

日本温泉科学会第22回大会講演要旨

日時 昭和44年7月30~31日

会場 国立教育会館

1. 噴気、沸騰泉の可能噴出量について

(京大理) 吉川 恭三

一般の温泉では井戸での水頭を調節して採湯量を比較的簡単に制限できるが、噴気、沸騰泉では噴湯開始後その噴出量を調節することが難しいので、行政面からは掘さく前に少くともその最大可能噴出量を推定できる方法が望まれる。そのため、地中の水蒸気はすべて一たん熱水と接触し飽和状態を経てきたと仮定し、地表への噴出最大量を求める二つの方法を試みた。一つは、岩盤割目の中の流動についても圧力勾配による力と摩擦力とが釣り合うというダルシー法則が適用されるとすると、この摩擦による仕事は熱量に変るからこのような流動ではエンタルピーはほぼ保存される。これが井戸中に入ると運動エネルギーの項が加わって、 $W_0^2 < 2/A(i-i_0)$ 、となり、地下熱水から分離された蒸気の持ち得る最大エンタルピー 670 cal/g を i とし、地表での各過熱蒸気の温度、または乾き度に対する i_0 を与えることにより、その最大噴出速度 w_0 が求められる。次に、噴出管内では内部摩擦および管壁との摩擦のため、地表に向い圧力が低下してゆくと共にエントロピーは増大してゆき、その最大速度は出口の状態での音速を超えることはできないとの条件から、出口の圧力、乾き度を与えてその音速に対する噴出量を求める。以上二つの条件を組合わせて、別府での湯原の資料と対照した結果、このような方法で噴出量、噴出熱量の上限を求めることの意義が認められる。

2. 海水あるいは地下水の温泉への混入と地層のイオン交換作用

(中央温研) 益子 安, 甘露寺泰雄, 田中 昭

海岸近くの温泉水ではしばしば海水の混入による化学成分の変化が観測される。海水の混入した温泉水の化学組成をしらべると、これは単なる混合ではなくて、海水が地層を通過する過程でいろいろの変化(たとえば地層と海水とのイオン交換反応)を受けていることがわかる。これについては、吉川、鎌田、室住らによる報告がある。

演者等は、浅虫温泉について海水の混入に伴う温泉水の化学組成の変化から、この問題を検討し、同温泉では主として Na, K, Mg が吸着され、Ca が溶出するような1種のイオン交換反応が介在することをつきとめた。

一方、温泉水が地層中を流動するときにも、温泉水と地層とのイオン交換が考えられる。そこで、鶴巻、芦原その他の温泉について、地下水の混入による化学組成の変化から、この問題をいろいろ検討した結果についても報告する。

3. 皆生温泉にみられる被圧地下水の変動 (I)

(皆生温泉観光株式会社) 坂内和夫, 森野寿夫, 杉本忠男, 前田和久

皆生地区の温泉井戸の大部分を皆生温泉観光株式会社が所有しているため、会社は皆生地区の温泉保護に対して常に積極的な努力を払っており、湧出量や地下水位の変化などについてもいろいろな角度から調査して来た。

その1つとして、会社所有の休止泉(7号泉、深度170m)を利用して被圧地下水の水位(温泉井の水位)

の日変化をリジャーナル式自記験潮器を用いて、昭和38年より毎日測定して来たので、今日はそのデータを整理して、次の如き結果を得た。

1. 被圧地下水位と地表地下水位との間には、数日以上単位でこれを見る時、相関関係がみられる。皆生の如く深い温泉井(200~300m)でこのように直上地域の地表附近の地下水位の影響を受けやすいという事実は注目に値する。
 2. 被圧地下水位は大体毎日、夜中に高く朝少し下って昼前に少し上り、又夕方著しく下って夜中に上ると同じ傾向の日変化を繰り返している。これは多分温泉水汲上量に関係しているものと考えられるが詳細については目下更に検討中である。
 3. 過去4年間の被圧地下水位を平均的にみると、夏高く冬低く、同じ季節には毎年同じ変化を示している。又、4年間の各年度毎における最高、最低水位は大体同じ値を示し、全体的な推移は認められない。
 4. 被圧地下水位と降雨量との関係はマクロ的にみると余り判っきりしない。マイクロな関係については更に検討したい。又潮汐との関係は日本海の干満の差が少いため認められなかった。
- 終りに水位計を貸して頂いた鳥取県衛生課に謝意を表する。

