

前橋工科大学大学院 学生員 木下 恵里  
前橋工科大学 正会員 尾崎 益雄

## 1. はじめに

生活排水と比べ汚濁が高濃度である畜産排水は、水環境への影響が大変大きい。畜産排水処理にとって、その影響を最小限に抑えることが重要な課題である。今後畜産排水に対する排水基準がさらに厳しくなることが予想され、排出量が 10m<sup>3</sup>/day 未満の小規模施設ではその対応に迫られているのが現状である。実際、著者らが段落流を曝気装置とする OD 法を用いて畜産排水処理を行ったところ、有機物においては 95%以上の除去率を達成した。しかし、窒素に関しては 85%以上の除去率であるにもかかわらず、現時点でその濃度は高く、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)濃度では 150mg/L 以上という結果であった。よって、この装置を用いた運転手方による窒素除去には限界があることがわかった。

本研究では、付加的な高次処理方法の提案として、硫黄化合物を電子供与体として利用する硫黄酸化細菌を用いた窒素除去の基礎的実験を行い、高濃度有機排水である畜産排水への適応性を検討した。また、実験結果を用いて実用規模に向けての考察も行った。

## 2. 硫黄酸化細菌について

窒素除去の方法には様々なものがあるが、生物学的処理法として一般的なものは、従属栄養細菌を利用した有機物添加方式である。この手法は、処理速度は高いが、維持管理が大変困難である。その上畜産排水は一般の生活排水に比べ C/N 比も低いことから、適切ではないと考えられる。そこで、独立栄養細菌である硫黄酸化細菌を選択した。硫黄酸化細菌は、嫌気状態において、硫黄化合物を硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)に酸化する際に、NO<sub>3</sub>-N または亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N)を窒素ガス(N<sub>2</sub>)に還元する菌だといわれている。従来から存在する手法であるにもかかわらず、高濃度排水に利用されなかった原因として、pH の低下が挙げられる。

本研究では、菌床として硫黄と炭酸カルシウムで構

成された硫黄造粒物(図 1)を用いた。その理由として、維持管理の容易性、炭酸カルシウムによる pH 上昇への期待が挙げられる。



図 - 1 硫黄造粒物

## 3. 実験方法

畜産排水への適応性を検討するため、畜産排水と比べ NO<sub>3</sub>-N 濃度の低い排水との比較実験を行った。

ビーカーに群馬県内の養豚排水の処理水(A)、同じく群馬県内の農業集落排水の処理水(B)をそれぞれ 1 L 入れ、硫黄造粒物 300 g (ある程度粒径を揃えるため、ふるい分けを行った：10 mm 以上 20 mm 未満)を充填させた。また、同条件で、処理水 A を使い、攪拌あり、なしでの実験も行った。

それぞれの処理水の、実験開始前の水質を表 1 に示す。

表 - 1 実験開始時の処理水水質

	処理水 A	処理水 B
pH	7.44	6.45
NO <sub>3</sub> -N(mg/L)	277.03	28.34
NH <sub>4</sub> -N(mg/L)	15.31	4.04
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	517.50	53.42

## 4. 実験結果および考察

NO<sub>3</sub>-N(mg/L)濃度変化を図 - 2 に示す。実験開始から 5 日目で処理水 A・攪拌ありでは NO<sub>3</sub>-N 濃度が 50 mg/L を下回り、処理水 A・攪拌なしでは 80 mg/L 程度、

処理水Bにおいては、完全に除去された。処理水Aに着目すると、多い日では、1日あたりNO<sub>3</sub>-N濃度が70 mg/L程度除去されることも確認できた。

また、処理水Aは処理水Bと比べ、硫酸イオンの発生量が高い(図-4)。また、それに伴ってpHは低下することも図-3からわかる。

図-5に、NO<sub>3</sub>-N濃度1mg/L除去当りのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度増加量を示す。1日目では、急激にSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が上昇するが、2日目からは安定していることがわかる。処理水Aは、処理水Bと比べ、実験開始前のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度が高く、その上NO<sub>3</sub>-N濃度も高濃度であるためNO<sub>3</sub>-Nを除去すればするほどSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度は増加していく。しかし、図-5からもわかるように、処理水Aと処理水Bを比較すると、NO<sub>3</sub>-N濃度1mg/L除去当りのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度増加量は処理水Bの方が高い。この原因は明らかではないが、もともと処理水AのCa濃度は処理水Bの10倍近くあることから、カルシウムとの反応の違いではないかと考えられる。

## 5. まとめ

実用規模の装置を想定した場合、攪拌あり、なしでは、その違いが明らかであることから、効果的に装置内の排水を循環させることによって、HRT短縮が期待できると考えられる。また、硫黄造粒物量を変化させ、微生物量を増加させることもHRT短縮の一つの方法であると考えられる。

