

武蔵工業大学 (正) 綾 日出教
三機工業(株) 長野 晃弘
三機工業(株) (正) ○根岸 均
日特建設(株) 川辺 行浩

1 はじめに

環境保全や水不足問題が問われる中で、排水の処理方法としてエネルギーを回収でき、余剰汚泥の少ない嫌気性消化法が見直されている。しかし、環境の変化に敏感な嫌気性菌は増殖が遅いので、長い滞留時間を必要とする¹⁾。そこで、嫌気性消化に、近年進歩の目覚ましい膜分離技術の適用が考えられている²⁾。この処理法は、1] フロックの沈降性を考慮することなく、固液分離ができる・2] 固形物滞留時間(SRT)と水理学的滞留時間(HRT)を独自に制御できるため、菌体の濃度や未反応有機物の濃度を高くすることができる・3] 病原体も阻止され、処理水は、塩素消毒を必要としない・4] 処理設備は、よりコンパクトとなる、等の特性を持っている。そこで、高濃度有機性廃水に対する限外濾過膜を用いた嫌気性プロセスの可否を検討するために、基礎的な研究を行った。

2 実験装置及び実験方法

実験装置を図-1に示す。反応槽は、浮遊生物型完全混合槽で、寸法150^φ×380^H 容積6.7ℓのプラスチック製である。膜は、分画分子量 10000、材質ポリスulfonの限外濾過膜を用いた。実験装置は、25°C制御恒温室内に設置した。

合成基質を表-1に示す。単一炭素源として、サッカロース 25000mg/l、その他に緩衝剤及び無機塩類を添加した。COD値は 26500mg/l、pHは 8.1であった。

処理状態を把握するために、反応槽の液面を一定に保ち、基質投入量、ガス発生量、ガス組成を毎日測定し、原液、処理水、反応槽内混合液は週2度分析を行った。分析項目は、原液:CODcr 処理水:CODcr、揮発性有機酸(VFA)濃度 反応槽内混合液:MLSS、MLVSS、VFA濃度とした。VFA濃度は、高速液体クロマトグラフィーにより測定し、その他の分析は、下水試験法に準拠した。

種汚泥(Y市処理場の消化汚泥) 4ℓを反応槽内に投入し、窒素ガスで酸素をパージした。この時、MLSS 10.9 g/l、MLVSS 7.4 g/lであった。初期運転条件は、汚泥負荷 0.1g-COD/g-vss・day、容積負荷 0.73g-COD/l・day に設定した。その後、VFA濃度を 1000mg/l as HAc以下に保ちながら、容積負荷を 0.73 0.97 1.11 2.14 g-COD/l・day と段階的に増加させた。SRTは、サンプリング及び膜交換時の混合液引抜きにより100日~600日に制御された。

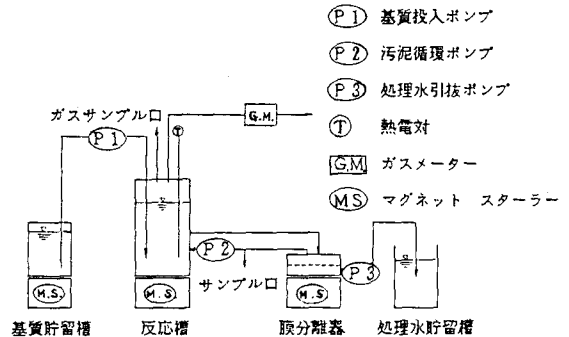


図 - 1 浮遊生物型実験装置

表-1 実験で用いた基質

サッカロース (MW342)	25000 mg/l	COD 26500mg/l
NaHCO ₃ (MW 84)	15000 mg/l	HCO ₃ ⁻ 15526mg/l
NH ₄ HCO ₃ (MW 79)	6000 mg/l	
K ₂ HPO ₄ (MW174)	600 mg/l	
MgCl ₂ 6H ₂ O (MW203)	100 mg/l	
MnSO ₄ 4H ₂ O (MW223)	15 mg/l	
CuSO ₄ 5H ₂ O (MW250)	5 mg/l	SO ₄ ²⁻ 17mg/l
FeSO ₄ 7H ₂ O (MW278)	25 mg/l	
CoCl ₂ 6H ₂ O (MW238)	0.125 mg/l	
CaCl ₂ 6H ₂ O (MW219)	250 mg/l	Ca ²⁺ 46mg/l
希釈水 (MW 18)		イオン交換水

3 実験結果及び考察

表-2に、実験条件及び実験結果を示す。処理水中に糖は検出されず、処理水中のCODcr成分は、VFAに由来するものであった。また、CODcr除去率は95%~98%、除去CODcr当りのメタン転換率は平均80%であった。

