

AHW025-P01

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

バングラデシュ, ショナルガオの地下水涵養域におけるヒ素汚染地下水形成 Arsenic contamination of groundwater at recharge area in Sonargaon, Bangladesh

前田 俊介^{1*}

Shunsuke Maeda^{1*}

¹ 大阪市立大学大学院 理学研究科

¹ Osaka City University

バングラデシュ・ショナルガオの地下水涵養域における
ヒ素汚染地下水形成過程

前田俊介¹, 益田晴恵¹, 三田村宗樹¹, 岡林 克樹¹, Ashraf Ali Seddique²
(¹ 大阪市立大学, ² ジェソール科学技術大学)

ヒ素汚染地下水が拡大を続けているアジア諸国の中でも、ガンジスデルタ流域は深刻な健康被害が多発し続けている。この地域の地下水ヒ素汚染の発生メカニズムは、微生物活動による地下水の還元に伴う鉄酸化鉱物の分解とそれに吸着したヒ素の溶出だと信じられている。しかし、バングラデシュ、ダッカ東部にあるショナルガオで、私たちは地下水涵養域における好氣的地下水環境で高濃度のヒ素汚染地下水が形成されることに気付いた。この涵養域でのヒ素汚染地下水は、ヒ素汚染発生の最初期の観察ができるので貴重である。本研究では2010年9月と12月に採水した涵養域の井戸水と、最もヒ素濃度の高い地点で5m, 10m, 15mの3深度でボーリング掘削をし、採水した井戸水を分析して得られた結果について述べる。

深度を変えて掘削した試掘井から得た地下水の全ヒ素濃度は、深度が増すと増加する。深度5mでもヒ素が0.2mg/Lを超すことから、地下水が涵養され始めるのとほぼ同時にヒ素の溶出が始まっている。深度10mと15mではヒ素は0.8mg/Lを超す濃度でほぼ同じである。隣接する深度30mの井戸では1mg/Lを超すヒ素が含まれるが、最もヒ素の溶出の盛んな深度は5~10m付近である。また、HPLC/ICP-MSを用いて分析したヒ素のイオン価は深度5mではおよそAs(III):As(V)=4:6であるが、深度10mではAs(III):As(V)=1:9、深度15mではAs(III):As(V)=0.5:9.5、隣接する深度約30mの地下水はAs(III):As(V)=0.5:9.5である。つまり、深度15m程度でヒ素の還元反応はほぼ終了している。

深度30mの地下水中には溶存酸素があるため、地下水の還元反応がヒ素溶出に直接関わる要因ではない可能性が高い。調査地域のヒ素を高濃度に含む地下水は半径150mの円内に特異的に現われる。完新世帯水層からの地下水であっても周囲にはヒ素をほとんど含まないものも多い。

この地域の地下には、高濃度のヒ素を含む完新世の砂層からなる帯水層の下位に帯水不透水層である粘土層を挟み、ヒ素を含まない更新世の砂層からなる帯水層がある。しかし、高濃度のヒ素が出現する地点の地下では不透水層が存在せず、上部の完新世の砂層が落ち込んで下部の更新世の砂層と直接接している。灌漑用水として更新世帯水層から地下水を汲み上げることによって、完新世の帯水層に負圧が伝播し、地下水の鉛直方向の涵養が促進されることが推定できる。灌漑揚水量が増した後の地下水流動の流れに伴ってヒ素の溶出が促進されたのであろう。

Formation process of arsenic contaminated groundwater at a recharge area in Sonargaon, Bangladesh

S.Maeda¹, H. Masuda¹, M. Mitamura¹, K.Okazaki¹ and Ashraf Ali Seddique²

(¹Fac. of Sci., Osaka City University, ²Jessore Science and Technology University)

キーワード: ヒ素, 地下水, バングラデシュ, ショナルガオ, 亜ヒ酸/ヒ酸, 酸水酸化鉄

Keywords: Arsenic, groundwater, Bangladesh, Sonargaon, Arsenite/arsenate, oxyhydroxide

AHW025-P02

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

ヒ素汚染地下水帯水層中のヒ素の化学形態 Chemical forms of arsenic in the arsenic polluted groundwater aquifer

岡林 克樹^{1*}, 益田 晴恵²

katsuki okabayashi^{1*}, Harue Masuda²

¹ 大阪市立大学大学院, ² 大阪市立大学大学院

¹Graduate School of Osaka City University, ²Graduate School of Osaka City University

