

多元素同位体を利用した地球環境学研究の展開

Research strategy of multi-isotope studies on environmental research

*陀安 一郎¹、SHIN Ki-Cheol¹、中野 孝教¹

*Ichiro Tayasu¹, Ki-Cheol Shin¹, Takanori Nakano¹

1.総合地球環境学研究所

1. Research Institute for Humanity and Nature

環境トレーサビリティ手法は物質循環過程に基づいているため、環境科学にかかわるさまざまな事象の研究に利用することができると考えられる。特に、人為影響下における環境変化が生態系に及ぼす影響を評価する上では、幅広い応用範囲が考えられる。その中でも陸域生態系においては、地圏の持つ元素組成と同位体組成に関する異質性が、水循環過程、物質循環過程や生物の移動過程を通してトレースすることができ、生態系における環境トレーサビリティ手法として活用することができる。

総合地球環境学研究所（地球研）においては、同位体環境学共同研究事業を核として全国の研究者と共同研究を行っている。環境トレーサビリティに着目した多元素分析および多元素同位体分析を行うことで、各地域の特性が明らかになり、それを基にした地球環境学の研究を進めることができると考えられる。そのためには、観測手法のマニュアル化や、分析手法の標準化のみならず、クレジットを明らかにした上での得られたデータの共有化など、いろいろな課題に取り組む必要がある。

さらに、地球環境問題の複雑化から、環境研究においては現場の住民や行政機関、または学校教育と連携した取り組みが必要であるという考え方が生まれてきている。本発表においては、環境トレーサビリティの考え方をもとに、同位体手法をもとにした大学間連携の研究のあり方と、その中で地球研の果たす役割について検討したい。

キーワード：安定同位体、環境トレーサビリティ、集水域

Keywords: Stable isotopes, Environmental traceability, Watershed

大気エアロゾルのSr-Pb同位体比の季節変化に基づく大気汚染物質の起源推定

Estimation of air pollutant sources from the seasonal variation of Sr and Pb isotope ratios of aerosols

*加藤 祥生¹、松木 篤²、SHIN Ki-Cheol³、中野 孝教³

*Shota Kato¹, Atsushi Matsuki², Ki-Cheol Shin³, Takanori Nakano³

1.金沢大学大学院自然科学研究科、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.総合地球環境学研究所

1.Graduate School of Natural Science & Technology, Kanazawa University, 2.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 3.Research Institute for Humanity and Nature

【はじめに】日本はアジア大陸の風下に位置し、大陸からの越境大気汚染への懸念が高まっているが、その実態は依然として未解明である。近年の我々の観測や先行研究 (Kaneyasu et al., 2011; Takami et al., 2013) により、太平洋高気圧の影響等により大陸からの影響が相対的に弱まると考えられる夏季においても、汚染物質が長距離輸送される事例が報告されている。したがって、大陸からの越境大気汚染の影響が大きいとされる春季や冬季だけでなく、その他の季節における大気質の変化にも注目する必要がある。しかし、日本国内においても大気エアロゾルの排出源は多種多様 (e.g. ゴミ焼却、火山噴火) であり、アジア大陸と日本国内を起源とする大気汚染物質の識別は難しい。そこで本研究では、大気エアロゾル中のSr-Pb同位体比測定を行うことにより、石川県能登半島に飛来する大気エアロゾルの季節的特徴とその起源の解明を試みた。

【試料・測定方法】大気エアロゾル試料は、能登半島先端に位置する石川県珠洲市の金沢大学大気観測スーパーサイト (通称: NOTOGRO) で採取した。試料採取には、流量を700 L/minに設定したハイボリュームエアサンプラー (AH-600F, SHIBATA) を使用し、石英フィルター (12.6x16.6 cm) 上に採取した。採取期間はそれぞれ一週間とし、インパクターにより、大気エアロゾルの粒径が2.5 μmよりも大きくなるように分級して採取した。採取試料は、5%酢酸溶液を用いて溶解させた弱酸可溶性物質 (水や弱酸に溶解する海塩や石膏、方解石、気相反応による粒子表面の吸着体) と、その残渣をHNO₃-HF-HClにより溶解させた難溶性物質 (石英や粘土鉱物、長石などのケイ酸塩鉱物) に分け、それぞれについてSr-Pb同位体比測定を行った。

【結果と考察】酢酸可溶性物質は低い⁸⁷Sr/⁸⁶Srを示した。NOTOGROは周囲が海で囲まれているため、弱酸可溶性物質は海塩粒子 (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr = 0.70918) の影響を大きく受けていると考えられる。一方で、難溶性物質は高⁸⁷Sr/⁸⁶Srを示し、2014年7月中旬の試料は特に高い⁸⁷Sr/⁸⁶Srを示した。これは大陸由来の土壌粒子による影響と考えられる。弱酸可溶性物質のうち、2015年春季の試料の多くは中国由来の大気エアロゾルと良く似たPb同位体比を示した。また、V/Mn比をそれぞれの試料について求めた。V/Mn比は低い値ほど石炭燃焼を、高い値ほど石油燃焼の指標となる。中国Pb同位体比と近似している試料ほど、石炭燃焼由来の低いV/Mn比を示した。これらの結果から、能登半島では2015年春季に中国からの石炭燃焼由来のPbの影響を受けていたと考えられる。

キーワード: エアロゾル、Sr-Pb同位体、越境汚染

Keywords: aerosol, Sr-Pb isotopes, transboundary air pollution

大気降下物の起源および蓄積量をコケのストロンチウムおよび鉛同位体比から推定する試み
An attempt to estimate the source and accumulation of atmospheric deposition Sr and Pb
isotope ratios in the bryophyte

*太田 民久¹、大石 善隆²

*Tamihisa Ohta¹, Yoshitaka Oishi²

1.総合地球環境学研究所、2.北海道大学

1.Research Institute for Humanity and Nature, 2.Hokkaido University

Recently, excessive input of heavy metals and other pollutions into the surface of environment have been developed through consumption of fossil fuels and yellow sand. Although there are many monitoring sites for atmospheric deposition in Japan, the studies that estimated the amounts of fall in forest ecosystem are very few due to difficulty of installation of sampler. In this study, we focused on relationship between atmospheric deposition and bryophyte. Since some kind of bryophyte obtains almost their nutrients from atmospheric deposition, and metallic elements are penetrated into their tissue. Therefore, we considered isotope ratios and heavy metal concentration of bryophyte tissue might provide a useful index of source and accumulation of atmospheric deposition. We collected bryophyte, soil and leaf in many part of Akita, Nagano Miyazaki prefecture, and analyzed heavy metal concentration and isotope ratios (Sr and Pb). Sr and Pb isotope ratios of the some bryophyte samples differed to the soil and leaf sample. This means bryophyte contain metals supplied from atmospheric deposition. In the future, we plant to analyze bryophyte collected another sites such as the Sea of Japan side. And because the uptake rates of heavy metal vary among bryophyte species, we have to select indicator species for estimate of atmospheric deposition.

