

4 - 2 . 農業系バイオマスエネルギー実証実験

(1) 農業系バイオマスエネルギー実証実験の実施結果

1) 実証実験の実施方法

実証実験の実施にあたっては、堆肥センターの生産工程などに配慮して、将来的な実現可能性を踏まえたバイオガス収集実験および発酵熱調査を行う。

実証実験の実施概要

- ・実施時期 平成 22 年 8 月 26 日
- ・実施場所 ニセコ町堆肥センター
- ・測定項目 発酵ガスの成分分析、発酵温度測定

実証実験の種類

・バイオガス収集実験

バイオガス発生量は発酵温度が高いほど多くなるため、発酵温度の高い一次発酵段階で発生する発酵ガスを収集して、発酵ガスに含まれるメタンガスなどの成分分析を行う。

なお、参考数値として二次発酵段階でのバイオガス収集も行う。

堆肥生産過程を変更せずにバイオガスを収集する理由について
堆肥センターの現状に近い形でバイオガスを収集する理由は以下の通り。

開放状態の堆肥から発生するバイオガスの成分は、牛ふんの成分により異なるため、現状の開放状態のままガス成分の分析を行った。

メタンガスを多く発生させるためには密閉状態にする方法（嫌気性発酵）がある。

堆肥センターの現状の設備を活用することを基本と考えていたため、施設改修コストが少なく済む状況でガス成分分析を行った。

・発酵熱調査

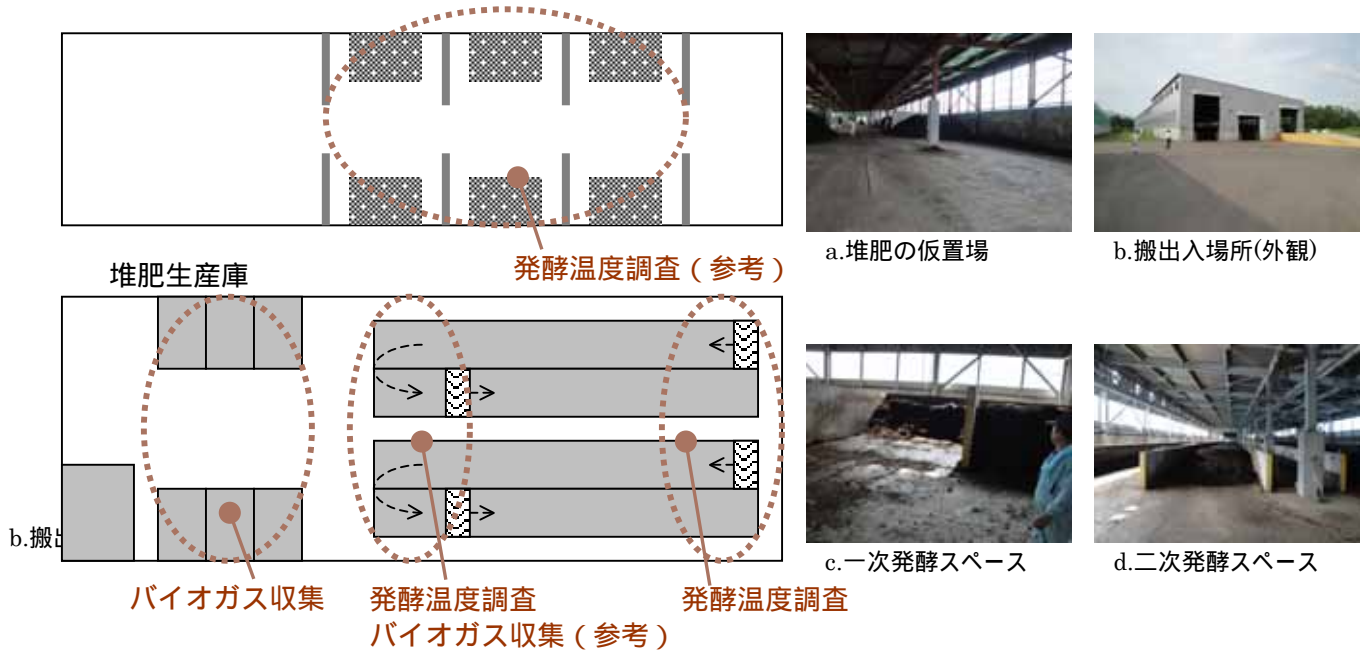
二次発酵段階の発酵体を冷ます過程で、発酵熱の調査を行う。

発酵熱は、一次発酵段階で 80 近くまで上昇するが、一次発酵段階では発酵促進のため温風により発酵体の温度を高める措置を行っていることから、一次発酵段階での発酵熱の取り出しは堆肥生産過程に影響を及ぼす可能性が高い。したがって、二次発酵に移った直後（40～60 程度）と終了時点の発酵熱を調査する。また、参考値として発酵終了後の堆肥仮置倉庫での発酵熱調査も行う。

施設配置と実験実施場所

堆肥センターの施設配置の概要は以下のとおりであり、堆肥生産庫(下図)で堆肥を生産した後、堆肥仮置倉庫(上図)へ移している。

実証実験は堆肥生産庫で行い、主にガス収集実験は一次発酵スペース、発酵熱調査は二次発酵スペースで実施する。



バイオガス収集方法

・2種類の方法でバイオガスを収集し、成分分析により燃焼可能性について検証する。

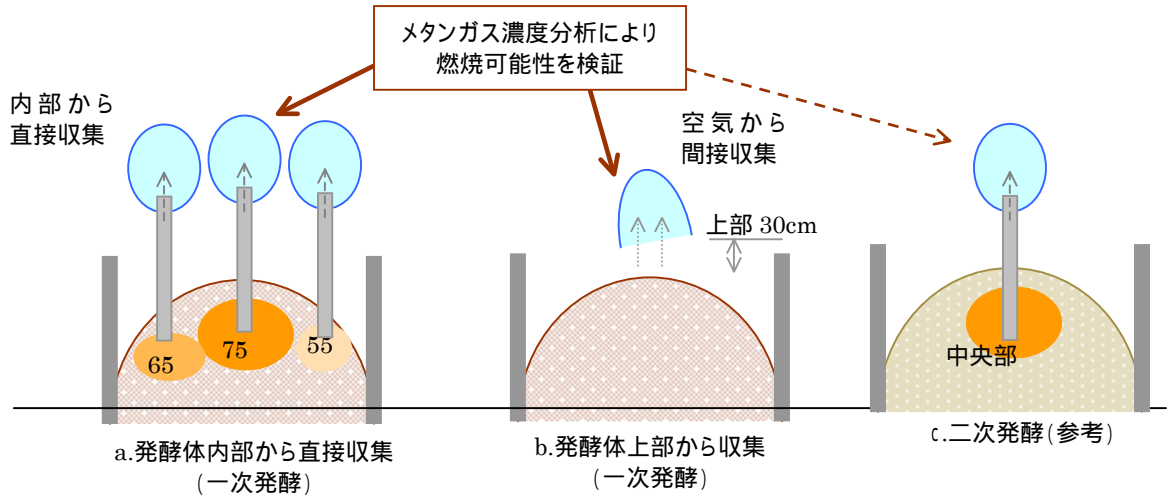
発酵部分(内部)から直接バイオガスを収集(バイオガスのみ)

