

日本大学大学院 学生会員 ○市川 茂樹

日本大学生産工学部 正 会員 金井 昌邦

1. まえがき

メタン発酵で分解・処理される有機物は、比較的高含水率を有し液化・ガス化の各発酵期を経て、消化ガスを得られることが知られている。ここで試料として用いる有機性廃棄物は、種々の性状・形態があり、前処理方法によっては、分解・ガス化が期待される。本実験では、この有機性廃棄物のうち特に自然界に無尽蔵に存在している雑草・海藻を試料として試みた。この試料と過去に行つて来た厨芥モデル^{*}(キャベツ)とを有機物の減少率・消化ガスの発生状況等について比較し、各試料の最適発酵状態やメタンガスの回収量を検討し、最終目的であるメタンの有効利用の資料とすべく実験を行い、若干の知見が得られたのでここに報告する。

2. 実験方法及び装置

図-1 にメタン発酵装置の概略図を示した。発酵槽には、容量3.0ℓの丸口瓶を用い、有効容量2.0ℓ以上とし恒温水槽中に53~54℃の一定温度で設置し、表-1の発酵条件で実験を行った。種汚泥は、下水処理場で46℃、約12日間の消化を行った汚泥を各試料負荷で高温発酵により約50日間の馴致を行い、種汚泥のガス発生量が平衡状態となったものを用いた。試料である雑草は、本校内に冬期残存していたものでディスポーガーにより粉砕し、平均粒径を1.58mmとしたものを用いた。海藻は、定期的に海藻の採取が困難であったためモデルとして、食品用のわかめ、ひじき(3~4:1)を湿潤状態で混合した。さらに発酵に阻害を与える塩分を水中で除去し、塩素イオン濃度200ppm以下とし雑草同様ディスポーガーで粉砕し上記粒径とした。表-2に各試料の性状を記す。

発生したガスの組成は、Orsat apparatus で分析を行い、有機酸の分析は遠心分離(3000rpm, 15min)後の上澄液を直接滴定法により測定した。

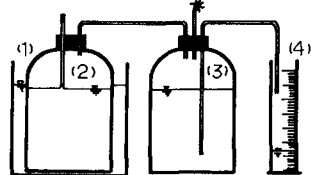
3. 実験結果及び考察

3-1. ガス発生量と発酵状態

図-2は、種汚泥中の有機物濃度に対して各試料有機物を50%添加したときの発生ガス量を消化日数で表わした図である。種汚泥有機物濃度は18000~20000mg/lとした。この濃度は、消化ガス発生量が平衡量となる範囲の濃度である。各試料の負荷量は、発酵の初期に順致期間が認められず、初期よりガス化がスムーズに起る負荷量を設定した。結果より、各試料のメタン回収量は、雑草>キャベツ>海藻の順となった。また、分解有機物の減少率は、キャベツ>雑草>海藻の順になり、海藻モデルが分解・ガス化されにくいことがわかった。減少率で雑草<キャベツとなったのは、キャベツの含水率が高く雑草は、単位量当たりの有機物量が大きいため、ガスの回収量が大きくなったと思われる。

図-3は、各試料の有機酸濃度とpH変化の図である。有機物負荷が小さい場合は、有機酸濃度とガス発生量は比例関係にあるが、負荷量の増大

図-1 回分式発酵装置



(1) 恒温水槽 (2) 発酵槽
(3) ガス捕集槽 (4) メスシリンダー

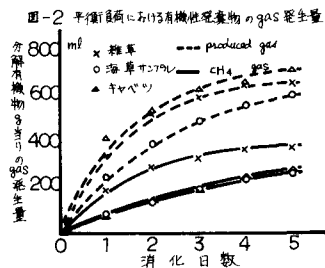
表-1 発酵条件

発酵温度	53 ~ 54℃
消化日数	個体とし、消化日数も5日と定めた
攪拌	無攪拌(試料投入時のみ手動により槽内全体を攪拌)
試料粒径	約 1.58 mm

表-2 有機性廃棄物試料の性状比較

試料	含水率%	乾燥減量%	乾燥残渣%
雑草	84.0	14.059	2.583
海藻	92.4	6.783	0.817
キャベツ	94.0	5.776	0.565

註: 容量が適当であるように試料により工夫した



は、有機酸の増加につながら有機酸の生成とそのガス化が平衡して起る中で、有機酸の減少傾向を緩慢にする。雑草試料は、試料中の実質有機物が多いことで局部的な有機酸の蓄積が起る場合が考えられる。海藻試料では、試料自身の粘性が高く有機物の結合が強く槽中では、沈降性が悪く難分解な形態を有していると思われる。PHは、各試料とも高い値を示しており、消化日数に対して上昇が早いほど有機酸分解が早く、ガス化が容易に起るこがわかる。

