

静岡県安倍川下流域の水質マップ

Water quality map in the lower reach of the Abe River in Shizuoka Prefecture

*神谷 貴文¹、伊藤 彰¹、大山 康一¹、小郷 沙矢香¹、鈴木 光彰¹、香田 梨花¹、伏見 典晃¹、村中 康秀¹、申 基澈²

*Takafumi Kamitani¹, Akira Ito¹, Koichi Ooyama¹, Sayaka Ogou¹, Mitsuaki Suzuki¹, Rika Kouda¹, Noriaki Fushimi¹, Yasuhide Muranaka¹, Ki-Cheol Shin²

1. 静岡県環境衛生科学研究所、2. 総合地球環境学研究所

1. Shizuoka Institute of Environment and Hygiene, 2. Research Institute for Humanity and Nature

静岡県安倍川下流域に広がる静岡・清水平野には、自噴井戸が多数みられるなど、豊富な地下水が存在している。この地域の地下水の起源や涵養域、地下水流動範囲を推定するために実施している、湧水や井戸水、河川水を対象とした調査のうち、地域ごとに特徴がみられた主要イオン・微量元素・水同位体比・ストロンチウム同位体比の測定結果について報告する。

静岡平野は典型的な扇状地地形を呈しており、安倍川からの膨大な量の砂礫で形成されている。一方、清水平野は静岡平野北方に端を発する巴川の三角州的堆積物で構成される。静岡平野には、粘土が加圧層となった自噴井戸が多数存在しており、水質は周辺の山地や清水平野と比べてCl濃度が低く、対照的にSr濃度が高いなど、安倍川の水質と同じ傾向を示した。

安倍川の水同位体比は静岡・清水平野内の降水の同位体比と比べて低く、静岡平野内の自噴帯では安倍川と同程度の低い値を示すことから、この地域の地下水帯水層が安倍川によって涵養されていることが示された。一方、静岡平野と清水平野の境界付近にある自噴帯では水同位体比が比較的高く、周辺の降水が主な涵養源であることが示唆された。

安倍川や藁科川のストロンチウム同位体比は0.7088程度を示し、これは西方山地の大部分を占める4,000万年～2,200万年前の堆積岩類（付加体）によって特徴づけられる値と考えられる。安倍川扇状地に分布する湧水や井戸水は安倍川と同程度の値を示した。一方、北方の1,500万年～700万年前の堆積岩類からなる山地から流れる長尾川のストロンチウム同位体比は0.7060を示し、巴川では0.7078程度となった。また、2,200万年～1,500万年前の火山岩類からなる賤機山を起源とする湧水の水同位体比は0.7040未満で特異的に低い値となった。

キーワード：安倍川、地下水、水質、安定同位体

Keywords: Abe River, groundwater, water quality, stable isotopes

兵庫県千種川の水質に関する地球化学的研究

The geochemical study about the aqueous environment of Chikusa River in Hyogo prefecture

*山本 雄大¹、陀安 一郎²、中野 孝教²、角皆 潤¹、中川 書子¹、横山 正³、三橋 弘宗⁴、SHIN Ki-Cheol²、藪崎 志穂²、太田 民久²、大串 健一⁵

*Yudai Yamamoto¹, Ichiro Tayasu², Takanori Nakano², Urumu Tsunogai¹, Fumiko Nakagawa¹, Tadashi Yokoyama³, Hiromune Mitsunashi⁴, Ki-Cheol Shin², Shiho Yabusaki², Tamihisa Ohta², Ken'ichi Ohkushi⁵

1. 名古屋大学環境学研究科、2. 総合地球環境学研究所、3. 赤穂特別支援学校、4. 兵庫県立大学自然・環境科学研究所、5. 神戸大学大学院人間発達環境学研究所

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Research Institute for Humanity and Nature, 3. Hyogo prefectural Ako School for Students with Special Needs, 4. Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo, 5. Kobe University, Graduate School of Human Development and Environment

千種川は、兵庫県南西部を流域圏とする二級河川である。本河川の流域では、度々河川氾濫による被害が発生しているため、兵庫県を主体とし、河川流下能力の向上を目的とした河川整備工事がなされた（～2016年5月）。しかし、工事により河川環境が変化したため、水質や河川生態系への影響が懸念されており、その影響を科学的に評価するために必要な基礎データが求められている。本研究では、河川水における溶存イオン濃度、微量元素濃度、水の水素・酸素同位体比、硝酸の窒素・酸素同位体比、Sr同位体比などを分析した。また、分析結果を視覚的に捉えられるよう、地理情報システムを用いて地図上にプロットし、利活用しやすい基礎データの提供を目指した。さらに、分析結果と流域の土地利用、地質、地形との比較を通じて、水質成分の形成要因の推定を行った。

千種川では、2002年より、毎年8月に千種川圏域清流づくり委員会主催の「千種川一斉水温調査」が開催され、流域住民の協力により、源流部から河口部、主要支流の計94地点で水温と電気伝導度が測定されている。この調査に、2015年から総合地球環境学研究所、神戸大学、兵庫県立大学が参与し、前述の測定に加えて各地点の採水を行っており、本研究はその2年目にあたるものである。2016年8月7日の13:00～16:00に、流域住民らが採った水を当日中に回収し、回収所にて穴径0.2 μm のセルロースアセテート製フィルターを用いてろ過した。その後ポリ瓶などに小分けし、常温保存もしくは冷凍保存した。常温保存した試料を用いて微量元素濃度、Sr同位体比、水の水素・酸素同位体比および重炭酸イオン濃度を分析し、冷凍保存した試料を用いて溶存イオン濃度および硝酸の窒素・酸素同位体比を分析した。

溶存イオン濃度は、概ね上流から下流に向かうにつれて値は高くなった。上流～中流部では地質や降水の寄与が大きい、本流の下流部や、人口の多い地域を流れる支流においては、生活排水や農業排水などの人為的寄与による高い値がみられる。一方、 NO_3^- および PO_4^{3-} は上流～中流部で高く、下流部やその支流では低い値を示す傾向があった。これらのイオンが高い値を示す地点では、森林域での窒素飽和や、一部支流の最上流部における畜産排水の寄与が大きいと考えられる。下流部で低い値を示す地点は水温が高いため、水生生物の活動が活発になり、 NO_3^- や PO_4^{3-} が消費されている可能性がある。

