膜分離活性汚泥法における膜面の代謝物挙動

武蔵工業大学	学生会員	赤穂治子
武蔵工業大学	正 会 員	長岡裕
	学生会員	杉山直一

1. はじめに

膜分離活性汚泥法における目詰まり原因物質の 1 つ として 微生物の代謝 過程で生成される代謝物質 (Extracellular Polymeric Substances; EPS)が挙げられる.

EPS には菌体に強く結合している EPS (hardly-bound EPS)と菌体に緩く結合している EPS (loosely bound EPS)があり,これらが膜の遮断効果により,膜面に付着し,膜透過流束の低下を引き起こす.

本研究では、膜面に堆積した EPS の分子量の変化と それに伴う膜透過流束の変化について検討を行った.

2.実験方法および実験装置

Fig.1 に実験装置の概略を示す.水道水で満たされた 反応槽に汚泥が堆積した膜を浸漬し,連続的に吸引し, 菌体による代謝を抑えながら反応槽内の活性汚泥混合 液中の EPS が膜面に堆積するなどの要素を取り除き, 膜面堆積汚泥の変化のみを測定した.また,水道水で 反応槽内を満たし、菌体による代謝を抑えた、膜は両 面から吸引可能な孔径0.25µmのMF膜モジュール5枚 を使用した.膜間差圧を一定に保つことにより,フラ ックスの変化を確認した.反応槽にエアーストーンを 設置し 膜からの剥離を抑えるために 10L/min 程度でエ アレーションを行った. 堆積した EPS の分子量変化を 調べるために,連続処理期間中,膜面に堆積した汚泥 を採取し、希釈した後、EPS を抽出した.希釈した混 合液を遠心分離し,上澄み液と沈殿物に分けた.上澄 み液には菌体に緩く結合している EPS,沈殿物には菌 体に強く結合している EPS が存在していると考えた.

沈殿物には緩衝液を加え,再び遠心分離し,上澄み 液を捨てた.陽イオン交換樹脂を沈殿物と上澄み液の それぞれに加え,これを遠心分離し得られた分離液が EPS サンプルとなる.サンプルは 0.45µmのメインブレ インフィルターを用いて,濾過した後,ゲルクロマト グラフィーにより分子量分画を行った.



Fig.1 Schematic diagram of experimental setup

3.実験結果・考察

Fig.2 に膜面の堆積汚泥から抽出した菌体に強く結合 している EPS の分子量分画, Fig.3 に菌体に緩く結合し ている EPS の分子量分画を示す.強く結合している EPS と緩く結合している EPS はそれぞれ10⁴Da, 10⁶Da 付近 でピークを持った.

Fig.4 に膜面の堆積汚泥から抽出した菌体に強く結合 している EPS の SS あたりの各分子量の質量, Fig.5 に 菌体に緩く結合している EPS の SS あたりの各分子量の 質量を示す.また, Fig.6 にろ過抵抗とフラックスの関 係を示す.

Fig4, Fig5 より, 12 日目までは菌体に強く結合して いる EPS 量及び菌体に緩く結合している EPS 量ともに 増加している傾向が見られたが33日目以降は減少した.

12日目までは,EPS量は増加しているのは,菌体の
死滅や代謝により,増加したと考えられる.また,33
日目に高分子(分子量 10⁶~)EPS量が減少し,分子量
10³から 10⁶を持つEPS が増加していることより,EPS

キーワード: 膜分離活性汚泥法, EPS, 膜目詰まり, フラックス 武蔵工業大学 都市基盤工学科 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 の低分子化が起きたと考えられる.

Fig.3 では日数が経過するにつれ,低分子の EPS が分 子量 10⁴ から 10³ へと移動していることから分解が起き ていると考えられる.

57日目では EPS 量が急激に減少しているが,膜面の 汚泥の状態が 12日目ではゼリー状で圧密性があったが, 57日目では粘り気がなく,水溶性があり,さらっとし ていたことから,EPSと菌体との結合が弱まったこと により,EPSが膜から剥離し,再び膜へ堆積または反 応層内にとどまったため,採取した汚泥中に含まれる EPS 量が減ったのだと考えられる.よって,33日目ま でのFluxの回復は EPS の分解によるものであるといえ るが,それ以降は膜面の EPS が膜から剥離したことに より減少したと考えられる.



Fig.2 Molecular weight distribution of hardly bound EPS



Fig.3 Molecular weight distribution of loosely bound EPS

per SS



Fig.4Amount of hardly bound EPS per SS



Fig.5 Amount of loosely bound EPS per SS



Fig.6 Relationship between Filtration resistance

4.まとめ

膜分離活性汚泥法において膜面に堆積した EPS を、 吸引を続けながら水道水中で放置し、時間経過に伴う 分子量分布の変化を測定した結果、EPS の低分子化が 進行すると同時に膜透過フラックスも上昇した。膜面 に堆積した EPS は、菌体に強く結合した EPS と弱く結 合した EPS に分けられたが、それぞれの低分子化の挙 動はほぼ同様のパターンを示した。