

一般講演要旨

1. 北海道の海岸地域に分布する高濃度塩水について

北海道立地下資源調査所 松波武雄

Saline Waters of Coastal Region in Hokkaido

Geological Survey of Hokkaido Takeo MATSUNAMI

道内の海岸地域(海岸線から約2 km以内)から開発された高濃度塩水(蒸発残留物10 g/l以上; 54坑)の特徴は以下のように総括される.

1) 主要陰イオンおよび陽イオン当量比から, 高濃度得塩水はグループ Ia・グループ Ib・グループ IIb・グループ IIIa およびグループ IIIb の5グループに区分される. グループ IIa に属するものはみられない.

2) B・ハロゲン元素および同位体比から, 高濃度塩水の大部分は現海水(現世の海水という意味で使用)あるいは化石海水と天水の混合系からなると推定される.

3) グループ I は比較的海水組成に類似し, 現海水を主体とすると推定される. グループ Ia とグループ Ib の相違は海水の侵入速度の相違(地層の透水性)に起因すると推定される.

4) グループ II は, 地質構成からみて海成堆積物の続成過程で変質した海水(化石海水)を主体とすると推定される.

5) グループ III は, 現海水および化石海水のいずれかが関与したより複雑な系を形成していると考えられる.

6) 北海道の地質構成を反映して, グループ I は北海道西部に, グループ II は北海道中央部~東部に主として分布する.

2. ICP質量分析法の温泉分析への適用

神奈川県温泉地学研究所 ○石坂信之・平野富雄
丸文(株) 増田公彦

Analysis of Hot Spring Water Samples by ICP-MS

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

○Nobuyuki ISHIZAKA, Tomio HIRANO
Marubun Co. Ltd. Kimihiko MASUDA

ICP質量分析法は, 水道法や環境基準の改正にともない環境試料の分析に使われ始めている. 極微量の元素が迅速に定量分析できる. また, 全ての元素の標準液を用意せずに多元素の同時分析(定性, 半定量)ができるなど他の分析装置にはない優れた特徴がある.

しかし、温泉試料は、河川水や水道(源)水よりもナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオンなどが数倍ないし数十倍程度多く含まれるのが一般的である。このため、温泉分析にICP質量分析法を適用する場合には、試料を数倍ないし数十倍希釈して河川水や水道(源)水と同様に分析することは一つの選択ではある。しかし、温泉に含まれる主成分が、他の元素の分析にどの程度影響を及ぼすかをあらかじめ検討することにより、ICP質量分析法の高感度分析の特徴を十分生かした利用ができる。

温泉の主成分が他の元素濃度の分析に影響を及ぼすのは、

1. 主成分の分子イオンが他の元素の質量数と重なる
2. 試料の粘度の違いや共存成分によるマトリクス効果による(非スペクトロ干渉)ことによる。

温泉の主成分6種について重金属25種(同位体)に与える影響を検討した。

塩化物イオンは、バナジウム(V)、ヒ素(As)等に影響する。特に、VについてはClの100 ppmあたり数ppbの影響がある。カルシウムイオンは、鉄(Fe)、ニッケル(Ni)、亜鉛(Zn)等に影響する。特に、Fe(質量数57)についてはCa 100 ppmあたり100 ppb以上の影響がある。

これらの分子イオン生成による影響は、測定元素の他の同位体を使うことなど、あるいは補正式によって正確な濃度を推算できる場合がある。

3. 公定水質分析法におけるICP発光分析法の採用状況について —「鉍泉分析法改訂試案」への報告—

千葉県衛生研究所 日野 隆 信

Information of ICP Optical Emission Spectroscopic Technique for Water Sample in Official Analytical Methods

Public Health Laboratory of Chiba Prefecture Takanobu HINO

「鉍泉分析指針(改訂)昭和53年」に取り入れられている金属の分析法としては、重量分析法、吸光光度法、フレイム光度法、原子吸光法がある。平成4年12月の水道水質基準の改正に続き、環境基準、排水基準が改正され、いずれも、従来の手分析を主体とした検査法に代わり、多成分同時定量を可能とする機器分析が大幅に導入された。この背景には、より精密な検査を可能とすることと共に、検査項目の増加に少人数の人員で対応でき、さらに少量の試薬で検査ができる試験法を模索した結果であろう。金属の分析に限って見ると、従来のフレイム原子吸光法に代わって、電気加熱原子吸光法、ICP発光分析法、ICP質量分析法が多元素連続分析または多元素一斉分析法として採用された。

平成6年度の「鉍泉分析法改定試案に関する調査研究」の作業の一つとして、各種公定水質分析法におけるICP発光分析法の採用状況について文献調査を行った。調査した試験方法は、①上水試験方法、②JIS K0102、③JIS K0101、④環境庁告示、⑤Standard Methods、⑥ASTM、⑦ISO、⑧EPA法のできる限り最新の出版物からのものである。調査項目は、対象金属元素名、定量範囲、測定波長、混合標準液の調製法、試料の保存法、試料の前処理法等である。調査した元素の中でLi, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Cu, As, Sr, Cd, Ba, Pbについては、ICP発光分析法を適応できる可能性が十分にある。ICP発光分析法は検査の省力化と時間の短縮しに威

力を発揮できる分析法なので、早急な検討が望まれる。

4. 近畿地方の深井戸の温度勾配

京都大学大学院理学研究科 ○西村 進・桂 郁雄
兵庫県立工業技術センター 赤松 信

Geothermal Gradients of Deep Wells in Kinki District

Kyoto University ○Susumu NISHIMURA and Ikuo KATSURA
Hyogo Pref. Makoto AKAMATSU

「城崎温泉と城崎近辺の温泉」(西村, 1993)に一部の深井戸(1000m深度級)の温度勾配を報告した。また、この他に西村, 茂木, 桂(1986), 西村(1990)の報告がある。その後, 数箇所深井戸の掘さくが近畿地方でなされ, また, 大阪府内のデータ(石賀他, 1994)が発表された。更に紀伊半島南部についても温度勾配の資料をまとめることができたので, 近畿地方全体の温度勾配の分布が詳細になってきた。

それによると, 舞鶴帯より北部では温度勾配が40~60℃/kmと高く, 舞鶴帯では25~30℃/km, その南の領家帯, 秩父帯では20~25℃/km(ただし, 花崗岩体の一部では30℃/kmより高い部分がある)。古琵琶湖, 大阪層群の分布地域は, これらの堆積物の熱伝導率が比較的到低く, 25~35℃/kmの勾配を示す。和泉砂岩層の所では20~22℃/kmである。外帯は, ほとんど温泉地域のデータしかないので, 明確ではないが, 大峯酸性岩体や活断層沿いで高温の泉源がえられている。また, この他, 有馬温泉も特異な場所で, 狭いところに高温の温泉が得られていて, 構造支配であることがわかる。

今回1月17日兵庫県南部地震の前後の変化について紹介する。

5. 複合検層について

テクノレント(株) ○藤原 忠一
(株)利根 相沢 要人

Studies on Combination Logging

Technorent CO; LTD. ○Chuichi FUJIWARA
Tone CO; LTD. Kanato AIZAWA

従来, 物理検層は各種検層ごとに実施しているのが現状である。例えば, 温泉の検層では, 温度検層と電気検層が通例となっているが, 作業時間の問題, 解析条件を考えると満足できる状態にない。

