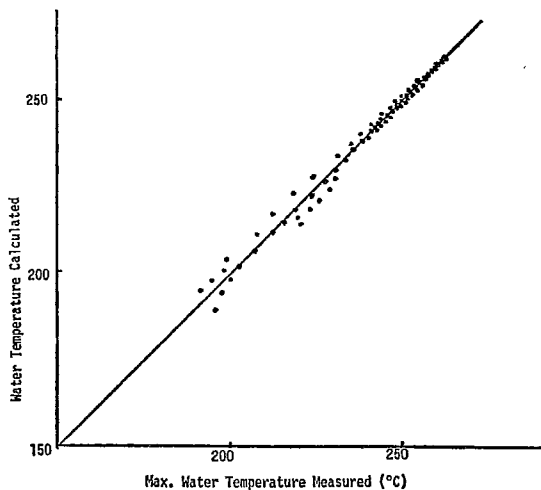
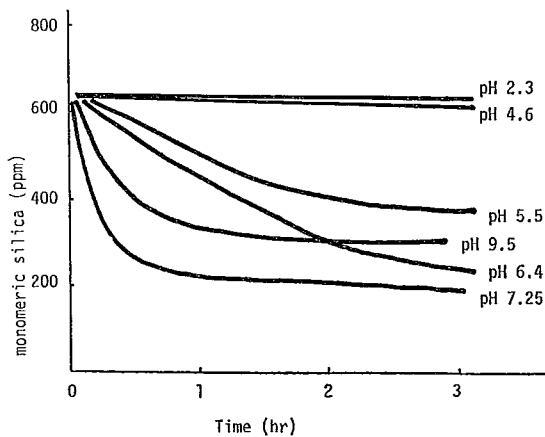


図4 水中のシリカの重合に及ぼすpHの影響



一方、カルセドニイの伝導冷却では

$$t^{\circ}\text{C} = 1015.1 / (4.655 - \log \text{SiO}_2) - 273.15$$

の式を使用すればよい。これらの式の SiO_2 の単位はPPMである。

もちろん、浅い地下水、河川水などには本式は使用できない。無定形の SiO_2 の溶解度によって律されるからである。

3. 湧出後の熱水中のシリカの挙動

前述のように高温の深部熱水はその温度圧力下で石英と化学平衡にあるが湧出後の大気圧力で 100°C 以下のもとでは当然過飽和になっている。フラッシュされているから地下深部より、もっと高濃度になっているはずである。たとえば、 1000PPM の SiO_2 を含む熱水は、 100°C の無定形の SiO_2 の溶解度は凡そ 400PPM であるから、湧出時の熱水はすでに 600PPM は過飽和であり、やがて種々の形で沈積することになる。その過程はコロイド状ケイ酸、ゲル状、セシ状、オパール状ケイ酸など複雑であり、巨大なシリカのテラスが温泉場に発達している所も多く、その様なケイ華がある所は、現在および過去において深部熱水が 180°C 以上あった所である。

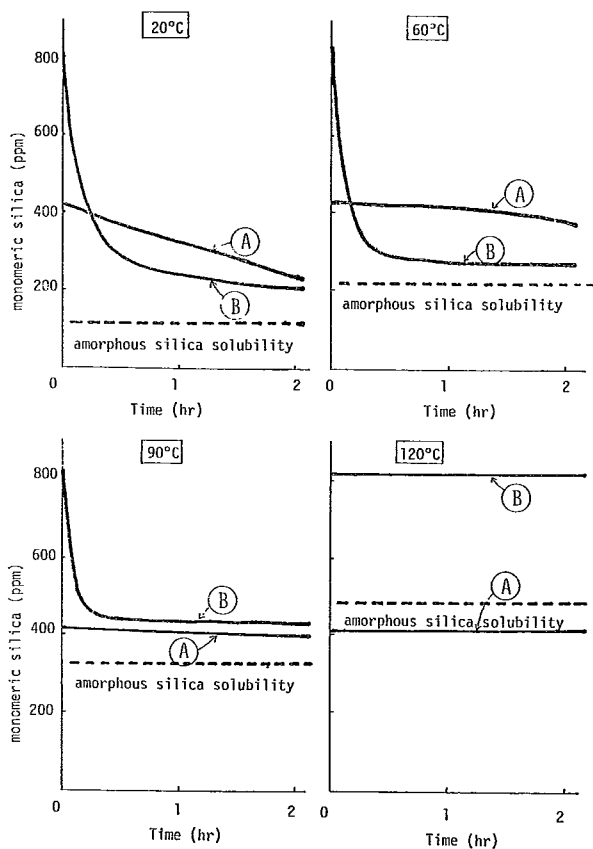
高温熱水中のシリカはモリブデン酸アンモンと反応して黄色を呈するモノケイ酸として存在するが、冷却した場合モノケイ酸量は減少し、モリブデン酸アンモンと反応しない重合したポリケイ酸の量が増加して行く。

これらの反応および反応速度は多くの研究があるが次の幾つかの因子によって異なってくる。

a) pH : 溶液中のモノケイ酸の重合速度への pH の影響は極めて大きく、図4のように pH4.6まではほとんど影響はないが、pHが上昇するにつれ、次第に影響は大きくなり OH^- イオンにより触媒化された反応のようである。しかし、pHが10以上になれば、シリカの溶解度が急上昇するために影響はなくなり逆に解合されて了う。

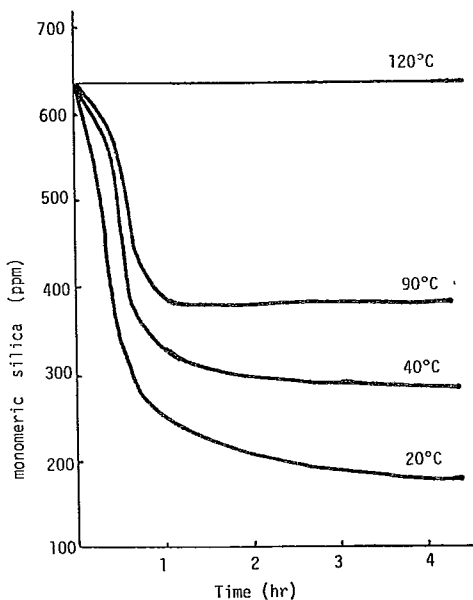
実際の温泉水では古賀 (1959) によれば、別府の海地獄 (pH2.3, $\text{SiO}_2 332\text{ppm}$) は2か月間放置後もモノケイ酸のままであり、今

図5 シリカの重合速度に及ぼす濃度の影響



る。しかし、一転して120°Cに保持した場合、重合反応は極めておそい。90°Cと120°C間の実験は行

図6 奥別府ニュータウン泉源水のシリカの重合速度



回行った金竜地獄 (pH4.0, SiO₂590ppm) も1週間後では未だポリケイ酸の生成はなかった。

b) 最初に溶存するSiO₂濃度 : 図5に示すように、pH7.8に調整した412ppmと823ppmについて放置後のモノケイ酸の重合化の速度を見ると、明らかに最初に溶存するシリカの量が多いほどモノケイ酸の濃度減少は大きい。長時間経てば、当然その温度における無定形シリカの溶解度に近づいて行く。

c) 温度 : 図5は同時に温度による重合速度の違いを示しており興味ある結果を示している。すなわち、図5のA (412ppmSiO₂) は温度が上がるほど重合速度は小さくなり、120°Cの場合はA液が無定形シリカの溶解度たる480ppm以下のため重合は起らない。一般にシリカの濃度が少なければ少ないほど、温度の影響は少なくなるはずである。一方、B(823ppmSiO₂) の場合は生じたポリケイ酸の絶対量が少量でも、重合速度は温度が上がるほど速く、特に90°Cでは20分で重合は終り、あとはゆるやかな反応速度に移

っているが、823ppm程度の場合110°Cでも重合速度は極めてゆるやかかも知れない。しかし、もっと高シリカ濃度の場合(1000ppm以上)、Rothbaumら(1977)は120°Cでもやはり重合反応があることを認めている。

実際に奥別府ニュータウン泉源 (pH8.6, Cl 1770ppm, SiO₂636ppm) の温度による重合速度の実験では図6のように120°Cでは4時間経過後も何ら重合反応を認めなかった。

d) 他イオン, 固形物 : 不溶性のケイ酸塩を作るような他の陽イオンは無定形のシリカの溶解度を減少させる。特にAlイオンはシリカとアルミノシリケートを作るために影響は大きい。その他、鉄、ホウ素などがケイ華の中に多く含まれているのは、同様に核となってケイ華生成を促進しているものと思われる(一國, 1968)。また、シリカゲルを加えると重合が速くなり、水酸化鉄を加えるとモノケイ酸が吸着され重合が促進される (Koiima, Tarutani,

1974)。

以上のような幾つかの因子によって湧出後の熱水中のシリカの挙動は複雑を極めることになり、熱水を地下還元する場合のシリカのスケール生成による元還元井の閉塞という難問題を生じることになる。その対策としての手段は上記の因子の中にひそんでいると思われる。

4. 熱水を地下還元するさいの留意点

地熱開発において蒸気を発電に使用し、分離した熱水は多目的利用として農業、林業、水産、道路融雪、更に入湯のための給湯事業などが考えられるが、現時点においては環境保全の見地から全量地下還元がなされている。したがって多目的利用の場合は熱交換した淡水がこれにあてられることになり、地下還元熱水は当然温度低下を来している。

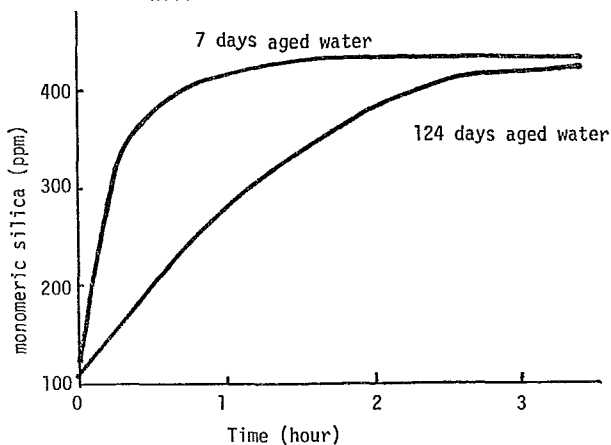
このような温度低下した熱水を地下に還元する場合どのような現象が起るであろうか？

もし、シリカが湧出時は全部モノケイ酸であるが、それが重合してポリケイ酸となり、コロイドケイ酸から更にスケールの形成という順序であれば、還元時にすでに温度低下と時間経過した熱水であるから、第3節に述べたポリケイ酸を多量に含む熱水を地下に送入することになる。この場合シリカを多量に含む熱水ほど、すでに重合してポリケイ酸を多く含み、シリカのスケール生成のお膳立を整えて地下に戻されることを意味している。

一方、柳ヶ瀬ら(1970)は九重大岳、八丁原の地熱発電所で気水分離した熱水を大きな滞留槽に導き1時間ほど滞留させた後、還元井へ送入している。滞留槽には隔壁が多数あり、自然に攪拌するようになっており、出口の温度は凡そ90℃になっている。柳ヶ瀬らによれば、滞留槽の中で溶解シリカを重合化させ、アクティブなシリカを除き還元井へ入れればシリカの沈積速度は1/10に減少すると云う。著者の実験によれば90℃の場合、確かに1時間以内に急速なポリケイ酸の生成が起り、600ppm位のもは60分で、800ppmのもの20分内で起り後はゆるやかな速度になっており、滞留槽の原理はむしろポリケイ酸を多量に作ることにあると云えよう。しかし、この様な処理をした熱水を還元した場合、効果があるかどうかは大変疑問であり、ニュージーランドのWairakeiでの追試ではマイナスの結果を出し(Ellis, 1977の私信による)、九州電力の大岳や八丁原の地熱発電所以外、どこにも滞留方式は行なわれていない。事実、大岳、八丁原発電所でも還元井の閉塞対策に苦慮している現状である。

ポリケイ酸、コロイドケイ酸を含む水を地下還元した場合、地下の温度は幾分高いだろうから解合が若干起ることも考えられる。たとえば、図7のように湧出後7日経過した奥別府ニュータウンの泉源水(636ppmSiO₂)と124日経過した八丁原4号(1240ppmSiO₂白濁している)を105℃で加

図7 老化した熱水の再加熱(105℃)による重合したシリカの解合



熱した場合次第に解合してモノケイ酸量は増加していくが、その速度は老化していない熱水ほど速い。もちろん、その温度での無定形シリカの溶解度に近づくだけで、後はポリケイ酸やコロイドケイ酸のままであり遠からず沈積は起るであろう。まして、鉄パイプより、コンクリートや岩石の表面にはスケール化の速度は速いはずであり、還元井を経て透水層へ出た熱水はやがてシリカのスケールによる自己閉塞作用を起すのは必定である。

ここで、もう一度、図5図ならびに

6を見返してみよう。もし、地下から噴出した気水混合熱水をセパレーターで分離後ただちに地下に還元すればどうなるであろうか？温度は100℃以上であり放置時間は0である。また、セパレーター内では圧力があるから還元井へ直結すれば空気に触れることなく圧入できることになる。著者の実験によれば、まず800ppmまでのシリカ含量であれば何等重合反応を起さないまま、モノケイ酸の状態で地下に還元できるであろう。

もちろん、この場合、分離した熱水は何等熱交換やバイナリシステムのように更にフラッシュさせて発電量をアップさせることは不可能であるが、10万KWの発電所を作るさい、熱水系で地下温度が230℃位の場合、分離した蒸気量と熱水量の比を1:4とすれば、還元井へ注入すべき熱水量は1時間あたり4000トンに達するであろう。このためには数十本の還元井を用意せねばならず、しかもシリカのスケールのために早い還元井は半年間で閉塞することを思えば生産井よりも還元井の補充に追いかける結果となり莫大な費用を要し、熱水利用での発電量アップや熱交換した後の還元井への注入はあきらめた方がよい。実際に、岩手県の葛根田地熱発電所は気水分離後そのまま還元井へ圧入しており、結果を注意深く見守る必要がある。もし多目的利用のために多量の温水が必要であれば、発電に使用した蒸気を淡水に当てて造成した方が無難であろう。

一方、第3節に述べたように図4のpHの影響はpH4.5以下あるいはpH10以上になれば重合化は無視できるから、湧出後の熱水を直ちにpH4.5以下、あるいは10以上にすればよいが極めて難しい問題である。また、シリカのスケールで吸入量の減った還元井に濃度の濃い苛性ソーダを注入し再溶解させるのも良法と思われるが、鉄パイプなどが耐えられるかどうか疑問である。

また、図5から分るようにシリカの溶存量が大きい程、重合速度は大きく、400ppm以下はゆるやかであるから、淡水でうすめればよい。パイプラインへの附着がWairakeiでは1/16に減少したとしているが(Ellis, Mahon, 1977)、冷水でうすめれば温度が低下するから、還元井へ注入できない。地下の温度を下げるからである。

更に、混合熱水を地下還元する場合、各々溶出後の時間が異なる異種井の熱水の混合だから、モノケイ酸の重合速度は溶出直後の単独のものより更に大きくなるであろう。低い温度の水ほど重合化を助長する。

還元井への注入で空気が引きこまれるのもよい結果を与えない。空気中の酸素は地下で加熱されてアクティブな酸化作用を行なう恐れが多分にあるし、シリカのスケール助長にも一役買っていると思われる。

以上、熱水中のシリカの挙動から、地下還元を行なうさいの留意点を要約すれば

- 1) できるだけ高温で、湧出後すぐに地下還元すること
- 2) 熱水のpHを4.5以下か10以上にして還元すること
- 3) 溶存シリカ量を減じて還元すること
- 4) 空気を引きこまない様にして還元すること

などであるが、2項、3項は煩雑であり実現不可能である。そのため、1項、4項を満足する前述の気水分離器から直接に還元井へ直結して圧入する方法が最良であると考えられる。

外国では、たとえば還元など行なわず、適当な谷間が近くにあれば閉鎖湖にしてシリカを沈積させる方法も検討されたりしているが、我が国では恐らく難事であろう。

元来、還元井は環境保全の点から考えられたものであり、特に川に放流した場合、熱水中の高濃度のヒ素(大岳・八丁原で1—3 ppm、Wairakeiで2—4 ppm)が問題にされた。環境基準は僅かに0.05ppmだからである。そのヒ素を熱水から除去するために、ニュージーランドでは生石灰の附加が行なわれている。そのさい、シリカもカルシウムシリケートを作って大きな沈澱を作って濾過しやすくなり除去できる。あとは、もはやシリカの沈澱は起らない。

表1はその実験結果である(Ellis, Mahon, 1977)。塩素を加えるのは、ヒ素を3価から5価に

表1 熱水に新しく作った消石灰を加えた時の効果

附加したCaO (ppm)	Cl* (ppm)	残留全シリカ (ppm)	モノケイ酸 (ppm)	As (ppm)	pH (20°)
0**	0	560	390	4.3	8.0
350	0	140	150	2.5	11.2
350	10	130	140	0.54	11.3
600	0	35	35	0.5	11.6
1000	0	10	10	0.12	12.0

* NaOClとして加える。

** 85°Cで湧出後2.5時間経過している。

酸化して共沈させるもので、シリカの除去と共に好結果を与えている。この場合、pHの上昇が難点である。Wairakeiでは処理した水は川へ流している。濾過したカルシウムシリケートは絶縁剤、工業用濾紙、塗料の伸展剤、比重の軽い建築用ブロック、高温耐火煉瓦としての用途がある。この様な還元井注入以外の方法も充分考慮に値する。

5. 結論

地熱地帯の深部熱水は高温であればある程シリカの含有量が多く、過飽和となってシリカの沈積を生じ、熱水を地下還元するさいにスケールによる井戸の閉塞が起るなど多くの問題がある。このため、湧出後の熱水中のシリカの挙動から、熱水還元の場合の留意点について考察した。その結果気水分離器から直接空気に触れずに還元井へ直結する方法が最良であると考えられる。早川(1978)も地球物理的にシリカの問題と関係なく、この方法が理論的に最上であるとしているのは興味深い。

終りに本研究費を大分県温泉調査研究会より受けた。深く感謝する。

文 献

- Arnosson, S (1975) : Am. J. Sci. 275, 763
 Ellis, A. J, Mahon, W. A. J. (1977) : In "Chemistry and Geothermal Systems" Academic Press, P. 319.
 Fournier, R. O, Truesdell, A. H. (1973) : Geochim. Cosmochim. Acta, 37, 1255
 Fournier, R. O, Rowe, J. J. (1966) : Am. J. Sci, 264, 685
 後藤 (1955, 1956) : 日化, 76, 729, 1364, 77, 958
 早川 (1978) : 地熱エネルギー, 3, 6
 一国 (1968) : 温泉工学会誌, 5, 48
 岩崎ら (1953, 1954) : 日化, 74, 1003, 75, 209
 Kojima, T, Tarutani, T. (1974) : Memoirs Faculty Science, Kyushu Univ, Series C, Chemistry, 9, 1
 Kitahara, S. (1960) : Rev. Phys, Chem, Japan, 30, 131
 古賀 (1959) : 日化, 80, 31
 古賀 (1973) : 温研紀要, 25, 167
 Krauskopf, K, B (1956) : Geochim, Cosmochim, Acta, 10, 1
 Mahon, W. A. J (1966) : N. Z. J, Sci, 9, 135
 Morey, G, W, Fournier, R, O, Rowe, J, J (1964) : J, Geophys, Research, 69, 1995
 大蔵 (1951) : 日化, 72, 927
 Rothbaum, H. P, Wilson, R. D (1977) : Geochemistry 1977 (A collection of papers by New Zealand Geochemists in honour of S. H. Wilson, P. 37
 樽谷ら (1956) : 日化77, 743, 1721, 1811, 1815
 Truesdell, A. H (1975) : Proc, 2nd U. N. Symp. Devel. Use Geothermal Resources,

San Francisco, I, liii

柳ヶ瀬ら (1970) : 日化, 91, 1141

White, D. E (1970) : Proc. U .N. Symp. Devel. Use Geothermal Resources, Pisa,
1. 58

長湯温泉の温泉権の実情

大分大学 大野 保治

1) 直入郡と長湯温泉の歴史的沿革

直入郡志による直入郡と郡内の長湯温泉（現在直入町）の戦前の概況は、およそ次のとおりである。——

直入郡は大分県の西南部に位置し、東西に短かく（4里10町）、南北に長く（9里20町）、その面積はおよそ35平方里である。郡内は概ね起伏に富んだ丘陵地・原野・畑地で占められており、ことに西南部は高嶺が重疊して自然の一大区画をなしている。この地帯は大分県の中でも「裏大分県」とも称される山間部4郡（大野・直入・日田・玖珠の諸郡）の1つであり、古くから、その名が知られていた。〈ナオイリ（直入）〉の地名は、往古、景行天皇ご西征の折に初めて史上に見える。それによれば、この地帯は昔から畑作として「桑樹」が植えられ、その群生の様相が「その高さ極めて高く、且つ直（ナオ）く美し」かったことから、里人は「直生（ナホオヒ）の里」と呼んでいた。また万葉集には「名欲（ナホリ）」、和名抄にも「奈保利の郡（コオリ）」の地名が見える。これらのことから、『郡志』は、こうした古来の地名が訛って〈ナオイリ〉となったのであろう、と。

中古には、当時の九州の雄、大友・島津両氏の争奪の地となって戦乱を重ねた。近世に至り、岡藩7万石と謳われる中川公の所領となると、長湯は七里田とともに温泉の開発が進んだ。近くは明治御一新のあと西南の役が起ると、その戦乱に捲き込まれ、ために今日なお戦蹟、戦址を多く遺している。加えて、天恵の祖母・阿蘇・九重の連山が四境を圍繞し、稲葉・白滝・芹川の諸河川が注いで、郡内至るところに山村水廓を形成して自然の景趣にすぐれている。——