好気的環境下でのヒ素汚染地下水の出現地域であるパキスタン・パンジャブ地方から得られた風成堆積物試料中のヒ素の原因物質を特定するために、ヒ素と関連元素の濃度分析とヒ素の形態分析を行なった。堆積物中に吸着されているヒ素の形態分析を行なうために、HNO₃ または HCl と NaOH で pH を段階的に調整した溶液を用いてテフロン遠沈管内で振とうさせ堆積物からヒ素を溶出させた。上澄み液をろ過した後に、ICP-MS で総ヒ素溶出量を ICP-MS で測定し、さらに HPLC/ICP-MS でヒ素の形態別分析をそれぞれ標準添加法を用いて測定した。同じ溶液を用いて Fe、Si、Al の濃度を ICP-AES で測定した。また、同一試料を用いて逐次段階抽出を行なった。6M の HCl で堆積物試料を振とうした後に、上澄みを取り出し、連続して 0.1M の NaOH と 1M の NaCl の混合溶液で堆積物を振とうさせた。塩酸溶液と混合溶液について HPLC/ICP-MS でヒ素の形態別分析を行なった。一方、上澄みを取り出して残った堆積物試料を XRD で鉱物組成を測定し、ヒ素溶出のために分解した鉱物の推定を行なった。また、同じ試料は Spring-8 で XAFS 測定を行ない、ヒ素のイオン価を求めた。

実験に用いた堆積物試料に含まれる総ヒ素濃度は 35.4mg/kg である。XAFS により求めた As() : As() は 0.14 : 0.86 である。針鉄鉱を含む緑泥石の As() : As() は、0.31 : 0.69 程度である。pH1-14 の溶液に溶出したヒ素は全て 5 価であった。しかし抽出液の pH が 4~8 の範囲ではヒ素の溶出量は 1mg/kg 以下であり、pH3 以下または pH9 以上で 8mg/kg 以上の溶出が見られ、pH14 で最大 31mg/kg を溶出した。6M の HCl で溶出したヒ素も 5 価だけであったが、NaOH と NaCl の混合溶液でヒ素を溶出した場合には 3 価のヒ素も検出された。As() と As() の濃度は、およそ 2.6mg/kg と 4.0mg/kg であった。5 価のヒ素のほとんどは酸水酸化鉄や他の粒子に吸着されず、5 価のヒ素の吸着しやすい pH2-8 の範囲で抽出されない。

HCl 溶液では、多くの研究者によりヒ素の担体として推定されてきた針鉄鉱が分解される。しかし、針鉄鉱は、pH が中性より高いと分解されにくい。一方、pH12 の NaOH 溶液と反応した後の堆積物には、XRD の分析により、緑泥石が分解されていることが確認された。また、ICP-AES で測定した Fe は、pH2 以下で Fe₂O₃ に換算すると 0.3% 溶出し、pH3 以上でほとんど含まれていない。Si は、pH2 以下と pH11 以上で SiO₂ に換算すると 1% の溶出が見られたが、中性であまり溶出していない。Al は、Si とほぼ同様な pH に対する濃度傾向を示したが、pH2 以下と pH11 以上で Al₂O₃ に換算すると 0.4% の溶出が見られた。これらのことから、pH2 以下では針鉄鉱が分解しており、pH11 以上では緑泥石が分解している。pH2 より 11 の方がより多くのヒ素を溶出していることから、ヒ素の一部は緑泥石に含まれていると判断できる。

以上の結果から、As() は針鉄鉱と緑泥石中に含まれているが、As() は緑泥石にのみ含まれていると推定される。

キーワード: ヒ素, pH

Keywords: arsenic, pH

AHW025-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 16:15-18:45

ナイルデルタの異なる灌漑条件下の農地における蒸発散量と蒸発抑制対策効果 Estimation of evapotranspiration, transpiration and soil evaporation in three crop fields with different irrigation

福田 敬広^{1*}, 杉田 倫明¹

Takahiro Fukuda^{1*}, Michiaki Sugita¹

¹ 筑波大・生命環境・地球環境

¹Life & Environ. Sci., Uni.Tsukuba

エジプトにおいて、農業地域の計画的拡大による水消費の増加は、持続的農業に対する問題点の一つである。蒸発による水分消費の抑制は、この問題を改善するための対策の一つに挙げられている。そこで、試験的にいくつかの圃場で蒸発抑制対策を施し、各圃場での蒸発散量を推定することにより、蒸発散量の推定、および抑制対策効果の検証を行った。対象地域はエジプト・ナイルデルタにおける3ヶ所のとうもろこし畑であり、各圃場で灌漑方法が異なる。そこで自動気象観測装置を用いて観測を行い、得られた気象データから蒸発散量を評価する。蒸発散の評価には渦相関法を用い、そして、Deardorffのモデルを元にしたモデルを適用することにより、蒸発散量を土壌面蒸発量と群落からの蒸散量に分けた。

