

東北大学工学部 正〇古 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、その揮発段階と思われるメタン生成相に、高い生物濃度を保持することのできる流動床を導入し、効率化をさらに図ることは、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、酸生成相で主体をなす有機酸である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図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0.3mmの立状ビーズ活性炭である(見かけ比重1.42)。表1に実験条件と流入合成基質組成及び流入濃度を示す。HRTを約3日とし、膨張率1.4を保持するため循環ポンプを用いた。緩衝剤は、流入濃度に合わせて、反応器内のpHが低下しすぎないように添加した。接種には、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、流出水のpH、TOD、菌体量の指標としてタンパク質およびガス発生量・組成である。

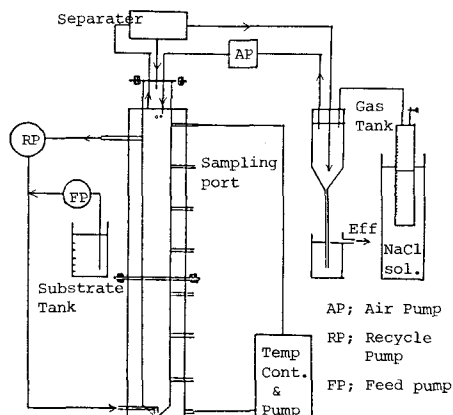


Fig.1 Experimental Apparatus

Table 1 Experimental Condition

Size	Big	Small	Substrate		Nutrients	
流入流量	3.5 L/d	1.83 L/d	CH ₃ COOH	1000 mg/L	(NH ₄) ₂ HPO ₄	700 mg/L
初 高	97 cm	48 cm		3000	KCl	750
管 高	136-138 cm	66-68 cm		5000	NH ₄ Cl	830
HRT	3 ± 0.15 days			7000	MgCl ₂ 6H ₂ O	815
循環流量	960 L/d		Buffer		MgSO ₄ 7H ₂ O	246
膨張率	1.4		NaHCO ₃	2500 mg/L	FeCl ₃ 6H ₂ O	416
温 度	35° ± 1°C			5000 mg/L	CoCl ₂ 6H ₂ O	18
* 膨張率条件基準の値						
			K ₂ HPO ₄	2500 mg/L		
				5000 mg/L		

3. 流動特性 図2は、線流速と空隙率の関係を示したものである。比重の重い砂に比べ、数m/sという低い線流速で容易に活性炭は流動化することがわかる。図3に、トレーサー実験結果から得られたパフレ数(分散状態の指標)と空隙率の関係を示した。まず、膨張とともに、パフレ数は急激に減少するが、膨張比1.2~1.6の間ではあまり大きく変化しない。また、1.4付近で極大値を持つ傾向が見られた。本実験条件下では、多少の流量変化があっても分散状況は大きく変化しないことがわかる。流入基質については、流入量が循環量に比べ非常に小さいため、その流れはほぼ完全混合の状態にあると言える。なお図2, 3の中の数値は膨張率を示している。また、流動前の活性炭床の最粗空隙率は0.415である。

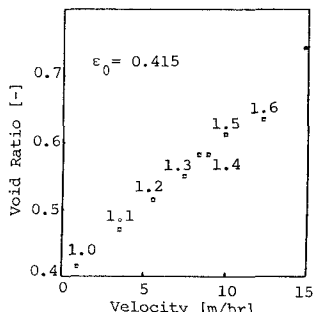


Fig.2 Velocity vs Void Ratio

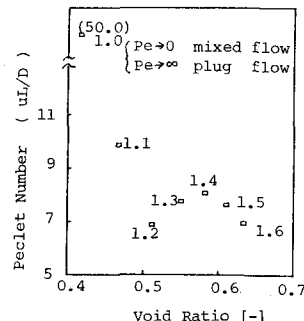


Fig.3 Peclet Number vs Void Ratio

4. 実験結果

1) 流入基質濃度の影響 図4に水質経時変化を示した。温度、pHとも各々35℃7.0付近にほぼ設定されている。1000mg/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。この応答の遅延は、メタン生成菌の増殖の遅さに起因するものと考えられる。流動床タンパク濃度より菌体量を推定すると、本実験期間において各定常期では1300~3000mg/Lという値を示したが、流入濃度の上昇とともに微増する傾向が見られる。また流出水のタンパクについては、バウンスがあるものの、酢酸濃度上昇後、しばらくして増加し、その後低下する傾向があり、酢酸濃度上昇に伴い増殖した菌体の一部が、付着されず流出されるものと思われる。