4. 温泉水中の ^{226}Ra ならびに ^{224}Ra について

(山梨大) 杉原 健

山梨県増富温泉において、 ^{226}Ra ならびに ^{224}Ra 含量の測定を行なったのでこの結果について報告する。

採水は昭和42年1月、3月、9月ならびに10月の4回にわたって行なった。 ^{226}Ra の最高含量は、不老閣の $29.9 \times 10^{-12}\text{curie/l}$ (平均 $27.6 \times 10^{-12}\text{curie/l}$) で、 ^{224}Ra の最高含量は、吐月庵の $215 \times 10^{-12}\text{curie/l}$ (平均 $152 \times 10^{-12}\text{curie/l}$) を示した。

^{226}Ra 含量と Cl^- 濃度との間には正の相関が認められた。

また、 $^{224}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ と湧出量との間にも正の相関が認められ、 Ra が供給されて湧出口に達するまでの時間の推定が可能と思われる。

^{226}Ra と pH との間には負の相関が認められた。

$^{226}\text{Ra}/\text{Cl}^-$ と pH との間にも負の相関関係が認められた。

^{224}Ra と Cl^- 濃度との間には、2~3の例外を除くと正の相関が認められた。

$^{224}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ の最大値は、攸成寮の 9.93 (平均 5.99) と吐月庵の 9.60 (平均 8.85) であった。

$^{224}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ の値が、1.00 より小さい源泉に、丹生沢、吐月庵東、吐月庵西、日暮淵、大六天ならびに湯橋下が認められ、これ以外の源泉は、1.00 より大きい値を示し、 ^{224}Ra の方が優勢であることが認められた。

5. 温泉水ヘラドンが供給される最終時点の推定

(京大理) 初田甚一郎、桂 京造

温泉水中の ^{222}Rn より生成される ^{214}Pb 、 ^{214}Bi の成長曲線を直径8吋厚さ4吋の $\text{NaI}(\text{Tl})$ 結晶を検出器とする Whole body counter を用いて精度よく求めることができた。この得られた成長曲線を逆に外挿し計数値(壊変原子数)が0になる時を求めると両曲線ともほぼ一致する。すなわちこの時点から後は温泉水への ^{222}Rn の供給がなかったとみなされ、従って採水時までの時間は温泉水がラドン源から離れて湧出口まで達するのに要した時間を意味している。 ^{214}Pb は約2時間40分、 ^{214}Bi は約3時間20分で平衡に達するので採水後できるだけ早く測定しないと生成の様子が捉えられず計数値0の時間の推定が不正

確になる。そこで京都市内に存在するものなかから異なった地質的条件をもつ4泉源を選び測定を行なった結果、ラドン源の深さとして次の値を得た。① 北白川民家井戸30分(6.0マツヘ) ② 白幽源泉8分(17.3マツヘ) ③ 霊山源泉3分(6.9マツヘ) ④ 岩倉源泉25分(10.1マツヘ)、()内は測定試料のラドン濃度。②は花崗岩の亀裂からの自噴泉で湧出口のごく近くまでラドン源があって当然であるが③は古生層を掘さくして深度35m~55m間の断層によって得られたもので断層そのものにラドン源があると考えより仕方がない。④も古生層をわずか8m掘さくしただけでラドン源が意外に近いことが判明したが現在の時点ではラドンの由来ははっきりしない。④は洪積層の打込井戸でラドン源はこの付近に広く分布している花崗岩砂層によるものと推定される。なお成長曲線を外挿して0の点を求めるには理論的な成長曲線と同じスケールで対比する方法を用いた。

6. 本邦の全温泉地域から放出される熱エネルギーの概値

(北大理) 福 富 孝 治

さきに、北海道の30余ヶ所の主要温泉地域について測定した熱エネルギーを基にして、北海道全温泉地域から放出される熱エネルギーは $1.1 \times 10^{-8} \text{ cal/sec}$ と見積った。現在の調査の段階でこれを全国の温泉地へ押広げることは無理であるが、その値の桁数だけでも見積ってみようというのが本報告の目的である。全国の温泉についても温泉の熱階級別頻度分布は北海道の場合と同様であると仮定して、北海道全温泉地の熱エネルギーと北海道と全国の温泉地数および源泉数とから全国の温泉地から放出される熱エネルギーの概値を $1.5 \times 10^9 \text{ cal/sec}$ と推定した。また、これとはまったく独立に、温泉の温度頻度分布と厚生省国立公園部から発表された全国の温泉総湧出量とを用いて全国の温泉地から放出される熱エネルギーを推定したところ、 $0.9 \times 10^9 \text{ cal/sec}$ という概値を得た。これら2つの値はその桁数において一致している。

7. 温泉の熱管理に関する研究、温泉水輸送の温度降下計算の考察

(中央温研) 益子 安, 細谷 昇, 飯塚真二

温泉水輸送に用いられる温度降下計算式は、自然対数が入った式であるために、ややもすると使用を面倒がる向きがある。

演者等は温泉水輸送の際の条件を取りあげれば、温度降下は $k \cdot L/Q$ (k : 熱貫流率, L : 輸送距離 (m), Q : 流量 (l/hr)) に比例することをつきとめ、更に閉管路における損失水頭と温度降下との関係式を求めてみた。

