【特集：食品廃棄物】

食品廃棄物のメタン発酵によるバイオガス発電事例

浅野 信好*

【要旨】 富山グリーンフードリサイクル㈱は農林水産省の食品リサイクル施設先進モデル実証事業として、食品廃棄物のバイオガス化と、剪定枝の堆肥化の2つのリサイクル事業に取り組んでいる。当社は、地球温暖化防止の一環として、全国展開されているゼロエミッション構想のエコタウン事業において、全国で16番目、北陸で最初に認定を受けた富山市エコタウンプランの地区に立地し、メタン発酵技術により食品廃棄物をバイオガスにリサイクルし、このガスを用いて自家発電し使用している。この5年間のリサイクル事業の実績を報告する。

キーワード：食品リサイクル、メタン発酵、バイオガス発電、発酵液残渣の利用

1. はじめに

地域振興を図りながら、環境と調和したまちづくりを推進するエコタウン事業に富山市エコタウンプランが、全国では16番目、北陸地区では初めて平成14年5月に承認された。

富山市は、エコタウンプランに基づき地域の独創性をふまえ、廃棄物の発生抑制・リサイクルの推進により既存の枠にとらわれない先進的な環境調和型まちづくりを進めることを目的に、富山エコ産業団地に先進的なリサイクル施設を集約した。

富山グリーンフードリサイクル㈱(写真1 施設全景)は、その中の事業の1つである。富山市内より発生する事業系生ごみや富山地域で発生する食品加工残渣等の食品廃棄物をメタン発酵によりバイオガス化し、このガスで発電し、回収した電気、熱を利用して富山市内で発生する剪定枝や刈草を良質な堆肥(土壌改良材)にしている。

リサイクル事業を始めて5ヶ年が経過する。施設の稼働状況について報告する。

写真1 施設全景

2. 事業内容

2.1 食品廃棄物のリサイクル

富山市広域圏のホテル、スーパー、コンビニ、レストランなどの商業施設から発生する調理残渣や残飯などの事業系一般廃棄物に加え、平成18年度からは、富山市の一般家庭の分別生ごみ収集モデル地区の家庭系生ごみも受け入れ始めた。食品産業廃棄物は、富山市近隣の食品製造業者が排出する生産途上の欠陥品、賞味期限切れ商品・加工残渣などを受け入れている。このような生ごみ、食品廃棄物は、メタン発酵施設でバイオガスに変換して発電に利用し、回収された電気、熱を工場内で使用している。

原稿受付 2008.6.23

* 富山グリーンフードリサイクル㈱

連絡先：〒931-8406 富山市海岸通字松浦町1-12

E-mail: asano@kajima.com

2.2 剪定枝・刈草のリサイクル

外焼却が禁止となり、高額な処理費に悩む地元の造園業協同組合のニーズに応えるため、富山市広域圏の公園、緑地、街路樹などから発生する剪定枝・刈草などを完熟した土壌改良材にする堆肥リサイクルも行っている。メタン発酵施設から排出される窒素・リン・カリウムを含む発酵液を堆肥の発酵促進材に有効活用することで、堆肥製造の維持管理コストを削減するとともに、付加価値のある堆肥製造が行える。

2.3 複合リサイクル事業の効果

食品廃棄物を焼却せずにリサイクルすることにより、焼却処理量は削減され、焼却灰も削減されることから、最終処分場の延命化の効果がある。また、水分の多い食品廃棄物を焼却せずにサーマルリサイクルすることで、温室効果ガスの削減にも大きく寄与している。

また、剪定枝・刈草などから堆肥にリサイクルされる完熟した土壌改良材は、安全な資材として農地や公園などに還元され土づくりに貢献している。

3. 補 助 事 業

先進的な技術を用いたモデル事業であることから、農林水産省の「食品リサイクル施設先進モデル実証事業」と、富山市の「富山市エコタウン施設整備事業」に認定されて、事業整備費 14 億 6,000 万円のうち、国から 50%、富山市から 1%の補助金を受けている。

なお、富山グリーンフードリサイクル㈱は、地元食品会社 6 社、廃棄物収集運搬業者、造園業協同組合、建設会社、プラントメーカーなど 6 社の合計 12 社が協同出資して、平成 15 年に設立された複合リサイクル事業会社である。

4. 設 備 概 要

敷地面積は 17,100 m²、建築面積は 6,000 m²であり、メタン発酵設備が全体の約 1/4 の面積、残りが堆肥化施設となっている。メタン発酵設備のバイオリアクタとバイオガス貯留設備のメンブレンガスホルダを写真 2 に示す。

