

メタン生成ポテンシャルに基づくバイオガス発電施設の評価

東北大学工学部 学生会員 ○田付 春風
東北大学大学院工学研究科 非会員 朱 愛軍
東北大学大学院工学研究科 非会員 覃 宇
東北大学大学院工学研究科 正会員 李 玉友

1. 研究背景

食品卸売・小売業および外食産業から発生する食品廃棄物のリサイクル方法としてメタン発酵処理が有効とされており、地域の資源循環や温室効果ガス排出量削減への貢献が期待されている。一方、新たなバイオガス発電施設の導入の際には、事前にメタンガス発生量を調査し規模を予測する必要がある、また収集などの過程で環境負荷低減効果が限定的となる場合がある。

本研究では、実際に食品関連業者で発生した食品廃棄物を基質として用いてメタン発酵の回分実験を行い、バイオガス生成ポテンシャルを検討した。また、得られたデータに基づきケーススタディを行ない、バイオガス発電施設を導入した際の環境負荷低減効果を評価した。

2. 実験方法

表1に示す6種類の食品廃棄物について BMP 試験によりガス生成量を測定した。実験は中温(35℃)、振とう数は毎分 120 回、基質/汚泥の VS 比率が 0.25 の条件下で行った。バイアル瓶は全容量 120 mL、有効容量 80 mL のものを使用し、種汚泥を 60 mL、培地を 20 mL 投入した。培地は W.F.Owen ら(1979)¹⁾の方法を参考に作成した。基質ごとの累積メタン生成量から並行して行ったブランク試験でのメタン生成量を差し引くことにより、基質の正味の累積メタン生成量を算出した。また実験開始と終了時の COD、炭水化物、たんぱく質を測定し、分解率を計算した。

表 1 用いた食品廃棄物

	排出源	発生製品
A	小売業	厨芥残渣, 廃棄惣菜等
B	小売業	厨芥残渣, 廃棄惣菜等
C	小売業	製品廃棄 (ジュース等)
D	外食産業	調理残渣, 食べ残し
E	外食産業	調理残渣
F	-	納豆

3. 実験結果

表2に BMP 実験により得られたバイオガス生成ポテンシャルと分解率を示す。メタン濃度は約 40-60 %であり、経験的に知られている厨芥ごみに対するメタン濃度 50-70 %と概ね一致した。廃棄物 1t あたりのバイオガス生成量は、C・E が 60-70 Nm³/t 程度と少なく、A・B・E は 150 Nm³/t 程度となった。

表 2 BMP 実験の結果

		A	B	C	D	E	F
TS	%	22.3	17.6	5.6	27.1	12.1	36.2
VS	%	21.0	16.4	5.5	25.7	11.3	34.2
バイオガス生成ポテンシャル	Nm ³ /t	149	168	64.6	151	71.4	279
メタン濃度	%	53.8	54.6	46.0	54.9	48.4	56.8
COD分解率	%	90.3	92.9	71.0	87.7	81.3	76.0
炭水化物分解率	%	92.1	91.1	86.8	87.2	94.4	60.9
たんぱく質分解率	%	75.2	74.7	4.4	82.1	72.6	74.7

4. ケーススタディ

A～E の発生量とバイオガス生成ポテンシャルに基づき、バイオガス発電に使用される廃棄物量を年間約 2,600 t、バイオガス生成ポテンシャルを 142 Nm³/t、メタン濃度を 54 %と想定した。焼却シナリオ(現状 S)、堆肥化シナリオ(S1)、メタン発酵によるバイオガス発電を含むシナリオ(S2, S3, S4)の計 5 種類のシナリオを設定し、現状 S と S1～S4 との比較によって温室効果ガス削減効果を算出した。ごみの収集から最終処分までを評

