

【研究ノート】

## 行政主導によるメタン発酵施設の事例調査

遠藤 はる奈\*・中村 修\*\*・力武 真理子\*\*\*

### A Case Study on Methane Fermentation Plants Introduced by Administrations

Haruna ENDO, Osamu NAKAMURA and Mariko RIKITAKE

#### Abstract

Methane fermentation is a process of biochemical conversion that decompose various organic matter into biogas and digested slurry. The slurry is rich in fertilizer component, so it is used as a fertilizer or liquid compost in some cases.

In recent years, large-scale Methane Fermentation Plants that introduced by administrations are increasing. We have conducted field research on three plants; Nantan city (Kyoto pref.), Yamaga city (Kumamoto pref.), Ooki town (Fukuoka pref.). The aim of this paper is to introduce these three cases and suggest that problems.

Trough the case study we conclude that "Social Technology" (e.g. educate citizens and farmers, local production for local consumption) is necessary to promote a Bio-recycling Policy. It is a urgent task to establish of these methods.

Key Words: methane fermentation, biogas, digested slurry, social technology, Bio-recycling

#### 1. はじめに

わが国における廃棄物発生量のうち、約6割を家畜糞尿や厨芥類などの有機性廃棄物が占めていると推定されている<sup>1)</sup>。平成14年に閣議決定されたバイオマス・ニッポン総合戦略を契機として、有機性廃棄物は「廃棄物系バイオマス」として位置づけられ、再生可能かつ豊富な資源としてその価値が見直されつつある。

「メタン発酵」は有機性廃棄物の利用技術のひとつとして注目されているもので、有機性廃棄物を微

生物により分解する過程で「バイオガス」を発生させ、エネルギーとして利用する技術である。「消化液」と呼ばれる発酵残渣は液状堆肥あるいは脱水後に固形堆肥として農地に施用できることから、近年では、有機物の地域内循環を実現するコア施設として行政主導で導入する事例が見られるようになってきている。

筆者らは、平成17年から18年にかけて行政主導でメタン発酵施設を導入した事例を調査した（現場視察及び担当者ヒアリング）。本稿ではその調査結果をまとめ、メタン発酵施設の抱える課題を整理する。

#### 2. メタン発酵施設について

##### 2-1. メタン発酵の原理

メタン発酵は、有機物が酸素のない条件で微生物の活動により分解され、最終的にメタンと二酸化炭素を生成する反応である<sup>2)</sup>。メタン発酵は、雑多な

\* 長崎大学大学院生産科学研究科 博士後期課程

\*\* 長崎大学大学院生産科学研究科

\*\*\* NPO 法人地域循環研究所

受領年月日 2007(平成19)年10月31日

受理年月日 2008(平成20)年3月5日

微生物の集団により進行する反応であるため、同一プラントで家畜糞尿やし尿、下水汚泥、厨芥類など多様な廃棄物を同時に処理することができる。

メタン発酵の反応プロセスの概要を図1に示す。メタン発酵の初期段階では、加水分解微生物の活動により、多糖類は単糖に、タンパク質はアミノ酸に、脂質は脂肪酸やグリセリンに分解される。次に、酸発酵微生物によりこれら高分子有機物から低分子有機酸や水素が発生する。この過程を酸発酵と呼ぶ。最後に、酸発酵で生じた酢酸や水素からメタンと二酸化炭素が生成される。この反応は絶対嫌気条件下でメタン生成微生物の働きによって進行する。

この最終過程で、メタンと二酸化炭素を主成分とするバイオガスが発生する。バイオガスは、一般にメタンが約60%、二酸化炭素が約40%であり、この他に微量の硫化水素等を含む。バイオガスは、脱硫後にボイラーで燃焼し、蒸気の熱を発酵槽の加温に利用するほか、ガスエンジンやガスタービンの燃料として発電に供し施設電力を賄うなどの利用方法が実用化されている。また、発酵後には消化液と呼ばれる液状の残渣が生じる。わが国においては、消化液を二次処理後に公共用水域に排水することが多いが、欧州では液状肥料として農地還元することが一般的である<sup>3)</sup>。最近では、日本でも周辺に農地が多い地域のいくつかの施設において消化液の農地還元

