
一般講演要旨

1. 山梨県の温泉の硫化物の化学的研究

山梨大・教育 杉原 健, ○島口 たけみ

硫化物の定量法として硫化銅として沈澱させ、銅を原子吸光法で分析した。硫化物の定量に満足すべき結果が得られたので、この方法で定量した山梨県内の温泉の硫化物含量の結果について報告する。

2. 山梨県甲府盆地の温泉の地球化学的研究

一定期観測による温泉—

東邦大・医 ○塚本 邦子, 相川 嘉正

加藤 尚之, 中村 幹夫

山梨県甲府市周辺には温泉が多数存在する。今回(1989年2月28日, 3月1日)甲府市内8点, 石和温泉内8点, 及び山梨市内(旧日下部)7点の以上23ヶ所の温泉を調査対象とした。これらは、いずれも山梨県や、衛生公害研究所および各保健所で定期観測しているもので、それぞれ地域の代表的存在である。それゆえ大別した三地域の温泉の特徴、並びに経年変化等について検討することを目的とした。分析結果よりpHについては日下部地区が高く、甲府地区は概して低く、石和地区は両者の中間の値を示す。次に泉温では、今回の23試料中最も高いものは、日下部地区の試料No.4の51.4℃であり、地区別では甲府地区が一般に高く、次に日下部地区、石和地区の順である。また、成分的に見ると日下部地区においては陽イオンではNa、陰イオンではHCO₃を主としており、更に加えてSO₄を含有している点が目立つ。組成はNa-HCO₃(SO₄)又はNa-Cl(SO₄)の様に表示することができる。次に甲府地区では陽イオンはNaに次いでCaが多く、陰イオンではHCO₃やClが多い。そのうち特にCaとCl, SO₄の多い試料は湯村温泉郷のものであり、地域的組成は、Na・Ca-Cl又はNa-HCO₃・Clである。尚、石和地区では主として、陽イオンのNaと陰イオンのHCO₃, Clとからなり、組成はNa-HCO₃・Cl又はNa-Cl・HCO₃で示される。

以上の結果をふまえて更に詳しく検討すると共に、経年変化についても報告する。

3. 信州大学理学部付属諏訪臨湖実験所の温泉について

岡山大名誉教授 杉山 隆二

信大理学部付属諏訪臨湖実験所は、立派な4階建の建物に改築され、昨1988年8月に竣工した。温泉は市から配湯して貰っている。1967年、同実験所長を併任し、その構内を300m掘さくして、孔底温度56.5℃、浴室湯口温度47.5℃(汲み上げているうちに50℃に昇温)、揚湯量150 l/minの温泉取得に成功した。現在は使用されていないが、その孔井は保存されている。この温泉の掘さく経緯は未だ正式に報告していないので、この機会に発表する。

上諏訪温泉の従来の調査資料や考え方では、同所構内は40℃を越す温泉分布地域外になっていた。当時の助教授故郷原保真君と付近一帯の火山層序を精査し、同所構内の地下構造を推察した。また、温泉湧出機構についても、八ヶ岳火山群を熱源とし、北西-南東の数條の裂罅から湧出するという見方を捨てた。そして、基盤花崗岩に熱源を求めた。花崗岩の上には、鮮新統、蓼科累層・霧ヶ峰累層のいわゆる松山期(岩石磁化方向逆転期)の地層が重なり、更に洪積層(八ヶ岳火山)・沖積層が重なっている。「温泉は花崗岩の北西-南東方向のチャンネル部に堆積した鮮新統中にある」という考え方をした。このチャンネルへの温泉流れ込みの地質構造を予想して掘さくした。その事情を説明し、孔井のウェル・ログを示す。

4. 姥子湧泉の流出量の変化

神奈川温研 大山 正 雄

箱根の姥子湧泉は足柄山の金太郎が眼を患った時、この湧泉で治したという伝説をもち、今日でも箱根の重要な湯治場である。その湧出量は20年前から年々減少し、涸渇化の傾向にある。涸渇化の原因として、この温泉の上流にあたる標高の高い場所での掘削井による温泉と冷地下水の採取が考えられる。温泉井が掘削されたとき、姥子湧泉への影響調査が行われた。しかし、姥子湧泉の流出量は降水に敏感に反応するため掘削井による影響の有無を特定できなかった。本報告は、数値シミュレーションによって姥子湧泉と新規源泉との関係を再検討し、新規源泉が姥子湧泉に影響を与えていることを明らかにしたものである。

5. 荒船温泉について

群馬衛公研 ○酒 井 幸 子、富 沢 恒 夫

齋 藤 実

東北大・教養 鈴木 励 子

群馬県の南部および南西部には、塩化物冷鉱泉が散在している。これらの塩化物泉は地質学的にみると、古生層~中生層から湧出しているもの、それより新しい地層から湧出しているものと二分することができる。

甘楽郡下仁田町南野牧にある荒船温泉は第三紀層から湧出しており、多量の温泉沈殿物(石灰華)を伴っている。源泉は、鐮川支流市野萱川の左岸の河床から自然湧出しており、泉質はNa・Ca-Cl冷鉱泉である。荒船温泉の近くには、現在は廃坑となっている西牧鉱山があり、かつては鶏冠石を採取しており、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱等の鉱物も産していた。荒船温泉の北東17kmには、同位体地球化学的研究から化石海水を含むと考えられている磯部温泉がある。磯部温泉は、荒船温泉と同様に第三紀層から湧出し、多量の温泉沈殿物(石灰華)を伴っている。

ここでは、荒船温泉と磯部温泉の化学的特徴を比較検討することにより、荒船温泉の起源を明らかにすることを目的とした。

6. ホウ酸含有食塩泉の化学

七時雨鉱泉はH₂SからSを沈殿し、流下すると石灰華を生成している。鉱泉水は放置した後も500mgのCaを含みSrを溶存している。海上鉱泉はCaCO₃を沈殿するので放置するとCa 400mgから40mgに減少し、Srは溶液から失われる。Mgは溶存する。煮沸すると95%以上のCaは沈殿し、Bの全量の1%がMgのホウ酸塩で沈殿する。その後約5%のBが純粋なサイベライトなどで沈殿する。このホウ酸マグネシウムはSrを強く共沈するのでホウ酸ストロンチウムも存在するかもしれない。海上鉱泉の雨に当たらない所からはNa₂SO₄・10H₂OとCaSO₄・2H₂Oが析出している。七時雨鉱泉から晶出するKB₅O₈・4H₂OにはRbが多量に濃縮される。食塩とホウ砂からはRbは検出されない。安比温泉保戸沢の湯はホウ素の最高含量を示す。Na₂B₄O₇ 6.27gを含むので溶解度は冬期には飽和溶液である。ホウ砂結晶と遂安石(Mg₂B₂O₅)が得られる。群馬県峯鉱泉と極めて類似している。安比温泉の分析値(岩手衛研)と峯鉱泉分析値(カッコ内)をg/lで示す。HBO₂ 5.467 (5.5435), Na 8.66 (9.48), Cl 11.7 (12.2), Ca 0.286 (0.228), HCO₃ 4.80 (5.30), SO₄ 0.182 (0.0027)。峯鉱泉は明治22年の値であり現在不明であるが調査の価値があるだろう。

7. イオン選択性電極による地熱熱水中のフッ素の定量

九大・教養 ○横山 拓史

九大・理 小野田 裕子, 樽谷 俊和

イオン選択性電極一既知量添加法による中性食塩型地熱熱水中のフッ素の直接定量について検討し、簡易法を確立した。

I. 妨害元素について

地熱熱水の化学組成から考えてフッ素と強く錯生成するケイ酸、アルミニウム、カルシウムがフッ素の定量を妨害することが予想される。地熱熱水は高濃度のケイ酸を含むが、pH 5付近で測定する限りケイ酸の妨害は見られなかった。またアルミニウムについては、ケイ酸と錯体を生成し、あるいはケイ酸が重合する場合は生成したポリケイ酸にアルミニウムが取り込まれる為にはフッ素の定量を妨害しないことを見出した。カルシウムについては熱水のサンプリング直後にEDTAを添加すればマスキングできることがわかった。

