

膜分離活性汚泥法における槽内溶存酸素の変動が膜ファウリングに与える影響

武蔵工業大学大学院 学生会員 ○菅原 充 柳田 悟志
 武蔵工業大学 武蔵工業大学 正会員 長岡 裕
 武蔵工業大学 武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1. 研究目的及び背景

膜分離活性汚泥法は、現在主流である標準活性汚泥法と比較して、敷地面積の縮小などの利点から注目されている技術である。しかし、この技術では膜ファウリングが問題視されている。ファウリングの原因として、微生物の代謝物である菌体外高分子ポリマー(EPS)が大きく影響していると報告されている¹⁾。また、有機物の分解には酸素が必要不可欠であり、溶存酸素濃度が生物の生命活動に影響を与えることが考えられる。

本研究では、溶存酸素濃度と EPS の関係に着目し、酸素曝気と空気曝気の系を実験途中で入れ替える対照実験を行なった。そして、溶存酸素濃度の変動が活性汚泥の性質などの膜ファウリングに与える影響について調査することを目的とした。

2. 実験設備および実験方法

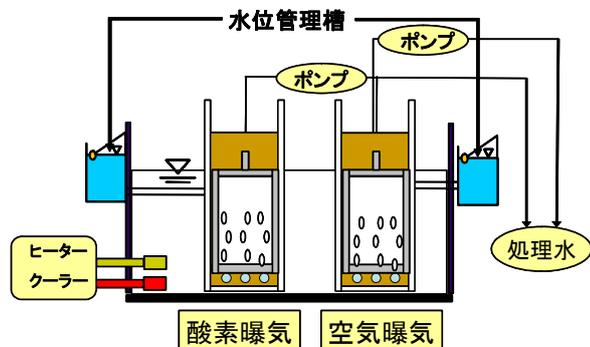


図1 実験装置概要

図1に実験装置概略図を示した。実験を行う反応槽は塩化ビニル製(250mm×250mm×700mm, 30L)を2つ使用した。サイフォン式の水位管理槽で水位を一定に保った。反応槽の外側に恒温槽を設け、ヒーターとクーラーによって温度管理を行うことで水温を一定に保った。膜モジュールは、自作の支持体を用いたポリオレフィン製MF平膜(公称口径0.25 μ m, 有効膜面積0.2m²)を使用した。それぞれの反応槽に2枚1組とした膜モジュール2セット(合計膜4枚)を浸漬させて実験を行なった。膜モジュールの間隔を、それぞ

れ1cmとし、曝気によるせん断力を均等にするために、膜モジュールが向かい合わない面にアクリル板を設置した。また、散気管については、5個ずつ穴をあけた塩ビ管製散気管孔径(0.5mm)3本を膜モジュールの下部に設置した。散気管はチューブを用いて直列につなぎ、その両端からエアポンプによって曝気を行なった。ファウリングが全ての膜で確認された後に、両反応槽の曝気を入れ替えた。

以下の表1に運転条件を示す。EPSの抽出には陽イオン交換樹脂を用いた。混合液を遠心分離して得られる上澄み液から抽出したものを液相EPS、沈殿物から抽出したものを付着EPSとした。

表1 実験条件

曝気条件	空気曝気	酸素曝気
空気曝気量(L/min)	3	0
酸素曝気量(L/min)	0	3
フラックス(m/day)	0.1	
HRT(hour)	10.5	
SRT(day)	81.2	171.2
TOC容積負荷量(g/L/day)	0.5	

3. 実験結果

以下の図2にDO濃度の経過日数変化を示す。この図から、酸素曝気は空気曝気より高いDO濃度が維持できることが確認できる。また、曝気を入れ替えた時に新たに酸素曝気を行った反応槽の方が始めに酸素曝気をしていたものより高いDO濃度であることが確認できる。これは、反応槽内の粘度の違いと微生物の性質が原因であると考えられる。

次に図3に粘度の経過日数変化を示す。空気曝気においては42日目に急激な粘度の減少が確認された。これは、活性汚泥の組成変化が好気性から嫌気性になったためだと考えられる。酸素曝気では30日目での粘度が急上昇と62日目以降の急な粘度の減少が確認できる。これは、活性汚泥の組成変化が原因だと考えられる。また、88日以降の曝気を入れ替えた後は、急激な変化を確認できていないが、空気から酸素に変えた槽は粘

キーワード 膜分離活性汚泥法, 酸素曝気, ファウリング, DO濃度, EPS

連絡先 〒158-8857 東京都世田谷区玉堤1-28-1 TEL03-3703-3111(内線3257) E-mail:g0781607@sc.musashi-tech.ac.jp

度の緩やかな上昇が見られ、酸素から空気に変えた槽は粘度の減少が見られる。これらのことから、濃度を急変させた場合においても、組成変化が比較的早く起こることが示唆された。

さらに図4に膜間差圧の経過日数変化を示す。図4より、空気曝気Dが初めにファウリングを起こしていることが確認できる。また、曝気を入れ替えた直後の膜セットDの膜間差圧の上昇が前に比べて緩やかになっている。これらのことから、酸素曝気を行うことでファウリングが抑制できることが考えられる。また、酸素曝気によるファウリングを抑制する効果は、酸素曝気を送り始めてすぐに現れると考えられる。しかし、酸素曝気の際において66日以降にファウリングが頻発していることから、長期的な酸素曝気はファウリングを誘発する可能性があることが示唆された。

