

## 日本温泉科学会第 58 回大会

一般講演要旨 (ポスター発表)

## P-1. 札幌市平野部の温泉資源

北海道立地質研究所 柴田 智郎・秋田 藤夫・高橋 徹哉

## Investigation of geothermal resources in lowland area of Sapporo City

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

札幌市(定山溪温泉・黄金温泉地区を除く)市内平野部とその周辺地域で開発された温泉の多くは、深さ 800 m 前後に貯留している温泉水を利用しており、その化学組成は主に、ナトリウムイオン・カリウムイオン・塩素イオン・炭酸水素イオンに富んでいる。温泉水は、透明～微黄褐色を呈し、陽イオンの主成分はナトリウムイオン、陰イオンの主成分は塩素イオンで、臭素イオン、ヨウ素イオンに富む特徴を持っている。

この地域は地質学的・地球物理学的に南北方向の構造に従った隆起・沈降帯によって 4 地域に細分され、温泉の化学組成もそれぞれ 4 地域で化学的な特徴を有する。各源泉については、源泉深度・対象としている地層・地下水が混入・採水の状況など、同地域内でも個々の源泉状態が異なっているため、それぞれ分類して提示するのは困難であるが、それらの地域の特徴として、札幌市内中心部が属する石狩湾岸褶曲部と東地域の長沼沈降部ではヨウ素イオンに富んでおり、水素・酸素同位体比が濾過作用と同位体交換作用を受けた特徴を示している。この 2 地域は地質構造的に沈降部にあたり、地層中に残留していた孔隙水が集積しやすい状況であることから、地層が堆積する時に水が閉じ込められて地下の岩石の孔隙内に存在した遺留水である可能性が高い。

## P-2. 愛媛県において湧出する温泉の特質

愛媛県立衛生環境研究所 井上 智・宮本 紫織・岡 裕三  
小笠原 光憲・大瀬戸 光明・井上 博雄

## Features of Hot Springs in Ehime Prefecture

Ehime Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science

Satoshi INOUE, Shiori MIYAMOTO, Yuzou OKA

Mitsunori OGASAWARA, Mitsuki OSETO, Hiroo INOUE

当研究所が、平成 17 年 3 月 31 日までに鉱泉分析を実施した源泉のうち、療養泉に該当する 85 源泉についてその特質について検討した。

その結果、泉質は、44.7% (38 源泉) がいわゆる単純泉であり、55.3% (47 源泉) が塩類泉であった。塩類泉は、近年開発されたものが大部分であり、平成元年以前から利用されていたものは 6 源泉のみであった。泉温は、全体の平均値が 29.5°C、最大値が 54.2°C であり、25°C 未満の冷鉱泉が

37.6% (32 源泉) であった。泉温が 25℃ 以上の源泉は、領家地質構造帯及び四万十地質構造帯に分布しており、そのうち、42℃ 以上の高温泉は、大部分が、松山市の東部に集中していた。pH は、全体の平均値が 8.3, 最大値が 10.1, 最小値が 6.2 であり、酸性泉は見られなかった。9.0 以上が 32.9% (28 源泉) であり、主に松山市の東部及び高縄半島西部に分布していた。

化学組成については、蒸発残留物が 0.4 g/kg 以上 (54 源泉) 及び未満 (31 源泉) に区分し検討したところ、0.4 g/kg 以上の源泉の主要成分は、陽イオンが Na, Ca であり、陰イオンが Cl, HCO<sub>3</sub> であった。Li/Na, K/Na, Br/Cl 等を検討したところ、地域的な差がみられ、温泉生成の過程で相違があることが示唆された。また、蒸発残留物が 0.4 g/kg 未満の源泉の大部分は、主要成分が、陽イオンでは Na であり、陰イオンでは HCO<sub>3</sub> であった。

### P-3. 兵庫県北部の温泉群における地域特性と成分相互の関係

兵庫県立健康環境科学研究センター

矢野 美穂・川元 達彦・英保 次郎

#### Regional differences of hot spring ingredients in north area of Hyogo Prefecture

Hyogo Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

Miho YANO, Tatsuhiko KAWAMOTO, Jiro EIHO

兵庫県北部地域の泉質特性を明らかにするために、県北部の 64 源泉を対象として、飲用利用基準項目及びメタホウ酸 (HBO<sub>2</sub>) に焦点を当て、濃度分布及び成分間における関連性について解析を試みた。

