

一般講演要旨

(1) 温泉の送配湯の研究 (その9)

— 分湯している状態での配管路放熱量の近似値 —

○細谷 昇, 飯塚真二, 中島国雄, 大塚一夫 (中央温研)

温泉配湯設備全体の放熱量の中で最も多いのは配管路からの放熱です。しかし、ふつう配湯管路内の流量は受湯者が温泉を使用しているため出発湯量と管路末端湯量は異なったものであり、このような状態では管路からの放熱量を算出することは容易ではなかった。

そこで演者らは、配湯管路より受湯者に分湯されている状態で管路からの放熱量の近似値を出発温度・出発湯量・管路末端到着温度及びその湯量の測定値より容易に算出する方法を考え理論的な計算方法にて求められた値とほぼ満足した結果を得たので報告します。

いま、出発温度 T_1 (°C) 出発湯量 W_1 (ℓ/hr) 管路末端到着温度 T_5 (°C) 同湯量 W_4 (ℓ/hr) とすれば路線放熱量 Q (kcal/hr) の近似式は、

$$Q = T_1 \cdot W_1 - T_m (W_1 - W_4) - T_5 \cdot W_4$$

T_m : 供給平均温度

T_m の値は次の如き考えで求める。

$$T - T_0 = (T_1 - T_0) e^{-\frac{kL}{W}} = (T_1 - T_0) \left(1 - \frac{kL}{W}\right)$$

$T_0 = 0$ (°C), $\frac{kL}{W} < 0.1$ とすれば、

$$\Delta T = T_1 - T_5 = T_1 \left(\frac{k_1 L_1}{W_1} + \frac{k_2 L_2}{W_2} + \frac{k_3 L_3}{W_3} + \frac{k_4 L_4}{W_4} \right)$$

今、仮に $k_1 L_1 = k_2 L_2 = k_3 L_3 = k_4 L_4 = k_m L_m$ とすれば、

$$\frac{k_1 L_1}{W_1} < \frac{k_2 L_2}{W_2} < \frac{k_3 L_3}{W_3} < \frac{k_4 L_4}{W_4}$$

$$\Delta T = T_1 k_m L_m W_4 \left(\frac{1}{1 + \frac{W_1 - W_4}{W_4}} + \frac{1}{1 + \frac{W_2 - W_4}{W_4}} + \frac{1}{1 + \frac{W_3 - W_4}{W_4}} + 1 \right)$$

括弧内の第1項と最終項の値の平均値を α とすれば、

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1 + \frac{W_1 - W_4}{W_4}} + 1 \right) \quad \Delta T' = \alpha \cdot \Delta T$$

受湯者への供給平均温度を T_m とすれば、

$$T_m = T_1 - \frac{1}{2} \Delta T'$$

と定める。

(2) 地下水の流動に伴う流動電位, 流動電位法

伊藤芳朗*, 齊藤輝夫*, 市川 浩*, 南雲政博*, 竹内篤雄**, 内藤光雄***
 (* 関東学院大工, ** 京大防災研, *** 川崎地質(株))

浅層地下水の水流脈を地下1m深の地温分布より, その深さ, 規模を推定する地温探査法は竹内によって, すでに確立している。しかし, この方法は水流脈の流速についての情報は与えてくれない。

水流脈の流速の測定は, 従来, 上流部のボーリング孔などに, 食塩, 染料などを投入して, 下流部のボーリング孔か湧水地点でそれを検出し, 2点間の平均流速を算出している。

一方, われわれは秋田県銭川間欠泉において, 噴出に伴う流動電位の発生を測定している(1978, 地熱)。

そこで, 地下水に投入された食塩水塊の移動に伴う流動電位の発生が予想される。兵庫県などの地すべり地の浅層地下水流動地帯において, 地下水に食塩を投入し, その移動に伴う流動電位を測定した。その結果明瞭な流動電位の発生がみられ, 電極間隔より地下水流速の見積が可能であった。この地下水流速法は, 新しい方法, 流動電位法である。

(3) 皆生温泉水位変化の数式モデル

○石原幸彦*, 太田富雄*, 坂内和夫**, 森野寿夫**, 前田和久**,
 松本忠男**, 中島 透** (* 米子工専, ** 皆生観光(株))

皆生温泉の水位変化を簡単な数式モデルで表わし, 7号休止泉の被圧地下水位の実測値と比較検討した。

水位の変化に影響を及ぼすものとして次の5項目を考え数式モデルを作成した。

①温泉揚湯量, ②降雨量, ③水田入水状況, ④工業用水・上水道の汲上量, ⑤下水処理場建設に伴う地下水汲上量。

数式モデル

$$H_n = \frac{Q_n' \sum_{i=1}^{12} l_n(R/n)}{2\pi \cdot B \cdot K} + a \cdot A_n + b \cdot T_n + c \cdot G_n + d \cdot Y_n + e$$

但し, $Q_n' = k_1 \cdot Q_n^2 + k_2 \cdot Q_n + k_3$

H_n : 7号泉被圧地下水位の計算値, Q_n : 温泉揚湯量, B : 滞水層の厚さ, A_n : 降雨量, T_n : 水田入水状況, G_n : 下水処理場建設に伴う地下水汲上量, Y_n : 工業用水・上水道の汲上量, K : 透水係数, R : 影響圏, $a \sim e, k_1 \sim k_3$: 係数

数式モデルの中に含まれる定数, 係数の値は計算値と実測値がよく一致するように試行錯誤を繰返し決定した。

この式に各因子の実測値と入水水田の面積の相対値を入れ計算した。その結果, 昭和47年~54年までの計算値と実測値の相関係数は0.954, また相対誤差は4.35%とよく一致した。

次に数式モデル上で各因子が水位の変動にどの程度寄与しているかを計算したところ, 揚湯量39.6%, 水田入水状態23.9%, 降雨量33.9%, 工業用水・上水道の地下水汲上量2.6%となった。このように稼動していない7号泉では揚湯量の影響が意外と低く, 逆に降雨量や水田の入水状態が水位変動に大きく影響していることがわかった。

(4) 御岳火山噴火により噴出した温泉

小沢竹二郎*, 君島克憲*, ○小坂丈予**, 平林順一** (*埼玉大・工, **東工大・工)

木曾御岳火山は1979年10月28日, 突然有史以来の噴火を開始した。活動は同火山王滝頂上付近, 南斜面に北西-南東にほぼ一直線に配列する十数箇の新爆裂火孔を開孔して始まった。噴火は新火孔よりの噴石, 噴煙活動と一部の火孔よりの泥流放出が主な表面現象で, その火山灰は主として北東方或は東方に降下した。しかし今回の同火山の活動はその噴火状況や各種の地球物理学的観測結果, ならびに噴出火山岩片, 火山灰, 泥流物質等に熔融マグマから直接供給をうけ冷却固結したと考えられる新鮮な固形物を含まないことなどから, 水蒸気爆発であったと考えられているが, その噴火の起源となった火山ガスの地表下における温度がかなり高温であったと予想されること, 最初爆発以後の沈静速度がおそく, むしろその後温度が上昇したと考えられる徴候が認められるなど, 単なる水蒸気爆発とはその趣を異にしている点も少なくない。

山頂新爆裂火孔より湧出する温泉中には, Cl^- が57,200mg/lもあるものがあり, 同じ湧水の SO_4^{2-} の6,350mg/lに比べても著しくその濃度が高いことになる。このことは火山ガス中のHClガスが高温でもよく水に溶解することによるもので, 一方 SO_2 は高温では水に溶けにくいことから, この湧水の泉源は浅くて且つ温度の高いものであった事が推定される。比較のためにかかげた吾妻山一切経山の湧水はこれとは逆に $\text{Cl} < \text{SO}_4$ 型で, SO_2 ガスが高温の水に溶入して SO_4^{2-} になるためにはある程度の圧力を要することから, 一切経では火山ガスが水と接触してから地表に達するまでの距離と時間がより長かったものと考えた。さらに御岳火山の今回の噴出ガスは $\text{SO}_2 > \text{H}_2\text{S}$ 型でかなりの高温が予想されるのにHClガスが少なかったのは以上の理由で, 噴出途上で山頂下の地下水と接触したため, Clが水相にほとんど移行してしまったためと解釈した。この事は湿った降下火山灰に付着した可溶成分中にClが多かった事からも支持されよう。

講演番号4に対する質問 東大教養 綿抜邦彦

観測された噴気の最高温度は何度であるか。また, 測定されたものは既に塩化水素ガスを吸収してしまったあとの水の噴気と考えてよいか。

(5) 富山県黒薙温泉の地球化学的研究

日下部実, ○水谷義彦, 川腰利之, (富山大理)

