

Anammox リアクタ立ち上げにおける影響因子の検討

熊本大学工学部 (学)○古賀 絢三 熊本大学大学院 (学) 秦 浩平
崇城大学 (非) 藤井 隆夫 熊本大学大学院 (正)古川 憲治

1. はじめに

近年、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、日本においても実用化が進められている。

本研究では、Anammox リアクタの立ち上げにおいて影響を及ぼすと考えられる因子として、流入水中に含まれる溶存酸素及び温度の変化に関して検討を行った。

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15L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菊花状の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 株を主体とする2種類の Anammox 汚泥を馴養培養している。本研究の供試汚泥には、KU2 株を主体とする Anammox 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に示す組織の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、上向流によりリアクタに供給した。馴養段階として、窒素除去速度が $1\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ と安定した状態になるまで流入水に含まれる溶存酸素濃度が 1mg/L 以下になるよう窒素ガスで脱酸素処理を行った。その後、脱酸素処理を行わずリアクタに供給した。また、溶存酸素の影響を検討した後、継続してリアクタ内の温度を 35°C から段階的に下げ温度の影響を検討した。

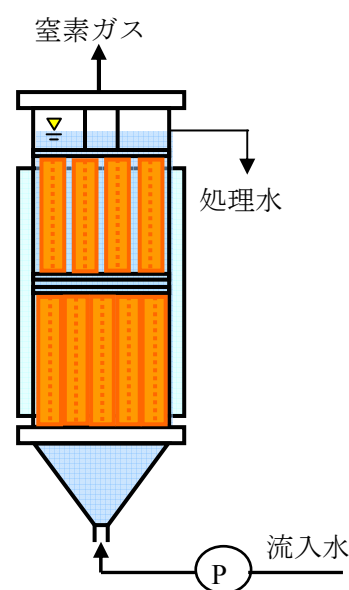


図1 リアクタ模式図

2.3 菌叢解析

本実験終了後、リアクタから回収した Anammox 汚泥の菌叢を DGGE 法によって解析した。

3. 実験結果及び考察

3.1 溶存酸素の影響

図2に窒素除去速度の経日変化を示した。約100日間で窒素除去速度 $1\text{kg/m}^3/\text{day}$ に到達し、その後脱酸素処理を行わず馴養を行ったところ、順調に窒素除去速度が高まり、試験開始から約90日目で窒素除去速度 $2\text{kg/m}^3/\text{day}$ に到達した。この結果、ある程度 Anammox 汚泥の濃度が高まった状態であれば Anammox リアクタは溶存酸素の影響を受けにくいことがわかった。

また、図3にリアクタ内の溶存酸素濃度の平均値を示した。流入水を0cmとし、リアクタ下部から順に15cm、30cm、45cm、85cmの箇所でサンプリングを行った。

表1 培地組成

成分	馴養段階	試験段階
	濃度	濃度
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	50-120mg($\text{NH}_4\text{-N}$)/L	120-145mg($\text{NH}_4\text{-N}$)/L
NaNO_2	50-120mg($\text{NO}_2\text{-N}$)/L	120-190mg($\text{NO}_2\text{-N}$)/L
KHCO_3	125mg/L	125mg/L
KH_2PO_4	54mg/L	54mg/L
Micro Fe/EDTA [#]	0.5ml/L	0.5ml/L
DO	DO<1	Free

[#]Micro Fe/EDTA 組成

$\text{FeSO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 18g/L, $\text{EDTA} \cdot 2\text{Na}$ 10g/L

その結果、流入水中に溶存酸素が約 9mg/L 含まれているのに対し 15cm の箇所では約 2mg/L まで減少した。その後、85cm の箇所まで一定となる結果を得た。しかし、実際にリアクタ内に DO 計を挿入し 45cm 及び 85cm の箇所で測定を行ったところ、溶存酸素濃度がほぼ 0mg/L に近かったことより、実際は破線に示したように溶存酸素が推移していくのではないかと考えられる。これには、サンプリングを行う際に酸素がサンプルに混入してしまったことが原因している。

3.2 温度変化の影響

溶存酸素の影響を検討した後、35℃の一定としていたリアクタ内の温度を段階的に 30℃、25℃、20℃、17℃に下げた。図 4 に温度と窒素除去速度の関係を示した。

その結果、温度を段階的に下げると窒素除去速度も同時に下がり、Anammox 活性が低下した。しかし、17℃の窒素除去速度は、20℃の窒素除去速度とあまり変わらない値となった。この結果、DO と同様にリアクタ内の Anammox 汚泥濃度が十分に高い濃度に達した後では、不織布を充填した Anammox リアクタは温度の影響を受け難いことが明らかとなった。

