

日本温泉科学会第 55 回大会

一般講演要旨

1. 韓国の温泉法について（その 2）

日本地科研究所 佐藤 幸二

On the Korean Hot Spring Law (Part2)

Nihon Chika Kenkyusho Koji SATO

昨年は 2000 年の韓国の温泉法, 同法施行令, 同法施行規則を紹介したが, その後施行規則による別紙, 別表を入手した. 別紙は第 1 号から第 16 号まであり, 第 1 号はその 4 まであって, 第 7 号, 第 8 号がない. 別表は 1 から 5 までである. 多くは申請書などの書式であるが, 以下に目に留まった点を紹介する.

別表 1 は温泉専門機関の登録基準であって, 専門員の資格・経験・人数や揃えるべき装置や器具が示されている. 別紙第 4 号は動力装置設置許可申請書であるが, 水文観測施設の明細を添付しなければならない. 別紙第 6 号は温泉利用許可申請書であって, 水質検査書や揚水試験結果を含む温泉孔現況などを添付する. 別表 3 は大腸菌群について浴用水の水質基準と水質検査方法とを規定している. 別表 4 は水質および成分検査の期間, 周期, 項目を定めている. 別紙第 10 号は温泉発見申告書の書式であって, 温泉孔の孔数, 直径, 温度, 適正揚水量, 深度などを申告する. 別表 5 は温泉孔検査方法および検査報告書作成項目である. 検査方法としては物理検層, 揚水試験, 成分検査が挙げられていて, 報告書の項目としては概要, 地形及び地質, 検査孔現況, 検層結果, 適正揚水量, 総合結果等が挙げられている. 別紙第 11 号は温泉地としての管理台帳の書式であって, 温泉現況のほかに関発促進状況, 利用現況, 資源調査実績, 水質及び成分検査実績なども記録するようになっている.

2. 温泉法第二条別表についての考察

中央温泉研究所 甘露寺 泰雄

Considerations on the Definition of Hot Spring by “Hot Spring Law” in Japan.

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI

温泉法が昭和 23 年に公布されて以来 50 年余を経過した. この法律は, 資源の保護と利用の適正を確保する目的で制定されたものであるが, 温泉の定義の基礎になる別表中の温度及び物質の限界値については制定時から種々の疑問が指摘され, 昭和 47 年に, (株)日本温泉協会から改正に関する陳情書が環境庁長官宛提出されたが, 実現を見ずに今日に到っている.

第二条別表中の成分は, 1911 年ドイツの Nauheim 決議が根拠とされているが, これは本来ミネ

ラルウォーターと常水との限界値として提案されたものである。

しかし、Nauheim 決議と我が国の温泉の定義とはかなりの相違があることが判明している。そこで今回は、温泉法の定義との相違について主として既存資料をもとに検討した結果を述べ、第二条別表の内容ならびに療養泉との関係に関し、私見を報告する。

3. 温泉の情報公開の必要性

(株)日本温泉協会 木暮金太夫・寺田徹・布山裕一

Necessity for Hot Springs Information Disclosure

Japan Spa Association Kindayu KOGURE, Toru TERADA, Hirokazu NUNOYAMA

(株)日本温泉協会では、昭和 51 年に「天然温泉表示制度」を策定し、これに基づいて「天然温泉表示マーク」と「天然温泉表示看板」を発行してきたが、温泉の利用形態の多様化等により種々の問題が発生してきたため、平成 12 年度より同制度と同表示看板について検討を重ねてきた。

近年、消費者の温泉そのものへの関心が高まってきていることは、日本温泉協会が実施したアンケート調査などから明らかになっており、また、最近はあらゆる事柄で「情報公開」が進んでいることは周知のことである。このような社会の趨勢を鑑みると、温泉についても例外ではなく、源泉から湧出した温泉が浴槽において消費者に提供されるまで、どのような手段が講じられているのか、ということ公開する必要性があると考えられる。

平成 14 年 6 月に開催された日本温泉協会の会員総会において、新しい天然温泉表示看板の発行が承認された。これは、温泉の情報公開を主眼としたものであり、浴槽における温泉の利用状況等を総合的に審査し、段階的に表示することが検討されている。とりあえず 2 年間のテスト期間として平成 14 年度から実施される運びとなっており、審査については、学識経験者等で組織する日本天然温泉審査機構という第三者機関を設立し、審査基準を策定して実施されることになっている。

4. 博物館が行う温泉の教育普及活動

岐阜県博物館 古田靖志

The Educational Spreading Activity of Hot Springs in a Museum

Gifu Prefectural Museum Yasushi FURUTA

古田 (2001) は、より多くの人々に「温泉」を正しく認識してもらうための方策として、専門家(ひと)と実物資料(もの)と展示等の場所(スペース)を有する博物館の教育的な機能に注目し、博物館で温泉の教育普及を行う意義を報告した。

演者が所属する岐阜県博物館では上記の意義を踏まえた温泉の教育普及活動を具現すべく、毎年行ってきた博物館講座「温泉入門」に加えて特別展『温泉展—湯の華からのメッセージ』や、外部講師を招聘した特別講演会を開催した。

特に特別展『温泉展』では、多くの来場者を記録することができ、来場者の見学の様子や、会場で行った記述法や面接法によるアンケート調査、数多くの質問や問い合わせなどにより、人々の温

泉についての認識や関心事がどのようなものかといった傾向をつかむことができた。

今回は、温泉展をはじめとした岐阜県博物館が行った温泉についての教育普及活動を概観し、その成果と課題および人々の温泉に対する認識や関心事の傾向などについて報告する。

5. 2000年有珠山噴火に伴う洞爺湖温泉源の変化

北海道立地質研究所 秋田 藤夫・柴田 智郎

Changes of Toya-ko Hot Spring Associated with the 2000 Eruption of Usu Volcano, Japan

Geological Survey of Hokkaido Fujio AKITA, Tomo SHIBATA

2000年有珠山噴火では活動域近傍の洞爺湖温泉の各源泉で顕著な水位、泉温、泉質変化が発生し、噴火から2年以上経過した現在でもその変化が引き続いている。

今回の噴火では、洞爺湖温泉の水位が前兆異常を捕らえており、噴火予知における新たな観測データとしても注目された。1910年爆裂火口帯近傍に位置する源泉の水位は噴火の約6ヶ月前の1999年10月上旬から異常な低下を開始し、2000年1月上旬からは、更にその低下率が大きくなった。この水位異常は深部からの熱水供給路である1910年爆裂火口帯周辺の局所的な地下水流動状況の変化に起因すると推定される。