長湯温泉についての歴史的沿革を知る詳細な文献は残されておらず、古老・郷土史家の口伝に頼るほかはない。——往古、この直入の地には4郡、即ち三宅（みやけ）・朽網（くたみ）・柏原（かしわばる）・入田（にった）があり、当長湯温泉の地は、その中の朽網郷（現在、阿蘇野・白丹・久住・下竹田等の諸町村一帯）に属する長湯ムラであった。朽網氏は大友の全盛時代（1550年ごろ）に、この温泉場の開発に尽力したといわれ、俗名延命院が難病の回癒を感謝して、共浴場（現在、町営温泉の天満湯）に薬師仏と阿弥陀如来像を奉納し（宝永6、1769年）、今に遺している。当温泉場に祀られている法泉寺の開山は今を去る550年ほど前、正長元年（称光天皇）であったことから考えると、当温泉場の沿革は相当に古かったと思われる。また、当温泉場の川上に位置する葛淵温泉の湧出は寛文9年であり、その翌々年7月に「茶屋」（現在の田床の地にあったとされる）が建てられており、元禄15年には「大洪水、葛淵温泉流失」とあり、また、さらに5キロほど芹川上流にある七里田温泉に「茶屋」が建てられたのは寛文3年であったという。

明治期以降の長湯温泉の盛衰を概観すると、その全盛時代は大正末期より昭和14～15年頃であり、当時あった18軒の旅館は、いずれも長期逗留の湯治客と1夜泊りの行商客とで賑わっていたといわれる。その頃、源泉はいずれも自然湧出泉で、浴客はその共浴場——「御前湯」・「長生湯」・「天満湯」のほか、芹川の河川敷に湧出する「かに湯」（現在、使用していない）——を利用し、現在のように旅館に内湯はなく、外湯である共浴場に依存していた。日中戦争に続く第二次世界大戦は全国の温泉場を衰退させたが、戦火が熾烈になるに及んで、主要温泉地の旅館などの宿泊施設は戦争遂行の国策の一翼をにない、陸海軍の軍病院の指定療養所（分院）として借り上げられることになった。当温泉の各旅館も、亀川（別府市）の海軍病院（現在、国立別府病院）の指定分院として傷病兵の保養基地に転じた。旅館街の要所には軍の歩哨が立ち、地域の一般住民の出入にも警戒

の眼を光らせていたという。

終戦直時は、全国の温泉場と同様に湯治どころの騒ぎではなく、閑古鳥の啼く寂しさであったが戦前の医療効果の実績を買われて、九大温研が昭和24・5年頃より研究を開始し、他の周辺温泉場に比べて比較的早く蘇生の途をたどることになった。

2) 直入町の町勢概要

昭和30年、地方自治法の一部改正により、長湯町と下竹田町とが合併して、新たに「直入町」が発足をみた。

直入町の町勢を概述すると——長湯温泉を中心とした本町は、海拔480m、大分県の西南部に位置し、久住連山の東山麓に展開する丘陵性台地で、やや起伏のある複雑な地形の農山村である。その輪郭として、大分市より西方へバスで約2時間（久大線小野屋より約1時間）、豊肥線竹田駅より東北方へ約1時間のところにある。東並びに北面は大分郡庄内町に接し、西は久住町、南は大野郡朝地町並びに竹田市に隣接しており、総面積は84.3平方km、神角寺・芹川県立自然公園の域内にある。

直入町は、本県でも典型的な「過疎」の町である。近年の人口動態をみると、昭和35年には6,148人、昭和40年には5,006人、昭和45年3,948人、昭和50年3,599人と大幅に減少しており、昭和35年に比べて、じつに41%の減少率を示している。これに伴って、世帯数も、昭和35年の1,222世帯から昭和50年には1,022世帯にと減少している（国勢調査資料による）。また、農家戸数は802戸（うち専業262戸）、経営規模別では1～1.5アールが1番多く29.6%、次いで1.5～2.0アールが16.2%、0.7～1.0アールが16.1%、これらが全体の60%を占めている。主要農産物としては、米・椎茸・畜産・煙草・野菜・養蚕などがあり、中でも畜産（乳業用143頭、肉用牛1,920頭ほか）と椎茸（年額生産高4億5,000万円—昭51）が盛んで、町を代表する特産品となっている。

当長湯温泉は、昔から湯ノ原温泉とも呼ばれ、泉質は含重曹炭酸土類泉、高血圧・リュウマチ・消化器疾患・肝臓・腎臓病等に卓効あることが実証されており、遠くは関西・中国・四国方面からも湯治客が来ている。年間の観光浴客数は約15万人におよび、このほか、日帰りの観光客が12万人といわれる（昭47.12.31県観光動態調査）。町営3温泉（長生湯・御前湯・天満湯）の利用者は約8万人、入湯税は年額およそ50万円（昭48）に達している。

また盛夏には、大船山・黒岳への登山基地として若い青少年の利用者も多く、野趣にあふれた自然環境は、都塵に疲れた市民には家族保養の休暇村としても最適であることから、最近、〈国民保養温泉地〉として国の指定を受けた。現在、理想的な保養地にするため、町では、温泉地計画に基づく諸施設の整備を急いでいる。

交通の便としては、大分バスの路線が次第に充実してきている。大分—長湯間（所要時間1時間50分）6往復、竹田—久住—長湯間（50分）11往復、竹田—赤岩—長湯間（40分）4往復、竹田—神堤—長湯間（40分）4往復あるほか、瀬の本—久住—長湯（但し、乗り換え、40分）2往復がある。途中の道路も逐年整備されてはきたが、なお一部は狭く、拡幅工事が進められている。

3) 湯泉の概要と利用状況

当長湯温泉は、その地名がまさに示しているように、往古から自然湧出する源泉の温度が比較的に低く（摂氏38—40度）、浴客をしてやむなく入浴時間を長くさせたことから、徳川前期の頃、^スナガユ=長くはいる湯、の名称が付けられたのであろうといわれる。しかし、このため、かえって医療効果が高められて胃腸病・高血圧・リュウマチ等の難病に特効があると巷間に伝えられ、昭和になって九大温研の着目するところとなってからは、医療学界でも注目する温泉場となっている。このような源泉のもつ自然的・科学的特性は、当温泉のおかれた地勢的諸条件と相まって、温泉利

用の法社会的関係を基本的に規定している。即ち、例えば九州横断道路の整備（昭39）によって急速にクローズ・アップされた九重温泉群（宝泉寺・筋湯・星生・湯布院など）のように、観光温泉に脱皮した（もしくは、しつつある）温泉場のもつ近代的、動態的な社会関係に発展することもなく当地をして単調にして静態的な「山のいで湯」の現状にとどめさせている。こうした特質に加え、俗化しない自然環境の佳さを改めて高く評価した国（環境庁）では、当長湯温泉を、県下では湯布院温泉に次ぎ第二の「国民保養温泉地」として指定した。

(1) 源泉の概要 県の温泉台帳に登録されている当温泉（七里田温泉を除く）の源泉状況をみるに、その総数は16口（活動口数）、内訳として町有5（天満湯・御前湯・長生湯各1、国民宿舍2）、個人有9（うち、2人の共有が2）、公共用2（老人クラブ1、温泉組合1）である。

—源泉の状況—

(県環境管理課)

番号	所在地番	所有者	温度	湧出量	泉質	施設名
1	直入町大字長湯 3042番	直入町	46℃	270L/M	含重曹重炭酸土類泉	国民宿舍
2	〃 3050	緒方町老人クラブ	42℃	60L/M	含重曹重炭酸土類泉	緒方町老人いこいの家
3	〃 3051-2	大塚野 千久止	41℃	100L/M	含重曹重炭酸土類泉	自家用
4	〃 3093-1	安部正之	48℃	90L/M	含重曹重炭酸土類泉	豊泉荘旅館
5	〃 3114	直入町	40℃	300L/M	含重曹重炭酸土類泉	国民宿舍
6	〃 3237-3	葛淵温泉組合	47℃	135L/M	含食重曹重炭酸土類泉	葛淵温泉
7	〃 7651	御沓重徳	38℃	360L/M	含重曹重炭酸土類泉	愛泉館
8	〃 7674-1	松山フイ	38℃	300L/M	含重曹重炭酸土類泉	自家用
9	〃 7778	直入町	44.5℃	90L/M	含土重曹重炭酸土類泉	町営温泉 天満湯
10	〃 7977	直入町	42℃	60L/M	含土重曹重炭酸土類泉	町営温泉 御前湯
11	直入町大字長湯 7978-2	増尾久男	43℃	240L/M	含土炭酸土類泉	丸善旅館
12	〃 7961	古荘昇	50℃	70L/M	含重曹重炭酸土類泉	上野屋旅館
13	〃 7990	首藤ミドリ	49℃	108L/M	含重曹重炭酸土類泉	大丸旅館
14	〃 7991	直入町	48℃	70L/M	含土重曹重炭酸土類泉	町営温泉 長生湯
15	〃 7996	伊東覚 御沓忠 覚範	43.5℃	100L/M	含重曹重炭酸土類泉	旅館丸長 旅館紅華館
16	〃 7984-1	伊藤孝	50℃	100L/M	含重曹重炭酸土類泉	病院治療用

このほか、台帳に登録されているが、未利用のもの、永らく休止中で泉孔不明のもの、多年放棄されて名儀だけのもの（いわゆる「ユレイ泉孔」）併せて10口ある（こうした状態は法律上の「温泉の権利」の性格と行政上の「取り扱い」の面で問題を残している）。

(2) 戦後の推移 終戦の混乱も漸く納まった昭和24・5年頃から、再び当温泉の医療効果が注目され、臨床医学の研究が再開された。九大温研では、いち早く当地に「診療所」を開設するとともに、定期的に専門医を派遣して地域の医療水準の向上に貢献した。当時の派遣医の1人であった伊藤氏は、この診療所に残り、のち戦前の医院跡を買収して温泉治療を取り入れた個人医院を開くことになった。

戦後、昭和30年頃を境に全国の主要温泉では、国民の観光熱に刺激されて観光温泉都市への脱皮

——法的には温泉の権利の近代化——がみられ始め、乱掘ブームの社会問題を惹起した。即ち、昭和30年代の高度経済成長は技術革新を生み、泉源のボーリング掘さく（機械掘り）のレベルを飛躍的に向上させたこと、また国民の経済力の向上は、個人による源泉所持の欲望を刺戟して、全国の主要温泉地では空前の「狂乱掘さくブーム」がおこったことで、それは、必然的に既存温泉への影響を強める結果となった。本県でも、とくに別府温泉がいちじるしい⁽⁵⁾。県下の他の諸温泉も多かれ少なかれ、この掘さくブームに巻き込まれ、当温泉もその余波を受けて、件数こそ少ないものの掘さく申請が出され始めた。

共同体的意識のつよかったこの地域の人びとには、昔から自然湧出する天恵の温泉は私有すべきでなく、共同利用すべきものであって、個人で掘さくしてはならず、たとえ掘さくを試みても湧出しないであろうと観念される潜在意識があった。しかし、予測もしなかった掘さく技術の進歩は、多年湧出源泉の低温に悩まされた地区住民（おもに農家・商店など）と、なかでも経済的利益に密着する旅館経営者たちに高熱泉の出現を待望させた。戦前からの〈ナガユ（ぬるま湯）〉という好ましからざるイメージを、この際払拭できるのではないかとの町民の暗黙の期待が秘められていたことも、あながち否定できないであろう。また、当時の社会的背景として、九州横断道路の開通によって、周辺の温泉群が観光レジャーブームの波にのり、観光温泉地として再生してゆく実情に刺激されて、当温泉も、将来の発展のために何らかの蘇生の途を模索しなければ、といった差し迫った事情もあったのであろう。しかし、試掘の結果、その夢は破れた。

当温泉の泉脈分布は芹川の河川沿いの特定地帯に限定されており、地熱もさほど高騰でなく、期待したほどの熱泉が得られなかった。当温泉の泉温は現在までのところ最高50度—最低38度、その大半は40—42度と、従来とさして変わらず、今なお冬期厳寒期には入浴不向きである。しかし、このことはかえって医療的には絶好の適温とされることから、国民大衆の温泉医療の基礎知識が普及し啓蒙されることで、当温泉の将来の発展も期待されるであろうと思われる。

4) 長湯における温泉利用の実情

(1) 町営温泉 長生温泉など

当長湯温泉については、特に詳細な文献は遺されていない。推測の域を出ないが、他の多くの温泉場と同様に、当温泉も、かつては共同体的な利用形態のもとに一般的な歴史過程をたどってきたのではないかと考えられる。

徳川期には、自然湧出の温泉は、地区（部落、ムラ）の共同湯（部落湯）として村落共同体の慣習規範に支えられ、共同管理・共同利用されていた。即ち、天然の温泉に対する私的支配は原則として認められず、「自然に湧き出る湯は皆のもの」という共同体意識に支えられて、当該温泉を利用する周辺住民で構成される地区社会（利用者集団）の総有的支配のもとにおかれていた。

明治期に入って、土地制度の変革（地租改正）に伴ない私有財産制度が確立すると、温泉支配は法源を異にする二種の法体系に委ねられ、両者拮抗の社会関係を経て、体系一元化への途をたどることになったのである。換言すれば、一方では近代以前の伝統的な旧慣温泉権がなお有力に支配するとともに、他方では、新たに明治前期に導入された近代法体系の近代的温泉権が出現する。この両者が協和的に——全国の幾つかの温泉地によっては、不協和な社会紛争を惹起しながら——共存していた。ところが前者は、明治以降の社会—経済的变化（とくに資本主義の抬頭とその発達）に対応し規定されて、次第に解体・変質の途をたどらざるを得なくなった（これを温泉利用の権利の側面からみれば、温泉の権利の近代化への途でもある）というのが、全国の大方の温泉場における旧慣温泉権の支配的傾向であった。こうして旧慣上の温泉権は、その権利内容（利用・管理の仕方）においてのみならず、その権利主体の性質・構成において深刻な変容を余儀なくされ、それぞれの温泉は、それぞれ多様な利用形態を——例えば、部落集団・市町村・財産区・組合・会社等——

とるに至ったのである。

地区在住の古老・郷土史家の言を総合するかぎり、当該長湯温泉の徳川期と明治一大正一昭和初期における（温泉権の）歴史的経過は、概ね叙上のようなものであったと推測される。

当温泉の最盛期を迎える昭和10年前後に至って、長生湯の源泉地をめぐる地区に紛議が生じた。即ち、共浴場である長生湯の源泉地盤の権利関係（源泉地の位置と鉱泉地の所有関係）が不明であったことから、隣接する旅館営業者（丸長旅館）と地区利用集団との間に不協和な対立が顕在化したのである。

この点、やや詳細な法理的解説を試みるなら、次のようなことが指摘されよう。— 源泉地に対する私的支配と伝来の社会集団の総有的支配とが協和関係にあり、相互に共同利用を承認している限り村落共同体の《和》は保たれ、ムラの秩序は維持される。しかしいったん、源泉地盤所有権が地区住民の特定個人に帰属し、源泉への独占的（排他的）利用が顕著になると——それも温泉旅館業者であれば、なおさら——両者拮抗の社会的軋轢は深刻となり、その対立・矛盾を露わにする。このことは一面ではまた、国家法上に承認された土地（鉱泉地）所有権と旧慣上の総有的温泉権とが明確に分離し、対抗しあうことをも意味するのである。

以上のような法理を含んで争われた長生湯の源泉地問題も、旅館業を営む伊東氏が自己の所有地（の一部、約40坪）を村に寄付（一部は交換）することで、円満に落着いたといういとはである。

この長生湯が公営温泉に再編されたのは、当温泉の戦前の最盛期、昭和9年のことであり（当時村営）、戦後の町村合併を経て現在、直入町の管理に委ねられている。概説するなら——町では経費（湯番の人員費）節約のため、昭和52年4月以降は湯番を廃止し、自動トピラ方式に改めた。使用料は住民・浴客を問わず、大人1回20円、小人10円であり、投入するたびに扉が自動的に開閉する。従前は、湯番への委託契約による管理方式（固定給1万円、大人10円・小人5円）をとっていたが、採算がとれず、現在のように改められた。なお、浴場二階（昭38、600万円増築）は地区公民館に利用されているが、昭和39年には、温泉付き公民館として全国表彰を受けた。

この長生湯のほか、町営温泉には、徳川期中川藩主が代々「殿様湯」として使っていたといわれる「御前湯」と、町民の健康センターとして戦後永らく親しまれ診療所のおかれていた「天満湯」とがある。これら町営温泉の財政は、以前は特別会計であったが、現在では経営困難なことから町財政の一般会計に繰り込まれている。

(2) 葛淵（くずぶち）温泉組合

全国の主要な温泉地には、組合組織による温泉利用の形態のものが少なからず見られる。これには二種類ある。1つは、組合自らが源泉をもち、組合員に利用させる本来的な温泉組合⁽¹⁴⁾であり、いま1つは、組合として源泉を所持せず、単に利用者集団で温泉利用者組合をつくっているものである⁽¹²⁾。

前者の形態のものはさらに、歴史的経過から、当該温泉組合のように、古典的性格のものが明治期以降のある時期に温泉組合に再編されたものと、当初から近代的温泉権の性格をもった「民法上の組合」⁽¹³⁾として、その権利主体となっているものとに分かれる。本来的な温泉組合は、特殊な形態のものを除いて、一般的には温泉を希望する者たち何人かが出資し、温泉組合をつくって掘さくし湧出した源泉を組合有として共浴場を設け共同利用するか、もしくは個別に（時には2・3軒から数軒で組んで）分割利用するものである⁽¹⁴⁾。

当該葛淵温泉組合は、先に長湯温泉場の歴史的沿革の箇所でも触れたように、徳川中期に開発され、爾来地区住民に共同利用されてきた旧慣上の温泉権の性格をもつものであったが、昭和も戦後に至って近代法的な温泉組合に再編され、今日に及んでいる。芹川の川添いに自然湧出する源泉を地区社会集団が共同利用・管理している限り、特に国家法（民法）上の「組合」組織を必要としないことは言うまでもない。しかし、ボーリング技術が進み、下流4キロの地点にあるあ長湯温泉で新

規の掘さくが進むにつれて、当該組合の源泉（その所在地、大字長湯字横枕3237—3番地）にも異変を生じ始めた——長湯諸源泉と同様にさほど高温ではなかったためである。

昭和32年、新たに掘さくを余儀なくされ、さらに昭和48年にも再掘している。その掘さくに際しては、従前から温泉株（古株）を持っていた15名のほか新規に組合員となったもの（新株）5名を加え、さらに翌々34年には浴舎を新築（1株当たり3万円出資）して、規約も設け、管理運営を組合形式に改めた（民法講学上の「権利能力なき社団」と思われる）。

現在、組合員は20名、役員5名（組合長・副組合長・会計各1名、監査を兼ねた幹事2名）で運営されており、組合費は月額1世帯から650円、年1回の総会が原則として開かれることになっている。地区転入者には、新株購入の道が開かれてはいるが、その金額はかなり高い（1株につき11万円）。また、源泉や浴舎の常時の維持管理は、入札による地区在住の請負者に任せられている。温泉使用料も組合員（家族）は無料、それ以外は長湯町営温泉の準じて、大人1人1回20円、小人15円である。最近では採算がとれないことから、請負希望者がおらず、無理にお願いして委託しているとのことである。

(3) 旅館の温泉利用

長湯温泉には、宿泊施設として町営の国民宿舎「直入荘」（昭51、4、1営業開始、総工費約3億円、収容101名）があるほか、民営の旅旅館13軒（収容合計480名）がある。いずれも古風の建物で、鄙びた温泉街の風趣を今に伝えている。宿泊費も比較的低廉で、長期の間借り客も少なくなく、自炊設備の整った旅館も3軒ほどある。

総数13軒のうち「内湯」のあるものは7軒、内湯施設のない旅館の宿泊客は、従前どおり外湯の町営温泉を利用する。旅館は芹川に沿って街中心部に集中するが、町営温泉が適度の間隔で配置されているため、さほど多くもない宿泊客は分散してこれらを利用するため、地区住民との競合的利用に摩擦を生じ支障を及ぼすまでには至っていない。

