

II-581

膜分離活性汚泥法における代謝成分
の蓄積と膜透過性能の変化について

長岡技術科学大学 ○学生員 柳 根勇
正 員 桃井清至
正 員 原田秀樹

1. はじめに

膜分離活性汚泥法では、難分解性代謝成分が反応系内に蓄積することが指摘されている。この蓄積した高分子代謝成分は、膜面付着層の形成及び膜透過流束の低下に影響を及ぼすと思われる。そこで、本研究では、膜分離活性汚泥法で人工排水を長時間連続処理する場合、反応槽内の代謝成分の蓄積過程において、膜面付着量と膜透過性能の時間的変化を調べ、代謝成分の蓄積と膜透過性能の関係について検討を行った。

2. 実験装置と方法

2. 1 実験装置

図-1に連続処理実験装置の概略を示した。実験に使用した膜モジュールは日東電工の管状限外ろ過膜（分画分子量5万、有効膜面積340cm²、材質オリポリフィン）である。連続処理の実験条件は表-1に示した。混合液中の残留基質と代謝成分を区分するため、基質としてはフェノールを主炭素源とする人工排水を用いた。また、代謝成分濃度の指標として、混合液中のフェノールがほぼ完全に分解された時点の上澄液TOCを用いた。

2. 2 膜透過性能

反応槽混合液の膜透過性能変化を調べるため、連続処理期間中、一定期間ごとに反応槽混合液を用い30分間回分ろ過実験を行った。回分ろ過実験の操作条件としては、膜面流速1.0m/s、平均操作圧力1.5kg/cm²である。膜透過性能は、ろ過時間30分経過時の膜透過流束 J_{30} を用いて評価した。

2. 3 付着物量とろ過抵抗

回分ろ過実験終了後、水とスポンジを用い順に膜面洗浄を行った。回収したものを付着物とし、TSとTOCを用い付着物の定量を行った。膜面の付着物には、目詰まり物質、ゲル化された付着層と汚泥の堆積層が存在すると仮定し、ゲル化された付着層と汚泥堆積層をそれぞれゲル層、ケーキ層と定義した。従って、ろ過抵抗モデル⁽¹⁾を利用し、 J_{30} の値、水洗浄及びスポンジ洗浄後の膜透過流束変化に基づき全ろ過抵抗増加分 R_t 、ケーキ層抵抗 R_c 、ゲル層抵抗 R_g と目詰まり抵抗 R_p をそれぞれ求めた。

3. 結果及び考察

3. 1 混合液の膜透過性能の変化

図-2に、連続処理における混合液中の代謝成分濃度と回分ろ過実験における膜透過流束 J_{30} の経時変化を示した。図から、運転開始後、代謝成分は非常に速いペースで反応槽内に蓄積することが分かった。約60日間の短時間で、蓄積濃度は運転開始時の約6mg/lから240mg/lに大きく増加した。一方、膜透過流束 J_{30} は蓄積濃度とほぼ逆に変化し、経過日数の増加に従い徐々に減少し、120日目の J_{30} は運転開始時の約半分

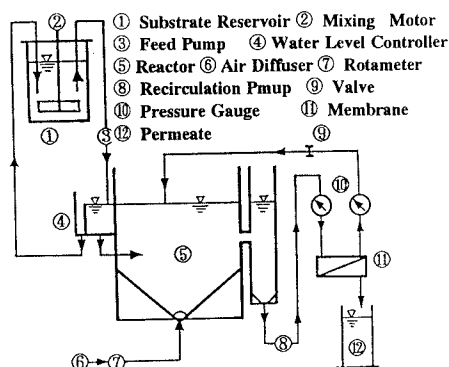


図-1 連続処理実験装置の概略

表-1 連続処理の実験条件

流入水有機物濃度	600	mgTOC/l
反応槽汚泥濃度MLVSS	5000	mg/l
TOC-MLVSS負荷	0.24	kgTOC/kgMLVSS・d
TOC容積負荷	1.2	kgTOC/m ³ ・d
HRT	12	hr
反応槽容積	8.0	l
水温	30±2	℃
DO	2.0~3.0	mg/l
pH	7.0~7.5	

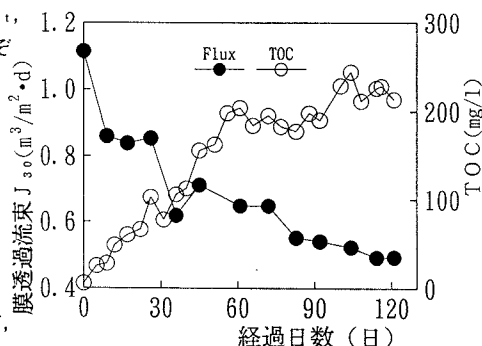


図-2 代謝成分濃度と膜透過流束の変化

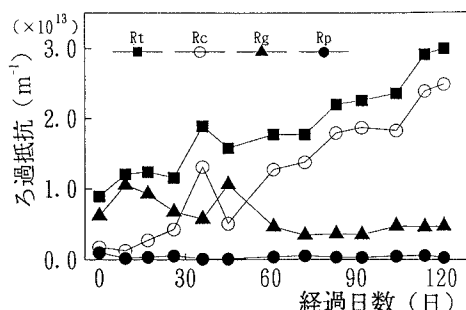


図-3 回分ろ過実験におけるろ過抵抗の経時変化

まで低下した。図-3に、連続処理における各ろ過抵抗の時間的変化を示した。運転時間の経過に従い、ゲル層抵抗と目詰まり抵抗は余り変化しなかったのに対し、ケーキ層抵抗は全ろ過抵抗とともに経過日数につれ大きく増加した。従って、連続処理における膜透過流束 J_{30} の低下は、このケーキ層抵抗の変化によるものと判明した。

