

平成23年度
環境省委託
業務報告書

平成23年度廃棄物系バイオマス利用推進事業 報告書

平成24年3月

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団

は　じ　め　に

廃棄物系バイオマスの利活用は、循環型社会及び低炭素社会の形成推進の観点から重要であり、平成21年6月には「バイオマス活用推進基本法」が成立し、平成22年12月には同法に基づきバイオマス活用の将来像や目標等を示した「バイオマス活用推進基本計画」が閣議決定されました。

環境省では、平成20年度から平成22年度まで行った廃棄物系バイオマス次世代利活用推進事業において、地域特性に応じた合理的かつ実現可能な廃棄物系バイオマスの大幅な利活用の促進を目的として、モデル事業による実証をもとに、廃棄物系バイオマス利活用推進の現状や適用可能な技術、課題を整理しており、今後は「基本計画」においてバイオマスの種類毎に定められている利用率の目標を達成することを念頭に、更なるモデル事業・ケーススタディを通じて、必要な技術や具体的な施策を検討し、費用対効果やCO₂削減効果の分析を行うことで、基本目標達成に向けたロードマップを作成することとしています。

こうした状況のもと、公益財団法人廃棄物・3R研究財団では環境省から委託を受け、株式会社日水コン、株式会社東洋設計、株式会社東和テクノロジーの協力を得て、廃棄物系バイオマス利用推進の現状や適用可能な技術・課題を整理し、今後の施策の方向性を明らかにすることを目的として、廃棄物系バイオマスのうち、特に紙・食品廃棄物の2項目について調査を行い、バイオマス利活用推進のロードマップ作成に向けた推進技術と施策の検討を行いました。

最後になりますが、事業の実施に当たって、貴重なご意見・ご指導を頂いた「廃棄物系バイオマス利用推進事業検討会（委員長：酒井伸一 京都大学教授）」の委員各位及び調査にご協力いただきました各施設に対して深く感謝の意を表します。

平成24年3月

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団
理事長 田 中 勝

平成23年度廃棄物系バイオマス利用推進事業報告書（概要版）

1 はじめに

環境省では、平成20年度から平成22年度まで行った廃棄物系バイオマス次世代利活用推進事業において、廃棄物系バイオマス利活用推進の現状や適用可能な技術、課題を整理した。

本業務は、バイオマス活用推進基本計画においてバイオマスの種類毎に定められている利用率の目標を達成することを念頭に、更なるモデル事業・ケーススタディを通じて、必要な技術や具体的な施策を検討し、費用対効果やCO2削減効果の分析を行うことで、基本計画の目標達成に向けたロードマップを平成23、24年度の二カ年で作成する。

本年度は、廃棄物系バイオマス利用推進の現状や適用可能な技術・課題を整理し、今後の施策の方向性を明らかにすることを目的として、廃棄物系バイオマスのうち、特に紙・食品廃棄物の2項目について調査を行い、バイオマス利活用推進のロードマップ作成に向けた推進技術と施策の検討を行った。

2 事業内容

基本計画においてバイオマスの利用率の目標は、9項目毎に定められているが、本事業では廃棄物系バイオマスのうち、特に紙・食品廃棄物の2項目について調査対象とした。また、本事業において必要なデータは、住民へのアンケート調査や自治体へのヒアリング調査及び既存文献調査により収集し、昨年度事業における成果を十分に活用した。

本年度業務の基本的な流れは(1)から(6)である。

- (1)廃棄物系バイオマスの再生利用可能量等の把握
- (2)ロードマップの構成案の作成
- (3)効率的な収集方式の調査
- (4)バイオマス利活用技術の整理
- (5)バイオマス利活用システム事例調査
- (6)バイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策の検討

本年度は、(1)～(5)での整理・評価を基に、(6)でバイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策を検討した。

(1)廃棄物系バイオマスの再生利用可能量等の把握

基本計画で定めるバイオマスの種類毎（生ごみ・紙ごみ）の「現在の年間発生量」、「現在の利用率」について、算出方法を把握し、基本計画で用いられている算出方法に反映さ

れていない部分についても実態に即して評価を行った。

生ごみについては、再生利用へ仕向けられた再生利用率は約35%、バイオマスとして再生利用が可能なものは約15,000～16,000千 t 程度と推計される。

紙ごみについては、再生利用へ仕向けられた再生利用率は約67%、バイオマスとして再生利用が可能なものは約10,000～11,000千 t 程度と推計される。

(2) ロードマップの構成案の作成

(1)により把握した各量を基に、基本目標達成に向けたロードマップの構成案について検討した。ただし、ロードマップの構成案では、2030年における利用率の目標を定め、2030年目標を達成する為の中間目標として、2020年の基本目標を捉えることとした。また、実現性についてはコストパフォーマンスが重要な検討項目となるが、併せて、資源の有効利用に関する促進効果・CO₂削減効果などについても調査することとした。

ロードマップ構成案を第一回検討会で検討した上で(6)バイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策の検討に反映させた。

(3) 効率的な収集方式の調査

平成20年度から平成22年度において、生ごみの効率的な収集のための対策を検討するモデル事業を実施しており、ここではそこで得られた効率的な生ごみ収集対策についてとりまとめた。さらに、本年度調査で検討したディスポーザ排水処理システムの余剰汚泥の資源化の効果についてもとりまとめた。

雑紙については、全国自治体の雑紙回収の実施状況、回収方法、回収量、回収後の流通ルート・資源化方法、雑紙分別回収の課題を住民アンケート調査及び自治体ヒアリング調査を実施し、データの取りまとめを行った。

(4) バイオマス利活用技術の整理

本年度調査の対象となる廃棄物系バイオマスである生ごみ、紙ごみを資源化する技術で、実用化されているもしくは実用段階にある技術について、本年度は、昨年度実施したコストデータに加えてCO₂ 排出量を評価できるデータをアンケート調査により取得した。

また、資源化物を利用する技術については、液肥とバイオガスについて実態調査を行った。

メタン発酵方式とごみ発電を組み合わせたコンバインドシステムにおいて、ガスの利用方法である「精製しメタンガスを売却する方式」「メタンガスにより発電する方式」について、全量焼却方式と比較検討した。中規模都市に適用した場合において、乾式メタンコ

ンバインドはガスの利用方法によらず年間運転経費並びに温室効果ガス削減量について全量焼却に比べ優位性が確認された。

(5) バイオガス利活用システム事例調査

廃棄物系バイオマスの利活用方式について、都市の規模や地域に応じた適用の可能性を検討し、ロードマップに組み入れるため、以下の4つの廃棄物系バイオマスの利活用に向けて積極的に取り組んでいる地域を1ヶ所ずつ選定し、調査を行った。

- ・ 乾式メタン発酵
- ・ 燃料化を含めた統合的な利活用（京都市）
- ・ 畜産排せつ物との共同処理
- ・ 下水汚泥との共同処理

(6) バイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策の検討

ロードマップは二カ年で作成する予定であり、本年度は以下の内容を中心として調査検討を行った。

- ・ 廃棄物系バイオマスのうち、生ごみ、紙ごみの利活用を対象とした。
- ・ 本業務では、利活用を進めるための具体的な検討をケーススタディ地域で行っており、このとりまとめをもとに施策の検討を行った。
- ・ ケーススタディではメタン化を中心とした調査を行っており、本年度は資源化技術のうちメタン化を中心に利活用の検討を行った。
- ・ 利活用目標の設定についても、メタン化を中心に今後進めていくべき有力な導入施策を実施した場合の利用可能量を算定して、目標値算定のための検討材料とした。
- ・ ロードマップの作成においては、今回調査を行ったメタン化を中心に導入施策の例として記載した。

次年度は他のごみや資源化技術の検討も踏まえて、ロードマップを策定していくことが必要である。

A Report of the Project for Promoting the Utilization of Biomass Waste in FY2011 (digest version)

I. Introduction

The Ministry of the Environment has organized the current situation of the utilization of biomass waste, applicable technologies and problems through the project for promoting the utilization of biomass waste conducted from FY2008 to FY 2010.

We are going to draw up a road map toward the basic objectives in “Basic Plan for Promoting Biomass Use” in the two years of FY2011 and FY2012. We consider necessary technologies and specific measures analyzing cost-effectiveness and carbon dioxide emission reduction effect, through model works and case studies, with the target rates of the utilization for respective types of biomass in mind.

In FY2011, we looked at paper and food waste among biomass waste and considered recommended technologies and measures aiming to clarify the direction for future policy by organizing the current situation of the utilization of biomass waste, applicable technologies and problems

II. Outlines of the Project

In Basic Plan, the target rates for the utilization of biomass are set for 9 items. We looked at paper and food waste among biomass waste. We collected the necessary data from questionnaire surveys, interviews with local governments, and existing documents, fully using the outcomes of the project we conducted in FY2010.

The outlines of the project this year is stated in from (1) to (6) below.

- (1) Figure out the amount of recyclable biomass waste
- (2) Suggest plans for drawing up a road map
- (3) Study efficient ways to collect waste
- (4) Organize the technologies for the utilization of biomass waste
- (5) Study leading examples of systems for the utilizations of biomass waste
- (6) Consider recommended technologies and measures toward the road map for the promotion of the utilization of biomass

We considered recommended technologies and measures toward a road map for the promotion of the utilization of biomass according to the data and the evaluations from (1) to (5).

(1) Figure out the amount of recyclable biomass waste

We figured out the calculation method of the “current annual production” and the “current rate of the utilization” of each type (generated from food waste and paper waste) of biomass, set in Basic Plan. We calculated the more accurate amount of each biomass waste separately from the data stated above by evaluating several elements not covered by the calculation method in Basic Plan.

As to food waste, the percentage of destination for recycling was about 35%, the total amount of recyclable food waste as biomass was about 15,000,000 ton ~ 16,000,000 ton per year.

As to paper waste, the percentage of destination for recycling was about 67%, the total amount of recyclable paper waste as biomass was about 10,000,000 ton ~ 11,000,000 ton per year.

(2) Suggest plans for drawing up the road map

We discussed plans for drawing up a road map toward the basic objectives based on the data we obtained in (1). When doing so, we first set the target rate of the utilization in 2030, and then set a basic objective in 2020 as an intermediate objective. An important examination item is the cost-effectiveness in making feasible plans. To study the promoting effects of effective utilization of resources and carbon dioxide emission reduction effect is also important.

We discussed recommended technologies and measures toward a road map for the promotion of the utilization of biomass in (6) based on the suggested plans after discussing them in the first Committee.

(3) Study efficient waste collection method

We reviewed model works at efficient ways to collect food waste in FY2010 and FY2011. In addition, we reviewed this year’s investigation of recycling effectiveness at waste sludge in disposer’s effluent treatment system.

We carried out questionnaire surveys to residents and interviews with local governments about operational achievement of miscellaneous recyclable paper collection, the collection method, an amount of the paper collection, the distribution routes and recycling methods, and the problems in sorted collection.

(4) Organize the technologies for the utilization of biomass waste

We conducted questionnaire surveys on the technologies in application or

applicable stage to recycle food waste and paper waste, and obtained data with which we can evaluate the emissions of carbon dioxide in addition to the data of costs, which we had obtained in FY2010.

As for technologies to use recycled materials, we investigated the actual conditions about liquid fertilizer and biogas.

We compared “the system of selling methane after purification” and “the system of generating electricity with methane”, in combined systems of methane fermentation systems and electrical generation with waste, and considered whether either of the systems was superior to total incineration system. Irrespective of the usage of gas, a combined system of dry methane fermentation is superior in running costs and reduction of greenhouse gas to total incineration system when it applies to middle-scale city.

(5) Study leading examples of systems for the utilizations of biomass waste

We selected areas working aggressively on the 4 methods for the utilization of biomass stated below, one area for each method, and investigated the methods to utilize biomass waste in order to consider applicability of them depending on size and location of cities in drawing up a road map.

*Dry methane fermentation

*Integrated utilization including conversion of waste to fuel (Kyoto)

*Co-treatment with Livestock waste

*Co-treatment with sewage sludge

(6) Consider recommended technologies and measures toward the road map for the promotion of the utilization of biomass

We intend to draw up a road map in two years and we conducted the following activities in FY2011.

*We looked at the utilization of food waste and paper waste among biomass waste.

*We discussed specific plans to promote the utilization in the areas of the case studies, and considered measures based on the result.

*We mainly investigated methanation in the case studies, and we considered the utilization of recycling technologies centering on methanation in FY 2011.

*We calculated the amount of biomass waste to be used on the assumption that we apply the recommended measures, especially methanation, and considered the result in setting target of the utilization.

*We listed methods centering on methanation as examples of installable methods in drawing up a road map.

We need to study the utilization of other kind of wastes and recycling technologies in order to complete drawing up a road map in FY2012.

目 次

第1章 概要	1
1.1 事業の目的	1
1.2 事業内容	2
第2章 廃棄物系バイオマスの再生利用可能量等の把握	3
2.1 現状の再生利用量	3
2.1.1 データの収集と整理方法	3
2.1.2 再生利用率の定義	4
2.1.3 生ごみについて	6
2.1.4 紙ごみについて	11
2.2 廃棄物系バイオマスの再生利用可能量の把握	15
2.2.1 生ごみについて	15
2.2.2 紙ごみについて	17
第3章 効果的な収集方式の調査	18
3.1 生ごみについて（収集効率化の検討）	18
3.2 雑紙について	42
3.2.1 全国的な雑紙収集の状況	42
3.2.2 札幌市における雑紙回収事例調査	45
3.2.3 藤沢市における雑紙回収事例調査	52
3.2.4 神戸市における雑紙回収事例調査	54
3.2.5 雑紙回収率の向上について	68
第4章 バイオマス利活用技術の整理	70
4.1 廃棄物系バイオマス資源化技術	70
4.1.1 調査方針	70
4.1.2 調査の概要	70
4.1.3 調査結果	73
4.1.4 調査結果のまとめ	86
4.2 資源化物を利用する技術について	87
4.2.1 液肥	87
4.2.2 バイオガス	102
4.3 メタン発酵方式とごみ発電の比較	113
4.3.1 目的	113

4.3.2	検討方法	113
4.3.3	検討対象システム	113
4.3.4	検討施設の条件	114
4.3.5	データの収集と処理方法	115
4.3.6	対象ごみの性状	117
4.3.7	コンバインドシステム適用分析における基本データの設定	119
4.3.8	コンバインドシステム適用分析に使用した基本条件	120
4.3.9	試算結果	127
4.3.10	京都市試算との比較	139
第5章	バイオマス利活用システム事例調査	141
5.1	調査方針	141
5.2	調査結果	141
5.2.1	乾式メタン発酵	141
5.2.2	燃料化を含めた統合的な利活用（京都市）	142
5.2.3	畜産排せつ物との共同処理	149
5.2.4	下水汚泥との共同処理	158
第6章	バイオマス利活用推進のロードマップに向けた 推進技術と施策の検討	167
6.1	本調査での検討範囲	167
6.2	廃棄物系バイオマス利活用の将来像	167
6.2.1	目指すべき姿	167
6.2.2	目標年度における地域社会の姿	168
6.2.3	目標年度における関連計画の目標	169
6.3	再生利用の目標	170
6.3.1	再生利用率（量）について	170
6.3.2	現状の再生利用量（利用率）	170
6.3.3	再生利用目標量の推計手順	171
6.3.4	導入ポテンシャル	172
6.3.5	技術マッピング	174
6.3.6	利用可能量算定	176
6.4	ロードマップの策定の方向性	181
6.4.1	バイオマス利活用のための施策	181
6.4.2	ロードマップ作成のための施策の整理	185

【参考資料】

参考資料 1	EUの廃棄物政策と廃棄物処理の動向まとめ	1
参考資料 2	韓国の生ごみリサイクルに関する情報	25
参考資料 3	バイオマスの利活用に関する政策評価（総務省）	33
参考資料 4	京都市バイオマスGO！GO！プラン	43
参考資料 5	南丹市バイオマスタウン構想	75
参考資料 6	生ごみ用小型バイオマス化装置の開発について	101

平成23年度廃棄物系バイオマス利用推進事業検討会委員

- 岡庭 良安 (社)地域環境資源センター地域環境資源研究所
バイオマスチームリーダー
- 角田 芳忠 (社) 日本環境衛生施設工業会国際環境整備研究委員会 委員長
- 倉持 秀敏 国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター
廃棄物試験評価研究室 室長
- 栗原 英隆 (社) 全国都市清掃会議技術顧問
- 小倉 啓宏 大阪ガス(株) エネルギー事業部
エネルギー技術部環境・燃焼技術チームマネジャー
- ◎ 酒井 伸一 京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター長 教授
- 中新田 直生 (株) 市川環境エンジニアリング 取締役
- 中村 一夫 (財) 京都高度技術研究所バイオマスエネルギー研究部長
- 二條 久男 穂高広域施設組合穂高クリーンセンター 事務局次長
- 堀 寛明 京都市環境政策局循環型社会推進部循環企画課 担当課長
- 松藤 敏彦 北海道大学大学院工学研究院環境創生工学部門 教授

(五十音順)

◎ 委員長

第1章 概要

1.1 事業の目的

廃棄物系バイオマスの利活用は、循環型社会及び低炭素社会の形成推進の観点から重要であり、平成18年3月に見直された「バイオマス・ニッポン総合戦略」や平成19年6月に閣議決定された「21世紀環境立国戦略」等においても廃棄物系バイオマスの利活用を推進することとされている。また、平成21年6月には「バイオマス活用推進基本法」が成立し、平成22年12月には同法に基づきバイオマス活用の将来像や目標等を示した「バイオマス活用推進基本計画」が閣議決定された。

環境省では、平成20年度から平成22年度まで行った廃棄物系バイオマス次世代利活用推進事業において、地域特性に応じた合理的かつ実現可能な廃棄物系バイオマスの大幅な利活用の促進を目的として、モデル事業による実証をもとに、廃棄物系バイオマス利活用推進の現状や適用可能な技術、課題を整理した。

本業務では、「基本計画」においてバイオマスの種類毎に定められている利用率の目標（表1-1 バイオマスの利用率）を達成することを念頭に、更なるモデル事業・ケーススタディを通じて、必要な技術や具体的な施策を検討し、費用対効果やCO2削減効果の分析を行い、平成23、24年度で基本計画の目標達成に向けたロードマップを作成する。

表1-1 バイオマスの利用率

バイオマスの種類	現在の年間発生量	現在の利用率	2020年の目標
家畜排せつ物	約8,800万トン	約90%	約90%
下水汚泥	約7,800万トン	約77%	約85%
黒液	約1,400万トン（※1）	約100%	約100%
紙	約2,700万トン	約80%	約85%
食品廃棄物	約1,900万トン	約27%	約40%
製材工場残材	約340万トン	約95%	約95%
建設発生木材	約410万トン	約90%	約95%
農作物非食用部	約1,400万トン	約30%	約45%
		（すき込みを除く）	
		約85%	約90%
		（すき込みを含む）	
林地残材	約800万トン	ほとんど未利用	約30%以上

1.2 事業内容

基本計画においてバイオマスの利用率の目標は9項目毎に定められているが、本事業では廃棄物系バイオマスのうち、特に紙・食品廃棄物の2項目について調査対象とする。また、本事業において必要なデータは、既存文献調査や自治体へのヒアリング調査により収集するほか、昨年度事業における成果を十分に活用することとする。

本年度業務の基本的な流れは（1）から（6）を行うものとする。

- （1）廃棄物系バイオマスの再生利用可能量等の把握
- （2）ロードマップの構成案の作成
- （3）効率的な収集方式の調査
- （4）バイオマス利活用技術の整理
- （5）システム事例調査
- （6）バイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策の検討

本年度は、（1）～（5）での整理・評価を基に、（6）でバイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策の検討を行い、その検討過程も含めて報告書の形で整理する。

第2章 廃棄物系バイオマスの再生利用可能量等の把握

2.1 現状の再生利用量

2.1.1 データの収集と整理方法

食品系と紙系の「廃棄物等」の発生量、利用量が把握できる既存の資料を表 2.1-1 に示している。

ここで、「廃棄物」とは環境省の廃棄物統計、すなわち一般廃棄物は「一般廃棄物処理事業実態調査」、産業廃棄物は「産業廃棄物排出・処理状況調査」から得られる廃棄物とする。なお、廃棄物統計では、以下の量は含まれないことに注意する必要がある。

①有価で引き取られる資源物（副産物）

②チリ紙交換などの市町村で収集されない資源物

（例えば生協・スーパー等による店頭回収、自治体支援のない集団回収を含む）

③食品リサイクル法対象の食品卸売業、食品小売業、外食産業のリサイクル量

これらの廃棄物統計には含まれないものを「等」として、個別の統計からデータを収集する。これを表 2.1-1 に示している。

食品系の「等」では動植物性残さの副産物を副産物発生状況等調査（経産省）、食り法対象の利用量を食品循環資源の再生利用等実態調査（農水省）により把握できる。

同様に、紙系廃棄物は市町村収集で把握できない紙パックを全国牛乳容器環境協議会資料から、古紙収集量を（財）古紙再生促進センターの資料から、紙くずの副産物を副産物発生状況等調査（経産省）から把握できる。

表 2.1-1 食品系、紙系廃棄物等の発生量、利用量に関する出典

種類		データの説明	出典
食品系	生ごみ（一廃）	一般廃棄物量にごみ組成調査結果より得られる生ごみ比率を乗じて算定	一般廃棄物処理事業実態調査（環境省） 廃棄物等循環利用量実態調査（ μ ）
	動植物性残さ（産廃）	産業廃棄物の品目別データ	産業廃棄物排出・処理状況調査（環境省）
	動植物性残さ（副産物）	付加価値の高い副産物で発生現場で未処理かつ有償で市場を流通しているもの	廃棄物等循環利用量実態調査（環境省） 副産物発生状況等調査（経済産業省）
	食品廃棄物（食り法対象）	廃棄物統計に含まれない食品卸売業、食品小売業、外食産業の利用量	廃棄物等循環利用量実態調査（環境省） 食品循環資源の再生利用等実態調査（農水省）
紙系	紙くず（一廃）	一般廃棄物量にごみ組成調査結果より得られる紙くず比率を乗じて算定	一般廃棄物処理事業実態調査（環境省） 廃棄物等循環利用量実態調査（ μ ）
	紙くず（産廃）	産業廃棄物の品目別データ	産業廃棄物排出・処理状況調査（環境省）
	飲料用紙容器（自治体収集以外）	紙パックのうち店頭回収、自治体の支援がない集団回収等で再利用されるもの	廃棄物等循環利用量実態調査（環境省） 全国牛乳容器環境協議会資料
	古紙	ちり紙交換、専門買出人、秤上業者により回収されたもの	廃棄物等循環利用量実態調査（環境省） （財）古紙再生促進センター
	紙くず（副産物）	付加価値の高い副産物で発生現場で未処理かつ有償で市場を流通しているもの	廃棄物等循環利用量実態調査（環境省） 副産物発生状況等調査（経済産業省）

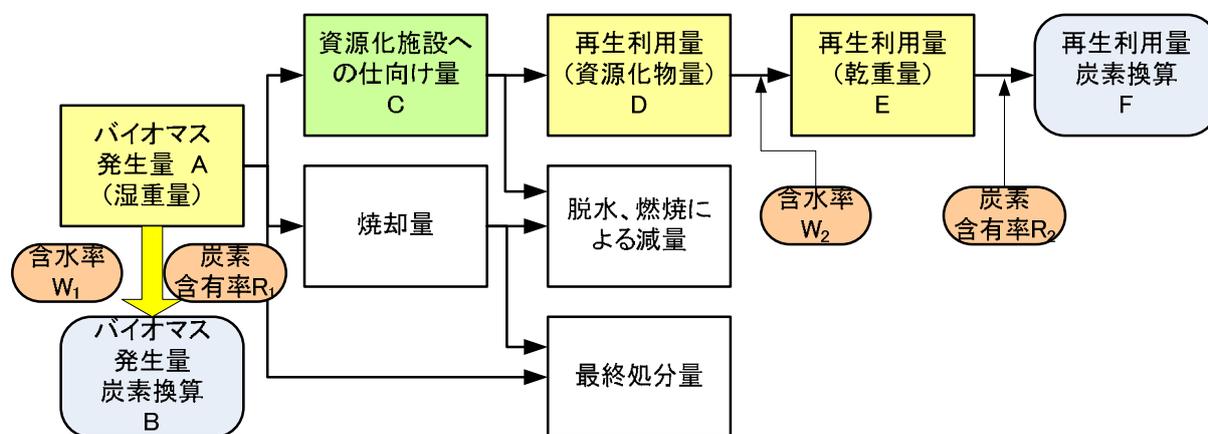
2.1.2 再生利用率の定義

バイオマスの再生利用量については、一般廃棄物や産業廃棄物の各種統計では資源化处理され実際に資源となった量を再生利用量（資源化物量）と称している。ただし、各種の統計値を見ると全てが資源化された量を示すのではなく、資源化に仕向けられた量で集計されているものもある。例えば生ごみの資源化について見ると、地方公共団体で生ごみを堆肥化している場合、生成された堆肥化量は再生利用量として把握されるが、これを民間の会社に委託して処理された場合は、地方公共団体が委託会社に渡した量、すなわち仕向け量が報告されることになり、再生利用量は把握できない。このように、再生利用量として算定されているものも資源化物量と資源化施設に回された仕向け量が混在していることが分かる。

このため、バイオマス活用推進基本計画の目標設定においては湿重量ベースでの資源化への仕向け量を再生利用量として、再生利用率を算定している（図 2.1-1 の C/A）。

他方、バイオマスタウン構想策定ガイドラインでは再生利用率については、バイオマス利用量として資源化物量を用いている。また、その利用率の定義においては、炭素換算した利用量と発生量をもとに算定することとしている（図 2.1-1 の F/B）。ただし、炭素換算で再生利用量を算定することは難しいため、比較的算定しやすい再生利用量（資源化物量）を用いて算定する方法もある（図 2.1-1 の D/A）。

これらの再生利用率の中では、現状における各種統計の整備状況では仕向け量を用いる方法が最も数値を正確に把握できるため、本業務ではこの定義をもとに計画目標や施策の検討を行うものとする。



$$\text{再生利用率1} = \text{资源化施設への仕向け量} / \text{バイオマス発生量(湿重量)} = C / A$$

$$\text{再生利用率2} = \text{再生利用量(資源化物量)} / \text{バイオマス発生量(湿重量)} = D / A$$

$$\text{再生利用率3} = \text{再生利用量炭素換算} / \text{バイオマス発生量炭素換算} = F / B$$

$$= [\text{再生利用量} \times (1 - \text{含水率}) \times \text{炭素含有率}] / [\text{バイオマス発生量} \times (1 - \text{含水率}) \times \text{炭素含有率}]$$

$$= [D \times (1 - W_2) \times R_2] / [A \times (1 - W_1) \times R_1]$$

図 2.1-1 想定される再生利用率の定義

また、資源化処理後の再生利用量（資源化物量）をもとに再生利用率を算定することや、炭素換算された再生利用率についても、本調査では参考として試算を行う。具体的には、以下に示す3つの算定方法に基づいて集計を行うものとする。

すなわち、資源化施設への仕向け量をバイオマス発生量（湿重量）で除した再生利用率を算定する（再生利用率1）。これに加えて参考として、以下の2つの再生利用率を算定する。資源化処理後の再生利用量（資源化物量：湿重量）をバイオマス発生量（湿重量）で除した再生利用率2と、これらの炭素換算量で算定した再生利用率3である。

ここで、炭素換算のバイオマス量を算定する場合には、乾重量を含水率と炭素含有率から算定しなければならない。しかし、全ての原料バイオマス、資源化物を含水率、炭素含有率を把握することは難しい。そこで、生ごみから生成された堆肥や液肥の炭素含有率については、肥料化の過程でこれらの構成比が大きく変動することはないので、基本的には原料バイオマスと資源化物の炭素含有率は同様と仮定する。さらに、原料バイオマスと資源化物の含水率は不明であるが、資源化の過程で除去される水分は把握可能である。そのため、ここでは再生利用率3'として図2.1-2に示すように資源化の過程で除去された水分を除いて算定するものとする。これは乾重量で算定する再生利用率3とは異なるが、現時点で得られるデータを用いて推計できる乾重量ベースでの再生利用率に近い値となると想定される。

【本調査での定義】

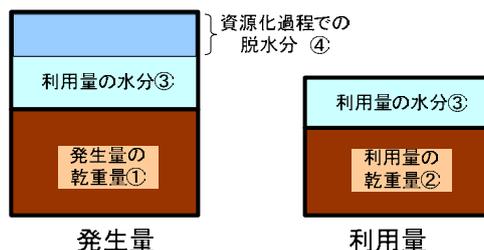
$$\text{再生利用率1} = \text{資源化施設への仕向け量} / \text{バイオマス発生量(湿重量)}$$

【参 考】(図2.1-2参照)

$$\text{再生利用率2} = \text{再生利用量(資源化物量)} / \text{バイオマス発生量(湿重量)} = (\text{②} + \text{③}) / (\text{①} + \text{③} + \text{④})$$

$$\text{再生利用率3} = \text{再生利用量(資源化物量)炭素換算} / \text{バイオマス発生量炭素換算} = \text{②} / \text{①}$$

$$\text{再生利用率3'} = \text{再生利用量} / \text{バイオマス発生量から資源化での水分除去} = (\text{②} + \text{③}) / (\text{①} + \text{③})$$



再生利用率2: **湿重量による再生利用率**
 再生利用率2 = $(\text{②} + \text{③}) / (\text{①} + \text{③} + \text{④})$
 再生利用率3: **乾重量を元にした再生利用率**
 再生利用率3 = $\text{②} / \text{①}$
 再生利用率3': **乾重量による再生利用率に近似させる方法**
 再生利用率3' = $(\text{②} + \text{③}) / (\text{①} + \text{③})$

図 2.1-2 再生利用量を元にした再生利用率の算定方法

2.1.3 生ごみについて

まず、一般廃棄物の生ごみに関して処理フローを示したものを表 2.1-2 及び図 2.1-3 に示す。

表 2.1-2 生ごみ（一般廃棄物）の処理量等 (単位：千 t/年)

	処理量	再生利用	残さ焼却	残さ埋立	減量化	水分除去処理量	
直接資源化	76	76				76	
資源化施設	高速堆肥化	99	80	2	1	15	83
	ごみ飼料化	4	1	0	0	4	1
	メタン化	17	7	2	1	8	10
	ごみ燃料化	554	328	20		206	348
	その他	200		130	58	12	188
	小計	874	415	154	60	245	629
資源化への仕向け量	950						
焼却施設	(14,276) 14,430				2,234	3,608	
直接最終処分	93			93		93	
自家処理	15					15	
合計	(15,334) 15,488	779	154.1	1240.3	13,301	4,421	

出典)平成 22 年度廃棄物等循環利用実態調査、環境省 (値は平成 20 年度値)

注)焼却施設の()内は直接焼却量を示す。焼却量 14,430 千 t は資源化後の残さ焼却分 154 千 t を含む。焼却施設の減量化欄で、上段は有機分、下段は水分を示す。厨芥類の含水率を 75%として算定。水分除去処理量とは処理量から資源化の過程で除去される水分を除いた量である。

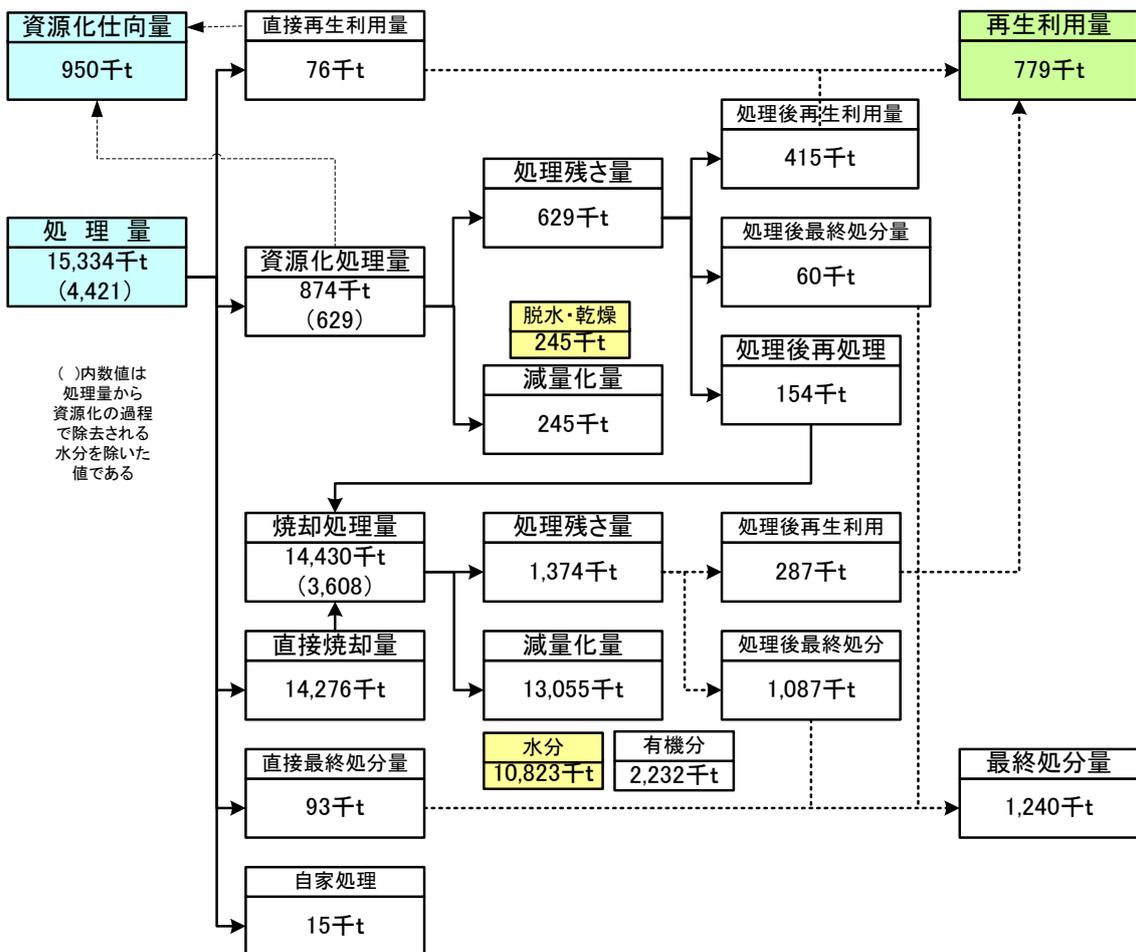


図 2.1-3 生ごみ（一般廃棄物）の処理フロー

この結果、表 2-1.2 に示すように資源化への仕向け量は 950 千 t/年であり、また再生利用量は 779 千 t/年である。表 2.1-2 には、資源化の過程で除去された水分を除いた処理量についても示している。資源化施設での減量化は脱水・乾燥過程を経たものであるため、減量化欄に示した値を全て水分と見なして処理量から減じて算定した。焼却施設において減量化されるものは水分と有機分があるため、厨芥類の含水率を 75% (表 2.1-3) として水分を算定した。この結果、生ごみ (一般廃棄物) 処理量は 15,334 千 t であるが、資源化の過程で除去された水分を減じた処理量は 4,421 千 t となる。

表 2.1-3 ごみ組成別の含水率

	紙・布類	ビニール・プラスチック	木、竹、わら類	厨芥類	不燃物類	その他
含水率	42.5	20	42.5	75	20	20

出典) 平成 22 年度廃棄物等循環利用量実態調査、環境省 (値は平成 20 年度値)

次に、産業廃棄物の生ごみの処理フローを示すと、表 2.1-4 及び図 2.1-4 となる。中間処理施設での処理量は 3,117 千 t であり、このうち資源化または焼却の区分は明確でない。減量化のうち脱水・乾燥が 1,033 千 t、焼却が 115 千 t であることからほとんどが資源化施設での処理量と想

表 2.1-4 生ごみ (産業廃棄物) の処理量等 (単位: 千 t/年)

	処理量	再生利用	残さ焼却	残さ埋立	減量化	水分除去処理量
中間処理施設	3,117	1,917	115	52	115 1,033	2,084
直接資源化	187	187				187
資源化への仕向け量	3,304					
直接最終処分	14			14		14
合計	3,318	2,104	115	66	1,148	2,285

出典) 平成 22 年度廃棄物等循環利用量実態調査、環境省 (値は平成 20 年度値)

注) 資源化への仕向け量は、中間処理施設への処理量を資源化量とみなして直接再生利用量を加えて算定。

減量化の欄の上段は焼却による減量化量、下段は脱水・乾燥による減量化量を示す。水分除去処理量とは処理量から資源化の過程で除去される水分を除いた量である。

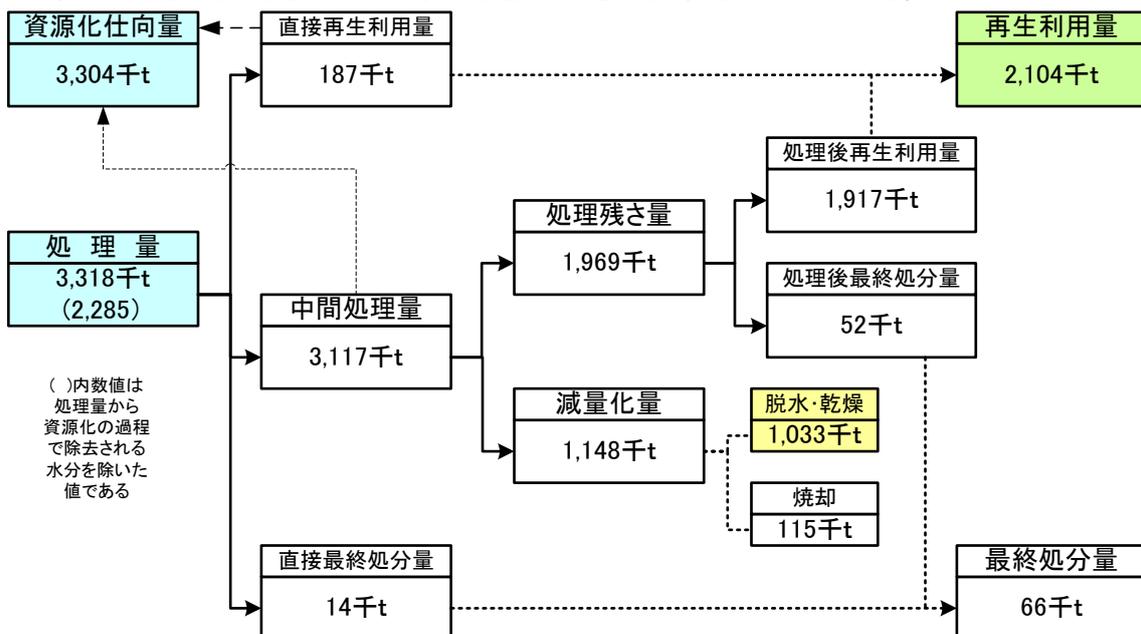


図 2.1-4 生ごみ (産業廃棄物) の処理フロー

定されるため、これらを資源化の処理量と仮定し、直接再生利用 187 千 t とあわせて資源化への仕向け量は 3.304 千 t と算定される。

また、再生利用は 2,104 千 t、減量化量 1,148 千 t である。減量化の欄で上段は焼却による減量化量、下段は脱水・乾燥による減量化量を示す。この結果、減量化された水分を減じた処理量は 2,285 千 t となっている。

次に食品廃棄物のうち、卸売、小売、外食産業の 100 t/年以上の処理量については、一般廃棄物や産業廃棄物でも把握されないため、食品循環資源の再生利用に関する調査より把握するものとする。

食品循環資源の再生利用等実態調査より食品廃棄物等のうち動植物性残さのみ（廃食用油を除く）を集計したものを表 2.1.5 に示す。表 2.1-5 のうち、食品製造業の食品循環資源量は産業廃棄物統計等で集計されているため一般廃棄物系のみを集計し、物質フローを示したものを表 2.1-6 及び図 2.1-5 に示す。処理量は 2,230 千 t で、再生利用への仕向け量は 2,081 千 t である。なお、再生利用量は 1,467 千 t、減量化量は 149 千 t となり、減量化については主として脱水、乾燥と仮定することにより（小売、卸売、外食産業では焼却施設を有しない可能性が高い）、資源化の過程で除去される水分を除いた処理量は 2,081 千 t となる。

表 2.1.5 食品循環資源（動植物性残さ）の循環資源量

	年間発生量	年間処理量※1	減量化量	再生利用への仕向け量	再生利用量※2
食品製造業	4,829	4,331	168	4,163	3,913
食品卸売業	721	513	11	502	422
食品小売業	2,499	1,003	44	959	729
外食産業	2,621	713	94	619	316
一廃系合計	5,841	2,230	149	2,081	1,467
合計	10,671	6,561	317	6,244	5,380

出典) 食品循環資源の再生利用等実態調査の平成 19 年度実績をもとに集計（平成 20 年実績を扱う環境省循環資源実態調査では平成 19 年度データを使用）。

※1：年間処理量は減量化量と再生利用への仕向け量を合計したものであり、年間発生量から発生抑制量等を減じて算定される。

※2：再生利用量は、再生利用への仕向け量のうちその他、不明を除いたもの集計。

表 2.1-6 食品循環資源の再生利用量（単位：千 t/年）

	処理量	再生利用	残さ焼却・埋立等	減量化	水分除去処理量
資源化施設	2,230	1,467	614	149	2,081

出典) 食品循環資源の再生利用等実態調査、農林水産省

注) 減量化量は卸売、小売、外食産業の特徴から全量、脱水・乾燥と仮定した。

水分除去処理量とは処理量から資源化の過程で除去される水分を除いた量である。

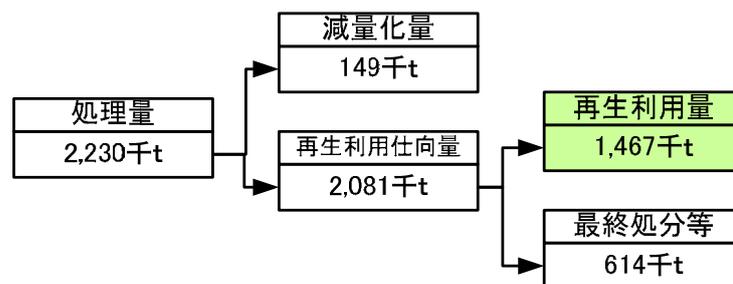


図 2.1-5 食品循環資源の処理フロー（100t/年以上の卸、小売、外食産業）

以上の結果より、一般廃棄物、産業廃棄物、副産物、食品リサイクル法対象の食品廃棄物を合わせた発生量、再生利用への仕向け量、再生利用量を整理し、再生利用率を算定すると表 2.1-7 の通りである。ここで、再生利用率は再生利用への仕向け量をもとに算定した再生利用率のほかに、参考として前節で示した2つの再生利用率（再生利用率2、再生利用率3）の値も示している。

この結果、再生利用の仕向け量で定義した生ごみの再生利用率は35.3%となり、バイオマス活用推進計画に示された現況値の27%より大きな値となっている。この大きな原因は、副産物として利用されているバイオマス量を考慮していなかったことによると思われる、副産物の取扱いに関しては今後さらに調査が必要と考えられる。

この数値を現況値とすると2020年の目標値40%に対してあと5%という水準になり、現況値27%からあと13%向上させるという場合と比較すると、目標達成のための施策も異なってくると考えられる。目標値の設定においては、これらを考慮して設定することが必要である。

表 2.1-7 再生利用率の算定結果

種類		発生量(千t/年)		再生利用への仕向け量(千t/年)	再生利用量(千t/年)		再生利用率1(%)	【参考】	
		湿重量	水分除去重量※1		湿重量	水分除去重量		再生利用率2(%)	再生利用率3(%)
食品系	一般系	生ごみ(一廃)	15,334	4,421	950	779	18.1%	12.8%	30.1%
		食品廃棄物(食リ法対象※4)	2,230	2,081	2,230	1,467			
	産業系	動植物性残さ(産廃)	3,318	2,285	※3 3,304	2,104	99.7%	74.1%	95.0%
		動植物性残さ(副産物)※5	1,365	1,365	1,365	1,365			
合計		22,247	10,152	7,849	5,715	35.3%	25.7%	53.5%	

注)

- ※1:水分除去重量は、資源化の過程で除去された水分を除いた量であり、全ての水分を除去したものではない。
- ※2:生ごみ(一廃)の再生利用量の水分除去の値(491)は、炭素換算への近似を仮定していることから焼却後の再生利用量には炭素分はないと考えられることから焼却後の再生利用量(287)を減じて算定。
- ※3:産業廃棄物の再生利用への仕向け量は、中間処理量を全量資源化施設への仕向け量とみなしており、産業廃棄物の再生利用率1が高い値となっている。
- ※4:食品リサイクル法対象の発生量については、年度によって異なった傾向の数値となっているため、今後の精査が必要である。
- ※5:動植物性残さ(副産物)については、資源化されている量として把握されているため、発生量、再利用への仕向け量、再生利用量にともに同じ数字とした。

なお参考値として、再生利用量を湿重量で算定した再生利用率2は25.7%、水分を控除して炭素換算値に近似させた再生利用率3は53.5%となる。

再生利用量の内訳を見ると、図 2.1-6 から図 2.1-8 に示すように一般廃棄物の生ごみからの再生利用量が少なく、今後はこの再生利用を図ることが必要ということが分かる。

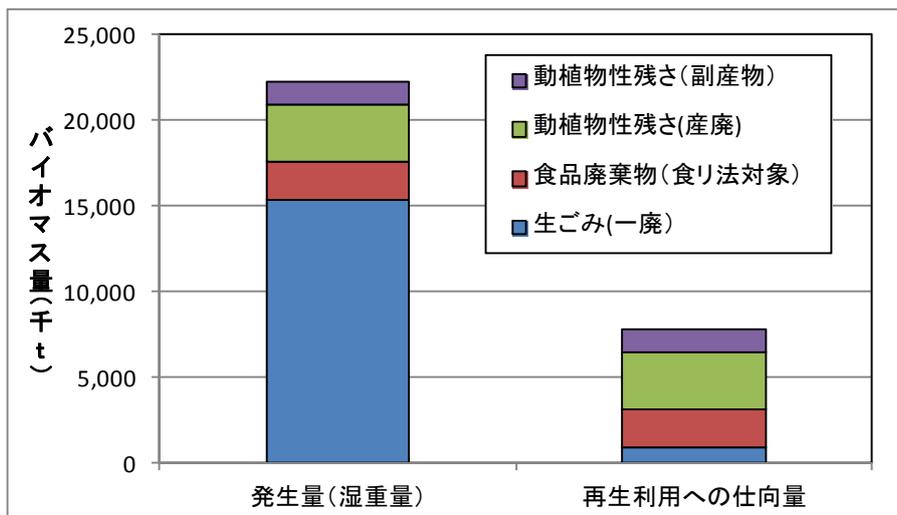


図 2.1-6 生ごみの発生量と再生利用への仕向量

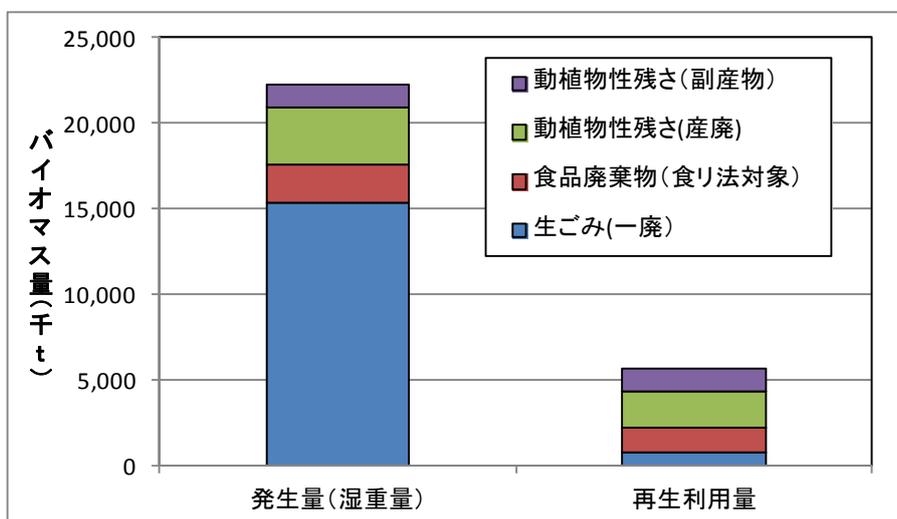


図 2.1-7 生ごみの発生量(湿重量)と再生利用量

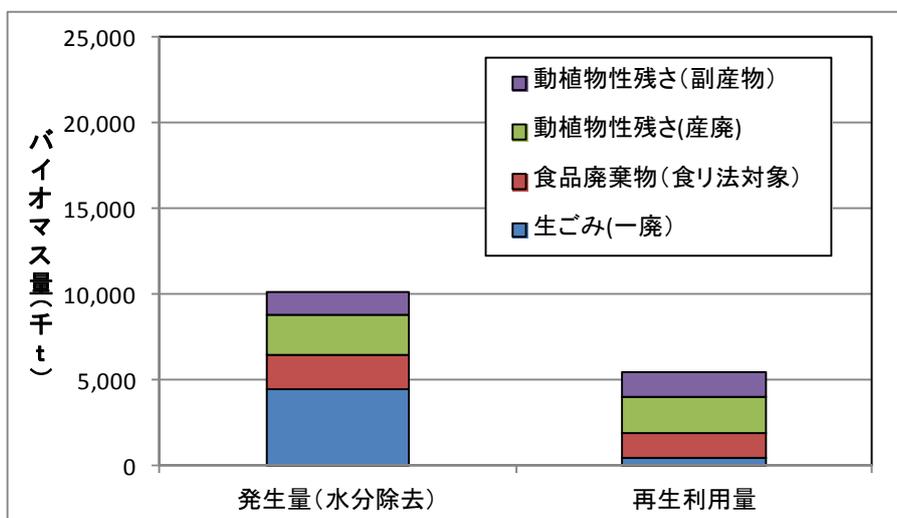


図 2.1-8 生ごみの発生量(水分除去)と再生利用量

2.1.4 紙ごみについて

まず、一般廃棄物の紙ごみに関して処理のフローを示したものを表 2.1-8 及び図 2.1-9 に示す。資源化への仕向け量は 6,000 千 t であり、再生利用量は 5,270 千 t となっている。表 2.1-8 には、資源化の過程で除去された水分を除いた処理量についても示している。資源化施設では減量化欄に示された値は全て脱水・乾燥過程を経たものであり、水分とみなして処理量から減じて算定した。

表 2.1-8 紙ごみ（一般廃棄物）の処理量等 (単位：千 t /年)

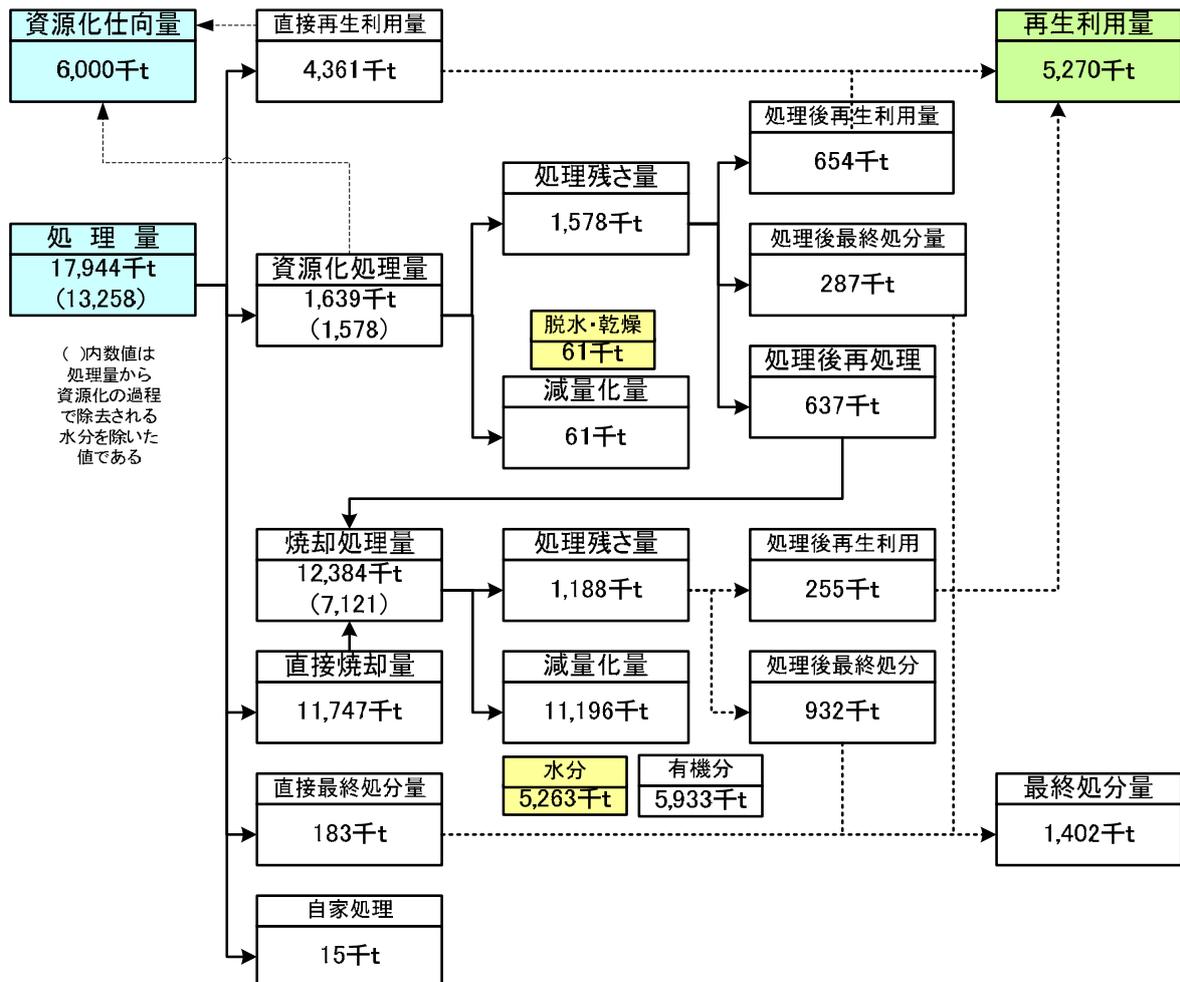
	処理量	再生利用	処理後再処理	最終処分	減量化	水分除去処理量
直接資源化	4,361	4,361				4,361
資源化施設	1,639	654	637	287	61	1,578
資源化への仕向け量	6,000					
焼却施設	(11,747) 12,384	255		932	5,934 5,263	7,121
直接最終処分	183			183		183
自家処理	15					15
合計	(17,944) 18,582	5,270	637	1,402	11,258	13,258

出典) 平成 22 年度廃棄物等循環利用量実態調査、環境省 (値は平成 20 年度値)

注 1) ()内は直接焼却量を示す。焼却量 12,384 千 t は処理後再処理の焼却分 637 千 t を含む。

注 2) 減量化の欄で焼却施設の減量化量は、上段は有機分、下段は水分である。

注 3) 水分除去処理量とは処理量から資源化の過程で除去される水分を除いた量である。



また、焼却施設においては減量化されたもの（11,196千t）は水分と有機分があるため、これを紙ごみの含水率（42.5%、表 2.1-3 参照）を用いて水分を算定した。紙ごみ（一般廃棄物）発生量は 17,944 千 t であるが、資源化の過程で除去された水分を除いて算定した処理量は 13,258 千 t となる。

次に、産業廃棄物の紙ごみの処理フローを示すと、表 2.1-9 及び図 2.1-10 となる。処理量は 1,383 千 t であり、資源化仕向量は 1,370 千 t、再生利用量は 744 千 t、減量化量 557 千 t である。減量化は全て焼却によるものと仮定し（平成 22 年度廃棄物等循環利用量実態調査）、紙ごみの含水率を 10% と設定して減量化欄の上段に有機分、下段に水分の減量化量を示す。この結果、減量化された水分を控除した修正処理量は 1,327 千 t となっている。

表 2.1-9 紙ごみ（産業廃棄物）の処理量等 （単位：千 t /年）

	処理量	再生利用	残さ焼却	最終処分	減量化	水分除去処理量
中間処理施設	1,314	688		68	501 56	1,258
直接資源化	56	56				56
資源化への仕向量	1,370					
直接最終処分	13			13		13
合計	1,383	744	0	81	557	1,327

注) 減量化の欄で上段は有機分、下段は水分の減量化量を示す（紙ごみの含水率を 10% と仮定）。資源化への仕向け量は、中間処理施設処理量を全量資源化量とみなして直接再生利用量を加えて算定。水分除去処理量とは処理量から資源化の過程で除去される水分を除いた量である。

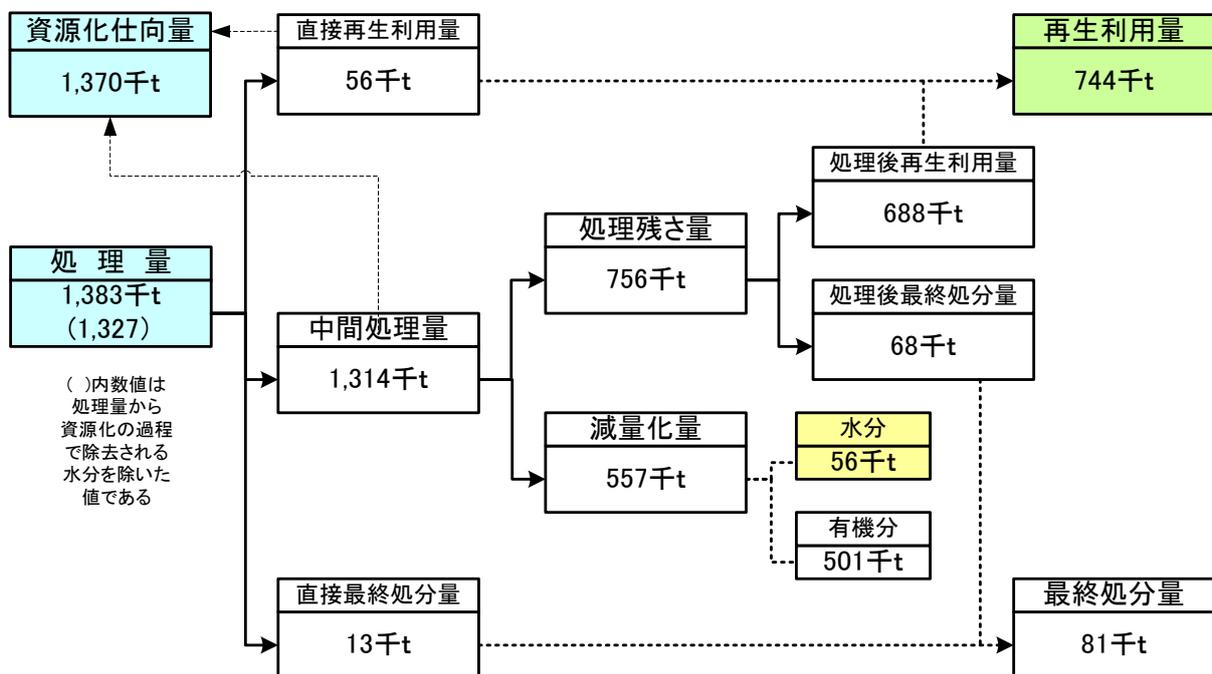


図 2.1-10 紙ごみ（産業廃棄物）の処理フロー

これらの結果に、自治体収集以外の飲料用紙容器（紙パック）、ちり紙交換等により回収された古紙類、副産物として集計される紙（ごみ）を整理し、全体の発生量、再生利用量、再生利用率を示すと表 2.1-10 となる。

資源化への仕向け量から算定される再生利用率は、66.7%となった。なお、参考として再生利用量（湿重量）をもとに算定すると63.0%、資源化の過程で除去される水分を控除した処理量を用いた場合には71.7%となった。

ここで、バイオマス活用推進基本計画での現状の値80%はこれらの値と異なっている。これは同計画での再生利用率の定義が紙の消費量と再生利用量の比であり、異なる定義となっていると想定されるためである。再生利用率の目標値の設定においては、これを考慮して設定することが必要である。

再生利用量の内訳を見ると、図2.1-11から図2.1-13に示すように一般廃棄物の紙ごみからの再生利用量が少なく、今後はこの再生利用を図ることが必要ということが分かる。

表 2.1-10 再生利用率の算定結果

種類			発生量(千t/年)		再生利用への仕向け量(千t/年)	再生利用量(千t/年)		再生利用率1(%)	【参考】	
			湿重量	水分除去重量※1		湿重量	水分除去重量		再生利用率2(%)	再生利用率3(%)
紙系	一般系	紙くず(一廃)	17,944	13,258	6,000	5,270	※2 5,015	59.8%	57.4%	67.1%
		飲料用紙容器 ※3	43	43	43	43	43			
		古紙(市町村回収以外)※3	11,749	11,749	11,749	11,749	11,749			
	産業系	紙くず(産廃)	1,383	1,327	1,370	744	744	99.8%	89.7%	90.5%
		紙くず(副産物) ※3	4,822	4,822	4,822	4,822	4,822			
合計			35,941	31,199	23,984	22,628	22,373	66.7%	63.0%	71.7%

注)

※1：水分除去欄の数値は、資源化の過程で除去された水分を控除した紙ごみ量であり、全ての水分を除去したものではない。

※2：紙ごみ(一廃)の再生利用量の水分除去の値(5,015)は、炭素換算への近似を仮定していることから、焼却後の再生利用量には炭素分はなく、紙の焼却後の再生利用は想定されないことから焼却処理後の再生利用量(255)を減じて算定。

※3：飲料用紙容器、古紙(市町村回収以外)、紙くず(副産物)については、資源化されている量として把握されているため、発生量、再利用への仕向け量、再生利用量にともに同じ数字とした。

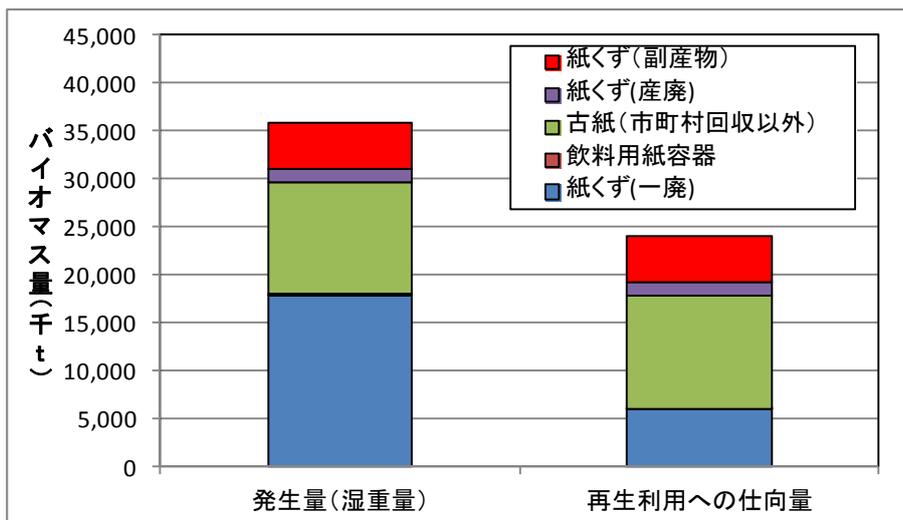


図 2.1-11 紙系廃棄物の発生量と再生利用への仕向量

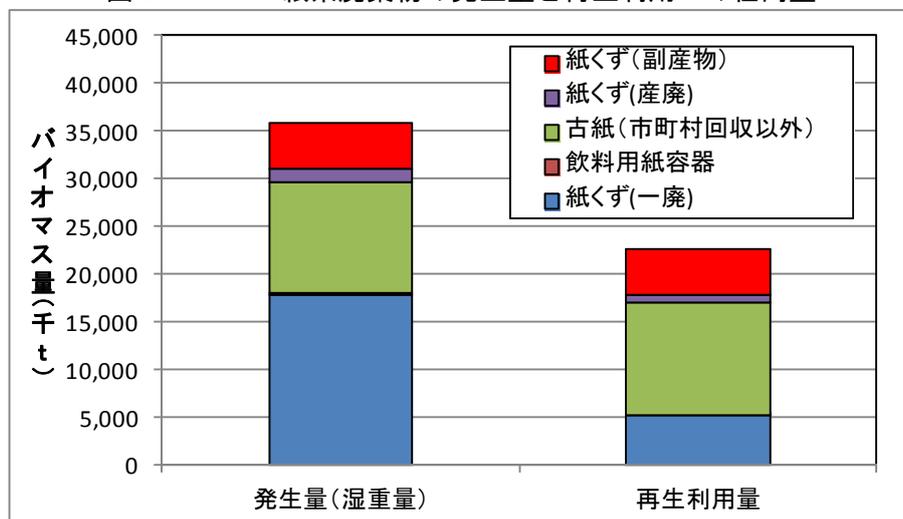


図 2.1-12 紙系廃棄物の発生量(湿重量)と再生利用量

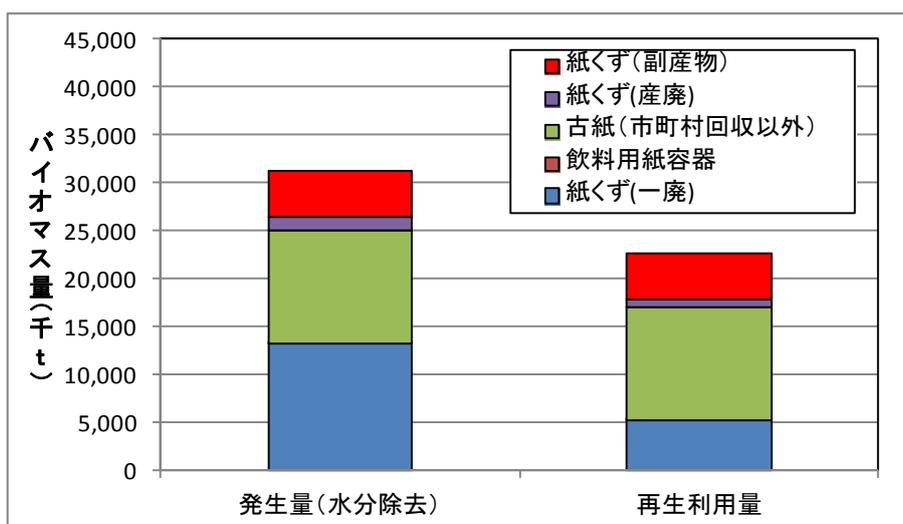


図 2.1-13 紙系廃棄物の発生量(水分除去)と再生利用量

2.2 廃棄物系バイオマスの再生利用可能量の把握

2.2.1 生ごみについて

生ごみのマスフローとして、食用仕向け量から食品廃棄物、再生利用、減量化、最終処分の流れを示したものを図 2.2-1 に示す。

食品は全て食品廃棄物のような生ごみになるのではなく、製造業での有機性汚泥や下水汚泥、農業集落排水等汚泥、し尿汚泥などに変換される。さらに、それぞれの利用過程で水分が付加されるため、物質収支をとることは困難となる。

ここで、それぞれの過程での含水率を仮定して乾重量として表わすと、その物質収支を大まかに把握できる可能性がある。それぞれの廃棄物等の含水率を仮定して乾重量としての物質収支を試算したものを図 2.2-1 に示す。

ここでの試算値はあくまでマクロ的に含水率を仮定して算定したものであるため、正確な物質収支を表していないが、大まかな流れを把握することはできると考えられる。食用仕向量の乾重量換算値は約 28,000 千 t 弱であり、食品廃棄物等や有機汚泥等の乾重量換算値も 27,000 千 t となり、概ね一致する。

