

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS023-01

会場:303

時間:5月22日 09:00-09:15

生物地球化学の誕生と日本での展開

Development of the field of biogeochemistry in the world as well as in Japan

不破 敬一郎^{1*}

Keiichiro Fuwa^{1*}

¹ なし

¹ none

生物地球化学 (Biogeochemistry) の誕生にはロシアの科学者 V.I. Vernadsky (1863-1945) が深く関係している。Vernadsky は Biogeochemistry に関連して各地で講演を行い、1926 年著書 The Biosphere を発刊し、その内容はその後世界に多くの影響を与えた。日本との関係において重要と考えられる講演は、1923 年にパリで行われた講演である。というのもこの講演会に東北大学の高橋純一教授 (1887-1959) が出席し、Biogeochemistry に関する講演内容に感銘し、その内容を日本に伝えたからである。一方、東京帝国大学の柴田雄次教授 (1882-1980) も数年ヨーロッパ (ドイツ、フランスなど) に滞在し、帰国後地球化学・生物地球化学に関する研究を開始し、この研究に参画した多くの研究者に大きな影響を与えた。その中には木村健二郎教授、三宅康雄教授、南英一教授、Biogeochemistry を生物地球化学と訳した村上悠紀雄教授、山形登博士、菅原健教授、北野康教授など地球化学・生物地球化学の分野に優れた業績を残した著名な人々が含まれている。そしてこのような人々に続いて多くの優れた弟子や孫弟子輩出し、更に広く深くこの分野の研究が展開していることは申すまでもない。本講演ではこのような世界及び日本における地球化学・生物地球化学という学問分野の始まりについて御紹介し、生物地球化学の諸分野でご活躍の皆様のご更なる発展と生物地球化学の新しい展開を期待したいと思う。

MIS023-02

会場:303

時間:5月22日 09:15-09:45

生物地球化学の現状と安定同位体測定法の役割

Biogeochemical studies of today and tomorrow: Roles of the SI method to integrate field observation and modeling

和田 英太郎^{1*}

eitaro wada^{1*}

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

The ideas such as Earth System Science Partnership (ESSP) and Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) are now well established under the global environmental issues. The rapid developments in the field of satellite remote sensing, computer sciences and automatic field observation systems make it possible to promote these kinds of international programs. At present tentative goal of the global environmental studies is to provide clear cut scientific scenarios to solve various kinds of environmental problems. Along this line, integrative studies of the observation, modeling and simulation are highly required.

In this context, we can consider that SI studies provide possible roles to contribute above mentioned integration. Biogenic substances in nature contain significant amounts of less abundant stable isotopes (SI) of light elements such as carbon and nitrogen. Although the SIs of a particular element have rather similar chemical behaviors, their specific thermodynamic properties and rate constant in chemical and biological reactions differ. The SIs of biogenic substances vary depending on the isotopic compositions of the reactants, the pathways and kinetic modes of the reaction dynamics, and the physical, chemical, and biological conditions. Thus, every biogenic material has its own unique isotopic composition, known as the "dynamic stable isotope finger print", which is determined by its function and position in the material flow of an ecosystem or metabolic map.

Because of these characteristics SI methods can be useful for studies of material cycling occurring in natural ecosystems at levels from molecule to ecosystem..

The following topics will be reported and discussed.

i) Roles of the SI method in collaborative studies to create a new paradigm .

ii) Structure of biogeochemical systems and food chains.

Trophic fractionation of C/N isotopes at a level of metabolic maps with emphasis on amino acid metabolisms.

iii) Possible validation of ecosystem models

Keywords: Stable Isotope Ratio, Nitrogen, Carbon, Food Chain

MIS023-03

会場:303

時間:5月22日 09:45-10:15

深部地下圏でのメタン生成と微生物の生態 Unveil the Depth of Methanogenesis in Deep Subsurface and Microbial Ecology

加藤 憲二^{1*}
KATO Kenji^{1*}

¹ 静岡大学理学部

¹ Faculty of Science, Shizuoka University

Bubbles of methane in the ground water coming up from deep subsurface in a sedimentary rock area of Hokkaido, North Island of Japan were shown biological contribution to their origin from stable isotope signature of $\delta\text{-}^{13}\text{C-CH}_4$. Gene sequence of archaeal small subunit rRNA derived from 500 m water showed an existence of various methanogenesis archaeal Genus there. Incubation experiments carried out for the subsample of 500 m ground water revealed that these archaeal community exhibited methanogenesis activity under the in situ or somewhat higher temperature of 30 to 40/45 C with anoxic condition, but not at neither 20 C nor 50 C. Similar incubation applied to the ground water of 140 m deep did not show any methanogenesis under even absolute anoxic condition so far examined for 90 days at both in situ and higher temperature as 16 C and 30 C, respectively, though the stable isotope signature of $\delta\text{-}^{13}\text{C-CH}_4$ in the bubbles obtained from this depth was as low as -57 per mil suggesting methane was biogenic and methanogenesis archaeal genes were found.

キーワード: 地下圏, メタン生成, 微生物の生態

Keywords: Subsurface, Methanogenesis, Microbial Ecology

MIS023-04

会場:303

時間:5月22日 10:45-11:15

硝酸の三酸素同位体組成を指標に用いた水環境中の窒素循環の定量化：非培養・現場型の窒素同化速度定量法開発

Quantifying nitrate dynamics in hydrosphere using the triple oxygen isotopes as tracers

角皆 潤^{1*}, 小松 大祐¹, 中川 書子¹

Urumu Tsunogai^{1*}, Daisuke Komatsu¹, Fumiko Nakagawa¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院

¹ Faculty of Science, Hokkaido University

【はじめに】硝酸 (NO_3^-) はアンモニアとともに自然環境中の固定態窒素の主要な存在形態であり、一次生産の制限因子となっていることも多い。水環境中における NO_3^- の多くは有機体窒素から硝化反応を経て再生した NO_3^- ($\text{NO}_3^-_{re}$) と考えられるが、大気からの沈着によってもたらされた NO_3^- ($\text{NO}_3^-_{atm}$) も存在する。

これまで一次生産に伴う NO_3^- の同化速度は「¹⁵Nトレーサー法」、すなわち、(1) (培養容器への) 試料採取、(2) 人工 ¹⁵ NO_3^- の添加、(3) 現場環境下での培養、(4) 粒子状有機体窒素の回収と質量分析に基づく ¹⁵N 移行速度の定量、という一連の煩雑な作業を経て定量化されてきた。またこうして得られたデータには、培養操作に伴う物理・化学環境変化とか、競合反応 (再無機化反応など) の同時進行とか、同化された窒素の溶存態への流出といった点に関して、補正が必要である。さらにこれで得られるデータは特定水塊における特定時期のもので、対象とする湖沼 (or 海域) について通年平均値が必要となる場合には、深度毎や季節毎に定量する必要があり、さらに通年平均の長期変化を定量する場合には、この一連の作業を毎年繰り返す必要があり、実現は容易では無い。

そこで我々は、 NO_3^- の三酸素同位体組成に着目し、これを天然指標として活用することで、対象とする湖沼 (or 海域) 全体の同化速度を簡便かつ高精度に定量することに成功した。本報告では世界有数の貧栄養湖である摩周湖における定量を例に、その概要と結果について報告する。

【試料採取・分析】摩周湖における観測は 2007 年の 6 月末と 8 月末の夏季の二回、二ヶ月の間隔を置いて湖心の定点で行った。表面を含む 20-50 m 毎の各層試料を採取し、濾過後、北海道大学の実験室に持ち帰って NO_3^- の濃度と、¹⁵N/¹⁴N 比、¹⁸O/¹⁶O 比、¹⁷O/¹⁶O 比を定量し、これを元に三酸素同位体組成を算出した。

【結果・考察】湖水中の NO_3^- 総量は、6 月末の 4.2 Mmol から 8 月末の 2.1 Mmol へと半減していた。これは一次生産 (光合成) に伴う消費 (同化) が活発に進行していることを示唆する。一方、三酸素同位体組成は +2.5 permil でほぼ一定であった。 NO_3^- の三酸素同位体異常 (三酸素同位体組成 > 0 permil) は大気から沈着する $\text{NO}_3^-_{atm}$ に特有のもので (平均三酸素同位体組成 = +26.8 permil)、硝化反応で形成される $\text{NO}_3^-_{re}$ は 0 permil である。また同化反応など一般の化学反応では変化しないため、先の三酸素同位体組成は、湖水中の総 NO_3^- に占める $\text{NO}_3^-_{atm}$ の比率が 9.7% で時期によらずほぼ一定であったことを意味する。

$\text{NO}_3^-_{atm}$ の沈着速度は、越境大気汚染などの問題を契機として、各月毎・各地域毎に詳細に定量されており、二回の観測の間に 0.047 Mmol が摩周湖に沈着したはずである。もしこの間に湖水に対する $\text{NO}_3^-_{re}$ の供給が一切無かった場合、湖水中の総 NO_3^- に占める $\text{NO}_3^-_{atm}$ の比率はその分だけ上昇する。しかし実際は一定であったことから、その上昇を打ち消すように $\text{NO}_3^-_{re}$ の供給 (=硝化) も同時進行していたことになり、その総量は 0.52 Mmol と見積もられる。さらにこのような $\text{NO}_3^-_{atm}$ や $\text{NO}_3^-_{re}$ の供給にも関わらず、 NO_3^- の総量は同化 (一次生産) によって半減していたことから、摩周湖における 2007 年夏季の二ヶ月間の NO_3^- 同化速度は 2.6 Mmol (2 months)⁻¹ となる。

さらに年スケールの湖水の窒素循環に定常状態を仮定し、また $\text{NO}_3^-_{atm}$ の年平均沈着速度を利用することで、上記と同様の計算から年間平均の窒素循環速度も算出出来る。その結果、摩周湖では同化 (一次生産) は夏季に集中的に進行する一方で、大気からの沈着や硝化は、季節とは無関係にほぼ一定の速度で進行していることが明らかになった。また湖水中の NO_3^- の平均滞留時間は 1.2 年となり、また同化された NO_3^- の 90% 以上が再度 $\text{NO}_3^-_{re}$ に戻ることも明らかになった。著しい貧栄養環境に置かれた摩周湖では、窒素栄養塩は短期間で同化と硝化を繰り返して湖内を循環しているものと考えられる。

以上のように、同化反応で変化しない NO_3^- の三酸素同位体組成の実測と大気からの $\text{NO}_3^-_{atm}$ 沈着速度のデータを組み合わせることで、培養に依存することなく水環境中の窒素循環の定量化が実現できる。

キーワード: 硝酸, 大気沈着, 同化速度, 硝化速度, 窒素循環, 三酸素同位体

Keywords: nitrate, atmospheric deposition, assimilation rate, nitrification rate, nitrogen cycle, triple oxygen isotopes

MIS023-05

会場:303

時間:5月22日 11:15-11:30

生物による有機物の「再利用プロセス」は地球化学的に何を意味するか？ Biosphere and its biogeochemical processes: a linkage between past and present during recycles of organic matter

高野 淑識^{1*}

Yoshinori Takano^{1*}

¹ 海洋研究開発機構

¹ Institute of Biogeosciences, JAMSTEC

地球の大気上端に入射するエネルギー流量は、最大で 350-400 W m⁻² であり、その外因性エネルギーの大部分は、太陽での水素の核融合反応に起因する (cf. 太陽定数)。一方、地球内部のエネルギー流量は、平均で 60 mW m⁻² と見積もられており (e.g., Hofmeister and Criss, 2005)、外因性エネルギーに対して 3-4 桁小さい。地球の内因性エネルギーは、地球内部での放射壊変に起因し、主にプレート境界で発散されやすい。海洋底の年齢と海洋堆積物の厚さから明らかなように (e.g., Muller et al., 2008)、プレートが生まれる中央海嶺は、年齢が若く、概して遠洋性であるため、堆積物による被覆が少ない。逆に、プレートの沈み込み帯の付近や大陸縁辺部の高一次生産海域は、分厚い堆積物に覆われている。

