

都市部のオンサイト型メタン発酵の普及に向けた課題と解決策の検討

東京ガス株式会社 正会員 ○押部 洋
 東京ガス株式会社 非会員 西川 向一
 東北大学 正会員 李 玉友

1. 背景

低炭素社会への実現に向けて、メタン発酵を利用したエネルギー回収が注目されている。都市部を中心に発生するメタン発酵と適合性が高い食品残渣は、現状では大半が焼却処分されており、再利用される場合でも堆肥化あるいは飼料化が主でエネルギーに変換しての回収する取り組みは進んでいない。また、既往研究の多くは集約型メタン発酵システムの検討^[1]であり、環境面で有利とされるオンサイト型メタン発酵システム（以下、オンサイト型システム）を都市部で適用する検討例はほとんどない。そこで本研究では、都市部で発生する食品残渣を対象としたオンサイト型システムが導入可能な設備規模とその問題点の検討を行った。

2. 方法

オンサイト型システムに求められる要件を検討するために、都市部での食品残渣の発生量、オンサイト型システムのエネルギー収支の試算、試算に基づいたエネルギー収支の改善提案を行う。都市部における食品残渣の発生量は、羽原らの原単位^[2]に経済センサデータから得られる町丁目別、業種別の従業員数^[3]を利用した。本研究では、町丁目別を横浜市鶴見区として、対象業種を日常的に食品残渣が発生する食品小売店、飲食店、ホテル、学校として、町丁目別に業種別発生量の和を求めることで食品残渣の発生量とした。

オンサイト型システムは、一日あたり数 t の食品残渣を高温発酵でバイオガス化し、得られたバイオガスをガスエンジンに導入して発電するシステムとした。ガスエンジンで得られる回収電力量および回収熱量と、オンサイト型システム内で自家消費する電力量および熱量を試算し比較することでオンサイト型システムの自立性を検討した。表 1 に試算条件を示す。ただし、発酵排水は建物内の既設の排水処理設備で処理すると仮定し、発酵排水による排水処理負荷の増大や放流水中の物質増加が下水処理に与える影響は試算の対象外とした。自家消費する熱は、基質の加温と発酵槽からの放熱分とした。

本研究では、オンサイト型システムのエネルギー収支改善提案として、食品残渣と油との混合によるバイオガス発生量の増加、および自家消費電力量の低減の効果を検討する。食品残渣への油脂分の混合割合は、既往研究^[4]の結果から食品残渣に対して重量で 10%とした。また、自家消費電力の低減は、食品残渣を 1 日 2t 高温発酵した設備^[5]を参考にオンサイト型システムの機器別の消費電力量を推定し、表 2 に示す負荷率と稼働時間を用いて試算を行った。発酵槽に無動力攪拌^[6]を適用した場合の自家消費電力は、適用前の 57%とした。改善案の効果は、システムの発電量と自家消費量の差を、これらの方法の適用の有無で比較することで判断した。

表 1 試算条件

項目	値	単位
食品残渣の TS 濃度	20	%
投入基質の TS 濃度	10	%
外気温	15	°C
滞留時間	20	days
ガスエンジン発電効率	33	%
ガスエンジン熱回収効率	50	%
バイオガス量	130	m ³ /食品残渣 t
バイオガスのメタン濃度	60	%
自家消費電力 (X: 食品残渣 t)	29.84X+704.68 【1】	kWh
発酵槽総括伝熱係数	1	W/m ² /K
発酵槽の表面積/体積比	2	m ² /m ³

表 2 機器仕様

プロセス	機器 ^[5]	定格電力 kW ^[5]	負荷率 %	稼働時間 hour/day
前処理	破砕機	3.7	60	5
	原料投入ポンプ	0.75	60	12
	調整槽攪拌	5.5	60	24
	基質送液ポンプ	0.75	60	12
発酵槽	攪拌用ポンプ	5.5	60	24
	攪拌用ブロウ	1.5	60	24
	発酵排水ポンプ	0.75	60	12
	温水循環ポンプ	0.75	60	24
ガス貯留	ホルダ加圧ファン	0.28	60	24

キーワード メタン発酵、食品残渣、分散型処理、オンサイト型

連絡先 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町 1-7-7 東京ガス株式会社 基盤技術部 TEL 045-500-8720

3. 結果と考察

町丁目別の1日あたりの食品残渣の発生量(kg)を図1に示す。豊岡町、鶴見中央一丁目、鶴見駅中央四丁目など鶴見駅付近は他の地域と比べて発生量が多く、その発生量は約1.1~1.6t/dであった。この試算結果から、オンサイト型システムの1日の処理量は、約1t程度であることが示唆された。

