

硫黄造粒物を用いた脱窒手法による陸上海水魚養殖システムへの応用

前橋工科大学大学院 学生員 宮田朋保
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

生簀・築堤式などの海上養殖は、魚の糞や残留餌が極所的に海底へ堆積し海洋環境汚染を引き起こす要因の一つとされている。著者らは、海洋環境改善、食糧確保事業として近年着目されてきている循環式の陸上海水魚養殖システムの実用化へ向けた装置開発を行っている。魚の排出する成分は、アンモニアから硝化過程を経て硝酸態窒素として水循環内に蓄積し続けるので、窒素成分の除去は、閉鎖水域においては特に重要視しなければならない処理である。

本研究は、硫黄酸化細菌が付着し脱窒反応を促進する硫黄造粒物という素材を用いて効率的な除去手法を検討することを目的としている。

2. 硫黄造粒物による脱窒手法

著者らは、硫黄造粒物を脱窒材として着目し基礎的な実験により以下の効果的な手法を思考し続けた。まず、反応槽の形状に合わせる単純充填¹⁾であると、硫黄造粒物同士がひしめき合って接触面積と間隙を減らし脱窒効率性が低いことを明らかにした。脱窒材量とその処理効率における定量化を行い²⁾、脱窒能力を上げるため脱窒材の量を増やしがちであるが、コスト高となり実用性に乏しくなる。また、硫黄造粒物の成分である硫黄と炭酸カルシウムとが中和反応を起こし硫酸カルシウム(石膏)の凝固が発生³⁾する(図-1)。この凝固は場合によっては強



図-1 硫酸カルシウムの付着

靱に固着し、脱窒材の空隙を減少させてしまうなどの欠点も提示している。これらに対し著者らは、充填や処理方法の工夫を繰り返して、硫黄造粒物を網に収納して吊るす手法を考案⁴⁾し、硫黄酸化細菌の生息する接触面積と気泡(図-2)の抜け道になる間隙とを多く取ることで脱窒能力が上昇することを実証した。



図-2 硫黄造粒物に付着した微細気泡

硫黄造粒物担体を網に収納する手法は、表面に付着した余剰汚泥や石膏を取り去る洗浄も簡易である。本論では、硫黄造粒物表面に付着する気泡を効率的に剥離させるために、水流を発生させこの気泡を強制剥離する手法を検討するため、基礎的な比較実験を行うものである。

3. 水流の発生による比較実験

直径 80mm の円柱容器に硫黄造粒物を 200g(粒径:5mm 以上 20mm 未満)網に収納して吊るしたものを 2 つ用い、水中ポンプ攪拌の有無とで比較実験を行う(図-3)。試料水は表-1 に示す飼育海水 1L である。流量 3L/min の水中ポンプを用い、反応槽底部に沈設して排出口を鉛直上向として 30 分サイクルで 1 分間という間欠運転で攪拌に使用する。水温 22℃と一定にし、NO₃-N 濃度、pH、溶存酸素濃度(DO)を測定する。

