

II-569

高級脂肪酸の嫌氣的分解過程における
硫酸塩還元菌とメタン生成菌の競合

長岡技術科学大学 ○(学) 山口隆司

長岡技術科学大学 (正) 原田秀樹 (正) 桃井清至

1.はじめに

嫌氣的条件下における、高級脂肪酸の分解反応は、水素生産性酢酸生成菌とメタン生成菌の共生によって遂行されることが知られている。一方、嫌氣性微生物群の生態系に硫酸塩還元菌（SRB）が存在すると、菌叢や基質代謝等に種々影響を与えることが報告されている。

本研究では、硫酸塩存在下における高級脂肪酸の嫌氣的分解過程で、硫酸塩還元菌が菌叢形成に如何に関わるかを明らかにした。硫酸塩無添加・添加系の2基の完全混合型反応槽を用いた連続培養実験によって、高級脂肪酸（パルミチン酸）分解性嫌氣性微生物の生態学的構造を解析した。

2.実験方法

実験は、活性実験、菌数計数、補酵素 F_{420} 測定を下記条件で培養した2種の汚泥について行なった。

実験には、硫酸塩無添加系（Run 1）・添加系（Run 2）の2基の完全混合型反応槽（有効容積10 liter）を用いた。種汚泥には、脂質リッチの排水を処理していたグラニュール汚泥を、嫌氣的条件下で分散処理した汚泥を供した。培養は、Run 1, Run 2とも反応槽への基質（パルミチン酸）供給をバッチ方式で行なう半連続培養とし、約7ヶ月間行なった（培養温度 35°C 、 $\text{pH}7.0 \pm 0.2$ 、水理学的滞留時間約20日、基質投入時パルミチン酸濃度 1.0 gCOD/l 、酵母エキス 0.1 gCOD/l 、培地は緩衝液と微量元素を含む）。

Run 2への硫酸塩の添加（硫酸で投与）は、パルミチン酸投入と同時に進めた。硫酸塩濃度は、培養期間を通して $400 \sim 1400 \text{ mg SO}_4^{2-}/\text{l}$ 程度であり、硫酸塩の供給制限にならなかった。硫酸塩添加系のRun 2には、培養微生物への硫化物阻害を防ぐために、反応器気相部のガスを脱硫酸塔に通風することで培養槽からの硫化物除去をはかる脱硫酸装置を設けた。

活性実験：培養汚泥をバイアル瓶に分注し、テスト基質パルミチン酸、酢酸、水素について、 $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の条件下で、経時的にガス組成、生成ガス量、硫酸塩濃度を測定して、メタン生成活性（硫酸塩添加・無添加両系）と硫酸塩還元活性を求めた。

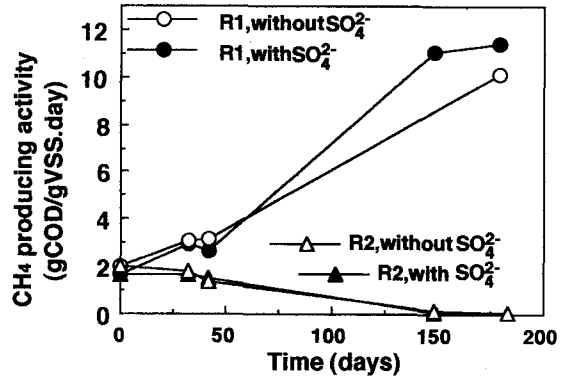


Fig.1 Variation of methane producing activity from H_2+CO_2 .

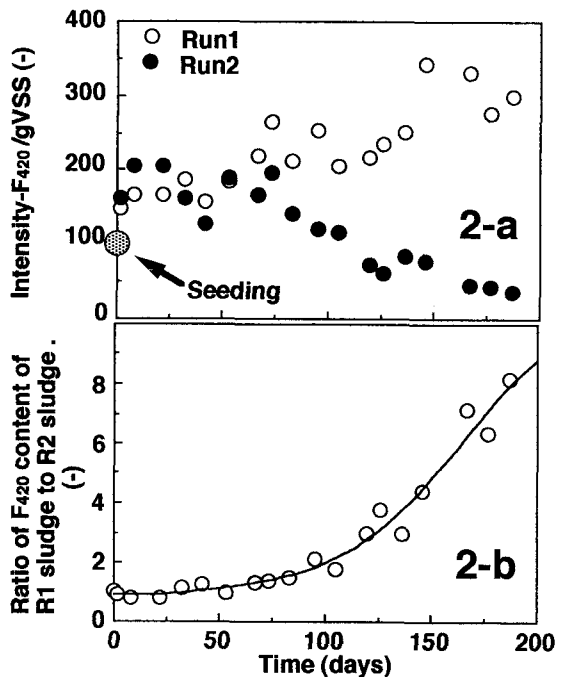


Fig.2 (a) Variation of Intensity- F_{420} /gVSS
(b) Ratio of F_{420} content of Run1 sludge to Run2 sludge.