キーワード: ナイルデルタ, 地面蒸発, 蒸散, 灌漑

Keywords: Nile delta, soil evaporation, transpiration, irrigation

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AHW025-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 16:15-18:45

ナイルデルタ周辺の大気水収支と雲分布 Atmospheric water balance and cloud formation over Nile Delta

入柿 ゆいま^{1*}, 杉田 倫明¹
Yuima Irigaki^{1*}, Michiaki Sugita¹

¹ 筑波大学生命環境科学研究科
¹Life & Environmental sci, Uni of Tsukuba

Application of the atmospheric water balance approach allowed determination of evaporation (E) over and around Nile Delta. It was found that E from Nile Delta was larger than that of the deserts, probably because of the extensive irrigated farmland in Nile Delta region. The moisture flux from the surface (i.e., evaporation) could generate larger amount of clouds and they can have positive and negative feedback to climate on a regional scale. However, the relative contribution of evaporation to the cloud formation of the area was in general smaller than that of moisture convergence in atmospheric columns, except for summer season when former influence was large.

キーワード: ナイルデルタ, 蒸発散, 大気水収支法, 雲分布
Keywords: Nile Delta, evaporation, atmospheric water balance, cloud formation

AHW025-P05

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

節水農業のための防風林の効果はあるのか：ナイルデルタの場合 Windbreak trees for water-saving agriculture in Nile delta: are they effective?

清水 達輝^{1*}, 杉田 倫明¹

Tatsuki Shimizu^{1*}, Michiaki Sugita¹

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科環境科学

¹Life & Environ. Sci., Uni.Tsukuba

エジプトナイルデルタにおいて防風林の樹液流速や辺材面積の現地観測を行うことで単木の実蒸散量の算出を行い、木の持つ主な特性や微気象データとの相関を調べた。これにより単木蒸散量は飽差や下向き短波放射と非常に高い相関があることが明らかとなったため、Penman-Monteith 式による蒸散量の算出を試みた。また植栽密度の異なる防風林ごとの防風特性を明らかにしている複数の先行研究を参考に、本研究で扱う防風林による風速抑制及び蒸発抑制量を概算しその効果を推定した。その結果、防風林自体の蒸散量が圃場の蒸発散のうちわずか 0.28 %であったのに対し、蒸発抑制量は 20.39 ~ 23.77% と多く、防風林による農地の蒸発抑制効果の存在を示唆した。

キーワード: 防風林, カジュワリナ, 樹液流速測定, 蒸発抑制

Keywords: Windbreak trees, Casuarina, sapflow measurements, Evaporation reduction

鳥取砂丘に堆積した火山灰層と湧水発生メカニズムの関係 Correlation of a groundwater discharge with a tephra layer in Tottori sand dune

河合 隆行^{1*}, 塩崎 一郎², 齊藤忠臣³, 多田泰之⁴, 大田将平⁵, 熊田隆行²

Takayuki Kawai^{1*}, Ichiro Shiozaki², Tadaomi Ssaito³, Yasuyuki Tada⁴, Syohei Ota⁵, Takayuki Kumada²

¹ 鳥取大学 乾燥地研究センター, ² 鳥取大学大学院 工学研究科, ³ 鳥取大学 農学部, ⁴ 森林総合研究所, ⁵ 鳥取市役所

¹ Arid Land Research Center, Tottori Univ., ² Graduate School of Engineering, Tottori, ³ Faculty of Agriculture, Tottori Univ.,

⁴ Forestry and Forest Products Research In., ⁵ Tottori city government

1. はじめに

山陰海岸国立公園内に位置する鳥取砂丘の貴重な自然現象の一つに、オアシスの存在が挙げられる。オアシスとは砂丘内に自然に形成された地下水起源の湧水地のことであり、まとまった降水イベントの後に、鳥取砂丘内で最大の比高差を有する第二砂丘列末端部（砂丘東部）に発生する。このオアシスの発生地点は観光客の多くが利用する砂丘出入口の眼下にあたり、鳥取砂丘の自然景観を形成する因子として重要な役割を担っている。