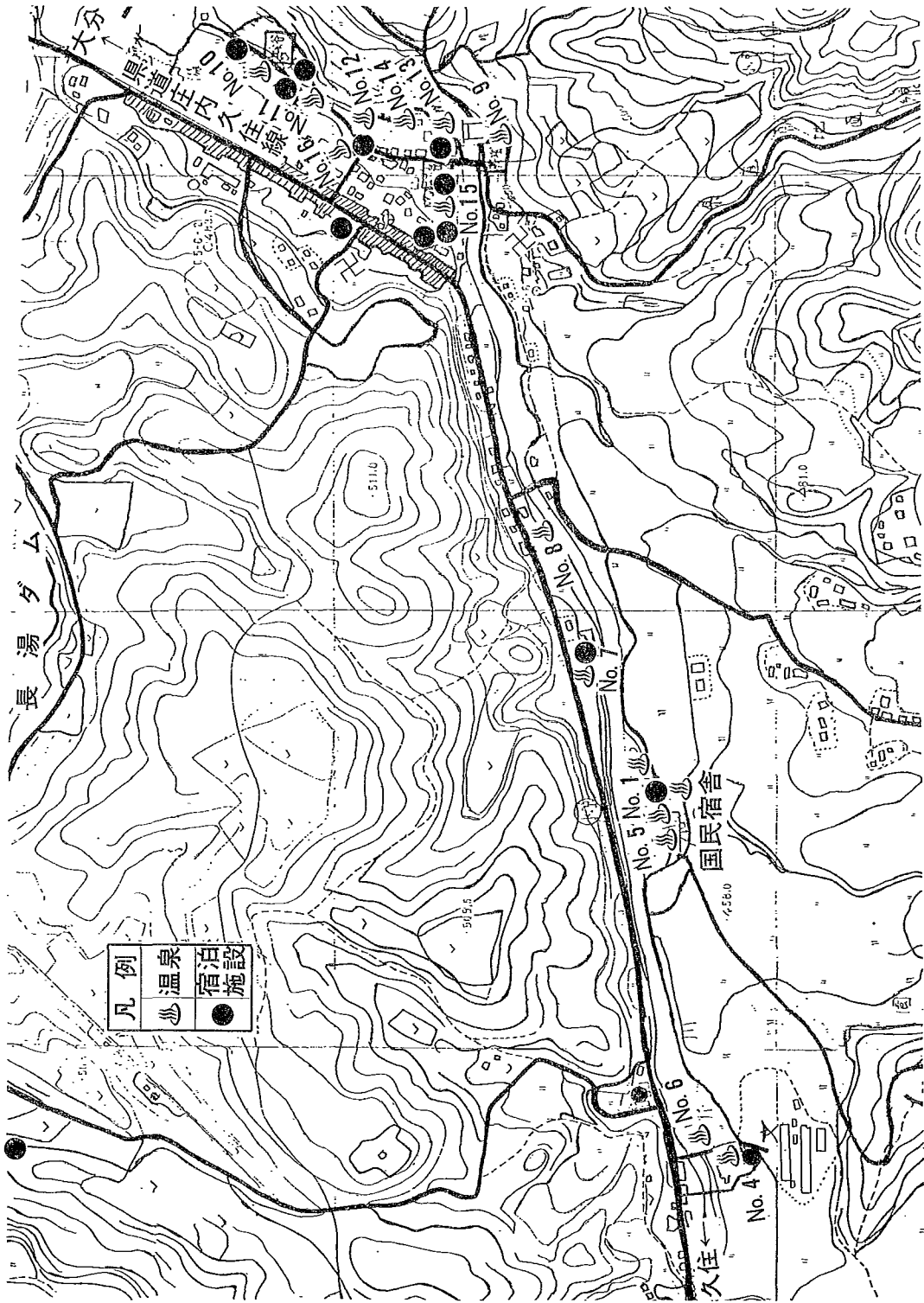
しかし、旅館業者にとって、本来「内湯」の存否は営業の盛衰にかかわる重要関心事である。温泉場の近代化（観光温泉地化）が進行する過程で、有力旅館になるための前提条件として源泉の確保が強く要求され、また事実そのために最大限の努力を惜まないことから、得てして旅館業者（もしくはその集団）と地区利用集団とが対立し紛争を生じたことも多かったのである。当温泉はこれまで縷言してきたように、源泉の新規確保が著しく困難で加えて泉温も高くないため、温泉場の近代化を今日まで遅延させてきたが、その背景には、こうした内湯の問題もあったのである。現在までのところ、内湯のあるもの（その集団）とないもの（その集団）との利害的対立は全くといってよいほど見られない。このことはまた、温泉利用の権利の側面でも第二次的利用（債権）関係を成立させる余地を全くなくし（じじつ、1例も見出せない）、旅館業者の間に経済的優劣を生じさせない——社会構成的には上下のタテの序列を形成しえない——要因ともなっている。

当温泉の固定的・静態的とでもいうべき温泉権の権利の態様も、主にこうした点に起因しており、当温泉が規定された法律的な基本性格の一端をここにもみることが出来るのである。

5) 結び——「国民保養温泉地」として

全国の主要温泉地はもとより、県下でも著名な温泉地は、いずれも観光温泉として俗化し歓楽化されつつあり、自然環境もまた破壊されて、かつてのような湯治による医療効果は期待すべくもない。

当長湯温泉は県立自然公園の地域内にあり、今なお自然の野趣に恵まれた「農山村のいで湯、である。春はワラビ・ゼンマイ・タケノコ・ウドの野生の宝庫、夏は暑さ知らずの別天地で、芹川にはカジカが鳴き、ホテルが飛びかう。人口湖の芹川ダム（大分百景の1つ）や長湯ダムでは魚が釣れる絶好の避暑地であり、青少年グループの久住連山の登山基地にもなる。秋にはトウモロコシ・



山芋・キノコ狩り、冬はワカサギ料理が食膳を飾る。この他、周辺には、県指定の文化財や天然記念物（キリシタン墓や磨崖仏、大ケヤ木など）も多い。加うるに当泉のもつ特異な温泉医療効果は、戦前から温泉治療学の最高研究機関である九大温研の実証するところである。——このような現況によって、直入町長湯温泉が、湯布院町に次いで（昭34）県下で2番目の国（環境庁）による「国民保養温泉地」に指定されることとなった（昭53. 3. 31）。

同町の「計画書」⁽¹⁾によると、目標達成の時期は昭和58年度、その時点での年間利用客は20万人、事業総額は3億円である。事業の地割り計画としては、周辺の自然環境を最大限に活用しながら、宿泊施設（既存）・野営場区・園地区・公共施設区・保健休養施設区・体育施設区・泉源保護区の7地区を設置する。中でも園地区（10.3ヘクタール）には、自然遊歩道・展望台・花木植栽・児童遊技場・温泉熱利用植物園を設置し、保健休養施設区（0.2ヘクタール）には、主に日帰り客を対象にした温泉館を建設し、また体育施設区（0.9ヘクタール）には、多目的運動場とテニス・コート⁽¹⁾を完備することになっている。

人間にそれぞれ、その人の「顔」があるように、各温泉場にも、それぞれ固有の「顔」がある。それが千差万別の多様性を持つことは、各温泉場のおかれた歴史的・社会経済的・自然的環境が同一でないことに起因する。各温泉場は、避けがたい古来の歴史的宿命を背負って現在に至っており、一面では地域社会特有の客観的条件——例えば自然条件、人口構成（動態）、地勢的条件、交通状況など——に規定されるとともに、他面では経済的環境——産業構造、所得状況、資本の形態、資本主義様式の浸透度など——に影響されて、その温泉場特有の「顔」を形成するのである。

結稿に当たり、当該長湯温泉の「顔」（概念）を明確にするために、法社会学的視点から、特徴的と思われる問題点を総括して挙げておく。

第1に、源泉の湧出地帯が限定されており、ために源泉数も16口と少ない。加えて医療的には絶好の適温とされながら、日本人の通常の入浴温度としてはいさか低温であること。このことは、源泉地の概念やその所有権の意識や性格、源泉管理の態様、温泉利用の実情、掘さくの問題等々の点で、長湯における温泉の権利の性格（おもに利用権）を規定づける基本的条件となっている。

第2に、叙上の基本的性格に条件づけられて、温泉利用の主体は、旧慣温泉権のなごりをひく町営温泉に今なお占められている。旅館（7軒）の内湯も、これを補完（補強）するという形で併存していることである。温泉権近代化の尺度をもってすれば、旧慣温泉権は変質を迫られつつも、その余命を近代的性格の町営温泉に託しているとも言えようか。

第3に、湧出地帯と温度の限定性から、町が第1次温泉権として管理権と温泉利用の統制力を今なおもっていることである。そのため、温泉権の所有関係や利用関係を平盤・単調にし、固定的・静態的な社会現象に止めている。

このことはまた、第4に、民間の温泉権の譲渡（移転）や分湯（引湯）をほぼ絶無の状況にしているという事実である。

第5に、数多くもない旅館はいずれも土着の営業者に限られ、その間に経済的優劣の差が見られるまでには近代的な階層分化が進んでいない。そのため、旅館相互の競争力をさして刺激せず、観光温泉地への飛躍を阻止する要因ともなっている。

第6に、当温泉の将来の展望として、内湯旅館が早急に増加することも予測できないことから、町営温泉の相対的重要性は依然として継続するであろうということである。掘さく申請も、地下泉源に格別の変動が見られないかぎり、増加することはまず考えられない。泉源保護とその統制強化と町当局が積極的にならざるを得ないような状況は、今のところ考えられない。（おわり）

註 記

- (1) 大正12年2月公刊、直入郡教育会編『直入郡志（全）』——覆刻版昭48. 7. 17——による。
- (2) 直入町編『町勢要覧』（昭48. 1. 1現在）による。
- (3) 九重温泉群の実態報告——下記の大分県温泉調査研究会「報告」の拙稿を参照されたい。
 - ＜宝泉寺における温泉権の実態（上）＞ 報告25号（昭49. 3）
 - ＜同 上 （下）＞ 〃26号（昭50. 3）
 - ＜筋湯における温泉権の実態（上）＞ 〃 27号（昭51. 3）
 - ＜同 上 （下）＞ 〃 28号（昭52. 3）
 - ＜湯平における温泉権の実態＞ 〃 23号（昭47. 3）
 - ＜由布院における温泉権の実態＞ 〃 21号（昭45. 3）
- (4) 例えば、掘さく申請のあった場合など、この権利の性格をどのように解釈（行政——）し、またどう処理するかは法技術的に困難な問題である。民法講学上、いわゆる「権利の上に眠る」ものとして、永年放置され、使用されていない——どの程度の年数が経過しているかで論議もまた生じよう——ことが立証される以上、名義人はその権利を放棄したものとして、無権利のものに準じて処理されてもやむを得ないのではないかと思われる（県当局も、そのように取扱い、処理しているようである）。その際も、詳細な実態調査が要請され、権利関係者の実情が考慮されるべきであろう。
- (5) 別府温泉の過去10年の温泉権の問題状況については、拙稿の下記報告を参照されたい。
 - ＜別府における温泉権の実態＞別府大紀要第10巻
 - ＜最近の別府における温泉権の問題状況＞大分大紀要第3巻第3号
 - ＜別府温泉における『集中管理』構想＞報告第26号
- (6) 川島他『温泉権の研究』P.408以下
渡辺編『入会と財産区』P.以下
- (7) 全国的に知られた温泉権訴訟としては、山陰（兵庫県）の城崎温泉がある（前掲川島他著P.382以下）。県内の同種同型の社会紛争の事例としては、宝泉寺温泉（前掲「宝泉寺報告」を参照）。
- (8) 市営温泉の典型的事例として、別府温泉の市有市営・市有区営。これについては別府市教委編『別府市誌』（昭48）にも詳しく報告しておいたので、参照されたい。
- (9) 財産区温泉については、筋湯温泉（前掲報告参照）。
- (10) 会社組織のものとしては、別府の亀川温泉株式会社（前掲『別府市誌』参照）。
- (11) 温泉組合の法理研究号としては、前掲川島他著P.464以下。
- (12) 別府温泉では、源泉を持って出発した温泉組合が乱掘などの影響で湧出減量・泉温低下し、ために単なる利用者組合に変質してしまったものが少なくない。その際、源泉を市有源泉に代替依存するか、配湯会社の分譲温泉を利用（債権的利用）するものが大半である。
- (13) 別府温泉の事例としては、新別府温泉組合の推移が興味を呼ぶ。これについても前掲『別府市誌』参照。
- (14) この特殊な形態とは、別府や熱海温泉などに見られる「温泉権付き分譲地」の場合である。これには、不動産会社が源泉を持ち、1区画の分譲地に1口の源泉権を譲渡し、購入者で温泉組合を作って源泉地盤や源泉の引湯施設などを管理する場合と、不動産会社が配湯会社に類似する温泉事業を営むもの（債権的温泉権）とがある。この点については、拙稿の「温泉法の問題点」（報告26号）を参照のこと。
- (15) 現在、分湯のある旅館（7軒）——
大丸 丸長 丸善 上野屋 紅葉館 愛泉館 豊泉館（この他、国民宿舎「直入

荘」と「緒方町老人クラブ」)

分湯のない旅館——青葉 角屋 徳久 長湯荘 中村屋

- (16) 全国では62番目(昭53.3現在——全国63温泉場)。国の指定を受ければ、計画諸施設には国・県から各3分の1の補助金が出る。
- (17) 環境庁提出の「国民保養温泉地計画書」(昭52.6)。末尾には町議会と町観光協会の意見書がそれぞれ添付しており、全26頁。

(付記)

本稿作成にあたっては、今回もまた、県環境管理課の羽田野係長や長湯町当局、それに丸長旅館主伊東氏のお世話になった。厚く御礼を申し上げる。

老化と温泉：コラーゲン代謝に及ぼす 泉浴の影響 (第2報)

九州大学温泉治療学研究所内科

阿南公展 織部和宏
織部元広 轟木峻
橋永邦彦 延永正

支持組織としての結合組織は、線維成分として、膠原線維（コラーゲン）、弾力線維（エラスチン）、細網線維（レチクリン）の3者より成る。特にコラーゲンは、結合組織の線維成分中、最も多量に含まれており、哺乳動物の全蛋白の30%を占めるものである。コラーゲンは、更に、特徴的なアミノ酸組成をもっている。すなわち、ヒドロキシプロリン（以下Hy-Pro）を約13%含んでおりこれは他にエテスチンに約1.5%含まれる以外は、他の蛋白中に含まれない。従って、Hy-Proは、ほとんどコラーゲンに由来するものと考えてよく、その為、尿中や組織のHy-Proを測定することにより、コラーゲン代謝の動きを推察することができる。

前年の温泉調査研究会報告書において、温泉泥浴は、慢性関節リウマチ（以下RA）に対して、抗炎症的に作用し、コラーゲン線維を安定化させる作用の存在が推察されることを報告した。今回は更に症例を増やし、又、温泉泥浴のみならず、運動浴、機能訓練も行ない、その前後の尿中Hy-Pro排泄量を測定することにより、泉浴のコラーゲン代謝に及ぼす影響を検討した。

<対象並びに方法>

1) 対象

当科入院中の患者26名を用いて行った。内訳は、アメリカリウマチ協会の診断基準²⁾によるdefinite以上のRA³⁾22名、同じく全身性エリテマータス（以下SLE）2名、厚生省特定疾患診断の手引き⁴⁾による、全身性強皮症（以下PSS）2名である。RAは全例女性で年齢は25才から77才までで、平均年齢は、52.4才であった。又、RAのうち4例は、関節外症状として、皮下結節、肺病変などを伴ない、いわゆる悪性関節リウマチであり、1例は、慢性甲状腺炎とアミロイドーシスを合併していた。RA患者のstageは、Ⅱ4名、Ⅲ5名、Ⅳ10名、classは、Ⅰ2名、Ⅱ11名、Ⅲ6名であった。

SLEは、2例とも女性で、年齢は22才と39才で、内39才の患者は、シェーグレン症候群を合併していた。

PSSは、1例が女性（50才）、もう1例は男性（54才）で、男性患者は、胃潰瘍を合併していた。

2) 泉浴法

RA患者12名、PSS患者2名、SLE患者2名の計16名に温泉泥浴を、RA4名、PSS1名の計5名に運動浴を、RA6名に泉浴をさせず、機能訓練のみを行なわせた。

泉浴法、及び機能訓練法としては、朝食後直ちに排尿させ、その後3時間の尿を蓄尿し、前尿とした。次いで、泉浴及び機能訓練を15～20分間行ない、その時間も含めて後3時間の尿を蓄尿し、後尿とした。前尿と後尿の尿量を測定し、各々の一部を用いて、Hy-Proを測定した。なお、今回は運動浴も行なったが、当所の運動浴は温研泉（単純泉）で別表のような組成を有している。入浴温度は39～40℃で、浴中いろいろの運動を行なわしめた。又、機能訓練法としては、各自に適した運動を行なわしめた。

表1 温研泉の泉質

Kation	mg	mv	%	Anion	mg	mv	%
H ⁺	0.000	0.000	0.00	Cl ⁻	10.00	0.282	9.45
K ⁺	4.302	0.110	3.80	HSO ₄ ⁻	0.000	0.000	0.00
Na ⁺	23.60	1.026	35.48	SO ₄ ²⁻	51.50	1.072	35.95
NH ₄ ⁺	0.144	0.008	0.28	H ₂ PO ₄ ⁻	0.113	0.001	0.03
Ca ²⁺	16.70	0.833	28.80	HPO ₄ ²⁻	0.139	0.003	0.10
Mg ²⁺	10.30	0.847	29.29	HCO ₃ ⁻	98.61	1.616	54.17
Fe ²⁺	0.455	0.016	0.55	CO ₃ ²⁻	0.000	0.000	0.00
Fe ³⁺	0.000	0.000	0.00	HS ⁻	0.186	0.006	0.20
Mn ²⁺	0.000	0.000	0.00	HSiO ₃ ⁻	0.196	0.002	0.07
Al ³⁺	0.471	0.052	1.80	SiO ₃ ²⁻	0.000	0.000	0.00
				BO ₂ ⁻	0.031	0.001	0.03
				OH ⁻	0.001	0.000	0.00
計	55.972	2.892	100.00	計	160.706	2.983	100.00

	mg	m. mol	
H ₂ SiO ₃	101.9	1.305	蒸発残留物 ; 326.0
HBO ₂	8.422	0.192	泉質 ; 単純泉
CO ₂	41.80	0.950	
H ₂ S	0.338	0.010	
PH	6.8		

3) Hy-Pro測定法

Hy-Pro 測定法として、Prockop-Udenfriend⁵⁾法を用いた。詳細は前年の温泉調査研究会に報告しているので省略するが、要はクロラミンTを用いて、Hy-ProをPyrroleまで酸化し、それをトルエンで抽出し、Ehrlich試薬で呈色する方法である。なお、Hy-Pro値の正確さを期する為に、1検体につき、3重に測定し、その平均値を求め、その値をその検体のHy-Pro量とした。ある検体については、3本のうち1本が異常なバラツキを示したが、その場合、残り2本について平均値を求め、その検体の値とした。

<結果>

温泉泥浴をさせた群において、RAでは12例中全例に浴後の総Hy-Pro排泄量の減少を認めた。(表2、図1)、この差は5%の危険率において有意であった。PSSにおいても、2例とも減少を示したが、SLEでは、2例とも浴後の増加を示した(表2、図1)。

運動浴群では、RAでは全例が浴後の総Hy-Pro排泄量の減少を示したが、その差は有意でなかった。PSSの1例においても同様に減少を示した。(表2、図2)。

一方、泉浴をさせず、機能訓練のみを行なわせた群においては、全例RAであるが、6例中5例に浴後のHy-Pro排泄量の増加を認めたが、その差は有意でなかった(表2、図3)。

<考察>

前報において我々は、RA患者の尿中Hy-Pro量が温泉泥浴によって減少することを報告したが、このことは今回さらに例数を増して再確認された。そしてこの様な作用は、温泉泥浴だけでなく、運動浴にも存在することが明らかとなった。当所の運動浴は単純泉であり、僅かに硫化水素を含有している。従って、この様なRAにおけるHy-Pro排泄抑制作用が温泉の含有化学成分によるのか、あるいは単なる温水浴の結果であるのかは、なお明らかでないが温泉泥浴において、その作用がより強力であったことからすると、化学成分の作用が無視できないように思われる。いずれにせよ機能訓練のみによっては逆に、増加がみられたので、泉浴が重要であることは間違いないであろう。この点は更に検討を要する問題である。

表2 RA, SLE, PSSにおける温泉泥浴・運動浴・機能訓練前後の尿中ハイドロキシプロリン排泄量

Patient	age	sex	Disease		Before total amount	After total amount
No. 1	64才	♀	RA	鉦 泥 浴	3.8(mg/3hrs)	2.6(mg/3hrs)
2	25	〃	〃	〃	2.4	1.8
3	59	〃	〃	〃	9.4	2.6
4	49	〃	〃	〃	5.5	1.5
5	53	〃	〃	〃	3.7	1.1
6	60	〃	〃	〃	2.6	2.2
7	57	〃	〃	〃	6.5	4.5
8	42	〃	〃	〃	2.8	2.0
9	27	〃	〃	〃	0.9	0.4
10	58	〃	〃	〃	5.6	4.3
11	43	〃	〃	〃	3.5	3.4
12	56	〃	〃	〃	3.8	2.8
					mean±S.D (1) =4.2±2.15	mean±S.D (1)' =2.4±1.17
13	39	♀	SLE	〃	0.4(mg/3hrs)	3.8(mg/3hrs)
14	22	〃	〃	〃	6.9	18.56
15	54	♂	PSS	〃	10.4	5.8
16	50	♀	〃	〃	6.6	3.6
17	46	♀	RA	運 動 浴	7.0	6.8
18	59	〃	〃	〃	4.3	3.2
19	28	〃	〃	〃	3.4	1.9
20	77	〃	〃	〃	2.9	2.8
					mean±S.D (2) =4.4±1.58	mean±S.D (2)' =3.7±1.86
21	54	♂	PSS	〃	1.4	0.7
22	63	♀	RA	機 能 訓 練	1.6	1.8
23	56	〃	〃	〃	2.4	2.9
24	53	〃	〃	〃	2.7	2.2
25	51	〃	MRA	〃	2.1	2.5
26	42	〃	〃	〃	1.9	2.3
27	63	〃	RA	〃	2.1	2.7
					mea n±S.D (3) =2.1±0.35	mean±S.D (3)' =2.4±0.36

(1), (1)' P<0.05

(2), (2)' 有意差なし

(3), (3)' 有意差なし

RAにおいては一般に尿中Hy-Proは増加していることが知られており、我々の成績でも有意の増加がみられた。しかもその程度はStageが進む程強い傾向があり、結局、炎症の強さと拡がり⁹⁾を反映するものとされている。従って泉浴による尿中Hy-Pro量の減少はいずれにせよRA患者にとって好ましいことと思われる。ただその作用機転が(1)コラーゲン代謝の抑制、(2)既存のコラーゲンの分解抑制、(3)腎におけるクリアランスの低下のうちのいずれによるのかは不明である。

