



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Rapid start-up of anaerobic ammonium oxidation (anammox) process for nitrogen removal from wastewater [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Ali, Muhammad
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11903号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58983
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Muhammad_Ali_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 Muhammad Ali

審査担当者 主 査 教 授 岡部 聡
副 査 教 授 船水 尚行
副 査 教 授 高橋 正宏

学位論文題名

Rapid start-up of anaerobic ammonium oxidation (anammox) process for nitrogen removal from
wastewater

(排水から窒素を除去するための嫌気性アンモニア酸化 (アナモックス) プロセスの迅速な立ち上げ)

嫌気性アンモニア酸化 (Anammox) 反応は、絶対無酸素条件下でアンモニア性窒素 (NH_4^+) を電子供与体、亜硝酸性窒素 (NO_2^-) を電子受容体としてヒドラジン (N_2H_4) を中間生成物として直接窒素ガス (N_2) に変換する比較的新規な微生物反応である。この Anammox プロセスは従来の生物学的窒素除去プロセス (硝化-脱窒プロセス) と比べて、硝化反応における曝気動力の削減 (最大 62%) を実現する。本論文は、6 章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第 1 章は、緒言であり、研究の背景、従来の窒素除去プロセスの問題点、Anammox プロセスの概要、および本論文の構成とその概要がまとめられている。

第 2 章では、これまでに開発された Anammox リアクターの処理特性の比較、これまでに検出された Anammox 細菌の生理生態に関する知見、16S rRNA 遺伝子に基づく系統学的情報、および Anammox 細菌の保存・包括固定化法に関して文献レビューを行っている。

第 3 章では、Anammox 細菌の長期保存方法および再活性化方法について実験・考察を行っている。本実験では "*Ca. Brocadia sinica*" の集積培養系を用いて様々な保存条件 (温度、基質の定期的添加の有無等) で 45, 90, 150 日間バイオマスを保存した後、Anammox 活性を ^{15}N トレーサーを用いて正確に測定している。その結果、培養液に 3mM のモリブデン (硫酸塩還元反応の阻害剤) を添加し、 NH_4^+ と NO_2^- を 45 日に 1 回定期的に添加するのみで、90 日間室温で保存した場合でも、92% の Anammox 活性を保持できることが明らかとなった。さらに 90 日間保存したバイオマスをポリビニールアルコール (6%, W/V) + アルギンサンナトリウム (2%, W/V) の PVA-SA ゲルに包括固定し培養することにより、35 日間で 7 kg-N m⁻³ d⁻¹ の高い窒素除去速度を達成できることを証明している。

第 4 章では、Anammox リアクターの迅速かつ効率的な立ち上げ方法の検討を行っている。従来、Anammox リアクターの立ち上げは経験に基づいて行われており、効率が悪く不安定であり、長期間を要していた。異なるバイオマス濃度を PVA-SA ゲルに包括固定し、上向流カラムリアクターに充填し、30 日間で窒素除去速度 10 kg-N m⁻³ d⁻¹ を達成できる必要最少バイオマス濃度を実験的に決定している。この結果、PVA-SA ゲルに包括固定した場合、リアクター反応槽あたり 0.33 g-VSS/L のバイオマス濃度で迅速かつ効率的に立ち上げを達成できることを明らかにしている。

第 5 章では、生理生態が未知であった Anammox 細菌の 1 種である "*Ca. Jettenia caeni*" の高純度集積培養に成功し、ゲノム情報やプロテオーム解析から基礎的な生理・生態学的特長、進化系統な

どの詳細を明らかにしている。これらの情報により、アナモックスプロセスの迅速な立ち上げ、最適な殖種バイオマスの選定および運転操作条件の決定が可能となると考えられる。これらの情報を基にアナモックスプロセスの実用化が一段と加速されると期待される。

第6章は、総括であり各章のまとめと今後の課題、展望について述べている。

以上を要するに著者は、培養が極めて困難な Anammox 細菌の簡単で効率的な保存方法を確立し、Anammox リアクターの迅速かつ効率的なスタートアップ方法の開発に成功した。さらに、これまで未知であった Anammox 細菌、"*Ca. Jettenia caeni*"、の集積培養に成功し、その生理生態を明らかにしたものであり、水処理工学および環境微生物工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。