このオアシスの発生メカニズムは古くからの学術的関心でもあり、特に2010年10月に山陰海岸が世界ジオパークに登録されてからは、域内の地質現象の科学的説明が一般からも強く求められている。しかし、現在に至るまでに砂丘内の地質分布を解明する試み等が行われているものの、オアシスの発生メカニズムは推測の域を出ていない。

本研究では比抵抗映像法と呼ばれる探査法を砂丘に適用し、地表面から深度20m付近までの浅層部の水文地質構造の2次元分布を探査することで、オアシスの発生メカニズムを明らかにする。なお、国立公園特別保護区および天然記念物である鳥取砂丘内での地質調査は、環境省からの許可を得ている。

2. 研究方法

本研究では、地質構造の解析のため二次元比抵抗映像法による探査を行った。比抵抗は堆積物を構成する物質によって値が異なるため、この比抵抗が相対的に大きく変動する地点が堆積構造、あるいは水文構造の変換点であると判断できる。本研究では電極に銀-塩化銀の非分極電極を用い、電極間隔を3mに設定して深度約20mまでの探査を実施した。また、オアシスの降水反応を見るため、オアシス湖底に圧力式水位計を設置し湛水時の水深を計測した。降水データは、鳥取砂丘西部に位置する鳥取大学乾燥地研究センターの気象露場の雨量計により測定した。

3. 結果と考察

2010年4月から5月にかけて発生したオアシスの湛水深および日降水量の結果から、オアシスの水位変動は日単位で降水に呼応していること、無降水日が続くとオアシスが消失することが分かる。なお、筆者らは鳥取砂丘西部の乾燥地研究センター内で7年間の地下水水位観測を行っているが、地下水水位が降水に呼応して日変動するのは、水位が地表面から5m程度以内であることを確認している。これらのことから、鳥取砂丘内のオアシスは、地表面に近い5m程度の浅い地下水を集水して発生していることが示唆される。

次に、比抵抗モデルの結果から水文地質境界を推定した結果、地表面から数mの深度に、比抵抗が200以下の低比抵抗の物質が水平状態に堆積していることが明らかになった。一般的に、吸水した粘土は他の鉱物と比較して低い比抵抗値を有するため、今回検出された低比抵抗物質は大山倉吉層（DKP）に代表される火山灰層と考えられる。実際、今回の調査地点の一部では、DKPやローム等の火山灰層が地表面に露出していることを目視にて確認している。また、低比抵抗堆積物の下部層には、比抵抗値が800-1200の相対的に高比抵抗層が堆積している。この層は、過去の報告から古砂丘層と判断できる。

今回の比抵抗モデルからは明確な地下水面が検出されなかった。難透水層である火山灰層とその上部の帯水層が区分不可能であるためであると考えられる。このことから、オアシスに集水されている地下水の帯水層は非常に薄層であり、難透水層としての火山灰層の上に貯留されている宙水であることが示唆される。

キーワード: 湧水, 火山灰層, 鳥取砂丘, 比抵抗映像法探査

Keywords: Groundwater discharge, Tephra layer, Tottori sand dune, Resistivity tomography

関東平野東部における化石海水に富む温泉の地球化学的特性 Hydrochemistry and isotopic composition of fossil seawater rich hot springs in the eastern Kanto Plain, Central Japan

村松 容一¹, 山野 恭^{1*}, 千葉 仁², 奥村文章³

Yoichi Muramatsu¹, takashi yamano^{1*}, Hitoshi Chiba², Fumiaki Okumura³

¹ 東京理科大学理工学部, ² 岡山大文学部, ³ 石油資源開発株式会社技術研究所

¹Faculty of Science and Technology, Tokyo, ²Faculty of Science, Okayama University, ³Japan Petroleum Exploration Co.,Ltd.

【目的】関東平野東部に分布する非火山性温泉の多くはNa-Cl型であり、高塩化物泉も多数存在する。本研究では、茨城・千葉両県に分布する海水に近い高塩化物泉を対象に主化学成分、酸素・水素安定同位体比 ($D \cdot 18O$)、硫黄安定同位体比 ($34S$) を分析するとともに、水-鉱物相互作用の化学平衡計算を実施し、水質形成機構を考察する。

【方法】高塩化物泉を有する温泉施設6箇所にて2010年7月に採水を行った。pH、電気伝導度、温度は現地にて測定した。主要な陽・陰イオン分析にはイオンクロマトグラフ、Siはモリブデン黄法、AlはECR法、Bはカルミン法、FeとK⁺は原子吸光光度法をそれぞれ使用し、また D 、 $18O$ 、 $34S$ 分析には安定同位体質量分析計を使用した。さらに、大洗温泉の掘削時に回収された岩石片の構成鉱物を、X線粉末回析法 (XRD) で同定した。

