

関東平野における塩化物泉の水質形成機構－続成変質による間隙水の進化－

Fluid formation mechanism of deep chloride hot spring waters from the central Kanto Plain,
Central Japan

*村松 容一¹

*Yoichi Muramatsu¹

1.東京理科大学

1.Tokyo University of Science

関東平野中央部の上総層群相当層と安中・安房層群相当層を貯留母岩にする高塩泉の化学成分と酸素 ($\delta^{18}O$)・水素 (δD) 安定同位体比を分析した結果に、公表論文などの分析値を加えて(合計90地点)、埋没続成変質による海水起源の間隙水の進化の視点に立って塩化物泉の水質形成機構を検討した。

本地域の塩化物泉は化石海水とNa-HCO₃型降水起源水の混合によって形成されたものであり、化学成分をみると現海水に比してMg²⁺とSO₄²⁻に乏しくCa²⁺とNa⁺に富む特徴は両層の化石海水に共通するが、安中・安房層群相当層の化石海水のB濃度は高く、K⁺濃度は低い。一方、安定同位体比をみると上総層群相当層の化石海水の $\delta^{18}O$ 値は現海水より低いが、安中・安房層群相当層は高い。

このような化学成分および安定同位体比の特徴は、両層に閉じ込められた海水が埋没続成変質を受けて次のように進化することによって合理的に説明される。有機物を含む海底泥質堆積物に閉じ込められた海水は埋没過程で硫酸還元反応を受けるとともに、陸域で地下に涵養された降水が深部を側方流動する過程で火山性物質の風化作用を受けて変質した降水起源水によって種々の程度に希釈された。さらに、方解石セメント化、海底堆積物中の火山性物質およびNa-ス멕タイトのMg-ス멕タイト化を受けて、現海水よりMg²⁺とSO₄²⁻に乏しくCa²⁺とNa⁺に富む間隙水に進化した。その後、上総層群相当層より貯留層温度が高い安中・安房層群相当層ではMg-ス멕タイトのイライト化が進行し、間隙水のB濃度の上昇とK⁺濃度の低下が進んだ。上総層群相当層を貯留母岩にする化石海水における現海水に比した $\delta^{18}O$ 値のマイナスシフトは火山性物質のス멕タイト化、安中・安房層群相当層のプラスシフトはス멕タイトのイライト化にそれぞれ起因する。

キーワード：関東平野中央部、塩化物泉、続成変質

Keywords: Central Kanto Plain, chloride hot spring water, diagenetic evolution

群馬県南東部における地下水のヘリウム同位体に関する研究

Helium isotopes in groundwaters in the southeast part of the Gunma Prefecture, Japan.

*森川 徳敏¹、安原 正也²、稲村 明彦¹、高橋 正明¹、林 武司³、宮越 昭暢¹*Noritoshi Morikawa¹, Masaya Yasuhara², Akihiko Inamura¹, Masaaki Takahashi¹, Takeshi Hayashi³, Akinobu Miyakoshi¹

1.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2.立正大、3.秋田大

1.Geological Survey of Japan, AIST, 2.Rissho University, 3.Akita University

関東平野には、高塩化物イオン濃度 (Cl^-) によって特徴づけられる地下水が、主に1) 埼玉県東部の平野部 (関東平野中央域)、2) 群馬県南東部の太田市から館林市にかけての地域、3) 茨城県南部から千葉県北部にかけての小貝川・利根川沿いの地域などにおいて認められる。

関東平野中央域のいわゆる元荒川構造帯内の水源井 (上部-中部上総層群相当層; 深さ200 - 430 m程度) においては、高塩濃度地下水はヘリウム-4 (^4He) 濃度が高い傾向にあり、 ^4He 濃度と Cl^- 濃度により正の相関が見られている。また、群馬県南東部の太田市から館林市にかけての地域の水位観測井においても、元荒川構造帯内の地下水と類似した ^4He - Cl^- 濃度の相関およびヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) の特徴が観測された (森川ほか、2014)。 $^3\text{He}/^4\text{He}$ の特徴は、帯水層起源Heとは異なり、ある程度のマントル起源Heを含む。また、He- Cl^- 濃度の相関は天水成分と類似したHe/ Cl^- 比を持つ高塩濃度成分との混合であることが示唆され、この2地域の高 Cl^- 濃度成分は共通の過程を経て形成されたものと思われる。ただし、群馬県南東部においては関東平野中央域に比べるとHe- Cl^- 間の相関はやや薄く、 $^3\text{He}/^4\text{He}$ もややばらつく結果が水位観測井から得られていた。

