

成田市における  
生ごみ堆肥化モデル事業  
報告書

平成16年4月

成田市環境部

## 目 次

1 . モデル事業の概要について.....	1
2 . モデル事業から本格事業への移行における課題等について.....	3
3 . 生ごみ処理の方向性について.....	4
4 . 終わりに（まとめに代えて）.....	5
参考資料 - 1 : 生ごみ堆肥の性質について.....	6
参考資料 - 2 : 生ごみ再資源化が与える環境への影響の評価.....	11
参考資料 - 3 : 堆肥化・バイオガス化・ごみ発電の費用比較.....	16
参考資料 - 4 : 有機性廃棄物再資源化技術の概要.....	19
参考資料 - 5 : 飼料化、堆肥化、バイオガス化事業の事例.....	21
参考文献一覧.....	22

成田市が平成 13 年度から約 3 年間をかけて取り組んできた生ごみ堆肥化モデル事業（以下、「モデル事業」という。）について、以下のとおり総括し、報告とします。

## 1. モデル事業の概要について

モデル事業は、「成田市ごみ処理基本計画」(平成11年3月策定)及び「成田市ごみ処理基本計画アクションプラン」(平成12年3月策定)に位置付けられ、可燃ごみのかなりの部分を占める生ごみを堆肥化するという手法の有効性や妥当性などを検討し、廃棄物処理としての堆肥化方式が全市的に普及可能となるのか等の課題を整理するという目的で、平成12年度に事前検討・協議等を経て、平成13年度から実施されたものです。

一般的に、生ごみ堆肥化のメリットとしては以下のような効果が期待されています。

廃棄物ではなく資源物として循環させ、地域循環型社会の構築が可能である。  
 ごみの減量効果とともに環境負荷の低減となる。  
 有機農業の促進となり、農地等の地力の回復となる。

しかしながら、一方では、こうしたメリットを生み出す前提条件をどう設定するか、或いは、持続可能な地域循環型社会をどうしたらプログラムできるのか等の指摘もあり、様々な議論があるという認識の中で、モデル事業の開始となりました。

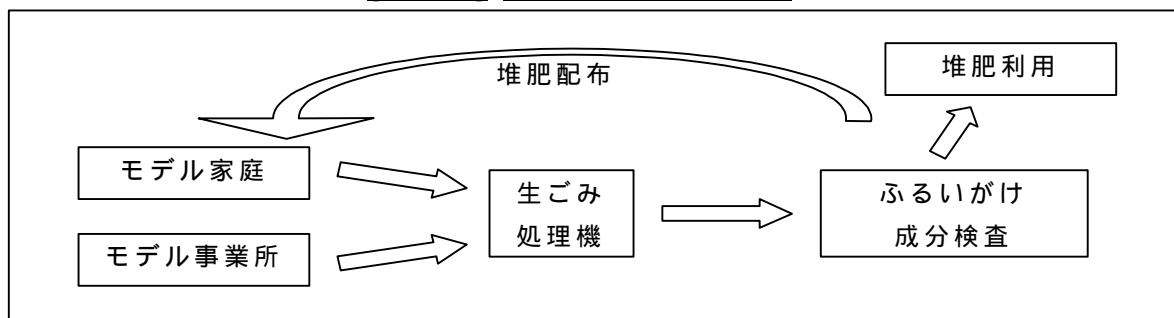
モデル事業は、一般家庭からの生ごみと事業系食品廃棄物としての生ごみの両方を対象としてのプログラム構築となり、一般家庭分は東町区、事業系分は成田市農協（野菜集配加工センター）の協力が得られたものです。東町区及び農協との協議等により、堆肥化する生ごみの量は、アクションプランで想定したとおり概ね 1 日当たり 200kg と見込み、処理機を市のごみ処理施設敷地内に設置し、平成 13 年 8 月から実務がスタートとなり、以下のような結果となりました。

### (1) モデル事業の流れ

[図表1] モデル事業の流れ

分別・排出	堆肥化する生ごみと、それ以外に適正に分別・排出する	東町区の各家庭(モデル家庭) 成田市農協(モデル事業所)
収集・運搬	生ごみを収集し処理機まで運搬する	市
堆肥化处理	生ごみ処理機により生ごみを堆肥化处理する	
成分分析等	堆肥状となったものの内容を把握する	
利用実験等	堆肥として利用可能となれば実際に農地等で使用する	

[図表2] モデル事業の流れ



(2) 概算事業費

[図表3] 概算事業費 (H13~H15)

単位：千円

生ごみ処理機購入に要した費用	20,708
生ごみ収集運搬業務に要した費用 (運搬車費用は含まず)	23,058
生ごみ処理機の保守点検に要した費用	651
その他消耗品等	2,209
(合計)	46,626

(3) 生ごみ収集量等の実績

[図表4] 生ごみ収集量の実績

H13.8.1~H16.3.31

	生ごみ収集量 (収集期間の日数)	1日当たり収集量
東町区(158世帯491人)	39,224kg (936日間)	41.9kg(1人当たり85.3g)
成田市農協	24,489kg (802日間)	30.5kg
市役所食堂・給食センター	890kg (150日間)	5.9kg
(合計)	64,603kg (974日間)	66.3kg

(4) 生ごみ処理量と堆肥生産量の実績

[図表5] 生ごみ処理量と堆肥生産量の実績

H13.8.1~H16.3.31

生ごみ処理量	堆肥生産量
64,603kg	3,460kg

期間内に処理機から取り出した量

(5) 生ごみ堆肥の分析結果の概要等

詳細は、参考資料 - 1 のとおりですが、有機肥料という観点から今回の生ごみ堆肥の評価の概要等をまとめると以下のことが言えます。

肥料の主成分である窒素、リン酸、カリの三成分に問題はないと思われませんが、リン酸は少なめです。

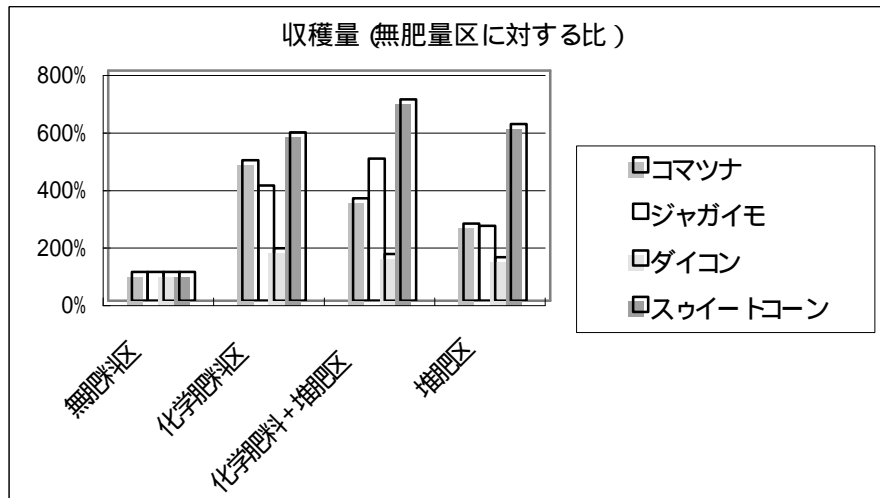
有害金属とされるヒ素、カドミウム、水銀も基準値以下です。ただし、ヒ素が多めに出るときがあり、注意が必要と考えられます。

