

高塩濃度窒素系廃水処理のための耐塩性アナモックス菌の集積

鹿島建設(株) 正会員 ○柴田晴佳 多田羅昌浩 東條瑠美

1. 背景および目的

近年、循環型社会形成のための低炭素社会構築が重要な社会課題となっている。このような社会情勢において、廃水処理に関しても地球環境への負荷が低く、省エネルギーな処理技術への転換が求められている。新しい窒素除去技術であるアナモックスプロセスは、従来の硝化脱窒法に比べ、省エネルギー・低コストな技術として着目され、すでに国内外で下水汚泥消化液の返流水、工場廃水処理に適用されている。適用廃水のほとんどが塩濃度の低いものであるが、耐塩性アナモックス菌の獲得により、処分場浸出水、海水系廃水などの塩濃度が高い廃水にも適用拡大が期待できる。本研究では、水族館の海水魚飼育水槽のろ過槽から採取した汚泥を種汚泥として、耐塩性アナモックス菌を集積培養し、窒素除去性能の確認および得られた菌叢の解明を目的とした。

2. 実験方法

2.1. 供試廃水

耐塩性アナモックス菌の集積培養に用いた基本培地の組成を表-1に示す。塩濃度調整のために、基本培地に塩化ナトリウムを添加した培地をRun1、人工海水(SEALIFE, マリテック社製)を添加した培地をRun2とし、それぞれ塩濃度が3%になるように調整した。

2.2. 実験装置

実験装置概略図を図-1に示す。集積用リアクタには、固定床としてひも状担体を設置した。有効容積は0.5Lとし、25℃に温度制御した恒温器の中に設置、溶存酸素を除去するために、常時窒素ガスでパージした。種汚泥は、水族館の海水魚飼育水槽のろ過槽に堆積した汚泥を用いた。

アナモックス反応を確認後、培地中のアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素濃度の増加、および水理的滞留時間(HRT)の短縮を組み合わせ、流入窒素負荷を段階的に上昇させた。窒素濃度はイオンクロマトグラフィーを用いて、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素を測定した。

2.3. 菌叢解析

種汚泥、集積用リアクタ内から採取した汚泥からDNAを抽出し、16S rRNA遺伝子を標的として得られたDNA増副産物(アンプリコン)をシーケンスするアンプリコンシーケンス解析により、それぞれの汚泥の菌叢解析を行った。

3. 結果

3.1. 集積培養と窒素除去性能

集積培養中の流入窒素負荷、窒素除去速度と窒素除去率の経日変化を図-2、図-3に示す。Run1では、運転開始から344日目にアナモックス反応による窒素除去を確認した。398日目には、窒素除去率77%に達したため、窒素負荷を徐々に上昇させ、集積を継続した。その後、窒素除去率は一時的に低下することがあったが、窒素除去速度は順調に上昇し、700日目には、最大窒素除去速度1.66 kg-N/m³/dayを達成した。

表-1 基本培地組成¹⁾

成分	濃度[mg/L]
(NH ₄) ₂ SO ₄	188 ~ 2357
NaNO ₂	198 ~ 3253
KHCO ₃	500
KH ₂ PO ₄	27
MgSO ₄ · 7H ₂ O	300
CaCl ₂ · 2H ₂ O	180
Trace Element S1	1 (mL/L)
Trace Element S2	1 (mL/L)

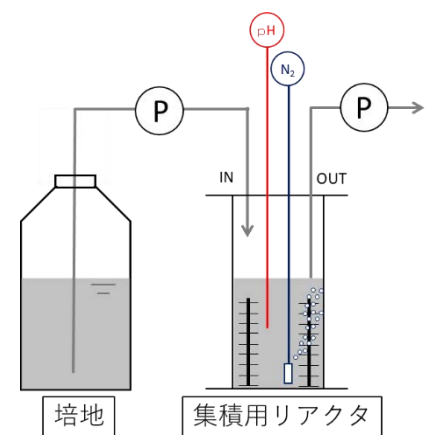


図-1 実験装置の概略フロー

キーワード アナモックス, 耐塩性, 高塩濃度, 処分場浸出水, 廃水処理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

一方, Run2 では, 運転開始から 81 目にアナモックス反応による窒素除去が確認され, 122 日目以降は, 窒素除去率 80%以上で安定した. その後, 流入窒素負荷を徐々に上昇させたところ, 230 日目に, 最大窒素除去速度 4.76 kg-N/m³/day を達成した. Run2 の最大窒素除去速度は, Run1 と比べ, 2.9 倍高かった.

