

Anammox 汚泥の大量調製に関する研究

熊本大学大学院 学生会員 ○畑中 勇人  
 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  
 栗田工業株式会社 非会員 今城 麗

1. はじめに

近年、脱窒リアクタ内部での窒素収支の検討からアンモニアの嫌気酸化 (Anammox) が提案され、新たな窒素変換の経路 (図-1) として注目されている。本研究では実験室で馴養している脱窒活性汚泥を種汚泥として調製した Anammox 汚泥を用いて、不織布を Anammox 汚泥の付着担体として活用した大型リアクタ (15L) の連続実験を行い、短期間で Anammox 汚泥を大量に増殖させる方策について実験的に検討した。

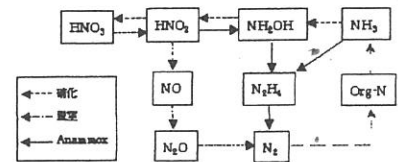


図-1 窒素循環図

2. 実験材料並びに方法

供試汚泥にはポリエステル製の不織布を微生物付着担体として充填した容量 2.7L のガラス製のカラムリアクタを 585 日間、上向流にて連続運転して保たれた Anammox 汚泥を使用した。Anammox 汚泥の培養には表 1 に示す組成の培地を使用した。

成分	濃度
NaNO <sub>2</sub>	0~300mg-N/L
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0~300mg-N/L
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	54mg/L
KHCO <sub>3</sub>	125mg/L
Micro Fe / EDTA#1	1ml/L

#1 Micro Fe / EDTA 組成...FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 9g, EDTA · 2Na 5g

表-1 Anammox 培地組成

連続実験は図-1 に示す容量 15.0L の円筒型のアクリル容器を使用し、その中に担体として菊花状のゼオライト担持ポリエステル不織布 (6,000cm<sup>2</sup>) を充填した。Anammox 汚泥が付着生育したポリエステル製の不織布 1,700cm<sup>3</sup> を種汚泥とし植え付けた。流入量は上向流にて 15~30L/d の流量で供給し、培養は室温 (20~30℃)、冬期は約 35℃で行った。流入水の NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N 濃度を分析した。発生ガスはリアクタ上部からガスタンクへと捕集した (図 2)。リアクタの周囲をビニールで覆って遮光するとともにリアクタ内を嫌気状態に維持した。

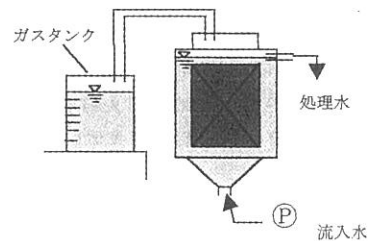
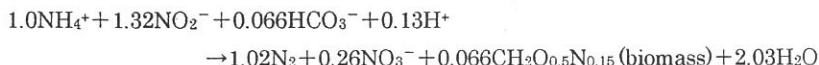


図-2 連続実験装置模式図

3. 理論

従来の知見では NH<sub>4</sub><sup>+</sup> は好気条件下で硝化菌によって NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> に独立栄養的に酸化され、生成した NO<sub>3</sub><sup>-</sup> は酸素の存在しない条件下 (anoxic) で従属栄養の脱窒菌によって N<sub>2</sub> に脱窒される。

Anammox 反応は NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の酸化に NO<sub>2</sub><sup>-</sup> を電子受容体として使う反応で自由エネルギーの減少による発エルゴン反応であることから、理論的には Anammox 反応によって細菌の生育に必要なエネルギーを供給することができる。



#### 4. 実験結果及び考察

図-3 は連続実験装置の流入窒素濃度および流出窒素濃度 ( $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ ) の経時変化を示した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$  流入濃度を  $50\text{mg-N/L}$  から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 時間で各  $200\text{mg/L}$  の  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$  を約 70% の効率で除去することができた。また流出水中の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の変動から Anammox 反応の特徴の 1 つである  $\text{NO}_3^-$  の生成も確認できた。

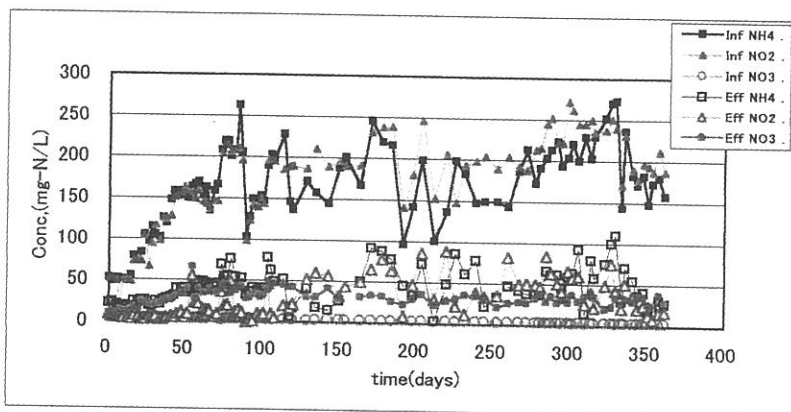


図-3 連続実験の流入水の  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$  の経時変化

図 4 には窒素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がっていき 100 日を過ぎたから除去速度が約  $0.5\text{ g/L}\cdot\text{d}$  で安定した。

図-5 には  $\text{NH}_4\text{-N}$  除去速度に対する  $\text{NO}_2\text{-N}$  の除去速度と  $\text{NO}_3\text{-N}$  生成速度を反応比で示した。今回の実験で得られた  $\text{NH}_4^+$  と  $\text{NO}_2^-$  の除去及び  $\text{NO}_3^-$  の生成の反応比はそれぞれ 1.21、0.218 で M.Strous らが報告した値とほぼ同様の値が得られ、Anammox 反応が進行していることが認められた。

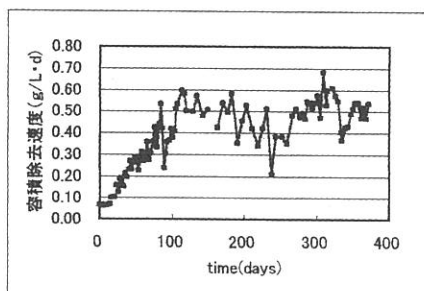


図-4 窒素容積除去

#### 5. まとめ

Anammox 条件下で長時間馴養した汚泥をポリエステル不織布に付着固定させたリアクタを長期間連続運転し、Anammox 反応を認めた。負荷量を段階的に高める方法で、最終的に T-N 濃度約  $400\text{mg/L}$  の流入水を滞留時間 12 時間で 70% の効率で除去することができた。

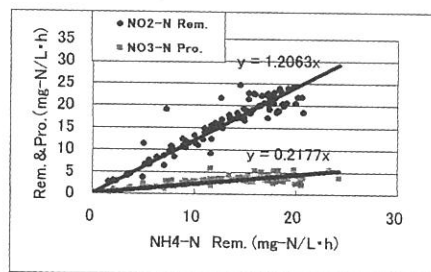


図-5 連続実験における窒素の反応比

(参考文献) M.Strous, J.J.Heijnen, J.G.Kuenen, M.S.M.Jetten : The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms, Appl. Microbiol Biotechnol, Vol.50, pp.589-596