

大分県温泉調査研究会

報 告 第 1 1 号

昭 和 3 5 年 3 月

目 次

放射能障害の温泉療法（第7報）……………	八	田 秋…(1)
	村 上 裕 敏	
	杉 田 肇	
	一 宮 徳 行	
放射能障害の療法（第8報）……………	八	田 秋…(14)
地熱地帯の地下熱構造に関する研究（その1）……	連 水 頌 一 郎…(18)	
	瀬 野 錦 蔵	
	湯 原 浩 三	
別府市浜脇、亀川地区温泉現況調査報告（2）……	首 藤 治 郎…(22)	
	佐 藤 光 一	
	矢 野 行 雄	

放射能障害の温泉療法

第 7 報

泉浴のレ線障害治療効果について

九州大学温泉治療学研究所

八田 秋・村上裕敏・杉田 肇・一宮徳行

(本論文の要旨は第十三回日本温泉科学学会で発表した)

緒 言

近時放射線の利用度は増加し、これにつれて放射線の照射を蒙る機会は多くなり、放射線障害の予防および治療に関する報告も多く見られるようになった。

すなわち薬物的方面としては Adrenalin¹⁾, 0.5~0.1mg 程度の Cortison³⁾³⁾, Cystin⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾ ことに Cysteamin⁸⁾, CACHT⁸⁾ などの SH 剤、NaCn⁸⁾, Kativ⁸⁾, Moriamin-S⁹⁾ の大量使用などが効果があるといわれ、また葉緑素、ビタミン B₁₂¹⁰⁾、チオ尿酸、ヌクレイン酸ソーダなどもある程度有効と考えられ、特殊なものとしてはテレピン油や精製痘苗の注射、Sarvinal¹¹⁾ の使用などがあげられ、最近 Adenine などの出現を見るにいたり、この方面の研究は盛んである。

他方理学的療法としては日光光線²⁾、温泉についての報告に接するが、特に温泉には程度の差はあれ、自律神経作用、Corticoid 作用並びに Thiol 作用を持っているので、レ線障害に対し拮抗的な作用が期待される。この方面の研究は信州大宮下¹³⁾、岡山大温研小野田¹⁴⁾、九大温研松山¹⁵⁾ などの報告にも接するが尚多くの問題を残している。

当所の児玉、崎山は致死量並びに半致死量の放射能障害に対する別府諸温泉の予防効果について検討を行ったのであるが、今回我々は赤血球数、ヘモグロビン、白血球数とその血像、網状球の面より本障害に対する温泉浴の治療効果について検討を試みた。

第 I 章 実験材料並びに実験方法

使用動物は健康成熟 ddt 純系マウス (雌雄をとわず 20g 前後のもの) を選び、一定期間一定飼料で飼育したものを使用した。マウスは縦 20cm, 横 30cm, 高さ 11cm のぶりき箱を 4 つにしきって等分の室を作り、各一匹宛收容した。

第二節 X線照射方法

電圧	200 K,V,P,	25mA	Filter	Al 0.5mm + Cu 1.0mm
H.F.A.	40 cm		Dosis	100r × 5 (島津信愛号)

X 線照射にあたっては一定時刻に上記ぶりきの收容箱より照射用箱に各 4 頭宛收容し、1 回照射量を 100r とし、5 日間連日全身照射を行った。

第三節 泉浴並びに検査方法

Tab, 1

1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日
検査	X線 100r	X線 100r	X線 100r	X線 100r	X線 100r	検査	検査		検査		検査		検査		検査		検査		検査
X線照射						連泉浴													

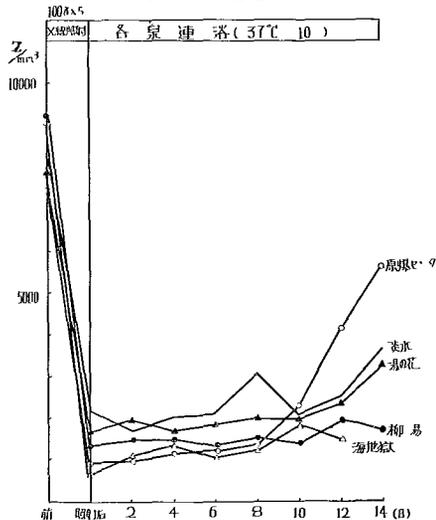
使用泉種としては淡水、柳湯（含食塩土類泉PH6.4）湯の花（0.5gr/l PH4.1）海地獄（含食塩芒硝酸性泉PH2.2）原爆センター泉（単純泉PH6.5）を使用した。

温泉水はすべて毎日早朝、泉源より採取した新鮮泉水であるが、湯の花は毎日水道水をもって0.5gr/lの割合で調製した。

検査方法としてはマウス各10頭宛を一群とし、実験第1日に赤血球数へモグロビン、白血球数と血像、網状球数を検査し、実験第2日より5日間上記照射条件によりX線照射ののち、実験第7日午前中に同様な方法で放射線終了後の変化を観察した。同日午後より連泉浴を開始し、毎回37℃、10分浴を1日1回とし、14日間連浴を行った。連浴中の検査は実験第8日第10日、第12日、第14日、第16日、第18日、第20日の一定時刻にこれを測定した。表1に上述の実験プランを表示した。

第二章 実験成績

Fig.1 X線照射後の白血球数と泉浴
(各群マウス10匹平均)



第14日センター泉が約6.000を示し最高で、対照群および湯の花群では3.030~3.040でこれに次ぎ、柳湯は1.070、海地獄は1.050で最低を示した。

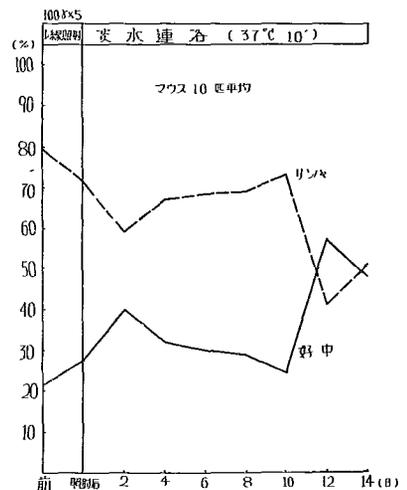
即ち、原爆センター泉>淡水湯の花>柳湯>海地獄

1. 白血球数 (Tab,2~6, Fig.1)

X線5回照射により白血球数は照射前の7,000~9,000から1,000~2,000に減少し、淡水浴群では第12~第14日に3,600程度に回復を示すが、なお照射前へは回復していない

連浴群では入浴第8日頃より回復傾向を示すものがある。今各群平均値について回復程度よりこれを見れば

Fig.2 好中球、リンパ球、百分率
(X線照射後泉浴)



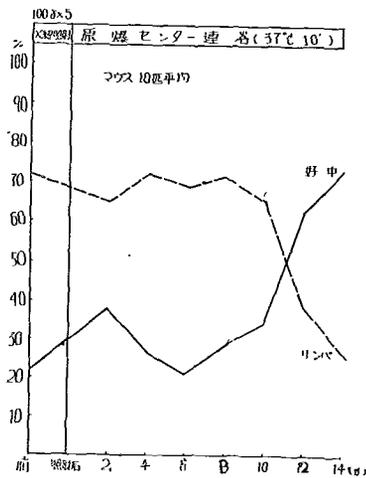
の順位となり、原爆センター群と淡水群との間には推計学的に有意差が見られた。

この中淡水群の6、湯の花群の2、はX線照射時における圧死である。

2. 血 像

血像の中、中性嗜好性白血球、リンパ球を主にして見ると淡水連浴群 (Fig.2) にあってはリンパ球80%、中性嗜好性白血球20%あったものがレ線5日間照射によりリンパ球が漸次減少し、中性嗜

Fig.3 好中球, 淋巴球, 百分率
(レ線照射后 泉浴)



好性白血球が漸次増加し、連浴第2日頃までこの傾向がつづくが、第10日までやや回復し、連浴第12日に再び逆行性に变化して交叉するやうになるが軽度である。両者の変動が常に対称的に推移した。

湯の花連浴群では連浴第2日に両曲線が離れ、第6日に相近づくが第8日に再びはなれ以後は第14日まで次第に近づきあう。

センター泉浴 (Fig.3) では淡水群に類似する動きを示し、第14日の交叉度が最も大である。柳湯群も同様な動きを示し、第14日の交叉度が少ない。海地獄群は湯の花群型であって、第10~14日に軽度の交叉を示した。

3. 赤血球数 (Tab.7~11, Fig.4)

X線100r宛5日間照射により赤血球数は1,000万

前後より700万前後に減少するが、淡水連浴、各泉連浴群ともになお軽度の減少をつづけ、第8日

Fig.5 レ線照射後の血色素と泉浴
(各群マウス10匹平均)

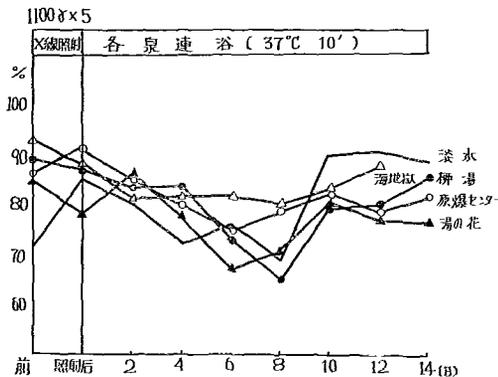
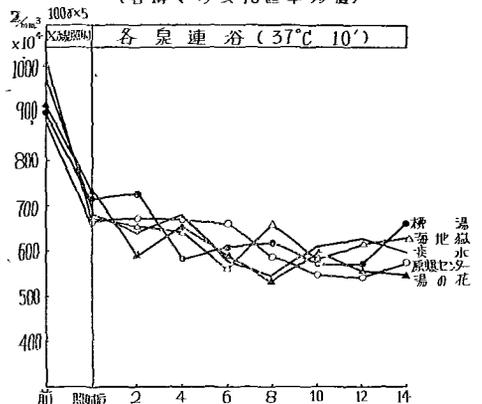


