

宮崎大学 工学部 正 石黒政儀
 宮崎大学 工学部 正 増田純雄
 宮崎大学 工学部 〇 和田正史

1 はじめに 本論文では、宮崎市終末処理場に設置した実規模回転円板装置における、硝化・脱窒・脱リンの実験結果と考察、および固定生物膜による基質除去過程の定常動カ学式¹⁾の妥当性について報告する。

2 実験装置と実験方法 装置のフローシートと概要を図-1に示す。本装置は好気硝化部4段(浸漬率約50%, 有効円板表面積28.3 m^2 段)と嫌気脱窒部2段(浸漬率100%, 有効円板表面積11.3 m^2)の接触槽で、流向は軸直角流である。円板の回転数は2 r.p.mとし、円板表面に十分に菌が付着生育した後に、処理場初流流出水に塩化アンモニウムと重碳酸ナトリウムを添加して流入水とし、硝化部3段に硝化によるアルカリ度不足を補うために重碳酸ナトリウムを、脱窒菌の有機炭素源としてメタノールを嫌気部へそれぞれ添加。アルカリ度を200 mg/L に設定し、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度を、80~180 mg/L と変化させて定常状態での各段諸水質を分析した。脱リン実験では硝化部1段に硫酸アルミニウムを添加。リン酸濃度を20 mg/L に固定し、 Al/P を変化させた。

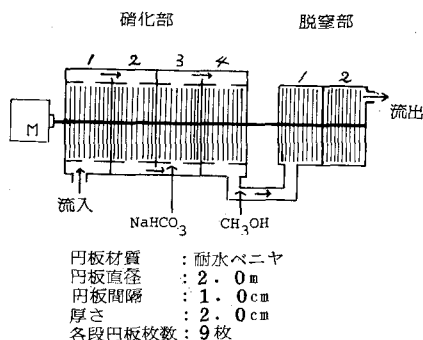


図-1 実験装置のフローシート

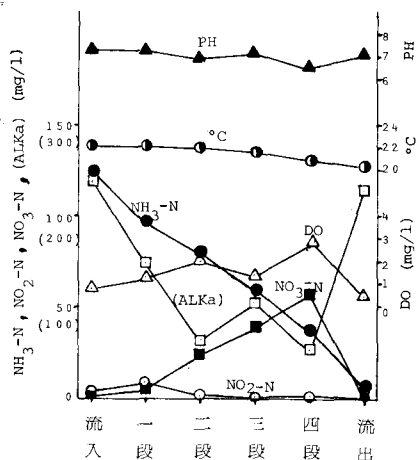


図-2 各段の水質変化

3 実験結果と考察 (1) 硝化・脱窒 図-2に各段の水質変化の一例を示す。流入 $\text{NH}_3\text{-N}$ はほぼ直線的に酸化され、高 $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷4.0~8.0 g/m^2 で80~90%の硝化率が得られた。工場廃水(BOD_5 : 150~200 mg/L , $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷3.1 g/m^2)の処理で硝化率93%が報告されている²⁾。本実験で $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷が4.0~8.0 g/m^2 において高硝化率が得られたのは、流入 BOD_5 が20~30 mg/L と低く、1段より硝化菌が優占種となったためと考えられる。 $\text{NO}_3\text{-N}$ も直線的に増加し、硝化部4段で約60 mg/L に達し、嫌気槽でほとんど脱窒された。また $\text{NO}_2\text{-N}$ に関しては、いずれの段においてもほとんど蓄積されなかった。硝化部脱窒は各段において認められ、全段において平均20%程度の脱窒率が得られた。脱リン実験のため硫酸アルミニウムを添加すると、 AlPO_4 と $\text{Al}(\text{OH})_3$ のフロックが円板に吸着し、嫌気層が厚くなり硝化部脱窒率は54%まで上昇した。筆者らが先に報告した硝化部脱窒の最適 C/N ($\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷: 4 g/m^2)は7以上であるが³⁾、本実験では流入有機炭素濃度が47 mg/L と低く、 C/N が約0.4であるにもかかわらず硝化部脱窒が起こった。これは脱窒が $\text{NO}_3\text{-N} \rightarrow \text{N}_2$ という過程で行なわれたものと考えられる。PHは硝化でのアルカリ度消費のため下がり脱窒によって上昇する。本実験では3段に重碳酸ナトリウムを添加したために硝化によるPHの低下は生じなかった。DOは流入水で0~1

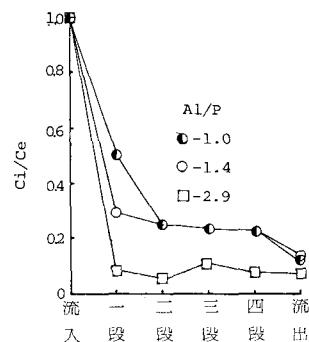


図-3 各段のリン残存率

mg/lが4段では3~4 mg/lまで上昇し、流出ではほぼ0となった。

(2). 脱リン 図-3は硝化部1段に硫酸アルミニウムを添加した各段のリン残存率(各段の PO_4-P 濃度を流入 P PO_4-P 濃度で除した値)の変化を示す。 Al/P が1.0と1.4の場合、1, 2段では30~50%のリン酸が残存しているが、 Al/P が2.9ではほとんど除去されている。また $Al/P = 1.0, 1.4, 2.9$ の全段リン除去率はそれぞれ、88%, 90%, 94%であった。1, 2段では Al/P が2.9の方が1.0よりも高いリン除去率を期待できるが、全段では Al/P を1.0, 1.4, 2.9に変化させた場合にもほ

