

硫黄造粒物による脱窒手法の実験的研究

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

著者らは、近年着目されている陸上海水魚養殖の実用化に向けた水質浄化システムの開発を行っている。本システムでは無換水であるため窒素成分の除去を重要視している。本研究は、製鉄の過程で排出される硫黄と炭酸カルシウムとの化合物である硫黄造粒物という素材に、硫黄酸化細菌が付着し窒素を除去するという性質に着目した脱窒の詳細な知見を得ること、また効率的な除去手法を検討することを目的としている。

2. 基礎実験と硫黄酸化細菌による脱窒特性

浮遊汚泥脱窒では有機物であるアルコールなどを水素供与体として添加しなければならないが硫黄造粒物は、電子供与体として硫黄が硫黄酸化細菌の栄養源となり得る。この硫黄酸化細菌は、嫌気状態において硫黄造粒物を硫酸イオン(SO_4^{2-})へ酸化する際に硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)を窒素ガス(N_2)に還元する細菌とされている。また、硫黄造粒物を用いる脱窒では生物膜による手法であるため固液分離を必要としない利点がある。

本研究ではこの硫黄酸化細菌の特性を得るため、以下の基礎実験を行うものとする。

直径80mmの円柱容器に硫黄造粒物を200g(粒径:5mm以上20mm未満)充填する。試料水は表-1に示す飼育海水1Lである。また、気泡を抜き脱窒を促進させるため20分毎に攪拌を行い、水質の指標として $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度、pHを測定する。

実験結果を図-1、図-2に示す。開始5時間までは $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の激しい増減が見られた。これは既応の研究^{1)、2)、3)}でも表せる現象である。

pHは硫酸イオンの発生により急激に減少するが、硝酸態窒素濃度の減少勾配が緩やかになると炭酸カルシウムとの反応により上昇し収束した。

著しい脱窒時には硫黄造粒物表面に気泡が付着

表-1 試料水水質

	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	pH
試料水	51.6	7.75

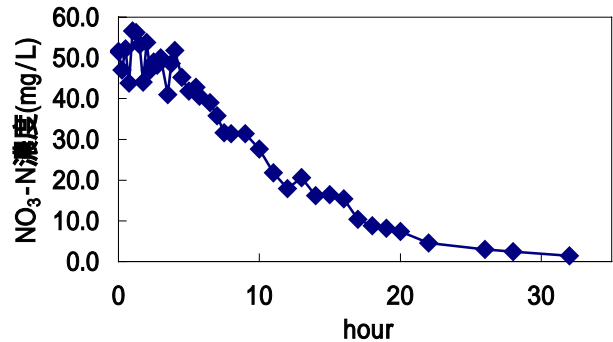


図-1 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度変化

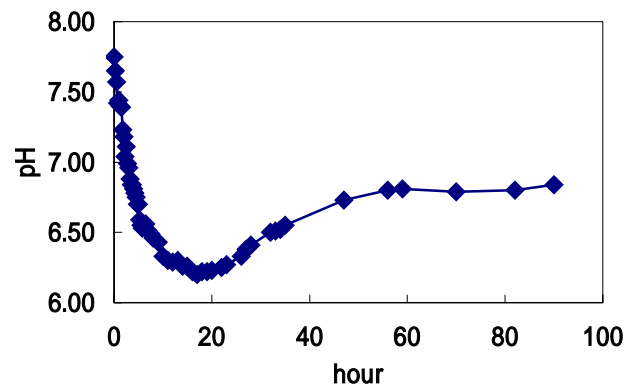


図-2 pHの変化



図-3 硫黄造粒物に付着した微細気泡

しやがて表面を覆いつくすという現象が見られた(図-3)。

3. 充填方法の違いによる比較実験

脱窒効果を高めるために著者らは思考し実用的な装置開発を手掛けてきた。その過程で硫黄造粒

キーワード：脱窒、硫黄造粒物、硫黄酸化細菌、硝酸態窒素

連絡先：〒371-0044 前橋市上佐鳥町460-1 前橋工科大学工学部 梅津研究室 TEL&FAX 027-265-7309

物の成分である硫黄と炭酸カルシウムとが反応して表面に硫酸カルシウム(石こう)が凝固して付着するという現象が生じた(図 - 4)。これにより硫黄と細菌との接触を妨げ脱窒能力の減少ばかりでなく、長期使用の際、再度硫黄造粒物を取り出すことが不可能となりメンテナンス性が思わしくなかった。その点に留意して著者らは硫黄造粒物の量ばかりでなく微生物が付着する表面積と水移動も必要であると感じた。そこで以下の比較実験を行った。



