

硝化、脱窒同時反応による都市下水処理に関する研究(II)

宮崎大学工学部 学 ○月足 圭一 学 川崎 慎一郎

宮崎大学工学部 正 増田 純雄 正 渡辺 義公 正 石黒 政儀

1. はじめに

著者らは、都市下水を利用した回転円板(RBC)付着生物膜内には硝化細菌と通性嫌気性の脱窒細菌および好気性の他栄養性細菌が混在する事を確認し、膜内の硝化、脱窒、有機物酸化活性はいずれの場所においてもあることを報告した¹⁾。また、人工基質による硝化、脱窒同時反応では気相酸素分圧を低下させることにより、脱窒率が高まる結果を得ている²⁾。したがって、都市下水を利用したRBCにおいても硝化、脱窒同時反応が十分起り、気相酸素分圧をコントロールすることにより脱窒効率を高めることができると考えられる。本文では硝化、脱窒同時反応による都市下水処理の実験を行い、硝化、脱窒同時反応と気相酸素分圧、pHおよび水温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

実験装置は図-1に示すような完全密閉型の装置2台を使用し、槽内にpHメーター、DOメーターを取り付けた。水温調整は実験装置(1)ではウォーターバス、装置(2)では槽内にヒーターとサーモスタットを取り付けて行った。実験方法は、都市下水(宮崎市終末処理場の最初沈澱池流出水、以下、原水と呼ぶ。)をRBC装置へ供給し、1ヶ月間以上の馴養期間を置き、RBCを大気圧(気相酸素分圧:0.21atm)の状態と完全密閉した状態で行った。流入原水の水質変動を避けるために、原水を貯留槽に貯めて、ポンプで一定量流入させた。原水にはpHの低下を防ぐために重炭酸ナトリウムを添加した。

3. 結果と考察

本実験に用いた原水は、時間的水質変動があるために、RBCを大気圧状態にしたまま流入、流出の経時変化を調べた。図-2に実験装置(2)を用いた水質変化と経過時間の関係を示す。実験条件は図に示す通りであり流入水のTOC濃度が変化しているにもかかわらず、流出水のTOC濃度はほぼ一定になっている。流入T-N濃度の変動に対して、脱窒率が15%~30%得られている。図-3は付着生物膜厚と経時変化の関係を示す。運転条件は流入NH₄-N濃度:20~30mg/l、TOC濃度:30~44mg/l、水温11~17℃の範囲で行ったものである。膜厚測定は運転開始後一週間ごとに付着生物膜を2~3枚円板から抜き取りマイクロスライサーでCuttingして行った。図中の膜厚はスフェロチルス部を除いた厚さであり、経過時間に伴い厚くなる。△、□印の有機物負荷はそれぞれ4.3, 2.1 g/m²dで、付着生物膜厚が一定になるには4, 5週間必要であり、膜厚は640μmと380μmになる。図-4はRBC(2)密閉後の経過時間と水質の関係を示す運転条件は流入NH₄-N、TOC濃度はそれぞれ30, 40 mg/lで水温とpHを一定にした。RBCを大気圧状態で運転した時の液相中のN

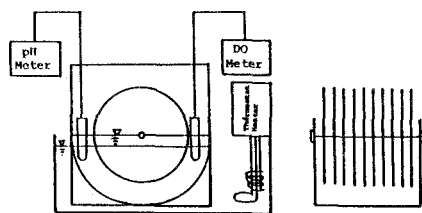


図-1 回転円板装置 (1)

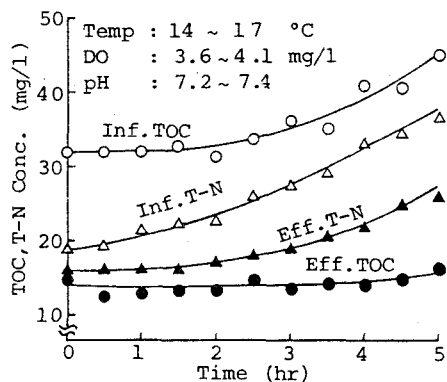


図-2 水質変化と経過時間の関係

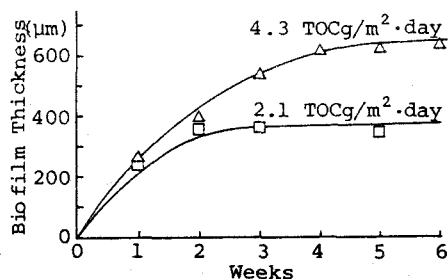


図-3 付着生物膜厚と経過時間の変化の関係

$\text{H}_4\text{-N}$ 濃度が 13mg/l で $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ はほとんど出現していない。このことは生物膜内で硝化と脱窒が同時に進行していることを示す。RBC密閉後、気相中の酸素分圧は図のように低下し、液相中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は直線的に増加する。図-5は図-4の結果を気相酸素分圧と硝化脱窒率の関係に書き換えたものである。図中の△印は水温 15°C の場合であり、脱窒率は気相酸素分圧 0.12atm まで増加の傾向を示し、以後、硝化と同じ減少パターン(B型)を示す。○印は水温 25°C で大気圧状態での硝化、脱窒率が 5548% となる。このことより水温が高い程脱窒率が良く、硝化、脱窒同時反応が水温に影響されることが判明した。RBC密閉後は図-4に示すように気相酸素分圧が低下し、それに伴って硝化と脱窒が同じ減少パターン(C型)を示している。

