

副資材を共発酵処理する共同利用型バイオガスプラントの稼働と運営経費の特徴

石田 哲也* 山田 章** 横濱 充宏***

1. はじめに

バイオガスプラントは、家畜ふん尿や食品廃棄物等のバイオマス資源を嫌気性発酵させてメタンガスを取得し、そのメタンガスを燃料として利用することでカーボンニュートラルな再生可能エネルギーを創出できる施設である。発酵後の消化液は液肥として農耕地に還元利用することで資源のリサイクルが達成される。そのため、化石燃料への依存を一因として生じた地球温暖化やエネルギー資源枯渇の問題への対策として注目されている。

デンマークやドイツは環境問題への規制が厳しいために、国策としてバイオガスプラントの普及推進を図った。そのため、共同利用型の大規模プラントが普及している。一方、我が国では「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(1999年)」の制定や「バイオマスニッポン総合戦略」の閣議決定(2002年)を追い風として、バイオガスプラントの建設に拍車がかかった。北海道では2000年以降現在までに約40基が建設されている。しかし、これらの施設はプラントメーカーが実践展示の目的で個人酪農家の庭先に設置した個別型・小規模な施設が多く、機械的なトラブルのみならず経済的な収支が課題となって、順調に運転されている施設は少ない。

当研究所は、2000年度に共同利用型の大規模プラントである別海資源循環試験施設(以下、別海プラントという)を建設し、2001～2004年度にプロジェクト研究を実施した。デンマークやドイツより寒冷地であり、かつ、敷料を多用した乳牛の飼養形態という条件下でバイオガスプラントの実用性を実証することを目的としたものであった。その結果、最重要課題として抽出されたのは、経営収支の安定化(収入の確保・経費削減)であった¹⁾。そこで、この最重要課題を克服する方策を探るために、2005年度から地域で発生する乳牛ふん尿以外の有機性廃棄物を有料で受入れる稼働を開始した。

2006年度までの稼働状況を、バイオガスプラント普及の技術資料として報告する。

2. 別海プラントの概要

別海プラントはメタン発酵と堆肥化の施設群を併設しており、その施設規模等の概要を表-1に示した。各種の有機性廃棄物(バイオマス資材)を別海プラント敷地内に運び入れることを「搬入」、運び出すことを「搬出」と表現する。搬入された資材が全てメタン発酵の原料として利用されるものではない。

スラリーで搬入された乳牛ふん尿は全量、メタン発酵に用いる。一方、敷藁を多量に含む敷料混合糞尿は固液分離し、液分はメタン発酵に用いるが、固分は堆肥化する。

有機性廃棄物に関しても、液状物は一時的に保管する設備を有していないので、搬入後、速やかに受入槽に投入して、全量メタン発酵に用いる。固形物はメタン発酵に用いるものと用いないものがあり、概ね資材の種類ごとに区分している。また、メタン発酵に用いるもの(以下、副資材という)であっても、搬入直後に受入槽へ投入するとは限らず、受入槽の空き状況、運転員の作業スケジュール、発酵原料としての有機物濃度等を勘案して、数ヶ月間、常温で資材庫に保管している場合もある。

表-1 別海プラントの施設概要

設備区分	規模・規格・台数など
メタン発酵槽	縦置円筒型 容量：1500m ³ (50m ³ /日×30日)
メタン発酵方式	中温発酵(35～37℃で30日) 高温発酵(55℃で15～20日)
ガスホルダー	湿式100m ³ 、乾式250m ³
ガス利用設備	コージェネレータ：65kW×3台 ガスターボ：186kW×1台
消化液貯留槽	場内：2,500m ³ ×3基 場外：1,000m ³ ×2基
固液分離機	スクリーンプレス：3m ³ /hr×1基 ウェビークプレス：9m ³ /hr×1基
堆肥化設備	発酵房64m ³ ×6房 完成堆肥舎：535m ²
その他主要設備	発酵原料受入槽：140m ³ ×2基
	乾式脱硫設備：酸化鉄1.5m ³ ×2塔
	除湿クーラー
	フレアスタック：1基
	重油ボイラー：186kW×1台

