

一般講演要旨

(1) 大分県天瀬町の地熱開発について

西日本技術開発(株) 塩谷 常治

天瀬町は北部九州のほぼ中央に位置し、地熱に恵まれた地域であり古くから温泉保養地として知られている。

ここでは昭和57年度から農業構造改善事業の一環として地熱調査を開始し、昭和58年度から赤岩地区温室団地用熱源として使用中である。

地熱の調査は3段階に分けて実施された。第1段階は、天瀬町周辺の約4km四方にわたる広域概査、第2段階は、天瀬町赤岩地区を中心に約1km四方の精査及び50~100m深さのヒートホール6本を掘削、第3段階は500m深さの2本の生産井による地熱水の確認及び地熱の広がりを調査した。その結果1号井は140~150℃、逸水量72t/h、2号井は140~150℃、逸水量24t/hが確認され、地熱の広がりも相当広いことが解った。

昭和58年度には、これらの生産井に使用出来る吾が国初の高温、高揚程深井戸ポンプの国内開発を実施し、2号生産井で250l/分、145℃の揚湯を開始した。又昭和60年度には3号生産井で350l/分、120℃の揚湯を開始し、温室用熱源として使用している。

現在は10棟(10,000m²)の温室及び300m²のスッポン養殖池の熱源として使用中であるが、昭和62年度には本城霜原地区の温室18棟(18,000m²)に給湯する予定である。

(2) 大分県滝上地域に於ける地熱調査

出光地熱開発 本松 利郎, 奥山 俊

出光地熱開発(株)は、昭和54年に豊肥地域を対象として地熱探査に着手し、現在滝上地域において、調査の最終段階である資源量評価及び環境調査等を進めている。

滝上地熱地帯は、周辺にはっきりとした地表地熱徴候がない所で進められている調査という点で、日本の地熱探査・開発史上ユニークな位置を占めるものと評価されている。また本地域の探査に関しては、精査・試掘だけでなく、広域概査の段階から企業による組織的な探鉱が実施されてきた数少ないプロジェクトである。

豊肥地域では、大岳、八丁原の2つの地熱発電所が既に稼行しているだけでなく、豊肥全域に関しても、地質調査所、NEDO等による調査が精力的に実施され、様々な注目すべきデータが公表されてきている。今回は、このような状況を考慮しつつ、滝上地熱地帯の概要とともに、探鉱の経緯及び現状について紹介する。

(3) 湯平温泉の現況

湯平温泉 湯平温泉(株)

湯布院町役場 森山金次, 麻生昌平
出光地熱開発 ○関 義己

温泉地の状況を長年月調査し、その経年変化を研究することは、その温泉地の将来を考える上で重要なことである。湯平温泉は胃腸病に特効がある伝統的療養温泉地としてよく知られている。同温泉に関する研究は数多く、本大会が昭和50年7月同温泉地で開催された際、九州大学古賀昭人、野田徹郎(現地質調査所)により地球化学的観点から、昭和11年、25年、33年、42年、50年の温泉活動の調査研究が報告されている。

同温泉地は自然湧出泉を主体に発展してきたが、湯量確保のため、昭和38年より調査井を含む10本余りが掘削されてきた。このような状況下、大分県では特別保護地域を指定し、花合野川の右岸・左岸から各300m以内の新規掘削は禁止されている。

湯布院町が昭和62年5月に実施した調査では、活動口数は自然湧出泉6口、動力泉5口(掘削井3口)である。一日総湧出量は昭和11年以来ほぼ横ばいで、約300 m³である。

しかし、飲湯として貴重な大湯源泉(自然湧出)は衰退傾向が見られ、その保護対策の検討を進めている。その一環として湯布院町は、相互影響の少ないと考えられる規制地域外での新泉源開発を行った。昭和61年11月調査開始、湯平温泉地より花合野川流約1 kmに掘削をし、昭和62年4月新泉源地の開発に成功した。中間揚湯試験の結果、泉温94℃、揚湯量66 l/分(蒸気を除く)であった。成分は既存温泉とはほぼ同質で、現在配湯計画を進めている。

(4) 塩原元湯間欠泡沸泉(I)

塩原元湯 塩原元湯(株)

関東学院大・工 ○伊藤芳朗, 柴田 東
桐原啓真

1. 元湯は、塩原温泉郷(栃木県)の西端の山峡(標高780m)にある温泉である。元湯の梶原の湯(揚湯している。37.4℃)は、古い歴史をもつといわれている。それ故に、元湯は、塩原温泉の発祥の地とされている。

梶原の湯源泉と並んで弘法の湯源泉がある。この源泉は、1966年に82mのボーリングにより自噴し、間欠泉となった。

2. 弘法の湯間欠泉を元湯えびすや間欠泉とよぶことにする。二つの源泉は、えびすや旅館内にあり、入浴に利用されている。

えびすや間欠泉は、噴出に伴って46℃から54℃に上昇する。周期は約10分、噴出時間は約5分(スケール除去のために、20m深度に注水している)である。噴出の高さは大きな泡(3~5 cm)とともに30cm位となる。一回の噴出量は、190 lである。泡は主として炭酸ガスである。泉温変化、圧力測定、流動電位測定より噴出のモデルをつくった。

元湯にも間欠泡沸泉がある。注水中にて一時間前後の周期をもつ(54℃)。他に共同源泉がある。1966年の掘削当時は、間欠泉であったがスケールのため止まった。しかし、今年になって、少量の自噴を始めた(55.2℃)。

(5) 韓国の温泉について

泉の泉質平野 (8)

平野 圭 瀬 内 金 山 森 優 賢 伊 藤 幸 二 (財)中央温研 佐 藤 幸 二

白 雲 台 関 白 雲 台 関

今春、韓国を訪れ、いくつかの資料を入手する事が出来、同国の温泉について検討した。韓国の温泉として、22が数えられた。その中、分析値のないものが2ある。20温泉のうち、泉温25℃未満のものは3、45℃以上のものは7で、残りの10は25～45℃の泉温を示す。最高温は釜谷温泉の67℃である。pHは7.7～9.4のアルカリ性のものが多い。固形物総量は少ないものが多く、415.5 mg/l以下のものが15、1,250 mg/l以上のものが4であり、最大値は海雲台で5,000 mg/lを越える。濃いものはNa、Clを主とし、 HCO_3^- に乏しい。 H_2S を含むものは7温泉であり、最高は5 mg/lの釜谷温泉である。Rnは6.6～36.2マッへと測定されている。掘さく深度は0 mから浦項の1,200 mまでである。

地質に関しては資料に乏しいが、白亜紀以前の花崗岩の場合が多く、韓国南東部には白亜紀以降の堆積岩、火山岩などからの温泉がみられる。

地域的には、済州島をも含めて韓国南西部には温泉がなく、60℃を越える高温温泉は海雲台、釜谷と、いずれも南東部であり、それぞれ白亜紀流紋岩質岩、白亜紀砂岩頁岩とされている。固形物総量300 mg/l以上の温泉も南東部に限られ、他はすべて300 mg/l未満である。