宇奈月温泉の源泉である黒薙温泉は, 宇奈月温泉より黒部川に沿って約8km上流にあり, 黒部川流域に広く分布する花崗岩中から湧出する沸とう泉である。この温泉の熱水の由来を明らかにするため, 温泉水中溶存化学成分の分析および同位体比の測定を行った。泉質は弱アルカリ性の比較的低濃度の $\text{Na}-\text{Cl}-\text{HCO}_3$ 型であり, 微量の H_2S を伴い, 湧出口付近には CaCO_3 の沈積が認められる。付近の川底に湧出する温泉水は温泉ガスを伴っており, その主成分は N_2 , CO_2 , O_2 , Arおよび CH_4 であった。熱水の地下温度はシリカ法およびNa/K法によって約140℃と推定された。水の水素および酸素同位体比からは温泉が地表水起源であること, また, 温泉水と付近の川水のトリチウム濃度の比較から, 温泉水が比較的古い(>数十年)地表水に由来する深部熱水と地表付近に存在すると思われる新しい水の混合物であることが推察される。

講演番号5に対する質問 東大教養 綿抜邦彦

地表水のトリチウムがやや高いがその解説はどのようにすればよいか。また, 温泉水が古い水であるとするときoxygen shiftが少いが, このあたり御意見を聞かせてほしい。

講演番号5に対する回答 富山大 水谷義彦

現在の降水のトリチウム濃度は約20 T.U.である。したがって, 黒薙川本流(27 T.U.)は, その

ような降水に核実験の影響をより大きく受けたトリチウム濃度のより高い地下水が若干混合していると考えられる。トリチウム濃度の著しく高い沢水 (53 T.U.) が認められたのは、付近の山に核実験が行われた頃のトリチウム濃度の高い降水が地下水として存在し、それが流出していると考えれば説明出来る。また、温泉水が比較的高い推定地下温度を示すにもかかわらず、その水の同位体比に Oxygen shift が認められない理由については不明である。

(6) トリチウム濃度からみた温泉水の動き (その1)

北岡豪一, (京大理)

各地の温泉でトリチウム濃度を測定したところ、深層試錐により近年開発された温泉地では、トリチウム濃度が非常に低く、地層中に十分長く貯留されていた水であることが示される。しかし、古来湧出を続けた別府温泉では、その上流の山麓部で比較的近年開発された沸騰泉でも、深度が300mを越すにもかかわらず10TV以上のトリチウム濃度を示すことに注目される。その地域でより浅層の温泉水も含めてトリチウム濃度とCl濃度とを対比させると、トリチウム濃度の非常に低い食塩型の熱水に対して浅層からかなり速い水の供給混合が行われているとみられる。この供給速度を水頭の鉛直分布などと対応させると、鉛直方向の平均的な透水係数として $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ の値が求められた。

一方、これより海に向かう水平方向では、トリチウム濃度が浅層で高く、深層で低い2つの傾向がみられ、前者は下流側など高濃度化し、後者は海水浸入の前面近くでほとんど0に近い値となり、トリチウムの減衰率から考えて地層中を50年以上流動していることを示している。市街地で採取されている温泉水量の分布から温泉水が上流部の沸騰泉地域より海岸まで流れるに要する時間を推定すると50~100年の程度となり、上記結果と対応する。

なお、山岳部の噴気では、凝縮水のトリチウム濃度が非常に低い。これは地下で蒸気の卓越するところでは、下方への水の浸透がおこりにくい状態にあることを示しているものと思われる。

(7) トリチウム濃度からみた温泉水の動き (その2)

北岡豪一, ○吉川恭三, (京大理)

大規模な温泉地では、地表から浸透してきた地下水中に深部からの熱水が供給されて温泉が生成されている。その熱水の供給過程として、深部を液体のまま流動供給する経路と、地層中で沸騰した蒸気が上昇混入する経路の2つがあり、それによって温泉水の化学組成が支配されている。

温泉の既開発域では、その温泉採取量をまかなうだけの地下水が熱水の流出してくる範囲へ供給されねばならず、温泉源の保護や熱水採取量の増加が温泉に与える影響を推定するためにも、この深層への地下水供給の場所と機構を明らかにする必要がある。

別府温泉では、従来、水頭や地温、主要化学成分の分布などから温泉水の供給と流出の地域性について研究が行われてきたが、トリチウム濃度を加えることにより地熱層内への地下水流動経路がさらに詳しく推定できるようになった。温泉水の静止水頭は上流部一帯で深層ほど深く、特に高温地帯でこの傾向が著しい。このような下向きの水頭勾配が示される地域でも深層への水の供給状態が必ずしも一様でなく、深層温泉の開発に伴う化学成分や温度の変動に地域性のあることが見出された。これは地温分布などから推定される断層や破碎構造などの地質条件が浅層よりの水の供給過程に大きく影響しているからである。また、その浸透する浅層水の化学組成がより上流部の地熱域通過中に蒸気の影響を受けて異なった性質になっていることにもよる。このような現象を総合しつつ、別府南部地域における温泉流動の過程を再検討した。

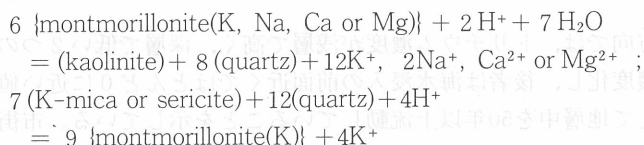
(8) Water-rock Interaction と温泉の化学組成 — 伊豆半島海岸温泉についての検討 —

甘露寺泰雄, (中央温研)

〔目的〕伊豆半島の海岸地域には塩化物泉が数多く分布しており、最近同位体の解析を通して海水起源であることが明らかにされつつある。これら温泉水の化学組成は海水とかなり違っている。Cl⁻を基準にして比較すると、高温泉ではK, Na, Caに富み, Mg, SO₄²⁻が少く, 低温泉ではCaに富み, K, Na, Mg, SO₄²⁻が少くなっている。このような変化がどのようなsea water rock interactionに関係するかを推定するのが目的である。

〔検討方法〕湯河原, 熱海, 南熱海, 伊東, 熱川, 稲取, 峯, 谷津, 下賀茂, 石部・岩地, 土肥温泉について, log(A_K⁺/A_H⁺), log(A_{Na}⁺/A_H⁺), log(A_{Ca}²⁺/A_H²⁺)及びlog(A_{Mg}²⁺/A_H²⁺)と地下の温泉貯溜層の温度との関係を, 梶原(1973)によって報告されたrock forming mineralの加水分解平衡曲線上にプロットする。AはActivityを示し, Davies(1962)の式から計算, A_H⁺は鈴木ら(1971)が湯河原温泉で試みた方法(地下でCalciteが熱水と平衡関係にあると仮定)で推算した。

〔検討結果と考察〕各プロットの位置から最も関係深い平衡反応として次式があげられた。



すなわち, montmorillonite類, K-mica, kaolinite, quartzなどが関係する反応が海水の変質に関係深いと推定された。これらの鉱物は伊豆半島において温泉が胚胎している湯ヶ島層や白浜層中に普通みられる変質鉱物である。その他, CalciteやAnhydriteもCaやSO₄²⁻の挙動に密に関係していることが, 溶解度積と温度の解析から推定された。

(9) 草津温泉湯川水系の人工中和と溶存成分の 変化について (1)

野村昭之助*, 小坂知子*, 林保*, ○小坂丈子**

(*上智大・理工, **東工大・工)

草津白根火山ならびにその周辺地域では, 同火山及びこの地域に湧出する温泉群, 硫黄鉱山跡坑内廃水などの流入による酸性河川が多く, 特に東麓の湯川(pH2.1), 谷沢川(pH2.7), 大沢川(pH3.0)などはその濃度も高く, 流量も大きいので, 下流河川への影響が強い。この毒水に対し群馬県では早くからその対策に苦心し, 多くの予備実験を経た上で, 昭和39年より同河川の中和事業を開始した。この業務はその後建設省によって受け継がれ, 一応初期の目的を果して今日に至っている。

演者らは同省の委託をうけ, 中和事業に関する化学的検討を続けてきており, 今回はその概要と2, 3の問題点について述べることにしたい。

中和事業は現在では湯川の上流に近い草津市街地のはずれに設けられた中和工場において, 作成された石灰石(CaCO₃)微粉末の乳濁液を湯川には直接投入し, また北方の谷沢川にはパイプラインでこれを圧送して投入している。ここで中和により生じたAl, Fe, Siの沈殿物と未反応中和剤は, 投入点より約2km下流の品木ダム貯水池に沈殿させるとともに, 中和剤未添加の大沢