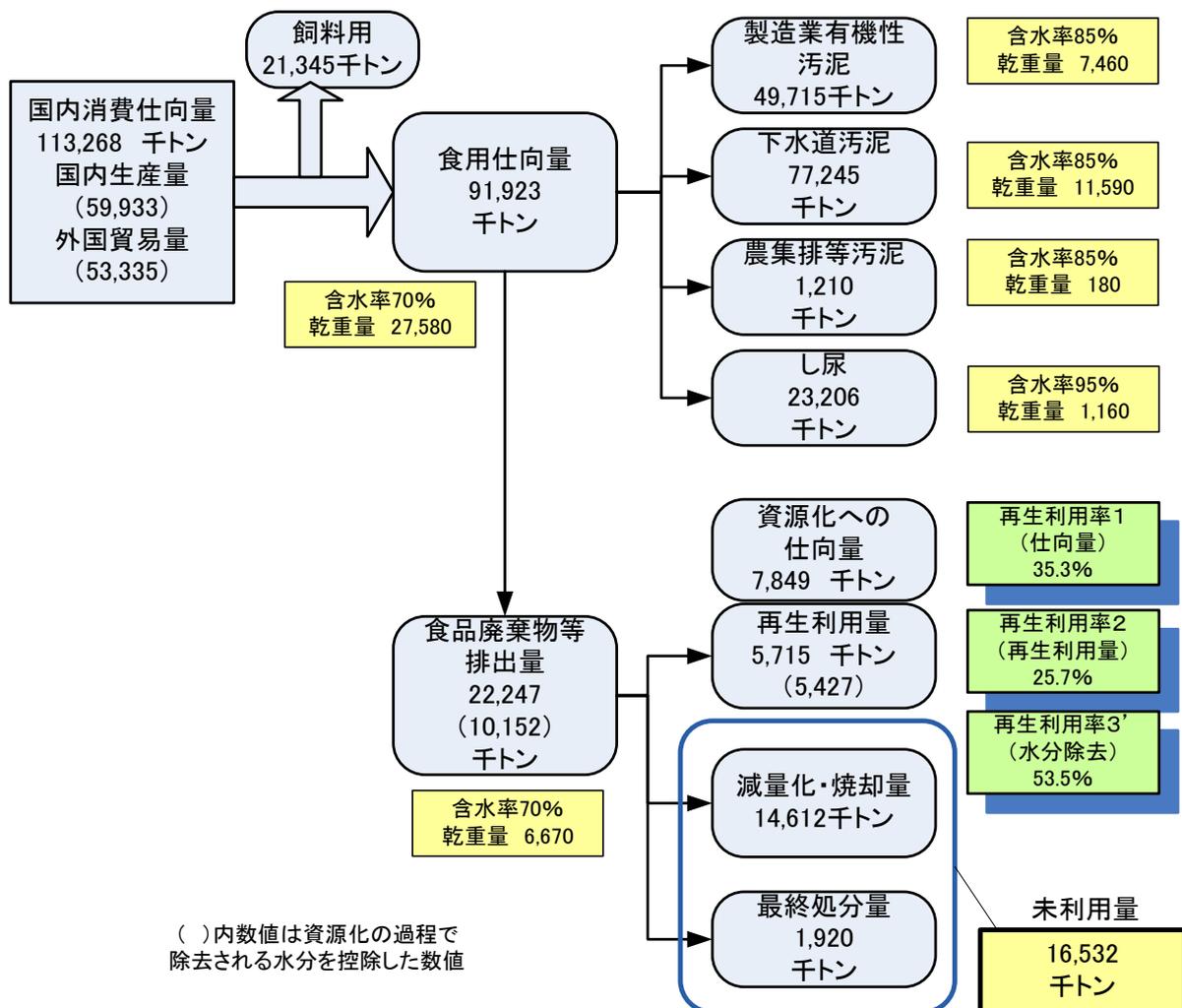


図 2.2-1 食品系廃棄物等（生ごみ等）のマスフロー

なお、前節までの試算により生ごみとして排出されたもののうち、再生利用へ仕向けられた再生利用率は約 35%、実際に資源化物となったものは約 26%、さらに資源化の過程で除去される水分を除いて算定した再生利用率（乾重量に近似）は約 54%である。

従って、今後さらに再生利用が可能な生ごみ等は、減量化・焼却処理に回された 14,612 千 t と最終処分された 1,920 t の合計 16,532 千 t 程度が対象となる。このうちには不燃物等が含まれる（最終処分されたものに多いと想定される）ことを想定すると、バイオマスとして再生利用が可能なものは 15,000～16,000 千 t 程度と考えることができる。

2.2.2 紙ごみについて

紙のマスフローとして、紙払出量、紙消費量から廃棄物、再生利用・減量化、最終処分の流れを示すと図 2.2-2 となる。

紙消費量 28,943 千 t に対し、紙の廃棄物排出量は 35,941 千 t となっており、2 割程度増加している。これは紙ごみの収集過程で水分が付加されるため、重量が増加していると考えられることや消費されたものが廃棄されるまでに時間遅れがあるためと考えられる。

廃棄物排出量に対する再生利用率は仕向量ベースで約 67%、資源化物量ベースで約 63%、水分を除去した乾重量近似ベースで約 72%である。

なお、バイオマス活用推進基本計画に示された現状の再生利用率 80%は紙の消費量に基づくものと想定され、前提が異なっている。

以上の推計結果より、紙の再生利用可能量は減量化・焼却処理に回された 10,474 千 t と最終処分された 1,483 千 t の合計値 11,957 千 t が対象になり、このうちには不燃物も含まれると想定されることから、約 10,000~11,000 千 t 程度と推計される。

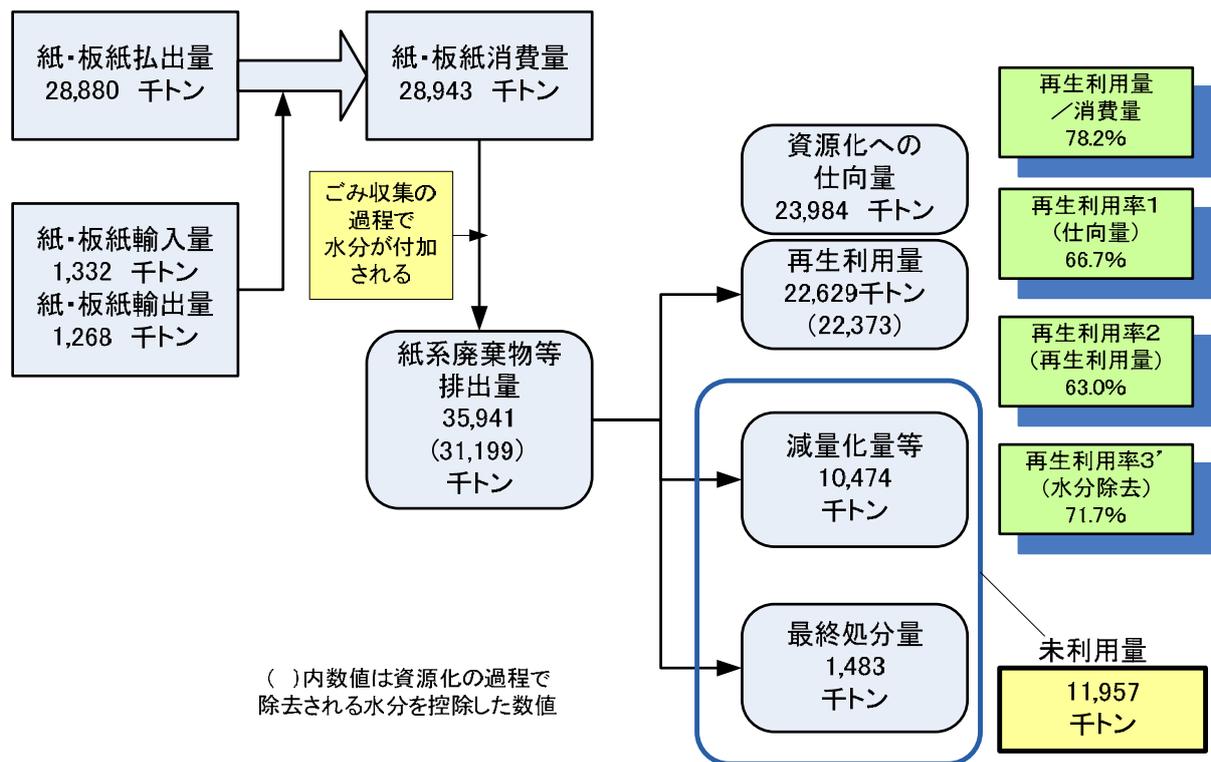


図 2.2-2 紙ごみのマスフロー

第3章 効果的な収集方式の調査

3.1 生ごみについて（収集効率化の検討）

平成20年度から平成22年度に実施した生ごみの効率的な収集のための対策を検討するモデル事業や本年度調査を踏まえ、効率的な生ごみ収集対策についてとりまとめる。

表 3.1-1 生ごみ収集効率化のための対策

	効率化の視点	対策	特徴
分別収集	収集・運搬距離の短縮化	資源化施設の分散配置	資源化施設を複数設置することにより、収集運搬費は軽減化が図れる（図 3.1-1）が、建設費は増加する。
		ごみ収集ブロックの改善（効率的な収集経路の設定）	収集・運搬距離を低減できるが（図 3.1-2）、従来のルートと異なるため、収集作業が煩雑になる可能性がある。
	収集車両	二層式収集車両（生ごみと可燃ごみ）	収集時の積み込み作業が煩雑になる。
		積載容量の大型化	ごみ収集ブロックを広域化した場合と同じ効果が期待できるが（図 3.1-2 のように運搬距離の低減化が図れる）、細い路地に入りにくいなどの欠点も生じる。
	収集容器	バケツ	鳥獣被害を防止できるが、持ち帰る必要があり、住民の負担が増す。
		専用袋（色、素材）	鳥獣被害を防止するための袋の色、強化素材などを工夫することが必要である。
	収集の効率化	ディスプレイ	台所、厨房からの生ごみをディスプレイで排水処理槽に収集することで収集の効率化、台所の衛生面が向上するが、装置費用、電気・水道代が増加する。
	異物の混入防止（分別排出への協力促進）	戸別収集	排出者を明確にできるため、異物の混入率を低減できる半面、収集距離が長くなり、収集費用が増加する可能性がある。
		PR、普及・啓発	講習会、説明会などの実施、マニュアル類等の整備などによる異物混入防止の効果が期待できる。
	環境対策	屋内での臭気対策	消臭剤などによる台所の臭気対策
収集ステーションでの対策		網掛け、収集保管容器などによる鳥獣被害対策があるが、網掛けは協力へのPRが必要	
ごみ収集車での対策		臭気対策を施したごみ収集車の改造（平成20年度環境省調査参照）	
選別システム	手選別	人手による選別	選別作業に時間がかかること、選別作業が非衛生的作業となる課題がある。
	機械選別	トロンメル等による選別	異物を完全に除去できないこと、機械化によるエネルギーの消費の問題がある。

(1) 施設の分散配置（収集・運搬距離の短縮化）

資源化施設を分散配置して収集・運搬距離を短縮することが可能である。以下にモデル的な検討を行った事例を示す。下記の事例では、資源化施設を 2 箇所分散して配置することで、運搬距離が約 12% 削減されている。

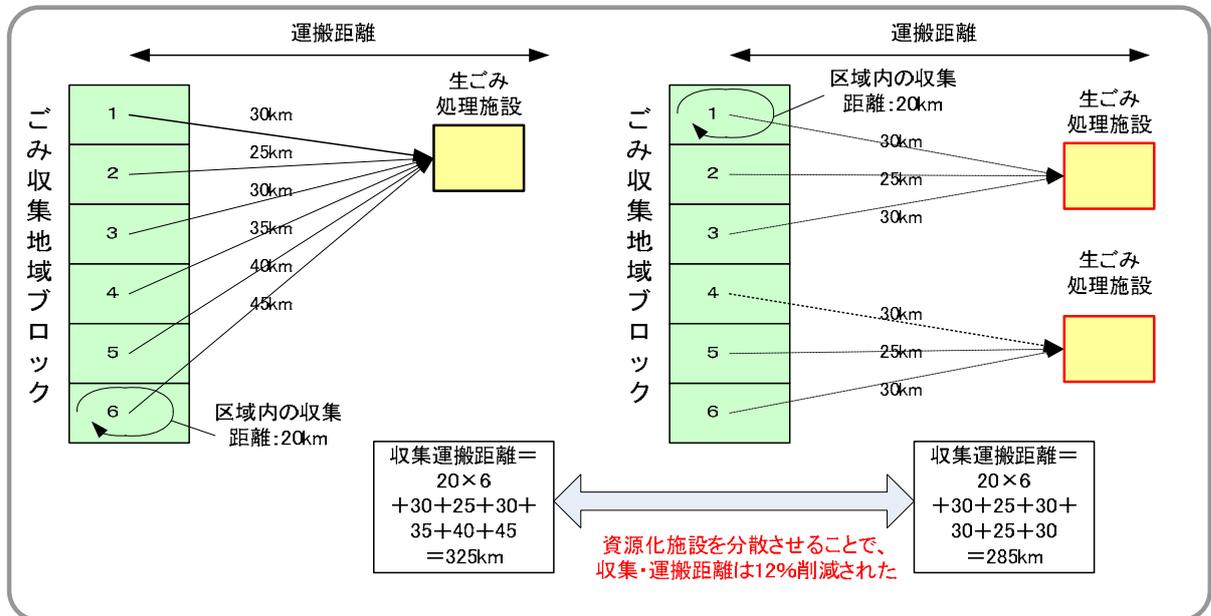


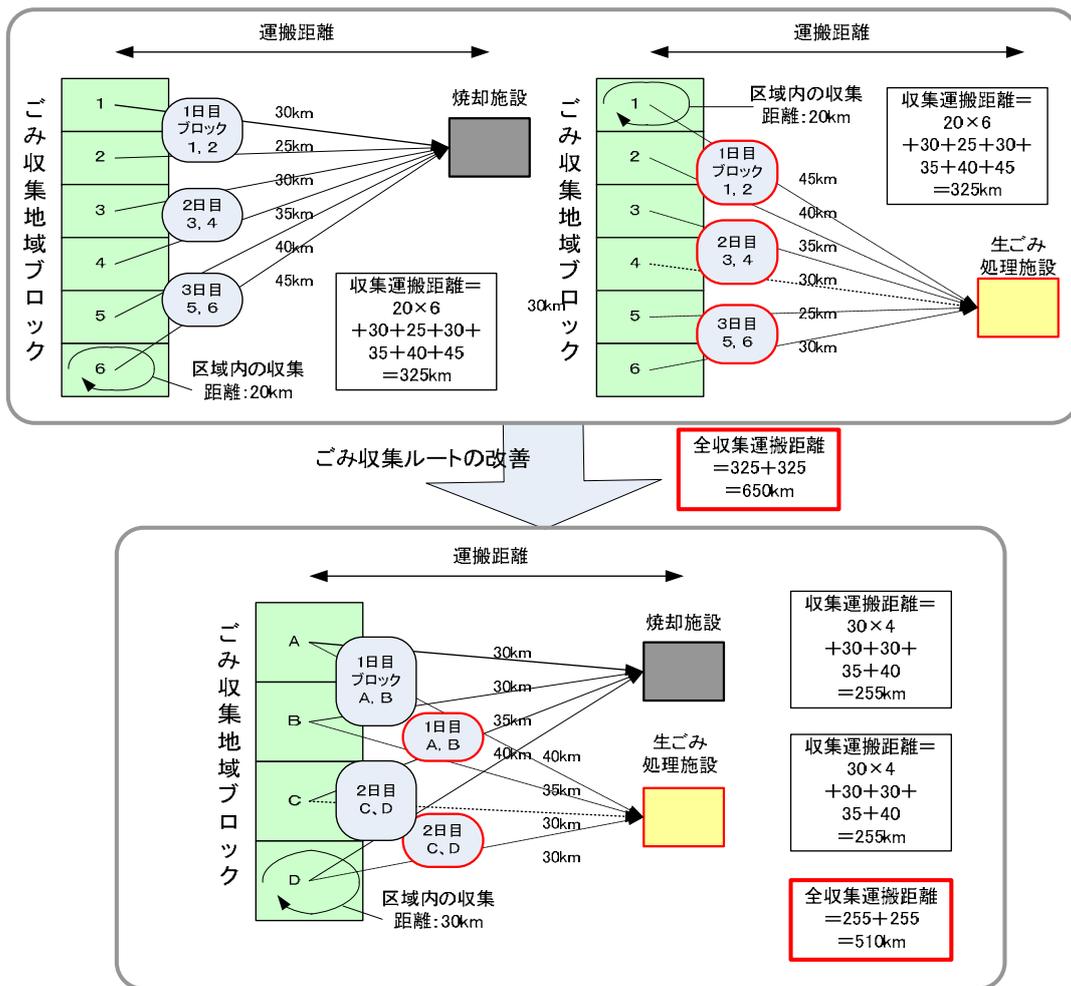
図 3.1-1 資源化施設の分散配置による収集・運搬距離の低減化

(2) ごみ収集ブロックの改善（効率的な収集経路の設定）

資源化する生ごみ等（乾式メタン発酵の場合は紙、剪定枝を含む）とその他の可燃ごみに分別して収集すると、従来の可燃ごみトータルで収集されていた収集ルートで収集すると積載量が少なくなるため、効率的な収集を行うため収集ルートを変える方法が考えられる。

具体的には、図 3.1-2 に示すような収集ルートの改善が想定される。まず、従来 6 つのごみ収集ブロックをパッカー車が 1 日 2 ブロック、すなわち 3 日かけて収集していたものと仮定する（図の上左）。生ごみを分別収集することで収集ルートを変えなければ、さらに 3 日かけて収集することになる。これを、収集ルートを変えて積載量がいっぱいになるように収集するブロックを 1 箇所増やし 3 ブロックずつ収集すると生ごみの収集は 2 日、同様に可燃ごみも 2 日で済むことになり、人件費と運搬距離を削減することができる。

この事例は説明を簡単にするため、生ごみと可燃ごみの重量が半分ずつで、ごみ収集作業に要する時間は変わらない（区域を広くすると収集時間は拡大するが）として想定しており、実際の地域の分別収集はこのように単純ではないが、このような方法を採用することにより焼却施設への往復距離を減らし、1 日当りの収集量を増加させることが可能となる。



※ごみの収集ブロックを6地区から4地区に変更することで、生ごみと可燃ごみの収集・運搬距離は650kmから510kmに約78%に減少した。

図 3.1-2 ごみ収集ブロックを変更することによるごみ収集・運搬距離の低減

(3) 収集車両

1台で2種類のごみを分別して収集する分別収集車については、圧縮板式2分別収集車と呼ばれる。1台の車両で同時に2種類の廃棄物を圧縮積み込みでき、ボディ内に分別収納し、分別排出できる車両である。従来2トン車クラス2台で収集していたところを5トン車クラス1台で収集できるようになることが特徴である。分別ごみ収集車には、左右、上下で荷室が分割されたタイプがあり、それぞれのタイプによって使い勝手の善し悪しがあるため、積み込む廃棄物の特性に応じた車両の選択が重要と



出典：新明和工業株式会社

図 3.1-3 分別ごみ収集車

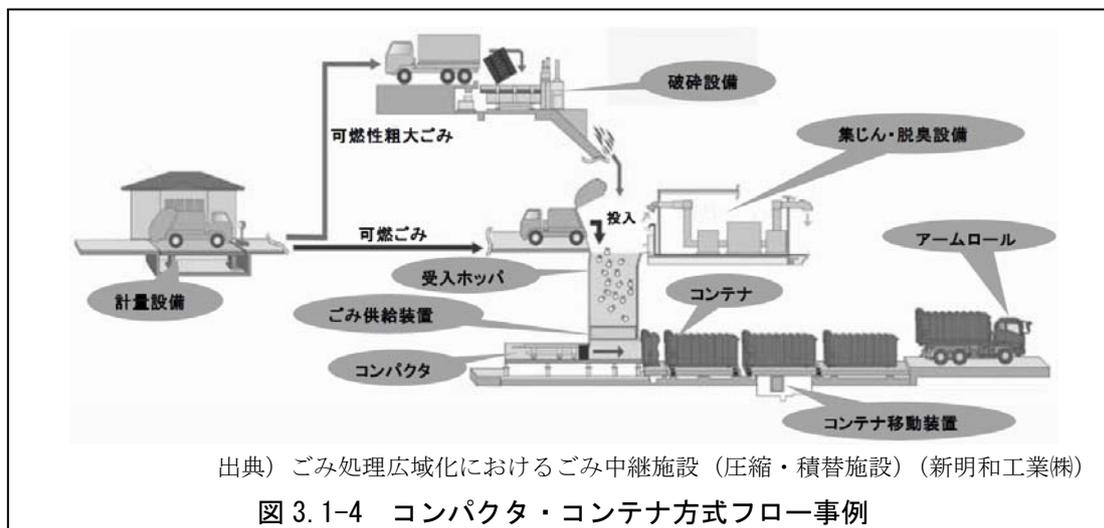
なる。

北九州市で行われた食品廃棄物エタノール化リサイクルシステム実験事業では、分別収集を担当した企業が2室分別収集車両を開発した。車両は可燃物を上段（積載容量 5.6m³）に、生ごみを下段（積載容量 4.6m³）に積載する上下積載車両とした。収集運搬にかかわる人件費と燃料費のトータルでは、4tパッカー車との比較では約9割、同等の重量である5tパッカー車との比較では6割程度となっている。ただし、本実験は事業系食品廃棄物の収集を目的としており、収集ステーション間の距離は長い。2室分別収集車で投入作業は通常のパッカー車と比較して投入口が狭く、作業時間が約1.5倍程度遅くなることがわかっており、これを一般世帯の収集に用いるためには収集ステーションの距離などをパラメータとして、2室分別収集車が有利な条件を探るため、シミュレーションを実施した結果、排出者間距離1.0km近辺が境目で、それより長いと2室車が有利ということになったことが報告されている。

分別収集車の課題については以下の3点である。

- ① 積み込みに時間がかからない車両の開発
- ② 車両の小型化
- ③ 低コスト化

バイオマスの処理量を増大させるために、広域的な地域での収集を行う場合には、処理施設への距離が長距離となる可能性があり、ごみを小・中型収集車から大型輸送車に積み替える「中継施設」を設けることによる収集運搬の効率化を図ることが可能となる。

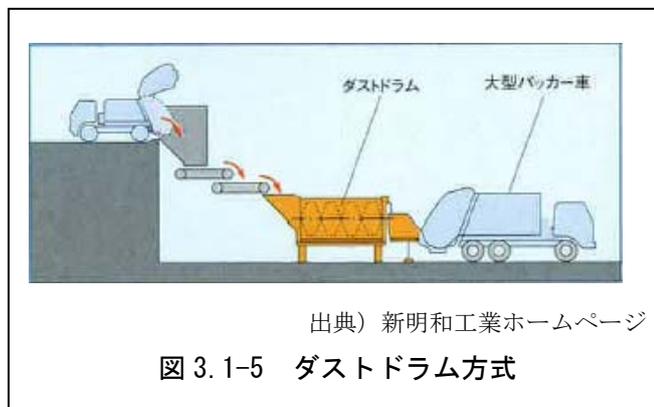


田中ら(2010)は、中継輸送の方式として、①コンパクト・コンテナ方式、②ダストドラム方式、③スライドデッキ積替方式等に分類している。

コンパクト・コンテナ方式は、小・中型ごみ収集車で回収したごみをコンパクトへ投入することにより圧縮を行う。圧縮されたごみは、専用の大型コンテナへ押し出され保管さ

れる。圧縮されたごみの詰まった大型コンテナは、専用の車両で処理施設へ輸送される。施設には、施設規模に応じたコンテナ搬出方式を選択することができ、受入数量に応じた大型コンテナを配置することにより、輸送の効率化を図ることができる。

ダストドラム方式とは、小・中型ごみ収集車で回収されたごみをダストドラムという貯留機へ投入、大型パッカー車1台分のごみが貯留されると、大型パッカー車へ移し替えて輸送するものである。設備投資金額が比較的少なくて済み、処理量 30t/日以下の比較的小型の施設に適している。



スライドデッキ積替方式とは、一時貯留のためのホッパーのごみがスライドするデッキからコンベアを通り、大型のパッカー車へ投入される仕組みである。ごみ処理の広域化のさらなる促進に向けた大規模なエネルギー回収施設の整備を進めるにあたり、現在ある既設炉の暫定利用としても有効で、省スペース、短期間での整備が可能である。

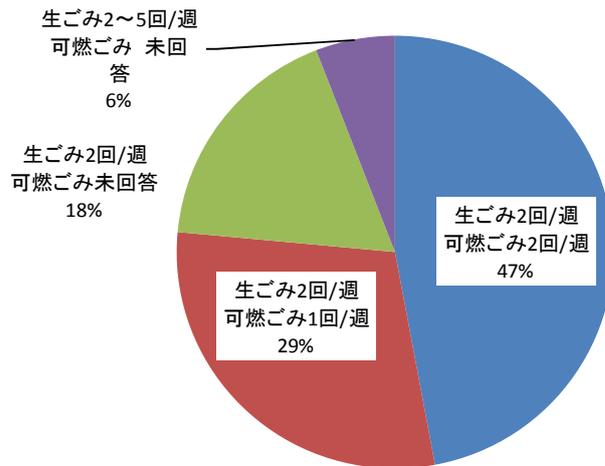
(4) 収集頻度、収集場所、収集容器

① 収集頻度

廃棄物系バイオマスを可燃ごみから分離分別して収集すると、新たに分別するごみと他の可燃ごみを別々に収集することによって、収集コストが増大する。また、生ごみなどは長期間経つと臭気が発生し、市民の快適性が損なわれることとなるため、収集頻度を大幅に減らすことはできない。そのため、収集コストと住民、事業者の快適性、利便性を損なうことなく収集頻度を決定することが必要である。

そのため、実際の事例では、生ごみの収集回数は変えずに、他の可燃物の収集回数を少なくして対応することが多い。図 3.1-6 に生ごみの分別収集を行っている事業体にアンケート調査を行った結果より生ごみと可燃ごみの収集回数を示しているが、生ごみの収集回数 2 回が最も多く、9 割以上が 2 回の収集となっている。他の可燃ごみの収集回数は、2 回が約 5 割、1 回が 3 割程度となっている（「メタンガス化施設整備マニュアル」、(財) 廃棄物研究財団、メタン発酵研究会）。

分別収集前の可燃ごみの収集が週 3 回の場合、生ごみを週 2 回、その他の可燃ごみを週 1 回収集するのであれば、ごみの収集回数は変わらない。生ごみを週 2 回、その他の可燃ごみも週 2 回収集する場合は 1 回分収集が多くなることになる。ごみの分別収集回数は、ごみ分別の対象者や地域特性に合わせて収集回数を選択することが必要である。

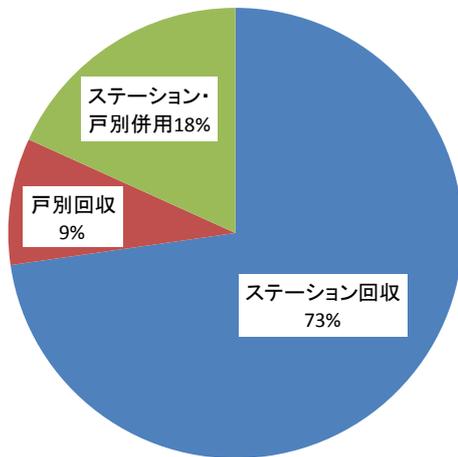


出典)「メタンガス化施設整備マニュアル」、(財) 廃棄物研究財団、メタン発酵研究会

図 3. 1-6 生ごみと可燃ごみの収集回数の事例

②収集場所

分別収集の収集場所として、ステーション回収方式と個別回収方式があるが、一般的にはステーション回収方式が多いようである。付図 6-7 に示すように、生ごみの分別収集を行っている事業体にアンケート調査より、ステーション回収は約 7 割、戸別回収は約 1 割、併用は約 2 割となっている。また、ステーション・戸別回収を採用している場合は、市街地を戸別回収、農存部や公営住宅地域をステーション回収としているケースがあり、経済性を理由としていた。



収集場所を選択した理由

収集場所	設定理由	回答数
ステーション回収	以前からの方法、他の収集方法と同じ	10
	収集の効率性・合理性	3
	経済性	1
戸別回収	排出者責任の明確化	2
ステーション・戸別併用	経済性	2
	以前からの方法、他の収集方法と同じ	1
	住民・収集作業員の負担軽減	1

出典)「メタンガス化施設整備マニュアル」、(財) 廃棄物研究財団、メタン発酵研究会

図 3. 1-7 生ごみの収集場所の事例

③収集容器（袋）

収集容器については、袋とバケツまたは専用容器などがある。袋の場合でも、指定袋（プラスチック製）、指定袋（紙袋）、レジ袋、生分解性プラスチック製の袋などがある。

アンケート調査では、指定袋を使っているもののうち「生分解性袋」あるいは「紙袋」を採用している市町村は、その後の処理としていずれも堆肥化を行っている。また、「ポリバケツ・専用容器」による排出を採用している市町村も、堆肥化処理を行っていることが分かった。

生分解性袋あるいは紙袋の指定袋を採用した理由は、「ごみ袋も一緒に処理でき、省力化が図れる」が多かった。なお、指定の紙袋を採用している市町村はいずれも、「生ごみを新聞紙に包んで指定袋に入れる」よう指導している。

資源化技術及び前処理方法に合わせて、収集容器を選択することが必要である。

(5) ディスポーザによる排水処理システムへの分別収集

① ディスポーザ排水処理システムによる生ごみ資源化の意義

生ごみの分別収集は、現在 207 の自治体で実施されているが、実施率は全国の 1 割程度にすぎない。生ごみの利活用を行うためには、分別収集を徹底させることが重要であると同時に、生ごみの収集の効率化を図ることが望まれる。

前節で示したように分別収集の効率化方法として、生ごみと他の可燃物を同時に分別収集できる車両を利用することにより収集の効率化が図れるが、車両費は一般的なパッカー車の 3 倍程度と高価であり、収集車両の普及のためには安価な車両の開発も必要である。さらに、生ごみを分別して収集される過程での環境衛生面での課題もある。

一方、集合住宅、商業ビルにおいては、生ごみの収集の利便性、衛生管理面からディスポーザを用いて厨房（台所）から排水処理槽まで輸送する方法が採られる事例もでてきている。ディスポーザを活用することで、生ごみを戸外まで分別して排出することがなくなり、衛生面での課題などが解決される。

このディスポーザ排水処理システムでは、排水処理後に汚泥が発生するが、これを有効に活用することで、生ごみの利活用が可能と考えられる。すなわち、排水処理汚泥をバキュームカー等により収集して、排水処理槽に集約された生ごみを効率的に再利用する方法も想定される。本節では、集合住宅や商業ビルでの生ごみの収集・利活用方法の比較を行い、生ごみの利活用に適正な方法を検討する。

ディスポーザは単体型（または直接投入型）と排水処理システム型がある。多くの都市では、下水道管渠が合流式の場合、雨天時に未処理の排水が公共用水域に流入するため、単体型ディスポーザを禁止している。排水処理システム型のディスポーザは集合住宅や事務所ビル等においてディスポーザからの排水を処理して水質を改善してから下水道に放流するものであり、排水処理システムの汚泥はバキュームカーにて収集・運搬されて処分されている。このため、この汚泥を資源化することで生ごみの利活用を図るものである。

図 3.1-8 に示すように、生ごみを分別して排出しパッカー車で収集する場合には、家庭での保管時の悪臭、ごみ排出場所での鳥獣被害の問題があるのに対し、この方法では分別収集の手間がかからず悪臭の問題が少ないことが利点としてあげられるが、ディスポーザや排水処理でエネルギーを多く消費することや生ごみの資源化効果（堆肥化、エネルギー

回収等) が低減することが欠点となるため、これらの収集方式の相違について比較検討を行う。

	生ごみの収集、運搬、資源化のフロー	収集の方法	特徴
生ごみの分別収集	<p>① 生ごみ ② バックカー車 ③ メタン発酵施設</p>	①生ごみは分別して排出 ②生ごみをバックカー車で収集、運搬 ③メタン発酵施設等で資源化	<ul style="list-style-type: none"> ・生ごみの分別収集により、台所、ごみ回収拠点で環境への影響の恐れがある。 ・生ごみ分別による輸送エネルギーの増加 ・デスポーザ方式とは異なり、生ごみのエネルギー等を有効に活用できる。
デスポーザによる輸送	<p>① デスポーザ ② 排水処理施設 ③ バキューム車 ④ 汚泥再生処理センター等のメタン発酵施設 メタンガス等の利活用</p>	①生ごみは台所で分別してデスポーザにて排出。 ②デスポーザ排水を集合住宅の水処理システムで処理(下水への影響は少ない) ③水処理システムの余剰汚泥をバキューム車で輸送。 ④余剰汚泥を汚泥再生処理センター等のメタン発酵施設。	<ul style="list-style-type: none"> ・デスポーザ使用時にエネルギー、水道使用量が增加する。 ・排水処理システムでエネルギーを消費する。 ・余剰汚泥の輸送は月1回程度で輸送エネルギーは少ない。 ・住民にとっては、生ごみの分別排出は軽減され、台所、ゴミ回収拠点の環境は保全される。 ・排水処理によって有機物が分解されるため、バイオマス利用の効果が低減される。

図 3.1-8 生ごみ分別収集とデスポーザ収集による方式の比較イメージ図

②デスポーザ排水処理システムの実態調査

デスポーザ排水処理システムを導入している集合住宅を対象とした実態調査を実施した。

ア. デスポーザ排水処理システム

横浜市内の2箇所の集合住宅について、デスポーザ排水処理システムおよび維持管理状況の実態調査を行った。その結果を表 3.1-2 に示す。

調査を行った2箇所の集合住宅は、100～150世帯程度の規模であった。ともに日本ゼスト社製の排水処理システムで処理方式も同様であるが、設置箇所及び躯体の材質が異なっている。処理方式は両者とも嫌気可溶化・担体流動方式で、生物反応槽の後半部に担体が投入されている。嫌気可溶化槽には生物反応後の固液分離槽で分離された汚泥が返送され、一部を余剰汚泥として浮上分離し、搬出している。

維持管理は1回/月の頻度で機器点検と清掃が行われ、排泥は1回/年、25m³程度の汚泥量である。排泥作業はバキューム車を用い、嫌気可溶化槽上部に浮上分離したスカム汚泥を引き抜いている。底部に沈殿する汚泥については堆積状況によって引き抜きを実施する

場合がある。また、汚泥処分費用は年間で 25 万円弱である。

表 3.1-2 ディスポーザ排水処理システムの概要

		集合住宅①	集合住宅②	備考
1. ディスポーザ排水処理システム				
設計対象人数	人	336	511	
	世帯	96	146	
設計水量	m ³ /日	11.76	17.885	
メーカー		日本ゼスト	日本ゼスト	
型番		NZ-DDF-336C	NZ-DDF-525C	
形状		RC 製	FRP 製	
設置箇所		建物地下 2F	駐車場下	
処理方式		嫌気可溶化 担体流動方式	嫌気可溶化 担体流動方式	
放流水質	mg/L	BOD:200 SS:200 n-Hex:20	BOD:200 SS:200 n-Hex:20	
2. 維持管理				
維持管理頻度	回/年	12	12	点検・清掃
排泥頻度	回/年	1	1	
排泥量	m ³ /年	25	26	(3t+4t 車) × 4 往復
汚泥処分単価	円/t	9,000	9,000	
汚泥処分費	円/年	225,000	234,000	

イ. ディスポーザ排水処理システムの余剰汚泥性状調査

ア. で調査した 2 箇所の集合住宅のディスポーザ排水処理システムに関して、余剰汚泥の性状調査を実施した。

分析結果を表 3.1-3 に示す。

余剰汚泥は、pH が 5 前後と低く、腐敗しつつある汚泥であることがわかる。また、強熱減量が高く、90%以上が有機物であり、低位発熱量も高いため、バイオガス化に適した性状である。

また、n-Hex の結果からわかるように油分が多く、発熱量が高い原因となっている。

なお、集合住宅①、②ともに浮上分離汚泥を採取しているため含水率が低くなっているが、汚泥引き抜きの際は、バキュームで吸いやすくするために水を加えるため、処分時の余剰汚泥の含水率は測定結果よりも高くなる。浄化槽やし尿の実績を考えると引き抜かれた汚泥の含水率は 97%程度であると推測される。

表 3.1-3 ディスポーザ排水処理システムの余剰汚泥性状

項目		集合住宅①	集合住宅②	平均	備考
泥温	°C	21.8	22.8	22.3	
pH	-	4.86	5.24	5.05	
含水率	%	93.4	87.1	90.3	引き抜き時は加水する
強熱減量	%	91.2	95.3	93.3	
BOD	mg/L	2,300	9,200	5,750	
COD	mg/L	2,200	2,000	2,100	
T-N	mg/g	47	28	37.5	
T-P	mg/g	6.1	1.8	3.95	
TOC	%	53	66	59.5	
n-Hex	mg/kg	120,000	420,000	270,000	
低位発熱量	kJ/kg	21,560	30,430	26,000	

調査結果から、生ごみの回収率を BOD ベースで算出する。

ディスポーザ排水の負荷量を、「ディスポーザ排水処理システム性能基準（案）：H16 年 3 月」に示されている排水濃度を用いて算出すると、表 3.1-4 のとおりとなる。1 世帯あたりの負荷量は BOD で 16,600 g/年、n-ヘキサン抽出物で 2,040 g/年となる。

表 3.1-4(1) ディスポーザ排水の BOD 負荷量（1 世帯あたり）

項目		ディスポーザ	台所	合計
排水量	L/日	5	30	
BOD 濃度	mg/L	5,500	600	
BOD 負荷	mg/日/世帯	27,500	18,000	45,500
年間 BOD 負荷	g/年/世帯			16,600

出典) BOD 濃度：ディスポーザ排水処理システム性能基準（案）、H16 年 3 月

表 3.1-4(2) ディスポーザ排水の n-ヘキサン抽出物負荷量（1 世帯あたり）

項目		ディスポーザ	台所	合計
排水量	L/日	5	30	
n-Hex 濃度	mg/L	700	70	
n-Hex 負荷	mg/日/世帯	3,500	2,100	5,600
年間 n-Hex 負荷	g/年/世帯			2,040

出典) n-Hex 濃度：ディスポーザ排水処理システム性能基準（案）、H16 年 3 月

実態調査の結果から、余剰汚泥中の1世帯あたりの負荷量は、表3.1-5のとおりとなり、BOD負荷量はディスポーザ排水の負荷量の6.7%と1割以下であった。n-ヘキサン抽出物負荷量は77.8%であり、BODとは異なり、ほとんどが余剰汚泥として搬出されているものと考えられる。n-ヘキサン抽出物（油分）は、生物処理前の嫌気可溶化槽が余剰汚泥の浮上分離槽も兼用しているため、生物処理されずに汚泥と共に分離されるためである。

表3.1-5(1) ディスポーザ排水処理システム余剰汚泥のBOD負荷量

項目		集合住宅①	集合住宅②	備考
世帯数	世帯	96	146	
BOD濃度	mg/L	2,300	9,200	
余剰汚泥量	m ³ /年	25	26	
BOD負荷	g/年	57,500	239,200	BOD濃度×汚泥量
	平均	148,350		
世帯あたりBOD負荷	g/年/世帯	599	1,638	
	平均	1,120		

表3.1-5(2) ディスポーザ排水処理システム余剰汚泥のn-ヘキサン抽出物負荷量

項目		集合住宅①	集合住宅②	備考
世帯数	世帯	96	146	
n-Hex濃度	mg/kg	120,000	420,000	
	mg/L	3,600	12,600	搬出時含水率97%※
余剰汚泥量	m ³ /年	25	26	
n-Hex負荷	g/年	90,000	327,600	n-Hex濃度×汚泥量
	平均	208,800		
世帯あたりn-Hex負荷	g/年/世帯	938	2,244	
	平均	1,591		

※搬出時に加水するため、搬出時の含水率を97%とした

表3.1-5(3) ディスポーザ排水処理システム余剰汚泥の排水負荷に対する割合

項目		BOD	n-ヘキサン抽出物	備考
世帯あたり排水負荷	g/年/世帯	16,608	2,044	表3.1-4
世帯あたり余剰汚泥負荷	g/年/世帯	1,120	1,591	表3.1-5
排水負荷に対する割合	%	6.7	77.8	

一方、余剰汚泥は発熱量が高いことから、生ごみの発熱量と余剰汚泥の発熱量について比較した。余剰汚泥の発熱量は、表 3.1-6 に示すとおりであった。

この結果から、ディスポーザ排水処理システムにおける余剰汚泥による発熱量の回収効率は、生ごみ回収に対して 34%程度であると推定される。

表 3.1-6 生ごみとディスポーザ排水処理システム余剰汚泥の発熱量（1世帯あたり）

項目		生ごみ	集合住宅①	集合住宅②	備考
世帯数	世帯	(1)	96	146	
含水率	%	※1 80	※2 97	※2 97	汚泥は引抜時を想定
生ごみ量・ 余剰汚泥量	m ³ /年	128.7	25	26	生ごみ 150g/人/日
固形物量	kg/年/世帯	25.7	7.8	5.3	
低位発熱量	kJ/kg	※3 19,000	21,560	30,430	
世帯あたり 発熱量	kJ/年/世帯	488,300	168,168	161,279	
	平均	—	164,724		
生ごみに 対する割合	%	—	34.4	33.0	
	平均	—	33.7		

※1 生ごみの含水率は他都市の厨芥類の性状調査結果より設定

(汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版, (社)全国都市清掃会議)

※2 余剰汚泥の含水率は引き抜き時の加水を想定したもの

※3 生ごみの低位発熱量は、簡易推定式の可燃物発熱量より設定

ウ. ディスポーザ利用者へのアンケート調査

2箇所の集合住宅に居住する住民(各10世帯程度)を対象に、ディスポーザの利用実態、利用意識に関するアンケート調査を行った。調査結果を以下に示す。

(ア) 回答数および世帯人数

アンケートの回答数は各12件、世帯人員は2.4人および2.2人であった。

表 3.1-7 アンケート調査対象

項目		集合住宅①	集合住宅②	備考
回答数	(件)	12	12	
世帯人数	平均(人)	2.4	2.2	

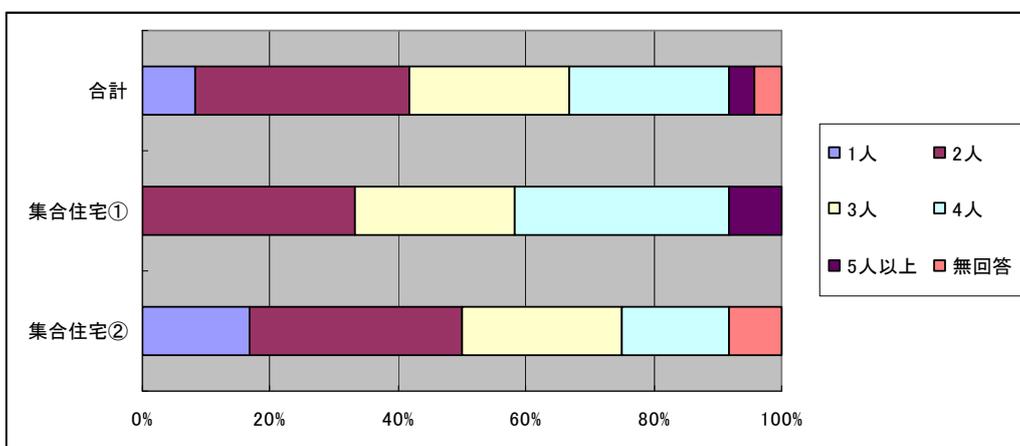


図 3.1-9 ディスポーザ利用者の世帯人員数

(イ) 使用頻度

ディスポーザの使用頻度は、ほとんどが「毎食後に使用」していた。

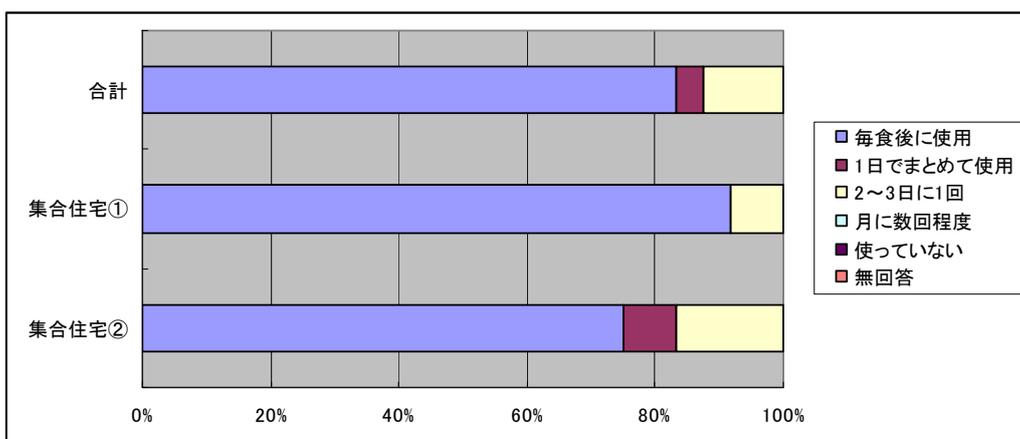


図 3.1-10 ディスポーザの使用頻度

(ウ) 利用時間

1回あたりのディスプレイの利用時間は、7割が「1回に1分以内」であった。

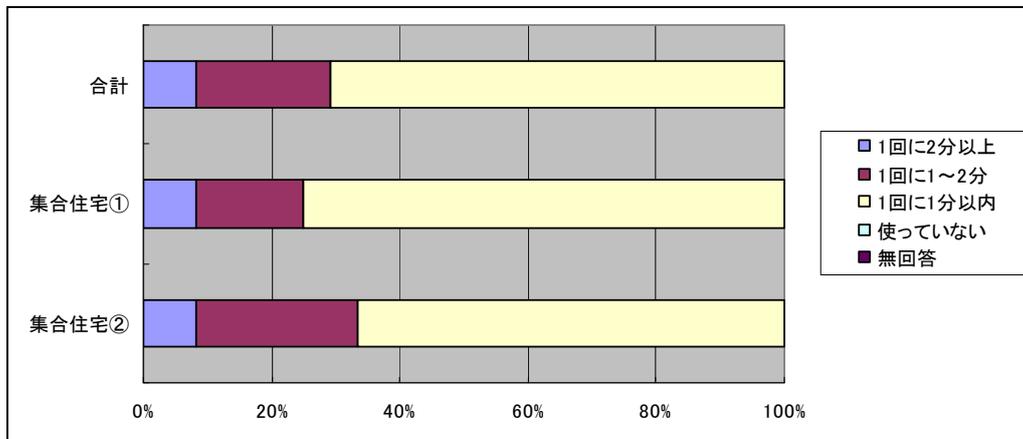


図 3.1-11 1回あたりのディスプレイ利用時間

(エ) メリット (複数回答)

ディスプレイのメリットとしては、「台所の臭いなどが気にならなくなった(21件)」「ごみ出しが楽になった(16件)」が多く、「特にない」との回答は1件のみであった。

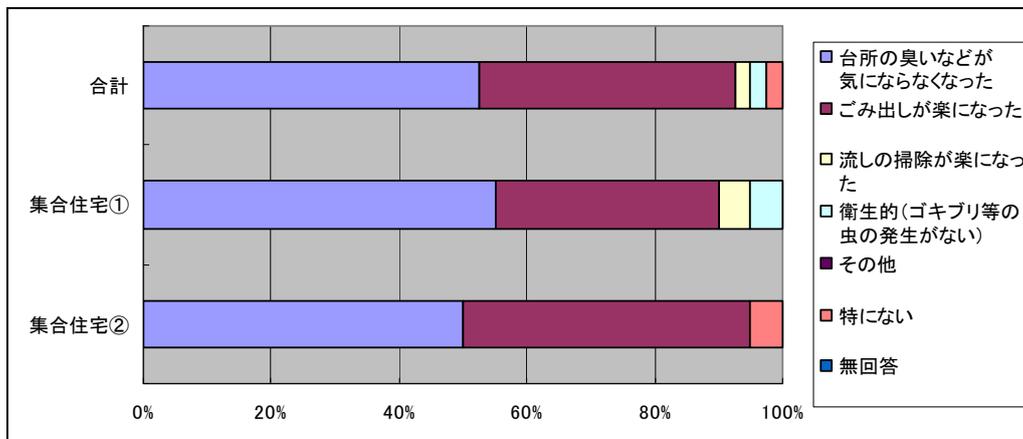


図 3.1-12 ディスプレイ利用のメリット

(オ) デメリット (複数回答)

ディスポーザのデメリットとしては、「振動や音が気になる(10 件)」が多く、「メンテナンスや掃除が大変(4 件)」、「水の流れが悪くなった(2 件)」などもあげられていた。「特にない」との回答も 3 件あった。

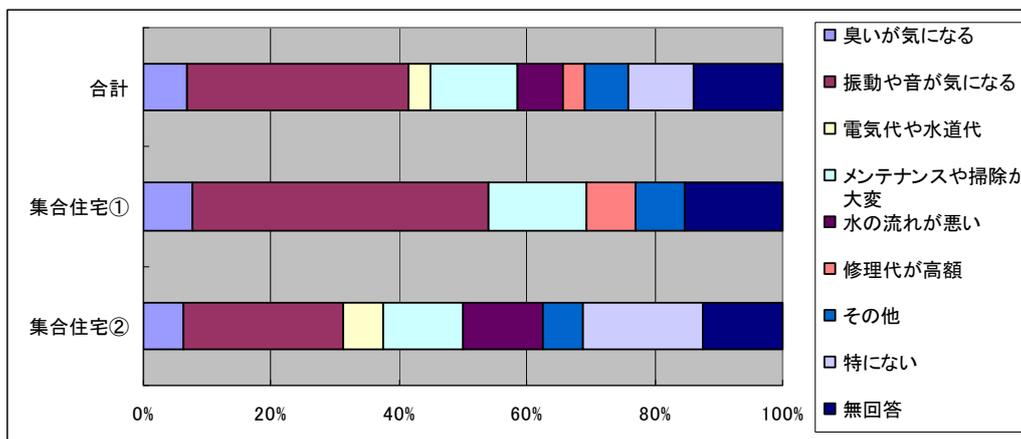


図 3.1-13 ディスポーザ利用のデメリット

(カ) 今後の利用

ディスポーザの今後の利用については、ほとんどが「引き続き使用していく」であった。

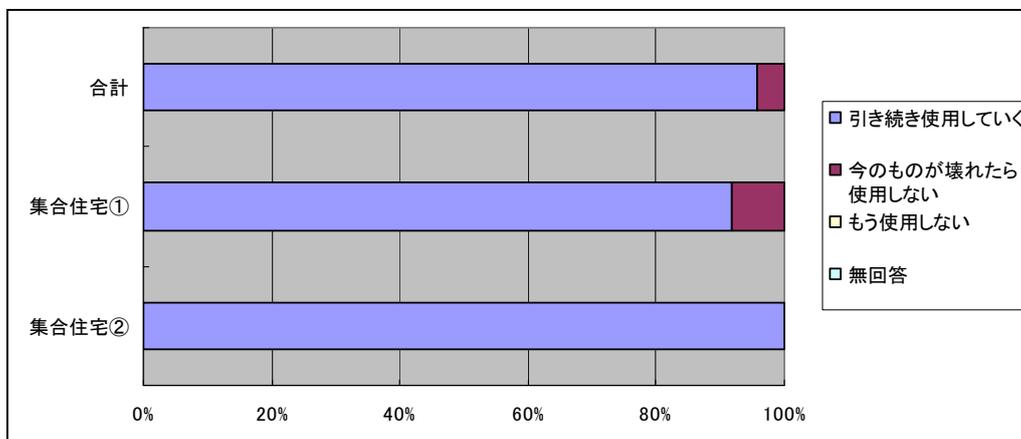


図 3.1-14 今後のディスポーザ利用

アンケートの結果、ディスポーザは全ての家庭で利用され、毎食後、1分以内の利用がほとんどである。ディスポーザの利用に際しては、振動や音などのデメリットもあるものの、臭いやごみ出しなどメリットも多く、引き続き利用したいとの回答が大部分を占める。

この結果から、ディスポーザの普及に伴い回収ごみからの生ごみ量は減少し、ディスポーザ排水処理システムの余剰汚泥量が増加することが予想される。

③デスポーザによる生ごみ資源化の効果の算定

生ごみの分別収集による利活用方式とデスポーザの利用による利活用方式、オンサイト処理による利活用方式について、以下の特性等を比較検討する。

- 経済性（ごみ収集・輸送、水処理、生ごみ処理・処分）
- エネルギー使用量
- 二酸化炭素排出量
- 生ごみの持つエネルギーの利用効率
- 環境への影響（台所、ごみ回収拠点）
- 住民にとっての利便性

ア. 検討条件

検討対象地区として、横浜市を選定する。

検討条件は以下のとおりである。

- ・ 横浜市内のデスポーザ設置マンション棟数 185 棟の 34, 569 世帯を対象とする。
- ・ 生ごみの分別収集箇所数を 1 日 30 棟程度とし、各区を 6 つのごみ収集区分に分類する。
- ・ 1 日の収集距離は、横浜市南部汚泥資源化センターと各区役所との距離に区内での収集距離を 10km として加算する。
- ・ 生ごみの収集回数は週 2 回とする。
- ・ 収集車は 4t 車を想定し、汚泥資源化センターに 2 往復/日する。
- ・ デスポーザ排水処理システムからの汚泥収集量は、横浜市の実績から 1, 460m³/年とする。1 回の汚泥収集量は、汚泥収集を 2 回/年として 7. 9m³/2 回=4m³/回。
- ・ デスポーザ排水処理システムの汚泥は、処理槽内で分解するため、生ごみ性状の 10%とする。（実態調査結果より）
- ・ オンサイトバイオガス化で利用できる生ごみ量は 76%とする。（デスポーザ排水処理システム性能基準、溶解性 BOD 負荷比を用いて設定）
- ・ デスポーザの設置費用は 10 万円/世帯、排水処理システムは 1, 000 万円/棟とし、耐用年数を 15 年とする。
- ・ 温室効果ガス排出原単位は、軽油：2. 62 kgCO₂/L、電力：0. 425 kgCO₂/kWh とする。

表 3.1-8 横浜市のディスポーザ設置マンション棟数と各区からの収集距離

名称	棟数	世帯数	中心距離	収集区分	収集距離
鶴見区	8	3,289	20.5	1	45.2
神奈川区	22	3,295	14.7	1	
西区	13	4,552	11.6	2	33.0
中区	6	903	11.4	2	
南区	5	728	9.7	2	
保土ヶ谷区	6	388	13.2	2	
港南区	6	1,066	7.2	3	25.5
磯子区	8	645	5.5	3	
金沢区	15	2,424	5.1	3	
栄区	7	2,659	10.4	3	
旭区	5	710	18.1	4	46.3
戸塚区	15	4,059	13.4	4	
泉区	4	484	18.2	4	
港北区	16	2,932	20.0	5	49.8
都筑区	16	2,149	24.8	5	
緑区	9	1,828	22.4	6	53.5
青葉区	24	2,458	26.1	6	
合計	185	34,569			



図 3.1-15 横浜市のごみ収集区分

イ. 検討結果

検討結果を表 3.1-9 および図 3.1-16～図 3.1-17 に示す。

(ア) 年間コスト

生ごみ収集が最も安価である。デスポーザ導入は、生ごみ収集の約 3.5 倍でデスポーザ設置費・排水処理システムが 8 割以上を占める。また、デスポーザ導入では、利用できる生ごみが 34%であるため、ガス発生量も 1/3 となり、効率が良くない。

オンサイトバイオガス化は、個別に小規模のメタン化施設と排水処理施設を設置する必要があるので高価となる。

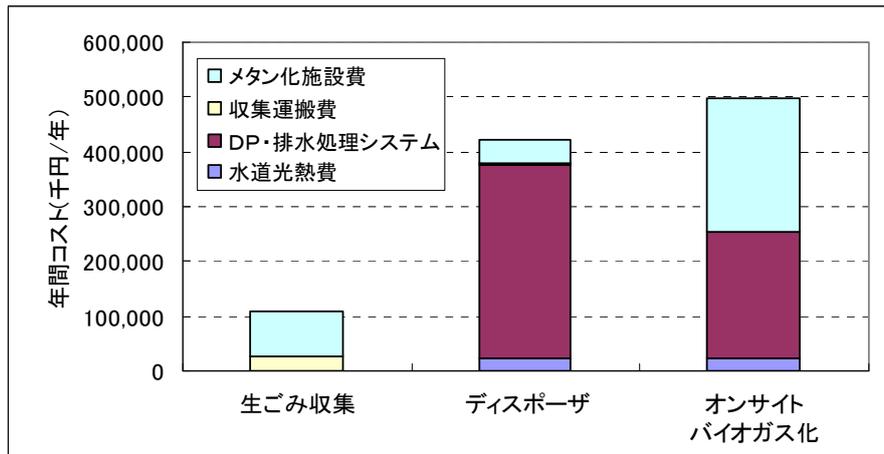


図 3.1-16 デスポーザ導入の年間コスト比較

(イ) 温室効果ガス排出量

発電による削減量を考慮した温室効果ガス排出量は、生ごみ収集が最も少ない。デスポーザ排水処理システムはガス発生効率が低いため、削減量は僅かである。オンサイトバイオガス化は生ごみの有機分の回収率が比較的に高いため、生ごみ収集の 2/3 程度となる。なお、ここではデスポーザによる水道、下水道の水量増の影響は考慮していないため、これを入れると生ごみ収集と他のシステムとの差異はさらに大きくなると考えられる。

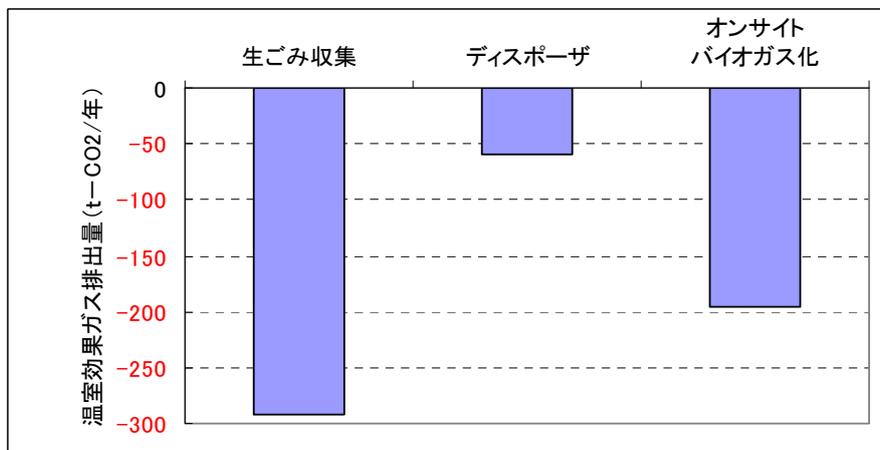


図 3.1-17 デスポーザ導入の温室効果ガス排出量比較

表 3.1-9 ディスポーザ導入の比較検討結果

項目	小項目	単位	生ごみ収集	ディスポーザ排水処理システム	オンサイトバイオガス化	備考		
一般世帯	基礎データ	設置世帯数	世帯	34600	34,600	34,600		
		世帯人員数	人/世帯	2.35	2.35	2.35		
		設置人口	人	81,310	81,310	81,310		
		集合住宅数	棟	185	185	185		
		投入生ごみ原単位	kg/人・日	0.15	0.15	0.15		
	世帯での光熱費	水道	DP水道使用量原単位	L/kg		20	20	
			DP水道使用量(世帯・日)	L/世帯・日		5.0	5.0	
			DP水道使用量(世帯・年)	m ³ /世帯・年		2.6	2.6	
			水道料金単価	円/m ³		150	150	
			水道料金(世帯・年)	円/年・世帯		386	386	
		下水道	全水道使用料	千円/年		13,355	13,355	
			下水道料金単価	円/m ³		80	80	
			下水道料金(年・世帯)	円/年・世帯		206	206	
		電気	全下水道料(年)	円/年		7,123	7,123	
			DP電気増加量	kWh/世帯・年		3.0	3.0	
	電気料金単価		円/kWh		24	24		
	電力量		kWh/年		105,242	105,242		
		電気料金(年・世帯)	円/年・世帯		73	73		
		全電気料金(年)	千円/年		2,526	2,526		
		水道光熱費合計	千円/年		23,004	23,004		
資源化施設	DP・排水処理システム設置費	DP設置費	千円/世帯		100	100		
		市合計	千円		3,460,000	3,460,000		
		DP排水処理システム設置費	千円/棟		10,000			
		市合計	千円		1,850,000			
		DP排水処理システム設置費合計	千円		5,310,000	3,460,000		
		耐用年数	年		15	15		
		DP・排水処理システム費合計	千円/年		354,000	230,667		
	1. 収集・運搬	燃料費	生ごみ量	t/日	12.2	4.0	12.2	
			生ごみ1日当り収集量	t/日	14.2			6日/週収集
			輸送距離(1回の収集当り)	km/1回	303.3	303.3		市全体
			年間収集回数	回/年	104	12		
			延べ輸送距離	km/年	31,543	3,640		
		人件費、保守費	燃費	km/L	3.5	3.5		
			軽油使用量	L/年	9,012	1,040		
			軽油単価	円/L	100	100		
			軽油料金	千円/年	901	104		
			車両保守費	千円/年	2,000	200		
		収集必要人員	人	4	0.4			
		人件費単価	千円/人	6,000	6,000			
		年間人件費	千円/年	24,000	2,400			
	収集運搬費用合計	千円/年	26,901	2,704				
2. メタン化施設	メタン化施設	生ごみ量	t/年	4,452	1,514	3,383		
		ガス発生原単位	Nm ³ /t	150	150	150		
		バイオガスガス発生量	Nm ³ /年	667,758	227,038	507,496		
		バイオガス濃度	%	60	60	60		
		メタン発熱量	MJ/kg	35.6	35.6	35.6		
		発電効率	%	30	30	30		
		発電電力量	kWh/年	1,188,610	404,127	903,344		
		所内消費電力原単位	kWh/t	100	100	100		
		所内消費電力量	kWh/年	445,172	151,359	338,331		
		売電量	kWh/年	743,438	252,769	565,013		
		売電単価	円/kWh	8	8	8		
		売電収入	千円/年	5,948	2,022	4,520		
		メタン化施設建設費	千円	691,720	457,300	3,700,000		
		施設建設費減価償却費	千円/年	46,115	30,487	246,667	15年	
		メタン化施設維持費	千円/年	41,846	14,228	2,775		
メタン化施設費用合計	千円/年	82,013	42,692	244,922				
	費用合計	千円/年	108,915	422,400	498,592			
温室効果ガス	温室効果ガス	軽油温室効果ガス排出原単位	kgCO ₂ /L	2.62	2.62			
		軽油使用による温室効果ガス	t-CO ₂ /年	23.61	2.72			
		電力使用温室効果ガス原単位	kgCO ₂ /kWh	0.425	0.425	0.425		
		電力使用による温室効果ガス	t-CO ₂ /年	-316	-63	-195		
		温室効果ガス削減量	t-CO ₂ /年	-292	-60	-195		

<算出根拠・方法>

基礎データ

設置世帯数：横浜市内のディスポーザ設置集合住宅の世帯数

世帯人員数：横浜市の平均値(H22)

設置人口：設置世帯数×世帯人員数

集合住宅数：横浜市内のディスポーザ設置集合住宅棟数

投入生ごみ原単位：150g/人・日

水道光熱費

D P水道使用量原単位：150 秒/kg×8L/分=20L/kg

D P水道使用量（世帯・日）：性能基準に準拠 5L/日

D P水道使用量（世帯・年）：同上

水道料金単価：150 円/m³

水道料金（世帯・年）：1世帯のディスポーザに使用する年間の水道料金

全水道使用料：横浜市全体のディスポーザに使用する年間の水道料金

下水道料金単価：80 円/m³

下水道料金（年・世帯）：1世帯のディスポーザによる年間の下水道料金

全下水道料（年）：横浜市全体のディスポーザによる年間の下水道料金

D P電気増加量：D P使用電力 0.5kW、使用時間 2分/日として算出 3.0kWh/年

電気料金単価：24 円/kWh

電力量：D P電気増加量×世帯数

電気料金（年・世帯）：D P電気増加量×電気料金単価

全電気料金（年）：電気料金（年・世帯）×世帯数

D P・排水処理システム設置費

D P設置費：100 千円/台

市合計：D P設置費×世帯数

D P排水処理システム設置費：10,000 千円/棟

市合計：D P排水処理システム設置費×棟数

耐用年数：D Pおよび排水処理システムの耐用年数 15 年

収集・運搬費

生ごみ量：投入生ごみ原単位×設置人口、

ディスポーザ排水汚泥量は横浜市の収集実績 1,460m³/年より、4m³/日

生ごみ 1 日当たり収集量：生ごみ量×週 7 日/週 6 日収集

輸送距離（1 回の収集当り）：横浜市南部汚泥資源化センターと各区役所との距離+各区
内での収集距離（各 10km）

年間収集回数：生ごみは 2 回/週、ディスポーザ排水汚泥は 2 回/年×6 ブロック

延べ輸送距離：輸送距離×年間収集回数

燃費：3.5km/L

軽油使用量：延べ輸送距離／燃費

軽油単価：100 円/L

軽油料金：軽油使用量×軽油単価

車両保守費：生ごみ収集は 1,000 千円/年×車両 2 台、

汚泥収集は 1 台、稼働率 20%で 200 千円/年

収集必要人員：作業員 2 名/台

人件費単価：6,000 千円/年・人

年間人件費：収集必要人員×人件費単価

メタン化施設費

生ごみ量：投入生ごみ原単位×設置人口×利用効率

ディスポーザ排水汚泥の利用効率は実態調査結果より 34%、

オンサイトバイオガス化の利用効率は溶解成分の流出を考慮し 76%

ガス発生原単位：生ごみのガス発生原単位 150Nm³/t

バイオガス発生量：生ごみ量×ガス発生原単位

バイオガス濃度：メタン含有率 60%

メタン発熱量：35.6MJ/kg

発電効率：30%

発電電力量：バイオガス発生量×バイオガス濃度×メタン発熱量×発電効率

所内消費電力原単位：メタン化施設内での消費電力原単位 100kWh/t

所内消費電力量：生ごみ量×所内消費電力原単位

売電量：発電電力量－所内消費電力量

売電単価：8 円/kWh

売電収入：売電量×売電単価

メタン化施設建設費：(0.286×生ごみ量+3.429)×100000

オンサイトバイオガス化施設は、20,000 千円/箇所×箇所数

施設建設費減価償却費：耐用年数 15 年として算出

メタン化施設維持費：9.4 千円/t×生ごみ量

オンサイトバイオガス化施設は、30 千円/箇所×箇所数／2 箇所/日

費用合計

水道光熱費＋D P・排水処理システム設置費＋収集・運搬費＋メタン化施設費

温室効果ガス削減量

温室効果ガス排出原単位：軽油＝2.62 kgCO₂/L、電力＝0.425 kgCO₂/kWh

他は見込まない

軽油使用による温室効果ガス：軽油使用量×排出原単位

電力使用による温室効果ガス：売電量×排出原単位

(6) 異物の混入防止対策

異物の混入防止対策として、住民や事業者への分別収集の PR、普及啓発を行うことで協力度を向上させることが重要である。環境省の過年度調査では生ごみの分別収集モデル事業を実施して、協力度を向上させるための検討を行ってきており、これらをもとに整理したものが表 3.1-10 である。

まず、戸別収集については、排出者を明確にできるため、異物の混入率を低減できるとされている。ただし、収集距離が長くなるため、収集にかかる時間や費用が増加する可能性がある。

次に、PR、普及啓発方法については、住民意識調査結果などをもとに、世帯属性として年齢層を考慮すること、近所共同での参加を呼び掛けることが協力度の向上につながるとされている。

具体的には、年齢が若い世代の世帯に対する PR などの配慮（昼間は在宅率が低い）や居住年数が短く、地域での交流が少ないと分別の協力が少ないことから、地域全体で取り組む仕組みを確立することなどがあげられる。さらに、戸建住宅は保管場所があるが、集合住宅は保管するスペースが少ないため、保管場所などの工夫を説明することも重要である。

そのためのごみ分別に関する PR 方法については、説明会の開催、生ごみリサイクルに係る施設見学会（見学会の参加により新たに 15%の人が参加すると回答）などがあり、事業所に対しては環境管理システムの取得を奨励することも有効である。

ごみ分別の説明資料については①ごみ分別の品目の具体的な説明、②図を用いたわかりやすい表現、③ごみ問題を解決する対策の説明、④分別収集による資源化の効果の説明などを盛り込むことが有効である。

また、環境対策として①屋内での臭気対策、②収集ステーションでの対策、③ごみ収集車での対策がある。まず、①は台所の臭気対策が重要であり、保管場所（ベランダ、庭等）を指導することや、保管用のふたつきバケツの配布、茶がらやコーヒー滓などを入れた消臭、消臭製品の活用尾活用がある。②については、鳥獣被害（猫、カラス）対策としてカラス等の被害を防止するためごみ集積場所にネットをかけることや、ごみ排出コンテナにより鳥獣の侵入を防ぐなどの方法がある。さらに③についてはごみ収集車の改造として、テールゲート積み込み装置内部のホッパードラムの改良、回転、押し込みの各プレート先端の改良が効果的であるとされている。

