

Anammox プロセスを活用する廃かん水からの窒素除去

熊本大学工学部 学生会員 甲斐大樹

熊本大学大学院 学生会員 篠原健彦

熊本大学大学院 正会員 古川憲治

1.はじめに

近年、グローバルな環境問題が深刻化している。そのような中、天然ガスは石油よりも燃焼時の CO_2 排出量、窒素酸化物量が少なく、硫黄酸化物が発生しない。また安定供給が可能なエネルギーとして注目が高まっている。国内の天然ガス産出地である千葉県では、かん水と呼ばれる地層水から天然ガスとヨードが生産されている。この製造に伴い発生する廃かん水には高濃度の $\text{NH}_4\text{-N}$ が含まれ、海水とほぼ同じ成分であるため、その窒素処理には多大なコストが必要となる。

現在、廃かん水からの窒素除去法として、生物学的硝化脱窒プロセスが用いられるが、このプロセスはコスト面など多くの問題を抱えている。以上より、経済的かつ環境負荷の小さい窒素除去技術の開発、導入が望まれている。近年、廃かん水からの窒素除去法として注目されているのが、部分亜硝酸化と Anammox 反応を組み合わせた処理プロセスである。

Anammox プロセスとは、嫌気性条件下において $\text{NH}_4\text{-N}$ を電子供与体、 $\text{NO}_2\text{-N}$ を電子受容体として、直接窒素ガスに変換して廃水から窒素を生物学的に除去する方法である。また、Anammox には従来の硝化工程と比べ、部分亜硝酸化工程において酸素供給量が少なく済む、Anammox 菌が独立栄養細菌であるため有機炭素源の添加の必要としない、余剰汚泥の発生量が少ないという利点を有する。以上より、Anammox プロセスを活用すれば低コストで窒素除去を行うことが可能となる。本研究は廃かん水に Anammox プロセスを適用させることが可能かどうか実験的検討を行った。

2.実験方法

2.1 実験装置

部分亜硝酸化処理には、容積 5.0L の曝気槽を用いた。また、温度 25°C 、 $\text{pH}7.5\text{--}7.8$ に制御し運転を行った。汚泥混合液は要領 3.0L の沈殿池で固液分離し、返送比

100%で曝気槽に返送した。Anammox 処理には容積 0.55L のカラムリアクタを用い、温度 30°C に保ちながら運転した。また、不織布をリアクタ内上部に設置することで流出口から汚泥が流出してしまうことを防止した。図-1 に部分亜硝酸化処理、Anammox 処理、それぞれの実験装置の模式図を示す。

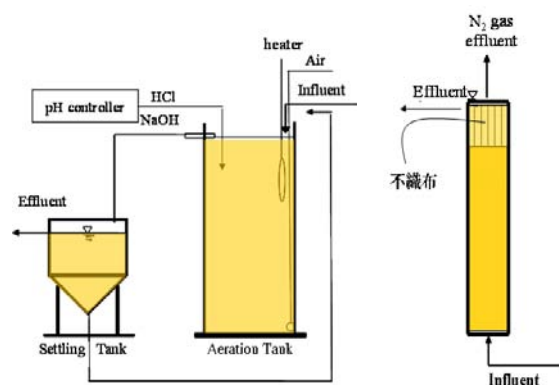


図-1 部分亜硝酸化・Anammox リアクタの模式図

2.2 供試廃水

供試廃水には、千葉県長生地区で排出される廃かん水を用いた。表-1 に廃かん水の水質を示す。

Anammox リアクタに適応する廃かん水は、部分亜硝酸化処理した廃かん水を $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を約 1:1 に調整したものを流入水とした。

pH	6.9
Salt(g/L)	30
T-N(mg/L)	180
$\text{NH}_4\text{-N(mg/L)}$	180
$\text{NO}_2\text{-N(mg/L)}$	0
$\text{NO}_3\text{-N(mg/L)}$	0
SS(mg/L)	100
Alkalinity(mg- $\text{CaCO}_3\text{/L}$)	600

表-1 廃かん水の水質

3. 結果及び考察

3.1 部分亜硝酸化処理

Anammox 反応の前処理として廃かん水の部分亜硝酸化処理を行った。温度 25℃、pH7.5-7.8、窒素負荷 0.80(kg-N/m³/day)に制御することによって亜硝酸酸化細菌の働きを抑制した。その結果 NH₄-N、NO₂-N を目標範囲である 50~150(mg-N/L)に処理を行うことができた。図-2 に各態窒素濃度の経日変化を示す。

