

II-389 管状限外ろ過膜における透過流束に影響を及ぼす成分について

長岡技術科学大学 学生員 ○柳 根 勇
正 員 桃 井 清 至
正 員 原 田 秀 樹

1. はじめに

クローズドシステムとしての膜分離システムの最大の特徴は生物反応により産出される高分子代謝産物が反応槽内に蓄積することである。この代謝産物は生物反応に複雑な影響を及ぼすとともに膜面上の付着層の形成に大きく関与することが推察される。そこで、本研究ではこの代謝産物と残存基質を区分するために易分解性の低分子有機物 フェノールを基質とし、分離対象液中の代謝産物とMLSS二成分に着目し膜透過流束に及ぼす影響について実験的考察を行なった。

2. 実験装置と実験方法

2. 1 実験装置

図-1に実験装置の概略を示す。使用した膜モジュールは日東電工の管状タイプ^⑪の限外ろ過膜（分画分子量 2万，有効膜面積 340cm²，材質ポリイミド）である。実験に用いた活性汚泥混合液はフェノールを主成分とする人工下水で連続培養したものである。膜システムの操作条件は膜面流速1.0 m/s，操作圧力は1.96×10⁵Pa（2.0kgf/cm²）である。代謝産物の生成量は、混合液中フェノール濃度が 1.0 mg/l以下まで分解された時点の上澄液 TOC濃度を指標とした。

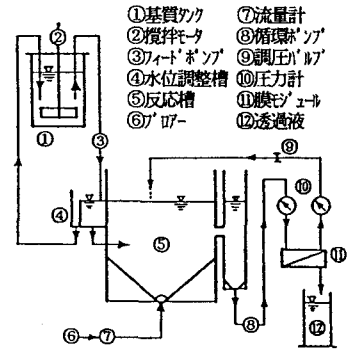


図-1 実験装置の概略

2. 2 実験方法

表-1に回分実験条件を示す。回分実験1において上澄液TOC 5～10 mg/lの系ではMLSSの設定値を0から20000mg/lまで 5段階とし合計25回の実験を行なった。回分実験 2 でも同様に、各 MLSS濃度に対し TOCの設定濃度を 5段階にし合計 25 回の実験を行なった。各分離対象液のろ過特性はろ過時間90分の膜透過流束（以下、平衡透過流束と称する）で評価した。連続実験の運転条件は表-2のようである。回分実験の結果をふまえ フェノールを唯一炭素源とする人工下水の連続注入により反応槽内の生物代謝産物の蓄積が透過流束に及ぼす影響について検討した。

表-1 回分実験条件

【実験1】		【実験2】	
上澄液TOC (mg/l)	MLSSの設定値 (mg/l)	MLSS (mg/l)	上澄液TOCの 設定値(mg/l)
5-10	0	0	0
30-40	2000	2000	50
50-80	5000	5000	100
100-120	10000	10000	150
200-250	20000	20000	200

表-2 連続実験の運転条件

MLSS (mg/l):	10000	HRT (h):	8.0
基質濃度(mg/l):	500	膜面流速(m/s):	1.0
初期汚泥負荷 (kgフェノール/kgMLSS/d):	0.15	操作圧力(Pa):	1.96×10 ⁵

3. 実験結果と考察

3-1 回分実験によるMLSS濃度と膜透過性能

混合液中の代謝産物量を五つの濃度範囲に調整しそれぞれの範囲においてMLSS濃度と平衡透過流束の関係を調べた結果を図-2に示した。代謝産物量が最も少ない（TOCとして5-10mg/l）場合を除けば、平衡透過流束にMLSS濃度の影響はほとんど見られなかった。むしろ、MLSS濃度の増大に従って平衡透過流束が