浦項温泉は400 m以浅は新第三紀の海成泥岩層が帽岩となっているようで、以深の白亜紀の火砕岩中の断層破砕帯より湧出しているとみられる。

(6) 北部九州花崗岩地域の地下水のラドンと化学成分

(1) 泉の泉質平野 (8)

佐賀大・理工 ○飯 盛 喜代春, 久保田 陸 生

東 田 榮 園 武 藤 邦 ○ 工・大 池 幸 東 関 山 下 盛 宏, 松 田 宏

真 岩 泉 開 佐賀短期大 飯 盛 和 代

北部九州には花崗岩類がかなり広い範囲で露出しており、主に佐賀、福岡両県にわたって分布している。日本花崗岩類においては先カンブリア紀、領家期、新白亜紀、第三紀中新世の花崗岩類のみについては、平均ラジウム含有量は時代が新しいものほど多いということが報告されている。

佐賀、福岡両県の花崗岩地域には温泉が湧出し、これら温泉は花崗岩地域以外の温泉とくらべて泉温が低く(二日市温泉45℃、古湯温泉36℃)、化学成分も一般に低い濃度であり、アルカリ度も1ミリ当量/l前後であるが、ラドンの濃度が高い。そこで、これら温泉および花崗岩地域の地下水を採水し、ラドンおよび化学成分を定量し、ラドンの濃度と花崗岩の生成年代の関連性について検討した。ラドンの濃度範囲は広く、多少の例外はあるが、生成年代の古い花崗岩地域より湧出する地下水より、生成年代の若い花崗岩地域より湧出する地下水の方がラドン含有量が多い傾向にあることがわかった。また、化学成分の各々とラドンの含有量との相関はほとんどみられなかった。

二日市温泉(45℃)のラジウム含有量は、古湯温泉(36℃)のラジウム含有量の約2倍である。

(7) 泉の泉質平野 (8)

(7) 八丁原1号機の運転状況と2号機の増設計画・鬼の泉監 (9)

九州電力・火力部 黒川 恵児

1. 八丁原1号機の運転状況

八丁原発電所は我が国で最大出力55,000KWの地熱発電所である。大岳発電所も含めた発生電力量は年間454百万KWHで、重油に換算すると約11万KIの地熱エネルギーによる代替効果がある。また設備利用率も94.1%と非常に高い利用率で運転している。蒸気井の噴出圧力・温度及びエンタルピー等、その勢力を示すファクターは年を経るにつれて優勢な傾向を示している。

2. 八丁原2号機の増設計画

八丁原2号機の増設については昭和55年から調査を開始したが、調査井掘削結果は順調で、現在まで38,000KW相当の蒸気を確認しており、この実績を含めて貯留層評価を行った結果、20年以上の長期にわたり11万KWの蒸気を維持出来ると判断したことから、現在2号機の増設を鋭意進めているところである。

(8) 鬼首地熱発電所周辺の地獄および温泉の近況

埼玉大	○小	澤	竹二郎
開発工事	一	杉	武治
電源開発	鈴	木	徹
出光地熱	本	松	利郎

鬼首地熱発電所は宮城県鳴子温泉の北約7kmに位置し、鬼首カルデラ内の片山地獄に建設され昭和50年3月より現在まで順調に稼働を続けている。発電所のある片山地獄の他、周辺には東より荒湯地獄、奥の院沢、血の池沢、片山峠を経て雌釜雄釜、間欠泉で有名な宮沢、吹上沢の温泉、轟温泉、神滝温泉など地熱活動の活発な地域である。第38回の本大会で東北学院大学の渡辺氏は荒湯地獄の変貌について報告され、その後“温泉”(61年9月号)では変貌は鬼首発電所の稼働に因るものとされ、荒湯温泉の枯渇も間近いと述べている。これらの地域の温泉は未利用のため過去の調査資料も少ないので、演者らは昨年6月および本年5月に地獄、温泉地域を調査し噴気温度、温泉流量、温泉および河川水の化学成分の測定を実施した。また発電所建設前の調査資料と併せて比較検討した。その結果、荒湯地獄には発電所建設前でも湯沼と称する程の池の存在は無く、噴気地域に沢水の混入によって加温された湯溜りが2~3ヶ所存在しており、それが豪雨による土砂流入のため埋没し消失したと判断された。現在でも此の地域には噴気活動(90~98℃)が認められており、地熱活動は現在でも続いている。また荒湯温泉の活動状況、奥の院沢、血の池沢の噴気状況には以前と大きな変化は無いものと判断された。鬼首地熱発電所は運開以来12年を経過しているが、此の間の周辺地獄の活動状況には大きな変化は認められず、局所的な変貌は自然発生的なものである。

(9) 温泉の送・配湯に関する研究(その22)

— 管網路線に於ける保温材厚みの簡易決定法について —

(財)中央温研 細谷 昇, 中島国雄

最近温泉集中管理, 或は温泉広域給湯がさかんに行われ, これに伴い配湯路線も循環管網方式を採用することが多くなっている.

管網の圧力損失水頭の決定には一般にハーデークロース法を用いているが, しかし, 管網路線の保温効果を左右する保温材の厚みを容易に決定する方法はない.

そこで演者等は既に報告している路線の温度降下(Δt)と(h)との関係式を利用し, 管網路線の保温材厚みを容易に決定する方法を検討し, これを実際に応用したところ満足な結果が得られたので報告する.

なお, 前記の関係式は下記の通りである.

$$\Delta t = \frac{k \cdot (T_1 - T_0) \cdot D^{4.87} \cdot h}{5.29 \cdot 10^4 \cdot Q^{2.85}}$$

ここで,

Δt :	分流点と合流点との温度降下 [°C]	T_1 :	分流点の温度 [°C]
h :	“ “ の損失水頭 [m]	T_0 :	外気温度 [°C]
Q :	分流点と合流点との間の流量 [kg/min]	D :	管口径 [mm]
k :	管路の熱慣流率 [kcal/m·h·°C]		

(10) 岩手県国見温泉に生成する石灰華について

岩手県国見温泉は盛岡市の西方約40 km, 国見峠の下, 標高約830mにあり, 慢性胃腸病, 神経痛, 交通事故後遺症などに効果があるといわれている. 多量の石灰華を沈澱することでも知られ, また, 最近湯治者の皮膚表面に, 石灰華類似の沈着物の生じることが注目され, 湯治効果とも関連して研究されている.

