

畜産廃水を対象とした部分亜硝酸化処理に関する研究

熊本大学工学部 学生会員 山本 太一 タクマ (株) 非会員 高木 啓太
 エヌ・イー・ティ (株) 非会員 小山 登一郎 熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1.はじめに

近年、畜産廃液処理においてエネルギー回収の観点からメタン発酵処理が注目されている。しかし、その普及はメタン発酵脱離液を液肥としての利用ができる北海道に集中し、他の地域では液肥としての利用が難しいことから進んでいない。また、メタン脱離液には高濃度の $\text{NH}_4\text{-N}$ が含まれているため、その処理に高いコストが必要となる。そこで、本研究では、低コストな窒素除去技術である嫌気性アンモニア酸化 (ANAMMOX) プロセスを、畜産廃水のメタン発酵脱離液処理に活用するため、その前段処理である部分亜硝酸化処理について検討を行った。

2.実験装置及び方法

供試廃水には、広島県賀茂郡の A 社 (豚 4000 頭を飼育) にて排出されている畜産廃水 ($30\text{m}^3/\text{日}$) を、メタン発酵処理した後の脱離液を用いた。その組成を表 1 に示す。図 1 に使用した実験装置の模式図を示す。畜産廃液には多量の SS が含まれているため、前段に繊維性フィルターを用いて約半分量の SS を除去した。フィルターの容量は 0.95L 、充填材として、アクリル性付着担体であるバイオフィル (NET 製) を 70 個充填した。部分亜硝酸化リアクターの容量は 10.8L 、良好な汚泥の沈降性を得ることができるアクリル繊維性の微生物付着担体バイオフィンジ (BF, NET 製) を 60cm 使用した。供試汚泥は、本研究室で長期間 fill and draw 法にて馴養している活性汚泥を約 30g 用いた。供試汚泥投入後、基質の流入を行わずに 40 時間曝気により汚泥を旋回させて、BF に汚泥を付着させた。その後、連続処理を開始した。供試廃水は非常に粘性が高いことから、連続処理では、水道水で希釈 (10~3 倍) を行い流入水とし、温度 (室温)、曝気量 ($7.5\sim 15\text{L}/\text{min}$) で連続処理を行った。

表 1 供試廃水の組成

pH	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg-N/L)
8.3	5,000~10,000	3,000~5,000	2,000~4,000

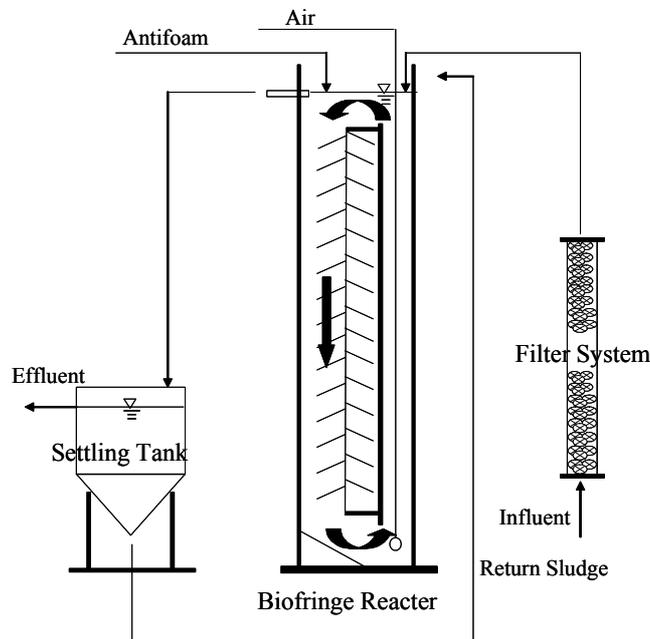


図 1 実験装置の模式図

3.実験結果及び考察

3.1 保持汚泥量と汚泥の沈降性

図 2 に MLSS と SVI の経時変化を示す。運転開始より MLSS が徐々に増加し、 $10,000\text{mg}/\text{L}$ 以上の高濃度の状態が続いた。高濃度の汚泥を維持しているにもかかわらず、SVI は常に 50 付近を維持し、汚泥の沈降性は極めて良好であった。これは、担体として用いた BF の揺動効果⁽¹⁾であると考えられる。

3.2 部分亜硝酸化処理

図 3 に各態窒素濃度、水温、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 容積負荷の経時変化を示す。原液希釈率 10 倍で連続運転を開始した直後、リアクター内の pH が 9.0 以上となり、硝化は見られず、アンモニア揮散が要因と考えられる $\text{NH}_4\text{-N}$ の減少が観察された。そのため、一時的に流入水の pH を 7.5 に調整したところ、硝化がみられるようになり、処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の比が約 1 対 1 となった。その後、原液希釈率を下げ、3 倍希釈においても安定して部分亜硝酸化処理を達成することができた。部分亜硝酸化処理は、3 倍希釈において、処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の比が約 1 対 1.6 で安定した。その

後、HRTを下げることにより、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷を上昇させ、最終的に $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷平均 $1.9\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ においても、安定した部分亜硝酸化処理を達成することができた。また、冬に入り、水温 15°C を下回った時点で、部分亜硝酸化処理を維持することが出来なくなった。その後、窒素負荷を半分に下げたところ、部分亜硝酸化処理は回復傾向となった。また、全運転期間中において、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は 50mg-N/L 以下であり、 $\text{NO}_2\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への酸化は抑制されていた。