機能訓練によって尿中Hy-Proが増加した事実の説明としては、(1)コラーゲン代謝の促進、(2)既存コラーゲンの分解促進、(3)腎クリアランスの増加の3つが考えられるが、可能性としては(1)が最も考えられるのではあるまいか。すなわち関節を動かすことによって当該部の代謝を促し、ひいてはコラーゲンの代謝も促進すると考えられるからである。この際コラーゲンの合成促進が尿中

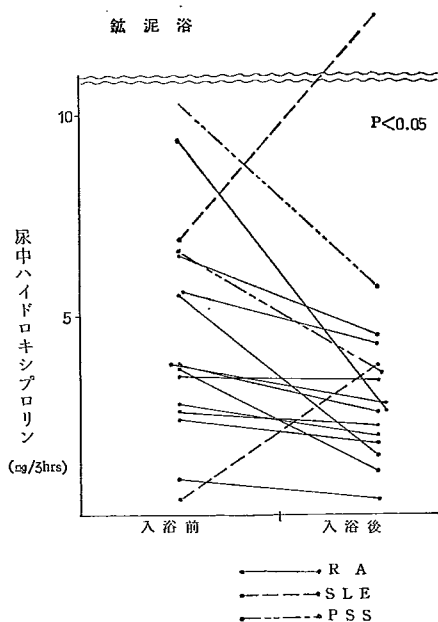


図1 温泉泥浴入浴前後3時間の尿中
 ハイドロキシプロリン排泄量

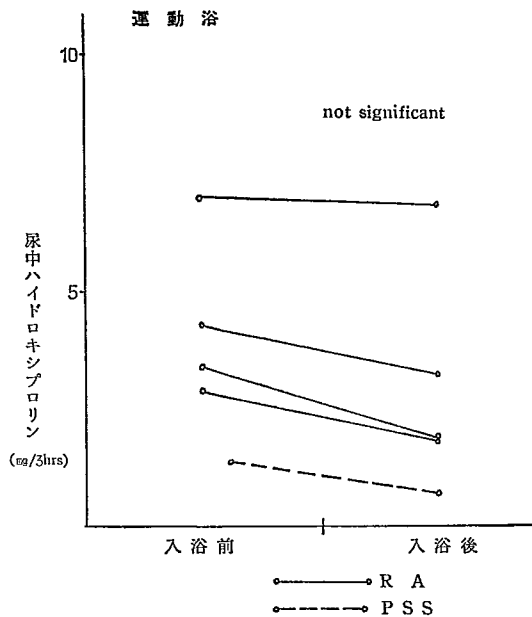


図2 運動浴入浴前後3時間の尿中
 ハイドロキシプロリン排泄量

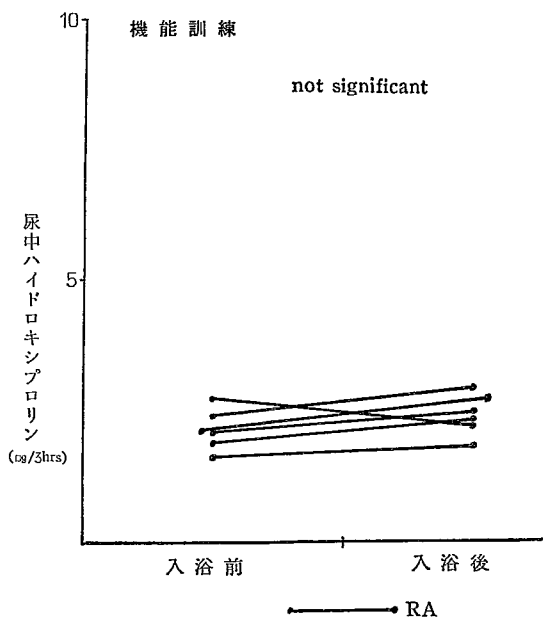


図3 機能訓練前後3時間の尿中
 ハイドロキシプロリン排泄量

Hy-Pro 増加の理由と思われる。関節の固定
 ないしは長期の安静によって骨の萎縮をきた
 すことはすでに衆知の事実だからである。

さきに運動浴による尿中 Hy-Pro 排泄の減
 少が温泉泥浴におけるそれよりも少ない理由
 を含有化学成分の差による可能性を示唆した
 が、一方では運動浴中における運動のため
 ある可能性もあるであろう。すなわち温泉泥
 浴では浴中に運動しないのに対して運動浴中
 では機能訓練を同時に行なうために尿中H
 y-Pro の排泄があまり減らないのかもしれない。

SLE の 2 例はいずれも温泉泥浴によって尿
 中 Hy-Pro の増加をみた。すなわち同じく膠
 原病でありながら RA とは逆の態度を示した
 ことより、その作用点を腎臓に求めるのは適
 当ではない様と思われる。同じ温泉浴によっ
 て一方にはクリアランス低下的に作用し、他

方には上昇的に作用することが考えにくいからである。従ってやはりコラーゲン代謝に影響を及ぼ
 したものと思われるが、Hy-Pro 排泄の増加をみたことにより、それを促進した可能性が大きい。
 もしコラーゲン代謝が結合織の炎症によって促進されるとすれば SLE におけるその様な作用は炎症
 を促進した結果ということになり、治療上は負の効果である。一般に SLE 患者には温泉は適応とな
 っていないが、このことはコラーゲン代謝の面からも支持されたわけである。

PSS においては病気の進行期に尿中 Hy-Pro の軽度増加を認めるとの報告や正常範囲に止まると
 の報告もあり、一定していない。本症はコラーゲン線維の代謝過程の異常による不溶性コラーゲン

の増加による症状が主であり、治療もこの不溶性コラーゲンを可溶性コラーゲンにするラチローゲン治療が主である。そしてラチローゲン治療によって可溶性コラーゲンが増加すれば尿中Hy-Proも増加してくると思われる。しかるにPSSでは泉浴によって尿中Hy-Proが減少したので、少なくとも泉浴はラチローゲンとしての作用はないといえよう。一方PSSではコラーゲン線維の増殖をみるので、コラーゲンの合成は促進していると思われるが、泉浴はこれを抑制して尿中Hy-Proの減少をきたした可能性が考えられる。もしそうだとすれば可溶性コラーゲンは減少し、ひいては不溶性コラーゲンも減少することになるので、泉浴はPSSの良い適応ということが出来る。実際、泉浴はPSS患者の末梢循環を促進し、関節痛や関節拘縮を和らげる作用と相まってPSSに対して有効に作用することが臨床的にも認められている。

〈結語〉

RA22例、SLE2例、PSS2例を用いて、温泉泥浴、運動浴、機能訓練を行なわしめ、その前後3時間の尿中Hy-Pro排泄量を測定した。結果は、温泉泥浴、運動浴群ではRA、PSS、ともに浴後のHy-Pro排泄量の減少を認めた。SLEでは逆に増加した。機能訓練では6例中5例が増加を示した。このことからRA、PSSにおいては、泉浴がコラーゲン代謝を抑制する作用があると思われた。一方SLEでは泉浴はコラーゲン代謝を促進せしめ、RAにおいても機能訓練はコラーゲン代謝を促進することが推定された。

参 考 文 献

- 1) 延永 正, 他: 大分県温泉調査研究会報告書, 28: 80, 1977
- 2) Ropes, M. W. et al: Ann. rheum. Dis. 18: 49, 1959
- 3) Cohen, A. S. et al: Bull. Rheum. Dis. 21: 643, 1971
- 4) 厚生省公衆衛生局難病対策課: 特定疾患診断の手引き, P. 13, 1975
- 5) Prockop, D. J. et al: Anal. Biochem. 1: 228, 1960
- 6) 延永 正, 他: 日温気物医誌, 41: 21, 1977
- 7) Wessel, G. et al: Z. Rheumaforsch. 39: 203, 1970
- 8) Laitinen, O. et al: Ann. Med. Exp. Fenn. 44: 507, 1966
- 9) Smith, Q. T. et al: Acta Dermato-Venereol. 45: 44, 1965

原爆被爆者の温泉療法（第9報）

別府原爆センター 八 田 秋
九 大 温 研 辻 秀 男

はじめに

昭和35年2月1日当所が発足してから17年、昭和46年4月に改築再発足してからも7年をけみした。昭和52年度には全国的な流感の余波を受け、少なからざる入所取消もあったが、幸いにも前年度を上まわる成績を挙げたことを、深く感謝するものである。

利用者概況

昭和52年4月から、53年3月末までの1年間の入所者は、表Ⅰ、Ⅱの如くであって、利用者数は3,904名、これを月別に見ると例年のように7、8月の夏季に最少であり、多かったのは4、5、

表Ⅰ 利用者男女別年令表

月別	年令	年齢										計
		<30才	31~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66~70	71<		
4	男	37	05	12	36	314	626	2234	3868	6159	137221	
	女	45	22	25	39	521	332	2539	4463	7780	163258	
5	男	24	25	23	39	521	332	2539	4463	7780	163258	
	女	45	22	25	39	521	332	2539	4463	7780	163258	
6	男	10	11	02	34	513	221	928	1642	3454	71165	
	女	01	12	24	413	511	212	919	1619	3421	71116	
7	男	1312	89	74	913	411	1112	915	1019	2121	92116	
	女	44	53	25	312	513	324	2727	3737	4242	99167	
8	男	34	23	25	512	813	524	1327	2137	4042	99167	
	女	48	1628	157	1010	1016	1418	518	1425	1619	144185	
9	男	34	23	25	512	813	524	1327	2137	4042	99167	
	女	48	1628	157	1010	1016	1418	518	1425	1619	144185	
10	男	32	24	23	63	712	915	2522	3262	6278	138241	
	女	00	13	10	63	315	1625	3333	5858	14141	141222	
11	男	44	55	31	56	014	1427	2626	4141	125183		
	女	44	55	11	66	1534	3535	5252	3131	125183		
12	男	74	22	23	38	614	1435	2929	3232	130234		
	女	46	63	23	816	1636	4141	5656	6464	110189		
1	男	01	11	11	52	1016	831	1742	5046	11049		
	女	11	11	11	216	1631	4242	4646	4949	110189		
2	男	89	33	04	74	1310	1020	2340	3352	6470	161212	
	女	93	34	44	410	1020	2340	3352	6470	161212		
合計	男	7796	4274	3641	6589	74178	105310	245411	305581	562613	1,5112,393	
	女	9674	4141	4141	89178	105310	245411	305581	562613	1,5112,393	3,904	

表Ⅱ 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	358	2,017	67.2
5	421	1,937	62.5
6	236	1,459	48.6
7	208	940	30.3
8	329	1,274	41.1
9	266	1,393	46.4
10	379	1,870	60.3
11	363	2,081	69.4
12	308	1,407	45.4
1	364	2,076	67.0
2	299	1,928	68.8
3	373	1,903	61.4
合計	3,904	20,285	55,70

表Ⅲ 温療期間

月別	温療日数				計
	3日>	4日~6日	7日~13日	14日<	
4	132	85	123	18	358
5	228	102	87	4	421
6	74	71	77	14	236
7	112	54	35	7	208
8	211	77	35	6	329
9	95	55	114	2	266
10	207	78	81	13	379
11	32	281	47	3	363
12	163	36	99	10	308
1	100	137	122	5	364
2	97	31	169	2	299
3	138	117	115	3	373
計	1,589	1,124	1,104	87	3,904

10、1、3月などで、今年も10月に最高であった。

利用者延数から見ると、総数20,285名、平均1日55.7名、利用率は77.36%であり、11月の平均1日69.36名（利用率96.33%）が最高であった。

年間利用者の年齢別、男女別状況（表Ⅰ）は、61才＜が全数のほぼ2/3であったが、30才＞の若年者も173名を算えた。

男女比では、本年度も2：3強で女性が多かった。

温療期間を滞在日数から見ると（表Ⅲ）、3日＞1589名（40.70%）、4～6日1124名（28.79%）7日＜1191名（30.50%）で、7日＜が前年度より100名多かったことは、好ましい傾向である。

診療例

本年度は当初より診療を週2回としたため、診療例は268例を算えた（表Ⅳ）。これらの症例中18名は2回以上入所受診したが、13名については再録されているものがある。

表Ⅳ 診療症例 昭和52年度

No.	年月	姓	性	年	病 名	滞 在 日 数	治 療 法	転 帰	備 考
1	52.4	宗	♀	49	左特発性気胸	3	鎮咳、抗生剤	軽快	入市
2		松	♀	50	左頸腕症候群	3	鎮痛剤、マイクロ	〃	3.0±
3		石	♀	70	高血圧症、気管支炎	10	感冒、抗生剤、降圧剤	〃	2.0+
4		今	♂	75	変形性腰椎症	10	マイクロ	〃	入市
5		桧	♀	62	甲状腺がん術後、不眠症	7	気泡浴	〃	〃
6		角	♂	79	変形性腰椎症、糖尿病	8	鎮痛剤、マイクロ、薬浴	〃	〃
7		角	♀	61	貧血症疑、右膝関節炎	8	鎮痛、V.B ₁ 剤、マイクロ	〃	〃
8		桑	♀	58	肝炎、貧血症	18	強肝剤、糖液、VB ₁ C	〃	2.0+
9		谷	♂	72	高血圧症、両膝関節炎	14	ぬるま湯、安臥、鎮痛剤、マイクロ	〃	入市
10		立	♂	76	出血素因、両変形性膝関節炎	11	ザルプロ糖液、VB ₁ C、マイクロ	〃	〃
11		佐	♂	65	右肩関節周囲炎、頸部筋痛、 低血圧症	4	鎮痛剤、マイクロ	〃	4.0+
12	5	西	♂	79	高血圧症	12	ぬるま湯、安臥、降圧剤	〃	入市
13		西	♀	74	糖尿病、肝炎、アンギーナ	12	強肝剤、薬浴、抗生剤	〃	4.0+
14		中	♀	68	高血圧症、慢性肝炎、慢性胃炎	8	降圧剤、健胃剤、糖液、VB ₁ C	〃	3.0-
15		新	♀	67	右腰部挫傷、気管支炎、 左下顎歯齦炎	9	感冒・抗生剤、マイクロ、しっ布	〃	入市
16		藤	♀	69	右腎、膀胱結石、白血球増多症、 便秘症	9	緩下剤	〃	0.7-
17		渡	♂	73	慢性湿疹	4	抗アレルギー剤、消炎剤	〃	入市
18		三	♂	67	左坐骨神経炎	8	VB ₁ 、消炎剤	〃	2.0+
19		増	♀	59	右肘、腰部挫傷、頸部捻挫	14	鎮痛剤、マイクロ、しっ布、 ザルプロ糖液	〃	3.0+
20		三	♀	62	アレルギー性鼻炎、 右下顎歯根膜炎	8	感冒・抗生剤、含嗽剤	〃	4.0+
21		沖	♂	71	高血圧症、左室肥大	5	ぬるま湯、安臥	〃	2.0-
22		奥	♂	74	気管支炎	7	感冒剤	〃	入市
23		沖	♀	82	気管支炎、肺線症	10	鎮咳剤	〃	4.0+
24		井	♂	83	変形性腰椎症、指関節炎、心肥大	11	マイクロ、しっ布	〃	入市
25		伊	♂	68	気管支炎糖、尿病、肝炎	4	感冒剤、抗生剤	〃	3.0-

26	桑	72	高血圧症、趾関節炎	9	ぬるま湯、安臥、鎮痛剤、 マイクロ、降圧剤	軽快	入市
27	加	68	甲状腺術後、不眠症	10	気泡浴、安定剤	〃	3.0+
28	梶	76	狭心症後、アンギーナ	11	感冒・抗生剤	〃	1.5-
29	樺	74	変形性脊椎症、変形性両膝関節炎	11	マイクロ、しっ布、ザルプロ糖液	〃	2.0+
30	藤	70	腰痛症	8	マイクロ、鎮痛剤、ザルプロ糖液、 しっ布	〃	3.0
31	木	61	徐脈、低血圧症	15	昇圧剤、糖液、VB ₁ C	〃	入市
32	梶	52	低血圧症、鼠蹊ヘルニア、 子宮がん術後	8		〃	入市
33	小	74	肝炎、変形性腰椎症、両膝関節炎	12	VB ₁ 、しっ布、腰椎展伸、強肝剤、 マイクロ	〃	入市
34	道	71	頸腰椎変形症、指関節炎、 動脈硬化症	10	ぬるま湯、頸腰椎展伸、VB ₁	〃	1.0+
35	田	64	白血球過多疑、咽頭炎	9	感冒剤	〃	入市
36	高	71	高血圧症、心肥大、耳後神経痛	15	ぬるま湯、安臥、VB ₁ 、鎮痛剤	〃	入市
37	田	69	肝炎、左膝関節炎、咽頭炎	12	感冒・抗生剤、強肝剤、糖液、 VB ₁ C、マイクロ、オーゴスペル	〃	3.0+
38	高	66	亜急性胃腸炎、低血圧症	15	止痢剤、昇圧剤、糖液、VB ₁ C	〃	入市
39	寅	73	気管支拡張症、便秘症	9	感冒・抗生剤、緩下剤	〃	3.0
40	6 森	76	右大腿骨折後、不眠症、咽頭炎	19	リハ、血行促進剤、ペノアタジン、 VB ₁ 、感冒剤	〃	2.0+
41	三	75	脊柱左彎、虚心性心肥大	6	強心剤	〃	1.5+
42	村	85	虚血性心障害	21	半浴、強心剤、利尿剤、VB ₁	〃	1.7-
43	前	51	低血圧症	9	昇圧剤、糖液、VB ₁ C	〃	2.0-
44	小	64	潰瘍性大腸炎、右脚ブロック	5	止痢剤、止血剤、コルチコイド	〃	入市
45	窪	52	左鎖骨、肋骨、頸骨、 腰椎多発骨折後	29	ハリ、血行促進剤、VB ₁	〃	3.0+
46	北	76	変形性両膝関節炎、左指神経炎	20	鎮痛剤、VB ₁ 、しっ布	〃	入市
47	北	67	白癬症、便秘症、湯中り	22	軟膏、緩下剤、VB ₁ 、 抗ヒスタミン剤	〃	4.1
48	原	78	変形性腰椎症、軟骨ヘルニア、 腎炎	10	鎮痛剤、腰椎展伸、VB ₁ 、利尿剤	〃	入市
49	佐	74	両膝関節炎	10	鎮痛剤、VB ₁ 、しっ布、マイクロ、 ザルプロ糖液	〃	入市
50	坂	68	潰瘍性大腸炎疑	8			2.0-
51	佐	69	右片頭痛、右坐骨神経炎	15	ミグレニン、VB ₁	〃	1.5+
52	下	50	肝硬変、食道静脈瘤	9	糖液、VB ₁ C	不変	入市
53	7 難	75	変形性両膝関節炎、腰痛症	11	鎮痛剤、VB ₁ 、マイクロ、しっ布、 ザルプロ糖	軽快	入市
54	藤	73	心肥大、白血球増多症、 手指知覚鈍マ	17	VB ₁ CE	〃	3.0
55	美	47	肝炎	11	強肝剤、VB ₁ C、糖液	〃	2.0
56	松	63	多発性関節リウマチ	8	マイクロ、リウマチ剤、 ガンマーグロブリン	〃	1.5±
57	的	71	心肥大	7	ぬるま湯、半浴	不変	入市
58	竹	76	高血圧症、左膝蓋骨折、 右膝関節炎	11	マイクロ、しっ布、ザルプロ糖液、 ぬるま湯、降圧剤	軽快	入市
59	松	66	パージャー氏病	8	薬浴(硫黄加)	〃	1.5±
60	尾	77	左片マ、冠不全	7	血行促進剤、VB ₁ 、リハ	〃	入市
61	伊	71	肝腫大、腰痛	11	糖液、VB ₁ C、飲泉(のけ浜) 鎮痛剤、マイクロ	〃	入市
62	尾	47	高血圧症、糖尿病、 右限局性脊髄マヒ	8	ぬるま湯、安臥、展伸、 VB ₁ C、薬浴(硫)	〃	4.0+