価対象とし、施設建設段階は対象外とした。また、廃棄物起源の CO₂ は温暖化に影響しないものとした。

各シナリオの概要とケーススタディ結果を表3、図1に示す。ケーススタディより、メタン発酵を含むシナリオは堆肥化シナリオと比較して処理における温室効果ガス排出量が多い一方、電力の代替によって温室効果ガスの発生が抑制されるため温室効果ガス発生量の収支はいずれもマイナスとなり、堆肥化よりも温室効果ガス削減効果が大きいことがわかった。中でも、正味の温室効果ガス発生量が最小となるのは S2 のメタン発酵の発酵残渣を液肥利用するシナリオで、現状 S と比べて 155 kg-CO₂/t の削減効果があった。S4 は発酵残渣の焼却による N₂O 排出の影響で現状 S に次いで2番目に温室効果ガス発生量が多く、バイオガス発電による温室効果ガス削減効果は S3, S4 と比較して限定的であった。

また、食品廃棄物 1tあたりの発電量は約 229 kWh となり、本研究で用いた食品廃棄物を使用してバイオガス発電を行な

う場合、年間で約 594 MWh の発電量が見込まれた。これは、ごみ焼却による発電の約 4 倍の発電量である。

仙台市の事業ごみの発生量は 2018 年度で 137,158 t であり、厨芥類の割合は全業種平均で 25.2 %である³⁾。このデータから仙台市で年間に発生する事業系の食品廃棄物の量を約 35,000 t とし、全量をバイオガス発電に利用した場合、発電量は 8,000 MWh/年 となる。これは一般家庭の電力使用量（年間 3600kWh）に換算すると 2,224 世帯分となる。

5. まとめ

食品廃棄物のメタン発酵において、発酵残渣を液肥利用する場合に最も温室効果ガス削減効果が大きく、削減量は 155 kg-CO₂/t となった。メタン発酵の発酵残渣を焼却する場合、N₂O 発生によって温室効果ガス削減効果が限定的となった。また、食品廃棄物 1tあたりの発電量は約 229 kWh となった。

参考文献

- 1) W.F.Owen,D.C.Stuckey.,1978,Water Research,Vol,13,485-492
- 2) バイオガス利活用導入マニュアル 環境省
- 3) 令和元年度一般廃棄物処理実態等調査報告書 仙台市

表3 ケーススタディの評価シナリオと結果

	シナリオ		現状と比較した GHG発生量	発電量
	処理方法	発酵残渣	kg-CO ₂ /ごみt	kWh/ごみt
現状S	焼却	-	-	57.3
S1	堆肥化	-	-72	-
S2	メタン発酵	液肥	-155	229
S3	メタン発酵	堆肥化	-144	229
S4	メタン発酵	焼却	-119	229

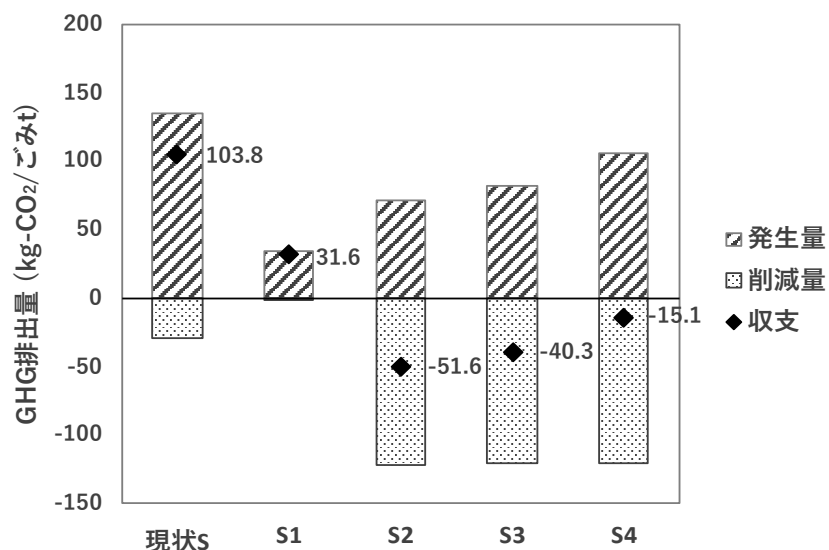


図1 各シナリオの温室効果ガス排出量