

日本温泉科学会第 61 回大会

一般講演要旨 (ポスター発表)

P-1. 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). CaCO_3 の飽和平衡状態

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
 三重県保健環境研究所 森 康則
 (財)三重県環境保全事業団 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 Ise-Shima-Suzuka Districts (1). Saturation of CaCO_3 .

Emeritus Professor 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 Prefecture Health and Environment Research Institute Yasunori MORI
 Mie Prefecture Environment Conservation Agency Kiyoshi HASHIZUME
 Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI

これまで我々は、全国 256ヶ所の大深度非火山性温泉を取り上げ、泉質が溶質間の化学反応によって規定されることを指摘してきた。 CaCO_3 の飽和平衡反応 (1): $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 (\text{solid}) + \text{H}^+$ は、泉質を決める重要な因子である。この反応が飽和平衡状態にあるか否かを判定することは容易ではない。今回、判定方法として、まず反応 (1) の活量比 $[a(\text{H}^+)/a(\text{Ca}^{2+}) \cdot a(\text{HCO}_3^-)]$ を全カチオン濃度についてプロットし、一定になった所を平衡状態とみなした。一定値 ($\text{Log } K = -2.32 \pm 0.41$) は平衡定数である。次に、熱力学的に理論的平衡定数 ($\text{Log } K = -2.02$) を計算し、両者がほぼ一致することからも平衡状態の成立を確認した。この方法により、全温泉中の 76% が CaCO_3 の飽和平衡状態にあると結論した。なお、水道水などの評価に使われている Langelier 法を用いると、83% が CaCO_3 の飽和平衡状態にあることになる。今回の方法は他の反応にも適用出来るという特色を持っている。 MgCO_3 に適用すると、この場合は活量比が一定になる濃度領域は存在せず、また、熱力学的平衡定数は非常に小さく、 MgCO_3 は飽和平衡状態になっていないことがわかった。

P-2. 温泉の今昔物語—茨城県の事例—

(財)中央温泉研究所 甘露寺 泰 雄
茨城温泉開発(株) 飛 田 格・堀 川 有

Tales of the Past and Present : Changes of Hot Springs in Ibaraki Prefecture

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI
Ibaraki Onsen Kaihatsu Co. Ltd. Tadashi TOBITA, Yuu HORIKAWA

昭和33年、中央温泉研究所は茨城県衛生部の依頼で、県下のおよそ40ヶ所の温泉分析調査を実施した。その結果を基に、温泉の化学組成、泉質などの解析を含む検討結果を本誌に報告した。従来鉱泉として利用されてきた一部の源泉について、温泉法適不適が明確になり、利用を断念した施設も出現した。

今回は既存資料を中心に、県下の鉱泉・温泉についての変遷について取りまとめた。

- 1) 既存資料としては、：明治19年、全国鉱泉誌；衛生試験彙報、12号（明治44年）、34号（昭和4年）；全国鉱泉調査（昭和10年）；東京衛生試験所彙報（昭和15年）；日本鉱泉誌（昭和29年）；中央温泉研究所年報、第3号（昭和44年）；中村はな、茨城県の鉱泉めぐり、（昭和44年）；茨城の温泉と地質—地質構造から温泉の熱源をさぐる—（2008）、茨城温泉開発（株）；益子、甘露寺他、温泉科学、10巻、4号、87（1959）
- 2) 昭和33年までの調査
当所では、昭和28年に土浦温泉および相川鉱泉の分析を行ったのが始まりで、前者は単純鉄泉、後者は放射能泉であった。その後、33年の調査の結果、25℃以上の温泉は、袋田（40.5℃）と湯ノ沢（27℃）の2ヶ所で、前記1)と同じ結果であった。分布図から、平野部の海岸近くに、Na-Cl泉およびNa-HCO₃泉があり、まれにH₂Sを含む温泉がある。内陸には鉄泉や袋田、大子で代表される硫酸塩泉、およびHCO₃型の温泉が分布している。
- 3) いばらき温泉マップ（2008）によると、現在140ヶ所の源泉が記載されている。
最近では、大深度掘削が増加し、県北ではかなり高温の温泉が出現している。大深度掘削井は、塩分含量の高い塩化物泉や、可燃性天然ガスを含む源泉が見られる。
- 4) そのほか、大子温泉について、当所が計画した給湯施設とその後の変容などについて言及する。