【結果・考察】温泉水の温度は17.2~29.3℃、pHは6.4~8.5である。温泉水のNa⁺とCl⁻濃度の関係は降水と海水を結ぶ混合線上にあり、温泉水は両者の混合によって形成されたものである。その海水混合比は0.8~0.9と大きく、海水に極めて卓越する。 $18O$ と D 値の関係によれば、殆どの高塩化物泉は天水線 ($D=8 \cdot 18O+10$) に沿って分布する。本地域の高塩化物泉は海水と降水が混合したものと考えられるが、 $18O$ 値とCl⁻濃度によれば、海水と降水の混合線上にプロットされず、 $18O$ 値は若干軽い側へシフトする。このような例は新潟水溶性ガス田 (加藤・梶原, 1986) で認められており、温泉貯留層周辺の岩石の変質によってもたらされたと考えられる。 $18O$ と D 値の関係において、天水線 ($D=8 \cdot 18O+10$) にのらない例外として、犬吠崎温泉の $18O$ 値は天水線のプラス側にシフトしており、同位体交換反応が進んでいる。

高塩化物泉はMg²⁺とSO₄²⁻濃度が現海水と比べ著しく少なく、化石海水の特徴をよく表している。その原因を以下に考察する。温泉水に含まれる化学成分のうち海水起源の成分量を差し引いた値をとすると、Mg²⁺とNa⁺+Ca²⁺間に負の相関が認められる。したがって、海水中のMg²⁺と(Na⁺, Ca²⁺)モンモリロナイト間でイオン交換反応が起こり、温泉中のMg²⁺濃度が減少したことが示唆される。この推論は、大洗温泉の地下にモンモリロナイトが広く分布していること、及び温泉水のこの鉱物に対する飽和指数が過飽和を示すことと整合する。 $34S$ 値は+16.1~+51.2‰であり、大きな変動幅をもつ。硬石膏の $34S$ 値は+20‰程度であることから、 $34S$ 値の軽い (+16.1~+23.4‰) 温泉水のSO₄²⁻は硬石膏の溶解によってもたらされたと判断される。 $34S$ 値の重い温泉においては、温泉井の掘削深度が深くなるに伴って $34S$ 値は重くなり、 $34S$ 値とSO₄²⁻濃度間に負の相関が認められる。この結果は、硫酸態硫黄濃度が硫酸還元菌による硫酸還元反応に支配されていることを示唆する。

キーワード: 化石海水, 関東平野東部, 温泉水

Keywords: fossil seawater, eastern Kanto Plain, hot springs

群馬県榛名山周辺の火山性温泉の水質形成機構 Hydrochemistry and genesis of volcanic hot springs around the Haruna volcano

村松 容一¹, 片山 秀雄^{1*}, 千葉 仁², 奥村文章³

Yoichi Muramatsu¹, Hideo Katayama^{1*}, Hitoshi Chiba², Fumiaki Okumura³

¹ 東京理科大学理工学部, ² 岡山大学理学部, ³ 石油資源開発株式会社技術研究所

¹Tokyo University of Science, ²Faculty of Science, Okayama University, ³Japan Petroleum Exploration Co.,Ltd.

1. 目的 温泉の新規開発, 維持・管理を行う上で, 温泉水の起源, 水質形成機構, 水流動機構を解明することは不可欠である。群馬県北部には火山性温泉が多数存在する。このうち, 武尊山や草津白根山周辺の温泉(谷川・水上・草津など)を対象とした成因的研究は多数報告されているが(酒井, 1989), 榛名山周辺の温泉については研究数も少なく, 化学的特徴(群馬県温泉協会, 2008)に止まっている。本研究では, この地域を対象に温泉水及び湧水を採取・分析し, 得られた結果をもとに温泉水の起源と水質形成機構を検討する。さらに, 水-鉱物相互作用の化学平衡論によって検証する。

2. 実験 温泉水(深度200~1400m)13カ所, 湧水4カ所の計17カ所を2010年5~8月に採水した。pH, 電気伝導度, 温度を現地にて測定した後, ポリエチレン容器に採水し実験室に持ち帰り分析を行った。主成分分析はイオンクロマトグラフィー(Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, F⁻, Cl⁻, Br⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻), 原子吸光光度法(K, Fe), 分光光度法(Al³⁺, Si⁴⁺, B), 硫酸酸性標準溶液の滴定(HCO₃⁻)を使用した。また, 質量分析計を使用し, 水素・酸素安定同位体比(δ D, δ 18O)を全試料, 硫黄安定同位体比(δ 34S)を7試料で分析した。さらに, 鉱物の飽和指数の計算は, 水-鉱物平衡計算プログラムSOLVEQ(Reed, 1982)を用いた。