川の水はここでやや過剰に中和剤を加えた他の2河川の水と混合させて中和を完成する計画であった。

しかし実際には本事業開始初期には中和剤に併せて加えられていた $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が諸種の理由で用いられなくなり、反応にやや時間がかかり過ぎ、中和剤をいく分過剰に加えてはならない事、また、このため未反応中和剤が若干残りダム貯水池の堆積を増やしている事、中和剤投入点からダムまでの距離が少し短い事、流入3河川の温度の違いによる貯水池の不混和現象、貯水池底泥の還元による黒色化と再溶解、火山活動と上流諸源泉の濃度、湧出量の変化と降水量による3河川流下総酸量の変化と中和剤投入量の対応等、種々の問題点があるが、これをどのような方法で克服しているのかにつき順次述べる予定である。

講演番号9に対する質問 東大教養 綿抜邦彦 製品木ダム湖底における還元作用は何によるものと考えられるか。またバクテリアの作用を考へる必要があるか。

(10) 玉川温泉水の石灰岩による中和反応効果に関する 試験研究 (第1報)

○後藤達夫, 梅津芳生, 浅部喜幸, (岩手大工)

玉川温泉は pH1.1, 水温98°C, 湧出量は約9 m³/min でわが国有数の強酸性泉で、酸性の主体は塩酸であることが特徴的である。現在、玉川温泉水の恒久的な石灰中和は国によって実施方向で検討されている。昨年に引続き1980年も玉川温泉水の石灰岩による中和反応効果を明らかにするため、玉川温泉地内で種々なる条件の下で実験を行った。

各実験ケースにおける平衡状態時の反応水の pH 値は原水の pH1.18~1.27, 8.4A_x 4945~6459 mg/l の場合で1.68~2.49の間にあり、8.4A_x 減少率は47~69%の間にあった。反応槽系内の底槽部では石灰岩の溶解が活発に進行し、上層部では石膏が析出しこれが石灰岩表面をコーティングする。このものは時間の経過とともに底層部にずれ込み付着した石膏は次第に溶解する。系内での石膏析出、石灰岩ならびに石膏の溶解、SSの形で石膏の系外への逸出、これらが丁度釣合のとれたところで平衡状態に達するものと考えられる。反応は必ずしも石灰岩の比表面積に比例するものではなく、原水と石灰岩との有効接触作用に関係している。角型反応槽に比べてコーン型反応槽の方が反応効果が大きい。コーン型では円錐部での上昇する原水の流速が大きく、角型に比べて原水の攪乱作用が強く働いているものと考えられる。原水の8.4A_x が大きく、石灰岩のサイズが5~20mmと小さい場合には生成した石膏が石灰岩充填部の空隙を塞ぎ、おこし状の凝結現象がみられた。1974年以降玉川温泉水の SO_4^{2-} 含量は大きく増加して石灰岩との反応により石膏が析出し易い水質を示していることに注目される。原水を渋黒川の河水で1.33倍に希釈して8.4A_x 4685 mg/l とした場合には希釈の割合に比べて反応効果が大きく示された。これは石灰岩の表面に形成される石膏皮膜量が小さく、そのため中和反応の阻害が少いためと考えられる。中和反応水の pH 値が1~2台では Fe, Al, As の沈殿物は殆んど生成しない。また反応水は過飽和に石膏が容存している。

(11) 伊香保温泉沈殿物の引湯による化学組成の変化

○鈴木励子*, 酒井幸子**, (*東北大教養, **群馬衛研)

伊香保温泉は数ヶ所より湧出する温泉水を集めて、1本のパイプ(本線と言う)より各施設に

分湯している。その過程で沈殿物を析出する。温泉水の分析に関する報告は多いが、沈殿物については木村(1943)甘露寺と田中(1970)と少なく、引湯の影響についての報告例は見られない。本線の長さは、およそ700mである。試料は流れに沿って温泉水と沈殿物を採取し分析を行った。泉温は本線湯元で46.6℃、本線末端で46.1℃と殆んど変化しない。しかしpHは急傾斜地を引湯するためにCO₂を放出し、6.2から7.6と上昇する。その過程で析出する沈殿物の色も茶褐色から黄土色を経て灰緑色と変化し、化学組成の違いを示唆している。化学分析の結果より、シリカ、アルミニウム、カルシウムを含む鉄質沈殿物である。本線湯元と本線末端で採取した沈殿物を例にとると、鉄はFe₂O₃として48.51%から33.22%と減少し、逆にSiO₂は19.96%から24.47%と含量を増している。またMnOは本線湯元では0.083%であるがpHの上昇にもなって含量を増し、pH=7.4の地点では7.78%、本線末端で6.62%と大きく変化し、注目に値する。このような化学組成の違いは、引湯した距離よりも、CO₂放出によるpHの上昇によるものと思われる。温泉水中のCO₂が202mg/lから52.8mg/lと減少し、温泉水の成分の変化と沈殿物の化学組成の変動と一致している。

(12) 山梨県増富温泉における源泉の湯とこれを引湯した浴槽内の湯との化学組成の比較

○野口喜三雄*, 相川嘉正**, 渡辺丈二***,
(*都立大名誉教授, **東邦大, ***日本温泉科学研)

山梨県増富温泉は放射能泉として著名であるが、塩化物、硫酸塩に富む外、多量の炭酸ガスを伴い各種炭酸塩にも富んでいる。この温泉水の引湯管、浴槽内湯の放水路等には多量の水酸化第二鉄や炭酸カルシウムの析出が見られる。

これらの沈殿物にはラジウムが共存しており、著しい放射能を呈する。日本における従来の温泉分析は専ら源泉の場についてなされたものであったから、実際に入浴に利用されている浴槽内の湯については殆ど分析がなされていないようである。著者らは昭和54年12月23日増富温泉へ出張し、津金樓旅館の湯と金泉湯旅館の湯について源泉の湯と浴槽内の湯との化学組成の比較を行った。津金樓の湯は源泉から約40m引湯しているが、浴槽内の湯は源泉の湯と比較するとpHは大きく、遊離炭酸並びに鉄分が著しく減少している外、ラドンも若干減少しているが、カルシウム、マグネシウムの含量並びにアルカリ度は殆ど変化がない点が注目に値する。即ち鉄が水酸化第二鉄として先に沈殿し、カルシウムが炭酸カルシウムとして後から析出することがわかる。又金泉湯の源泉において湯に伴って噴出する多量の炭酸ガスをハルデン型ガス分析装置を用いて分析したが、CO₂ 99.6%、N₂ その他0.4%、H₂S 0% (体積)であった。尚また浴室内空気の炭酸ガス含量を薬学会協定炭酸ガス定量器を用いて分析したが、津金樓男子浴室0.22%、金泉湯男子浴室0.56%、不老閣男子浴室0.21% (体積)を示した。この場合何れの浴室においても天窗 外は閉じてあった。不老閣の岩風呂は現在屋内にあるが、風呂の水面以上20cmの空気の炭酸ガス含量は0.25% (体積)であった。この場合、湯が岩風呂の底から炭酸ガスを伴って湧出している。

(13) 最近の山梨県石和温泉の化学成分と経年変化

相川嘉正*, 今橋正征*, 高松信樹*, 加藤尚之*, 塚本邦子*, ○下平京子*
秋山悌二郎**, (*東邦大, **前山梨県立短大)

山梨県石和温泉の化学成分については、秋山(1962, 1970)等、他に多くの発表がなされてい

る。

今回石和町を中心に30ヶ所で試料を採取、分析し、この結果を含め、経年変化について検討した。

分析結果より、主成分は陽イオンではナトリウム、陰イオンでは塩素イオン、硫酸イオン、重炭酸イオンであった。塩化ナトリウムを主成分とする温泉が13、重炭酸ナトリウムを主成分とする温泉が13、その中間のものが4源泉あった。pHは7.3~9.7の弱アルカリ性であった。

ナトリウム—塩素の間には正の相関関係が認められたが、モル比で比べると、ナトリウムの方が多かった。経年変化をみてみると、1960年から80年にかけてナトリウム、塩素含量が減少していた。SO₄²⁻も同様である。又、県営1~5号井をみると、泉温、湧出量とも減少しており、石和温泉全体もこの傾向にあると思われる。これらの減少の傾向は60年から70年にかけて著しく、70年から80年にかけては除々に変化していた。

一方、炭酸、重炭酸イオン含量は増加し、これらの変化を含量%でみると、60、70、80年になるにつれて増大していた。

以上のことより、掘さく当時塩化ナトリウム含有が主であった温泉が、湧出量の減少とともにナトリウム、塩素、硫酸イオン含量が減少し、炭酸、重炭酸イオン含量の割合が増大したため、重炭酸ナトリウムを主とした温泉に変化しつつあることがわかる。石和温泉の中心部地域でこの傾向が強かった。

(14) 山梨県早川町草塩鉍泉の化学成分 (続報)

相川嘉正*, ○塚本邦子*, 加藤尚之*, 秋山悌四郎**

(*東邦大, **前山梨県立短大)

