

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

平成 23 年 3 月

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 概要

1 はじめに

循環型社会の形成や地球温暖化防止対策を一層促進するため、多様化する廃棄物資源化・エネルギー回収・処理技術について、最新の事例、現状の課題や対応策等に関する国内外の情報を収集・整理し、一般に情報提供するとともに施策に反映させていくことが重要である。

本業務は、特に欧州等の諸外国における最新の廃棄物処理技術についての情報を収集するとともに、地球温暖化対策においても重要となっている廃棄物エネルギーやバイオマスの有効利用について、国内における事例の調査を行うものである。

2 調査の概要

海外調査では、まず、欧州の廃棄物処理の現状として、EU の廃棄物政策、バイオ廃棄物に関する政策、ドイツ、フランス、スウェーデンを初めとした EU 各国の廃棄物処理の経緯と現状の処理方式等について、文献を中心に情報収集、整理を行った。

次に、欧州等で行われている機械選別と生物処理を組み合わせた MBT(Mechanical Biological Treatment)について、概要、分類、処理システムの詳細、施設の運転例等について、文献を中心に情報収集、整理を行った。

更に、欧州の廃棄物処理の現状、特に MBT 処理施設の運転状況について把握するため、ドイツ、フランスの施設への現地調査を行い、上記文献調査の補足を行った。

国内調査では、ごみ固形燃料化(RDF)及び木質バイオマスに関する調査を行った。

ごみ固形燃料化(RDF)に関する調査では、全国のごみ固形燃料化施設及びごみ固形燃料利用施設について、アンケート調査を行うとともに、優良な事例 4 件について現地調査を行い、運転状況や受入状況、課題、対応策の検討を行った。

木質バイオマスに関する調査では、木質バイオマスをボイラー燃料として利用している施設に対してアンケート調査を行うとともに、優良な事例 5 件について、現地調査を行い、木質バイオマスの利用実態、調達、事業性、今後の課題等について、整理した。

3 海外調査

(1)欧州における廃棄物処理

EU の廃棄物政策として、廃棄物に関連する EU 指令のうち、廃棄物の処理方法に大きな影響を与えている、埋立指令 (1999/31/EC)、廃棄物指令 (2008/98/EC)、再生可能エネルギー指令 (2009/28/EC) について、その概要を取りまとめた。

次に、分別収集または、MBT によって選別され、メタン発酵やコンポスト化等の生物的处理が行われる可能性のあるバイオ廃棄物に関する EU の法的規定などについて、関連する情報を収集し、取りまとめた。

また、EU の廃棄物処理の現況について、ドイツ、フランス、スウェーデンを初めとした EU 各国の廃棄物処理の経緯と現状の処理方式等について、文献を中心に情報収集、整理を

行った。

(2)MBT 処理

欧州等を中心に施設が稼働している機械選別と生物処理を組み合わせた MBT(Mechanical Biological Treatment)について、MBT の目的、概要についてまとめた後、機械選別、生物処理の種類とその組み合わせ、得られる資源化物、エネルギー等によって、MBT システムの分類を行った。

また、MBT の機械選別、生物処理の各種方式について、その方法や特性を詳細に調べて整理した。さらに、稼働している MBT 施設に関する運転例を挙げ、得られる RDF の性状や投資コストについてまとめた。

(3)海外現地調査

ドイツでは、廃棄物発電施設、資源選別施設、コンポスト化施設、MBT 施設(メタン発酵)、RDF 化施設、また、フランスでは、2 箇所の MBT 施設(メタン発酵、コンポスト化)について、現地調査・ヒアリングを行い、MBT 施設の稼働状況、EU 埋立指令に伴う処理施設建設動向、固定価格買取制度の影響等について、状況把握を行った。

4 国内調査

(1)ごみ固形燃料化(RDF)

ごみ固形燃料化(RDF)に関する調査では、全国のごみ固形燃料化施設に対してアンケート調査を実施し、廃棄物処理能力、RDF 製造能力、RDF 製造費用、RDF 搬出費用、RDF 搬出先、RDF 利用用途、コスト低減化策等について把握した。また、RDF 製造費用の小さい 2 施設に対してヒアリング調査を実施し、事業概要、製造した RDF の引取状況、課題と対応状況、事業性について、詳細に把握した。

一方、ごみ固形燃料利用施設に対しても、アンケート調査を実施し、処理能力、発電出力、RDF 調達元、購入単価、RDF 受入条件、コスト低減化策等について把握した。また、多くの RDF 製造施設から RDF を受け入れている施設及び RDF を購入して運営している施設に対してヒアリング調査を実施し、事業概要、RDF の受入状況、課題と対応状況、事業性について、詳細に把握した。

(2)木質バイオマス

木質バイオマスに関する調査では、木質バイオマスをボイラー燃料として利用している施設に対してアンケート調査を実施し、処理能力、発電出力、木質種類、購入単価、受入条件、コスト低減化策等に付いて把握した。また、木材を廃棄物として処理している施設、多様な木質バイオマスを調達している施設、発電能力の大きい施設等に対してヒアリング調査を実施し、事業概要、木質バイオマスの調達状況、課題と対応状況、事業性などについて、詳細に把握した。

Summary of FY2010 Study on Waste Treatment Technologies in Japan and Abroad

1. Introduction

It is important to collect and organize information of the latest situations, problems on operating facilities and countermeasures about technologies of recycling, energy recovery and treatment technologies which are growing increasingly diverse in Japan and abroad in order to disseminate the information to the public, and to reflect it on measures and policies.

In this investigation, we collected information about the latest waste disposal technologies in foreign countries, especially Europe, and studied domestic cases making good use of waste energy and biomass, which has been concerned to be the most important in preventing global warming.

2. The Outlines of the Investigation

In overseas research, we began with collecting and organizing information about political measures of the EU related to waste and bio-waste, and the developments of waste treatment and the present systems in the EU countries, particularly in Germany, in France and in Sweden mainly from documents.

Next, we collected and organized information also from documents about the outlines, the classification, details of the treatment system and examples of facility operations of MBT (Mechanical Biological Treatment) , which is a combination of mechanical sorting and biological treatment, and has been installed in Europe and in other countries.

Additionally, we conducted field surveys on facilities in Germany and France to recognize the present situation of waste treatments, especially of the operating conditions in MBT facilities in Europe, and we supplemented the document research noted above.

In Japan, we studied refuse derived fuel (RDF) and wood biomass.

In the research about RDF, we reviewed the conditions of operation and installation, problems and countermeasures by conducting questionnaire survey among RDF facilities and facilities which use RDF nationwide, and field surveys in four leading facilities.

As for wood biomass, we organized the actual usage, procurement, commerciality and problems of wood biomass by conducting questionnaire survey among facilities which use wood biomass as boiler fuel, and field survey in five leading facilities.

3. Overseas Research

(1) Waste Treatment in Europe

We organized the outlines of EU Landfill Directive (1999/31/EC), Waste Directive (2008/98/EC) and Renewable Energy Directive (2009/28/EC), which have had enormous influence on waste treatment systems out of EU Directives related to waste treatment along the political measures of the EU.

Next, we collected and organized information about EU legal instruments regarding the treatment of bio-waste which can be taken biological treatments such as methane fermentation and composting after collected separately or classified by MBT.

We also collected and organized information mainly by documents about the developments of waste treatment and the present systems in the EU countries, particularly in Germany, in France and in Sweden as the present situation of waste treatment in the EU.

(2) MBT Treatment

MBT (Mechanical Biological Treatment) is treatment systems which is a combination of mechanical sorting and biological treatment, and has been installed in Europe and in other countries. We sorted the MBT systems in the terms of the types and combinations of mechanical classifications and biological treatments, obtainable recycled materials and energy as well as we organized the purpose and the outlines of MBT.

We studied and organized each mechanical classification and biological treatment. We also organized obtainable properties of RDF and investment costs with examples of operating MBT facilities.

(3) Overseas Field Researches

We figured out the situations of MBT facilities operation, the trend of building waste treatment facilities associated with the EU Landfill Directive and the influence of Feed-in Tariff Law by conducting field surveys and interviews to a waste power generation facility, a reusable materials classifying facility, an MBT facility (methane fermentation) and an RDF facility in Germany, and to two MBT facilities (methane fermentation and composting) in France.

4. Domestic Researches

(1) Refuse Derived Fuel (RDF)

We figured out the capacities of waste treatment, the capacities of RDF production, the costs of RDF production and of transporting RDF, the places to transport RDF to, the use of RDF and measures for cost reduction of RDF facilities nationwide by conducting questionnaire surveys. We grasped the details by interviewing of the business outlines, trading conditions of produced RDF, problems, situations of solving and the commerciality of the two facilities whose RDF production costs were low.

Meanwhile, we had a questionnaire survey to facilities which use RDF and figured out the capacities of treatment, the power generation outputs, the RDF suppliers, the prices for purchasing, the receiving conditions and measures for cost reduction. We also figured out the details of the business outlines, problems, situations of solving and the commerciality of the facilities which receive RDF from a lot of RDF production facilities and the facilities which is operated with purchase of RDF by interviewing.

(2) Wood Biomass

We figured out the capacities of treatment, the power generation outputs, the types of wood, the prices of purchasing, receiving conditions and measures for cost reduction of the facilities which use wood biomass as boiler fuel by conducting questionnaire surveys. We also figured out the details of the business outlines, procuring conditions of wood biomass, problems, countermeasures and commerciality of the facilities which treat wood as a waste, the facilities which procure a variety of wood biomass and a paper-making plant which has a large capacity of power generation by interviewing.

目 次

第 1 章 概要	1
1.1 目的	1
1.2 調査概要	1
1.3 略語	1
第 2 章 欧州における廃棄物処理	3
2.1 EU の廃棄物政策	3
(1)廃棄物に関する EU 指令	3
(2)バイオ廃棄物	7
2.2 EU の廃棄物処理の状況	9
(1)EU 各国の処理状況による分類	9
(2)廃棄物からのエネルギー回収技術	13
(3)バイオ廃棄物処理の現状	14
(4)バイオ廃棄物処理の環境影響	17
(5)バイオ廃棄物処理のコスト評価	18
2.3 各国の詳細状況	20
(1)ドイツ	20
(2)フランス	29
(3)スウェーデン	36
第 3 章 MBT 処理	45
3.1 MBT の概要	45
3.2 MBT の分類	46
3.3 MBT の詳細	56
(1)MBT 処理システム	56
(2)MBT 施設の運転例	58
3.4 MBT 処理に関する日本語の文献	61
第 4 章 欧州現地調査	63
4.1 調査概要	63
4.2 調査結果	64
(1)調査施設の概要	64
(2)現地調査の詳細	64
A)ドイツ・ヴェルツブルグ ごみ焼却発電所	65
B)ドイツ・ヴェルツブルグ 資源ごみ選別施設	71

C)ドイツ・ヴェルツブルグ コンポスト施設	75
D)ドイツ・ロストック MBT 施設	79
E)ドイツ・ロストック RDF 発電施設	83
F)フランス・シボム組合 MBT 施設	87
G)フランス・シトラッド廃棄物処理組合 MBT 施設	95
 第 5 章 ごみ固形燃料化(RDF)に関する調査	 101
5.1 調査概要	101
5.2 RDF 製造施設に対するアンケート調査結果	101
5.2.1 調査概要	101
5.2.2 調査対象施設の概要と回答状況	102
5.2.3 回答施設概要	102
5.2.4 RDF 供給先	102
5.2.5 コスト低減化策	103
5.2.6 RDF 引取先の確保策	104
5.3 RDF 利用施設に対するアンケート調査結果	107
5.3.1 調査概要	107
5.3.2 調査対象施設の概要と回答状況	108
5.3.3 回答施設概要	108
5.3.4 RDF 受け入れ	108
5.3.5 運転・維持管理上の対応策	110
5.4 RDF 製造施設及び RDF 利用施設に対するヒアリング調査	115
5.4.1 調査概要	115
5.4.2 調査結果	115
 第 6 章 木質バイオマスボイラーに関する調査	 117
6.1 調査概要	117
6.2 木質ボイラー施設に対するアンケート調査	117
6.2.1 調査概要	117
6.2.2 調査対象施設の概要と回答状況	118
6.2.3 回答施設概要	120
6.2.4 受入条件	123
6.2.5 運転・維持管理上の対応策	125
6.3 木質ボイラー施設に対するヒアリング調査	128
6.3.1 調査概要	128
6.3.2 調査結果	129

第1章 概要

1.1 目的

循環型社会の形成や地球温暖化防止対策を一層促進するためには、多様化する廃棄物資源化・エネルギー回収・処理技術について、最新の事例、現状の課題や対応策等について、国内外の技術情報等を収集・整理し、一般に情報提供するとともに施策に反映させていくことが重要である。

本業務は、特に欧州等の諸外国における最新の廃棄物処理技術についての情報を収集するとともに、地球温暖化対策においても重要となっている廃棄物エネルギーやバイオマスの有効利用について、国内における事例の調査を行うものである。

1.2 調査内容

海外調査では、まず、第2章で、欧州の廃棄物処理の現状として、EUの廃棄物政策、バイオ廃棄物に関する政策、ドイツ、フランス、スウェーデンを初めとしたEU各国の廃棄物処理の経緯と現状の処理方式等について、文献を中心に情報収集、整理を行った。

次に、第3章で、欧州等で行われている機械選別と生物処理を組み合わせたMBT(Mechanical Biological Treatment)について、MBTの概要、MBTの分類、MBT処理システムの詳細、MBT施設の運転例等について、文献を中心に情報収集、整理を行った。

更に、第4章で、欧州の廃棄物処理の現状、特にMBT処理施設の運転状況について把握するため、ドイツ、フランスの施設への現地調査を行い、上記文献調査の補足を行った。

国内調査では、ごみ固形燃料化(RDF)及び木質バイオマスに関する調査を行った。

第5章では、ごみ固形燃料化(RDF)に関する調査として、全国のごみ固形燃料化施設及びごみ固形燃料利用施設について、アンケート調査を行うとともに、優良な事例4件について現地調査を行い、運転状況や受入状況、課題、対応策の検討を行った。

第6章では、木質バイオマスに関する調査として、木質バイオマスをボイラー燃料として利用している施設に対してアンケート調査を行うとともに、優良な事例5件について、現地調査を行い、木質バイオマスの利用実態、調達、事業性、今後の課題等について、整理した。

1.3 略語

本報告書で用いる略語について、その原文と意味を表1.3-1にまとめて示す。

表 1.3-1 略語の原文と意味

略語	原文	意味
AD	Anaerobic Digestion	嫌気性消化＝メタン発酵
APC	Air Pollution Control	排ガス処理システム
BAT	Best Available Technique	利用可能な最善の技術
CEN	European Committee for Standardization(Normalisation)	欧州標準化委員会

CFB	Circulating Fluidised Bed	循環流動床
CHP	Combined Heat and Power	熱電供給
CLO	Compost-Like Output	コンポスト様生成物(メタン発酵残渣で、コンポストと同様の利用が可能)
Defra	Department for Environment Food and Rural Affairs	英国環境・食糧・農村地域省
DSD	Duales System Deutschland	ドイツにおける包装廃棄物の回収・再生システム管理運営会社
EfW	Energy from Waste	廃棄物焼却熱回収施設(WtE)
ELV 指令	End-of Life Vehicles Directive	廃自動車指令 (2000/53/EC)
EPA	Environmental Protect Agency	環境省、環境保護省
FiT	Feed-in Tariff	固定価格買取制度
IPCC 指令	Integrated Pollution Prevention and Control Directive	統合的汚染防止管理指令 (2008/1/EC)
LATs	The Landfill Allowance Trading scheme	埋立許容量取引制度(イギリスで導入されている制度)
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
LCV	Low Calorific Value	低位発熱量
LFG	Landfill Gas	埋立地ガス
MSW	Municipal Solid Waste	都市廃棄物
MBP	Mechanical-Biological Pretreatment	機械的・生物的前処理(主に埋立量を減らすための前処理)
MBT	Mechanical Biological Treatment	機械的・生物的处理
PAYT	pay as you throw	排出するごみ量に応じた料金を支払う方式
PVC	Polyvinyl Chloride	塩化ビニル樹脂
RDF	Refuse derived fuel	廃棄物由来燃料
RES 指令	Directive on the promotion of the use of energy from renewable sources	再生可能エネルギー指令 (2009/28/EC)
SRF	Solid Recovered Fuel	廃棄物固型燃料(RDF よりも発熱量が高い)
TOC	Total Organic Carbon	全有機炭素
WFD 指令	Waste Framework Directive	廃棄物指令(2008/98/EC)
WID 指令	Waste Incineration Directive	廃棄物焼却指令(2000/76/EC)
WtE	Waste to Energy	廃棄物焼却熱回収施設(EfW)
WEEE 指令	Waste Electrical and Electronic Equipment Directive	廃電気電子機器指令 (2002/96/EC)

第2章 欧州における廃棄物処理

2.1 EU の廃棄物政策

(1) 廃棄物に関する EU 指令

EU(欧州連合、European Union)が制定する法は、規則(Regulation)、指令(Directive)、決定(Decision)、勧告(Recommendation)の4種類に大別されるが、環境立法のほとんどが指令の形をとる。指令は、そのままでは加盟国に適用されず、加盟国が一定期間内にその内容を国内法化することが義務付けられ、その方法は各国に任される。規則、決定はすべての加盟国または特定の対象者に直接適用され、拘束力がある。勧告は拘束力を持たない。

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(lanfill for hazardous waste)、非有害廃棄物埋立地(lanfill for non-hazardous waste)、安定廃棄物埋立地(lanfill 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。

【情報 3】埋立指令(条文 16)は処分場への廃棄物の受入に関する基準と手順を決めた2003/33/EC(2002年12月19日の議会決定)によって補足された。

埋立指令が発効するまでは、生物分解性廃棄物が埋立される割合はEU各国間で大きな違いがあった。スウェーデン、デンマーク、ドイツ、オランダ等の国々は1990年代に国の廃棄物管理政策にリサイクルと廃棄物からのエネルギー回収をの観点を取りこんでおり、埋立比率はすでに低い状態にあった。一方、ギリシャ、アイルランド、イギリス等では埋立に大きく依存しており、1995年時点で埋立比率80%以上のこれらの加盟国には4年間の猶予ある。また、新規加盟の10カ国(2004)、2カ国(2007)には2020年まで猶予があり、2014年に目標設定が行われる。

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、その機能をそのものを代替するなど、廃棄物が有効に使われる行為 Annex II はリカバリー行為を例示したものである。
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
Annex II(リカバリー行為)	R 1 主として燃料としての使用、あるいはエネルギーを生成する他の方法(*) R 2 溶媒の再生 R 3 溶媒として使えない有機物のリサイクル／再生(コンポストやバイオ転換プロセスが含まれる)(**) R 4 金属と金属複合物のリサイクル／再生 R5 その他無機物のリサイクル／再生 R6 酸や塩基の再生 R7 汚染除去に使用された成分の回収 R8 触媒からの成分の回収 R9 油の再精製その他油の再使用 R10 農業や経済性向上に寄与する土地再生 R11 R1～R10 のいずれかの操作により得られた廃棄物の使用 R12 R1～R11 のいずれかの操作に供するための廃棄物の取引 R13 R1～R12 のいずれかの操作のための保管 R 1(*) (*) これには、都市ごみ焼却プロセスにおいて、エネルギー効率が 0.60 または 0.65 以上の焼却施設が含まれる。 0.60 : 2009 年 1 月 1 日以前の基準に基づいて許可され運用されている施設 0.65 : 2008 年 12 月 31 日以降に許可された施設 エネルギー効率 = $(E_p - (E_f + E_i)) / (0.97 * (E_w + E_f))$ E_p(GJ/年): 熱もしくは電気として年間に生産されるエネルギー。電気の形で得られるエネルギー(E_{pe})には 2.6 を、商業利用として生産される熱エネルギー(E_{ph})には 1.1 を乗じて求める E_f(GJ/年): 蒸気発生に寄与する燃料の年間エネルギー投入量 E_w(GJ/年): 年間処理される廃棄物の持っているエネルギー量(低位発熱量) E_i(GJ/年): E_w と E_f を除いた年間エネルギー取り込み量 0.97 : 主灰と放熱によるエネルギー損失係数

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、上表に示すエネルギー効率 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は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。

・(参考) エネルギー税指令(2003/96/EC)

加盟国に対して、バイオ燃料に対する税制優遇措置を認めて、全額免除を含めた措置を講ずることが可能となった。税控除や減税は最大 6 年間に制限されるが、継続もありうる。

再生可能エネルギー指令(2009/28/EC)におけるバイオマス関連用語の定義

用語	定義
バイオマス	バイオマスは、産業および家庭からの廃棄物のうちの生物分解可能な部分だけでなく、農業(野菜、家畜含む)、森林、漁業・養殖を含む関連産業からの生物由来の製品・廃棄物・残渣のうち、生物分解可能な部分を意味する。
バイオ燃料 (biofuels)	バイオマスから製造された輸送用の液体状またはガス状の燃料
再生可能エネルギー	再生可能資源からのエネルギーとは、再生可能な非化石燃料からのエネルギー、すなわち、風力、太陽、大気熱、地熱、水熱、海洋エネルギー、水力、 <u>バイオマス</u> 、埋立地ガス、下水汚泥処理プラントガス、 <u>バイオガス</u> からのエネルギーを意味する。

(2)バイオ廃棄物

分別収集または、MBT によって選別され、メタン発酵やコンポスト化等の生物的处理が行われる可能性のあるバイオ廃棄物に関する EU の法的規定などについて、以下にまとめた。

バイオ廃棄物の処理に関する EU の法的文書 【情報 2】

廃棄物指令 (2008/98/EC)	バイオ廃棄物の定義及びバイオ廃棄物を含む家庭廃棄物の新しいリサイクル目標、コンポストに品質基準を設けるメカニズムを提示 バイオ廃棄物(Bio-waste)の定義：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>
埋立指令 (1999/31/EC)	生物分解性廃棄物の埋立からの転換を要求 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)。
改正 IPPC 指令 (2008/1/EC)	IPCC(integrated pollution prevention and control)Directive.。 バイオ廃棄物処理施設の許可と制御の原則は、有機性廃棄物を生物的に処理する 50 トン/日以上施設に適用される。
健康規定 (health rules)	動物副生物を扱うコンポスト化施設とバイオガスプラントの健康規定は、動物副生物規則 (Animal By-product Regulation)に示されている

	が、バイオ廃棄物の焼却については、廃棄物焼却指令（2000/76/EC）に規定されている。
--	---

廃棄物指令（2008/98/EC）によって、廃棄物と廃棄物が処理されて製品とみなされる境界が明確となったが、それ以前は境界が明確でなかったため、EU 各国において様々な政策と処理方法が取られるようになった。処理されたバイオ廃棄物がいつ廃棄物でなくなり製品となるかについても EU 加盟国で様々な解釈がある。廃棄物でなく、製品となれば、国際市場や EU 外への輸出も自由にできるようになる。

バイオ廃棄物の利用に関する EU の法的規定 【情報 2】

コンポスト	コンポストの使用と品質に関する基準はほとんどの加盟国が持っているが、内容は大きく異なっており、それは土壌政策の違いにも由来する。地域の明確な法律がない場合でも、バイオ廃棄物処理とバイオガス製造、コンポスト使用の一部を規定するルールがある。
有機農業規則	有機農業規則 (Organic Farming Regulation) 2092/91/EEC (2008 以前)、834/2007/EC (2009.1.1 以降)が有機農法におけるコンポスト使用の条件を示している。
エコラベル	土壌改良剤と育苗用培地 (growing media) に対するエコラベル eco-labels がある。
土壌保護に対する戦略	Thematic Strategy for Soil Protection やせた土壌への有機物供給にはコンポストの使用が最適である。ヨーロッパの土壌の 45%が有機成分不足である。特に南ヨーロッパ、フランス、イギリス、ドイツで不足。
エネルギー回収	2020 年までにエネルギー消費の 20%を再生可能エネルギーとする EU の目標に基づき、EU 委員会は従来の再生可能電力指令（2001/77/EC）、バイオ燃料指令（2003/30/EC）に替わる再生可能エネルギー指令 (2009/28/EC RES 指令)が発行された。RES 指令では、バイオ廃棄物のエネルギー利用を含め、すべての種類のバイオマスの使用を強く支持しており、既存のバイオマス資源の発展と新しいバイオマス資源の開発を行う国家アクションプランの策定を加盟国に求めている。

[情報 3] 都市ごみ MSW(Municipal Solid Waste)の重量で 70%、エネルギー量の 50%を占める生物分解性の廃棄物は、再生可能エネルギー指令(2009/28/EC)ではバイオマスに含まれている。

2.2 EU の廃棄物処理の状況

(1)EU 各国の処理状況による分類

1995 年及び 2008 年における EU 各国の一人当たり年間の都市ごみ(MSW)の焼却、リサイクル、埋立の量を表 2-1、図 2-1 に示す[情報 19]。なお、ここでは、リサイクル量=(排出量－焼却量－埋立量)と計算しており、容器包装等のマテリアルリサイクルの他、コンポスト処理やメタン発酵処理されている量も含まれている。各国の処理状況は焼却炉の設置状況、各国の廃棄物管理政策に依存しており、様々である。大きく 4 つのグループに分けられる。

廃棄物処理状況からみた EU 各国の分類 [情報 19]

焼却の割合が高く、埋立が少ない	デンマーク、スイス、スウェーデン、オランダ、ドイツ、ベルギー、オーストリア
焼却の割合が高いが、埋立も比較的多い	ルクセンブルク、ノルウェー、フランス
焼却の割合が低く、埋立が多い	ポルトガル、フィンランド、イタリア、イギリス、スペイン、ハンガリー、チェコ、スロバキア、アイルランド
焼却はほとんどなく、埋立主体	スロベニア、ポーランド、ギリシャ等

[情報 4]埋立を急速に減らしたドイツとスウェーデンは焼却能力を大きくした。焼却以外の埋立代替はリサイクルであり、デンマークの一部とオランダでは埋立を禁止している。デンマークは主に焼却処理をしているが、オランダは廃棄物熱回収施設 Efw(Energy from Waste)への補助によって発電を増やしてきている。ベルギーは焼却を増やさずに埋立を減らした唯一の国で、リサイクルとリユースを強力に進めている。

エネルギー回収を行う焼却施設は 1995 年以降急速に伸びてきた。

バイオマス及び廃棄物からのエネルギー回収量のうち、MSW からのエネルギーのシェアは 2005 年に 14%となった(1995 年は 10%)。2005 年の廃棄物焼却によるエネルギー回収の半分はフランス、オランダ、ドイツで行われている。イタリアやフィンランドでは MSW 焼却によるエネルギー回収が伸びているが、イギリス、スペインでは伸びが落ちている。

オランダでは発電が主に行われてきたが、スカンジナビア諸国では熱利用に重点が置かれてきて、最近で CHP(Combined Heat and Power)熱電供給にシフトしてきている。

EU 各国の廃棄物処理の概況 [情報 4]

ベルギー・フランダース	紙、ガラス、バイオ廃棄物などを分けて収集しているので、焼却される廃棄物は 150kg/年/人と少ない。焼却能力は発生量を上回っている。 フランダースは人口密度が高いので、一部の不燃物を除いて廃棄物埋立は完全に禁止されている。MSW 処理は焼却が主体である。再生可能 EfW への補助もあり、焼却によって得られるエネルギーによって発電が行われている。熱回収には補助がないため、発電効率を上げることに投資が集中している。
-------------	---

オランダ	焼却が MSW 処理の通常の方法である。熱回収施設 EfW への補助によって、発電は高度に進んでいるが、熱利用は進んでいない。熱利用ネットワークへの投資コストが高いこととエネルギー価格が低いことが、焼却の熱利用促進の妨げとなっている。
ドイツ	2005 年の未処理有機廃棄物の埋立禁止導入が廃棄物焼却熱回収施設の強い推進策となった。焼却能力は 50%増加した。全体の容量が必要分に達してきたため、発展は鈍化してきた。近年のエネルギー政策が推進力であり、エネルギー効率の向上が課題となっている。MBT は社会的に受け入れられたため長期間促進されてきたが、技術的経済的問題と過大評価されたマーケットが発展を抑制した。エネルギー政策が、廃棄物からの SRF(Solid Recovered Fuel)利用の強い推進力である。セメント業界や石灰業界が需要の大きい顧客であるが、発電プラントでの混焼は不透明である。
ノルウェー	2009 年に埋立が禁止され、廃棄物の燃料利用が増えることが予想される。寒冷地であり、水力発電の役割が大きいと、熱生産に高い関心がある。埋立と焼却処理への料金の差別化によって、結果的に埋立離れを促進した。
フランス	過去 10 年間で、焼却施設の能力合計は変わっていないが、施設数は 1 万トン/年以下の小規模施設の閉鎖により、330 から 116 に減少した。 埋立に対する税金と同様な税金が 2010 年に焼却にも課せられる。エネルギー回収は嫌気性消化と埋立地ガス回収である。今後の焼却施設立地は地元了解が最大の課題である。総合的な廃棄物削減は焼却施設がさらに立地されないと実現できない。
スウェーデン	廃棄物焼却熱を熱供給インフラに導入するという過去の決断の結果、エネルギー回収レベルは非常に高い。リサイクルと焼却によって、埋立は減少した。炭素排出税は熱生産を行う焼却施設と熱生産を行わない焼却施設を差別化している。
ポーランド	MSW の 95%が埋立されている。4.5%がリカバー、0.5%が焼却。 2005 年末時点、分別収集された廃棄物の選別プラントは 59 施設、混合収集された廃棄物の選別プラントは 19 施設、両方の廃棄物を扱う選別プラントは 25 施設。 2005 年 12 月 31 日現在、分別収集された草木類・有機廃棄物のコンポストプラントは 58 施設、メタン発酵プラントは 6 施設、混合廃棄物の MBT 処理プラントは 20 施設、混合廃棄物の焼却施設は 1 施設。 埋立処分される有機性廃棄物の量を 1995 年基準で 2010 年末までに 75%、2013 年末までに 50%、2020 年末までに 35%とする。
イギリス	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、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。 埋立代替としては、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サポートしている。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 当た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。
--	---

表 2-1 MSW 処理方法 [情報 19]

	1995			2008		
	焼却	リサイクル	埋立	焼却	リサイクル	埋立
EU(27countries)	65	113	296	102	215	207
EU(15countries)	82	131	292	126	251	188
Euroarea(16countries)	82	148	276	127	254	177
Euroarea(15countries)	83	148	278	129	257	176
Belgium	163	91	198	165	303	25
Bulgaria	0	163	530	0	27	440
CzechRepublic	0	0	302	34	54	218
Denmark	294	177	96	433	334	35
Germany	97	282	245	193	385	3
Estonia	0	3	365	1	266	248
Ireland	0	116	398	19	274	440
Greece	0	0	311	0	106	347
Spain	24	178	308	53	195	327
France	178	84	214	172	178	193
Italy	24	8	422	69	216	276
Cyprus	0	0	600	0	98	672
Latvia	0	56	207	1	20	310
Lithuania	0	0	424	0	40	367
Luxembourg	312	119	161	248	322	131
Hungary	32	82	346	39	81	333
Malta	0	95	293	0	48	648
Netherlands	139	252	158	203	412	7
Austria	54	179	205	163	419	19
Poland	0	5	280	2	90	228
Portugal	0	185	200	91	79	307
Romania	0	91	259	0	95	287
Slovenia	0	139	457	7	111	341
Slovakia	28	99	168	29	49	250
Finland	0	146	268	90	167	265
Sweden	149	101	136	250	250	15
UnitedKingdom	45	40	414	55	202	308
Iceland	82	23	322	54	121	380
Norway	84	86	456	184	218	88
Switzerland	292	232	77	371	370	0
Turkey	0	119	326	0	72	356
日本	304	40	109	280	77	43

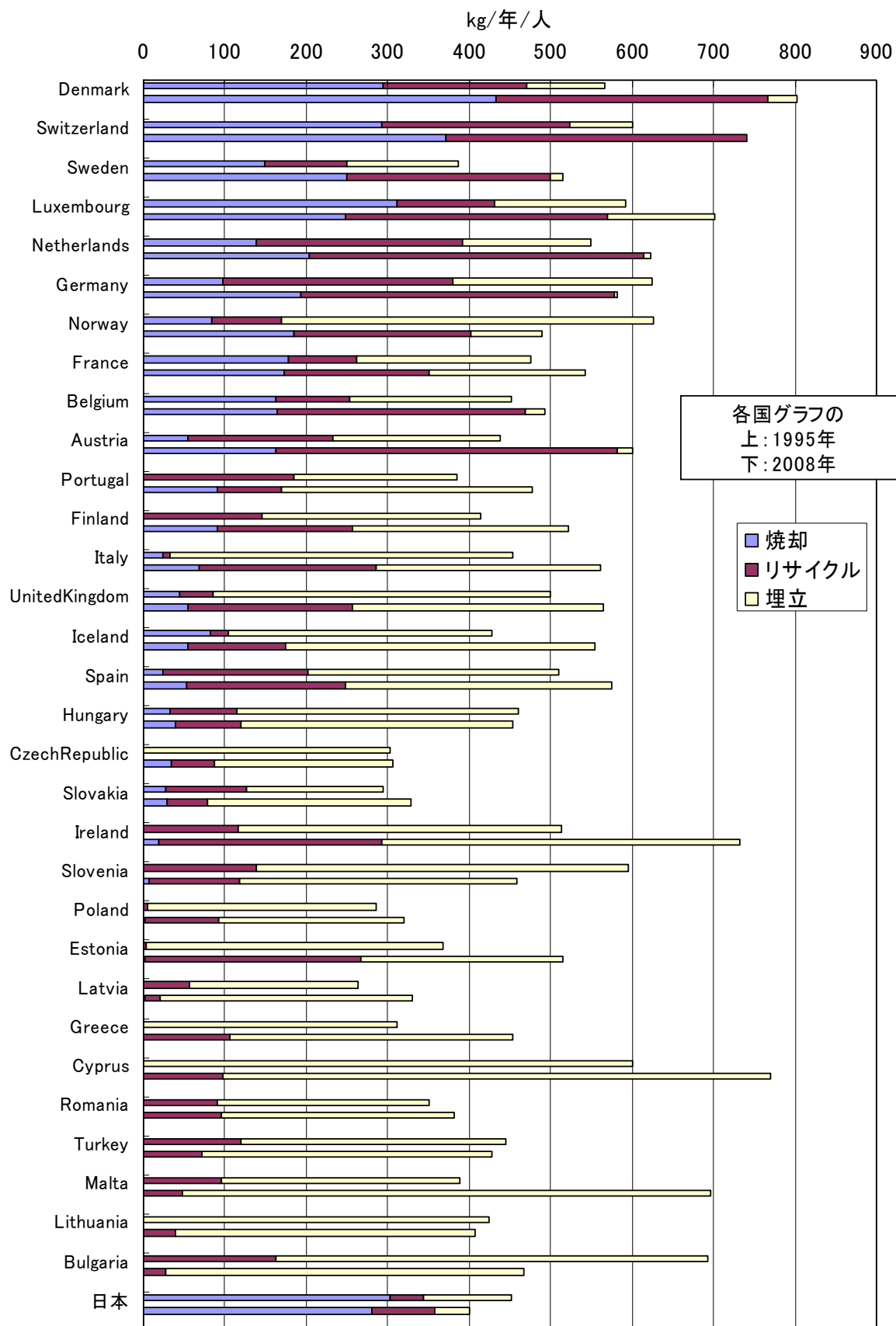


図 2-1 MSW 処理方法 [情報 19]