堆肥中の残存塩分は問題ないと思われませんが、油分は過剰であり対策が必要と考えられます。

(6) 堆肥利用実験結果

分析結果から、この生ごみ堆肥のみの使用では効果が低いと考えられるため、実際に農地での使用実験も行いました。その結果は以下のとおりです。

[図表 6] 堆肥利用実験結果



生ごみ堆肥のみでは生育に遅れがみられ、化学肥料との混合使用では効果があった結果となり、有機農業の促進という観点からは問題が残ったと言えます。

こうしたことから、モデル事業の協力世帯への堆肥の配布に際しては、単独使用を控えること、モミガラ等と混ぜて再度の発酵を促すことなどを呼びかけることとしました。なお、生ごみ堆肥使用家庭から苦情等は全くありませんでした。

2. モデル事業から本格事業への移行における課題等について

モデル事業の実施とともに、その後の本格事業（全市での生ごみ堆肥化）を想定した結果、成田市における課題を整理すると以下のような点があげられます。

(1) リサイクルの効果が低い。

モデル事業の実績から、当初はリサイクルにまわる生ごみが家庭系可燃ごみの約 15%程度と見込むことが自然であり、リサイクル率向上のため市民の理解と協力を高めるなどの効果的な対策が別途必要と言えます。

<p>家庭系可燃ごみのうち、リサイクルにまわる生ごみの割合</p> <p>85g ÷ 596g 14.3%</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 85g : 東町住民 1 人 1 日当たり生ごみ収集量 (H13.9 月 ~ H16.3 月実績)</li> <li>・ 596g : 平成 14 年度実績から</li> </ul> <p>21,630.7t (家庭系可燃ごみ収集量) ÷ 365 日 ÷ 99,423 人 (処理対象人口) 596g</p>
---

(2) 全体として環境への悪影響が懸念される。

詳細に計算した結果（参考資料 - 2 ）、焼却処理とともに堆肥化処理を行う場合、二酸化炭素排出量が増加すると考えられます。また、環境への悪影響となる金属類を広く農地等の自然界に長期間にわたり散布するおそれがあります。

(3) 廃棄物処理等の全体経費が増加する。

複数の処理体系を構築するため、施設整備費や運転管理費の増大とともに、ごみの収集運搬費用もかなり上昇するものと考えられます。(参考資料 - 3)

また、製品としての堆肥の品質維持や保管に要する費用、販売経費等も考慮する必要があり、堆肥の価格設定などに苦慮すると考えられます。

(4) 持続可能な資源循環の全体プログラムが構築しにくい。

成田市に限らず一般的に我が国では、農地面積・農業人口ともに減少傾向にあり、堆肥の最大利用先と想定される農業分野に向けて、合理的かつ効果的なプログラムを提供するためには、多様な政策導入等との連携が必要と考えられます。

こうした取り組みのためにはしっかりとした長期的ビジョンが求められますが、一方、廃棄物処理事業は短期的効果の高さ(即時処理・適正処理)が優先されるという相反する関係にあると考えられます。

### 3. 生ごみ処理の方向性について

モデル事業を進めるなかで、生ごみ処理の方法として飼料化、堆肥化、バイオガス化、ごみ発電(焼却処理)など様々な手法について検証を行った結果は、以下のとおりです。

[図表 7] 生ごみ再資源化技術の成田市への適合性

技術名	課題等				
飼料化 (生ごみを飼料に加工する技術)	<ul style="list-style-type: none"> <li>各家庭の生ごみの内容は日ごとに変わり品質が不安定。</li> <li>腐敗した生ごみを排除することは困難。</li> <li>飼料原料として法令で禁止された生ごみの混入を防止できない。</li> </ul>				
堆肥化 (生ごみを肥料(堆肥)に加工する技術)	ごみ発電(焼却処理)を比較の基準にすると、二酸化炭素排出量及び経費は次のように増減する。				
バイオガス化 (生ごみを発酵させ、燃料(メタンガス)を取り出し発電する技術)		堆肥化	バイオガス化 (汚泥焼却)	バイオガス化 (汚泥液肥)	ごみ発電 (焼却処理)
ごみ発電 (焼却処理) (ごみ焼却時の熱を電気に変える技術)	二酸化炭素排出量(H26年度の予想)	+89t	-810t	-822t	±0t
	経費(H20年度に施設整備し、H21年度から15年間稼動した場合)	+30億円	+42億円	+32億円	±0円

飼料化では、飼料に適さないもの、腐敗したもの、異物などの混入を避けるための厳密な分別を徹底するといった対策が必要であり、飼料としての品質保持が求められます。

堆肥化については、今まで述べたように二酸化炭素排出量や処理経費の増大などの課題があります。

バイオガス化については、環境面での効果は高いが、堆肥化よりも更に大きな処理経費等の増加というデメリットが考えられます。

#### 4．終わりに（まとめに代えて）

廃棄物処理という観点で全市的な生ごみ堆肥化を実施すると想定し、検証したわけですが、環境への悪影響や処理コストの増加、堆肥流通システムの構築など、大きな課題を抱えていると改めて実感させられ、現段階では生ごみ堆肥化を強力に推進できる状況にないと考えられます。