Fig.4 レ線照射後の赤血球数と泉浴
(各群マウス10匹平均)



を谷として持直し、第14日に各群ともに大体700万前後にあり、特に泉差を認めがたい。

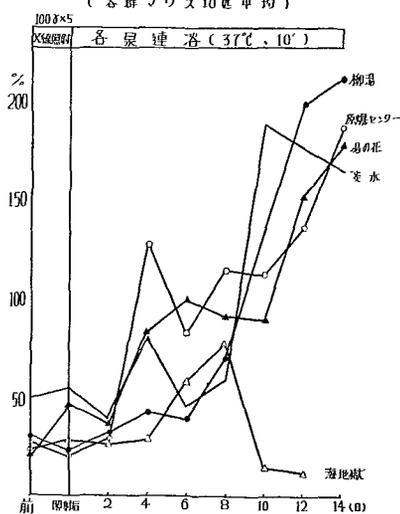
4. Hb (Fig.5)

X線100r宛5日間照射により赤血球数の著しい減少にかかわらず変化がほとんど見られないやはり連浴中各群ともに減少をつづけ、第8日を谷として回復に向うが、第8日の減少が海地獄と原爆センター群とでは軽微である。

5. 網状球 (Fig.6)

レ線照射中の変動は少く連浴第4日に軽度の増加が見られ、やはり第8日をすぎ、第10日か

Fig.6 レ線照射後の網状球数と泉浴
(各群マウス10匹平均)



2. 血 像

レ線 5 回500r放射によりリンパ球は漸次減少し、中性白血球は漸次増加し、連浴第 2 日までこの傾向がつづくもの(淡水、柳湯、センター泉)と逆傾向のもの(湯の花、海地獄)とがあるが、

各群とも第12日に至ると著しいリンパ球百分率の減少と好中球百分率の増加を来す。この逆行度から見れば

センター泉>海地獄>柳湯>淡水>湯の花
の順であった。

3. 赤血球数

レ線 5 日間500r照射により赤血球数は 300万程度の減少を来し、淡水連浴および各泉連浴群ともにさらに減少をつづけ、第 8 日を谷として持直し始める。泉差による著しい差異を認めがたい。

4. Hb

レ線 5 日間500r照射により変化はほとんど見られず、連浴中もおお減少を示し、第 8 日を谷として回復に移行する。海地獄、原爆センター群では第8日の減少をある程度阻止的であった。

5. 網 状 球

レ線照射による変動は認め難く、連浴第 4 日頃よりやや増加を示すものもあるが、本格的な増加は第10日からである。海地獄ではこの増加が阻止された。柳湯では淡水群なみ、他の 2 泉では増加度が淡水群より早く、またその増加度もより大であった。

第二項 考 按

温泉のもつ特性即ち自律神経作用、Corticoid作用並びにThiol作用などからレ線障害にも利用し得るであろうと考えられるが、岡田によれば肝 Katalase 活性値に見られた変化よりして、温泉浴はX線障害に対して予防的効果を示したが治療的効果を示さなかったと述べ、小野田は廿日ねずみ

ら著明な増加を示す。海地獄では増加が阻止され、第14日に12%を示し、柳湯では淡水並であり、

センター泉、湯の花の 2 泉は著しく、淡水浴群に比し増加の開始がより早く、またその増加度もより大である

第三章 総括並びに考按

第一項 総 括

1. 白血球数

レ線 5 日間500r照射により白血球数は 8,000程度の減少を来し、連浴第12日頃から回復の傾向を示す。第14日の回復程度からみると、センター泉>淡水>湯の花>柳湯>海地獄となり、センター泉と淡水群との間には推計学的に有意差がある。

のX線障害に対する入浴効果は、入浴そのものの影響が主体で浴水の性状とは無関係であるとい¹³⁾
宮下は廿日ねずみを毎日1回、37°C、10分間、10日間入浴後、10日間毎日50rのレ線全身照射を行
い、照射終了後3日目に剖検、泉浴には浅間温泉、増富鉱泉、入山辺鉱泉、水道水、鉄明礬液、硫
化水素含有液を用いた結果、白血球は無入浴照射群と各温泉群の間に有意の差を認め、浅間温泉、
水道水浴群に著明な白血球減少の抑制を認めた。赤血球においても、浅間温泉、淡水、増富鉱泉に
著明な抑制効果を認め、肝脂肪沈着度は対照群に比し有意の差を認めたと報告している。

¹⁵⁾
当所松山は弱食塩泉、単純泉などの作用緩和な泉質はレ線障害改善が期待出来る¹⁵⁾とい、酸性泉
もレ線障害の程度などにより、用法、適用法に留意することによって期待出来る¹⁵⁾と述べている。

¹⁷⁾
当所松橋はウサギの脛骨上部 $\frac{1}{3}$ 大腿骨全部および脾を中心として500r宛照射し、末梢血液像にお
いて照射后3日目までの白血球減少は対照も飲泉群も同様で、以後の回復は温研泉が最も良く、つ
いで竹瓦で、海地獄は対照に比べ幾分良好であったにすぎず、Hb. Retic.には特記すべき所見はな
かったと述べている。

ひるがえって我々の成績をみると白血球数においてはレ線5回500r照射により著明に減少し、
淡水連浴第12~14日にやや回復を示すが充分でない。連浴群ではやや早く、連浴第8日頃より回
復傾向を示し、第14日の回復程度よりすれば、センター泉が最も良く、次位の淡水群と有意差があ
り、湯の花群は淡水群とほぼ同程度、柳湯はやや劣り、海地獄が最も軽度であった。即ち泉差は少
なかったとはいえ、多少の差異を示したのである。

次にリンパ球と中性白血球とはマウスの場合ひと等とは百分率が逆であって、レ線照射によって
リンパ球がより多く減少したことが分る。第10日以後は好中球がよく早く回復するため、百分率が
逆となり、ひとに近づいたものであろう。この意味ではセンター泉が白血球数の増加と考え合わせ
て、最も好中球の回復が著しかったわけである。

赤血球、Hbについては泉差が少ないが第8日を谷として回復に向う点では一致しており、次の
網状球の増加とも時期的に一致し、白血球の回復より数日早く始まるようである。

¹⁷⁾
網状球数においては松橋は飲泉により変化はないと述べているが当所石川は湯の花の網内系機能¹⁸⁾
について報告し、湯の花の0.5gr/lの連浴およびその25cc/kgの連飲はともに網内系をきわめて著明
に賦活したと述べている。我々の検査によれば、湯の花および原爆センター泉が淡水に比し増加の
開始がより早く、またその増加度もより大であった。海地獄群をのぞき各群ともに網状球の著しい
増加が見られたことはレ線照射による赤血球の減少があった証左であると解される。

以上の諸検査の成績を総合して、X線障害に対する温泉浴の治療効果を考察すると、先ず我々の
使用した温泉は緩和であるがThiol作用のある柳湯、緊張性泉でややCorticoid作用のある海地獄、
網内皮系作用の強い湯の花、緩和な原爆センター泉などである。そして白血球数、血像、赤血球、
網状球などの回復の程度などを総合して最もよかったのは原爆センター泉であった。

以下の順位について白血球数と網状球とから見ると、ほぼ湯の花、淡水、柳湯は似たところであ
り、海地獄が劣る成績であるが、血像への影響の順位はやや異なる。血像ではマウスの正常状態で
はLymphcytosisの傾向を示すものが多く、X線照射によって白血球数の著明な減少に伴い淋巴球

百分率が減少した。これに連泉浴を加えることにより、第2日までは淋巴球百分率はさらに減少、中性白血球は増加の傾向を示したが、湯の花、海地獄ではいくらかこれを阻止している。その後一旦もとにもどる傾向を示すが、泉浴第12日になると逆行性傾向は著明となり、両者の百分率が逆となるに至るのである。このことはX線に対し淋巴球の方が中性白血球に比してより感受性が高く、また回復に際しても中性白血球の方がより速やかである結果によるものと見られることは前にも述べた。従って造血器への泉浴の刺激が、湯の花、海地獄ではリンパ組織により刺激的であり、骨髄へはいくらか劣るので血像の変化の順位と白血球数全体の増加順位との間に多少のずれを示すのはこのためであろう。

Fig.7 温泉分析表
(原爆センター)
水中1%ロスラムに含れる量

カチオン	ミリグラム	アニオン	ミリグラム
H ⁺ 水素イオン	0.000	Cl ⁻ 塩素イオン	15.07
K ⁺ カリウムイオン	16.23	SO ₄ ⁻ 硫酸イオン	72.42
Na ⁺ ナトリウムイオン	93.65	HCO ₃ ⁻ ビカーボネート	207.1
Mg ²⁺ マグネシウムイオン	0.940	CO ₃ ⁻ 炭酸イオン	2.250
Ca ²⁺ カルシウムイオン	8.614	HPO ₄ ⁻ ビフォスファート	1.776
Mn ²⁺ マンガンイオン	4.506	H ₂ PO ₄ ⁻ フォスファート	0.970
Fe ²⁺ アイロニウムイオン	0.244		
Al ³⁺ アルミニウムイオン	0.605		
Mn ²⁺ マンガンイオン	0.000		
計	124.7		299.6