本発表では、この群馬県南東部の地下水の Cl^- 濃度の分布、He同位体の特徴をより詳細に調べるために各市町村所有の水源井および、温泉掘削井について調査を行った結果を報告する。群馬県南東部の水源井より採取した地下水は ^4He 濃度と Cl^- 濃度に大まかな正の相関が見られ、観測井から採取した以前の結果 (森川ほか、2014) や、関東平野中央域 (森川ほか、2006) と類似した結果が得られた。ただし、この特徴は利根川左岸の西北西に延びる長さ約15km・幅5km程度で、それよりも東西および北方側ではこの関係がうすれ、 ^4He 濃度も低くなる傾向が見られた。関東平野中央部や群馬南東部に見られた高 ^4He 地下水の地下水はこのあたりを北限とし、この地域での深層の地下構造と関連していると思われる。

引用文献: 森川ほか (2006) 日本地球惑星科学連合2006年大会, H121-004、森川ほか (2014) 日本地球惑星科学連合2014年大会, AHW25-12

キーワード: ヘリウム、地下水、利根川、関東平野、塩化物イオン、希ガス

Keywords: Helium, Groundwater, Tone River, Kanto Plain, Chloride Ion, Noble Gas

富士山麓の井水の安定同位体比および水質の特徴

Isotopic and chemical characteristics of well waters around Mt. Fuji

*谷口 無我¹、大場 武¹、三五 康介¹*Muga Yaguchi¹, Takeshi Ohba¹, Kosuke Sango¹

1. 東海大学理学部化学科

1. Department of Chemistry, School of Science, Tokai University

【はじめに】

富士山の地下水に関してはこれまでに多数の研究が取り組まれており、近年では従来難透水層と考えられてきた古富士火山体や第三紀の海成堆積岩・海底噴出の火山岩類で構成される富士山の基盤中にも地下水が賦存していることが分かってきた(例えば、安原ほか, 2007; Gmati et al., 2011; Yaguchi et al., 2016). 深部の地下水の起源や流動機構を明らかにするためには、温泉井の様な深井戸から得られる地下地質や地下水の水質、安定同位体比などの情報が有力な手がかりとなる。著者らは富士山麓の深層地下水の起源や水質形成の要因を考察することを目的として富士山麓の複数の掘削井や湧水試料の主要成分および水素・酸素-安定同位体比(δD ・ $\delta^{18}O$)を分析したので、その経過を報告する。

【方法】

試料水は富士山麓の温泉井を含む掘削井14箇所(孔底深度4~1,500m)、自然湧水4箇所から採取した。試料水の HCO_3^- 濃度は塩酸滴定法によるメチルオレンジアルカリ度から算出し、主要な陰イオンはイオンクロマトグラフ法、陽イオンは原子吸光法で分析した。試料水の水素・酸素安定同位体比(δD ・ $\delta^{18}O$)の分析にはキャピティリングダウン分光分析法を使用した。

