

VII - 1

中温及び高温嫌気性処理を用いた高級脂肪酸の分解特性の比較

() 東北大学 学生員 小野寺 秀 明
 東北大学 褚 春 鳳
 東北大学 正 員 宮 原 高 志
 東北大学 正 員 野 池 達 也

1. はじめに

排水中の有機物は主に、タンパク質・脂質・炭水化物であり、この中で脂質は全 VS 成分の約 28% を占めるとされている。脂質は単位重量当たりのメタン生成量が他の有機成分の 2 倍以上であり、その分解率によって処理効率が大きく左右されるため、嫌気性消化法においては特に重要な物質である。本研究では脂質の分解に伴って生成し、嫌気性処理プロセスに大きく影響する高級脂肪酸の中からパルミチン酸をモデルとして選び、従来中温嫌気性処理に集中していた高級脂肪酸の分解特性に関する研究を高温嫌気性処理にも拡大し、動力学的な検討を行った。

2. 実験装置及び実験方法

本研究では回分実験を用いた。実験装置は 120mL のバイアル瓶を 35℃及び 55℃の恒温振盪培養槽に設置したもので、バイアル瓶には、種汚泥とパルミチン酸濃度を調節した基礎培地を各 40mL を注入した。

測定項目は、VFA、パルミチン酸濃度、ガス生成量およびガス組成である。各回分実験における最大メタン生成速度及び遅滞時間を指標とし、パルミチン酸の分解におけるメタン生成特性を(1)に示す Gompertz 式を用いて定量評価した。

3. 実験結果

図 1 は初期パルミチン酸濃度が 1000 および 3000mgCOD/L の場合のパルミチン酸濃度、酢酸濃度および累積メタン生成量の経時変化を示したものである。図 1 から基質であるパルミチン酸濃度の低下につれて累積メタン生成量が増加しており、初期パルミチン酸濃度の違いによらず中・高温処理を比較すると、パルミチン酸の分解は高温の方が速く進行する傾向があることが分かるが、累積メタン生成量は、双方ともほぼ同じ傾向を示した。一方、中間生成物である酢酸は、高温において蓄積現象が見られた。従って、高温の場合にはパルミチン酸の分解速度が速いにもかかわらず、酢酸の分解速度が増大しないため、それに伴って生成するメタンの生成量は中温と高温でほとんど同じ傾向を示したと考えられる。

(1)式は、Gompertz 式¹⁾である。

$$M = P \cdot \exp \left[- \exp \left\{ \frac{V_m \cdot c}{P} (\lambda - t) + 1 \right\} \right] \quad (1)$$

ここに、M:生成したメタン量 (mg)

P:生成可能な最大メタン生成量 (mg)

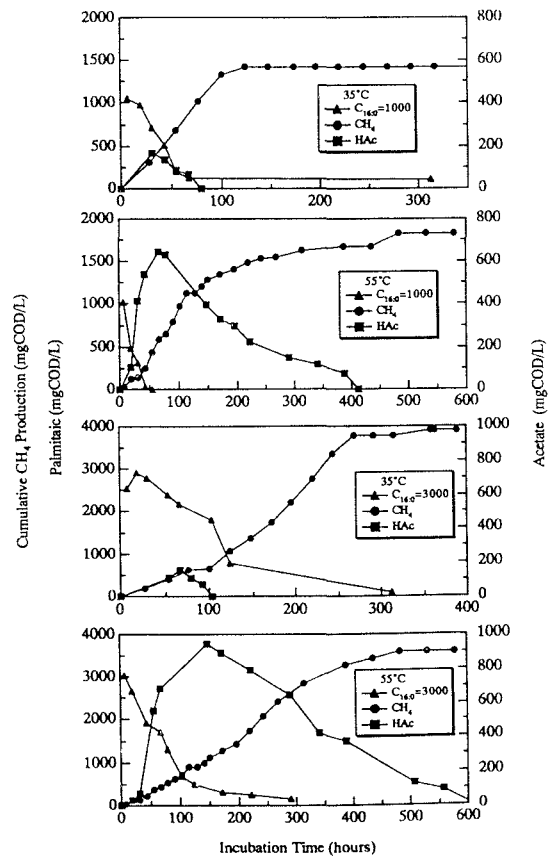


図1 中温及び高温パルミチン酸分解反応におけるパルミチン酸、酢酸及び累積メタン生成量の経時変化

V_m : 最大メタン生成速度 (mg/hr)
 λ : 遅滞時間 (hr)
 t : 経過時間 (hr)

