

大阪工業大学 工学部 環境工学科 学生会員 ○和田 彬久
大阪工業大学 工学部 正会員 古崎 康哲 石川 宗孝

1.はじめに

バイオマス資源である食品廃棄物の再生利用技術の一つにメタン発酵が挙げられる。メタン発酵は回収したバイオガスをエネルギーとして利用可能であり、廃棄物処理とエネルギー利活用の両面から注目されている。一方、同じバイオマス資源である紙ごみはメタン発酵不適合物とされているが、混入する可能性が高い。また、効率的に分解できるのであればガスの増量も期待できる。本研究では高温、中温メタン発酵に基質として紙を投入し、半連続実験と回分実験を行い、そのガス発生特性について検討した。

2.実験方法

2-1.半連続実験

メタン発酵槽は有効容積 10 L の完全混合型反応槽を使用し、高温と中温の 2 系列で半連続実験を行った。**表-1** にその実験条件を示す。基質には小西ら¹⁾が決定した組成の模擬厨芥を調整した。これに水を加え、粉碎機(robot coupe 製、R-4V.V.A)で粉碎し、TS 10 %に調整して使用した。反応槽の攪拌は 150 rpm とし、RunA-1、RunB-1 では厨芥のみを投入した。RunA-2、RunB-2 では厨芥と紙（トイレットペーパー）を乾重量ベースで 7：1 で投入した。両系ともに HRT 25 日で運転を行った。

2-2.回分実験

図-1 に回分実験装置の概略図を示す。三角フラスコに汚泥 500 mL を入れて 3 日間空運転後、基質を投入し、経時的にバイオガス生成量を測定した。**表-2** に回分実験の実験条件を示す。実験の汚泥は半連続実験の RunA、RunB の汚泥を使用し、基質は厨芥、紙（トイレットペーパー）、感熱紙の 3 種類を使用した。

3.実験結果

3-1.半連続実験

図-2 に RunA-1、RunA-2 における基質 1g 当たりのバイオガスの生成量の経日変化を示す。模擬厨芥のみを基質とした RunA-1 では約 0.5～0.8 L/g-TS、模擬厨芥と紙の混合基質とした RunA-2 では約 0.4～0.8 L/g-TS で推移した。**図-3** に RunB-1、RunB-2 の経日変化を示す。RunB-1 では約 0.5～0.8 L/g-TS、RunB-2 では約 0.4～0.8 L/g-TS で推移していたが、78 日からガス量の低下が見られた。pH は両系ともに全ての期間で概ね 6.8～7.6 の中性付近で推移していた。VFA は RunA-1 では

表-1 半連続実験の実験条件

	RunA-1	RunA-2	RunB-1	RunB-2
投入基質	厨芥	厨芥+紙	厨芥	厨芥+紙
反応槽温度	53～55℃（高温）		38～40℃（中温）	
HRT	25 日			
TS 投入量	40g-TS			

※紙はトイレットペーパーとした。

表-2 回分実験の実験条件

	Run1-1	Run1-2	Run1-3	Run2-1	Run2-2	Run2-3
投入基質	厨芥	感熱紙	紙	厨芥	感熱紙	紙
温度	53～55℃(高温)			38～40℃（中温）		
汚泥濃度	2.83g-VSS/L					
基質投入量	2g-TS					

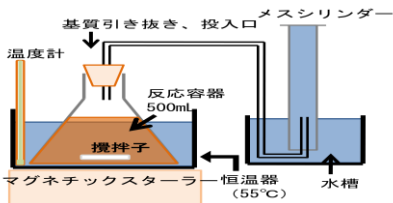


図-1 回分実験 装置概略図

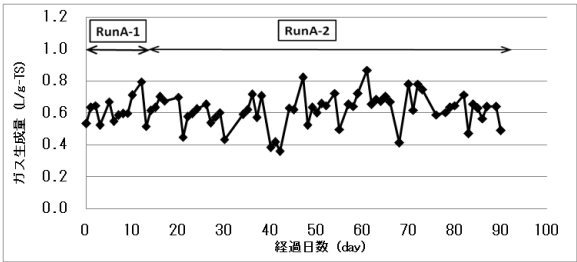


図-2 半連続実験におけるバイオガス生成量の経日変化 (RunA: 高温)

1000 mg/L 程度であったが RunA-2 では 10 日程度で減少し、その後検出されなくなった。RunB においても同様に RunB-2 になると減少し、20 日程度で検出されなくなった。アンモニア性窒素も 1500 mg/L 以下で阻害はなかったと考えられる。図-4 に RunA、RunB の各期間における平均ガス発生量を示す。RunA-1 (厨芥のみ)、RunA-2 (厨芥+紙) では約 0.6 L/g-TS とほぼ同量であった。RunB-1 (厨芥のみ) では 0.6 L/g-TS、RunB-2 (厨芥+紙) では 0.5 L/g-TS となった。以上のことから高温メタン発酵では紙を混合させた系でもガス発生量に差が出なかったが、中温メタン発酵では低下が見られた。

