

Ⅶ-27

干潟の浄化能の評価 ―脱窒能の評価について―

熊本大学工学部 ○学生会員 岩橋 良憲
熊本大学工学部 非会員 登 千江子
熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1. はじめに

干潟は、河口域に比較的閉鎖的な地理条件の下に形成されているため、自然的、人為的な汚染影響を受けやすい場所でありながら、大規模な汚染はあまりみられない。このことから、干潟の浄化能は定性的に高いと評価されているものの、その浄化能を定量的に検討した研究は少ない。本研究では熊本県緑川河口域干潟の浄化能を脱窒の観点から検討し、緑川河口域干潟底泥の脱窒能の推定、脱窒への影響因子の特定を行った。

2. 研究方法

(1) 底泥サンプル

採取場所は、緑川右岸河口域において、沖合へ500m, 1000m, 1500m, 2000mの4地点で採取した。採泥には直径7.5 cm、深さ50 cmの円筒を用い、深さ30 cmまで採取し、これを表層より0~10 cm, 10~20 cm, 20~30 cmに分け、それぞれ分析を行う。採泥は平成10年7月, 9月, 11月と平成11年1月の4回行った。

(2) 実験方法

採取した底泥サンプルについて、アセチレンブロック法による脱窒活性の測定、MPN法による脱窒菌の計数、底質、水質の分析の3方向より、干潟の脱窒能の推定、脱窒への影響因子の特定を行う。

底質、水質の分析項目は以下の通りである。

底質：脱窒活性、含泥量（基底の中で粘度とシルトの占める割合）、含水率、硫化物、強熱減量、酸化還元電位
C・H・N組成、一般細菌数、脱窒菌数

水質： $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TOC、pH（水質の分析には間隙水を用いた）

◆アセチレンブロック法

脱窒とは、水中や土壌中において窒素化合物が脱窒菌と呼ばれる細菌により、ガス態の窒素に還元されることを指す。アセチレンブロック法とは、アセチレンが、この脱窒の代謝経路のうち、最終段階である N_2O の還元のみを阻害するという性質を用い、脱窒作用を N_2O 生成量として求める方法である。この方法により、各サンプルの脱窒量を測定し、地点、深さ方向での変化、底質、間隙水水質との関連をみる。この方法において、 NO_3^- 、有機物を添加するが、その添加量を変化させ、脱窒速度との相関式を決定し、実際の干潟での脱窒活性の推定を行った。また、温度による脱窒活性の変化も調べた。

3. 結果および考察

底泥及び間隙水水質と脱窒速度の関係から、脱窒速度と含泥量及び含水比の相関が高いことが明らかとなった。ここで、含水比は脱窒速度を算出する際用いるため、相関が実際よりも高く出ていると考えられる。また、含水比は採泥された試料の値であり、実際の実験時には人工海水を加えるため、実験時の値とは異なる。一方、含泥量は、底泥試料の基底の中で粘土とシルトの占める割合のものであり、実験条件下でも変化しない。さらに含泥量と含水比は非常に相関が高いことから、含泥量と脱窒活性の関係に注目した。含泥量と脱窒活性の関係を図-1に示す。含泥量が高ければ粒子が細かく、酸素の拡散が制限され、底泥内に脱窒反応に適した還元状態の部位ができやすくなること、また粒子が細かいほど有機物や栄養塩の含有率が高くなるため、脱窒速度は高くなると考えられる。

各月ごとに地点別の脱窒活性の変動をまとめたものを図-2に、含泥量について同様にまとめたものを図-3にそれぞれ示す。図-2より、沿岸よりの地点（500m, 1000m地点）で脱窒速度が高くなり、沖合の地点、特に2000m地点では低い値となった。採泥月ごとにみた場合、9月が他の月に比べ、若干低い値を示している。次に、図-3の含泥量についてみると、沿岸よりの地点で高い値を示し、9月の値が他の月に比べ低く、脱窒活性の結果と対応しているといえる。つまり、実際の干潟においても含泥量の高い傾向にある沿岸よりの地点で脱窒活性が高くなると考えられる。

実際の干潟における脱窒活性の推定を行うために、基質濃度及び温度と脱窒速度の相関式を決定した。まず、基質濃度（ $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TOC）を変化させた場合の脱窒速度の変化を調べた。例として1月の結果を図-4, 5に示す。これらの結果にMichaelis-Menten式を適応させ、各月ごとに基質濃度との相関式を決定するが、実際の干潟においては、 $\text{NO}_3\text{-N}$ とTOCの両基質が律速となると考えられるので、次式に示すように、それぞれの基質についての相関式を掛け合わせたものを相関式として用いた。

