

## 事業系食品廃棄物のメタン発酵利用について

(一社) 地域環境資源センター 事業推進本部 技術監 佐藤 進  
 同 集落排水部 次長 松田 英樹  
 同 主任研究員 蒲地 紀幸

### 1 はじめに

一般社団法人地域環境資源センターは、令和元年・2年度に農林水産省の補助事業である「事業系食品廃棄物エネルギー利用対策調査事業」を活用し、事業系食品廃棄物のメタン発酵利用について調査・研究を実施した(図1参照)。

事業系食品廃棄物の発生量は年間2,000万トンと多く、発生抑制に加え、更なる再生利用の推進が求められている。特に、外食産業では分別の手間が大きいなどの要因から、再生利用があまり進んでいない状況である。

一方、下水道施設は人口減少等に伴い、既設のメタン発酵槽(汚泥消化槽)には余裕があり、事業系食品廃棄物をメタン発酵槽に安価に投入し、エネルギー利用することができれば、食品産業側の処分費用の削減と下水道施設でのバイオマス由来の再生可能エネルギー利用が可能となる。下水道施設では、汚泥処分量を削減し、売電により下水道経営の持続化につながる。

本報は主に令和元年度の調査における既設の下水道施設による事業系食品廃棄物のメタン発酵利用についての報告であるが、集落排水施設にお

ける事業系食品廃棄物の小規模メタン発酵施設への導入の際にも、参考になると考えている。

### 2 事業系食品廃棄物排出事業者へのアンケート調査

本調査は、国土交通省の下水道エネルギー拠点化コンシェルジュ事業の対象自治体から3市を選定し、市内の事業系食品廃棄物排出事業者(以下「排出事業者」という。)にアンケート調査を実施した。

アンケート調査の主な目的は、食品廃棄物の排出時の分別状況や下水道施設利用の際の要望等の把握である。

アンケートは3市の排出事業者(①食品製造業、②飲食料品小売業、③外食産業、④ホテル・旅館)の内、売上高の大きな企業を調査対象とした。アンケートは348社に行き、うち98社から回答があった(回収率28%)。