しかしながら、全国各地で取り組んでいる様々な生ごみリサイクル運動の状況をみると、ごみの減量化や資源化方策という観点での地域単位或いは住民グループ単位での取り組みとしては、生ごみ堆肥化の効果とともにコミュニティや住民交流、農業の再生、里山の復活など多様な可能性を持っていると考えられます。これまで市町村は多額のコストを投入して廃棄物処理を続けてきており、今後もこうした傾向に大きな変更が望めない状況ですが、住民が主体となって活動する、行政部局が活動の個別プログラムを支援する、そうした総合環境学習的施策としての廃棄物対策も問われてくるのではと考えられます。

最後となりましたが、東町住民の皆さんや農協関係者など多くの方々に積極的にご協力いただいたことに深く感謝を申し上げます。

## 参考資料 - 1 : 生ごみ堆肥の性質について

### 1 . 概要

平成 14 年度には、生ごみ堆肥の基本的性質を明らかにするため、主要成分、微量元素、有害金属等を全般にわたり分析した。平成 15 年度は、季節による主要な成分の変動を見るという趣旨のもと、分析を夏・冬の 2 回(第 1 回目は水分、主要成分、炭素率、粗脂肪、第 2 回目は水分、主要成分、炭素率、ヒ素など)にわけて行った。

### 2 . 分析結果

項目	H14.6.28		H15.6.24		H15.12.9		農セ平均	単位	
	現物	乾物換算	現物	乾物換算	現物	乾物換算	乾物換算		
	水分	31.3	-	4.6	-	3.9	-	12.4±11.6	%
主要成分	窒素全量	1.98	2.88	3.22	3.38	3.40	3.54	2.95±0.65	%
	リン酸全量	0.57	0.83	1.01	1.06	1.06	1.10	1.30±1.14	%
	カリ全量	1.46	2.13	2.75	2.88	2.83	2.94	0.98±0.38	%
	石灰全量	2.24	3.26					1.69±1.82	%
	苦土全量	0.16	0.23					0.37±0.39	%
	全炭素	32.3	47.0	42.9	45.0	44.2	46.0	47.1±5.6	%
	炭素率	16.3	-	13	-	13	-	17.1±4.0	-
微量元素	銅	21	31					5.5±2.2	mg/kg
	亜鉛	28	41					28.2±13.6	mg/kg
	ナトリウム	0.47	0.68					0.64±0.25	%
	粗脂肪	6.08	8.85	10.2	10.7	10.9	11.3	12.7±6.8	%
有害金属	ヒ素	2.1	3.0			0.91	0.95	0.48±1.38	mg/kg
	カドミウム	0.04	0.06			0.19	0.20	0.07±0.06	mg/kg
	水銀	< 0.01	< 0.01			0.03	0.03	0.03±0.03	mg/kg
物理性	pH	4.4	-					5.5±0.9	-
	EC	9.74	-					5.6±1.9	mS/cm

(注)農セ平均とは、千葉県農業総合研究センターでの生ごみ処理物の平均値

### 3 . 分析項目についての解説など

#### (1) 生ごみ堆肥と他の有機性肥料の比較

比較のために、生ごみ堆肥以外の有機性肥料の主要成分等の値を整理すると、以下のとおりとなる。

(単位：%)

	水分	窒素 全量	リン酸 全量	カリ 全量	石灰 全量	苦土 全量	炭素率
牛糞堆肥	65	2.1	2.1	2.2	2.3	1.0	16
豚糞堆肥	55	2.9	4.3	2.2	4.0	1.4	13
鶏糞堆肥	40	2.9	5.1	2.7	11.3	1.4	12
魚かす粉末	10.17	8.04	8.74	-	10.09	0.37	-
菜種油かす	10.89	5.61	2.49	1.33	0.94	0.90	-
生ごみ堆肥 (H14.6)	31.3	1.98	0.57	1.46	2.24	0.16	16.3
生ごみ堆肥 (H15.6)	4.6	3.22	1.01	2.75	-	-	13
生ごみ堆肥 (H15.12)	3.9	3.40	1.06	2.83	-	-	13

(注)生ごみ堆肥以外のデータは「神奈川施肥基準」による。

## (2) 水分・主要成分

### 概要

水分は堆肥の扱いやすさに、また、場合によっては品質の安定性に影響する。

一般に肥料はベトベトして大きな塊になっているものよりも、ペレット状、粉末状で保存しやすく機械散布に適したものが好まれる。生ごみ堆肥では経験的に40%以上の水分が含まれると大きな塊となりやすいとみられる。

また、発酵が十分でなく、水分が多ければ、貯蔵している間にカビが生えることがあるため商品価値は下がる。そのためにもある程度乾燥していることが望ましい。

主要成分とは肥料の最も基本的な成分で、植物の生長に直接に影響するものである。特に窒素、リン酸、カリは重要な成分である。

### 窒素全量

文字通り堆肥に含まれる全ての窒素の量であり、窒素の働きには次のようなものがある。

- ・細胞の分裂・増殖に必要である。
- ・根、葉、茎の発育、繁茂を促す。
- ・養分の吸収、同化作用を盛んにする。

窒素は土壤中でアンモニアや硝酸、尿素、タンパク質などの形で存在し、大きく分けて有機態と無機態に分けられるが、植物が吸収できるのは無機態窒素である。無機態窒素はすばやく効くが、有機態窒素は徐々に無機態窒素に変化し、時間をかけて効いてくるものである。一般に化学肥料は無機態窒素に富み、堆肥は有機態窒素に富む。

製品としての堆肥では窒素の存在する形ごとの量や無機態、有機態の割合は重要だが、生ごみの堆肥原料としての可能性を探るというモデル事業の主旨から、全窒素量の分析にとどめた。

### リン酸全量

堆肥に含まれる全てのリン酸の量であり、リン酸の働きには次のようなものがある。

- ・ 作物の生長を早める。
- ・ 根の発育を促し、発芽力を盛んにする。
- ・ 分けつの数や根、茎、葉の数を増やす。
- ・ 子実の収量を高め、品質を良くする。

リン酸は土壤中での移動が少ないため、基肥として供給するのが基本である。

### カリ全量

堆肥に含まれる全てのカリの量であり、カリの働きには次のようなものがある。

- ・ 水分の蒸散作用を調節する。
- ・ 根の発育を早める。
- ・ 開花、結実を促進する。
- ・ 日照の不足を補う。

### 石灰全量

堆肥に含まれる全ての石灰の量であり、石灰の働きには次のようなものがある。

- ・ 植物の細胞膜を作り、また、これを強化する。
- ・ 有機酸などの有害物質と結びついて、これを無害化する。
- ・ 葉緑素の生成、炭水化物の移動に必要。
- ・ 根の発育を促進することにより病害に対する抵抗力を強くする。
- ・ 植物に硝酸態(無機態)の窒素を良く吸わせ、また、カリ、苦土の吸収を調整する。

