

DHS リアクターにおけるアンモニア性窒素の酸化特性

木更津高専 学生会員 ○須藤 泰幸, 木村 晶典, 山田 孝幸, 正 会 員 上村 繁樹
 日本大学 学生会員 鈴木 紗織
 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

第5次水質総量規制において、従来の化学的酸素要求量の一層の削減を図るとともに、富栄養化の原因物質である窒素およびリンが規制の対象に追加された。現在、排水からの窒素除去方法には、硝化脱窒法が広く適用されているが、硝化脱窒法は、長い滞留時間(HRT)を要し、脱窒の際にメタノール等の有機資源が必要であるなどの欠点があるため、より効率的・経済的な窒素除去システムの構築が求められている。

下降流懸垂型スポンジリアクター (Downflow Hanging Sponge reactor : DHS) は、開発途上国向けの低コストでかつ高い処理効果を得られる排水処理技術として長きにわたり研究が続けられている。DHSは、微生物の増殖担体としてスポンジを使用しており、排水をスポンジ上部から滴下して重力で流下する間に、空気中の酸素が排水中に供給されるため、①エアレーションが不要、②高濃度に汚泥を保持できるため硝化に関与する細菌も保持されやすい、③活性汚泥法に比べ、維持管理が容易でランニングコストも低廉である、などの特性を有する¹⁾。

現在、本研究室では、DHSを用いて、排水の塩化物(Cl^-)濃度を人為的に制御して亜硝酸化を促進させる、新たな亜硝酸化型硝化プロセスを開発している。本研究では、 Cl^- 濃度が $0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ のアンモニア含有排水を処理するDHSの処理性能を評価するとともに、リアクター高さ方向の各形態窒素とDOのプロファイル測定およびFISH (Fluorescence in situ hybridization) 法による菌叢解析を行った。さらに Cl^- 濃度を $5000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ に増加させた後のアンモニア性窒素の酸化特性を評価した。

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

キーワード DHS, アンモニア酸化, 硝化, 亜硝酸

連絡先 (上村) 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1

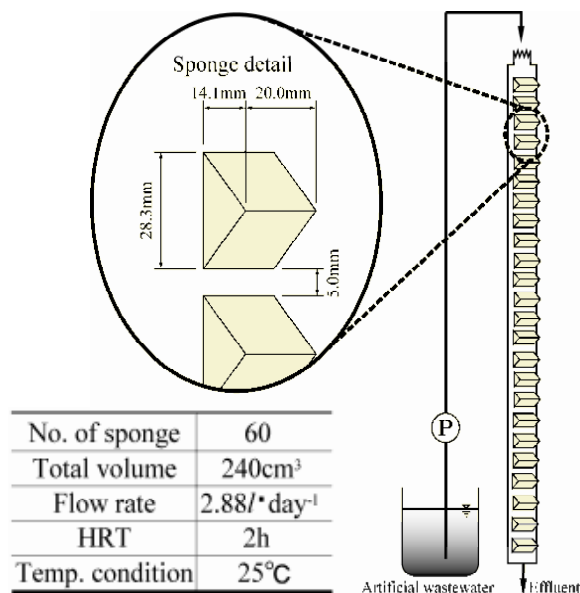


図1 DHS リアクター

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 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°C の実験室に設置した。人工基質の組成は、 $\text{NH}_4\text{Cl} : 100 \text{ mg-N} \cdot \text{l}^{-1}$, $\text{NaHCO}_3 : 600 \text{ mg-C} \cdot \text{l}^{-1}$ とし、1年以上の運転を継続している。

プロファイル実験と菌叢解析は、 Cl^- 濃度が $0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 時に行った。DOの測定は、Clark-type 微小電極センサー²⁾を用い、また菌叢解析は上から10個目と50個目のスポンジに付着した汚泥について行い、16S rRNA 遺伝子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各窒素の経日変化を図2に示す(Cl^- 濃度を $5000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ にした日を0dayとした)。 Cl^- 濃度 $0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 時の処理水は、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)が優先的に検出された。平均90%以上のアンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)が $\text{NO}_3\text{-N}$ に酸化され、優れたアン

木更津高専環境都市工学科 TEL 0438-30-4152

モニア酸化能力を示した。Cl⁻濃度を 5000 mg・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った。

Cl⁻ = 0mg・l⁻¹ 時のリアクター高さ方向の各窒素と DO のプ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) 濃度はほぼ一定であった。リアクター上部では少量の NO₃-N が生成されるものの、NH₄-N の酸化に伴う亜硝酸性窒素 (NO₂-N) の生成が優先した。下部では NH₄-N, NO₂-N 濃度の減少に伴い、NO₃-N の生成が卓越した。また DO は流下方向にしたがい増加する傾向が見られた。

