

II-420 嫌気性微生物による基質分解特性

九州大学工学部 ○学 久場隆広 正 古米弘明 正 楠田哲也
筒中プラスチック 中村修治

1. はじめに 近年、唯一のエネルギー回収型の生物処理法である嫌気性消化法の研究が進められているが、基質分解に関わる微生物群の相互関係については未だ検討の余地が残されている。著者らは、嫌気性消化の効率化の手段の一つである嫌気性流動床処理プロセスを対象とした基礎的研究として酢酸、プロピオン酸及びn-酪酸の分解特性を数値計算により検討してきた¹⁾。本報では、完全混合槽と流動床における基質分解過程を回分実験により比較検討し、数値計算により各揮発性脂肪酸分解菌の増殖速度定数の推定を行った。

2. 実験方法 図-1に流動床の概略を示す。内径約4.5cm、有効高さ80cmのWater Jacket付きアクリル製流動床反応槽と完全混合槽を用いた。流動床の担体には粒径0.299~0.344mmの合成ゼオライト(真比重2.27、内部空隙率13.8%)を用いた。表-1に装置操作条件ならびに投入基質組成を示す。基質は酢酸(HAc)、プロピオン酸(HPr)及びn-酪酸(n-HBu)を2:1:1(COD換算)で混合したものである。完全混合槽の植種には、福岡市下水処理場の嫌気性消化槽汚泥を用い、約二ヶ月間馴養したのち、その汚泥を流動床の植種汚泥に用いた。添加担体量は有効体積の20%とした。植種汚泥、基質を間欠的に投入しその後、除去が安定した時点で毎日一定量の基質投入を行った。反応槽の温度は35~37℃に保持した。表-2に各反応槽に各脂肪酸を単一及び混合して投与した回分実験の条件を示す。各基質を所定の濃度になるように添加した後、経時的に揮発性脂肪酸(VFA)濃度を測定した。

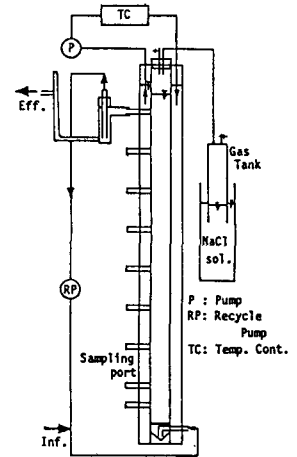


図-1 嫌気性流動床概略図

反応槽の種類	完全混合槽	流動床
有効体積(l)	0.85	1.81
投入基質(mg-COD/l-d)	0.30	0.13
基質組成:		
酢酸(mg-COD/l)	HAc 5000	
プロピオン酸(mg-COD/l)	HPr 2500	
n-酪酸(mg-COD/l)	n-HBu 2500	
酵母エキス(mg/l)		100
無機塩(mg/l)	(NH ₄) ₂ HPO ₄ 750	
	KCl 750	
	NH ₄ Cl 830	
	MgSO ₄ ·6H ₂ O 815	
	MgSO ₄ ·7H ₂ O 245	
	CaCl ₂ ·6H ₂ O 147	
炭素源(mg/l)	NH ₄ HCO ₃ 4000	
	K ₂ HPO ₄ 4000	

表-1 装置操作条件
及び投入基質組成

3. 実験結果及び考察

a) 流動床における揮発性脂肪酸分解特性 図-2~5はそれぞれ、流動床に酢酸、プロピオン酸、n-酪酸及び混合脂肪酸(Mix、HAc:HPr:n-HBu=2:1:1)を投入した時のVFA濃度の経時変化と後で述べるカーブ・フィッティングにより求めたVFA濃度の計算結果を示したものである。n-HBuは速やかに消費されるのに比較して、HPrの除去は遅い。混合脂肪酸を投入した場合では、HPrの濃度は初期に若干低下するものの開始5~15時間に消費の遅滞傾向が同

える。次に、各脂肪酸の分解速度について検討した。図-2~4の濃度変化データより、それぞれHAc、HPr、n-HBuを単一で投与した場合の分解特性をMonod型の速度式によって整理した。表-3に推定した最大比増殖速度(μ_m)及び飽和定数(K_s)の値を示す。これらの値を組み合わせ、図-3~5に示す各脂肪酸濃度の計算を行い、実験値との照合を行った。これらの推定値によって各脂肪酸の分解過程をほぼ表現できることがわかる。混合脂肪酸を投入した場合のHAc濃度の計算結果は、反応後半において実験値とのずれが大きい。これはn-HBuを分解可能な菌がHAcも分解可能と考え、またn-HBuを優先的に利用するという仮定により、HAcの分解過程をより精度よく説明可能ではあるが、今後さらに微生物相互の共生関係等を含めた型での解析が必要である。

b) 完全混合槽における揮発性脂肪酸分解特性 図-6~9に完全混合槽に各脂肪酸及び混合脂肪酸を投入した時のVFA濃度の経時変化と

反応槽の種類	流動床	完全混合槽
実験名	F1 F2 F3 F4	C1 C2 C3 C4
基質	HAc HPr n-HBu Mix	HAc HPr n-HBu Mix
初期添加濃度(mg-COD/l)	250 250 250 500	500 500 500 1000

表-2 回分実験条件

反応槽の種類	流動床	完全混合槽
HAc分解	$\mu_{mHAc}=0.002$ $K_{sHAc}=95$	$\mu_{mHAc}=0.011$ $K_{sHAc}=90$
HPr分解	$\mu_{mHPr}=0.005$ $K_{sHPr}=30$	$\mu_{mHPr}=0.017$ $K_{sHPr}=35$
n-HBu分解	$\mu_{mn-HBu}=0.006$ $K_{sn-HBu}=20$ (μ_{n-HBu} :1/h、 K_{sHAc} :mg-COD/l 収率は、全て0.05とした。)	$\mu_{mn-HBu}=0.028$ $K_{sn-HBu}=55$