発酵体上部の空気を収集(バイオガス+空気)

燃焼に必要なメタンガス濃度: 40%程度、発電に必要なメタンガス濃度: 50%程度

	一次発酵		c.二次発酵 (参考)
	a.発酵部分(内部)	b.発酵体上部	
収集時期	発酵開始から2日経過した発酵体 (最も発酵温度が上昇)		二次発酵 初日
収集 か所数	55、65、75の部分3か所 一般にバイオガスプラントは 中温(40)、高温(55)に 分かれる	発酵体中央の上部 30cm、1か所	発酵体中央 部1か所
収集方法	内部から直接収集	発酵体上部の空気収集	内部から直 接収集
成分分析	発酵ガスに含まれる成分を分析		
ガス発生量	既存資料より推計 堆肥のバイオガス発生原単位: 0.025Nm ³ /kg		-

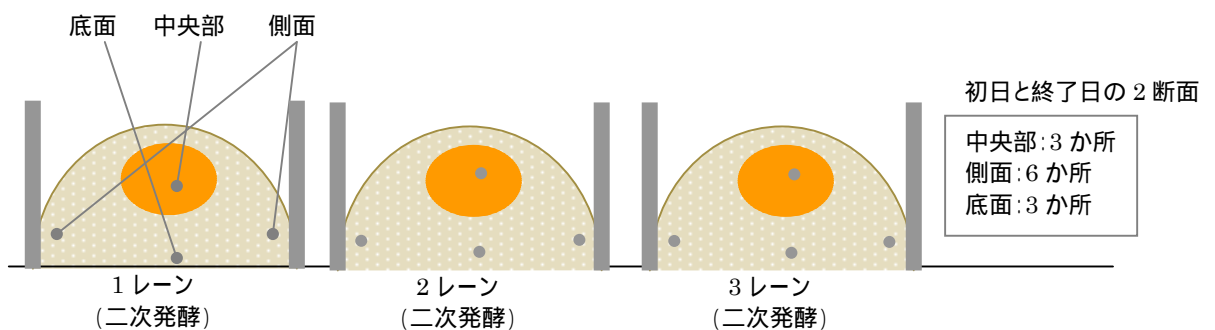
バイオガスの収集方法イメージ図



発酵熱調査の方法

	二次発酵		c. 堆肥仮置倉庫 (参考)
	a. 二次発酵初日	b. 二次発酵最終日	
測定時期	二次発酵初日(一次発酵終了直後)	二次発酵最終日	発酵終了後から数月後
測定場所	1断面につき、中央部1か所、側面2か所、底面1か所の計4か所 堆肥発酵レーンは3レーンあるので合計12か所	1断面につき、中央部1か所、側面2か所、底面1か所の計4か所 堆肥発酵レーンは3レーンあるので合計12か所	10m 間隔で測定
測定結果	中央部、側面、底面の3か所で3レーン毎に平均値を算出	中央部、側面、底面の3か所で3レーン毎に平均値を算出	発酵終了時点から時系列で整理
	初日と最終日の平均値を算出することにより二次発酵段階の発酵体全体の平均温度を算出		

発酵熱の調査場所



実証実験の様子（平成 22 年 8 月 26 日実施）

・バイオガスの収集

堆肥の中に管を挿入して、発酵部分から直接バイオガスを収集した。

堆肥から発生するガス量は多くはないため、ガス収集袋（1 テトラバック）をタッパの中に入れて、タッパを少しずつ減圧して収集袋を膨らませることで、少しずつバイオガスを収集した。

バイオガスの成分分析は専門の会社に依頼して分析した。



堆肥へ収集管を挿入

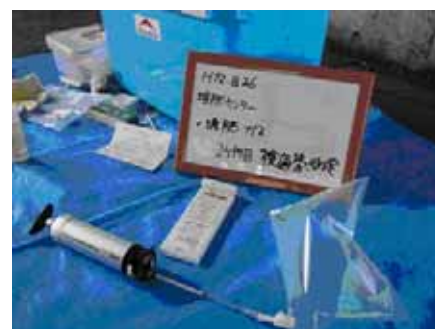


ガス収集袋への収集

・硫化水素の濃度測定

硫化水素は将来的にバイオガスを燃焼させる際にボイラーなどの機械を損傷させる原因となるので、専用の検値管という器具を用いて測定した。

硫化水素の濃度は「ppm」という単位で測定する。10,000ppm が1%に相当するので、非常に微量な濃度を測定する。なお、今回の実験では硫化水素は検出されなかった。



硫化水素濃度測定

・堆肥の温度測定

将来的に堆肥の発酵熱を活用できるか検討するために、発酵熱を測定した。

一次発酵では、高いところでは 80 近くまで上昇するが、発酵を促進させるため温度を低下させることができないため、二次発酵段階と堆肥仮置き場で調査を行った。



堆肥の温度測定の様子

2) 実証実験の結果と考察

バイオガス成分分析結果

バイオガスの成分分析結果は以下の通りであり、メタンガスはほぼ検出されなかった（二次発酵から微量のメタンガスが検出された）。なお、硫化水素はまったく検出されなかった。

バイオガスの燃焼にはメタンガスが40%程度含まれていることが必要である（北海道立総合研究機構・畜産試験場より）ことから、メタンガスがほぼ検出されない状態では、バイオガスをそのまま燃焼させることは難しいと考えられる。

