

嫌気性流動床を用いたメタン生成に及ぼす流入基質組成の影響

東北大学工学部 学○富岡 信
 東北大学大学院 学 松本 明人
 東北大学工学部 正 野池 達也

1. はじめに

嫌気性処理法の効率化のために、生物膜法を導入した二相消化法が試みられている。当研究室では、二相消化法のメタン生成相に流動床方式を導入し、その除去性能を検討してきた。今回は、基質として酸生成相における主要な生成物である酢酸、プロピオン酸および η -酪酸の混合酸に酵母エキスを添加したものを用い、一定流動条件下で、基質投入量を変えることにより流入負荷を変化させ、その負荷変動が基質除去特性および生物膜形成に及ぼす影響を、酢酸単一基質を用いた場合と比較しながら検討した。

2. 実験方法

実験装置の概略を図1に示す。反応器は内径10 cm、高さ120 cm (上部気相部15 cm) のアクリル製二重円筒である。担体には粒径0.27 mmの粒状活性炭(見掛け比重1.42)を用いた。表1に実験条件と投入基質組成を示す。基質濃度はCOD換算で5000 mg/L になるように酢酸、プロピオン酸および η -酪酸を混合(混合比はCOD換算で2:1:1)したものである。酵母エキスの添加濃度は200 mg/L (約300 mgCOD/L) である。流入負荷は、液相部体積を基準とした水理学的滞留時間(HRT)を2.0日より0.5日まで段階的に短縮することにより変動させた。膨張比は循環ポンプにより1.2に保持した。

測定項目は流出水のpH、全有機酸濃度(TOA)、各揮発性脂肪酸濃度(VFA)、菌体量の指標としてのタンパク濃度、床内タンパク濃度、ガス発生量およびガス組成である。

3. 実験結果

(1) 処理水水质経日変化

図2に運転結果の経日変化を示す。温度は運転開始後30日から60日の間を除いてほぼ35℃付近に保たれている。pHは緩衝剤によって7.0~7.3になるように調整した。

流量の増大に対応してメタン発生量は段階的に増大している。一方、流出全有機酸濃度はHRT=2.0日の時主としてプロピオン酸の蓄積により320 mgHAc/L まで上昇したが、酵母エキスの添加により、30 mgHAc/L 程度まで減少した。その後HRTを更に短縮したが、全有機酸濃度の大きな変化は全く観察されず、いずれのHRTでも約30~70 mgHAc/L 程度に保たれている。床内タンパク濃度は、特に酵母エキスを添加後より増大し始め、負荷の増大に伴って増大している。一方、流出水中のタンパク濃度は、負荷の増大に伴う若干の増大傾向が見られるが、およそ50~100 mg/L 程度に抑えられており、流動床方式の高い菌体保持能力を示している。

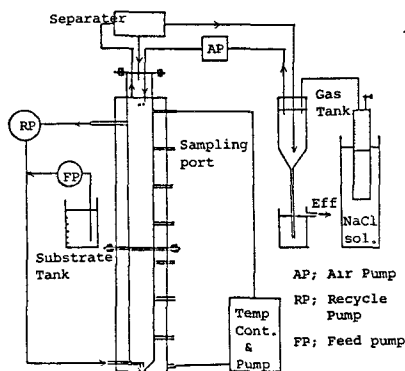


Fig.1 Experimental Apparatus

図1 実験装置

液相部体積	6.096L
初高(体積)	48cm (3.901L)
膨張比	1.2 ($e=0.511$)
循環流量	635L/day
温度	35℃
水理学的滞留時間	2.0, 1.33, 1.0 0.75, 0.5 days
Substrate	Nutrient
HAc=2345	(NH ₄) ₂ HPO ₄ =700
HPr=827	KCl=750
HBu=688	NH ₄ Cl=830
Yeast Ext.	MgCl ₂ ·6H ₂ O=815
=200	MgSO ₄ ·7H ₂ O=246
	FeCl ₃ ·6H ₂ O=416
	CoCl ₂ ·6H ₂ O=18
Buffer	CaCl ₂ ·6H ₂ O=147
NaHCO ₃ }	
K ₂ HPO ₄ }	
=4000	
-5000	単位 mg/L