が試みられている。

メタン発酵は、発酵槽温度により高温発酵（約55℃）と中温発酵（約35℃）とに分けられる。それぞれの特徴を表1に示す。高温発酵は中温発酵に比べて有機物分解能力が高く衛生的で、バイオガスの生成量が多いというメリットがある一方、発酵槽内の環境制御が難しいことなどから、現状では中温発酵のほうが多く採用されている。なお、基質の有機物濃度によって乾式タイプ（有機物濃度20～40%）と湿式タイプ（有機物濃度10%以下）に分けられることもある。

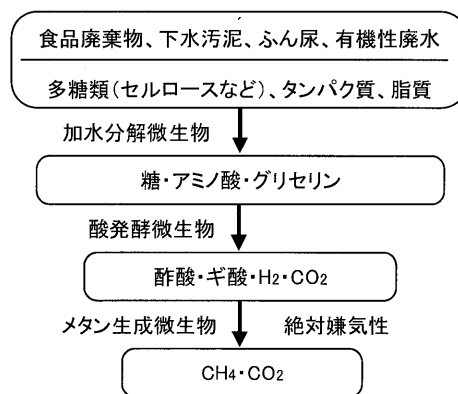


図1 メタン発酵プロセスの概要

出典：バイオマスハンドブック<sup>2)</sup>

表1 高温発酵と中温発酵の比較

	高温発酵	中温発酵
衛生面	○ 衛生面の確保という面で有利。	△ 衛生面の確保という面では高温に比べ不利。ただし、ある程度の滞留時間の確保や、殺菌槽を併用すれば問題ない。
エネルギー利用	△ 加温に必要な熱量が多くなり、中温発酵に比べ不利。	○ 加温に必要な熱量が高温に比べ少なく有利。
運転管理	△ 中温発酵に比べると、温度管理範囲が狭い。	○ 温度管理範囲が広く、処理も安定しており、比較的 management がしやすい。専門技術者がいなくても、運転管理は容易である。

出典：バイオマスエネルギー導入ガイドブック第2版<sup>4)</sup>

2-2. メタン発酵施設の普及状況

メタン発酵の技術そのものは古くから知られており、家畜糞尿の処理技術として用いられてきたが、その規模は個別農家ごとの小さなものであった。わが国で最初に大規模なメタン発酵施設が建設されたのは、平成10年、京都府八木町（現在の南丹市、詳細は後述）の家畜糞尿とおからを混合処理する施設であった。これを契機にメタン発酵施設への社会的関心が高まり、北海道の牧場を中心に施設が導入されるようになった。メタン発酵施設が北海道に集中的に導入されたのは、消化液を散布できる農地が十分

に確保できるためであった<sup>5)</sup>。

一般廃棄物を対象とした施設は、平成12年以降にし尿、浄化槽汚泥と生ごみを混合処理する施設がいくつか建設されている。これには、平成9年に汚泥再生処理センターの整備が国庫補助事業となったことが関連していると推察できる。その後は京都市や横須賀市などにおいて国の実証事業が行われており、平成15年には北海道内の3地域にて家庭及び事業所が排出する生ごみを分別回収し、ガス化発電を行う施設が建設された。表2に自治体の主導で導入されたメタン発酵施設の一覧を示す。

表2 行政主導によるメタン発酵施設の導入事例

設置場所	設置主体	対象廃棄物	規模	実施時期
京都府	八木町農業公社	家畜ふん、おから、排乳	46t/day	H10.3～
京都府	京都市	ホテル厨芥、古紙、剪定枝	3t/day	H11.6～終了
新潟県	上越地域行政組合	生ごみ、し尿、浄化槽汚泥	44t/day	H12.3～
長野県	下伊那郡西部衛生施設組合	生ごみ、し尿、浄化槽汚泥	10.2t/day	H12.4～
新潟県	東蒲原郡広域衛生組合	生ごみ、し尿、下水汚泥など	6.5t/day	H12. ～
鹿児島県	屋久町	家畜ふん、古紙、生ごみ	0.7t/day	H13.1～
奈良県	生駒市	生ごみ、し尿、浄化槽汚泥	12.3t/day	H13.3～
山梨県	山梨県畜産試験場	家畜ふん、生ごみ	1.2t/day	H13.7～
鹿児島県	串間市	生ごみ、し尿汚泥	4.1t/day	H13. ～
北海道	湧別町	牛ふん尿など		H13. ～
北海道	別海町	牛ふん尿、排乳、生ごみ		H13. ～
長崎県	上五島地域広域市町村圏組合	生ごみ、し尿汚泥	6.2t/day	H14.3～
神奈川県	横須賀市	生ごみ	2t/day	H14.10～
宮城県	白石市	生ごみ	3t/day	H15.2～
奈良県	奈良市	生ごみ、し尿汚泥	11.7t/day	H15.3～
千葉県	千葉市	食品廃棄物	30t/day	H15.4～
富山県	富山市	生ごみ、剪定枝	24.4t/day	H15.4～
北海道	中空知衛生施設組合	生ごみ	22t/day	H15.4～
北海道	北空知衛生センター施設組合	生ごみ	16t/day	H15.4～
北海道	砂川地区保健衛生組合	生ごみ	55t/day	H15.8～
熊本県	山鹿市	家畜ふん、生ごみ、集落排水汚泥	77t/day	H16.8～
大分県	日田市	家畜ふん、生ごみ、集落排水汚泥	49t/day	H18.4～
福岡県	大木町	生ごみ、し尿、浄化槽汚泥	21.8t/day	H18.9～