II. 分析精度及び速度

改良した簡易定量法により同一試料を10回くり返し測定した結果、変動係数は1.5ppmの場合6.3%、5.4ppmで4.4%であった。フッ素濃度が1ppm以上であれば10分/1試料で測定可能であった。またフッ素を蒸留により分離して定量したところ、得られたフッ素濃度は簡易法のものと良く一致した。

8. 修善寺温泉における適正採取量と集中管理前後の水位の变化の解析

中央温研 ○甘露寺 泰 雄, 高 橋 保

修善寺温泉の適正採取量(温泉の水位, 泉温, 化学成分などが著しく変化しない範囲で継続的に採取できる温泉の総量)については, 水位, 泉温, 熱量, Cl量などと総採取量の関係を解析することにより, およそ $1.0\text{m}^3/\text{min}$ が適正採取量に相当することを報告した. 同温泉では, 1981年に集中管理システムによる温泉の採取-給配湯が実施されて以来, 温泉水の総採取量はおよそ $1.0\text{m}^3/\text{min}$ 前後に保持されている. 集中管理以前は, 総採取量は最高 $2\sim 2.5\text{m}^3/\text{min}$ に達したこともあって, 水位の急激な低下を招来し, 平均値として1950年頃90m(海拔)を示した水位が1970年頃最低0m付近まで低下し, 1981年以後の集中管理実施によって急速に回復し, 75m程度まで回復している.

この水位の変化に関して, 地下水盆と水収支の概念を適用して, 温泉水のかん養量 Q_r ($\text{m}^3/\text{年}$)を次式から求め, 水位の変化についてシュミレーションを行った.

$$Q_r = A \times S \times (dH/dT) + Q_d$$

Q_d : 地下水盆全体の温泉採取量($\text{m}^3/\text{年}$), A : 地下水盆面積(m^2),

S : 貯留係数, H : 水頭(平均水位, 海拔 m), T : 時間(年)

その結果, 総採取量の増減に対応する水位の変化は比較的Reversibleであって, 先に推定した適正採取量 $1\text{m}^3/\text{min}$ がほぼ妥当な値であることが判明した.

9. 修善寺温泉における集中管理前後における水位の変化に対応する化学成分の変化について

中央温研 ○甘露寺 泰 雄, 田 中 昭

高 橋 保

修善寺温泉では, 1950年代から1981年の集中管理の実施に到るまでは, 総採取量の増加に伴う水位の著しい低下で, 周辺の冷地下水などの混入で, 泉温の低下, 主要化学成分, 例えば Cl^- 濃度の低下が起こり, 泉質はNa-Cl泉が単純温泉に変化した. 集中管理後は, 水位が急速に回復し, 本来ならば地下水の浸入が抑制され, Cl^- 濃度が増加し, 泉質がもとのNa-Cl泉に復帰するはずである. ところが, 現状は, 泉温については集中管理以前よりも上昇したものの, いくつかの源泉では Cl^- 濃度の減少がつづき, 修善寺全体としては単純温泉にとどまっている(すなわちもとの泉質にはもどっていない). そのため, かつて高温泉でみられた CaCO_3 の析出による揚湯管の閉塞障害は起こっていない. この現状について, つぎのような解釈を試みた.

修善寺温泉全体としては水位の回復によって冷地下水の浸入は停止し, 低温化は一応ストップしたと考えられる. しかし, 本地域には, 本来の高温Na-Cl型の塩類泉と, 比較的高温, 低濃度のNa- HCO_3 型単純温泉があり, 後者は主として東~北側に分布している. この両泉質の温泉共に水位は回復したが, 集中管理後は主として西側の高温泉を採取しているために, 東側の比較的高温単純温泉が西側の高温泉と混合した型で採取されているのが現状である. つまりかつての冷

地下水の代わりに比較的高温・低濃度の単純温泉(Na-HCO₃型)が混入しているため、現在では温度は低下せず濃度のみ低下した温泉が修善寺温泉を支配していると解釈される。

10. 温泉地における地表面より放出されるRn濃度の測定について

都立大・理 ○堀 内 公 子
山梨医科大 石 井 邦 忠
北里環境科学センター 村 上 悠紀雄

自然環境において天然放射性元素による被曝は最近大きな関心を呼んでおり、国連科学委員会 UNSCEAR の1982年の報告によればラドンとその崩壊生成物による被曝が50%を占めている。人体にこの大きな被曝をもたらすラドンとその崩壊生成物は、その大部分が地表面から拡散してくるラドンによりもたらされるものであるが、大気中のラドン濃度測定法はいまだ確立されていない。

演者等はオープンバイアル法を用いて土壤大気中のラドン濃度を測定し、地割れや断層をみつけ得ることをみいだした。今回は地表面にセットしたオープンバイアル・ダイナミック法を用いて大地から拡散してくるラドン濃度を測定し、ラドンの拡散速度を求めようとした。強放射能泉地増富その他で検討した結果を温泉地を中心に報告する。

11. 伊豆大島新温泉の地球化学的研究

東邦大・医 ○加 藤 尚 之、相 川 嘉 正
塚 本 邦 子
都立大名誉教授 野 口 喜三雄

伊豆大島三原山が'86年11月15日に12年ぶりに噴火活動を開始し、21日には割れ目噴火を起こした。噴出した溶岩は大島町の市街地まで達した。我々はすでに噴火直後の大島温泉ホテルの試料を採取し、この噴火による温泉水への影響について、12年前の噴火以前('73年4月)に調査した結果と比較して本大会で報告した。その結果水温、pHについては以前のものよりいずれも高い値を示し、噴火の影響を受けているものと推察されたが、主成分についてはほとんど変化がみられなかった。その後、1987年9月頃から元町地区の北部にある揚水井の水温が上昇し始めた。小清水、第一中学校プール等で0.06~0.08°C/dayの速度で水温上昇が続く主成分の増加が観測された¹⁾。我々は伊豆大島新温泉(小清水、第一中学校プール、大島高校プール、八重川、ホテルくるみや、ホテル大陣、元町小学校井戸)について化学成分の変化からその成因について詳しく考察するため、'88年12月13日、'89年3月17日、31日~4月1日、5月9日に現地です料を採取した。小清水、第一中学校プールの水温はいずれも約0.02°C/dayと以前と比較して上昇速度の低下がみられた。さらに伊豆大島新温泉を岩石・水相互作用として検討するため化学種m (Na, K, Ca, Mg, Li, HBO₂, SO₄)の濃縮係数 $C_m = (m/Cl)_{sp} / (m/Cl)_{sw}$ (sp: 温泉水, sw: 海水)を求めた。その結果C_{Na}は1付近で、C_{Ca}, C_K, C_{Li}, C_{HBO₂}は1より大きく、C_{Mg}, C_{SO₄}は1より小さい値を示した。これらの結果から伊豆大島新温泉の水は'86年11月21日の割れ目噴火の

残余活動による海水と岩石、主として玄武岩との相互作用により生成した熱水が天水により希釈されたものと考えられる。

1) 高橋正明ほか(1988)鹿児島国際火山会議1988論文集, p305-308

12. 有馬温泉の鉄質沈殿物

東北大・教養 ○鈴木 励子
東京学芸大・地学 大下 克己

有馬温泉は高濃度のNaCl泉として有名であり報告も多い。演者は有馬温泉群の中でも高温度、高濃度の温泉水から析出した天神沈殿物および有明2号泉沈殿物について、化学分析、X線粉末回折、示差熱重量分析を行った。その特徴について報告する。

天神沈殿物は暗褐色の沈殿物と白色および褐色の沈殿物が互層になって析出する。暗褐色の沈殿物は化学分析の結果、Fe(II)と(III)の混合物が主成分であり、その他にはSiO₂、Al₂O₃を含む鉄質沈殿物である。白色と褐色の互層の沈殿物は大下ら(1989)によると、アンケル石(Ca(Fe, Mn)(CO₃)₂)であり、暗褐色沈殿物とは明らかに異なる化学組成である。