(2)廃棄物からのエネルギー回収技術

各国の MSW のうち、2006 年時点の可燃物・リサイクル不適物の焼却率と発電効率・熱回収率を次表に示す。ドイツ、オランダ、スウェーデンでは焼却比率が 90%を超えているが、フランスでは 55%、ノルウェーでは 35%、イギリスでは 17%と低くなっている。発電効率は高いところで 10 数パーセントであるが、熱回収率は国によって違いが大きく、スウェーデン、ノルウェーでは 85%以上と高くなっている。ノルウェーでは EfW 施設は少ないが、効率の高いスウェーデンの施設に輸出しているので、エネルギー回収率が高い特殊な事例である。

各国の可燃物・リサイクル不適物の MSW の焼却率と発電・熱回収率(2006 年時点) [情報 4]

国名	可燃物・リサイクル不適物		エネルギー回収率	
	万トン/年	焼却比率	発電効率	熱回収率
ドイツ	1510	98%	11%	33%
フランス	2030	55%	6%	16%
オランダ	590	93%	14%	13%
スウェーデン	430	95%	10%	86%
イギリス	2000	17%	13%	4%
ノルウェー	170	35%	7%	92%

EfW に影響を与える政策としては、廃棄物政策、再生可能エネルギー政策、気候変動政策、環境政策、都市計画政策、工業技術政策などが挙げられるが、その他影響がある外部要因として、以下のものがある[情報 4]。

エネルギー市場	地域の需給状況、世界的なエネルギー市場、化石燃料への高い課税などによってエネルギー価格が上がれば、促進力になる
地理的条件	緯度が上がれば地域への熱供給が有利になる。低緯度地域では冷房需要が推進力になる。
文化的側面	中央集権的で社会的な場合と地方分権的で独自文化が強い場合とでは、前者は推進力、後者は弊害となる。
NGO の立場	EfW 施設の立地には NGO が重要な役割を持つ。

廃棄物からのエネルギー回収技術導入には、次の 4 ステージがある[情報 4]。

ステージ 1	埋立地からのバイオガス回収利用
ステージ 2	焼却や消化による発電
ステージ 3	熱電供給
ステージ 4	イノベーション(より高い利用率へ)

ステージが上に行くほど、次の 2 種類のエネルギー回収の指標が上がる[情報 4]。

W-rate(waste utilisation rate)	廃棄物利用率 可燃物、リサイクル不適物のうち、エネルギー回収に使用された廃棄物の割合
--------------------------------	--

E-rate(energy recovery rate)	エネルギー回収率 EfW 施設で処理された廃棄物熱量に対する製造された有効エネルギー量
------------------------------	---

[情報 4] 熱回収技術の可能性として、LCA 評価を行った。

エネルギー回収率は最低の埋立地ガスの回収・熱利用の 6%から、最高の焼却施設での高効率熱電回収で 95%(スウェーデンで実用化)。

MBT では高発熱量回収物の利用方法が様々であるため、エネルギー回収率も幅広い。バイオ乾燥・分離において、得られた燃料の多くを 95%の CHP で利用すればトータルのエネルギー回収率は 60%まで向上するが、発電のみを行った場合には 15%程度にとどまる。生物的处理を埋立の前処理にのみ用いた場合、エネルギー生成はずっと低くなる。

埋立に関しては埋立地ガス (LFG) が利用できるのはよく管理されている埋立地のみである。

各ステージの留意点は次の通りである。

stage1

適切な埋立、環境負荷最小化、温室効果ガス抑制、埋立地ガス回収の最大化が廃棄物管理政策の第一目標となる。

stage2

EfW 施設を増やすための政策としては、可燃物の埋立禁止がある。埋立禁止は課税によっても実現することができる。実際、100 ユーロ/トンの処理料金を課せばエネルギー回収へと廃棄物管理システムを変更させるのに十分である。

エネルギー価格が安い時には、エネルギー回収に対するインセンティブが低下するため、エネルギー政策が重要である。

stage3

エネルギー需要のあるところに立地する必要がある。インフラ整備に投資が必要なので、ソフトローンや政府が出資して最初の 5 年間は保有する事例がある。

stage4

内部エネルギー消費を減らす、高温高圧蒸気による高効率発電、排ガス凝縮(flue-gas condensation)やヒートポンプを利用した高効率熱伝供給、副生成物の再利用、間接的エネルギー回収、SRF 利用での高効率化等の方策がある。

(3)バイオ廃棄物処理の現状

EU 各国の現状の廃棄物管理 バイオ廃棄物に関して、大きく 3 つのグループに分けられる[情報 2]。

①埋立からの転換では焼却への依存を大きくし、マ	デンマーク、スウェーデン、ベルギー
-------------------------	-------------------

テリアル回収も高いレベルで行われて、一部では生物的处理も促進している国々		(フランドース)、オランダ、ルクセンブルク、フランス
②マテリアル回収率が高いが、焼却は比較的少ない国々	コンポスト比率が高い	ドイツ、オーストリア
	コンポストと MBT 能力を急速に増大	スペイン、イタリア
③埋立に依存している国々（処理能力不足により埋立からの転換が困難）		新たに EU 加入した国々

バイオ廃棄物の EU 各国における処理方法 [情報 2]

埋立	EU における MSW 中のバイオ廃棄物の比率は 30～40%である（16%から 60%まで幅広い）が、優先順位の一番低い埋立処理が多く行われている。MSW の平均 41%が埋立され、いくつかの国（ポーランド、リトアニア等）では 90%を超える。しかし、バイオ廃棄物を埋立から転換するという EU 埋立指令と各国の政策の結果、EU において埋立される MSW の量は 2000 年の 288kg/人/年から 213kg/人/年に低下（55%から 41%）した。
焼却	スウェーデンでは 47%、デンマークでは 55%に達している。両国とも、分別収集されなかったバイオ廃棄物は焼却処理され、電気と熱を得るコージェネレーションと排ガス凝縮（flue gas condensation）を用いて、高効率で正味の高いエネルギー回収量を得ている。 排ガス凝縮（flue gas condensation）とは、ボイラーを経た排ガス(200℃程度)が持つ熱量によって冷水(20℃程度)から温水(60℃程度)を得るシステム。 参考： http://thermgard.com.au/index.php?pageid=2292
MBT	MBT は、埋立基準に適合するため、あるいは、焼却用に発熱量を上げるための前処理として、過去 10 年間以上、EU の各地で用いられてきた。ドイツ、スペイン、イタリアでの導入が多く、2005 年時点で、80 以上の大規模施設があり、処理能力合計 850 万トンを超えている。
生物的处理	バイオ廃棄物を含めて、有機性廃棄物の生物的处理としては、3500 のコンポスト化施設、2500 の嫌気性消化施設（ほとんどが小規模）、合わせて 6000 施設が設置されている。2006 年時点でバイオ廃棄物や MSW を生物的に処理する嫌気性消化施設は MBT を含めて 124 施設、処理能力は 390 万トンであり、今後増えていくものとみられる。
リサイクル	分別収集によってリサイクルが行われているのはオーストリア、オランダ、ドイツ、スウェーデン、ベルギー（フランドース）、スペイン（カタロニア）、イタリア（北部）の国々であり、その他の国々（チェコ、デンマーク、フランス）では、草木類のコンポスト化が主であり、厨芥類は MSW と一緒に集めている。分別収集を導入している地域では、成功した廃棄物管理オプションと見られている。

バイオ廃棄物に関する現状 【情報 2】

分別収集	草木類については分別収集が多く、国で行われている。厨芥類については混合家庭ごみ（MSW）に含まれて収集されている場合が多い。 分別収集を行えば、埋立される生物分解性廃棄物の量が減り、残りの MSW の発熱量が上がり、純度の高いバイオ廃棄物からは、品質の高いコンポストが得られ、バイオガス製造が促進される。 分別収集は将来的に可能となる新しいリサイクル形態（例えば、バイオリファイナーで得られる化学物質など）にも適している。 バイオ廃棄物の分別収集のポテンシャルは、家庭、公共の公園からの草木類、食品産業からの廃棄物を含めて 150kg/人/年と見積もられている。EU27 カ国では 8000 万トンとなる。このうちの 30%の 2400 万トンが現在分別収集されて生物的に処理されている。
埋立	廃棄物処理の優先順位では一番下位に位置づけられているが、EU では MSW の処理で最も用いられている方法である。 埋立地はメタンの発生と浸出水による環境への影響を防ぐため、埋立指令 (1999/31/EC)に従って、建設、運営される必要がある。
焼却	バイオ廃棄物は MSW の一部として通常焼却されている。焼却施設はエネルギー効率によって、リカバリーか処分かに分けられる。エネルギー効率はバイオ廃棄物によって低下するため、MSW からバイオ廃棄物を分離することは意味がある（焼却のために前処理した廃棄物を RDF（Refuse derived fuel）と呼ぶことがある）。一方で、焼却されたバイオ廃棄物は、再生可能電力指令 (renewable electricity directive、2001/77/EC) と再生可能エネルギー指令(2009/28/EC)において、カーボンニュートラルな再生可能燃料とみなされる。
生物的処理（コンポストと嫌気性消化）	生物処理はコンポストあるいは発酵残渣が土地で利用されるか、育苗用培地 (growing media)の製造に利用されている場合には「リサイクル」に分類されるが、そのような利用がされない場合は、埋立や焼却の「前処理」に分類されるべきである。また、エネルギー利用のためにバイオガスを製造する嫌気性消化は「エネルギー回収」である。 コンポストは最も一般的な生物的処理オプションである。現状の生物的処理の 95%を占める。草木類等の廃棄物には最適な処理方法である。いくつか方式があり、「クローズド方式」は高コストだが、広いスペースが必要ない、高速、悪臭等の排出がより低く抑えられている方式である。 嫌気性消化は脂肪を含み、水分の高いバイオ廃棄物（厨芥類等）の処理に特に適している。反応層において、メタン 50～75%と二酸化炭素の混合ガスを生成する。バイオガスは、輸送用のバイオ燃料やガス配管網に直接供給されれば、最も温室効果ガスを削減することができる。他のどの輸送用燃料よりも有利である。 嫌気性消化プロセスの残渣 (digestate)はコンポスト化され、コンポストと同様に利用することができ、これによって、廃棄物からのトータルの資源回収量を増や

	すことができる。
コンポスト	コンポストの製造量は 2005 年に総量 1320 万トンで、バイオ廃棄物から 480 万トン、草木類から 570 万トン、下水汚泥から 140 万トン、混合廃棄物から 140 万トンであった。バイオ廃棄物と草木類からのコンポスト製造ポテンシャルは 3500 万～4000 万トンと見積もられている。 コンポストは農業（約 50%）、造園（約 20%）、育苗用培地 growing media の製造（ブレンド）、工業土 manufactured soil（約 20%）、個人利用（25%）で利用される。

(4)バイオ廃棄物処理の環境影響

バイオ廃棄物処理に伴う環境影響について、以下にまとめた[情報 2]。

埋立	生物分解性廃棄物を埋め立てると、埋立地ガスと浸出水が発生する。埋立地ガスはメタンが中心で、メタンは温室効果が二酸化炭素の 20 倍以上ある。埋立指令導入前は、埋立地からのメタン放出が人為的メタン放出全体の 30%を占めていた。全ての加盟国が埋立指令に従うならば、ごみ総排出量は増えるが、直接埋立の減少によって 2020 年までにメタン放出量は 2000 年に比べて、10Mt 低くなる。埋立指令に従わずに浸出水を無処理で放流した場合、地下水と土壌を汚染する。ほかにも、バイオエアロゾル、臭気、景観への影響等がある。
焼却	バイオ廃棄物を含む MSW の焼却においてエネルギー回収はできるが、その効率は、熱、電気、その両方のどれを供給しているか、また採用している技術（排ガス凝縮は高いエネルギー効率が得られる）によって大きく異なる。
生物的処理	加盟国の中で、混合廃棄物からのコンポスト製造が認められているのはわずかである。多くの国では、バイオ廃棄物の分別収集が必要であり、国によってはコンポスト化できる廃棄物の種類をリスト化して限定しており、その場合モニタリングコストを低減できる。家庭コンポストは輸送に伴う排出や費用もかからず、対象物も限定され、環境への認識も高まるため、バイオ廃棄物の最も有効な処理方法と見られる場合もある。嫌気性消化は密閉容器内での反応のため、大気へのバイオガスの放出はコンポストに比べてはるかに小さく、管理しやすい。バイオ廃棄物 1 トンから 100～200m³ のバイオガスが得られる。バイオガスからのエネルギー回収ポテンシャルと発酵残渣の土壌改良ポテンシャル（特に分別収集されたバイオ廃棄物を処理したもの）からみて、環境的経済的に最も有効な方法とみなされる。
MBT 処理	MBT 処理による排気の大部分は生物分解性物質の生物的処理によるものであるため、コンポストや嫌気性消化と似ている。しかし、最終製品は通常はその後の有効利用ができないレベルにまで汚染されている。しかし、この技術はエネルギー回収のための焼却に供する可燃物の純度を高めるという有利性がある。

バイオ廃棄物は法的には新しい概念であり、従来の研究では生物分解性廃棄物が対象とな

っている。この違いは、バイオ廃棄物は紙を含まず、水分が高いことにあり、熱的処理を行うオプションを比較する時に大きな影響がある。

環境的に最適な一つのオプションはなく、地域の状況、とりわけ収集システム、廃棄物の組成と品質、気候条件、電気・熱・メタンガス・コンポストの需要等に依存する。

回収できるエネルギーの量は重要なパラメータであり、高い効率のオプションが有利である。デンマークでは焼却が有利であるが、マルタでは嫌気性消化と残渣のコンポスト化がエネルギー回収付きの焼却よりも優れている。

回収されたエネルギーが代替するエネルギーの種類が化石燃料であれば価値があるが、水力やバイオ廃棄物源のエネルギーでは環境価値は低い。

(5) バイオ廃棄物処理のコスト評価

[情報 2] 平均的な値を出すのは困難ではあるが、最も重要な変数はプラント規模、使用技術、地理条件（埋立地）、地域で利用可能なエネルギーのコスト、廃棄物の種類、輸送コスト等である。環境や健康への間接的コストは除外している。

EU-15 におけるバイオ廃棄物のコスト評価 Eunomia2002EU 委員会 [情報 15]

バイオ廃棄物の分別収集－コンポスト	35～75 ユーロ/トン
バイオ廃棄物の分別収集－メタン発酵	80～125 ユーロ/トン
混合廃棄物の埋立	55 ユーロ/トン
混合廃棄物の焼却	90 ユーロ/トン

[情報 2] Eunomia は分別収集するための追加コストを 0～15 ユーロ/トンとしているが、分別収集システムを最適化すれば（例えば、非生物分解性廃棄物の収集間隔を広げる）、これらのコストはゼロ以下にできる。一方、COWI (2004)[情報 9]は分別収集のコストを 37～135 ユーロ/トンとかなり高く見積もっており、また、多くの要因（分別収集コスト、焼却する場合のエネルギー効率、代替されるエネルギーの種類）に依存はするが、バイオ廃棄物を分別収集することにより正味の利益が得られると評価している。

生物処理システムのイニシャルコストはシステムの種類、排出ガス処理の方法、製品の必要品質によって、大きく変わる。IPCC 指令の改正のための検討では次表の値を参考としている。

・大規模生物処理システムのイニシャルコスト [情報 18]

オープン型コンポスト	60～150 ユーロ/年間処理能力トン数
密閉型コンポスト	350～500 ユーロ/年間処理能力トン数
メタン発酵	350～500 ユーロ/年間処理能力トン数

コンポストの市場価格はコンポストの社会的受入状況と消費者の信頼性に係っている。通常、農業での利用では非常に安い価格で売られている（輸送、散布込みで1ユーロ/トン）。しかし、品質が良いと評価されたコンポストは14ユーロ/トン程度まで達することがあり、小さいパッケージやコンポストがブレンドされたものは150～300ユーロ/トンにまで達する。輸送費が高く、市場価値が低いため、コンポストは生産地近くで使用される。

バイオガスと埋立地ガスの市場には問題はない。燃焼により熱・電気が生まれ、精製することにより、自動車燃料や天然ガス網に供給される。これにより、嫌気性消化による温室効果ガス排出抑制のポテンシャルが最大化され、京都議定書やRES指令の目標達成を助ける。

2.3 各国の詳細状況

(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 2.3-1 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 2.3-1 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 2.3-2、図 2.3-1 に示す。[情報 19]

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 2.3-2 ドイツにおける MSW の処理方法推移 [情報 19] 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%

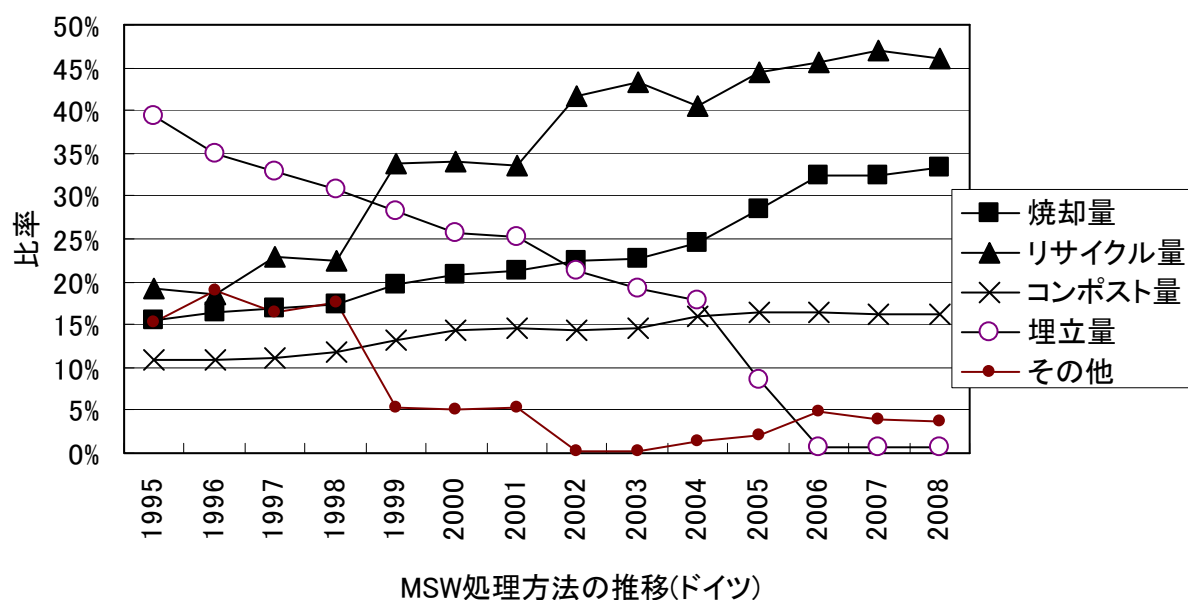


図 2.3-1 ドイツにおける MSW の処理方法推移 [情報 19]

③廃棄物由来の燃料 (SRF:Solid Recovered Fuel)

廃棄物から SRF を製造するのには 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。

④廃棄物からのエネルギー回収

推進要因

- ・最大の法的推進要因は EU 埋立指令の法制化(DepV)であり、しばらくは廃棄物焼却のみが埋立のクラス 1 またはクラス 2 に適合できる処理方法であった。2 番目の法的推進要因は 17BlmSchV(17.連邦排出規制 ordinance)で、これは排ガスからの熱回収を定めている。

- ・経済的推進要因は工業界の安価のエネルギー需要である。MSW の処理処分は公的廃棄物管理システムによって行われているので（このコストは市民が支払っている）、このエネルギー、特に SRF の利用については、補助が行われ、安価に提供される。

- ・廃棄物のうちのバイオマスによるエネルギーは再生可能エネルギーとみなされ、政策的に廃棄物からのエネルギー回収を促進している。

阻害要因

- ・1980 年代、1990 年代よりはるかに状況は良くなっているが、廃棄物焼却は依然として、批判的に見られている。焼却施設が既に立地している地域では反対ははるかに少ないのであるが、まだ焼却施設が立地していない地域において、関心のあるグループが新しいプラントの建設反対をサポートしている。

- ・廃棄物焼却炉の発電効率は高性能ボイラーに比べるとはるかに低い。排ガス浄化のためのコストが高い。

- ・廃棄物焼却が再生可能エネルギー法 (Renewable energy act)の対象外である。廃棄物中のバイオマスの部分は、統計的には認められているが、そのエネルギーに対する相当する補助

は行われていない。

- ・廃棄物由来燃料中の汚染物の潜在リスクが、高効率プロセスにおける SRF の利用拡大を抑制している。

- ・SRF 専焼発電プラントの数が増大しない別の理由は、SRF が長期的に安定した市場がないことである。

⑤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。表 2.3-3 に焼却施設リストを示す。この表のうち、Landshut,Rostock,Weissenhorn の施設は動いていない。

表 2.3-3 ドイツ焼却施設リスト[情報 3]

no	州	都市	処理能力 [トン/年]	no.	州	都市	処理能力 [トン/年]
1	BW	Stuttgart	420,000	39	NI	Salzbergen	120,000
2	BW	Mannheim	380,000	40	NI	Emlichheim	200,000
3	BW	Göppingen	140,000	41	NW	Hagen	120,000
4	BW	Ulm	120,000	42	NW	Iserlohn	230,000
5	BW	Böblingen	140,000	43	NW	Hamm	245,000
6	BW	Eschbach	150,000	44	NW	Bielefeld-Herford	330,000
7	BY	Augsburg	200,000	45	NW	Düsseldorf	450,000
8	BY	Bamberg	125,000	46	NW	Essen-Karnap	622,000
9	BY	Burgau (pyrolysis)	25,000	47	NW	Krefeld	350,000
10	BY	Burgkirchen	200,000	48	NW	Oberhausen	510,000
11	BY	Coburg	115,000	49	NW	Solingen	100,000
12	BY	Geiselbullach	85,000	50	NW	Wuppertal	385,000
13	BY	Ingolstadt	197,000	51	NW	Asdonkshof	234,000
14	BY	Kempten	70,000	52	NW	Bonn	240,000
15	BY	Landshut	45,000	53	NW	Leverkusen	210,000
16	BY	München	700,000	54	NW	Weisweiler	360,000
17	BY	Nürnberg	200,000	55	NW	Köln	569,000
18	BY	Rosenheim	60,000	56	NW	Herten	260,000
19	BY	Schwandorf	450,000	57	RP	Ludwigshafen	180,000
20	BY	Schweinfurt	145,000	58	RP	Pirmasens	189,000
21	BY	Weißenhorn	89,000	59	RP	Mainz	237,000
22	BY	Würzburg	170,000	60	SL	Velsen	210,000
23	BE	Ruhleben	520,000	61	SL	Neunkirchen	150,000
24	BB	Germendorf	80,000	62	SN	Lauta	225,000
25	HB	Bremen	468,000	63	ST	Staßfurt	300,000
26	HB	Bremerhaven	315,000	64	ST	Magdeburg	300,000
27	HH	Borsigstraße	320,000	65	ST	Stendal	300,000
28	HH	Rugenberger Damm	320,000	66	ST	Zorbau	300,000
29	HH	Stellinger Moor	160,000	67	ST	Leuna	195,000
30	HE	Darmstadt	212,000	68	ST	Lochau	80,000

31	HE	Offenbach	225,000
32	HE	Kassel	150,000
33	HE	Frankfurt	525,000
34	MV	Ludwigslust	50,000
35	MV	Rostock	166,000
36	NI	Hameln	300,000
37	NI	Buschhaus	525,000
38	NI	Lahe	230,000

69	SH	Stapelfeld	350,000
70	SH	Kiel	140,000
71	SH	Tornesch-Ahrenlohe	80,000
72	SH	Neustadt	56,000
73	TH	Zella-Mehlis	160,000
Total capacity			17,779,000

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。

APC (Air Pollution Control)排ガス処理システムがすべてのプラントに正式に適用されたが、エネルギー回収施設には適用されなかった。一方で、古いプラントにおいても最適なエネルギー利用を行っている施設もある。例えば、**Schwandorf** 廃棄物焼却炉は高温蒸気をアルミ精錬工場に送り、狭いエリアの熱供給網に提供し、タービンを動かしている。他には、**Mannheim**にある施設では、隣接する発電所と蒸気サイクル連携しており、外部燃料を用いたスーパーヒーターを備えている。**Mainz** プラントのボイラーは天然ガスタービンとのコンバインドサイクルとなっており、全体のエネルギー効率は40%を超える。

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 2.3-3 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 Ef 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。

⑥SRF からのエネルギー回収

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 2.3-4 に示す。

表 2.3-4 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。

ドイツにおける 2006 年時点の SRF 専焼プラントの設置・計画状況を表 2.3-5 に示す。稼働中は 7 施設で、火格子式が 5 施設で 22 万トン/年、循環流動層式が 2 施設で 27 万トン/年の処理能力がある。廃棄物焼却施設と同様の排ガス処理システムが備わっている。さらに多くの建設計画があり、計画まで含めて 290 万トンの年間処理能力がある。現時点でこれらの計画がどの程度実現されるかは予測するのは難しい。これは、いくつかのプロジェクトは理論的なものであり、電力供給を受ける会社との交渉を有利に進めるために計画される場合もある。例えば、ハンブルグの銅精錬業者が 75 万トンの SRF を処理する施設を計画したが、銅精錬業者が地元のエネルギー業者からの条件の良い電力供給契約を結んだためにキャンセルされた。

表 2.3-5 ドイツにおける SRF 専焼プラント[情報 3]

ロケーション	方式	処理能力(万トン/年)	
		運転中	計画
Amsdorf	ストーカ	60,000	
Andernach/Rasselstein			100,000
Aßlar	ストーカ	15,000	
Bremen-Blumenthal	ストーカ	60,000	
Degussa			
Erfurt-Ost	ストーカ		64,000
Frankfurt			500,000
Großräschen/Freienhufen	ストーカ		200,000
Hagenow			80,000
Heringen	ストーカ		270,000
Hürth	ストーカ		240,000
Meuselwitz-Licka	ストーカ	50,000	
Minden Industriehafen	ストーカ	35,000	
Neumünster	循環流動床	150,000	
Premnitz (former Polyamid 2000 AG)	循環流動床	100,000	
Premnitz	ストーカ/循環流動床		130,000
Rheinberg	ストーカ		300,000
Rostock	ストーカ		136,000
Rüdersdorf	ストーカ		200,000
Rudolstadt-Schwarza	ストーカ		14,000
Schwedt	循環流動床		200,000
Sottrum			150,000
Stavenhagen	ストーカ		90,000
Witzenhausen			250,000
合計		470,000	2,924,000

(循環流動床:CFB circulating fluidised bed)

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	

⑦結論と今後の見通し

ドイツでは EU の埋立指令よりも厳しい内容の国内政策を整備している。これが廃棄物焼却への強い推進力になっており、リサイクルされない **MSW** は現存する廃棄物焼却プラントにおいて容易に処理することができる。焼却プラントのうちの約 **50%**が、改正された EU の廃棄物指令のエネルギー回収基準をすでに満足している。

廃棄物の減量化と嫌気性消化等によるリカバリー率の向上によって、現在焼却されている廃棄物量は将来削減されることが予想される。分別回収された家庭の有機性廃棄物の嫌気性消化の拡大が大きな役割を果たす可能性がある。

焼却量が減ることによる焼却施設の処理能力の余剰分は、商業や軽工業からの廃棄物の処理に利用できるかもしれないが、これに関する信頼できるデータが欠如している。

SRF の供給過剰は 100 万～200 万トンあり、混焼や専焼施設の受入能力が増えなければ、**SRF** の処分が今後数年間で課題となる。**SRF** の品質管理が向上すれば、**SRF** の利用量が伸びる可能性がある。**SRF** 専焼プラントは **CHP** が望ましいが、その拡大には、継続的な計画申請と長期的に予測可能で安定したマーケットの両方が必要である。

(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、税収の一部が、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2.3-6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 2.3-6 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2.3-7に示す。

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。

表 2.3-7 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	

フランスにおける MSW の発生量と処理方法の推移を表 2.3-8、図 2.3-2 に示す[情報 19]。

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 2.3-8 フランスにおける MSW の処理方法推移 [情報 19] 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%

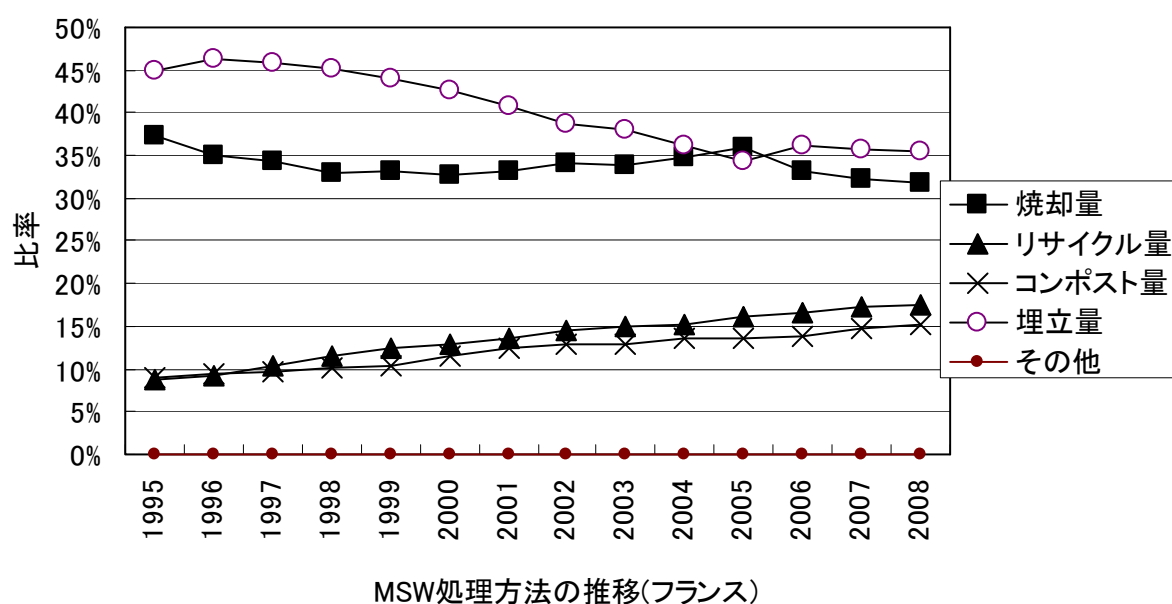


図 2.3-2 フランスにおける MSW の処理方法推移 [情報 19]

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。

フランスにおけるエネルギー回収を行っている廃棄物焼却施設の一覧を表 2.3-9 に示す。

表 2.3-9 フランス エネルギー回収施設一覧 <http://www.sinoe.org/>[情報 3]

No	ロケーション	稼動年 (最終認可)	構成	処理能力 トン/年	処理量 2007/2006*
1	BELLEGARDE VALSERINE SUR	1998 (2003)	2x8	128,000	113,944
2	BAYET	1982 (2005)	1x4+1x5	72,000	50,056
3	NICE	1977 (2005)	3x12+1x18	432,000	309,091
4	CAEN	1972	2x8	128,000	98,768
5	AURILLAC	1990 (2004)	<1	5,100	4,666
6	ANGOULEME/ La Couronne	1986 (2004)	1x5	40,000	36,640
7	LA ROCHELLE	1988 (2004)	2x4	64,000	57,573
8	ROCHEFORT/Echillais	1990 (2004)	2x2.5	32,000	33,953
9	BRIVE LA GAILLARDE	1973 (2005)	3x3.5	84,500	62,000
10	ROZIERES D'EGLETON	1997 (2005)	1x5.3	42,000	40,000
11	DIJON	1974 (2004)	2x11.6	140,000	124,274
12	DINAN/Taden	1998 (2006)	2 x7	96,000	95,147
13	LAMBALLE	1993 (2007)	1x5.9	47,200	40,665
14	PLUZUNET	1997 (2006)	1x7	56,000	22,424
15	BESANCON	1971 (2005)	1x3+1x4	56,000	50,000
16	MONTBELIARD	1987 (2005)	2x4	64,000	43,849
17	PONTARLIER	1989 (2004)	1x5	40,000	34,408
18	EVREUX/Guichainville	2003	2x5.6	90,000	90,101
19	CHARTRES	1999 (2004)	2x7.5	120,000	118,390

20	RAMBOUILLET/Ouarville	2000 (2004)	2x8	128,000	114,161
21	BREST	1988 (2006)	2x9	144,000	124,699
22	CARHAIX-PLOUGUER	1995 (2006)	1x4	32,000	29,153
23	CONCARNEAU	1989 (2006)	2x3.9	62,400	45,773
24	QUIMPER/Briec	1996 (2006)	2x4	64,000	30,408
25	NIMES	2004	1x14	112,000	101,026
26	BESSIERE	2000 (2007)	2x11.4	182,000	158,497
27	TOULOUSE	1969 (2006)	3x8+1x14	304,000	250,995
28	BORDEAUX/Bègle	1998 (2007)	3x11	264,000	245,181
29	BORDEAUX/Cenon	1985(2006)	2x8	128,000	123,063
30	LUNEL-VIEL	1999 (2007)	2x8	128,000	127,434
31	SETE	1992 (2005)	1x5.6	44,800	40,435
32	RENNES	1968 (2005)	2x5+1x8	144,000	124,914
33	VITRE	1998 (2005)	1x4	32,000	24,594
34	CHINON/St Benoit la foret	1984 (2004)	1x2.8	22,400	19,000
35	BOURGOIN JALLIEU	1986 (2007)	1x5 +1x6	88,000	80,256
36	GRENOBLE/La Tronche	1972	3x8.25	198,000	168,972
37	SALAISE SUR SANNE	1985	100,000	92,400	
38	LONS LE SAUNIER	1994 (2004)	1x5	40,000	36,563
39	PONTENX Les Forges	1997 (2007)	1x5.3	40,600	40,148
40	BLOIS	1971 (2007)	2x5.5	88,000	91,157
41	VERNOU EN SOLOGNE	1987 (2004)	1x2.3	18,400	7,154
42	NANTES Arc en Ciel	1994 (2004)	2x7	112,000	89,284
43	NANTES Valorena	1987 (2003)	2x9.5	152,000	129,374
44	GIEN	1999 (2005)	2x5	80,000	26,443
45	ORLEANS	1995 (2004)	2x7	112,000	98,470
46	PITHIVIERS	1985 (2004)	1x3.25	26,000	23,800
47	AGEN	1983 (2001)	1x4.2	33,600	30,882
48	ANGERS	1974 (2004)	3x5	120,000	77,738
49	LASSE	2004	1x12.5	100,000	100,496
50	CHALONS-EN-CHAMPAGNE	1996 (2004)	1x12.5	100,000	149,062
51	REIMS	1989 (2004)	2x6.5	104,000	67,069
52	CHAUMONT	1984 (2006)	2x5	80,000	76,599
53	LAVAL/Pontivy	1984	1x4.5	36,000	26,234
54	PONTMAIN	1984(2004)	1x3.2+1x4	57,600	61,000
55	NANCY/Ludres	1995 (2006)	2x7	112,000	97,810
56	TRONVILLE EN BAROIS	1983 (2005)	1x3.5	30,000	23,488
57	PONTIVY LE SOURN	1989 (1997)	1x4	32,000	30,503
58	METZ - BORN	2001 (2006)	2x8	128,000	92,160
59	DUNKERQUE	2007		86,000	
60	NEVERS	2002	1x6	48,000	38,106
61	DOUCHY-LES-MINES	1977 (2005)	2x5	80,000	90,526
62	LILLE /Halluin	2000 (2006)	3x14.5	348,000	344,993
63	MAUBEUGE	1981(2003)	2x5.5	88,000	83,092
64	VALENCIENNE/St Saulve	1977 (2003)	3x5	140,000	116,353
65	COMPIEGNE/Villers St Paul	2004 (2006)	2x10.8	172,500	172,500
66	ARRAS (pyrolysis)	2004	2x3.3	52,800	35,000
67	BETHUNE/Labeuvrière	1979 (2006)	2x5+1x10	160,000	58,716
68	MOURENX	1990	1x2	16,000	9,362
69	PAU	1975 (2005)	1x5+1X6	88,000	79,440
70	VALBERG	2005	1x0.5	4,000	470
71	PERPIGNAN/Calce	2000 (2007)	2 X11	176,000	180,644
72	HAGUENEAU	1990 (2006)	2x5	80,000	76,483
73	STRASBOURG	1974 (2006)	4 X 11	352,000	267,718

