

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

著者はすでに人工廃水および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)。脱窒菌が環境因子によって大きな影響を受けることは、従来よく知られており、固定化微生物電極から発生する水素を水素供与体として脱窒を行う場合、関与する環境因子として、pH、溶存酸素濃度、水素と窒素の濃度比、温度などがあげられる。脱窒に影響を及ぼす環境因子のなかでは、水温が実用上特に重要な因子である。脱窒菌の活性は生物反応として強い温度依存性を示すため、脱窒速度は水温によって大きく影響される。有機物を水素供与体とした他栄養性脱窒菌の場合における脱窒菌の温度依存性は検討されているが、電極から発生する水素を水素供与体とする固定化微生物電極による脱窒の温度依存性はまだ検討されていない。

本研究は脱窒菌を固定した固定化微生物電極を用いた脱窒において温度の及ぼす影響について検討したものである。特に低温における脱窒速度と温度との関連に着目し、固定化微生物電極の低温に対する適応性について検討した。

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法の間欠ばっ気処理装置から採取した一定量の下水汚泥を反応槽に投入し、均一攪拌しながらミルクと NO_3^- イオンの混合液を連続的に投入して脱窒

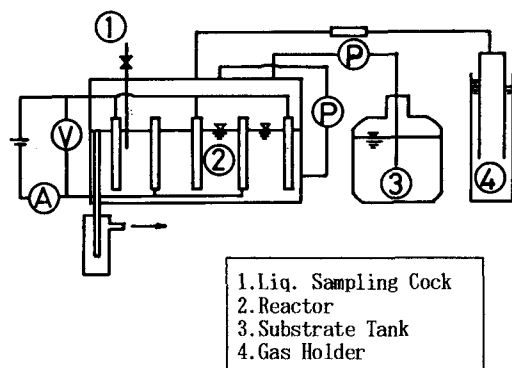


図1 実験装置

菌を馴養した。脱窒過程が定常になった後、懸濁状態の汚泥を引き抜き、 NO_3^- イオンと微量ミルクの混合液を連続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。安定した脱窒効果を確認した後、OD処理水に NO_3^- を添加したものを原水として、電流、温度、滞留時間などを変化させて実験を行い、各温度における NO_3^- の除去量および除去速度を検討した。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10～25℃、電流100～200mA、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27hr、電流

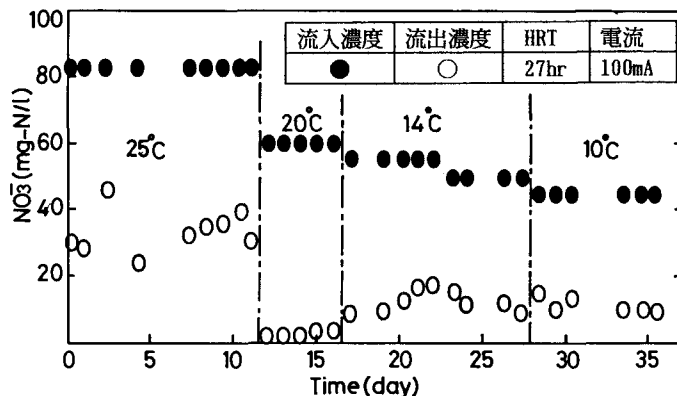


図2 固定化微生物電極を用いた脱窒に及ぼす温度の影響

値100mAのもとで、脱窒におよぼす温度の影響を検討した連続実験結果を示している。図に示したように、温度が25℃から20℃までに低下した場合には、脱窒量は減少しなかったが、温度14℃以下は、温度の低下と共に脱窒量が減少した。温度25℃、20℃の場合、 NO_3^- の平均除去速度はそれぞれ約1.8mg-N/l/hr、2.1mg-N/l/hrであるのに対して、温度14℃、10℃の場合は、それぞれ1.5mg-N/l/hr、1.2mg-N/l/hrであった。即ち、温度14℃、10℃のときの NO_3^- 平均除去速度はそれぞれ20℃のときの NO_3^- 除去速度の約70%と60%であった。このことは温度が脱窒速度に影響を及ぼし、特に低温における脱窒速度の低下が大きいことを示す。