有明2号泉沈殿物は、暗緑色泥状沈殿物を析出する。この沈殿物は化学分析の結果では天神鉄質沈殿物と殆ど同じ化学組成である。

X線粉末回折の結果、天神沈殿物では γ -FeO(OH)、Fe₃O₄、SiO₂の回折線が見られる。有明2号泉沈殿物では γ -FeO(OH)とFe₃O₄でSiO₂の回折線は見られない。

示差熱重量分析では有明2号泉沈殿物のみ460℃付近に発熱ピークが見られ、Fe(III)への相変化を示している。しかし天神沈殿物には変化がなく、両者のSiO₂の存在状態に違いがあると考えられる。

13. 箱根火山の噴泉塔について

横浜国大・教育 ○大木 富士子, 島 誠
村山 治 太
神奈川温研 ○平野 富雄

1982年頃より箱根火山に温泉から炭酸カルシウムが析出して成長する噴泉塔が出来始めた。この噴泉塔の成長場所は中央火口丘駒ヶ岳の山頂より北東に約1kmの所に位置している。1982年から86年の間は、しばしば温泉の噴出が停止することがあり噴泉塔の成長はそう著しいものではなかった。1986年以降はほとんど年間を通して温泉の噴出が途切れることもなく、噴泉塔は1ヶ月に約10cmの割で成長を続けた。しかし、噴泉塔が150cm程度まで成長すると、強風を受け頭部の重さも手伝って倒壊してしまった。

1988年4月から1年間あらためてこの噴泉塔の成長を観察し、温泉の科学組成や噴泉塔を形成する炭酸カルシウムの結晶形を調査した。噴出する温泉の温度は90.7~95.2℃の範囲にあり、噴出量は0.7~0.79 l/min、蒸発残留物は700~888 mg/l、Ca²⁺の溶存量は57.5~86.4 mg/lの範囲にあった。噴泉塔を形成する炭酸カルシウムの結晶形はアラゴナイトである。

14. 草津温泉の降圧効果に関する臨床的研究

群馬大・草津分院 ○桜井敏雄, 町田泉
白倉卓夫

前回の本大会で我々は人工硫黄泉が血管拡張によると推定される明らかな降圧作用を惹起する効果のあることを報告した。そこで草津温泉 (aluminum calcium-sulphate and chloride water containing iron (III) and hydrogen sulphide) の降圧効果について高血圧患者で検討してみたのでその成績につき報告する。

対象は脳血管障害後遺症を含む高血圧症例で、境界型6例を含む計10例である。対象は午後6時より7時にかけて40℃10分間淡水および温泉入浴を行った。血圧の日内変動は携帯型血圧連続測定装置 (ABPM-630, Colin社) を用いて測定した。

無治療の境界型例では、いずれも淡水浴に比して温泉浴後、収縮期、拡張期いずれでも24時間の高血圧レベルを定量化した指数, hyperbaric index は低下し、またそのさい、血圧は特に浴直後から翌日午前にかけて低下する傾向を示した。降圧剤を服用していた4対象では、温泉浴後淡水浴に比して特に夜間から早朝にかけて血圧が著しく低下する例が少なくなかった。

草津温泉の降圧作用は以前より指摘され、硫黄成分がその一因と考えられている。今回の成績から、特に降圧剤を服用している高血圧患者では、温泉浴後に過度の血圧低下の起こる危険が考えられ、今後温泉地や病院でのこれらの疾患患者の過ごし方は特に降圧剤服用との関連で慎重に検討される必要がある。

15. 乳児期皮疹の水治療法

岩手県立病院・皮膚科 野口順一

乳児期における皮疹としては、脂漏性湿疹、接触性皮膚炎、膿痂疹、分芽菌症、軟属腫などが多いが、現在、一般的に行われている皮膚科的治療では軟膏外用療法が主体で、その際、水治療法などは適正に併用されているとは言い難い。

当科においては、以前より上掲各疾患に対して人工温泉を適応して、それを主体とし、軟膏外用療法を補助手段として治療を行ってきた。

乳児期において上掲各疾患を確実に治療することによって、ステロイド軟膏依存型に移行することなく、したがって、幼児型や年長児型アトピー性皮膚炎に進展することを防止できるものとする。

16. バーデン・バーデンとカラカラテルメについて

東京ヘルス・ケミファ(株) 村山秀彦, ○土橋創作
西独のBaden-Badenはローマ時代からの歴史をもつ温泉地として有名であり、Caracalla Thermeは、この地に1985年にオープンした新しいタイプのKurmittelhausである。演者等はこの施設を

これからの日本の温泉地の施設の手本になるものと考え、数回にわたって訪れ調査した。Baden-Badenの滞在客は年間25万人、延べ85万人泊、平均滞在日数3.4日で他のKurortの8～10日に比べると短い。これは滞在目的が、治療1/3、会議1/3、バカンス1/3と、治療目的の滞在客の割合が少ないためである。

主なKur施設としてはKurmittelhausとしてCaracalla ThermeとFriedrichsbad, Trinkhalle(飲泉館)、9本のTerrainkurwege(地形療法のための道)等がある。

Caracalla Thermeは楽しみながら健康増進できる施設としてつくられ、屋内・外の7つのプール(プール総容積:1065m³)、750m²のサウナ・ゾーン等があり、Florentine山の地下2000mから湧出する80万l/日の69℃の食塩泉が使用されている。

1987年の延利用者数は606,000人(1700人/日)と予想を大幅に上回る利用状況とのことである。なお4～8階部分はAugustabad時代からの治療部門として使われている。

時 真 谷 武

17. 新潟県下の温泉について—泉質と成分からみた特徴—

新潟衛公研 ○齋藤真一、旗本尚樹、高木尚、白井文雄
新潟県下の温泉地数は約100、温泉源数は約320と温泉は県内各地に広く分布している。昭和54年度から63年度までに当所で温泉分析を実施した鉱水は延べ223源泉であり、179源泉が温泉に該当した。今回、これらの分析結果を基に、泉質、成分量等からみた県内温泉の特徴について検討した。

療養泉の泉質分類では、塩化物泉38%、単純温泉22%、硫黄泉11%、メタケイ酸等で温泉には該当するが療養泉の定義を満たさないもの18%などとなっている。

泉温別にみると、34℃未満の冷鉱泉及び低温泉が、59%を占め、利用に際し加熱を要する温泉が多い。

また、微量成分の存在量や成分間の相関についても検討した。

18. 栃木県下の温泉中のフッ素イオンと泉温の関係について

栃木衛研 ○世取山守、長門顕子、大森亮一、谷田部秀夫、鈴木秀夫、小林紀男、仁木喜治
栃木県薬剤師会

はじめに：栃木県では飲用用に関する基礎資料を得るため、昭和56年から源泉中の微量成分(ヒ素、鉛、銅、水銀、フッ素)および細菌試験(一般細菌数、大腸菌群)の実態調査を実施している。

今回、F⁻と泉温との関係に着目し、栃木県下の6地区、総源泉数152について調査したので、その結果を報告する。

調査方法：①採水時期と地区 1987年12月から1989年5月にかけて、足尾(1)、塩原(100)、川俣(8)、奥鬼怒(22)、湯西川(15)、板室(6)を採水した。()の数字は源泉数を示す。②分析方法 泉温は現地測定し、F⁻はイオンクロマトグラフィーおよび鉱泉分析法指針(改訂)に定めるイオン

電極法により測定した。

結果：①湯西川は泉温 $15\sim 52^{\circ}\text{C}$ 、 H^{-} $2\sim 10\text{mg/l}$ の範囲で、川俣は泉温 $26\sim 95^{\circ}\text{C}$ 、 F^{-} $2\sim 5\text{mg/l}$ の範囲で泉温と F^{-} の相関傾向を認めた。湯西川の一部で泉温と Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 Na^{+} についても相関傾向を認めた。②その他の地区は、ほとんど F^{-} 2mg/l 以下と低濃度であり、泉温との関係は認められなかった。なお、足尾は泉温が 19°C と低く、 F^{-} が 9.9mg/l と高く、特異的な存在であった。