3-2. 海藻モデルにおける種汚泥有機物濃度

海藻モデルは、同様の種汚泥有機物濃度の場合、他の試料と比較してガス発生量が小さく発酵が長期に渡るため図-4、-5、-6は、平衡消化ガス量を得るための、種汚泥有機物濃度を变化させた結果である。

図-4は、種汚泥有機物濃度とガス発生量の関係である。濃度の上昇に伴いガス発生量は、ほぼ平衡状態と見ることができ。種汚泥は、高濃度の場合、汚泥自身の有機物濃度も高いために投入有機物負荷の増大によつては、未分解の有機物質が残存する恐れがある。図-5は、種汚泥有機物濃度と分解有機物の減少率の関係である。種汚泥有機物濃度は、18,000 mg/l付近で、有機物減少率17~18%，20,000 mg/l付近で約20%の有機物減少率であり図-4の結果と同様に平衡状態にあるこがわかる。

3-3. 各試料のガス発生速度

ガス発生速度は、有機酸生成とガス化が平衡して行われるならば、近似的に一次反応と考えるので、 $\frac{dy}{dt} = K(G-y) - 1$ を積分して、

$$\log(G-y)/G = -Kt, \quad \text{が得られ傾きより} K \text{を求める。}$$

G; 発生した総ガス量・y; t時間に発生したガス量、であり、上式より constant (K) を求めた。図-6は、海藻試料の種汚泥有機物濃度と constant (K) の関係である。種汚泥有機物濃度は、18,000 mg/l付近で、-0.28~-0.29あり、低濃度では極端に constant (K) が遅いこがわかる。海藻試料では、ガス化の面から考えて種汚泥有機物濃度を高濃度に保つ必要がある。図-7は、雑草試料の負荷量と constant (K) の関係である。負荷が小さい場合は、constant (K) は遅く50%以上の負荷で、ほぼ平衡となっているこがわかる。

4. まとめ

各試料のメタン発酵から最適負荷量とメタンガスの回収について表-3の結果が得られた。雑草試料は、冬期に採取したために少量の氷を含んだ状態であったが、比較的分解しやすい物質であるこがわかった。海藻モデルは、分解有機物の減少率が低く未分解物質の蓄積があり、何らかの処理が必要であると思われる。今後は、低含水率の物質、難分解物質、等のガス化について検討を加えていきたい。

参考文献; *市川、金井 “生ゴミのメタン発酵におけるCO₂吸着の基礎的研究” 第35回年講

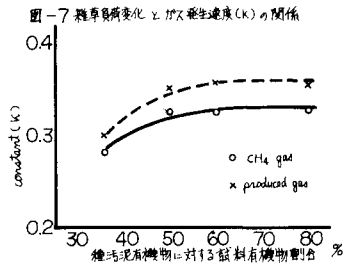
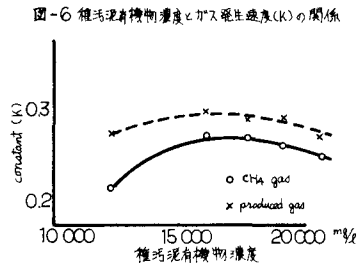
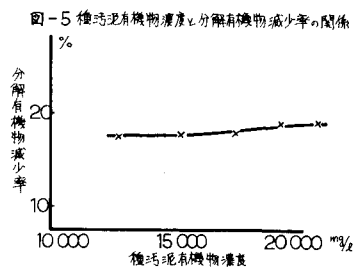
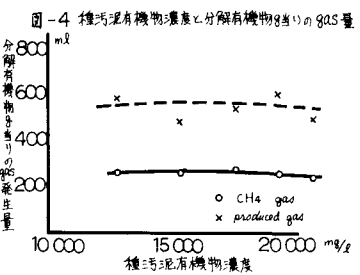
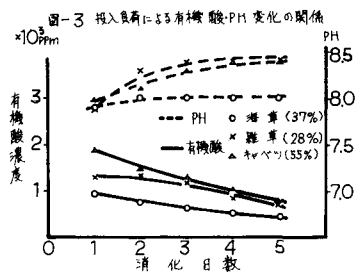


表-3 各試料におけるgas回収量とその最適状況

試料	有機物(%) 含水率	g当りgas発生量(ml)	g当りCH ₄ 発生量(ml)	分解有機物減少率(%)	gas constant (k)
雑草	60	640~650	350~400	25.0~30.0	-0.30~-0.35
海藻	40	500~550	230~290	17.0~20.0	-0.28~-0.29
キャベツ	50	700~770	250~270	35.0~37.0	-0.23~-0.25