表 3.1-10 分別収集の協力度を高める方法

項目			内容	事例
戸別収集			<ul style="list-style-type: none"> ・排出者を明確にできるため、異物の混入率を低減できる。 ・片面収集距離が長くなる 	
分別収集のPR (普及・啓発)	地域の特徴にあったPR	年齢層、居住年数、住居特性	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢が若い世代の世帯に対するPRなどの配慮(昼間は在宅率が低い) ・居住年数が短く、地域での交流が少ないと分別の協力が少ないことから、地域全体で取り組む仕組みを確立する。 ・戸建住宅は保管場所があるが、集合住宅は保管するスペースが少ないため、保管場所などの工夫を説明。 	<ul style="list-style-type: none"> ・千葉市、札幌市等でのモデル事業 ・京都市
		PR方法	<ul style="list-style-type: none"> ・説明会の開催 ・生ごみリサイクルに係る施設見学会(見学会の参加により新たに15%の人が参加すると回答) ・環境管理システムの取得奨励(事業所) 	<ul style="list-style-type: none"> 札幌市等 千葉市 安曇野地区
	PR用の資料	パンフレット	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみ分別の品目の具体的な説明 ・図を用いたわかりやすい表現 	千葉市、札幌市、興部町等
		ビデオ、DVD	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみ問題を解決する対策の説明 ・分別収集による資源化の効果の説明 	千葉市
	環境対策	屋内での臭気対策	台所の臭気対策	<ul style="list-style-type: none"> ・保管場所(ベランダ、庭等) ・保管用のふたつきバケツの配布 ・茶がらやコーヒー滓などを入れて消臭 ・消臭製品の活用
収集ステーションでの対策		鳥獣被害(猫、カラス)対策	<ul style="list-style-type: none"> ・カラス等の被害を防止するためごみ集積場所にネットをかける。 ・ごみ排出コンテナにより鳥獣の侵入を防ぐ。 	千葉市
ごみ収集車での対策		ごみ収集車の改造(臭気対策)	<ul style="list-style-type: none"> ・テールゲート積み込み装置内部のホップードラムの改良 ・回転、押し込みの各プレート先端の改良 	札幌市

(7) 選別システム

可燃ごみとして収集したごみを機械選別によって選別する方式は、現在までのところ導入されているところはないと考えられる。実証実験レベルであるが、横須賀市において選別機を用いて可燃ごみからメタン発酵ごみに選別する実験が行われており、この時の施設内容を過年度調査結果から引用する（平成 19 年度廃棄物系バイオマス利活用検討調査、環境省）。

横須賀市において可燃ごみからメタン発酵への投入物に選別する手順は以下の通りである。

「まずコンベアによって破袋機を経て、粗選別機で剪定枝などの大きなごみを取り除いたのち、破碎機に送られ破碎される（破碎機は写真参照）。破碎されたごみは、コンベアによってトロンメル選別機に送られる。トロンメル選別機は、筒状の回転するスクリーンで、側面に穴が多数開いており、生ごみはこの穴から下に落ち、プラスチック（ごみ袋等）や紙ごみなどは下に落ちずに前面に送り出され、コンベアでごみ収集車に戻される。選別されたごみは、風力選別機で軽いごみ（細かい紙など）が飛ばされ、生ごみの比率がさらに高められる（元引用先は横須賀市ホームページより）」

メタン発酵投入物の選別は主としてトロンメル選別機によって行われており、側面の穴の大きさなどにより選別効果が異なると想定される。

横須賀市の実証実験は実機への導入が行われずに終了したが、現在建設中のメタン化施設において機械選別方式を取り入れる事業も見られ、その動向が注目される。

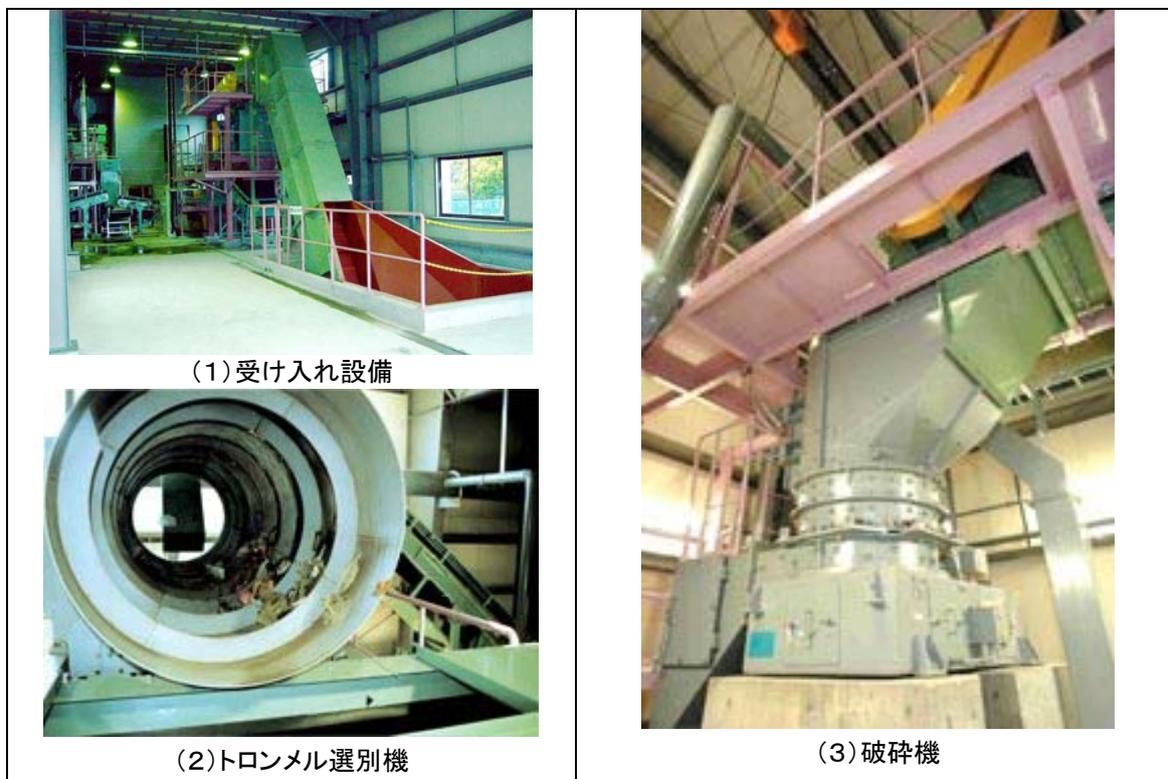


写真 3.1-1 横須賀市の可燃ごみのメタン発酵投入施設への前処理設備

3.2 雑紙について

3.2.1 全国的な雑紙収集の状況

(1) 雑紙回収の実施状況

財団法人古紙再生促進センターの平成 22 年度の調査（図 3.2-1）によると、全国の市区町村で雑紙を回収していないのは、無回答を含めても 30.5%であり、69.5%の市区町村では雑紙の回収を行っていると回答している。さらにこのうち 61.6%の市区町村では行政回収を行っている。

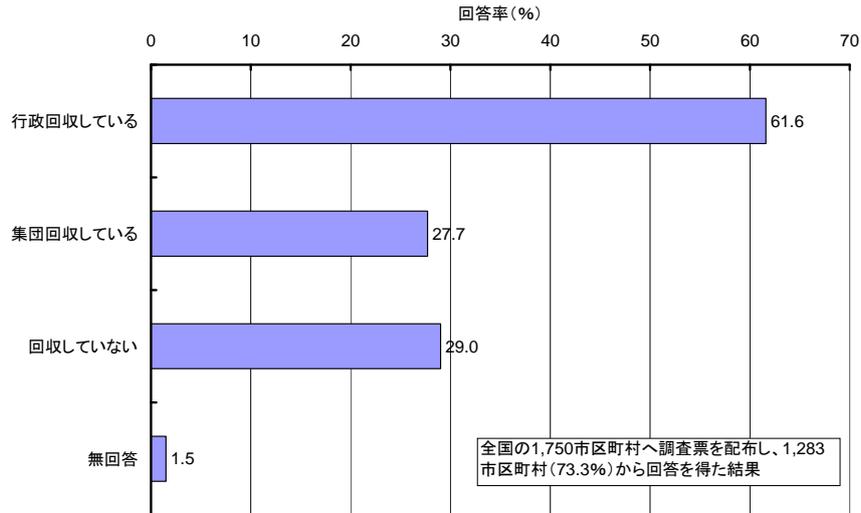


図 3.2-1 雑紙収集の実施状況

都市属性別に見ると、市・区での実施率が高いが、人口規模が大きくなると実施率が下がる傾向にあり、人口 10～20 万人規模の都市で最も実施率が高くなっている。

表 3.2-1 雑紙収集の実施状況

(単位: %)

属性	回答数	行政回収	集団回収	回収していない	無回答
全体	1,283	61.6	27.7	29.0	1.5
市区町村別					
市・区	642	68.5	40.5	19.8	1.1
町	533	54.8	16.1	38.3	1.3
村	108	53.7	9.3	38.0	4.6
人口規模別					
70万人以上	20	50.0	60.0	20.0	5.0
20万人以上	98	71.4	51.0	12.2	4.1
10万人以上	134	80.6	56.7	6.7	0.7
5万人以上	203	67.0	36.0	22.7	0.5
1万人以上	534	60.9	21.7	32.2	0.7
1万人未満	294	48.0	9.9	43.9	2.7

(2) 雑紙の回収方法

雑紙の行政回収を実施している自治体に、その回収方法を尋ねた結果は図 3.2-2 に示すとおりであり、「雑紙という区分で回収している」は 28.2%に留まり、「雑誌の中に混ぜて回収している」が 44.9%となっている。

雑紙という区分で回収している自治体は、アンケートに回答のあった自治体全体に対する比率に換算すると 17.4%に過ぎない。

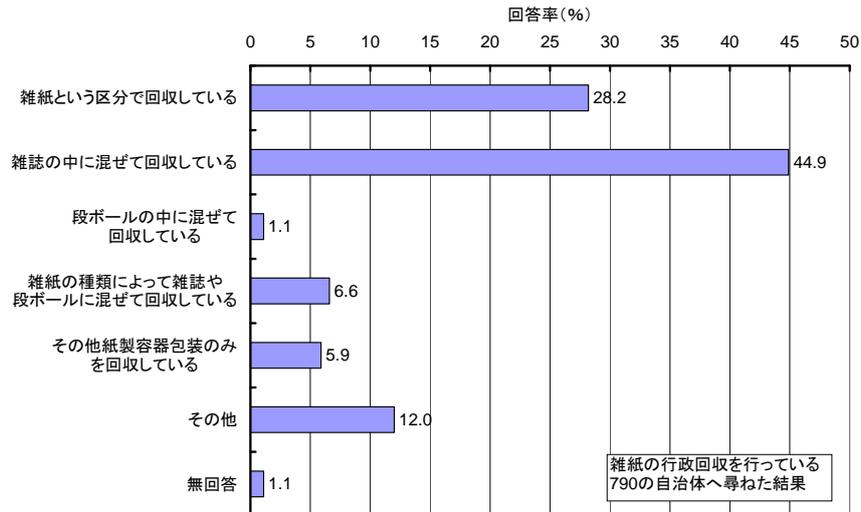


図 3.2-2 雑紙の回収方法

(3) 雑紙の回収量

行政回収を実施している自治体の雑紙の回収量は自治体によるばらつきが大きいですが、人口規模別に整理すると表 3.2-2 に示すとおりとなる。152 の自治体から回答があり、1 人 1 日あたりの回収量は多いところで 50~70g となっている。

なお、回答のあった自治体の全てが雑紙という分別区分を設けて回収しているとは限らない点に留意する必要がある。

表 3.2-2 1 人あたりの雑紙回収量

(単位:g/人・日)

区分	回答数	最大値	最小値	平均
合計	152	72.8	0.0	4.6
人口規模別				
70万人以上	2	38.0	2.3	7.3
20万人以上	8	27.1	1.2	3.8
10万人以上	21	57.4	0.2	5.6
5万人以上	21	33.3	0.1	4.7
1万人以上	71	72.8	0.0	4.1
1万人未満	29	61.6	0.0	4.9

(4) 回収後の雑紙の流通ルート

回収後の雑紙の流通ルートは次のとおりであり、回収は古紙業者、資源回収業者、一般廃棄物収集運搬業者と異なるものの、古紙業者を経由して製紙工場または輸出されている割合が75.4%となっている。

表 3.2-3 雑紙回収後の流通ルート

回答	割合(%)
古紙業者が回収し、製紙工場または輸出	19.4
一般廃棄物収集運搬業者が回収し、古紙業者を経て製紙工場または輸出	22.0
資源回収業者が回収し、古紙業者を経て製紙工場または輸出	23.4
一般廃棄物収集運搬業者が回収し、資源回収業者、古紙業者を経て製紙工場または輸出	10.6
その他	9.9
回収後の流通ルートを把握していない	10.6
無回答	4.1

回答数:790

その他の回答の大部分は回収者や経路が異なるものの、製紙工場への売却または輸出となっているが、特異なものとして次のルート等がある。

- シュレッダー紙は生ごみ堆肥の副資材。
- 可燃ごみと同様に回収し、固形燃料化へ。

(5) 雑紙の分別回収の課題

雑紙の分別回収を行っていく上での課題としては、住民への周知徹底が難しいこと、住民への説明がしにくいことの2つ(情報提供に関するもの)の回答率が50%を超えている。一方で、特に課題はないとしている自治体も11.1%ある。

表 3.2-4 雑紙分別回収の課題

回答	割合(%)
住民への周知徹底が難しく、依然、ごみとして排出されることが多い	56.3
どの紙が「雑紙」に該当するのかが分かりにくく、住民に説明しにくい	55.3
製紙原料以外のものが混入しやすいため、古紙としての品質が低い	18.1
郵便物の宛名など個人情報の記載の取扱いについて問合せが多い	6.4
「雑紙」として回収した後、雑誌等に混ざっている	3.0
その他	3.6
特に課題はない	11.1
無回答	6.3

回答数:1,283

その他としては、次のものなどがあげられている。

- 細かい紙を紙袋に入れて回収するため、異物が混入しやすい。
- 紙袋に入れてもらって回収しているが、家庭において紙袋の確保ができない。
- 雑紙の中に、段ボールや紙パックなどの混入が多い。

雑紙回収については、リサイクルのしやすさを考えると、雑誌の中に入れて回収するのではなく、雑紙として独立して回収するのが望ましいと考えられ、今後は住民への周知も含め、分別しての回収が効果的、効率的に行われる対策を検討する必要がある。

3.2.2 札幌市における雑紙回収事例調査

(1)概要

札幌市では、平成21年7月からの家庭ごみ有料化の実施と合わせ、雑紙の分別回収が開始された。当初は、新聞、雑誌、ダンボールといった主要古紙についても、その他の方法での排出（集団資源回収や回収拠点への持ち込み等）が困難な場合は雑紙としての排出を認めていたが、選別能力の低下や製紙原料としてのリサイクル率が6～7割にとどまる等の問題が発生した。

このため、平成23年4月より主要古紙については集団資源回収への排出や回収拠点への持ち込みとし、雑紙としての排出を禁止した。これにより雑紙の排出量は減少し、4月分について平成22年と平成23年を比較すると、雑紙は約33%減少した。組成調査との対比の結果、この減量分の大部分が主要古紙と判断され、雑紙への主要古紙混入の問題は大幅に改善された。

平成23年度の雑紙の収集頻度、収集対象等は次のとおりである。

【収集頻度】

- 2週に1回

【収集対象】

- 紙箱類、紙缶・紙カップ類、台紙類、カレンダー、レシート
- 包装紙類、紙袋類、はがき、手紙、封筒、写真
- トイレットペーパーの芯、シュレッダーなどで裁断した紙
- ※水ですすいでも汚れが落ちないものは「燃やせるごみ」として出す。
- ※新聞・雑誌・ダンボールは集団資源回収や回収拠点へ出す。やむを得ず市の収集に出す場合には、有料の指定ごみ袋に入れて「燃やせるごみ」として出すことができる。

【出し方】

- 透明または半透明の袋に入れ、収集日の朝にごみステーションへ出す。
- ※ダンボールや紙袋に入れて出してはいけない。」

(2) 収集量及び雑紙回収率

平成 21 年度（7 月以降）及び平成 22 年度の雑紙回収量及び雑紙回収率は表 3.2-5 に示すとおりである。1 人あたりの回収量は 1 日あたり 50g 程度であり、雑紙回収率（札幌市の収集区分に対して適性に排出された量の割合）は 70～76%となっている。

なお、雑紙 1t あたりの収集・処理原価は、平成 21 年度で収集 13,937 円、処理 23,729 円、合計 37,666 円となっており、家庭ごみ全体（45,512 円）及び燃やせるごみ（43,218 円）よりも小さくなっている。

表 3.2-5 雑紙回収量及び雑紙回収率

項目	平成21年度	平成22年度
回収量(t/年)	26,216	34,469
1人あたり回収量(g/人・日)	50.2	49.2
雑紙回収率	76%	70%

※平成21年度は7月から3月の9ヶ月間。

(3) リサイクル等

回収した雑紙は、中沼雑がみ選別センターや民間古紙問屋等で選別される。

具体的には、回収した雑紙から主要古紙（新聞、雑誌、ダンボール）や匂いの付いた紙類を取り除き、プレス加工して「雑がみ規格外品」を生成する。一方、新聞、雑誌、ダンボール及び紙パックについては、雑紙選別施設においてプレス加工し、「主要古紙」を生成する。なお、製紙原料として利用できない雑紙等については、これを固形燃料の原料としている。

また市では、雑紙選別施設においてプレス加工した「雑がみ規格外品」と「主要古紙」をそれぞれ一般競争入札にて売却している。平成 23 年度の売却価格について見ると、「雑がみ規格外品」が 14,710～17,430 円／トン、「主要古紙」が 5,775 円／トン（いずれも消費税込み）となっている。

(4) 住民意識

雑紙回収に関する市民意識を把握することを目的に、（株）ラルズの協力を得て、来店した市民を対象に面談調査を行った。

調査は、質問事項をまとめたアンケート用紙を用意し、対面式によるヒアリングにより行うこととした。調査場所は、以下の 2 箇所とした。

- ①スーパーアークス北 24 条店（北区北 24 条西 9 丁目 1-1）、3 月 26 日（月）
- ②ビッグハウスエクストラ（豊平区平岸 1 条 22 丁目 2-15）、3 月 27 日（火）

面談によるヒアリング項目は、雑紙の分別や、排出方法などに関する意識を把握するものとした。ヒアリング項目を表 3.2-6 に示す。

表 3.2-6 雑紙回収に関するアンケート項目

1. 回答者属性	①性別:男・女 ②年齢:20歳代・30歳代・40歳代・50歳代・60歳代・70歳以上 ③住居:戸建住宅・集合住宅 ④世帯人数: []人(回答者を含む)
2. リサイクルが可能である雑紙を知っていますか。	①知っている ②聞いたことがある ③知らない
3. 雑紙はどのように排出していますか。	①市の雑紙収集に出している ②燃えるごみに出している ③集団資源回収に出している ④他の回収ルートを利用している() ⑤その他()
4. 出し方を複数、選択された方に伺います。概ねどれくらいの割合ですか。	①市の収集() ②燃えるごみ() ③集団資源回収() ④他の回収ルート() ⑤その他()
5. 雑紙を「市の雑紙収集」に出すと回答された方に伺います。	①いつも出している ②ときどき出している ③たまに出している ④ほとんど出していない
6. たまに出している、ほとんど出していない、と回答された方及び「燃えるごみに出している」方に伺います。「市の雑紙収集」に出していない理由は?	①分別が面倒だから ②分別して保管する場所がないから ③収集場所に持っていくのが面倒だから ④回収の日時が限定的であるから ⑤忙しくて利用できない ⑥汚れたものをきれいにするのが面倒だ ⑦他の回収ルートを利用している() ⑧雑紙がリサイクルできるとは知らなかった ⑨市が雑紙を収集していることを知らなかった ⑩その他()
7. 雑紙を「集団資源回収」に出すと回答された方に伺います。どのような分別区分ですか?	①雑紙だけを分別して出している ②雑誌と一緒に出している ③新聞紙と一緒に出している ④その他()
8. 何故、「集団資源回収」を利用しているのですか?	①町内会、小学校等の収益に繋がるため ②市の雑紙収集に出すのが面倒だから ③家まで取りに来てくれるから ④その他()
9. 雑紙の回収・リサイクルを進めるためにはどのような方法がよいとお考えですか。	①いまのままでよい ②いまのままでよいが、もっと広報すべきだ ③いまの方法でよいが、収集回数を増やしてほしい ④いまの方法でよいが、近い場所で回収してほしい ⑤常設の回収拠点がほしい ⑥意識の啓発が必要だ ⑦その他()
10. 雑紙の分別収集は、分別の手間など市民の負担になっていることも考えられますが、これについてどう思われますか。	①負担しても分別収集を継続したほうがよい ②分別の手間等が大変なので、なくしたほうがよい ③その他()
11. その他、ご意見があればお聞かせください。	

①回答者属性

回答者属性は図 3.2-3 に示すとおりである。

性別は男性が約 27%、女性が約 73%であった。

年齢は、60代が約 30%で最も多く、次いで 20代が約 18%、70 以上が約 16%であった。

住居は集合住宅が若干多く、戸建住宅が約 42%、集合住宅が約 50%であった。

世帯人数は、2人が約 38%で最も多く、次いで 1人が約 22%、3人と 5人以上が約 11%であった。

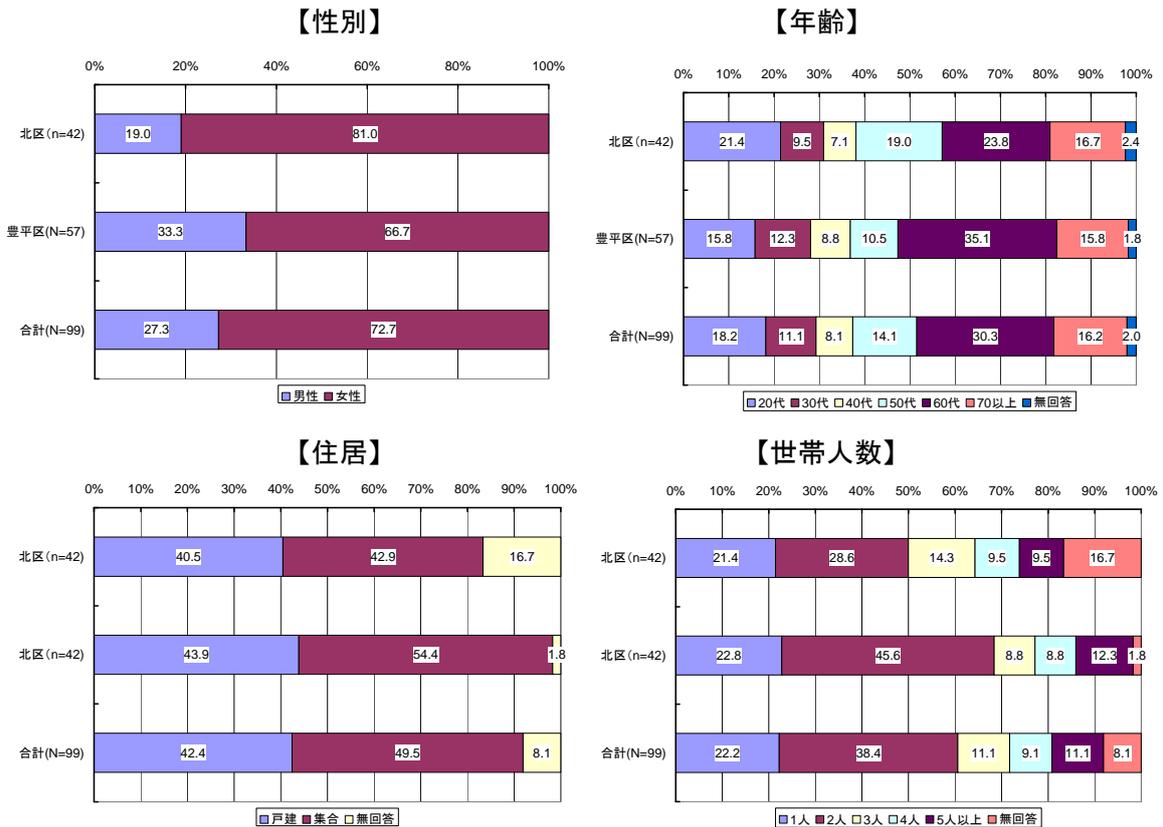


図 3.2-3 回答者属性

②雑紙がリサイクルできることへの認知度

雑紙がリサイクルできることへの認知度は図 3.2-4 に示すとおりで、「知っている」(約 88%)と「聞いたことがある」(約 5%)の合計で 90%以上を占めている。

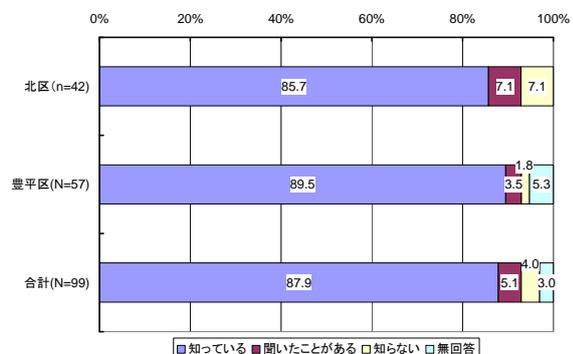


図 3.2-4 雑紙がリサイクルできることへの認知度

③雑紙の排出方法

雑紙の排出方法は図 3.2-5 に示すとおりである。

「市の雑紙収集に出している」が約 87%と大半を占めており、雑紙分別への協力率が非常に高いことがわかる。一方で「燃えるごみに出している」が約 7%となっている。

また、「市の雑紙収集」と「集団資源回収」を併用している方の排出頻度は、

「市の雑紙収集」が月に 1～2 回、「集団資源回収」が月に 1 回で、概ね、いずれかの収集がある時には出しているということであった。

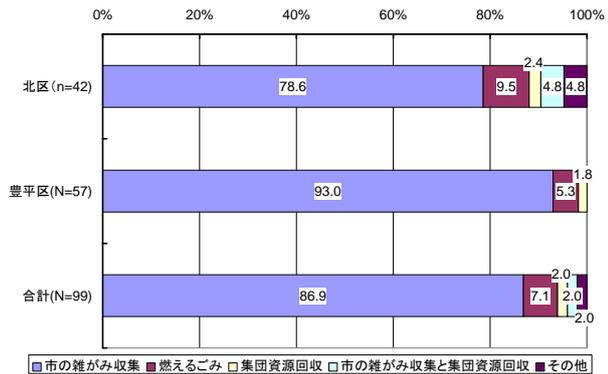


図 3.2-5 雑紙の排出方法

④市の雑紙収集に出す頻度

市の雑紙収集へ雑紙を出している人が、実際に排出する頻度は図 3.2-6 に示すとおりである。

「いつも出している」が約 82%と大半を占めており、「ときどき出している」の約 10%と合わせ、これらで 90%以上を占めている。一方で、「ほとんど出さない」という人もいる。



図 3.2-6 雑紙の排出頻度

⑤市の雑紙収集に出さない理由

雑紙を燃えるごみに出す、あるいは市の雑紙収集にあまり出していない理由は図 3.2-7 に示すとおりである。

「分別が面倒だから」が約 57%を占めており、「分別して保管する場所がないから」、「回収の日時が限定的であるから」、「忙しくて利用できない」がそれぞれ約 7% (1名) であった。

その他は「量がたまらない」が 2 名、「収集日が休日にあたり、朝は寝ていて出せない」が 1 名であった。

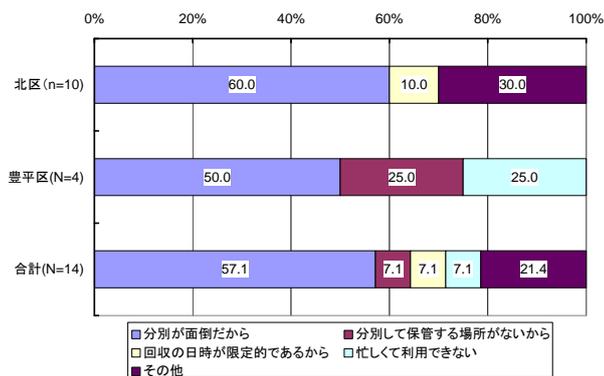


図 3.2-7 雑紙収集に出さない理由

⑥ 集団資源回収への出し方など

雑紙を集団資源回収へ出しているとの回答は、回答者全体の約 4%（4 名）であったが、その排出方法などは次のとおりである。

【集団資源回収で雑紙の分別区分】

「雑紙だけを分別」、「雑誌と一緒に」、「新聞紙と一緒に」がそれぞれ 1 名で、無回答も 1 名であった。

【集団資源回収を利用する理由】

「町内会、小学校等の収益に繋がるため」、「家まで取りに来てくれるから」がそれぞれ 2 名であった。

⑦ 雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法

雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法については図 3.2-8 に示すとおりである。

「いまのままでよい」が約 88%と大半を占めており、次いで「もっと広報すべき」が約 6%であった。

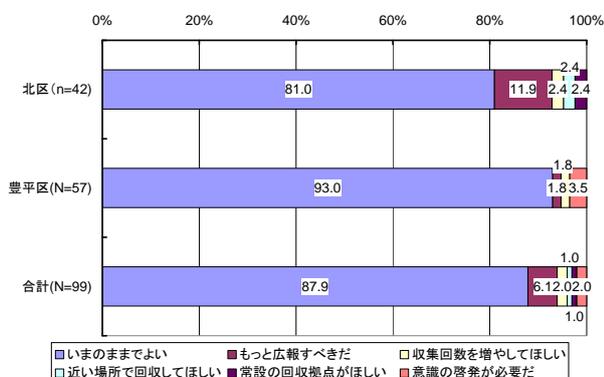


図 3.2-8 雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法

⑧ 雑紙の分別収集について

雑紙の分別収集についての意見は図 3.2-9 に示すとおりである。

雑紙の分別収集を継続した方が良いとの意見が最も多かったが約 58%で、約 41%の人はなくした方が良いとの回答であった。

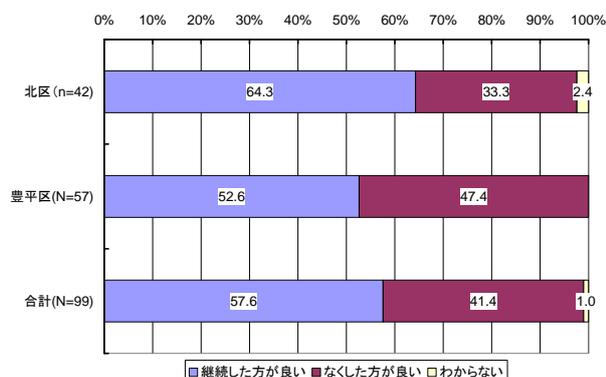


図 3.2-9 雑紙の分別収集について

【調査結果の考察】

雑紙のリサイクルについては認知度が非常に高く、90%近くの回答者は市の雑紙収集に出している。

雑紙の回収やリサイクルについては今のままでよいとする意見が大半を占める一方で、市の雑紙分別収集はなくした方が良いとの意見が 40%を超えている。

これらの結果から、雑紙のリサイクルを考えた場合には現状の収集方法で問題ないが、分別の手間などが負担になっていることを伺うことができる。

(5) 雑紙回収の課題等

札幌市の雑紙分別回収は、当初は、新聞、雑誌、ダンボールといった主要古紙についてもその他の方法での排出（集団資源回収や回収拠点への持ち込み等）が困難な場合は雑紙としての排出を認めていたため、これらの混入（平成 21 年度下期は約 4 割）による選別能力の低下が問題として発生した。このため、平成 23 年 4 月より主要古紙については雑紙としての排出を禁止し、これにより雑紙への主要古紙混入の問題は大幅に改善された。

この平成 23 年 4 月からの実施へ向け、平成 22 年 12 月から 23 年 3 月まで「雑がみ分別キャンペーン」を実施した。具体的には、20 歳のモデルを起用したポスターやフリーペーパー、テレビ CM などにより啓発を進めた。なお、主要古紙の回収拠点としては、地区リサイクルセンター、エコボックス、古紙回収協力店などの整備が進められた。

また、札幌市の雑紙分別回収は、主要古紙と汚れた紙以外は回収するという分かりやすさがある一方で、製紙原料としてリサイクルできない紙類も雑紙として収集することになる。この結果、製紙原料としてのリサイクル率が 6～7 割にとどまり、3～4 割は固形燃料の原料となっている。

一方、アンケート調査結果からは、約 4 割の人は分別の手間などから雑紙の分別回収をなくした方がいいとしている。札幌市の分別区分では、一般に古紙の禁忌品といわれる防水加工紙や感熱紙、感光紙、臭いのついた紙などでも、汚れたものでなければ雑紙として排出することが可能であり、分別の手間は他都市よりも小さいと考えられるものの、この手間をなくしたいと考えられている人も未だ多くいることがわかる。しかしながら、約 9 割以上の人は、雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法は、いまのままでよいとしている。これらのことから、雑紙に限らず、資源となるものを分別し、リサイクルしていくことの重要性やその効果などについての情報を様々なメディアを通じて提供し、十分に周知、啓発し、市民の分別意識をさらに高めていくことが重要と考えられる。

3.2.3 藤沢市における雑紙回収事例調査

(1) 概要

藤沢市では、資源ごみ収集ルートを設定し、市の指導、啓発のもとに定められた日、場所、容器に住民が資源物を排出し、廃品回収業者の協力を得てこれを回収する方式により資源物の収集を行っている。

雑紙については、平成 13 年 4 月より、包装紙、ポスター、カレンダー等を雑紙類として資源分別収集を開始した。

平成 23 年度時点の収集対象等は次のとおりである。

【収集場所】

- 資源集積場所

【収集頻度】

- 2 週に 1 回

【収集対象】

- ポスター、カレンダー、ダイレクトメール、封筒・葉書、ボール紙・厚紙・包装紙等
×回収できない紙類（レシート・感熱紙・金・銀・ロウ等表面処理してあるもの）は可燃ごみへ出す

【出し方】

- 紙以外の素材を取り除き、紙袋等に入れてひもで十文字にしばって出す。
- 紙袋がない場合には、ノートや封筒の間に挟むか大きめの紙に包んでひもでしばって出す。

なお、廃品回収業者による回収となるため、集団回収扱いであり、平成 24 年度からは回収量に応じて資源地域協力金が 1kg あたり 0.25 円交付される。なお、平成 23 年度までは協力金の交付はない。

(2) 収集量及び雑紙回収率

雑紙類の回収は平成 13 年度から開始されたが、回収量については、当初は本・雑誌類と区分されておらず、平成 19 年度からこれが区分された。

雑紙収集量は図 3.2-10 に示すとおりであり、平成 19 年度以降順調に増加しており、平成 22 年度には年間回収量が 4,295t、市民 1 人 1 日あたりの回収量が 28.7g となっている。

なお、平成 22 年度の雑紙収集量と可燃ごみの組成調査結果から、雑紙の回収率は約 61% となっている。

また、平成 22 年度の紙類（雑紙以外の紙類・紙パック・古布を含む）の種類別処理原価は 16,200 円/t（収集）であり、可燃ごみ（48,900 円/t、収集+焼却+処分）と比較して処理原価が約 1/3 となっている。

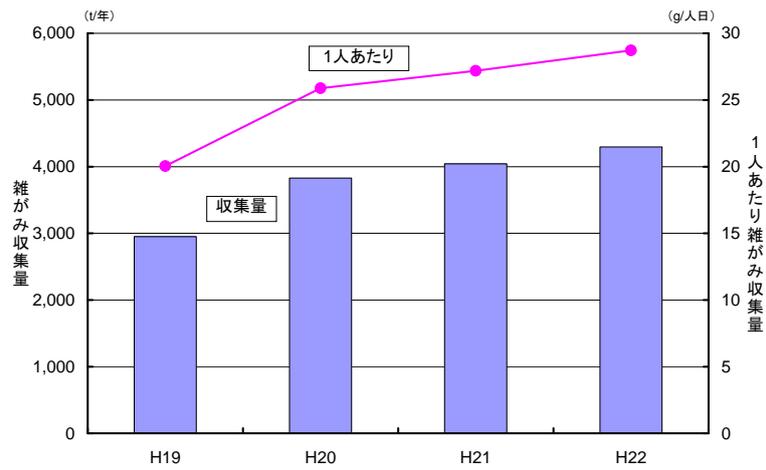


図 3.2-10 雑紙類回収量

3.2.4 神戸市における雑紙回収事例調査

神戸市においては、平成 14 年度から資源集団回収方式により雑紙回収を行っている。本調査では、神戸市の雑紙回収の実績を整理するとともに、市民への面談調査及び回収業者へのヒアリングを行うことにより、資源集団回収方式による雑紙回収の現状の把握を行った。

(1) 雑紙回収の概要

①神戸市における資源集団回収方式による雑紙回収の方法

神戸市では、燃えるごみ、燃えないごみ、缶・びん・ペットボトル、容器包装プラスチック及びカセットボンベ・スプレー缶については分別ステーション回収方式により回収を行い、雑紙(雑誌等の書籍類を含む、以下、同様)、新聞、ダンボール紙は、資源集団回収方式により回収を行っている。

神戸市における資源集団回収とは、地域住民団体が資源回収業者に直接、資源物を引き渡すものであり、地域住民団体が一定の要件(概ね 20 世帯以上等)を満たすと、申請により、神戸市資源集団回収活動助成制度に基づき、助成金が交付される。対象とされる資源物は、新聞、雑紙、段ボール、牛乳パック、古着・古布、アルミ缶、びん、その他であり、交付団体は、平成 22 年度で延べ 2,462 団体となっている。回収実績は平成 22 年度で 68,560 トン(121.6g/人・日)とされ、家庭から排出されるごみの 16%(平成 20 年度)に相当する。また、交付される助成金は、回収方式により異なり、拠点回収方式では古紙 3 品目(新聞、雑紙、ダンボール)で 2 円/kg、その他(牛乳パック、古着・古布等)で 3 円/kg、各戸回収方式では古紙 3 品目で 1 円/kg とされる。資源物の回収頻度は地域住民団体により異なるが、概ね 1 回/月から 2 回/月である。古紙回収は市内の古紙回収業者が行うが、連絡調整は回収業者により構成された業者団体である神戸市古紙リサイクルの会で行われている。

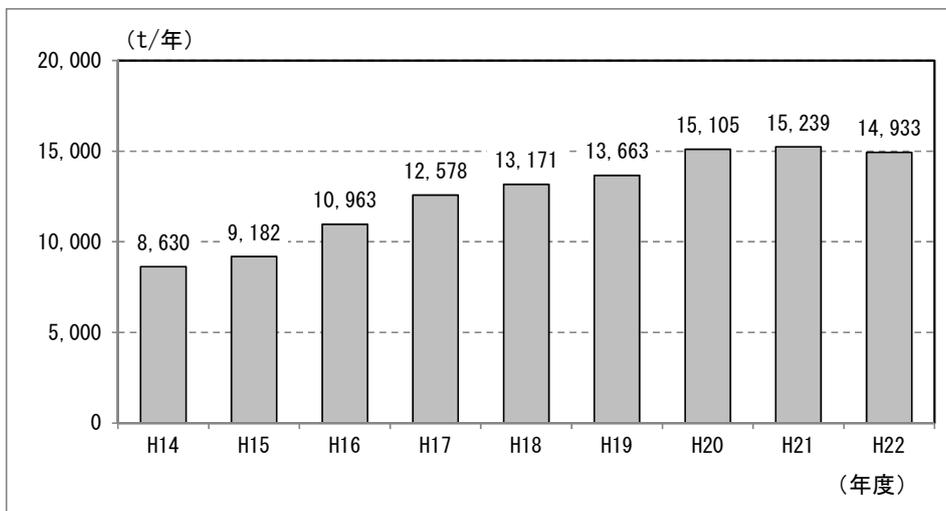
資源集団回収方式による雑紙の排出方法を表 3.2.7 に示す。また、雑紙リサイクルの啓発チラシを図 3.2.11 に示す。

神戸市における雑紙には、雑誌、古本等の書籍類が含まれている。また回収された雑紙は、再生紙原料として引き取られることから、いわゆる禁忌品の混入が禁止されている。また、回収における工夫として、雑紙は種類や大きさがさまざまであり、保管や取扱いが煩雑で面倒になる可能性があることから、家庭での雑紙の分別と保管に便利な「雑がみ保管袋」を作成し、資源集団回収実施団体等を通じて配布することにより雑紙の資源集団回収への排出を促す取り組みも実施されている。

② 雑紙回収量の実績

雑紙回収量の推移を図 3.2-12 に示す。

その推移をみると、平成 20 年度までは増加傾向にあったが、平成 20 年度以降は、概ね横ばいで推移している。なお、平成 19 年度から平成 20 年度の増加は、平成 20 年 4 月からの広報こうべやチラシなど各種広報媒体を利用した広報に加え、雑紙回収制度を記載したワケトブック(ごみ出しルールブック)の全戸配布などによる効果と考えられる。神戸市の平成 22 年 10 月行政人口を 1,544,200 人とすると排出原単位は、26.5g/人・日となる。なお、神戸市では雑誌も雑紙として回収しており、平成 23 年度の実績では、回収した雑紙のうち 47.7%を雑誌が占め、残る 52.3%を通常の雑紙が占めているため、雑紙のみの排出原単位は 13.9g/人日となる。

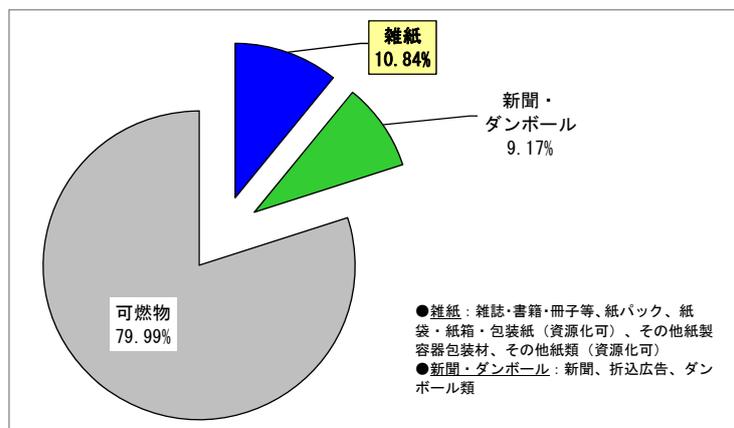


出典：神戸市資料

図 3.2-12 雑紙回収量の推移

③ 燃えるごみへの雑紙の混入

家庭系の燃えるごみの組成を図 3.2-13 に示す。組成調査は行政区ごとに行われていることから、組成は、行政区ごとの人口により加重平均値を求めた。その組成をみると、家庭系の燃えるごみの中に雑紙が約 11%、新聞・ダンボールが約 9%含まれている。



注) 表中の数値は、神戸市全域での割合（人口による加重平均）を示す。

出典：「平成 23 年度（全市版）家庭系一般廃棄物組成調査報告書」（神戸市環境局）

図 3.2-13 家庭系の燃えるごみの組成（平成 23 年度調査結果）

④雑紙の回収率

平成22年度における雑紙の資源化回収率(雑紙回収量÷(燃えるごみ中の雑紙混入量+雑紙回収量)×100)を表3.2-8に、新聞・ダンボールの回収率を表3.2-9に示す。雑紙の回収率は3割程度であり、新聞・ダンボールの回収率の概ね半分程度であった。

表 3.2-8 雑紙の資源化回収率

項目	数値	備考
①家庭系燃えるごみ排出量	274,584 t/年	平成22年度実績
②燃えるごみ中の雑紙混入率	10.84 %	(図3.2-13参照)
③燃えるごみ中の雑紙混入量	29,765 t/年	=①×②
④雑紙回収量	14,933 t/年	平成22年度実績
⑤雑紙回収率	33.4 %	=④÷(③+④)×100

表 3.2-9 新聞・ダンボールの資源化回収率

項目	数値	備考
①家庭系燃えるごみ排出量	274,584 千t/年	平成22年度実績
②燃えるごみ中の新聞等混入率	9.17 %	(図3.2-13参照)
③燃えるごみ中の新聞等混入量	25,179 t/年	=①×②
④新聞等回収量	51,665 t/年	平成22年度実績
⑤資源化回収率	67.2 %	=④÷(③+④)×100

※新聞等とは、新聞・ダンボールのことである。

(2) 市民への面談調査

①目的

資源集団回収方式による雑紙回収に対する市民の意識や協力度等を把握することを目的として市民への面談調査を行った。

②調査方法

調査は、神戸市内においてごみ組成調査が実施されている市内9つの行政区内の可燃ごみクリーンステーション(ごみ集積場)で、平成24年3月9日から3月27日まで実施した(表3.2-10)。

調査は、各クリーンステーションにおける燃えるごみ収集日に、クリーンステーションそばに調査員が待機し、可燃ごみを持ち込んできた市民10名程度に依頼し、予め準備した雑紙回収に関するアンケート調査票(表3.2-11)をもとに面談によるヒアリングを行った。調査は、午前6時から午前8時までとした。

なお、調査に先立ち、各区の環境局事業所に調査趣旨及び調査方法を通知し、調査に対する市民から問い合わせ等への対応を依頼した。

表 3.2-10 調査を行った可燃ごみクリーンステーションの所在地と調査実施日

行政区	クリーンステーションの所在地※	調査実施日
東灘区	森南町1丁目	3月13日(火)
灘区	摩耶海岸通2丁目	3月13日(火)
中央区	筒井町3丁目	3月12日(月)
兵庫区	湊川町8丁目	3月16日(金)
北区	上津台6丁目	3月9日(金)
長田区	前原町1丁目	3月16日(金)
須磨区	東落合1丁目	3月27日(火)
垂水区	坂上4丁目	3月20日(火)
西区	神出町東	3月20日(火)

※出典：「平成23年度(全市版)家庭系一般廃棄物組成調査報告書」(神戸市環境局)

表 3.2-11 雑紙回収に関するアンケート調査票

1. 回答者属性	①性別 : 男・女 ②年齢 : 20代・30代・40代 50代・60代・70代以上 ③住居 : 戸建住宅・集合住宅 ④世帯人数 : [] 人 (回答者を含む)
2. 雑紙がリサイクルできることを知っていますか。	①知っている ②聞いたことがある ③知らない
3. 雑紙はどのように排出していますか。	①燃えるごみに出している ②資源集団回収に出している ③他の回収ルートを利用している () ④その他 ()
雑紙を「資源集団回収」に出すと回答された方に伺います。資源集団回収の利用頻度を教えてください。	①いつも利用している ②ときどき利用している ③たまに利用している ④ほとんど利用しない
4. たまに利用している、ほとんど利用しない、と回答された方に伺います。その理由を教えてください。	①分別が面倒だから ②分別して保管する場所がないから ③資源集団回収場所の距離が遠いから ④回収の日時が限定的だから ⑤忙しくて利用できない ⑥汚れたものをきれいにするのが面倒だ ⑦他の回収ルートを利用している () ⑧その他 ()
5. 雑紙を「燃えるごみ」等に出すと回答された方に伺います。資源集団回収を利用しない理由を教えてください。	①雑紙がリサイクルできるとは知らなかった ②資源集団回収があることを知らなかった ③分別が面倒だから ④分別して保管する場所がないから ⑤資源集団回収場所の距離が遠いから ⑥回収の日時が限定的だから ⑦忙しくて利用できない ⑧汚れたものをきれいにするのが面倒だ ⑨燃やして電気にするほうがよい ⑩他の回収ルートを利用している () ⑪その他 ()
6. 雑紙の回収・リサイクルを進めるためにはどのような方法がよいとお考えですか。	①いまのままでよい ②いまのままでよいが、もっと広報すべきだ ③いまの方法でよいが、時間、日にちを増やしてほしい ④いまの方法でよいが、近い場所で回収してほしい ⑤雑紙の分別収集をしてほしい ⑥常設の回収拠点がほしい ⑦意識の啓発が必要だ ⑧その他 ()
7. もし、雑紙の分別収集を開始した場合、市民に負担がかかることになると考えられますが、これについてどう思われますか。	①負担しても分別収集を実施したほうがよい ②負担があるならば、いまのままでよい ③その他 ()
8. その他、ご意見があればお聞かせください。	

③調査結果

ア. 回答者属性

回答者の属性を図 3.2-14 に示す。

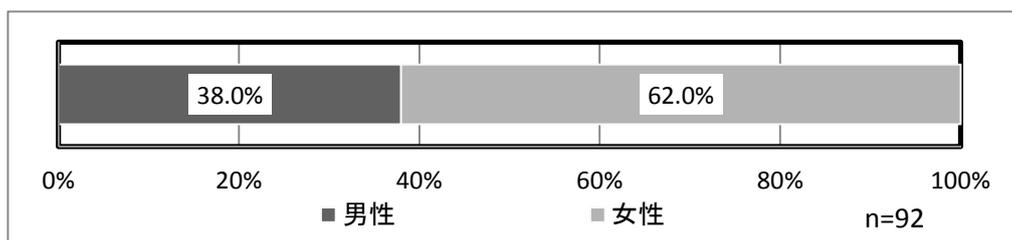
回答者の性別は、男性が約 38%、女性が約 62%であった。

回答者の年齢は、40代が約 24%と最も多く、次いで 60代が約 23%、50代が約 20%であった。

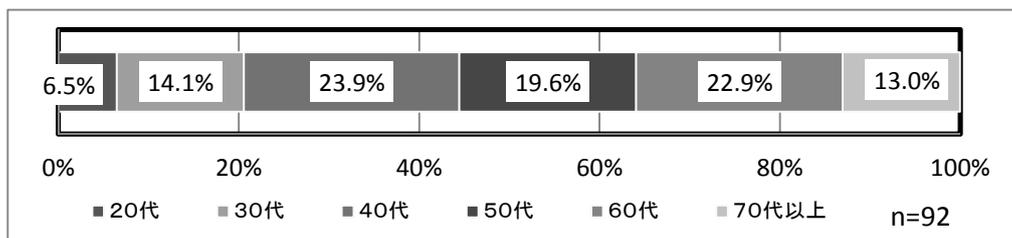
回答者の住居は、戸建住宅と集合住宅が概ね同程度の割合であった。

回答者の世帯人数は、3人が 26%と最も多く、次いで2人が約 24%、1人が約 20%であった。

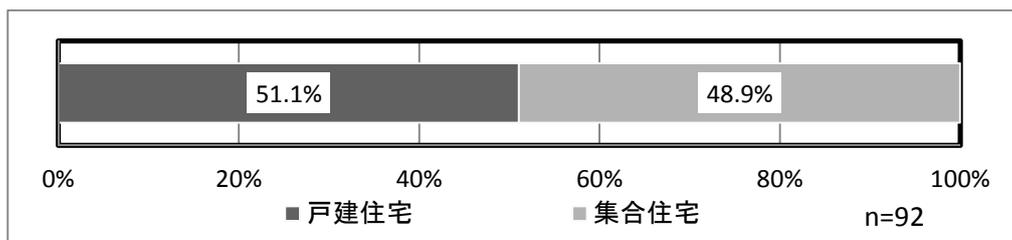
【性別】



【年齢】



【住居】



【世帯人数】

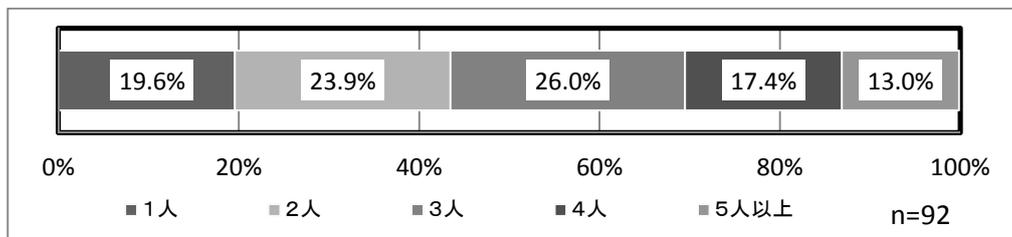
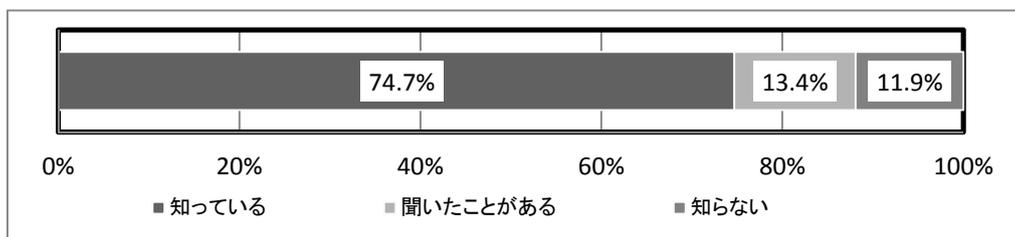


図 3.2-14 回答者属性

イ. 雑紙リサイクルの認知度合

雑紙リサイクルの認知度合を図 3.2-15 に示す。

その結果をみると、「知っている」(約 75%)と「聞いたことがある」(約 13%)の合計で概ね 9割を占めていた。



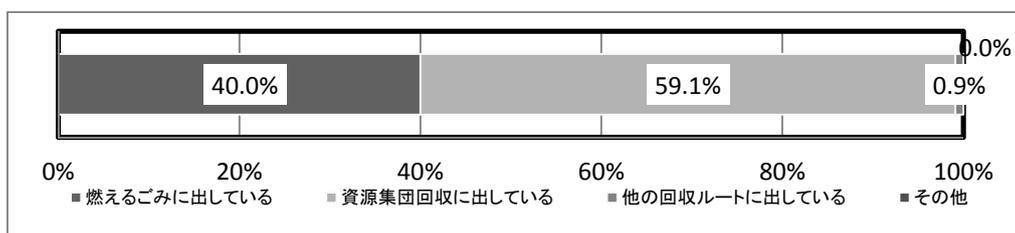
注) 表中の割合は、人口による加重平均値である。

図 3.2-15 雑紙リサイクルの認知度合

ウ. 雑紙の排出方法

雑紙の排出方法を図 3.2-16 に示す。

その結果をみると、「資源集団回収に出している」が約 59%と最も多かった。一方で、「燃えるごみに出している」が4割程度を占めているので、リサイクルに向けたさらなる啓発が必要と考えられる。



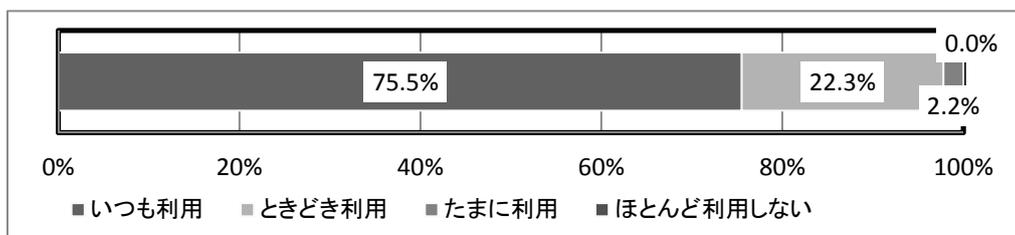
注) 表中の割合は、人口による加重平均値である。

図 3.2-16 雑紙の排出方法

エ. 雑紙を資源集団回収に出す頻度

雑紙を資源集団回収に出すと回答した市民の出す頻度を図 3.2-17 に示す。

その結果をみると、「いつも利用している」が約 76%で、「ときどき利用している」が約 22%であった。全体での「いつも利用している」市民の割合は、44.6%(59.1%×0.755)となる。



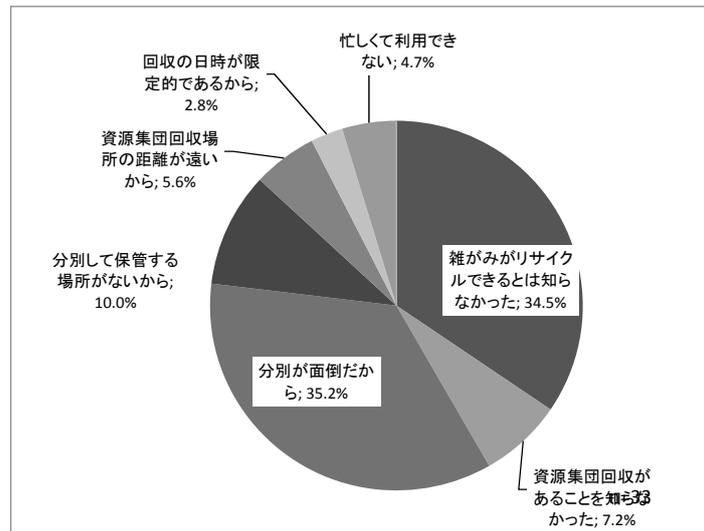
注) 表中の割合は、人口による加重平均値である。

図 3.2-17 雑紙を資源集団回収に出す頻度

オ. 資源集団回収に出さない理由

雑紙を資源集団回収に出さない理由を図 3.2-18 に示す。なお、この質問は、雑紙を燃えるごみに出すと回答した市民を対象としている。

その結果をみると、「分別が面倒だから」が 35.2%、「雑紙がリサイクルできるとは知らなかった」が 34.5%であった。一方、日時や場所といった制度上の課題を挙げる意見は8%であった。



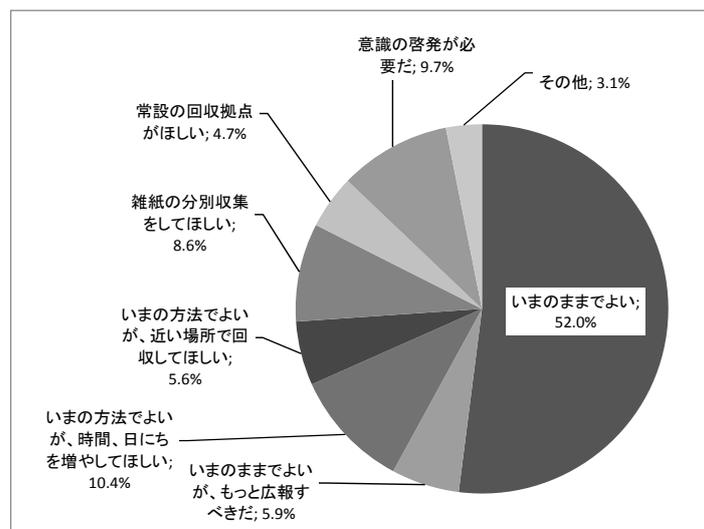
注) 表中の割合は、人口による加重平均値である。

図 3.2-18 資源集団回収に出さない理由

カ. 雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法

雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法を図 3.2-19 に示す。

その結果をみると、「いまのままでよい」が 52%と最も多いが、「意識の啓発(9.7%)」、「広報の徹底(5.9%)」、「場所の工夫(5.6%)」及び「日時の工夫(10.4%)」といった制度設計の工夫や運用上の工夫を指摘する意見が合計 31.6%となった。



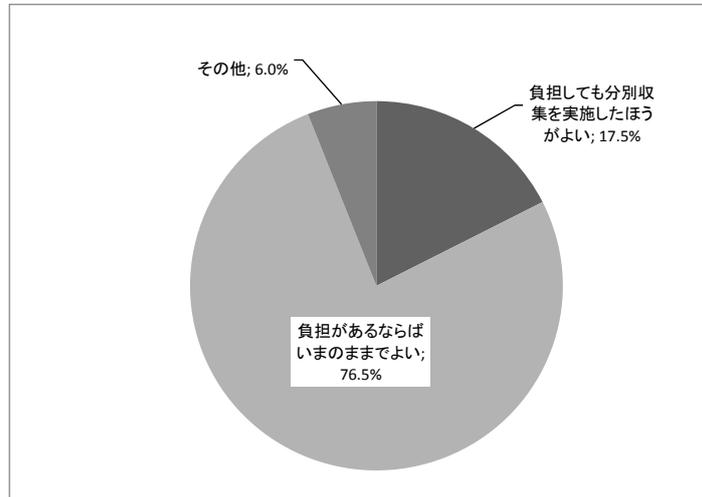
注) 表中の割合は、人口による加重平均値である。

図 3.2-19 雑紙の回収やリサイクルを進めるための方法

キ. 雑紙の分別収集導入に対する意見について

雑紙の分別収集導入に対する意見を図 3.2-20 に示す。

その結果をみると、「負担があるならば今のままでよい」が約 77%を占めていた。一方で、「負担しても分別収集を実施したほうがよい」との意見は約 18%であった。



注) 表中の割合は、人口による加重平均値である。

図 3.2-20 雑紙の分別収集導入に対する意見

ク. 自由意見

回答者からの自由意見を表 3.2-12 に示す。

表 3.2-12 回答者からの自由意見

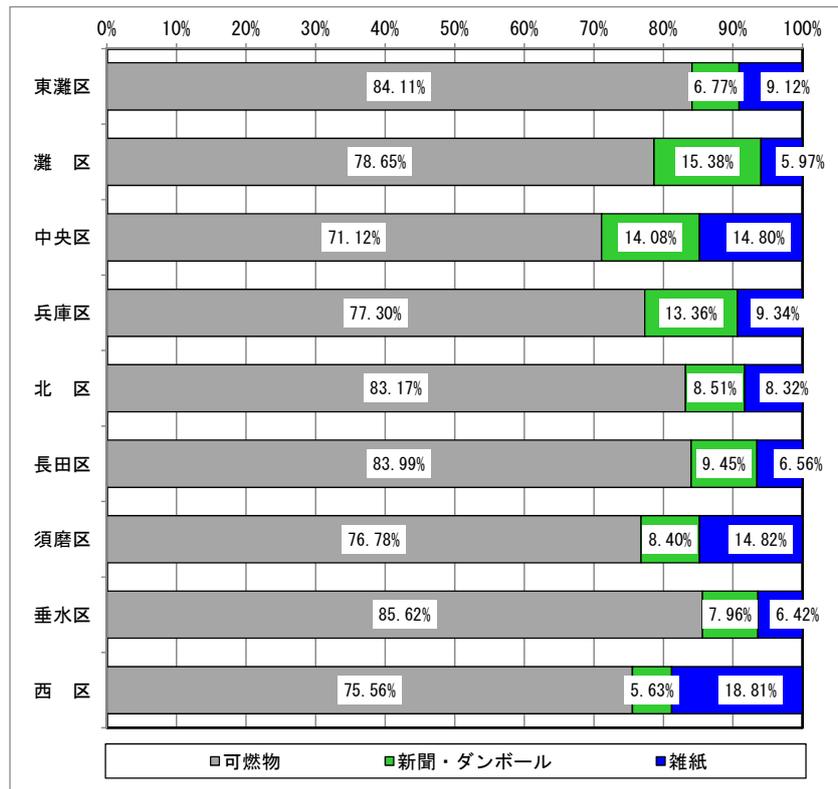
項目	意見
雑紙等の排出	<ul style="list-style-type: none"> ダンボールを燃えるごみに出す時に、指定袋に入れず、ひもでくくって出しても回収してほしい。(長田区) 雑紙の集団回収頻度を週 1 回にしてほしい。(長田区) 雑紙等を分別回収するときに紙袋で出さなくてもいいようにしてほしい。(北区)
ごみの排出	<ul style="list-style-type: none"> 以前に比べマナーが徹底していると思う。(垂水区) 古布収集が集団回収項目にない。月に 1 回でもいいので収集項目を設けてほしい。(東灘区) ステーションの利用時間(持ち込み可能時間帯)をもっと長くしてほしい。(東灘区)
その他	<ul style="list-style-type: none"> 現状でよい。とても便利。(東灘区) あまりごみが出ないので、このままでよい。(兵庫区) 前の集積場所が工事をしているため、ここまでくるのがしんどい。(垂水区)

④考察

ア. 各行政区の燃えるごみへの雑紙等の混入状況

神戸市が実施したごみ組成調査結果による各行政区の燃えるごみへの雑紙等の混入状況を図 3.2-21 に示す。

その結果をみると、新聞・ダンボールの混入割合は、灘区が 15.38%と最も多く、次いで中央区が 14.08%となっている。雑紙の混入割合は、西区が 18.81%と最も多く、次いで、須磨区が 14.82%となっている。



注) ●雑紙：雑誌・書籍・冊子等、紙パック、紙袋・紙箱・包装紙（資源化可）、その他紙製容器包装材料、その他紙類（資源化可） ●新聞・ダンボール：ダンボール箱、新聞、折込広告
 出典：「平成 23 年度（全市版）家庭系一般廃棄物組成調査報告書」（神戸市環境局）

図 3.2-21 行政区ごとの燃えるごみへの雑紙等の混入状況

イ. 雑紙等の混入状況と面談調査結果との比較

神戸市が実施したごみ組成調査における雑紙等の混入状況と本調査で実施した面談調査結果を用いて、行政区ごとの雑紙等の排出状況を比較した。その結果を表 3.2-13、結果ごとの関連を図 3.2-22 及び図 3.2-23 に示す。

これらによると、雑紙を資源集団回収に出す割合と、雑紙が燃えるごみに混入する割合及び雑紙がリサイクルできていることを知っている割合には、関連があることが伺えると考えられた。すなわち、雑紙リサイクルの周知度合と集団回収利用度合は比例関係にあり、周知の徹底が更なる集団回収の利用促進につながる可能性があるものと考えられる。また、雑紙が燃えるごみに混入する割合と集団回収利用度合は反比例関係にあり、雑紙リサイクルが燃える

ごみの減量化に効果的であることが示唆された。

表 3.2-13 雑紙等の混入状況と面談調査結果との比較

行政区	雑紙等割合※ ¹ (%)	雑紙がリサイクル できることを知っ ている※ ² (%)	雑紙を資源集団回 収に出す※ ³ (%)
東灘区	15.89	100.00	100.00
灘区	21.35	80.00	30.00
中央区	28.88	40.00	10.00
兵庫区	22.70	66.70	55.60
北区	16.83	90.00	90.00
長田区	16.01	63.60	45.50
須磨区	23.22	80.00	60.00
垂水区	14.38	100.00	100.00
西区	24.44	45.50	9.10

※¹ 燃えるごみ中の雑紙及び新聞・雑誌・段ボール等を除いた可燃物の割合 資料：平成23年度
(全市版)

[家庭系一般廃棄物組成調査報告書、神戸市環境局]

※² 雑紙がリサイクルできることを知っている割合 [資料：面談調査結果]

※³ 雑紙を資源集団回収に出している割合 [資料：面談調査結果]

【参考】集合住宅：東灘区、灘区、須磨区

戸建住宅：中央区、兵庫区、北区、長田区、垂水区、西区

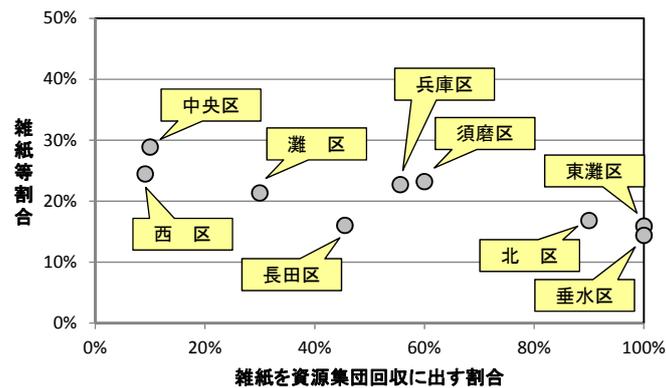


図 3.2-22 「雑紙等割合」と「雑紙を資源集団回収に出す割合」の関連

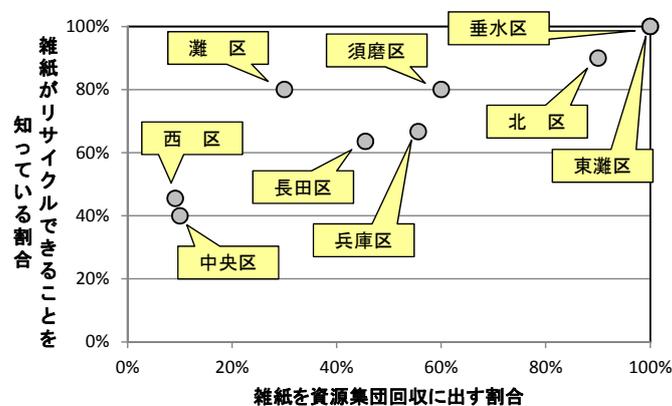


図 3.2-23 「雑紙がリサイクルできることを知っている割合」と「雑紙を資源集団回収に出す割合」の関連

(3) 回収業者へのヒアリング調査

①目的

雑紙のリサイクル動向及び資源集団回収方式による雑紙回収に関する現状・課題を把握することを目的として回収業者へのヒアリング調査を行った。

②調査方法

ヒアリング調査は、平成 24 年3月に、平成 23 年度における神戸市古紙リサイクルの会の代表企業に対して電話にて行った。ヒアリング内容は、雑紙のリサイクル動向、分別状況、雑紙リサイクル推進に際しての課題とした。

③調査結果

ア. 雑紙リサイクル動向について

- ・雑紙には禁忌品が多く含まれるため、雑紙を再生紙原料として取り扱くと回収後の選別や再生工程での品質管理が困難であったことから、以前は回収対象とはされていなかった。
- ・一方で、新聞雑誌類に雑紙が混入することを回避する意味で、雑紙の分別回収が必要とされ、近年は分別の徹底により、雑紙の再生紙原料化が可能な程度の純度が得られるようになってきており、回収は全国的に行われている。
- ・古紙類の量は、メディアの電子化等に伴う新聞や雑誌の発行部数の減少などにより全国的には減少傾向にある。ただし、雑誌等を含まない雑紙については、新たに回収を始める都市もあり、増加傾向にある。