図-2に、実験結果の経日変化を示す。

反応槽内pHは、7.0~7.3と安定していたが、処理水は、8.1~8.9と反応槽内に比べ高い値を示し、時間の経過と共に上昇した。これは、気液平衡により、液相の二酸化炭素が気相に移行したため、pHが上昇したものと考えられる³⁾。生成VFAとしては酢酸とプロピオン酸が主であり、他のVFAは不検出、または微量であった。槽内混合液中のVFA濃度と処理水中のVFA濃度は等しく、膜によるVFAの阻止はなかったといえる。

容積負荷を大幅に上げたRUN4では、反応槽内にプロピオン酸が蓄積した。これは、メタン生成菌の増殖が負荷の増加に追従できず、酸生成菌との代謝活性のバランスが崩れたためと考えられる。このことよりRUN4でのMLVSSの増加は、酸生成菌に由来するところが大いといえるので、今後、メタン生成菌の増殖を待ち、負荷を上げてゆく予定である。

実験の経過と共に、膜面でのゲル層の形成が著しくなり、透過水量が低下した。これはMLSS濃度(実験初期10.9g/l~41日目16.5g/l)が増加し、膜面の濃度がゲル化濃度を上回ったためと考えられる。そこで、膜面流速を増加させ、ゲル層の形成を防ぐことにより、所定の透過水量を得た。

実験中スカムの発生が見られたが、これを除去することにより、ガス発生量は大幅に増加した。例えば、RUN1での平均ガス発生量は1.34 l/dayであったが、スカムを除去することにより、一時的にガス発生量は、6.70 l/dayにも達した。スカムの発生が、ガス発生に悪影響を及ぼすと考えられるので、スカムの発生を防止するために、攪拌を強め、シリコン消泡剤を添加した。

図-3に、比増殖速度と比基質消費速度の関係を示す。増殖収率Y_G 0.195g-vss/g-COD 維持定数m 0.010g-COD/g-vss・day 死滅係数K_d 0.0018g-COD/g-vss・dayが得られた。

<参考文献>

- 1) R.I.Mackie, M.P.Bryant; 「Appl. Environ. Microbiol.」 (1981)
- 2) A.Li, D.Kothari, J.J.Corrado 「APPLICATION OF MARS FOR THE TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTE WATERS」 39th Ind. Waste Conf. Purdue Univ. (1984)
- 3) 日本化学学会 「化学便覧 基礎編」 (1980)

表-2 実験結果

RUN-NO.	RUN-1	RUN-2	RUN-3	RUN-4	全期間平均値
期間 日~日間	0~26	27~31	32~34	35~41	
流量 m ³ /l	111	148	213	313	
H. R. T. 日	38.5	27.0	18.8	12.5	
S. R. T. 日	242.9	110.7	588.4	207.9	
容積負荷 gCOD/l/day	0.743	0.972	1.112	2.136	
汚泥負荷 gCOD/gVSS/day	0.090	0.107	0.137	0.155	
COD 除去率 %	94.9	98.2	98.1	97.9	96.6
増殖収率 gVSS/gCOD	0.172	0.175	0.146	0.146	0.168
除去COD当りのメタン回収率 %	73.5	79.8	91.2	80.9	79.8
COD収支					
抽出 %	5.1	2.2	1.9	2.1	3.4
CH ₄ %	69.7	78.0	89.5	79.2	77.1
汚泥 %	20.0	20.9	17.4	17.4	19.8

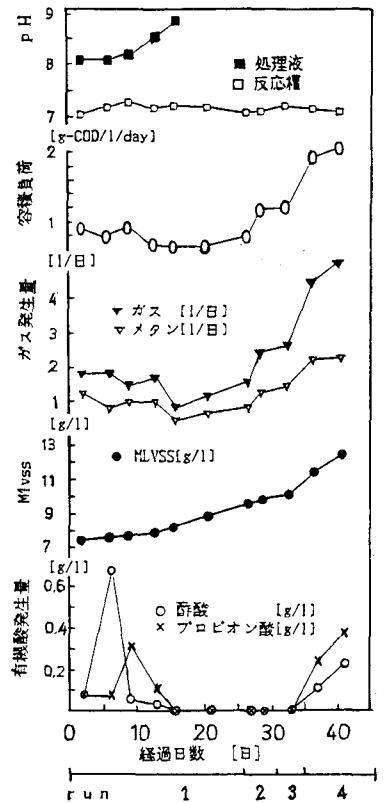


図-2 経過日数 - 実験結果

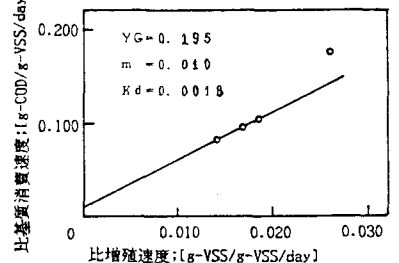


図-3 比基質消費速度 - 比増殖速度