2) 基質除去 図5に流入負荷と除去率の関係を示した。0.42~4.0g COD/L・dayの範囲で除去率は71~88%という良好な値を示した。流動床の場合、流動と付体の付着との間に深い関係があると思われるが、本条件下では、他で報告されている付着微生物濃度にまで上昇しておらず、今後、基質の種類や流動条件を変えることにより、菌体濃度を高める工夫が必要と思われる。

図6, 7は、各流入濃度条件下で得られた定常値について、比基質消費速度と流出水酢酸濃度の関係を示したものである。Hofstee Plotの傾きと切片より、最大比基質消費速度は0.57 (mg HAC/mg-Biomass・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はあるが、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値となった。付着微生物の場合、菌体量の指標として測定されるMLVSSやタンパク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ためと考えられる。 K_s については、多くの研究報告により、様々な数値が数多く報告されている。張らによると、菌種により大きく異なるという報告もあるため、今後、付着メタン生成菌の種類についても観察が必要と思われる。

5. 今後の課題 付着微生物濃度を増加させるための要因として膨張率を考え、その除去率への影響を検討し、生物濃度と基質除去の関係を浮遊微生物反応槽におけるものと比較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・松井ら 第21回下水通協会研究発表会講演集 6-71 PP 377~379 (1984)
- 3) Bullis Biotechnology and Bioengineering Vol. XXVI PP 1054~11065 (1984)

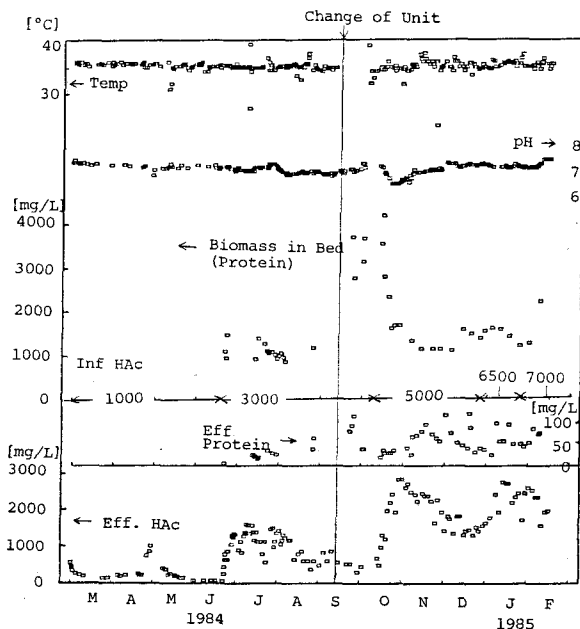


Fig.4 Effect of Influent Concentration on Water Quality

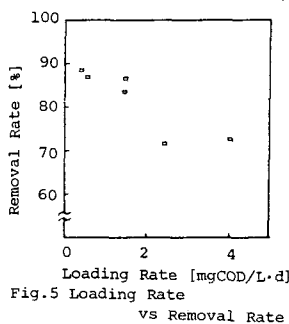


Fig.5 Loading Rate

vs Removal Rate

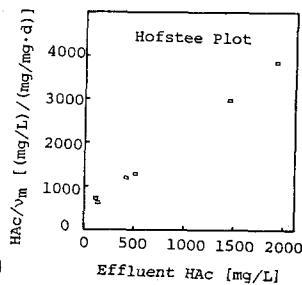


Fig.6 Kinetic Parameter

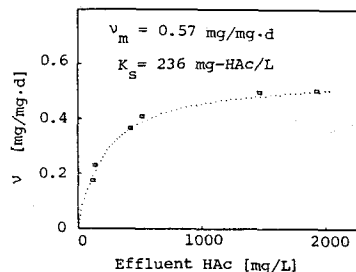


Fig.7 Michaelis-Menten Curve

Biomass concentration were calculated with Protein (Protein/MLVSS=0.6).