19. 富山県の温泉水の同位体組成

富山大・理 ○水谷義彦, 吉田健治
丸谷真和

富山県には、冷鉱泉から高温泉にわたり、塩化物泉および塩化物・硫酸塩泉を主体とする約100の温泉が存在する。そして、それらの温泉の湧出母岩は新第三紀から古生代の堆積岩、変成岩または火成岩ときわめて多様である。これらの温泉水の起源を明らかにするため、試料水を採取して、水の水素および酸素同位体比および主要溶存化学成分の分析を行った。その結果を海水、富山県内の主要河川の表流水および平野部の地下水の水素および酸素同位体比のデータと比較することにより、それらの温泉水が、主にそれぞれの地域の地下水、またはそれらの地下水と化石海水の混合物に由来することが認められた。一方、それらの温泉の泉質と湧出母岩の地質の間には明らかに関連性が認められるので、これらの温泉の泉質の多様性は、主に、母岩とそれらの水との間の相互反応によるものであると推論することができる。

20. 草津温泉の湧出・流下にともなう主成分並びに硫黄同位体組成の変化

岡山大・理 ○小坂丈予, 山本雅弘
野上健治, 小池孝治

草津湯畑源泉には湯樋が設けられており、湯花の採取と溶存硫化水素の抜気を行っている。この湯樋を温泉水が流下する際の成分変化を測定した。特に温泉水中の H_2S の測定にあたっては、採水時の空気との接触を極力避け、現地で硫化カドミウムとして固定し、また採水時に混入する微細な硫黄を取り除く処理を講じ、これまでにない良好な結果を得ることが出来た。

湯畑源泉の湧出点と湯樋末端では、泉温が 56.3°C から 46.3°C まで降下したが、 pH は 2.06 で一定であり、また K^{+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} なども変化がなかった。それに引きかえこの pH と水温・ pH では溶存する H_2S と CO_2 は、湧出による圧力低下と、流下にともなう攪拌効果も加わり、前者は急激に、後者はそれよりやや緩慢にその大部分が失われた。なお H_2S の減少は、大気との接触による酸化では温泉水中から硫黄が析出する事によりさらに促進される。また温泉水中の Fe^{2+} は大気との接触による酸化と、 H_2S の減少にともなう還元作用の低下により減少し、 Fe^{3+} が増加する。

このほかこの変化にかかわる各硫黄種の同位体組成を測定したが、それによると $\delta^{34}\text{S}$ 濃度が

比較的高い SO_4 中の同濃度はほとんど変化しないが、析出硫黄華中の $\delta^{34}\text{S}$ は、最初はその濃度は少いが、流下にもなるとそれが徐々に増加する事、ならびに急激に減少する H_2S 中の硫黄は、その間に急速に $\delta^{34}\text{S}$ が増加することが判明した。

21. 大分県北部地域の温泉について

大分大・教育 ○川野 田実夫, 葛城 啓子

京大・理 北岡 豪一

大分県北部の下毛郡, 宇佐郡市には30余りの源泉が存在する。下毛郡の温泉は, 山国温泉, 金吉温泉, 深耶馬溪温泉の3つの温泉群に分類できる。

また宇佐郡市の温泉は, 安心院盆地から周防灘に注ぐ駅館川の流域に点在し, ほとんどが浴用に供されている。

これらの地域の温泉は, その大部分のものが1975年以降に開発されたもので, 掘削深度が300m~700mに及ぶいわゆる「深層熱水」型温泉である。

演者らは1988年12月から翌年の1月にかけて, この地域の源泉とそれに近接する井戸を含め39井について, 湧出量や水温を測定した後, 試水の主要化学成分の分析を行った。

下毛郡内の温泉は, Na^+ と HCO_3^- に富み, SO_4^{2-} が微量という典型的深層型熱水の単純泉であった。宇佐郡市の温泉もその大部分のものは単純泉であったが, 中には Na^+ 951mg/l, Cl^- 1640mg/lを含む塩化ナトリウム泉であるとか, マグネシウムに富む塩化マグネシウム泉などがあつた。

本大会では, 下毛郡の温泉については深層熱水の水平・垂直分布の状況について, 宇佐郡市の温泉については, 化学成分の起源について考察を試みる。

22. 別府温泉南部域の泉質変化

京大・理・地物研 ○由佐 悠紀, 神山 孝吉

大分大・教育 川野 田実夫

自然湧出の温泉や地獄を核として発展してきた別府温泉では, 1960年代になって, 東西5km・南北8kmの別府全域で温泉開発が急速に進んだ。これにより, 温泉源流域に当る高地部においては, 食塩型熱水が多量に流出し始めた。1978-80年に行われた調査により, これら一連の開発の影響が温泉水の Cl 濃度低下として現れていることが, すでに指摘されている。以来およそ10年が経過したので, 南部域について再び調査を行った。結果は以下のようである。

- (1) 高地部の沸騰泉からはかつて食塩型熱水が流出していたが, Cl 濃度が低下し, かわって SO_4 や HCO_3 濃度が増加して泉質が大きく変化したものが多い。
- (2) 低地部の一部で, 陰イオンの組成が $\text{Cl} > \text{HCO}_3$ から $\text{Cl} < \text{HCO}_3$ となった。
- (3) 沸騰泉・低地部の温泉とも Cl 平均濃度の低下傾向が続いており, この20年間にいずれも約1/2になった。
- (4) 沸騰泉の HCO_3 平均濃度はこの20年間に2倍以上となったのに対し, 低地部の温泉ではほとんど不変である。

(5) 上記の変化は、沸騰泉の開発が一段落した後の1970年代に著しかったようである。

23. 別府地熱系の一解釈

ニュージーランドD.S.I.R.地熱研究センター リチャード・G・アリス
京大・理・地物研 ○由 佐 悠 紀

別府温泉における古来の自然徴候は、北縁と南縁に沿って分布していた。19世紀末からの掘削によって各種資料が蓄積され、地下高温帯が南と北に分かれていること、それぞれの泉質も明瞭に異なっていることなどが明らかとなった。この地熱温泉活動の源は、西方山地部(鶴見岳-ガラン岳)の地下に分布する食塩型熱水と考えられるが、その温度・Cl濃度などの特性、また、南と北の本源地熱水が同一のものか、別種のものかは不明であった。

今回、蓄積されている資料を解析し、次のような解釈を得た。これは今後さまざまな観点から検討されねばならないであろう。

(1) 南と北の本源地熱水は共通のもので、その温度は250-300℃、Cl濃度は少なくとも1400-1600mg/kgである。

(2) 南と北に分布する熱水・温泉水の物理的・化学的な差異は、西方山地部からそれぞれの地域に至るでの流動過程の差異によって生じている。すなわち、南部の熱水は主に低温地下水による希釈の影響を受け、一方、北部のそれは主に蒸気の逸散の影響を受けている。

24. 福岡県原鶴温泉水系の地球化学的研究

九大・地熱開発センター ○古 賀 昭 人, 大 庭 裕 士
須河内 敦

福岡県原鶴地区には筑後川に沿って東から西に向かって東林田鉱泉、筑後川温泉、原鶴温泉、吉井温泉が一直線に並び、これらを支配する構造線の存在がうかがわれる。何れも中性ないしアルカリ性のNa-HCO₃-Cl系単純泉で花崗岩および堆積岩の両者の影響を受けており、何れも掘削進度は150m以浅である。

これらの温泉は、泉源が各ホテルとも極めて輻輳しており、幾つかの泉源水を混合して使用していることから、場所の特定ができず、そのため主として泉群としての考察を行うことにした。

