

馬踏川底泥を用いた亜酸化窒素生成ポテンシャルの評価試験

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○佐藤鷹俊, 正会員 増田周平

1. はじめに

亜酸化窒素 (N_2O) は地球温暖化を引き起こす温室効果ガス (GHGs) であり, オゾン層の破壊にも寄与するため, 排出量の削減が求められている物質である. N_2O の発生源は, 大別すると自然起源と人為起源に区別でき, 自然起源は自然土壌, 海洋からの発生, また人為起源は農業, 河川からの発生が主である. 現在, 人為起源である農業, 河川からの N_2O 発生量は無視できないものであることが報告されているが, 特に河川からの発生についての研究例は少ない現状にある¹⁾.

河川中の溶存態亜酸化窒素 (DN_2O) 濃度には, 河川底泥の N_2O 生成が寄与している可能性がある. 河川底泥に生息している微生物は, 有機物及び窒素を利用し硝化と脱窒を行う. 好氣的条件下では, NH_4^+ は硝化細菌による硝化作用で NO_2^- , NO_3^- へ変化するが, NO_2^- に変化する際, N_2O が生成される. また, 嫌氣的条件下では, NO_3^- は脱窒細菌による脱窒作用で還元され, 最終的に N_2 へと変化するが, その中間生成物として N_2O が生成されることが分かっている.

そこで本研究では, 河川底泥のもつ N_2O 生成ポテンシャルを明らかにするため, 特に脱 N 過程に着目し, 八郎湖流入河川の馬踏川の底泥を用いて培養実験を行った. 実験においては, 底泥の N_2O の生成量と, その生成量に影響を与える制限因子に着目した.

2. 方法

2-1. 実験対象

八郎湖流入河川の馬踏川の底泥を実験用サンプルとして選択した. 馬踏川は, 秋田県秋田市を流れる馬場目川水系の二級河川であり, 八郎湖流入河川の中では比較的汚濁の進行した河川である. 馬踏川の水質は, BOD : 7.41 (mg/L), TN : 1.9 (mgN/L), NH_4^+ : 0.23 (mgN/L), NO_2^- : 0.03 (mgN/L), NO_3^- : 0.68 (mgN/L) である. なお, この値は, 2012 年の 4 月から 9 月にかけて行った, 同研究

室の馬踏川の水質調査結果を平均したものである.

馬踏川の底泥は 2012 年 12 月 3 日 (曇り) に採取した. 採泥にはエクマン・バージ採泥器を使用した. 採取した底泥は, 研究室に持ち帰り暗所にて低温保存した. なお, 培養実験は 12 月 7 日より開始した.

2-2. 実験方法

採取した底泥を用い, 室内にて培養実験を行い N_2O 濃度の経時変化を測定した. 実験は既往の方法¹⁾を参考に行った. 40ml バイアル瓶に, 採取した底泥 5.0g と蒸留水 20ml を入れる. このサンプルに, A: グルコース溶液 (4000mgC/L), B: KNO_3 溶液 (1000mgN/L), C: グルコース + KNO_3 溶液, D: 蒸留水のいずれかを 1ml 添加し, 4 系のサンプルを作成する. このサンプルをそれぞれ測定回数 (各系それぞれ 6 回) 分用意し, 一定時間経過ごとにバイアル瓶の気相 2ml をシリンジで採取し, ECD ガスクロマトグラフにて N_2O 濃度を測定した. 測定は, 溶液添加直後 (0h), 3h, 6h, 8h, 10h, 21h 経過した時点でを行った. ECD-GC の設定条件を以下に示す. カラムは porapakQ80 (ジエールサイエンス (株)) を使用した. カラム温度は 60℃ とし, インジェクターの温度は 80℃, ディテクターの温度は 340℃ に設定した. キャリアガスは N_2 ガスを使用した. 実験の設定条件を表 1 に示す.

4. 結果及び考察

各系の DN_2O 濃度の経時変化を図 1 に示す. A: グルコース系, D: 無添加系のサンプルは大きな濃度変化が見られなかった. それに対し, B: KNO_3 添加系のサンプルは 8 時間経過頃から, また C: グルコース + KNO_3 添加系のサンプルからは 10 時間経過頃からそれぞれ高い N_2O 濃度が検出された. また, N_2O 濃度が上昇した B, C 系の N_2O 生成速度を計算した. その結果, B 系では平均値で 0.20mg/L・h, 最大値で 1.62mg/L・h (8h-10h) となった. また, C 系では平均値で 0.24mg/L・h, 最大値で 0.43m

キーワード: 八郎湖, 亜酸化窒素, 河川底泥, 溶存態, 制限因子, 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.jp

表 1 実験の設定条件

系列	対象	添加物(1mL)	測定時間
A	底泥	グルコース溶液	0h,3h,6h, 8h,10,21h
B	5.0g	KNO ₃ 溶液	
C	蒸留水	グルコース溶液+KNO ₃ 溶液	
D	20ml	蒸留水	