74	COLMAR	1988 (2005)	2x6.2	99,200	81,102
75	MULHOUSE	1999 (2006)	2x10.5	168,000	149,862
76	LYON NORD/Rilleux le pape	1989 (2004)	2x12	192,000	141,519
77	LYON SUD/Gerlan	1990 (2004)	3x12	288,000	227,025
78	VILLEFRANCHE	1984 (2005)	1x4.5+1x6.5	88,000	79,751
79	NOIDANS-LE-FERROUX	2007	1x5.2	41,000	
80	LE MANS	1975 (2008)	1x9+1x12	168,000	120,954
81	CHAMBERY	1977 (2005)	2x4+1x6	112,000	80,649
82	CRAN GEVRIER/Annecy	1984 (1993)	2x6+1x4.2	129,600	135,298
83	MARIGNER	1991	1x5	40,000	44,557
84	PASSY	1995 (1997)	1x7.5	60,000	44,129
85	THONON LES BAINS	1988 (2004)	1x5	40,000	39,000
86	DIEPPE	1971 (2002)	2x2.5	40,000	20,000
87	LE HAVRE/St Jean de Folleville	2003	2x12	192,000	172,760
88	ROUEN	2000 (2008)	3x14.5	348,000	296,922
89	LAGNY SUR MARNE	1985 (2005)	1x8+1x12	160,000	150,086
90	MONTHYON	1998 (2004)	2x7+1x4	144,000	117,760
91	VAUX-LE-PENIL	2003 (2005)	2x8	140,000	141,667
92	CARRIERE SOUS POISSY	1998 (2003)	2x7.5	120,000	115,258
93	CARRIERES SUR SEINE	1977 (2003)	2x10	160,000	117,683
94	MANTES:guerville	1997 (2004)	3x4	96,000	59,881
95	THIVERVAL GRIGNON/Behoust	1974 (2006)	2x10.1+1x14.7	280,000	188,113
96	MONTAUBAN	1986 (1992)	5	40,000	29,119
97	TOULON	1984 (2005)	2x12+1x14	304,000	250,931
98	AVIGNON/Vedenne	1995 (2005)	3x6	144,000	136,733
99	POITIERS	1984 (2004)	2x4	64,000	44,962
100	LIMOGES	1989 (1997)	3x5	120,000	90,680
101	EPINAL/ Rambervillers	1983 (2005)	2x3.5+1x6	104,000	90,493
102	SENS	1988 (2005)	1x3	24,000	16,927
103	BELFORT/Bourogne	2002 (2004)	2x6.2	99,000	72,269
104	MASSY	1987 (2004)	2x5.5	88,000	67,255
105	ULIS/villejust	1984 (2005)	1x6+1x8	112,000	73,549
106	VERT-LE-GRAND	1999	2x14	224,000	152,652
107	PARIS/ Issy les Moulineaux	2008	2x30.5	460,000	12,872
108	PARIS/ St Ouen	1990	3x28	672,000	607,819
109	CRETEIL	1978 (2003)	2x15	240,000	227,337
110	PARIS/Ivry sur Seine	1969 (2004)	2x50	800,000	669,339
111	RUNGIS	1985 (2004)	2x8.5	130,000	121,476
112	ARGENTEUIL	1975 (2004)	2x7.5+1x9	192,000	189,068
113	CERGY/St Ouen L'Aumone	1996 (2005)	2x10.5	168,000	145,961
114	SARCELLES	1978 (2005)	2x10	160,000	121,062
115	FORT-DE-FRANCE	2002	2x7	112,000	113,026
116	SAINT-BARTHELEMY	2001	1x1.5	12,000	9,501
		合計		14,782,700	12,022,754

*データ出典 2007: SVDU, 2006: ITOM

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。

④MBT 施設

焼却処理が廃棄物の処理に係る戦略に重要な役割を果たしているが、いくつかの新規プロジェクトが地元の反対を受けている。施設が提案されるたびに、強い反対が起き、自治体は別の解決策（MBT、メタン発酵など）を提案する。マルセーユの施設がその典型で、施設建設は反対派の裁判所への訴えで停止し、メタン発酵を持つ MBT 施設を建設することで合意した。

メタン発酵は反対が少ない施設で、現時点で 6 施設が稼働している。2012 年までに毎年 2、3 施設が建設される。

フランスでは多くの MBT 施設が建設されており、そのうちいくつかの施設からはボイラーや炉で処理することができる廃棄物燃料(SRF)が製造される。しかし、大きな改造をせずに SRF を受け入れられる工業プラントはほとんどない。セメント業界では SRF をメインバーナーで利用するための調査を行っている。SRF の利用はその品質とエネルギー市場価格に依存する。

MBT 処理プラントは増加の傾向にあるが、可燃性として分離される SRF を受け入れられるボイラーが少ない。

⑤ごみ有料制

フランスでは、従来は住民は排出するごみの多寡にかかわらずごみ収集に対して一定の税金を支払ってきた。その税額は、2011 年の欧州調査時のヒアリングでは、86～87 ユーロ/年/人、150 ユーロ/年/世帯程度である。

一方、環境グルネルでは、排出するごみ量に応じた料金を支払う PAYT (pay as you throw)方式または少なくともインセンティブのある税金が 2020 年までに導入されるべきであるとされている。リサイクルを増やすには PAYT は重要な考え方である。25 の自治体でごみ袋やごみ缶、重量に応じて支払う方式による実験が行われており、その結果は良好である。不法投棄を防止するためには、一定量までの排出に対しては固定金額を支払い、それ以上排出する場合に料金を徴収する方式が望ましい。

(3)スウェーデン

①経緯

[情報 3] スウェーデンでは、過去 15 年間で廃棄物管理が改善され、環境への負荷が大きく削減された。改善は以下に示すような数多くの強力な instruments や政策の結果である。

- ・ 1991 年、CO2 税導入により、バイオ燃料が有利となった。
- ・ 1994 年、廃棄物中の包装材の量を減らすため、生産者責任制度が包装材に適用された。生産者責任は 1994 以来、包装材以外にも車、タイヤ、電子機器等にも適用されてきた。リサイクルのレベルは時間とともにコンスタントに向上している。
- ・ 2000 年、埋立税 250SEK/t=25 ユーロ/t が導入。(10SEK=1 ユーロ)
- ・ 2001 年、EU の埋立指令がスウェーデンの法律に適用(SFS2001:512)。すべての稼働中の埋立地に管理プログラムが適用された。
- ・ 2002 年、選別された可燃物(Sorted combustible waste materials)の埋立禁止。
- ・ 2002 年、EU の廃棄物焼却指令(2000/76/EG)のスウェーデンの法律に適用 (SFS2002:1060、NFS2002:28)
- ・ 2003 年、埋立税を 370SEK/t=37 ユーロ/t に値上げ
- ・ 2005 年、有機性廃棄物の埋立禁止
- ・ 2005 年、新しい国家廃棄物プラン
- ・ 2006 年、埋立税の 3 回目の値上げ 435SEK/t=43.5 ユーロ/t
- ・ 2006 年、焼却税。廃棄物を焼却するとエネルギー税 (150SEK/ t =15 ユーロ/t)と CO2 税 (3374SEK/ t =337.4 ユーロ/t)がかかる。CHP プラントは適用除外される。焼却税の目的は、マテリアルリサイクルと生物的处理の促進と焼却する場合の発電促進。

上記リストの中では、焼却税、埋立税、埋立禁止が廃棄物管理システムの変更に大きな影響があった。

スウェーデンにおける廃棄物処理方法は次の優先順位で行われており、マテリアルリサイクルの次に有機性廃棄物の生物的处理を位置付けているのが特徴である。

1.包装材、紙類、タイヤ、金属、電気製品廃棄物のマテリアルリサイクル

2.有機性廃棄物の生物的处理

3.焼却によるエネルギー回収

4.埋立

さらに、有害性廃棄物は収集され、環境に負荷を与えない方法で処理されている。スウェーデンは、製品中の有害物の量を長期的に減らし、その結果、有害性廃棄物も減らすことに努めている。

②廃棄物発生量と処理方法

スウェーデンにおける 2006 年の廃棄物発生量のデータを表 2.3-10 に示す。スウェーデン全体で 1.24 億トンの廃棄物が発生し、そのうち 470 万トンが家庭からの廃棄物(MSW)である。なお、MSW の定義は、家庭から排出される廃棄物とレストランや学校など市民活動によって排出される家庭ごみと同様の内容の廃棄物を指し、商工業廃棄物や製造責任がある廃棄物は含まれてない。

表 2.3-10 スウェーデンにおける廃棄物発生量[情報 3]

非有害廃棄物	1.21 億トン	MSW	470 万トン	
		工業・商業廃棄物	1.16 億トン	
			鉱山廃棄物	7000 万トン
			森林廃棄物	2200 万トン
有害廃棄物	280 万トン			
合計	1.24 億トン			

スウェーデンにおける MSW の発生量と処理方法の推移を表 2.3-10、図 2.3-3 に示す[情報 19]。

埋立割合は 1995 年の 35%から 2008 年の 3%に大きく減少している。一方、同時期に焼却率は 39%から 48%、リサイクル率は 20%から 35%、コンポスト率は 6%から 13%にそれぞれ増加している。

ただし、MSW の発生量は増加し続けている。

表 2.3-10 スウェーデンにおける MSW の処理方法推移 [情報 19] 単位：千トン

スウェーデン	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
発生量	3,405	3,405	3,678	3,810	3,794	3,796	3,929
焼却量	1,310	1,298	1,330	1,464	1,440	1,457	1,504
リサイクル量	680	770	855	1,011	1,050	1,090	1,130
コンポスト量	210	240	265	309	335	360	390
埋立量	1,200	1,110	1,150	1,070	960	865	880
その他	5	0	78	0	9	24	25
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	38.5%	38.1%	36.2%	38.4%	38.0%	38.4%	38.3%
リサイクル量	20.0%	22.6%	23.2%	26.5%	27.7%	28.7%	28.8%
コンポスト量	6.2%	7.0%	7.2%	8.1%	8.8%	9.5%	9.9%
埋立量	35.2%	32.6%	31.3%	28.1%	25.3%	22.8%	22.4%
その他	0.1%	0.0%	2.1%	0.0%	0.2%	0.6%	0.6%

スウェーデン	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
発生量	4,172	4,211	4,169	4,347	4,500	4,717	4,732
焼却量	1,675	1,893	1,944	2,182	2,108	2,191	2,293
リサイクル量	1,295	1,350	1,460	1,570	1,680	1,738	1,658
コンポスト量	354	380	430	485	535	561	597
埋立量	825	575	380	210	226	189	140
その他	23	13	0	0	0	38	43
発生量	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
焼却量	40.1%	45.0%	46.6%	50.2%	46.8%	46.4%	48.5%
リサイクル量	31.0%	32.1%	35.0%	36.1%	37.3%	36.8%	35.0%
コンポスト量	8.5%	9.0%	10.3%	11.2%	11.9%	11.9%	12.6%
埋立量	19.8%	13.7%	9.1%	4.8%	5.0%	4.0%	3.0%
その他	0.6%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.9%

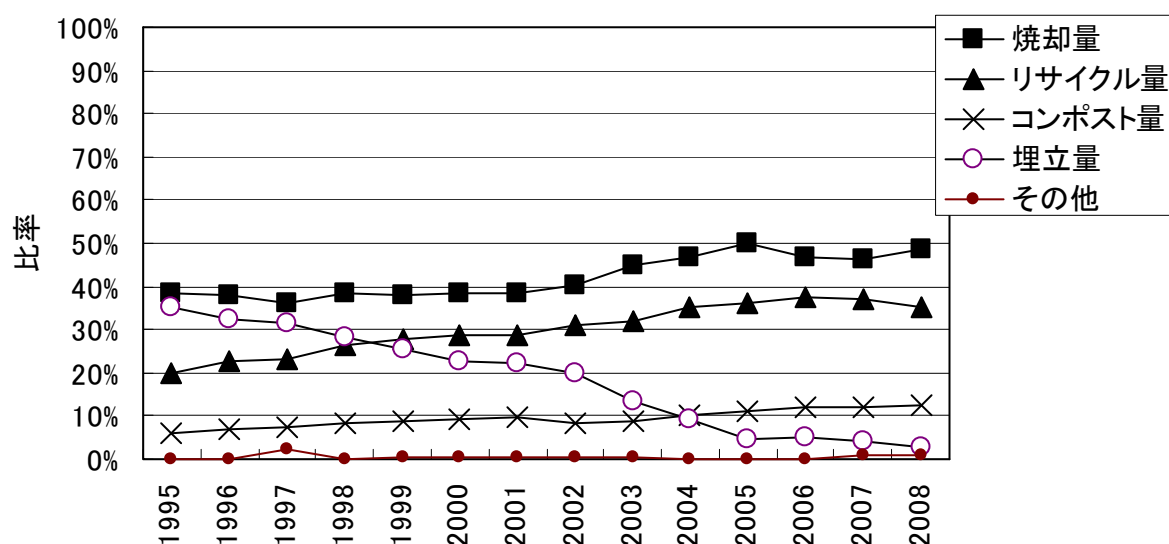


図 2.3-3 スウェーデンにおける MSW の処理方法推移 [情報 19]

[情報 3] この他、廃棄物の処理、リサイクル等に関して、以下の情報がある。

- ・ MSW 以外の埋立量も減少しており、1994 年比で 2006 年に 60%減。エネルギー利用または物質回収が行われている。
- ・ 焼却で得られたエネルギー 熱は標準家庭の 81 万戸分、電気は 25 万戸分。
- ・ 焼却量は増えたが、焼却に伴う有害物排出は 90%以上減少した。
- ・ 2007 年の家庭廃棄物のマテリアルリサイクルは 1.7 百万トンで、1996 年の倍となった。
- ・ 1994 年以降、リサイクル率は継続的に上昇している。包装材は 1994 年 40%のリサイクルだったが、2006 年は 70%以上となった。
- ・ 紙のリサイクルは 91%の高いレベルを保ったままで、目標の 70%を超えている。
- ・ 現在、タイヤは埋立されていない。
- ・ 中古車の 85%がリサイクルされている。

③廃棄物からのエネルギー回収

【情報 3】スウェーデンにおける 2007 年の廃棄物の処理方法別処理量とエネルギー回収量を表 2.3-11 に示した。生物的处理によって発生したメタンから、自動車燃料、熱供給、天然ガス網供給が行われている。焼却エネルギー回収のうち、MSW 由来は 50%程度であり、他は工業系廃棄物や輸入廃棄物の焼却に伴うものである。

表 2.3-11 廃棄物の処理方法別処理量とエネルギー回収量【情報 3】

処理方法・分類	処理量(トン)	一人当たり(kg/人)	エネルギー回収量(MWh)
有害廃棄物	40,880	4.5	—
マテリアルリサイクル	1,737,720	189	—
生物的处理	561,300	61.1	自動車燃料 112,860 電気 1,230 熱供給 67,960 天然ガス網供給 36,370
焼却エネルギー回収	2,190,980	239	熱利用 12,151,270 発電 1,482,750
埋立	186,490	20.3	熱 267,000、電気 23,000
合計	4, 717,380	514	14,142,440

2007 年時点で、エネルギー回収焼却施設は 30 施設、バイオガスプラントは 18 施設、コンポスト施設は 24 施設が運転中である。2007 年時点で 170 の埋立処分場が稼働中であるが、2007 年末までには 40 施設が閉鎖される予定である。

国家環境目標 (National Environmental Objectives)は 2010 年までに、食品廃棄物の 35%を生物的处理プロセスで処理すべきとしている。現在は 17%であり、目標を達成するためには画期的な変更が即座に必要である。35%がバイオガスプラントによって処理されれば、エネルギー回収量は 47 万 MWh となり、食品廃棄物の 100%がバイオガスプラントで処理されれば、135 万 MWh が毎年得られることとなる。

④焼却施設

表 2.3-12 はスウェーデンで稼働しているエネルギー回収焼却のリストである。エネルギー回収量は電気に比べて熱利用が極めて多くなっている。

スウェーデンにおける焼却施設の拡大予定では、全体で 2 百万トン/年の処理能力が計画されており、これは現時点での処理能力 4.5 百万トン/年のほぼ半分に相当する。もしもすべての施設が建設されれば、エネルギー回収量はおよそ 2 万 GWh となる。

現時点では焼却処理能力は不足しているが、すべての計画施設が建設されれば、2015 年頃までは能力が上回るが、その後は処理能力が不足することとなる。

表 2.3-12 スウェーデン エネルギー回収施設(Waste to Energy) リスト[情報 3]

Plant	処理廃棄物量 (tons)		エネルギー回収量(MWh)	
	家庭廃棄物	Total	熱	電気
Avesta	19,460	52,360	164,980	0
Boden	43,020	93,500	306,000	28,000
Bollnäs	23,290	47,030	131,710	0
Borlänge	36,560	63,340	154,910	31,690
Borås	26,040	102,820	227,700	49,700
Eksjö	28,650	51,950	94,550	16,250
Finspång	23,130	29,360	65,270	0
Göteborg	275,460	453,860	1,197,390	227,790
Halmstad	103,370	183,470	450,200	63,420
Hässleholm	10,920	42,420	107,940	3,990
Jönköping	47,780	145,150	359,100	100,210
Karlskoga	30,800	95,580	233,840	22,170
Karlstad	35,320	48,040	156,860	0
Kil	0	13,830	40,490	0
Kiruna	29,590	60,800	136,280	24,030
Kumla	44,740	162,210	263,420	68,370
Köping	15,350	29,380	76,080	0
Lidköping	42,920	90,480	292,210	30,400
Linköping	146,350	390,900	948,140	134,940
Ljungby	52,540	58,720	139,930	15,040
Malmö	220,780	548,230	1,471,540	254,040
Mora	11,160	14,130	39,340	0
Norrköping	112,150	190,470	499,510	32,450
Skövde	26,840	59,400	170,930	12,960
Stockholm	393,430	659,910	1,649,490	311,640
Sundsvall	90,430	197,000	421,820	84,370
Södertälje	0	175,740	781,600	10,490
Uddevalla	43,990	97,560	183,000	57,000
Umeå	62,780	128,960	310,130	68,900
Uppsala	165,650	340,690	1,090,130	0
Västervik	10,500	43,550	119,930	0
合計	2,173,000	4,670,840	12,284,420	1,647,850

⑤生物的処理施設

【情報 5】表 2.3-13(1)、(2)に過去 5 年間の家庭ごみの処理方法別処理量とその比率の推移を示した。この 5 年間では特に生物的処理量の増加が顕著で、2005 年の 45 万トンから 2009 年には 62 万トンまで増えている。

表 2.3-13(1) 家庭ごみ処理量推移(トン)【情報 5】

	2005	2006	2007	2008	2009
有害廃棄物	26,400	38,960	40,880	43,320	45,380
マテリアルリサイクル	1,474,280	1,657,520	1,737,720	1,657,840	1,586,600
生物的処理	454,450	469,880	561,300	597,280	617,680
エネルギー回収焼却	2,181,890	2,107,860	2,190,980	2,292,970	2,173,000
埋立	210,110	226,000	186,490	140,250	63,000
合計	4,347,130	4,500,220	4,717,370	4,731,660	4,485,660

表 2.3-13(2) 家庭ごみ処理比率推移(%)【情報 5】

	2005	2006	2007	2008	2009
有害廃棄物	0.6	0.9	0.9	0.9	1.0
マテリアルリサイクル	33.9	36.8	36.8	35.0	35.4
生物的処理	10.5	10.4	11.9	12.6	13.8
エネルギー回収焼却	50.2	46.8	46.4	48.5	48.4
埋立	4.8	5.0	4.0	3.0	1.4
合計	100	100	100	100	100

Källa: Avfall Sverige

また、生物的処理の内訳を表 2.3-14 に示す。2009 年時点でメタン発酵が 54 万トン、コンポスト化が 63 万トン処理されているが、このうち、食品廃棄物は 18 万トンで、家庭系廃棄物で生物的処理が行われたのは 62 万トンとなっている。

【情報 8】スウェーデンの EPA は生物的処理における安全な方法と環境への負荷を最小化するためのガイダンスを公表しており、コンポスト、メタン発酵残渣の品質認証規定が設定された。これは、消化処理に供する廃棄物は排出源で選別されていることが必要等が規定されており、2008 年初めまでで、バイオガスプラント 18 施設のうち 7 施設、コンポストプラント 24 施設のうち 2 施設で認証取得している。

表 2.3-15、表 2.3-16 はスウェーデンにおけるコンポスト化施設とメタン発酵施設のリストを示している。

表 2.3-14 生物的处理の内訳[情報 5]

単位:トン

	2005	2006	2007	2008	2009
メタン発酵	258,070	283,730	356,090	405,580	535,930
コンポスト	459,830	452,390	515,290	568,700	630,500
生物的处理量総計	717,900	736,120	871,380	974,280	1,166,430
うち food waste	118,960	134,990	166,810	162,680	178,770
生物的处理が行われた家庭廃棄物量*	454,450	469,880	561,300	597,280	617,680
発酵残渣(コンポスト利用)	251,840	272,730	336,100	389,350	498,720
ガス発生量 (MWh)	161,600	181,270	228,810	280,000	317,440
自動車燃料(MWh)	87,730	106,430	149,230	204,720	262,600
発電 (MWh)	1,260	1,680	1,230	700	0**
熱利用 (MWh)	61,620	63,600	67,960	48,740	41,280
合計 (MWh)	161,600	181,270	218,410	254,160	303,870

*家庭におけるコンポスト 63,000 トンを含む

**自動車燃料としての利用が進み、バイオガスからの発電は行われなくなった。

表 2.3-15 コンポスト化施設(スウェーデン) [情報 5]

Composting	Total(tons)	うち food waste
Ale	1,290	390
Alingsås	1,210	1,210
Borås	9,260	2,060
Borlänge	11,770	11,110
Eslöv	9,810	9,810
Fagersta	4,220	650
Gällivare	6,980	560
Göteborg	26,240	20,580
Habo	1,660	200
Halmstad	6,640	6,640
Helsingborg	22,460	17,290
Huddinge	17,870	17,590
Hässleholm	18,280	16,870
Karlskrona	7,500	7,500
Karlstad	56,500	2,000
Klippan	9,760	7,980
Kristinehamn	15,400	200
Kungsbacka	3,960	1,800

Ludvika	13,210	10,240
Luleå	20,410	12,140
Malmö	33,180	33,180
Mariestad	1,820	240
Motala	3,200	3,200
Mörrum	12,700	10,650
Norrtälje	1,570	1,570
Sala	11,700	7,680
Simrishamn	5,280	5,280
Södertälje	12,900	5,900
Tranås	1,730	500
Trelleborg	6,410	6,410
Täby	29,510	23,570
Uppsala	9,180	9,030
Västerås	33,180	10,000
Ystad	4,720	4,720
Örebro	9,800	9,700
Östersund	11,610	6,270
Överkalix	980	220
上記合計	453,900	284,940
他プラント	176,600	176,600
合計	630,500	461,540

表 2.3-16 メタン発酵施設(スウェーデン) [情報 5]

Anaerobic digestion	Total(tons)	うち food waste
Bjuv	47,000	0
Boden	4,060	1,860
Borås	24,580	12,400
Eskilstuna	5,960	3,320
Falköping	8,550	4,970
Falkenberg	79,400	2,700
Helsingborg	64,330	19,020
Huddinge	940	680
Jönköping	8,890	5,950
Kalmar	25,890	0
Kristianstad	90,130	4,230
Laholm	55,230	2,300

Linköping	46,600	0
Norrköping	16,000	0
Skellefteå	6,540	4,290
Skövde	8,230	0
Uppsala	9,600	5,020
Vetlanda	1,000	1,000
Vänersborg	12,700	10,100
Västerås	20,300	15,300
合計	535,930	93,140

第3章 MBT 処理

3.1 MBT の概要

[情報 2]MBT は機械的処理と生物的処理を組み合わせたものであり、本来は埋立物を減量・安定化する方法であるが、選別によってリサイクル可能物が分けられるとともに、高発熱量の焼却対象物からは熱回収が可能となり、生物分解性のものをメタン発酵すれば、バイオガスが得られる。

[情報 3] MBT は確立した技術であり、ヨーロッパの多くの国(イギリス、ドイツ、オーストリア、イタリア、フランス、スペイン等)やオーストラリア、アメリカなどでプラントが稼働している。MBT は排出源において分別をした残りの MSW を処理するオプションであり、埋立を減らし、リサイクルとエネルギー回収を増やすことに貢献できる。

MBT は一般的には、選別装置によりマテリアル回収を行い、さらに、コンポストまたは嫌気性消化の生物的処理を備えている。いくつかの MBT プロセスでは、プラスチック、繊維、木くず、乾燥したバイオマス等、リサイクルされないが、(廃棄物よりも)比較的高い発熱量を持ち、燃焼に適している可燃性残渣の混合物が生成される。

通常このような残渣は、供給材料から可燃物を単純な選別によって分けたものについては RDF(refuse derived fuel)、プロセスがより高度で特定の燃料製品を得る場合には SRF(Solid recovered fuel)と呼ばれる。これらは焼却炉、ガス化炉、熱分解炉 (pyrolysis)等の廃棄物からエネルギーを得るプラントにおいて燃料として利用される。

MSW から SRF への転換率は 20～55%程度。SRF の品質に関する規程を設けている国もある。

[情報 11]CEN 技術委員会 (TC343)は、廃棄物から得られる燃料を SRF (Solid Recovered Fuel)に分類する標準化作業を進めている。2006 年に標準化案が出され、評価作業に入っている。技術仕様書では SRF を発熱量、塩素含有量、水銀含有量によって分類している。他にも品質に関する項目があるが数値は示されておらず、SRF の製造者と購入者の間で合意されるべきものである。

[情報 3]混合 MSW から製造される SRF の主要な問題は塩素や重金属含有であり、排出源分別しマテリアルリサイクルしている場合には品質が高い SRF が得られる。MSW からの SRF の LCV は 15～20MJ/kg 以下のレベルであり、20MJ/kg 以上の SRF/RDF は商業系・工業系の純度の高い廃棄物から製造される。

3.2 MBT の分類(1)

【情報 10】 MBT の構成は様々であるが、3 種類の方式に分類して整理した。

- ①好氣的安定化プロセス biostabilisation process
- ②バイオ乾燥（RDF 製造）プロセス biodrying process
- ③嫌氣性消化プロセス anaerobic digestion（AD） process

①好氣的安定化プロセス biostabilisation process

このプロセスは、コンポストと同様に廃棄物中の生物分解性を減じ、また、リサイクル可能物を分離する方法である。安定化された処理残渣は埋立地か土地修復・再生プロジェクトに送られる。処理残渣からのメタン発生をいかに抑制できるかは、このプロセスにどれだけ長時間滞留できるかによる。

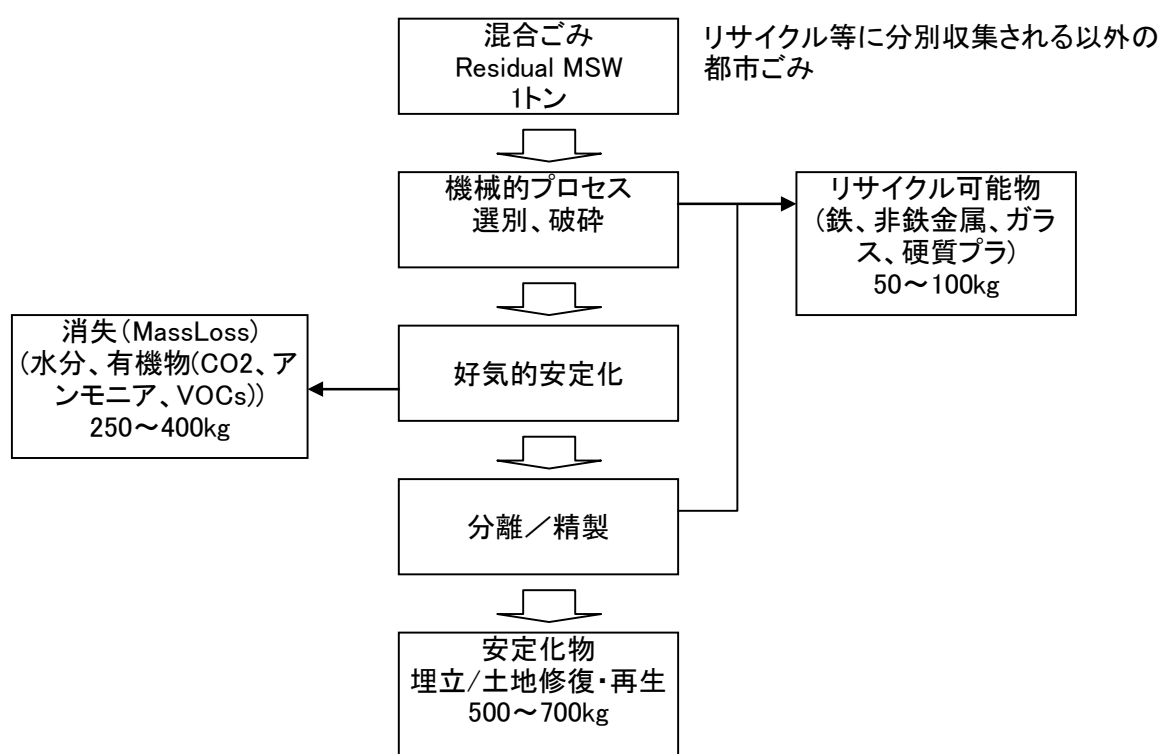


図 3.2-1 好氣的安定化プロセスの代表的フロー図【情報 10】

好氣的安定化方式は最も一般的な MBT の形式で、世界中で稼動している。オーストリアだけで 17 施設が稼動しており、いずれも好氣的安定化が行われている。リストを表 3.2-1 に示す。処理能力は合計で 70 万トン/年。いずれもリサイクル可能物を選別してから好氣的処理が行われている。これはオーストリアの法律により、埋立物の低位発熱量は 6MJ/Kg 以下に限定されているためである。

表 3.2-1 オーストリア家庭系ごみ処理用 MBT 施設リスト[情報 10]

ロケーション	現在処理能力(トン/年)
Siggerwiesen	145,000
Oberpullendorf	80,000
Halbenrain	70,000
Frohnleiten	65,000
Linz	60,000
St. Polten	47,000
Neunkirchen	45,000
Liezen	31,000
Fischamend	27,000
Zell am See	27,000
Wiener Neustadt	24,000
Lavant	17,500
Allerheiligen	17,100
Frojach-Katsch	15,000
Ort im Innkreis	15,000
Aich-Assach	9,500
Kufstein	9,500
Sum total	704,600

Source: www.umweltbundesamt.at/en/umweltschutz/abfall/behandlung/

Final Report for GREENSTAR

MEETING IRELAND'S WASTE TARGETS:THE ROLE OF MBT 2008

②バイオ乾燥（RDF 製造）プロセス biodrying process

このプロセスは好氣的安定化プロセスと同様の装置を用いて処理を行うが、このプロセスの目的は、焼却やリサイクルに不適なものを除いたり、コンポスト等の熱を用いて水分を取り除くことにより、軽くて高発熱量の物を RDF として取り出すことである。

廃棄物中の有機物は好氣的に分解される。第一の目的は乾燥であるが、廃棄物の安定化も必要である。前段のプロセスではエアレーション率が高いが、水分は添加されない。安定化プロセスでは、廃棄物に入るエアは少なくされ、水分を保持して生物分解を効率的に行う。

イタリアは世界一 MBT 処理能力の大きい国である。イタリアにおける MBT 施設のリストを表 3.2-2 に示す。リカバリーよりも容積削減を目指してきた。イタリアの RDF には特別な品質基準がある。現時点では 100 近い MBT プラントで年間 1000 万トンが処理されている。この量は国の MSW の 25%に相当する。

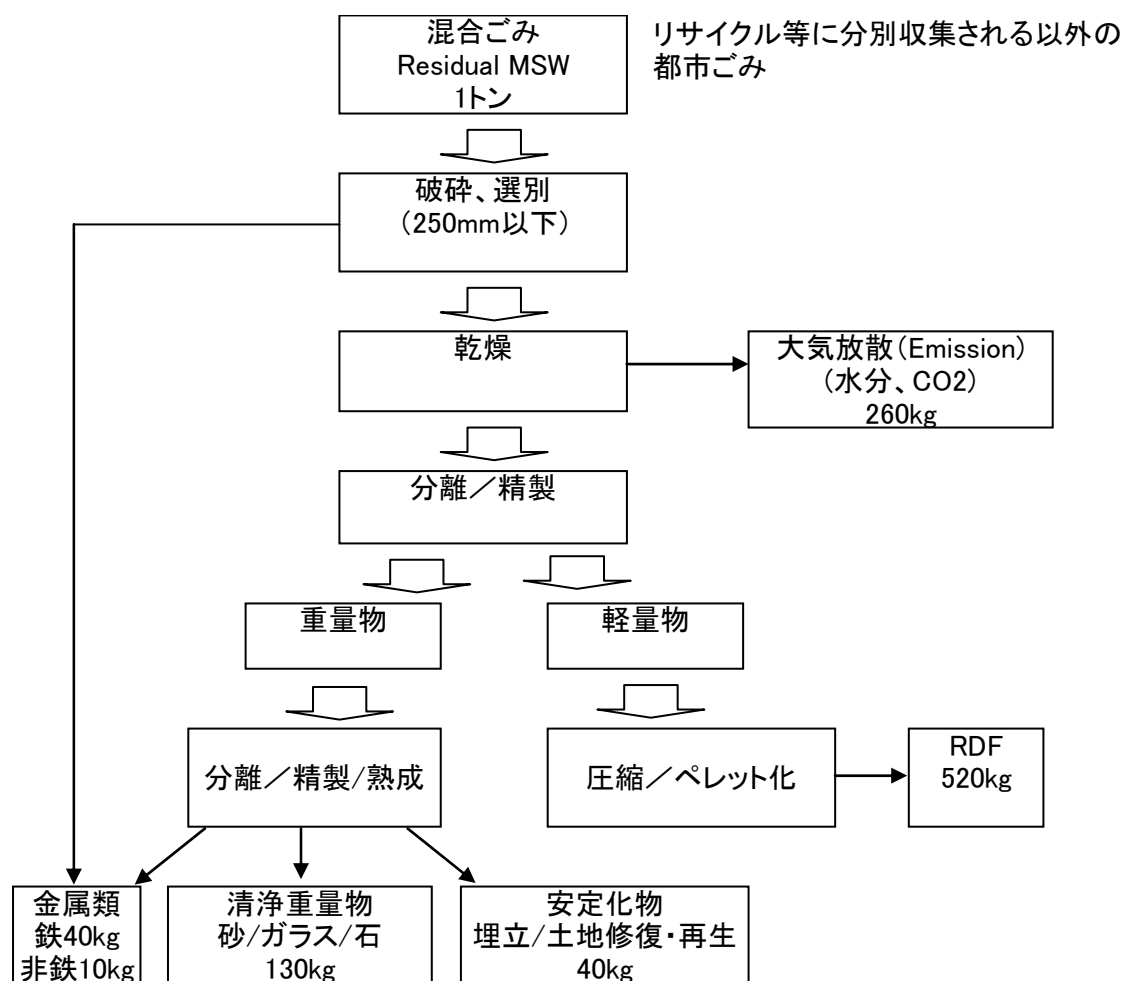


図 3.2-2 バイオ乾燥（RDF 製造）プロセスの代表的フロー図[情報 10]

表 3.2-2 イタリアにおける MBT 処理施設[情報 10]

地域	施設数	生物的処理あり 施設数	RDF製造あり施 設数	年間処理可能量 (トン/年)
Campania(with naples)	9	7	8	2,670,000
latio(with rome)	7	3	7	1,550,000
tuscany	17	12	8	1,420,000
lombardy(with Milan)	12	11	8	1,380,000
Veneto	9	7	4	860,000
emilia romagna	4	3	2	440,000
Calabria	6	4	3	380,000
Umbria	3	3	1	363,000
friuli-giulia Venezia	3	3	2	247,000
Marche	4	4	1	204,000
Piemonte	3	1	2	146,000
abruzzo	4	3	1	142,000
sardegna	2	2	2	126,000
Molise	1	4	6	58,000
trentino-sudtirol	1	1	0	6,000
Italy total	85	68	55	9,992,000

Source: Martin Steiner, November 2005, "The future of residual waste management in Europe" Status of Mechanical-Biological Treatment of Residual Waste and Utilization of Refuse-Derive Fuels in Europe Conference.

