

鉄同位体を用いた海洋環境での鉄生物サイクルの評価

Iron isotopic signature of red blood cell samples from shark and seal : new tracer for biological cycle of Fe in marine

平田 岳史^{1*}, 田中佑樹¹, 大竹二雄²

HIRATA, Takafumi^{1*}, Yu-ki Tanaka¹, Tsuguo Otake²

¹ 京都大学大学院, ² 東京大学大気海洋研究センター

¹Kyoto University, ²The University of Tokyo

Among the essential metal elements, Fe is one of the most important essential elements for all organisms because its flexible redox activity contributes to a cell respiration, photosynthesis, nitrogen fixation, and hemoglobin enhances the efficiency of oxygen transport in blood. Recent Fe isotope studies have revealed that the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ and $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ isotope ratios for the terrestrial plants or animals were systematically decreased with increasing the nominal trophic level (about 1‰/amu per trophic level). The systematical decrease in the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ isotope ratio can be attributed to the preferential absorption of lighter Fe isotopes from nutrients or dietary foods [1, 2]. However, the same is not true on the marine organisms. Despite the quite limited number of Fe isotope data, there were no significant difference in the reported $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio data between the marine organisms (phytoplankton, shrimp and tuna samples [3]) and the seawater samples [4], suggesting very small change in the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio against the trophic level. This is contrasting to the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio for the terrestrial plants or animals. To investigate the possible correlation in the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ isotope ratio and the trophic level for the marine organisms, the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio for marine organism with high-trophic level is highly desired. In this study, we have measured the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ and $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratios for red blood cell (RBC) samples from the high-trophic level animals of various ages (15 shark and 13 seal samples of various ages). After the series of chemical procedures, including sample decomposition, chemical purification, and the adjustments of the Fe valence, the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ and $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ isotopic ratios were obtained by a multiple-collector ICP-mass spectrometry (MC-ICPMS). The resulting $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio for shark and seal samples were ranging from -1.11‰ to -2.56‰ and -0.70‰ to -1.26‰, respectively. For shark samples, there were no significant differences in the measured $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio between the male and female samples. This is contrasting with the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio for the terrestrial animals, including human RBC samples. For the seal samples, no correlation in the resulting $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio and both the age and body length was found. More importantly, the resulting $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratios for the shark and seal samples were significantly higher than those for the high-trophic level terrestrial animals. We will discuss the difference in the correlation of the $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ratio with trophic level between the terrestrial and marine organisms.

References

- [1] B. L., Beard, C. M. Johnson, J. L. Skulan, K. H., Nealson, L. Cox, H. Sun, *Chem. Geol.* 195, 87-117 (2003).
- [2] T. Walczyk and F. von Blanckenburg, *Int. J. Mass Spectrom.*, 242, 117-134 (2005).
- [3] B. A. Bergquist, E. A. Boyle, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 248, 54-68 (2006).
- [4] J. de Jong, V. Schoemann, J. L. Tison, S. Becquevort, F. Masson, D. Lannuzel, J. Petit, L. Choua, D. Weis, N. Mattielli, *Analytica Chimica Acta* 589, 105-119 (2007).

キーワード: 安定同位体, 鉄, 赤血球, 海洋動物, 鉄循環, 生体必須元素

Keywords: stable isotope geochemistry, iron isotopes, red blood cell, marine environment, biocycle of Fe, essential element

モダンアナログから探るストロマトライト形成プロセス Processes of stromatolite formation examined from the modern analogs

奥村 知世^{1*}

OKUMURA, Tomoyo^{1*}

¹九州大学大学院比較社会文化研究院

¹Kyushu University

微生物の関与で形成される縞組織を持つドーム型・柱型・レンズ状堆積物はストロマトライトとよばれ、先カンブリア時代の炭酸塩堆積物に多く認められる。ストロマトライトは初期地球の生命圏や海水組成考察する上での重要な地質記録として、分類学的、古生物学的、堆積学的に記載が行われてきた。しかし、試料の多くは続成や変成作用により、初生の組織や微化石が保持されず、組織観察や化学分析結果から具体的な形成プロセスの特定するのは難しい。1960年代にバハマや西オーストラリアなどの限られた海域で形成されているストロマトライトが報告されてからは (e.g. Logan, 1961), シアノバクテリアを主体とする微生物マットが碎屑粒子を捕獲・定着させることで成長し、シアノバクテリアの日周期の走光運動や、堆積物の断続的な供給が縞組織の形成プロセスであると理解されてきた。これらのプロセスはストロマトライトの解釈にしばしば適用されてきたが、太古のストロマトライトの多くはその場で沈殿した鉱物から構成され、現在のものとは組織的に異なるため、同じプロセスの適用性は疑問視される。そのため、先カンブリア時代のストロマトライトの理解のためには、同じ沈殿性の炭酸塩堆積物中で生じる微生物プロセスを調べる必要がある。

温泉水からの炭酸塩沈殿物であるトラバーチンは、一般的にサブミリメートルオーダーの縞をもち、碎屑粒子をほとんど含まない点で、太古のストロマトライトと共通した組織を持つ。トラバーチンの沈殿は、二酸化炭素とカルシウムイオンを多量に含む温泉水中からの機械的な二酸化炭素の脱ガスによって無機的に進行する。先行研究では、カルサイト質の試料の縞組織が記載され、シアノバクテリアが昼間、無機的な沈殿を乗り越えてトラバーチン表面に這い出し、バイオフィルムを形成させる事で縞を形成していることが報告されている (Takashima and Kano, 2008)。トラバーチンの構成鉱物はカルサイトとアラゴナイトが知られており、太古のストロマトライトの中にはアラゴナイトであったことが認識されているものもある (Grotzinger, 1989)。そこで本研究では、アラゴナイト質トラバーチンの縞状組織を作る微生物地球科学的プロセスを解明することを目的とした。

一般にカルサイト質トラバーチンでは、菱形結晶が杉の葉のように連なったデンドライトとよばれる構造をとるが、アラゴナイト質トラバーチンでは、針状結晶が放射状に集積した組織を取っている。昼夜を通したサンプリングでは、アラゴナイト質の縞組織も日周期で形成されることが明らかとなった。ただし、縞の形成には2タイプのプロセスが存在し、従来報告された例と同様に、シアノバクテリアの日周期の分布が直接縞組織を形成している場合と、シアノバクテリアの日周期の有機物生産が間接的に縞の形成に関わる場合が存在することが示された (Okumura et al., 2011)。また、トラバーチン中の微生物は堆積後数日のうちに分解されるため、堆積物中に化石として保存されないことも確かめられた。アラゴナイト質トラバーチンの放射状の針状結晶からなる組織や微化石を含まない点は、先カンブリア時代から報告されたストロマトライトと共通している。

水質、水文学的条件、鉱物組成の違いはあるが、トラバーチンの微生物地球科学的プロセスは、先カンブリア時代の沈殿成のストロマトライトを解釈する際に参考となる具体的な微生物の挙動であると言える。モダンアナログについて同様の研究が進み、組織と微生物プロセスの関係性が明らかになると、ストロマトライトの形成や、初期生命圏の理解が深まると期待される。

引用文献

Logan, B.W. (1961) *Journal of Geology*, 69, 517-533.

Takashima, T. and Kano, A. (2008) *Sedimentary Geology*, 208, 114-119.

Grotzinger, J.P. (1989) *SEPM special publication*, 44, 79-106.

Okumura, T. et al. (2011) *Geomicrobiology Journal*, 28, 135-148.

キーワード: ストロマトライト, トラバーチン, モダンアナログ, シアノバクテリア, 縞組織

Keywords: stromatolite, travertine, modern analogs, cyanobacteria, lamination

微生物が埋没火山灰層内の土壌有機物に与える数千年規模の影響 Millennial-scale effect of microbes on soil organic matter buried by volcanic ash

保原 達^{1*}, 阿江教治¹, Ronald Benner²
HOBARA, Satoru^{1*}, Noriharu Ae¹, Ronald Benner²

¹ 酪農学園大学, ² 米国サウスカロライナ大学
¹Rakuno Gakuen University, ²University of South Carolina

土壌は、陸上生態系が保持する炭素の7割以上を占める主要な炭素の貯留場所とされている。さらに、土壌に隔離された炭素の滞留時間は時に数千年を超える非常に長いものであるため、土壌における炭素蓄積は地球上の重要な炭素隔離機能と考えられ、そのメカニズムや今後の気候変動への応答などに関心が払われつつある。土壌に隔離された有機物は、微生物などにその化学性を大きく変化させられる。しかしながら、土壌は多くの場合古い土壌と若い土壌の混合体であるため、土壌有機物の長期変化のみをみるのは非常に難しい。埋没土壌は、若い有機物の混入が非常に限られるため、土壌有機物の長期の変化を捉えるのに有効である。そこで本研究では、微生物が関わる土壌有機物の長期変化を明らかにすべく、数百-1万年ほど埋没した有機質土壌中に含まれる加水分解性のアミノ酸 (AA: amino acids) およびアミノ糖 (AS: amino sugars) 分析を行った。埋没土壌は北海道の苫小牧、芽室、網走の三カ所で採取した。蓄積した土壌中の炭素濃度は、埋没年数の順にかかわらず 1.12-8.06%の広い値を示し、埋没年数や母材以外の要因が大きな変化を生んでいるものと考えられた。AA と AS の濃度は正の相関を示し、埋没土壌中の有機物変化における微生物の強い影響を示唆した。また、GlcN/GalN 比はより古い土壌ほど低く、長期埋没した土壌における漸進的な続成作用の進行を示唆した。これは、古い土壌ほど AA および AS の濃度が低いことから支持された。これらのことから、数千年レベルで埋没隔離されている土壌有機物は、微生物の影響を受け続けながらも、総体としては続成作用により徐々に非生体分子的な構造へと変化していることが明らかとなった。

キーワード: 土壌有機物, 炭素隔離, 埋没土壌, 微生物影響, 続成作用

Keywords: Soil organic matter, Carbon sequestration, Buried soil, Microbial contribution, Diagenetic alteration