イ. 分別状況について

- ・神戸市では雑紙に雑誌、古本を含めている。回収される雑紙の多くは雑誌類であり、雑紙に雑誌類が混ざるといふより、雑誌類に雑紙が混入する状態と考えている。
- ・分別の協力度という意味では、雑紙には、禁忌品がかなり混ざっている。しかし、雑誌類が相対的に多いので、製紙工場としては、かろうじて、そのまま受け入れることができている。
- ・雑紙はサイズ等が多様で保管が難しい。このため、神戸市では雑紙用の保管容器を配布している。業界においても財団法人古紙再生促進センターで同様の保管容器を配布している。
- ・関東地域では、純粋に雑紙のみの分別回収が浸透しつつあるが、関西地域では、厳密な分別は浸透していない。

ウ. 課題

- ・分別の精度を向上させることが必要と考えられる。

(4)まとめ及び今後の課題

神戸市で実施されている資源集団回収方式による雑紙回収の現状を調査したところ、つぎのことが分かった。

神戸市では、雑誌類を含む雑紙について、資源集団回収方式により回収を行っている。平成22年度における回収量は、14,933トン(26.5g/人・日)であり、回収量は横ばい傾向となっている。なお、集団回収は町内会等が実施しており、神戸市から回収団体に対して1～3円/kgの助成金が交付されている。

雑紙は新聞や雑誌と異なり、プラスチックとの複合素材などの禁忌品の混入が多いことから再生紙原料としての取り扱いが困難とされてきたが、近年は、新聞紙等との混合排出を回避する意味も含めて分別排出の必要性が認識され始めている。このため、雑紙の回収は全国的には普及しつつある。

市民への面談調査結果から、資源集団回収方式による雑紙リサイクルの周知度は70%以上と高く、様々な媒体を用いた広報、啓発が効果的であったものと推察される。しかしながら、雑紙の資源集団回収を常に利用している市民は44.6%であり、周知度に比べると低く、「分別が面倒である」とする意見が35%を占めた。また、神戸市が実施したごみ組成調査結果では、雑紙の回収率(33.4%)は新聞・ダンボールの回収率(67.2%)の半分程度であり、新聞・ダンボールに比べると多様な形状や大きさを持つ雑紙の分別保管は「面倒である」と考えられているものと推察される。これらから、知識から行動へ移す動機づけが必要であるとともに、多様な大きさを持つ雑紙を家庭内で容易に分別保管するための工夫を周知することが必要と考えられた。

雑紙を資源集団回収へ出すと回答した割合と雑紙リサイクル制度を知っている割合の相関をみると、両者は比例関係にあったが、リサイクル制度を知っていても制度を利用していない市民の割合には、地域差があった。また、雑紙を資源集団回収へ出すと回答した割合と燃えるごみへの雑紙混入割合の相関をみると、逆比例の関係にあり、雑紙の分別回収がごみの減量化に効果があることがわかった。しかし、資源集団回収の利用率が高い地域でも、燃えるごみ中の雑紙混入率は10%以上であり、さらに分別保管の工夫が必要であると考えられた。

雑紙リサイクルを促進するための今後の課題としては、分別協力度を高めることであり、このため、分別・保管の容易性を確保するための工夫について周知を図ることが必要と考えられる。また、雑紙については禁忌品混入の回避が困難であることが考えられたことから、雑紙の更なる資源化を進めるためには、禁忌品規制の厳しい再生紙原料化に替わる、禁忌品規制の緩やかな再資源化手法の適用が必要と考えられた。

3.2.5 雑紙回収率の向上について

札幌市、藤沢市、神戸市は、それぞれ雑紙の分別回収あるいは資源集団回収を実施しているものの、対象物等に違いがあり、回収量や雑紙回収率も異なっている。これらを比較した結果を表 3.2-14 に示す。

表 3.2-14 雑紙回収量、対象物等の比較

項目	札幌市	藤沢市	神戸市
1人あたり回収量(g/人・日)	49.2	28.7	13.9
雑紙回収率(%)	70.0	61.3	33.4
排出方法	透明、半透明の袋に入れる	紙袋に入れるかひもで縛るか、包装紙などに包む	ひもで十字にくる
回収対象の有無			
雑誌	×	×	○
パンフレット、カタログ、ポスター	○	○	○
カレンダー	○	○	○
教科書、古本、辞典	×	×	○
ノート、スケッチブック	○	○	○
学校からのプリント	○	○	○
折り紙、半紙、画用紙	○	○	○
紙製ファイル	○	○	○
コピー用紙、メモ用紙	○	○	○
封筒、葉書、ダイレクトメール	○	○	○
祝儀袋、ポチ袋	○	○	○
紙箱、包装紙	○	○	○
ティッシュペーパーの箱	○	○	○
たばこのカートン箱	○	○	○
紙芯	○	○	○
卵の紙パック	○	○	○
ワイシャツ等の台紙	○	○	○
紙製の洋服タグ	○	○	○
紙袋	○	○	○
シュレッダー紙	○	○	○
紙コップ(きれいなもの)	○	×	×
油のついた紙	×	×	×
シール	×	×	×
防水加工紙	○	×	×
カーボン紙	○	×	×
裏カーボン紙	○	×	×
ノーカーボン紙	○	×	×
感熱紙	○	×	×
写真	○	×	×
ビニールコーティング紙	○	×	×
合成紙(点字の本など)	○	×	×
食品などが付いて汚れた紙	×	×	×
アイロンプリントの紙	○	×	×

※神戸市の1人あたり回収量は雑誌分を除いたもの。

札幌市は主要古紙を除き、汚れていない紙類は雑紙として回収対象としているのに対し、藤沢市及び神戸市は、一般に古紙の禁忌品といわれるものは回収対象としていない。そのことが、1人あたりの回収量及び雑紙回収率に現れていると考えられる。

1人あたり回収量を見ると、札幌市の49gに対して、藤沢市と神戸市は14～29gで量的に札幌市の28～58%の量となっている。また雑紙回収率は札幌市の70%に対し、33～61%とやはり低くなっている。

1人あたり回収量に関しては、表3.2-14に示すように札幌市の回収対象が広いため大きな値となっているが、雑紙回収率を札幌市並みの70%とそろえた場合、藤沢市は32.8g、神戸市は29.1gとなり（雑紙回収率の比例計算）、札幌市との比率は藤沢市67%、神戸市59%程度となり、この差が回収対象の違いによる1人当たり回収量の差となっていると考えられる。札幌市で回収している雑紙の7割程度が製紙原料に、3割程度が固形燃料の原料になっていることを踏まえると、このような割合になることが妥当と考えられる。

雑紙回収率については、分別方法のわかりやすい札幌市で高く、分別の際に判断を要する藤沢市、神戸市で若干低くなっている。藤沢市と神戸市の違いは、神戸市はあくまでも資源集団回収であり、地域団体が中心となって収集しているのに対し、藤沢市は廃品回収業者による集団回収ではあっても、市による定期収集のため、市全域が回収対象となっていることによるものと考えられる。

これらの結果及び各市の取組等を踏まえると、雑紙の回収量、雑紙回収率を向上していくためには、次の方策が有効と考えられる。

- ①雑紙回収を実施するにあたっては、市による回収、資源集団回収等の方法を問わず、市町村等の全域を対象とすることが必要である。そのため、資源集団回収による場合は、市町村の全域を対象とできるよう、回収業者との調整を行うことも必要と考えられる。
- ②同様に、2週に1度（隔週○曜日）あるいは週に1度（毎週○曜日）等の定期的な回収を行うことが必要である。
- ③回収対象とする雑紙をわかりやすく示すことが必要である。札幌市のように主要古紙を除き、汚れていない紙以外は雑紙で回収するというわかりやすさは、回収量を多くすることに繋がるが、製紙原料として利用できる分を選別する手間が発生することになる。選別施設や固形燃料化施設を有する場合にはこの方法が可能となるが、製紙原料のみを雑紙として回収するためには、神戸市で実施しているように、雑紙の種類や出し方を印刷した雑紙保管袋の配布が有効と考えられる。
- ④住民への周知、協力を呼びかけるには、様々なメディアを通じた広報が必要である。市町村の広報やホームページでの情報提供に留まらず、テレビCMやフリーペーパーなどの活用、ごみ分別辞典やごみ出しルールブックの全戸配布などが有効と考えられる。

※1 雑誌混入率：神戸市では雑誌も雑紙として回収している。平成23年度の実績では、回収した雑紙のうち52.3%を雑誌が占め、残る47.7%を通常の雑紙が占めている。

第4章 バイオマス利活用技術の整理

4.1 廃棄物系バイオマス資源化技術

4.1.1 調査方針

今年度調査の対象となる廃棄物系バイオマスは紙・食品廃棄物である。この2品目を資源化する技術で実用化されているもしくは実用段階にある技術としては、昨年度調査から、堆肥化、飼料化、炭化・乾燥・RDF化、メタン化、BDF、エタノール、バイオプラスチックが挙げられる。昨年度は、先進事例として特徴的でかつ詳しいデータが取得できる施設を抽出して、コストデータ等を取得している。平成22年度調査を行った施設は、堆肥化：6施設、飼料化：4施設、炭化・乾燥・RDF化：4施設、メタン化：18施設、BDF：1施設、エタノール：2施設、バイオプラスチック：1施設である。

今年度は、アンケート調査によりコストデータに加えてCO₂排出量を評価できるデータを入手し、各資源化方式についてコストパフォーマンスやCO₂排出量を考察し、その特徴について一元的に整理する。

4.1.2 調査の概要

(1) アンケート調査

昨年度調査を行った施設を調査対象として、郵送によるアンケート調査を行い、必要となるデータを入手した。また、不明事項については、適宜電話等によるヒアリングを行った。調査項目の概要を表4.1-1に、アンケート調査への回答状況を表4.1-2に示す。

表 4.1-1 アンケート調査項目の概要

1. 回答者情報	施設名称	
	連絡先	
2. 経済性に関する事項	建設費	
	ランニングコスト	運転費（光熱費、薬品費、資源化物等の処理費）
		補修費
		人件費（運転管理要員）
事業収入（売電、資源化物の売却等による）		
3. 稼働実績	年間運転日数	
	1日の稼働時間	
	バイオマス種類別の処理実績	
	資源化物発生量	
	排水発生量	
4. 資源化物の利用状況	資源化物の生成量	
	利用用途別の資源化物利用量	

5. エネルギー収支	電力	電力消費量
		発電量（系内消費量、売電量）
	熱	熱消費量
		熱回収量（系内消費量、外部供給量）
燃料消費量		

表 4.1-2 アンケート調査回答状況

資源化方式	送付数	回答数
堆肥化	6 施設	4 施設
飼料化	4 施設	0 施設 (1 施設文献補完)
炭化・乾燥・RDF	3 施設	2 施設
メタン化	18 施設	15 施設
BDF	1 施設	1 施設
エタノール	2 施設	1 施設
バイオプラスチック	1 施設	0 施設

(2) CO₂ 排出量の算出

アンケート調査により入手した、施設における電力、熱、燃料（灯油、軽油、A 重油、ガソリン、LPG、都市ガス等）の消費量及び排水発生量に CO₂ 排出係数を乗じて、CO₂ 排出量を算出した。CO₂ 排出係数の設定値を表 4.1-3 に示す。メタン化において発生した発酵廃液を液肥として有効利用する場合等には、その分量を排水発生量から差し引いている。

表 4.1-3 CO₂ 排出係数の設定値

項目		CO ₂ 排出係数
電力		(代替値) 0.559[kg-CO ₂ /kwh]
熱（産業用蒸気）		0.060[t-CO ₂ /GJ]
燃料	灯油	2.49[t-CO ₂ /kl]
	軽油	2.58[t-CO ₂ /kl]
	A 重油	2.71[t-CO ₂ /kl]
	ガソリン	2.32[t-CO ₂ /kl]
	LPG	3.00[t-CO ₂ /t]
	都市ガス	2.23[t-CO ₂ /1,000Nm ³]
下水等及び雑排水の処理 (終末処理場)		0.00000088[t-CH ₄ /m ³] 0.00000016[t-N ₂ O/m ³]

また、資源化物の有効利用に伴う CO₂ 排出削減の考え方について表 4.1-4 に示す。資源化物をそれぞれの利用用途で有効利用した場合、表記代替物の消費が削減され、それらが消費された場合に相当する CO₂ の排出が削減されるとした。

表 4.1-4 資源化物の有効利用に伴う CO₂ 排出削減の考え方

資源化方式	資源化物	利用用途	代替物
堆肥化	堆肥	販売・配布	化学肥料
飼料化	—	—	—
炭化・乾燥・RDF	炭化物	燃料利用	A 重油
メタン化	バイオガス	バイオガス発電	電力
			熱
		バイオガス供給（導管注入含む）	都市ガス
	発酵残渣	肥料利用	化学肥料
	発酵廃液	液肥利用	化学肥料
BDF	BDF	車両燃料利用	軽油
	グリセリン	燃料利用	A 重油
エタノール	エタノール	車両燃料利用	ガソリン
	回収油	燃料利用	A 重油

資源化物による化学肥料の代替に関しては、堆肥や液肥の窒素含有率を 2%、土壌への窒素残存率を 87.5%、窒素の肥効率を 50.0%と設定し、相当量の化学肥料製造時の CO₂ 排出量 (2.01 kg-CO₂/kg-N : 小林久 : Resources & Environment 地域農業・農村地域と LCA 的思考 -環境保全型農業への LCA 適用の試み、0.176 g-N₂O/kg-N : K. J. Kramer, H. C. Moll, S. Nonhebel: Total greenhouse gas emissions related to the Dutch crop production system. Agriculture, Ecosystems and Environment Vol.72, No.1 pp.9-16 (1999)) が削減されるとした。

資源化物の燃料利用及び車両燃料利用に関しては、資源化物の発熱量の総量 (=有効利用量×資源化物発熱量) に相当する代替物の消費が削減されるとした。各物質の発熱量の設定値を表 4.1-5 に示す。

資源化物を有効利用せずに焼却処理する場合、資源化物は生物由来の再生可能な有機性資源であるため、その焼却に伴い発生する CO₂ は大気中の CO₂ 量を増加させないため、カウントしていない。

表 4.1-5 発熱量の設定値

項目	発熱量	出典
軽油	37.7[GJ/kl]	環境省・経済産業省、温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル
A 重油	39.1[GJ/kl]	
ガソリン	34.6[GJ/kl]	
都市ガス	44.8[GJ/1,000Nm ³]	
炭化物	2.961[GJ/t]	アンケート調査結果
バイオガス (CH ₄)	3.59[GJ/1,000Nm ³]	工業炉ハンドブック
BDF	37.7[GJ/t]	池上詢：バイオディーゼル・ハンドブック、日報出版
グリセリン	16.0[GJ/t]	化学便覧（丸善）
エタノール	21.2[GJ/t]	アルコール協会他：セルロース系バイオマスを原料とする新規なエタノール醗酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発 平成 15 年度成果報告書（平成 16 年 3 月）
回収油	39.1[GJ/kl]	A 重油と同等と仮定

4.1.3 調査結果

(1) 堆肥化施設

堆肥化施設 4 施設の調査結果について記述する。家庭系生ごみは全ての施設で処理対象としており、事業系生ごみは 2 施設で、紙・木質は 1 施設で処理対象としていた。また、畜産糞尿、農業系、戻し堆肥を併せて処理している事例も見られた。

堆肥化施設の建設費は 19,201～51,546[千円/(t/日)]であり、スケールアップが認められた。廃棄物の処理費用は 9,724～94,592[円/t]であり、施設ごとの差が大きかった。含水率が高い畜産糞尿の処理量が多い C 施設の事例において、最も安価となった。また、C 施設の事例においては、堆肥の販売・配布量が多いことも関係していると考えられる。

CO₂ 排出量は 15～78[kg-CO₂/t]であり、廃棄物の処理量が多い施設ほど、少なくなっていた。

施設ごとの調査結果を以下に示す。

① 堆肥化 A 施設

処理能力	20[t/日]
処理方式	横型（箱型）スクープ式攪拌方式
データ年度	平成 22 年度

施設の経済性に関する事項	建設費	472,770[千円] 23,639[千円／(t／日)]			
	ランニングコスト	運転費：2,091[千円／年] 補修費：10,080[千円／年] 人件費：39,375[千円／年] (8人) 合計：51,546[千円／年]			
	事業収入	5,015[千円／年]			
	処理費用	78,049[千円／年] 19,355[円／t] *耐用年数を15年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	
		その他			
処理実績	家庭系生ごみ：12.30[t／日] 事業系生ごみ：0.75[t／日]				
資源化物の利用状況		堆肥：1.47[t／日] 350[円／15kg (40L)]で販売			
CO ₂ 排出量		191[kg-CO ₂ ／日] 15[kg-CO ₂ ／t]			

②堆肥化B施設

処理能力		10[t／日]			
処理方式		高速堆肥化システム（横型パドル式発酵槽）			
データ年度		平成22年度			
施設の経済性に関する事項	建設費	385,220[千円] 38,522[千円／(t／日)]			
	ランニングコスト	公表不可			
	事業収入				
	処理費用	-			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	
		紙・木質		汚泥類	
		その他		畜産糞尿	
処理実績	家庭系生ごみ：3.9[t／日] 畜産糞尿：2.0[t／日]				

資源化物の利用状況	堆肥：1.8[t/日] 全量を販売・配布
CO ₂ 排出量	419[kg-CO ₂ /日] 71[kg-CO ₂ /t]

③堆肥化 C 施設

処理能力	18[t/日]				
処理方式	スクリー式発酵槽、二次発酵槽				
データ年度	平成 22 年度				
施設の経済性に関する事項	建設費	345,618[千円] 19,201[千円/(t/日)]			
	ランニングコスト	運転費：20,622[千円/年] 補修費：15,602[千円/年] 人件費：11,189[千円/年] (3人) 合計：47,413[千円/年]			
	事業収入	11,340[千円/年]			
	処理費用	59,114[千円/年] 9,724[円/t] *耐用年数を 15 年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質	○	汚泥類	
		その他	畜産糞尿、農業系、堆肥		
処理実績	家庭系生ごみ：0.8[t/日] 事業系生ごみ：1.0[t/日] 木質系（おが粉）：2.0[t/日] 枯葉：1.0[t/日] 畜産糞尿：12.0[t/日] 農業系（もみがら）：1.0[t/日] 戻し堆肥：1.5[t/日]				
資源化物の利用状況	堆肥：6.0[t/日] 全量を販売 (町内 5,000[円/t]、町外 7,000[円/t])				
CO ₂ 排出量	1,147[kg-CO ₂ /日] 59[kg-CO ₂ /t]				

④堆肥化 D 施設

処理能力	3[t/日]			
処理方式	送風方式の 2 段発酵			
データ年度	平成 22 年度			
施設の経済性に関する事項	建設費	131,245[千円] 43,748[千円/(t/日)]		
	ランニングコスト	運転費：11,649[千円/年] 補修費：1,498[千円/年] 人件費：9,324[千円/年] (委託) 合計：22,471[千円/年]		
	事業収入	1,850[千円/年]		
	処理費用	29,371[千円/年] 94,592[円/t] *耐用年数を 15 年と仮定		
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系
		紙・木質		汚泥類
		その他		
処理実績	家庭系生ごみ：1.5[t/日]			
資源化物の利用状況	堆肥：0.5[t/日] 全量を販売・配布			
CO ₂ 排出量	117[kg-CO ₂ /日] 78[kg-CO ₂ /t]			

(2) 飼料化施設

飼料化施設 1 施設の調査結果について記述する。なお、飼料化施設からはアンケート調査に対する回答を得られなかったため、文献調査により必要データの取得を行った。

処理対象は事業系生ごみのみであった。飼料化施設の建設費は 17,500[千円/(t/日)]、廃棄物の処理費用は 8,238[円/t]であった。

①飼料化 A 施設

処理能力	60[t/日]
処理方式	油温減圧式乾燥システム
データ年度	文献データ (食品残さの飼料化 (エコフィード) をめざして—飼料化マニュアル (H21 年度版) —、H21.8、全国食品残さ飼料化行動会議社団法人配合飼料供給安定機構)

施設の経済性に関する事項	建設費	1,050,000[千円] 17,500[千円／(t／日)]			
	ランニングコスト	運転・補修費：82,590[千円／年] 人件費：33,036[千円／年] 合計：115,626[千円／年]			
	事業収入	49,554[千円／年]			
	処理費用	136,072[千円／年] 8,238[円／t] *耐用年数を15年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系		生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	
		その他			
	処理実績	事業系生ごみ：55[t／日]			
資源化物の利用状況		飼料：11[t／日] 全量を販売・配布（15,000[円／t]）			
CO ₂ 排出量		—			

(3) 炭化・乾燥・RDF 施設

炭化施設 1 施設の調査結果について記述する。なお、アンケート調査に対する回答を得られたもう 1 施設については、すでに炭化事業を停止していたため、今回の検討から除外している。

処理対象は家庭系生ごみ、事業系生ごみ、紙・木質であった。炭化施設の CO₂ 排出量は 196[kg-CO₂／t]であった。なお、生成される炭化物の利用用途はコークスや保温材の代替とされているが、詳細な利用状況が不明であるため、その利用に伴う CO₂ 排出量の削減効果は見込んでいない。

①炭化・乾燥・RDF A 施設

処理能力		>40[t／日]			
処理方式		流動床式炭化システム			
データ年度		平成 22 年度			
施設の経済性に関する事項	建設費	公表不可			
	ランニングコスト				
	事業収入				
	処理費用	—			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○

		紙・木質	○	汚泥類	
		その他			
	処理実績	家庭系生ごみ、事業系生ごみ、木質系合計 : 55.4[t/日]			
資源化物の利用状況		炭化物 : 2.5[t/日]			
CO ₂ 排出量		10,885[kg-CO ₂ /日] 196[kg-CO ₂ /t]			

(4)メタン化施設

メタン化施設 12 施設の調査結果について記述する。なお、アンケート調査に対する回答を得られた施設のうち、下水汚泥の消化施設である 2 事例、他の事例と比較して著しく処理能力が小さい事例、メタン化施設部分のみのデータ抽出が困難な事例、施設稼動開始からそれほど経過しておらず、検討に必要なデータが揃っていない事例については、今回の検討から除外している。また、1 施設に関しては、データ公表が不可であるため、除外している。

事業系生ごみは全ての施設で処理対象としており、家庭系生ごみは 8 施設で、紙・木質は 1 施設で処理対象としていた。紙・木質を処理対象としている施設は乾式メタン発酵を採用していた。また、汚泥等の含数率の高い廃棄物を併せて処理している施設が 4 施設、産業廃棄物を併せて処理している施設が 5 施設見られた。

メタン化施設の建設費は 11,875~58,050[千円/(t/日)]であった。汚泥を処理対象としている施設では 11,875~26,990[千円/(t/日)]、処理対象としていない施設では 33,333~58,050[千円/(t/日)]であり、含水率の高い汚泥を処理対象とすることで、処理能力当たりの建設費が安価となることが示唆された。

廃棄物の処理費用は 1,308~75,213[円/t]であり、施設ごとの差が大きかった。汚泥の処理量が多い D 施設と I 施設の事例では、処理費用はそれぞれ 8,885[円/t]、13,713[円/t]と他の事例に比べて安く、含水率の高い汚泥を処理対象とすることで、処理費用が安価となることが示唆された。

CO₂ 排出量は-100~101[kg-CO₂/t]であった。このうち、バイオガスの外部供給を行っている事例で-100[kg-CO₂/t]と、他の事例 (-11~101[kg-CO₂/t]) に比べて CO₂ 排出量が少なくなった。なお、CO₂ 排出量がマイナスとなっている事例は、メタン化処理における CO₂ 排出量よりも、バイオガスの有効利用に伴う CO₂ 排出削減量のほうが多いことを示す。

施設ごとの調査結果を以下に示す。

①メタン化 A 施設

処理能力		16[t/日]			
処理方式		高温湿式メタン発酵			
データ年度		平成 22 年度			
施設の経済性 に関する事項	建設費	928,793[千円] 58,050[千円/ (t/日)]			
	ランニングコスト	運転費：112,364[千円/年] 補修費：14,558[千円/年] 人件費：7,012[千円/年] (4人) 合計：133,934[千円/年]			
	事業収入	0[千円/年]			
	処理費用	195,854[千円/年] 75,213[円/t] *耐用年数は 15 年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	
	処理実績	家庭系生ごみ：5.8[t/日] 事業系生ごみ：2.6[t/日]			
資源化物の利用状況		バイオガス (CH ₄ 62.9%)：794[Nm ³ /日] 663[Nm ³ /日]をバイオガス発電に利用 発酵残渣：1.9[t/日] 0.8[t/日]を肥料利用			
CO ₂ 排出量		560[kg-CO ₂ /日] 67[kg-CO ₂ /t]			

②メタン化 B 施設

処理能力		22[t/日]			
処理方式		高温湿式メタン発酵			
データ年度		平成 22 年度			
施設の経済性 に関する事項	建設費	957,264[千円] 43,512[千円/ (t/日)]			
	ランニングコスト	運転費：20,405[千円/年] 補修費：17,569[千円/年] 人件費：11,796[千円/年] (2.7人)			

		合計：49,770[千円/年]			
	事業収入	21[千円/年]			
	処理費用	113,567[千円/年] 34,571[円/t] *耐用年数は15年と仮定			
	施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系
		紙・木質		汚泥類	
		その他			
	処理実績	家庭系生ごみ：5.0[t/日] 事業系生ごみ：4.0[t/日]			
資源化物の利用状況		バイオガス (CH ₄ 59.5%)：1,308[Nm ³ /日] 全量をバイオガス発電に利用 発酵残渣：0.04[t/日]			
CO ₂ 排出量		14[kg-CO ₂ /日] 2[kg-CO ₂ /t]			

③メタン化C施設

処理能力		80[t/日]			
処理方式		中温湿式メタン発酵			
データ年度		平成22年度			
施設の経済性に関する事項	建設費	950,000[千円] 11,875[千円/(t/日)]			
	ランニングコスト	-			
	事業収入	-			
	処理費用	-			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	○
		その他	畜産糞尿、産廃		
	処理実績	家庭系生ごみ：10[t/日] 事業系生ごみ：10[t/日] 下水汚泥(集落排水)：4[t/日] 畜産糞尿：25[t/日] その他産業廃棄物：15[t/日]			
資源化物の利用状況		バイオガス (CH ₄ 60%)：3,500[Nm ³ /日] 全量をバイオガス発電に利用			

	発酵残渣：0.77[t/日]を肥料利用 発酵廃液：6.8[t/日]を液肥利用
CO ₂ 排出量	-693[kg-CO ₂ /日] -11[kg-CO ₂ /t]

④メタン化D施設

処理能力	し尿 37.6+生ごみ 3.8[t/日]				
処理方式	中温湿式メタン発酵				
データ年度	平成 23 年度 (12 月まで)				
施設の経済性 に関する事項	建設費	599,000[千円] 14,469[千円/ (t/日)]			
	ランニングコスト	運転・補修費：32,121[千円/年] 人件費：29,596[千円/年] (5人+臨時嘱託2人) 合計：61,718[千円/年]			
	事業収入	1,263[千円/年]			
	処理費用	100,388[千円/年] 8,885[円/t] *耐用年数は15年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	○
		その他			
	処理実績	家庭系生ごみ：1.8[t/日] 事業系生ごみ：1.3[t/日] し尿汚泥・浄化槽汚泥：27.8[t/日]			
資源化物の利用状況	バイオガス：427[Nm ³ /日] 368[Nm ³ /日]をバイオガス発電に利用 発酵残渣：0.01[t/日] 発酵廃液：13.0[t/日]を液肥利用				
CO ₂ 排出量	258[kg-CO ₂ /日] 8[kg-CO ₂ /t] *バイオガスの CH ₄ 濃度は 60%と想定				

⑤メタン化E施設

処理能力		7[t/日]			
処理方式		高温乾式メタン発酵			
データ年度		平成23年度			
施設の経済性に関する事項	建設費	回答不可（以下、参考として） 電力費：7,500[千円/年] 燃料費：5,600[千円/年] 薬品費：4,100[千円/年] 補修費：2,600[千円/年] その他：300[千円/年] 合計：20,100[千円/年]			
	ランニングコスト				
	事業収入				
	処理費用				
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質	○	汚泥類	
		その他			
処理実績	家庭系生ごみ：2.56[t/日] 事業系生ごみ：1.21[t/日] 木質系（木質チップ）：0.08[t/日]				
資源化物の利用状況		バイオガス（CH ₄ 55%）：750[Nm ³ /日] 540[Nm ³ /日]をバイオガス発電に利用 発酵残渣：3.0[t/日] 2.0[t/日]を焼却助燃剤利用			
CO ₂ 排出量		388[kg-CO ₂ /日] 101[kg-CO ₂ /t] *発酵残渣の助燃剤利用に伴う排出削減効果を含む			

⑥メタン化F施設

処理能力		50[t/日]			
処理方式		高温乾式メタン発酵			
データ年度		平成23年4～9月			
施設の経済性に関する事項	建設費	回答不可			
	ランニングコスト				
	事業収入				
	処理費用				
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系		生ごみ事業系	○

		紙・木質		汚泥類	○
		その他	産廃		
	処理実績	事業系生ごみ：4.97[t/日] 下水汚泥：0.04[t/日] 産業廃棄物：10.34[t/日]			
資源化物の利用状況		バイオガス（CH ₄ 57%）：1,493[Nm ³ /日] ほぼ全量をバイオガス発電に利用 ごく少量を車両燃料利用 発酵残渣：0.25[t/日]			
CO ₂ 排出量		1,507[kg-CO ₂ /日] 98[kg-CO ₂ /t]			

⑦メタン化G施設

処理能力		30[t/日]			
処理方式		中温湿式メタン発酵			
データ年度		平成 22 年度			
施設の経済性 に関する事項	建設費	1,300,000[千円] 43,333[千円/(t/日)]			
	ランニングコスト	回答不可			
	事業収入				
	処理費用	-			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	
	その他	産廃			
	処理実績	家庭系生ごみ：0.65[t/日] 事業系生ごみ：3.91[t/日] 産業廃棄物（動植物性残渣、汚泥、廃油、廃酸、 廃アルカリ）：12.51[t/日]			
資源化物の利用状況		バイオガス（CH ₄ 64%）：3,432[Nm ³ /日] 全量を隣接製鉄所に供給 発酵残渣：1.35[t/日]			
CO ₂ 排出量		-1,714[kg-CO ₂ /日] -100[kg-CO ₂ /t]			

⑧メタン化H施設

処理能力	>30[t/日]				
処理方式	高温湿式メタン発酵				
データ年度	平成 23 年度				
施設の経済性 に関する事項	建設費	1,000,000[千円] 33,333[千円/ (t/日)]			
	ランニングコスト	運転費：38,500[千円/年] 補修費：14,000[千円/年] 人件費：16,000[千円/年] (9人) 合計：685,000[千円/年]			
	事業収入	123,000[千円/年]			
	処理費用	12,167[千円/年] 1,378[円/t] *耐用年数は15年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系	○	生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	
	その他	産廃			
処理実績	家庭系生ごみ：2.4[t/日] 事業系生ごみ：15.1[t/日] 産業廃棄物（動植物残渣、汚泥、廃酸）： 17.4[t/日]				
資源化物の利用状況	バイオガス（CH ₄ 60%）：6,719[Nm ³ /日] 2,008[Nm ³ /日]をバイオガス発電に利用 3,953[Nm ³ /日]をガス供給予定（H24） 発酵残渣：0.40[t/日] 0.16[t/日]（乾物換算）を肥料利用 発酵廃液：8.0[t/日]を堆肥発酵用スラリー利用				
CO ₂ 排出量	1,667[kg-CO ₂ /日] 48[kg-CO ₂ /t]				

⑨メタン化Ⅰ施設

処理能力	51.5[t/日]				
処理方式	中温湿式メタン発酵				
データ年度	平成 22 年度				
施設の経済性 に関する事項	建設費	1,390,000[千円] 26,990[千円/(t/日)]			
	ランニングコスト	運転・人件費：51,000[千円/年] (6人) 補修費：12,000[千円/年] 合計：63,000[千円/年]			
	事業収入	0[千円/年]			
	処理費用	155,667[千円/年] 13,713[円/t] *耐用年数は15年と仮定			
施設の稼働実績	処理対象	生ごみ家庭系		生ごみ事業系	○
		紙・木質		汚泥類	○
		その他	農業系		
処理実績	事業系生ごみ：0.5[t/日] し尿汚泥：5.3[t/日] 浄化槽汚泥：6.3[t/日] 下水汚泥：18.6[t/日] 農業（集落排水汚泥）：0.4[t/日]				
資源化物の利用状況	バイオガス（CH ₄ 69%）：123[Nm ³ /日] 発酵残渣：1.4[t/日] 全量を肥料利用				
CO ₂ 排出量	1,927[kg-CO ₂ /日] 62[kg-CO ₂ /t]				

(5)BDF 施設

BDF 施設 1 施設からアンケート調査に対する回答を得られたが、当該施設における処理対象は廃食用油のみであり、今年度調査の対象となる紙・食品廃棄物の処理は行っていないため、今回の検討においては取り扱わない。

(6)エタノール施設

エタノール施設 1 施設からアンケート調査に対する回答を得られたが、実機におけるデータではなく、100[t/日]規模での検討例であるため、今回の検討においては取り扱わない。

(7) バイオプラスチック施設

バイオプラスチック施設からはアンケート調査に対する回答を得られなかったため、今回の検討においては取り扱わない。

4.1.4 調査結果のまとめ

食品廃棄物に対しては、堆肥化、飼料化、炭化・乾燥・RDF、メタン化において処理実績があった。また、エタノールにおいても処理対象として検討していた。飼料化においては事業系生ごみのみを対象としていたが、他の資源化方式においては家庭系・事業系生ごみの両方を対象としていた。紙・木質については堆肥化、炭化・乾燥・RDF、メタン化で処理実績があったが、ほとんどが木質を対象としていた。また、メタン化で紙・木質の処理実績があるのは乾式メタン化方式であった。今年度調査対象外の廃棄物系バイオマスの同時処理としては、堆肥化で畜産糞尿・農業系バイオマスが、メタン化で汚泥（し尿、浄化槽、下水）、畜産糞尿、農業系バイオマス、産業廃棄物を併せて処理している事例が確認された。

処理能力当たりの建設費は、堆肥化で19,201～43,748[千円/(t/日)]、飼料化で17,500[千円/(t/日)]、メタン化で11,875～58,050[千円/(t/日)]となった。飼料化が安価で、堆肥化とメタン化は同等の範囲にある傾向が示唆された。ただし、メタン化においては、含水率の高い汚泥（し尿、浄化槽、下水）を処理対象として含める場合、11,875～26,990[千円/(t/日)]と安価になっている。

廃棄物の処理費用は、堆肥化で9,724～94,592[千円/(t/日)]、飼料化で8,238[千円/(t/日)]、メタン化で1,308～75,213[千円/(t/日)]となった。施設ごとの差が大きかったが、堆肥化とメタン化では、含水率の高い汚泥や畜産糞尿を処理対象として含める場合、処理費用が安価となる傾向が示唆された。

CO₂排出量は、堆肥化で15～78[kg-CO₂/t]、飼料化で炭化・乾燥・RDFで196[kg-CO₂/t]、メタン化で-100～101[kg-CO₂/t]となった。炭化・乾燥・RDFでCO₂排出量が多く、堆肥化とメタン化は同等の範囲にある傾向が示唆された。ただし、メタン化においては、バイオガスの外部供給を行う場合、-100[kg-CO₂/t]とCO₂排出量が少なくなっている。

紙・食品廃棄物の資源化技術の導入可能性に関しては、堆肥化、飼料化、炭化・乾燥・RDF、メタン化が事業化されており、導入事例も複数あることから、可能性が高いと考えられる。エタノールは事業化されているが、導入事例やデータが少なく、バイオプラスチックは事業化に至っていないため、今後更なる検討が必要となると考えられる。

4.2 資源化物を利用する技術について

4.2.1 液肥

(1) 実態調査結果

本調査では、廃棄物系バイオマスをもタン発酵して生成される消化液を液肥として利用している大木町、山鹿市での実態調査を行った。この結果を表 4.2-1 に示す。

調査の結果をまとめると、以下の通り。

- 原料バイオマスは大木町は生ごみ (3.1 t/日)、し尿汚泥 (6.8kl/日)、浄化槽汚泥 (21.1kl/日) であるが、浄化槽汚泥の 86%は排水処理に回るため、メタン発酵槽に投入されるのは 12.9 t/日である (生ごみ比率 24%)。これに対して山鹿市は、生ごみは (1.0 t/日)、乳牛ふん尿 (25.3 t/日)、肉牛ふん尿 (3.2 t/日)、豚ふん尿 (7.0 t/日) であり、畜産排せつ物の割合が大きい (生ごみ比率 3%)。
- 1人1日当りの生ごみ量は、大木町 127.2g/人日 (家庭系の生ごみ)、山鹿市 116.3 g/人日であり、昨年度の環境省調査の生ごみ量と同様の結果となっている。
- 液肥生産量については、大木町は 13.0 m³/日、山鹿市は 26.6 m³/日であり、ほぼ投入バイオマスの量と一致している (山鹿市は液肥のほかに堆肥を製造しており、これを足すと投入バイオマスとほぼ同じレベルとなる。)。
- バイオガス発生量は大木町は 427N m³/日、山鹿市は 512N m³/日であり、発生量を投入バイオマス量で割った原単位は、大木町は 33 Nm³/t、山鹿市 19 Nm³/t である。この差は生ごみ比率の相違に基づくものであると想定される。
- 発電量については、大木町は 718 k Wh/年、山鹿市は 661 k Wh/年であった。発電に利用されるバイオガス量から発電効率を算定すると、大木町 33%、山鹿市 27%であった (大木町の消費バイオガス量は実績、山鹿市は不明であったため発生量の 8割と仮定した)。
- 液肥の散布面積については、大木町は 50ha、山鹿市は不明であった。
- 液肥貯蔵施設については、大木町は 3200 m³ であり、山鹿市は 8550 m³ であった。発生液肥量と比較すると、大木町は 0.67 年分、山鹿市は 0.88 年分であった。

表 4.2-1 液肥に関する実態調査結果

項 目		大木町実績	山鹿市実績	備 考
総人口 (人)		14,500	55,400	
対象人口 (人)		14,500	8,600	
総面積 (km ²)		18.4	300	
農地面積 (km ²)		9.9	80	
原料 バイオ マス (t/日)	生ごみ (家庭系)	1.8	—	
	生ごみ (事業系)	1.3	—	
	生ごみ (合計)	3.1	1.0	
	乳牛ふん尿	—	25.3	
	肉牛ふん尿	—	3.2	
	豚ふん尿	—	7.0	
	し尿	6.8	—	
	浄化槽汚泥	(21.1) 3.0	—	(上段) 受入量 下段 メタン発酵投入量
合 計		12.9	36.5	
1人1日当り生ごみ量 (g/人日)		127.2	116.3	大木町は家庭系生ごみ
液肥生産量 (m ³ /日)		13.0	26.6	
液肥生産量 (m ³ /年)		4,758	9,722	
堆肥生産量 (t/日)		—	6.4	
排水処理量 (m ³ /日)		18.1	—	
バイオガス発生量 (Nm ³ /日)		427	512	
バイオガス発生原単位 (Nm ³ /t)		33	19	液肥量と原料バイオマスは 等しいと仮定
バイオガス消費量 (Nm ³ /日)		368	410	発電に消費されたガス量 大木町は消費実績、山鹿市 は発生量の8割使用と仮定
発電量 (kWh/日)		718	661	
発電効率 (%)		32.7	27.0	メタン濃度 60%、メタン熱 量 35.8MJ、1kWh=3.6MJ
熱回収量 (MJ)		3,528	不明	
液肥散布面積 (ha)		50	不明	
液肥貯蔵施設 (m ³)		3,200	8,550	
施設 諸元	破碎・分別装置	破碎・分別装置	破碎・分別・摩砕	
	メタン発酵槽	420m ³	1400m ³	
	ガスフォルダー	200m ³	200m ³	
	発電機	25kW×2台	100kW×2台	
	殺菌槽	70℃ 1hr	70℃ 1hr	
散布 設備	クローラー式散布車	3.5m ³ ×2台	1台	
	バキューム車	3.5m ³ ×4台	1台	
	肥培かんがい	肥培かんがい	肥培かんがい	

注) 発電効率は、発電に使用したバイオガス消費量と発電量の熱量から計算している。

(2) 液肥の散布、保管

1) 液肥の散布方法

液肥の利用はまず、我が国では北海道の牧草地で確立され、その後九州地方の水田、畑での利用に拡大されているようである（メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、岩下幸司、岩間将英、（社）地域資源循環技術センターメタン発酵消化液農地還元システム検討委員会）。

液肥の散布方法は、大きく以下の3種に分類することができる。

- ① 散布車による散布（スラリースプレッダー、スラリーインジェクター）
- ② かんがい用水路への流し込み
- ③ パイプ、チューブの敷設による散布

まず、① 散布車による方法には、北海道の牧草地や大木町や山鹿市の水田、畑地で利用されているスラリースプレッダー（クローラー式散布車）やスラリーインジェクターがある。両者はタンク内を加圧して散布する方式で、牧草地では大型の車両（13～25 t）で広大な牧草地に散布されている。一方、九州の水田や畑地では上記のスラリースプレッダーを改良して、液肥を上向きに拡散させる方法でなく液肥の吐出口に塩ビパイプを加工した物を接続し（写真 4.2-1）、下向きに均等に液肥を吐出させる方法を使用している。なお、価格は大木町でのヒアリングによると1,000万円とのことである。

表 4.2-2 液肥の散布車両の種類と特徴

	牧草地用散布車	水田、畑地用散布車	
種類	スラリースプレッダー	改良型スラリースプレッダー	スラリーインジェクター
車両	トラクターで牽引する車輪付きの車両に散布装置を積載	展開可能なクローラーダンプの上に散布装置を積載	展開可能なクローラーダンプの上に散布装置を積載
散布装置	加圧タンクにより液肥を上向きに幅広く拡散させる方式	加圧タンクで液肥を散布するが、吐出口に塩ビパイプを加工したものを取り付け、下向きに均等に吐出するように改良	加圧タンクで液肥を散布するが、窒素成分の揮散を抑えるため土中にインジェクターを刺して液肥を注入する方式
規模	中小型（1～10 t）から大型（25 t）のものがある	中小型（1～5 t 程度）	中小型（1～5 t 程度）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 幅広い地域や傾斜のある地域でも効率的に散布が可能 ・ 吐出口が上向きのため、狭小で民家が隣接する地域では適用が困難 ・ 地耐力の低い圃場では車輪がぬかるみにとられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩ビパイプに開けられた穴から均等に散布され、周辺への飛散も防げる。 ・ 上部のスラリースプレッダーのみを転回させて往復できるため、クローラーの展開によって農地を荒らすことなく、散布が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土中にインジェクターを刺して散布するため液肥の飛散を防止でき、窒素成分を揮散させることが少ない ・ 作業に時間がかかる欠点がある。
実施例	北海道の牧草地	九州等の水田地域（築上町、大木町、山鹿市等）	九州等の水田地域

出典)メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、（社）地域資源循環技術センター



写真 4. 2-1 改良型スラリースプレッダー（大木町の事例）

改良型のスラリースプレッダーは液肥貯蔵施設と圃場との間の輸送には適していないため、大木町、山鹿市ではバキュームローリーを用いて液肥貯蔵施設から圃場のスラリースプレッダーまで運搬する方式をとっている。大木町では、これを迅速に行うためスラリースプレッダー1 台にバキュームローリー2 台を対応させ、効率的に輸送と散布を行うようにしている。

次に、②かんがい用水路に流し込む方法については、水稻の追肥などのようにスラリースプレッダーが圃場に入ることができないため、ポンプやバキュームローリーを用水路の水口に設置して、用水と同時に液肥を直接流し込む方法である。この方法では圃場内の用水路側と排水路側において、液肥の濃度差を生じさせない施肥管理が必要となる。また、用水量が少ない場合には施肥量も少なくなり、施肥にかかる時間が長くなる。さらに、施肥作業にバキュームローリーを用いるので、上記の輸送に用いるための車両を拘束してしまうという欠点がある。

さらに、③パイプ、チューブの敷設による散布は上記の流し込み方式で車両による輸送を改善して、液肥貯蔵場所からパイプやチューブで圃場等に送る方式である。輸送施設の整備費がかかるが、車両の燃料代や労力などを軽減できる利点がある。本方式は、実際に事業化している事例はなく、山鹿市等で実証実験を実施している段階である。

2) 散布車両のメーカー調査

液肥を散布する車両を販売しているメーカーは数社あり、その製品ラインナップは表 4. 2-3 の通りである。製品名としては、スラリースプレッダーとしているものの他に、バキュームカーを散布用に使えるものとして販売しているものもある。

A 社は、スラリースプレッダーとバキュームカーの 2 種を販売している。スラリースプレッダーはトラクタによる牽引を前提とし、積載量が大容量で、散布量も 3.0m^3 /分から 6.5m^3 /分と大量に散布できるため、主として牧草地、畑地用として販売されている。製品の特徴として、以下があげられる。

- ① サスペンション採用で凸凹道に対応できる
- ② ブレーキ装備で安全作業が可能である（トラクター操縦席で操作可能）
- ③ ステアリング採用で旋回性能が向上していること

④ 広く散布できる特殊ノズルを有する

バキュームカーは吸引と排出（散布）の両方が可能である。ブロアを使ってタンク内の圧力を増減することで可能となり、液肥が管路やポンプを通過しないことから、腐食やつまりがないことが特徴である（メーカーヒアリングによる）。散布量は $1.0\sim 1.8\text{m}^3/\text{分}$ とスラリースプレッダーよりも少なく、後部にある開閉可能なハッチにより中を清掃することが可能である。傾斜地での走行はトラクターの安定性やクローラーとの追突などを防止する上で、 $5\sim 6$ 度程度の斜面が限界であるとのことである。

表 4.2-3 散布車両のメーカー比較

	製品名	タンク容量	散布幅	散布能力	特徴
A社	スラリースプレッダー	13m^3 、 16m^3	$13\sim 14\text{m}$ $15\sim 16\text{m}$ (散布量に応じて2段階)	$6.5\text{m}^3/\text{分}$ (最大時) $4.0\text{m}^3/\text{分}$ $3.0\text{m}^3/\text{分}$ (3段階)	<ul style="list-style-type: none"> ・トラクタ牽引タイプ ・強力ブロワーで強力排出 ・サスペンション採用で凸凹道に対応 ・ブレーキ装備で安全作業 ・ステアリング採用で旋回性能向上 ・広く散布できる特殊ノズル
	バキュームカー	$1.05, 1.55$ $2.55, 3.8, 5.1, 6.8, 8.8\text{m}^3$	$10\sim 11\text{m}$	$1.0\sim 1.2\text{m}^3/\text{分}$	<ul style="list-style-type: none"> ・トラクタ牽引タイプ ・オープンハッチ方式 ・不整地、軟弱地に強い広幅大径タイヤ採用 ・高性能コンパクトポンプ採用 ・90度旋回散布可能 (1.55まで)
		$11, 13\text{m}^3$	$8\sim 9\text{m}$	$1.6\sim 1.8\text{m}^3/\text{分}$	
B社	バキュームカー	$0.5, 1.6\text{m}^3$	$8\sim 12\text{m}$	$0.7\text{m}^3/\text{分}$	<ul style="list-style-type: none"> ・トラクタ牽引型と搭載型あり ・自動攪拌装置（沈殿物少） ・ボールバルブの採用 ・油圧性装置 ・注文生産のため、自走マニアスプレッダー（クローラータイプ）にタンクを載せるタイプのものを製造可能（八木町ではこれを購入）
		$2.5, 4.0, 6.0$ 牽引型のみ	$10\sim 16\text{m}$	$2.4\text{m}^3/\text{分}$	
C社	スラリースプレッダー	13m^3 、 16m^3	$13\sim 14\text{m}$ $15\sim 16\text{m}$ (散布量に応じて2段階)	$6.5\text{m}^3/\text{分}$ (最大時) $4.0\text{m}^3/\text{分}$ $3.0\text{m}^3/\text{分}$ (3段階)	<ul style="list-style-type: none"> ・トラクタ牽引タイプ ・圃場を傷つけない優しい走行を実現するパワーステアリング ・バランス性能を備えた油圧サスペンション（起伏に強い） ・散布用のツールバーは地中散布型のインジェクタータイプ、地表散布ツールバー、低圧散布ツールバーなどもある



写真 4.2-2 C社のスラリースプレッダー

B社はバキュームカーとして製品をラインナップしている。牽引型と搭載型（0.5、1.6m³のみ）の2つを有しており、最大6m³のタンク容量のものがある。

B社は注文生産のため、自走マニアスプレッダー（クローラータイプ）にタンクを載せるタイプのものも製造可能であり、八木町ではこれを購入しているとのことである（前述の大木町も同様のタイプ）。クローラータイプは、車輪ではないので水田での散布に向いており、メーカーの話では降雨後の圃場でも散布が可能とのことであった。

C社はスラリースプレッダーのみを販売しており、A社と同様に13、16m³の2タイプである。散布用のツールバーは地中散布型のインジェクタータイプ、地表散布ツールバー、低圧散布ツールバーなども用意されている。

大型のスラリースプレッダーは牧草地、畑地用であり、バキュームカーは水田、小規模の畑地用として使い分けることが必要であり、住宅地との隣接する状況から散布用のノズルを選択することが必要と考えられる。

3) 液肥の散布量

液肥の散布量は、今回の実態調査では以下の結果となった。大木町と山鹿市では若干異なっているが、これは水稲と麦の連作の有無、化学肥料の追加の有無、地域毎の土壌成分の状況などによる相違であると思われる。参考文献によると、施肥量と施肥時期が示されており、表4.2-4のようになっている。

大木町	水稲 5m ³ /10a、麦 7 m ³ /10a
山鹿市	水稲 3.5m ³ /10a、麦 4.8m ³ /10a

表 4.2-4 液肥の施肥量の例

		10a当りの施肥量	施肥時期
水稲 (麦跡)	元肥	2.5kL程度	荒代かき期に土壌表面に施用するか苗活着後(田植え後1週間程度)に流し肥として施用
	追肥	1kL程度	流し肥として施用(出穂期2週間前を目途に)
水稲 (麦跡以外)	元肥	堆肥1t程度	田植えの1ヶ月以上前
	追肥	1kL程度	流し肥として施用(出穂期2週間前)
麦	元肥	3kL程度	土壌表面施用:作付前
	追肥	1.8kL程度	土壌表面施用:2月中～下旬

出典)メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、(社)地域資源循環技術センター

4) 貯蔵・保管

液肥は毎日生成されるが、その利用は施肥の時期のみであるため、液肥を保管・貯蔵をする施設が必要になる。貯蔵施設の容量については、大木町では液肥生産量の半分の容量として計画している。

前述の参考文献では以下のように容量の検討を行う事例を示している。

<液肥貯蔵施設の容量計算>

① 施肥量、施肥期間

施肥量、施肥期間は以下のとおりであり、施肥量の合計は9,675 tである。

	元肥		追肥		散布面積
	施肥時期	施肥量	施肥時期	施肥量	
水稻	4月初め～5月初め	2,100 t	7月末～8月末	2,042 t	81.7ha
麦	10月	2,500 t	1月～3月初め	833 t	58.3ha
ナタネ	8月	2,200 t			30.8ha

②液肥貯蔵量の算定

液肥製造量が10,000 t/年であるとした場合の、液肥貯蔵量の変化を整理すると以下の図のとおりである。水稻の追肥、麦、ナタネの元肥の時期となる7月から10月にかけて大量に使用するため、その時期に貯蔵量が少なくなる一方、使用が滞る3月や6月は貯蔵量が多くなり、その量は3,400 tとなる。この結果からは貯蔵施設の容量は約3,500 t程度であれば良いことになるが、天候や毎年の農業情勢の変化も考慮し、余裕を見込んで液肥製造量の半分程度の5000m³を設置することが妥当と考えられる。

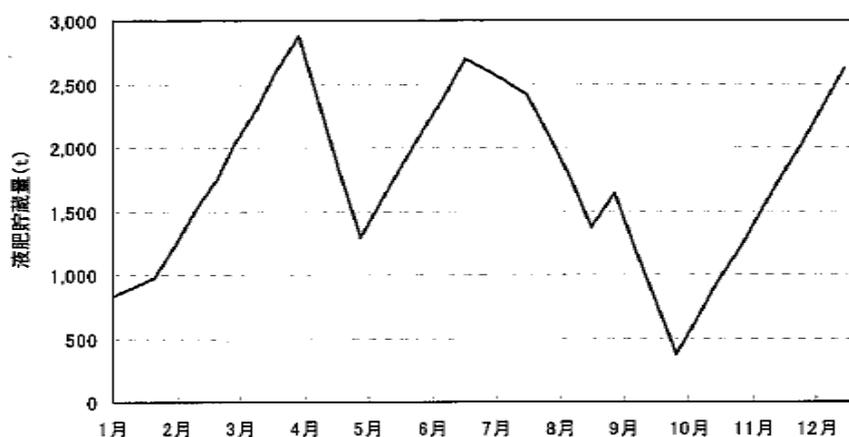


図 4.2-1 事例における液肥貯蔵量の月変動

(出典：メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、岩下幸司、岩間将英、(社)地域資源循環技術センターメタン発酵消化液農地還元システム検討委員会)

(3) 液肥の成分、施肥効果

液肥の成分について、今回調査対象とした大木町、山鹿市の実績は表-4の通りである（参考文献による）。肥料の成分は①窒素、②りん、③カリウムの3成分であるが、液肥の成分は以下の通りである。また、有害物質の含有量についても、以下に示す。

1) 窒素

全窒素は、大木町 2.7 g/L 及び山鹿市 2.1 g/L であった。アンモニア態窒素はそれぞれ 1.6、1.5 g/L、硝酸態窒素は 0.057、0.044 g/L であり、大きな差異はない。

2) リン

リンは大木町 0.91 g/L 及び山鹿市 0.20 g/L であった。

3) カリウム

カリウムはそれぞれ 0.47、2.4 g/L となっており、大きな差異が見られる。これは、山鹿市のバイオマス原料は畜産排泄物が多いためカリウムの成分が多くなっている。一般的に、生ごみの量が多いと窒素分が多くなり、家畜排泄物が多いとリン、カリウムが多くなる傾向にあるといわれている。

4) 有害物質

有害物質は大木町、山鹿市ともに許容最大量(肥料取締法に基づく普通肥料の公定企画)以下であることがわかる。

表 4.2-5 肥料成分の分析結果

項 目		大木町実績	山鹿市実績	備 考
肥料成分	全窒素(g/L)	2.7	2.1	
	アンモニア態窒素(g/L)	1.6	1.5	
	硝酸態窒素(g/L)	0.057	0.044	
	リン(P ₂ O ₅)(g/L)	0.91	0.20	
	カリウム(K ₂ O)(g/L)	0.47	2.4	
	水分 (%)	98.4	99.2	
	全炭素(g/L)	—	6	
	pH	—	8.4	
有害物質	ヒ素(%)	0.00012	0.00007	許容最大量 0.005
	カドミウム(%)	0.00016	0.00006	" 0.0005
	水銀(%)	0.00004	0.000008	" 0.0002
	ニッケル(%)	0.00064	0.0006	" 0.03
	クロム(%)	0.00086	0.0006	" 0.05
	鉛(%)	0.00084	<0.0005	" 0.01

出典) メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、岩下幸司、岩間将英、(社)地域資源循環技術センターメタン発酵消化液農地還元システム検討委員会

大木町の有害物質(ヒ素、カドミウム、水銀、鉛)については、大木町資料(平成21年5月)

5) 塩分

生ごみを原料にしたメタン発酵消化液は塩分が多く含まれるが、それが肥料として利用される際に問題にならないかについて、文献をもとに整理する。

文献によれば、生ごみを利用した堆肥について検討がされているが、これは液肥でも当てはまる。堆肥については、全国食品リサイクル協会によって生ごみ堆肥の品質基準が決められており、その中で塩分は乾物当たり食塩として 5%以下となっている。堆肥の土壌への投入量を施肥量から算定すると、表 4.2-6 に示すように 10 a 当たり食塩として 12.5～50kg であり、液肥の場合の投入量（八木町や山鹿市の塩化物イオン濃度を元に算定）は、5.3～26.3kg となり、品質基準を満たした堆肥と比較しても遜色がないといえることができる。

表 4.2-6 品質基準以内の堆肥と液肥の施肥による土壌中の塩分濃度

	計算根拠	土壌への投入塩分量
堆肥	$5 (\%) \times 0.5 \sim 2 (t/10a) \times 50 (\%)$ (堆肥の塩分上限値) (生ごみ堆肥の施用量の目安) (水分量)	12.5～50 (kg/10 a)
液肥	$1,600 (mg-Cl/L) \times 58.5 / 35.5 = 2,637 (mgNaCl/L)$ $2,637 (mg/L) \times 2 \sim 10 (t/10a)$	5.3～26.3 (kg/10 a)

注) 液肥の塩化物イオン濃度は八木町で 800～1600mg/L、山鹿市で 1400～1500mg/L

出典) メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、岩下幸司、岩間将英、(社) 地域資源循環技術センターメタン発酵消化液農地還元システム検討委員会

6) 病原性細菌

中温発酵の液肥を利用する際、発酵温度が 37 度前後であるので、病原性細菌について問題視されることがある。このため、前述の文献に基づきその影響を整理する。南丹市八木バイオエコロジーセンターでは、衛生指標菌である大腸菌について調査を行い、中温メタン発酵を経た消化液肥の安全性の確認を行っている。これによると表 4.2-7 に示すように、原水（生ごみ等の投入原料を混合したもの）の大腸菌群数は 490,000 個/L であり、発酵槽内の消化液のそれは 2,100 個/L、さらに液肥貯留槽からの消化液肥は 250 個/L と大幅に減少している。これは、メタン発酵過程の強嫌気還元状態において、大部分が殺菌されるためであるとされている。水質汚濁防止法上の基準は 3,000 個/L であり、メタン発酵後の液肥はこの値を下回っており、液肥利用の障害にはならないとされている。

表 4.2-7 大腸菌群数測定結果（南丹市八木町）

試料	大腸菌群数(個/L)
原水（投入原料の混合）	490,000
消化液	2,100
消化液肥	250

出典) メタン発酵消化液の液肥利用マニュアル、岩下幸司、岩間将英、(社) 地域資源循環技術センターメタン発酵消化液農地還元システム検討委員会

(4) 液肥の利用効果と課題

ここでは、ヒアリング結果に基づき、液肥の利用効果について検討する。まず、大木町における資源化事業の前後でのごみ収集、焼却、資源化費用の比較を表 4.2-8 に示す。

大木町の平成 17 年度は生ごみを分別せずに焼却、し尿は海洋投棄を行っており、ごみとし尿の処理量は 12,453 t（燃えるごみ 3,005 t、し尿 9,448 t）、処理費用は 184 百万円であった。おおき循環センターが整備された平成 20 年度は生ごみを分別収集したことで焼却量が 1,689 t になり（平成 17 年度の燃えるごみに対して 44%減量化）、し尿はメタン発酵施設で処理されることで処理費用は 85 百万円となった。他方、おおき循環センターでの処理費は収集費用も含めて 64 百万円となり、これら処理費の合計は 149 百万円となっている。資源化施設の整備前後の差は 35 百万円と減少しており、資源化施設の整備効果が現れている（20%の削減）。

表 4.2-8 バイオマス資源化による処理費削減効果（大木町）

	平成 17 年度		平成 20 年度		備 考
	収集量 (t)	負担額(千円)	収集量 (t)	負担額 (千円)	
燃やすごみ焼却	3,005	86,457	1,689	54,438	大木町清掃 C
〃 収集	(週 2 回)	33,577	(週 1 回)	31,680	委託費用
し尿等海洋投棄	9,448	64,010			委託費用
ごみ処理計	12,453	184,043		85,118	
生ごみ資源化			1,223	63,753	おおき循環センター(生ごみ収集含む)
し尿等資源化			9,946		
資源化計		0		63,753	
合 計	12,453	184,043	12,857	148,871	
バイオマス資源化による処理費削減額 (千円)					35,172

出典) 大木町ヒアリング資料

次に、液肥の利用効果としてメタン発酵施設において排水処理を実施した場合と液肥利用の場合の経済性を比較すると表 4.2-9 のとおりである。

表 4.2-9 排水処理と液肥利用の経済性の比較

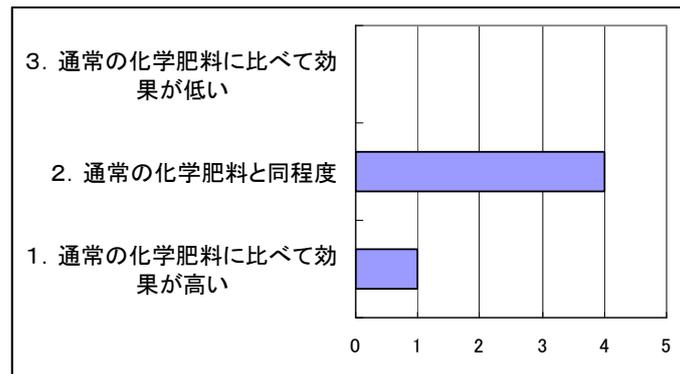
		排水処理	液肥利用	備 考
施設建設費	単価 (千円/t/日)	50,000		
	処理量 (t/日)	30		
	液肥散布車購入 (千円)	—	57,000	大木町の実績
	液肥貯蔵施設 (千円)	—	79,000	大木町の実績
	事業費 (千円)	1,500,000	136,000	
維持管理費	薬品代 (千円/年)	16,425	—	
	機器保守費 (千円/年)	30,000	—	
	液肥散布費 (千円/年)	—	2,800	大木町の実績
	合 計	46,425	2,800	

出典) 大木町の実績はヒアリングによる (H22 年度実績)。排水処理の建設費は JARUS 資料より。排水処理薬品代は 1500 円/m³、機器保守費は建設費の 2%と設定。

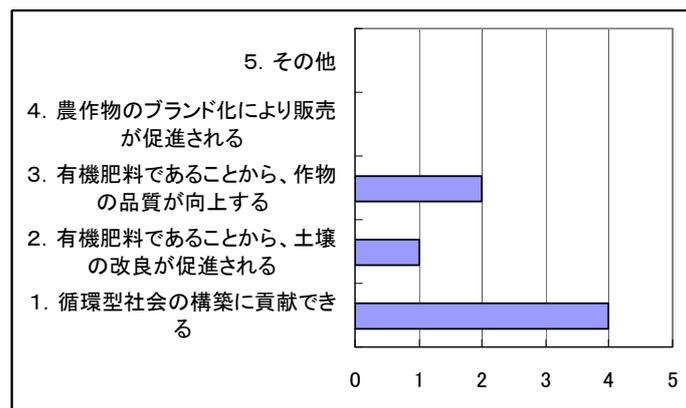
次に、液肥の散布について農家からのヒアリングを行った結果を以下に示す。ヒアリングを行った農家は5軒であり、回答者は男性4名、女性1名であった。

まず、液肥の効果については下図に示すように、通常の化学肥料と同程度が4名、化学肥料より効果が高いと回答したものが1名いた。また、液肥の利用効果については、「循環型社会への貢献」が4名で最も多く、「有機肥料であるから品質が向上する」が2名、「土壌の改良が促進される」が1名であった。

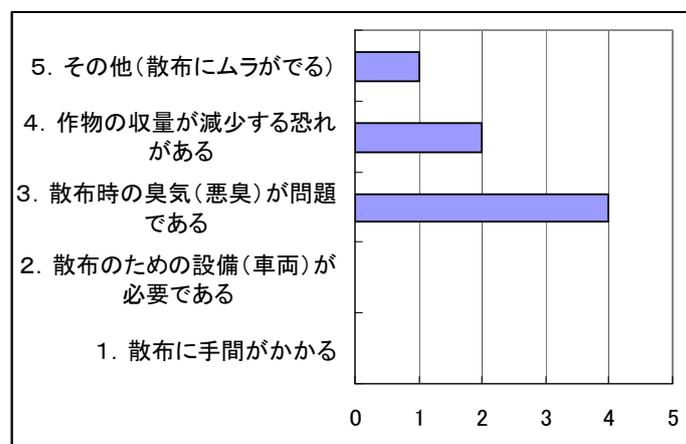
最後に、液肥の課題として、散布時の悪臭の問題について4名回答しており、作物の収量が減少するという恐れがあると回答したものが2名いた。



(1) 施肥の効果



(2) 液肥の利用効果



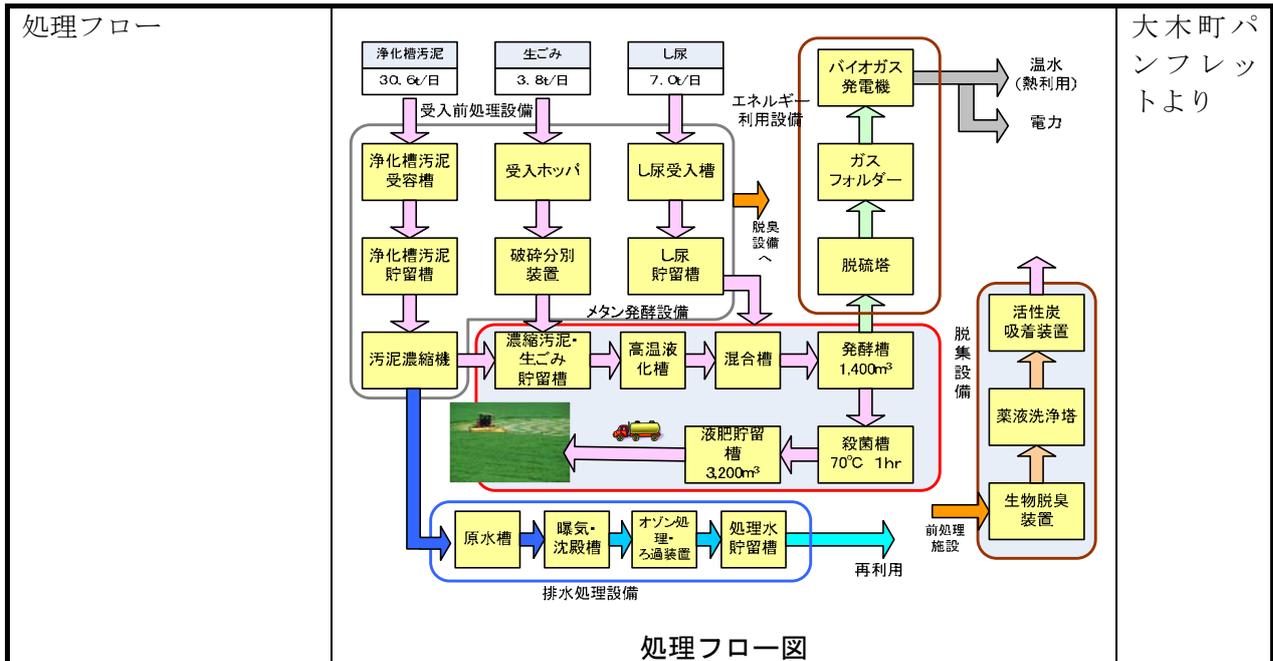
(3) 液肥の課題

図 4.2-2 農家へのヒアリング結果

<実態調査結果>

液肥調査の調査内容（大木町）

項目	内容	備考
対象施設	おおき循環センター	
事業主体	大木町 (バイオマスの環作り交付金)	
所在地	福岡県三潞郡大木町大字横溝 1 3 3 1 - 1	
事業開始年度	平成 18 年 10 月 31 日	
事業費	<p>総事業費 約11億円 (バイオマスの輪づくり交付金 補助率1/2 町負担分の一部記載・交付税措置あり)</p> <p><input type="checkbox"/> 第一期工事(平成 17 年度～平成 18 年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メタン発酵施設(施工、三井造船(株)) 5 億 1966 万円 ・管理学習施設、バイオの丘(施工、(株)熊丸組) 1 億 8165 万円 <p><input type="checkbox"/> 外部施設・関連設備など</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部液肥タンク、車庫 約 7800 万円 ・液肥散布車両・運搬車両他 約 4000 万円 <p><input type="checkbox"/> 第二期工事(平成 20 年度～平成 21 年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農産物直売所・レストラン・交流広場など 約 1 億 9 千万円 	
受入バイオマス量	生ごみ 計画 3.8t/日 実績 3.1t/日 (達成率 82%) し尿処理量 7.0kl/日 実績 6.8t/日 (達成率 97%) 浄化槽汚泥 30.6kl/日 実績 21.1/日 (達成率 69%) (排水処理へ 86%、貯留槽へ 14%)	バイオマス原料の内訳
メタン発酵施設の諸元	<p>○施設の構成 原料受入・前処理施設、高温液化・メタン発酵設備、ガス貯留・エネルギー利用設備、液肥貯留設備・水処理設備(高負荷脱窒素処理)、脱臭設備</p> <p>○メタン発酵:湿式・中温メタン発酵</p> <p>○発酵方式:浮遊生物法</p> <p>○槽方式:単槽(420m³)</p> <p>○一次発酵槽形状:縦型</p> <p>○攪拌方式:機械攪拌</p>	