H₂SiO₃ シリカ酸 182.0
HBO₂ 珪酸 5.440
CO₂ 炭酸気体 2.670
H₂S 遊離硫化水素 1.095
総計 615.4 ミリグラム
泉質 単純温泉(総硬度104.6高温) 芒硝泉
水素イオン濃度(P.H) 6.8

温泉のX線障害予防効果に比して、治療効果が著明でないことは諸研究者の等しく指摘しているところであり、なお泉差も著明でないようである。我々の成績でもこれらの点では同様な結果となったが、しかし僅かながら泉差が見られ、やはり緊張性のものより緩和性のものにより効果的という原則には間違いのないようである。

この度の成績では原爆センター泉が最もよい成績となった。0.5gr/lの湯の花浴が柳湯と似た成績を示したことは(19) 児玉、崎山の予防的効果の成績と軌を一にしており、た(14) だ淡水浴とあまり変わらないという点が異なっていて、小野田のいうところに近いように思われる。原爆センター泉の場合、何等かの原因で10匹中5匹が死亡しているの、今度の成績だけから決定的なことはいえないであろうが、原爆センター泉に注目すべき治療作用のあることは否めないであろう。本泉の最近の分析によると(Fig.7)単純泉であるが、重曹泉的芒硝泉の特長のあるものであり、なお詳細については今後の研究を必要とするであろう。

第三章 結 論

体重20gr前後のddt系マウス各10頭宛を一群とし、5日間毎日100r、総量500rの全身X線照射を行った後、淡水並びに不感温各種連泉浴を14日間行わせ、経日的に白血球数、血像、赤血球数、Hb、網状球数などを測定して、X線障害に対する泉浴の治療効果を検討して次の如き成績を得た。

1) 白血球数

X線照射により白血球数は8,000程度の著明な減少を来した。淡水連浴では第12日～第14日にやや回復を示すが充分でない。連浴群では入浴第8日頃より回復傾向を示し、第14日の回復程度より見れば

センター泉>淡水≒湯の花>柳湯>海地獄

の順で、センター泉と淡水とには有意差が見られた。

2. 血 像

X線照射によりリンパ球百分率は漸次減少、中性白血球百分率は漸次増加し、連浴2日に一時著明となり、連浴第11日頃より再びこの傾向が強くなって、逆の関係を示すに至る。その傾向の程度からみれば

センター泉>海地獄>柳湯>淡水>湯の花
の順である。本実験では幼弱細胞は認められなかった。

3. 赤血球数

赤血球数はレ線照射により300万程度減少した。淡水連浴および各泉連浴ともに連浴第8日を谷として、回復を始めるが、網状球の変化から減少抑制的と見なし得る。なお泉差は著明でない。

4. Hb.

X線照射による変化が殆んど見られず、連浴第8日を谷として回復に移行する。泉差は著明でない。

5. 網状球数

X線照射による変動が少いが連浴第4日より軽度、第10日より著明な増加を示す。泉種による差異は海地獄では増加が抑制され、柳湯では淡水と同程度、他の2泉では著明で淡水浴群に比し回復の開始がより早く、かつその増加度もより大である。

6.

以上の成績よりして、X線障害に対する泉浴の治療効果は、その予防効果ほど明かではないが、しかもなお多少の効果が見られ、ことに白血球、網状球により著明であった。泉種では緩和性のものがよく、この度の実験では原爆センター泉が最もよかった。

参 考 文 献

1. 山内 豊：昭医誌 17.2.38 (昭32)
2. 岩下 辰巳：ホルモンと臨床 5.8.27 (昭32)
3. M.Poschl：Strahlentherapie 103.2.289 (1954)
4. 吉沢 昌司：昭医誌 17.2.84 (昭32)
5. H.Langendorff et all：Strahlentherapie 102.2.291:104.3.339 (1957)
6. 上条 寿郎：昭医誌 17.6.21 (昭31)
7. 福田 正：文部省研究費研究報告集録32年集録No.12. 58 (昭33)
8. 早川 浩助：福岡医学誌 49.5.1186 (昭33)
9. 福田 徳市：モリアミンS文献集 2:26 (1959)
10. 脇坂 順一：治療 37:74 (昭30)
11. ロイコン文献集No.1
12. 村上 達郎：日放医学会誌 15:(6)437 (昭30)
13. 宮下 務：日本温泉気候学会雑誌 19.3 (昭31)
14. 小野田 進：岡大温研報告 10号17 (昭28)
15. 松山 栄一：温研紀要 10.4.1 (昭33)

16. 岡田 俊郎：岡大温研報告 12号30 (昭28)
17. 松橋 寛文：温研紀要 10.4.70 (昭33)
18. 石川 雅啓：温研紀要 10.2 (昭33)
19. 八田 秋：泉浴のレ線予防効果 (昭34)

Tab. 2 白血球数 (対照)

Fluctuation of Leucocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation (control)

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	8.750	9.250	12.000	9.500	10.000	4.500	7.800	4.300	8.200	7.500	8.180	± 2.366
レ線照射後	1.700	1.300	1.200	4.600	2.800	㊦	1.700	1.700	1.900	2.400	2.140	± 1.048
泉浴第2日	1.200	1.100	1.300	4.300	2.100		1.500	1.200	1.000	2.200	1.770	± 1.014
4日	1.400	1.800	1.500	4.400	2.400		1.700	1.400	1.600	2.100	2.030	± 947
6日	1.200	1.200	1.000	6.700	2.250		1.500	1.400	1.600	2.100	2.105	± 1.771
8日	700	2.700	2.300	11.300	2.500		1.800	2.000	1.500	2.700	3.055	± 3.157
10日	900	1.600	2.200	4.200	2.100		1.700	1.900	㊦	㊦	2.085	± 1.025
12日	1.400	1.600	2.200	3.600	3.700		3.300	1.500			2.470	± 1.032
14日	1.600	2.000	2.500	4.100	4.900		5.850	2.500			3.350	± 1.609

Tab. 3 白血球数 (湯の花)

Fluctuation of Leucocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation. (Yunochana Bathing)

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	10.500	5.900	5.800	11.500	10.200	4.600	6.850	6.450	8.350	9.450	7.960	± 2.359
レ線照射後	2.300	1.700	㊦	1.800	1.600	1.500	1.200	1.200	1.700	2.100	1.680	± 366
泉浴第2日	2.900	2.000		2.100	1.900	2.900	1.800	1.700	1.400	1.300	2.000	± 572
4日	1.000	1.000		1.700	1.800	1.800	1.900	1.100	1.300	4.000	1.730	± 924
6日	1.100	1.500		1.700	1.900	4.500	1.100	2.400	1.500	㊦	1.960	± 1.109
8日	2.400	1.600		1.300	3.000	3.800	1.000	1.650	1.500		2.030	± 957
10日	1.650	1.100		1.300	3.000	3.100	700	2.000	1.600		1.810	± 860
12日	2.500	1.800		3.500	1.500	4.000	1.200	2.100	2.600		2.400	± 863
14日	2.200	5.600		3.600	3.700	3.300	1.800	2.800	3.300		3.290	± 1.149

Tab. 4 白血球数 (原爆センター)

Fluctuation of Leucocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after X-ray Irradiation (Genbaku Center)

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	12.000	6.800	4.400	9.800	4.600	6.400	8.600	4.600	5.300	11.400	7.390	± 2.580
レ線照射後	900	1.000	800	1.300	1.000	900	700	900	800	900	920	± 161
泉浴第2日	1.000	900	700	900	1.400	2.000	700	1.100	1.100	1.100	1.090	± 381
4日	1.200	1.100	900	2.000	1.500	1.500	1.000	950	1.200	1.300	1.265	± 331
6日	2.400	900	1.300	2.100	500	1.000	1.200	800	1.100	1.300	1.260	± 579
8日	㊦	1.100	1.200	2.700	1.900	800	1.200	1.000	400	1.700	1.330	± 678
10日		1.900	2.100	4.800	2.100	400	3.700	1.600	㊦	2.000	2.325	± 1.343
12日		2.400	3.300	4.900	5.400	1.500	9.600	㊦		1.700	4.115	± 2.846
14日		㊦	7.400	6.300	㊦	1.700	9.300			3.400	5.620	± 3.060

Tab. 5 白血球数 (柳湯)

Fluctuation of Leucocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after X-ray Irradiation (Yanagi Hot Spring)

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	9.900	9.950	8.600	6.850	9.900	6.650	8.200	13.100	7.050	12.550	9.280	± 2.258
レ線照射後	1.500	1.100	1.000	2.000	1.400	1.100	1.000	1.300	1.300	1.100	1.280	± 304
泉浴第2日	1.300	1.400	1.000	1.000	1.200	800	900	900	800	1.200	1.050	± 212
4日	1.200	1.350	800	1.200	1.000	1.200	500	1.600	900	700	1.045	± 585
6日	1.500	1.500	1.550	1.100	1.650	900	500	2.700	900	700	1.300	± 631
8日	1.500	2.200	2.200	1.100	900	㊦	600	2.500	1.600	700	1.480	± 701
10日	2.300	1.100	1.500	700	500		400	2.700	1.900	1.400	1.390	± 802
12日	2.900	1.500	2.000	1.200	1.200			2.500	2.600	2.400	2.040	± 665
14日	1.300	1.400	2.000	1.100	1.400		3.300	2.200	1.200	1.500	1.710	± 697