火山灰土壌における有機 - 無機相互作用. Part . 粒径サイズと団粒の階層構造 Nature of organo-mineral interaction in volcanic-ash soil. Par II. Particle size and aggregate hierarchy

浅野 真希^{1*}, 和穎 朗太¹

ASANO, Maki^{1*}, WAGAI, Rota¹

¹ (独) 農業環境技術研究所

¹National Institute for Agro-Environmental Sciences

Soil organic matter (SOM) is the largest carbon pool of terrestrial ecosystem. Stabilization of SOM is largely controlled by interaction of organic matter (OM) and soil minerals. Volcanic-ash soils are characterized by a high SOM content and consist mainly of short-range-order minerals such as allophane, imogolite and ferrihydrite. Allophane/imogolite are unique nanoclays of hollow spherule/tube structures with the diameter of <5 nm and have extensive, variable-charge surfaces. Due to the dominance of these nanoclays, SOM stabilization process in volcanic soils may differ drastically from that in non-volcanic soils consisting of well-crystalline minerals. Particle-size fractionation is an effective approach to distinguish different types of organo-mineral associate. These nanoclays form stable micro-aggregates and are difficult to disperse, which makes the effectiveness of this approach obscure. Here we hypothesized that, with an appropriate dispersion technique, major portions of SOM is stabilized in finer size fractions (<2 micro-m) as sub-micron aggregates of short-range-order minerals with microbially-processed organic matter in volcanic-ash soils. To test this, we chose a typical allophanic Andisol in Japan and characterize each particle-size fraction by selective-dissolution, isotopic (N-15, C-13, C-14), and spectroscopic techniques. Results showed that: (i) total organic carbon and nitrogen were mainly stabilized in finer size fractions (<2 micro-m), (ii) <0.2 micro-m and 0.2-2micro-m sized fractions largely consist of the association between OM and short-range-order minerals, (iii) the decline of C:N ration and enrichment of N-15 towards finer fraction indicate that the OM in finer-sized aggregates appeared to be more strongly altered by soil microbial activity. Based on these results, we attempt to provide a speculative synthesis on the progression in organo-mineral associations and the development of aggregate hierarchy in the volcanic-ash soil.

Keywords: soil organic matter, organo-mineral associate, particle size fraction, allophanic soil, carbon stabilization

森林集水域からの大気降下物由来硝酸イオン流出 Isotopic study on atmospheric nitrate discharge from forested watersheds

尾坂 兼一^{1*}, 小牧直人¹, 村田哲也¹, 中村 高志², 西田 継², 永淵 修¹

OSAKA, Ken'ichi^{1*}, Naoto Komaki¹, Tetsuya Murata¹, NAKAMURA, Takashi², NISHIDA, Kei², NAGAFUCHI, Osamu¹

¹ 滋賀県立大学, ² 山梨大学 国際流域環境研究センター

¹University of Shiga Prefecture, ²ICRE University of Yamanashi

Clarifying the source of discharged nitrate is important to discuss the influence of increasing nitrogen deposition on forest ecosystem, because in the forested ecosystem where discharged nitrate derived from atmospheric nitrate, increasing atmospheric nitrate deposition is difficult to accumulate into the forest ecosystem and influence on nitrogen saturation might be small. However, increasing atmospheric nitrate may directly increase the amounts of discharged nitrate from such forest ecosystems. On the other hand, in the forested ecosystem where discharged nitrate derives from nitrified nitrate, increase of nitrate deposition should not immediately increase nitrate discharge from watershed because atmospheric nitrate is taken up by nitrogen cycle in such forest ecosystems at least one time. However, atmospheric nitrate should easily accumulate in such forest ecosystem.

In this study, we conducted the observation of several storm events and quantitatively clarify the source of nitrate discharged from forest ecosystems at storm events.

キーワード: 同位体, 窒素, 森林, 物質循環

Keywords: isotope, nitrogen, forest, biogeochemistry

森林伐採に伴う窒素循環変化：流出する硝酸の三酸素同位体組成を指標に用いた評価

Effects of clear-cutting on nitrate dynamics in a forested watershed using the triple oxygen isotopes as tracers

角皆潤^{1*}, 鈴木敦之¹, 小松大祐¹, 中川書子¹, 福澤加里部², 柴田英昭², 高木健太郎², 野村睦²
TSUNOGAI, Urumu^{1*}, Atsuyuki Suzuki¹, KOMATSU, Daisuke¹, NAKAGAWA, Fumiko¹, FUKUZAWA, Karibu², SHIBATA, Hideaki², Kentaro Takagi², Mutsumi Nomura²

¹ 北海道大学大学院理学院, ² 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

¹ Faculty of Science, Hokkaido University, ² Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

Temporal variations in the triple oxygen isotopic compositions of nitrate in stream water were investigated to understand the effect of clear-cutting on trees (January to March, 2003) and subsequent stripcutting of understory dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) (October 2003) on biogeochemical processes of forested watershed in northern Japan. In accordance with the significant increase in stream nitrate concentration up to 15 micromols L⁻¹ in spring 2004, probably in response to the *Sasa*-cutting (Fukuzawa et al., 2006), we found significant increase in the ¹⁷O anomalies. The maximum anomaly (+14 permil) suggest that the direct drainage of atmospheric nitrate occupied more than 50% of total nitrate being exported from the forested watershed during spring 2004. Similar increases in both concentrations and the ¹⁷O anomalies were found in spring 2005 as well. On the other hand, we found little anomalies in the other seasons, irrespective to increases in stream nitrate concentration. That is to say, most portion of the increased nitrate, being exported from the forested watershed during the seasons other than spring, was remineralized nitrate: those preserved in the forested ecosystem as either organic-N or ammonium and then been converted to nitrate. The annual export flux of atmospheric and remineralized nitrate from the forest ecosystem increased to more than 20-times and 4-times, respectively, from those prior to the *Sasa*-cutting. These results suggest that *Sasa* is important not only for preventing nitrogen leaching from soil, but also for enhancing biological consumption of atmospheric nitrate before being exported from forest ecosystem, especially when significant quantities of atmospheric nitrate were added to forest floor through the spring thaw.

キーワード: 森林生態系, 窒素流出, 三酸素同位体組成, 硝酸, 森林伐採, 笹

Keywords: forest ecosystem, nitrogen leaching, triple oxygen isotopic compositions, nitrate, clear-cutting of trees, Sasa

北海道北部の森林生態系における長期的な大気窒素沈着に対するササと樹木のリター動態の応答

The response of litter dynamics of Sasa and trees to the long-term atmospheric nitrogen deposition in forest ecosystem

渡辺 恒大^{1*}, 福澤 加里部², 柴田 英昭²

WATANABE, Tsunehiro^{1*}, FUKUZAWA, Karibu², SHIBATA, Hideaki²

¹ 北海道大学大学院環境科学院, ² 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

¹Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, ²Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University

森林生態系において窒素は生物にとって必須元素であるが、近年、増加傾向にある大気窒素汚染は、リターの窒素含有率の上昇によるリター分解速度の増加など内部循環の変容や、土壌から河川への窒素溶脱の増加の原因と考えられている。窒素施肥に対する生態系の応答は、森林生態系に流入する大気窒素沈着量やその期間、主要構成樹種によって異なることが知られている。北海道北部では下層植生であるササが森林を構成する主要な植生である。ササは森林施業後に増加する余剰窒素を吸収することにより、短期的な土壌窒素環境の変化を緩和する役割を果たしていることが報告されている。しかしながら、長期的な土壌窒素環境の変化がササのリターフォール・リター分解に及ぼす影響については明らかにされていない。また、大気窒素沈着は広範囲にわたるため、ササだけではなく樹木への影響についても明らかにすることが重要であると考えられる。そこで本研究はササと樹木が混生する林分において数年レベルでの長期的な土壌窒素の増加がササの地上部とリター動態に及ぼす影響およびササと樹木間での窒素に対する応答の違いを明らかにすることを目的とし、現地で行った。

実験は北海道北部に位置する北海道大学中川研究林の銅蘭川流域で行った。林相は天然性冷温帯針広混交林で、主要樹種はダケカンバ (*Betula ermanii*)、イタヤカエデ (*Acer mono*)、ミズナラ (*Quercus crispula*)、トドマツ (*Abies sachalinensis*) である。その下層にはササ (*Sasa senanensis*) が密生している。調査地は窒素施肥流域 (1.43 ha) と隣接している対照流域 (1.06 ha) の尾根平坦部にそれぞれ設けた。窒素施肥実験流域では 2002 年から $5 \text{ g N m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ の窒素を流域全体に施肥している。施肥の時期は融雪前の年 1 回であり、施肥に用いている窒素は粒状の硝酸アンモニウムである。各流域において、ササの地上部現存量とササと樹木のリターフォール調査を行った。ササ葉と稈、樹木葉のリター分解実験はリターバッグ法を用いた。分解実験は直接的な窒素施肥による影響を避けるため、リタートラップにより採取された各流域のリターを対照流域に設置することにより行った。採取した植物体試料は乾物重を測定後に微粉碎し、全炭素・窒素含有率を CN アナライザーにより測定した。河川水の硝酸濃度のデータについては各流域の末端部で冬期間 (11 月から 4 月中旬) を除き毎月採取・分析されているものを使用した。

ササ地上部の窒素量は対照流域よりも施肥流域で有意に増加した。また樹木葉のリターフォールによる窒素量も施肥流域で有意に増加した。河川水中の硝酸濃度は窒素施肥前と 1 年目では流域間で大きな違いはなかったが、施肥三年目以降には施肥流域で上昇する傾向が認められた。これらのことから、同じレベルでも継続的な負荷により土壌から河川への窒素溶脱が増加するとともに、ササと樹木の窒素吸収が増加することが示唆された。分解実験において、樹木葉では施肥流域リターの分解速度が有意に増加したが、ササ葉と稈では流域リター間の有意な違いは認められなかった。リター初期化学性において、樹木葉では施肥流域リターの窒素含有率が有意に上昇したのに対し、ササ葉と稈ではそれぞれ流域リター間で有意な違いがなかったことから、リターの窒素含有率の上昇がリター分解速度の増加に影響を及ぼしていることが示唆された。これらのことから、長期的な土壌窒素環境の変化に対し、ササは樹木よりもリター動態が変化しにくい特徴を有しており、余剰窒素の吸収とリター動態を通じた窒素保持により生態系外への窒素溶脱を緩和する役割を果たしているものと考えられる。

