

日本温泉科学会第16回大会 講演要旨

日時 昭和38年7月17日(水), 18日(木), 19日(金)
会場 秋田県湯瀬温泉湯瀬ホテル

1. 別府温泉中の希土類元素(予報)

(九大温研) 古賀昭人

別府の代表的な温泉水および温泉沈殿物について、蛍光X線分析と分光分析を行なった。この場合、温泉水 100 l, 沈殿物は風乾試料 100g を用いた。Fe³⁺ をキャリアーとし、NH₄OH で水酸化物として落し、Fe³⁺ を 9N-HCl 溶液にしてアニオン交換樹脂で除き、再び水酸化物、フッ化物、硫酸塩、更に水酸化物、シュウ酸塩、酸化物として蛍光X線分析を行なった。この結果、Y を検出したのみであつたが、分光分析の結果 Sc, Y, La などを検出した。Ce はシャープバンドにかかれて検出できない。別府温泉のような放射能がないところは、もつと多量の試料で行う必要がある。

2. 別府温泉中のガリウムについて

(九大温研) 橋永照子

ガリウムの地球化学的研究としては、岩石中、海水中のガリウム含量を求めた報告がある。また、温泉中の金属微量成分の一つとして北海道、青森県の温泉について定量がなされている。演者は8-オキシキナルジンをを用いた蛍光法により別府地区の地獄および温泉 30 数ヶ所のガリウム定量を行ない、その分布、pH との関係、他成分との関係その他につき種々の考察を試みた。その結果を報告する。

3. 長湯温泉の溶存ガスの研究

(九大温研) 川上弘泰・野崎秀俊

長湯温泉について N₂, O₂, Ar 等ガス成分が、CO₂ 含有量の多い温泉では、どの程度溶存しているか、近時のボーリングにより CO₂ 含有量にどの程度の影響をあたえているか、更には長湯温泉の地下水系も併せて推定し得るのではないかと目的で溶存ガス成分について研究を行つたので報告する。

まず、本温泉群については CO₂ が多量であるためと思われるが、CO₂ 以外の溶存ガスが非常に少ないこと。また常識的な温度-CO₂ 間の関係、いわゆる温度が上昇すれば CO₂ 減少するという関係が見られたこと。この結果、近時のボーリングのため、

温度上昇は得られたが、CO₂ 含量の減少が見られた。更に SO₄-CO₂ 間に逆相関が見られた。この2成分の関係と更に温度-SO₄ の関係より川の変曲点より西側の一群と、それより北東への一群と二系が考えられる。酸素について飽和率よりの減少が見られたが、これは湧出途中酸化に消費されたためであろうと推察された。

4. 別府温泉の湧出量長期変化についての一考察

(京大理) 吉川恭三

温泉の湧出量に変化を与える原因として、自然的と人工的の二つの影響のあることはよく知られている。近頃では、そのうちの人工的な影響が特に注目されているが、実際に各温泉の消長を論じる場合に、自然的なもの特に雨量の影響を無視することはできない。雨量は季節的にまた年ごとに大きく変動するとともにかなり長い周期の変化のあることも知られている。これらの変化が別府温泉での湧出量にどう影響するかはこれまでいろいろ調べられているが、それらの結果をもとにして、比較的最近までの資料について検討を加えた。

以前に、別府市街地上流部にある一浅井水位の年変化が市街地温泉湧出量の年変化とよく対応することを発表した。長期の変化でも比較的よく対応の保たれていることが知られている。したがって、この浅井の年平均水位が各年雨量によりどう影響を受けているかを調べるのが市街地温泉全体に対する雨の影響を推定する簡便な方法であろう。その結果、各隣接した年ごとでの水位変動と雨量との関係は 35 年間あまり変わらずに保たれていて人工的な影響はあまり認められないが、長い期間についてみると、特にこの数年間に雨量による以外の影響がかなり明らかとなつていようと思われる。

5. 噴気井内水の化学成分について

(京大理) 山下幸三郎

大分県九重町大岳にある地熱発電の試験用に試掘した九電3号井内には高温水が滞留している。湯原古賀両氏はこの噴気井内滞留水の水頭変化、泉温の垂直分布、ケーシングに附着するスケールの化学成分、滞留水の分析を行なった。

その結果滞留水は地下 70 m の水面附近で絶えず沸騰して弱い蒸気を噴出している。滞留する表面水は強食塩泉であり、水面附近では食塩、深度 340 m には炭酸カルシウムの沈積がある。今回この濃縮過

程における化学成分の変遷や、スケール附着の原因を調べるため深部の採水を行ない、主要な成分を分析した結果、(1) 滞留水は表面が高濃度で深部に行くにしたがつて薄くなる。(2) 各成分の垂直変化は異なり、特に Ca^{2+} は深部ほど濃くなっている。これは深部の炭酸カルシウムの沈積と関係があると思う。(3) 本井の西南方 200 m に九電 5 号井があり、強勢な沸騰泉でこの熱水の化学組成と比較すると沸騰濃縮により Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , HCO_3^- は失なわれているが、 Na^+ , K^+ は失なわれていない。

6. 指宿温泉における最近の深層掘さくについて

(鹿児島大文理) 露木利貞・鎌田政明

指宿温泉においては、1955 年頃までは沖積層(火山砂礫などの層状堆積物)のなかに存在した温泉水を 40~90 m の深度で採取していた。その後その下位に存在する熔岩を掘さくして、深度 230~330 m で、その上部の浅層よりも高温な温泉の掘さくに成功した。しかしその成分は、大きく見れば、従来の温泉と特に異つたものではない。

また、その下には、指宿カルデラの中の堆積物である層状の凝灰岩層があるが、これを掘さくしていくと、温度も低下する傾向があり、温泉水を透すような性格ももつていない。

最近かなり当温泉地で深層掘さくが行われるようになったが、その結果従来からわれわれが推定していたように、温泉源(主として熱および水)は山手の噴気地帯にあり、凝灰岩層を被う安山岩層およびその上部の透水路を温泉が流動してきたもので、直下から湧出してきているものではないという予想が次第に証明されてきたように思われる。

7. 指宿温泉からの熱の放出について

(鹿児島大文理, 鹿児島県衛生部)