また、表 1 に処理能力、表 2 に施設概要を示す。

写真 2 バイオリアクタ・ガスホルダ

表 1 処理能力

区 分	概 要	ton/日	ton/年
メタン発酵施設	事業系生ごみ・食品残渣・有機汚泥	24.4	7,200
堆肥化施設	剪定枝・刈草	3~20	4,000
	コーヒー・茶かす	2	600

表 2 設備の概要

施設	区 分	概 要
メタン発酵処理設備	受入貯留施設	計量機・受入ホッパー
	前処理施設	分別機・移送コンベア・スラリータンク
	メタン発酵施設	バイオリアクタ 有効容量 400m ³ (直径 8.2m ³ ×高さ 11m ³) 固定床式高温発酵 (55℃)、発酵期間 10 日間
	バイオガス貯留施設	ガスホルダ 容量 1,000m ³
	バイオガス利用施設	マイクロガス発電機 30kw×3 台
	発酵残渣処理施設	浸漬膜活性汚泥排水処理
	堆肥化処理設備	仮置場
堆肥化処理設備	前処理施設	破碎機
	発酵処理設備	スクープ式攪拌機 1 レーン×80m
	養生槽設備	3 室
	製品化設備	粒度調整トロンメル篩・袋詰ロボット
	環境保全施設	微生物脱臭装置・処理水放流装置

5. リサイクルシステム¹⁾

図1に処理リサイクルフローを示す。

メタクレスシステム（固定床式高温メタン発酵）による食品廃棄物のバイオガス化技術と、スクープ式攪拌機により自動攪拌して発酵促進する剪定枝・刈草の堆肥化方式である。

5.1 食品廃棄物

専用袋で回収した、商業施設、ホテル、スーパー、コンビニなどから出る調理残渣、残飯などの事業系一般廃棄物の分別生ごみは、バッカー車により施設に運ばれてくる。また、食品工場からの食品産業廃棄物は、ダンボール、ドラム缶、コンテナ等、様々な形態で施設に運ばれる。

運ばれてきた食品廃棄物は、破碎選別機で回収袋や弁当容器などの異物を取り除き、生ごみ1に対し、水1を加えて希釈し、微粉碎し、メタン発酵処理に適したスラリー状にして貯蔵される。スラリーはバイオリアクタ（メタン発酵槽）に移送され、槽内55℃で活動する高温メタン菌により、滞留時間10日間かけて分解される。バイオリアクタからは、メタン濃度が約60%のバイオガスが回収され、窒素・リン・カリウムなどの栄養分を

写真3 マイクロガスタービン発電機

含んだ発酵液が排出される。

回収されたバイオガスは、脱硫塔で硫化水素を除去し、ガスホルダーに一次貯留され、30 kWのマイクロガスタービン発電機3台に供給して発電を行う（写真3参照）。

5.2 剪定枝・刈草

公園・緑地・街路樹などから発生する剪定枝・刈草を、爪楊枝大の大きさまで破碎機で破碎し、発酵槽に投入す

図1 リサイクルフロー

る。このとき、メタン発酵に適さないコーヒー・茶かすなどの食品産業廃棄物も混合して発酵槽に投入する。発酵槽は長さが80mあり、スクープ式攪拌機で原料を4m/日移動させ、約20日間かけ、出口まで移動する。この工程が一次発酵となる。一次発酵の際、メタン発酵後の発酵液残渣を発酵促進剤として散布する。

一次発酵が完了したものは、養生槽に移動し、シヨベルローダーによる切り返しを行いながら、約90日間かけて熟成処理を行う。この工程が二次発酵となる。

一次、二次を合わせて約110日間かけ、完全した良質な堆肥（土壌改良材）を作っている。

製品は、円形ふるい機で粒度調整し、一部はロボットで袋詰めして出荷している。

粒度調整で発生したオーバーサイズのものは、再度粉碎し、発酵槽に戻している。

また、オーバーサイズの製品の一部は雑草防止材のマルチング材として販売している。

6. バイオガス発生量と自家発電の実績

表3に平成15年から平成19年の運転実績を示す。食品廃棄物の処理量はこの間に3,700 tonから5,000 tonに年々増加しているものの、計画処理量7,200 tonの70%程度に留まっている。

図2に自家発電に使用したバイオガス量・余剰バイオガス量と発生量の関係を示す。

平成15年度の食品廃棄物の処理量3,700 tonに対しバイオガスの発生量は53万 m^3 で、生ごみ1 tonあたり140 m^3 /tonであった。平成19年度は処理量5,000 ton、バイオガス発生量103万 m^3 で生ごみ1 tonあたり184 m^3 /tonであった。5ヶ年間の平均では188 m^3 /tonで、最大は平成18年の213 m^3 /tonであった。