P-3. 発表取り消し

P-4. 茨城の温泉と地質—熱源と水脈を探る—

茨城温泉開発株式会社 堀 川 有・笠 井 勝 美・飛 田 格

A Hot Spring and a Geological Feature of Ibaraki. I Feel a Heat Source and the Water Vein

Ibaraki Onsen Kaihatsu Co. Ltd. Yuu HORIKAWA, Katsumi KASAI, Tadashi TOBITA

1. はじめに

弊社では、これまでに茨城県内を中心に様々な温泉開発を手がけてきた。創業 40 周年を迎え、その過程で培ってきた経験と研究成果を一冊の本にまとめた。

ここではその一部を抜粋し、茨城で開発された温泉 (源泉) における熱源や水脈との関連などについて、地質的な観点から説明する。

2. 泉質による温泉分布図

1) 塩化物泉

県内で最も多い温泉で全体の約 30% を占める。県北以外の第三系化石海水分布地域と海岸平野地域に多く分布する。

2) 炭酸水素塩泉

全体の約 20% を占め、海岸より少し内陸部か、深度の浅い源泉に多く分布する。

3) 単純温泉

筑波山周辺や県北山間部に分布する。

4) 硫酸塩泉

県北の太子町地域、日立市・高萩市地域に多く分布する。

5) 硫黄泉

県内全ての硫黄泉は、濃度は 10 ppm 未満と低いが、主に県北地域に多く分布する。

6) 鉄泉

鹿嶋市を中心とした鹿行地域に分布する塩化物泉と共存している。

鉄イオンが 50 mg/l を超える温泉もある。

7) 放射能泉

ラドンが含まれている温泉。県央地域の花崗岩帯から湧出している。

3. 茨城の温泉熱源

一般的に 100 m 当たりの地温勾配は 3°C といわれているが、県内は全体的にそれよりは低い。

しかし、奥久慈温泉と平潟港温泉は特異的に地温勾配が高い地域となっている。

奥久慈温泉の熱源は、第三紀中新世に火山前線付近での残留熱によるものと推定したが、マグマの残留熱は、数万年程度しか維持されないため、マグマが繰り返し噴出したと唱える人もいる。

平潟港温泉や常磐地域に連続する温泉は、太平洋プレートの沈み込み地帯深部からの熱水上昇説が最有力とされるが、豊富な高温水量から熱源はマグマ起源説と花崗岩起源説と唱える人もいる。

4. 茨城の温泉と水源

1) 県北以外は、主に第三紀帯水層 (化石海水、または深部循環水など) による。

2) 県北常磐地域は、断層破碎帯による。

P-5. 直近の新規温泉掘削が既存温泉に与える地球化学的な影響—三重県熊野市の湯ノ口温泉の掘削を例にして—

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
 三重県環境森林部 小 川 正 彦
 三重県環境保全事業団 橋 爪 清
 三重大学大学院生物資源学研究所 加 治 佐 隆 光

The Geochemical Influence of Digging a New Hole Adjacent to the Existing Hot Spring
 —As an Example of Yunokuchi Spa, Kumano City, Mie Prefecture—

Mie Prefecture Health and Environment Reserch Institute
 Yasunori MORI, Hideki YOSHIMURA, Akira MAEDA, Kyoko SHIMURA, Kazuyuki OHKUMA
 Mie Prefecture Department of Environment and Forestry Masahiko OGAWA
 Mie Prefecture Environmental Conservation Agency Kiyoshi HASHIZUME
 Graduate School of Bioresources, Mie University Takamitsu KAJISA

湯ノ口温泉は三重県南部の熊野市紀和町に位置する。ここで既存温泉（掘削深度 1,322 m）から 35.2 m 離れた地点で、温泉の新規掘削（掘削深度 1,405 m）を行うこととなった。この掘削工事の際に、既存温泉の成分変動をモニタリングすることにより、近接地点の新規温泉掘削が既存温泉の成分に与える地球化学的な影響について検討した。