【結果および考察】

試料水の δD 、 $\delta^{18}O$ 値はそれぞれ-86.4 ~ -49.6‰, -11.6 ~ -7.6‰の範囲であり、同位体比と試料採取地の標高には負の相関が認められた。全ての試料水の δD と $\delta^{18}O$ 値の関係は $\delta D = 8 \cdot \delta^{18}O + 12$ であり、世界天水線($\delta D = 8 \cdot \delta^{18}O + 10$; Craig, 1961)および富士山周辺の天水線($\delta D = 8 \cdot \delta^{18}O + 15.1$; 安原ほか, 2007)に近く、 δD および $\delta^{18}O$ の高度効果はそれぞれ-3.5%/100m, -0.43%/100mと富士山山腹の雨雪で観測された高度効果(δD で-3.5%/100m, $\delta^{18}O$ で-0.4%/100m; 早稲田・中井, 1983)と同程度であった。トリリニアダイヤグラムに基づいた水質分類では試料水の水質は井戸深度や湧出地の地質によって異なり、湧水や比較的浅い井戸(~15m程度)ではCa- HCO_3 型、中程度の深度の井戸(~200m程度)ではmixed cation- HCO_3 型、さらに深い井戸ではCa-Na- SO_4 ・Cl型およびNa-Ca- SO_4 ・ HCO_3 型ないしそれらの中間的な水質型に属するものが多かった。深井戸の水質は本邦のグリーンタフ地域の熱水の化学的特徴(Sakai and Matsubaya, 1974)に類似しており、富士山地域の基盤岩を構成する海成の堆積岩・海底噴出の火山岩類に由来すると考えられた。今後は掘削井の温度検層の記録やスクリーン深度の解析、帯水層の構成鉱物の同定などに取り組み、地下水の涵養域や水質形成機構等を詳細に検討する必要がある。

キーワード：富士山、井水、温泉水、水素・酸素安定同位体、水質

Keywords: Mt. Fuji, well water, hot spring water, stable isotope ratio (δD ・ $\delta^{18}O$), water quality

河口湖で新たに見つかった湖底湧水とその同位体的特徴

Stable water isotope characteristics of the newly discovered lake bottom springs from Lake Kawaguchi, in the northern foot of Mount Fuji

*山本 真也¹、中村 高志²、内山 高¹

*Shinya Yamamoto¹, Takashi Nakamura², Takashi Uchiyama¹

1.山梨県富士山科学研究所、2.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター

1.Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2.International Research Center for River Basin Environment, University of Yamanashi

河口湖では古くから湖底湧水の存在が示唆されてきたが、その分布や起源についてはいずれも推定の域を出ないのが現状であった。本研究ではこうした河口湖の湖底湧水の実態を探るため、CTD計による詳細な水質調査と底層水の水安定同位体比分析を行った。その結果、鵜の島東の湖底（水深約8m）、25メートル四方の範囲において、水質異常が確認され、湖底湧水の存在が示唆された。底層水の水同位体比は、湧水地周辺で概して低く、湖周辺の山地で涵養された地下水の影響を受けていることを示唆している。

キーワード：富士五湖、湧水、水安定同位体

Keywords: Fuji Five Lakes, springs, stable water isotopes

柿田川湧水における⁸⁵Krを用いた地下水年代の推定

Groundwater age determination by using ⁸⁵Kr in groundwater at the Kakitagawa spring water in Mt. Fuji spring discharge area

*利部 慎¹、松永 緑³、小野 昌彦²、町田 功²、井川 怜欧²、嶋田 純³、百島 則幸⁴

*Makoto Kagabu¹, Midori Matsunaga³, Masahiko Ono², Isao Machida², Reo Ikawa², Jun Shimada³, Noriyuki Momoshima⁴

1.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、2.産業技術総合研究所、3.熊本大学大学院自然科学研究科、4.九州大学アイソトープ総合センター

1.Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University, 2.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3.Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, 4.Radioisotope Center, Kyushu University

本研究は富士山地域を代表する湧水である柿田川湧水を対象として、数ヶ月～年スケールでの年代測定が可能で且つ人為的な濃度付加や流動過程での濃度分解の影響を受けないとされるクリプトン85（以下、⁸⁵Kr）による年代測定法を適用し、同地域における適用可能性を確認するとともに、詳細な地下水年代を明らかにすることを目的として実施した。その結果、柿田川湧水の⁸⁵Kr濃度として 1.022 ± 0.028 Bq/m³-airが得られ、地下水年代（平均滞留時間）は 5.2 ± 0.4 年と推定された。この地下水年代は、先行研究により他の手法（³H、希ガス、CFCs、³⁶Cl/Cl and ²²⁸Ra/²²⁶Ra）を用いて推定された年代と比較して、より年代幅が限定され、かつ精度の高い値であった。本手法の現地適用性が実証され詳細な年代推定が確認されたことから、当該地域の水循環・流動機構に対して時間スケールを定めることができ、今後の研究展開の可能性を大いに広げる結果といえる。

