

## SNAP プロセスの実用化に向けたスケールアップに関する研究

熊本大学工学部社会環境工学科 学生会員 太田 哲  
 熊本大学工学部社会環境工学科 非会員 武川 将士  
 熊本大学工学部社会環境工学科 非会員 佐藤 宇紘  
 熊本大学工学部社会環境工学科 正会員 古川 憲治

### 1. はじめに

近年、新窒素除去プロセスである anammox プロセスが注目されている。anammox 反応はアンモニア性窒素を電子受容体、亜硝酸性窒素を電子供与体として窒素ガスに変換する独立栄養的な反応である。

anammox プロセスを適用するには前処理としてアンモニア性窒素を部分的に亜硝酸性窒素に酸化する部分亜硝酸化処理が必要である。酸素供給量の削減が可能、外部炭素源の添加が不要であることが部分亜硝酸化-anammox プロセスの利点として挙げられる。

また、近年では部分亜硝酸化-anammox プロセスを単一槽内で行う、単一槽型窒素除去法も開発されている。単一槽型窒素除去プロセスの利点は、部分亜硝酸化-anammox プロセスと比べ、さらに処理面積の削減が可能であることや、部分亜硝酸化槽から anammox 槽に移す際に必要であった DO 調整が不要になる点である。

本研究室で開発された SNAP プロセスも anammox 反応を用いた単一槽型窒素除去法である。SNAP プロセスはアンモニア酸化細菌と anammox 細菌を生物膜内で共生させることにより好気条件下で窒素除去を行う方法である。以前、本研究室で行われたラボスケール(5L)による SNAP プロセスの窒素除去性能の検討では、現在報告されている他の単一槽窒素除去法と比較して高い除去性能が確認された。このことから、SNAP プロセスを実プラントに適用することができれば、更なる高効率の窒素除去が可能となると考えられる。

そこで本研究では、スケールアップの際の運転上の問題点を明らかにするため、有効容積 80L の大型リアクタを用いて SNAP プロセスの実用

化に向けた窒素除去性能の検討を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験装置

実験装置には有効容積 80L のアクリル製上向流カラム型リアクタを用いた。装置の概略図を図-1 に示す。リアクタ内部の微生物担体として微生物固定能力の高い立体的網目状構造の Biofix(NET(株))をステンレス製のフレームを用いて 2 層構造にして充填した。

槽内の水温は投げ込み式サーモスタットと流入チューブを水槽で温めることで 35°C に設定し、pH は pH 調整剤(80 g-NaHCO<sub>3</sub>/L)を用いて pH7.7±0.1 となるように設定した。また、槽内に溶存酸素の供給と循環流を発生させるためにブロワーを用いて空気曝気を行い、窒素濃度の上昇とともに曝気量を上昇させた。

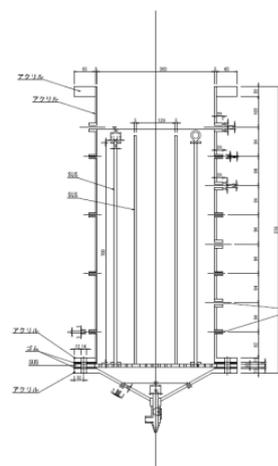


図-1 リアクタ概略図

#### 2.2 供試汚泥と供試排水

リアクタの立ち上げにおいて本研究室において集積培養された anammox 汚泥を 800 mg-MLSS/L となるよう投入し、窒素ガスを吹き込むことで槽内を 24 時間攪拌し、微生物担体に固定化した。その後、熊本市東部浄化センターから

採集した活性汚泥を 500 mg-MLSS/L となるよう投入し空気曝気により、槽内を攪拌し、微生物担体に固定化した。

供試排水としてアンモニア性窒素源とする人工無機廃水を用いた。排水の組成表を下記に示す(表-1)。

表-1 人工廃水組成

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	100 mg-N/L
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	136.1 mg/L
NaCl	1.0 mg/L
KCl	1.4 mg/L
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1.0 mg/L
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.4 mg/L
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9 mg/L
EDTA $\cdot$ 2Na	5 mg/L
$\text{NaHCO}_3$	84 mg/L

### 3. 結果及び考察

図-2 に各態窒素濃度の経日変化、図-3 に窒素負荷(NLR)、窒素除去速度(NRR)、HRTの経日変化を示す。リアクタの立ち上げは窒素負荷 0.1kg/m<sup>3</sup>/day(NH<sub>4</sub>-N100mg/L, HRT24)で行った。