露木利貞・鎌田政明・大迫陽一

温泉の研究は数多いが、一温泉地全体からの熱の放出について調査したものは意外に少ない。本邦においては、登別温泉、熱海温泉、伊東温泉、草津温泉、別府温泉などからの熱の放出が調査されている。演者らは、その規模からみて、これら諸温泉に優るとも劣らない指宿温泉の調査を開始して数年になるが、今回は特に同温泉地からの熱の放出量を調査した結果を報告する。さしあたり、温泉水がはこび出す熱量だけに注目し、温泉の湧出量、温度を 500 近い源泉について同一時期に測定し、単位時間

あたりの熱放出量を求めた。これ以外に、地面から放出されるものなどがあるから、この熱放出量は、本温泉地からの熱放出量の最下限値を意味する。測定の結果、指宿温泉の規模の大きさがあらためて確認された。このような資料をつみ重ねることにより、全日本の温泉からの熱放出量の正確な値が得られるはずであるが、今回の資料および最近えられている多くの資料からすれば、全日本の温泉について従来あたえられている 1.5×10^5 ton/day (温泉水湧出量) 7.5×10^9 Kcal/day (放出熱量) などという値は少し小さすぎるように思われる。

8. 温泉地の自然電位と温泉水の化学性との関連について

(秋田大) 近藤忠三

群馬県伊香保温泉湯元において電気探査を行つたところ、自然電位の分布から走向 $N 60^\circ E$ の顕著な「自然電位区界」が発見され、その北側は一般に電位高く、南・北両側では電位値にかなりの差異を示した。地表部の地質にはこれを説明する材料を見出さなかつたが、ボーリング井 5 井のうち自噴するものはこの附近に限られるので、この電位区界は重要な構造線を示すものと判定される。さらにボーリング井の湯についてみると、この区界を境として pH 値・pH 値と泉温との関係・酸化還元電位差・ Cl^- 含量・ HCO_3^- 含量などに差異があり、北側の 3 井の湯は南側 2 井の湯に比して酸化還元電位差が大きく、 Cl^- 含量少く、 HCO_3^- 含量多く、 $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ 比および $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ 比が小さく、pH 値と泉温との関係からも別系統のものと判ぜられる。

9. 電気探査結果からみたいわゆる温泉構造線

(秋田大) 近藤忠三

一つの地方において温泉群がある方向に地理的線状配列を示す場合、この配列線に対してしばしば温泉構造線の名が与えられる。温泉地において電気探査を行つてみると、自然電位負異常帯や電位区界がこのような温泉構造線と同じ方向に延びている例が少くないが、栃木・群馬両県界にある日光白根山周辺約 150 km^2 ぐらいの範囲に分布する日光湯元・根羽沢・丸沼・加羅倉および白根の 5 温泉地において電気探査を行つたところ、地域のいわゆる温泉構造線の方向は $\text{NNE} \cdot \text{NE} \cdot \text{NW}$ および WNW で、これらの方向と全く一致した負異常や電位区界が検出されたばかりでなく、おのおのの温泉地に見出されたものがその地を通る温泉構造線の方向と一致し

た。このことは地図上でその地方の温泉構造線を案じることが無意義でないことを示す。

10. 温泉浴槽の保温効果について

(諏訪市 小松製作所) 増沢 豊

木製の浴槽はコンクリート浴槽に比べて放熱が少ないことは周知の事実であり、数カ所の浴槽について測定の結果平均の放熱率を算出すれば大体次の通りになる。

種 別	放 熱 率 (Kcal/m ² . min.deg)
湯面からの放熱	0.22
地中への放熱(コンクリート槽)	0.17
地中への放熱(木槽)	0.065

最近諏訪市に開設された三つの共同浴場のうち、一つは従来どおりのコンクリートタイル張り浴槽であるが、二つは保温浴槽とした。保温の方法は浴槽のコンクリート枠に約 20mm 厚のポリスチロール保温層をサンドウィッチ式に埋込んだもので当地では全く新しい試みである。

この三つの浴槽について測定の結果算出した浴槽の保温効果は次のごとくである。

種 別	コンクリート槽	保温槽
地中への放熱率 (Kcal/m ² .min.deg)	0.17	0.10
所要湯量の比率(%)	100	70

ここに所要湯量とは気温 0°C、浴槽の適温 43°C を標準とし、浴槽を 44°C に保ちうるかけ流し湯量を所要湯量とした。

なお、実状によれば共同浴槽に対しては、所要湯量の他に使い湯を含めて、更に 40~50% 増しの湯量が必要である。それは昼間余剰湯量をタンクに貯湯しおき、夕方のラッシュアワーに備えるためである。この場合保温浴槽にすれば、同じ受入湯量に対してコンクリート槽よりも余剰が多くなり、タンクの貯湯が増して運営上好都合である。

次にポリスチロールの厚さを変えた場合、所要湯量がいかに変わるかを計算により検討してみると、余り厚くしすぎてもそれほど効果はなく、20~30mm 厚が適当であるという結果が得られた。

11. 浴槽の熱管理の研究. I

湯面よりの熱損失について

(中央温研) 益子 守・佐藤幸二
細谷 昇・矢部容代

最近温泉の利用量が増大したため、各温泉地はいろいろの源泉保護対策を取り、源泉管理はかなり進歩したが、一方温泉利用者側では源泉保護対策に積極的に協力するような方法を講じる場合が少ない。そこで演者らは温泉の有効利用の立場より、浴槽の熱管理の研究を行い、浴槽湯面よりの熱損失について若干の知見を得たので報告する。

①浴槽湯面よりの総括伝熱係数 (k) はほぼ 50 Kcal/m².hr.deg である。

②浴槽の温度降下係数 (K) は湯面の表面積と浴槽体積の比によつて変化する。

12. 温泉の有効利用に関する研究. I

温泉浴槽の温度分布について

(山形県衛生部)

東海林辰雄・桜井 守・鈴木生男

温泉水の需要が増大する傾向にある現状において、温泉の有効利用は重要かつ緊急問題の一つであるといえる。

演者らは、有効利用の一環として浴槽構造並びに泉水の循環機構の改善に資するため、8例の浴槽を選定し、その温度分布を測定したが、次の結果を得た。

1) 従来、一般的に利用されている形態の場合は温度分布が一様でなく特に下層が低温となっている。この事実は導入された泉水が浴槽内を循環しないことに起因し、有害細菌の繁殖源となる。