## 苦土全量

堆肥に含まれる全ての苦土の量であり、苦土の働きには次のようなものがある。

- ・葉緑素を構成する元素である。
- ・植物の新陳代謝を盛んにする。
- ・蛋白質、脂肪の合成に必要な元素である。
- ・植物の体内のリン酸の移動を助ける。

## 炭素全量・炭素率

炭素は酸素と反応してエネルギーを出すことができる。微生物はこの反応のエネルギーを利用して増殖し、無機態窒素を吸収して死骸という形で有機態窒素に変え、土壤中に蓄える。

また、植物が吸収できるのは無機態窒素である。

従って、炭素が多すぎれば微生物が増殖しすぎて無機態窒素が不足し、植物は窒素飢餓の状態になる。このことから、炭素率を理論値である 30 以下に下げるのが基本である。

一般的に、炭素率が 30 以下で比較的高いならば、効き目はゆっくりしているが地中に窒素を蓄え、地力をあげる肥料となる。逆に炭素率が低ければ、即効性はあるが持続力が弱い。

## 微量元素（亜鉛・銅）

大量には必要ないが僅かに必要とされるもので、効果発現剤とも呼ばれる。多すぎれば害となるが少なすぎても植物の生長が阻害される。

大豆では 400g/m<sup>2</sup>の収量で土壌からの吸収量が亜鉛 22mg、銅 11mg となっている。（これは生ごみ堆肥施用量にして約 790g/m<sup>2</sup>に当たる。）

## ナトリウム・粗脂肪

どちらも多すぎれば植物に害がある。

ナトリウムが多すぎると、植物の水やカリ等の吸収を妨げる。また、粗脂肪（油分）が多いと、発芽に影響が出ると言われている。

一方、油分は発酵の際の微生物のエネルギー源という面も持ち合わせており、堆肥発酵の過程で分解されてしまうのが望ましいと言われている。

なお、全国食品リサイクル協会の暫定基準では 1 m<sup>2</sup>当たり 1kg 施用する場合で 5%とされている。

## 有害金属

重金属類を含むおそれの高い汚泥肥料等においては 6 種類の金属(ヒ素、カドミウム、水銀、ニッケル、クロム、鉛)について、以下のように規制値が設けられている。

重金属類は多すぎると植物に害を及ぼしたり、(例えばヒ素は稲の倒伏を引き起こす。)さらに作物を食べた人間に障害をもたらしたりする。(水銀による水俣病、カドミウムによるイタイイタイ病が代表的なものである。)

牛糞やワラなど、動植物質の有機質物を原料とする法律上の「たい肥」では、これら重金属の混入のおそれは少ないとして規制値は設けられていない。生ごみ堆肥はこれに当たるが、本モデル事業では念のため規制値が厳しい3つの重金属(ヒ素、カドミウム、水銀)について含有量を分析したものである。

汚泥肥料等に係る重金属類規制値

ヒ素	50mg/kg
カドミウム	5mg/kg
水銀	2mg/kg
ニッケル	300mg/kg
クロム	500mg/kg
鉛	100mg/kg

(注)乾物あたりの含有量

## 参考資料 - 2 : 生ごみ再資源化が与える環境への影響の評価

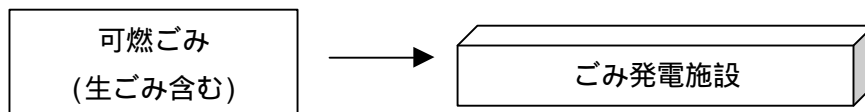
### 1. 二酸化炭素排出量の比較

堆肥化、バイオガス化という方法がもたらす二酸化炭素排出量が、焼却（ごみ発電）と比べてどれだけ多いか、又は少ないか想定値により比較するものである。

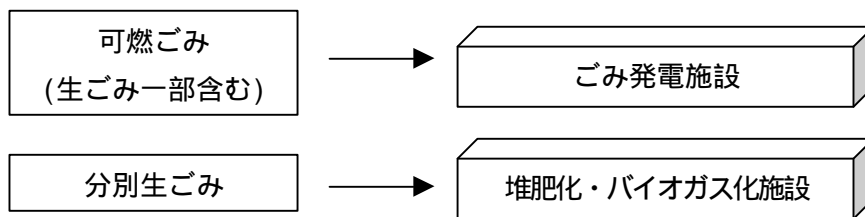
#### (1) 仮定するモデル

比較するモデルは、以下の3ケースである。

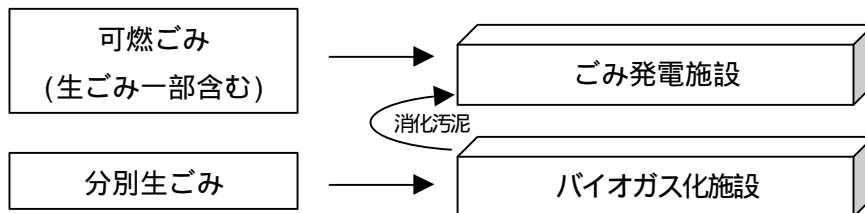
焼却（ごみ発電）のみの場合



焼却（ごみ発電）と堆肥化又は、バイオガス化(汚泥液肥利用)を組み合わせる場合



焼却（ごみ発電）とバイオガス化(消化汚泥焼却)を組み合わせる場合



#### (2) 条件設定など

現状のデータや種々の参考文献等から、以下のように条件や数値を設定する。

上記 及び の場合は、現在一つとなっている可燃ごみの分別区分を、堆肥化（又はバイオガス化）とする生ごみと、それ以外の可燃ごみの二区分とする。新たな分別区分である生ごみの収集運搬車が使用する燃料は、軽油とする。それぞれの施設の解体時のエネルギー消費は、不確定要素等が多く、比較検討対象には含めないこととする。