キーワード: 生物地球化学, 下層植生, 窒素循環, リターフォール, リター分解, リターバッグ法

Keywords: Biogeochemistry, Understory vegetation, Nitrogen cycling, Litterfall, Litter decomposition, Litter-bag method

炭化イチョウの大気中水銀の蓄積に関する研究 Atmospheric mercury accumulation by carbonized trunk

大熊 明大^{1*}, 小野 暢子¹, 佐竹 研一¹

OKUMA, Akihiro^{1*}, Nobuko Ono¹, SATAKE, Kenichi¹

¹ 立正大・地球環境

¹Geo-environment Sci., Ritssho Univ

森林火災は年間 10 万件以上発生している。その際多くの樹木は焼けた表面が炭になる。炭は大気汚染物質を吸着することから、炭化時に樹皮に蓄積していた水銀が飛散し、その後、大気中水銀が炭化した樹皮に（以後炭化樹皮）蓄積していくと予想され、炭化樹皮の水銀に注目すると各地の水銀汚染度を評価できると考えられる。また、炭化樹皮は樹木の傷の修復によって入皮に閉じ込められることから、環境汚染史解明のタイムカプセルになると考えられる。そこで、本研究は 1945 年に勃発した東京大空襲によって炭化した（1）史跡湯島聖堂、（2）赤坂氷川神社、（3）都立芝公園 4 号地、（4）善福寺、（5）磐井神社、（6）江島杉山神社、（7）浅草寺のイチョウの炭化樹皮中の水銀を測定し、炭化樹皮の水銀汚染の指標としての有用性について明らかにし、入皮法による汚染史解明法への研究に発展させる事を目的とした。

1. 水銀飛散率の測定

電気炉を使用して、イチョウの樹皮を炭化させる場合、300℃で約 1-2 時間で炭化する事が明らかとなった。この結果を踏まえてイチョウ樹皮を 300℃で 2 時間加熱し炭化させ水銀飛散率を算出したところ、外樹皮 100%、内樹皮 100%、木質部 97%となった。この結果から、樹皮が炭化した時、沈着・蓄積していた水銀は殆ど飛散し、水銀量は検出限界値以下になる事がわかった。

2. 炭化樹皮中の水銀分布

次に、炭化樹皮中の水銀濃度を測定した結果、直接大気に触れている最外部の沈着している水銀量が最も多く、内部に入るにつれて減少傾向になることがわかった。これは、炭には孔が多数存在しているため大気中の水銀が最外部に沈着し、気流や降水の浸透共に内部まで蓄積したのだと考えられる。また、1. の結果から炭化樹皮に含まれる水銀は、炭化後に沈着した大気中水銀であることがわかった。

3. 各地点の水銀分析結果

各地点で採取した炭化樹皮中の水銀測定結果は、最外部の水銀濃度は（1）8.67 $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（2）2.17 $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（3）9.00 $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（4）5.34 $\mu\text{g g}^{-1}$ 、（5）5.74 $\mu\text{g g}^{-1}$ （6）6.58 $\mu\text{g g}^{-1}$ （7）1.38 $\mu\text{g g}^{-1}$ であり、最外部から最内部までの単位面積当たりの沈着量は（1）327ng cm^{-2} 、（2）113ng cm^{-2} 、（3）311ng cm^{-2} 、（4）172ng cm^{-2} 、（5）283ng cm^{-2} 、（6）136ng cm^{-2} 、（7）108ng cm^{-2} であった。（1）、（3）、（5）の沈着量は近い値を示し（2）、（4）、（6）、（7）の沈着量は近い値を示した。医療施設や大学キャンパスのある地域の大気中水銀と土壌中水銀の濃度が比較的高い値を示すことが報告されており、（1）、（3）、（5）にもそういった施設が近くにあることから、そういった所が汚染源になっていると考えられる。

キーワード: 水銀, 炭化樹皮, 水銀蓄積

Keywords: Mercury, Carbonized trunk, Mercury accumulation

森林土壌の現地窒素無機化におよぼす冬季の影響 - 窒素無機化率からみた特性評価 - Effect of winter climate on nitrogen mineralization in forest soil, evaluation from nitrogen mineralization ratio

平井 敬三^{1*}, 細川奈々枝², 小林 元³

HIRAI, Keizo^{1*}, Hosokawa, Nanae², KOBAYASHI, Hajime³

¹ 森林総合研究所, ² 信州大学大学院, ³ 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

¹Forestry and Forest Products Research Institute, ²Graduate School of Agriculture, Shinshu University, ³Education and Research Center of Alpine Field Science, Shinshu University

レジンコア法で測定した日本各地の気候帯を代表する森林下の表層土壌の現地窒素無機化率（土壌窒素無機化の基質である全窒素に対する年間無機化速度の割合）は0.4-11.9%の範囲であり、冷温帯では0.9-3.8%の範囲にある（平井ら、2007）。今回、冷温帯の土壌を対象に、冬季に積雪が少ない地点で新たに測定した窒素無機化率は3.0-6.5%であり、これまで測定地点より高い結果を得た。また、新たに測定した地点の土壌を対象に、平井ら（2007）で作成した気温、全窒素含有率、土壌型を要因とした重回帰モデルを当てはめ年間の窒素無機化速度を推定したところ、実測値は推定値より大きく上回る地点が多くみられた。そこで、冬季の窒素無機化に注目し、これら地域における年間の無機化速度に占める冬季の無機化速度の割合および硝化やアンモニア化の季節変動を検討した。

試験地は茨城県城里町の桂試験地のスギ林（斜面中～下部）と広葉樹林（斜面上部）、長野県伊那市の信州大学手良沢山演習林のヒノキ林（斜面下部～中部）である。桂試験地の年平均気温は12.0°C、土壌は火山灰が混入した褐色森林土、斜面上部は乾性から弱乾性、中部では適潤性、下部では適潤性から弱湿性の土壌が分布している。手良沢山演習林の年平均気温は8.9°C、土壌は花崗岩を母材とする褐色森林土で、いずれも適潤性の土壌が分布している。両試験地において、異なる斜面位置の表層土壌の現地窒素無機化速度をレジンコア法で季節別に測定した。

年間の窒素無機化速度は桂試験地で182-367 mgN kg⁻¹、手良沢山では167-264 mgN kg⁻¹であった。無機化速度は気温が高い夏季に大きく、低い冬季に小さい変動を示したが、手良沢山では桂試験地ほど明瞭な季節変動が見られなかった。両試験地とも、斜面下部～中部のスギおよびヒノキ林では硝化が優先したが、春季に低下する傾向が認められた。一方、広葉樹林が分布する桂試験地の斜面上部では測定時期に関わらずアンモニア生成が優先し、硝化は小さかった。窒素無機化率は桂試験地で3.0-5.0%、手良沢山で5.7-6.5%であり、特に手良沢山で高かった。

先に示したように、今回得られた無機化率は同じ温帯下の値に比べて大きく、実測した無機化速度は重回帰モデルによる推定値と比べて大きい地点が多かった。

冬季の無機化速度は他の季節に比べて大きくなる傾向は認められなかったが、両試験地とも積雪が少ないため、気温が0°C以下になる。そのため生じる土壌の凍結と融解が土壌有機物の質に影響し、積雪が多い地点の土壌に比べて易分解成分が増加するなどしたため無機化しやすくなったことが考えられた。

キーワード: 現地培養, 窒素無機化率, 冬季

Keywords: Field incubation, nitrogen mineralization ratio, winter

硝酸の同位体組成を指標に用いたポリビア熱帯氷河流域における窒素循環解析 Geochemical studies on nitrate in a basin with tropical glaciers in Bolivia, using ^{15}N , ^{17}O and ^{18}O

中川 書子^{1*}, 大山 拓也¹, 小松 大祐¹, 角皆 潤¹, 梅田 信², 朝岡 良浩², マルセロ ゴリティ³

NAKAGAWA, Fumiko^{1*}, OHYAMA, Takuya¹, KOMATSU, Daisuke¹, TSUNOGAI, Urumu¹, UMEDA, Makoto², ASAOKA, Yoshihiro², Marcelo Gorritty³

¹ 北海道大学大学院理学研究院, ² 東北大学大学院工学研究科, ³ サンアンドレス大学化学プロセス開発研究所

¹ Fac. Sci., Hokkaido Univ., ² Grad. Sch. Eng., Tohoku Univ., ³ IIDEPROQ Univ. Mayor de San Andres

アンデス高山域の盆地(アルティプラノ)に位置するポリビアの首都ラパスは、年間降水量が500mm/yr程度の半乾燥地域であるため、水資源の多くを氷河の融解水に依存している。本研究では、首都ラパスの主要な水源の一つであるトゥニ貯水池およびその流域の水源を評価する一環として、硝酸態窒素の起源推定や動態解析に有用なトレーサーである溶存硝酸(NO_3^-)の三酸素および窒素同位体組成を定量し、調査流域における窒素の起源や窒素循環の解析を試みた。

調査は、2010年9月、2011年3月、9月、11月の4回に渡って行った。氷河からの融解水の水質およびそれを起源とする表流水の流下過程における水質の変化を評価するために、氷河の末端部より融解してきた水およびその表流水を上流から下流(トゥニ貯水池への流入地点)までの複数地点において水試料の採取を行った。また、氷河の氷試料やトゥニ貯水池の水試料の採取も行った。大気沈着硝酸の同位体組成を決めるために降雪試料の採取も行った。採取した水試料は、直ちに0.2 μm のフィルターでろ過し、分析するまで冷蔵保存した。 NO_3^- の各同位体組成の測定には、McIlvin and Altabet (2005)が開発し、Tsunogai et al. (2008)が改良した化学法(Chemical Conversion法)を使って試料中の NO_3^- を N_2O に変換し、これを連続フロー型の質量分析システム(Komatsu et al. 2008)で定量を行った。

