

SNAP プロセス内における pH の挙動に関する研究

熊本大学工学部社会環境工学科	学生会員	吉田 大祐
熊本大学大学院自然科学研究科	非会員	武川 将士
熊本大学技術職員	非会員	佐藤 宇紘
熊本大学大学院自然科学研究科	正会員	古川 憲治

1.はじめに

近年、新窒素除去システムである Anammox プロセスが注目されている。Anammox 反応は、 NH_4^+ を電子供与体、 NO_2^- を電子受容体として反応することで直接 N_2 に変換することができる。Anammox プロセスは、従来の硝化・脱窒による窒素除去法と比較して、脱窒工程での外部炭素源が不要、余剰汚泥が少ないという事からコスト削減できるという利点を持つ。また亜硝酸化処理における酸素供給の削減等の理由から低環境負荷型の廃水処理技術として注目されている。しかし、この Anammox プロセスは部分亜硝酸化の際、コントロールの複雑さがゆえに、普及が妨げられているのが現状である。一方で、近年では部分亜硝酸化 - Anammox プロセスを単一槽内で行う、単一槽型窒素除去法も開発されている。この単一槽型窒素除去プロセスは、部分亜硝酸化 - Anammox プロセスと比較しても、部分亜硝酸化槽から Anammox 槽に移す際、DO 調整が不要になるなどの点からコントロールが容易になるのが大きな特徴である。

本研究室で開発された、SNAP 法も Anammox 反応を用いた単一槽型窒素除去法であり、アンモニア酸化細菌と Anammox 細菌を生物膜内で共生させることにより、好気条件下で窒素除去を行う方法である。本研究室では SNAP プロセスの研究において、アンモニア性窒素高濃度域での排水を対象とする、高い窒素除去性能を確認できている。しかし、これは部分亜硝酸化が最も起こりやすいとされる一定の範囲の pH (7.5~7.7) でしか行われてきていない。しかし、流入水の水質や pH 調整の故障などが原因で pH が大きく変化した際には AOB 及び Anammox 活性の pH 依存性の違いから、高濃度の亜硝酸が槽内に蓄積する可能性が考えられる。亜硝酸は

Anammox に対して強い阻害を示すことが報告されており、このことは実用化上大きな問題である。

そこで本研究では、実用化に向け pH 変化に基づく SNAP リアクタの挙動を調査した。

2 実験装置及び方法

2.1 実験装置

SNAP リアクタの模式図を図-1 に示す。実験装置には有効容量 80L のアクリル製上向流カラム型リアクタを用いた。槽内には、微生物担体として、付着固定能力の高い網目状アクリル繊維製の Biofix(NET (株)) をステンレス製のフレームを用いて二層構造で充填した。

SNAP リアクタの水温は恒温ヒーターで 35 °C に設定し、pH は pH コントローラーと pH 調整剤(炭酸ナトリウム)を用いて運転した。種汚泥は Anammox 菌を 800mg-MLSS/L, 硝化菌を 500mg-MLSS/L とした。

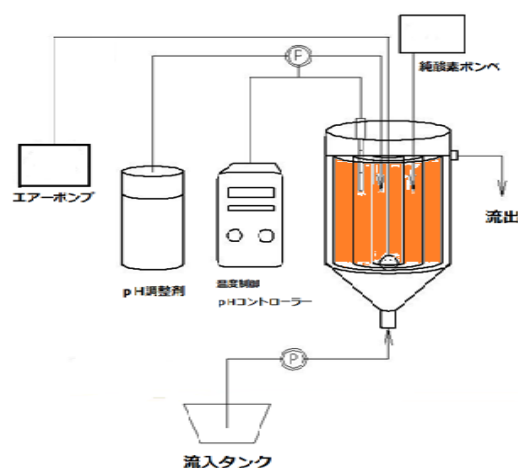


図-1 SNAP リアクタの模式図

2.2 実験方法

試料（流入水及び処理水）のサンプリング及び分析は一日に 2 度のペースで行った。(1 回目-朝 10:00、2 回目-夕 17:00) 試料中の各態窒素濃度は比色法

を用いて分析した。分析項目は流入水、流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、流出水の $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 及び槽内における溶存酸素 (DO) の 4 項目である。pH は SNAP リアクタの安定運転の条件とされる pH7.5 の状態から 3 日おきに 0.3 刻みずつ段階的に下げてそれぞれの項目における分析を行った。同様に pH7.5 の状態から 0.3 刻みずつ段階的に上げていき、それぞれの項目における変化をみた。

3.実験結果

3.1 pH を段階的に下げた時

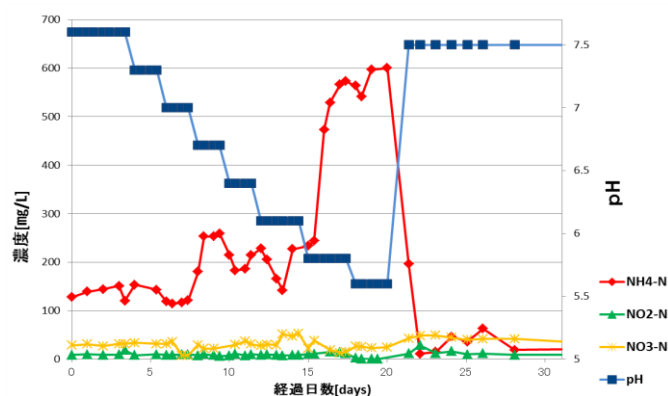


図-2 各分析項目と経日変化 (pH 下降時)

