膜分離活性汚泥法における代謝物質分解挙動が膜目詰まりに与える影響

武蔵工業大学大学院	学生会員(⊃赤穂	治子
武蔵工業大学	学生会員	齋藤	由佳
武蔵工業大学	正会員	長岡	裕

1. 目的

膜分離活性汚泥法における目詰まり原因物質であ る菌体の代謝物(Extracellular Polymeric Substances: EPS)は膜の遮断効果により,膜面に付着し,膜透過 流束低下を引きこすと考えられる. EPS は菌体との 結合性が強い EPS(strongly-bound EPS)と菌体との 結合性が弱い EPS(loosely-bound EPS)があり、これら は膜面堆積中に分解することが考えられる.本研究 では膜面堆積汚泥より EPS を抽出し,膜面に堆積し た EPSの分子量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.また,膜面の EPS の分解挙 動をモデル化することを目的とした.

2. 実験方法



Fig.1 Schematic diagram of experimental setup.

実験は2回行った.活性汚泥混合液に5枚のMF 平膜(公称孔径0.45µm)を浸漬させ,実験一回目は Flux 0.4m/day で28日間,実験二回目はFlux 0.15m/day で6日間連続吸引を行った.空気量は 10L/minとした.膜面に汚泥を堆積させた後,膜面 の付着物の変化を測定するために,水道水で満たし た反応槽内に膜面に汚泥が付着した 5 枚の膜を移し, 実験一回目は Flux 0.04m/day で,実験二回目は膜間 差圧 40kPa で連続的に吸引を行った. 膜面に汚泥の 隔離を防ぐため曝気は行わなかった. Fig.1 に実験 の概略図を示した.

EPS は時間経過に伴い, 膜面に堆積した汚泥を採 取し, 蒸留水で希釈した後, 回転数 300rpm で攪拌 して混合液にした状態にし, 遠心分離により回転数 3000G で固液分離を行い, 沈殿物には菌体との結合性 が強いもの(強結合 EPS), 上澄みには菌体との結合 性が弱いもの(弱結合 EPS)が含まれていると考え, それぞれに陽イオン交換樹脂を用いて抽出⁽¹⁾を行っ た.抽出した EPS をゲルクロマトグラフィーにより, 分子量分画を行った.

3. モデル式

膜面における EPS の分解を表すモデル式を作成した.式(1)は膜面の菌体の分解を表す.式(2) はの分子量をもつ EPS の挙動を表しており,これら は菌体の代謝により増加し,高分子量(500,000Da 以上)の EPS は菌体により分解される.式(3)は 500,000Da 以下の分子量をもつ EPS が分解され,変 化することを表す.数式を簡素化にするために、強 結合と弱結合 EPS を合わせたものを EPS 量とした. 式(4)は、膜面における EPS の分解を考慮した,膜 ろ過抵抗の変化を表す.各パラメータ値は $k_b = 0.02$ (/day), $k_{ph}=0.02$ (/day), $k_{pl}=0.1$ (/day), $\alpha_h = 1200$, $\alpha_l = 0$ とした.パラメータ値は測定値に沿うように決 定した.

$$\frac{dS}{dt} = -k_b \cdot S \qquad \qquad \vec{\mathfrak{K}} \tag{1}$$

$$\frac{dP_h}{dt} = k_b \cdot S - k_{bh} \cdot P_h \qquad \vec{\mathfrak{R}} \tag{2}$$

キーワード 膜分離活性汚泥法,膜目詰まり,EPS,膜間差圧,膜透過流束,MBR

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL 03-3703-3111(内線 3257) E-mail: mailto:g0465002@sc.musashi-tech.ac.jp

 $R = P_h \cdot \alpha_h + P_l \cdot \alpha_l \qquad \qquad \vec{\mathfrak{R}} \tag{4}$

S: 膜面上の微生物量(mg/cm²),

P_H: 分子量 50,000Da 以上の EPS 量 (mg-EPS/cm²),

*P*_L: 分子量 50,000Da 以下の EPS 量(mg-EPS/cm²),

k_b:微生物による分解係数 (/day)

k_{Ph}:分子量 50,000Da 以上の EPS の分解係数(/day)
k_{Pl}:分子量 50,000Da 以下の EPS の分解係数(/day)
t:時間 (day)

R:ろ過抵抗 (m⁻¹)

 α_h :分子量 50,000Da 以上の EPS におけるろ過抵抗 係数(m⁻¹/mg-EPS/cm⁻²)

 α_l :分子量 50,000Da 以下の EPS におけるろ過抵抗係(m⁻¹/mg-EPS/cm⁻²)

4. 実験結果

Fig.2, Fig3 に膜面における強結合および弱結合
EPSの分子量変化を表す.縦軸は膜面積あたりのEPS
量として表した.時間経過に伴い、500,000Da以下の
分子量をもつEPS量が増加した.







Fig.3 The behavior of loosely-bound EPS of the membrane surface expressed as TOC per one sheet of membrane areas (1160cm²).

5. モデル式による結果

Fig.5 に膜面における強結合および弱結合 EPS の分子量変化を表す.縦軸は膜面積あたりの EPS 量として表した.モデル式による EPS の分子量変化を表すことが可能であった.

Fig.6 に膜ろ過抵抗の測定値とモデル式を用いた結 果を示す. 膜面上の高分子量の EPS の減少が膜抵抗 に関係することが推測される.



Fig.5 Simulated and observed the change of EPS expressed as TOC per one sheet of membrane areas (1160cm²). P_h : EPS component higher than 500,000kDa (mg-EPS/cm²), P_l : EPS lower than 500,000kDa (mg-EPS/cm²) in experiment 1.



Fig 6 Simulated and observed the change of filtration resistance (m⁻¹) in experiment 1.

5.まとめ

膜面上の 500,000Da 以上の分子量をもつ EPS は時間経過に伴い,低分子量へと変化することが確認された.また、膜面上の高分子量 EPS の分解が膜ろ過抵抗に関係することが示唆された.

参考文献

 B. Frolund, R.Palmgren, K.keiding, P.H.Nielsen (1996) .Extacellular Polymers from active sludge using a cation exchange resin. *Wat.Res* ,Vol.30,No.8, pp.1749-1758.