

東北大学工学部 正 古 米 弘 明
東北大学大学院 学 松 本 明 人
東北大学工学部 正 松 本 順一郎

1. はじめに 近年、省エネルギー・経済性の側面において有利な嫌気性消化法について、その効率化の研究が進められてきている。その一つとして二相消化法が考えられるが、そのメタン生成相に高い生物濃度を保持することのできる流動床を導入し、効率化を図ることは新しい有力な試みであると思われる。しかしながら、流動床内での生物の付着や流動特性と基質除去機構との関係など不明な点が多い。本研究では、酸生成相で生成される有機酸のうち主体をなす酢酸を単一基質として、一定流動条件下で流入濃度を段階的に変える実験を行い、酢酸の除去機構を調べることを目的とした。

2. 実験方法 実験装置の概略図をFig. 1に示した。反応器は内径10cmのアクリル製二重円筒であり、高さは実験当初は210cmであったが、途中120cmに小型化した。担体は粒径0.27mmの粒状ビーズ活性炭である(見かけ比重1.42)。Table 1に実験条件と流入基質組成を示す。HRTを3日とし、循環ポンプにより膨張比1.4を保持した。菌種には、長期間酢酸培養された完全混合槽混合液を用い、約一ヶ月間馴養後実験を開始した。測定項目は、流出水pH、TOA、菌体量の指標としてタンパク質および床内タンパク質とガス発生量である。

3. 流動特性 Fig. 2は、空隙率と線流速の関係を示したものである。両者の関係は図中に示したRichardson-Zakiの式でほぼ表現できることがわかった。比重の軽い活性炭は、数m/secという低い線流速で流動化することがわかる。Fig. 3にはトレーサー実験結果から得られたペクレ数と空隙率の関係を示した。膨張とともにペクレ数は急激に減少するが、膨張比1.2~1.6の間では大きな変化はなく、1.4付近で極大値をもつ。このことより、空隙率が混合状態に接近に関わっていることが推察される。なお、本実験条件下では

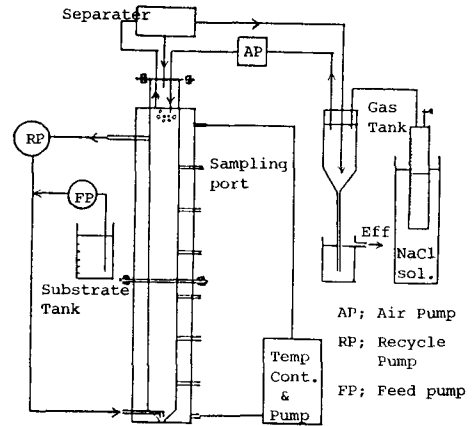


Fig. 1 Experimental Apparatus

TABLE 1 Experimental Condition

Size	Big	Small
流入流量	3.5 L/d	1.83 L/d
初高	97 cm	48 cm
層高	136-138 cm	66-68 cm
HRT	3 ± 0.15 days	
循環流量	960 L/d	
膨張率	1.4	
温度	35 ± 1°C	

Substrate		Nutrients	
CH ₃ COOH	1000 mg/L	(NH ₄) ₂ HPO ₄	700 mg/L
	3000	KCl	750
	5000	NH ₄ Cl	830
	7000	MgCl ₂ 6H ₂ O	815
Buffer		MgSO ₄ 7H ₂ O	246
NaHCO ₃	2500 mg/L	FeCl ₃ 6H ₂ O	416
K ₂ HPO ₄	5000 mg/L	CoCl ₂ 6H ₂ O	18

* 膨張率付標準の値

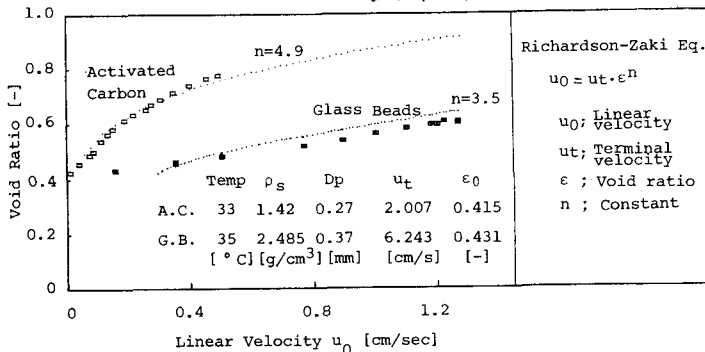


Fig. 2 Void Ratio vs Linear Velocity

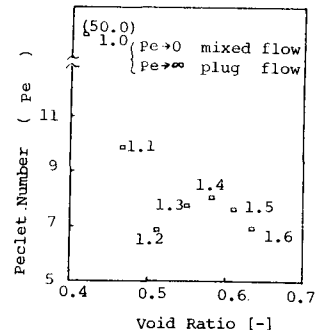


Fig. 3 Peclet Number vs Void Ratio Values near plots mean expansion ratio.