キーワード : Bryophyte、heavy metal、lead isotope ratio

Keywords: Fossil fuel, strontium isotope ratio , atmospheric deposition

中部日本の森林集水域における河川化学性と大気由来の硫黄の動態

Stream water chemistry and dynamics of sulfur derived from atmospheric deposition in a forested catchment in central Japan

*佐瀬 裕之¹、高橋 正通²、松田 和秀³、佐藤 啓市¹、谷川 東子²、山下 尚之¹、大泉 毅¹、石田 卓也⁴、上迫 正人¹、小林 亮¹、内山 重輝¹、齋藤 辰善¹、諸橋 将雪¹、福原 晴夫⁵、金子 真司²、井上 隆信⁶、山田 俊郎⁷、竹中 千里⁴、陀安 一郎⁸、中野 孝教⁸、袴田 共之⁹、太田 誠一¹⁰

*Hiroyuki Sase¹, Masamichi Takahashi², Kazuhide Matsuda³, Keiichi Sato¹, Toko Tanikawa², Naoyuki Yamashita¹, Tsuyoshi Ohizumi¹, Takuya Ishida⁴, Masato Kamisako¹, Ryo Kobayashi¹, Shigeki Uchiyama¹, Tatsuyoshi Saito¹, Masayuki Morohashi¹, Haruo Fukuhara⁵, Shinji Kaneko², Takanobu Inoue⁶, Toshiro Yamada⁷, Chisato Takenaka⁴, Ichiro Tayasu⁸, Takanori Nakano⁸, Tomoyuki Hakamata⁹, Seiichi Ohta¹⁰

1.アジア大気汚染研究センター、2.森林総合研究所、3.東京農工大学、4.名古屋大学、5.新潟大学、6.豊橋技術科学大学、7.岐阜大学、8.総合地球環境学研究所、9.浜松ホトニクス、10.京都大学

1.Asia Center for Air Pollution Research, 2.Forestry and Forest Product Research Institute, 3.Tokyo University of Agriculture and Technology, 4.Nagoya University, 5.Niigata University, 6.Toyohashi University of Technology, 7.Gifu University, 8.Research Institute for Humanity and Nature, 9.Hamamatsu Photonics, 10.Kyoto University

[緒言]

岐阜県山県市に位置する伊自良湖集水域は、中京工業地帯からの大気汚染物質の移流の影響を強く受け、硫黄や窒素の大気沈着量が多い。環境省による長期モニタリングが行われてきた本集水域では、1990年代半ばに生態系の酸性化及び窒素飽和が進んだと報告されている (Yamada et al. 2007; Nakahara et al. 2010) が、近年は回復傾向も見られている。

[方法]

本報告の解析では、環境省越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング計画に基づく、1988年からの河川化学性の長期データ、2000年からの湿性沈着（降水）の化学性データ、2007年からの物質流入・流出収支データ、及び2014年から重点的に実施されている降水・土壌溶液・河川水の硫黄及びストロンチウム同位体測定データを用いた。さらに、関連研究による伊自良湖畔を含む中京地域におけるスギ年輪中の硫黄同位体データを加え、長期トレンド及び大気由来の物質動態の解析を行った。

[結果及び考察]

当該集水域では、1990年代半ばから河川や土壌の酸性化や河川水中のNO₃⁻濃度の著しい上昇が見られたが、2005年以降は河川水中のNO₃⁻濃度は低下しており、pHも7付近まで回復している。SO₄²⁻濃度は、酸性化やNO₃⁻の河川への流出が観測された時期の1994年に210 μmol_c L⁻¹の最高値に達し、その後は2013年には127 μmol_c L⁻¹まで低下した。1990年代に見られた河川の酸性化には、我が国最大レベルとも言われる硫黄や窒素の大気からの流入に加え、1993年の冷夏、及び1994年の干ばつと続いた気象イベントによる森林生態系における物質循環の攪乱がきっかけとなった可能性が示唆されている (Nakahara et al. 2010)。また、近年の酸性化からの回復には、大気からの流入の大部分を占める湿性沈着量の低下傾向が寄与していると考えられた。

本地域の硫黄の流入・流出収支には特徴的な傾向があり、2007年から2012年までの5年間における湿性及び乾性沈着による大気からの平均SO₄²⁻流入量は0.9 ± 0.1 kmol_c ha⁻¹ year⁻¹であったが、河川からのSO₄²⁻流出量は2.3 ± 0.5 kmol_c ha⁻¹ year⁻¹であった。山岳地域における大気汚染物質濃度やその沈着速度の過小評価の可能性や水収支の不確実性等を考慮したとしても、河川からのSO₄²⁻流出量は流入量を大きく超過していた。降水や表層の土壌溶液中のSO₄²⁻の硫黄同位体比 (δ³⁴S) はそれぞれ4.6%と3.8%であったが、河川水中のそれは-13%と著しく低い値を示した。岐阜県内では著しく低いδ³⁴S値 (-14%から-8%) を示す地質が分布することが報告されていることから、河川からのSO₄²⁻流出には地質由来の硫黄が寄与している可能性が示唆された。一方で、大気由来の硫黄は土壌の比較的表層に蓄積・分布していると考えられた。上述した高いSO₄²⁻濃度が観測された1990年代半ばには河川中の溶存有機態炭素も高濃度であったことから、土壌表層に蓄積された有機態硫黄の流出の寄与も考えられた。三重県、愛知県及び本地域から得られたスギの年輪解析では、1960/1970年代の中京工業地帯由来

の硫黄沈着の痕跡と考えられる比較的低い $\delta^{34}\text{S}$ 値(-7%から+1%)も確認された。本集水域では大気由来の硫黄は主に土壌・植物系で循環・蓄積している一方で、河川に流出する硫黄は地質の影響を大きく受けていることが示唆された。

[謝辞]

本報告は環境省越境大気汚染・酸性雨長期モニタリングデータを基に関連研究の成果を加え解析を行った。また、ストロンチウム同位体測定は、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]

Nakahara et al. 2010. Soil and stream water acidification in a forested catchment in central Japan. *Biogeochemistry* 97: 141-158.

Yamada et al. 2007. Long-term Trends in Surface Water Quality of Five Lakes in Japan, *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 7: 259-266.

キーワード：酸性化、窒素飽和、硫黄、同位体

Keywords: acidification, nitrogen saturation, sulfur, isotope

マルチトレーサを用いた扇状地地下水の流動と形成機構に関する研究

Application of Multiple-indicator to groundwater flow and chemistry study in the alluvial fan

*吉岡 有美¹、中村 公人²、中野 孝教³、堀野 治彦⁴、申 基澈³

*Yumi Yoshioka¹, Kimihito Nakamura², Nakano Takanori³, Haruhiko Horino⁴, Ki-Cheol Shin³

1.鳥取大学、2.京都大学、3.総合地球環境学研究所、4.大阪府立大学

1.Tottori University, 2.Kyoto University, 3.Research Institute for Humanity and Nature, 4.Osaka Prefecture University

石川県手取川扇状地(140km²)には豊富な地下水が存在し、主に工業・水道用水として盛んに利用されている。この地下水資源の持続的な利用・保全を考える上では、地域固有の地下水涵養や地下水流動系を把握することが必要となる。とくに、本対象地においては、扇状地河川と周辺の浅層地下水との水交換現象(伏没・還元現象)や扇状地の50%以上を占める水田からの浸透水の影響について注目しなければならない。本研究では、地下水と地表水(河川水と田面水)についてマルチトレーサの分布特性から、浅層地下水の流動譲許や水質形成メカニズムを解明することを目的とした。水質分析の結果と別途行った地下水位一斉観測、手取川流量観測、3次元定常地下水流動解析の水文観測結果との整合性を検証した。

扇状地内の地下水63地点、湧水2地点、扇状地南部の手取川、扇状地北部の犀川の河川水13地点、田面水5地点の計83地点の水試料を2011年6月の灌漑期間中に得た。分析項目は、酸素・水素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^2\text{H}$)、ストロンチウム同位体比($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)、溶存イオン、微量元素である。

浅層地下水の $\delta^{18}\text{O}$ 及び $\delta^2\text{H}$ は、手取川に近い領域で低く、手取川から遠い領域では高くなる分布特性を示し、手取川から安定同位体比の低い水への浸透が生じていると考えられる。その一方で $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^2\text{H}$ からは、蒸発の影響を強く受けた田面水による地下水涵養がほとんど生じていないことが確認された。浅層地下水の Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} についても、河川水の希釈効果を受ける手取川付近と水田面積率が低い犀川付近で濃度が低く、扇状地中央部で値が高くなる分布傾向がみられた。