降雪中の NO_3^- の D^{17}O 値は+25‰であり、一般的な降水(降雪)中の NO_3^- の平均的な値を持つことが確認された。これに対し、氷河に含まれる NO_3^- の D^{17}O 値は、ワイナボトシ氷河で+6‰程度、コンドリリ氷河で+11‰程度と降雪の値に比べて低いことが確認され、氷河の末端部に含まれる NO_3^- の25%および45%が大気由来の NO_3^- であり、残りは氷河の中で再生した NO_3^- であることが分かった。表流水中の NO_3^- については、上流から下流に向かって NO_3^- の D^{17}O 値が低くなる傾向が見られ、再生 NO_3^- の割合が下流に向かって増加していく様子が確認された。2つの流域の間で NO_3^- の濃度および同位体組成に系統的な違いが見られ、流域の地形や植生等の違いによって窒素循環が変わることが考えられた。

キーワード: 窒素循環, 三酸素同位体組成, 窒素同位体組成, 硝酸, 融解水, ポリビア

Keywords: nitrogen cycle, triple oxygen isotopic compositions, nitrogen isotopic composition, nitrate, glacial melt water, Bolivia

多周波数電磁探査法による土壌環境の特徴抽出と潜在的汚濁負荷源の推測 EM Sounding Characterization of Soil Environment toward Estimation of Potential Non-point Pollution Sources

森 也寸志^{1*}, 川原まどか², 井手淳一郎³, 宗村広昭², 宮本 珠未²

MORI, Yasushi^{1*}, Madoka Kawahara², Ide Jun'ichiro³, Somura Hiroaki², MIYAMOTO, Tamami²

¹ 岡山大学, ² 島根大学, ³ フィンランド森林研究所

¹Okayama University, ²Shimane University, ³Finnish Forest Research Institute

本研究の目的は、(1) 多周波数電磁探査機を用いて土壌中の電気伝導度 (EC) を測定し、土地利用毎における土壌環境の特徴を抽出すること、(2) 多周波数電磁探査機で計測された EC と、土壌水および暗渠排水・河川水中の各イオンとの関係を見出し、潜在的汚濁負荷源を推測すること、である。調査は、島根大学附属本庄農場、隠岐の島、斐伊川流域で行った。

その結果、土地利用や管理の違いは土壌表層に顕著に表れ、その影響が下層にまで及ぶ場合もあった。従来法である土壌水分・伝導度計と多周波数電磁探査機で測定した EC には相関があり、有機物量とは相関がないことから、電磁探査の結果は可溶性塩類の多寡を表していると判断した。長期田畑輪換圃場においては、田畑輪換の間隔が長くなるほど表層土壌の伝導度が下がっていき、施肥や管理の影響を観察することができた。また、隠岐の島においては、間伐遅れが見られる森林ほど表層の電気伝導度が高く、間伐管理された森林は低い値を示した。間伐遅れが見られる森林では透水性が低く、また、下層植生が貧弱なため、可溶性塩類が表層に溜まりやすいと考えられた。

これらの可溶性塩類は浸透または表面流によって水環境に影響する。長期田畑輪換圃場では、電磁探査機で測定した EC と深さ 30, 50cm の土壌水中に含まれる SO₄²⁻、Ca²⁺との間に正の相関が得られた。一方、暗渠排水・河川水中における各イオンと電磁探査機で測定した EC とを比較すると、長期田畑輪換圃場では Cl⁻、隠岐の島では Cl⁻、Na⁺で負の相関が得られた。雨水によって Cl⁻は希釈されるため、雨が多いほど土壌からの浸透または表面流水が水環境に流れ込んでいることを示しており、多周波数電磁探査法を用いて潜在的汚濁負荷源を推定することに意義を見いだすことができた。しかしながら、空間変動性や土壌採取深さの問題から明確な関係が明らかにならないなど未解明な点が多く残された。

キーワード: 電磁探査, 土壌環境, 面源負荷

Keywords: Electromagnetic sounding, Soil Environment, Non-point sources

炭化樹木及び墨書による水銀蓄積を利用した大気水銀モニタリングに関する研究 Monitoring of atmospheric mercury pollution using carbonized tree and Chinese ink

小野暢子¹, 大熊明大¹, 佐竹 研一^{1*}

NOBUKO ONO¹, AKIHIRO OKUMA¹, SATAKE, Kenichi^{1*}

¹ 立正大学地球環境科学部

¹ Faculty of Geo-environmental Science

樹木に蓄積された大気中の水銀 (Hg⁰) は、森林火災などによる樹木の燃焼の際、大気中に放出されると考えられる。そこで本研究ではイチヨウの葉と樹皮の炭化前と炭化後の水銀濃度を比較し、燃焼に伴う水銀の揮散を検証した。また、炭の大気中水銀を吸着する性質に着目し、墨で書かれた明治、大正、昭和の各時代にわたる古文書を分析することで水銀汚染の歴史を調べることが出来るのではないかと考えた。さらに本研究では、自ら樹木を炭化させて炭を作り、水銀が実際に吸着するのかどうか、またそれがパッシブサンプラーとして利用可能か検証することを目的とした。

イチヨウの葉と樹皮は電気炉を用いて、300℃で約2時間加熱し炭化させた炭化実験では、炭化前試料で検出された水銀は炭化後の試料では検出限界以下となった。その結果水銀揮散率は葉、樹皮とも 100 ± 0 % となり、蓄積していた水銀が揮散することが分かった。

秋田県秋田市で採取したイチヨウ、サクラ、ケヤキの測定によって炭化後の樹木に水銀が蓄積されていることが分かった。また、山梨県南巨摩郡身延町の身延山久遠寺で採取したイチヨウとサクラ、埼玉県比企郡小川町で採取したケヤキの炭化樹木を測定した結果、イチヨウ、サクラ、ケヤキにそれぞれ 22.3ngHg/g、8.83ngHg/g、4.75ngHg/g もの水銀が炭化樹木の表面に蓄積し、その量は大気に面している最外部から内部に向かって減少した。

大福帳などの古文書の水銀分析では、大気に暴露されている表紙と、大気に暴露されていない帳紙を比較すると、多いものでは広島県東広島市の糸物御通帳の場合、約20倍も表紙の方が水銀を蓄積していることが分かった。また、全体的に墨で書かれた部分の方が水銀沈着量が多く、福島県会津若松市の大福帳の帳紙の場合、墨で書かれていないところに比べて約30倍の沈着量となった。この古文書による分析結果から、炭が大気中水銀を吸着しやすいということだけでなく、紙の部分も大気中水銀を吸着することが分かった。

炭化板パッシブサンプラー実験では、電気炉を用いて300℃で約2時間加熱し炭化させた試料を作成した。それを埼玉県熊谷市で9月6日から12月5日まで屋外に吊るし、1カ月ごと合計3カ月分の測定を行った。同様に、秋田県由利本荘市で10月10日から12月9日まで炭化試料を吊るし、2カ月分の測定を行った。それぞれの試料は月を追うごとに沈着量が増加した。例えば、埼玉県熊谷市の1カ月目の水銀沈着量を1とすると、2カ月目は1.9、3カ月目は3.6となり、月日の経過と沈着量が比例し増加した結果となった。これらの結果から、炭化樹木は水銀汚染史を解明する試料となり、また炭化板パッシブサンプラーは大気中水銀のモニタリングの試料となる可能性があることが分かった。

キーワード: 炭化, 墨, 水銀, モニタリング, 大気汚染, 森林火災

Keywords: carbonization, Chinese ink, mercury, monitoring, air pollution, forest fire

地形が渓流水硝酸濃度と堆積物の脱窒を制御する Topography controls stream NO₃⁻ concentration and sediment denitrification at headwater streams

早川 敦^{1*}, 船木優¹, 須藤達也¹, 渡邊慎太郎¹, 石川祐一¹, 日高伸¹

HAYAKAWA, Atsushi^{1*}, Yu FUNAKI¹, Tatsuya SUDO¹, Shintaro WATANABE¹, Yuichi ISHIKAWA¹, Shin HIDAKA¹

¹ 秋田県立大学

¹ Akita Pref. Univ.