水の水素・酸素同位体比は、上流で低い値、中流～下流で高い値を示した。上流～中流部では高度効果の影響を受けた降水の寄与が大きく、標高が高くなるにしたがって同位体比が低くなった一方、中流～下流域および支流では標高に関わらず高い値を示した。中流～下流域は河川整備工事によって、河川の形状が浅く、広くなった地域であり、日射の影響を受けやすくなったために、河川水の水面からの蒸発が活発になり、同位体比が高くなったものと考えられる。また、この地域では稲作が盛んであり、同位体比の高い田面水が河川に流入したことで、河川水の水素・酸素同位体比も高くなった可能性も考えられる。

また、その他の分析項目についても、周辺地質や人為排水などの影響が明瞭に現れたものがあり、本発表ではその結果についても論じる。

キーワード：兵庫県、千種川、河川水、溶存イオン濃度、安定同位体、地球化学

Keywords: Hyogo prefecture, the Chikusa River, river water, concentrations of dissolved ion, stable isotopes, geochemistry

濃尾平野における降水同位体の南北分布

Meridional distribution of isotopic composition of precipitation in the Nobi Plain, central Japan

山田 浩加¹、*森本 真紀¹、勝田 長貴¹

Hiroka Yamada¹, *Maki Morimoto¹, Nagayoshi Katsuta¹

1. 岐阜大学教育学部

1. Faculty of Education, Gifu University

濃尾平野における降水の南北分布の特徴を調べるため、伊勢湾岸から内陸の岐阜市にかけての木曾三川に沿う6地点（岐阜県の岐阜・羽島、愛知県の尾西・山崎・愛西・飛鳥）において、降水の週単位の採水をおこなった。2016年8月から2016年12月にかけて採水し、降水量の計測と酸素・水素同位体測定をおこなった。採水には、貯水型雨量計である自作の簡易雨量計を用いた。口径18cmの漏斗と2Lペットボトルを組み合わせた雨量計について観測精度を調べ、降水量に対して平均±0.5%の結果が得られた。これは、転倒ます型雨量計の気象庁検定基準よりも高精度であり、十分に実用的な精度を持っていることが示された。さらに、蒸発防止装置の有無が採水量に与える影響についても検討し、本研究の定点観測ではピンポン球を用いた。

濃尾平野内の南北測線における週単位の降水の定点連続観測結果から、観測期間中は9月中旬に降水量が最も多く、全期間の総降水量については内陸部の方が多く、沿岸部で比較的少なかった。降水量と同位体比の南北分布の特徴から、週毎の観測値を4つのタイプに分類し、気象状況と降水量・降水同位体比との関係を考察した。8月から12月にかけての酸素・水素同位体比の季節変化では、10月を境に同位体比が上昇した。d-excess値 ($d = \delta D - 8\delta^{18}O$) ではさらに明瞭な変化を示し、観測した6地点全てにおいて、10月10日以降の週でそれ以前よりも10%以上高い値を示した。同位体比変化の特徴から期間I（8月24日～10月9日）と期間II（10月10日～12月12日）に分け、 δ -ダイアグラムを比較すると回帰線の切片が大きく異なっていた。Craig (1961) の世界の天水線と期間IIの回帰式はほぼ一致しており、日本の平均的な天水線は期間Iと期間IIの間であった。

さらに、観測期間中の2016年9月20日に濃尾平野に接近した台風16号に伴う降雨を、岐阜大学構内で30分毎に採水した。降水が観測された13時間において、降水量のピークは2回あり、酸素・水素同位体比は共に台風通過前後で大きく低下し、さらに、d-excess値は台風の通過後に大きく減少した。これらの変化から台風の消滅時期の降水の特徴について考察した。

キーワード：降水、酸素同位体比、水素同位体比、南北分布、濃尾平野

Keywords: precipitation, oxygen isotope ratio, hydrogen isotope ratio, meridional distribution, Nobi Plain

首都圏近郊山間部森林域における渓流水の化学特性と大気沈着の影響評価 (3)

Stream Water Chemistry in a Mountain Forest near the Tokyo Metropolitan Area and the Impact of Atmospheric Deposition (3)

*真庭 護¹、大河内 博¹、勝見 尚也¹、中野 孝教¹、井川 学²

*Mamoru Maniwa¹, Hiroshi Okochi¹, Naoya Katsumi¹, Takanori Nakano¹, Manabu Igawa²

1. 早稲田大学、2. 神奈川大学

1. WASEDA University, 2. Kanagawa University

神奈川県西部に位置する丹沢地域では、大気汚染物質によるモミ林の立ち枯れや土壌の酸性化が報告されている。私達は、渓流水を通じて高濃度の硝酸イオンが流出していることを報告してきた。

ここでは、2007年から2015年までの9年間の無機態・有機態窒素成分の流出挙動を報告するとともに、水の水素・酸素安定同位体比から大気沈着の影響評価を行った結果を報告する。東丹沢の渓流水を北部、南東部、南西部に分けて、それぞれの平均全窒素濃度とその窒素成分比(硝酸態窒素、アンモニア態窒素、有機態窒素)の経年変化を調べた。全窒素濃度は南東部(9年間平均:1.12 mgN/L) > 南西部(0.99 mgN/L) > 北部(0.67 mgN/L)であり、3地域ともに減少傾向にあった。2015年は3地域とも特に減少しており、2007年との濃度比は北部、南東部、南西部でそれぞれ0.60、0.62、0.69であり、北部での濃度減少が顕著であった。2009年以降、3地域ともに硝酸態窒素の割合が減少し、有機態窒素の割合が増加しており、特に北部で増加割合が高かった。一方、アンモニア態窒素に明確な傾向は見られなかった。渓流水中硝酸態窒素濃度は明確に減少したが、この原因として国内大気汚染による大気沈着量の減少、表層土壌における硝化による硝酸生成量の減少が考えられる。

東丹沢における渓流水の水素・酸素安定同位体比の標高依存性を示すが、標高が高くなるにつれて同位体比は低下した。このような傾向は日本国内の地表水でも報告されており、一般に地表水の流下とともに軽い水が蒸発する蒸発効果によるものである。林内雨と林外雨の安定同位体比も示しているが、林内雨が林外雨よりも高く、渓流水は両者の間に分布していることが分かった。低地森林では樹冠遮断のために林内雨量は林外雨量の70%程度であり、樹冠での蒸発のため同位体分別が起り、林内雨で重くなる傾向にある。丹沢大山では霧が頻繁に発生することから林内雨量は林外雨量の1.8倍であり、安定同位体比の違いは霧水沈着によるものと考えられる。

キーワード：安定同位体、窒素飽和、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、溶存有機態窒素、硝化

Keywords: Stable Isotope, Nitrogen Saturation, Nitrate Nitrogen, Ammonium Nitrogen, Dissolved Organic Nitrogen, Nitrification

