

嫌気性アンモニア酸化 (Anammox) の窒素収支に関する研究

熊本大学大学院 学生会員 ○吉田憲治
 熊本大学工学部 ASCE会員 Rouse,J.D.
 栗田工業株式会社 今城 麗
 熊本大学工学部 正会員 古川憲治

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⁽¹⁾、新たな窒素変換の経路 (図-2) 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、不織布を付着担体として調整した Anammox 汚泥を用いて行った連続実験の結果について報告する。

2. 実験材料並びに方法

供試汚泥としてはメタノールを脱窒の炭素源とする脱窒培地で長期間 fill and draw 法にて馴養している脱窒汚泥を使用した。Anammox 汚泥としては表-1 に示す組成の培地を使用した。

表-1 Anammox 培地組成

成分	濃度
NaNO ₂	50~300mg-N/L
NH ₄ Cl or (NH ₄) ₂ SO ₄	50~300mg-N/L
KH ₂ PO ₄	54mg/L
KHCO ₃	125mg/L
Micro Fe / EDTA#1	1ml/L

#1 Micro Fe / EDTA 組成…FeSO₄ · 7H₂O 9g, EDTA · 2Na 5g

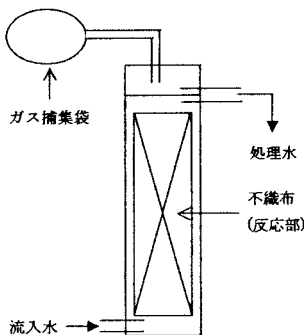


図-1 実験装置

実験には図-1 に示す容量 2.51L、直径 9cm の円筒型のガラス容器を使用した。馴養脱窒活性汚

泥 5.0g を菊花状のゼオライト担持不織布を層状に充填した担体 (1,700cm²) に付着固定化させた。流入量は上向流にて 7~10L/d の流量で供給し、培養は室温 (20~30℃) で行った。脱窒処理を行っている産業排水処理プラントからの汚泥を長時間 fill & draw 法で Anammox 条件に馴養した汚泥を使用した実験 I と、研究室で馴養している脱窒汚泥を同様に Anammox 条件で馴養した汚泥を使用した実験 II を行った。適宜、流入水、流出水を採取し、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N を分析した。分析は下水試験方法とイオンクロマトグラフィーで行った。

3. 理論

これまでの知見では NH₄⁺ は嫌気条件硝化菌によって NO₂⁻、NO₃⁻ に独立栄養的に酸化され、生成した NO₃ 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 N₂ に脱窒される。

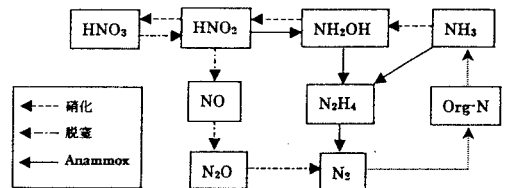
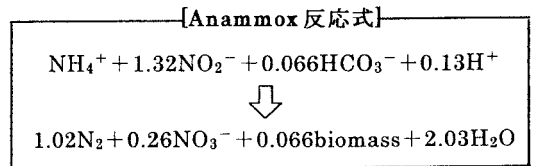


図-2 窒素変換経路



Anammox 反応は NH₄⁺ の還元を NO₂⁻ を電子供与体として使う反応で自由エネルギーの減少す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. 結果と考察

図-2～5はAnammox条件下で長時間馴養した脱窒活性汚泥⁽²⁾を用いた場合の各態窒素収支と反応比を示した。

図-2より実験開始から150mg/LのNH₄-N、NO₂-N濃度を約70%の効率で除去でき、それ以降負荷を上げると除去率は下がるものの、徐々に除去率は回復した。158日後にリアクタ内部の点検を行った。運転再開後は低い負荷で運転し、その後負荷を高めていった。処理水中NO₃-N濃度が増加するもののNH₄-N、NO₂-N濃度300mg/LをTotal-Nで約75%除去することができた。

図-4より連続実験IIは実験開始にNH₄-N、NO₂-N濃度を200mg/Lに設定したが、この条件では窒素はほとんど除去されず、100mg/Lの濃度に下げたところ除去率が上がり、それから段階的に負荷を上げた。流入水のNH₄-N、NO₂-N濃度が280mg/Lでも良好な窒素除去が達成できた。100日目にリアクタ内部の点検を行った。点検後、実験Iと同様に段階的に負荷量を高め、最終的に流入水のNH₄-N、NO₂-N濃度250mg/Lで75%のTotal-N除去を達成することができた。

図-3、5には実験I、IIでのNH₄-N除去速度に関するNO₂-N除去速度とNO₃-N生成速度の関係を示した。この結果、Mulder⁽¹⁾らの提唱しているものとほぼ同じ化学量論で反応していることが明らかになった。

5. まとめ

Anammox条件下で長時間馴養した汚泥によってAnammox反応を連続系で確認できた。負荷量を段階的に高める方法で、高い窒素負荷条件下で75%のTotal-N除去率が達成できた。

(参考文献)

(1) A.Mulder et al.: Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor, FEMS Microbiology, Vol.16, pp.177-188 (1995)

(2) Rouse, J.D., H. Oda, K. Furukawa: 土木学会西部支部講演概要集, VII-11, pp.820-821 (1999)

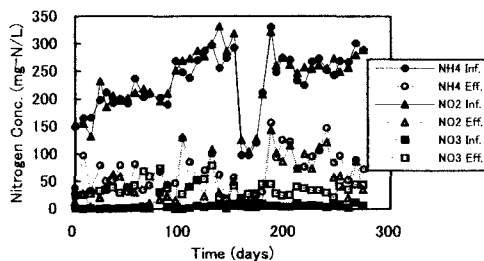


図-2 連続実験Iの流入水のNH₄-N、NO₂-N、NO₃-Nの経時変化

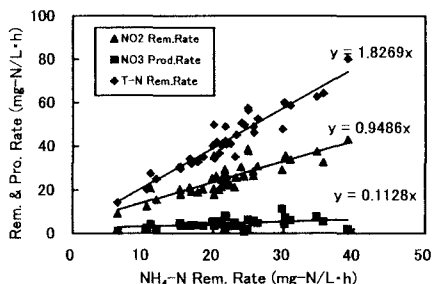


図-3 連続実験IのNO₂-N、NO₃-N、Total-Nの反応比

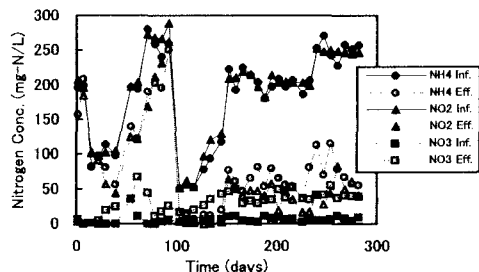


図-4 連続実験IIの流入水のNH₄-N、NO₂-N、NO₃-Nの経時変化

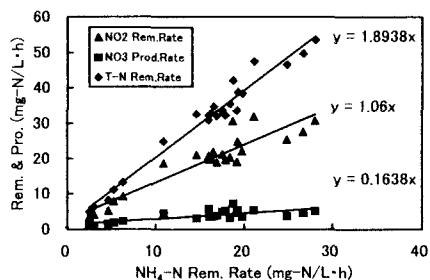


図-5 連続実験IIのNO₂-N、NO₃-N、Total-Nの反応比