表1 実験条件および投入基質組成

(2) 基質除去特性

図3にCOD負荷に対するCOD除去率を示す。酢酸単一基質の場合、COD負荷が2.0 g/dを超えたあたりから除去率が低下しているのに比べ、酵母エキスを添加した混合基質の場合、いずれの負荷でも極めて高い除去率を維持していることがわかる。

図4にCOD負荷に対する比COD除去速度のグラフを示す。酢酸単一基質の場合、負荷が1.5 g/Lを越えたあたりから比COD除去速度の横ばいもしくは低下の傾向が見られるが、酵母エキス添加の混合基質の場合では、負荷の増大に伴う比COD除去速度の挙動には、横ばい化や低下の傾向は見られず増大し続けている。

COD負荷に対する床内タンパク濃度は、酢酸単一基質および酵母エキス添加の混合基質のいずれの場合でも、ほぼ同程度の割合で負荷の増大に伴いタンパク濃度が増大した。

以上述べてきたことを考えると、酵母エキス添加の混合基質を用いることにより、酢酸単一基質を用いた場合に較べて、メタン菌の活性が大きく増大したことがわかる。この原因としては混合基質による効果および酵母エキス添加による効果の2つが考えられる。酵母エキス添加による効果としては、酵母エキス中の微量元素やビタミン等などが直接メタン菌の活性を刺激したものであるのか、酵母エキスを利用する非メタン菌が何らかの方法でメタン菌の活性を刺激したものが明らかでなく、検討を要する。

(3) 生物膜の形成

生物膜付着担体の写真撮影の結果から、酢酸単一基質の場合にはあまり生物膜が形成されていなかったのに比べ、酵母エキス添加の混合基質の場合には、かなり厚い生物膜が形成されていることがわかった。このことより、混合基質および酵母エキス添加は基質除去特性だけでなく、生物膜形成にも大きな効果を持っていることがわかる。生物膜はMethanotrixと思われる桿菌により形成されており、その表面はポリマーの様なもので覆われているようであった。

<参考文献> 1) 古米、松本、第23回水道研究発表会講演集 1986

2) 張 祖恩、東北大学博士学位論文 1981

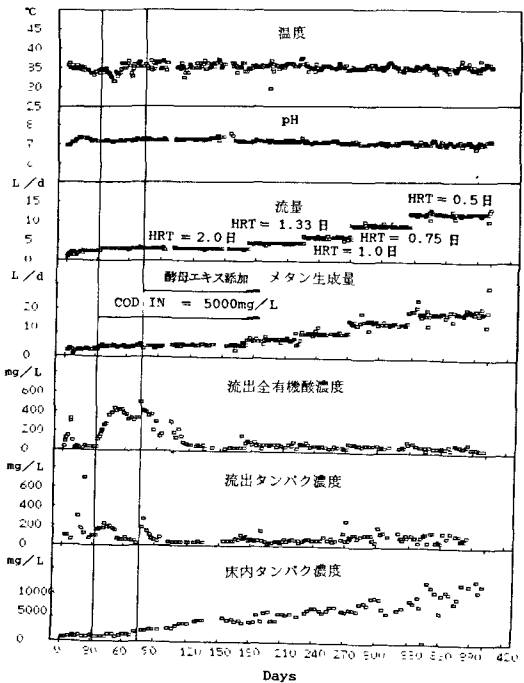


図2 処理水質経日変化

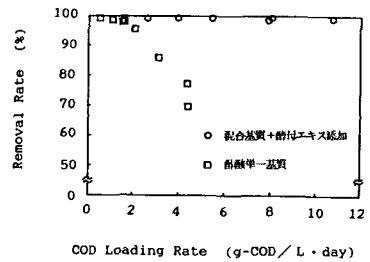


図3 COD負荷に対する除去率の関係

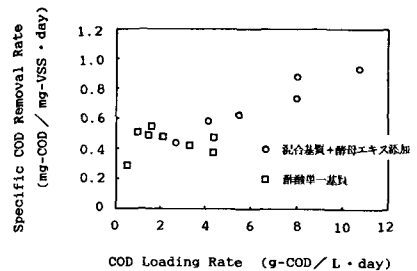


図4 COD負荷に対する比COD除去速度の関係