Tab. 6 白血球数(海地獄)

Fluctuation of Leucocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation. (Umijigoku Hot spring)

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	11.600	8.600	10.600	7.300	10.100	10.300	5.800	8.200	6.400	11.600	9.050	± 2.074
レ線照射後	900	900	500	1.200	800	500	700	900	700	500	760	± 227
泉浴第2日	1.100	1.600	800	1.200	1.500	1.200	900	800	1.200	1.000	1.130	± 271
4日	1.000	1.250	1.400	1.700	1.350	1.500	1.400	㊦	1.300	2.100	1.440	± 309
6日	900	700	900	950	1.900	2.000	900		600	1.600	1.160	± 526
8日	1.100	㊦	1.000	1.500	2.300	1.300	1.200		650	2.000	1.380	± 577
10日	1.400		1.100	900	6.100	2.000	1.200		700	2.300	1.960	± 1.756
12日	700		1.100	1.100	㊦	3.100	2.700		800	800	1.470	± 994
14日												

Tab. 7 赤血球数対照(万単位)

Fluctuation of Erythrocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation. (Control) $\times 10^4$

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	1.040	1.154	695	1.170	1.095	530	1.010	1.060	940	1.070	976	± 206
レ線照射後	679	584	642	712	714	㊦	678	660	668	782	679	± 64
泉浴第2日	446	608	568	750	762		698	641	624	680	640	± 95
4日	658	676	548	894	806		687	628	608	652	684	± 104
6日	608	682	404	792	718		540	448	562	516	586	± 121
8日	466	594	508	644	706		402	645	522	452	549	± 103
10日	474	718	571	791	518		694	514	㊦	㊦	611	± 121
12日	638	762	557	652	654		482	679			632	± 89
14日	562	594	625	646	651		554	582			602	± 39

Tab. 8 赤血球数(湯の化)

Fluctuation of Erythrocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation (Yunochana Bathing) $\times 10^4$

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	765	827	634	1.030	792	1.071	968	1.015	895	1.250	925	± 179
レ線照射後	650	798	71	674	732	646	684	760	857	778	731	± 75
泉浴第2日	586	606		584	660	557	564	642	432	736	596	± 83
4日	634	552		620	568	516	306	674	698	1.130	655	± 190
6日	656	566		588	605	612	406	760	526	71	590	± 101
8日	680	526		360	540	701		596	434		548	± 123
10日	667	774		431	784	654	206	718	502		592	± 199
12日	606	594		724	632	597	104	502	674		554	± 192
14日	742	601		231	814	635	178	534	682		552	± 231

Tab. 9 赤血球数(原爆センター)

Fluctuation of Erythrocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation (Genbaku center) $\times 10^4$

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	854	1.045	975	875	810	824	913	861	870	716	874	± 90
レ線照射後	696	930	696	654	736	518	818	560	702	648	696	± 118
泉浴第2日	634	720	762	564	785	794	672	602	660	724	692	± 78
4日	652	945	745	508	826	596	747	592	543	562	672	± 140
6日	806	552	754		592	594	685	901	461	641	665	± 136
8日	71	582	604	448	615	404	798	762	516	601	592	± 129
10日		556	538	496	599	306	641	694	71	643	559	± 120
12日		552	612	484	578	391	542	71		669	547	± 89
14日		71	662	621	71	387	694			544	582	± 122

Tab. 10 赤血球数 (柳湯)

Fluctuation of Erythrocytes Count Befor and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Inadiation (Yanagi Hot spring) $\times 10^4$

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	1.165	1.125	1.035	960	1.190	995	1.085	1.135	1.051	1.060	1.080	± 74
レ線照射後	802	602	706	658	714	608	698	708	564	716	678	± 73
泉浴第2日	688	744	418	588	845	734	646	692	562	632	655	± 116
4日	870	819	650	524	674	604	543	566	584	691	653	± 115
6日	608	518	372	556	640	670	648	597	495	524	563	± 89
8日	818	563	534	546	732	713	713	716	649	648	658	± 96
10日	648	401	368	568	591	584	921	586	536	578	± 158	
12日	496	622	366	568	609	696	566	618	568	± 99		
14日	698	640	614	611	641	574	768	606	721	652	± 63	

Tab. 11 赤血球数 (海地獄)

Fluctuation of Erythrocytes Count Before and After x-ray Irradiation and by Bathing after x-ray Irradiation (Umijigoku Hot spring) $\times 10^4$

マウス No. 検査時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	標準偏差
レ線照射前	835	988	1.084	675	1.120	794	761	854	860	875	909	± 118
レ線照射後	686	724	610	640	720	780	678	797	758	744	717	± 56
泉浴大2日	622	874	834	498	865	640	636	678	788	732	731	± 101
4日	654	484	558	558	606	521	692	713	594	648	584	± 72
6日	453	584	748	572	662	564	461	680	758	608	± 112	
8日	674	713	612	544	661	663	578	566	618	618	± 43	
10日	625	551	568	451	583	621	564	633	572	± 59		
12日	686	468	713	633	674	656	637	617	± 76			
14日		916										

放射能障害の温泉療法

第八報

原爆被爆者別府温泉利用研究所の実績

九州大学温泉治療学研究所 八 田 秋

(本論文の要旨は第十三回日本温泉科学学会で発表した)

昭和35年2月1日、別府市小倉地区に経費約1,500万円を以って、スマートな原爆被爆者別府温泉利用研究所が竣工した。この中の1,000万円は昭和33年末に売出された「お年玉付年賀葉書」から郵政省のご好意によって抛出を受けたものであり、その残りは県内外多数の人々の浄資、県、別府市ならびに原水協、原爆協の寄付金によったものである。なお敷地1574m²の大部分は地元の寄付であり、その他個人、団体などからの多数の物品の寄贈を受け、ことに大分県美術協会からの絵画、彫刻、工芸品などの18点は、所内に湿いと憩いとを与えている。

建坪は延574m²、木造モルタル建で、診察室、検査室、レントゲン室などをはじめ、食堂兼用の

表1 原爆治療センター温泉分析書

採水日	昭和35年6月17日		
泉温	76°C (気温26°C)		
性状	無色透明、無味無臭		
PH	6.5		
比重	0.9999 (20°Cで)		
含有成分 (1Kg中)			
Cation mg millival millival%	mg	millival	millival%
H ⁺	0.000	0.0003	0.00
K ⁺	16.23	0.415	7.67
Na ⁺	93.65	4.072	75.27
NH ₄ ⁺	0.840	0.047	0.87
Ca ⁺⁺	8.614	0.430	7.95
Mg ⁺⁺	4.506	0.371	6.86
Fe ⁺⁺	0.244	0.008	0.15
Al ⁺⁺⁺	0.605	0.067	1.23
Mn ⁺⁺	0.000	0.000	0.00
Anion mg millival millival%	mg	millival	millival%
Cl ⁻	15.07	0.425	7.80
SO ₄ ^{''}	72.42	1.509	27.68
HCO ₃ [']	207.1	3.395	62.28
CO ₃ ^{''}	2.250	0.075	1.38
HPO ₄ ^{''}	1.776	0.037	0.67
H ₂ PO ₄ [']	0.970	0.010	0.19
計	124.7	5.410	100.00
		mg	millival
H ₂ SiO ₃ (meta)	182.0	2.333	通計
HBO ₂ (〃)	5.450	0.124	合計
CO ₂	2.640	0.060	
H ₂ S	1.035	0.030	総計
泉質	単純温泉 (緩和性低張高温泉)		

娛樂室、清潔な調理室、さらに事務室、当直室などがあり、温泉治療棟だけはブロック建で、この中にはそれぞれ42°C、40°C、27°Cの泉温を持った大、中小の浴槽がある。

保養室は総二階建で、各10畳数の8室があり、収容人員の定数は40名である。

研究所の後には鶴見岳、扇山などを仰ぎ、前には別府湾を一望の下に収め得、海拔200mの形勝の地である。

泉源は約100mのボーリングによって得られた間歇泉で、現在のところ15分間隔を以って15分間噴出し、湧出量は1時間約545ℓ、泉温は泉源で100°C、pH. 6.4である。湧出水量を上まわ

る噴気が伴っているから、これに水を加えて利用しているから、泉源水の固形成分は、912.0mg/lであるが実際に利用する浴場の湯桶内の分析表は表1の如く、含芒硝、重曹泉的性格を有する単純泉ということになる。

さて本研究開所以来の利用状況を見ると表2~3の如く2月には男24、女29、計53名で平均一日

表2 利用者男女別年令表

月別	年令										計
	<30才	31~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66<			
2月	男 2	0	2	0	1	0	3	5	13	24	
	女 3	2	3	1	6	5	6	3	3	29	
3月	男 3	3	0	0	0	2	2	1	7	15	
	女 3	3	1	3	2	5	4	8	5	31	
4月	男 1	1	1	5	1	4	1	17	31		
	女 5	2	2	5	6	5	5	12	42	42	
5月	男 4	2	1	2	4	6	3	6	28		
	女 2	5	2	7	15	8	10	9	58	58	
6月	男 1	1	1	0	4	7	6	18	38		
	女 1	6	3	4	13	20	12	19	78	78	
合計	男 13	9	6	3	8	11	22	16	61	136	
	女 17	13	17	11	24	44	43	38	48	238	

