

乾式メタン発酵の稼働実績に基づく 物質・熱収支モデルの作成と導入効果の検討

AD20077 片山颯

持続可能な都市・地域研究室 指導教員：栗島英明

1. 緒言

日本ではほとんどの都市廃棄物を焼却処理してきた。一方で、紙ごみや生ごみなどの有機性廃棄物を二酸化炭素とメタンにより構成されるバイオガスと発酵残渣に分解するタン発酵が注目されている。メタン発酵には、乾式、湿式の2種類があり、前者は、分別の処理が粗くても処理が可能である¹⁾。これは、様々な組成により構成される都市廃棄物を処理するのに適している。しかし、乾式メタン発酵は、国内に9か所しか稼働していない。そのため乾式メタン発酵に関する従来研究も、実稼働している施設データに基づくものが見当たらない²⁾³⁾。そこで、本研究では、国内で実際に稼働している施設へのヒアリング調査に基づいて乾式メタン発酵と焼却を組み合わせた「コンバインドシステム」の物質・熱収支モデルを作成し、その導入効果を検討する。

2. 実験方法

まず、乾式メタン発酵を実際に導入している施設に、ヒアリング調査を行う。次に、調査で得られたデータに基づいて乾式メタン発酵と焼却を組み合わせた「コンバインドシステム」の物質・熱収支モデルを作成する。比較的データが公開されているA施設のデータと参考文献⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾を用いて、不足しているデータを推定しながら、1年分の物質・熱収支モデルを作成する。最後に、作成した物質・熱収支モデルを用いて、「単純焼却システム」との比較を行って、コストや二酸化炭素の削減量を推計し、導入の効果を検討する(図1)。

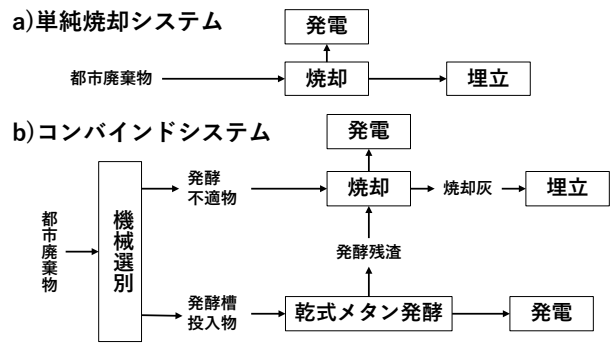


図1 比較するシステムの処理フロー

3. 結果と考察

3.1 ヒアリング調査の結果

国内の4施設にヒアリング調査を行った結果、乾式メタン発酵の導入理由は、国からの建設費補助の割合が大きい、バイオガスの発生量が多い、不適物の許容量が大きい、発酵残渣の脱水・処理が不要である、といった点であった。また、乾式メタン発酵を導入した自治体の多くが、建設～運営をプラントメーカーに一任しており、詳細な運転データや処理物の物性データを提供できないということであった。

3.2 物質・熱収支モデルの作成結果

そこでヒアリングとweb上で比較的データの得られたA施設のデータをもとに物質・熱収支モデルを作成することとした。処理対象物の物量・ごみ種組成のデータは得られたものの、元素組成・水分量

表1 ごみ種ごとの元素組成、灰分、水分組成

	強熱減量組成(%)					灰分 (%)	水分 (%)
	C	H	N	O	Cl		
生ごみ	6.4	0.9	0.4	5.0	0.0	2.3	85.0
紙類	24.6	3.5	0.2	24.0	0.2	4.3	43.2
草木類	28.9	3.8	0.1	24.1	0.2	1.9	40.0
布類	39.3	5.2	1.6	30.9	0.2	5.0	18.0
プラ類	59.8	10.4	0.5	3.8	1.1	5.0	20.0
汚泥	8.5	1.4	1.3	5.8	0.2	2.9	80.0

等が不明であったため、従来研究⁴⁾⁵⁾を参考に表1と仮定した。元素組成の収支が合うように作成した年間の物質収支を図2に示す。また、作成した物質収支データを用いて、Steureの式⁶⁾等を用いて処理対象物・バイオガス・発酵残渣の表2に示す低位発熱量を推計し、熱収支モデルを作成した。