採用した諸数値は、以下のとおり。特記事項以外については、平成 11 年度京都大学高月紘氏の報告書(以下、「高月報告」という。)を採用している。

ごみ質等	可燃ごみ(生ごみ、ビニール・プラスチック類を含む)低位発熱量 <sup>1</sup>	9.6MJ/kg
	生ごみ低位発熱量 <sup>2</sup>	1.6MJ/kg
	消化汚泥脱水物低位発熱量 <sup>3</sup>	3.4MJ/kg
二酸化炭素発生量	軽油消費による二酸化炭素発生量 <sup>4</sup>	2.64 CO <sub>2</sub> -kg/L
	電力消費による二酸化炭素発生量	0.548 CO <sub>2</sub> -kg/kWh
生ごみ処理量	再資源化処理量(1年間) <sup>5</sup>	8,100t
収集運搬	生ごみ収集運搬車総走行距離(1年間) <sup>6</sup>	260,000km
	生ごみ収集運搬車燃費 <sup>7</sup>	6km/L
焼却処理	ごみ焼却処理 1t 当たり消費電力	100kWh
	発電効率	10%
堆肥化処理	生ごみ処理 1t 当たり消費電力	50kWh
バイオガス化処理	バイオガス化消化汚泥脱水物の生ごみに対する比率 <sup>8</sup>	49%
	生ごみ 1t 当たりバイオガス発生量	150 ?
	バイオガス中のメタン割合	60%
	発電効率 <sup>8</sup>	32%
	メタン低位発熱量	35.7MJ/N ?
	生ごみ処理 1t 当たり消費電力 <sup>8</sup>	130kWh

<sup>1</sup> いずみ清掃工場における可燃ごみ(ビニール・プラスチック類を含まず)の実績は概ね 7.2MJ/kg、ビニール・プラスチック類については 31MJ/kg(東京都清掃研究所による算定式を使用)であり、この混入割合を 10%と想定。

<sup>2</sup> 水分率 78%とし、東京都清掃研究所による算定式を用いた。

<sup>3</sup> 水分率 68%とし、東京都清掃研究所による算定式を用いた。

<sup>4</sup> 環境庁(現環境省)の温室効果ガス排出量算定方法検討会(平成 12 年 9 月)資料より引用。

<sup>5</sup> 平成 14 年度成田市可燃ごみ実績(委託収集+許可収集+自己搬入)の約 20%と想定。

<sup>6</sup> 1 日 1 台当たり走行距離は約 12km と想定。処理施設への搬入台数は、いずみ清掃工場実績(1 日平均 100 台)の 70%と想定。また、施設の受入日は月曜から土曜までの週 6 日間と想定。

12km/台×70 台/月×6 日×52 週 260,000km

<sup>7</sup> 成田市・富里市「成田市・富里市ごみ処理施設広域化計画等策定業務報告書」より引用。

<sup>8</sup> (株)タクマ「タクマのバイオガス技術/全国都市清掃会議への申請書」より引用。

### (3) 二酸化炭素排出量の計算

上記数値を用いた二酸化炭素排出量は以下のとおり。

区 分	計 算 過 程	計算結果	摘 要
収集運搬車によるCO <sub>2</sub> の増減	$260,000\text{km} \div 6\text{km/L} \times 2.64\text{CO}_2\text{-kg/L}$	114t	堆肥化 バイオガス化
電力消費によるCO <sub>2</sub> の増減	$8,100\text{t} \times 50\text{kWh} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	222t	堆肥化
	$8,100\text{t} \times 130\text{kWh} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	577t	バイオガス化
ごみ発電量減少によるCO <sub>2</sub> の増減	$8,100\text{t} \times 1.6\text{MJ/kg} \times 10\% = 1,296\text{TJ}$ 360MWh $360\text{MWh} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	197t	堆肥化 バイオガス化
焼却施設電力消費減少によるCO <sub>2</sub> の増減	$-8,100\text{t} \times 100\text{kWh/t} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	444t	堆肥化 バイオガス化
バイオガス発電量増加によるCO <sub>2</sub> の増減	$8,100\text{t} \times 150\text{ ? /t} \times 60\% \times 35.7\text{MJ/N}$ $\text{?} \times 32\% = 8.33\text{TJ/年}$ 2,310kWh/年 $2,310\text{kWh/年} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	1,266t	バイオガス化
消化污泥のごみ発電量増加によるCO <sub>2</sub> の増減	$8,100\text{t} \times 49\% \times 3.4\text{MJ/kg} \times 10\% = 1.35\text{TJ/年}$ 375MWh/年 $375\text{MWh/年} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	206t	バイオガス化
消化污泥の焼却処理によるCO <sub>2</sub> の増減	$8,100\text{t} \times 49\% \times 100\text{kWh/t} \times 0.548\text{CO}_2\text{-kg/kWh}$	218t	バイオガス化