表3 利用者数とその延数

月別	利用者数	利用延数	平均1日延
2月	53	496	17.7
3月	46	342	11.0
4月	78	534	17.8
5月	86	744	24.0
6月	116	1,090	36.3
合計	374	3,206	31.88

当りの延数は17.7名に過ぎない。三月はほぼ同様、以後は月とともに増加して、6月には男38、女78、計116名で、平均一日当りの延数は36.3名となり、ほぼ満員に近い状況となった。

6月末まで5ヶ月間の総利用人数は374名で、男女の比はほぼ1:2、年令的には高令者が多い。この中湯治の前後ともに我々の検査を受けたのが66名であるから、総数の17.6%、即ち2割弱である。

これは色々の事情から数日の滞在の人が多かったためである。試みに検査を受けた66名について見ると、10日以内の滞在者は34名、10日以上のものが32名でほぼ相半ばするが、少なくとも2週間の滞在が望ましいことが力説されて来たため、追々長期滞在者が増加する傾向にある。

被爆距離

KM	例	遮蔽	
		(+)	(-)
0.5	1	0	1
1.0	5	4	1
1.2	4	3	1
1.5	11	10	1
2.0	11	6	5
3.0	3	1	2
4.0	7	3	4
40<	17		
不明	7		
計	66	27	15

さらに詳細に検討すると、66名中被爆距離が2Km以内が32名この中遮蔽のなかったものが9名である。被爆距離2~4Kmのものが10名、この中遮蔽のなかったものは6名である。4.0Km以上17名と不明の7名とは、何れも爆発後市内に進入したものである(表4)。

現在一般に行われている湯治前後の検査項目は赤血球数、ヘモグロビン値、白血球数、血像ことに、リンパ球百分率、肝機能(BSP) 血圧、副腎機能(ゾーンテスト)、尿所見、胸部レ線検査などの9項目で、それらの集中限界値は5表に示す如くである。

いまこれを規準として、湯治前後の好ましからぬバラつき例の

いまこれを規準として、湯治前後の好ましからぬバラつき例の

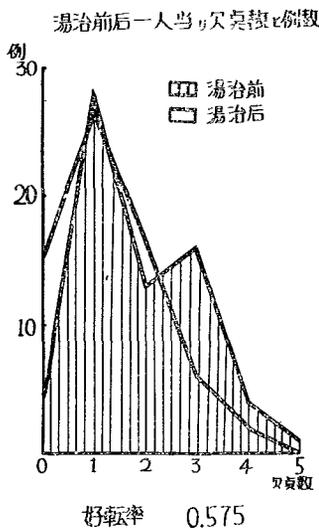
検査項目	集中値限界
赤血球	300万～500万
ヘモグロビン値	75～90%
白血球数	5000～8000
リンパ球百分率	25～50%
肝機能(B.S.P)	25～50%
最高血圧	100～150mmHg
ソーンテスト	不明

百分率を示すと表6の如くである。これを見ると、¹⁾これまで他の単純泉で行われた約100名の集計とほぼ同様であるが、特に異なっている重要な点は、湯治前の副腎変調が35.8%で従来の61.3%に比して低率であったこと尿

デバイス反応の低率であったことなどである。

これら百分率が湯治後には何れも減少し、ことに湯治後にも湯治前同様のバラつきを示した残留例が大体10%以下に減少している点も、これまでの成績とほぼ軌を一にする。ただ注意すべき点は肝機能のBSP値の増悪例が、新たなものを加えて27.8%に増加していることである。

この点について検討してみると、元来入浴回数を最初3日間は1日1回、4日目からは全身状態にらみ合わせて1日2回、1週間以後は湯中り症状を示さず、よほど元気な人に限つて3回と定めであるが、少しでも多く入浴しようとする傾向が多く、ほとんどが3回入浴である。頻浴によって血中ヒスタミンの異常に増加することは証明済であつて、その結果かように湯治後のBSP値増悪例を増したものと解されるのである。



この間の事情は1人当りの欠点数を例数で示したヒストグラム(図1)の湯治前後の推移についても知られるのであつて、湯治前に比して湯治後は明かに左方に移動し、ことに無欠点の例数が15例となり、好転を示しているのであるが、湯治後にもなお欠点4をもつたものが2例と、欠点3ケを持つたものが7例を数え、好転率は0.575に過ぎない。

かように湯治後にも欠点数の多かつた例について調べて見ると7%例に湯治後尿ウロビリノーゲンが陽性であり、10陽性例の大部分を占めている。なお4ケ欠点例では2例ともにBSP値の増悪を示したのである。即ち発症とまでは行かなくとも、湯中り準備状態と見られるのであつて、原爆被爆者の過度の湯治をいましめるものである。

なお体重の増減はほぼ半しており、湯治期間中多少とも湯中り症状を呈したものは7例(10.6%)であつた。

以上の諸成績から結論し得られることは、本研究所での湯治者の利用状況は、望ましい方向に向つて発展しており、先づ良好なスタートを切つたといひ得るであろう。

湯治前後のバラつき頻度(66例)

検査項目	湯治前(%)	湯治後(%)	
		全例	残留例
赤血球数	6.1	1.5	1.5
ヘモグロビン値	24.2	15.2	9.1
白血球異常	30.3	30.3	9.1
リンパ球百分率異常	6.1	0	0
肝機能(BSP)	17.0	27.8	8.3
腎臓の異常	37.9	21.2	16.6
ソーンテスト不良	35.9	27.8	8.3
尿蛋白陽性	13.6	1.5	1.5
尿中ヒスタミン	1.5	1.5	1.5
尿ウロビリノーゲン陽性	19.7	15.2	6.1
尿中ヒスタミン陽性	6.1	6.1	1.5

BSP, 72例中12例53例后36例

次に本研究所の温泉は単純泉であるが、含芒硝、重曹泉の性格を有し、他の単純泉利用の場合に劣らない成績を示している。ただ湯治後肝機能のやや低下するもの増していることから、原爆被爆者の過度の泉浴は戒めらるべきことが強調されなければならない。

最近にかように医学的なコントロールの下に行われてこそ、湯治はその効果を十分に発揮し得るものであり、かような形態の温泉治療施設の出現は、我国の温療の将来に一つの大きな示唆を与えるものと考えられる。

共同研究者

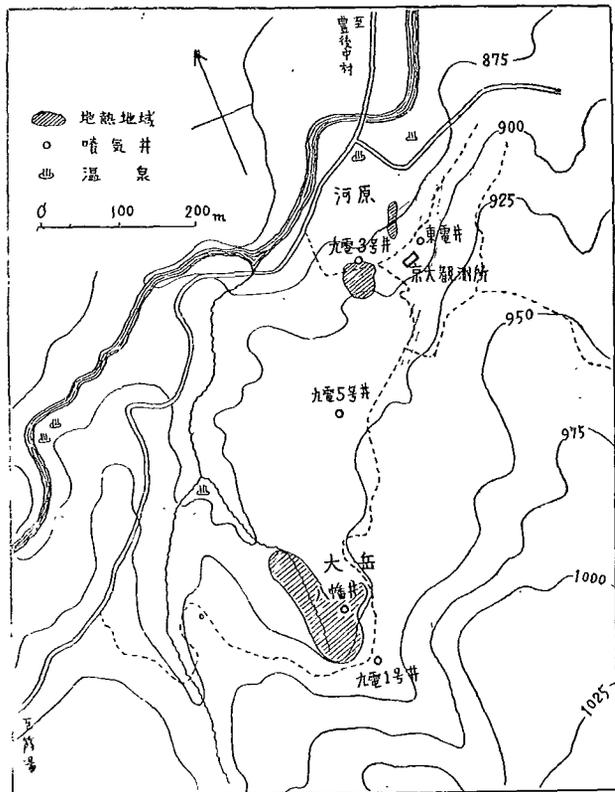
太山 森清、安藤 太介、中村 泰也、徳永 恒寿、工藤 寛昭、豊永 輝
橋本日出雄、柿田 蒨、村上 裕敏、吉田 宏、秋永 秀孝、杉田 肇

文 献

- 1) 八田 秋：原爆被爆者の温泉療養法
臨床と研究 37:4:65 昭35.4

地熱地帯の地下熱構造に関する研究 (そのI)

京都大学理学部 速水頌一郎・瀬野錦蔵・湯原浩三

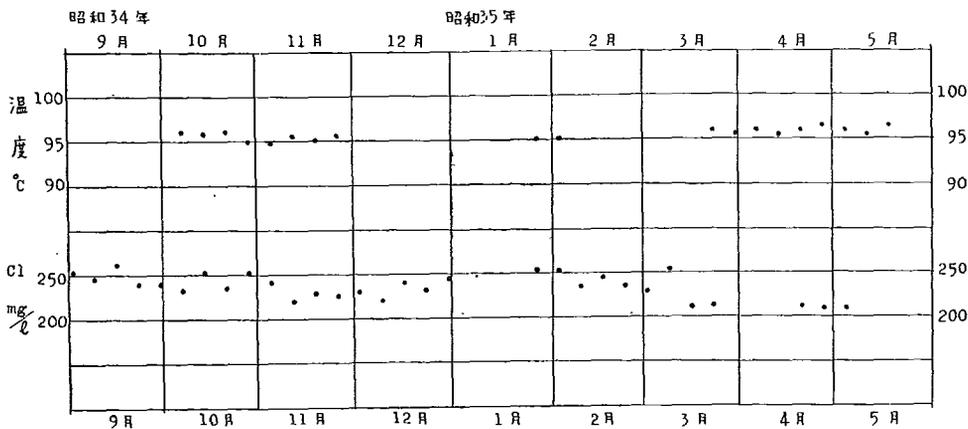


第1図 大岳附近概念図

地熱エネルギーを有効に利用するためにはまず地熱地帯（自然噴気孔、噴気井の存在する地域）の実状を調査することから始めなければならない。調査すべき地熱地帯として、本年度は大分県玖珠郡九重町湯坪の通称「大岳地獄」と「河原地獄」が選ばれた（第1図）。前者では、噴気井の噴出状況の連続観測と、新に掘さくされた噴気井の噴出量の測定が行なわれ、後者では既存の噴気井を利用して、噴気井内の水位変化の観測および垂直温度分布の測定等が行なわれた。これらの観測ならびに測定はいずれも地熱地帯の地下熱構造を推定するのに有力な方法であるが、調査を開始してから未だ日浅く、地熱地帯の地下熱構造の推定という大問題に対しては漸く出発点に立ったというに過ぎない。したがってここでは