海洋底の場合、全球的なエネルギー流量を考慮すると、面的な広がりを持つ、一次生産が集約された堆積相の厚い海底下、原核生物の生物相密度も比較的高く、微生物にとって従属栄養プロセス (Biddle et al., 2006; Lipp et al., 2008) を駆動しやすい地質学的セッティングとなる。したがって、「現世」の微生物が、「過去」の恩恵の上に「生きている」という構図が明確に見えてくる。

細胞内では、光や化学物質がエネルギー源になる。代謝は、同化作用と呼ばれる生合成過程と異化作用と呼ばれる分解過程の 2 段階の化学的変換のカップリングで成り立っている。前者は、環境から取り入れる簡単な栄養素から細胞組織を作り上げる過程である。後者は、化学物質が簡単な物質に分解され、それに伴うエネルギーが放出され細胞に蓄えられる過程である。

実際の環境中でも生物指標化合物 (バイオマーカー) を含む有機化合物が再利用 (リサイクル) されるプロセスがある。室内培養実験からも一部の経路がすでに明らかになっている。ここでは、細胞内外のミクロな視点で「分子」を追跡する研究、生物地球化学的にマクロな断面として「分子」を観る研究の双方向から、生物による有機物の「再利用プロセス」 (Recycle processes) は地球化学的に何を意味するのか考察する。

Takano, Y., Chikaraishi, Y., Ogawa, O.N., Nomaki, H., Morono, Y., Inagaki, F., Kitazato, H., Hinrichs, K.-U., Ohkouchi, N., (2010) Sedimentary membrane lipids recycled by deep-sea benthic archaea. *Nature Geoscience*, 3, 858-861.

高野 淑識、大河内 直彦 (2010) 海底下の地下生物圏：過去と現世のリンクを担う生物地球化学プロセス. *地球化学 (Geochemistry)*, 44, 185-204. 「有機物・微生物・生態系の地球化学」特集号.

キーワード: 有機化合物, 再利用プロセス, 有機物・微生物・生態系の地球化学

Keywords: Organic compound, Recycle process, Biogeochemistry

MIS023-06

会場:303

時間:5月22日 11:30-11:45

酸化還元変動環境下における光合成生物の活性と多様性 —分類群特異的 rRNA を用いた安定同位体比・群集組成の解析— Photosynthetic activity and community structure in intertidal microbial mats

富谷 朗子^{1*}, Henricus T. S. Boschker², Lucas J. Stal²
Akiko Tomitani^{1*}, Henricus T. S. Boschker², Lucas J. Stal²

¹ 独) 海洋研究開発機構、海洋・極限環境生物, ² オランダ生態学研究所
¹Institute of Biogeosciences, JAMSTEC, ²Netherlands Institute of Ecology

Cyanobacteria are known as the first oxygenic photosynthetic bacteria, which played a major role in oxygenation of the earth's atmosphere. How they evolved oxygen-generating photosystems and have interacted with environmental change is key to an understanding of the history of early life and earth; but it has remained unclear. Here we integrate geochemical and molecular-biological studies of intertidal microbial mats to assess physiology and diversity of photosynthetic organisms. Microbial mats are a multi-layer of diverse benthic microorganisms, often dominated by phototrophic bacteria. They are distributed in a wide range of habitats, including marine intertidal flats that experience strong fluctuation of oxygen/sulfide concentrations, hence serve as a modern model system suitable for the study of cyanobacterial response to the redox shift in the past.

Microbial mats were sampled from two sites located in the sandy beach facing the North Sea, in the Dutch barrier island Schiermonnikoog. The materials used in this study were collected in early and mid summer, to make comparison between seasons as well as locations. In order to investigate the effect of redox conditions on phototrophic activity, the mats were incubated with $H^{13}CO_3^-$ under up to 16 different growth conditions in a temperature- and light-controlled room, and were freeze-stored until RNA extraction. Group-specific rRNAs were captured using magnetic beads with biotin-modified probes to link taxonomic distribution directly with physiological property.

Phylogenetic analysis of 16S rRNA clone libraries confirmed high taxon specificity of the oligonucleotide probes used in this study. It showed that the mats examined here were predominated by non-heterocystous filamentous cyanobacteria (Oscillatoriales), together with minor fractions of heterocystous (Nostocales) and coccoid (Chroococcales) species. Stable isotope measurement of the isolated rRNA indicated carbon fixation in all tested materials, and higher ^{13}C incorporation into cyanobacterial rRNA was observed when the mats were grown under anoxic conditions. Their photosynthetic activity diminished, but was not completely blocked, by addition of DCMU, an inhibitor of PSII, indicating possible contribution of PSI dependent photosynthesis in the system. Increase of sulfide concentration, however, did not enhance physiological activity, possibly due to inhibitory effect of excess sulfide on biological metabolism.

Continuing study of microbial communities under redox fluctuating environments will provide us a clue to an understanding of not only evolutionary process of photosynthetic organisms but also its interrelation with early biosphere.

キーワード: 微生物マット, シアノバクテリア, 酸化還元, 安定同位体, 群集解析, RNA
Keywords: microbial mats, cyanobacteria, redox condition, stable isotope, diversity, RNA

MIS023-07

会場:303

時間:5月22日 11:45-12:00

好熱性古細菌 *Thermoplasma* に特徴的な希少糖 L-Gulose の生合成経路 Biosynthetic pathway of L-gulose, a rare sugar existed in the main polar lipid of a thermophilic archaea

中山 裕輔¹, 山内 敬明^{2*}

Yusuke Nakayama¹, Noriaki Yamauchi^{2*}

¹ 九大院理・地球惑星, ² 九大院理・地球惑星

¹Grad School of Sci., Kyushu Univ., ²Fac. of Sci., Kyushu Univ.

好熱性古細菌 *Thermoplasma* は、原始地球に類似した環境（高温、強酸性）に生息し、始原生物から真核生物への進化過程の痕跡を残す生物として注目されている。また、本微生物の細胞膜を構成する主要極性脂質には極性基として L-gulose という生物学的に珍しい単糖が結合している。*Thermoplasma* は細胞壁を持たないので細胞膜は直接外界に接している。この細胞膜の成分に特徴的な構造があることは極めて興味深い。更に、L-gulose は、植物の L-ascorbic acid (vitamin C) 生合成経路中や、放線菌の代謝産物で抗ガン剤として临床上重要な bleomycin の化学構造の一部となっている。L-gulose とその生合成系は、古細菌、真正細菌、真核生物の三つのドメインで共通に存在し、この三者の代謝進化における関連性を示す指標となる可能性がある。

本研究では好熱性古細菌 *Thermoplasma* が生合成する L-gulose の生合成経路の解明を目的とし、好熱性古細菌の代謝進化の一端と他の生物（群）との関係を探る手がかりを得ようというものである。生合成検討に際し、古典的な標識化合物の追跡による検討をまず試みた。

標識化合物として D-glucose の 3 位ならびに 3,4 位を同時に重水素標識した化合物（[3-²H]glucose ならびに [3,4-²H₂]glucose）を調製した。次いで低 glucose 条件下で培養した *Thermoplasma* 培地にこれら重水素標識を加えて培養し、遠心分離して集菌した菌体より脂質を抽出、加水分解にて脂質に極性基として結合している単糖成分を得た。この単糖混合物（gulose の他に glucose や mannose を含む）を TMS 化して GC-MS で分析し、L-gulose 相当ピークのフラグメント解析から、重水素の取り込み位置と取り込みを測定した。

[3-²H]glucose 取り込み実験では、penta-O-TMS-L-gulose の 3 位炭素を含むフラグメント (*m/z* 305) で、通常より 1mu 多い *m/z* 306 のピークが強度最大となり、また非標識体および同位体を考慮したフラグメント強度の理論値から計算して約 40% という高い効率で、基質 D-glucose の 3 位水素が L-gulose の 3 位に取り込まれていることが明らかとなった。また [3,4-²H₂]glucose での取り込み実験では同じく 1mu 多い *m/z* 306 のピークが強度最大となりその強度は [3-²H]glucose 取り込み実験とほぼ同等であった。これは反応の間で glucose の 4 位水素は失われていることが明らかとなった。

これまでの予備実験で、L-gulose は D-glucose を出発物質とし、化学的には最も単純と思われる 1 位還元と 6 位酸化で生成するのではなく、2 位と 5 位水酸基の立体反転が起こるものと想定された。さらにこの研究より 5 位立体反転の際には 4 位水酸基の酸化後、4 位と 5 位の間でエノール化が起こり、この間で 5 位立体化学の反転が起こることが強く示唆される。これは立体反転の起こる水酸基のとなりの水酸基を酸化し、エノール化の後に立体反転が起こるという、広く生物に存在する糖質化合物の水酸基立体反転の一つの形である。さらにこの反応は植物での vitamin C 生合成の際の 5 位立体反転と極めてよく似ている。つまり、L-gulose は真核生物、特に植物と古細菌で同様な過程を辿って生成し、この範囲では古細菌と真核生物の代謝進化での関係を示唆する結果であると思われる。これはイソプレノイド生合成の 2 経路（mevalonate 経路と MEP 経路）の内、植物と古細菌に特徴的な膜脂質は mevalonate 経路であり、一方真正細菌である放線菌の生産するイソプレノイド化合物や葉緑素（元はシアノバクテリアと想像される）のカロテノイド色素などは MEP 経路であることなどに対応しており、本研究も含めて、古細菌と真核生物の強い関連性が考えられる。

キーワード: 好熱性古細菌, イソプレノイド脂質, 希少糖, 生合成, 代謝進化

Keywords: thermophilic archaea, isoprenoidal lipid, rare sugar, biosynthesis, metabolic evolution

MIS023-08

会場:303

時間:5月22日 12:00-12:15

生物地球化学サイクル指標としての化合物レベル放射性炭素年代 Compound-specific radiocarbon dating as a tool for biogeochemical processes

大河内 直彦^{1*}, 横山 祐典²

Naohiko Ohkouchi^{1*}, Yusuke Yokoyama²

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² 東京大学大気海洋研究所

¹JAMSTEC, ²AORI, Univ. Tokyo

I review the radiocarbon dating of individual organic compounds as a tool for investigating biogeochemical processes. Combination of source-specific organic molecules (biomarker) and radiocarbon dating provides a powerful tool for potentially resolving the various problems related to biogeochemical processes both in the ocean and on land. Development of small-scale radiocarbon dating during the late 1990s expands the utility of this method to less abundant samples. Furthermore, recent advances in high-performance liquid chromatography (HPLC) provide a tool for fast, easy purification of individual organic compounds from complex mixtures of organic matters in the sediment and soil. Since the establishment of this technique in the mid-1990s, many applications have been conducted to various compounds. For example, transport of sedimentary molecules like alkenones can be used for tracking the horizontal movement of organic matter produced by the phytoplankton in the water column. In this presentation, I overview the merit and limitation of this method for the future use in biogeochemical study.

MIS023-09

会場:303

時間:5月22日 12:15-12:30

微生物のアミノ酸窒素同位体組成：培養実験および海底堆積物への応用 Nitrogen isotopic signatures of amino acids in microbes: culture experiments and applications to marine sediments

山口 保彦^{1*}, 高野 淑識², 力石 嘉人², 小川 奈々子², 井町 寛之², 菅 寿美², 横山 祐典¹, 大河内 直彦²
Yasuhiko T. Yamaguchi^{1*}, Yoshinori Takano², Yoshito Chikaraishi², Nanako O. Ogawa², Hiroyuki Imachi², Hisami Suga²,
Yusuke Yokoyama¹, Naohiko Ohkouchi²

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, Univ. Tokyo, ²Biogeos, JAMSTEC

The microbial roles in biogeochemical cycles remain largely unknown, mainly because of the lack of tools to explore in situ metabolic activities of microbes. The compound-specific nitrogen isotopic composition ($\delta^{15}\text{N}$) of amino acids, especially for glutamic acid (Glu) and phenylalanine (Phe), had been demonstrated as a promising tool for estimating the food sources of organisms in the grazing food web.