2) 自然湧出地点に浴槽を設置している形態の場合は、入浴者の数に応じて泉水が湧出するので効率的利用といえるが、温泉集落地内においては公衆衛生上の問題がある。

3) 機械的に循環を図り浄化・加温の装置を施している形態の場合は、温度分布が一様であるが、浄化装置の機能低下には十分留意することが必要である。

4) 自然的に循環を図り、温泉沈殿物を除去する装置とした形態の場合は、温度分布も一様で有効利用上好適なものと考えられる。

13. 浴槽水の汚染度の解析. I・II

(中央温研) 益子 安・甘露寺泰雄

これまで浴槽水の汚染度については、化学的および細菌学的試験のデータは数多く報告されているが、汚染度と注水量との関係に関する理論的解析を試みた例は極めて少ない。演者らは浴槽水の衛生管

理上の基礎資料を得る目的で、汚染度について新しい解析を試み、小浴槽を用いて実験を行った結果を報告する。

今槽内容積 V (m³)、残存汚染物量 w (g)、注水量 v (m³/hr) の状態で、例えば入浴者の増加などによって加わる汚染物の量を f (g/hr) とすると、これら諸量間には次の関係がなり立つ。

$$\frac{dw}{dt} = f(t) - \frac{w}{V}v \quad (1)$$

本式で $f(t)$ の性質によつて次の三つの基本的な場合を想定した。まず (1)、 $f(t)=0$ の場合、すなわち、一旦汚染された槽内水が使用中止などのためにこれ以上よごされず、注水により注水量と同量の水が外に溢れ出ることによつてきれいになつてゆく場合。(2) として $f(t)=\text{定数}$ となる場合、つまり時間に対して槽内水が均等によごれる場合。(3) として $f(t)$ が時間に対してある分布をなす場合、例えば温泉浴場などでは午後6時～8時の間に汚染が最大となり、汚染 $f(t)$ が時間に対して仮りに正規分布をなした場合を想定する。

(1) まず $f(t)=0$ の場合(1)式を解けば

$w = w_0 \cdot e^{-\frac{v}{V}t}$ (ただし w_0 は初期汚染物量、 w は t 時間後の汚染物量)、本式を槽容積 V で除せば $w/V = w_0/V \cdot e^{-\frac{v}{V}t}$ となり、汚染物濃度を C とすれば $C = C_0 \cdot e^{-\frac{v}{V}t}$ となる。これより

$$-\log C/C_0 = K \cdot v/V \cdot t \quad (2)$$

(K は自然対数を常用対数にをした時の係数で、 $K=0.433$)。(2)式の実験的吟味を行った。汚染物の代りにマーカークロム溶液を用いて、注水によつてうすまつてゆく濃度を吸光度の測定により追跡し、 v/V を種々変えて $-\log C/C_0$ と t (時間) との関係を求め、 K を計算した。その結果、攪拌時では K は 0.433 よりも大きく、攪拌を行わない時は 0.433 よりも小さく、時々攪拌を行った時は 0.433 近くなる。

(2) $f(t)=\text{const}$ の場合

(1)式を解けば

$$w = e^{-\int \frac{v}{V} dt} \left\{ \int f(t) \cdot e^{\int \frac{v}{V} dt} dt + c \right\} \quad (3)$$

$f(t) = \text{const} = k$ とすれば

$$\begin{aligned} w &= e^{-\frac{v}{V}t} \left\{ k \cdot \frac{V}{v} \cdot e^{\frac{v}{V}t} + C \right\} \\ &= k \cdot \frac{V}{v} \left\{ 1 - e^{-\frac{v}{V}t} \right\} \end{aligned}$$

$$V \text{ で除して } C = \frac{k}{v} \left(1 - e^{-\frac{v}{V}t} \right)$$

実際の実験にあつては NH_4NO_3 の溶液を用い、その紫外部の吸光度を測定することによつて式を吟味した。吸光度を D とすれば $D = k' \cdot C$ すなわち $D = k' \cdot k/v (1 - e^{-\frac{v}{V}t})$ 、 $k'/k = K$ (定数) したがつて $D/(1 - e^{-\frac{v}{V}t}) = K$ となり、注水率 v/V を種々変えてこの式の左辺を計算し、これがほぼ一定となることをたしかめた。

(3) $f(t)$ が正規分布すなわち

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}}$$
 を仮定して

(3)式より

$$\begin{aligned} w &= e^{-\frac{v}{V}t} \int \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2} + \frac{v}{V}t} dt \\ &\quad + e^{-\frac{v}{V}t} \cdot C \\ &= e^{-\frac{v}{V}t} \cdot e^{-\frac{v}{V}\sigma^2 \left(\frac{2m + \frac{v}{V}\sigma^2}{2\sigma^2} \right)} \\ &\quad \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int e^{-\frac{\left\{ t - \left(m + \frac{v}{V}\sigma^2 \right) \right\}^2}{2\sigma^2}} dt + e^{-\frac{v}{V}t} \cdot C \end{aligned}$$

$t - \left(m + \frac{v}{V}\sigma^2 \right) = \sigma z$ とすれば $dt = \sigma dz$

$$\begin{aligned} \therefore w &= e^{-\frac{v}{V}t} \cdot e^{-\frac{v}{V} \frac{\left(2m + \frac{v}{V}\sigma^2 \right)}{2}} \\ &\quad \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{z^2}{2}} dz + e^{-\frac{v}{V}t} \cdot C \end{aligned}$$

ここで、 $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \phi(z)$

……正規確率積分函数

また $e^{-\frac{v}{V} \frac{\left(2m + \frac{v}{V}\sigma^2 \right)}{2}} = k \dots \text{定数}$ 、また $C=0$

また吸光度 D とすると $w = D \cdot k'$ (k' :定数)

すなわち $D = e^{-\frac{v}{V}t} \cdot \frac{k}{k'} \cdot \phi(z)$

$\therefore D/e^{-\frac{v}{V}t} \cdot \phi(z) = k/k' = K \dots \dots \text{定数}$

そこで、小浴槽に一定の注水を行いながら、 NH_4NO_3 を時間に対して正規分布をなすように加えた際の溶液の吸光度の変化を測定し、この式の左辺を計算し、これが定数となることをたしかめた。