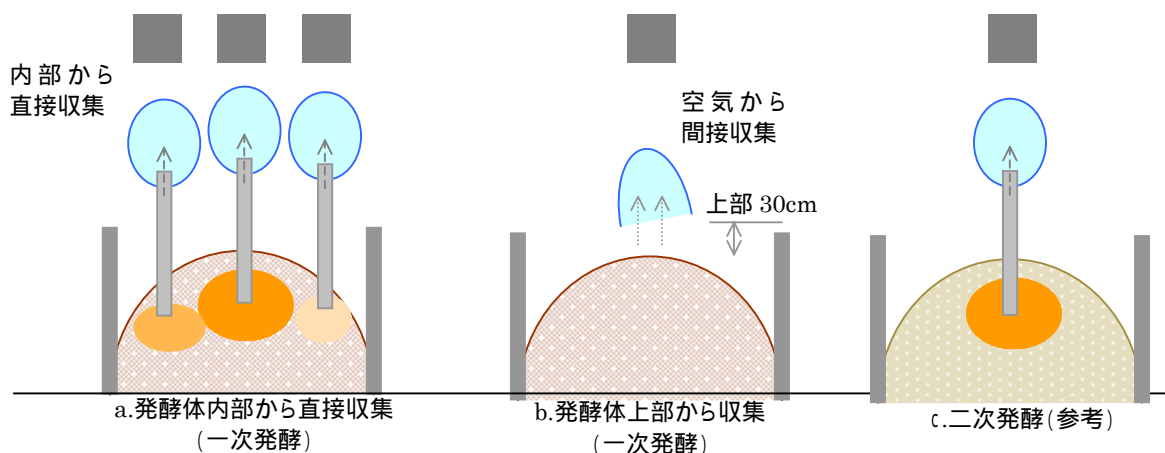
メタンガスが発生しなかった理由について、通常、メタンガスは無酸素状態（嫌気状態）で発生するため、今回の実験のように開放状態（好気状態）では発生しなかったものと考えられる。さらに、バイオガスプラントでは、無酸素状態にすることに加えてメタン菌というメタンガスの発生を促す菌を投入している。

バイオガス成分分析結果

	発酵段階	発酵体温度	メタンガス濃度 (%)	炭酸ガス濃度 (%)	硫化水素濃度 (%)
1	一次発酵	73	0.01 未満	1.91	0
2	一次発酵	63	0.01 未満	0.57	0
3	一次発酵	53	0.01 未満	0.31	0
4	一次発酵	(空中)	0.01 未満	0.17	0
5	二次発酵	47	1.99	9.50	0

分析方法 ガスクロマトグラフ法(TCD): ガスの吸着, 離脱時間が異なることを利用し分析方法

バイオガスの収集場所



発酵温度調査

二次発酵初日での堆肥の発酵温度は、中央部が最も高く平均で 55 であり、側面と底面は平均で 50 程度であった。

二次発酵最終日での堆肥の平均発酵温度は、中央部 56 、底面 53 、側面 46 であり、初日と比較して温度が高い場所もあり、二次発酵段階における発酵温度はほぼ一定であることがわかった。側面より底面の方が 1~7 程度温度が高いことがわかった。

なお、発酵終了から 1 週間から 3 か月経過した場合でも、平均温度は中央部で 63 程度、底面で 56 程度を保っていた。

温度測定結果（二次発酵）

箇所	発酵段階	側面左	側面右	中央部	底面
1	二次発酵(初日)	50	45	54	45
2	二次発酵(初日)	49	54	61	52
3	二次発酵(初日)	50	48	50	52
平均		49		55	50
4	二次発酵(最終日)	46	55	56	52
5	二次発酵(最終日)	52	39	58	55
6	二次発酵(最終日)	42	44	53	52
平均		46		56	53

温度測定結果（発酵終了後：堆肥仮置場）

	発酵終了 経過日数	中央部	底面
7	1週間	71	56
8	1か月	44	49
9	2か月	66	56
10	3か月	69	61
平均		63	56

(2) 農業系バイオマスエネルギーの活用検討

1) バイオガスの活用方法

ニセコ町堆肥センターの現状

今回の実験で現在ニセコ町堆肥センターの堆肥からはメタンガスが発生していないことがわかった。その理由は、堆肥が開放状態（好気状態）で発酵しているためと思われる。一次発酵段階において無酸素状態（嫌気状態）で発酵させるためには、施設の改修が必要となる。

堆肥センターに搬入されている畜ふんを有効に活用する施設改修としてバイオガスプラントの導入を検討する。バイオガスプラントの設置により、バイオガスによる発電、ガス燃焼時に発生する熱利用、堆肥の取出しが可能となる。

バイオガスから発生するエネルギー量（利用可能量算定結果の再掲）

前章にて示した農業系バイオマスエネルギーの利用可能量の算定結果より、堆肥センターに搬入される牛ふん量 4,900t/年であり、メタン発酵により発生するメタンのエネルギー量は 2,733GJ/年、CO₂削減量は熱利用時 185t-CO₂/年、発電利用時は 112 t-CO₂/年である。なお、利用率は搬入された牛ふんを全て利用するものとする。

ニセコ町堆肥センターへの搬入量

種別	搬入量	備考
畜ふん	4,900t	牛ふんのみ
生ゴミ	383t	
下水道汚泥	179t	
チップ材	4,871m ³	

出典 ニセコ町調べ(2009年度)

メタン発酵により発生するメタンのエネルギー量

牛ふん搬入量 kg/年	利用率	ガス発生係数	CH ₄ 含有率	エネルギー量
		m ³ /kg		GJ/年
4,900,000	1.0	0.025	0.6	2,733

詳細は前章の利用可能量算定結果を参照

畜産廃棄物エネルギーの利用可能量

利用形態	エネルギー量	効率	電力換算係数	利用可能量	CO ₂ 削減量
	GJ/年		MJ/kWh		t-CO ₂ /年
熱利用	2,733	0.9	-	2,460GJ/年	185
発電利用	2,733	0.25	3.6	190,000kWh/年	112

ボイラー効率、発電効率の出典は、新エネルギー・産業技術総合開発機構「新エネルギーガイドブック 2008」
熱利用のCO₂削減量の算出には灯油ボイラー効率を0.9とし、灯油の炭素排出係数0.0185tC/GJを使用
発電利用のCO₂削減量の算出には、北海道電力の2008年度のCO₂排出係数0.000588t-CO₂/kWhを使用

道内におけるバイオガスプラントの設置状況

現在ニセコ町で運用している畜ふん搬入のルートを活用し、畜ふん搬入量が年間4,900t、1日当り13.4tを処理する規模のプラント設置の検討をするにあたり、道内の同等規模のバイオガスプラントの事業費やメンテナンス費用、稼働状況などを以下に整理する。

道内のバイオガスプラント設置数は30か所以上に上る。その内、今回想定している10t/日前後の処理を行うプラント数は5か所である。

畜産・メタン発酵・発電の事例

設置場所 市町村名	事業主体	稼働 状況	施設名称	運転 開始	事業費等 (千円)	利用計画	メンテナ ンス費用	施設概要 定格出力
足寄町	北海道 十勝支庁	稼働中	新妻牧場	2005年	75,000	18t/日	年間 200万円	発電機 30kW
別海町	J A 別海	休止中	機密サイロ 有効利用 モデル施設	2001年	53,000	11t/日	-	20kW
江別市	町村牧場	稼働中	バイオガス プラント	2000年	120,000	13~15m ³ /日 4,800t/年	月間10~ 15万円	発電機 65kW 20~22h/日 発電機 30kW 5~8h/日
江別市	酪農学園 大学	稼働中 (研究)	ふん尿循環 センター	2000年	122,000	9~10t/日 3,650t/年	年間 150万円	発電機 1 25kW 発電機 2 25kW ボイラー77.5kW
西興部村	(有)ノース グランド	稼働中 (縮小)		2000年	120,000	9.4t/日	-	発電機 30kW

バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第2版)NEDO より抜粋

各事業主へのヒアリング結果を反映

発電機を複数設置している施設は燃料として軽油を併用している。

上記プラント休止または縮小の理由

- ・稼働させる場合のコストがかかりすぎる 発電機に使用する軽油が高騰したため。
- ・発電機の故障や輸送管の凍結による破損が重なった 修理費用の捻出断念。
- ・ランニングにかけられる費用の捻出が難しい 今後縮小予定。

以上の道内事例から、ニセコ町の畜ふん搬入量に適する定格出力は20kW~30kWが妥当と想定される。

事業費は100,000,000円前後であり、施設のメンテナンス費用は年間1,500,000~2,000,000円程度である。休止や縮小しているプラントへのヒアリングによるとランニング費用や修理代、燃料代の捻出が困難となっていることから、導入を検討するにあたり、施設については軽油を併用しない発電機と輸送管の凍結防止、運営においては収支のバランス確保が重要となる。

2) バイオガスプラントの導入検討

バイオガスプラントの設置に向けて

バイオガスプラントの利用可能エネルギーは、熱と電力である。

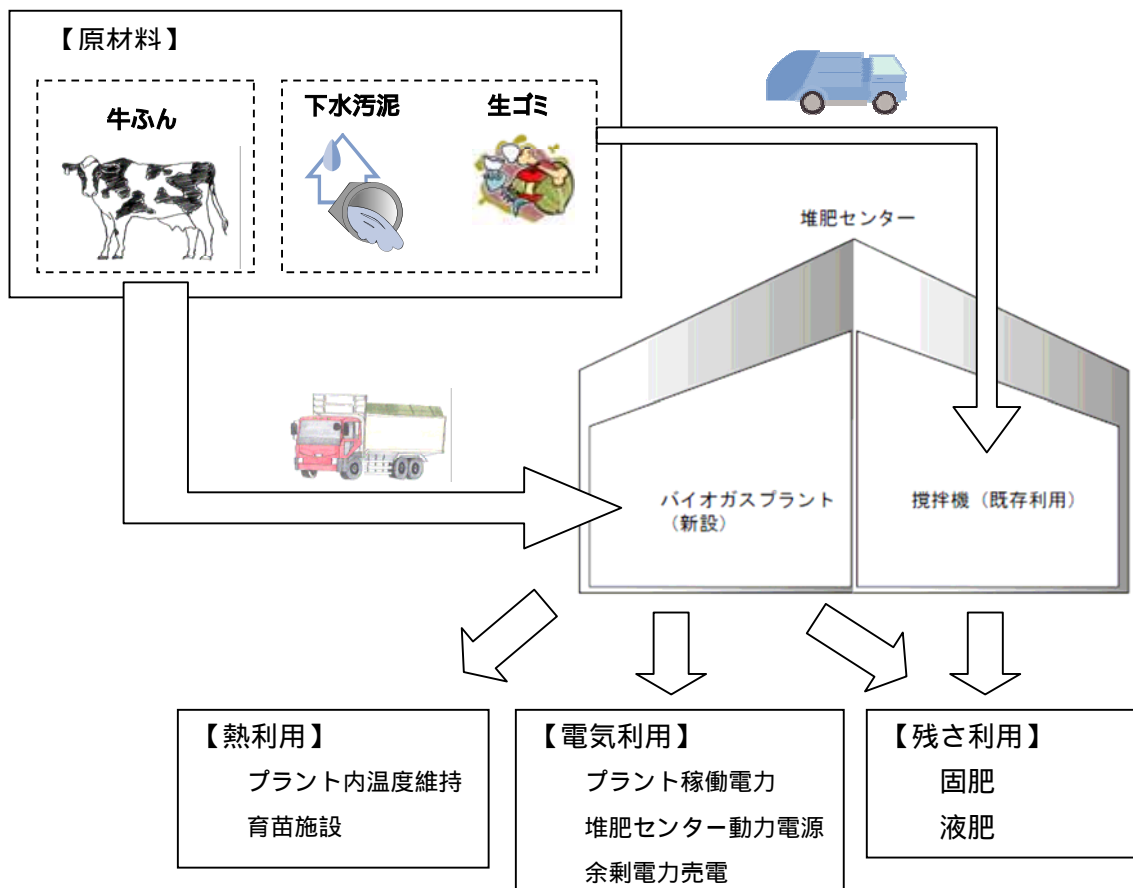
熱利用では、利用施設までの距離が遠い場合温度が下がってしまい、効率が悪くなる。そのため、利用施設はバイオガスプラントの近隣にあることが望ましい。しかし、本施設では衛生面や臭気、季節による需要の変化といった問題があるため、ビニールハウスなどの農業施設への利用は難しい。よって、熱利用では、敷地内のロードヒーティングや管理事務所の補助暖房施設としての活用が考えられるほか、周辺自治体の運営状況より育苗施設等への活用が想定される。

電力利用では、プラント稼働に必要な電力への供給のほか、現在ランニングコストとして発生している堆肥センターの動力電源を自家消費することが可能となる。また、余剰電力は系統連係にて売電することも考えられる。

プラントの原材料としては畜ふん（牛ふん）のほか、生ゴミや下水汚泥であるが、畜ふんの割合が多いことと生ゴミなどは含水率の調整が必要となることから、畜ふんのみをプラントに投入することを前提とし、その他は従来通りの堆肥化を想定する。

プラントから出てくる残さは生ゴミや汚泥と共に堆肥として販売出来るため、経済的効果が期待される。

エネルギー利用イメージ図



バイオガスプラントのタイプ設定

バイオガスプラントは、大きく湿式と乾式に大分され、それぞれ下表のような特徴がある。ニセコ町堆肥センターを活用することを考慮すると、小規模な施設改修で導入が可能な乾式プラントを整備することが考えられる。

しかしながら、現状は牛ふん等の含水率を下げるために水分調整剤(チップ)を大量に購入していることや、乾式プラントは冬期間の温度維持が難しく、寒冷地には不向きであることから、湿式プラントを選択することが望ましい。