方法は以下のとおりである。

採水期間：平成 19 年 10 月～平成 20 年 6 月 週 2 回の採水

※ 温泉掘削工事期間：工事開始 平成 20 年 2 月 工事終了 平成 20 年 4 月

分析項目：泉温、pH（現場測定）、Na, Ca, Mg, K (AA), Cl, F, Br, SO₄ (IC), Sr, Mn, Cu, Fe, Li (ICP-MS), HBO₂ (ICP-AES), H₂SiO₃ (Mo イエロー比色法)

掘削が開始され、その深度が 500 m 以上となった頃から塩化物イオン濃度が上昇しはじめ、掘削終了時には 1,430 mg/kg 前後まで上昇した。対象地域一帯は熊野層群と呼ばれる海成堆積層が卓越しており、掘削の影響により、塩化物イオン濃度の高い化石海水などを含む帯水層から混入したものと推測される。掘削終了後も塩化物イオン濃度は 1,340～1,410 mg/kg 前後で変動しており、平成 20 年 6 月現在、帯水層の擾乱状態が継続しているものと考えられる。

P-6. 温泉でのレジオネラに対する塩素、銀および銅イオンの殺菌効果について

東邦大学医学部 加 藤 尚 之・齋 藤 宏 治・大 野 章
 法政大学工学部 大 河 内 正 一

Disinfection of Chlorine, Silver and Copper Ion to *Legionella* in Hot Spring Waters

Faculty of Medicine, Toho University Naoyuki KATO, Koji YAMADA, Akira OHNO
 Faculty of Engineering, Hosei University Shoichi OKOUCHI

これまで様々な泉質の温泉に生息するレジオネラに対して多くの殺菌方法が提唱されてきた。しかし、一般に温泉はサンプリングした後、時間の経過に伴い pH および成分が変化することから、同じ温泉を用いても殺菌効果を個々に検討した結果では単純に比較できないことが分かってきた。そこで今回同じ条件の温泉を用い、特に残留性のある塩素、銀および銅イオンのレジオネラに対する殺菌効果について、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* を用い同時に比較検討を行った。その結果、D および J 温泉の塩素および銀イオン殺菌では、いずれも 24 時間後に *L. pneumophila* の生存が認められた。この原因として、塩素殺菌では、D 温泉は鉄 (II) との、J 温泉は硫化水素との還元作用によっていずれも塩素濃度が減少したことによると考えられた。また銀イオン殺菌では、D 温泉は塩化物イオン濃度が多く含まれていたことからそれとの反応により銀イオン濃度が減少したことによると考えられた。J 温泉は、温泉水中に銀イオン濃度が十分あるにも拘らず殺菌効果が認められなかったことから銀イオンが温泉水中で錯体を形成していることが示唆された。一方、D および J 温泉の銅イオン殺菌では、いずれも殺菌効果が認められた。なお他の温泉についても *L. pneumophila* に対する殺菌効果について詳細に報告する。

P-7. 本邦熱水中の希土類元素の挙動とそれによる流動過程の解明の可能性

東邦大学理学部化学科 真田 哲也・高松 信樹

Clarification of Flow Paths for Thermal Waters in Japan by the Behavior of Rare Earth Elements

Department of Chemistry, Faculty of Science, Toho University
Tetsuya SANADA, Nobuki TAKAMATSU

秋田県の玉川温泉大沸泉、福島県裏磐梯および別府北部地域の温泉水の希土類元素濃度を ICP-MS で測定し、水-岩石相互作用による溶出過程、流下による流動過程および異なる泉質の温泉水の混合過程における希土類元素の挙動を考察した。今回、これらの研究結果から、希土類元素の天然水の生成機構や流動過程の解明等の地球化学的解釈の有用性について検討した。