脱窒能力

連絡先：熊本県熊本市黒髪2-39-1 096-342-3544

$$V_{30} = \left(\frac{V_{mn}N}{K_{mn} + N} \right) \left(\frac{V_{mc}C}{K_{mc} + C} \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 V_{30} ：温度 30℃における脱窒速度 (mg-N/g・d)
 V_{mn} ： $\text{NO}_3\text{-N}$ が律速となる場合の最大脱窒速度 (mg-N/g・d)
 V_{mc} ：C が律速となる場合の最大脱窒速度 (mg-N/g・d)
 K_{mn} ： $\text{NO}_3\text{-N}$ に関する飽和恒数 (mg-N/l)
 K_{mc} ：C に関する飽和恒数 (mg-N/l)
 N ： $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度 (mg-N/l)
 C ：C 濃度 (mg-C/l)

次に、温度を変化させた時の脱窒速度の変化を図-6 に示す。
 脱窒速度と温度の相関式は次式で示される。

$$k_T = k_{30} \theta^{T-30} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 k_T ：温度 $T^\circ\text{C}$ における脱窒速度 (mg-N/g・d)
 k_{30} ：温度 30℃における脱窒速度 (mg-N/g・d)
 θ ：温度恒数（今回の実験の場合 1.13）
 T ：温度 ($^\circ\text{C}$)

(1) 式により得られた脱窒速度に(2)式を用いて温度補正を加えると、
 各々の採泥日での脱窒速度を推定することができる。その推定結果に
 ついて各月毎の地点別の変動を図-7 に示す。これらの結果より、実
 際の干潟において脱窒速度は温度の高い夏場の沿岸よりの地点で高く
 なることが明らかとなった。

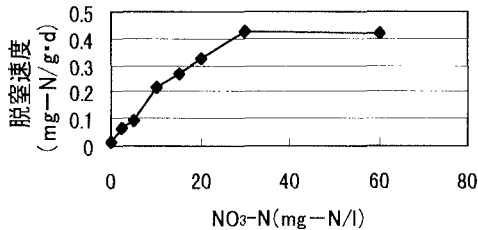


図-4 $\text{NO}_3\text{-N}$ 添加濃度と脱窒速度の関係

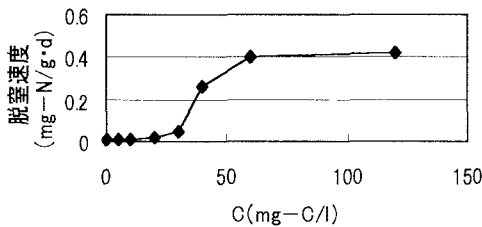


図-5 C 添加濃度と脱窒速度の関係

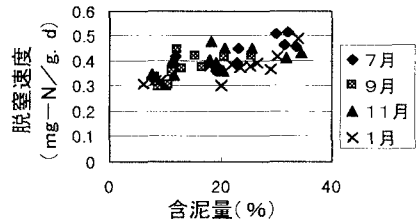


図-1 脱窒速度と含泥量

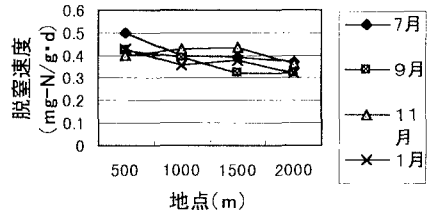


図-2 地点別脱窒速度

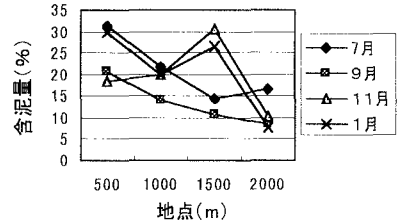


図-3 地点別含泥量

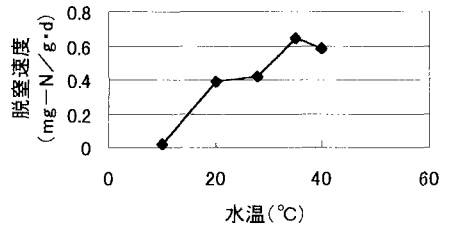


図-6 温度変化と脱窒速度

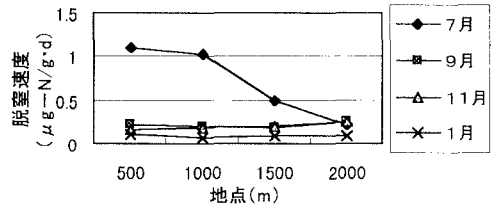


図-7 地点別の脱窒速度の変化

4. 結論

脱窒活性への影響因子として脱窒速度と最も相関が高かった含泥量が挙げられる。含泥量が高ければ粒子が細かく、酸素の拡散が制限され脱窒反応に適した還元状態になりやすいこと、また粒子が細かいほど有機物や栄養塩の含有量が高くなるのが原因していると考えられる。脱窒活性と $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TOC 濃度との相関式を実験的に決定した。また、脱窒活性は温度が 35℃までは温度上昇とともに増加する事を認め、その温度恒数を決定した。

以上の脱窒活性と $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TOC の相関並びに温度恒数から、干潟土壌の現場での脱窒能を推定し、脱窒活性は温度の高い夏場の含泥量の高い沿岸地点で高い事を明らかにした。