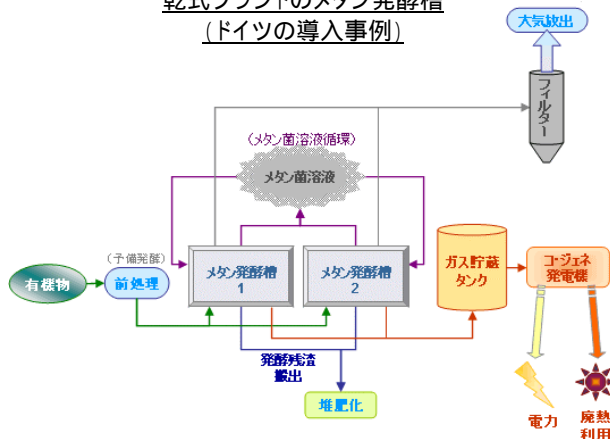
なお、湿式プラントを導入する場合、牛ふん等を流動化して発酵させるため、堆肥センターの敷地内にプラントを新設する必要がある。また、今回の実験で測定した堆肥生産過程で生じる発酵熱を直接利用することは不可能となる。

バイオガスプラントの分類と堆肥センターでの適応性

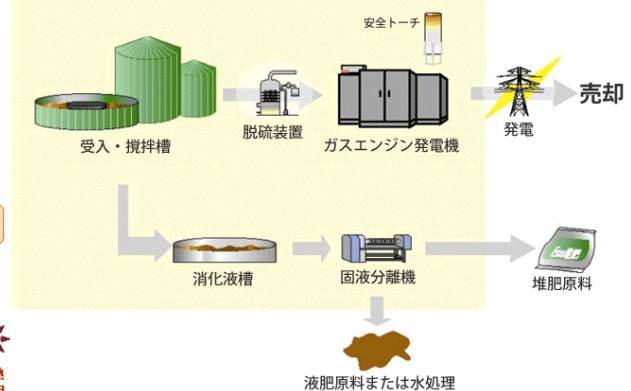
	湿式プラント	乾式プラント	堆肥センターでの適応性
水分含有率	含水率 90%以上 (流体)	含水率 60%以下 (固体)	乾式の場合、従来通り水分調整材の購入が必要となる
システム構成	多種の搬送・搬出ポンプ、タンク、攪拌機等で構成され複雑 一定規模のプラントでなければ成り立たない	ガレージ式のシンプルな構成 小規模案件に対応	整備コストを考慮すると乾式が安価で済む。湿式を導入するには一定規模のプラントを新設する必要がある
残渣処理	固液分離機を導入した場合、堆肥(固体)と液肥(液体)に分離することが出来る	堆肥として利用が可能である	乾式の場合、現状に近い形で堆肥を生産可能。湿式の場合水分調整材を投入しないため、堆肥の生産量が減少する
システム導入状況	全国的に多数の導入事例があり、技術がある程度確立されている	日本での導入事例は数件程度。高温処理のため寒冷地では不向きである	技術が確立されている湿式の導入が望ましい



乾式プラントのメタン発酵槽
(ドイツの導入事例)



湿式プラント施設
(栃木県那須塩原市酪農試験場導入事例)



エネルギー活用施設の概要

熱エネルギーの活用施設として育苗施設を想定する。施設規模の算定を行うに当たり、近隣自治体で稼働している「水稻育苗（出芽）施設」へのヒアリング結果を参考とする。この施設は「前処理設備」「播種設備」「出芽加温設備」「電気設備」から構成され、施設延べ床面積は約 1,000m²である。施設では水稻苗のほか、花卉の出芽や育苗、培養土の製造を行っており約 5 か月間稼働している。

施設稼働の内訳

稼働状況	稼働時期
水稻の発芽・育苗	3月上旬から4月下旬のうち、約20日間稼働する。
培養土の製造 花卉の出芽・育苗	7月末から12月中旬

【施設の維持管理】

施設の維持管理費は灯油や電気といった光熱費のほか、水道代や通信費で約 2,350,000 円、機器保守料で 400,000 円の費用がかかっている。また、施設の熱源は蒸気ボイラーと温水ボイラーを使用しており、施設全体の電気と灯油の年間消費量は電気で約 32,000kWh、灯油で約 22,000ℓである。

ランニングコスト

項目	金額
灯油代	1,700,000 円
電気代	600,000 円
水道代、通信費など	50,000 円
機器保守料	400,000 円
合計金額 / 年	2,750,000 円

消費熱量換算

灯油消費量	単位発熱量	年間発熱量	1日当り消費熱量
22,000	36.7MJ/ℓ	807GJ/年	5.4GJ/日

ヒアリング結果より稼働日数は150日（5カ月間）とする。

【育苗施設による収入と建設費】

この施設では水稻の稚苗と花卉苗、培養土販売による収入があり、水稻で 3,700,000 円、花卉苗と培養土で 3,500,000 円、年間で 7,200,000 円の収入がある。また、育苗施設の建設費用は機器類設置費等で 65,000,000 円、建設費で 70,000,000 円、合計 135,000,000 円である。

導入するバイオガスプラントの概要

導入を検討するバイオガスプラントの規模算定は、畜ふんの搬入量により決定する。

搬入量

種別	年間搬入量	日搬入量	含水率
牛ふん（搾乳牛）	4,900 t / 年	4,900 t / 365 日 13.4 t	89.6% (排泄尿含む)

プラント内で効率良く発酵させるために含水率を 91% とする。そのため 2 t の加水を行う。

加水の算定式

$$\begin{aligned} \cdot \text{加水量} &= (\text{日搬入量} \times \text{搬入時固分割合} / \text{加水時固分割合}) - \text{日搬入量} \\ &= (13.4 \text{ t} \times 10.4\% / 9\%) - 13.4 \text{ t} \quad 2 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{発酵槽投入量} &= \text{日搬入量} + \text{加水量} \\ &= 13.4 \text{ t} + 2 \text{ t} = 15.4 \text{ t} \end{aligned}$$

発酵槽有効堆積の算出（25 日滞留とする。）

$$\begin{aligned} \cdot \text{有効堆積量} &= \text{発酵槽投入量} \times \text{滞留日数} \\ &= 15.4 \text{ t} \times 25 \text{ 日} = 385 \text{ m}^3 \quad (\text{直径 } 8 \text{ m、胴部高 } 9 \text{ m}) \end{aligned}$$

発酵槽は断熱材とヒーターにより発酵温度を 38 に保つ。また、内部は縦型攪拌機により攪拌を行う。

ガス発生量の算定

日発酵槽投入量	ガス発生係数	ガス発生量
15.4 t	0.025 m ³ /kg	385 N m ³ /日

ガス発生係数は、新エネルギー・産業技術総合開発機構「新エネルギーガイドブック 2008」より出典。

ガス発生量は、日発酵槽投入量 × 1,000 × ガス発生係数 より算出

プラント等温度維持のガス利用量と割合

季節	プラントガス利用		余剰ガス	
	割合	ガス量	割合	ガス量
夏季（最小利用）	29.7%	114 m ³ /日	70.3%	271 m ³ /日
冬期（最大利用）	52.5%	202 m ³ /日	47.5%	183 m ³ /日
年間平均	41.1%	158 m ³ /日	58.9%	227 m ³ /日