③嫌気性消化プロセス anaerobic digestion(AD) process

嫌気状態でバイオガスを生成して利用する。嫌気性消化に適するものを選別する前処理が必要。トロンメルなどの選別機によって、サイズの小さい嫌気性消化に適したものと、リサイクル可能物に分ける。

消化後の排出物は有機分は少なくなっているが、完全に安定化したわけではない。そのため、さらに好氣的に安定化させた後、土地再生や埋立地に持ち込まれる。

AD 処理には様々なプロセスがある。

- ・温度が中温か高温か
- ・対象物の固形物割合
- ・一段処理か複数段処理か

連続処理が多いが、バッチ処理システムもある。

AD ベースの MBT の運転実績は様々である。その理由の一つには、もともこの技術は水処理から来ており、単純にその延長で考えている場合もある。しかし、信頼できる供給メーカーも出てきている。AD ベースの MBT は急激に増えている。表 3.2-3 はメタン発酵設備を備える MBT 施設例[情報 10]を示している。

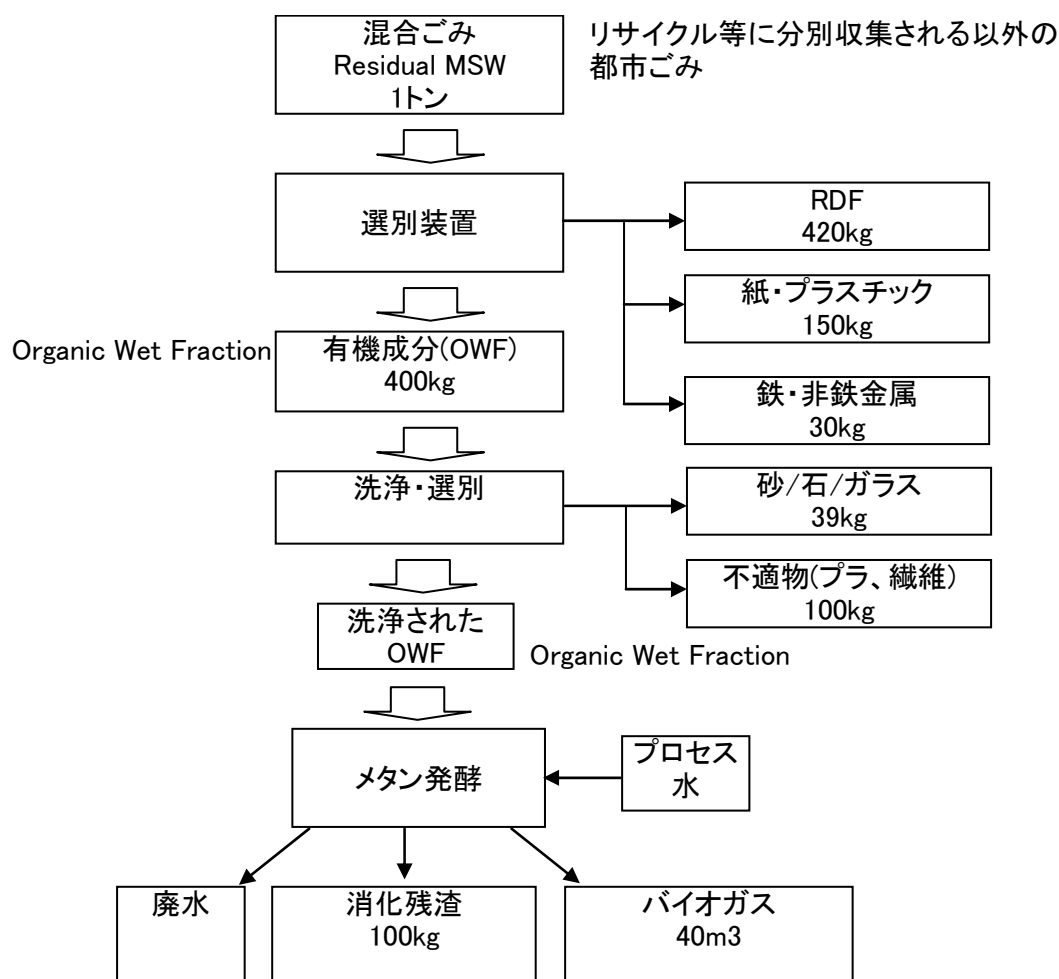


図 3.2-3 嫌気性消化プロセスの代表的フロー図(情報 14 : Vagron)

表 3.2-3 メタン発酵設備を備える MBT 施設例[情報 10]

国	メーカー	都市	対象物	トン/年	稼動年
Australia	ISKA(GRL)	Sydney	MSW	175,000	2005
Belgium	Valorga	Mons	MSW	41,250	2001
Canada	BTA	Toronto	MSW	15,000	2002
China	Valorga	Shanghai	MSW	240,000	2005
China	Valorga	Beijing	MSW	100,000	2005
France	Dranco	GraincourtlesHavr	MSW	demo	2004
France	Kompogas	Montpellier	MSW	100,000	2008
France	Linde	Lille	MSW	200,000	2006
France	Valorga	Amiens	MSW	110,000	1987-1996
France	Valorga	Varennnes-Jarcy	MSW,Biowaste	110,000	2003
Germany	Dranco	Munster	MSW,indwaste	80,000	2005
Germany	Dranco	Hille	MSW,SS	38,000	2005
Germany	Dranco	Leonberg	MSW	30,000	2004
Germany	Dranco	Kaiserslautern	MSW	22,000	1999
Germany	Dranco	Bassum	MSW	14,850	1997
Germany	Haase	Luebeck	MSW	150,000	2005
Germany	Haase	Munster	MSW	83,000	2002
Germany	Haase	Nentzelsrode	MSWandbiowaste	17,000	2003
Germany	ISKA	Buchen	MSW	165,000	2004
Germany	ISKA	Heilbronn	MSW	80,000	2005
Germany	ISKA	Buchen	MSW	27,500	2000
Germany	Linde	Quarzbichl	MSW	n/a	1996
Germany	Valorga	Hannover	MSW	120,000	2005
Germany	WehrleWerk	Kahlenberg	MSW	22,000	2001
Israel	ArrowBio	TelAviv	MSW	35,000	2003
Italy	BTA	Villacidro	MSW	38,500	2001
Italy	Dranco	Rome	MSW	44,000	2003
Italy	Snamprogetti	Verona	MSW	55,000	1998
Italy	Valorga	BassanodiGrappa	MSW,Biowaste,SS	60,500	2004
Netherlands	Citec/Vagron	Groningen	MSW	253,000	2000
Netherlands	Citec/Vagron	Heerenveen	MSW	220,000	2002
Poland	BTA/Roediger	Pulawy	MSW	24,200	2001
Spain	Dranco	Alicante	MSW	33,000	2002
Spain	Haase	Leon	MSW	200,000	2004
Spain	Kompogas	Rioja	MSW	75,000	2005
Spain	Linde	Valladolid	MSW	200,000	2002
Spain	Linde	SaltadelNegro	MSW	200,000	2005
Spain	Linde	Barcelona-Ecoparc	MSW	165,000	2002
Spain	Linde	Madrid	MSW	140,000	2003
Spain	Linde	Burgos	MSW	80,000	2004
Spain	RosRoca	BarcelonaEcoparc	MSW	90,000	2006
Spain	RosRoca	GranCanaria	MSW	60,000	2006
Spain	RosRoca	Avila	MSW	36,000	2003
Spain	RosRoca	Lanzarote	MSW	36,000	2004
Spain	RosRoca	Palma	MSW	32,250	2004
Spain	RosRoca	Tudella	MSW	28,000	2005
Spain	RosRoca	Jaen	MSW	20,000	2005
Spain	Valorga	BarcelonaEcoparc	MSW	n/a	2005
Spain	Valorga	LaCoruna	MSW	156,200	2001
Spain	Valorga	Cadiz	MSW	126,500	2001
UK	Hese	Leicester	MSW	40-60,000	2004

(2)MBT の分類(2)

【情報 3】 6 つの MBT プロセスが通常用いられている。

- ①MBT1:RDF 製造とコンポスト化
- ②MBT2:RDF 製造と嫌気性消化
- ③MBT3:嫌気性消化とリサイクル可能物回収
- ④MBT4:SRF 製造のためのバイオ乾燥
- ⑤MBT5:高速コンポスト化とリサイクル可能物回収
- ⑥MBT6:好氣的安定化

表 3.2-4 には RDF/SRF 製造を伴う MBT 処理技術の利点と欠点、表 3.2-5 には嫌気性消化を伴う MBT 処理技術の利点と課題をまとめて示す。

表 3.2-4 RDF/SRF 製造を伴う MBT 処理技術の利点と欠点 【情報 3】

利点	欠点
埋立減少 リサイクル増加 RDF/SRF は廃棄物焼却排ガス基準を満たす工業用ボイラで焼却可能 エネルギーは必要な時と場所で利用可能 MBT 施設が稼働すれば、RDF/SRF の豊富な供給源となる	RDF/SRF のマーケット必要 RDF/SRF の化学的性状（塩素、重金属含有量）による処理困難性 焼却プラントは RDF/SRF を処理するために必要な追加設備に投資が必要となる場合がある。石炭火力発電所などでは利用が難しい。 RDF/SRF の品質が様々である。 市場：RDF/SRF は安い燃料との競合がある RDF は長期保管で劣化する。

表 3.2-5 嫌気性消化を伴う MBT 処理技術の利点と課題 【情報 3】

利点	課題
埋立減少 リサイクル増加 バイオガスから製造された熱と電気が国の再生可能エネルギー支援プログラムの適用を受ければ奨励金が魅力となる エネルギーは必要な時と場所で利用可能	発酵残渣の処分先が必要 発酵残渣を乾燥させたときにバイオマスリッチな固形燃料として利用されるかどうか。 悪臭発生 プラスチック等の不適物を事前に除去する必要がある ガスの取り扱い、貯留、浄化が必要 発酵槽運転を行う熟練者が必要 湿式嫌気性消化の場合、多量の水処理が必要

①MBT1:RDF 製造とコンポスト化 MBT with RDF production and composting

MBT1:RDF 製造とコンポスト化フローを図 3.2-4 に示す。

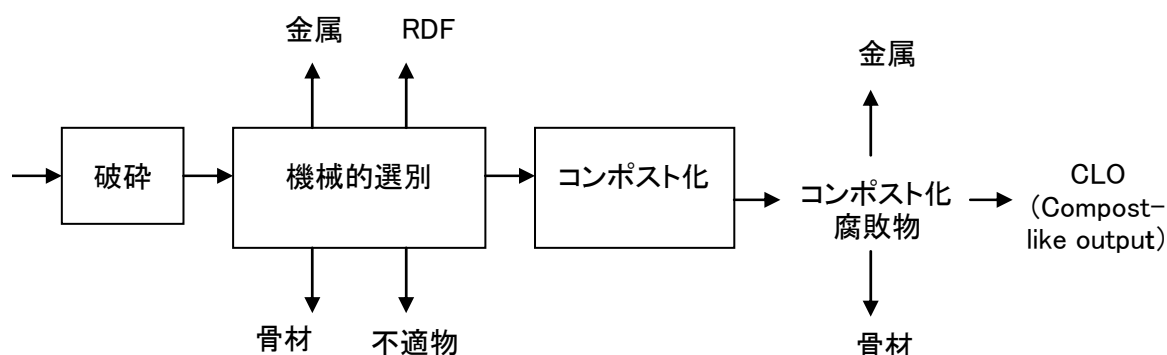


図 3.2-4 MBT1:RDF 製造とコンポストフロー[情報 3]

廃棄物は破碎され、乾燥した可燃物（プラスチック、紙、木、繊維）が篩い分けられて、RDF が得られる。そのため RDF は処理対象廃棄物のうち、乾燥した可燃性のもので構成される。供給物の組成によるが、RDF は処理対象物の 40～60%にもなる。最初の選別によって得られる金属類と骨材はリサイクル可能物となる。

選別残渣は、埋立地でのメタン発生量を削減するために数週間の安定化（コンポスト化）処理が行われる。安定化物は精製され、コンポスト様生成物（Compost-Like Output=CLO）が得られる。CLO は許容品質を満たす場合、許可を受けた上で土地修復（land restoration）に用いられる。この精製過程で金属類、骨材などのリサイクル可能物も得られる。これらのリサイクル可能物の総量は処理対象物の 5～10%程度である。

コンポスト化残渣を乾燥させ、固定価格買取制度の対象となるバイオエネルギー燃料とすることもできる。

製造された RDF はサイズが大きく、比重は小さい、発熱量は 10～14MJ/kg 程度で、処理対象廃棄物よりも高い発熱量を持つ。RDF はどこでどのように使われるかは様々であるが、一般的には火力発電所（化石燃料との混焼で、WID 排ガス基準を満足するプラント）及び RDF 専焼プラントにおいて燃料として用いられる。セメントキルンに用いるには熱量は低すぎる。RDF は質の高い燃料とはみなされていないが、MSW を受け入れている焼却施設や他の熱処理プロセスで用いるのに障害はないと思われる。

RDF をガス化、液体燃料と熱分解ガスを得る熱分解（pyrolysis）など、他の熱処理プロセスで用いる方法も検討されている。

②MBT2:RDF 製造と嫌気性消化 MBT with RDF production and anaerobic digestion(AD)

MBT2:RDF 製造と嫌気性消化のフローを図 3.2-5 に示す

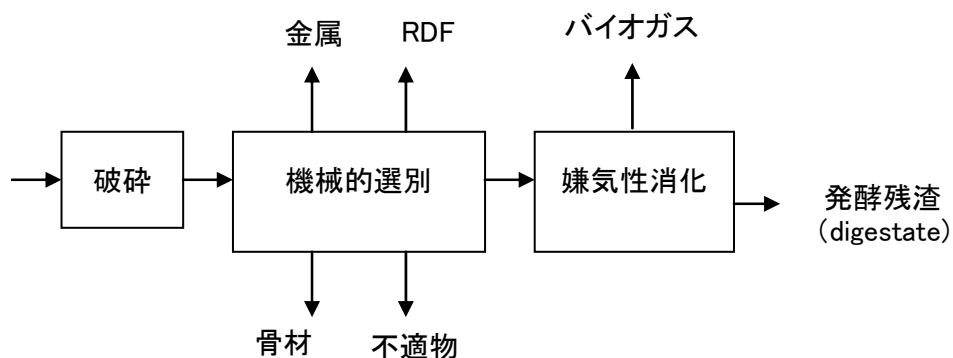


図 3.2-5 MBT2:RDF 製造と嫌気性消化フロー[情報 3]

構成は上記の MBT1 と似ており、最初の機械的処理で 40～60%の RDF を得る。違いは、有機性物をコンポスト化するのではなく、嫌気性消化するところにある。このプロセスの優位性は乾燥した可燃性物の RDF と湿った残渣物からのバイオガスの両者からエネルギーを取り出すことである。このシステムはイギリスでもっとも一般的な方式で、これは近年の Defra による嫌気性消化促進によるものである。

嫌気性消化では、バイオガス製造だけでなく、発酵残渣 (digestate)と呼ばれる固形腐食土系物質 (solied humus-like material)ができる。現時点では、MBT プロセスはコンポストや土壌改良剤として商業的に販売できる残渣を製造しているところはあまりない。

③MBT3:嫌気性消化とリサイクル可能物回収

MBT with anaerobic digestion(AD) and recycilate production

嫌気性消化とリサイクル可能物回プロセスのフローを図 3.2-6 に示す。

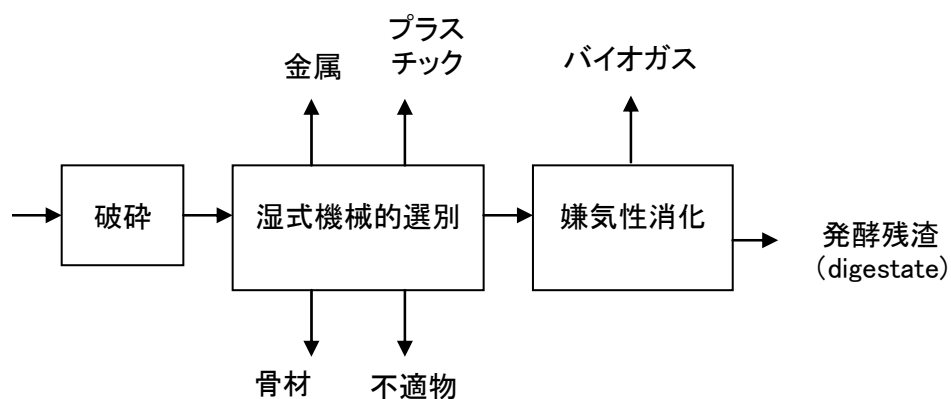


図 3.2-6 MBT3:嫌気性消化とリサイクル可能物回収フロー[情報 3]

この構成は上記の嫌気性消化の考えと大きく異なっており、画期的なアプローチである。プラントはイスラエル、オーストラリアにあり、少なくとも 1 施設がスコットランドで建設中である。

廃棄物は最初に水と混合され、湿式選別される。この選別プロセス中に生物分解性物質は

汚泥中に溶け込み、金属やプラスチック等のリサイクル可能物はその後に取り除いて洗浄され、きれいなリサイクル物が得られる。残った汚泥はその後に嫌気性消化される。

大きな違いは、発熱量が高くて燃料としての利用が可能なプラスチックをきれいなリサイクル物として得ることである。また、消化される汚泥は食品残渣、草木などとともに紙を含んでいる。生物分解性の低い紙を含んでいるため、トン当たりのバイオガス発生量は他のものよりも少なくなるが、生物分解性のものをすべて嫌気性消化プロセスで利用するため、得られるバイオガス総量は多くなる。

④MBT4:SRF 製造のためのバイオ乾燥 MBT with biodrying and SRF production

SRF 製造のためのバイオ乾燥プロセスのフローを図 3.2-7 に示す。

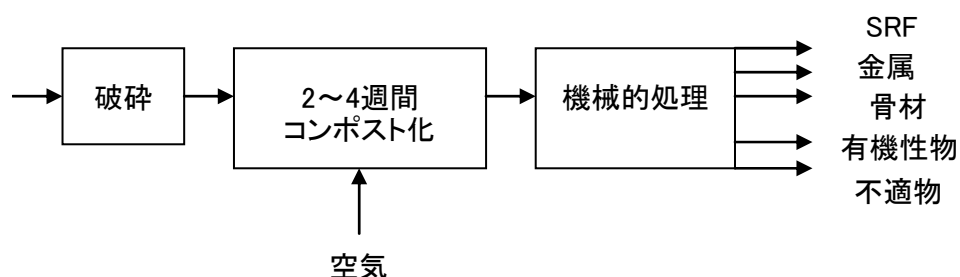


図 3.2-7 MBT3: MBT4:SRF 製造のためのバイオ乾燥フロー[情報 3]

最初に破碎され、そのすべてを 2~4 週間の短期間コンポスト処理する。このコンポストでは強制的に空気を供給する。空気供給と生物分解による発熱によって、全体の廃棄物が乾燥される。

バイオ乾燥された廃棄物は、機械的処理によって、SRF 燃料、リサイクル金属、骨材、埋立物が製造される。この場合に製造される固体燃料は、上記に示した RDF よりもより高度な処理によって得られるため、SRF と呼ばれる。

バイオ乾燥によって得られる SRF は、性状としては様々であるが、バイオマスに対してプラスチックの比率が高い SRF は、15~20MJ/kg の発熱量を持ち、セメントキルンでの利用に適している。しかし、量的には処理対象の 20~30%程度しか得られない。もっとバイオマス比率が高く、発熱量が 10~15MJ/kg となるが量的に 60%程度が得られるプロセスもある。

RDF ではなく、SRF の固形燃料を製造するのは、SRF の方がより安定で、市場価値が高いという利点があるからである。SRF の品質に関する標準規格が整備されてきている。

⑤MBT5:高速コンポスト化とリサイクル可能物回収

MBT with rapid composting and recycle production

高速コンポスト化とリサイクル可能物回収プロセスのフローを図 3.2-8 に示す。

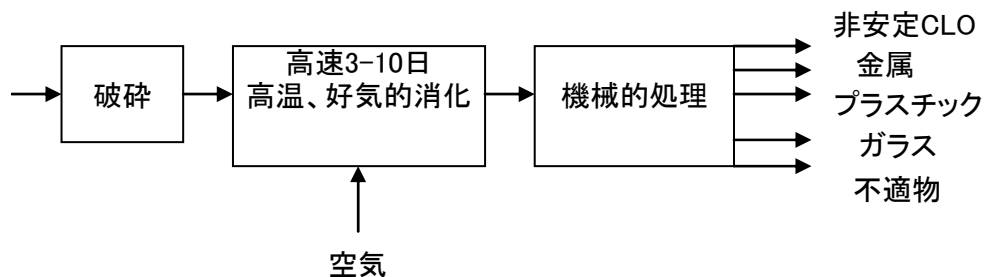


図 3.2-8 高速コンポスト化とリサイクル可能物回収プロセスのフロー[情報 3]

本プロセスの適用事例は少ない。高温下で混合攪拌する高速コンポスト化(6日間程度)を行う。機械的な摩擦と高温コンポスト化により、生物分解性物質は微細繊維状化する。この繊維は次の機械的処理によって他の廃棄物と容易に分離できる。

このプロセスはプラスチック、金属、ガラス、有機成分の多いバイオマス繊維をリサイクル可能物として得る。繊維は生物分解性が高く、土地で利用する場合にはさらに好気性分解が必要となるが、同時に、嫌気性消化の原料やバイオマス燃料に供することもできる。プラスチックは高発熱量燃料となる。

⑥MBT6:好氣的安定化 MBT with biostabilisation

好氣的安定化プロセスのフローを図 3.2-9 に示す。

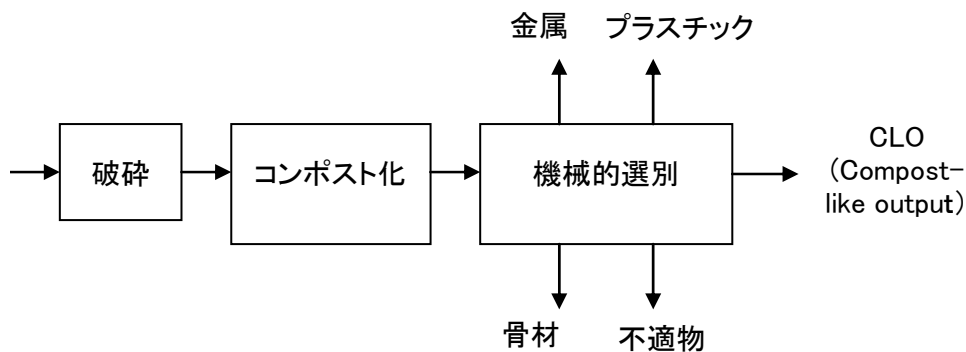


図 3.2-8 好氣的安定化プロセスのフロー[情報 3]

全ての廃棄物が数週間コンポスト処理され、埋立前に可能な限り生物分解性物質を取り除く方式である。

上記 6 種類の MBT によって得られるエネルギーやリサイクル物について、表 3.2-6 にまとめる。

表 3.2-6 様々な MBT プロセスによって得られる主なエネルギーのまとめ[情報 3]

MBT 構成	RDF 製造	SRF 製造	バイオガス (嫌気性消化)	リサイクル物
①MBT1:RDF 製造と コンポスト化	原料の 40～60%	なし	なし	金属、骨材
②MBT2:RDF 製造と 嫌気性消化	原料の 40～60%	なし	原料の 40%	金属、骨材
③MBT3:嫌気性消化 とリサイクル可能物 回収	なしだが、プラス チックが燃料とし て利用可能	なし	原料の 60～ 70%	金属、骨材、プ ラスチック
④MBT4:SRF 製造の ためのバイオ乾燥	なし	量と品質は制 御可能、原料 の 20～50%	なし	金属、骨材
⑤MBT5:高速コンポ スト化とリサイクル 可能物回収	通常なし、構成に よってはあり	なし	なし	金属、骨材
⑥MBT6:好氣的安定 化	通常なし、構成に よってはあり	なし	なし	金属、骨材

3.3 MBT の詳細

(1)MBT 処理システム[情報 11]

MBT 前処理に用いられる主な技術を表 3.3-1 に示す。前処理、選別、生物的处理について、以下に詳述する。

表 3.3-1 MBT 処理に用いられる主な技術[情報 11]

破袋・破砕	ハンマーミル、シュレッダー、回転ドラム、ボールミル、刃付湿式回転ドラム、破袋
選別	トロンメル、手選別、磁力選別、渦電流選別、湿式選別、風力選別、バラストティック選別、光選別
生物的处理	好氣的乾燥、コンポスト化、嫌気性消化

①前処理

生物的处理や選別を行う前に、マットレス、カーペットなどの粗大物は後段の処理で問題を引き起こすので前処理による除去が必要である。選別操作の前処理として、ごみ袋を破り、内容物を解放する、あるいは、破砕して、選別や生物処理に適したサイズに小さく揃える。

前処理に用いられる技術を表 3.3-2 に示す。

表 3.3-2 前処理（破袋・破碎）技術の種類と原理等[情報 11]

技術	原理	備考
ハンマーミル	鋼製ハンマーがスイングしてサイズを小さくする	ハンマーの磨耗、ガラス・骨材の粉碎・未回収、与圧コンテナの除外
シュレッダー	刃やフックが高トルクでゆっくりと回転する。剪断操作によって、対象物は破れるか切断される。	大きくて硬い物質によって物理的に破損する。与圧コンテナの除外
回転ドラム	対象物は回転ドラムのサイドを上昇し、センターに落ちてくる。重力を使って、混合し、均一化する。ガラスや金属などの比重が高く、磨耗性のある物質は柔らかな物質を破碎する助けとなり、結果的に紙や他の生物分解性物質のサイズを小さくすることができる。	水分の高い物質は問題となる
ボールミル	回転ドラムで重い球を用いて、廃棄物を破碎し、粉碎する。	ボールの磨耗、ガラス・骨材の粉碎・未回収
刃付湿式回転ドラム	廃棄物は湿らされ、大きな塊を形成するが、ドラムの中で落ちる時に刃で切断される。	比較的細かいサイズになる。粗大物によりダメージを受ける可能性
破袋	プラスチック袋を破るための弱いシュレッダーで、ほとんどの廃棄物はそのままだ。	サイズは小さくならない。大きな硬い物質によってダメージを受ける。

②選別

選別は生物処理の前で行われる場合と後で行われる場合とがある。MBT の目的が、埋立前の安定化だけの場合は選別は不要である。用途に応じて様々な選別装置が用いられる。表 3.3-3 に選別技術の種類と対象物等を示す。

表 3.3-3 選別技術の種類と対象物等[情報 11]

廃棄物選別技術	選別特性	対象物	備考
トロンメル	サイズ	大一紙、プラスチック。小一有機物、ガラス、fines	空気制御、洗浄
手選別	目視	プラスチック、汚染物、粗大物	職務倫理 Ethics of role、健康、安全
磁力選別	磁力	鉄	実績あり

渦電流選別	電気伝導率	非鉄金属	実績あり
湿式選別	比重差	浮遊物－プラスチック、有機物 沈殿物－石、ガラス	水分を含む廃棄物
風力選別	重さ	軽い－プラスチック、紙 重い－石、ガラス	空気洗浄
バラストック選別	比重と弾性	軽い－プラスチック、紙 重い－石、ガラス	選別率が重要
光選別	回折	特殊なプラスチックポリマー	選別率が重要

③生物処理

生物的处理は好氣的乾燥(Aerobic Bio-drying)、コンポスト化(Aerobic In-Vessel Composting)、嫌気性消化(Anaerobic digestion)のいずれかであり、生物的处理のオプションを表 3.3-4 に示す。

表 3.3-4 生物的处理のオプション[情報 11]

好氣的乾燥	好氣的バイオ乾燥／バイオ安定化、一部をコンポスト化
コンポスト化	廃棄物をバイオ安定化するか、有機物リッチな廃棄物を処理する
嫌気性消化	分別された有機物リッチな部分を対象にメタン発酵

嫌気性消化には様々な方式があり、[情報 13][情報 14]において、その分類と主要メーカー別実績が掲載されている。

[情報 13]における分類とメーカー名は表 3.3-5 のように整理されている。

表 3.3-5 メタン発酵施設のメーカー別実績等[情報 13]

メタン発酵方式分類	主要メーカー名
湿式 1 段プロセス	Waasa、BTA、Linde-KCA、BIMA(Entec)
乾式 1 段プロセス	Dranco、Kompogas、Valorga
2 段プロセス	BTA、Linde-KCA、SUBBOR

[情報 13] California Integrated Waste Management Board、Anaerobic Digestion Technologies Used for Treatment of Municipal Organic Solid Waste 2008

(2)MBT 施設の運転例

[情報 20]にドイツ Ennigerloh MBT 施設の運転例の紹介があり、以下にその概要をまとめて示す。

①概要

ドイツでは 2005 年 6 月から、無処理の廃棄物の埋立が禁止され、有機物埋立に厳しいガ

イドラインが適用されている。

残渣廃棄物 **residual waste** は埋立前に処理を行う必要があり、焼却処理と **MBT** 処理のどちらかの方法が取られる。**MBT** は大型の焼却施設に反対の大きい地方で急速に導入が進んだ。**Ennigerloh****MBT** は 2002 年稼動開始した年間 16 万トン処理できる **MBT** 施設であり、地方自治体に現在の環境法令の義務をすべてクリアし、ゲートフィーの収入と **RDF** 製品の販売収入をもたらしている。このプラントは地方自治体に、2020 年までにすべての都市ごみをリカバーする持続可能な廃棄物管理システムの構築にチャレンジすることを可能にした。

②RDF 製品 背景

過去においては、ドイツでは商業廃棄物は埋立処分されていたため、**EfW** プラントと混焼プラントは、**RDF** 製品をめぐる競争していた。2005 年 6 月以降に未処理廃棄物の埋立が禁止されてから、市場での **RDF** の量は着実に増えてきている。いくつかの地域では廃棄物の熱処理能力は十分ではないが、**RDF** の供給が需要を超えてきている。

③RDF マーケット

Ennigerloh では、機械選別施設が建設された時は、**RDF** の主な顧客は地域のセメント工場であった。密度の高いペレット状ではなく、このプラントではセメントキルンでの利用に適した軽量のフラフ **RDF** を製造した。セメントキルンでは均一な燃焼特性を必要としており、ペレットでは高密度で重過ぎるためである。しかし、**MBT** プラントが稼動する頃には多くのセメント工場が閉鎖となり、**RDF** の需要に大きな影響を与えた。

④RDF の組成

表 3.3-6 は 2002 年以降に当プラントで製造された **RDF** の組成を示したものである。商業廃棄物が増えてきたので発熱量と灰分が上昇している。

表 3.3-6 MBT プラント **Ennigerloh** で製造された **RDF** の組成[情報 20]

	2002	2003	2004	2005
低位発熱量 (kJ/kg)	16,500	17,800	18,100	18,700
乾燥物(%)	91.2	92.6	93.1	93.7
灰分(%)	15.75	13.50	15.45	16.70
塩素(%)	0.91	0.97	0.80	0.73
フッ素(%)	0.04	0.04	0.04	0.01
硫黄(%)	0.10	0.10	0.10	0.13

⑤RDF 中の重金属含有量の基準と測定値

認定を受けるためには、500 トンの **RDF** 製造ごとに分析を連続 1 年以上行い、基準値以下であることを確認する必要がある。鉛と銅の含有量が地域ガイドラインを超えることがあつ

たが、搬入物チェックにより、重金属含有の多い搬入物を排除した結果、基準以下となっている。

⑥塩素含有量

セメント原料に塩素が多い含まれると強度が弱くなるため、塩素濃度を低くする必要がある。ハンディタイプのセンサーで搬入物の塩化ビニル含有をチェックし、排除を行っている。

⑦投資コスト

1993 年以降に Ennigerloh 廃棄物処理センターで行った投資の概略コストを表 3.3-7 に示す。

表 3.3-7 投資コスト(Ennigerloh 廃棄物処理センターの例) [情報 20]

投資コスト	概略コスト(百万ユーロ)
埋立地建設	13.5
埋立ガス回収	4.3
浸出水の回収・処理	6.8
排出源分別された有機性廃棄物のコンポスト化プラント	13.0
RDF 製造のための機械的選別プラント	14.0
混合廃棄物の生物処理プラント	25.0
インフラ設備	11.9
トータル投資コスト	88.5
埋立地管理	31.8
MSW 焼却プラント年間処理費	2.5

⑧現在の処理費と将来動向

現在の処理費と将来動向を表 3.3-8 に示す。

表 3.3-8 現在の処理費と将来動向 [情報 20]

プロセス	物質	ユーロ/トン	将来動向
MBT	家庭廃棄物と商業廃棄物の混合物	87	
焼却	MBT に不適な物、重量物分離	120 ^{※1}	ドイツでは処理施設容量が不十分なため高騰が予想される
埋立	コンポスト後の安定化物	54	比較的安定
RDF 市場	選別・精製された RDF	70	今後 3、4 年間で 15～20%以上上昇する可能性

※1 120 ユーロ/トン は 10MJ/kg の廃棄物の処理費(ゲートフィー)で、商業廃棄物が入ると発熱量が 12MJ/kg となり、その場合、処理費は上昇する。

3.4 MBT 処理に関する日本語の文献

MBT 処理に関する日本語の文献は表 3.4-1 下記に示すようなものがあるが、ドイツやオーストリアなど現地の MBT 施設の視察を行った報告が多い。表 3.4-2 は現地調査報告を行った報告の概要をまとめたものである。

