

ハイブリッド Anammox リアクタの開発に関する研究

熊本大学工学部 学生会員 尾野薫

熊本大学大学院 非会員 山本太一

熊本大学大学院 正会員 古川憲治

1. はじめに

嫌気性アンモニア酸化 (Anammox) プロセスを行う際には、様々なリアクタが利用されている。¹⁾中でも、攪拌などによる懸濁性リアクタと、不織布などを用いた付着性リアクタが一般的である。懸濁性リアクタでは、pHや温度を容易に管理することができ、更に基質と汚泥の接触率が良い。しかし、汚泥が流出し易いという短所が挙げられる。一方で、付着性リアクタにおいては、汚泥の安定培養や懸濁物質の流出が少ないといった利点があるが、pHや温度の管理が難しくなる。そこで、本研究では、懸濁性リアクタと付着性リアクタそれぞれの利点を活かした新しいハイブリッド Anammox リアクタを開発した。

2. 実験装置及び実験方法

2-1 実験装置

図 1 に、今回考案したリアクタの模式図を示す。リアクタ内の有効容積を約 12.4L とし、Water Jacket によって、内部の温度を 35℃に保持した。流入口はリアクタ下部に設置した。更に、基質と汚泥の接触率を向上させるために、羽根型プロペラを設置し、汚泥を攪拌した。中間部にアクリル製の Gas Solid Separator (GSS) を設置することで、汚泥の浮上を防いだ。また、これまでに、不織布から剥がれ落ちた Anammox 汚泥がリアクタ底部に蓄積することを確認している。そこで、本研究ではリアクタ上部に菊花状の不織布 (ポリエステル製) を設置して Anammox 汚泥を培養し、剥がれ落ちた汚泥がリアクタ下部の攪拌部へ補給されるようにした。流出口には 1.5mm×1.5mm の網を設置し、浮上した汚泥の流出を防いだ。

2-2 実験方法

供試汚泥には、冷蔵保存していた Anammox 汚泥を約 17g と、1kg-N/m³/day で馴養されている Anammox 汚泥約 9g を混合した。基質には人工排水を用いた。人工排水の組成を表 1 に示す。

流入中に含まれる NO₂-N の 90% が除去されたことを確認した後に、流入水中の NH₄-N 及び NO₂-N 濃度を 50mg-N/L ずつ段階的に上げて、窒素負荷を上昇させた。また、攪拌速度は、GSS より上に汚泥が舞い上がらない程度とし、滞留時間 (HRT) は 9 時間とした。

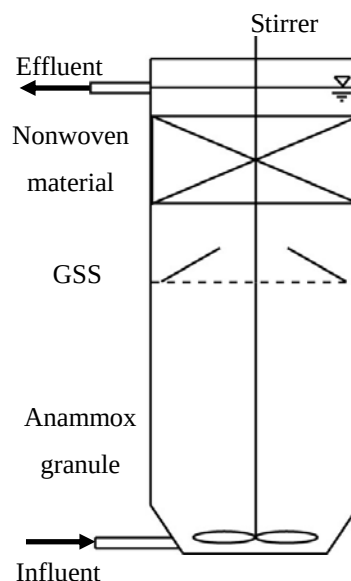


図 1 リアクタの模式図

表 1 基質の組成及び濃度

Substrate	Concentration
(NH ₄) ₂ SO ₄	50-200mg-N/L
NaNO ₂	50-200mg-N/L
KH ₂ PO ₄	109mg/L
KHCO ₃	250mg/L
FeSO ₄ ·7H ₂ O	9mg/L
EDTA	5mg/L

3. 実験結果及び考察

各態窒素濃度と NO₂-N 除去率の経時変化を、図 3 に示す。流入 NH₄-N 濃度及び流入 NO₂-N 濃度は 50mg-N/L で運転を開始した。その後、流入 NH₄-N 濃度及び流入 NO₂-N 濃度を 100mg-N/L、150mg-N/L と段階的に上げた。5 日目から 10 日目に、GSS の上部に汚泥が堆積していた。そこで、GSS の向きをこれまでとは逆の向きにし、すり鉢状となるよう設置したところ、汚泥の堆積が解

消された。その後、窒素除去率は 90%を達成した。

窒素負荷及び窒素除去速度の経時変化を、図 4 に示す。運転開始からおよそ 20 日で、窒素負荷は $1.6\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ 、窒素除去速度は $1.2\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ に達した。