単に今まで行なった調査研究の主な点について概略を報告するにとどめる。

1 大岳地熱地帯の南端にある 九電 1号井は昭和28年に掘さくされたものであつて、¹⁾ 現在も噴



第2図 大岳九電1号井の温度及び塩素イオン濃度

出を続けている。しかし噴出状況は掘さく当時に比べて非常に変わっている。すなわち第1表に示すように噴出流体は大部分高温水に変わり、塩素イオン濃度が非常に増加している。しかも第2図に示すように、昭和34年8月以来、温度、濃度はともにほぼ一定しているので、この変化は季節的な変化ではない。現在の塩素イオン濃度を附近の温泉のそれと比較すると、筋湯、肥前湯のものよりは小さいが、大岳地区、河原地区のいずれのものよりもはるかに大きい。このように熱流量が減少し、塩分濃度が大きくなっている点は、この噴気井が貫いている地下の蒸気帯の変化を暗示する有力な資料である。しかし変化の過程を推論することはいま少し資料の集まるまで待つことにし、ここでは実事を示すことのみにとめる。

第1表

測定年月日	大岳九電1号井		大岳八幡井
	昭和28年 11月	昭和34年 5月19日	昭和34年 11月6日
深 度 m	300	尙左	50
孔 口 温 度 °C	97	96.8	97.5
噴 出 速 度 m/秒	—	1.5	24
噴出流体密度g/cm ³	—	6.3×10 ⁻²	*3×10 ⁻³
噴出蒸気量Kg/hr	1000	14	1000
噴出水量Kg/hr	600	1660	4400
噴出熱量Kcal/hr	67×10 ⁴	17×10 ⁴	105×10 ⁴
噴出水のcl濃度mg/l	21	250	—

鉍泥を含むため、流体密度はこれより少で、以下噴出量は過大に計算されている。測定法は石灰ソ
ーダによる湿吸法である。⁴⁾

第2表

(A)		(B)	
深度m	温度°C	測定年月日	昭和34年 10月1日
0	97.2	噴 出 速 度 m/秒	0.25
5	97.4	噴出流体 密度 g/cm ³	1.15×10 ⁻²
15	97.8	噴出量(水+蒸気)g/分	56
25	98.0	不凝結ガス噴出量 cm ³ /分	26.5
35	98.3	その内 CO ₂ +SO ₂ +H ₂ S	12.8
45	98.4	N ₂ +H ₂ +A	9.5
55	98.3	O ₂	4.2
65	98.4		

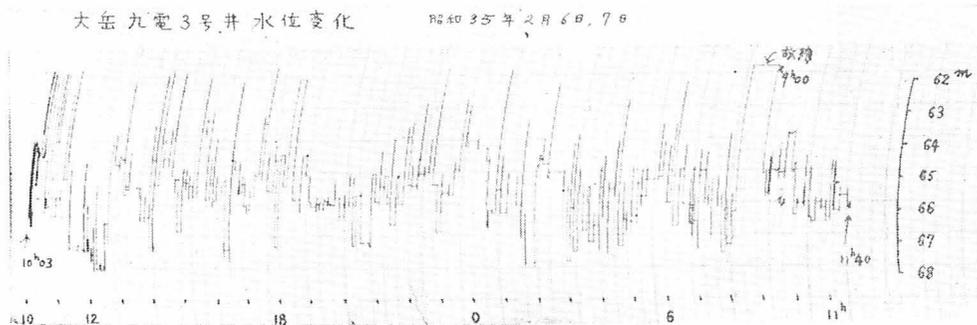
2 昭和34年10月、前記九電1号井から約100mはなれた大岳地熱地帯内で、八幡製鉄株式会社によつて新に噴気井が掘さくされた。この噴気井は深度50mに過ぎないが、測定結果は第1表に併記したように、比較的強勢である。掘さく当初は、多量の砂、泥を噴出しその後、漸減したが測定時にも未だかなりの泥を含んでいたため、噴出流体については正確な測定はできなかつた。

3 河原地熱地帯には昭和31年に掘さくされた九電3号井がある。この噴気井は深さ900mに達し、385mまで6.5吋パイプが挿入されている。掘さく当時に、自噴するに至らず、スワッピングを行なえば連続噴出する状態であつた。¹⁾ それ以来放置されていたものを昨年より京都大学が借用し利用することになつたが、深さ65mのところまで閉塞し、弱い蒸気を噴出するに過ぎなかつた。そのような状況のもとで測定した垂直温度分布と蒸気の性質は第2表に示されている。

その後、昭和34年11月に閉塞箇所を浚渫を行なつたところ、スケールの附着しているのは約3mの間で、丁度そこに水位があり、その下は貫通していることが判明した。しかし錘を下ろしてみると深さ230mのところまで塞つており、それ以深の浚渫は現在のところ費用の点に困難があるので、一応この深度

までについて諸種の測定を行なうことにした。

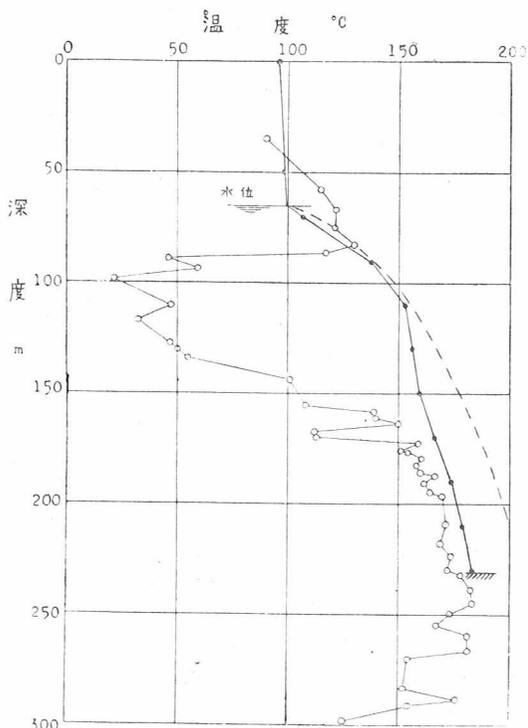
噴気井内の水位は前述のように深さ約65mのところにあるが、その付近で非常に激しく上下に変動している。その変動を自記させたものの一例が第3図である。もつとも、井管内の作業であるた



第3図 大岳九電3号井内の水位変化

めに、浮きの大きさは制限され、また一方深さと変動の激しさのために、浮き、ワイヤー、滑車などに頑丈なものが要求され、今のところ精度、感度いずれも十分な記録は得られていない。しかしこれによつて水位の変動が上下数mの間で休みなく極めて急激に起つている事実が確認された。この原因は、次に述べる温度測定により、井管内での沸とうによるものであることが明らかになった。

4 九電3号井の孔底温度の連続測定を最初より計画したが、このような地中深処の高温高压下



第4図 九電3号井内垂直温度分布
 —●— 孔井内温度(昭和35年6月)
 -○- 掘進当時の孔底温度(昭和29年1~12月)
 - - - 飽和温度曲線

での連続測温は技術的に非常に困難で、しかも耐腐蝕性も考慮せねばならず、測温技術の改良に多大の苦心をほらつた。最近になつて漸く安定した測定を行えるようになった。測定方法は白金抵抗線を二重の保護管に収め、これを特殊なテフロン三芯絶縁電線によつて電子管式自動平衡温度計に連絡して、電気的に自記測温するものである。白金抵抗線および電線との接続部は水や蒸気から完全に護らねばならないから、高温高压下でも保護管内に水や蒸気が全く浸入することのないように配慮する必要がある。この点はテフロンパッキングの使用と、弗素油脂の充填によつて切り抜けることができた。しかし、今の測定装置が長期の使用に耐えるかどうかは、試験を繰返してみなければわからず、新たに工夫改良を要する点が当然出てくるものと予想される。現在までに深さ230m以浅の垂直温度分布が測定され、更にその深さ(現在で

の事実上の孔底)での連続測温を実施中である。垂直温度分布は第4図に示す。これよりみれば深さ約90m付近で飽和温度に接近し、この付近で沸とうが起つているものと思われる。この沸とうに消費される熱エネルギーの補給が下方からの対流によるものか、井管外からの熱伝導によるものかを知ることは興味ある問題の一つである。この噴気井の掘進途中の孔底温度(第4図)や当時の作業経過を参照すれば、90m付近に蒸気層が存在することは明らかであり、更にまた西方約80mの地点にあつた東電(太刀川)井が、かつて深さ84mから最高145°Cの蒸気を長期にわたつて噴出して¹⁾いたこととも考え併せると、深さ約90m付近にかなり大きな蒸気層が存在し、これより与えられる熱エネルギーが前記沸とうの一因となつていることが十分想像される。一方、第4図をみれば、90⁵⁾m以深の温度勾配も、この太さの井管内で対流が起るために必要な最小温度勾配よりも大きいので対流による熱の輸送も否定できない。結局今のところいずれとも判定し難いので、この問題の検討は後日を期することにする。