大木町パ
ンフレッ
トより

処理フロー			大木町パ ンフレッ トより
資源・ エネルギー利用	発生ガスの 使用用途	発電(外部の利用はなし):718kWh/日(H22年度実績) 熱利用(温水利用):3528MJ/日(H22年度実績)	
	発電方式・ 発電能力	発電(25kW×2台) ガス専焼エンジン	
	ガスフォル ダー	200m ³	
	脱硫設備		
排水処理	処理能力 処理量		
	処理方式	膜分離高負荷脱窒処理方式	
脱臭設備		生物脱臭設備 薬液洗浄塔 活性炭吸着装置	
液肥 の施用 (自治体 向け)	年間液肥 発生量	計画年間 6,000m ³ 実績 4,758m ³ (投入バイオマス量 4,687m ³ とほぼ同量)	浄化槽汚泥 の14%を発 酵槽へ
	年間液肥利 用量	全量散布 水稲 25ha 元肥(田植え時6月中) 3000m ³ 散布 麦 25ha 元肥(11月中) 3000m ³ 散布	
	散布方法	・クローラー式散布車(スラリースプレッダー) 3.5m ³ ×2台 ・バキューム車 3.5 m ³ ×4台 (価格はスラリースプレッダー1200万円、バキューム車800万円) ・散布は町が実施	
	保管方法 貯蔵施設	・貯蔵施設での保管(全容量=3,200m ³) おおき循環センター内貯蔵施設(鋼板製) 1,200m ³ 外部液肥タンク(鋼板製) 1,000m ³ ×2=2,000m ³	
	施肥効果	・ビタミン(B12,C)が豊富 ・腐植質が多い(土づくり効果がある) ・緩効、速効性肥料両方の性質がある ・病害虫、糸状菌の防除効果がある (農家のアンケート参照)	

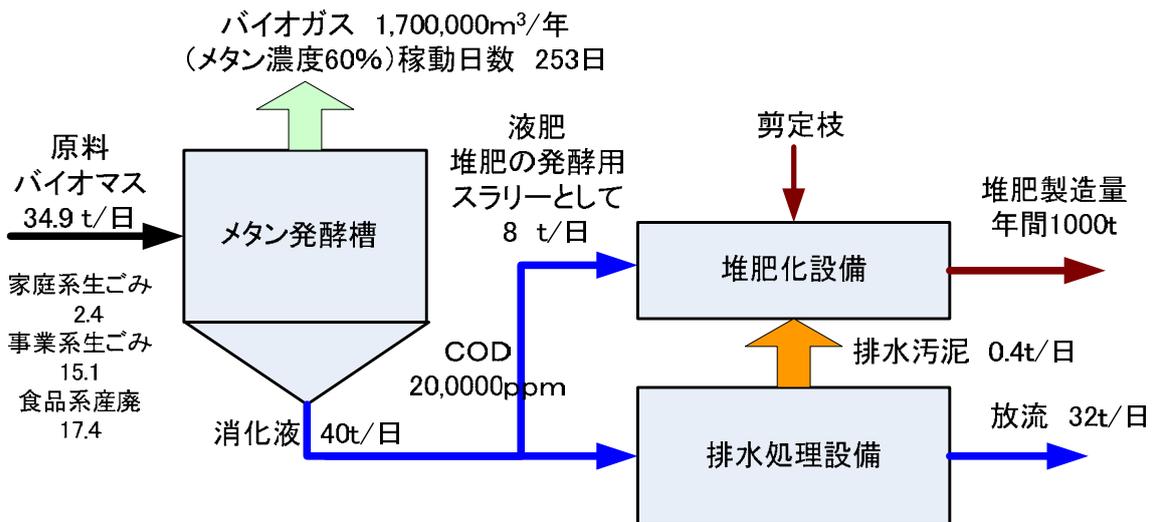
農家への配布 (販売)	<ul style="list-style-type: none"> ・町により散布 (現在 32 軒に散布) ・おおき循環センターに 1 t タンク設置し配布 (無料) ・一般家庭などで家庭菜園用として利用 	
販売の価格	<ul style="list-style-type: none"> ・散布手数料は 1000 円/10 a ・取りに来る場合は無料 	
施肥量の指導内容	10 a 当りの投入量 水稲 5m ³ /10 a 麦 5~7m ³ /10 a	
分析調査	肥料成分の分析 <ul style="list-style-type: none"> ・全窒素 0.29% ・アンモニア態窒素 0.18% ・硝酸態窒素 ・全リン 0.10% (リン酸) ・カリウム 0.09% (全カリ) ・総水銀 0.44mg/kg ・カドミウム 1.6mg/kg ・鉛 8.4mg/kg ・ヒ素 12mg/kg ・鉄 12mg/kg ・pH ・TOC (全炭素) ・塩化物イオン濃度 ・病原性細菌 (大腸菌群数) ・雑草の種子の混入 ・重金属含有量 	
登録	<ul style="list-style-type: none"> ・普通肥料として登録 ・環境共生型特別栽培米「環のめぐみ」 	
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・貯留・運搬、施肥装置 (車両) が必要 ・成分調整と栽培基準 (施肥基準) の確立 	

【参考資料】

富山グリーンフードリサイクル（株）の液肥利用について

富山グリーンフードリサイクル（株）では、メタン発酵の消化液を堆肥の発酵補助材として利用している。同社の管理者にヒアリングをした結果を以下に示す。

- ・ 処理フローは下図の通りである。
- ・ 原料バイオマスが 34.9t/日、消化液は 40t/日発生する。
- ・ 消化液の COD 濃度は約 20,000ppm である。
- ・ 消化液は 32t/日が排水処理設備に、8t/日が堆肥設備に送られる。
- ・ 堆肥設備では剪定枝を主原料に堆肥化を行っており、排水処理設備からの汚泥 0.4t/日も合わせて処理を行っている。
- ・ 製品として製造される堆肥は年間 1000 t 程度である。
- ・ 堆肥は、消化液を入れることで、窒素、カリなどの成分が改善し、肥料としての価値が高まるという。



4.2.2 バイオガス

通常、バイオガスはバイオガスの発生場所で利用することが一般的であり、ガスエンジンによる発電やボイラーの燃料等として使われ、排熱も有効利用されている。

一方、熱需要の少ない場所でのバイオガスの有効活用策として、バイオガスを都市ガスとして利用する方法がある。バイオガスはメタン (CH₄) と二酸化炭素 (CO₂) 等の混合ガスであり、都市ガスの主原料である LNG (液化天然ガス) には含まれていない成分が多く存在する。都市ガスとして利用するためには、バイオガス中の不純物を効率よく除去する必要がある。

以下には、東京および神戸におけるバイオガスの都市ガス導管注入等の実証試験の概要を整理した。

(1) 食品残さ由来バイオガスの都市ガス導管注入実証事業について (東京)

東京ガスと食品廃棄物リサイクル事業のバイオエナジーは、食品残さに由来したバイオガスの都市ガス導管への注入・受入を 2010 年度より開始した。年間で一般家庭 2000 件の年間ガス使用量にあたる約 80 万 m³ N/年のバイオガスを供給している。

東京都が整備した「スーパーエコタウン」(東京都大田区) 内に建設したバイオエナジー城南島食品リサイクル施設のメタン発酵処理プラントで、都心のホテル、スーパー、コンビニエンスストア、レストラン等から排出される袋入りの食品残さ、食品加工工場等から排出される廃棄食品および廃棄飲料水を、24 時間 365 日受け入れ、発酵処理している。食品残さおよび廃棄食品は 1 日あたり 110 トン、廃棄飲料水 (廃ジュース、廃牛乳など) は 1 日あたり 20 トン受け入れている。ホップで受け入れた食品廃棄物は、破碎機、選別機で生ごみ以外の包装トレイ、ビニール類、紙類、割箸等の発酵に不向きなものを取り除き、メタン発酵処理を行っている。

メタン発酵処理プラントで製造したバイオガスは、電気と都市ガスに利用しており、発電量は 1 日 24,000kwh、およそ 2,400 世帯をまかなえる電力を発電している。発電した電力の 50%は、電力会社に売電し、残りは施設の稼動に利用している。さらに、バイオガスを都市ガスとして供給する実証事業を行っており、都市ガスの供給量は約 2,400m³/日である。

精製後のバイオガスは、都市ガスへ導管注入を行うが、その際には、東京ガスが定めた「バイオガス購入要領 平成 21 年 11 月」に基づき、適正な圧力と性状に関する基準を満たし需要家のガス使用に悪影響がないこととしている。

出典:「食品残さ由来のバイオガスの都市ガス導管への注入・受入について」

バイオエナジー、東京ガス、市川環境エンジニアリング 平成 21 年 10 月

プレスリリースより引用加工

表 4.2-10 バイオガス利活用事例（バイオガスの都市ガス導管注入実証事業：東京）

項目	内容
施設名（事業名）	<p>バイオガスの都市ガス導管注入実証事業</p> <p>【食品残さ由来バイオガスの都市ガス導管注入】</p> <p>※都市ガス振興センター公募</p> <p>「バイオガス都市ガス導管注入実証事業」</p>
事業の概要	<p>食品系廃棄物等のバイオマスから発生するバイオガスを都市ガスと同等の成分、熱量に調整し、付臭の上、圧縮装置を用いて一般ガス事業者の導管網に供給するシステムで実施する実証事業である。</p>
事業者	<p>バイオエナジー 株式会社</p> <p>本実証事業の申請者であり、既設のメタン発酵処理プラントでバイオガスを製造し、新たに設置するバイオガス精製設備、熱量調整設備、付臭設備でバイオガスを都市ガス導管に注入するための精製、熱量調整、付臭作業を行う。</p> <p>東京ガス 株式会社</p> <p>バイオガスを精製、熱量調整、付臭したガスを都市ガス導管に受け入れるための基準作りや、都市ガス導管に受け入れるガスの管理・監督等を行う。</p> <p>株式会社 市川環境エンジニアリング</p> <p>バイオガスの原料となる食品残さを調達すると共に、バイオエナジーが実施する本実証事業に関する事業計画作成、資金調達等のプロジェクトのマネジメントを行う。</p>
事業開始年度	<p>2010年～2019年度</p> <p>※ 2009年度は施設の建設</p>
実施場所	<p>バイオエナジー城南島食品リサイクル施設</p> <p>（東京都大田区城南島3-4-4 東京都「スーパーエコタウン」内）</p>
バイオガス化施設の概要	<p>バイオガス化施設は、24時間体制で、生ごみなどの一般廃棄物と動植物性残さなどの産業廃棄物の受入が可能である。</p> <p>1日の処理能力は110t/日であり、発酵日数は28日である。発酵槽は2,000m³ 2基で4,000m³である。</p> <p>現状では約85t/日の受入で、バイオガスの発生量は160～170Nm³/tである。</p>

項目	内容						
ガス精製装置の 処理フロー							
バイオガスの精製方法と精製能力	<ul style="list-style-type: none"> 精製設備→P S A方式である。 活性炭などの吸着剤を充填した吸着塔で、吸着剤に対するガスの吸着性の違いを利用してバイオガス中の二酸化炭素とメタンを分離する装置である。吸着等の加圧・減圧を繰り返すことで、高純度に精製されたメタンを連続的に得ることができる。精製後のメタン濃度は98%である。PSA方式は、水は不要で設置スペースが小さく、コストが比較的安価であるとされている。 <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>バイオガス発生量</td> <td>15,000Nm³/日</td> </tr> <tr> <td>発電利用</td> <td>12,000Nm³/日</td> </tr> <tr> <td>都市ガス利用</td> <td>3,000Nm³/日</td> </tr> </table> 熱量調整設備 都市ガスの標準熱量(13A)の熱量45MJ/m³を満足するためにLPGを添加し熱量を調整している。 付臭装置 都市ガスと同一の付臭剤を使用し添加する。 バイオガス中の微量成分の調整が重要である。未知成分があり、処理の過程で精製するものもある。 	バイオガス発生量	15,000Nm ³ /日	発電利用	12,000Nm ³ /日	都市ガス利用	3,000Nm ³ /日
バイオガス発生量	15,000Nm ³ /日						
発電利用	12,000Nm ³ /日						
都市ガス利用	3,000Nm ³ /日						

項目	内容
事業の実施効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ CO2 削減量は約 1,830 万トン／年 ・ 費用効果 <ul style="list-style-type: none"> ・ 生ごみ等の受入単価を適切に設定することにより採算性が図られる。 ・ 事業者の環境負荷軽減に対する意識が大変重要である。
事業の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術課題、改善状況 バイオガス中の未知の成分の除去・調整が重要である。現在実証中である。 ・ 政策支援に関する要望 <ul style="list-style-type: none"> ・ 市街地における導入は都市計画審議会の許可が必要であり、導入には長期間を要する。 ・ CNG 車への供給スタンドは工業専用地域においては、製造業でない限り設置はできない。 ・ 生ごみの受入によるバイオガス化は 35.0 円／k g 程度が食品リサイクル法の公示価格。東京 23 区の焼却処理では 14.5 円／k g で処理されているが全体のコストはさらに多くの費用をかけている。生ごみの受入価格は 25 円／k g が妥当と考えられる。

(2)循環型エネルギー「こうべバイオガス」におけるバイオガスの利活用事例（神戸）

神戸市では年間約 2 億 m^3 の下水を処理し、その過程において約 110 万 m^3 の下水汚泥が排出されている。下水汚泥からは、嫌気消化の際に約 1000 万 m^3 の消化ガスが発生し、従来はそのうち約 6 割を処理場内のボイラー燃焼や空調に活用し、残りは余剰ガスとして焼却処分としていた。

神戸市建設局東灘処理場では、この余剰ガスを 100%活用する目的で消化ガスを精製し、天然ガス自動車の燃料として利用する実証試験を平成 16 年度より開始した。平成 18 年 4 月、国土交通省の新时代下水道支援事業により「こうべバイオガス活用設備」（精製装置、中圧ガスタンク、ガス供給設備）を導入、平成 20 年 4 月 1 日より、消化ガス 100%活用を目的としたバイオガスの供給事業を開始した。

この事業では、処理施設で排出された下水汚泥を地上高さ約 30mの卵型消化タンクで発酵させ、発生した消化ガスを高圧水吸収法でメタン濃度 98%のバイオ天然ガスに精製する。高圧水吸収法は、二酸化炭素や硫化水素が水に溶けやすいという性質を利用したもので、約 9 気圧まで圧縮した消化ガスを吸水塔に供給し、上部から注入した処理水と接触させることで、ガス中の二酸化炭素等を水とともに排出するというシステムである。これにより、ガスに含まれる不純物が除去され、メタン濃度が高まり、都市ガス相当の発熱量と品質を有するガスの精製が可能になる。メタンガスは無色・無臭のため、付臭処理後は中圧ガスタンクに貯留され、その後、処理場に隣接した「こうべバイオガスステーション」で天然ガス車へと供給されている。

現在、東灘処理場では、一日あたり約 8,000 m^3 の消化ガスから、こうべバイオガス約 5,000 m^3 を精製し、そのうち 3,000 m^3 を処理場内で利用、1 日最大 2,000 m^3 を天然ガス自動車燃料として供給することが可能である。供給をうける天然ガス自動車は事前登録制で、平成 21 年度 10 月現在 112 台が登録され、一日平均約 40 台（約 1,000 m^3 ）がこのステーションを利用している。

天然ガスは、二酸化炭素や窒素化合物の排出量が少なく、石油の代替エネルギーとして注目を集めている。中でも「こうべバイオガス」は下水汚泥から作られる循環型のバイオマスエネルギーのため、二酸化炭素を増加させないクリーンな燃料として今後の更なる利用が期待されている。

さらに、平成 22 年度からは新たに、経済産業省の「バイオマス等未活用エネルギー実証試験費補助金（バイオガス都市ガス導管注入実証事業）」を活用し、株式会社神鋼環境ソリューション、大阪ガス株式会社との共同研究として、こうべバイオガスの都市ガスへの活用に向けた取り組みをスタートさせている。この事業では、処理場内で発生する消化ガスを高度精製し、都市ガスの製造所を通すことなく都市ガス導管に直接注入、都市ガス一般需要家への供給を可能にすることとしている。

【設備規模等】

- ・ガス精製設備：高圧水吸収方式 330 $\text{m}^3\text{N}/\text{h} \times 2$ 系列

- ・ガスタンク設備：球形中圧ガスホルダー 1, 500 m³N×2基
- ・ガス充填設備：ガス圧縮機 300 m³N/h×1本、蓄ガス機 約250ℓ×12本 他
出典：近畿経済産業局 資源エネルギー環境部 エネルギー対策課
こうべバイオガス活用事業（下水道から生まれる循環エネルギー）
～神戸市建設局～ 平成22年1月12日 より引用加工

表 4.2-11①バイオガス利活用事例（神戸市：事業概要）

項目	内容 【事業所】
施設名(事業名)	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオ天然ガス設備、中圧ガスタンク：国土交通省；通常の終末処理場設備の改築更新補助 ・こうべバイオガスステーション：国土交通省；新世代下水道支援事業制度リサイクル推進事業（未利用エネルギー活用型）（平成18年度） ・都市ガス化設備：経済産業省；バイオマス等未活用エネルギー実証試験費補助金（平成21年度）
事業者	天然ガス自動車燃料利用 <ul style="list-style-type: none"> ・神戸市（精製バイオガスの供給） ・神鋼環境ソリューション（精製設備・充填設備の維持管理、及びバイオガススタンドの運営） 都市ガス導管注入利用 <ul style="list-style-type: none"> ・神戸市（精製バイオガスの供給） ・神鋼環境ソリューション（精製バイオガスの都市ガス化） ・大阪ガス（バイオガス買取、都市ガスとしての供給）
事業開始年度	<ul style="list-style-type: none"> ・天然ガス自動車燃料利用：平成20年度 ・都市ガス導管注入利用：平成22年度（実証期間は10年間）
バイオガス化施設の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・神戸市東灘処理場：320,000m³/日（現有） ・下水道消化タンク：10,000m³×3槽 ・消化ガス発生量：10,000Nm³/日
ガス精製能力	<ul style="list-style-type: none"> ・消化ガス 15,840Nm³/日 ・メタンガス濃度（97%以上） ・メタン回収率（97%程度）
ガス精製装置の概要	高圧水吸収法 二酸化炭素や硫化水素は圧力上昇に伴い水への溶解度が上昇するが、メタンはほとんど溶解しない。この原理を活用し、0.9MPaに昇圧したバイオガスを水と接触させ、ガス中の二酸化炭素・硫化水素を水に溶解させて除去し、メタン濃度97%以上のバイオガスに精製する。

ガス精製装置の 処理フロー	メーカーヒアリング参照。
精製ガスの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 精製ガス量：6,000Nm³/日 ・ 自動車燃料：1,300Nm³/日 ・ 場内利用：2,700Nm³/日 ・ 都市ガス供給用：2,000Nm³/日 ・ 都市ガスへの受入条件（大阪ガス（株）バイオガス購入要領より一部抜粋） <ul style="list-style-type: none"> ➤ 標準熱量：45MJ/Nm³ ➤ 硫化水素：1.0mg/Nm³以下 ➤ 全硫黄：5.0mg/Nm³未満 ➤ 付臭濃度：12～16mg/Nm³ ➤ 水素：4vol%以下 ➤ 酸素：0.01 vol%以下 ➤ 窒素：1.0 vol%以下 ➤ 二酸化炭素：0.5 vol%以下
事業の実施効果	メーカーヒアリング参照。
事業の課題	メーカーヒアリング参照。

表 4.2-11② バイオガス利活用事例（神戸市：天然ガス化設備）

項目	内容 【メーカー】
メーカー名	株式会社神鋼環境ソリューション
装置名	バイオ天然ガス化設備
装置の概要	<p>高圧水吸収法</p> <p>二酸化炭素や硫化水素は圧力上昇に伴い水への溶解度が上昇するが、メタンはほとんど溶解しない。この原理を活用し、0.9MPaに昇圧したバイオガスを水と接触させ、ガス中の二酸化炭素・硫化水素を水に溶解させて除去し、メタン濃度97%以上のバイオガスに精製する。</p>
装置の特徴	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> 高いメタン濃度（97%以上）及び回収率（97%程度） 二酸化炭素に加え、硫化水素、シロキサン の同時除去が可能な高機能脱硫設備として設置可能。 水分も「自動車燃料用天然ガス水分指針」（社）日本ガス協会）に指示される数値以下まで除去可。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> PSAと比較すると建設費が高価。ただし、PSAはメタン回収率が低いのに対し、本方式では回収率が97%程度と高水準である。 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 用水の確保が難しいごみ処理施設等では、用水を循環利用することで運転可能（補給水は0.4m³/h程度）
ガス精製能力	<ul style="list-style-type: none"> 消化ガス 15,840Nm³/日 メタン濃度（97%以上） メタン回収率（97%程度）
ガス精製装置の処理フロー	<p>The diagram illustrates the following process flow:</p> <ul style="list-style-type: none"> 消化ガス (Digestive Gas): CH₄: 60%, CO₂: 40% 処理水 (Treated Water): Added to the absorption tower. 吸収塔 (Absorption Tower): Operates at 0.9MPa. The gas composition after absorption is CH₄: 98%, CO₂: 1%, and others: 1%. 減圧タンク (Pressure Reducing Tank): Operates at 0.9MPa. 除湿器 (Dehumidifier): Operates at 0.9MPa. ガスタンク (Gas Tank): Operates at 0.9MPa. 最終用途 (Final Uses): CNG車供給, 都市ガス原料, コージェネレーション. <p>*排水の循環利用方式が可能 (Recycling of wastewater is possible)</p>

精製ガスの利用目的	<ul style="list-style-type: none"> ・天然ガス自動車燃料利用 ・加温ボイラー利用
装置の導入効果	<ul style="list-style-type: none"> ・CO₂削減量：780t-CO₂/年（1,300Nm³/日利用した場合） <p>（採算性）発電利用との販売収入の比較</p> <p>発 電：消化ガス 1Nm³を発電利用した場合、発電量は約 2kWh。仮に電力固定価格買取制度で単価 15 円/kWh とした場合、販売収入は 30 円。</p> <p>自動車：消化ガス 1Nm³を天然ガス自動車燃料利用した場合、販売ガス量は 0.6Nm³。大阪ガス直営スタンドにおける都市ガス販売価格 112 円/Nm³にもとづき、仮に熱量比で単価 97 円/Nm³で販売した場合、販売収入は 58 円。</p> <p>※1：2011 年 9 月～2011 年 2 月における直近 6 ヶ月間平均。</p> <p>※2：精製ガスの熱量は 39MJ/Nm³、都市ガスは 45MJ/Nm³。</p>
装置の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・技術課題に対する改善状況：国土交通省下水道革新的技術実証事業（B-DASH）において、以下の通りバイオガス精製装置を改良し、LCC 及び CO₂ の低減に取り組んでいる。 <ul style="list-style-type: none"> ① バイオガスコンプレッサの電動機容量を 40%低減。 ② 設備のパッケージ化による現地工事の短縮及び設置面積の削減 ・運用上の課題：特になし。2008 年 4 月から既に 4 年間、安定して稼働中。 ・維持管理上の課題：特になし。精製装置の運転は通常の維持管理業務の中で管理が可能。（長野県上田終末処理場で要員の増員なしに運転中。） ・政府支援に関する要望： <ul style="list-style-type: none"> ① CO₂削減に寄与するバイオガス利用設備への国庫補助支給額の拡張 ② 循環型社会形成推進交付事業（高効率原燃料回収施設）の継続

表 4.2-11③ バイオガス利活用事例（神戸市：都市ガス設備）

項目	内容 【メーカー】
メーカー名	株式会社神鋼環境ソリューション
装置名	都市ガス化設備
装置の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 酸素、二酸化炭素濃度等を大阪ガスが定める基準値以下まで除去（微量成分除去）。 ・ 大阪ガスが供給する都市ガスと熱量を合わせるため、プロパンガスを添加（熱量調整）。 ・ ガス漏れ検知用に付臭剤を添加（付臭）。 ・ ガス成分を測定し、連続監視（成分測定）。
装置の特徴	<p>本事業はバイオガスを都市ガス 13A レベルにまで精製し、都市ガス導管を通じて、一般の需要家に供給する日本初の試みであり、バイオガスの発生量や他用途の使用量の変動に左右されず、バイオガスを余すところなく有効利用することができる。さらには、ガス事業者の製造する都市ガスとともに供給することで多くの再生可能エネルギーが抱える供給安定性という課題をクリアできる。</p> <p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 安定した微量成分（酸素・二酸化炭素）除去能力、確実な熱量調整、高い分析精度を有する ・ 中圧ガスタンクからの残圧を利用して精製するため、増圧設備は必要なく異常加圧するリスクがないため、安全面を最優先したシステムである。 ・ 酸素除去はバイオガスに水素を添加し、酸素と水素の燃焼反応によって 0.01vol%以下という超微量レベルまで除去可能。添加する水素は自社製の水電解式水素発生装置を採用しており、緊急時の自動停止が可能なことや、多数の水素ポンプを使用する場合に比べて高い安全性と経済性を確保している。 ・ 販売基準を満たさないガスの注入防止策として緊急遮断弁の二重化等を図っている。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 特になし。
ガス精製能力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市ガス供給量：2,200Nm³/日 ・ 都市ガスへの受入条件（大阪ガス（株）バイオガス購入要領より一部抜粋） <ul style="list-style-type: none"> ➢ 標準熱量：45MJ/Nm³ ➢ 硫化水素：1.0mg/Nm³以下 ➢ 全硫黄：5.0mg/Nm³未満 ➢ 付臭濃度：12～16mg/Nm³

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 水素：4vol%以下 ➤ 酸素：0.01 vol%以下 ➤ 窒素：1.0 vol%以下 ➤ 二酸化炭素：0.5 vol%以下
<p>ガス精製装置の処理フロー</p>	
<p>精製ガスの利用目的</p>	<p>都市ガス導管注入</p>
<p>装置の導入効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ CO₂削減量：1,200t-CO₂/年（精製に必要なエネルギーのCO₂排出量を引いた値） （採算性）発電利用との販売収入の比較 発 電：消化ガス 1Nm³ を発電利用した場合、発電量は約 2kWh。仮に電力固定価格買取制度で単価 15 円/kWh とした場合、販売収入は 30 円。 自動車：消化ガス 1Nm³ を都市ガス導管注入利用した場合、販売ガス量は 0.7Nm³。仮に単価 90 円/Nm³ とした場合、販売収入は 60 円。
<p>装置の課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術課題に対する改善状況：本実証事業では導管注入の安定性確保、設備運営データの取得及び解析、事業収支及び採算性の評価に取り組んでいる。また、大阪ガス（株）のバイオガス購入要領で定められているガス性状に関する監視体制や連絡体制等について、詳細な運用ルールを国内で初めて決定して順調に運用しており、今回の実績をもとに全国的な導入を図っていく。 ・ 運用上の課題：熱量調整用のLPG購入価格の変動。 ・ 維持管理上の課題：特になし。通常の維持管理業務の中で管理できる。 ・ 政策支援に関する要望： <ul style="list-style-type: none"> ① CO₂削減に寄与するバイオガス利用設備への国庫補助支給額の向上 ② 本事業の発展・推進に向けたガス版固定価格買取制度の導入

4.3 メタン発酵方式とごみ発電の比較

4.3.1 目的

廃棄物系バイオマスの利用推進の方法として、メタン発酵方式と焼却方式を組み合わせたコンバインドシステムにおいて、ガスの利用方法である「精製しメタンガスを売却する方式」「メタンガスにより発電する方式」について、全量焼却方式に対する優位性を比較検討する。

4.3.2 検討方法

「平成 21 年度安曇野地区乾式メタン発酵モデル事業実施業務」及び「平成 22 年度廃棄物系バイオマス次世代利活用推進事業」では、小規模都市（50t/日）、中規模都市（200t/日）を対象として、乾式メタン発酵とごみ焼却施設のコンバインドシステムについて、経済性及び温室効果ガス排出量等の比較検討を行った。これらの検討をもとに、湿式メタン発酵及びバイオガス精製について追加検討し、各方式の整理を実施する。

4.3.3 検討対象システム

検討対象システム全体手順を図 4.3-1 に、コンバインドシステムブロックフローを図 4.3-2 に示す。

検討の対象とするメタン発酵方式は、乾式及び湿式メタン発酵とし、一般廃棄物中の発酵不適物とメタン発酵残さを焼却するごみ焼却施設と組み合わせたコンバインドシステムとする。

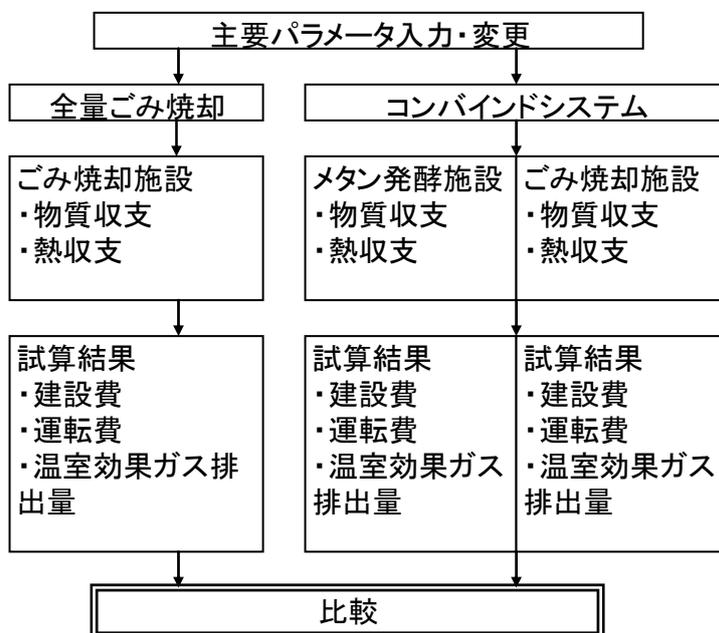


図 4.3-1 検討対象システム全体手順

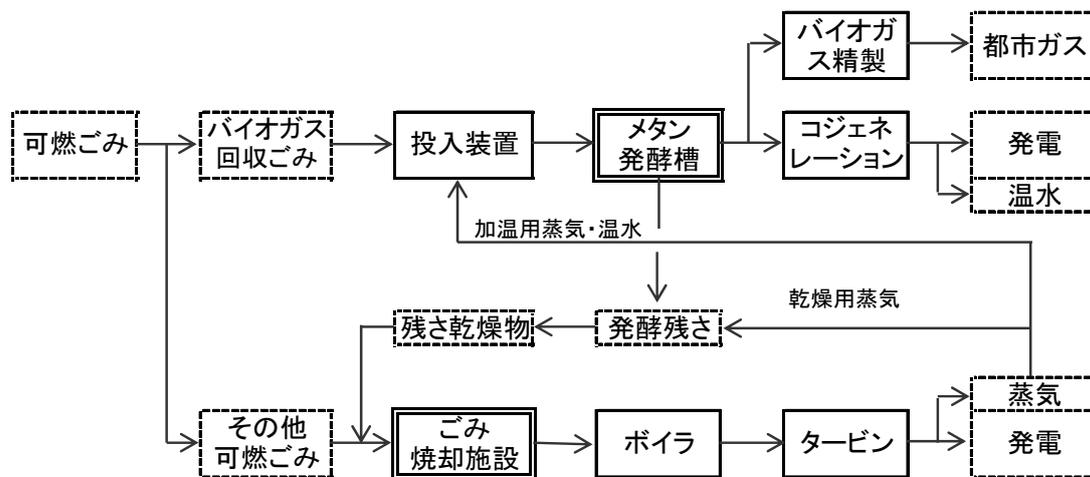


図 4.3-2 コンバインドシステムブロックフロー

4.3.4 検討施設の条件

(1) 検討対象の都市規模

- ①小規模都市 ごみ処理規模 50t/日
- ②中規模都市 ごみ処理規模 200t/日

(2) 各方式概要

①メタン発酵施設の方式概要

施設	方式	バイオガス利用	発酵残さ処理	排水処理
メタン発酵施設	乾式	コジェネレーション	乾燥	不要
	湿式	ガス精製	脱水、乾燥	必要

※湿式メタン発酵施設の排水は下水道放流とし、排水基準は東京都下水道局下水排除基準（東京都 23 区内）とした。

②ごみ焼却施設の方式概要

施設	方式	炉形式	熱利用	残さ処理
ごみ焼却施設	連続炉（中都市）	ストーカ炉	発電あり	埋立処分
	間欠炉（小都市）	ストーカ炉	発電なし	埋立処分

③ガス利用の方式

メタン発酵により発生したバイオガスは、ガス精製設備によりガス精製し都市ガス導管に注入する方式とした。

- ・ガス導管注入方式（東京瓦斯㈱ バイオガス購入要領（平成 21 年 11 月 12 日）に準拠）
- ・ガス精製方式（PSA（Pressure Swing Adsorption：圧力変動吸着）方式）

④都市規模別必要処理能力

ア. 小規模都市：ごみ処理規模 50t/日

処理方式	乾式メタン コンバインド		湿式メタン コンバインド		全量焼却
	乾式メタン 発酵施設	ごみ焼却 施設	湿式メタン 発酵施設	ごみ焼却 施設	
必要処理能力	15t/日	40t/日	10.5t/日	41t/日	50t/日

注 コンバインド焼却には残さ焼却分を含む。

イ. 中規模都市：ごみ処理規模 200t/日

処理方式	乾式メタン コンバインド		湿式メタン コンバインド		全量焼却
	乾式メタン 発酵施設	ごみ焼却 施設	湿式メタン 発酵施設	ごみ焼却 施設	
必要処理能力	60t/日	158t/日	42t/日	162t/日	200t/日

注 コンバインド焼却には残さ焼却分を含む。

4.3.5 データの収集と処理方法

(1) 主要パラメータ

主要パラメータを以下に示す。

- ・可燃ごみ性状
- ・バイオガス回収ごみ性状
- ・メタン発酵関連情報
 - 生ごみ、紙ごみの VS 分解率
 - 生ごみ、紙ごみからのバイオガス発生量及びメタン濃度
 - コジェネレーション発電効率
 - 発酵残さ性状
- ・メタン発酵、焼却施設関連情報
 - 施設建設単価
 - 発電効率
 - バイオガス受入基準
 - メタン回収率（バイオガス精製）
 - 施設消費電力
 - 運転費

(電力費、燃料費、上水料金、下水道料金、薬品費、埋立処分費、人件費)
○修繕費 (20 年間 年平均)

(2) データ収集方法

データ収集について、全量焼却方式並びに乾式メタン発酵コンバインドシステムは、平成 22 年度廃棄物系バイオマス次世代利活用推進事業で評価した結果を用いた。一方、湿式メタン発酵コンバインドシステムは、実績メーカー 3 社にヒアリングを実施し、各項目のデータを入手した。各項目のデータの処理は基本的に 3 社の平均値を求め、その結果を用いた。また、ガス精製については、ガスエンジニアリングメーカーにヒアリングを実施した結果を用いた。なお、減価償却費 (施設建設費 償却期間 20 年) に交付金は考慮していない。

(3) データ処理方法

試算に際しては、数多くのパラメータを設定する必要があるが、設定に当たっては、従前の検討結果や先進事例調査の結果に基づくほか、主要パラメータを変更し比較結果に与える影響を明確化した。

4.3.6 対象ごみの性状

対象ごみの性状についての設定は、平成 21 年度安曇野地区乾式メタン発酵モデル事業実施業務にて実施したデータを用いた。以下に主要データを再掲する。

(1) 可燃ごみ、バイオガス回収ごみ、その他の可燃ごみ等の性状

① 分別排出しない場合の可燃ごみの性状

(全量焼却対象ごみ)

分別排出しない場合の可燃ごみを表 4.3-1 のとおり設定した^{1,2)}。

ちゅう芥の VS/TS については穂高広域施設組合の調査結果を用いた。低位発熱量は 8,200kJ/kg である。

表 4.3-1 分別排出しない場合の可燃ごみ性状 (%)

種類	組成 湿重量	三成分				三成分			
		水分	可燃分	灰分	計	水分	可燃分	灰分	計
紙	51	35.5	58.4	6.1	100	18.1	29.8	3.1	51
繊維	4	28.3	66.9	4.8	100	1.1	2.7	0.2	4
木・竹・草	9	30.1	65.9	4.0	100	2.7	5.9	0.4	9
ゴム・皮革	0	6.4	76.6	17.0	100	0	0	0	0
プラスチック	6	16.8	74.3	8.9	100	1	4.5	0.5	6
金属	0	7.8	0	92.2	100	0	0	0	0
ガラス	0	1.2	0	98.8	100	0	0	0	0
陶器・土石	0	3.0	0	97.0	100	0	0	0	0
ちゅう芥	30	78.0	21.2	0.8	100	23.4	6.4	0.2	30
計	100	-	-	-	-	46.3	49.3	4.4	100

項目		単位	基準ごみ
三成分	水分	%	46.3
	可燃分	%	49.3
	灰分	%	4.4
	計	%	100
低位発熱量		kcal/kg	2,000
		kJ/kg	8,200

1) Fact Book 2000 P26/東京都 (区部) 参照、日本環境衛生センター

2) ごみ処理施設整備の計画・設計要領 (2006 改定版) P139/表 1.3.3-2 都市ごみ種類別組成の三成分値 (湿基準)

②分別排出したバイオガス回収ごみの性状

(乾式メタン発酵対象ごみ)

穂高広域施設組合の調査結果より、バイオガス回収ごみの性状を表 4.3-2 のとおり設定した。

穂高広域施設組合の調査によると、バイオガス回収ごみ(生ごみ、紙ごみ)を分別排出した場合、バイオガス回収ごみ量は全体の可燃ごみの30%であり、バイオガス回収ごみ中の内訳は生ごみ：紙ごみが7：3であった。これは安定した乾式メタン発酵が可能である運転条件に合致し、含水率は50～70%、CN比は30～50であった。低位発熱量は4,500kJ/kgである。

表 4.3-2 バイオガス回収ごみの性状

項目		単位	基準ごみ
三成分	水分	%	65
	可燃分	%	32
	灰分	%	3
	計	%	100
低位発熱量		kcal/kg	1,100
		kJ/kg	4,500

③バイオガス回収ごみを分別回収した場合の残りの可燃ごみの性状

(乾式メタンコンバインド 焼却対象ごみ)

上記①、②より、バイオガス回収ごみを分別回収した場合の残りの可燃ごみの性状を表 4.3-3 のとおり設定した。低位発熱量は9,900kJ/kgである。

表 4.3-3 可燃ごみの性状

項目		単位	基準ごみ
三成分	水分	%	38.5
	可燃分	%	57.1
	灰分	%	5.4
	計	%	100
低位発熱量		kcal/kg	2,400
		kJ/kg	9,900

④生ごみのみを分別回収した場合の生ごみの性状

(湿式メタン発酵対象ごみ)

生ごみの性状を表 4.3-4 のとおり設定した。

湿式メタン発酵を検討する場合、投入するごみは生ごみのみであり、投入物の固形分を10%に調整することが乾式メタン発酵と異なる点である。低位発熱量は2,080kJ/kgである。

表 4.3-4 表生ごみの性状

項目		単位	基準ごみ
三成分	水分	%	78
	可燃分	%	21.2
	灰分	%	0.8
	計	%	100
低位発熱量		kcal/kg	500
		kJ/kg	2,080

⑤生ごみのみを分別回収した場合の残りの可燃ごみの性状

(湿式メタンコンバインド 焼却対象ごみ)

上記③と同様に、生ごみのみを分別回収した場合の残りの可燃ごみの性状を表 4.3-5 のとおり設定した。低位発熱量は9,830kJ/kgである。

表 4.3-5 生ごみのみを分別回収した場合の残りの可燃ごみの性状

項目		単位	基準ごみ
三成分	水分	%	37.9
	可燃分	%	56.7
	灰分	%	5.4
	計	%	100
低位発熱量		kcal/kg	2,400
		kJ/kg	9,830

4.3.7 コンバインドシステム適用分析における基本データの設定

(1)メタンガス発生量及びコジェネレーションによる発電効率等

メタン発酵によるメタンガス発生量及びコジェネレーションによる発電効率等を表 4.3-6 のとおり設定した。

表 4.3-6 メタンガス発生量及びコジェネレーションによる発電効率等

コンバインド方式		乾式	湿式	備考
バイオガス 回収ごみ	回収率	30%	30%	
	生ごみ比率	70%	100%	
	紙ごみ比率	30%	0	
生ごみ	TS	220,000mg/kg		
	VS	212,000mg/kg		VS/TS=0.965
	VS 分解率	85%	80%	
	バイオガス 発生量	137Nm ³ /t	124Nm ³ /t	乾式 CH ₄ 55% 湿式 CH ₄ 60%
紙ごみ	TS	645,000mg/kg	—	
	VS	584,000mg/kg	—	
	VS 分解率	75%	—	CH ₄ 55%として
	バイオガス 発生量	332Nm ³ /t	—	
メタンガス	発熱量	35.6MJ/Nm ³		CH ₄ 100%として
メタンガス 発電	効率	25%		100kW クラス
		30%		200kW クラス
		40%		1,000kW クラス
	変換	3,600kJ/kWh		
温水等 熱利用	効率	40%		

(2) ごみ焼却施設発電効率

中規模都市に適用するごみ焼却施設においては、高効率発電を行うものとして、発電効率を17%以上とした。詳細設計の結果、全量焼却の場合で18%、コンバインド焼却の場合で17%となった。

4.3.8 コンバインドシステム適用分析に使用した基本条件

(1) 物質収支及び使用する発熱量

① 小規模都市適用（可燃ごみ処理量 50t/日）

小規模都市に適用した場合の基本的な物質収支及び検討に使用する発熱量について、表 4.3-7 に示す。

可燃ごみ処理量が 50t/日のケースでは、ごみ焼却施設で発電はしないが、メタン発酵槽への投入物の加温や発酵残さ（含水率 80%）の乾燥に蒸気を必要とするため、別途廃熱ボイラを必要とする。

表 4.3-7 基本的な物質収支及び発熱量（小規模都市適用）

項 目		処理量	発熱量			
		t/日	kJ/kg	kcal/kg	GJ/日	
全量焼却	可燃ごみ	50	8,200	2,000	410	
乾式メタンコンバイオ	乾式メタン発酵	バイオガス回収ごみ	15	4,500	1,100	68
		内生ごみ	10.5	—	—	—
		内紙ごみ	4.5	—	—	—
		加温蒸気 (0.147MPa)	1.7	2,600	600	4
		発酵槽投入量	16.7	—	—	72
		発酵残さ	13.5	700	200	9
		乾燥用蒸気 (0.2MPa)	10.8	2,700	600	29
		発酵残さ乾燥物	4.5	6,600	1,600	30
	焼却施設	残焼却ごみ	35	9,900	2,400	347
		焼却ごみ+発酵残さ乾燥物	40	9,500	2,300	380
湿式メタンコンバイオ	湿式メタン発酵	バイオガス回収ごみ	10.5	2,080	500	22
		加温蒸気 (0.147MPa)	2.8	2,600	600	6.8
		発酵槽投入量	23.1	—	—	28.8
		発酵残さ	2.4	700	200	1.7
		乾燥用蒸気 (0.2MPa)	1.7	2,700	600	4.6
		発酵残さ乾燥物	0.7	8,300	2,000	4.6
	焼却施設	残焼却ごみ	39.5	9,830	2,400	388
		焼却ごみ+発酵残さ乾燥物	41	9,800	2,400	402

〈メタンガス発電（小規模都市適用）〉

メタンガス発電	バイオガス		コジェネレーション		
	発生量	熱量	発電効率	発電量	温水利用
	Nm ³ /日	GJ/日	%	kWh/日	MJ/日
乾式メタン	2,930	57.4	30	4,800	23
内生ごみ由来	1,440	—	—	—	—
内紙ごみ由来	1,490	—	—	—	—
湿式メタン	1,302	27.9	25	1,928	8,966

②中規模都市適用（可燃ごみ処理量 200t/日）

中規模都市に適用した場合の基本的な物質収支及び検討に使用する発熱量は表 4.3-8 に示す。また、基本的な収支フローを図 4.3-3 に示す。

可燃ごみ処理量が 200t/日のケースでは、ごみ焼却施設で高効率発電を行う。蒸気の一部をメタン発酵槽への投入物の加温や発酵残さ（含水率 80%）の乾燥に用いる。

表 4.3-8 基本的な物質収支及び発熱量（中規模都市適用）

項目		処理量 t/日	発熱量			
			kJ/kg	kcal/kg	GJ/日	
全量焼却		可燃ごみ	200	8,200	2,000	1,640
乾式メタンコンバインド	乾式メタン発酵	バイオガス回収ごみ	60	4,500	1,100	270
		内生ごみ	42	—	—	—
		内紙ごみ	18	—	—	—
		加温蒸気 (0.147MPa)	6.6	2,600	600	17
		発酵槽投入量	66.6			287
		発酵残さ	53.9	700	200	38
		乾燥用蒸気 (0.2MPa)	43.1	2,700	600	116
		発酵残さ乾燥物	17.8	6,600	1,600	117
		焼却施設	残焼却ごみ	140	9,900	2,400
	焼却ごみ+発酵残さ乾燥物		158	9,500	2,300	1,501
湿式メタンコンバインド	湿式メタン発酵	バイオガス回収ごみ	42	2,080	500	87
		加温蒸気 (0.147MPa)	10	2,600	600	26
		発酵槽投入量	103	—	—	113
		発酵残さ	12	700	200	9
		乾燥用蒸気 (0.2MPa)	9.6	2700	600	26
		発酵残さ乾燥物	3.2	8,300	2,000	27
	焼却施設	残焼却ごみ	158	9,830	2,400	1,553
		焼却ごみ+発酵残さ乾燥物	162	9,800	2,400	1,588

〈メタンガス発電（中規模都市適用）〉

メタンガス発電	バイオガス		コージェネレーション		
	発生量	熱量	発電効率	発電量	温水利用
	Nm ³ /日	GJ/日	%	kWh/日	MJ/日
乾式メタン	11,730	299.9	40	25,500	92
内生ごみ由来	5,750	—	—	—	—
内紙ごみ由来	5,980	—	—	—	—
湿式メタン	5,208	111.7	30	6,925	34,253

〈ごみ焼却施設発電（中規模都市適用）〉

ごみ焼却施設発電 発電効率 17%	発電量	必要乾燥用等蒸気	
	kWh/日	MPa	GJ/日
	78,960	0.2	67

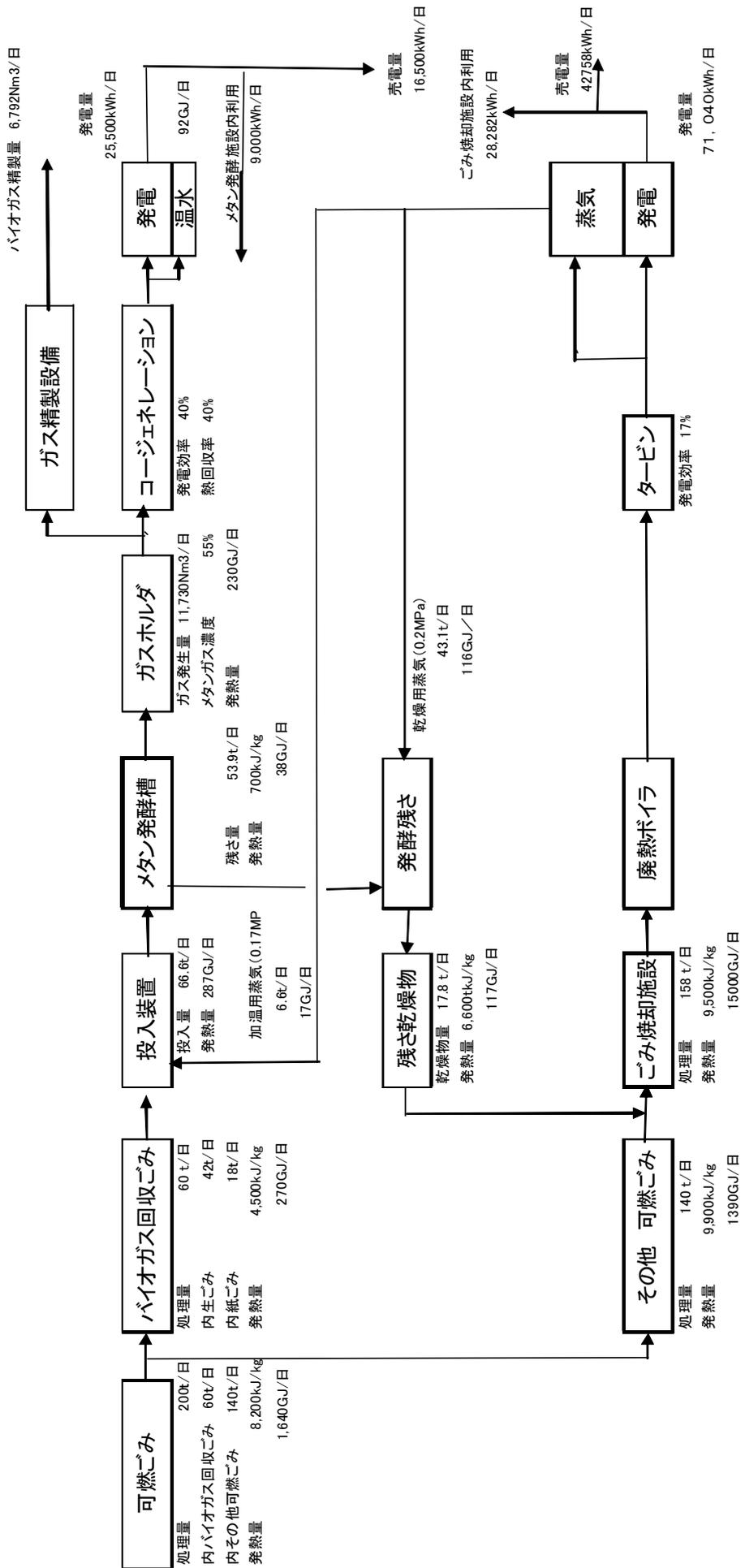


図4.-3-3 基本的な収支フロー一例 (中規模都市適用 乾式コンバインドシステム)

(2) 温室効果ガス排出量の算出方法

温室効果ガス排出量は「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver.3.2(2011)」によった。

①エネルギー起源二酸化炭素

ごみ焼却施設、メタン発酵施設で、他から供給された電気・燃料を使用する場合に算定した。廃棄物発電を実施している場合、本来は発電のために使用する燃料等に対して控除する（この施設の発電に対する排出原単位を求める）ことができるのみであるが、同マニュアルでは未利用エネルギーを用いる場合の排出係数については明確な規定がなく、バイオガス起源のメタンは算定対象外とされているため、ここでは、売電の場合の排出係数を購入と同数値とし、マイナスの排出量として算定した。

②非エネルギー起源二酸化炭素

合成繊維くず、プラスチックの焼却量から算出した。焼却ごみ中の繊維くず、プラスチックの組成、固形分は「バイオガス回収ごみを分別回収した場合の残りの可燃ごみの性状」の数値を用いた。また、繊維くず中の合成繊維の割合は 53.2%（乾ベース）とした（温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver.3.2）。

③メタン及び二酸化窒素

ごみ焼却施設の種類及びごみ焼却量から算定した。

(3) 検討ケース

基本データの検討に加え、主要パラメータが評価結果に与える影響を検討した。検討したケース一覧を表 4.3-9 に示す。

表 4.3-9 検討ケース一覧

都市規模 (t/日)	メタン発酵 方式	検討ケース	バイオガス 回収ごみ 回収率	バイオガス回収ごみ量 (t/日)	
				生ごみ	紙ごみ
50	乾式	基本ケース	30%	10.5	4.5
		変更ケース	40%	14.0	6.0
	湿式	基本ケース	30%	10.5	—
		変更ケース	40%	14.0	—
200	乾式	基本ケース	30%	42.0	18.0
		変更ケース	40%	56.0	24.0
	湿式	基本ケース	30%	42.0	—
		変更ケース	40%	56.0	—

注) 表中の網掛けは基本ケースから変化させた部分を示す。

(4) 精製ガス販売単価及び電力単価の設定

精製ガス販売価格、電力購入単価並びに売電単価は、下記のとおり設定した。

項目	単価
精製ガス販売価格	58 円/Nm ³
電力購入単価	10.3 円/kWh
売電単価	7.3 円/kWh

4.3.9 試算結果

メタン発酵方式と焼却方式を組み合わせた乾式メタンコンバインドと湿式メタンコンバインドについて、発生したメタンガスを利用しガス発電する方法（ガス発電）とメタンガスを精製し都市ガス導管注入をする方法（ガス精製）において、小規模都市適用（処理量 50t/日）ケースと中規模都市適用（処理量 200t/日）ケースの各々で試算し、全量焼却方式の試算結果と比較し優位性について以下に検討した。

なお、検討にあたり減価償却費（施設建設費）に交付金は考慮していない。

(1) 基本データによる試算結果

① 小規模都市適用（処理量 50t/日）ケース

小規模都市に適用した場合の分析結果を表 4.3-10 に示す。

乾式メタンコンバインド・ガス発電と全量焼却方式と比較すると、使用電力は日量 3,740kW と 25.9%減じられるが、メタン発酵施設の基本料金負担が生じ、ガス発電による電力費削減額より基本料金が大きいため、年間電力費は逆に 3.8%増となる。また、運転経費は 18.5%増、減価償却費（施設建設費 償却期間 20 年）は 4.3%増となり、「減価償却費+運転経費+修繕費」の合計は年間 590,895 千円となり全量焼却方式と比べて 9.2%増となる。一方、温室効果ガス排出量は 4,510t/年となり、24.6%増となる結果となった。

乾式メタンコンバインド・ガス精製については、精製ガスは日量 1,704Nm³ 製造し、精製ガス販売費は年間 36,074 千円見込めるが、バイオガス精製設備を含めた消費電力は日量 10,077kWh とガス発電と比較して多く、電力費は年間 55,237 千円と 49.0%増となる。精製ガス販売費の収益を見込んだ「減価償却費+運転経費+修繕費」についても年間 636,522 千円と 7.7%増となるため、優位性は得られない。

湿式メタンコンバインド・ガス発電と全量焼却方式と比較すると、使用電力は日量 4,868kWh でありほぼ同等であるが、乾式メタンコンバインド・ガス発電の場合と同様に基本料金負担が生じるため、年間電力費は 14.2%増となる。また、運転経費は 24.2%増、減価償却費はほぼ同等であるが「減価償却費+運転経費+修繕費」の合計は年間 594,171 千円となり、全量焼却方式と比べて 9.8%増となる。一方、温室効果ガス排出量は 3,800Nm³/年となり 5.0%増となる結果となった。

湿式メタンコンバインド・ガス精製については、精製ガスは日量 840Nm³ 製造し精製ガス販売費は年間 17,783 千円見込めるが、バイオガス精製設備を含めた消費電力は日量 8,007kWh とガス発電と比較して多くなり、電力費は年間 48,403 千円と 18.7%増となる。精製ガス販売費の収益を見込んだ「減価償却費+運転経費+修繕費」についても年間 630,967 千円と 6.2%増となるため、優位性は得られない。

以上から、小規模都市適用ケースでは、乾式及び湿式方式メタン発酵コンバインド、メタンガス利用におけるガス発電及びガス精製とも全量焼却方式と比較し、優位性は得られない結果となった。

表 4.3-10 小規模都市におけるコンバインド適用分析結果

項目		処理量 (t/日)	発電 効率 (%)	電力 (kWh/日)		ガス精製 (Nm ³ /日)		
				発電量	消費電力	原料 ガス	精製 ガス	
全量焼却		50	—	—	5,050	—	—	
乾式 メタン コン バイン ド	ガス 発電	メタン	15	30	4,800	3,900	—	—
		焼却+残さ	35+(4.5)	—	—	4,640	—	—
		計	50	—	—	3,740	—	—
	ガス 精製	メタン	15	—	—	3,900	—	—
		焼却+残さ	35+(4.5)	—	—	4,640	—	—
		ガス精製	—	—	—	1,537	2,930	1,704
		計	50	—	—	10,077	—	1,704
湿式 メタン コン バイン ド	ガス 発電	メタン	10.5	28	1,928	2,040	—	—
		焼却+残さ	39.5+(0.7)	—	—	4,756	—	—
		計	50	—	—	4,868	—	—
	ガス 精製	メタン	10.5	—	—	1,835	—	—
		焼却+残さ	39.5+(0.7)	—	—	4,756	—	—
		ガス精製	—	—	—	1,416	1,302	840
		計	50	—	—	8,007	—	840

〈乾式メタンコンバインド 50t/日 全量焼却との比較〉

項目	比較対象 全量焼却 処理	乾式メタン コンバイン ド 処理	差	削減率 (%)	乾式メタン コンバイン ド 処理	差	削減率 (%)	
		ガス発電			ガス精製			
処理量 (t/日)	50	50	—	—	50	—	—	
減価償却費 (20年間) (千円/年)	270,000	281,625	-11,625	-4.3	310,775	-40,775	-15.1	
運転費 (千円/年)	電力費	35,714	37,065	-1,351	-3.8	55,237	-19,523	-54.7
	燃料費	2,898	31,430	-28,532	-984.5	31,430	-28,532	-984.5
	上水道料金	3,178	2,667	511	16.1	2,755	423	13.3
	下水道料金	0	0	0	0.0	0	0	0.0
	薬品費	21,938	20,423	1,515	6.9	37,543	-15,605	-71.1
	埋立処分費	18,200	18,200	0	0.0	18,200	0	0.0
	人件費	75,600	76,860	-1,260	-1.7	76,860	-1,260	-1.7
	小計	157,528	186,645	-29,117	-18.5	222,025	-64,497	-40.9
バイオガス販売費 (千円/年)	0	0	0	0.0	36,074	-36,074	—	
修繕費 (千円/年)	113,500	122,625	-9,125	-8.0	139,796	-26,296	-23.2	
合計 (千円/年)	541,028	590,895	-49,867	-9.2	636,522	-95,494	-17.7	
温室効果ガス排出量 (t/年)	3,620	4,510	-890	-24.6	3,176	444	12.3	

〈湿式メタンコンバインド 50t/日 全量焼却との比較〉

項目	比較対象 全量焼却 処理	湿式メタン コンバイン ド 処理	差	削減率 (%)	湿式メタン コンバイン ド 処理	差	削減率 (%)	
		ガス発電			ガス精製			
処理量 (t/日)	50	50	—	—	50	—	—	
減価償却費 (20年間) (千円/年)	270,000	271,667	-1,667	-0.6	297,267	-27,267	-10.1	
運転費 (千円/年)	電力費	35,714	40,781	-5,067	-14.2	48,403	-12,689	-35.5
	燃料費	2,898	9,804	-6,906	-238.3	9,804	-6,906	-238.3
	上水道料金	3,178	4,200	-1,022	-32.2	4,320	-1,142	-35.9
	下水道料金	0	1,267	-1,267	0.0	1,267	-1,267	0.0
	薬品費	21,938	31,427	-9,489	-43.3	43,426	-21,488	-97.9
	埋立処分費	18,200	18,200	0	0.0	18,200	0	0.0
	人件費	75,600	89,992	-14,392	-19.0	87,659	-12,059	-16.0
	小計	157,528	195,671	-38,143	-24.2	213,078	-55,550	-35.3
バイオガス販売費 (千円/年)	0	0	0	0.0	17,783	-17,783	—	
修繕費 (千円/年)	113,500	126,833	-13,333	-11.7	138,404	-24,904	-21.9	
合計 (千円/年)	541,028	594,171	-53,143	-9.8	630,967	-89,939	-16.6	
温室効果ガス排出量 (t/年)	3,620	3,800	-180	-5.0	3,368	252	7.0	

〈ガス発電方式とガス精製方式の比較〉

項目	乾式メタンコンバイン ド		差	変化率 %	湿式メタンコンバイン ド		差	変化率 %	
	ガス発電	ガス精製			ガス発電	ガス精製			
処理量 (t/日)	50	50	—	—	50	50	—	—	
メタンガス発電量 (kWh/日)	4,800	—	—	—	1,928	—	—	—	
メタンガス精製量Nm ³ /日	—	1,704	—	—	—	840	—	—	
減価償却費 (20年間) (千円/年)	281,625	310,775	29,150	10.4	271,667	297,267	25,600	9.4	
運転費 (千円/日)	電力費	37,065	55,237	18,172	49.0	40,781	48,403	7,622	18.7
	燃料費	31,430	31,430	0	0.0	9,804	9,804	0	0.0
	上水道料金	2,667	2,755	88	3.3	4,200	4,320	120	2.9
	下水道料金	0	0	0	0.0	1,267	1,267	0	0.0
	薬品費	20,423	37,543	17,120	83.8	31,427	43,426	11,999	38.2
	埋立処分費	18,200	18,200	0	0.0	18,200	18,200	0	0.0
	人件費	76,860	76,860	0	0.0	89,992	87,659	-2,333	-2.6
	小計	186,645	222,025	35,380	19.0	195,671	213,078	17,407	8.9
バイオガス販売費 (千円/年)	0	36,074	36,074	—	0	17,783	17,783	—	
修繕費 (千円/年)	122,625	139,796	17,171	14.0	126,833	138,404	11,571	9.1	
合計 (千円/年)	590,895	636,522	45,627	7.7	594,171	630,967	36,795	6.2	
温室効果ガス排出量 (t/年)	4,510	3,176	-1,334	-29.6	3,800	3,368	-432	-11.4	

②中規模都市適用（処理量 200t/日）ケース

中規模都市に適用した場合の分析結果を表 4.3-11 に示す。

乾式メタンコンバインド・ガス発電と全量焼却方式を比較すると、総発電量が日量 96,540kWh と 18%増加となることから、売電量は日量 59,258kWh と 15.6%増となる。その結果、年間電力費は売電費として年間 92,664 千円となり 11.0%増となる。また、焼却量が減少することにより、燃料費や薬品費が削減され、運転費は年間 317,944 千円と 7.6%削減される。一方、減価償却費は 10.9%増となり、「減価償却費+運転経費+修繕費」の合計は年間 1,133,174 千円と 4.5%増加する。温室効果ガス排出量については 1,110t/年と 57.1%削減され、大きな効果が得られる結果となった。

乾式メタンコンバインド・ガス精製については、精製ガスは日量 6,792Nm³ 製造し精製ガス販売費は年間 143,787 千円見込めるが、バイオガス精製設備を含めた消費電力は日量 40,820kWh とガス発電と比較して多くなり、電力費は売電費として年間 9,460 千円となり 89.8%減となる。精製ガス販売費の収益を見込んだ「減価償却費+運転経費+修繕費」については年間 1,179,501 千円とガス発電に比べて 4.1%増となり不利である。一方、温室効果ガス排出量については 3t/年と、99.7%削減され、優位性がある結果となった。

湿式メタンコンバインド・ガス発電と全量焼却方式と比較すると、総発電量が日量 87,912kWh と 7.4%増となることから、売電量は日量 53,484kWh と 4.4%増となる。その結果年間電力費は売電費として年間 87,408 千円となり 4.7%増となる。運転経費では、湿式方式は発酵残渣の脱水並びに脱水に伴う脱離液の水処理が必要となり、薬品費並びに上下水道費がかかるため、年間運転経費は 375,543 千円と 9.1%増となる。一方、減価償却費は 11.5%増となり、「減価償却費+運転経費+修繕費」の合計は年間 1,208,374 千円と 11.5%増となり、優位性は得られない結果となった。温室効果ガス排出量については 2,040t/年と 21.2%削減され、乾式に次いで大きな効果が得られる結果となった。

湿式メタンコンバインド・ガス精製では、精製ガスは日量 3,360Nm³ 製造し精製ガス販売費は年間 71,131 千円見込めるが、バイオガス精製設備を含めた消費電力は日量 35,967kWh とガス発電と比較して多くなり、電力費は売電費として年間 52,422 千円と 40.0%減となる。精製ガス販売費の収益を見込んだ「減価償却費+運転経費+修繕費」については年間 1,222,231 千円とガス発電より 1.1%増となり、優位性はあまり得られない。一方、温室効果ガス排出量については 552t/年となりガス発電と比較し 72.9%削減され優位性が得られる結果となった。

③試算結果のまとめ

小規模都市適用規模において、施設処理規模が小さい条件となり焼却施設とメタン発酵施設の 2 方式を建設並びに運営することは、単一の処理である全焼却処理方式と比較し、同方式では明らかに不利となる結果となった。今後、小規模都市に適した処理システムの開発が望まれる。

中規模都市適用規模において、乾式メタンコンバインドは年間運転経費並びに温室効果ガス削減量について全量焼却方式に比べ優位性は確認されたが、減価償却費（施設建設費）の低減化に課題がある結果となった。ただし、施設の建設数が増加することで、減価償却費の低減が期待される。

湿式メタンコンバインドでは、全量焼却方式と比較し経済的な優位性は得られない結果となった。それについて、同方式は乾式メタン発酵方式と比べ雑紙の処理が不向きであり、そのためメタンガス発生量が少ないこと。並びに処理過程で発酵残さの脱水とそれに伴う水処理が必要になることが一因と考えられる。

ガス精製方式については、ガス発電に比べ経済的には不利な結果となった。それについて、同方式は高精度のガス精製をする必要があり、そのためガス精製設備費が高価となり、運転経費がかかることがあげられる。一方、精製ガス販売費は 58 円/Nm³ 前後であることから、普及に際しこれらの課題を解決する必要がある。

温室効果ガスの削減効果について、中規模都市適用規模では全量焼却方式に比べメタン発酵方式の優位性が確認され、特に精製ガス方式ではガス発電に比べ優位性は明らかとなった。

表 4.3-11 中規模都市におけるコンバインド適用分析結果

項目		処理量 (t/日)	発電 効率 (%)	電力 (kWh/日)			ガス精製 (Nm ³ /日)		
				発電量	消費電力	売電量	原料 ガス	精製 ガス	
全量焼却		200	18	81,840	30,600	51,240	—	—	
乾式 メタン コン バイン ド	ガス 発電	メタン	60	40	25,500	9,000	16,500	—	—
		焼却+残さ	140+(18)	17	71,040	28,282	42,758	—	—
		計	200	—	96,540	37,282	59,258	—	—
	ガス 精製	メタン	60	—	—	9,000	—	—	—
		焼却+残さ	140+(18)	17	71,040	28,282	42,758	—	—
		ガス精製	—	—	—	3538	—	11,730	6,792
		計	200	—	71,040	40,820	30,200	—	6,792
湿式 メタン コン バイン ド	ガス 発電	メタン	42	40	8,952	5,430	3,522	—	—
		焼却+残さ	158+(3.2)	17	78,960	28,998	49,962	—	—
		計	200	—	87,912	34,428	53,484	—	—
	ガス 精製	メタン	42	—	—	4,875	—	—	—
		焼却+残さ	158+(3.2)	17	78,960	28,998	49,962	—	—
		ガス精製	—	—	—	2,094	—	5,208	3,360
		計	200	—	78,960	35,967	42,993	—	3,360

〈乾式メタンコンバインド 200t/日 全量焼却との比較〉

項目	比較対象 全量焼却 処理	乾式メタン コンバインド 処理	差	削減率 (%)	乾式メタン コンバインド 処理	差	削減率 (%)	
		ガス発電			ガス精製			
処理量(t/日)	200	200	—	—	200	—	—	
減価償却費(20年間)(千円/年)	550,000	610,160	-60,160	-10.9	645,960	-95,960	-17.4	
運転費 (千円/年)	電力費	-83,496	-92,664	9,168	-11.0	-9,460	-74,036	88.7
	燃料費	4,536	4,088	448	9.9	4,088	448	9.9
	上水道料金	3,416	3,792	-376	-11.0	4,055	-639	-18.7
	下水道料金	0	0	0	0.0	0	0	0.0
	薬品費	44,576	42,026	2,550	5.7	95,088	-50,512	-113.3
	埋立処分費	72,800	72,800	0	0.0	72,800	0	0.0
	人件費	302,400	287,902	14,498	4.8	287,902	14,498	4.8
	小計	344,232	317,944	26,288	7.6	454,473	-110,241	-32.0
バイオガス販売費(千円/年)	0	0	0	0.0	143,787	-143,787	—	
修繕費(千円/年)	189,700	205,070	-15,370	-8.1	222,855	-33,155	-17.5	
合計(千円/年)	1,083,932	1,133,174	-49,242	-4.5	1,179,501	-95,569	-8.8	
温室効果ガス排出量(t/年)	2,590	1,110	1,480	57.1	3	2,587	99.9	