浅層地下水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は、手取川に近い領域では扇状地性の堆積物の影響を受けて高い値を示す一方で、犀川付近では低い値であった。手取川の河川水は上流域の地質の影響を受けて高い値を示した。全ての同位体比の分布傾向から、手取川からの浸透水の影響は扇状地右岸域の中央までの範囲に及ぶことがわかった。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 濃度との間でそれぞれ正の相関関係を示した。地表面から浸透する過程で土壌からの溶出の影響を受けた降水や田面水が、手取川から涵養された河川水と混合することによって地下水水質が形成されていると推察された。

今回の水質観測結果は、地下水位一斉観測から得られた地下水位コンターの特徴、手取川流量観測から推定された伏没・還元区間、灌漑期定常状態の3次元地下水流動解析から推定された地下水流動の結果と整合性を示した。

キーワード：Sr同位体比、水田、伏没・還元現象

Keywords: Strontium isotope, Paddy field, Groundwater-river interaction

福島県および新潟県の地下水・湧水の酸素・水素安定同位体比とd-excess値の分布特性
Characteristics of the distribution of $\delta^{18}O$, δD and d-excess values in groundwater and spring water at Fukushima and Niigata prefecture

*藪崎 志穂¹

*Shiho Yabusaki¹

1.福島大学 共生システム理工学類

1.Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

地下水や湧水の酸素・水素安定同位体比は、涵養域の標高や気温、内陸からの距離等の条件によってそれぞれの地域固有の値を示している。従って、これらの同位体比の分布を示すことにより、地下水等の涵養域を推定することが可能となると考えられる。これまでの研究で、日本全国の地表水の酸素や水素の安定同位体比分布が示されているが、地点数には限りがあり、涵養域の把握等について考える際には必ずしも十分とは言えない状況である。そこで、本研究では、東北地方南部を中心に、特に福島県、新潟県を対象にして調査を行い、できるだけ詳細な同位体分布特性を把握することを目的とした。なお、福島県と新潟県を対象とすることで、同位体比およびd-excess値について太平洋～日本海にかけての東西断面の変化を詳細に把握することが可能である。また、本研究では各地域の平均的な同位体比を求めるために、調査を行った地点から同位体比が年間を通じてほぼ一定していると思われる地下水および湧水の値を選択して利用した。

酸素・水素安定同位体比分布をみると、太平洋および日本海の沿岸域では同位体比は相対的に高く、内陸部にゆくに従い同位体比は低くなる傾向が認められ、内陸効果の存在が確認された。また、標高の高い地点（阿武隈山地や奥羽山脈、越後山脈などの山地部）で同位体比は相対的に低く、高度効果および温度効果の影響も表れている。特に、福島県と群馬県の県境付近（燧ヶ岳周辺）や、長野県と新潟県の県境付近（妙高山周辺）では低い同位体比を示しており、地形的な要因と気象学的影响（降雪の影響など）が関与して同位体比が形成されていると考えられる。

d-excess値の分布をみると、福島県の太平洋側で相対的に低く、内陸部（西側）にゆくに従い値は上昇し、新潟県の日本海沿岸地域で最も高い値を示している。これは、従来指摘されているように、地下水や湧水の源である水蒸気の起源（太平洋側か、日本海側か）が異なることに起因すると考えられる。詳細にみると、奥羽山脈を境にd-excess値は変化する傾向が認められるが、阿武隈山地ではこうした特徴は顕著にあらわれていない。この結果より、標高の高い奥羽山脈によって水蒸気の起源が異なり、山脈の東側では太平洋側の気団が卓越し、西側では日本海側の気団が卓越していることが想定される。一方、標高が比較的低い阿武隈山地では水蒸気は遮られることなく通過しているため、d-excess値には大きな変化が認められないと考えられる。

このように、詳細な調査を行うことにより、山地の影響や卓越する気団の範囲など、より明確に把握することが可能となった。今後は長野県および関東地方の調査結果を反映させて、広域の同位体分布特性について把握し、結果について更に検討を進める予定である。

キーワード：福島県、新潟県、地下水、湧水、安定同位体、d-excess

Keywords: Fukushima, Niigata, groundwater, spring water, stable isotope, d-excess

日本の森林土壌における窒素安定同位体比の変動様式について

Natural abundance of ^{15}N in Japanese forest soils

*木庭 啓介¹、平塚 敏²、浦川 梨恵子³、仁科 一哉⁶、磯部 一夫⁷、柴田 英昭⁴、大手 信人⁵

*Keisuke Koba¹, Bin Hiratsuka², Rieko Urakawa³, Kazuya Nishina⁶, Kazuo Isobe⁷, Hideaki Shibata⁴, Nobuhito Ohte⁵

1.京都大学生態学研究センター、2.東京農工大学農学部、3.アジア大気汚染研究センター、4.北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、5.京都大学大学院情報学研究科、6.国立環境研究所、7.東京大学大学院農学生命科学研究科

1.Center for Ecological Research, Kyoto University, 2.Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3.Asia Center for Air Pollution Research, 4.Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, 5.Graduate School of Informatics, Kyoto University, 6.National Institute for Environmental Studies, 7.Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

Natural abundance of ^{15}N of bulk soil N has been investigated in many studies with emphasis on soil N decomposition, N loss, and chronosequence of N dynamics in forests. $\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N generally increases with soil depths, which is considered as a consequence of the loss of ^{15}N -depleted N via leaching and gaseous loss both coupled with N mineralization and nitrification as well as the incorporation of ^{15}N -enriched N into bulk soil N via microbial biomass. However, the details on how ^{15}N of bulk soil N can be discriminated during these processes are not clear.

We analyzed the $\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N collected in the GRENE (Green Network of Excellence) environmental information project and the ReSIN (Regional and comparative Soil Incubation study on Nitrogen dynamics in forest ecosystems) project (Urakawa et al. 2014, 2016). Mineral forest soils were collected in each watershed from five soil profiles with different soil depths down to 40 or 50cm depth. We used a modified EA-IRMS in TUAT with higher sensitivity to measure the $\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N with low N concentrations. We analyzed the soil samples (488 samples from 32 watersheds) with higher N concentration than ca. 0.1% (with less than 8mg sample weight to run) to reduce the risk of incomplete combustion.

$\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N ranged from -3.2 to +10.2 permil with N concentrations ranging from 0.1 to 1.3%. Isotopic fractionation factors for bulk soil N, estimated from the relationship between N concentrations and $\delta^{15}\text{N}$ values, ranged from 0.6 to 7.2 permil. The differences in mycorrhizal association of plants would influence the isotopic fractionation factor (Hobbie and Ouimette 2009), although we found no significant relationships between mycorrhizal associations (ECM, AM) and the isotopic fractionation factors. Climate factors such as MAT and MAP suggested as the factors affecting $\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N (Amundson et al. 2003) were not significantly correlated with $\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N. In the presentation we will discuss the possible factors influencing $\delta^{15}\text{N}$ of bulk soil N and isotopic fractionation factors in the forest watersheds.

キーワード：安定同位体、森林土壌、窒素循環

Keywords: Stable isotopes, Forest soils, Nitrogen dynamics

酸素同位体異常を用いた森林生態系における大気沈着由来硝酸イオンの解析

Tracing Atmospherically Deposited Nitrate in Forest Ecosystem Using Triple Nitrate Isotopes

*角 和暁¹、勝山 正則¹、矢野 翠²、木庭 啓介²*Kazuaki Sumi¹, Masanori Katsuyama¹, Midori Yano², Keisuke Koba²

1.京都大学大学院農学研究科、2.京大大学生態学研究センター

1.Kyoto University, Graduate School of Agriculture, 2.Kyoto University, Center for Ecological Research

Nitrogen saturation is one of the forest environmental issues as a result of increasing anthropogenic emission of reactive nitrogen. Forest which reached nitrogen saturation exports residual nitrogen as dissolved inorganic nitrogen (mainly nitrate: NO_3^-) and the amount of NO_3^- leaching is one of the signal of nitrogen saturation. However, the mechanism of nitrate export from forest ecosystem is not well understood because of complexity of forest internal nitrogen cycle. In fact, NO_3^- has two sources, atmospherically deposited nitrate ($\text{NO}_3^-_{\text{atm}}$) and microbial nitrate ($\text{NO}_3^-_{\text{microb}}$) in forest ecosystem. These two sources could not be separated so far, but triple nitrate isotope analysis techniques enabled distinguishing $\text{NO}_3^-_{\text{atm}}$ from $\text{NO}_3^-_{\text{microb}}$, and revealed that the fraction of $\text{NO}_3^-_{\text{atm}}$ (f_{atm}) in stream water is about 10% worldwide. To clarify the mechanism of export of atmospherically deposited nitrate ($\text{NO}_3^-_{\text{atm}}$) to stream from forest catchment, we explored which factors of forest ecosystem influence f_{atm} in stream water.