各項目の濃度分布としてヒ素 (As) は N.D.~0.6 mg/kg, 中央値 0.05 mg/kg, フッ素 (F) は N.D.~12.3 mg/kg, 中央値 2.1 mg/kg であり、Cu, Pb, Hg, CO<sub>2</sub> は基準値と比べて低濃度か全く検出されないレベルにあったが、飲用利用時の主たるチェック項目として As, F が挙げられた。また、HBO<sub>2</sub> は N.D.~27.3 mg/kg, 中央値 5.00 mg/kg であり、検出頻度が高いという全国調査と同様の結果から飲用利用基準への追加設定が望まれる。一方、全試料 64 源泉を分類 (海岸型温泉 17, グリーントフ型温泉 21, その他の温泉 26) し、温泉群別に成分の関連性を考察した結果、海岸型温泉、グリーントフ型温泉ともに As 及び F 濃度と泉温との間に正の相関が有り、泉温が高い程 As および F の含有量が増加する傾向が強く認められた。グリーントフ層や花崗岩及び流紋岩の地質から湧出する温泉水中の As や F 濃度が高い傾向を示すこと、一方では As あるいは F 濃度が泉温と相関することが報告されているが、今回我々は県北部のグリーントフ型温泉及び花崗岩及び流紋岩を基盤岩とする海岸型温泉を分類し、As 及び F 濃度が泉温と非常に高い相関を示すことを明らかにし、北部の源泉水中の As 及び F 濃度が相対的に高い要因として、地質に加えて泉温が大きく寄与していることを示したものと考えられる。

#### P-4. イラン・イスラム共和国の温泉の化学組成について

東邦大学理学部 渡 邊 康 平・高 松 信 樹  
株式会社エコドクター 川 崎 義 巳

##### Chemical composition of hot spring waters in Islamic Republic of Iran

School of science, Toho University Kohei WATANABE, Nobuki TAKAMATSU  
Company, Eco Doctor Yoshimi KAWASAKI

イラン政府の正式要請により、2005年3月から約1ヶ月間の日程で、計18箇所の温泉から23試料を採取し、その主要および微量成分を分析した。イラン温泉水の類似性を考察するために、多変量解析の一つである主成分分析を行ったところ、22は他の温泉とは大きく異なるということが分かった。これは、第一主成分の因子負荷量から、ナトリウムイオンと塩化物イオン濃度が高いものほど右側にプロットされるためであり、これは分析データからも明らかである。その他の温泉に関しては、大きく4つのグループに分けることが出来た。グループ1には、高濃度のナトリウム-塩化物泉が分類された。グループ2には高温でpHが高くORPの高い希薄な温泉水が分類された。グループ3とグループ4の温泉はカルシウムイオンを相対的に多く含有していたが、3はアルカリ度が高いグループであった。グループ4は1つであるが、典型的な石膏泉であったため、1つのグループとして分類した。これらのグループと微量元素の関係について調べた結果、グループ1の温泉はLi, Rb, Cs及びBを相対的に多く含有しており、グループ3および4は、SrとBaを相対的に多く含有していたのが特徴であった。しかし、調査した各温泉地の湧出母岩がほとんど知られていないこと、水の酸素、水素同位対比の測定を行うことが出来なかったため、生成機構や起源については詳細には明らかにすることが出来なかった。

#### P-5. *Amoeba* 内の *Legionella pneumophila* に対する塩素殺菌効果の検討

東邦大学大学院理学研究科 山 田 宏 治・高 柳 進之輔  
東邦大学医学部 加 藤 尚 之・大 野 章・山 口 憲 三

##### Study on Effect of Chlorine Sterilization for *Legionella pneumophila* into *Amoeba*

Graduate School of Science, Toho University Koji YAMADA, Shinnosuke TAKAYANAGI  
School of Medicine, Toho University Naoyuki KATO, Akira OHNO, Keizo YAMAGUCHI

*Legionella pneumophila* 市中感染の続発により、温泉旅館等の浴槽水中には塩素等何らかの殺菌が義務づけられている。しかし、*Legionella pneumophila* を貧食した *Amoeba* がシスト化 (周りの悪い環境から身を守るために、*Amoeba* 自身が細胞壁を厚くし、形態変化) した状態に対する殺菌効果については、十分に検討されていない。また、血清群に対する塩素殺菌効果等も検討されていない。この点を明らかにすることは、温泉施設での浴槽およびろ材での適切な殺菌を行う上で重要であると考えられた。そこで今回、レジオネラ属菌の中でも特に感染例が多く、温泉等入浴施設から多数分離されている *Legionella pneumophila* を用い、*Amoeba* との関係も含め、塩素殺菌効果について検討を行った。その結果、栄養体 *Amoeba* 内の *L. pneumophila* では、50 mg/L まで両血清