とんど除去率に差は生じないと考えられる。図-4は硝化部1段における戸過試料(3μmフィルター戸過)と上澄試料の除去率における Al/P の関係を示したものである。図より1段だけのリン除去においては Al/P が3付近が最適と考えられる。また戸過試料では Al/P が高いほど高リン除去率を得られるが、上澄試料においては Al/P が3を越すと逆に除去率が低下し始める。このことは Al/P が3以上になると $AlPO_4, Al(OH)_3$ のフロックが大きくなるため、円板表面に吸着しにくくなったものと考えられる。図-5はpHをパラメーターに Al/P と除去率の関係を示したものである。リン除去における最適pHは6付近であり⁴⁾、本実験でも最適pHに近い方が高リン除去率を得られた。なお脱リンによる硝化への影響は、 Al/P が2.8~5.6という高 Al/P において、著しく硝化率が低下し、 Al/P を1.8に下げると硝化率は回復した。よって高 Al/P では硝化作用への阻害が現われるものと考えられる。

3 定常動力学式の検証 図-6に C_e が30, 60, 90 mg/l時の Aw/Q と C_i/C_e の関係を示す。いずれも $Aw=0$ で C_i/C_e が1を通る直線となった。この関係より C_e が等しければ C_i や硝化率に関係なく、 $C_i/C_e = 1 + K^*(Aw/Q)$ の式が成立する。図-7は K^* と C_e の関係を水温をパラメーターに両対数プロットしたものである。図中の勾配はいずれもほぼ-1と等しくなった。同一の C_e では水温の低い方が K^* も低い。以上のことより、本実験においても固定生物膜による基質除去過程の定常動力学式の妥当性が立証された。

4 おわりに 以上のように実験規模回転円板装置により、高 NH_3-N 負荷4.0~8.0 g/m²d、水量負荷57~63 l/m²d、BODs 20~30 mg/lで、硝化率80%以上を得た。硝化部脱窒も低 C/N であるにもかかわらず全段で20%程度起こった。脱リンは Al/P が1.0~3.0で約90%前後の除去率を得られた。また定常動力学式の妥当性も証明することができた。

参考文献 1) 渡辺三; 回転円板法の硝化機構に関する研究(I), 下水道協会誌 Vol.15, No.172, 1978, 9 PP. 24~34

2) 石黒, 小川三; 回転円板法処理技術総覧, アイビーシー社刊, 1979

3) 石黒・増田; 回転円板法による硝化部脱窒に関する研究, 回転円板法研究シンポジウム講演集, 1979, PP. 27~50

4) 石黒三; 回転円板法による下水高度処理に関する研究(IV), 下水道協会誌 Vol.16, No.185, 1979, 10, PP. 20~49

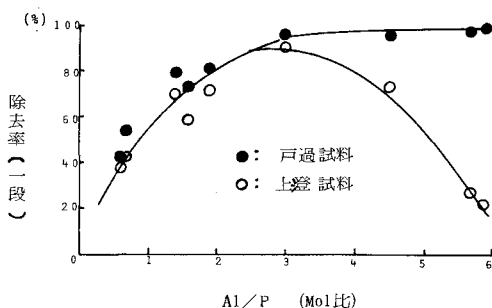


図-4 リン除去率と Al/P の関係

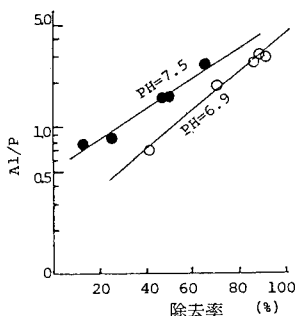


図-5 Al/P とリン除去率の関係

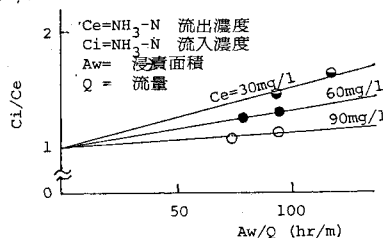


図-6 C_i/C_e と Aw/Q の関係

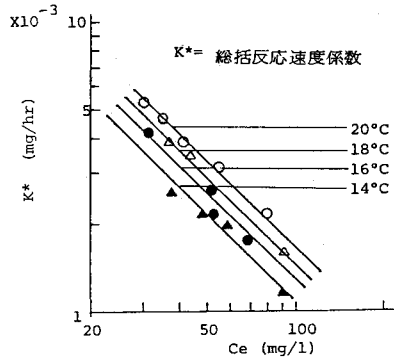


図-7 C_e と K^* の関係