[Aim] The effects of topography and distribution of electron donors (DOC, and reduced sulfur) for denitrification on stream NO₃⁻ concentration and sediment denitrification were examined at 34 headwater streams in the Lake Hachiro watershed. [Materials and Methods] Study catchments are 34 head streams (0.07-16.9 km²) in the lake Hachiro watershed at Akita, Japan. Stream water at each catchment was sampled four times a year from 2010 to 2011. Water discharge (L/s) was estimated from width, depth, and velocity measured at 8-10 points along a cross-sectional transect of the stream. At each catchment, sediment samples for denitrification assays were collected once in July, 2011 from the top 5 cm of the streambed across the width of the stream. Dissolved N₂O in stream water was measured in December, 2011. Water and sediment samples were placed on ice, transported back to the laboratory, and refrigerated overnight until denitrification assays and water analysis were begun. The denitrification assays of the sediments were determined using the acetylene inhibition technique, which inhibits the final step in the conversion of N₂O gas into N₂ gas. To determine the difference among catchments in the amount of organic C available to the denitrifying organisms, we defined denitrification potential (DP) as the denitrification rate that occurred under anaerobic conditions with abundant NO₃⁻ at 25 deg C. Samples of fresh, homogenized soil (15 g) were placed into 150-mL glass bottles. A 50-mL aliquot of solution containing nitrate (5 mg-N L⁻¹ as KNO₃) with chloramphenicol was added to the bottles. The bottles were purged with O₂-free ultrapure N₂ for 3 min to ensure anaerobic conditions, and acetylene (C₂H₂) gas was added to a final concentration of 10% v/v (10 kPa) in the headspace. We extracted the headspace gas with a gas-tight syringe, and calculated denitrification rates from the linear portion of the curve for N₂O production as a function of time. The stream water sample was filtered through 0.45-μm membrane filters and concentrations of dissolved components were determined. The fresh sediment samples were extracted in distilled water (soil:water, 1:5 w/v), and the concentrations of water-extractable soil organic carbon (WSOC) was determined. Easily oxidizable-S (EOS) content in the sediments, which can be an electron donor for denitrification as reduced sulfur, was measured by the difference between H₂O₂-S and H₂O-S content. Topographic index (wetness index) in each catchment was calculated using 10 m grid digital elevation model (DEM) by GIS. [Result and Discussion] Stream NO₃⁻ concentrations among catchments had a large spatial variability ranging from 0.06 to 0.52 mg N L⁻¹. Stream NO₃⁻ concentrations were negatively correlated with topographic index significantly (r=0.56, p<0.01), indicated NO₃⁻ was reduced in a catchment which had a gentle slope area. Dissolved N₂O in stream water was positively correlated with topographic index, which supported denitrification in such a catchment. A significant positive correlation was also observed between sediment DPs and topographic index. The WSOC content in the sediment, the primary predictor of denitrification rates, increased with topographic index and affected sediment DPs. NO₃⁻ concentrations also had a negative correlation with EOS content in the sediments indicating sulfur denitrification in catchments, however, the distribution of EOS did not related topography. Multiple regression analysis showed topography and EOS content in the sediments affected concentration of stream NO₃⁻ significantly.

キーワード: 硝酸態窒素, 渓流水, 脱窒, 地形

Keywords: nitrate, headwater stream, denitrification, topography

首都圏の汚染大気の影響を受ける河川と山岳によって隔離された河川の水質に関する研究

Comparison of the water quality of rivers between the river influenced by the polluted air from urban area and the river

町田 佑輔^{1*}, 佐竹 研一¹

MACHIDA, Yusuke^{1*}, SATAKE, Kenichi¹

¹ 立正大・地球環境

¹ Geo-environment Sci, Risscho Univ

関東地方の西部に位置する奥秩父山塊は、信濃川、荒川(入川、中津川)、富士川(笛吹川)、多摩川の4つの河川の水源地となっており、広域関東圏での水資源確保の重要な山塊となっている。

本研究では、奥秩父山塊を水源とする各河川の中で、首都圏からの大気汚染物質(特に窒素酸化物)の影響を受けていると考えられる埼玉県を流れる荒川源流部と、高海拔山岳地帯によって汚染大気の影響が少なく、その影響が少ないと考えられる山梨県の富士川源流部それぞれで、2010年11月から毎月採水を行ない、水質にどのような違いが見られるかという事を目的とした。

埼玉県を流れる荒川源流部(入川、中津川)のNO₃-濃度は、最も高い月で3.98mgL⁻¹と高い値を示した。そして、山梨県を流れる富士川源流部(笛吹川)のNO₃-濃度は最も高い月でも1.47mgL⁻¹と埼玉県を流れる荒川源流部よりも低い値を示していることが明らかとなった。また、各採水地点ごとのNO₃-濃度の平均値を比較しても、埼玉県を流れる荒川源流部の方が2倍近く高い値を示しており、この結果は埼玉県側を流れる河川が、首都圏からの大気汚染物質の影響を受けてNO₃-濃度が高いこと示唆していた。一方、山梨県側を流れる河川については奥秩父山塊のような高海拔山岳地帯によって首都圏からの大気汚染物質から隔離されることによって影響を受けにくいことを示唆していた。

段階別酸緩衝能測定で0.01Nの硫酸を滴下した際、埼玉県を流れている河川ではpHが0.1~0.6低下し、山梨県を流れる河川ではpHが0.8~2.0低下した。この結果から山梨県を流れている河川のほうが酸緩衝能力が低いことが明らかとなった。また、全炭酸測定の結果とイオンクロマトグラフィーで測定したMg²⁺量、Ca²⁺量の測定結果からも、HCO₃⁻量とMg²⁺量、Ca²⁺量はいずれも、山梨県を流れる笛吹川よりも埼玉県を流れる入川・中津川の方が高く、山梨県側の方が酸緩衝能力が低いことが明確となった。この結果は、笛吹川地域の地質が主に花崗岩で構成され、入川・中津川地域が堆積岩で構成されているためであると考えられた。

ササ地上部バイオマスと森林土壌中の複数生態系機能との関係性 Relationships between biomass of *Sasa* dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) and multiple ecosystem functions in forest soil

井上 貴央^{1*}, 柴田 英昭¹, 福澤 加里部¹

INOUE, Takahiro^{1*}, SHIBATA Hideaki¹, FUKUZAWA Karibu¹

¹ 北海道大学

¹Hokkaido University

There is a growing recognition that understanding the relationships among multiple ecosystem services is crucial in order to avoid unintended tradeoffs in ecosystem management. Understanding the functions and processes behind interactions among multiple services is therefore important. Understory vegetation plays an important role in ecosystem processes in forest soil. However, it has not been paid much attention in previous ecological works. *Sasa* dwarf bamboo is a common understory plants in Japanese forests. They usually form dense undergrowth and dominate forest floor. In Hokkaido, Northern Japan, *Sasa* is a major component of forest ecosystem which occupies some 90% of forest area. Understanding the contribution of *Sasa* to ecosystem functions in forest soil is essential to help establish a future ecological management. Our objective is to understand the multiple functions in forest surface soil contributed by *Sasa* and the mechanism behind the interactions of among these functions. We hypothesized that the ecosystem functions in surface soil are correlated with the aboveground biomass of *Sasa*. The ecosystem functions examined in this study were carbon sequestration, soil fertility and buffering of soil acidity in surface soil of forest.

We established experimental sites in Uryu Experimental Forest of Hokkaido University, northern Hokkaido, Japan. The vegetation of the site is a cool-temperate mixed forest with dense *Sasa* understory. According to the biomass of *Sasa*, three plots with five sampling spots (1m²) were established as Large (L), medium (M) and small biomass (S) plots. The L plot was located in a gap area, whereas the S plot was located under a dense canopy of coniferous stand. The distance between the three plots is within 10m. The mean *Sasa* biomass of L, M and S plot were 1.61, 0.46 and 0 kgDW m⁻², respectively. Parameters describing each ecosystem functions were measured from samples of litter layer and mineral soil at the depth of 0-10cm (Upper soil) and of 10-20cm (Lower soil) from the plots.

With carbon sequestration parameters, the sum of litter dry mass and the dry root mass was higher in S plot than other plots. Soil microbial respiration rate was higher in L plot than in S plot. In regards to soil fertility, the concentration of inorganic nitrogen in upper soil was higher in L and M plots than S plot. Nitrogen mineralization rate was highest in M plot in Upper soil. With buffering of soil acidity, although there was no significant difference in the soil pH, the ratio of exchangeable (K+Ca+Mg)/exchangeable-Al increased as the *Sasa* biomass increased. The soil and litter in L plot contained higher Ca than M and S plots, while the soil and litter in S plot was high in Al than other two plots. This means that the soil acidity decreased as *Sasa* biomass increased. High Ca concentration in soil in L plot probably contributed reducing soil acidity in the plot. Ca in soil might be supplied from *Sasa* litter as litter in L plot had high Ca concentration. The reason why soil acidity was higher in S plot could be explained by supply of organic acid from the coniferous leaves. One possible relationship among multiple ecosystem functions was found between soil fertility and acid buffering functions. The increase of soil acidity due to the small biomass of *Sasa* (with higher density of coniferous trees) reduced soil microbial activity which led less fertility. Further analysis will be carried out and discussion will be included in the presentation.

キーワード: 生物地球化学, 森林生態系, 下層植生

Keywords: biogeochemistry, forest ecosystem, understory vegetation

海洋堆積物中アミノ酸の動態における微生物の寄与 Microbial processes in the biogeochemical dynamics of amino acids in marine sediments

山口 保彦^{1*}, 高野 淑識², 力石 嘉人², 小川 奈々子², 菅 寿美², 横山 祐典¹, 大河内 直彦²

YAMAGUCHI, Yasuhiko T.^{1*}, TAKANO, Yoshinori², CHIKARAISHI, Yoshito², OGAWA, Nanako O.², SUGA Hisami², YOKOYAMA, Yusuke¹, OHKOUCHI, Naohiko²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域

¹AORI, The University of Tokyo, ²Institute of Biogeosciences, JAMSTEC

Sedimentary organic matter (OM) is the major reservoir of carbon and nitrogen in the global biogeochemical cycle. For example, burial of organic matter in sediments plays a role in controlling atmospheric CO₂ and O₂ levels on long time scales. There remains, however, much debate about the controlling factors of OM preservation and the processes of OM degradation in marine sediments. Amino acids are major nitrogenous components in OM and also the important intermediate during the OM degradation by microbes. Composition, D/L ratio, and compound-specific isotopic composition have been used as the indicators of amino-acids biogeochemistry in marine sediments.

In this presentation, we report our results of composition, D/L ratio, and nitrogen isotopic composition (d₁₅N) of amino acids in the surface sediments collected at off-Akita, Japan Sea (KT10-06) and the deep-subsurface sediments collected at off-Boso, Northwestern Pacific (CK09-03). We observed difference of d₁₅N and/or D/L ratio between total hydrolysable amino acids (THAA) and dissolved/extractable amino acids. Based on the results of culture experiments of microbes for amino-acids d₁₅N and simple mass-balance calculation, we estimated the contribution to the dissolved/extractable amino acids from the microbial biomass in the sediments and that from the THAA. For example, in the surface sediments in Japan Sea, we observed 3-5 permill enrichment in the d₁₅N of free glutamic acids (Glu) from the THAA-Glu d₁₅N. Based on the ¹⁵N-enrichment factor (8 permill) of Glu in the cultured microbes, we estimated that the release from microbial biomass would contribute to 30-40% in the free Glu. These results suggests that recycle of amino acids by microbes would be significant during the degradation of amino acids.

