



家畜ふん尿のメタン発酵処理と 消化ガス発電

小川 幸正・中川 悦光

有機性廃棄物の処理でメタン発酵法を採用することで有機物を処理しながらメタンを含む消化ガス（バイオガスとも言う）を回収し、エネルギーとして利用することができる。このエネルギーを発電、温水、蒸気、燃料として活用することで、化石燃料に由来する炭酸ガスなどの地球温暖化ガス削減に貢献できる。京都府八木町にある「八木バイオエコロジーセンター」は、家畜ふん尿やおからをメタン発酵処理し、処理過程で発生する消化ガスを燃料としたコージェネレーションシステムを採用している。本報文は、前記施設の紹介と運転実績の一部を報告する。

キーワード：メタン発酵，消化ガス発電，コージェネレーション，消化槽，逆流発電

1. はじめに

従来、家畜ふん尿は法の整備が遅れていたこともあり、悪臭、水質汚濁、衛生害虫の多量発生、地下水汚染などの環境問題を引起こしたことが多々あった。そのため、1999年11月に、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が施行され、家畜排せつ物の適正な処理が求められるようになった。

家畜ふん尿処理は、これまで堆肥発酵方式等の好気性処理（酸素を必要とする微生物による有機物の処理方式）が主に用いられてきたが、近年、メタン発酵法（酸素を必要としない微生物による処理方式）による処理が注目を集めてきた。メタン発酵の特長は、処理を行うと共に、発生する消化ガスによりエネルギーを創出できる点にある。このエネルギーを回収、活用することにより、化石燃料からの炭酸ガス排出による地球温暖化防止に寄与することが可能となる。

このような施設が、今回事例として報告する「八木バイオエコロジーセンター」（以降、セン

ターと略す）である。本報文では、本センターのメタン発酵処理と消化ガス発電を中心に運転実績を含めて報告する。

2. 施設の概要

（1）全体の概要

本センターは、京都府船井郡八木町にあり、1998年4月より試運転調整を開始し、同年7月より本格稼働している。本センターはメタン発酵法による「メタン発酵施設」と堆肥製造のための「堆肥化施設」に大別される。メタン発酵施設では、乳牛や豚のふん尿とおからを、メタン発酵法により処理し、処理の過程で発生する消化ガスを使って発電を行う。

一方、堆肥化施設ではメタン発酵施設で処理した後の脱水ケーキ（脱水汚泥のこと）と、肉牛500頭のふん尿から堆肥を製造する。従来のふん尿処理では、機械動力として電気を消費するのみであったが、本センターでは消化ガス発電で処理に必要な電気を自ら生産することが可能となった。システム全体の概要を図-1に示す。

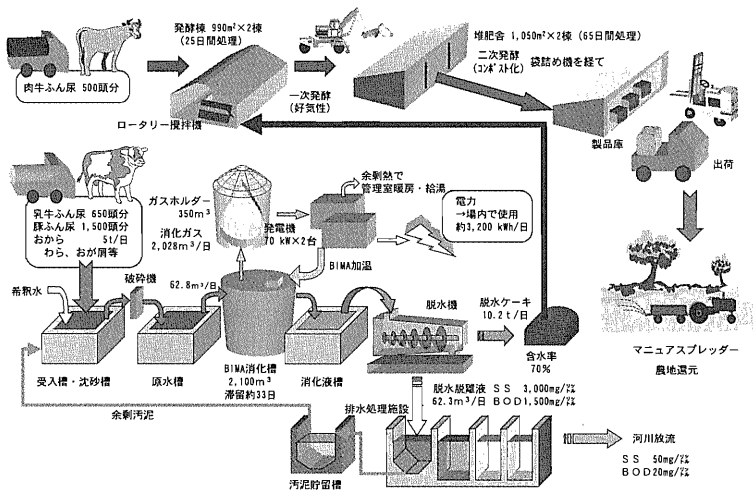


図-1 八木バイオエコロジーセンターの全体フロー

(2) メタン発酵施設

メタン発酵施設では、表-1のふん尿やおからを処理している。畜産農家が持込んだふん尿やおからは破碎，混合，攪拌されて，原水槽に貯留される。原水槽には，排水処理の余剰汚泥等も流入し，固形物濃度を10%以下にする。この液をメタ

表-1 「メタン施設」の設計条件

項目	数値
乳牛ふん尿	32.5 t/日 (650頭)
豚ふん尿	8.1 t/日 (1,500頭)
おから	5.0 t/日
余剰汚泥，希釈水等	17.2 t/日
日最大処理量	62.8 t/日
原水濃度 (=TS*濃度)	約10%
原水中の有機物比率	82%

