

日本温泉科学会第 59 回大会

一般講演要旨 (口頭発表)

1. 秋田県道秋ノ宮小安温泉線 (泥湯温泉地区) での H₂S 濃度測定結果の解析

産総研 野田 徹郎

Data Analysis of H₂S Concentration Observed at the Doroyu Spa Area along the Akinomiya-Oyasu Line, Akita Prefectural Road

AIST Tetsuro NODA

平成 17 年 12 月に泥湯温泉で発生した硫化水素中毒事故を受けて、秋田県雄勝振興局は平成 18 年 1~3 月に、県道の同地区を通過する部分での携帯型 H₂S ガス検知器による濃度測定を行った。

同地区のように自然現象として発散する有害ガスの環境安全性については、1) 気象条件その他により濃度の日内・日間変動が大きいので、どの値に着目してよいか分からない、2) 安全性の基準となる濃度や測定方法に定まったものがなく人により判断が異なる、といった問題がある。

そこで試みに、濃度基準と評価法が規定されている労働安全衛生法における作業環境評価のやり方 (作業環境測定基準) を適用してみた。作業環境評価では、得られたデータに基づく第一評価値と第二評価値が、管理濃度 (H₂S 10 ppm (平成 17 年 4 月からは 5 ppm)) との比較により、次のように管理区分を決定している。これを、危険度レベルに読み替えると、右に示す危険度区分が適当だと思われる。

第一, 第二評価値と管理濃度の大小関係	管理区分の種類	危険度区分
1) 第一評価値, 第二評価値 < 管理濃度	第一管理区分	安全
2) 第二評価値 ≤ 管理濃度 ≤ 第一評価値	第二管理区分	要注意
3) 管理濃度 < 第一評価値, 第二評価値	第三管理区分	危険

解析の結果、泥湯地区噴気地帯を通る県道は、道路中央は安全、噴気地に面した一部の路肩は要注意だと評価された。この結果は大方の感覚と一致するものであり、労働安全衛生法における作業環境評価の準用は適切だと思われる。

2. 愛知県におけるホウ素含有温泉について

愛知県衛生研究所 大沼 章子・小池 恭子・猪飼 誉友・遠山 明人

Boron-containing Hot Springs in Aichi Prefecture

Aichi Prefectural Institute of Public Health

Shoko OHNUMA, Yasuko KOIKE, Yoshitomo IKAI, Akito TOOYAMA

愛知県の温泉水 (2005 年度末現在の温泉台帳 121 源泉中 96 源泉について) のメタホウ酸濃度の最大値は知多半島にあるナトリウム-塩化物強塩泉の 465 mg/kg であり、知多半島では泉質的には殆どが塩化物泉であった。泉質別のメタホウ酸濃度の幾何平均値は、塩化物泉類の 4.8 mg/kg に対

して炭酸水素塩泉類は 12.6 mg/kg と、県内全体では三河地区北東部の山間部から三河湾、さらに伊勢湾南部にかけて県内を通過する中央構造線内帯（北側）に比較的多く存在する炭酸水素塩泉類の方が幾何平均値の高いことが判明した。一方、地質区分別にみると、メタホウ酸濃度の幾何平均値は新生代新第三紀中新世師崎層群で 80.0 mg/kg と最も高く、次いで領家変成帯岩類（領家変成岩類で 22.2 mg/kg、領家帯花崗岩類で 5.4 mg/kg）で、その他の地質では 1 mg/kg 以下であった。したがって、愛知県におけるホウ素含有温泉は、主に新生代新第三紀中新世師崎層群で形成される知多半島や領家変成帯岩類を有する中央構造線内帯沿いに多く湧出していることがより明らかとなった。B/Cl 比を算出したが、0.00004~2.03 の範囲（幾何平均値 0.0046）にあり、領家変成帯岩類からの湧出が推定される温泉で B/Cl 比は高い傾向（幾何平均値 0.098）にあった。なお、ホウ素は、井深、泉温、電気伝導率、蒸発残留物、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 F^- 、 Cl^- 、 I^- 、 HCO_3^- 、 CO_2 と有意な正の相関があった。

3. 温泉排水が河口・沿岸海洋環境に及ぼす影響について

東邦大学理学部 渡邊 康平・高松 信樹
 京都大学地球熱学研究施設 大沢 信二
 東邦大学医学部 加藤 尚之

Influence of hot spring drainage on the estuarine and inshore environments

Faculty of Science, Toho University Kouhei WATANABE, Nobuki TAKAMATSU
 BGRL, Kyoto University Shinji OHSAWA
 School of Medicine, Toho University Naoyuki KATO

大分県別府市は源泉数約 3,000 孔、流出水量約 50,000 ton/day と、世界でも屈指の大規模温泉地帯である。近年、冷川を除く別府市内を流れる 5 河川の水質に温泉排水の影響が現れており（川野・他, 1994）、Na-Cl 型温泉水に特に多く含まれる Li, B, Ge, As, Br, Rb および Cs の河川水中濃度が極めて高い（山崎, 2004）という報告がなされた。本研究では、上記河川の河口域および別府湾沿岸における温泉排水の影響に関する調査研究を行っており、これまでいくつかの知見を得た。河川による温泉排水由来元素排出量調査より、冷川を除く 5 河川において極めて多量の温泉排水由来元素が河口域へもたらされている、ということが明らかになった。平田川河口域における深度別調査の結果、平田川河口域の混合形態は弱混合型であった。したがって、表層の河川水はほとんど海水と混合しないで沿岸へ放流されるため、温泉排水由来元素の多くが高濃度のまま別府湾にもたらされている、ということが明らかになった。しかし、これらの元素濃度は、ほとんどが外洋の平均濃度あるいは検出限界以下になるため、温泉排水の影響は各河口域およびその周辺の沿岸域において特に顕著に現れていると考えられる。以上より、温泉排水由来元素の多くは、河口の汽水域では高濃度であるため、水質だけでなく底質や底生生物などの周辺環境に多大な影響を及ぼしている可能性が高い、ということが示唆された。

4. 新泉源掘削による既存泉源への干渉の一例

NPO シンクタンク京都自然史研究所 西村 進

A example of well interference between existing and new-drilling hot-springs

NPO Thinktank Kyoto Institute of Natural History Susumu NISHIMURA

糸魚川-静岡構造線に沿い 1300 年もの歴史をもち、日本アルプスを世界に広めたウェンストンも宿泊したと伝える温泉の泉源は、構造線の破碎部から少し東に離れた岩盤の亀裂から自噴している。泉源から水平距離約 365 m で水準が約 65 m 下がった場所に平成 17 年 4 月から掘削され、9 月中旬に 900 m 深度に達し自噴した。県環境科学検査センターの分析によると、湯の温度は 51.3°C で自噴量は毎分 1630 l であった。

既存泉源の温泉分析は明治 20 年のものから保存されていたが、自噴量と泉温の明記されている温泉分析は、昭和 31 年の自噴量 38.82 l/分、泉温 40.4°C (気温 27.4°C)、昭和 63 年の自噴量 34.6 l/分、泉温 41.3°C (気温 21.5°C) であった。宿の主人は掘削後の影響を心配し、県の調査を依頼した。県の現地調査では平成 17 年 3 月の自噴量が 33.3 l/分、泉温は 39.5°C、平成 17 年 10 月 21 日 26.9 l/分、38.0°C、平成 17 年 11 月 2 日 20.0 l/分、38.0°C で、影響はなかったとの結論であった。しかし館主は納得せず、平成 18 年 2 月 7 日にある社団法人の温泉小分析を受け、その際の自噴量は 15.1 l/分、泉温 33.4°C であった。浴槽までの距離は約 130 m で落差は 50 m 以上あるが、浴槽に流れ込んでいる口で 11 月 2 日から平成 18 年 3 月 15 日まで、館主が丹念に泉温・流量を測定している。平成 18 年 4 月 27 日に源泉の出口近くの配管を覆うコンクリートを破り、その場所での泉量の測定は不能であったが、泉温は測定することができ、温度は 33.5°C であった。当日浴槽の導入口では泉温が 31.3°C、泉量は約 19 l/分であった。

干渉の様子は、泉量の影響のほうが早く現れ減少し、11 月中旬で約 18 l/分で安定しているが、泉温の低下は 12 月中旬までかかり、約 30°C で安定している。

このような干渉の仕方が地質的に説明できるかを議論する。この泉源の所在する地質は日本での地質学の研究が E. Naumaan によって初めてなされたフォッサマグナの地域であり、他にも多くの地質の研究がある。また、西村・西田・茂木がこの構造に興味をもち、重力測定、電磁測定で議論している (Nishimura, Nishida and Mogi, 1986)。それらをもとにこのような干渉がありうるかの議論を紹介する。

