

II-399 膜分離活性汚泥法における膜の種類と透水速度、水質の関係

東京大学工学部 学生員 ○瀧上 善弘 浅見 恵一
正員 山本 和夫、正員 松尾 友矩

1. はじめに 活性汚泥プロセスの固液分離を膜を用いて行なう方法(以下、膜分離活性汚泥法と称する)では、汚泥の沈降性を考慮する必要がなく、基本的に汚泥を引き抜かないシステムとして槽内の生物濃度を高め、短い滞留時間で効率的な処理を行なうことが可能である。本研究においては、膜分離活性汚泥法における基礎的な諸特性を明らかにするため各種の膜の透水速度、吸引圧、水質の関係を調べ、若干の知見を得たのでここに報告する。

2. 実験装置 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なった。膜モジュールは、膜の数だけ5~6個曝気槽に並列につながれている。曝気槽の容量は2ℓで水位計により水位が一定に保たれるようになっており、透水量に応じて水道水及び基質が供給される。流入水質は表1、2に示す通りである。スターラーの回転数は1200 rpmとし、流入COD濃度は200~700 mg/l、滞留時間4~7時間、容積負荷は1~4.5 kgCOD/day・ℓ、pHは3.5~7.4、MLSSは3,000~28,000mg/lであった。このような基質組成、負荷、pH、MLSSの大きな変動にもかかわらず、システム全体のCODの除去率は常に95%以上を維持していた。使用した膜は表3に示す通り、限外ろ過膜(UF)からメンブレンフィルター(MF)まで広い範囲にわたっている。MF-0.1は、表面の平均孔径が0.1μmで裏面がその100倍程度の孔径分布を持つ非対称な膜である。MF-0.1を裏表逆にして使用したものをここではMF-10とした。透水速度と吸引圧のデータは、膜使用開始初期やトラブルのあった時期を除き、透水速度が安定している期間中の平均をとり、算出した。

表1 流入水組成 59.12~60.10

表2 流入水組成 60.10~

グルコース	160~640	mg/l
KH ₂ PO ₄	16~64	mg/l
KH ₂ Cl	64~256	mg/l
NaHCO ₃	180~720	mg/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	20~80	mg/l
MnSO ₄ ·4H ₂ O	1.8~7.4	mg/l
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.1~0.4	mg/l
CaCl ₂ ·2H ₂ O	2~8	mg/l

グルコース	100	mg/l
ペプトン	100	mg/l
酵母エキス	10	mg/l
KH ₂ PO ₄	16	mg/l
NH ₄ Cl	64	mg/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	20	mg/l
MnSO ₄ ·4H ₂ O	1.8	mg/l
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.1	mg/l
CaCl ₂ ·2H ₂ O	2	mg/l

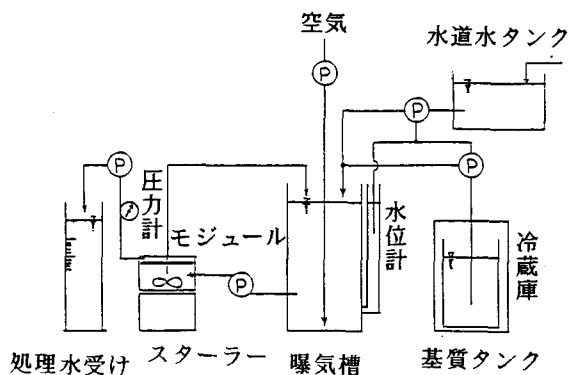


図1 実験装置

表3 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-20	ポリオレフィン	20,000
UF-30	ポリスルホン	30,000
UF-50	ポリスルホン	50,000
UF-300	ポリスルホン	300,000
UF-1000	ポリスルホン	1,000,000
UF-3000	ポリスルホン	3,000,000
MF-0.1	ポリスルホン	平均孔径0.1μm
MF-0.2	ポリテトラフルオロエチレン	平均孔径0.2μm
MF-1.0	ポリテトラフルオロエチレン	平均孔径1.0μm
MF-10	ポリスルホン	平均孔径10μm

3. 実験結果

3-1 膜の種類と透水速度の関係

図2に膜の種類と透水速度の関係を示す。透水速度に影響を及ぼす様々な条件のために値がばらついてはいるが、それにもかかわらずはっきりとした傾向が認められる。UF-10からUF-300の範囲では、分画分子量が大きくなるに従って、透水速度も大きくなるが、UF-300より分画分子量を大きくすると透水速度はほぼ一定となる。しかしさらに孔径が大きいMF-10では透水速度が大きく低下し、ある限界の孔径を超えると逆に透水速度が低下することを示している。

3-2 膜の種類と水質の関係

図3に膜の種類と水質の関係を示す。処理水(膜透過水)の水質は、どの分画分子量の膜でも平均でCOD 10mg/l程度の成績が得られた。特に、UF-50からUF-1000の範囲ではCOD平均 5mg/l程度であった。図3の(a)のグラフは、槽内上澄水から膜を透過することによるCOD除去率を示したものである。UF-10など除去率が低い場合があるがこれらは槽内上澄水のCODが低かったためである。