測定結果を図-4、図-5、図-6 に示す。pH は、攪拌を加えた方は、二次曲線の減少勾配をたどり脱窒が終了した後に増加している。NO₃-N 濃度は、

攪拌を加えた方において早期に脱窒反応を示し、30 時間を経過した後に 5mg/L まで減少した。

攪拌を加えた方は、水面より酸素を取り込み DO

表-1 試料水水質

	NO ₃ -N(mg/L)	pH
試料水	58.6	7.77

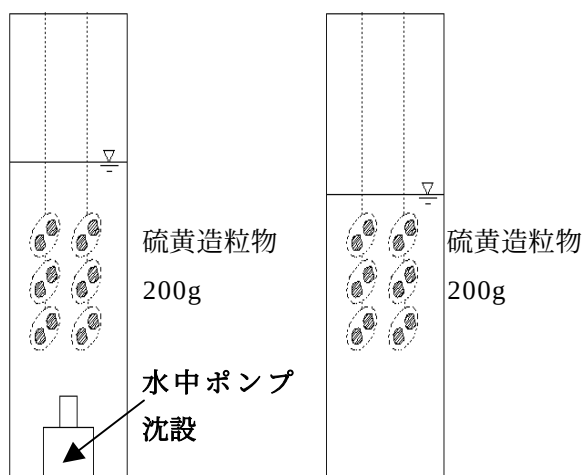


図-3 実験概要図

が高くなると予測されたが、安定に減少し効率的に脱窒現象が生じていたことを示している。この理由として考えられことは3つである。一つは、攪拌を行うことにより反応槽内の硝酸態窒素濃度が均一化し、硫黄造粒物表面に付着する脱窒菌に一定の負荷を与えることができることである。二つ目は、攪拌によって、硫黄造粒物表面に増殖する微生物膜や硫酸カルシウムの余剰な付着を剥離させる効果を生むことである。そして3つ目は、気泡の強制排除である。気泡や付着物を剥離させ定期的に攪拌することで濃度は均質化し、そのことが脱窒効果の安定性を高めていると推測される。攪拌無しでは、拡散卓越の反応となり、反応槽内で濃度にムラが生じ、気泡は数ミリの大きさとならなければ剥離しない。したがって、その際に不定期に流体移動が行われ、pH や DO の振動が現れると推測される。

水中ポンプによって水流を発生させたことは、硫黄造粒物表面に付着した気泡を大気へと定期的に逃がす効果を生み脱窒を促す手法である。

参考文献

- 1) 渡辺一也、梅津剛：炭素繊維濾材を用いた高濃度アンモニアと硝酸態窒素の除去装置の開発 第 28 回関東支部技術研究発表会講演概要集 pp.848-849、2001 年
- 2) 木村大輔、梅津剛：海水中の窒素除去に関する実験的研究 第 57 回年次学術講演会講演概要集 pp.419-420、2002 年
- 3) 木村大輔、梅津剛：硫黄造粒物による脱窒手法の検討 第 30 回関東支部技術研究発表会講演概要集 2003 年
- 4) 宮田朋保、梅津剛：硫黄造粒物による脱窒手法の実験的研究 第 58 回年次学術講演会後援概要集 2003 年

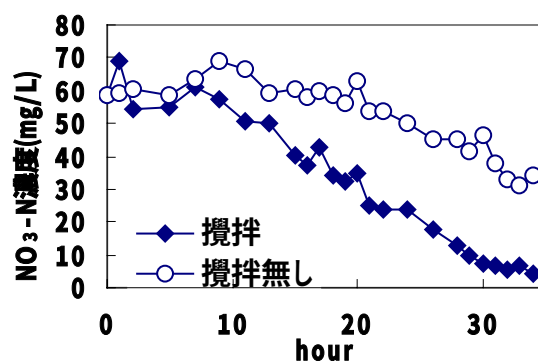


図-4 NO₃-N 濃度変

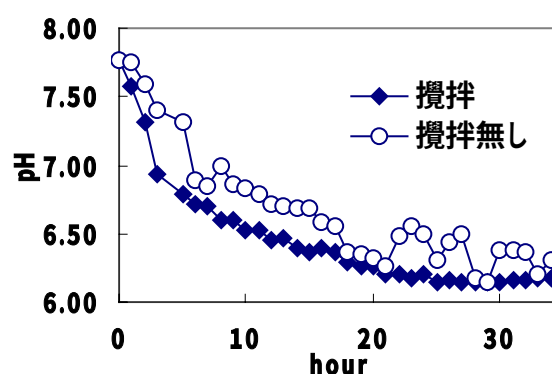


図-5 pH 変化

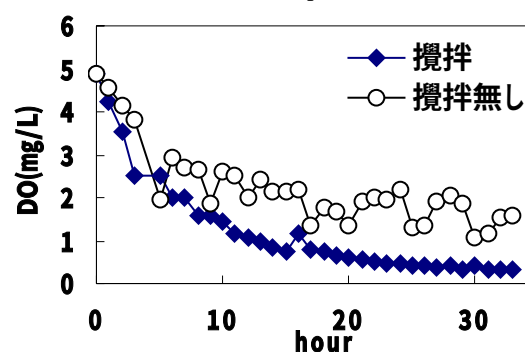


図-6 DO 変化

4. おわりに

本実験は、バッチ処理による操作方法の比較であり、水流の発生という流体の挙動に着目したものであった。実用化へ向けた際に考慮される海水魚への影響は、本脱窒材による脱窒装置を設置した養殖システムでヒラメを試験的に飼育し自然界と同様の速さで成長を遂げている。

最後に、硫黄造粒物による脱窒手法は、硫酸カルシウムによる凝固、pH の低下、窒素ガスの抜けやすさが検討すべき項目として挙げられる。