

II-557

Bio-electroreactorを用いた脱窒における NO_3^- 除去と NO_2^- 生成

前橋市立工業短大 正員 趙 哲石、正員 尾崎 益雄
群馬大学工学部 正員 黒田 正和

1. はじめに

著者らはすでに NO_3^- を含んでいる下水処理水を用いて、固定化微生物電極による脱窒の可能性を検討し、脱窒菌が電極から発生する水素を効率よく利用して脱窒することを報告した^(1,2)。脱窒菌による脱窒において、 NO_3^- は N_2 へ還元される同時、その一部は環境因素の変化により NO_2^- に転化することが可能であり、 NO_3^- の N_2 への完全還元の検討が必要である。有機物を水素供与体として脱窒する場合、 NO_2^- 生成は有機物種類あるいは温度、滞留時間等の環境因素の変化に影響される。固定化微生物電極を用いた脱窒においては、 NO_3^- の除去および NO_2^- の生成におよぼす温度、滞留時間、電流等の環境因素の影響は解明されていない。本研究は、固定化微生物電極を用いて、下水処理場処理水と硝酸ナトリウム混合液を原水として上述の環境因素を種々変化して脱窒実験を行い、 NO_3^- 除去および NO_2^- 生成濃度の変化を検討することにより、下水脱窒に対する固定化微生物電極の適応性を検討した。

2. 実験装置および方法

図1は、本研究に用いた実験装置の概略を示す。反応槽には横10cm、高さ9cmの炭素材電極が、陰極2枚、陽極3枚ずつ設置されている。実験では、OD法の間欠ばう気処理装置から採取した一定量の下水汚泥を用いて、陰極表面に脱窒菌を接種した後、下水処理場処理水と硝酸ナトリウム混合液を反応槽に連続的に投入しながら電極に通電して陰極表面に脱窒菌を固定した。その後、下水処理場処理水に硝酸ナトリウムを添加した混合液を用いて陰極に固定された脱窒菌を約一年間馴養した。本実験は下水処理場の処理水に硝酸ナトリウムを添加したものを原水として、電流、温度、滞留時間を種々変化させて脱窒実験を行い、 NO_3^- および NO_2^- 濃度を測定した。また、実験は反応槽を恒温槽に浸漬して一定の温度に保持し、温度10～30℃、電流20～200mA、滞留時間10～27hrの範囲で行った。

3. 実験結果および考察

図2は、滞留時間15hr、温度25℃のもとで、電極に通電した場合と通電しない場合の実験結果を比較して示している。図に示したように、電極に通電しなかったとき、 NO_3^- はほとんど除去されず、 NO_2^- も生成しなかった。これに対して、電極に100mA電流を通電すると、 NO_3^- は約60%除去されたが、 NO_2^- が約3mg-N/l生成した。 NO_3^- が除去しなかったことは、下水処理場処理水に残存している有機物が水素供与体として利用しにくいことを示し、通電したときの NO_3^- 除去および NO_2^- 生成は、電極に固定された脱窒菌が電極から発生した水素を水素供与体として脱窒反応を行った結果であると思われる。

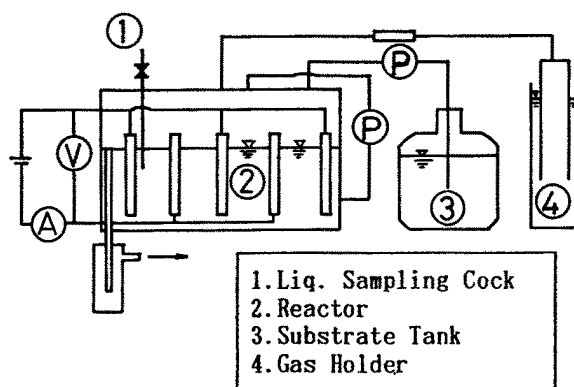


図1 実験装置

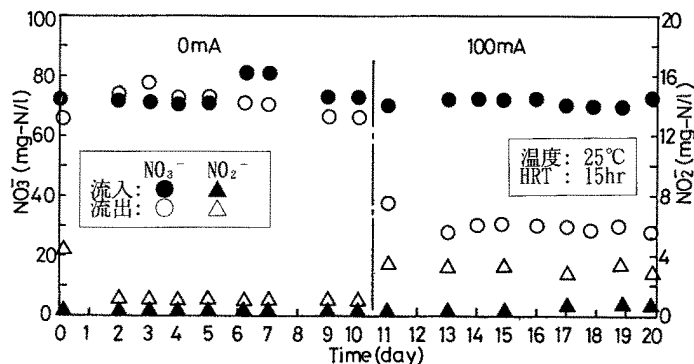


図2 固定化微生物電極の脱窒効果

図3は、生物固定化電極による脱窒に及ぼす反応温度、滞留時間および電流の影響を検討した実験結果を比較して示している。図3(A)において、電流100mA、滞留時間15hrのもとで、反応槽温度を10℃から30℃まで上昇させた時、単位面積電極の NO_3^- 除去量が電流の増加と共に増加したほか、 NO_2^- 生成濃度も電流の増加と共に低下した。温度10℃において、単位面積の NO_3^- 除去量および NO_2^- 生成濃度はそれぞれ約9.5mg-N/l/dm²、2.7