図-6にRBC(1)密閉後の気相酸素分圧と硝化脱窒率の関係を示す。運転条件は水温 $14\sim 20^\circ\text{C}$ の範囲で行い図中の△印はpHを無調整、○印は流入pHを 8.0 に調整した。○印の流出pHは 7.5 であり、RBC密閉後の硝化は気相酸素分圧 0.15atm 程度まで 100% であるが、それ以下では減少する。一方、脱窒は気相酸素分圧の低下に伴い増加し、気相酸素分圧 0.14atm で最大脱窒率が得られている。この結果は、先に報告した²⁾硝化脱窒パターンA型となり、有機源律速である。△印の場合には流入pHが 6.8 で、RBC密閉後3時間で流出pHが 6.0 に低下し、脱窒はほとんど起こらなくなる。このことは脱窒細菌のpHの範囲が $6.2\sim 8.0$ で最適pHが 7.5 であると言われている事からも明らかである。したがって、硝化、脱窒同時反応による下水処理では槽内のpH低下を防ぐ必要がある。

4) おわりに

硝化、脱窒同時反応による都市下水処理の実験を行った結果、(1)都市下水による円板付着生物膜厚は流入有機物濃度により変化し、有機物負荷 $4.3\text{ g/m}^2\text{d}$ で $640\mu\text{m}$ 、有機物負荷 $2.1\text{ g/m}^2\text{d}$ で $380\mu\text{m}$ が得られた。(2)大気圧状態で水温が低い場合($16\sim 19^\circ\text{C}$)でもRBCでは $15\sim 38\%$ 程度の脱窒率が得られた。(3)人工基質による硝化脱窒同時反応と同様に都市下水利用の場合にも硝化脱窒パターンのA、B、C型が得られ、最大脱窒率が得られる最適気相酸素分圧が存在することが明らかとなった。今後、都市下水による硝化、脱窒同時反応の実験を行い、硝化、脱窒率と有機物負荷、付着生物膜、細菌、および水温の関係等について検討を行いたい。なお、本研究は昭和60,61年度文部省科学研究費(一般研究B 代表者石黒政儀)の助成を受け、その一部を使用し遂行されたことを記す。

参考文献

- 1) 後藤雅子, 川崎慎一郎, 増田純雄, 石黒政儀; 回転円板円板付着生物の生物活性に関する研究, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.128~129. 1986.2
- 2) 増田, 渡辺, 石黒; 回転円板円板法による有機物、窒素除去に関する研究, 宮崎大学工学部紀要, 第13号, pp.1~24 1983.6

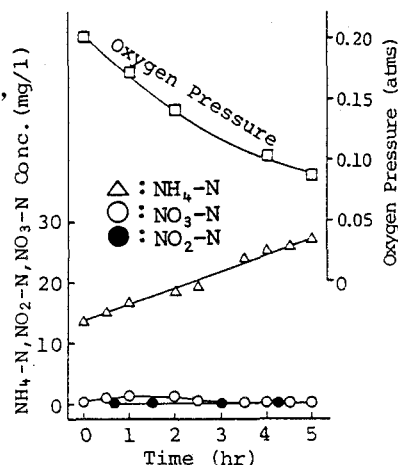


図-4 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、気相酸素分圧と経時変化の関係

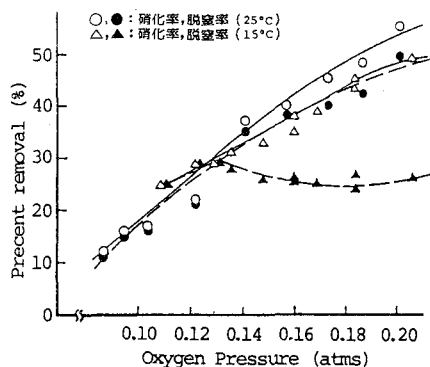


図-5 硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係

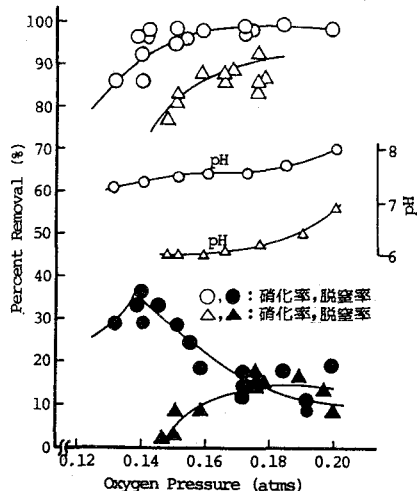


図-6 硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係