6	安	♂	70	右肺がん術后、気管支炎	20	鎮咳剤、抗生剤、糖液、VB ₁ C、抗がん剤	軽快	3.0	
64	安	♂	70	高血圧症、不整脈	3	ぬるま湯、安臥、整脈剤	〃	入市	
65	金	♂	49	低血糖症、右気胸	5	鎮咳剤	〃	2.0+	
66	古	♀	52	軟骨ヘルニア疑	6	鎮痛剤、VB ₁ 、展伸	〃	1.5+	
67	橋	♀	61	高血圧症、腰痛、両膝関節炎	11	降圧剤、鎮痛剤、VB ₁ 、マイクロ、ぬるま湯	〃	長崎 2.0+	
68	惣	♂	79	痛風、下半身鈍マ	8	リハ、VB ₁	〃	3.0	
69	高	♂	70	糖尿病、左肩関節強直	11	リハ、薬浴(銅、亜鉛)	〃	1.5+	
7	土	♂	83	高血圧症、両下腿筋痛	7	マイクロ、しっ布、鎮痛剤	〃	入市	
71	8	松	♀	68	肝炎、じんま疹	7	強肝剤、糖液、VB ₁ C	〃	0.2+
72	馬	♀	58	慢性胃炎	3	制痛剤	〃	2.0+	
73	石	♀	66	本能性高血圧症、心肥大	7	降圧剤	〃	入市	
74	伊	♀	69	高血圧症、右股静脈血栓、子宮がん術后	6	ぬるま湯、安臥	〃	2.0-	
75	大	♂	63	肝炎、腰椎間関節炎	8	マイクロ、VB ₁	〃	3.0+	
76	石	♂	71	狭心症、慢性気管支炎、前立腺肥大	7	VB ₁	〃	2.0+	
77	栗	♂	70	肺線症、腰痛、膀胱炎	8	鎮咳・抗生剤、マイクロ	〃	4.1±	
78	片	♀	83	急性胃腸炎	11	鎮痛・抗生剤、糖液、VB ₁ C	〃	3.0+	
79	小	♂	44	糖尿病、胸腰椎圧迫骨折后	6	薬浴(銅、亜鉛)、鎮痛剤、マイクロ、展伸	〃	入市	
80	片	♂	53	高血圧症、心肥大	11	ぬるま湯、安臥、降圧剤	〃	入市	
81	花	♀	73	高血圧症、右膝関節炎	6	〃 〃 マイクロ、VB ₁	〃	3.0-	
82	福	♀	69	高血圧症、メニエール氏病	6	糖液、VB ₁ C	〃	入市	
83	蓮	♀	55	高血圧症、慢性腎炎、右膝関節炎	8	ザルプロ糖、マイクロ、しっ布	〃	3.0-	
84	佐	♂	60	腰椎間関節捻挫、貧血症疑	22	マイクロ、VB ₁	〃	2.0-	
85	隅	♂	59	低血圧症	9		〃	2.5-	
86	富	♂	68	慢性胃炎、左葉間肋膜炎后	11		不変	入市	
87	土	♂	46	軟骨ヘルニア	7	鎮痛剤、VB ₁ 、展伸	軽快	4.0+	
88	伊	♂	68	肝硬変症	8	糖液、VB ₁ C、ボセルモン	〃	3.0-	
89	尾	♂	47	高血圧症、糖尿病、右限局性脊髄マヒ	29	展伸、薬浴、マイクロ、VB ₁ E	〃	4.0+	
90	9	西	♂	67	低血圧症、貧血症	8	糖液、VB ₁ C	〃	2.0-
91	西	♀	74	変形性腰椎症、高血圧症	10	ぬるま湯、安臥、鎮痛剤、VB ₁ 、マイクロ	〃	入市	
92	義	♀	53	左肩関節炎	5	マイクロ、しっ布	〃	入市	
93	向	♂	61	高血圧症、糖尿病、左肩関節炎	13	薬浴、マイクロ、しっ布	〃	入市	
94	光	♀	71	高血圧症、不整脈	7	ぬるま湯、安臥、VB ₁ 、強心剤	〃	入市	
95	光	♂	78	パーキンソン氏病	7	VB ₁ 、アーテン	〃	入市	
96	植	♀	69	白血球減少症、腰椎すべり症	8	鎮痛剤、展伸、VB ₁	〃	長崎 4.0-	
97	市	♀	62	右跟骨亀裂后、変形性腰椎症	23	ベノスタゲン、しっ布、展伸、VB ₁	〃	入市	
98	上	♂	79	慢性気管支炎、上室性不整脈	8	半浴、アミサリン	〃	4.0-	
99	上	♀	62	慢性気管支炎、肝炎、両腓腸筋痛	8	VB ₁ 、感冒・抗生剤	〃	入市	

100	大	♀	68	右項部筋痛	7	鎮痛剤、VB ₁ 、しっ布、マイクロ	快軽	入市
101	井	♀	79	貧血症、左肩関節炎	7	マイクロ、ザルプロ糖液	〃	入市
102	山	♀	69	右三角筋部分的裂傷	10	鎮痛剤、マイクロ、ザルプロ糖液、しっ布	〃	2.0-
103	亀	♀	80	メニエール氏病	7	糖液、VB ₁ C、メリスロン	〃	入市
104	賀	♂	68	陳旧性腰椎骨折	8	展伸、VB ₁	〃	入市
105	土	♂	73	腰椎すべり症	8	展伸、VB ₁ 、鎮痛剤	〃	入市
106	高	♀	61	気管支喘息	6	ガンマーグロブリン	〃	入市
107	立	♀	59	肝炎	6	糖液、VB ₁ C	〃	4.0-
108	竹	♀	65	胃潰瘍	6	鎮痛剤、スメドリン	〃	1.0+
109	寄	♂	72	陳旧性胸椎骨折	8	展伸、VB ₁ 、マイクロ	〃	入市
110	安	♀	78	両膝関節炎、高血圧症	7	ぬるま湯、安臥、ザルプロ糖液、マイクロ、しっ布	〃	2.0±
111	藤	♀	69	不眠症	7	渦流浴	〃	入市
112	井	♂	83	心肥大、変形性腰椎症	7	マイクロ	〃	入市
113	沖	♀	82	肺線症	10	鎮咳剤	〃	4.0+
114	加	♀	68	甲状腺術后	10	安定剤、VB ₁	〃	3.0-
115	松	♀	68	肝炎	6	強肝剤、糖液、VB ₁ C	〃	0.2+
116	栗	♂	70	肺線症、腰痛症	10	鎮咳剤、抗生剤、マイクロ	〃	4.1±
117	土	♂	46	軟骨ヘルニア	5	鎮痛剤、VB ₁ 、展伸	〃	4.0+
118	10伊	♂	68	肝硬変症	6	糖液、VB ₁ C、ボセルモン	〃	3.0-
119	藤	♂	73	心肥大、白血球增多症	12	VB ₁ CE	〃	3.0
120	道	♂	71	頸腰椎変形症、指関節炎、動脈硬化症	11	展伸、VB ₁	〃	1.0+
121	内	♂	77	痒疹、頭部擦過傷	7	止痒剤、コルチコロド、鶴寿泉浴	〃	2.0±
122	府	♂	68	左膝関節炎	24	マイクロ、ザルプロ糖液、消炎、鎮痛剤	〃	1.5-
123	太	♂	82	心肥大、不整脈	17	半浴、安臥、アミサリン、VB ₁	〃	2.0-
124	石	♂	65	慢性肝炎	12	糖液、VB ₁ C	不変	入市
125	入	♀	79	変形性腰椎症	8	展伸、マイクロ、VB ₁ 、鎮痛剤	軽快	4.1
126	大	♀	67	右大腿下腿Ⅱ度火傷	7	抗生剤、軟膏	〃	3.0
127	石	♀	78	腰痛症	11	VB ₁ 、マイクロ、鎮痛剤	〃	2.5+
128	山	♀	73	右膝蓋骨亀裂后	16	ザルプロ糖液、鎮痛剤、電法	〃	2.0+
129	頼	♀	32	感冒	8	感冒・抗生剤	全治	2.0+
130	山	♂	53	咽頭炎、糖尿病、肝炎、腎炎	5	感冒・抗生剤	軽快	2.0±
131	河	♀	76	関節リウマチ、突発性頻脈症、痒疹	6	止痒剤、VB ₁	〃	1.7+
132	可	♀	70	心肥大、気管支炎	7	感冒・抗生剤、強心、鎮咳剤	〃	入市
133	久	♀	74	貧血症低血圧症	16	糖液、VB ₁ C、鉄剤	〃	1.5+
134	梶	♂	66	咽頭炎、糖尿病	4	感冒・抗生剤、鎮咳剤	〃	入市
135	吉	♀	54	高血圧症、左足根骨折后	7	降圧剤、電法	〃	入市
136	加	♂	72	低血圧症、不眠症	12	渦流浴、糖液、VB ₁ C	〃	2.0+

137	林	♀	81	心肥大、慢性気管支炎	12	感冒・抗生剤、鎮咳剤	軽快	入市	
138	道	♀	72	慢性腎炎	11	利尿剤、抗浮腫剤	〃	2.0-	
139	高	♀	76	急性胃炎	7	健胃、鎮痛剤	全治	2.0-	
140	坪	♀	72	心肥大、片頭痛	7	ミグレニン、安定剤、糖液、VB ₁	軽快	入市	
141	土	♀	63	軟骨ヘルニア、咽頭痛	15	VB ₁ C、展伸、渦流浴、感冒剤	〃	入市	
142	土	♂	71	子宮がん術后、不眠症、高血圧症	17	ぬるま湯、安臥、降圧剤	〃	2.0+	
143	新	♂	56	右気管支拡張症、胆嚢炎	11	消炎・抗生剤	〃	入市	
144	新	♀	52	メニエール氏病、膀胱炎	11	糖液、VB ₁ C、メリスロン、抗生剤	〃	3.0-	
145	佐	♂	75	糖尿病、心不全、右肘攣縮	7	薬浴、リハビリ	〃	入市	
146	11	立	♂	76	両膝変形性関節炎	11	水射浴、マイクロ、ザルプロ糖液、鎮痛剤	〃	入市
147		長	♂	69	左片マ、低血圧症	7	VB ₁	不変	2.0+
148		中	♀	73	糖尿病、咽頭痛	10	感冒・抗生剤	軽快	入市
149		中	♀	70	高血圧症、動脈硬化、両下腿浮腫	8	ぬるま湯、安臥、利尿剤、抗浮腫剤	〃	1.5+
150		福	♀	78	高血圧症、糖尿病、左上膊・ 腰椎骨折后、右膝関節炎	26	薬浴、マイクロ、降圧剤、電法	〃	入市
151		別	♂	58	低血圧症、感冒	6	感冒・抗生剤	〃	入市
152		水	♂	69	不整脈、吃逆	8	糖液、VB ₁ C	〃	3.5+
153		宮	♀	70	高血圧症、便秘症	11	ぬるま湯、安臥、緩下剤	〃	3.0+
154		宮	♀	70	高血圧症、胃ポリープ	10	気泡浴、降圧剤、健胃剤	〃	3.0+
155		板	♀	65	気管支喘息、感冒	8	感冒剤、鎮咳剤、抗喘息剤	〃	4.0-
156		梅	♀	73	高血圧症、変形性腰椎症、不眠症	11	展伸、VB ₁ 、睡眠剤、マイクロ	〃	入市
157		梅	♂	79	痛風症、慢性気管支炎	11	抗痛風剤、感冒、マイクロ	〃	入市
158		有	♀	54	両下腿浮腫	11	VB ₁	〃	入市
159		柳	♀	73	腰椎すべり症	12	展伸、VB ₁	〃	3.0+
160		唐	♀	58	高血圧症	5	ぬるま湯、安臥、降圧剤	〃	1.5-
161		菊	♀	57	腰椎すべり症	7	展伸、VB ₁	〃	入市
162		高	♀	60	高血圧症、足趾白癬症	10	ぬるま湯、安臥、足薬浴、 デルマシド	〃	1.5+
163		貞	♂	63	左扁桃腺炎	11	感冒・抗生・含嗽剤	〃	入市
164	12	森	♂	38	軟骨ヘルニア術后	22	リハビリ、マイクロ、ザルプロ糖液	〃	1.5+
165		桑	♂	72	高血圧症、左肩関節炎、 腰痛、慢性胃炎	18	マイクロ、鎮痛剤、 ザルプロ糖液、健胃剤	〃	入市
166		藤	♂	73	心肥大、白血球増多症、感冒	19	感冒・抗生剤	〃	3.0
167		曾	♀	66	糖尿病、両肩関節炎	17	薬浴、VB ₁ 、マイクロ	〃	入市
168		松	♂	77	内痔核、腸炎	12	坐薬、整腸剤	〃	入市
169		荒	♀	68	再生不良性貧血、胸椎骨折后	8	展伸	〃	3.0+
170		栗	♀	70	慢性腎炎	7	利尿剤	不変	入市
171		和	♀	57	軟骨ヘルニア	7	展伸、VB ₁ 、鎮痛剤	軽快	入市
172		小	♂	75	腎性糖尿病、両膝足関節炎	19	VB ₁ 、ザルプロ糖液、 マイクロ、鎮痛剤	〃	1.5+
173		栗	♂	79	肝炎、内臓下垂症	7	強肝剤	〃	入市

174	山	♀	71	高血圧症、心肥大	11	ぬるま湯、安臥	軽快	4.0-
175	金	♀	62	低血圧症、軟骨ヘルニア	7	昇圧剤、展伸、VB ₁	〃	入市
176	甲	♀	63	胸椎圧迫骨折后、骨粗鬆症	9	展伸、マイクロ、性ホルモン剤	〃	入市
177	本	♀	67	気管支拡張症、右膝関節炎	11	マイクロ、電法、VB ₁	〃	2.0-
178	馬	♀	58	糖尿病、咽頭炎	16	感冒・抗生剤	〃	3.0
179	桧	♀	74	軟骨ヘルニア	29	展伸、VB ₁ 、マイクロ、鎮痛剤	〃	入市
180	桧	♀	70	肺線症	29	消炎・抗生剤、鎮咳剤	〃	入市
181	吉	♂	81	肺線症、変形性腰椎症、 右肩両膝関節炎	8	鎮痛剤、VB ₁ 、マイクロ	〃	入市
182	東	♂	60	気管支喘息、高血圧症	5	ぬるま湯、安臥、抗喘息剤	〃	入市 4.1
183	東	♀	54	慢性胃炎、胆嚢炎	5	飲泉(的ヶ浜)	〃	入市
184	島	♀	66	ミネール氏病、高血圧症	3	ぬるま湯、安臥	〃	2.0+
185	末	♂	82	糖尿病、腎炎、両膝関節炎	11	薬浴、VB ₁ C、マイクロ	〃	1.5-
186	53.1 藤	♀	66	右腎・膀胱結石、便秘症	13	緩下剤	〃	0.7-
187	栗	♂	71	両肺線症	15	鎮咳・抗生剤	〃	4.1±
188	西	♂	63	両膝関節炎、不全強直	11	鎮痛剤、マイクロ、リハビリ	〃	4.1+
189	西	♀	59	胸椎陳旧性骨折	11	展伸、ベノスタジン	〃	3.0-
190	堀	♂	65	糖尿病、肝炎	8	強肝剤、VB ₁ C	〃	入市
191	浮	♂	51	軟骨ヘルニア	7	展伸、VB ₁	〃	1.7-
192	宮	♂	79	腰痛、腎性糖尿病	6	鎮痛剤、マイクロ	〃	入市
193	三	♂	63	気管支炎	3	感冒・抗生剤	〃	入市
194	沖	♀	75	胸椎陳旧性骨折	9	鎮痛剤、ザルプロ糖液、電法	〃	入市
195	阿	♀	79	肝炎、感冒	6	感冒・抗生剤、糖液、VB ₁ C	〃	4.1
196	小	♀	78	不整脈	7	アミサリン	〃	3.0
197	奥	♀	76	右膝外傷性関節炎、変形性頸椎症	13	展伸、マイクロ、鎮痛剤	〃	1.7
198	吉	♀	58	高血圧症、貧血性	8	ぬるま湯、安臥	〃	4.1+
199	吉	♀	73	急性胃腸炎	15	整腸・抗生剤	〃	3.0
200	黒	♂	47	腎性糖尿病、背部湿疹	7	フルコート・クリーム	〃	2.0+
201	近	♀	45	慢性肺炎、肩こり	11	VB ₁	〃	1.5-
202	杏	♀	60	胸椎側彎症、更年期症状	7	VB ₁ 、ボセルモン	〃	入市
203	小	♂	32	低血圧症、慢性胃炎	5	健胃剤	〃	3.0
204	椛	♀	51	多発性関節ロイマ	7	VB ₁ 、マイクロ	不変	入市
205	数	♀	75	貧血症、白血球減少症、心障害	9	強心剤	軽快	入市
206	金	♂	76	肝炎、糖尿病、不眠症	8	気泡浴、強肝剤、糖液、VB ₁ C	〃	入市
207	竹	♀	70	左季肋軟骨骨折	9	鎮痛剤、VB ₁ 、しっ布	〃	入市
208	鉄	♀	70	高血圧症、肝炎、便秘症	15	ぬるま湯、安臥、緩下剤	〃	1.5
209	東	♀	71	低血圧症、感冒	6	昇圧剤、感冒剤、糖液、VB ₁ C	〃	入市
210	竹	♂	53	頸椎陳旧骨折、心肥大、 前立腺肥大	12	展伸、VB ₁ 、低周波	〃	入市

211		迫 61	肝炎	8	糖液、VB ₁ C	軽快	入市
212		柴 63	肝炎、背痛	9	強肝剤、糖液、VB ₁ C、マイクロ	〃	2.0±
213		術 76	心筋症、右膝関節炎	8	強心剤、マイクロ、半浴	〃	4.1-
214		中 70	高血圧症	15	ぬるま湯、降圧剤	不変	4.1-
215		高 69	高血圧症、心筋症	15	ぬるま湯、安臥、降圧剤、VB ₁	軽快	4.1-
216		浜 71	右顔面神経麻ヒ、高血圧症	15	降圧剤、VB ₁ 、マイクロ	〃	4.1-
217	2	内 69	低血圧症、気管支炎	7	昇圧剤、感冒・抗生剤	〃	入市 長崎
218		菅 82	動脈硬化症	8	血行促進剤、VB ₁	〃	入市
219		徳 68	高血圧症、左膝関節炎	11	ぬるま湯、安臥、VB ₁ 、 鎮痛剤、マイクロ	〃	入市
220		増 78	腰椎陳旧性骨折、右肩関節半脱臼	11	展伸、VB ₁ 、マイクロ	〃	入市
221		落 77	心肥大、変形性腰椎症	11	展伸、VB ₁ 、強心剤	〃	入市
222		井 52	悪性直腸ポリープ術后	8			2.5+
223		池 49	高血圧症、右片マ、変形性腰椎症	10	リハビリ脳循環、促進剤、 強心剤、V ₁ B	軽快	入市
224		桑 58	慢性肝炎	11	強肝剤、VB ₁ C、糖液	〃	2.0
225		山 54	高血圧症、心肥大	10	ぬるま湯、安臥	〃	1.5+
226		山 59	胃手術后、低血圧症、 右肩関節周囲炎	10	VB ₁ 、マイクロ、しっ布	〃	1.5+
227		原 68	急性大腸炎	6	整腸・抗生剤、糖液、VB ₁ C	全治	4.0±
228		森 73	胸椎陳旧性骨折、咽頭炎	8	展伸、VB ₁ 、マイクロ、 鎮痛剤、感冒剤	軽快	3.0-
229		花 74	胃手術后、腎性糖尿病	10	丸山ワクチン	〃	入市
230		中 51	パージャー氏病	10	薬浴(硫黄加)、血行促進剤	〃	入市
231		加 56	高血圧症、感冒	10	ぬるま湯、安臥、感冒剤	〃	入市
232		伊 68	咽頭炎	8	感冒・抗生剤	全治	入市
233		竹 73	高血圧症、心筋症	10	降圧剤	軽快	入市
234		為 69	高血圧症、咽頭炎	10	感冒・抗生剤	全治	1.0+
235		丸 53	慢性胃炎	10	健胃剤	軽快	入市
236		徳 65	高血圧症、糖尿病、感冒	12	感冒・抗生剤	〃	入市
237		新 65	両膝外傷性関節炎	10	ザルプロ糖液、マイクロ、 鎮痛剤、しっ布	〃	入市
238		豊 66	亜急性気管支炎	10	感冒・抗生剤	全快	入市
239		田 57	右肩火傷	10	軟膏、抗生剤	軽快	入市
240		桑 65	右膝関節炎、左肩挫傷、喘息	11	抗喘息剤、ザルプロ糖液、マイクロ	〃	4.0+
241		高 64	軟骨ヘルニア、左乳がん術后痛	11	展伸、低周波、VB ₁	〃	1.0+
242		末 64	高血圧症、両股関節炎	11	ぬるま湯、安臥、鎮痛剤、 VB ₁ 、同化ホルモン	〃	2.0+
243		和 77	左四頭股筋痛	8	VB ₁ 、しっ布	〃	1.5+
244		小 63	気管支喘息、気管支炎	11	感冒・抗生剤、鎮咳剤	〃	1.5-
245		金 57	変形性胸椎症、腎性糖尿病	10	気泡浴、鎮痛剤、VB ₁	〃	?
246	3	若 71	左片マ、気管支炎、心肥大	8	微温、半浴、VB ₁ 、 抗生剤、リハビリ	〃	入市
247		畑 51	右三叉神経痛	10	低周波、ザルプロ糖液、 コルチコイド	〃	4.0+

248	西	♀	70	高血圧症	11	ぬるま湯、安臥	軽快	入市
249	西	♂	75	糖尿病	11	薬浴	〃	入市
250	藤	♂	77	高血圧症、変形性腰椎症	33	鎮痛剤、VB ₁ 、マイクロ	〃	1.5-
251	長	♂	58	高血圧症、右膝関節炎	5	微温浴、安臥、降圧剤、 鎮痛剤、マイクロ	〃	2.0+
252	本	♂	72	高血圧症、右片マ、感冒	9	脊髄通電、VB ₁ 、リハビリ、 抗ヒスタミン剤	〃	1.5+
253	本	♀	62	高血圧症、心肥大	9	微温浴、安臥	〃	入市
254	奥	♀	64	高血圧症	10	安定剤	〃	入市
255	山	♂	48	肝炎、糖尿病	7	滴注、VB ₁	不変	?
256	田	♀	70	咽頭炎	11	感冒・抗生剤	軽快	1.3+
257	藪	♀	66	不眠症	13	渦流浴	〃	入市
258	青	♀	58	片頭痛	13	鎮痛剤、睡眠剤	〃	2.0+
259	山	♂	73	冠不全	7	強心剤	不変	入市
260	河	♂	81	高血圧症、大腸炎	7	降圧剤、止痢剤	軽快	1.5+
261	中	♀	56	気管支炎	7	感冒・抗生剤、鎮咳剤	〃	2.0-
262	横	♀	63	高血圧症、変形性腰椎症、 両膝関節炎	6	微温浴、安臥、降圧剤、 マイクロ、ザルプロ	〃	3.0-
263	村	♂	71	動脈硬化症、変形性腰椎症	8	脳血管促進剤、マイクロ、VB ₁	〃	入市
264	本	♀	67	高血圧症、両膝関節炎、咽頭炎	17	微温浴、安臥、VB ₁ 、マイクロ、 感冒・抗生剤	〃	4.1-
265	中	♀	57	慢性肝炎	17	強肝剤、糖液、VB ₁ C	〃	2.0+
266	浅	♂	70	高血圧症、心肥大、腸内異物	8	微温浴、安臥、降圧剤	〃	入市
267	石	♀	71	高血圧症、不眠症	5	安定剤、利尿剤	〃	入市
268	宮	♀	52	甲状腺腫、自律神経失調症	10	安定剤、VB ₁ CE、甲状腺剤	〃	1.2+

