

東北大学工学部 学 石 徳春

同 正 花 木 啓 祐

同 正 松 本 俊 一郎

1. はじめに 嫌気性消化における有機物処理への役割を担い、しかもプロセス全体へ律速段階とな、ている酢酸からメタン生成反応が、一般に下水や下水汚泥中に広く見られる脂質、とりわけその分解過程で生じる高脂肪酸により、阻害を受けることが報告されている。しかし阻害の発現濃度については明確に示されておらず、又通常嫌気性消化プロセスは連続的に操作されるため、回分実験で得られた結果を直接に適用させることはできず、更なる研究が必要とされていた。本研究では、酢酸からメタン生成プロセスに対する高脂肪酸の阻害作用が生じる濃度を用いずらにするために回分実験を行い、又メタン生成菌が高脂肪酸に対する耐致への効果や阻害発現の有無を検討するために連続実験を行なった。尚本実験では、高脂肪酸としてオレイン酸をナトリウム塩形態（セッケン）を用いた。

表-1. 酢酸基質組成

CH ₃ COOH (mg/l)	20000
(NH ₄) ₂ HPO ₄ (mg/l)	700
NH ₄ Cl (mg/l)	850
KCl (mg/l)	596
K ₂ SO ₄ (mg/l)	174
FeCl ₃ ·6H ₂ O (mg/l)	420
CoCl ₃ ·6H ₂ O (mg/l)	18
NaHCO ₃ (mg/l)	6720
Tap Water (ml/l)	861

2. 実験方法 (1) 回分実験 シリコンゴムキャップとアルミ製棒と金をついた容量約70mlのガラス容器（バイアル）に、表-1に示す酢酸基質で培養された揮発性35mlをシリンジを用いて嫌気的に接種し、基質とオレイン酸ナトリウム溶液を各1mlずつ注入して実験を開始した。各バイアルを約35℃に設定された振とう培養水槽（振とう幅4cm、120^分）中にセットして、所定の時間にガスクロマトグラフでガス組成を分析し、その中のメタン含有率の変化をメタン生成の指標とすることにより、阻害の経時変化及び発現の有無を観察した。48時間後に実験を終了させ、その時の槽内揮発性脂肪酸（VFA）濃度とオレイン酸濃度を、カラムクロマトグラフ法とガスクロマトグラフ法により、それぞれ分析した。

(2) 連続実験 図-1に示すようなケモスタット型連続培養装置を用い、安定濃度への倍の酢酸基質とオレイン酸ナトリウム溶液を等量ずつ別々に投入して実験を行なった。この時酢酸基質の濃度は一定に保ち、オレイン酸ナトリウム溶液の濃度を段階的に上げてゆき、耐致と阻害の現象などを観察した。

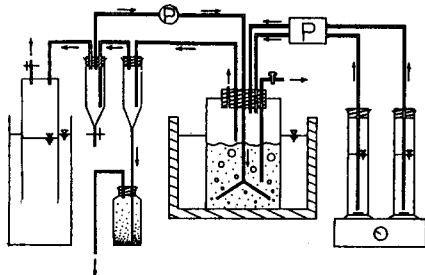


図-1. 連続実験装置

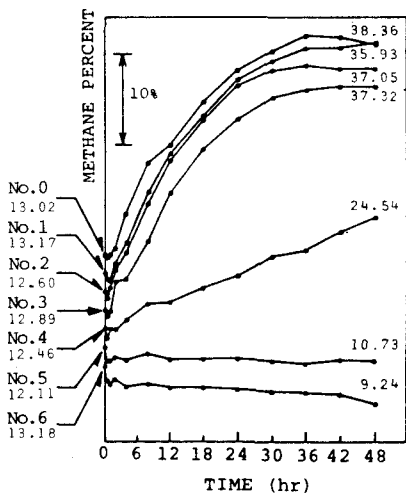


図-2. メタン含有率の経時変化

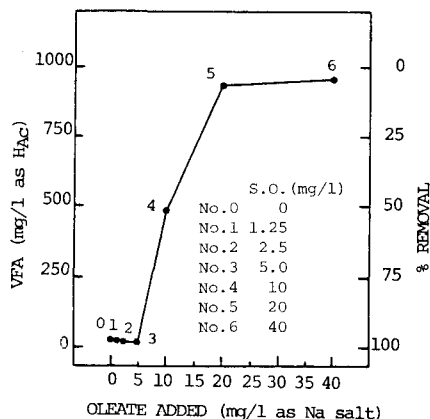


図-3. 槽内VFA濃度と除去率

3. 実験結果及び考察

(1) MLVSSと有機性窒素へ比 — オレイン酸のように菌体には蓄したりして汚

泥部へ移行する有機物を実験に用いる場合、MLVSSを菌体指標として用いることはできなくなることが知られている³⁾。そこで本実験では、有機性窒素へ値をMLVSSの代わりの菌体指標として使用した。尚この時、両者の