Applicability of this amino-acids method to microbes or detritus food web, however, remains uncertain, because the method has been constructed based on the analytical results of aquatic photoautotrophs (cyanobacteria and algae), terrestrial higher plants, and animals, but not chemotrophic microbes. In this study, the nitrogen isotopic compositions of amino acids were investigated in 5 cultured microbes namely a fungus (*Saccaromyces cerevisiae*), a bacterium (*Escherichia coli*) and archaea (*Sulfolobus tokodaii*, *Halobacterium salinarum* and *Methanothermobacter thermautotrophicus*) with controlling their nitrogen sources.

When the microbes synthesized amino acids *de novo*, the relative $\delta^{15}\text{N}$ values of their amino acids were similar to aquatic photoautotrophs, whereas the case the microbes assimilated amino acids from diets, they showed ^{15}N -enrichment on the amino acids close to that of animals. The results suggest that the nitrogen-isotope fractionation process of amino acids are likely common among various organisms covering 3 domains (Eukarya, Bacteria, and Archaea) and among various environmental conditions such as growth temperature, pH, or salinity.

Therefore, nitrogen isotopic composition of amino acids would potentially be a powerful tool to clarify in situ microbial metabolism (amino-acids synthesis or decomposition) and their biogeochemical roles (especially in nitrogen cycle and in organic-matter diagenesis). The small variations in values of Glu and Phe suggest the use of the Glu-Phe pair is the most promising combination as in the case of analysis of grazing food webs. In the presentation, we also show its applications to marine sediments in various settings.

キーワード: 分子レベル同位体組成, アミノ酸, 微生物, 海底堆積物, 有機物変質, 窒素循環

Keywords: compound-specific isotope composition, amino acids, microbes, marine sediments, organic matter diagenesis, nitrogen cycle

MIS023-10

会場:303

時間:5月22日 12:30-12:45

アミノ酸の窒素同位体比を用いた食物網解析：陸上生態系への応用 Nitrogen isotopic composition of amino acids as a tool for studying food webs: a case study of terrestrial insects

力石 嘉人^{1*}, 小川 奈々子¹, 大河内 直彦¹
Yoshito Chikaraishi^{1*}, Nanako O. Ogawa¹, Naohiko Ohkouchi¹

¹ 独立行政法人 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

Knowledge of the trophic position of organisms in food webs allows understanding of biomass flow and trophic linkages in complex networks of ecosystems. Stable nitrogen isotope analysis of amino acids is a new method with the potential for estimating the trophic position of consumers in food webs. However, this amino acid method is established by the experimental observations only from aquatic organisms such as phytoplankton, zooplankton, and fish. It is uncertain whether the amino acid method can be applied to food webs in the terrestrial environment. To evaluate the applicability of the amino acid method to studies of terrestrial insect food webs, (1) we investigate the ¹⁵N-enrichment factor of amino acids from plant leaves to its consumer herbivores such as caterpillars, and (2) we apply this method to estimate the trophic position of natural insects including herbivorous bees and carnivorous wasps and hornets. Although the isotopic distribution pattern differs considerably between aquatic photoautotrophs and terrestrial C3 and C4 plants, the ¹⁵N enrichment factors in herbivores are well consistent with those in the aquatic consumers reported in previous studies. Moreover, the trophic position estimated by the amino acid method is consistent with the biologically expected trophic position of the natural insects (e.g., 2.0 for bees, 3.0 for wasps, and 3.5-4.0 for hornets). Thus, an estimate of trophic position based on the nitrogen isotopic composition of amino acids is applicable to not only aquatic food webs but also terrestrial insect food webs. In the presentation, we briefly review amino acid methods and then show its application to natural insects in terrestrial environments.

キーワード: アミノ酸, 窒素同位体比, 食物連鎖, 栄養段階

Keywords: amino acid, nitrogen isotopic composition, food web, trophic position

MIS023-11

会場:303

時間:5月22日 14:15-14:30

アミノ酸の化合物レベル窒素同位体比によるバイカル湖の沖帯生態系構造の再構築 Pelagic ecosystem in Lake Baikal: Reconstruction from nitrogen isotopic analyses of amino acids

小川 奈々子^{1*}, 力石 嘉人¹, 和田 英太郎¹, 大河内 直彦¹

Nanako O. Ogawa^{1*}, Yoshito Chikaraishi¹, eitaro wada¹, Naohiko Ohkouchi¹

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

The nitrogen isotopic composition of amino acids ($\delta^{15}\text{N}_{AA}$) is useful for estimating trophic position of the organism (McClelland and Montoya 2002, Chikaraishi et al. 2007, 2009). In this study, $\delta^{15}\text{N}$ of bulk organic matter and 12 amino acids including glutamic acid and phenylalanine were determined for major pelagic organisms in Lake Baikal. By using the equation proposed by Chikaraishi et al. (2009), we estimated the trophic position of these organisms and evaluate their trophic relationships. The results are consistent with simple trophic structure of pelagic food web reported by previous studies with field observations. The highest trophic position (5.0 ± 0.1) observed for seal (*Pusa sibirica*) suggested that its major diet are pelagic sculpin (Cottocomephoridae & Comephoridae, 4.3 ± 0.2) and freshwater salmon (*Coregonus autumnalis migratorius*, 3.6 ± 0.2). These results are differ for the top predators of seal and sculpin from previous studies by $\delta^{15}\text{N}$ of bulk organic matter (Yoshii et al. 1999), though they were consistent for the lower position species. The $\delta^{15}\text{N}_{AA}$ results also showed four species of pelagic sculpin are in the close trophic position, despite large differences in $\delta^{15}\text{N}_{TN}$ (~ 3.4 per mil) between Cottocomephoridae and Comephoridae observed by both previous and this studies. It suggests these pelagic sculpin are competing their trophic niche in the lake. It is also suggested that the efficiency of amino acid estimation of trophic position is more emphasized for the species at higher trophic position in the ecosystems, than those in lower positions.

MIS023-12

会場:303

時間:5月22日 14:30-14:45

黒潮の生物地球化学的効果についての再考

Reconsideration of biogeochemical impacts of the Kuroshio based on a recent intensive observation and historical data

小松 幸生^{1*}, 安田一郎², 伊藤幸彦², 池谷 透², 金子 仁², 日高 清隆³, 八木雅宏², 長船哲史², 西川 悠², 野々村卓美⁴
Kosei Komatsu^{1*}, Ichiro Yasuda², Sachihiko Itoh², Toru Ikeya², Hitoshi Kaneko², Kiyotaka Hidaka³, Masahiro Yagi², Satoshi Osafune², Haruka Nishikawa², Takumi Nonomura⁴

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 水産総合研究センター中央水産研究所, ⁴ 鳥取県水産試験場

¹GSFS, University of Tokyo, ²AORI, University of Tokyo, ³NRIFS, FRA, ⁴Fisheries Laboratory, Tottori prefecture

The Kuroshio, the western boundary current in the North Pacific, plays major roles in transporting heat and organic/inorganic materials from the subtropical region to the subarctic one. The Kuroshio undoubtedly must impact on the ecosystem in its neighboring and downstream regions as well as on climate changes via air-sea interactions, however it is generally recognized as a mere boundary between the oligotrophic Subtropical waters to the south and the more productive Slope waters to the north. Surprisingly neither quantitative nor qualitative researches have advanced to clarify the actual distribution of nutrients in the Kuroshio region with focus on the impacts of the jet, the core of the current maximum. On the other hand, as long as in the frontal region, an accumulation of studies has clarified the productive enhancement due to sub-mesoscale processes, but the transport of nutrient and its impacts on the ecosystem have been still unknown because of lack of simultaneous measurement of both horizontal and vertical fluxes of nutrients around the jet.

We conducted an intensive observation in Apr. 2009 and analyzed historical hydrographic data, in order to clarify the 3D distribution of the water properties in the Kuroshio region and to estimate horizontal and vertical fluxes of nutrients and their impacts on the productivity in the surrounding and downstream regions. The observation was carried out by the R/V Tansei-maru in the cruise KT-09-3 at intervals of 10 miles along the 5 lines crossing the Kuroshio in 137-141°E south of Japan. It obtained the 3D distribution of the water properties by CTD with multi-profilers and bottle-samplings, the horizontal velocity by the shipboard and lowered ADCP, and the vertical turbulent diffusivity by the microstructure profiler. As a result we detected that maxima of nitrate, silicate, phosphate and AOU were located along the jet on the isopycnal surface of 24.5-26.0sigma-theta. It is the first detection of the nutrient/AOU maximum along the Kuroshio jet, and the structure is analogous to the characteristic one well-known as Nutrient Stream found in the Gulf Stream region. Moreover, the nutrient/AOU maximum along the Kuroshio jet was also detected on the 24.5-25.5sigma-theta surface in spring at both the upstream side in the East China Sea and the downstream one in the Kuroshio Extension, by analyzing the historical data of JODC.

It should be emphasized that the nutrient concentration on the isopycnal surface of 24.5-25.5sigma-theta gradually decreases along the jet toward the downstream region. It implies that the high nutrient water is originated from the upstream and its adjacent regions and transported downstream epipycnally along the Kuroshio as is the case with the Nutrient Stream in the Gulf Stream. Our observation estimated the maximum of the epipycnal nitrate flux at $10\text{mmolNm}^{-2}\text{s}^{-1}$ around the 26.0sigma-theta surface just beneath the current maximum of the Kuroshio jet. A part of the flux is served out to both the northern and southern sides of the jet due to eddy diffusivity, and especially on the northern side the nutrient transport is important for the new production. The depth of the isopycnal surface is much shallower on the northern side because of the strong baroclinicity, where the nutrient is utilized more actively for the primary production under sufficient irradiance.

Moreover our observation clarified quantitatively that nutrient is supplied upward more intensively on the jet and its inshore side than the offshore side due to higher diapycnal mixing observed by direct measurement of microstructure. The diapycnal flux of nitrate amounts to $3.0 \times 10^{-6} \text{mmolNm}^{-2}\text{s}^{-1}$ at the 25.0-25.5sigma-theta just above the core of the epipycnal flux, indicating that the high nutrient transported epipycnally along the jet is supplied efficiently upward by the strong diapycnal mixing and that it contributes significantly to the spring new production around the Kuroshio.

キーワード: 黒潮, 栄養塩輸送, 強流帯, 等密度面流束, 密度横断流束

Keywords: Kuroshio, Nutrient Stream, jet, epipycnal flux, diapycnal flux

MIS023-13

会場:303

時間:5月22日 14:45-15:00

土壌系における有機・無機相互作用：陸上最大の炭素プールを支配するメカニズムに迫る

Organo-mineral interactions in soil system: examining the mechanisms behind the formation of largest carbon pool on land

和穎 朗太^{1*}, 白戸 康人¹, 近藤 美由紀², 内田 昌男², Phillip Sollins³
Rota Wagai^{1*}, Shirato Yasuhito¹, Kondo Miyuki², Uchida Masao², Phillip Sollins³

¹ 農業環境技術研究所, ² 国立環境研究所, ³ Oregon State University, USA

¹Nat. Insti. Agro-Environ. Sci., ²Nat. Inst. Environ. St., ³Oregon State University, USA

Soil organic matter (SOM) is the largest carbon (C) pool on the earth's surface and plays a fundamental role in biogeochemical cycling and ecosystem functioning. Yet long-term responses of SOM to environmental perturbation remain uncertain. Current predictions on the changes in soil C pool upon warming differ widely among global C models. This uncertainty is largely due to complex feedbacks among soil, biota, climate, and parent material at landscape scale and equally complex interactions between diverse organic compounds and mineral phases at microscopic scale. Here I focus on the latter scale and present some results from an on-going, collaborative study which examines the nature of organo-mineral associations using density fractionation coupled with multiple analytical tools including isotope technique. Using heavy liquid (sodium polytungstate) adjusted at 1.6 up to 2.5 g/cc, we isolated the soil particles differing in the degrees and types of mineral associations. Among dramatically-different soils (e.g., tropical soils developed on ultrabasic rock, temperate soils developed on silicious rock, volcanic-ash derived soil), we found following consistent patterns: (i) decline in C and N concentration due to higher mineral abundance for heavier particles, (ii) progressive decline in C:N ratio from 25-60 to 8-20, (iii) increase in $\delta N-15$ by 2-6 per mil and, to a less extent, $\delta C-13$, and (iv) general increase in the mean residence time of C based on C-14. By focusing on a volcanic-ash soil, we also measured the specific surface area of and the enthalpy of N₂ gas sorption onto the soil particles of each density fraction to assess geometric aspects of the organo-mineral associations. Based on these results, we will discuss the physicochemical nature of organo-mineral associations and its biogeochemical implication.