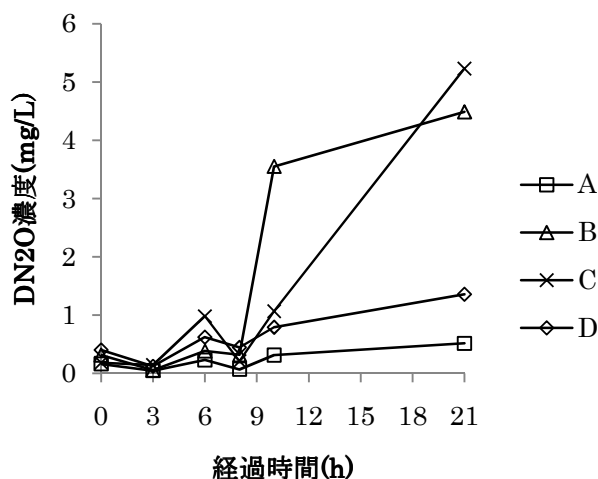


図1 各系ごとのDN₂O濃度変化

(A:グルコース系, B:KNO₃系,
C:グルコース+KNO₃系, D:無添加系)

g/L・h(8h-10h)となった。両系とも 8 時間経過時点から 10 時間経過時点までの生成速度が最大となった。また最終的な N₂O の生成量は C 系が最大であったが、生成速度においては B 系の 8 時間経過時点からの数値が最大となった。また、B 系は 10 時間経過以降生成速度が低下した。これは、底泥の有機物が脱窒反応に利用され、有機物量が減少し脱窒が進まなくなったためと推測される。

既往のデータ¹⁾と比較すると、KNO₃添加系、グルコース+KNO₃添加系のサンプルから高い N₂O 濃度が検出され、残り 2 系のサンプルからは N₂O 濃度の変化が見受けられないという傾向は同じであった。濃度についても比較すると、既往のデータの 24 時間経過時点の DN₂O 濃度は、B 系が約 10mg/L、C 系が約 90mg/L である。対して本研究の同時時間帯における DN₂O 濃度は、B 系が 4.5mg/L であり、C 系が 5.3mg/L である。また、平均生成速度、最大生成速度についても比較する。既往のデータの生成速度は、B 系では平均値で 0.38mg/L・h、最大値で 1.67mg/L・h、また C 系では平均値で 3.9mg/L・h、最大値で 3.75mg/L・h である。B 系は濃度、生成速度ともに近い値だったが、C 系は既往のデータよりも濃度、生成速度ともに低い数値であった。これは、底泥

中の有機物量の違いが影響している可能性がある。馬踏川の底泥は、脱窒細菌が脱窒過程で利用する分の有機物量が十分であるが、比較データの対象河川の底泥は、脱窒細菌が利用する有機物量が不足しており、結果 C 系の濃度に差が生じたと推測される。

以上より、河川底泥からは N₂O が生成されていることが確認され、馬踏川底泥の N₂O 生成は、硝酸性窒素が制限因子になっていることが推測された。

B 系から高い N₂O 濃度が見られたことから、底泥中には有機物が多く含まれており、硝酸態窒素を脱窒する際に利用する有機物量は十分であることが推測された。また、DO の低い嫌気環境の底泥では、従属栄養細菌の呼吸には硝酸態窒素が利用され、脱窒されることによって N₂O が生成されていることが推測された。以上より、馬踏川の底泥では硝酸態窒素を制限因子として、脱窒を介して N₂O が生成されていることが推測された。また、馬踏川の河川水には、硝酸態窒素が多く含まれているため、実際の馬踏川でも脱窒により N₂O が生成されている可能性がある。

5. まとめ

馬踏川において亜酸化窒素は河川底泥における脱窒を経て生成されており、特に硝酸性窒素が N₂O 生成の制限因子であることが推測された。馬踏川底泥中には脱窒細菌の活動源である有機物が十分に存在しているため、制限因子である硝酸性窒素が増加すると脱窒反応が起こり、N₂O の生成が促進される可能性がある。また、実際の馬踏川の河川水には、硝酸態窒素が多く含まれているため、底泥中の脱窒細菌が脱窒し、河川水中の N₂O 濃度を上昇させていることが推測された。

今後は他の八郎湖流入河川についても同様の研究を行い、他の河川底泥における N₂O 生成及び、制限因子の把握し、八郎湖流入河川系から排出される N₂O の量に対し河川底泥の生成量がどれ程関与しているのかを解明していく。

6. 参考文献

1)長谷川聖, 花木啓祐 (2006) 都市および農業地域に位置する河川からの亜酸化窒素の生成と放出, 土木学会論文集 G, Vol. 62, No1, 183-190, 2006