オンサイト型システムの回収エネルギーと自家消費エネルギーの関係を図2に示す。回収熱量は食品残渣量によらず自家消費熱量より多くなった。一方、回収電力量は食品残渣量が約3t/d以下の場合、自家消費電力量より少なく、システム外からの電力が必要となることが示唆された。この結果から、約1t/d規模のオンサイト型システムは、エネルギー的に自立しないことがわかった。

そこで、1t/dの発酵システムに改善提案を加えた電力収支の試算結果を図3に示す。混合発酵または無動力攪拌のいずれかを適用した場合、改善提案を実施しない基準ケースより電力収支は改善されるものの、負の値であった。混合発酵と無動力攪拌の2つを組み合わせた場合には正の値となり、オンサイト型システムは自立可能となる結果となった。

以上より、1t/d規模のオンサイト型システムにおいては、食品残渣と油脂との混合発酵とメタン発酵槽の無動力攪拌の両方を適用した場合のみエネルギー自立が可能であることが示唆された。今後は、排水処理等の後段への影響も精査し、実現可能性を検討する。

4. 結論

都市部で発生する食品残渣をオンサイトでメタン発酵を行い、エネルギー回収するメタン発酵システムの導入可能性を検討した。1日1tのオンサイト型システムでは、食品残渣と油脂との混合発酵によるバイオガス量の増加と発酵槽の無動力攪拌の両方を適用した結果、オンサイト型システムのエネルギー収支が改善し、自立が可能であることを示した。

参考文献

- 【1】 石井ら、環境システム研究論文集、Vol.34, pp.443-453 (2006)
- 【2】 羽原ら、廃棄物学会誌、Vol.13, No.5, pp.315-324. 2002.
- 【3】 H21 経済センサス-基礎調査 横浜市 B-1 表
- 【4】 バイオガスの最新技術 CNC 出版 p.92-93.
- 【5】 NEDO バイオマス等未活用エネルギー実証試験 平成19年度~平成21年度 成果報告書 p.13.
- 【6】 小林ら、水環境学会誌、Vol.33, No.12, pp.201-208 (2010)

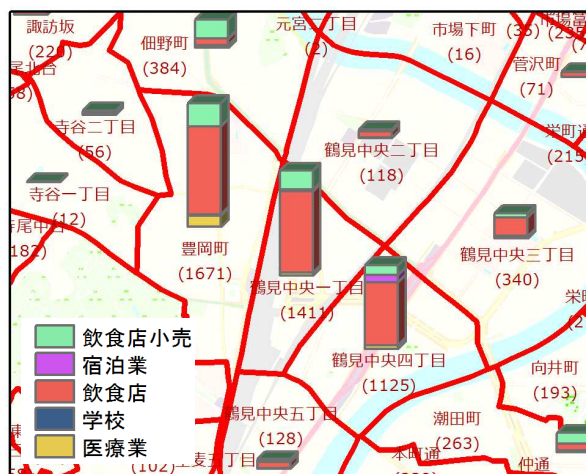


図1 食品残渣の推定発生量

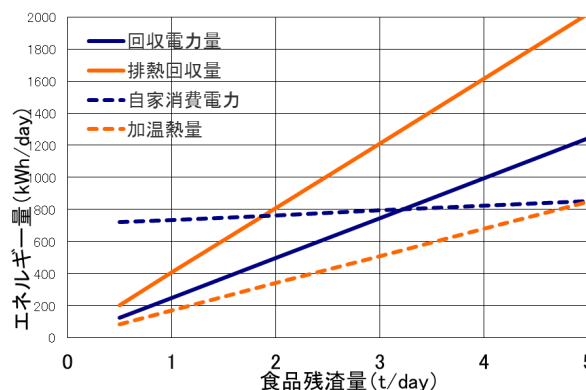


図2 発酵システムのエネルギー収支

表3 消費電力の内訳

プロセス	機器	内訳 %
前処理	破砕機	10
	原料投入ポンプ	2
	調整槽攪拌	34
	基質送液ポンプ	2
メタン発酵	攪拌用ポンプ	34
	攪拌用ブロウ	9
	発酵排水ポンプ	3
	温水循環ポンプ	5
ガス貯留・利用	ホルダ加圧ファン	2

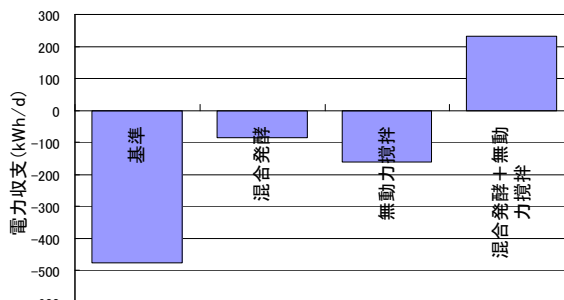


図3 電力収支