

VII-31

脱窒菌固着生物膜電極の安定性に関する基礎的研究

群馬大学工学部 正 員 榊原 豊、学生員 荒木康史

正 員 渡辺智秀、正 員 黒田正和

1. はじめに

地下水硝酸汚染が世界的に顕在化しつつある。筆者らは、このような硝酸汚染水の処理法として、脱窒菌を電極上に固定化した生物膜電極¹⁾について検討を行っている。本法は、有機物を一切添加せず、電極への通電によって生ずる電解水素を電子供与体として利用するもので、処理操作が極めて簡単である等の特長を有する。本研究は、生物膜電極の脱窒活性が通電操作のみで安定して維持されるかどうかについて、異なる通電条件に対する処理性能の再現性も含めて検討した。

2. 実験装置及び方法

図1は、実験装置の概略を示したものである。装置本体は円筒形で、陰極としてステンレス管、陽極として無定形炭素棒を用いた。液有効容積は205mL、陰極面積は251cm²であり、また装置内の溶液はリサイクルポンプによって循環させ、完全混合状態を保った。なお、生物膜を安定して維持させることを目的として、陰極表面にウレタンフォームを付着させた。

実験は脱窒菌をアルギン酸 Na と共にウレタンマトリックス内に接種・固着させた後、有機物（グルコース、酢酸、蟻酸）及び硝酸イオン混合溶液を約4ヶ月間連続供給して生物膜を形成させた。次に、表1の硝酸溶液をほぼ HRT=10h で連続供給し、種々の実験条件（表2）における処理水質、ガス発生速度等を分析・測定した。なお、実験は同様な実験装置を3系列作製し、同一条件における処理性能及びその再現性について比較検討した。

3. 実験結果及び考察

図2は、生物膜形成の後、一定電流 (RunA, $I=5\text{mA}$) 条件で硝酸溶液を連続処理した場合の処理水硝酸イオン濃度、pH 及びガス発生速度の経時変化を示したものである。図より通電を開始した直後（ほぼ1ヶ月程度）では、硝酸イオン濃度は一つの電極槽（図中の装置1）で大きく異なり、流出濃度が高い場合にはガス発生速度も大きかつ

表1 供試硝酸溶液の組成

NO ₃ ⁻	: 20~25 (mg-N/L),	FeCl ₂ · 6H ₂ O	: 10.2 (mg/L)
K ₂ HPO ₄	: 9.4 (mg/L)	(井戸水原水)	
KH ₂ PO ₄	: 11.1	・ IC = 1.1 (mM)	
NaCl	: 5.1	・ SO ₄ ²⁻ = 4~5 (mg-S/L)	
CaCl ₂	: 6.0	・ pH = 6.9 ~ 7.6	
MgSO ₄ · 7H ₂ O	: 21.3	・ 電導率 = 80 μ S/cm	

表2 実験条件

Run No.	I (mA)	HRT (h)			TN feed (mg-N/l)
		装置1	装置2	装置3	
A	5.0	10.0	10.0	10.0	20.0
B-①	1.0	9.8	9.8	9.8	21.7
②	1.0	49.8	49.8	50.0	21.7
③	10.0	11.6	12.9	12.3	23.5
④	7.5	11.2	10.0	11.4	24.0
⑤	2.5	11.9	12.5	11.4	24.0
⑥	0.0	5~10	5~10	5~10	22.9
⑦	2.5	10.0	10.0	10.0	24.3

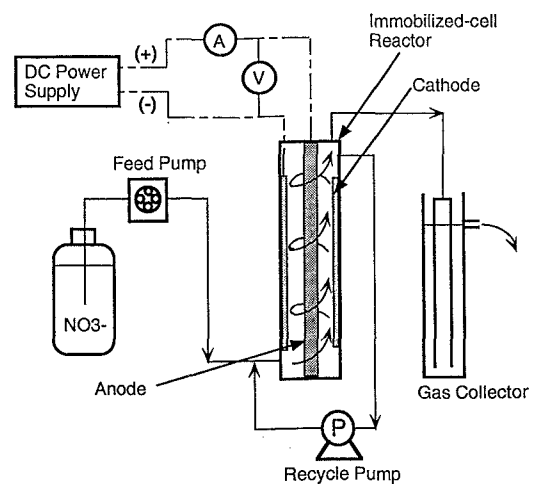


図1 実験装置の概略図

たが、その後は装置によらず処理水質及びガス発生速度はほぼ等しくなった。このことから、脱窒菌固着生物膜電極の脱窒性能は通電開始時に一時的に不安定になる場合もあるが、適切な馴致期間をとることによって安定した脱窒処理が可能であると考えられる。なお、通電初期の装置1の発生ガス主成分は水素ガスであったが、時間の経過につれ窒素ガスへと変化していった。