14. 鳥取県関金温泉における物理探査

(京大理 阪府大教養)

初田甚一郎・西村 進・浅山哲二

昨年関金町の依頼により同町宇安歩、関金宿、滝川口の3箇所および現在温泉の存在する谷間の部分

で、放射能・自然電位・地温などの物理探査を行なつた。前二者の放射能探査では、レッドボックスと称する英国製円筒型ガイガーカウンターと、携帯用テープレコーダーを併用してパルスを録音し、後に低速度でこれを再生して計数に便ならしめた。滝川口の探査では、テンのシンチレーションカウンターを使用して、非常に明瞭な放射能分布のコントラストを得た。放射能探査および自然電位の分布から、露頭で確認された断層の延長部を把握した。最も興味があるのは、滝川口で行なつた深さ 20~30 m の小口径試錐 5 本について測定した地温を示す垂直分布で、5~6 m の深度ですでに 20°C 前後の値を示し、以下も相当な温度勾配で 20 ~ 30 m まで続いている。浅深度試錐による地温勾配の測定は温泉探査の有力な手がかりであると思われる。

15. 鳥取温泉の経年変化

(鳥取県衛研) 宮田年彦

鳥取温泉では、1954 年頃までは地表面より動力揚泉していたが、利用量の急増により地表面からの揚泉は困難となつた。そのため、1955 年頃から動力装置の設置位置の切り下げが行なわれ、1960 年までにほとんどすべての源泉でその動力装置が地表下 2 m の位置にまで切り下げられた。

このような実状にある鳥取温泉について 1956 年以来泉温・揚流量・水位および化学成分などの測定を続行している。

現在までに得られた測定資料から、動力装置の切り下げに伴う温泉域の変化、温泉全体の急速な水位低下および揚流量の急激な変化が認められ、更に含有成分量の減少が認められた。

16. 山梨県石和温泉のハロゲン元素含量について

(山梨大, 山梨県衛研)

杉原 健・田村泰子・鷹野義子
青柳敏子・秋山悌四郎

山梨県石和温泉のフッ素、塩素、臭素、ヨウ素含量の測定を行ない、石和温泉の起源についての考察の手がかりを得る一助とした。

泉名	泉温 (°C)	F (ppm)	Cl (ppm)	F/Cl × 10 ³
甲 運 亭	42.3	1.65	250	6.6
い ず み 荘	47.0	2.6	284	9.0
小 松 農 園	36.6	1.1	160	6.9
高 砂	44.0	2.9	207	13.9

石 和 温 泉	42.3	1.85	223	8.3
日 の 出	35.5	0.9	167	5.3
深 雪 (A)	43.6	0.75	117	6.4
深 雪 (B)	38.0	0.5	129	4.1
糸 柳	35.0	0.5	129	3.7
白 竜 閣	47.0	1.6	218	7.4
石和観光ホテル	35.0	1.1	82	13.3
石 風	45.4	1.8	273	6.7
一 の 瀬	40.2	0.7	218	3.1
山 梨 山 林	47.5	1.9±0.1	310	6.1
網 倉	25.5	1.7	87	19.7
佐 野	48.0	1.7	253	6.6
平 野 屋	48.4	3.0	202	14.8
笹 一	52.6	2.3	250	9.1
県営温泉井戸	13.3	0.2	9	26.6
東文化川	8.0	0.1	5	20.0
県営第一温泉	27	0.2	11	15.4 (70m)
〃	26.5	0.95	30±4	31.6 (102m)
〃	29	0.4	35±4	10.3 (107m)
〃	—	1.2	202	6.1 (129m)
〃	37.2	0.45	37	12.2 (162m)
甲 運 亭 北	41.3	1.6	253	6.4
須 田	48.0	1.7	292	5.9

17. 山梨県石和温泉の垂直的構造について

(山梨県衛研) 秋山悌四郎

石和温泉は、甲府市の東約 4 km の位置にあり、北に標高 715 m の大経字山と、南を流れる笛吹川に挟まれたせまい都市で、大経字山を構成する基盤は、急激におちこみこの基盤の谷は、玉石、砂礫、細砂などの沖積層よりなり、この中に厚さ 10 m 位の粘土層が混在する。

このシルト層により、100 m より深いものと浅い温泉水脈は、全く混在することなく存在する。すなわち 100 m より浅い水脈は 30°C 位であるが、中間のシルト層をやぶると 50°C 近い温泉が急に噴出する。湧出量は 3,000 l/min 以上である。

深さと化学成分の変化の一例をあげると次の通りである。

県営第一号泉

深さ m	温度 °C	pH	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	MO Alkalinity
			mg/l	mg/l	mg/l	meq/l
70	27	7.5	21	7.0	13	1.36
129	33	8.4	15	211	59	0.80
185	57	8.2	36	307	143	0.87

なお、基盤より湧出する温泉は、 K^+ 、アルカリ度が大きく、またこの温泉水および 100 m より浅い温泉は硫化水素を含有しないが、沖積層中より湧出する深いものは顕著にこれを含有する。

18. 小野川温泉の湧出・流動について

(山形県衛生部，中央温研)

東海林辰雄・桜井 守・鈴木 生男・服部安蔵
益子 安・細谷 昇・佐藤幸二・甘露寺泰雄

小野川温泉附近は中新世の凝灰岩や頁岩などよりなり、これらの岩層を截つて数本の断層が推定される。

源泉は川沿いの沖積層よりなる低地に 30 ほど存在し、昭和 34 年まではすべて自然湧出の手掘り源泉であったが、現在は動力揚湯、自然湧出が半々位になつている。これは需要量の増大のほかに一般地下水水位と温泉水位とが極めて近いためでもある。源泉以外の平地でも浅く掘さくで温泉水が湧出し、温泉水が沖積層中を浅く流動していることが明らかである。

泉質は比較的濃い食塩硫化水素放射能泉である。泉温・各成分の濃度分布を見ると、温泉街の南東部で高温・高濃度で、北西および西側に低温・低濃度となつている。ただし、ラドンと HCO_3^- とは逆の傾向を有するようである。したがって放射能と温度とは別個の源をもつとも考えられる。