1. Na/Ca比は平均値で原鶴温泉は59.4、吉井温泉は21.8、筑後川温泉は5.2、東林田鉱泉は10.7でNa/Ca比の小さい温泉ほど川水の混入が大である。

2. Cl/B比から、花崗岩と堆積層を母岩とする性質を受けており、温泉水はそれらの中に胚胎していることを示している。

3. F含量は西日本の花崗岩地帯の常として極めて高く、HCO₃濃度と正の相関がある。

4. 原鶴温泉水系はアルカリ性だが、pHの上昇はNaHCO₃の生成よりもNa₂SiO₃系の生成と考えられ、近くにありながら原鶴温泉と吉井温泉の生成機構が異なっているのは興味深い。

5. ラドンは当然含むはずだが、ポンプアップ、加熱によって東林田鉱泉を除き逸散して検出できない。

なお、4つの温泉が同一の構造線で支配されているか否かを確かめるために、それを横切る数本の側線で土壌ガス中のHg, CO₂, Rnを測定検討した。

25. 北海道白老地域温泉の水位分布

北大・理 浦 上 晃 一

1988年10月に、北海道白老地域の温泉調査を実施した。北海道白老町では、海岸の平地部のほぼ全域にわたって約140孔(掘削深度400~1500m)が掘削され、温度40~61℃の温泉が湧出している。白老町西部の虎杖浜・竹浦地域については数多くの調査が実施されており、地下構造や温泉湧出機構が明らかにされている。この地域では、100~200mの厚い不透水層の下部に3つの主要な温泉帯水層があり、Cl含量が、それぞれ、数10mg/l, 200mg/l前後、400mg/l前後の温泉が分布すると推定されている。また、1977年11月に温泉水位の観測が開始され、現在、虎杖浜・竹浦地域3ヶ所、白老町中央部の石山地区1ヶ所で水位観測が続けられている。温泉の水位は夏季に高く冬季に低くなるような年変化を繰り返しながら、年々低下し続けている。虎杖浜・竹浦地域では年間の水位低下が約60cm、石山地区では1983年から86年までの3年間に9m近い水位低下が観測されたが、その後、年間の低下量が約50cm程度にまで減少している。

今回の調査は、水位変化を解析し温泉湧出機構を究明して揚湯量と水位低下の関係を調べるための基礎資料を得ることを目的としたもので、白老町全域にわたって、利用状況の調査、揚水試験、温泉水位分布の測定、揚湯量の年変化の測定などを実施した。虎杖浜・竹浦地域およびそれに隣接する北吉原地区では動水位が地表面下10m程度であったが、白老町東部では非常に深く29~56mまで低下していた。また、透水量係数がそれぞれ14~60cm²/s, 2~9cm²/sと、白老町東部では虎杖浜・竹浦地域よりも1オーダー小さく、温泉帯水層の厚さや湧出機構などが明らかに異なっていることを示している。

26. 中国青海省剛察および貴徳の温泉について

弘前大・理 中 谷 周

京大・理 ○由 佐 悠 紀

日本分析センター 鳥 居 鉄 也

大分大・教育 川 野 田 実 夫

北大・理 中 尾 欣 四 郎

剛察温泉は中国青海省青海湖の北約20kmに、また貴徳温泉は青海湖の南、貴徳市の南南西約50kmにあり、1988年8月に現地調査をした。剛察温泉については現地での詳細な情報は得られなかったが、現在は一小村落に利用されているのみである。一方、貴徳の温泉は青海省人民政府の説明によれば、約600年前、1381年に発見されて以来、青海省、新疆省、内蒙古、寧夏の人々に皮膚病、神経痛、腰痛に効果有りとして広く利用されている。調査当時、今後の大規模温泉活用のための掘削が行われていた。

両温泉の泉質等は、剛察の温泉が凝灰岩層から湧出する泉温55.5℃のカルシウム(・マグネシウ

ム)一炭酸水素塩泉(Ca・Mg)-HCO₃泉)で周辺には炭酸カルシウムの堆積が見られる。湧出両は毎分約260 lである。

貴徳の温泉は第三紀の花こう岩層から湧出する熱水泉で、長さ約150mの小さな谷(断層に添う谷)に27ヶ所から温泉が湧出し、泉温は85℃以上の高温泉で湧出量は計864トン/日(夏900トン/日、冬690トン/日)であるとされている。これら数多くの湧出泉中、今回の調査では最も泉温の高いと思われる湧出量を採取した。泉温92.6℃、湧出量毎分61、泉質はナトリウム一塩化物・硫酸塩泉(Na・Cl・SO₄泉)である。その化学成分組成はNa+K, Mg, Ca 三成分当量パーセントの三角図で見ると化石水の組成に類似している。

27. 山梨県に於ける温泉帯

大月短大 田中 中水 温泉帯 取
古い地質構造と新しい地質構造が斜交している山梨県内には、現在153箇所の地域に温泉・冷鉱泉が分布し、泉温25℃以上の温泉も44箇所の地域に湧出している。100年前の6箇所の約7倍である。これ等の温泉が、どのような地球科学的条件の地域に湧出しているかを明らかにすることは、温泉開発、温泉資源管理等に於いて極めて重要な問題である。山梨県に於ける温泉の地球科学的特性は下記の如くである。

- 1) 山梨県の温泉帯は、温泉貯溜層が面的広がりを有する層状泉としての甲府盆地深層熱水温泉帯と温泉貯溜層が線的である裂か泉としての盆地周辺山岳地域の断裂温泉帯に大別される。
- 2) 山梨県の平均標高は1000m弱であるが、温泉湧出地高度は、600m以下が77%である。また、地形区分は、沖積低地、扇状地、丘陵性山地、褶曲山地型低山地が全体の93%をしめ、火山性型山地には温泉が極めて少ない。
- 3) 温泉湧出地の地質は、富士、八ヶ岳等の第四系火山に極めて少なく、また、低温泉は、新第三系のグリーンタフ地域に多い。山梨県の良質な温泉は、新第三紀貫入の酸性深成岩体に集中する。
- 4) 塩川、笛吹川、釜無川、早川等の断層に関係深い河川沿いに湧出地域が集中する。
- 5) 現在、山梨県には温泉帯として、塩川断裂温泉帯、笛吹断裂温泉帯等12帯が推定される。

28. 胆石炭酸カルシウムと催石性胆汁の間のマグネシウムの分配

岩手医科大・教養 ○中 館 興 一

岩手医科大・第一外科 齋 藤 和 好, 大 森 英 俊

胆石として沈殿するCaCO₃は、頻度・量ともアラゴナイトが最も多く、カルサイトがこれにつき、バテライトもしばしばみられる。共沈する微量元素では、Mgが常在成分として広い濃度範囲で含まれるが、Srは定量されず、Mn・Feなどもごく少ない。したがって胆石CaCO₃は天然のCaCO₃鉱物に比べて純度が高いといえる。

36例のCaCO₃石について、アラゴナイト%(X)とMg/Caモル比(Y)との相関を調べ、相関係数 $r = -0.88$ 、回帰直線 $Y = -7.57 \times 10^{-5} X + 9.21 \times 10^{-3}$ を得た。さらに、21例について

$\log X/(100-X)$ を計算してYとの相関をみたところ、 $r=-0.90$ の、より高い相関を示した、このことは両者の関係が、母液胆汁からのアラゴナイトおよびカルサイトへのMgの分配に支配され、またパテライトへの分配はカルサイトに類似することを示している。

アラゴナイト胆石およびカルサイト胆石と催石性胆汁の間のMgの分配係数を、それぞれ $D_{Mg}=0.002$ 、 $D_{Mg}=0.05$ とし、回帰直線から求めたアラゴナイトおよびカルサイト胆石のMg/Caモル比、ならびに代表的な胆石のMg/Caモル比から、胆汁のMg/Caを試算した。その結果、 $CaCO_3$ 胆石を生成する胆汁のMg/Caモル比は0.18/1程度と見積られた。