キーワード：クリプトン85、地下水年代、柿田川湧水

Keywords: Krypton-85, Groundwater age dating, Kakitagawa spring water

被圧地下水の塩水化に関する定量評価－硫黄および塩素安定同位体を指標として－

Investigation of salinization processes in a confined aquifer system; Application of sulfur and chlorine stable isotopes

*山中 勝¹

*Masaru Yamanaka¹

1. 日本大学 文理学部 地球科学科

1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities and Sciences, Nihon University

塩水化が顕著に認められる濃尾平野南西地域の被圧帯水層を対象に、水質データに加えて硫黄および塩素安定同位体組成($d^{34}\text{S}$, $d^{37}\text{Cl}$)を指標とすることで塩水化プロセスの定量評価を試みた。深度50 m前後の帯水層では、高Cl濃度(>1000mg/L)の地下水が沿岸域から内陸部に向けて舌状に分布する。この塩水化地下水について SO_4/Cl 濃度比および $d^{34}\text{S}$ 値の関係から検討を行った結果、塩水成分としては大きく二つ存在すると解釈された。この一つは現世海水であり、もう一つは SO_4^{2-} を含まない海水である。この海水は粘土層中で硫酸還元反応により SO_4^{2-} が失われた古海水と解釈される。両海水起源の Cl^- 濃度と $d^{37}\text{Cl}$ 値の関係を検討した結果、現世海水起源の Cl^- は $d^{37}\text{Cl}$ 値について同位体分別をほとんど受けていないのに対し、古海水起源の Cl^- は現世海水から同位体分別を受けた負の値を持つことが示された。拡散プロセスによるClの同位体分別の見積りを行った結果、本域で確認された塩水化地下水の $d^{37}\text{Cl}$ 値は古海水起源の Cl^- が淡水成塊状粘土層中で拡散を受けることで十分再現できることが示された。以上のことから、古海水は硫酸還元反応により SO_4^{2-} を失うとともに、淡水成粘土層である濃尾層中で拡散プロセスを受け、これが過剰揚水により絞り出されたと考えられる。

キーワード：古海水、拡散、被圧帯水層

Keywords: paleo seawater, diffusion process, confined aquifer

内陸で湧出するCl⁻に富む温泉の起源および流動経路—山口市湯田温泉の例—
Origin of saline hot spring and flow system of inland hot spring
- Case study on the Yuda hot spring in Yamaguchi City -

*西山 成哲¹、田中 和広¹、鈴木 浩一²、高橋 浩³

*Nariaki Nishiyama¹, Kazuhiro Tanaka¹, Koichi Suzuki², Hiroshi Takahashi³

1.山口大学大学院理工学研究科、2.電力中央研究所、3.産業技術総合研究所

1.Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University, 2.Central Research Institute of Electric Power Industry, 3.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

山口市の湯田温泉はアルカリ性単純温泉であり、1日の湯量が2,000 tと豊富である。湯田温泉の水質はNa⁺およびCl⁻に富むことが報告されており、この成分の起源は不明である。本研究では湯田温泉の水質形成プロセスや起源、温泉水の上昇経路を明らかとするために、温泉水の詳細な水質・同位体分析、地質調査および物理探査を行った。