〔備考欄 被爆距離、遮蔽有無〕

これを疾患別に見ると表Vの如く、急性胃・腸炎、内痔核、歯齦炎、感冒性疾患など、一過性急性のものを除くと、66種類、442疾患である。昭和52年6月の厚生省の発表によれば、被爆者は非被爆者の2倍の罹病率を示すといわれ、加齢とともに多くは2種類以上の疾患をもっている。

最多例は高血圧症の60例であり、次いで心肥大、心筋症、冠不全などの心疾患が32例、膝関節炎30例、糖尿病26例、肝炎25例、変形性脊椎症23例、骨折後18例、低血圧症16例、軽骨ヘルニア11例腰痛、不眠症の各10例など、ほぼ前年度と類似の傾向を示したが、なお貧血症9例、白血球増多症5例、白血球減少症2例などの血液疾患が見られた。治療法では、ほとんどの症例が主治医から薬剤を持参しているので、表中の記載は、それ以外のものか、追加を必要としたものである。

従前通り、高血圧症例には、微温浴と浴后30分間の安臥（38例）、心疾患には浴水面を乳嘴の高さととどめる半浴（5例）、不眠症の症例には気泡浴または渦流浴（9例）、糖尿病（12例）や血行障害（3例）には薬浴を行ったが、本年度には痒疹（1例）に明礬鶴寿泉を利用、慢性胃炎兼胆嚢炎の症例と飲酒性肝腫大の症例に的ヶ浜飲泉（1日約1ℓ）を行い著効を収めることができた。ことに肝腫大例では3週間の飲泉で、手掌巾を越える肝が1/3以下に縮小したのである。その外補助療法として、マイクロ波（70例）、低周波（3例）、頸、胸、腰椎の展伸（27例）、リハビリ（11例）などが行なわれた。

薬湯のねらいは、本来の温泉の作用を損うことなく、微量の成分を付加することによって温泉効果を強化することを計るものである。コロイド硫黄はほぼ0.04cc/kgを付加することによって、自

表V 症例分類

病名	例数	病名	例数	病名	例数	病名	例数
リュマチ	3	片頭痛	3	白血球增多症	5	痛風	2
膝関節炎	30	メニエール病	4	白血球減少症	2	糖尿病	26
肩関節炎	8	慢性気管支炎	5	出血性素因	1	低血糖症	1
その他の関節炎	7	喘息	5	慢性胃炎	6	甲状腺腫	3
関節攣縮・強直	2	気管支拡張症	3	ポリ一	1	更年期障害	1
半脱臼	1	気管支胸	2	胃潰瘍	1	自律神経失調症	1
変形性脊椎症	23	陳久性肋膜炎	1	急性胃	5	胃術后	2
脊椎分離・すべり症	4	肺線	7	急性腸	5	かん術后	7
軟骨ヘルニア	11	不整脈	8	内痔	1	鼠蹊ヘルニア	1
骨折后(脊椎を含む)	18	徐脈	1	慢性膀胱炎	1	外傷后	8
頸腕症候群	1	心肥大・心筋症	25	便秘	6	湿疹	2
神経痛・炎	5	冠不全	7	肝硬変	25	じんま疹	2
筋痛	6	動脈硬化症	6	胆嚢炎	3	掻痒症	1
腰痛	10	血行不全	3	腎嚢炎	2	皮膚病	2
片マ	5	浮腫	2	腎炎	6	歯齦炎	2
神経マヒ	5	高血圧症	60	膀胱炎	2	感冒性疾患	38
吃逆	1	低血圧症	16	尿路結石	2	湯中計	1
不眠症	10	貧血	9	前立腺肥大	2		493

表VI 糖尿病の薬浴効果

症例No.	薬浴回数	糖	前	I	II	III	IV	V
6	2	尿血 mg/dl	+	-				
			130	130				
13	7	尿血 "	+	+	±			
			130	130	130			
62	6	尿血 "	±	±				
			130	90				
69	5	尿血 "	+	+	±			
			150	90	90			
79	2(?)	尿血 "	-					
			130					
89	29	尿血 "	-	-	-	-	-	-
			(130)	90	90	100		60
93	8	尿血 "	±	+	-			
			130	90	90			
145	4	尿血 "	+	+				
			130	110				
150	15	尿血 "	+	+	-		±	-
			90	130	130	130	100	100
167	12	尿血 "	+	-	±	-		
			130	90	130	130		
185	4	尿血 "	+	+	+			
			175	130	175			
249	8	尿血 "	+	+	+			
			130	120	100			

他覚的に血行の改善を認めた。糖尿病に対しては浴泉水 1kg に対し硫酸銅 1.4mg、硫酸亜鉛 205mg を付加した。その効果は表VIの如くである。糖尿病症例は26を数えたが、デキストロステイクス法による血糖値が

ほぼ正常値を示し、腎性糖尿を思わせる5例を除き、その他の症例中薬浴を行なったものが12例である。

薬浴開始前の尿、血糖値に対し、週2回の検診日に行った検査成績を見ると、№185を除きいずれも多少の改善が見られるが、ことに薬浴数15回以上の№89と№150では著効を示している。№89と№62とは同一症例であるので、血糖前値は130mg/dlと見なされる。入所者の滞在がこの意味では

充分とはいえないし、病状の程度にもよるであろう。さらに症例を重ねて行く予定である。

血圧測定

受診の有無にかかわらず、多くの入所者に可及的入所後速やかに血圧測定をすすめ、高血圧者（最高血圧160mmHgを越えるもの）には高温浴をさけ、微温浴と浴後30分間の安臥を指示することにして

いる。また術後1年以内のがん患者には、控目に1日1回以上の入浴を差控えるし、活動性の結核患者は、温療の中止を指示する。

入所時および退所時に血圧測定を行えた症例は、図の如く24グループ、795名で、各グループ毎にその人数、滞在日数、入所年月日を下記した。

これら24グループ中、7日以上滞りは10グループであり、他の4グループは6日以上の滞在に過ぎなかったが、参考のため図示した。

血圧の測定には、各種の影響をさけるため食事、運動、入浴の前の早朝が望ましいが、必ずしも適当ではないものもあるようである。

これらの成績を見ると、多少とも正常化傾向を示し、ことに7日未満滞在グループにより明かであるが、第5の福島町グループ、第19の安住町グループでは、温療後何らかの原因で上昇傾向を示すものが多かった。季節的には4、5、11、12、1月のグループが落付いた動きを示している。やはり測定時間を正しくえらぶことが必要であろう。

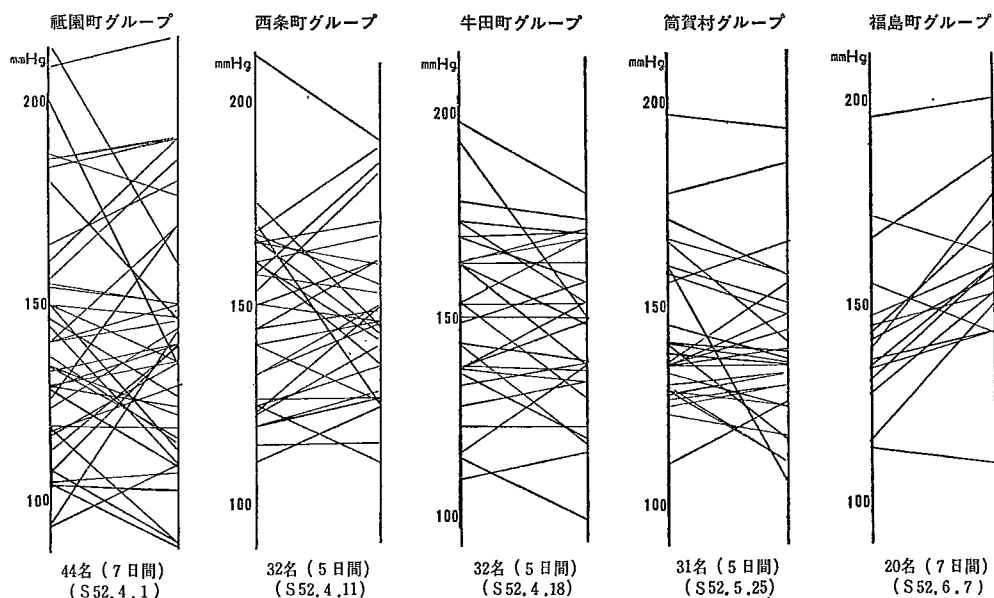
むすび

本年度は景気の落込みを考慮して、入所料1泊3食付2,400円を据置にしたのであるが、前年度を上まわる成績をあげ、ことに7日以上滞り所が100名も増加したことは、温療の意義がよりよく理解された賜であろう。

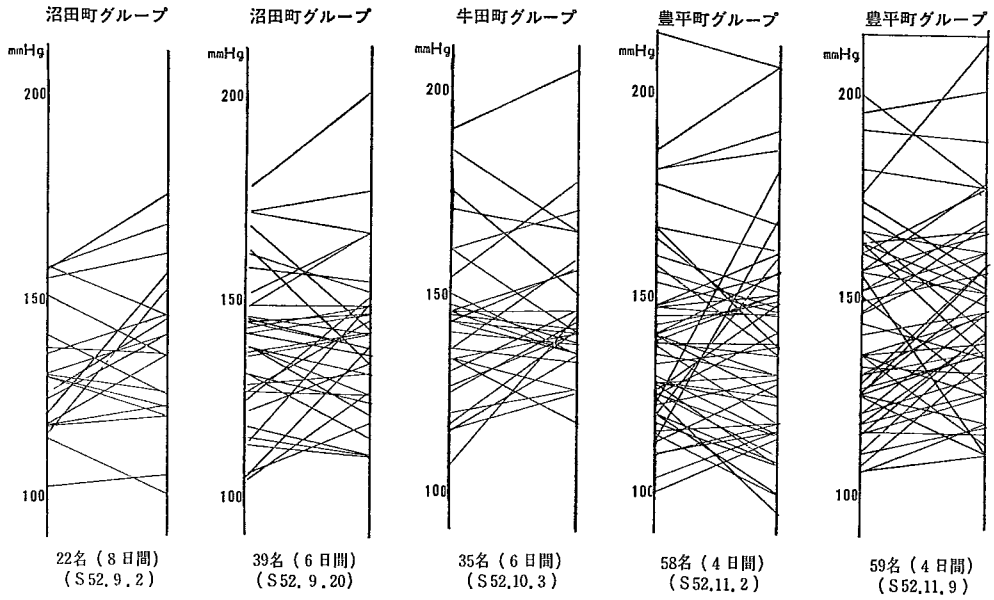
今後とも引続き関係方面のご援助をお願いするとともに、これまでに示されたご協力とご好意、ならびに職員一同の献身的なご努力に対し深く感謝するとともに、特にオーバー・ヘッド・フレームと渦流浴槽をご寄付いただいた核禁会議、客室用カラーテレビ二基をご寄付いただいた原水禁県民会議の各位に心からなる感謝を捧げるものである。

参考文献 同前

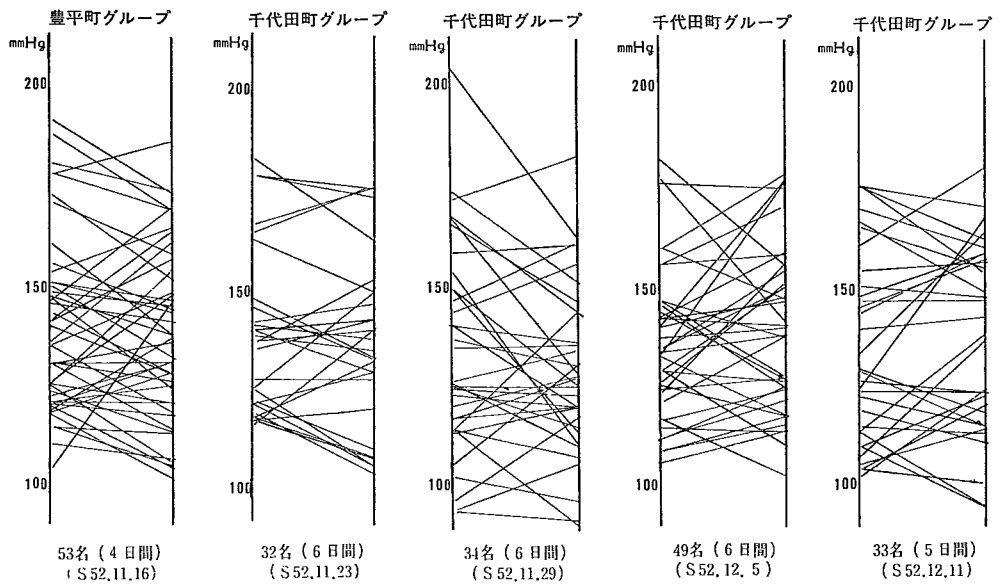
温療前後の最高血圧



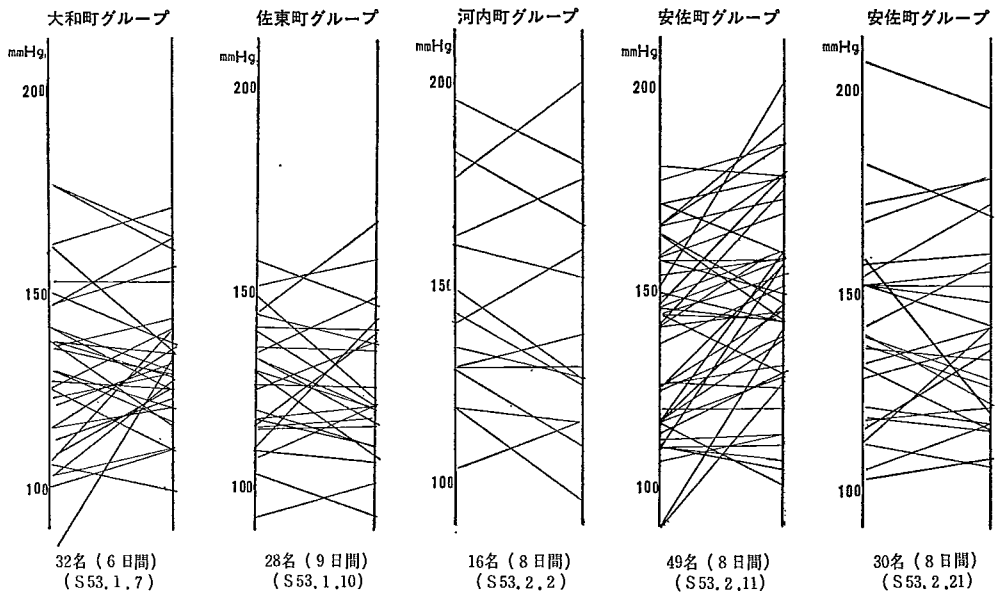
温療前後の最高血圧



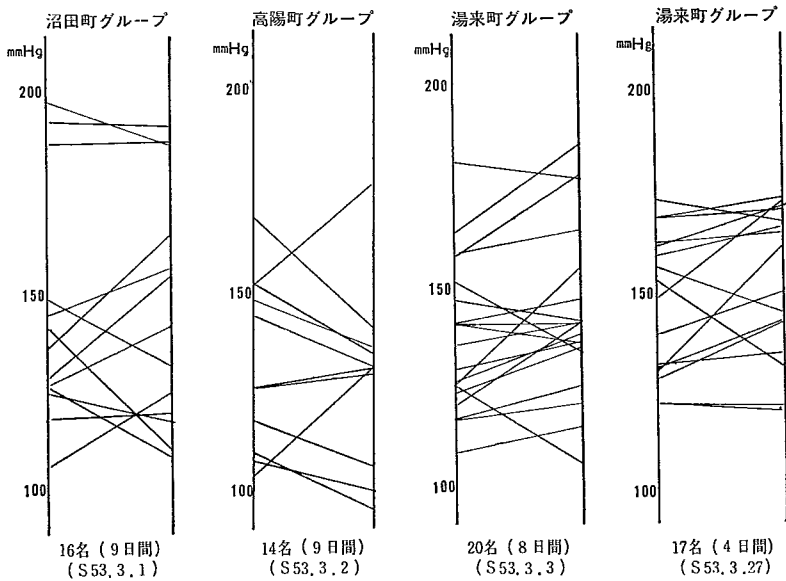
温療前後の最高血圧



温療前後の最高血圧



温療前後の最高血圧



原爆被爆者の温泉療法（第10報）

（温泉地保養の主として体力に及ぼす影響について）

九州大学温泉治療学研究所外科

辻 秀 男
麻 生 宰
白 坂 千 秋

原爆被爆者別府温泉利用研究所

八 田 秋

緒 言

温泉保養が日常生活における精神的ストレスからの解放、新たな行動意欲の昂揚など、心理的効果を生むことは容易に理解されよう。一方、保養によって身体的にもなんらかの具体的効果をもたらされることが期待されるが、従来この点については必ずしも明かにされていない。病者を対象とする温泉地療養の場合には、病状や検査値の変化からその効果を判定できるが、健康者や老人を含む半健康者の保養効果については、その判定が困難であることが主な理由と思われる。

そこで著者らは、温泉保養の前後における体力を測定し、保養によってこれがどのように変るかを観察するとともに、体力測定が効果判定の指標となるかどうかを検討することにした。疲労を恢復し、新たな生活エネルギーをたくわえることは保養の目的であることからすると、当然体力の向上が期待されると考えられるからである。

今回の報告では、保養の方法について格別の指導は行なわず、いわゆる「湯治」的な保養形式での体力変化を観察した。

対 象

広島市の農村部から別府原爆センターに来所し、少なくとも8日以上滞在した男9例、女11例、計20例を検査対象とした。年齢は60～82才（平均69.4才）と比較的高令者が多かった。これら被験者は原爆被爆者ではあるが、現在はそれに由来すると考えられる身体症状を示しておらず、むしろ加齢に伴う心血管系や運動器の機能的、器質的変化を持つものが多かった。

保養の方法

これら被験者の原爆センター滞在期間は8～11日（平均9.2日）であった。この期間中の生活は極めて自由であり、毎日8時、12時、17時の食事時間以外は任意に外出したり、室内娯楽などで時間を過ごしたものが多かった。

滞在中の入浴回数は1日1回のもの3例、2回8例、3回8例で、例外的に5回以上のものが1例あった。

保養期間中の運動量を退所時の問診票から3群に分類し、毎日規則的に散歩などの運動を行なったもの（A群）、滞在期間中に数回外出して他の温泉や観光施設を訪れたもの（B群）、殆んど外出もせずもっぱら室内娯楽やテレビに時間を過ごしたもの（C群）とした。この分類から被験者をわけると、A群5例、B群11例、C群4例と一般に運動不足に傾くと思われる結果であった。

以上のことから、被験者達の保養態度はいわゆる湯治というにふさわしいものであったと思われる。

る。

検査項目と方法

1. 来所時に生活歴、既往症、現在のなんらかの自覚症、運動習慣や労働程度をたずねるとともに、血圧測定、心電図検査を行なった。

2. 体力測定 トレッドミル歩行運動負荷による多段階負荷テスト⁽¹⁾を行ない、定常状態での心拍数をもって体力を判定した。すなわち毎分50mの速度で、傾斜を5°、10°、15°に漸増し、まず5°傾斜で歩行を開始して心拍数が一定となったら傾斜を10°に増加して再び定常状態になったときの心拍数を記録した。この結果からの体力判定は、5°、10°傾斜のいずれにおいても定常心拍数が保養後減少したものを体力改善、いずれにおいても心拍数増加したものを低下、いずれとも判定しがたいものはこれを不変とした。

運動テスト中は連続的に心電図を記録して心拍数をよみ取るとともに、虚血性変化の出現をチェックした。また胸痛を訴えた場合は直ちにテストを中止した。

成績

1. 来所時の身体状況とその保養による変化

1) 自覚症状 高令者が多かったためになんらかの自覚症状を訴えたものが多く、それらの種類、保養後の変化は表1のようであった。すなわちなんらの愁訴もなかったものは3例にすぎず、自覚症のなかでは腰痛や関節痛が夫々7例と多かった。

表1 自覚症と保養後の変化

来所時 自覚症	例数	退所時	
		軽快	不変
なし	3	—	—
腰痛	7	5	2
関節痛	7	5	2
便秘	4	4	0
その他	2	2	0

(重複症状例 3例)

表2 血圧の変化

血圧		来所時(例)	保養後(例)
最高血圧	160以上	9	8
	140~160	3	5
	140以下	8	7
最低血圧	100以上	0	3
	90~100	1	2
	90以下	19	15

表3 心電図所見 (15例)

ECG所見	例数
正常	7
ST異常	4
脚ブロック	3
左房負荷	1

覚症のなかでは腰痛や関節痛が夫々7例と多かった。

保養後にはこれらの自覚症が軽減したものが多く、不変のままであったものは20%にすぎなかった。

2) 血圧 来所時の血圧は、収縮期血圧160mmHg以上と高いものが20例中9例に認められた(表2)。保養後の血圧分布は表に示すようで、全般的に保養による血圧変化はこの群では少なかった。

3) 心電図所見 心電図検査を行なった15例の検査所見は表3のようであった。半数近くになんらかの異常所見が認められ、その中では心筋虚血性変化を示すものが多かった。これら心電図異常所見は、保養後にも不変であった。

2. 体力、被検者は大部分が農村の居住者であり、日常軽重の差はあってもなんらかの農作業に従事していたものが多い。そのためか被検者の体力レベルは一般に良好であった。

