

II-541

膜分離活性汚泥法における貧毛類の膜堆積汚泥分散効果

武蔵工業大学工学部 正員 長岡 裕

武蔵工業大学大学院 学生員 新井 一仁

1. はじめに

膜分離活性汚泥法は、高濃度混合液を膜で直接固液分離するため、汚泥や菌体代謝物の膜への付着による透過性能の劣化が問題とされている。膜面に付着した汚泥は脱水され固化し、エアレーションの揺動効果のみでは十分な剥離が期待できない場合がある。連続して安定した透過流量を得るためにはこれらの汚泥の制御が重要となる。本研究では土壌の団粒化、堆肥化等に利用されている貧毛類に着目し、膜モジュールに固着した汚泥をこれらに解食させ、有効膜面積を保持することを目的とし、それらの有用性について実験的に検討した。

2. 実験方法

本実験で使用した貧毛類は、ツリミズ科のシマミズ〔*Eisenia foetida*〕（延岡旭繊維社製）である。実験にはFig.1に示すような中空糸膜分離活性汚泥装置を用いた。本装置は平塚市H団地下水処理場内に設置されており、同処理場の流入汚水を処理原水としている。原水は処理場内の曝気沈砂池よりポンプで取水した後、目開き1mmの自動スクリーンにて繊維物を除去したものを原水槽へ貯留した後、投与される。曝気槽内水温はリボンヒータを用いて20℃に制御した。実験に使用した中空糸膜はポリエチレン製のMF膜であり、ループ状に束ねたものを用いた。膜モジュールの仕様をTable 1に示す。膜透過は5分間吸引5分間停止の間欠運転を行った。まず、この装置を運転し、汚泥を膜モジュールに堆積させた¹⁾。シマミズはポリプロピレン製のバット（600*400*150）に移した同処理場内の脱水ケーキ中で約30日以上生息、馴化させた。脱水ケーキは乾燥させることなく適度な湿気を保つように処理場汚水を散布させた。これらのシマミズ（3~10cm）を一旦シャーレ内で個体数を確認した後、膜モジュールに堆積した汚泥中に移植、群棲させ曝気槽内に浸漬した。同間欠サイクルにより再び吸引運転を行った。シマミズは10個体より膜モジュールに付着させ、段階的に個体数を増加させた。

3. 実験結果と考察

3. 1 活性汚泥の順応性

シマミズの投入前の吸引運転により膜モジュールに汚泥を堆積させたところ、付着した汚泥は脱水され固化（含水率約40~50%）し、膜モジュールは一本の棒状に固形化していた。シマミズをこの膜モジュール上に投与すると、直ちに堆積汚泥中に潜入した。定期的に槽内に浸漬した膜モジュールを引き上げ観察を行ったところ、各個体数で顕著な減少は見られずモジュール内に群棲する姿が確認された。また、一部モジュール内から離散したシマミズが槽内エアストーン等に付着、生存していた。実験期間中の槽内MLSS、pHをFig. 2に示す。MLSS（曝気槽内浮遊物質濃度）は概ね12000~16000mgL⁻¹であり、槽内pHは硝化により5前後と酸

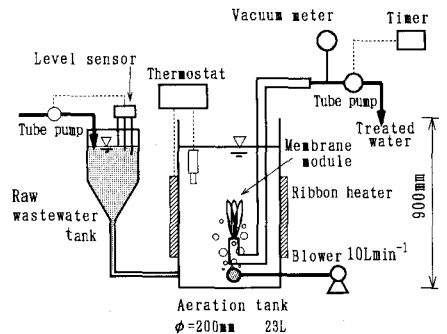


Fig.1 Schematic of the experimental apparatus.

Table 1 Membrane module specification and operational condition.