3. 稼働の内容

(1) 共同研究体制の確立

プロジェクト研究において最重要課題の一つとして抽出された「収入の確保・増額」を達成できる方策は以下の3点である。

- ①乳牛ふん尿処理単価の値上げ
- ②乳牛ふん尿処理量の増加
- ③乳牛ふん尿以外の有機性廃棄物の有料受入処理

家畜排せつ物を原料としたバイオガスプラントの存在意義は、第一に乳牛ふん尿の適正処理と肥料としての還元利用という地域におけるバイオマス資源の循環利用を確立することであると考えている。一連の処理利用に必要なエネルギーを安価に自給できることが第二の意義である。このことは農家経済の安定にも寄与するものと考えている。そのために、嫌気性発酵という処理法に関する種々の検証を重ねてきている。したがって、①の方策は農家経済を圧迫することから、存在意義に逆行するものであり、実行を避けるべきものと考えた。②の方策は、発酵期間を短縮することとなり、適正な発酵を維持することができなくなるため実行困難である。当面、取り得る方策は③と判断した。

この方策を実施するにあたって、別海町等と共同研究の体制を構築するとともに、所定の手続きを経て、2005年度の有機性廃棄物の受入は6月から開始した。したがって、次節で述べる搬入量と投入量の2005年度の集計期間は10ヵ月間である。

(2) 乳牛ふん尿以外の有機性廃棄物

副資材としての受入れの可否は、肥料取締法に則して安全性の確認を必要に応じて行い、決定している。

副資材の内訳は以下のとおりである。

- ① 廃乳 [乳房炎治療牛からの搾乳、乳質検査不合格品、左記の廃棄乳が誤混入したもの]
- ② 廃乳製品 [廃脱脂粉乳、廃バター、廃生クリーム、廃チーズホエー]
- ③ 乳業工場汚泥 [乳業工場で製造ラインの洗浄水を浄化処理する過程で発生した汚泥]
- ④ 尿尿処理汚泥 [尿尿処理場の浄化処理で発生した汚泥]
- ⑤ 水産加工場残渣 [サケマス・サンマ・ホッケなどの加工で生じた頭・中骨・鰭]
- ⑥ 農業共済汚泥 [家畜診療所で畜体の洗浄水を浄化処理する過程で発生した汚泥]

以下の資材は嫌気性発酵には投入せず、堆肥化施設

で処理した。バイオガスの発生には関係しないが、重要な収入源である。

⑦ 廃草 [道路路肩、堤防の除草作業で発生した雑草]

処理料金は産廃事業者と有機性廃棄物の排出元との協議で各々決定され、運搬費は排出元の負担を条件として5～15千円/tの範囲である。これらの有機性廃棄物の従来の処理法は焼却や埋め立てであり、処理料金は20～25千円/tであることから、別海プラントへの搬入を担保するために従来法の料金に比較して安価に設定した。

室内発酵試験で各種の副資材のメタン発酵への影響を確認しており、その結果、汚泥類以外はバイオガスの発生量を増加させる効果を確認している²⁾³⁾。したがって、副資材の受入・処理は収入の確保と同時に、エネルギー取得の増強も期待させるものであった。

なお、乳牛ふん尿の処理料金は運搬費を含めて、500円/tである。

4. 稼働の状況

(1) 乳牛ふん尿と有機性廃棄物の搬入量

別海プラントでは発酵槽容量の範囲内で乳牛ふん尿の発酵処理を優先させている。したがって、副資材の受入が重要な収入源であるからといって、乳牛ふん尿の受入を制限してまで副資材を受入れることはない。