We measured $\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3^-$, $\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3^-$, $\Delta^{17}\text{O}-\text{NO}_3^-$, and NO_3^- concentration along with forest hydrological pathways, through fall, soil water, ground water and stream water at Kiryu Experimental Watersheds (KEW) in central Japan.

We calculated the value of f_{atm} of four stream water, and mean value was about 10% except for one of the stream water which flows steep slope catchment. These results are consistent with the reports for stream. In soil, the concentration of NO_3^- and the values of f_{atm} were decreased along with the soil depth suggesting that $\text{NO}_3^-_{\text{atm}}$ was consumed immediately at surface soil. In contrast, the values of f_{atm} were not fluctuated in ground water which suggests that the value of f_{atm} in stream water is almost determined at soil.

キーワード：森林生態系、硝酸イオン安定同位体、酸素同位体異常

Keywords: forest ecosystem, nitrate isotopes, oxygen isotope anomaly

熱帯泥炭湿地の急速な環境変化が地下水中の溶存態有機炭素動態に及ぼす影響

Effects of rapid environmental changes on groundwater dissolved organic carbon dynamics in Tropical peat swamp

*伊藤 雅之¹、西村 裕志¹、平野 高司²、Gunawan Haris³、Kitso Kusin⁴、甲山 治¹、田中 洋太郎¹、勝山 正則¹
*Masayuki Itoh¹, Hiroshi Nishimura¹, Takashi Hirano², Gunawan Haris³, Kitso Kusin⁴, Osamu Kozan¹,
Yotaro Tanaka¹, Masanori Katsuyama¹

1.京都大学、2.北海道大学、3.リアウ大学、4.パランカラヤ大学

1.Kyoto University, 2.Hokkaido University, 3.Riau University, 4.Palangkaraya University

東南アジアの熱帯泥炭湿地は24 万平方キロメートルに及び、地下部に膨大な量の炭素が蓄積されている。特に近年の人為活動の増大による環境変化が、大量の二酸化炭素放出につながっている。

本研究は伐採・火災・排水・植林地化等の人為活動による泥炭湿地の攪乱が、物質循環に及ぼす影響について調査した。特に河川や排水路を通じて流出する溶存態有機炭素 (Dissolved Organic Carbon; DOC)の量的質的な変化に着目し、天然泥炭湿地林や、伐採後の二次林、排水・火災を経た荒廃地 (写真はもともと全て森林であったところ) などについて調査した。

観測は、インドネシア・スマトラ島東部のリアウ州、及び、カリマンタン島・中カリマンタン州において行った。

地下水中のDOC濃度は、天然林や二次林の方が、火災を数度経験した地点より高かったが、火災直後の泥炭地下水では、濃度が急激に高くなった。また、地下水位は雨期に上昇し、乾期に低下したが、地下水中のDOC濃度は雨期に低く、乾期に高かった。このことから泥炭地下水のDOC濃度の季節変化は雨水による希釈で説明ができるが、突発的な泥炭火災の際に、大量の炭素がDOCとして地下水に供給されることを示唆した。3次元蛍光解析や2次元NMR解析を用いた、DOCの質の変化についても発表する。

キーワード：熱帯泥炭湿地、東南アジア、土地利用変化

Keywords: Tropical peat swamp, Southeast Asia, Land use change



菌類による放射性セシウムの吸収 -安定同位体による土壤中菌糸の分布推定-

Absorption of radiocesium by fungi -estimation of soil hyphal distribution using stable isotopes-

*林 拓也¹、岡田 直紀¹

*Takuya Hayashi¹, Naoki Okada¹

1. 京都大学地球環境学堂

1. Kyoto University Graduate School of Global Environmental Studies

Many studies after the Chernobyl nuclear accident in 1986 have reported that fungal fruit bodies accumulated higher ^{137}Cs concentration than other organic materials in forest ecosystem. Some of the studies pointed out soil hyphal distribution as one of the main factors determining ^{137}Cs concentration in fungi, but the viewpoint has not yet been examined well. We therefore have attempted multi stable isotopes (^{13}C , ^{15}N and ^{34}S) to examine the relationship between hyphal vertical distribution and ^{137}Cs concentration in fruit bodies.

Study site was a broad-leaved forest dominated by konara oak, mixed with fir, located at 20 km southwest from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, in Kawauchi Village, Fukushima Prefecture. Fruit bodies and soil core samples (down to 30 cm below the soil surface) were collected. After oven-dried, the fruit bodies were ground into powder, and isotope ratio ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{34}\text{S}$) and ^{137}Cs concentrations of samples were measured. Each soil core was separated into 2-cm long, sieved after air-dried, and isotope ratio and ^{137}Cs concentrations were measured. For ^{34}S measurement, sulfur was extracted from samples with Parr bomb and collected as precipitation of BaSO_4 . Litter and humus layers were also collected, treated and analyzed as other samples.

^{137}Cs concentration in saprophytic fungi was lower than that of ectomycorrhizal (ECM) fungi in average, but there was wide variation among genera and within genus in ECM fungi. Saprophytic fungi did not accumulate so much ^{137}Cs despite the high ^{137}Cs concentration in litter and humus layers. The vertical profiles of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{34}\text{S}$ had a common trend; δ values decreased with the depth. Saprophytic fungi showed most negative delta values for N and S isotopes, but most positive for C isotopes in the fungus groups. Genus-specific δ values were observed for N and S isotopes, which variation was comparable to those observed for soil vertical profiles (figure).