出典：バイオガスの技術とシステム<sup>5)</sup>ほか

### 2-3. メタン発酵プラントの普及見通し

以上見てきたように、わが国におけるメタン発酵施設の普及は北海道を中心とする家畜糞尿処理施設としての導入にはじまり、近年では市町村あるいは衛生事業を目的とする一部事務組合によって、生ごみやし尿、浄化槽汚泥、下水道汚泥の利活用施設として導入される事例が増えてきている。

平成13年に施行された食品リサイクル法では、食品廃棄物の再生利用方法のひとつとしてメタン発酵が指定されており、今後は食品製造加工業や外食産業などの大規模事業者において導入事例が増加していくことが予測される。

また、市町村が主体となって導入される事例も増加すると考えられる。筆者らがこれまでに公表された「バイオマスタウン構想」<sup>註1</sup>の記載内容を分析した結果、メタン発酵は堆肥化に次いで多くの構想書の中で導入が検討されていた（分析対象とした52の構想書のうち20の構想書に記載あり）<sup>6)</sup>。

このように、メタン発酵施設は有機性廃棄物の利活用技術として注目を集めており、今後は全国的に導入が拡大していくものと考えられる。

## 3. メタン発酵施設の事例調査

ここでは、筆者らが調査したメタン発酵施設のうち、行政の主導で導入された3箇所の事例についてまとめる。

### 3-1. 京都府南丹市（旧八木町）

#### ①施設概要

施設名称：南丹市八木バイオエコロジーセンター

所在地：京都府南丹市八木町

処理能力：乳牛糞尿 40t/day、おから 10t/day、管理排水 5.6t/day、豚糞尿 8.8t/day、わら・おがくず 0.8t/day、

変換量：バイオガス 3029N m<sup>3</sup>/、発電量 5058kWh/day、熱利用 30552MJ/day（温水として）、堆肥 23.7t/day、液肥 10t/day

運転開始：平成9年

#### ②導入の背景

事業着手のきっかけは、平成4年に旧八木町内の畜産農家から家畜糞尿処理施設として堆肥化センター建設の要望が出されたことであった。これ以降、家畜糞尿処理に関する対策を検討する過程で、オランダ、ベルギー、デンマーク等への視察がおこなわれ、このなかで有機性廃棄物の有効活用技術としてのバイオガスシステムが注目されるようになった。さらに、町の総合振興計画では「自然を守り、安心・安全で地球にやさしい町づくり」が目標とされていたことから、家畜糞尿の衛生的な処理によって周辺環境保全を図ろうとする方向で検討が進められ、エネルギー回収と残渣の堆肥化が可能なメタン発酵技術が採用されることとなった。

#### ③事業の概要

バイオエコロジーセンターは、国内初の大規模メタン発酵施設として平成9年から稼働している。家畜糞尿の処理が主な目的であるが、処理委託費収入を増やすために食品加工業者からおからを受け入れている。センターには最初に建設された中温発酵槽と、平成13年に増設された高温発酵槽の2つの発酵槽がある。消化液は脱水機に送られ、脱水ケーキと脱水ろ液に分離される。脱水ケーキはセンター内の堆肥舎にて約3ヶ月かけて堆肥化し、農家や家庭菜園向けに販売されている。堆肥は農家間のロコミによって広まっており、年度ごとの変動はあるものの売れ行きは概ね好調である。施設の運転管理は八木町農業公社が、堆肥の販売は農協がおこなっている。

