

宮崎大学工学部 正 石黒政義 正 渡辺義公
 宮崎大学工学部 正 増田純雄 〇学 山口孝一
 宮崎大学工学部 学 太田一敏 学 越智慶吾

1. はしがき 環境保全や整備の問題が強く叫ばれている今日、特に水質保全の決め手として下水道の建設が急がれているが、終末処理場で採用されている活性汚泥法の二次処理放流水はBODが20ppm、SSが70ppmまで、栄養塩類のN、P除去率は10%以下が限度であり、放流水域の富栄養化現象、さらには水資源としての再利用を困難ならしめている。この二次処理水を更に浄化処理するのが三次処理であり、近年急激に下水三次処理が重要視されてきた。三次処理としては物理化学的方法としてアンモニアストリッピング、ジオライト吸着法、活性炭吸着法、電気透析法、イオン交換法、薬品凝集沈殿法などの研究開発が進められているが、維持管理やコストの面で多くの問題が残されている¹⁾。これに比べて生物学的処理法は多くの利点を有しており、特に回転円板法は他の生物処理法よりもN、P化合物とBOD、SSの除去効率が高く、運転経費や維持管理も容易である。宮大衛生工学研究室では1964年より回転円板法に関する汚水処理研究の経験を持ち、この方法が高濃度有機性汚水に対し有効であることを確かめたが、1972年より本法による下水三次処理の実験を開始し、その成果は既にオ1、オ2報として報告した^{2,3,4)}。本文ではオ1、オ2報での予備的実験結果を基礎にして中型の処理装置を製作して宮崎市内団地下水処理場に1973年夏より設置し、同処理場の二次処理水を原水として三次処理実験を継続している結果のオ3報である。(以後、参考文献(6)を本論文題のオ1報、参考文献(7)を同じくオ2報と命名する。)

2. 硝化、脱窒プロセスの原理 回転円板法の硝化、脱窒は円板上、嫌気性脱窒槽、好気性硝化槽、整流槽に付着繁殖する硝化菌と脱窒素菌の2種類の微生物作用を利用して、廃水中のN化合物を最終的に N_2 に還元処理しようとするもので、プロセス工程も硝化工程と脱窒素工程の2工程に分けられる。

(1) 硝化工程 好気的条件下で硝化菌(亜硝酸菌および硝酸菌)により NH_3-N を NO_2-N ないし NO_3-N へ生物化学的に酸化するプロセスは、
 亜硝酸菌： $NH_4^+ + 1.5O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+$
 硝酸菌： $NO_2^- + 0.5O_2 \rightarrow NO_3^-$ として示される。

(2) 脱窒工程 このプロセスはオ4報にて論述される。

3. 実験装置と実験方法 本実験に用いた原水は上記下水処理場終末よりポンプ揚水し、本実験装置に連続的に流入させた。実験装置は図-1に示すように原水貯留槽、回転円板硝化槽と脱窒槽、メタノール貯留槽からなる。原水貯留槽は原水の負荷変動に対して平均槽としての機能を有する。回転円板槽は4段直列型でオ1槽、オ2槽、オ3槽はBOD除去、脱窒および硝化工程として好気性回転円板曝気槽とし、下部にインホフ槽を設けた。オ4槽は脱窒素工程として嫌気性回転円板槽とした。好気性回転円板曝気槽はそれぞれ円板径50cm、厚さ5mmの耐水ベニヤ板で円板間隔1cm、円板枚数35枚、円板面積13.6 m^2 、各槽容積(円板浸漬時)59.3 l 、56.3 l 、54.3 l である。嫌気性回転円板槽は円板径、厚さ、材質、円板間隔ともに好気性回転円板曝気槽と同じで、円板枚数20枚、円板面積8 m^2 、槽内容積(円板浸漬時)187.4 l である。メタノール貯留槽は水素供与体として、メタノールを原水に対して所要濃度になる流量で嫌気

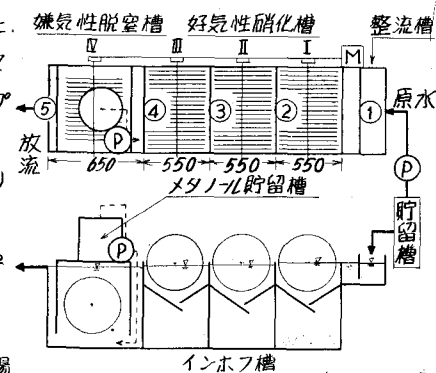


図-1 実験装置 (オ4報写真参照)

実験計画表

	流入量 l/分	回転数 rpm	回転方向 流入に對し	流入水 平均温度
A	3	5	逆	29.5
B	3	5	順	28.1
C	3	10	順	22.6
D	3	10	逆	26.8
E	1	10	順	17.0
F	1	5	順	11.8

187.4 l である。メタノール貯留槽は水素供与体として、メタノールを原水に対して所要濃度になる流量で嫌気

性回転円板槽へ注入するために設けられた。浄化機構を観るために、

(1).バッチテスト、(2).原水、処理水水質の経時変化測定、(3).連続流テストなどを行なった。水質の経時変化測定では装置への流入量、回転数、回転方向の3要因を実験計画表のA～Dのように変化させ、図-1の④⑤で水質の変化を測定した。連続流テストでも同様に条件を実験計画表に従って変化させ、①②③④⑤の計5ヶ所のサンプリングを行ない水質を測定した。水質は水温、PH(比色法)、DO(ウィンクラ法)、透視度については現地で測定し、 $\text{NH}_3\text{-N}$ (ホルマン法)、 $\text{NO}_2\text{-N}$ (GR法)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ (アルシン法)、 PO_4^{3-} (モリブデン酸法)、BOD、COD(過マンガン酸法)は検水をNO.5Aのろ紙でろ過した後測定した。なお生物相についてはオ4報にて論述される。

