

Anammox を活用するバイオガスプラント脱離液 からのアンモニア性窒素除去

熊本大学工学部 学生会員 小島侑史朗
熊本大学大学院 非会員 若松伸吾
熊本大学大学院 正会員 古川憲治

1.はじめに

現在年間 9000 万トンの家畜排泄物が悪臭や、河川や地下水の水質汚染などの問題を引き起こしている。しかし、家畜排泄物は上記のような問題を引き起こす一方、貴重なバイオマス資源でもある。特に近年では環境問題の関心が高まり、家畜排泄物の規制が強化され始め、バイオガスエネルギーの回収が促進される中で、嫌気性メタン発酵が家畜排泄物処理に適用されるようになってきたが、嫌気性処理であるため窒素とリンを除去する事が出来ず、メタン発酵の際に副生成物として生成される消化脱離液の高濃度アンモニア性窒素(NH₄-N)の処理が課題となった。本研究では、嫌気性メタン発酵後の畜産排水脱離液を処理対象排水として、「部分亜硝酸化－Anarobic ammonium oxidation (Anammox) 処理」の適用による窒素除去が可能かどうか検討を行った。

2.実験方法

2-1 供試排水

供試排水として熊本県山鹿市バイオマスセンターが液肥として貯留しているメタン発酵処理後の消化脱離液を用いた。この消化脱離液には高濃度の NH₄-N と Suspended Solids(SS)が含まれている。消化脱離液に、ポリアクリルアミドによる凝集処理を行って SS を除去し実験に供した。また、Anammox リアクタには供試排水を部分亜硝酸化した後の処理水を用いた。

2-2 実験装置及び運転条件

図-1 に部分亜硝酸化(Partial Nitritation : PN)リアクタの概略図を示す。PN リアクタは、エアープンプによって上向流を起こす曝気部と下降流で担体を設置した反応部に分けられ、仕切り板で仕切られている。有効容積は 10.8L、曝気量 7.0L/min で曝気を行った。水温は 30～32℃、pH は 7.6～7.8 に設定した。水理的滞留時間(HRT)は 24h →18h に徐々に短くしていき、希釈倍率は 2 倍→1 倍に徐々に希釈倍率を下げた。また、汚泥付着担体としてアクリル繊維性のバイオフィリンジ(NET 製)を用いた。

図-2 に Anammox リアクタの概略図を示す。Anammox リアクタには有効容積 3L の上向流カラムリアクタを用いた。SS によるリアクタ内での目詰まりを防ぐために、担体は使用せずグラニュールを用いて処理をする形にし、流入チューブ先に不織布のフィルターをつけ SS を除去した。Anammox リアクタの水温は 32℃前後に設定し、HRT を 24h→3h に徐々に短くして負荷を高めた。流入水の DO は<1.0mg/L となるように窒素脱気した。窒素負荷量が 1kg-N/L/day になるまで合成無機排水を用いて Anammox リアクタを立上げ、その後畜産排水の PN 処理水に切り替え、処理を行った。

表-1 供試排水の水質

T-N	1600～2200 mg/L
COD	8000～10000 mg/L
SS	2000～3000 mg/L
BOD	1000～1500 mg/L
NH ₄ -N	1400～1600 mg/L

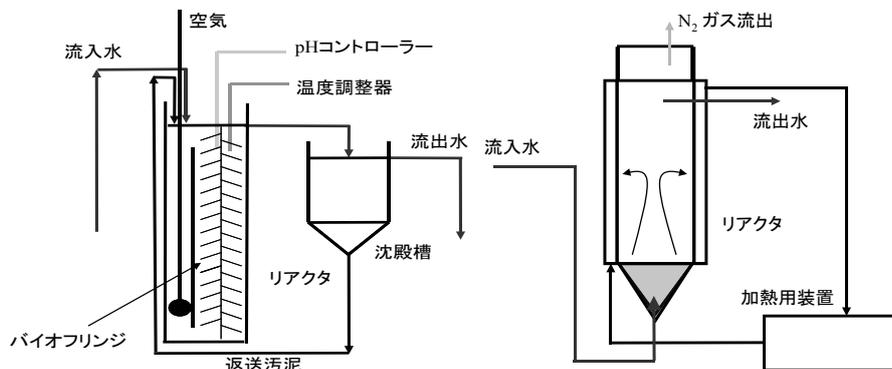


図-1 PN リアクタの概略図

図-2 Anammox リアクタの概略図

3.実験結果

部分亜硝酸化は供試排水に前処理としてポリアクリルアミドによる凝集処理を行った。これによって脱離液のSSを6~7割を除去することが出来た。SS除去後の脱離液を用いて行ったPN処理の結果を図-3に示す。高濃度のNH₄-NとSSを含む畜産排水消化脱離液を対象としたPNリアクタを約2.3kg-N/m³/dayの窒素負荷で運転でき、NH₄⁺とNO₂⁻の比がおおよそ1:1の、Anammox処理の流入に適した処理水を得ることができた。

