

日本温泉科学会第 57 回大会

一般講演要旨 (ポスター発表)

P-1. 佐賀県南部低平地における温泉の化学的特性

佐賀短期大学 田中知恵・飯盛和代
水質化研 飯盛喜代春

Chemical Specificity of Hot Spring Water on Low Land of the Southern Area in Saga Prefecture

Saga Junior College Tomoe TANAKA, Kazuyo ISAGAI
Chemical Research of Water Kiyoharu ISAGAI

佐賀県内の温泉は現在ほとんど掘削してポンプ汲み上げが多く、自噴しているものは僅かである。これらは南部温泉群、西部温泉群、北部温泉群、の三つに大別することができる。佐賀県南部温泉群は有明海干拓地の佐賀平野に存在する温泉群であり、他の 2 群に比べ開発は新しいところが多い。西部温泉群は多良岳の火山活動に由来するものと第三紀層の炭層があった堆積岩地帯に由来するものとに分けられる。北部温泉群は佐賀県の北部、福岡県との県境の花崗岩地帯の温泉群である。

西部温泉群と北部温泉群については先に幾つか報告した。今回、南部温泉群について化学成分の測定を行い、他の二つの温泉群との比較検討を行った。南部温泉群の化学成分はナトリウムイオンと炭酸水素イオンが占める割合が大きく、炭酸水素ナトリウム塩型の温泉である。有明海に近いが海水の影響はほとんどない。泉温は最高 58°C であり化学成分の含有量は西部温泉群より少なく、北部温泉群より多い。西部温泉群には多くの種類の泉源があり、これらの中で泉温が高いのは嬉野温泉で 100°C 近いものがある。また泉源数も多く塩分濃度も高く、マグマの影響が大きいと考えられている。武雄温泉の泉温は 50°C が最高であり、第三紀末の火山岩が熱源と考えられている。北部温泉群の泉温は 30~35°C であり低い。また塩分濃度が低く、ラジウムやラドンを含む温泉群である。

P-2. 玉川温泉産北投石の成長速度の推定

日本大学・文理学部 齊藤 敬・永井 尚生

Estimating Growth Rate of Hokutolite from Tamagawa Hot Spring

College of Humanities and Sciences, Nihon University Takashi SAITO, Hisao NAGAI

生成・採取した時期のわかっている玉川温泉の北投石中のラジウム同位体およびその娘核種の放射能を測定し、北投石の成長速度と生成年代の推定を行った。

北投石は 0.05-0.3 mm 間隔で薄く削り出し、4-8 層に分け、ガンマ線スペクトロメータで ^{226}Ra 、 ^{228}Ra および ^{228}Th の娘核種のガンマ線を測定し定量を行った。

北投石中のラジウム濃度は、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra とともに大きな変動を持っていたが、ラジウム同位体の

放射能比を調べると、表層から深層方向に指数関数的に減少していた。また、1973年頃より玉川温泉水の SO_4^{2-} 濃度は大幅に変動しているが、北投石中のラジウム同位体の放射能比 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ も同様に1973年頃を境に、変動していることがわかった。

そこで、1973前後で北投石の平均成長速度を求めたところ、1973年以前は0.059–0.076 mm/y、1973年以降は0.14–0.19 mm/yとなった。

P-3. 岡山県草間間欠冷泉の周期・流出量の測定

関東学院大学・工学部 石井 栄一・前田 直樹・上本 裕

Measurement of periodic and outflow quantity of Kusama periodic spring, Okayama pref.

College of Engineering, Kanto Gakuin Univ.

Eiichi ISHII, Naoki MAEDA, Yutaka UEMOTO

草間間欠冷泉は、岡山県新見市草間にあり国指定の天然記念物である。この間欠冷泉の特徴は、石灰洞に溜まった地下水がある高さになると細い管を伝わって流出してくる、いわゆるサイホンの原理による非常に珍しい間欠冷泉であり、おそらく日本で唯一であろう。

2003年11月21~23日の3日間、温度変化より間欠周期の連続観測を行った。3日間の連続測定では、9回の流出と8回の休止が得られた。流出時間は平均1時間31分、休止時間は平均4時間34分で、周期は平均6時間5分と分かった。