噴火後の各源泉の泉温は、噴火前に比べ最大で20.6℃上昇した。大局的には1910年爆裂火口帯に近い源泉ほど泉温上昇が大きかった。しかし、一時的に上昇した泉温はその後徐々に低下し、現在では、ほぼ噴火前のレベルに戻っている。一方、現在も活動を続ける新噴火口に近い休止源泉では、坑井内温度が噴火後数ヶ月間低下した後、徐々に上昇している。

噴火前後の溶存化学成分を比較すると、ほぼ全ての源泉で主要陽イオンと陰イオン総濃度が増加した。各源泉の主要成分の総濃度は1977～1978年の噴火以降、経時的に低下していたのが、今回の噴火により顕著な増加を示したのち再び低下した。

これまでに観測された水位、泉温、泉質等の変化は、噴火活動に伴う地殻変動や深部から供給される火山性起源の熱水供給量が一時的に増加するモデルで説明可能と考える。

6. 2000年有珠山噴火の前兆地下水位変化

北海道立地質研究所 秋田 藤夫・柴田 智郎
産業技術総合研究所 松本 則夫・佐藤 努・松島 喜雄
北大大学院 鈴木 敦生

Precursory Changes of Groundwater Level Prior to the 2000 Eruption of Usu Volcano, Japan

Geological Survey of Hokkaido Fujio AKITA, Tomo SHIBATA
AIST Norio Matsumoto, Tsutomu SATO, Nobuo MATSUSHIMA
Graduate School of Science, Hokkaido University Atsuo SUZUKI

2000 年有珠山噴火では前兆地下水位異常が数多く観測された。特に、有珠山北麓の洞爺湖温泉地区では噴火のおよそ 6 ヶ月前から異常な水位低下が観測されていた。地震活動や地殻変動が活発化した 2000 年 3 月 28 日からは、洞爺湖温泉地区に限らず広域的に地下水位異常が観測されるようになった。有珠山山頂から南に 6 km 以上離れた伊達市内の地盤標高の低い地域に位置する地下水井では、大量の地下水の自噴が観測された。これらの噴火に伴う水位変化は、井戸の位置や帯水層の深さ、帯水層の水理特性等によってその発生パターンが異なっていた。噴火活動初期の水位観測結果は、球状マグマ溜りの膨張とダイク状マグマの貫入の組み合わせによって解釈可能である。

今回の噴火では、前兆現象として有感地震を伴う激しい地震活動や急激な地殻変動の発生が噴火予知の決め手となり、人的被害を未然に防いだとして注目された。しかし、これらの異常は噴火の約 4 日前の 3 月 27 日深夜から観測されたに過ぎなかった。これに対して、我々が観測していた地下水位の変化は噴火の 6 ヶ月前から今回の噴火の前兆を捕らえていたと考えられる。この噴火に先行する異常な水位変化が相似性や反復性のある自然現象であるならば、地下水位観測により得られるデータは、次に発生するであろう噴火の前兆を的確に捕らえるうえで貴重なデータを提供すると考えられる。

7. 箱根群発地震と温泉温度等の変化

神奈川県温泉地学研究所 石坂 信之・板寺 一洋・菊川 城司

Swarm Earthquakes in Hakone and Change in Hot Spring Temperature, etc.

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Nobuyuki ISHIZAKA, Kazuhiro ITADERA, Jouji KIKUGAWA

箱根火山は約 3,100 年前に大規模な水蒸気爆発を起こした。現在、噴火に結びつく火山活動は見られないが噴気活動は活発である。また、大きな被害はないものの、群発地震がたびたび発生する。1966 年 6~7 月に起きた群発地震では、翌年に震源域周辺の強羅温泉など、一部の温泉が約 20℃ も上昇した。この異常高温は約 4 年間続いた。

2001 年 6 月 12 日から 11 月末頃までは活発な群発地震が起きた。神奈川県温泉地学研究所が観測した極微小地震は 15,000 回を越え、震源は浅く、地表から 5 km 付近に集中していた。この十数年で最大規模の箱根群発地震であった。地震発生域付近の強羅、二ノ平の温泉のうち 2 源泉では、温泉管理者が毎日、温泉温度を測定していたところ、群発地震が起きる前の 5 月 24~26 日にかけて各々の温度が約 5℃~3℃ 上昇した。

地殻変動を把握するために当研究所が設置している光波測量データも地震が起きる前から箱根山の伸びを示しているようである。山体の膨張と熱水系に関連する亀裂が、地震発生前に起きていたと推測される。

箱根中央部の大涌谷では、二酸化いおうガス等が噴出するなど温泉以外にも影響が現れた。いまままで箱根では、このような例は見いだされていなかった。

8. 2000 年有珠山噴火後の洞爺湖畔温泉の水銀、ホウ素及びラドン濃度について

北海道立衛生研究所 内野 栄治・市橋 大山・青柳 直樹

Mercury, Boron and Radon Concentrations in Toya Hot Springs after the 2000 Eruption of Mt. Usu

Hokkaido Institute of Public Health Eiji UCHINO, Daisen ICHIHASHI, Naoki AOYANAGI

温泉の成因は特殊な温泉を除き、火山活動と密接な関係がある。今回、マグマから揮発しやすい成分として、火山活動の消長を知る上で注目される水銀、ホウ素及びラドンについて、噴火後の洞爺湖畔温泉水中のそれらの濃度の経時変化を調べた。

調査は原則的に採水可能な地域や源泉を考慮し、壮瞥温泉にて8回（噴火1カ月後以降）、4源泉で、洞爺湖温泉にて7回（噴火3カ月後以降）、11源泉で実施した。水銀濃度は各観測井毎に大きな違いがあるものの、壮瞥温泉の川南井において、噴火1カ月後に $1.25\mu\text{g}/\text{kg}$ と最も高く、その後、経時的に漸減する傾向を明瞭に認めた。また、水銀は洞爺湖温泉で噴火3カ月後に、調査した9源泉全てで検出（ $0.01\mu\text{g}/\text{kg}$ 以上）され、噴火8カ月以降、検出されない例が多く認められた。ホウ素濃度は Cl^- 濃度の高い温泉群で高く、その変動は Cl^- 濃度の変動とほぼ類似していた。ラドン濃度は壮瞥温泉で噴火1カ月後、洞爺湖温泉で噴火3カ月後、概ね高い値を認めた。一方、水質成分の変化は異なる水系の混合比率の変化によって生じる場合も多く、目的元素/ Cl^- の濃度比についても検討した。その結果、水銀やラドン濃度の変動は単なる混合比率のみで説明できず、温泉水へマグマの活動を反映したガス体である両元素の供給を示唆している可能性がある。