5. 温泉の定義と分類について

昭和女子大学 大山 正雄

Definition of Hot Spring

Shouwa Women's University Masao OYAMA

日本での温泉の定義は 1948 (昭和 23) 年に施行された『温泉法』第二条に記載されている。そして 1951 年に「鉱泉分析法指針」が定められ、その中で泉温、液性、浸透圧について分類している。定義や分類はその根拠や理由を示すのが一般的であるが、温泉の場合だとそれに関する文献が容易に

見当たらない。そこで、温泉の限界温度と泉温、液性、浸透圧の各々分類の根拠について事例を挙げて解釈を試みた。

温泉の限界温度はその国の平均気温の最も高い地域の値を基準としている。日本の場合だと、温泉法施行 20 年以上前に決めた値を踏襲している。それは当時日本であった台湾南端の平均気温に基づいていると推定される。しかし、泉温、液性、浸透圧の分類は低、高、弱などの形容詞が使われている。これは限界温度のような物理（普遍）性よりも、人間の感覚や体質を根拠にしているからである。泉温は核心温度 37℃ と生存、液性は血液、浸透圧は体液を基準としている。このため、例えば温泉の液性の中性は pH 7 ではなく pH 6~7.6 となっている。

6. 温泉法に関する基本的問題の検討

(財)中央温泉研究所 甘露寺 泰 雄

Some Considerations on the Hot Spring Law from a Scientific Aspect (Part 2) The Relationship between Analytical Methods for Mineral Waters and the Hot Spring Law

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI

今回は、療養泉と温泉法の関係を鉱泉分析法の成立過程から検討した。

温泉法は療養泉は全くふれていない。第二条別表はナウハイム協議での「鉱水の限界値」(Mindestwert für Mineral Wasser) に準拠し、療養泉 (Heilwasser) の基準に準拠したものではない。温泉法には、禁忌症と浴用又は飲用の注意事項の掲示を指示しているが、適応症掲示はふれていない。

禁忌症や利用上の注意事項をきめるには、泉質が既知である事が必要で、泉質を判定する為の分析法として、国は温泉（鉱泉）分析法指針を通知で指定している。

ところが、療養泉は昔からドイツの基準を参考として我が国では、厚生省衛生試験所を中心に適応症が使われてきた。従って、温泉（鉱泉）分析法指針は、禁忌症よりもむしろ適応症等を判断するため利用され、温泉法とは一線を画して策定された。昭和 26 年頃からの鉱泉分析法策定（改訂）作業は、温泉法の改訂が囁かれる中で行われたが、昭和 48 年の最終的な改正案（日本温泉協会による）は、温泉法の基準を療養泉の基準と一致する方向が盛り込まれていたものの、改正は実施されなかった。

結果として、分析法指針は療養泉に重きを置き、温泉法は、療養泉は考慮しないと云ったギャップがこれまでの歴史的な経過から読みとれ、それが温泉法と分析法指針のちぐはぐな関係の一因となっていると考えている。

7. マイクロバブルによる人工炭酸泉について (2)

法政大・工 大 波 英 幸・大河内 正 一・浅 井 邦 康・大 網 貴 夫

Artificial Hot Spring Waters of CO₂ Type by Micro-Bubble Production System(2)

Faculty of Engineering, Hosei University

Hideyuki OHNAMI, Shoichi OKOUCHI, Kuniyasu ASAI, Takao OHAMI

前回、マイクロバブル (μm サイズの気泡) を用いて人工炭酸泉の製造を試み、新たな人工炭酸泉製造装置としての提案を行なった。マイクロバブルでは主に空気が用いられ、様々な分野に応用されている。マイクロバブル発生気体として二酸化炭素を用い、これまでの膜式のものに替わる新たな人工炭酸泉システムとして検討を行ったが、二酸化炭素の溶解濃度が比較的低く、改善すべき問題もあった。今回、発生原理の異なるマイクロバブル発生装置を用いて、高濃度人工炭酸泉の製造を検討した。用いた装置は、特殊形状の吐出口で混流に急激な圧力の変化を起こさせマイクロバブルを発生させる。実験として、浴槽水 (180 dm^3) を通水循環させたこの装置に二酸化炭素を一定流量で吹き込み、二酸化炭素濃度を測定した。

結果、膜式の人工炭酸泉装置と同程度の時間で高濃度の人工炭酸泉を製造できた。また、製造する際の二酸化炭素消費量も少なく、二酸化炭素を効率よく溶解する結果が得られた。マイクロバブルはその収縮過程で内圧が上昇する。気体は圧力に比例し液中に溶解するため、効率的に二酸化炭素が溶解できた。

家庭用・業務用の人工炭酸泉装置が販売され普及し始めたが、水道水に二酸化炭素を溶解させた人工炭酸泉は、ORP-pH 関係が水道水同様酸化系である。人工炭酸泉と電解還元水装置と組み合わせることで、ORP-pH 関係において天然の炭酸泉に近づけることができる。これらを組み合わせた浴槽水により、血流量増加効果だけでなく、電解還元水の抗酸化能も期待できる。

8. マイクロバブルによる浴槽水の殺菌

法政大学・工学部 福 島 由美子・大河内 正 一・相 原 まゆか・大 波 英 幸
東邦大学・医学部 加 藤 尚 之
産業技術総合研究所 高 橋 正 好

Sterilization for Bath Water by Micro-Bubble Production System

Faculty of Engineering, Hosei University

Yumiko FUKUSHIMA, Shoichi OKOUCHI, Mayuka AIHARA, Hideyuki OHNAMI

School of Medicine, Toho University Naoyuki KATO

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Masayoshi TAKAHASHI

浴槽水を感染源とするレジオネラ症の発生が報告されており、浴槽水のレジオネラ属菌対策として、浴槽水の消毒に塩素系薬剤を使用することが義務化・推奨されている。そのため、温泉地でも銭湯や家庭の浴槽、プールと変わらぬ温泉水に浴用する状況が出現している。酸化剤の塩素系薬剤を加えることで、温泉水の還元特性が失われるだけでなく、酸化作用を示すようになり、浴用により皮膚・髪の毛の酸化や老化を促進する可能性がある。

現在、マイクロバブル (μm サイズの気泡) はその気泡の収縮特性から気体の溶解効率が高く、魚介類の養殖における酸素供給など、その他様々な分野に利用がされている。今回、従来塩素系薬剤が用いられてきた生カキの殺菌にマイクロバブルが応用された例に着目し、温泉を含めた浴槽水へのマイクロバブルの殺菌効果について検討した。

実験としては、浴槽から採取した一般細菌を培養し濃度調整した菌液を浴槽に加え、マイクロバブル発生装置と連結させ、殺菌効力試験を行った。マイクロバブルは、物理的な刺激を加えることにより圧壊し、局所的に超高圧・超高温を生じるため周囲の水分子を分解し、フリーラジカルが生成し、酸化作用を有し、殺菌力を現すとされているが、今回空気を用いたマイクロバブルでは菌数の有意な減少は見られなかったが、低濃度オゾンマイクロバブルでは、一般細菌に対して殺菌効果が確認できた。それ故、温泉の殺菌に塩素系薬剤に替わる殺菌法としての有効性が示唆できたが酸化系であり、今後還元系の殺菌法の確立がより重要と思われる。

9. マイクロコロニー蛍光抗体法の温泉施設管理への応用

大阪大学大学院薬学研究科 馬場 貴志・山口 進康・那須 正夫

Rapid enumeration of active *Legionella pneumophila* in hot spring water

Environ. Sci. Microbiol., Grad. Sch. of Pharm. Sci., Osaka Univ.
Takashi BABA, Nobuyasu YAMAGUCHI, Masao NASU

レジオネラ属菌検査には培養法が広く用いられているが、結果を得るまでに1週間以上を要する。レジオネラ感染症のアウトブレイクの防止には、レジオネラ生菌の迅速な定量が重要である。そこでマイクロコロニー法と蛍光抗体法を併用し、レジオネラ生菌数を3日間以内に測定するための手法を確立した。

温泉水試料として浴槽水および吐出水(63サンプル)を用いて分析を行った。その結果、マイクロコロニー蛍光抗体法(48時間培養)により、従来法(7日間培養)と同等以上の結果を得ることができ、従来法では検出できなかった試料においてもレジオネラ生菌を検出できた。本手法は蛍光顕微鏡以外の特別な装置を必要とせず、簡便な操作で迅速・高精度にレジオネラ生菌のみを検出できることから、実際の施設管理に応用することにより、温泉の安心・安全の確保に大きく貢献できる。

