

淡水性・海洋性 Anammox 細菌共生培養系の構築に関する基礎的検討

熊本大学工学部社会環境工学科	学生会員	山下祐貴
熊本大学大学院自然科学研究科	非会員	浦田康平
熊本大学大学院自然科学研究科	非会員	Xiaowu HUANG
熊本大学大学院自然科学研究科	正会員	濱 武英
熊本大学大学院自然科学研究科	正会員	川越保徳

1. はじめに

水環境中への余剰な栄養塩類の流出に起因する富栄養化問題は、今も水環境における重要課題である。環境への窒素負荷削減対策の一つとして、窒素除去技術を用いる廃水処理があげられ、我々の研究室では、嫌気性アンモニウム酸化（Anaerobic Ammonium Oxidation: Anammox）細菌の培養系を利用する窒素除去技術の開発に取り組んできた。

Anammox 細菌は、アンモニア（アンモニウム）を電子供与体、亜硝酸を電子受容体とする酸化還元からエネルギーを得る独立栄養性細菌であり、これを利用する低コスト・省エネ・省スペース型の窒素除去技術の実用化が期待されている。

一方、Anammox 細菌の培養系は環境条件の変化による影響を大きく受ける場合があることや、一度ダメージを受けると、その回復に時間を要することが分かっており、実用化にあたっては、環境ストレスに強く、安定・堅固な培養系の構築が重要となる。

そこで我々は、生育至適温度や耐塩能等の特性が異なる海洋性と淡水性の Anammox 細菌群を一つの培養系で共存、共生させることにより、環境変化に対して柔軟に対応し、安定した窒素除去能を維持可能な混合培養系の構築に向けて基礎検討を行っている。本稿では、海洋性・淡水性 Anammox 細菌群を 3 種類の条件を設定した培養槽にて連続培養し、これまでに得られた知見を報告する。

2. 実験方法

2.1 Anammox 混合培養系の植種源

淡水性・海洋性 Anammox 細菌混合培養系の植種源としては、研究室で連続培養されている海洋性

Anammox 細菌、および淡水性 Anammox 細菌を使用した。

2.2 実験装置

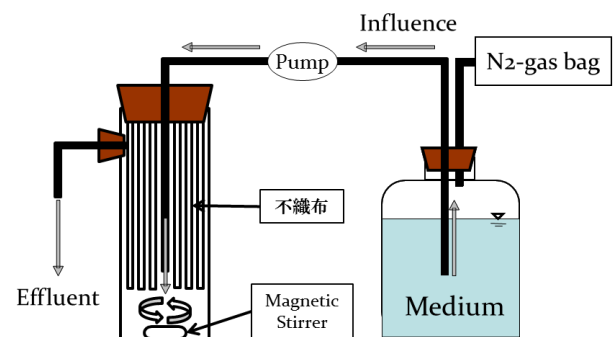


図-1 反応槽 1（固定床型）模式図

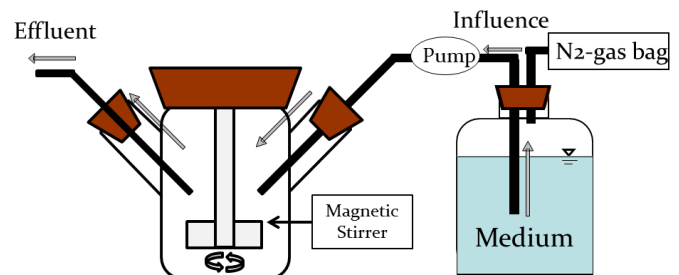


図-2 反応槽 2（完全混合型）模式図

本研究では、図-1 に示す不織布を微生物付着担体とする固定床型の反応槽 1 と、図-2 に示す懸濁性バイオマスによる完全混合型の反応槽 2 の 2 種類を使用した。各反応槽に淡水性と海洋性の Anammox 細菌を植種し、反応槽 1 では温度と塩分濃度に関して培養条件 1～3 の計 3 種類、反応槽 2 は条件 2 のみを設定して連続培養（運転）を行い、窒素除去能を調べた。条件 1 は海洋性 Anammox、条件 3 は淡水性 Anammox の培養条件¹⁾で、条件 2 は塩分濃度と温度を条件 1 と 2 の中間的なものとした。表-1 に条件 1

の培地組成の概要を示す。

表-1 培地成分組成（培養条件2）

成分	濃度
NaCl	15g/L
MgSO ₄ ・7H ₂ O	2.5g/L
人口海水(2)	5ml/L
人口海水(3)	5ml/L
(NH ₄) ₂ SO ₄	所定量mg(NH ₄ -N)/L
NaNO ₂	所定量mg(NO ₂ -N)/L
K ₂ HPO ₄	54mg/L
KHCO ₃	500mg/L
Micro Fe/EDTA	0.5mL
Micro Nutrients	1ml/L
培養温度	27.5℃

