

VII-171 嫌気化した底泥におけるイオウ化合物—茨戸湖下部湖盆を例として—

(財) 電力中央研究所 正○井野場誠治

北海道大学工学部 正 岡部 聡、渡辺 義公

1. 研究背景と目的

富栄養化した湖沼の底泥は嫌気化し、硫化水素を生成していることが多い。硫化水素や硫化鉄は非常に酸化されやすく、こうしたイオウ化合物の挙動は、底泥の嫌気化、底泥からの栄養塩類の溶出と深くかかわっている。富栄養化した底泥の改善策を検討するための基礎的研究として、本研究では、富栄養化が進み、しかも汽水性を有する水域である茨戸湖下部湖盆を調査地点とし、イオウ化合物の挙動を中心とした底質の現状把握を試みた。また、直接底泥直上水をエアレーションをした時の底質変化についても検討した。

2. 茨戸湖概要

図1に示すように茨戸湖は札幌市近郊、石狩湾沿岸部に位置する三日月湖である。主な流入河川である伏古川、創成川はいずれも札幌市の下水処理放流水を含み、また、湖岸の下水処理上からの放流水もあり、下部湖盆は富栄養化が進んでいる。茨戸湖北部は生振運河によって石狩川と連結しているが、河口部に位置しているために潮位によっては海水の流入をみる事がある。このために下部湖盆は汽水性を有しており、表層水中には12mg/L程度の硫酸イオン性硫黄が存在している。

3. 研究方法

(1) 底質分析…サンプリングは1995年5月から11月にかけて計4回、内径50mmの透明アクリル製コアサンプラーを用いてダイバーにより行った。1カ所につき3～4本の採泥をおこない、いずれも乱れないサンプルを得ることができた。採泥後、生物学的分析やpH、ORP、 CH_4 、硫化物イオン濃度について

については直ちに分析をおこない、その他の分析項目については -30°C で凍結保存した試料を用いた。

(2) エアレーション実験…エアレーション装置は茨戸湖に隣接し、同様に富栄養化が進んでいる石狩放水路に設置した。曝気量は1800～3000L/min、7月末から9月はじめにかけて運転をおこなった。エアレーション開始前(5/15)、エアレーション後(9/25)にそれぞれSP2200(エアレーション地点)、SP2300(エアレーション地点から100m上流)で採泥し、底質分析をおこなった。

4. 結果および考察

4-1 茨戸底質について

<間隙水中硫化物イオン濃度と底泥中メタン濃度>

st.1には、厚さ約80～90cmの「ヘドロ」が砂層質河床上に堆積していた。ORPは表層からわずか2cmの深さで -300mV を示した。嫌気性分解における最終分解者である硫酸塩還元菌、メタン生成菌は、底泥中にそれぞれ $10^4 \sim 10^5 \text{MPN}/\text{cm}^3$ 、 $10^5 \sim 10^6 \text{MPN}/\text{cm}^3$ 存在した。

間隙水中硫化物イオン濃度と底泥中メタン濃度の分布を求めると図2のようになった。 $\text{SO}_4\text{-S}$ は直上水中でも $380 \mu\text{M}$ 程

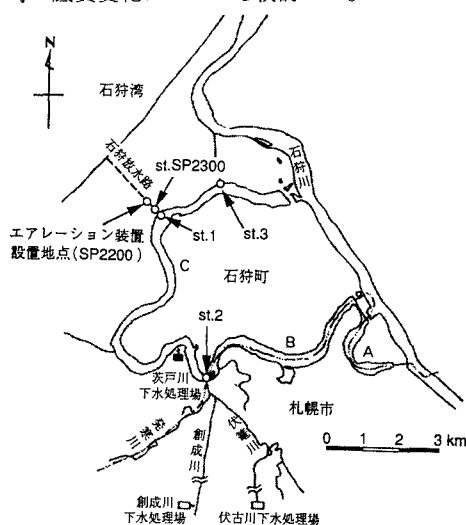
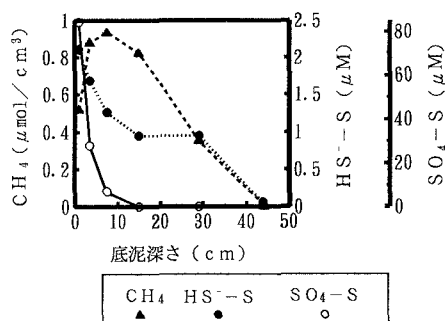