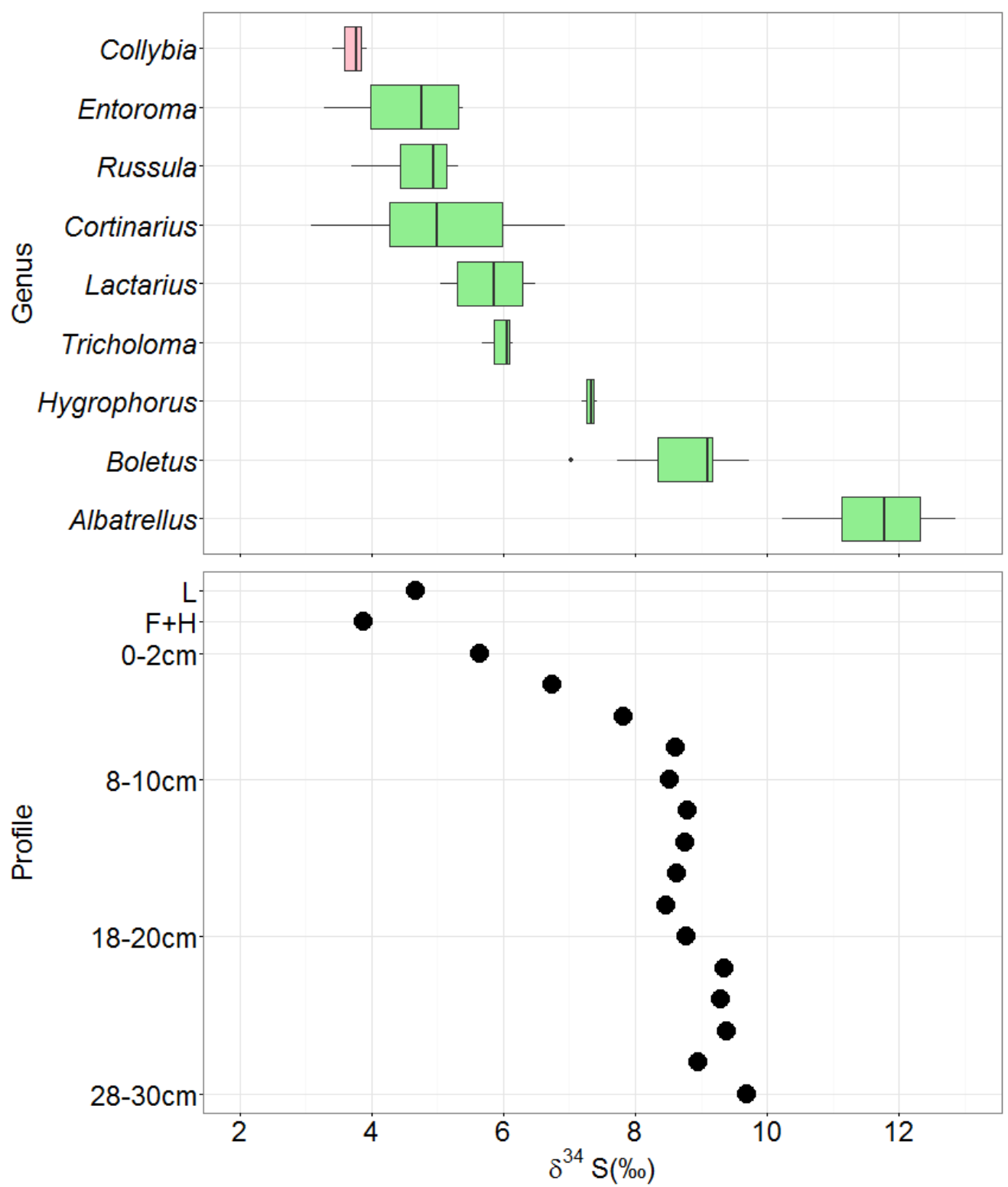
Results of isotopes analysis suggested hyphal distributions of saprophytic and ECM fungi were completely different and that there was considerable difference in ECM fungi. Saprophytic fungi had $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values close to those in organic layers after being adjusted based on the suggestions from previous studies about isotope fractionation. $\delta^{34}\text{S}$ values in saprophytic fungi also were close to those in organic layers. The results of 3 isotopes indicated the hyphae of saprophytic fungi were restricted almost to soil organic layers. On the contrary, hyphal distribution of ECM had wide variations in mineral soil as indicated by genus-specific variations of $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{34}\text{S}$.

We did not observe significant relationships between hyphal distribution and ^{137}Cs concentration in fruit bodies. Saprophytic fungi showed lower ^{137}Cs concentration than ectomycorrhizal fungi regardless of shallow distribution of hyphae; and some genera of ECM fungi had similar values though they had different stable isotope ratios. These data are not consistent with the view that emphasized the relationship between hyphal distribution and ^{137}Cs concentration in fruit bodies. The view of soil-depth dependent ^{137}Cs accumulation by fungi needs to be re-examined.

Sulfur isotope seemed to be useful for estimating hyphal vertical distributions. Since the vertical profile of $\delta^{34}\text{S}$ was similar to those of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$, multi isotope approach will provide an effective tool for investigating biological processes in soil ecosystems. For further application to fungi study, isotope fractionation of sulfur and $\delta^{34}\text{S}$ of available sulfur by fungi has to be

studied.

キーワード：放射性セシウム、菌糸、安定同位体
 Keywords: radioicesium, hyphae, stable isotope



$\delta^{34}\text{S}$ in fruit bodies and soil profile

炭素・窒素安定同位体分析に基づく縄文時代におけるイヌの食性復元

Reconstruction of dog diet in Jomon period using carbon and nitrogen isotope analysis

*覚張 隆史¹、米田 穰²

*Takashi Gakuhari¹, Minoru Yoneda²

1.金沢大学、2.東京大学

1.Kanazawa University, 2.The University of Tokyo

Dog is the earliest domesticated animal among other livestock. Dog's role as companion animal and support for hunting is different from those of other livestock (e.g. goat, sheep, cattle and horse) which are mainly exploited for foods or labor as food. Because dog diet is similar to human diet in traditional subsistence, reconstructing dog diet is important to evaluate ancient human subsistence over time and space. A number of previous study show that isotope signature (carbon and nitrogen) obtained from ancient dog remains resemble to contemporary human remains.

Recently, a number of dog remain, especially for Jomon period, was excavated and identified in Japanese archipelago. However, the study of evaluating the isotope signature of Jomon dog is very little. Gakuhari et al. (2015) demonstrated the date of two buried dogs in Jomon period using directly radiocarbon dating of dog bones, so that two buried dog were dated to ca. 7300 calBP. In addition, the carbon and nitrogen isotope analysis of bone collagen indicated that the dietary characteristic of two buried dogs is similar to those of human remains from same site.

Here, we report new data of radiocarbon dating and stable isotope analysis from other dog bones in Kamikuroiwa rockshelter site and Higashimyo shellmound. We discuss the dietary characteristic of Jomon dog in Western Japan.

As results, other dogs in Kamikuroiwa rockshelter and 11 dogs in Higashimyo shellmound showed very close ages to two buried dogs in Kamikuroiwa rockshelter, and assigned to the last Initial Jomon and the initial Early Jomon period. Although these results were not consisted with the previous archaeological interpretation, they are important because these dogs were one of the oldest evidence of certain *Canis* domestication in East Asia. In addition, based on carbon and nitrogen isotope analysis, we found that Kamikuroiwa and Higashimyo dogs could be discriminated to three populations with different isotopic patterns. This new finding is important to reconstruct ancient feeding culture of dog and human subsistence for Jomon period.

キーワード : Isotope、carbon

Keywords: Jomon dog, nitrogen

富山湾の表層から深層までの食物網解析～炭素・窒素安定同位体比からのアプローチ

Food web analysis using stable carbon and nitrogen isotopic ratios: from the shallow to deep water in Toyama Bay

*大塚 朋貴¹、張 勁¹、稲村 修²

*Tomoki Otsuka¹, JING ZHANG¹, Inamura Osamu²

1.富山大学、2.魚津水族博物館

1.University of Toyama, 2.Uozu Aquarium

気候変動等に伴う環境変化が海洋食物網に与える影響を明らかにするためには、食物網の現状把握が必要である。本研究では、水深約200mを境に異なる水塊構造をもつ富山湾における食物網の現状把握を目的とした。富山湾では、200m以浅の表層と200m以深の深層に生息する魚類・動物プランクトンの生物試料と、沈降粒子・海底堆積物・POM（懸濁態有機物）を採取した。また、日本海中央部の大和海盆で動物プランクトンとPOMを採取し、炭素・窒素安定同位体比解析を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1、富山湾の水生生物は、表層・深層とも表層0m付近のPOMを起点とする食物連鎖上に位置し、海面付近で生産された植物プランクトンが基礎生産者であると考えられた。
- 2、 $\delta^{13}\text{C}$ に着目すると、富山湾の動物プランクトンは大和海盆に比べ高い値を示し、クロロフィル濃度も富山湾は大和海盆に比べて高かった。これは、基礎生産者である植物プランクトンの増殖速度が富山湾の方が速いためと推測された。
- 3、 $\delta^{15}\text{N}$ に着目すると、深層魚は表層魚に比べ高い値を示した。また、深層では腐肉食者や表層に比べ高い $\delta^{15}\text{N}$ 値をもつ動物プランクトンがみられ、これらが深層の栄養段階を高めていると推測された。さらに、富山湾と大和海盆のPOMの $\delta^{15}\text{N}$ 値は平均で約3.3%と低く、基礎生産者の $\delta^{15}\text{N}$ 値が低い可能性が示唆された。

