

都市で発生する厨芥とスカムのメタン発酵による エネルギー回収ポテンシャルの評価

東北大学 学生会員 ○今 渉
東北大学 正会員 北條 俊昌
東北大学 正会員 李 玉友

1. はじめに

廃棄物系バイオマスのエネルギー資源化技術としてメタン発酵が注目されている。食品リサイクル法では、飼料化、肥料化(メタン化の発酵廃液等を肥料利用する場合を含む)、油脂化・メタン化の順に食品廃棄物のリサイクルを推奨しているが、外食産業やホテルなどから発生する都市有機性廃棄物は含水率が高く、組成の変動も大きく、飼料化・肥料化にはあまり適していない為、メタン発酵によるエネルギー回収が期待されている。そこで本研究では、実際のレストランにおいて発生した厨芥と油脂含有スカムを用いてメタン発酵の室内実験を行い、これらの廃棄物系バイオマスのエネルギー資源としてのポテンシャルを評価した。

2. 実験方法

本研究では、バイアル瓶を用いたメタン発酵の回分実験を行った。120mL のバイアル瓶を用い、有効容積を 80mL として基質、種汚泥、栄養塩をそれぞれ 5mL、7.5mL、67.5mL で混合して実験を行った。種汚泥は生ゴミを用いた連続中温メタン発酵槽の消化汚泥を使用した。基質には実際の飲食店で発生した厨芥とスカムを用いた。厨芥は食べ残し、スカムはグリストラップにて分別された油脂である。それぞれに対して 2 本のバイアル瓶を用意して回分実験を行なった。回分実験に用いた振盪培養槽の概略を図 2-2 に示す。振盪培養槽は中温(36℃)、振動数を 100 回/分とした。また、それぞれの TS、VS、比重、タンパク質、炭水化物、脂質も測定した。

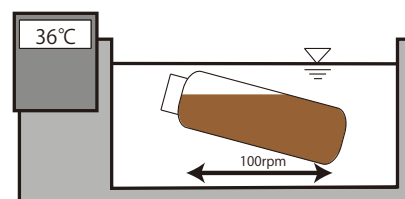


図1 回分実験概要

3. 実験結果および考察

表 3-1 に本研究で用いた厨芥・スカムの性状分析の結果を示した。スカムの TS 濃度は約 9.0% であり、脂質、炭水化物、タンパク質としてそれぞれ 29.7g/L、22.2g/L、20.4g/L と高濃度に含まれていた。一方で厨芥には炭水化物が多く含まれていた。

表 1 厨芥とスカムの性状

	厨芥	スカム
TS(%)	5.1	9.0
VS(%)	4.8	8.3
脂質 (g/L)	7.2	29.7
炭水化物 (g/L)	26.6	22.2
タンパク質 (g/L)	8.6	20.4
COD(g/L)	77.8	194.3
比重 (Kg/L)	0.95	0.9

図 3-1 に厨芥とスカムのメタン発酵回分実験の結果を示した。実測値をマーカーでプロットし、この累積メタン生成量を以下の Gompertz 式 (式(1)) にフィッティングすることにより厨芥とスカムそれぞれのメタン生成特性をまとめ、比較を行った。

$$M = P \times \exp[-\exp\{\frac{R_m \times e}{P}(\lambda - t)\} + 1] \quad \cdots(1)$$

ここで、M:累積メタンガス生成量 [mL/g-VS]、 λ :遅延期[day]、P:メタン生成ポテンシャル[mL/g-VS]、 R_m :最大メタン生成速度、e:自然対数である。フィッティングは Microsoft Excel のソルバー関数を用いて、実測値と計算値の平方誤差の和が最小となる P、 R_m 、 λ を求めた。

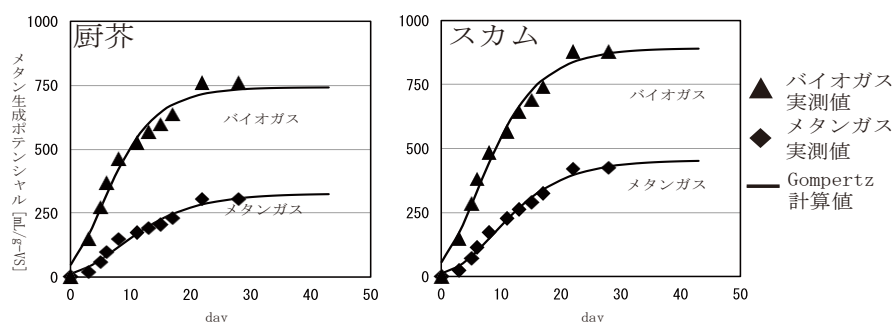


図2 厨芥とスカムのメタン生成ポテンシャル

表2 厨芥とスカムのメタン生成特性

	バイオガス			メタンガス		
	メタン生成ポテンシャルP [mL/g-VS]	最大ガス生成速度Rm [mL/g-VS/day]	遅延期 λ 03261	メタン生成ポテンシャルP [mL/g-VS]	最大ガス生成速度Rm [mL/g-VS/day]	遅延期 λ 03261
厨芥	742	53.8	0	326	17.3	1.2
スカム	891	56.6	0.1	454	25.2	2.1