表 3.4-1 MBT 処理に関する日本語文献

宮崎大学関戸知雄・土手裕	ドイツにおける埋立地に関する基準と廃棄物処理の動向、廃棄物学会誌(2008.1) [情報 21]
北海道大学古市徹・谷川昇・石井一英	バイオマスとエネルギー、ヨーロッパにおける Waste to Energy の動向、廃棄物学会誌(2007.5) [情報 22]
(独)国立環境研究所・朝倉宏	MBT 国際会議参加報告、廃棄物学会誌(2006.11) [情報 28]
SPNet 情報企画(有)調査団	MBP システム最新ごみ処理欧州調査報告書(2005) [情報 23]
浦邊真郎	欧州における MBT 技術の特徴と我が国への適用を考える、環境情報(2005.9) [情報 24]
(有)エコ・プランナーズ、福岡大樋口壮太郎ら	オーストリアにおける MBP システム・焼却以外の方法としての MBP 施設、月刊廃棄物(2004.6) [情報 26]
九州大学島岡隆行・中山裕文	ドイツにおける MBP の最新動向・焼却と MBP を組み合わせて環境負荷の低減を図る、月刊廃棄物(2004.5) [情報 25]
福岡大学樋口壮太郎	ドイツにおける MBP システム・廃棄物の新たな考え方と最終処分場の延命化、月刊廃棄物(2004.4) [情報 27]
R. Damiecki(ドイツ)	ISWA パリ 2000 世界会議、都市ごみの機械的・生物学的前処理、都市清掃(2001.1)

表 3.4-2 現地調査を行った MBT 施設

島岡 [情報 25]	ドイツ MBP ゲッシャー	ドイツ西部のノルトラインヴェストファーレン州、2000 年 12 月稼動開始、85000 トン/年、15 日間好氣的処理後、埋立
	ロッペン MBP 廃棄物処理施設	Roppen Westtirol Austria、生ごみ、剪定枝、1 万トン/年、発電 300kw、メタン発酵、残さはコンポスト、液体肥料
	クーフスタイン MBP 施設	Kufstein Austria 都市ごみ、4000 トン/年、好氣的処理、焼却または埋立
浦邊 [情報 23]	ドイツ EVA 社	Sutco Recyclingtechnik 社のシステム、1997 年稼働、破碎、選別、磁選、80mm 以上は焼却・発電 80mm 以下はトンネルコンポスト→一部 RDF、残りは埋立

浦邊 [情報 23]	ドイツ RMB 社、フランクフルト	1999 年、コンボガス式バイオガスパラント稼動、破碎、トロンメル選別、磁選後の組成、10mm アンダー 発酵槽へ 厨芥系 80% →ガスエンジン 250kw×3 台、10～80mm コンポスト原料化剪定枝等 15%、80mm 以上異物搬出 袋・プラ類 5%
古市 [情報 22]	ドイツ Schaumburg	1993 年機械選別施設、2005 年生物処理施設増設され、MBT 施設。嫌気性、好気性処理。安定化した残さ(投入の 60%)が埋立処理
古市 [情報 22]	スウェーデン、ストックホルム 西方 Vasteras バイオガス化施設	資源作物及び有機廃液をバイオガス化、湿式異物除去、湿式破碎・スラリー化、湿式メタン発酵、残さコンポスト、液肥、メタンガス精製・自動車燃料化
関戸 [情報 21]	ドイツハンブルク近郊リュネブルク GfA lueneburg 社廃棄物処理施設	好氣的処理、MBT 残さは埋立。埋立地から発生するメタンは回収し、発電。

第4章 欧州現地調査

4.1 調査概要

欧州における廃棄物処理の現状、特に MBT（機械的選別・生物学的処理システム、Mechanical Biological Treatment）技術の導入・運営状況や広域化処理などに関する実態を調査し、第2章～第3章にて把握した内容を補完する。

1) 調査期間：平成23年2月6日（日）～2月13日（日）[7泊8日]

2) 調査地域：ドイツ連邦共和国、フランス共和国

3) 調査日程および調査先：

①2月7日（月）；ドイツ・ヴュルツブルグ市

施設－A. Würzburg MHKW（ごみ焼却発電施設）

②2月8日（火）；ドイツ・ヴュルツブルグ市

施設－B. Würzburg Recycling GmbH（資源選別施設）

施設－C. Würzburg Kompostierungs GmbH（コンポスト化施設）

③2月9日（水）；ドイツ・ロストック市

施設－D. EVG-Raba 社の MBT 施設

施設－E. Vattenfall Europe New Energy Ecopower GmbH の RDF 発電

④2月10日（木）；フランス・Varennnes-Jarcy

施設－F. SIVOM（シボム）組合の MBT 施設

⑤2月11日（金）；フランス・Valence

施設－G. SYTRAD（シトラッド）廃棄物処理組合の MBT 施設

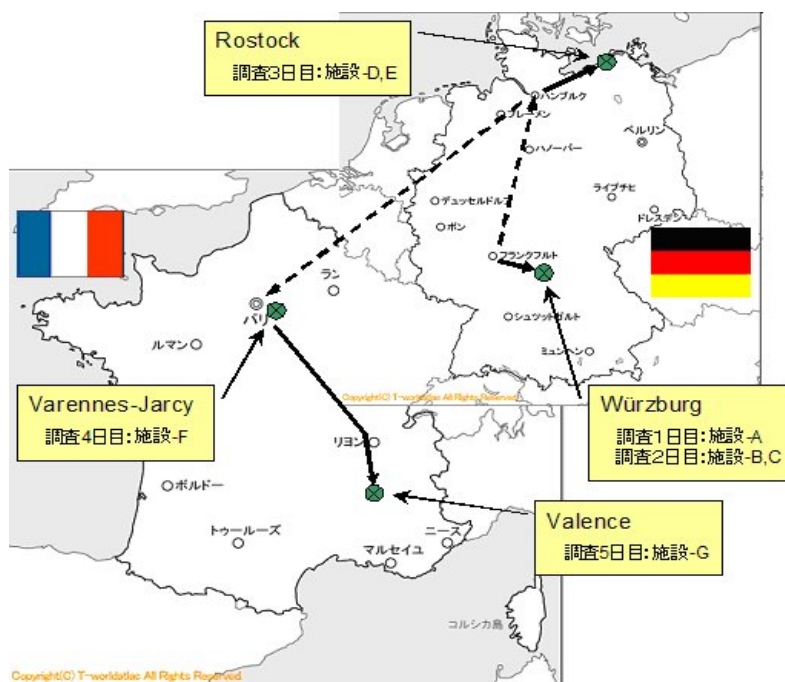


図 4.1-1 欧州 MBT 等技術調査の行程概要

4.2 調査結果

(1)調査施設の概要

今回、調査を行った施設の概要を表 4.2-1 に示す。EU の埋立指令に基づき、焼却熱回収施設、コンポスト化、メタン発酵施設が増加しており、また、固定価格買取制度の影響も大きく、バイオマス発電施設に木くずが多く集まっており、従来飼料化していた事業系生ごみのメタン発酵施設への切り替えや余剰メタンのガス管導入等が実際に行われつつある状況が今回の調査で確認できた。

表 4.2-1 調査施設の概要

	ドイツ・ヴェルツブルグ市		
	ごみ焼却発電施設	資源選別施設	コンポスト化施設
対象人口	近郊 38 万人、遠隔 52 万人		
処理対象物	家庭からのその他ごみ(コンポスト化、資源化物以外)、企業やリサイクル施設からの可燃性残渣、下水汚泥	缶・ビン、ペットボトル、発泡スチロール、新聞、雑誌、木質等	分別された生ごみ・枝葉
処理規模	22 万トン/年	現在停止中	5.2 万トン/年
処理方法	ごみ焼却発電・熱回収	素材別に選別し、梱包	乾燥後、木質バイオマス燃料とコンポスト製造
アウトプット	発電 25MW+熱供給 28MW	リサイクル物	木質バイオマス燃料+コンポスト

	ドイツ・ロストック市		フランス・Varennese-Jarcy シボム組合	フランス・Valence シトラッド組合
	MBT 施設	RDF 発電施設	MBT 施設	MBT 施設
対象人口	市内 20 万人、近郊 12.5 万人		17 万人	52.6 万人
処理対象物	生ごみ分別はしておらず、容器包装、紙、その他ごみの 3 種分別で、その他ごみを処理	隣接 MBT 施設からの RDF と遠隔地から搬入される RDF	紙、容器包装、有機ごみ(枝葉)、その他ごみの分別のうち、有機ごみとその他ごみを処理	資源ごみは分別センターに市民自ら持ち込み、残りの家庭ごみを収集処理
処理規模	19.5 万トン/年	17 万トン/年	7 万トン/年	15 万トン/年
処理方法	破碎選別により 50%RDF と 50%の有機物(メタン発酵、コンポスト化)	RDF 焼却発電・熱回収	プラ、ガラス、金属を選別後、メタン発酵+コンポスト化	プラ、ガラス、金属を選別後、コンポスト化
アウトプット	RDF+メタン発電 1.2MW+メタン+コンポスト	発電 20MW + 熱供給	発電 3MW+コンポスト 3 万トン	コンポスト

(2)現地調査の詳細

以下に各施設の調査結果の詳細を示す。

A) ドイツ・ヴュルツブルグ ごみ焼却発電所 (Würzburg MHKW)

訪問日時：2月7日(月)、11:00~16:00

相手先：Mr. Ferdinand Kleppmann (施設長)

日本側：角田、薄木、塚原、秩父(以上、日本環境衛生施設工業会(JEFMA))、
吉川(株式会社アーシン)

日独通訳：ハルコ・クノール・コジマ(Haruko Knorr-Kosima)

受領資料：① ZVAWS Integrated Waste Management Concept 2009

② ZVAWS カタログ(ZVAWS: ヴュルツブルグ地域廃棄物目的連盟)

1) ヴュルツブルグ地域の廃棄物処理フロー

図 A-1 にヴュルツブルグ地域の廃棄物処理・リサイクルのフローを示す(受領資料①)。図の上部に示されている“Joint Waste Management Authority”が ZVAWS (ヴュルツブルグ地域廃棄物目的連盟)を構成する、ヴュルツブルグ市、ヴュルツブルグ郡、キッチンゲン郡である。

また、“Contractual partners”は、広域連合を形成する次の5つの地域であり、位置関係については図 A-5 の左下部分に示されている隣接地域である。

- ・ ABV Ansbach ・ Bad Kissingen 郡 ・ Neustadt/Aisch-Bad Windsheim
- ・ Weißenburg-Gunzenhausen ・ Ostalbkreis (隣の Baden-Württemberg 州)

Kleppmann 氏によれば、ヴュルツブルグ地域は、コンポスト、リサイクル、廃棄物発電が3分の1ずつの割合で処理されており、ドイツおよびEUのモデルとなるものである。図 A-1 のフロー図では、有機性廃棄物は分別収集されコンポスト(60,000 トン)、ガラス、金属、プラスチック、紙類は別途排出されてリサイクル(70,000 トン)、その他家庭ごみ(63,800 トン)が焼却発電施設に搬入されている。

焼却発電施設 MHKW へのごみ搬入量は、総量で年間 220,000 トンで、その内訳は次のとおり。

ZVAWS 域内の家庭ごみ；	63,800 トン／年
近隣5地域の家庭ごみ；	78,900 トン／年
下水汚泥；	9,900 トン／年
商業ごみ；	1,100 トン／年
リサイクル施設からの残渣；	700 トン／年
企業等からのエネ回収用可燃物；	45,500 トン／年
リサイクル施設からのエネ回収用可燃物；	20,100 トン／年

焼却以外の行き先は、コンポストに 60,000 トン、リサイクルに 110,000 トン、最終処分場(不燃物)に 1,400 トンとなっている。また、図 A-1 の左下部分にある“waste tourism”の約 20,000 トン／年は、東欧諸国へ輸送されておそらく埋立にまわっており、「負」の部分である。

**Zweckverband Abfallwirtschaft Raum Würzburg -
Integrated Waste Management Concept 2009**

Joint Wastement Authority: City of Würzburg, Counties of Würzburg and Kitzingen;
Contractual partners: ABV Ansbach, Counties of Bad Kissingen, Neustadt/Aisch - Bad Windsheim, Weißenburg-Gunzenhausen, Ostalbkreis;
Treatment of the waste from 900 000 residents

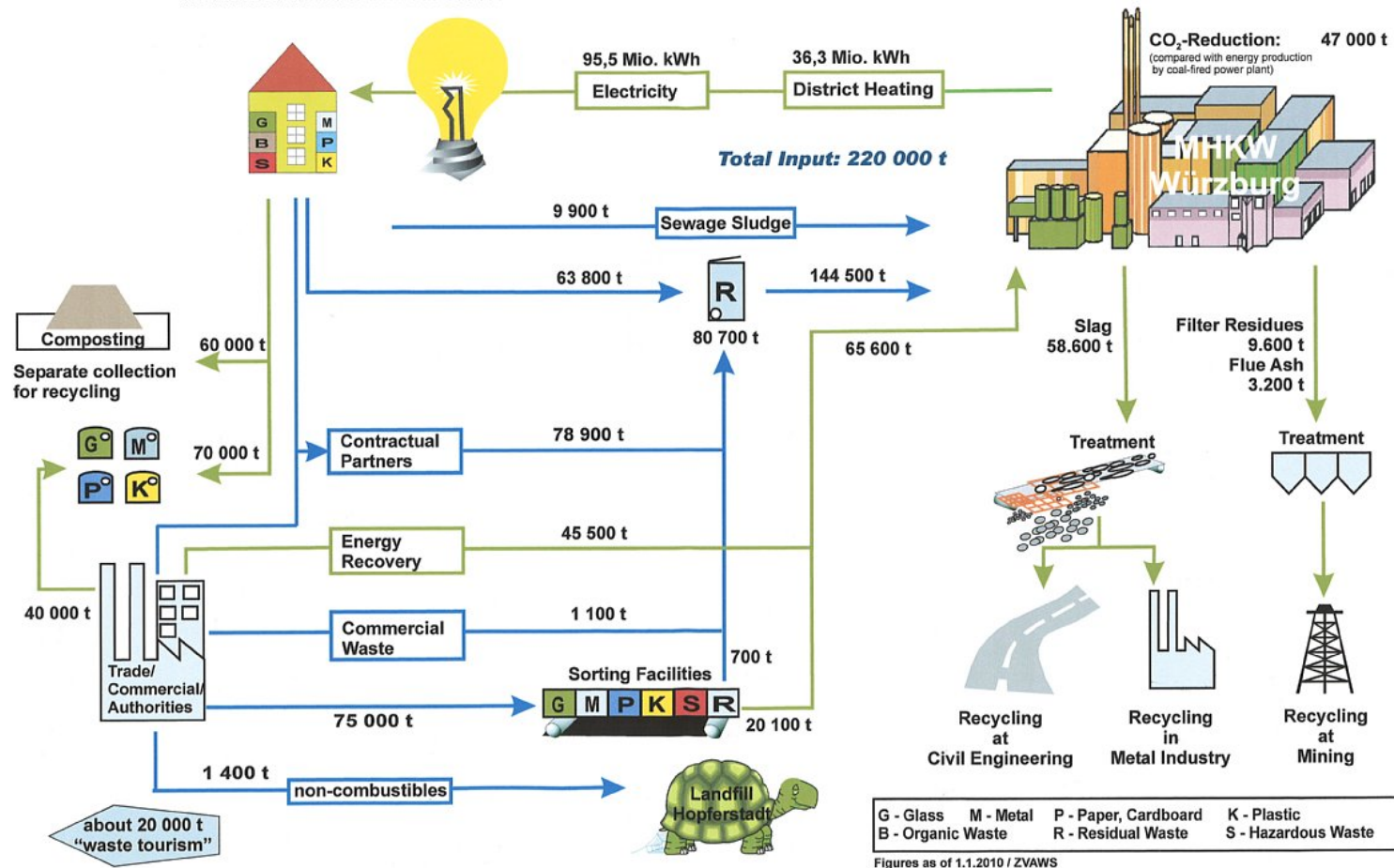


図 A-1 ヴェルツブルグ地域 (ZVAWS) の廃棄物処理・リサイクルのフロー図 [受領資料①]

2) ごみ発電 (W t E) 施設の経済性、経営主体について

ヴェルツブルグ MHKW 施設の収入に関しては、図 A-2 に示すとおりである。

ZVAWS 地域 38 万人分のごみ収入は、112 ユーロ/トンで全体の 23% を占める。1998 年に 3 系列目を増設し処理規模が増大した結果、処理料金をトン当たり 25～30 ユーロ下げることができた。他 5 地域 52 万人分のごみ収入は、130～140 ユーロ/トンで地元の ZVAWS 地域より若干高い料金設定で、15～20 年の契約

を行っている。汚泥については、近い将来、農耕地に入れられなくなるので流動床炉を新設し、リンを取り出す予定で、2 年後に 4,000 万ユーロ投資する計画である。産廃処理は主に建廃、A S R、廃プラを対象としており、発熱量や組成に応じて料金は変わるが、平均 70 ユーロ/トンで、景気動向や競合施設に

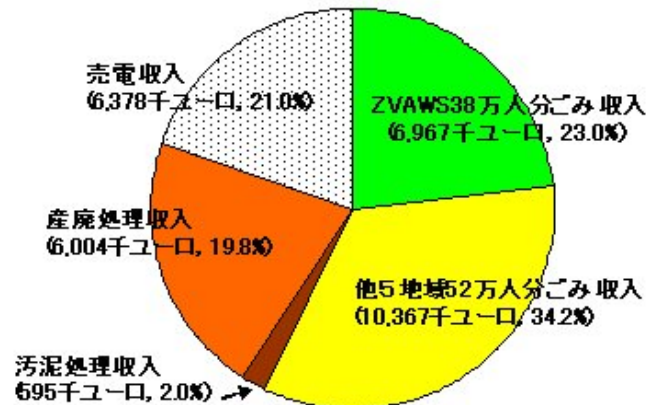


図 A-2 ヴェルツブルグ廃棄物処理組合 (ZVAWS) の収入内訳

より、50～150 ユーロ/トンの幅で変動してきている。今は、景気回復によりごみ量が増えてきているが、処理施設が増えたため、ごみ獲得競争が激しいようである。

搬入したごみのストック用倉庫 (5000 トン) を建設している。これは「エネルギー倉庫」の位置づけである。冬期には建設業は休みが多くごみ搬入量は少なくなり、クリスマス休暇には企業が 2 週間休むため、1 月のごみは特に少なくなる傾向がある。「エネルギー倉庫」に蓄えたごみを 1 月に燃やす計画である。医療廃棄物はプラ容器に入れられて施設に入ってくる。

ドイツ国内にある約 70 ヶ所の焼却施設の内訳は、公営：50%、民間：25%、Private Public Partnership (公営と民間の協同)：25% となっており、全体としては公営の方に流れが行っている。民間では、E O N (電力会社) が 10 ヶ所、ルモンディス (REMONDIS) がフランクフルト等に 8 ヶ所の施設を保有している。また、ルモンディス (売上 40 億ユーロの会社) はケルン市と組み (ケルン市 51%、ルモンディス 49% 出資)、年間 70 万トンの処理を行っている。また、バイエルン州はほとんどが公営であるが、ケルンやデュッセルドルフ (ノ르트ライン・ヴェストファーレン州、ルール工業地帯) には民間運営の施設が多い。

3) その他 (売電単価等) について

ごみ発電によって、エネルギー需要全体の最低 5% 程度のエネルギーを製造することができ、この施設だけで自動車 2 万台分の CO₂ 削減に匹敵するとの説明であった。ごみ発電単価は、F I T (固定価格買取制度) ではなく市場価格によって決まり、ドイツはライプチヒに市場がある。現状では売電単価は 5 セント/ kWh 前後であるが、もし、固定価格買取制度が適用され、20 セント/ kWh になれば、その収入だけで十分経営が成り立ちごみ処理料金を取る必要がなくなる。

6) ヴェルツブルグ MHKW の施設概要

- 年間ごみ処理量は 22 ～24 万トン
- 3 系列で、蒸気発生量が 60t/h が 1 系列（3 号炉）と 30t/h が 2 系列
- 蒸気条件は、42bar、415℃
- 水冷ストーカで、メーカーはスイスのスティーフェル
- アムステルダム（オランダ）、リスボン（ポルトガル）、ブレシア（Brescia、北イタリア）では、蒸気条件 60bar、500℃の条件だが 3 ヶ所とも高温腐食が問題であり、SH などにはインコネル（合金）のコーティング。2 日間でスーパーヒーターを交換できる構造にしている
- ポルトガルでは 9 セント/kWh の補助金が設けられている



図 A-3 ヴェルツブルグ MHKW の全景 [受領資料②より引用]
(手前が 1984 年竣工の 1、2 号炉。奥が 1998 年竣工の 3 号炉。手前右は、管理棟)

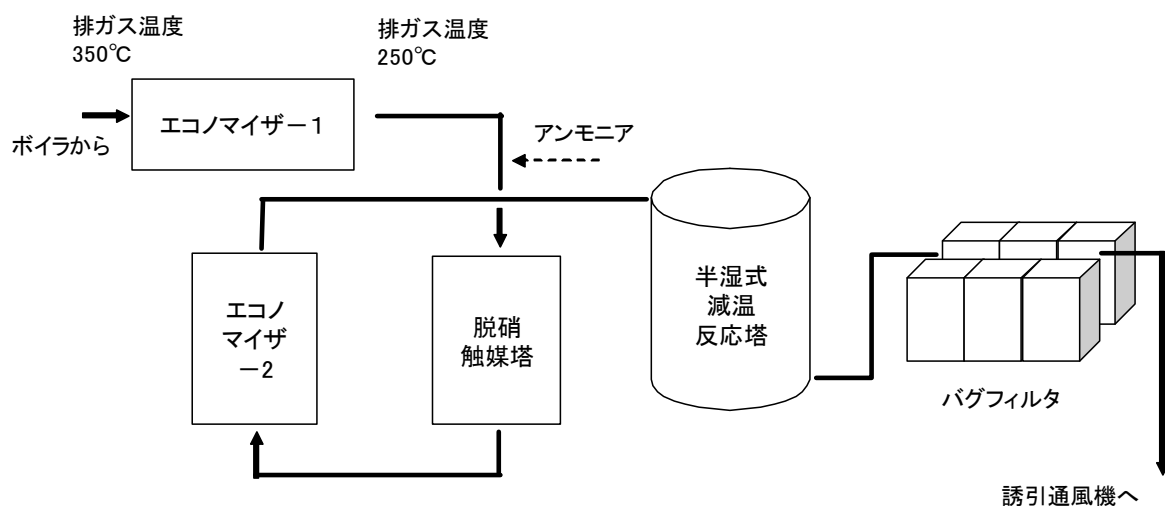


図 A-4. 排ガス処理システムのフロー

- 排ガス処理は、「脱硝触媒＋エコノマイザ＋半乾式システム」を採用。図 A-4 を参照
- エコノマイザ-1 出口の排ガスは 250℃で運転。280℃で運転すると鉛の被毒が出る。バグフィルタは 140℃で運転

- この排ガス処理システムのメリットは、安い、シンプル、湿式のような再加熱は不要、化学エンジニアが不要
- デメリットは飛灰が多いことと HCL や SO_x の除去性能は湿式より劣ること
- ごみピット上部に監視カメラを設置。ドイツでは、年間 3 ヶ所でピット火災。どう対処すべきかの会議が近々開催される予定
- 半年以上ごみを積んでおくと圧力がかかるので、3 ヶ月できれいにするようにしている。発火したら放水しても水が中まで入らないので泡で消火
- 発電 25MW+熱供給 28MW
- 近隣のカスタービン発電施設 80MWとこの施設の 25MWの発電により、このエリアの 80% の電気をまかっている。大学、刑務所、その他に熱供給。
- 年間 3000 人の見学者
- タービンは、ドイツ・ジーメンス製 (12MW) とイタリア・アンサルルド製 (17MW)。イタリア製はトラブルが多い
- Hg は連続測定。年に 1、2 度上がることもある。100%とは言えないが 90%はうまくいっていると評価

6) 広域連携ごみ処理体制

今回の調査の目的の一つである海外における広域処理について、バイエルン州を例にして広域連携ごみ処理体制の概要を以下に整理する (図 A-5 を参照)。

- バイエルン州では、焼却施設を持たない自治体は、どこの焼却施設で焼却処理をするのかを自由に選ぶことができる。焼却施設側から見ればごみの取り扱いとなり、ヴュルツブルグの競争相手は東南部に位置するニュールンベルグである。ニュールンベルグの処理単価は、施設を新設したこともあり、190 ユーロ/トンと高い。これに対し、ヴュルツブルグでは 125 ユーロ/トンの提示をして、コスト優位性をつくって 15 年間の契約ができた。
- 150km 離れたところからもごみは来る。150km ならアウトバーンを利用すれば 1 日 2 往復できる。
- 3 つの施設、Schweinfurt、Schwandorf、Ingolstadt とは協力関係にあり、修理など困った時に他地域にまわすこともある。
- 図 A-5 の斜線部 (Bad Kissingen、Ansbach) のごみは Würzburg 施設と Schweinfurt 施設で 50:50 とか 75:25 などに分けて処理されている。なお、Ansbach にはサーモセレクト方式の施設があったが閉鎖された。
- ヴュルツブルグには 1 日 100 台での 20 トントラックによる搬入があり、ドイツでは 90%がトラック輸送となっている。鉄道は積み込む場所が必要であり割高である。
- ミュンヘンは遠方の自治体からごみを受け入れている。これはミュンヘンでごみが足りなくて、従来は埋立処理していた地域のごみを安い金額で契約したものである。
- 中継基地は、バイエルン州政府が計画中である
- ドイツの他の州でもバイエルン州と同様に競争になっているが、デュッセルドルフ・ケルン・ドルトムントがあるノルトライン・ヴェストファーレン州は州政府がどこのごみをどこに持っていくかを決めている。これは州政府の与党がどこかによって変わる。ノルトライン・ヴ

ェストファーレン州はSPD（ドイツ社会民主党）が与党。

- バイエルン州は外からは受け入れるが、外に出してはいけないことになっている。図 A-5 には、他州（Baden-Württemberg）の3ヶ所からバイエルン州に搬入されている様子が示されている。

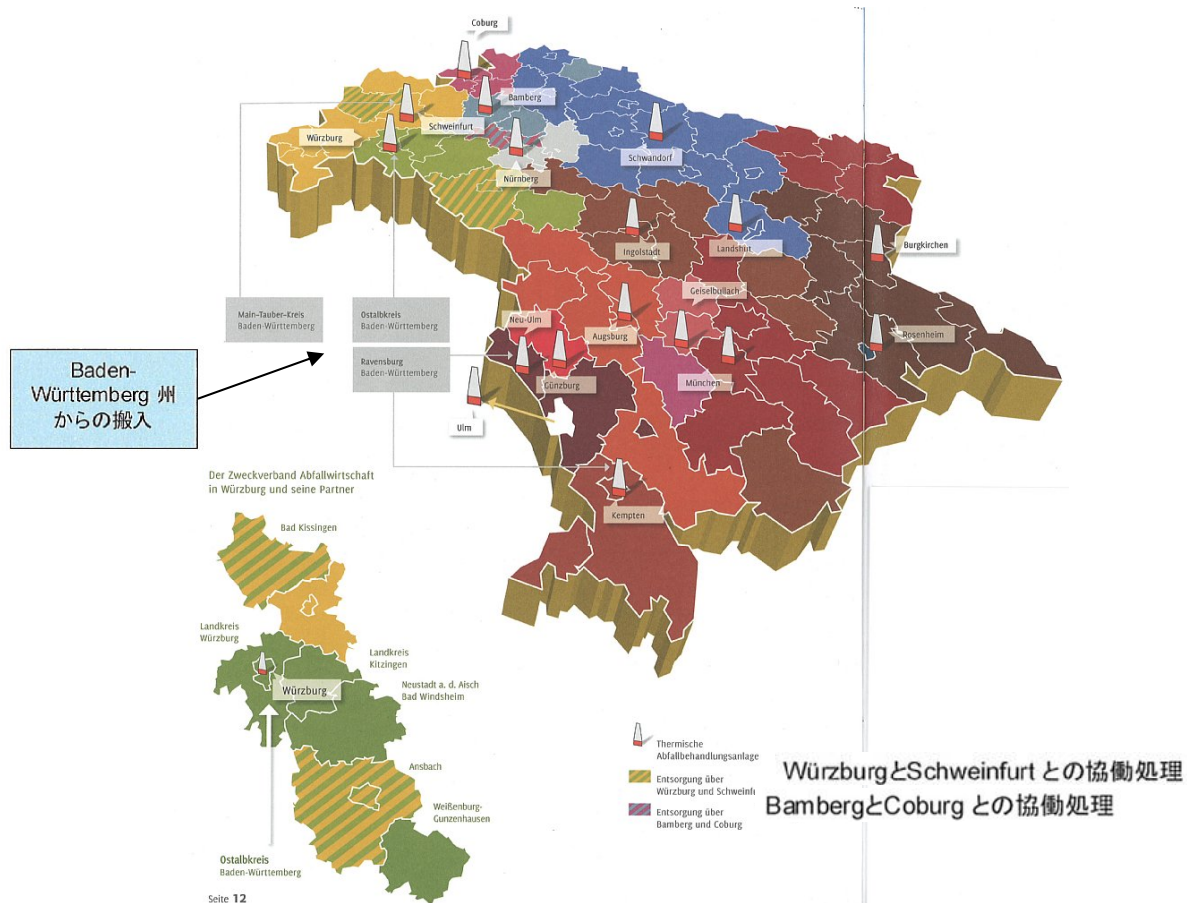


図 A-5. ドイツ・バイエルン州における広域連携ごみ処理体制の概要
[受領資料②を引用して編集]

B) ドイツ・ヴュルツブルグ 資源ごみ選別施設 WRG (Wurzburg Recycling GMBH)

ドイツ南部バイエルン州

訪問日時：2011年2月8日（火）11：00～12：00

相手先：Mr. Ferdinand Kleppmann

日本側：角田委員長、薄木、塚原、秩父（以上、日本環境衛生施設工業会（JEFMA））、
吉川（株式会社アーシン）

日独通訳：クノール・ハルコ・コジマ

1) 施設の概要

15年前、隣接する焼却発電施設 MHKW がまだ2炉しかなかった頃、企業からのごみから有価物を選別し、残りを焼却する目的でスタートした。バイエルン州で最初の官民協業企業（PPP）である。

資本は、市が50%、民間企業二社が20%ずつ、隣接焼却炉の会社が10%出資している。

コンテナで収集されたものを受け入れる形態の集積場として機能しており、約100km離れた地域からも運ばれてくる。

ただ、現状は、資源ごみ（主にプラスチック類など）が東欧などの処理費が安い地域に流れることで、本施設には入ってこない。紙や金属、プラスチックなど70ユーロ//トン程度が市場感で、この施設成り立つためには、80ユーロ//トン程度の取引価格が必要である。東欧などで、5ユーロ//トンで引き取る埋立地もあり、明らかに不法投棄のような違法行為であり、最近EUで締め付けを行うなどの動きもあり、値段が上がってきている。景気も良くなっているため、そのうち、相場が上がってくれば、稼働再開する予定である。

2) 資源ごみ毎の状況

・有害廃棄物

年1000t程度。中間保管して、州に一箇所ある回転炉のある施設で焼却処理している。



写真 B-1 有害廃棄物を保管



写真 B-2 タイル類



写真 B-3 家庭、オフィスからの資源ごみ



写真 B-4 石膏ボード

- ・ タール混じりの防水床タイル

分析して成分確認をしたうえで、原則埋め立て処分だが、紙類と一緒にになっているものは焼却可能。

- ・ 家庭、オフィスからの資源ごみ

上記のとおり、4 c m穴のあるトロンメルと磁選、手選別（2 ライン）の施設が休止状態となっている。現在は近郊のもっと安い施設に流れている。

紙、プラ、ペットボトルなど、バール化されて施設内に保管されており、市場価格があがるのを待っているとのこと。

- ・ 発泡スチロール

リサイクルとして再利用されている。

- ・ 工事廃材（れんが）

建設資材として再利用可能。

- ・ 石膏ボード

建設廃材の埋め立て処分場はどの自治体も持っており、基本的にはそこへ運ぶ。ドイツ全体で1 億トン/年あり、ここへ入る廃棄物のなかでも一番多い。

- ・ 廃木材

ヤードに、1) きれいな木材、2) 家具、3) 加工木材、4) ガラスや樹脂混じりの木材の 4 種類に分別されている。どれも原則、バイオマス発電所へ売却または処理費を払って持っていく。1) は 20～30 ユーロ/トン程度の有償で売却できるが、2)、3) はほぼ土ゼロ、4) は処理費を払っている。

バイオマス発電所は、約 50 k m離れたニュールンベルグの近くにある。



写真 B-7 家具類



写真 B-8 ガラスや樹脂混じりの木材

- ・ パレット

これもバイオマス発電所へ有償で売却。

- ・ ガラス

ほとんどがワインのボトルである緑のガラスと、その他の透明なガラスに分けてヤード保管されている。これは、ボトルに再利用されるため、有償で引き取ってもらう。



写真 B-9 パレット



写真 B-10 色付ガラス

3) 資源ごみリサイクルの課題

案内してくれた施設長の Mr. Kleppmann 氏によると、資源ごみのリサイクルには大きく三つの課題があるとのこと。

一点目は、DSD の問題である。DSD は、10 年間独占事業としてやってきたが、競合する会社もでてきており、これからどういう方向へいくのか誰もわからない。もう解散したほうがいいのかという意見はドイツ国内でもあるが、年間 10 億ユーロもの売上有る大企業であり、それなりの発言力もあるため、公に不要論を唱える人はいない。ただし、今後のドイツのリサイクル市場にとっては、課題のひとつであることは間違いない。

二点目は、バイオマス発電である。政府から固定価格買取制度 FIT という形で補助がでているが、国民の電気代に対する負担が約 100 ユーロ／年と大きく、補助を出さないでフリーマーケットにしたらかどうかという意見もある。木材をマテリアルリサイクルできるのに、バイオマス発電所に持っていけばお金がもらえるので、マテリアルリサイクルが後回しになっている。これも課題のひとつである。

三点目は、リサイクルの市場全般について、市場原理のなかで運営されていることで、適正処理、または有効なリサイクルといった観点が損なわれかねないという問題である。とにかく、廃棄物は市場原理に乗って、安いところへ流れる。処理費と輸送費を足して安いほうが選択されるという原理である。適切に処理されるのであれば、競争にまかせるべきであるが、そうならない現状がある。

C) ドイツ・ヴィルツブルグ コンポスト施設 WKG (Wurzburg Kompostierungs GMBH)

ドイツ南部バイエルン州

訪問日時：2011年2月8日（火）14：00～16：00

相手先：Mr. Karl Dormann（ヴィルツブルグ堆肥製造有限会社の代表権を持つ施設長）

日本側：角田委員長、薄木、塚原、秩父（以上、日本環境衛生施設工業会（JEFMA））、
吉川（株式会社アーシン）

日独通訳：クノール・ハルコ・コジマ

受領資料：施設レイアウト

1) 施設の概要

この地域は1980年からバイオ廃棄物（家庭生ごみ＋庭ごみ）の分別収集は始まったが、当時はまだ分けて収集していて堆肥化はしてなかった。ヴィルツブルグ堆肥製造有限会社は1996年に市の委託を受けて設立された施設の運営会社。

周辺の3市町村、人口にして約55万人の家庭から、自治体によって異なるが一回/週か一回/2週に収集された生ごみと、庭のごみ（100kg/人・年の緑のごみ）をコンポストにする施設である。