2005年度と2006年度の別海プラントへの搬入量とメタン発酵槽への投入量を表-2に、メタン発酵槽への投入割合を図-1に示した。

プラントへの搬入量もメタン発酵槽への投入量も合計量では大きな変動はなく、家畜ふん尿が全体の約85%、有機性廃棄物が約15%を占めている。

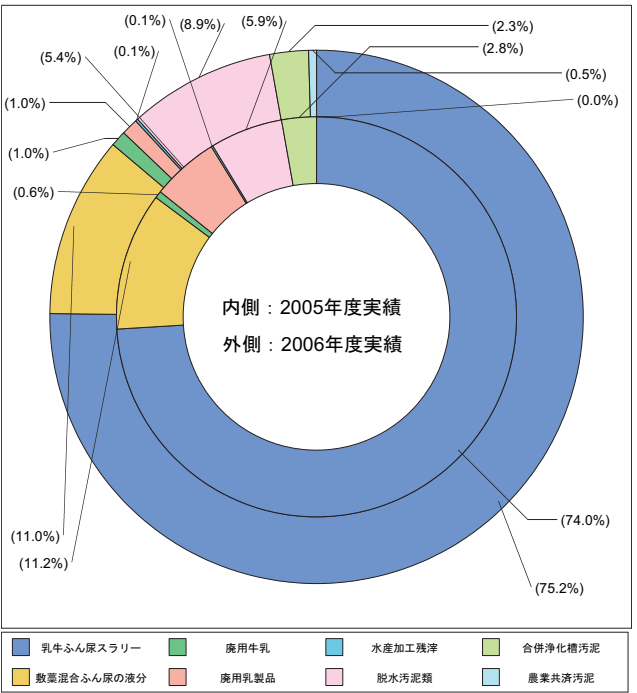
副資材の内訳では、若干の変動が認められる。2005年度で廃用乳製品の受入量が多い理由は、2006年3月に実施された牛乳生産調整に基づくチーズホエーの廃棄で、別海プラントでもこれを大量に受入れたことによる。また、脱水汚泥類が2006年度に増加したのは、搬入期間が1.2倍であることに加えて、排出元が1件増えたことによる。

別海プラントのメタン発酵槽は1,500m³であるから、中温発酵を適正に維持するために水理学的平均滞留日数を30日とすると、一日の投入量は50m³となる。365日休むことなく投入したとすれば、年間の投入可能量は18,250m³となる。投入量でみた稼働率は両年度とも92%程度である。したがって、副資材の受入量を約

1,500㎡増加させることが可能である。

表－２ 各種資材の別海プラントへの搬入量と発酵槽への投入量

資材名	2005年度		2006年度	
	搬入量 (t)	投入量 (m3)	搬入量 (t)	投入量 (m3)
乳牛ふん尿スラリー	12,474	12,474	12,545	12,545
敷藁混合ふん尿	4,701	1,880	4,576	1,830
廃用牛乳	96	96	161	161
廃用乳製品	958	917	256	169
水産加工残滓	29	24	30	24
脱水汚泥類	991	991	1,481	1,481
合併浄化槽汚泥	471	471	391	391
農業共済汚泥	0	0	80	80
廃草	15	0	97	0
小計(乳牛ふん尿)	17,175	14,354	17,121	14,375
小計(副資材)	2,559	2,498	2,496	2,306
合計	19,734	16,852	19,617	16,681