キーワード：安定同位体、炭素・窒素、食物網

Keywords: Stable isotope, carbon and nitrogen, Food web

福井県大野盆地の地下水の地球化学的水脈診断

Geochemical diagnosis of groundwater flow system in the Ohno basin, Fukui prefecture

*中野 孝教¹、申 基澈¹、大田 民久¹、草野 由貴子¹、陀安 一郎¹、山田 佳裕²、横尾 頼子³、辻村 真貴⁴、池田 浩一⁴、帰山 寿章⁵、山田 明弘⁵、下島 浩平 浩平⁵、小澤 弘幸⁵

*Takanori Nakano¹, Kicheol Shin¹, Tamihisa Ohta¹, Yukiko Kusano¹, Ichiro Tayasu¹, Yoshihiro Yamada², Yoriko Yokoo³, Maki Tsujimura⁴, Koichi Ikeda⁴, Toshiaki Kaeriyama⁵, Akihiro Yamada⁵, Kouhei Shitajima⁵, Hiroyuki Ozawa⁵

1.大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所、2.香川大学農学部、3.同志社大学理工学部、4.筑波大学生命環境系、5.大野市役所

1.Research Institute for Humanity and Nature, Inter-University Research Institute Corporation National Institutes for the Humanities, 2.Faculty of Agriculture, Kagawa University, 3.Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, 4.Faculty of life and environmental Sciences, University of Tsukuba, 5.Municipal office of Ohno city

Shallow groundwater system is developed in the city area of the northwestern Ohno basin, Fukui prefecture. This groundwater, termed as city-GW, has been used for daily lives and industries, but the recharge area and flow system of city-GW remain unclear. For the sustainable use of city-GW, we determined multiple components for the surface water and well water collected by elementary pupils as environmental education.

The oxygen and hydrogen isotope ratios of the city-GW decrease from -8.1‰ and -48‰ to -9.1‰ and -57‰ toward the west. The city-GW is divided by an interval of 0.1‰ in the $d^{18}\text{O}$ value and 0.8‰ in the $d^2\text{H}$ value. As the groundwater level decreases from south to west, it is likely that each isotope envelope corresponds to the flow channel. This view is consistent with the spatial distribution of several dissolved ions such as Ca^{2+} ; the high concentration of Ca^{2+} corresponds to the groundwater with a uniform $d^{18}\text{O}$ - $d^2\text{H}$ value (-8.9‰ - -8.8‰ and -52‰ - -51.2‰). It is likely that the city-GW is recharged mainly from the southern alluvial fan where agriculture is active. This is consistent with the high concentrations of As and Mo in southeastern city-GW, suggesting the contribution of fertilizer.

The western city-GW is enriched in NO_3^- , indicating the source of N to be human activities such as sewerage. Several components (K, SO_4) in the western city-GW is further subdivided into the north and the south by Mt. Kameyama, which is composed of granite. This result suggests that the geochemical nature of aquifer sediments in the north are different from that in the south by this mountain. This view is compatible with the analysis for the fluctuation record of water level at 14 monitoring sites in the city-GW area. We consider that Mt. Kamayama plays a role as a barrier for the southerly flow of the city-GW. Thus, the water quality mapping is effective for elucidating the flow system of groundwater.

キーワード：地下水、大野盆地、水脈、安定同位体

Keywords: groundwater, Ohno basin, flow channel, stable isotope

森林土壌における火山灰からのCa供給～Sr同位体比を用いた寄与推定～

Influence of volcanic ash in soils on Ca cycling in forest ecosystems - Using Sr isotopes to determine the contribution of volcanic ash to Sr and Ca in stream waters and plants in a granite watershed -

*越川 昌美¹、渡邊 未来¹、申 基澈²、中野 孝教²

*Masami Koshikawa¹, Mirai Watanabe¹, Ki-Cheol Shin², Takanori Nakano²

1.国立研究開発法人国立環境研究所、2.総合地球環境学研究所

1.National Institute for Environmental Studies, 2.Research Institute for Humanity and Nature

土壌中のCaは、イオン交換反応によって酸性物質を中和する作用を持つ。そのため、Ca供給能が高い土壌が分布する森林集水域では、生態系の酸性化に伴う渓流水のpH低下やアルミニウムの溶出が抑制される(Koshikawa et al., 2007)。また、Caは樹木など生物にとって必須元素であるため、土壌中Caは養分供給の観点からも重要である。例えば、Ca供給能の低い欧米の森林では、酸性降水物によってCaが土壌から過剰流出した結果、Ca欠乏による樹木の成長抑制と森林衰退が問題となった(Cronan and Grigal, 1995)。しかし日本の森林では、酸性降水物による森林全体の成長抑制は認められていない(環境省, 2014)。その理由の1つとして、早くから指摘されてきたことに、土壌に含まれる火山灰の高いCa供給能がある(林ら, 1995)。日本の森林土壌には、数千～数万年前の大規模な火山活動で降下した火山灰が広く混入している。火山灰は、粒度が細かく比表面積が大きいこと、基盤岩と比較して風化速度が速い(若松ら, 2006)。そのため土壌中の火山灰は、森林生態系のCa循環において、重要なCa供給源となっている可能性が高い。しかし、その根拠は定性的なものであり、渓流水や植物に含まれるCaに対する火山灰起源Caの寄与評価は、国内外を問わず報告されていない。その最大の原因は、火山灰起源Caの識別の難しさにある。森林集水域内に火山灰が存在しても、その分布は地形等の影響を受けて不均一であり、また、火山灰の元素組成は一般的な火成岩とほぼ同じである。その結果特に、火山灰起源Caと基盤岩起源Caを実測により分離することが困難であった。Bailey et al. (1996)は、北米の花崗岩集水域において、SrとCaの動態が類似している(降水・植物・土壌・渓流水のSr/Ca比がほぼ一定の状態を循環している)ことを示したうえで、植物や渓流水に含まれるCaの起源が、降水と花崗岩の2成分系である場合、Sr同位体比を用いることで起源別寄与率を算出できることを示した。演者らは、このSr同位体比を用いた方法を、茨城県筑波山の花崗岩集水域に適用し、火山灰・基盤岩・降水の3成分系において渓流水中Caの起源を解析することを試みた(Koshikawa et al., in press)。Sr同位体比分析は、総合地球環境学研究所に設置されている表面電離型質量分析装置(サーモフィッシュャーサイエンティフィック, TRITON)を用いて行った。降水と渓流水の濾液は0.2-0.5μg Srに相当する量を、植物と土壌の酸分解液は1-2μg Srに相当する量をテフロンビーカーで乾固した後、2Mの高純度塩酸0.5mlに溶解し、Na et al. (1995)のカチオン交換カラム法でSrを分離抽出した後、表面電離型質量分析装置に導入した。標準試料として用いたNBS987 (SrCO₃)の分析値は、本研究の測定期間を通じて、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710246 \pm 0.000018$ であった。測定で得られた値はNBS987を0.710250として規格化した。

対象とした集水域の上流、中流、下流において渓流水のSr同位体比を分析した結果を、SrおよびCaの供給源と考えられる降水・花崗岩・火山灰(約3万年前に赤城山の噴火に伴って筑波山地域に降下した火山灰)のSr同位体比と比較し、渓流水中Srの起源(Caの起源も同様と考えられる)を解析した。その結果、火山灰由来Srの寄与は上流地点で高く、流下に伴って低下した。植物中Srの起源も、上流域の緩斜面で火山灰由来Srの寄与が高い傾向を示した。上流地点では、集水域内の緩斜面の土壌がSrおよびCaの供給能が高い火山灰を多く含むため、渓流水中のSrおよびCaの濃度が高いと考えられた。