9. 温泉水のよごれと循環濾過システムに関する衛生化学的考察, その1

中央温泉研究所 甘露寺 泰雄・大塚 一夫

Hygienic Considerations on the Pollution and Re-circulation Systems with Filtration of Bath Waters. Part 1

Hot Spring Research Center Yasuo KANROJI, Kazuo OTSUKA

平成12年12月に厚生省から公衆浴場ならびに旅館業における衛生管理要領が通知された。これは Legionella 属菌の汚染に対応できるよう従来の管理要領を改定した内容とみなすことができる。今回この基準をもとに、浴槽水の汚染と循環濾過システムの問題について、主として浴槽水の循環率が1ターン以上である根拠を中心に、試算と考察を試みた。

浴槽容量 V (m^3), 給湯量 v (m^3/h), 槽内のよごれ ω (g), 浴客によって新しく加わるよごれ f (g/h), 時間 t (hour) の関係式は,

$$\frac{d\omega}{dt} = f(t) - \frac{\omega}{V}v \quad (1) \quad \omega = e^{-\frac{v}{V} \cdot t} \left\{ \int f(t) \cdot e^{\frac{v}{V} \cdot t} dt + C \right\} \quad (2)$$

夕方など浴客が連続して入浴し、加わるよごれ $f = \text{const}$ の状態では

$$\omega = k \cdot \frac{V}{v} \left(1 - e^{-\frac{v}{V} \cdot t} \right) \quad (3) \quad \text{浴客数 } N \text{ 人, } 1 \text{ 人のよごれ } mg \text{ とする濁度 } P \text{ との関係は次}$$

式で示される。 $\frac{P \cdot V}{N \cdot m} = \frac{V}{v} \left(1 - e^{-\frac{v}{V} \cdot t} \right) \quad (4) \quad \text{厚生省通知では, 浴槽面積} = \text{毎時最大利用}$

人員 $\times 10/60 \times 0.7\text{m}^2 \times 1.2$, 最大利用人員 100 名, 1 人が落とすよごれ 0.5 g とすると, $v/V=1$ では, 濁度が 3.8, 2 時間で 5.1, つまり 1 ターン以上, 2 hr で基準が保持できる. また, 濁度を用いて, 浴槽水のよごれについていくつか試算を行った結果を報告する.

10. 温泉水中の *Legionella pneumophila* の生存条件に関する基礎的研究

東邦大学医学部 加藤 尚之・大野 章・山口 恵三
東邦大学理学部 山田 宏治

Study on the Survival Conditions of *Legionella pneumophila* in Hot Spring Waters

School of Medicine, Toho University Naoyuki KATO, Akira OHNO, Keizo YAMAGUCHI
Faculty of Science, Toho University Koji YAMADA

温泉におけるレジオネラ肺炎事例が現在まで多発し大きな問題となっている. 昨年の本大会において源泉, 浴槽水および露天風呂の pH および泉温と, それらから検出された *L. pneumophila* との関係について報告した. さらに調査した源泉に本菌を添加し 42°C でインキュベーションしたところ生きてはいるが培養不能で, ある条件で培養可能に復帰する Viable But Non Culturable (VNC) の状態になることを示した. この結果から多くの温泉で, 本菌が VNC 状態に移行し通常の培養法では検出できない状態で存在している可能性を示唆した. 本研究では源泉の pH および温度を変化させた試料に本菌を添加後, 本菌が VNC 状態への移行性を有するか否か, また温泉水中の生存に本菌の VNC 移行性がどのように関係するかについて検討した.

本菌は, pH 2.0 では VNC の状態に移行せず短時間で死滅したことから, この様な環境では本菌は生育不能であることが, pH 5.0 あるいは従来死滅するとされていた泉温 45°C (pH 8.2) では VNC 状態への速やかな移行がみられたことから, アメーバの生育していない温泉水中に本菌が混入した場合, VNC 状態へ移行することが明らかとなった. さらに VNC 状態で循環式の浴槽に混入した場合, ろ材に生息するアメーバに貧食されコロニー形成能が復活し増殖されることが示唆された. 一方, 温度が 50°C 以上では短時間で死滅したことから, 50°C 以上の温泉では生息できない環境であることが示唆された. さらに pH が中性付近で 40°C 前後の温泉では VNC 状態への移行に 1 ヶ月以上かかることから, この様な pH, 泉温を有する温泉では本菌が VNC の状態に移行せずに生息できることが示唆された.

11. 酸性温泉産藻類と二酸化炭素代謝

東京理科大学理学部 長 島 秀 行

Carbon Dioxide Metabolism in Acid Hot Spring Algae

Faculty of Science, Tokyo University of Science Hideyuki NAGASHIMA

温泉に生育する単細胞藻類の中には, 高濃度の二酸化炭素を同化する藻類が知られている. 草津温泉などに生育しているイデユコゴメ *Cyanidium caldarium* はその 1 種で, 2,000 Lux の光を照射

し、高温 (35-55°C)、強酸性 (pH 2-3) 下、高濃度 (4~5%) の CO₂ を通気して培養すると最もよく生育する。そこで、空気中の CO₂ 濃度 (0.035%, 350 ppm) のまま、または 5% CO₂ を加えて通気して得たイデユコゴメ RK-1 細胞をそれぞれ低 CO₂ 細胞、高 CO₂ 細胞として、それらの光合成酸素発生活性を測定した。その結果、各種 pH 条件下で、低 CO₂ 細胞の方が高 CO₂ 細胞に比べて活性が高く、また、重炭酸ソーダ NaHCO₃ 添加による活性の上昇が顕著であった。このことは温泉藻イデユコゴメには、CO₂ を重炭酸イオン HCO₃⁻ に水和する可逆的酵素、カーボニックアンヒドラーゼ (CA) が存在していること、さらに低 CO₂ 細胞の方がその活性が高いことを示唆している。そこで、CA 活性を pH 8 付近における pH 下降速度の測定から求め、CA 阻害剤アセタゾールアミドの影響をみて見ると、低 CO₂ 細胞に対してのみ、その阻害効果が得られた。このことは、少なくとも CO₂ 細胞の細胞表層には CA が存在していることを示している。これらの結果から、酸性温泉に生育している単細胞藻類における炭素代謝について考察した。