mg-N/l/dm²で、これは除去された NO_3^- の約30%が NO_2^- に転化されたことを意味する。このことは、温度が脱窒に影響を及ぼし、特に低温において、 NO_3^- が除去しにくいほか、 NO_2^- も残存しやすいことを示す。図3(B)において、反応温度25℃、電流100mAのもとで、滞留時間を10hrから27hrまで増加させたとき、単位面積電極の NO_3^- 除去量が滞留時間の増加と共に増

加したほか、 NO_2^- 生成濃度も滞留時間の増加と共に低下した。このことは、滞留時間の増加が NO_3^- 除去を促進するほか、 NO_2^- 生成も抑制することを示す。また、図3(C)において、温度30℃、滞留時間15hrのもとで、電流を20mAから200mAまで増加させたとき、単位面積電極の NO_3^- 除去量および NO_2^- 生成濃度は電流の増加と共に増加した。このことは生物電極による脱窒において適切な電流範囲が存在することを示す。

図4は、反応温度10℃、滞留時間15hr、電流100mAのもとで、主に低温における脱窒の可能性を検討した実験結果を示している。図に示したように、10℃の低温で脱窒菌を約40日間馴養した場合は馴養しなかった場合より、 NO_3^- の除去量が約1.6倍増加したほか、 NO_2^- の生成濃度も約半分に低下した。このことは、低温でも脱窒菌の馴養により高い NO_3^- 除去率を得ることができるほか、 NO_2^- の生成も抑制することが可能なことを示す。

3. 結論

固定化微生物電極を用いて、温度、滞留時間、電流が NO_3^- の除去および NO_2^- 生成に及ぼす影響について検討し、それらの制御により、 NO_3^- の除去および NO_2^- 生成を制御することが可能であることをわかった。また、低温における脱窒菌の馴養により、低温においても高い脱窒率が得られるほか、 NO_2^- の生成も抑制することが可能であることをわかった。

参考文献

- 1) 黒田、西村、趙：土木学会第48回年講集、1268～1269、(1993)
- 2) 趙、尾崎、黒田：第28回日本水環境学会講演集、68～69、(1994)

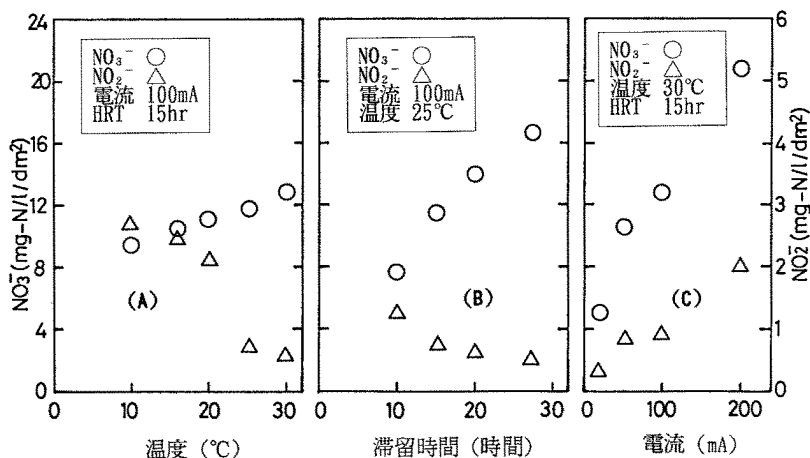


図3 固定化微生物電極を用いた脱窒に及ぼす温度、滞留時間及び電流の影響

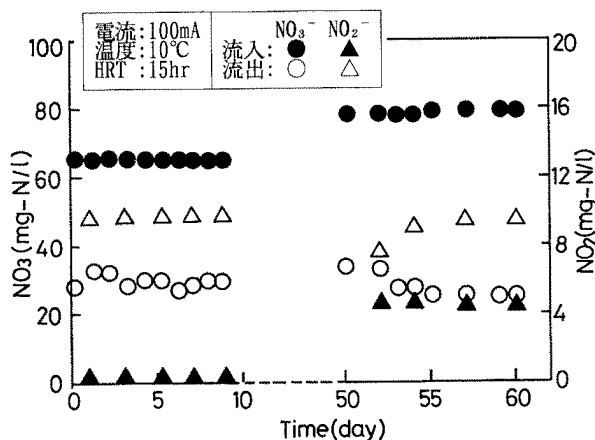


図4 低温における脱窒に及ぼす馴養の影響