これまで、土壌中における火山灰の機能に関する研究は、有機物やイオウに対する吸着保持作用を調べたものに限られている(Imaya et al., 2010; Tanikawa et al., 2013)。これに対し本研究は、全く異なる視点からCa供給源として火山灰に着目している。本研究で試みたCa起源解析が広く実施されれば、「日本の多くの土壌が欧米の土壌よりも酸耐性が高いのは火山灰の効果である」という基礎的かつ未解明な問題を明らかにすることが出来る。したがって本研究の成果は、森林生態系におけるCa動態解明に貢献するだけでなく、越境大気汚染や窒素飽和など、森林生態系が抱える様々な問題の影響解明研究への貢献も期待できる。

キーワード：Ca供給源、Sr同位体、大気降水物、土壌、植物、渓流水

Keywords: Ca sources, Sr isotopes, Atmospheric precipitation, Soil, Plants, Stream water

Sr-Nd同位体分析による海洋のアルミノ珪酸塩砕屑粒子の起源解析：アムール川からオホーツク海・西部北太平洋亜寒帯域への陸源物質の流入

Provenance analysis of aluminosilicate detritus in marine environment by Sr-Nd isotopes: terrigenous input from the Amur River to the Sea of Okhotsk and the western subarctic Pacific

*浅原 良浩¹、安田 友紀¹、市川 諒¹、中塚 武²、南 秀樹³、長尾 誠也⁴、西岡 純⁵

*Yoshihiro Asahara¹, Tomoki Yasuda¹, Ryo Ichikawa¹, Takeshi Nakatsuka², Hideki Minami³, Seiya Nagao⁴, Jun Nishioka⁵

1.名古屋大学 大学院環境学研究科、2.総合地球環境学研究所、3.東海大学 生物学部、4.金沢大学 環日本海域環境研究センター、5.北海道大学 低温科学研究所

1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2.Research Institute for Humanity and Nature, 3.School of Biological Sciences, Tokai University, 4.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 5.Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Provenance analysis of terrigenous material in marine sediment and suspended matter provides information about a paleo- and modern environment such as atmospheric and ocean circulations and climate change on continent. It also figures out a relationship between terrigenous input and biological productivity in ocean. Radiogenic isotopes such as strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) and neodymium ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) in detrital (aluminosilicate) fraction of marine sediments and suspended particles are valuable indicators for identifying the geographical provenance of the terrigenous material (e.g. Dasch, 1969; Grousset et al., 1988; Asahara et al., 1999; Asahara et al., 2012). Because the isotope ratios in detritus, especially Nd isotope, are not significantly altered by the process of weathering, transportation and deposition.

Primary productivity is high in the Sea of Okhotsk (OS), most likely because of terrigenous input from the Amur River that includes dissolved matter and suspended matter. And the western subarctic Pacific (WSP) is one of High Nutrient Low Chlorophyll (HNLC) regions, and the most important source of iron in the WSP has been thought to be terrigenous matter from the Amur River together with the Asian dust (e.g. Nishioka et al., 2007). To reveal the transport and deposition processes of the fluvial materials in the OS, the Sr and Nd isotopes of the detritus in the surface sediments and suspended matter were investigated.

The regional variations of the isotopes indicate that the detritus has three main sources: Amur River detritus, with a high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio (0.711-0.715) and relatively low ϵ_{Nd} value (-8 to -7); volcanic detritus derived from the Okhotsk-Chukotka volcanic belt to the north of the OS, with a low $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio (0.703) and high ϵ_{Nd} value (+7 to +8); and detritus from the sedimentary rocks north of Sakhalin Island, with a high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio (0.709-0.710) and low ϵ_{Nd} value (-10 to -9). The results indicate that the Amur River detritus is dispersed across the northwestern continental shelf and further transported southward along the east coast of Sakhalin while flowing out of the shelf. The Amur River detritus flowing out of the shelf is mixed with the Okhotsk-Chukotoka volcanic material transported from the northern area of the OS by the Okhotsk Sea intermediate water (OSIW). The transport processes of the Amur River detritus in this area are supported by previous studies of turbidity that indicated that the dense shelf water (DSW) entrains resuspended sedimentary particles on the northwestern continental shelf and transports them to the OSIW. It is possible that the OSIW entrains the Amur River material, which then circulates in the OS and partly flows out to the WSP.

[Reference]

Yasuda, T., Asahara, Y., Ichikawa, R., Nakatsuka, T., Minami, H., Nagao, S. (2014) Distribution and transport processes of lithogenic material from the Amur River revealed by the Sr and Nd isotope ratios of sediments from the Sea of Okhotsk. *Progress in Oceanography* 126, 155-167.

キーワード：ストロンチウム同位体、ネオジウム同位体、海洋堆積物、オホーツク海、アムール川

Keywords: strontium isotope, neodymium isotope, marine sediment, the Sea of Okhotsk, Amur River

東北沿岸における貝類軟組織Sr-Nd同位体比の地域変化

Spatial variation of neodymium and strontium isotope ratios of shellfish soft bodies in the coastal sea of eastern Tohoku District

*齋藤 有¹、中野 孝教¹、申 基澈¹、山下 勝行²、天川 裕史⁴、由水 千景¹、松林 順¹、加藤 義和¹、冨樫 博幸³、天野 洋典³、栗田 豊³、奥田 昇¹、陀安 一郎¹

*Saitoh Yu¹, Takanori Nakano¹, Ki-Cheol Shin¹, Katsuyuki Yamashita², Hiroshi Amakawa⁴, Chikage Yoshimizu¹, Jun Matsubayashi¹, Yoshikazu Kato¹, Hiroyuki Togashi³, Yosuke Amano³, Yutaka Kurita³, Noboru Okuda¹, Ichiro Tayasu¹

1.大学共同利用機関法人人間文化研究機構総合地球環境学研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科、3.国立研究開発法人水産総合研究センター東北区水産研究所、4.国立研究開発法人海洋研究開発機構

1.Research Institute for Humanity and Nature, 2.Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, 3.Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, 4.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Sr isotope ratio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) has been used as a geographical index of water and vegetation and a tracer of animal migration in terrestrial ecosystem. However, it has little power in marine ecosystem because of extremely homogeneous $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio in seawater. In contrast, the Nd isotope ratio ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) has a potential to become effective tracer of marine organisms because the $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio of seawater is known to show a variation in the area and depth in the ocean (Amakawa et al., 2004). Nonetheless, there is little report on the Nd isotope ratio for marine and even terrestrial organisms, largely due to the extremely low content of Nd in organisms, and the resultant poor awareness of the element in ecological fields.

In order to explore the potential of Nd isotope as a biogeographical tracer in marine ecosystem, we determined the isotope ratios of Nd and Sr in soft bodies of shellfishes, mainly oysters and mussels in the coastal sea of eastern Tohoku district. Our results show that the $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio of the shellfish has a wide variation (0.5123-0.5128), whereas the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio lies in the narrow range (0.70912-0.70921), which is almost equivalent to the value of seawater. Although the shellfish has lower $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio than the exchangeable fraction of river sediments in the watershed of the coast, both ratios show a strong positive relationship ($r^2 = 0.75$). Further, the shellfishes have higher $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratios than seawater in the northern Pacific, and the exchangeable $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ratio of river sediments has a weak negative relationship with the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio of the associated river water ($r^2 = 0.37$). These results demonstrate that the shellfish contains Nd derived from the watershed rocks of the adjoining river and Nd from oceanic water. It is concluded that the Nd isotope ratio has promise as a geographical index of habitat and foraging site of marine organisms and an effective tracer of marine animal migration at least in coastal sea zones.