現在, 新旧の二つの源泉があり, いずれもさく井による自噴泉である. 前者(山荘源泉)は含S-Na-HCO₃-泉(H₂S型), 後者(薬師源泉)は含S-Na·Ca(·Mg)-HCO₃泉(H₂S型)であり, 多量のCO₂とH₂Sを伴って湧出後, 直ちに石灰華が生じはじめ, 浴槽水面にも湯華が浮遊する. 石灰華は湯管内壁にも沈着し, 湯量が漸次減少するので, 3~4年毎に管を抜去更新し, またボーリングによって, さく井内壁の石灰華の除去が行われている. 薬師源泉のさく井深度は63mであり, 温泉水は地下25mまで挿入された内径100 mmのガラス繊維の管内を上昇自噴する. 1982年春に抜去された管の調査では, 石灰華の沈着は地下20mからみられ, 上昇とともに次第に厚くなり, 地表部での管の有効内径は13 mmであった.

両源泉はCa²⁺とはほぼ等当量のMg²⁺を溶存し, アラゴナイトが晶出し易い特徴がある. またSr²⁺は約3 ppm含まれ, 薬師源泉では0.4 ppmほどのMn²⁺も溶存する. 本報では, 両源泉で採取した多数の石灰華の結晶形組成を求め, Mg²⁺, Sr²⁺, Mn²⁺などの分配係数を計算して, 多様な石灰華の生成条件との関連を考察する.

(11) 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10報)

岩手大・工 後 藤 達 夫, ○梅 津 芳 生
浅 部 喜 幸

既報(第1～9報)において、玉川温泉酸性水の石灰岩による中和反応効率をpH8.4酸度(8.4Ax)の減酸効率で表現すると、円錐型反応槽を用いて、最適条件下で75.8%を示した。また、同反応効率の大小は玉川温泉酸性水(原水)の $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ 重量比にも関係し、塩酸卓越型になるほど反応効率が高まることを指摘した。

本報告では、粒径5～25mmの石灰岩を充填した小型円錐型反応槽(内容積10.5l)を用いて、長期間連続通水(2l/min)した場合の反応効率の低下を検証するために、現地において玉川温泉地区の溶透トンネル出口の酸性水(SO_4^{2-} 1,490 mg/l, 8.4Ax 4,650 mg/l)を90日間連続通水する試験を行った。並行して、石灰岩表面付着物を脱離し、反応効率の回復をはかる目的で、10日間ごとに、沢水による希釈原水(8.4Ax 3000 mg/l)を流量4.0l/minで8時間通水し、溶離試験を行った結果について述べる。

反応槽2基の90日間における反応効率は平均値76.9%の高い値を得た。一方、別の反応槽2基の溶離試験を加味した場合の反応効率は平均値77.2%が得られ、前者よりわずかに0.3%しか高くない。これは、試験期間中の度々の降雨により、玉川温泉酸性水が雨水によって希釈されたため両者における効率差が小さくなったためと考えられる。しかしながら、溶離試験直後の10時間帯についてみると平均79.6%と高い値を示した。

中和試験終了後の反応槽内石灰岩表面付着物は反応槽の中間部に多く付着がみられ、付着物中の成分量は $\text{Fe}(\text{OH})_3 < \text{Al}(\text{OH})_3 < \text{塩酸不溶物}$ (主に石灰岩脈石) $< \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の順位になっている。

現在、より高温高濃度の大噴付近の玉川温泉酸性水についての中和反応効果試験ならびに反応槽から溢流後の反応水の挙動についても検討中である。

(12) 地熱熱水から生成するケイ酸質沈澱物へ濃縮される元素とその分布

九大・理 ○佐 藤 由 美, 横 山 拓 史
樽 谷 俊 和

地熱熱水から生成するケイ酸質沈澱物には種々の元素が含まれている。本研究ではケイ酸質沈澱物中への元素の濃縮、沈澱物中での分布、及び鉄、アルミニウムの沈澱物中での状態について報告する。

1) ケイ酸質沈澱物への元素の濃縮

地熱熱水からケイ酸質沈澱物への濃縮係数を次式

$$\frac{[\text{Metal}]/[\text{Si}]_{\text{solid}}}{([\text{Metal}]/[\text{Si}]_{\text{water}})}$$
 []: molar concentration

により求めた。鉄、アルミニウムの他にマグネシウム、マンガンも濃縮された。

2) 沈澱物中での元素の分布及び状態

八丁原地熱発電所で生成したケイ酸質沈澱物には層構造がみられ、特に表面極近傍には黒色ゾーンがみられる。EPMA 及びCMA による分析の結果、このゾーンにアルミニウム、鉄が特に多く存在することがわかり、層ごとの化学分析の結果、ケイ酸質沈澱物の外側になるにつれてこれらの元素の存在割合が大きくなっており、リチウム、ナトリウム以外の元素も、外側に濃縮されていることがわかった。また沈澱物中では、鉄はメスバウアースペクトルから主にパイライトとして存在していることが示唆された。アルミニウムは固体高分解能 ²⁷Al-NMRの結果、四配位と六配位のものが存在し、外側になるに従って六配位の存在割合が増加することがわかった。

(13) 荒船温泉沈澱物

東北大・教養・化 〇鈴 木 励 子
群馬県衛生公害研 〇酒 井 幸 子

荒船温泉は群馬県荒船山の北東山麓に位置し、泉温14.8℃、河床に自然湧出し中継槽を経て利用される。この付近の地質は新第三紀層であり、群馬県南部には多くの冷鉄泉が分布している。

演者らは、1986年に温泉水および温泉沈澱物を採取し、化学分析、X線粉末回折、示差熱分析を行いその結果について報告する。

温泉水のpH=6.4、化学分析の結果Na・Ca-Cl・HCO₃泉で、蒸発残留物は11.2g/kgである。このような温泉水より沈澱物が析出する。沈澱物は中継槽表面に石灰華の被膜と底部に鉄質沈澱物が見られ、X線粉末回折の結果、被膜の石灰華は方解石とあられ石の混合したもので、混合比は6：4である。

炭酸カルシウムの合成実験は多くの研究者によってなされ、あられ石の生成条件として、高温、高pHが一般化された考えである。しかし天然では必ずしもそれらの条件を満たしていなくても安定に存在すると言われている。

Müller et al. (1971)は湖沼水より生成したあられ石が温度、pHの影響もさることながら、むしろ[Mg²⁺]/[Ca²⁺]が、<1か否かによって左右されると述べている。

荒船温泉水の[Mg²⁺]/[Ca²⁺]は0.26と小さくMüller et al.と異なっていて興味ある沈澱物である。

(14) 群馬県南西部の塩化物冷鉱泉について

群馬県衛生公害研 〇酒 井 幸 子, 小 林 隆 志
氏 家 淳 雄
秋田大・鉱山 松葉谷 治

群馬県南西部には、化石海水起源と考えられている塩化物冷鉱泉が散在している。今回、これらの塩化物泉の化学成分および同位体比(δD, δ¹⁸O, δ¹³C)の測定を行い、次のような知見を得た。

