

SNAP 処理に及ぼす運転操作因子の検討

熊本大学大学院 学生会員 ○榎原 雄一郎
 熊本大学大学院 非会員 波戸崎 律子
 熊本大学大学院 正会員 古川 憲治

1. 研究背景

近年、流動床脱窒リアクタ内部の窒素収支の検討をもとに発見された、新しい窒素代謝経路「嫌気性アンモニア酸化(Anammox)」が注目されている。

この Anammox 反応を窒素除去に活用するには、前処理として流入するアンモニアの約半量を亜硝酸に酸化する部分亜硝酸化が必要である。これまでの研究で、網目状のアクリル繊維担体を充填したリアクタを pH 7.5～7.7, HRT 6h, 水温 35℃の条件で運転したとき安定した部分亜硝酸化処理の達成できることが明らかになった。その後、部分亜硝酸化の長期安定性の検討を行っていたところ、部分亜硝酸化槽で窒素除去が起こり、担体内部に Anammox が生息していることを確認し、これにより、一槽で $\text{NH}_4\text{-N}$ から N_2 へと変換できることが明らかとなった。この窒素除去を、Single stage Nitrogen removal using Anammox and Partial nitritation の頭文字をとり SNAP 法と命名した。本研究では、SNAP 法による $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去特性と、運転操作因子(pH,HRT,温度,濃度)の N 除去能に及ぼす影響を検討した。

2. 実験装置および方法

図 1 に実験装置の模式図を示す。容量 8.28L(反応部 5.43L)のアクリル製リアクタに、アクリル繊維性固定化付着担体(エヌ・イー・ティ株式会社製、商品名：バイオフィックス、以下 BX と略す)60g をアルミ製のパイプ型枠(110×330mm)に伸張したものを片側 4 枚ずつ充填した。合成下水で長期間 fill and draw 法にて馴養している全酸化処理汚泥を MLSS 約 3,000mg/L の濃度でリアクタに投入、曝気による旋回流で BX に教師活性汚泥を付着させた。表 1 に実験に用いた培地の組成を示す。pH, HRT, 水温, 濃度を種々変化させ、SNAP 法の処理能に及ぼすこれら因子の影響を検討した。

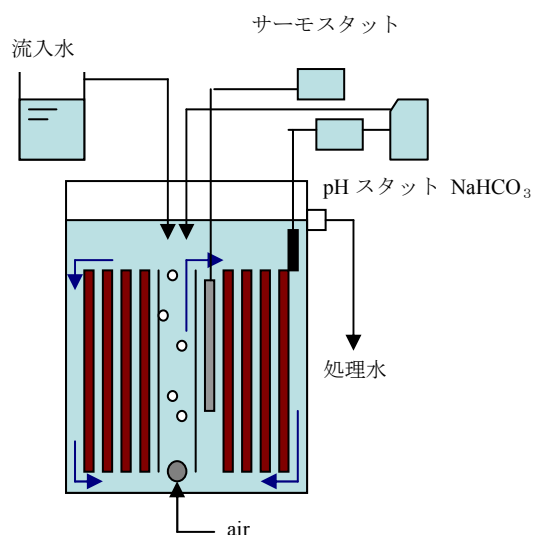


図 1 実験装置模式図

表 1 培地組成

成分	濃度 (mg/L)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	168.5
KHCO_3	125.1
KCl	1.4
NaCl	1.0
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.6
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1.6
KH_2PO_4	136.0
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	18.0
EDTA · 2Na	10.0

※ 運転条件： 流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 100～140mg-N/L, pH=7.25～7.70, Temp=35℃, DO=2～3mg/L

3. 実験結果および考察

今回は、濃度変化において著しい結果が得られたので報告する。図 2 は、連続実験中の流入水および流出中

の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経日変化を示す。処理温度に関しては、 25°C , 30°C , 35°C と変化させてその影響を検討したが、部分亜硝酸化処理と同様 35°C のとき、安定した処理結果が得られているので、56 日目以降 35°C に固定して運転した。図 3 に、連続実験中の窒素容積負荷(L_v)と窒素除去速度(L_d)の経時変化を示す。144 日目以降安定して窒素除去ができていたので、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度を $100 \sim 140\text{mg-N/L}$ 徐々に上げていった。しかし、270 日頃から、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が残存し始め窒素除去速度も停滞した。これは、急な濃度変化と濃度変化に伴う酸素不足が原因と考えられる。そこで、濃度変化ではなく流量を 270 日～310 日までの間、 $32 \sim 39\text{L/day}$ と段階的に変えて窒素容積負荷を高めた。その結果、最大窒素容積負荷量 $0.771\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ ，最大窒素除去速度 $0.532\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ を得ることができた。

