

II-484

嫌気性生物処理の酸生成相における中性脂肪の分解

明星大学理工学部 学員 ○日下 勇  
 明星大学理工学部 正員 田中 修三  
 水道機工(株) 正員 多久 和夫

1.はじめに

嫌気性生物処理における中性脂肪の分解や高級脂肪酸のメタン生成阻害について、前報<sup>1)</sup>では回分実験による検討結果を報告した。今回は、連続実験により酸生成相における中性脂肪の分解過程を調べ、さらに速度論的解析を行った。

2.実験方法

実験対象とした中性脂肪は、トリパルミチン(TPa)、トリステアリン(TSt)、トリオレイン(TO1)であり、各脂肪およびその混合(TMx)を唯一の炭素源としてそれぞれの酸発酵を行った。各脂肪は、CODで100mg/lになるよう約35mg/l濃度で超音波ホモジナイザーを用いて温水中に分散させ、必要量の無機塩とリン酸緩衝剤を添加した。実験装置は、図1に示すような容量約2.1lの完全混合型反応槽を1系列5台として、4系列(TPa、TSt、TO1、TMx)運転し、それぞれの反応槽のHRTを3、6、12、24、36(hr)に設定した。消化温度はいずれも37℃とし、植種汚泥は下水処理場の消化汚泥を種として全乳で数ヶ月間培養したものを用いた。分析項目と方法は前報<sup>1)</sup>と同じであるが、菌体量は以下に示すように菌体蛋白質をLowryらの法に従い分析し、これをVSSおよびCODに換算した。

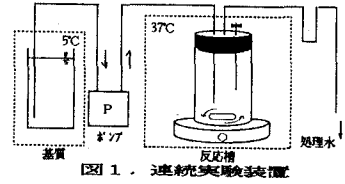


図1. 連続反応実験装置概略

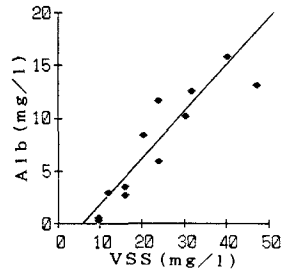


図2. 中性脂肪培養菌体量の推定

3.結果と考察

3.1 菌体量の推定

通常のVSS測定法では、基質の中性脂肪も測定されてしまうので、本実験では菌体蛋白質濃度から菌体量を推定した。混合中性脂肪(TMx)で別途数ヶ月間培養した汚泥に対して、高級脂肪酸(LFA)が残存していないことを確認した上で、菌体蛋白質をアルブミン(Alb)換算で測定し、同時に菌体VSSと菌体CODを分析し、図2に示すようなAlbとVSS関係を求めた。得られた関係は、 $Alb = 0.40VSS - 1.8$ および菌体COD/菌体VSS=1.44であり、VSS中のAlb含有量は約40%ということになる。