傾斜角5°及び10°、毎分50m歩行運動の定常状態心拍数を保養前後で比較すると表4のようであった。被検者20例中1例(1/20)は下肢筋力低下と腰痛のためトレッドミル歩行を行ない得ず、十分な心拍数増加が認められるに到らなかったのをこれを除外した。

さきに述べた判定規準から、保養後体力が改善したものは19例中10例(53%)であり、不変4例(21%)、低下5例(26%)であった。しかし体力低下の5例中には、感冒に罹患して保養終了時には服薬中であったものが2例含まれている。このような状態での体力は当然低下するから

表4 トレッドミル運動負荷時心拍数(定常状態時)(速度50m/分)

No.	年令	性	安静時心拍数		5° 傾斜		10. 傾斜		判定	備考
			前	後	前	後	前	後		
1	82	男	60	76	100	92	116	120	改善	高血圧
2	73	男	72	76	100	88	108	104	〃	高血圧
3	61	男	76	68	104	96	112	104	〃	
4	71	男	48	52	96	92	116	100	〃	脚ブロック
5	60	男	64	62	96	80	104	92	〃	
6	65	女	80	80	108	98	120	112	〃	
7	76	女	84	60	112	92	125	108	〃	S T低下・高血圧
8	70	女	80	76	96	94	107	104	〃	S T低下・高血圧
9	69	女	80	80	132	128	142	132	〃	脚ブロック
10	72	女	76	60	148	134	160	136	〃	高血圧
11	70	男	64	64	88	88	100	104	不変	脚力低下
12	64	女	80	88	128	131	144	144	〃	脚力低下
13	78	女	62	52	100	96	116	116	〃	左房負荷
14	62	女	64	72	104	112	120	116	〃	S T低下・高血圧
15	74	男	68	72	108	112	116	128	低下	
16	66	男	72	88	104	116	128	132	〃	高血圧
17	65	男	72	96	98	112	114	120	〃	感冒(後)
18	71	男	64	76	88	93	98	108	〃	
19	65	女	76	84	96	112	116	120	〃	感冒(後)
20	74	女	64	80	—	—	—	—	不明	腰痛・筋力低下・不整脈

表5 体力変化と運動量・血圧等との関係

No.	年令	性	療養後 体力	療養中 運動	収縮期血圧 (mmHg)		入浴 回数 (/日)	自覚症状
					前	後		
1	82	男	改善	B	170	144	3	腰痛軽減
2	73	男	〃	A	172	154	3	腰痛軽減
3	61	男	〃	B	138	126	3	関節痛軽減
4	71	男	〃	B	130	160	3	腰痛軽減
5	60	男	〃	C	118	132	5—10	
6	65	女	〃	B	150	140	2—3	下肢痛軽減
7	76	女	〃	C	186	200	2	関節痛軽減
8	70	女	〃	B	180	186	2	
9	69	女	〃	B	136	136	2	関節痛軽減
10	72	女	〃	B	190	180	2	
11	70	男	不変	A	155	145	3	腰痛軽減
12	64	女	〃	A	185	214	2	関節痛軽減
13	78	女	〃	C	140	166	2	腰痛(不変)
14	62	女	〃	B	176	180	2	腰痛(不変)
15	74	男	低下	B	132	130	3	
16	66	男	〃	A	170	180	2	
17	65	男	〃	B	136	176	3	下肢痛軽減・感冒
18	71	男	〃	C	143	118	3	
19	65	女	〃	C	110	10	1—2	関節痛軽減・感冒
20	74	女	不明	B	190	180	1—2	頭重感軽減

これらを除けば体力増加したものの率はさらに多くなる。

体力変化の原因を検討する目的で、体力に影響することが考えられる2、3の項目と体力変化とを対比してみると表5のようである。

まず保養期間中の運動量をさきに述べたABC3群にわけてみると、体力改善したものの必ずしも運動量が大ではなく、両者の間には相関は認められない。

被検者中の高血圧者が保養後に血圧下降したものの、あるいはその逆の場合もあったので、これらが体力の変化と関係する可能性も考えられる。しかし保養前後の収縮期血圧の変化は必ずしも体力の消長と一定の関係を示さなかった。

つぎに過剰の泉浴が疲労を来して体力に影響することが考えられるので、1日の入浴回数との関係を検討した。しかしここでも浴回数がなんらかの作用を及ぼした可能性は窺い得なかった。

さきに述べたように、来所時に認められた腰痛、関節痛などの愁訴は保養後には軽快したものが多かった。これらのことが体力に影響する可能性が考えられるが、表中に見られるようにこの点でも明らかな相関性は認められない。

考 察

温泉保養あるいは温泉地療養は、温泉そのものだけでなく療養地での生活全体を健康増進や疾病からの回復促進に利用するものと考えられる。この目的には、温泉保養はある程度の規律や指導の下にコントロールされたものでなければならぬと思われ、西欧における温泉療養の実態はまさにそのようである。

しかし本邦においては、科学的にコントロールされた温泉保養は確立されておらず、療養地での生活はもっぱら個人の自由にまかされ、本質的にはむしろ非健康的とも考えられる保養状況となっている場合さえ少なくない。

温泉保養は、一つには煩わしい日常生活から離れて、美しい環境の中で体を休めるなど精神的慰安の要素があることは確かであろう。しかしさらに期待されるのは、保養によって生体機能の予備能を増大させ社会生活への適応力を改善することである。温泉保養の現状は果してこの目的にそものであるかどうかを体力面から検討した。

保養効果の指標として体力をとり上げたのは次のような理由からである。すなわち体力は心肺機能を代表するとともに、基本的機能である筋運動に関する諸臓器や代謝機能を総合的に表現し、温泉保養の目的である生体予備能を具体的に示すと考えられるからである。

療養地における生活は、現状では日常のそれに比較すると不規則に傾き、非活動的であるために体力面ではマイナス要素が多いと思われる。ことに本調査の対象は高令者とは云え水準以上の体力保持者と考えられることから、保養後には体力はむしろ低下することが予想された。

しかし運動負荷心拍数からみた体力は約半数例で改善した。その原因としてはまずトレーニング効果が考えられることはいうまでもないが、今回観察した保養方法には運動トレーニング要素は甚だ少なく、また運動量と体力変化との相関は認められなかった。その他血圧の消長や腰痛など運動に制限因子となる病的条件との間にも明かな関係は認められなかった。

このように被検者の体力変化ことに保養後改善の機序は明かでない。そこでその他の可能性を考察すると、第1には温泉保養が体力トレーニング要素を含んでいないとしても、転地による気候、生活習慣などの変化が刺激となって調節系、代謝系に賦活的効果をもたらす可能性が考えられる。Schmidt-Kessen⁽²⁾らは労働者に中山気候地域でLiegekurを行なわせ、作業能力の上昇を観察し、Jordan⁽³⁾も Kurort-therapie の非特異的刺激性を指摘している。すなわち温泉保養が非特異的的刺激となって生体のホメオスタシス維持能力を向上させた結果として、運動刺激に対する循環系の反応を安定化する結果になったとも考えられよう。つぎに第2の可能性として休養としての保養の意義が考えられる。腰痛や関節痛などのいわゆる農夫症と思われる訴えが多かったことから推察されるよう

に、被検者はかねて慢性疲労状態にあったとも考えられる。これに対しては一定期間の休養はかえって体力増強的に作用することはいうまでもないことであろう。しかしこれらのことは、すべて今後の検討にまつべき問題であることはいうまでもない。それにしても、体力トレーニングの要素を欠く温泉地保養によっても、多少なりとも体力が増強され得るという事実は興味ある所見と思われ従来の「湯治」という概念での温泉保養も、クリエーションとしての意義が少なくないことを示すものと考えられる。これに適切な運動トレーニングや栄養などに関する科学的な配慮が加われば、温泉保養の健康増進方法としての価値はさらに大きくなることが期待される。

結 論

農村地から原爆センターに來所して保養を行なった高令者20例について、体力測定を中心として保養効果を検討した。

その結果、格別の体力トレーニングを行なわなかったにもかかわらず、約半数例に体力の改善が認められた。その機序は明かにし得なかったが、従来の形式の温泉保養の有効性を示唆する成績と思われた。

文 献

1. 外畑巖, 志野友義, 石川征雄: Treadmill exercise testの酸素消費量、最新医学, 31:2031 1976.
2. Schmidt-Kessen, W. ; in Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde, Ed. W. Amelung u. A. Evers, Eriedrich-Karl Schattauer-Verlag, Stuttgart, 1962, p. 263.
3. Jordan, H. u. H. Wagner ; Reaktionen der Puls- und Atem- frequenz auf einen Klimareiz an Hand der Streug der täglichen Aenderungen, Z. Angew. Bäder- u. Klimaheilk., 16: 404, 1969.

九重町・玖珠町の温泉現況調査

大分県環境管理課

玖珠保健所総務課

九重町には、それぞれ特色をもった温泉地が多く点在している。久大本線豊後森駅から熊本県小国に通じる官原線沿いに壁湯・生竜・宝泉寺・串野・川底の各温泉地があり、九州横断道路沿いの飯田高原には、長者原温泉群と呼ばれている寒の地獄・星生・牧の戸・湯沢の各温泉さらに釜ノ口・筋湯温泉がある。このほか、野矢地区や最近開発された竜門地区にも温泉がゆう出している。

又大岳・八丁原地区には全国でも数少ない地熱発電が行われている。

玖珠町には、玖珠温泉と呼ばれているが町の中心部と天瀬町寄りに温泉がゆう出している。

これらの各温泉地の現況調査を 52年5月から12月の間に実施したので、その調査結果を報告する。

なおこの現況調査は、前回は43年（玖珠町は46年）に実施している。

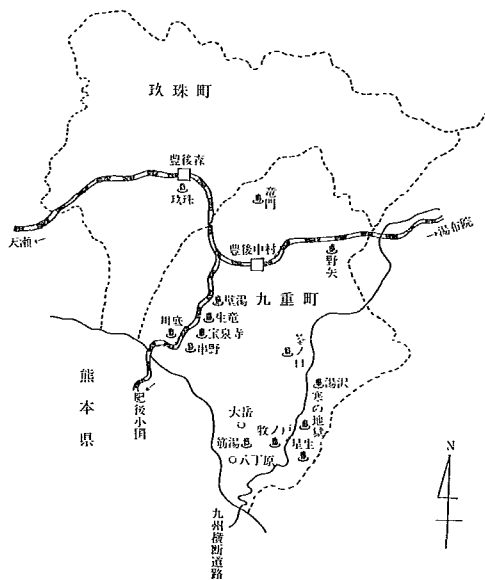
I 調査の目的

一斉調査により源泉並びに利用状況の現況を把握し今後の温泉行政の基礎資料とする。

II 調査方法

台帳登載・未登載を問わず全源泉について、その温度・ゆう出量・停止・枯渇等の状況並びに利用の状況について調査した。なお源泉の位置をそれぞれ図面に記入し温泉分布図とした。

図1 九重町・玖珠町の温泉地



III 調査年月日

筋湯・八丁原	地区	52. 5.12~13
大岳・釜ノ口	〃	〃 9. 9
串野	〃	〃 9.16
川底	〃	〃 9.27
竜門	〃	〃 10. 3
長者原	〃	〃 10.24~25
宝泉寺	〃	〃 10.27~28
〃	〃	〃 11. 8
宝泉寺・生竜・壁湯	〃	〃 11.14
玖珠	〃	〃 11.17
野矢	〃	〃 12. 1

IV 調査結果

調査結果については次のとおりであり、過去の調査資料と比較してみた。なお各源泉別の調査結果は別表のとおりである。

1. 宝泉寺地区温泉

壁湯・生竜・宝泉寺・串野・川底の各温泉

地を宝泉寺地区温泉として第1表にまとめた。

昭和30年の資料は、京都大学理学部山下博士の調査資料である。

第1表 宝泉寺地区温泉

温泉地名	調査年	孔数		ゆう出区分			温度		ゆう出量			平均深度 m	備考
		台帳孔数	活動孔数	自然孔	掘さく		高～低 ℃	平均 ℃	自噴 ℓ/m	動力 ℓ/m	噴気孔		
					自噴孔	動力孔							
壁湯	昭30		4	4			39.8~37.0		2237.0				
	43	3	3	3			40.0~38.8	39.2	1640.0				
	52	5	4	3	1		39.0~27.0	38.5	1535.0				
生竜	30		5	5			43.9~33.2		2074.0				
	43	5	4	3	1		44.0~35.8	39.6	161.0			177.5	
	52	10	9	3	6		52.0~29.5	40.7	589.0			145	
宝泉寺	30		14	13	1		72.1~45.0		528.0				
	43	33 9	17 12	1	15 12		98.0~32.0 46.0~34.0	64.7 40.7	1216.5 2141.6	30.0		143.9 204	宝泉寺 宝泉寺駅前
	52	56	42	1	28	13	93.0~26.5	59.1	1833.0	662.0		195	
串野	30		3	3			53.4~32.5		29.0				
	43	8	5	1	3	1	69.0~44.0	56.5	129.6	16.8		207.5	
	52	10	7		6	1	54.0~26.5	51.5	141.0	7.0		212	
川底	30		4	4			59.8~26.2		157.0				
	43	13	6	1	5		85.0~61.0	71.6	832.4			114.8	
	52	14	10	2	7	1	87.0~36.0	74.0	535.0	13.0		89	
計	30		30	29	1				5025.0				
	43	71	47	9	38				6121.0	47.0			
	52	95	72	9	48	15			4633.0	682.0			

- ① 壁湯地区は、自然ゆう出泉のみであったが、掘さく泉が1孔増えている。しかし温度27℃と低く現在未利用である。
- ② 生竜地区は、43年と比較して掘さく泉が5孔増えており最高52℃の温泉がゆう出している。しかし、そのためか従来からあった自然ゆう出泉3孔は、温度、量ともに低下の状態である。
- ③ 宝泉寺地区は、駅前一帯が温度が低く、43年の調査では駅前地区として別にまとめているが、その地域を区分することが困難であるので、今回は宝泉寺温泉として1本にまとめた。
活動孔が43年に比し13孔増えている。そのほとんどは中心部から離れた場所である。この地域の今回の調査では、水位の低下による効力揚湯が目だってきた。全体のゆう出量は、今回測定できなかったものが、6孔あったが、それを考慮しても若干減少傾向である。
- ④ 串野地区については、活動孔が2孔増えているが特に記すべきことはない。
- ⑤ 川底地区については、活動孔が4孔増えているが、いわゆる川底温泉の上流に掘さくされたものもあり、他は掘替等である。又ゆう出量の減少がみられるが、現在水頭を上げて止めてある源泉もあり、特別の変化は考えられないものの、43年に比し若干減少気味である。

この地域全体として活動孔25孔が増加している。しかし宝泉寺温泉における未測定孔が6孔ありそのゆう出量600ℓ/m程度と推定加算してもゆう出量の増加はみられないので、むしろ減少傾向にあると考えられる。

2. 飯田地区温泉

釜ノ口・湯坪（筋湯・大岳・八原）・長者原の各温泉地を飯田地区温泉として第2表にまとめた。

- ① 釜ノ口温泉のゆう出量は、今回240ℓ/mと減少しているが掘さく後、可なりの年数を経過しているためと思われる。
- ② 湯坪地区については、43年当時と比較すると自然ゆう出泉が減り、掘さく泉（43年の掘さく泉6孔とあるがうち4孔は地熱発電）が増えているが特に変化はないと思われる。43年調査のゆう出量8110ℓ/mには地熱発電7000ℓ/mが含まれている。
- ③ 長者原地区については、寒の地獄冷泉のゆう出量が減っている。これはゆう出量が大量であるため測定がむづかしく測定方法にも原因があるものと思われる。
- ④ 湯坪地区の地熱発電用の蒸気井は、測定できないため今回は、湯坪地区に含めていないが52年5月現在、大岳地区の活動孔3孔熱水量約5500ℓ/m、八丁原地区3孔8900ℓ/mである。
- ⑤ 湯坪・長者原地区の噴気の熱水量、並びに加熱水の測定はしなかった。なお温度についても正確に測定できないものがあつた。

この地域全体としては、特に変化はないと思われる。

第2表 飯田地区温泉

温泉地名	調査年	孔数		ゆう出区分		温度		ゆう出量			平均深度 m	備考
		台数 孔帳	活動孔 数	自噴孔 数	掘さく 自動 噴力	高～低 ℃	平均 ℃	自噴 ℓ/m	動力 ℓ/m	噴気 孔		
釜ノ口	43	4	2	2	2		44.7	448.0			18	
	52	4	2	2	2	49.0～43.0	46.0	240.0			29	
湯坪	43	37	31	25	6		67.1	8110.0			373	地熱発電を含む（ただし温度は未測定）
	52	32	27	20	5	97.0～44.0	温泉56.9 噴気95.3	1074.0	88.0	7 うち自然 噴気4ヶ所	温泉193 噴気95	地熱発電を含まない
長者原	43	42	11	4	7		60.7	温泉275.0 冷泉1592.0			165	平均温度は温泉と噴気
	52	17	13	5	8	95.5～13.0	温泉36.0 冷泉13.8 噴気—	" 85.0 " 960.0		7 うち自然 噴気1ヶ所	温泉59 噴気269	噴気の平均温度は、測定できなかったものが多かったので記載しなかった。
計	43	65	44	29	15			10425.0				ゆう出量のうち7000ℓ/mは地熱発電
	52	53	42	25	15			2359.0	88.0			
地熱発電	43	大岳7 八丁—	4									7000ℓ/m
	52	大岳6 八丁6	3									5500ℓ/m 8900 "

3. 野矢・竜門地区温泉

- ① 野矢地域では活動孔が2孔増えている。これは小平谷と野矢駅近くに掘さくされたものである。小平谷は噴気であり野矢駅近くのは、温泉であるが、36.5℃と温度も低い。
- ② 竜門地区温泉は、49年から、新たに掘さくされた地域であるが比較的温度の低い（41℃～37℃）温泉である

第3表 野矢・竜門地区温泉

温泉地名	調査年	孔数		ゆう出区分			温度		ゆう出量			平均深度 m
		台帳孔数	活動孔数	自然孔	掘さく 自噴孔	動力孔	高～低 ℃	平均 ℃	自噴 ℓ/m	動力 ℓ/m	噴気 孔	
野矢	43	5	3		3			98.5				96.5
	52	8	5		5		98.0～36.5	噴気97.8 温泉36.5	— 42.0		4	
竜門	52	5	5		3	2	41.0～37.0	39.3	260.0	58.0		443

4. 玖珠地区温泉

玖珠地区では活動孔が3孔増えている。いずれも玖珠町中心部に掘さくされたものである。温度も46℃の源泉が1孔ある。

第4表 玖珠地区温泉

温泉地名	調査年	孔数		ゆう出区分			温度		ゆう出量			平均深度 m
		台帳孔数	活動孔数	自然孔	掘さく 自噴孔	動力孔	高～低 ℃	平均 ℃	自噴 ℓ/m	動力 ℓ/m	噴気 孔	
玖珠	46	6	6	1	1	4	42.0～	36.8	100.0	314.0		345
	52	11	8		1	7	46.0～30.5	42.3	62.0	398.0		364

第5表 利用状況

温泉地別	利用別	旅館・ホテル 保養所		公衆浴場		共同浴場		自家浴用		温室栽培	
		利用孔数	軒	利用孔数	ヶ所	利用孔数	ヶ所	利用孔数	世帯	利用孔数	ヶ所
壁生	湯	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—
	竜	3	5	—	—	2	1	3	3	—	—
宝泉	寺	19	14	1	1	2	1	17	34	1	1
	野	—	—	—	—	3	1	3	3	—	—
川底	ノ	3	2	—	—	5	2	4	11	—	—
	口	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
釜湯	坪	18	16	4	3	2	2	1	1	—	—
	原	7	6	2	2	—	—	1	1	—	—
長者	野	—	—	1	1	—	—	4	4	—	—
	竜	1	1	—	—	—	—	4	16	—	—
玖珠	門	1	1	—	—	—	—	4	16	—	—
	珠	4	3	3	2	—	—	3	10	—	—
計		57	49	12	10	15	8	40	83	1	1

(利用孔数は、1個の源泉が、いくつかの目的に利用されているので活動孔の数字とは一致しない)

5. 温泉の利用状況

利用状況については第5表のとおりである。

利用形態では、旅館、ホテル、保養所の利用が多く、次いで自家浴用、公衆浴場、共同浴場となっている。他目的利用については、温室栽培利用が1ヶ所あるのみで、他はみられない。なお、大岳、八丁原地区の地熱発電の熱水については、全部地下還元しており、地域給湯は熱交換方式をとっている。熱交換の給湯については、調査の対象にしなかった。

以上、源泉の状況並びに利用状況についての報告であるが、特に宝泉寺温泉においては、水位の低下による動力揚湯が増えており、ゆう出量、温度ともに衰退傾向がみられるので、早い時期に集中管理等を実施し一層温泉の保護に努める必要がある。

終りに、本調査にご協力いただいた温泉所有者の方々に感謝いたします。

参 考 文 献

1. 大分県九重町（南山田地区）及び久住都町温泉調査報告：山下幸三郎：大分県温泉調査研究会報告第7号（昭31年）
2. 九重町内温泉現況調査：山田不二丸外：大分県温泉調査研究会報告第19号（昭43年）
3. 温泉現況調査：佐藤光一外：大分県温泉調査研究会報告第22号（昭46年）
（別表）

温泉地名 壁 湯 (ゆう出量の自は自然ゆう出と自噴の合計量・動は動力揚湯のこと)

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯濁	利用状況	備 考
				自然	掘さく 自噴 動力						
町田 55 ~2	足立 正平	38	120	○						雑用	
” 56	代表 後藤 正入	39	150	○				24. 3		共同温泉	
” 59 ~3	岐部 午二	38.5	1250	○				24. 3		福元屋旅館	
” 50 ~2	佐藤美枝子	27	15		○	40	200	48. 9. 30		未利用	
” 173 ~2	江藤 秀雄	—	—			40	192	48. 6. 16	休止	未利用	湯湯施設なく測定 できず
計	台帳孔数5 活動孔数4	平均 38.5	自1535		3	1		—			