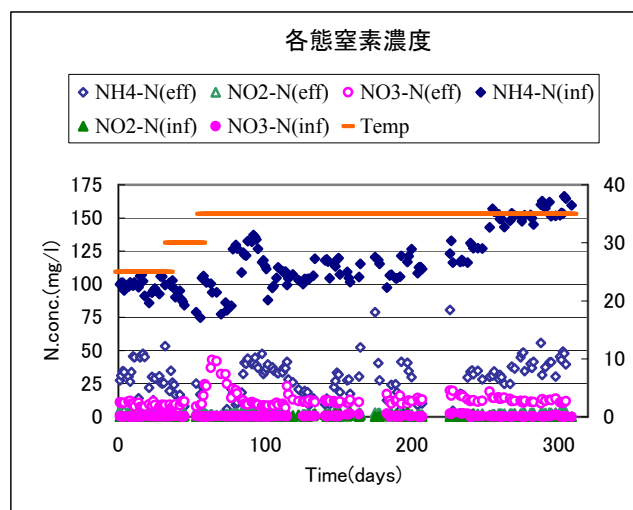


図2 各態窒素濃度の経日変化

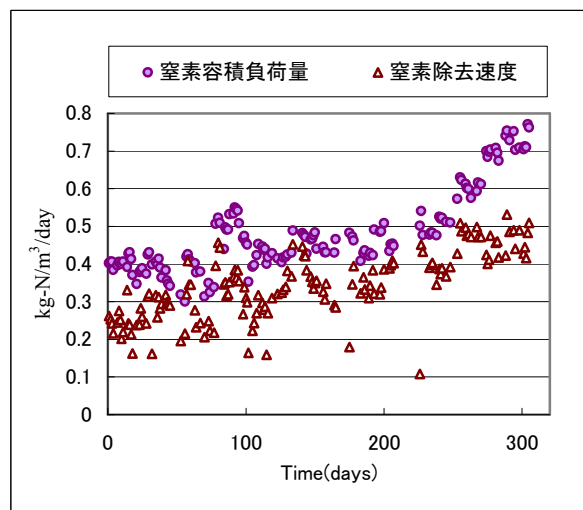


図3 容積負荷量と窒素除去速度の経日変化

4. SNAP の微生物相

Anammox 反応の特徴である $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の同時除去とそれに伴う少量の $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成が確認されたこと、リアクタ内に Anammox 菌特有の赤い汚泥が観察されたことにより SNAP 法では、Anammox 反応による窒素除去が行われていると推測した。また、担体に付着した汚泥の菌相を解析した結果、実験室で培養している KSU-1 株と相同性が 100% および 88% の 2 種類の Anammox 菌と、*Nitrosomonas sp.* および *Nitrosomonas europaea* の 2 種類のアンモニア酸化細菌の存在が確認された。絶対嫌気性である Anammox 菌が DO $2 \sim 3\text{mg/L}$ の SNAP リアクタ担体内部で生育できているのは、図 4 に示すように生物膜表層に存在するアンモニア酸化細菌が DO を消費し、生物膜中層は無酸素ゾーンとなっているためである。この処理プロセスを用い、現在は、 pH による影響の検討を加えている。

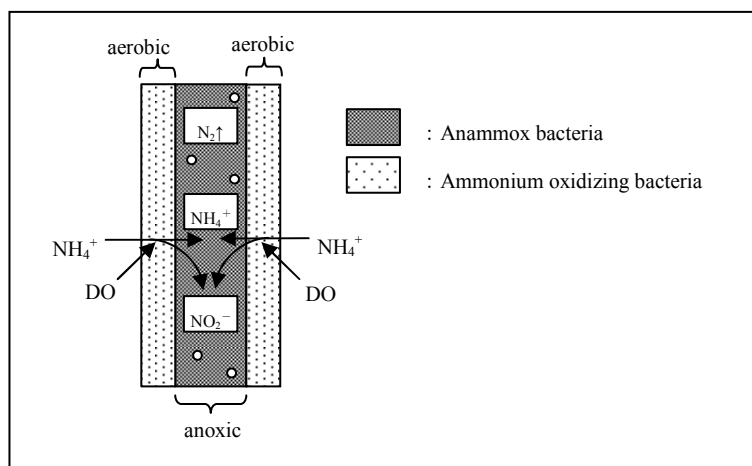


図4 SNAP 汚泥内部の概念図

5. 今後の方針

SNAP 法の長期安定性、スケールアップ、実排水での処理挙動等について検討していく予定である。