1.磯部温泉は、化石海水を含んだ起源水(測定された源泉の中で最高濃度のもの)が、Na-HCO₃

- 型でしかも δD の高い水によって希釈されている現象がみられる。
2. 八塩温泉は、化石海水を含んだ起源水が、天水によって単純に希釈されたものである。
 3. 青倉・塩ノ沢温泉においても天水による希釈がみとめられるが、 δD と Cl^- の関係は八塩温泉と大きく異なっている。
 4. 浜平鉱泉は海塩(海成層中に残された塩)起原の塩が天水によって溶出されたものである。
 5. この地域の塩化物冷鉱泉中の炭酸成分含量は高い。溶存炭酸の $\delta^{13}C$ は $+3.6 \sim +6.6\%$ であり、文海成の炭酸塩起原であることを示唆している。

(15) モール法を用いた温泉水分析の際のpHについて

岩手医大・教養 藤田 玲子

モール法で Cl^- を定量する場合、通常、 H_2S 除去の目的で、 $30\% H_2O_2$ (アンモニア塩基性) による酸化法が利用されている。

前回(第39回大会)の報告において、温泉水中の Cl^- 測定の際、 H_2S 酸化後も測定が妨害されること、また、 H_2S 酸化後、被験液を中性に調整すると、この妨害が軽減されることを示した。

その後、先に報告した妨害が、銀によることを知り、今回、前処理中の銀生成について検討したので報告する。

まず、試料溶液のpHとの関係を調べると、pH 7.0~7.4の範囲では、 H_2O_2 の濃度にかかわらず、銀生成は見られない。また、 $0.6\% H_2O_2$ では、pH 10.0以上で銀が生成しており、銀生成にpHが影響していることがわかった。

そこで、泉源を異にする温泉水2例について、 H_2S 酸化後、pHを7.0~7.4に調整して、モール法で Cl^- を滴定した。比較のため、各温泉水に既知濃度の Cl^- 溶液を添加した試料について、同時に定量した。その結果、(無添加試料との差から得られた) Cl^- 添加試料中の添加 Cl^- の滴定値は98%以上を示した。

(16) 点滴濾紙—蛍光X線分析法による温泉水中のナトリウム・マグネシウム・アルミニウム・硫黄・塩素・カリウム・カルシウム・マンガンおよび鉄の定量

明大・工 中村 利 廣, 早川 哲 司

目崎 浩 司, ○佐藤 純

濾紙に試料溶液を浸み込ませて蛍光X線分析する方法(点滴濾紙—蛍光X線法)を最初に試みたのはPfeifferら¹⁾である。その後、いくつかの改良を経て、Murataら²⁾は直径3cmのリング状スリットをそなえた濾紙を各種の試料の分析に応用し、 $1 \sim 6\%$ の精度で12種の元素を定量している。この濾紙を用いたときの定量下限は $14 \sim 150 \text{ ng} \cdot \text{cm}^{-2}$ であり、十分に環境水中の各種成分の定量に応用できると考えられる。Murata³⁾らはDDTC—MIBK抽出法と点滴濾紙—蛍光X線法を組み合わせ、水中のマンガン・鉄・銅・亜鉛の定量を行い原子吸光法に結果とよく一致した定量値を得ている。

この報告では温泉水中のナトリウム・マグネシウム・アルミニウム・硫黄・塩素・カリウム・カルシウム・マンガンおよび鉄の定量を試みたので報告する。試料は玉川温泉と夏油温泉の温泉水である。点滴濾紙用試料ホルダーの材質と形、点滴量、点滴回数、検量範囲、定量下限及び再現性などについて検討した。9成分の定量結果は原子吸光分光光度法などの他の分析法による結果とよい一致を示した。

- 1) H. G. Pfeiffer and P. D. Zeman, Nature, **147**, 397 (1954)
- 2) M. Murata and K. Murokado, X-Ray Spec., **11**, 159 (1982)
- 3) M. Murata, M. Omatsu and S. Mushimoto, X-Ray Spec., **13**, 83 (1984)

(17) 温泉水中の腐植質の定量法について

(財)中央温研 益子 安、○甘露寺 泰雄
田中 昭

腐植質の定量法については、これまでに、重量法(溶媒抽出法、酸性沈澱法)、容量法(KMnO₄ or KCrO₄ 酸化法)、比色法(可視部400~480 nmの吸収利用)、クロマト法などが報告されている。

演者らは、今回クロマト法を除く重量法、容量法、及び比色法を検討し、重量法と比色法が温泉水中の腐植質の定量法として適しているという結果を得たので報告する。

対象温泉：都内江東及び蒲田の掘さく井、神奈川県綱島及び川崎温泉、千葉県館山及び養老温泉、山梨県甲府、北海道十勝川温泉

分析法の概要：

重量法：試料をミリポアフィルターで吸引濾過、濾液をHCl酸性で24時間放置、同フィルターで濾過、洗浄、シリカゲルデシケーターで恒量となるまで乾燥、秤量する。

比色法：試料をミリポアフィルターで吸引濾過、その40 mlに6M HCl 0.5 ml、10%塩酸ヒドロキシルアミン 1 mlを加え5分間煮沸、濾過、濾液に0.1 M EDTA 2 ml、更に6 M NH₄OHを加えpHを10とし、全量50 mlとする。400~500 nmの吸光度を測定する。標準溶液は、試料或はその付近で腐植質を含む水からHCl酸性で沈澱、精製した腐植酸を乾燥、秤量して調整する。

なおKMnO₄による容量法も加えて、重量法、容量法、比色法の定量値について比較検討した。

(18) 化学的に見た市販入浴剤の効果的作製への提言

九大工・地熱開発センター ○古賀 昭人、梅原 之郎

近年多くの人工入浴剤が各温泉地の名称を付けて市販されている。その温泉の分析値をもとにして調合したと称し、その温泉と同等の医療上の効果があるとうたっている。

その効能は、もちろん疑問だらけである。温泉水の効能とは、地下深部でできた不安定溶液が地表において安定溶液に移行するさいの人体に対する刺戟作用のことである。したがって不安定でもない人工入浴剤には効能のあるはずもないと云えるし、効果ある入浴剤はそれだけの工夫が

必要である。演者らは、各地の温泉の名称をつけている入浴剤20個についてX線回折や通常分析により説明書通りの成分が含有されているかどうかを見ると共に、効果の人工入浴剤作製への問題点について提言したい。

(19) 人工ラドン浴による心・循環機能に対する影響について

北大・医・温泉治療研 ○阿 岸 祐 幸, 井 出 肇
 白石臨床検査研 浅 沼 義 英, 藤 屋 秀 一
 東京ヘルス・ケミファ(株) 近 藤 光
 村 山 秀 彦, 上 原 実