2.3 分析方法

流入水および流出水中のアンモニア性窒素（NH₄-N）、亜硝酸性窒素（NO₂-N）、硝酸性窒素（NO₃-N）は比色定量法にて分析測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 固定床型反応槽1の立ち上げと窒素除去

一例として、培養条件1（海水条件）の結果を図-3に示す。流入水中全窒素濃度を70mg/Lとして運転を開始したところ、5日目まではNRE（窒素除去率）が50%前後で変動したが、1週間程度で80%程度に上昇し、安定な窒素除去能が見られた。

その後、全窒素濃度を140ppmに上昇させた後も窒素除去能の急激な低下はみられず概ね80～90%程度のNREが得られた。また、反応槽1の他の条件では、同様に窒素濃度を段階的に上昇させながら窒素除去能を確認しており、トラブルなどで一時的に不安定になることはあるが、70%以上のNREが得られた。以上から、至適生育条件の異なるAnammox細菌の混合培養系にて、海水や温度等が異なる条件下での窒素除去能の維持が確認された。

3.2 完全混合型反応槽2の立ち上げと窒素除去

図-4に、懸濁態の混合Anammox細菌を投入した反応槽2における窒素除去能の経時変化を示す。反応槽2では、流入水の総窒素濃度を80mg-N/Lで実験を開始し、しばらくは90%前後の高い窒素除去率（NRE）が得られていたが、ポンプトラブル等によるHRTの急激な低下などが影響してNREが50%程度にまで低下する等不安定な状態が続いた（30～95日頃迄）。しかしその後NREは回復し、再び90%を

超えるNREが得られたため（110日頃）、HRTを短縮する、或いは流入水窒素濃度を上げるによりNLRを上昇させた。現在、0.3kg/m³/dの窒素負荷（NLR）で概ね80～90%の窒素除去能が得られている。

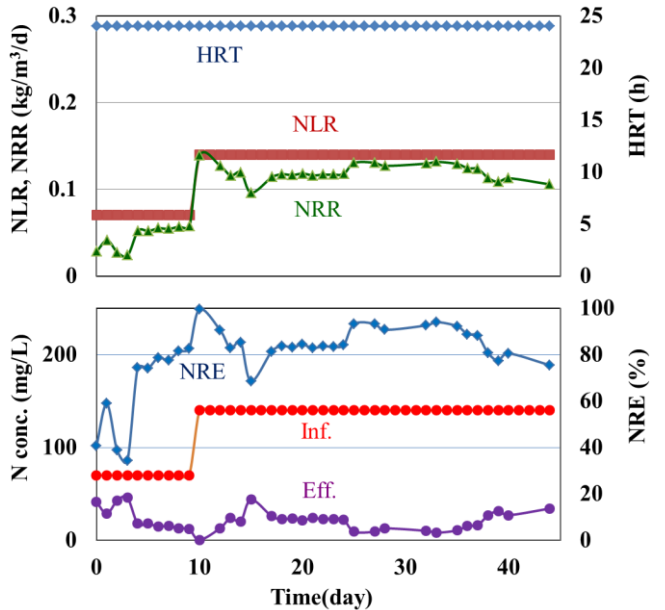


図-3 反応槽1における条件1での窒素除去能

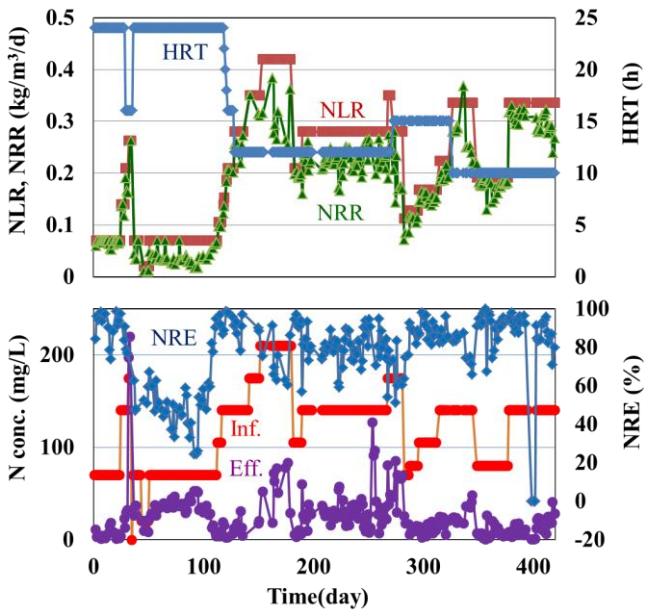


図-4 反応槽1における窒素除去能

4. 結論

淡水性と海洋性のAnammox細菌の混合培養系を立ち上げ、異なる条件下において、一定の窒素除去能を得ることができた。さらに今後は、窒素除去速度と窒素除去率の向上を進めるとともに、各条件下での細菌叢の特徴を明らかにする予定である。

参考文献

1) 山城健人:、熊本大学自然科学研究科修士論文（2012）