草塩鉍泉の深度による化学成分については昨年本大会において発表した。本年5月早川町では更に2号井を掘サクした。2号井も1号井と同様に、メタンガスを多量に伴い湧出しており、この両者の比較と共に1号井の年変化を検討した。2号井は1号井から早川沿いに約2km下流に位置し、川際に深さ205m掘サクしたものである。去る6月7日調査の2号井の各成分値は、泉温18°C、pH8.1、No.852mg/l、K14.6mg/l、Ca10.9mg/l、Mg4.4mg/l、Cl950mg/l、HCO₃791mg/l、HBO₂102mg/l、SO₄5.2mg/lでFe、Mn等は微量であった。尚、NH₄⁺並びにKMnO₄消費量が概して多く、メタンガスが多いことから考えると有機物よりくるNH₄⁺であると思われる。

1号井の変化と2号井を比較してみると、1号井の何れの成分も'77年10月13日で最大となり、後順次減少している。これに対し、2号井を比較すると、成分含量は1号井の'77年8月3日即ち、深度62mの値に近く、'77年9月5日、10月13日即ち、深度130m、167mの値とは明らかに異なり又、2号井の成分は現在の1号井より濃く、現在の1号井には地下水が混入しているものと考えられる。

尚、成分相互の関係をみてみると、Cl-Na、Cl-Caの関係は共に1号井・2号井は非常によく類似しており、正の直線関係が成立していることが判った。

1号井について'77年10月より'78年、'79年及び本年6月の変化をみると、泉温・pHは僅かに低下しているのに対し、Na、K、Mg、NH₄⁺及びCl、HBO₂、HCO₃等が明らかに減少し、特に'77年から'79年迄は大きく減少し'79年11月11日より、本年6月にいたっては変化巾が小さく、定常状態になりつつあると思われる。次に2号井は、泉質的には食塩泉で、各組成比の比較からも1号井と殆んど等しく、前回同様、奈良田塩地の水と同一ものが希釈されたと考えられる。

講演番号14に対する質問

東大教養 綿抜邦彦

化学成分の変動に伴う1号井、2号井の湧出量、あるいは採取量の変化はどの程度でしょうか。

(15) 山梨県の温泉の化学的研究 (第3報)

杉原 健, ○島口たけみ (山梨大教育)

山梨県内の石和・春日居温泉35源泉について主要イオンを分析したので、その結果を報告する。また約10年前の分析結果と比較検討したので、その結果についても報告する。

$\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-}$ の三角座標から、 $\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^-$ 型の温泉が多いことがわかる。

$\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{Na}^+$ では、 HCO_3^- が減少するにつれて、 Cl^- の割合が多くなる傾向が見られた。

$\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ では、1~2の例外を除いて、 Ca^{2+} の割合が少い。

Cl^- -泉温、 Na^+ -泉温の関係については、ほぼ正の相関関係、 $\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^-$ では負の相関関係が見られた。

$\text{K}^+ / \text{HCO}_3^-$ の分布図では、中心に近いところで HCO_3^- に対する K^+ の割合が多くなっている。

過去の分析結果と比較してみたところ、泉温、湧出量とも減少し、ほとんどの主要成分は外郭になるほど、濃度の減少の割合が大きくなった。

その理由として、温泉源流水の水圧が低下したために、中心部ほど強く影響があらわれ湧出量が減少したために、地下水の混入の割合が、中心部を中心として増加したために、このような現象が生じたと考えられる。

講演番号15に対する質問 東大教養 綿抜邦彦

$\text{K}^+ / \text{HCO}_3^-$ でコンターを描かれた理由を教えてください。特に Na^+ でなく K^+ を用いたのは何か意味があるのでしょうか。

(16) 近世に於ける草津温泉の共同浴場の研究

中沢晃三, (中沢温研)

明治初年の資料によれば草津温泉には17ヶ所に共同浴場が設けられてあった。これらの浴場は源泉の上か又は源泉の近くに設けられてあって、それぞれに異った入浴法を用い、主治効能を異にしている。源泉の泉質は大同小異であるが、用い方若くは浴槽の構造を工夫している点が注目される。

大別すると次の12種類の用い方をしている。

(1), 打たせ湯……滝にして打たせる。

不動瀧(横3間半, 縦3間, 深さ2尺余, 底小石), 金比羅の湯(横2間, 縦2間, 深さ2尺余, 底小砂), 犬滝湯(横8間, 縦3間, 深さ2尺3寸, 底白砂)

主治効能: 上気, 頭痛, 眩暈, 鬱滞, 勞瘵, 眼目, 打撲, 損傷, 諸虫, 癰疔, 諸瘡, 五痔, 九漏, 中風, 疝氣, 癩癩, 癩風, 癩瘡, 疥癬, 諸腫物, 廉瘡, 諸痛, 痰飲, 右何れも1日に両度を期とす。

(2), うすめ湯……水で半分程うすめる低温。

御座の湯(横4間半, 縦1間半, 深さ2尺, 底小砂), 企の湯(横2間半, 縦1間半, 深さ2尺, 底小砂)

主治効能: 諸虚, 百損, 気血, 癰疽, 失血, 諸腫物, 楊梅瘡, 無名諸毒瘡(温泉奇効記による)

(3), 目洗し湯……水でうすめた湯で目を洗う。

御座の湯(前掲)

主治効能：一切の眼痛によし。

(4) 飲み湯……水でうすめた湯を飲む。
御座の湯 (前掲), 滝の湯 (前掲)

主治効能：便通。

(5) あわせ湯……水でうすめた低温の湯と源泉のままの高温の湯とを交互に用いる。
御座の湯 (前掲), 滝の湯 (前掲), 鷺の湯 (後掲)

主治効能：懐妊, 婦人一切の病によし。

(6) かけの湯……湯の流れに足をひたす。
脚気の湯 (横3間半, 縦1間半, 深さ1尺5寸, 底岩石)

主治効能：熱の湯 (後掲) の効と同じ。脚気。

(7) 熱湯……熱い温度の湯に入る。
熱の湯 (横3間半, 縦2間, 深さ2尺7寸, 底小石), 鷺の湯 (横3間, 縦2間2尺, 深さ2尺5寸, 底小砂)

主治効能：諸冷, 諸湿, 寒邪, 諸蟲, 積聚, 腰痛, 疝氣, 五痔, 九漏, 下血, 痰飲, 咳嗽, 食滯, 氣鬱, 脚気, 麻木, 痛風, 胸背痛, 勞瘵, 諸痺, 泄瀉, 諸麻, 陽虚, 但し癩瘡, 癩癩に悪し。

(8) 温湯……適当な温度の湯に入る。
わたの湯 (横2間, 縦1丈, 深さ2尺, 金底板), 玉の湯 (横2間半, 縦1間半, 深さ2尺余, 板), 瑠璃の湯 (横2間半, 縦1間半, 深さ2尺余, 板)

主治効能：熱湯に同じ, 身体弱き人向き。

(9) 浅湯……浴槽の深さが浅い湯。
脚気の湯 (深さ1尺5寸, 底岩石横), 煮川の湯 (深さ1尺8寸, 底砂, 横2間, 縦1間半), 松の湯 (深さ2尺, 底板, 横2間, 縦1丈), 千代の湯 (深さ2尺, 底板, 横3間, 縦1間半), 籬の湯 (深さ2尺, 底板, 横1間半, 縦1間)

(10) 深湯……浴槽の深さの深い湯。
熱の湯 (深さ2尺7寸, 底小石), 鷺の湯 (深さ2尺5寸, 底砂)
主治効能：熱湯に同じ。

(11) 蒸し湯……蒸し湯として用いる。地蔵の湯の中にありしも構造不詳。

(12) 時間湯……1日に5回時刻を定め3分間づつ集団で高温の湯に入浴した。1番湯, 2番湯, 3番湯としてそれぞれ温度を変えて入った。温度調節は20人位入ると2℃ほど下るので, 1番に入る集団を1番湯, 2度めを2番湯, 3番目を3番湯といった。湯長という者がいて集団入浴の指導を行った。入浴に先だち巾1尺, 長さ1丈位の板で湯を揉んで温度を下げ湯を柔げた……揉み湯。入浴前に頭に湯を50~60杯ほど被った……かぶり湯。3分間に限って湯長の号令で入浴した……時間湯。浴後熱湯で手拭を蒸して患部に当てた……むし湯。1週間位するとただれが出る……湯ただれ。

熱の湯 (前掲)

主治効能：前掲

(17) 西ドイツ温泉保養地における医療活動について

野口順一, (岩手県立病院)