本調査結果の一部を抜粋して以下に示した。

#### 2.1 排出時の分別状況

食品廃棄物の排出時の分別状況は図2のとおり

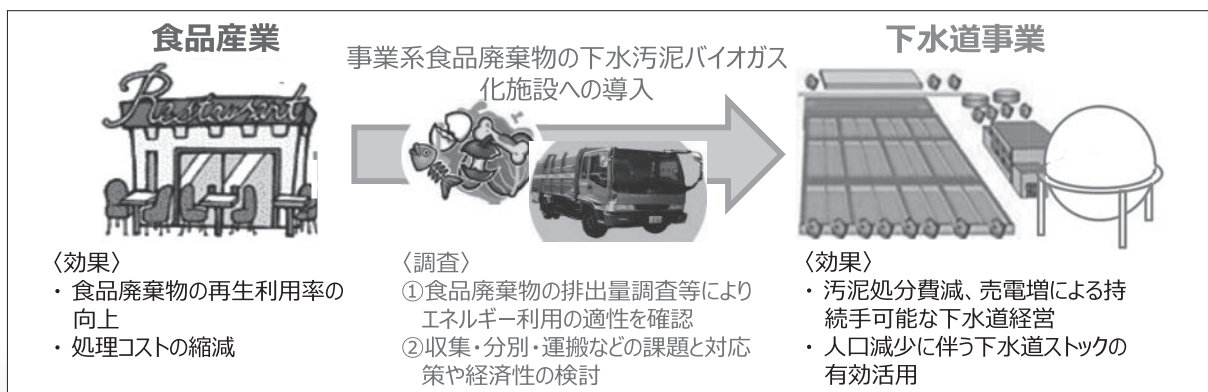


図1 事業系食品廃棄物エネルギー利用対策調査事業

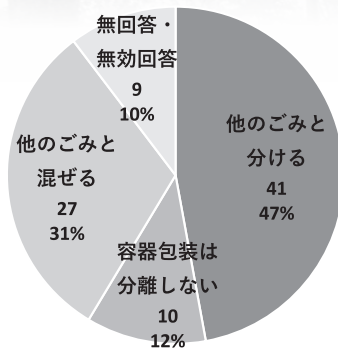


図2 事業系食品廃棄物の分別状況

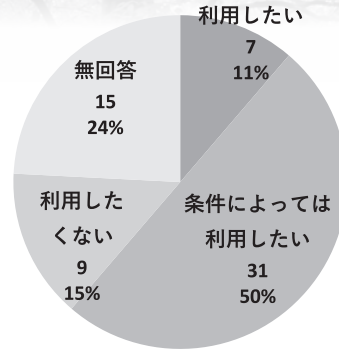


図3 排出事業者の下水道施設利用時の意向

であった。生ごみの排出時に、「他のごみと分ける」(分別する)が47%、「容器包装は分離しない」及び「他のごみと混ぜる」が合わせて43%であり、分別するは、ほぼ半数という結果であった。業種別では分別すると回答したのは、ホテル・旅館が57%と最も高く、最低は飲食料品小売業の21%であった。

なお、半数の排出事業者は、衛生上の観点から生ごみとそれ以外のゴミとを分別しているが、収集運搬の際に、生ごみとそれ以外のゴミとが一緒に回収されるため、生ごみ、紙及びビニール等が混載されることとなる。

仮に事業系食品廃棄物を下水道施設のメタン発酵槽で利用する場合には、排出時に更に分別を徹底し、かつ、下水道施設には生ごみだけの収集を依頼する、または下水道施設において生ごみとその他の可燃ごみとを分ける分別破砕機等で前処理することが必要となる。

## 2.2 下水道施設の利用の際の要望について

下水道施設への受入が可能となった場合に、利用するか、また、利用する場合の条件(要望)等も排出事業者を確認した(図3参照)。

「利用したい」は11%と少なく、「条件によっては利用したい」が50%であり、条件付きの利用が半数であった。なお、無回答は24%と高く、意見を保留している様子が見える。

この内、「条件によっては利用したい」の理由(記述回答)は、表1に示したとおりであり、主に処理コストが見合うこと、分別に手間がかからないこと等が挙げられた。これらの課題への対策を取ることによって、排出事業者の下水道施設利用は増加す

表1 「条件によっては利用したい」を選択した際の理由(自由記載)

コスト削減出来るから	(製造業)
処理料金の折りが付けば	(製造業)
処理費用が発生するか?	(小売業)
価格等	(食料品製造業)
経費によって検討	(ホテル・旅館)
費用による	(その他(卸売))
食品廃棄物の分別方法等による。	(小売業)
分別に手間がかからないので	(食料品製造業)
再利用できるのであればその方が良い	(外食産業)
何か条件で今よりよいものがあれば。	(製造業)
内容がよくわからない。	(飲食料品小売業)
詳細が不明	(外食産業)

ると見込まれる。

## 3 事業系食品廃棄物の性状分析調査

### 3.1 性状分析調査の目的と方法

事業系食品廃棄物のメタン発酵によるエネルギー利用の適性を確認するため、排出事業者から排出される事業系食品廃棄物の性状分析調査を実施した。

具体的には、3市の協力のもとアンケート調査に回答頂いた排出事業者の中から、性状分析に協力して頂ける排出事業者(特に、生ごみ、紙及び包装等の分別や廃棄物排出量の把握が不十分な飲食店(レストラン)や小売店(スーパーマーケット))を対象として令和元年度の秋～冬季に事業系食品廃棄物を採取した(写真1参照)。

