

宮崎大学工学部 正 石黒政儀 正 渡辺義公
宮崎大学工学部 正 増田純雄 学 安部嘉明

1. はじめに 現在生物学的脱窒法としては、嫌気条件下で通性嫌気性脱窒菌を利用する方法が最も一般的である、しかし筆者らは好気的硝化プロセスにおいても硝化と並行して脱窒が生じる事実を先に指摘した。本研究は、回転円板法による好気的硝化プロセスにおいて生ずる脱窒反応と有機物酸化及び硝化との関係を定性的に吟味しようとするものである。

2. 実験装置と実験条件 本実験で用いた装置は、図-1に示すようにBOD除去・硝化を主目的とした3段直列型回転円板装置であり、下部にイムホフ槽を設けてある。好気性硝化槽3段目からの流出水の一部は、原水希釈又 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を高めるためにポンプ返送した。円板は直径50cm・厚さは0.5cm、枚数35枚/段(13.6枚/段)・円板回転数8.5rpmである。流向は、軸に対して垂直である。又原水は、田地下水で水質条件は、 $\text{pH}7.4 \sim 8$, $\text{BOD} 100 \sim 156 \text{ mg/l}$, COD (過マンガン酸カリウム酸性法) $20 \sim 40 \text{ mg/l}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 1 mg/l 以下, 実験条件に合わせて $\text{NH}_4\text{-N}$ 源として NH_4Cl を、無機炭素源として NaHCO_3 を添加した。実験時には、原水を一度貯留槽にため、実験条件に合わせ一様に流した。

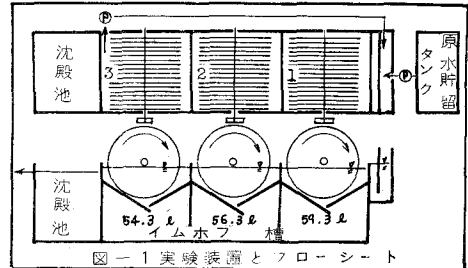


図-1 実験装置とフローシート

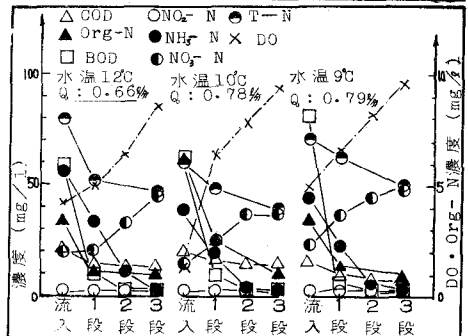


図-2 連続流実験の水質変化

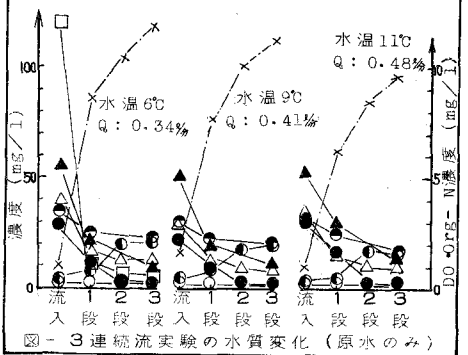


図-3 連続流実験の水質変化（原水のみ）

3. 実験結果と考察 BOD・COD・DO・窒素系の水質変化例を図-2に示している。流入BOD濃度60% (約5%)が1段で10%になり、2段で5%以下まで減少する。また $\text{NH}_4\text{-N}$ も40~60%が1段で約その半分の20~30%まで減少し、全体3段としては100%近くまで減少している。次に $\text{NO}_2\text{-N}$ は約20%から3段で30~50%と増加している。 COD は、15~25%が1段と2段で7~15%まで減少し3段ではそう変化しない。 T-N も各段で徐々に減少している。有機窒素も3~6%が1段で1~25%まで減少し、全体3段でも約1%まで減少する。この実験より、BOD除去・硝化及び脱窒が同段で並行して起こっていることが判明した。図-3は、ポンプ返送なしで原水のみを流したときの実験結果である。この場合も図-2の場合と同様な水質変化がみられ、同段で硝化及び脱窒が並行して起こっている。図-4は水量負荷-脱窒率の関係である。低温時の場合、水量負荷が脱窒率に大きな影響を及ぼすと思われ、水温が30℃近くの高温時の場合、水量負荷よ

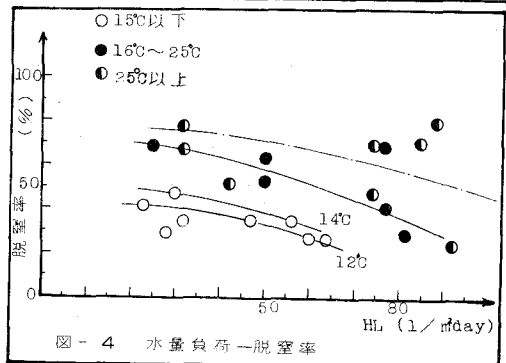


図-4 水量負荷-脱窒率

りも他のフクターの方が脱窒率に大きな影響を与えるように思われる。図-5は、 $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ の単位円板面積負荷-脱窒率の関係であるが、この両者間には図の様な相関関係がある様に思われる。図-6は、 T-N の単位円板面積負荷-脱窒率の関係であるが、多少相関関係がある様に思われる。図-7は、同じ装置で過去に1段で行なったバッチ実験の結果の中から最も高い割合で脱窒が起こった時の例である。脱窒率は、接触時間約2時間で52%、5時間で65%に達している。