10. 電解還元系人工温泉水の美白効果

法政大・工 浅井 邦康・大河内 正一・大波 英幸・大網 貴夫

The whitening effects of the electrolyzed-reduced water as artificial hot spring water

Faculty of Engineering, Hosei University
Kuniyasu ASAI, Shouichi OKOUCHI, Hideyuki OHNAMI, Takao OHAMI

当研究室では、これまで天然温泉水の源泉と類似した還元水を、電解還元系人工温泉水製造装置を試作し検討してきた。その結果、それら浴槽水に継続的に入浴することで、肌の弾力性の向上と、髪の毛の滑らかさおよび艶の向上が確認できた。そこで今回、さらにそれら浴槽水の有する還元力が皮膚にできるシミ、ソバカスや日焼けによる色素沈着に有効かどうかについて検討した。電解還元系人工温泉水製造装置の還元力は、Shirahataらの活性水素説が有力と考えられているため白金コロ

イド-水素系水溶液で比較的高濃度の活性水素を発生させ、メラニン生成抑制に与える影響を検討した。実験としてはチロシンとチロシナーゼを反応させ、メラニンを生成させる反応過で白金コロイドを加え、水素ガスをバブリングさせ活性水素を生成させ、経時的に吸光度を測定した。その結果メラニンの前駆体であるドーパキノンの吸光度が低下し、メラニンの生成抑制が確認できた。つまり活性水素生成系の電解還元系人工温泉水でも、メラニンの生成が抑制される可能性があり、長期的に継続して浴用することで美白効果の期待が示唆できた。今後の研究によるが、還元力を有する温泉における美白効果の可能性が期待される。

11. ヨーロッパの温泉水 (飲泉水) の ORP (Oxidation-Reduction Potential) について

法政大・工 大河内 正一・山本 正隆・外山 知子・大波 英幸
USC Aileen TAMURA
日本温泉総研 森 本 卓 也
日本健康保養地研 阿 岸 祐 幸

Relationship between ORP (Oxidation-Reduction Potential) -pH of Hot Spring Waters as Drinking Water in Europe

Hosei University S. OKOUCHI, M. YAMAMOTO, T. TOYAMA, H. OHNAMI
USC, A. TAMURA
Nippon Onsen Res. Institute T. MORIMOTO
Res. Institute for Health Resort Medicine Y. AGISHI

日本の温泉は浴用が中心であるが、ドイツをはじめとしたヨーロッパの国々の温泉では、日本と異なり飲泉が主体となる。これまで、演者らは温泉や生体にとって、還元システムはそれらの特性を表す非常に重要なキーとなることを提案してきた。そこで今回、市販のガス入りも含めたミネラル水は平衡系にあるが、飲泉主体のヨーロッパの温泉水 (飲泉水) が還元システムになっているのかどうか検討した。

調査は今年の 5~6 月にかけて約 1 ヶ月間、ドイツ、スイス、フランス、イタリア、オーストリア、チェコ、ベルギーの 7 ヶ国、31 温泉、80 を超える源泉 (飲泉水) について、ORP-pH 関係を測定した。

その結果、ヨーロッパの温泉水は、測定した飲泉用すべて中性系 (弱酸性から弱アルカリ性の範囲を含む) 還元水あることが確認でき、これまで我々が提案してきた生体に近い水 (生体水) と同様であることを明らかにできた。さらに、それら温泉水のエージング (Aging) も観察できた。日本は浴用、ヨーロッパは飲泉主体と、温泉水の応用の仕方に相違はあるものの、全く同じ還元システムという特性を有していることが明らかとなった。このことは、ガス入りを含めてミネラル成分が類似した市販ミネラル水は平衡系にあることから、還元システムにある温泉水を直接飲用するヨーロッパの温泉飲用習慣の意味は大きいと推察される。また、ヨーロッパでの複数の人が浴用する施設では、殺菌され酸化システムとなっており、それらのほとんどは温水プールの使用である。それ故、日本のこれまでの源泉かけ流しのような還元システムでの浴用法は、塩素等で殺菌が義務付けられ温水プール化が進行している現在、世界的にも非常に貴重な浴用法であることを改めて認識す

べきであろう。

12. 温泉・水治療法上のいわゆるアトピー性皮膚炎患者の症状の程度に拠る分類

盛岡市 河南病院 皮膚科 野口 順一

Classification of Atopicdermatitis Patients on Balneo-hydrotherapy

Kanan Hospital in Morioka Jun-ichi NOGUCHI

「いわゆる」とつけたのは、アトピー性皮膚炎の症状は、最初、この病名が発表された時のそれとは、大いに異なってきたからである。即ち、症状強度の例では、アレルギー反応よりは、条件反射の異常・環境不適應の傾向が強く、またステロイド剤やプロトピック軟膏や抗アレルギー剤や鎮静剤の依存状態にあるからである。

それらの諸症状の程度を勘案して、これらの患者を、軽症、中等度症、重症の3群に分類してみ、その上で、温泉・水治療法上の効果を判定してみたいと考えた。

平成15・16・17年度アトピー性皮膚炎患者263例を既往の治療・期間、好酸球%、IgE値などを勘案し、軽症183例、中等度症63例、重症17例の3群に分類し、酸性硫黄泉pH約2.3、42℃10～15分、1～2回浴/日、2%モクタル・ラッサーパスタ、3%サリチル酸ワセリン外用などで治療した。

軽症例群183例中軽快146例80%、治療月数は2～3ヶ月。中等度症例群63例中軽快48例76%、治療月数は4～8ヶ月であった。重症例群17例中軽快10例59%、治療月数は6ヶ月～2年であった。

軽症例群は、軽快率が高く、治療も短期間で済み、重症例群では軽快率は低く、長期間を要するのは当然である。しかし、これらの結果から考察すると、軽症患者も重症患者も一纏めにして、治療効果を検討しても、意味がないことが判る。

重症になるのは、患者の今までの治療態度にも因るとも考えられるが、なるべくは、その状態に陥る前に、温泉・水治療法を試みたい。

13. 北海道の公営温泉の保健・福祉分野における利活用 —196市町村に対するアンケート調査結果から—

北海道立衛生研究所 内野 栄治・青柳 直樹・中山 憲司

The Applications of Public Hot Springs to Health and Welfare in Hokkaido

—A Questionnaire Survey toward 196 municipalities—

Hokkaido Institute of Public Health Eiji UCHINOI, Naoki AOYANAGI, Kenji NAKAYAMA

道内の市町村が所有する温泉資源や温泉利用施設の現況と保健・福祉分野、特に健康づくり事業での利活用の実態を把握する目的でアンケート調査を実施した。2005年11月、196市町村宛に、温

泉資源 (7 項目), 温泉利用施設 (19 項目), 健康づくり (6 項目) などに関連した質問紙票を送付し, 調査への協力を依頼した. 回収率は 90.8% であった. 結果の概要は以下のとおりであった.

1) 温泉資源: 源泉を所有している市町村は 77.5% だった. 目的は産業 (60.9%), 生活 (53.3%), 医療 (46.0%) 利用などと幅広く, 医療では保養 (93.2%) としての利用が最も多かった.

2) 温泉利用施設: 施設を所有する市町村は 69.7% だった. 運営は直営が 29.0% であった. 目的としては保養 (64.5%) が多く, 以下, 観光 (58.6%), 健康づくりの場 (45.7%) などがあった. 施設には休憩室 (81.2%), 健康器具 (79.0%), サウナ (53.8%) などがあったが, 運動施設 (16.1%) や温水プール (4.1%) は少なかった. また, 施設の 1 km 周辺には各種運動施設 (72.0%), 公園 (48.9%) などがああり, 運動施設としてはパークゴルフ場 (65.7%) やゲートボール場 (36.6%) が上位を占めた. 一方, 健康相談が可能な看護師, 保健師などの専門職員の施設への配置は極めて少なかった.

3) 健康づくり: 施設を利用した健康づくり事業に取り組んでいる市町村は 30.3% だった. その内容は健康教室 (72.2%), 温泉利用券の交付 (46.3%), 福祉バスの運行 (48.1%) が主体で, 入浴指導 (20.4%), 水中運動 (11.1%), 高齢者筋肉トレーニング (7.4%) などは少なかった.

