

VII-203

中温および高温域におけるパルミチン酸の嫌気性処理

東北大学大学院工学研究科	正会員	緒春鳳
東北大学大学院工学研究科	正会員	宮原高志
東北大学大学院工学研究科	正会員	野池達也

1. はじめに

脂質は下水汚泥，食品工場排水，食堂排水，パーム油工場排水等に幅広い範囲の濃度で含まれており，下水汚泥の場合は，全CODの40%，食堂排水では30%を占めているが，処理が困難な物質として知られている．本研究では，脂質の分解に伴って生成する高級脂肪酸の中で，一般に最も高い比率で存在するパルミチン酸を高級脂肪酸のモデルとして選び，中温および高温におけるパルミチン酸の嫌気性処理特性を動力学モデルを用いた解析によって比較検討した．

2. 実験方法

本研究では回分実験を用いた．実験装置は120mLのバイアル瓶をそれぞれ35℃および55℃の恒温振盪培養槽に設置したものである．バイアル瓶には，馴養した種汚泥40mLとパルミチン酸濃度を調節した培地40mLを注入した．

3. 実験結果

パルミチン酸はβ-酸化によって，酢酸，水素を經由してメタンにまで分解されることから，回分実験においては，基質としてパルミチン酸，中間代謝物としてVFAおよび最終生成物としてメタンの経時変化を測定した．測定されたVFAは酢酸だけであった．メタン生成特性およびパルミチン酸の分解特性を定量評価するために，次式のGompertz型式¹⁾を用いて検討した．

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

ここで，

M：生成したメタン量あるいは分解したパルミチン酸量 (mgCOD)

P：生成可能な最大メタン生成量あるいは分解可能な最大パルミチン酸量 (mgCOD)

V_m ：最大メタン生成速度あるいは最大パルミチン酸分解速度 (mgCOD/hr)

λ ：遅滞時間 (hr)

t：経過時間 (hr)

Gompertz型式により解析した結果，パルミチン酸の分解速度は，中温と比較して高温において1.2~1.5倍大きかった．一方，中間生成物である酢酸は，中温と比較して高温で蓄積現象が見られた．

比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はHaldane型式で表せると仮定すると次式のように表せる²⁾．

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

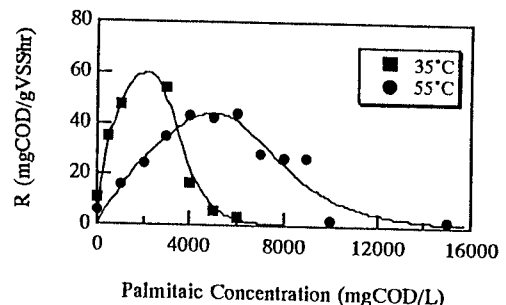


Fig. 1 Effect of temperature on specific methane production rate.

ここで、

- R : 比メタン生成速度 (mgCOD/gVSS. hr)
 R_m : 最大比メタン生成速度 (mgCOD/gVSS. hr)
 K_s : 半飽和定数 (mgCOD/L)
 K_i : 阻害定数 (mgCOD/L)
 S : パルミチン酸濃度 (mgCOD/L)
 n : 定数

Table 1 Bacterial concentrations of seed sludges at mesophilic and thermophilic batch experiments.

	35°C	55°C
	(MPN/mL)	
Hydrogen-utilizing methanogens	4.9 × 10 ⁶	1.7 × 10 ⁸
Acidogens	3.3 × 10 ⁶	2.4 × 10 ⁶

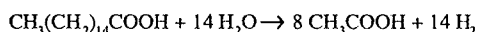
Fig.1はパルミチン酸の中温および高温嫌気性処理に

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Gompertz型式により得られた値であり、曲線はHaldane型式により非線形回帰した曲線である。Haldane型式により解析した結果、パルミチン酸を処理可能な負荷は中温と比較して高温において2倍大きかった。

Table.1は回分実験に用いた中温および高温の種汚泥の水素資化性メタン生成細菌および酸生成細菌の細菌数を示した。酸生成細菌の細菌数は中温と高温でほとんど同じであったが、水素資化性メタン生成細菌の細菌数は中温より高温の方が高い値となった。

4. 考察

嫌気性処理法は中温(35°C)あるいは高温(55°C)で運転されることが多いが、これらの処理に関与する細菌は異なった種類であることから、処理特性も異なる。高級脂肪酸の中温および高温嫌気性処理の処理特性の違いはこの細菌群の違いだけではなく、高級脂肪酸が阻害剤としても振る舞うことからそれぞれの嫌気性細菌の活性に対する影響、そして熱力学的な変化などが原因となると考えられる。反応の自由エネルギー変化は温度によって変化することから、本研究では、パルミチン酸の嫌気分解（β-酸化）の中間生成物として酢酸のみが検出されたことを踏まえて、パルミチン酸から酢酸までの次式の分解反応についてその自由エネルギー変化を中温(35°C)および高温(55°C)の条件で検討した。



その結果、この分解反応について中温(35°C)および高温(55°C)の自由エネルギー変化はそれぞれ $\Delta G_{35} = 153$ (kcal/mol)および $\Delta G_{55} = 148$ (kcal/mol)と算出されたことから、熱力学的に中温と比較して高温の方がパルミチン酸の分解にはやや有利であることが明らかになった。

水素資化性メタン生成細菌はパルミチン酸のβ-酸化で生成する中間生成物の一つである水素を消費する細菌であり、この細菌によって水素が消費されないとパルミチン酸の分解はスムーズに行われないことから、パルミチン酸の分解が高温で効率よく行われたことの原因の一つとして、水素資化性メタン生成細菌数が中温と比較して高温で高い値で存在していたことが挙げられる。

5. 結論

中温および高温嫌気性処理におけるパルミチン酸の嫌気性処理特性を動力学モデルを用いた解析によって比較検討した結果、以下の結論が得られた。

- 1) パルミチン酸の分解速度は、中温と比較して高温において1.2~1.5倍大きかった。
- 2) パルミチン酸の処理可能な負荷は中温と比較して高温において2倍大きかった。

参考文献

- 1) Zwietering, M.H., Jongenburger, I., Rombouts, F.M. and van't Riet, K. : Modeling of the bacterial growth curve, *Appl. Environ. Microbiol.*, Vol. 56, No. 6, pp1875-1881, 1990.
- 2) Wen, T.C., Cheng, S.S. and Lay, J.J. : A kinetic model of a recirculated upflow anaerobic sludge blanket treating phenolic wastewater, *Wat. Res.*, Vol. 66, No. 6, pp. 794-799, 1994.