差が大きいのは、処理する産業廃棄物の固形分濃度、有機物濃度などの変動が大きいことが原因である。

発電量とバイオガスの使用量は平成15年が52万

表3 食品廃棄物処理の年次別推移

	純粋 食品廃棄物 (ton)	バイオガス 発生量 (万 m^3)	自家 発電量 (万kWh)	バイオガス 使用量 (万 m^3)
平成15年	3,700	53	52	42
平成16年	3,700	64	56	47
平成17年	4,600	88	65	52
平成18年	4,600	98	60	48
平成19年	5,000	103	61	48
年平均	4,320	81	59	47.4
日平均		2,200 m^3	160kWh	1,300 m^3

図2 バイオガスの発生量と使用量の関係

表4 バイオガスの組成成分

水素 (%)	0.1 未満
酸素 (%)	0.1 未満
窒素 (%)	0.3
メタン (%)	60.7
一酸化炭素 (%)	0.1 未満
二酸化炭素 (%)	38.7

kWhの発電量に対し、42万 m^3 のガス使用量で、1 kWhの発電量に対し0.81 m^3 /kWhのガス使用量であった。平成19年は発電量61万kWh、バイオガス使用量48万 m^3 、1 kWh発電量に対しバイオガス使用量は0.79 m^3 /kWhであった。5ヶ年の平均は0.81 m^3 /kWhであった。発電機の効率は、20.4~22.0%で平均21.3%となっている。

バイオガスの組成成分（平成19年7月18日分析）を表4に示す。

7. 環境負荷の低減

発電による二酸化炭素排出量は1 kWhあたり704 g- CO_2 （出典：電力中央研究所）であり、バイオガスを燃料に発電して利用する分を温室効果ガス削減効果としてみた場合の CO_2 削減量を算出した。

平成15年から平成19年の5ヶ年間の発電量は294万kWhの発電量なので、この発電により約2,070 tonの CO_2 排出を削減したことになる。また、年間平均では約400 ton、日平均では1.1 tonの CO_2 を削減していることになる。

8. 家庭生ごみの処理

富山市からの要請により平成18年から始まった家庭

表5 富山市の家庭生ごみ回収実績

区 分	地区数	世帯数 (戸)	人口 (人)	ごみの量 (ton)
平成 18 年度	1 地区	1,300	3,100	85
平成 19 年度	3 地区	5,000	12,000	275

生ごみのリサイクルモデル事業の実績を、表5に示す。この事業は、分別によるごみの排出抑制効果、焼却処理量、埋立処分量の原料により循環型社会の形成を推進することを目的に行われている。モデル地区の市民の協力を得て、平成18年度から1地区、平成19年度からは2地区が加わって3地区で実施されており、平成20年度はさらに2地区が加わり、5地区に拡大される。

9. まとめ（今後の課題、周辺利用の考察）

当社における、過去5年間の平均1日あたりバイオガス発生量は2,200 m³/日で、1,300 m³/日のガスをマイクロタービン発電機に供給し、発電量は1,600 kWh/日、余剰ガスが900 m³発生している。事業計画時には、

1,000 m³のガスを隣接リサイクル工場に販売することになっていたが、販売できていないことでガスが余剰になっている。

今後の課題は、食品小売業や外食産業などの発生形態が少量分散型の事業者に対し、分別回収の協力をいただき、処理量の増加を図ることである。

また、食品廃棄物の回収量が増え、バイオガスの回収量も増大することになれば、発電機を増設し、売電することも検討したい。

最後に、当社は、民間企業によるバイオマスリサイクル事業のモデル事業となる企業として、食品廃棄物のリサイクル事業、剪定枝リサイクル事業の普及促進、堆肥利用による土づくり、安全・安心な農業の促進、地球環境負荷低減に向けた事業展開を進めていきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 浅野信好：メタン発酵技術による生ゴミのリサイクル、廃棄物研究財団日より、第71号、p.21 (2007)

A Case Study of Biogas Power Generation using Methane Fermentation of Food Waste

Nobuyoshi Asano

Toyama Green food Recycle Inc.
(1 - 12 Matsuuracho, Aza, Kaigandori, Toyama-city 931 - 8406 Japan)

Abstract

Toyama Green Food Recycle, Inc. has been working on two recycling projects authorized by the Ministry of Agriculture as verification programs for an advanced model of a food recycling facility that includes biogasification of food waste and composting of pruned trees. These projects are being operated in the area of the Eco-Town Program in Toyama City, which has been approved as part of the Zero Emission Initiative being promoted throughout Japan as a measure toward the prevention of global warming. Toyama City Eco Town has been approved as the first case of its kind in the Hokuriku area, and 16th among ecological townships for the whole nation. By using methane fermentation techniques, food waste is being recycled into biogas, which fuels the in-house power generation at the facility. This report demonstrates the actual achievements of the program through such recycling projects over the past five years.

Key words: food waste recycling, methane fermentation, biogas power generation, utilization of residue of fermentation liquor