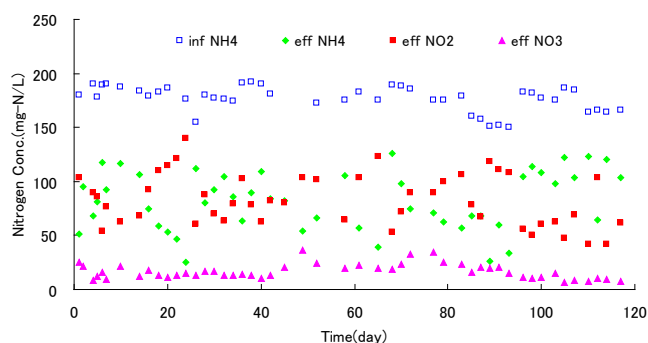


図-2 部分亜硝酸化処理、各態窒素濃度経日変化

3.2 Anammox 処理

図-3に Anammox リアクタにおける各態窒素濃度経日変化、図-4 に窒素負荷、除去速度、除去率経日変化をそれぞれ示した。

本研究では、廃かん水を供給する前に合成無機廃水を用いて Anammox 汚泥を廃かん水の塩分濃度(30g/L)に馴養させた。リアクタの運転開始から 32 日目までは NaCl を含まない合成無機廃水を使用した。また、25 日目までは窒素除去率が安定して 80%を達成するごとに、窒素容積負荷(NLR)を 0.5(kg/m³/day)から 0.5(kg/m³/day)単位で負荷を高めた。25 日目から 32 日目の期間において NLR 5.0(kg/m³/day)での窒素除去率80%を達成できた。33 日目より窒素除去率が安定して 80%を達成するごとに廃水の NaCl を 5(g/L)単位で高めた。この期間も 2 日ごと順調に塩分濃度を上げていくことができ、46 日目で、廃かん水と同等の 30(g/L)の塩濃度の合成廃水を処理できるようになった。

部分亜硝酸化処理後の廃かん水を 54 日目から Anammox リアクタに 3.5(kg/m³/day)の NLR で供給した。上記と同様、窒素除去率が安定するごとに NLR を高め、どの程度の NLR まで処理可能か検討中である。

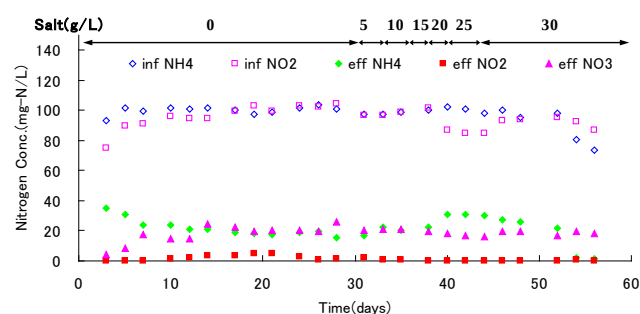


図-3 Anammox 処理、各態窒素濃度経日変化

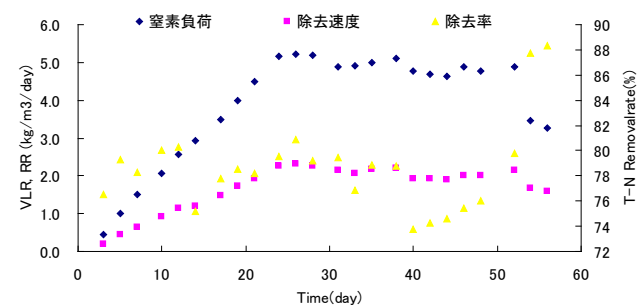


図-4 窒素負荷、除去速度、除去率経日変化

4. 結論

- ・ 部分亜硝酸化処理において、NO₃-N の生成を抑制し Anammox 処理に適した廃水を得ることができた。
- ・ Anammox 処理において、合成無機廃水の塩分濃度を段階的に高め 30(g/L)の流入塩濃度、NLR 5.0(kg-N/m³/day)の高負荷域で Anammox 処理を行うことができた。
- ・ 部分亜硝酸化処理した廃かん水を、NLR 3.5(kg-N/m³/day)の条件で Anammox 処理し 80%前後の窒素除去を安定して達成できた。