12. アトピー性皮膚炎に対する鉱泉水治療の文献的考察

町立鳴子温泉病院・薬剤室 佐々木 聡・中鉢 すみ

Consideration to a Medical Spa Treatment for Patients with Atopic Dermatitis

Department of Pharmaceutical Services

Naruko Public Spa Hospital Satoshi SASAKI, Sumi CHUBACHI

我々は温泉治療が医学的、化学的に盛んに研究されているヨーロッパ諸国の研究施設の論文をもとに鉱泉水を用いた食物過敏症に起因するアトピー性皮膚炎の治療について考察した。

HR Barthel (Lancet, 1994), P Dupuy (Dermatology, 1998) らは患者の日常の飲料水を low salt water のみとしたらアトピー性皮膚炎の臨床症状が改善したことを報告している。その効果は C Andre (Therapeutic Research, 1991) の報告したアレルゲンの腸管粘膜透過性の亢進状態を改善することに起因すると論文中で考察されているのだが、何故 low salt water がそのような効果を発現するのだろうか。

C Dupont (J of Pediatric Gastroenterology, 1989) は腸管粘膜透過性の亢進した小児患者の腸管 biopsy で局所的かつ持続的な炎症反応が認められたことを報告している。最近になってアトピー性疾患の本態を炎症学的視点でとらえるべきとの考えが普及し、アレルギー炎症において好酸球由来のフリーラジカルが重要な位置を占めることが明らかとなったことから、low salt water 中のミネラルの関与が示唆された。なぜなら生体内でフリーラジカルを消去する反応は種々の酵素が触媒しており、それらの活性中心には Fe, Zn, Cu, Se, Mn 等の微量元素が含まれているからである。

13. アトピー性皮膚炎モデル動物を用いた温泉水の評価について

北海道立衛生研究所 市橋 大山・内野 栄治・青柳 直樹

Study on Effects of Spa Water in Model Animal for Atopic Dermatitis

Hokkaido Institute of Public Health Daisen ICHIHASHI, Eiji UCHINO, Naoki AOYANAGI

NC/Nga マウスは 7~8 週齢より脱毛、痂皮の形成などの皮膚症状、痒みによる搔痒行動がみられ、耳介部の欠失がおこる。また、加齢とともに IgE 値の上昇など、アトピー性皮膚炎 (AD) に類似した症状を示すモデル動物である。このモデル動物を用い、温泉水による AD の療養効果を評価するため、予備的検討を行った。NC/Nga マウスを通常的环境下で飼育し、皮膚症状に重症例のみられるようになった 10 週齢より 1 ヶ月間、豊富町より搬送された温泉水を 1 日に 2 回、毎日霧吹きで吹きかけた。コントロールには、蒸留水を同様に吹きかけた NC/Nga マウスを用いた。温泉水を吹きかけた群では、皮膚症状 (痂皮、出血) の改善が 3 日目から見られ、出血は 1 匹の例外を除き、7~14 日ではほぼ全快した。また、蒸留水を吹きかけた群でも一部を除き症状の改善は見られたが、その回復経過は温泉水と比較して遅かった。血清 IgE 値は加齢とともに上昇傾向を示すものの、皮膚症状が改善されても低下しない例も見られた。搔痒行動については、現在解析中である。

NC/Nga マウスは個体によって症状の程度が異なり、40~70% が発症するとされている。さらに発症の時期も一定せず現段階では問題点もあることを最後に付記しておく。

14. 人はなぜ湯治に行くのか—伝統的な湯治の効果に関する医療人類学的検討—

山口大学大学院医学研究科・博士課程 沖田 一彦

山口大学医学部・医療環境学講座 星野 晋

Why Do Japanese People Use Traditional Spa Treatment? : Medical Anthropological Consideration of Its Effect.

Doctoral Course, Graduate School of Medicine, Yamaguchi University Kazuhiko OKITA
Department of Medical Humanities, School of Medicine, Yamaguchi University

Shin HOSHINO

温泉の医学的な利用目的は、病気治療から疾病予防や健康増進へと転換されているが、伝統的な湯治場を中心とした温泉の代替医療的な利用は今も根強く残っている。今回、その一つである塚野鉦泉の湯治の実態と効果を医療人類学的な観点から調査・検討した。

塚野鉦泉は、大分市郊外にある飲泉を主体とした湯治場である。明治 16 年の開湯以来、胃腸疾患に対して特効があるとされ、現在も、九州はもとより中国、四国、さらには韓国から数多くの湯治客が訪れている。今回は、現地に延べ 7 日間滞在し、湯治活動の参与観察と湯治客および旅館関係者に対する半構造化インタビューを実施した。

塚野鉦泉では、深夜から早朝にかけて下痢が起こるまで大量に飲泉するという湯治パターンが確立している。このような方法は医学的には問題があると考えられるが、湯治客は、下痢をすることで腸内の“宿便”が除去され、それが病気の治癒や健康の増進につながると信じている。この場合、宿便は病気の象徴であり、下痢はそれを除去するイメージの身体化と考えられる。また、定められた飲泉パターンはそのための儀礼である。この背景には、口コミによって得られた知識や飲泉によって生じた身体感覚に基づく認知・学習の過程が存在する。

このような特徴は、他の有名な湯治法や広くは代替医療法においてしばしば認められるが、単な

る Placebo として片づけられない病気治療上の重要な意義があると思われる。

15. 薬湯の ORP-pH 関係について

法政大学工学部物質化学科 大河内 正一・竹崎 大輔・大波 英幸
富山医科薬科大学 鏡 森 定 信

Relationship between ORP (oxidation-reduction potential) and pH in Bath Water added Herb Medicine

Department of Materials Chemistry, Faculty of Engineering, Hosei University
Shoichi OKOUCHI, Daisuke TAKEZAKI, Hideyuki ONAMI
Toyama Medical and Pharmaceutical University Sadanobu KAGAMIMORI

演者らは、これまでに ORP (酸化還元電位)-pH 関係に基づき温泉水を研究し、温泉源泉の本質的な特性として還元系であること、さらに泉浴により影響を受ける我々の皮膚についても、還元系であり、加齢とともに ORP が上昇することを明らかにし、温泉の新たな効能として、皮膚の酸化や老化の抑制効果が期待できる可能性を提案してきた。そこで、温泉源泉の還元系という特性に注目し、還元系人工温泉の試作を検討してきた。前報では、電気化学的な方法として水の電気分解を利用した方法について提案を行ったが、今回は薬剤による方法について検討した。

