

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○都県孝則

1. はじめに 水質汚濁防止や環境保全が強く叫ばれている今日、都市下水二次処理法として活性汚泥法が広く採用されているが、同法による処理能力はBOD:20ppm、SS:70ppmまでで、特に放流水域の富栄養化現象の要因といわれるN、Pの除去率は極めて低く、水質保全や水資源としての再利用を困難ならしめている。このような二次処理水をさらに浄化処理する三次処理として物理化学的処理法が研究開発されつつあるが、未だ多くの問題点が残されている。これに比べて生物化学的処理法は多くの長所・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BOD・SS・ABS・Nなどの除去率が極めて高く、建設費や運転経費が安く維持管理も簡単である<sup>1)</sup>。本文は表題のもとに'72年の予備実験(オ1、2報)を経て、'73年より開始した中間規模装置によって、宮崎市内団地下水処理場の二次処理水(活性汚泥法)を原水とした回転円板法による三次処理実験のオ3、4報に続くオ5報であり、ここでは実験装置・回転円板上生育の生物相・ABS除去について報告する。

2. 実験装置と実験条件 図-1のような4段直列型回転円板実験装置を作製し上記処理場に設置した。回転円板オ1槽から3槽までをBOD、SS、ABS除去・脱磷・硝化などの好気性硝化酸化槽とし下部にイムホフ槽を設けた。オ4槽は嫌気性円板脱窒槽である。好気性円板槽はそれぞれ円板径50cm、厚さ5mmの耐水ベニヤで、円板間隔1cm、枚数35枚、円板面積13.6m<sup>2</sup>、各槽容積(円板浸漬時)は59.3、56.3、54.3lである。嫌気性脱窒槽の円板径、材質、間隔は上記と同じであるが、円板枚数は20枚、円板面積8m<sup>2</sup>、槽容積18.74lである。低速可変モーターで全段連結し、5.5、6.5、7、10rpmで円板を回転させ、流入量を0.9~4.6l/minに変化させ、5月より12月まで、連続流実験および回分実験を適時行なった。原水(二次処理水)の水質はBOD:20~60ppm、COD:10~50ppm、pH:6.8~7.5 DO:0~1.4ppm、SS:20~390ppm、濁度:18~250度、NH<sub>4</sub>-N:13~96ppm、ABS:0.90~3.76ppm、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>:0.8~10ppm、水温:15~30℃である。

3. 円板上付着生育の生物相 9月下旬より12月中旬にかけて接触円板上に付着生育した生物相の変化と種類を顕微鏡で観察分類した。その一例を写真-1に示す。オ一段の生物相は全体的に茶褐色で、後段に行くにしたがって暗緑色を呈してくる。生物相の厚さは前段ほど厚く、後段ほど薄い。また同じ段の円板内側の生物膜は外側に比べ薄い。各段における生物相分類を表-1に示す。1)各段ごとの変化 藍藻類はŠrámek-Hušekによる分類のα-中腐水性生物区(BOD<sub>5</sub>:10ppm前後)の生物に属するが、本回転円板装置においては後段ほど藍藻類(ほとんどOscillatoria)が顕著である。ちなみに3段のBOD<sub>5</sub>平均値は10ppmである。珪藻類(主にフナガケイソウ)もまた同じα-中腐水性生物区の生物に属し、藍藻類ほど顕著ではないが、後段に行くにしたがって増加している。貧毛類は前段ほど多く見られる。これらの円板付着生物相から、本装置の前段はβ-強腐水性、後段はα-中腐水性の水質に属していると考えられる。2)季節的变化 円板上生育生物の色の变化は夏期に褐色を呈し、冬期になると緑色を呈してくる。10月を過ぎると、原水の水質変化、水温低下などにより生物相に変化が見ら

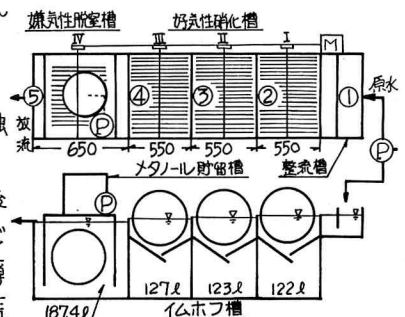


図-1 実験装置

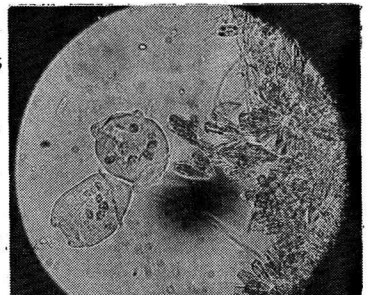


写真-1

れ、特に珪藻類において3段に着しい増殖が確認された。また緑藻類は10月まで褐色のHormidiumが多かったが、10月を過ぎると緑色のStigeodiniumが多く見られた。

WengとMolofは、BOD100ppm以上の下水を処理した回転円板上では硝化細菌( $0.9 \sim 1.0 \times 1.1 \sim 1.8 \mu$ )は茶褐色、BOD細菌は灰色を示すと述べているが、本実験では原水が低BOD値のため、この傾向は顕著ではなかった。