流出量は流出口に取水袋をあて、一定量の地下水が溜まる時間を5分毎に記録した。流出量は、常時流れている地下水を差し引いて約8,500 l という結果になった。流出は、数秒間の間に流出が急激に始まり、約15分後に流出量が最大となり、それから徐々に弱まって行く特徴があった。単純なサイホンのモデルでは、流出量が徐々に弱まる事は無い。この原因はサイホンの入り口に集まる地下水の遅れであり、石灰洞が広く複雑な事により地下水の集まる遅れがあると、室内のモデル実験では確認できた。

石灰洞に供給される地下水は、サイホンの原理である事から、休止時間(4時間34分=16,440秒)に溜まる量(=流出量)が8,500 l であるとする、約500 ml/sec であることが分かる。

P-4. 温泉の定点観測ならびに再調査の解析

兵庫県立健康環境科学研究所

矢野 美穂・川元 達彦・巻幡 希子・谷本 高敏

The fixed point observation of a hot spring, and analysis of the re-investigated results

Hyogo Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

Miho YANO, Tatsuhiko KAWAMOTO, Nobuko MAKIHATA, Takatoshi TANIMOTO

当センターが分析を行った、昭和40年から平成16年3月までの兵庫県下の源泉の温泉分析結果

(約 800 件をデータベース化) のうち, 今回は A 温泉地内の再分析の結果が得られる自噴泉 11 源泉について湧出量, 泉温, 化学成分 (溶存物質) の変化について解析した (調査期間ならびに分析回数は源泉により異なり, 11 年~30 年間, 2 回~6 回). その結果, 約 10 年間で観察された湧出状況の変化の幅は, 湧出量では 33~208%, 泉温では $-10\sim 21.4^{\circ}\text{C}$, 溶存物質では 35~191% であった. この値は, 様々な泉質の源泉を含んだ結果であり, 源泉によっては, 一時的な変化として認められる場合も見受けられるが, いずれにしても 10 年間の間に, ほとんどの源泉に変化が観察されたことから, 源泉の再調査の必要性が示唆された.

また, B 温泉地内の自噴泉 (深度 500 m のナトリウム-塩化物高温泉, 通常はポンプ揚湯利用) を観測井とした定期観測結果 (観測項目ならびに回数は, 自噴量, 水位, 泉温については月 1 回, 泉質分析については年に 2 回以上) は, 第 55 回大会で報告した観測の続報となるが, これまでの結果と同様に, 揚湯量の影響を受けて自噴量, 泉温ともに, 夏季に高く, 冬季に低い傾向が観察された. また, 観測開始以来, 泉温の上昇を伴わない自噴量の増加傾向が観察されていたが, 泉質についても, 若干であるが, 成分の減少傾向が観察されることから, 浅い深度からの温泉水の混入が推測された.

P-5. 温泉水中のレジオネラ属菌に対する殺菌効果の検討

東邦大学

山田 宏 治・加藤 尚 之・大野 章・高柳 進之輔・山口 恵 三

Study of Disinfection to *Legionella pneumophila* in Hot Spring Waters

Toho University Koji YAMADA, Naoyuki KATO, Akira OHNO,
Shinnosuke TAKAYANAGI, Keizo YAMAGUCHI

これまで様々な泉質を有する温泉での殺菌効果やレジオネラ属菌を貧食したアメーバがシスト化した状態での殺菌効果については十分に検討されていないようである. これらを明らかにすることは, 温泉浴槽およびろ材での適切な殺菌を行う上で重要と考えられる. そこで今回, レジオネラ属菌の中でも特に感染例が多く, 入浴施設から多数分離されている *L. pneumophila* を用い, アメーバとの関係も含め種々殺菌効果について検討を行った.

pH が同じで泉質の異なる 2 つの温泉において, 一方は 5 分後に完全に死滅したが, 他方は 60 分後でも完全には死滅していなかった. 一般に pH が高くなると塩素系薬剤の殺菌効果が減少するといわれているが, 温泉のように種々の電解質が含まれている場合にはそれらの影響も十分考慮する必要がある.

