

Anammox リアクタの早期立ち上げに関する検討

熊本大学大学院 (学)○秦 浩平 (非)稲富 泰彦 (正)古川 憲治
崇城大学 (非)西山 孝 (非)藤井 隆夫

1. はじめに

現在、閉鎖性水域における富栄養化を防止するため、排水から窒素及びリンを適切に除去することが重要な課題となっている。この排水中に含まれる窒素成分の除去プロセスとして、嫌気性アンモニア酸化 (Anammox) が注目されている。このプロセスは、従来の微生物による硝化・脱窒反応を利用した処理に比べコストパフォーマンスに優れており、欧州と日本においても実用化が進められている。しかし、実用化が行われる一方、立ち上げに時間を要してしまうなどの課題も残っている。

本研究では、Anammox リアクタをより一般的な窒素除去技術として確立するために、Anammox リアクタの早期立ち上げに関して検討を行った。また、この結果と昨年実施した結果との比較を行った。以後、昨年実施したものを K リアクタ、今年実施したものを L リアクタと称す。また、早期立ち上げを行う際、各段階においてリアクタ内の菌叢を調べ、Anammox 菌の特性を調べた。

2. 実験材料及び方法

2.1 実験装置

本研究では、図 1 に示した容積 50L の上向流カラムリアクタを用いた。また、Anammox 汚泥の付着固定化担体としてポリエステル製繊維不織布(日本バイリーン(株)製)を用いた。

我々の研究室では、地下水由来の KSU-1 株及び工場排水処理場の脱窒活性汚泥由来の KU2 株の 2 種類の Anammox 菌が確認されている。本研究の供試汚泥には、KSU-1 株主体の汚泥を用いた。

2.2 連続試験

本実験では、流入水として表 1 に示すアンモニアと亜硝酸を主成分とする合成無機培地を使用した。Anammox 菌は酸素により阻害を受けるため、溶存酸素濃度(DO)が 1mg/L 以下になるように窒素ガスで脱酸素処理を行った後、上向流によりリアクタに供給した。また、リアクタ内の温度は、ウォータージャケットを用いて 35℃の一定に保った。

昨年実施した K リアクタと違い、今年実施した L リアクタでは、

- (1)不織布担体を一本化
- (2)NH₄,NO₂ 濃度ではなく HRT による負荷の上昇
- (3)流出水に含まれる NO₂ 濃度(20mg-N/L 以下)の 3 つに留意して運転を行った。

2.3 菌叢解析

L リアクタから回収した汚泥の菌叢を DGGE 法によって解析し、KSU-1, KU2 の量を定量した。試料は、培養初期(運転開始 1 ヶ月後)、窒素除去速度 1kg/m³/day、1.5kg/m³/day、2kg/m³/day、3kg/m³/day の各段階のリアクタ上部、中部、下部の汚泥である。

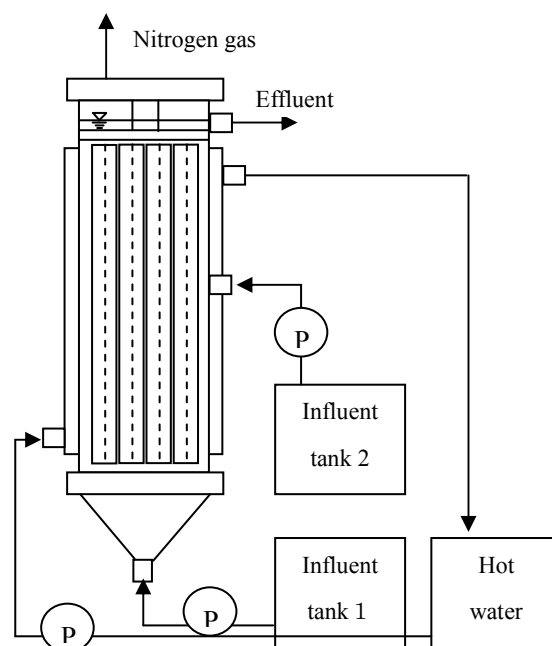


図 1 リアクタ模式図

表 1 培地組成

成分	濃度
(NH ₄) ₂ SO ₄	50-170mg(NH ₄ -N)/L
NaNO ₂	50-170mg(NO ₂ -N)/L
KHCO ₃	500mg/L
KH ₂ PO ₄	108mg/L
Micro Fe/EDTA [#]	0.5ml/L

[#]Micro Fe/EDTA 組成 : FeSO₄・7H₂O 18g/L, EDTA・2Na 10g/L

3. 実験結果及び考察

3.1 早期立ち上げ

図2に窒素除去速度の経日変化を示す。この結果、150日目から170日目にかけて活性が一時停滞したものの、約90日目には窒素除去速度 $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ 、約110日目には窒素除去速度 $2\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ に到達し、最終的に約260日目で $3.26\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ と昨年に比べ立ち上がりに大きな違いがでた。