薬剤により水を還元系にする方法として、季節の薬湯、ハーブバスおよび漢方の湯について、それぞれ従来の方法で薬湯を調製し、ORP-pH 関係の測定を行った。その結果、薬草やハーブの種類によって値に違いはあるものの、塩素により酸化系にある水道水を、還元系に変化させた。このことより、薬湯やハーブバス、漢方の湯には、それらの効能に加え、還元系とすることから、皮膚の酸化抑制効果が期待できる。

さらに、薬湯の時間変化を追跡した結果、ある時点より急に ORP が低下する結果を得た。この結果と、一般細菌が増殖する結果が対応した。このことは、薬湯で ORP が大きく低下する原因が、それらを構成する有機物の微生物による腐敗作用と推測される。それ故、薬湯では抗菌作用のある薬剤との組み合わせが重要と考えられる。

16. 塩素殺菌した温泉水の回復

法政大学工学部物質化学科 大河内 正一・竹崎 大輔・大波 英幸
健康保養地医学研究所 阿 岸 祐 幸
中央温泉研究所 甘 露 寺 泰 雄

Recovery of Hot Spring Water Sterilized by Chlorine

Department of Materials Chemistry, Faculty of Engineering, Hosei University
Shoichi OKOUCHI, Daisuke TAKEZAKI, Hideyuki ONAMI
Research Institute for Health Resort Medicine Yuko AGISHI
Hot Spring Research Center, Yasuo KANROJI

これまでに ORP (酸化還元電位)–pH 関係に基づき温泉水を研究し、温泉源泉の本質的な特性の一つとして還元系にあることを報告してきた。

近年、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、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している温泉が増加している。しかし、それら薬剤は温泉水の還元系とは正反対の酸化系にあり、そのため温泉水の特性が失われ、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という状況が出現している。

この塩素殺菌した温泉水を回復するため、前回報告した温泉源泉の特性を有する還元系人工温泉水試作装置を用いて、実際に温泉水を循環ろ過し、塩素殺菌している温泉で、この装置の有効性を検討した。原理は、水の電解に際し陽極側で生成される活性酸素や塩素を活性炭などで除去し、還元系の陰極水と一緒にすることで、還元系で pH は元のままの水を製造することにある。温泉水をろ過、塩素殺菌し、再び浴槽に戻す直前の塩素殺菌された温泉水を、上記装置に通し、浴槽に戻す実験を行った。その結果、塩素殺菌で酸化系の温泉水が還元系となり、そのため浴槽が還元系となり、温泉水を回復でき、同時に殺菌も可能となった。今後、電解の温泉水の泉質に及ぼす影響などの検討が必要と思われるが、今回塩素殺菌した温泉水の回復を可能とする新たなシステムを提案できた。

17. 温泉水中のラジウムを分離・定量する方法の検討 (第 2 報)

明治大学理工学部 齊 藤 敬・太 田 朋 子・佐 藤 純

Determination of Radium in Hot-spring Water (part 2)

School of Science and Technology, Meiji University

Takashi SAITO, Tomoko OHTA, Jun SATO

野外調査時に、現地で簡便な方法で大量の温泉水からラジウムを分離し、分離したラジウムのみを実験室に持ち帰りガンマ線スペクトロメトリーによりラジウム同位体を定量する方法を開発している。

試料水のラジウムの分離・定量は、陽イオン交換樹脂を用いたバッチ法を同一の試料水に対して 2 回行うことにより吸着率を算出し、ラジウム濃度が求められる。ラジウムを吸着させた樹脂は、ラジウムの娘核種が放射平衡になるまで約 1 ヶ月間放置した後、ガンマ線スペクトロメトリーにより娘核種の放射能強度を測定する。

本方法では、10 l の温泉水については、10 mBq/l オーダーのラジウム濃度の定量が可能となった。また、いくつかの温泉については、液体シンチレーションカウンタによる測定によりラジウム濃度のクロスチェックを行った結果どちらの測定でも同一の濃度が算出された。

さらに、この方法はガンマ線スペクトロメトリーによって、ラジウムの同位体である 226 Ra と 228 Ra の同時定量が可能であるという特徴もある。それらの放射能比を調べることにより、温泉水の水文学的な状態を知る一つの目安になることがわかった。

18. 別府地熱地域からのメタンガス全放出量の推定

京都大学 大 沢 信 二・網 田 和 宏

Estimation of Methane Gas Flux from the Beppu Geothermal field

Kyoto University Shinji OHSAWA, Kazuhiro AMITA

別府地熱地域からの CH₄ の全放出量は、1 日当たり 40~530kg と推定され、1 年間の放出量に換算すると、10⁻⁵Tg オーダーであることが示された。この量は、地球全体での CH₄ の年間発生量：535 Tg に比べ極めて小さく、全海嶺熱水系からの年間 CH₄ 放出量：0.11 Mt の 1 万分の 1 程度ではない。ところが、1 つの火山からの CH₄ 放出量（九重硫黄山：2.3 kg/day, エトナ火山：0.008 kg/day）と比べるとかなり大きく、CO₂ 放出量と対照的であることが判った。CH₄ の放出量については地熱系の方が大きく、CO₂ 放出量については火山の方が大きいという関係は、地熱流体内や火山ガス中で生じる CO₂+4H₂=CH₄+2H₂O の平衡状態の違いを反映したものと考えられる。地熱性 CH₄ の主要な部分は、この化学反応によって CO₂ から生じたものとされており、地下の地熱流体の温度が低いほど平衡移動によってより多くの CH₄ が生成している可能性がある。現在の地熱開発では、別府と同様な高温度の地熱系をターゲットとしているが、より低温の地熱系が開発対象となった場合は、掘削により地下から多量に開放されるかもしれない CH₄ に注意を払っておく必要がある。

19. New Zealand における青色天然水の呈色因子

東邦大学大学院理学研究科 恩田 裕二・真田 哲也
東邦大学理学部 高松 信樹・今橋 正征
京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設 大沢 信二

Coloration Factor of Blue Natural Waters in New Zealand

Graduate School of Science, Toho University Yuji ONDA, Tetsuya SANADA
Faculty of Science, Toho University Nobuki TAKAMATSU, Masayuki IMAHASHI
Beppu Geothermal Research Laboratory, Kyoto University Shinji OHSAWA