安定同位体比を用いた地域の積雪分布の影響に関する研究 Study on regional snow distribution effect using isotope ratio

*鈴木 絢美¹、藪崎 志穂²、川越 清樹¹

*AYAMI SUZUKI¹, SHIHO YABUSAKI², SEIKI KAWAGOE¹

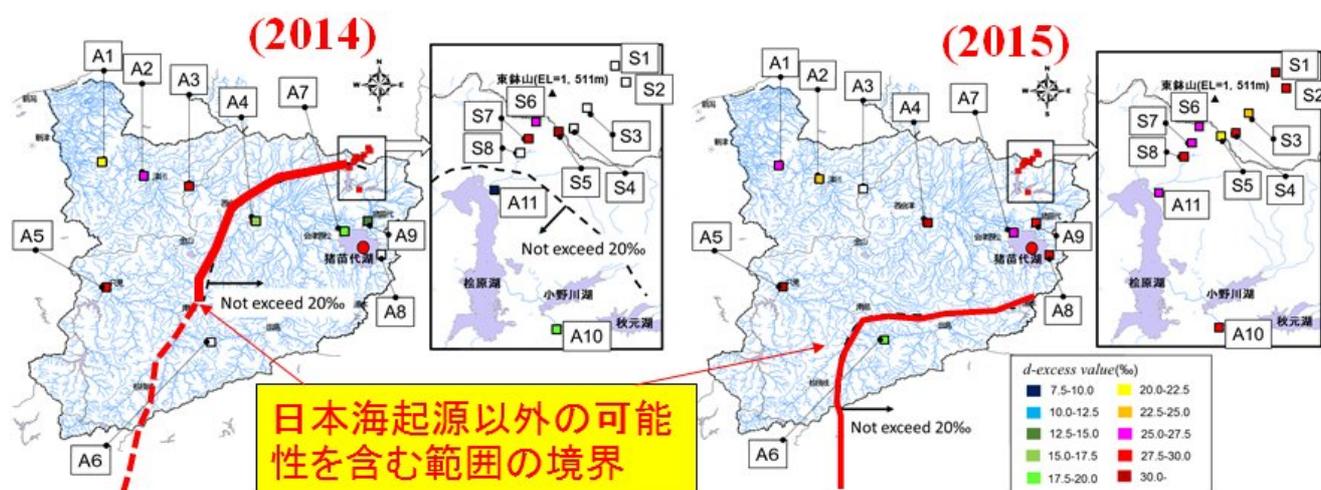
1. 福島大学、2. 総合地球環境学研究所

1. Fukushima University, 2. Research Institute of Humanity and Nature

気候変動による将来の積雪量の増減が見込まれ、地域の水資源も変化する可能性を含む。この問題に対して気候モデルなどの数値データを利用して積雪環境を予測することが必要である。しかしながら、気候モデルのアウトプットの空間解像度は巨視的であるため、地域レベルの評価に適用できない可能性を持つ。そのため、現状のデータを利用して細かな空間に変換させるためのアルゴリズム開発が必要になる。こうした現状をふまえて、安定同位体比を利用し、多雪年、少雪年の積雪、降雪の特徴を把握した。年単位の積雪変化と化学的な関係を空間的に検証することで、将来の気候変動アウトプットを空間解像度補間のアルゴリズム開発を進めた。結果として、積雪の大小に応じた積雪の発生源変化を明らかにし空間的な特徴が求められた。また、空間的な知見の他に酸性雪の影響を示す規則性がデータとして取得された。

キーワード：安定同位体比、積雪環境、地域規模

Keywords: isotope ratio, snow environment, regional scale



Role of chemical forms for transportation of metals in Tama-Omono Rivers, Akita Prefecture, Japan

*Quyen Pham¹, Daizo Ishiyama², Mayuko Fukuyama¹, Yasumasa Ogawa²

1. Graduate School of Engineering and Resource Science, Akita University, 2. Faculty of International Resource Science, Akita University

Chemical forms of elements in river water of Tama and Omono Rivers containing acidic thermal water were determined by successive filtration technique. The chemical forms of elements were divided into the particulate ($>0.2 \mu\text{m}$), colloidal ($0.004 - 0.2 \mu\text{m}$) and dissolved ($<0.004 \mu\text{m}$) forms. This study proposes that the chemical compositions of elements in river water are controlled by variation of chemical forms of elements according to change in geology along the rivers. Tama River which is one of the tributaries of Omono River, runs through the area composed of Quaternary volcanic rocks at the upstream site through the area composed of Miocene volcanic rocks and Quaternary sedimentary strata from Lake Tazawa to Daisen City. Inflow of acidic thermal water into Tama River in upstream changes the pH of the river water to acidic and concentrations of dissolved metals into high concentrations except for Fe and As. Dissolved Fe and As easily change into colloidal and/or particulate forms in river water in upstream of Tama River. According to qualitative analyses by SEM-EDX, the reddish particulate is thought to be Fe hydroxide. Arsenic was adsorbed on the surface of Fe hydroxide. This indicates that Fe hydroxide controls the mobilization of As. The pH of river water of Tama River changes from 4.6 in upstream to 7.1 in downstream. At the downstream site, the influence of acidic thermal water becomes small due to supply of particulate material from the erosion of Quaternary sedimentary rocks. The particulate forms of Al, Fe and trace metals in river water contribute to increase of concentration of these elements. Based on observation and analyses by SEM-EDX and XRD, the particulate materials are thought to be phyllosilicate and clay minerals: chlorite, illite/montmorillonite. Uptake of Al, Fe and trace metals onto these minerals decrease concentration of dissolved metals in river water of Tama River. The amounts of Al and As that are transported by river water of Tama River decreased from upstream to downstream. This suggests that precipitation of these elements in natural lake and dam lakes along Tama River. Therefore, the natural lake and dam lakes could play an important role in reducing the environmental impact. Omono River runs through the area mainly composed of Miocene to Quaternary volcanic rocks in the upstream to the area mainly composed of Quaternary strata covering Miocene sedimentary rocks in the downstream. The difference in geology along Omono River accords with the difference in the distribution of elements in the particulate form in the river water of Omono River. At the upstream site of Omono River, Fe in the river water is present as particulate Fe hydroxides, resulting from river water mixing between Omono River having neutral pH (7.2) and Takamatsu River containing acidic thermal water of pH 3.2. Towards downstream site, reddish gravels along river bank disappear. However, concentrations of Fe as colloidal and particulate forms in the river water increase. This observation and chemical analysis by SEM-EDX and XRD suggests that these particulate materials are clay minerals. The clay minerals derived from the sedimentary rocks along Omono River could be the host of Fe as particulate form in river water of Omono River. The particulate form as clay minerals derived from sedimentary rocks increase concentration of Al, Fe, Mn and trace metals in river water of Omono River. Concentration of Al, Fe, Mn and trace metals in particulate form of river water of Omono River are higher than those of Tama River. The difference of these concentrations accords with the difference in dominance of Quaternary and Miocene sedimentary rocks between Omono and Tama Rivers. Concentrations of elements of river water are controlled by concentration of elements adsorbed on the surface of suspended particles such as clay minerals in river water having near neutral pH.

