

II-383 嫌気性酪酸分解におけるメタン生成と硫酸塩還元に及ぼす COD/S比の影響

東北大学 学O水野 修
香港大学 正 李 玉友
東北大学 正 野池 達也

1. はじめに

下水汚泥、し尿および産業廃水の嫌気性消化において、硫化水素の発生することが知られている。硫化水素は、嫌気性細菌である硫酸塩還元細菌が廃水中の硫酸塩を還元することにより生成される。硫化物の蓄積は、メタン生成細菌に阻害影響を及ぼし、場合によってはメタン生成反応を完全に阻害することもありうる。本研究では、酪酸の嫌気的分解におけるメタン生成と硫酸塩還元に及ぼすCOD/S比の影響を解明するために、ケモスタット型消化槽を用いて連続実験を行い、メタン生成細菌と硫酸塩還元細菌の間の電子流れおよび生菌数について検討した。

2. 実験材料および方法

2.1 種汚泥

種汚泥は、仙台市南蒲生下水処理場の最初沈澱池汚泥から採取し、酪酸単一基質で馴養したものを用いた。

2.2 実験装置および基質

実験には酪酸単一基質を用い、Sulfate-S 濃度及び COD 濃度を変化させて硫酸塩還元による影響を調べた。実験にはアクリル製の嫌気性ケモスタット型消化槽を用いた。消化槽の有効容積は 2000ml、内部は発生した消化ガスを循環させることにより攪拌を行った。このような消化槽を 6 本用意し、培養温度 35℃、汚泥滞留時間 20 日の条件で運転した。実験に用いた基質組成を表 - 1 に、COD 濃度、Sulfate-S 濃度及び COD/S 比を表 - 2 に示した。Run 1, Run 2, Run 3 及び Run 4 においては、COD 濃度を 10000mg/l と一定にして Sulfate-S 濃度を変化させた。また、Run 4, Run 5 及び Run 6 では、Sulfate-S 濃度を 1667mg/l に固定し、COD 濃度を変化させた。

2.3 分析方法

硫化物は、下水試験方法（よう素滴定法）により測定した。硫化水素は、酢酸亜鉛溶液（20W/V%）を入れた三角フラスコをガスコレクター-消化槽間に設け、H₂S-S を硫化亜鉛（ZnS）として固定し、下水試験方法（よう素滴定法）で定量した。生成したガスは、酸性飽和食塩水による水上置換で収集した。ガス組成の分析には TCD-ガスクロマトグラフ法を用いた。生菌数は MPN 法により計数した。メタン生成細菌の培地および硫酸塩還元細菌の培地は、それぞれ李¹⁾、上村ら²⁾が用いた培地に従った。

表 - 1 基質組成

Composition	Concentration (mg/l)
CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	*
(NH ₄) ₂ HPO ₄	700
NH ₄ Cl	850
KCl	750
MgCl ₂ ·6H ₂ O	810
Na ₂ SO ₄	*
FeCl ₂ ·4H ₂ O	420
NaHCO ₃	*
CoCl ₂ ·6H ₂ O	2.5
MnCl ₂ ·4H ₂ O	2.5
KI	2.5
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0.5
H ₂ BO ₃	0.5
NiCl ₂ ·6H ₂ O	0.5
ZnCl ₂	0.5

*: 表-2 参照 表 - 2 実験条件

	Butyric acid (mg-COD/l)	Sulfate-S (mg/l)	COD/S ratio	NaHCO ₃ (mg/l)
Run 1	10000	68	148	2000
Run 2	10000	333	30	1000
Run 3	10000	667	15	1000
Run 4	10000	1667	6	0
Run 5	5000	1667	3	0
Run 6	2500	1667	1.5	0