そこで, 作業時間の短縮, 同一解析条件という見地から複合検層の導入を計り, 2~3の坑井

で実施した結果について概要を報告する。

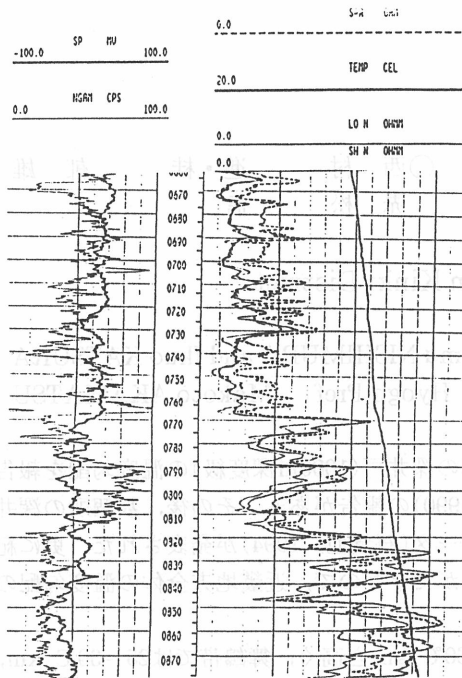


Fig. 1 電気検層・温度検層・自然放射能検層・S.P.R. 検層の複合検層

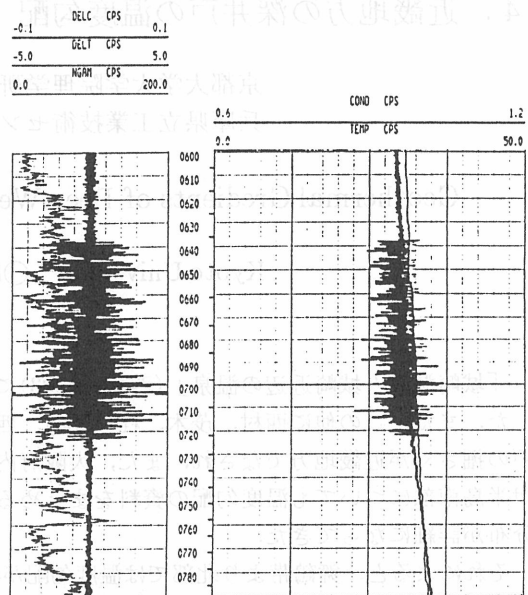


Fig. 2 温度検層・電導度検層・自然放射能検層の複合検層

6. 温泉地における水道水使用量，下水処理量および入込数の関係

群馬県中之条保健所 ○酒井幸子・畠中一彦・篠原重行
山本輝幸・石坂庫平・大木俊英

A Comparison Between the Number of Visitors and the Amount of Drinking Water and Waste Water at the Hot Spring Resorts

Gunma Nakanojo Health Center

○Yukiko SAKAI, Kazuhiko HATANAKA,
Sigeyuki SHINOHARA, Teruyuki YAMAMOTO,
Kurahei ISHISAKA, Toshihide OKI

群馬県には温泉を核とした観光地があり，温泉地の年間延宿泊利用人員は7,512,458人(平成5年度)で都道府県別ランクでは静岡，北海道，長野，栃木について5位となっている．温泉地には，それぞれ独特の立地条件があるが，年間入込数が温泉地に居住している人口より多い草津温泉および四万温泉について，平成3年度から5年度までの3年度間の水道水使用量，下水処理量および入込数の関係について調査した．

草津温泉は全国有数の湧出量(約35 m³/分)を持ち，すべて自然湧出で，泉質は酸性泉である．

温泉排水は下水道に入れず、そのまま湯川へ放流しており、湯川は建設省関東地方建設局品木ダム水質管理所によってpH5～6までに中和が行なわれている。水道使用量(全水道使用量—温泉水使用量)と下水処理量の間の相関係数は0.984である。

四万温泉は温泉水中の化学成分の特徴から、日向見地区(Ca・Na-SO₄温泉)、新湯地区(Na・Ca-Cl温泉)および山口地区(Na・Ca-Cl・SO₄温泉)の3地区に分けられる。43源泉ある中で36源泉が自然湧出で、四万温泉協会によれば総湧出量は約5 m³/分である。各源泉の個別の温泉水使用量は測定されておらず、温泉排水は直接四万川に排出されている。宿泊者数と水道使用量の間の相関係数は0.589である。

7. 温泉の利用について考慮すべき点

(株)サン・エンジニアリング 佐藤 幸二

Careful Use of Thermalwater

Sun Engineering CO. Ltd. Koji SATO

温泉があると、その付近に温泉の利用施設が出来、温泉街や温泉地へとだんだん発展して行くが、そのような場合、何か危険がありはしないかを検討すべきである。

手始めとして、日本の温泉について、泉温80℃以上、湧出量1,000 l/min以上、pH4以下の温泉を採り上げた。全国で9ヶ所が3つの条件を併せて有している。熱湯の暴噴による死亡例があるが、そのような恐れのあるところでは、温泉の利用施設や旅館、温泉地を作って、多数の人々を集めるのはいかなるものかと思われる。源泉はともかくとして、住民や利用客は安全な所に住み、宿泊するようにすべきである。

その他に、溶存あるいは随伴する物質による危険もある。さらにはいわば放出量といった観点からの検討も必要であろう。

温泉湧出後、遅くとも利用施設までに、危険な物質の除去、緩和の策が講じられるべきであり、さらに排湯についても配慮されなければならない。極端な場合は、源泉の埋め戻しや地下還元なども考える必要があるだろう。もちろん、医学的有用性がある場合は、医師の指導の下での利用、排湯が行われるべきである。

8. 兵庫県南部地震と温泉・地下水

岡山大学名誉教授 杉山 隆 二

“The Hyogoken-Nanbu Earthquake”, Related with Hot Spring and Underground-Water

Professor Emeritus, Okayama University Riuji SUGIYAMA

(1) 活断層について

活断層を第四紀(200万年前以降)に活動したものと定義し、地震の原因に直接関係あるものとする見方が、一般常識化している。六甲花崗岩と大阪層群との関係から激しい六甲変動の時期が、100~70万年前位と考えられ、六甲周辺の断層はみな活断層になってしまう。活断層の問題をまず指摘した。

(2) 地下水堰き止め断層について

従来から、地すべり地の基盤調査や地下水・温泉探査に際して、地下水堰き止め断層を重視し、それを察知する方法を行なって来た。その方法で、阪神六甲地区および淡路島北部地区の地下水堰き止め断層を求めた。

(a) 阪神地区の震度7の激震分布域に、活断層が見付からず、その存否が問題になっているが、そこに地下水堰き止め断層が推察された。そして、浅所地下水と地震被害との間に密接な関係があることを示した。

(b) 淡路島北部の有名になった野島断層についても、地下水堰き止め断層との密接な関係を示した。

(3) 地震の原因について

松代・伊東・有馬・えびのなどの温泉地と、頻発(群発)地震との関係は周知のところである。液相から気相への相変化、即ち、地中深部での「間歇泉」様の水蒸気爆発が、温泉を伴う新期花崗岩の地下深部で起こり、この種の地震が発生するのではないかと云う、松代地震以来の筆者の所見を述べた。この意味で、武田尾温泉-有馬温泉を結ぶ線と震源との関係に注目した。

9. 塩原地域の地形変化の温泉地質について

千葉大学教育学部 山崎 良雄・○溝呂木 務

Topography, Geology and the Thermal Water of Shiobara

Fac. Educ., Chiba Univ. Yoshio YAMAZAKI, ○Tutomu MIZOROGI

塩原温泉には温泉沈澱物が所々に存在する。今回の研究では、同地域の温泉沈澱物(源三窟・元湯・甘湯の3地点)を採集し、X線回折により化学成分及び鉱物の同定を試みた。これらの産出状況は以下のとおりである。

源三窟：沈澱物は多孔質の石灰岩である。

元湯：赤川左岸，元湯温泉南西部に湧出する自噴泉の付近に，巾1 m，厚さ3～4 cmの温泉沈澱物が付着している。

甘湯：甘湯沢左岸，付近には温泉が湧出し，黄褐色の湯あかが沈澱している。温泉沈澱物は巾1 m，厚さ2 cm前後のごく小規模なものである。

3地点の温泉沈澱物の化学成分はいずれもCaCO₃であり，方解石を含んでいるが，元湯・甘湯では，方解石に加えアラレ石も含まれていた。この地域のCaCO₃を主成分とする温泉沈澱物は，方解石のみで構成されているものと方解石とアラレ石が構成されているものとの2種類がある。

源三窟における温泉水の泉温は41℃であるが，甘湯では46～50℃，元湯では53～60℃であり，温泉沈澱物にアラレ石がみられる温泉は，方解石のみを産出する所に比べ泉温が高くなっている。

塩原地域の地形を調査するための基礎的データとして，調査地域を250mメッシュで切り，各メッシュにおける最高高度と最低高度の差を求めた。調査地域にみられる温泉沈澱物は，溶岩台地の周縁部に部分的な分布を示している。温泉沈澱物が分布する地域の高度差は，70～150m程度である。

