

底泥表層部におけるマイクロサイトの形成とその分布

九州大学工学部 学生員○日野 浩 学生員 井上 憲
同 上 正 員 大石京子 正 員 楠田哲也

1. はじめに

底泥層内の化学物質濃度や酸化還元電位(ORP)の鉛直分布は表層部から下層部にかけて単調な変化を示すが、底泥内部では酸素消費速度の差や酸素が供給されにくい構造などにより周囲とは環境の異なる微小な領域が形成されていると考えられる。この微小領域(マイクロサイト)は空間的にある分布をもって存在し、その比率が深さ方向に変化していくものと考えられている。マイクロサイトの明確な定義はないが、サイズは50~200 μm 程度ではないかとされている。このサイズはモデル実験による推定であり、実際のマイクロサイトはいまだ測定されていない。しかし、底泥における物質変換モデルを構築する際には、このマイクロサイトの分布を考慮しなければならない。そこで本研究では底泥層内で脱窒が生じるマイクロサイトの形成と分布について検討した。

2. 実験方法

供試底泥：佐賀県六角川の六角橋付近(河口より約11km地点)に堆積する泥を採取した。

マイクロサイトの検出：マイクロサイトの検出はテトラゾリウム塩の還元部位を指標¹⁾にした。NBT(ニトロブルーテトラゾリウム)とTTC(トリフェニールテトラゾリウムクロライド)の標準酸化還元電位の異なる2種類のテトラゾリウム塩を使用した。NBT、TTCの標準酸化還元電位はそれぞれ約-70mVと250mV(pH=7)である。NBTとTTCを底泥の乾燥質量1g当たりそれぞれ1mg、3mgを別々に加えてよく混合し(含水比250%)、直径3.5cmのアクリルパイプに約5cm充填した。これを室温20℃でインキュベーションし、経時的に観察した。

酸化還元電位：酸化還元電極として白金と銀-塩化銀の複合電極を使用し、底泥コアの中心付近でORPの測定を行った。

人工底泥コア：採取した泥を直径10cmのアクリルパイプに約10cmの厚さに充填した。その上に河川水を置き、曝気しながら室温20℃でインキュベーションを行った。河川水は泥の採取地点で採水し、0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過して用いた。経時的にコアの間隙水および直上水中の各態窒素濃度の測定を行った。

3. 結果および考察

人工底泥コア内のORPの測定結果を図-1に示す。底泥充填時の間隙水のpHは約7.2であった。4日目以後に急激なORPの低下が見られた。TTCとNBTは各々表層から2~3mm、6~7mm以下の層全体にわたって還元された。特に3日目以後は密度の高い直径0.3~1mm程度の還元部位がランダムに分布した。これは時間の経過と共に広がり、層全体にモザイク状に形成された。人工底泥コア内のチトクロム酸化酵素活性は表層2mm程度に限られていたので、酸素が供給されているのは、表層2mm程度と考えられる。底泥はその構造や構成成分により物理的・

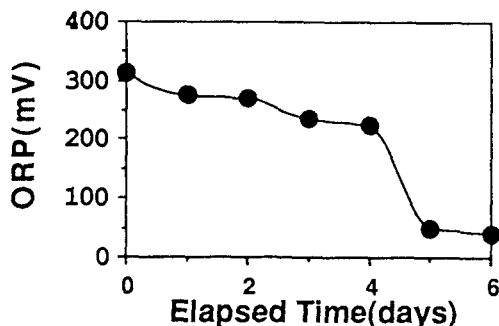


図-1 ORPの経時変化

化学的に非常に複雑な系であることから、この酸化還元部位の分布は底泥内の易分解性有機物の存在する近傍で微生物の集積が起こり、酸素消費が促進された結果であると考えられる。また、底泥内は菌体の増殖により代謝産物の蓄積も起こり、近傍の粘性が高まり溶存ガスの拡散が抑制されて酸素が供給されにくい構造に変化することが考えられる。これまでの研究ではマイクロサイトの分布をテトラゾリウム塩の還元部位を指標に検討し、その標準酸化還元電位によりおよそそのORPの推定を行ってきた。ORPは物質変換過程と密接な関係があり、そのレベルに従って硝化、脱窒、硫酸還元、メタン発酵の指標となっている²⁾。今回の実験では、ORPが200mV以上の底泥コア内に-70mV以下のマイクロサイトが共存していることが証明された。このことは底泥内において物質変換の場が空間的に分布し、種々の異なる物質変換が隣接した微小領域で生じていることを示唆している。一般的にはORPは電極による測定を行うが、底泥中のような複雑な固液混合系ではバルクとしての平均値を測定していることになり、従って微小な領域をもつと考えられるマイクロサイト内の電位を測定するには適当ではないと思われる。

供試底泥の性質および初期間隙水の水質を表-1に、またコアの間隙水の水質変化を図-2に示す。硝化はチトクロム酸化酵素活性部位である表層数mm内で生じた。人工底泥コア形成1日後のコア内の間隙水において直上水の影響を受けない1cm以深の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度との和は初期の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度との和より小さいことから、コア内の $\text{NO}_3\text{-N}$ の減少は脱窒によるものと言えるので、脱窒はマイクロサイトが分布するコア内で、充填後1日で生じたことになる。マイクロサイト内外での物質変換機能については証明されていないが、底泥内において物質変換の場が空間的に分布し、堆積後約1日内でその分布が形成されることが示唆された。

感潮域では潮汐や月齢による周期的水理変動により輸送された懸濁物質は河床表面で堆積・浮上を繰り返す、しかも堆積量の時間的、空間的変動が大きい。このような場において、物質変換機能を評価するためにマイクロサイト構造やその挙動をさらに検討する予定である。

参考文献：

- 1) 井上 憲ら：感潮河川の底泥における窒素変換のモデル化に関する基礎的研究、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第2部、pp. 944~946、1990
- 2) 栗原 康 編著：河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー、pp. 32~42、東海大学出版会、1988

表-1 人工底泥コアおよび直上水の性質

	人工底泥	直上水
強熱減量	12.6%	---
含水比	315%	---
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.82mg/l	0.82mg/l
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.01mg/l	ND
$\text{NO}_3\text{-N}$	1.41mg/l	2.37mg/l
Cl^-	3930mg/l	

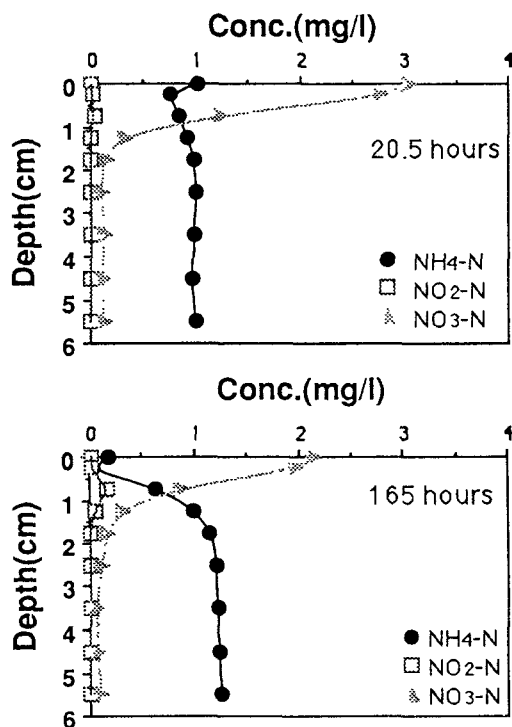


図-2 人工底泥コアの間隙水中および直上水中の各態窒素濃度