

## 日本温泉科学会第 62 回大会

## 一般講演要旨 (ポスター発表)

## P1. 鹿児島県北薩地域における温泉の地球化学的研究

鹿児島大学理学部 飯 盛 啓 生

## Geochemical Research of Hot Springs of North Satsuma Area in Kagoshima Prefecture

Faculty of Science, Kagoshima University Hiroo ISAGAI

鹿児島県北薩地域に湧出する温泉群の水質については以前に報告されている。しかし、近年になって湧出する泉源の変化や新たに泉源の開発が行われている。そこで、今回新たに温泉水の水質を分析し、地球化学的検討を行った。

北薩地域の地層は厚いシラスの層とその下の四万十層群から成る。この地域の北部は地殻変動によって四万十層群が広く露出した地層が見られる。この四万十層群の中には花崗岩が貫入し紫尾山がそびえている。南部は輝石安山岩や玄武岩などが所々に貫入し露出している。また過去に小規模の火山が存在したところには藪牟田池があり、複雑な地質を形成している。

採水は 4 地点が四万十層群露出地域、他の 11 地点は四万十層群であるが表層はシラスに覆われている地域で行った。

四万十層群露出地域の 4 地点は他の地域より泉温が低く化学成分の濃度も低かった。また、藪牟田池近くの温泉は泉温と化学成分の濃度が高く、アルカリ度も高い傾向にあった。アルカリ度が低い温泉の pH は 8.14-9.38 であった。

海岸近くの温泉は泉温が高く、化学成分の濃度も高かった。これらの温泉は  $\text{Ca}^{2+} \gg \text{Mg}^{2+}$  の傾向が見られ、また、 $\text{Cl}^-$  が海水に比べて非常に少ないことから、海水の影響はほとんどないと考えられた。 $\text{F}^-$  は濃度の差はあるがすべての温泉水に含まれており、特に湯之元温泉に多く含まれていた。 $\text{SiO}_3^{2-}$  はそれぞれの温泉において差が見られた。

P2. 大深度掘削により得られた NaCl 型温鉱泉の Ra 同位体挙動  
一富山県氷見周辺金沢大学 LLRL 富 田 純 平・山 本 政 儀  
富山大理学部 佐 竹 洋

## Behavior of Ra Isotopes in NaCl Type Saline Waters from Deep Wells around Himi City, Toyama Prefecture, Japan

LLRL, Kanazawa University Junpei TOMITA, Masayoshi YAMAMOTO  
Faculty of Science, Toyama University Hiroshi SATAKE

近年、地下水中における Ra 同位体の挙動には、岩石表層の親核種 (U・Th 同位体) の分布が、

地下水中の Ra 同位体供給に重要な役割を果たすことが指摘されている。本研究では、地下深部における Ra 同位体の挙動を考察するために、富山県氷見市をフィールドとして、Na-Cl 型温鉱泉水 (10 地点) の U・Ra 同位体および掘削カッティングス (1 地点) の U・Th 同位体を測定した。採取した温鉱泉水中の  $^{226}\text{Ra}$  濃度および  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  放射能比は、それぞれ 2.3-1938 mBq/kg, 0.93-11.7 であった。掘削カッティングスの  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$  放射能比は 0.23-2.5 で、この井戸から得られた温鉱泉水中の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  放射能比 (11.6) より明らかに低い値であった。現在、岩石表層の U・Th・Ra 同位体の分布を考察するために、掘削カッティングスの HCl および NaCl 抽出実験を進めており、抽出実験結果も含めて、地下深部における Ra 同位体の挙動を考察する。

### P3. 箱根湯本温泉、塔之沢温泉の経年変化と成因に関する考察

神奈川県温泉地学研究所 菊川 城司・板寺 一洋

#### A Model on Hot Spring Formation in Hakone-yumoto and Tohnosawa Region -Based on Long Term Monitoring of Hot Spring Quality

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture  
George KIKUGAWA, Kazuhiro ITADERA