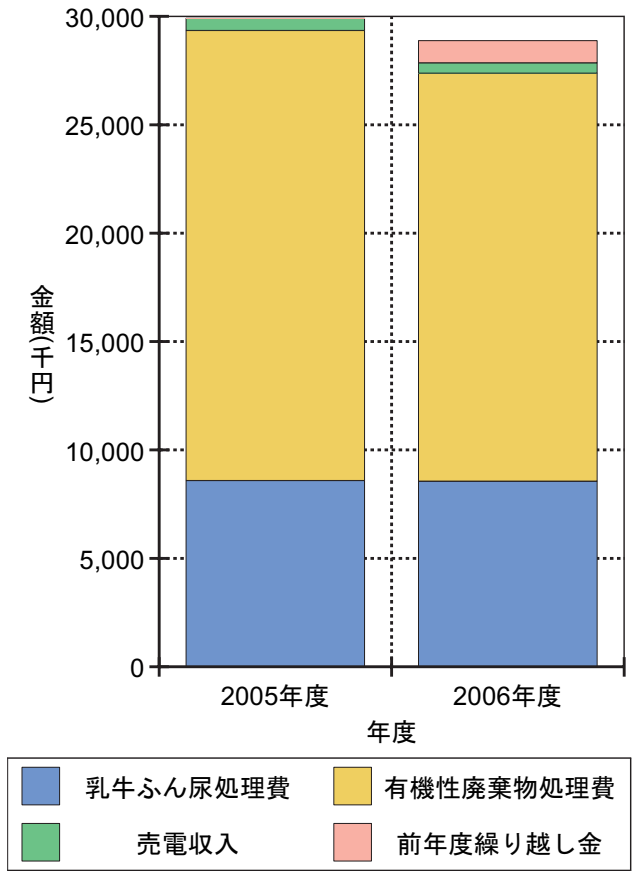
図－１ メタン発酵槽へ投入した資材の割合

(2) 収入の内訳

2005年度と2006年度の収入の内訳を図－２に示した。乳牛ふん尿の処理料収入は約30%で、有機性廃棄物の処理料収入は65～70%を占めている。金額と搬入量が逆転した関係となっている理由は、乳牛ふん尿の処理料単価が有機性廃棄物の処理料単価の1/10～1/20と安価なためである。

売電収入の実績は極めて小さい。別海プラント建設の設計段階では数百万円の売電収入を期待した試算もされていたが、売電単価が低額であると同時に、余剰電力量が少ないことが相まって、試算通りの実績は得

られていない。したがって、有機性廃棄物の受入処理料収入が重要な収入源となっている。



図－２ 別海プラントの収入の内訳

(3) 支出の内訳

経営収支を安定化させるもう一つの課題が経費の削減である。そこで、2005年度と2006年度の支出の内訳を図－３に示した。

プロジェクト研究を開始した当初は人件費の割合が高かった。しかし、稼働開始後約6年を経過した現在では人件費は約25%と小さく、施設の維持管理修理費が約50%と大きな割合を占めるようになってきている。光熱費や燃料費は合計で約20%である。

支出で大きな割合を占めている維持管理修理費の内訳を図－４に示した。維持管理費は電気保安費・車輛賃貸費・償還費などの年度当初に金額が明らかで固定経費的性格を持つ費用である。一方、修理費はトラブルや故障・破損を生じた設備の復旧に要する経費で、突発的であり、金額の想定もつかない費用である。