図3は、温度10℃、滞留時間10hrの条件のもとで、電流が脱窒に及ぼす影響を検討した連続実験結果を示している。図に示したように、電流100mA、150mA、200mAのいずれの場合も、 NO_3^- は約20mg-N/lしか除去されておらず、上述の条件のもとでは電流の変化により脱窒率を増加することが困難なことを示している。

図4は、温度10℃、電流100mAの条件のもとで、脱窒に及ぼす滞留時間の影響を検討した連続実験結果を示している。実験は滞留時間を10hr、27hr、15hrの順に変化させて行った。その内、滞留時間15hrの場合の実験は滞留時間10hrの場合の実験の終了40日後に行った。その間、反応槽温度を10℃に維持した。

図に示したように、滞留時間が10hrから27hrまでに増加すると、 NO_3^- がそれぞれ24.3mg-N/l、32.8mg-N/l除去され、滞留時間の増加に伴い、脱窒量が増加した。これに対して、平均除去速度はそれぞれ約2.4mg-N/l/hr、1.2mg-N/l/hrで、滞留時間が約2.7倍増加したが、平均除去速度は逆に約0.5倍に低下した。このことは、低温において滞留時間の増加により脱窒量を増加することは可能であるが、脱窒速度を増加することは困難なことを示す。滞留時間を10hrから15hrまで増加させたとき、 NO_3^- の除去量は約24.4mg-N/lから52.9mg-N/lまで増加し、平均除去速度は約2.4mg-N/l/hrから3.5mg-N/l/hrまで増加した。この除去速度の増加は主に脱窒菌が低温で約40日間馴養された結果であると思われる。このことは低温でも脱窒菌の馴養により、高い脱窒率を得ることが可能なことを示す。

結論

固定化微生物電極を用いて、脱窒に及ぼす温度の影響について検討し、電極から発生する水素を水素供与体とした場合も有機物を水素供与体とした場合と同様、脱窒速度が水温によって大きく影響されることが分かった。また、脱窒菌の馴養などにより、低温においても高い脱窒率が得られることがわかった。

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)

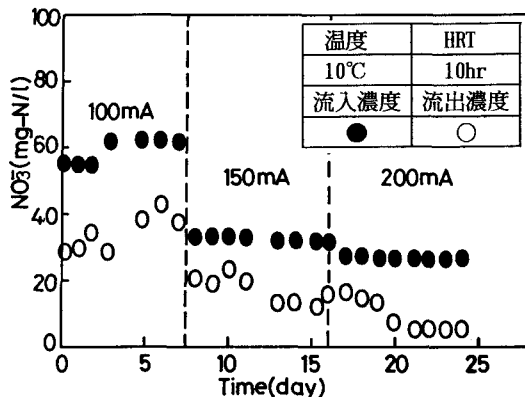


図3 低温における脱窒に及ぼす電流の影響

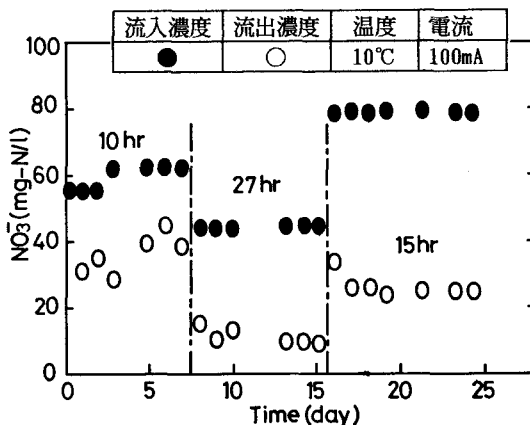


図4 低温における脱窒に及ぼす滞留時間及び馴養の影響