3. 実験結果および考察

3.1 メタン生成細菌と硫酸塩還元細菌の間の電子流れに及ぼすCOD/S比の影響

図-1には、メタン生成細菌と硫酸塩還元細菌の間の電子流れを示した。電子流れはIsaら³⁾の計算方法によって算出した。COD/S比が148の場合において、基質のほとんどがメタン生成細菌に利用されていることがわかる。COD/S比が低下するに従い、硫酸塩還元細菌の利用する割合が少しずつ増加し、COD/S比が6の場合では18%となっている。COD/S比が3になると、硫酸塩還元細菌の割合が39%と急激に上昇し、さらに1.5では67%となり、メタン生成細菌よりも硫酸塩還元細菌の方が有利な状態にあることがわかる。

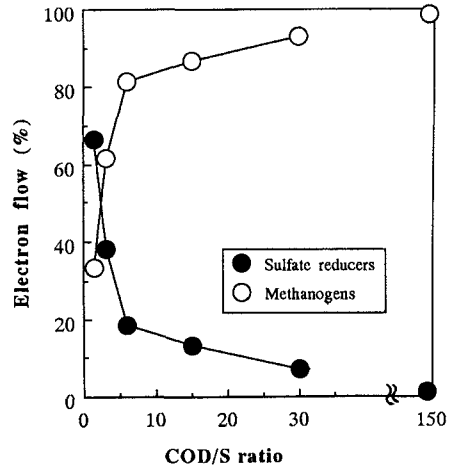


図-1 メタン生成細菌と硫酸塩還元細菌の間の電子流れ

3.2 各消化槽内の生菌数

表-3には、MPN法により計数した各消化槽内の生菌数を示した。水素資化性メタン生成細菌は、Run 1～Run 4において、硫酸塩濃度が上昇するに従い 10^2 MPN/mlまで減少した。水素資化性硫酸塩還元細菌はどの

消化槽においても低い値が得られたため、酪酸の分解にはあまり関与していないものと思われる。酪酸資化性硫酸塩還元細菌および酢酸資化性硫酸塩還元細菌は、硫酸塩濃度の低いRun 1、Run 2においても、 $10^7 \sim 10^8$ MPN/mlという高い値で計数された。

表-3 メタン生成細菌および硫酸塩還元細菌の生菌数 (MPN/ml)

	HBu SRB	HAc SRB	H ₂ SRB	HAc MPB	H ₂ MPB
Run 1	2.1×10^7	1.8×10^7	5.0×10^2	4.8×10^6	7.9×10^5
Run 2	3.7×10^8	1.3×10^8	1.1×10^4	1.4×10^6	4.6×10^6
Run 3	1.1×10^8	1.1×10^8	4.0×10^4	1.3×10^6	3.3×10^3
Run 4	5.9×10^7	7.2×10^7	3.2×10^4	3.1×10^6	4.9×10^2
Run 5	7.0×10^7	5.9×10^7	9.0×10^2	1.4×10^4	nd
Run 6	2.4×10^7	5.5×10^6	3.5×10^4	2.6×10^4	2.0×10

HBu SRB: Butyrate consuming sulfate-reducing bacteria.

HAc SRB: Acetate consuming sulfate-reducing bacteria.

H₂ SRB: H₂ consuming sulfate-reducing bacteria.

HAc MPB: Acetate consuming methane producing bacteria.

H₂ MPB: H₂ consuming methane producing bacteria.

4. おわりに

- 1) 基質をめぐるメタン生成細菌と硫酸塩還元細菌の競合は、COD/S比により大きく左右される。COD/S比が1.5の場合、硫酸塩還元はメタン生成を上回ることがわかった。
- 2) 硫酸塩濃度が低い消化槽においても、硫酸塩還元細菌は $10^7 \sim 10^8$ MPN/mlという高い値で計数された。

参考文献

- 1) 李玉友 (1989) 嫌気性消化における下水汚泥の分解機構に関する研究, 東北大学博士学位論文.
- 2) 上村繁樹、原田秀樹、桃井清至、長岡英明 (1988) UASB法による低濃度有機排水の嫌気性処理, 土木学会第43回年次学術講演会, 1068-1069.
- 3) Isa, Z., S. Grusenmeyer, and W. Verstraete. (1986) Sulfate reduction relative to methane production in high-rate anaerobic digestion: Microbiological aspects., *Appl. Environ. Microbiol.*, 51, 580-587.