箱根湯本温泉及び塔之沢温泉（神奈川県足柄下郡箱根町）について、温泉の時間変化を評価すると共に、その成因解明を試みた。箱根温泉は、国内有数の温泉地であるが、かつては枯渇化が進み、神奈川県による掘削や採取量の規制が行われてきた。温泉地学研究所では、規制の効果や、現在の枯渇化の傾向について把握するため、2006 年から 2007 年にかけて、箱根湯本温泉及び塔之沢温泉の 82 源泉について現地調査と採水分析を実施した。この調査結果から得られたデータを元に過去のデータとの比較によって箱根湯本地区温泉の現状と経年変化について評価するとともに、箱根湯本地区温泉の成因について考察した。

経年変化について、近年では、温泉場全体については、枯渇化の傾向にある程度の歯止めがかかっていることがわかった。しかし、古くから温泉が利用されている温泉場の中心部近辺では塩類泉が単純温泉に変化するなど、依然として枯渇化が顕在化していることがわかった。また、温泉中の陰イオンや酸素・水素同位体比の特徴などから、箱根湯本温泉及び塔之沢温泉を 4 つのエンドメンバーに分類して、その混合により同地域の温泉の成因が簡単に説明できることがわかった。

### P4. 神奈川県における温泉付随ガスの化学組成

神奈川県温泉地学研究所 代田 寧・小田原 啓

#### Chemical Composition of Incidental Gas from Hot Spring Waters in Kanagawa Prefecture

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture Yasushi DAITA, Kei ODAWARA

東京都渋谷区の温泉施設において、温泉付随ガス中のメタン ( $\text{CH}_4$ ) を原因とする爆発事故が発生した。この源泉は  $\text{CH}_4$  を主成分とした天然ガスを産出する地域（水溶性天然ガス鉱床）に位置し、

シルト～砂礫岩からなる海成の堆積岩により構成される上総層群が主たるガス貯留層となっている。

神奈川県内においても上総層群に胚胎する温泉水を揚湯しているケースがあり、 $\text{CH}_4$ を主成分とした付随ガスを湧出する可能性がある。そこで、神奈川県内の実態を明らかにするため、大深度温泉を中心とした深度 60～1800 m までの 18 源泉について温泉付随ガスを水上置換法により採取し、その組成を調べた。

その結果、濃度に差はあるものの全ての温泉付随ガスからメタンが検出された。しかし、 $\text{C}_2\text{H}_6 \sim \text{n-C}_6\text{H}_{14}$ はほとんど含まれておらず、付随ガス中の可燃性天然ガスはほぼ  $\text{CH}_4$ のみであった。井戸深度が 1000 m 以上の大深度温泉においては、県東部のみならず、県中部から県西部までの広範囲に渡って高濃度の  $\text{CH}_4$ を含むことが明らかとなり、それらは上総層群だけではなく、その下位に分布する三浦層群を主な温泉採取層としているものもあった。三浦層群も上総層群と同様に、主に海成の堆積岩から構成され、 $\text{CH}_4$ が溶け込んだ化石海水を主とする温泉と考えられる。井戸深度の浅い温泉においても、県北東部では上総層群を採取層としており、50%以上の  $\text{CH}_4$ を含んでいた。主に相模層群などの新しい地層を温泉採取層とするフミン質を含む茶褐色の  $\text{Na-HCO}_3$ 泉は、 $\text{CH}_4$ 濃度は低く  $\text{N}_2$ リッチのタイプであった。

## P5. 有馬温泉の地質構造

NPO シンクタンク京都自然史研究所 西村 進・桂 郁雄・西田 潤 一

### Geological Structure around Arima Hot Springs, Kobe, Japan.

Think-tank Kyoto Institute of Natural History  
Susumu NISHIMURA, Ikuo KATSURA, Junichi, NISHIDA