すなわち、

$$t = (T_1 - T_0) \frac{k \cdot L}{Q} \dots \dots \dots (1)$$

t : 温度降下 (°C); T_1 : 出発温度 (°C); T_0 : 外気温 (°C); k : (Kcal/mh°C) 既述

$$h = K' (T_1 - T_0)^{-1} \cdot k^{-1} \cdot C^{-1.85} d^{-4.87} \cdot Q^{2.85} t \dots \dots \dots (2)$$

K' : 定数; C : 粗度係数; d : 円管口径 (mm) である。

8. 土壌の熱伝導度の測定法

(北大理) 三 好 日出夫

温泉調査において、温泉地から放出される総熱量を計算する場合、地面から流出する熱量も測定しなければならない。そこで簡単に測定出来る熱伝導度測定装置を作った。

銅管にニクロム線を巻き、単位長さあたり一定熱量 Q_H を発生させ、それによる温度変化を管内 (外径

r_0 および中心より r_1, r_2 (r_1 は土との接触点, r_2 は土中) の三点で読む. ここで $r_1 - r_0 = 1 \text{ mm}$, $r_2 - r_1 = 8 \text{ mm}$ にとった.

r_0 より放出される熱量は

$$Q = Q_H - mc \frac{d\theta}{dt} \dots \dots \dots (1)$$

r_1 より土の中に流入する熱量は

$$Q' = 2\pi r_1 K \frac{dT}{dr} \dots \dots \dots (2)$$

ここで $Q = Q'$ とすると, 熱伝導度 K は (1) (2) より

$$K = \frac{Q_H - mc \frac{d\theta}{dt}}{2\pi r_1 \frac{dT}{dr}} = \frac{Q_H - mc \frac{\Delta\theta}{\Delta t}}{2\pi r_1 \frac{\Delta T}{\Delta r}}$$

となる. t は大きくなければならないが 20 分も測定すれば充分で, Probe Method で求めた値と誤差の範囲で一致した.

9. 熱量の地域分配に関する研究

(中央温研) 益子 安, 細谷 昇, 上条矢波

衛生工学の中の水道工学では, 水の配分について, 採水, 送水, 浄水, 配水という順を追って分類されそれぞれの目的によってその分野の研究がなされている. それ故配水計画も組織的にたてられている.

しかるに温泉の配分には従来の習慣その他の理由により非常に不合理な面が多く, これが温泉の需給関係を悪化させ, 地域的に温泉不足をうたっている例が多い. これは温泉配分が水道工学の如く分類されそれぞれの分野の研究が充分でないことが大きな原因となっている. そこで演者等は, 将来において温泉の配分も揚湯, 温泉処理, 送湯, 配湯という分類に大別する一段階として, 温泉の配分は熱量分配であるということを認識するため, 青森県浅虫温泉の配湯プラントの設計に用いられた考え方および計算式を説明し, 同時にこの考え方および計算式の合理性を述べる.

すなわち, 温泉地での温泉の配分は, 温泉地に存在する全浴槽が運転可能な熱量を温泉にて供給出来なければならぬ. これには全浴槽の自然放熱量を求めなければならないが, この計算式は, 本学会の 16, 17 大会で演者等が報告したものである.

その後

温泉の有効熱量 = 浴槽よりの放熱 + 配湯全プラントよりの放熱量

という熱平衡式が成立するよう配湯プラントを作成すれば, 温泉地の全浴槽は不自由なく運転出来ると同時に温泉の配分方式の合理性も生まれ, 温泉の余裕も生じる. 今回, これに関する実測結果を得たので報告する.

10. 定常な地中温度の分布について

(北大理) 浦 上 晃 一

〔仮定〕 (i) 地中の物質は均質等方的であり, 熱の移動は伝導のみによる.

(ii) 温度分布は定常状態にある.

(iii) 地表面においてはニュートンの冷却則が成立する.