炭酸カルシウムとの反応によって、pH低下は多少避けられる。しかしその反応によって石膏が蓄積されてしまい、石膏が造粒物に付着し、菌とNO<sub>3</sub>-Nの接触を妨げてしまうことが予想されるため、それ以外の方法でSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度を低下させ、pH調整を行うことが望ましい。

維持管理の容易性、1日当りのNO<sub>3</sub>-N濃度除去量などの点から、高濃度有機排水である畜産排水に硫黄酸化細菌を効率的に用いることは、有効であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 陳昌淑、田中康男：硫黄酸化反応による豚舎汚水の窒素除去と脱色、用水と廃水(2001)
- 2) 木下恵里：オキシデーションディッチ法を用いた畜産排水の高度処理(2002)

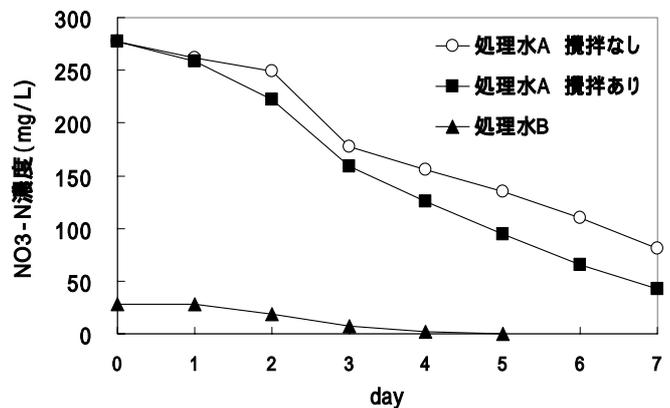


図-2 NO<sub>3</sub>-N 濃度変化

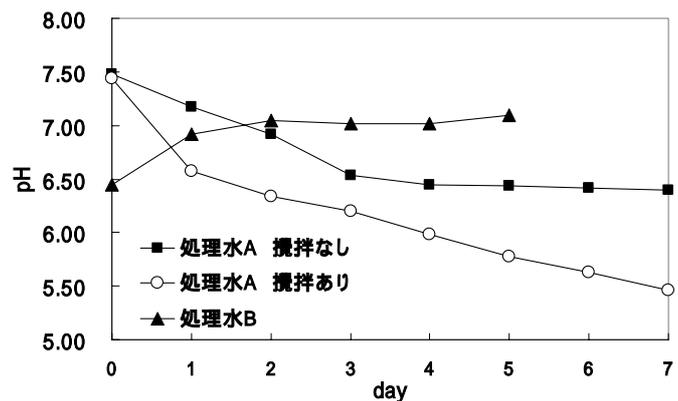


図-3 pH 変化

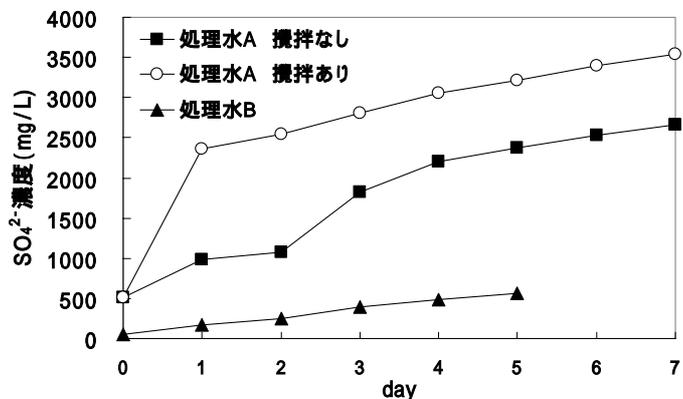


図-4 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 濃度変化

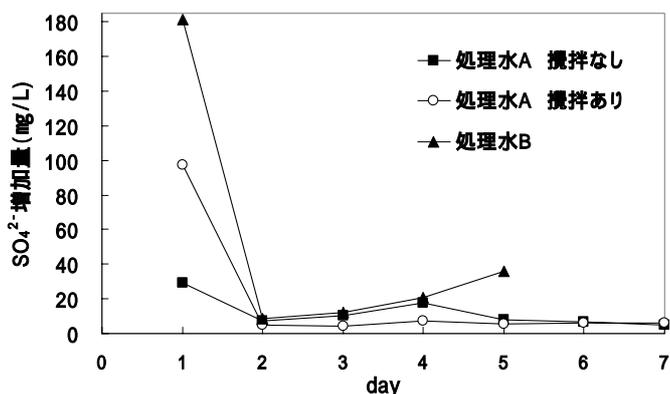


図-5 NO<sub>3</sub>-N 濃度 1mg/L 除去当りの SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 濃度増加量