

東京港野鳥公園干潟域での r-IPT 法による脱窒速度の測定

東京都市大学大学院	学生会員	○佐々木 奈々
東京都市大学	フェロー	村上 和男
東京都市大学	非会員	野寄 勝己
(独)港湾空港技術研究所	正会員	桑江 朝比呂

1. はじめに

干潟は、自然の水質浄化機能が備わっていると言われている。近年、海域の水質の悪化に伴い、干潟の浄化機能に期待が寄せられ、多くの研究が行われてきているが、水質浄化機能のメカニズムすべてについては明確になっていない。本研究では過去の研究から干潟の浄化機能のなかで水質浄化機能のうちの1つである脱窒の役割は大きく、重要であると考察してきた¹⁾。そこで、脱窒について現地調査、分析を行い、脱窒速度を算出する事を目的とした。

2. 脱窒とは

図1に干潟で起こりえる、生物の死骸等の有機窒素の分解、脱窒、Anammoxの過程の例を示す。脱窒とは、式1に示す過程で嫌気性のバクテリアが還元を行い、最終的に干潟内の窒素が大気中に放出する現象である²⁾。また、脱窒と同様に水域から空气中に窒素ガスを放出する働きをするAnammox(嫌気性アンモニア酸化)は式1の様に嫌気性バクテリアによって亜硝酸をアンモニアで還元し窒素ガスに変える反応である³⁾。本研究では、脱窒速度、Anammoxの両方を算出した。なお、脱窒速度算定の方法としてAnammoxを考慮した式であるr-IPT法を使用した。

3. 調査・実験方法

本調査対象は東京湾奥部に隣接する、東京港野鳥公園・潮入りの池という人工干潟である。図2の星の地点で、各4本ずつアクリルコア(直径82mm、高さ300mm)を用い、表層10cmの底泥を直上水ごとと採取した。培養実験では、まずコアサンプルの $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ の濃度を、2本ずつ100 μM 、と200 μM と

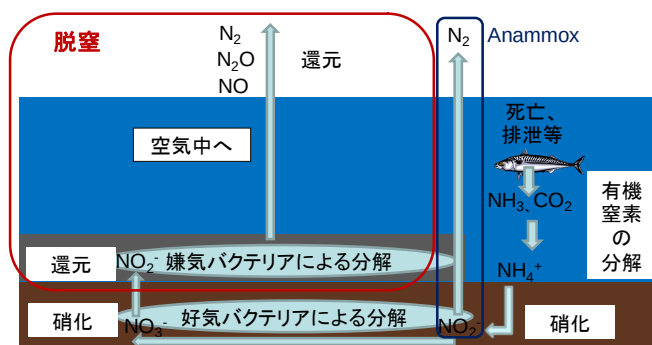


図1 有機窒素の分解過程と脱窒

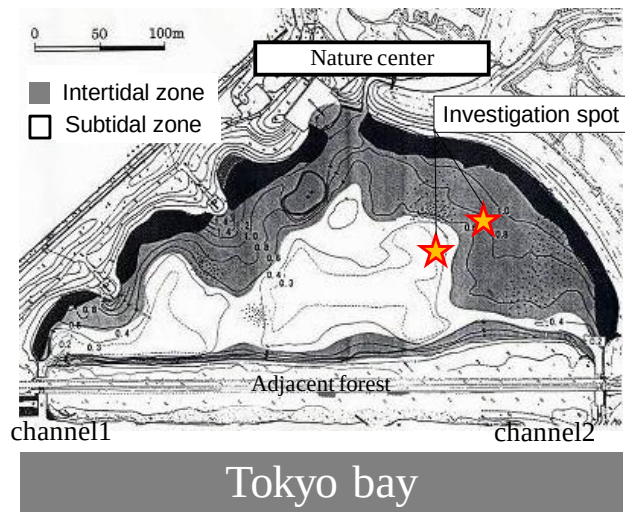
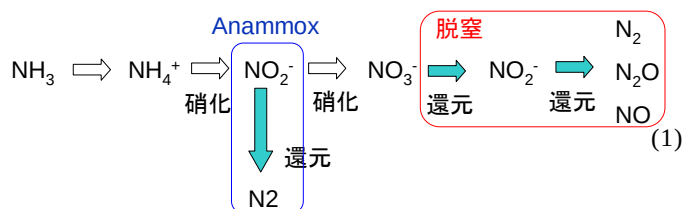


図2 東京港野鳥公園干潟とサンプリング地点

なる様に $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ 溶液を添加した。 t_1 (培養実験0時間)に潮間帯、潮下帯の100 μM 、200 μM の濃度のコアサンプルをPCパイプ(内径24mm)を用いて取り出し、スラリーを作成した。そして上水をバイアル瓶(20.1ml)に注ぎ、 ZnCl_2 で固定した。 t_1 の3時間後の時間を t_2 (培養時間3時間後)とし、同様の作業を

キーワード r-IPT, 脱窒, Anammox, 窒素安定同位体, 干潟

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL 03-5707-0104 E-mail g1081712@tcu.ac.jp

行った。また、 $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ 溶液を添加する前のコアサンプルから栄養塩濃度測定用として採水を行い、間隙水栄養塩濃度測定用として底泥を採取し、TRACCS-800 を使用して分析した。脱窒速度分析は、バイアル瓶サンプルから抽出させた窒素ガスと、分析室の Air を元素分析計(Thermo Finnigan 製 Flash EA1112)と質量分析計(Thermo Finnigan 製 DELTAplus Advantage)にかけて、窒素の安定同位体比を分析した。