プラントガス利用と余剰ガスの割合はメーカーヒアリングによる。

発電量と発電機の算定

メタン濃度	発電効率	メタンガス発熱量	1 k w h 変換値
55%	28%	8,886kcal / m ³	860kcal

メタン濃度と発電効率はメーカーヒアリングによる。

- ・日発電量

$$= \text{平均余剰ガス量} \times \text{メタン濃度} \times \text{メタンガス発熱量} \times \text{発電効率} / 1 \text{ kwh 変換値}$$

$$= 227 \times 0.55 \times 8,886 \times 0.28 / 860 = 361 \text{ kWh/日}$$
- ・年間発電量 = 日発電量 × 365 日 = 131,765 kWh/年
- ・発電機 = 日発電量 / 24 h = 361 / 24 = 15.0 kW
 よって、発電機は 20 kW を選定する。

発熱量の算定

メタン濃度	ボイラー効率	メタンガス発熱量
55%	50%	8,886kcal / m ³

メタン濃度とボイラー効率はメーカーヒアリングによる。

- ・日発熱量 = 平均余剰ガス量 × メタン濃度 × メタンガス発熱量

$$\times \text{ボイラー効率} \times 4.184 \text{ kJ}$$

$$= 227 \times 0.55 \times 8,886 \times 0.50 \times 4.184 = 2,320,900 \text{ kJ} = 2.3 \text{ GJ}$$
- ・年間発熱量 = 日発熱量 × 365 日 = 840 GJ

堆肥量の算定

日発酵槽投入量	固分割合	液分割合	有機分解割合
15.4 t	9%	91%	30%

有機分解割合はメーカーヒアリングによる。

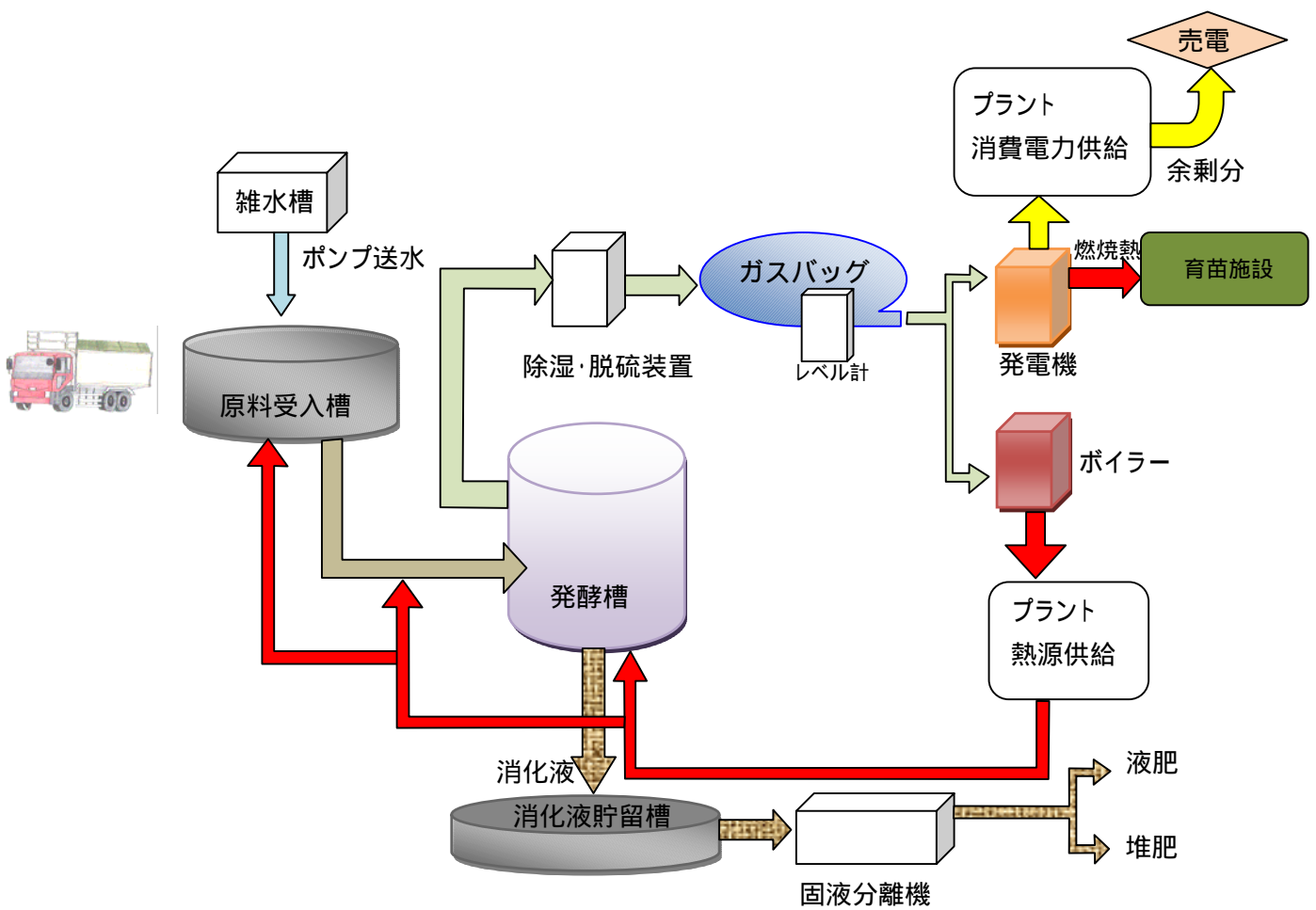
- ・固肥 = 日発酵槽投入量 × 固分割合 × 発酵時減少係数

$$= 15.4 \times 0.09 \times (1 - 0.3) = 1 \text{ t/日 (年間 365 t)}$$
- ・液肥 = 日発酵槽投入量 × 液分割合 × 発酵時減少係数

$$= 15.4 \times 0.91 \times (1 - 0.3) = 10 \text{ t/日 (年間 3,650 t)}$$

模式図

施設	数量	単位	備考
原料受入槽(調整槽)	45.9	m ³	
加水用送水管(ポンプ)	2	t/日	洗浄等雑水
原料輸送管(ポンプ)	15.3	t/日	水分率91%
発酵槽(攪拌槽)	382.5	m ³	発酵温度38度
除湿・脱硫装置			生物・乾式脱硫
ガスバッグ	40	m ³	レベル計
発電機	20	kW/h	
ボイラー	54	kW/h	