西ドイツの温泉や保養地においては, その泉質や気候に応じて, それぞれ明確に適応疾患が規

定されており、また、それら各地において可能な治療手段や運動・娯楽設備まで明示されており、疾患から回復して保養を希望する者は主治医の意見や勧告と自分の好みによって温泉や保養地を決めることができる。その際、コンピューターを使用することもあると云う。

治療手段としては飲泉、浴泉、吸入……塩類泉、炭酸泉、放射能泉……モール浴、鉱泥浴、圧注、サウナ、体操、水中体操、日光浴、ガス浴等が主となっている。日本と異り、普通の入浴温度は38℃位までで、強酸性泉等の超緊張性泉はない。

保養客が温泉や保養地に来るのは、今までの主治医の勧告により温泉や保養地の医師を紹介されてであるが、特別の疾患がなく、単に休暇利用の元気回復の目的の者ではその紹介なしに来て、その地の医師の指示を仰ぐ者も多い。

その地の医師を訪れて湯治や物理療法の処方箋を受け、クア・ハウス等の施設で治療するのが一般であるが、他に医師が常駐し、治療設備の完備した州立や連邦立の病院もある。

そこでは保険によって低費用で保養できる。クア・ホテルでも治療設備を有している所がありそれらは豪華で、保険外で療養する私費保養客が多く利用している。

医師の診察は通常は週に一度で、保養の方法の指示を与え、また物理療法等の処方箋を交付する。他に看護婦等を通じて保険の書類手続きを行う。

医師の数は日本における同程度の規模の温泉地の医師数に比して、はるかに密度が高く、専門分野も多岐である。

保険制度としては①年金保険、②健康保険、③身体障害者保険、④低所得者保険があり、最近では労災保険も保養に関与するようになった。①②では高負担で、加入者はそのために所得の約20%を出費していると云う。

クア・ハウスの設備は申し分なく、クア・パークもよく整備されており、その費用は膨大で、その財源としては治療費の支拂、クア・ハウスの利用税、カジノの収益等でまかなわれている。また、州政府よりの過疎対策的な補助もある。

講演番号17に対する追加 岡山大温研 古元嘉昭

昭和55年6月末に、オーストリアの温泉保養地を視察する機会をえたので、その2、3を追加する。Bad Gasteinは、ラドン熱気坑で特色があり、吸入、経皮的に内分泌器管への作用が重視されている。1941~1971の30年間に治療した患者38,000余人中、全くの無効例は約20%であった。

Bad Hallはヨード泉である。ここの特色は眼科領域におけるIonophoresisおよび、吸入療法にElectroaerazol療法を有することであった。過去200年間に世界各地より多くの患者を集めている由であった。

視察の主要眼目であった虚血肢のリハビリテーションについては、血管外科医の認識が不足しており、十分な効果を挙げるまでの症例数がない由であった。

(18) 栃木県鬼怒川上流部の温泉藻類

木村憲司, (水道機工株)

栃木県の鬼怒川上流部にはいくつかの温泉が散在しているが、その最上流部には川俣、女夫淵と奥鬼怒温泉郷として八丁ノ湯、加仁湯、日光沢及び手白沢の4温泉が存在している。これらの温泉は川治温泉の西方32~40kmに位置し、近年ひなびた温泉ということで訪れる人も多くなっている。

演者は1978年8月に上記各温泉を訪れる機会を得て、温泉中に生育する藻類を採集することができた。16本のサンプルは2%ホルマリンで固定し、検鏡した。尚、今回対象とした温泉では人

為的に汚染のない源泉あるいは導場過程に生育していたものについての検討を行い、排湯等の使用されたものについては行わなかった。

（検鏡の結果……未同定を含め20 Taxa の藻類を検出したが、いずれもラン藻であった。

以下にフローラを示すがカッコ内は採集地の頭文字である。

Calothrix sp. (加), C. braunii (女, 日, 手), C. kossinskajae? (川), C. thermalis (日),
 Chroococcus minor (女), C. minutus (川, 女), Mastigocladus laminosus (川, 女, 八, 加,
 日, 手), Hapalosiphon sp.? (手), Oscillatoria angustissima (川, 女, 八, 加, 日), O. animalis
 (川), O. formosa (川), O. gemina (女), O. jovis (手), O. profunda? (川), O. sp. (川, 日),
 Phormidium corium (川), P. ambiguum (日), P. cebennense (女, 加), Synechococcus big-
 ranulatus (女), S. elongatus f. thermalis (川, 女)。

今回の調査結果からみると泉質（単純泉, 硫黄泉）によるフローラの違いはほとんど見られな
 いようであるが、種構成から見ると、上流部と下流部でやや傾向が2分されるようである。また
 付着場所の状況による差もあまり見られなかった。

(19) 島根県柿木温泉の地すべり

相川嘉正, (東邦大)

温泉地すべりは一般に亜硫酸ガス, 硫化水素, 炭酸ガスなどにより岩石が変質をうけその結果,
 地すべりする例が多い。今回調査した島根県柿木温泉の地すべりは、炭酸を含む温泉水の直接或
 は間接原因で発生したと思える一例である。地すべりは1979年6月29日朝7時30分頃発生し、高
 さ33m横巾43mにわたる規模であった。筆者は先に温泉水について3度調査したことがあり、こ
 の温泉が地すべりに、どのように影響したか、1979年8月8日及び10月21~23日と現地に出張し、
 地すべり地帯の土壤、地下水、源泉等34試料につき採取と調査を行った。地すべり地帯の地理的
 背景をみると山の中腹でやや平坦地に古くから温泉が自然湧出しており、昭和36年ボーリングを
 行い現在これを引湯している。またこの周囲には2~3mの樹木が繁茂していた。今回の地すべ
 りでは、この源泉が頂点となりいわゆるピラミッド型にすべり、温泉の直接影響が強く現われて
 いる。そこで源泉及び流下した地下水、またこれらの接触した土壤の浸出水などの化学成分につ
 いて調べた。土壤採取については源泉を中心に下へ5m間隔で7段と、左右6m地点及び両端の
 計4列合計32点の試料を得た。結果よりpHは源泉は6.2で、地すべり地帯最低地に流出した水は
 8.0を示した。浸出水では源泉附近で6.3、10m下の地点では7.6を示しCa, Mg, Na, Fe, Cl及
 びSO₄の各成分の含有量が全て減少していた。即ちこの地点に最も多く付着及び沈殿が生じてい
 ることになる。そこで同じ試料を0.01NHClで溶出したところ、Fe, Caなど濃度は大きな値を示
 した。尚、源泉附近に生じた沈殿物をX線で検査したところ方解石であることが判った。以上よ
 り、源泉附近5~10m辺りに生じた温泉沈殿物即ち石灰華が、降雨による斜面の含水量の増加と
 またCO₂を多く含む温泉により石灰華の一部溶解も加わり一層滑り易く外部衝撃により起ったも
 のと考えられる。

(20) 南アルプス周辺の温泉・鉱泉の化学成分 (I)

相川嘉正, ○加藤尚之, 塚本邦子, 中村幹夫, (東邦大)

南アルプス周辺には数多くの鉱泉や温泉が散在している。今回は山梨県側を主として計17点に
 ついて調査し、成分的に類似或は相違について比較検討すると共に地域的な比較も試みた。

1979年11月及び12月に現地に出張し、水温、pH、アルカリ度、遊離CO₂を測定した。その他は研究室で測定したものである。主な成分の最高値を示すと、水温43.4℃、pH9.7、蒸発残渣3890.5mg/l、Na1075.0mg/l、Ca311mg/l、K26.6mg/l、Cl2200mg/l、HCO₃586.7mg/l、SO₄492.4mg/lなどの値が測定された。

次に各成分間の関係を見ると、奈良田温泉、西山温泉等はNaClの重量比よりNaが大きく、この大きな値に相当するのが奈良田温泉ではHCO₃であり西山温泉等ではSO₄であると考えられる。又、ClとSO₄の関係から西山温泉等のSO₄の多いのと奈良田温泉（最近のボーリング井に於ても）等のClの多いのとに大別でき、前に秋山氏の報告のように隣接する両温泉が成分的には全く異なることが更に確認できた。

以上より全試料についてみると泉温は一般に冷鉱泉で、液性はアルカリ性が多く、成分含量について見るとNa—Cl泉型が4源泉、Ca—Na—HCO₃—SO₄泉型が3源泉と多く、他はNa—Cl泉型とCaやSO₄を含んでいる成分とを混合したと考えられる型が多い。

今後更に南アルプス周辺の山梨県西南部及び静岡県側について地質的な分類も含めて調査して詳細に報告する予定である。

(21) 群馬県下の温泉水中のホウ酸含有量

○酒井幸子、飯塚俊彦、氏家淳雄、（群馬衛研）

ホウ酸は、温泉水中に含まれる微量成分のひとつであり、その起源については、海成層由来であるという説と、いわゆる火山性温泉に多く含まれるという説とがあり、地球化学的にみて、その挙動は、たいへん興味深い。