キーワード: 有機物, 窒素循環, 窒素同位体, 海洋堆積物, アミノ酸, 海底下生命圏

Keywords: Organic matter, Nitrogen cycle, Nitrogen isotope, Marine sediments, Amino acids, Deep biosphere

アイソトポマー比を用いた水田入水時における一酸化二窒素生成、放出過程の解析 Analysis of production and emission processes of nitrous oxide at the beginning of flood irrigation by isotopomer ratios

矢野 翠^{1*}, 豊田 栄¹, 常田 岳志², 林 健太郎², 長谷川 利弘², 木庭 啓介³, 吉田 尚弘¹

YANO, Midori^{1*}, TOYODA, Sakae¹, TOKIDA, Takeshi², Kentaro Hayashi², Toshihiro Hasegawa², KOBA, Keisuke³, YOSHIDA, Naohiro¹

¹ 東京工業大学, ² 農業環境技術研究所, ³ 東京農工大学

¹Tokyo Institute of Technology, ²NIAES, ³Tokyo University of Agriculture and Technology

1. はじめに

農地土壌は、地球温暖化および成層圏オゾンの減少に関与する微量気体である一酸化二窒素 (N_2O) の、最大の人為放出源である。 N_2O は微生物による硝化プロセスにおけるヒドロキシルアミン酸化と、脱窒の中間過程である亜硝酸還元によって生成され、 N_2 への還元により消費される。水田では、中干しや収穫に伴う落水または春先の入水により土壌から大気へ N_2O が放出される。灌漑開始時に放出される N_2O は、脱窒に由来すると考えられるが、土壌内部における N_2O の生成、消費過程や表層への輸送過程については十分には解明されていない。

本研究では、灌漑開始時に土壌から放出される N_2O に対する脱窒の寄与および土壌内部の N_2O の輸送過程をアイソトポマー比 (バルクの窒素、酸素同位体比を表す $^{15}N^{bulk}$ 、 ^{18}O および分子内窒素同位体比の偏りを表す ^{15}N site preference: SP) の解析により明らかにすることを目的とした。 N_2O のアイソトポマー比は、上記のような微生物の代謝に関する情報を提供する有用なパラメータであることが示唆されている。また、土壌水分量の空間的なばらつきを利用して、入水時における土壌中 N_2O の生成、消長を経時的に把握することを試みた。

2. 観測方法

茨城県つくばみらい市の灰色低地土の水田の計 8 地点において、2011 年 4 月 20 日の給水開始から 7 日後にクローズドチャンバー法により N_2O フラックスを測定した。また、チャンバー内のガスおよび外気の N_2O 濃度およびアイソトポマー比から、土壌由来のガスと外気の混合を仮定して土壌から放出された N_2O のアイソトポマー比を算出した。上記観測地点のうち 6 地点でシリコンチューブを用いた土壌内ガス採取装置により深度 10 cm の土壌内ガスを採取し、 N_2O 濃度およびアイソトポマー比を測定した。また、1 地点で自動化クローズドチャンバーによる N_2O フラックスの連続測定を 2 時間間隔で行った。各地点の深度 0-10 cm の土壌を 10% KCl 溶液で抽出し無機態窒素濃度を測定した。また、WFPS (water filled pore space; 土壌間隙のうち水で占められた割合) を体積含水率と間隙率から算出した。

3. 結果と考察

給水開始後、水田の作土では難透水層である耕盤 (13-16 cm 深) 上に水が溜まり徐々に水位が上昇した。 N_2O 放出量は、地下水位が 1 cm 深の地点で比較的多かった (80-217 $\mu gN/m^2/h$)。一方、地表面が水で覆われた水深 1-5 cm の地点では N_2O 放出量は少なく (6-60 $\mu gN/m^2/h$)、土壌内ガス中の N_2O 濃度は非常に高い地点が見られた (134-160ppm)。土壌から放出された N_2O と土壌内ガス中の N_2O は近似したアイソトポマー比を示したが、水深 5cm の地点では土壌から放出された N_2O は土壌内ガスと比較してやや高い値を示した。地下水位が 1 cm 深の地点の N_2O のアイソトポマー比は、純粋培養実験において脱窒により生成される N_2O の推定値に近い値であった。一方、水深 1-5 cm の地点では、土壌内部および土壌から放出された N_2O のアイソトポマー比は地下水位が 1 cm 深の地点と比較して高い傾向にあった。これは脱窒により一部の N_2O が消費され、残留する N_2O のアイソトポマー比が同位体分別により増加したためと考えられた。WFPS が低く土壌が乾燥している地点の土壌内の N_2O 濃度およびアイソトポマー比は外気と近似していた。

これらのことから、 N_2O は WFPS の増加とともに比較的浅い深度において脱窒により生成され、地下水位の上昇によって移流により追い出される効果や分子拡散によって大気へ放出されたと考えられた。地表面が水で覆われると、溶存する N_2O が大気へ拡散しにくくなるために N_2O 放出量は減少し、土壌内に蓄積したと考えられた。また、生成された N_2O の一部は嫌気的な環境下において N_2 への還元により消費され、その残りが蓄積したものと考えられた。

キーワード: 一酸化二窒素, 脱窒, アイソトポマー

Keywords: Nitrous oxide, Denitrification, Isotopomer

Stable isotopes of nitrate in natural mosses Stable isotopes of nitrate in natural mosses

Xueyan Liu^{1*}, Keisuke Koba², Congqiang Liu¹, Muneoki Yoh²
LIU, Xueyan^{1*}, KOBA, Keisuke², Congqiang Liu¹, YOH, Muneoki²

¹Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, ²Tokyo University of Agriculture and Technology

¹Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, ²Tokyo University of Agriculture and Technology

Natural mosses have been employed as reactive and accumulative indicators of atmospheric pollutants. Using the denitrifier method, the concentration, nitrogen and oxygen isotopes of moss nitrate were measured to elucidate the sources of nitrate trapped in natural mosses. Oven drying, not lyophilization, was recommended to dry mosses for moss nitrate analysis. Preliminary investigation suggested that moss nitrate can respond to nitrate availability in different habitats. Nitrate in terricolous mosses showed isotopic ratios as close to those of soil nitrate, reflecting the utilization of soil nitrate. Isotopic signatures of nitrate in corticolous and epilithic mosses could elucidate atmospheric nitrate sources and strength of anthropogenic NO_x emission at urban-rural scales. However, mechanisms and isotopic effects of moss nitrate utilization must be further verified to enable the application of moss nitrate isotopes for source identification and partitioning.

キーワード: Nitrogen deposition, moss, nitrate, biomonitoring, stable isotopes, nitrate reductase

Keywords: Nitrogen deposition, moss, nitrate, biomonitoring, stable isotopes, nitrate reductase

フィヨルドにおける溶存有機物の動態：蛍光特性と炭素安定同位体比からの評価 Characterizing the dynamics of dissolved organic matter in fjord systems, New Zealand

山下 洋平^{1*}, Leigh McCallister², Michael Gonsior³, Boris Koch⁴, Rudolf Jaffe⁵
YAMASHITA, Youhei^{1*}, Leigh McCallister², Michael Gonsior³, Boris Koch⁴, Rudolf Jaffe⁵

¹北海道大学大学院地球環境科学研究院, ²Department of Biology, Virginia Commonwealth University, ³Linköping University, ⁴Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, ⁵Southeast Environmental Research Center, Florida International University

¹Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, ²Department of Biology, Virginia Commonwealth University, ³Linköping University, ⁴Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, ⁵Southeast Environmental Research Center, Florida International University

Dissolved organic matter (DOM) comprises the largest pool of organic matter in a wide range of aquatic environments. In oceanic environments, major fractions of DOM have been considered to be marine origin even though rivers convey substantial amounts of terrestrial organic matter to the coastal ocean (0.4 PgC yr⁻¹). Thus, there might be removal mechanisms of terrestrial DOM in coastal environments. However, dynamics, i.e., sources and sinks, of DOM in coastal environments have not been well understood. The characterization of the DOM dynamics in coastal environments is challenging due to intricate structure/composition of terrestrial and marine DOM. Therefore, we need a better technique for evaluating the terrestrial and marine DOM separately. Fluorescence technique can successfully separate the terrestrial DOM from marine one, and thus, has been widely used in coastal environments. Here, we applied excitation emission matrix (EEM) fluorescence combined with parallel factor analysis (PARAFAC) for characterizing the dynamics of DOM in fjord systems, New Zealand. In addition, we compared obtained fluorescence results with stable carbon isotope values of DOC.

In June 2007 (Austral winter), water samples were collected from surface to bottom layer at fjord systems in Fjordland National Park, New Zealand. Water samples were immediately filtered through pre-combusted GF/F filters and were kept on ice, returned to the laboratory, and stored at 4 °C until analysis. EEM spectra were obtained using a Horiba Jovin Yvon SPEX Fluoromax-3 fluorometer. PARAFAC, which can statistically identify fluorescent components in EEMs, were applied for 53 water samples obtained from fjord systems. As a result, two terrestrial humic-like, one marine humic-like, and one protein-like components were obtained. Isotopic analysis ($\delta^{13}\text{C}$) of dissolved organic carbon (DOC) were performed on a modified OI Analytical model 1010 wet oxidation TOC analyzer interfaced with a Finnegan MAT Delta Plus IRMS with a CONFLO III continuous flow interface.

Relationships between salinity and fluorescence intensity differed among the four components. Levels of humic-like components were higher in low salinity waters and vice versa and showed negative relationships with salinity, indicating that major sources of humic-like components are riverine water in this system. Levels of protein-like component did not show clear relationship with salinity, suggesting that substantial contribution of autochthonous protein-like component in addition to riverine input.