表-3 最大比増殖速度
及び飽和定数の推定値

数値計算結果を示す。各脂肪酸の経時変化は、流動床の実験と同様な傾向を示している。次に、各脂肪酸の分解速度について流動床と同様な検討を行った。表-3に図-6～8の濃度変化データより推定した各脂肪酸分解菌の最大比増殖速度及び飽和定数の値を示す。図-6～9より各脂肪酸の分解過程をほぼ表現できることがわかる。図-8に示すHAc濃度の実験値と計算値のずれが大きいのは、一連の実験に伴い増殖したHAc分解菌の菌体量の推定値が低過ぎた可能性があり、今後菌体量の推定方法について更に検討を要する。

c)増殖速度定数及び菌体量 表-3に示されるように、各脂肪酸分解菌の最大比増殖速度は流動床内微生物の約5倍となっている。HAc、HPr分解菌の飽和定数は各反応槽ともほぼ一定であるが、n-HBu分解菌では流動床内微生物の値が高くなっている。参考のため、各反応槽の数値計算により推定されたHAc、HPr、n-HBu分解菌菌体量の比率は、各反応槽とも約7:1:2であった。流動床の実験値がなく、完全混合槽においては数値計算により推定された菌体量(約280mg/l)は実験値(約420mg/l)よりも低いことが認められた。これは各反応槽には不活性な物質が存在しているためと思われる。反応槽内には数種類の微生物あるいは不活性な物質が存在しているにもかかわらず、従来の研究ではそれらを合わせたVSSやタンパク質濃度を菌体量として用いて速度定数の推定がなされている可能性がある。各脂肪酸分解菌の収率の解明とも合わせて、更に検討する必要があると思われる。

d)汚泥付着状況 走査型電子顕微鏡により流動床内担体の観察を行った。床内担体の一部にMethanohalobiumと思われる微生物が付着している様子が観察されたが、しっかりと生物膜は形成されていなかった。これは馴養期間が短いためであると思われる。回分実験により流動床内微生物の最大比増殖速度が完全混合槽内微生物の値よりも低いという結果が得られたが、流動床内菌体量が低いためであるとも考えられる。

4. おわりに 今後、各脂肪酸分解菌の収率も考慮し、更にグルコースのような高分子有機物の分解特性についても同様な検討を行う予定である。

(参考文献) 1)中村・久場・古米・楠田:嫌気性流動床内付着微生物による基質分解特性、昭和61年度土木学会西部支部研究発表会、pp172～173

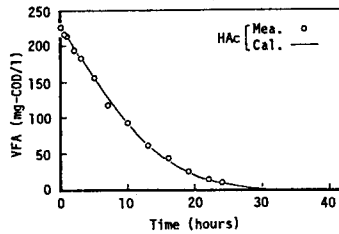


図-2 実験F1(HAc)のVFA経時変化及び数値計算結果

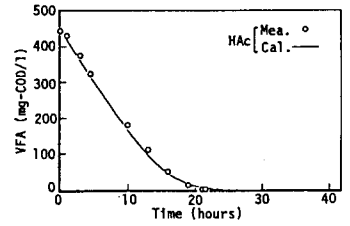


図-6 実験C1(HAc)のVFA経時変化及び数値計算結果

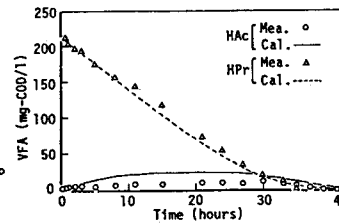


図-3 実験F2(HPr)のVFA経時変化及び数値計算結果

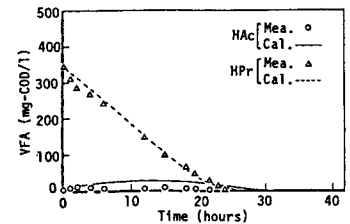


図-7 実験C2(HPr)のVFA経時変化及び数値計算結果

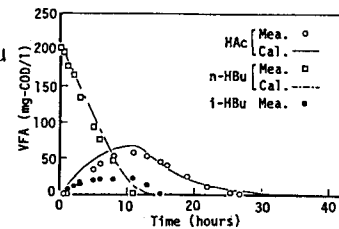


図-4 実験F3(n-HBu)のVFA経時変化及び数値計算結果

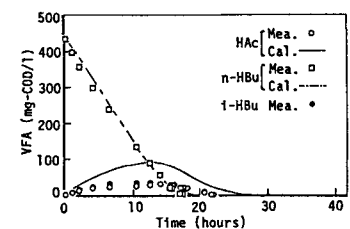


図-8 実験C3(n-HBu)のVFA経時変化及び数値計算結果

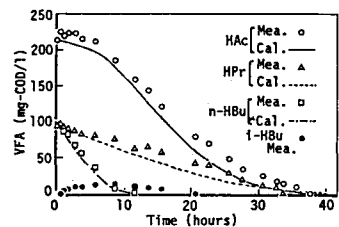


図-5 実験F4(Mix)のVFA経時変化及び数値計算結果

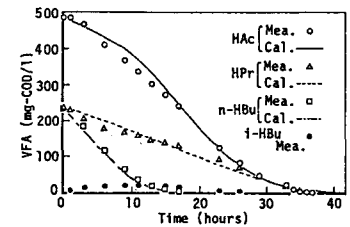


図-9 実験C4(Mix)のVFA経時変化及び数値計算結果