➡ 熱
 ➡ ガス
 ➡ 畜ふん
 ➡ 消化液
 ➡ 電気

バイオガスプラントの事業費と維持管理費

ニセコ町の堆肥センターにバイオガスプラントを設置した場合の概算建設費と維持管理費は次のとおりである。なお、金額はメーカーヒアリングによる。

概算建設費

工事事所	内容	概算事業費
プラント工事	機器及び原料調整槽・発酵槽・機械室・ガスバック室・固液分離機等工事、上屋含む	100,000,000 円
消化液槽	消化液槽、攪拌機等の機器、槽基礎工事	40,000,000 円
発電機（20kW 相当）	本体、系統連結	26,000,000 円
合計金額		166,000,000 円

試運転調整費、諸経費は別途とする。

概算維持管理費

工事事所	ランニング	消耗品	維持管理費	合計
プラント設備	1,300,000 円	300,000 円	2,100,000 円	3,700,000 円
消化液槽	300,000 円	50,000 円	350,000 円	700,000 円
発電機（20kW 相当）	600,000 円	300,000 円	300,000 円	1,200,000 円
合計金額	2,200,000 円	650,000 円	2,750,000 円	4,600,000 円

（参考）他社プラントメーカーへのヒアリングコスト

上記で示した概算金額の妥当性を図るため他社プラントメーカーにもコストに関するヒアリングを行った。

概算建設費（メーカーヒアリング結果）

工事事所	内容	概算事業費
プラント工事	機械器具設置工事、消化液槽含む	126,930,000 円
発電機	本体、系統連結	52,400,000 円
合計金額	（諸経費は別途とする）	179,330,000 円

概算維持管理費（メーカーヒアリング結果）

工事事所	内容	概算事業費
プラント設備	部材・作業費	2,244,000 円
発電設備		1,881,000 円
消耗品費	脱硫材	1,358,000 円
遠隔監視等費用	遠隔監視及び月次分析	600,000 円
合計金額	（諸経費は別途とする）	6,083,000 円

(3) 導入後の効果と課題

経済性の検証

現在は堆肥の原料として畜ふんのほか、生ゴミと下水道汚泥であり、畜ふんが搬入量の約9割を占めている。

堆肥の水分調整として、木チップを年間約5,000m³購入して堆肥を作っており、作られた堆肥は1t当り4,250円で農家に販売されている。また、原料となる畜ふんの引取り料はニセコ町が負担している。

バイオガスプラントを導入した場合、プラントの原料として畜ふんを投入するため、堆肥センターに搬入される堆肥の原料はプラント発酵後の畜ふん残さと生ゴミ、下水道汚泥である。発酵残さは固液分離機にかけ、堆肥と液肥に分離するため、水分調整材購入費は減少するが、木チップの混入量が減少する分、販売出来る堆肥量も減少する。

以下に導入前と導入後のランニング収支を示す。なお、堆肥センターに搬入される堆肥量が減少するため、光熱費は現状の20%、購入する水分調整材は10%、生ゴミと下水道汚泥から作られる堆肥量は500tと推定する。また、液肥販売量はニセコ町の水稲作付面積394haの2割に相当する約80haに年間5t/haの施肥を行うとし、年間400tを活用する。液肥の販売価格はJAようていで取り扱っている商品をもとにヒアリングを行い、希釈後単価4円/kg程度、1t当り4,000円とした。

参考として、プラント余剰電力(131,765kWh)から堆肥センター消費電力(100,000kWh)を差し引いた全ての電力(31,765kWh)を系統連係に接続し、売電した場合は、131,765kWh-100,000kWh×15円/kWh=476,475円となる。

導入前

施設	工種	数量	金額	備考
堆肥センター	光熱費	年間	-3,000,000円	電気料金1,500,000円 石油類1,500,000円
	水分調整材購入費 (木チップ)	5,000m ³ /年	-7,750,000円	1,550円/m ³
	チップ製造費	5,000m ³ /年	-6,500,000円	1,300円/m ³
	施設修理費等	1式	-2,000,000円	
	堆肥販売価格	4,000t/年	17,000,000円	4,250円/t ようてい農業協同組合へのヒアリングによる。
合計/年			-2,250,000円	
再計			-2,250,000円	

導入後

施設	工種	数量	金額	備考
バイオガスプラント	維持管理費	1式	-4,600,000 円	プラント施設、消化液槽、発電機のランニングコスト・消耗品費・維持管理費を含む。
	電力消費	-	-	自家消費
	燃料費	-	-	自家消費
	液肥販売価格	400 t	1,600,000 円	4,000円 / t ようてい農業協同組合で取り扱っている商品をもとに単価を算定。 販売量は80haに対する年間施肥量とする。
育苗施設	維持管理費	1式	-180,000 円	ヒアリング施設の40%とする。 維持管理費の灯油と電気はバイオガスプラントから供給。
	苗等販売価格		2,880,000 円	ヒアリング施設の40%とする。 水稻苗の販売価格：3,700,000円 / 年 × 40% 花卉苗・培養土の販売価格：3,500,000円 / 年 × 40%
堆肥センター	光熱費		0 円	バイオガスプラントから供給。
	水分調整材購入費 (木チップ)	500m ³ /年	-775,000 円	現状の10%、1,550円 / m ³
	チップ製造費	500m ³ /年	-650,000 円	現状の10%、1,300円 / m ³
	施設修理費等	1式	-1,000,000 円	現状の50%
	堆肥販売価格	865 t	3,676,250 円	プラント発酵残さ365 t、生ゴミと下水道汚泥堆肥500 tの合計865 tを想定。 販売価格は現状同様4,250円 / m ³ とする。
合計 / 年			951,250 円	
再計			950,000 円	

堆肥センターの光熱費は、導入後に堆肥センターに搬入される原料（生ゴミ 383 t、下水道汚泥 179 t、プラント発酵残さ 365 t の合計 927 t）が現在搬入されている総原料量（5,462 t）の約 17%となるため、20%と設定した。

水分調整材購入量は、生ゴミと下水道汚泥の合計量（562 t）の調整に現状通り 1 t 当り約 1 m³ の混入量とし、500m³と設定した。

施設修繕費等は堆肥生成量が現状の 4,000 t から 865 t と減少することにより、施設の半分（50%）を休止すると設定した。

初期投資費用回収期間の算定

前述したバイオガスプラント施設の導入によって想定される経済的効果額から、バイオガスプラントと育苗施設の建設費の費用回収期間を算定する。経済的効果額は導入前ランニング収支から導入後ランニング収支の増額分とする。なお、建設費用に関する交付金は、農林水産省の地域バイオマス利活用交付金の交付率 1 / 2 を活用することを想定する。

育苗施設の建設費はヒアリングを行った施設の消費熱量 5.4 G J / 日に対し、導入を検討したプラントからの熱量が 2.3 G J / 日であることから、想定する建設費はヒアリングを行った育苗施設の 40% とする。