秋田県玉川温泉大沸泉においては、30 年間にわたる大沸泉水中の希土類元素濃度の経年変化と硫酸イオン濃度に強い正の相関が見られた。このことは、マグマ発散物からの硫化水素ガスや二酸化イオウの供給量の変化により、温泉水中の硫酸イオン濃度が増加し、水-岩石相互作用により希土類元素濃度も増加していると考えられた。福島県裏磐梯五色沼水系の銅沼から青沼まで流動する過程では、Eu の負のアノマリーに若干の変化がみられたが、REE パターンは大きく変わることなく次第に濃度は減少していた。これは、希土類元素濃度が極めて少ない中性の表層水との混合による希釈と、pH の上昇による Fe または Al の水酸化物沈殿の生成に伴う共沈作用により希土類元素が除去されたものと推測された。大分県別府北部地域において、異なる泉質の温泉水中の希土類元素濃度を測定し、混合系での希土類元素の挙動を考察した結果、酸性の温泉水 (H-SO₄ 型) に、希土類元素をわずかに含む中性の温泉水 (Na-Cl 型) が混合した場合、生成した沈殿物に軽希土類元素が選択的に取り込まれ、温泉水から除去されることがわかった。

以上の結果から、天然水中の希土類元素濃度および REE パターンにより、天然水の生成機構や流動過程を明らかにすることが可能であることがわかった。

P-8. 秋田県八幡平における温泉水・地下水中の宇宙線生成核種¹⁰Be, ³⁶Cl

日本大学大学院総合基礎科学研究科 丸山 匡 臣・山形 武 靖・塚原 博 司
 大阪大学・安全衛生管理部 齊 藤 敬
 日本大学文理学部 関 根 洋 典・永 井 尚 生

Cosmogenic¹⁰Be, ³⁶Cl in Hot Spring Water and Ground Water in Hachimantai, Akita

Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University
 Masaomi MARUYAMA, Takeyasu YAMAGATA, Hiroshi TSUKAHARA
 Department for the Administration of Safety and Hygiene, Osaka University
 Takashi SAITO
 College of Humanities and Sciences, Nihon University Hironori SEKINE, Hisao NAGAI

本研究では、玉川温泉に湧出する¹⁰Beの起源について考察するため、加速器質量分析器を用いて2003年6月から2007年6月までの玉川温泉における¹⁰Be濃度の1ヶ月ごとの連続観測を行った。また、比較として八幡平周辺の地下水中¹⁰Be濃度および、同じ宇宙線生成核種で地下水中での挙動の異なる³⁶Cl濃度を測定した。

玉川温泉水中の¹⁰Be濃度は $(3.6 \pm 0.9) \times 10^7$ atoms kg⁻¹でほぼ一定であった。地下水中¹⁰Be濃度は $(0.3-3.4) \times 10^6$ atoms kg⁻¹、³⁶Cl濃度は $(0.7-1.7) \times 10^7$ atoms kg⁻¹であった。地下水中の¹⁰Be/³⁶Clは0.02-0.51で、雨水 $[7.69 \pm 0.57]$ の1/15-1/400となり、雨水と共に地表に降下した¹⁰Beは地下水として湧出するまでに93.5-99.8%は土壤に吸着してしまうことが分かった。玉川温泉水中の¹⁰Be濃度は地下水の10倍以上であり、玉川温泉に湧出する¹⁰Beの9割以上は雨水以外の起源であると考えられた。玉川温泉水中⁹Be濃度は (2.6 ± 0.8) ppbで、¹⁰Be/⁹Beは $(2.1 \pm 0.8) \times 10^{-10}$ であった。これは土壤 $[1 \times 10^{-8}]$ より低く火成岩 $[1 \times 10^{-11}]$ に近かった。玉川温泉で湧出するBe同位体は土壤と火成岩から溶出されたと仮定すると、98%は地下深部の火成岩起源であると求められた。

P-9. イタリアにおけるFango療法の実際

東邦大学医学部生物学研究室 杉 森 賢 司
 (株)アセリダント 大和田 瑞 乃
 イタリア・アバノ中央温泉研究所 Alberto LALLI

Medial Treatment for Using Fango in Italy

Dept. Biology, Toho University School of Medicine Kenji SUGIMORI
 ASCendant Inc. Mizuno OWADA
 Centro Studi Termali Veneto Pietro D'Abano Alberto LALLI