そして、図5に付着・液相EPSの経過日数変化を示す。図5から付着EPSは、酸素曝気の粘度が非常に高かった時期において、空気曝気よりも酸素曝気の方が比較的高い値を示した。これは汚泥の有機物に対する吸着力が、活性化されたことによって高まったためだと考えられる。しかし、酸素曝気において膜ファウリングが起こりやすくなった66日目を以降をみると濃度が減少している。これは、活性汚泥の組成が有機物の吸

着量が少ない菌が増えたためだと考えられる。また、液相EPSにおいて、酸素曝気で60日以降に濃度の微小な上昇が見られる。これは、酸素曝気の際が頻りにファウリングを起こし始めた時期と一致している。このことより、ファウリングには液相EPSが強く関係していることが考えられる。

4. 結論

本実験の結果から以下の知見が得られた。

- ① 短期間の酸素曝気は膜ファウリングを抑制することが期待できるが、長期の酸素曝気は膜ファウリングを誘発することが示唆された。また、抑制効果は早期の段階で現れることが確認された。
- ② 反応槽内のDO濃度を急激に上昇させた場合、付着EPSの生成量が減少することが確認された。
- ③ 酸素曝気槽のファウリングが頻発した時期と液相EPS濃度の微小な上昇時期から、膜ファウリングの原因物質は液相EPSである可能性が示唆された。

<参考文献>

- 1) Nagaoka H, Ueda S: Influence of bacterial extracellular polymers on the membrane separation activated sludge process, Water Science and Technology, Vol.34, No.9, 1996, p195-172

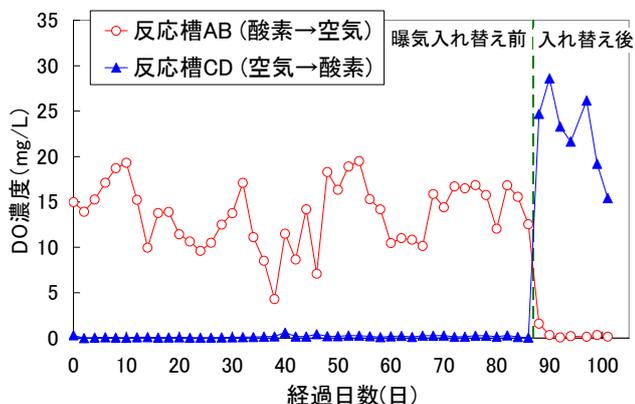


図2 DO濃度の経過日数変化

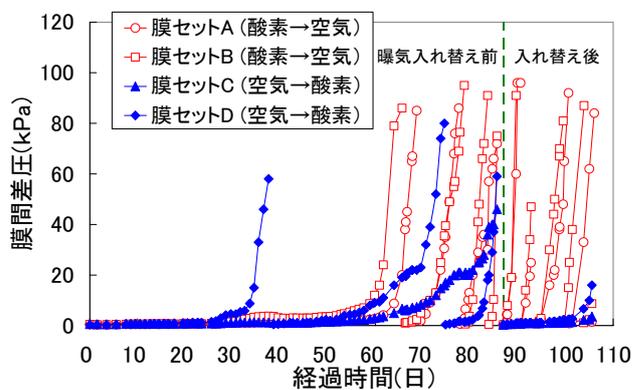


図4 膜間差圧の経過日数変化

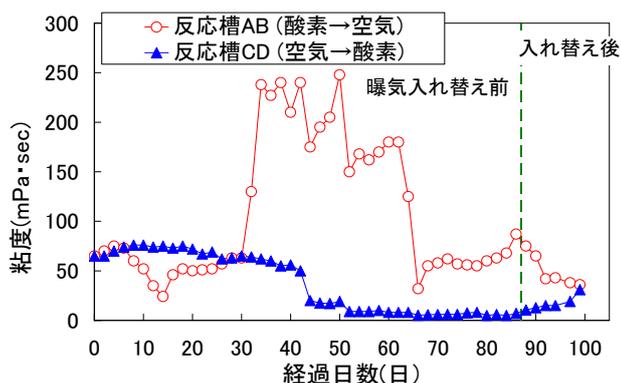


図3 粘度の経過日数変化

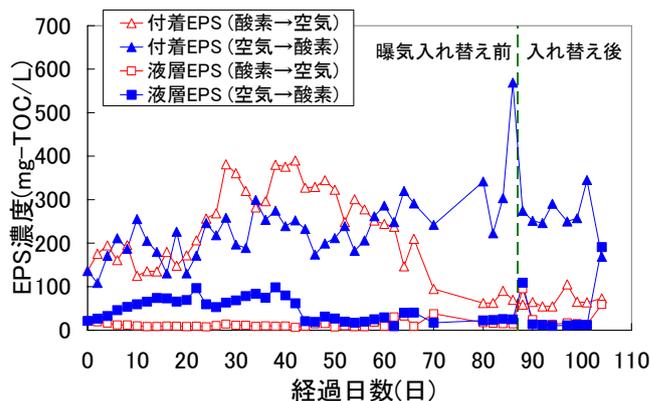


図5 付着・液相EPSの経過日数変化