とすれば, 温度 T はラプラスの方程式を満足する. $\phi = \text{const}$ の曲線に垂直な単位ベクトルを単に n とし, $\phi = T - 1/h \cdot \partial T / \partial n$ で ϕ を定義すれば, ϕ をラプラスの方程式を満たし, 地表面における条件は $\phi =$

0 となる。この境界条件と地中の任意曲線 T' において $\phi = \phi_0 = \text{const}$ の条件、 $\Delta^2 \phi = 0$ を満足するような ϕ が求まれば、それに対応する温度分布は

$$T = \phi + \frac{1}{h} \cdot \frac{\partial \phi}{\partial n} + \frac{1}{h^2} \cdot \frac{\partial^2 \phi}{\partial n^2} + \dots$$

と決定できる。 $(h$ は放熱係数)

温度は二次元的な分布を求めることとして、複素平面で考えよう。いま、 z -平面の極く簡単な領域が関数 $w = f(z)$ によって w -平面の領域へ等角に写像されたとき、対応する線素の比は $|f'(z)|$ で与えられるので、 w -平面 (考えているモデル) の点 $w (= f(z))$ における温度は

$$T = \phi + \frac{1}{h} \cdot \frac{1}{|f'(z)|} \cdot \frac{\partial \phi}{\partial n} + O(h^{-2})$$

となる。ここで $\partial \phi / \partial n$ は z -平面での ϕ の勾配である。なお、 h の単位は $[L^{-1}]$ であるから z -平面の単位の長さを、(例えば) 100m にとれば $h = 1 \text{ m}^{-1} = 100 (100\text{m})^{-1}$ となって、第3項以下は無視できよう。

11. 新潟県瀬波温泉の現状

(東京農工大) 阿部修治・望月友江

瀬波温泉(新潟県村上市)は、1940年前後に、東大理学部化学教室によって詳細に研究され、泉水のCs含有量が多いこと、カルサイトおよびアラゴナイト両形の多量の石灰華を産出することなど、その特徴が明かにされ、その後、石灰華のフッ素の定量も行われた。

発表者らは、1967年末に同温泉の三嶋屋源泉(元湯)と竜泉閣(旧製塩工場)1号泉を調査する機会を得、泉水ならびに石灰華を採取し、主要成分の分析を行った。

1940年頃当時の研究対象であった三嶋屋源泉の活動はかなり低下し、泉温が $>100.2^\circ\text{C}$ から 81.2°C に低下していると共に、石灰華の沈着はほとんど認められなくなった。それに対し、竜泉閣1号泉は、高温(100.3°C)で自噴し、カルサイト形石灰華の沈着はかなり顕著であるが、アラゴナイト形石灰華の析出は確認できなかった。

このような石灰華析出の有無を支配している要因は、泉水中への二酸化炭素の溶解量であって、その他の溶存成分組成は、三嶋屋源泉の1941年の値と1967年の値および1967年の竜泉閣1号泉の値の間に、顕著な変動や差異は認められない。したがって、本温泉の熱源と二酸化炭素供給源との間には、密接な関係があると推定される。

なお、石灰華(カルサイト形)の組成も、三嶋屋源泉産(1956年採取)と竜泉閣1号泉産(1967年採取)について互に比較したが、ほとんど同じであった。

12. 山形県東根温泉の調査

(北大理) 浦上晃一, 大槻 学, 三好日出夫, 田上龍一
川材政和, 三宅秀男, 市川 悟, 小関勉子
西 和男, 大橋幹夫, 佐倉保夫

山形県の依頼によって、昭和43年11月5日から11日にわたって、山形県東根市東根温泉において、電気探査、1m深地温の測定、廃井中の水温の鉛直分布の測定、浅層地下水の調査、温泉揚湯の一時停止に伴う温泉水頭の変化の観測、水準測量による地下水および温泉の静止水頭の測定等を行なった。この調査結果と山形県衛生部薬務課によって行なわれた過去の調査から、東根温泉地域の地下構造、表層地下水の動向、温泉と深層地下水との関係について考察した。

13. 本邦における温泉分布から見た温泉の熱の成因

(北大理) 福 富 孝 治

地質によって全国を、(I) 第四紀火山岩の区域、(II) 新第三紀火山岩の地域であるが第四紀火山帯の延長と思われる区域、(III) 新第三紀火山岩・貫入岩のみの区域、(IV) 堆積岩または古第三紀以前の火成岩の区域（これは本邦の普通の場所と考える）の4区域に区分し、これらの面積中に含まれる温泉数を全国温泉数の100%として求め、これらの面積1000km²中に含まれる温泉数(%)を温泉密度と定義して求めた。これらの温泉密度は(I) 0.632, (II) 0.302, (III) 0.048, (IV) 0.031となった。この(II)と(III)の値を比較すると、同じく新第三紀火山岩・貫入岩の地域であるのに、(II)は(III)の6倍以上の値になっているので、(II)の地域の地下には第四紀の貫入岩があると考えた。

さて、(I)+(II)の区域には新第三紀火山岩が重なっていることが知られているので、これから(III)の影響を差引いて第四紀火山岩のみに関係すると思われる温泉数を求めると全国温泉数の86%となった。また、(III)には(IV)の影響が重なっているので、この影響を差引いて全国に拡大すると、新第三紀火山岩貫入岩のみに関係ありと思われる温泉数は3%となった。さらに、(IV)を全国に拡大すれば、第四紀・新第三紀の火山岩・貫入岩のない普通の場所にも10%の温泉数があることが判った。この10%の温泉の成因として、筆者は、本邦のように地震が多く地殻変動の激しい地帯では、割れ目が他の場所よりも深く入っているために、地下増温率は普通であっても、地下水がこの割れ目の中でかなり高温となり温泉の原因となりうることを理論的に説明した。