4. ABS除去効率と考察 7月初旬から12月中旬まで連続流実験と回分実験によってABSの変化を測定した。本処理場でのABSは生下水:8.94ppm、二次処理水:3.76ppm(58%除去)であった(9月3日)。ABSの分析はクロロホルム抽出比色法による。1)連続流実験 本装置による平均ABS除去率と他の三次処理の除去率を比較して表-2に示す。表からもわかるように本法は同じ生物処理であるハニコームチューブの除去率をはるかに越え、活性炭吸着法と同じ94%の除去率を示した。本法の処理水はABS最大値0.20ppm、平均0.10ppmで、発泡下限といわれる0.5ppmを常に大きく下回っている。水温の除去率に与える影響を調べたが、水温20℃前後で91% 30℃前後で96%であり、著しい差は見られなく、最終処理水はいずれも0.10ppm前後で、このような水温と濃度の範囲内では、水温の影響はほとんどないことが判明した。ABS負荷と除去率との関係を求めたのが図-2であり、ABS負荷50~320ppmの範囲では常に90%以上の除去率で顕著な差異は見られない。2)回分実験 回分実験は円板槽1段と3段について計14回行なった。その結果、1,3段とも長時間までは一次反応で示され、それ以後の除去は緩慢である。その一例として11月20日のものを図-3に示す。各実験の反応速度係数は水温10~30℃において1段で $K_1' = 0.75 \sim 1.20$ 、3段で $K_3' = 0.61 \sim 0.98$ となり、水温との相関はみられず1段が3段より反応速度が大きいことがわかった。これは1段が高負荷に馴れているのと、生物相の相違によるものと思われる。本法におけるABS除去機構を知るため生物膜を遠心分離し、その上澄水のABSを測定した。その結果、上澄水ABSは槽内ABSとオーダーが変わらないことから、ABSは円板上生物群に吸着され、ついで生物分解をされるとと思われる。但し、 $K'$ は見かけの反応速度係数である。

5. おわりに 本文では回転円板上付着生育の生物相が各段および季節によって異なり、それぞれの水質に応じて繁殖することを明らかにした。また、ABSが生物活性の一指標となりうる点に着目して、本法のABS除去効率を測定した結果、ハニコームチューブ法などの生物学的処理法よりも優れており、物理化学的処理法の活性炭吸着法と同程度の除去能力を有していることが判明した。

参考文献 1)石黒:回転円板槽内における下水処理法 下水道協会誌 vol.10 no.111 1973.8 2)石黒 渡辺 友森 田中:回転円板法による下水高度処理について(第1報) 土木学会西部支部研究発表会論文集 1973.2.25 3)石黒 渡辺 山口:回転円板法による下水処理について(第2報) 土木学会年報 1973.10 4)石黒 渡辺 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 1974.2.23 5)石黒 渡辺 増田 山口:回転円板法による下水三次処理の反応に関する研究 第11回下水処理学会研究発表会 1974.5.20 6)石黒 渡辺 増田:回転円板法による下水三次処理に関する研究 第11回衛生工学研究発表会論文集 1975.1.27 7)中田松雄:汚水生物学 北隆館 8) Weng & Molof: Nitrification in the biological fixed-film rotating disk system. Journal WPCF vol.46 no.7 July 1974 pp.1674-1685

表-1 円板上生物相の分類

| 段番号 | I |   |   |   |   |   |   |   |   | II |   |   |   |   |   |   |   |   | III |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 種類  | A | B | C | D | E | F | G | H | I | A  | B | C | D | E | F | G | H | I | A   | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 9月  | + | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + | + | + | + | + | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 10月 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + | + | + | + | + | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 11月 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + | + | + | + | + | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 12月 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + | + | + | + | + | +   | + | + | + | + | + | + | + | + |

但し A:珪藻類 B:緑藻類 C:藍藻類 D:緑藻類 E:線形動物 F:輪虫類 G:ナメカイ類 H:葉毛類 I:節足動物 + 多数出現 ++ 普通出現 +++ 存在確認

表-2 ABS除去率の比較

|     | ハニコームチューブ | 活性炭吸着法 | 回転円板法 |
|-----|-----------|--------|-------|
| 原水  | 1.89 ppm  | 1.89   | 1.78  |
| 処理水 | 0.32 ppm  | 0.11   | 0.10  |
| 除去率 | 83%       | 94%    | 94%   |

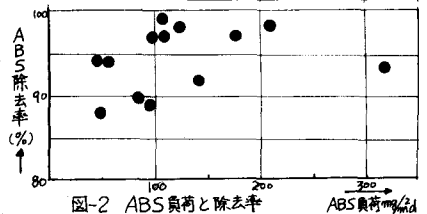


図-2 ABS負荷と除去率

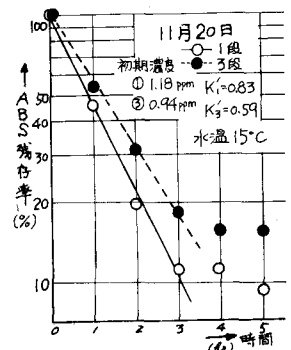


図-3 ABS残存率