菌数計数：パルミチン酸酸化性細菌，水素・酢酸酸化性メタン菌，水素・酢酸酸化性硫酸塩還元菌をMPN法により計数した。

補酵素 F_{420} 測定：J Dolfing の方法によった（Appl. Environ. Microbiol. 1985, p1142-1145）。

3. 実験結果及び考察

連続培養において，Run 1，Run 2 とも培養10日間程度で，投与基質を24時間以内に完全分解するようになった。即ち，パルミチン酸は，Run 1 ではメタンに転換され，Run 2 ではメタンへの転換と硫酸塩の還元を利用された。

図1に，水素酸化性メタン生成活性の経日変化を示す。活性は，培養経過に従い，Run 1 では上昇し，Run 2 では減少しており，硫酸塩存在下では水素酸化性メタン菌が駆逐されることが示された。

図2-aは，単位汚泥当たりの補酵素 F_{420} 含量を，種汚泥を100とした相対含量でとらえた結果を示す。また，図2-bは，図2-aの測定時毎の（Run 1 汚泥中の補酵素 F_{420} 含量）/（Run 2 汚泥中の補酵素 F_{420} 含量）を示す。補酵素 F_{420} 含量は，特に，ギ酸・水素酸化性メタン菌にその含量が高いことが知られている。このため，図2-aの補酵素 F_{420} 含量の経日変化は，図1の活性変化と同様に推移している。

図3に，硫酸塩還元活性の経日変化を示す。顕著にRun 2 の水素酸化性硫酸塩還元活性が上昇したことより，パルミチン酸の分解過程で，硫酸塩還元菌が主に H_2 scavenger として寄与していることがわかる。

図4に，パルミチン酸酸化性細菌，水素・酢酸酸化性メタン菌の菌数計数結果を示す。図5には，パルミチン酸酸化性細菌（計数時に硫酸塩添加），水素・酢酸酸化性硫酸塩還元菌の菌数計数結果を示す。図4では，相対的にRun 1 汚泥の菌数が高いが，とりわけメタン生成活性の上昇した水素酸化性メタン菌の菌数が高くなり，汚泥中に集積したことがうかがえる。一方，図5では，相対的にRun 2 の汚泥中の菌数が高くなっている，なかでも水素酸化性硫酸塩還元菌の菌数が高く，増殖したことが示唆される。

4. まとめ

パルミチン酸の嫌氣的分解過程において，水素酸化性硫酸塩還元菌は，水素酸化性メタン菌と水素基質に対し競合して，水素酸化性メタン菌を駆逐し，水素分解の優勢菌種となる。

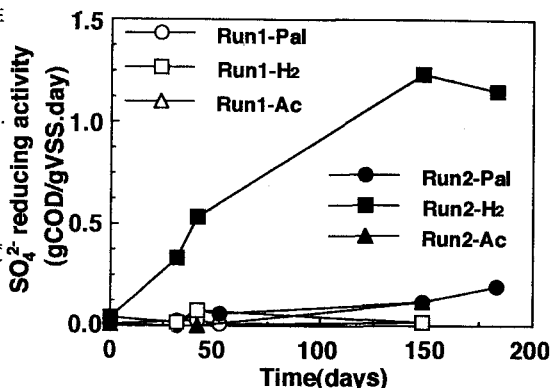


Fig.3 Variation of sulfate reducing activity (palmitate, H_2+CO_2 , Acetate)

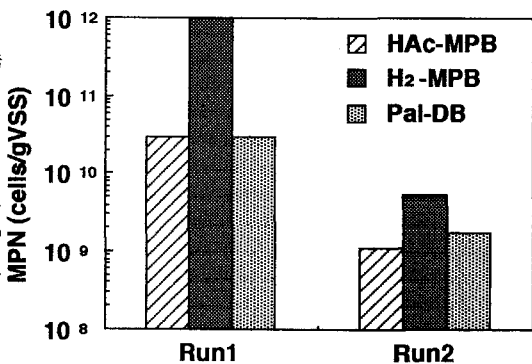


Fig.4 MPN of Acetate, H_2 -utilizing methanogens and palmitate-degrading bacteria in Run1 and Run2 operated for 7 months.

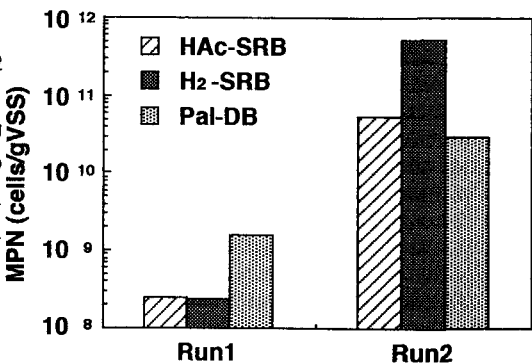


Fig.5 MPN of Acetate, H_2 -utilizing sulfidogens and palmitate-degrading bacteria (in the presence of SO_4^{2-}) in Run1 and Run2 operated for 7 months.