運転開始から 26 日目までは、主に硝化反応が見られた。これは亜硝酸酸化細菌(NO<sub>B</sub>, Nitrite Oxidizing Bacteria)の活性がアンモニア酸化細菌(AOB, Ammonia Oxidizing Bacteria)より高いためであると考えられる。

NO<sub>B</sub> と AOB は、その生理的特性の差により遊離アンモニア(FA)濃度が 0.1-10mg/L の範囲で NO<sub>B</sub> が選択的に阻害されることが知られている。そこで、HRT を段階的に短くし、槽内のアンモニア性窒素濃度を高くすることで、FA 濃度を上昇させることを試みた。

図-4 に FA 濃度と硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)/窒素除去量の経日変化を示す。槽内の FA 濃度が 3mg-NH<sub>3</sub>/L 以上となった 27 日目以降は硝酸性窒素の生成が抑制され、anammox による安定した窒素除去が確認された。この結果は、ラボスケールリアクタの結果と同様であり、SNAP リアクタの運転開始時には槽内の FA 濃度を常に 3mg-NH<sub>3</sub>/L 以上に維持することの必要性が示唆された。FA の濃度を調整することで比較的早い

リアクタの立ち上げが可能であると考えられる。

今後は HRT を一定にし、窒素濃度上昇させ窒素除去性能の検討を行う予定である。

### 4. 結論

- ・低 FA 濃度において SNAP 反応より硝化反応が優先的に生じる。
- ・SNAP リアクタの早期立ち上げには FA 濃度の調整が重要である。

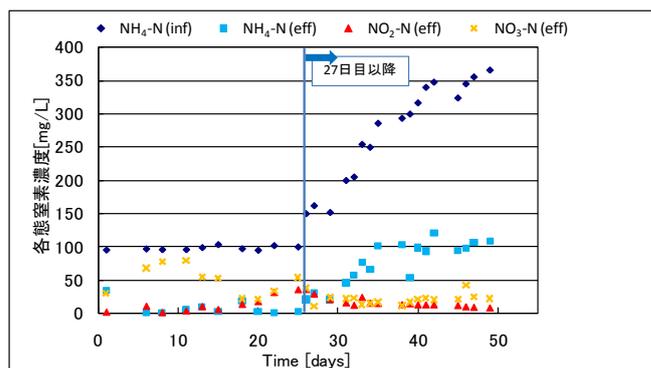


図-2 各態窒素経日変化

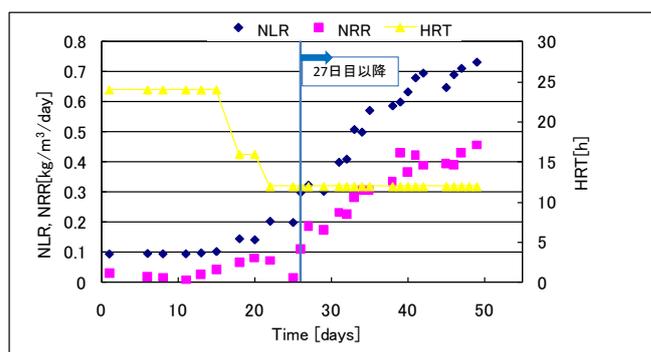


図-3 窒素負荷および除去速度、HRT 経日変化

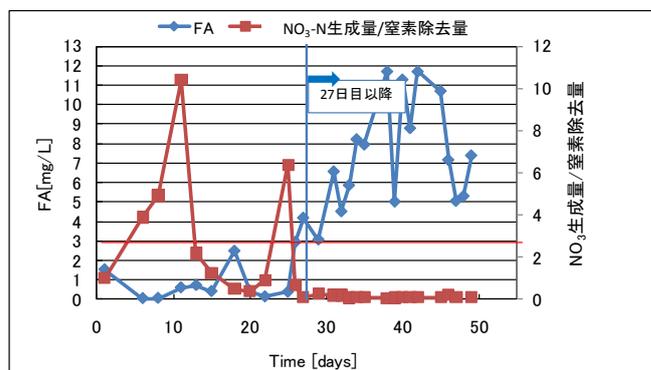


図-4 FA 及び NO<sub>3</sub>-N/窒素除去量経日変化

### 謝辞

本研究は平成 22 年度 NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の助成金により実施したものである。