低濃度の人工ラドン浴による心・循環機能に対する影響について若干の基礎的検討を行った。

対象と方法：年齢20才台の男性健常人7名を対象とし、早朝空腹時に、人工ラドン浴(Rn浴)と、「さら湯」浴を1週間間隔で行った。水浴条件は、両浴とも浴水温40℃、浴室湿度90~95%で、10分間水浴した。ラドン浴の場合は、浴水面上20cm位での空气中ラドン濃度は平均1.34マッへで、浴水中濃度は0.32マッへであった。

結果：諸指標の値を浴前値と、水浴10分目の値の各平均値で比較した。心拍数は、入浴後直ちに増加し始め、「さら湯」浴群で25拍/分、Rn浴群では31拍/分増加した。収縮期血圧は「さら湯」群で17 mmHg、Rn浴群で34 mmHgの増加がみられた。拡張期血圧はRn浴群で明らかな低下をみた。心係数は、「さら湯」浴群で2.6 l/分の増加をみたが、Rn浴群では5.9 l/分と著しく増加した。次に、同一条件下で行った水浴実験で、心・循環動態に関与する血流成分について検討した。血中Ht値、血漿浸透圧は、両水浴群とも有意な変動を示さなかった。血中ADH濃度は、両群とも出浴後10分目を頂値とする上昇傾向があった。血中心房性Na利尿ポリペプチドは、両浴群で水浴10分目で有意な増加をみたが、両群間での差はなかった。

結論：低濃度人工ラドン浴では、「さら湯」浴に比べ心・循環系に対する負荷度が強く、受動的な心・循環機能トレーニングに有効であると示唆された。

(20) 栃木県那須温泉郷より分離された特殊細菌(1)

—北温泉並びに大丸温泉より分離された好熱菌について—

東邦大・医・生物 ○杉 森 賢 司, 高 柳 進之輔
 千 頭 道 子

特殊環境に生息する微生物を検索する目的で栃木県那須温泉郷の高尾、湯本(鹿の湯、行人の湯)、大丸、北、弁天の各温泉について研究を行った。対象とした那須温泉郷は酸性硫黄泉(湯本、高尾)と中性の単純泉(大丸、北、弁天)という2種類の泉質から成り立っている温泉郷であり、比較的自然環境が保持されている温泉が多い。

今回、特殊環境に生息する微生物の中で、特にpHが中性付近にて増殖が可能である好熱菌について研究を行った。Bacillus Medium (No. 573)のBasal salt mediumをpH 7.0に調製し、そ

れに Yeast Extract を Final concentration 0.1% となるように加えた培地を用い分離を試みたところ、大丸温泉(泉温70.2℃, pH 7.28)より2株、北温泉(泉温57.1℃, pH 6.13)より4株の好熱性細菌が分離された。いずれも形態は桿状を呈し孢子の形成が見られる菌株とそうでない菌株が存在した。これらの性状について詳細に検討し、現在報告されている好中性好熱菌である *Bacillus stearothermophilus* や *Thermus aquaticus* などと比較検討した結果、北温泉から分離した内の2株は *Bacillus stearothermophilus*、大丸温泉の2株は *Thermus aquaticus* と同定された。北温泉の残りの2株は現在相当する菌株がなく新種である可能性がある。

(21) 栃木県那須温泉郷より分離された特殊細菌(2)

— 那須湯本・行人の湯より分離された好酸性好熱菌について —

東邦大・医・生物 ○杉 森 賢 司, 高 柳 進之輔

千 頭 道 子

先の報告では特殊環境、特にpHが中性付近の温泉に生息する微生物についての報告を行ったが、ここでは特殊環境の中でも酸性領域に生息している微生物を検索する目的で研究を行った。

Bacillus Medium (No.573) (0.1% Yeast Extract と0.1% Glucoseを含む) pH 4.0を用いて40℃にて培養したところ、那須湯本温泉・行人の湯(泉温52.0℃, pH 2.41)の温泉水より2株の細菌が得られた。これらはともにGram染色性不定の桿菌で、孢子の形成が認められた。すなわち *Bacillus* 属に分類される細菌である。また、55℃においても増殖が可能であることから、これら2株は好酸性好熱性 *Bacillus* であることがわかった。

現在、好酸性好熱性 *Bacillus* は *Bacillus acidocaldarius* 1種が知られているが、我々の報告(昭和60年度大会)や Belly et al. (1974)の報告によると、その他にも好酸性好熱性細菌の生息が明らかにされている。今回、那須湯本温泉から分離された2株の性状をこれら現在まで報告のある好酸性 *Bacillus* と比較すると、*Bacillus acidocaldarius* の性状より我々の報告した好酸性 *Bacillus* sp. に類似していた。このことより、この *Bacillus* sp. は広く日本の酸性泉に生息していることがわかった。さらに分離報告を積み重ね新種であることを確定したい。

(22) 草津白根山の火口湖湯釜に生息する微生物

東邦大・医・生物 ○高 柳 進之輔, 杉 森 賢 司

東大・教養・化学 高 野 穆一郎

湯釜はpH 1.2, 水温10~20℃と生物にとって厳しい環境であり、これまで生物に関する調査は行われていなかった。しかし、本火口湖の硫黄化合物の組成の変化に生物が関与しているのではないかとの観点から、今回、藻類並びに細菌について調査する機会を得たので、その結果について報告する。藻類に関しては、温泉に多く見られる藍藻、珪藻等を中心に検索を行ったが全く観察できなかった。細菌に関しては湖岸の3か所から水を採取し、membrane filter でろ過集菌操作を行った。これを少量のろ液で懸濁して顕微鏡観察したところ、活発な運動をしている細菌様粒子を多く認めたので、これを持ち帰り、thiosulfate, polythionate, yeast extract 等をエ

エネルギー源として室温で増殖を試みた。その結果、前2者は、明らかに増殖が認められたので、独立栄養を営む硫黄細菌の一種であると推測され、更に分離培養を試みた。得られた分離株は何れも好気性で、グラム陰性の桿菌であった。次いで、種の同定を行うに当り、形態的観察、生物学的性状について詳細に調べたのでその結果をも報告する。

(23) 鳥取県の温泉藻類

水道機工(株) 木村 憲 司

1980年8月に鳥取県の岩井、吉岡、鹿野、浜村、東郷、羽合、関金、三朝、皆生の9温泉より採集した32本のサンプルを検鏡した結果、9属31 taxaのラン藻を検出した。またサンプルにはケイ藻が混生しているものもあったが今回は除外した。尚種構成は次のとおりである。

