

基質中の塩分が硝化 DHS リアクター内の菌叢に与える影響

木更津高専 学生会員 ○名取 哲平, 木村 晶典 正 会 員 上村 繁樹
長岡技術科学大学 学生会員 阿部 憲一, 正 会 員 山口 隆司
広島大学 正 会 員 大橋 晶良 東北大学 正 会 員 原田 秀樹, 学生会員 竹村 泰幸

1. はじめに

嫌気性アンモニア酸化反応 (Anammox) あるいはショートカット脱窒を用いた窒素除去プロセスは, 前段処理としてアンモニアの亜硝酸化プロセスが不可欠である. 現在まで, 亜硝酸化の条件として, 高温, 低 DO, 高遊離アンモニア濃度および高塩分での運転等が報告されているが¹⁾, 未だその明確な運転条件は確立されていない.

本研究の既往の研究²⁾では, 下降流懸垂型スポンジ (DHS) リアクター³⁾を用いて, 製鉄排水を模した, フェノール, アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) を主とした塩分を多く含む人工排水を処理し, 最終処理水において亜硝酸性窒素 ($\text{NO}_2^+\text{-N}$) が優先する現象を確認した. この結果を踏まえて, 同リアクターにおいて, 人工排水の塩分を NaCl で段階的に制御したところ, 塩分の増加に伴う亜硝酸化の進行を確認した⁴⁾.

そこで本研究では, 塩分と亜硝酸化の関係をより詳細に調査するため, DHS を用いて, アンモニア性窒素を単一基質として供給し, 亜硝酸化に対する塩分の増加の影響を評価するとともに, FISH 法により, 塩分による菌叢の変化を調査した.

2. 実験装置および方法

本研究で用いた DHS は, 1 台当たり, 三角柱ポリウレタンスポンジ (28.3×14.1×20.0 mm) を高さ 2 m のアクリル板に 5 mm 間隔で 60 個貼り付けて作成し (スポンジ容量: 240 cm³), 0 g-Cl/L の状態で 200 日間培養を行ったものを使用した

(図 1). 人工基質の組成は, NH_4Cl : 100 mg-N/L, NaHCO_3 : 4100 mg/L とした. 塩分は NaCl を用いて制御し, 5, 10, 15, 18 g-Cl/L と段階的に増加させた. 水質測定項目は, アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$), 亜硝酸性窒素 ($\text{NO}_2^+\text{-N}$), 硝酸性窒素 ($\text{NO}_3^+\text{-N}$) とした. 菌叢解析はリアクター上部と下部のスポンジに付着した汚泥について塩分 0, 18 g-Cl/L 時に, アンモニア酸化細菌 (AOB) と亜硝酸化細菌 (NOB) の 16S rRNA をターゲットにしたオリゴヌクレオチドプローブを用いた FISH 法により行った.

素 ($\text{NO}_3^+\text{-N}$) とした. 菌叢解析はリアクター上部と下部のスポンジに付着した汚泥について塩分 0, 18 g-Cl/L 時に, アンモニア酸化細菌 (AOB) と亜硝酸化細菌 (NOB) の 16S rRNA をターゲットにしたオリゴヌクレオチドプローブを用いた FISH 法により行った.

3. 実験結果

リアクターの処理水の窒素の経日変化を図 2 に, 各塩分における最終処理水の窒素形態の成分比率を図 3 に示す. なお, 5 g-Cl/L にした日を 0 day とした. 塩分 10 g-Cl/L 時より, 徐々に $\text{NO}_3^+\text{-N}$ が減少し, $\text{NO}_2^+\text{-N}$ の蓄積が進行し始め, 18 g-Cl/L の定常状態では, 亜硝酸化率 (流出水の $\text{NO}_2^+\text{-N}$ / 流入水の $\text{NH}_4^+\text{-N}$) の平均値が, 約 60 %を達成した.

各塩分における DHS 上部 (Upper) と下部 (Lower) での FISH 法による菌叢解析結果を表 1 に

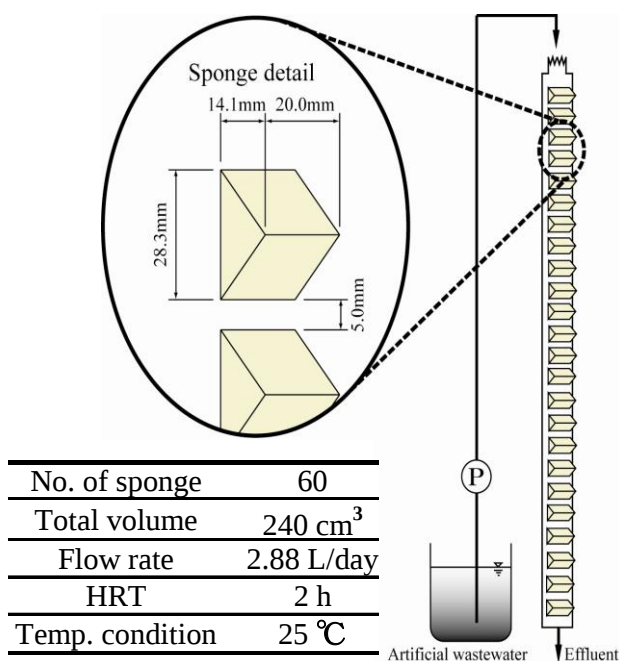


図 1 DHS リアクター

キーワード DHS, アンモニア酸化, 亜硝酸化, 塩分

連絡先 (上村) 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津高専環境都市工学科 TEL 0438-30-4152