14. 北海道の公共温泉を利用した健康づくり —豊富町, 壮瞥町等での取り組みから—

北海道立衛生研究所 青柳直樹・内野栄治・中山憲司

Utilization of Public Spa for The Health Promotion in Toyotomi-cho, Sobetsu-cho and Other Municipalities in Hokkaido

Hokkaido Institute of Public Health Naoki AOYANAGI, Eiji UCHINO, Kenji NAKAYAMA

北海道の地域・町づくりにおいて, 温泉の果たす役割は重要であり, 北海道にある 180 の市町村の多くは独自の温泉資源や施設を所有している. また, 温泉資源は観光以外にも健康増進や予防医学における利活用面でその重要性が増している. ここでは, 北海道の市町村を対象に行った「温泉資源の保健衛生分野における利活用に関するアンケート調査」の集計結果から, 温泉施設を利用した独自の健康づくりを推進している道内の市町村を選定し, 再度担当者からその事業内容の詳細について直接インタビューを行ったので, その内容について紹介する. 1) 豊富町における取り組み一町では町営温泉施設の利用促進と豊富温泉の泉質を活かした町民や町外の湯治客の健康増進を図ることを目的に, 平成 18 年 4 月から施設専任の相談員 (職を離れていた地元の保健師 (非常勤)) を配置し, 利用者を対象に効果的な入浴方法等のアドバイス, 血圧測定, 健康相談等を行っている. 2) 壮瞥町における取り組み一壮瞥町では平成 13 年より, 65 歳以上の高齢者を対象に 4 つの温泉利用施設の入浴料を無料としたり, 温泉を取り入れた健康保養型観光のモニターツアー等も近隣の自治体と連携して実施してきており, 高齢者における温泉を活用した健康づくりについて関心が高まっている. この他にも北海道内の市町村の取り組みについて幾つかの事例を紹介する.

15. 温泉津温泉源泉における温泉沈殿物形成

東邦大学医学部生物学研究室 杉 森 賢 司
 東京理科大学理学部 長 島 秀 行
 東京大学大学院総合文化研究科 久 野 章 仁・松 尾 基 之

Hot Spring Deposits Formation in the Yunotsu Spa with Microbiological Effects

Dept. of Biology, Toho University school of Medicine Kenji SUGIMORI
 Faculty of Sciences, Tokyo University of Science Hideyuki NAGASHIMA
 Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo
 Akihito KUNO, Motoyuki MATSUO

温泉沈殿物の形成は地中から地上に湧出した際に気圧や泉温の低下により産生される純化学物質によってのみ形成されているものと考えられてきたが、温泉沈殿物を顕微鏡観察することによってその中核には藻類などがからまるように存在し、その周囲に無機質な物質が付着してくるといった過程をとる事が提唱され、沈殿物形成には生物も関与しているものと考えられた。今回、島根県大田市温泉津（ゆのつ）温泉元湯源泉にて形成される沈殿物についての形成過程について考察した。温泉津温泉元湯源泉（泉温 49.4℃, pH6.07, 2005 年 11 月 3 日測定）は自然湧出している Na・Ca-塩化物塩泉である。元湯源泉の湯だめ、およびそこから数 cm 離れている分け箱には茶褐色の温泉沈殿物（数 mm から大きいもので二十数 cm と様々な大きさ）が観察され、湯の流れにまかせ水中で揺らいでいる。この沈殿物をそのまま光学顕微鏡にて詳細に観察した結果、中核となっている微生物が観察された。その微生物の幅は 2μm で、分岐（片側）が認められた。またその表面に段階的に沈殿物が付着している様子が観察された。さらに可視光吸収スペクトルの測定にて、光合成色素を持たない生命体であることがわかり、今回、沈殿物形成のひとつの要因としてある種の真菌の周囲に沈殿物が無機的に形成することが観察された。

16. 温泉産微細藻類に対するホウ素及びフッ素の影響

東京理科大学・理学部 長 島 秀 行
 東京理科大学・基礎工学部 伊 藤 綾 乃

Effects of Boron and Fluorine on Hot Spring Microalgae

Faculty of Science, Tokyo University of Science Hideyuki NAGASHIMA
 Faculty of Industrial Science and Technology, Tokyo University of Science Ayano ITO

これまで、温泉藻に対するカドミウムやヒ素の影響について調べてきたが、近年、ホウ素やフッ素化合物に対する温泉排水の規制が強化されようとしているので、本実験においては、ホウ素及びフッ素化合物の温泉藻の生育や活性に対する影響について調べた。材料は、酸性温泉に生育する単細胞紅藻イデユコゴメ *Cyanidium caldarium* KS-1 株及びガルディエリア *Galdieria sulphuraria* KS-8 株を用い、基本無機培地 Allen (pH 2.5) に各種濃度のホウ酸 H₃BO₃ およびフッ化ナトリウム NaF を加え、33℃、1300 ルクスの蛍光灯照射下で 10 日間、振とう培養し、一定間隔で細胞の増殖

量, クロロフィル量を測定した. 同様にして, 比較のために緑藻クロレラ *Chlorella vulgaris* C-135 株を BBM 培地で 20°C, 10 日間培養した. その結果, イデユコゴメは約 1 mM, ガルディエリアとクロレラでは約 10 mM のホウ酸まで耐性があった. 同様に, フッ素について調べると, イデユコゴメ, ガルディエリア共, 0.1 mM フッ化ナトリウムまで耐性があったが, クロレラは約 10 mM まで耐性があった. また, 10 日間培養後の培地中からのフッ化ナトリウムの減少はイデユコゴメ, ガルディエリアでは初期濃度 1 mM まで, クロレラでは 0.1 mM フッ化ナトリウムまで確認できた. 以上のことから, 温泉藻を用いて溶解しているホウ素およびフッ素化合物を水系から除去する方策について検討した.

17. 択捉島熱水に生息する微生物

東邦大学医学部生物学研究室 杉 森 賢 司
ロシア科学アカデミー極東地質学研究所 オレグ・チュダエフ
ロシア科学アカデミー太平洋地理学研究所 ヴァレンティーナ・チュダエヴァ
東京大学大学院総合文化研究科 久 野 章 仁・松 尾 基 之
(独)科学技術振興機構・プレベンチャー 堀 江 祐 範
早稲田大学理工学術院化学科 松 本 和 子

Microorganisms living in the geothermal area of Iturup Island

Dept. of Biology, Toho University School of Medicine Kenji SUGIMORI
FEGI, Russian Academy of Sciences Oleg CHUDAIEV
PIG, Russian Academy of Sciences Valentina CHUDAIEVA
Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo
Akihito KUNO, Motoyuki MATSUO
Japan Science and Technology Agency Masanori HORIE
Dept. of Chemistry, Advanced Research Center for Science and Engineering,
Waseda University Kazuko MATSUMOTO

南千島列島択捉島中部に位置する Baransky 火山周辺 (火山より 5 km 離れた Semaya Creek) の地熱地帯を調査し, その熱水に生息する好熱菌を調べた. 9 ヶ所の熱水から得たサンプルのうち 8 サンプルを BY-medium (pH 3) に各々約 10% になるように加え, 70°C にて培養を行った. また, 中性に近い 2 サンプルは *Bacillus* Medium No. 573 の変法培地 (pH 7.0) にも接種し, 同じく 70°C にて培養を行った (この時, 1 サンプルについては両者の培地で培養を試みた). 増殖した試料についてはグラム染色を行い細菌の性状を調べた. また, 分離株の 16SrRNA の塩基配列についても調べた. なお, 熱水の泉温と pH 測定は試料採取と同時に現地にて行った. 培養結果としては酸性の培地にて 6 サンプル, 中性の培地で 1 サンプルにおいて増殖が確認された. 今回, それらの形態や 16SrRNA の塩基配列から, *Sulfolobus* や *Bacillus* (芽胞形成) に属する細菌が分離されたが, それ以外の分離株の大半が現在まで報告されている細菌にはあてはまらず新種である可能性が高いと考えられた. 前回報告した国後島熱水やパラムシル島熱水にて生息が確認されなかった *Sulfolobus* が今回分離されその生息が確認された.

18. アジア地域の水環境に生息するレジオネラ属菌

大阪大学大学院薬学研究科

山口進康・見坂武彦・馬場貴志・那須正夫

Characteristics of *Legionella pneumophila* in aquatic environments in Asia

Environ. Sci. Microbiol., Grad. Sch. of Pharm. Sci., Osaka Univ.