地下 1 m の地温は、温泉街のほぼ中心部でもつとも高く、周辺部で低下しているが、その低下は東方・南方に急で、北方・西方に緩かである。

地下水水位と温泉水位とはほぼ一致し、その等高線を描くと、地下水温泉は南東方から北方へと流動している様相がよみとれる。

上記のような事柄から、小野川温泉の温泉水は、深部より断層に沿つて上昇し、上位の沖積層に達して同層中をゆるやかに流下していると考えられる。流下の方向は冷地下水の流下方向と、地表流水のそれとに制約されて北西・北方となつている。そして流下の途中で冷地下水が混入し、殊に流水に近い方で低濃度となつているのである。

19. 吾妻山系北部温泉群の地球化学的研究. I

西吾妻温泉群について

(山形県衛生部)

東海林辰雄・桜井 守・鈴木生男
吾妻山系は福島・山形の両県に亘る一大山系で多

数の温泉を湧出するが、山系尾根の北側(山形県側)に湧出する温泉を吾妻山系北部温泉群と総称する。

本温泉群は地域的に更に二つの小群に細別することができる。すなわち山系の西寄りに湧出する吾妻・大平・白布高湯・新白布高湯の 4 温泉で、これを西吾妻温泉群と呼称し、山系の東寄りに湧出する五色・新五色・滑川・姥湯の 4 温泉を高倉山温泉群と呼称する。

演者らは、昭和 37 年 6 月西吾妻温泉群の各温泉について化学分析を行い地球化学的考察を試みたが、次の結果を得た。

各湧泉の陽イオンおよび陰イオンはそれぞれ Ca^{2+} および SO_4^{2-} が主体をなし、泉温に対してほぼ正の相関関係を有する。また、各成分の残渣に対する百分率の数値は極めて類似の関係にあり、このことから考えて本温泉群の各湧泉は同一泉源に由来するものとみて大きな誤りはなからう。

20. 山形県赤湯温泉の湧出機構と注水効果の機構

(北大理) 福富孝治・須川 明・中尾欣四郎
和田昭夫・徳永英二

山形県置賜郡赤湯は古来有名な温泉であるが、現在は唯一の森の山源泉(穿井深度 384 m)から動力によりおよそ 600 l/min 揚湯し、その南西 170 m の登記所跡廃井(深度 273 m)に 300 l/min の注水を行ない、温泉揚湯量の保持に成功していることで知られている。

山形県衛生部の依頼で昭和 37 年 11 月と 38 年 1 月調査を行なつた。その結果の概要を報告する。温泉は第三紀の凝灰岩層に無数に存在する断層によつて生じた破碎帯中の主要断層沿いに地下深くから湧出し、これを被覆する厚さ 0~37 m の沖積層によつて被圧されている。温泉は 1 源泉 1 地下水混合型の温泉で、主要断層から上昇した温泉水は凝灰岩層中を主として主要断層から北西側へ水平に流れている。

揚湯井では深さ 210~220 m 附近が温泉の流入口であり、注水井では深さ 175~196 m 附近が注水の流出口となつている。注水量や揚湯量を変化したときの附近の廃井の水位変化を測定した結果などから凝灰岩中の各点における温泉の水頭分布を理論的に計算した。また、注水の効果は温泉流動の下流域に注水の流れの壁を作つたものと考えられるが、注水はほとんど揚湯井には流入せず、ただ揚湯井の揚湯

による水頭低下を緩和する作用であることを指摘した。

21. 玉川温泉湯川における岩石の変質実験

(上智大理工, 東工大)

南 英一・福田知子・小坂文子

強酸性泉の岩石に及ぼす影響についての研究の一環として、秋田県玉川温泉大噴源泉附近の湯川に約6年間浸漬した安山岩並びに花崗岩の鉱物学的、化学的变化について研究した結果を報告する。

安山岩はその灰黒色の外観が浸漬後は強度の侵蝕をうけて白色に変化し、かつその容積はかなりの減少を示していた。その断面は外部より約2mm位まではほとんど白色で、さらにこれより内側約4~6mmは灰白色を呈しており、それより内部はあまり大きな変化が認められなかった。しかしそれぞれの色帯の境界は比較的明瞭であつた。そこでまず侵蝕の程度をこの3帯にわけ、そのおのおのを分離して各種の方法で検討した。その結果内部はX線的にも原岩とその鉱物相の組合せにはあまり変化が認められなかったが、この変朽が進んで中間の灰白色層になると構成鉱物は次第に分解されてその種類を減じ、かつ溶脱により SiO_2 以外の成分が減少して行く結果、最外部の白色層では珪酸鉱物である *Cristobalite* が認められるのみとなつた。また化学分析の結果からは特に溶脱の過程において、その残留物の Al と Fe との比率につき注意し、また分光分析によつてはその侵蝕帯に温泉中の特殊成分の浸透および沈着の有無をたしかめた。

花崗岩の変質においてもこれとはほぼ似た傾向を示したが、この場合には構成鉱物の粒度が大きいため、変質個々の変化を見るのに有利であつた。特に石英粒は変朽作用に対して最も頑強で、周囲の諸鉱物の変質による軟弱化により、原形に近い形のままで脱落流去することや、黒雲母の変質過程における中間的生成物や長石の特殊な変朽機構なども認められた。

22. 玉川温泉の湧出量と降水量について

(温泉工学研) 三浦彦次郎

演者は玉川温泉(渋黒温泉)の成因について、昭和4年から研究し、その温泉水の大部分は地下水が地下から上昇してくる噴気によつて加熱され、温泉として湧出するものであろうとし、その詳細を日本化学会誌上に発表してきた。

地下水が高温噴気により加熱され温泉水として湧出するならば、湧出量と降水量とは密接な関係にあると思われるのであるが、近年まで年間を通ずる降水量調査資料がなかつたため、その関係を検索し得なかつた。ところが玉川温泉では昭和32年5月から連続して降水量調査を実施してきたので、その資料とこれまで演者の測定した湧出量とについて湧出量と降水量との関係を検討した。その結果を報告する。