わが国における温泉の利用方法としては温泉の湯に浸かる方法が大多数を占めているが、国内であまり馴染みがない温泉泥(Fango)を用い、医学的治療を行っているイタリア・アバノ地区の現状を視察する機会を得た。

ドイツやイタリアの温泉地域を主とするヨーロッパで広く行われているのが泥を用いた療法で、

イタリアでは Fango, ドイツ, フランス, ロシア等では Thermal mud therapy あるいは Mud pack treatment と称している. 熟成した泥を医師の指示により患部に直接塗り, 首から上を出した状態で厚めの布で全身をラッピングし, 上を向いて寝たままの姿勢で 15 分ほど置くことによりファンゴの有効成分が体内に吸収され, 一方, 体内からは汗や老廃物を出すしくみになっている. 温泉水を用いた泥の熟成過程が非常に大切で, 45~50°C に管理された状態で治療に有効な成分を産生するらん藻を増殖させることにより行われる. 泥の熟成の管理は温泉研究所やパドバ大学植物学研究室がこれにあたり品質管理等のサポートを行っている. 泥はヒトの肌に直接接触するので高熱処理を施された後に再利用されている. また, これは医療行為として認可されており, ミスト状にした温泉水の吸引とともに, 骨粗鬆症, リウマチ, 関節炎等の治療に対し健康保険も適用になっている.

P-10. 北海道の温泉放出熱量と地熱利用の実態

北海道立地質研究所 鈴木 隆 広

Geothermal Water Emission Heat Quantity and Actual Condition of Geothermal Water Utilization in Hokkaido

Geological Survey of Hokkaido Takahiro SUZUKI

最近の原油価格高騰は, 積雪寒冷地である北海道経済に大きな影響を与えている. また, 二酸化炭素の放出量削減が叫ばれている中, 温泉熱有効利用の推進は, 非常に重要な課題である. このような背景のもと, 未利用温泉熱エネルギーの利用促進に向けた調査研究の一環として, 北海道全域を対象とした温泉源の現況調査を行った.

現況調査および保健所などへの聞き取り調査から, 直近の各源泉の湧出温度と湧出量を把握し, 温泉の放出熱量を計算した. この結果, 全源泉の温泉放出熱量は 1225.1 MW (利用: 859.8 MW, 未利用: 365.3 MW/濁川地熱発電所を除く) となった. これらの計算結果を基に放出熱量分布図を作成し, データを自然湧出とボーリング別に利用・未利用に区分して自然分類法で分類した放出熱量を 5 段階の大きさの等級シンボルで表示した.

高い放出熱量の分布は, 地質構造と明瞭に対応している. 80°C 以上の高温温泉水が湧出する地域は, 第四系火山岩類の分布域とほぼ一致している. そのほかに放出熱量が高い地域は, 鮮新世~中新世の堆積岩を主体とした地質の分布域で, そのほとんどはボーリングにより開発された深層熱水型の源泉であり, 湧出量の多い地域である.

温泉熱の利用形態を暖房, 農業, 水産業, プール, 融雪に分類し, 利用形態別の設備容量と石油代替量を計算した. この結果, 全体の石油代替量は 65,000 kL/年となり, 1998 年の調査よりも 1.2 倍程度増加する結果となった. 今後は暖房・融雪分野での利用促進が進むものと推測される.

P-11. 縞状北投石中の放射性核種の分布と変化

香川大学教育学研究科 佐々木 信 行・流 郷 忍
堀口医院 堀 口 昇
東京大学名誉教授 綿 拔 邦 彦

Distribution of Radioactive Nuclear Species in Banded Structure Formed in Hokutolite Crust

Faculty of Education, Kagawa University Nobuyuki SASAKI, Shinobu RYUGO
Horiguchi Hospital Noboru HORIGUCHI
Emeritus Professor of the University of Tokyo Kunihiko WATANUKI

縞状北投石の放射能については、これまで通常の縞状北投石（色正常のもの）においても色異常のものにおいても、白色層の方が放射能が強いことが報告されているが、放射性核種の内容については明らかにされていない。