脱水ろ液はほぼ全量が膜分離方式による浄化処理後、河川放流しているが、近年になって高

温発酵槽の消化液を液肥として利用する試みが始まっている。現在は液肥への施用効果を確認する実証試験の段階であり、水稻やトマト、トウガラシなどの野菜の栽培実験を行っている。一般農家へ向けた販売も開始されているが、未だ普及には至っていない。

#### ④導入の効果

周辺の畜産農家にとっては、バイオエコロジーセンターを利用できることで家畜糞尿の適正な処理が確実に行われることになった。家畜糞尿の自家処理にかかる時間的負担と金銭的負担が軽減されたことで、経営の規模を拡大することができた畜産農家もあった。平成13年の増設工事は、畜産農家の経営拡大によって糞尿の受入量が増大したためであった。畜産由来の汚染を未然に防止することで周辺住民の暮らす環境を保全するという事業目的は達成されている。

#### ⑤課題

消化液を河川放流するために必要な薬剤購入費や、施設の老朽化に伴って発生する修繕費が大きな負担となっている。畜産農家からの処理委託費と堆肥の販売益が主な収入源であるが、これだけでは運転経費を賄うことができず恒常的な赤字経営の状態が続いている。赤字分は八木町（現在は南丹市）より毎年1000万円から2000万円の補助を受けこれを補填している。処理委託費を値上げすることは畜産農家の経営状態から見て困難であり、消化液の液肥化を進めることで河川放流量を減らし、薬剤費を削減することで対応を図ろうとしているが、耕種農家にとって使い慣れていない液肥は受け入れられにくく、普及しにくいのが現状である。液肥の施用方法を早急に確立し、耕種農家のなかでも発想が柔軟な若い世代を中心に液肥利用を進めていくことが課題となっている。

### 3-2. 熊本県山鹿市（旧鹿本町）

#### ①施設概要

施設名称：山鹿市バイオマスセンター

所在地：熊本県山鹿市鹿本町高橋

処理能力：乳牛糞尿 52.4t/day、肉牛糞尿 11.3t/day、豚糞尿 10.4t/day、生ごみ 3t/day、農業集落排水汚泥（年間）730t/year  
変換量：バイオガス 1182N m<sup>3</sup>/day、発電量 2494kWh/day、熱利用 3370Mcal/hour（温水として）、堆肥 4380t/year、液肥 17336t/year  
運転開始：平成16年

#### ②導入の背景

本事業は合併前の旧鹿本町区を主な対象としたものである。鹿本町がバイオマスセンターの建設に踏み切った最大の理由は、家畜排泄物法の完全施行を控えていたにも拘らず、家畜糞尿の適正処理が進まないことであった。完全に発酵していない堆肥や生ふんを野積みすることで悪臭が発生したり、周辺の土壌や地下水が汚染されたりするなど、畜産農家と周辺住民との間にトラブルが発生することもあった。しかし畜産農家が良質な堆肥を製造しても、耕種農家に売り込むことは困難であった。そこで、町が家畜糞尿を一元的に処理することで、畜産農家と耕種農家を仲介し、衛生の保持と環境保全型農業の振興を両立させようという考えから、施設の建設を決定した。

#### ③事業の概要

施設の計画から現在の管理までを担当しているのは、農政部局である産業振興課であり、バイオマスセンターが当初から農業振興のための施設として位置づけられていたことがわかる。

搬入されてきた家畜糞尿は固液分離され、固形分は堆肥舎に、液分は生ごみと集落排水汚泥とともにメタン発酵槽に送られ液肥化される。バイオマスセンターは、堆肥と液肥の2つの有機肥料を製造・供給する施設として稼働している。堆肥と液肥の販売は農協が担っている。以前より環境保全型農業が推進されていたこともあり、有機栽培・低農薬栽培に関する独自の認

証制度を設けている。有機 JAS 認証よりもわかりやすい制度で消費者への PR を強めることで、堆肥や液肥の利用を促進しようとするものである。認証を受けた農産物はバイオマスセンター近くに立地する直売所でも扱われている。

さらに山鹿市では、農家だけでなく一般住民にもメリットがある仕組みとなるよう、生ごみと農業集落排水汚泥もあわせて処理している。このことで可燃ごみと汚泥処理費用を削減し、市の財政負担を軽減しようとするものである。

