

PVA ゲルビーズを担体とする Anammox プロセス

| | | |
|---------|------|-------|
| 熊本大学工学部 | 学生会員 | 波戸崎律子 |
| 熊本大学工学部 | 非会員 | 劉志軍 |
| 熊本大学大学院 | 非会員 | 高木啓太 |
| 熊本大学工学部 | 正会員 | 古川憲治 |

1. はじめに

湖沼や閉鎖性の水域で窒素やリンなどの栄養塩濃度が高くなることにより富栄養化が頻発しており、下排水から経済的に窒素、リンを除去できる新しい処理技術の開発が望まれている。

近年、脱窒リアクタ内部の窒素収支の検討をもとに、新しい窒素の代謝経路「嫌気性アンモニア酸化 (Anammox)」が報告された。図1に Anammox 反応の代謝経路を示した。これは、従来の窒素の循環系に加わる新たな窒素変換経路であり、 NH_4^+ が水素供与体、 NO_2^- が水素受容体となる自栄養の脱窒反応である。

Anammox 反応を有効に排水処理に活用できれば、より経済的な生物学的窒素除去が可能となる。

これまでの研究から、懸濁状態では Anammox 活性が高まらないことが判明している。そこで、我々は付着固定化担体を用いた Anammox 細菌の集積・馴養と、Anammox 反応の活性化を試みた。担体の比較検討を行った結果、PVA ゲルビーズを用いた時に最も高い Anammox 活性が得られた。今回、この PVA ゲルビーズを担体とした Anammox 汚泥の馴養について報告する。

2. 実験装置及び方法

図2に使用した実験装置の模式図を示した。容量 2.73L (反応部 1.6L) のガラス製上向流カラムリアクタに PVA ゲルビーズ 600ml を充填し、表1に示す組成の培地を用い連続実験を行った。流入水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を変化させ、流入水および処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を分析した。リアクタの周囲を暗幕で覆って遮光するとともに、リアクタ内の温度を 25~30℃に保ち、またリアクタ内を嫌気状態に維持した。

表1 培地組成

| 成分 | 濃度 (mg/L) |
|------------------------------|-----------|
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | 0~350 |
| NaNO_2 | 0~350 |
| NaNO_3 | 25 |
| KHCO_3 | 1000 |
| KH_2PO_4 | 27 |
| Micro Fe/EDTA ^{#1} | 1.0ml/L |

#1 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 9.0g/L, EDTA·2Na 5.0g/L

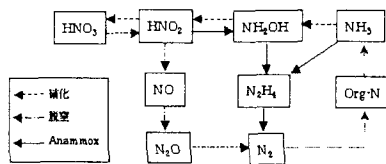


図1 窒素循環図

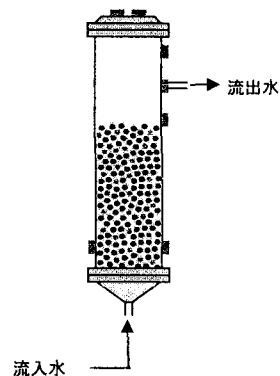
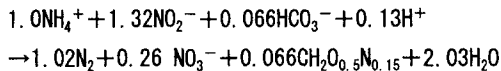


図2 連続実験装置

3. 理論

従来の知見では、 NH_4^+ は好気条件下で硝化菌により NO_2^- 、 NO_3^- に独立栄養的に酸化され、生成した NO_3^- は酸素の存在しない条件下 (anoxic) で従属栄養の脱窒菌により N_2 に還元される。一方、Anammox 反応は次式に示す様に、 NH_4^+ を電子供与体、 NO_2^- を電子受容体として利用できる自栄養性の Anammox 細菌による脱窒反応である。



4. 実験結果及び考察

図3に連続実験装置の流入窒素濃度および流出窒素濃度 (NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^-) の経時変化を示した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の流入濃度を段階的に高めていく方法で Anammox 汚泥の馴養を図った。流出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度は安定して低い値で推移し、窒素除去率も徐々に向上した。最終的に HRT12 時間で約 75% の窒素除去率を得た。また、流出水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の上昇により Anammox 反応の特徴の一つである NO_3^- の生成が確認された。

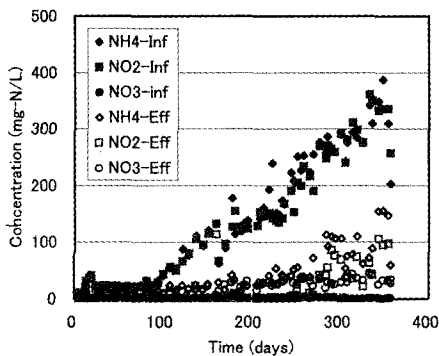


図3 各態窒素濃度の経時変化

図4に窒素の容積除去速度の経時変化を示した。実験開始から処理能が上昇し、11ヶ月経過した時点で、最大除去速度 $2.46\text{g/L}\cdot\text{d}$ が得られた。

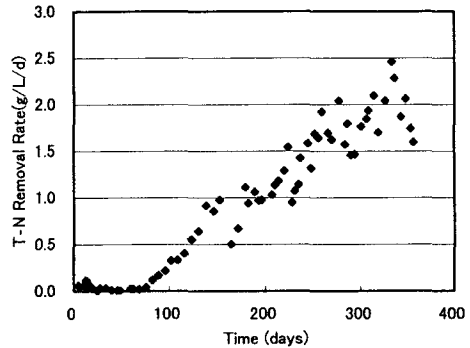


図4 窒素の容積除去速度

図5に $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去速度に対する $\text{NO}_2\text{-N}$ の除去速度及び、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成速度との比を各々示した。今回の実験で得られた NH_4^+ 除去と NO_2^- 除去及び NO_3^- 生成との反応比はそれぞれ 1.136 と 0.166 で、既に報告されている Anammox 反応の化学量論式の値に近いことが確認された。

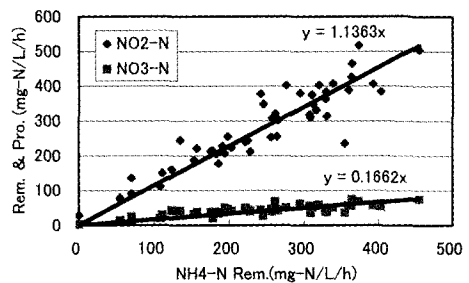


図5 連続実験における窒素の反応比

5. まとめ

PVA ゲルビーズ担体とする Anammox プロセスにおいて、上向流による連続試験により、最大 $2.46\text{g/L}\cdot\text{d}$ の窒素除去速度が得られた。今後、リアクタに充填する担体量を増やすことで処理能の向上が見込まれるが、一方で安定した流れの確保が重要であると考えられる。