湯田温泉の岩盤温泉水は全てNaCl型を、浅層温泉水はNaCl型およびNaHCO₃型の2種類の水質を示す。岩盤温泉水の酸素・水素同位体比は天水線付近にプロットされ、天水が起源と考えられる。岩盤温泉水および浅層温泉水の一般水質および酸素・水素同位体比の関係から、NaCl型の浅層温泉水は、岩盤温泉水とNaHCO₃型の浅層温泉水との混合により形成されたと考えられる。また、岩盤温泉水のLi/Cl比は0.001程度であり、泉源の深度や温度に依存することなく一定の値を示す。このLi/Cl比は現海水のLi/Cl比とは異なるため、現海水が湯田温泉の水質形成に関与しているとは考えにくい。また、岩盤温泉水中のHCO₃⁻の炭素同位体比は、土壌起源以外の炭素の混入を示しており、マグマ起源に近い値を取る。これらの特徴は火山性流体やスラブ起源の深部流体の特徴と類似する。しかし、He同位体比 (0.202 Ra; 安川・田中, 2008) やLi同位体比 (+10.84‰; 西尾 私信) は、現在、マントルなどの地下深部からの物質 (ガスおよび水) 供給がない事を示している。この地化学的特徴から、火山性流体もしくはスラブ起源の深部流体が天水起源の温泉水に供給された後、湯田温泉地下で停滞したため、岩石との同位体交換反応が進み、現在の湯田温泉の水質が形成されたと考えられる。また、Li同位体比から、温泉水が経験した最高温度は約70 °Cと求められ、現在の泉温とほぼ同じである事が明らかとなった。

温泉水の分布を明らかにするため実施したCSAMT (Controlled Source Audio frequency Magneto-Telluric) 法による比抵抗調査の結果、基盤面は比抵抗断面において可視化できたが、温泉水の分布を示す比抵抗分布は得られなかった。ボーリングコア観察の結果、コアの大部分を硬質な泥質片岩および砂質片岩が占めており、割れ目はほとんど認められなかった。一方、幅約1 mの貫入岩およびその周辺部で割れ目が卓越することから、貫入岩が温泉水の流動経路となっている可能性がある。岩盤と地下水の比抵抗値をそれぞれ仮定して数値解析を実施した結果、幅1 m程度の水みちをCSAMT法で検出する事は難しい事が明らかとなった。そのため、温泉水の分布がCSAMT法による比抵抗の分布に反映されなかったものと考えられる。

以上のことから、温泉水は、割れ目の発達した貫入岩などを通路として一気に上昇したものと考えられる。その際、過去に地下深部からもたらされたCl⁻を取り込み、温泉水の水質を形成しているものと考えられる。

キーワード：深部流体、塩化物泉、湯田温泉

Keywords: Deep-seated fluid, saline hot spring, Yuda hot spring

ナミビア北中部の季節湿地域における降水と浅層地下水の起源解析

Analyzing origin of rainwater and shallow groundwater in seasonal wetlands of north-central Namibia

*檜山 哲哉¹、金森 大成¹、Kambatuku Jack²、浅井 和由³、飯嶋 盛雄⁴

*Tetsuya Hiyama¹, Hironari Kanamori¹, Jack R. Kambatuku², Kazuyoshi Asai³, Morio Iijima⁴

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.ナミビア大学農業天然資源学部、3.株式会社 地球科学研究所、4.近畿大学農学部

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2.Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Namibia, 3.Geo Science Laboratory, 4.Faculty of Agriculture, Kinki University

This study discussed on origin of rain- and subsurface-water (or shallow groundwater) in seasonal wetlands of north-central Namibia, which is locally called as the Cuvelai system seasonal wetlands (CSSWs). In order to do this, stable water isotopes (SWIs) of hydrogen and oxygen in rain-water, surface-water and subsurface-water were analysed. Especially rain-water samples were taken from all rainfall events in a whole wet season from October 2013 to April 2014. Then the isotopic ratio of SWIs in each rain-water sample was analyzed and used to derive annual mean value of the isotopic ratio of SWIs in precipitation weighted by each rainfall amount. This annual mean value was revealed to be a good indicator in order to detect how subsurface-water in CSSWs formed in the region through the use of delta diagram. Consequently the SWIs analysis in rain-, surface-, and subsurface-water revealed that shallow groundwater of small wetlands in the region was very likely to be recharged from surface-water, source of which was local rain-water and was temporary pooled in the lowest part of each small wetland. This was supported from the tritium counting of the current rain- and subsurface-water in the region. In order to confirm the origin of rain-water, atmospheric water budget analysis was also conducted using an atmospheric reanalysis data. From this analysis, it was found that around three-fourths of rain-water was derived from recycled water in local-regional scales.