### (4) 二酸化炭素排出量のまとめ

上記の結果から堆肥化とバイオガス化における二酸化炭素排出量の増減をまとめると以下のとおり。

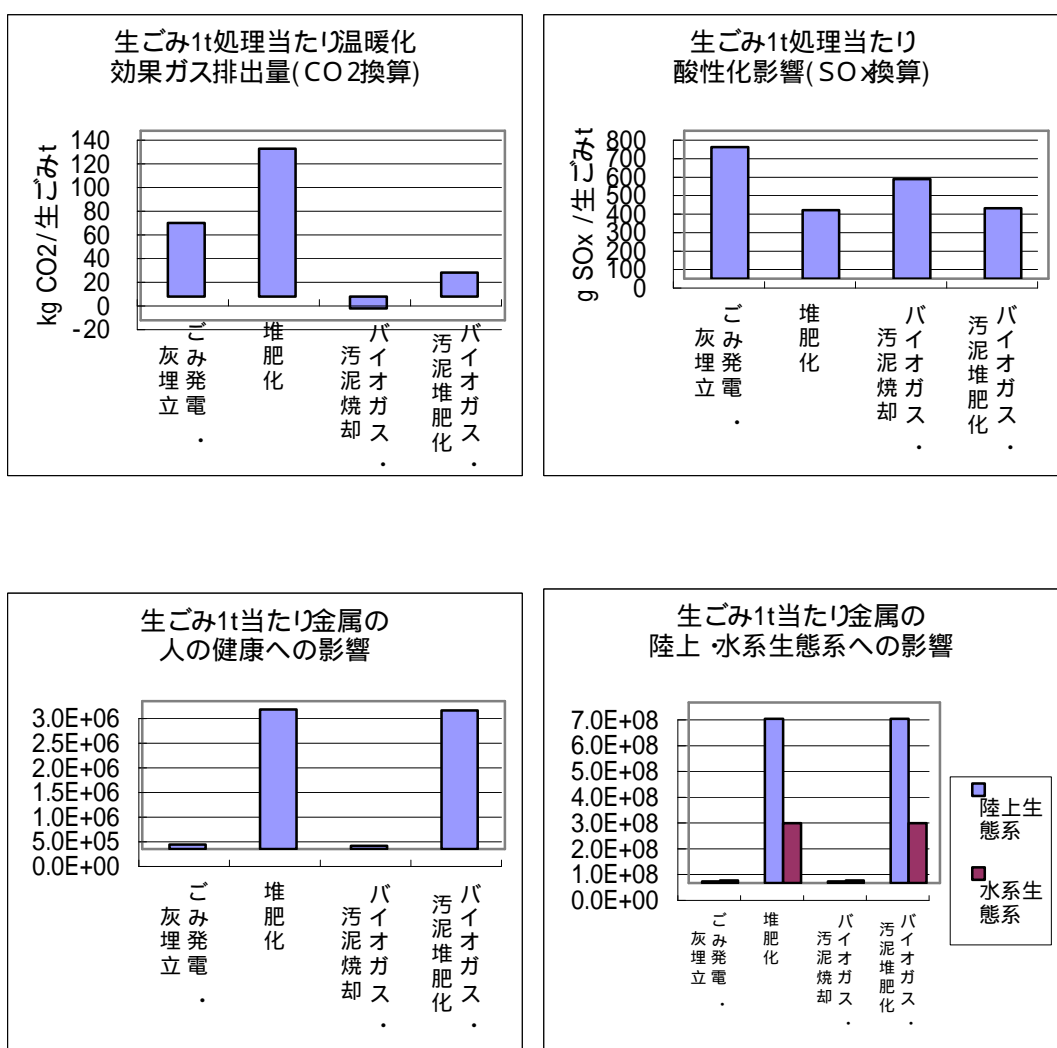
区 分	増 加 量	減 少 量	計
堆肥化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集運搬 114t</li> <li>・ 施設電力消費 222t</li> <li>・ ごみ発電の減少 197t</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 焼却施設の電力消費 444t</li> </ul>	+ 89t
バイオ ガス化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集運搬 114t</li> <li>・ 施設電力消費 577t</li> <li>・ ごみ発電の減少 197t</li> <li>・ 焼却施設の電力消費 218t</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 焼却施設の電力消費 444t</li> <li>・ バイオガス発電 1,266t</li> <li>・ ごみ発電の増加 206t</li> </ul>	810t

汚泥 液肥	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集運搬 114t</li> <li>・ 施設電力消費 577t</li> <li>・ ごみ発電の減少 197t</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 焼却施設の電力消費 444t</li> <li>・ バイオガス発電 1,266t</li> </ul>	822t
----------	--	--	------

## 2. その他酸性雨への影響、金属の環境中への拡散等

その他地球温暖化への影響、酸性化の影響(酸性雨等)、金属類の生態系及び健康への影響などについて定量的に評価した研究がいくつか存在するが、そのうちのひとつ、「高月報告」の結果の一部をここに引用する。

### 環境への影響の評価



(注)「高月報告」をもとに作成。

(注)バイオガス化(汚泥堆肥)とバイオガス化(汚泥液肥)は異なる。<sup>9</sup>

<sup>9</sup> 「汚泥液肥」では消化汚泥をそのまま農地に散布するのに対し、「汚泥堆肥」では脱水・発酵処理後に散布する。

1. の計算結果と同様に堆肥化が地球温暖化を促進してしまうという傾向がグラフから読み取れる。また、堆肥化は農地に金属を拡散させてしまうため、他に比べ生物への影響も大きいと考えられる。

一方でバイオガス化(汚泥焼却)は二酸化炭素排出量、酸性化ガス等排出量、金属排出量の面でごみ発電や堆肥化に比べ優れていると考えられる。

## 参考資料 - 3 : 堆肥化・バイオガス化・ごみ発電の費用比較

1. 焼却（ごみ発電）を基準とした費用比較の試算は、以下のとおりである。

### 堆肥化する場合

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	合計
年間ごみ処理量(t)	0	8100	8157	8214	8271	8329	8387	8446	8505	8565	8625	8685	8746	8807	8869	8931	127638
生ごみ集積費(円)	0	235000	236175	237356	238543	239735	240934	242139	243349	244566	245789	247018	248253	249494	250742	251995	3651089
生ごみ処理施設整備費(円)	620000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	620000
生ごみ処理施設運営費(円)	0	42400	42627	42855	43085	43317	43550	43785	44021	44259	44499	44741	44984	45229	45475	45724	660552
焼却施設整備費(円)	-1,355,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,355,000
焼却施設運営費(円)	0	-36450	-36705	-36962	-37221	-37481	-37744	-38008	-38274	-38542	-38812	-39083	-39357	-39632	-39910	-40189	-574371
単年合計(円)	-775,000	240,950	242,097	243,249	244,407	245,571	246,740	247,916	249,097	250,284	251,477	252,675	253,880	255,091	256,307	257,530	296,2270
現在価値(円)	-775,000	231,683	228,832	216,247	208,920	201,841	195,002	188,365	182,013	175,946	169,889	164,133	158,573	153,201	148,011	142,997	198,5584

### バイオガス化(汚泥焼却)する場合

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	合計
年間ごみ処理量(t)	0	8100	8157	8214	8271	8329	8387	8446	8505	8565	8625	8685	8746	8807	8869	8931	127638
生ごみ集積費(円)	0	235000	236175	237356	238543	239735	240934	242139	243349	244566	245789	247018	248253	249494	250742	251995	3651089
生ごみ処理施設整備費(円)	1,072,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,072,000
生ごみ処理施設運営費(円)	0	27,540	27,733	27,927	28,122	28,319	28,517	28,717	28,918	29,121	29,324	29,530	29,736	29,945	30,154	30,365	433,969
焼却施設整備費(円)	-711,450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-711,450
焼却施設運営費(円)	0	-18,830	-18,720	-18,851	-18,983	-19,115	-19,249	-19,384	-19,520	-19,656	-19,794	-19,933	-20,072	-20,213	-20,354	-20,497	-292,929
単年合計(円)	360,550	243,951	245,188	246,432	247,682	248,939	250,202	251,472	252,748	254,030	255,319	256,615	257,917	259,226	260,542	261,864	415,2679
現在価値(円)	360,550	234,568	226,680	219,077	211,720	204,610	197,738	191,098	184,680	178,478	172,485	166,692	161,094	155,685	150,456	145,404	316,1026