エネルギー、交通、環境等の市のライフラインを扱う第三セクター・シュタットベルケ Stadt Werke（直訳は市のライフライン）である WVV（ヴェルツブルグ・ライフライン・オン・フィア）がごみ処理を分離して有限会社を作った。

施設建設費は1300万ユーロであるが、施設そのものは別会社の所有となっている（消費税節約のため、所有会社と運用会社を別にして）。運営会社は生ごみの処理料金を市から約20～30ユーロ/トンもらうとともにコンポストを販売することで収益を出し、利益をWVVに返す仕組みをとっている。

本施設でできたコンポストは各種の土をブレンドしてそのまま使えるようにパッケージ化しており、45リットルの袋で7.95ユーロで販売している。コンポストだけだと、10～20ユーロ/m³程度である。コンポスト製品の90%は施設横で直売しているものが、10%はスーパーなどに卸している。生産量以上の需要があり、購入した土などのブレンド販売もしながら運営しており、助成金などは一切ない。

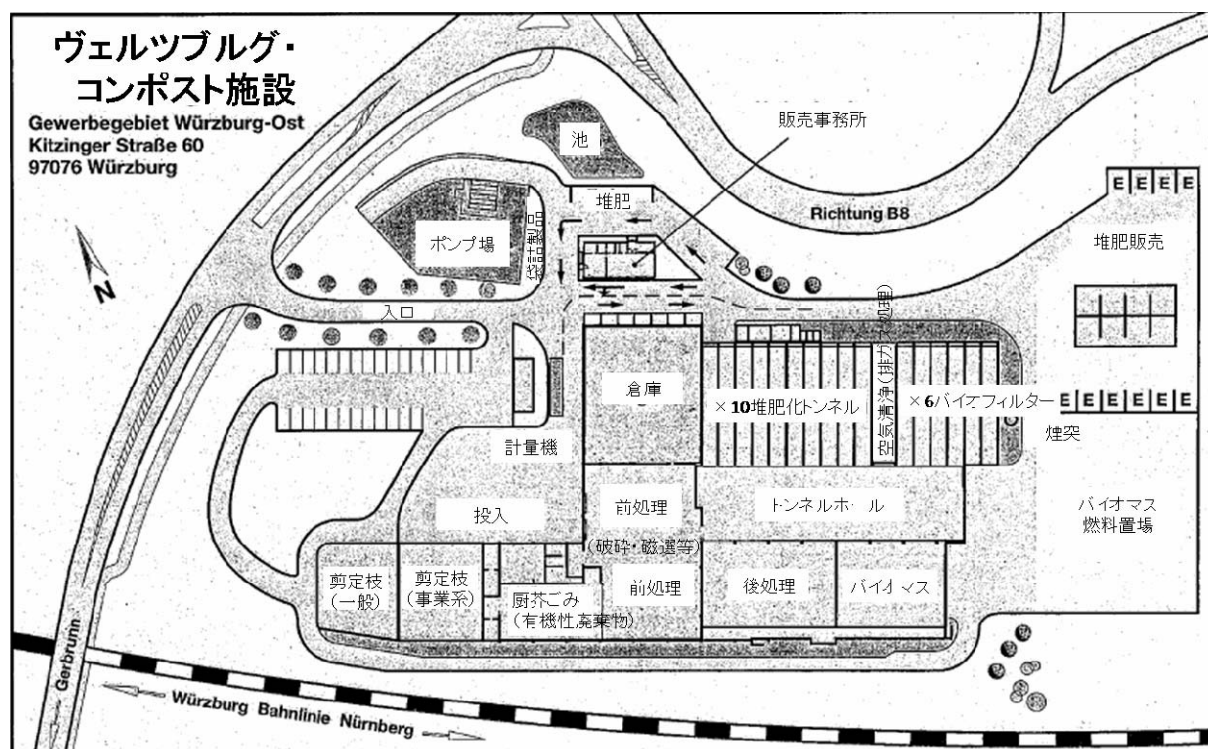
レストランなどから排出される食品ごみは、70℃で1時間以上加熱処理を義務付けるなど2000年に別の法律で規制されており、この辺りでは農家がバイオガス発電をして、残渣は肥料にしている。以前は飼料にしていた。

家庭用のごみを扱うコンポスト施設はドイツ国内に600箇所程度あるといわれているが、この規模の施設は4箇所しかない。

2) 処理システム

本施設は、52,000トン/年の能力を有している。現状約35,000トンの生ごみから、9,000トンのバイオマス燃料（木質）と12,000トンのコンポストを製造している。残りは水分として煙突から排気している。オランダのマッシュルーム栽培技術に由来したものであるいが、以下のような工夫を経てドイツ初のものとなっている。

最初に、水分 65～75%ある搬入されたごみを水分 35～45%になるまで、約 1 週間かけて乾燥させる。その後まず篩にかけ、90mm 以上は隣接の WTE へ、25mm～90mm（これはほとんど木）は別のバイオマス発電施設へ持っていく、25mm 以下をコンポスト原料とする。1 週間かけてコンポスト化した後、さらに 2 週間、熟成させることで製品にする。コンポストプロセスは 60℃であるが、この熱は、前段の乾燥プロセスに利用するという工夫もしている。



できあがったコンポストにおが屑などをブレンドすることで、色々な種類の家庭用の土としてパッケージ販売している。(プレミアム製品は 45L 袋で 7.95 ユーロ)



写真 C-1 コンポストヤード



写真 C-2 認定証

本施設は、発電しているわけではないので、固定価格買取制度 F I T による助成はないが、基準内の製品をつくり、年 12 回サンプリング、分析を行うことで認証マークがもらえる。



写真 C-3 市販用製品

3) 環境対策

臭気対策がもっとも重要であり、350m離れた場所に民家があることから万全の対策をとっている。システムはすべて屋内設置し、クローズドタイプで空気を循環利用している。外部へ排出する換気空気は水で洗浄後、バイオフィルターを通して排気している。コンポストプロセス部分は、屋内の中でさらに密閉化している。臭気強度の基準 500 以下は十分にクリアできている。

排水は、0.3mmの膜で処理した後、調整池を経て必要分はコンポストに再利用している。

騒音対策も法律により必要となっており、ベンチレーターファンはコンクリートの中に入っている。

4) 操業状況

施設長に加え 6 名のスタッフで運転し、夜間は自動運転を行っており、極力省人数化している。6 人のうち 4 人はホイールローダー作業員。金曜の午後クリーニングするが、年間、休止なく稼

動させている。

現状、販売コーナーを作って、5名の販売員を増員した。

バイオフィルターも年に一回チェックして、減量分（約 1/3）を補充する程度である。

操業コストは 10～20 ユーロ/トン程度と一般の 1/3 程度に抑えている。

木質バイオマス燃料の売却価格は 15～20 ユーロ/トンで、代替エネルギー法があるため高く売れる。

5) その他

70 年代には混合ごみを対象にコンポスト化していたが、不純物が入るため、農業には使えなかった。良いクオリティのためには、分別をしっかりする必要がある。それでも異物が入るため、選別は必要である。

臭気対策が徹底しており、周回道路でも臭気は全く感じられなかった。換気空気をすべてバイオフィルターに通している効果が表れている。

D) ドイツ・ロストック MBT 施設

訪 問 日 時 : 2011 年 2 月 9 日 (水) (14 : 30~16 : 00)

相 手 先 : Mr. Heiner Fahnenstich (KAB TAKUMA GmbH の取締役)

Mr. Yutaka Takeuchi (KAB TAKUMA GmbH 社長)

エンジニア (Entsorgungs-und Verwertungs-gesellschaft mbH Rostock)

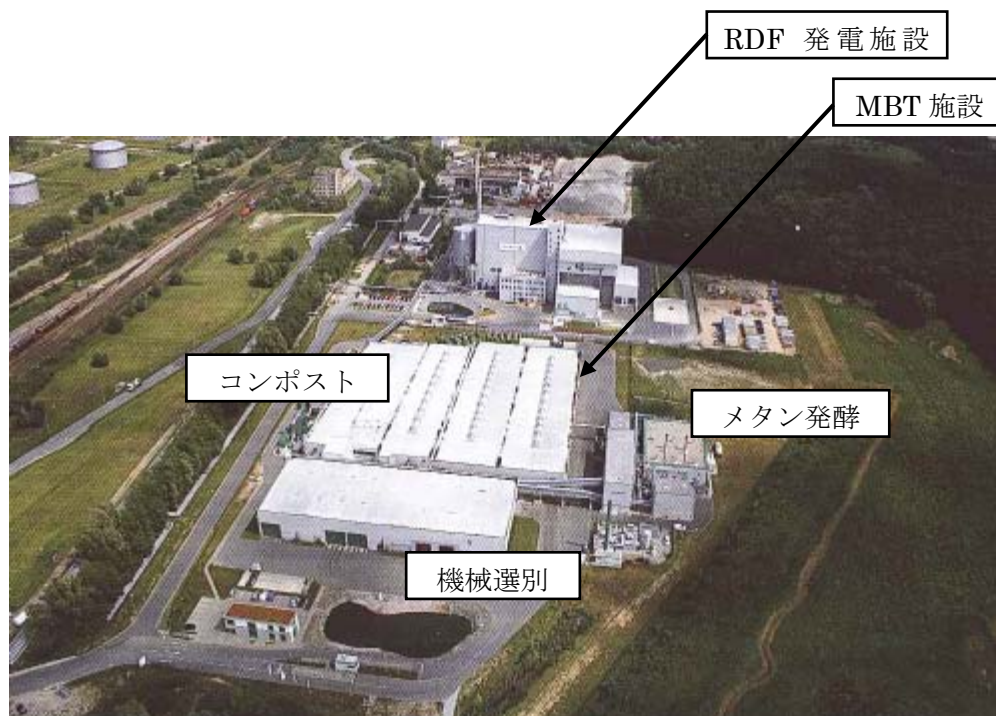
日 本 側 : 角田委員長、薄木、塚原、秩父 (以上、日本環境衛生施設工業会 (JEFMA))、
吉川 (株式会社アーシン)

日一独通訳 : ヴェステンジィ・サナエ (Sanae Westensee)

受 領 資 料 : リーフレット(ドイツ語)

1)施設の概要

- ・施設の運営を行っているのは、EVG 社 (Entsorgungs-und Verwertungs-gesellschaft mbH Rostock) であるが、同社は 1994 年にできた設計会社である。
- ・この施設は、2004 年に着工し、2005 年 6 月から稼働している。
- ・埋立禁止令に対応して設置された施設である。
- ・稼働後、2010 年 12 月までに 75 万 3 千トンの廃棄物を処理した。
- ・処理能力は 19 万 5 千トン/年である。
- ・この内、12 万トンはロストック市 (人口 20 万人) の家庭ごみであり、その他に近郊からのごみは中継基地を経由して受け入れている。
- ・ロストック市では、生ごみの分別はしておらず、容器包装、紙、その他ごみの 3 種分別で、その他ごみがこの施設の処理対象である。



ロストック／MBT 施設および RDF 発電施設／全景図 (リーフレットより)

- ・臭気対策が最大の課題で、4 万 m³の換気を行っており、2 つのバイオフィルターに加えて、蓄熱式処理装置（天然ガスで 900℃、立上げに 5 日間必要）を備えている。
- ・ばい煙やすすは隣接する RDF 発電所・Vattenfall に送っており、共生関係にあるが、Vattenfall の停止には備えている。

2)機械選別施設

- ・ごみの受入れはピットではなくヤードであり、ここからは重機で処理システムに投入している。
- ・高いカロリーの RDF を得るためには、選別システムは不可欠である。
- ・処理システムは、破碎 → トロンメル（60mm、250mm）、ここで、250mm 以上は磁力選別後に再破碎してトロンメルにリターンする。60mm～250mm は風力選別、磁力選別、光学式選別（ガラス、セラミック、PVC 等）により不適物を除去した後 60mm 以下はバイオ処理（固形分は分離してコンポストの原料に、その他はメタン発酵の原料）に、60mm 以上は RDF とし隣接する Vattenfall（以前は火力発電所に持込んでいたため、PVC 除去まで行っている。）に持込む。トロンメルの 60mm 以下は、ふるい、磁力選別後にバイオ処理される。
- ・受入れたごみのうち、RDF とバイオ処理は半々であり、金属が 3%程度である。

3)メタン発酵施設

- ・コンボガスのシステムを採用しており、1 年前に導入した施設である。
- ・対象となるのは上記の機械選別施設で得られた生分解性廃棄物 36,000 トン/年と食品廃棄物（食品工場やレストランから）4000 トン/年の合計 40,000 トン/年である。
- ・食品廃棄物はプレスにより破袋し、包装は RDF として焼却発電し、有機ごみはメタン発酵の原料とする。
- ・メタン発酵対象物の受入供給はピットアンドクレーンであり、ピットの大きさは 2 日分である。
- ・紙も混じっているが、10%までの混入は問題ない。
- ・発酵槽は 1200m³が 3 槽で、コンクリート製である。
- ・発酵温度は 55℃で、ガスの組成は CH₄が 57%で、残りは CO₂である。
- ・55mmbar で脱気しており、水タンクは 60mmbar 対応でこれを超えるとガス放出し、安全対策として 100mmbar のラプチャー・ディスクを備えている。
- ・メタンガスをつくるところまでがこの会社の範囲で、ガスは e-on Hanse Warme 社に送られる。
- ・ガスは精製され、625kW×2 基の発電機に送られ、年間 5GWh を発電する。これは、12,000 人分の電力に相当する。
- ・余熱は 3GWh であり、発酵時の加温に用いている。
- ・計画では 1 トンのバイオ廃棄物から 120～130m³のガス発生だったが、実際には 200m³が発生しており 1/3 が余剰となっている。このため、訪問日の翌日より、余剰ガスをアミン洗浄した後、プロパンガスを混合して 98%CH₄にして天然ガスラインへの導管接続を行うための、性能試験を行っていた。

4)コンポスト化施設

- ・メタン発酵の残さと、選別によりメタン発酵に回らなかったものが原料となる。
- ・メタン発酵残さは3つに分けられ、2/3はプレスにより脱水してから、1/3は脱水せずに発酵原料と混合して、コンポスト発酵槽に送られる。
- ・発酵槽の下部より空気を送り、2日後には70℃に上昇し、発酵期間は4週間である。
- ・その後、熟成に6週間が必要である。

写真



写真 D-1 機械選別/受入れヤード

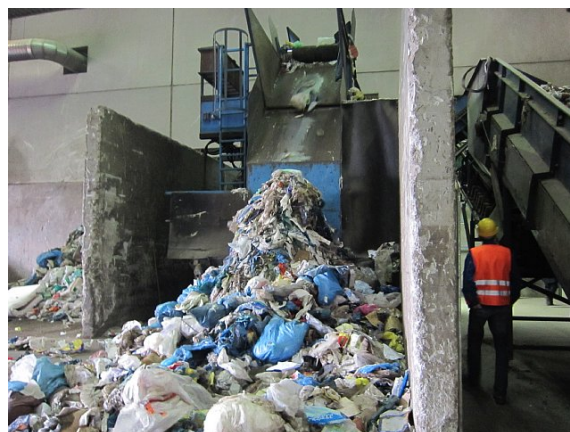


写真 D-2 機械選別/破袋機



写真 D-3 機械選別/光学式選別機



写真 D-4 バイオフィルター



写真 D-5 メタン発酵/発酵槽建屋屋上



写真 D-6 バイオガス発電施設



写真 D-7 メタン発酵/原料ピット



写真 D-8 コンポスト/ヤード

E) ドイツ・ロストック RDF 発電施設

訪問日時：2011年2月9日（水）（13：00～14：30、16：00～17：00）

相手先：Mr. Heiner Fahnenstich（KAB TAKUMA GmbH の取締役）

Mr. Yutaka Takeuchi（KAB TAKUMA GmbH 社長）

広報担当者、エンジニア（Vattenfall Europe New Energy Ecopower GmbH）

日本側：角田、薄木、塚原、秩父（以上、日本環境衛生施設工業会（JEFMA））、
吉川（株式会社アーシン）

日独通訳：ヴェステンジィ・サナエ（Sanae Westensee）

受領資料：リーフレット(英語)

1) 施設の概要

- ・事業会社はバッテンホール、エンジニアリング・設計および工事監督は KAB タクマであり、焼却炉はポーランドのエネルゴスター社が製作し、排ガス処理設備はフランスの L A B 社、タービンはジーメンス社のものである。
- ・焼却対象物は、ロストック市だけではなく他の地方から送られてくる RDF が 50%、および MBT 施設から排出される RDF が 50%（内、隣接するロストック市の MBT 施設等の近郊からが 75%）である。
- ・建設期間は 2007 年 3 月から 2010 年 3 月の 3 年間であり、建設費用は 8,300 万€である。
- ・プラントの能力は 17 万 t/年であるが、おおよそ 700t/日の施設といえる。
- ・RDF の熱量は 8～18MJ/kg で、プラスチックが多いものの土砂も多い。
- ・運転人員は 3 人/班×5 班の 15 人で、他に技術・メンテナンス要員を含めて全体で 27 人である。
- ・隣接する MBT 施設の臭気ガスを処理しており、また蒸気の外部供給（製油所）も行っている。

2) プラント

- ・プラットホームに屋根や囲いはなく、ごみ投入扉は 4 門であるが 1 門は検査用扉である。
- ・ピットの容量は 3,000t で、クレーン供給である。
- ・ピットには、火災対策として赤外線探知（温度分布表示）および放水銃が装備されている。
- ・焼却炉はストーカ炉で、炉幅は 9m、火格子には水冷式（水は循環式、14MJ/kg 以上の場合には水冷式の必要性ありとのこと）を採用しており、火格子面積は 108m²である。
- ・ボイラはテールエンドボイラで、蒸気条件は 42bar、405℃、100t/h、ボイラ給水は 130℃である。
- ・42bar であるが、ボイラー設計は EU の規格（EN12952）により、最大 54bar、415℃、水圧 111.6bar までのテストが必要である。
- ・ボイラドラムはチェコスロバキア製で固定であるが、他は上部吊り構造である。
- ・ダストハンマリング装置に特徴があり、ハンマ本体がレール上を移動して打つ構造である。
- ・スートブロアは上からノズルが中に入っていく構造で、4 か所ある。
- ・発電機は 20MW である。
- ・制御室には 3 名の運転員がおり、内 1 名はクレーン操作兼務である。

- ・飛灰はサイロ貯留後にトラックで搬出し、岩塩抗跡の充填剤として利用するが、処理費が必要である。
- ・焼却灰は別の場所で選別処理した後、道路工事用に売却するが、利用方法等は州によって異なる。ドイツでは高速道路は高架ではなく、頻繁に補修工事を行っており、そこでの需要がある。
- ・NO_x規制は 80ppm であり、尿素水を用いている。

3)事業性について

- ・発電としては、20MW×8000 時間が最低ライン、保証値である。
- ・売電単価は市場価格で変動するが、3.5～6 セントユーロ/kWh の範囲である。
- ・2005 年から新設の RDF 発電施設が国内に 15 施設できたが、これは EU ではドイツだけである。2005 年までの WTE の 68 施設を合わせて 3500 万トン/年の処理能力が確保されており、処理能力としては飽和状態である。
- ・この分野では、今後建替需要が期待される。
- ・ごみではなく、選別された高カロリー可燃物を扱うのが RDF 発電施設である。
- ・RDF の処理費は、2 年前には 170～180 ユーロ/トンであったが、現在は 60 ユーロ/トンである（イタリアからのごみは 200 ユーロ/トンである。）。
- ・この施設の建設は私企業としての投資案件であり、補助金はもらっていないが、現在は連邦政府からの補助制度ができている。

写真



写真 E-1 RDF 発電施設全景



写真 E-2 トラックスケール



写真 E-3 ごみピット投入扉



写真 E-4 ピット・クレーン



写真 E-5 蒸気コンデンサ



写真 E-6 中央制御室



写真 E-7 ボイラ



写真 E-8 ダストハンマリング装置



写真 E-9 灰出し部



写真 E-10 MBT 施設からの
排ガスライン・熱供給ライン

F) フランス・シボム組合 MBT 施設

フランス バレンヌ・ジャージー村（パリ近郊） イエール・セナ溪谷の SIVOM 組合

訪問日時：2011 年 2 月 10 日（木）（14：30～17：00）

相手先：Jean-Claude PERES（Metheor Delegeue General）：ヒアリング対応

Metheor は自治体、運転維持管理会社、メーカ等から構成されるごみメタン発酵施設の協会

David NADEAU（SIVOM Directeur General）

SIVOM は自治体の組合 この施設を所有しており、収集も行っている

Mathieu Peltier（URBASYS Responsable Technics）：現場見学対応

URBASYS は民間運転維持管理会社 URBASER の子会社で、この施設の運転維持管理会社

日本側：角田委員長、薄木、塚原、秩父（以上、日本環境衛生施設工業会（JEFMA））、
吉川（株式会社アーシン）

日－仏通訳：Mr.Aki KITA-DEBUIRE

受領資料

- ・ Metheor メタン発酵関連情報資料：抜粋した図を添付
- ・ Metheor フランスのメタン発酵・コンポスト化の概要（2010 年 11 月の環境デーにブダペストで Metheor が発表した PPT 資料）：主要箇所は文中に引用
- ・ VALORGA 納入実績
- ・ URBASER パンフレット
- ・ SIVOM ごみ分別パンフレット

1) フランスの廃棄物処理概要

・ 廃棄物発生量

フランスは、人口 7000 万人、年間廃棄物発生量 8 億 6800 万 t。

廃棄物の内訳は、家庭ごみ 3100 万トン、企業ごみ 9000 万トン、農林業系廃棄物 3 億 7400 万トン、医療系廃棄物 20 万トン、建設系廃棄物 3 億 5900 万トン、およびその他。

農林業系廃棄物の 43%、建設系廃棄物の 41%は、排出者が処理している。

家庭ごみのうち、有機ごみは 27%、紙は 17%、およびその他。

・ MSW の処理方法

MSW の処理方法は、焼却熱回収 42%、埋立 39%、リサイクル（容器包装ごみ）13%、有機ごみリサイクル（コンポスト化やメタン化）6%。

一部自治体では生ごみ専用のごみ箱を配布している。

・ 環境グルネルにおける方針

2008、2009 年の環境グルネル（グルネルとは大会議のことを表す）で、環境団体、自治体、官庁が参加し、廃棄物処理の法制度を検討した。その主な内容は、ごみの発生を抑制すること（2012 年までに 2008 年比で 15%削減する）、環境配慮製品を作ること、排出者責任の明確化

(排出者が処理の資金を負担すること)、自治体は処理能力の適正な施設をつくること。

- ・フランスの廃棄物処理の目標

前述の15%の廃棄物減量目標の他に、フランスの目標として3つの20と呼ばれるものがある。それは、2020年に使用エネルギーを20%削減する、2020年に全体の使用エネルギーのうち再生可能エネルギーを20%にする（現在は10%）、2020年にCO₂を20%削減する。

2) フランスのメタン発酵、コンポスト化の概要

- ・ごみ分別について

フランスの典型的なごみ分別は、容器包装、有機ごみ（生ごみ、植物）、その他ごみ（混合ごみ）。このうち、有機ごみとその他ごみからメタン発酵やコンポスト化を行っている。

生ごみの回収の仕方は地域によって異なる。

田園地帯では一般家庭でコンポスト化することが推奨されている（運搬が不要になる）。

郊外では生ごみの回収が可能である。

都市部では生ごみは回収できない。そもそもパッケージされた食品が多いため都市部では生ごみが少ない。

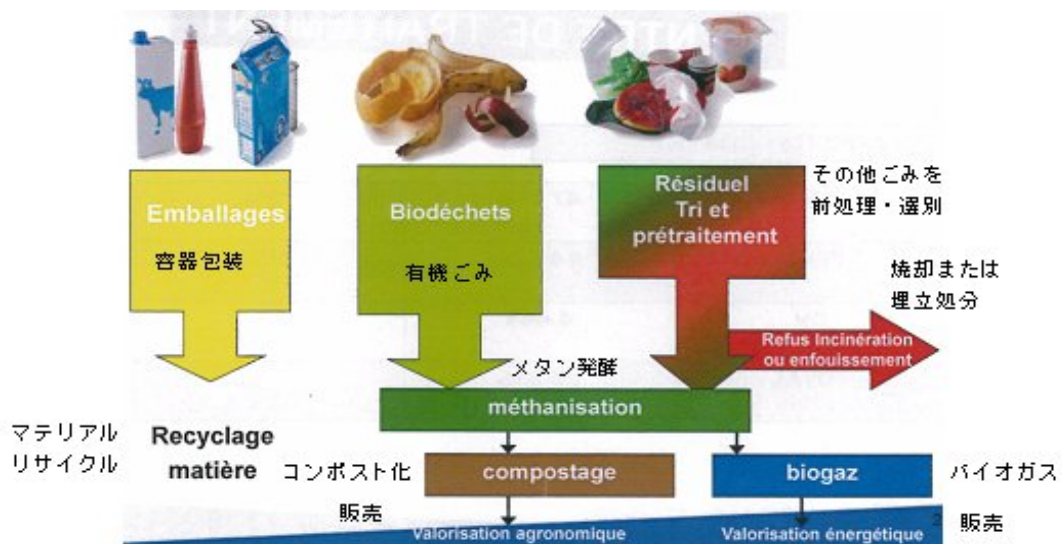


図 F-1 典型的なごみ分別と処理方法（出典：受領 PPT 資料）

- ・有機ごみリサイクル施設について

フランスの有機ごみリサイクル施設数は約800施設あり、規模は1000t/年～10万t/年と様々である。10万トン規模は10カ所（バレンヌ・ジャージーもこの規模）、3万トン規模が100カ所、それ以外はもっと小さい。モンペリエの施設がフランスで最大である。（最近火災被害があり復旧中。）

有機ごみリサイクル施設全体で、年間600万トンが処理され、コンポスト180万トンが得られる。

発酵方法は2種類あり、好気発酵でコンポスト化（これが一般的に行われている）、あるいは嫌気発酵でメタン化（発酵温度は37℃あるいは50℃）が行われる。

- ・コンポスト化について

フランスは欧州最大の農業国で、1800 万 ha の農地があり、うち小麦の農地が 1300 万 ha。小麦には多量のコンポストが必要である。コンポストは土壌の湿度を確保するので、乾燥した仏南部等で特に有効である。なお、フランスではコンポストと肥料は法律で別々に扱われる。フランスのコンポスト規格には 4 項目の条件がある。①農業効率が上がっているか、②環境無害か、③製品が変質しにくく安定しているか、④トレーサビリティが確保できているか（公害問題があったときに原因を突き止めるため、どの畑に入れたかの記録が必要）。

その他ごみからコンポスト化する施設では、前処理バイオリアクターで 3 日間処理して紙類含めごみを粉状にした後、プラスチック、鉄、ガラスなどの不適物をふるいで除去する。その後、枝や葉などを追加して、加湿、攪拌しながら 4 週間好気発酵する。最後に再度不純物を除き、熟成、安定化しコンポスト製品とする。

混合ごみからコンポストを製造しているのはフランスとスペインだけである。

・メタン発酵について

メタン発酵施設では、その他ごみから前処理で不適物を除き、有機ごみと共にメタン発酵してバイオガスを回収し、その後コンポスト化している。

フランスには建設中を含め約 20 のメタン発酵施設がある。そのうち、ガス利用しているのは 7 か所で、うち発電が 6 か所、蒸気利用が 1 か所。自動車燃料利用は、バレンヌ・ジャーシー（2012 年予定）とリール。導管接続はリールで実施している。

メタン発酵から得られるバイオガス、エネルギーは

ごみ 10 万トン

→バイオガス 1000 万 m³ (100 m³/トン)

→メタン 500 万 m³ 導管接続（ガス買取制度議論中）、あるいは

発電 18000MW（180 kW/トン）：ただし発電の半分は施設で消費、特に MBT で消費される。

欧州のメタン発酵施設のメーカは、VALORGA、LINDE、KOMPOGAS、DRANCO、ROS ROCAS の 5 社である。

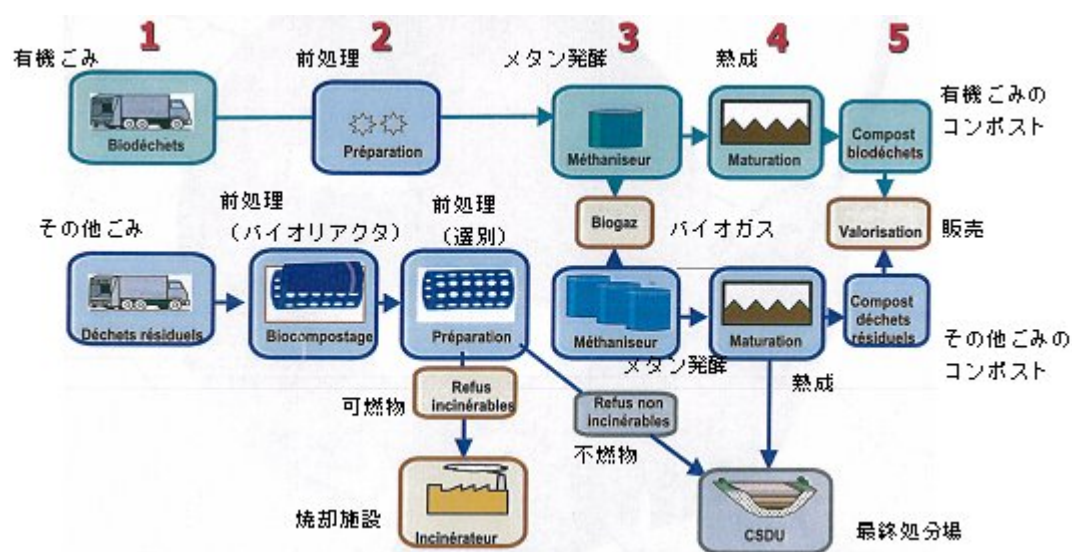


図 F-2 典型的なメタン発酵・コンポスト化工程（出典：受領 PPT 資料）

表 F-1 メタン発酵施設の物質収支例（出典：受領 PPT 資料）

IN	その他ごみ	47716 t	72%	
	有機ごみ	14424 t	21%	
	木、枝	4445 t	7%	
	合計	66585 t	—	
OUT	不適物	34029 t	51%	焼却、埋立
	金属類	1164 t	2%	リサイクル
	コンポスト	23740 t	35.6%	農業利用
	合計	58933 t	—	—
	バイオガス/水分	7651 t	11.4%	エネルギー／熱



図 F-3 フランスのメタン発酵施設（建設中を含む）（出典：受領 PPT 資料）

3) バレンヌ・ジャーシー-MBT 施設

- ・運転開始：2002 年
- ・施設規模：受入れ 70,000 トン/年、コンポスト生産量 30,000 トン/年
- ・プラントメーカ：VALORGA
- ・対象地域の家庭ごみ分別は、紙、容器包装、有機ごみ、その他ごみ。ただし、ここでの有機ごみは、植物ごみ、つまり庭から出る枝葉類などである。家庭から出る生ごみはその他ごみに入っている。この施設では、有機ごみとその他ごみを受入れて、処理している。

・処理フロー

その他ごみを、前処理、選別してメタン発酵してバイオガスを回収。発酵残さに、枝や葉を混ぜてコンポスト化している。

①受入れ	計量器を通る際、放射能チェックあり。収集車から屋内ヤードに受入れ。
②前処理バイオリクター	ロータリーキルン型、直径約4m×長さ約40m。滞留時間3日。リアクター内部にひれ状の刃が取り付けられており、回転しているうちに破袋され、ごみは微生物により乾燥、粉化する。
③選別 (トロンメル)	トロンメルで、プラ、ガラス、金属類を除く。
④発酵槽	発酵槽に入れる前に、キルンから出た水、遠心分離で出た水を加え水分調整、蒸気（ガス炊きボイラーで生成）で温度調整する。 発酵槽は、コンクリート製円筒形、直径35m×高さ15m×3基。乾式、37℃、3～4週間発酵。3分の2程度までごみを入れて上部にガスをためる構造。中に仕切り板があり、ごみの注入とガスの循環によって内部の攪拌を行う。槽内は固形物21%。圧力を逃がす安全弁を装備。
⑤コンポスト化装置	畝長さ30m×高さ2m×複数。自動攪拌機。枝や葉（有機ごみ）を混ぜて好気発酵（50℃）後、再度不適物を除いてコンポスト化する。
⑥ガス利用設備（ガスエンジン）	ガスエンジン1MW×3台で発電。メーカーはDEUTZ社。発電容量以上のガスが発生するため、自動車燃料にするための設備を検討中、2012年に稼働目標。

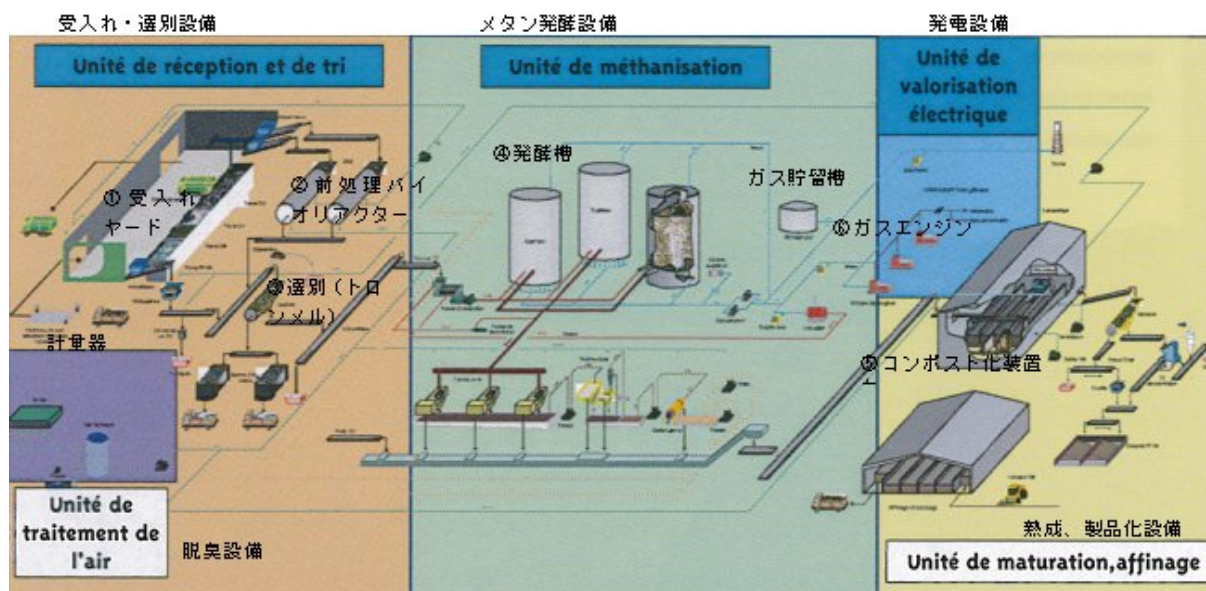


図 F-4 処理フロー（出典：受領 PPT 資料）



図 F-5 メタン発酵槽（出典：受領 PPT 資料）

- ・コンポストは 2 ユーロ/トンと安い値段で販売している。
- ・取り除いた不適物は、缶などの金属が非常に多く、このままでは焼却炉にまわせない。別の工場でプラと金属を分けたのち、プラは埋立処分あるいは焼却炉へ送っている。ただし、発熱量が高すぎるのでニーズがある場合にだけ焼却炉へ送っており、ほとんどの場合は埋立処分している。焼却も埋立も処理費が必要である。
- ・臭気対策に配慮しており、建物の密閉、減圧と、排出する空気は水洗浄後、バイオフィルター処理している。
- ・水は循環使用しているが、足りないときは飲料水を使用。ごみに水分が多く余るときは、フィルターおよび排水処理装置で処理した後、污水处理場へ排水している。
- ・キルンは 20 年前から、メタン発酵は 10 年前から稼働している。5 年前から現在の運転会社が運転している。
- ・キルン内部に 10m 間隔で板が取り付けてあるとのこと。その板 1 枚ずつを 1 年毎に補修し、4 年間ですべての板を取り換える。また発酵槽は 10 年に 1 回洗浄する。
- ・操業は 7 人 2 直、計 14 名。別にメンテ要員が 8 名。その他に管理者と事務員 5、6 名。夜間は無人運転。365 日運転、無休。