キーワード：大気水収支、水安定同位体、水-食料安全保障

Keywords: atmospheric water budget, stable water isotopes (SWIs), water-food security

Spatial and temporal variations of stable isotopes in precipitation across Cameroon: The first Cameroon Meteoric Water Line

*Mengnjo Jude Wirmvem¹, Brice Tchakam Kamtchueng², Engome Regina Wotany³, Wilson Yetoh Fantong², Justice Yuven Suila⁴, Asobo Nkengmatia Elvis Asaah⁵, Takeshi Ohba¹, Samuel Ndonwi Ayonghe³

1.Sch. of Sci, Tokai Univ., 2.IRGM, Cameroon, 3.Dep. of Environ. Sci., Fac. of Sci., Univ. of Buea, 4.GBHS Atiela, Nkwen, 5.Dep. of Earth & Planet. Sci., Tokyo Inst. of Technol.

Stable hydrogen and oxygen isotopes in precipitation are valuable tools in groundwater recharge studies and the study of atmospheric moisture sources/circulation. Despite their significance, the isotopic data on rainfall is limited in most regions of Cameroon. Accordingly, the stable isotopes in over 290 monthly rain samples from 2012 to 2015 in 15 locations/stations across Cameroon are being investigated. The rain sampling stations have been grouped into four regions as a function of distance from the Atlantic Ocean and elevation. These are the coastal (<100 km from the sea), inland (>100 km from the sea), highland (>244 km from the sea and >1000 m asl) and further inland (>600 km from the sea) regions. The primary objective is to produce local/regional meteoric water lines (L/RMWLs) over Cameroon and subsequently the Cameroon Meteoric Water Line (CMWL). Other goals are to describe the temporal and spatial variations in stable isotopes of the rainfall and their relationship to annual precipitation cycle and determine the main controls on isotopic variations. Present results reveal a very wide range in $\delta^{18}\text{O}$ and δD from -9.43‰ and -65.61‰ at high elevations in Kumbo (1715 m) to 3.86‰ and 38.61‰ in the Ndop plain, respectively. The significant variation suggests various controls on the isotopic composition of the rain. Rain stations (Mutengene, Douala, Lobe, Mundemba and Kumba) in the coastal region gives $\delta\text{D} = 7.87\delta^{18}\text{O} + 13.20$ ($R^2 = 0.96$, $n = 90$) as the RMWL. The relationship: $\delta\text{D} = 8.21\delta^{18}\text{O} + 14.40$ ($R^2 = 0.95$, $n = 51$) defines the RMWL for the inland stations (Mamfe, Yaounde and Bertoua). At the Bamenda Highland stations (Bamenda, the Ndop plain, Ndawara Tea Estate, Wum, Kumbo and Nkambe), the RMWL is defined by $\delta\text{D} = 8.07\delta^{18}\text{O} + 14.50$ ($R^2 = 0.98$, $n = 139$). Two stations (Ngaoundere and Garoua) further inland in northern Cameroon give a RMWL: $\delta\text{D} = 6.72\delta^{18}\text{O} + 5.21$ ($R^2 = 0.99$, $n = 10$) with a relatively lower slope and d-intercept. The low slope and d-intercept reflect partial evaporation of the falling rain drops under semi-arid conditions in northern Cameroon. Overall, the first CMWL is $\delta\text{D} = 8.08\delta^{18}\text{O} + 14.19$ ($R^2 = 0.97$, $n = 290$). The similarity of the slope to the Global Meteoric Water Line indicates equilibrium conditions during rain formation with a minor effect of evaporation during the fall of raindrops to the ground on a national scale. Additional inland sources of moisture other than the Atlantic Ocean explain the high d-intercept in rainfall across the country. High d-excess values (>>10‰) in coastal precipitation within the rainforest region of Cameroon reflect recycled moisture from the rainforest. Meanwhile, the high d-excess values in the high altitude rains in the Bamenda highlands suggest the interplay of altitude effect and inland recycled moisture from inland water bodies. Across the country, the stable isotopes show an inverse relationship between elevation and rainfall depths suggesting altitude and amount effects, respectively. However, there is no discernible decrease in the isotope values from the coastal to inland stations as would be expected; hence, a lack of continental effect. Enriched isotopic signatures clearly mark low convective activities at each site during the pre- and post-monsoon rains. Intense convection during the monsoon peak coincides with the most depleted isotope values in the precipitation. Thus, the generated rainfall isotopic data is useful as a marker of annual changes in rainfall patterns. Given the dependence of most Cameroonians on rainfed agriculture, such information from the isotopes offers an important monitoring tool for changes in rainfall patterns for subsequent remediation measures. The data is not only useful for groundwater recharge studies in Cameroon but