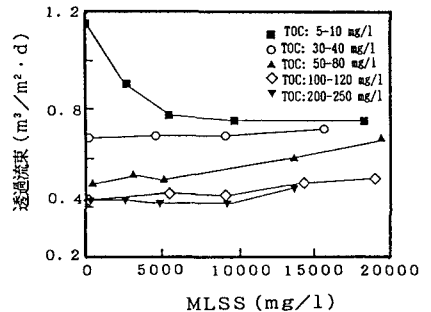


図-2 MLSS濃度と平衡透過流束の関係

若干上昇する傾向が示される。一方、代謝産物量が多いほど平衡透過流束が低く、その差は代謝産物量の増大に従って小さくなることから分かる。

3-2 回分実験における代謝産物量と膜透過性能

分離対象液のMLSS濃度を变化させる時の平衡透過流束と代謝産物量 C_b (mg TOC/l) の関係を調べたところ図-3のような結果が得られた。図より平衡透過流束が混合液のMLSS濃度によらず $\log C_b$ と直線関係になることが分かった。即ち代謝産物量が多いほど膜の透過性能が悪くなる。図-4は回分ろ過実験終了後、代謝産物の有機物組成をゲルクロマトグラフィーで調べた結果である。図-4(a)から、蓄積された代謝産物には分子量1500(ゲル G15 の分画範囲)より大きな物質が多く存在することが分かる。分画分子範囲がもっと大きいゲル CL-2B(分画範囲 $7 \times 10^4 \sim 2 \times 10^7$) で上澄液を調べたところ、図-4(b)に示したようなクロマトグラフィーが得られた。代謝産物は分子量 7×10^4 以上の物質がほとんどであることを示し、膜を透過しない高分子代謝産物と考えられる。

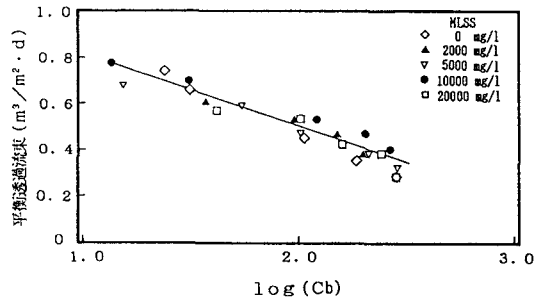


図-3 生物代謝産物量と平衡透過流束の関係

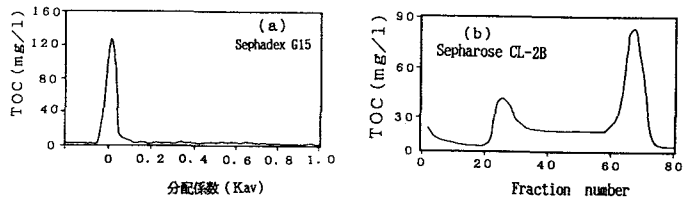


図-4 代謝産物のゲルクロマトグラム

3-3 連続実験

図-5には連続実験開始後、反応槽内の代謝産物の蓄積と透過流束の経時変化を示す。槽内代謝産物量の増加にともない膜透過流束が低下していく。運転開始後、槽内代謝産物の TOC濃度が急速に増え約20日に最大値になってその後若干減少する傾向が見える。一方、膜透過流束の変化はそれと逆に運転開始10日目内に急激な減少を示したが、その後の変化は緩やかになってろ過時間の経過とともに徐々に低下していく。連続運転期間中、反応槽の混合液を分離対象液とし一定期間置きに90分ろ過実験を行った。図-6はこのろ過実験の平衡透過流束と上澄液 TOCをプロットしたものである。回分実験の結果とほぼ同様に反応槽上澄液 TOC濃度の増加に従って平衡透過流束が指数関係で減少する結果が得られた。

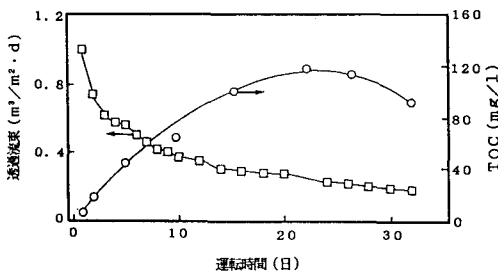


図-5 槽内生物代謝産物の蓄積と透過流束の低下

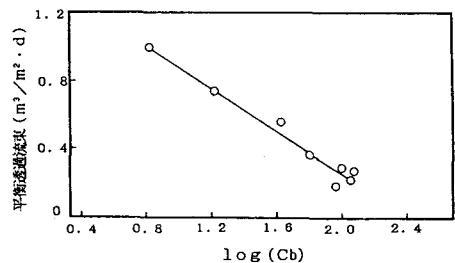


図-6 上澄液の TOC と平衡透過流束の関係

4. おわりに

以上の実験結果より、膜透過流速に影響を与える成分としては生物由来の高分子代謝産物が考えられる。活性汚泥混合液のような多成分を含む混合系において膜透過性能に MLSS 濃度の影響は少なく、むしろ微生物代謝の影響が大きいことが判明した。今後、膜面に付着したゲル物質を抽出し、その組成及び成分が反応槽内の生物代謝産物との関係を調べゲル層の形成物質を明らかにする予定である。