性状分析は、pH、CODcr、全窒素、アンモニア態窒素、TS、有機物比率を確認し、メタン発酵に利用可能な成分等について調査した。



写真1 食品廃棄物（飲食店の食べ残し生ごみ）の採取

### 3.2 性状分析調査結果

事業系食品廃棄物の性状分析結果を表2に示した。なお、表中の「調査事例3」は、農業集落排水処理施設（浮遊生物法）の集排汚泥<sup>1)</sup>の値であり、本調査での参考として示した。

調査事例の飲食店（レストラン）と小売店（スーパーマーケット）における分析結果は、最小値と最大値に幅はあるものの平均値はほぼ同じであった。

この値を集排汚泥と比較すると、TS濃度が20%で約10倍であった。また、有機物指標のCODCrは25%及び28%（ともに乾燥汚泥当たり）と高く、メタン発酵によるエネルギー利用において、事業系食品廃棄物が、集排汚泥に比較して有機物量や有機物比率が高く、バイオガス発生量が

大きくエネルギー利用（電気・熱）に有利である。したがって、集排汚泥を活用したメタン発酵を検討する場合、事業系食品廃棄物と混合すると良いことがわかる。

また、事例として表3<sup>2)</sup>に示すように、食品廃棄物のバイオガス発生量は、下水汚泥の約10倍と大きいことから、下水道施設での事業系食品廃棄物の受入により効率的なエネルギー利用が期待できる。

ただし、事業系食品廃棄物を下水汚泥や集排汚泥とメタン発酵利用する際には投入割合に留意する必要がある。これは、事業系廃棄物は全窒素濃度が集排汚泥の4倍（平均6,000mg/L）と高く、アンモニアによるメタン発酵阻害（特に高温メタン発酵<sup>3)</sup>）やメタン発酵汚泥の脱水ろ液の返流水による水処理系への影響が高まるためである。

## 4 事業系食品廃棄物のメタン発酵利用の先進地区調査

地域バイオマス受入の下水道先進地区として紹

表2 事業系食品廃棄物の性状分析結果（調査事例3は参考）

	調査事例1 (n=9)			調査事例2 (n=5)			調査事例3 (n=21)
	飲食店（レストラン）			小売店（スーパーマーケット）			集排汚泥
	調査期間：R1.10～R2.1			調査期間：R1.11～R2.2			H10年度
	平均	最小値	最大値	平均	最小値	最大値	平均
pH (-)	5.4	4.7	6.2	5.5	4.5	6.6	6.7
CODCr (mg/kg)	250,000	89,000	530,000	280,000	160,000	390,000	-
全窒素 (mg/kg)	6,600	2,500	13,000	5,650	1,200	13,000	1,500* <sup>1</sup>
アンモニア態窒素 (mg/kg)	176	80	330	280	100	690	-
蒸発残留物 (TS) (%)	19.8	9.6	39.3	19.0	13.3	28.1	2.0
有機物比率 (VS/TS %)	93.5	89.3	97.5	92.2	86.3	97.0	78.2
備考	* 1はTS濃度 (%)とT-N濃度 (TS中の含有率)からの計算値である。						

表3 バイオマス種別の重量当たりバイオガス発生量

	バイオガス発生 原単位 (Nm <sup>3</sup> /t)	メタン濃度 (%)	出 所
食品 廃棄物	150	50～60	循環型社会形成推進交付金の交付標準値
ホテル 厨芥	175	55～60	バイオガス研究会、京都バイオマス化技術実証プラント実証試験報告書
下水汚泥	12～14	57～63	下水処理場へのバイオマス（生ごみ）受け入れマニュアル、下水道新技術推進機構、2011年3月