表2に示した通り、スカムは厨芥よりもメタンガスが発生するまでの遅延期間は少し長いものの、メタンガス生成ポテンシャルは454mL/g-VS、最大ガス生成速度は25.2mL/g-VS/dayであり、それぞれ厨芥よりも1.5倍、1.4倍高い値を示し、より効率よくメタンを回収できることが明らかとなった。

これらのデータを用いて厨芥とスカムを用いたメタン発酵のケーススタディを行った。食品廃棄物の発生源は飲食店30店、スーパー1店舗で構成されている5万m²の複合商業施設を想定し、飲食店・スーパーから発生する食品廃棄物は厨芥2トン、スカム1トン、合計3トンと仮定した。飼料化するケースをケース1、食品廃棄物を焼却するケースをケース2、メタン発酵に使用し、発生した消化液を脱水処理した後、コンポスト化するケースをケース3とし、結果を図3に示す。ケース1では最も小さなコストで処理できるものの、安全面や組成の変動の大きさ等の理由から安定した処理は期待できない。ケース2では約6トンのCO₂と約14kgの焼却灰が発生する。ケース3では上記の食品廃棄物3トンを投入したメタン発酵槽からは電力・排熱がそれぞれ218kWh、32万kcal回収できる一方でメタン発酵槽の加温には7.5万の加温エネルギーを要するため、正味で使用できるのは電力218kWh、排熱24.5万kcalである。これは上記の複合商業施設の一日の消費電力の0.3%程度の電力だが、1世帯当たりの消費電力を10kWhと仮定した場合、約22世帯の電力需要をまかなえると試算された。また、メタン発酵槽からは消化液が発生するので、これらを脱水し、コンポスト化を行うことができる。矢野らの報告ではメタン発酵の導入により60～80%のCO₂削減効果があると報告している。以上から、それぞれのケースでのメリット・デメリットを表3に示した。メタン発酵は食品廃棄物からエネルギーを回収するだけでなく温室効果ガスの削減効果・廃棄物処理の安定化が図れることが明らかになった。

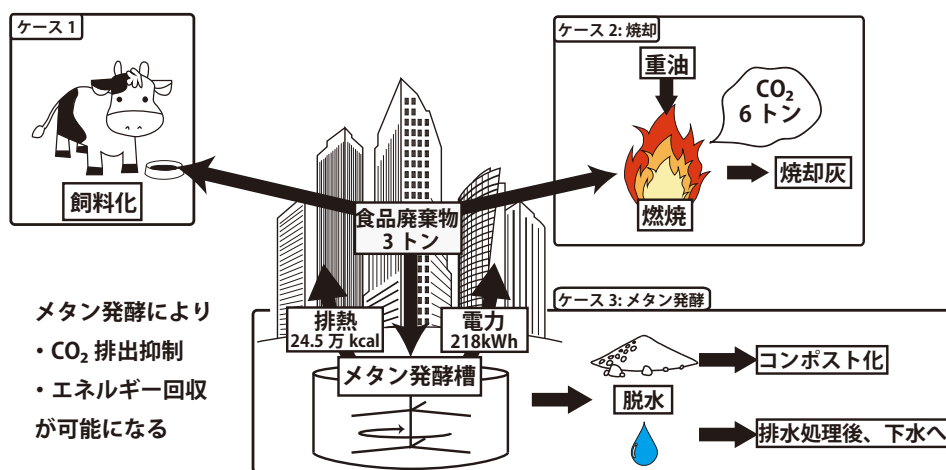


図3 ケーススタディ概要図

表3

	メリット	デメリット
ケース1	処理が簡単	CO ₂ 6トン排出
ケース2	電力218kWh 排熱24.5万kcal のエネルギー回収	高度な管理が必要
ケース3	処理が簡単	安全面 買い手が不安定

4. まとめ

厨芥とスカムのメタン発酵回分実験を行う事で、以下の結論が得られた。

- 1)スカムのメタン生成ポテンシャルは、454mL/g-VSであり、厨芥に比べて約1.4倍多くのメタンを回収できる事が明らかとなった。
- 2)ケーススタディにより、複合商業施設にメタン発酵を導入する事で安定的な食品廃棄物の処理が可能であるとともに、エネルギーの回収が可能である事が明らかになった。