Keywords: soil organic matter, carbon cycle, aggregate, C and N isotopes, organic coating on mineral

MIS023-14

会場:303

時間:5月22日 15:00-15:15

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 the forest using laser absorption spectrometers

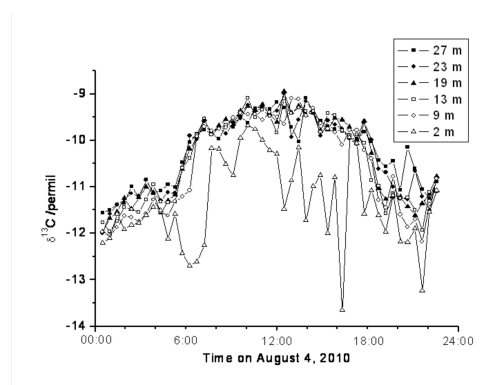
和田 龍一^{1*}, 竹村匡弘¹, 大内麻衣¹, 中山智喜¹, 松見豊¹, 高梨聡², 中井裕一郎², 北村兼三², 栗田直幸³, 藤吉康志⁴, 村本健一郎⁵, 檜山哲哉⁶, 井上元⁶, 児玉直美⁷, 中野隆志⁸

Ryuichi Wada^{1*}, Masahiro Takemura¹, Mai Ouchi¹, Tomoki Nakayama¹, Yutaka Matsumi¹, Satoru Takanashi², Yuichiro Nakai², Kenzo Kitamura², Naoyuki Kurita³, Yasushi Fujiyoshi⁴, Kenichiro Muramoto⁵, Tetsuya Hiyama⁶, Gen Inoue⁶, Naomi Kodama⁷, Takashi Nakano⁸

¹名古屋大学太陽地球環境研究所, ²森林総合研究所, ³海洋研究開発機構, ⁴北海道大学低温科学研究所, ⁵金沢大学理工学域, ⁶総合地球環境学研究所, ⁷農業環境技術研究所, ⁸山梨県環境科学研究所

¹STE laboratory, Nagoya Univ., ²FFPRI, ³JAMSTEC, ⁴Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., ⁵College of Sci. and Eng., Kanazawa Univ., ⁶Research Inst. For Humanity and Nature, ⁷National Inst. for Agro-Environ. Sci., ⁸Yamanashi 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、安定同位体計測は非常に重要である。2010年7月末から10日間、私達の研究グループは、富士山麓に位置する山梨県環境科学研究所内のアカマツ林内に設置された森林総合研究所の観測タワーにて、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 (¹²C/¹⁶O、¹³C/¹⁶O、¹²C/¹⁸O) 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 (デルタ¹³C、デルタ¹⁸O) 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30m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。図に2010年8月4日の森林タワー高度毎CO₂ のデルタ¹³C 観測結果を示す。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。観測結果および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, 生態系, 大気 CO₂

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

MIS023-15

会場:303

時間:5月22日 15:15-15:30

ストロンチウム安定同位体比を用いたカワウの採餌場所の推定

The study on the foraging rivers of water bird cormorant nesting Yamada-Onuma, Saitama prefecture

岩崎 厚子^{1*}, 福本 将¹, 佐竹 研一¹

Atsuko Iwasaki^{1*}, Tasuku Fukumoto¹, Kenichi Satake¹

¹ 立正大・地球環境

¹ Geo-environmental Sci., Risscho Univ.

魚食性のカワウ (*Phalacrocorax carbo*) は集団で樹上に営巣し、日中になると半径 60km 以内の河川や湖沼に採餌に行くことが知られている。埼玉県北西部に位置する国営武蔵丘陵森林公園内の山田大沼上池には約 1000 羽のカワウが生息しており、上池集水域土壌はカワウから排泄される糞尿により常に大量のリン及び窒素が供給され、さらに降水時には雨水と共に湖岸に堆積した大量のリン及び窒素が池中に流入するため、上池集水域土壌及び池水は非常に富栄養化している。近年カワウによる内水面における漁業被害が日本各地で問題となっている中、上池に生息するカワウも荒川や利根川の漁場で採餌を行っている報告があり、問題視されている。カワウの採餌場所の推定については、採餌場所から観測した帰還方向及び営巣地から観測した帰還方向から推定される方法が多く用いられるが、科学的根拠に欠けるのが欠点である。従って上池に生息するカワウがどこの河川に生息する魚を採餌しているのかについては、未だその解明には至っていない。本研究ではストロンチウム安定同位体比 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を用い、山田大沼上池を中心とした半径 60km 以内にある主な河川 (荒川、利根川、鬼怒川、渡良瀬川、都幾川、越辺川) の河川水、山田大沼の上池・下池の池水、山田大沼より約 2km 離れた場所にある土井城入沼の沼水、山田大沼に生息するカワウの卵殻・骨・羽、及びカワウが吐きもどした魚の骨中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を測定し、山田大沼上池に生息するカワウの主な採餌場所の推定を行った。

その結果、カワウの卵殻・骨・羽の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ の安定同位体比は 0.7072 ~ 0.7079 を示し、また吐きもどした魚骨中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は 0.7065 ~ 0.7075 を示した。吐きもどした魚骨中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は魚が生息していた河川及び湖沼水中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ を直接反映することから、今回得られた魚は主に都幾川、越辺川、及び山田大沼周辺のため池で採餌された可能性が高いことが考えられた。またカワウの $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 、魚骨中の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 、及びカワウの行動範囲から考慮すると、山田大沼上池に生息するカワウは山田大沼上池から半径約 20km 以内に位置する荒川、利根川、都幾川、越辺川、及び山田大沼周辺のため池で採餌を行っている可能性が高く、渡良瀬川や鬼怒川で採餌している可能性は低いことが示唆された。

キーワード: カワウ, ストロンチウム, 安定同位体

Keywords: cormorant, strontium, isotope

MIS023-16

会場:303

時間:5月22日 15:30-15:45

わが国の河川水中溶存鉄濃度の分布とその地理的要因 The distribution of dissolved iron in rivers in Japan and its geographical factors

正木 篤^{1*}, 楊宗興¹, 木庭啓介¹, 白岩孝行², 大西健夫³

Atsushi Masaki^{1*}, Muneoki Yoh¹, Keisuke Koba¹, Takayuki Shiraiwa², Takeo Onishi³

¹ 東京農工大学, ² 北海道大学, ³ 岐阜大学

¹Tokyo Univ of Agri and Tech, ²Hokkaido Univ, ³Gifu Univ

It is believed that forests are the source of dissolved iron because humic substance, which complexes with iron, are rich in this ecosystem. However, few previous studies have explained that dissolved iron concentration is high in stream or river water in forest ecosystem. In this study, we analyzed the data of dissolved iron concentration in 45 first-grade rivers provided in the "Elemental Concentrations in Japanese Rivers" (2002-2006, published by National Institute of Radiological Sciences), in addition, we measured dissolved iron and dissolved organic carbon (DOC) concentration in a number of rivers (mainly in Hokkaido) by the field investigation. We analyzed geographical (land use type and land slope) information of river basin to find any relationship between the concentration of dissolved iron and geographic factors.

As a result, we found that the concentrations of dissolved iron and DOC in down river are higher than in upper stream. The downstream areas with gentle topography may be the source of dissolved iron and DOC. There is a high relationship between the concentrations of dissolved iron and the plain land area ratio in river basin. It is likely that the gentleness of land surface is an important factor in the point of dissolved iron export. On the other hand, there is no high relationship between the concentrations of dissolved iron and the plain land area ratio in river basin. It is likely that all of forest ecosystem plays a source of dissolved iron. However, the swamp forest near the stream channel may be the important source area of iron. With the data "Elemental Concentrations in Japanese Rivers", we found the variability of the concentration of dissolved iron among rivers in Japan.

Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS023-17

会場:303

時間:5月22日 15:45-16:00

総合討論：生物地球化学 Discussion: Biogeochemistry

柴田 英昭^{1*}, 楊 宗興², 大河内 直彦³, 山下 洋平¹
Hideaki Shibata^{1*}, Muneoki Yoh², Naohiko Ohkouchi³, Youhei Yamashita¹

¹ 北海道大学, ² 東京農工大学, ³ 海洋研究開発機構
¹Hokkaido Univ., ²Tokyo Univ. of Agric. and Tech., ³JAMSTEC

当セッション「生物地球化学」に関する総合討論を行う

キーワード: 生物地球化学
Keywords: Biogeochemistry

MIS023-P01

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

細菌が支える海洋炭素循環 The role of prokaryotes in the oceanic carbon cycle

横川 太一^{1*}

Taichi Yokokawa^{1*}

¹ 愛媛大学 沿岸環境科学研究センター

¹ CMES, Ehime University

海洋生態系における細菌群集の機能が非常に重要だと認識され始めたのは1970年代に入ってから、環境中の細菌を顕微鏡を使って計数できるようになったことに始まる。このときになってようやく人は、海水1mL中に存在する細菌数がおおよそ100万細胞であることを認識した。そして、1980年代頃から、観察手法（顕微鏡下での観察、分子生物学的手法を用いた群集構造解析）の著しい進歩が手伝って、細菌の生態に関する知見が蓄積されてきている。

海洋生態系において細菌は一次生産を担う植物プランクトンとほぼ同等の生物量を示し、一次生産の50%に相当する有機物を消費している。このことは、細菌が海洋の炭素循環において非常に重要な生物群であることを示唆している。特に、有光層生態系では「一次生産（植物プランクトンによる、二酸化炭素を炭素源にした有機物の合成）」と「細菌生産（細菌による、溶解態有機物を炭素源とした有機物の合成）」の量的バランスが炭素循環経路の構造と規模の決定に大きく関わっていることが明らかになっている。また、一次生産の行われない有光層以深（>200m）において、細菌は、表層から供給される有機物量のほぼ全量を利用している事も明らかになってきた。このように、海洋炭素循環過程における、細菌の量的な寄与の大きさから、細菌を介した有機物の流れは、海洋炭素循環過程における大きな経路の一つであると考えられる。細菌生産が、海洋のどこで、どのくらいの速さで行われるかが、海洋生態系だけでなく、地球全体での炭素の動態に強く影響を与えていると考えられる。

一方で、近年の分子生物学的手法を用いた解析は、細菌群集が多数の系統群で構成されていること、その構成は時空間的に変動すること、そして、系統群ごとに生理的、生態的な特性が異なることを明らかにしてきた。しかし、これらの系統群の挙動が海洋炭素循環にどのような影響を与えるのかは、明らかにされていない。

そこで、本発表では、細菌群集がどのような仕組みで海洋炭素循環に関わっているのかを、海洋生態系での細菌群集の機能と動態に関する最近の知見を交えて説明する。さらに、細菌を介した物質循環過程を解析する上で、細菌群集内の構造を考慮に入れる重要性について解説する。