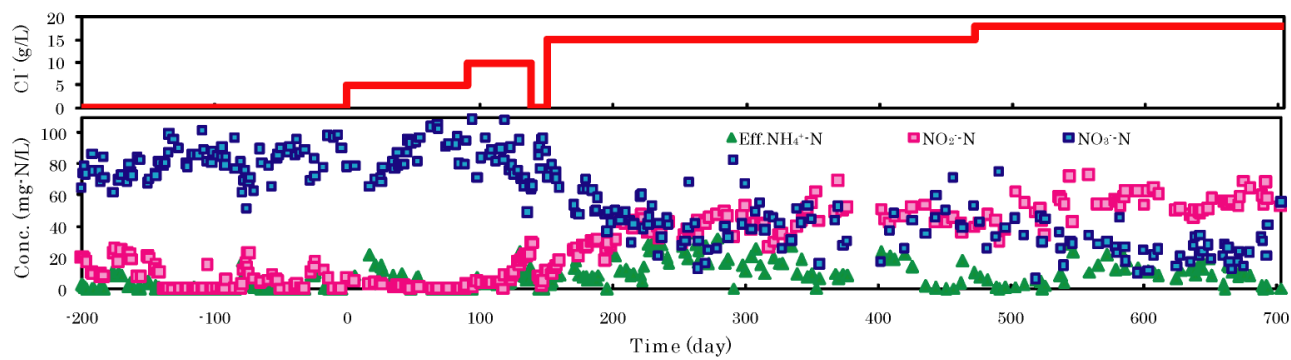


図 2 連続実験結果

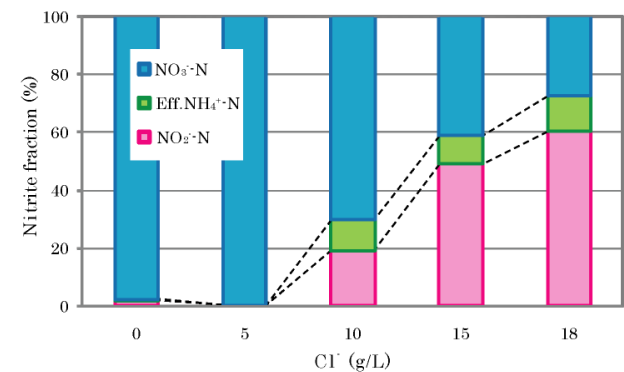


図 3 窒素形態の成分比率

表 1 菌叢解析結果

Target	0 g-Cl/L		18 g-Cl/L	
	U	L	U	L
AOB				
<i>Nitrosomonas</i> spp.	○	○	○	○
<i>Nitrosomonas eutropha / europaea</i>	○	○	○	○
<i>Nitrosomonas oligotropha</i> -lineage	-	○	-	-
<i>Nitrosococcus mobilis</i> -lineage	○	○	○	○
<i>Nitrospira</i> cluster	-	-	-	-
<i>Nitrosococcus oceani, N. halophilus</i>	-	-	○	○
NOB				
<i>Nitrobacter</i> spp.	-	-	-	○
genus <i>Nitrospira</i>	-	○	-	-
Sublineage I of the genus <i>Nitrospira</i>	-	○	-	-
Sublineage II of the genus <i>Nitrospira</i>	-	-	-	-

U : Upper L : Lower ○ : Detected - : Not Detected

示す。

0 g-Cl/L 時では, 上部において AOB である *Nitr*
osomonas 属が多く検出され, 他に塩耐性の高い
N. eutropha / europaea, *N. mobilis* を検出した。
NOB については検出されなかった。下部では, 上
部で検出された種を同様に検出したほか, 上部で
は検出されなかった塩耐性の低い *N. oligotropha*
が検出され, 加えて NOB である *Nitrospira* 属が
検出された。

塩分増加後では, AOB に関しては下部において
N. oligotropha が検出されなくなった。また, 上部,
下部ともに海洋性の *N. oceani / halophilus* を確認
することができ (図 4), *N. mobilis* も依然として
確認できた。下部では, NOB に関しては, *Nitro*
spira 属が確認できなくなった一方で, 塩耐性の高
い *Nitrobacter* sp. が確認されるようになった。

4. まとめ

DHS でアンモニア性窒素を含む基質中の塩分
を増加させたところ, 亜硝酸化が進行し, 塩分 18
g-Cl/L 時には亜硝酸化率が約 60% を達成した。ま
た, 塩分の増加による菌叢の変化と亜硝酸化の進
行との関連性が示唆された。

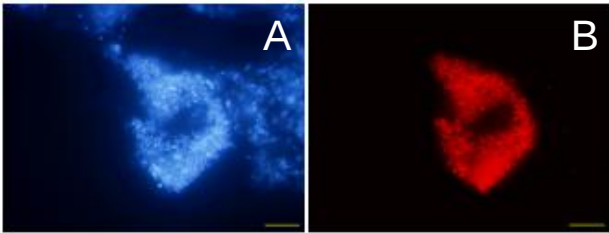


図 4 菌叢解析結果 (下部, Cl=18 g/L)

A:DAPI(青)

B: *N. oceani / halophilus* (probe : Nscoc65, 赤)

参考文献

1) Paredes *et al.*, (2007) *Eng. Life Sci.*, **7**, 13-25.
2) 鈴木紗織他, 土木学会論文集 G, Vol. 64, No.
4, pp. 327-335, (2008).
3) Uemura *et al.*, (2002) *Wat. Sci. and Tech.*, **46**,
303-309.
4) 木村晶典他, 第 37 回土木学会関東支部技術研究
発表講演概要集(2010).