

## かん水を対象とした部分亜硝酸化処理に関する研究

熊本大学      学生会員 篠原健彦      非会員 山本太一      正会員 古川憲治  
京葉天然ガス協議会・環境委員会（関東天然瓦斯開発(株)）      非会員 海宝龍夫

### 1.はじめに

近年、地球温暖化や大気汚染などの環境問題がクローズアップされるなか、天然ガスがクリーンエネルギーとして注目されている。とりわけ千葉県では地下かん水から天然ガスとヨードが生産されており、貴重な国産資源である。このかん水は太古に海棲生物の死骸等を取り込んだ状態で地中深くに封じ込まれたものと考えられており、バクテリアにより生成したメタン、ヨードさらにはアンモニアを含有している。このかん水は海水とほぼ同じ塩分濃度を有するため、その窒素処理は多大なコストを要する。そこで、本研究では、低コストな窒素除去技術である嫌気性アンモニア酸化(Anammox)プロセスを、廃かん水に適応するため、その前処理である部分亜硝酸化処理について検討を行った。

### 2.実験装置及び方法

#### 2-1 供試廃水

供試廃水には、千葉県の A 社にて、排出されている廃かん水を用いた。その水質を表 1 に示す。

表 1 供試廃水の品質

| pH  | SS(mg/L) | NH <sub>4</sub> -N(mg/L) | salt(%) |
|-----|----------|--------------------------|---------|
| 6.9 | 100-500  | 200                      | 3.0     |

#### 2-2 実験装置

図 1 に使用した実験装置の模式図を示す。部分亜硝酸化リアクタの容積は 7.7L、良好な汚泥の沈降性を得ることができるアクリル繊維性の微生物付着担体バイオフィリンジ(BF、NET 製)を 50cm 使用した。供試汚泥には塩水耐性のある汚泥 110 g を用いた。供試汚泥投入後、基質の流入を行わずに 48 時間曝気により汚泥を旋回させて、BF に汚泥を付着させた。その後、連続処理を開始した。また、サーモスタットにより温度 25℃に保ち、曝気量 8.0L/min、2N の塩酸と 84g/L の炭酸水素ナトリウムを使用し pH 調整を行った。

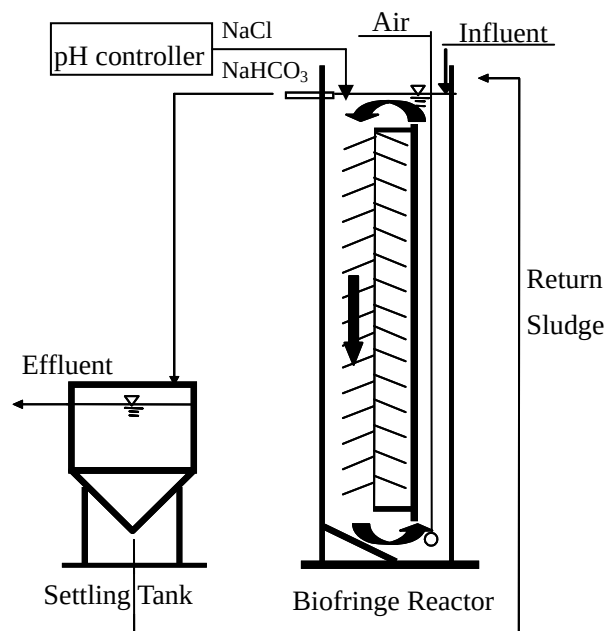


図 1 実験装置の模式図

#### 2-3 部分亜硝酸化処理方法

Anammox反応には、前処理である部分亜硝酸化処理後のNH<sub>4</sub>-NとNO<sub>2</sub>-Nの比を 1:1 にしなければならない。部分亜硝酸化処理は一般的にアンモニア酸化細菌と亜硝酸酸化細菌の生理的特性の差を利用して行われる。アンモニア酸化細菌は亜硝酸酸化細菌よりも遊離アンモニア(NH<sub>3</sub>)阻害、遊離亜硝酸(HNO<sub>2</sub>)阻害、酸素制限阻害の影響を受けにくく、また温度 25℃以上での増殖速度が高いといった特徴を持っている。これらの特徴を生かして、高いpHで遊離アンモニア阻害を強め、低いpHで遊離亜硝酸阻害を強めるpHコントロール法、DO約 2mg/L以下の低い酸素濃度で運転するDOコントロール法、SHRAON法でみられるような温度 25℃以上SRT約 1 日で運転する温度、SRTコントロール法がある。これらのコントロール法を単独もしくは複数組み合わせることによって部分亜硝酸化が達成される。本実験では、遊離アンモニア阻害を強める、pHコントロール法を用いることにより部分亜硝酸化処理を行った。