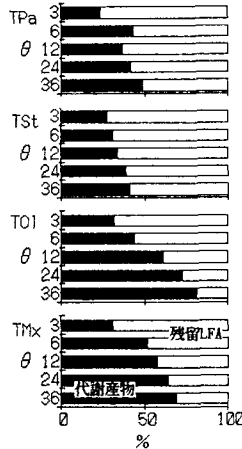


図3. 各脂肪の酸生成相での加水分解過程

3.2 中性脂肪の分解過程

図3は、各HRTでの中性脂肪からLFAへの加

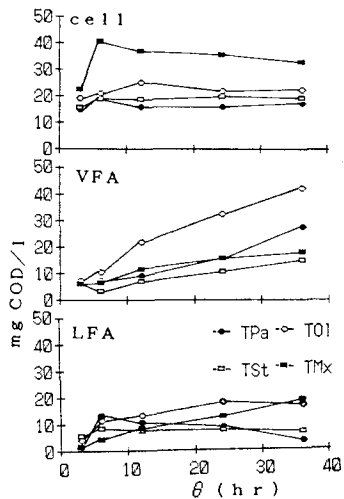


図4. 各HRTでの代謝産物

水分解を示している。いずれの系もHRTの増加に従って加水分解が促進されているが、その分解率はT01系が最大で、次にTMx系が高い。但し、HRT3~6 hrの高負荷域では、TMx系が他の単独脂肪系より高い分解率を示した。また、加水分解後の各代謝産物濃度は図4のようになった。菌体量はいずれの系もHRTの変化にかかわらずほぼ一定であるが、TMx系が単独系の約2倍量の増殖を示し、加水分解量は必ずしも菌体量に比例していないことがわかった。これに対して、VFAの蓄積量はHRTが長くなるに連れて増加し、その中でもT01系が最も多くの蓄積がみられた。蓄積したVFAはいずれの系も酢酸のみであった。LFAについては、その蓄積量はいずれも微量であるが、HRTが長くなるにつれてT01とTMx系が増加しているのに対し、TPaとTSt系では減少の傾向がみられた。LFAの組成は図5に示した通りであり、TSt系とT01系のLFA組成変化から、01酸の分解は不飽和部分の飽和化によるSt酸の生成とPa酸の直接生成が同時進行していると考えられる。また、TMx系ではHRT36hrで約90%がPa酸であった。

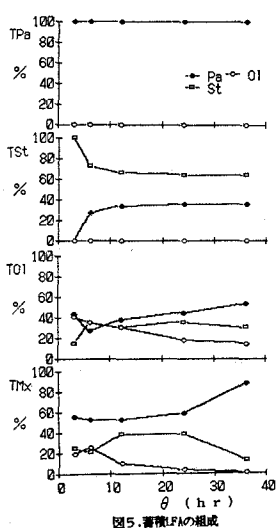


図5.蓄積LFAの組成

### 3.3 中性脂肪の分解速度と菌体増殖

加水分解速度は残留している生分解可能な中性脂肪量に関して一次反応式で表せるものとし、前報<sup>1)</sup>で示したモデル式から加水分解および菌体増殖に関する定数を求めた。図6、図7に示したように、いずれも良好なフィッティングがみられ、それぞれ表1に示したような値が得られた。 $F_0$ は中性脂肪の最大分解率を表し、T01が最大、TStが最小値を示しているのに対して、加水分解速度定数 $kh$ はその逆になった。TMx系の $F_0$ は単独系の $F_0$ の平均値より大きく、しかも $(kh \cdot F_0)$ で求められる最大加水分解速度もTMx系が最大であった。このことは、細菌活性が混合基質の方が単独基質より高くなることを意味している。菌体収率はTMx、T01、TPa、TStの順で高いが、T01系やTPa系では死滅係数も高く、結果的にYが高くkdの低いTMx系が菌体量が多くなることになる。また、最大分解量から加水分解量を差し引いた量を生分解可能な基質の流出水濃度(S)とし、比基質利用速度( $\nu$ )との関係を片対数グラフに描くと図8のような直線式が得られた。すなわち、 $\nu = a \cdot b^S$ の関係式で表せられ、各系でのa・bの値は表2に示す通りである。

### 4. おわりに

TPa、TSt、T01、TMx系のうち最大分解量の最も大きいのはT01系であり、菌体収率ではTMx系が他の単独系より高かった。中性脂肪の酸生成相での比基質利用速度は $\nu = a \cdot b^S$ の関係で表すことができた。

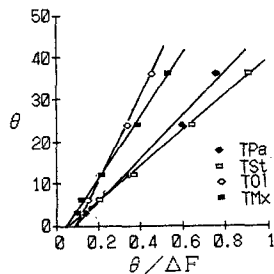


図6.加水分解速度定数の計算

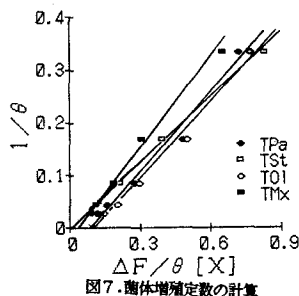


図7.菌体増殖定数の計算

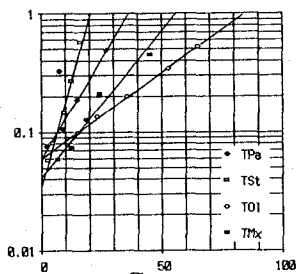


図8.比基質利用速度と基質濃度の関係

表1.動力学パラメータ

系	$F_0$ [mg COD/l]	$kh$ [hr <sup>-1</sup> ]	Y [mg cell / mg 利用COD]	$k_d$ [hr <sup>-1</sup> ]
TPa	49	0.323	0.497	0.040
TSt	42	0.408	0.414	0.003
T01	95	0.145	0.506	0.068
TMx	75	0.259	0.546	0.014

表2.比基質利用速度式のa、b

系	a	b
TPa	0.063	1.079
TSt	0.038	1.182
T01	0.063	1.033
TMx	0.044	1.055