29. 熱水環境堆積物中に存在するステランおよびトリテルパンの地球化学的特徴

東大・教養 ○松 本 源 喜, 綿 抜 邦 彦

ステランおよびトリテルパンは、プレカンブリアから現世に至る堆積物中などに広く存在し、有機物の起源、堆積環境、移動および熟成度などの生物指標化合物(バイオマーカー)として、生物および有機地球化学、石油化学の領域で重要な役割を演じている。演者らは昨年の本大会で熱水環境堆積物における、鎖状炭化水素および脂肪酸の報告を行ってきた。今回は焼山、玉川温泉、後生掛温泉の大湯沼、鳴子温泉の瀉沼および立山の地獄谷などの熱水環境堆積物中に存在するステランおよびトリテルパンの地球化学的特徴を報告する。

ステランおよびトリテルパンの主成分は、それぞれ(20R)-5 α (H), 14 α (H), 17 α (H)-cholestane, (20R)-24-ethyl-5 α (H), 14 α (H), 17 α (H)-cholestaneおよびhop-17(21)-ene, 17 α (H), 21 β (H)-hopaneなどであった。大湯沼や焼山の噴気地帯の試料では、C₂₉ステランが卓越し、維管束植物の寄与が多いことを示し、立山の地獄谷試料ではC₂₇ステランが多く、シアノバクテリアなどの寄与が多いことを示唆した。ステランおよびトリテルパンのエピ化から判断すると、有機物の熱変成の程度は(瀉沼)>立山>玉川>焼山>大湯沼の順に減少すると推定される。ただし、瀉沼の場合には大きな熱源がないので、アスファルト道路や駐車場からのコンタミネーションによると考えられる。

30. 日本の油田と火山熱

都立大名譽教授 ○野 口 喜三雄

元都立大 上 野 精 一

日本の油田は北海道、秋田県、山形県、新潟県等に散在している。これらの油田のかん水は何れもCl⁻, Br⁻, I⁻, HCO₃⁻に富んでいる。秋田県勝手油田R18号については1951年11月6日午後8時からポンプが休止しており、7日午後1時40分にポンプの運転を開始し、1時42分に石油が開始、1時44分までは石油のみで、それ以後は石油にかん水が伴うようになり、このかん水を1時46分から採取した。時間と共にかん水に対する石油の割合が減り、2時32分にはかん水の量も急激に減り、2時32分30秒にかん水の湧出は全く止まった。この場合湧出始めから終わりまでかん水を刻々採水し分析した結果Cl⁻, Br⁻, I⁻等の含量はほぼ平行して変化し且汲上げの中間時刻で

最大含量を示したが、 HBO_2 と HCO_3^- とはこれと逆の変化を示し、汲上げの中間時刻で最小値を示した。このことから HBO_2 は Cl^- 、 Br^- 、 I^- とは違った根源から由来すると考えられ、恐らく火山に伴う噴気または熱水に由来するものと考えられる。北海道の振老、軽舞及び石狩、厚田油田のかん水の Br 、 I 、 HBO_2 含量を三角座標を用いて表わすと I/Br 比が一定で、これに種々の割合に HBO_2 が混合していることがわかる。一方東京ガス田及び千葉県茂原ガス田のかん水を分析するとこれらの HBO_2 含量は著しく小さく、 $5\sim 12\text{mg/l}$ に過ぎない。この場合は火山熱の影響は全くないであろう。かく考察すれば油田の場合は地中に埋没した有機物の分解温度が高く、ガス田の場合は分解温度が低いと考えられる。

31. 温泉の送・配湯に関する研究

その27 湯の原温泉集中管理の概要とその成果について

中央温研 ○細谷 昇, 中島国雄
大塚 一夫

湯の原温泉は長野県松本市の郊外に位置し、永い歴史を持つ静寂な温泉地である。この温泉地は藤井、お母家の両温泉と共に美ヶ原温泉郷を形成し、昭和58年に環境庁より国民保養温泉に指定され、更に61年7月国民保健温泉に選定されている。温泉量は利用施設規模のわりに恵まれているが、温泉供給システムが不合理な上に設備が老朽化していたため利用施設への安定供給が維持されていなかった。このため昭和59年に集中管理方式の導入を計画し、その設備が61年3月に完成し、4月1日より営業運転が開始されたのである。

演者らは本集中管理設備の設計・監理に関与した関係上、安定供給の状況を主体に集中管理の成果を監視してきた。そこで本報では集中管理の概要とその成果について報告する。

[成果]

(1) 利用施設の分湯方式は営業施設が常時定流量制、非営業施設が随時計量制であるが、設備中に設けた自動定圧定温装置の働きによりピークロード、非ピークロードを問わず、各営業施設の権利的要素を持つ規程分湯量を正確に給湯することができ、且つ給湯温度は $43\pm 0.1[^\circ\text{C}]$ に保つことができた。なお、利用施設の内容は次のとおりである。

営業施設(旅館, 保養所, 公衆浴場, 病院など): 35軒

非営業施設(一般住宅) : 40軒

(2) 一般住宅の温泉使用量は年間を通してみると一軒当り月に $15[\text{m}^3]$ であり、月別使用量の動向は次のような回帰式によるものであった。

$$Y = 457 - 1.86X_1 \quad (\text{相関係数 } r = 0.873)$$

Y : 月別使用量 $[\text{m}^3/\text{mon}]$, X_1 : 月平均気温 $[^\circ\text{C}]$

(3) 集中管理以前は温泉の需給バランスがくずれており、湯不足状態であった。しかし、以後は利用施設が11軒増えたにも拘らずバランスは均衡し、且つ約 $90[\text{m}^3/\text{d}]$ の余剰湯が生まれ、安定供給が約束された。

32. 根釧地域における深層熱水資源

道立地下資源調査所 ○秋田 藤 夫, 松波 武雄

本報告では、演者らが北海道東部の根釧地域において実施した深層熱水資源の調査結果について述べる。根釧地域には、いわゆる深層熱水資源と呼ばれる低エンタルピー地熱資源が豊富に存在する可能性が高い。本地域はグリンタフ地域の前縁部に形成された堆積盆地であり、重力異常分布から約35km×90kmのひろがりを持つと推定される。低重力異常域の中心部に位置する標津一鶴居地域は、新第三系の堆積中心を形成しており、深層熱水の主要な貯留層となっている。新第三系の大部分は泥岩・砂岩・礫岩等の正規堆積物から構成されていて、最大層厚は2,000m以上に達すると推定される。根釧地域には、太平洋岸を除いてほぼ全域に泉源が分布し、40~60℃の熱水が総量で約 5.1×10^6 kl/year 湧出している。これらの泉源の多くは、深度1,000~1,500 mクラスのボーリングにより開発されており、大部分は上部中新統から鮮新統にかけての地層が開発対象となっている。

地下温度は、直線的に上昇する伝導卓越型の特徴が顕著であり、地温勾配は約4.0~5.4℃/100mを示している。熱水は、pH7.7~9.3の弱アルカリ~アルカリ性である。泉温40℃以上の熱水は、T.S.M 1,472~11,360mg/lの範囲にあり、大部分は3,000mg/l以上の高濃度塩水(Na-Clタイプ)である。本地域全体の熱水埋蔵量および埋蔵熱量について容積法を用い算定したところ、オーダとして 10^{11} kl, 10^{16} kcalという結果が得られた。

33. 岩手県雫石地域の地熱熱水供給事業と熱水造成施設

日立造船 岸 本 栄

盛岡市の北西30km, 雫石町の葛根田川上流一帯は豊富な地熱地帯で、昭和53年より出力5万KWの葛根田地熱発電所が稼働している。

この発電所用掘られた地熱の生産井からは、発電用に利用される蒸気以外に160℃という高温の地熱水が大量に湧出しているが、多くの有害物質を含むため直接利用することは不可能で、未利用のまま再び地下に還元されてきた。