### バイオガス化(汚泥液肥)する場合

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	合計
年間ごみ処理量(t)	0	8100	8157	8214	8271	8329	8387	8446	8505	8565	8625	8685	8746	8807	8869	8931	127638
生ごみ集積費(円)	0	235000	236175	237356	238543	239735	240934	242139	243349	244566	245789	247018	248253	249494	250742	251995	3651089
生ごみ処理施設整備費(円)	1,072,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,072,000
生ごみ処理施設運営費(円)	0	27,540	27,733	27,927	28,122	28,319	28,517	28,717	28,918	29,121	29,324	29,530	29,736	29,945	30,154	30,365	433,969
焼却施設整備費(円)	-1,355,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,355,000
焼却施設運営費(円)	0	-36,450	-36,705	-36,962	-37,221	-37,481	-37,744	-38,008	-38,274	-38,542	-38,812	-39,083	-39,357	-39,632	-39,910	-40,189	-574,371
単年合計(円)	-323,000	226,090	227,208	228,321	229,444	230,573	231,708	232,848	233,994	235,145	236,302	237,464	238,632	239,806	240,986	242,171	318,7687
現在価値(円)	-323,000	217,394	210,682	202,976	195,130	188,514	183,122	176,945	170,977	165,210	159,637	154,252	149,049	144,021	139,163	134,469	226,9922

2. 試算における条件設定は、以下のとおり。

各施設は、建設1年、稼働15年の合計16年間の事業期間と設定。

各施設の撤去費は算入されていない。

費用は、行政側負担分のみを算定。

評価方法は、16年間全体の事業費についての単純合計を求めるとともに、PFI事業での評価方法を参考に各事業年度ごとの費用を年利4%（平成12年3月10日厚生省「廃棄物処理施設整備事業に係る費用対効果分析について」による）で割り戻して現在価値での評価も求めることとした。

生ごみの年間処理量は、8,100t（参考資料 - 2 より）とし、15年間で約10%の増加があると見込んでいる。

生ごみの収集運搬費は、平成 12～14 年度実績の平均額をスタートとし、毎年 0.5%の増額があると見込んでいる。

$$(472,377 \text{ 千円} + 464,211 \text{ 千円} + 471,979 \text{ 千円}) \div 3 \text{ 年} \div 4 \text{ 回/週} \times 2 \text{ 回/週} = 235,000 \text{ 千円}$$

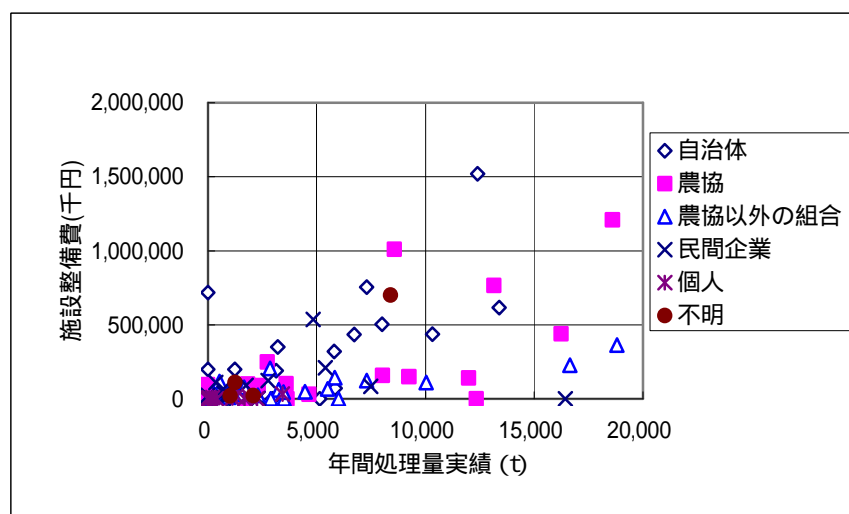
生ごみ処理施設の規模は、稼働後 7 年以内の 1 日当たり処理量から算定。

$$8,466 \text{ t} \div 365 \text{ 日} \div \text{実稼働率}(280/365) \div \text{調整稼働率}(0.96) = 31 \text{ t/日}$$

堆肥化処理施設の整備費は、畜産環境技術研究所の畜糞堆肥化施設のデータベースを用いて作成した下記のグラフから算定。

$$20,000 \text{ 千円/t} \times 31 \text{ t} = 620,000 \text{ 千円}$$

### 処理量(実績)と施設整備費

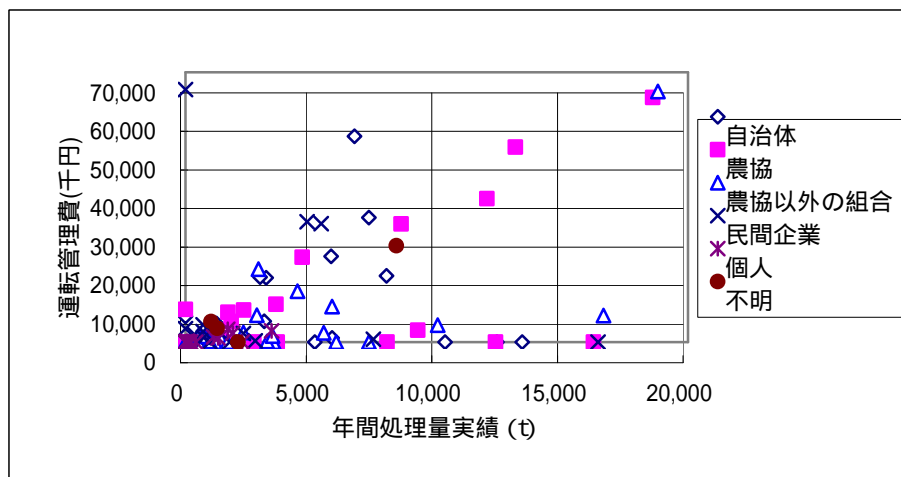


堆肥化処理施設の運転管理費は、同じく畜産環境技術研究所のデータより作成した下記のグラフから算定。

ただし、このデータには家族労働等を前提とした施設も含まれているため、別途 2 名分の人件費相当分を加算した。

$$4,000 \text{ 円/t} \times \text{年間処理量 (t)} + \text{人件費相当分 (10,000 千円)} = \text{年間運転管理費}$$

