

宮崎大学工学部 正員 石黒政義 正員 渡辺義公 正員 ○増田純雄

1. はじめに 下水の三次処理には各種の方法が開発研究中であり、筆者らも回転円板法による処理特性や硝化および脱窒過程についてすでに報告したが、未だ未解決の点も多い。本文では1972年より宮崎市内団地下水処理場にて二次処理水を原水とした実験の中から、特に硝化脱窒効率と水温の関係、SS、濁度、BOD、COD、の除去過程について報告する。

2. 実験装置と実験方法 実験装置はすでに報告した4段直列型の回転円板実験装置である。回転円板第1槽から第3槽まではBOD、COD、SS、濁度の除去および硝化のための好気性硝化酸化槽として下部はイムホフ槽を設けた。実験はバッチ、連続の両方式で行ない、生物相の観察と下水試験法により各種の水質を測定した。装置の諸元については図-1(参照)の事。

3 実験結果と考察 実験結果は図-2)~図-5)の通りであるが以下に各項目別に説明する。3-1 円板上付着生育の生物相 第1段より第3段までの円板上に生育した微生物は運転開始後一週間で薄い暗緑褐色の生物膜を形成し、膜の厚さは栄養源の多い前段程厚く数mm程度であり、通時脱落交替した。生物相は気温、水温、汚水負荷の相連により変化する。これは汚水成分に応じた生物の発生による。優勢種としてズーグレア、緑藻類、藍藻類が観察された。写真-1)は生物の付着状況を示すものである。3-2 硝化および脱窒速度と水温の関係 本法による生物学的硝化反応は低濃度領域($\text{NH}_3\text{-N}$ 40ppm以下)では1次反応で表わされる。硝化反応速度係数 K と水温の関係を図示したのが図-2)である。2段直列型装置での実験結果をもとに図中の直線はphelps型プロットであり式(1)によって示される。 $K_T = K_{20} \times \theta^{(T-20)}$ --- (1) ここで、 K_T は $T^\circ\text{C}$ の硝化反応速度係数 K_{20} は 20°C の K 、 θ =温度係数 T =水温($^\circ\text{C}$) θ は図-2より1.11となる。図-2より明らかにように硝化反応は水温 20°C を境にしてその速度を大巾に変える。二次処理水中には有機性窒素はほとんど検出されなかったため、 $\text{NH}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ を全窒素(T-N)として各接触時間毎に T-N を求めたものが図-3)で、図から時間の経過につれて T-N の減少すなわち脱窒が生じている事が分かる。しかも、その効率は水温により強く影響されている。脱窒素が生ずる原因は①細胞合成への利用、②ストリッピングが考えられる。生物の付着している装置に二次処理水を入水円板を回転させた場合も約20%の T-N が減少しており、DOも2時間後には飽和に達している。したがって、ストリッピングによる脱窒も生じてはいるが、細胞合成による脱窒の方が大きいと考えられる。この割合については今後の検討課題としたい。3-3 BODとCODの除去 本実験の原水であ