Pore size (μm)	0.03
Outer diameter (μm)	390
Inner diameter (μm)	280
Length of fiber (cm)	60
Number of hollow fiber per module	640
Total area (m^2)	0.5
Operation cycle(min)	5.0-5.0

性域を示した。シマミミズの成長にはpHは中性が適しているが、硝化作用などにより活性汚泥のpHがある程度低下しても適応し得ることを示唆した。これらのことから、活性汚泥中でシマミミズが十分生存可能である事が確認された。

3. 2 膜堆積汚泥の変化

汚泥の堆積により棒状に固化した膜モジュールだが、シマミミズ投与後はモジュールに付着した汚泥に巣穴のような空洞が多数確認された。また、これによりモジュール内で汚泥に完全に覆われていた中空糸膜の一部が露出していく傾向も観察された。これらの現象は個体数が増加する毎に顕著であることが観察され、明らかに固化した膜モジュールが徐々に解れる様な効果が表れた。これはシマミミズが堆積汚泥を住処、または餌とし、膜モジュール内を移動、摂食を繰り返すことにより汚泥の解食、攪拌を促進させたためと考えられる。また、これらの作用により汚泥の肥厚を防止する効果もあると考えられる。

3. 3 膜透過特性の変化

シマミミズ投与前の膜透過フラックスは、概ね $0.05 \sim 0.1 \text{ md}^{-1}$ の範囲内で変化していた。この時点での膜透過液はエアレーションの気泡が直撃するモジュール外部部の汚泥の剥離が行われていた膜面によって透過され、モジュール内部の大部分の中空糸膜は完全に汚泥が固着し、ほとんど機能していなかった。Fig.3はシマミミズ投与開始からの個体数とフラックス、吸引圧の経日変化である。これを見ると個体数の増加とフラックス、吸引圧の変化に明確な関係は表れていない。シマミミズの汚泥内移動に伴う攪拌効果により少なからず膜面を回復する事は確認できたが、膜モジュール体積約 400 cm^3 当たり100個体数程度（個体密度 0.25 cm^{-3} ）では膜透過性能の回復に至るまでの効果は得られなかった。今回使用した膜モジュールでは、個体密度を更に大きくとる事が可能と思われ、個体数を増加させることによりこれらの影響について正しく評価する必要がある。

4. まとめ

中空糸膜を用いた膜分離活性汚泥法によって膜モジュールに堆積した汚泥に、シマミミズを群棲させた場合の膜透過特性について実験的に検討した結果、以下に示す所見を得た。

- 1)シマミミズは膜モジュールに堆積した汚泥中に群棲し、活性汚泥中（MLSS≒12000, pH≒5）での生育は十分可能である。
- 2)汚泥中に群棲したシマミミズは移動、攪拌を繰り返し、汚泥の付着によって固化した膜モジュールを解す作用を示す。
- 3)個体密度 0.25 cm^{-3} （膜モジュール体積 400 cm^3 当たり100個体）までの範囲では膜透過性能の顕著な変化は見られなかった。しかし、個体数の増加に伴い膜面の露出が確認され、透過性能に影響を及ぼす可能性があると思われる。

参考文献 1) 新井 一仁, 長岡 裕, 綾 日出教, 汚泥引抜きを伴わない膜分離活性汚泥法による実下水処理特性, 第28回日本水環境学会講演集, pp326~327, 1994 3,

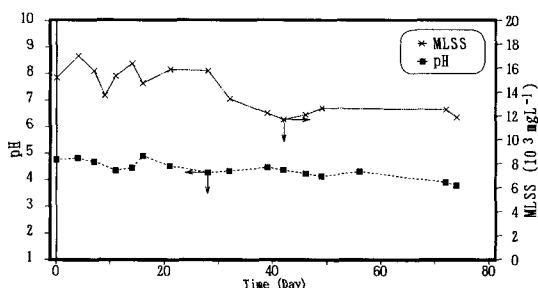


Fig. 2 Variation of pH and MLSS.

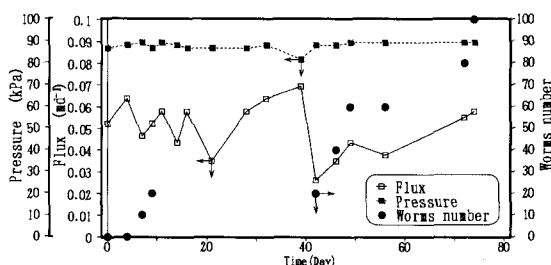


Fig. 3 Variation of flux and pressure with worms number.