

安定同位体からみた琵琶湖堆積物における窒素循環

Nitrification and denitrification in Lake Biwa sediment viewed from natural stable isotopes

眞壁 明子 [1]; 木庭 啓介 [2]; 由水 千景 [3]; 小川 奈々子 [4]; 大河内 直彦 [5]; 豊田 栄 [6]; 吉田 尚弘 [7]; 永田 俊 [8]
Akiko Makabe[1]; Keisuke Koba[2]; Chikage Yoshimizu[3]; Nanako, O. Ogawa[4]; Naohiko Ohkouchi[5]; Sakae Toyoda[6]; Naohiro Yoshida[7]; Toshi Nagata[8]

[1] 東工大・総理工・環境創造; [2] 農工大・共科院; [3] (独) 科学技術振興機構; [4] なし; [5] 海洋研究開発機構; [6] 東工大・総理工・化学環境; [7] 東工大・総合理工; [8] 京大・生態研

[1] Environmental Sci and Tech, Tokyo Institute of Tech; [2] Tokyo University Agric Tech; [3] JST; [4] IFREE; [5] JAMSTEC; [6] Environmental Chemistry and Engineering, Tokyo Tech; [7] IGSSE, Tokyo Institute of Technology; [8] CER, Kyoto Univ

窒素は生元素であるが、自然界に大量に存在している窒素ガスは一部の生物(窒素固定生物)しか利用できないため、有機態、アンモニア態、硝酸態など、環境中で生物が利用できる窒素量は炭素などに比べると少なく、窒素は生物活性の制限要素となりやすい。湖沼生態系は陸域からの人為起源物質のシンクであるため、下水排水や農業廃水による窒素負荷の影響を受けやすく、富栄養化や飲料水中への硝酸の増加などが問題となっている。生態系内で窒素は、無機化、硝化、脱窒、同化、窒素固定などにより生物に何度も再利用されながら循環しているが、中でも微生物による脱窒過程(硝酸呼吸)は、硝酸が還元されガス態(窒素ガスや一酸化二窒素)となって系外に抜けるため、窒素負荷のかかる生態系においては自然浄化能として機能するという点で重要である。また、脱窒の基質である硝酸を生成する硝化過程も、脱窒活性を制御する要因であり、有機態やアンモニア態の窒素負荷に対しては自然浄化作用の第一段階として機能する重要なプロセスである。硝化・脱窒過程は自然浄化作用となる一方で、地球温暖化ガスである一酸化二窒素(一分子あたりの温暖化効果は二酸化炭素の約200倍)を排出するという点でも注目されている。富栄養化の評価・改善、安全な飲料水の確保、生態系の保全などの観点から、窒素負荷に対する環境応答として湖沼に流入する窒素が、湖沼内でどのように保持または除去されるのかを調べる必要がある。

安定同位体比は、反応の履歴情報を保持しており、環境中における物質の動態を追うのに有効なツールである。硝化、脱窒の基質、生成物である、アンモニアの窒素安定同位体比、硝酸の窒素・酸素安定同位体比、一酸化二窒素の窒素・酸素および窒素分子内安定同位体比を解析することにより、硝化、脱窒に関しての情報が得られると期待される。

琵琶湖は、湖水中の硝酸濃度の上昇が観測されており、富栄養化が問題となっている湖である。安定同位体比を用いた研究から、琵琶湖で脱窒が起きていることが示唆されているが、湖盆全体の物質循環に寄与するような脱窒過程は観測されていない。本研究では、富栄養化の原因となっている窒素が除去されるメカニズムである硝化、脱窒過程に着目し、湖盆全体の物質循環に重要な役割を果たしていると考えられる堆積物内での作用を調べた。サンプリングは、2004年9月及び2006年10月に琵琶湖北湖第一湖盆の90m水深地点で行われ、不攪乱柱状採泥器を用いて柱状堆積物を採取した。採取した堆積物は、マイクロセンサーを用い、溶存酸素のマイクロプロファイルを取った。また、5mmもしくは1cm毎にスライスした後、KCl溶液で窒素化合物を抽出し、硝酸の窒素・酸素安定同位体比、アンモニアの安定同位体比を測定した。

2004年9月には、溶存酸素濃度が直上水において飽和度50%以上あり、堆積物中では7mmまでに減少していた。一方、2006年10月の調査では、湖水中の溶存酸素が30%程度で、堆積物中ではわずか2mmで完全に枯渇していた。硝化、脱窒過程は酸化還元反応であり、酸素量と密接に関わっていることから、2回の観測により、窒素の物質循環と酸素の関わりを反映した結果が得られると考えられる。発表では、堆積物内での硝酸の窒素・酸素安定同位体比の解析結果を中心に、湖沼堆積物における硝化、脱窒作用について議論する。