

II - 582

膜分離活性汚泥法における有機物の反応槽内挙動に関する研究

J R 東日本 正 渡辺久智
長岡技科大 正 桃井清至, 原田秀樹, 亀屋隆志
学 柳根勇

1. はじめに

膜分離活性汚泥法では、高濃度生物保持による処理の効率化や汚泥分離が容易になる等の利点がある反面、運転時間の経過に伴いFluxが低下する問題がある。このFluxの低下をもたらす因子やその機構については数多くの研究が行われているが、膜を通過できず反応槽内に蓄積する有機物すなわち生物代謝産物の蓄積挙動やその微生物活性への影響に関する研究は少ない。そこで本研究では、長期間連続運転した際の代謝産物の蓄積挙動や、代謝産物による微生物活性に対する影響を検討することにより、膜分離活性汚泥法における有機物の処理性能の予測や装置の運転維持管理の最適化について若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置および実験方法

実験は、図1に示した活性汚泥槽に限外ろ過膜（ポリスルホン製平膜モジュール、有効膜面積200cm²、分画分子量5万）を付加した膜分離活性汚泥システム（容量7ℓ、水温20℃）を用いた。牛肉エキス、ペプトン、酵母エキスを主成分とした人工し尿（COD_{Cr}で約2,000mg/ℓ、TOCで約710mg/ℓ）を、容積負荷で4.0kg-COD_{Cr}/m³/dで供給して連続処理を行った。また、実験開始時の汚泥濃度は10,000mg/ℓであり、初期の汚泥負荷は0.4mg-COD_{Cr}/mg-MLVSS/dであった。なお、代謝産物の影響をより明確に把握するために汚泥の引き抜きは行わないこととした。

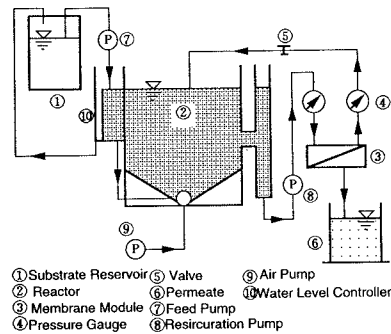


図1 実験装置図

処理開始後、反応槽内および膜透過液の有機物濃度を測定し、有機物の処理性能と代謝産物の蓄積挙動を検討した。また、顕微鏡観察により反応槽内の微生物の形態学的な特徴の変化を解析するとともに、INT（塩化3-(p-エトキシフェニル)-2-(p-ニトロフェニル)-5-フェニルテトラゾリウム）を用いた脱水素酵素活性度¹⁾により微生物活性の変化を評価して、代謝産物蓄積との関係について考察した。

3. 結果と考察

3. 1 反応槽内への有機物の蓄積挙動

反応槽内の汚泥濃度と汚泥負荷の変化を図2に示した。汚泥濃度は実験開始時に約10,000mg/ℓだったものが、30日目までに約22,000mg/ℓと速やかに増加した。このとき、みかけの汚泥収率は約12%程度であり、反応槽内では汚泥の自己分解がかなり起こっていると考えられた。30日目以降、汚泥の増加速度は緩やかになったが、汚泥濃度は100日目では約30,000mg/ℓにまで増加した。また、汚泥増加に伴い反応槽内の汚泥負荷は0.40mg-COD_{Cr}/mg-MLVSS/dから0.13mg-COD_{Cr}/mg-MLVSS/dへ減少した。

反応槽上澄み液中の溶解性の有機物濃度の変化を図3に示した。有機物の蓄積は実験開始後30日目頃に最高値に達し、TOCで150mg/ℓ程度となった。30日以降は蓄積有機物が減少した。

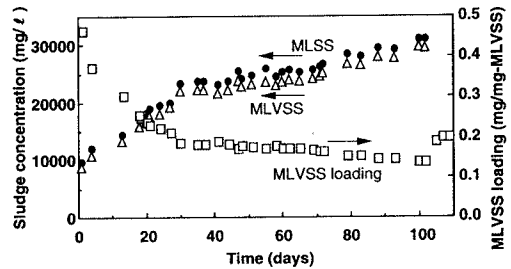


図2 反応槽内の汚泥濃度と汚泥負荷の変化

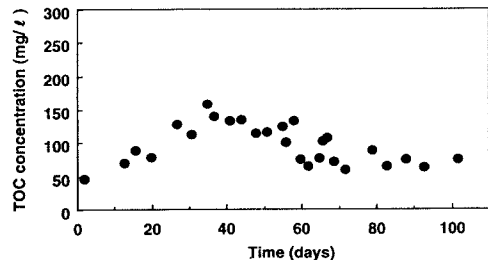


図3 反応槽上澄み液中の有機物濃度の変化

また、生物ポリマーであるECP濃度の変化を図4に示した。ECP濃度は実験開始100日程度で初期の約2倍に増加したが、このとき汚泥濃度も増加したことから、この関係を単位汚泥量あたりのECP濃度でみると、ECP濃度は大きく減少していることがわかった。つまり、蓄積有機物の減少および単位汚泥量あたりのECP濃度の減少は、汚泥増加によって汚泥負荷が低下したことに起因し、不足した基質の代わりに反応槽内の有機物が消費されたためと推察された。