今回、群馬県内の52の温泉（総源泉数120）のホウ酸含量の測定を行なった。県内には、嶺鉱泉、磯部温泉、八塩温泉と、ホウ酸を多く含むので知られている温泉がある。

分析方法は、クルクミン法とマンニット法を併用した。

分析対象とした温泉水のpH分布は、pH7～8が最も多く、pH4付近がきわめて少ないという本邦の温泉のpHの分布パターンとほぼ同じパターンを示していた。

分析結果をメタホウ酸濃度で示すと、分析した試料の半数の60源泉が10mg/l未満であった。ホウ酸を50mg/l以上含む温泉の泉温・pH・蒸発残渣・Cl⁻・泉質をみると、冷鉱泉にきわめて高含量のものがあり、pHは6～8で、蒸発残渣・Cl⁻ともに高い源泉であった。

泉質は、すべて塩化物泉であり、陽イオンはNaを主成分とするものが多かった。

猿ヶ京・四万・草津温泉のHBO₂10mg/l以上の源泉では、各々の温泉内において、HBO₂とCl⁻の間に良い正の相関がみられた。又、これらの温泉は、県内でも高ヒ素含有泉であることより、HBO₂とAsの関係を見ると、良い正の相関があった。

HBO₂/Cl⁻は、磯部・八塩・嶺・谷川・水上・四万・草津温泉において、 $n \times 10^{-2}$ ($n = 2 \sim 7$)であったが、猿ヶ京温泉では、0.1～0.2と大きな値であった。

かつて本邦で最高のホウ酸含有量であるとされた嶺鉱泉は、現在、泉温16.5℃、pH6.9、蒸発残渣14.75g/l、Cl⁻4.57g/l、HBO₂198mg/lであった。

群馬県内でホウ酸が50mg/l以上検出された温泉は、グリーン・タフに関係した温泉で、蒸発残渣、Cl⁻ともに高含量の温泉であった。

(22) 定山溪温泉における温泉水位の経年変化

浦上晃一, (北大工)

定山溪温泉では、昭和41年5月以来、温泉と豊平川の水位観測が続けられている。定山溪温泉は、豊平川の川岸や川底に露出する石英斑岩の割目から湧出する典型的な列嶺泉であり、温泉の水位は豊平川の水位に大きく影響され変化する。観測泉付近では、河川水位の変化 ΔR と温泉水位の変化 ΔH との間に、 $\Delta H = 0.52\Delta R$ なる関係があることが確かめられている。温泉の水位は、豊平川の水位変化にしたがい、4～5月の融雪期に最大、冬期の渇水期に最低となるような年変化を繰返していたが、昭和48年12月頃から急激な低下を示すようになった。48年12月から50年4月までに約70cm、その後54年4月までにさらに120cmもの水位低下が観測された。特に、11月～3月の冬期に著しい低下がみられることから、この水位低下はこの地域の揚湯量の増加によるものと推定され最近では、豊平川の水位が温泉の水位より高くなっており、この地域の揚湯量が限界に達していると判断される。

(23) 温泉沈殿物とその生成環境

○綿抜邦彦, 高野穆一郎, 伊賀祐人, (東大教養)

温泉水は地表に湧出後、圧力変化、濃度変化、酸化、還元雰囲気の変化により、種々の温泉沈殿物を生成する。どのような温泉から、どのような沈殿物が生成するのかを明らかにするため、温泉沈殿物の総合的解析を行った。

今回は酸性温泉地域の一例として、草津、万座温泉周辺をえらび、どのような温泉沈殿物が生成するか。化学分析、X線分析により検討した。

草津、万座地域では酸性温泉に特有の沈殿物であるイオウ草、ケイカン石、セキオウのほか、酸性温泉水の蒸発、岩石との相互作用により生成すると考えられているアルノーゲン、ハロトリカイトのほか、セッコウ、ソーダミョーバン、ピツカリガイトなどが確認され、また万座温泉では、炭酸カルシウムと共存してイオウ、セッコウの生成が認められた。常布の滝における鉄質沈殿物、常布温泉における含水酸化アルミニウムなどの生成は、湧出時の酸化還元電位の変化や、溶液の混合によるpHの上昇にもとづくものであることが計算の結果明らかになった。常布の滝では、 $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ の変化により溶解度積により $Fe(OH)_3$ を沈殿し、常布温泉ではpH4からpH7への変化によりアルミニウムが $Al(OH)_3$ として沈殿を生成するものである。

草津温泉湯畑においてイオン強度補正により、セッコウの溶解度を求めてみた結果、少なくとも、現在の温泉水が3倍以上濃縮されないと生成しないことが明らかとなった。

また、石摘花で得られた硫化鉄の中には、二次的と思われる黄鉄鉱が見出された。

(24) 三朝温泉水の配管内温泉沈殿物について (続報)

○古野勝志, 妹尾敏伸, 西村佳子, 御船政明, 森永 寛, (岡山大温研)

三朝温泉は含放射能——ナトリウム——塩化物・炭酸水素塩酸に属する。その1源泉(岡山大温研6号泉)の揚湯ポンプ附近の配湯管内より得られた鉄化合物を主要成分とする赤褐色の温泉沈殿物について、本学会第31回大会で報告した。今回は、本年(1980)6月岡山大学三朝分院増築工事にあたって、源泉(2号泉, 3号泉および6号泉の泉水が貯湯タンクで合流)より約800m末端の分院敷地内の温泉配湯管が故障した。布設以来17年を経過したその管内に、黒色の沈殿物

(附着量：平均7.6mg/cm²)のあることが観察された。演者らはスペクトラスパン発光分析法によりこの沈殿物の定性分析を、また、定性で検出された元素について定量分析を行った。定性分析ではNa, Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, Sr, Baが検出され、定量分析ではmg/gの単位でMn; 411.55, Fe; 65.71, Ba; 20.00, Ca; 11.93, Cu; 4.50, Mg; 1.39でありMn化合物を主要成分とする沈殿物と考えられた。また、沈殿物が附着している配湯管を切断し、レントゲンフィルムに密接させオートラジオグラフィを行い、附着した沈殿物に添って円形にフィルムが感光し、放射性元素の存在を確認した。含有放射性元素のうちRaにつき、アルカリ溶融により処理し、振動容量型電位計により測定を行いRa: 3.41×10^{-8} Ci/gを得た。この測定値は、今迄に報告された三朝温泉の温泉沈殿物中のRa含有量としては最高値であった。

(25) 金線を用いた温泉水中の超微量水銀捕集の試み

古賀昭人, (九大温研)

金線(1mm径, 10cm長さ)を用いて水溶液中の水銀を捕集しようと試みた。50ml用の共栓シリンダーに水50mlと既知量の水銀を入れ、使用前に電気炉で焼いた金線を投入した場合、ふつう80%以上の回収率を得るには3日以上を要する。しかし振盪すれば1時間でよい。pHの影響は3~5が最適で酸性側とアルカリ側では捕集率が極端に落ちる。この事は水銀の溶存状態と関連しており、金はHg⁰, Hg₂²⁺, Hg²⁺を捕集するが、酸性側ではH⁺イオンにより妨げられ、アルカリ性側ではHgOができるのでアマルガムを作らないためと思われる。

以後の実験をpH = 4.0に調整して行くとCl⁻, SO₄²⁻イオンの影響は1000ppmを越すと相当大きい。また、還元剤を投入して水銀をHg⁰にしたら捕集率は上昇すると考えられるが効果は全くなかった。鉄、アルミニウムの多い水は、pH = 4.0では水酸化物が存在している可能性が強く、水銀は捕集されて金線にはくっつかない。実際の水ではFe = 0.5, Al = 0.2ppm含む水での水銀の回収率は2%しかなかった。水道水程度のFe, Al含有量では全く影響がないので、希釈する必要がある。

もし、本法がうまく行けば、今まで0.1ppb程度までのHg定量が、0.002ppbまで測定可能であるが、溶存状態や妨害イオンにより制限を受けるようである。

(26) 温泉ガス中の水銀の測定法の検討

中川良三, (千葉大理)

地球化学的収支から考えて、火山活動などに代表される地球内部からの脱ガスによる水銀の供給は、大気中の水銀の重要な部分を占める。従って、火山ガスや温泉ガス(温泉蒸気、噴気ガス)中の水銀の存在度は大きな意味を持つ。本研究は、温泉地における噴気ガスや温泉大気中の水銀を定量することを目的として、水銀捕集法を検討した。