昭和55年に至って、この地熱水を利用して熱水供給を行うための調査費が国庫予算として認められ当事業がスタートした。

含有成分の内、特に問題となったのがシリカで、そのスケールの析出への対応のため、種々実験を繰り返した。その結果、フラッシュ式直接接触と呼ばれる熱交換器が最適との結論に達し、これをういて高温地熱水の熱を清浄な交換用水に移すことにした。

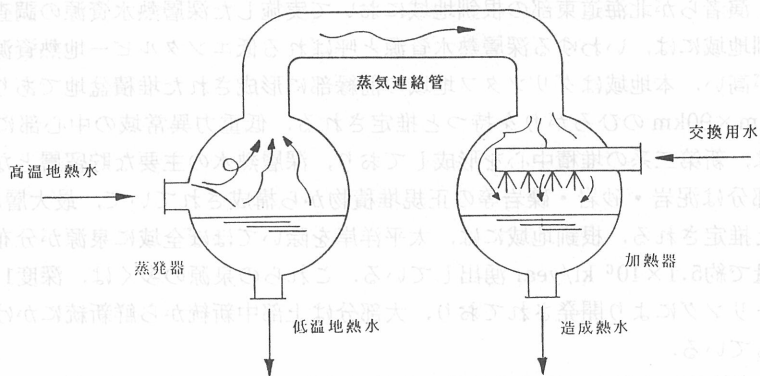
次に、フラッシュ式直接接触熱交換器の概念図を示す。本熱交換器は、次のような特長を有している。

- (1) 伝熱面がないため、スケール等の付着がなく性能の劣化が起きにくい。
- (2) フラッシュにより加熱側から非加熱側へ蒸気が移動するため、投入した交換用水より多量の造成熱水を得ることができる。また、この移動分だけ不要となる低温地熱水の減量化を見込むことができる。

本機はこれを多段化したもので、多段フラッシュ式直接接触交換器と云われ、世界でも初めて

のタイプとなっている。

昭和59年度からこの熱交換器を中心とした熱水造成施設の建設を進めてきたが、昨年一系列分、熱水造成能力で400t/hの施設が完成した。他施設の完成を待って、今年度から実流体を用いた実証試験が始まっており、来年にはその結果が確認できる予定である。



フラッシュ式直接接触熱交換器の概念図

34. 塩原温泉の元湯並びに山梨県増富温泉の自然電位法による温泉流動経路

関東学院大・工 ○伊藤 芳 朗, 田 中 康 裕
 齋 藤 輝 夫, 石 井 栄 一
 柴 田 東, 武 藤 竹 男
 武 石 春 生, 渡 辺 忠 美
 国 広 昌 輝, 南 雲 政 博
 熊 谷 忍

山梨県の増富鉱泉はRnの多い鉱泉として著名なこともあり、早くから研究対象となり多くの研究結果がある。勿論、放射能、自然電位の探査も行われている。自然電位(SP)の測定は、最近、方法と解析が進んだので、1988年にSP探査を1m電極間隔で実施、 γ 線強度をシンチレーション・サーベイメータにより1m間隔で測定してみた。その結果により、鉱泉水、地下水の主要流動経路は2本であろうと推定した。なお、放射能探査による γ 線強度の大きい地点は、SP曲線の変化部とはほぼ一致することが判明した。また、同一地点における γ 線強度は、縦方向の割れ目より、水平方向の割れ目の方が大きな強度を示した。

栃木県塩原温泉元湯の間歇泉の挙動と噴出機構については前回までに報告した。今回は、温泉の地下流動経路をSP探査により推定した。流動経路は、温泉水は二本、地下水は一本の脈があると解析した。温泉水は岩盤の垂直な細い割れ目、裂隙を流動していると考えられる。

35. 塩原元湯間歇泉の温泉微動について

関東学院大・工 伊藤 芳朗, ○田中 康裕
齋藤 輝夫, 柴田 東
石井 栄一, 南 雲政博

間歇泉からは頻繁に微動が発生している。その微動は、火山性微動や地熱微動とくらべて形や発生機構が大変異なっているため、とくに温泉微動と呼ぶことにした。

日光国立公園の塩原元湯には2つの間歇泉(元泉館、えびすや)がある。どちらも掘削井の中で炭酸ガスが発生することによって生じた間歇泡沸泉である。両間歇泉は数分間の噴出期と、それに続く数分間の噴出休止期とを規則正しく繰り返している。

両間歇泉で温泉微動を地震計で測り、微動のスペクトルを調べたところ、この微動は1 Hz付近と20~40Hz、および45Hz以上の波動で構成されていることがわかった。

1 Hz付近の微動(長周期温泉微動)は温泉の噴出期、休止期の区別なく、孤立して頻繁に発生している。掘削井内の水中に混入する炭酸ガスの圧力によって、水管内の水が大きく上下震動するために発生すると考えられる。また、温泉噴出休止期には、しばしば大きな長周期温泉微動が発生し、それが温泉噴出の前兆現象となっている。

20~40Hzの微動(短周期温泉微動)と45Hz以上の微動(極短周期温泉微動)は掘削井内の水中に混入する炭酸ガスの小さな粒の発生と破壊が原因で、水管内の温泉水が短周期で連続震動する現象だと考えられる。この両微動は、温泉の噴出活動中は小さいが、噴出休止期間中には大きくなる性質がある。

36. 温泉裂かの地表踏査と解析・評価について

ジオサイエンス ○中野 啓二, 稲沢 智昭
ここ数年の温泉開発は温泉微候が地表にはほとんど認められない地域へと平面的に拡がるとともに掘削深度が1,000mを越える温泉井戸も一般的になってきており、中には掘削深度が2,000mを越える温泉井戸も掘削されている。

このような温泉開発における三次元的な急速な拡大は、二分化しており、一方は平野部地下深部の深層熱水タイプの温泉資源開発と、もう一方は丘陵ないし山地における深部裂か型温泉資源開発へと展開されている。これらは、全く異なる賦存形式の温泉資源でありながら、ともに自然地温勾配に近い地温環境の場で温泉資源開発を行うという状況が産まれている。特に、後者の開発では、地下深部で温泉貯留裂かを捕捉できず、「空井戸」になる例もよく見受ける。

そこで今回は、演者らが現在まで手掛けてきた掘削深度150mから深度1,200m程度までの温泉井戸16本全てで予測した温泉貯留裂か深度が15m以内の精度で予測でき、予測誤差範囲内で偏差を収め、現時点まで成功している裂か系地表踏査と解析の手法の概略をご紹介します。探査技術者の温泉井戸掘削サクセスレシヨの向上に寄与できればと考える。

演者らの裂か系の地表踏査は、小断層解析法(岩松; 1972)を基本として、無層理岩にも適用できるものに改良し、湧水の有無とその化学性・二次鉱物の付着などの観察を行う。これをデータベース化して、ローズダイアグラム、コンターダイアグラム、中野ダイアグラム(1988)によりデー

タ処理して、裂か系の系統分類を行い、温泉開発予定地域の地下深部に存在する温泉資源貯留裂か系の性質を推測する。この方法について、実例を交えて報告する。

藤 原 中 田 ○ 湯 原 浩 三
東 山 井 大 塚 藤 光 宏

37. 安房トンネル調査坑掘削中の平湯温泉の状況

九大・工 ○湯 原 浩 三
東 山 井 大 塚 藤 光 宏

安房トンネルの平湯側調査坑の掘削は昭和58年に開始された。その坑口から約300~1000mのところ平湯温泉があり、源泉数約40、泉温平均62℃、湧出量総計約9000l/minである。調査坑からは大量の湧水と少量の温泉の湧出があり、これの平湯温泉に及ぼす影響の有無を知るために、昭和57年9月から現在まで継続して年1~4回の頻度で大規模な調査が行われている。調査内容は、湧出量、泉温、放熱量、水質、水の安定同位体、トリチウム含有量、地質、地温、地下水、周辺山地の地下水、ボーリング孔のコア物性、流体包有物平衡温度、トレーサー調査等である。これらの調査結果から、平湯温泉の熱源は北東山地と南方山地の2箇所あり、温泉水も北東-東-南東-南方向から平湯に集まっていると推定された。このため、東方山地に掘削中のトンネルの影響は、現在のところ一部の温泉には現われているが、大部分の温泉には認められていない。