4)その他

- ・フランスでは、生分解性廃棄物の埋立削減にあわせ、温暖化対策、農業国としてのコンポスト需要、焼却施設建設への住民反対などの要因により、有機ごみリサイクル施設が多く建設されてきた。約 800 施設あり、主にコンポスト化施設で、メタン発酵している施設は約 20 施設。
- ・その他ごみ（混合ごみ）から製造したコンポストは、ドイツ・ビュルツブルグの施設の様に分別生ごみから作られたコンポストに比べると質が落ちるため、安価で販売しているのが現状である。それでも、有機ごみからのみでなく、その他ごみからもコンポストが作られている。
- ・フランスでは、焼却率は日本に比べて低い（約 40%）。この施設や翌日の SYTRAD のヒアリングからも、MBT 処理で選別された不適物（プラなど可燃物）については焼却せずに埋立処分されている場合が多い。

写真



写真 F-1 施設外観



写真 F-2 受入れごみ



写真 F-3 前処理バイオリアクター



写真 F-4 前処理バイオリアクター内部(出口)



写真 F-5 メタン発酵槽



写真 F-6 ガスエンジン



写真 F-7 コンポスト化施設



写真 F-8 製品コンポスト



写真 F-9 脱臭設備



写真 F-10 不適物

G) フランス・シトラッド廃棄物処理組合 MBT 施設

フランス南部 Drôme 県・Ardèche 県 SYTRAD 廃棄物処理組合
(SYTRAD : www.sytrad.fr)

訪問日時 : 2011 年 2 月 11 日 (金) (14 : 30 ~ 16 : 30)

相手先 : Mr. Robert MAISONNEUVE (SYTRAD Director General)、
Mr. Eric MORBO (SYTRAD Director Technique)

日本側 : 角田委員長、薄木、塚原、秩父 (以上、日本環境衛生施設工業会 (JEFMA))、
吉川 (株式会社アーシン)

日仏通訳 : Mr. Aki KITA-DEBUIRE

受領資料 : パワーポイント説明資料(フランス語)

1) 地域及び組合の概要

- SYTRAD 廃棄物処理組合はフランス南部 Drôme 県と Ardèche 県の廃棄物処理を行うために 1992 年に設立された。中心都市は Valence で、パリから TGV で所要 2 時間 10 分。
- 2011 年 1 月現在、両県中北部の 23 共同自治体(358 自治体から構成)、人口 52.6 万人から排出される家庭系廃棄物の処理を行っている。
- 資源ごみは分別センターに市民自らが持ち込み、残りの家庭ごみを 23 の共同体が収集し、MBT プラントで処理している。
- SYTRAD では年間処理能力合計が 15 万トンの 3 つの MBT コンポスト化プラント(リカバリーセンター)を建設している。
- 家庭で分別されたごみは市民が選別センターに持ち込む。処理能力は年間 4 万トン。以前は手作業であったが、今は拡張し、機械選別の後、最後に人間が選別する。選別された紙、ダンボール、プラスチック、金属等をヨーロッパやフランスの業者に売っている。
- 1979 年竣工の埋立地が県北にあり、非有害廃棄物を処分できる。従来は家庭ごみをそのまま搬入していたが、今は MBT 施設の処理残渣を搬入している。年間 3 万トンまでの埋立許可がある。面積は 12ha。

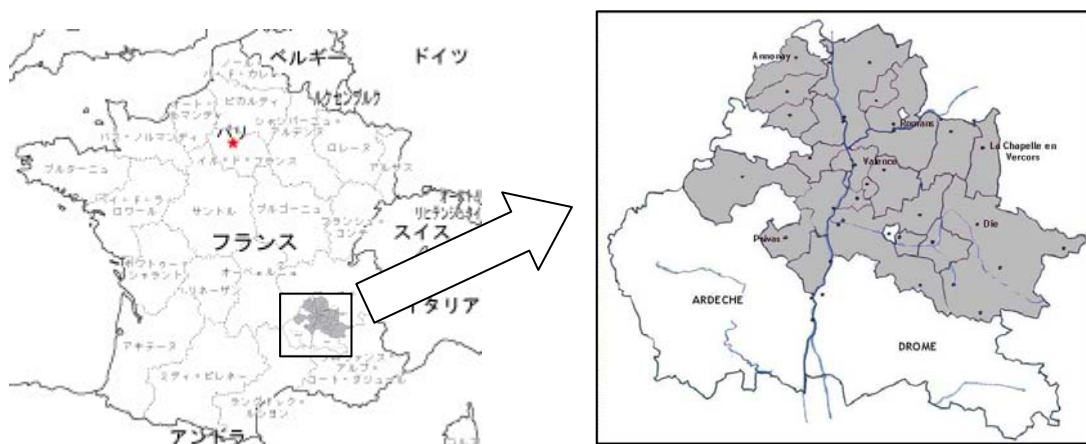


図 G-1 SYTRAD の位置と処理対象区域

2)MBT プラント

- ・建設中の MBT コンポスト化プラントの概要は次のとおりである。

Saint Barthélemy de Vals	県北部に位置し、処理能力年間 4 万トン、2009 年 11 月から試運転中。
Beauregard Baret	現在いる場所で、処理能力年間 3 万トン、2010 年 3 月から試運転中。
Etoile-sur-Rhône	対象エリアの南部に位置し、処理能力年間 8 万トン、建設中で 2011 年 1 月から試運転予定。

- ・プラントメーカーはいずれも Valorga。
- ・対象面積が 6000 平方 km と広いので、プラントを 3 箇所とし、運搬距離が同等になるように配置した。従来は 1 ヶ所の埋立地に搬入していたので運搬による環境負荷が大きかった。

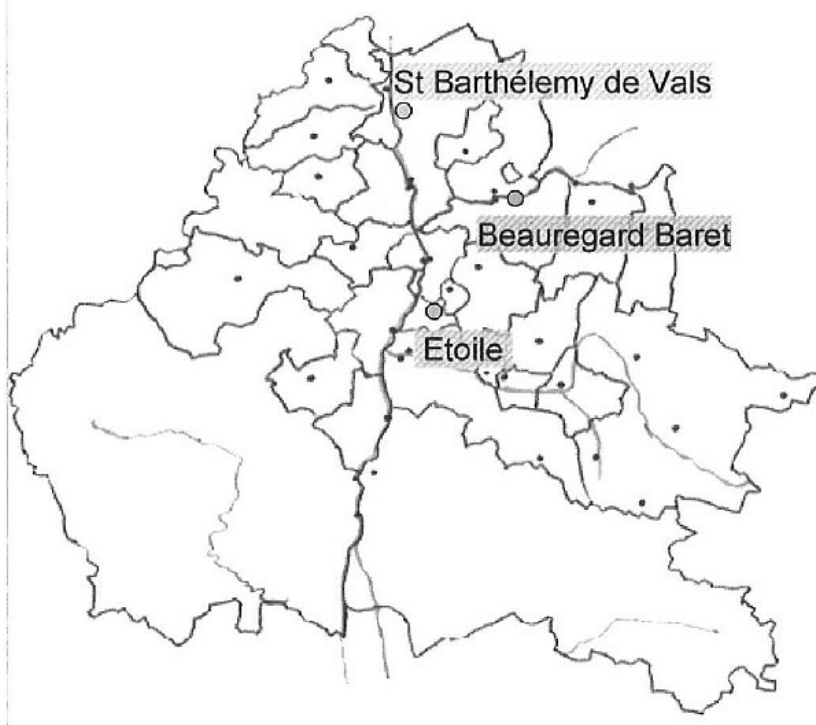


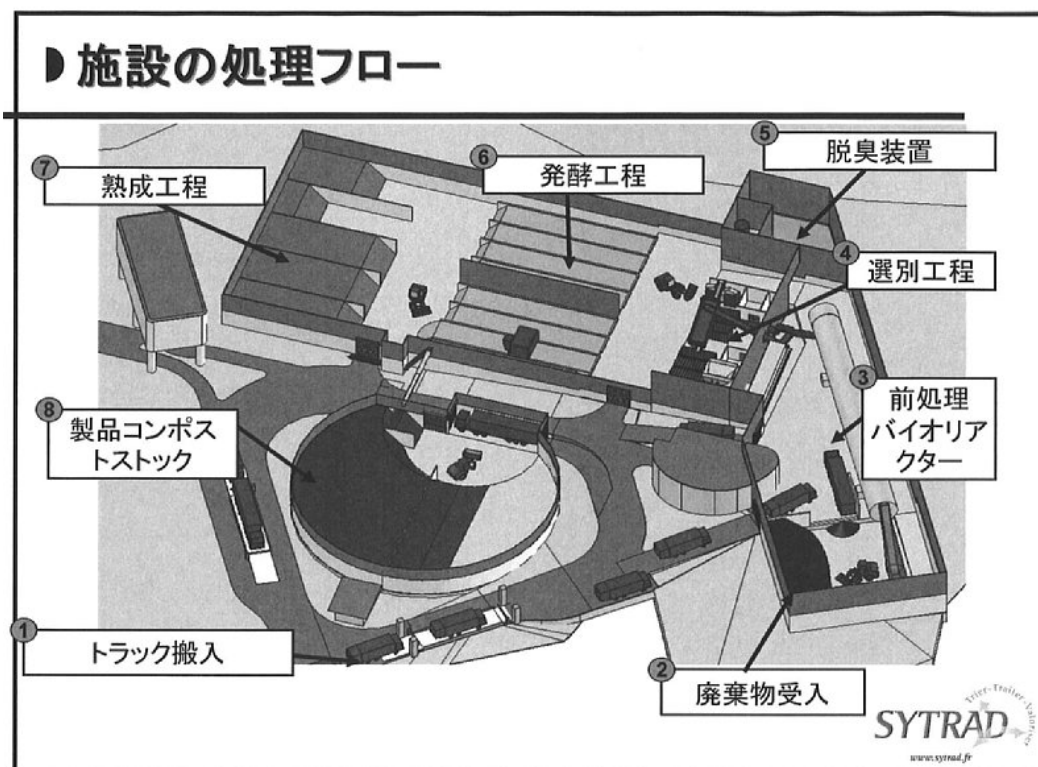
図 G-2 MBT 施設立地場所

3)MBT 施設(Beauregard Baret)の概要

- ・23 共同自治体のうち、4 共同自治体のごみが搬入される。
- ・敷地面積 8000 m²、施設建設額は 1500 万ユーロ/年。3 施設合計で 5600 万ユーロ/年。
- ・施設建設費のうち、20%を環境保全用に使っている。
- ・悪臭防止のための装置が多く装備されている。施設は密閉型で、自動ドアで内部は減圧されている。粉塵が外に出ないように水洗浄、バイオフィルターもあり、空気の処理コストが高い。
- ・地元の意向を受け、建築も自然に合うように木材利用している。雨水を回収利用しており、不足分は 10%程度である。
- ・地下からヒートポンプで熱回収して、事務所で利用している。
- ・住民の意識を高めるため、見学者専用通路も設けてある。
- ・これらに費用がかかっている。

4)MBT 施設の処理フロー

①トラック搬入	自動で計量、どこからの車両かも記録する。放射能検出装置あり。
②ピットへ荷降ろし	大きなマットレスとか冷蔵庫が入らないように、目視で検査する。ベルトコンベアで次工程へ。
③前処理バイオリアクター	直径 4.5m、長さ 48m のキルン、毎分 1.5 回転。滞留は 2.5～3.5 日間。リアクター内部にフックが取り付けられており、プラ袋が破れ、紙、ダンボールは水をかけて、砕く。温度は 55℃程度まで上昇する。発酵ではなく、材料を均質にする工程。水は 1 日 4～8m³ を注入する。 キルンの最後段に、中央部分に可変開口部を備えた隔壁があり、その後段が長さ 2m 程度直径 500mm のふるいとなっている。500mm 以上のプラスチック、タイヤ等の粗大物を除く。500mm 以下はベルトコンベアで選別工程に入る。
④選別工程	18cm 以上のものは金属、アルミを機械選別して、残りはほとんどプラスチック→焼却エネルギー回収 3cm 以下は磁気選別して鉄を取り除いた後、1cm のあみのネットを通す。1cm 以下は主に有機物であるが、プラスチックやガラス等も入っている。これを比重差によって、選別する。 大きいものは埋立する。
⑤脱臭装置	工場内のガスを吸引し、スクラバとバイオフィルターで処理して排気している。
⑥発酵工程	発酵期間は 5 週間で、攪拌ロータリーが上部を移動し、深部まで攪拌し、水と酸素を供給する。温度と水分を管理している。水分は 50%程度、温度は 70℃まで上昇し、殺菌も行う。
⑦熟成工程	熟成期間は 8 週間で、発酵よりも高く積んで、置いておくだけ。温度管理をする。
⑧ストック	コンポスト化されたものを保管する。農業は需要時期が限られるので、4 ヶ月分程度のストック容量がある。コンポストは 1.5 ユーロ/トンで農家に売る。農家がトラクターで取りにくるか、施設所有のコンポスト散布車を利用。



- ・バイオリアクターキルンでの滞留時間がキーポイントで、どのような形状、性状にできるかが、後の選別・利用に重要である。滞留時間は2.5～3.5日間で、温度は55℃程度まで上がる。発酵ではなく、材料を均質にする工程である。
- ・見学者通路を設けている。この工場はまだ準備中だが、別の分別センターには5000人が訪れている。ここの目的は全部見せて、意識を高めることにある。そのため、組合から5人が専任となる予定である。
- ・コンポストの製品・品質の規格は何種類か決められている。植物だけからのコンポストの規格が一番厳しい。家庭ごみから作ったコンポストの規格はフランスの規格で、これに合ったものを作っている。これをヨーロッパの規格にするための作業中である。
- ・品質としては、ガラス、プラスチックが入っていないことが重要であり、化学物質や重金属は混入しておらず問題ない。それらは分別してごみステーションに持っていく。
- ・施設の運営は責任者1人、ラボ1人、トラック2人、運転1人の計5人である。
- ・施設の設置には環境保全対策が必要で、公聴会実施、県知事許可、最終的に操業仕様を達成する必要があるが、現時点ではまだ操業仕様を達成していない(施設の引渡しを受けていない)。

5)MBT 施設の物質収支の計画値と実績値

- ・物質収支の計画値と1年間の運転による実績値は以下の通りである。

	計画		実績
家庭ごみ受入れ	30000 t /年	100%	100%
コンポスト	7920 t /年	26.4%	14% (有機物が不燃物に選別されているため、少ない)
可燃物 (プラ)	10140 t /年	33.7%	34%程度
不燃物	3529 t /年	11.8% (有機物は20%以下)	20% (有機物が40%含まれている)
資源物(鉄、アルミ主体)	805 t /年	2.7%	計画値2.7%より多い (50～60%のプラスチックが混入している)
蒸発	7606 t /年	25.4%	25%程度(この分は確実に埋立量が減る)

- ・可燃物はプラスチック主体であるが、現在は埋立処理している。焼却炉建設の検討も行っているが、産業界でエネルギー回収利用してくれるところがあれば、それも可能。
- ・本来コンポスト化されるべき有機物が不燃物に選別されているので、コンポスト量が少なく、不燃物中の有機物比率が高くなっている。
- ・今まで1年間しか稼動しておらず、まだまだパフォーマンスを上げる必要がある。将来、コンポスト規格が厳しくなる可能性もある。不燃物除去のため、光学センサによる分別装置の導入も検討している。

6)コスト負担

- ・建設費は3施設合わせて6000万ユーロで、すべて住民の税金でまかなわれており、政府等からの補助はない。
- ・住民が支払うごみの税金は地域によって異なるが、ある地域では86～87ユーロ/年/人(年間一人1万円弱)である。(50万人として、4300万ユーロ＝47億円)。収集運搬やごみ処理施設の運営費をまかなえる。

7)その他

- ・グリーン廃棄物(草木類)はステーションへ無料で持ち込める。
- ・ステーションへ持ち込めるのは、粗大ごみ、家電、庭木、木材、ダンボール、鉄・金属、プラスチック、ガラス、特殊な溶剤、危険物、オイル、陶磁器、コンクリート、石綿、タイヤ等である。
- ・50万人で56のステーションがある。ステーションに持ち込まれる量と収集量が同じくらいあり、65000人を対象とした区域ではステーションが13000トン、収集が15000トン程度である。
- ・ステーションの運営は地方自治体、組合の2つのレベルがある。
- ・ステーションに持ち込まれる以外の家庭ごみが収集されて、この施設で処理される。

写真



写真 G-1 見学者通路

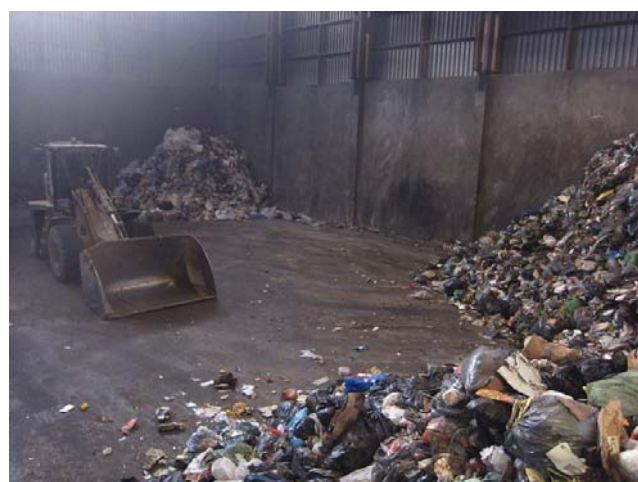


写真 G-2 受入れヤード



写真 G-3 バイオリアクターキルン



写真 G-4 バイオリアクター内部(最後端)



写真 G-5 選別後ピット(左:有機物、右:無機物)



写真 G-6 発酵槽

第5章 ごみ固形燃料化(RDF)に関する調査

5.1 調査概要

ごみ固形燃料(RDF)製造施設については、焼却施設に替わる広域処理が可能な方法として、平成14年頃をピークに施設整備が進められてきた。しかし、一部のRDF製造施設では、RDFの製造コストが高い、製造されたRDFの引き取り先の確保が容易ではない等の課題を抱えており、適正な運転管理が困難な状況が見られる。このような状況を踏まえ、ごみ固形燃料(RDF)製造施設に対しては、運転状況やRDFの供給実態、施設の運転に係る課題等のアンケート調査及びヒアリング調査を行い、さらにごみ固形燃料(RDF)利用施設に対しては、RDFの受入・利用実態、施設の運転に係る課題等のアンケート調査及びヒアリング調査を行い、検討の基礎資料とする。

5.2 RDF 製造施設に対するアンケート調査結果

5.2.1 調査概要

RDF 製造施設に関するアンケート調査の概要は以下のとおりである。

(1)調査目的

ごみ固形燃料(RDF)製造施設は、平成14年頃をピークに施設整備が進められてきたが、一部の施設では、RDF 製造コストが高い、製造されたRDFの引き取り先の確保が容易ではない等の課題を抱えており、適正な運転管理が困難な状況が見られる。このような状況を踏まえ、ごみ固形燃料(RDF)製造施設における、運転状況やRDFの供給実態、施設の運転に係る課題等の調査を行い、検討の基礎資料とする

(2)調査対象

全国のRDF 製造施設 52 施設

(3)調査方法

郵送によるアンケート票送付と回収を行った。

(4)調査時期

平成22年11月26日に発送し、12月13日締切回収とした。

(5)調査項目

主な調査項目は次のとおりである。

- ・施設概要(処理方式、処理能力、製造能力、竣工年月、施設メーカー)
- ・処理対象物(廃棄物種類、組成内訳)
- ・製造される廃棄物燃料(発熱量、水分、塩素分、燃料供給先、用途)
- ・運転実績(過去3年間の運転日数、処理量、RDF 製造量、経常費用、引渡し単価)
- ・課題・対応策(事故・トラブル、対応策等)

5.2.2 調査対象施設の概要と回答状況

52 施設に送付し、46 施設から回答があった(回答率 88%)。うち、3 施設は停止しており、以下では稼働中の 43 施設からの回答について解析を行う。

5.2.3 回答施設概要

製造費用はアンケートで回答記入のあった人件費、電気代、燃料費、薬剤費、修繕費、定期点検費、維持管理委託費等を合計したものであり、廃棄物処理量当りの単価は 20000～30000 円/トン程度であり、通常の焼却処理費用と比較してコスト高とは言えない。

一方、売却単価は燃料利用の場合にはトン当たり 1000～2000 円程度で売却できる場合もあるが、遠方で利用する場合には運送費の方が大きくなる。RDF 専焼施設には 5000～10000 円の処理費を支払っており、運送費とあわせて製造施設の負担が大きくなっている。

5.2.4 RDF 供給先

(1)現在の RDF 供給先

RDF 専焼施設に供給している施設が最も多く、量的にも全体の 70%が専焼却施設により処理されている。セメント工場における燃料利用も 4 工場で行われており、量的には 10%弱を処理している。燃料利用、製鉄所保温材利用施設に供給されている RDF も多く、全体の 20%強を占めている。

(2)過去の RDF 供給先

用途は燃料利用が多く、供給停止理由としては、相手先工場の閉鎖、停止によるものの他、塩素濃度やダイオキシン類濃度が理由となって供給を停止した施設もある。また、一時避難的に供給を行っていた事例も多い。

5.2.5 コスト低減化策

(1) 燃料(重油、灯油等)の使用量削減方策

燃料(重油、灯油等)の使用量削減方策に関する回答を表 5.2.5-1 に示す。「生ごみの水切りを徹底する」が 72%を占めた。

表 5.2.5-1 燃料(重油、灯油等)の使用量削減可否 (複数回答あり)

燃料削減方策	施設数	比率
1.生ごみの水切りを徹底する	31	72.1%
2.対象物を水分の少ないものに限定する	2	4.7%
3.その他	10	23.3%
回答施設数	43	100.0%

燃料削減方策その他の内容としては、ごみピット攪拌による水分均一化、ごみ質による燃料流量調整や乾燥機等の温度設定管理の徹底、ダクト清掃の徹底など、運転管理方策によるもののほか、厨芥類の削減、ごみ減量化等が回答された。

(2)施設トラブルの削減方策

施設トラブルの削減方策に関する回答を表 5.2.5-2 に示す。「不燃物(金属類など)の混入防止を排出者に徹底させる」が 88%、「運転方法の改善」が 14%であった。

表 5.2.5-2 施設トラブルの削減方策 (複数回答あり)

トラブル削減方策	施設数	比率
1.不燃物(金属類など)の混入防止を排出者に徹底させる	38	88.4%
2.低負荷にするなど運転方法を改善する	6	14.0%
3.その他	4	9.3%
回答施設数	43	100.0%

施設トラブル削減方策その他の内容としては、施設機器の点検整備を確実に実施、部品の早めの交換、保守要員の増員等運転管理に関する回答が多かったが、長物や大きいものを小さく切ることを啓発するという回答もあった。

(3)歩留まりを上げる方策

歩留まりを上げる方策に関する回答を表 5.2.5-3 に示す。「不燃物(金属類、塩ビ等)の混入防止を排出者に徹底させる」が 77%であった。

表 5.2.5-3 歩留まり向上策（複数回答あり）

歩留まり向上策	施設数	比率
1.不適物(金属類、塩ビ等)の混入防止を排出者に徹底させる	33	76.7%
2.その他	0	0.0%
回答施設数	43	100.0%

(4)搬送先を近郊で確保する方策

搬送先を近郊で確保する方策に関する回答を表 5.2.5-4 に示す。「RDF の品質を安定化させる」が 44%であったが、半数以上の施設が無回答であった。

表 5.2.5-4 搬送先を近郊で確保する方策（複数回答あり）

RDF 搬送先近郊確保策	施設数	比率
1.RDF の品質を安定化させる	19	44.2%
2.その他	2	4.7%
回答施設数	43	100.0%

RDF 搬送先近郊確保策その他の内容としては、「契約のため売却不可」「従前から市内に確保している」と回答された。

(5)その他コスト削減策

その他のコスト削減策として 2 施設から回答があり、「RDF の価格引き上げ。近隣の需要先開拓し、運送費を削減する」と「効率的な運転管理と施設整備」であった。

5.2.6 RDF 引取先の確保策

(1)発熱量安定化方策

RDF の発熱量を安定化させる方策に関する回答を表 5.2.6-1 に示す。「生ごみの水切りを徹底する」が 44%であった。

表 5.2.6-1 発熱量安定化方策(複数回答あり)

発熱量安定化策	施設数	比率
1.生ごみの水切りを徹底する	19	44.2%
2.対象物を水分の少ないものに限定する	1	2.3%
3.その他	3	7.0%
回答施設数	43	100.0%

発熱量安定化策その他の内容としては、「ピット攪拌によるごみ質均一化」「材料の混合比率を遵守」「良質のプラスチックを原料とする」との回答であった。

(2) 塩素分低減方策

RDF 中の塩素分を低減させる方策に関する回答を表 5.2.6-2 に示す。「不適物(塩ビ等)の混入防止を排出者に徹底させる」が 42%。「その他」が 9%であった。

表 5.2.6-2 塩素分低減方策(複数回答あり)

塩素分低減方策	施設数	比率
1.不適物(塩ビ等)の混入防止を排出者に徹底させる	18	41.9%
2.その他	4	9.3%
回答施設数	43	100.0%

塩素分低減方策その他の内容としては、「作業工程にて塩ビ製品の除去」「成分分析を行い添加剤等で調整」「廃プラを混ぜて希釈するため再加工委託」との回答があったほか、「塩ビは判別が困難なこともあり、利用先要求値に届くか疑問」との回答もあった。

(3) 不適物(金属類)混入防止方策

RDF 不適物(金属類)の混入を防止する方策に関する回答を表 5.2.6-3 に示す。「不適物(金属類)の混入防止を排出者に徹底させる」が 58%。「その他」が 2%であった。

表 5.2.6-3 不適物(金属類)混入防止方策(複数回答あり)

不適物混入防止策	施設数	比率
1.不適物(金属類)の混入防止を排出者に徹底させる	24	55.8%
2.その他	1	2.3%
回答施設数	43	100.0%

不適物混入防止策その他の内容は「磁選機で除去する」であった。

(4) その他 RDF 引取先の確保策

その他 RDF 引取先の確保策の回答として、「現状の品質を確保し、現在の引取先との契約を保つ」「納入先から取引停止と言われないようにする」と現状の引取先を維持することが重要であり、引取先である「リサイクル発電事業の継続」を求める意見もあった。また、「どんなに質を高めても近場に処理施設がない」との意見もあった。

(5)その他の意見

その他自由意見として、次のような内容の回答があった。

RDF 施設の評価について：新聞で RDF の売却先の確保や製造単価を用いて他方式と比較評価し、RDF 化施設の全体的イメージを落とす報道をしているが、この方式は、ごみを資源として有効に利用する方式であり、又、もし比較するのであれば製造単価については RDF はごみ約 2t を処理することで 1t が出来るのだから施設処理量をもって算出すべきである。燃焼方式に比べてなんら割高ではないと思う。
RDF の品質：最近のプラスチック類は少量の塩化ビニールを含有しているため表示だけでの分別は不可能に近い。塩素含有量によって RDF の引き取りを停止される事が多発する可能性が高い。
法の規制(一般廃棄物)、Dxns、Cl-等、RDF には問題が多くクリアできないことが多い。
当初から燃料としての利用が見込まれるとのうたい文句であったが、現実には引取先が少なく単なる廃棄物である。
福山リサイクル発電が H30 年で終了予定。その動向により施設の存続検討する必要あり

5.3 RDF 利用施設に対するアンケート調査結果

5.3.1 調査概要

(1)調査目的

前述のように、一部の RDF 製造施設では、RDF の製造コストが高い、製造された RDF の引き取り先の確保が容易ではない等の課題を抱え、適正な運転管理が困難な状況が見られる。このような状況を踏まえ、ごみ固形燃料(RDF)利用施設における RDF の受入・利用実態、施設の運転に係る課題等の調査を行い、検討の基礎資料とする

(2)調査対象

5.2 に示した RDF 製造施設に対するアンケート調査において、利用先として回答のあった施設及び過去の調査から RDF を利用していると想定される施設の合わせて 35 施設を調査対象とした。

(3)調査方法

郵送によるアンケート票送付と回収を行った。

(4)調査時期

平成 23 年 1 月 31 日に発送し、2 月 21 日締切回収とした。

(5)調査項目

主な調査項目は次のとおりである。

- ・施設能力(処理能力、前処理設備、ボイラ条件、発電能力)
- ・RDF 受入条件(木質種類、水分、灰分、低位発熱量、形状、留意点等)
- ・RDF 調達(調達元、単価、過去の調達元、調達元変更の場合の理由)
- ・運転実績(過去 3 年間の運転日数、RDF 処理量、補助燃料・廃棄物処理量、残渣量、発電実績、熱利用実績)
- ・課題・対応策(事故・トラブル、対応策等)

5.3.2 調査対象施設の概要と回答状況

35 施設に送付し、20 施設から回答があった(回答率 57%)。うち、5 施設は RDF の受入を行っていない。また、RDF を受け入れている 15 施設において、工場別の回答があったため、以下では合計 22 施設らの回答について解析を行う。

5.3.3 回答施設概要

RDF 専焼施設はいずれも一廃の許可をもち、RDF 製造施設からトン当たり 6000～1200 円の処理費をもらって、発電を行っている。一方、セメント工場、製紙工場、熱供給事業者等においては、セメント工場で一部廃棄物処理をされている場合がある他は有価で買取を行っている場合が多い。ただ、その金額はトン当たり 100 円～2000 円程度で、輸送費を考慮すると、RDF 製造業者から見れば、持ち出しになっている場合が多いと見られる。

5.3.4 RDF 受け入れ

(1) RDF の受入条件

水分は 10%以下、灰分は 20%以下程度のところが多い。塩分については、0.3%以下の厳しい基準を設定している施設もあるが、1.5%以下や 2%以下という条件の施設もある。

(2) 受入条件の確認方法

受入条件の確認方法を表 5.3.4-2 に示す。受入条件の確認方法は持ち込み業者に確認を義務付けている施設が 50%あり、次いで自ら確認している施設が 46%となっている。(複数回答あり)

表 5.3.4-2 受入条件の確認方法 (複数回答あり)

受入条件確認方法	施設数	比率
持込業者確認義務付け	11	50.0%
自ら確認	10	45.5%
特に確認せず	0	0.0%
その他	1	4.5%
回答施設数	22	100.0%

なお、確認方法でその他と回答した内容は「定期的に成分分析表を受領」であった。

(3) 受入実態

受入実態を表 5.3.4-3 に示す。適合物のみを受け入れる施設が 50%、不適合物の受入も行っている施設が 23%となっている。(複数回答あり)

表 5.3.4-3 受入実態（複数回答あり）

受入実態	施設数	比率
適合物のみ受入	11	50.0%
不適合物の受入あり	5	22.7%
その他	1	4.5%
回答施設数	22	100.0%

「不適合物の受入あり」の理由として、「燃料構成を踏まえ調整する」、「サイロに貯蔵せず直接ボイラーに投入し燃焼させる」という運転管理によって対応している回答と、「当施設内で製造した RDF のため」、「受入基準を厳格化していない時代に取り開始した」というやむを得ぬ事情の回答もあった。また、「流動層式焼却炉の為、燃焼条件にある程度の許容範囲があるため」という回答もあった。

また、受入実態「その他」の内容は「受入時にサンプリングを行い、分析結果は事後確認」というものであった。

5.3.5 運転・維持管理上の対応策

(1) 燃料(重油、灯油等)の使用量削減

燃料(重油、灯油等)の使用量削減可否に関する回答を表 5.3.5-1 に示す。削減可能が 41%、不可能とその他がそれぞれ 14%であった。

表 5.3.5-1 燃料(重油、灯油等)の使用量削減可否 (複数回答あり)

燃料使用量削減可否	施設数	比率
可能	9	40.9%
不可能	3	13.6%
その他	3	13.6%
回答施設数	22	100.0%

燃料使用量削減の具体的方法については、「石炭や灯油の代替としての RDF やリサイクル燃料を増やす」という回答が多い他、「24 時間の連続運転にすれば燃料削減可能」との回答があった。

燃料使用量削減が不可能な理由としては、「起動時のみの使用で、年間点検回数が削減できないため」、「現状が必要最小限の使用量である」との回答であった。

その他の回答としては、「燃料はほとんど購入していない」、「立ち上げ時の助燃用に使用するため見直す必要なし」、「RDF 処理が施設運転が主目的でなく、セメント焼成炉としての燃料削減は別途対応」との回答であった。

(2) 施設トラブルの削減可否

施設トラブルの削減可否に関する回答を表 5.3.5-2 に示す。削減可能が 36%、不可能、その他がそれぞれ 9%であった。

表 5.3.5-2 施設トラブルの削減可否 (複数回答あり)

施設トラブル削減可否	施設数	比率
可能	8	36.4%
不可能	2	9.1%
その他	2	9.1%
回答施設数	22	100.0%

施設トラブル削減の具体的方法としては、「施設の点検強化、ボイラ内部の清掃」、「計画的な修繕の実施」等、設備の点検、メンテナンスを確実に行うとの回答が多いが、「排出元との密な連絡、入荷時の点検の徹底」との回答があった。

施設トラブル削減が不可能な理由として、「定期修繕で予防保全を行っている」、「RDF 処

理施設での故障は特に発生していない」との回答であった。

その他の方法としては、「突発的なトラブルは予想が困難」との回答があった。

(3)発電量・熱回収量増の可否

発電量・熱回収量増の可否に関する回答を表 5.3.5-3 に示す。増加可能が 18%、不可能が 9%。その他が 14%であった。

表 5.3.5-3 発電量・熱回収量増の可否（複数回答あり）

発電量熱回収量増可否	施設数	比率
可能	4	18.2%
不可能	2	9.1%
その他	3	13.6%
回答施設数	22	100.0%

発電量熱回収量増の方法としては、「ボイラの改造」、「熱交換器の改造か運転状態の最適化」、「復水器の圧力(排気圧力)変更及び連続運転」、「未利用の蒸気をコンビナートヘッダーへ継ぎ込む」との回答があった。

発電量熱回収量増が不可の理由としては、「蒸気条件については、既に国内トップレベルにあり更なる効率向上は困難」「地元住民・自治体との協定で能力を UP させることは、設立時の協定に反する」との回答であった。

その他の回答では、「RDF はセメント焼成炉で使用する燃料としての割合は少なく、他燃料での改善を優先して対応」、「蒸気の利用方法を模索中」との回答であった。

(4)RDF 調達先増の可否

RDF 調達先増の可否に関する回答を表 5.3.5-4 に示す。増加可能が 9%、不可能、その他がそれぞれ 23%であった。

表 5.3.5-4 RDF 調達先増の可否（複数回答あり）

RDF 調達先増可否	施設数	比率
可能	2	9.1%
不可能	5	22.7%
その他	5	22.7%
回答施設数	22	100.0%

調達先増の方法としては、「受入条件を満たし、コストが見合うならば可能」、「自治体において、焼却施設の整備更新がある場合に提案を行い、優位性があると判断された場合」との回答であった。