14. 白浜温泉の1噴騰泉について

(中央温研) 佐 藤 幸 二

和歌山県白浜温泉の水晶源泉は57°Cの温泉水が地上5mの高さに吹き上げられる噴騰泉である。この噴騰はCO₂ガスの発泡膨脹によると考えられる。

地下18mの静止水位を示す噴騰停止時に坑内温度検層と深度別採水とを行なった。その結果と種々の温度圧力下でのCO₂ガスの溶解度とから、噴騰停止時には、冷地下水の混入もあって坑内では発泡が起らず、噴騰は停止したままである。

噴騰状況から、エアリフトの式を利用してCO₂ガスの量と発泡する深さとの関係を求め、前のCO₂の溶解度とから、本源泉では、人工的な手段で3g/l程度のCO₂ガスを溶存する温泉水が静止水位下30m前後に上昇した時発泡が起り、人工的な手段を停止しても噴騰が続くと考えられる。

これらによって噴騰する温泉水は、噴騰停止時に坑内深部にあるものとは異ったより深部のものとなるようである。

冷水の注入坑口の密栓は、浅部でCO₂ガスの水中への溶解を増大し、CO₂ガスの発泡を抑制し噴騰を停止せしめる。この状態はこのような手段を止めても続く。

白浜温泉の他の噴騰泉についても、同様の考察を加え、静止水位下17.5~41mで発泡が起り、その時のCO₂は1.13~3.35g/lが含まれていると推定される。

15. 世界の温泉分布

(国立科学技術防災センター) 湯 原 浩 三

世界的にみて、温泉の多い所を含む地帯、すなわち温泉帯は火山帯とはほぼ一致するという考えがある。しかし、これまで世界の温泉分布を描いた図は知られていない。そこで、入手し得た約4500の温泉の分布図をえがき、それと火山の分布、地体構造などと比較した。結果を要約すれば、温泉帯は火山帯と一致

しているところが多い反面、火山活動の知られていないところにもかなりの数の温泉があることがわかる。これらの地域の大部分は、火山はなくても大規模な褶曲帯や断層地帯に対応している。すなわち、温泉の分布は、地表にみられる火山活動の分布のみならずそれを支配する本質的な地帯構造、あるいは、それに伴う地球の熱的なパターンを反映しているといえそうである。

16. 酸性泉に溶存する微量元素の分析研究

(岩手県衛生研究所) 佐藤彰, 高橋正直

1. 目的: 温泉分析の合理化を計り、特に医療(飲泉)における科学性を増進させるため。
2. 対象: 北東北地方の三酸性泉, 玉川(秋田), 酸ヶ湯(青森), 須川(岩手)をえらんだが、いずれも酸性明バン緑バン泉である。
3. 分析項目および方法: 原子吸光分析法により、直接法(Li, Zn, Mn, Fe, Si, Al), 溶離抽出法(Cu, Pb, Cd), 沈澱法 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ によるAsについて検討した。
4. 分析結果: (1) 直接法は試料を0~30倍に希釈し、そのまま機器に導入測定が可能で、標準添加法ともよく再現性のあるデータが得られた。(2) 溶媒抽出法は試料を $\text{pH } 3.0 \pm 0.2$ としたのち2%ピロリジンチオカルバミン酸アンモンを加え、金属錯塩をメチルイソブチルケトン3~5mlに転溶させ噴霧する方法で一回の操作でCu, Pb, Cdの同時測定が可能であった。(3) 沈澱法はFeによりAsを沈澱捕捉しこれを HNO_3 に溶かし噴霧する方法であるが、As単一の分析を可能とした。従来のGutzeit法はAs+Sbの含量が出るので問題である。又各元素について従来の炎光、比色、滴定法との比較も行ったが、本法は採取量1/10、分析所要時間1/5以下で行なえるので、温泉大分析の公定法として採用する価値が極めて大である。
5. 酸性泉の微量元素含量: 酸ヶ湯はCd, Pbを除いては各成分共最も含量が多く、ついで玉川、須川の順であった。

17. 箱根強酸性水の化学成分(続報)