3.3 菌叢解析

本実験終了後、リアクタの上部、中部、沈殿部箇所から回収した汚泥の菌叢を DGGE 法によって解析した。

その結果、リアクタ内に KU2 株と KSU-1 株の存在を確認することができた。また、沈殿部箇所では KSU-1 株に比べ KU2 株の菌数が多かった。

4.まとめ

流入水を脱気処理せずに約 3 ヶ月の運転で窒素除去速度 $1\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ を $2\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ に高めることができた。この結果、リアクタ内の Anammox 菌の濃度が十分に高まった後であれば、Anammox 反応は溶存酸素による影響を受けにくいことが判明した。温度に関して、リアクタ内の Anammox 菌の濃度が高いことから、温度影響を受け難いことがわかった。リアクタ内の菌叢解析の結果、リアクタ内に KSU-1 及び KU2 の存在を確認することができ、リアクタ沈殿部箇所では、KSU-1 株に比べ KU2 株が多く存在していることが明らかとなった。

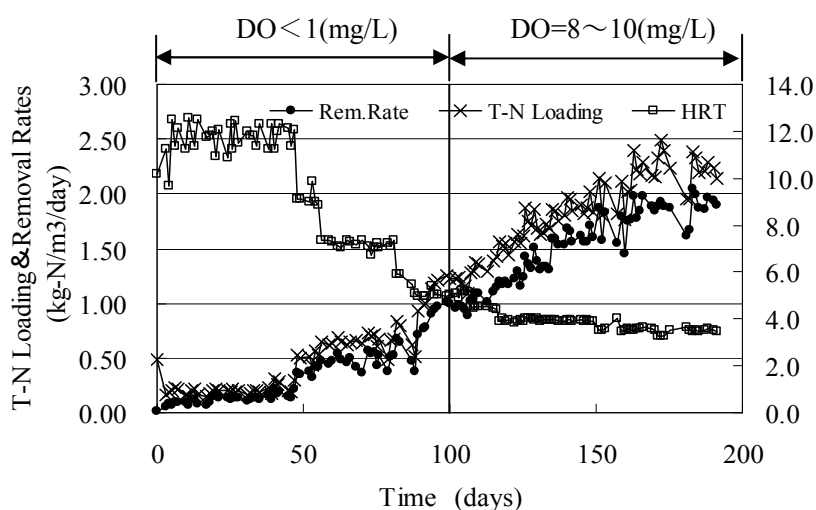


図 2 窒素除去速度の経日変化

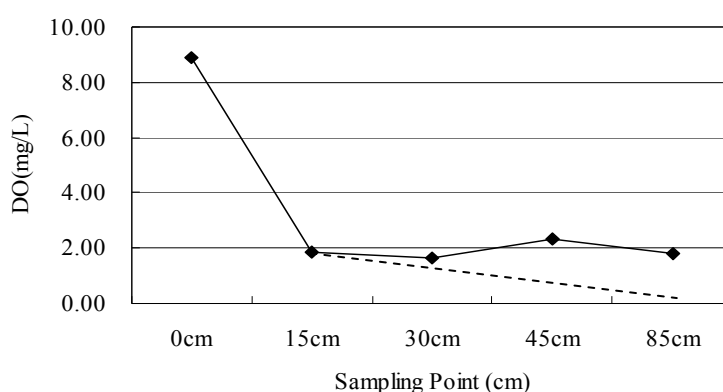


図 3 リアクタ内の溶存酸素濃度の平均値

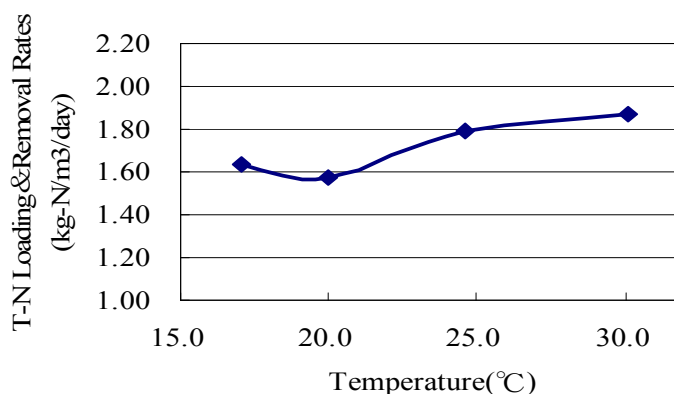


図 4 温度における窒素除去速度の平均値