介されている自治体から、メタン発酵施設に事業系食品廃棄物や家庭生ごみ等を投入している3自治体を選定し、調査を行った。

これら先進地区への聞き取り、現地調査及び既往発表報文・マニュアルを基に、事業系食品廃棄物をメタン発酵利用する際の主な課題及びその対応策を整理し、表4に示した。

表4の課題と対応策のうちで、特に留意すべき事項を下記に示した。

#### (1) 補助事業の活用時の確認

事業実施に当たり、国の各種補助事業を活用する場合には、その適用基準や範囲を明確にする必要がある。参考までに先進地区における適

表4 先進地区の聞き取り結果等を踏まえた主な課題と対応策

No.	課題	対応策
1	<b>補助事業の活用の確認</b> 導入時に各処理設備への各種補助事業の適用条件の基準と範囲の確認が必要である。	事業実施に際して、国の各種補助事業等を活用する場合、利用するバイオマスの種類（事業系食品廃棄物等）や事業手法により、複数の補助事業を併用するケースが想定される。 この場合は関係機関と協議を行い、各補助事業制度の適用範囲基準を明確にする必要がある（投入量按分であれば、湿潤量ベースか固形物ベースか、対象設備における前後の設備との配管、ポンプ等の取扱い等）。特に管轄省庁が異なる補助事業を併用する場合や補助率が異なる補助事業を併用する場合には、適用範囲の決定に長期間を要するため、早期の段階で関係省庁と協議を行うことが必要である。
2	<b>計画バイオマス量の正確な把握</b> 計画時のバイオマス量と現実に乖離があると、期待した効果が発現しない。このため、計画時のバイオマス量の正確な把握が必要である。	計画時のバイオマスの中でも事業系食品廃棄物の賦存量は、地域によって大きく異なるため各市町村での調査が必要であり、「生ごみ分別収集モニタリング調査」や「既存ごみ処理施設へのヒアリング」等を行って算定する。 また、事業系食品廃棄物量は事業系食品廃棄物賦存量に分別収集への協力率等により異なる排出率を乗じて求められるため、この賦存量と排出率を極力正確に算出する必要がある。 事業系食品廃棄物は良質のバイオマス原料であり、利活用に当たっては競合（バイオマスの取り合い）を生じる場合もあるため、計画段階で十分な調査と確認が必要である。
3	<b>前処理施設の導入検討</b> 事業系食品廃棄物を受け入れる際、受け入れる食品廃棄物に応じた前処理施設を新規設置する必要がある。	受け入れる事業系食品廃棄物に応じた分別・処理機能を有し、適正規模の前処理施設とする。 例えば、T県K市では、隣接市の飲料工場からコーヒー粕、おからの他に直投式デイスポーザによる下水道地区の住民の生ごみを受け入れているため、高度な前処理施設は必要としない。
4	<b>メタン発酵槽設備への影響の確認</b> 事業系食品廃棄物は、有機物量及び窒素量が多く、投入負荷により酸発酵の進行やアンモニア阻害を生じる場合がある。	メタン発酵槽内の有機物負荷の上昇により酸発酵の急激な進行やアンモニア阻害を生じる場合には、投入する事業系食品廃棄物の削減等の運転調整や受入量の調整（削減）を行う必要がある。 また、メタン発酵槽内の汚泥性状（TS濃度や粘度等）の変動により、槽内混合・攪拌効率に低下を生じる場合があるため、攪拌機能の確認に留意する。
5	<b>脱水設備への影響の確認</b> 事業系食品廃棄物の投入により脱水設備への投入汚泥性状（濃度や粘度）の変動による脱水効率の低下や投入ポンプの移送能力の低下が懸念される。	脱水設備への投入汚泥性状の変動や投入固形物量の増加により、脱水設備（投入ポンプも含む）の運転条件（運転台数や運転時間の増加、使用凝集剤）の変更が必要となる場合がある。 この運転条件の変更で対応できない場合には、脱水設備の改造や増設が必要となる。
6	<b>処理水質への影響の確認</b> 事業系食品廃棄物をメタン発酵槽に受入後の返流水（特に脱水ろ液）は、アンモニア態窒素や難分解性CODの負荷量が増大し、水処理への悪影響の懸念される。	総量規制地区及び都道府県や市町村の条例等により、特に放流水質のCOD、T-N及びT-P濃度が、通常の放流規制値よりも更に厳しく規制されている処理施設の場合には、水処理工程での運転条件の変更が必要となる場合がある。
7	<b>汚泥処分への影響の確認</b> 脱水汚泥量の増大による最終汚泥処分量の増加への対処が必要となる。	脱水汚泥量の増加により、汚泥の最終処分量が増大するため、再度処分先の受入能力や可否を確認する必要がある。また、脱水ケーキを既に乾燥汚泥やコンポストとして農地還元等を図っている場合には、肥料取締法の改正に伴い、肥料原料に事業系食品廃棄物の追加があるため、再登録の確認や原料管理の徹底などの確認が必要である。