温泉地名 生 竜

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯濁	利用状況	備 考
				自然	掘さく 自噴 動力						
町田 4 ~9	吉光 常夫	35	33		○	40	210	46. 11. 30		自家浴用	
” 1862 ~2	佐藤 常喜	45.5	64		○	40	150	46. 11. 27		自家浴用	
” 1895 ~1	佐藤 熊太	38	2.7	○				31. 6. 6		雑用	
” 1917 ~3	安部 秀子		26		○	40	120	44. 5. 30		福竜旅館	
” 1933	佐藤 孫次	52	240		○	40	88	46. 8. 7		自家浴用、共同浴場 旅館八尋、旅館八丁	
” 1906 ~4	高瀬 ナナエ	38	45		○	40	200	50. 9. 26		旅館八丁、都ホテル 旅館福奨	
” 1940 ~2	佐藤 博	—	—			40	250	37. 4. 18	枯濁		
” 1942	代表 佐藤 熊太	41.5	3		○			24. 3. 15		共同浴場	
” 1945 ~2	佐藤 棟市	35	15		○			24. 3. 15		雑用	
” 1965 ~2	生竜地区温 泉利用組合	29.5	160		○	50	100	50. 10. 5		雑用（10世帯）	
計	台帳孔数10 活動孔数6	平均 40.7	自588.7		3	6		平均 145			

源泉の温度測定せ
ず源泉から約 500
mはなれた利用場
所で44.2℃

温泉地名 宝泉寺

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 t/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渴	利用状況	備考	
				自然	掘さく 自噴動力							
町田 2020	湯浅 進	66	13.7					40 80	40. 1.20		共同浴場	
" 2028	"	83	12.5					40 179	36. 5.31		自家浴用	
" 2029	佐藤 倉太	—	—					40 42	33.10. 6		枯渴	
" 2063	池部弥八郎	—	—								枯渴	
" 2092	菅原 厚見	30.5	2.6	○				40 250	41. 5.10		雑用	
" 2074 ~2	戸沢 末子	93	7.2	○				40 300	43.11.20		自家浴用	
" 2099 ~4	吉光 浩 外2	85		○				50 190	41. 2.19		豊泉荘国際観光ホテル	量測定できず
" 2100 地先	佐藤 博	68	94	○				40 166	39. 4.15		山光園ホテル、きら く旅館	
" 2101	池辺 忠之	68	100	○				50 200	40. 6.25		山の湯ホテル	
" 2106 ~1	松崎 公助	81	106	○				40 138	40. 5.30		自家浴用、一休荘	
" 2110	代表 矢野 駒吉		ビ量	○					22.12.27		共同浴場	
" 2110 地先	矢野 克也	—	—						31. 2. 8		枯渴	
" 2111	矢野 駒吉	—	—								枯渴	
" 2115 ~2	榎木 宣夫	67	96					40 153	48.12. 4		自家浴用、温室栽培 宝泉寺観光ホテル	
" 2112	矢野 克也	45	100					45 48	41. 7.14		宝泉寺観光ホテル	
町田 2197 ~1	佐藤惣三郎	41	31.5	○				40 76	36. 6. 2		自家浴用	
" 2195	佐藤スマ子	—	—						31. 8. 7		枯渴	
" 2195 地先	田籠 勝	—	—						27.10.31		枯渴	
" 2205 ~3	池辺弥八郎 外1	—	—						5. 8.23		枯渴	
" 2201 ~3	矢野 重雄	—	—					45 232	36. 9.30		枯渴	
" 2205 ~3 地先	田籠 勝	—	—						33. 7.23		枯渴	
" 2206	足立 謙介		ビ量	○				50 35	30. 5. 1		未利用	
" 2358	矢野万州男	76	36	○				40 97	38. 1.30		自家浴用、ホテル	
" 2351 地先	菅原 厚見	62	173	○				50 60	48. 1.22		竜泉閣観光ホテル 山ノ湯ホテル	
" 2348 2349 地先	代表 池部 旦馬	—	—						21.12.26		枯渴	
" "	"	—	—						"		枯渴	
" "	総代 池辺弥八郎	—	—						"		枯渴	
" 2354	伊東 秀子	73	18					40 87	35. 4.30		自家浴用	
" 2359 ~3	友成 英世	68.5	70.5					40 250	46. 6.30		自家浴用	

温泉所在地		温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
大字	地番				自然	掘さく 自噴動力						
町田	2366 ~1	矢野 克也	62.5	13			50	350	52. 5. 20		宝泉寺観光ホテル	
"	2367 ~3 地先	宝泉寺共同 温泉組合 外1	57	106			65	300	48. 6. 10		ホテル一休荘. きらく 旅館. 南山荘. 宝 来館	
"	2368 ~1	矢野 克也	55	20			40	300	48. 7. 31		宝泉寺観光ホテル	
"	2371 ~2	中谷 義人			○		40	250	40. 10. 1		未利用	測定せず
"	2372	金丸 種次	—	—			40	180	33. 2. 10	停止		
"	2377	南山 荘	40	42			40	300	51. 3. 25		南山荘旅館	
"	2396	宝泉寺観光 ホテル					50	350	50. 9. 30		宝泉寺観光ホテル	動力故障測定でき ず
"	2423 ~1	竹尾 松雄 外8		108	○		40	186	43. 12. 20		自家浴用(4世帯) 都ホテル. 南山荘	源泉から約 250m はなれた利用場所 で39.7℃を源泉の 温度測定せず
"	2424 ~1	グリーンホ テル九重	43	115	○		50	180	49 12. 14		グリーンホテル九重	
"	2424 ~3	中谷 秋義	32	139	○		40	170	35. 9. 10		宝来館	
"	2424 ~4	真鍋 隼人	31	50	○		40	171	35. 11. 10		自家浴用	
"	2424 ~8	竹尾 允文			○		40	220	40. 3. 10		未利用	測定せず
"	2428 地先	高瀬平八郎	46	40	○		40	186	44. 5. 30		自家浴用	
"	2428 ~2	藤原 熊夫 外8		64	○		50	204	47. 1. 30		自家浴用(4世帯)	源泉から約 250m はなれた利用場所 で41.5℃源泉の温 度測定せず
"	2428 ~4	矢野 膳八	45	218	○		50	178	46. 5. 30		大扇ホテル	
"	2429 地先	大村 光文			○		50	200	46. 2. 20		未利用	測定せず
"	2520 ~2	麻生 太吉	44	88	○		40	245	49. 2. 2		自家浴用	
"	2416	中谷	37.5	48	○				44.		南山荘旅館	台帳なし
"	2520 ~1	熊谷			○				39.		未利用	台帳なし 測定せず
菅原	1856 ~1	竹尾 真喜	—	—			40	185	45. 10. 31			24℃. 自噴. 量 測せず. 雑用
"	1861 ~1	佐藤 忠	42	34	○		40	200	35. 6. 13		公衆浴場	
"	1861 ~7	中谷記代直	42	73	○		40	186	37. 5. 16		自家浴用 (3世帯)	
"	1862 ~5	竹尾 晃 外9	44.5	80	○		50	185	41. 6. 20		自家浴用 (10世帯)	
"	1869 ~3	佐藤 格次	28.5	ピ量	○		40	122	42. 12. 29		雑用	
"	1880 ~7	友成 英世	40	66	○		40	250	46. 3. 1		自家浴用	
"	2520	佐藤 三八	—	—			40	90	49. 3. 25			23℃. 48ℓ. 雑用
"	2536	小笠原隆盛	—	—			40	230	49. 3. 12			24℃. 11ℓ 吸上 雑用
"	2540 ~1	佐藤 幸夫	33	122	○		40	135	47. 11. 15		自家浴用 福竜旅館	
"	1878 ~7	足立 五郎	26.5	208	○		50	252	40.		未利用	

計	台帳孔数56 活動孔数42	平均 59.1	自 動 1833.3 661.7	活動孔で量測できなかつたもの6孔	1	28	13	平均 195					
---	------------------	------------	------------------------	------------------	---	----	----	-----------	--	--	--	--	--

温泉地名 串 野

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
				自然	掘さく 自噴 動力						
町田 2725 ~2	小田千万人	—	—			40	300	41.12.11	停止		
町田 2921	小田 瑛	—	—			40	232	46.1.8	枯渇		
町田 2940 ~2	梅木 定喜	52	5	○		50	200	40.10.20		共同浴場	
町田 2955	武石 強	—	—			40	280	47.6.8	停止		
町田 2958 ~3	梅木 香	52	11	○		40	150	41.2.28		自家浴用	
町田 2960 先	串 梶 共同	51	27	○		50	230	51.11.15		共同浴場	
菅原 1032 ~2	〃	51	37.5	○		50	222	44.5.13		共同浴場	
菅原 1036 ~5	小田誠次郎	54	20.6	○		40	130	41.1.28		自家浴用	
菅原 1085 ~1	坂本 一清	26.5	6.7		○ 0.15 吸上	40	300	47.2.3		雑用	
菅原 1093	小田勝司	49	40	○		40	250	41.5.24		自家浴用	
計	台帳孔数10 活動孔数7	平均 51.5	自 動 141.1 6.7				平均 212				

温泉地名 川 底

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
				自然	掘さく 自噴 動力						
底菅 775 ~5	佐竹 豊	74	7			40	45	45.12.2		自家浴用	
底菅 775 ~4	吉光 仁					40	58	43.12.18		自家浴場、共同浴場	温度・量は1453梅木と合流
底菅 1448 先	吉光シマ子	56		○				—		蟹川荘	温度56℃は浴槽内の土管の中の温度量測できずビ量
底菅 1449	〃										
底菅 1450 ~5	吉光 仁 外2	—	—			50	186	39.2.29	停止		
底菅 1450 先	吉光 啓司 外2	—	—			50	103	38.9.21	休止	未利用	水位を上げて止めてある
底菅 〃 先	桐木 共同	62.5 76	200	○		50	54	39.12.20		共同浴場	合流
底菅 〃 先	〃										
底菅 〃 先	〃	—	—			50	160	50.8.29	枯渇		
底菅 1453 先	梅木 角馬 外2	81.5	144	○		40	55	39.1.5		自家浴用、共同浴場	775~4吉光と合流
底菅 1450 ~3	吉光シマ子	87	184	○		50	70	38.7.15		蟹川荘、老人ホーム	
底菅 711 ~5	渡辺 一富 外7	81	13		○ 0.75	40	181	50.3.20		自家浴用(8世帯)	
底菅 1451 ~1	菅原 正己	—	—			40	150	47.12.19	休止	未利用	湯湯施設なく測定できず
底菅 1395	代表 吉光 種吉	36		○		1寸 5分		15.6.4		共同浴場	量測できず・大量
計	台帳孔数14 活動 〃 10	平均 74	自 動 535 13	2	7	1	平均 89				

温泉地名 釜ノ口

温泉所在地		温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渴	利用状況	備考
大字	地番				自然	掘さく 自噴動力						
田野	1142	嶋田 裕雄	—	—					33.12.1	枯渴		
"	1422	九重町	—	—						枯渴		
"	1425	"	49	120		○	75	40	41.3.10		共同浴場	
"	1427 ~1	新清館	43	120		○	63	18	37.11.10		新清館	
計		台帳孔数4 活動孔数2	平均 46	自 240				平均 29				

温泉地名 湯坪

温泉所在地		温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渴	利用状況	備考
大字	地番				自然	掘さく 自噴動力						
湯坪	590 ~1	九重町	95	噴気		○	75	126	43.12.3		未利用	
"	606 ~7	九大学友会	45	13.2	○				40.10.18		久留米大学山の家	
"	"	"							41.11.30			
"	597 ~2	田浦 重雄 外1							50			
"	595 ~1 2 3 4	九重町	82 ~91	噴気		○			40.8.9		小松地獄・九大山の家	
"	585 ~2	甲斐 正和	76	80		○	2.2	50	222	39.11.29	筋湯観光ホテル・両 筑屋・朝日屋・宝珠 屋旅館	
"	659	矢野 正喜	58	12		○			27.1.10		かくおや旅館	
"	662	古賀 秀吉	53	26		○			24.5.31		筋湯観光ホテル	
"	673 ~5	矢野 正喜	44	ビ量		○		50	163	41.6.30	未利用	
"	643	九重町	57	251		○					元湯・両筑屋・宝珠 屋・たから屋	
"	652	"	57	104		○					薬師湯・玉屋旅館	
"	759	"	46	528		○					大湯・かくおや旅館 筋湯観光ホテル・大 船荘・丸屋旅館	温度は湧出口の 出口で測定
"	715	辛川 未俊	44	22		○			43.9.11		辛川荘	
"	716	九重町	44	43		○					せんしゃく湯	
"	764 ~1	軸丸 義光	55	8		○	吸上		38.7.12		ゆのもと荘	
"	648	矢野 正喜	46	15		○					かくおや旅館	台帳なし
"		大船荘	57	15		○					大船荘	台帳なし

温泉所在地		温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分			口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渴	利用状況	備考
大字	地番				自然	掘さく 自噴	動力						
湯坪	811	九重町	27	ビ量	○					34. 5.31		未利用 (ひぜん湯)	
"	813	"	28.5	12	○					24. 5.31		ひぜん湯	
"	520	穴井 太	5 (自然の分 81℃ 65)		○		385	1.2	43.10.28			九重庵	
"	456	九重町	97	噴気	○		50	60	50. 4.24			新日鉄山の家	
"	"	湯坪噴熱鉦 泉利用組合	95 ~97	噴気	○				38. 5. 21			大岳地獄	
"	435	"	95 ~97	噴気	○				"			大岳地獄	
"	494	"	93 ~95	噴気	○				"			大岳地獄	
"	405 ~6	京都大学		噴気	○		200	100	40. 3.31			京都大学研究井	
"	901 ~2	森 辰夫	69.5	12	○					36. 4.18		自家浴用	
"	894	九重町	58	9	○							共同浴場 (河原湯)	
"	912	"	69.5	7	○					24. 5.31		共同浴場(田ノ中湯)	
"	457	"	—	—			50	50	34.11.20			枯渴	
"	405 ~6	京都大学	—	—			200		大 15.10.13			枯渴	
"	453	二又 義秀	—	—						38. 7.12		枯渴	
"	458 ~1	甲斐 亮	—	—						13.12.20		枯渴	
"	474 先	湯温泉組合	—	—						32. 4.30		枯渴	
"	551 ~1	石井健太郎	—	—						36.12.28		枯渴	
計		台帳孔数32 活動孔数27 (地熱電を除く)	平均 (温泉 56.9 (噴気 95.3)	平均 (温泉 1074.2 (動88 (噴気 7孔 うち自 然4ヶ 所)	20	5	2		平均 (温泉 193 (噴気 95)				

温泉地名 地熱発電

温泉所在地		温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 t/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
大字	地番				自然	掘さく 自噴動力						
湯坪	414 ~3	九州電力					216	1300	49. 3. 13	調査井		大岳 6号
"	415 ~2	"					200	350	39. 4. 19	還元井として利用		7
"	414 ~12	"					200	346	39. 12. 1			8
"	414 ~2	"					200	500	40. 4. 6			9
"	"	"					200	600	41. 3. 29			10
"	415 ~1	"					75	350	37. 4. 30	枯渇		研究井
"	606 ~2	"					150	785	44. 2. 27	使用不能		八丁原 1号
"	"	"					200	1088	45. 7. 9	止めてある		3
"	"	"					200	1083	45. 10. 21			4
"	"	"					200	1600	48. 2. 10	使用不能		5
"	"	"					200	1237	46. 8. 17			6
"	"	"					200	921	51. 11. 29			7
計		台帳孔数12 活動孔数6	測定できず	"								平均 (大岳 482) (八丁 原 1082)

温泉地名 長者原温泉群

温泉所在地		温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 t/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
大字	地番				自然	掘さく 自噴動力						
田野	229 ~4	中村富士雄		噴気		○	80	300	51. 5. 10		未利用	温度測定できず
"	230	安部ミツ子	95	噴気		○	65	450	45. 12. 28		星生ホテル	
"	"	飯田高原 綱光	95.5	噴気		○	75	285	41. 9. 3		長者原ヘルスセンター・西鉄ホテル ハイランドホテル	
"	"	"	—	—			75	100	38. 9. 9	枯渇		
"	"	安部 政作	32.5	48		○			14. 6. 3		} 星生ホテル	} 源泉から約2kmはなれた利用ヶ所で 温度量測定
"	"	"				○			28. 8. 11			
"	"	"	—	—					15. 12. 1			現孔確認できず

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう 出区分			口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
				自然	掘さく 自噴	動力						
田野 230	安部ミツ子	31	17		○		50	45	34. 4. 10		キャンプ場	
〃 〃	九重 観光 ホテル	93	噴気		○		75	100	39. 3. 22		} 観光ホテル	温度測定できず
〃 〃	松永 貢		噴気		○		75	180	49. 6. 12			
〃 〃	福岡大学		噴気		○		75	300	40. 3. 3		やまなみ荘	温度測定できず
〃 240	時松 光夫 外4		噴気	○					28. 8. 11		硫黄山	
〃 255 ~13	九重硫黄山 観光 閣	—	—				75	310	37. 9. 16	停止	旧ホテル三俣	
〃 258	九重 町	13	800	○					11. 10. 19		寒の地獄	
〃 260 ~6	飯田高原 観光 閣	14.5	160	○					47. 9. 1		長者原ヘルセン ター	
〃 1685 ~7	高尾 徳繁	44.5	20		○		50	72	35. 11. 30		自家浴用	
〃 1685 ~11	戸坂 馨 外1	—	—				45	3.6	32. 11. 18	停止		
計	台帳孔数17 活動孔数13	平均 (冷泉 13.8 温泉 36 噴気)	(泉 自噴 960 泉 自噴 85 気孔 7 うち 自然 1ヶ 所)	5	8		平均 (温泉 59 噴気 269)					

温泉地名 野 矢

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう 出区分			口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯渇	利用状況	備考
				自然	掘さく 自噴	動力						
野上 2719	小野 兼雄	98	噴気		○		75	280	41. 3. 20		自家浴用	
〃 2734 ~2	江藤クメヨ		噴気		○		50	36	大 15. 5. 14		自家浴用	温度測定できず
〃 2734 ~1	通 産 省		噴気		○		89	132	27. 3		自家浴用	温度測定できず
〃 3457	小野 兼雄	—	—				75	200	37. 3. 17	停止		
〃 3737 ~2	岩尾 八郎	97.5	噴気		○		40	150	45. 12. 15		ドライブイン用	
〃 3798 ~2	帆足 和雄 外2	—	—				40	180	45. 4. 30	枯渇		
〃 4004 ~4	川野 定夫	36.5	42		○		50	200	51. 1. 28		自家浴用	
〃 1317 ~5	足立 五郎	—	—				50	500	40. 7. 5	停止		

計	台帳孔数 8 活動孔数 5	平均 温泉 36.5 噴気 97.8	(温泉 自42) (噴気 4孔)	5	平均 温泉 200 噴気 150
---	------------------	--------------------------------	---------------------------	---	------------------------------

温泉地名 竜 門

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯濁	利用状況	備考
				自然	掘さく 動力						
松木 724 ~4	松木 三郎	37	58		○ 2.2	50	600	52. 2.22		自家浴用	
" 2115	小野美恵子	41	77		○	40	415	50. 4. 8		自家浴用	
" 2789 ~8	諫山 国夫 外9				○ 5.5	40	445	50.11.28		自家浴用(10世帯)	継続して噴出せず 23℃量測できず
" 3175 ~3	日野 勇三	38	9		○	40	400	49. 6. 10		旅館滝の湯	
" 3062 ~1	松木 喜六 外3	41	174		○	40	353	52.10. 1		自家浴用(4世帯)	
計	台帳孔数 5 活動孔数 5	平均 39.3	自 260 動 58		3 2	平均 443					

温泉地名 玖 珠

温泉所在地 大字 地番	温泉所有者	温度 ℃	ゆう 出量 ℓ/m	ゆう出区分		口径 mm	深度 m	掘さく (届出) 年月日	停止 枯濁	利用状況	備考
				自然	掘さく 動力						
岩屋 24	玖 珠 町	46	120		○ 7.5	65	550	51.10.31		老人憩の家	
古後 525	中里 真清	—	—					大 7.1 .30	枯濁		
森 281	玖 珠 町	—	—			40	400	28.11. 5	枯濁		
帆足 357 ~10	玖珠観光(株)	44	46		○ 3.75	50	500	38. 3. 30		旅館清流荘. 公衆浴場	
" 390 ~3	玖珠温泉	42	48		○ 3.75	50	300	37. 1. 20		旅館望山荘. 公衆浴場	
" 397 ~3	高倉フジエ	39.5	46		○ 3.75	50	340	47. 4. 30			
大隈 554 ~1	太田 利夫	41.5	53		○ 3.75	50	420	52. 1. 15		自家浴用	
戸畑 6733 ~2	高倉 源次 外4	30.5	62		○	50	300	35. 9. 30		未利用	
山浦 618 ~9	渡辺 貞幹	42	73		○ 2.2	80	222	42. 5. 3		自家浴用	
戸畑 8852 ~2	湯浅 唯生 外7	41	12		○ 5.5	50	280	44.11.15		自家浴用(8世帯)	
" 8959 ~2	波田 忠源	—	—			40	300	52. 1. 29	休止	未利用	湯施設なく測定 できず
計	台帳孔数 11 活動孔数 8	平均 42.3	自 62 動 398		1 7	平均 364					

大分県温泉調査研究会報告 第29号

昭和53年3月 印刷

昭和53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