キーワード: 細菌群集, 海洋炭素循環

Keywords: prokaryotic community, oceanic carbon cycle

MIS023-P02

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

硫黄高含有生態系における硫黄循環と窒素循環のリンク - 硫黄酸化に伴う硝酸イオンの還元: 秋田八幡平での事例研究 -

Linkage of sulfur and nitrogen cycling in a sulfur high-content ecosystem-Nitrate reduction coupled to sulfur oxidation-

早川 敦^{1*}, 畠山みづほ¹, パートル バヤスガラン¹, 石川祐一¹, 日高伸¹

Atsushi Hayakawa^{1*}, Mizuho Hatakeyama¹, Bayasgalan Baatar¹, Yuichi Ishikawa¹, Shin Hidaka¹

¹ 秋田県立大学生物資源科学部

¹ Akita Prefectural University

[Introduction] While most studies have focused on organic carbon as the electron donor for denitrification, reduced sulfur can also provide energy to support denitrification. Pyrite (FeS₂), which is composed of a reduced sulfur of sulfide mineral, is easily oxidized to SO₄²⁻ and can be coupled to reduce NO₃⁻ when NO₃⁻ contacts with pyrite in anoxic condition. Recent study indicated NO₃-driven SO₄²⁻ production could be widespread and biogeochemically important in fresh water sediments (Burgin and Hamilton, 2008). Therefore, NO₃⁻ reduction coupled to SO₄²⁻ production might be superior in Akita prefecture which has the stratum that called 'Kuroko' which contains a lot of sulfide minerals. [Aim] In this study, we focused on the linkage of sulfur and nitrogen cycling through denitrification. The purpose of this study was to evaluate NO₃⁻ reduction and N₂O emission coupled to sulfur oxidation by a long-term incubation of soil from a sulfur high-content ecosystem in Akita prefecture, Japan. [Materials and Methods] Study site is the nature trail of Goshogake (N39.970, E140.801) at Akita prefecture in Towada-Hachimantai National Park, Japan. The sediments used in the incubation experiment were sampled from mudpot (A) and riverside (B) from the 10-20 cm depth. Fresh sediments corresponding to approximately 20 g dry weight and 400 ml each treatment water were added to 550 ml glass bottles and closed with butyl rubber septa and aluminum crimp. Four treatment water were prepared in this study; 1. Deionized water, CT; 2. KNO₃ (100 mg N L⁻¹), N; 3. KNO₃+Glucose, N+Glu; 4. KNO₃+CaCO₃, N+CaCO₃. Bottles were incubated at 25 deg C for 220 days. To achieve anoxic condition in bottles, the solution and headspace of the bottles were sparged with N₂ gas for 30 min. Immediately after water sampling, pH and EC were measured by a portable pH and EC meter. Concentration of NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ were measured by an ion chromatograph. Concentration of NH₄⁺ was determined by colorimetry using the indophenol blue method. Nitrous oxide concentration in the headspace of the bottles was measured by a gas chromatograph with ECD. Easily oxidizable-S content in the sediments was measured by the difference between H₂O₂-S and H₂O-S (Murano et al., 2000). [Result and Discussion] In the N treatments, NO₃⁻ concentration decreased by 57-100% after 208 days from the incubation started. In the N+CaCO₃ treatment of the B sediment, NO₃⁻ concentration decreased to 0 mg N L⁻¹ after 208 days. Concentration of SO₄²⁻ increased in all the treatments, and the maximum concentration was observed in the N+CaCO₃ treatment of the B sediment. Both NO₃⁻ consumption and SO₄²⁻ production rate tended to be larger in the B sediment than that in the A sediment. Nitrate consumption rate significantly correlated with SO₄²⁻ production rate during the incubation period ($r=0.990$, $p<0.01$, $n=8$), which indicated NO₃⁻ reduction coupled to sulfur oxidation. Easily oxidizable-S content in the B sediment was higher than that in the A sediment, which would cause the difference of the NO₃⁻ removal rates among the sediments. In this session, we would like to discuss a stoichiometry of this biogeochemical reaction based on the present results. Ammonium were detected in all the N treatments but were considerably low. Therefore, NO₃⁻ reduction by dissimilatory nitrate reduction to ammonium (DNRA) would be negligible. Nitrous oxide production was observed in all the N treatments, however, the significant difference among the treatments or the sediments was not observed. In the B sediment, the SEM photographs showed a framboidal form which represent pyrite. X-ray analysis also showed clear peaks corresponding to pyrite and marcasite both of which the chemical composition were FeS₂. Therefore, NO₃⁻ reduction was coupled to pyrite and marcasite oxidation to SO₄²⁻. This study indicated the linkage of sulfur and nitrogen cycling through denitrification in a sulfur high-content ecosystem.

キーワード: 硫黄脱窒, 硝酸還元, 硫黄酸化, パイライト, 亜酸化窒素, 異化的硝酸還元アンモニア化

Keywords: sulfur denitrification, nitrate reduction, sulfur oxidation, pyrite, N₂O, DNRA

MIS023-P03

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

造礁サンゴ-褐虫藻間の共生的窒素交換：アミノ酸窒素安定同位体比による解析 Syntrophic nitrogen exchange between zooxanthellae and host corals as viewed from amino acid nitrogen isotopes

藤井 堯典¹, 宮島 利宏^{1*}, 小川 浩史¹, 町田 真通¹, 田中 泰章², 森本 直子¹, 渡邊 敦², 瀬岡 和夫²

Takanori Fujii¹, Toshihiro Miyajima^{1*}, Hiroshi Ogawa¹, Masamichi Machida¹, Yasuaki Tanaka², Naoko Morimoto¹, Atsushi Watanabe², Kazuo Nadaoka²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 東京工業大学大学院情報理工学研究所

¹The University of Tokyo, ²Tokyo Institute of Technology

造礁サンゴは動物-植物共生系として最も顕著な例の一つであり、高度に貧栄養な熱帯海域において極めて高い一次生産を示すことで知られている。この高い生産性を支える要因として、共生系内部で窒素やリン等の栄養素を効率よくリサイクルする機構の存在が指摘されているが、その詳細なメカニズムに関してはなお不明な点が多い。通常非共生的な動物-植物相互作用系では、動物は植物を摂食することにより窒素を獲得する一方、植物は動物が排泄する尿素やアンモニアを窒素源として再利用することができる。褐虫藻と宿主サンゴの間にも同様の再利用機構があるのか、或いはこれとは異なるメカニズムに依存しているのかを解明するために、本研究では生体アミノ酸の分子種別窒素安定同位体比 ($d^{15}N-AA$) に着目した。動物組織の $d^{15}N-AA$ を利用すると、その動物の見かけ上の食物段階 (ATL) と、その動物が依存する食物網の起点にあたる一次生産者のアミノ酸別窒素同位体比とを同時に推定することができ、さらに後者の情報から、その一次生産者が依存していた窒素の起源を推測することも可能となる。本研究では石垣島の裾礁と石西礁湖から *Acropora pulchra* を中心に数種の造礁サンゴを採集し、遠心法により褐虫藻細胞と宿主組織とを分けた上で、それぞれのバルク窒素同位体比 ($bulk-d^{15}N$) と $d^{15}N-AA$ を分析した。同じコロニーから採取した褐虫藻と宿主組織とでは $d^{15}N-AA$ のパターンが極めてよく似ていた。ATL を求めると多くの場合両者ともほぼ等しく 0.9 - 1.5 の範囲となり (一次生産者の ATL を 1 とする)、宿主サンゴが自分の褐虫藻を摂食しているとは考えにくかった。褐虫藻・宿主組織とも $bulk-d^{15}N$ は人為起源窒素負荷の高いところほど高くなる傾向が明瞭であり、両者ともそれぞれの生息環境で利用可能な窒素源の同位体比を直接的に反映しているものと推測された。*Artemia* を餌として *A. pulchra* のコロニー断片を実験室内で2週間飼育したところ、 $bulk-d^{15}N$, $d^{15}N-AA$ とともに *Artemia* の値に引かれて次第に上昇した。また ATL は初期の 0.97 から褐虫藻で 1.33、宿主組織で 1.37 にまで上昇した。このことは褐虫藻が単に宿主の排泄した代謝産物を再利用している訳ではないことを示唆している。本研究の結果は、褐虫藻と宿主とが共有するアミノ酸のプールが共生系内に存在して、両者ともそのアミノ酸を用いて自分の細胞や組織のタンパク質を合成していることを示唆している。このプールに供給されるアミノ酸の供給源については、環境中の溶存無機態窒素を褐虫藻が同化してアミノ酸を合成する場合や、外部の餌を宿主サンゴが捕食して消化によりアミノ酸を生成する場合等が考えられるが、供給源が何であってもその大半は組織に合成される前にいったん共有プールに蓄えられるものと解釈される。このように、褐虫藻と宿主サンゴとの間の窒素循環経路は非共生的動植物相互作用の場合とは明白に異なっており、また単なるリサイクル系でもなく、むしろ複数の異なる起源に由来する資源を褐虫藻と宿主との間で効果的に共有・配分することにより、高エネルギーかつ貧栄養な海洋環境下で高い生存率と成長量を実現するためのシステムと考えられる。

キーワード: サンゴ, 共生, アミノ酸, 窒素循環, 安定同位体

Keywords: coral, symbiosis, amino acids, nitrogen cycle, stable isotopes

MIS023-P04

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

土壌微生物バイオマス窒素同位体比の窒素可給性指標としての可能性について Nitrogen availability and natural abundance of ^{15}N of soil microbial biomass

穂刈 梓¹, 木庭 啓介^{1*}, 竹林 佑¹, 中西 麻美², 稲垣 善之³, 望月 嘉人¹, 黒岩 恵¹, 徳地 直子², 楊 宗興¹
Azusa Hokari¹, Keisuke Koba^{1*}, Yu Takebayashi¹, Asami Nakanishi², Yoshiyuki Inagaki³, Yoshito Mochiduki¹, Megumi Kuroiwa¹, Naoko Tokuchi², Muneoki Yoh¹

¹ 東京農工大学, ² 京都大学フィールド研, ³ 森林総合研究所

¹Tokyo Univ Agric Tech, ²FSERC, Kyoto Univ, ³FFPRI

Nitrogen (N) availability in forest is a strong driver controlling net primary production of plant. Soil microbes regulate the N availability since they are responsible for the production of available N (inorganic and some organic N) for plants and soil microbes. Thus, balance of N and carbon (C) availability to soil microbes is quite important for the understanding of N cycle in terrestrial ecosystems and soil C/N ratio has been used as a parameter for that. However, C/N ratio of bacteria and fungi differs greatly and relative importance of them to the total soil microbes can differ among different soils, simple C/N ratio cannot determine the actual balance of C and N availability.

Recently, natural abundance of ^{15}N ($d^{15}\text{N}$) of the soil microbe has been proposed as a new parameter that can provide the information on relative C and N availability to the soil microbes (Dijkstra et al. 2006, 2008). Enrichment in $d^{15}\text{N}$ ($\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$) of the soil microbes from the substrate (bulk soil N or extractable soil N) should be high when N availability is high because the soil microbes would excrete the excess N with low $d^{15}\text{N}$ due to the isotopic discrimination during the N metabolism. Even this new parameter r of $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ is expected to provide new insights into the actual C and N availability of the soil to the soil microbes, the measurement of $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ is tedious due to the low concentration of soil microbial N. We explored the potential of $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ in a temperate forest in Japan with denitrifier method that can allow us to measure $d^{15}\text{N}$ with small sample size (20-50nmol-N).