この結果より、前述した3つの点が大きく影響したことが示唆された。この理由として、まず不織布担体を以前はリアクタ中間部において分断していたものを一本化することによって Anammox 菌の増殖を途切れさせることなくスムーズに行う

ことができたために窒素除去速度の上昇に繋がった点である。また、濃度による負荷の上昇ではなく HRT による負荷の上昇によって高 NO_2 濃度による阻害を防ぐことができると同時に、pH の上昇を防ぐことができ良好な状態を維持することができた点である。そして、流出水に含まれる NO_2 濃度を 20mg-N/L 以下に保つことによって Anammox 汚泥の活性低下を防ぐことができたためであると考えられる。

3.2 菌叢解析

L リアクタから回収した汚泥の菌叢を DGGE 法によって解析し、KSU-1 及び KU2 株の量を定量した結果を図3に示す。この結果より、供試汚泥の主体となっている KSU-1 株はすべての段階において15%以上存在し、その存在割合は上部>中部>下部となる傾向があり、窒素除去速度が大きくなるとこの傾向も高くなっていることから、KSU-1 株は窒素負荷の低い場所を比較的好むように思われた。また、KU2 株の存在割合の傾向は KSU-1 株とは逆で、上部<中部<下部となっており、比較的高い窒素負荷の場所を好むように思われたが、その割合が15%を超えることはなかった。

No.1 に関する菌は、窒素除去速度 $2\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ 以下ではあまり多く存在していなかったが、 $3\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ ではかなりの割合を占めていた。この菌は窒素負荷の高い環境を好む菌で、リアクタの高い窒素除去速度に寄与していることが示唆された。この菌に関しては、菌の同定を現在行っている。

4. まとめ

本研究では、Anammox リアクタの早期立ち上げに関して検討を行い、同時に Anammox 菌の特性に関して検討を行った。その結果、早期立ち上げに関しては、上記した3つの点を留意し立ち上げを行うことで、より短い時間で Anammox リアクタを立ち上げることができたことがわかった。また、菌叢解析の結果、Anammox 菌である KSU-1 及び KU2 はそれぞれ違った特性を持ち、リアクタ内でうまくすみ分けしていることがわかった。

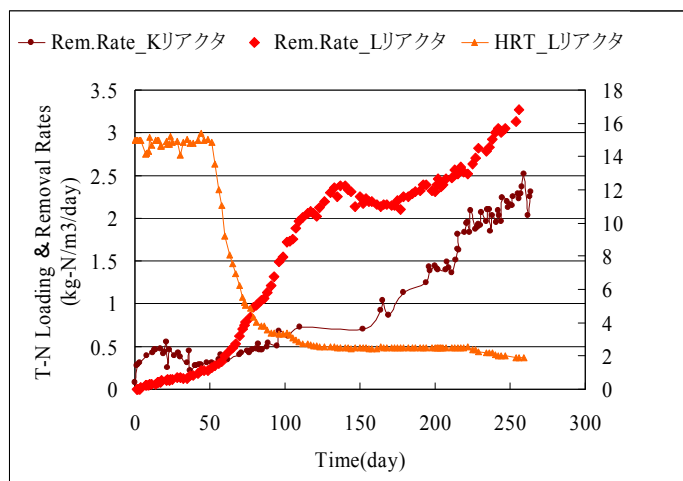


図2 窒素除去速度の経日変化

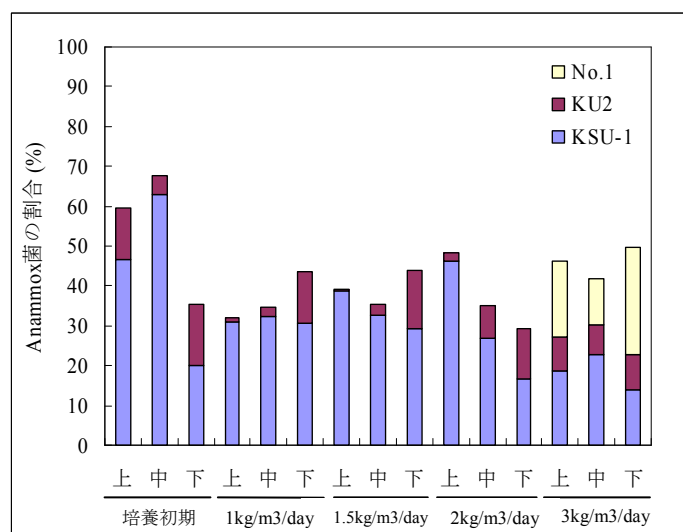


図3 各段階における KSU-1 及び KU2 の割合