

硫黄造粒物による脱窒手法の検討

前橋工科大学 学生員 木村 大輔
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

近年、海洋汚染が社会的な問題となっており、膨大な糞や餌かすを発生する海上海水魚養殖は、その原因のひとつにあげられている。

著者らは、海水魚より排出される窒素の除去に重点をおき、陸上海水魚飼育装置を開発している。好気処理は、サンゴ砂を用いた下層ろ過を基本とし、脱窒手法としては、製鉄過程で産出される硫黄造粒物を菌床とした硫黄酸化細菌を用いている。硫黄酸化細菌による脱窒は、硫酸イオンの発生による飼育水の酸性化、生態への影響が懸念されている。本研究でヒラメの飼育実験を行ったところ、水換えを行わずに水質を維持し、ヒラメは5cmの稚魚から30cmの個体にまで成長し、硫黄造粒物の生態への影響は見られなかった。

本論では、硫黄酸化細菌による脱窒のより詳細な知見を得ることを目的とし、飼育により硝酸態窒素が高濃度となった海水を用いた脱窒実験を行い、窒素除去能力、硫酸イオンによる飼育水の酸性化などの検討を行うものである。

2. 実験装置

実験装置は、水槽、下層ろ過、脱窒装置で構成される(図1)。水槽は容積150L、下層ろ材として粒径0.6~1.7mmのサンゴ砂を10cm敷き詰めた。

好気処理手法は、内部式の流砂式下層ろ過を基本としている。これは、敷き詰めたサンゴ砂による吸水ろ過と流動床ろ過の併合手法により、飼育水の硝化を促すものである。

好気処理の効果により蓄積しつづける硝酸態窒素の除去としては、浮遊汚泥の一般的な通性嫌気性菌を用いるのではなく、硫黄酸化細菌による手法を用いる。硫黄酸化細菌の菌床には、硫黄造粒物(図2)を用いている。この脱窒手法の利点は、a.浮遊汚泥群を用いないことにより固液分離を必要としない、

b.電子供与体の投与を必要としない、というものである。脱窒装置は、高さ1.2m、40のU字型とし、内部に無菌状態の硫黄造粒物を1.8L用いる。装置へ流入量は、毎分30mLで流入させ、装置内の滞留時間60分とする。

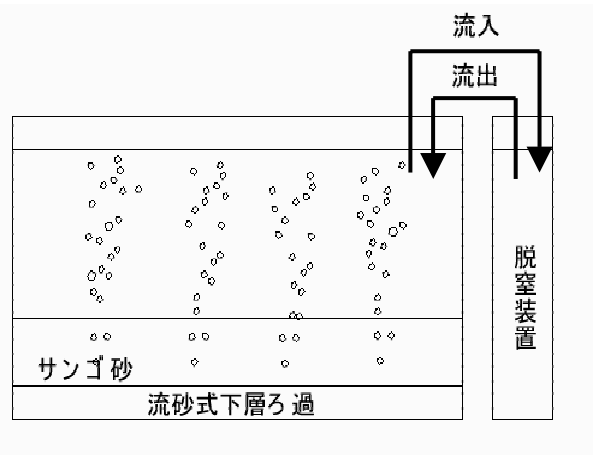


図1 実験装置水槽

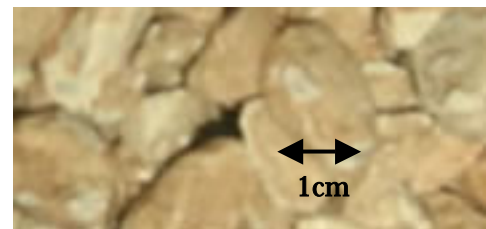


図2 硫黄造粒物

3. 実験方法

本実験では、硫黄酸化細菌のより詳細な窒素除去能力を得るために、ヒラメを取り除き、餌を与えない状態で窒素成分の負荷は与えず、ヒラメの飼育により蓄積された硝酸態窒素濃度140.5mg/Lの飼育水を100L用いた。

測定項目は、脱窒効果として脱窒装置内および水槽の硝酸態窒素濃度、硫酸イオンによる酸性化の検討として脱窒装置内および水槽のpHをそれぞれ測定するものである。

4. 実験結果

硝酸態窒素濃度は、実験開始 10 日過ぎに減少を始め、30 日で 0 に収束した。特に顕著に脱窒が起きている際に、脱窒装置上部には図 3 に示す微細な気泡見られた。また、気泡は実験開始 7 日目に硫黄造粒物への付着が確認できた。脱窒装置内の硝酸態窒素濃度を図 5 に示す。実験開始 15 日付近でおきている段差は、脱窒装置への流入にエアリフトポンプを用いているため、装置への流入量が一定でなく、生じたものと推測される。