図 5 に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量に対する $\text{NO}_2\text{-N}$ 消費量及び $\text{NO}_3\text{-N}$ 生成量を示す。Strousらは、Anammoxリアクタにおいて、 1mol の $\text{NH}_4\text{-N}$ が消費されると、 1.32mol の $\text{NO}_2\text{-N}$ が消費され、 0.26mol の $\text{NO}_3\text{-N}$ を生成すると報告している。²⁾本研究では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量に対する $\text{NO}_2\text{-N}$ 消費量の比が 1.2、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ 生成量の比が 0.14 であり、報告値とほぼ同等の値が得られた。よって、リアクタ内部では主としてAnammox反応が行われていると考えられる。

また、窒素負荷が上昇すると、窒素ガスの発生量が増加する。そのため、同じ攪拌速度では、低負荷よりも高負荷の方が、汚泥が舞い上がりやすくなる。よって、最適な攪拌速度の検討が必要となる。

4. まとめ

懸濁性リアクタと付着性リアクタを混合させた、この新しいハイブリッドAnammoxリアクタによるAnammox処理は可能であることがわかった。また、運転開始からおよそ 20 日で、窒素負荷は $1.6\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ 、窒素除去速度は $1.2\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ まで達成することが出来た。

5. 今後の方針

この方式の Anammox リアクタを利用した高負荷による連続運転が可能であるか、検討を行う。また、各負荷に対する最適な攪拌速度の検討も行う予定である。

〈参考文献〉

- 1) 今城麗:無酸素アンモニア酸化 (Anammox) 微生物を用いた高負荷型窒素除去システムの開発, 熊本大学 学位論文, 2004
- 2) M. Strous et al.: The sequencing batch reactor as a powerful tool for study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms, Applied Microbiology and Biotechnology, Vol. 50(5), pp.589-596(1998)

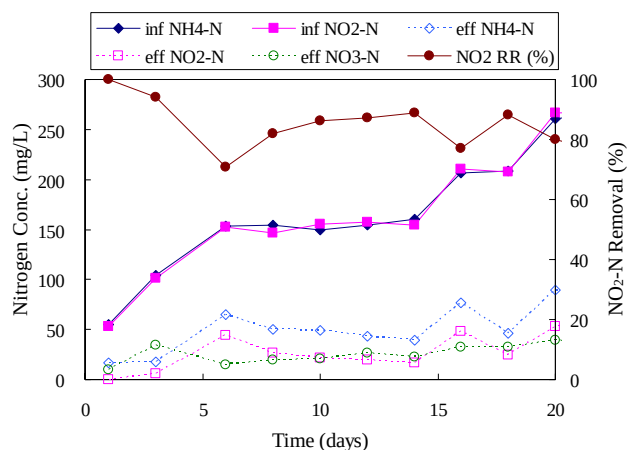


図 3 各態窒素濃度と亜硝酸除去率の経時変化

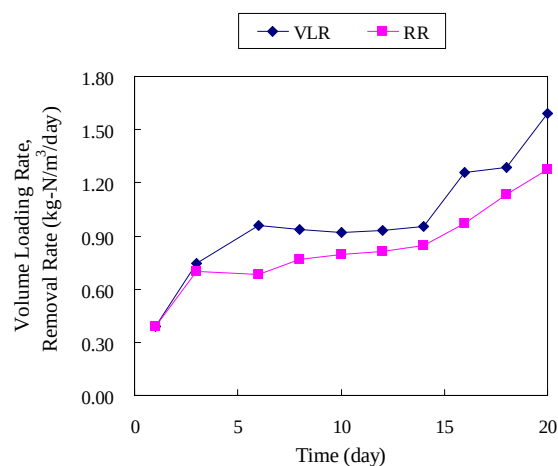


図 4 窒素負荷及び窒素除去速度の経時変化

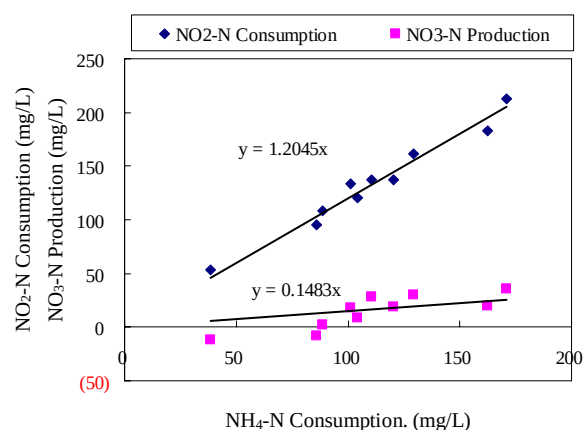


図 5 $\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量に対する $\text{NO}_2\text{-N}$ 消費量及び $\text{NO}_3\text{-N}$ 生成量