3. 結果と考察 水温は13.6~56.6℃, pHは6.7~8.3であり, 泉質はNa-Cl型(9カ所), Na-HCO₃型(1カ所), Ca-Cl型(2カ所), Ca-HCO₃型(5カ所)に分類される。特に, 湧水は全てCa-HCO₃型に属する。Na⁺とCl⁻濃度の関係は海水と天水を結ぶ混合線上にあることから, 温泉水及び湧水は両者の混合によって形成されたと考えられ, 海水混合比は殆どが天水に極めて卓越することを示唆する。この地域で最もCl⁻濃度(13393mg/L)の高い相間川温泉(No.15)は, 現海水に比べMg²⁺とSO₄²⁻濃度に著しく乏しいことより, この海水は化石海水である。温泉水の δ Dと δ 18O値の関係は, 世界の天水線(δ D = 8 δ 18O + 101)上に分布することから, 水の起源は天水であることがわかる。ただし, No.15の δ 18Oは天水線のプラス側にシフトしており, 鉱物との同位体交換反応が行われたことを示唆する。

温泉水に含まれるSO₄²⁻の δ 34S値は+17.1‰~+25.8‰(6カ所)を示し, 硬石膏の値(約+20.0‰)に近いことから, Ca²⁺とSO₄²⁻濃度は硬石膏の溶解に規制されていると判断される。温泉水に含まれる化学成分のうち海水起源の成分量を差し引いた値をとると, 浅部掘削泉(200~300m)及び自然湧出泉では, Ca²⁺とHCO₃⁻の関係がCa²⁺=HCO₃⁻に沿って分布する。これらの温泉水の方解石に対する活動度積を計算した結果によれば, この鉱物に対して不飽和状態であることから, 方解石の溶解がCa²⁺とHCO₃⁻濃度を規制していることがわかる。深度掘削泉(700m~)では,

Na⁺とHCO₃⁻の関係がNa⁺=HCO₃⁻に沿って分布している。これらの温泉水のカオリナイトに対する活動度積を計算した結果によれば, この鉱物に対して過飽和状態にあることから, Naに富む斜長石(NaAlSi₃O₈)の風化に伴ってカオリナイトが生成することによってNa⁺とHCO₃⁻濃度が規制されている。以上の結果から, 泉質の形成には, 主としてNa-Cl型は化石海水の混入, 硬石膏の溶解, 斜長石の風化, Na-HCO₃型は斜長石の風化, Ca-Cl型は硬石膏・方解石の溶解, Ca-HCO₃型は方解石の溶解がそれぞれ寄与している。

キーワード: 榛名山, 水質化学, 成因, 温泉, 岩石-水相互作用

Keywords: Haruna volcano, Hydrochemistry, genesis, hot springs, water-rock interaction

多田銀山地域の河川水における金属元素の挙動

The behavior of heavy metals in river water around the Tada silver mine, southwestern Japan

堀 あゆみ^{1*}, 壺井 基裕²

Ayumi Hori^{1*}, Motohiro Tsuboi²

¹ 関西学院大学大学院理工学研究科, ² 関西学院大学工学部化学科

¹Sci. Tech., Kwansai Gakuin Univ., ²Sci. Tech., Kwansai Gakuin Univ.