両年度ともに維持管理費と修理費はほぼ同額であった。

2006年度の修理費の内訳を設備群別に集計して図－5に示した。

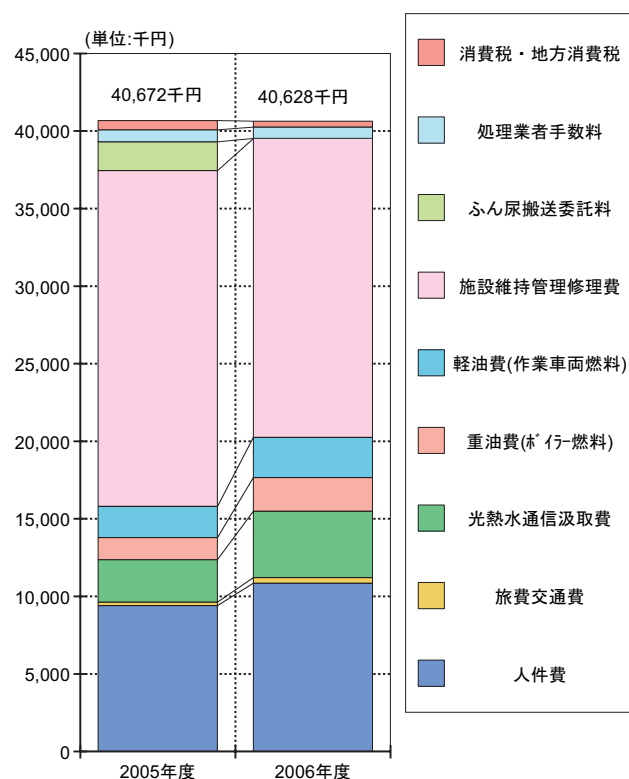
発電機関係とスラリー系設備配管関係の割合が明らかに大きい。

発電機関係の修理件数は4回と少ないが、1回の修理に要する金額が高額である。その理由は、北海道内で普及していない外国製品であるため、代用できる部品が無く、純正部品は高額であることと、修理技術者が遠方から現地入りするため交通宿泊費が高むためである。1回当たり平均修理費は約1,200千円である。

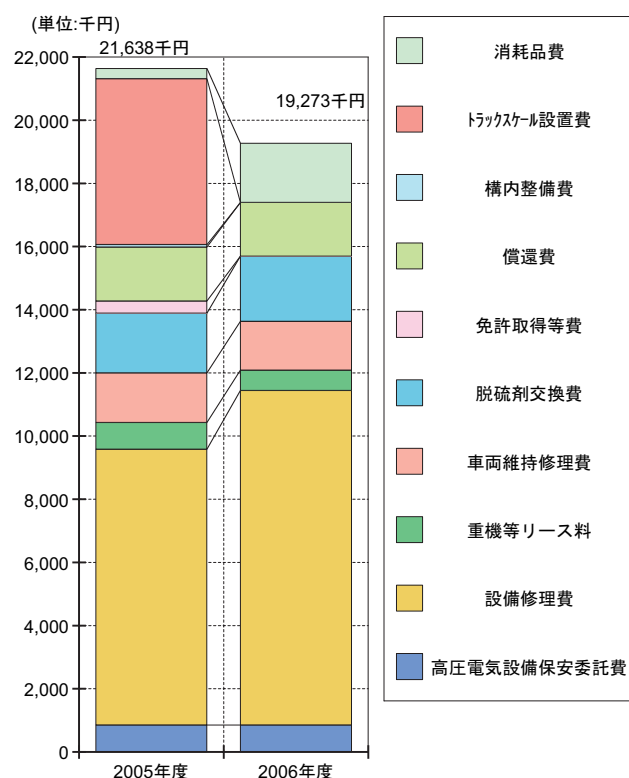
スラリー系設備配管関係は7回の修理を行っている。修理した設備の種類により金額にバラツキがあり、1回で約100万円を要した修理もあるが、回数の多さが増嵩の主たる要因である。1回当たり平均修理費は約520千円である。

経費削減にあたって、人件費や車検等の固定経費を削減することは容易ではない。したがって、変動経費である修理費の削減が重要となる。そのためには、定期的な保守点検を励行して重大な故障に至らしめないこと、地元の技術者や業者で対応できる設備に更新していくことが必要となる。しかし、保守点検の励行は固定経費の増嵩を招くこととなる。また、設備の更新とはいっても、別海プラントに適合する処理能力・規模・規格の製品という条件を満たす必要があり、その上で、地元業者が対応できる設備は極めて限られる。

上記のほかに、生物脱硫の機能を回復させて乾式脱硫剤の交換費用を低減させることや、電力消費機器(ポンプや固液分離機等)の稼働のタイミングを調整して電力の消費ピークを低下させ、基本料金や購入電力料金を低減させることで、経費を削減できる可能性がある。