23. 玉川温泉の特性

(京大理) 瀬野錦蔵

1) 海外に比して本邦には酸性泉が多いといわれ、その酸性は硫酸に由来するものが多い。これは H_2S , SO_2 , FeS_2 の酸化に由来するものである。酸性泉のうち、旭岳、焼山、川原毛、吾妻、玉川諸温泉には塩酸を含んでいる。塩酸を含むというのは塩酸が加わつたと見なければ化学成分の説明がむずかしいということである。

2) 塩酸を含む諸温泉には、またほとんど硫酸を含んでいる。 NaCl は高温で蒸発し易くなる。気体の NaCl は水蒸気と反応して塩化水素を生成する。火山ガスには高温で HCl , SO_2 , H_2S , CO_2 を含み、低温になれば HCl が消え、更に低温では CO_2 のみとなる。したがつて塩酸を含む温泉は高温岩漿に由来するものといえる。

3) 玉川温泉地域には過熱水蒸気の噴出がある。これは液体の水から蒸発したものではない。このような過熱水蒸気は例外を除いて岩漿由来とみられている。したがつて玉川温泉は過熱水蒸気が循環水に混じつて生成されたものとみられよう。ただし、温泉水中の塩素イオンが *juvenile* か *metamorphic* かは明かでない。この近くには深く水成地層が見られるからである。

4) 玉川温泉の諸温泉には $\text{Cl}:\text{SO}_4$ の比が一定ではない、両者を別々に含む二温泉水系の混合によつて生成したという説明がある。高温岩漿水が冷水にあつたとき HCl と SO_2 の溶解比率を異にすれば両者の比は異つてもよい。この時は唯一の高熱源を仮定すればよい。 Cl を含む温泉が化石海水を含むとすれば二温泉水系と仮定される。

24. 玉川温泉と沈殿物

(東大教養) 綿抜邦彦

秋田県玉川温泉はその泉質の特殊性から、多くの

研究者により調査研究されている。この温泉は塩素イオンが硫酸イオンより多いことが特色である。酸性温泉の主成分である水素イオン、塩素イオン、硫酸イオンの三者の関係から温泉の性質を検討し、玉川温泉湯川本流系と、玉川の谷の温泉群との比較、およびこれらと群馬県草津温泉とを比較検討した。また玉川温泉水が水素イオン、塩素イオンを多く含むことから、物質をとかしこむ能力が著しいことを考慮し、温泉水にイオン強度による補正を行い、濃厚溶液としての温泉水の溶液化学的取扱いを試みた。そして玉川温泉で沈殿する、北投石・ヒ素の硫化物などの生成について検討を加えた。

またこれとは別に北投石の放射能の溶液に対する効果をテストし、空気を含む硫化水素水、亜硫酸水の酸化反応による硫黄および硫酸イオンの生成を確かめた。

25. いわゆる「リウマチ泉」について

(療養泉—その6)

(九大温研) 矢野良一

関節リウマチ、神経痛などの広義のリウマチ疾患に対して特に効果のある温泉を、欧州ではリウマチ泉と呼んでいる。リウマチだけに特効的かつ決定的な泉質というものはないが、古今東西を通じて、硫黄泉、食塩泉、単純泉、放射能泉があげられ、その他硫酸塩泉、酸性泉、炭酸泉などがある。しかしこれらの泉質のものが全部リウマチ泉とはいえない。特殊浴として温泉泥浴、モール(泥炭土)浴、砂湯、むし湯が効果がある。

欧州ではアーヘン、ネンドルフ(西独)、ガスタイン(奥)、パーデンバイチュールヒ(スイス)、アクイ、アパノ(伊)、エックスレバン(仏)が有名である。ドイツでは200カ所の療養泉中150泉はリウマチに適応があるといわれている。日本全国の温泉について、泉質からみた統計(厚生省1958年調査)では、食塩泉34.8%が筆頭で、単純泉23.4%、硫黄泉13.5%が特に多い。この点から本邦にはリウマチ疾患に効果のある温泉が多いといえる。古来名声のあるのは山口県の俣山温泉であり、私どもは1954年に現地での各種の臨床ならびに実験的研究により、リウマチ特効泉であることを確認発表した。酸性泉を除いては、一般に微温長時間浴泉に効果が多い。

本邦の温泉医学研究者の各種実験成績によつてリ

ウマチに対する温泉効果がみとめられているものに、別府、霧島、俣山、三朝、下呂、伊東、草津、鳴子、玉川、登別などがあげられる。その他板室、椿その他古来経験的に知られているものも多く、今後実証されるべきであろう。

リウマチの温泉治療は早期に行なうほど効果があるが、医師の指導なしに自分勝手に行くと逆に失敗する。Fähndrich(西独)は温泉療養所退院後の1000名について、半年～1年半後の遠隔成績で、適期に温泉治療を行なつたものでは、原職への就業可能者50%、時期のおそかつたものでは13%という大差のある報告を行なつている。

26. 温泉と蛋白代謝

(九大温研) 八田 秋・辻 秀男

生命の維持に重要な蛋白代謝は、温泉連浴によつて亢進、連飲では洗出しによる N_2 -Diureseのみとされている。

われわれの実験成績で、まず71名の青年男子の単純泉不感温1回浴では、血清alは浴直後と1時間後に増量し、肝よりの水分の游出が考えられる。 α -glは減少、 β -glは減少後、4時間後に増加、 γ -glには変化が少なく、血清蛋白量は全体としてやや増加した。

含食塩酸性泉の1回泉浴で、血中および全日尿中のNPNはともに増加するが、1回飲泉では、血中NPNの軽減と尿量増加を上まわる全日尿NPNの増加が見られ、蛋白代謝の亢進もあるものと思われる。しかし摂取N量に対しては軽微で、 N_2 -代謝が負となるほどではない。

各地温泉での40°C、3週間連浴、連飲では、長湯3泉、道後、雲仙3泉、湯布院2泉、阿蘇2泉の成績で、各泉の連浴、連飲を通じて、血中蛋白量は前値の高低によつて左右されるとともに、一般にalの増減を主体とする変化を示し、これに伴うglことに α -glの代償的増減と、金属と結合するとされる β -glのほとんどすべての場合の末期増加、抗体産生と関係ある γ -glの雲仙、阿蘇での増加が見られた。