比として、予備実験の結果より9.4と決定した。この値は過去報告例(表-2)と比較してみても妥当なものであることがわかる。

(10) 回分実験 — 酢酸濃度は各バイアルとも約1000mg、オレイン酸ナトリウム(S.O.)濃度は0、1.25、2.5、5、10、20、40mgに設定された。(注: 実験に用いたS.O.には水分やパルミチン酸も多少含まれていたため、オレイン酸自体としては質量値の約50%しか含まれていなかった。) 図-2は実験開始時よりメタン含有率がどのように変化したかを各バイアルの初期含有率を基準にして示したものである。図-3は実験終了時のVFA濃度を図示したものである。酢酸からメタン生成が過剰に行なわれた場合、メタン含有率の増加とVFA濃度の減少が観察されると予想されることから、本実験においてはNo. 0~3までは良好にメタン生成が行なわれ、No. 4ではそれが中程度に阻害され、No. 5~6ではほぼ完全な阻害が生じたことがわかる。投入濃度と槽内濃度の差より、酢酸からメタン生成プロセスは、約

5%のオレイン酸濃度で阻害を受けると思われる。或いは、実験に用いた種培養の有機性窒素へ値は82mg/gであり、このことから、阻害濃度は60%の有機性窒素、6.5% VSSと表わすことも可能であると思われる。尚、投入されたオレイン酸は汚泥部へ多く移行していた。

(11) 連続実験 — 約7、10、20日おきの滞留時間(SRT)を決定して実験を行なった。図-3の結果より、阻害が生じない程度に少量のオレイン酸を添加は、菌体の増殖やVFAの消費を多少促進する効果があることが示された。このことは、図-5の酢酸からメタンへ転換率の結果からも裏づけられた。一応この転換率のデータ中にみかけ上1.0の値を超えるものがある。このことから、投入されたオレイン酸の分解が生じていることが示された。次に阻害の出現濃度について見てみると、表-3に示されるように、必ずしも回分実験で得られた値よりも高い濃度において阻害が生じたことがわかる。この結果はオレイン酸に対してメタン生成菌が馴化したことを示している。但しRun 2の系へ値が低いのは、汚泥の培養期間が他の系より短か、ためであると思われる。又表-3より、回分実験同様、投入されたオレイン酸は汚泥部へ多く移行していたことがわかる。

((参考文献)) 1) 荒木、松本、長瀬; 1955年報

2) 荒木、松本、石川; 1956年報

表-2 MLVSSと有機性窒素へ比

文献No.	予備実験	3)	4)	5)	6)	7)
MLVSS/有機性窒素	9.4	9.4	11.4	11.4	10	14.3

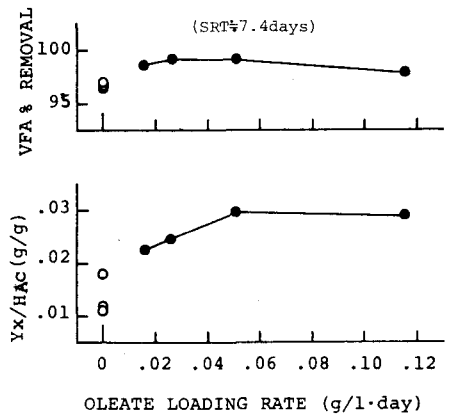


図-4. Run-3系へ解析値

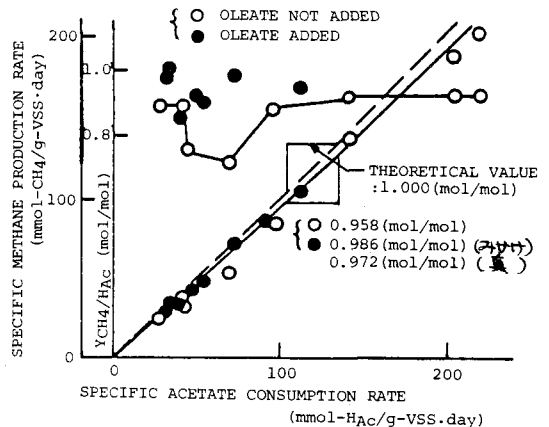


図-5. 酢酸からメタンへへ転換率

表-3 連続実験におけるオレイン酸へ阻害出現濃度

	SRT (days)	上澄中(%)	汚泥部(%)	合計(%)
Run 1	21.6	18.9	52.9	71.8
Run 2	10.4	4.4	20.0	24.4
Run 3	7.4	22.9	37.9	60.8

3) Speece, R.E. et al. Adv. Wat. Poll. Res. 2, 305 (1964) 4) McCarty, P.L. et al. Tech. Rep. No. 25, Stanford, California (1963) 5) Lawrence, A.W. Ph.D. Thesis, Stanford Univ. (1967) 6) Van der Meer, R.R. Dr. Sc. Thesis, Delft Univ. (1979) 7) McCarty, P.L. et al. J. WPCF. 33, 223 (1961)