群ともに生存していた。また、シスト体 *Amoeba* 内の *L. pneumophila* では、両血清群とも 70 mg/L まで生存していたが、SG5 に塩素耐性傾向が示された。入浴施設では、*L. pneumophila* SG1 より他の血清群 *L. pneumophila* SG3, SG4, SG5, SG6 が多く検出されるという報告が多いことから、*Amoeba* 内で SG1 から他の血清群にシフトし、塩素耐性になる可能性も考えられる。これは、自然環境の不利な条件において、積極的に表層構造を変化させて対応している可能性が示唆された。更に他の温泉から分離された *L. pneumophila* SG1 および SG5 の塩素殺菌効果についても報告する予定である。

## P-6. 温泉水中の微量成分（亜鉛）のシラスへの吸着

鹿児島大学理学部 飯 盛 啓 生・坂 元 隼 雄

### Absorption of the Minor Component (Zinc) to Shirasu from Hot Spring Water

Faculty of Science, Kagoshima University Hiroo ISAGAI, Hayao SAKAMOTO

鹿児島県は約 2,800 の源泉が存在し、その湧出量は 200 t/min である。温泉が湧出する地域は、大部分が火山噴出物であるシラスにおおわれている。温泉水中には亜鉛などの重金属や種々の化学成分が含まれている。近年、これら温泉の排水が周辺環境に与える影響が問題となっている。

土壌が重金属を吸着することは広く知られている。南九州に多量に存在するシラスが重金属イオンを吸着すれば、排出される温泉水中の重金属イオンの自然界における除去剤になると考えられる。水生生物の保全に関わる環境基準が平成 15 年 11 月に告示され、新たに亜鉛が環境基準項目となった。したがって、温泉水中の亜鉛に対するシラスの吸着特性について、実際の温泉水を用いて吸着実験を行った。

実験結果より、亜鉛は温泉水の pH が低い (pH 2) 場合はシラスに吸着されなかったが、pH が高くなる (pH 6) と吸着された。したがって、温泉水中の亜鉛のシラスへの吸着は pH の影響を大きく受けることがわかった。そのため、亜鉛を含む温泉水が環境中に排出されると、排出時の温泉水の pH が 2 程度の場合はシラスの吸着能は非常に低いが、温泉水の pH が 6 程度に上昇すると、シラスの吸着能は高くなることがわかった。さらに、温泉水に含まれる他の化学成分が亜鉛のシラスへの吸着に及ぼす影響についても報告する。

## P-7. 洞爺湖温泉の集中管理配湯システムについて

洞爺湖温泉利用協同組合 四 宮 博・石 畑 隆 史

### The Thermal Water Supply with Central Control System by Toyako Spa Cooperrative Association

Toyako Spa. Cooperrative Association Hiroshi SHINOMIYA, Takashi ISHIHATA

洞爺湖温泉は大正 6 年の温泉発見後、湖岸周辺で利用が始まった。その後温泉地として発展するにしたがい、揚湯量増加による泉温低下が慢性的な問題となっていた。

昭和 35 年には温泉資源の保護, 温泉供給の効率的な管理を目的として洞爺湖温泉利用協同組合が発足した。昭和 47 年からは「循環配湯設備」により, 洞爺湖温泉の温泉供給を一括管理し, 効率的な配湯が行われてきた。そしてより先進的で省資源を目指した温泉供給を行う為, 当組合は平成 10 年度から「集中管理配湯システム」を構築し, 設備の大幅な更新を行った。今回の発表では「集中管理配湯システム」の概要と当組合の配湯管理体制について報告した。

## P-8. 坑井障害の事例紹介

北海道立地質研究所 高橋 徹哉・鈴木 隆広・藤本 和徳

### Examples of failure in Hot spring well of Hokkaido

Geological Survey of Hokkaido Tetsuya TAKAHASHI, Takahiro SUZUKI, Kazunori FUJIMOTO

