

## 湖沼底泥の採取深度が亜酸化窒素生成ポテンシャル評価に及ぼす影響

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○石井武文 正会員 増田周平 正会員 金主鉉  
 秋田県立大学生物資源科学部 非会員 高階史章 正会員 岡野邦宏 正会員 藤林恵  
 東北大学工学部 正会員 西村修

## 1. はじめに

亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) は二酸化炭素の約 298 倍の温室効果ポテンシャルを持ち、オゾン層破壊効果をもつ物質である。気象庁によれば、2018 年時点の  $N_2O$  の大気中濃度 (約 330 ppb) は 1750 年以前の平均的な値 (270 ppb) に比べ、約 300 年で 22% 増えており、その発生量の削減が課題となっている。自然界から発生するのは、主に土壌や湖沼・海洋、河川の底泥等に生息している細菌の硝化脱窒反応によるものであり、自然発生源のうち、土壌由来のものが約 60%、湖沼・海洋由来のものが約 35% であることが知られている<sup>1)</sup>。また、Lorenzen ら<sup>2)</sup>によると、湖沼の底泥は、表層から深さ方向に溶存酸素や硝酸塩などの濃度勾配があることがわかっている。しかしそれらが  $N_2O$  の生成に及ぼす影響は不明である。そこで、本研究では底泥の深さ方向での  $N_2O$  発生量の違いを明らかにすることを目的に基礎的検討を行った。秋田県八郎湖の底泥を対象に表層から 1, 2, 3, 5 cm のサンプルを採取し、基質を添加して室内培養実験を行うことで各深さの  $N_2O$  発生量の違いを解析した。

## 2. 方法

## 2.1 底泥採取箇所および方法

採泥場所は、秋田県八郎湖の湖心付近とした。船で湖心付近に行き、船の上からエクスマンバージ採泥器で採泥した。表層から所定の深度の底泥を採取するために、1, 2, 3, 5 cm の長さの塩化ビニル製のパイプをあらかじめ製作し、それを採取した底泥の表層に埋め込み、底泥が落ちないようにパイプの底をアルミ製の板で押さえながら、このパイプを引き上げた。その後パイプごとジップロックにいれ、表層からの底泥を段階的に採取した。サンプルは各 3 本ずつ、計 12 本採取した。採泥後は保冷バッグに入れて持ち帰り、冷蔵保存した。

## 2.2 室内培養実験の方法

表 1 に実験条件および図 1 に実験系の概念図を示す。表層から 1 cm の底泥を A 系、2 cm の底泥を B 系、3 cm を C 系、5 cm を D 系とし、1 連で実験を行った。培養は 500 ml のねじ口びんで行った。これに採取した底泥をジップロック内でよくかき混ぜてから電子天秤で約 30 g となるように秤量し、蒸留水 250 ml とともに 500 ml のねじ口びんに入れた。その後、液相部分を 5 分間  $N_2$  曝気し、DO 濃度が十分に下がったことを確認してから基質として硝酸カリウム溶液 ( $KNO_3$ ) とグルコース溶液 ( $C_6H_{12}O_6$ ) を、それぞれ 2 mg-N/L、8 mg-C/L となるように添加してシリコン栓でびんにふたをした。基質添加と同時にストップウォッチをスタートさせ、0、15、30、60、120 分後にそれぞれ気相部分のガスを 15 ml 採取すると同時に、15 ml の  $N_2$  で置換した。恒温槽は 20 °C に設定した。ガスサンプルは ECD ガスクロマトグラフ (GC-14B, Shimadzu.co) で分析した。

表 1 実験条件

系	底泥の質量(g)	表層からの深度(cm)	試薬(mg/l)	
			$KNO_3-N$	$C_6H_{12}O_6-C$
A	30	1	2	8
B	30	2	2	8
C	30	3	2	8
D	30	5	2	8

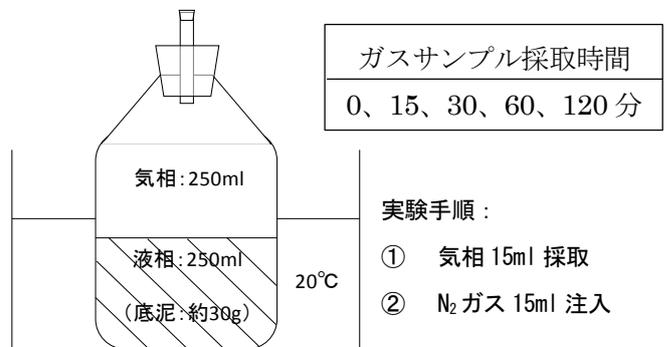


図 1 実験系の概略図

キーワード：亜酸化窒素 湖沼 底泥 生成ポテンシャル 硝化脱窒

連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校 増田周平 E-mail:masuda@akita-nct.ac.jp

また、ガスサンプルの  $N_2O$  濃度を底泥の乾燥重量あたりで評価するため、各系の底泥サンプルを  $105^\circ C$  の乾燥炉に 2 時間かけて乾燥させ、底泥の乾燥重量を求めた。