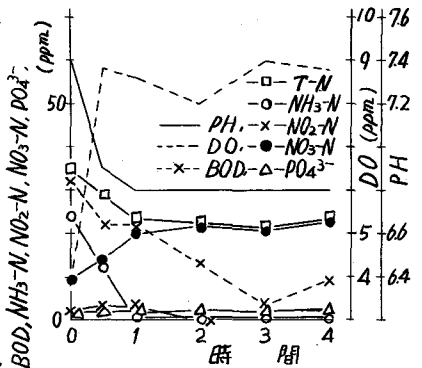


図-2 バッチテストにおける水質変化

4. 実験結果と考察 (1).バッチテスト 水温24℃～26℃の場合を図-2に示す。接触4時間中にBODは80%除去され、 $\text{NH}_3\text{-N}$ は約1時間後に0近くなり、 $\text{NO}_2\text{-N}$ はわずかに検出されず、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は急増し、T-Nは減少している。このように硝化効率が極めて大で、脱窒素も行なわれている。

(2).原水、処理水水質の経時変化測定 10月中に行なった実験値の平均を図-3に示す。原水の $\text{NH}_3\text{-N}$ 変動に対し、オ3槽、オ4槽の流出水では常に一定の処理水質となっている。

これは本法が大きな硝化機能を有し、負荷変動にも強いことを示している。(3).連続流テスト 図-4は各条件ごとの各槽流出水の $\text{NH}_3\text{-N}$ の残存率を示す。実験計画表に従うA～

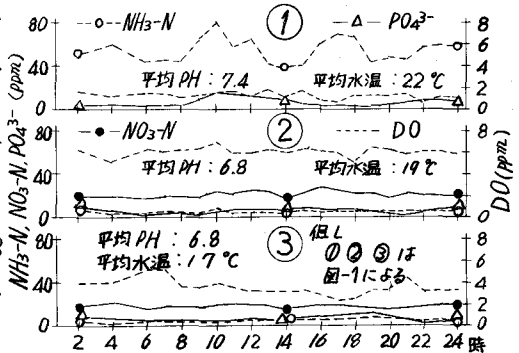


図-3 原水、処理水水質の経時変化

Dでは極端な相違はない。EとFでは水温の相違により反応速度が異なっている。Eでは2段目で硝化は100%近くを示している。図-5は円板単位面積当りの $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷と分解率をまとめたもので、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 10%/日で65%、5%/日で90%分解可能を示している。この分解曲線値は O_{Nz} を流入水 $\text{NH}_3\text{-N}$ (%)、 O_{Nt} は処理水 $\text{NH}_3\text{-N}$ (%)、 q は処理水量 $\text{m}^3/\text{日}$ 、 F_n は浸漬円板面積(m^2)として次式で示せる。

$$F_n = (7.80 \times 10^{-2})^{1.67} \frac{(O_{Nz} - O_{Nt})^{2.67}}{O_{Nt}^{1.67}} \cdot q$$

5. あとがき 以上の実験結果から回転円板法が下水の3次処理として極めて有効であることが判明した。すなわちBODは10ppm以下、 $\text{NH}_3\text{-N}$ は5%/日で90%、1.5%/日で95%以上の分解浄化率が得られ、好条件下では脱窒で50%の効果があり、原水の変動に対してもフッション性があり、処理水の透視度は100cm前後で極めて良好である。本実験結果を基礎資料として、本法の研究を続行したい。

参考文献

- 1). 谷田健: 富栄養化の防止を目的とした下水処理、排水と浄水 Vol.15, NO.1, 1973. 1,
- 2). 遠矢彦典: 生物学的脱窒素に関する研究、下水道協会誌 Vol.7, NO.74~78, 1970. 7~11,
- 3). 石黒政儀, 高田三郎, 中村清夫: 回転円板法による甘濁でん粉廃液処理、土木学会21周年誌、その他、
- 4). 石黒政儀: 回転円板接触体による汚水処理法、下水道協会誌、Vol.10, NO.111, 1973. 8,
- 5). 石黒政儀: 回転円板汚水処理法の諸特性、土木学会新技術発表会、1973. 2,
- 6). 石黒政儀, 渡辺義公, 田中春夫, 友森拓雄: 回転円板法による下水高度処理(オ1報)、土木学会西部支部研究発表会、1973. 2,
- 7). 石黒政儀, 渡辺義公, 山口一: 回転円板法による汚水処理(オ2報)、土木学会オ28号年報、1973. 10,

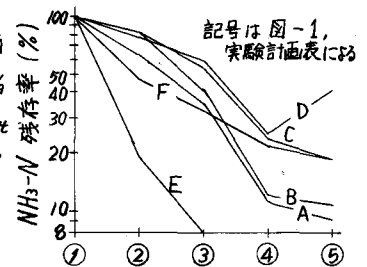


図-4 各槽流出水の $\text{NH}_3\text{-N}$ 残存率

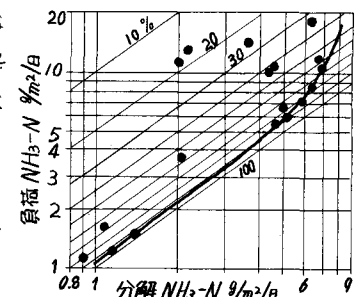


図-5 $\text{NH}_3\text{-N}$ 面積負荷と分解率