キーワード：生体のNd同位体比、貝軟組織、海洋生態系

Keywords: Nd isotope ratio of organisms, soft bodies of shellfish, marine ecosystem

メソポタミア粘土板の地球化学的研究と西アジアにおけるストロンチウム循環
Geochemistry of Mesopotamian clay tablets and strontium cycle in West Asia

*安間 了¹、申 基澈²、中野 孝教²、横尾 頼子³、浅井 公輔³

*Ryo Anma¹, Ki-Cheol Shin², Takanori Nakano², Yoriko Yokoo³, Kosuke Asai³

1.筑波大学生命環境系、2.総合地球環境学研究所、3.同志社大学理工学部

1.Faculty of Life and Environmental Science, University of Tsukuba, 2.Research Institute for Humanity and Nature, 3.Doshisha University

In this study, we present bulk chemical compositions and Sr-Nd isotopic ratios of cuneiform clay tablets ubiquitously excavated from Mesopotamia aiming to pin the place of origin by comparing characteristic physical feature of tablet clay and sediments from Mesopotamia. The obtained data were further compared with the compositions of meteoric water and river water in West Asia to discuss circulation of strontium and other elements, that involves interaction between rock/sediments, water and atmosphere.

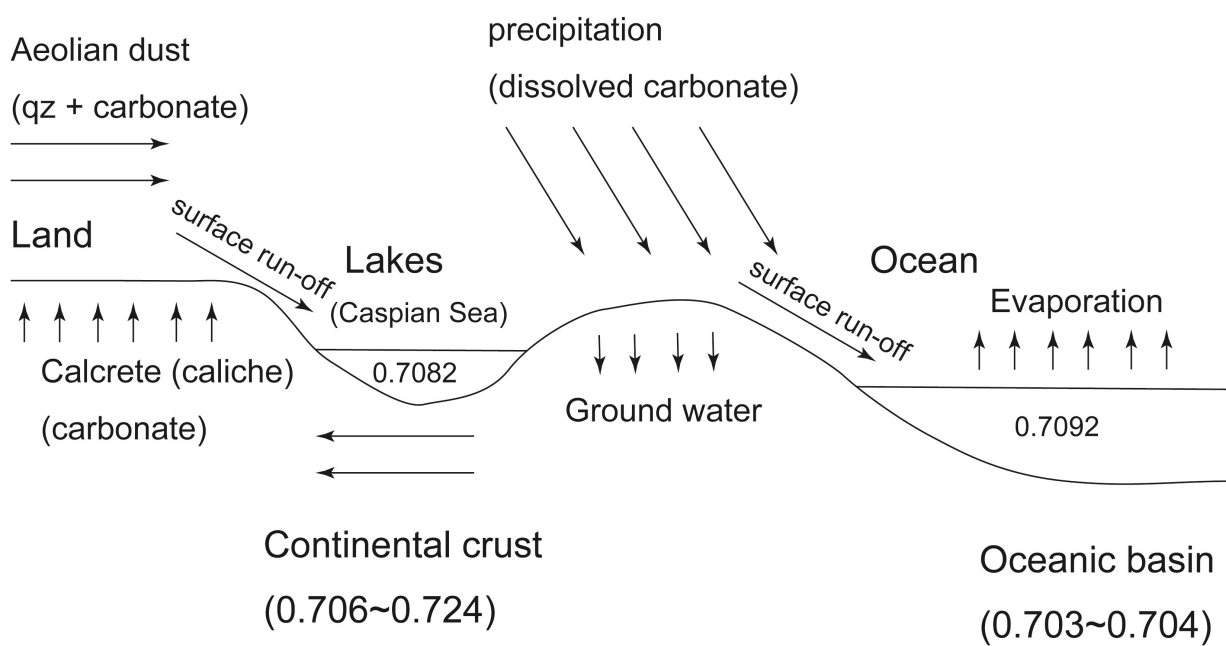
Bulk chemical analyses on tablet clay samples revealed that they contain ~1% Na₂O, whereas CaO contents reached up to ~10%, implying that secondary Ca-carbonates were accumulated in pore spaces in original sediments during diagenesis or during preservation of the clay tablets. Ca-carbonate fills the pore-space under the optical microscope and was also detected by XRD analyses. The Ca-carbonate may have added artificially as a cementing material to achieve and maintain appropriate material properties for writing. TiO₂ (0.6%), Ni and Cr contents (> 100 ppm) are high as a felsic magmatic rock and imply some influence of mafic rocks, such as ophiolites. Samples from Nuzi (upstream of Tigris) has higher Ti/Fe ratio compared to Euphrates samples.

All the clay tablet samples show a weak Eu-anomaly and LREE enriched pattern, but they have different REE concentrations. Bulk Sr-Nd isotopic ratios were plot in a narrow range: 0.70835 to 0.70895 for ⁸⁷Sr /⁸⁶Sr isotopic ratio, 0.51237 to 0.51243 for ¹⁴³Nd /¹⁴⁴Nd. To evaluate the influence of Ca-carbonates in the tablet, we leached clay samples using acetic acid. Sr isotopic ratios of the leachate were approximately 0.7080 and plot in much narrower range. The obtained Sr isotopic ratio is similar to that of average Turkish meteoric water and Caspian Sea water (0.7082), but significantly lower than marine Sr isotopic ratios (0.7092). Iranian meteoric water has slightly higher value than Turkish meteoric water, but still lower than the marine Sr isotopic ratio. Sr isotopic ratio in the meteoric water is generally controlled by composition of aerosol (loess), especially soluble material such as carbonates. Our results indicate that Ca-carbonate cements (caliche or calcrete) formed at the surface condition have a great influence on the strontium circulation in the atmosphere of West Asia.

キーワード：メソポタミア、ストロンチウム循環、粘土板、膠着物、天水、堆積物

Keywords: Mesopotamia, Strontium cycle, clay tablet, cement, meteoric water, sediments

Sr circulation



ストロンチウム同位体比によるワサビ産地判別の有用性(II)

Usefulness of strontium isotope composition for determining the geographical origin of Japanese horseradish (*Wasabia japonica*) (II)

*神谷 貴文¹、中村 佐知子¹、伊藤 彰¹、小郷 沙矢香¹、西島 卓也²、申 基澈³、村中 康秀¹

*Takafumi Kamitani¹, Sachiko Nakamura¹, Akira Ito¹, Sayaka Ogo¹, Takuya Nishijima², Ki-Cheol Shin³, Yasuhide Muranaka¹

1.静岡県環境衛生科学研究所、2.静岡県農林技術研究所、3.総合地球環境学研究所

1.Shizuoka Institute of Environment and Hygiene, 2.Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry, 3.Research Institute for Humanity and Nature

岩石や鉱物に含まれるストロンチウム (Sr) の安定同位体比 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) は、これまで主に地質学や岩石学の分野で活用されてきたが、植物は地域基盤である岩石・土壌・水の同位体組成を反映することから、農産物の産地トレーサビリティー指標としても用いられつつある。

ワサビ (*Wasabia japonica*)の栽培地は主に河川最上流部の湧水や渓流水であり、このような立地は、大気降水物や肥料などの人為的な影響が少なく、湧水は各地の地質を直接反映した同位体組成となると考えられる。そこで本研究では、Sr安定同位体比によるワサビの産地判別の可能性を評価することを目的とした。

日本の主要なワサビ産地である静岡県、岩手県、長野県、東京都、島根県から計34地点においてワサビ97サンプルおよびその栽培地である湧水・渓流水95サンプルを採取し、微量元素と $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を測定した。その結果、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は地質の特徴によって異なる値となり、同地点のワサビと湧水の値がほぼ一致することを確認した。第四紀の新しい火山岩地域である静岡県の伊豆・富士山地域では $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ がほとんど0.7040以下と最も低い値となり、中生代の花崗岩や堆積岩が分布する長野県や東京都では0.7095以上で高い値となった。このように、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ によってワサビ生産地を判別できることが明らかになった。

キーワード：産地判別、ワサビ、微量元素、ストロンチウム同位体比、静岡県

Keywords: discrimination of the geographic origin, Japanese horseradish (*Wasabia japonica*), trace element, strontium isotopic ratio, Shizuoka Prefecture