用事例を図4に示した。

バイオマス事業の実用化に向けて数多くの補助事業<sup>4)</sup>が各省庁で用意されており、内容を確認の上、積極的に活用すべきと思われる。

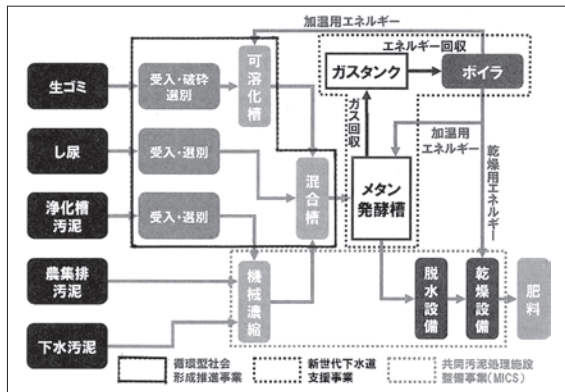


図4 1県S市浄化センターの補助事業の適用範囲

## (2) 前処理施設の導入検討

事業系食品廃棄物の受入に当たっては、前処理施設の建設費と維持管理費が最も高額になるケースが多い<sup>5)</sup>。このため、前処理施設の導入には、受入れる事業系食品廃棄物の状態（分別状況や袋詰めの有無）や運搬方法等により、十分な分別・破碎方法及び適正な前処理施設規模についての調査・計画が必要となる。

## (3) 汚泥処分への影響の確認

既設の処理施設で下水汚泥や集排汚泥を原料にコンポストや乾燥汚泥として肥料登録を既に行っている場合には、特に留意が必要である。肥料取締法の改正が、令和2年度までに行われ、主な改正内容が令和3年12月までに順次施行される。

本法の施行後に、汚泥の他に事業系食品廃棄物をメタン発酵の原料として追加使用する場合には、汚泥肥料としての再登録の有無及び肥料の原料帳簿管理等の確認が必要である。

## 5 まとめ

排出事業者へのアンケート調査では、現状以上

に分別や運搬に手間や費用が掛かる場合には、事業系食品廃棄物の下水道施設におけるメタン発酵の利用は難しいとの結果であった。

一方、事業系食品廃棄物を利用する側の下水道施設は十分に分別できているものを活用したいとの意向であり、両者は相反する利用条件を示している。今後、事業系食品廃棄物を下水道施設にて利用するにはこの矛盾を解決する必要がある。

この課題は、今後集落排水施設において小規模メタン発酵に事業系食品廃棄物を活用する場合も、同様と考えられる。

最後に、令和2年度の本調査ではコロナ禍での実施となった。こうした状況下でも快くご指導・ご協力いただいた農林水産省、国土交通省、調査対象の自治体及び排出事業者の関係各位の皆様へ、深く感謝申し上げます。

## 【引用文献等】

- 1) 社団法人地域資源循環技術センター：農業集落排水汚泥利用マニュアル（案） p17 平成16年7月
- 2) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル p42 平成29年3月
- 3) 農林水産省農村振興局整備部農村整備課（監修）：メタン発酵利活用施設技術指針（案） P5-5～5-6 平成17年8月
- 4) バイオマス産業都市関係府省連絡会議（内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省）：関係府省庁によるバイオマスの利活用に関する支援策 令和3年1月  
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-105.pdf>
- 5) 財団法人下水道新技術推進機構：下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル p126～128 平成23年3月