

Anammox グラニュールによるバイオガスプラント脱離液処理

熊本大学工学部 学生員 三坂端輝

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

近年、日本国内における畜産排水への規制が強化されつつあり、排水処理コストの削減が求められている。一方、エネルギー回収の観点からメタン発酵処理が畜産処理へ適用されつつあるが、その脱離液には高濃度のアンモニアが含まれている。そこで、新規窒素除去法である Anammox プロセスの適用が期待されている。これまでの研究で、Anammox プロセスの前段処理となる部分亜硝酸化処理は安定して達成されたことから、本研究では後段処理にあたる Anammox 処理について検討を行った。

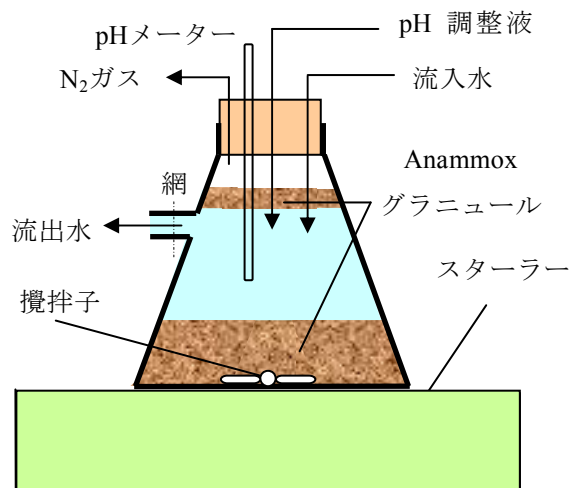


図1 実験装置の模式図

2. 実験装置及び実験方法

供試排水には、熊本県山鹿市にあるバイオガスプラントでメタン発酵処理された脱離液を使用した。この脱離液を部分亜硝酸化処理し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の比が約 1:1 となるように配合したものを流入水とした。表1に供試排水の水質を示す。

図1に実験装置の模式図を示す。リアクタの容量は0.73L、流出口には汚泥の流出を防ぐために2mm程度の網を設置した。長期間人工排水で培養している（窒素負荷：約 $1\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ ）Anammox 汚泥を汚泥濃度 6.0g-MLSS/L となるように投入した。温度 30°C 、 $\text{pH}7.9$ 以下、攪拌速度 $100\text{-}125\text{rpm}$ の条件下、窒素負荷約 $3.0\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ において処理が安定するまで人工排水を流入させた。その後、部分亜硝酸化処理水に切り替えた。窒素負荷は、部分亜硝酸化処理水の希釈や滞留時間（HRT）を調整することで変更した。また、199日目からはpH調整を7.5以下に変更した。

3. 実験結果及び考察

3.1 リアクタの処理特性

窒素負荷と除去速度の経時変化、各態窒素濃度の経時変化をそれぞれ図2、図3に示す。人工排水か

表1 供試排水の水質

物質名	濃度 (mg/L)
SS	2,000-3,000
$\text{NH}_4\text{-N}$	1,400-1,600
T-N	1,600-2,200
BOD	1,000-1,500
COD	8,000-10,000

ら供試排水へ切り替えた直後は、窒素除去速度が約 $2.0\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ となり、良好な窒素除去が達成された。しかし、84-86日目の期間において、適切な部分亜硝酸化処理水が不足していたため、流入水の $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度に比べて過剰な状態となった。そのため、リアクタ内に $\text{NO}_2\text{-N}$ が蓄積し、窒素除去速度が低下した。これまでに、高濃度の $\text{NO}_2\text{-N}$ による Anammox 活性の低下が確認されているため、本研究における窒素除去速度の低下も $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積が要因と考えられる。その後、窒素負荷を下げることで窒素除去速度の回復を試みたが、長期的な回復傾向は確認できなかった。そのため、連続運転開始から199日目にpH調整を7.5以下に変更したところ、急速に窒素除去速度が回復した。

その後、窒素負荷を段階的に上昇させたが、良好な窒素除去は継続した。最終的に窒素除去速度は $1.6\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ に達した。このことから、本研究において pH 調整が重要な要因であったと考えられる。一方、運転期間中に Anammox グラニュールが窒素ガスを含有し、浮上する現象が頻繁に確認された。Anammox グラニュールの浮上は、処理能力の低下に繋がるため、グラニュールから窒素ガスを取り除くなどの対策が必要と考えられる。