On the vertical axis, fluorescence intensity of all components showed highest levels in the surface water, sharply decreasing with increasing depth. However, in the deep layer (depths greater 50 m), increases in fluorescence intensity with depth were observed for humic-like components, but not for protein-like component. The increase in fluorescence intensity with depth in deep layer was highest at the stations with the lowest water exchange rates, while it was almost absent at the sites most strongly influenced by tides and flushing with oceanic water. Interestingly, $\delta^{13}\text{C}$ of DOC in deep layers were lower than those in subsurface layers. These results strongly suggest that DOM is physically desorbed and/or generated through microbial oxidation from terrestrial POM during its sinking processes.

キーワード: 溶存有機物, 蛍光特性, 炭素安定同位体, フィヨルド

Keywords: dissolved organic matter, fluorescence, stable carbon isotope, fjord

レーザー分光同位体計測装置を使用した森林内二酸化炭素および水蒸気同位体比のリアルタイム計測

Real time, continuous measurements of CO₂ and H₂O isotopes in a forest using laser absorption spectrometers

和田 龍一^{1*}, 竹村匡弘², 大内麻衣², 中山智喜², 松見豊², 高梨聡³, 中井裕一郎³, 北村兼三³, 栗田直幸⁴, 藤吉康志⁵, 村本健一郎⁶, 井上元⁷, 児玉直美⁸, 中野隆志⁹, 檜山哲哉⁷

WADA, Ryuichi^{1*}, Masahiro Takemura², Mai Ouchi², Tomoki Nakayama², Yutaka Matsumi², Satoru Takanashi³, Yuichiro Nakai³, Kenzo Kitamura³, Naoyuki Kurita⁴, Yasushi Fujiyoshi⁵, Kenichiro Muramoto⁶, Gen Inoue⁷, Naomi Kodama⁸, Takashi Nakano⁹, Tetsuya Hiyama⁷

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所 (現) 帝京科学大学生命環境学部, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ 森林総合研究所, ⁴ 海洋研究開発機構, ⁵ 北海道大学低温科学研究所, ⁶ 石川工業高等専門学校, ⁷ 総合地球環境学研究所, ⁸ 農業環境技術研究所, ⁹ 山梨県環境科学研究所

¹STE laboratory, Nagoya Univ., Teikyo Univ. of Sci., ²STE laboratory, Nagoya Univ., ³FFPRI, ⁴JAMSTEC, ⁵Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., ⁶Ishikawa national College of Technology, ⁷Research Inst. For Humanity and Nature, ⁸National Inst. for Agro-Environ. Sci., ⁹Yamanashi Inst. of Environ. Sci.

森林生態系における炭素循環および水循環を解明する上で、安定同位体計測は有益な情報を与える。2010年7月末から10日間、私達の研究グループは、富士山麓剣丸尾溶岩流上アカマツ林にあるフラックス観測タワー (Asi-aflux:FJY/JaLTER:FJK) において、レーザー分光法の装置を用いて、大気中の三種類の二酸化炭素安定同位体比 (¹²C¹⁶O¹⁶O、¹³C¹⁶O¹⁶O、¹²C¹⁸O¹⁶O) および水蒸気同位体比 (D₂O、H₂¹⁸O) を観測した。CO₂ のレーザー同位体計測装置は Aerodyne 社の製品で、リアルタイムで大気中の CO₂ の同位体比 (d₁₃C、d₁₈O) を 10 秒の積分時間で 0.1 パーミル以上の精度で計測することができる。水蒸気同位体計は Los Gatos Research 社の製品であり、同社製の同位体較正器と組み合わせて使用した。高さ 30 m の森林タワーの 6 か所の高度で各高度 4 分 20 秒間の測定に、較正標準ガス測定を加えて合計 30 分間で 1 サイクルの計測を、10 日間昼夜、連続的に行ったところ、深夜から明け方にかけて高度毎の CO₂ 同位体比分布が観測された。本発表ではキーリングプロット解析を時間ごとに行い、新たに明らかとなった解析結果について報告する。

キーワード: 二酸化炭素同位体, 水蒸気同位体, 森林, レーザー分光法, 生態系, 大気 CO₂

Keywords: CO₂ isotopes, H₂O isotopes, forest, laser spectroscopy, ecosystem, atmospheric CO₂

中国広東省の酸性化した集水域における森林-土壌系のCa動態 The distribution and circulation of Ca in ecosystem of the acidified drainage basin in Guangdong province, south China

横尾 頼子^{1*}, 楊 宗興², Fang Yunting², Mo Jiang-Ming³, 中野 孝教⁴

YOKOO, Yoriko^{1*}, YOH, Muneoki², FANG, Yunting², MO, Jiang-Ming³, NAKANO, Takanori⁴

¹同志社大学理工学部, ²東京農工大学農学部, ³中国科学院華南植物学研究所, ⁴総合地球環境学研究所

¹Doshisha University, ²Tokyo Univ. of Agriculture and Technology, ³South China Botanical Garden, ⁴Research Institute for Humanity and Nature

中国広東省広州周辺の森林集水域では、酸性沈着物の大きな負荷を受け、渓流水のpHは4以下に低下し、集水域レベルで著しい酸性化が生じている。本研究では、中国広東省で採取した降水、渓流水、基盤岩石、土壌、土壌交換成分および植物のSr同位体比(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)から、森林集水域の酸性化によるCa動態への影響を考察した。土壌に対して逐次抽出法を用いて、酸性環境下で植物生育に影響をもたらすと考えられるCa等必須元素や重金属元素の存在形態を明らかにした。

中国広東省鼎湖山自然保護区、黒石頂および従化市五指山景区で土壌、降水、渓流水、基盤岩石および植物を採取した。土壌はいずれも表層から20cmの深さまで採取した。鼎湖山は森林集水域に窒素が飽和し、著しい酸性化が生じている地域であり、基盤岩石は砂岩である。黒石頂と従化は、渓流水や土壌の酸性化程度が低い地域であり、基盤岩石はそれぞれ頁岩と花崗岩および花崗岩である。土壌については逐次抽出法によって存在形態別に元素を抽出した。元素濃度をプラズマ発光分光分析装置(ICPS-8100)と高周波プラズマ質量分析装置(ICPM-8500)を用いて、Sr同位体比は表面電離型質量分析計(Triton)を用いて測定した。

鼎湖山、黒石頂および従化の植物-土壌循環系では大気起源のSrやCaを利用していることが明らかとなった。樹木の葉の⁸⁷Sr/⁸⁶Srは土壌交換態成分の値と同じであり、基盤岩石や土壌バルクの値よりも低く、降水の値に近かった。降水および基盤岩石を端成分にしたSr同位体組成の二成分混合から、植物や土壌交換態成分への大気起源物質の寄与率を求めると、鼎湖山で92%、黒石頂で88%、従化で85%と高く、特に鼎湖山で高かった。基盤岩石が砂岩、頁岩や花崗岩といったCa、Sr濃度の低い岩石であることから、岩石風化よりも大気降下物の寄与が高い。

鼎湖山と従化の土壌中の元素の存在形態を比較すると、土壌の酸性化に伴う交換態成分中の植物必須元素の溶脱および重金属元素の増加がみられた。鼎湖山の土壌pHは3.4であり、従化の4.3よりも酸性である。Ca、Mg、Kは、植物の主な吸収形態である水溶態と交換態が鼎湖山で少なく、水溶態と交換態での元素分布においても割合が低いことから、土壌の酸性化によって溶脱している。鼎湖山の土壌バルクの⁸⁷Sr/⁸⁶Srは風化岩石の値と同じであることから、土壌中のSrやCaのほとんどはケイ酸塩鉱物として存在している。鼎湖山では、Cu、Al、Fe、Znの水溶態と交換態での割合が高かった。この結果から、酸性化が進むとCu、Al、Fe、Znにおいて水溶態と交換態の割合が高くなるため、植物生育への障害が予想される。鼎湖山では、Pが有機物結合態に多かった。土壌の酸性化によって可溶化したAlやFeがPと結合し、難溶性化合物を生成することによって考えられる。

鼎湖山と黒石頂の渓流水の化学組成は、基盤岩石の砂岩、頁岩や花崗岩といったCa濃度の低い岩石組成を反映している。さらに鼎湖山の渓流水には集水域の酸性化の影響がみられた。渓流水のpHは鼎湖山で3.86-4.58と酸性、黒石頂で6.5と弱酸性であった。Ca濃度は鼎湖山で1.1-2.4ppm、黒石頂で0.7-3.3ppmと非常に低かった。渓流水の⁸⁷Sr/⁸⁶Srは土壌交換態成分よりも低く、降水の値に近かった。降水および基盤岩石を端成分としたSr同位体組成の二成分混合から求めた渓流水への大気起源物質の寄与率は、鼎湖山および黒石頂ともに90%であった。鼎湖山の渓流水では、Mn濃度および土壌中の水溶態と交換態での割合が高かったAlやZn濃度が非常に高かった。

黒石頂では基盤岩石が花崗岩や頁岩であるために、岩石風化によるCa供給が少なく、渓流水の弱酸性化および渓流水や植物-土壌系への大気起源物質の高い寄与がみられた。鼎湖山では、基盤岩石が砂岩であるために岩石風化によるCa供給が少ないことに加えて、酸性降下物の付加により、渓流水の酸性化および渓流水や植物-土壌系への大気起源物質のより高い寄与と土壌交換態でのCa、Mg、K欠乏、Cu、Al、Fe、Znの増加、さらに渓流水で高いAl、Mn、Zn濃度がみられた。従化では基盤岩石が花崗岩であるが、土壌の交換態成分中にCaがあり、大気起源物質の寄与は3地域で一番低かった。

間伐がヒノキと下層植生の窒素安定同位体比に及ぼす影響

Effects of thinning on delta-¹⁵N in leaves of hinoki cypress and understory vegetation

稲垣 善之^{1*}, 野口享太郎², 深田英久³

INAGAKI, Yoshiyuki^{1*}, NOGUUCHI Kyotaro², FUKATA hidekisa³

¹ 森林総合研究所, ² 森林総合研究所四国支所, ³ 高知県立森林技術センター

¹Forestry and Forest Products Research Institute, ²Shikoku Res Center, FFPRI, ³Kochi Prefectural Forestry Technology Research Center