4. 好氣的硝化プロセスにおける脱窒の基礎的考察

回転円板法による好氣的硝化槽(1~3段)での生物膜をモデル化すると図-8のようなになる。脱窒菌は、通性嫌気性であるため好氣的な部分にも散在するが脱窒に有効に作用するのは生物膜内部の嫌気性領域に存在する脱窒菌である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は、好氣的な部分で硝化され、その結果として形成される $\text{NO}_2\text{-N}$ 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ の一部が生物膜内の嫌気部まで浸透し、脱窒が生じる。また脱窒現象は、(1)嫌気性部分が形成されること (2)嫌気性部分に $\text{NO}_2\text{-N}$ や $\text{NO}_3\text{-N}$ が存在すること (3)嫌気性部分に水素供与体である有機炭素が存在することが同時に満足された場合にのみ生じる。嫌気層の厚さは、 BOD 負荷や $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷により変化する。酸素利用速度が増加すると酸素の浸透深さは減少し、その結果嫌気部が厚くなり、脱窒率が増加する。しかし BOD 負荷や $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度負荷が高すぎると、硝化が阻害され脱窒率は減少すると考えられる。次に水温との関係を考えて、高温時には、水中の DO 濃度が低く、微生物の活性度が高いため酸素利用速度は大きく、嫌気領域が広がり、脱窒率が増加する。低温時には、微生物の活性度自体が低下するため、嫌気層厚は余り増加せず脱窒率も小さい。

5. おわりに 本文では生物学的硝化プロセスにおいても、最大で約70%最小で20%の脱窒が生じることを示した。この事実、同化作用に利用される $\text{NH}_4\text{-N}$ 量を大きく上まわっており、硝化反応と並行する生物学的脱窒反応が存在することが推定できる。この脱窒反応に影響する因子として、 BOD 負荷、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷、水温、円板浸漬率、円板回転速度等が考えられるがこれらの詳細については、今後の研究課題としたい。

〈参考文献〉

1) 石黒, 渡辺, 増田; 回転円板法による下水高度処理に関する研究(Ⅱ) 下水道協会誌 1977, 1.

2) 石黒, 渡辺, 増田, 井上, 昌木; 回転円板法による下水三次処理に関する研究(第6報)

土木学会西部支部研究発表会論文集 1974, 2

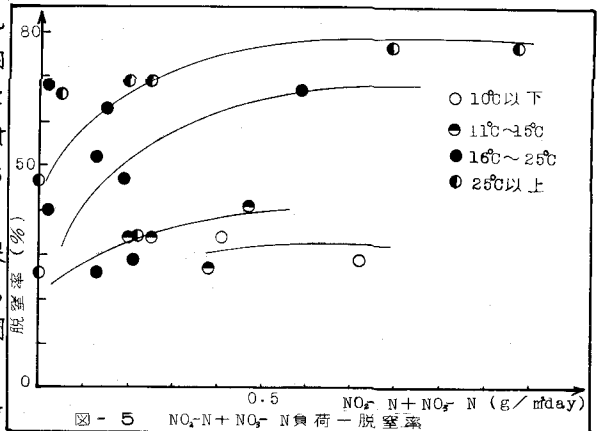


図-5 $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ 負荷-脱窒率

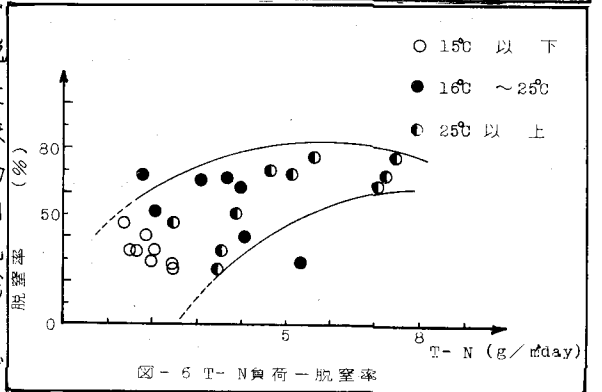


図-6 T-N 負荷-脱窒率

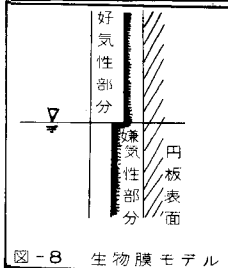


図-8 生物膜モデル

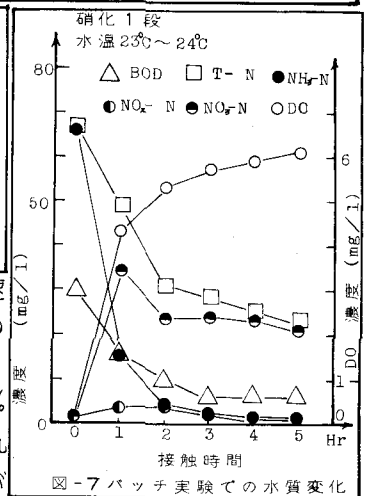


図-7 バッチ実験での水質変化