Heavy metal concentrations in river water around an abandoned mine site are important for environmental conservation as well as understanding elemental behavior in nature. In this study, heavy metal concentrations of river water samples around one of the most historical abandoned mines in Japan, the Tada silver mine, were studied to understand the elemental behavior around the closed mine at regional levels. The Tada silver mine is located in the eastern part of Hyogo prefecture, southwestern Japan. The mine is classified as Cu-Sn and Zn-Pb polymetallic vein deposit including silver¹⁾, and it was closed in 1973. A total of 38 river water samples were collected around the Tada silver mine. Water temperature and pH were measured at the sampling site. All samples were filtered with 0.45 μm filter. Seven heavy metal elements (Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Mo, Pb) were analyzed with inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS), and six anions (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , Br^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) were analyzed with ion exchange chromatography (IC). Behavior of heavy metals in river water is mainly controlled by adsorption reaction. Adsorption rates of heavy metals are different among the elements, and are affected by the dissolving forms and pH. Cu, Zn and Pb in river water are commonly dissolved as cation, and are easily adsorbed when pH is high²⁾. Near the Tada silver mine, Cu (102 ppb), Zn (323 ppb) and Pb (59.9 ppb) concentrations are higher than the other river water samples far from the mine. These higher concentrations might be affected by the Tada silver mine. As increasing the distance from the mine, Cu, Zn and Pb concentrations decreased rapidly. Concentration of Cu becomes stable within 2,700 m away from the location of its maximum concentration. Zn concentration becomes stable at 6,400 m away from the location of its maximum concentration. Concentration of Pb becomes stable within 2,100 m away from the location of its maximum concentration. The distance to the stable concentration point of Zn is longer than that of Cu and Pb. This is concordant with the fact that Zn adsorption rate is lower than that of Cu in same pH condition. Mo concentration slightly increases with increasing the distance from upstream to downstream and correlates with the anion content, especially SO_4^{2-} . This might be because that : 1) Mo dissolves as anion ; 2) Mo adsorption rate is low in pH 7.5 - 8.0³⁾; and 3) Mo is supplied from the sediments.

References

- 1) Committee for Publication of Regional Geology of Japan, 2001, *Regional Geology of Japan Part6 KINKI*, Kyoritsu Shuppan, Tokyo, 297 p.
- 2) Mouvet, C. and Bourg, A.C.M., 1983, *Water. Res.*, **17**, 641.
- 3) Goldberg, S. et al., 1996, *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, **60**, 425.

キーワード: 重金属, 吸着, 多田銀山

Keywords: heavy metals, adsorption, Tada silver mine

AHW025-P10

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

窒素および硫黄安定同位体比による水質汚染に及ぼす人間活動の影響の解明 - 館林市鶴生田川の例 -

Nitrogen and sulfur isotope analysis of anthropogenic nitrate pollution of river at the Tatebayashi city

村松 容一^{1*}, 井下田貴教¹, 千葉 仁²
Yoichi Muramatsu^{1*}, Takanori Igeta¹, Hitoshi Chiba²

¹ 東京理科大学理工学部, ² 岡山大学理学部

¹Tokyo University of Science, ²Faculty of Science, Okayama University

1. 目的 群馬県館林市に位置する鶴生田川・城沼は地域の水資源や観光資源として親しまれている一方で、水質汚染が懸念されている。本研究では、鶴生田川・城沼の水質汚染の現状を把するとともに、主要な陽・陰イオン分析、硫黄・窒素安定同位体分析 (^{34}S 値, ^{15}N 値) を行い、得られた結果をもとに水質汚染源の特定を試みた。さらに、二次元的な濃度変化をとらえることにより、水質汚染の影響を明らかにする。

2. 方法 平成 22 年 8 月 19 日、多々良沼 1 地点、鶴生田川 5 地点、城沼 3 地点、加法師川 2 地点 (計 11 地点) で pH、水温、水深、電気伝導度を測定した後、500ml ポリエチレン容器に 3 本ずつ採水し、研究室に持ち帰った。全リン、全窒素はモリブデン青吸光度法、主要イオンはイオンクロマトグラフ、 HCO_3^- は硫酸酸性標準溶液による滴定法、 ^{34}S 値と ^{15}N 値は安定同位体比質量分析計でそれぞれ分析した。

3. 結果・考察 全リン及び全窒素の分析値を環境省が定める「生活環境の保全に関する環境基準」の値 (V 類: 全リン 0.1mg/L 以下, 全窒素 1.0mg/L 以下) や湖沼法によって定められた全国の湖沼等の実測値 (平成 20 年, 環境省) と比較すると、ほぼ全ての地点の分析値が上回り、城沼とその周辺の水域は富栄養化状態にあると言える。

