

VII-170

茨戸湖の底泥における硫酸塩還元菌とメタン生成菌の競合

北海道大学工学部 学○ 乗松直生子

北海道大学工学部 正 岡部聡 正 渡辺義公

1.はじめに

湖沼などの閉鎖性水域では、流入した汚濁負荷が蓄積し、富栄養化を引き起こすことが多い。富栄養化した湖沼の底泥は嫌気化していることが多く、底泥中の有機物の最終分解には硫酸塩還元菌（SRB）とメタン生成菌（MPB）が重要な役割を果たしている。SRBによる硫化水素の発生、MPBによるメタンの生成は底泥の嫌気化の指標となっており、特に硫化水素は底泥中の鉄などと速やかに反応してリンの溶出を促進し、湖沼の二次的な汚濁の原因となる。SRB、MPBの間には、その主要な基質である酢酸と H_2 をめぐる競合関係があることがわかっている。本研究では、富栄養化した湖沼の嫌気化した底層の改善のための基礎的な研究として、富栄養化の著しい茨戸湖を対象に、その生物学的な現状把握をすることを目的とする。具体的には、各調査地点でのSRB・MPBの活性を比較し、酢酸をめぐるSRBとMPBの競合関係から両者の酢酸消費について検討した。

2.実験方法

茨戸湖内の3地点から、コアサンプラーを用いてダイバーにより試料を採取した。この3地点を石狩放水路、SP2300、合流点と呼ぶ。“石狩放水路”は石狩放水路が茨戸湖に接続している地点、“SP2300”は石狩放水路の海側から2300mの地点、“合流点”は創成川等の3本の河川が茨戸湖に流入している地点である。三角フラスコに底泥を入れ、調査地点の直上水で底泥を5倍に希釈した。気相を窒素ガスで置換しフラスコ内を嫌氣的にして、30℃、暗所で振とう培養した。SRB・MPBの活性が認められてから、SRBの特異的な阻害剤として MoO_4^{2-} 、MPBの特異的な阻害剤として $CHCl_3$ を添加し、ブランク、+ $CHCl_3$ 、+ MoO_4^{2-} 、+ $CHCl_3 \cdot MoO_4^{2-}$ の系を作成した。それぞれの系において、阻害剤添加前後のメタン、 SO_4^{2-} 、各種有機酸の濃度の経時変化をみた。

3.結果・考察

嫌気的条件下での有機物分解経路は、図1のように簡略化して検討した。測定結果の一例として、11/27の合流点における酢酸の濃度変化を図2に示す。濃度は底泥湿重量当たりのモル数として表わし、グラフの傾きから蓄積速度を算出した。+ $CHCl_3$ での蓄積速度は（SRBによる酢酸生成）+（SRB以外による酢酸生成）-（SRBによる酢酸消費）に、+ MoO_4^{2-} での蓄積速度は（SRB以外による酢酸生成）-（MPBによる酢酸消費）に相当する。+ $CHCl_3 \cdot MoO_4^{2-}$ での蓄積速度は、SRB以外による酢酸生成に等しい。酢酸以外では、蟻酸、プロピオン酸、n-酪酸の蓄積が認められた。この様に、阻害剤を用いて有機物の分解経路を特定し、有機酸の蓄

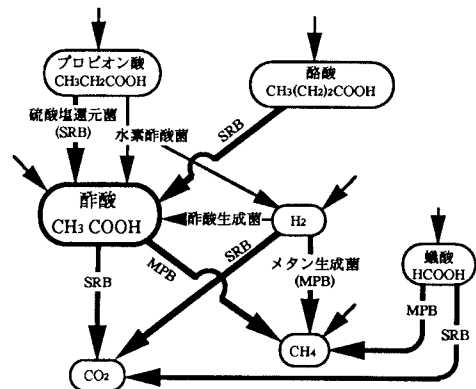


図1. 嫌気条件下における有機物分解経路

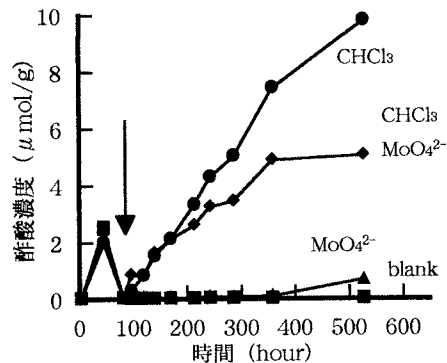


図2 酢酸濃度
[合流点 (11/27)、0~15cm]