Nobuyasu YAMAGUCHI, Takehiko KENZAKA, Takashi BABA, Masao NASU

レジオネラ症の発生源や原因菌の環境内動態の解明するためには、人工環境だけでなく、人為的な影響の少ない自然環境を含む様々な水環境におけるレジオネラ属菌の現存量およびその特徴を明らかにすることが重要である。そこでまずアジア地域の水環境におけるレジオネラ属菌の現存量測定し、さらに遺伝子型を明らかにするために *Legionella pneumophila* のタイピングを行った。

鹿児島県霧島周辺の自然環境中には、 $10\sim 10^2$ CFU/100 ml の *Legionella pneumophila* が存在し、その血清型は主に SG1 であったが、同一試料内に数種の血清型が混在していた。タイ王国の水環境試料では、 $10^2\sim 10^3$ CFU/100 ml の *Legionella pneumophila* が存在し、その血清型は SG1 および SG5 であり、同一試料内では単一の血清型であった。単離株に対して amplified fragment length polymorphism (AFLP) を行った結果、霧島周辺では同一試料内に少なくとも 6 種の異なる遺伝子型が存在し、タイでは 4 種の遺伝型が存在した。また日本とタイでの遺伝子型は異なっていた。このように、血清型で推定される以上に多様な遺伝子型が存在した。

19. 非破壊中性子放射化分析法による温泉水中の微量元素の定量

上智大学・理工学部 木川田 喜一・川井 智・佐野 淳子・大井 隆夫

Determination of trace elements in hot spring waters by non-destructive neutron activation analysis

Faculty of Science and Technology, Sophia University

Yoshikazu KIKAWADA, Satoshi KAWAI, Junko SANO, Takao OI

中性子放射化分析 (NAA) の利点は、非破壊で高感度・多元素同時分析が可能なことにある。温泉水のような液体試料に対する NAA の利用度はきわめて少ないが、ヒ素やアンチモンにきわめて高い感度を有するなど、幾つかの微量溶存元素の定量に対しては利用価値の高い分析手段である。そこで、温泉水の微量溶存成分の定量を目的とした、化学的前処理を伴わない NAA について検討を行った。この結果、温泉水試料 $0.5\sim 1$ cm³ を約 $1\sim 1.5$ cm 角のろ紙に含浸・乾燥させて照射試料 (ポリエチレンシーム封入) とし、種々の照射・測定条件を設定することで、ppm から ppb オーダーのヒ素、臭素、アンチモン、サマリウム、スカンジウム、コバルト等の定量が可能であった。したがって本法は、温泉水の微量溶存成分の定量法の選択肢の一つとなり得る。

20. 秋田県玉川温泉の化学成分の変動 (2000～)

東邦大学理学部 吉池雄藏・岡村忍

Variation in concentration of chemical components in Tamagawa Hot Spring (2000～. Akita Pref.)

Faculty of Science, Toho Univ. Yuzo YOSHIKKE, Shinobu OKAMURA

秋田県玉川温泉大沸泉における溶存化学成分濃度変化については、しばしば本大会において各種の変動を報告している。最近の玉川温泉の主源泉である大沸泉は大きな変化が起きて、70年代に起きた変動とはまた異なった化学成分の湧出をしている。日本の強酸性泉の代表である玉川温泉は火山活動に影響された温泉である。この温泉水中に取り込まれた、マグマ発散物である塩化物イオン、硫酸イオン、フッ化物イオン、ホウ素等の温泉水中の成分濃度が2002年以降極端に増加をしている。大沸泉における塩化物、硫酸イオンは3g, 1g/lの割合いで存在しているのが、2004年9月には4.5g/lの塩化物イオン濃度であり、これは玉川温泉の化学成分濃度を定期的に測定を始めて以来このような値は最高値である。また、硫酸イオン濃度も2005年1.7g/l、同時にフッ化物イオン、ホウ素も同様に増加傾向であった。この変動を過去10年間におけるマグマ発散物成分4種のこれらの相関性は非常によく一致してSO₄/Cl, B/Cl, F/SO₄, F/B F/Cl, 等の相関 (mmol/l) は0.80～0.9以上である。2004以降の相関はSO₄/Cl, (0.56) B/Cl, (0.3) F/SO₄, (0.97) F/B (0.9), F/Cl, (0.5)であり、この間の相関性は小さくなっている。特にSO₄/Cl, (0.9→0.56)が小さくなっていることは、S, H₂S, SO₂等が酸化還元反応をしながらSO₄になる生成過程に変化が起きていることも考えられる。

この数年の変動はマグマ発散物の各成分が増加しているが、湧出量との関係はほとんど変化なく、およそ9000l/min程で推移していることから濃度の大小の問題ではない。玉川温泉(大沸泉)周辺に異なった現象は認められないが、この変動の総量として考えるとCl (40→58 ton/day), SO₄ (15→22 ton/day)であり、SO₄の1年間の湧出は8000 ton強程度で火山活動としてはそれ程大きな活動ではない。この現象が一時的な事なのか、長期的に継続するかは、十分な説明が付けられない。しかし、この玉川温泉の温泉活動における生成機構に何らかの変化が起きている事といえる。

21. 秋田県玉川温泉の含Ra-Ba-Pb-Sr温泉水の地球化学的特徴

秋田大学・工学資源学部 佐藤比奈子・石山大三・水田敏夫・山元正継
太平洋セメント 村上史一

Geochemical Characteristics of Ra-Ba-Pb-Sr-bearing thermal water of the Tamagawa hot spring, Akita Prefecture, Japan

Faculty of Engineering and Resource Science, Akita Univ.

Hinako SATOH, Daizo ISHIYAMA, Toshio MIZUTA, Masatsugu YAMAMOTO
Taiheiyo Cement Corp. Fumikazu MURAKAMI

玉川温泉の温泉水は、中心から外側へ向かいCl-SO₄型(大噴, pH=1.2), SO₄型(pH=1.8～2.9), 中性型(pH=6.1)の3タイプに分けられる。Cl-SO₄型温泉水は、秋田焼山火山下部の安山岩質～デ

イサイト質マグマに由来する火山性ガスと混合した熱水で(松葉谷, 1996), その熱水は, 阿仁合層と先焼山火山湖沼堆積物の境界(地下約400m)付近で沸騰している可能性が高く, 深部由来の熱水と考えられる. 一方, SO_4 型の温泉水は, 地下から上昇する熱水から分離した H_2S が地表直下で酸化され形成された温泉水である. Cl-SO_4 型の温泉水は, SO_4 型に比較して多量の Cl や F を含み, 同温泉水の陽イオン濃度も SO_4 型温泉水のそれらよりも約10倍高い. Cl-SO_4 型温泉水のコンドライト規格化REEパターンは, 玉川温泉周辺の安山岩の同パターンと異なる. 同温泉水のSr同位体比は, 0.703998~0.704032で, 大噴周辺の安山岩のSr同位体比(0.704035~0.704106)よりも低い. 大噴の Cl-SO_4 型熱水とともに現在までに流出したと推定される各元素の量と, 大噴下部に存在する安山岩の変質帯に存在すると予想される元素の量を比較すると, 前者は後者より多く, 深部からの元素の供給を考える必要がある. Cl-SO_4 型温泉水は, 焼山火山深部の岩石と反応した熱水と天水が混合した熱水の可能性が高く, 同温泉水中のBa, Sr, Pb, Ra等の元素は, 主に地下深部から運搬されていると考えられる.

22. 玉川温泉の湯の華に含まれる放射性核種 (2)

元秋田県衛生科学研究所 武藤倫子
 岡山県環境保健センター 道広憲秀
 秋田大学 松葉谷 治

Radionuclides in deposits of Tamagawa hot spring (2)

Akita Prefectural Institute of Public Health Noriko MUTO
 Okayama Prefectural Institute for Environmental Science and Public Health
 Kenshiyuu MICHIIRO
 Akita University Osamu MATSUBAYA

玉川温泉の湯の華については, 昨年度の当大会において γ 線測定(使用機器 SEIKO E&G GEM 20P)による放射性核種及び化学成分の分析結果を報告した.

今回は, 昨年度に用いた玉川温泉湯の華について, 新たに α 線スペクトロメトリー及び低エネルギー領域の分解能精度が高い γ 線測定機器(Canberra GR3019)による核種分析を行い, 昨年度に行った結果と合わせて考察した.

玉川温泉の湯の華にはトリウム系列の ^{228}Th が比較的多く含まれ, ウラン系列の ^{226}Ra の存在も検証された. また, ^{228}Th については半減期が1.913yであるにもかかわらず比較的多く含まれていたことから親核種の存在が必要であり, ^{228}Ra の存在が考えられる. また ^{226}Ra の親核種である ^{230}Th が不検出であったことから, ^{228}Th と ^{226}Ra の放出源はいずれもラジウム(Ra)を含むものである可能性が高い. このことは, 玉川温泉湯の華にはラジウム(Ra)と同族の鉛(Pb)やバリウム(Ba)が比較的多く含まれることから納得される. その際, ^{228}Th と ^{226}Ra の濃度比はおおよそ10であり, ^{228}Ra が ^{228}Th と放射平衡にあるとすると ^{228}Ra と ^{226}Ra の質量比は0.04となることから, 各々の溶出過程に違いがあるものと推察された.