4. 算出方法

Risgaard-Petersen(2003)に従って、1ml 中の大気中の窒素 mol 数を求めた。そして、サンプルの t_1 , t_2 の値の傾きから生成速度 $p^{29}\text{N}_2$, $p^{30}\text{N}_2$ ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{h}$)を出した。式 2 から $^{15}\text{NO}_3^-$ の異なる濃度の比 V を、式 3 から窒素同位体の 14 と 15 の NO_3^- の比である r^{14} を、式 4 から脱窒速度 $r\text{-IPTp}^{14}$ ($\mu\text{mol N}/\text{m}^2/\text{h}$)を、式 5 から Anammox ($\mu\text{mol N}/\text{m}^2/\text{h}$)を算出した。なお、式中の(1)は 100($\mu\text{mol}/\text{l}$)、(2)は、(200 $\mu\text{mol}/\text{l}$)の濃度に $\text{Na}^{15}\text{NO}_3$ 溶液を添加して調整したサンプルを表す。

$$V = \frac{p^{29}\text{N}_2^{(1)} + 2p^{30}\text{N}_2^{(1)}}{p^{29}\text{N}_2^{(2)} + 2p^{30}\text{N}_2^{(2)}} \quad (2)$$

$$r^{14} = \frac{p^{29}\text{N}_2^{(1)} - V \cdot p^{29}\text{N}_2^{(2)}}{2(p^{30}\text{N}_2^{(1)} - V^2 \cdot p^{30}\text{N}_2^{(2)})} \quad (3)$$

$$r\text{-IPTp}^{14} = 2 \cdot r^{14} \{p^{29}\text{N} + p^{30}\text{N}(1 - r^{14})\} \quad (4)$$

$$\text{Anammox} = 2 \cdot r^{14} (p^{29}\text{N} - 2r^{14} \cdot p^{30}\text{N}) \quad (5)$$

5. 算定結果

図 3 に結果を示す。脱窒速度は、12 月の潮間帯において 1333($\mu\text{mol N}/\text{m}^2/\text{h}$)と最大となり、6 月の潮間帯において 51($\mu\text{mol N}/\text{m}^2/\text{h}$)と最小となった。Anammox は、8 月の潮間帯において 481($\mu\text{mol N}/\text{m}^2/\text{h}$)と最大となり、6 月の潮間帯において 35($\mu\text{mol N}/\text{m}^2/\text{h}$)と最小であった。このことから、東京港野鳥公園の干潟の潮間帯は、脱窒速度や Anammox が大きく変動するという事が考えられる。脱窒速度と Anammox の比較では、全データにおいて脱窒速度の方が大きかった。間隙水中の $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ 濃度と脱窒量の比較では増減傾向が似

ていたが、Anammox と直上水 NH_4^- 濃度では逆の増減傾向になっていた。直上水の $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ と NH_4^- 濃度は、各月を通してほぼ横ばいであり、脱窒との関連は見られなかった。潮間帯と潮下帯の値で比較をすると、6 月を除き、脱窒速度も Anammox も潮下帯より潮間帯の方が大きいという傾向が見られた。

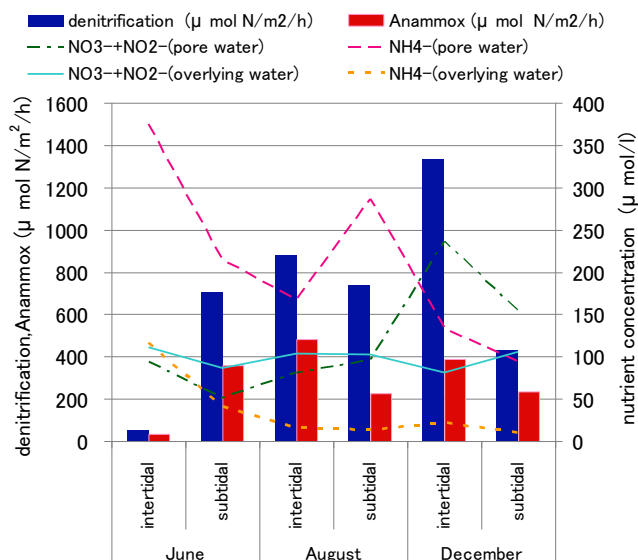


図 3 脱窒速度、Anammox と栄養塩濃度

6. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 野鳥公園の干潟は、季節により潮間帯の脱窒速度と Anammox に大きい変動が見られた。
- 2) 脱窒速度と Anammox では、脱窒速度の方が大きい値であった。
- 3) 脱窒速度と間隙水中の $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ 濃度の増減傾向が似ていたが、Anammox と直上水の NH_4^- 濃度は逆の増減傾向を示していた。
- 4) 潮間帯と潮下帯の比較では、8 月、12 月において潮間帯が潮下帯より大きい傾向が見られた。

参考文献

- 1) 秦野拓見：東京港野鳥公園干潟における窒素・リン収支の特性，修士学位論文，2009。
- 2) 硝化と脱窒(2010 年 4 月 27 日)
http://www.littlewaves.info/marine/wq_nitoro.htm
- 3) 産総研(2011 年 1 月 18 日)
<http://unit.aist.go.jp/emtech-ri/ci/e-keyword/Anammox/anammox.html>