Keywords: chemical forms, acidic thermal water, river water, geology setting

水田灌漑流域の地表・地下水の交流現象解明に向けた $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ トレーサーの利用可能性

Applicability of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in examining surface-groundwater interactions in extensively irrigated paddy watersheds

*吉田 武郎¹、SHIN Ki-Cheol²、土原 健雄¹、皆川 裕樹¹、宮津 進¹、久保田 富次郎¹

*Takeo Yoshida¹, Ki-Cheol Shin², Takeo Tsuchihara¹, Hiroki Minakawa¹, Susumu Miyazu¹, Tomijiro Kubota¹

1. 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門、2. 総合地球環境学研究所

1. Institute for Rural Engineering/National Agriculture and Food Research Organization, 2. Research Institute for Humanity and Nature

灌漑が盛んな流域では河川からの取水と河川への再流入が繰り返され、流域の水循環に大きな影響を与える。これまで、河川の低水管理上重要な農業用水の循環の解明のために、水収支観測や水文モデルによる解析が数多く行われてきたが、地表・地下水の交流現象が卓越した流域での流出の空間構造を把握することは困難であった。また、主に水素・酸素安定同位体比をトレーサーとした研究も行われてきたものの、水田地帯では農業用水と降水が混合して循環し、さらに蒸発に伴う同位体分別効果により水素・酸素安定同位体比は時間的に変化するため、流出過程を直接的に評価するにはさらに新しい手法の開発が必要になっている。

水素・酸素等同位体比を補完するトレーサーとして、ストロンチウムの安定同位体 (^{87}Sr , ^{86}Sr) の存在比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, 以下Sr同位体比) に着目した。Sr同位体比には、地質的時間スケールを扱わない限りその時間変化を無視できること、同位体分別効果が小さい上に、分別効果を補正して分析できるといった特徴を持つ。すなわち、ある水に含まれるSr同位体比は、土壌や岩石に含まれるSrの溶解や交換、あるいは $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ が異なる水との混合によってのみ変化する。そのため、Sr同位体比は水文過程の検証に新たな切り口を提供すると期待される。Sr同位体比の水文分野への適用例は近年数多くなされているが、農業用水など人間活動の影響を強く受ける水環境への適用は少なく、その水文トレーサーとしての可能性は未知である。

関東平野北部の鬼怒川扇状地には五行川に代表される湧水を起源とする河川が多く見られ、地表/地下水の交流現象が盛んな典型的な水田灌漑地域である。本研究では五行川を中心に以下の点を明らかにし、Sr同位体比の水文トレーサーとしての利用可能性を検討した。(1) 水の存在形態(河川水・浅層地下水・灌漑用水・降水)ごとのSr同位体比の差違、(2) 人為的な水利用に伴うSr同位体比の時間的な変化。灌漑期(6月)と非灌漑期(10月)に、五行川の氏家-高根沢間の11kmの区間を対象に、およそ500 m間隔(23地点)で採水・流量観測を行った。また、農業用水の補助水源として利用されている56地点の井戸において、不圧の浅層帯水層の地下水位を測定するとともに地下水表面付近の水を採水した。その他、降水、湧水、水田面水、幹線水路、排水路の水を採水した。

Sr同位体比-1/Sr図上において、五行川の水は最上流から最下流までほぼ直線的にプロットされ、流下に伴ってSr同位体比と1/Srが単調に減少した。この直線の延長に、五行川上流を流れる幹線用水と下流端近傍にある湧水がプロットされる。このことから、五行川は幹線用水と扇状地を伏流した地下水が混合して生じた河川で、流下と共に扇状地からSr同位体比が低くSr濃度の高い地下水が付加されたという概念モデルが考えられる。

灌漑期における排水路の水は地点によって水質が異なるが、近傍の田面水に比べてSr濃度は高く、Sr同位体比は低い傾向を示した。水田部の土壌水も深部ほどSr濃度が高く、Sr同位体比が低い傾向がみられた。これらのことから、田面水が地下を通過する水に低いSr同位体比をもつ土壌や岩石から溶出したSrが付加された可能性が非常に高い。これらの結果は、上記の概念モデルにおける扇状地の地下水は水田の寄与を強く受けた浅層地下水で、それらが連続的に五行川に湧出していると考えられる。これは、以下に示す灌漑期と非灌漑期での水質変化および水素・酸素安定同位体比による検討結果とも整合する。

五行川の河川水のSr同位体比・濃度を灌漑期・非灌漑期で比較すると、非灌漑期におけるSr濃度は灌漑期の

それに比べて高く、Sr同位体比の分布はやや小さい。非灌漑期におけるSr濃度の上昇は、農業用水や降水量の減少により希釈の影響が小さくなったためであり、Sr同位体比の低下は、降水・灌漑水の減少により相対的に低いSr同位体比を持つ浅層地下水の寄与が増加したためと考えられる。一方、五行川の水素・酸素安定同位体比 (d^2H と $d^{18}O$) は非常に強い正の相関を示し、鬼怒川・幹線用水は最も低く、流下に伴って上昇している。五行川の河川水の d^2H - $d^{18}O$ 線の勾配が6程度であることから、蒸発の影響を受けた水の混合の影響を受けており、流下に伴って d^2H と $d^{18}O$ が上昇することは水田から涵養された浅層地下水の寄与が下流ほど大きいという本モデルと調和的である。

以上より、五行川の河川水は二つの流出経路をもつ端成分の混合によって構成されることが示された。Sr同位体比を使えば、それぞれの寄与率を定量化や流出経路の時間的な変化を捉える可能性がある。今後、代かき期、出穂期等の人為的な変化の大きい時期に連続的に採水を行ってSr同位体比を分析することにより、水田流域の流出経路の時間的な変化を把握することが期待できる。

キーワード：ストロンチウム同位体、水田灌漑、地表-地下水交流

Keywords: strontium isotopes, irrigated paddies, surface-groundwater interactions

Characteristics of water quality and stable isotopes (O, H, and Sr) in 15 rivers of Sado Island, Niigata Prefecture