青色を呈する天然水は、熱水池や温泉、地熱発電所のピット、クレーターレイクなど世界各地で観察することができる。一般にその青色呈色機構としては、コロイド大の懸濁粒子による太陽光のレイリー散乱や溶存二価鉄や水自身による太陽光の吸収によるものであると考えられている。New Zealand も我が国と同様な火山・温泉国であり、多くの青色天然水が存在しているが、その呈色に関する報告例は少ない。そこで、New Zealand における青色天然水の溶存物質や懸濁物質を定量及び同定を行うことによりその呈色因子を考察した。

New Zealand のタウポ湖から東北方向へ伸びる火山活動が盛んなタウポ火山帯の青色天然水を採水後実験室に持ち帰り、これらの主要成分含量、呈色因子の可能性のある溶存鉄を定量した。また、青色天然水は現地にて採水後にメンブランフィルターを用いてろ過し、そのフィルター上の懸濁物質を蛍光 X 線で分析した。採水した New Zealand 青色天然水の Fe 濃度は数 ppm 足らずであり、二価鉄の吸収によっては青色呈色を説明できない。一方、フィルター上の懸濁微粒子には青色呈色に関与すると思われる元素が検出された。それらは主に Si, S, Al であった。従って本研究対象の青色天然水はシリカコロイド、イオウコロイド、Si と Al からなる粘土鉱物の前駆物質などによる太陽光のレイリー散乱機構によって呈色していると推測された。

20. 本邦及びニュージーランドにおける火山性熱水の希土類元素パターン

東邦大学大学院理学研究科 真田 哲也・恩田 裕二
東邦大学理学部 高松 信樹・今橋 正征
京都大学大学院理学研究科地球熱学研究施設 大沢 信二

The REE Patterns of Volcanic Hydrothermal Waters in Japan and New Zealand

Guraduate School of Science, Toho University Tetsuya SANADA, Yuji ONDA
Faculty of Science, Toho University Nobuki TAKAMATSU, Masayuki IMAHASHI
Beppu Geothermal Research Laboratory, Kyoto University Shinji OHSAWA

わが国は有数の火山国でありその近傍には火山性の温泉が数多く存在する。火山性温泉にはしばしば強酸性泉が多く見られ、これは高温のマグマから分離した揮発性の物質と地下水が地表近くで接触・混合することにより生成する。秋田県にある玉川温泉の大沸泉や大分県の別府温泉はわが国における代表的な火山性の温泉であり、塩化物イオン、硫酸イオンに富み古くから地球化学的研究の対象となってきた。一方、ニュージーランドもわが国と同様な火山国であり多くの温泉が存在する。

希土類元素は相互の化学的性質は類似しており、熱水系においてイオン半径の違いによる分別効果が期待される興味深い元素群である。

本研究では、近年急速に普及してきた誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いて、別府温泉およびニュージーランドのタウポ火山帯 (Taupo Volcanic Zone, TVZ) で採取した温泉水中の希土類元素含量を測定し、濃度分布および REE パターンの比較・検討をして地球化学的挙動を考察した。

別府温泉で採取された温泉水のうち最も希土類元素含量が多かったのは明礬地蔵泉で 42 ppb (Ce), 0.5 ppb (Tm 及び Lu) であった。温泉水中の希土類元素含量は温泉井により異なり、また希土類元素パターンも大きく異なることが確認された。これは流動の過程で異なるタイプの温泉水が相互に混合しているためと考えられた。ニュージーランドの TVZ で採取された温泉水のうち、インフェルノクレーターレイクにのみ Eu の負のアノマリーが観察されなかった。

21. 間欠泡沸泉の動力学モデル

稚内北星学園大学情報メディア学部 鏡 裕 行

A Dynamical Model of a Geyser Induced by Inflow of Gas

Faculty of Integrated Media, Wakkanai Hokusei Gakuen College Hiroyuki KAGAMI

間欠泡沸泉の機構は古くから提唱されてきているが、明確な結論が出ていないと言ってよい。筆者らは 2000 年の本学会において、間欠泡沸泉の室内モデル実験に基づいてその数理モデルを構築し、噴出周期の各パラメタ依存性等を明らかにしたが、その動力学モデルについてはまだ十分検討されていなかった。本研究では、上記室内モデル実験系のような間欠泡沸泉を仮定し、上記数理モデルを継承した動力学モデルを構築し、その数値実験により噴出のダイナミクスを調べた。

動力学モデルでは、噴出孔内部の温泉水塊に働く力の釣り合いが破れた時点—地中の空洞のガス圧が、地中の温泉水塊表面の表面張力その他の力の合力より大きくなった時点—からの運動方程式を導いた。数値実験の結果から、噴出前までは、盛んに温泉水塊の水頭が噴出孔内をある周期で上昇したり下降したりしながら少しずつ上昇していく運動をしているが、ある時点で水頭が噴出口に達し、噴出が始まると、以後は一気に温泉水塊が上昇し噴出し続けることが分かった。この噴出前に水頭が噴出孔内を周期的に上昇下降する現象は、筆者らが1999年の本学会で報告した広河原間欠泉の調査の際にも観察されており、この現象の一致より、この動力学モデルが実際の間欠泡沸泉の動力学モデルになり得る可能性が期待される。講演では、噴出レート、噴出前の水頭の上昇下降の周期などの量の、各パラメタ依存性についても報告する。

22. 登別温泉大湯沼から流出する温泉の温度上昇試験

道立地質研究所 藤本和徳

Assessment of the Temperature Increase of Geothermal Overflow Water from Oyunuma in Noboribetsu spa

Geological survey of Hokkaido Kazunori FUJIMOTO

登別市では、大湯沼の利用計画策定に向けて「大湯沼から溢れ出る湯の温度上昇実験」ならびに、これに先立ち大湯沼の現況把握調査を実施した。

大湯沼は長径約220 m、短径約100 mの、ほぼ南北に長く中央がくびれた落花生の様な形状をしている。実験は大湯沼に流入する沢水を遮断し、流出する湯や沼の温度の経時変化を観測するものであり、1998年11月24日から12月7日までの14日間実施した。実験開始直前は、12.2°C、1240 l/分の沢水が流入し、36.4°C、2200 l/分の湯が流出している状況であった。

実験の結果、沢水を遮断してから5日目までは、外気温が低下していても、湯の温度は36.4°Cから39.5°Cまで上昇しており、それ以降はほぼ外気温に追随していた。

これを検証するため、水および熱収支について考察する。須川(1959)による式から、実験前の沼表面からの蒸発量を求めると289/分である。つづいて、沢水を遮断した状態で計算すると蒸発量は342/分となり、流出する湯は38.5°C、907/分という結果が得られた。