AnammoxリアクタはHRTを24hから徐々に短くしていき、3hに固定してからは希釈倍率の変更による濃度の調整を行い、窒素負荷量を段階的に高めた。この運転条件下ではSSが増加し、流入チューブが詰まり流量が安定しなくなった。現在はチューブの先に詰めた不織布を頻繁に洗浄する事で流量を安定させている。Anammoxリアクタの処理結果を図-4に示す。窒素負荷量が1.0kg-N/L/dayを超えた時点(62日目)で合成無機排水から脱離液のPN処理水に切り替えて、徐々に負荷を上げていき、経過日数117日目に負荷量が2.0kg-N/m³/dayを超えた。それ以降も2.0kg-N/m³/day前後の負荷量で運転を行っている。また、129日目には窒素除去速度2.19kg-N/m³/day、窒素除去率89%を達成できた。窒素除去率に関しては平均しても75%という高い数値を維持できた。

4.まとめ

PNについては窒素負荷量が2.3kg-N/m³/dayで運転できたものの、全体的には亜硝酸生成速度は不安定だった。これはSSによる目詰まりや、有機物濃度、高濃度NH₄-Nが影響していると考えられる。また、NO₃-Nの生成を抑制することが出来たが、それは遊離アンモニアや遊離亜硝酸などによって、亜硝酸酸化細菌の活性が阻害されたためだと考えられる。

Anammoxリアクタについては、これからもPN処理水の希釈倍率を下げる事によって窒素負荷量を上げていくが、その際にはどうしてもSSの値が高くなり、目詰まりが起り、流量が安定しなくなる可能性が高くなってしまふので、この問題を解決する方法を考える事が重要である。

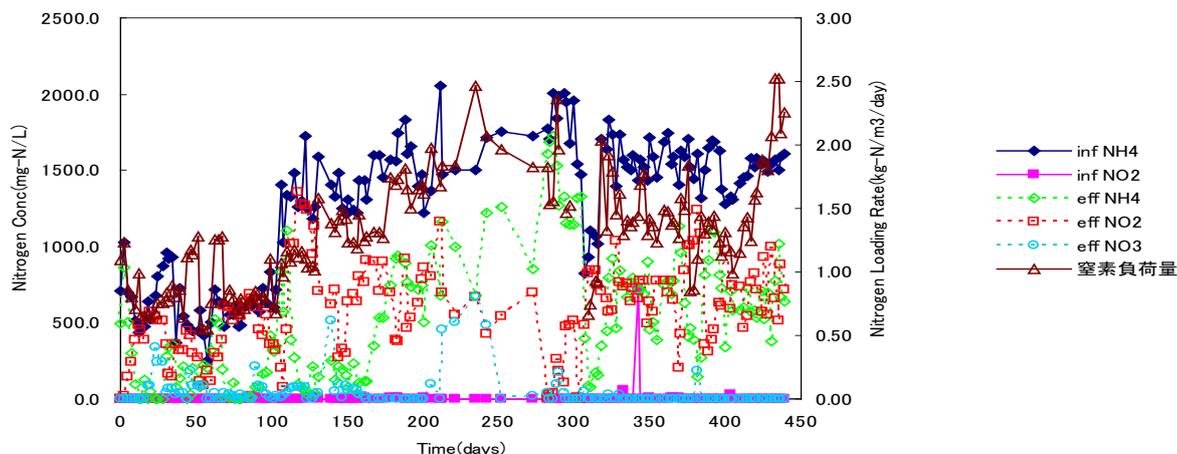


図-3 PNリアクタにおける各態窒素濃度の経日変化

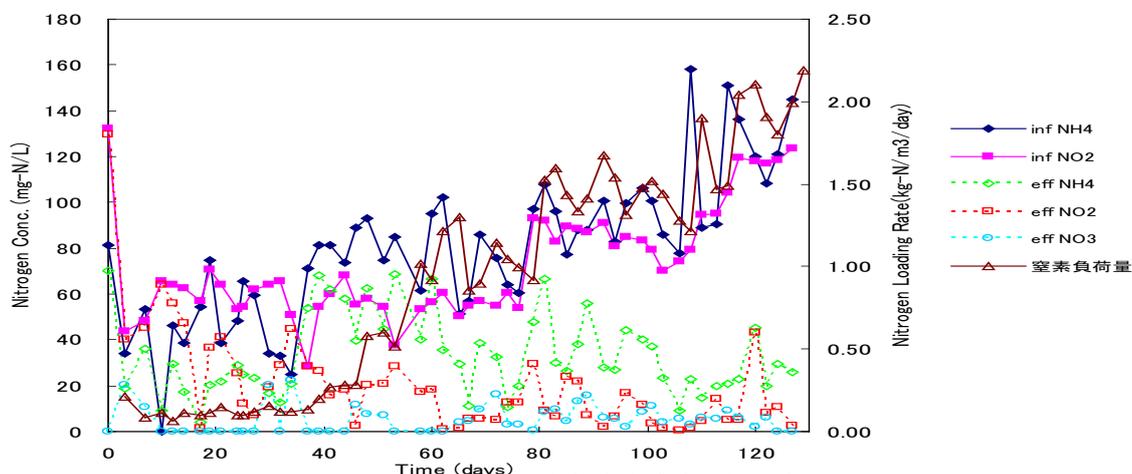


図-4 Anammoxリアクタにおける各態窒素濃度の経日変化