*齋藤 健志¹、渡部 直喜²、川邊 洋²、申 基澈³、陀安 一郎³、川本 健¹

*Takeshi Saito¹, Naoki Watanabe², Hiroshi Kawabe², Ki-Cheol Shin³, Ichiro Tayasu³, Ken Kawamoto¹

1. 埼玉大学、2. 新潟大学、3. 総合地球環境学研究所

1. Saitama University, 2. Niigata University, 3. Research Institute for Humanity and Nature

The interactions between water and rocks during chemical weathering release water-soluble substances and form secondary minerals (e.g., clay minerals) with consumption of atmospheric CO₂. The determination of dissolved chemical substances in rivers gives us important information concerning chemical weathering processes including the weathering rate and amount of CO₂ consumption. Since the weathering processes is closely related to sediment disaster such as landslide and debris flow, it is significant to investigate river water quality for better understanding the weathering processes in detail. On the other hand, the Sado Island of Niigata Prefecture has been developed with a gold mine during the Edo Period. In recent years, Japanese crested ibis, a protected species, is steadily increasing by extensive breeding programs. The conservation of water environment in the island is most necessary to preserve natural animals and resources. Based on our investigation, we reveal the characteristics of water quality and isotopic composition (O, H, and Sr) in 15 rivers of the Sado Island. Our findings suggest that water quality and Sr isotopic composition (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) in 15 rivers were contaminated by airborne sea salt from Japan Sea surrounding the island. The values of O and H isotope ratios (d¹⁸O and dD) range from -9.34 to -8.44 per mill and from -53.48 to -47.87 per mill, respectively, and are affected by the average altitude of each watershed. Next step of this study is to investigate and analyze spatiotemporal variations in water quality and isotopic composition.

キーワード : Sado Island、 river water quality、 isotopic composition (O, H, and Sr)

Keywords: Sado Island, river water quality, isotopic composition (O, H, and Sr)

酸感受性地域における降水及び陸水のマルチ同位体解析

Multi isotopic analysis of rainwater and inland water in acid sensitive areas

*齋藤 辰善^{1,2}、諸橋 将雪¹、猪股 弥生³、山下 尚之⁴、申 基澈⁵、陀安 一郎⁵、中野 孝教⁵、中田 誠²、大泉 毅⁶、佐瀬 裕之¹

*Tatsuyoshi Saito^{1,2}, Masayuki Morohashi¹, Yayoi Inomata³, Naoyuki Yamashita⁴, Ki-Cheol Shin⁵, Ichiro Tayasu⁵, Takanori Nakano⁵, Makoto Nakata², Tsuyoshi Ohizumi⁶, Hiroyuki Sase¹

1. アジア大気汚染研究センター、2. 新潟大学、3. 金沢大学、4. 森林総合研究所、5. 総合地球環境学研究所、6. 新潟県保健環境科学研究所

1. Asia Center for Air Pollution Research, 2. Niigata University, 3. Kanazawa University, 4. Forestry and Forest Products Research Institute, 5. Research Institute for Humanity and Nature, 6. Niigata Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

[緒言]

大気から沈着する酸性物質及び関連物質は生態系に蓄積し、土壌や陸水環境の酸性化を引き起こす可能性がある。我々は酸性物質の沈着への感受性が高いと考えられる地域を対象に、硫黄同位体測定を用いた大気沈着の動態解析及び生態系への影響評価を行ってきた。2014年からは複数元素の同位体情報を用いた多面的な解析を目的とし、新たにストロンチウム (Sr)、鉛 (Pb)、水の酸素及び水素同位体の測定を開始した。本発表では、これまで各調査地で得られた同位体比データについて概説する。

[方法]

調査は図に示す2集水域及び6湖沼で実施した。集水域では、降水、土壌溶液及び渓流水、湖沼については表層水を対象とした。Sr同位体比は表面電離型質量分析装置 (Thermo社製TRITON)、Pb同位体比二重収束型マルチコレクタICP-MS (Thermo社製NEPTUNE)、水の酸素及び水素同位体比は水同位体分析装置 (Picarro社製L2120-i) を用いて測定した。

[結果及び考察]

Sr同位体比は、2013年12月から2015年9月までのデータが得られている。降水の⁸⁷Sr/⁸⁶Srは両集水域とも、春季は大陸由来のダストに含まれる可溶性鉱物 (0.711±0.001)、冬期は海塩 (約0.709) の影響により、0.709±0.001程度の幅で季節変動を示した。一方、渓流水は加治川で0.707、伊自良湖で0.715となっており、降水から大きく異なる値で安定していた。また、土壌溶液は降水と渓流水の中間の値で推移していた。Srの濃度は、降水では高い時期でも数µg/Lであるのに対し、渓流水では低い伊自良湖でも20µg/L付近で安定していることから、溪流へと流出しているSrは地質由来のものが大部分を占めているものと考えられる。これらを踏まえて湖沼のデータを概観すると、大畠池、雄池及び蟠竜湖のSr濃度は15µg/L前後であることから、地質の影響が強いと推測されるが、酸感受性が特に高いと考えられる夜叉ヶ池、雌池及び沢の池では3µg/L前後となっており、母岩風化の影響が小さく、大気沈着の寄与が相対的に大きくなっているものと考えられる。

Pb同位体比は、2014年4月から2015年8月までのデータが得られている。²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb及び²⁰⁸Pb/²⁰⁷Pbでは、Srとは対照的に降水の影響が渓流水に明確に現れており、応答速度も鋭敏であった。特に集水域面積の小さい加治川では、1ヶ月未満の応答速度で降水の値が反映されているように見受けられた。また、²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb及び²⁰⁸Pb/²⁰⁷Pbの2成分系でプロットすると、いずれの調査地も既報の東アジア地域のエアロゾルの値 (Nakano *et al.* 2006) とよく一致し、特にロシア・モンゴル寄りに分布しているように見受けられた。

水の酸素及び水素同位体比は、2014年6月から2015年7月までのデータが得られている。いずれの集水域においても降水のδ¹⁸O及びδDは季節変動を示すが、渓流水は降水の年平均に近い値で安定していることから、平水時の渓流水は降水が十分涵養・平均化され、流出しているものと考えられる。また、降水のd-excess値は両集水域とも5から35までの変動幅で同様の傾向を示し、冬季には乾燥した大陸性気団の影響が

強く現れていた。

講演ではこれら同位体比の相互の関連性についても考察する。

[謝辞]

本研究で用いた試料は環境省越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングの一環として得られたものである。また、同位体測定は、総合地球環境学研究所の同位体環境学共同研究事業により実施した。関係機関の方々に謝意を表します。

[文献]

Nakano, T. *et al.* 2006. Determination of seasonal and regional variation in the provenance of dissolved cations in rain in Japan based on Sr and Pb isotopes. *Atmospheric Environment* 40, 7409–7420.