#### ④導入の効果

旧鹿本町の担当者は、施設の建設の際に以後 25 年間の維持管理費をメーカーに提出させ、できる限りランニングコストを抑える方式を検討したという。また、事業系生ごみの受入手数料を 1kg あたり 10 円と高めに設定(家畜糞尿の場合は 1t あたり 300 円から 400 円)することで収入を増やしている。このような工夫によって、年間で約 300 万円のコストメリットを生み出している。

また、以前は家畜糞尿の野積みなどに関する苦情が役場に頻繁に寄せられていたが、センターの稼働後はほとんどなくなった。このほか、耕種農家では環境保全型農業を意識するようになり、住民の間ではごみ減量を意識するようになるなど、地域全体で環境保全への認識が高まったことも大きな効果といえる。

#### ⑤課題

事業を継続していくために、製造された堆肥や液肥が耕種農家により利用されることが必須であるが、特にメタン消化液の液肥は一般に普及した肥料ではなく、衛生的でない、肥効が悪いなどの固定観念から受け入れられにくい。環境保全型農業への移行を目指した営農指導を強化し、農家の意識高揚を図ることで堆肥や液肥の安定した需要を生み出すことが今後の課題となっている。

さらに、堆肥や液肥を利用して栽培した農作

物を、慣行栽培の作物と差別化して販売するための戦略を検討することも、大きなテーマとなっている。

### 3-3. 福岡県大木町

#### ①施設概要

施設名称：おおき循環センターくるるん

所在地：福岡県三潞郡大木町横溝

処理能力：し尿 7t/day、浄化槽汚泥 30t/day  
(濃縮後 5t/day)、生ごみ 3.8t/day

変換量：バイオガス 476N m<sup>3</sup>/day、発電量 752kWh/day、熱利用 1442MJ/day (温水として)、  
液肥 6000t/year

運転開始：平成 18 年 11 月

#### ②導入の背景

大木町がメタン発酵プラントの導入を決めた背景には、最終処分地の逼迫と財政上の負担から焼却ごみの減量が必要であったこと、し尿及び浄化槽汚泥の海洋投棄禁止措置への対応に迫られていたことなどがある。さらに、クリークで発生する水草が腐敗することで、農業用水路が富栄養化、汚染することも大きな課題であった。ごみが発生するだけ自治体が処理し、財政負担は増大する一方という状況を転換する方法を検討した際、多様な有機性廃棄物を合わせて処理することができ、エネルギーと液状肥料を得ることができるメタン発酵プラントに着目し、導入に踏み切った。

#### ③事業の概要

大木町では、消化液は全量を液肥として農地還元することにしており、排水のための浄化設備は設置していない。液肥の生産量は年間 6000kL を想定しており、水稻に 3500kL、裏作(麦)に 2500kL を施肥する計画である。液肥を利用して栽培した作物は、学校給食の食材や直売所の商品として販売し町民が口にすることで、有機物の循環を実現することを目指している。

さらに本事例で興味深いのは、循環センター

の立地である。循環センターは、町の中心部で中学校に隣接する位置に建設されている。このことは、大木町が循環センターを「循環のまちづくりの拠点施設」と位置づけていることを強く表している。つまり、迷惑施設といわれる廃棄物処理施設ではなく、循環型社会や環境学習、農作物の地産池消を体現する町のシンボルとして住民に親しまれる施設を目指しているために、あえて町の中心部に建設したのである。すでに施設内には環境学習室や資料展示室が整備され、開館時間内であれば誰でも利用することができるようになっている。さらに、現在は施設に隣接する農産物直売所や交流広場などの整備が進められている<sup>註2</sup>。

#### ④導入の効果

生ごみの分別回収により、焼却ごみの処理委託費が年間約 2000 万円削減され、し尿の海洋投棄費用の年間約 6300 万円もそのまま削減されるため、ごみ収集費用や人件費を含む運転経費とプラント建設の償却費を合わせても年間で約 870 万円のコストメリットが生じている<sup>註3</sup>。また、循環センターを題材にした小学校社会科の授業カリキュラムが作られ、平成 20 年からは継続した環境教育が行われようとしている。

#### ⑤課題

液肥の利用については、平成 19 年から 3 年間は農家との試験研究という形式で開始する。本事業が成立するためには、液肥が適正に利用されることが不可欠であり、利用農家を組織化するとともに利用技術を確立することが最大の課題である。

