

東京大学工学部 学生員 ○ 瀬上 善弘 , 浅見 恵一
正員 山本 和夫, 正員 松尾 友矩
武蔵工業大学 正員 綾 日出教

1. はじめに 最近、膜分離技術を応用した廃水処理の研究、開発が注目されている。例えば、活性汚泥法において沈澱池の代わりに膜を用いて固液分離を行えば、フロックの沈降性を考慮する必要がなく、汚泥を引き抜かずに生物濃度を現在より高くすることができる。従って処理速度、処理水質が向上する可能性がある。ここでは、活性汚泥のエアレーションタンクと分離膜とを一体化した処理システムを実際に運転し、膜の種類が処理水質にどのような影響を及ぼすか実験した結果を報告する。

2. 実験装置と方法 図1に示す実験装置を用い、20℃の恒温室内で好気性生物処理実験を行った。膜モジュールを、用いた膜の種類の数だけ容量2Lの曝気槽に循環ポンプを通して並列に接続されている。処理水は膜モジュールの下からローラーポンプにより吸引して得る。基質の成分は表1に示す通りで、定量ポンプで一定量曝気槽に供給し、曝気槽の水位が一定になるように水位計を取り付けて透水量に応じて水道水が供給されるようになっている。使用した膜は表2に示す通りで、各処理水について透水速度、CODcr、TOC、さらにゲルクロマトグラフィによる分子量分布を調べた。ゲルは市販のセファデックスゲルG-15を用い、カラム容積150ml、蒸留水を溶離液として、0.1Mアンモニア水で吸着性物質を除去した。

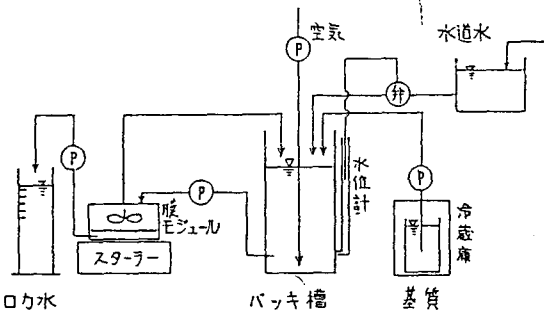


図1 実験装置

表1 基質組成

グルコース	1600mg/l
KH ₂ PO ₄	160mg/l
NH ₄ Cl	640mg/l
MgSO ₄ 7H ₂ O	200mg/l
MnSO ₄ 4H ₂ O	18.4mg/l
FeCl ₃ 6H ₂ O	0.96mg/l
CaCl ₂ 2H ₂ O	20mg/l

表2 使用した膜の種類

名称	材質	分画分子量
UF-10	ポリスルホン	10,000
UF-30	ポリスルホン	30,000
UF-50	ポリスルホン	50,000
UF-1000	ポリスルホン	1,000,000
MF(0.2μm)	ポリテトラフルオロエチレン	平均孔径 0.2μm

3. 実験結果 各膜の処理水質の測定結果を表3に示す。使用日数の短いUF-30、UF-1000B、MF(0.2μm)の透水速度が他の膜に比べて大きく、透水速度は膜の使用日数に大きく関係することがわかる。しかし一般に透水速度は分画分子量の大きい膜ほど大きい。それに対しCODcrはUF-30を除きすべて10mg/l以下で、十分良質な処理水が得られている。

槽内上澄水のゲルクロマトグラムを図2に示す。流入基質中のグルコースのピーク(溶出量91mlの位置)は消失し、分子量1500以上の物質(溶出量48mlの位置)が大きく存在し、高分子物質が曝気槽内に蓄積されていることがわかる。

表3 実験結果のまとめ

膜の種類	使用日数 (day)	透水量 (ml/day)	透水速度 (ml/day)	COD (mg/l)	TOC (mg/l)
UF-10	224	190	0.06	7	2.3
UF-30	6	1240	0.37	—	6.1
UF-50	68	975	0.29	3	1.4
UF-1000A	151	865	0.26	5	2.3
UF-1000B	6	2190	0.60	4	1.6
MF(0.2μm)	6	2470	0.74	8	2.6

流入COD	mg/l	765
槽内COD	mg/l	305
槽内TOC	mg/l	40.9
MLSS	mg/l	18,600
MLVSS	mg/l	17,000
pH		7.2
滞留時間	hr	6.1
有機物負荷 gCOD/(gMLVSS日)		0.18

図3はUF-10とUF-50とUF-1000Bの膜ろ過水のゲルクロマトグラムである。膜を通すことにより槽内上澄水に多く存在した分子量1500以上の物質が大きく除去されている。