23. 玉川温泉中のウラン, トリウムおよびラジウム同位体の放射能

日本大学文理学部 齋藤 敬・永井 尚生
日本大学大学院総合基礎 吉田 忠英・山形 武靖・塚原 博司

Concentration of Uranium, Thorium and Radium Isotopes in Tamagawa Hot-Spring Water

College of Humanities and Sciences, Nihon University Takashi SAITO, Hisao NAGAI
Graduated School of Integrated Sciences, Nihon University
Tadahide YOSHIDA, Takeyasu YAMAGATA, Hiroshi TSUKAHARA

秋田県玉川温泉のウラン, トリウムおよびラジウムの同位体の放射能を測定し, その変動の有無を調べた.

ウラン系列では ^{230}Th , ^{226}Ra , トリウム系列では ^{232}Th , ^{228}Ra の放射能が冬季に減少する傾向がみられた. これより, 玉川温泉の源となる水系は 2 カ所以上存在し, その混合割合が季節によって変化している可能性が示唆された.

また, 今回の測定核種で唯一ラジウムの娘核種として存在する ^{228}Th は, ほぼ一定の濃度を示した. これは, 地中にある北投石中のラジウム (^{228}Ra) から定常的に ^{228}Th が温泉水中に供給されているものと考えられる.

24. “Mn-fiber” を用いた温泉水中の Ra 同位体の定量

京都大学・原子炉実験所 中野 (太田) 朋子
明治大学・理工学部 佐藤 純

An application of Mn-impregnated acrylic fiber to the determination of Ra isotopes in hot-spring water

Research Reactor Institute, Kyoto University Tomoko NAKANO-OHTA
School of Science and Technology, Meiji University Jun SATO

Mn-fiber を利用した塩濃度の高い温泉水を現地で捕集し, ^{226}Ra と ^{228}Ra を非破壊で定量する手法の検討を行った. 塩濃度の高い大量の温泉水からラジウムを分離する手法を確立するために, 海水中の Ra 同位体の分離を試みた. Mn-fiber を充填させたカラムに 100 l の海水を通水させ, 海水中のラジウム同位体を捕捉した. Ra 同位体を捕捉させた Mn-fiber を圧縮し Ra 同位体の線源を作成した. この手法によって求めた海水中の ^{226}Ra の濃度は報告値と一致した. この方法を ^{226}Ra 濃度が高く塩濃度の高い NaCl 型の温泉水とアルカリ単純泉型の温泉水に適用した. この方法は, 現地で温泉水中の Ra を捕捉でき, さらに捕捉した Ra を単離する必要がないという利点がある.

25. 北海道の温泉湧出地から放出される γ 線

北海道立地質研究所 秋田 藤夫・柴田 智郎

Radiating γ ray from Hot Springs in Hokkaido, Japan

Geological Survey of Hokkaido Fujio AKITA, Tomo SHIBATA

筆者らは地熱・温泉調査の一環として、自然湧出を主体とした温泉地から放出される放射能に関する基礎データの収集および放射能探査法の有効性と問題点の把握を目的とした調査・研究を行っている。ここでは、北海道内の温泉湧出地で得られた γ 線強度及びそのスペクトル測定結果について述べる。

現地調査は1995～1998年にかけて、道内の自然湧出する温泉地を中心に計82カ所で行った。全調査地点のうち、26カ所ではNaIディテクター、56カ所ではGeディテクターを用い温泉湧出孔あるいは温泉沈殿物が析出している地点の近傍で測定を実施した。

測定結果から全 γ 線強度がバックグラウンド（温泉湧出地から離れた地域）の2倍以上の値を示した温泉湧出地は36カ所あった。また、多くの温泉湧出地でU系列の ^{226}Ra 、 ^{214}Pb 、 ^{214}Bi 、Th系列の ^{212}Pb 、 ^{212}Bi 、 ^{228}Ac 、 ^{208}Tl 等の核種から大量に γ 線が放出していることが確認された。 ^{214}Bi （609 KeV）の最大値（ネットカウント値）は養老牛温泉で観測され、バックグラウンド値に対して約360倍、 ^{208}Tl （2614 KeV）の最大値は栄浜温泉で観測され、約120倍を示した。全般的に、 γ 線強度は先第三系の基盤岩類が比較的浅く、主要な温泉湧出母岩になっている地域や温泉水に炭酸ガスが付随し炭酸カルシウム沈殿物が大量に析出する地域で大きい値を示す傾向のあることが判った。

26. 関東平野、大阪平野、石狩平野、濃尾平野、伊勢・志摩・鈴鹿地方における大深度非火山性温泉（1）泉質の共通的特色

名古屋大学名誉教授 宮崎 哲郎

北海道立地質研究所 柴田 智郎・秋田 藤夫・高橋 徹哉

北海道立衛生研究所 青柳 直樹・中山 憲司・内野 栄治

保健環境研究部・三重県科学技術振興センター 橋爪 清

中央温泉研究所 甘露寺 泰雄

Non-volcanic hot springs from deep wells in the Kanto, Osaka, Ishikari, Nobi Plains and the Ise-Shima-Suzuka Districts (1). Characteristics of hot springs in common with each other

Emeritus Prof. of Nagoya University Tetsuo MIYAZAKI

Geological Survey of Hokkaido Tomo SHIBATA, Fujio AKITA, Tetsuya TAKAHASHI

Hokkaido Institute of Public Health Naoki AOYANAGI, Kenji NAKAYAMA, Eiji UCHINO

Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center Kiyoshi HASHIZUME

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI

主要な4平野（関東、大阪、石狩、濃尾）と伊勢・志摩・鈴鹿地方を含めた5地域において、深度が1000 m以上の大深度非火山性温泉256ヶ所のデータをもとに、これらの温泉に共通する特色

を見出した。温泉中のアニオンは炭酸イオン (主に HCO_3^- と少量の CO_3^{2-}) と塩素イオンとからのみ成っており、全アニオン中その割合は 98.0% を占める。温泉中の全溶質濃度が薄いときは炭酸イオンが主となり炭酸水素塩泉であるが、全溶質濃度が濃いときは塩素イオンが主となる塩化物泉となる。5 地域における Cl の分布図を作成した。この分布図は地下 1000 m 以上の大深度水系における成分分布図の初めての作成といえる。温泉中の B/Cl 比が 0.01 以下の場合には海水由来とされている。全アニオン中 Cl^- のバル比が 2/3 以上の温泉を取り出し、4 平野 (98 個のデータ) においては B/Cl 比は 0.0031 ± 0.005 となり化石海水由来の可能性がある。

27. 関東平野, 大阪平野, 石狩平野, 濃尾平野, 伊勢・志摩・鈴鹿地方における大深度非火山性温泉 (2). 泉質の全溶質濃度依存性と Debye-Hückel モデル

名古屋大学名誉教授 宮崎 哲郎

北海道立地質研究所 柴田 智郎・秋田 藤夫・高橋 徹哉

北海道立衛生研究所 青柳 直樹・中山 憲司・内野 栄治

保健環境研究部・三重県科学技術振興センター 橋爪 清

中央温泉研究所 甘露寺 泰雄

Non-volcanic hot springs from deep wells in the Kanto, Osaka, Ishikari, Nobi Plains and the Ise-Shima-Suzuka Districts (2). Dependence of characteristics of hot springs on overall solutes-concentration, and explanation by Debye-Hückel model

Emeritus Prof. of Nagoya University Tetsuo MIYAZAKI

Geological Survey of Hokkaido Tomo SHIBATA, Fujio AKITA, Tetsuya TAKAHASHI

Hokkaido Institute of Public Health Naoki AOYANAGI, Kenji NAKAYAMA, Eiji UCHINO

Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center Kiyoshi HASHIZUME

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI

前報告において、大深度非火山性温泉の泉質は全溶質濃度が薄いときは炭酸水素塩泉であり、濃いときは塩化物泉となる。この理由を CaCO_3 飽和平衡における Debye-Hückel モデルで説明した。5 地域における塩素・炭酸イオンの val 値 (mval/l) の全カチオン濃度 (全溶質濃度に比例) 依存性を調べると、カチオン濃度が低いとき、炭酸イオンは主成分でありカチオン濃度と共に増加する。しかし、 $\text{Log}(\text{Cation, mval/l})$ が 1.25 以上では増加せずほぼ一定となる。一方、塩素イオンはカチオン濃度と共に増加し、カチオン濃度が濃いときは主成分となる。炭酸イオン濃度が一定となる高濃度領域では、 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{+2} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}^+$ の飽和平衡状態である。この平衡反応をイオンの濃度をそのまま用いる理想溶液モデルで解析すると、高濃度領域において炭酸イオンが一定となる実験値とは一致しない。高濃度溶液中のイオン強度を考慮した Debye-Hückel モデルの場合は実験値と一致する。結局、炭酸イオンが一定となるのは Ca^{+2} によって CaCO_3 を生成するためであり、これが泉質の全溶質濃度依存性の原因となる。

