

食品残渣等の都市ごみを対象としたメタン発酵システムの実験的検討

西松建設(株) 正会員 ○伊藤忠彦 西松建設(株) 正会員 石渡寛之
 北海道大学大学院農学研究院 中嶋 昂 清水直人

1. 目的

近年、低炭素社会ならびに循環型社会形成に寄与する技術の一つとして、バイオマス資源の利活用技術が注目されている。本研究は、都市ごみからのエネルギー回収を目的とした乾式メタン発酵システムの開発を行うものであり、今回はバイオマス資源の中でも利用促進の余地がある食品残渣(以下、生ごみ)を主体とし、これにオフィス等から排出されるシュレッダー紙や剪定枝等を混合処理するための条件を実験的に検討したものである。実験はラボによるバッチ試験にて行い、最適有機物負荷量の検討および混合する副資材の種類によるガス発生量の検討を行った。



写真-1 バッチ試験状況

2. バッチ試験方法

バッチ試験の状況を写真-1に示す。試験は試薬ビンに基質(生ごみ+紙ごみ)と消化液 300g を入れ、52°Cの恒温槽内でメタン発酵を行った。試験はガスの発生が無くなるまで実施(通常、1週間程度)し、発生ガスは恒温槽外のガスバッグにて捕集した。試験中は1日1回程度ビンを軽く振って撹拌した。

試験に用いた基質(生ごみ+紙ごみ)を図-1に示す。生ごみは模擬生ごみをミキサーで粉碎し、紙ごみは未使用のコピー用紙をシュレッダーで細断したものをを用いた。ここに、基質のC/Nは既往の研究¹⁾から乾式メタン発酵に最適と考えられるC/N=39に調整した。この時の生ごみと紙ごみの量は質量比で概ね1:1である。また、消化液は北海道別海町の高温バイオガスプラントから採取したものを、バッチ試験で用いる基質を用いて事前に2週間以上52°Cで馴養した。これは、メタン菌を活性化させバッチ試験初期から分解を効率的に進めるためである。馴養は20L密閉容器内で行い、基質を2 gVS/kg-sludge/dayで投入し、1日1回以上の撹拌を行った。

組成品目	g/kg
キャベツ	250
ジャガイモ	150
リンゴ	150
ニンジン	200
サンマ	120
豚肉	30
白飯	50
茶殻	50
計	1000

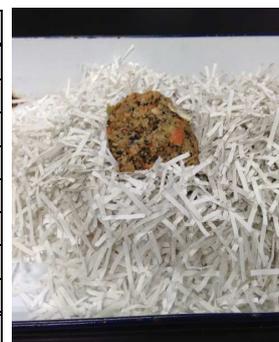


図-1 基質(生ごみ+紙ごみ)および模擬生ごみ組成表

3. 最適有機物負荷量の検討

有機物負荷量とガス発生量の関係を図-2に示す。本バッチ試験では、基質投入量 16 gVS/kg-sludge (VS:volatile solids [%w.b.])でのガス発生量が総ガスおよびメタンガスともに最も多い結果となった。また、32 gVS/kg-sludgeではガス発生が全く無かった。0 gVS/kg-sludgeでの発生量は、馴養消化液中の未分解有機物が分解されたものである。さらに、有機物負荷が低い時は、発生ガス中のメタン比率が高い傾向が見られた。これは、低負荷では水素資化性細菌が酢酸資化性細菌よりも優勢であり、二酸化炭素と水素からメタンを作る働きが多いことが考えられる。

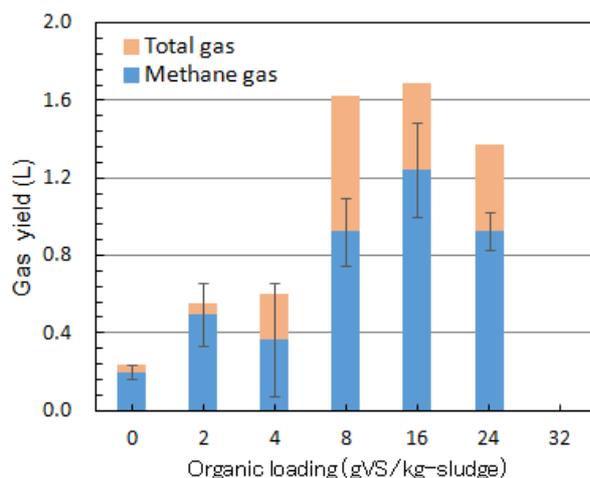


図-2 有機物負荷量とガス発生量

キーワード バイオマス, 乾式メタン発酵, 生ごみ, 紙ごみ, ラボ実験

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-21 西松建設(株)技術研究所 TEL 03-3502-0267

