

宮崎大学工学部 正 増田純雄 正 渡辺義公 正 石黒政儀
新 湯 鉄 工 正 ○川崎慎一郎

1. はじめに

筆者らは¹⁾回転円板法(以下, RBCと記す)における生物膜内の細菌活性および細菌測定を行い, 生物膜内には好気性の他栄養性細菌と硝化細菌及び通性嫌気性の脱窒細菌が膜全体に共存することを報告し, 有機物酸化, 硝化, 脱窒といった一連の反応(以下, 硝化・脱窒同時反応と記す)が同一生物膜内で生ずることを明らかにした。更に, 先に報告した人工下水を用いた実験結果²⁾から, 硝化・脱窒同時反応はC/N比, 有機物負荷, 水温, 気相酸素分圧の影響を受ける事が明かとなった。低濃度都市下水を原水とした場合の硝化・脱窒同時反応による水質浄化効率率は殆ど解明されていない。本論文では実廃水として, 団地下水を原水としたRBCによる硝化・脱窒同時反応の実験を行い, 気相酸素分圧と硝化, 脱窒率および有機物の関係について考察を加えて報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は前年講³⁾の装置を用いた。宮崎市郊外の団地処理場に装置を設置し, 最初沈澱池流出水を原水として用い, 円板上に生物膜が十分付着生育した時点で実験を開始した。実験方法は円板カバーを取り付後, 1時間毎に流出水およびカバー内の気体を注射器で採取し, 水質と気体の分析を行った。団地処理場最初沈澱池流出水(以下, 団地下水と呼ぶ)の流入原水水質は溶解性TOC濃度が10~30 mg/lの範囲であった。

3. 実験結果と考察

図-1は団地下水を用いた場合の硝化, 脱窒率と気相酸素分圧の関係を示す。実験条件は図中に示す通りである。図から分かるように, 大気圧状態(気相酸素分圧 0.21 atm)での硝化は68, 50, 93%と成っている。これは $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷, 滞留時間(HRT)に影響されていることが分かる。図(a), (b)の脱窒は気相酸素分圧0.1 atmまでほぼ一定であるが, それ以下では硝化と脱窒が同じ減少パターンを示す。図(c)では気相酸素分圧の減少と共に硝化, 脱窒が減少しており, 先に報告した硝化, 脱窒パターンとは異なっていた。このことは有機炭素源が非常に低いためと考えられる。団地下水を硝化, 脱窒同時反応に適用した結果, 脱窒率は最大35%程度であった。この脱窒率の低い原因を明らかにするために, 大気圧状態下でのRBCによる連続実験を行い, 流入, 流出のTOC濃度と経過時間の関係を調べた。図-2にTOC濃度と経過時間の関係を示す。図中の△印は流入原水を超音波で破碎後, ●と○印は流入原水, 流出水を0.45 μm のメンブランフィルターでろ過後測定したものである。図から明らかなよう