10. 栃木県那須扇状地北西部の温泉群について

栃木県子ども総合科学館 ○宇塚 清司

宇都宮大学名誉教授 ○鈴木 陽雄

Hot Springs Occuring in the Northwestern Part of Nasu Fan, Tochigi Prefecture

Vice-Curator, Tochigi Science Museum ○Kiyoji UZUKA

Emeritus Professor, Utsunomiya University Akio SUZUKI

調査地域は，栃木県北部に位置する那須扇状地の北西部に辺り，その範囲は扇頂から扇中央に及びぶ地域に相当している。地下地質は第四紀層と新第三紀層からなり，その厚さは，1,500m以上に達している。第四紀層は段丘礫層と淡水性堆積物で，新第三紀層は火山活動による凝灰質堆積物ないし海進堆積物である。この地域は鬼怒川地溝帯内にあり，その西縁に関谷構造線が通っている。ここでの新第三紀層は凝灰岩をはさむ泥岩・砂岩の互層で，最下部は角礫凝灰岩となっている。これらの新第三紀層は，地溝帯の中央に向かって緩やかに傾斜している。

温泉は，新第三紀層下部の砂岩・凝灰岩の互層や最下部の角礫凝灰岩を湧出母岩とし，層状水や裂か水水を採水している。湧出量は，各源泉とも100～400 l/分と豊富で，孔底温度は90℃を越えるものがあるが，孔口温度は60℃前後である。地下温度分布は北西部の源泉で高温域が浅く，南東部に従い深くなっており，地溝帯内では北西部が高く，南東部が低くなる傾向を示す。以下の結果は関谷構造線に接近するほど地下温度が高くなっていることを示しているもので，地温分布と関谷構造線が密接に関係しているものとみられる。

泉質は8源泉のうち，5源泉が深層地下水型の単純泉で，他の3源泉は海水型に属している。海水型の3源泉は位置的に接近しており，このグループは他の5源泉と隣接して存在するが，その起源は湧出母岩の岩相の相違にあることなどが考えられる。

11. 割れ目系の水循環による温泉形成について

京都大学理学部 ○北岡 豪一

富山県立大学 吉岡 龍馬

鳥取大学工学部 西田 良平

京都大学防災研究所 小泉 尚嗣

Formation Process of Hot Spring by Deep Circulation of Meteoric Water via a Fractured System on a Large Scale

Beppu Geophysical Research Laboratory, Kyoto University ○Koichi KITAOKA

Toyama Prefectural University Ryuma YOSHIOKA

Department of Technology, Tottori University Ryohei NISHIDA

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University Naoji KOIZUMI

山陰地方の花崗岩地域には高温の温泉湧出地がいくつか存在する。周辺には新しい火山が存在せず、火山性の特殊熱源はないと考えられる。水素と酸素の安定同位体比とトリチウム濃度から、温泉水が基本的に天水に由来し、その供給域が湧出地よりも数100m以上標高の高い地域であり、地下での通過時間が数10年の程度であること、また、シリカ濃度に対応される温度(最高約150°C)から地下数kmに及ぶ循環系が推定される。これらは、天水が深部まで発達した割れ目系を循環する途中に地温を得、末端部で上昇し温泉水として湧出する状況(杉山, 1964)を思わせる。

そこで、地温のみによる温泉湧出の可能性について検討してみた。深さ方向に半無限(長さ L)の割れ目系(透水係数は深さ依存: $\kappa = \kappa_0 \cdot e^{-\gamma z}$)を想定し、割れ目系に沿った正弦波の地下水表面形、また水と周囲岩層との間に冷却の法則を仮定すると、末端部に湧出する温泉水の温度は、 $T = T_0 - (\beta/\nu) \cdot e^{\alpha \cdot \text{Ei}(-a)}$ で表わされる。ここに、 T_0 : 地表温度、 α : 地温勾配、 $\nu = \gamma/2 \cdot (1 + \sqrt{1 + (2\lambda/\gamma)^2})$, $\lambda = L\pi$, $\text{Ei}(-a)$: 積分指数関数、 $a = 2h/(cQ\lambda\nu)$, h : 冷却係数、 Q : 全流量、 c : 水の熱容量である。これから、温泉湧出には割れ目系の規模と流量に限られた範囲にあり、規模の大きい割れ目系が必ずしも高温の温泉湧出とならないことが知られる。この手法は、熱水系の形成条件についても適用可能と思われる。

12. 九重硫黄火山の噴気塩化水素フラックス

京都大学理学部地球物理学研究施設 ○大沢 信二・由佐 悠紀

北岡 豪一

Fumarolic HCl Flux from Kuju-Iwo Volcano, Central Kyushu, Japan

Beppu Geophysical Research Laboratory, Kyoto University

○Shinji OHSAWA, Yuki YUSA, Koichi KITAOKA

中部九州の別府-島原地構内に位置する九重硫黄火山の山頂付近には、HClやSO₂などのマグ

マ起源の揮発性物質を定常的に放出する噴気地が存在する。噴気地周辺では、塩酸や硫酸を含むpH 2.5程度の強酸性の雨が観測される。本研究では、この噴気地周辺に降る火山性の酸性雨を利用した、噴気HCl Fluxの新しい測定方法を構築した。

雨水中のCl⁻濃度は噴気地に近づくほど高くなることから、雨水中のCl⁻の起源は噴気であることが分かる。HClの水への溶解度は非常に大きい(720,000 mg/l at 20°C)、噴気孔から大気中へ放出されたHClのほとんど全部が、降水に溶けて噴気地周辺に降下してくる(雨水中のCl⁻濃度の最高値50 mg/l)。火山体斜面の観測点における雨量と雨水中のCl⁻濃度から、噴気地からの距離とHCl降下量との関係を求め、簡単な積分により降雨時における噴気由来のHClの総降下量を算出した。噴気のHCl Fluxは、その総降下量を降雨時間で割ることにより求められる。

以上の測定によって、噴気として放出される塩化水素は、1日当たり6.0トンと算出された。この値は、江原ほか(1981)が得た0.8~8.7 ton/dayと良く一致しており、新測定法の信頼性が高いことを示している。

13. 同位体資料による地下温泉水の多層流量

京都大学理学部地球物理学研究施設 ○由 佐 悠 紀・北 岡 豪 一
大 沢 信 二

Multi-stratified Flow of Subsurface Thermal Waters Due to Isotope Data

Beppu Geophysical Research Laboratory, Kyoto University

○Yuki YUSA, Koichi KITAOKA, Shinji OHSAWA

別府温泉南部地域の、海岸から約2 kmの地点で掘削された温泉実験井では、100m以浅の低温地下水、100~200m深のCa・Mg-HCO₃型温水、250m深のNa-Cl型温水、および300m以深のNa-HCO₃型温水という、明瞭な温泉水の多層流動構造が見いだされている。これらの水の酸素・水素の安定同位体比およびトリチウム濃度に基づき、それぞれの供給と流動過程を検討した。

最上層を流動する地下水の安定同位体比は、この地域の降水の平均値とほぼ一致し、200m深付近まで深さとともに減少する。このことは、深い水ほどより高地部で供給された水であることを示している。トリチウム濃度も、200m深付近までは深さとともに低下しており、深い水ほど地層中での通過時間が長い。ところが、それより深部では状況が一変し、250m深と300m深のトリチウムは最上層での値を凌駕するほどに高濃度である。また、2つの安定同位体比は、いずれも最上層での値と同程度である。これらは、深層温水の源流域である地熱活動域での水の激しい鉛直循環、および横方向への流動過程における短い通過時間を推定させる。安定同位体比が300m深のHCO₃型水でやや小さいのは、この水が蒸気との混合によって生成されたことによるものと考えられる。検出された明瞭な多層構造は、それぞれの水の流動過程において、上下混合が極めて小さいことを示唆する。

14. 全国カーボン調査で訪れた温鉱泉地の放射線レベル

金沢大学名誉教授 阪上正信

Radiation Level at Several Spas Visited on the Way of Carbone Monitoring Carried out All Over Japan

Prof. Emeritus, Kanazawa University Masanobu SAKANOE

4"φ×4" NaI (Tl)検出器と4チャンネル波高選別器をマイカーに搭載して、日本全国各地への数年にわたる旅行において、走行中にも連続的に放射線レベルを計測記録した。その旅程で訪れた諸温鉱泉地での放射線レベルは、4πの同一幾何学的条件で測定された諸トンネル内レベルの比較(Radioisotopes 44・7月号1995)も参照して、各地の地質学的条件を反映するものとして興味がある。本年本学会開催の山梨県内の有名な放射線泉地の増富地域の測定も計画し、それとともに全国各地の結果をまとめて比較する。空間放射線線量率はトンネル内より低いものの、約35 nGy/hから100 nGy/h以上に及ぶ。以下に測定された主な温鉱泉地を、各地方別に低い線量のものからほぼ列挙する。