3.3 乾式メタン発酵の導入効果

作成した物質・熱収支モデルを用いて、「単純焼却システム」と「コンバインドシステム」の年間発電量、売電額、二酸化炭素削減量を推計した(表3)。バイオガスの発電効率はA施設の発電効率(35.9%)、焼却分の発電効率は従来研究の値⁷⁾を用いた。売電単価は、有機物由来はFITの2023年の単価、非有機物由来は同じくコンバインドシステムを導入しているB市の売電単価を使用した。1kWhあたりの二酸化炭素削減量は、A施設がある地域の電力会社である四国電力のCO₂排出係数(0.370kg/kWh)を用いた。低位発熱量の低い有機物をバイオガス化することで、「コンバインドシステム」の年間発電量は、「単純焼却システム」を約3,137MWh上回り、約116万トンの二酸化炭素削減となった。また、FITによるバイオガス発電の売電単価の高さも加わって、年間で約1億4000万円の収益増となった。A施設は、建設費40億円の1/2の国庫補助を受けており、売電収益のみで約14年で建設費分を回収できる計算となる。

4. 結言

研究では、国内で実稼働する乾式メタン発酵のデータに基づいて、乾式メタン発酵と焼却処理を組み合わせた「コンバインドシステム」の物質・熱収支モデルの作成を試み、「単純焼却システム」との比較を行った。その結果、年間で約1億4000万円の収益増、約116万トンの二酸化炭素削減につながると推定された。一方で、データ提供が限られたことから、処理対象物の元素組成等を一律に仮定して推計をおこなっており、今後は感度分析等を行うことで結果の不確実性を検証する必要がある。

5. 参考文献

- 1)環境省:「メタンガス化の技術」<https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/technical.html>
- 2)井上陽仁, 松藤敏彦: 土木学会論文集 G(環境), 70-2, pp32-41, 2014.
- 3)西嶋真幸, 松藤敏彦: 廃棄物資源循環学会論文誌, 27, pp144-153, 2016.
- 4)松藤敏彦: 「都市ごみ処理システムの分析・計画・評価」 技報堂出版, 2005.
- 5)Mahzoun, Y, 大下和徹, 高岡昌輝, 藤森崇: 下水道協会誌, 54, pp86-96, 2017.
- 6)(公社)全国都市清掃会議: 「ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2017改訂版)」全国都市清掃会議, 2017.
- 7)岡田進太郎, 石井一英, 藤山淳史, 古市徹: 土木学会論文集 G(環境), 72-6, pp217-228, 2016.

表2 低位発熱量

	低位発熱量	
処理対象物	4315.2	MJ/t
バイオガス (CH ₄ :50%)	16.7	MJ/m ³
発酵残渣	4430.2	MJ/t

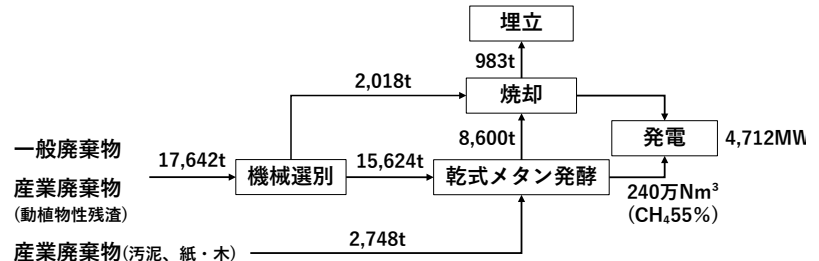


図2 年間の物質収支モデル

表3 両システムの比較結果

		発電量	売電額	CO ₂ 削減量
		(MWh)	(百万円)	(万トン)
単純焼却システム	焼却(有機分)	2180.6	37.1	806.8
	焼却(非有機分)	846.1	12.3	313.1
コンバインドシステム	焼却(有機分)	605.4	10.3	224.0
	焼却(非有機分)	846.1	12.3	313.1
	バイオガス	4712.5	164.9	1743.6