### 3-4. 事例の整理

表 3 に各施設の概要を整理する。廃棄物の受入料金や、堆肥・液肥の販売額をみると、価格設定に大きな差があり、施設の収支構造が大きく異なることが分かる。

また、施設の運転効率を示す「投入単位あたりバイオガス発生量」と「ガス単位あたり発電量」をみると、ガス単位あたり発電量にはあまり差がないのに対して、投入単位あたりガス量には大きな開きがある。これは発酵方式による違い（京丹後市と山鹿市は主に家畜糞尿を基質としているが、京丹後市には高温発酵方式の発酵槽も備えられている）と、投入原料による違い（山鹿市と大木町はともに中温発酵方式だが、投入原料の性質は大きく違う）の両方が作用していると考えられる。このように、発酵方式や投入原料の性質など、前提となる条件の違いがあまりに大きいため、施設の稼働状況を運転効率のみで評価することは難しい。

次に、投入単位あたりランニングコストに着目すると、ここにも大きな差があることが分かる。施設のイニシャルコスト・ランニングコストにはスケールメリットが働き、施設規模が大きいかほど低コストになることは一般的に指摘されているが、年間の処理量と投入原料がほぼ同じである京丹後市と山鹿市で 24 倍もの差があることは注目に値する。この費用効率の差が何に起因するものかについては、次節にて詳しく検討する。

表3 各施設の概要

	京都府京丹後市	熊本県山鹿市	福岡県大木町
施設名	南丹市八木バイオエコロジーセンター	山鹿市バイオマスセンター	おおき循環センターくるるん
運転開始年	平成9年	平成16年	平成18年
運営主体	八木町農業公社	市直営	町直営
処理対象(年間量※1)	乳牛糞尿 12,000t (肉牛糞尿 3,750t) 豚糞尿 2,640t おから 3,000t わら・おがくず 240t 管理廃水 1,680t	乳牛糞尿 15,720t (肉牛糞尿 3,390t) 豚糞尿 3,120t 生ごみ 900t 集落排水汚泥 730t	し尿 2,100t 濃縮浄化槽汚泥 1,500t 生ごみ 1,140t
受入価格(※2)	乳牛糞尿 15,000・5,250 円/頭 肉牛糞尿 7,500・3,500 円/頭 豚糞尿 1,665・660 円/頭 おから 7,000 円/t	家畜糞尿 300 円/t 家畜糞尿(要水分調整) 400 円/t 事業系生ごみ 10,000 円/t	事業系生ごみ 3,000 円/t
バイオガス発生量	3,029 N m <sup>3</sup> /day	1,182 N m <sup>3</sup> /day	476 N m <sup>3</sup> /day
投入単位あたりガス量	35.2 N m <sup>3</sup> /t※3	17.3 N m <sup>3</sup> /t	30.1 N m <sup>3</sup> /t
発電量	5,058kWh/day	2,494 kWh/day	752 kWh/day
ガス単位あたり発電量	1.7 kWh/N m <sup>3</sup>	2.1 kWh/N m <sup>3</sup>	1.8 kWh/N m <sup>3</sup>
電気・温水利用	施設内利用・下水処理場へ供給	施設内利用	施設内利用
消化液の取扱	堆肥化、河川放流	液肥化	液肥化
堆肥年間製造量	7110 t	4380t	0t
販売価格	6,000 円/t、170 円/20L	3,500 円/t・5,000 円/t※4	—
液肥年間製造量	データなし	1,733t	6,000t
販売価格	1,000 円/t	500 円/t	250 円/t
堆肥・液肥の利用者組織	なし	あり	あり(準備中)
堆肥・液肥利用農作物の	なし	あり	あり(準備中)
販売促進対策	—	直売所、認証制度	直売所、レストラン(施設併設)
イニシャルコスト	3,087,969 千円	1,027,000 千円	819,310 千円
うち国庫補助金	974,412 千円	513,500 千円	409,655 千円
補助制度	農林漁業同和対策事業 小規模零細地域営農確立促進対策事業 環境保全型畜産確立対策事業 資源循環型畜産確立対策事業	バイオマス利活用 フロンティア整備事業	バイオマスの環づくり 交付金
投入単位あたりイニシャルコスト※5	72.6 千円/t	25.1 千円/t	86.4 千円/t
ランニングコスト※6	710,000 千円	10,000 千円	42,000 千円
投入単位あたりランニングコスト	24 千円/t	1 千円/t	9 千円/t

