

## DHS を用いた硝化プロセスにおける塩化物濃度の影響

木更津高専 学生会員 ○須藤 泰幸, 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

## 1. はじめに

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, 報告されている亜硝酸化を誘引する運転条件のうち, 高温, 低 DO, 高遊離アンモニアについては, 実用化に向けたシステムの開発が数多く行われている. 一方, 塩化物 ( $\text{Cl}^-$ ) においても亜硝酸化への影響が報告されているが, その効果やメカニズムに対しては賛否両論があり, 知見が不足しているのが現状である<sup>1)</sup>.

本研究では, 下降流懸垂型スポンジリアクター<sup>2)</sup> (Downflow Hanging Sponge reactor : DHS) を用いた硝化プロセスにおける  $\text{Cl}^-$  濃度の影響を評価することを目的としている. そこでまず,  $\text{Cl}^-$  濃度が  $0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  のアンモニア含有排水を処理する DHS の処理性能を評価し, リアクター軸方向の窒素および DO のプロファイル, および FISH 法による菌叢解析を行った. その後,  $\text{Cl}^-$  濃度を段階的に増加させ, 亜硝酸化誘引の有無を検討する.

## 2. 実験方法

本研究で用いた DHS は, 三角柱ポリウレタンスポンジ ( $28.3 \times 14.1 \times 20.0 \text{ mm}$ ) を高さ 2m のアクリル板に約 5mm 間隔で 60 個貼り付けたカーテンタイプとした (スポンジ容量:  $240 \text{ cm}^3$ ) (図 1). 植種は K 市下水処理場の活性汚泥を用いた. HRT は 2h とし, 室温  $25^\circ\text{C}$  の実験室に設置した. 人工基質の組成は,  $\text{NH}_4\text{Cl} : 100 \text{ mg} \cdot \text{N} \cdot \text{l}^{-1}$ ,  $\text{NaHCO}_3 : 4100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  とし, 1 年以上の運転を継続した. 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.

DO のプロファイルの測定には, clark-type 型微小電極センサー<sup>3)</sup>を用いた. また, 汚泥の植種を行っていない DHS (植種前 DHS) についても DO のプロファイルを測定した. その際, 流入基質の DO を窒素

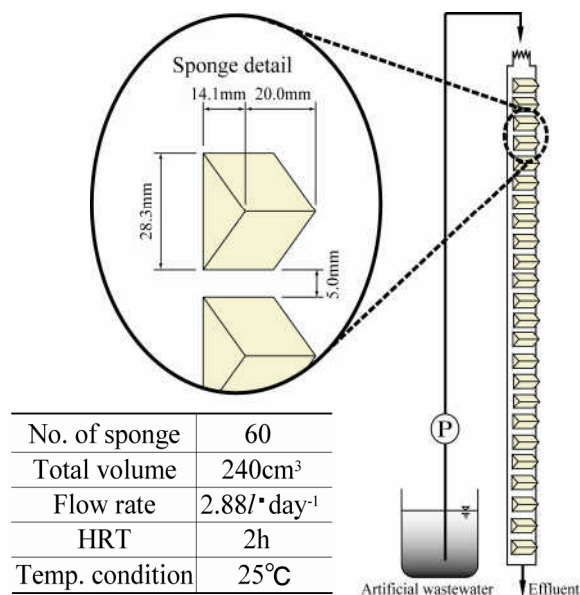


図 1 DHS リアクター

曝気により  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  以下に調整して供給し, 汚泥付着 DHS と同様に測定した.

菌叢解析は, 333mm (上部) と 1667mm (下部) のスポンジに付着した汚泥について行った. 16S rRNA 標的 FISH に使用したオリゴヌクレオチドプローブは, 真性細菌に特異的な EUB338, *Nitrosomonas* 属に特異的な NSO190, *Nitrospira* 属に特異的な Ntspa662, *Nitrospira* sublineage I,II に特異的な Ntspa1026, *Nitrobacter* 属に特異的な NIT3 とした.