北海道：川湯，豊富，地の涯，糠平，層雲峡，岩尾。

東北：古牧，東根，天童，鬼首，湯殿山，秋の宮，谷地，温海奥，猫啼。

関東：湯の小屋，水上，湯槍曾，いずれも中レベル以上。

中部：館山寺，添沢，鹿教湯，湯谷，榊原，上諏訪，野沢，平瀬，下呂，湯の山，恵那湯ヶ島，レベル高い。

北陸：寺泊，岩室，湯の腰，辰口，瀬波。

近畿：赤穂御崎，南紀，笠置，宮津，中村，塩田，籠坊，湯の花，有馬，宝塚，武田尾。

中国：松江，三瓶，玉造，湯免，湯村，湯原，西栗倉，三朝。

四国：別府峡，松葉川，道後，奥道後。

九州：林田，新湯，湯之野，霧島，八丁原，天ヶ瀬，筋湯。

15. 別府温泉水の炭酸カルシウム飽和指数と安定度指数

九州大学名誉教授 古賀昭人

Saturation- and Stability Index for Calcium Carbonate Deposition in Beppu Hot Spring Waters

Emeritus Professor of Kyushu University Akito KOGA

湧出後の温泉水でCaCO₃をつくる主なファクターは湧出温度，CO₂，Ca，HCO₃，全塩濃度やpHに依存している。このさいCaCO₃が析出するかどうかの判断に用いられるLangeliaの飽和指数およびRyznarの安定度指数を別府温泉水の凡そ350個について計算した。それらの式は夫々，

$$\text{Saturation Index} = \text{pH} - \text{pH}_s, \quad \text{および} \quad \text{Stability Index} = 2\text{pH}_s - \text{pH}$$

で表されるが、 pH_s の計算には CaCO_3 をつくる因子の値が必要である。そして重要な値である pH は源泉での値よりも RpH を用いた方が CaCO_3 析出現象の実態に近いと考え、湧出した温泉水を引湯あるいはポンプで送湯した後の変化を充分に考慮して計算する事を試みた。

別府温泉では北部と南部とで大きく異なっている。飽和指数が+1.0以上、安定度指数が6.0以下が CaCO_3 の析出ゾーンと言われるが、北部地域では CaCO_3 をつくる殆どが沸騰泉である。しかし、北部のいわゆる地獄地帯の熱水は酸性ないし弱酸性であるから CaCO_3 は生成しない。一方、南部の温泉の半分は大なり小なりの CaCO_3 析出の危険性を持っていると言える。

全体的に別府温泉全体について CaCO_3 飽和指数を幾つかに分類して図示すれば、別府全体の温泉図が地域の特長として鮮やかに浮かび上がってくる。

16. 化学成分の経年変化からみた温泉源のパターン分類の試み — 蛇骨湧泉 —

神奈川県温泉地学研究所 ○平野 富雄・石坂 信之
栗屋 徹・大山 正雄

Characteristics of the Annual Variation of Chemical Components Dissolved in the Jyakotu Hot Springs, Hakone

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

○Tomio HIRANO, Nobuyuki ISHIZAKA,
Toru AWAYA, Masao OHYAMA

湯河原温泉や箱根火山の温泉の化学成分の経年変化を調べると、温泉地による特有のパターンがある。これまでに調査を続けている箱根・湯河原温泉のうち、ここでは箱根の蛇骨湧泉の変化のパターンについて説明した。

蛇骨湧泉：蛇骨湧泉は、箱根火山の中央火口丘神山の東斜面に自然湧出する塩化物泉である。この塩化物泉は、早雲山の地下数百米から強羅や小涌谷など三方向に流れ出る第Ⅲ帯の温泉の一つで(高温の NaCl に富む温泉)で、蛇骨湧泉は宮ノ下と共に、その流れの末端に位置している。神山の東斜面の温泉は、昭和42年(1967)5月に温度が、急に 20°C も上昇すると言う異常高温現象を呈した(大木ら, 1968)。蛇骨湧泉のその後の観測によると、源泉により湧出量と温度および化学成分との関係に際だった特徴があることがわかった。

元温泉村68号泉：昭和59年(1984)以降3年間の湧出状況を調べると、 Cl^- は湧出温度が高いときに多く、温度が低いと少なくなる。この源泉の温度と Cl^- の関係は、62号泉など他の蛇骨湧泉とは異なっている。

元温泉村62号泉：62号泉の湧出量は $2 \sim 3 \text{ l/min}$ で、温度は $66.7 \sim 80.6^\circ\text{C}$ である。この源泉は降水量の多い夏期に湧出量が最高になり温度も高くなるが、渇水期の2月末から4月にかけて湧出量が減少し温度も低くなる。 Cl^- の溶存量は経年的に減少し、年周期で見ると湧出量が多く温度の高い夏期に Cl^- は相対的に減少し、冬期には増加する。

17. いわゆるアトピー性皮膚炎の温泉療法

盛岡市上田病院 野口 順一

Balneotherapy of the So-called Atopic Dermatitis

Ueda Hospital in Morioka Jun-ichi NOGUCHI

アトピー性皮膚炎の患者を診療する場合、はたしてそれらの患者がアトピー性皮膚炎なのか？という疑問がしばしば起こる。

現在、アトピー性皮膚炎には、明確な診断基準はないし、一般の皮膚科医も、長期間に亘る掻痒性皮膚患者であれば、安易にそれらをアトピー性皮膚炎と診断してしまうからである。

ことに最近増加している「成人アトピー性皮膚炎」といわれる患者たちは、それらの大多数が、慢性掻痒性皮膚疾患がステロイド剤に依って加療され、その結果、失敗に追い込まれた症例である。

そのため、このような「いわゆるアトピー性皮膚炎」患者に対応する場合は、それらの皮疹の激烈な痒感を鎮圧し、同時にそれらの患者のステロイド剤依存を断絶することを考える。

日本では昔から小児の掻痒性皮膚疾患に対して強酸性硫黄泉に拠る訓練的な温泉療法がヨーロッパでは塩類泉に拠る比較的保護的な温泉療法が行われてきている。

前者では強酸性硫黄泉の刺激で痒感を疼痛に変換させて、痒感を封殺し、後者では塩類泉の等張に近い滲透圧で皮疹を保護し、同時にそれらの泉水の微量成分で創傷治癒を促進させる。この間、温泉療法では、薬物に依る消炎操作は行わない。

いずれの場合に究極的には皮膚ないし個体が環境の変化に対応できるように訓練することが、その治療方針である。

18. 高齢者における草津温泉の温熱効果、とくに血液粘度からの検討

群馬大学医学部附属病院草津分院内科 白倉 卓夫

Study on Thermal Effect of Kusatsu Hot Spring Water in the Elderly, from Blood Viscosity

Internal Medicine, Kusatsu Branch Hospital, Gunma University School of Medicine Takuo SHIRAKURA

草津温泉(酸性-アルミニウム-硫酸塩・塩化物泉)には保温効果がつよく、そのため体内からの水分喪失も大きい。とくに高齢者では水分保持能力低下のために水分喪失による血液濃縮、血液粘度上昇が容易に起こりやすい。本研究では一回温泉浴後の血液粘度の変化を、温泉浴(42℃, 10分)と淡水浴間および高齢者(65~70歳)と非高齢者(27~30)間で比較検討した。

入浴開始後20分でいずれの群でも浴前に比して血液粘度は有意に上昇したが、浴後の血液粘度最高値は淡水浴と温泉浴、高齢者と非高齢者との間には有意差はみられなかった。このことは温泉浴後の血液粘度の上昇には泉質は無関係なことを示唆する。

19. 硫酸ナトリウム・炭酸水素ナトリウム温水浴の高血圧疾患に対する降圧効果の検討

群馬大学医学部附属病院草津分院内科 ○白倉卓夫
(株)ツムラ商品開発研究所 藤原敏雄・長井克介

Study on Hypotensive Effect of $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NaHCO}_3$ Bathing in Patients with Essential Hypertension

Internal Medicine, Kusatsu Branch Hospital, Gunma University School of Medicine ○Takuo SHIRAKURA

Chemical Product Development Dept. Tsumura & Co.