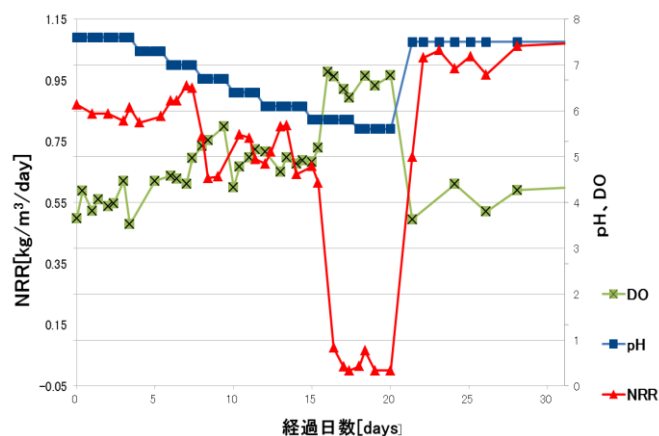


図-3 NRR 及び DO の経日変化 (pH 下降時)

pH5.8 付近で $\text{NH}_4\text{-N}$ が急激に上昇し、それに伴って DO の値は急激な下落を見せた。NO₂-N の値もこれまでとは低い値をみせている。窒素除去速度 (NRR) においては、pH5.8 付近で急激に減少して、pH を 7.5 に戻すとすぐに回復した。これより、pH5.8 付近ではアンモニア酸化細 (AOB) の活性が抑制されアンモニアが亜硝酸に変換されることなくリアクタ内に蓄積し、Anammox 反応が起こりにくい環境にあったと推定される。

3.2 pH を段階的に上げた時

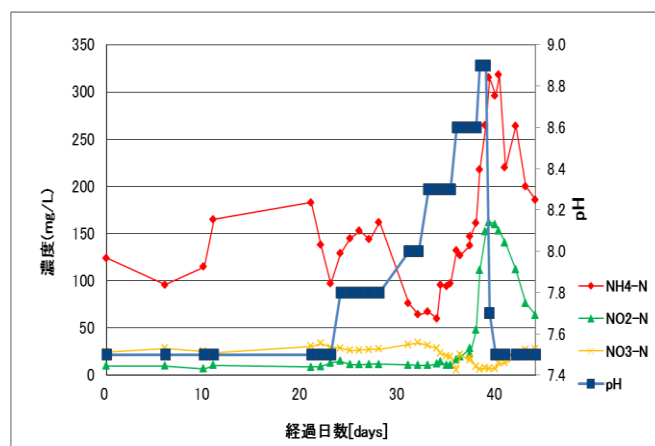


図-4 各分析項目と経日変化 (pH 上昇時)

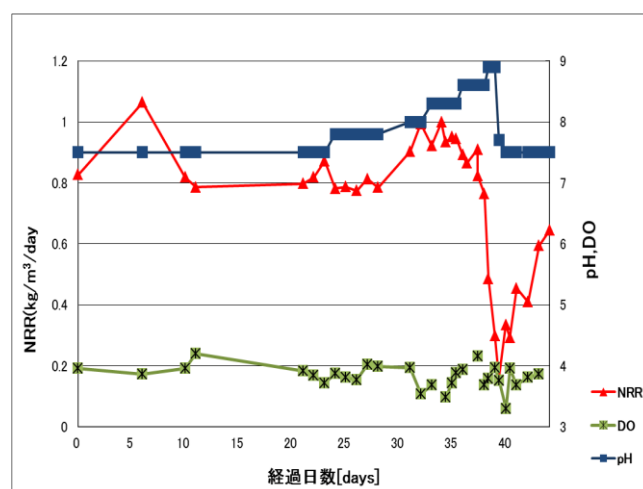


図-5 NRR 及び DO の経日変化 (pH 上昇時)

pH を 8.6 まで上げた付近から $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の値は緩やかに上昇し、pH を 8.9 に上げたところでこれら二つの値は急激に増加した。それに伴い、NRR も急激に減少した。DO においては多少の変動はあったが、大きな変化は見られなかった。この結果から、pH8.6~8.9 付近では Anammox 細菌の活性が抑制され、 NH_4^+ と NO_2^- が Anammox 反応に使われずリアクタ内に蓄積したものと推定される。pH を元の 7.5 に戻すと NRR は緩やかに回復した。

4.結論

- ・ SNAP リアクタにおいて pH が 5.8~8.6 付近までは運転が可能といえる。この範囲を超えてしまうと処理能力は急激に低下する。
- ・ pH5.6~5.8 付近では (アンモニア酸化細菌) AOB の活性が抑制され、pH8.6~8.9 付近では Anammox 菌の活性が抑制される。