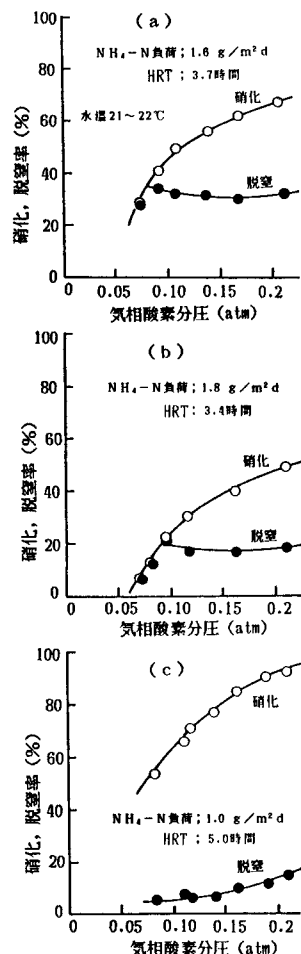


図-1 硝化, 脱窒率と気相酸素分圧の関係

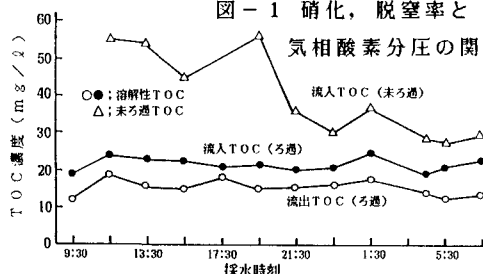


図-2 TOC濃度と経過時間の関係

に、原水中の溶解性有機物濃度は $20\sim 30\text{mg}/\ell$ 、流出水中の溶解性有機物濃度は $15\sim 20\text{mg}/\ell$ となり、RBC付着生物膜内に取り込まれる溶解性有機物は $5\sim 10\text{mg}/\ell$ 程度となる。流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は $15\sim 23\text{mg}/\ell$ であり、 $\text{TOC}/\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度(C/N)比は $0.3\sim 0.4$ となる。脱窒反応ではC/N比が2.6であることを考えると、本実験の場合には明らかに有機源律速である。この結果より、団地下水では溶解性有機物濃度が低いために、RBCによる硝化、脱窒同時反応は有機源律速となり、本法の適用性に無理があることが判明した。よって、有機源律速を解消するために団地下水中に有機酸を添加する実験を行った。図-3に原水中の炭素濃度が80, 40, $20\text{mg}/\ell$ になるように酢酸ナトリウムを添加した場合の硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係を示す。実験条件は図中に示す通りである。図から明らかなように、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷が何れも $1.0\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ 以下と低いために、気相酸素分圧 $0.21\sim 0.15\text{atm}$ の範囲では硝化が90%以上達成され、脱窒率はC/N比の増加により2, 20, 50%と高くなる。気相酸素分圧の低下に伴い脱窒率は増加し、最大脱窒率35, 45, 58%が得られている。図(b)も同様の結果が得られており、気相酸素分圧 0.21atm での脱窒率は2, 35, 52%で、最大脱窒率は点線のように50, 60, 75%になると考えられる。図より最適C/N比は3.56である。この時、生物膜内に取り込まれた酢酸濃度をBOD値に換算すると $104\text{mg}/\ell$ となる。流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が $18.1\text{mg}/\ell$ であることから $\text{BOD}/\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度比は5.7と成る。一般的に、都市下水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は $20\sim 30\text{mg}/\ell$ であり、硝化・脱窒同時反応を効率よく運転するためには流入BOD濃度が $110\sim 170\text{mg}/\ell$ 必要である。また、最大脱窒率が得られる気相酸素分圧は $0.05\sim 0.1\text{atm}$ の範囲である。図-4は $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷; $0.5\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ 、C/N比;3.4、HRT;4.6時間の条件で実験を行った場合の気相酸素分圧と硝化、脱窒率の関係を示す。図から最大脱窒率は85%が得られており有機源が十分に存在すれば、気相酸素分圧を適切に制御することにより効率的な硝化、脱窒同時反応が行えることが判明した。

5. おわりに 本論文ではRBCによる硝化・脱窒同時反応を低濃度有機廃水に適応した場合の実験を行い次のような結果を得た。硝化・脱窒同時反応を効率よく運転するためには、(1)低濃度有機廃水の場合には有機源として他の有機物を添加する必要がある。(2)流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の5.7倍のBOD濃度が必要である。(3)最大脱窒率が得られる気相酸素分圧は $0.05\sim 0.1\text{atm}$ の範囲である。

参考文献 1)増田, 渡辺, 石黒; 回転円板付着生物膜内の細菌に関する研究, 下水道協会誌, Vol.16, No.187, 7(1987)

2)増田, 渡辺, 石黒 回転円板法による窒素除去に関する研究(2), 下水道協会誌, Vol.19, No.215

3)川崎, 増田, 渡辺, 石黒; 回転円板による都市下水の硝化・脱窒同時反応に関する研究, 土木学会第42回年講

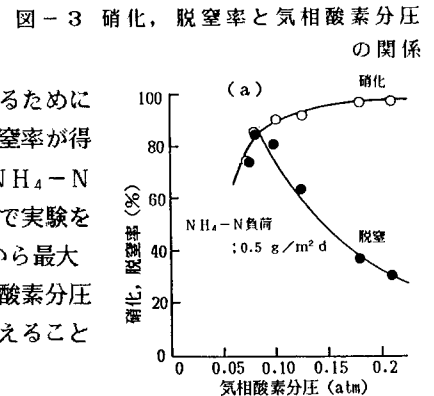
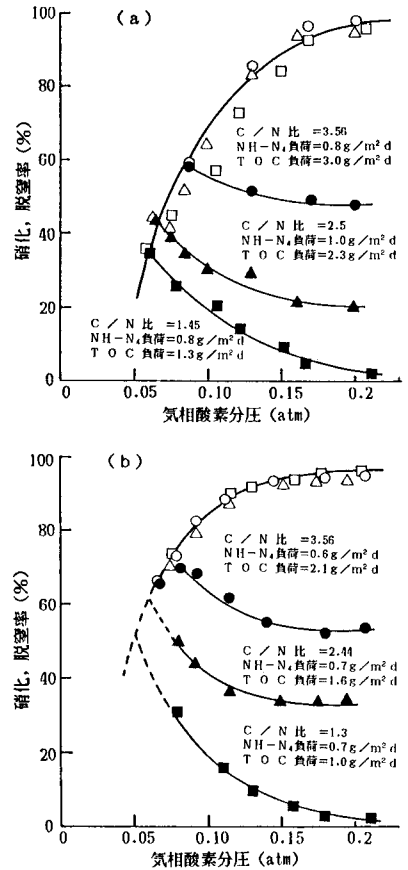


図-4 硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係