Toshio FUJIWARA, Katsusuke NAGAI

硫酸ナトリウム・炭酸水素ナトリウム温水浴の降圧効果につき、本態性高血圧疾患(一部対象では降圧剤を服用中)を対象として、淡水(40℃, 200L)に本浴剤(30g)を溶解後、4:30 PMに入浴(10分)開始、以後24時間にわたり自動血圧計を用いて血圧を連続測定し、淡水浴時と比較検討した。

その結果、10例中6例では、収縮期、拡張期両血圧および平均血圧とも、高血圧時間帯は本浴水浴後には淡水浴後に比して明らかに有意の減少がみられた。またこの際みられた降圧効果は、とくに夜間から早朝にかけて観察された。以上の成績は本浴水浴は一部高血圧疾患に対して治療の補助療法として有用であることを示唆する。

20. 温泉産藻類イデユコゴメの培養における温泉成分耐性

東京理科大学基礎工学部 ○長島秀行・吉田基・河村由子

Tolerance for Thermal Water Ingredients in a Hot Spring Alga, *Cyanidium caldarium*

Faculty of Industrial Science & Technology, Science University of Tokyo

○Hideyuki NAGASHIMA, Motoshi YOSHIDA, Yuko KAWAMURA

イデユコゴメ *Cyanidium caldarium* は酸性温泉に生育する単細胞藻類で、泉温55℃, pH 1.5程度まで生存可能である。これまで群馬県草津温泉、万座温泉、秋田県玉川温泉、北海道登別温泉など各地で発見されている。この藻を純粋分離し、実験室内で培養することによって、光合成研究などいろいろな研究の材料として使うことができる。温泉にはいろいろな塩類が含まれていることが多いので、微生物にとっては特殊な環境となっている。今回、イデユコゴメの培地に各種温泉成分のうち、塩化ナトリウムや塩化カルシウム、塩化アルミニウムを加えたときの生育や光合成活性に対する影響を調べた。

培養は硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、硫酸マグネシウム MgSO_4 、磷酸二水素カリウム KH_2PO_4

などを含む無機培地を、硫酸でpH 2.5に調整したものを基本培地として用い、5000 Luxの光を照射し、40℃で振とう培養した。藻の生育は、培養期間中の細胞数を測定し、それより増殖速度、増殖量として求めた。

その結果、基本培地、または窒素源を硝酸アンモニウム NH_4NO_3 に替えた培地に0.2-0.3M、塩化ナトリウム NaCl を加えて培養すると、生育が促進され、また、塩濃度を0.8Mまで上げてても生育が可能であった。したがって、本藻はかなり耐塩性があるといえる。同様に、塩化カルシウムでは5 mM (0.07%)まで耐性があり、塩化アルミニウムでは4.1 mM (0.1%)まで耐性があった。塩化アルミニウムは植物に対し毒性があるとされているので、この結果は興味深い。

21. 山梨県増富鉱泉塩化の起源と成因

青山学院大学理工学部 矢板 毅・○木村 幹

Origin and Evolution of Brine Water of Msutomi Spa, Yamanashi Prefecture

College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

Tsuyosi YAITA, ○Kan KIMURA

山梨県増富鉱泉は、白亜紀の四万十帯と新第三紀の花崗岩を湧出母岩とし、放射能泉として有名である一方、高濃度塩水(Cl^- 4600, Na^+ 2760, HCO_3^- 2200 $\mu\text{g/g}$ など)でもある。この主要成分組成は海水組成に近いものであった。またその水素・酸素同位組成は天水線からはずれており、深部塩水と天水との混合線を示唆した。鉱泉中の硫酸イオンの硫黄・酸素同位体組成測定からは $\delta^{34}\text{S}$ 15.4~18.0%となり、白亜紀海水中の硫酸イオンの $\delta^{34}\text{S}$ 値に当たるとみることができるとわかった。微量元素含量から、例えば、Li, Rb, Csなどは海水に比べて濃縮傾向が顕著であり、そのLi/Na, K/Naの関係は、油田塩水よりは熱水性塩水中の関係に近いことがわかった。ストロンチウム同位体比 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、白亜紀海水の値より、また周囲の岩石の値より低い値であった。一つの解釈として、花崗岩マグマからの寄与が考えられた。これらのことから、増富鉱泉は新第三紀花崗岩マグマからの寄与を受けた白亜紀の海水をもとにし、この深部塩水と天水の混合したものと湧出していると考えられる。

22. 山梨県内のアルカリ性硫酸塩泉について

山梨県衛生公害研究所 ○小林 浩・鷹野 茂夫・深澤 喜延

Alkaline Hot Springs Abundant with Sulfate in Yamanashi Prefecture

Yamanashi Institute for Public Health

○Hiroshi KOBAYASHI, Shigeo TAKANO, Yoshinobu FUKASAWA

硫酸塩の起源としては、海水の混入や火山ガスの酸化、硫化鉄の酸化などが指摘され、酸性泉で硫酸イオンの多いことが知られている。火山性ガスや硫化鉄の酸化では、液性はあきらかに酸性である。

近年、高深度掘削による温泉開発が主流化し、従来の温泉水とは性質の異なる温泉がみられるようになった。

それら温泉水の特徴は次のとおりであった。

- 1) 陽イオンの主成分は Ca^{2+} と Na^+ である。
- 2) 陰イオンの主成分は SO_4^{2-} であり、このイオンの溶存量は1,000 mgから2,000 mg含み、 Cl^- や HCO_3^- はわずかに数mg程度である。
- 3) いずれもpH値は8.5以上のアルカリ性である。
- 4) 地質の共通点としては、各々の温泉が距離的に離れているにもかかわらず、いずれの温泉も御坂層群に掘削されている。

以上のことから、今回報告する温泉の成因は酸性硫酸塩泉とは異なると考えられる。

そこで我々が実際に分析にたずさわった温泉の柱状図などを参考に、硫酸塩の起源について検討した。西部、中部の温泉は角礫凝灰岩に、東部の温泉では閃緑岩にストレーナーが位置していた。

したがって、これらの温泉は、長期間岩石中に帯水し、 SO_4^{2-} に富んだ高pH値の温泉水が深度掘削により湧出したものと推定された。

23. 温泉の送湯、配湯に関する研究(その32)

春日居温泉集中管理施設改良の成果について

細谷技術士事務所 ○細谷 昇

春日居町温泉水道課 田中 勤 一

Studies on the Conveyance and Distribution of Geothermal Hot Water (Part 32)–Results of Improved Effective Geothermal Water Supply System at Kasugai Hot Springs in Yamanashi Pref.

Hosoya Consulting Engineer's Office ○Noboru HOSOYA

Kasugai Public Office, Hot Spring and Water Works Section Kiniti TANAKA

春日居温泉郷は甲府市の東隣りに位置し、甲斐の国の政治、経済、文化、宗教等の史実にめぐ

まれ、その上美しい景観をもつ自然に囲まれた静かな温泉地である。また果物の産地としても有名であることから別名“くだもの温泉郷”とも称せられている。

温泉地には現在11源泉が利用されているが、その内、町が所有する町営1号源泉は自噴泉で卓越した勢力を持っており、春日居温泉地の利用施設の大部分はこの温泉を使用している。

町営1号源泉が湧出した当時(昭和40年)町はこの温泉を利用して町の活性化を計ると共に地域住民の福祉に寄与するにはどのようなシステムの温泉供給施設とすればよいのかを十分に検討した結果、当時としては画期的な集中管理方式を導入した温泉供給施設にすることに決めたのである。

温泉供給施設は昭和42年4月に竣工し、同年5月より配湯が開始された。以来年々の源泉湧出量の減少、泉温の低下が続いたのにも拘らず、町は分湯方式を定量制から計量制に改め、貯湯槽の増設等の対応策だけで、利用施設への安定供給は堅持され、温泉供給事業の運営も順調に進んできたのである。このことは集中管理方式の導入の選択が正しかったことを立証している。

町は配湯開始20周年を迎えた昭和62年に将来の安定供給を更に確実にするため、供給施設の総合診断を行なった。その結果、①鉄筋コンクリート製貯湯槽があり、その上断熱機能の劣化度が大きい。②配湯管路の漏湯量は町営1号源泉の湧出量に比して大きく且つ断熱機能の劣化度がやや大きい。③配湯管路模様が利用施設の分布状態に整合していない、等が原因で温泉の利用効率が建設当初にくらべて低下していることが確認された。この結果を踏えて町は温泉供給施設改良工事を実施し、平成6年3月工事は完了し、4月より新施設による配湯が開始され、1年が経過しました。本報はこの期間に得られた改良供給施設の運転データの中より利用施設の温泉使用量の動向と動力費の変化に関する部分を抽出し、解析した結果、知見を得たので報告する。

24. 温泉資源の開発当初に於ける湧出量の減衰とその関連現象(その2) 山梨県甲府市南西部地域(昭和, 田富, 玉穂, 龍王町など)の温泉

(財)中央温泉研究所 甘露寺 泰 雄

Deterioration of Hot Spring Resources with the Development of Spas.
Part 2 On the Change of the Amount of Flow and the Chemical Constituents
of Hot Spring Water in the South-Eastern Area of Kofu City, Yamanashi
Pref.

