

群馬大学工学部 学生会員 ○史 紅
正会員 渡辺 智秀
正会員 黒田 正和

1. はじめに

各種廃水からの窒素成分除去の必要性が高まっているが、アンモニア性窒素含有廃水の処理に対して、多段生物膜法の適用は、生物膜深部において酸素が不足して嫌気となり、硝化の進行に生物膜全体有効に利用されない場合が多い。一方、脱窒過程においては、外部からの有機物水素供与体の添加が必要となり、残留有機物の後処理等が処理システムを複雑化する。本研究は、硝化菌及び脱窒菌を固定化した炭素電極をそれぞれ陽極と陰極として同一反応槽内に配置し、陽極から電解で生成する酸素による硝化の進行の促進と、陰極での電解生成水素を利用した生成硝酸イオンの脱窒によるアンモニア性窒素の硝化・脱窒同時処理の可能性について、種々の操作条件下で実験を行い、その特性について検討をした。

2. 実験装置及び方法

実験装置は、既報¹⁾と同様で、液容積約6Lの円筒型容器に直径8mm、長さ18cmの炭素棒を束状にして電極として浸漬した。陽極の総外表面積は約7900cm²、陰極は、約3000cm²である。なお、束状炭素棒はステンレス板にはさんでそれぞれ2層に並ぶように設置した。装置内はエアレーション及び循環ポンプによって完全混合状態になるようにした。

実験にあたり、陽極として用いる炭素棒をあらかじめ研究室内で活性汚泥を種汚泥として培養した硝化菌培養液中に浸漬し、陰極として使用した炭素棒群は同様にあらかじめ培養している脱窒菌培養装置内に浸漬して微生物を付着固定した。電極表面に微生物が固定化されたことを確認した後、一つの実験装置内に両電極を設置した。実験は半回分条件下で槽内の各窒素成分の測定を繰り返し、その変化が安定してから、既報¹⁾と同様の人工廃水を連続供給し、滞留時間、液本体DO濃度及び電流条件を変化させて、流入出水の水質及びpH、ORP等を測定した。

3. 実験結果及び考察

図1にDO濃度及び電流値を変化させた場合の流入出水のT-N及びNH₄⁺濃度の経時変化を示す。滞留時間24時間、DOが2mg/Lの条件(図1-(a))において、通電なしで有機水素供与体をC/N=1.7となるように添加した時、流入出水のT-N濃度にほとんど差異が見られなかった。処理水のNH₄⁺濃度は、流入水に比べ若干減少しており、硝化は起こっているものの、その割合は小さく、生成NO₃⁻の脱窒反応はほとんど生じていないことがわかる。脱窒がほとんど生じないのは、添加有機物が酸化解で消費されてしまうためであると考えられる。また、添加有機物の酸化解が硝化の進行にも影響を及ぼし硝化効率を小さくしている。一方、有機物添加なしに電流33mAを通電した条件では、時間の経過とともに処理水T-N濃度は低下し硝化反応も進行した。さらに、電流値を増大すると、処理水中にNH₄⁺はほとんど完全に硝化した。この硝化率の増大は陽極表面から生成する酸素が増加し、生物膜深部において硝化に利用されたからであると考えられる。しかし、脱窒に対する理論電解水素利用率は低く(66mAで50%)、推定される窒素除去率は得られなかった。この原因としては、液本体中のDO濃度の影響が挙げられる。

同一滞留時間(HRT=24hr)の条件において、DOを3mg/Lとした場合(図1-(b))、NH₄⁺濃度は、DO=2mg/L条件下で得られた結果よりも低下したが、電流の増大にT-N除去の促進効果は見られなかった。これは、生物膜内が好氣的で通電により陽極から生成する酸素供給の効果は減少し、一方、DO濃度の上昇は脱窒に阻害的影響を及ぼし、脱窒は起るものの、脱窒速度を低下させていると見られる。