消化液の揮発性脂肪酸（以下、VFA）濃度は有機物負荷量の増加に伴い上昇し、今回の試験では 16 gVS/kg-sludge で 3,000ppm を超えていた。一般に、VFA 濃度が 3,000ppm を超えると発酵阻害を生じる可能性があり、本試験では 16 gVS/kg-sludge から危険域に入っていた可能性がある。ただし、この時の pH は 8 程度とアルカリ度が高かったため、VFA 蓄積による影響を受けにくかったと考えられる。一方、消化液のアンモニア態窒素は概ね 2,000ppm 以下で問題ないレベルであった。したがって、本試験条件では、32 gVS/kg-sludge の有機物負荷量で VAF 蓄積が顕著に認められたことから、これが発酵阻害の主たる要因であると考えられる。

表-1 試験ケース（副資材）

実験区の名称	有機物負荷量	
	2 gVS	8 gVS
牧草区（生ごみ+牧草）	—	①
木質区（生ごみ+木質チップ）	—	②
紙ごみ区（生ごみ+紙ごみ）	—	③
生ごみのみ区（生ごみ）	④	⑤
紙ごみのみ区（紙ごみ）	⑥	⑦

4. 副資材の種類によるガス発生量の検討

一般に、生ごみの単発酵は C/N が低いためアンモニア態窒素の蓄積が生じやすく、発酵阻害となりやすい。紙ごみの混入は C/N を調整でき、より高い有機物負荷をかけられるようになるので、反応槽容積あたりのバイオガスを増やすことが可能であるが、大量の紙ごみの安定供給は困難な場合も予想されるので、紙ごみに代わる副資材で投入基質を調整した場合のガス発生量をバッチ試験にて検討した。また、副資材は都市ごみの剪定枝等の適用性を踏まえ、牧草と木質チップを用いた。実験ケースを表-1 に、投入基質を写真-2 に、試験結果を図-3 に示す。



写真-2 投入基質

紙ごみ区の Case③が最もガス発生量が多く、次いで牧草区の Case①、木質区の Case②という結果になった。生ごみのみ区の Case④は発酵が進行したが、Case⑤ではガスが全く発生しなかった。同様に、紙ごみのみ区の Case⑥は発酵が進行したが、Case⑦ではガスが発生しなかった。ケース①～⑦の VFA 濃度は何れも 3,000ppm 以下であり、Case⑤と⑦でガス発生が無かったのは VFA 蓄積である可能性は低いといえる。なお、アンモニア態窒素および pH の範囲は概ね正常範囲内であったことから、本バッチ試験での発酵阻害は、メタン菌活性の低下等が考えられる。

5. まとめ

都市ごみからのエネルギー回収を目的に、乾式メタン発酵システムに着目した基礎的なラボ実験を実施した。その結果、生ごみと紙ごみの混合発酵は、各々の単発酵よりも多くのバイオガスが得られること、紙ごみに代わる副資材として、牧草や木質チップも適用可能であること等が確認できた。今後は基質を定期的に連続投入した場合の発酵槽試験を実施し、乾式メタン発酵システムにおける合理的な装置および制御設計に繋げていきたい。

参考文献

1)伊藤,長岡,清水,石田,近江谷:発酵液循環方式による都市ごみの無加水バイオガス化,第70回農業機械学会年次大会講演要旨,pp.418-419,2011.9

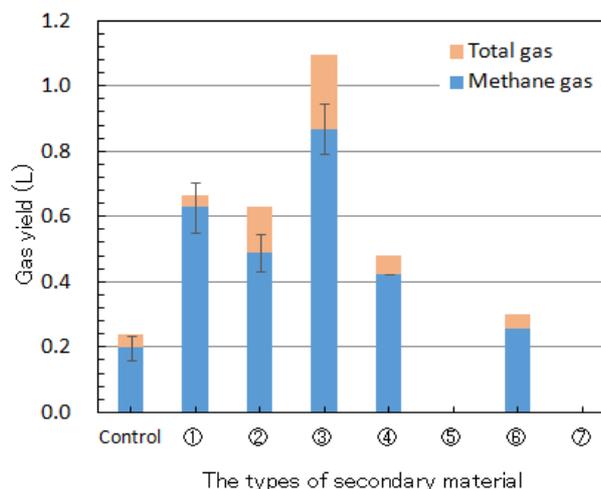


図-3 副資材の違いによるガス発生量