図－3 支出の内訳



図－4 支出の内、維持管理修理費の内訳

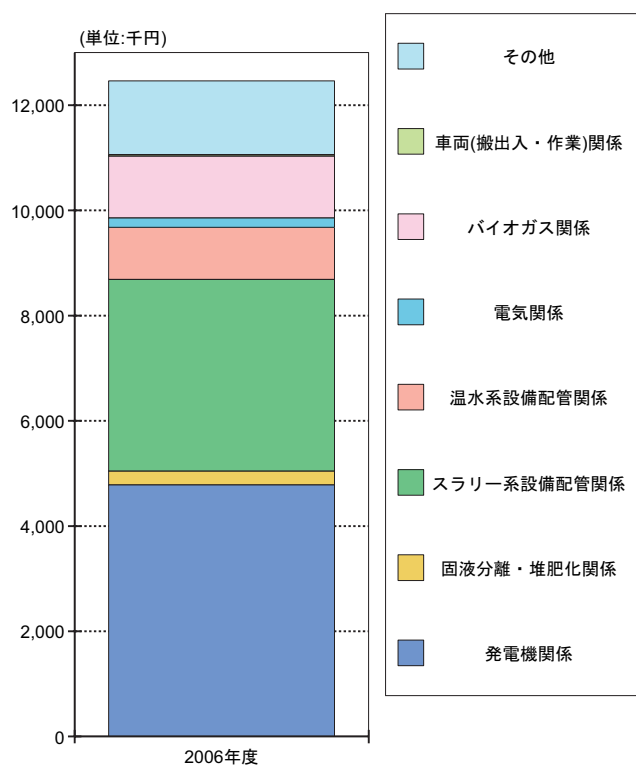


図-5 修理費における設備群別内訳

5. まとめ

バイオガスプラントは、地域で発生する有機性廃棄物(=バイオマス資源)を副資材として利用することができる。各種の有機性廃棄物は、埋立や焼却といった環境への負荷が危惧される手法で処理されているものが多く、これらをバイオガスプラントでの処理に切り換えていくことは、環境への負荷を抑制し、資源の有効利用を促進するものである。

乳牛ふん尿を主原料とするバイオガスプラントで副資材を利用するためには、処理容量に余裕があること

と法令に基づく許認可が必要となる。これは、個人農家のプラントでは実現が難しい事案であり、共同利用型の大規模プラントで実現しやすい。

このように、環境問題やエネルギー問題への対策として注目されるバイオガスプラントであるが、経営収支の安定化という大きな課題に直面している。

別海プラントの2カ年の収支内訳を整理する中で、以下の知見が得られた。

①支出では、設備修理費の増嵩が大きな課題となるが、外国製のシステムが基本となっていてバイオガスプラントの市場が小さいために国産の機器が開発普及されにくいという現状では、修理費の削減は簡単に措置できるものではない。

②収入では、有機性廃棄物の副資材としての受入処理が有効な対策である。副資材としての受入処理は大きな収入を生み、プラントの稼働を経済的に支えると同時に、上述した社会問題への貢献を担保するものでもある。この収入源を確保することが、今後の共同利用型大規模プラントの普及にとって必要条件になると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 独立行政法人北海道開発土木研究所：積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト(平成12～16年度)最終報告書、2005年
- 2) 独立行政法人北海道開発土木研究所：北海道農業試験会議(成績会議)2004年度バイオガスプラントにおけるメタンガスの効率的な産出手法、2005年
- 3) 石田哲也：バイオガス生産性向上と炭素源添加技術、農業技術体系・畜産編・追録第24号、454の15の30-39、2005年



石田 哲也*

寒地土木研究所
寒地農業基盤研究グループ
資源保全チーム
主任研究員



山田 章**

寒地土木研究所
寒地農業基盤研究グループ
資源保全チーム
研究員



横濱 充宏***

寒地土木研究所
寒地農業基盤研究グループ
資源保全チーム
上席研究員