We collected the soil samples (Ao, 0-10 and 10-20cm depth) from Kamigamo Experimental Forest, Kyoto Univ, Japan from two plots located in upper part and lower part of a mountain slope. We measured $d^{15}\text{N}$ the extractable N (NH_4^+ , NO_3^- , TDN and DON) in 0.5M K_2SO_4 soil extract. We also used the fumigation-extraction method to measure C and N content, and the $d^{15}\text{N}$ of soil microbial biomass. DOC concentration in the 0.5M K_2SO_4 soil extract and $d^{15}\text{N}$ of bulk soil N were also measured for the reference.

$d^{15}\text{N}$ of soil microbial biomass was significantly correlated with that of bulk N ($P < 0.001$) but always higher than that of bulk N. Actually, $d^{15}\text{N}$ of soil microbial biomass was quite similar with $d^{15}\text{N}$ of DON, suggesting that the soil microbial biomass N is the source of soil DON as previously suggested (Koba et al. 2010). $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ significantly correlated with soil C/N ($P < 0.01$), which suggested that $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ should reflect the C and N balance for soil microbes. However, the intercept of the regression lines obtained from two sites differed greatly. This difference in the relationship between $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ and soil C/N strongly suggested that the same soil C/N does not indicate the same balance of C and N availability to the soil microbes. We discuss the usefulness of the new parameter of $\text{Dd}^{15}\text{N}_{\text{MB-Soil}}$ in the presentation together with other parameters such as DOC/DON and $d^{15}\text{N}$ of inorganic N.

MIS023-P05

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

季節性凍結土壌に生じる一酸化二窒素のアイソトポマー解析 Isotopomer analysis of nitrous oxide produced in a seasonally frozen soil

山崎 哲明^{1*}, 服部 祥平¹, 柳井 洋介², 豊田 栄¹, 吉田 尚弘¹

Tetsuaki Yamazaki^{1*}, Shohei Hattori¹, Yosuke Yanai², Sakae Toyoda¹, Naohiro Yoshida¹

¹ 東京工業大学 総合理工学研究科, ² 農業・食品産業技術総合研究機構

¹Tokyo Institute of Technology, ²NARO

Nitrous oxide (N₂O) is a potent green house gas of which radiative forcing is about 200 times larger than that of CO₂ and contributes to ozone depletion in the stratosphere. In seasonally frozen soil, it is known that more than 50% of the annual N₂O emission occurs during spring snowmelt period. In order to investigate the N₂O production/consumption mechanisms under the soil thawing events, we performed isotopomer analysis of N₂O at an experimental agriculture field plot in northern Japan. It is suggested that intramolecular ¹⁵N site preference (SP) of N₂O, that is defined as difference in isotope ratios between central (N_c) and terminal (N_t) nitrogen in the N₂O (NNO) molecule, is a powerful tool to quantitatively analyze the contribution of important production pathways such as nitrification, fungal denitrification, chemo-denitrification and bacterial denitrification together with the presence of N₂O reduction, in addition to the isotope ratio of N (¹⁵N) and O (¹⁸O).

The diffusion chamber method using silicone tube, which is recently applied to gas sampling from each soil depth, is useful method for revealing biological processes in soils. In order to apply this method to isotopomer analysis, diffusion equilibrium of N₂O (concentration, ¹⁵N, ¹⁸O, SP) was confirmed by laboratory experiment. As a result, no significant difference in concentration and isotope ratios between outside and inside of the silicone tube was detected, suggesting the diffusion method can be applied to in situ soil gas sampling for N₂O studies.

We, then, investigated the isotopomer signatures of soil N₂O collected from the seasonally frozen soil under soil thawing events. Isotopomer ratios showed no significant variation during N₂O production peak in subsoil. Both SP and ¹⁵N of N₂O were within the range of the reported values for bacterial denitrification, suggesting that N₂O produced during spring snowmelt period was derived from bacterial denitrification and the contribution of N₂O reduction was likely to be very low.

キーワード: 一酸化二窒素, アイソトポマー, 凍結土壌, 脱窒

Keywords: Nitrous oxide, Isotopomer, Frozen soil, Denitrification

MIS023-P06

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

有機質資材投入時の農耕地土壌からの亜酸化窒素フラックス The effect of manure on nitrous oxide flux in agricultural soils

仁科 一哉^{1*}, 須藤 重人¹

Kazuya Nishina^{1*}, Shigeto Sudo¹

¹ 農業環境技術研究所

¹ NIAES

Nitrous oxide plays important roles in atmospheric chemical processes. Nitrous oxide is known as a greenhouse gas, and is one of several gases responsible for global warming. In addition to its contribution to global warming, nitrous oxide plays the most important role in ozone depletion in the stratosphere.

Agricultural soils is major source of atmospheric nitrous oxide. Because N fertilizer stimulates these N oxide gases emission derived from both nitrification and denitrification processes in soils. However, the strength of its still have a large uncertainty. The rates at which nitrous oxide emission is induced by fertilization widely ranged 0.003 ? 0.03 (IPCC, 2007). Its variation was considered to depend on fertilizer types, plant species, soil types and the environmental factors during measurement period. However, there are fewer reports on nitrous oxide emission from organic fertilizer application than from chemical fertilizer application. To investigate the effect of organic fertilizer application on nitrous oxide flux, a wider variety of organic materials needs to be assessed.

In this study, to quantify the various organic materials and various nitrogen fertilization effect on nitrous oxide flux, we develop a hierarchical Bayesian model. We modelled N oxide gases flux assumed as lognormal distribution and incorporated random effect in block (chamber position) to take the variability of flux into account. By using this model, we quantify the response of nitrous oxide flux with various organic materials application from lysimeter field to the environmental factors. Also, this approach enables to quantify uncertainty, which is represented as probability density functions.

In the presentation, we will discuss about the difference in response of nitrous oxide flux among application of organic materials .

キーワード: 亜酸化窒素フラックス, 階層ベイズモデル

Keywords: Nitrous oxide flux, Hierarchical Bayes model

ミミズのフンにおける窒素動態: 土壌のN₂O生成ホットスポットとしての可能性 Nitrogen dynamics in earthworm casts: possible hotspot of N₂O production in soil

小林 嵩丸^{1*}, 木庭 啓介¹, 川口 達也², 金子 信博², 徳地 直子³, 楊 宗興¹

Takamaru Kobayashi^{1*}, Keisuke Koba¹, Tatsuya Kawaguchi², Nobuhiro Kaneko², Naoko Tokuchi³, Muneoki Yoh¹

¹ 東京農工大学, ² 横浜国立大学, ³ 京都大学

¹Tokyo Univ. Agri. Tech., ²Yokohama National University, ³Kyoto University

【はじめに】

亜酸化窒素 (N₂O) は二酸化炭素のおよそ 310 倍の温室効果をもち、オゾン層破壊物質としても大きな影響をもつため、近年人間活動による N₂O の排出が問題となっている。N₂O の全球的な収支について理解されつつある一方で、それを制御する森林、畑などの地形規模における局所的な空間での N₂O 収支や、土地利用変化に伴う収支の変化は変動が大きく、わかっていないことが多い。人間活動が N₂O 生成に与える影響やその対策を考える上で、このような様々なスケール、攪乱による N₂O 生成量の変動を正確に予測することは重要である。

ミミズは土壌構造を大きく改変し、土壌における窒素・炭素循環に大きな影響を与える。先行研究によりミミズのフンでは硝化・脱窒が促進されることが報告されているものの、フンからの N₂O の生成を議論している例は少なく、フンが排泄されてからの時間経過 (Aging) に伴ってどのように N₂O の生成が変化するのか調べた例はほとんどない。本研究ではミミズのフンの培養実験を行い、pH、各種窒素、炭素濃度、微生物呼吸の経時的変化から、ミミズによって N₂O 生成がどのように変化するのか、その変化にどのような要因が関わっているのかを調べた。また、2 種類のミミズを用い、種および生息環境の違いによる影響を調べた。

【実験方法】

神奈川県鎌倉市の鎌倉中央公園にて、クソミミズ (*Amyntas hupeiensis*)、ノラクラミミズ (*Metaphire megascolioides*) の 2 種類のミミズと土を採取し、実験室内で 3 日間飼育した。それぞれの種から得られたフンと採取した土を、5g ずつ別々のバイアル瓶に分取し、暗室 20℃ で培養した。培養開始から 0、1、4、10 日後に N₂O 生成速度を測定した。N₂O 生成速度の測定後、バイアル瓶内のサンプルを分割し、pH、C/N 比、NH₄⁺、NO₃⁻、TDN (Total Dissolved Nitrogen)、TOC (Total organic carbon) 濃度を測定した。4、10 日間培養のサンプルでは培養期間中の微生物呼吸量 (CO₂ 放出速度) も測定した。N₂O 生成速度、NH₄⁺、NO₃⁻、TDN、TOC の測定値は、フンまたは土の湿重量あたりの濃度として算出した。

【結果と考察】

土からの N₂O 生成速度は培養期間を通して -0.004 μgN/g/day から 0.004 μgN/g/day の間で推移し、ほぼ一定であった。クソミミズのフンからの N₂O 生成速度は、0 日培養で 0.023 μgN/g/day、10 日培養で 0.005 μgN/g/day であった。ノラクラミミズのフンでは 0 日培養で 0.147 μgN/g/day、10 日培養で 0.027 μgN/g/day であり、クソミミズよりも高い値を示した。いずれの種から排泄されたフンでも N₂O 生成速度は土に比べて有意に高く、土壌全体からの N₂O 生成にミミズによるフンの排泄が寄与している可能性が示された。また、フンからの N₂O 生成が特にフンの排泄直後は高く、時間経過に伴って低くなる傾向が見られた。

時間経過に伴う pH の低下、NO₃⁻ 濃度の増加はいずれの種のフンでも見られた。フンにおける pH の減少と NO₃⁻ 濃度の増加には相関が見られ、硝化に伴う pH の低下が示唆された。

NH₄⁺、TDN 濃度はそれぞれの種のフンで異なった挙動が見られた。クソミミズのフンでは NH₄⁺、TDN 濃度ともに 4、10 日後に上昇が見られた。ノラクラミミズのフンでは NH₄⁺ 濃度は時間に伴う減少傾向を、TDN 濃度は培養期間を通してほぼ一定の傾向を示した。既存研究では NH₄⁺ 濃度の減少傾向が示されており、クソミミズのフンにおいて活発なアンモニウム化成や粘液の付着など、NH₄⁺ 濃度の増加に関わる現象があった可能性がある。微生物呼吸はいずれの種のフンでも全体的に土に比べて高い値を示した。TOC 濃度はいずれの種のフンでも 0 日から 1 日の間で急激な減少が見られ、その後緩やかな減少を示した。

いずれの種でも、フンにおける N₂O 生成速度と TOC の間には相関が見られ (クソミミズで r²=0.61、ノラクラミミズのフンで r²=0.47)、TOC の減少に伴って N₂O 生成が減少した可能性が示された。ミミズのフンでは排泄後から微生物活動や微生物数が徐々に減少することが知られており、その理由として微生物にとって利用可能な炭素量の減少や微生物構成の変化などが考えられていた。本研究により炭素量の減少が制限要因となっている可能性が示された。

キーワード: ミミズ, フン, 窒素動態, 亜酸化窒素 (N₂O)

Keywords: earthworm, cast, nitrogen dynamics, nitrous oxide (N₂O)

MIS023-P08

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

森林流域における蛇紋岩通過時における渓流水中硝酸イオンの有機化 Conversion of nitrate to dissolved organic nitrogen in stream water through serpentinite bedrock in a forested watershed

智和 正明^{1*}, 井手 淳一郎², 東 直子¹, 丸野 亮子¹, 大槻 恭一¹
Masaaki Chiwa^{1*}, Jun'ichiro Ide², Naoko Higashi¹, Ryoko Maruno¹, Kyoichi Otsuki¹

¹九州大学演習林, ²山梨大学国際流域環境研究センター
¹Kyushu University Forest, ²International Research Center for River

The concentration of NO_3^- in stream water has been elevated in forested watersheds due to chronic atmospheric nitrogen (N) deposition over the last few decades. N saturation in forested ecosystems, defined as an excess of N deposition supply over biotic demand, results in significant N leaching from forested watersheds. Recent studies, however, indicated that chronic high N deposition has had variable effects on stream water NO_3^- concentrations across the northeastern United States. This is because many factors affect NO_3^- leaching from forested watershed.

