

嫌気性消化のメタン生成相におよぼすグルコース添加の影響について

東北大学 学生会員 菅野 彦  
 東北大学 学生会員 小野田 信彦  
 東北大学 正会員 野池 達也

1. 序論

嫌気性消化の反応過程は、酸生成段階、メタン生成段階に大きく分けられ、各段階に關与する菌種が異、ているため従来の一相嫌気性消化では、反応のバランスが保てず不安定になる、長い滞留時間が必要になるなどの問題があった。そこで酸生成相とメタン生成相とを分離し、各相をそれぞれの菌にとって最適の環境下に置くことによ、て、消化の安定化や効率化を計ろうというのが二相嫌気性消化である。現在二相嫌気性消化についての研究は多く行われているが、実際に相分離をした場合には、限られた滞留時間内に有機物を完全に有機酸に分解しメタン生成相に投入することは、非常に難しい。そこで本研究では、酸生成相の主な生成物である酢酸、プロピオン酸、酪酸の混合基質にグルコースを添加したものを基質としてメタン生成相に投入し、その影響を調べた。

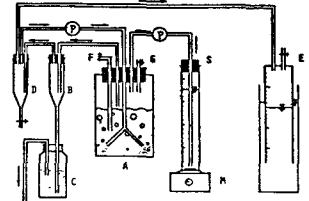


図1 反応装置

2. 実験方法

実験装置を図1に示す。反応器はアクリル製のケモスタット型反応槽を用いた。標準基質の組成を表1に示す。実際にはこの標準基質に、150g/l (16000mgCOD/l)のグルコースを、4系列にそれぞれ投入基質容量の、0%、1%、5%、10%ずつ添加したものをを用いた。各Runの実験条件を表2に示す。分析は、揮発性脂肪酸、ガス組成、ガス発生量、pH、MLVSS、全有機酸(TOA)、グルコース、 $F_{420}$ について行、た。

表1 標準基質組成

酢酸	10000 mgCOD/l
プロピオン酸	5000 mgCOD/l
酪酸	5000 mgCOD/l
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	700 mg/l
KCl	750 mg/l
NH <sub>4</sub> Cl	830 mg/l
MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	815 mg/l
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	246 mg/l
FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	416 mg/l
CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	18 mg/l
GaCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	197 mg/l

表2 実験条件

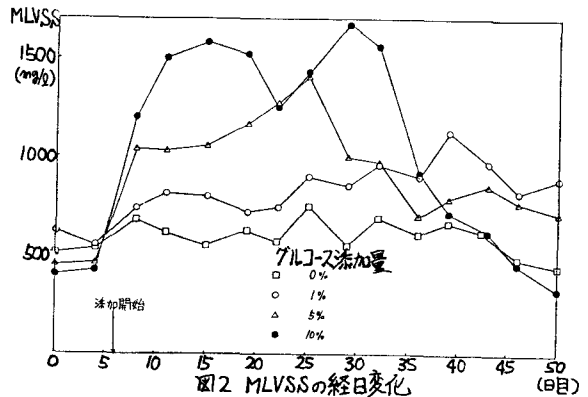
項目	1	2	3	4
HRT(日)	8	8	8	8
総有機酸濃度 (mgCOD/l)	21400	27000	34000	20000
グルコース添加量 (mgCOD/l)	1% (1600)	5% (8000)	10% (16000)	0% (0)
温度	35°C	35°C	35°C	35°C

3. 実験結果

十分に馴養した4つの反応槽にグルコースの添加を開始した。その後10%添加の反応槽のpHは7.30まで低下しそのまま安定するかに思われたが、19日目(添加後13日目)から急激に低下し始め33日目には6.67になったため35日目からNaOHを添加したところ34日目には6.98にまで回復した。その他の反応槽のpHは、7.55~7.75程度と比較的安定していたが添加量5%では、やはり19日目から徐々に低下し50日目には7.20になった。

図2~図5にMLVSS、残存VFA、メタン生成速度、 $F_{420}$ の経日変化を示した。

MLVSSはグルコース添加後増加した。特に添加5%は25日目に1400mg/l、10%では29日目に1600mg/l以上に達した(図2)。この前後では、MLVSSは添加グルコース量が少いほど大きかったが、そ



