

立命館大学 学生会員 ○上田 一輝
 立命館大学 志村 大智
 立命館大学 森田 悠天
 立命館大学 YANG Xiao
 立命館大学 正会員 惣田 訓

1 はじめに

下廃水には窒素やリンといった栄養塩類が含まれており、適切に処理されずに閉鎖性水域に放流されると、赤潮やアオコの発生原因となり、様々な問題を引き起こしている。従来の下廃水の窒素除去プロセスでは、好気槽における硝化と嫌気槽における脱窒の2段階反応が一般的である。一方、好気性脱窒は、プロセスを好気槽・嫌気槽に分割する必要がなく、余剰汚泥発生量を削減できる可能性も秘めている¹⁾。本研究では、ポリビニルアルコール (PVA) ゲルビーズを担体としたラボスケール硝化リアクターにおいて、溶存酸素 (DO) 濃度が好気脱窒に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2 実験方法

2.1 硝化リアクターの設置

2L 容量の円筒型容器に PVA ゲルビーズ (PG-281、クラレアクア) を 200 mL 投入し、種汚泥として、下水処理場の活性汚泥を用いたものをリアクター 1 (R1)、好気脱窒が生じていることが示唆された養殖フグ水槽の循環水処理装置の汚泥を用いたものをリアクター 2 (R2) とした。

2.2 硝化リアクターの運転条件

水理学的滞留時間 (HRT) を 24h、水温を 20°C に設定し、硫酸アンモニウム (60 mg-N/L) を単一窒素源とする合成廃水を処理した。R1 では 118 日目、R2 では 96 日目から、合成廃水に有機成分として酢酸ナトリウム (30~200 mg-C/L) を段階的に添加した。曝気量の調整や間欠曝気によって槽内の DO 濃度を変化させ、処理水の窒素濃度を測定した。

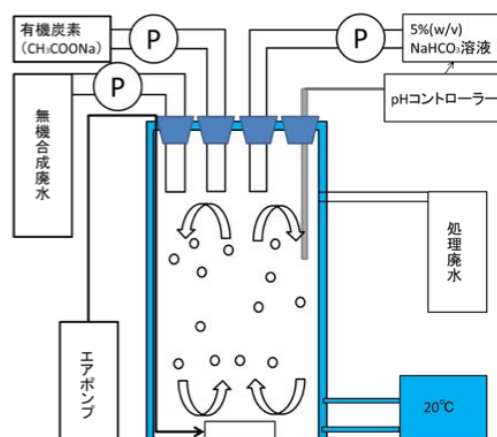


図1 硝化リアクターの簡略図

2.3 微生物叢の解析

R1 では 91 日目と 410 日目、R2 では 69 日目と 388 日目に PVA ゲルを採取し、16S rRNA 遺伝子の V3/V4 領域を対象としたアンプリコンシーケンシング解析を行った。

3 結果と考察

3.1 窒素除去成績

図2に R1 は 871 日目、R2 は 849 日目までの DO 濃度とアンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) 除去率と全窒素 (T-N) 除去率の関係をまとめた。R1 は DO 濃度とともに $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率が単調に上昇したものの、T-N 除去率は DO 濃度が 4~5 mg/L で最大となり、それ以上では減少した。R2 は DO 濃度が 0~2 mg/L の範囲から $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 除去率が 80% 以上であり、TN 除去率は DO 濃度 0~2 mg/L で最大 60% 以上であり、3~7 mg/L の範囲で R1 と同程度となった。このことから、R2 には好気性脱窒を行える細菌が存在することが示唆された。

