

閉鎖性海域の環境創生プロジェクト研究

硝酸塩による底質改良技術開発

清水康弘

目的

英虞湾において貧酸素水塊等の水質悪化要因となる、堆積汚泥の底質改良技術開発を目的とする。

本年度は、硝酸塩の1種である硝酸カルシウム（以下硝酸Ca）による底質改良メカニズムを明らかにするとともに、適切な施工方法の検討を行った。

なお、結果の詳細は関連報文に記したので、ここでは概要について記載する。

方法および結果

1. 底質改良メカニズムの検討

英虞湾の海底を模した簡単な実験装置を作成し、底泥直上水に硝酸Caを溶解する、または底泥に直接混合することで、底泥から硫化水素の発生防止、底泥の汚染指標である底泥中のAVSの削減、底泥からのリン溶出の抑制などの底質改良効果が顕著に認められた。なお、これらの改良効果は、硝酸Caを添加した試験区において、底泥から窒素ガス、二酸化炭素、亜酸化窒素を高濃度に含むガスが検出されたこと、底泥中の脱窒細菌数が増加し、添加した硝酸Caの硝酸濃度が急激に減少したこと等から、硝酸Caの添加により底泥中の脱窒細菌の活性化が認められた。なお、底質改良のメカニズムとして、脱窒の活性化により底泥中の電子が消費されて底泥が酸化される（ORPの上昇）。底泥の酸化により硫化鉄等の還元物質が分解される。硫化鉄に分解で生じた鉄イオンと底泥間隙水中の $\text{PO}_4\text{-P}$ が結合してリンの溶出が抑制されると推測された。また活性化された脱窒細菌群をPCR-DGGE法により解析したところ、脱窒活性を持つと考えられる *Idiomarina* 属の細菌が認められた。なお、硝酸Caを添加した区において、実験開始から約2ヶ月経過した頃から、直上水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高いにもかかわらず脱窒活性が低下したことや、底泥の変色が深層部にまで進行しない原因については、底泥表面の団粒化が観察されたことから、硝酸Ca中のカルシウム成分により底泥中に硫酸カルシウム（石膏）が形成され、これにより間隙水が停滞し、深層部への硝酸イオンの供給が妨げられたためと推察されたが、詳細を明らかにすることは出来なかった。

2. 現場での適切な底質改良方法の検討

現場での底質改良効果を検証するため、平成18年12月4日から平成19年6月13日にかけて、英虞湾の潮受け堤防内で現場試験を実施した。試験区の設定は、対照区、および硝酸Ca錠剤（日本ミクニヤ販売、窒素成分 6gN/100g）を底泥に $2\text{kg}/\text{m}^2$ の濃度で埋め込んだ散布区の計2区である。

試験の結果、各試験区における底泥のORPは対照区で $-224 \sim -154 \text{ mV}$ 、散布区で $-196 \sim -53 \text{ mV}$ の範囲で推移し、実験開始から95日目にかけて散布区では対照区と比較して明らかな上昇がみられた。AVSは対照区 $8.7 \sim 15.0 \text{ mgS} / \text{g-dry}$ 、散布区 $4.5 \sim 7.4 \text{ mgS} / \text{g-dry}$ の範囲で推移し、散布区では試験開始から36日目まで $2 \text{ mgS} / \text{g-dry}$ 程度の減少が認められたが、対照区ではそのような変化は認められなかった。これらの結果から、潮受け堤防内のような底質が著しく悪化した底泥で水温が低い冬季においても、硝酸Caを泥中に埋め込むことにより明確な底質改良効果が得られることがわかった。

一方、底泥直上水中への炭素、窒素、リン成分の溶出状況をみると、底泥直上水のDOC濃度は、対照区と散布区にあまり濃度の差は認められなかった。DTN濃度は対照区 $0.2 \sim 0.5 \text{ mg/L}$ 、散布区 $0.2 \sim 0.9 \text{ mg/L}$ の範囲で推移し、64日目以降は散布区で $0.5 \sim 0.7 \text{ mg/L}$ 高く推移していた。また、DTP濃度は36日目から95日目まで、対照区では $1.8 \sim 2.1 \mu\text{M}$ と高い濃度で推移していたのに対し、散布区では $0.3 \sim 0.9 \mu\text{M}$ の低い濃度で推移していた。これらの結果から、試験区において硝酸Caの溶出が認められたものの、リンの溶出抑制効果が認められた。よって実際に施工する場合は、硝酸Caの溶出抑制を考慮した施工方法、および硝酸Caが溶出した場合の周辺環境に与える影響を十分に検討してから行う必要がある。

なお、本試験で用いた錠剤の底質改良効果の持続期間は、底質のORP、AVSの変化から、少なくとも3ヶ月間と推測された。

関連報文

三重県地域結集型共同研究事業 研究成果報告書(最終)、平成19年12月、三重県。