部分亜硝酸化を用いた消化脱離液の処理に関する研究

熊本大学自然科学研究科　学生会員　○喬　　森
エヌ･イー･ティ（株）　非　会員　小山登一郎
熊本大学自然科学研究科　正　会員　古川　憲治

１．はじめに

消化脱離液には高濃度のアンモニアが含まれるため、伝統的な処理技術（硝化-脱窒）を用いて処理することのは難しく、コストも高くつく。部分亜硝酸化と Anammox 組合わせたプロセスは硝化-脱窒と比較し（図１）、酸素の消費量が半減し、脱窒のための有機物の添加も要らない。更に、設備空間を節約できるし、運転コストも下がられることから、新たな窒素除去の経路として注目されている。今回、Anammox に先立つ部分亜硝酸化について消化脱離液について検討した。

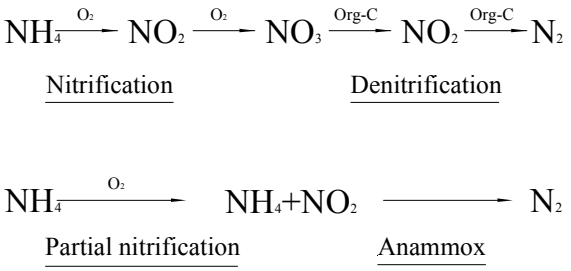

図１　窒素除去プロセスの比較

２．実験装置及び実験方法

図２に示す容量 10.8 L のリアクタを用いた。その中にバイオフリンジ（BF、エヌ･イー･ティ製）を 0.6 m 担体として充填した。実験汚泥は合成下水で長時間培養した全酸化処理汚泥を MLSS 約 3000 mg/L となるようううに投入した。廃水は熊本市東部浄化センターからの消化脱離液を用い、滞留時間は 36 時間に設定した。リアクタの曝気量は 6 L/min で、沈殿池はチェーンにより攪拌（6rpm）し、汚泥返送率は 100%で、運転温度は 35℃に設定した。

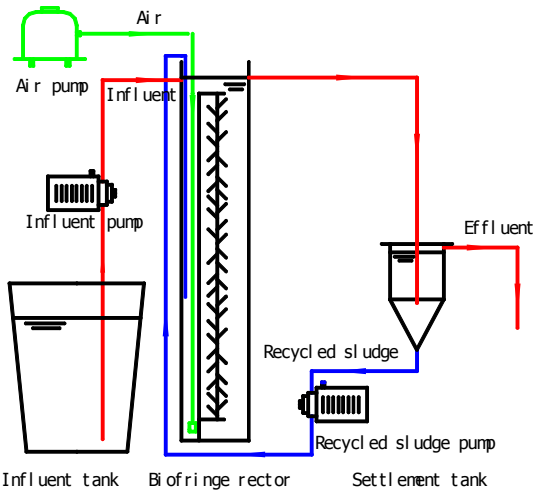

図２　実験装置

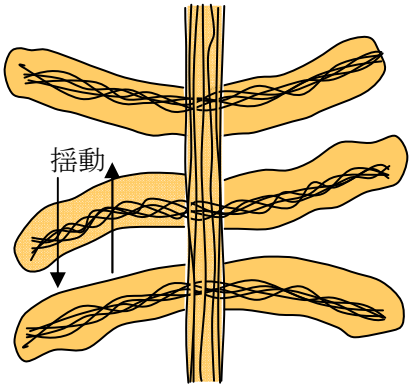

図３バイオオフリの揺動

バイオオフリンジは親水性を持つのみならず、特殊加工により高い隙間率と表面容積を持つため、短時間で汚泥を付着することができる。バイオオフリンジの揺動状況を図３に示す。表１に供試消化脱離液の水質を示した。

表１　供試消化脱離液の水質

	BOD	COD	NH_4-N	NO_2-N	NO_3-N	SS	pH
濃度範囲 (mg/L)	50.1-200.8	178.1-274.3	428.0-1012.5	0	0	20-40	8.16-9.37

３．実験結果

図３は連続実験装置の流入アンモニア濃度及び流出窒素濃度の経日変化を示したものである。実験開始時に pH コントロールをしなかったため、目的とした部分亜硝酸化処理を行うことができなかった。立ち上げの二週間、流出 NO_2-N 濃度は最高で 15 mg/L、一方流出 NH_4-N は 300 mg/L 以上となっていた。三週後、pH コントロール（6.99-8.17）を行ったところ流出 NO_2-N 濃度は大幅に上昇し、500 mg/L 以上となり、部分亜硝酸化が達成された。一方、流出 NO_3-N 濃度は 20-30 mg/L の低レベルで安定し、最高濃度は 46.2 mg/L であった。