図 - 4 硫酸カルシウムの付着

直径 80mm の円柱容器に 200g、1000g の硫黄造粒物(粒径：10mm 以上 20mm 未満)を網(0.1mm)に詰めて上部から吊るす、容器の形状に合わせて充填するとの充填方法による脱窒効果の比較を行う。実験概要図を図 - 5 に示す。試料水は表 2 に示す 1L の飼育海水である。実験方法は、攪拌を加えずに静止状態で行うものとする。脱窒効果の指標として NO₃-N 濃度を測定する。

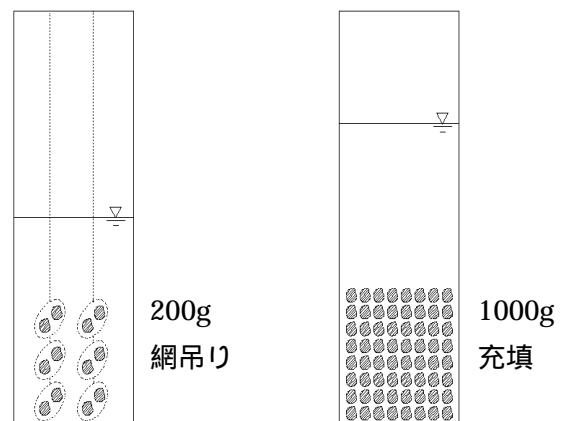


図 - 5 実験概要図

実験結果を図 - 6 に示す。硫黄造粒物の量が 5 分の 1 と少ないにも関わらず 200g 網吊りの方が短い時間で脱窒した。これは硫黄造粒物一つに占める微生物が付着する表面積と水移動する流動性とを網吊りの方が多く取れたためと考えられる。また、表面に付着した気泡が気へと抜け出す現象は充填する方より容易であったとも推測される。一方、1000g 充填した底部の水を採取し測定すると微生物が腐敗した刺激臭がしており NO₃-N 濃度は 8.8mg/L と低い値を示し濃度にばらつきが生じた。これは死水域の発生があったためとされる。

表 - 2 試料水水質

	NO ₃ -N(mg/L)	pH
試料水	65.0	7.45

4. おわりに

著者らは、充填方法の工夫次第で除去量の向上と、硫黄造粒物の長期使用とが可能であると考え、攪拌と併用した実用的な装置開発に取り組んでいる。

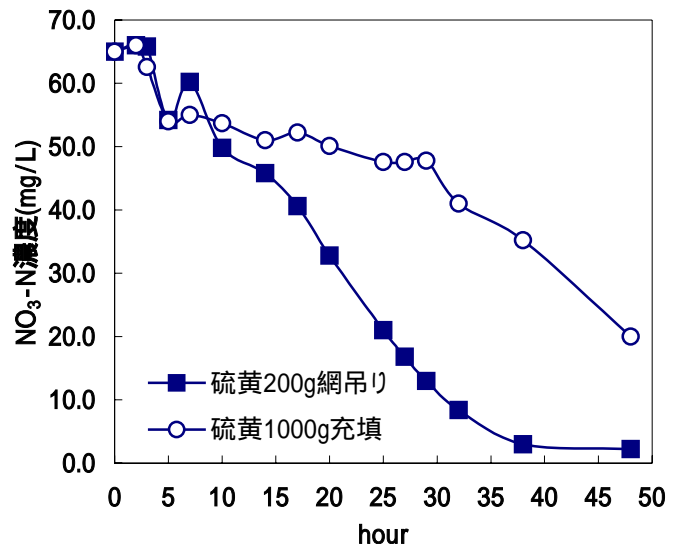


図 - 6 NO₃-N濃度変化

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