

II - 96

嫌気性酪酸分解の分解経路に及ぼす COD/S 比の影響

東北大学工学部 学○佐藤 充史
東北大学大学院 学 水野 修
東北大学工学部 正 野池 達也

1. はじめに

嫌気性消化において、硫酸塩還元細菌はメタン生成段階のみならず、酸生成段階にも関与していることが知られている。酸生成段階に硫酸塩還元細菌が関与した場合に、メタン生成段階が受ける影響を研究したものはほとんど見られない。本研究では、酪酸分解に硫酸塩還元細菌が関与した場合、酪酸の分解経路がどのように変化するのかを、連続実験および回分実験によって検討した。

2. 実験材料および方法

表 - 1 実験条件

2.1 実験装置および方法

実験にはアクリル製の嫌気性ケモスタット型反応槽を用いた。汚泥の培養には酪酸単一基質を用い、基質の COD/S 比をそれぞれ148、15、6、1.5 に設定した4本の反応槽 (Run 1 ～ Run 4) を連続運転した。培養温度は35° C、汚泥滞留時間は20日とした。実験条件を表-1 に示した。

	Butyric acid (mg-COD/l)	Sulfate-S (mg-S/l)	COD/S ratio
Run 1	10000	68	148
Run 2	10000	667	15
Run 3	10000	1667	6
Run 4	2500	1667	1.5

以上の条件で運転し、定常状態に達したところで、それぞれの反応槽汚泥における H₂ (80%) + CO₂ (20%) ガス利用速度、酢酸利用速度およびメタン生成速度を バイアルによる回分実験で求めた。また、反応槽汚泥の生菌数を計数し、細菌相の観察も行った。

2.2 分析方法

回分実験には容量約 120 ml のバイアルを用いた。揮発性脂肪酸の定量には FID-ガスクロマトグラフ法を、ガス組成の分析には TCD-ガスクロマトグラフ法を用いた。硫酸塩還元細菌およびメタン生成細菌の生菌数は MPN 法により計数した。細菌相の観察には走査型電子顕微鏡を用いた。

3. 実験結果および考察

3.1 H₂ + CO₂ ガス利用速度、酢酸利用速度およびメタン生成速度に及ぼす COD/S 比の影響 (回分実験)

図-1 には、各反応槽汚泥における H₂ + CO₂ ガス利用速度を示した。COD/S 比の低下に伴って、H₂ + CO₂ ガス利用速度が大幅に減少している。Run 1 と比較した場合、Run 3 では H₂ + CO₂ ガス利用速度が約 60% も減少している。このことから、連続運転している反応槽では、酪酸分解から生ずる水素の量が減少していると思われる。図-2 には、酢酸利用速度を示した。Run 1 ～ Run 3 において、酢酸利用速度は H₂ + CO₂ ガス利用速度ほとんどの変化は見られなかった。また、Run 4 では、酢酸利用速度、H₂ + CO₂ ガス利用速度の両方が極端に減少している。図-3 には各反応槽汚泥における酢酸および H₂ + CO₂ ガスからのメタン生成速度を示した。COD/S 比の低下に伴い、H₂ + CO₂ ガスからのメタン生成速度が急激に低下した。図-4 には利用された H₂ + CO₂ カスおよび酢酸の内、メタンに変換された割合を示した。硫酸塩還元細菌にとって有利な環境条件である Run 4 においても、利用された酢酸の 70% はメタンに変換されており、メタン生成細菌が有利であることがわかる。一方、H₂ + CO₂ ガスからのメタン生成は、COD/S 比によって大きく影響され、Run 3、Run 4 ではほとんどメタンに変換されていない。COD/S 比の低下によって、水素からのメタン生成が大きく影響を受けていることが伺われる。

3.2 各反応槽における生菌数

図-5 には各反応槽における硫酸塩還元細菌およびメタン生成細菌の生菌数を示した。酪酸資化性および酢酸資化性硫酸塩還元細菌は各反応槽に高い値で存在している。また、COD/S が低下するに従って、水素資化性メタン生成細菌が大幅に減少している。これは、酪酸分解から生ずる水素が減少したことによると思われる。酢酸資化性メタン生成細菌には、水素資化性メタン生成細菌ほとんどの減少は見られない。