In this study, to test the hypothesis that passing groundwater through different bedrock causes a marked difference in the nitrate (NO_3^-) concentration in baseflow stream water, two nearly adjacent watersheds, site O (serpentinite and chlorite schist: NO_3^- 55 $\mu\text{mol L}^{-1}$) and site S (amphibolite: NO_3^- 113 $\mu\text{mol L}^{-1}$), were investigated and the underlying mechanism affecting NO_3^- concentration as groundwater passes through bedrock was identified. The conversion of NO_3^- to dissolved organic nitrogen (DON) in groundwater as it through bedrock could be the primary reason for the lowered NO_3^- concentration at site O. Plausible mechanisms could be NO_3^- reduction to nitrite (NO_2^-) by reduced metals, such as iron, chromium, and nickel found in serpentinite bedrock and the subsequent reaction of NO_2^- with dissolved organic matter to produce DON. The results from this initial study showed that certain bedrocks can reduce NO_3^- concentrations in stream water by converting groundwater NO_3^- to DON.

キーワード: 窒素飽和, 窒素流出, 有機化, 森林流域, 蛇紋岩

Keywords: Nitrogen saturation, Nitrogen leaching, Conversion, Forested watershed, Serpentinite

MIS023-P09

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

皆伐・再造林されたスギ人工林の成立に伴う溶存態有機物の変化 Changes in dissolved organic matters in streamwater during a stand development of Japanese cedar plantations

福島 慶太郎^{1*}, 徳地直子¹, 井上泰男², 大塚泉², 福崎康司², 吉岡崇仁¹
Keitaro Fukushima^{1*}, Naoko Tokuchi¹, Yasuo Inoue², Izumi Ohtsuka², Koji Fukuzaki², Takahito Yoshioka¹

¹ 京都大学フィールド科学教育研究センター, ² 京都大学大学院農学研究科

¹FSERC, Kyoto Univ., ²Graduate School of Agr. Kyoto Univ.

森林生態系内にはさまざまな形で有機物が存在しているが、中でも土壤中に存在する低分子化し可溶となった溶存態有機物 (DOM) は、森林土壌において分解者である微生物のエネルギー源として重要な役割を担っている。土壌中での微生物の活動は、有機物の分解無機化硝化や脱窒など、森林生態系での炭素窒素循環に深く関わるため、森林生態系の物質生産・物質循環機構に重要な影響を与えていると考えられる。また、DOM は渓流水中にも含まれ、森林から流出する炭素・窒素の形態としても無視できない。本研究ではスギ人工林を対象として、渓流水中に含まれる DOM の濃度および三次元蛍光特性に着目し、森林生態系における DOM の動態について検討した。本研究で用いたスギ人工林は、集水域単位で施業が行われており、水質と林齢との関係を把握することが可能である。この特徴を生かし、スギ人工林の皆伐およびその後の成立に伴う DOM の変化を調査し、DOM の規定要因について考察を行った。

調査地は、奈良県十津川村にある総面積約 240ha のスギ人工林 (一部ヒノキ) を用いて行った。集水域単位で林齢が異なり、伐採直後から 90 年生までのスギ林が隣接して存在する人工林で、各森林から流出する渓流水は、スギの林齢を反映したものと考えられる。伐採直後 (0 年生) と、4,6,16,28,31,38,42,90 年生の 9 つの集水域から得られた渓流水を 2005 年から 2006 年にわたって採取し、現地において 0.45 μ m フィルタでろ過を行った。これらのサンプルの溶存有機態炭素・窒素 (DOC・DON) 濃度、蛍光特性を測定した。蛍光特性は三次元分光蛍光光度計 (日立製作所製 F-4500) を用いて測定した。三次元蛍光スペクトルはキニーネ単位 (QSU) に補正し、milliQ 水の三次元スペクトルを各サンプルのものから差し引いた。その上で PARAFAC 解析を行って、DOM の画分を推定した。

DOC 濃度は伐採直後に最も高く、38 年生まで緩やかに低下し、42,90 年生ではわずかに上昇した。またフルボ酸様のピーク強度が DOC 濃度と同様の傾向を示したが、タンパク質様ではそのような傾向は見られなかった。タンパク質様は DON と弱い正の相関が認められた。伐採という攪乱の影響が DOC 画分のうちフルボ酸様物質で顕著であったことと、森林の成立過程の、特に 40 年生以降でフルボ酸様の蛍光強度が増大したことから、伐採に伴う腐植の流出と森林の成立に伴う腐植の蓄積が DOC 濃度やフルボ酸様物質の流出を引き起こしていることが示唆された。森林の伐採及び成立に伴って流出する DOC の量・質の変化から、窒素循環様式への影響も考えられ、今後は窒素循環とあわせて更なる検討が必要である。

キーワード: 溶存態有機物, 蛍光特性, スギ人工林, 林齢, 渓流水質

Keywords: Dissolved organic matter, Fluorescence, Japanese cedar plantation, Stand age, Streamwater chemistry

由良川河口域における溶存有機物の光学的特性および溶存鉄の濃度分布 Distribution of dissolved iron concentration and optical characteristics of DOM in the estuarine water of Yura River

福崎 康司^{1*}, 渡辺 謙太¹, 福島 慶太郎², 山下 洋², 吉岡 崇仁²

Koji Fukuzaki^{1*}, Kenta Watanabe¹, Keitaro Fukushima², Yoh Yamashita², Takahito Yoshioka²

¹ 京都大学大学院農学研究科, ² 京都大学フィールド科学教育研究センター

¹ Graduate School of Agr., Kyoto Univ., ² FSERC, Kyoto Univ.

1. はじめに

河川を通して陸域から供給される物質は河口沿岸域の生物活動に対し大きな影響を与える。水圏の基礎生産を担う植物プランクトンにとって、鉄は必須の元素である。しかし、好氣的な環境において鉄は難溶性の水酸化物を形成するため、生物にとって利用可能な溶存態の鉄は不足しやすい。また、僅かに溶存する鉄も大部分が溶存有機物 (Dissolved organic matter, DOM) との錯体として存在することが知られている。

DOMは金属との錯形成や元素の吸脱着により、物質の輸送過程に影響を与えるだけでなく、微量金属元素の生物にとっての利用可能性にも影響を与える。また、その作用はDOMの組成・構造によって大きく異なると考えられる。従って、DOMの量的な分布を明らかにするとともに、質的な評価を行なうことが重要である。しかし、DOMの質的な情報に着目し、その分布と挙動を明らかにした研究は少ない。そこで、本研究は、生物生産の場として重要な河口沿岸域において河川中の溶存鉄の濃度分布とDOMの光学的特性を明らかにすることを目的とした。なお本研究は京都大学フィールド科学研究教育センター・木文化プロジェクトの一環として行なわれている。

2. 材料と方法

本研究は京都府北部に位置する一級河川由良川の河口域を対象に行なった。河口から約16km上流までの間に6定点を設定し、それぞれの定点に対し2または3水深の河川水を採取した。2010年7月17日、8月19日、11月18日、2011年1月21日の4回調査を行なった。採水には酸洗浄した2Lのポリエチレン製ボトルを使用した。採水時にEC、pH、水温を測定した。鉄測定用の河川水試料は、酸洗浄したガラス繊維ろ紙 (Whatman, Type GF/F) でろ過し、SCC (Surface Contamination Control) ポリプロピレン製広口びんに保存した。試料採取後、濃HNO₃を加えてpHを2にして分析まで冷蔵保存した。溶存鉄濃度は、誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP-AES) を用いて測定した。有機物分析用の河川水試料は450℃で処理したガラス繊維ろ紙 (Type GF/F) でろ過し、全有機炭素計 (TOC-V CSH, 島津製作所) を用いて溶存有機炭素 (DOC) 濃度を測定し、蛍光分光光度計 (F-7000, 日立ハイテクノロジーズ) を用いて三次元蛍光スペクトル (EEM) を測定した。蛍光強度はラマン補正による標準化を行った後、Parallel Factor (PARAFAC) 解析にかけ、ピーク成分を分離した。

3. 結果と考察

由良川河口域の溶存鉄濃度は採水日ごとに大きく異なり、出水直後 (7月17日採水) には54ppb~86ppb、平水時 (8月19日、11月18日採水) には8~32ppbであった。ECの結果から8月、11月の採水時には塩水遡上があったことが示された。高塩分層の溶存鉄濃度は約9~15ppbで、丹後海海水の鉄濃度 (未発表) よりも高く、河床からの溶出等、陸域からの流入以外にも鉄の供給源が存在することが示唆された。またDOC濃度は約0.6~1.4ppmであった。PARAFAC解析により分離されたピークのうち、腐植様ピークを持つ成分、ピークA (395nm/480nm, Ex/EM) とピークB (345nm/435nm) の比 (A/B) が底層で高い傾向があり、特に塩水遡上があった8月、11月サンプルにおいてその傾向が顕著であったことから、沿岸域から長波長側にピークを持つ有機物成分が河川内に流入してきている可能性が示唆された。ポスターでは2011年の春季調査の結果も含めて議論する予定である。

4. 謝辞

堤直人、相本道宏 (新日本製鐵株式会社) の両氏には測定法に関するアドバイスや、ICP-質量分析計による測定結果の提供を受けた。ここに記して感謝申し上げる。

キーワード: 溶存有機物, 溶存鉄, 三次元蛍光分析, 河川水質, 塩水遡上

Keywords: Dissolved Organic Matter, Dissolved iron, EEM-PARAFAC analysis, Water quality, Salt-wedge intrusion

3次元励起蛍光光度法と parallel factor analysis を用いた溶存有機物の動態評価 Characterizing the dynamics of dissolved organic matter by fluorescence spectroscopy

山下 洋平^{1*}, Oliva Pisani², Rudolf Jaffe²
Youhei Yamashita^{1*}, Oliva Pisani², Rudolf Jaffe²

¹北海道大学大学院地球環境科学研究院, ²Florida International University

¹Hokkaido University, ²Florida International University

天然水中には孔径 0.2~0.7 μm の濾紙を通過する画分に含まれる溶存有機物が存在し、その大部分は非生物態有機物である。海洋における溶存有機物は全量で 680 PgC と地球表面の最大級の還元型炭素プールを構成する。一方、陸域水圏における溶存有機物の存在量は海洋と比較すると小さいものの、河川・湖沼・湿地帯において溶存有機物は生成（供給）分解し、炭素循環と深く関わっている。陸域水圏における溶存有機物の生成（供給）および分解の全球規模でのフラックスに関する知見はないものの、これらのプロセス・フラックスに関する知見は陸域炭素循環のより良い理解のために必須である事が認識されつつある。また、溶存有機物は、微量金属との錯形成能を有する、水圏における光環境をコントロールする 1 要因である、微生物への栄養源である、など生物地球化学サイクルを考える上で重要な要素である。

近年、陸域水圏において大気降下物の変化、土地利用の変化など環境変動に伴う河川・湖水中の溶存有機炭素濃度（溶存有機物の量的指標）の変動が報告されている。しかし、これらの変動メカニズムの詳細は明らかでない。有機物の挙動は有機物種によって異なる。従って、陸域水圏における溶存有機炭素濃度の変動をはじめとした溶存有機物動態の変動を明らかにするには、溶存有機物の量的評価に加え、その化学的性質を明らかにする事（質的評価）が必要である。特に、溶存有機炭素濃度と時間的・空間的に同解像度で分析可能な質的評価法が必要である。