(岩手大学数教育学部) 後藤達夫, 野口喜三雄

昭和43年秋神奈川県は砂防工事の一環として箱根大涌谷に4本のボーリングを行った。これらの深度は65, 68, 68, 75mである。何れも強酸性水を伴って蒸気が噴出した。それら酸性水の温度および化学成分は1号井深さ65m, 温度(孔口)98°C, pH1.0以下, Cl13.15g/l, F4.2mg/l, 2号井深さ68m, 温度(孔口)99°C, pH1.0以下, Cl66.7g/l, F11.0mg/l, 3号井深さ68m, 温度(孔口)98°C, pH1.0以下, Cl30.75g/l, F16.0mg/l, 4号井深さ75m, 温度(孔口)99°C, pH1.0以下, Cl67.25g/l, F97.0mg/l。またこれらの強酸性水と共に出る噴気を水冷法により完全に凝集して得た凝縮水は前述の酸性水と比較すると何れも塩素およびフッ素含量が著しく劣り、pHも大きい。噴気の温度と凝縮水の組成を次に記す。2号井温度(孔口)100°C, pH1.4, Cl1.96g/l, F1.6mg/l, 4号井温度(孔口)121°C, pH1.4, Cl1.62g/l, F3.8mg/l。尚150°C(孔口)の噴気を水冷法で凝集して得た凝縮水はpH2.1, Cl0.280g/l, F0.61mg/lを示した。噴気付随水の塩酸含量が高温の噴気の凝縮水の塩酸含量より著しく大きいことに関しては地下65~75mの深さにて大量の噴気が少量の地下水と接触した場合噴気の組成を著しく変えることなく液相と気相の間に平衡状態が成立するとすればこのような著しく濃い塩酸溶液が形成されることが考えられる。噴気付随水の酸度が塩素の規定度とはほぼ一致することは注目に値する。

18. 大岳地熱地帯における地下岩石の化学成分並びに温泉水の生成について

(京大理) 山下 幸三郎

九州電力株式会社は発電に利用する目的で九重火山地域の大岳周辺において地熱開発を行ない地下1,000 mまでの岩石資料が採取されている。これらの地下岩石について Cl , Na_2O , K_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 および Fe の分析を行ない地下におけるこれら成分の熱水による溶脱や沈積などの様相が明らかとなりこの結果から地熱地帯の南部八丁原地区では自然噴気地帯に滲透してきた浅層地下水が上昇する蒸気や硫化水素により硫酸酸性熱水となり岩石成分を溶出し一部は酸性の温泉として自然湧出し又一部が地下に滲透して行き岩石に作用し可溶成分を溶脱する。深部に行くに従って酸性は中和され温泉の上昇と共に熱水中に溶出した成分の一部は pH, 温度, 溶解度などの条件によって晶出沈積してゆき現在発電井から流出する如き中性又は弱アルカリ性の食塩泉型熱水が生成されたと推察される。

地熱地帯の北部大岳地区は地下岩石成分の溶脱や鉱物沈積の様相が八丁原地区と異なり又両地区の熱勢力や温泉水圧などの関係からこの地区の熱水は八丁原地区で生成された深部高温熱水が流下し途中において浅層の温泉水が滲透混合して深部から浅層へ流出していると推察される。

19. 茨城県における鉱泉の地球化学的研究

(茨城大教育) 高瀬一男, 木内 豊, 栗木幹生

茨城県には約 50 所の鉱泉・温泉があるが、その大部分は冷鉱泉であり、温泉は袋田、大子、湯沢の 3 つにすぎない。従来、これらの鉱泉に関する研究は極めて少なく、比較的最近の研究としては、益子氏の報告「茨城県における鉱泉の分布並びに泉質に就て」(1959) があるにすぎない。

本研究においては主として県中央部以北の鉱泉について化学分析を行ない、その結果から、鉱泉のタイプ、化学成分と地質との関係、化学成分の起源などについて考察した。

その結果を要約すると次のようになる。

1. 鉱泉のタイプと性格

- | | | |
|--------------------------|---|--|
| (1) SO_4^{2-} 型 | $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- : \text{袋田温泉} \\ \textcircled{2} \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- : \text{大子・湯沢温泉} \end{array} \right\}$ | $\left. \begin{array}{l} \text{袋田温泉} \\ \text{大子・湯沢温泉} \end{array} \right\} \text{袋田・大子型}$ |
| | | |
| (2) Cl^- 型 | $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{3} \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- : \text{主として利根川流域に分布する高塩分水一化石海水型} \\ \textcircled{4} \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} : \text{海水の影響が考えられる鉱泉一海水型} \end{array} \right\}$ | |
| | | |
| (3) HCO_3^- 型 | $\left\{ \begin{array}{l} \textcircled{5} \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- : \text{海岸沿いに分布する鉱泉一海岸型} \\ \textcircled{6} \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} : \text{内陸部に分布する鉱泉} \end{array} \right\}$ | |
| | | |

