

大牟田市下水処理施設の硝化抑制/促進運転における細菌叢と水質の関連性調査

有明高専創造工学科 藤本大輔、内田雅也

ヴェオリア・ジェネッツ株式会社 森 景志郎、永江丈徳、林梓

Daisuke Fujimoto, Masaya Uchida (National Institute of Technology, Ariake College)

Keishiro Mori, Takenori Nagae, Azusa Hayashi (Veolia Jenets K. K.)

1. はじめに

有明海等の閉鎖性水域では、長年の排水規制により富栄養化対策が進んだが、近年は貧栄養化による海苔養殖等への悪影響が懸念されている。これを受け、大牟田市の下水道施設では、海苔の生育期に合わせて活性汚泥槽の空気量を調整し、窒素除去レベルを制御する「季別運転」を導入している。しかし、この人為的な環境変化が汚泥中の微生物生態系に及ぼす影響については不明な点が多い。

そこで本研究では、季別運転による硝化の促進・抑制が活性汚泥細菌叢に与える影響を定性的に解析することを目的とした。

2. 実験方法

調査対象は、南部浄化センターおよび北部浄化センターの活性汚泥とした。両センターでは、夏期（5 月～10 月）には空気量を増加させ硝化を促進し、冬期（11 月～4 月）には空気量を減少させアンモニア性窒素を残存させる硝化抑制を行う「季別運転」が実施されている。試料の採取は、この運転管理の切り替え時期および継続期間を考慮し、2024 年 10 月から 2025 年 8 月にかけて隔月で行った。採取した各活性汚泥試料からゲノム DNA を抽出した後、次世代シーケンサーを用いて 16s メタゲノム解析を行った。得られたデータについては、EZBioCloud データベースを用いて細菌叢解析を行い、時期および運転条件による菌叢構造の変化や優占種の変動を評価した。また前年度（2023 年 10 月～2024 年 8 月）に採取したデータも併せて比較解析を行った。

3. 実験結果

16s メタゲノム解析の結果、両センターの活性汚泥から *Pseudomonadota* 門などの主要菌群や、硝化細菌 *Nitrospira* 属が検出された。群集構造全体の違いを可視化するために β 多様性解析、PCoA を行った結果を図 1 に示す。横軸である第 1 主成分 (1st PC) の寄与率が約 57.6%と最も大きな分散を説明しており、この軸に沿って「北部」と「南部」のプロットが明確にクラスターを形成し、分離していた。これは、曝気量の操作よりも「分流式か合流式か」という施設固有の流入水特性が、細菌叢の形成において支配的な要因であることを強く示唆している。図 2 に 2023 年 10 月

から 2024 年 8 月までのデータを追加した 2 年分の β 多様性細菌叢解析結果を示す。図 2 より細菌叢は南部浄化センターと北部浄化センターの施設間で大きく分離し、さらに採取年度によっても異なる傾向を示した。各施設内での詳細解析では、空気量を増加させる「硝化促進期（夏）」と減少させる「硝化抑制期（冬）」で細菌叢が分かれる傾向が確認され

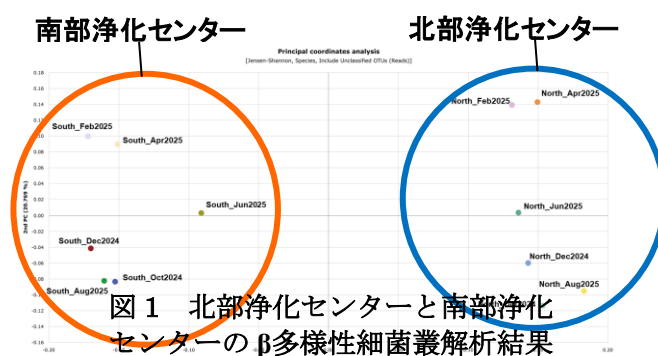


図 1 北部浄化センターと南部浄化センターの β 多様性細菌叢解析結果

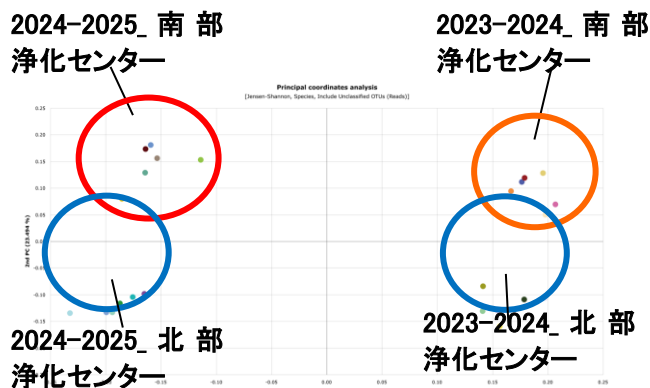


図 2 2 年分の β 多様性細菌叢解析結果だが、北部浄化センターの 6 月等の外れ値や、傾向と異なる月も一部で見られた。また水質測定の結果、北部浄化センターの TOC（全有機炭素）濃度は南部浄化センターと比較して高い値で推移していた。

4. 考察

北部浄化センターと南部浄化センターで細菌叢のプロットが明確に分かれた。季節（硝化促進・抑制時期）による変動も見られるが、それ以上に「流入水特性（北部浄化センター＝分流式、南部浄化センター＝合流式）」の違いが大きく影響していると推察された。

細菌叢の統計解析の結果、地点間および季節間

で細菌叢の平均的な群集構造に違いは認められなかったが、季節による群集の安定性（ばらつき）には違いが確認された。また、TOC と相対存在量の増減から、北部浄化センターでは TOC 変動による群集構造への影響は小さい一方、南部浄化センターでは TOC の上昇により相対存在量が増加しやすい可能性が示唆された。

5. 結論

本研究により、活性汚泥細菌叢は流入水質等の施設固有の要因に強く影響を受けるものの、季節別運転（空気量調整）によっても群集構造が変化する可能性が示唆された。しかし、その変動挙動を正確に把握するには単年度のデータでは不十分である。したがって、今後は調査を継続し、細菌叢の年次変動や季節性を長期的にモニタリングする必要がある。併せて、次年度以降は三態窒素の測定データを組み合わせることで、細菌叢の変化と硝化・脱窒機能との連動性を解明し、有明海の海苔養殖に資する最適な運転管理手法の確立を目指す。

6. 謝辞

本研究は有明広域産業技術振興会令和7年度地域産業振興支援研究によりご支援を頂きました。ここに記し心から御礼申し上げます。