Calothrix braunii, *Calothrix marchica*, *Calothrix parietina*, *Chroococcus bituminosus*, *Chroococcus minimus*, *Chroococcus minor*, *Chroococcus minutus*, *Chroococcus minutus* var. *thermalis*, *Hapalosiphon intricatus*, *Hapalosiphon welwitschii*, *Lynngbya martensiana*, *Mastigocladus laminosus*, *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria amoena*, *Oscillatoria brevis*, *Oscillatoria geminata*, *Oscillatoria guttulata*, *Oscillatoria limnetica*, *Oscillatoria pseudogeminata*, *Oscillatoria splendida*, *Phormidium angustissimum*, *Phormidium bohneri*, *Phormidium cebbennense*, *Phormidium foveolarum*, *Phormidium mole*, *Phormidium orientale*, *Phormidium tenue*, *Phormidium truncatum*, *Scytonema hofmanii*, *Synechococcus arcuata*, *Synechococcus lividus*,

これらのうち *Chroococcus minor* は7温泉で、*Phormidium foveolarum* は6温泉で検出された。

(24) 微好気性を示すA型硫黄芝にとって温泉流水システムはどのような意味をもつか

岩手医大・教養・生物 牧 陽之助

A型硫黄芝は、(1) 水温が45から70℃で、(2) pHが6から8の、(3) 硫化水素を含む、(4) 浅い流水に、生息する。そして、(5) 分子状酸素を必要とする。このようなA型硫黄芝にとってその生息環境(流水)と温泉水はどのような意味を持っているのであろうか。硫化水素は、高濃度ではそれを利用する生物にとっても毒物である。また、エネルギー獲得反応と考えられる単体硫黄の酸化反応は微好氣的であった。さらに、硫黄化合物の最終産物は硫酸塩であった。これらのことから、A型硫黄芝にとって温泉流水システムは、(1) 低濃度の硫化水素を連続的に供給すること、(2) 高濃度の分子状酸素と接しつつ、無酸素水を連続的に供給することによって微好氣的環境を維持すること、(3) 硫酸塩を最終産物としながら、環境水のpHを中性に維持すること、の三点において、必要欠くべからざるものと考えられる。一方、温泉水の45℃から72℃という高温条件は分子状酸素が溶けにくく、微好気性には有利である。また、6から8という中性のpH条件は、 H_2S/HS^- のpKがほぼ中性であるので、酸性条

件にくらべて硫化水素の溶解には有利である。A型硫黄芝の主構成細菌である大鎌型細菌は、硫化水素と溶存酸素の共存する場に生息する“gradient type”の硫黄酸化細菌で、特に硫化水素に対する依存度が高いと考えられる。この点で、硫化水素を含む中性の高温水は、そのような微生物にとって合理的な培地であり、流水システムはまた合理的な仕組と考えられる。

温泉泉質の泉頭泉 (83)

(25) 甲府盆地における新温泉群の地球化学的研究

相川 嘉正 (東京大学)

東邦大・医・化学 相川 嘉正, ○加藤 尚之

前山梨県立女子短大 塚本 邦子, 中村 幹夫

前山梨県立女子短大 秋山 梯四郎

最近山梨県甲府盆地の中央、釜無川と荒川に挟まれた地域に温泉が湧出している、この地帯は元来、盆地中、最も低地にあり、いわゆる地下水の高い所である。

今回17点の源泉について、調査を行った。

新温泉湧出地帯の源泉について化学成分による分布状態及び従来の温泉地域との泉質の比較等考察する目的で調査した。

主成分でみる限り比較的高地の竜王地区の源泉はNa-Clが主となり、他の地区と異なる。一方低地の釜無川、荒川の下流に寄る、田富、昭和及び玉穂地区はNa-HCO₃を主とする泉質である。またpHは一般的に中性乃至は弱アルカリ性であり、泉温は28℃～47℃を示している。以上の結果に基づき更に、両河川の影響についても考慮しつつ詳しく検討した。尚加えて他地域との比較についても報告する。

(26) 1986年11月三原山噴火の前兆

野口 喜三雄 (東京都立大)

東京都立大・名誉教授 野口 喜三雄

大島 下村 為造

著者は昭和44年(1969)6月三原山頂の尾根にSO₂濃度計を設置して、噴火口内空気のSO₂濃度の変化を毎日観測することにした。昭和49年2月28日に起った噴火の際は、50日前の1月9日にSO₂濃度の最大位9ppmを示し、これが次第に減少しつつある状態で、2月28日の噴火が起った。噴火は6月10日を最後として灼熱熔岩の露頭が消え、それ以後火口底の温度が低下し、ガスの方もますます減少して昭和61年(1986)11月まで続いたのである。この11月は11日まで下村が毎日三原山へ登り、ガス濃度計の記録をとった外、火口内及びその周地にある噴気を視察したが異状は認められなかった。然るに11月12日野口、下村が山頂の小屋に着いたのは午後1時頃であつた。直に野口が噴火口付近にある6ヶ所の噴気孔群を見渡した処、新噴気があるのに気付いた。早速火口へ近づいて確認した処、ガス導入口の正面向側の火口壁の上縁から20と30m下の処に新噴気があるのを発見した。この時、火口底は深さ約150mで以上はなかった。新噴気に近づいて見ると巾5cm長さ10mの地割れが1本、短いのが2本ほど存在した外、火口壁には大きな亀裂が生じていた。又、こ

の新噴気から300mの噴気孔は明らかに4℃ほど温度が上昇していた。他の噴気孔群は何れも異状を示さなかった。この出来事は昭和49年6月10日灼熱熔岩が消えて以来初めての出来事であったから、13日正午毎日新聞佐藤記者を山頂へ呼んだ。彼はNHKカメラマンと共に2時半頃山頂へ着いた。翌日14日には新噴気の量及び面積が拡大し、只事ではないと思われた。14日は東大地震研究所、大島測候所、大島警察署等の職員が新噴気を視察に山頂へ上って来た。そして15日午後5時、ここから山崩れが発生し間もなく噴火が始まって元町のホテル椿園の屋上から山頂の赤いのが目撃された。

噴火は愈激しさを増し、17日には噴火口は新熔岩で充満し、18日には吾々の観測小屋へ100mまでに迫り、遂に19日、観測小屋は熔岩で埋没し、内輪山から溢流してカルデラへ盛んに流下した。そして21日、午後には割目噴火を起して大騒ぎとなった。

(27) 1986年の大島三原山噴火に伴う温泉の化学成分

東邦大・医・化学 ○相川 嘉正, 加藤 尚之

塚本 邦子

東京都立大・名誉教授 野口 喜三雄

1986年11月伊豆大島三原山に大噴火が起こった。1974年2月の噴火以後、沈静状態であった三原山が突然大爆発と共に多量の溶岩を噴出した。

この噴火に伴い温泉水に影響があったか否か、また以前1973年4月調査した結果とも比較するため、大島温泉ホテルの試料5号源泉について検討した。試料は'86年12月26日、翌'87年3月12日、5月16日、7月8日及び8月10日に採取したものである。分析結果は泉温については、噴火前の74℃に対し、74℃、76℃、74℃、74℃、74.4℃を示し、pHは噴火前の6.6に対し6.5を示した。化学成分については今回、Clは26.2~30.0 mg/l、SO₄は38.0~55.3 mg/l、HBO₂は14.5~22.8 mg/l、SiO₂は129~227 mg/l、Naは39.1~41.9 mg/l、Kは13.8~15.1 mg/l、Caは69.6~86.7 mg/l、Mgは14.8~21.4 mg/l、及び蒸発残渣は576~647 mg/lである。これらの値を5号泉の掘削時、即ち噴火前の値と比較すると、多少の増減はみられるが大差はない。結論的には水温の変化がなく、成分上の大差もなく、噴火の影響はほとんど受けていないと推定した。更に詳しく検討結果を報告する。