2. 袋田・大子温泉の起源は、第三紀の火山活動によって生じた安山岩質の角礫をともなり凝灰岩に起因するものと考えられる。

3. 利根川流域に分布する高塩分水の起源は、沖積層の堆積環境に関係があると考えられる。

20. 草津周辺の温泉水の化学的研究

(東大教養) 綿抜邦彦, 高野穆一郎

草津周辺の温泉の研究の一環として、振子沢ボーリング噴出水、湯の平温泉、応徳温泉について調査を行った。

振子沢は白根山より草津側に約 2 km の所であるが、ボーリングに際し、最初蒸気のみであったのが後に pH 3.6, 水温 89°C の水が噴出した。この温泉水は Cl^- 3 mg/l, SO_4^{2-} 114 mg/l でこれは秋田県玉川温泉の噴気型と呼ばれる温泉水に類似するものであり、従来草津温泉、万座温泉では見出されなかった型

である。この水の Ca/Mg は草津温泉水のそれに一致している。シリカの含有量は草津温泉より少ない。この噴気は殺河原ほど H₂S, SO₂ を含まない。

湯の平、応徳温泉は草津温泉の東南約 4 km の地点にあり、須川にそって湧出する温泉で pH 8.6, 8.1. 水温 78.0°C, 54.1°C である。周辺には硫化鉄の沈澱が認められる。応徳温泉は須川の川底より湧出している、この温泉水はカルシウムイオンに対してマグネシウムイオンの含量が著しく少なく、世界の河川水の平均 Ca 15 mg/l, Mg 4.1 mg/l, Ca/Mg=3.5 に比して大きな値を示し、湯の平で 40, 応徳で 28 を示す。このように Mg の少ない例はこの周辺では花敷温泉に認められる。須川にそったこれらの温泉水が類似しているものと思われる。一方万座温泉では Mg が比較的多く Ca/Mg=1. つまよりの湯などでは Mg の方が数倍多い。このような例は箱根の強酸性噴出水にも認められる。

21. 本邦温泉の主要元素の分布 (その一)

(東工大理) 岩崎岩次, ○山谷和久

(東邦大理) 真船 洋

温泉の地球化学的研究には、“温泉とは何か”との十分な認識がなければならないし、また温泉水の分析法を検討する場合その成分ならびに共存物質の量的存在範囲を明らかにしておく事が必要である。また温泉中に溶存する物質がどのような機構で温泉中に導入されどのような変化の過程をたどりながら湧出したものかを統計的にある程度の信頼性をもって議論出来ないものかと考え、温泉水中の成分の分布の模様を見る事にした。

本邦温泉の化学成分に関する統計的研究は多くの人々によっておこなわれて来た、演者らは以前岩崎がおこなった本邦温泉の主化学成分の分布について、試料の数を多数 (約 1550) とり、これについて再検討すると共に、主化学成分の相互関係などについて詳細に検討した。今回は Na と Cl の分布について述べる。

Na および Cl は各 pH によって含量は異なり、ともに pH 6 で最大であるが、全 pH 領域では対数正規分布を示す。また Na/ER は pH には無関係で、ほとんどの温泉水で Na/ER が 0.3 以下である。Na/(Na+K+Ca+Mg) を調べると 0.8~0.85 が最も多く存在する。Na と Cl の比を見るとこれは pH にはほとんど無関係で、Cl 量によって大きく左右される。Cl 400 mg/l 以上の温泉水では Na/Cl のモル比が 1 の正規分布を示し、Cl 量が少なくなるに従ってその比は増大する。Cl 400 mg/l 以上の温泉水について同一の Na/Cl 比のものとの間には HCO₃⁻, Ca 等が非常に明瞭な関係が認められた。

22. 温泉スケール (温泉沈澱物) の生成と温泉の老化現象との関連性について

(国立白浜温泉病院) ○松中修治, 岡田雄作, 小林一元

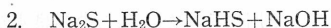
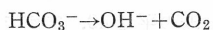
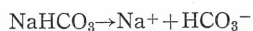
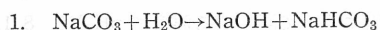
(和歌山県薬事指導所) 吉野 実

演者は先の本学会において温泉の老化現象の呈色試験の色相の変化の度合と汲み置き温泉水の時間的経過に伴う紫外外部吸光度の位置の移動とは平行する関係にある事を述べた。温泉水の老化現象の原因は新鮮温泉水中に溶存する Fe⁺⁺Mn⁺⁺Ca⁺⁺ などの金属の不安定な化合物が酵素の触媒作用に酷似する作用を営むのが原因とされている。演者らは今回温泉水の老化現象の原因の一つと思われる温泉沈澱物の生成と