初期投資費用

名称	概算金額	摘要
バイオガスプラント建設費	166,000,000 円	
諸経費	41,500,000 円	建設費用の 25% 166,000,000 円 × 25%
小計	207,500,000 円	
育苗施設建設費	54,000,000 円	ヒアリング施設規模の 40% 135,000,000 円 × 40%
諸経費	13,500,000 円	建設費用の 25% 54,000,000 円 × 25%
小計	67,500,000 円	
合計金額	275,000,000 円	

投資回収期間の算定

項目	交付金なし	交付金 50%
バイオガスプラント	207,500,000 円	103,750,000 円
育苗施設	67,500,000 円	67,500,000 円
初期投資金額合計	275,000,000 円	171,250,000 円
導入後経済的効果額	3,200,000 円	3,200,000 円
投資回収期間	86 年	54 年

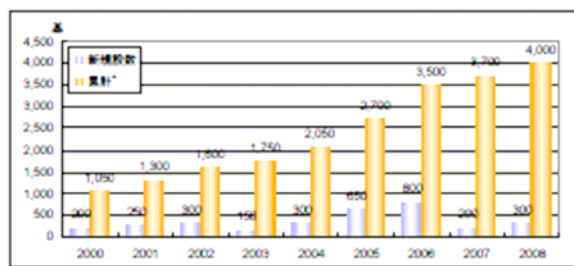
$$\begin{aligned}
 \text{導入後経済的効果額の算定} &= \text{導入後ランニング収支} - \text{導入前ランニング収支} \\
 &= 950,000 \text{ 円} - (-2,250,000 \text{ 円}) \\
 &= 3,200,000 \text{ 円} / \text{年}
 \end{aligned}$$

バイオガスプラントの耐用年数は一般的に 20 年程度とされているため、設置後 20 年後に大規模な改修費が必要となる。そのため 50% の交付金を活用した場合においても投資回収は困難である。導入に向けてはランニング費用の低減を図ることはもとより、化石燃料を消費しない社会基盤整備や CO₂ 削減といった視点が重要となる。

(参考) ドイツでの導入状況

バイオガス由来のエネルギー生産量が世界で最も多いドイツでは、バイオガスプラントの設置数が2008年で4,000基程度(国内ではNEDO発行のバイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版)によると、導入事例数は77基)である。また、2005年から2007年にかけて大きく設置数が拡大しており、そのうち約7割程度が小規模プラントと予想されている。これは、ドイツの売電価格に関する固定価格買取制度(FIT制度)による影響が大きい。

ドイツのバイオガスプラント基数の推移



「バイオマスガス化およびメタン発酵技術導入拡大のための技術動向調査報告書(NEDO)」による

プラントの設置またはランニングについて、80人の専門家が参加するバイオガスフォーラムという組織が支援を行っている。参加者は導入農家、設備許可を与える官庁、環境団体、エネルギー会社などで、政治的な影響を受けない中立的な立場での情報提供を行っている。このような支援やノウハウの蓄積により設備機器類の規格化が行われているものもあり、建設費が安価に抑えられている。

前述したFIT制度では小規模施設に対してのメリットが大きくなっているほか、発電機がコージェネレーションであるかどうかや、燃料電池などの最新技術利用の有無などにより、買取価格にボーナスを追加している場合もある。

下表では、100kW未満のプラントからの電力買取価格は最大で30.67ユーロセント(日本円で約33円)となっている。

表 2.2-5 バイオガス由来の電力買い取り価格比較の例*

€-cent/kWh	家畜排せつ物・農業残さなど			ランドフィル	下水汚泥
	100 kW	500 kW	1,000 kW		
ドイツ	11.67~30.67	9.18~25.18	8.25~17.25	6.16~11	6.16~11
オーストリア	16.93	13.98	12.38	4.03	5.93
イタリア	28	28	28	18	18
スペイン	10.75~15.89	10.75~15.89	10.75~15.89	10.75~15.89	10.75~15.89
オランダ	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
フランス	9~14	9~14	7.5~12.5	7.5~12.5	7.5~12.5
ポルトガル	9.8	9.8	9.8	7.5	9.8

「バイオマスガス化およびメタン発酵技術導入拡大のための技術動向調査報告書(NEDO)」による

このようにバイオガスの利用が進むドイツでは、イニシャル費用の低価格化と稼働時の売電価格に対する支援などにより普及が促進されている。

導入後の留意点

バイオガスプラント導入後の留意点として以下の3つが考えられる。

- ・定期的なメンテナンスと故障時の修理体制
- ・維持管理費用の確保
- ・原材料の品質管理

道内で導入している同規模の施設やプラントメーカーのヒアリングから、導入後のメンテナンスを確実に行うことが重要である。プラント設備内の発電機の故障や輸送管の凍結による破損が予想されることから、日常的な点検や遠隔監視による機器類の点検のほか、年1回プラントの稼働を停止して行う重点検など故障を未然に防ぐことに努めることや、輸送管凍結防止対策としての暖房施設を整備することなどが必要である。

維持管理費用の確保では、ランニング費用の低減とプラントから出るエネルギーや資源の有効利用を図り、維持管理費の捻出を図ることが重要である。道内の設置事例から、ランニングコストと故障時の機器交換費用などの捻出が困難となり、稼働を縮小または中止している施設がある。プラント内には発酵槽内攪拌機、脱硫装置、固液分離機、発電機などの装置類やそれらを結ぶ配線配管、原料や発生ガス、消化液などを溜めておく貯留槽などの設備が多く、メンテナンスや故障箇所が多岐にわたるため、一括した補修点検の年間契約を結ぶなど、極力コストの縮減を図ることが必要である。また、プラント利用による発電、発熱を有効に利用することのほか、消化液から生成される液肥の販売を行うことで、経済的メリットを図ることが必要である。

現在ニセコ町での液肥利用は主に畑作に利用されているが、液肥を畑地に散布する場合は散布車による施肥手間や運搬コストがかかるため、水田への流し込みによる利用が有効と考えられる。しかし、液肥を利用する時期が限られるため、利用しない期間溜めておく貯蔵槽が必要となる。

原材料の品質管理では、畜ふんに含まれる砂やワラなどの異物がプラント内の輸送管を詰まらせる原因となることや、家畜の「繋ぎ飼い」と「放牧飼い(フリースタイル)」の違いによる畜ふんの含水率変化があるため、導入後の飼育方法の変化によって発酵効率が低下することがある。このように異物と含水率に対する畜ふんの品質管理が必要となる。また、原材料の搬入量により発生するエネルギーが変化するため、将来的にも安定した量の畜ふん搬入を確保することが必要となる。