

膜分離活性汚泥法における膜目詰まりにおよぼす菌体外ポリマーおよび多価金属の影響

武蔵工業大学大学院 学生員 ○植田 真司
 武蔵工業大学 正員 長岡 裕
 (株)荏原総合研究所 宮 晶子

1. はじめに

膜分離活性汚泥法における膜透過流速低下に関与する因子を明らかにするために、エアーシヨタンク内の浮遊汚泥および膜付着汚泥中の菌体外ポリマー量、および、それに結合する多価金属イオン濃度を測定し、膜面における菌体外ポリマーの濃縮作用とろ過抵抗の上昇との関係について検討した。

2. 実験装置および方法

2.1 実験装置および運転条件

実験装置の概略をFig.1に示す。エアーシヨタンクはアクリル製直方体(200mm×200mm×700mm)で有効容積20ℓである。中空糸膜モジュールは中空糸膜をループ状にし、末端をまとめたものとし、その仕様をTable1に示す。

エア量は各槽とも10ℓ/minとした。吸引方法は10分吸引5分休止の間欠吸引とし、吸引時、フラックスは0.12m³/dayとした。

人工基質を連続的に投与し、TOC容積負荷は1.0g/ℓ/dayに設定した。A,B,C槽の人工基質の組成をTable2に示す。投入基質の成分の違いによる膜モジュールのフラックスの低下への影響を調べるため、炭素源を酢酸で統一し、窒素源として、A槽は有機性窒素であるペプトンを、C槽は無機性窒素である塩化アンモニウムを、B槽はペプトンと塩化アンモニウムを主成分とする人工基質を用いた。

実験開始後28日目、47日目、72日目、142日目に、エアーシヨタンクから膜モジュールを引き上げ、水で手揉み洗いし、アルカリ洗浄(0.1NのNaOH)により膜付着汚泥を採集した後、再び膜モジュールをエアーシヨタンクに戻し、実験を継続した。

2.2 エアーシヨタンク内の浮遊汚泥中の菌体外ポリマー量の測定方法

A,B,C槽それぞれから汚泥を採取し、8000rpmで10分間遠心分離し、上澄液中の金属濃度を測定した。この沈殿物に純水を加え、よくかき混ぜた後、再び同様に遠心分離し、沈殿した汚泥に、同量の0.1NのNaOHを加え冷蔵庫に保管しながら、時々攪拌し、40分後に13000rpmで15分遠心分離した。上澄液を取り出し中和させ、透析チューブに移し、一晚流水透析させた後、TOC濃度を測定し、MLSSに対する菌体外ポリマーの割合を求めた。

2.3 膜付着汚泥中の菌体外ポリマー量の測定方法

エアーシヨタンクから膜モジュールを引き上げ、水道水で手揉み洗い後、アルカリ洗浄(0.1NのNaOH)し、膜付着汚泥を膜面から洗い落とした。それぞれの洗浄で採取した膜付着汚泥中の菌体外ポリマー量の測定を「2.2」と同様に行った。

2.4 浮遊汚泥および膜付着汚泥灰分中の多価金属イオン含有量の測定方法

採取した汚泥を600℃に加熱して得られた灰分に6NのHClを10mℓを加え、15分間抽出後、原子吸光光度計で多価金属イオン濃度を測定した。

2.5 粘度の測定方法

エアーシヨタンク内の混合液は回転円筒形粘度計で、混合液の上澄液、および膜透過処理水の粘度はガラス製毛细管式粘度計で測定した。

3. 実験結果および考察

Fig.2に、MLSSの経日変化を示す。47日目、66日目に汚泥引き抜きを行い、10000mg/ℓまで下げたが、その後は汚泥引き抜きを行わなかった。A槽において92日目に、C槽において116日目に異常発泡が起り、MLSSの減少が見られた。

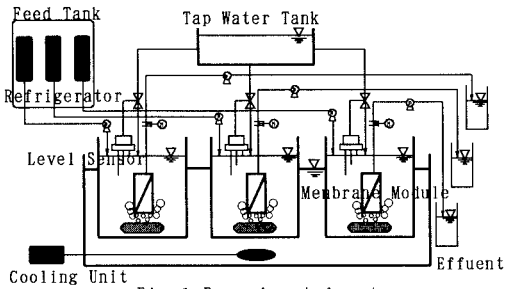


Fig.1 Experimental setup.

Table1 Hollow fiber membrane module specification.

Type of hollow fiber	MF
Material of hollow fiber	Polyethylene
Number of hollow fiber	60 S
Inner diameter	270 μm
Outer diameter	410 μm
Pore size	0.10 μm
Length of hollow fiber	40.0 cm

Table2 Composition of influent substrate (g/l).

	A	B	C
C ₂ H ₃ COOH	13.50	22.54	31.57
Pepton	16.25	8.12	—
NH ₄ Cl	—	4.32	8.63
K ₂ H ₂ P ₂ O ₇	1.25	1.25	1.25
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.09	0.09	0.09
CaCl ₂	0.18	0.18	0.18
MgSO ₄	0.18	0.18	0.18
KCl	0.18	0.18	0.18
NaCl	0.18	0.18	0.18
NaHCO ₃	25.20	30.40	37.80

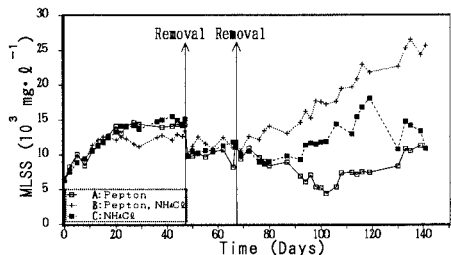
Fig.2 Variation of MLSS with time.
Removal of excess sludge was conducted on 47th and 66th day.