3-2. 回分実験

図-5 に高温メタン発酵における Run1-1 (厨芥)、Run1-2 (紙：トイレットペーパー)、Run1-3 (感熱紙) の累積ガス生成量の経時変化を示す。Run1-1 では基質投入直後からガスが発生し、約 60 時間でガスの発生が終了した。Run1-2、Run1-3 の場合は基質投入から 30 時間後からガスが発生し始め、50 時間後に殆ど発生しなくなった。図-6 に Run2-1 (厨芥)、Run2-2 (紙)、Run2-3 (感熱紙) の累積ガス生成量の経時変化を示す。Run2-1 では基質投入直後からガスが発生し、約 60 時間で殆ど発生しなくなった。Run2-2、Run2-3 の場合は基質投入から 25~110 時間にかけてガスの生成が見られた。以上の結果から両系とも紙を基質とした場合はガス発生開始が遅れることが分かった。これは主成分であるセルロースの加水分解等に時間を要するためと考えられる。また、紙と感熱紙の分解特性には差がないことが分かった。中温メタン発酵では紙を基質とした場合に高温よりもガス発生が終了するまで約 50 時間遅れることが分かった。

以上のことから紙を基質としたメタン発酵では、セルロース等の加水分解に起因すると考えられるガス発生の遅退が生じることが分かった。さらに、中温では分解に長時間を要することが分かった。このことが半連続実験での中温メタン発酵におけるガスの生成量が低かった原因であったと考えられる。一方で感熱紙の方がトイレットペーパーより破碎が困難であったが、ガスの発生傾向はトイレットペーパーとほぼ同じであった。

4. おわりに

本研究では紙が混合する食品廃棄物のメタン発酵特性について検討を行い、次の知見を得た。①紙の発酵ではガス発生開始までに 30 時間程度の遅滞が見られるが、これは成分の加水分解に時間がかかるためであると考えられる。②高温メタン発酵の方が紙の分解特性が高いことが分かった。③トイレットペーパーと感熱紙では破碎のさせやすさが違ったが、分解性はほぼ同じであった。

【参考文献】

1) 小西利幸他：大学食堂生ごみの再資源化を考慮した組成調査と模擬厨芥組成の検討，平成 23 年土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 VII-16(2011)

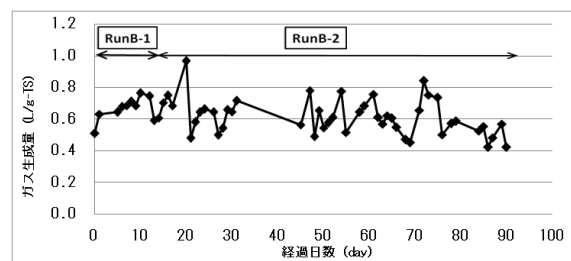


図-3 半連続実験におけるバイオガス生成量も経日変化 (RunB：中温)

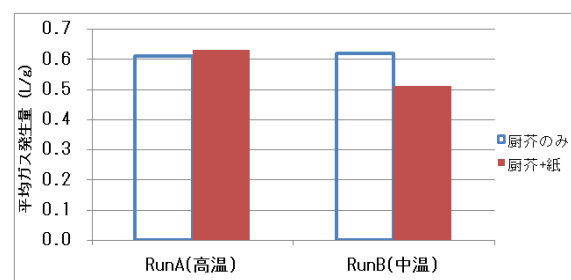


図-4 平均ガス生成量 (HRT25 日)

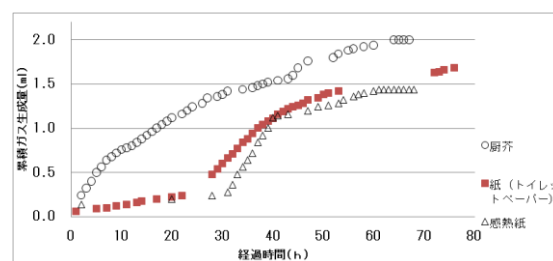


図-5 累積ガス生成量の経時変化 (Run-1:高温、基質：厨芥、紙、感熱紙)

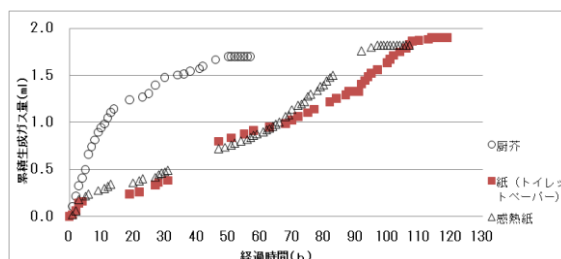


図-6 累積ガス生成量の経時変化 (Run-2:中温、基質：厨芥、紙、感熱紙)