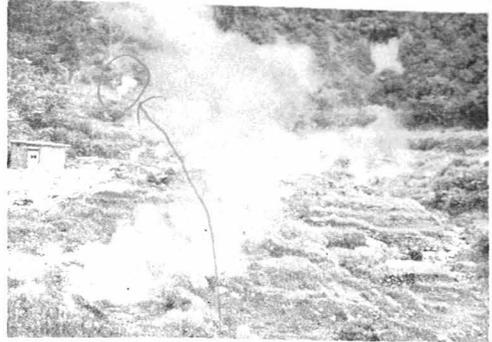
この研究は京都大学理学部地球物理学研究施設の地熱部門で行なつたもので、研究費の一部は大分県温泉調査研究会から支援された。

参 考 文 献

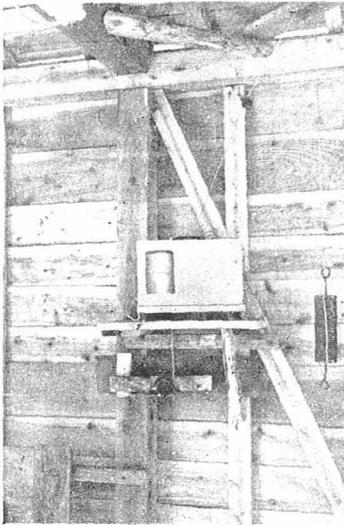
- 1) 岡本 督 他 : 九電研究期報別冊、1958
- 2) 工業技術院 : 地調月報 6 卷10号地熱号、P. 11. 1955
- 3) 山下幸三郎 : 大分県温泉調査会報告 4 号、P. 4. 1953
- 4) 清野 政明 : 火山 3 卷 2 号 P. 128. 1959
- 5) M. J. Auld : Jour. Appl. Phys., vol. 19. No. 2 P. 218. 1948



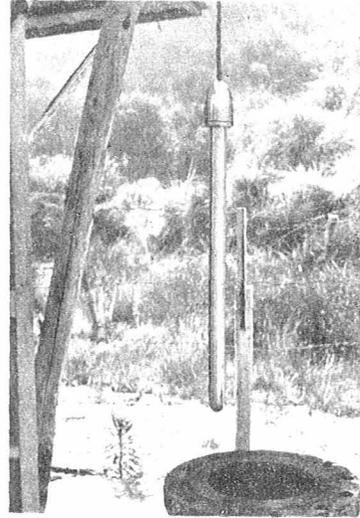
河原地獄(右下)と京都大学地熱観測室、建物の前に九電3号噴気井が見える。



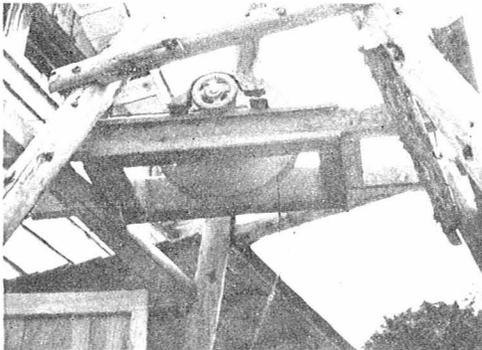
大岳地獄全景、左の小屋は八幡製鉄噴気井とタンク、左上に九電1号噴気井が見える。



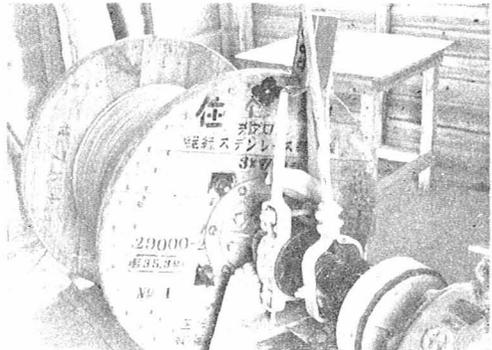
九電3号噴気井内水位測定用水位計
錘りは約4kg。



孔底温度測定用測温抵抗体、保護管はステンレス製、右下は九電3号噴気井上端。



水位測定用輪軸、倍率は $\frac{1}{3}$ 。



測温抵抗体に接続するステンレス編組テフロン三芯絶縁電線を捲揚機にとりつけたところ

別府市浜脇・亀川地区温泉現況調査報告 (2)

医務薬事課長 首 藤 治 郎

温泉係長 佐 藤 光 一

矢 野 行 雄

1. はしがき

昨年度の別府旧市内温泉の調査に引継ぎ本年度は市内浜脇、亀川の両地区を対象に調査を行ったものである。調査項目などについては、前と同じく県の温泉台帳並びに昭和17年、昭和24年、京都大学地球物理学研究所の調査資料を参考にして調査票を予製し、現地踏査により記録を確認補整した。なおこれに平行して字図による温泉孔の分布図を作製した。

2. 浜脇地区の調査状況

概要

浜脇地区温泉群は別府市の中でも最も古くから知られ、また開発せられたものであるが、京都大学地球物理学研究所の調査によれば、大正初め頃より衰微し初め、昭和8年頃より急激に衰微し、同24年には朝見川以南では遂に活動泉は10数孔となっている。今回の調査は大字浜脇について行ったものである。

1) 泉温、ゆう出状況等

調査全孔数は162孔でそのうち活動泉は25孔、停止泉は137孔のうち123孔は埋孔などにより所在の確認ができなかった。

活動孔25孔のうち17孔（内朝見川以南は13孔）は動力揚湯している。このように大部分の温泉が動力装置し、井戸枠を造り貯溜槽をもうけているので泉温はここで測定した。

大部分は渦巻式ポンプであるが、自動式スイッチにより一定の時間おきに揚湯されるようにな

第1表 大字浜脇地区温泉

調査年月	活動孔数	台帳孔数	平均泉温	平均ゆう出量	総ゆう出量	平均ゆう出水位	平均穿堀深度
1959.12	25	164	44.94 °C	10.83 ℓ/min	260. ℓ/min	地表下 204 cm	83.9 m

第2表 浜脇地区温泉 (朝見川以南)

調査年次	活動孔数	平均泉温	平均ゆう出量	総ゆう出量	平均ゆう出水位	平均深度
1924	83	50.76 °C	9.05 ℓ/min	874 ℓ/min	地表下 (-) -144	33 m
1933	52	48.65	14.91	820	184	62
1949	19	44.28	13.63	259	304	62
1959	15	43.10	10.64	149	261	66

っている。この揚湯量を1分間の平均量に換算した。その状況は第一表の如くである。

次に浜脇地区で朝見川以南については過去3回京都大学において調査を行つているので、比較してみると第2表の如くである。

今回の調査の平均ゆう出量及び総ゆう出量はポンプによる揚湯量、自噴泉とを合計して計上したものである。最高泉温46,5°C最低は38°Cであつた。

ii) 動力装置

動力装置は16基で活動孔数の64%に当り、ポンプの種類は渦巻式ポンプが大部分でエアコンプレッサーは1基であつた。

iii) 温泉利用状況

浜脇地区内活動孔25のうち、旅館浴用に使用のもの18、病院、公衆浴場、各1、計20孔が公共用他は自家浴用として使用されている。

3. 亀川地区の調査状況

1) 緒言

亀川温泉は別府市の北部にあり、旧別府市内温泉に次いで掘さく数多く且つ密集している温泉群である。この地区は過去2回の一斉調査が行われている。温泉ゆう出地は大字亀川、野田、内竈に亘っているが、このうち調査を実施したのは大字亀川のみで、野田、内竈は次回行う予定である。