3.3 走査型電子顕微鏡による細菌相の観察

各反応槽汚泥の細菌相を走査型電子顕微鏡で行ったところ、Run 1 ～ Run 3 と比較して、Run 4 の細菌相は明らかに異なっていた。Run 1 ～ Run 3 では、*Methanothrix* sp. と思われる長い桿菌が多く見られたか、Run 4 で

は、短い桿菌や球菌だけになっていた。Run 4の細菌相だけが大きく変化していることがわかった。

4. おわりに

以上のような結果から、次のようなことが明らかになった。

- 1) 基質の COD/S 比が低下すると、H₂+CO₂ガス利用速度および H₂+CO₂ からのメタン生成速度が大幅に減少した。
- 2) COD/S 比が低下しても、利用される酢酸の70%程度はメタンへ変換されていることがわかった。
- 3) COD/S 比の低下により、水素資化性メタン生成細菌の生菌数のみが大幅に減少した。

基質の COD/S 比が低下した場合、酪酸資化性硫酸塩還元細菌が酪酸分解に関与し、分解経路が分子状水素を生成しない以下のように変化していることが推測された。

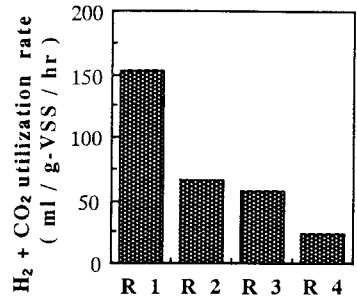


図-1 H₂+CO₂ガス利用速度

硫酸塩還元細菌による酪酸の分解¹⁾



参考文献

- 1) Widdel, F. (1988) Sulfate- and sulfur-reducing bacteria.
In : Zehnder A. J. B. (ed) Biology of anaerobic microorganisms.
Wiley Interscience.

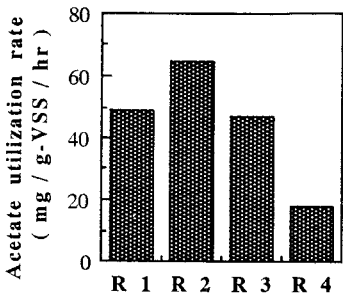


図-2 酢酸利用速度

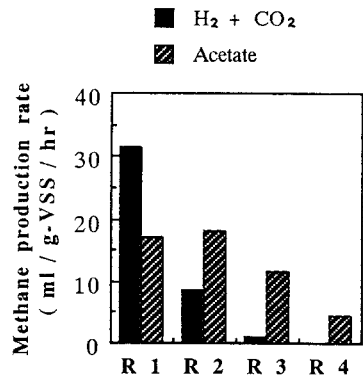


図-3 メタン生成速度

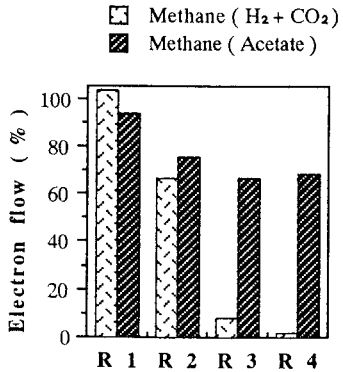


図-4 利用された H₂+CO₂および酢酸から生成したメタンの割合

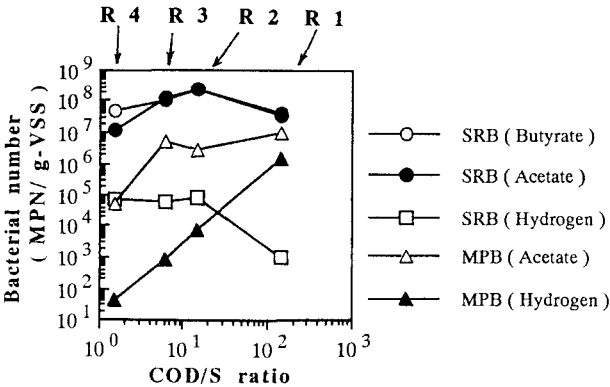


図-5 各反応槽における硫酸塩還元細菌 (SRB) およびメタン生成細菌 (MPB) の生菌数