### 2.3 結果の解析方法

ECD ガスクロマトグラフより得られた各系の気相中  $N_2O$  濃度を底泥の乾燥重量で除し、単位乾燥重量あたりの  $N_2O$  発生量として評価した。また、 $N_2O$  生成速度を算出するために、各時間での気相濃度から、オストワルド溶解度係数を用いて液相内の  $N_2O$  濃度を算出した。さらに、サンプリングの際に気相を  $N_2$  で置換したことによる  $N_2O$  の濃度変化の補正を行った。液相と補正後の気相における  $N_2O$  濃度を合計し、各測定時における重量ベースの  $N_2O$  現存量を算出した。以上より、単位時間あたりの  $N_2O$  増加量を算出して  $N_2O$  生成速度とした。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 $N_2O$ 生成ポテンシャル試験結果

図 2 に各時間の、気相中  $N_2O$  濃度を単位乾燥底泥重量で除したものを示す。A, B 系では  $N_2O$  濃度はほとんど変化しなかった。一方で C, D 系では両者とも  $N_2O$  濃度の上昇が確認できたが、傾きが C 系は小さく、D 系は相対的に大きかった。なお、各系で実験開始時の  $N_2O$  濃度にばらつきが見られたが、その要因として実験開始時のびん内への大気の影響が考えられる。

### 3.2 深さ方向での $N_2O$ 生成速度の比較

図 2 の結果をもとに、全ての系の底泥の乾燥重量あたりの  $N_2O$  生成速度を算出した。その結果を図 3 に示す。A, B 系ではほぼゼロであったが、C 系、D 系それぞれでは 1.71、7.01  $ng/min/g-ds$  となった。

図 3 より、底泥の表層から 2 cm 以浅は  $N_2O$  の生成はほとんどないのに対して、2 cm 以深は深くなるにつれて多くなることが示された。さらに、D 系の  $N_2O$  生成速度は C 系のおよそ 4 倍であったことから、底泥のわずかな深さの違いが、 $N_2O$  の生成に大きな影響を及ぼすことがわかった。このことは、 $N_2O$  生成活性を支配する  $N_2O$  生成に関与する細菌が多く生息していることを意味する。今回の研究では深さ 4 cm までの底泥を採取して実験に供したため、これ以深の  $N_2O$  生成に関する情報が得られていないが、 $N_2O$  生成ポテンシャル試験に供する底泥の採取にあたっては採取深さに対する考慮が必要と考えられた。

## 4. まとめ

本研究では底泥の採取深度の違いが  $N_2O$  発生量に及ぼす影響について解析を行った。採取深度については、表層 1~2 cm では  $N_2O$  生成が行われず、2 cm 以上の深さで  $N_2O$  生成が行われていることが示された。今後の課題としては、まずは実験誤差を解消するための実験方法の再検討が必要である。今回の  $N_2O$  濃度の実験結果はかなり低濃度（大気中濃度よりも低い）であったことより、実験操作や解析など、値の取り扱いへの配慮が必要である。また底泥の深さ方向に細菌の種類や数の分布があることが示唆された。それらは、硝酸塩などの基質や DO、有機物などの供給といった直上水の環境条件に左右されることが考えられるため、底泥の  $N_2O$  生成の解析をするとともに周辺の環境条件の解析が必要であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 秋山博子, 農耕地土壌から発生する亜酸化窒素と削減技術の評価, 第 28 回土・水研究会資料
- 2) Lorenzen, et al.(1998), Biosensor Determination of the Microscale Distribution of Nitrate, Nitrate Assimilation, Nitrification, and Denitrification in a Diatom-Inhabited Freshwater Sediment, Applied AND Environmental Microbiology, 64(9):3264-3269,1998

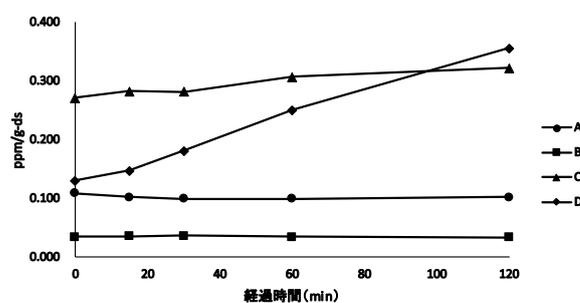


図 2 各系における気相中  $N_2O$  濃度の経時変化

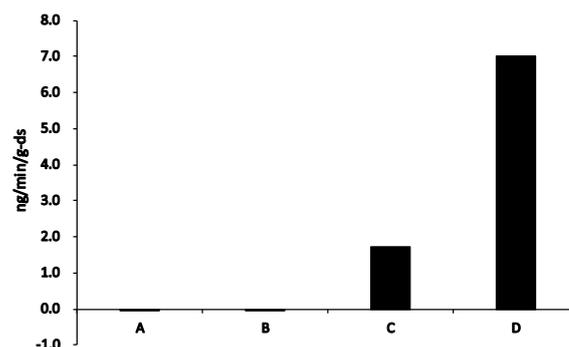


図 3 各系の底泥の乾燥重量あたりの  $N_2O$  生成速度