中 田 ○ 湯 原 浩 三
東 山 井 大 塚 藤 光 宏

38. 平湯温泉の熱源と流動システム

九大・工 ○湯 原 浩 三, 藤 光 康 宏

平湯温泉における種々の調査結果に基づき、平湯温泉地域の熱水系推定のための定常モデルを作り、シミュレーターKYU-88を用い流動システムの算出を試みた。計算領域は東西1.1km、南北1.1km、高さ方向は標高900m以上地表面までとし、50mグリッドに分割した。基盤の古生層とその上の火山性堆積層に、岩質を考慮して7種類の透水係数を与え、底部の境界では熱水の出入りはないものとし、その他の境界では圧力分布を与え熱水の出入りを可能にした。以上の条件で平湯温泉の全揚湯量とボーリング孔から得られた地温分布に合うように、境界面の温度、圧力をパラメーターとして変化させ最適モデルを求めた。それによって、北東山地と南方山地に熱源があり、それらの方向から熱水が平湯温泉地区に流入していることが定量的に明らかにされた。

湯 原 浩 三
東 山 井 大 塚 藤 光 宏

39. 白骨温泉付近における自然電位および放射能の分布について

二水会 ○大 橋 収
北里環境科学センター 上 悠紀雄
日本分析センター 鳥 居 鉄 也

新宅旅館付近の新しい源泉の可能性を調べるために演者らは昭和28年頃より調査を始めた。その結果新たな源泉をえたが、まだ発表の機会を得なかつたので、ここにまとめて報告する。昭和30年8月29日より9月1日にわたり自然電位分布および γ 線放射能分布を測定した。前者

については、横河製電位計及び硫酸銅電極を用い、電位基点は新宅旅館西端の庭においた。また後者は、神戸工業製γ線用サーベイメータを用いた。この際のBG値は 20 ± 2 cpmであった。

調査結果は、自然電位分布については -200 mVの負中心、放射能分布については最高値130cpmが測定され、それらの示徴は何れも旅館東端の既存の源泉付近において認められた。その後、深度110mの試錐が調査地内で行われ、 51°C 、 $0.5 \text{ m}^3/\text{分}$ の温泉の湧出があった旨の報告を受けた。さらに、放射能探査法の応用の可能性をしらべるため、昭和48年6月16日本地区を含む付近のγ線放射能分布の調査を行った。この結果は、前回同様旅館東端の源泉付近における放射能異常は、やはり存続している状態をよくうかがわせるものであった。

なお、以上の調査には、故木村健二郎(当時東大理)、故山県登(当時群大工)の両先生も参加されていた。

40. 岐阜県蒲田川沿いの温泉

中央温研 佐藤 幸二

岐阜県上宝村には、平湯をはじめ数多くの温泉があり、大きく平湯川沿いと蒲田川沿いとに分けられる。昨年、そのうち蒲田川沿いの温泉について調査した。温泉地としては、下流から蒲田、佳留萱、宝、槍見、穂高、中尾、新穂高であって、源泉数は52を数える。湧出中の温泉はそのうち32、自噴源泉10を含む。そして中尾の7湧出源泉は、すべて掘さくによる噴気あるいは熱水の噴出であり、注水によって温泉水を造成している。

22源泉の化学分析結果の検討によって、下流側の蒲田・佳留萱の温泉は比較的濃い $\text{HCO}_3 > \text{Cl}$ 型であり、上流側の穂高・新穂高の温泉は比較的薄い $\text{Cl} > \text{HCO}_3$ 型と判明した。しかし、両グループの境界は明確でない。また、多くの点で、中尾の熱水と宝の1源泉とは、上のいずれのグループにも属さない。

蒲田川沿いは、中生代末～新生代初の活動とされる笠ヶ岳流紋岩類よりなり、ほぼ蒲田川沿いに断層が存在する。この断層は温泉水の上昇通路としての役割を有するとみられる。温泉の熱源としては、笠ヶ岳流紋岩類、新期(新生代第三紀)花崗岩類、第四紀の焼岳火山が考えられる。ただし、中尾は、焼岳一中の湯と連なる高温帯との関連から、焼岳火山による温泉で、地下水位の深い台地上からの掘さくによって、噴気・熱水を得ているのではないかと考えられる。

41. 乗鞍山岳周辺温泉群の地球化学的研究

その1 湯川源泉と白骨温泉

大分大・教育 ○川 野 田実夫

弘前大・理 中 谷 周

東邦大・教養 高 松 信 樹

日本分析センター 橋 本 丈 夫, 鳥 居 鉄 也

北里環境科学センター 村 上 悠 紀 雄

北アルプス南部の乗鞍山岳および焼岳の周辺には、古くから多くの温泉が湧出している。乗鞍山

(3026m)の東麓・黒川沿いには奈川温泉、また東北山腹の湯川上流・池の沢付近には強酸性の湯川源泉があり、そして湯川下流の西岸には白骨温泉がある。

一方、焼岳(2455m)を中心としては、東側の信州側には槍沢から流れる梓川沿いに、上高地、中の湯、坂巻の各単純泉があり、また西側の飛騨側には、平湯、福地、新平湯、栃尾、蒲田、槍見、中尾、新穂高等の温泉が並ぶ。他に最近の安房峠掘削工事では、トンネル内で温泉の湧出も見られている。

演者らは1952年ころ、主として信州側の温泉を調査し、その一部は本学会にも発表した。しかし、この30年間には掘削あるいは引湯などが活発に行われていて、一般に湯量には増加が認められるが、その泉質にも変化がみられるようになった。そこで昨年9月改めて調査を行い、主要成分、微量成分、ラドン、トリチウム、酸素、水素の同位体比などを測定した。

今回は信州側の温泉について述べるが、とくに湯川源泉と白骨温泉の化学組成を比較検討するとともに、白骨温泉の二酸化炭素の起源についても考察したい。

泉部①の信州田部泉草誌 ①

42. 乗鞍岳及び焼岳周辺温泉群の地球化学的研究

その2 微量成分と放射性及び安定同位体について

日本分析センター ○橋本文夫、鳥居鉄也
大分大・教育 川野田実夫
弘前大・理 中谷周
秋田大・鉱山 松葉谷治
北里環境科学センター 村上悠紀雄

乗鞍岳及び焼岳周辺で採取した20試料について測定したが、微量成分のうちSr, Liは原子吸光法、BはアゾメチンH吸光度法で定量した。Fe, Mn, As, Br, Ba, La, Ce, Sm, Euについては、蒸発乾固した試料を熱中性子放射化分析法により測定した。またUは、キレート樹脂-TBP溶媒抽出法で化学分離し、Si半導体検出器による α 線スペクトロメトリで ^{238}U , ^{234}U を定量した。トリチウムは蒸留法で試料を精製し、また ^{222}Rn は現地でトルエンによる溶媒抽出法で分離し、それぞれ液体シンチレーションカウンターによる β 線計測法により定量した。 δD はウラン還元法により、また $\delta^{18}\text{O}$ は $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 同位体交換分離法により測定した。

^3H は10~68pCi/lで、現在の天水や河川水と同レベルであった。また δD は-75.4~-90.3%, $\delta^{18}\text{O}$ は-11.2~-13.1%でその値は天水起源を示す結果であった。

微量成分をはじめ、放射性及び安定同位体の測定結果から、これら温泉群の特徴について述べてみたい。

泉部①の信州田部泉草誌 ①

夫実田 櫻 川○ 音舞・大や大

園 谷 中 野・大南茂

青 谷 高 雲舞・大洪東

山 飛 沼 泉 夫 本 謝 一々くヨ得谷本日

嶽 湯 泉 土 林 一々くヨ学梓泉園里北

出 飛 沼 泉 夫 本 謝 一々くヨ得谷本日