キーワード：ストロンチウム同位体、鉛同位体、水同位体

Keywords: strontium isotopic ratio, lead isotopic ratio, water isotopic ratio



浅間火山トウファ年輪の酸素・炭素同位体高分解能分析

High-resolution isotope analyses of annually-laminated tufa, Asama volcano

長谷部 智巳¹、*勝田 長貴¹、森本 真紀¹、阿部 理²、内藤 さゆり¹、安田 敦³、川上 紳一⁴
 Satomi Hasebe¹, *Nagayoshi Katsuta¹, Maki Morimoto¹, Osamu Abe², Sayuri Naito¹, Atsushi Yasuda³, Shin-ichi Kawakami⁴

1. 岐阜大学教育学部、2. 名古屋大学環境学研究科、3. 東京大学地震研究所、4. 岐阜聖徳学園大学教育学部
 1. Faculty of Education, Gifu University, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

浅間火山は、日本列島で最も活動的な火山のひとつであり、山体とその周辺には数多くの湧水が存在する。このうち、南麓の濁川源泉は鉄質炭酸泉からなり、源泉から流出した水（濁川）は、1180年の大噴火の際に生じた追分火砕流を侵食し流下している。その河床には方解石を主体とするトウファが沈積しており（現生トウファ）、1年に1枚の縞、すなわち年縞が作られ、段丘涯には同様の縞構造を持つトウファ（古トウファ）が埋没している。本研究は、これらのトウファ年輪に記録される情報を解明するために、月～季節単位で安定同位体比・化学成分分析を行い、それらの変動要因を検討した。安定同位体比測定では炭酸塩前処理装置付き同位体比質量分析計（総合地球環境学研究所既設）を使用し、樹脂で固化したトウファ試料から0.1-0.2 mm間隔で削り出した150~200 μg 中の方解石 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ が測られた。化学成分分析では、電子線マイクロプローブアナライザー（EPMA, 東京大学地震研究所既設）でトウファ薄片試料の点分析とマッピングが行われた。

濁川トウファの縞構造は、1年に1枚の縞が作られる年縞からなり、夏季のMgに富む方解石と冬季のMnに富む方解石からなる。安定同位体比は現生及び古トウファ共に、夏季のMgに富む縞（ $\delta^{18}\text{O}=-10.1\%$, $\delta^{13}\text{C}=-6.5\%$ ）は、Mnに富む冬季の縞に比べて低い値（ $\delta^{18}\text{O}=-9.2\%$, $\delta^{13}\text{C}=-7.0\%$ ）を示す。

河川水DIC- $\delta^{13}\text{C}$ と水質データ（水温、pH、アルカリ度）から推定される CO_3^{2-} 起源の方解石 $\delta^{13}\text{C}$ の理論値は平均値1.8%、最大・最小値差3.5%、トウファ方解石 $\delta^{13}\text{C}$ の平均値5.6%、最大・最小値差0.57%となり、トウファの平均値が3.9%大きく、最大・最小値差が約1/6倍となった。同様に、 $\delta^{18}\text{O}$ についても、Zheng (1999)に基づく河川水 $\delta^{18}\text{O}$ とトウファ $\delta^{18}\text{O}$ から推定される水温は、実測した濁川水温の年較差（約17°C）に比べて約1/6倍となった。平均値の差は、流下の際の急激な CO_2 脱ガスによる動的同位体効果によるものと考えられる。一方、最大・最小値差の原因については、(1)トウファ年縞の変形構造に対するサンプリングによる平滑化、(2)縞の生成速度の変化、の2つの可能性が考えられる。方解石Mg/Caモル比と水の $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 活量比の分配係数 D_{Mg} から推算される水温（Oomori et al. 1987）の年較差は、気温から求めた水温の年較差とほぼ一致すること、トウファ年輪の夏季と冬季の縞の成長速度はほぼ一定であること、から(2)の可能性は低いと考えられる。

以上のように、復元したトウファ $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ 値から季節変動レベル及び平均値で定量的な議論をすることは困難であるが、動的同位体効果は季節変動を通じて一定であるとみなすことで、年々変動レベルでの古気候・古環境情報を検討した。結果、現生トウファ $\delta^{18}\text{O}$ （1999年~2012年の記録）から推定される平均水温は、2003年と2010年のエルニーニョ発生時に上昇ピークが認められた。古トウファ $\delta^{18}\text{O}$ の年々変動についても同様に、エルニーニョ現象に相当する3-6年間隔で低下ピーク（水温上昇）が見られた。また、こうした水温の年々変動は $\delta^{13}\text{C}$ と逆相関関係にあり、気温上昇に伴い有機物負荷が増加したことを示唆する。

キーワード：トウファ、安定同位体、浅間火山
 Keywords: Tufa, Stable isotope, Asama volcano

Evaluation of environmental stress on roadside trees in Kyoto city using stable carbon isotope ratio

*Yuko T. Hanba¹, Takashi Kiyomizu¹, Hiroki Horike¹, Saya Yamagishi¹, Etsu Yamada¹, Tomomitsu Kinoshita¹

1. Kyoto Institute of Technology

Roadside trees have many important roles and functions such as absorption / trapping of air pollutants, preventing heat reflections of the road surface by the formation of tree canopy, and as a result, prevention of temperature rising in urban area in summer. The increase in air pollutants and atmospheric temperature by industrialization and urbanization are serious environmental problems in Japan as well as in other industrialized and developing countries, and thus, the roles of roadside trees such as alleviating urban warming and reducing air pollutants are very important in these countries. However, many roadside trees seem to "reducing activity", e.g., fallen leaves and increased numbers of dead branches, in the summer. Our previous studies showed that the influence of air pollutants (Kume et al. 2006), as well as a combination of environmental stresses caused by soil and air drought, which are affected by urban warming, reduced photosynthetic capacity in roadside trees (Kagotani et al. 2013). However, it is difficult to evaluate the decline of the physiological activity of roadside trees from their appearance, because photosynthetic capacity often declines during the summer without any changes in their appearance. In addition, significant interspecific differences were found in the decline of photosynthetic capacity in the summer, which was about 50% decrease in *Prunus yedoensis*, contrasting the no decrease in *Ginkgo biloba* (Hanba et al. 2010). However, genetic and physiological factors inducing such interspecific differences in reduction in photosynthetic capacity have not been clarified.