積を系ごとに比較することによって、SRB・MPBに有機酸がどれだけ利用されていたかを推定することができる。

各調査地点での SO_4^{2-} 消費速度、メタン生成速度をまとめたのが図3,4である。メタン生成速度、 SO_4^{2-} 消費速度は合流点（11/27）でともに最も高い値となった。合流点では処理場からの放流水が流入して有機物が豊富であり、また、冬でも比較的水温が高かったため、SRB・MPBの活性が冬でも高いと考えられる。特に、表層部では SO_4^{2-} 存在下でもメタンの生成が認められたことより、酸生成、メタン生成が非常に活発であると推測される。全調査地点を通して上層と下層を比較すると、上層のメタン生成速度、 SO_4^{2-} 消費速度は下層の2～3倍となっていた。底泥の間隙水中の硫化水素、メタンの濃度の分布がともに表層の約10cm以内にピークを持つことから、酸生成の活発な上層でSRB・MPBの活性が高いと考えられる。石狩放水路では、11/27のサンプリングの前に調査地点の周辺で浚渫が行われ、底泥表層のORPは9/25では-200mVであったのが、11/27では-90mVまで上昇した。11/27でのメタン生成速度、 SO_4^{2-} 消費速度が9/25から減少しているのは、水温の低下に加えて、この浚渫によるORPの上昇、湖水の循環等の影響が大きいと思われる。

合流点（11/27）におけるメタン生成速度、 SO_4^{2-} 消費速度の基質による内訳を示したのが図5である。これをみると、酢酸の消費に伴うメタン生成、 SO_4^{2-} 消費の割合が全体の40～60%となっている。よって、SRB・MPBの両者にとって酢酸が非常に重要な基質であると考えられる。メタン生成速度では、その他の占める割合が高くなっているが、これは主に H_2 であると推測される。また、この地点ではSRBの基質として、酢酸に次いでプロピオン酸が重要である。

4.まとめ

- ・全調査地点において、底泥上層のメタン生成速度、 SO_4^{2-} 消費速度は下層の2～3倍であった。
- ・有機物が豊富で、水温も比較的高い合流点（11/27）でのメタン生成速度、 SO_4^{2-} 消費速度は、全調査地点の中で最も高い値を示した。特に、表層の15cmは、 SO_4^{2-} 存在下でもメタンの生成が認められ、酸生成、メタン生成、硫酸還元が共に非常に活発であった。
- ・合流点でのSRB、MPBは基質として主に酢酸を利用していた。

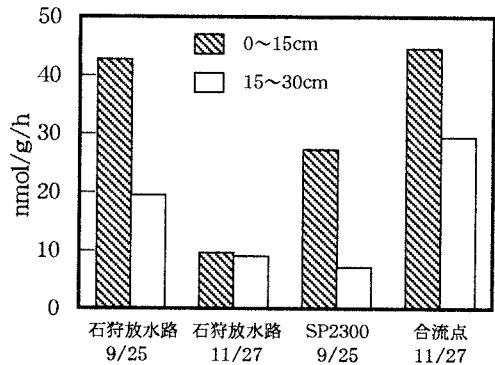


図3 SO_4^{2-} 消費速度 (SO_4^{2-} 存在下)

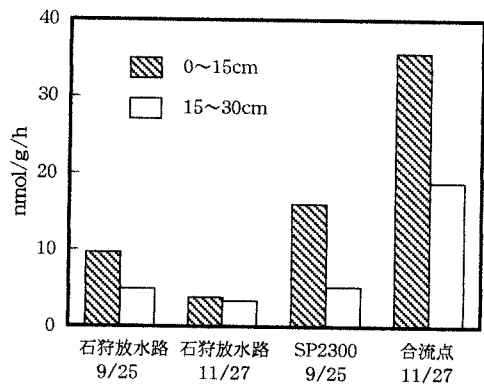


図4 CH_4 生成速度 (SO_4^{2-} 非存在下)

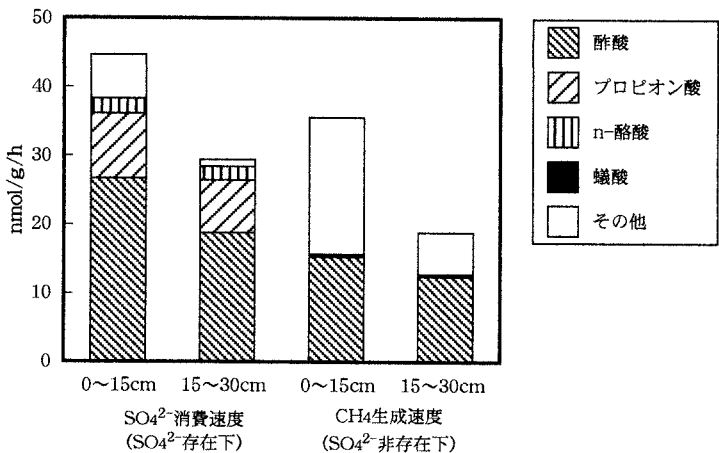


図5 合流点（11/27）における各速度の内訳