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* sp. が多く検出され (図 4B), 下部では, *Nitrosomonas* sp. (AOB) と亜硝酸酸化細菌 (NOB) である *Nitrospira* sp. が検出された (図 4C)。また *Nitrospira* sp. のほとんどが、一般下水処理の代表的な NOB である N.Group1, N.Group2 であった (図 4D)。リアクター上部で 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、排水処理の NOB として有名な *Nitrobacter* sp. 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 NH₄-N 濃度 100 mg・l⁻¹ の人工基質を HRT=2h で処理したところ、NH₄-N の 90%以上が NO₃-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 DHS の上部では NH₄-N の亜硝酸化、下部では NO₂-N の酸化が優先していた。

今後は、Cl⁻濃度を増加させて 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。

参考文献

- 1) Uemura *et al.*, (2002) *Wat. Sci. and Tech.*, **46**, 303-309.
- 2) 原田秀樹他, (1997) *用水と廃水*, **39**(8), 701-708.

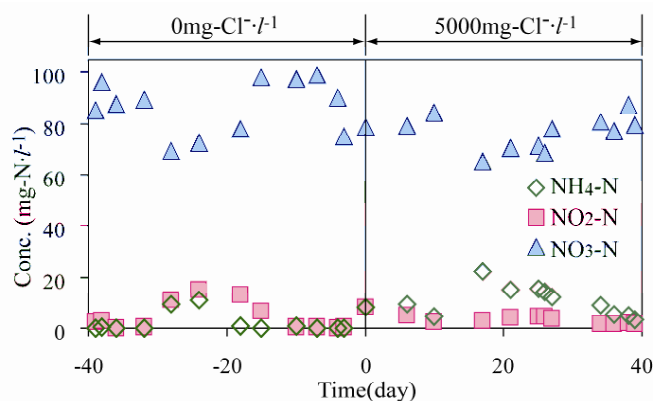


図 2 各態窒素濃度の経日変化

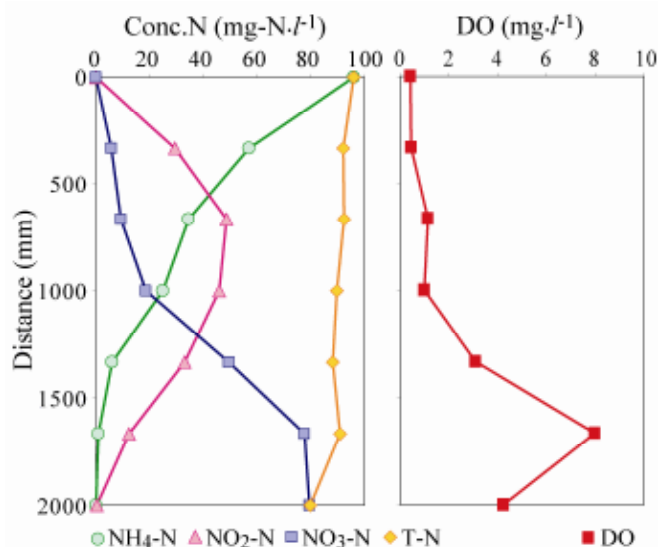


図 3 プロファイル実験結果
(左: 各態窒素濃度, 右: DO)

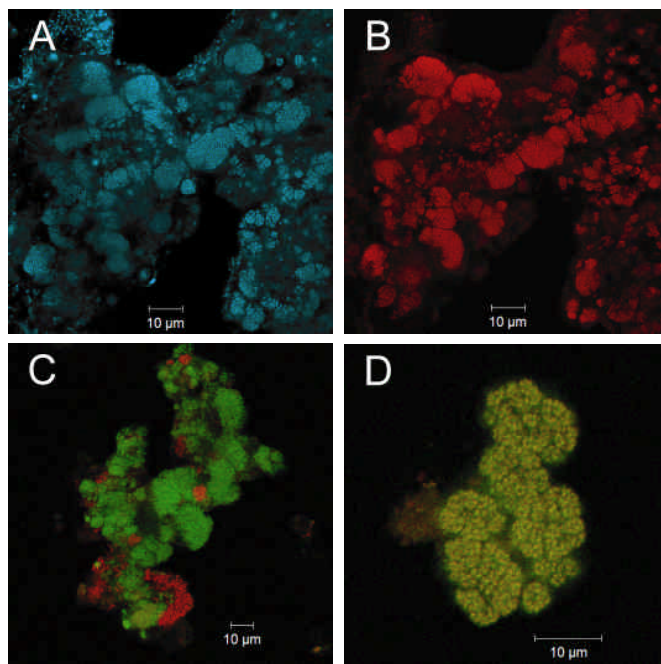


図 4 FISH 法による菌叢解析結果
(A, B: リアクター上部, C, D: リアクター下部)
A: DAPI(Blue), B: NSO190(Red)
C: NSO190(Green)+Ntspa662(Red)
D: Ntspa662(Green)+Ntspa1026(Red)