

微生物による発電システムを応用した排水中の窒素除去の効率化

SATテクノロジー・ショーケース2014

■ はじめに

本研究では、微生物のエネルギー代謝を利用した発電装置である微生物燃料電池の、脱窒処理への応用に取り組んでいる。微生物燃料電池では、負極で微生物から得た電子を、正極で酸素などと反応させることで電流を生じさせるが、酸素の代わりに微生物が電子を受け取る場合がある。これにより脱窒が促進される現象が知られており、本研究は更なる脱窒の効率化を目的としている。

排水中の窒素分の除去処理は、水圏の富栄養化などの環境的観点から、重要な技術である。各種微生物を利用した生物学的浄化法が、下水処理場などで多用されており、これら微生物の代謝活性の制御が窒素除去の要である。現在のところ、溶存酸素濃度やpH、有機物濃度などに基づいて、代謝活性の向上が行われている。しかしながら、これらの手法は継続的にエネルギーや薬剤などを投入しなければならない。微生物燃料電池を利用することにより、処理装置に電極を組み込むのみで持続的に脱窒を促進する技術の開発につながると期待される。

■ 活動内容

1. 電極の改良による脱窒効率向上の試み

燃料電池における反応は、電極の性状に大きく影響される。微生物の付着性や物質間の電子移動速度、反応物の選択性といった性質が関与してくる。このため本研究においては主に、電極に手を加えることによって、微生物による脱窒の促進を試みている。

2. 実施例

[材料と方法] 腐植質に含まれる高分子有機酸を電極に付着させることで、脱窒活性を向上させた実験を紹介する。このような物質は、土壤中などに広く存在し、微生物が細胞外の金属イオンを呼吸に用いる際、電子伝達を行うことが知られている。そこで、この高分子有機酸をフェルト状の炭素繊維電極に付着させることにより、微生物と電極との電子伝達の促進を図った。

[結果] 高分子有機酸を電極に付着させることで、次のような結果が得られた。①硝酸イオンが速やかに減少する。無処理の電極と比較し、2～3倍の減少速度であった。②亜硝酸イオンの生成が抑制される。亜硝酸イオンは検出限界以下の量であった。③アンモニウムイオン生成は促進されない。以上の結果から、高分子有機酸によって脱窒が促進されたと考えられる。

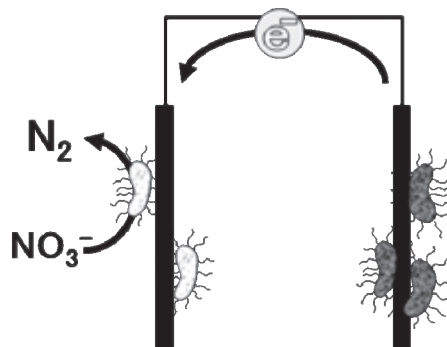


図1 システムの概念図

右側の電極に付着している微生物が電極へ電子を受け渡し、その電子が左側の電極に付着している微生物における硝酸還元を利用される。なお、実験に使用した微生物燃料電池では、両極間はプロトン交換膜で区切られている。

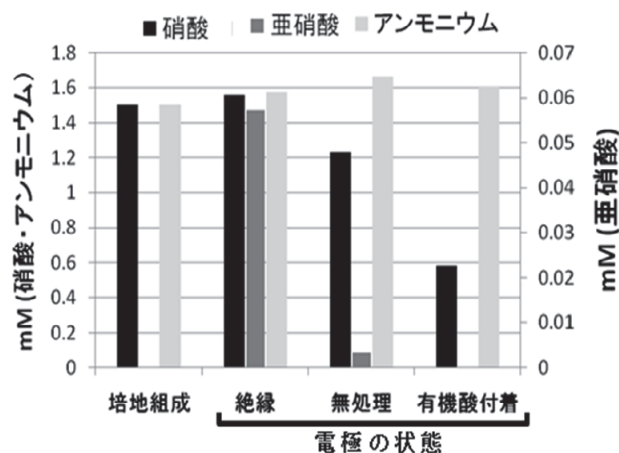


図2 培養開始12時間後の窒素分濃度

合成排水によって培養した土壌由来の微生物群集を植菌した。NaNO₃、NH₄Cl、グルコースをそれぞれ1.5 mM含む培地を用いた。「培地組成」は実験開始時のイオン濃度。「絶縁」は電極間を接続せず電池として機能していない培養系。「無処理」は炭素繊維フェルトをそのまま電極とした培養系。「有機酸付着」は高分子有機酸を炭素繊維フェルトに付着させた培養系。

代表発表者 返町 洋祐(そりまち ようすけ)
所 属 筑波大学 生物資源学類(学士課程)
負荷適応分子生物学研究室
問合せ先 〒305-8577 総合研究棟 A515
TEL: 029-853-7191
s1010705@u.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1)脱窒処理
(2)微生物燃料電池
(3)微生物代謝制御