

II-515

嫌気性メンブレンリアクターに蓄積する老廃物の菌体活性に及ぼす影響

神鋼パナテック株式会社
長岡技術科学大学
アジア工科大学

○山崎 慎一
山内正仁 桃井清至 滝沢智
原田秀樹

1. はじめに

近年、活性汚泥法のような浮遊増殖型リアクターの固液分離能低下の問題を解決する有効手段として、限外濾過膜等の膜分離技術を廃水処理プロセスに適用したメンブレンバイオリアクターが注目されている。嫌気性生物処理プロセスに膜分離を適用することは、リアクター内に増殖速度の遅い生物を高濃度に完全保持し、かつ再生利用可能な処理水が得られるという利点を有するが、一方でリアクター内に生物代謝産物等のコロイド物質が蓄積し処理性能を低下させたり、膜面上への付着層形成により膜透過流量が減少する問題も生じる。

そこで本研究は、嫌気性メンブレンリアクターとして難分解性セルロースを含む合成基質を用いて連続実験を行い、リアクター内に蓄積するコロイド物質の解明と共にこの物質が菌体活性に与える影響を評価した。

2. 実験方法および条件

実験装置の概要を図-1に示す。リアクターは完全混合型で、反応液量10ℓ、反応液温度35℃である。UF膜装置は東ソー製平膜型モジュール(UF膜:分画分子量300万、ポリスルホン製、有効膜面積200cm²)を用い、膜面流速0.8m/s、操作圧力0.5kgf/cm²で循環した。培養基質はTOTAL CODcrで5000mgCOD/l(スクロース共に2500mgCOD/l)とし、少量の無機塩と緩衝剤(NaHCO₃)を加えた。植種汚泥は都市下水処理場の中温消化汚泥を用いた。培養条件はCOD容積負荷を槽内上澄液(槽内混合液の1μ濾液)CODが安定した後、段階的に増加させた。培養開始時は1.0kg/m³/day(HRT120h)、7日目以後は1.5kg/m³/day(HRT80h)、103日目以後は2.5kg/m³/day(HRT48h)である。なおCOD容積負荷は、反応液量を水位センサーで一定に保持し、透過液量を経験的に制御して決定した。膜面洗浄は膜透過流量が平衡に達する前にモジュール内に30分程度水道水を循環させて行い、膜交換は培養50日目、100日目及び165日目に行った。

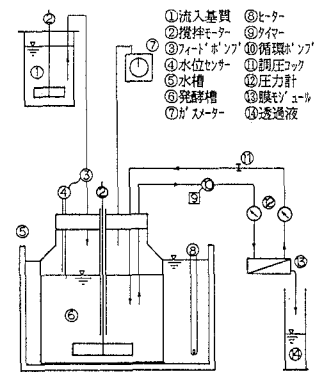


図-1 実験装置の概要

槽内上澄液及び透過液成分の定量は、CODcr、ローリー法(蛋白質)、アンスロン法(糖)で行い、また槽内上澄液中に含有するコロイド粒子径の推定にはメンブレンフィルター(1.0, 0.65μm濾紙:ガラスフィルター、0.45, 0.20μm濾紙:セルロースフィルター)を用い、各フィルターにおける濾液をCODcrで定量し粒径分布を評価した。

槽内上澄液中に蓄積するコロイド物質の菌体活性に及ぼす影響をバイアル実験で検討した。セルロース、酢酸、H₂+CO₂(80:20)の3通りのテスト基質、CODcrを変化させた槽内上澄液、緩衝液で洗浄した槽内汚泥、無機塩、還元剤、酸化還元指示薬をセルムバイアル(容量122ml)に嫌気的に投入後、35±1℃で振とう培養し、経時的にメタン生成量をガスクロマトグラフィーで測定した。

3. 実験結果と考察

3-1. 運転特性 図-2に約200日間の連続実験の運転特性を示す。槽内上澄液CODcrはCOD容積負荷の上昇に伴い培養160日目で約1000mgCOD/l以上にまで増加した。また蛋白、糖濃度も同様な増加傾向を示した。一方透過液のCODcrは常に安定した水質が得られ、COD除去率98%以上の極めて高い値を示した。生成ガス量の低下及びセルロースの蓄積も認められず、VFAも殆ど検出されなかった。従って槽内上澄液CODcrは増加傾向を示したもののリアクターの処理性能は極めて良好といえる。Photo-1~4に培養開始時、50日後、100日後、190日後の槽内菌体のSEM写真を示す。

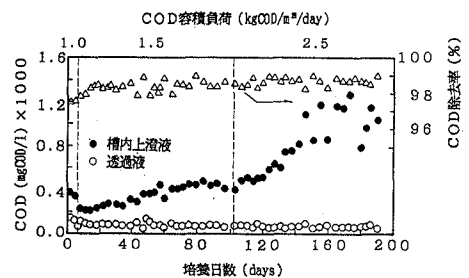


図-2 連続実験の運転特性

培養開始時には識別できる菌体は少なく夾雑物が主であったが、50日後は糸状性の菌体が出現し100日後には支配的となった。また190日後はオートライシスと思われる現象が観察され、バイオマスに対する活性菌体の割合は減少していると考えられる。