3.3 部分亜硝酸化処理の要因

図4に $\text{NH}_3\text{-N}$ と $\text{HNO}_2\text{-N}$ の経時変化を示す。一般的に部分亜硝酸化処理は、pH、DO、温度、SRT などの複数の要素をコントロールすることによってなされている。しかし、本研究では、これらいずれのコントロールも行わずに部分亜硝酸化処理を達成することができた。その要因としては、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度が常に 0.2mg-N/L 以上であったことから、亜硝酸酸化細菌は阻害を受け、 $\text{NO}_2\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への酸化抑制に繋がったと考えられる⁽²⁾。また、水温の低下に伴い微生物の活性は低下するが、反対に全ての細菌に対して有毒である $\text{HNO}_2\text{-N}$ 濃度が減少傾向となったため、水温が変動しても部分亜硝酸化処理が維持できたのではないかと推察している。

4.まとめ

- ・BFを活性汚泥の付着担体として用いることで、良好な沈降性を維持した状態で槽内のMLSS濃度を $10,000\text{mg/L}$ 以上に維持することができた。
- ・水温 $15\sim 30^\circ\text{C}$ 、pH・DOのコントロール無しの条件下で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量 $1.9\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ において安定した部分亜硝酸化処理を達成することができた。

5.今後の方針

部分亜硝酸化処理が達成できたため、今後ANAMMOXによる脱窒工程の検討に入る予定である。

参考文献

- (1) Joseph D. Rouse et al.: Japanese Journal of Water Treatment Biology,40(3),pp.115-124(2004)
- (2) Anthonisen A. et al.: J Water Pollut Control Fed,48(5),pp.835-852(1976)

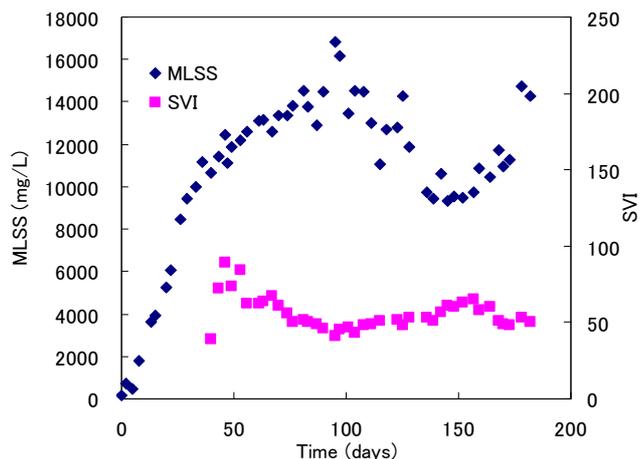


図2 MLSS と SVI の経時変化

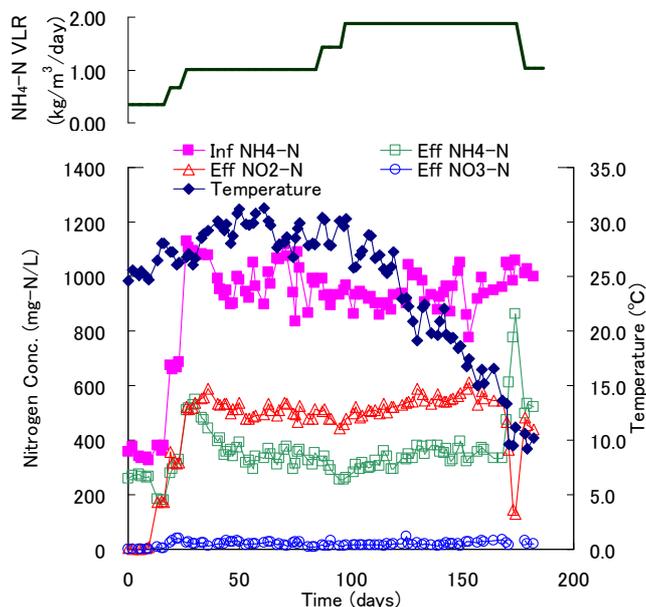


図3 各態窒素濃度、水温、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 容積負荷の経時変化

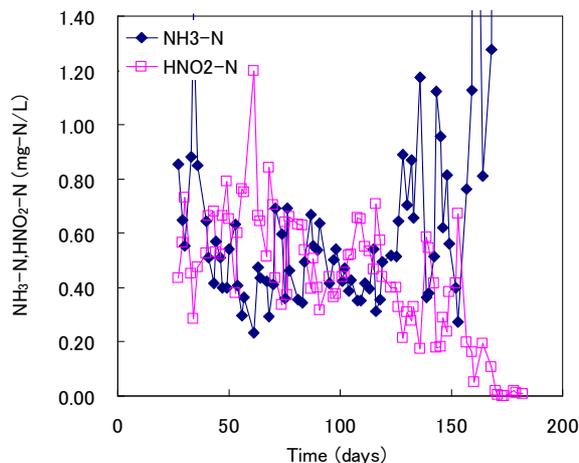


図4 $\text{NH}_3\text{-N}$ と $\text{HNO}_2\text{-N}$ 濃度の経時変化