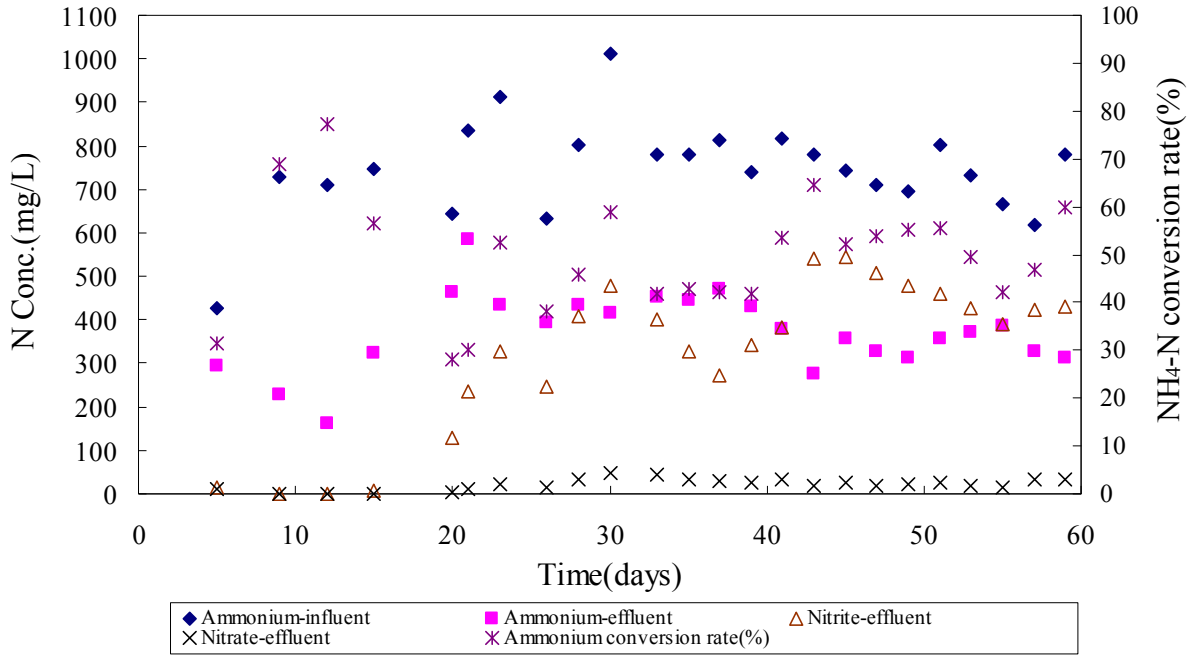

図 3　各態窒素濃度の経日変化

流入、流出 COD 濃度と COD 除去率の経時変化を図 4 に示す。滞留時間 36 時間で、COD 容積負荷量はおよそ 0.15 kg-COD/m^3/d であった。リアクタ立ち上げからの COD の平均除去率は 52.4%で、最高で 87.9% であった。立ち上げ一週後、MLSS 濃度が 3006 mg/L から 1022 mg/L に下降し、三週間後 100 mg/L 以下になった。入れた汚泥がバイオフリンジに付着されることを明らかにした。

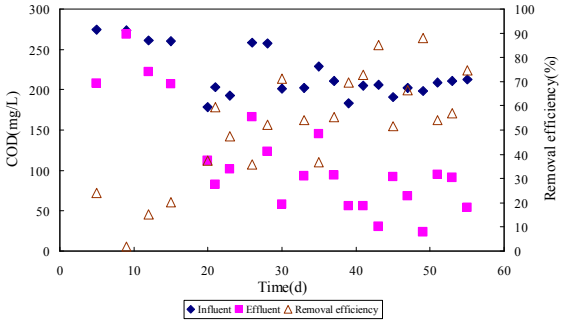

図 4　COD 濃度と除去率の経時変化

pH の変動に伴って、遊離 NH_3 と HNO_2 の濃度が変化した。遊離 NH_3 と HNO_2 は消化反応に影響を与える。遊離 NH_3 濃度が 0.6 mg/L に達すれば、硝酸菌の活性はまったく抑制され、亜硝酸が蓄積する。これに対し、遊離 NH_3 濃度が 5.0 mg/L に達すると、亜硝酸菌の活性抑制されるが、40 mg/L 以上に達するとその阻害の程度が大きくなる。そこで、pH の影響を検討し、図 5 に示す結果を得た。pH の上がると流出遊離 NH_3 と NO_2-N/NH_4-N 比が上昇傾向にある。しかし、Anammox 反応に適した NO_2-N/NH_4-N 比は 1.32 であるため、最適な pH の設定は 7.5-7.6 間であると考えられる。

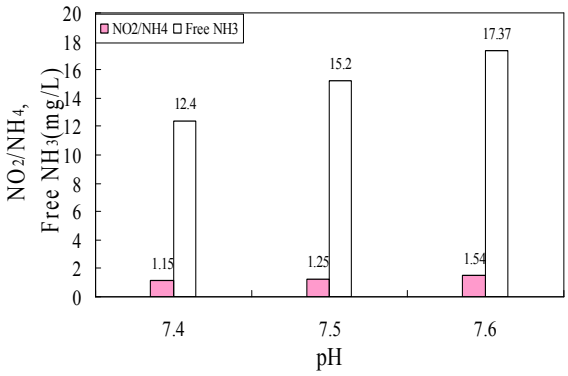

図 5　流出 NO_2-N/NH_4-N 比と遊離 NH_3 濃度の変化

4. まとめ

バイオフリンジを担体として用いることで都市下水処理の消化脱離液の部分亜硝酸化処理することに成功した。立上げ後の流出水 NO_2-N/NH_4-N 平均比は 1.0 に達し、COD 平均除去率 52.4%であった。Anammox に適した pH の設定は、7.5-7.6 であることを明らかにした。

参考文献

[1] Christian F, Marc B, Philipp H. Biological treatment of ammonium-rich wastewater by partial nitritation and subsequent anaerobic ammonium oxidation (anammox) in a pilot plant. Journal of Biotechnology, 2002, 99:295-306