3-2. 槽内上澄液中のコロイド物質の解明

図-3に槽内上澄液CODに占める蛋白質、糖の割合を示す。COD容積負荷に関わらず蛋白質は約50%、糖は約10%を占めた。残りの40%程度については現在検討中であるが、上澄液が白濁していることから恐らく硫化物と推察される。図-4にメンブレンフィルターによる粒径分布を示す。

培養100日目の上澄液粒子は $0.2\mu\text{m}$ 以下にピーク(CODの65%を占める)を有していたが、145日目には $0.65\sim0.45\mu\text{m}$ (CODの50%を占める)へと変化した。この結果から槽内上澄液CODの増加と共に粒子の高分子化も生じたといえる。

3-3. コロイド物質の菌体活性に及ぼす影響

図-5に槽内上澄液CODとメタン生成活性の関係を示す。 H_2+CO_2 を基質とするメタン生成活性に多少減少を示したが、各テスト基質とも上澄液CODの増加に対する顕著な活性の低下は確認できない。従って槽内に蓄積するコロイド物質の菌体活性への影響は殆どないと判断される。

4. おわりに

- 1). 嫌気性メンブレンリアクターとしてCOD容積負荷を $2.5\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ まで増加させ連続培養した結果、槽内上澄液にはCODcrで約 $1000\text{mg}/\text{l}$ 以上の、主に蛋白質と硫化物で構成される高分子のコロイド物質が蓄積した。しかし処理性能は極めて良好でCOD除去率98%を維持した。
- 2). 培養日数経過に伴い槽内には糸状性の菌体が支配的となったが、190日後にはオートライシスと思われる現象が観察された。
- 3). 槽内に蓄積したコロイド物質の菌体活性に及ぼす影響を評価した結果、このコロイド物質の菌体に対する阻害効果は殆どないと判断される。

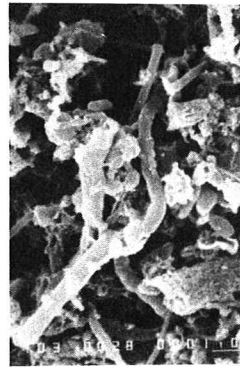


Photo.1

培養開始時の槽内菌体性状
($\times 10000$)

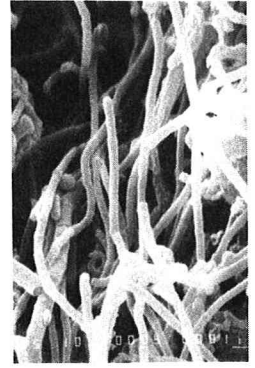


Photo.2

培養50日後の槽内菌体性状
($\times 10000$)

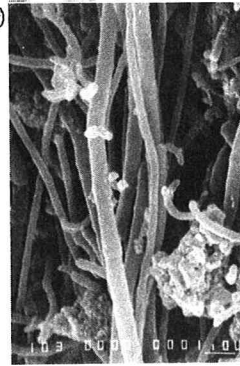


Photo.3

培養100日後の槽内菌体性状
($\times 10000$)

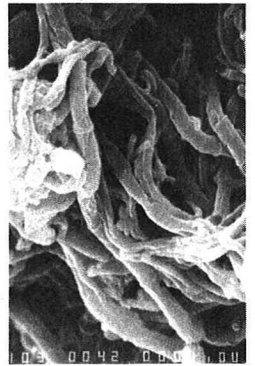


Photo.4

培養190日後の槽内菌体性状
($\times 10000$)

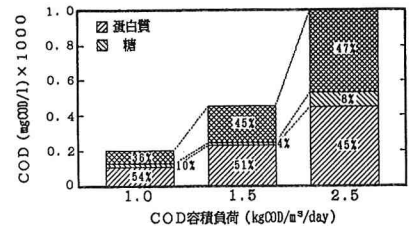


図-3 CODに占める蛋白質及び糖の割合

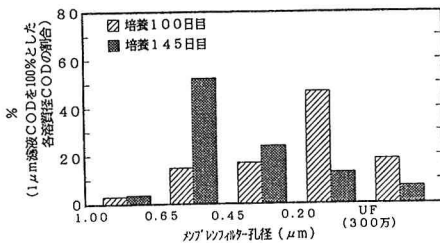


図-4 メンブレンフィルターによる槽内上澄液溶質の粒径分布

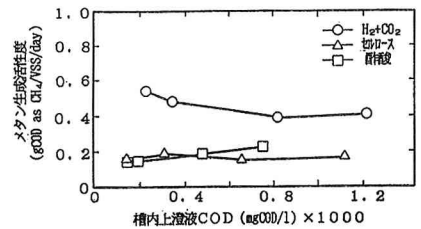


図-5 槽内上澄液CODとメタン生成活性の関係