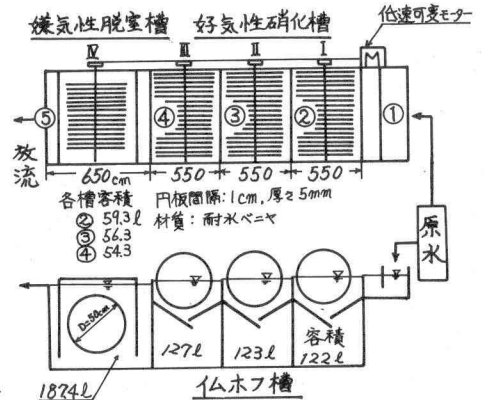


図-1 実験装置

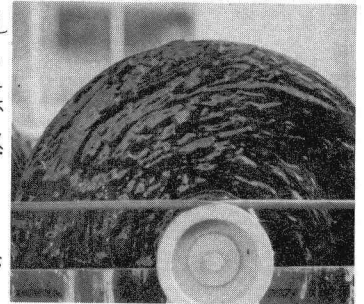


写真-1

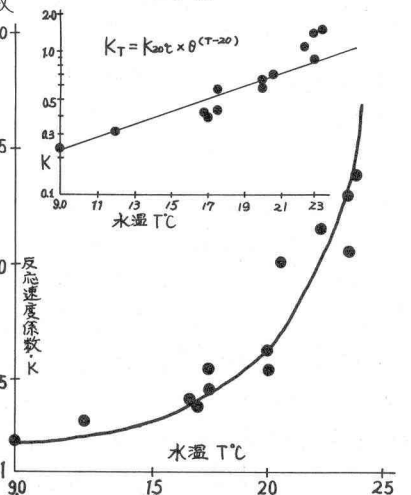


図-2 硝化反応速度係数と水温の関係

る二次処理水はBODが30~40ppm CODが30ppm前後であったが、図-4に見られるように接触時間3時間までBOD, COD共10ppm前後にまで低下している。BOD, COD反応はN, P等他の物質とのバランスが問題となり、回転円板処理においても $\text{NH}_3\text{-N}$ が20ppm前後の時にBODが5ppmまで低下する。現在までの所では、BOD, CODは常に10ppm程度まで低下させることは明らかであるが、水温や生物相および他の栄養物質とのバランスの関係については研究を継続中なので次の機会に報告したい。3-4 濁度とSS 活性汚泥法の曝気槽内でも生物フロックの吸着作用により下水中の微粒子は除去されるが、最終沈殿池で除去されなかった微フロックのかなりの量が二次処理水中に残存する。この微フロックは大部分が有機物であるから、これらの除去も三次処理の目的の一つとなる。回転円板処理によって大腸菌群数が 1.7×10^4 個/ccから3個/ccに数減する事も報告されており、円板の吸着作用により二次処理水中の微フロックの除去も十分期待しうる。回転円板曝気槽中の微フロックは円板の攪拌作用によって大形化する(曝気槽内で沈殿する程の大きさににはならない)と共に、円板上に吸着され水中から消滅する。回転円板への拡散量はLevichにより式-(2)で与えられる⁵⁾。

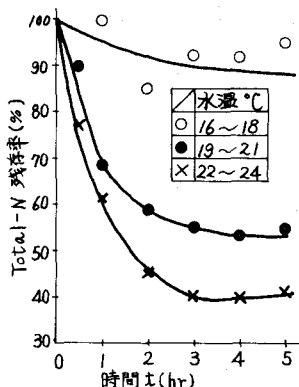


図-3 脱室効率

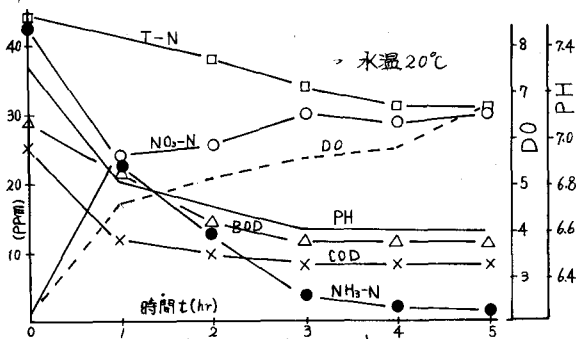


図-4 バッチテスト

$I = 1.9D^{2/3} \omega \sqrt{\omega R^2 C}$ ----- (2) ここで、 D =拡散係数、ここでは乱流拡散係数であり(cm^2/sec)
 $D(\omega, R, \nu)$, ν =水の動粘性係数(cm^2/sec), ω =円板の角速度($1/\text{sec}$), R =円板の半径(cm), C =微フロック濃度(ppm), 今微フロックの吸着による消滅速度を $-dc/dt = \alpha I$ ----- (3) α =付着率、と考えるとこの過程は微フロック濃度に関する均一次反応であり、接触時間と残留微フロック濃度は片対数グラフ上で直線関係を有する。図-5はこの関係を示したものであり●印のバッチテストの結果は一次反応を裏付けている。連続流テストでは槽内の混合特性と式-(3)を連立して考えなければならないが、混合特性を近似的完全混合と考えると平均滞留時間と残留濃度は片対数グラフ上でほぼ直線関係を有する。図-5においても大略この関係を満足している。現在、濁度の除去過程について定量的に検討中である。図中の表はSS値で示したものである。

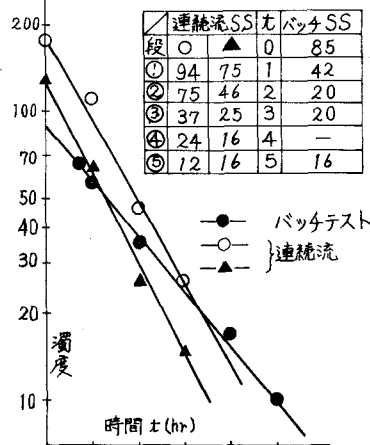


図-5 SSと濁度の変化

4 おわりに 本文では活性汚泥処理された処理下水の回転円板による三次処理について報告した。本法によると、BOD, CODは5~10ppm DOは5~6ppm, $\text{NH}_3\text{-N}$ はほぼ0, SSは10ppmの水質を得る事ができ、T-Nの除去も50%前後まで可能である。この様に本法は水質を総合的に改善できる特性を有する。しかも操作も簡単で多段にする事によって半積分型装置となり負荷変動にもかなり耐え得る事はすでに報告した³⁾。三次処理を行なう場合には三次処理装置の特性を明確にすると共に、二次処理も含めた各単位操作を有機的に組合わせる事も不可欠である。すなわち各々の操作特性を明確にし、流出水の水質を最良にしようとしてそれぞれの負荷配分を考えなければならない。

<参考文献> 1) 石黒、渡田、増田、山口、太田 越智: 回転円板法による下水三次処理に関する研究(第3, 4報) 土木学会西部支部研究発表会論文集 1974.2
2) 石黒、渡田、増田、山口: 回転円板法による下水三次処理の実験的研究、および下水処理研究会発表資料 1974.5
3) 石黒、渡田、田中、夜森 回転円板法による下水高度処理、土木学会西部支部研究発表会論文集、1973.2
4) W.A. Putorius, Some operational characteristics of a bacterial disk unit, Water Research 1971, vol. 5, pp. 1141-1144
5) V.G. Levich, Physicochemical Hydrodynamics Prentice Hall 1960, p. 70