### 3.実験結果及び考察

図 2 に各態窒素濃度の経時変化、図 3 に $\text{NH}_4\text{-N}$ 容積負荷と $\text{NH}_4\text{-N}$ 酸化率の経時変化を示す。原液希釈率 4 倍、滞留時間(HRT)24 時間で連続運転を開始したところ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 酸化率が 80%に達した。その後、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 酸化率を 50%に近づけるために原液希釈率を無希釈へ変更したが $\text{NH}_4\text{-N}$ 酸化率は依然として 80%であった。そのため、次にHRTを 8 時間へ減少させたところ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 酸化率は 50%となった。一方この時点の亜硝酸率(流出 $\text{NO}_2\text{-N}$  / 流出 $\text{NO}_x\text{-N}$ )は 0%であった。38 日目から 40 日目の間リアクタトラブルにより、HRT72 時間の状態が 3 日間継続した。その後、HRTの設定値を 8 時間へ戻すと亜硝酸率が上昇傾向となった。これは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷を急激に上昇させたことによって、 $\text{NH}_3$ 濃度が高まり、亜硝酸酸化細菌が阻害を受けたためと考えられる。その後、亜硝酸率をさらに上昇させるために、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷、pHをそれぞれ  $0.8\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ 、7.5 に変更した。すると、亜硝酸率が 80%以上となり、部分亜硝酸化が達成された。図 4 に  $\text{NH}_3$ 濃度の経時変化を示す。これまでに $\text{NH}_3$ 濃度  $0.1\sim 1.0\text{mg/L}$ において亜硝酸酸化細菌は選択的に阻害を受けると報告されている<sup>(1)</sup>。本研究では、部分亜硝酸化が達成された 50 日目以降の $\text{NH}_3$ 濃度は  $0.8\text{mg/L}$ 以上であったことから、亜硝酸酸化細菌は選択的に阻害を受け $\text{NO}_2\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への酸化抑制に繋がったと考えられる。図 5 は流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と流出 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の比を示す。50 日目から 59 日目までの期間において、流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ と流出 $\text{NO}_2\text{-N}$ の比は約 1 : 1 となった。

### 4.まとめ

HRT5.5 時間、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷  $0.8\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ 、pH7.5 で部分亜硝酸化処理を達成することができた。この要因としては、亜硝酸酸化細菌が $\text{NH}_3$ による阻害を受けたためだと考えられる。

### 5.今後の方針

部分亜硝酸化処理を安定させ、亜硝酸率を 100%に近づける予定である。

### 参考文献

(1)Anthonisen A. et al.: J Water Pollut Control Fed,48(5),pp.835-852(1976)

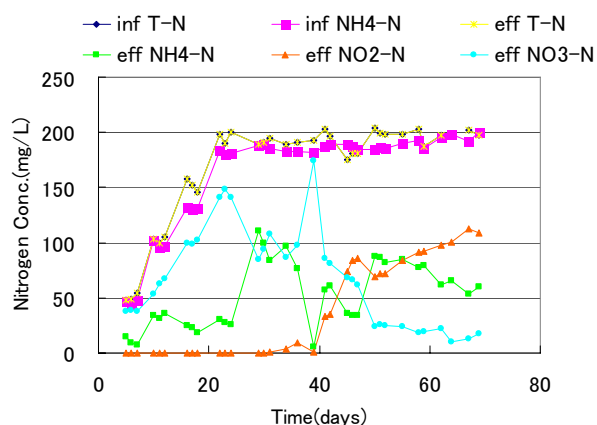


図 2 各態窒素濃度の経時変化

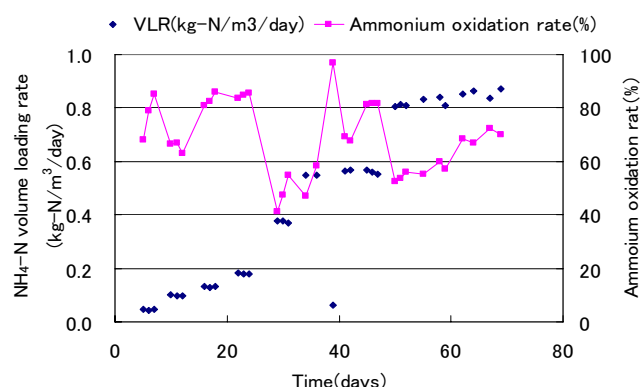


図 3  $\text{NH}_4\text{-N}$ 容積負荷と硝化率の経時変化

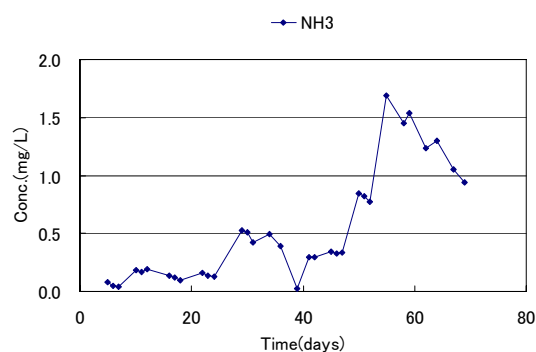


図 4  $\text{NH}_3$ 濃度の経時変化

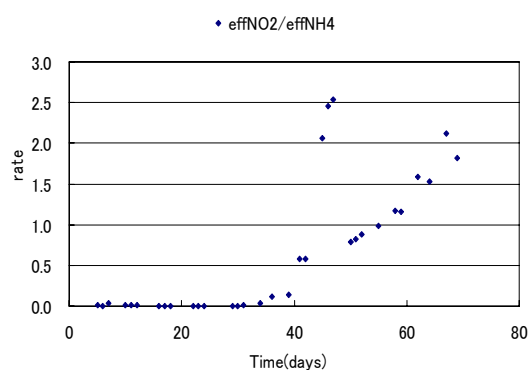


図 5 流出 $\text{NH}_4\text{-N}$ に対する流出 $\text{NO}_2\text{-N}$ の比