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI

甲府市南西部には、昭和60年頃から掘削によって新しい温泉資源の開発が進行し、龍王町：8、敷島町：3、玉穂町：7、昭和町：9、田富町：3(平成5年時)計30ヶ所の掘削井が存在する。深度は殆どが500M以上で、甲府市に分布している多数の掘削井よりも深い特徴をもつ。湧出量は総計7-8 m³/min.で、自噴井も多い。泉温の平均40℃程度、泉質はNa-HCO₃泉かNa-Cl泉である。

本地域の温泉は、湧出量の低下は顕著であるが、泉温や化学成分の経年変化は比較的少ない。これは、東に隣接する石和、春日居等の温泉と著しく異なる点である。

その理由は、この地域では、温泉の賦存地域が広域且つ深層にまで及んでいること、つまり深層に賦存する地下水型の温泉を採取していることなどが関係し、枯渇現象が全体的に均一に且つ緩慢に進行しているためと考えられる。

P-1. 葛根田地熱水中のケイ酸分およびヒ素の除去

岩手大学工学部 ○梅津 芳生・成田 榮一

Removal of Dissolved Silica and Arsenic in the Kakkonda Geothermal Water

Iwate University ○Yoshio UMETSU, Eiichi NARITA

岩手県葛根田地熱水中にはケイ酸分がシリカとして約400mg/l, ヒ素が約3 mg/l 溶存している。熱水利用計画に基づいて河水で熱交換する方法を試みているが、熱水が約70℃まで降下すると急激にケイ酸がスケールとして析出し、パイプの目詰まりの主因となっているので現在は地熱水の降温を90℃までとし、地下に還元している。本研究は地熱水温を約50℃まで熱交換したのち、ケイ酸分の吸着剤として岩手県旧松尾鉱山の坑内水、そのバクテリアによる酸化水および炭カルによる中和沈殿物を選び、シリカ分およびヒ素を除去する方法について化学的見地から検討を加えたものである。以前の試験でシリカの除去効果には鉄分が大きく関与していることが知られているので、本試験において吸着剤の鉄濃度と地熱水中のケイ素濃度比について除去効果を検討した結果、Fe: Si=0.5モル比ではいずれの吸着剤でも残存SiO₂濃度目標値200 mg/l以下の値が得られた。200 mg/lは50℃におけるSiO₂の溶解度である。このときの溶存ヒ素濃度はpH 4.5で0.5~1.0 mg/l内にあった。吸着剤として経済性を考慮すると中和沈殿物が有望である。また、吸着共沈殿物の懸濁液からの固液分離にはアニオン系高分子凝集剤ポリアクリルアミドが有効で、懸濁液50 mlに0.01 mgを添加した場合、フロックが20分以内で沈降が完了した。

P-2. 権現森温泉沈殿物のパイプ状走査電子顕微鏡写真

鈴木 励子

Scanning Electron Micrograph of Ferric Oxide Gel with Tubular Structure Formed from Gongenmori Spring Waters, Miyagi Prefecture

Reiko SUZUKI

権現森温泉は仙台市の北西部丘陵地権現森に自然湧出し、泉温11~13℃ pH=6.2~6.3と年間ほぼ一定条件を保ちシリカを含む鉄質沈殿物を析出する。源泉の水面には黄土色のゲル状析出物が浮遊し、槽底部には塊状の茶色沈殿物が見られた。一つの槽内に形態の違う析出物に注目した。特にゲル状析出物は余り例を見ない。これらを析出する温泉水を採取し化学分析を行なった。ゲル状析出物と沈殿物は別々に採取した。風乾後化学分析、示差熱重量分析、X線粉末回折を行ない、また走査形電子顕微鏡を用いて表面を観察した(以下浮遊物、沈殿物と表現する)。

温泉水はCa・Na・Mg-SO₄泉でありSiO₂含量は47.7 mg・l⁻¹である。

浮遊物、沈殿物の化学分析の結果はFe₂O₃, SiO₂, Al₂O₃が主成分である。

X線粉末回折では浮遊物、沈殿物とも非晶質である。

走査形電子顕微鏡の観察では浮遊物は直径が約1 μmのパイプ状をしている。沈殿物は10~20 μm

の塊状で、明らかに形態の違いが見られた。

ゲル状浮遊物がパイプ状を形成する要因として、層間に多量の水分子とSiO₂, Fe, Alの関わりが考えられる。沈殿物の塊状は熟成の過程で骨格が保持出来なくなり寸断され沈積したものと考える。

P-3.4 塩原温泉塩釜地域の長期泉温変動について

千葉大学教育学部 山崎 良雄・土岐 史朗・藤本 貴士
○浮ヶ谷 誠・十鳥 恭一

Temperature Change of Shiogama Hot Spring

Fac. Educ., Chiba Univ.
Yoshio YAMAZAKI, Shiro TOKI, Takashi FUJIMOTO
○Makoto UKIGAYA, Kyoichi TOTTORI

栃木県塩原町塩釜温泉の泉温変化および特徴について温泉水湧出機構と地質構造を関連付けて考察した。研究方法は以下の通りである。

- 泉温変化を測定し、気象条件等(降水量・気温)と比較検討した。
- 平均泉温を求め、平均泉温からの泉温低下の特徴を調べた。

平均泉温からの変化は、降雨の影響がない場合±1℃の幅で起き、降雨の影響がある場合は泉温低下が1℃以上であった。降雨の影響がある場合は、始め急激に泉温が低下し、最低泉温を示した後徐々に平均泉温に近づいていき元の泉温に戻った。この型は降水量の変化に対応していた。

泉温低下が起きるまでの時間は、降雨開始後0.5~2.5時間という短時間であった。

以上のことから塩釜温泉の泉温変化および特徴について下記のことがいえる。

- 泉温低下の主な原因として降雨の影響が大きい。
- 降雨の影響による泉温低下は、基盤岩の亀裂を通して地表近くに湧出する温泉水が降雨によって希釈されることにより起きると考えられる。

P-4. 新潟県糸魚川温泉における自然電位

関東学院大学工学部地球科学研究室

○石井 栄一・伊藤 芳朗・田中 康裕
前田 直樹・竹村 進・松永 益尚
武藤 竹男・永井 光夫・小幡 学
南雲 政博・木島 允

Exploration of Self Potential at Itoigawa Spring, Niigata Prefecture.