調達先増が不可の理由としては、「近隣での RDF 生産は頭打ち。価格が見合わない」、「限られた RDF センターからの受入以外は受入できない」、「地域協定により他地域からの搬入は不可」、「地域同意を得るのが困難」、「自治体などから焼却炉より運転費用等が高くつくものと考えられており、調達先を増やすのは不可能」との回答であった。

その他として、「他の廃棄物と同様、処理依頼があれば、サンプル確認→契約→受け入れ、となる」、「長期安定供給可能な信頼できる供給先であること及び RDF 品質を管理しており一定の品質であることの 2 条件を満たせば調達先を増やすことは可能」との条件付での受入可能という回答であった。

(5) 受入 RDF 条件緩和の可否

受入を行う RDF の条件緩和の可否に関する回答を表 5.3.5-5 に示す。条件緩和可能が 9%、不可能が 36%。その他が 4%であった。

表 5.3.5-5 受入 RDF 条件緩和の可否（複数回答あり）

受入 RDF 条件緩和 の可否	施設数	比率
可能	2	9.1%
不可能	8	36.4%
その他	1	4.5%
回答施設数	22	100.0%

RDF の受入条件緩和が可能とした回答では、「地元や行政との協定を改定する。ただし、保管量には限界がある」、「窒素封入期間中の RDF 受入に適用できる」との回答があった。

受入条件緩和が不可能な理由としては、「安全性や排ガス性状を考慮すると最低限の条件は必要」との回答が多く、他には「過去に爆発事故があり受入条件を緩和することは周辺の理解が得られない」、「現状、受入条件が無いに等しく、また価格的に増量のメリットが少ない」との回答があった。

(6) RDF 利用拡大寄与施策

RDF の利用拡大寄与施策として、次の意見が得られた。

・バイオマス発電の電力買取制度で、RDF 発電を対象とする。 ・RDF の優位性（広域的に収集可能、小規模市町村で困難であるダイオキシン対策、高効率発電）の PR
・各自治体におけるごみ捨てルールの強化(容器洗浄、異物除去等) ・ごみ固形燃料を産業廃棄物として扱う
・質が良く長持ちさせる性状をもたせるには、生ごみを原料から除くことが望ましい。特に生ごみは塩素分が多く、諸施設を腐食させ、老朽化を促進させることにもなるので生ごみは RDF に使用しないことが望ましい。(ただし、製造市町の理解を得るのは困難) ・RDF から発生するメタン、CO ガス等可燃性ガスの発生メカニズムを研究し解明しておくべきである。
RDF 発電の電力買取単価について、非化石燃料による単価設定のような基準が欲しい。
ごみ固形燃料(RDF)の利活用を今後拡大するためには、RDF 及び汚泥のようなバイオマス由来の可燃物エネルギーが再生可能エネルギーとして認知することが必要。
RDF 発電施設では電力買取制度で約 10 円/kWh 程度でしか買取しないため、RDF 発電施設を稼働させるために RDF 製造施設の負荷が大きい。再生可能エネルギーである太陽光発電、風力発電のように約 40 円/kWh までではなくせめて 20 円 kWh で買取すれば、RDF 発電施設は売電で利益を上げることができるので、RDF 製造施設の負担は少なくなり、RDF 製造施設を"
バイオマスのみではなく、廃棄物燃料によるエネルギー起源 CO2 削減効果や 1 次エネルギー削減効果を踏まえ、施設補助金の拡充やエネルギー利用のインセンティブとなるような利用者側への税制支援等
塩素を嫌う施設が多いので、破碎プラを固化する前に高塩素プラを精度良く除去する技術が必要だと考えられる。
県単位での利用施設(ボイラー設備)を考えないと一企業では採算が合わない。
脱塩素化技術の向上

(7) その他の意見

その他自由意見として、次のような内容の回答があった。

①RDF 購入者には通常の廃棄物処理価格との差額を補助する。このようにしないと RDF だけでは経営的に成り立たない。
②県毎に埋立て単価の差異があるので、国からの補助等で平準化する。
当社は RDF 主体に燃料集荷を行っており、RPF の品質に相当するものであれば RDF の利用も可能と考えるが現実的には特に塩素濃度がネックとなり利用困難である。単純に一般廃棄物を処理するだけでなく希釈材を混合する等により成分調整を行えば利用先拡大の可能性が出てくると思われる。

省エネルギー対策として、RDF を灯油の代替燃料として使用した場合、省エネルギーの実現は可能である。また「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」の算定基準に従い算定すると、灯油の CO₂ 排出係数 2.49t-CO₂/kl と RDF の CO₂ 排出係数 0.759t-CO₂/kl の差分、温室効果ガスの排出量は削減することとなるので、その分の評価する仕組みが欲しい。

RDF を単に「環境に良いもの」と考えるのではなくて、RDF 作成に係るトータルコスト・トータルエネルギーについても考慮する必要がある。

私見)・国が固形燃料の利用を進めるなら地方で「ゴミ分別」徹底をし「RPF」として利用するほうが良い。・RDF の製造から使用施設まで設備が複雑になるため、RDF の製造を中止して「ごみの燃焼」に戻すべき。燃焼の廃熱利用を考えるべきです。「シンプルイズベスト」

5.4 RDF 製造施設及び RDF 利用施設に対するヒアリング調査

5.4.1 調査概要

5.2 及び 5.3 のアンケート調査により、RDF 製造施設及び RDF 利用施設の現状が大まかに把握できた。さらに様々な状況にある RDF 製造施設及び RDF 利用施設の現状と現地の運転状況を確認するため、ヒアリング調査を実施した。

5.4.2 調査結果

ヒアリング結果のうち、事業概要、製造した RDF の引取状況あるいは受入状況、課題と対応状況、事業性に関する事項について、以下にまとめる。

(1) RDF 製造施設 A

事業概要	分別収集は 7 種プラス 1（廃食用油）であり、もえるごみとして収集したものが固形燃料の原料となる。生ごみが別に集められているため、紙くず、ポリ類・ペットボトルなどが対象物である。年間 2000 トン処理している。
製造した RDF の引取状況	平成 19 年以降、全てを地域暖房に供給している。製紙会社に供給することも検討したが、塩素分が高くて供給できなかった。
課題と対応状況	金属類などの不適物の混入による破砕機の故障が見られた。排出者に対する不適物の混入防止の周知と指導の強化が必要である。
事業性	処分場の費用は 8 万 m ³ で 13 億円の整備費がかかっており、1m ³ あたりで計算すると 1.6 万円になる。RDF 製造は 50 円/トンとはいえ売れているので、資源化としては良い方法である。

(2) RDF 製造施設 B

事業概要	生ごみは分別収集により堆肥化しており、固形燃料の対象物は、濡れていない紙、布およびプラスチックである。廃棄物処理量は 2500 トン/年程度であり、95%が燃料となる。
製造した RDF の引取状況	供給先は 2 か所であり、70%を製紙会社に、30%を地域暖房に供給している。以前は 100%製紙会社に供給していたが、リスク分散の意味もあり 2 か所供給としている。
課題と対応状況	不適物の混入はあるが、搬入ヤードで人が袋を開けて中を確認し、さらに破袋機の後でも手選別を行っており、特に大きなトラブルはない。分別に対する市民への理解を深めるための活動の継続が重要である。
事業性	生ごみが入っていないので乾燥の必要がなく、RDF 成形も摩擦熱だけで補助燃料は使用しておらず、また、手選別により不適物を排除しているため、施設トラブルも少なく、結果的に製造単価が 2 万円/トン前後で安くなっている。

(3) RDF 利用施設 A

事業概要	セメントの焼成工程の燃料となる燃料系廃棄物として廃プラ、RDF、古畳、木屑、廃油・廃液、肉骨粉など様々な廃棄物が利用できる。廃プラやRDFは、破碎、選別（金属除去）、粉碎工程を経て空気輸送され一旦タンクに貯留され石炭粉とともに予熱器へ送られ燃料となる。
RDF の受入状況	1 施設の RDF はセメント工場の地元であり、継続的に購入調達している。その他は 5～6 箇所から処理費用を受け取って処理をしている。
課題と対応状況	過去 3 年間、RDF による設備事故、トラブル事例は特にない。RDF の長期間の保管は蓄熱による火災の危険性と臭気問題があるので、一旦ヤードに仮置きしたら優先的に処理している。
事業性	従来焼却処理や最終処分していた廃棄物がセメント原料としてリサイクルされることから、排出企業はリサイクル率の向上という価値を得ることができ、一般の処理処分業者に比べ優位になる。

(4)RDF 利用施設 B

事業概要	一廃 RDF と産廃（汚泥、廃油、廃プラ、動植物性残さ）を処理。RDF と産廃の処理量は 50%ずつで混合焼却している。当初から一般廃棄物 RDF を 500 円/t で購入している。
RDF の受入状況	2 工場で製造した RDF は全て受け入れている。産廃が減少傾向なので、将来的には 2 市以外の RDF を受入れる能力は出てきそうだが、採算性を考えると処理費(2 万円/トン以上)をもらう必要がある。
課題と対応状況	通常の廃棄物と異なり、性状の安定した RDF なので安定運転できている。RDF はサイロでなく開放型のピット貯留なので蓄熱によるトラブルはない。受入れる産廃は塩素分を制限しているので、ボイラー管の腐食はない。
事業性	RDF を購入して事業を行うには、売電単価を高くするなどの施策が望まれる。RDF 購入は当初からの取り決めであり、変えることができない。実際は設備負担費として 1 万円/t－RDF を市からもらっており、それで成り立っている。建設当時はダイオキシン問題があり、その対処方法として RDF 施設があった。

第6章 木質バイオマスボイラーに関する調査

6.1 調査概要

木質バイオマス利用施設については、電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS 法）などの制度が整備されたことなどを受けて、導入が進んできた。しかし、近年、製紙、セメント、電力関連の企業等が CO2 削減のために木質チップを補助燃料として利用を拡大した結果、木質チップの供給が不足している上、水分や灰分の割合の高い木質バイオマスが利用されているという状況も見られる。木質バイオマス利用施設における、木質バイオマスの調達・運転状況や施設の運転に係る課題等について、アンケート調査及びヒアリング調査を行い、検討の基礎資料とする。

6.2 木質ボイラー施設に対するアンケート調査

6.2.1 調査概要

木質ボイラー施設に関する調査の概要は以下のとおりである。なお、調査依頼文及びアンケート調査票については、資料編の資料 3-1、3-2 に添付する。

(1)調査目的

木質バイオマス利用施設については、導入が進んできたが、製紙、セメント、電力関連の企業等による木質チップの補助燃料利用が拡大した結果、木質チップの供給が不足している上、水分や灰分の割合の高い木質バイオマスが利用されているという状況も見られる。木質バイオマス利用施設を対象に木質バイオマスの調達・運転状況や施設の運転に係る課題等の調査を行い、検討の基礎資料とする。

(2)調査対象

既存資料から、木質バイオマスボイラ利用施設をリスト化した上で、プラスチックや紙類と混焼している施設(産業廃棄物処理施設)を除外した上で、規模の大きい 59 施設を調査対象とした。既存資料としては、グリーン電力証書認定バイオマス施設、新エネルギー等事業者支援対策事業、社団法人地域資源循環センターデータベース、NEDO バイオマスハンドブックなどを参考とした。

(3)調査方法

郵送によるアンケート票送付と回収を行った。

(4)調査時期

平成 22 年 12 月 6 日に発送し、12 月 17 日締切回収とした。

(5)調査項目

主な調査項目は次のとおりである。

- ・施設能力(処理能力、前処理設備、ボイラ条件、発電能力)

- ・木質バイオマス受入条件(木質種類、水分、灰分、低位発熱量、形状、留意点等)
- ・木質バイオマス調達(調達元、木質種類、単価、過去の調達元、調達元変更の場合の理由)
- ・運転実績(過去3年間の運転日数、種類別処理量、経常費用、発電実績、熱利用実績)
- ・課題・対応策(事故・トラブル、対応策等)

6.2.2 調査対象施設の概要と回答状況

アンケート調査対象施設の概要と回答状況を表 6.2.2-1 に示す。事業者種類は事業者の属性を示すもので木質バイオマス発電所、木材利用事業者、産廃処理業者、製紙工場、セメント工場、その他事業者に分類して示した。59 施設に送付し、28 施設から回答があった(回答率 48%)。以下では回答のあった 28 施設について解析を行う。なお、以下に示す解析以外の回答データについては、資料編の資料 3-3 にまとめて示す。

表 6.2.2-1 アンケート調査対象施設の概要と回答状況

連番	事業者種類	運転開始年	発電能力(kw)	ボイラ蒸発量(t/h)	回答
1	木質バイオマス発電	2005	50,000		
2	木質バイオマス発電	2008	21,000	106	○
3	木材利用業者	2004	18,000	85	○
4	木質バイオマス発電	2010	13,600		○
5	木質バイオマス発電	2006	12,000		○
6	木質バイオマス発電	2006	11,500		
7	木質バイオマス発電	2006	10,000		○
8	木材利用業者	2007	6,500		○
9	木材利用業者	2005	5,300		○
10	産業廃棄物業者	2005	4,900	26	○
11	木材利用業者	2005	4,700		○
12	木材利用業者	1989	4,600		
13	木材利用業者	1989	4,500		
14	木質バイオマス発電	2005	4,300		○
15	産業廃棄物業者	1994	3,120		
16	木材利用業者	1998	3,000	62	
17	木材利用業者	2003	3,000	34	
18	木質バイオマス発電	2006	2,500		
19	木質バイオマス発電	2005	2,300	27	○
20	木材利用業者	1984	2,000	15	○
21	木材利用業者	2002	1,990		
22	木材利用業者	1998	1,950	20	○
23	木材利用業者	1980	1,950		

24	その他事業者	1986	1,900		○
25	その他事業者	1993	1,650		○
26	その他事業者	2007	1,500		○
27	木材利用業者	2005	1,300		○
28	木質バイオマス発電	2004	1,300		
29	木材利用業者	1987	1,300		
30	その他事業者	1996	1,200		
31	木材利用業者		1,180		
32	木材利用業者	1990	1,170		
33	木質バイオマス発電	2007	1,000		
34	木材利用業者	1997	990		○
35	その他事業者	1988	620		
36	木材利用業者	2004	600	8	○
37	木材利用業者	2003	600		○
38	その他事業者	2005	523		○
39	その他事業者	1986	350	14	○
40	火力発電所	2005		1360	○
41	製紙工場	2008		126	
42	その他事業者	1986		50	
43	その他事業者	2009		40	
44	木材利用業者	2004		30	
45	その他事業者	2008		28	
46	木材利用業者			23	
47	セメント工場	2002		22	
48	木材利用業者	1992		20	
49	その他事業者	1982		20	
50	木材利用業者	2009		15	○
51	木材利用業者	1993		15	
52	木材利用業者	2008		12	○
53	製紙工場	2006	32,000	170	○
54	製紙工場	2007	30,300	230	
55	製紙工場	2008	29,000	180	○
56	製紙工場	2002	26,000	62	○
57	セメント工場	2008	25,000		
58	製紙工場	2004	12,272	105	
59	製紙工場	2008	10,000		

6.2.3 回答施設概要

回答が得られた施設の概要を表 6.2.3-1 に示す。許可の有無、破碎・選別・乾燥施設の有無、調達木質の種類、購入単価(処理している場合はマイナス表記)、輸送単価等を示す。

一般廃棄物及び産業廃棄物の処理業の許可を持つ施設は少なく、処理対象となる木質バイオマスを購入して調達を行っている。処理業の許可を持つ施設においても購入している施設が多く、処理費をもらって事業を行っているとは回答があったのは No.26、No.36 の 2 施設のみであった。

表 6.2.3-1 木質バイオマスボイラ施設回答の概要

連番	一廃許可	産廃許可	竣工年	処理能力(t/d)	破碎施設	選別施設	乾燥施設	定格発電能力 kw	調達木質種類	購入単価(円/t)	輸送単価(円/t)	購入単価に輸送費含む	廃掃法支障例の記載あり
2	無	無	2008	648	無	無	無	21,000	規格外パレット等の破損物	1,200		含む	※1
									製材副産物(樹皮、オガ、プレーナー屑)	1,200		含む	
3	無	無	2004	427	無	無	無	18,000	バーク 剪定枝葉 建設廃材				□
4	無	無	2011	379	無	無	無	13,600					
5	無	無	2006	360	無	無	無	12,000	建設廃材	2,400		含む	
7	無	無	2006	320	無	あり	無	10,000	建設廃材	3,700		含む	
									建設廃材	4,150		含む	
									生木(林地残材等)	2,200		含む	
									生木(林地残材等)	2,000		含む	
									建設廃材	3,000		含む	
									生木	2,500		含む	
8	無	あり	2007	201	あり	あり	無	6,500	建設廃材	700		含む	
									建設廃材	3,000		含む	
									建設廃材	1,700		含む	
									建設廃材	3,000		含む	
9	無	無	2005	240	あり	あり	無	5,000					※2
10	無	無	2005	150	無	あり	無	4,900	建設廃材チップ 伐採材チップ	2,500		含む	
11	無	無	2007	429	あり	無	無	4,700	自社工場から発生する木くずを使用	0		含む	
14	無	無	2007	200	無	無	無	4,300	建設廃材	2,900		含む	※3
									建設廃材	6,100		含む	
									建設廃材、剪定材	3,900		含む	
									建設廃材、剪定材	3,100		含む	
19	無	無	2005	156	無	無	無	2,300	木くず	3,100		含む	
20	無	無	1985	82	無	無	無	2,000	建設廃材	10	0	含む	
									建設廃材	10	0	含む	
									建設廃材	10	0	含む	
									建設廃材	10	0	含む	

連番	一廃許可	産廃許可	竣工年	処理能力(t/d)	破碎施設	選別施設	乾燥施設	定格発電能力kw	木質種類	購入単価(円/t)	輸送単価(円/t)	購入単価に輸送費含む	廃掃法支障例の記載あり
22	無	無	1998	75	無	無	無	1,950		0		含む	※4
24	無	無	1984	180	無	無	無	1,900	建設廃材			含む	
									建設廃材			含む	
									建設廃材			含む	
25	無	無	1993	75	あり	あり	無	1,650					
26	無	あり	2007	95	あり	無	無	1,650	建設廃材	-10,000		含まない	□
									建設廃材	-10,000		含まない	
									パレット	-10,000		含まない	
									生木	-20,000		含まない	
27	あり	あり	2005	44	あり	無	無	1,300		100	0		
34	無	無	1997	125	無	無	無	990					
36	あり	あり	2004	60	あり	あり	無	600	合板パレット	-5,000		含まない	
									ダム流木	-10,000		含まない	
									建設残材	-5,000		含まない	
									合板ベニヤ	-5,000		含まない	
37	無	無	2003	8	無	無	無	690	針葉樹(杉、赤松、カラマツ)	12,000		含む	※5
38	無	無	2005		無	無	無	523	製材残材	4,000		含む	
39	無	無	1986	60	無	無	無	350	建設廃材(ピンチップ)	3,000		含む	
									建設廃材(ピンチップ)	2,000		含む	
									建設廃材(ピンチップ)	710		含む	
									建設廃材(ピンチップ)	3,300		含む	
40	無	無	1965	31	無	無	無	156,000					
50	無	無	2009	115	無	無	無			2,500		含む	
52	無	無	2008	91	あり	あり	あり	180	外部受入なし	0		含む	
53	あり	あり	1998	1243	あり	あり	無	40,760					
55	無	無	2008	300	無	あり	無	29,300					
56	無	あり	2002	128	無	無	無	8100	秘密事項につき未記入				※6

前表 6.2.3-1 において、廃棄物処理法が木質バイオマス処理の支障となっているとの回答があった施設は※印を付してあり、その内容を表 6.2.3-2 に示す。

表 6.2.3-2 廃棄物処理法が支障となっている状況等

	廃棄物処理法支障例の記載内容
※1	当発電所で使用するバイオマス燃料はすべてある工場から有価で購入しているので、直接廃棄物処理法に向き合うことはないが、燃料収集を担当している工場側にとって色々と障害になっているということは聞いているが、具体的には知らない。
※2	燃焼灰(ばいじん)が燃料投入量の約 2%程度排出される。これは産業廃棄物として処理するしか方法が無く、処理の為に約 1,000 万円程度のコストが掛かっている。
※3	直接支障があるというわけではないが、燃料チップ製造の新規参入が容易でないため、燃料の品質向上を遅らせているのではないかと思う。
※4	製材所から発生するバークは産廃となるのか。
※5	木材・木製品製造業においては樹皮は「木くず」に分類され、産業廃棄物とされる。自社内でボイラー等の燃料として利用しようとする場合においても、利用する熱よりも過大に消費されることは焼却炉にあたる場合があると所管する機関から指摘されている。対応としては効率のよいボイラー等の導入事例が増え、その判断が簡易となることが望まれる。現状では協議して承認を得る必要がある。
※6	産廃許可のみを持つ施設では、一般廃棄物として扱われている木くずの利用ができない。許可を持たない施設では廃棄物焼却炉に該当しないので、廃棄物である木質系バイオマスが使用できない。

6.2.4 受入条件

(1)木質種類ごとの受入条件

木質種類ごとの受入条件を表 6.2.4-1 にまとめて示す。建設廃材は水分が比較的 low、低位発熱量が高い。次いで、製材残材、オガ粉の低位発熱量が比較的高い。バーク、間伐材、剪定枝葉は水分が 40～60%、低位発熱量が 7000～10000 kJ/kg 程度と低い。

形状はいずれも 50mm 以下、70mm 以下の指定をしているところが多いが、破砕機保有施設で 150mm 以下という条件の施設もあった。

表 6.2.4-1 木質種類ごとの受入条件

木質種類	水分(%)	灰分(%)	低位発熱量 (kJ/kg)	形状	留意点
建設廃材	15～30	0～5	10000～14000	50～100mm 以下	金属片、プラ、ガラス、ガレキ等の混入は原則不可
製材残材	30～60	1～5	12000～13000	50mm 以下(破砕機保有施設では 150mm 以下)	国産の杉、ヒノキ。異物混入が無いこと
オガ粉	10～55	1	11000～12000	2mm	
バーク	40～60	2～5	7500～11000	50～100mm 以下	国産の杉、ヒノキ。異物混入が無いこと
間伐材	40～50	2～5	6000～10500	50～70mm 以下	発酵したもの土砂が多すぎるものは受入不可
林地残材	40～70	2～5	7500～10500	50～70mm 以下	発酵したもの土砂が多すぎるものは受入不可
剪定枝葉	40～70	2～12	6000～10500	50～100mm 以下	発酵したもの土砂が多すぎるものは受入不可

(2) 受入条件の確認方法

受入条件の確認方法を表 6.2.4-2 に示す。受入条件の確認方法は自ら確認している施設が半数を超えており、次いで持ち込み業者に確認を義務付けている施設が 32%となっている。(複数回答あり)

表 6.2.4-2 受入条件の確認方法（複数回答あり）

受入条件確認方法	施設数	比率
持込業者確認義務付け	9	32.1%
自ら確認	16	57.1%
特に確認せず	2	7.1%
その他	6	21.4%
回答数	28	100.0%

なお、確認方法でその他と回答したその内容は次のとおりであった。

- ・ ボイラー蒸発量実績により購買単価に反映される。
- ・ 持ち込み業者で区分
- ・ 受入担当者へ依頼
- ・ 水分、低位発熱量については毎月測定
- ・ 自社工場発生
- ・ 原料チップとして受入検査をしている。

(3)受入実態

受入実態を表 6.2.4-3 に示す。適合物のみを受け入れる施設が 58%、不適合物の受入も行っている施設が 33%となっている。（複数回答あり）

表 6.2.4-3 受入実態（複数回答あり）

受入実態	施設数	比率
適合物のみ受入	14	58.3%
不適合物の受入あり	8	33.3%
その他	2	8.3%
回答数	24	100.0%

なお、「不適合物の受入あり」の理由として、燃料不足のためという回答が多く、ストック可能性が少なく間に合わないという回答もあった。また、自社工場発生のためという回答もあった。

また、受入実態「その他」の内容は次のとおりであった。

- ・ ボイラー蒸発量実績が購買単価に反映されるため、木質バイオマス燃料の定義を満たすものは何でも受け入れている。
- ・ 原料チップとして特に金属異物の多い業者は受け入れている。

6.2.5 運転・維持管理上の対応策

(1) 燃料(重油、灯油等)の使用量削減

燃料(重油、灯油等)の使用量削減可否に関する回答を表 6.2.5-1 に示す。削減可能が 44%、不可能とその他が 28%であった。

表 6.2.5-1 燃料(重油、灯油等)の使用量削減可否

燃料使用量削減可否	施設数	比率
可能	8	44.4%
不可能	5	27.8%
その他	5	27.8%
合計	18	100.0%

燃料使用量削減の具体的方法については、ボイラー停止回数の減少、立上げ、立ち下げ時の運転手順の見直し、1～2 日位の停止時には炉内温度を維持するという回答の他、稼働率アップ、バイオマス最大燃焼&重油ボイラー最低燃焼、搬送機械の安定操業という運転管理に関する回答、木質バイオマス燃料の適切な水分コントロール、熱量の高い燃料を入れるという処理対象物に関する回答もあった。

燃料使用量削減が不可能な理由としては、重油→木質バイオマスへほとんど切り替え済み、現状で考え得るものは実施している、供給先の都合によりボイラーを年 4 回停止しており、起動用として A 重油が必要との回答があった。

その他の方法としては、異物混入率低減と水分の安定化との回答があった。

(2)施設トラブルの削減可否

施設トラブルの削減可否に関する回答を表 6.2.5-2 に示す。削減可能が 70%、不可能が 20%。その他が 10%であった。

表 6.2.5-2 施設トラブルの削減可否

施設トラブル削減可否	施設数	比率
可能	14	70.0%
不可能	4	20.0%
その他	2	10.0%
合計	20	100.0%

施設トラブル削減の具体的方法としては、日常点検作業の強化、手順書の作成、こまめな設備点検等の回答が多く、その他、異物の混入防止、燃料品質(含水率、形状)の維持等、処理対象物に対する回答やボイラー層を厚くして高負荷に耐えられるようにするという回答もあった。

施設トラブル削減が不可能な理由として、経年変化による消耗、燃料投入装置の構造の強度不足、送電系統からの波及による所内全停トラブル等が挙げられていた。

その他の方法としては、異物混入率低減と水分の安定化、搬送系の改造、燃料供給会社の選択との回答があった。

(3)発電量・熱回収量増の可否

発電量・熱回収量増の可否に関する回答を表 6.2.5-3 に示す。増加可能が 53%、不可能が 32%。その他が 16%であった。

表 6.2.5-3 発電量・熱回収量増の可否

発電量熱回収量増可否	施設数	比率
可能	10	52.6%
不可能	6	31.6%
その他	3	15.8%
合計	19	100.0%

発電量熱回収量増の方法としては、蒸気タービンの更新や給水タンクの材質変更などにより発電量や熱回収量を上げる方法の他、チップ含水率を下げることで、木屑ボイラ稼動アップなど運用面で回収量を上げる方法、供給先の熱利用量を上げる方法などが回答された。

発電量熱回収量増が不可の理由としては、すでに高い効率設計で負荷率 100%をしているとの回答が多い他、改造コストを理由に挙げる回答もあった。

(4)木質バイオマス調達先増の可否

木質バイオマス調達先増の可否に関する回答を表 6.2.5-4 に示す。増加可能が 63%、不可能が 16%。その他が 21%であった。

表 6.2.5-4 木質バイオマス調達先増の可否

木材調達先増可否	施設数	比率
可能	12	63.2%
不可能	3	15.8%
その他	4	21.1%
合計	19	100.0%

調達先増の方法としては、営業活動の強化等により新規調達先を確保する他、既存業者との取引量増、森林組合との協力、広域ネットワークの確立、間伐施業地の拡大(団地化) 未利

用材の確保(枝、根)等の回答があった。

調達先増が不可の理由としては、木質系チップは取り合いになっていること、現状で精一杯であること、契約書上、1社のみが燃料調達先となっているとの回答があった。

その他の内容としては、現状で十分確保されているとの回答と検討中との回答があった。

(5)利用可能バイオマスの種類増の可否

利用可能バイオマスの種類増の可否に関する回答を表 6.2.5-5 に示す。増加可能が 45%、不可能が 35%。その他が 20%であった。

表 6.2.5-5 利用可能バイオマスの種類増の可否

利用可能バイオマス種類増可否	施設数	比率
可能	9	45.0%
不可能	7	35.0%
その他	4	20.0%
合計	20	100.0%

利用可能バイオマス種類増の方法としては、木質系はバーク、未利用材(林地残材、間伐材など)、剪定枝条、刈草、建築廃材のチップ化の有効利用等の利用可能性があるとの回答があり、この他、木質以外でも発熱量、水分の性状が現状と大きく変わらなければ可能、チップ状の燃料ならば可能(要燃転届)との回答があった。一方で、チップペレットの調達は可能だが単価的に重油より割高となるとの回答もあった。

バイオマス種類増が不可の理由としては、木くず専用ボイラであるため、不可能であるという回答が多かった。また、契約で価格(購買)を低く抑えられているため、他の燃料に手を出せないとの回答、産廃許可がないとの回答もあった。

6.3 木質ボイラー施設に対するヒアリング調査

6.3.1 調査概要

6.2 のアンケート調査により、木質ボイラー施設の現状が大まかに把握できた。さらに様々な状況にある木質ボイラー施設の現状と現地の運転状況を確認するため、ヒアリング調査を実施した。

(1)ヒアリング対象施設

表 6.3.1-1 に示す施設を対象に調査を行った。

ヒアリング施設の選定理由は No.26 と No.36 は木質を購入ではなく、処理費をもらって処理していること、No.7 は林地残材を含む多様な木質バイオマス調達していること、No.9 は廃棄物支障例に記載があること、No.53 は製紙会社で発電能力が大きいこと等である。

表 6.3.1-1 木質ボイラーヒアリング対象施設概要

連番	事業種類	一廃許可	産廃許可	竣工年	処理能力(t/d)	破碎施設	選別施設	乾燥施設	定格発電能力kw	調達木質種類	購入単価(円/t)	輸送単価(円/t)	購入単価に輸送費含む	廃掃法支障例の記載あり
7	木質バイオマス発電	無	無	2006	320	無	あり	無	10,000	建設廃材	3,700		含む	
										建設廃材	4,150		含む	
										生木(林地残材等)	2,200		含む	
										生木(林地残材等)	2,000		含む	
										建設廃材	3,000		含む	
										生木	2,500		含む	
9	木材利用業者	無	無	2005	240	あり	あり	無	5,000					※2
26	その他事業者	無	あり	2007	95	あり	無	無	1,650	建設廃材	-10,000		含まない	□
										建設廃材	-10,000		含まない	
										パレット	-10,000		含まない	
										生木	-20,000		含まない	
36	木材利用業者	あり	あり	2004	60	あり	あり	無	600	合板パレット	-5,000		含まない	
										ダム流木	-10,000		含まない	
										建設残材	-5,000		含まない	
										合板ベニヤ	-5,000		含まない	
53	製紙工場	あり	あり	1998	1243	あり	あり	無	40,760					

(2)ヒアリング方法

現地に担当者 2 人が赴き、施設の概要の説明を受けた後、アンケート回答に基づいて関連情報を確認し、最後に現地の原料貯蔵状況や運転状況について見学を行った。

6.3.2 調査結果

ヒアリング結果のうち、事業概要、木質バイオマスの調達、事業性、廃掃法支障に関する事項について、以下にまとめる。ヒアリング結果詳細については、資料編の資料 3-4 に添付する。

なお、上記ヒアリングとは別に、特定非営利活動法人 全国木材資源リサイクル協会連合会に対して、廃棄物処理法等に関するヒアリングを行っており、その結果を資料編の資料 3-5 に添付する。

(1)施設 No.7 木質バイオマス発電

事業概要	木質チップを受け入れて高効率発電を行う施設。熱利用はなし。
木質バイオマスの調達	建廃系チップと生木系チップを受け入れている。産廃許可を持たないためすべて購入している。
事業性	収入は売電のみであり、事業計画時はチップはほぼ無料で入手できる見込みであったが高騰しており、採算悪化の原因。主灰、飛灰の処理にも費用がかかる。
廃掃法支障	廃棄物処理法上の資格を有していないが、特に支障ない。

(2)施設 No.9 木材利用業者

事業概要	自社の製材工程で発生するバーク、オガ粉を原料としてバイオマス発電ボイラを運転し、木材乾燥に蒸気を利用し、発電電力は自社利用及び夜間は売電している。
木質バイオマスの調達	自社で発生する乾燥オガ、生オガ、バークを利用。バークは破砕機にて 50mm 以下としている。外部からの調達はなし。
事業性	原料は自社発生分利用のため、事業性については厳しくないが、減価償却を勘案して収支は均衡状態にある。売電単価とグリーン電力の価値の引き上げ等がないと採算性は厳しい。
廃掃法支障	廃棄物処理法上の資格を有していないが特に支障はないが、将来的に処理費用をもらえるような処理物がでてきても対応できないことが支障である。飛灰、主灰の処理にコストがかかっている。

(3)施設 No.26 その他事業者

事業概要	アスファルト製造に大量の熱エネルギー、破砕に大量の電気が必要であり、建築廃材を破砕処理してチップ化し、バイオマス燃焼して、電力、熱を発生させ利用している。余剰電力は売電している。
木質バイオマスの調達	中間処理業者、物流関連業者とは年間契約、解体業者と造園業者とは現場 1 件ごとの契約。24 時間受け入れており、排出者には運搬距離も短いので利便性が高い。

事業性	計画から稼働まで4年かかり、その間に廃木材の処理単価が半分になった。もとのままの単価であれば、採算が取れていた。今は単年度赤字。木材が奪い合いになっている。
廃掃法支障	産廃許可施設なので、特になし。

(4)施設 No.36 木材利用業者

事業概要	産廃処理施設として、建設廃材やダム流木などを有償で受け入れ、発電し、余剰は売電している。蒸気は一部木材乾燥に利用している。施設計画が早かったため発電出力を抑制した。
木質バイオマスの調達	近隣県からの産廃木材を受け入れ、ダム流木も多い。破碎選別施設があるので、形状等の受入条件はない。水分が高いものも受け入れる。燃料用チップは有価で購入する施設へ行くようになった。
事業性	建設時には林野庁、県、町の補助があつてよかったが、運営には補助がなく、林野庁の補助で始めた施設はほとんど止まっている。
廃掃法支障	許可品目を増やすにはアセスを再度やり直す必要があり、コスト負担が大きく断念した。

(5)施設 No.53 製紙工場

事業概要	自社で発生するペーパースラッジ廃棄物と外部調達する木質チップ、RPF、チップタイヤを燃料として、バイオマスボイラを運転し、電力、蒸気を自社工場で利用している。
木質バイオマスの調達	都心からのアクセスの良さを生かし、製材所や産廃業者等から全て有償（非廃棄物）で調達している。
事業性	製紙業界は、ペーパースラッジという自社廃棄物の燃料化と自社工場での電熱利用というメリットがあり、単純なバイオマス燃料買取／売電施設に比べて優位性が高い。
廃掃法支障	木質チップは現状で不足はなく、外部から廃棄物の受け入れは行っていないため、法規制の弊害は感じない。今後、手続きが簡便になり、品質の安定した廃棄物が手に入るようになれば、廃棄物の受け入れも検討する。