水槽の硝酸態窒素濃度を図 5 に示す。硝酸態窒素濃度は減少を始め、収束するまで直線的に推移している。このように安定に、一定量の窒素除去が行われていることを表しており、硝酸態窒素濃度では一日平均 5mg/L、硝酸態窒素では 500mg 除去されている。この結果より、本実験条件での窒素除去能力は一日あたり、硝酸態窒素 500mg と推測できる。

脱窒装置内と水槽の pH を図 6 に示す。装置内の pH は、実験開始とともに酸性化し、10 日経過後から 6.40 で収束している。これは、装置内で脱窒に伴う硫酸イオンが発生し、酸性化したためである。しかし、水槽内の pH は実験開始からほぼ一定であり、好気性ろ材として敷き詰めたサンゴ砂の効果的な役割が見られる。この要因は、酸性化の原因となる硫酸イオンが、水槽内のカルシウムイオンと結合し、硫酸カルシウム(石膏)になっていると考えられる。

5. まとめ

硫黄酸化細菌による脱窒は、浮遊汚泥の一般的な通性嫌気性菌に比べて、装置の簡素化、日々のメンテナンスの容易性など利点がある。最も、窒素除去能力も高く、脱窒として十分に効果的である。

しかし、菌床となる硫黄造粒物の凝固、硫酸カルシウムに皮膜されることによる脱窒効果の減少、装置内の濁りの問題も生じた。これらの問題に対し、十分考慮した脱窒装置を開発することが、硫黄酸化細菌による脱窒の課題である。

また、硫黄酸化細菌に脱窒は、小容量での脱窒が可能であるため、様々な処理への応用も十分に期待できる。

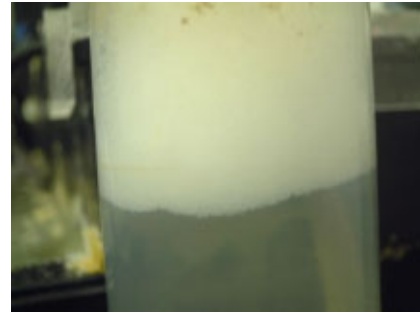


図 3 脱窒装置内の気泡

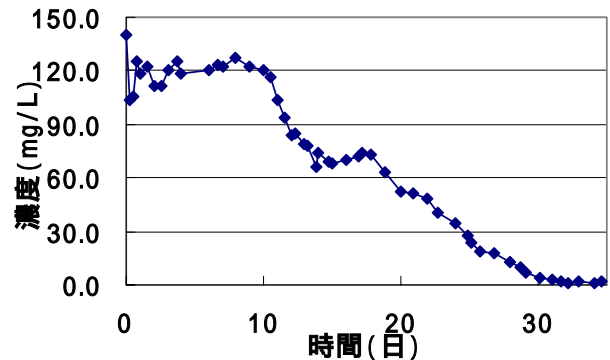


図 4 脱窒装置内の硝酸態窒素濃度

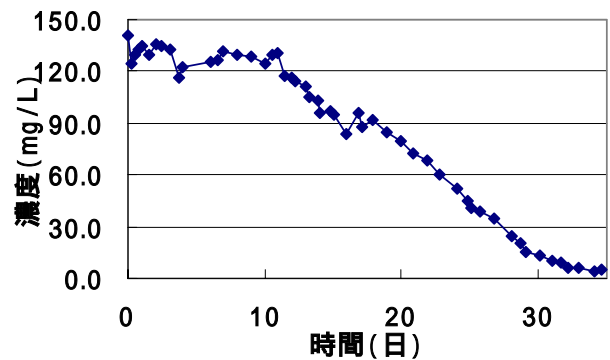


図 5 水槽内の硝酸態窒素濃度

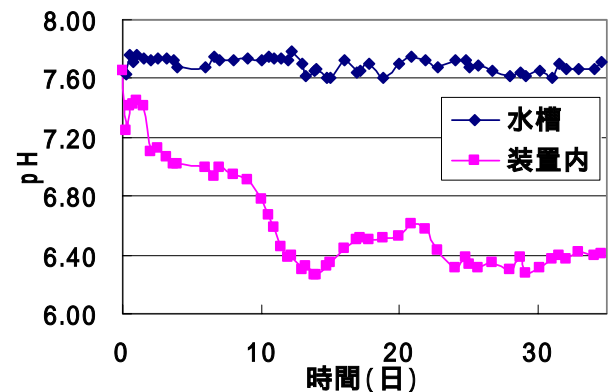


図 6 脱窒装置内と水槽内の pH