汲み置き温泉水の時間的経過に伴う紫外外部吸光度 $-\log T$ の位置の移動との関連性について調べてみた。温泉水中に溶存する Ca⁺⁺ 量を汲み置き温泉水について時間的に間隔を置いて Chelate 法に依って測定したが温泉水中に溶存する Ca⁺⁺ の量が時間の経過に伴って逐次減少する (反対に CaCO₃ の温泉沈澱物が生成して来る) のに平行して温泉の紫外外部吸光度 $-\log T$ の位置も移動していく事を認めた。この場

合 Mg^{++} は余り変動はみられなかったが pH は温泉湧出直後は 6.8 であるが 24 時間汲み置いた温泉水の pH は 7.9 となった。この原因は温泉水中において



これらの反応によって生ずる OH^- に起因するものと推察せられる。

23. 九州の療養泉展望

(九大温研) ○矢野良一, 嶋津義久

温泉の利用として本邦では現在レジャーブームに乗って娯楽的のものが最も多いと思われる。次いで保養、療養面である。欧米（演者は南米の温泉をも訪ねた）では温泉は専ら病気の治療、しかも温泉治療の勉強（修練）をした医師の処方によってのみ入浴ができることと大きな差違である。

演者は本学会でリウマチ泉、胃腸泉、心臓泉、肝臓泉、きずの湯その他をとりあげてきた。九州には経験的に療養泉としていまだに名声をはこる温泉は多い。またその若干については当所で 3 週間の出張研究によって実験的にも確めている。ことに大分県では当所の温泉泥（浴、湿布）はリウマチその他諸病に卓効があり、かんなわ地区の明ばん温泉は皮膚病に効果が著明である。弱食塩泉の湯平（ゆのひら）は天下の慢性胃腸病にその名あまねく、含土類炭酸泉の長湯は循環器系に、含炭酸ホウ酸重曹食塩泉である六ヶ迫は糖尿病に療養泉としての名声をはせている。福岡県の舟小屋（単純炭酸泉）は慢性胃腸病、佐賀県古湯（単純泉）は皮膚病に、長崎県雲仙の古湯（ H_2S 泉）はリウマチ泉、熊本県の亜玉（硫黄泉）は皮膚病に、日奈久（単純泉）は胃腸泉の名がある。鹿児島県では霧島温泉群がリウマチ、皮膚病に良く、妙見、ラムネ、安楽などの含土類炭酸泉は循環器系、胃腸病に、療養泉として自炊、貸間など広く大衆に利用されている。以上の他諸温泉に触れる。

大分県の九重温泉群、宮崎県のえびの地区など、将来は気候療養をかねて伸びるであろう。

24. 温泉洋温泉地区の温泉常時入浴児童、生徒の体位について

(大阪教育大) 伊東祐一, 今井英夫, 後藤英二

野口陽二, 赤塚久兵衛, 須藤勝見

生体に及ぼす温泉の作用機作に関する研究の多くは、温泉治療学に関するものであるが、我々は健康者の生体に対する温泉浴の作用につき、鳥根県温泉洋温泉（含土類食塩泉）地区の小学児童、中学生徒計 68 名（2ヶ年以上の温泉常時入浴者 34 名および温泉非入浴者 34 名）につき種々検査を行ったところ以下に示す如き成績を得た。

- 1) 赤血球数では 5% の危険率で温泉常時入浴者の方が温泉非入浴者よりも高い数値を示した。
- 2) 白血球数については両者に有意の差は認められなかった。
- 3) Sahlie 法による血色素数測定においては男女共に温泉常時入浴者の方が非温泉入浴者より稍高い値を示した。

- 4) ヘマトクリット値

血球容積の測定には高速遠心法を行った。（Wintrol 法より 3~5% 低い値を示す）両者間には有意の差は認められなかった。

- 5) 血圧は温泉常時入浴者が最大最小共に稍下降現象を認め、脈圧においては有意な差は認められなかった。
- 6) 心電図所見では両者間に、特に差は認められなかった。心電図に現われる R-R 間隔の比率により判定を行なったところ眼球圧迫試験において有意な差が認められた。
- 7) 眼球圧迫試験では温泉非入浴者に陽性の者が多く認められた。
- 8) Rumpel-Leede うっ血現象の検査では両者間にその差は認められず、男性女性間にその差が認められた。
- 9) 尿の pH は pH 5~6 のものが多く強酸性、強アルカリ性尿は認められず、尿糖は全員陰性、尿蛋白は少数の者に陽性を認めたが痕跡程度であった。又尿潜血反応は全員陰性であった。

行説日 11月17日

会 学 科 泉 温 本 日 行 説

1-1-2 採集例谷田製酒産東

産外学研協生眼学大立商京東

820841 京 東 管 道

藤 三 喜 口 復 香 坂 力

出 第 文 書 会 夫 研 研 以 旧

22-1 研製科田新 為田力予測光東