In order to maximize the functions of roadside trees mitigating the high temperature of summer, it is essential to suppress "decline of activity in summer" due to combined environmental stress including air pollution and drought. In order to evaluate the activity of roadside trees, the "4 rank evaluation method" which evaluate the activity by their appearance has been widely performed (Science and Technology Agency Resource Research Committee). However, in this method, it is not possible to evaluate the roadside trees that only the physiological activity is declining. If we can distinguish the influence of environmental stress before its effect appears on their appearance, we can take measures to improve activity of roadside trees by appropriate management. Previous studies showed that stomatal closure occurs at the earliest stage among a series of reactions in response to environmental stress such as air pollution and drought stress. Since the carbon stable isotopic ratio ($\delta^{13}\text{C}$) of the photosynthetic product in the leaf reflects the averaged stomatal pore opening, it is widely used for stress determination of natural plants. Although there is a possibility that it can be applied to plants in urban areas, there are only a couple of applications in urban areas, because there are no established methods for correcting the influence of atmospheric $\delta^{13}\text{C}$ of fossil fuels on leaf $\delta^{13}\text{C}$ (Wang et al. 2011).

We used $\delta^{13}\text{C}$ of roadside tree leaves for major roadside trees to determine the environmental stresses on the roadside trees through stomatal closure in urban areas in Kyoto City. We focus on environmental stress such as (1) drought stress and (2) air pollutants. We performed drought experiment for major roadside trees to investigate their physiological responses. We also performed environmental monitoring and measurement of physiological functions of roadside trees in Kyoto city. The main results obtained so far are as follows. (1) In response to artificial soil drought, remarkable differences were found in physiological functions among species of roadside trees. Specifically, some species sensitively closed stomatal pores in response to drought and maintaining water content in plants, but the other species maintained photosynthetic function by stomatal closure in response to drought. In addition, one month'

drought did not affect $\delta^{13}\text{C}$ of leaves of roadside trees. (2) We selected some study sites with different air pollutant levels in Kyoto city, and the physiological functions and $\delta^{13}\text{C}$ of *Ginkgo biloba* and *Rhododendron x pulchrum* were examined. As a result, no difference was found between the study sites in both stomatal pore opening and leaf $\delta^{13}\text{C}$ for the tall tree *G. biloba*, but for the shrubs *R. pulchrum*, the stomata tended to close in the study site where the air pollutant level was high, with the high values of $\delta^{13}\text{C}$ in leaves. These results suggested that evaluation of the effect of long-term environmental stress on roadside trees is possible using $\delta^{13}\text{C}$ of leaves at the site where roadside trees are being planted.

Keywords: Stable carbon isotope ratio, Photosynthesis, Stomata, Atmospheric pollutant

京都市内において濃度が異なる大気汚染物質が街路樹に与える影響

Influence of atmospheric pollutants on roadside trees in Kyoto city

*山岸 彩¹、山田 悦¹、半場 祐子¹

*Saya Yamagishi¹, Etsu Yamada¹, Yuko T. Hanba¹

1. 京都工芸繊維大学

1. Kyoto Institute of Technology University

大気汚染物質は植物に対してストレスとなり、生理機能などに悪影響を及ぼすことが知られている。京都市内では 1981 年から 2015 年にかけて光化学オキシダント (O_3) 濃度が年々増加していることが確認されており、大気汚染物質の作用を受けやすい街路樹への影響が懸念される。そこで、 O_3 濃度が異なると予想される京都市の 3 地点で O_3 濃度を実測し、同時にそこで生育する街路樹を対象に生理活性機能を評価することにより、 O_3 が街路樹に与える影響を調査することを目的とした。

京都市測定局の観測により O_3 の前駆物質である NO_x 濃度が異なることが示されている京都市内の 3 地点、大宮 (35°01'08.N 135°75'20.E)、山科 (34°97'18.N 135°81'45.E)、西ノ京 (35°01'83.N 135°73'08.E) を調査地とし、京都市内で多く植えられている低木のヒラドツツジ (*Rhododendron pulchrum*) および高木のソメイヨシノ (*Prunus yedoensis*) を対象に実験を行った。7 月上旬と 11 月下旬に短期型パッシブサンプラーを用いて O_3 を捕集し、イオンクロマトグラフ法により各調査地の O_3 濃度を測定した。 O_3 濃度が高い調査地に生育する樹木ほど生理活性に障害が出ていると予測し、携帯型光合成蒸散測定装置 Li-6400 (LI-COR 社) を用いて光合成活性を評価した。また、長期的な水利用効率に対する指標となる炭素安定同位体比を CN-IRMS を用いて測定した。さらに、光合成活性に影響を与える要因を特定するために、ピアソンの積率相関分析により環境変数を分析した。

7 月上旬の O_3 濃度は大宮 75.8 ppb、山科 80.8 ppb、西ノ京 55.6 ppb であった。PPFD 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ での光合成速度は山科に生育するソメイヨシノが有意に高い値を示した。気孔コンダクタンス (g_s) も同様の傾向があった。一方、ヒラドツツジでは A/C_i Curve Fitting により算出されたルビスコの最大カルボキシル化速度 (V_{cmax})、チラコイド膜の電子伝達速度 (J) が西ノ京で高かったことから、西ノ京に生育するヒラドツツジはポテンシャルとして持っている光合成における生化学的活性が高いことが確認された。このように、街路樹の光合成活性には調査地間で差異が認められたものの、相関分析によると O_3 濃度とは相関が無いことが明らかとなった。炭素安定同位体分別は大宮および山科に生育するヒラドツツジが高い値を示したことから、これらの 2 地点で水利用効率が良いことが確認された。

以上の結果より、調査を行った 3 地点間での O_3 濃度の違いはソメイヨシノおよびヒラドツツジの光合成活性に影響を与えていないことが確認され、調査地の O_3 濃度は街路樹に悪影響を与えるほどではなかったと推察された。水利用効率について、大宮と山科に生育するヒラドツツジが高い値を示したことから、これら 2 地点は乾燥状態にあることが推測され、その結果、光合成活性も低い値を示した可能性がある。

乾燥条件下における中低木街路樹の光合成機能・水分状態の比較

The comparison of photosynthetic function and water status between roadside shrub trees under drought stress