3.2 Anammox 反応比

本研究と他の研究での Anammox 反応比の比較を表 2 に示す。本研究では、人工排水と供試排水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量に対する $\text{NO}_2\text{-N}$ 消費量、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 生成量の比が、それぞれ $1 : 1.21 : 0.24$ 、 $1 : 1.33 : 0.36$ であった。Strous らの値に比べ本研究の反応比は、人工排水では低いが、供試排水では増加した¹⁾。これは山本らの研究と合致する²⁾。また、Ahn らは、畜産排水を部分亜硝酸化せず、人工的に亜硝酸を加えることで Anammox 処理を行った³⁾。そのため、流入水中に多くの有機物が含まれ、Anammox 反応と共に従属栄養性の脱窒反応も発生していたと考えられる。よって、畜産系の排水をメタン発酵処理、部分亜硝酸化処理した後に Anammox 処理を行うと、反応比が高くなる可能性が考えられる。

4. まとめ

- ・ バイオガスプラント脱離液に、Anammox 処理が適用可能であると評価できた。
- ・ バイオガスプラント脱離液を処理した場合の Anammox 反応は $1 : 1.33 : 0.36$ であった。

5. 今後の方針

窒素負荷をさらに上昇させ、その後安定処理を行う。

6. 参考文献

- (1) Strous et al. Appl. Microbiol. Biotechnol., 50, 589-596 (1998).
- (2) Yamamoto et al.: Bioresour. Technol., in press (2008).
- (3) Ahn et al.: Water Sci. Technol., 49, 145-153 (2004)

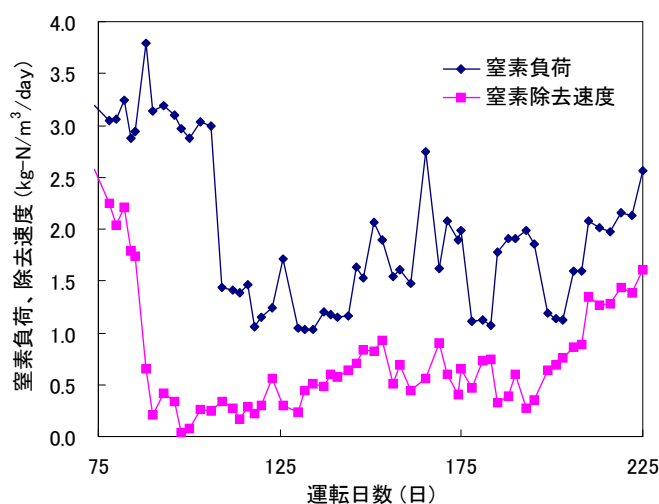


図2 窒素負荷、除去速度の経時変化

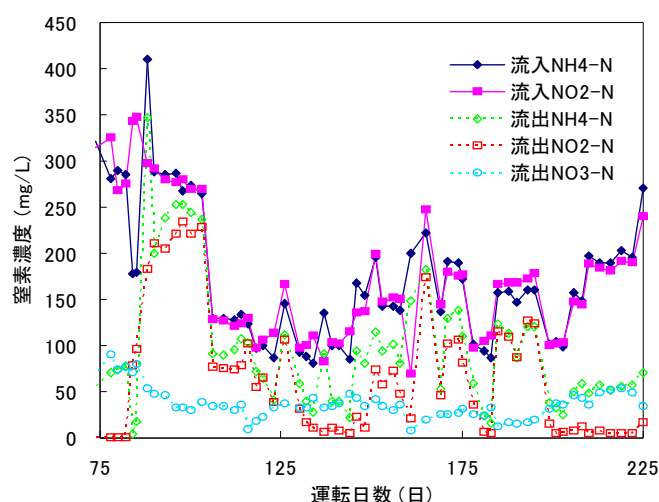


図3 各態窒素濃度の経時変化

表2 Anammox 反応比の比較

排水	$\text{NH}_4\text{-N}$ 消費量	$\text{NO}_2\text{-N}$ 消費量	$\text{NO}_3\text{-N}$ 生成量	参照
人工	1	1.32	0.26	Strousら ¹⁾
	1	1.26	0.33	Yamamotoら ²⁾
	1	1.21	0.24	本研究
畜産	1	1.65	0.01	Ahnら ³⁾
	1	1.67	0.53	Yamamotoら ²⁾
	1	1.33	0.36	本研究