Earth Science Lab., Faculty of Engineering, Kanto Gakuin University

○Eiichii ISHII, Yoshiro ITO, Yasuhiro TANAKA

Naoki MAEDA, Susumu TAKEMURA, Masunao MATSUNAGA

Takeo MUTO, Mituo NAGAL, Manabu OBATA

Masahiro NAGUMO, Makoto KIJIMA

糸魚川温泉の位置は、フォッサマグナの西縁つまり糸魚川-静岡構造線の真上にあたり、地質的に興味深い所である。

源泉は2ヶ所ある。第一源泉は、1987年9月から翌年3月にかけて掘削された。主な仕様は、掘削深度1001.40m、湧出量150 l/min、泉温82℃。第二源泉は、1991年7月から12月にかけて掘削された。主な仕様は、掘削深度130.25m、湧出量851.3 l/min、泉温97℃と蒸気を伴ない大量に自噴している。泉質は、共にナトリウム・カリウム塩化物泉である。

我々は、湧出量の豊富な第二源泉を中心に、放射能検査・自然電位測定・振動測定を行った。放射能検査では、平均で0.3 μ Sv/h前後に値を示した。源泉付近では、これより若干低い傾向がみられるが、特に異常は見つからなかった。掘削して得られた源泉なのでクラックなどの存在は無いと考えられる。自然電位測定は、定常電位測定と動電位測定の2種類の方法を用いた。定常電位測定では、源泉付近を中心に低電位を示した。これは今までも発表してきたように“温泉の流動経路付近では低電位を示す”ということが確認された。通常、源泉からは配管を通して貯湯池(泉温が高い為、自然冷却している)に貯めて温泉として利用されているが、測定時には、送湯を止め、源泉から真上に吹かせた。この送湯状態から吹き上げ状態の時間的変化を、動電位測定と振動測定で記録した。測定結果から明瞭に判ったことは、振動の変化より動電位変化が早く現れた。

P-5. ヒマラヤ温泉の一例

立正大学経済学部 ○綿 拔 邦 彦
 京都大学理学部地球物理研究施設 大 沢 信 二

An Example Data on Hot Spring in Himalaya

Faculty of Economics, Rishso University ○Kunihiko WATANUKI
 Beppu Geophysical Research Laboratory, Kyoto University Shinji OHSAWA

1971年の東京大学チューレンヒマール(7371m)の遠征の際、採取された温泉水と今回パキスタンのフンザ地域で採取された温泉水とを分析し比較した。今回の温泉はNa-HCO₃-SO₄タイプの温泉であり、その主要化学成分をppmで示すと次の通りである。

Na⁺ 232, K⁺ 6.1, Ca²⁺ 2.3, Mg²⁺ 0.1, Cl⁻ 44.2, SO₄²⁻ 173, HCO₃⁻ 337, pH 8.56, 水温は53.3℃である。このデータをキイダイアグラムにプロットすると地下水の領域に相当する。これはヒマラヤのようにプレートによる造山運動が熱源となる温泉水の一例であり、地下水が加温され、少量の塩水が加わったタイプの温泉である。1971年に採水されたものは、化石海水が加温され地下水の混入したタイプのものであった。

P-6. 東京都及びその周辺地域の温泉について(その1)
 —23区の温泉の特徴

(財)中央温泉研究所 ○甘露寺 泰 雄・榎 本 聖 子

Drilling Wells in Tokyo City and its Neighboring Area. Part 1 Chemical Characteristics of the Water Pumped up from the Wells in 23-Ku. (Well Waters)

Hot Spring Research Center ○Yasuo KANROJI, Seiko ENOMOTO

東京都の周辺地域、神奈川県、埼玉県、千葉県、山梨県などでは、最近掘削により多くの温泉が開発されている。演者らは、昭和25年以降、この地域で開発された多数の掘削井の分析を行ってきたが、最近では、1500mを越える掘削が行われ、泉温も40℃を越える高温泉も出現している。今回は主として、23区の温泉に焦点をあて、源泉の位置、深度、湧出量、泉温、泉質などをとりまとめた。その結果を次に要約する。

源泉は、大田区に多く集中し、他に墨田区、品川区、江東区など、概して山の手地区に少ない。

泉温は最高40℃弱(深度1500m)、深度は2000mが最も深い。泉質は、大きく塩化物泉と炭酸水素塩泉に分けられ、前者は海岸地域に多く、後者は内陸地域に分布する。また、深度が1000mを越えると塩素イオン濃度が高くなる。

都内の温泉の多くは腐植質により黒褐色に着色しているのが特徴である。

既存の分析値から、化学成分の経年変化を検討すると、塩水化や淡水化を起している源泉が

かなりあることがわかった。

P-7. 浴室内空気中のラドン濃度分布(放射能泉)

山梨医科大学RI ○石井 忠

大妻女子大学社会情報学部 堀内 公子

(財)中央温泉研究所 田中 昭・榎本 聖子

Radon Distribution in a Bathingroom's Atmosphere (Radioactive Spring)

Yamanashi Med. College RI. ○Tadashi ISHII

Otsuma Women's Univ. Kimiko HORIUCHI

Hot Spring Research Center's Institute Akira TANAKA, Satoko ENOMOTO

§ 1 はじめに

近年、生活環境中における自然放射性核種、なかでもラドン(トロン)とその崩壊生成物による被曝問題が世界的に注目される様になった。一般生活環境、特に屋内外におけるラドン核種の測定法、濃度レベルおよび挙動、さらに被曝線量評価に関する研究が多くなってきた。

昨年に引き続き市販の簡易測定機、PICO RAD検出器を用いて屋内におけるラドンの濃度分布を調べ、また浴室内ラドン濃度分布から入浴の際の被曝線量を推定したので報告する。

§ 2 実 験

強放射能泉として有名な山梨県増富温泉、不老閣岩風呂浴室内空間に一定の間隔をおいてPICO RAD検出器を約24時間セットし浴室内のラドンの水平方向及び垂直方向の濃度分布を調べた。

§ 3 結 果

実験は2回行ったが何れも冬で、浴室内の気温は日中でも5~7度程度迄しか上がらず夜間には零下までさがったようであった。また湿度はかなり高く常時70%以上(平均して85%)とみうけられた。

浴室内は上にいくほどラドン濃度が高くなった。また空気の流れによって拡散するので出入口、窓の近くは濃度が薄くなる。部屋のすみにも貯まる傾向が見られた。

P-8. 花崗岩地帯温鉱泉水の微量成分—片品川流域—

東邦大学理学部 高松 信樹・○福井 靖・今橋 正征
 東邦大学医学部 加藤 尚之・相川 嘉正
 日本分析センター 荒木 匡
 群馬県中之条保健所 酒井 幸子

Micro Components in Hot-Mineral Spring Waters from Granitic Areas
 -Katashinagawa-Basin-

Faculty of Science, Toho University

Nobuki TAKAMATSU, ○Yasushi FUKUI, Masayuki IMAHASHI

Toho University School of Medicine Naoyuki KATO, Kasho AIKAWA

Japan Analytical Center Tadashi ARAKI

Gumma Nakanojo Health Center Yukiko SAKAI

花崗岩地帯には一般に比較的低濃度の温鉱泉水が多数湧出している。これは花崗岩が粗粒で透水性が高いため、水と岩石との接触時間が比較的に短いためと考えられる。この化学組成を支配している因子については、これまでにも数多くの報告がある。

我々は、低CO₂分圧下での水-岩石相互作用により生じた山梨県富士川流域(加藤他, 1992)および福島県阿武隈山地(荒木他, 1993)、高CO₂分圧下での水-岩石相互作用により生じた兵庫県六甲山地(高松他, 1994)の花崗岩地帯の温鉱泉水中の微量成分含有量について報告し、花崗岩地帯温鉱泉水の微量成分の分布を明らかにしてきた。また、酒井他(1992)は片品川流域の花崗岩地帯の温鉱泉水について主要成分を中心に考察を行った。今回はさらに片品川流域の花崗岩地帯の温鉱泉水について微量成分含有量を測定し、これまでに報告した花崗岩地帯温鉱泉水の微量成分の分布と併せて特徴を総括した。

調査は1994年11月9日に群馬県北部、利根川支流の片品川流域のアルカリ性温鉱泉について行い、花崗岩を湧出母岩とする片品温泉、鎌田温泉、須賀川温泉と、塩基性岩を湧出母岩とする戸倉温泉の計13点で採水した。また、比較のために片品川の河川水も同時に採水した。

片品川流域のアルカリ性温鉱泉水のpHは8.5~10.2の範囲で、その中の塩基性岩を湧出母岩とする戸倉温泉のpHは10付近であった。

P-9. 石和およびその周辺の温鉱泉水中の微量元素

東邦大学医学部 加藤 尚之・塚本 邦子
 相川 嘉正・中村 幹夫
 東邦大学理学部 ○今橋 正征・高松 信樹
 日本分析センター 荒木 匡

Minor Constituents in Hot Spring Waters at Isawa and its Vicinity, Yamanashi Prefecture

Toho University School of Medicine Naoyuki KATO, Kuniko TSUKAMOTO
 Kasho AIKAWA, Mikio NAKAMURA