実験前においては、蒸発に伴う熱量が全体の水・熱収支に大きく影響することを予測しなかったため、沢水を遮断することで、流出する湯の温度が20°C以上上昇すると推定した。ところが、水温が2°C上昇すると、蒸発量は約50 l/分増加し、供給される熱量は蒸発に費やされるため、流出する湯の温度はさほど上昇しないことが解った。

23. 霧島火山地域の酸性硫酸塩泉の生成機構について

鹿児島大学大学院・理工学研究科

藤田 俊一・坂元 隼雄・富安 卓滋・穴澤 活郎

Formation Mechanism of Acid Sulfate Waters in the Kirishima Volcanic area

Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University

Shun-ichi FUJITA, Hayao SAKAMOTO, Takashi TOMIYASU, Katsuro ANAZAWA

霧島火山及びその南西部地域には、塩化物泉、酸性硫酸塩泉、単純硫化水素塩泉、炭酸水素塩泉など様々な泉質の温泉水が分布する。霧島火山地域の丸尾地区では地下深部の高温貯留層に由来する深部熱水が得られ、その周辺の硫黄谷・林田周辺地区では酸性の硫酸塩泉が得られる。この酸性硫酸塩泉には、深部熱水の直接的な混入は認められない。したがって、この熱水は高温貯留層の気液二相状態から分離した気相中の蒸気が周辺河川水あるいは浅層地下水に吹き込まれ生成した二次的な熱水であると推定される。

高温貯留層の気液二相状態から分離した比較的低温の蒸気中の硫黄化学形態は、亜硫酸や硫酸ではなく、硫化水素が主体である。このような還元的な蒸気により生成される熱水は硫化水素塩泉であるが、硫黄谷・林田周辺地区の熱水は酸性硫酸塩泉である。高温貯留層の気液二相状態から分離した蒸気中の硫化水素が地表面あるいは地表面付近で地表水の溶存酸素あるいは空気中の酸素と化学反応し硫酸イオンを生じたと推定される。その真意を探るために、実験により生成される硫酸イオン/全硫黄のモル比を調べた。

24. 箱根大涌谷蒸気造成泉の化学成分について

神奈川県温泉地学研究所 菊川 城司・石坂 信之・板寺 一洋・大山 正雄

Chemical Composition of Heated Water with Steam in Owaku-dani, Hakone Volcano

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Jouji KIKUGAWA, Nobuyuki ISHIZAKA, Kazuhiro ITADERA, Masao OYAMA

箱根大涌谷は、箱根火山に3つある噴気地帯のうち最大の面積を占め最も活発な噴気活動が認められる。大涌谷では、深度数百メートルの蒸気井を掘削し、百数十℃の火山性蒸気と造成用水を混合することにより温泉が造成されている。

箱根では、2001年6月から10月にかけて大涌谷付近を中心に群発地震が発生した。群発地震が最も活発であった2001年7月、大涌谷の温泉造成用蒸気井の一つが大量の火山性蒸気を噴き出し、破損して制御ができない状態(暴噴)となった。蒸気井の暴噴は地下の圧力上昇など、群発地震と因果関係があると考えられ、これを明らかにするため、暴噴した蒸気井による造成泉と他の蒸気井による造成泉とを比較し、火山活動の影響について考察した。

暴噴した蒸気井「A井」による造成泉及び暴噴しなかった蒸気井「B井」による造成泉の化学成分濃度を、温泉造成用に使用している造成用水と比較した。その結果、A井の蒸気は地下で岩石に

ふれる時間が短く、陽イオンを取り込まずに短時間で地上へ噴出しているが、B井の蒸気は地下で十分時間をかけて、岩石から陽イオンを取り込み地上に噴出していると推定された。また、A井による造成泉中の化学成分の経時変化をみると H^+ 及び Cl^- が減少してきており、群発地震以降増加していた火山性蒸気の供給量が減少していると考えられた。

25. 古琵琶湖層群中の温泉

NPO シンクタンク京都自然史研究所 西村 進

Hot springs in the Ko-Biwako Group

NPO Think-tank Kyoto Institute of Natural History Susumu NISHIMURA

琵琶湖の周辺に堆積する古琵琶湖層群に掘削されている泉源には、温泉法に該当する規定成分が規定量以上含有する鉱泉と 25°C 以上の温泉が存在する。

鉱泉の特徴的な一例が長浜の湖岸にある。総鉄で温泉規格に合格するもので、深度が 10~12 m に胚胎するものである。地下水の還元域でバクテリアの作用で生じていると考えられる。湖西には数 10 m 花崗岩の扇状地（正しくは古琵琶湖層群ではない）にある放射能泉（志賀町）がある。古琵琶湖層群中の放射能泉は、大津市雄琴の古い泉源が見られる。ここでは古琵琶湖層群中であるが基盤が浅く、活断層上にあると見られる。

甲南町で 3 箇所に見られる薄い古琵琶湖層群の堆積層から自噴している塩類泉は、基盤が浅く活断層から湧出している。その他、古琵琶湖層群中数 10~数 100 m の掘削による炭酸泉（メタンガス含有）が、特に湖北東部に見られる。

この 30 年ほど前からは、厚い古琵琶湖層群の堆積物の下部に 800 m より深い掘削がなされ、地温勾配を利用した温泉が多く掘られるようになってきた。これらの泉質は、pH が 8 より高く、重曹などを規定以上含むか、規定以下の単純泉が見られる。これらの多くも水溶性メタンを多少とも含んでいる。琵琶湖周辺は、琵琶湖の湖水のため伏流がおさえられ、停滞の部分が多く、自噴帯を形成しているが、これらの地下水は還元域をなしている。堆積物の中の炭質物がメタン生成細菌により、水溶性メタンが胚胎している。

26. 有馬、城崎、洲本温泉地内にある自噴泉の定期観測

兵庫県立健康環境科学研究センター 矢野 美穂・磯村 公郎・寺西 清

Monitoring of the Qualities of the Spring Waters from Artesian Flowing Wells in Arima, Kinosaki and Sumoto Spring Area

Hyogo Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

Miho YANO, Kimio ISOMURA, Kiyoshi TERANISHI

本県では、平成 9 年から温泉保護対策事業の一環として、県内の数箇所の温泉地内にある自噴泉源を対象に定期観測を行ってきた。また、同様に有馬地区では、昭和 61 年から観測井を設け、自噴量と泉温の観測を行ってきた。これらの観測結果から、以下に示すような温泉地毎に異なる湧出量