(1)式を用いて各動力学パラメータを求めたのが表1である。この表より、最大メタン生成速度(V_m)は、中・高温とも、パルミチン酸濃度の低い場合には濃度の増加に伴って大きくなるが、ある濃度を越えると濃度の増加とともに小さくなることが分かる。しかし、 V_m を生じるパルミチン酸濃度は、高温の方が中温の2倍であり、パルミチン酸分解に対するパルミチン酸自身の抑制作用は中温と比較して高温では低くなることが示された。

Gompertz 式(1)を用いて算出した最大メタン生成速度とパルミチン酸による阻害作用との関係が、以下に示す Haldane 式(2)で表せる²⁾と仮定した上で、

$$R = \frac{R_m}{\frac{K_s}{S} + 1 + \left(\frac{S}{K_i}\right)^n} \quad (2)$$

ここに、 R : 比メタン生成速度(d^{-1})
 R_m : 最大比メタン生成速度(d^{-1})
 K_s : 半飽和定数(mg/L)
 K_i : 阻害定数(mg/L)
 S : パルミチン酸濃度(mg/L)
 n : 定数

図2にパルミチン酸の中・高温嫌気性処理における比メタン生成速度に及ぼすパルミチン酸濃度の影響を示す。図中の点は表1に示した最大メタン生成速度(V_m)に対応するパルミチン酸濃度と、(2)式により算出した比メタン生成速度(R)を示す。また、曲線は(2)式により非線形回帰した曲線である。

4. まとめ

嫌気性処理における高級脂肪酸の処理特性について検討した結果、以下の結論が得られた。

- I. 飽和高级脂肪酸によるそれ自身の分解に対する阻害は中温と比較して高温で緩和された。
- II. 高级脂肪酸の分解速度及び処理可能な負荷は、中温と比較して高温の方が大きかった。

5. 参考文献

- 1) Zwietering, M.H. et al., (1990) Modeling of the bacterial growth curve, *Appl. Environ. Microbial.* **56**(6), 1875~1881
- 2) Wen, T.C. et al., (1994) A kinetic model of a recirculated upflow anaerobic sludge blanket treating phenolic wastewater, *Wat. Res.* **66**(6), 794~799

表1 中温および高温メタン生成反応における Gompertz 型式の動力学パラメータ

C_{160} (mgCOD/L)	P (mgCOD)	λ (hr)	V_m (mgCOD/hr)
35°C			
0	620	10	2.2
500	2200	10	7.0
1000	1754	11	9.7
3000	3700	50	11.0
4000	850	59	3.3
5000	20	19	1.1
6000	14	14	0.6
55°C			
0	800	31	1.5
1000	2600	8	4.2
2000	3900	31	6.2
3000	5550	50	9.2
4000	5288	75	11.4
5000	5169	100	11.0
6000	6761	123	11.5
7000	5500	101	7.4
8000	5100	95	6.9
9000	4967	98	7.0
10000	55	105	0.7
15000	19	100	0.7

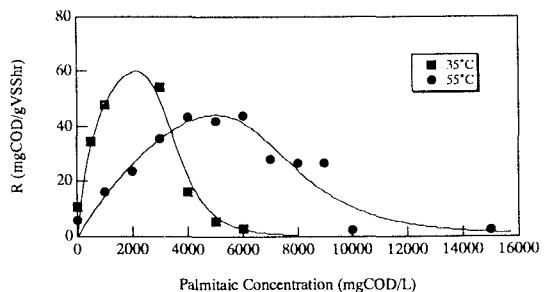


図2 中温及び高温における比メタン生成速度に及ぼすパルミチン酸濃度の影響