3-3 吸引圧と透水速度の関係

図4、5に UF-30, UF-50, UF-1000, UF-3000, MF-0.1, MF-0.2, MF-1.0 の吸引圧と透水速度の関係を示す。膜の透水速度は差圧に比例せず、逆にここでは吸引圧が上がると透水速度が小さくなっている。吸引圧が70cmHg程度まで上がると透水速度が低下する膜が多い中で、MF-0.1は図5のように吸引圧が70cmHg近くまで上がっても他の膜に比べ大きな透水速度を維持している。これは MF-0.1 の膜の構造が他の膜と違っていることに起因すると考えられるが、原因についてはさらに検討する必要がある。

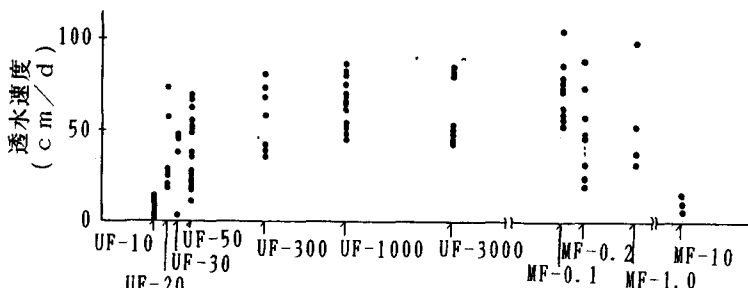


図2 膜の種類と透水速度

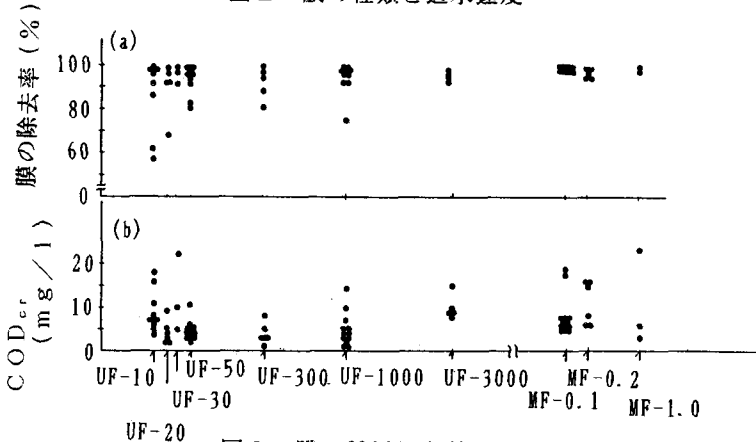


図3 膜の種類と水質

70cmHg近くまで上がっても他の膜に比べ大きな透水速度を維持している。これは MF-0.1 の膜の構造が他の膜と違っていることに起因すると考えられるが、原因についてはさらに検討する必要がある。

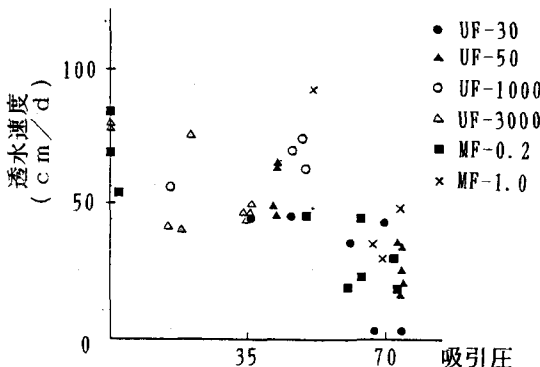


図4 吸引圧と透水速度 (UF-30, UF-50, UF-1000, UF-3000, MF-0.2, MF-1.0)

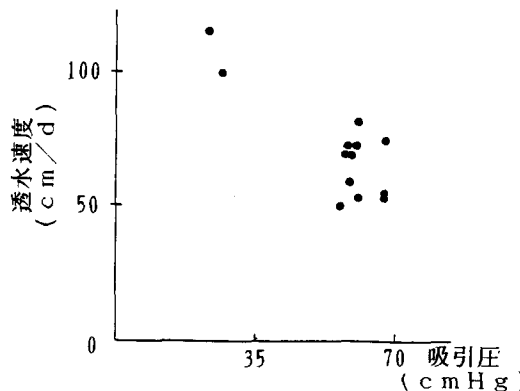


図5 吸引圧と透水速度(MF-0.1)

4. まとめ

- ・システム全体のCOD除去率は常に95%以上、平均では97%であった。
- ・分画分子量1万~30万の範囲では、分画分子量が大きくなるほど透水速度も大きくなるが、それ以上ではほぼ一定になり、さらに孔径が大きくなりある限界を超えると、透水速度は逆に低下する。
- ・膜透過後の処理水質と、膜の分画分子量(孔径)とはほとんど関係ない。
- ・吸引圧と透水速度には、一般に負の相関が認められたが、MF-0.1だけは吸引圧が70cmHg程度になっても大きい透水速度を維持できた。