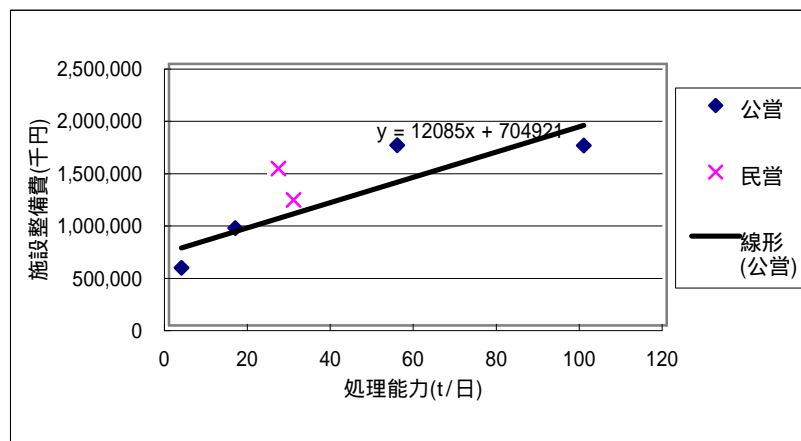
### 処理量(実績)と運転管理費



バイオガス化施設の整備費は、京都府船井郡八木町、宮城県白石市、北海道北空知衛生センター組合及び中空知衛生施設組合の4件のデータをもとに算定。

$$12,000 \text{ 千円/t} \times 31\text{t} + 700,000 \text{ 千円} = 1,072,000 \text{ 千円}$$

### バイオガス化施設の施設整備費



(注)参考のため、民間の施設(富山グリーンフードリサイクル株式会社、ジャパン・リサイクル株式会社)のデータも一緒に表示してある。

バイオガス化施設の運転管理費は、京都府船井郡八木町のデータから算定。

$$3,400 \text{ 円/t} \times \text{年間処理量 (t)} = \text{年間運転管理費}$$

生ごみ処理施設建設により焼却(ごみ発電)施設規模縮小となることによる焼却施設の整備費と運転管理費の変動額は、以下のように算定。

(1) 生ごみ堆肥化施設及びバイオガス化(汚泥液肥)施設建設の場合

$$\text{整備費} = 45,000 \text{ 千円/t} \times 31\text{t} = 1,395,000 \text{ 千円}$$

$$\text{年間運転管理費} = 4,500 \text{ 円/t} \times \text{年間生ごみ処理量}$$

(2) バイオガス化(汚泥焼却)施設建設の場合

$$\text{整備費} = 45,000 \text{ 千円/t} \times 31\text{t} \times (100\% - 49\%) = 711,450 \text{ 千円}$$

$$\text{年間運転管理費} = 4,500 \text{ 円/t} \times \text{年間生ごみ処理量} \times (100\% - 49\%)$$

### 3. 費用評価のまとめ

堆肥化の場合、+29億6,220万円

(現在価値で、+19億8,550万円)

バイオガス化(汚泥焼却)の場合、+41億5,260万円

(現在価値で、+31億6,100万円)

バイオガス化(汚泥液肥)の場合、+31億8,760万円

(現在価値で、+22億6,990万円)

という結果となり、処理施設増加のため焼却施設だけの場合より、いずれも増額となる。

## 参考資料 - 4 : 有機性廃棄物再資源化技術の概要

### 1 . 実用化されている生ごみの再資源化法

最終的 利用法	技術名	主な対象	製品
製品の原料として利用	飼料化	食品工場廃棄物、水産廃棄物	飼料
	堆肥化	畜糞、食品工場廃棄物、 わら、台所生ごみ、飲食 店生ごみ、下水汚泥	堆肥
熱エネルギー源 として利用	バイオガス化	畜糞、草木竹、食品工場 廃棄物、台所生ごみ、飲 食店生ごみ、下水汚泥	メタンガス(ごく小規模 なものを除き、発電に用 いることが多い。)
	ごみ発電	可燃物 (プラスチック類含む)	電気、スチーム、温水
	ガス化・改質・ 炭化	可燃物 (プラスチック類含む)	炭、メタノール、一酸化 炭素、水素等

(注)ここでいう食品工場とは、製粉工場、サラダ油、ビール製造工場等の大規模な場合が多い。

(注)炭・メタノール等は製品の原料となることもある。また、バイオガス化で生じる残渣は肥料として用いられることがある。



参考資料 - 5 : 飼料化、堆肥化、バイオガス化事業の事例

	三造有機リサイクル株式会社(飼料化)	盛岡・紫波地区環境施設組合(堆肥化)	中空知衛生施設組合(バイオガス化)
所在地	北海道札幌市	岩手県紫波郡紫波町	北海道滝川市
施設規模 処理対象	50t/日 生ごみ：50t/日 (H14実績：13,429t)	20t/日 生ごみ：17t/日 パーク：3t/日 (H12実績：4,885t)	55t/日 生ごみ：55t/日 (稼動を開始したばかりのため、実績なし)
生ごみ収集 対象	札幌市内の学校、スーパー、レストラン、ホテル等約230箇所	組合を構成する3市町(人口約10万人)の一般家庭	組合を構成する5市町(人口約9.6万人)の一般家庭及び事業所
処理方法	油温減圧式乾燥システム	横型スクープ式攪拌方式	中温メタン発酵システム
施設整備事業費	10億円	4億7千万円	17億円
年間経費 収入等 (収集・運搬費、減価償却費等含まず。)	運転管理費：1億円 飼料売上げ：4千万円 処理手数料：1億5千万円	運転管理費：7千5百万円 堆肥売上げ：1千万円	運転管理費：1億5千万円程度

## 参考文献一覧

七都県市廃棄物問題検討委員会 / 「生ごみ等の処理及び有効利用に関する調査報告書」(平成 12 年 11 月)

千葉県農林水産部畜産課 / 「千葉県における家畜排せつ物の利用の促進を図るための計画」(平成 12 年 10 月)

京都大学 高月紘 / 「都市内分散型エネルギー需給技術の温暖化抑制効果と都市環境影響に関する研究」(平成 11 年度報告書)

泉澤啓・佐藤好克・斎藤善則・高橋正弘 / 「畜産系堆肥化施設の L C A による評価について」(宮城県保健環境センター年報第 20 号 2002)

京都大学環境保全センター 平井康宏ほか 3 名 / 「食品残渣を対象とした循環・資源化処理方式のライフサイクルアセスメント」(平成 13 年度)

「第 11 回生ごみリサイクル交流会 2003...生ごみは宝だ!記録集」(2003 年 12 月 27 日発行)