図3は、図2の結果に継続して、電極電流を種々変化させた場合(Run B)の装置1～3の処理水質を比較したものである。図に示すように、異なる通電条件における処理水硝酸イオン濃度及びpHは装置によらずほぼ等しく、電流値が小さい条件では流出 NO_3^- 濃度が高く、逆に高電流条件では低かった。また、1年以上にわたって電極への通電のみで安定した脱窒除去が可能であった。

硝酸イオンの除去率は、図に示す条件で大きく変化（0～99%）したが、処理水pHはほぼ中性付近（略6.8前後）に維持されていた。なお、図2、3の連続実験中、亜硝酸イオンは殆ど検出されず検出限度以下（ $20 \mu\text{g/L}$ ）であり、また処理水中の硫酸イオン濃度は流入濃度とほぼ等しかった。

また、脱窒処理に要した電極消費電力は窒素除去量当たり略 0.03kWh/g-N 程度であった。

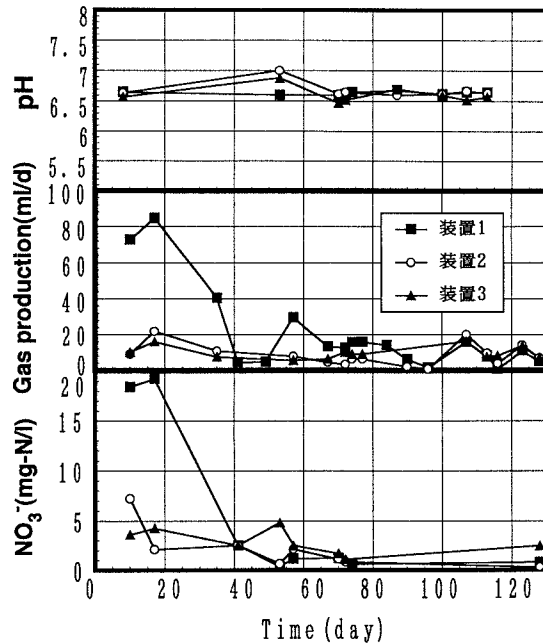


図2 通電初期の脱窒性能

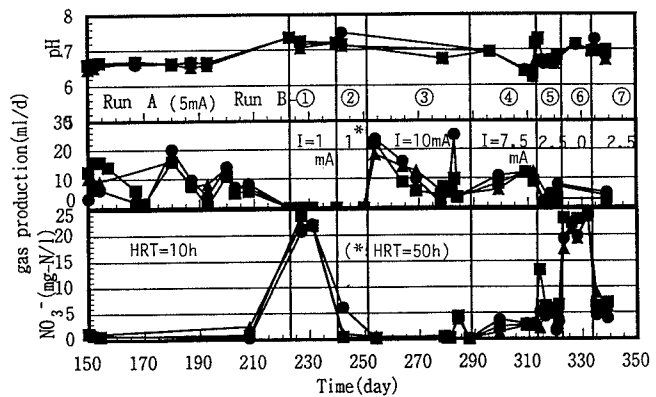


図3 異なる通電条件における脱窒性能

4. まとめ

脱窒菌固着生物膜電極の処理安定性について実験的検討を行った結果、電極の脱窒活性は通電初期に一時的に不安定になる場合もあるが、適切な馴致期間（略1ヶ月程度）をとることによって、通電操作のみによる安定した窒素除去が長期間可能であることが分かった。

「謝辞」本研究の一部は文部省科学研究費（試験研究(B)07555461）の補助を受けて行った。

「参考文献」1) Y. Sakakibara and M. Kuroda : Biotechnol. & Bioeng. , 42, 535-537(1993).