貧食実験では, 残留塩素濃度が 30 mg/L では *L. pneumophila* が検出された. 塩素系薬剤中ではアメーバがシスト化状態になり *L. pneumophila* もその中で生存し, アメーバ用培地に替えることでアメーバが再活性化して脱囊すると *L. pneumophila* も増殖しているものと考えられた.

pH 7.5, 電気伝導度 2.40 mS/cm の温泉と pH 9.1 電気伝導度 0.282 mS/cm の温泉では, Ag^+ 濃度 0.05 mg/L の時, 前者の温泉では 1 時間後でも死滅していなかった. このことは温泉に含まれる Cl^- の違いによるものと考えられた.

P-6. 群馬県四万湖の青色呈色因子と四万温泉との関係

東邦大学大学院理学研究科 岩崎 麻美
 東邦大学理学部 高松 信樹
 国立環境研究所 功刀 正行
 京都大学大学院理学研究科附属地熱学研究施設 大沢 信二

Relationship between blue coloration factor for Lake Shima and Shima hot spring waters of Gunma Prefecture in Japan

Graduate School of Science, Toho University Asami IWASAKI
 Faculty of Science, Toho University Nobuki TAKAMATSU
 National Institute for Environmental Studies Masayuki KUNUGI
 Beppu Geothermal Research Laboratory, Kyoto University Shinji OHSAWA

群馬県四万温泉の南に位置する四万湖は青白色に呈色している湖として知られる。これは pH の低い川（四万川）に四万温泉の温泉水が混入し、四万湖で停滞しているためと推測される。本研究では、四万湖の青色呈色因子物質が何であり、どのような機構で青色が生じているのか、また四万温泉の温泉水がどのように関与しているかを明らかにすることを目的とした。

四万湖の湖水の Cu^{2+} や Fe^{2+} の濃度が極めて低いことから、四万湖の青色呈色はこれらのイオンによる光の吸収によるものではないと判断された。懸濁物質の XRF, IR, SEM などにより、四万湖には粒子の直径が約 40 nm のアロフェン (Al と Si が主な構成元素) が懸濁していることが判明し、青色呈色はこの粒子によるレイリー散乱によるものと考えられた。また、粒子の凝集も観察されることから、ミー散乱も重なり四万湖が青白色に見えるものと結論された。四万川上流の河川水のろ過物の SEM 観察では粒子物質は全く観察されなかったが、四万川上流の河川水と四万温泉の温泉水を混合し、1 ヶ月放置したろ過物の SEM 観察では、四万湖の湖水懸濁物質と同様な球状粒子が観察された。これらのことから、四万湖の青色呈色に関与する懸濁物質はアロフェンが主体であり、四万川上流の河川水 (Al の起源) に四万温泉の温泉水 (Si の起源) が混合することにより生成されていると結論された。

P-7. 別府市内を流れる河川に与える温泉の影響

東邦大学大学院理学研究科 山崎 一
 東邦大学理学部化学科 高松 信樹
 京大地熱研 大沢 信二・網田 和宏・山田 誠
 東邦大学医学部化学研究室 加藤 尚之

Influence of hot spring waters on the rivers flowing through Beppu city

Graduate School of Science, Toho University Hajime YAMAZAKI
 Faculty of Science, Toho University Nobuki TAKAMATSU
 BGRL, Kyoto University Shinji OHSAWA, Kazuhiro AMITA, Makoto YAMADA
 School of Medicine, Toho University Naoyuki KATO

大分県の別府温泉は源泉数約 3,000 孔, 流出水量約 50,000 t/day を誇る世界でも屈指の大規模温泉地帯である。別府市内には, 冷川, 新川, 平田川, 春木川, 境川, 朝見川の 6 河川が西方の鶴見連山から東方の別府湾に向かって流れており, 冷川を除く 5 河川では温泉水の流入を受け, 水温や主要成分濃度が一般河川よりも高い値を示している (川野ほか, 1994 & 1998)。

本研究では, 別府市内の 6 河川の上流から下流域までの主要成分濃度の分布を再調査するとともに, 微量成分濃度の分布も調査し, 河川に与える温泉水の影響をより明確にすることを目的とした。特に, 各河川の中流から濃度が上昇した Cl^- に着目し, Br/Cl 比を用いて Cl^- の濃度上昇が温泉水の流入に起因することを明らかにした。