ヒノキ林において間伐を実施すると、残存木が利用することのできる光、水、養分などの資源が増加する。土壌中においては硝化活性が高まる事例が報告されている。また、間伐後には林床における下層植生が増加する。これらの変化は、残存木や下層植生の窒素利用様式に影響を及ぼすことが予想されるが、実態は明らかでない。土壌中の硝化が高まった場合には、生成された硝酸態窒素の窒素安定同位体比 (¹⁵N) が低下し、基質であるアンモニア態窒素の ¹⁵N が増加すると考えられる。ヒノキや下層植生がこれらのアンモニア態、硝酸態窒素を選択的に吸収すれば、葉の ¹⁵N が変動する可能性がある。

本研究では、高知県の異なる標高域 (天狗 1150m, 旧宮 710m) にヒノキ林を選定した。それぞれのヒノキ林に斜面に隣り合う2つの20m × 20mの調査区を設定した。2002年に一方を50%の割合で間伐し、もう一方を無間伐の対照区とした。2002年にそれぞれの試験地で有機物層と、0-5cmの表層土壌を採取した。2002年-2007年まで7月にヒノキと下層植生 (天狗ではシロモジ、旧宮ではケクロモジ) の葉を採取した。土壌と葉の窒素濃度をNCアナライザー、¹⁵Nを質量分析計で分析した。

2002年の土壌有機物層の¹⁵Nは-3.8~-1.8‰、0-5cmの土壌の¹⁵Nは、2.7~3.5‰であった。天狗で土壌有機物層の¹⁵Nが高い傾向が認められた。有機物層と0-5cm土壌のどちらも、間伐区と対照区に有意な差は認められなかった。天狗では対照区のヒノキの¹⁵Nは、-3.0‰程度であった。間伐後1-3年では間伐区の¹⁵Nは対照区と有意な差は認められなかったが、4-6年後には有意に増加 (1.5~2.5‰) した。一方、下層植生のシロモジの¹⁵Nは、対照区で-0.4‰であったが、間伐区では有意に低下 (0.3~1.6‰) した。間伐区におけるヒノキと下層植生の¹⁵Nはほぼ同じ程度であった。旧宮では対照区のヒノキの¹⁵Nは、-5.3‰であり、天狗よりも低かった。間伐区のヒノキの¹⁵Nは対照区とほぼ同じであった。下層植生のケクロモジの¹⁵Nは、対照区では-4.5‰であった。間伐区では¹⁵Nは、1.3-3.4‰高く1、4、6年後に有意な差が認められた。葉の¹⁵Nが低くなる要因としては、間伐による硝酸態窒素の選択的な吸収 (天狗間伐区のシロモジ) と、土壌表層の有機物に窒素源を依存すること (旧宮のヒノキ) が考えられた。下層植生は、間伐による葉の¹⁵Nの変化が大きく、土壌中の無機化、硝化プロセスの変化に反応していると考えられた。一方、ヒノキは、有機物層から無機化される窒素に依存する割合が高く、間伐による葉の¹⁵Nの変化は小さいと考えられた。本研究の結果より、葉の同位体比を測定することによって窒素源の深さと形態 (アンモニア態、硝酸態) についての重要な知見を得ることができることが明らかになった。

キーワード: ヒノキ, 下層植生, 間伐, 窒素安定同位体比

Keywords: hinoki cypress, understory vegetation, thinning, ¹⁵N

火山灰土壌における有機 - 無機相互作用 . Part I . 粒子比重と表面特性 Nature of organo-mineral interaction in volcanic-ash soil. Par I. density and surface property of particles

和穎 朗太^{1*}, 梶浦 雅子¹, 浅野 眞希¹, 白戸 康人¹
WAGAI, Rota^{1*}, Kajiyura Masako¹, ASANO, Maki¹, Yasuhito Shirato¹

¹ (独) 農業環境技術研究所

¹National Institute of Agro-Environmental Sciences

Organic carbon (OC) in soil is mainly present as aggregates of organic matter with soil mineral particles. Volcanic-ash soil is characterized by allophane/imogolite, the smallest soil minerals on earth, and by unusually high organic carbon (OC) concentration compared to non-volcanic soils. Based largely on correlation studies, the high OC of volcanic-ash soil is generally explained by protective effect of the inorganic constituents unique to this soil (e.g., short-range-ordered minerals and dissolved aluminum) via sorption of OC on mineral surfaces and organo-metal complexation. Yet little direct evidence is available on the mechanism of OC stabilization or the nature of organo-mineral interactions in volcanic-ash soil. Fractionation of soil according to particle density is an effective approach to distinguish the OM of different degrees of mineral associations and to elucidate SOM stabilization processes. Here we examined a surface (Ap) horizon of an allophanic Andisol in central Japan by isolating six density fractions (from <1.6 g/cc to >2.5 g/cc). We previously reported the progressive increase in delta C-13, N-15, and radiocarbon age from low to higher density. At this presentation, we focus on physical and mineralogical characteristics of the organo-mineral aggregates. We use N₂ gas sorption approach to assess the extent of organic coverage on mineral surfaces in addition to the measurements of the specific surface area. Using selective dissolution techniques (acid oxalate and pyrophosphate), we quantify the abundance of short-range-order minerals and to estimate the amount of organic matter sorptively stabilized by these minerals in each fraction. Together with SEM/EDS characterization of each fraction, we attempt to summarize the progression of organo-mineral interaction from fresh plant detritus to stable organo-mineral aggregates.

キーワード: 土壌有機物, 炭素隔離, ナノサイズ鉱物, 火山灰, 比表面積

Keywords: soil organic matter, carbon sequestration, nano particle, volcanic ash, specific surface area

森林生態系の窒素飽和の指標としてのドングリの窒素安定同位体比の使用 Testing the use of ^{15}N natural abundance acorn as an indicator of nitrogen saturation of forests

林 貴広^{1*}, 木庭 啓介¹, 眞壁 明子¹, 稲垣 善之², 中西 麻美³, 高橋 千恵子¹, 楊 宗興¹
HAYASHI, Takahiro^{1*}, Koba, Keisuke¹, MAKABE, Akiko¹, INAGAKI, Yoshiyuki², Asami Nakanishi³, TAKAHASHI, Chieko¹, YOH, Muneoki¹

¹ 東京農工大学大学院農学府, ² 森林総合研究所, ³ 京都大学

¹Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, ²Forestry and Forest Products Research Institute, ³kyoto University

Testing the use of ^{15}N natural abundance acorn as an indicator of nitrogen saturation of forests

Hayashi TUAT
Koba TUAT
Makabe TUAT
Inagaki affrc
Nakanishi Kyoto Univ
Takahashi TUAT
Yoh TUAT

The natural abundance of stable N isotopes ($\delta^{15}\text{N}$) has been used for interpreting N cycles in forest ecosystems because isotopic fractionations during microbial transformations such as mineralization, nitrification, and denitrification can leave different $\delta^{15}\text{N}$ for each N pool (Nadelhoffer and Fry 1994). It has been conceived that the $\delta^{15}\text{N}$ of plants can reflect the isotopic signatures of soil (Hogberg et al. 1997), thus can be used as an indicator of N dynamics, especially N availability and progress of N saturation (Pardo et al. 2006, Craine et al. 2009). Foliar $\delta^{15}\text{N}$ values have been used as the representative for plant body. However, ideal foliar sampling is sometimes difficult due to the large canopy and possible heterogeneity of leaf chemistry in a canopy. Compared with leaves, $\delta^{15}\text{N}$ of acorns would have some advantages as the $\delta^{15}\text{N}$ of plant body; the strategy of the acorn production would be different from the one for leaves, which can allow us to get more insights into N economy of the plants including retranslocation of N, and less decomposability of acorns that can allow us to use the dropped acorns as the samples, making the sampling efforts much easier. However, the information on $\delta^{15}\text{N}$ of acorns together with other $\delta^{15}\text{N}$ of leaves and soil N pools is totally limited. Thus, we selected several watersheds with different N status and collected acorns together with soils and plant leaves to see if acorn $\delta^{15}\text{N}$ can be similar with that of leaves to be used as an indicator of N status.

Sampling was carried out in Kamigamo Experimental forest (Kyoto Univ) in Kyoto, several forests in Fukushima prefecture, FM Tamakuryo (TUAT) in Hachioji, Tokyo. We collected soils, leaves and acorns. We measured $\delta^{15}\text{N}$ of ammonium (NH_4^+-N), nitrate (NO_3^--N), acorn, leaves, and the bulk soil. The $\delta^{15}\text{N}$ of NO_3^- was measured using the denitrifier method. The $\delta^{15}\text{N}$ of NH_4^+ was measured using ammonia diffusion, followed by persulfate oxidation of recovered NH_4^+ onto a glass fiber filter and the denitrifier method.

We tentatively consider the concentration of dissolved inorganic nitrogen (DIN: $\text{NH}_4^++\text{NO}_3^-$) in the soil as an indicator of the nitrogen saturation. We thought progress status of nitrogen saturation as bellow, Kyoto, Fukushima, and Hachioji. Between Hachioji and Fukushima, we found the decreasing in $\delta^{15}\text{N}$ of acorns, which is the same trend observed for leaves (Takebayashi et al. 2010). This results suggest that $\delta^{15}\text{N}$ of acorns can have a possibility to be used as an indicator of nitrogen saturation. However, the variation in $\delta^{15}\text{N}$ of acorns in a forest was quite large compared with that of leaves. This large variation is difficult to interpret but we suspect that this large variation possibly due to the strong N retranslocation in acorn production and will discuss the potential of the use of this variation in $\delta^{15}\text{N}$ in the presentation.

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS21-P17

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 17:15-18:30

キーワード: 窒素, 森林, 土壌, 植物, ドングリ

Keywords: Nitrogen, Forest, Soil, Plant, Acorn