

厚生省水道環境部 正員 ○山村尊房
 東京大学工学部 正員 松尾友矩

1. はじめに 回転円板ろ床の基質除去反応に対して、付着汚泥量や回転速度のちがいが及ぼす効果について実験を行った。実験は、まず付着生物膜形成条件の検討から始め、次に基質除去実験をバッチと連続の両方式で行い、回転速度、接触面積、付着汚泥量を中心に、それらが基質除去反応に対して持つ効果を考察した。

2. 実験装置および方法 実験装置の概要は表-1に記した。実験に用いた原水は、粉ミルクを適宜、水道水で希釈したものである。実験方法は表-2に記した。測定項目のうちCODは下水試験法、DOはウィンクラー法のショート変法、SSはミリポアフィルター、付着汚泥量は、円板ごと大型上皿天秤で秤量する方法によった。

3. 付着生物膜の形成 実験はtype Aを用い、付着生物膜のない状態から開始し、種汚泥として活性汚泥を少量投入、粉ミルク300ppmを毎日1回のfill and draw方式で与え、バッチ式で付着生物膜形成をはかった。しかし、1週間を経過しても付着生物膜の形成は起きず、そこで投入濃度を2倍にしてさらに6日間続行したが、生物膜形成は、やはり起きなかった。この期間に起きた変化としては、浮遊性汚泥の増加〔3日目のMLSS 1200mg/lが、12日目(投入濃度変更後5日目)に2460mg/lに増加していた。〕と、付着生物膜とは言えないような大粒状物質の円板中心部への付着のみであった。そこで粉ミルク500ppmを流入濃度とする連続式培養(平均停留時間7.8hr)に切りかえたところ、約5日目にして0.037%の付着が認められ、以後生物膜は順調に発達した。付着生物膜はゼラチン質で、増殖初期には小粒状ないしは斑点状で、脱落直前には繊維状であった。脱落は1~2週間周期で、厚さ2~3mmになった時に起きた。なお、脱落直後のものも付着面にも薄い生物膜の形成がみられた。

4. 生物膜形成に及ぼすWash outの影響 運転開始初期において、バッチ式で生物膜付着が起きず、連続式にして付着を起こすことができた事について負荷量の違いからだけでは説明がつかなかった。そこで次のように考察した。まず浮遊性付着性両種の生物が存在する下で、両種の生物の基質に対する競合が起きる。これを連続式条件にすると、wash outにより浮遊性生物量は、一定量以上にならない。それに対し付着性生物は円板に付着しているがゆえにWash outされずに槽内に残ったまま増殖を続け、生物膜が形成されて行く。

5. 生物膜の除去特性 定量的な評価はできなかったが、生物膜形成には、連続式の培養が必要であると認められたので、付着生物膜を連続式で飼った後バッチ式で特性を調べることにした。type Aを用いたバッチ式実験は初期濃度COD 150mg/lから2000mg/lの間の7~8段階で、2.3rpm(周辺速度最大値2.2%)と20.3rpm(周辺速度最大値19.1%)について行った。反応は一次反動的に進行し、COD除去率は高負荷の所以外では4時間接触で30~40%、6時間接触で40~50%、8時間接触で50~60%、24時間接触で70~80%であった。

項目	形式	type A	type B
円板段数		1 段	4 段
円板枚数		5 枚	10 枚
直径		30 cm	25 cm
円板間隔		4 cm	1 cm
反応槽		10.5 l	6.25 l
材質		塩化ビニル	耐木ベニヤ

表-1 実験装置

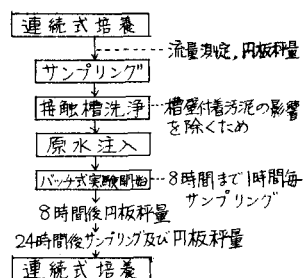
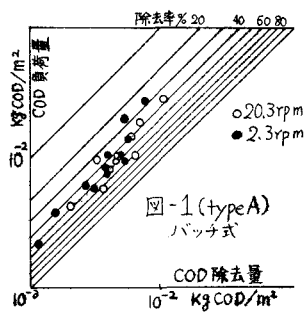
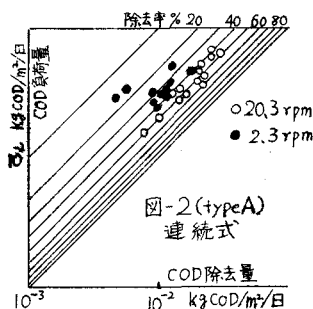


表-2 実験方法

図-1 (type A)
バッチ式図-2 (type A)
連続式

・回転速度との関係 図-1はtype Aでのバッチ式実験の結果、図-2はtype Aでの連続式実験の結果である。これによると負荷の大小にかかわらず、20.3rpmの方が除去率が良く、またこの違いは連続式の方が顕著であることがわかる。回転速度の効果が出る原因については、液側の物理的条件が回転数によって異なる事が考えられる。

・接触面積との関係 type Aとtype Bの実験結果を比較して接触面積との関係を考える。type Bは円板半径が25cmと小さいので、周辺速度をほぼ等しくするように25rpmで運転した。両者の汚泥付着状態が近い場合、 $dc/dt = -k_c' a C$ (a : 単位水量に対する1段当りの接触面積) における k_c' は各々 1.90×10^{-4} ($a = 673 \text{ cm}^2/\text{m}^3$)、 1.93×10^{-4} ($a = 1570 \text{ cm}^2/\text{m}^3$) $\%/\text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ とほぼ等しくなった。すなわち単位面積当り考えた反応速度定数は、ほぼ等しい。従って全体の除去速度は接触面積が大きい方が早くなると考えられる。

・汚泥量との関係 図-3はtype Bでのバッチ式実験結果である。汚泥重量は装置上の問題で測定していないが、付着量は $I > II > III > IV$ の順に大きかった。I~IVの実験は初期濃度(COD 250%) 回転数(25rpm)とも等しく同時に行ったもので、異なるのは付着汚泥量のみである。汚泥量の多いI、IIの方が、III、IVより除去速度が速いが、Iでは逆に接触2時間以降で再溶出によるCOD濃度の上昇が見られる。また図-4はtype Aのバッチ式実験結果を反応速度定数 k_c' と汚泥量について整理したものであるが、ある限度以上の汚泥量の下では、 k_c' はかえって低くなる現象を示している。この2つの結果から、一定面積中にある除去に有効な汚泥量には一定の限界がある事がわかる。図-5はtype Aによる連続式実験のデータから作成した単位汚泥量当りの負荷-除去グラフであるが、負荷の大小に拘らず、除去率は20.3rpmの方が2.3rpmよりも高く、単位汚泥量当りの除去量も回転数の速い方が大きいことがわかる。

6. 連続式実験とバッチ式実験の除去効率の比較 図-6は、連続式の場合もし1次反応に従うと仮定し、バッチ式実験で求めた反応速度定数を用いて連続式の場合の予想除去率を計算し、そのバッチ実験の直前までの連続式培養時における実際の除去率と比較したものである。その結果、除去率は、20.3rpmの時に特に実際値の方が、予想値よりも良かった。このことから、回転数の上昇により一次反応にプラスαの効果が働くと考えられる。

7. 結 論 本実験では、基質除去反応因子の基礎的検討を行った。まず、いかなる条件の下で生物膜付着が起きるかを検討し、連続式培養が重要な培養条件であるという結論を得た。回転速度、接触面積、汚泥量等による影響の整理を行い、特に回転速度のちがいが除去効果を左右することを確認した。今後の問題として、回転数上昇による好気性膜厚の変化の検討等の必要が考えられる。