しかし3週後には、血清蛋白量はほぼ一定値に集中する傾向を示し、ことに連浴の場合に著明であり、不感温3週間の別府6泉の連浴、連飲でこの傾向を示し、蛋白代謝全体としての正常化がうかがわれる。

最後に道後の3週間連浴、連飲でしらべられた血中ならびに尿中 NPN 値は、連浴と連飲とで、ほとんど差異のない増加を示し、蛋白質代謝亢進と洗出しとは、連浴と連飲との本質的な差異ではなく、両者の間に程度の差があるのみと考えられる。

27. 脳卒中後麻痺の温泉療法

(東大医) 大島良雄・横山 巖・福井園彦
小嶋碩夫・石原 茂・木暮 敬

脳卒中後麻痺の Rehabilitation Program を立てる上に重要な役割を占める Evaluation の一つとして、A.D.L. 検査、Muscle Testing、関節可動範囲の測定等は重要なものであるが、この三つの面からの客観的評価法により、92名の脳卒中後麻痺患者について、硫酸塩泉型単純泉の鹿教湯温泉を利用して Rehabilitation を行つた結果を報告する。

(1) A.D.L. に関して：1カ月治療後、いずれも改善を示し、発病後1年以上群に比し、1年内群はその改善率が大であり、また年令的に見ても 50才以上よりも 59才以下の方が改善率が良い。麻痺側には関係はない。

(2) 筋力に関して：A.D.L. 関節可動範囲の改善に比較するとその改善率は低く、発病後1年内群と以上群との間に有意な差は認められないが、60才以上群では改善率の低いことが認められた。

(3) 被動的関節可動範囲 (P.R.M.J.) に関して：発病後1年内群は以上群に比し改善は良いが、2年以上経過した陳旧性麻痺の中にも高い改善率を示すものがかなり認められる。

しかし A.D.L., 筋力と異り 60才以上と 50才以下では改善率に有意差が認められない。

(4) A.D.L., 筋力, P.R.M.J. 三者の改善率の相関性について：この三者の間には互に有意の相関性があることが判つた。

60才以上に A.D.L. 改善率が悪いのは、運動訓練量の不足、精神荒廃程度の大なること、回復意欲の減弱等に基づくものと考えられるが、一方 P.R.M.J. 改善は年令による差異が認められない。これは P.R.M.J. 低下の原因である拘縮、その他関節並びに関節周囲組織の病変に由来する疼痛が主として温泉浴によつて軽減されることに基づくものと考えられ、発病後早期の被動運動治療が行われず、その結果拘縮を起し、機能障害のより一層の増悪を招いている例の多いわが国の現状では、温泉治療の有する意義

は、基礎疾患に対する好影響を別としても、極めて大きいといえよう。

28. ブラジルの鉱泉

(慶大医) 藤巻時男

南米一般に飲料水の不適当な所が多く、鉱泉が広く飲用に供せられていて、その種類も多い。昨年9月から3カ月間の南米旅行中に分析表を入手し得たブラジルの壘詰鉱泉9種について報告する。いずれも天然の鉱泉を壘詰にしたもので、人工的に CO₂ を加えたものと加えないものとが市販されており、後者を「病人用」と称しているものもある。

その pH は中性前後で 6.0~9.8 であるが、これは同行した高田昂の測定した各地の河水、湧水、井戸水の pH がほとんど 5 前後であるのに比べて著しく変つた点である。

蒸発残渣は 44 ppm~344 ppm という少量のものばかりで、日本鉱泉誌により日本の温鉱泉 1077 について見るに、蒸発残渣 500 ppm 以下のものはわずか 12% 余の 133 泉であるが、この 9 泉はこの少数の範囲内に入る。

放射能は 7.22 ME と 16.33 ME を示すものがあるが、同じく日本鉱泉誌で放射能を測定した温泉 508 泉、鉱泉 167 泉と比較するに、温泉では 7.22 ME 以上のものは全体の 8.5% に過ぎず、16.33 ME 以上のものに致つては全体の 5% に満たぬ数である。つまりブラジルの放射能鉱泉はわが国としても比較的珍らしい部に属するものといえる。鉱泉では 7.22 ME 以上は 30% に当る 50 泉で、16.33 ME 以上は 20%、つまり 33 泉を見るのみである。

29. アメリカのアーカンソーおよびイエローストンの温泉

(都立大理) 野口喜三雄

アメリカのアーカンソー州に Hot Springs と呼ばれる温泉がある。源泉の数は約 44 個である。1901年 J.K. Haywood が主成分を分析した結果によれば、カルシウム、マグネシウムの重炭酸塩、珪酸塩などが多く含まれており、蒸発残渣は 280 p.p.m. に過ぎない。筆者はこの結果に基づいて成分相互の関係を檢したところ各成分相互の間に正の相関があり、地下深部から上昇する重炭酸塩、珪酸塩を含む熱水が浅所の地下水で薄められていることを明らかにした。またこれらの温泉水の合流した地点で、そのラドン含量を測定したところ、ラドン含量が規則正しく変化することを認めた。

なおまた、イエローストン公園の Old Faithful, Plume, Solitary, Pink Cone, Spray 等の間歇泉について吹上げる熱湯を時間の経過にしたがって採水し、分析したところ噴騰始めから噴騰終りまで、化学組成が規則正しく変化するのを認めた。すなわちこの化学組成の変化から間歇泉は深所から上昇する熱水と浅い地下水との混合によつて生じることを明らかにした。

30. 大雪山ユコマンベツ温泉について

(北海道地下資源調) 齋藤 仁・佐藤 巖
勇駒別温泉は、大雪山国立公園の最高峰旭岳 (2290m) の中腹海拔 1000~1160m の地域にある北海道最高所の温泉地である。

この地域から山麓へかけて、大雪山中央火口から噴出した洪積世末の熔結凝灰岩が緩やかな台地状をなして広く発達している。大雪山火山群中沖積世最新期の活動によつて生成した旭岳は、多量の輝石安山岩質熔岩を噴出したが、熔岩流は熔結凝灰岩の上を主として西方へ流下し、末端では熔岩台地となり、多くの温泉がこの附近から湧出して、勇駒別温泉群を形成している。温泉の湧出している区域は 1300m×500m で、50°C 内外の源泉数も 50 を越える。この区域内には湿原、湯沼、湯滝、湯川などがみられる。湿原中の湯沼には、43°C 内外のものが二、三あり、多量のマンガン土を生成し、良質の珪藻を沈積しているものがある。これらの温泉の湧出機構、泉質などについても報告する。