蛍光光度法はハイスループットな手法であるため、陸域水圏・沿岸域・海洋における溶存有機物の化学的評価、動態解析に古くから用いられている。また、3次元励起蛍光光度法を用いる事により、広範囲な波長域における溶存有機物の蛍光特性を評価する事ができ、タンパク質様物質、腐植様物質と化学的性質の大きく異なる 2 種の成分を同時に評価可能である。タンパク質様蛍光は蛍光特性を示す芳香族アミノ酸に由来するとされており、また、溶存有機物中の生物学的易分解性成分の指標となる事も報告されている。一方、腐植様蛍光は主に土壌起源有機物に由来する。このように、3次元励起蛍光光度法を用いる事により、化学的性質および挙動の大きく異なる 2 種類の有機物を同時に、かつ簡便に評価する事が可能である。更に、近年、溶存有機物の 3次元励起蛍光スペクトル解析に導入された多変量解析的手法である parallel factor analysis を用いる事により、複数の蛍光成分の混合スペクトルである 3次元励起蛍光スペクトルを統計学的にいくつかの蛍光成分へと定量的に分解する事ができる。この事は、複雑な腐植様有機物を含む陸域水圏における溶存有機物の質的評価に極めて有効である。

本講演では、蛍光光度法、特に 3次元励起蛍光光度法と parallel factor analysis の組み合わせを用いた溶存有機物の動態解析について紹介する。また、本手法を用いた研究の一例として、光照射に伴う粒子状有機物から溶存有機物への移行に関して評価した研究を紹介する。本研究では、米国フロリダ州エバークレーズ湿地帯の淡水域および汽水域で採取したフロック（floculent particulate organic matter; 水柱と堆積物の境界面に存在する粒子状有機物）に人工太陽光を照射し、光照射に伴うフロックから溶存有機物への移行を評価した。光照射実験と対照実験を比較した結果、溶存有機炭素濃度は光照射実験において高く、光照射に伴い粒子状から溶存態への有機物の移行が起こる事が明らかとなった。また、3次元励起蛍光スペクトルと parallel factor analysis を用いて光照射に伴い溶存態化した有機物の化学的性質を評価した結果、タンパク質様蛍光物質及び腐植様蛍光物質がフロックから溶存態化する事、溶存態化した蛍光性有機物中、最大 70% は陸起源腐植様蛍光成分であり、タンパク質様蛍光成分は最大 16% である事が分かった。

キーワード: 溶存有機物, 蛍光特性

Keywords: Dissolved organic matter, Fluorescence characteristics

MIS023-P12

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

植物によるケイ酸塩鉱物中の希土類元素の取り込みと共生菌根菌 Difference in sources of rare earth elements in plants depending on type of infected fungi

高田 理恵^{1*}, 赤木 右¹, 三浦 智洋²

Rie Takada^{1*}, Akagi Tasuku¹, Tomohiro Miura²

¹ 九大院・理・地惑, ² 東京農工大院・農

¹ Kyushu univ., ² Tokyo univ. agricul. & technol.

近年、“植物の存在によって鉱物の風化速度が増大する”という報告が数多くなされている。

このような植物による風化は、植物が成長に必要な無機元素を直接的に鉱物から摂取しようとするために起こると考えられる。(鉱物の溶解に直接作用するのは、植物の根に共生する菌根菌であることが報告されている。)

本研究では、その過程において植物が同時に摂取すると考えられる希土類元素(特に Nd 同位体比 & Eu anomaly)を指標として、植物が風化した鉱物およびその風化過程の推定を試みた。

フランス北東部に位置する Vosges 山脈中の Strengbach 集水域において、植物試料 (Fern, Pine, Maple 等) を採取した。

植物は、全て葉部(地上部)を使用した。試料を HNO₃・HF を用いて溶液化後、溶媒抽出 (Shabani et al., 1990 および Fu et al., 2001) を行い、希土類元素を濃縮した。希土類元素の測定は、内標準元素として In を用い、ICP-MS にて行った。

Nd 同位体比については、LN レジンを用いて Nd を分離・濃縮後、表面電離型質量分析計 (TIMS) にて測定した。

本研究では、Strengbach における鉱物および土壌を端成分として、縦軸に Nd 同位体比・横軸に Eu anomaly をとった二次元図を作成し、植物試料についてプロットを行った。

土壌可溶成分または土壌溶液からのみ植物が無機元素を吸収するのであれば、植物の Nd 同位体比 - Eu anomaly 値はそれらの値と等しい地点にプロットされるはずである。しかし、いくつかの植物の値は、土壌可溶成分・土壌溶液よりも鉱物に近い地点にプロットされ、鉱物からも無機元素の吸収が行われていることを示唆した。

また、植物ごとの差に着目すると、植物種に特異的な菌根菌が異なることによって風化の対象となる鉱物も異なる可能性があることが示された。

キーワード: 希土類元素, 植物 - 菌根菌, 化学風化, ケイ酸塩鉱物, Nd 同位体比, Eu anomaly

Keywords: rare earth elements, plant - mycorrhizal fungi, chemical weathering, silicate mineral, Nd isotope ratio, Eu anomaly

MIS023-P13

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

炭化樹皮による水銀汚染のモニタリングと水銀汚染史解明に関する基礎的研究 Monitoring of mercury pollution by Carbonized tree trunk

大熊 明大^{1*}, 小野 暢子¹, 佐竹 研一¹
Akihiro Okuma^{1*}, Nobuko Ono¹, Kenichi Satake¹

¹ 立正大学

¹Rissho University

森林火災は年間10万件以上発生している。その中で、耐火性のある樹木は燃えた表面が炭化し、入皮に閉じ込められる。イチヨウ (Ginkgo bikoba) は全国各地に分布している。イチヨウは耐火性があり、焼かれても、表面が炭化し、焼けイチヨウとして点在している。本研究では、焼けイチヨウ炭化樹皮中の水銀濃度と単位面積あたりの水銀沈着量を測定し、水銀汚染の指標としての評価について検証し、入皮法を用いた水銀汚染史解明法への研究に発展させることを目的とした。

電気炉を使用して、イチヨウの樹皮を炭化させる場合、300℃で約1-2時間で炭化することが明らかとなった。また、室温のイチヨウ樹皮と300℃で2時間加熱し炭化させたイチヨウ樹皮の水銀濃度を測定し、炭化による水銀揮発率を調べたところ、室温の樹皮の水銀揮発率を0%とすると外樹皮は100 ± 0%、内樹皮は99.9 ± 0.2%、木質部は97.2 ± 4.3%となり、炭化樹皮中の水銀濃度は、炭化直後にはほとんど含まれていないとわかった。

史跡湯島聖堂と赤坂氷川神社の焼けイチヨウ炭化樹皮中の水銀濃度と単位面積あたりの水銀沈着量を測定した結果、最外部で最も高い値を示し、内部へ向かにしたがって減少した。炭化によって樹皮中の水銀は100%近く揮発してしまうことから、炭化樹皮中の水銀は大気由来の水銀であることがわかり、炭には孔が多数存在することから、気流や雨水の浸透にしたがって乾性沈着や湿性沈着し、内部まで蓄積されたものだと考えられる。そのため、炭化樹皮を指標として水銀汚染のモニタリングをする場合、最外部から最内部までの水銀濃度と単位面積あたりの水銀沈着量を測定する必要があると考えられるので、研究を続けていく必要がある。

キーワード: 水銀, 炭化樹皮, モニタリング

Keywords: Mercury, Carbonized tree trunk, Monitoring

MIS023-P14

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

多周波数電磁探査による土壌環境管理の影響評価と潜在的汚濁負荷の推測 EM Sounding Characterization of Land Management toward Estimation of Potential Pollutant Load from Non-point Sources.

川原まどか¹, 森 也寸志^{1*}, 井手 淳一郎², 宗村広昭¹
Madoka Kawahara¹, Yasushi Mori^{1*}, Jun'ichiro Ide², Hiroaki Somura¹

¹ 島根大学, ² 山梨大学

¹Shimane University, ²Yamanashi University

流域水環境における水質悪化の原因の1つとして、森林や農地から排出される汚濁物質が挙げられる。これら汚濁物質の流出抑制には、流域全体の特性を調査・管理することが望まれる。一般に、面源汚濁量の計測や流出過程の解明には、河川水や暗渠排水の採水及び農林地の土壌を採取して分析することが多い。これらの調査は、汚濁負荷の流出過程の解明に大きな成果を残してきたが、大変な労力と時間を要する上、土壌の採取深さや採水場所が限られてしまう。そこで、課題解決のひとつの方法として、多周波数電磁探査を用いることを考えた。多周波数電磁探査は、非破壊かつ迅速に深部まで土壌調査を行う事が出来る。本研究では、多周波数電磁探査機を用いて電気伝導度(EC)を測定し、土地管理の違いに影響された土壌環境の特徴抽出を試みた。電気伝導度マップを作成すると従来法と同様な傾向を示し、水田連作に比べて田畑輪換の間隔が長いほど表層の電気伝導度が低くなるという結果が得られた。また、森林においては農地由来の林地で間伐遅れが見られるときに特に表層の電気伝導度が高くなった。これは表層土壌の可溶性塩類の多寡を示しており、営農管理や流域における面源負荷源の調査に有効な情報を与えることが分かった。

キーワード: 電磁探査, 土壌環境, 汚濁負荷, 流域

Keywords: EM sounding, Soil environment, Pollution load, Watershed

MIS023-P15

会場: コンベンションホール

時間: 5月22日 16:15-18:45

数値実験を用いた仮説駆動型フィールド研究の試み Hypothesis-driven field monitoring by using numerical experiments

大西 健夫^{1*}, 久田重太², 千家正照², 伊藤健吾²
Takeo Onishi^{1*}, Shigeta Hisada², Masateru Senge², Kengo Itoh²

¹ 岐阜大学流域圏科学研究センター, ² 岐阜大学応用生物科学研究科

¹RBRC, Gifu Univ., ²Fac.Applied Biol. Sciences, Gifu Univ.

地球規模や地域規模での環境変動下における複雑な生物地球化学プロセスの応答や時間的变化を明らかにするために、フィールドにおけるモニタリング研究と複雑なプロセスを統合したプロセスモデルによる数値実験とを有効に組み合わせることが必要不可欠である。過去10年における計算機の飛躍的な演算処理能力向上により、複数の仮説から演繹的に導出される推論にもとづき、より効果的なモニタリング地点の設定にもとづいたモニタリング研究を行うことが可能となりつつある。本報告では、このような研究フレームワークにもとづいて現在進めつつある研究の実例を報告し、今後の課題を明らかにする。

研究の対象とした現象は、溪流からの硝酸態窒素濃度の変動特性である。岐阜県下呂市に位置する位山演習林（岐阜大学応用生物科学部）では、3年間にわたって隣接する植生の異なる流域（針葉樹林と落葉広葉樹林）からの流出水量と渓流水質（T-N, T-P, NO₃⁻）がモニタリングされている。その結果、両流域には水量・水質ともに顕著な相違が見られ、特に、NO₃⁻濃度は広葉樹林に比べて針葉樹林で顕著に高い値を示すことがわかっている。今後、この相違を生み出すメカニズムを解明するために、より詳細なモニタリング研究を実施していくことを計画しているが、より効率的なモニタリングを行うための指針を得ることを目的として、いくつかのあり得る仮説にもとづく数値実験による検討を行った。数値モデルには流量の再現にタンクモデルおよびTOPMODEL、水質形成機構を考慮するのにPnETモデルを用い、モンテ・カルロシミュレーションにより関連するパラメータの不確実性を評価することにより、支配的な要因、および、考慮されていないプロセスの有無などを絞り込むことを試みた。本報告ではこれらの結果と今後の課題を報告する。

キーワード: 針葉樹, 広葉樹, 硝酸, 数値モデリング

Keywords: coniferous forest, deciduous forest, nitrate, numerical modeling