(28) 伊豆半島南東部の高温塩化アルカリ泉の特徴

— 化学成分と周辺環境との関係に関する考察 —

(財)中央温研 ○甘露寺 泰雄, 田中 昭

高橋 保

伊豆半島南東部には、大川、北川、熱川、片瀬、白田、稲取、峰、谷津、下賀茂などの高温塩化アルカリ泉が分布している。これらの化学成分については、水谷らによる同位体の解析を通しての海水-岩石相互作用に関する研究がある。演者は開発の歴史や周辺水系との関連において化学成分組成の特徴について考察した結果を報告する。

これら諸温泉は、はじめから高温泉があったわけではなく、cap rockの存在や、石灰華によるself-sealingなどで、本来高温泉が内在していたにもかかわらず外界に現れにくい環境にあり、掘さくによってはじめて高温噴騰泉が出現したとみるべきで、いわば現在の地熱発電地域の熱水の出現に共通した部分のある点に注目したい。

前大会で、これらの温泉の中で峰と谷津をとりあげ、前者は高地温部が低水位、後者は高地温部が高水位に対応し、峰の方が石灰華の付着などで周辺水系との連続性が保たれにくく、これが泉質の分布、成分の経年変化に寄与していることを指摘した。

この考え方を更に南東部の諸温泉に拡大すると、温泉の化学成分は、地下温度、水頭の状態、CaCO₃によるself sealing、周辺水系(地下水か海水)などによって夫々の温泉地の性格が特徴づけられるように思われる。

更にこれら高温塩化アルカリ泉の特徴について、これまでの諸見解をまとめて紹介する。

(29) 草津温泉の化学成分変動

東大・教養 ○綿 拔 邦 彦, 大 沢 信 二

群馬県草津温泉、万座温泉は草津白根火山を直接の熱源とする温泉と考えられている。最近、草津白根火山の活動の程度が、草津白根火口湖(湯釜)の水中のポリチオン酸含有量から推定する事が可能となった。今回は白根山の活動と草津温泉、万座温泉などにおける化学成分濃度の変動との対比を試みた。相互関係は単純ではないが、例えば万座温泉では火山ガスとして供給されるSO₂の変動が温泉水中のSO₄²⁻の変動として観測されるようである。万座空噴では、Cl⁻、SO₄²⁻の供給源が異なり、Cl⁻の供給源の方が変動が多く、供給源が深部熱水であることを示唆する。

草津温泉では、火山活動とは一見無関係であり、平均的エネルギーと噴気ガスが供給され、火山活動の変化を直接反映しないかのように思われる。事実、1958年以降のデータによれば、Cl⁻、SO₄²⁻共単純に減少の傾向にある。しかし、詳細に検討すると、1982年の噴火活動の影響が明らかに認められる。噴火後1983年からはそれ以前の傾向と同じパターンを示す。この変動は火山活動とは別の要因を検討する必要がある。表に2、3のデータを示す。

表 草津湯畑の温泉水中のCl⁻、SO₄²⁻ (mg/l)

	'58	'70	'77	'85	'86
Cl ⁻	635	466	381	296	294
SO ₄ ²⁻	1681	1239	969	869	829

中 田 眞 泰 幸 壽 甘 ○ 福 盛 央 中 (横)

菊 謝 高

草津温泉の化学成分の変動は、火山活動の影響を強く受けている。特に、1982年の噴火活動は、Cl⁻とSO₄²⁻の濃度を急激に減少させた。これは、火山活動による地熱システムの擾乱を示唆している。また、1983年以降は、噴火前の傾向に戻り、Cl⁻とSO₄²⁻の濃度が徐々に回復していった。これは、地熱システムの回復を示している。草津温泉の化学成分の変動は、火山活動の影響を強く受けていることが明らかになった。

(30) 玉川温泉周辺の温泉の化学組成と分類

香川大・教育
東大・教養
綿 拔 邦 彦

香川大・教育 ○佐々木 信 行
東大・教養 綿 拔 邦 彦

秋田県玉川温泉周辺には種々の酸性泉が分布しており、その分類については既に野口ら(1957)、綿抜(1957)などにより報告されているが、筆者らは近年(1973～)見られた玉川温泉の組成変動を考へるうへで周囲の温泉群の成分濃度の分布および変動を調査することが必要であると考えた。今回調査したのは玉川温泉の他、後生掛温泉(紺屋地獄、もとめ)、焼山火口湖、蒸の湯温泉、叫沢などである。

測定の結果、SO₄²⁻、Cl⁻、Fe²⁺、Sr²⁺濃度により、今回調査した玉川温泉周辺の温泉は
1)SO₄²⁻、Cl⁻、Fe²⁺、Sr²⁺(微量成分)いずれも富む 2)SO₄²⁻、Fe²⁺に富むがCl⁻、Sr²⁺に乏しい
3)SO₄²⁻、Cl⁻、Fe²⁺、Sr²⁺いずれも乏しい、3つのタイプに分類できることが推定された。現在周辺の他の温泉群についても調査し検討中である。

(31) 恐山温泉の化学的研究

温泉名	成分	濃度 (mg/l)	特徴	分類
古滝の湯 No.1	Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	6428	ほぼ中性	A
古滝の湯 No.2	Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	100-300	強酸性	B

岩手大・工 ○後藤 達夫, 梅津 芳生
浅部 喜幸

恐山温泉(青森県)について、地球化学的には岩崎ら(1955年)、酒井ら(1967年)、野口ら(1970年)による報告がある。また演者の一人後藤により1964年に調査が行われているが、最近の調査研究はない。