循環流の滞留時間が流入基質の滞留時間に比べ非常に短かく、流入基質の流れは完全混合に近い状態にあり、槽内濃度はほぼ一定である。

4. 実験結果 1) 流入基質濃度の影響 Fig.4に木質経日変化を示した。温度、pHとも各々35℃7.0付近に設定されている。1000 mg HAC/lより段階的に基質濃度を増加させると、それに応答して流出水の酢酸濃度は上昇する。その後徐々に低下し、新しい定常状態へ移行している。この応答の速さは、メタン生成菌の増殖の速さと付着力の脆弱さに起因するものと考えられる。すなわち、流入濃度上昇に伴い増殖した菌体の一部が担体に付着されず流出され、流出水タンパク質濃度の上昇となり現われている。このため、床内のタンパク質濃度も本実験期間中、段階的に上昇しているものの800～1800 mg/lにしか達しない結果となっている。

2) 基質除去 Fig.5に流入負荷と除去率の関係を示した。0.28～2.69 g COD/l・dの範囲で除去率71～88%という良好な値を示した。Fig.6は各流入条件下で得た各定常値について、比基質消費速度と流出基質濃度の関係を示したものである。

Ho5tee Plotにより最大比基質消費速度0.57 [mg HAC/mg-VSS・d]、飽和定数は236 mg HAC/lと求まった。V_mについては、浮遊型メタン生成菌について報告されている値に比べかなり低い値であるが、流動床でのメタン生成の研究で報告されている値に近いものである。Table 2に各バイオマスを用いた回分実験を行い、初期の基質消費速度を求めた結果をまとめて示した。この結果からも、付着しているバイオマスの消費速度は低目であることがわかる。つまり、付着微生物の場合、菌体量の指標として測定されるVSS、タンパク質のうち活性のある菌体を代表する部分が浮遊型に比べ小さいと考えられる。

5. 今後の課題 流動床の場合、流動条件と菌体の付着との間に深い関係があると思われる。流動条件として膨張比等を考えて、その除去率、生物濃度および基質除去への影響等を明らかにする必要があると思われる。

<参考文献> 1) 張ら 土木学会論文集 no. 335 (1983) no. 320 (1982)
2) 木村・松村ら第21回土木学会研究発表会講演集 (1984)
3) Bull 3 Biotechnology and Bioengineering Vol. XXVI (1984)

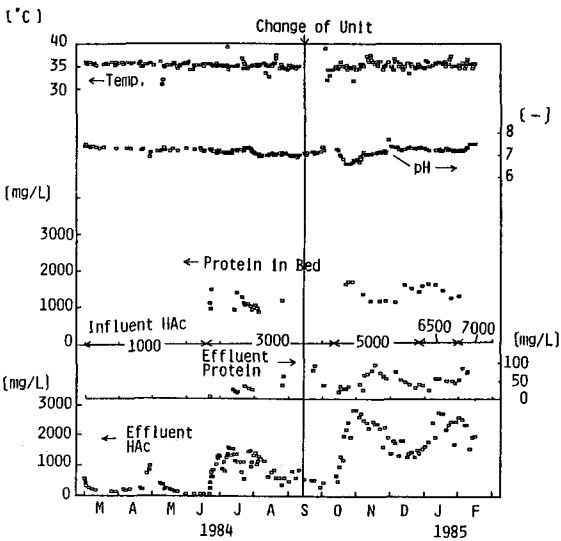


Fig. 4 Effect of Influent Concentration on Water Quality

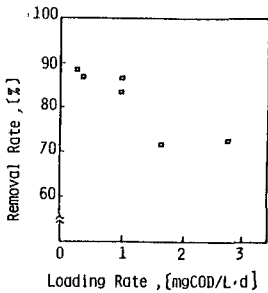


Fig. 5 Loading Rate vs Removal Rate

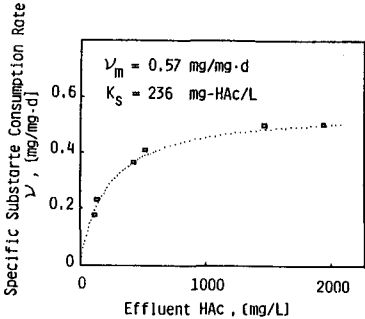


Fig. 6 Michaelis-Menten Curve Biomass concentration were calculated with protein (Protein/VSS = 0.6).

TABLE 2 Comparison of Biomass Activity

Reactor Type	Biomass	Protein (mg/L)		Initial HAC (mg/L)	V _m * (mg-mg-biomass ⁻¹ ·d ⁻¹)	Number [†] of Data
		initial	final			
Mixed Reactor	mixture	638	640	1030	2.33	3
	sloughed	624	650	1750	0.68	9
Fluidized Bed	residual in A.C.	106	161	930	0.82	7
	in effluent	48	109	2630	3.50	5

* Experimentally measured maximum value calculated using final biomass.
[†] These data were obtained when HAC concentration decreased proportionally with time.