北投石に含まれる放射性核種については、これまで ^{220}Ra と ^{228}Ra が主に存在し、それらの娘核種も検出されることが報告されている（Saito *et al.*, 1963）。齊藤ら（2008）は玉川温泉の湯花中の放射能を測定して、その放射能は湯花中に存在する北投石の微結晶によるものであることを明らかにし、北投石中の放射性核種を同定して、その含有量および放射能比などを明らかにしている。

今回、筆者らは、これまで研究を行ってきた縞状北投石について、放射性核種の同定や含有量、放射能比などを明らかにするべく測定を行った。

その結果、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 、 ^{228}Th の指標となる3種のガンマ線が精度よく定量されたが、放射能比については、北投石の生成時期がかなり古いものであるせいか、齊藤ら（2008）の値とはかなり異なり、玉川温泉産のものについては $^{228}\text{Ra} < ^{226}\text{Ra} < ^{228}\text{Th}$ 、台湾産のものについては $^{228}\text{Ra} < ^{228}\text{Th} < ^{226}\text{Ra}$ であった。褐色層と白色層中の放射性核種の違いについても現在測定を進めている。

P-12. 佐賀県の花崗岩地域の温泉の pH とラドンについて一貫入年代の異なる花崗岩地域の温泉群一

鹿児島大学理学部 飯 盛 啓 生
水質化研 ISAGAI 飯 盛 喜代春

Study of pH and Rn of Hot Spring Water in Granite Area, Saga Prefecture

Faculty of Science, Kagoshima University Hiroo ISAGAI
Suishitu Kaken ISAGAI Kiyoharu ISAGAI

貫入年代の異なる佐賀県の花崗岩地域から湧出する温泉水の Rn 含有量と泉温および pH との関連性について詳しい検討を行った。

佐賀県の生成年代が異なる5種の花崗岩は年代順に神埼花崗岩（G1）、東松浦花崗岩（G2）、相知花崗岩（G3）、三瀬花崗岩（G4）、佐賀花崗岩（G5）からなっている。マグマの分化過程においては新しい年代ほど U が多くなるので、貫入年代が新しい花崗岩地区から湧出する温泉ほど Rn の含有量が多いと思われる。最近、花崗岩地域に約 1,000 m 前後の深度の掘削によって新しい温泉が開発

された。そこでこれら温泉と既存の温泉水中の Rn, pH, 泉温およびその他の化学成分について比較検討を行った。その結果, pH が高い温泉は Rn の濃度が低く, Rn が高い温泉は中性に近い (pH 7 前後) ことがわかった。Rn と pH では負の相関関係が見られ, 貫入年代の古い G1, G2 では負の相関関係が強いことが分かった。また pH と Ca および pH と HCO_3^- の間にも同様な負の相関が見られた。これらのことから Rn および pH の変化は貫入年代の違いと湧出周辺の岩石の化学的風化による影響が大きく, Rn の含有量が少なく pH が高い G1, G2 では風化が進んでいることが示唆された。

P-13. 温泉を資源とした大学教育

佐賀短期大学くらし環境学科 飯 盛 和 代
鹿児島大学理学部 飯 盛 啓 生
水質化研 ISAGAI 飯 盛 喜代春

University Education Using Hot Spring as Educational Resource

Department of Living Environment, Saga Junior College Kazuyo ISAGAI
Faculty of Science, Kagoshima University Hiroo ISAGAI
Suishitu Kaken ISAGAI Kiyoharu ISAGAI

学生は温泉をレジャー施設の一部として捉えており, 水質などの科学的性質についてはほとんど知らない。

最近では温泉の水質, 排水, 掘削, 管理など色々な問題が生じているがそれに対応できる人材は少ない。温泉を正しく理解し, 将来, 地域に貢献できる人材の育成は必要である。それにはまず, 温泉の科学的教育が必要と考える。大学の一般教育や専門教育に「温泉」をとり入れ, 学生に「温泉」を啓蒙することが必要と考える。今回, 筆者らの温泉教育の一例について報告する。大学の一般教育科目や専門教育科目の授業内容に温泉に関係する事柄を入れて教育した際の教育効果について検討した。一般教育の講義内容に温泉を入れたところ学生は身近な温泉を知り, 温泉水について興味を示した。専門教育においては今までの研究成果から地域の温泉に関する教育を行った。また「環境分析実験」の試料に温泉水を用いた。その結果, 分析技術の修得とさらに, 水質特性を理解することが出来た。これらの取り組みは温泉についての教育効果が得られたものと考えられる。温泉は地球化学, 環境化学, 分析化学, 理論化学などと融合した研究資源として様々な見地から研究が可能である。新しい視点からの研究成果は教育に生かされ, 公開講座, 講演などの資源とし, 地域住民の温泉の理解に貢献することもできる。