28. 宮崎県の大深度掘削温泉から流出する続成流体

京都大学・地球熱学研究施設 大 沢 信 二
 秋田大学・工学資源学部 網 田 和 宏
 岡山理科大学・オープンリサーチセンター 山 田 誠
 産業技術総合研究所・深部地質研究センター 風 早 康 平

Diagenetic dehydrated fluid discharged from deep hot-spring wells in Miyazaki Prefecture, South-east Kyushu, Japan

BGRL, Kyoto University Shinji OHSAWA
 Akita University Kazuhiro AMITA
 ORC, Okayama University of Science Makoto YAMADA
 Advanced Industrial Science and Technology Kohei KAZAHAYA

九州太平洋岸の宮崎平野・日南地方は、火山前線より海溝側の非火山地域、いわゆる前弧域に位置し、その深部には第三紀始新世～前期中新世の四万十累層群が広く分布する。演者らは、その四万十累層群にまで深く掘削された1000 m級の深井戸から流出する温泉水（の一部）が、

- (1) $\delta D = -6 \sim -10\%$, $\delta^{18}O = +3 \sim +5\%$ の組成をもち、泥岩中のイライトと同位体平衡にある水の同位体組成（例えば、 $\delta D = -3 \sim -23\%$, $\delta^{18}O = +2 \sim +7\%$: Bechtel *et al.*, 2000）の範囲にある、
- (2) 石英温度計によって求めた温泉水貯留温度（60～92℃）が、スメクタイト-イライト相転移が起こる温度範囲にあり（例えば、Hyndman *et al.*, 1993）、活動度図を用いた水質データの解析結果も、貯留温泉水はスメクタイト+イライト（+石英）の共存下で安定に存在する水であることを示す、
- (3) 海水や海水-海底堆積物相互作用で生成する地層間隙水（古海水）に比べてBに富み、これはBが電荷をもたない分子（ $B(OH)_3^0$ ）として存在し（Williams and Hervig, 2005）、スメクタイト層間から水分子とともに放出されたためとして説明できる、

といったことから、温泉の深部起源水は、海底堆積物の埋没続成過程におけるスメクタイト-イライト相転移の際にスメクタイト層間から放出された水（続成流体）であると結論付けた。

29. 有馬温泉について（第2報）

NPO シンクタンク京都自然史研究所 西 村 進・有馬温泉調査班*

On the Arima hot spring (2nd report)

NPO Thinktank Kyoto Institute of Natural History Susumu NISHIMURA,
 Survey Group of Arima Hot spring*

有馬温泉は六甲山地西北部の射場山中腹に位置し、わが国で有数の古くから有名な温泉である。有馬温泉の化学的特徴と地質構造の概査については、すでに日本温泉科学会第57回大会にて報告した。それによると、有馬温泉は東西系と南北系の断層に関係があり、「①古海水、②フィリピン海プレートの脱水が上部マントルを通り上昇したものの端成分と天水の混合で説明できる」とした。今まで、地質構造の詳細な探査がなされていない。その概査（地表地質調査、地化学探査、放射能探

査)を行ないその結果を報告した。

有馬温泉は狭い谷間に位置し、市街地は空き地が極めて少なく、詳細な探査がしにくい。今回、神戸市道の一部改修と橋脚の設置工事が温泉源に影響を与えるかの課題で、一部地域で詳細な探査を行なうことができた。探査域を少し広げ高温泉源の西端、南端がどのような地質構造になっているかを精査することができた。手法としては精密な放射能探査と CSA-MT 探査 (電磁探査) を採用した。

その結果、高温高塩類泉 (いわゆる金泉) は、高温の蒸気が南北系と東西系の断層の交点に近く、大部分はその交点の東南部分の狭い範囲に急激に上昇してきていることがわかった。また愛宕山の北部に分布することから、愛宕山の盛り上がりが高塩類泉の生成と関係があると推定できることがわかった。今後、更に機会を捉えてその全貌を明らかにしたい。

*有馬温泉調査班 : NPO シンクタンク京都自然史研究所, 神戸市, ダイヤコンサルタント大阪支店, JCR.

30. 間欠泡沸泉の噴出モデルの観測的検証

—島根県木部谷間欠泡沸泉の地質踏査および温泉水成分分析結果を通して—

名古屋短期大学 鏡 裕 行

Observational verification of a combined model for spouting dynamics of a periodic bubbling spring—through geological exploration of Kibedani periodic bubbling spring (Shimane Prefecture) and analysis of ingredients of the hot spring water—

Nagoya College Hiroyuki KAGAMI

これまで我々は、間欠泡沸泉の数値モデル (静力学モデル)、動力学モデル、およびそれらの統合モデルを提唱してきた。そして、これらのモデルの数値シミュレーション結果と実際の間欠泡沸泉の噴出ダイナミクスの観測結果を比較することにより、間欠泡沸泉内部の諸パラメータ (地下空洞の体積、噴出孔の深さ等) を予測することを行ってきた。

しかしながら、これらのモデルは、間欠泡沸泉の室内モデル実験の様子を忠実に数理的に再現したモデルであって、実際の間欠泡沸泉の様子を的確にモデル化したものと予想されるとはいえ、現在の技術では間欠泡沸泉内部の様子を正確に見ることができないことから、完全に実際の間欠泡沸泉をモデル化したものとは必ずしも言い切れない側面があった。

そこで本研究では、モデルを観測的に検証するため、島根県木部谷間欠泡沸泉を対象に、温泉周辺の地質踏査、温泉水の成分分析、および温泉周辺の放射能探査を行い、モデルの数値シミュレーション結果との比較を通じて、間接的にモデルを検証することを試みた。なお、調査は、平成 18 年 3 月 30 日、31 日に行われた。

まず、温泉周辺の地質踏査の結果、周辺は花崗岩系の岩石で構成され、至る所に崖錐堆積物が見られることが分かった。この崖錐堆積物と温泉水の析出物が反応した結果、地下に小さな空洞が広範囲につながった構造物が生成し、結果として大きな空洞体積をかせいでいる可能性があることが示唆された。また、温泉水の主成分分析からは、溶存成分が非常に多い、滞留時間が長いと予想さ

れる地下水が供給されていることが分かった。また、放射能探査からは、間欠泉直下に岩盤の亀裂が存在することが示唆された。これらより、温泉水は岩盤の亀裂を通して地下深部から上がってきたと予想された。

これらの結果は、モデルを間接的に支持するものとなっている。

31. 地熱水中のヒ素、アンチモンおよび水銀濃度

財団法人鹿児島県環境技術協会 坂元隼雄
財宝グループ商品開発課 立山友子

The concentrations of arsenic, antimony and mercury in geothermal waters

Foundation of Kagoshima Environmental Research and Service Hayao SAKAMOTO
Product Development Section of Zaiho Group Tomoko TACHIYAMA

ヒ素、アンチモンおよび水銀はその元素または化合物が揮発性に富み、毒性を有することなどから地球化学・環境化学の立場から、その多寡、化学形と挙動が注目されている。

鹿児島県は、火山の恵みの一つである温泉の源泉数は全国で第2位、湧出量は第3位を占めている。県内の北東部（霧島地区）から南西部（指宿・山川地区）の地熱水（温泉水を含む）を採取し、そのヒ素、アンチモンおよび水銀濃度とその分布を調べた。

対象とした試料は、霧島、国分、隼人、鹿児島市、川薩・日置、指宿、山川などの地熱水である。これらの地域から採取した地熱水（61-157 試料）中のヒ素（III+V）の濃度範囲は $<0.1-8,390 \mu\text{g}/\text{l}$ 、アンチモン（III+V）の濃度範囲は $<0.05-231 \mu\text{g}/\text{l}$ 、総水銀の濃度範囲は $0.3-65.5 \text{ ng}/\text{l}$ であり、それぞれの算術平均値は $249 \mu\text{g}/\text{l}$ 、 $14.2 \mu\text{g}/\text{l}$ 、 $9.2 \text{ ng}/\text{l}$ で幾何平均値は $20.0 \mu\text{g}/\text{l}$ 、 $0.96 \mu\text{g}/\text{l}$ 、 $6.7 \text{ ng}/\text{l}$ であった。これらの相互の関係などについて報告する。

32. 緑色を呈する温泉の呈色機構

東邦大学理学部 高松信樹・西岡光雄・福島菜月

Coloration mechanism of green colored hot spring

Faculty of Science, Toho University
Nobuki TAKAMATSU, Mitsuo NISHIOKA, Natsuki FUKUSHIMA