※1 施設稼働日数を年間300日と仮定して投入日量に積算。( )内の数字は直接堆肥化ライン直接投入分

※2 京丹後市では、家畜糞尿の年間の受入価格を家畜の成育段階にあわせ2段階に設定している

※3 投入原料のほか、排水処理施設引抜汚泥20.8t/dもあわせて投入されている

※4 肉牛糞堆肥は3500円/t、乳牛糞堆肥は5000円/t

※5 国庫補助金額を除いたイニシャルコストを年間投入量(堆肥化ライン直接投入分含む)で除したもの



※6 減価償却費を除く運転経費

4. メタン発酵施設の課題に関する考察

図2に、一般的によく用いられているメタン発酵施設を核にした地域内資源循環の概念を示す。メタン発酵施設の運営に関わる検討課題は、①施設の運転技術に関わる課題、②堆肥化・液肥化技術に関わる課題、③堆肥・液肥の農業利用促進に関わる課題、④農作物の地域内消費促進に関わる課題、⑤廃棄物の収集運搬に関わる課題の5つに整理することができる。

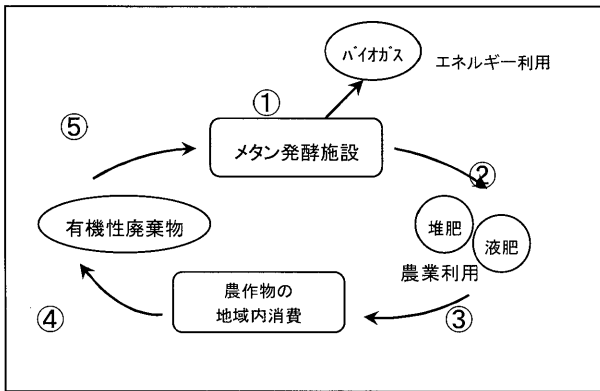


図2 メタン発酵施設を核とした資源循環の概念

表3に、各施設における5つの課題への対応状況をまとめる。南丹市のバイオエコロジーセンターでは、消化液を浄化処理し河川放流するための薬剤購入費の負担が施設の経営を圧迫している。その対応策として、消化液を浄化処理せずに液肥として販売する試みが始まっているが、メタン消化液の利用は農家にとってはなじみがなく、需要は伸び悩んでいる。しかしながら、液肥の需要拡大を目指した広報活動も積極的には行われていない。すなわち、図2に示すところの③及び④の部分についての検討・対応が欠如している。

ここに、従来のメタン発酵施設運営に係るひとつの課題をみることができる。つまり、家畜糞尿を主とする廃棄物対策を優先するため、地域との関わり方、とりわけ堆肥あるいは液肥の

利用者である農家との関係づくりが不十分なままに施設が設計・施工されてきたという点である。これまで、メタン発酵施設は、発酵残渣として必ず発生する消化液を「廃棄物」とみなして浄化処理をすることを前提とした施設として建設されてきたといえる。①及び②に該当する、施設の処理効率や堆肥の品質を向上させる工夫が重ねられてきた一方で、堆肥や液肥の利用を促進するための③や④に該当する部分の検討はほとんどなされてこなかった。このため、特に液肥利用に関するノウハウが蓄積されておらず、このことが液肥利用の拡大を阻んでいると考えられる。

これに対して、消化液をすべて利用することを前提として建設されたのが、山鹿市と大木町の施設である。両施設では液肥を用いた栽培試験を重ね、施用技術の確立を図ってきた。また、液肥あるいは堆肥を用いて栽培された農作物を直売所で販売したり、学校給食への供給が計画されたりと、農作物の販売促進策も検討されている。山鹿市では独自の認証基準を設け、堆肥・液肥利用を中心とした有機農業を推進している。さらに、南丹市と施設のランニングコストを比較すると、両施設とも施設全体でも処理量単位あたりでもかなり低く抑えられていることがわかる。両施設のケースでは、③及び④の部分について対策をとることで運転に係るコストを低減し、地域内での有機性資源の循環を成立させようとしている<sup>註4</sup>。