* : TSとは，Total Solids (=蒸発残留物) の略である。



写真-1 メタン施設写真 (右：消化槽，左：ガスホルダ)

ン発酵槽 (消化槽) に投入し，約33日間滞留させ，液温を35°C程度に保ちながらメタン発酵処理を行う。ここで，ふん尿やおからの有機物は微生物によって分解され，メタンを約60%含む消化ガスが1日に約2,000 m³発生する。

本センターのメタン発酵槽は，無動力攪拌を特徴とする「BIMA (Bio-Manahl) 消化槽」を採用している。メタン発酵処理液は脱水機で脱水し，脱水ケーキと脱離液に分離する。脱水ケーキは堆肥化施設へホイールロードで運ばれる。また，脱離液は排水処理設備で浄化され，近くの河川へ放流される。メタン発酵施設の主要設備を写真-1に示す。

また，脱離液は排水処理設備で浄化され，近くの河川へ放流される。メタン発酵施設の主要設備を写真-1に示す。

(2) BIMA 消化槽の概要

本センターで採用した「BIMA 消化槽」は，ヨーロッパをはじめ世界で70箇所以上の実績があり，ユニークな内部構造を持つメタン発酵槽で

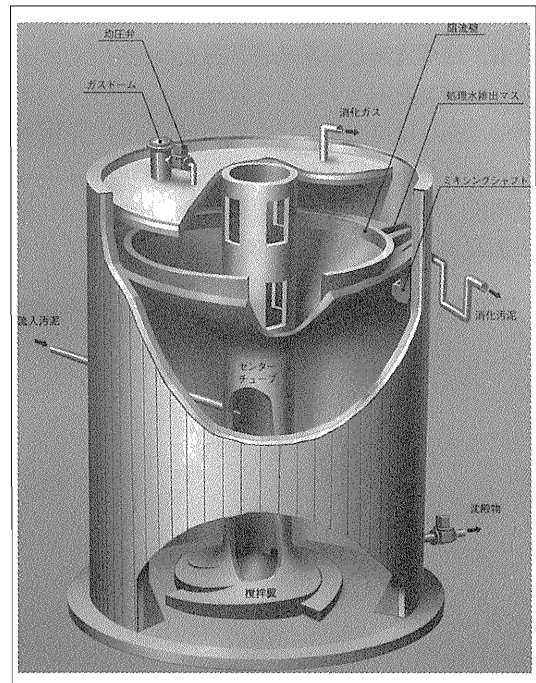


図-2 BIMA 消化槽の構造

ある。BIMA 消化槽は、発生する消化ガスの圧力を利用して攪拌を行う「無動力攪拌」が可能で、家畜ふん尿や食品工場残さ等の高濃度有機性廃棄物の処理に適している。消化槽の構造は図-2のように、メタン発酵が主に行われる主発酵部、新しいふん尿等を受入れるセンターチューブ、消化ガスの圧力で押し上げられた液が入る上部室の3つに分かれている。また、水槽内のガス圧力を調整する均圧弁が水槽屋上に設置されている。水槽内部に攪拌装置等がないため、メンテナンスが容易で、比較的高濃度の有機物を直接処理できる点に特徴がある。

(3) 消化ガス発電システム

BIMA 消化槽から発生した消化ガスは一時ガスホルダに蓄えられ、乾式の脱硫塔にてガス中の硫化水素を除去した後、ガスエンジン式発電機(70kW×2台)に投入する。写真-2は、発電機および排ガス熱交換器等の補機を収納した2台のパッケージの写真である。

建設当初、本システムは発電した電気を施設内でのみ使用し、外部の商用配電線へ流さない逆潮流無しシステムであったが、最近になって単独運転検出装置(安定装置)が実用化されたため、2001年3月末に逆潮流方式に切替えられた。なお、逆潮流無しシステムでの発電では、発電した電気を本センターと隣接地に建設予定の下水処理施設に電力を供給する予定であった。ガスエンジンから回収した廃熱は、消化槽の加温および施設内の給湯、暖房に利用する。BIMA 消化槽の加温に必要な熱量は、廃熱回収した熱量のう