3.2. 微生物群集構造解析

それぞれのサンプルから得られたアナモックス菌の存在比を表-2 に示す. ろ過槽の汚泥には, 低い割合で *Candidatus Scalindua* 属が存在していた. Run1 では, *Ca. Scalindua* 属が消失し, *Ca. Kuenenia stuttgartiensis* が集積され, 489 日目には 19.73%にまで増加した. 一方, Run2 では, ろ過槽の汚泥に含まれていた *Ca. Scalindua* 属が集積され, 存在比は 30.01%に増加した.

4. 考察

塩濃度調整に用いた薬剤の違いで, 集積に要する期間, 集積される菌種が異なることが明らかとなった. 種汚泥として使用したろ過槽の汚泥は, 海水環境で堆積したものであるため, 人工海水で集積した Run2 では, 種汚泥に存在した海洋性アナモックス菌の *Ca. Scalindua* 属²⁾が集積されたと考えられる. Run1 で *Ca. Scalindua* 属が消失した要因として, 海水に含まれるミネラル分の不足が考えられる. そのため, 種汚泥では検出限界以下であった *Ca. Kuenenia stuttgartiensis* が, 時間をかけて集積されたと考察する.

5. まとめ

本研究から, 同一の種汚泥から, 塩濃度調整方法を変えることで, 異なる耐塩性アナモックス菌が集積されることが明らかとなった. 今後, 両菌の温度特性, 耐塩性などについて検討を進め, 実廃水処理への適用性を評価する予定である.

参考文献

- 1) Tatara et al., Continuous nitrogen removal by a single-stage reactor packed with ring-laced string medium. J. Biosci. Bioeng., 124, 660-667, 2017.
- 2) Stephen et al., Molecular diversity of soil and marine 16SrRNA gene sequences related to subgroup Ammonia-Oxidizing Bacteria. Appl. Environ. Microbiol., 62, 4147-4154, 1996.

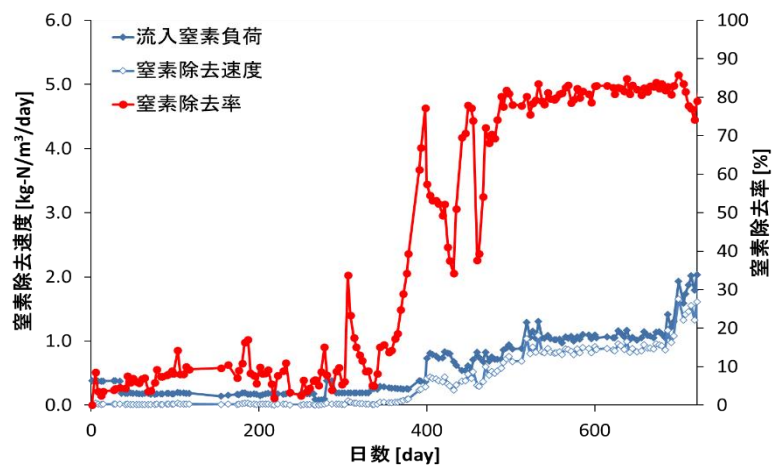


図-2 Run1 の窒素除去速度, 除去率の経日変化

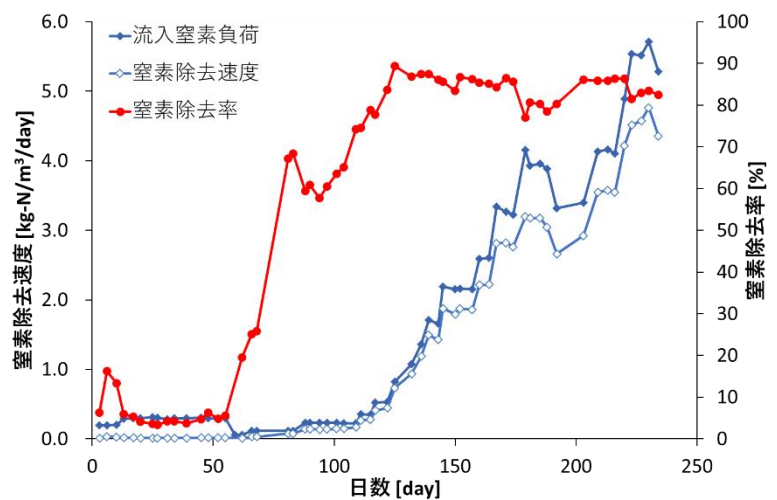


図-3 Run2 の窒素除去速度, 除去率の経日変化

表-2 アナモックス菌の存在率

		<i>Ca. Scalindua</i>	<i>Ca. Kuenenia stuttgartiensis</i>
濾過槽汚泥		0.12%	
Run1	培養377日目	0.01%	3.04%
(NaCl)	培養489日目		19.73%
Run2	培養179日目	30.01%	
(人工海水)			