also for climatological research at a regional level (Central Africa).

Keywords: Stable isotope variations, Precipitation, Cameroon Meteoric Water Line, Deuterium excess, Moisture recycling, Amount effect

白神山地核心地域における河川水の水素・酸素同位体組成

Stable isotopic compositions of river waters in the core area of the Shirakami Mountains, Japan

*網田 和宏¹、林 武司²

*Kazuhiro Amita¹, Takeshi Hayashi²

1.秋田大学大学院理工学研究科附属理工学研究センター、2.秋田大学教育文化学部

1.Research Center for Engineering Science, Akita University, 2.Faculty of Education and Human Studies, Akita University

白神山地は青森県南西部と秋田県北西部にまたがる山岳地帯の総称である。本山岳地域における純度の高い原生的なブナ林を主体とする独自の生態系が高く評価され、1993年12月には世界遺産（自然遺産）に登録された。また、1995年に策定された「白神山地世界遺産地域管理計画」によって核心地域（面積10,139 ha）は入山規制がなされており、現在は人間活動による直接的な影響を受けていない状況にある。

しかしその一方で、近年では酸性雨による生態系への影響等が懸念されるなど、大気降下物中に含まれる人為起源物質による山地・森林環境中への窒素付加量の増加が問題となりつつある。そこで我々は、2011年より白神山地南部地域（世界遺産登録地の周辺地域）を中心に河川水および湧水の主要化学組成および水素・酸素安定同位体比測定を行い、水の起源や涵養プロセスに関する検討を行ってきた。

これまでに得られた結果より、本地域の自然水の水素・酸素同位体組成は、 $D = 8 \times \delta D + 20$ の直線に沿うように分布しており、水の起源の多くが天水に由来するものであること、また涵養標高の高い試料、あるいは内陸側の試料ほど水素・酸素同位体比が低い値を示す傾向を持つことも明らかにされてきた。しかし、白神山地の山頂域にあたる核心地域については、これまで調査を行えてこなかったこともあり、水の化学組成および同位体組成についてはほとんど明らかにされていない状態であった。

そこで我々は、白神山地の核心地域において採水調査を実施し、水質および水の水素・酸素同位体比の測定を行った。調査は2015年10月に実施し、核心地域内の4地点において試料を採水することができた。採取された水の $\delta^{18}O$ 、 δD はそれぞれ、 $-9.1 \sim -9.9$ パーミル、 $-55.7 \sim -59.4$ パーミルの範囲にあり、 d 値は $+16.9 \sim +19.9$ を示した。この値は、これまでに得られてきた結果と比較し、白神山地の南部～南東部の同位体組成より、南西部～西部における組成に近いものといえる。また今回の試料の内、2試料は粕毛川の源流域において採水した試料であったが、過去、粕毛川の下流域において得られた水素・酸素同位体比（ $-9.9 \sim -10.4$ ‰、 $-58.4 \sim -60.2$ ‰）と比較して、源流域の水（ $-9.1 \sim -9.4$ ‰、 $-55.7 \sim -57.0$ ‰）の方が重い同位体に富むという結果が得られた。本講演では主要化学組成と同位体比との間にみられる関係やこれまでに得られてきた結果との比較なども示しながら、同位体組成からみた、本地域における水循環に関する考察などを行う予定である。

キーワード：白神山地、酸素・水素同位体比

Keywords: The Shirakami Mountains, oxygen and hydrogen isotopes