有馬温泉には、金泉・銀泉が見られる。金泉は酸化すると錆び色をおびる海水の 2 倍の塩分を含む沸騰泉が中心で、愛宕山の丘陵の周辺に存在し、そこを過る活断層沿いに遠方に行くにしたがい、温度の降下が見られる。金泉の成分は海水の二倍以上の塩分を含む源泉と地中に浸透した地下水の混合である。また、産総研の風早 (2004) によれば「有馬の金泉はマグマ水 (古海水とは異なる) と雨水の混合である」。また Wakita *et al.* (1987) によれば $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比が高く、Rn も二酸化炭素も非常に多く含む。特殊な金属特に Li をふくむなど、マントルに閉じ込められている成分が、フィリピン海プレートの 60 km 深度で脱水し、マントル中を超臨界流体として上昇し、とかしこんで、日本海拡大時地殻最下部が溶融し酸性岩の最終生成物の岩頸の周辺を上昇し、その岩頸の周辺から活断層に沿って広がって地下水と混合して湧いて出ている。

有馬温泉の高温の金泉が多く見出されている部分に愛宕山、天神山、鉄砲山の丘が存在し、愛宕山が有馬温泉と一番かかわりあいがあるとされていた。そこで、最終の流紋岩の岩頸で周辺の有馬層群の要訣流紋岩や花崗岩よりも比重の小さい岩頸があるのか重力測定を実施した。その結果天神山の丘に見出すことができた。この機構は昨年度南紀白浜の地質構造で報告したものと同様な結果である。

## P6. 三重県で湧出する温泉の地球化学的挙動の推定とリスク管理への活用の試み

三重県保健環境研究所 森 康 則・吉 村 英 基・前 田 明  
 志 村 恭 子・大 熊 和 行  
 信州大学理学部 塚 原 弘 昭・中 山 雄 介  
 国立環境研究所 野 原 精 一  
 三重大学大学院生物資源学研究科 加 治 佐 隆 光・近 藤 雅 秋

### The Presumption of Geochemical Behavior of Hot Springs in Mie Prefecture for Risk Management

Mie Prefecture Health and Environment Reserch Institute

Yasunori MORI, Hideki YOSHIMURA, Akira MAEDA, Kyoko SHIMURA, Kazuyuki OHKUMA

Faculty of Science, Shinshu University Hiroaki TSUKAHARA, Yusuke NAKAYAMA

National Institute for Environmental Studies Seiichi NOHARA

Graduate School of Bioresources, Mie University Takamitsu KAJISA, Masaaki KONDO

三重県全域に存在する約 250 ヶ所の温泉を対象として、これまでに県が実施してきた依頼検査、立入検査結果（1985～2009年）のデータベースに加え、新たに主要な温泉の酸素・水素安定同位体比の分析を実施した結果等を活用して、県内の温泉水の湧出機構の特徴について検討した。

酸素・水素安定同位体を分析した結果、ほぼ MWL (Meteoric Water Line) 付近に分布し、マグマ水の混入等の影響はほとんど認められなかったことから、天水起源水の影響が強いものと推測された。湧出地域によってプロット位置が異なることから、標高、気象等地域条件の違いによる地球化学的挙動の相異を反映したものと考えられる。

また、風化花崗岩を湧出母岩とし、Na-HCO<sub>3</sub>型の温泉水が多く見られた。これらは斜長石の溶解によるカルシウムイオン・ナトリウムイオンの増加とスメクタイトの生成等の岩石-水相互作用が関与し、高 pH の温泉水が湧出している可能性がある。

## P7. 温泉利用状況報告書における温泉地の定義について

(財)上越環境科学センター 岡 本 寿 信

### A Definition of Hot Spring Area in the Hot Springs Use Situation Reports

Joetsu Environment Science Center Toshinobu OKAMOTO

日本全国の温泉地を調べようとする場合、環境省が年度ごとに温泉地数を公表する温泉利用状況のデータとなる都道府県がまとめる温泉利用状況報告書（以後「報告書」と記載）が考えられる。入手できた報告書を見ると、各県の温泉地の定義や集計に差異が見られた。そこで温泉地の定義について差異及び一部修正案を報告し、今後報告書における温泉地の定義についての修正・統一見解が示されることを期待する。