〈湿式メタンコンバインド 200t/日 全量焼却との比較〉

項目	比較対象 全量焼却 処理	湿式メタン コンバインド 処理	差	削減率 (%)	湿式メタン コンバインド 処理	差	削減率 (%)	
		ガス発電			ガス精製			
処理量(t/日)	200	200	—	—	200	—	—	
減価償却費(20年間)(千円/年)	550,000	613,323	-63,323	-11.5	629,123	-79,123	-14.4	
運転費 (千円/年)	電力費	-83,496	-87,408	3,912	-4.7	-52,422	-31,074	37.2
	燃料費	4,536	4,173	363	8.0	4,173	363	8.0
	上水道料金	3,416	6,882	-3,466	-101.5	7,055	-3,639	-106.5
	下水道料金	0	6,020	-6,020	0.0	6,020	-6,020	0.0
	薬品費	44,576	79,133	-34,557	-77.5	111,772	-67,196	-150.7
	埋立処分費	72,800	72,800	0	0.0	72,800	0	0.0
	人件費	302,400	293,944	8,456	2.8	291,611	10,789	3.6
	小計	344,232	375,543	-31,311	-9.1	441,008	-96,776	-28.1
バイオガス販売費(千円/年)	0	0	0	0.0	71,131	-71,131	—	
修繕費(千円/年)	189,700	219,508	-29,808	-15.7	223,231	-33,531	-17.7	
合計(千円/年)	1,083,932	1,208,374	-124,442	-11.5	1,222,231	-138,299	-12.8	
温室効果ガス排出量(t/年)	2,590	2,040	550	21.2	552	2,038	78.7	

〈ガス発電方式とガス精製方式の比較〉

項目	乾式メタンコンバインド		差	変化率 %	湿式メタンコンバインド		差	変化率 %	
	ガス発電	ガス精製			ガス発電	ガス精製			
処理量(t/日)	200	200	—	—	200	200	—	—	
メタンガス発電量(kWh/日)	25,500	—	—	—	8,952	—	—	—	
メタンガス精製量Nm ³ /日)	—	6,792	—	—	—	3,360	—	—	
減価償却費(20年間)(千円/年)	610,160	645,960	35,800	5.9	613,323	629,123	15,800	2.6	
運転費 (千円/日)	電力費	-92,664	-9,460	83,204	-89.8	-87,408	-52,422	34,987	-40.0
	燃料費	4,088	4,088	0	0.0	4,173	4,173	0	0.0
	上水道料金	3,792	4,055	263	6.9	6,882	7,055	173	2.5
	下水道料金	0	0	0	0.0	6,020	6,020	0	0.0
	薬品費	42,026	95,088	53,062	126.3	79,133	111,772	32,639	41.2
	埋立処分費	72,800	72,800	0	0.0	72,800	72,800	0	0.0
	人件費	287,902	287,902	0	0.0	293,944	291,611	-2,333	-0.8
	小計	317,944	454,473	136,529	42.9	375,543	441,008	65,465	17.4
バイオガス販売費(千円/年)	0	143,787	143,787	—	0	71,131	71,131	—	
修繕費(千円/年)	205,070	222,855	17,785	8.7	219,508	223,231	3,723	1.7	
合計(千円/年)	1,133,174	1,179,501	46,327	4.1	1,208,374	1,222,231	13,857	1.1	
温室効果ガス排出量(t/年)	1,110	3	-1,107	-99.7	2,040	552	-1,488	-72.9	

(2) 主要パラメータの変更と評価結果

① 主要パラメータの変更

上記基本データにおけるコンバインド評価結果のうち、中規模都市適用の乾式メタン発酵コンバインドを例にとり、主要パラメータと評価結果との関係について検討する。評価項目である「減価償却費＋運転費」のうち、コンバインド・ガス発電方式では減価償却費が全体の62～66%を占め、人件費が運転費の70%程度を占めている。従って、これらのパラメータが最も影響度が高いことになるが、これを変動させることには無理がある。

以上から、次に影響度の大きいメタンガス発生量を増加させることにより、電力並びに精製ガスの変化が全体評価にどのように影響するか検討する。コンバインドで発生ガスを増加させる方法として、メタン発酵施設側のバイオガス回収ごみの回収率を基本の30%から40%に変化させる方法により評価する。

ここでは、中規模都市に適用した場合について、以下に検討結果を示す。

② 変更における評価結果

中規模都市に適用した場合の分析結果を表4.3-12に示す。

ア. 乾式メタンコンバインド評価結果

発酵処理量が60t/日から80t/日に増加した分バイオガス発生量は33.2%増加する。

ガス発電方式において、メタンガス発電の発電量は33.7%増加する、一方焼却施設側では、焼却対象ごみ質の発熱量が増加するが、処理量が減少するため入熱は減少する。さらに、発酵残さ量が増加するため乾燥用のボイラ抽気量が増加し、発電効率は17.0%から15.4%に低下する。その結果、焼却施設側発電量及び売電量は低減し、全体の売電量は殆ど変化のない結果となった。運転費では、電力費は変更データが不利となるものの、運転費全体では同程度となった。「減価償却費＋運転費＋修繕費」の合計では1,133,174千円/年→1,134,696千円/年となり変化率は-0.1%と同程度の結果となった。温室効果ガス排出量についても基本データに比べ同程度となった。

ガス精製方式において、ガス量の増加により、精製ガス量は33.2%増加する。一方、総発電量は変更データが13.2%減少し、それに伴い売電量も33.6%減少する。運転費では、電力費において変更データが大きく不利になることが影響し、運転費全体では4.8%不利となった。ガス販売費は143,787千円/年→191,546千円/年と33.2%増加し、ガス販売費を含めた「減価償却費＋運転費＋修繕費」の合計では1,179,501千円/年→1,167,729千円/年となり変化率は1.0%と若干有利な結果となった。温室効果ガス排出量については基本データに比べ変更データが大きく有利となった。

イ. 湿式メタンコンバインドの評価結果

発酵処理量が 42t/日から 56t/日に増加した分バイオガス発生量は乾式方式と同様に変化率は 33%増加する。

ガス発電方式において、メタンガス発電の発電量は 35%増加する、一方焼却施設側では焼却対象ごみ質の発熱量が増加するが、処理量が減少するため入熱は減少する。その結果、焼却施設側発電量は減少するものの、売電量は 4.7%増加する結果となった。

運転費全体では 1.7%有利となり、「減価償却費+運転費+修繕費」の合計では 1,208,289 千円/年→1,192,402 千円/年になり変化率は 1.3%と若干有利となった。温室効果ガス排出量については基本データに比べ変更データが有利となった。

ガス精製方式についてはガス量の増加から、精製ガス量は 33%増加する。一方、総発電量は変更データが 2.1%減少し、それに伴い売電量も 7.2%減少する。運転費では、電力費は変更データが大きく不利になるものの、運転費全体では 3.3%と若干不利となった。

ガス販売費は 71,131 千円/年→94,503 千円/年と 32.9%増加し、ガス販売費を含む「減価償却費+運転費+修繕費」は 1,222,231 千円/年→1,198,795 千円/年となり 1.9%と若干有利となった。温室効果ガス排出量については基本データに比べ変更データが大きく有利となった。

以上より総括すると、基本データと比べ変更データは経済ベースにおいて、乾式メタンコンバインド・発電方式では同程度の結果であったが、その他の方式では若干の優位性が見られる程度であった。

その結果、経済ベースで全量焼却方式を凌ぐ優位性は見られなかった。

一方、温室効果ガスの削減効果については変更データの優位性は明らかとなった。

表 4.3-12 コンバインド適用分析結果 (200t/日 回収率変更 30%→40%)

〈乾式メタンコンバインド 200t/日 回収率変更 30%→40%〉

乾式 メタンコンバインド			処理量	発電効率	発電量	消費電力	売電量	精製ガス量	
			t/日	%	kWh/日			Nm ³ /日	
ガス発電 基本 データ	回収 ごみ 30%	メタン	60	40.0	25,500	9,000	16,500		
		焼却	158	17.0	71,040	28,282	42,758		
		計	200	—	96,540	37,282	59,258		
ガス発電 変更 データ	回収 ごみ 40%	メタン	80	40.0	34,100	11,200	22,900		
		焼却	144	15.4	61,680	25,776	35,904		
		計	200	—	95,780	36,976	58,804		
ガス精製 基本 データ	回収 ごみ 30%	メタン	60	40.0	—	9,000	—		—
		焼却	158	17.0	71,040	28,282	42,758		—
		精製	—	—	—	3,538	—		6,792
		計	200	—	71,040	40,820	30,200	6,792	
ガス精製 変更 データ	回収 ごみ 40%	メタン	80	40.0	—	11,200	—	—	
		焼却	144	15.4	61,680	25,776	35,904	—	
		精製	—	—	—	4,660	—	—	
		計	200	—	61,680	41,636	20,044	9,048	

〈乾式メタンコンバインド 200t/日 回収率変更比較 30%→40%〉

乾式メタンコンバインド処理	ガス発電 基本データ	ガス発電 変更データ	差	変化率 %	ガス精製 基本データ	ガス精製 変更データ	差	変化率 %	
	回収ごみ 30%	回収ごみ 40%			回収ごみ 30%	回収ごみ 40%			
処理量(t/日)	200	200	—	—	200	200	—	—	
減価償却費(20年間)(千円/年)	610,160	608,880	1,280	0.2	645,960	651,280	-5,320	-0.8	
運転費 (千円/年)	電力費	-92,664	-89,247	-3,417	3.7	-9,460	21,823	-31,283	330.7
	燃料費	4,088	3,696	392	9.6	4,088	3,696	392	9.6
	上水道料金	3,792	3,768	25	0.6	4,055	4,125	-69	-1.7
	下水道料金	0	0	0	0.0	0	0	0	0.0
	薬品費	42,026	39,720	2,306	5.5	95,088	90,668	4,420	4.6
	埋立処分費	72,800	72,800	0	0.0	72,800	72,800	0	0.0
	人件費	287,902	283,069	4,833	1.7	287,902	283,069	4,833	1.7
小計	317,944	313,806	4,138	1.3	454,473	476,180	-21,708	-4.8	
バイオガス販売費(千円/年)	0	0	0	0.0	143,787	191,546	-47,760	-33.2	
修繕費(千円/年)	205,070	212,010	-6,940	-3.4	222,855	231,815	-8,960	-4.0	
合計(千円/年)	1,133,174	1,134,696	-1,522	-0.1	1,179,501	1,167,729	11,772	1.0	
温室効果ガス排出量(t/年)	1,110	1,100	10	0.9	3	-353	356	11,866.7	

〈湿式メタンコンバインド 200t/日 回収率変更 30%→40%〉

湿式 メタンコンバインド			処理量	発電効率	発電量	消費電力	売電量	精製ガス量	
			t/日	%	kWh/日			Nm ³ /日	
ガス発電 基本 データ	回収 ごみ 30%	メタン	42	40	8,952	5,430	3,522		
		焼却	162	17	78,960	28,998	49,962		
		計	200	—	87,912	34,428	53,484		
ガス発電 変更 データ	回収 ごみ 40%	メタン	56	40	12,104	6,725	5,379		
		焼却	149	15.4	77,280	26,672	50,608		
		計	200	—	89,384	33,397	55,987		
ガス精製 基本 データ	回収 ごみ 30%	メタン	42	—	—	4,875	—		—
		焼却	162	17	78,960	28,998	47,868		—
		精製	—	—	—	2,094	—		—
		計	200	—	78,960	35,967	44,993	3,360	
ガス精製 変更 データ	回収 ごみ 40%	メタン	56	—	—	6,029	—	—	
		焼却	149	15.4	77,280	26,672	50,608	—	
		精製	—	—	—	2,814	—	—	
		計	200	—	77,280	35,515	41,765	4,464	

〈湿式メタンコンバインド 200t/日 回収率変更比較 30%→40%〉

湿式メタンコンバインド処理		ガス発電 基本データ	ガス発電 変更データ	差	変化率 %	ガス精製 基本データ	ガス精製 変更データ	差	変化率 %
		回収ごみ 30%	回収ごみ 40%			回収ごみ 30%	回収ごみ 40%		
処理量(t/日)		200	200	—	—	200	200	—	—
減価償却費(20年間)(千円/年)		613,323	598,630	14,693	2.4	629,123	609,963	19,160	3.0
運転費 (千円/年)	電力費	-87,408	-87,355	-53	0.1	-52,422	-40,582	-11,840	22.6
	燃料費	4,173	3,838	335	8.0	4,173	3,838	335	8.0
	上水道料金	6,882	7,502	-620	-9.0	7,055	7,709	-654	-9.3
	下水道料金	6,020	8,237	-2,217	-36.8	6,020	8,237	-2,217	-36.8
	薬品費	79,133	87,524	-8,392	-10.6	111,772	129,240	-17,469	-15.6
	埋立処分費	72,800	72,800	0	0.0	72,800	72,800	0	0.0
	人件費	293,944	276,621	17,323	5.9	291,611	274,288	17,323	5.9
小計		375,543	369,167	6,376	1.7	441,008	455,530	-14,521	-3.3
バイオガス販売費(千円/年)		0	0	0	0.0	71,131	94,503	-23,372	-32.9
修繕費(千円/年)		219,508	224,605	-5,097	-2.3	223,231	227,805	-4,573	-2.0
合計(千円/年)		1,208,374	1,192,402	15,973	1.3	1,222,231	1,198,795	23,437	1.9
温室効果ガス排出量(t/年)		2,040	1,570	470	23.0	552	-371	923	167.2

(3) 交付金を考慮した場合の試算（参考）

試算結果から明らかとなった、中規模都市適用（処理量 200t/日）ケースにおける乾式メタン発酵コンバインドにおいて「年間運転経費並びに温室効果ガス削減量について全量焼却方式に比べ優位性は確認されたが、減価償却費（施設建設費）の低減化に課題がある結果となった。」ことについて、2分の1の交付金を適用した場合の試算結果を参考として以下に示す。

①試算方法

試算方法は比較対象である全量焼却と乾式メタンコンバインド各々の基本データの減価償却費（施設建設費 償却期間 20 年）を2分の1で計上し試算した。

②試算結果

試算結果を表 4.3-13 に示す。

乾式メタンコンバインド・ガス発電では、減価償却費は 305,080 千円/年となり、「減価償却費＋運転費＋修繕費（全体の年間合計経費）」に対する割合は基本データと比較し 54%→37%に低下した。その結果、全体の年間合計経費は 828,094 千円/年となり、全量焼却処理方式と比較し削減率は-2.4%までその差が小さくなる結果となった。

乾式メタンコンバインド・ガス精製では、減価償却費は 322,980 千円/年となり、全体の年間合計経費に対する割合は基本データと比較し 55%→38%に低下した。その結果、全体の年間合計経費は 856,521 千円/年となり、全量焼却処理方式と比較し削減率は-5.9%までその差が小さくなる結果となった。

以上、中規模都市適用クラスにおいて、ガス発電方式、ガス精製方式とも乾式メタンコンバインド方式の普及促進を促す方法として、交付金を活用することはある程度有効な方法である。

表 4.3-13 中規模都市適用（乾式 処理量 200t/日）交付金活用ケース

項目	比較対象 全量焼却 処理	乾式メタン コンバインド 処理	差	削減率 (%)	乾式メタン コンバインド 処理	差	削減率 (%)	
		ガス発電			ガス精製			
処理量(t/日)	200	200	—	—	200	—	—	
減価償却費(20年間)(千円/年)	275,000	305,080	-30,080	-10.9	322,980	-47,980	-17.4	
運転費 (千円/年)	電力費	-83,496	-92,664	9,168	-11.0	-9,460	-74,036	88.7
	燃料費	4,536	4,088	448	9.9	4,088	448	9.9
	上水道料金	3,416	3,792	-376	-11.0	4,055	-639	-18.7
	下水道料金	0	0	0	0.0	0	0	0.0
	薬品費	44,576	42,026	2,550	5.7	95,088	-50,512	-113.3
	埋立処分費	72,800	72,800	0	0.0	72,800	0	0.0
	人件費	302,400	287,902	14,498	4.8	287,902	14,498	4.8
小計	344,232	317,944	26,288	7.6	454,473	-110,241	-32.0	
バイオガス販売費(千円/年)	0	0	0	0.0	143,787	-143,787	—	
修繕費(千円/年)	189,700	205,070	-15,370	-8.1	222,855	-33,155	-17.5	
合計(千円/年)	808,932	828,094	-19,162	-2.4	856,521	-47,589	-5.9	
温室効果ガス排出量(t/年)	2,590	1,110	1,480	57.1	3	2,587	99.9	

4.3.10 京都市試算との比較

第2回検討会での委員の指摘を受け、メタン発酵施設とごみ焼却施設を組み合わせたコンバインドシステムについて、京都市で検討された事例をもとに、本試算結果との比較を行った。

(1)京都市報告書の概要

京都市の事例は、「新処理技術を組み合わせたシステムの検討(廃棄物学会誌, Vol. 9, No. 7, pp. 496-508, 1998)」による。同事例は、京都市再資源化技術動向調査の報告書をもとに作成されたものであり、容器包装リサイクル法の施行に伴い、可燃性で比較的高い発熱量を有するごみがリサイクル等により減少し、ごみの低位発熱量が低下することを想定し、新処理技術を組み合わせたシステムの検討を行っている。この中で従来型の発電を行うケースを基準として、有力技術であるバイオガス化技術と組み合わせた焼却システム(コンバインドシステム)と比較し、言及している。

(2)相違点の考察

比較にあたっては、ごみ処理量トンあたりの売電電力量(以下単位売電量)に着目し、相違点を考察した。比較対象は、本試算の中規模都市の乾式及び湿式メタンコンバインドとした。京都市試算との比較表を表4.3-14に示す。

①全量焼却発電

京都市試算では低位発熱量 1,753kcal/kg、従来型の焼却施設での発電効率 14.4%として、単位売電量は 175kWh/t となっている。一方、本試算では低位発熱量 2,000kcal/kg、焼却施設発電効率は高効率発電を採用し 18%として、単位売電量は 256kWh/t となった。本試算は、京都市試算に比べ発電効率は 3.6%、低位発熱量は 14%高く、この差が単位売電量の差に現れたと考えられる。

②コンバインドシステムにおけるメタン発酵発電

京都市試算では単位売電量は 152kWh/t であり、本試算における乾式メタンでは低位発熱量 1,100kcal/kg 発電効率 40%として、単位売電量は 275kWh/t となった。京都市試算の単位売電量が小さいのは、京都市試算では対象ごみがちゅう茶類(生ごみ)のみであるのに対し、本試算ではちゅう茶類のほか低位発熱量が高くバイオガス発生量の多い紙ごみを対象にしており、その差が影響していると考えられる。一方本試算における湿式メタンでは低位発熱量は 500kcal/kg 発電効率 40%として、単位売電量は 84 kWh/t となった。京都試算との差は低位発熱量の設定と施設規模の違いが影響していると考えられる。

③コンバインドシステムにおける焼却発電

京都市試算では単位売電量は 302kWh/t であり、本試算における乾式メタンコンバインドの焼却施設では低位発熱量 2,300kcal/kg、発電効率 17%として、単位売電量は 271kWh/t

となった。京都市試算における単位売電量が大きいのは、「ごみカロリーをちゅう芥類（生ごみ）の分離により上昇させるため、送電可能電力量（売電量）の増加が期待できる」と報告書では記されている。一方湿式メタンコンバインドの焼却施設では低位発熱量 2,400kcal/kg、発電効率 17%として単位売電量は 308kWh/t となり、京都市試算と同程度の単位売電量となっている。

④コンバインドシステムの効果

コンバインドシステムを導入することにより、売電増加率は全量焼却に対し、京都市試算では 49.7%、本試算における乾式メタンコンバインドでは 15.6%、湿式メタンコンバインドでは 4.2%の増加となった。

各々の売電増加率の差について、京都市試算では全量焼却においては従来技術の発電効率（14.4%）を採用したことと、メタンコンバインドの焼却・発電では前述したちゅう芥類（生ごみ）の分離によるごみカロリーの上昇により、単位売電量が増加していると考えられる。一方、本試算では全量焼却施設の発電効率は高効率発電として検討しており、また低位発熱量が高くバイオガス発生量の多い紙ごみは、乾式ではメタン化施設で処理しており、湿式では焼却施設で処理している。以上の評価ベースの違いが売電増加率の差に影響していると考えられる。

表 4.3-14 京都市との比較

項目	処理方式	ごみ 処理量	低位 発熱量	発電効率	売電量	単位 売電量	売電 増加率※	
単位	—	t/日	kcal/kg	%	kWh/日	kWh/t	%	
京都市 試算	全量焼却	455.4	1,753	14.4	79,680	175	—	
	メタン コンバインド	メタン施設	121.8	—	—	18,480	152	—
		焼却施設	333.6	—	—	100,800	302	—
		計	455.4	—	—	119,280	262	49.7%
本試算	全量焼却	200	2,000	18	51,240	256	—	
	乾式メタン コンバインド	メタン施設	60	1,100	40	16,500	275	—
		焼却施設	158	2,300	17	42,758	271	—
		計	200	—	—	59,258	296	15.6%
	湿式メタン コンバインド	メタン施設	42	500	40	3,522	84	—
		焼却施設	162	2,400	17	49,962	308	—
計		200	—	—	53,484	267	4.2%	

※全量焼却に対するコンバインドの売電量増加率

第5章 バイオマス利活用システム事例調査

5.1 調査方針

廃棄物系バイオマスの利活用方式について、都市の規模や地域に応じた適用の可能性を検討し、ロードマップに組み入れるため、以下の4つの廃棄物系バイオマスの利活用を積極的に取り組んでいる地域を1ヶ所ずつ選定し、調査を行った。

- ・ 乾式メタン発酵
- ・ 燃料化を含めた統合的な利活用（京都市）
- ・ 畜産排せつ物との共同処理
- ・ 下水汚泥との共同処理

5.2 調査結果

5.2.1 乾式メタン発酵

(1) 事業の概要

乾式メタン発酵は、メタン発酵槽へ投入する処理対象物の固形分濃度が15～40%程度のものを対象とするため、一般的に湿式メタン発酵に比べ、排水処理が小規模ですむ。また、湿式メタン発酵では処理しにくい剪定枝や紙ごみ類を処理できるため、処理対象物あたりのエネルギー回収量が多い、といった特徴がある。国内での事例は、安曇野市（穂高広域施設組合）、南丹市（カンポリサイクルプラザ（株））、京都市（バイオマス研究会）がある。本調査では、安曇野市（穂高広域施設組合）を選定して調査を行った。穂高広域施設組合の事業は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）によって平成17年度～平成21年度に実施された、「バイオマスエネルギー地域システム化実験事業」の採択事業であり、同実験事業終了後も継続して施設の運転を行っている。対象とするバイオマスは、安曇野市のモデル地区を対象として、家庭および事業所での分別により生ごみ、紙ごみの収集を行っている。

表 5.2-1 穂高広域施設組合の乾式メタン発酵事業の概要

項目	内容
バイオマス利活用の目的	ごみ発電によるエネルギー回収が困難な中小規模ごみ焼却施設において、効率的なエネルギー回収システムを構築することが必要である。焼却ごみの6割を占める生ごみ、紙ごみからの乾式メタン発酵によるエネルギー回収、利用システムについて、技術の実用性と経済性を見通しを得ることを目的とする。
事業主体及び連携する事業者	穂高広域施設組合
原料とする廃棄物系バイオマス	一般廃棄物（紙ごみ、生ごみ、木質系バイオマス）
資源化手法（利活用技術）	乾式メタン発酵（発酵温度：55℃）

資源化施設の規模、諸元	乾式メタン発酵設備： 7t/日 乾式メタン発酵槽： 450m ³ ガスエンジン発電装置： 150kW ガスホルダ： 170m ³
原料調達量、資源化量の実績 (平成 22 年度実績)	原料収集量： 4.07t/日 バイオガス発生量： 809Nm ³ /日 (メタン濃度 55%) 発酵残渣発生量： 3.0t/日 (含水率 78%)
ユーティリティ使用量 (平成 22 年度実績)	電力料 7,027 千円 燃料費 64 千円 (ガソリン、軽油) その他 1,000 千円
資源化物の利用 (需要者)	穂高広域施設組合の施設内利用
資源化物の利用技術	バイオガス： バイオガス発電 メタン発酵残渣： 隣接するごみ焼却施設で助燃剤利用
事業の採算性 (事業収支)	実験事業のため非公表
補助、交付金等の状況	バイオマスエネルギー地域システム化実験事業 (NEDO 技術開発機構)
課題、問題点	紙ごみの効率的分別収集方法の確立 乾式メタン発酵システムのコスト削減
課題への対応策	市民への周知徹底の継続、運転結果のフィードバック 主要機器の運転方法最適化による低コスト化
事業効果 (コスト、温室効果ガス排出量) の試算	CO ₂ 削減量：約 800t/年 (平成 22 年度実績)

(2) 事業効果の試算

乾式メタン発酵と湿式メタン発酵の費用対効果及び温室効果ガス削減効果の比較は、「第 4 章 4.3 メタン発酵方式とごみ発電の比較」を参照のこと。

5.2.2 燃料化を含めた統合的な利活用 (京都市)

(1) バイオディーゼル燃料化事業

京都市では、地球温暖化防止京都会議(COP3)の開催に先立ち、平成 9 年 8 月から市民との連携の中で家庭系の廃食用油のモデル回収を開始し、順次回収拠点を拡大してきており、現在市内約 1,300 拠点において年間約 17 万 L を回収し、バイオディーゼル燃料の原料として再生利用している。

一方、平成 9 年 11 月からは、廃食用油から精製したバイオマス燃料で、環境にやさしい

バイオディーゼル燃料をごみ収集車約 220 台に利用するとともに、平成 12 年 4 月からは市バス約 80 台の燃料(20% 混合)としての使用を開始した。

最近では、市バス約 95 台、ごみ収集車約 170 台合わせて約 300 台に利用している。これらの取り組みにより、現在、年間約 150 万 L のバイオディーゼル燃料を使用し、年間約 4,000 千 t の二酸化炭素の削減をしている。

また学識経験者等による技術検討会を設置し、わが国にバイオディーゼル燃料の品質規格がない中で、燃料品質の暫定規格(京都スタンダード)の策定に取り組んできた。現在、その暫定規格を満足する品質の燃料を安定供給するため、日量 5,000L の燃料化プラントを整備し、平成 16 年 6 月から本格稼働させている(図 5.2-1)。



図 5.2-1 京都市廃食用油燃料化施設

今後の課題としては、平成 19 年 3 月に設立した全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会を中心として、バイオディーゼル燃料化事業の全国への円滑な普及拡大を図るため、燃料品質の協議会規格と利用指針の策定と税制優遇の獲得に取り組んでいくことが重要である。

なお、今後の技術面での主要な課題としては、①副原料として廃食用油と反応させるために化石資源由来のメタノールを用いており、カーボンフリーとなっていないこと、②反応の副産物である廃グリセリンと廃水に含まれる油分を、現在はクリーンセンターで焼却処理しているが、それら副産物の適正処理・リサイクル方法の確立、③最新の排ガス規制に対応した新型車両へのバイオ燃料の最適適合性の検討、などである。

(2) バイオガス化実証事業

京都市では、平成 10 年 5 月に策定した「ごみ処理基本構想」において、今後のごみ処理システムの方向性として、ごみから資源・エネルギーを最大限回収するシステムづくりを掲げ、生ごみのバイオガス化を検討すべき新技術として位置づけた。

これを受けて、本市では、学識経験者と民間のプラントメーカーなどで構成される「バイオガス研究会」との連携の下、国の支援により「バイオガス化実証研究プラント」を平

成 11 年 6 月に完成させて、バイオガス化実証事業を開始した(図 5.2-2)。なお、その際の原料としては、事業系一般廃棄物であるホテルや市場の厨芥類を主に使用し、これに剪定枝や古紙等を添加して様々な運転を約 3 年間にわたり実施した。



図 5.2-2 バイオガス化技術実証研究プラント

その実証事業の結果、厨芥類から発生したバイオガスをガスエンジン発電することにより、本格プラントにおいて、ごみ 1 t あたりほぼ発電量約 230Kwh、余剰電力量約 150Kwh が得られることが確認できた。さらに発酵残渣は、塩分や臭気が少なく良質なコンポストに利用できる可能性も確認された。その後、京都市では学識経験者や食の関連業界等からなる「京の食材ゼロエミッション協議会」を設置し、食品リサイクル法に対応した具体的なリサイクルの枠組みの検討や京都市中央卸売市場の魚箱の一部を植物由来の生分解性プラスチックに置き換えるとともに、その廃棄物をバイオエネルギーとして有効利用するバイオガス化の実証実験にも取り組んできた。

これらの取組結果から、このバイオガス化技術は、ごみ発電機能と組み合わせることにより、容器包装リサイクル法などによりプラスチック類などが除かれた後の発熱量が低下した家庭ごみなどに対して、ごみから資源・エネルギーを最大限回収するリサイクルシステムとして適した方法であることが明らかとなった。このバイオガス化実証事業の成果を受けて、京都市では次期クリーンセンターの整備において、廃棄物からのエネルギー回収の最大化を目指しバイオガス化の機能を併設した新しいクリーンセンターの整備計画を策定した(図 5.2-3)。



図 5.2-3 次期クリーンセンターの整備計画の概要

今後の課題としては、現状ではバイオガス化により 3 割程度発生する発酵残渣の削減、原料を希釈するために発生する廃水処理量の削減があげられる。また、バイオガス発生の高効率化、生ごみ等の廃棄物から発生したバイオガスから効率的かつ安定的に水素を取り出す水素発生技術の高度化もあげられる。

(3) 京都バイオサイクルプロジェクト

廃食用油燃料化やバイオガス化におけるこれらの課題を解決し、バイオマスの利活用を促進するため、環境省の「地球温暖化対策技術開発事業」の委託事業として、京都市、京都大学、(独)国立環境研究所、企業等の産官学連携で、「京都バイオサイクルプロジェクト」に平成 19～21 年度の 3 ヶ年で取り組んでいる。

① 京都バイオサイクルプロジェクトの概要

京都バイオサイクルプロジェクト(図 5.2-4)は、京都市域をフィールドとして、既存の廃食用油燃料化プラント、バイオガス化技術実証プラントを活用しながら、地域の廃棄物系バイオマスおよび未利用の木質系バイオマスのハイブリッド活用による二酸化炭素排出量の削減、ならびにガス化残渣等の有効活用による再生可能資源の地域循環的な利用実証を目指そうとするものである。

その主要な目的は、未利用バイオマスの徹底的な利活用の推進（地域の未利用バイオマス資源・廃棄物を、再生可能性を念頭において徹底利用する）、システムハイブリッドによる二酸化炭素の効果的削減（廃棄物系・木質系等バイオマスの各種技術、システムの組み合わせ、さらには徹底したカスケード利用を図るなど、ハイブリッドシステムの構築により二酸化炭素排出量の効果的削減を図る）、都市・田園の融合モデルの構築（都市型の廃棄物系バイオマスと田園型の木質系バイオマスをリンクさせて有効活用する都市・田園の融合モデルを構築）の 3 つを掲げている。

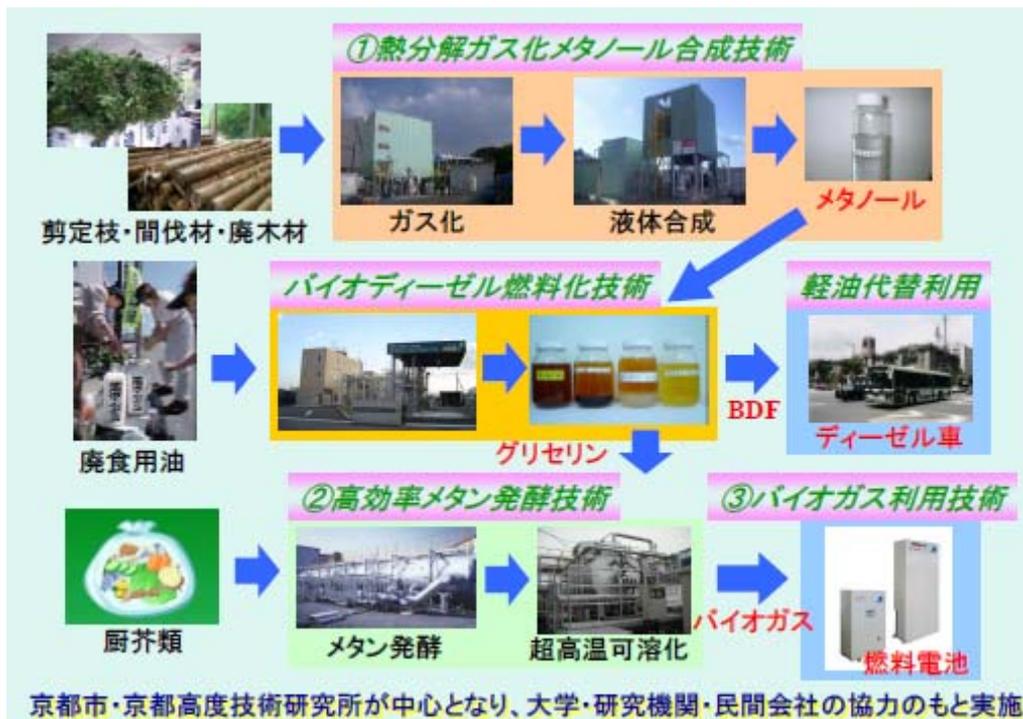


図 5. 2-4 京都バイオサイクルプロジェクトの全体像

②京都バイオサイクルプロジェクトでの主要な技術開発

ア. ガス化メタノール合成技術開発

ガス化メタノール合成技術では、京都市特有の木質バイオマスである寺社仏閣から排出される剪定枝や林地残材および間伐材、建設廃材など様々な dry 系バイオマスを活用して、メタノールを合成する実証研究を行う。

天然ガス起源のメタノールを再生可能資源であるバイオマス起源の製品に代替し、真にカーボンフリーなバイオディーゼル燃料を供給する実証研究を行う。

現在、国内で消費されているメタノールは天然ガスを水蒸気改質して 15～20MPa, 250～300℃の高温高压下でオフガスを再循環して合成されており、消費エネルギーが多いため、天然ガス産出サイトで大規模プラントにより合成されている。

この実証研究では、原料によって性状変動が懸念される木質バイオマスの熱分解ガスを対象に、メタノール合成条件を 3～5 MPa, 200～230℃の低温低圧条件、かつワンパス型とし、さらに合成反応装置を工夫して平衡値を超える高性能の新型反応器を採用する。これより従来の高温高压条件下でのメタノール合成と比較してメタノール収率は 50%程度の増加が見込める。また、ワンパスでの反応結果、未反応のオフガスを利用してガスエンジン発電を行い、自立型システムを構築できるため、地域分散かつ地産地消のシステム形成が可能となる。

また、今回採用する循環流動層炉は、炉内の流動媒体により燃料が混合・攪拌されるため高いガス化効率が見込めるとともに流動媒体が熱媒体となるため炉内の保有熱量が多く、

多種多様なバイオマスへの適応性が高いほか、運転制御性も優れている。ガス化メタノール合成技術の開発により、再生可能資源からメタノールを製造し、真にカーボンフリーなバイオディーゼル燃料を供給することができる(図 5.2-5)。

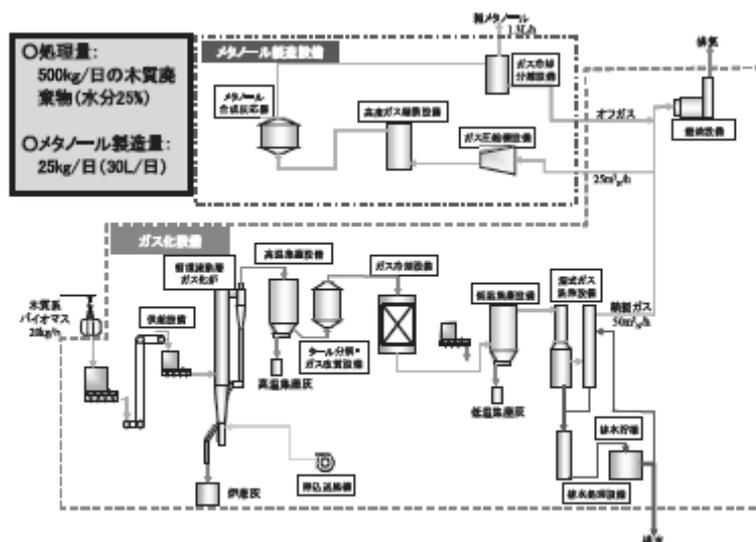


図 5.2-5 ガス化メタノール合成の製造プロセス

廃木材や間伐材などを対象としたガス化メタノール合成実証試験の結果、安定したガス化運転が行えることを確認した。また、トータルシステムについて運転条件の最適化を図ることで、ガス化設備では目標値の炭素転換率 95%、冷ガス効率 65%を達成し、メタノール合成設備では目標値のメタノール合成量 30L/日に対し、50L/日を達成した。合成したメタノールは無色透明で混濁物等は見られず、純度は 95%前後、残りは水分(3%程度)とエタノールなどのアルコール類やギ酸やギ酸メチルなどの微量成分が含まれる程度であった。なお、微量成分は燃料製造プロセスで除去され BDF 品質への影響がないことも確認された。

イ. 高効率メタン発酵技術開発

超高温可溶化技術を導入した高効率メタン発酵技術は、従来の 55℃の乾式高温メタン発酵プラントの後段に 80℃の超高温可溶化槽を追加設置し、超高温可溶化技術の適用による生ごみや汚れた紙類などの有機性廃棄物の分解率向上、ガス発生量増大、排水処理負荷低減が可能な技術である。京都市は、国際文化観光都市として、ホテル・旅館・飲食産業から食品残渣が多く排出されるという特性を有しており、また家庭ごみ中の厨芥類・紙類、さらには、処理が課題となっている廃食用油燃料化施設での廃グリセリンを活用して、都市部でも立地可能な発酵残渣・廃液の発生が少ないバイオガス化システムを構築しようとするものである。高効率メタン発酵技術については、固形廃棄物の可溶化法として亜臨界処理法、アルカリ可溶化法等があるが、いずれも多量の電力や薬剤を必要とし、また窒素

含有率の高い生ごみで適用するには希釈水を必要とするため排水処理負荷が大きい。

この実証研究を行う技術は、嫌気可溶化であるため曝気電力や薬剤が不要であり、80℃加温に必要なエネルギーはガスエンジン等の温水排熱で賄えること、可溶化菌は高温メタン発酵槽の余剰汚泥を用いることが特徴となっている。また、超高温可溶化槽において、メタン発酵の阻害要因となっている生ごみ中のタンパク質から生成するアンモニアを効率的に回収できるというメリットがある。この超高温可溶化技術の導入により、発酵不適物の混入に強い乾式メタン発酵技術の運転性・エネルギー回収性・経済性が改善され、国による高効率原燃料回収施設の普及推進施策とも相まって整備が進むものと期待される。

この技術実証実験の結果、超高温可溶化槽をメタン発酵槽と連動させて運転することで、メタン発酵槽内のアンモニア濃度を発酵阻害濃度(3,000 mg/L)以下に保つことができた。また、アンモニアストリッピング風量を増加させることでメタン発酵プロセスでの排水処理が不要となる見込みが得られた。超高温可溶化プロセス組込メタン発酵システムの実証運転を行い、目標値であるガス発生量 20%増，残渣発生率 50% 削減，排水処理量 70%削減を達成した。さらに発酵残渣のコンポスト化実験により、塩分や臭気も少ない良質なコンポストが得られることも確認できた。また、廃食用油のバイオディーゼル燃料化の際に発生する廃グリセリンの生ごみとの混合発酵により、廃グリセリン 1 t あたり約 1,000 m³ ものバイオガスが発生することも確認された(図 5.2-6)。



図 5.2-6 高効率バイオガス化(メタン発酵)の効果

(4)まとめ

廃棄物系バイオマスの利活用は、低炭素社会や循環型社会の構築の観点から重要であり、喫緊に進めるべき課題であるが、生ごみや廃食用油などのバイオマスを分別収集・再資源化している自治体はまだ僅かな状況である。

そこで、京都市では市民との共汗の取り組みとして、全国に先駆けて高効率の乾式バイオガス化実証プラントを活用した生ごみからの新エネルギーの生成に向けたモデル実験を実施している。また、この生ごみのモデル実験と連動して、環境省の地球温暖化対策技術開発実証事業として、超高温可溶化技術を導入した生ごみなどの高効率なバイオガス化や

廃木材などのバイオマスからの液体燃料化などの技術実証研究である「京都バイオサイクルプロジェクト」を実施している。このような廃棄物系バイオマスの資源循環システムは、将来の低炭素社会や循環型社会の構築に不可欠であり、このプロジェクトの成果を全国に普及させることにより、ごみの混合焼却からの脱却を図っていくことと同時に、3R が市民のライフスタイルや事業スタイルの中に根づき、ごみの発生抑制も図られ、全体として環境負荷が低減された廃棄物行政を積極的に目指してことも最前線の自治体にとって非常に重要であると考えます。

5.2.3 畜産排せつ物との共同処理

(1) 地域の特徴

山鹿市は、平成 17 年 1 月に山鹿市、鹿本郡鹿央町・鹿北町・鹿本町・菊鹿町の 1 市 4 町が合併し、新山鹿市としての市制をスタートした。人口は 5.5 万人余りであり（平成 20 年度国勢調査）、面積は約 300 k m² である。

熊本県の北部に位置し、市の北部から北東部にかけて福岡県と接しており、市の東端部ではわずかに大分県と接している。中央部よりやや南寄りにある中心市街地から南部（旧菊鹿町）にかけては盆地となっている。基幹産業は農業であり、スイカ・メロン・苺・アスパラ・栗・茶・筍等多くの農林産物の産地である。

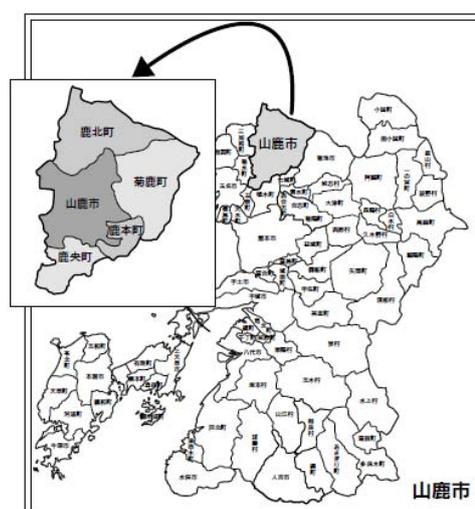


図 5.2-7 山鹿市の位置と合併市町村

なお、後に示す生ごみ分別収集の実施地区人口は 8,642 人、面積は 16.73km² である。

表 5.2-2 山鹿市の特徴

項目	数 値
人口	55,391 人 (H22 年国勢調査)
世帯数	19,308 世帯 (H22 年国勢調査)
世帯人員	平均 2.87 人/世帯
農業人口	7,110 人
面積	299.67km ²
農地面積	80.08km ²
分別実施地区人口	8,642 人
分別実施地区面積	16.73km ²

(2) 山鹿市のごみ処理

山鹿市のごみ資源化の状況（資源化前の状況や資源化に至る体制など）については、「生ごみ資源化全国調査報告書」（生ごみ資源化調査グループ）を引用する。

山鹿市の一般廃棄物処理は昭和 47 年から「山鹿植木広域行政事務組合」によって行われている。当初は 1 市 5 町による構成であったが、現山鹿市の合併により 1 市 1 町の構成となっている。

可燃ごみ焼却施設である「クリーンセンター」は山鹿市鹿央町に、不燃ごみ・粗大ごみ、缶類、ビン類、ペットボトルの資源化および減容化を行う「リサイクルプラザ」と最終処分場は植木町内に整備されている。クリーンセンターは更新時期を迎えており、また、植木町が熊本市と合併することにより、焼却施設の要・不要を含めた新たなごみ処理体制の構築が検討されている。

ごみ処理有料化が導入されたのは合併後の平成 17 年度からである。指定ごみ袋は燃えるごみ専用（茶色に赤字）と燃えないごみ専用（透明に緑字）があり、それぞれ大（45L）、中（30L）、小（10L）の 3 サイズが用意されている。指定袋の料金は平成 21 年 7 月に改訂され、それぞれ 20 枚入りで大 500 円、中 400 円、小 300 円となっている。ごみの分別および収集日の設定は地区ごとに多少異なっている。

(3) 生ごみ分別導入の経緯

生ごみ分別の検討を開始した直接のきっかけは、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の施行により家畜ふん尿処理の適正化が強く求められたことによる。旧鹿本町内には畜産業・酪農業を営む農家が多く、家畜排せつ物から豊富な堆肥が製造されていたが、堆肥の品質や販売網の構築などが課題となっていた。その一方で、耕種農家の多くは化学肥料に頼った農業を行っていた。そこで、有機農業を推進していた旧鹿本町では、町が家畜排せつ物を一元的に処理して有機質肥料を製造することで、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の意図から、施設の建設を決定した。

このとき、畜産農家と耕種農家だけがメリットを享受できる施設では町が負担をして建設を進めることに対して住民の理解が得られないと考えられた。そこで、生ごみを併せて資源化することでごみ焼却にかかる経費と環境負荷を削減し、住民をまきこんだ資源循環型のまちづくりを進めようという基本的な方針が決定された。

平成 12 年度・13 年度に「鹿本町地域新エネルギービジョン策定事業」の中で、生ごみおよび家畜排せつ物からの有機肥料製造・エネルギー回収という基本構想を策定した。平成 14 年度には農林振興課を中心に「鹿本町バイオマスセンター推進委員会」を立ち上げ、企画課、福祉課を含めた検討を行い、事業計画を策定した。平成 15 年度には農林水産省のバイオマス利活用フロンティア整備事業に採択され、ハード整備・ソフト整備が進められた。

平成 15 年度に事業認可が下り、実施設計、用地買収・造成を行った後、平成 16 年 7 月からセンターの建設工事が着工した。

平成 13 年度の新エネルギービジョン策定事業の中で、家畜排せつ物のバイオガス化に先

行的に取り組んでいた京都府八木町の「八木バイオエコロジーセンター」を視察していた。このとき八木町では、消化液を固液分離し、固形分を堆肥化、液分は水処理・河川放流という処理フローを採用しており、水処理のためのコストが大きな負担となっていることが分かった。このことから、固液分離は処理フローのはじめに行い、消化液は全量を液肥として農地還元するという施設構成を採用した。また、プラントメーカーの選定時には、各メーカーから今後 10 年間のランニングコストを提出させ、その見積をも含めて委託先を選定した。

施設の建設にあたり、予定地周辺の住民から反対請願が出された。市長と担当者が、反対を表明していた家庭に説明に回り、環境保全協定を結ぶことで合意を得ることができた。

生ごみ分別手法の検討は、福祉課を中心に行った。前述のとおり平成 17 年度からごみ処理有料化を実施しているが、生ごみについては、最初のバケツ購入費が必要であるが、その後は無料で回収、処理されるようにしており、可燃ごみから生ごみを分別するインセンティブが働くようにしている。

(4) 生ごみ分別収集方法

① 生ごみ分別排出

各家庭に水切りのザルが付いたバケツを購入（当初は配布）してもらい、生ごみを分別する。生ごみの分別の具体的な品目は表 5.2-3 に示す。分別した生ごみはバケツごと地区ごとに設置してある「燃えるごみ」のステーションまで運び、設置された大型のバケツコンテナに中身の生ごみだけ移し替える。

表 5.2-3 生ごみの分別の対象

生ごみとして出せるもの	生ごみとして出せないもの
野菜くず	肉の骨・貝殻
果物類	廃油
肉類	汁（具は出せます）
魚介類	樹木（剪定枝・落ち葉など）
麺類	大型生ごみ（10cm 以上のもの）
ごはん	薬品・薬物
パン	
茶殻・コーヒー豆	
生花（プランター等の土は洗い落とす）	

② 収集・運搬

ア. 収集場所

ごみ収集所は全体で約 220 ケ所あり、農村部と都市部では、集積所の設置に多少の差異

があり、農村部については公民館などの公共施設に大型バケツを複数まとめて設置するような大規模集積所を設置し、都市部については比較的細かく集積所を設けて戸別回収に近い形での対応をしている。集積所に設置する大型のバケツコンテナは、収集日の前日夕方に配置され、収集日の朝に回収車で巡回して大型バケツを回収する。

イ. 収集頻度

対象地区を月・木収集と、火・金収集の2地区に分け、各地区週2回収集している。

(5) 生ごみ資源化・利用方式

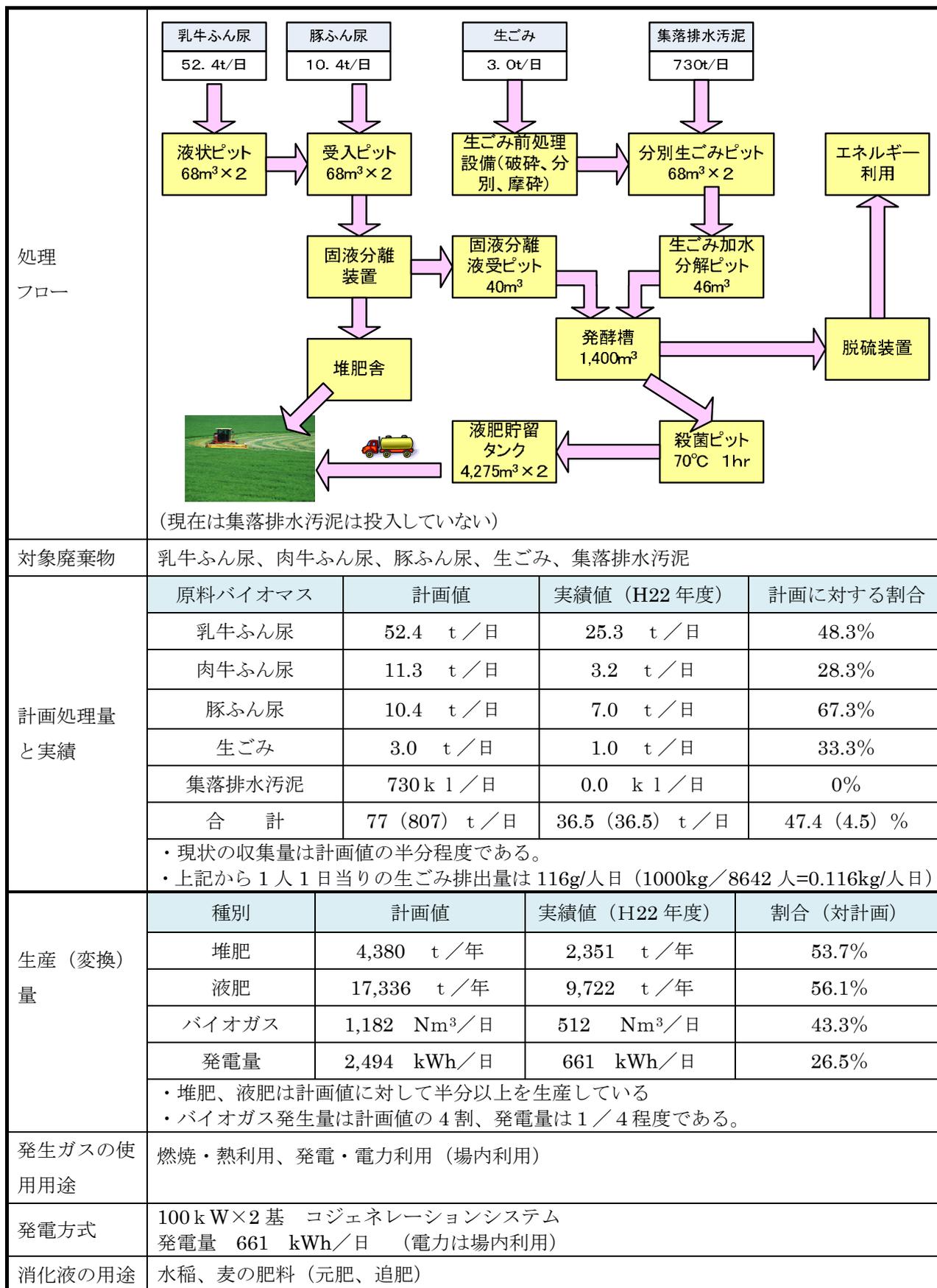
生ごみ資源化の概要を表5.2-4に示す。その特徴を箇条書きにすると以下の通りである。

- ・家畜排せつ物を中心に生ごみ、農業集落排水汚泥を対象に資源化を計画（現在は集落排水汚泥は収集していない）。
- ・山鹿市バイオマスセンターでは、堆肥4,380 t/年、液肥17,336 t/年、バイオガス1,182Nm³/日、発電量2,494kWh/日を計画していたが、現状ではバイオマスの収集量が半分程度であり、上記の実績は約半分程度となっている。
- ・メタン化施設は、酸発酵・メタン発酵の2段階発酵で中温で処理されている。発酵槽の容量は1400m³であり、バイオガスはガス発電によりコージェネレーションにより熱利用もされている。電力は場内のみで利用されている。
- ・メタン発酵施設及び堆肥製造施設の槽内やピットで発生する臭気を除去するため、生物脱臭及び化学脱臭（酸洗浄、アルカリ洗浄による中和）を併用した2段階脱臭設備を設置している。
- ・生成した液肥（消化液）は、加熱殺菌後（70℃1時間）に円形タンクに貯留。貯留容量は8,550m³（4,275m³×2槽）であり、液肥生成量の半年分である。
- ・液肥は水稲、麦の元肥、追肥として利用されており、その散布方法は、貯留槽からバキューム吸引車で運搬し、クローラ式液肥散布車により圃場等に散布される。
- ・建設費にはメタン発酵施設、堆肥製造施設、脱臭設備と付帯工事・設計等で総額1,027,000千円であった（513,500千円がバイオマス利活用フロンティア整備事業による国庫補助）。このほか、ソフト整備事業として70,000千円程度がバキューム車やマニュアルスプレッダ等の車両購入費として使われている。
- ・運転経費には、消耗品費・燃料費・資材費（堆肥袋）等の需用費、通信運搬費・車両保険等の役務費、センター作業委託・各種機器点検業務委託等の委託費が含まれ、25,177千円程度（平成19年度実績）がかかっている。
- ・なお、収入としては、手数料収入（ふん尿・生ごみ運搬、堆肥運搬、堆肥・液肥散布費）、使用料（ふん尿・生ごみ処理費）、堆肥販売費および雑収入で29,022千円の収入が上っており、年間の収入額と支出額がほぼ同等となっている。
- ・課題としては、バイオマスセンター周辺の地域住民の不安解消があげられる。このため、説明責任の実践（地元説明会、個別説明会、理解を得る説明会）、環境保全協定の締結

- (書面による確約、施設のオープン化、定期的な環境保全会議の開催)を行った。
- ・さらに課題として、資源有効活用の促進を図ることがあげられ、有機資源搬入量の確保並びに堆肥、液肥の利活用として、市全域への拡充を行うこととしている。
 - ・また、コスト削減対策として①液肥散布については既設の用水路を活用した流し肥方式の採用、維持管理、②自前の維持管理体制の検討、③バイオディーゼル燃料の利用検討、④バイオガスの天然ガスとしての利用検討を行っているところである。

表 5.2-4 山鹿市の生ごみ資源化の概要

項目	内容
施設名称	山鹿市バイオマスセンター
事業主体	山鹿市
所在地	熊本県山鹿市鹿本町高橋 690 番
開始年月日	平成 17 年 10 月 1 日
建設費	①ハード事業 事業費 10 億 2700 万円 (国 50%、県 10%、市 40%) メタン発酵施設 408,975 千円 堆肥製造施設 304,675 千円 脱臭設備 89,570 千円 付帯工・設計他 223,780 千円 ②ソフト事業 事業費 70,000 千円程度 バキューム車やマニユアスプレッダ等の車両購入
事業の目的	家畜排せつ物の適正処理を主眼に、地域一体となって環境保全、バイオマスの資源化に取り組むため、生ごみや集落排水汚泥の資源化も含めて事業を計画した(現在は集落排水汚泥は収集していない)。
処理方式	<ul style="list-style-type: none"> ・液状ピット(乳牛ふん尿用 68m³×2) ・受入ピット(豚ふん尿用 68m³×2) ・固液分離装置(稲わら等の除去) ・生ごみ前処理設備:破碎、分別、摩砕設備 ・固液分離受入ピット(40 m³),分別生ごみピット(12 m³),生ごみ加水分解ピット(46m³) ・メタン発酵槽(1,400 m³) ・脱硫装置(生物脱硫、乾式脱硫) ・ガスフォルダー(PVC製、300 m³) ・コジェネレーションシステム(発電機 100 k W×2 基) ・堆肥製造施設:ホイールローダー切返し式堆肥製造施設、準備槽、脱臭槽、1次発酵槽、2次発酵槽(エアレーション設備) ・脱臭設備:生物脱臭及び化学脱臭(酸洗浄、アルカリ洗浄による中和)



対象廃棄物 乳牛ふん尿、肉牛ふん尿、豚ふん尿、生ごみ、集落排水汚泥

原料バイオマス	計画値	実績値 (H22 年度)	計画に対する割合
乳牛ふん尿	52.4 t/日	25.3 t/日	48.3%
肉牛ふん尿	11.3 t/日	3.2 t/日	28.3%
豚ふん尿	10.4 t/日	7.0 t/日	67.3%
生ごみ	3.0 t/日	1.0 t/日	33.3%
集落排水汚泥	730 k l/日	0.0 k l/日	0%
合計	77 (807) t/日	36.5 (36.5) t/日	47.4 (4.5) %

・現状の収集量は計画値の半分程度である。
 ・上記から 1 人 1 日当りの生ごみ排出量は 116g/人日 (1000kg/8642 人=0.116kg/人日)

種別	計画値	実績値 (H22 年度)	割合 (対計画)
堆肥	4,380 t/年	2,351 t/年	53.7%
液肥	17,336 t/年	9,722 t/年	56.1%
バイオガス	1,182 Nm ³ /日	512 Nm ³ /日	43.3%
発電量	2,494 kWh/日	661 kWh/日	26.5%

・堆肥、液肥は計画値に対して半分以上を生産している
 ・バイオガス発生量は計画値の 4 割、発電量は 1 / 4 程度である。

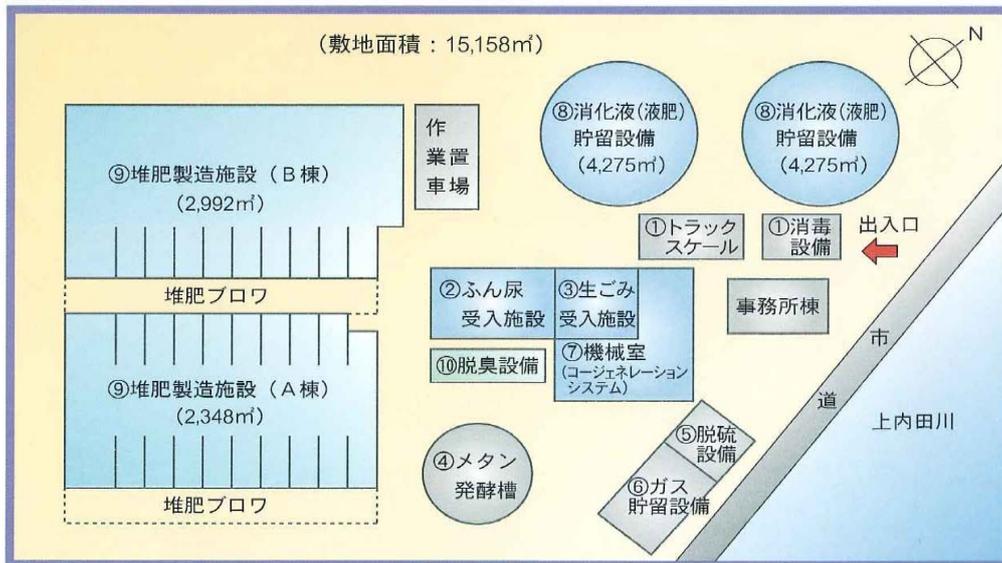
発生ガスの使用用途 燃焼・熱利用、発電・電力利用 (場内利用)

発電方式 100 kW×2 基 コージェネレーションシステム
 発電量 661 kWh/日 (電力は場内利用)

消化液の用途 水稲、麦の肥料 (元肥、追肥)

消化液の散布方法	クローラ式液肥散布車 バキューム吸引車
残渣処理方法	堆肥化 堆肥化不適物は焼却処理へ
排水処理方法	排水処理施設なし（液肥利用）
問題点、課題	①資源有効活用の促進 有機資源搬入量の確保：市全域への拡充 堆肥、液肥の利活用：市全域への拡充
課題の解決策	①周辺地域住民の不安解消策 説明責任の実践 地元説明会、個別説明会、理解を得る説明会 環境保全協定の締結 書面による確約、施設のオープン化、定期的な環境保全会議の開催 ②コスト削減 液肥散布については既設の用水路を活用した流し肥方式の採用、維持管理 自前の維持管理体制の検討 バイオディーゼル燃料の利用検討 バイオガスの天然ガスとしての利用検討
収集、処理料金 ^{注)}	①受入価格（処理手数料・運搬手数料） ・事業系分別生ごみ 10,000 円/t ・家畜排せつ物 300 円/t ・家畜排せつ物（水分調整を要するもの） 400 円/t ・家畜排せつ物収集運搬 200 円/t ②施設等使用料 ・収集コンテナ（大） 4,500 円/月 ・収集コンテナ（中） 3,900 円/月 ・収集コンテナ（小） 3,400 円/月 ・ダンプトラック 100 円/t
事業収支 ^{注)}	① 運転経費 25,177 千円（平成 19 年度実績） 消耗品費・燃料費・資材費（堆肥袋）等の需用費、通信運搬費・車両保険等の役務費、センター作業委託・各種機器点検業務委託等の委託費 ② 収入 29,022 千円（平成 19 年度実績） 手数料収入（ふん尿・生ごみ運搬、堆肥運搬、堆肥・液肥散布費）、使用料（ふん尿・生ごみ処理費）、堆肥販売費および雑収入 ③収支 年間の収入額と支出額がほぼ同等 なお、本収支の支出には設備の減価償却費は含まれていない。
事業の効果	・温室効果ガスの削減 ・経費の削減（メタンガスの利用による） ・循環型社会の構築、ごみの減量化 ・農業の活性化（農家の利便性、作付面積等の増加） ・土づくりの促進（有機農業） ・家畜排せつ物の適正処理による環境保全（周辺環境の水質改善、悪臭・害虫の防止） ・消費者ニーズにあった安全・安心な農作物の生産
補助事業名	バイオマス利活用フロンティア整備事業
参考文献	地域資源循環技術センターバイオマス利活用技術 DB

【参考資料】 図面、写真



山鹿市バイオマスセンターの配置図



液肥貯留槽



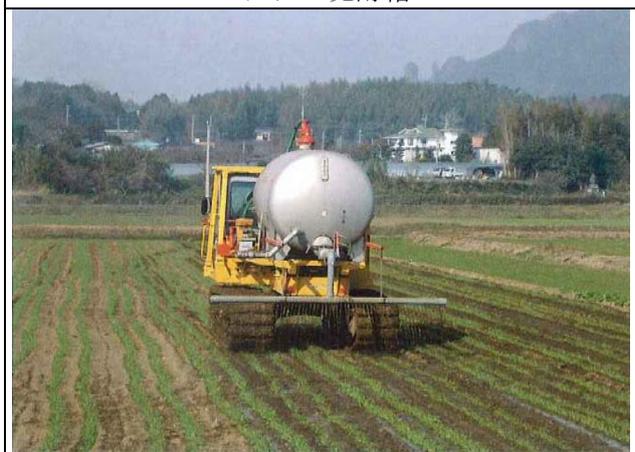
液肥貯留槽



メタン発酵槽



堆肥舎



クローラー式液肥散布車



自走式マニュアルスプレッダー

5.2.4 下水汚泥との共同処理

(1) 事業の概要

近年、国土交通省では「新世代下水道支援事業」、「民間活用型地球温暖化対策下水道事業」など資源循環型の施設整備の補助事業を実施している。その事業に採択され、下水汚泥と食品廃棄物（生ごみ等）等のバイオマスとの共同処理を実施しているのが、珠洲市、黒部市、北広島市である。本調査では、黒部市を対象として下水汚泥及び食品廃棄物の共同処理事業に関し調査を実施した。

黒部市の事業は、「民間活用型地球温暖化対策下水道事業」の第一号案件であり、汚泥消化槽を新設し、PFI 事業で実施されている。

表 5.2-5 黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設整備運営事業の概要

項目	内容
バイオマス利活用の目的	下水汚泥等と食品残渣を活用することにより、バイオマス資源の循環利用システムを構築することを目的とする。 黒部市では、これまで下水汚泥（脱水汚泥）の処分はセメント会社等へ有償で処分委託するか、埋立処分していたが、本事業の施設稼働によりバイオマスエネルギー源として有効活用することが可能となった。
事業主体及び連携する事業者	黒部市 黒部 E サービス株式会社
原料とする廃棄物系バイオマス	下水道汚泥等 26,248m ³ /年（濃縮汚泥。ディスポーザ生ごみ由来汚泥 688m ³ /年含む） 事業系食品残渣 2,884m ³ /年（コーヒー粕）
資源化手法（利活用技術）	湿式メタン発酵（発酵温度：55℃）
資源化施設の規模、諸元	メタン発酵設備： 処理能力 80.4m ³ /日 ガスホルダ： 600m ³ マイクロガスタービン： 95kW 太陽光発電： 10kW
原料調達量、資源化量 （平成 36 年度計画値）	原料 下水汚泥 24,346m ³ /年 農業集落排水汚泥 1,080 m ³ /年 浄化槽汚泥（濃縮汚泥） 134 m ³ /年 ディスポーザ生ごみ（濃縮汚泥） 688 m ³ /年 事業系食品残さ（コーヒー粕） 2,884 m ³ /年 合計 29,132 m ³ /年

	<p>資源化量</p> <p>バイオガス発生量 2,728Nm³/日</p> <p>発酵残渣発生量（乾燥汚泥） 4.1t/日</p>
ユーティリティ使用量	非公表
資源化物の利用（需要者）	<p>バイオガス：</p> <p>熱利用（脱水汚泥の乾燥）</p> <p>発電（マイクロガスタービン）</p> <p>メタン発酵残渣：</p> <p>県外の電力供給会社（乾燥汚泥を発電燃料として 1,275t/年）</p> <p>県内の農場（乾燥汚泥を培養土原料として 5t/年）</p>
資源化物の利用技術	<p>バイオガス：</p> <p>ボイラにより発酵槽加温熱源及び汚泥乾燥熱源として利用、マイクロガスタービンで発電して場内利用</p> <p>汚泥：</p> <p>乾燥汚泥化し、電力供給会社にて発電燃料として利用予定</p>
事業の採算性（事業収支）	<p>総事業費 約 36 億円</p> <p>設計・建築（3年） 約 16 億円</p> <p>維持管理・運営（15年） 約 20 億円</p>
補助、交付金等の状況	民間活用型地球温暖化防止対策下水道事業 （国土交通省、第一号案件）
課題、問題点	食品残渣（コーヒー粕）の発生が、事業所の操業予定により約 1 ヶ月間停止する時期があるため、量の季節変動への対応が必要となっている。
課題への対応策	他原料の確保等について現在検討中。
事業効果（コスト、温室効果ガス排出量）の試算	CO ₂ 削減量約 1,000t/年
下水汚泥単独処理、食品残さ単独処理との比較について	食品残渣との混合処理により、発生バイオガス量が倍増したことにより、発電を含むエネルギー利用が可能となり、汚泥処理コストの大幅な低下を実現できた。また、汚泥処理を PFI 事業とすることで、将来の汚泥棟および脱水設備等の汚泥処理施設の増設が不要となった。

(2) 事業効果の試算

①検討の概要

下水処理場において生ごみ等の各種バイオマスの受け入れ及びそれにより得られるエネルギーの有効活用に関しては、「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル 財団法人 下水道新技術推進機構 2011年3月」及び「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン（案） 国土交通省都市・地域整備局下水道部 2011年3月」に検討例が示されている。ここでは、下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン（案）より、下水処理場に消化槽を新設し、汚泥は固形燃料化するケースを対象として、下水汚泥単独（基準ケース）と事業系生ごみ、し尿、浄化槽汚泥を受け入れるケースについて、事業費及び温室効果ガス排出量の試算結果を以下に引用する。検討ケースの設定条件を表 5.2-6 に示す。

表 5.2-6 ケース設定条件

ケース設定	バイオマス受入	消化工程	脱水汚泥	想定規模
基準ケース	なし	新設	固形燃料化	比較的小規模 →処理能力 30t/日
バイオマス受入 ケース	あり	新設	固形燃料化	※処理水量（日平均）で約 30,000m ³ /日相当

②検討条件

本ケースでは、比較的小規模の固形燃料化施設能力 30 t/日に相当する都市として、人口 100,000 人程度、処理場の現有処理能力を 58,000m³/日（日平均 35,000m³/日）と設定した。

生ごみについては、「下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル」に記載された同規模の事例を参考に、事業系可燃ごみが 13t/日排出されるとし、生ごみ比率 30%、排出率 85%とし、事業系生ごみ量として 3.3t/日受け入れることを想定する。し尿、浄化槽汚泥については、下水道普及率を 90%と設定した。また、生ごみ受け入れによる固形燃料化施設への影響は考慮しないものとした。設定条件を表 5.2-7 に示す。