## 3. 実験結果と考察

リアクターの処理水の窒素の経日変化を図 2 に示す ( $\text{Cl}^-$  濃度を  $5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  にした日を 0day とした).  $\text{Cl}^-$  濃度  $0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  時で, 平均 90%以上の  $\text{NH}_4\text{-N}$  が  $\text{NO}_3\text{-N}$  に酸化され, 優れたアンモニア酸化能力が示された.  $\text{Cl}^-$  濃度を  $5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  に増加した後, 若干アンモニアの酸化が抑制される傾向が見られたが, 大きな変化は見られず, 徐々に回復する傾向にあり, 50day 以降, 平均 95%以上が  $\text{NO}_3\text{-N}$  であった.

$\text{Cl}^- = 0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$  時のリアクター軸方向の窒素と DO のプ

キーワード DHS, アンモニア酸化, 塩化物, 亜硝酸化

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

ロファイル実験結果を図 3 に示す。流入から流出までの全窒素 ( $T-N = NH_4-N + NO_2-N + NO_3-N$ ) はほぼ一定であった。上部では、少量の  $NO_3-N$  が生成されるものの、 $NH_4-N$  の酸化に伴う  $NO_2-N$  の生成が優先した。下部では、 $NH_4-N$ ,  $NO_2-N$  濃度の減少に伴い、 $NO_3-N$  の生成が卓越した。DO は、植種前 DHS が流下直後から流出するまで高濃度を保持したのに対し、硝化 DHS は 1000mm まで  $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$  程度で、以降は流下方向にしたがい増加する傾向が見られた。これは、下部では硝化が収束したことにより、消費される酸素が減少することが原因であると示唆された。

FISH 法による菌叢解析の結果、リアクター上部では同一場所 DAPI 画像 (図 4A) の中でもアンモニア酸化細菌 (AOB) である *Nitrosomonas* 属が多く検出され (図 4B), 下部では、*Nitrosomonas* 属と亜硝酸酸化細菌 (NOB) である *Nitrospira* 属が検出された (図 4C)。また *Nitrospira* 属のほとんどが、*N. sublineage I*, II であった (図 4D)。上部で AOB が多く検出され、下部では AOB とともに NOB も検出されたことから、上記の窒素プロファイル実験から予測された結果となった。しかしながら、*Nitrobacter* 属 (NOB) は、上部、下部ともに検出されなかった。

#### 4. まとめ

本研究では、DHS で  $NH_4-N : 100 \text{ mg-N} \cdot \text{l}^{-1}$  の人工基質を  $HRT=2\text{h}$  で処理し、 $NH_4-N$  の 90% 以上が  $NO_3-N$  に酸化され、DHS が優れたアンモニア酸化能力をもつことが確認された。プロファイル実験結果から、上部では  $NH_4-N$  の亜硝酸化、下部では  $NO_2-N$  の酸化が優先していた。また DO は、上部では低く、下部では、硝化の収束に伴い、高くなる傾向が得られた。FISH 法による菌叢解析の結果、上部では AOB が優占し、下部では AOB と NOB が共存していることが確認できた。

今後は、 $Cl^-$  濃度を段階的に増加させて  $Cl^-$  によるアンモニア酸化への影響を評価すると同時に、菌叢の変化を調査する。また、植種前 DHS も  $Cl^-$  濃度を増加させ、DO プロファイルから、 $Cl^-$  による酸素移動速度への影響の評価を行う。

#### 参考文献

- 1) Paredes *et al.*, (2007) *Eng. Life Sci.*, **7**, 13-25.
- 2) Uemura *et al.*, (2002) *Wat. Sci. and Tech.*, **46**, 303-309.
- 3) 原田他, (1997) 用水と廃水, **39**(8), 701-708.