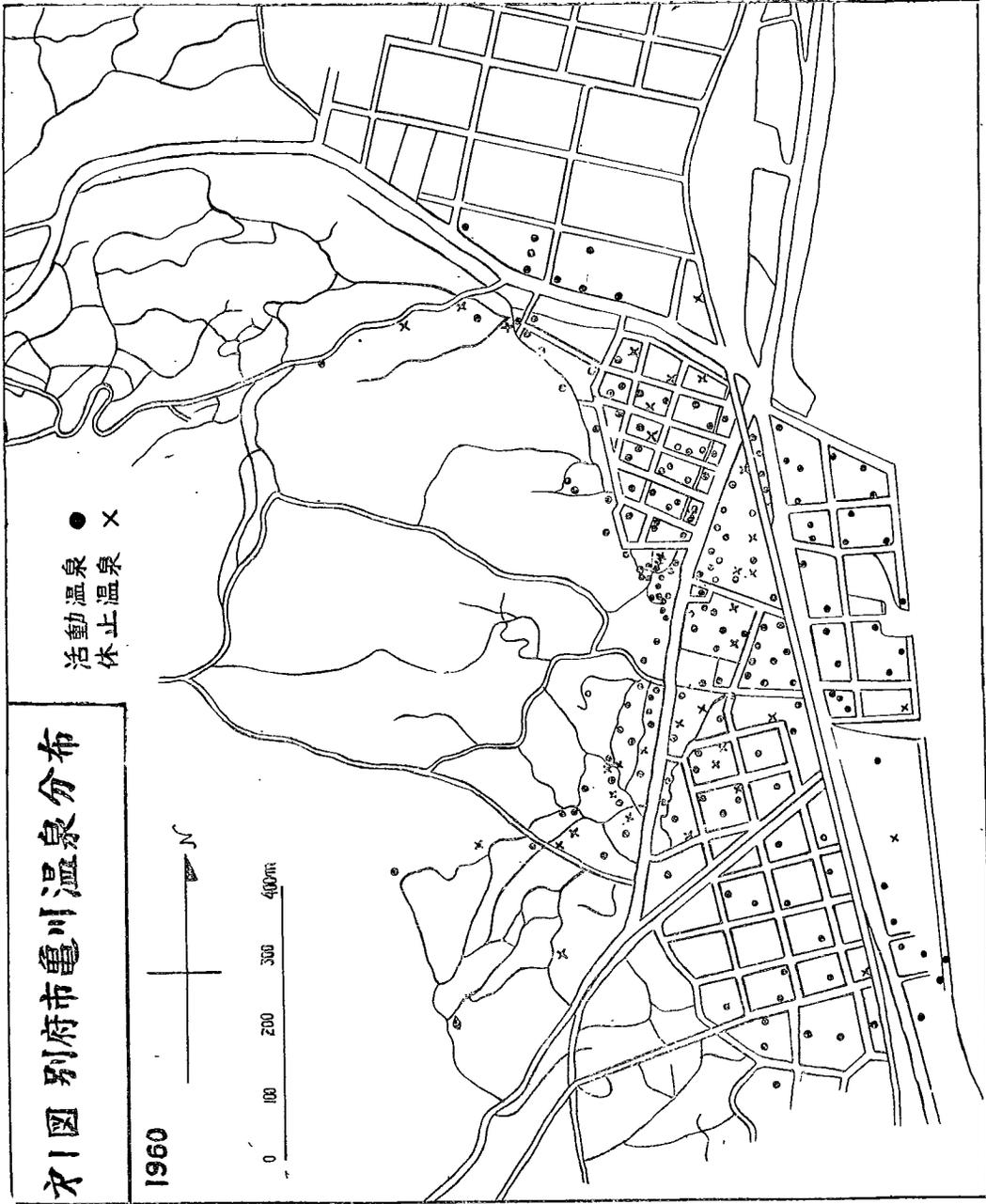
調査は浜脇地区と同方法により行った。測定実施は昭和35年2~3月である。その温泉分布は第1図の如くである。

2) 概観

温泉台帳の孔数は323孔であつたが、そのうち活動泉は184孔、停止孔は40孔、残りは埋孔などで現孔不明で確認できなかった。これを過去2回の調査を比較すると活動孔において昭和24年から20孔、昭和17年より35孔増加している。昭和24年より今回の調査時までに27孔、新規掘さく許可により増加している。また穿掘の平均深度は昭和24年から17m深くなっている。平均泉温は昭和24年が最も高く今回の調査は昭和17年とほぼ同じ値を示した。総ゆう出量は泉温と同じ傾向を示し、昭和24年が最も多く、昭和17年と今回はその差僅かに20ℓ/minにすぎない。この相違は調査期の季節的相違によるもので、昭和17年および今回は2~3月の乾燥期であるが、昭和24年は7

第3表 大字亀川温泉概況

調査年次	活動孔数	台帳孔数	最高泉温	最大ゆう出量	平均深度	平均泉温	平均ゆう出量	総ゆう出量
			°C	ℓ/min	m	°C	ℓ/min	ℓ/min
1942.2~3	149		100	282	80.2	55.66	17.69	2,636.6
1949.7~8	164		100	405	64.6	56.87	20.45	3,129.1
1960.2~3	184	323	100	192	81.4	55.37	14.94	2,616.2



～8月の豊水期であり、降雨による湧出量の増加およびこれに伴う泉温上昇と思われる。

以上大字亀川温泉の概況を表示すると第3表の如くである。

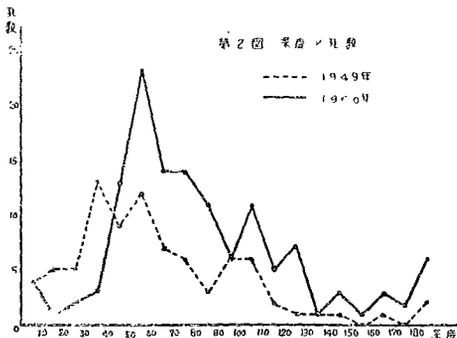
3) 穿堀深度孔数

穿堀深度は実測することが困難であるが、大部分は県において穿堀、埋設管の取換など行ったとき確認しているのでこの記録により、その他は所有者または工事人に聞いた。

第4表および第2図に2回の調査に基き深度と孔数との関係を深度10m毎に分類した。

第4表 深 度 分 類

深さ 年別	以下 10 m	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100
1949	4	5	5	13	9	12	7	6	3	6
1960	4	1	2	3	13	23	14	14	11	6
	101~110	111~120	121~130	131~140	141~150	151~160	161~170	171~480	以上 181	計
	6	2	1	1	1		1		2	84
	11	5	7	1	3	1	3	2	6	130



4) 泉温、湧出量

泉温は南部および東部海岸が高く、南部は100°Cの噴湯泉が3孔ある。泉温5°C毎に孔数を分類すると第5表の如くなる。51~60°C 泉温のものが107孔で活動孔全体の58%を占めている、また図示すれば

第3図の如くなる。

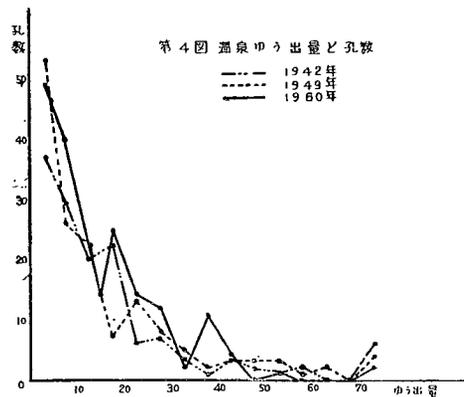
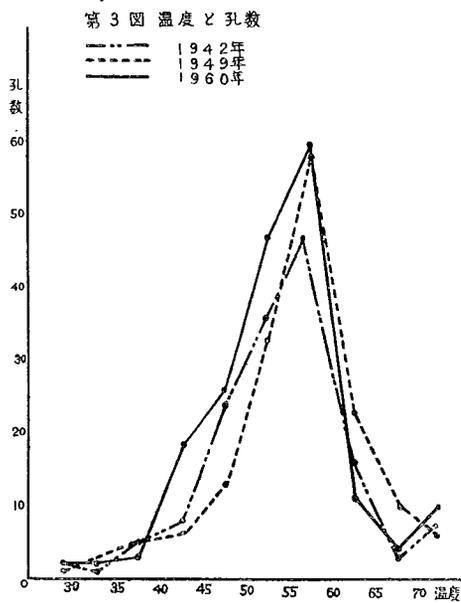
湧出量最高は192 l/min であるが、平均湧出量は14.94 l/min で湧出量を5 l 毎に孔数を分類すると、第6表第4図の如くなるこれを過去のものと比較すると大きな変化はみられない。

第5表 温 度 分 類

温度 年別	以下 30°C	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66~70	71	以上	不明	計
1942	2	1	5	8	24	36	4	16	3	7	—	149	
1949	1	—	5	6	13	33	58	23	10	6	9	164	
1960	2	2	3	18	26	47	60	11	4	10	1	184	

第6表 ゆう出量分類

年別	以下 5ℓ/min												
	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	
1942	37	29	20	22	6	7	3	1	3	2	1	2	—
1949	53	26	22	7	13	8	5	2	3	3	3	1	2
1960	49	40	14	25	14	11	2	11	4	—	1	—	—
	66~70		以上		不明	計							
	—	6	10	149									
	—	4	12	164									
	—	2	11	184									



4) 動力装置

動力を装置しているものは活動孔184孔のうち20基で約11%にあたる。渦巻式ポンプが最も多く14基、エアーコンプレッサー6基であつた。

旅館営業用に使用しているもの1基で、その他は自家浴用に使用している。

5) 温泉利用状況

温泉を公共浴用としているものは旅館、貸間業に11、公衆浴場及び保養所その他15で計26であり、他は自家浴用として利用している。

むすび

浜脇地区

現在活動している温泉は25孔あるが大部分の温泉は過去10年間に2~3回の増堀、埋設管の取換などを行い泉温、ゆう出量の持続を図っているが、なお温泉孔数、泉温、ゆう出量ともに減少の傾向を示している。

亀川地区

- 1) 活動孔は昭和17年から昭和24年の間に15孔増加し、昭和24年より今回まで20孔と増加しているが、新規堀さく許可は過去10年間に27件あった。
- 2) 今回と同じ季節に調査した昭和17年の調査結果と比すると孔数は増加し深度も深くなっているにも拘らず泉温、総ゆう出量には殆んど変化なく、全般的にみて最早や限界に達しているのではないかと思われる。

終りにあたり本調査に資料提供指導をいただいた京都大学地球物理学研究所ならびに別府市役所、別府保健所のご協力を厚く感謝の意を表します。

参 考 献 文

- 1) 軽部 末蔵 別府市亀川温泉に就いて、地球物理第7巻第2号
- 2) 山下幸三郎 別府温泉の調査の結果に就いて、大分県温泉調査研究会報第1号
- 3) 山下幸三郎 別府市浜脇地区温泉衰微経過について、大分県温泉調査研究会報第4号