別府地域の様々な泉質の温泉水の Br/Cl 比 (質量比) は $(2.41 \sim 3.45) \times 10^{-3}$ であり (大分県温泉調査報告書, 1990 & 1992), 温泉水が河川に流入すると, 河川水は温泉水の Br/Cl 比とほぼ同等な値を示すことがわかった。また, 河川に流入した温泉水は支流や排水等による希釈を受けるが, 流入後は最下流域までそのまま流下していることがわかった。さらに, 河川水中の As も Cl^- と同様な濃度上昇を示し, これらの元素濃度間に高い相関が見出されたことから, 河川水中の As 濃度の上昇もまた温泉水の流入に起因すると結論された。

P-8. 平成 15 年十勝沖地震に伴う地下水水位変化

北海道立地質研究所 秋田 藤夫・柴田 智郎・高橋 徹哉
産業技術総合研究所 松本 則夫

Changes in water levels after the Tokachi-Oki Earthquake in 2003 at groundwater wells in the Hokkaido Prefecture.

Geological Survey of Hokkaido Fujio AKITA, Tomo SHIBATA, Tetsuya TAKAHASHI
Geological Survey of Japan, AIST Norio MATSUMOTO

平成 15 年 9 月 26 日 4 時 50 分頃, 十勝沖を震源とする M 8.0 の巨大地震が発生した。この地震により北海道内の多くの地下水井や温泉井で水位や自噴量の変化が観測された。水位上昇や自噴量の増加が観測された地域は, 十勝平野南部の忠類村から浦幌町を経て釧路市に至る太平洋沿岸域と根釧原野から斜里平野にかけての道東地域である。これらの地域以外では, 函館市の一部の井戸で水位上昇した以外は, 概ね水位低下が観測されている。

国土地理院 (2003) による震源断層モデルを用いて, 水位変化が観測された井戸ごとの地震による体積歪を計算した。その結果, 水位上昇した井戸と圧縮場の分布および水位低下した井戸と伸張場の分布が良く一致している。

帯広市内にある井戸 (帯広金森井 OBK: 深さ 1,328 m, ストレーナー深度 950~1,060 m) では 1993 年北海道南西沖地震, 1994 年北海道東方沖地震の際にもコサイスマックな水位変化が観測されており, コサイスマックな体積歪変化と相関関係があることがわかっている (秋田・松本, 2001)。2003 年十勝沖地震後には, 水位が 1.3 m 低下し, この井戸で推定された体積歪は +1.87 micro strain であった。この観測結果は, いままでのコサイスマックな水位変化から求めた歪に対する水位の感度 (6.3~8.1 mm/10⁻⁸ strain) と良く一致した。

P-9. 温泉水とマイナスイオンの関係の基礎研究

法政大学・工学部 大河内 正 一・甲 村 和 之・大 波 英 幸・神 田 剛 志
源泉協会 飯 沼 覚 寿
保養地医学研究所 阿 岸 祐 幸

Negative ions in atomized hot spring waters

Faculty of Engineering, Hosei University

Shoichi OKOUCHI, Kazuyuki KOHMURA, Hideyuki OHNAMI, Tsuyoshi KANDA

The Institute of Hot Spring Reservation Kakuju INUMA

Research Institute for Health Resort Medicine Yuko AGISHI

近年、マイナスイオンブームで、マイナスイオン効果を謳った商品が数多く市販されてきている。しかし、マイナスイオン効果による健康促進作用を疑問視する研究者も多く、マイナスイオンの化学種の特定制も含めて生体に与える影響、メカニズムも不明な点が多い。しかし、このような中、温泉水の新たな効能評価法の一つとして、マイナスイオン効果を宣伝した温泉宿が登場してきている。

そこで今回、マイナスイオンによる温泉水の評価が可能かどうか明らかにするため、その基礎データを検討することとした。

その結果、温泉水によるマイナスイオン密度の増加は観察されず、むしろ低下傾向にあり、また還元系および酸化系の水の相違も観察できなかった。イオン発生は、水の電導性に関係し、電導性のよい水程、イオン発生は少なく、絶縁性のよい水程、イオン発生は多かった。このことから、温泉水の新たな評価法としてマイナスイオン測定による手法は難しい結果を示した。