Fig.3に、エアー-ジョイント内の混合液の粘度の経日変化を示す。汚泥引き抜き後、粘度は低下するが、その後すぐに上昇した。MLSS同様、A槽、C槽においては異常発泡後に、粘度の低下が見られた。

Fig.4に、混合液の上澄液の粘度の経日変化を示す。また、図には示していないが、膜透過処理水の粘度が実験期間中を通して $1.1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 前後であったことより、微生物の代謝物質が、膜を通らずに槽内にとどまり、混合液の上澄液の粘度を上げていると推測される。

Fig.5に、フラックスの経日変化を示す。実験開始後17日前後までは、初期設定フラックスを維持できたが、その後維持不可能となった。

Fig.6に、濾過抵抗の経日変化を示す。実験開始後28日目から47日目における濾過抵抗の上昇は、28日目までのそれに比べて、急であった。また、47日目から72日目における濾過抵抗の上昇は、C槽を除いて、前2区間に比べて、急であった。これは、菌体外ポリマー量の増加による影響であると考えられる。72日目から142日目における濾過抵抗の上昇は、A槽においては、94日目までは、前3区間に比べて急であるが、その後、MLSSおよび粘度の低下により、急激に低下した。B槽においては、前3区間に比べて濾過抵抗が低いのは、粘度が低いことによると考えられる。また、投入基質の成分の違いによる膜の目詰まりへの影響は、有機性窒素を主成分とする基質を投与した場合のほうが、無機性窒素を主成分とするものよりも、膜モジュールが目詰まりをおこすという結果を得た。

Fig.7に、浮遊汚泥中および膜付着汚泥中の菌体外ポリマー量とMLSSとの比の経日変化を示す。これより、膜面において、菌体外ポリマーが濃縮されていると推測される。

Fig.8に、実験開始後47日目における浮遊汚泥および膜付着汚泥灰分中の多価金属イオン(Mg^{2+})含有量を示す。また、この時のML上澄液中の多価金属イオン(Mg^{2+})濃度は、各槽とも 10 mg/l 前後であった。膜付着汚泥灰分中の方が多価金属イオン(Mg^{2+})含有量が多いのは、菌体外ポリマーが多価金属イオンを介在させて架橋し、ゲル化しているためと推測される。

謝辞

本研究を行うにあたり、大平 城氏に協力をしていただいたことに深く感謝いたします。

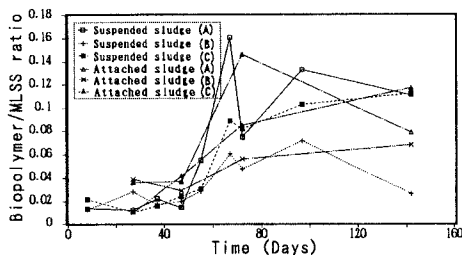


Fig. 7 Variation of Biopolymer/MLSS ratio with time.

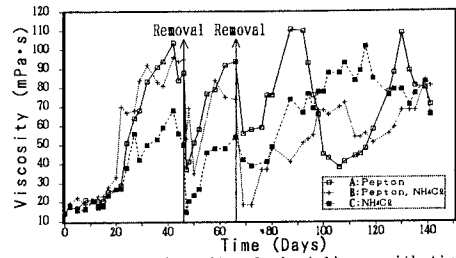


Fig.3 Variation of viscosity of mixed liquor with time. Removal of excess sludge was conducted on 47th and 66th day.

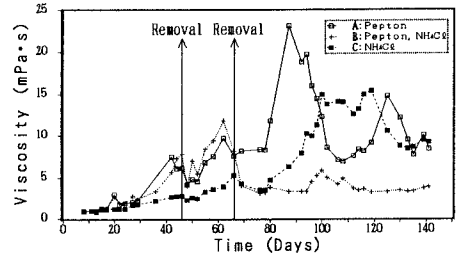


Fig.4 Variation of viscosity of supernatant liquid with time. Removal of excess sludge was conducted on 47th and 66th day.

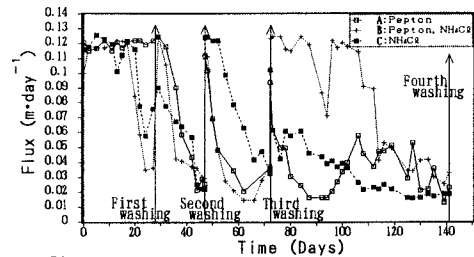


Fig.5 Variation of Flux with time. Each hollow fiber membrane module was washed with tap water on 28th, 47th, 72th and 142th day.

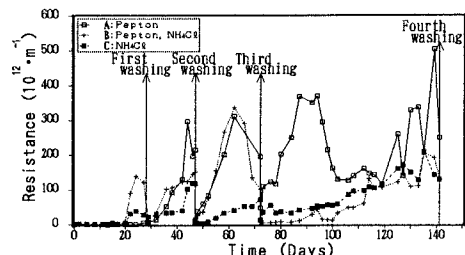


Fig.6 Variation of Resistance with time. Each hollow fiber membrane module was washed with tap water on 28th, 47th, 72th and 142th day.

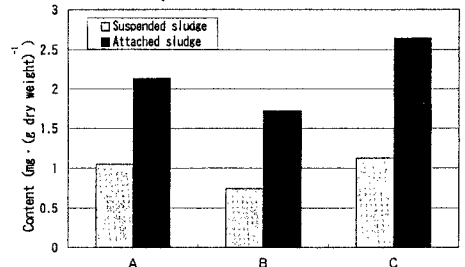


Fig.8 Magnesium content of suspended sludge and attached sludge.