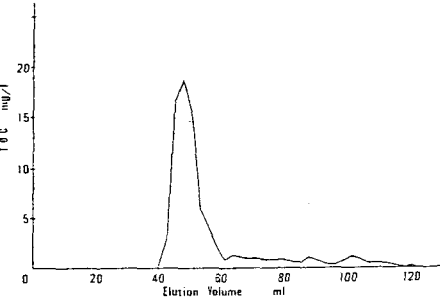


図2 槽内上澄水のゲルクロマトグラム

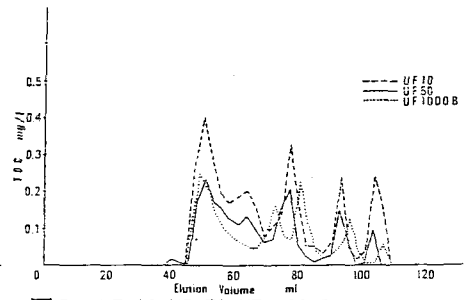


図3 UF-10,UF-50,UF-1000Bのろ過水のゲルクロマトグラム

また膜の分画分子量はUF-10は1万、UF-1000Bは100万と大きく異なるが、画処理水の有機成分組成にはほとんど違いは現れない。

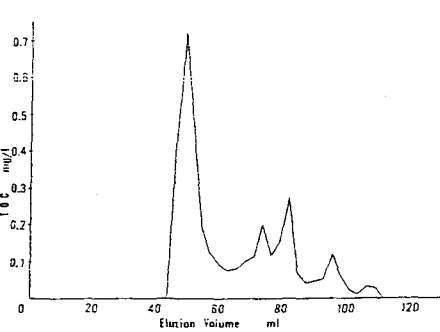


図4 MF(0.2μm)のろ過水のゲルクロマトグラム

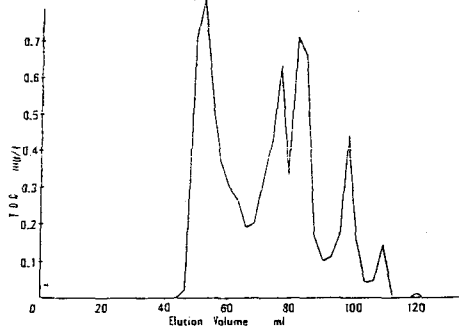


図5 UF-30のろ過水のゲルクロマトグラム

図4は平均孔径が0.2μmの孔径の非常に大きな膜、MF

(0.2μm)の膜ろ過水のゲルクロマトグラムである。他の膜と比べて低分子側の物質は同程度に除去されているが、高分子側の物質の除去率が悪い。これは、孔径が大きいために膜上のスライムの剝離したものが流出している可能性がある。しかしマクロ的に見れば十分良質の処理水を得ることができることがわかった。

図5はUF-30の膜ろ過水のゲルクロマトグラムである。UF-30の膜ろ過水は他に比べてI.O.C.が高く、ゲルクロマトグラムのピークも高い。これは膜の使用日数が6日と短く、除去能力が安定していないためであろう。UF-1000B、MF(0.2μm)も使用日数が6日であり、処理能力の安定は分画分子量が大きい膜の方が早いと考えられる。

図6は新しい膜(UF-1000)をモジュールに設置し、1日後、2日後、4日後のゲルクロマトグラムを比較したものである。使用した膜UF-1000の分画分子量は100万で、ゲルクロマトグラフィで分画しているのは分子量1500以下の物質であるので、この除去物質の変化は膜自体の分画能によるものではなく、膜上のスライムや膜の孔の目づまりによるものである。膜設置後1日以内に除去特性はほぼ安定するが、ピークIVに表される物質のように2日目以降から除去されはじめる物質もある。ただし、除去特性の安定に要する日数は膜の種類によって異なり、UF-30(図5)の結果より分画分子量の小さい膜ほど安定に日数を要すると考えられる。

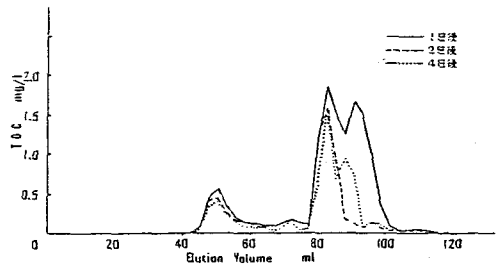


図6 UF-1000の経日変化

4. まとめ 透水速度は分画分子量の大きい膜ほど大きい。ろ過水の有機成分組成、水質はほとんど違いは現れず、水質については十分良質な処理水が得られる。