図2に同滞留時間条件下で、電流264mAを通電しエアレーションを止め、 NO_3^- を供給しながら、DO濃度が2.8mg/Lから0.8mg/Lまで下げた時の処理水中の各窒素成分の経時変化を示す。図からわかるように、DO濃度の低下に従って、 NH_4^+ 濃度は時間とともに急激に上昇し、硝化反応は著しく低下することがわかる。ここで、硝化率が低いのは、水の電解に供給される酸素による硝化の効果は、この電流条件では低い。一方、それと同時に NO_3^- 濃度は減少傾向を示し、低DO濃度の条件において、水の電解により生成する水素は効率よく脱窒菌に利用され、脱窒反応が促進されることがわかる。硝化及び脱窒反応に対して、液本体中のDO濃度の変化は重要な因子であり、本法による硝化・脱窒処理では、液本体のDO濃度の影響は全体の処理効率を左右する。

4. まとめ

バイオエレクトロ法を用いて単一反応槽における硝化・脱窒同時処理の特性について実験的検討した結果、エアレーションとともに通電を行うことにより硝化反応の進行が促進された。生成した硝酸イオンは電解で生成する水素を利用する脱窒菌固定化微生物電極によって脱窒された。硝化及び脱窒反応に対し液本体DO濃度の制御は重要であり、本法で効率的に処理を行う際には、液本体DO濃度を小さくした条件で操作する必要が認められた。

【謝辞】本研究の一部は、平成7年度鉄鋼環境保全技術開発基金及び平成8年度文部省科学研究費（課題番号07650635）により行われた。記して謝意を表す。

【参考文献】1) 史ら, (1996), 第33回環境工学研究フォーラム講演集, pp66~68

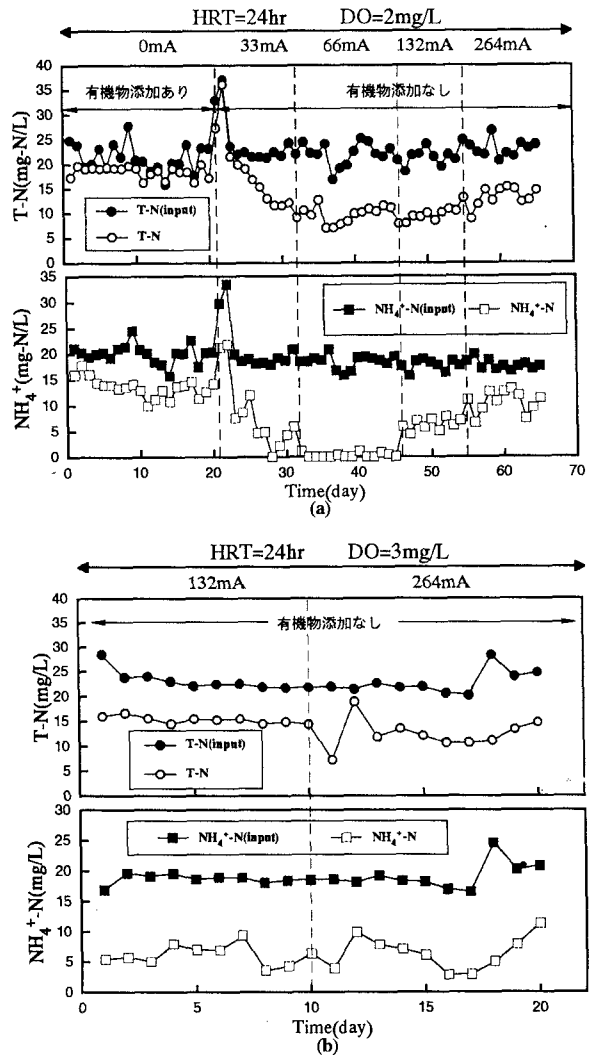


図1 流入出水中のT-N, NH_4^+ 濃度の経時変化

供給基質濃度： NH_4^+ 18mg-N/L

NO_3^- 14mg-N/L

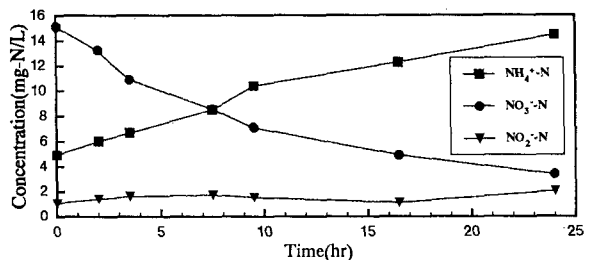


図2 低DO濃度時の各窒素成分の経時変化