3. 2 生物活性の変化

反応槽内の生物の動態を形態学的に理解するために汚泥の顕微鏡観察を行った。光学顕微鏡による観察結果から、実験初期には繊毛虫類などの原生動物も存在し、沈降性の高いフロックを形成していたが、103日目では原生動物はほとんど見られなくなった。また、図5、図6に示したSEMの観察結果から、実験初期に菌体に付着していた生物ポリマーが103日目では大きく減少していることがわかった。このため、反応槽内では、汚泥が分散状となり、汚泥容量指標（SVI）が測定不能なほど汚泥沈降性が悪化した。

このときの反応槽内微生物の脱水素酵素活性の変化を図7に示した。蓄積有機物の微生物活性への影響をみるため、上澄み添加系と無添加系について合わせてプロットした。単位汚泥量あたりの活性度は、実験開始直後上昇して20日目頃までに最大値に達したが、その後40日目頃までに速やかに減少し、以降はほぼ一定値で推移した。すなわち、微生物の活性度は汚泥負荷とともに減少した。また、反応槽内に有機物が高濃度に蓄積した時期においても上澄み液添加系の活性度が低下しないことから、代謝産物などの蓄積有機物は生物活性に対して悪影響を及ぼさないことがわかった。

3. 3 膜分離活性汚泥システムの有機物除去性能

長期間連続処理実験におけるTOC除去率の変化を図8に示した。システム全体としては長期間にわたり95%以上と高い除去率を維持でき、有機物は主に反応槽内での生物分解により除去された。しかし、膜分離開始後の一時期には、反応槽内に有機物が蓄積して反応槽での除去率が70%程度に低下した。このため、膜への負担が大きくなり膜表面の汚染が進行したことから、通常1日1回で十分であった膜洗浄をこの時期だけは1日2回以上行う必要があった。すなわち、膜分離活性汚泥法においては、有機物が主に除去される活性汚泥槽で高い除去率を得るように運転すれば、膜洗浄頻度が少なくでき、維持管理が容易になると考えられた。さらに、活性汚泥槽部での高負荷で高い除去率を得るための運転方法について検討する必要がある。

4. 参考文献

- 1) 滝田久憲, 水処理技術, Vol.31, No.5 (1990)

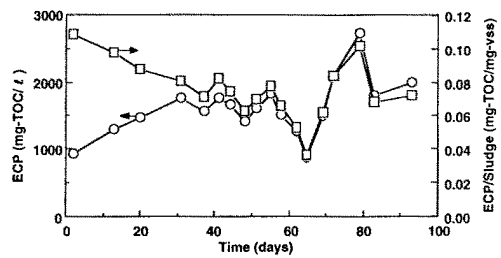


図4 ECP濃度の変化

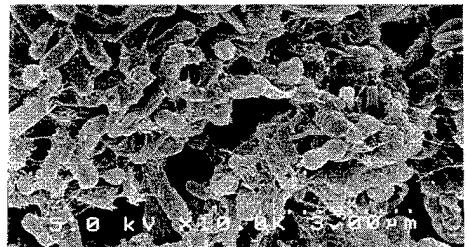


図5 実験開始時の汚泥のSEM写真

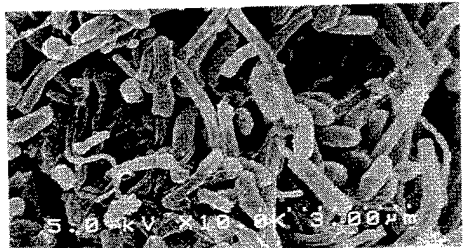


図6 実験開始103日目の汚泥のSEM写真

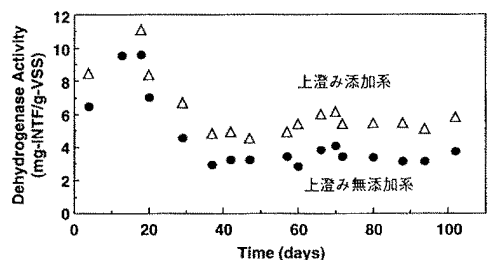


図7 反応槽内微生物の脱水素酵素活性の変化

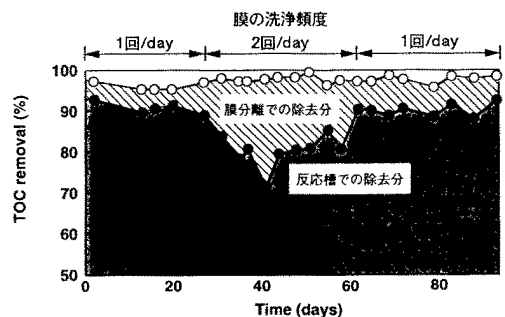


図8 膜分離活性汚泥システムのTOC除去率の変化