の後この2つのRunのMLVSSは減少し、特に添加10%では50日目に最大値の5分の1にまでなった。

残存VFA濃度も19日目前後からやはり添加5%と10%で大きく増加している(図3)。特に添加10%では投入CODの20%近くがVFAとして流出している。

メタン生成速度は、グルコース添加5%と10%ではグルコース添加直後に増加し12~15日目にピークに達した後減少し、5%では30日目には安定したが10%ではその後も減少し続け、40日目には添加0%の系よりも小さくなった(図4)。

$F_{420}$ はメタン生成の電子伝達物質であり、メタン菌の活性を知るのに役立つと言われている。 $F_{420}$ はグルコース添加直後に増加したMLVSSやメタン生成速度とは異なり、増加するまでに若干のタイムラグがあることからグルコース添加直後に増加するのは酸生成菌体であり、メタン菌の増殖はそれよりも遅いことが分る。その後 $F_{420}$ は30日目にはほぼ安定し、グルコース添加量が多いほど大きい傾向があることから添加量が多いほど $H_2$ 利用メタン生成菌が活発になると言えるだろう。

またVFA濃度はグルコース添加後に(10日目ごろ)少し増加しその後安定するのに見える。これは急激な酸生成菌の増加によってVFAが蓄積したが、20日目ごろにはメタン菌も増加して蓄積したVFAを消費したのではないと思われる。

ここで19日目のpHは、グルコース添加0%で7.61、1%で7.68、5%で7.56、10%で7.35であるが、その値と比較してVFA濃度の差が小さいことから酢酸、プロピオン酸、酪酸以外の有機酸がグルコースから生成されたのではないと思われる。これはTOAの値が、VFAよりもかなり大きい(特に10%添加)ことから予想できる。

表3に50日目の実験結果を示す。

#### 4. 結論

これまでの経過から、グルコースを添加すると一時的に、添加量が多いほどメタン生成速度やMLVSSが増大するが、グルコース添加量が5%や10%のように多い場合には、反応系は大変不安定となり、定常的な運転が難しいと言える。

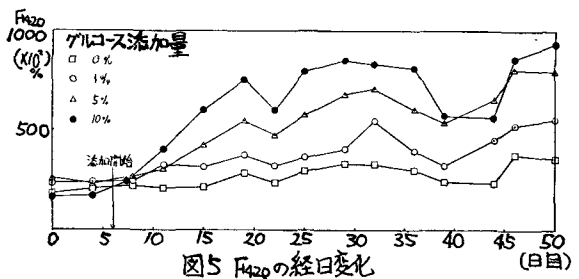
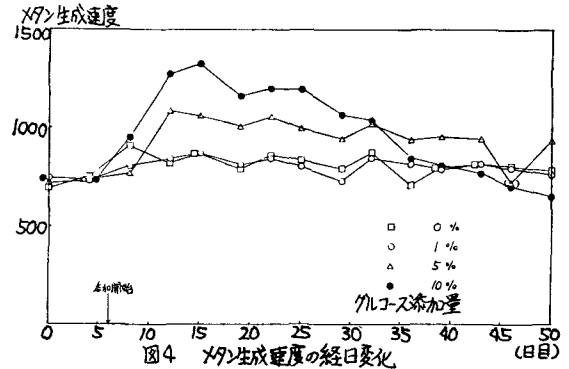
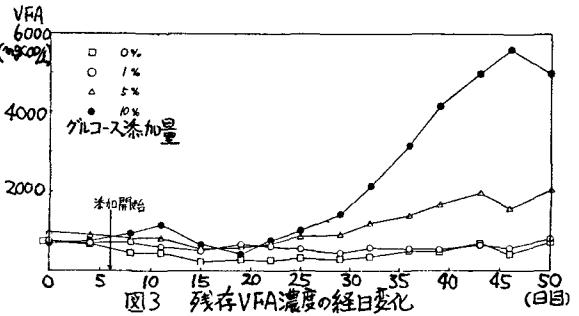


表3 実験結果 (非定常 50日目)

項目	RUN	1	2	3	4
SRT(日)		8.15	8.15	8.10	7.99
Dilution Rate (1/day)		0.12	0.12	0.12	0.13
pH		7.55	7.20	7.00	7.45
残存VFA濃度 (mg COD/l)		808	2052	5002	733
流出グルコース濃度 (mg COD/l)		44.0	158.6	218.8	20
MLVSS (mg/g)		886	713	325	441
メタン生成速度 (ml/g VS)		766	934	657	786
メタン生成速度 (ml/g VS)		0.86	0.76	0.49	0.56
COD負荷 (mg COD/g VS)		2568	3240	4080	2600