国見温泉（岩手県）と熊の湯温泉（長野県）は緑色を呈する代表的な温泉である。これらの温鉱泉は硫黄を含む中性泉という共通の特徴を持つが、緑色呈色の理由は不明である。本研究では国見温泉と熊の湯温泉を研究対象とし、温泉水の緑色呈色因子および呈色機構を明らかにすることを目的とした。

国見温泉および熊の湯温泉の源泉、緑色を呈する浴場（屋内）と露天風呂から採水した。現地ではpH、ORP、EC、温度、色彩測定と粒度分布測定を行った。懸濁物質に関しては走査型電子顕微鏡（SEM）観察、蛍光X線分析を行った。緑色を呈する浴槽の水の色彩測定を行ったところ、国見

温泉では波長 553~561 nm, 熊の湯では波長 562~571 nm の黄緑色の色相であった。硫化水素と硫黄の反応から生成される多硫化イオン S_n^{2-} の水溶液は黄色を呈することが知られている。そこで硫黄粉末を水に懸濁させ、 H_2S ガスを -350 mV の ORP になるまで通じ pH を 7 付近になるように中和すると、黄色水溶液が得られた。その色相を色彩計で測定すると、570 nm であった。この溶液および源泉の水が黄変した時の水の UV 吸収スペクトルを測定したところ、230 nm 付近に吸収極大を持つ同様のスペクトルが得られた。このことから両温泉とも多硫化イオンの黄色を基調としており、国見温泉は炭酸カルシウムによるレイリー散乱 (青色) との混色、熊の湯は硫黄コロイドあるいは炭酸カルシウムによるレイリー散乱 (青色) との混色により緑色に呈色していると結論される。

33. 韓国, 濟州島南部の温泉

日本地科研究所 佐藤 幸二
日本地下探査 高屋 正

Thermal Springs of southern Cheju Island, Korea

Nihon Chika Kenkyusho Koji SATO
Nihon Chika Tansa Tadashi TAKAYA

濟州島は、新生代新第三紀後期から第四紀にかけて活動した漢拏火山 (海拔 1950 m で韓国の最高峰) による玄武岩質の火山島である。新第三紀の堆積岩層 (新陽里層と西帰浦層) は極めて狭い分布を示すに過ぎず、その下位層は地表には露出していない。

島の南部、西帰浦市において、2002 年に深度 2000 m の掘削が行われ、泉温 $37.2^{\circ}C$ 、pH 6.15 の単純温泉 ($Na \cdot Mg \cdot Ca \cdot HCO_3$ 型で CO_2 を伴う) が出現した。湧出量は 230 l/分、比湧出量は 2.87 l/分/m である。

この掘削によって、新第三紀の西帰浦層の下位に時代未詳の凝灰岩層があり、その下に基盤岩が伏在することがわかった。濟州島の基盤岩としては、これまで中生代の花崗岩が認められているが、今回の掘削ではスライムと電気比抵抗検層の検討によって、花崗岩ではなくて片麻岩であると判断された。近くの温泉孔でも同じように片麻岩と判断された。少なくとも濟州島南部には片麻岩を基盤岩とする部分があることになる。

濟州島の 6 温泉は、掘削深度は $590 \sim 2003.38$ m、泉温は $25.4 \sim 42^{\circ}C$ の間にあり、泉質としては $Na-Cl$ 泉、 $Na \cdot Ca \cdot Mg-HCO_3$ 泉、 CO_2 泉、単純温泉などがある。硫酸塩泉は認められていない。地温上昇率は小さく、温泉は深層地下水型の温泉であると考えられる。

34. 白山周辺温鉱泉の地球化学的研究—起源とその成因—

金沢 LLRL 富田 純平・坂口 綾・山本 政儀
富山大学理学部 佐竹 洋
名古屋大学年代測定総合研究センター 中村 俊夫

Geochemical Studies of Hot and Mineral Springs around Hakusan Volcano

LLRL, Kanazawa University Junpei TOMITA, Aya SAKAGUCHI, Masayoshi YAMAMOTO
 Faculty of Science, Toyama University Hiroshi SATAKE
 Center for Chronological Research, Nagoya University Toshio NAKAMURA

近年微小地震の多発など、その火山活動の活発化が懸念されている白山において、白山 20 km 圏内を中心に、さらにその周辺地域も含めた計 53 地点で温鉱泉を採取し、溶存成分、 δD , $\delta^{18}O$, $\delta^{34}S$, $\delta^{13}C$ 及び ^{14}C 濃度を測定し、同位体地球化学的な視点から白山周辺における温鉱泉の水および溶存成分の起源とその成因について考察した。白山周辺温鉱泉の化学組成は地域的な特徴を示した。 δD と $\delta^{18}O$ の関係から、海岸沿い地域では海水の混入が示唆されたが、ほとんどの温鉱泉は天水起源であることが明らかとなった。白山近傍食塩泉の $\delta^{13}C$ 及び $\delta^{34}S$ はそれぞれ $-6\sim 0\%$ 、 $10\sim 20\%$ であり、海成起源のみならず深部起源物質の寄与が示唆された。これらの食塩泉は $Li/Na-K/Na$ の関係において熱水性塩水付近にプロットされたことから、総合的に見て白山近傍の食塩泉は地下に浸透した天水が、わずかに深部起源物質供給を受けながら、主に海成堆積層中の海成成分を溶出した結果であると推論できる。

35. 秋田県男鹿半島の湯本断層沿いに産出する石灰華と温泉の関係

秋田大学工学資源学部 古橋 恭子・西川 治・白石 建雄・松葉谷 治

Relationship of travertine and hot spring water occurring along the Yumoto fault at the Oga Peninsula, Akita Prefecture

Akita University

Kyoko FURUHASHI, Osamu NISHIKAWA, Tateo SHIRAISHI, Osamu MATSUBAYA

秋田県男鹿半島北岸の湯本断層沿いには、温泉が湧出し、また過去の温泉活動によって堆積した石灰華が存在する。石灰華の形成当時の温泉活動と現在の温泉水の活動を比較するため、石灰華の炭素・酸素同位体比を手がかりに検討を行った。石灰華および現在の温泉水から沈澱するスケールを採取し、同位体分析を行った結果、炭素同位体比 ($\delta^{13}C$) は、スケールが $1.4\sim 2.6\%$ 、石灰華が $0.2\sim 1.7\%$ で、ほぼ一致する。したがって、溶存炭酸の起源は石灰華の形成当時と現在で同じであると考えられる。酸素同位体比 ($\delta^{18}O$) については、スケールが $17.1\sim 21.7\%$ 、石灰華は $19.8\sim 22.3\%$ であり、例外を除くと石灰華の方が約 3% 高い。酸素同位体交換の平衡を仮定すると、石灰華の形成当時のほうが、温泉水の $\delta^{18}O$ が高いか、あるいは温度が低かったと推定できる。温泉水の過去の温度が、石灰華形成当時と現在では大差ないと仮定し、また現在の温泉水が天水起源であることを考え合わせると、 $\delta^{18}O$ が 3% 高いことは、当時の温泉水が岩石との反応がより進行した天水であったことを示唆する。以上のことから、石灰華の形成当時と現在では温泉の成因は恐らく同じであったと考えられる。天水と岩石の反応の程度の差は、温泉水の成因と断層活動との関連も考慮し、今後解明すべき問題と考える。

36. 秋田県泥湯・川原毛地域の天水起源および火山ガス起源の 2 種類の温泉

秋田大学 松葉谷 治

Two kinds of hot springs of meteoric water origin and of volcanic gas origin in Droyu-Kawarage area, Akita

Akita University Osamu MATSUBAYA

川原毛地熱地域には、強酸性の Cl-SO₄ 型の温泉と HCl を含まない噴気が存在する。両者の水素と酸素の同位体比にもとづくと、Cl-SO₄ 型地熱水は島弧の火山ガスと天水が混合したもので、噴気はその地熱水から地下の 150°C 程度の温度のところで沸騰・分離した水蒸気であると判断される。川原毛地域から約 1 km 離れた泥湯温泉の噴気は、その水素・酸素同位体比から天水起源と判断される。泥湯温泉では、噴気の位置が 2004 年頃に約 100 m 北に移動した。移動の前後で、噴気の水素・酸素同位体比は変化なく、同一の噴気の出口が移動したことを示す。泥湯温泉・川原毛地域に火山ガス起源と天水起源の 2 種類の地熱活動が存在することは、これら 2 種類の地熱水が地下深所、少なくとも 2~3 km 以深から各々独立した縦方向の通路 (割れ目) を通って上昇してくることを強く示唆する。