一般大気中の水銀捕集に用いられる金アマルガム法は、電灯電源を必要とし、又定量限界以上の水銀を捕集するために、大気を100ℓ以上(吸引流量1.5ℓ/min)吸引する必要がある。従って、山間部などの地熱地帯で、多数のサンプリングをするためには非能率的である。そのため、捕集装置のフィルター、妨害物質除去用加熱炉、除湿剤、捕集管などについて検討した結果、25μmの金線0.5μmを充めた径3mm, 長さ200mmの石英捕集管を用いる改良装置を作成し、立山地獄谷、立山黒部ルート、草津、万座温泉などの噴気ガスや温泉大気中の水銀捕集を試みた。

水銀の測定結果は次の通りであった。

立山地獄谷では噴気中 Hg 含有量 97~255 ng/m³ (百姓地獄など 9 噴気), 温泉大気中 Hg 78 ng/m³, 温泉水中 Hg 14~260 ng/l (10 源泉) であった。比較のため, 立山黒部ルート的一般大気について測定した結果, 立山室堂 Hg 16~23 ng/m³, 大観峰 Hg 28 ng/m³, 黒部平 Hg 25 ng/m³, 黒部ダム Hg 67 ng/m³ であった。草津では西ノ河原: 温泉大気中 Hg 124 ng/m³, 温泉水中 Hg 5~10 ng/l, 湯畑: 温泉大気中 Hg 88 ng/m³, 殺生河原: 噴気中 Hg 419~615 ng/m³ (5 噴気), 大気中 Hg 91 ng/m³, 凝縮水中 Hg 14 μg/l であった。草津白根山では, 湯釜岸辺の大気について 2 度捕集を行ったが, いずれも Hg 194 ng/m³ であり, 湯釜の水中 Hg は 199 ng/l であった。万座空噴では噴気中 Hg 96~191 ng/m³, 凝縮水中 Hg 11~17 μg/l, 温泉水中 14~22 ng/l であり, 空噴下の広場での大気中 Hg は 27 ng/m³ であった。

(27) 宮城県遠刈田温泉の表層土中の水銀量

- 渡辺淳夫*, 新妻卓逸**, 大野 (*東北学院大工, **宮城県公害センター)
1. 地熱地帯においての地球化学的探査法の一手段として, ソイル・エア中の Hg 量の測定手段が非常に有効であることの認識がようやく定着してきているようである。しかし一方, 測定法の種類による誤差, あるいは解析方法などについての議論もない訳ではない。演者は, 水銀法についてはもっとデータを積み重ね, 長い眼で育てる必要があると考えている次第である。
 2. 今回は, 宮城県遠刈田温泉のうち, 主として温泉街周辺東西約 1.5 km, 南北 1 km 余の範囲について, ソイル・エア中の水銀量, 1 m 深度の土壌中の水銀量および炭酸ガス量を測定したので報告をしたい。Hg の測定法は KMnO₄ 吸収・還元気化法であったが, 本法は人力と時間を要する割合に非能率的である上, 測定精度も水銀・金アマルガム法に比較して劣っている。また, ソイル・エア中の水銀量, 土壌中の水銀量および炭酸ガス量のアノマリー図をオーバーラップしてみた結果を述べる。

(28) 涌蓋山周辺地域における地温分布

川村政和, (地質調査所)

大分県と熊本県にまたがる涌蓋山を中心とした地域において, 昭和 53・54 年度の 2 年間にわたり地温分布調査が行われた。調査は約 250 km² の範囲内の統計 82 地点で, 深さ 80 m 口径 76 mm 又は 35 mm の測定孔を設け, 5 m 毎にセンサーを取りつけたケーブルを用いて行った。

この結果, いずれも地熱徴候が見られる菅原・岳の湯・吉武・丈岳・黒川の 5 地区に高温部の存在が確認された。20・50・80 m 深の 3 種類の地温分布を比較すると, 深さが増すにつれて高温域が拡がっているが, 特に菅原地区と岳の湯地区の高温域がつながり, 南西方向の菅の原方面に流下している傾向が顕著である。又, 吉武地区と大岳地区の高温部もつながる傾向がある。80 m 深の地温分布では, 高温部は涌蓋山をとりまくように分布しているが, それは菅原—岳の湯—官の原と大岳—黒川—満願寺の 2 つの系列の高温帯として存在し, その中間に位置する九酔溪—地藏原—涌蓋山—南平の地域は低温帯となっていることが明らかになった。

又, 昭和 54 年 4 月 28 日に, ほぼ同じ範囲を対象として赤外線空中熱映像調査が実施された。この熱映像から判読した 1558 点の道路上の温度に標高補正をほどこし, 2 元 6 次多項式近似による地表面温度の傾向面解析を行ったが, この結果も上述の地温分布と全く同じ傾向を示した。

(29) 大分県野矢国鉄水分トンネル内の微温湧水と地熱 とのかかわりについて

○野田徹郎*, 川村政和**, (*九大温研, **地質調査所)

全長1860mの水分トンネル(野矢—由布院間)の由布院口付近には、毎秒凡そ200ℓもの多量の湧水が見られる。総排水についての値では、水温23.3℃、pH8.08の各成分濃度の非常に薄いHCO₃型の水である。湧水個々の値もほぼこれと似たものであるが、最高水温は24.9℃、最高HCO₃は79.3mg/ℓで、通常の地下水とはかなり性質を異にしている。周辺で開発されている地熱井水はNaCl型であり、トンネル内湧水は熱水の直接の寄与は受けておらず、熱水から派生した蒸気の一部で加熱されている水を起源としていられると考えられる。

トンネル内各湧出にからの湧水の成分は微妙に異なっており、北壁は南壁よりHCO₃に富む。HCO₃、SiO₂は奥部で比較的高濃度となっており、水温と一応の相関が見られる。Fournier et. alによるアルカリ元素に関連した化学平衡温度式が、このような成分に乏しい微温水にも適用できるか興味を持たれたが、試算の結果、南北両壁に平衡温度のシャープなピークが現われ、それぞれの温水の中心部だと推定された。実測水温は平衡温度の凹凸が丸められた分布となっており、伝導による横への熱の移動があったと考えられる。

トンネル内の湧出箇所は東半分由布院寄りに片寄っており、表流水の流量観測の結果からは、トンネル直上のピークを分水嶺とすると、比流量にして東部は西部の約20倍である。このことからトンネル周辺の地下水流の大半は東に向っており、微温水も同じ方向に流動していることが知られる。野矢地域の地熱的背景としては、トンネル西北部一帯深度500m付近に、地熱貯留層が確認されており、トンネル内の微温湧水は、その貯留層の上部構造をなす微温水の一部が流下してきたものと思われる。

(30) アフリカ東部地溝帯地域の地質とアルカリ性泉の 化学成分

浅井和見, (玉野技研)

東部地溝帯はエチオピアからケニヤ・タンザニアへと連なる正断層崖により縁取られた地域で幅は約50~60kmで走行はほぼ南北で断層は内側に向かって平行に発達し短冊状に落ちこんでいる。

基盤岩は先カンブリア期の変成岩で片麻岩や片岩よりなり、これを新第三紀から現世にかけて噴出した高アルカリの塩基性岩が覆っている。噴出のタイプは割れ目噴火と中心噴火の2つのタイプがある。

噴出した岩石はナトリウムを多量に含有する、ネフェリナイト、ホノライト、カーボナタイトでナトリウムの酸化物として、それぞれ9.3%、7.5~9.2%、29.5~29.7%を含有している。

温泉は地熱帯にそう断層にもなっており湧出している。

こうしたナトリウムに富む高アルカリ塩基成岩の分布する地域の温泉は同様にナトリウムを主成分とすると考え調査を行った。その結果は当初の予想どおり、ナトリウムを主成分とする高アルカリ性泉であった。

また岩石に含有されるナトリウムの量は北から南に向かって増加すると言われており、この点についても調査地域の北部のナトリウム含有量と南へ200km~300km離れた南部の含有量を比較すると明らかに南部が高く岩石成分の分布と一致した。

主な温泉は北部地域のバリンゴ温泉で泉温95℃、pH8.9、Na⁺968、K⁺53.5、Ca⁺⁺1.6、Mg⁺⁺0.5、

Cl⁻296, Br⁻N.D., SO₄⁻28, CaCO₃1.730, SiO₂215。南部地域のマガジ温泉では泉温45°C, pH10.0, Na⁺12.300, K⁺173, Ca⁺⁺2.9, Mg⁺⁺0.2, Cl⁻7.250, Br⁻8, SO₄⁻235, CaCO₃16.000, SiO₂128でAl, Fe, Mnは1.0以下で単位はmg/ℓで表わした。今回は地溝帯内10ヶ所と地溝帯外3ヶ所の計13ヶ所の温泉について地質と化学成分について報告する。

(31) 放射能的方法による温泉探査の要点

初田甚一郎, (京大)