表4 各事例における課題の対応状況

	①	②	③	④	⑤
南丹市	○	△	△	×	○
山鹿市	○	○	○	○	○
大木町	○	○	○	△	○

※「○」：課題への対応策がとられてきた  
 「△」：課題に対し何らかの対策を準備している  
 「×」：課題への対応が不十分である

## 5. おわりに

本稿では、南丹市、山鹿市、大木町のメタン発酵施設の視察結果をまとめ、それぞれが抱える課題と対応策について比較検討した。ここからいえることは、施設そのものの運転技術だけでなく、堆肥・液肥の利用や農家・住民との関係づくりなどの「社会技術」との組み合わせによる制度設計が重要であるということである。

もちろん、周辺に農地が少ない地域においては、消化液をすべて農業利用するという制度は不適当であろう。むしろこのような地域では、エネルギー回収とその利用を重視して消化液の発生量を抑えるという工夫が必要である<sup>註5</sup>。

いずれにしても、地域特性に合わせた施設の導入がなされるべきであり、そのためには施設と地域との関わり方を一体的に捉えた制度設計が必要である。山鹿市や大木町の事例は、施設と地域とをつなぐ「社会技術」の重要性を示している。ここでの「社会技術」とは、具体的には次のようなものを指す。

- ①生ごみ分別や資源循環への理解醸成など、住民の啓発
- ②農家の理解醸成や組織化など、液肥・堆肥等の利活用体制の構築
- ③農産物の利用拡大、地産地消の枠組み作り

これらは、メタン発酵施設を中心とする有機性廃棄物の循環事業に深く関連する課題を解決するための技術である。循環事業の現場では、これらの具体的手法が求められている。しかしながら、従来はそれらが技術として認識されることはなく、ノウハウの共有化・確立が行われてこなかった。つまり、住民啓発や地産地消のシステムづくりなどは担当者の創意工夫や努力に頼るべきものとして扱われてきたのである。その結果として「循環は難しい」という認識が広まり、このことが循環事業の普及を阻害していると考えられる。

資源循環型の社会システムの構築が喫急の課

題であることは明白である。そのシステムに欠かすことのできないノウハウを「社会技術」として捉えなおし、その手法を確立することが急がれる。

## 補注

[1]「バイオマスタウン構想」は、地域内におけるバイオマスの利活用を促進するために市町村が策定する計画書であり、平成17年から農林水産省が窓口となって全国の市町村から募集・公表している。国は平成22年までに300市町村がバイオマスタウン（広く地域の関係者が連携して、廃棄物系バイオマスを炭素量換算で90%以上又は未利用バイオマスを炭素量換算で40%以上利活用するシステム）があり、バイオマスの安定的かつ適正な利活用が行われているか今後行われることが見込まれる地域）となることを目標に掲げている。今回は平成17年2月の第1回公表から平成18年5月の第13回公表分までの52市町村の構想書を対象に分析を行った。

[2]大木町は循環センターの整備を二期に分けて計画している。これまでにメタン発酵槽や管理棟を含む第一期工事は完了し、現在は第二期工事として施設に隣接する郷土料理館や直売所などの建設が進められている。

[3]循環センターの建設費は約11億円であり、うち半額に国の補助をあてている。よって償却期間を25年と仮定すると年間の償却費は21.6百万円。生ごみ収集や液肥散布経費を含む運転経費は57.7百万円である。

[4]山鹿市と大木町では一般家庭の生ごみも処理対象としており、住民の負担感が少なくかつ適正な分別が行われやすい「バケツコンテナ方式」が採用されている。本方式を採用するまで、両ケースともに住民と協働した実証試験を重ねており、この点では図2に示す⑤段階における課題への対応にも力が注がれていたといえる。

[5]大分県日田市では平成 18 年からメタン発酵プラントが稼動している。日田市では堆肥の需要が多くないこと、施設周辺に液肥施用に適する農地が少ないことから、エネルギー回収を重視し消化液の発生を極力抑える設計とし、有機物濃度が高い状態で原料を投入する工夫がなされている。

#### 参考文献

- 1)環境省、平成 18 年版循環型社会白書、pp44、2006 年
- 2)(社)日本エネルギー学会編、バイオマスハンドブック、pp152-153、2002 年
- 3)(社) 日本エネルギー学会編、前掲書、pp203
- 4)独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構、バイオマスエネルギー導入ガイドブック第 2 版、pp129、2005 年
- 5)有機系廃棄物資源循環システム研究会編、バイオガスの技術とシステム、pp122、2006 年
- 6)遠藤はる奈、有機性一般廃棄物を対象とした循環政策の成立要件に関する研究（長崎大学修士論文）pp26-27、2007 年