3.2 微生物叢

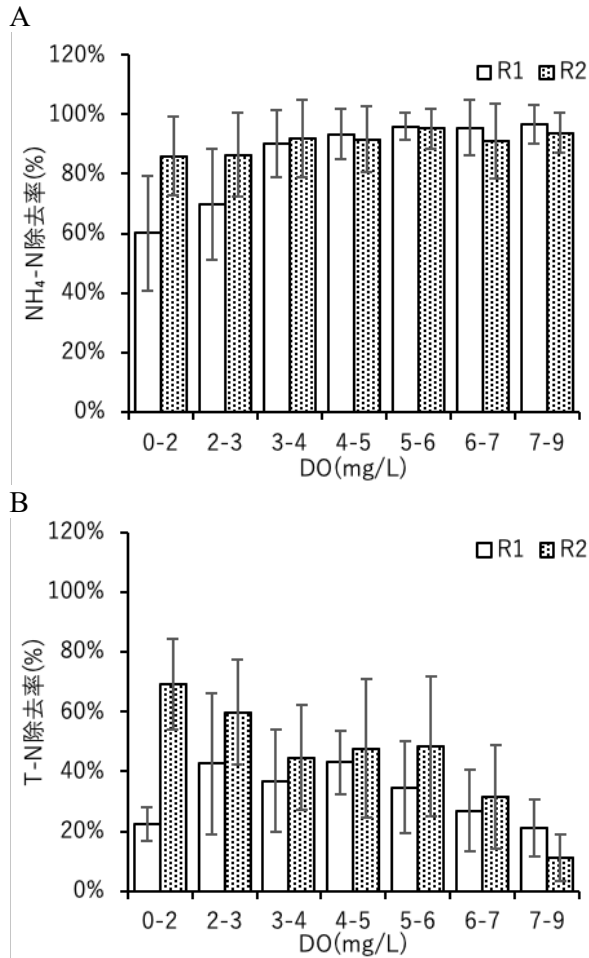


図2 硝化反応槽における DO 濃度と NH₄⁺-N 除去率 (A) と T-N 除去率 (B) の関係。

R1 と R2 の PVA ゲル中の細菌叢を図3に示す。91 日目の R1 ではアンモニア酸化菌として、*Nitrosomonas* 属が 5.9%、69 日目の R2 で *Nitrosomonadaceae* 科の細菌が 4.7%を占めた。亜硝酸酸化菌として、*Nitrospira* 属が R1 では 6.8%、R2 では 7.5%を占めた。R2 には、好気性脱窒菌として報告例¹⁾がある *Comamonadaceae* 科の細菌と *Zoogloea* 属がそれぞれ 21%と 5.3%を占めた。

410 日目の R1 では *Nitrosomonas* 属が 0.28%、388 日目の R2 で *Nitrosomonadaceae* 科の細菌が 0.38%となり、アンモニア酸化菌の割合が減少した。亜硝酸酸化菌として、*Nitrospira* 属が R1 で 6.4%、R2 で 2.8%占めた。R2 では *Comamonadaceae* 科の細菌が 14%となり、*Zoogloea* 属は大幅に減少した。今回の微生物叢の解析結果から、両リアクターともに細菌叢の変化は、炭素源添加の影響が大きいと考えられる。

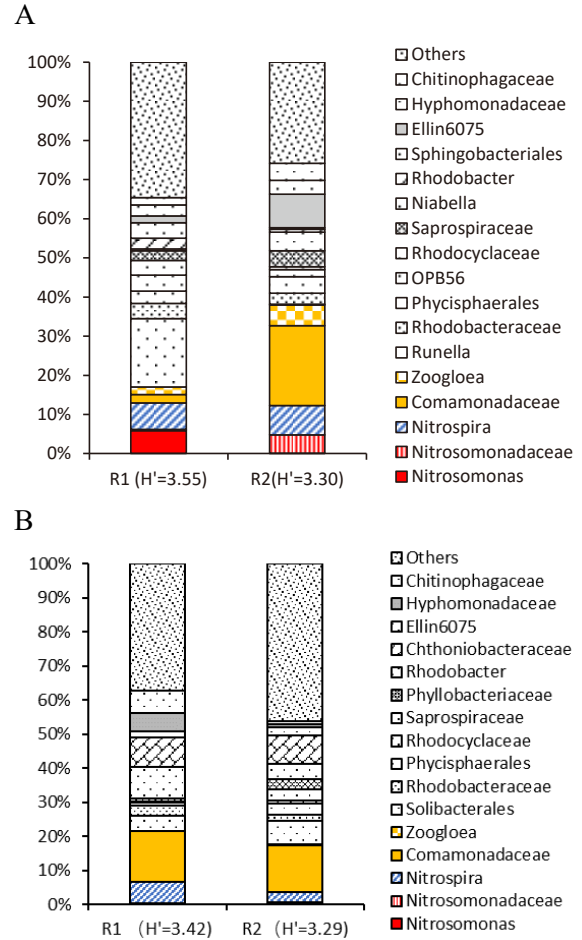


図3 硝化反応槽の PVA ゲルビーズ内の細菌叢。91 日目の R1 と 69 日目の R2 (A)、410 日目の R1 と 388 日目の R2。

4 まとめ

R2 は R1 に比べ、低い DO 濃度でも NH₄⁺-N と T-N の除去率が高く、好気性脱窒細菌の存在が示唆された。R1 と R2 の共に好気性脱窒細菌の報告例のある *Comamonadaceae* 科の存在が確認され、細菌叢の変化は炭素源添加の影響が大きいと考えられる。

参考文献:

- 1) Bin, J., Kai, Y., Lei, Z., Yu, J., Hongyu, W., Jun, Z., Huining, Z. (2015) Aerobic denitrification: A review of important advances of the last 30 years. *Biotechnol. Bioprocess Eng.*, 20: 643-651.