ラドン泉と限らず一般泉脈の探査に放射能的方法は他の物理探査と共に用いられている。これは表土層下の潜在断層や岩盤亀裂などの位置決定に極めて有効な場合が多いからである。特に最近地震予知に関連して活断層の探査に多方面に利用され、また予知の手段としても利用されつつある。この際地質構造や環境がどのように地表付近のラドン分布に影響するかを明らかにすることは極めて大切と思われるので、過去の経験から幾つかの例を挙げて、改めて注意を促すことも無駄ではないであろう。温泉源の探査はできれば測点を網状に配置し、等放射能曲線を描くことが望ましいが、地形や測定法、測定器種等の制約を受けて線状になり、いわゆる放射能断面をつくることが多い。この際表土層の条件が非常に結果を支配する。ラドン法では数m~10数mの厚さの被覆土がある場合が最適であるが、全くこれを欠く場合はガンマ線法等による他はない。粘土質や湿潤で中空気を採取できない場合は地孔法その他によればよいが、砂層の場合は採集深度を充分大にする必要がある。表土層を欠いたり極端に薄い場合は、岩盤の亀裂ごとに大きな値が出るので鋸歯状の放射能断面になり結果解釈に慎重を要する。地質図上に示される大きな構造線などは河川に沿うたりして測定不能の場合があり、また断層のピークが中央が湿潤であったりするとM形の変化になる。潜在断層の場合に断層の両側に高低差があるとピークの位置がずれることがある。最後に断層がないのに著しい変化の現れる例として鉱脈や接触変成部があげられる。さらに台風や前線通過の際にも気圧降下に伴う地中ラドン濃度の増加があり、地震の時も人体に感じない程度でも同様のことがあり、その後はラドンの壊変曲線に従って平常値に戻る。これらのことも念頭において放探を行わないと架空の断層をつくることになる。

(33) 塩原温泉について

高橋 保, (中央温研)

塩原温泉は栃木県北部の箒川沿いにおいて、四方を山に取り囲まれた盆状の地形をなしている。温泉はこの盆地内に約8kmにわたって湧出しており、湧出量が多いこと、大部分が自噴泉であり一部に自然湧出泉も存在していること、泉質が非常に多様であること等によって特徴づけられる。この盆地内にはこれまでの多くの地質調査によって、古生代から新生代第四紀に至る広範囲な地質時代に形成された諸地層が分布していることがわかっているが、いわゆる温泉の湧出母岩となっているものは新第三系の福渡層、第四系の塩原層群(湖成層)、高原火山噴出物に集約される。このうち塩原層群は盆地中央部の半月状の地域に、高原火山噴出物はその南方の広範な地域にそれぞれ分布し、新第三系はそれらの基盤を構成して盆地内に広く分布している。新第三系を湧出母岩とする温泉は裂か状泉の形態をとっているのに対し、塩原層群の分布域では湖成層中にも温泉が賦存されており、いわゆる層状泉の形態をとっている。この湖成層の分布域について、いくつかの源泉における温泉水頭を測定し、その垂直分布から温泉水の流動方向を推定すると大きく

みて下方から上方へ向かう垂直方向の流動が示される。すなわち基盤の新第三系（凝灰岩、凝灰角礫岩、および琉紋岩よりなる）から上部の湖成層へ温泉水を供給するような流動が示されるわけである。さらに細かくみれば湖成層中の温泉水の流動系を2分するような難透水層の存在、表層部における浅層地下水の流動系なども読みとることができる。このような温泉水の流動系は地温や温泉水各成分の垂直分布をも決定づけている。

(34) 黒部川沿いの温泉群について

○佐藤幸二, 田中 昭, 高橋 保, (中央温研)

富山県東部の山岳地帯を深く刻みながら北流し、日本海に注ぐ黒部川沿いには、いくつかの温泉の存在が知られている。今回対象となった温泉は下流から黒薙、発電所（以上は支流黒薙川沿い）、錦織、美山、鐘釣（以上は黒部川本流沿い）、祖母谷（支流祖母谷沿い）の温泉である。

これらの温泉は、中生代白亜紀の黒雲母花崗岩（以下花崗岩と略す）と関連があるとみられる。黒薙温泉では、花崗岩中に半花崗岩、玢岩、輝緑岩の岩脈が貫入しているが、そのうち玢岩岩脈は花崗岩との接触面が破碎帯あるいは粘土化帯を伴う断層となっていることが多い。

発電所温泉は、花崗岩と流紋岩質凝灰岩との裂かに富む接触部にある。錦織温泉は飛驒変成岩類に近い花崗岩の中にある。美山温泉も花崗岩中にあり、すぐ近くに変成岩がある。鐘釣温泉は両岩の不規則な境界付近にある。祖母谷温泉は花崗岩中であって、すぐ下流には変成岩がある。いわゆる高熱隧道の温泉は、この花崗岩中で、もっと古い花崗岩との境界付近にあるという。

温泉水の化学成分はいずれもNa-Cl-HCO₃型の単純温泉で、川水の混入によってCa、HCO₃の含量が増えるといった同じような組成を示す。泉温の最高は99℃で、高温の泉温はCaCO₃華を生成する。

これら温泉の熱源は、上記の花崗岩活動、上昇通路は他岩体との境界部に出来易い裂か等と考えられる。そして地下水位によって規制されて、川中、川岸などに温泉が存在するものであろう。

印刷費の都合上、英文タイトルは送付されたものだけ一括してここに掲載いたしました。

一般講演要旨英文タイトル

- (1) Studies on Transportation of Thermal Water (Part 9). Approximate Value of Heat Radiates from Pipe Line on Condition that It's Divided Thermal Water.
- (2) Streaming Potential caused by Flow of Ground Water.
- (3) Mathematical Model for Variation of Thermal Water in Kaike Spa.
- (4) Hot Spring boiled out by the 1979 Eruption of Kiso-Ontake Volcano.
- (5) Geochemistry of Thermal Waters from Kuronagi Hot Spring, Toyama, Japan.
- (6) Tritium Contents through Regional Groundwater Flow in Beppu Geothermal Area (I).
- (7) Tritium Contents through Regional Groundwater Flow in Beppu Geothermal Area (II).
- (8) Water/rock Interactions and Chemical Composition on Thermal Waters of Chloride Dominant Type in Izu Peninsula.
- (9) Neutralization with Lime and Variation of Chemical Components at Yukawa Water System, Gunma Prefecture.

- (10) Neutralization of Tamagawa Thermal Water by Limestone (I)
- (11) The Changes of Chemical Composition in Ikaho Hot Spring Diposits Transportation by Pipe Lines.
- (12) A Comparison between the Chemical Compositions of Waters at the Orifice and at the Bathpool of Masutomi Hot Springs, Yamanashi Prefecture.
- (13) Chemical Composition and it's Annual Changes of Isawa Hot Springs, Yamanashi Prefecture.
- (14) Chemical Components Kusashio Mineral Springs in Hayakawacho, Yamanashi Prefecture (II).
- (15) Chemical Studies on the Mineral and Hot Springs in Yamanashi Prefecture, Japan (III).
- (17) The Medical Activity at Some Spas in F. R. of Germany.
- (18) Thermal Algae from the Okukinu Region, Tochigi Prefecture.
- (19) Landslide of Kakinoki Hot Spring, Shimane Prefecture.
- (20) Chemical Components of the Hot Springs and Mineral Springs in Mt. South-Alps Region (I).
- (21) Boric Acid Content in the Hot Spring Waters in Gunma Prefecture.
- (22) Hot Spring Deposits and their Production Environments.
- (24) Studies on Sinter Deposit of Misasa Radioactive Hot Spring (2nd Report).
- (25) Collection of a Minor Amount of Mercury in Hot Spring Water, Using Gold Wire.
- (26) Study on the Determination of Mercury in Hot Spring Gases.
- (28) Distribution of Ground Temperature Around Mt. Waita.
- (29) Warm Springs from the Inside of JNR Mizuwake Tunnel, Noya, Oita Pref. and It's Surrounding Geothermal Activity.
- (30) Mineral of Alkaline Springs and Geology in East African Rift Vally.
- (31) Fundamentals of Hot-spring Exploration by Radioactive Methods.
- (33) Hydrogeological study on Shiobara Geothermal System.
- (34) On Thermal Springs of Kurobe River.

要 旨

第33回日本温泉科学会大会一般講演要旨

(1) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(2) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(3) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(4) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(5) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(6) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(7) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(8) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(9) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(10) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(11) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(12) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(13) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(14) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(15) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(16) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(17) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(18) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(19) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(20) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(21) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(22) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(23) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(24) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(25) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(26) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(27) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(28) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(29) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(30) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(31) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(32) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(33) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)

(34) 湯田山温泉の化学成分とその年次変化 (山梨県湯田山温泉)