3. 2 回分ろ過における膜透過流束の経時変化

回分ろ過開始前における初期透過流束 J_0 に対する各ろ過時間での膜透過流束 J の比を J/J_0 とし、連続処理の各経過日数に対する J/J_0 の経時変化を図-4に示した。図から、経過日数の増加に伴い膜透過流束の低下は次第に急激となり、61日目以後では、膜透過流束の低下はろ過開始直後に生じることが観察された。また、膜透過流束の低下量及び低下率をそれぞれ $(J_0 - J)$ 、 $(J_0 - J)/(J_0 - J_{30})$ と定め、ろ過時間1分での低下率と低下量の変化を図-5に示した。図から、ろ過開始1分後の膜透過流束低下率及び低下量は経過日数とともに大きくなることが分かった。36日目までの0.3~0.4の低下率は、61日目以後になると0.8~0.9となり、ろ過開始直後膜透過性能は急速に低下したことを示す。この低下率に対応する膜透過流束の低下量は約 $1.4 \sim 1.7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ であり、ろ過開始直後の時点で膜透過性能はすでに大きく低下していたことを意味する。図-5は回分

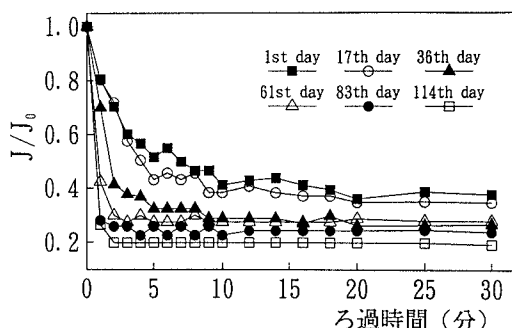


図-4 回分ろ過における膜透過流束の経時変化

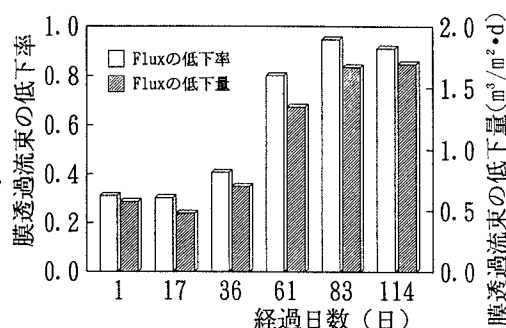


図-5 ろ過開始1分後における膜透過流束低下率及び低下量の推移

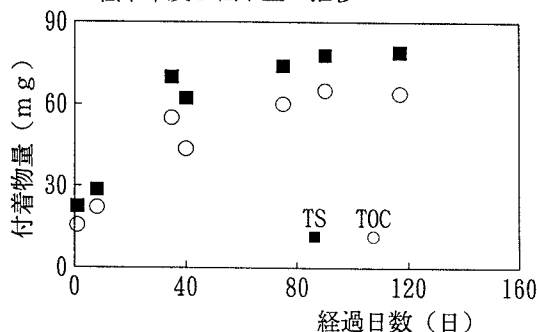


図-6 膜面付着量の経時変化(回収液量=500ml)

ろ過終了後、回収した膜面付着物量の時間的変化を示したものである。図から、TSとTOCの両指標に代表される付着物量は、経過日数とともに増加することが確認された。従って、図-3に示したケーキ層抵抗の時間的変化も、このような膜面付着物量の増加によるものと推察される。これらのことから、連続処理が長時間経過し代謝成分がかなり高濃度に蓄積されると、付着成分はろ過開始とほぼ同時に膜面に付着し、膜透過性能を大きく低下させることが推察される。従って、混合液中に蓄積している代謝成分は、直接膜面に付着するか、或いは混合液中の付着成分をより速く膜面に付着させる働きをする可能性が示唆された。

4. まとめ

以上の結果から、生物反応槽内に蓄積する生物代謝成分は膜透過性能の低下と大きく関係することが判明した。代謝成分の蓄積とともに、膜面付着物量とケーキ層抵抗は大きくなった。また、代謝成分の蓄積に従い膜透過流束は短時間でより大きく低下し、代謝成分の存在或いは濃度の増加は、膜面付着層の形成を促進することが考えられる。

参考文献(1) 柳, 桃井, 原田: 環境工学研究論文集 Vol.30, pp303-310(1993)