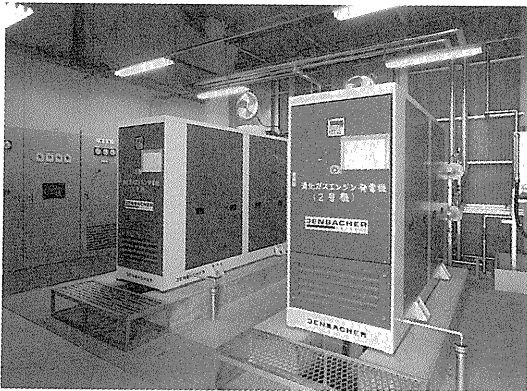


写真-2 消化ガス発電のパッケージ外観

ち、冬期で50%、夏期で25%程度である。

3. 運転実績

(1) BIMA 消化槽の処理量とガス発生量

1998年4月末より10t/日弱でふん尿の受入れをスタートさせ、順次BIMA 消化槽への投入量を増加した。2000年4月以降のメタン発酵施設での家畜ふん尿やおからの受入れ量とその種類を図-3に示すが、受入れ量は日曜日(受入れなし)を含めての平均値で40~50t/日程度と設計値に近く、乳牛のふん尿量の割合が高い。

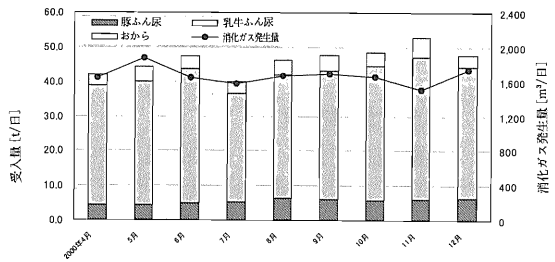


図-3 受入れ量と消化ガス発生量 (2000年4~12月)

BIMA 消化槽へは、ふん尿やおから以外に排水処理設備の余剰汚泥等を含めて、ほぼ設計値と同じ63t/日程度が投入されている。また、図-3に消化ガス発生量を示しているが、1,600~1,800m³/日となっており、この消化ガス発生量は本センターの使用電力量(80~100kW程度)を発電するのに必要なガス量を満たしている。消化ガスのガス成分は比較的安定しており、メタン濃度が55~60%程度である。

(2) 消化ガス発電量と使用電力量

図-4は、逆潮流無しでシステム連系運転をしていた2000年4月から同年12月における発電量、受

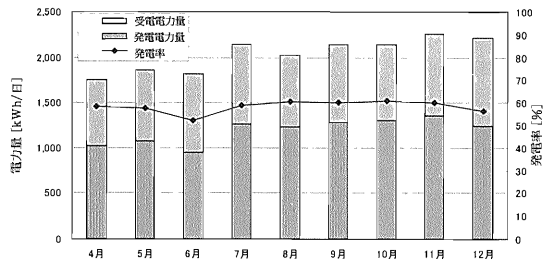


図-4 消化ガス発電と発電比率 (2000年4~12月)

表-2 逆潮流開始後の電力需給状況

年/月	消化ガス発電			商用電力		センター 使 用 電 力 量		消化ガス発生量	
	発電量	場 内 使用量	売電量	受電量					
	kWh/月	%	%	kWh/月	kWh/月	m ³ /月	m ³ /日		
2001/5	61,800	81	19	11,457	61,690	45,125	1,504		
/6	59,460	79	21	11,038	58,034	46,803	1,560		

電量、発電比率を示している。この期間における発電電力量は平均1,190 kWh/日であり、これに対して買電電力量は平均848 kWh/日であった。したがって、施設内で使用した総電力量の内、約60%を自家発電で賅ったことになる。消化ガスの発生量からみると、本センター内の使用電力を賅える発電能力はあるが、本施設では2001年3月までは、逆潮流を起こさないように常時一定の電力を購入しており、使用電力全体の60%程度の発電率になっている。

逆潮流を開始した2001年3月以降は、5月～6月の実績を表-2に示したが、発電量の約20%を売電している結果となった。

4. まとめと今後の展望

- ① 本センターの実績から、家畜ふん尿やおからのメタン発酵処理と消化ガス発電は、ほぼ

計画通りに実施できていることがわかった。

- ② 家畜ふん尿、食品工場残渣、生ごみ等は、水分が高くメタン発酵には適しており、今後メタン発酵処理の普及促進が期待される。
- ③ 消化ガスは再生可能エネルギーであるから、発電による電気や廃熱を有効に利用することで、化石燃料由来のCO₂排出抑制が図られることになる¹⁾。

J C M A

《参考文献》

- 1) 小川幸正, 他: 畜産ふん尿処理における消化ガス発電と地球温暖化抑制の効果, クリーンエネルギー'00, Vol.9, No.6, 40-44, 日本工業出版(2000)

[筆者紹介]

小川 幸正 (おがわ ゆきまさ)
株式会社大林組
資源エネルギーエンジニアリング部



中川 悦光 (なかがわ よしてる)
京都府
八木町
農林課



建設機械用語集

(建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典)

- 建設機械関係基本用語約2000語(和・英)を集録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 約200頁 定価2,100円(消費税込):送料600円
会員1,890円("): " "

社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289