演者らは1983年～1987年にわたって恐山温泉の調査を実施した。二、三の泉源はほぼ中性であるが、他の泉源は強酸性である。調査した泉源数は21である。ほぼ中性(pH 6.04～6.63)の古滝の湯No.1より4.3mと、わずかに離れたところに強酸性(pH 2.19～2.36)の古滝のNo.2が存在することは注目される。また花染の湯(pH 2.01～2.11)から23m離れたところに位置する泉源は晴天時pH 6.20を示したが、降雨時にはpH 2.63と強酸性に変化した。降雨時の土壌浸出水のpHは1台を示した。温泉活動の中心は古滝の湯 No.1 でCl⁻ 6428 mg/l, Na⁺ 4658 mg/l, K⁺ 302 mg/l, Li⁺ 5.34 mg/l, Ca²⁺ 491 mg/l, As 28.2 mg/lと最高値を示した。水温は75.2～92.6℃を示した。Na⁺とCl⁻との間に正相関が成立し、ほぼNaClの組成線上に点が分布している。Na⁺とLi⁺との間に密接な正相関が成立する。pHと硫酸イオン含量との関係を見ると、硫酸がpH値を支配していることがわかる。NaClに富むほぼ中性の深層熱水が通路を上昇する過程で空洞で沸とうし、それにより分離した硫化水素等のガスが地表の浅いところの地下水にとけて酸化して硫酸となり、この硫酸がほぼ中性の食塩型の熱水に混入して硫酸酸性に転化したもので、このものは二次的硫酸酸性ナトリウム-塩化物泉と考えられる。

(32) 泉質形成への一考察 — 塩素・炭酸・ラドンを中心として — (30)

東京都立大・理 ○堀 内 公 子

工業開発研 勝 田 晨 陸

北里大・衛生 蓮 沼 良 一

原子力安全技術センター 村 上 悠 紀 雄

温泉、湧水その他についてラドン、ラジウムの定量をひろくおこなってきているが、その成果と温泉の生成機構を結びつけて考えてみたい。温泉は地下深所におけるマグマからの発散物(気体、液体をとはず)またはその熱量をもつ媒体に地下水が混合し、それがいわゆる地熱貯溜層をつくっており、これから直接でるものもあれば、これからの熱水がさらに上昇して地表近くで地下水と混じってできるものがあると考えられる。

表 化学成分による水のタイプ(村上, 堀内, 小林 1985)

型	水の種類	溶存固形分 mg ^l ⁻¹	陽イオン	陰イオン
A	雨水	6.58	Na>Ca>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl
B	沢水	21.54	Na>Ca>Mg	SO ₄ >HCO ₃ >Cl
C	河川水	74.8	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl
	地下水 (井水, 湧水)	100~300	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl
D	単純温泉	<1,000	Na>Ca>Mg	Cl>HCO ₃ >SO ₄
E	高々温泉 (>60℃)	2,507	Na>Ca>Mg	Cl>SO ₄ >HCO ₃
	海水	35,000	Na>Mg>Ca	Cl>SO ₄ >HCO ₃

ここに雨水, 地表水(河川, 湖沼)そして地下水(浅層, 中層, 深層など), 温泉, 海水などの陰陽の主要成分(平均)を大小の順にならべた。それぞれの特性が示されている。

これらの水の種類の变化に応じて泉質形成にいたる手がかりを得たいと推論を試みた。

温泉, 湧水ではいずれも溶存しているRaとくらべてRnは平衡量を上回っており, この事実と炭酸イオンなどとの関係を有力な支えとして考えている。

(33) 温泉水中のリンの挙動について

大分大・教育・化学 川 野 田 実 夫

行政機関等の発行する温泉分析表には, 大部分のものにオルトリン酸の測定値が記載されている。このことから温泉の成分元素の中において, リンは一般的な成分元素であると言える。しかしながらこの元素についての温泉科学的, 地球化学的な挙動の解明は十分なされていない。

演者は大分県・大分川流域の温泉についてリンの測定を行った。この結果, 主要化学成分の濃度範囲は2~3桁の変動巾を示すのに対し, リンはPとして0.1~0.6 mg/lと0.5桁の変動しか

示していないことがわかった。リンとカルシウム、あるいはナトリウムとの比は、温泉水では、クラーク数や本邦の火山岩の平均値と比べて、リンが少くなっている。

今回、温泉水中のリン濃度の制限因子として、 $[Ca^{2+}]$ と $[HPO_4^{2-}]$ とを考えて考察を試みた。

大分川流域温泉の $[Ca^{2+}]$ と $[HPO_4^{2-}]$ のイオン積 K_{sp} は $1 \sim 5 \times 10^{-9}$ の範囲に分布していること、また大分市街地の温泉については、 $[HPO_4^{2-}]$ と $[Ca^{2+}]^{-1}$ に正の相関関係が見られ、 K_{sp} の値が 2×10^{-9} の一定の値を示していることが認められた。

(34) 大分市における深層温泉源の分布

京大・理・地物研 北岡 豪一

水成堆積層の厚く発達した深部に貯留する温泉水は、深層熱水型の温泉水とも呼ばれ、近年その開発の機会が増している。大分市はその最もよく開発された地域のひとつであり、地温や化学成分の分布に深層温泉の特徴がよく現れている。その特徴を列挙すると、

(1)水頭は一樣、(2)地温は深さに対してほぼ直線的に増温し、(3)全体として、約 15° 離れた2本の平行線(勾配 $0.055^\circ/m$)の間に収まる。その低温側の線は、熱伝導支配にあるこの地域の地温を平均的に表すとみられる。(4)高温側の地温は、水平方向に4本の平行した脈状の分布となって現れ、(5)その高温帯付近において化学成分に急変がみられる。これらの特徴から、水が水平方向にしか動きにくい成層地層中に、上下に動きうる縦割り部が局所的に存在し、高温帯は水がそれを上昇する影響の現れと考えられる。そして、(6)高温帯が大分-熊本構造線と場所的に対応される線より北西側(すなわち地溝側)に限られることから、高温帯の形成が堆積層の厚いことと密接に関係しているとみられる。また、(7)高温帯から採取される温泉水は浅層側の地層の水質の影響を受けている傾向も見られる。縦割り部を上昇する水は、その途中に地層から取り込んだ水である(深層の基盤由来ではなく)とみて差支えないと思われる。

このように、この地域深層の温泉水は、高温帯に関係する構造(西北西-東南東の方向、別府温泉の朝見川断層に平行)と、大分-熊本構造線に平行する南西-北東の方向の、2種の構造で区切られた地層中に貯留し、流動もその影響を強く受けているものと考えられる。

(35) 別府温泉の噴気・沸騰泉調査結果について (2)北部地域

京大・理・地物研 由佐 悠紀, 大石 郁朗

昨年の大会では、別府温泉南部地域に分布する噴気・沸騰泉からの噴出量・噴出熱量を報告したが、今回は、昭和60年~61年にかけて行った北部地域の観測結果を報告する。この地域でも、これまでに昭和36年と昭和48年~49年に調査されており、次頁の表はそれらを比較したものである。

まず、上流部には蒸気のみを噴出する噴気が分布し、食塩型熱水を噴出する沸騰泉は下流部に分布するという地理的特徴は、これまでの結果と同じである。総噴出量は、昭和48年~49年当時より約4,500 ton/day (24%)減少したが、これは熱水量の減少によるものであり、蒸気量は逆に