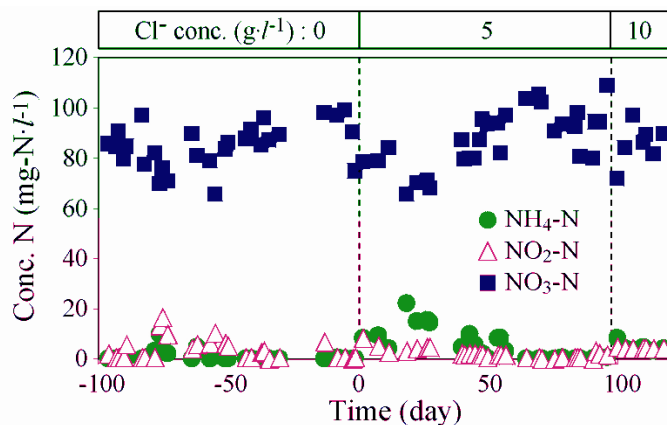


図 2 窒素の経日変化

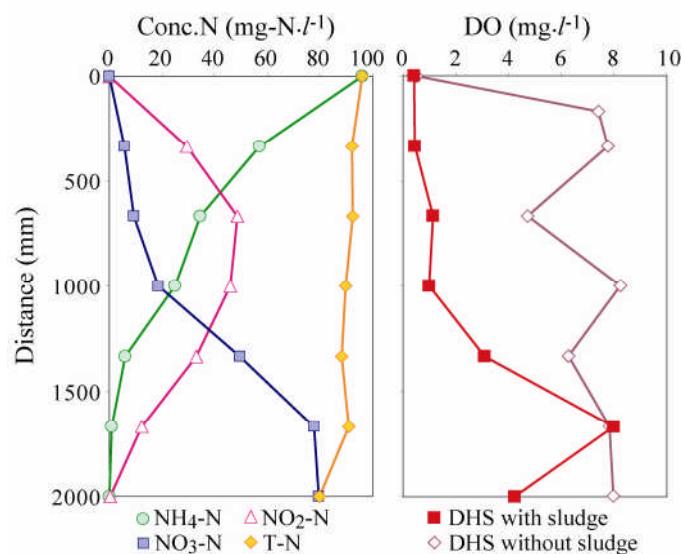


図 3 プロファイル実験結果 ( $Cl^- = 0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ )

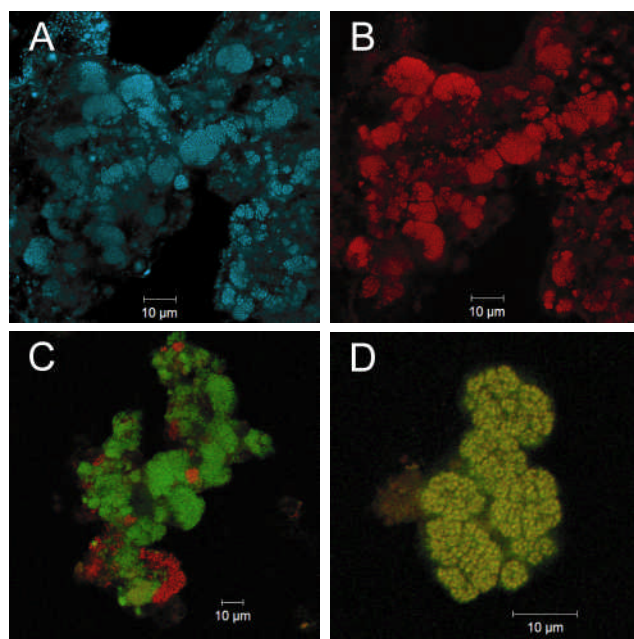


図 4 FISH 法による菌叢解析結果 ( $Cl^- = 0 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ )

(A, B : リアクター上部, C, D : リアクター下部)

A : DAPI (Blue), B : NS0190 (Red)

C : NS0190 (Green) + Ntspa662 (Red)

D : Ntspa662 (Green) + Ntspa1026 (Red)