Faculty of Science, Toho University

○Masayuki IMAHASHI, Nobuki TAKAMATSU
 Japan Analysis Center Tadashi ARAKI

山梨県石和温泉についてはその周辺の温鉱泉も含めて多数の報告がある(たとえば、佐藤、甘露寺：1968, 秋山：1971, 相川ら：1982, 小林、深澤：1990, など)。これらの報告では、主として主成分元素含量と地質からこれらの温鉱泉水の生成機構や化学成分の起源および経年変化などが議論されている。今回は特に石和温泉およびその周辺の温鉱泉の微量元素に注目して、pHと主成分元素の関係や微量元素相互の関係などからいくつかの微量元素の起源と地球化学的行動について考察した。

温鉱泉水としては石和、春日居、湯村および塩山の各温泉より31試料および地下水を4試料採取した。採水は1994年6月および同年9月に行った。主成分元素のほかに微量元素として、Li, Rb, Cs, Be, Sr, Ba, Sc, V, Cr, Mo, W, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, B, Al, Ga, Ge, Pb, As, Th, Uの26元素について定量した。これらの微量元素は、誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)法で定量した。

石和温泉はNa-Cl型の温泉水とNa-HCO₃型やCa-HCO₃型の地下水などとの混合と考えられていることから、今回調査した温鉱泉水も便宜的にClの当量%が40%以上のものをNa-Cl型(A)、40%以下のものをNa-HCO₃型(B)および地下水型(C)とに分類した。温鉱泉水31試料のうち17がA型で14がB型であった。微量元素含量は一般にA型に高くC型に低かったが、これは3つの湯村温泉の試料が高い含量を示すことに起因するが、2, 3の例外もあり、とくにB型とC型では逆転する場合があった。微量元素含量とpHの関係はあまり明瞭ではなかったが、一般的には負の相関性を示し(pH-Scはその例)、例外的にB型においてAlとGaはpHの上昇とともに含量が増加した。これはAlとGaの化学的性質によるものと思われる。主成分元素も含めた各元素間の相関性は一般的にはA型に高かったが、これは前述したように湯村温泉の高い含量に起因する。たとえばCo-Vの関係は湯村温泉を加えると高い相関係数を示すが、湯村温泉を外すとその相関性は著しく低下する。多くの微量元素間の相関はこの関係にあり、その相関性は一般的には低かった。しかし、2, 3の元素についてはこの関係に必ずしもあてはまらず、たとえば、Cl-B, U-Thなどはほぼ両タイプにわたってよい相関性を示した。これはこれらの元素の起源と地球化学的行動が似ているためと考えられる。

P-10. 鉱物-熱水相互作用に基づく強酸性熱水用地化学温度計

大分大学大学院教育学研究科 ○大上和敏
 京都大学理学部地球物理学研究施設 大沢信二・由佐悠紀
 大分大学教育学部化学教室 川野田実夫

A New Geothermometer on the Basis of Chemical Equilibrium Between Minerals and Acidic Thermal Water

Graduate School of Education, Oita University ○Kazutoshi OUE
 Beppu Geophysical Research Laboratory, Kyoto University
 Shinji OHSAWA, Yuki YUSA
 Department of Chemistry, Faculty of Education, Oita University
 Tamio KAWANO

これまでに、さまざまな地化学温度計が考案され、地熱探査や温泉の研究などに利用されている。しかし、これらの地化学温度計は、弱酸性から弱アルカリ性の温泉水にのみ適用可能なものがほとんどである。強酸性の温泉水にも適用可能なものとして、溶存化学種間の同位体交換平衡の温度依存性を利用した地化学温度計が報告されてはいるが、利用にあたっての前提条件が、しばしば現実的でないという問題をかかえていると思われる。我々は、同位体比測定によらない、主要化学成分の分析値のみを用いた強酸性熱水用地化学温度計の開発を行っている。

強酸性の熱水と溶解平衡に達する鉱物が存在すれば、原理的にはその溶解平衡に関係する化学種の熱水中における活量と鉱物の溶解度積から、地下における熱水の温度を算出することができる。地化学温度計に組み込まれる鉱物は、(a)強酸性の熱水と溶解平衡に達する鉱物であること、(b)既存の岩石が表流水や噴気によって変質を受けて生成する鉱物ではないこと、(c)鉱物の溶解平衡の平衡移動速度が十分に速いこと、以上の3条件を満たしている必要がある。

そこで、軟石膏(CaSO_4)、明ばん石($\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$)を以上の3条件を満たしている候補として取り上げ、温度計算用のコンピューター・プログラムを作成した。現在、様々な高温実験によりこれらの検定を行っている。

P-11. 岩石と酸性溶液の反応

—安山岩・玄武岩と塩酸溶液との反応—

東邦大学理学部 ○吉池雄蔵・岡村忍・岩崎岩次

Reaction of Rock (Andesite・Basalt) and Acid Solution

Toho University ○Yuzo YOSHIKE, Shinobu OKAMURA, Iwaji IWASAKI

水質、水質の成因、成り立ちを考えて演者らは天然水中に含まれる化学成分の分析を行い、長期間の水質の変動を測定している。また模型実験による種々の検討を行い、“水と岩石の相互作用

用”として岩石(土壌)から水への化学成分の溶出により水質を決定づけている模様を反応時間の経過とともに水溶液の濃度変化を測定し、溶出成分の水溶液への取り込まれ方を検討した。これは自然界に於ける河川や湖沼の水質だけではなく、温泉中に含まれる化学成分の存在、あるいは酸性温泉水中に於ける、温泉湧出通路付近の岩石や土壌との酸性溶液との接触反応により導入される、その反応時における溶出変化の模様を追跡する。

岩石試料には秋田県玉川温泉産(安山岩)質岩石、伊豆大島三原山(玄武岩質)溶岩を一定の粒子の大きさ(0.59~1.00 mm)に調製して用い、酸濃度の違いによる溶出の傾向を見る目的から反応溶液である塩酸溶液の濃度(pH 1, 2, 3, 4)を変えて、流動法により反応温度80℃、流速 6 ml/min. で120時間(5日間)反応させた。酸溶液を流し始めてから6時間までは連続して15分間毎に、以後は1, 6, 12時間などの時間間隔で反応流出液を15分間ずつ集め、各反応時間における反応流出液中の溶出成分を定量した。

反応の酸溶液をpH 1-4と変化させた場合の金属成分の溶出模様はいろいろと異なる。pH 1の溶液では、Al, Ca, Naが比較的溶出しやすい成分であるのに対し、K, Mgは溶出されにくく、反応によって岩石中に濃縮されていく。

溶出した成分量から岩石中に残留した成分の量を計算することにより、時間の経過による岩石の組成変化の様子を知ることが出来る。反応の各時間ごとの岩石の組成変化(風化作用)を追跡すると、反応前の岩石組成と大きく変化をしていることが興味深い。

P-12. 現象論的方程式を用いた炭酸塩-水溶液系の解析

香川大学教育学部 ○佐々木 信 行・大須賀 将 史
立正大学 綿 拔 邦 彦

Analysis of Carbonate-aqueous Solution System by using the Phenomenological Equation

Faculty of Education, Kagawa University

○Nobuyuki SASAKI, Masahumi OHSUGA

Faculty of Economics, Risho University Kunihiro WATANUKI

炭酸塩と水溶液間の元素分配はこれまで、我国では、北野、大森、一国、高野ら、米国ではHolland, Berner, Katzら、その他多くの研究者により行われており、方解石-水溶液系においてはDoerner-Hoskins型の対数分配則が成り立つとされている。しかし、その対数分配係数の値は研究者(や実験条件)によって異なり、多成分系の固溶体の生成の場合は組成依存性があることなども指摘されている。考えてみれば、対数分配則は本来平衡系についての分配則ではなく、局所平衡の成り立つ平衡近傍での非平衡閉鎖系について成立するものであるから、開放系の元素分配の解析にそのまま使える保証はないし、非平衡の程度の差によって分配係数が異なることもありえることである。

そこで、筆者らはこれまで硫酸塩-水溶液系での元素分配の解析に用いた平衡近傍で成り立つ現象論的方程式を用いた解析法をこの炭酸塩-水溶液系の解析に適用し、この系での現象論的係数および連結度を求め、水溶液の化学組成と生成する炭酸塩鉱物の化学組成との関係を考察した。