温泉ブームやボーリング技術の進歩等もあり, 北海道内においても市町村自治体を含め数多くの温泉開発が行われ, 温泉は, 観光資源や石油代替の新エネルギー資源のほか, 地域の活性化や地域住民の福祉健康増進のため, 数多くの施設で有効利用されてきている。しかし, 最近では一時期の泉源開発ラッシュも落ち着き, 新規の泉源開発が減少傾向にあり, 概ね北海道における泉源開発は, 一つの区切りができた観がある。このことは, 泉源開発促進の段階から, 泉源の持続安定利用を目指す段階へ移行してきていることを示唆している。こうした泉源の中には開始・利用後, かなり年数が経過した泉源も多く, 利用開始当時と比較して, 泉温・湧出量・水位・溶存成分濃度の変化, スケールの生成・付着, 温泉水の濁り, 砂や錆びの混入といった坑井に起因する障害事例 (坑井障害) が確認されており, 市町村等から調査方法や対策に関する相談も多くなっており, 今後も増加が予想される。このため, 地質研究所では, 平成 14 年度から市町村所有泉源を主体に, 坑井障害の原因究明や対策方法確立, 早期発見と未然防止および改修・修復工事へのリスク軽減を通じて, 温泉資源の持続・安定的な利用に寄与することを目的とした研究 (「坑井障害に関する研究」) を実施しており, 研究内容・調査手法ならびにこれまでに得られた研究成果の一部をポスター発表で紹介した。

## P-9. 地理情報システムを用いた温泉情報の多面的解析 (その 1)

道立地質研究所 鈴木 隆広・秋田 藤夫  
藤本 和徳・高橋 徹哉・柴田 智郎  
道立衛生研究所 内野 栄治・青柳 直樹  
札幌大学経営学部 佐藤 郁夫

The many-sided analysis of hot spring information using geographical information system —part1—

Geological Survey of Hokkaido Takahiro SUZUKI, Fujio AKITA  
Kazunori FJIMOTO, Tetsuya TAKAHASHI, Tomo SHIBATA  
Hokkaido Institute of Public Health Eiji UCHINO, Naoki AOYANAGI  
Faculty of Business Administration, Sapporo University Ikuo SATO

北海道は豊富な温泉資源を有しており、その湧出量は全国の約1割を占めるほどである。これらの温泉資源の利用は、観光基盤、地域振興、健康増進、保健・療養、ローカルエネルギーとして多岐に渡っている。一方で、温泉開発の進展に伴う資源の衰退・枯渇現象、レジオネラ属菌による集団感染事故、温泉偽装表示問題をきっかけとした温泉情報の公開要望、観光動向やニーズの変化に対応した温泉観光地づくり、地域住民の健康の増進のための温泉利活用、京都議定書によるクリーンエネルギーの導入、といった温泉を取り巻く新たな問題も発生している。ところが、これらの温泉に関する様々な課題は単独に存在するのではなく、それぞれが相互に関連し合う関係にあるため、特定の問題解決に向けた対策を行う場合、温泉について多面的に捕らえた対応策を講じる必要がある。以上の諸課題を多面的かつ複合的に捕らえるため、本研究では理系・文系などの分野を問わず、広い専門分野から意見を集約して温泉関連情報のデータベースを作成し、そのデータや主題図について地理情報システムを用い、重ね合わせ・複合解析・因子分析などを行うことで、諸課題に対する具体的な対応策を導き出すことを目的としている。

## P-10. 十勝川温泉の湧出機構

北海道立地質研究所 秋田 藤夫・柴田 智郎

### Thermal Water Flow System in the Tokachigawa Hot Spring

Geological Survey of Hokkaido Fujio AKITA, Tomo SHIBATA

十勝川温泉は、1900年(明治33年)に自然湧出する「ぬるま湯」を加温して利用したのが始まりとされている。温泉は茶褐色を呈し有機物やその可溶成分であるフミン酸を多く含み通称「モール」温泉と呼ばれ、美人の湯として広く親しまれている。

十勝川温泉が位置する十勝平野は、新第三紀鮮新世以降に発達した広大な構造盆地をなし、温泉付近は地質構造の遷移部になっている。

十勝川温泉の西側の帯広市街およびその隣接地域では、1970年代の後半から深度1,000~1,500mの温泉開発が行われ、50孔余りの温泉井が掘削されている。泉質は弱アルカリ性ナトリウム-炭酸水素塩泉であり、泉温は最高約50℃、TSMは1,500mg/l以下と低濃度である。十勝平野全体としての総湧出量は約19,000l/minである。本地域では1979年頃から水位低下が始まり、現在までに約50mにも及ぶ低下が観測されている。

以上のことから、水位低下が続く十勝川温泉の資源保護を進めるには、十勝川温泉だけの局所的な対応だけでは不十分であり、十勝平野全体の熱水流動系を考慮した対策が不可欠といえる。