に及ぼす要因や観測項目間の相関等基礎的な情報についての知見が得られた。

(1) 城崎 28 号泉では、泉温の変動は自噴量の変動に連動していることが明らかとなったが、年毎に泉温の上昇を伴わない自噴量の増加が観察され、地下水の混入の可能性が示唆された。また、平均揚湯量と自噴量との間に相関性が認められ、本泉の自噴量に影響を及ぼすもっとも大きな要因は、人為的な揚湯量であることが推定できた。

(2) 洲本温泉では、泉温の変動は気温の影響が大きく、水位と潮位との間に相関性が認められた。また、年毎に水位の低下も観察され、この現象は、泉質の塩濃度の増加現象と合わせると、海水の混入による塩水化の傾向を示す結果と考えられた。

(3) 有馬温泉銀泉では、源泉の湧出状況には、周辺地域の工事や震災が大きく影響し、自噴量や泉温の急激な低下や乱れが観察された。自噴量および泉温の低下が続いている本泉であるが、地下水等の混入が原因と考えられる温度低下現象は観察されず、自噴量と泉温の間には一定の相関性が認められた。また、自噴量と降水量との間には、強くはないが一定の相関性が認められた。

27. 愛知県における温泉－炭酸水素塩含有温泉の分布と特徴

愛知県衛生研究所 大沼章子・池田清栄・富田伴一

Hot Springs in Aichi Prefecture—Distribution and Characteristics of Hot Springs Containing Hydrocarbonate Salt

Aichi Prefectural Institute of Public Health Shoko OHNUMA, Seiei IKEDA, Ban-ichi TOMITA

愛知県内の源泉 107 か所のうち、炭酸水素ナトリウム含有量が温泉法上の鉱泉及び療養泉に該当するものは 33 か所 (31%) であった。これらの県内における泉質別 (主要成分で群分け) 分布と地質及び他の溶存成分との相関性等、その特徴について考察した。その結果、県内の炭酸水素塩含有温泉は、先新生代頷家変成帯や新生代新第三紀堆積層地帯に 91% (30/33) と多く存在することが分かった。また、18% (6/33) は深度が数 m 未満の自然湧出水であったが、他は深度が殆ど 1,000 m 以上の掘削泉であり、 HCO_3^- 濃度と深度や泉温との相関 (危険率 5%) はなかった。溶存成分のうち HCO_3^- 濃度と最も高い相関性を示した成分はメタホウ酸であったが、 Na-HCO_3 泉群と含 HCO_3^- の鉱泉ではメタホウ酸が温泉の規定 (5 mg/kg) 以上に含まれるものが 75% (9/12) と多かったものの、 HCO_3^- 濃度との相関はなかった。なお、当所では、検水の pH が高く、検水の滴定値より HCO_3^- と CO_3^{2-} が算出される場合は、 CO_3^{2-} 相当の HCO_3^- 量が検水に含まれるものとし、且つ陽イオンの Na^+ が総計 HCO_3^- 量の当量以上存在する場合には、炭酸水素塩含有温泉としている。この判定により、現在のところ 1 か所が含 HCO_3^- の鉱泉となっているが、ここに述べた炭酸水素塩含有温泉の分布や特徴に一致していた。

28. 掘削泉の経年変化

群馬県衛生環境研究所 丸山章代・及川幸夫

Yearly Change in Water Quality, Temperature and Volume of Bored Hot Springs

Gunma Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science

Akiyo MARUYAMA, Yukio OIKAWA

群馬県内で平成5年度以降に掘削された52源泉について、化学成分・泉温・湧出量が、掘削後どのように変化したかを調査した結果、次のことがわかった。

平成10年度に行った調査の結果、化学成分が大きく変化していた7源泉について、追跡調査をしたところ、更に化学成分の変化が続いている源泉が3件、前回大きく成分が増加したが、今回は元に戻っている源泉が1件あった。また、溶存物質量の掘削時から直近の調査時までの変化では、20%以上減少した源泉が、9/45件であり、そのうち半分以下となった源泉が3件あった。また、20%以上増加した源泉は、7件であった。変化の大きさと掘削深度や湧出状況との間には、関連はみられなかった。

泉温の掘削時から平成13年度調査時までの変化では、5.0℃以上低下した源泉は10/51件あり、5.0℃以上上昇した源泉は4件あった。同じく、湧出量の変化は、半分以下に減少した源泉が、14/50件あった。

今回の調査で、掘削時の中分析後、泉温・湧出量・化学成分について変化のみられる源泉が多かった。現在、再分析を10年ごとに行うよう、指導がなされているが、源泉所有者は、泉温、水位、電気伝導率等を測定することにより、源泉の状態を常に把握している必要があると考えられた。

29. 山地小流域流出地下水中ラドン濃度の経年変化

大妻女子大・社会情報 堀内公子
大阪教育大学 坂田奈緒・中村知史・小林正雄

Variation of Radon Concentration in the Groundwater Flowing out from Small Mountainside Area

School of Social Information Studies, Otsuma Women's University Kimiko HORIUCHI
Dept. of Natural Science, Osaka Kyoiku University

Nao SAKATA, Tomofumi NAKAMURA, Masao KOBAYASHI

近年、宅地開発やゴルフ場造成等による大規模な土地開発がかなりの上流域にまで及んでいる。これらの土地改変は自然の水循環系を変化させるだけでなく、山地崩壊や、河川水・地下水汚染などの災害や水質循環変化の要因にもなっている。本研究では大阪府柏原市域に於ける地形・地質及び土地利用形態など、場の条件が異なる3つの小流域の流出特性を明らかにすることを目的とし、1998年6月（ラドンは10月）より調査を開始した。調査項目はラドン濃度、降水量、流量、地下水位の観測および水質調査等である。

調査の結果総濃度は、流域Ⅰが最も高く、流域Ⅲ、流域Ⅱの順に低い結果が得られた。特にSiO₂濃度には顕著な違いがあった。水質組成は、流域ⅠでNa-Cl型とNa・Mg-HCO₃型（Mg・Na-HCO₃型）の2つのタイプがあり、流域ⅡはNa-Cl・SO₄型、流域ⅢはNa-HCO₃型となり流域により違いがみられた。

その他、ラドン濃度を中心にそれぞれの流域の経年変化を報告する。