*堀家 広樹¹、半場 祐子¹

*Horike Hiroki¹, Yuko T. Hanba¹

1. 京都工芸繊維大学

1. Kyoto Institute of Technology University

街路樹は景観の向上、CO₂吸収効果や蒸散による冷却効果が期待されている。

しかし、都市部の植物は、夏の間、高温や乾燥ストレスにさらされる環境で生育することを強いられている。特に乾燥ストレスは気孔を閉鎖させる要因となるため、光合成速度の減少を引き起こし、街路樹を設ける意義の一つであるCO₂吸収や蒸散による冷却効果にも影響し、温暖化の軽減に寄与するといった望ましい効果が得られない可能性がある。また、植物の乾燥ストレスに対する応答は植物種によって異なることが知られている。本研究では、我が国の中低木街路樹で最も本数の多いヒラドツツジとその他代表的な中低木4種の乾燥ストレス下での光合成機能や炭素安定同位体比を測定し、乾燥耐性、またストレスからの回復を比較した。

実験に使用した植物（ヒラドツツジ、レンギョウ、クルメツツジ、マルバシャリンバイ、カンツバキ）は各樹種4個体ずつ苗木を用意し学内の温室で栽培した。灌水を停止することにより乾燥ストレスを与え、数日おきに、十分に展開した葉を1個体あたり1枚選び携帯型光合成蒸散測定装置Li-6400（LI-COR社）を用いて光合成速度、蒸散速度、気孔コンダクタンスを測定した。土壤に水分がなくなったとき以降、毎日灌水した。乾燥前（コントロール）、乾燥後（乾燥前の気孔コンダクタンスの20%~30%の値のとき）、回復（再灌水後ポット重量の増加が3日間止まったとき）の各段階でLi-6400を用いてA-C₃カーブ、プレッシャーチャンバーを用いて茎の水ポテンシャルを測定した。炭素安定同位体比測定に使用する葉は各段階で1個体につき1枚ずつ採取した。

実験の結果、すべての樹種で乾燥ストレス下では光合成速度や水ポテンシャルが有意に減少し、再灌水後は乾燥ストレスをかける前と有意な差がなくなるまで値が回復した。乾燥後段階での乾燥前の値からの光合成速度の減少率はクルメツツジの84%が最大で、レンギョウの55%が最少だった。また乾燥ストレスからの回復率は乾燥前の値の67%まで回復したクルメツツジが最少で、99%まで回復したカンツバキが最大だった。乾燥前から乾燥後への水ポテンシャルの変化はヒラドツツジで-2.4 MPaから-11.6 MPaへの変化が最少、クルメツツジで-1.3 MPaから-17.9MPaへの変化が最大だった。乾燥前の値と比べての水ポテンシャルの回復具合はクルメツツジの-3.9 MPa（乾燥前は-1.3）が最少、ヒラドツツジの-2.2 MPa（乾燥前は-2.4）が最大だった。これらの結果から乾燥ストレス条件下で高い光合成速度を維持できるのはレンギョウ、乾燥からの光合成速度の回復力が高いのはカンツバキ、植物体水分状態の維持力は乾燥中と回復両方でヒラドツツジが高いと考えられ、街路樹を選ぶ際により効率的な選択をする手助けとなると考えられる。

付着藻類から読み取る富山県東部河川における森林地帯からの栄養塩供給 Characteristics of nutrient supply from forest areas in eastern river in Toyama prefecture read from attached algae

*増田 亮介¹、張 勁¹、片境 紗希¹、神林 翔太¹

*Ryosuke Masuda¹, JING ZHANG¹, Saki KATAZAKAI¹, Shota Kambayashi¹

1. 富山大学

1. University of Toyama

富山県東部に存在する早月川から富山湾へ流入する栄養塩の起源は、硝酸態窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N-NO}_3$) から上流の森林地帯であることが指摘されている(張・佐野, 2014)。しかし、先行研究では標高1000m以下の地域にとどまっており、供給源にあたる森林地域が広がる標高1000m以上かつ複数の集水域を対象とした研究はされていない。本研究では、天井川で人為起源の影響が少ない早月川の河川水及び付着藻類を対象として、最上流部から河口までの水の動態把握と栄養塩供給の評価を目的とし、以下のことが明らかになった。

1)早月川河川水の $\delta^{18}\text{O}$ 及び δD の測定結果から、試料採取を行った早月川上流では標高1300~1800mにもたらされた降水が河川水として流下しており[1]、また、 $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 20$ の天水線 (Craig, 1963) 上にプロットされたため、早月川流域[2]では夏季と冬期の降水が混合していることが示唆された。

2)河川水の水質は、すべての地点でCa-HCO₃型であり、付近[3]花崗岩等の岩石の風化が影響していると考えられる。また、上流から下流にかけて、Ca²⁺とHCO₃⁻濃度が増加していることから流下に伴い風化の程度が大きくなっていることが示唆される。さらに、付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ と河川水のCa²⁺、HCO₃⁻に相関関係が確認され、付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ は、河川[4]流域のにおける地質の風化の程度を反映していると推測される。

3)河川水のNO₃⁻濃度に注目すると、各集水域面積における落葉性植物の植生割合と同調的な類似した傾向が見られた。このことから、落葉性植物により生成された腐葉土層において生成され、有機物が分解される際に生じる硝酸が河川水に寄与していると考えられる。また、河川水の涵養標高と付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は標高約1500mを境面に、異なる傾向がみ見られた。この傾向は、標高1500m以上では植生が変化していく状況と一致することから、付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は、集水域の植生の違いを反映している可能性ことが示唆された。

環境試料のマグネシウム同位体分析

Magnesium isotope analysis of environmental samples

*SHIN Ki-Cheol¹

*Ki-Cheol Shin¹

1. 総合地球環境学研究所

1. Research Institute for Humanity and Nature

Stable isotopes (SI) is utilized as a fingerprint of an element to trace its behavior in the environment.

Magnesium is a major element of terrestrial rocks and widely distributed throughout the lithosphere and biosphere. The element has been utilized to provide valuable information about geological, biological, and atmospheric processes. With the advent of multi-collector ICP-MS, it is possible to measure precise value of $^{25}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ and $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ in Mg solution.

To promote the environmental SI fingerprint, RIHN is desired to determine the isotope ratios of magnesium in an environmental sample with high precision and accuracy, rapidness, and convenience. Further, as biota, soil, and rock is composed of different components (bone, meat, mineral, etc.), whose magnesium concentrations and isotope ratios differ one another. Analytical precision affected sensitively by matrix component of Mg solution according to various sample processing should be evaluated. Here, I report a simple and efficient one-step separation method and the resulting matrix component of various environmental standards samples. Furthermore, an analytical method was tested using cool plasma and hot plasma-middle resolution by environmental standards from the National Metrology Institute of Japan (NMIJ) and international rock standards (AIST and USGS) with high-resolution multi-collector ICP-MS of NEPTUNE (Thermo Fisher Scientific K. K.).

キーワード : Mg同位体、環境標準試料、クール プラズマ

Keywords: magnesium isotope, environmental standard, cool plasma