表 5.2-7 バイオマス受入の設定条件

【人口】

項目	数値	単位	備考
人口	100,000	人	想定値
下水道	90,000	人	90%
し尿汲み取り	5,000	人	5%
浄化槽	5,000	人	5%

【終末処理場】

■ 水処理施設諸元

現有処理能力	58,000	m ³ /日	日最大
--------	--------	-------------------	-----

■ 水処理実績

晴天時最大汚水量	43,750	m ³ /日	日平均÷0.8
晴天時日平均汚水量	35,000	m ³ /日	想定値

■ 汚泥処理施設諸元

想定汚泥処理フロー	濃縮→消化→脱水→固形燃料化
-----------	----------------

項目		値	単位	備考	
処理能力	消化タンク	タンク容量	4,800	m ³	想定値
		計画消化日数	30	日	想定値
		消化温度	35	℃	想定値
	脱水機	方式	遠心脱水機		想定値
		処理総能力	200	m ³ /日	想定値

■ 受入バイオマス

項目		値	単位	備考
事業系生ごみ	日平均	3.3	t-wet/日	想定値
し尿	日平均	11.5	kL/日	2.3L/人・日
浄化槽汚泥	日平均	9.3	kL/日	1.85L/人・日

④ 算定結果

事業費の試算結果を表 5.2-8 及び 5.2-9 に示す。

なお、バイオマス受け入れの前処理施設については、国土交通省及び環境省の国庫補助金を充当することが可能であり、国庫補助を考慮した場合の結果を表 5.2-8 及び 5.2-9 に示す。バイオマスを受け入れることによる事業費の削減額は、国庫補助を考慮しない場合 40.7 百万円/年、国庫補助を考慮した場合 75.8 百万円/年と算出された。

表 5.2-8 バイオマス受け入れによる費用削減効果（国庫補助考慮なし）

	建設費	建設費				集約処理		備考			
						費用増加	費用減少				
下水道	建設費	建設費	生ごみ前処理 (生ごみ搬入量)	土木	億円	0.87		(日最大処理量)			
				建築	億円	1.90					
				機械設備	億円	3.55					
				電気設備	億円	1.17					
				合計	億円	7.49					
			し尿等前処理	土木・建築	億円	1.67		(日最大処理量)			
				機械設備	億円	2.55					
				電気設備	億円	0.76					
				合計	億円	4.98					
			混合設備 1 (下水汚泥+ し尿, 浄化槽)	土木・建築	億円	0.42		(下水日最大×0.8+し尿 浄化槽日最大)×1日 槽容量 (m3) 184			
				機械設備	億円	0.66					
				電気設備	億円	0.14					
				合計	億円	1.22					
			混合設備 2 (下水汚泥+ 生ごみ)	土木・建築	億円	0.20		(下水日最大×0.2+生ご み日最大)×1日 槽容量 (m3) 53			
				機械設備	億円	0.41					
				電気設備	億円	0.07					
				合計	億円	0.68					
			混合設備 3 (下水汚泥+ し尿, 浄化槽 +生ごみ)	土木・建築	億円	0.49		(日最大処理量1日間) 槽容量 (m3) 237			
				機械設備	億円	0.74					
				電気設備	億円	0.16					
				合計	億円	1.38					
			ガスホルダ	建設費	億円	1.25		消化ガス生ごみ+し尿分 の0.5日分			
			建設年価	建設年価	建設年価	生ごみ前処理	土木	百万円/年	3.0		
							建築	百万円/年	6.6		
							機械設備	百万円/年	20.1		
							電気設備	百万円/年	8.4		
							合計	百万円/年	38.1		
						し尿等前処理	土木・建築	百万円/年	5.8		
							機械設備	百万円/年	14.4		
							電気設備	百万円/年	5.5		
合計	百万円/年	25.7									
混合設備 1 (下水汚泥+ し尿, 浄化槽)	土木・建築	百万円/年				1.5					
	機械設備	百万円/年				3.8					
	電気設備	百万円/年				1.0					
	合計	百万円/年				6.2					
混合設備 2 (下水汚泥+ 生ごみ)	土木・建築	百万円/年				0.7					
	機械設備	百万円/年				2.3					
	電気設備	百万円/年				0.5					
	合計	百万円/年				3.5					
混合設備 3 (下水汚泥+ し尿, 浄化槽 +生ごみ)	土木・建築	百万円/年				1.7					
	機械設備	百万円/年				4.2					
	電気設備	百万円/年				1.1					
	合計	百万円/年				7.0					
ガスホルダ	建設費	百万円/年				8.9					

表 5.2-9 バイオマス受け入れによる費用削減効果のまとめ（国庫補助考慮なし）

					集約処理		備 考		
					費用増加	費用減少			
下水道	運転費	補修費	生ごみ前処理		百万円/年	15.4		異物込み	
			し尿等前処理		百万円/年	5.7			
			混合設備 1		百万円/年	1.5			
			混合設備 2		百万円/年	0.9			
			混合設備 3		百万円/年	1.6			
			ガスホルダ		百万円/年	1.5			消化ガス生ごみ分
			合計		百万円/年	26.6			
	電気料金	消費	生ごみ前処理	kWh/年		166,070			
			し尿等前処理	kWh/年		306,699			
			混合設備 1	kWh/年		123,504			
			混合設備 2	kWh/年		67,073			
			混合設備 3	kWh/年		140,017			
			水処理送風機	kWh/年		47,971			
			合計	kWh/年		851,335			
	料金	百万円/年		11.1		13円/kWh			
	脱水汚泥等処分費（異物+腐木汚泥増加分）	百万円/年		8.3		16000円/t			
ごみ・し尿処理	建設費	建設費	ごみ処理施設	土木・建築	億円		1.14	全体の25%と設定	
				機械・電気	億円		3.41	全体の75%と設定	
				合計	億円		4.54	異物含まず	
		し尿処理施設	土木・建築	億円		2.28	全体の25%と設定		
			機械・電気	億円		6.85	全体の75%と設定		
			合計	億円		9.13			
	建設年価	ごみ処理施設	土木・建築	百万円/年		3.94			
			機械・電気	百万円/年		24.41			
			合計	百万円/年		28.35			
		し尿処理施設	土木・建築	百万円/年		7.91			
			機械・電気	百万円/年		49.04			
			合計	百万円/年		56.96			
	運転費	ごみ処理施設	ごみ処理費	百万円/年		26.62	22000円/t		
			燃料費	百万円/年		5.15			
合計			百万円/年		31.77				
し尿処理施設		し尿処理費	百万円/年		59.08	7800円/kl			
		燃料費	百万円/年						
		合計	百万円/年		59.08				
総 計					百万円/年	135	176		
差し引き					百万円/年	-40.7			

表 5.2-10 バイオマス受け入れによる費用削減効果のまとめ（国庫補助考慮）

			増加費用	減少費用
下水道	建設費	生ごみ前処理	25.4	
		し尿等前処理	17.1	
		混合設備 1	2.8	
		混合設備 2	1.8	
		混合設備 3	3.2	
		ガスホルダ	4.1	
	補修費	生ごみ前処理	15.4	
		し尿等前処理	5.7	
		混合設備 1	1.5	
		混合設備 2	0.9	
		混合設備 3	1.6	
電気料金	消費	11.1		
	脱水汚泥処分	8.3		
環境	建設費	ごみ		28.3
		し尿		57.0
	運転費	ごみ		31.8
		し尿		59.1
合 計			100.4	176.1
差し引き				-75.8

（単位：百万円/年）

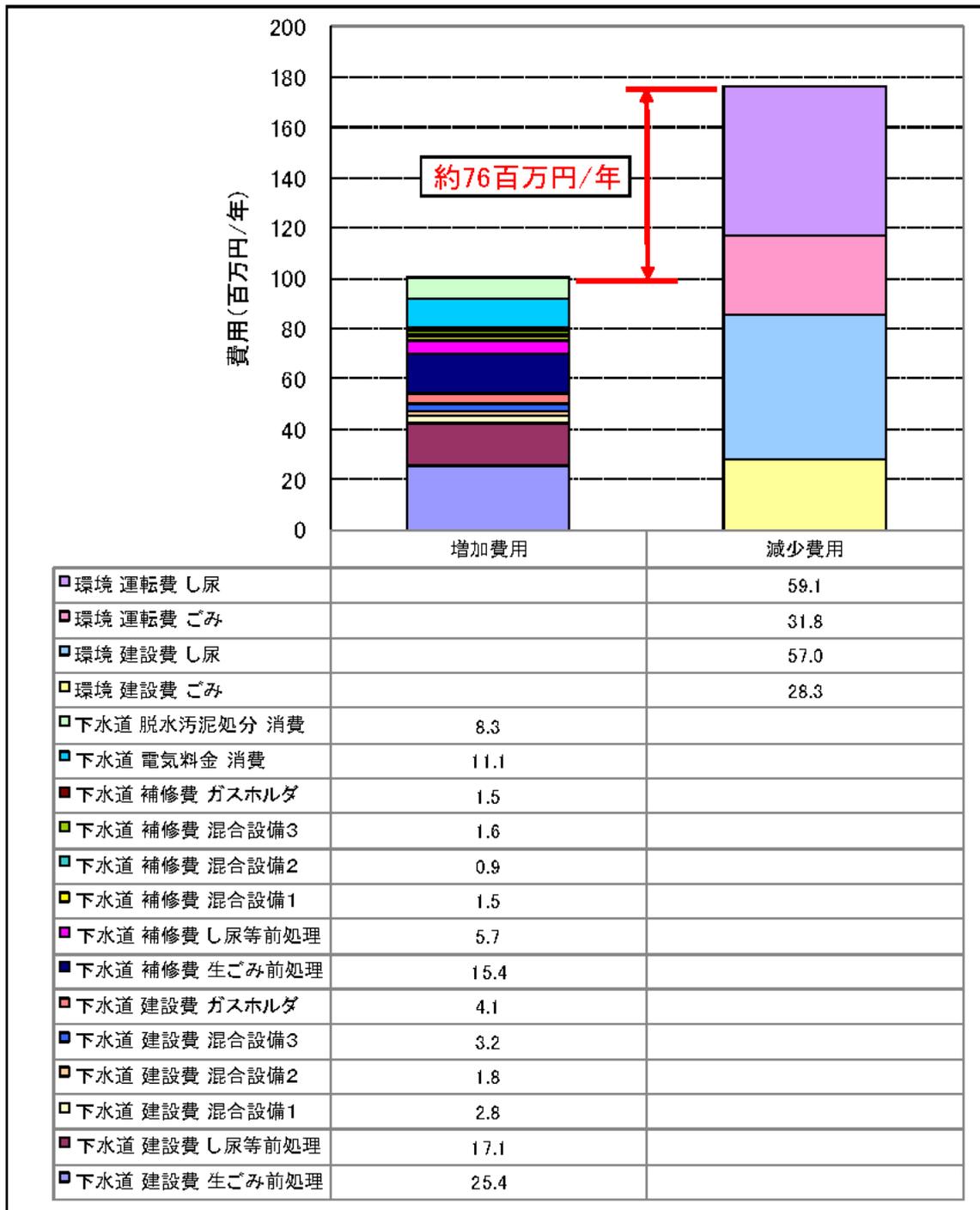


図 5.2-8 バイオマス受け入れによる費用削減効果のまとめ（国庫補助考慮）

温室効果ガス排出量

温室効果ガス排出量の試算結果を表 5.2-11 に示す。基準ケースに対し、バイオマスを受け入れることによる温室効果ガス排出量の削減量は、約 467t-CO₂/年と算出された。

表 5.2-11 バイオマス受け入れによる温室効果ガス削減削減効果のまとめ

			使用量等				排出係数		地球 温暖化 係数	CO ₂ 換算 排出量 (kgCO ₂ /年)
			増加	減少	差し引き	単位				
下水道	エネルギー消費に伴う排出	電力	851,335	0	851,335	kWh/年	CO ₂	0.425 kg-CO ₂ /kWh	1	361,817
	施設の運転に伴う各処理 プロセスからの排出	固形燃料化	133		133	t-D3/年	CH ₄	0.0000 t-CH ₄ /t	21	0
							N ₂ O	0.0200 t-N ₂ O/t	310	823
ごみ処理	エネルギー消費に伴う排出	補助燃料 (A重油)		61	-61	kg/年	CO ₂	2.71 kg-CO ₂ /g	1	-164,057
	施設の運転に伴う各処理 プロセスからの排出	一般廃棄物 焼却		1,210	-1,210	t-wet/年	CH ₄	0.00096 kg-CH ₄ /t	21	-24
							N ₂ O	0.0565 kg-N ₂ O/t	310	-21,193
し尿処理	エネルギー消費に伴う排出	電力、燃料等		7,574	-7,574	kg/年	CO ₂	65 kg-CO ₂ /kl	1	-492,294
	施設の運転に伴う各処理 プロセスからの排出	処理に伴う 排出		7,574	-7,574	t-wet/年	CH ₄	0.049 kg-CH ₄ /t	21	-7,793
							N ₂ O	0.00096 kg-N ₂ O/t	310	-2,254
		汚泥の 焼却		351	-351	t-wet/年	CH ₄	0.0097 t-CH ₄ /t	21	-71,461
							N ₂ O	0.6450 t-N ₂ O/t	310	-70,145
共同処理による増減									-466,582	

第6章 バイオマス利活用推進のロードマップに向けた推進技術と施策の検討

6.1 本調査での検討範囲

ロードマップは2ヶ年で作成する予定である。本年度は1年目として、本調査での検討の対象範囲を以下の通りとした。

- ①廃棄物系バイオマスのうち、生ごみ、紙ごみの利活用を対象とする。
- ②本業務では、利活用を進めるための具体的な検討をケーススタディ地域で行っており、このとりまとめをもとに施策の検討を行う。
- ③ケーススタディではメタン化を中心とした調査を行っており、本年度は資源化技術のうちメタン化を中心に利活用の検討を進める。
- ④利活用目標の設定についても、上記のメタン化を中心に今後進めていくべき有力な導入施策を実施した場合の利用可能量を算定して、目標値算定のための検討材料とする。
- ⑤ロードマップの作成においては、今回調査を行ったメタン化を中心に導入施策の例として記載する。次年度は他のごみや資源化技術の検討も踏まえて、ロードマップを策定していくことが必要である。

6.2 廃棄物系バイオマス利活用の将来像

6.2.1 目指すべき姿

まず、上位計画である循環型社会形成推進基本計画（平成20年3月）において示されるように、国際的に資源制約が顕在化しつつある中、循環型社会の構築を図っていく必要性が高まっていること、さらに大量生産、大量消費、大量廃棄型の社会活動様式が化石燃料系資源を多量に使用し、温室効果ガスの排出による地球温暖化が避けられない状況となっていることから、この地球温暖化の進行の抑制を図ることが重要である。

そのため、廃棄物系バイオマスの利活用においても、これらの循環型社会の構築や低炭素化社会実現のための一翼を担うことが求められる。このとき、循環的利用に求められる優先順位である、①発生抑制、②再使用、③再生利用、④熱回収といった原則について、廃棄物系バイオマスの利活用にも適用されることが求められる。

これらの目指すべき方向に加えて、バイオマス活用推進基本計画（平成22年12月）にも示されるように、バイオマス利活用には産業の発展及び国際競争力の強化や、エネルギー供給源の多様化等の目的も盛り込まれており、平成23年3月の東日本大震災を経て、エネルギー供給源の多様化は今後考慮しなくてはならない事項になると想定される。

さらに、廃棄物系バイオマスは廃棄物としての位置づけから、国の廃棄物処理としての方針に従う必要がある。「廃棄物処理法に基づく基本方針の変更について」（平成22年12月）によれば、公衆衛生や地域の環境保全を果たすために廃棄物の適正な処理が必要であるとして、平成27年における廃棄物の減量化や再利用の目標を設定している。この中では、廃棄物系バイオマスの利活用のための効率的な施設整備を進めることとしている。

以上のことを考慮して、本業務で対象とする生ごみ、紙ごみの利活用の目標を示すと以下となると考えられる。

<生ごみについて>

生ごみ（食品系廃棄物）については、循環型社会の構築に向けて優先されるマテリアル利用（飼料化や堆肥化といったバイオマスの栄養素を活用）を行うことを想定しつつも、排出された生ごみの混合状態によっては再生可能エネルギーとしての利用を図ることを目指す。エネルギー利用については、生ごみのウェットバイオマスの特徴や混合状態を考慮して、効率的な資源化技術を採用することが必要である。

<紙ごみについて>

紙ごみ（紙系廃棄物）については、循環型社会の構築に向けて優先されるマテリアル利用（再生紙の原料としての利用）を行うことが重要である。このため、トイレットペーパーなど分別排出できないもの以外は、効率性に配慮しつつ可能な限り分別して排出してマテリアル利用をすることとする。それでも分別しきれないものは乾式メタン発酵での資源化や、焼却発電などの熱回収を行うようにすることが必要である。

6.2.2 目標年度における地域社会の姿

ロードマップは2020年（平成32年）と2030年（平成42年）を目標年度としている。ここでは、当該目標年度における社会的なフレームを整理することで、廃棄物系バイオマスの利活用をイメージするための基礎的な資料とする。

まず、目標年度における人口推計値を表6.2-1に示す。2010年の人口は128百万人であるが、2020年では中位推計で124百万人で約400万人の減少（減少率約3%）、2030年では117百万人で約11百万人の減少（減少率9%）となっている。

人口階層別の構成比は、現状では「0～14歳」の割合は13.1%、「65歳以上」の割合は23%であるが、2030年にはどの推計値でも「65歳以上」の割合が30%を超えている。

表 6.2-1 将来の人口推計値

		出生中位	出生高位	出生低位
2010年 (平成22年)	人口(千人)	128,057		
	0～14歳の割合(%)	13.1		
	65歳以上の割合(%)	23.0		
2020年 (平成32年)	人口(千人)	124,100	125,196	122,996
	0～14歳の割合(%)	11.7	12.5	10.9
	65歳以上の割合(%)	29.1	28.9	29.4
2030年 (平成42年)	人口(千人)	116,618	119,243	114,166
	0～14歳の割合(%)	10.3	12.0	8.7
	65歳以上の割合(%)	31.6	30.9	32.3

出典) 国立社会保障・人口問題研究所、日本の将来推計人口（平成24年1月推計）

注) 出生仮定は、平均初婚年齢、生涯未婚率、夫婦完結出生児数等を中位、高位、低位の3つの仮定条件で設定したものの。

6.2.3 目標年度における関連計画の目標

また、循環型社会や低炭素化社会への実現に向けて、関係する計画の目標設定が行われている物についても整理する。

バイオマス活用推進計画の目標は以下の通りである。また、食品循環資源の再生利用に関する基本方針の目標と実績を表 6.2-2 に示す。

表 6.2-2 バイオマス活用推進基本計画における国の目標

バイオマスの種類	現在の年間発生量	現在の利用率	2020年の目標
家畜排せつ物	約 8,800 万トン	約 90%	約 90%
下水汚泥	約 7,800 万トン	約 77%	約 85%
黒液	約 1,400 万トン (※1)	約 100%	約 100%
紙	約 2,700 万トン	約 80%	約 85%
食品廃棄物	約 1,900 万トン	約 27%	約 40%
製材工場残材	約 340 万トン (※1)	約 95%	約 95%
建設発生木材	約 410 万トン	約 90%	約 95%
農作物非食用部	約 1,400 万トン	約 30% (すき込みを除く)	約 45%
		約 85% (すき込みを含む)	約 90%
林地残材	約 800 万トン (※1)	ほとんど未利用	約 30%以上 (※2)

出典) バイオマス活用推進基本計画、平成 22 年 1 2 月

※1 黒液、製材工場等残材、林地残材については乾燥重量、他のバイオマスについては湿重量。

※2 数値は現時点の試算値であり、今後「森林・林業再生プラン」(2009 年 12 月 25 日公表)に掲げる木材自給率 50%達成に向けた具体的施策とともに検討し、今後策定する森林・林業基本計画に位置付ける予定。

表 6.2-3 食品循環資源の再生利用に関する基本方針の目標

	平成 24 年度目標値	平成 21 年度実績	平成 18 年度実績
食品製造業	85%	95%	81%
食品卸売業	70%	60%	62%
食品小売業	45%	38%	35%
外食産業	40%	33%	22%

出典) 食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針 (食品リサイクル法基本方針)

注) 再生利用等の実施率の定義は以下の通り

再生利用等実施率＝	$\frac{\text{当該年度の (発生抑制量 + 再生利用量 + 熱回収量} \times 0.95 + \text{減量量)}}{\text{当該年度の (発生抑制量 + 食品廃棄物等の発生量)}}$
-----------	--

6.3 再生利用の目標

6.3.1 再生利用率（量）について

再生利用率については、第2章に示したように本調査ではバイオマス活用推進基本計画の目標値を設定した方法に基づき、現状で統計データが得やすい資源化施設への仕向け量をもとに再生利用率を定義するものとする。

なおバイオマスタウン構想ガイドラインでは、再生利用率は再生利用量とバイオマス発生量の炭素換算量をもとに算定することとされている。ここでは、炭素換算量の算定が難しいことから、バイオマス利用量の湿重量で定義した再生利用率2を参考として算定する。また、バイオマス発生量の乾重量に近似する方法として、発生量から資源化の過程で除去される水分を控除した発生量を用いて算定した再生利用率3'についても算定する。

<p>【本調査での定義】</p> <p>再生利用率1 = 資源化施設への仕向け量(湿重量) / バイオマス発生量(湿重量) = C / A</p>	
<p>【参考】</p> <p><再生利用率2> $\frac{\text{バイオマス利用量の湿重量}}{\text{バイオマス発生量の湿重量}}$</p> <p><再生利用率3> $\frac{\text{バイオマス利用量の乾重量}}{\text{バイオマス発生量の乾重量}}$</p> <p><再生利用率3'> $\frac{\text{バイオマス利用量の湿重量}}{\text{バイオマス発生量の湿重量} - \text{脱水された水分}}$</p>	<p>再生利用率2: 湿重量による再生利用率 $\text{再生利用率2} = (\text{②} + \text{③}) / (\text{①} + \text{③} + \text{④})$</p> <p>再生利用率3: 乾重量を元にした再生利用率 $\text{再生利用率3} = \text{②} / \text{①}$</p> <p>再生利用率3': 乾重量による再生利用率に近似させる方法 $\text{再生利用率3'} = (\text{②} + \text{③}) / (\text{①} + \text{③})$</p>

図 6.3-1 本調査で算定する再生利用率（再掲）

6.3.2 現状の再生利用量（利用率）

第2章に示したように現状の発生量、再生利用量、再生利用率を整理すると表6.3-1の通りである（再掲）。この結果、生ごみ（食品系）については、再生利用の仕向け量で定義した生ごみの再生利用率1は35.3%となっている。なお、再生利用量を湿重量ベースで算定した再生利用率2は25.7%、水分を除去した発生量で算定した再生利用率3'は53.5%であった。

また、紙ごみについては、再生利用率1は66.7%であった。なお、参考として算定した再生利用率2は63.0%、再生利用率3'は71.7%となっている。

表6.2-2に示したように、バイオマス活用推進計画での現状の値は、生ごみ27%、紙ごみ80%と、本業務で算定した値と整合しない。バイオマス活用推進計画では乾重量で表す

とされているが、必ずしもそのような値ではないと想定されるため、ロードマップの策定においてはこの点を考慮して進めることが必要である。

本業務では、廃棄物系バイオマスの利活用を検討する立場として、従来より湿重量での実績値を集計してきた経緯や、水分除去による算定が各種の仮定条件を有していることの不確定性などから、基本的に湿重量を用いて目標の設定を行うものとする。ただし、紙ごみについては、紙の消費量（含水率5～10%）を用いて目標を決めていると想定されることから（図2.2-2参照）、目標は湿重量ベースで設定するが、水分を除去した換算値を用いて、バイオマス活用推進計画との整合を図るものとする。

表 6.3-1 食品系廃棄物、紙系廃棄物の発生量、再生利用量、再生利用率

種類		発生量(千t/年)		再生利用への仕向量(千t/年)	再生利用量(千t/年)		再生利用率1(%)	【参考】		
		湿重量	水分除去重量※1		湿重量	水分除去重量		再生利用率2(%)	再生利用率3(%)	
食品系	一般系	生ごみ(一廃)	15,334	4,421	950	779	※2 491	18.1%	12.8%	30.1%
		食品廃棄物(食リ法対象※4)	2,230	2,081	2,230	1,467	1,467			
	産業系	動植物性残さ(産廃)	3,318	2,285	※3 3,304	2,104	2,104	99.7%	74.1%	95.0%
		動植物性残さ(副産物)※5	1,365	1,365	1,365	1,365	1,365			
	合計		22,247	10,152	7,849	5,715	5,427	35.3%	25.7%	53.5%
紙系	一般系	紙くず(一廃)	17,944	13,258	6,000	5,270	※2 5,015	59.8%	57.4%	67.1%
		飲料用紙容器 ※5	43	43	43	43	43			
		古紙(市町村回収以外)※5	11,749	11,749	11,749	11,749	11,749			
	産業系	紙くず(産廃)	1,383	1,327	1,370	744	744	99.8%	89.7%	90.5%
		紙くず(副産物) ※5	4,822	4,822	4,822	4,822	4,822			
合計		35,941	31,199	23,984	22,628	22,373	66.7%	63.0%	71.7%	

注)

※1：水分除去重量は、資源化の過程で除去された水分を除いた量であり、全ての水分を除去したものではない。

※2：生ごみ(一廃)、紙ごみ(一廃)の再生利用量の水分除去の値は、炭素換算への近似を仮定していることから焼却後の再生利用量には炭素分はないと考えられることから焼却後の再生利用量を減じて算定。

※3：産業廃棄物の再生利用への仕向量は、中間処理量を全量資源化施設への仕向け量とみなしており、産業廃棄物の再生利用率1が高い値となっている。

※4：食品リサイクル法対象の発生量については、年度によって異なった傾向の数値となっているため、今後の精査が必要である。

※5：動植物性残さ(副産物)、飲料用紙容器、古紙(市町村回収以外)、紙くず(副産物)については、資源化されている量として把握されているため、発生量、再利用への仕向け量、再生利用量にともに同じ数字とした。

6.3.3 再生利用目標量の推計手順

ロードマップにおいては、目標値の設定が今後の施策展開の観点から重要な意味を持つ。ここでは、再生利用の目標設定方法として、現状における技術を前提として導入可能な施策を整理したうえで、これらの導入シナリオに基づく再生利用量を算定し、目標年度における再生利用目標量を算定していくものとする。

本方法は、地球温暖化防止計画の目標設定に示されているように、ある将来の望ましい姿に対してバックキャスト方式で途中年度における目標を決めていく方法とは異なる。これは、総務省のバイオマス利活用に関する政策評価（参考資料3参照）に示されるように、目標値を実際に実現することが強く求められることから、現実的な導入施策を実施した場合の再生利用量を推計することで、達成可能な目標値を掲げることが重要と考えるためである。

バイオマス活用推進基本計画では2020年の目標を設定しているが、ここでは2030年の目標を設定し、そのうえで2030年と整合するように中間時点である2020年の目標値を設定して、基本計画に示された目標値を達成できるよう施策の検討を行うものとする。

この考え方で目標値の設定手順を図6.3-2に示す。

- ① 現状での技術を元にした施策シナリオを設定する。本業務で検討するような、乾式メタン発酵、湿式メタン発酵の液肥利用、下水道や畜産業との共同事業やディスプレイを介しての生ごみの利用等のシナリオを設定する。
- ② 上記の施策シナリオによる利用量の推計を行う。
- ③ この元で、2020年の利用量を推計し、バイオマス活用基本計画の目標を満足していなければ再度施策シナリオを設定する。
- ④ さらに上記の利用量の増加によって温室効果ガスの削減目標を達成しているかどうかを確認する。目標を達成していなければ再度施策シナリオの見直しを行う。
- ⑤ 満足していれば、施策の実施順位を整理してロードマップとしてとりまとめる。

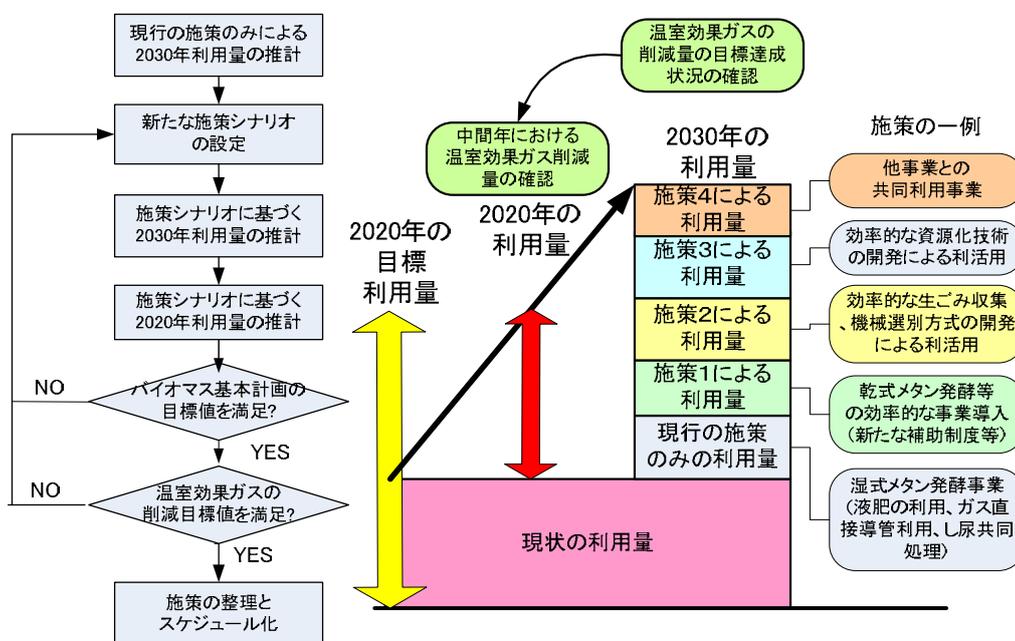


図 6.3-2 再生利用目標の設定の手順（食品系廃棄物を例として）

6.3.4 導入ポテンシャル

- ここでは原料（廃棄物系バイオマス）、資源化技術、需要者の利用量の対応を整理して3つの要素について検討する。ここではまず需要の観点から導入ポテンシャルを算定する。
- 資源化物の需要量については、表 6.3-2 に示すように電力、都市ガス、堆肥、液肥、飼料の5種類の資源化物を対象として、その需要量（販売量）を整理した。
- 需要は地域性が極めて大きく影響することから、国の施策として需給バランスの大まかな傾向を把握するにとどめ、以下の具体的な再生利用量を算定する際に、その地域での資源化物需要をチェックすることで確認することとする。
- 電力販売量は、電灯及び電力の販売量（平成 21 年度実績）である。ガス需要量は、都市ガス販売熱量よりメタンガス熱量 35,6MJ/m³ を用いて推計した。
- 堆肥需要量は普通畑の作付面積に 1t/10a を施肥すると仮定して推計した。液肥需要量は田、牧草地の作付面積に 5m³/10a を施肥すると仮定して推計した（平成 22 年度実績）。
- さらに飼料需要量は養鶏及び養豚用の配合飼料の販売量とした（平成 22 年度実績）。
- 表 6.3-2 に全国の生ごみ発生量（一般廃棄物、産業廃棄物の合計 18,652 千 t/年）を原料バイオマスとした場合の供給量を示す。
- 電力の供給量は生ごみによるバイオガス発生量 150m³/t、メタン濃度 60%、メタン発熱量 35.6MJ/m³、発電効率 30%として発電量を計算すると 8,300 百万 kWh であり、需要量との需給倍率（需要/供給）は 108 倍と推計された。
- 都市ガス供給量は生ごみによるバイオガス発生量を 150m³/t、メタンガス濃度 60%と仮定し 1,679 百万 m³ と推計された。このときの需給倍率は 23.7 倍である。

表 6.3-2 資源化物の需要量の算定（メタン発酵を中心に）

資源化物	単位	供給可能量	資源化物の需要者				需給倍率 (需要/供給)
			電力会社	ガス会社	農業者	飼料会社	
電力	百万kWh	8,300	896,668				108.0
都市ガス	百万m ³	1,679		39,775			23.7
堆肥	千 t	7,461			6,010		0.8
液肥	千m ³	37,304			110,550		3.0
飼料	千 t	1,865				16,330	8.8

注1) 電力需要量は全国の電灯、電力需要の合計（平成21年度実績）。生ごみメタン化による電力の供給量は生ごみによるバイオガス発生原単位を150m³/t、メタン濃度60%、メタン発熱量35.6MJ/m³、発電効率30%として発電量を計算。

注2) ガス需要量は、都市ガス販売熱量よりメタンガス熱量35,6MJ/m³を用いて推計(平成21年度実績)。生ごみメタン化による都市ガス供給量は生ごみによるバイオガス発生原単位を150m³/t、メタンガス濃度60%より計算。

注3) 堆肥需要量は普通畑の作付面積に1 t/10aを施肥すると仮定して推計(平成22年度実績)。生ごみによる堆肥供給量は生ごみの含水率80%、堆肥含水率50%と仮定して計算。

注4) 液肥需要量は田、牧草地の作付面積(平成22年度実績)に5m³/10aを施肥すると仮定して推計。生ごみによる液肥供給量は生ごみの含水率80%、液肥含水率90%と仮定して計算。

- 堆肥供給量は生ごみの含水率 80%、堆肥含水率 50%と仮定して計算したところ、7,461 千 t となり、需給倍率は 0.8 倍になった。これは、堆肥の需要を普通畑のみと設定したためであるが、田への施肥を行ったと仮定した場合には畑の 3 倍の需要が生まれ、需給倍率は 3 倍程度になる。

- ・液肥供給量は生ごみの含水率 80%、液肥含水率 90%と仮定して計算した。この結果、液肥供給量は 110,550 千m³となり、需給倍率は約 3 倍である。
- ・さらに、飼料の供給量は生ごみからの試料の収率を 10%と仮定（一般廃棄物実態調査の飼料の生産量実績より）して算定し 1,865 t を得た。このときの需給倍率は 8.8 倍である。
- ・これらの結果より、概してエネルギーの需給倍率が高くなっており、また、農業の規模に比べて、エネルギー需要は全ての生活者、産業に供給できるという特徴があるためと判断される。

6.3.5 技術マッピング

ここでは、資源化技術とバイオマス原料並びに資源化物の対応を整理する。表 6.3-3 にその概要を示している。

資源化技術は、マテリアル利用または熱利用のための資源化に分けられるが、マテリアル利用には堆肥化、飼料化、その他のマテリアル化（建材など）技術があり、生ごみ（動植物性残さを含む）はこれらのどれにも原料として用いられる。また熱利用でも、メタン発酵、固形燃料化、炭化、燃焼によるボイラ発電、水素化などにも用いられるほか、廃食油は BDF 化の原料となり、メタン発酵から液肥が生成される。

他方、紙ごみは堆肥化、飼料化には用いることができないが、乾式メタン発酵、固形燃料化、炭化、ガス化、焼却によるボイラ発電などに用いることができる。

次に、実際の施策の実施においては、原料バイオマスと資源化技術、資源化物を結びつけた利活用事業が導入され実施される。そこで、表 6.3-4 に示すように廃棄物系バイオマスの種類と資源化物の組み合わせで、どのような事業化が可能かを設定する。ここでは、一例として原料バイオマスを生ごみ、紙ごみとした場合の資源化技術を組み合わせた資源化事業パターンを示している。

表 6.3-3 資源化技術と原料バイオマス、生成される資源化物の対応（技術マッピング）

		バイオマス原料				資源化物									
		食品系		紙系		堆肥	液肥	飼料	他の資源化物	電力	気体燃料	液体燃料	固形燃料		
		生ごみ	動植物性残さ	紙ごみ（一廃）	紙くず（産廃）										
マテリアル利用	堆肥化	●	●			◎									
	飼料化	●	●					◎							
	その他のマテリアル利用	○	○	○	○				◎						
熱利用	生物化学的変換	メタン発酵	●	●	● 乾式	● 乾式	◎	◎			◎	◎			
		エタノール化	○	○	○	○							◎		
	熱化学的変換	固形燃料化	●	●	●	●								◎	
		炭化	●	●	●	●								◎	
		ガス化	ガス化発電			●	●					◎	◎		
			水素化	●	●	●	●					◎	◎		
		バイオディーゼル燃料化 (BDF化)	● 廃食油	● 廃食油										◎	
燃焼・溶融	ボイラ発電	●	●	●	●					◎					

●：適用可能な技術、◎：技術開発等によって適用可能な技術

表 6.3-4 生ごみ、紙ごみと資源化物の組み合わせによる事業パターン

バイオマス種別		資源化物（再生利用用途）		
		マテリアル利用	堆肥・液肥	バイオガス・電力
生ごみ	一廃（家庭系）		◎自治体資源化事業 （生ごみ単独、し尿共同のメタン化事業） ◎下水汚泥、農集汚泥共同事業 ◎家畜排せつ物共同事業	◎民間資源化企業（メタン化） ◎オンサイト・メタン化事業
	一廃（事業系）	◎民間資源化企業（飼料化等）		
	産廃			
紙ごみ	新聞紙・雑誌	集団回収 民間回収 自治体回収・資源化		
	ダンボール			
	紙パック			
	・・・			
	雑紙		◎民間企業・自治体（乾式メタン化）事業	

注) 再生利用量の算定においては、個別の施策による具体的な事業を設定して算定するものとする。

生ごみを原料としてメタン化の事業化を行うものを表 6.3-5 に示している。これは、前節までの検討において、有効性を確認してきた事業である。具体的には、①乾式メタン発酵の導入（穂高広域施設組合）、②事業系一般廃棄物の生ごみ資源化事業（バイオエネジー）、③し尿、浄化槽汚泥と生ごみの共同処理（大木町）、④下水汚泥との共同処理（黒部市、神戸市）を想定する。

表 6.3-5 生ごみ利用を拡大させるための具体的な事業（メタン発酵）

ケーススタディ	利用量算定の条件	条件の根拠
① 乾式メタン発酵の導入	<ul style="list-style-type: none"> 生ごみ、紙ごみの分別協力が得られる地域 生ごみ、紙ごみ比率が高い地域 焼却施設の更新時期を迎える地域 	<ul style="list-style-type: none"> 乾式メタン化のケーススタディ結果を参考（H21 年度調査等）
② 事業系一般廃棄物等からの生ごみ資源化	<ul style="list-style-type: none"> 食品リサイクル法対象外の小規模事業所の生ごみを収集して資源化する事業を想定 	<ul style="list-style-type: none"> 食品循環資源の再生利用実態調査での未利用事業所
③ し尿、浄化槽汚泥と生ごみの共同処理	<ul style="list-style-type: none"> 液肥の利用を前提 し尿・浄化槽汚泥に加えて、生ごみを全量投入して液肥需要を満足する地域 	<ul style="list-style-type: none"> 大木町の事例より経済効果が高い
④ 下水汚泥との共同処理	<ul style="list-style-type: none"> 消化槽を有する下水処理場に生ごみを搬入して、バイオガスの発電利用等を想定 施設能力の余裕を考慮 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー供給構造高度化法での推進

6.3.6 利用可能量算定

本業務でのケーススタディ結果を元に、表 6.3-5 に示した生ごみを対象とした具体的な事業について、再生利用可能量の算定を行う。

(1) 乾式メタン発酵（コンバインド方式）

ここでは、既設の焼却炉がある事業体で、生ごみと紙ごみの乾式メタン発酵と焼却を組み合わせたコンバインド方式を採用する可能性のある事業体を抽出する。

一昨年からの乾式メタン発酵の検討において、コンバインド方式がコスト、温室効果ガス削減の面から有効と考えられる条件は以下の条件である。

可燃物の処理量が 200 t/日までの施設規模（比較対象施設であるごみ焼却の発電施設は大規模ほど効率が高くなるので、メタン化の有利なケースとして 200t/日以下を設定）
②生ごみ、紙ごみ比率が高い（40%を超える） （収集率を 7 割とすると可燃ごみの 4 割以上を乾式メタン発酵に振り向けるためには、生ごみ+紙ごみの比率が 60%以上が必要）

さらに、新たな施設の整備を想定すると、以下の条件が重要である。

③施設の経過年数が古い（20 年以上経過）

この 3 つの条件に当てはまる事業体を整理したものが表 6.3-6 である。

表 6.3-6 コンバインド方式の導入が有効な事業体数と生ごみ利用量

焼却量	生ごみ・紙ごみ比率	経過年数20年以上		経過年数10年以上		経過年数10年未満	
		件数	生ごみ量	件数	生ごみ量	件数	生ごみ量
50未満 t/日	50%～60%	27	55,217	37	62,883	10	14,798
	60%～70%	79	173,806	90	158,998	21	32,316
	70%～	65	175,884	86	149,563	18	18,750
	合計	171	404,907	213	371,444	49	65,864
50～100 t/日	50%～60%	31	145,524	17	82,851	11	50,355
	60%～70%	50	331,254	45	288,746	12	68,281
	70%～	27	203,141	19	162,896	3	29,160
	合計	108	679,919	81	534,493	26	147,796
100～150 t/日	50%～60%	13	99,204	20	140,971	9	57,416
	60%～70%	30	306,752	22	277,905	14	126,298
	70%～	19	322,537	10	124,152	2	27,602
	合計	62	728,493	52	543,028	25	211,316
150～200 t/日	50%～60%	5	49,026	8	91,957	5	58,238
	60%～70%	13	174,661	8	183,092	9	99,570
	70%～	7	143,418	3	85,231	1	31,441
	合計	25	367,105	19	360,280	15	189,249
合計		366	2,180,424	365	1,809,245	115	614,225

注）本試算値は、一般廃棄物処理事業実態調査（平成 20 年版、環境省）のごみ組成データ（生ごみ比率と含水率）が記載されている自治体を対象に集計している。経過年数は 2011 年時点のものであり、現状で経過年数 10 年～20 年のものは 2020 年で 20 年～30 年経過した施設となる。

この結果、コンバインド方式の選択が有効な施設数と資源化した場合の生ごみ量を把握すると以下の通りである。

表 6.3-7 コンバインド方式の導入による生ごみ再生利用可能量

	2020 年まで整備		2030 年まで整備	
	施設数	生ごみ量	施設数	生ごみ量
焼却量 50 未満/日、生ごみ・紙ごみ比率 60%以上	144	350 千t/年	320	658 千t/年
焼却量 50~100t/日、生ごみ・紙ごみ比率 60%以上	77	534 千t/年	141	986 千t/年
焼却量 100~150t/日、生ごみ・紙ごみ比率 60%以上	49	629 千t/年	81	1,031 千t/年
焼却量 150~200t/日、生ごみ・紙ごみ比率 60%以上	20	318 千t/年	31	586 千t/年
合 計	290	1,831 千t/年	573	3,261 千t/年

(2) 事業系一般廃棄物等からの生ごみ資源化事業

(株)市川環境エンジニアリングのように、事業系の一般廃棄物の生ごみを収集して、メタン発酵している事業が成り立つ条件を検討し、その利用可能量を算定する。

農水省の資料によると、食品リサイクル法の対象となっている事業所（年間排出量 100 t 以上）の再生利用率は高いが、対象外の事業所の再生利用率は 10%程度となっている（表 6.3-8）。

現在、事業系一般廃棄物は地方自治体が収集、処分する形態となっているが、事業所の廃棄物の処理は事業所の責任において処理するものとされており、自治体が収集、処理することをやめて、事業所に対して再生利用を指導（食品リサイクル対象の事業所と同様に）することで、この利用率を向上させることが可能となると思われる。

表 6.3-8 食品リサイクル法対象外の事業系一般廃棄物の再生利用

	発生量 (千t/年)	再生利用量 (千t/年)	再生利用率 (%)
食品卸売業	78	33	42.3%
食品小売業	201	55	27.4%
外食産業	1,912	141	7.4%
合 計	2,191	229	10.5%

出典) 農水省食品循環資源の再生利用等実態調査、平成 21 年度

横浜市では、許可を受けた資源化業者に事業系生ごみの資源化を推奨しており、平成 21 年度 6,907 t、平成 22 年度 8,205 t の資源化（仕向け量）を行っている。このように、横浜市のような事業系生ごみの資源化を進めて再生利用率を 2020 年までに 30% までに向上することができれば約 40 万 t の再生利用が可能で、さらに 2030 年までに 50% まで向上できれば同様の再生利用量が期待できる。

表 6.3-9 事業系一般廃棄物の再生利用率の向上による再生利用量

	2020 年	2030 年
事業系一般廃棄物の再生利用量	再生利用率を 30% まで高める →約 400 千 t の再生利用が可能	再生利用率を 50% まで高める →約 800 千 t の再生利用が可能

(3) し尿処理と生ごみとのメタン化共同処理

ここでは、液肥の利用を行っている大木町の事例でみられたように、し尿・浄化槽汚泥と生ごみの共同処理を行うのに有効な事業体を検討する。

- ①し尿処理施設で現在 20 年以上経過している施設を対象
- ②現状のし尿・浄化槽汚泥処理量+生ごみ量（100g/人日）を処理対象と仮定
（市町村営の施設を対象）
- ③液肥の利用を前提とし、耕地面積に対し 5m³/10 a を施肥すると仮定
- ④需給倍率（液肥需要量③/液肥供給量②）の算定
- ⑤需給倍率が高い（供給に対して需要が多い）地域でのメタン化施設整備を推進

上記の条件でし尿処理と生ごみのメタン化共同処理が有利な事業体を選定すると表 6.3-10 の通りである。

表 6.3-10 し尿と生ごみのメタン化共同処理の有利な事業体の選定結果

需給倍率	し尿処理施設の経過年数				合計	
	30年以上		20～30年		件数	生ごみ量
	件数	生ごみ量	件数	生ごみ量		
1倍未満	15	70,665	14	82,544	29	153,209
1～3倍	22	140,415	28	286,925	50	427,340
3～5倍	32	237,822	24	138,947	56	376,769
5倍未満	69	448,902	66	508,416	135	957,318
5～10倍	25	199,985	31	153,004	56	352,989
10～20倍	28	142,960	36	214,516	64	357,476
20倍以上	19	47,904	41	186,846	60	234,750
5倍以上合計	72	390,849	108	554,366	180	945,215

注 1) 市町村営の施設を集計

注 2) 経過年数は 2011 年時点における経過年数である。

ここで、需給倍率 5 倍以上の地域で実施すると仮定した場合、生ごみの利用可能量は以下の通りである。

表 6.3-11 し尿と生ごみのメタン化共同処理による再生利用可能量

	2020 年まで整備		2030 年まで整備	
	施設数	生ごみ量	施設数	生ごみ量
し尿処理施設を有しており、生ごみを混入してメタン発酵して液肥利用が可能(需給倍率 5 倍以上)な施設	72	390 千t/年	180	945 千t/年

(4) 下水汚泥との共同処理

黒部市や北広島市のように、下水道の消化槽に生ごみを投入して下水汚泥との共同処理の可能性を検討する。

「下水道施設への生ごみ投入マニュアル」(下水道新技術推進機構)に示されているように、下水道施設の消化槽へ投入可能か否かの評価指標として消化日数と脱水機的能力があげられる。一般的に、中温発酵では消化槽の消化日数は 20 日以上あれば十分である。脱水機的能力については脱水機の増設が比較的容易であることから、ここでは消化槽の能力に着目して生ごみの投入を行った場合の評価を行う。評価の手順は以下の通りである。

- ①既に、消化槽を整備してメタン発酵を行っている下水処理場を対象とする。
- ②生ごみを集める対象が明確な公共下水道を対象にする(流域下水道は除く)
- ③処理汚泥量のデータが明確であるものを対象とする。
- ④対象となる市町村の全人口から生ごみを収集することを仮定
- ⑤1 人 1 日当り生ごみ原単位は 100g/人日とする
- ⑥生ごみと下水汚泥を混合した場合の消化槽の消化日数を算定し、これが 20 日以上であるものを消化可能と判断する。
- ⑦生ごみ比率が大きいと返流水負荷が増大するため、汚水処理プロセスに影響を与えるため、生ごみの乾重量と下水汚泥のそれとの比を算定し、投入される生ごみ比率が 50%未満を対象とする。なお、汚水処理プロセスにおいて曝気量を増大させると所定の水質を確保できるので、100%までの受入のケースも設定することとする。

算定結果を表 6.3-12 に示すが、消化槽がありデータがそろっている下水処理場数は 200 箇所であり、そのうち消化日数が 20 日以上の処理場は 175 か所である。このうち、生ごみと下水汚泥の乾重量比が 50%以下のものは 49 件で利用できる生ごみ量は約 22 万 t、還重量比が 50%から 100%までは 60 件で利用できる生ごみ量は約 55 万 t であることが分かる。

ここで、将来の利用可能量の設定として、2020 年までは乾重量比が 50%以下の処理場での導入を目指し、人口の減少が見込まれる 2030 年においては乾重量比が 50 から 100%以下の処理場での導入を想定すると、表 6.3-13 が導入可能量となる。

表 6.3-12 下水汚泥に生ごみを投入した場合の消化日数

消化日数	50%未満		50%以上100%未満		100%以上		合計	
	箇所数	生ごみ量	箇所数	生ごみ量	箇所数	生ごみ量	箇所数	生ごみ量
20日未満	9	102,081	8	137,432	8	146,399	25	385,912
20日以上30日未満	15	131,072	17	374,542	20	387,932	52	893,546
30日以上40日未満	15	53,790	17	80,943	16	572,202	48	706,935
40日以上50日未満	10	19,725	11	49,123	14	170,242	35	239,090
50日以上70日未満	7	13,042	11	38,185	7	31,529	25	82,756
70日以上100日未満	1	593	3	5,640	5	22,946	9	29,179
100日以上	1	155	1	2,114	4	12,265	6	14,534
20日以上の合計	49	218,377	60	550,547	66	1,197,116	175	1,966,040

表 6.3-13 下水汚泥との共同処理による再生利用可能量

	2020年まで		2030年まで	
	施設数	生ごみ量	施設数	生ごみ量
下水汚泥と生ごみとの共同処理が可能な下水処理場	49	218 千t/年	60	769 千t/年

(5) メタン化による生ごみの再生利用可能量

以上の各事業方式別の再生利用可能量の試算値を取りまとめると、以下の通りである。なお、本試算値には事業方式間で重複の可能性があることに留意する必要がある。

第2章では生ごみ等のまだ再生利用されていない量を15,000千t/年(湿重量ベース)として算定した。ここで算定された各種事業方式による再生利用可能量は6,000千t弱であり、未利用量の4割程度である。本調査では、資源化方式としてメタン化のみの導入可能量を算定して入り、次年度以降に他の資源化方式についても検討を行うことによって、再生利用率の目標を設定していくものとする。

表 6.3-14 生ごみ再生利用可能量の試算結果のとりまとめ

事業方式	2020年まで	2030年まで	備考
乾式メタン発酵	1,831 千 t	3,261 千 t	上限値として設定
事業系一廃メタン化	400 千 t	800 千 t	メタン化以外も想定可能
し尿共同処理	390 千 t	945 千 t	液肥の需要に対して想定
下水共同処理	218 千 t	769 千 t	公共下水道のみ
合計	2,839 千 t	5,775 千 t	

注) 上記の生ごみの再生利用可能量は各事業方式別に重複の可能性がある。

6.4 ロードマップの策定の方向性

6.4.1 バイオマス利活用ための施策

ケーススタディを通して明らかになった、望ましい施策の体系を示すと図 6.4-1 の通りである。これは①分別収集、②資源化、③利用の3つの項目に関する施策の組み合わせになっており、以下にその分類別に説明する。

(1)分別収集

①分別収集促進への取組み

まず、本業務により乾式メタン発酵の有効性が示されたことで、分別収集については以下のような方針を設定できる。すなわち、分別収集を徹底して資源化物を収集することにより、残ったものが紙ごみと生ごみとなり、これを機械選別機で異物を除去することで、分別にかかる費用を低減させる。

②環境 NPO、熱心な市民等との協働化

資源化物を徹底して分別する方法については、環境 NPO や熱心な市民を巻き込むことで、市民が主体的に分別するような社会的な雰囲気を形成することが必要である。これは自治体の役目であり、市民と自治体とが協働して効率的な分別収集を実施することが必要である。

③資源デポ等拠点回収などの活用

さらに、ヨーロッパ等で実施している資源デポ（回収ボックス）を設置して、市民の分別作業を容易にさせるなど、拠点回収を促進させる対策を実施する。

(2)資源化技術

①事業系一般廃棄物の資源化

また、事業系一般廃棄物のうち、食品リサイクル法の対象事業者は資源化を実施することが求められているが、小規模の事業者は自治体収集により処理されている。食品廃棄物のリサイクル率を底上げするためには、食品リサイクル法対象外の小規模事業所への対策の検討が必要。

②紙ごみ、生ごみのバイオガス化

徹底した分別収集により残った紙ごみ、生ごみを異物の除去を行った後に、乾式メタン発酵によりバイオガス化を行う。収集されたごみの成分によっては、湿式メタン発酵も可能である。生成したバイオガスは発電利用、又は精製してガス直接利用を行う。再生可能

エネルギー法の固定買取価格の設定やエネルギーに関連する規制の状況によって、有利な方法を選択するものとする。

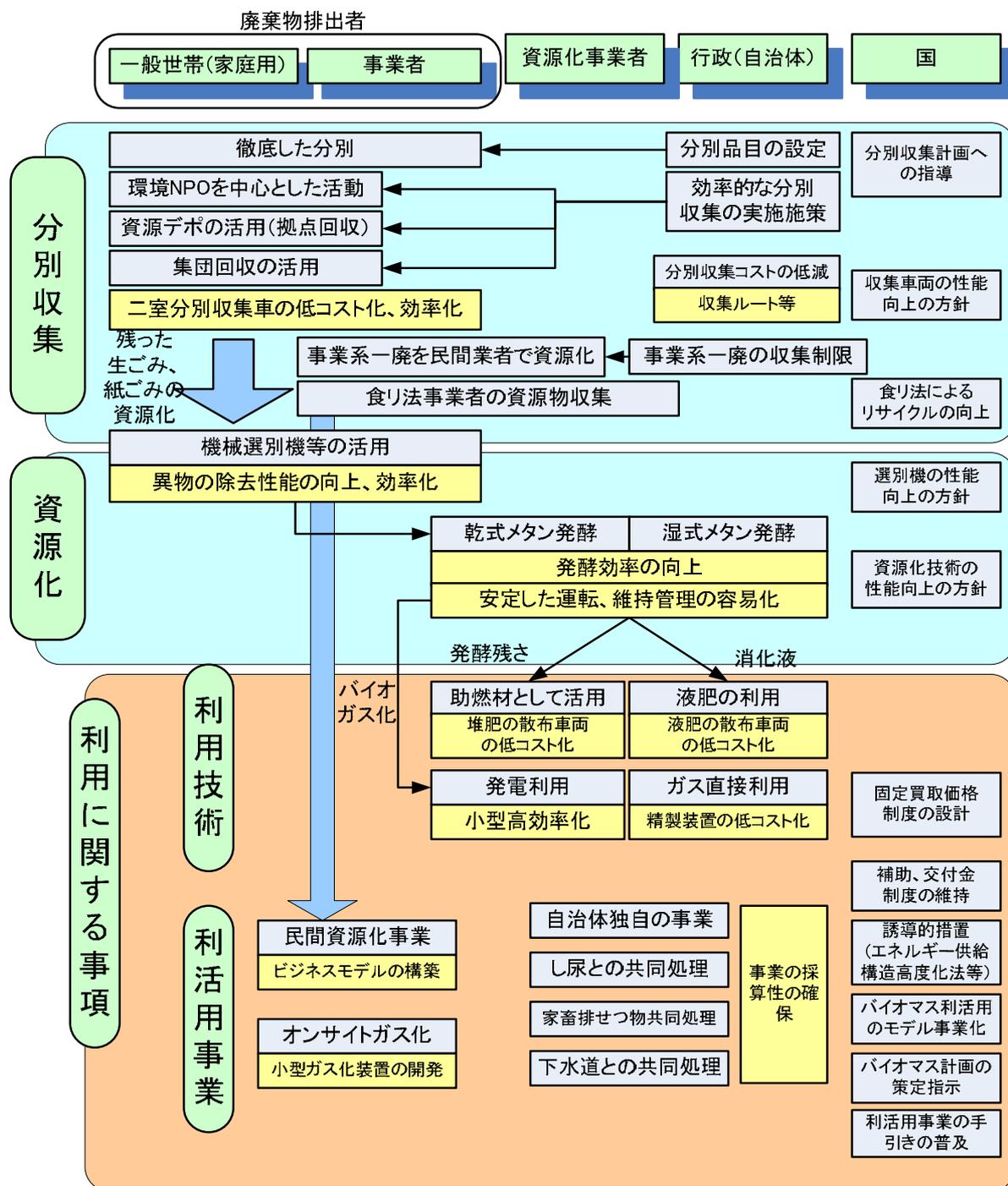


図 6. 4-1 ケーススタディを通して明らかになった施策の体系

(3) 利用に関する事項

① 資源化後の残渣の活用

乾式メタン発酵は水分の添加が少ないため、排水処理施設を持たずに発酵残渣を乾燥させて助燃材として活用することが可能である。残渣の乾燥には発電廃熱を活用するなど、エネルギーの活用を工夫する必要がある。

② 消化液の活用

乾式メタン発酵では実績はないが、メタン発酵の消化液を液肥に活用することもコストを低減させる方法である。排水処理施設はイニシャル、ランニングコストともにコスト増の原因になるため、これらの残渣の活用が重要である。

③ 事業系のオンサイト処理

事業系の一般廃棄物に関して、自治体の収集を制限する場合には、商業ビルなどでディスプレイで収集した生ごみ等を小型メタン発酵施設でエネルギー回収することも考えられ、今後は小型メタン発酵、小型発電機・コジェネレーションシステムの開発等が望まれる。

④ 自治体での効率的な利活用事業

地方自治体では、逼迫した財政状況のもと効率的な利活用事業が求められる。廃棄物系バイオマスが地域に広く分布しており、これらを共同で資源化することで効率化を高め、事業の採算性を向上させることができる場合があるため、これらの共同化についても検討し事業を実施していくものとする。

上記のバイオマス利活用のためにあげられた施策を分類すると以下の 5 項目に分類できると考えられ、これらに関するものを網羅的に整理する。

- A. 分別収集（機械選別含む）
- B. 資源化技術の開発
- C. 資源化事業（利活用システム含む）
- D. 法制度
- E. 普及・啓発

これらの分類ごとに、施策を整理したものを表 6.4-1 に示す。

まず、A. 分別収集については、a.分別収集の徹底、b.分別収集の効率化、c.収集車両の開発、d.ディスプレイによる収集などがあり、これに加えて e.機械選別を取り上げて整理する。

B. 資源化技術の開発、普及については、今年度はメタン発酵方式に焦点を絞って整理することとしており、ここでは a.湿式メタン発酵方式、b.乾式メタン発酵方式（焼却施設とのコンバインド方式）、c.集合住宅、大規模な商業ビルでの小型バイオガス化施設の普及拡大に関する施策を整理する。

C. 資源化物利用技術については、①メタン発酵後の消化液をそのまま液肥として活用する技術や、②バイオガスの導管直接供給（精製技術含む）などに関する施策を整理する。

さらに、利用事業の多様化として、他事業との共同化、すなわち①し尿処理との共同処理、②家畜排せつ物との共同処理、③下水道汚泥の消化槽に生ごみを投入してバイオガスの利用システムなどの普及・拡大のための施策について整理する。

D. 制度上の措置については現状の制度の整理を行った上で、バイオマス利活用を行うために必要な措置を整理する。

E. 普及・啓発については、①計画作成の手引きなどバイオマス利用計画の作成を促進させる方法、②資源化技術の情報提供方法として、広報、講習会等の整理を行う。

表 6.4-1 施策の一覧（メタン化を中心に）

施策分類		施 策
A. 分別収集 の効率化 (機械選 別含む)	a. 分別収集の徹底	分別品目の増加
	b. 分別収集の効率化	拠点回収、施設配置の分散化等
	c. 収集車両の開発	二室分別収集車両
	d. ディスポーザによる収集	集合住宅、商業ビルでのディスポーザ収集
	e. 機械選別	効率的に異物を選別する方法
B. 資源化技 術の開 発、普及	メタン発酵 (紙、生ごみ)	a. 湿式メタン発酵のシステムとしての効率化、低コスト化
		b. 乾式メタン発酵
		c. 集合住宅、商業ビルでのオンサイトガス化
C. 資源化事 業(利活 用システ ム)	資源化物利用技術	a. 堆肥、液肥の利用
		b. バイオガスの導管直接供給（精製技術含む）
	他事業共同化	a. し尿処理との共同処理
		b. 家畜排せつ物との共同処理
D. 制度上の 措置	a. 財政措置	補助（循環型社会形成推進交付金）
		再生エネルギーの固定価格買取制度
	b. 法制度	廃棄物処理法や食品リサイクル法による食品廃棄物のリサイクルの推進
		ガス事業法によるガス供給の推進
E. 普及啓発	a. 利活用検討の手引き	廃棄物系バイオマス利用の手引きの普及促進
	b. 資源化技術の情報提供	広報、講習会等の実施

6.4.2 ロードマップ作成のための施策の整理

ロードマップについては、本年度は資源化技術としてメタン発酵を例とした検討にとどまっているため、数値的な導入目標を示すまでには至っていない。ここでは、ロードマップで示す内容として、数値目標を設定する項目について事例を示す。

なお、制度上の措置や普及啓発については現状ではこれらに関する施策の効果、問題点などの分析も十分ではないため、次年度以降の検討材料として、ここではロードマップにあげる施策の現状と課題を整理することとする。

(1) 分別収集

a. 分別収集の徹底については次の通りである。まず①収集品目数について、現状では10種類未満の地方自治体が479（全体の約3割）であり、逆に20種類以上は7%程度である。分別収集を徹底させるため、2020年までに10品目未満の事業体を○割、2030年までに◎割とする。

b. 分別収集の効率化については、まず拠点回収の活用については、資源デポのような拠点回収を実施することとし（現状の自治体数は不明）、2020年までに拠点回収を実施している割合を現状から○割増とし、2030年までに◎割増とする。また、生ごみの分別収集の自治体数については、現在207自治体で実施され全体の1割程度である（全市139、一部地域77）が、2020年までに生ごみの分別収集を○割に増加させ、また一部地域を全市に拡大するものとする。

c. 分別収集車両については、生ごみと他の可燃物を同時に分別収集できる車両の機能向上と低コスト化が目標であり、2020年までに積載作業に時間がかからない効率的な作業ができる車両に改良、2030年までにその実用化した車両の導入を行う。

d. ディスポーザを用いた集合住宅、商業ビルでのオンサイト・バイオガス化との組合せによる普及については、2020年までにディスポーザによる収集の効果や問題点を確認するための検討を行う。

e. 乾式のメタン発酵方式のために効率的、効果的な選別機の開発、普及が必要であるが、2020年までに効率的な機械選別方式の開発、実用化を行い、2030年には導入する。

(2) 資源化技術

資源化技術については、本年度はメタン発酵を中心とした検討を行っている。

まず、a. 生ごみを対象とした湿式メタン化施設の導入施設数を2020年までに○箇所（公営、民間含む）、2030年までに◎箇所で実施する。

次にb. 乾式メタン発酵（焼却施設のコンバインド方式）のエネルギー利用効率の向上と低コスト化による普及・拡大を図り、2020年までに乾式メタン発酵の導入施設数○箇所、2030年までに◎箇所で実施する。

さらに、c. ディスポーザによるビル内での生ごみの収集と小規模バイオガス化施設について、2020年までにメンテナンスフリーで低コストな施設の開発、実用化を行い、2030年には〇箇所を実施を目標とする。

表 6.4-2 バイオマス利活用の推進施策に関する実施段階ごとの整理（案）

施策分類		施策	内容	2020年	2030年
A. 分別収集の効率化	分別収集の徹底	分別品目の増加	現状では10種類未満の地方自治体が479で全体の約3割	分別収集を徹底させるため、10品目未満の事業体を○割とする。	分別収集を徹底させるため、10品目未満の事業体を◎割とする。
		拠点回収による資源化物の収集	資源デポのような拠点回収を実施する（現状の自治体数不明）	拠点回収を実施している割合を現状から○割増とする。	拠点回収を実施している割合を現状から◎割増とする。
		生ごみの分別収集	生ごみの分別収集は現在207自治体で実施され全体の1割程度である（全市139、一部地域77）	生ごみの分別収集を○割に増加させる。また一部地域を全市に拡大する	生ごみの分別収集を◎割に増加させる
	収集車両の開発	二室分別収集車両	生ごみと他の可燃物を同時に分別収集できる車両の低コスト化	積載時に時間がかかるため、効率的な作業ができる車両に改良	従来のパッカー車と同程度に低コスト化（現状3000万円→1000万未満）
	ディスプレイによる収集	集合住宅、商業ビルでのディスプレイ収集	集合住宅、商業ビルでのオンサイトバイオガス化との組合せによる普及	ディスプレイによる収集の効果、問題点を確認するための検討を行う。	—
	機械選別	効率的に異物を選別する方法	乾式のメタン発酵方式用に効率的、効果的な選別機の開発、普及	効率的な機械選別方式の開発、実用化	実用化された効率的な機械選別方式の利用
B. 資源化技術	メタン発酵	湿式メタン発酵のシステムとしての効率化、低コスト化	液肥利用が可能な地域での効率的な施設整備方式の導入	生ごみを対象とした湿式メタン化施設の導入施設数を○箇所（公営、民間含む）	生ごみを対象とした湿式メタン化施設の導入施設数を◎箇所（公営、民間含む）
		乾式メタン発酵	乾式メタン発酵（焼却施設のコンバインド方式）のエネルギー利用率の向上と低コスト化による普及・拡大	乾式メタン発酵の導入施設数 ○箇所	乾式メタン発酵の導入施設数 ◎箇所
		集合住宅、商業ビルでのオンサイトガス化	ディスプレイでの収集と小規模バイオガス化施設のメンテナンスフリーで低コストな施設の開発	高効率な小規模メタン発酵設備の開発、実用化	実用化された高効率な小規模メタン発酵設備のモデル事業の実施（◎箇所）
C. 資源化事業（利活用システム）	資源化物利用技術	堆肥、液肥の利用	湿式メタン発酵後の消化液をそのまま液肥として活用する	湿式メタン発酵施設の消化液を堆肥、液肥として利用する割合を○割以上	湿式メタン発酵施設の消化液を堆肥、液肥として利用する割合を◎割以上
		バイオガスの利活用促進（発電、NGV、導管供給等）	バイオガス発電の高効率化と発電・NGV利用・導管供給システムの低コスト開発と導入促進	バイオガス利活用技術の低コスト化開発と利用可能なバイオガスの活用	ごみメタン発酵の利用可能なバイオガスの活用
	他事業共同化	し尿処理との共同処理	し尿・浄化槽汚泥と生ごみの共同処理を行い、液肥を利用するシステム	し尿・浄化槽汚泥と生ごみの共同処理システムを○件実施	し尿・浄化槽汚泥と生ごみの共同処理システムを◎件実施
		家畜排せつ物との共同処理	家畜排せつ物と生ごみの共同処理を行い、液肥を利用するシステム	家畜排せつ物と生ごみの共同処理システムを○件実施	家畜排せつ物と生ごみの共同処理システムを◎件実施
下水道汚泥との共同処理		下水道処理の消化槽に生ごみを投入してバイオガス化の利用システム	下水消化槽で生ごみをバイオガス化する利用システムを○件実施	下水消化槽で生ごみをバイオガス化する利用システムを◎件実施	

(3) 資源化物の利用技術

a. 湿式メタン発酵後の消化液をそのまま液肥、堆肥として活用する割合を 2020 年までに○割以上、2030 年までに◎割以上とする（または、液肥利用のメタン化施設を○箇所実施する）。

b. バイオガスの利活用促進（発電、NGV, 導管供給等）については、バイオガス発電の高効率化と発電・NGV 利用・導管供給システムの低コスト開発と導入を促進するものとし、2020 年までにバイオガス利活用技術の低コスト化開発と利用可能なバイオガスの活用を行うものとし、2030 年までにごみメタン発酵による利用可能なバイオガスの活用を行うものとする。なお、ここではエネルギー供給構造高度化法の趣旨にのっとり、バイオマスから再生される電力、ガスをエネルギー供給者が買い取る誘導的な手法を活用することにより、効率的な利活用を図るものとする。