以下、温泉地の定義や集計の差異について

- (1) 温泉地の範囲が非常に広い例。
- (2) 年度により温泉地が統合・離散により増減する例。

- (3) 県または市町村境界にまたがる温泉地数集計の定義に差がある例.
- (4) 源泉をタンクローリーで輸送する温泉施設の温泉地集計が異なる例.
- (5) 複数の源泉を利用した単一施設の温泉地集計が異なる例.
- (6) 温泉地名, 源泉の名称が年度により変化する例.
- (7) 国土地理院地形図掲載温泉が報告書上に記載されない例.

## P8. 遺伝子型からみた水環境中の *Legionella pneumophila* 多様性

阪大院・薬, 総合地球研 一條 知 昭  
阪大院・薬 馬 場 貴 志・井 上 尚 子  
大阪大谷大・薬 見 坂 武 彦  
阪大院・薬 山 口 進 康・那 須 正 夫

### Genetic diversity of *Legionella pneumophila* in aquatic environments

Grad. Sch. Pharm. Sci., Osaka University RIHN Tomoaki ICHJO  
Grad. Sch. Pharm. Sci., Osaka University Takashi BABA, Naoko INOUE  
Fac. Pharm, Osaka Ohtani University Takehiko KENZAKA  
Grad. Sch. Pharm. Sci., Osaka University Nobuyasu YAMAGUCHI, Masao NASU

*Legionella* 属菌は自然環境中に広く存在しているが, 現存量は少ない. 一方, スパや冷却塔などの水を循環使用する人工的な環境でしばしばレジオネラ症のアウトブレイクを引き起こす. このため, 自然環境, 人工環境に存在する *Legionella* 属菌の特徴に差があると考えられる. 本研究では, 自然環境と人工環境に存在する *L. pneumophila* の膜タンパク質をコードする遺伝子に着目し, その遺伝子型の違いを明らかとした. 自然湧出源泉付近 (鹿児島, パハンマレーシア), 冷却塔 (大阪) および噴水 (バンコクタイ) において試料水を採取し, *L. pneumophila* の膜タンパク質遺伝子の塩基配列を解読した. その遺伝子の塩基配列およびアミノ酸配列は鹿児島/パハン, 大阪/バンコクの二つのクラスターに分かれた. すなわち, 自然環境と人工環境では基質輸送に関わる膜タンパク質の遺伝子型は異なり, その変異はアミノ酸レベルで生じていることを見出した.

P9. 高濃度人工炭酸浴による血行促進効果をもたらす下肢疼痛改善効果とその  
介護予防への応用  
下肢末梢循環促進のための基礎的研究

和歌山県立医科大学医学部衛生学 戸村多郎・竹村重輝・福元 仁  
吉益光一・宮下和久

The Efficacy of Artificial High Concentration CO<sub>2</sub> Water Bathing on Lower  
Extremities Pain Improvement by the Increase of Peripheral Circulation  
and Application to the Care Prevention

A Fundamental Study for Promotion of Lower Extremities Peripheral  
Circulation

Department of Hygiene, School of Medicine, Wakayama Medical University

Tomura TARO, Takemura SHIGEKI, Fukumoto JIN, Yoshimasu KOUICHI, Miyashita KAZUHISA

高濃度人工炭酸温水浴の下肢疼痛改善効果が期待されている。基礎研究として下肢の末梢循環促進効果をもたらす最適条件とその評価方法を検討した。検討の結果、水温条件として35℃と38℃ともに適格であったが、有症者へ応用するには、温熱と炭酸による複合効果が期待できる38℃の方がより効果的と考えられた。また評価方法として足背部をレーザー血流画像化装置、主観的温冷感について Visual analogue scale がふさわしいと考える。