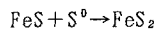
図1 茨戸湖概要

図2 底泥中 CH_4 と間隙水中 HS-S 、 $\text{SO}_4\text{-S}$

度であり、底泥表層から15cm程で枯渇した。硫化物イオンは表層部に、メタンは表層部から約10cmのところにそれぞれピークを示した。硫酸塩還元菌とメタン生成菌は電子供与体をめぐって競合を起していると思われるが、 $\text{SO}_4\text{-S}$ 存在下では硫酸塩還元菌が優先的に有機酸を消費し、 $\text{SO}_4\text{-S}$ がほぼ枯渇する深さからはメタン生成菌が優勢になったと考えられる。硫化物イオン濃度とメタン濃度のピークが接近している理由として、有機酸の生成は限られた条件下でのみ盛んであり、この有機酸生成が硫化物イオン、メタン生成を律速している可能性がある。

<硫化物濃度分布>

FeS-S 、 $\text{FeS}_2\text{-S}$ 、 S^0 の底泥深さ方向分布を図3に示す。底泥中の FeS-S 、 $\text{FeS}_2\text{-S}$ 濃度の和は $60\sim 80\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ であり、乾燥重量の1～2%を占めていた。 FeS_2 は下式



により生成するが、中性pH、低温の条件下では反応速度は小さいことが知られている。st.1における各硫化物の存在比は、

$\text{FeS-S} > \text{FeS}_2\text{-S} > \text{S}^0$ となっており、比較的新しく堆積した底泥であると思われる。

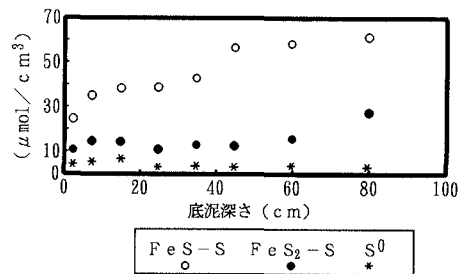


図3 底泥中硫化物濃度

<底泥酸素要求量(SOD)試験>

Wang1)らが提案した方法によって底泥酸素要求量の内訳を測定した(図4)。ここでいうSODとは、バッチ試験により求めた底泥1cmあたりの1時間酸素要求量である。st.1の底泥は、st.3のように「ヘドロ」が堆積していない底泥と比べて2～3倍も大きな値を示した。また、内訳をみると、st.1底泥のSODは活性鉄と硫化物による酸素要求量によって構成されていることがわかった。st.3ではヘドロの堆積が認められず活性鉄による酸素要求量が全体の70%程度以上を占めていた。

4-2 フィールド実験

石狩川放水路における直接直上水曝気の効果の評価するために、エアレーション前後の底泥酸素要求量を測定した。その結果を図5に示す。表層0～5cmの部位では、エアレーションをおこなう事により全SODに占める硫化物による割合が減り、代わって好気性微生物による酸素要求量が全体の約1割を占めるようになった。しかし、5～10cmの深さではエアレーション前後で大きな変化はみられなかった。また、SP2300(エアレーション地点から100m上流)では0～5cmの部位でもエアレーション前後でSODに大きな変化はなかった。

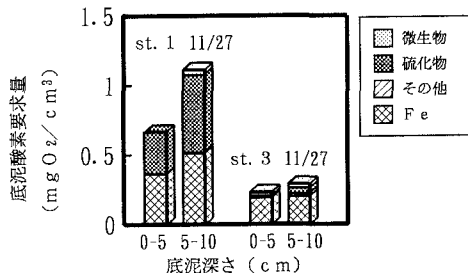


図4 SOD試験による底泥酸素要求量の内訳

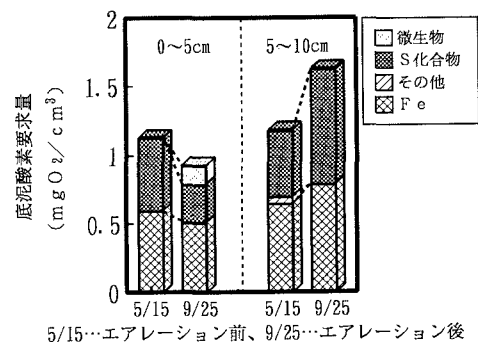


図5 エアレーションによる底泥酸素要求量の変化

5. まとめ

イオウ化合物からみた茨戸湖底質の現状として、(1)底泥中には $60\sim 80\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ 程度の硫化鉄性イオウ(FeS 、 FeS_2)を含んでおり、硫化物による酸素要求量は全底泥酸素要求量の約50%を占めていた。(2)底質改善の1つとして直上水をエアレーションすると、底泥表層部において硫化物による酸素要求量が減り、代わりに好気性微生物の活性が高くなった。

【参考文献】 1) WUNCHENG WANG: Water Research vol.14, pp.603-612(1980)