(4) 他事業共同化

a. し尿・浄化槽汚泥と生ごみの共同処理を行い、液肥を利用するシステムについて、2020 年までに○件実施、2030 年までに◎件実施を目標とする。

b. 家畜排せつ物と生ごみの共同処理を行い、液肥を利用するシステムについて、2020 年までに○件実施、2030 年までに◎件実施を目標とする。

c. 下水道の消化槽に生ごみを投入してバイオガス化を利用するシステムについては、2020 年までに○件、2030 年までに◎件実施する。

(5) 制度上の措置

制度の措置については表 6.4-1 に示した項目について、その現状と課題を整理したものを表 6.4-3 に示す。まず、財政措置については、循環型社会推進交付金において高効率なメタン化施設に関する嵩上げは平成 23 年度までの時限措置であり（高効率ごみ発電施設への嵩上げは平成 25 年までの時限措置）、交付金嵩上げの時限措置が終了したのちは、高効率なエネルギー回収施設の整備が遅れるおそれがある。また、再生可能エネルギーの固定価格買取制度については、平成 24 年 7 月の施行に向けて現在、制度の詳細な枠組みを検討中である。電気事業者が買い取る価格・期間については、再生可能エネルギー源の種類や設置形態、規模などに応じて、中立的な第三者委員会が公開の場で審議を行うことになっており、再生可能エネルギー源としてのバイオマス利活用推進のためには、適切な買い取り価格の設定が必要である。

誘導的手法等については、食品リサイクル法対象(排出量 100t/年以上の事業所)の卸売、小売、外食産業の生ごみ再生利用率は 65% (実発生量に対して実際にリサイクルされた量)、対象外の小規模事業所は 11%となっている。食品廃棄物のリサイクル率を底上げするためには、食品リサイクル法対象外の小規模事業所への対策が必要であり、そのための対策の検討が必要である。

表 6.4-3 バイオマス利活用のための法制度、普及啓発に関する現状と課題

施策分類	施策	現状	課題	
D. 制度上の措置	財政措置	補助(循環型社会形成推進交付金)	市町村等が作成する循環型社会形成推進基本計画に基づき実施される事業に交付される。高効率なメタン化施設に関する嵩上げは平成23年度までの時限措置。高効率ごみ発電施設への嵩上げは平成 25 年までの時限措置。	
		再生可能エネルギーの固定価格買取制度	平成24年7月の施行に向けて現在、制度の詳細な枠組みを検討中。電気事業者が買い取る価格・期間については、再生可能エネルギー源の種類や設置形態、規模などに応じて、中立的な調達価格等算定委員会が公開の場で審議を行う。調達価格等算定委員会の意見、関係大臣との協議を受けて、経済産業大臣が告示する。	
	誘導的手法または規制緩和	食品リサイクル法の対象事業者	食品リサイクル法対象(排出量 100t/年以上の事業所)の卸売、小売、外食産業の生ごみ再生利用率は 65% (実発生量に対して実際にリサイクルされた量)、対象外の小規模事業所は 11%となっている。	食品廃棄物のリサイクル率を底上げするためには、食品リサイクル法対象外の小規模事業所への対策の検討が必要。
		エネルギー関連事業法の手続き	電気事業法、ガス事業法等のエネルギー関連事業法では、技術上の基準の適合と工作物の工事、維持、運用に主任技術者の資格などを求めている。	食品廃棄物のバイオガス化に当たって、エネルギー関連事業法等での手続きがコスト高の要因となっている可能性があるため、安全性を確保できるコスト低減策の検討も必要。
E. 普及啓発	バイオマス利用検討の支援	バイオマス利用を検討する手引き等の作成、普及	現状では、一般廃棄物処理基本計画において、リサイクル目標の設定などを指導している(市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針)。	
	資源化技術の情報提供	広報、講習会等の実施	環境省ウェブサイトでの情報の提供等	
			自治体によるバイオマス利用の検討を支援するための施策(手引きの作成、普及促進)が必要。	
			左記に加えて、広報誌での専門技術の情報提供、講習会の実施	

さらに、エネルギー関連事業法(電気事業法、ガス事業法など)の手続きについては、技術上の基準に適合させなければならないことや工作物の工事、維持、運用に主任技術者の資格が必要となる場合がある。このため、食品廃棄物のバイオガス化に当たって、各種

のエネルギー関連事業法等での手続きがコスト高の要因となっている可能性があるため、安全性を確保できるコスト低減策の検討も必要である。

(6) 普及啓発

現状では、一般廃棄物処理基本計画において、リサイクル目標の設定などを指導している（市町村における循環型社会づくりに向けた一般廃棄物処理システムの指針）。廃棄物系バイオマスの利用を進めるためには、自治体によるバイオマス利用の検討を支援するための手引きの作成やその普及促進策の検討が必要である。

広報、講習会等の実施については、現状では環境省ウェブサイトでの情報の提供等があるが、これに加えて、広報誌での専門技術の情報提供、講習会の実施など、効果的な施策を検討する必要がある。

【添付資料 1】 バイオマス資源化物の関連の需要

1. 電力需要

年度		使用電力量 (100万kWh)									
		電気事業 用計	電灯需要	電力需要				特定規模 需要	特定供給	自家消費	自家発 自家消費
				計	#低圧電 力	#事業用 電力	#農事用 電力				
平成2年	1990	678,131	177,419	500,712	100,083	996	1,639	-	87,471
7	1995	776,511	224,650	551,861	107,964	1,292	1,694	-	105,048
12	2000	858,078	254,592	363,594	115,795	1,061	1,597	239,891	123,988
17	2005	918,265	281,294	52,827	39,418	119	965	559,654	17,401	7,088	125,535
19	2007	959,661	289,728	49,743	37,025	94	922	595,564	16,791	7,835	117,831
20	2008	925,503	285,288	46,757	34,645	99	880	571,691	12,122	9,646	110,029
21	2009	896,668	284,969	45,173	33,130	104	874	543,977	9,908	12,640	106,558

1) 平成7年度以前は特定規模需要を含む。
 2) 平成12年度以前は小口電力（低圧電力＋高圧電力A）。
 3) 平成12年度は契約電力が原則2,000kW以上、平成17年度以降は原則50kW以上の者の需要。
 4) 平成12年度以前は500kW以上、17年度以降は1,000kW以上の事業場を計上。

2. 都市ガス需要

年度末 (年末)	End of fiscal year (end of year)	事業者数 (年度末)			供給区域内 世帯数	需要家メーター取付数					供給区域内 普及率	導管延長数			
		Enterprises (end of fiscal year)				Households under supply	Consumer's metres installed						Diffusion rate	Total length of pipe	
		計	公営	私営			計	家庭用	商業用	工業用					その他
Total	Publicly- owned	Privately- owned	(A) (1,000)	Total (B)	Residential	Commercial	Industrial	Other	(B/A) (%)	(1,000km)					
平成2年	1990	246	72	174	25,826	21,334	19,934	1,144	62	194	82.6	181			
7	1995	243	71	172	28,742	23,580	22,013	1,289	62	216	82.0	199			
12	2000	237	68	169	31,311	25,858	24,255	1,295	62	246	82.6	216			
17	2005	212	36	176	33,828	27,762	26,114	1,306	64	278	82.1	232			
19	2007	213	33	180	34,862	28,377	26,726	1,301	65	286	81.4	239			
20	2008	211	32	179	35,362	28,599	26,949	1,296	65	288	80.9	241			
21	2009	211	30	181	35,806	28,774	27,125	1,294	64	290	80.4	244			

年度 (年次)	Fiscal year (Year)	ガス生産・購入量			ガス販売量					自家消費 量	勘定外ガス 量	加熱用				
		Production and purchases			Sales								Self- consumpti on (PJ)	Unaccountabl e gas consumption (PJ)	For heat generation (PJ)	
		(PJ) 1)	計	公営		私営	計	家庭用	商業用							工業用
Total	Publicly- owned	Privately- owned	Total	Residential	Commercial	Industrial	Other	(PJ)	(PJ)	(PJ)						
平成2年	1990	647	23	624	628	320	106	161	42	7.0	3.1	8.5				
7	1995	870	27	844	847	368	137	284	58	9.1	9.2	5.0				
12	2000	1,051	28	1,022	1,035	393	168	388	87	11	3.4	1.5				
17	2005	1,394	23	1,371	1,359	416	205	619	120	11	-	1.2				
19	2007	1,551	26	1,526	1,503	413	207	760	123	10	-	1.3				
20	2008	1,495	26	1,468	1,444	404	199	722	119	11	-	1.3				
21	2009	1,472	26	1,445	1,416	403	193	699	121	11	-	1.4				

1) 生産量は都市ガス事業者の生産量で、購入量は卸供給事業者（都市ガス事業者に対し導管によりガスを供給する）から購入した量。生産・購入量は供給量である。

3. 堆肥需要量

年次, 農業地域	計	田 (千ha)	畑 (千ha)			樹園地 (千ha)	肥料需要量	
			合計	#普通畑	#牧草専用地		堆肥 (千t)	液肥 (千m ³)
昭和60年	4,567	2,661	1,488	981	443	417	9,810	155,200
平成2年	4,361	2,542	1,465	964	439	354	9,640	149,050
7	3,970	2,293	1,380	892	409	297	8,920	135,100
12	3,734	2,162	1,315	875	368	257	8,750	126,500
17	3,447	2,002	1,224	733	430	221	7,330	121,600
22	3,191	1,795	1,193	601	416	204	6,010	110,550
北海道	941	209	730	292	366	2.3	2,920	28,750
東北	610	470	103	53	28	36	530	24,900
北陸	220	201	15	12	0.8	3.4	120	10,090
関東・東山	497	307	153	114	5.4	38	1,140	15,620
東海	164	104	31	24	1.7	30	240	5,285
近畿	150	119	8.6	6.6	0.2	22	66	5,960
中国	149	121	19	12	1.9	9.0	120	6,145
四国	91	60	9.8	7.6	0.4	21	76	3,020
九州	345	202	101	63	7.9	41	630	10,495
沖縄	24	0.6	22	18	3.5	1.3	180	205

注) 堆肥の需要は普通畑10a当り1t使用するとして算定。液肥の需要は田、牧草地10a当り5m³使用するとして算定。

4. 飼料需要量

年度	飼 料																
	配 合						飼 料										
	養 鶏 用			うち成鶏用			うちブロイラー用			養 豚 用			うち子豚用			うち肉豚用	
トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %	トン	前年比 %
1	2,826,694	-	1,574,650	-	1,039,483	-	1,691,638	-	729,453	-	420,679	-					
2	11,196,550	396.1	6,174,864	392.1	4,139,558	398.2	6,980,732	412.7	3,050,409	418.2	1,746,801	415.2					
3	11,321,748	101.1	6,308,914	102.2	4,098,799	99.0	6,782,999	97.2	2,887,574	94.7	1,751,037	100.2					
4	11,235,746	99.2	6,282,642	99.6	4,064,571	99.2	6,742,031	99.4	2,821,725	97.7	1,792,151	102.3					
5	11,256,422	100.2	6,397,281	101.8	3,956,230	97.3	6,798,613	100.8	2,819,677	99.9	1,870,219	104.4					
6	10,834,562	96.3	6,226,217	97.3	3,773,891	95.4	6,445,191	94.8	2,610,391	92.6	1,862,333	99.6					
7	10,792,858	99.6	6,243,645	100.3	3,719,926	98.6	6,166,459	95.7	2,437,844	93.4	1,784,590	95.8					
8	10,803,520	100.1	6,280,903	100.6	3,702,725	99.5	6,158,970	99.9	2,398,141	98.4	1,834,411	102.8					
9	10,668,561	98.8	6,219,860	99.0	3,654,025	98.7	6,266,304	101.7	2,452,884	102.3	1,895,763	103.3					
10	10,348,915	97.0	6,058,414	97.4	3,518,679	96.3	6,258,979	99.9	2,402,868	98.0	1,962,903	103.5					
11	10,355,333	100.1	6,076,823	100.3	3,513,132	99.8	6,165,430	98.5	2,341,099	97.4	1,950,547	99.4					
12	10,236,892	98.9	6,053,010	99.6	3,420,490	97.4	5,980,388	97.0	2,192,526	93.7	1,959,993	100.5					
13	10,311,724	100.7	6,078,719	100.4	3,464,203	101.3	5,856,158	97.9	2,081,127	94.9	1,962,485	100.1					
14	10,500,112	101.8	6,136,937	101.0	3,583,704	103.4	5,959,775	101.8	2,065,754	99.3	2,051,815	104.6					
15	10,491,039	99.9	6,072,054	98.9	3,649,727	101.8	6,059,420	101.7	2,034,673	98.5	2,156,310	105.1					
16	10,066,648	96.0	5,741,995	94.6	3,609,755	98.9	5,918,618	97.7	1,913,549	94.0	2,177,459	101.0					
17	10,216,356	101.5	5,742,806	100.0	3,722,897	103.1	5,871,583	99.2	1,887,055	98.6	2,150,476	98.8					
18	10,301,377	100.8	5,763,654	100.4	3,779,910	101.5	5,964,183	101.6	1,871,186	99.2	2,215,271	103.0					
19	10,377,602	100.7	5,823,465	101.0	3,804,992	100.7	5,910,863	99.1	1,855,061	99.1	2,225,652	100.5					
20	10,281,992	99.1	5,657,028	97.1	3,897,522	102.4	6,032,715	102.1	1,865,425	100.6	2,317,299	104.1					
21	10,343,857	100.6	5,635,629	99.6	3,974,658	102.0	6,232,395	103.3	1,929,027	103.4	2,445,343	105.5					
22	10,267,131	99.3	5,607,444	99.5	3,933,902	99.0	6,033,040	96.8	1,846,490	95.7	2,416,675	98.8					

【参考資料】

参考資料 1

E Uの廃棄物政策と廃棄物処理の動向まとめ

EUの廃棄物政策と廃棄物処理の動向まとめ

1 廃棄物に関するEU指令と主要国の対応

1.1 廃棄物に関するEU指令

1975年にEU最初の廃棄物に関する指令75/422/EEC(1975)が出され、これ以降、電子電気機器、包装材、廃自動車等の廃棄物種類ごとにいくつもの指令が導入された。[情報3]

現在有効な主な指令は以下のとおりである。

埋立指令 (1999/31/EC)

廃自動車指令 (ELV 指令 2000/53/EC)

廃棄物焼却指令 (2000/76/EC)

電気電子機器に含まれる特定有害物質使用制限指令 (RoHS 指令 2002/95/EC)

廃電気電子機器指令 (WEEE 指令 2002/96/EC)

エネルギー税指令 (2003/96/EC)

包装廃棄物指令 (2004/12/EC)

廃電池指令 (2006/66/EC)

廃棄物指令 (WFD 指令 2008/98/EC)

再生可能エネルギー指令 (RES 指令 2009/28/EC)

このうち、廃棄物の処理方法に大きな影響を与えているのが、(1)埋立指令 (1999/31/EC)、(2)廃棄物指令 (2008/98/EC)、(3)再生可能エネルギー指令 (2009/28/EC) である。

(1)埋立指令 (1999/31/EC)

Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste

1995年の生分解性廃棄物発生量に対して、埋立処理される生分解性廃棄物量を2006年までに75%、2009年までに50%、2016年までに35%とする(1995年時点で埋立比率80%以上の加盟国には4年間の猶予あり)。

原則として、中間処理された廃棄物だけが埋立処分できる。液状廃棄物、爆発性・腐食性・酸化性・引火性のある廃棄物、感染性医療廃棄物、廃タイヤについても直接埋立は禁止されており、中間処理が必要となる。中間処理後の残渣は有害性試験の判定により、非有害廃棄物埋立地あるいは有害廃棄物埋立地にて処分されることとなる。

ただし、処理することが技術的に困難な安定廃棄物は埋立可能である。また、中間処理をしても廃棄物の量や人体・環境への有害性が軽減されない廃棄物は埋立できない。

埋立地は有害廃棄物埋立地(landfill for hazardous waste)、非有害廃棄物埋立地(landfill for non-hazardous waste)、安定廃棄物埋立地(landfill for inert waste)の3クラスに分類され、それぞれクラスの処分場が遵守すべき基準を定めている。

(2)廃棄物指令 (2008/98/EC)

Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste

廃棄物管理において適用されるべき優先順位、リユース、リサイクル目標の設定、リユース、リサイクル、リカバリー等の定義、バイオ廃棄物の定義・分別収集・処理の基本方針等を打ち出している。

廃棄物指令の主な内容は以下の通りである。

優先順位	1.廃棄物回避・管理の法制化・方針において適用されるべき優先順位 (a)発生回避(prevention) (b)リユース前処理(preparing for re-use) (c)リサイクル(recycling) (d)リカバリー(other recovery, e.g. energy recovery) (e)処分(disposal)
リユース、リサイクル、リカバリーの推進	加盟国は技術的、環境保全的、経済的に実用的であれば、分別収集を行うべきであり、2015年までには、少なくとも紙、金属、プラスチック、ガラスの <u>分別収集</u> を開始しなければならない。 家庭や家庭と類似した状態で排出される廃棄物のうち、少なくとも紙、金属、プラスチック、ガラスについては、リユース、リサイクル率を2020年には重量比で <u>50%以上</u> とする。 非有害建設廃棄物のリユース、リサイクル、マテリアルリカバリーの合計比率を2020年までに重量比で <u>70%以上</u> とする。
リユースの定義	リユース(re-use)とは、廃棄物でない製品や部品が同じ目的で再度使用される行為 リユース前処理(preparing for re-use)とは、廃棄物となった製品や部品をそのまま再使用できるようにチェック、洗浄、修理、回収する行為
リサイクルの定義	リサイクル(recycling)とは、廃棄物を元と同じ又は異なる目的の製品(products)、原料(materials)、物質(substances)に再生する行為である。有機物の再生はリサイクルに含まれるが、エネルギーリカバリーや資源化物が燃料や埋め戻し(backfilling operation)に使われる場合は含まれない。
リカバリーの定義	リカバリー(recovery)とは、工場や経済活動において、ある特殊な機能を実現するために、それまで使っていた物質の代わりに使える、あるいは、その機能そのものを代替するなど、廃棄物が有効に使われる行為
処分の定義	処分(disposal)とは、副次的に物質やエネルギーの再生が行われる行為があったとしても、リカバリー(recovery)でない行為
バイオ廃棄物(bio-waste)	庭・公園からの生物分解可能な廃棄物、家庭・レストラン・食品・台所・食品配達業者・小売店舗からの廃棄物、食品加工工場からの同等の廃棄物を指す。 <u>森林、農業、畜産、下水汚泥や布、紙、製材などの生物分解性廃棄物は含まれない。</u>
バイオ廃棄物に関する措置	加盟国は以下のことを達成する措置を取らなければならない (a)コンポスト化あるいは消化に適した分別収集 (b)高いレベルの環境保全を満足する方法による処理 (c)バイオ廃棄物から製造された環境安全な物質の使用

[情報 3]リカバリーを明確に定義し、リカバリーでない方法が「処分」に分類されることとなった。例えば、エネルギー効率 Ef(Energy Efficiency)の値が 0.6(2008 年以降の新規施設は 0.65)以上となる場合に、その廃棄物熱回収施設はリカバリー施設となり、熱回収を行っていてもエネルギー効率がそれ以下の場合には処分施設となる。大まかな試算では、電気と熱を供給している EU の約 3 分の 1 の施設は基準をクリアできるが、電気だけを供給している施設の基準クリアは難しい。熱利用が容易でない温暖な地域のプラントが不利にならないように、気候要素を考慮した扱いが必要との指摘もある。

(3)再生可能エネルギー指令 (2009/28/EC)

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources

再生可能エネルギー指令の前に次の 2 つの指令が出されていた。

- ・再生可能電力指令 (2001/77/EC)

再生可能エネルギーの全エネルギー消費量に占める比率を 2010 年に 12%、電力消費量に占める比率を 21%に引き上げる目標を設定した。

- ・輸送用バイオ燃料指令 (2003/30/EC)

輸送分野での温室効果ガス抑制対策、エネルギー供給安全保障対策、および持続可能な地域発展に伴う新たな雇用創出を目的として、バイオ燃料を推進するための指令。この指令により輸送用のガソリン、軽油消費量に対するバイオ燃料導入目標比率が 2010 年度 5.75%に定められた。

- ・再生可能エネルギー指令 (RES 指令 2009/28/EC)

再生可能電力指令 (2001/77/EC)、バイオ燃料指令 (2003/30/EC)に替わる指令で、輸送用エネルギーのうちバイオ燃料の占める目標比率を 2020 年に 10%まで引き上げた。また、2020 年までの目標として、EU 全体のエネルギー消費の 20%を再生可能エネルギーとする目標が設定された。

1.2 各国の対応と廃棄物処理の状況

(1)ドイツ

①経緯

ドイツでは EU 埋立指令が出される以前から生分解性廃棄物の埋立を減らす方針を打ち出しており、主な法律等の策定状況は以下のような経過をたどってきている。

[情報 3]1993 年の「都市廃棄物処理のための技術規則 Technical Ordinance on Waste from Human Settlement(TASi)」によって、有機性廃棄物の直接埋立を禁止する方針が打ち出さ

れた。この規則の目的は次のとおりである。

- ・生分解性廃棄物の直接埋立の抑制
- ・将来の埋立地の設計、運転、配置に関する指令
- ・コンポストと嫌気性消化を含むマテリアルリカバリーの優先
- ・混合廃棄物からのエネルギー回収の推進と残渣の埋立処分前の可能な限りの有効利用

混合廃棄物の埋立基準は2つのタイプが定義された。最も重要な基準値はTOCで表される有機物の含有量で、class1ではTOCは1%以下、class2ではTOCは3%以下とされた。

EU埋立指令は2001年7月にドイツで法制化された(Ordinance on Landfills and Long-Term Storage(DepV))。この規則は結果的にTASiの原則を法的に有効にしたものとなり、生分解性廃棄物の直接埋立は2005年6月1日をもって禁止された。

TASiの考え方はエネルギー回収を伴う焼却を促進するものであるが、連邦政府はそれを即座に強制することはできず、廃棄物焼却に対する強い反対によって新しいプラント建設を困難にしていた。焼却処理以外の方法を普及させるため、2001年に連邦排出制御規則(Federal Emission Control Ordinance)が出された。これは、MBT(Mechanical Biological Treatment)プラントの運転と環境負荷を規定するもので、焼却施設と同様の厳しい大気排出基準が設定された。

2001年、MBTプラントの残渣はclass1、class2の埋立基準を満たさないため、「環境に安全な家庭系廃棄物の保管に関する政令」(AbfAbIV)ではMBT施設から発生する残渣の埋立処分に関する基準としてClass3を定義した。Class3では、TOCは18%、発熱量は6MJ/kg以下等となっている。

TASiの考え方と要求事項は後にEU埋立指令の基本となった。この規則は、実質的にはドイツでは有効でなかったが、少なくともEUの廃棄物管理戦略に重要な役割を果たした。

②廃棄物発生量と処理方法

[情報 3]ドイツにおいてMSWは公的廃棄物管理システム(public waste management system)によって管理されており、公共、民間、公共と民間の協働のいずれかによって運営されている。そのため、統計データはそろっている。

一方、商業や軽工業からの廃棄物は少し状況が異なる。これらからの廃棄物のうち、公的廃棄物管理システムによって管理されている部分だけが把握されている。民間によって処理されている部分に関する信頼できるデータは得ることは困難である。

廃棄物の種類別の発生量を表1.2-1に示す。発生量合計は2000年から2007年までの間に、50百万トンから47.7百万トンに少しだけ減少している。商業廃棄物は同時期に7.3百万トン

から 5 百万トンに減っているが、これは実際の発生量を反映しているのではなく、より安い民間処理業者への処理に変更されたためにその量が把握されていない可能性がある。

表 1.2-1 廃棄物種類別の発生量 2000～2007 年 [情報 3]

	2000 年	2007 年
発生量合計(residential waste)	50,015	47,704
混合廃棄物・粗大廃棄物	20,598	16,088
有機性廃棄物	3,531	3,743
草木類	0	4,509
道路・市場廃棄物 (Street & market waste)	5,060	973
リサイクル可能廃棄物	13,491	17,410
商業廃棄物 (Commercial waste)	7,335	4,981

単位：千トン

ドイツにおける MSW の発生量と処理方法の推移を表 1.2-2、図 1.2-1 に示す [情報 5]。

1995 年時点では埋立が 40%近くを占めていたが、埋立指令に対応した結果、2006 年以降の埋立比率は 1%以下となっている。一方、焼却処理能力は 1998 年から 2008 年でほぼ倍増しており、焼却率は 1995 年の 16%から 2008 年には 33%にまで増えている。

表 1.2-2 MSW の処理方法推移(ドイツ) Eurostat [情報 5] 単位：千トン

ドイツ	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
発生量	50,894	52,544	53,966	53,058	52,373	52,810	52,075
焼却量	7,915	8,665	9,080	9,225	10,292	10,966	11,123
リサイクル量	9,750	9,766	12,400	11,900	17,712	17,955	17,464
コンポスト量	5,505	5,771	5,955	6,262	6,883	7,588	7,604
埋立量	19,998	18,413	17,680	16,331	14,753	13,562	13,168
その他	7,726	9,929	8,851	9,340	2,733	2,739	2,716
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	15.6%	16.5%	16.8%	17.4%	19.7%	20.8%	21.4%
リサイクル量	19.2%	18.6%	23.0%	22.4%	33.8%	34.0%	33.5%
コンポスト量	10.8%	11.0%	11.0%	11.8%	13.1%	14.4%	14.6%
埋立量	39.3%	35.0%	32.8%	30.8%	28.2%	25.7%	25.3%
その他	15.2%	18.9%	16.4%	17.6%	5.2%	5.2%	5.2%

ドイツ	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
発生量	52,772	49,622	48,434	46,555	46,426	47,887	47,787
焼却量	11,826	11,305	11,892	13,221	15,006	15,485	15,882
リサイクル量	22,015	21,425	19,587	20,734	21,195	22,555	22,023
コンポスト量	7,575	7,251	7,752	7,633	7,631	7,709	7,788
埋立量	11,266	9,530	8,578	3,980	307	299	286
その他	90	111	625	987	2,287	1,839	1,808
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	22.4%	22.8%	24.6%	28.4%	32.3%	32.3%	33.2%
リサイクル量	41.7%	43.2%	40.4%	44.5%	45.7%	47.1%	46.1%
コンポスト量	14.4%	14.6%	16.0%	16.4%	16.4%	16.1%	16.3%
埋立量	21.3%	19.2%	17.7%	8.5%	0.7%	0.6%	0.6%
その他	0.2%	0.2%	1.3%	2.1%	4.9%	3.8%	3.8%

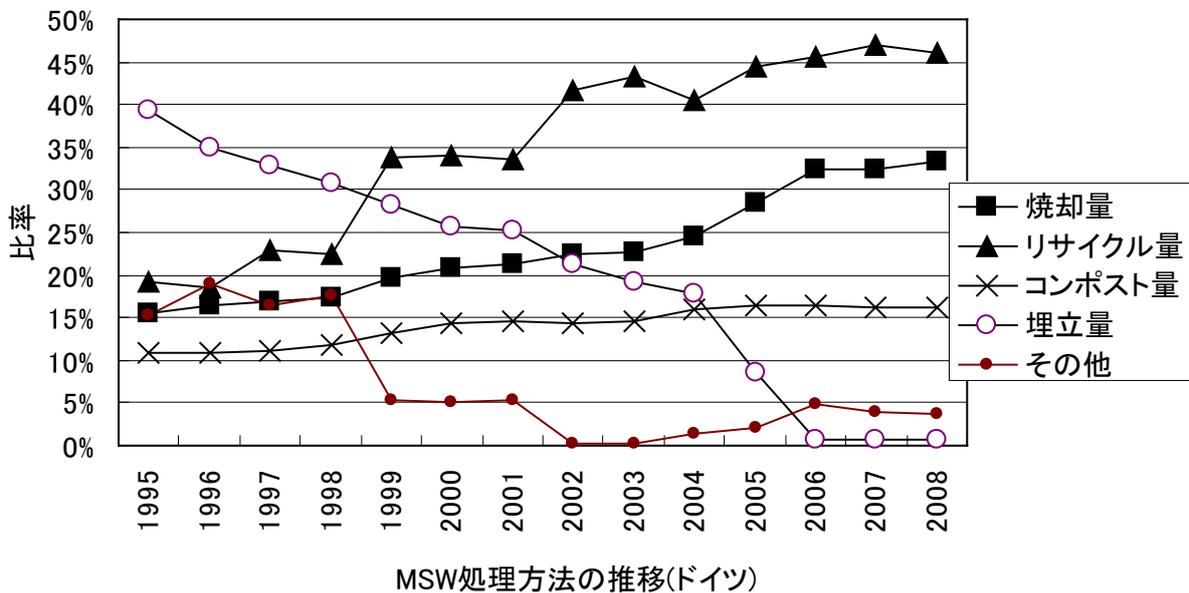


図 1.2-1 ドイツにおける MSW の処理方法推移 [情報 5]

③廃棄物焼却

ドイツの焼却施設能力は1998年から2008年でほぼ倍増した。焼却に対する反対が大きくなった1990年代には施設建設は停滞していたが、EU埋立指令が出された1999年以降に焼却施設が増加に転じ、また、2005年の有機性廃棄物直接埋立禁止の目標が定められてから焼却施設増加がより明確になった。

2008年では、約70の廃棄物焼却施設があり、1800万トン/年の処理能力がある。

すべての焼却施設はエネルギーを回収し、電力やプロセス蒸気、熱を外部に供給している。各施設のエネルギー効率は施設によって大きく異なっている。1980年代、1990年代に建設された施設のいくつかは、建設反対があったために住宅地や工業地から離れたところに立地しており、回収エネルギーは電気としてしか利用できない。

新しいプラントでのボイラー効率は80～85%のオーダーである。主に売電を行っている従来のプラントでは、効率は23～24%であり、内部消費によりさらに数%下がる。CHP熱電供

給プラントでは、効率は運転モードと熱需要に依存する。

2006年のドイツの焼却施設における熱回収の実態は以下の通りであり、熱の外部供給が28.5%、電力の外部供給が10.2%となっている。

表 1.2-3 ドイツ焼却施設における熱回収実態[情報 3]

焼却量	1650 万トン
低位発熱量	10000kJ/kg
焼却施設への入熱	165PJ
エネルギー回収量	16.37TWh、59PJ
自己消費量	3.3TWh、12PJ
正味エネルギー外部供給量	13TWh、47PJ
熱回収率	35.8%
熱の外部供給	28.5%
発電量	6.8TWh、24.5PJ
自己消費量	2.13TWh、7.7PJ
外部供給電力	16.8PJ
電力での回収率	14.84%
電力の外部供給	10.2%

German Federal Statistical Office[Statistisches Bundesamt 2008]

CEWEP Annual Report on Germany 2006

EU 指令のエネルギー効率 E_f はドイツの焼却施設全体としては 0.7 で、各施設では 0.31 から 0.95 に広く分布しており、新施設のリカバリー基準 0.65 を満たすのは 64 プラントのうち、28 プラント、旧施設のリカバリー基準 0.60 を満たすのは 64 プラントのうち、36 プラントとなっている。

④SRF (Solid Recovered Fuel)からのエネルギー回収

廃棄物から SRF を製造するには 2 つの理由がある。一つは、焼却施設の代替として、1980 年代、90 年代から一般的になってきた MBT 施設で製造されるためであり、もう一つの理由は工業界にとっては、安い燃料が得られることであり、特に原油価格が高い時にメリットがある。

SRF は通常、紙、木、プラスチックの混合物で発熱量は最低 11MJ/kg から 20MJ/kg 以上である。ごみ由来燃料の下限発熱量が 11MJ/kg とドイツの法律で決められている。

SRF 利用にはその価格と品質が重要である。品質面では、ハロゲン（塩素など）、重金属、アルカリ金属などが問題となる。一番問題となるのは塩素である。MSW の塩素濃度は 0.5～1wt% であるが、SRF では 1%台、2%以上となる場合もある。塩素濃度が高いことは MSW を MBT 施設で処理して得られる SRF の最大の問題である。製造した SRF が売却できないため、閉鎖された MBT 施設がいくつもある。良い品質の SRF ができるのは、商業、工業セ

クターからの廃棄物を主な対象としている施設である。

ドイツ国内には、2006年時点で64のMBT施設があり、そのうち52施設が運転中である。MSWからのSRF製造量は能力的には年間6.1百万トンのところ、2.4百万トンの製造実績であった。これとは別に、商工業系廃棄物からのSRF製造量は4.2百万トンである。商工業系廃棄物からのSRF製造潜在量は9百万トン以上である。

SRFは通常、他の燃料と混焼される。2006年にSRFが混焼された施設での処理量を表1.2-4に示す。

表 1.2-4 SRF の混焼施設別焼却量[情報 3]

SRF 混焼施設	SRF 混焼量(万トン)
火力発電所	50
セメントキルン	200
製紙工場	140
鉄鋼業	10
石灰キルン	20
合計	420

SRFは質のコントロールが難しく、また、質が安定しないことによるSRFマーケットの不安定さがある。

この状況は火力発電所での混焼において典型的である。塩素濃度が高いとボイラー腐食のリスクがある。2006年には16の発電所でSRFを利用していたが、2007年には8施設に減っている。

セメントキルンでは塩素濃度1%以下の受入基準があり、SRF利用の制限となっている。

SRF製造の最大の課題はコストであり、トン当たり100~120ユーロかかる。コストは製造、利用先への支払い、残渣の焼却費、埋立処分費がある。コストには、熱処理の方法によって異なる割増料金を顧客に支払う分も含まれる。

ドイツにおける廃棄物焼却、SRF焼却の年間量をまとめると以下のようなになる[情報 3]。

	処理能力	処理実績	
焼却施設	1800万トン	1650万トン	
SRF混焼		420万トン	570~670万トン
SRF専焼	47万トン	49万トン	
SRF供給過剰		100万~200万トン	

	製造能力	2006年製造実績	合計
MBT施設でのSRF製造	610万トン	240万トン	660万トン
工業廃棄物からのSRF製造	900万トン	420万トン	

(2)フランス

①経緯

[情報 3]埋立を抑制するため、1992年に埋立税が創設され、1993年以降、税金の一部が、分別収集、集積センター、選別装置、リサイクル装置等の投資への補助等、リサイクル率向上の施策に利用された。

1993年から2003年で、マテリアルリサイクルとエネルギー回収が向上、埋立が少し減少、熱回収なしの焼却施設が大きく減少した。これらはリサイクル率を上げる施設への補助も貢献している。1993年には300あったEfW施設が、法律で小規模施設(1t/h以下)や排ガス処理規制が行われた結果、現在では113にまで減っているが、処理量はわずかに増えている。

2007年に環境グルネルの方針が打ち出され、それに基づいて廃棄物管理が進められている。環境グルネルでは排出抑制、リサイクル率、コンポストやメタン発酵される有機性廃棄物量の数値目標が設定されている。主な数値目標は以下のとおりである。

- ・ 一人当たりの家庭廃棄物を5年間で7%減量
- ・ 有機物のリサイクル率(2004年は24%)を2012年に35%、2015年に45%、企業からの廃棄物(建設廃棄物、農業廃棄物、食品産業等から発生する廃棄物は含まない)と家庭からの包装廃棄物のリサイクル率を2012年に75%
- ・ 焼却・埋立処理量を減らし、環境と健康への影響を減らす。焼却または埋立処理される廃棄物量は2012年までに15%減量

現状の埋立税率は、10ユーロ/tはEUの中でも最低レベルであり、埋立から他の処理へ移行するためには低すぎる設定となっている。埋立に要するコストは平均53ユーロ/t(税込63ユーロ/t)であるが、コンポストや焼却は70~90ユーロ/tである。

・ 埋立税を2009年15ユーロ/tから2015年に40ユーロ/tに引き上げることになっている。税率は高効率に埋立ガス回収(75%以上)を行っている場合と環境認証を受けている場合には低減される。

・ また2009年から新たに焼却処理に対する税金が導入され、税率はエネルギー回収率に応じて、2009年から2013年までは7ユーロ/t~14ユーロ/tとなっている。焼却税率は次の条件のうち2つを満たせば、2009年2ユーロ/t~2013年4ユーロ/tだけ低くなる。

- ・ 焼却税率軽減条件
- 1)プラントが環境認証を受けている
 - 2)エネルギー効率が低い(フランスの計算方式による)
 - 3)NOxが80mg/Nm³以下である。

電力固定価格買取制度は2001年にMSW焼却施設に設定され、新規施設には4.6セントユーロ/kwh、さらにエネルギー効率R1が0.6以上のリカバリー施設には0.3セントユーロ/kwh

がプラスされ、既存施設には 3.9 セントユーロ/kwh となった。

2006 年に埋立地バイオガスとメタン発酵に新たに買取制度が適用され、7.5～9 セントユーロ/kwh+2 セントユーロ/kwh (メタン発酵)、さらに高効率の場合約 2 セントユーロ/kwh が加算される。

買取価格の設定値からみて、フランス政府は焼却よりも嫌気性消化を進めようとしていると考えられる。

②廃棄物発生量と処理方法

フランスにおける 2006 年の廃棄物発生量のデータを表 1.2-6 に示す。フランス全体で 8.68 億トンの廃棄物が発生し、そのうち 3100 万トンが家庭からの廃棄物である。

表 1.2-6 フランスにおける廃棄物発生量[情報 3]

自治体からの発生	1400 万トン	道路清掃、草木類、排水処理汚泥			
家庭廃棄物	3100 万トン	粗大ごみ、草木類	1100 万トン		
		家庭からの収集ごみ	2000 万トン		
工業廃棄物(工場、プラント)	9000 万トン	非有害廃棄物	8400 万トン	家庭と同 時収集	500 万トン
			民間収集	7900 万トン	
		有害廃棄物	600 万トン		
農業森林廃棄物	3 億 7400 万トン				
感染性廃棄物	20 万トン				
建設廃棄物	3 億 5900 万 トン	非有害廃棄物	3 億 5600 万トン		
		有害廃棄物	300 万トン		
合計	8 億 6820 万トン				

フランスにおける公的廃棄物管理システム(public waste management system)による廃棄物処理施設別の施設数、処理量を表 1.2-7 に示す。

表 1.2-7 フランスにおける廃棄物処理施設と処理量 2006 年[情報 3]

処理方式	施設数	処理量 (万トン/年)	比率
選別施設	320	643.8	13.4
コンポスト	511	605.1	10.7
メタン発酵	3	14.7	0.3
EfW 施設	110	1237.2	26.0
単純焼却	18	57.9	1.2
埋立	303	2293.8	48.3
合計	1263	4752.6	100.0
焼却灰処理施設	50	200.6	

処理方式別にみると、EfW 施設が 110 施設あり、処理量比率は 26%となっている。また、これとは別にエネルギー回収を行っていない単純焼却施設が 18 施設ある。また、リサイクルを行う選別施設が 320 施設あり、処理量の 13%を占めている。

有機性廃棄物の処理としては、コンポスト化施設が 500 以上あり、処理量の 10%を占め、メタン発酵施設は 3 施設で 15 万トン进行处理している。なお、2011 年 2 月に実施した欧州現地調査では、稼働中のメタン発酵施設が 9 施設、建設中が 9 施設となっている。

フランスにおける MSW の発生量と処理方法の推移を表 1.2-8、図 1.2-2 に示す[情報 5]。埋立割合は 1995 年の 45%から 2008 年の 36%に減少している。また焼却割合も 1995 年の 37%から 2008 年には 32%と少し減少している。一方、リサイクル率は同時期に 9%から 17%、コンポスト率は 9%から 15%に増加している。

表 1.2-8 MSW の処理方法推移(フランス) eurostat[情報 5]単位：千トン

フランス	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
発生量	28,253	28,950	29,677	30,449	30,612	31,232	32,198
焼却量	10,573	10,137	10,155	10,036	10,148	10,246	10,677
リサイクル量	2,481	2,653	3,048	3,523	3,822	4,045	4,410
コンポスト量	2,531	2,752	2,886	3,104	3,180	3,621	3,994
埋立量	12,668	13,408	13,588	13,786	13,462	13,320	13,117
その他	0	0	0	0	0	0	0
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	37.4%	35.0%	34.2%	33.0%	33.2%	32.8%	33.2%
リサイクル量	8.8%	9.2%	10.3%	11.6%	12.5%	13.0%	13.7%
コンポスト量	9.0%	9.5%	9.7%	10.2%	10.4%	11.6%	12.4%
埋立量	44.8%	46.3%	45.8%	45.3%	44.0%	42.6%	40.7%
その他	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

フランス	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
発生量	32,684	31,400	32,444	33,366	33,990	34,630	34,773
焼却量	11,110	10,662	11,284	12,004	11,283	11,202	11,033
リサイクル量	4,715	4,725	4,970	5,365	5,661	5,964	6,095
コンポスト量	4,208	4,069	4,423	4,532	4,728	5,091	5,299
埋立量	12,651	11,944	11,767	11,465	12,318	12,372	12,346
その他	0	0	0	0	0	1	0
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	34.0%	34.0%	34.8%	36.0%	33.2%	32.3%	31.7%
リサイクル量	14.4%	15.0%	15.3%	16.1%	16.7%	17.2%	17.5%
コンポスト量	12.9%	13.0%	13.6%	13.6%	13.9%	14.7%	15.2%
埋立量	38.7%	38.0%	36.3%	34.4%	36.2%	35.7%	35.5%
その他	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

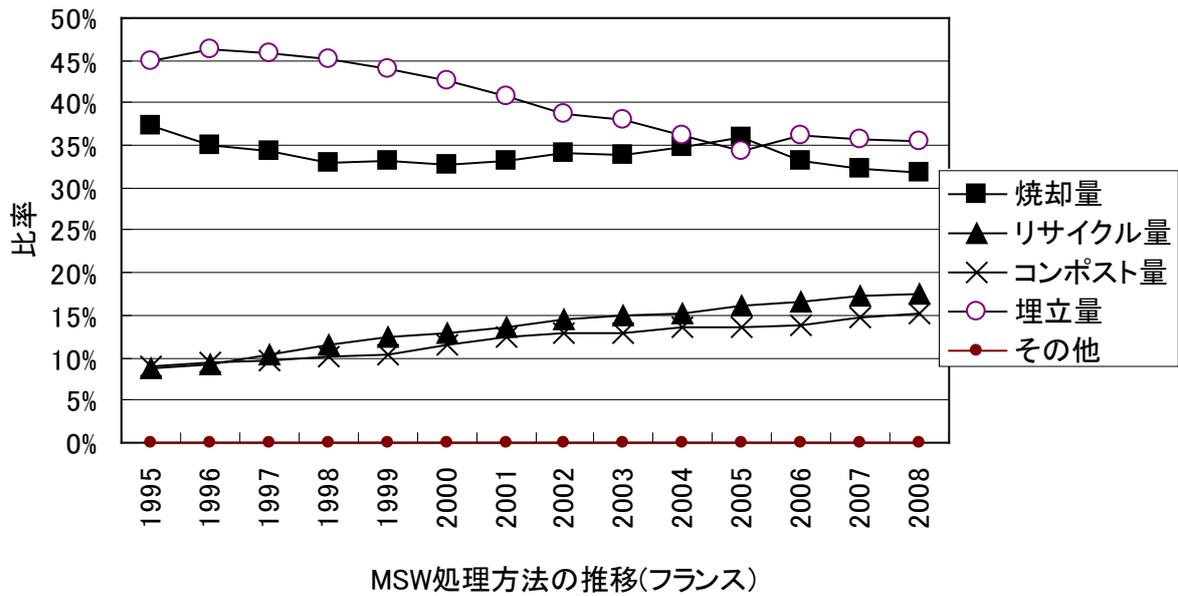


図 1.2-2 フランスにおける MSW の処理方法推移 [情報 5]

③焼却施設

1993年には300あったEfW施設が、法律で小規模施設(1t/h以下)や排ガス処理規制が行われた結果、現在では113にまで減っているが、処理量はわずかに増えている。新規施設の平均処理能力は11万トン/年で26万人のごみ量に対応している。

新しいエネルギー回収施設は都市部には建設することは困難で、ほとんどの施設は郊外にあるため、熱利用は不可能である。そのため、発電が増加し、熱利用は減っている。焼却施設からの熱を大量に利用する建物への税金を免除するという提案によって、このような傾向を変えようとする動きがある。

(3)UK(英国)

①経緯

[情報 3]埋立指令により、UKにおいては4年間の猶予規定が適用され、埋立される生物分解性の廃棄物量を削減目標は次の通りである。1995年のレベルに対して、2010年までに75%、2013年までに50%、2020年までに35%。

イングランドにおける2008/09年の生物分解性廃棄物埋立量は2001/02年から40%削減されており、リサイクル率は2000年の12%から、2008/09年には37.6%まで増えている。しかし、2010年の目標を達成するためにはさらにリサイクルを増やす必要がある。2013年の目標達成のため、処理施設の追加の投資が行われているが、現状の経済状況が投資への認可と計画許可に遅れを生じており、2013年の目標達成に影響を与えるかもしれない。

UK政府はWaste and Emissions Trading Act 2003により、埋立許容量取引制度LATs(The Landfill Allowance Trading scheme)が2005年4月に導入され、生物分解性廃棄物を埋立から別の方法に変えることにより、埋立指令に規定された生物分解性廃棄物埋立削減目標の達

成を目指している。この制度は、低コストで埋立以外の処理をできる自治体が、埋立許容量の余剰分を高いコストが必要な自治体に売却することができる制度である。

主要な国家の法律は埋立税の導入である。埋立税は 1996 年に導入され、埋立される廃棄物 1 トンごとに支払う税金で、より持続可能な方法にシフトすることを目指したものである。埋立税は現在 40 ポンド/トンで、毎年 8 ポンド/トンずつ上昇し、2013/14 年に 72 ポンド/トンとなるまで上昇する予定である。これによって、埋立のコストが上昇し、他のより持続可能な処理に移行することを目指している。

2007 年 5 月の Waste Strategy for England 2007 では、持続可能な廃棄物管理に関する政府のビジョンが示され、自然資源利用を少なくすることによる製品製造時の廃棄物の削減、経済成長と廃棄物排出量増大とのリンク切断。製品は再利用され、物質はリサイクルされ、廃棄物からエネルギーが回収され、埋立される廃棄物量を最小限にすることを目指すものとなっている。

[情報 12]Waste Strategy for England 2007 における家庭ごみの目標値は以下の通りである。

	リサイクルとコンポスト	リカバリー率
2010 年までに	40%	53%
2015 年までに	45%	67%
2020 年までに	50%	75%

[情報 4]埋立代替技術としては、EfW が市場をリードしている。しかし、政策的には嫌気性消化などの新しい技術を進めている。例えば、電力供給会社に対して、一定量以上の再生可能電力を供給する義務を課す再生可能エネルギー義務では、MWh 当りより多くの報酬が新規技術に与えられる。新規技術には廃棄物を原料に含む先進燃焼技術や廃棄物 CHP プラントで得られる電力などが含まれる。地元受入も重要な要素である。EfW は警戒されている。新しい技術はエネルギー回収では劣るが、そのような強い嫌悪がないので、地方行政はそのような技術を選択することにつながっている。

②廃棄物発生量と処理方法

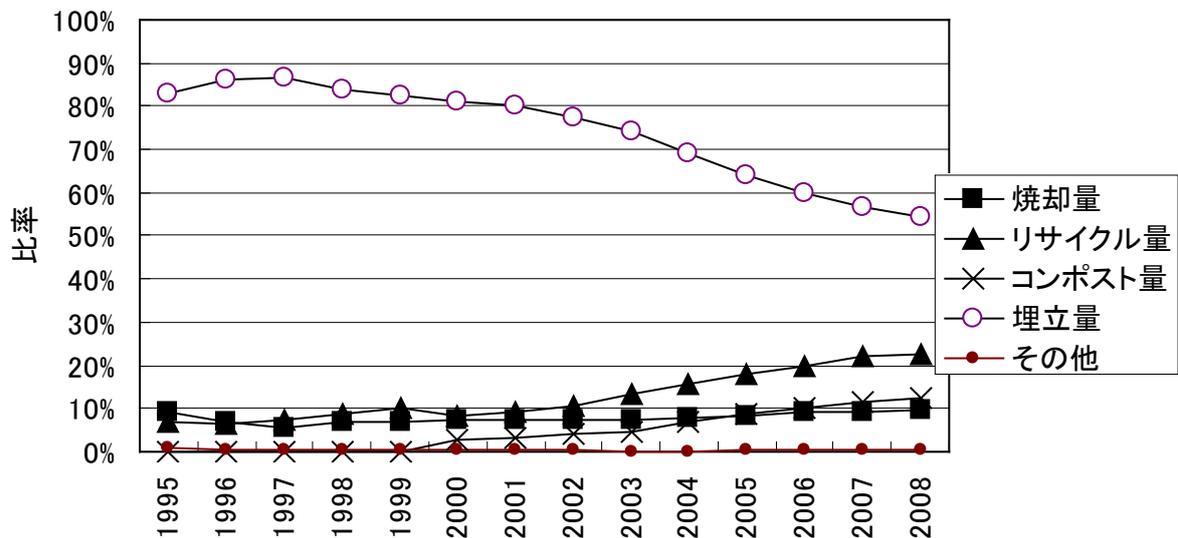
UK における MSW の発生量と処理方法の推移を表 1.2-10、図 1.2-3 に示す[情報 5]。

埋立割合は 1995 年の 83%から 2008 年には 55%に減少している。リサイクル率は 7%から 23%に増加しているが、焼却率は 9%から 10%とほとんど変わっておらず、ドイツやフランスと比較すると、埋立から他処理への転換余地が大きいと考えられる。

表 1.2-10 MSW の処理方法推移(UK) eurostat[情報 5] 単位：千トン

UK	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
発生量	28,900	29,750	31,042	31,697	33,392	33,954	34,945
焼却量	2,610	2,100	1,730	2,174	2,369	2,456	2,535
リサイクル量	2,020	1,922	2,265	2,763	3,421	2,836	3,181
コンポスト量	0	0	0	0	0	937	1,137
埋立量	23,990	25,574	26,848	26,607	27,482	27,563	27,948
その他	280	154	199	153	120	162	144
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	9.0%	7.1%	5.6%	6.9%	7.1%	7.2%	7.3%
リサイクル量	7.0%	6.5%	7.3%	8.7%	10.2%	8.4%	9.1%
コンポスト量	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	3.3%
埋立量	83.0%	86.0%	86.5%	83.9%	82.3%	81.2%	80.0%
その他	1.0%	0.5%	0.6%	0.5%	0.4%	0.5%	0.4%

UK	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
発生量	35,532	35,242	36,122	35,121	35,479	34,780	34,550
焼却量	2,681	2,678	2,901	2,942	3,302	3,245	3,376
リサイクル量	3,733	4,698	5,657	6,362	7,107	7,680	7,850
コンポスト量	1,423	1,687	2,499	3,007	3,626	4,016	4,270
埋立量	27,546	26,144	25,006	22,569	21,335	19,685	18,850
その他	149	35	59	241	109	154	204
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	7.5%	7.6%	8.0%	8.4%	9.3%	9.3%	9.8%
リサイクル量	10.5%	13.3%	15.7%	18.1%	20.0%	22.1%	22.7%
コンポスト量	4.0%	4.8%	6.9%	8.6%	10.2%	11.5%	12.4%
埋立量	77.5%	74.2%	69.2%	64.3%	60.1%	56.6%	54.6%
その他	0.4%	0.1%	0.2%	0.7%	0.3%	0.4%	0.6%



MSW処理方法の推移(UK)

図 1.2-3 UK における MSW の処理方法推移 [情報 5]

③焼却施設

【情報 12】2005 年時点で、MSW 発生量の 9%、約 280 万トンが焼却処理されている。

④廃棄物処理データ

【情報 15】2009 年のイギリス（イングランドとウェールズ）における廃棄物処理実績は以下の通りである。

許可された廃棄物処理施設において処理された廃棄物の種類と量に関するまとめ

	許可施設数	2009 年稼働施設数	2009 年処理量
埋立	497	448	4650 万トン
積替ステーション transfer	3591	2794	4190 万トン
処理(物理的、化学的、 生物的)	1381	1031	2740 万トン
金属リサイクル	2411	1344	1320 万トン
焼却	94	79	540 万トン

全体のトレンド	埋立量は減り続けている。2008 年から 2009 年で 18%以上減少、2000 年比で 45%減少。大きな理由は埋立指令の適用。埋立指令の基準に適合しない古い埋立地は 2009 年 7 月までに閉鎖されなければならない。2008 年と 2009 年の差は景気後退の影響も大きい。埋立地の残余容量は 2009 年に 5%以上減少した。2000 年比では 19%の減少。積替え施設の受入量は 2008 年から 2009 年で 11%減少した。処理施設での受入量は全体で 1%減少したが、コンポスト化施設は 35 万トン（10%以上）増加した。
埋立	2009 年でのイングランドとウェールズでの埋立量は 4650 万トン。2008 年の 5600 万トンからは 18%減少、2000 年からは 45%の減少。埋立指令によって、処分場は 3 つのタイプ(有害廃棄物、非有害廃棄物、不活性廃棄物)に分類される。埋立量のうち、75%が非有害生物分解性廃棄物サイト、18%が不活性サイト、6%が制限されたユーザーサイト(金属工場や発電所からの灰やスラグ)、1%が有害廃棄物サイト。
埋立容量	2009 年末時点で、6 億 1400 万 m ³ の残容量がある。8 年分の容量。
積替と処理	2009 年に 6900 万トンが許可された積替、処理施設で扱われた。積替量は 2008 年からは 11%減。処理量は 1%減だが、コンポスト化施設への搬出は 2008 年より 10%増加した。積替量は 4200 万トンで、16%減少。埋立地へ行く廃棄物が大幅に減って、他の処理施設、最終処分 final disposal リカバリー施設へ回った。コンポスト処理が増加してきており、2008 年で 35 万トン。マテリアルリカバリー施設 (MRFs)での処理量は 2009 年に 1%減少しており、2000 年から続いた上昇傾向が変わった。

焼却	2009 年末時点で 910 万トンの焼却処理能力があり、2009 年には 540 万トンが焼却処理された。2008 年に比べ 6%増加。集計対象は外部からの廃棄物を受け入れて焼却している施設で、工場内の廃棄物を自己焼却している施設は含まない。廃棄物専焼施設もあれば、混焼施設もある。2009 年待つ時点で、10 施設が許可を受けて、建設中または試運転中であり、うち 8 施設は都市ごみ対象で処理能力は 200 万トンを超える。
有害廃棄物	440 万トンの有害廃棄物が処分、リカバリーされた。2008 年から 34%減少。最大の減少原因は Teesside の工場の閉鎖で 100 万トンの液状廃棄物がパイプラインで輸送されていた。

3 主要各国政府の処理優遇策

3.1 EU の各国の再生可能エネルギー導入奨励策

エネルギー税指令などを受け、EU 各国は、再生可能エネルギーに対する奨励策を導入して再生可能エネルギーの普及に努めている。主な制度としては、固定価格買取制度とグリーン電力証書制度がある。固定価格買取制度の導入によって、ドイツやスペインで成果を挙げており、EU では現在 20 ヶ国、世界で 45 ヶ国が導入済み(2009 年初時点)である。

グリーン電力証書制度は、再生可能エネルギー(グリーン電力)に対し、グリーン証明書が発行されて、電力供給者は定められた割当量の証明書提示が義務付けられる制度で、割当を達成できない場合に市場から調達できる。

表 3.1-1 国別奨励策の一覧 [情報 8]

	固定価格買取制度	グリーン電力証書制度
オーストリア	○	—
ベルギー	—	○
デンマーク	○	—
フランス	○	—
ドイツ	○	—
イタリア	○	○
ポーランド	○	—
ポルトガル	○	—
スウェーデン	—	○
スペイン	○	—
イギリス	2010 年 4 月導入	○

3.2 処理優遇策の具体例

(1) ドイツ

ドイツでは再生可能エネルギー導入促進のため、固定価格買取制度が導入されている。2008 年改訂 EEG 法によるバイオマス発電施設の電力買取価格を表 3.2-1、表 3.2-2 に示す[情報 9]。

表 3.2-1 は基本買取価格で、稼動年に応じて、20 年間の固定価格が決められている。施設

設置年が遅いほど毎年 1%ずつ減額される。

5MW 以上の施設は CHP 熱電供給モードで稼動し、かつ、CHP で発電された部分にのみ適用される。20MW 以上の施設は発電能力に占める 20MW の比率で計算される。大気汚染防止基準に準拠する施設の場合、500kW 以下のシェアについて、1€-Cent/kWh 増額される。

表 3.2-1 基本買取価格 [情報 9]

稼動年	～150kw €-Cent/kWh	150～500kw €-Cent/kWh	500kw～5MW €-Cent/kWh	5MW～20MW €-Cent/kWh
2009	11.67	9.18	8.25	7.79
2010	11.55	9.09	8.17	7.71
2011	11.44	9.00	8.09	7.63
2012	11.32	8.91	8.00	7.56
2013	11.21	8.82	7.92	7.48
2014	11.10	8.73	7.85	7.41
2015	10.99	8.64	7.77	7.33
2016	10.88	8.56	7.69	7.26
2017	10.77	8.47	7.61	7.19
2018	10.66	8.39	7.54	7.12
大気汚染対応施設	+1.00	+1.00	-	-

表 3.2-2 はバイオマス発電に追加されるボーナスについてまとめたもので、エネルギー作物による発電、革新的技術利用、熱電供給を行っている場合にそれぞれ、基本買取価格に上乗せして買取が行われることになっている。ただし、表 3.2-2 に示した価格は 2009 年に稼動した施設に適用されるもので、稼動年が遅いほど毎年 1%ずつ減額した価格が適用される。

2009 年稼動の 500kW のバイオガス施設で、資源作物(とうもろこし等)利用、CHP 利用(発電量の 70%を CHP 利用)、大気汚染対応施設の場合の計算例を表 3.2-3 に示す。

表 3.2-2 バイオマス発電のボーナス [情報 9]

①エネルギー作物(Energy Crops)による発電ボーナス 2009 年稼働施設(毎年 1%ずつ減額)

		～150kw €-Cent/kWh	150～500kw €-Cent/kWh	500kw～5MW €-Cent/kWh	
バイオ ガス以 外のバ イオマ ス	液体バイオマス	6.00	6.00	4.00	
	木質焼却		0.00	0.00	
	短期循環農園または景 観保護活動からの木質 焼却		6.00	6.00	2.50
					4.00
バイオ ガス		7.00	7.00	4.00	
	30%以上が家畜ふん尿	+4.00	+1.00	-	
	景観保護活動による残 渣	+2.00	+2.00	-	

②技術ボーナス

	～150kw €-Cent/kWh	150～500kw €-Cent/kWh	500kw～5MW €-Cent/kWh
革新的技術利用(熱分解ガス化、燃 料電池、ガスタービン、蒸気エン ジン、有機ランキンサイクル、カ リナサイクル、スターリングエン ジン等)	2.00	2.00	2.00
ガス精製装置(～350Nm ³ /h)	2.00	2.00	2.00
ガス精製装置(～700Nm ³ /h)	1.00	1.00	1.00

③CHP ボーナス Combined Heat and Power

	～150kw €-Cent/kWh	150～500kw €-Cent/kWh	500kw～5MW €-Cent/kWh
熱電供給	3.00	3.00	3.00

表 3.2-3 買取価格計算例

買取価格	EEG2009
基本買取価格(大気汚染対応施設含む)	
150kW までのシェア 30%	0.3×(11.67+1.00)
500kW までのシェア 70%	+0.7×(9.18+1.00)
エネルギー作物ボーナス	
150kW までのシェア 30%	+0.3×7.00
500kW までのシェア 70%	+0.7×7.00
CHP ボーナス シェア 70%	+0.7×3.00
合計	=20.03 セントユーロ/kwh

[情報 16]固定価格買取制度によって、導入が促進された事例として、ドイツにおけるバイオガス発電の累計施設設置数を図 3.2-1 に示す。2000 年時点で 1050 基であったものが、2010 年には 5800 基にまで急速に普及が進んでいる。発電能力については、2008 年以降のデータを記載しているが、2010 年時点で 2300MW に達している。

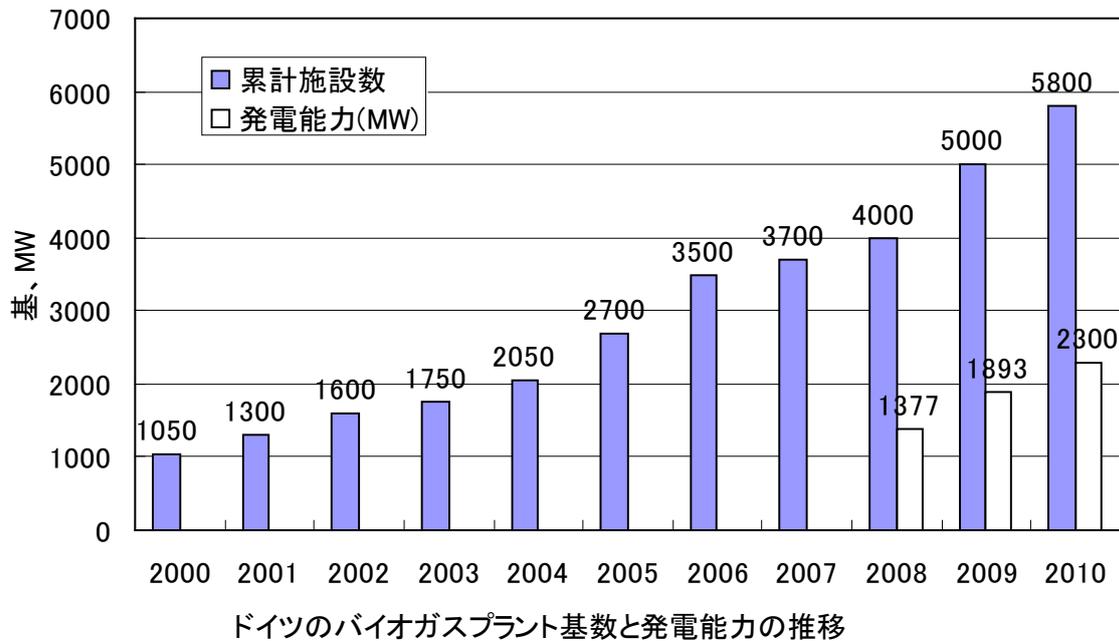


図 3.2-1 ドイツにおけるバイオガスプラント基数と発電能力の推移 [情報 16][情報 17]

なお、ドイツでは、廃棄物焼却発電に対して固定価格買取制度は適用されておらず、電力取引市場(ライプチヒ)での取引によって決まっており、2011 年 2 月ヒアリングでは 5 セント/kwh 程度の売電単価であった。

(2) フランス

[情報 3]埋立を抑制するため、埋立税が 1992 年に創設され、1993 年から 2003 年にかけて、税金の一部がリサイクル率向上のために使われた。基金は ADEME によって管理され、分別収集、集積センター、選別装置、リサイクル装置等の投資への補助が付けられた。

現状の埋立税率が埋立から他の処理へ移行するためには低すぎる。10 ユーロ/t は EU の中でも最低レベル。埋立に要するコストは平均 53 ユーロ/t(税込 63 ユーロ/t)であるが、コンポストや焼却は 70~90 ユーロ/t である。

- ・埋立税を 2009 年 15 ユーロ/t から 2015 年に 40 ユーロ/t に引き上げる。税率は高効率に埋立ガス回収(75%以上)を行っている場合と環境認証を受けている場合には低減される。
- ・焼却処理に対する新しい税金が導入され、税率はエネルギー回収率に応じて、2009 年から

2013年までは7ユーロ/t~14ユーロ/tである。税率は次の条件のうち2つを満たせば、2009年に2ユーロ/t~2013年に4ユーロ/tだけ低くなる。1)プラントが環境認証を受けている、2)エネルギー効率が高い(フランスの計算方式による)、3)NOxが80mg/Nm³以下である。

電力固定価格買取制度

2001年MSW焼却施設に設定され、新規施設には4.6セントユーロ/kwh+0.3セントユーロ/kwh (R1が0.6以上のリカバリー施設)、既存施設には3.9セントユーロ/kwh。

2006年に埋立地バイオガスと嫌気性消化に新たに買取制度が適用され、7.5~9セントユーロ/kwh+2セントユーロ/t (嫌気性硝化)、さらに高効率の場合約2セントユーロ/kwh。

フランス政府は焼却よりも嫌気性消化を進めようとしている。

(3)UK(英国)

[情報 3]

- ・埋立許容量取引制度 LATs(The Landfill Allowance Trading scheme)を2005年4月に導入
LATs(The Landfill Allowance Trading scheme)が2005年4月に導入され、生物分解性廃棄物を埋立から別の方法に変えることにより、国として埋め立てられる生物分解性廃棄物を削減する目標達成を目指している。低コストで埋立以外の処理をできる自治体が、埋立許容量の余剰分を高いコストが必要な自治体に売却する。

- ・埋立税は1996年に導入

主要な国家の法律は埋立税の導入である。埋立税は1996年に導入され、埋立される廃棄物1トンごとに支払う税金で、より持続可能な方法にシフトすることを目指したものである。埋立税は現在40ポンド/トンで、毎年8ポンド/トンずつ上昇し、2013/14年に72ポンド/トンとなるまで上昇する予定である。これによって、埋立のコストが上昇し、他のより持続可能な処理に移行することを目指している。

- ・再生可能電力義務システム (Renewable Obligation Scheme)

再生可能電力義務システムは、電力供給業者の供給電力のうち、再生可能エネルギーからの電力を一定以上とするように義務化したものであり、その義務を果たせない場合には電力供給業者は基金への支払い義務が生じる。この制度は2002年から導入されている。再生可能エネルギーの種類と発電量に応じて、ROCs(Renewable Obligation Certificates)が発行される。

2009-10年のROCs発行状況は、バイオマス専焼施設(CHPを含む)が75%増加して282万ROCs、メタン発酵が365%増加して9.5万ROCsとなったが、バイオマス混焼施設が65%減少して78万ROCsとなった。

これは2009年から、バイオマス混焼ではMWhあたり0.5ROCsしか発行されなくなったのに対し、バイオマス専焼ではMWhあたり1.5ROCs、メタン発酵とCHPバイオマス専焼ではMWhあたり2ROCsが発行されるようになったことが大きく影響している。

2009-10年の実績レポート

<http://www.ofgem.gov.uk/Sustainability/Environment/Renewable/Reports/Documents1/RO%20Annual%20Report%202009-10.pdf>

[情報 12]再生可能エネルギーROCsの2015-16年の目標は15.4%である。

・2010年に電気固定価格買取制度導入、2011年導入に熱に対する固定価格買取制度導入
イギリス政府は、2020年の再生可能エネルギー導入目標15%を達成するため、再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入を始めた。再生可能エネルギーの買取制度には二種類あり、一つは電気に関するもので、固定価格買取制度FIT (Feed-In Tariff)として知られ、2010年4月1日から有効となっており、もう一つは熱に関するもので、再生可能熱報奨金制度RHI (Renewable Heat Incentive)として知られ、2011年4月1日から有効となっている。

(参考)<http://www.rhincentive.co.uk/RHI/>

FITの対象は太陽光発電パネル、風力発電、水力発電、RHIの対象は太陽熱パネル、ヒートポンプ、バイオマス(木質)ボイラーであり、また、CHPボイラーやメタン発酵施設のように熱と電気を発生する場合にはFITとRHIの両方の対象となる。FITは5MWが上限で、RHIは上限なし。

再生可能エネルギー施設設置者には次のようなメリットがある。

- 1.製造したエネルギーに対してお金が支払われ、そのエネルギーは自己消費してもよいし、売却してもよい。
- 2.エネルギーの購入量が減って、支払いが減る。
- 3.国全体のエネルギーの8%を賄うことに貢献できる。

資料 1 海外調査参考文献一覧

情報番号	著者・主体等	タイトル、URL等
1	株式会社アーシ ン	平成 22 年度国内外における廃棄物処理技術調査業務報告書
2	COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES	GREEN PAPER On the management of bio-waste in the European Union(2008) http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:EN:PDF
3	IEA Bioenergy Accomplish ments from IEA Bioenergy Task 36	Integration Energy Recovery into Solid Waste Management Systems(2007-2009) End of Task Report http://www.ieabioenergytask36.org/publications_2007_2009.htm
4	BAP Driver	Energy recovery from MSW in European Union How to go step further http://www.bapdriver.org/doku.php/downloads
5	eurostat	Environmental Data Centre on Waste http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
6	Vattenfall Europe New Energy GmbH	The Future Of Solid Waste Management in Poland http://www.iswa.org/fileadmin/galleries/General%20Assembly%20and%20WC%202010%2011%20Hamburg/Presentations/Klysz.pdf
8	日本政策金融公 庫 国際協力銀 行	欧州における再生可能エネルギーの普及状況と奨励策の概要 http://www.jbic.go.jp/ja/report/reference/2009-039/jbic_RRJ_2009039.pdf
9	ドイツ環境省 BMU	Tariffs and sample degression rates pursuant to the new Renewable Energy Sources Act (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) . of 25 October 2008 with amendments of 11. August 2010 http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/eeg_2009_verguetungsdegression_en_bf.pdf
12	英国環境・食 糧・農村地域省 (DEFRA)	Incineration of Municipal Solid Waste http://www.recycleforgloucestershire.com/real_rubbish/downloads/assets/incineration.pdf
15	UK environment-ag ency	Waste Information 2009 http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Research/Waste_Information_2009_Final.pdf
16	EurObserver	BioGas Barometer 2010 バイオガスバロメータ http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro200b.pdf
17	NEDO	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 (2010)