31. 上諏訪における温泉汲揚げ量と成分との関係について

(諏訪市水道温泉部、諏訪保健所)

稲垣益次・笠原一利

上諏訪温泉の中にはポンプによる汲揚げの結果、成分の変化があらわれるものがある。その一例として、諏訪保健所の温泉について測定したものを報告する。

- 1) 汲揚げ量を多くすると、Cl⁻、Ca²⁺ 等が減少し、メチルオレンジアルカリ度は増加する。
- 2) 汲揚げ量と汲揚げ水位との間には確かな関係は認められ難い。
- 3) 水温は汲揚げ量と比例する。

以上の結果から、汲揚げ量の増加はたとえ温度低下を伴わなくても他の地下水の混入があることがわかった。

32. 東道後久米温泉の化学的研究

(愛媛大文理) 高津寿雄・御手洗 清

久米温泉は松山市の中心部より東北約 2.5km にあり、現在 3 カ所に源泉をもちいずれも自噴量多く、それぞれ 400l/分、300l/分、350l/分程度で、泉温はいずれも 34°C 附近である。母岩は和泉砂岩で、同地区鷹の子部落にある 2~3 の灌漑用井戸中少量の硫化水素および弗素の検出を見たので地質学的に概査を試み、鉱泉の開発に有望であることを認め、昭和 37 年中に連続して 3 源泉をボーリングにより得られ、いずれもアルカリ性単純泉質をもつ温泉であり、そのうち 2 源泉はそれぞれ東道後温泉第 1 号泉および第 2 号泉と称し利用している。今後もお、この附近にボーリングを行うべく企画中であるという。これらの温泉について開発の前後およびボーリング中の化学的研究についてその結果を報告する。

33. 草津温泉の湧出機構と含鉄成分の経月変化について

(温泉工学研) 三浦彦次郎

演者は一昨年の第 14 回本大会シンポジウムで草津温泉の湧出機構について解明したが、その際それを裏付ける事実として、湯畑成分と天狗の湯成分とが非常によく類似していること、他の成分はあたかもそれらを稀釈したような成分になっていることをあげたが、その後水素イオン、硫酸イオン、塩素イオン、鉄イオンの経月変化について検討したところ、鉄成分の経月変化中には、湯川系、蛇沢系それぞれ別々に同じ傾向の変化を示したものがあつて、前述の草津温泉湧出機構を更に裏付け得る事実と思われたので、その鉄成分の経月変化と湧出機構との関連について報告する。

34. 長野県山の内温泉群のヒ素含量

(都立大理)

野口喜三雄・一国雅巳・伊沢雅夫

山の内温泉群は長野県の東部に位置し、湯田中、安代、渋、上林、地獄谷などの温泉からなり、弱アルカリ性の温泉である。

演者らは本邦酸性泉の代表的な草津温泉において、ヒ素の多いものほど硫化水素の多いことを見出したが、このような関係がアルカリ性の温泉についてもなり立つかどうかを調べた。

結果を要約すれば

1. 温度と塩素イオンの間には正の直線関係が認められた。

2. 塩素イオンの多いものほどヒ素の多いことが見られ、As/Cl⁻ と温度の間にはほぼ正の直線関係が認められた。
3. 以上の結果から、高温の温泉ほどヒ素が多い傾向があるといえることができる。
4. この温泉群のヒ素は 0.23 mg/l~1.50 mg/l の範囲であつた。もつとも多いのは榎沢ボーリングの 1.50 mg/l, ついで渋遊園地の 1.48 mg/l であつた。
5. 硫化水素の多いものほどヒ素が多いことが認められた。このことは熱水溶液には硫化水素、ヒ素が多く含まれ、これらが地下水で稀釈され、硫化水素、ヒ素が減少したと考えられる。

学 会 記 事

○評議員会

昭和 38 年 7 月 17 日 (水) 18 時—19 時

秋田県湯瀬温泉湯瀬ホテル

出席者：南会長、伊東、岩崎、梅垣、大島、高津、
下方、杉山(尚)、瀬野、足沢、野口、
八田、初田、福富、藤巻、松浦、矢野

議題

1. 名誉会員の推薦に関する件
2. 評議員の選出方法に関する件
3. 昭和 37 年度決算報告ならびに昭和 38 年度予算案
4. 会費長期滞納者に対する処置
5. 会則変更に関する件

○総 会

昭和 38 年 7 月 18 日 (木) 13 時—13 時 30 分

秋田県湯瀬温泉湯瀬ホテル

議題

1. 名誉会員として、江本義数、大橋良一、岡田弥一郎、木村健二郎、柴田雄次、関正次、高安慎一、西川義方、松浦新之助、松永周三郎、三沢敬義の 11 氏が推薦された。

2. 新評議員が次のように選出された。

赤羽治郎、伊東祐一、伊藤嘉夫、今井英夫、岩崎岩次、太秦康光、梅垣嘉治、梅本春次、大島良雄、高津寿雄、齋藤幾久次郎、齋藤省三、齋藤信房、佐藤八郎、下方鉦蔵、杉山隆二、杉山尚、瀬野錦蔵、足沢三之介、中村久由、野口喜三雄、八田 秋、初田甚一郎、服部安蔵、春名英之、平松 博、広瀬弘幸、福富孝治、藤巻時男、益子 安、三角省三、南 英一、村上悠紀雄、森永 寛、矢野良一、渡辺厳一。

なお、新評議員の互選により、次期会長に伊東祐一氏が選ばれた。

3. 昭和 37 年度決算報告および昭和 38 年度予算案が承認された。
4. 会則が次のように変更された。

第 11 条 「副会長 1 名」を削除する。

第 12 条 次のように訂正する：

「会長の任期は 1 カ年間、評議員の任期は 2 カ年間とし重任を妨げない」

第 14 条 「副会長」を削除する。