

## 安定同位体比を用いた木崎湖低酸素層におけるN<sub>2</sub>O生成・消費機構の解析

### Biogeochemistry of nitrous oxide in the suboxic zone in Lake Kizaki elucidated by isotopomer analysis

佐々木 雄治<sup>1\*</sup>, 木庭 啓介<sup>1</sup>, 柏原 千里<sup>1</sup>, 山本 雅道<sup>3</sup>, 豊田 栄<sup>2</sup>, 吉田 尚弘<sup>2</sup>, 楊 宗興<sup>1</sup>

Yuji Sasaki<sup>1\*</sup>, Keisuke Koba<sup>1</sup>, Chisato Kashiwabara<sup>1</sup>, Masamichi Yamamoto<sup>3</sup>, Sakae Toyoda<sup>2</sup>, Naohiro Yoshida<sup>2</sup>, Muneoki Yoh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学, <sup>2</sup>東京工業大学, <sup>3</sup>信州大学

<sup>1</sup>Tokyo University of Agri. and Tech., <sup>2</sup>Tokyo Institute of Technology, <sup>3</sup>Shinshu University

#### 【はじめに】

湖沼における窒素循環の研究は、水系全体における生態学的な理解だけでなく、窒素収支モデルの構築、富栄養化などに対する環境修復を考える上でも重要であると言える。

本研究の対象である長野県大町市に位置する木崎湖では、春から秋にかけて湖水の成層が起ることで、下層の湖水が上層と混ざらなくなるため、深層では水中の溶存酸素濃度の低下が起こり、それに伴い水中での窒素循環の様相も変化する。秋の木崎湖の深層、低酸素層における硝化・脱窒両プロセスによるN<sub>2</sub>Oの蓄積(1)が明らかになっている。低酸素層における窒素循環については、木崎湖のみではなく他の湖や海洋に於いてもN<sub>2</sub>Oソースとして重要視されているが、濃度変化のみの解析や、阻害剤、基質やtracerの添加を用いた培養系での解析に留まっており、実環境中での本当に起きているプロセスであるのか疑いが残る。また、何がどのくらいという定量的な情報は少ないのが現状である。

安定同位体自然存在比とは、放射壊変などが起こらない同位体のなかで、稀有な同位体(ex.15N,18O)に対する一般的な同位体(14N,16O)との比を表している。一般的に安定同位体自然存在比は標準物質との偏差として $\delta$ <デルタ>(ex.  $\delta$  15N,  $\delta$  18O, 単位は‰)を用いて表記されるが、環境中ではしばしばその値が変動するため、物質循環プロセスの有効な解析ツールとして用いられてきている。本研究では、木崎湖における低酸素層での窒素循環について、各窒素化合物の濃度と同時に安定同位体自然存在比を用いて、これまでの知見を再検討し、より詳細に解析することを行った。

#### 【方法】

サンプリングは長野県木崎湖の湖心(最大深度28m)にて、2008年8/12~11/18において計4回、深度別に採水を行った。測定項目は水温、溶存酸素(DO)濃度、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>と溶存N<sub>2</sub>Oの濃度および窒素・酸素安定同位体比( $\delta$  15N,  $\delta$  18O)、溶存N<sub>2</sub>Oの分子内同位体分布(SP)である。N<sub>2</sub>OのSPはその生成過程により異なった値を持つと報告されており(SP≠0‰: NO<sub>2</sub>-還元由来(2))N<sub>2</sub>O生成消費に関して新しい解析ツールとして注目されている。

#### 【結果と考察】

2008年の8月から11月にかけて、木崎湖の深層(21.25m,22.5m)では[DO],[NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]の減少、低酸素層(DO≒~10 μM)での[N<sub>2</sub>O]の増加・蓄積がみられた。また、[NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]の減少に伴うNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の $\delta$  15N,  $\delta$  18O値の上昇も見られ、その上昇比 $\Delta$   $\delta$  15N/ $\delta$  18Oは、1.04であった。これらは純生培養による脱窒過程での濃縮比0.96(3)にほぼ等しく、脱窒のみが起こっており新たなNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の生成はみられなかった。

さらに、N<sub>2</sub>Oの蓄積が見られた深度において、N<sub>2</sub>Oの生成・消費時の同位体変動の報告値(4)を

用いたエンドメンバー解析を行ったところ、N<sub>2</sub>Oの生成のソースは通常の脱窒のみでは説明できず、硝化菌脱窒(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>⇒NO<sub>2</sub><sup>-</sup>⇒N<sub>2</sub>O)の寄与があることと、強いN<sub>2</sub>O還元(N<sub>2</sub>O⇒N<sub>2</sub>)が同時に起きていることが明らかになった。このことは木崎湖低酸素層でのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>減少を上回るN<sub>2</sub>の過剰生成(柏原 未発表)を説明しており、安定同位体自然存在比を用いた窒素循環解析が有効であることが同時に示された。

(1)Yoh et al. (1990) Jpn. J. Limnol.

(2)Sutka et al. (2006) Appl. Environ. Microbiol.

(3)Granger et al.(2008) Limnol. Oceanogr.

(4)Toyoda et al. in review Global Biogeochem. Cycles

キーワード:亜酸化窒素N<sub>2</sub>O,湖沼,低酸素層,安定同位体比, N<sub>2</sub>O分子内同位体分布SP,硝化菌脱窒

Keywords: nitrous oxide, lake water, suboxic zone, stable isotope ratio, N<sub>2</sub>O isotopomers (SP), nitrifier-denitrification