P-14. 温泉の成分等の掲示に関する諸問題（その2）分析値に誤りがある温泉分析書

(財)北里環境科学センター 友 辺 義 貴・平 野 富 雄

Some Problems of Official Hot Spring Notices. (2) Wrong Hot Spring Analysis Found Incorrect Values

KITASATO Research Center of Environmental Sciences
Tomio HIRANO, Yoshitaka TOMOBE

温泉の成分については、平成19年10月に温泉法の一部改正が施行され、定期的に温泉の成分分析を行うことが義務付けられた。

これにより温泉の成分について、定期的にチェックが行われることとなったが、温泉の成分分析を行う温泉登録分析機関から報告される温泉分析書については、公的なチェック体制がないのが実情である。

そのため、温泉成分の分析値が誤って記載された温泉分析書がそのまま源泉所有者に渡るケースもあり、このことは源泉所有者だけでなく、温泉利用者にとっても不利益になるものである。

また同時に温泉登録分析機関にとって、分析の信頼性の確保がなされていないということにつながる。

今回、問題と思われるいくつかの温泉分析書から、陽イオンと陰イオンのミリバルの値が合っていない例（岐阜県の温泉）、分析値が誤って記載されている例（秋田県の温泉）、分析値に信頼性が置けない例（新潟県の温泉）を例示し、検討を行ったので報告する。

P-15. ヨウ素（イソジン）による温泉水の還元力評価

法政大学工学部 大 網 貴 夫・吉 田 健 作・沼 田 恒 平
池 田 悠 太・土 坂 なる美・大河内 正 一

Reductive-ability Evaluation of Iodine to Hot Spring Waters

Faculty of Engineering, Hosei University T. OHAMI, K. YOSHIDA
K. NUMATA, Y. IKEDA, N. DOSAKA, S. OKOUCHI

演者らはこれまでにORP（Oxidation-Reduction Potential）法に基づき、温泉源泉は還元系であること、および湧出後の時間経過に伴う温泉水のエイジング（Aging）現象を定量化し、還元系は温泉水にとって非常に重要な意味を有することを明らかにしてきた。

そこで、本研究では温泉水の簡易的な還元力評価法として、日常的に入手可能なヨウ素（商品名：イソジン）の酸化力を利用した酸化還元滴定法を用いて検討した。その評価は、CODと同様の手法を採用し、その有効性を検討した。

実験はヨウ素溶液として、商品名イソジンを使用し、このイソジン溶液を用いて、実際の温泉水および硫黄泉を人工的に再現する多硫化カルシウムを主成分とする入浴剤を希釈した人工硫黄泉を滴定し、それらの還元力評価を酸素要求量として求めた。

なおイソジン1ml中に、チオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定した結果、7mgの有効ヨウ素が含ま

れていることが確認された。それゆえ、イソジン 1 ml は 0.44 mg の酸素 (O) に対応することから、酸素要求量 Z は (1) 式で表される。

$$Z[\text{ppm}] = 0.44 \times v \times (1000/V) \quad (1)$$

滴定過程を ORP-pH 測定により追跡し、平衡 ORP での滴定量は目視での滴定量と一致した。そこで、実際の温泉水のイソジンによる滴定を行い、その結果の一例として、サンプル量 100 ml で、イソジン滴定量は 2.00 ml であった。それゆえ、(1) 式よりこの温泉水のヨウ素還元力として酸素要求量 Z は 8.80 ppm が得られた。このことから、温泉水のイソジンによる簡易的な還元力評価は可能である結果が示唆された。しかし、この手法の確立には泉質の各種異なる温泉水について、さらなる検討が必要である。