Ca^{2+} 濃度と HCO_3^- 濃度は正の相関関係にあり、方解石の飽和指数の計算結果によれば、湖沼水・河川水は全て方解石に対して不飽和である。したがって、 Ca^{2+} と HCO_3^- は表層堆積物に含まれる方解石の溶解を起源としている。 Na^+ と Cl^- の濃度関係は 1:1 (生活排水に含まれる食塩) よりやや Na^+ に富み、 Na^+ と Cl^- は生活排水中の食塩と家庭用洗剤に由来する。河川水に含まれる硫酸性硫黄の主要発生源の ^{34}S 値は家庭用洗剤 - 7.2 ~ - 3.7 ‰, 降水 + 0.8 ~ + 5.9 ‰, 生活排水 + 6 ~ + 8 ‰ と報告されている。本地域の ^{34}S 値は + 1.42 ~ + 2.84 ‰ を示す。 SO_4^{2-} 濃度は 30mg/L 前後であり、降水 (0.1 ~ 3.0mg/L) に比べると著しく高いので、降水に由来するとは考えにくい。周囲に住宅地が多いことを考慮すると、硫酸性硫黄の起源は生活排水と家庭用洗剤と考えられる。次に、硝酸性窒素の主要発生源の ^{15}N 値は降水 - 8 ~ + 2 ‰, 家庭用洗剤 - 2.9 ~ + 3.6 ‰, 生活排水 + 8 ~ + 15 ‰ と報告されている。本地域の ^{15}N 値は + 7.87 ~ + 11.2 ‰ を示し、硝酸性窒素は主として生活排水に由来すると判断される。これらの結果から、鶴生田川・城沼の水質汚染は生活排水や家庭用洗剤の影響を強く受けていることが明らかとなった。硫酸性硫黄と硝酸性窒素の起源別構成比を見積もると、生活排水が全体の約 6 ~ 8 割を占める。

鶴生田川における NO_3^- 濃度の二次元的変化に注目すると、下流ほど徐々に大きくなる傾向が認められる。鶴生田川周辺では下流ほど市街地や住宅地が広がっていることから、下流に向けての NO_3^- 濃度の増加は生活排水の影響を私欲反映している。

キーワード: 水質汚染, 安定同位体比, 館林

Keywords: pollution of river, stable isotope, Tatebayashi

AHW025-P11

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

付着・流下珪藻群集による河川環境評価：大阪府安威川の事例による検討 Environmental evaluation using the attached and drifting diatom assemblage : A case study in the Ai River, Osaka

芝崎 美世子^{1*}, 大塚泰介², 三田村宗樹¹
Miyoko Shibazaki^{1*}, Taisuke Ohtsuka², Muneki Mitamura¹

¹ 大阪市立大学, ² 琵琶湖博物館
¹ Osaka City University, ² Lake Biwa Museum

河川環境調査では、魚類、水生昆虫類、付着藻類など様々な生物指標が利用されている。中でも微小藻類のひとつである珪藻は優れた生物指標として知られており、DAIpo（付着珪藻群集に基づく有機汚濁指数）をはじめとする水質評価方法が確立されている。しかし付着珪藻の採集は、高いコンクリート堤防に囲まれた都市域の河川では困難ことが多い。このような場所で、もし流下珪藻による水質評価が可能ならば、橋や堤防の上から採水してフィルター濾過によって採集できるため、より多くの場所で調査が容易となる。だが、流下珪藻の研究は付着珪藻ほど進んでおらず、また原地性の低さから評価が難しい。そこで本研究では、都市河川の全流程において流下珪藻群集と付着珪藻群集との比較を行い、流下珪藻群集の環境指標としての可能性を検討した。

調査対象である大阪府安威川は、京都府亀岡盆地の南端を源にもち、大阪府吹田市を南下して神崎川に注ぐ淀川水系の2次支流である。源流域は水田地帯である。上流部は山地溪流で、安威川ダムの建設が予定されている。中流から下流は、集水域にゴルフ場、水田、住宅地などを抱える都市河川である。付着・流下珪藻の採集は、夏季（2009年8月）および冬季（2009年12月）に行った。夏の調査では、*Melosira varians* が12地点のうち8地点で付着珪藻の優占種となった。中流域の河床勾配が大きい地点では *Rhoicosphenia abbreviata* が優占した。冬の調査でも *M. varians* が第1優占種になることが多く、第2優占種は *Diatoma vulgare* のことが多かった。DAIpo 値から推定される安威川のザプロビ階級は、概ね 貧腐水性から 中腐水性までの範囲であり、水質の測定結果とよく対応していた。これに対して夏季の流下珪藻では、付着珪藻の平均2.0%を占めるに過ぎなかった強腐水性指標種の *Nitzschia palea* が17.3%出現し、優占種となった。安威川の上流域は水田地帯であるため、流下珪藻の多くを水田など集水域から流入した珪藻が占めていた可能性がある。このように、付着珪藻群集がその地点の水質を指標するのに対し、流下珪藻群集はその地点の水質よりもむしろ流域の土地利用などをよく指標すると考えられる。

キーワード: 河川環境, 珪藻群集, 生物指標, 環境評価法

Keywords: river environment, diatom assemblage, bioindicator, environmental parameters