

## 第 5 章

.....

### 中間処理技術の動向

## 第 1 節 中間処理の位置づけ

循環型社会形成推進基本法での処理の優先順位は、発生抑制（リデュース）、再使用（リユース）、再生利用（リサイクル）、熱回収（サーマル・リサイクル）、適正処分とされています。中間処理はこのうち ～ を主な役割として担っていることから、中間処理施設の整備にあっては、できるだけ「再生利用」を行うための施設を優先し、それが困難な場合は、できるだけ「熱回収」を行える施設を選択が必要と考えられます。

循環型社会形成が目標となっている現代にあって、物質循環における中間処理の位置づけは、概ね図 5-1 に示されるとおりと考えられます。

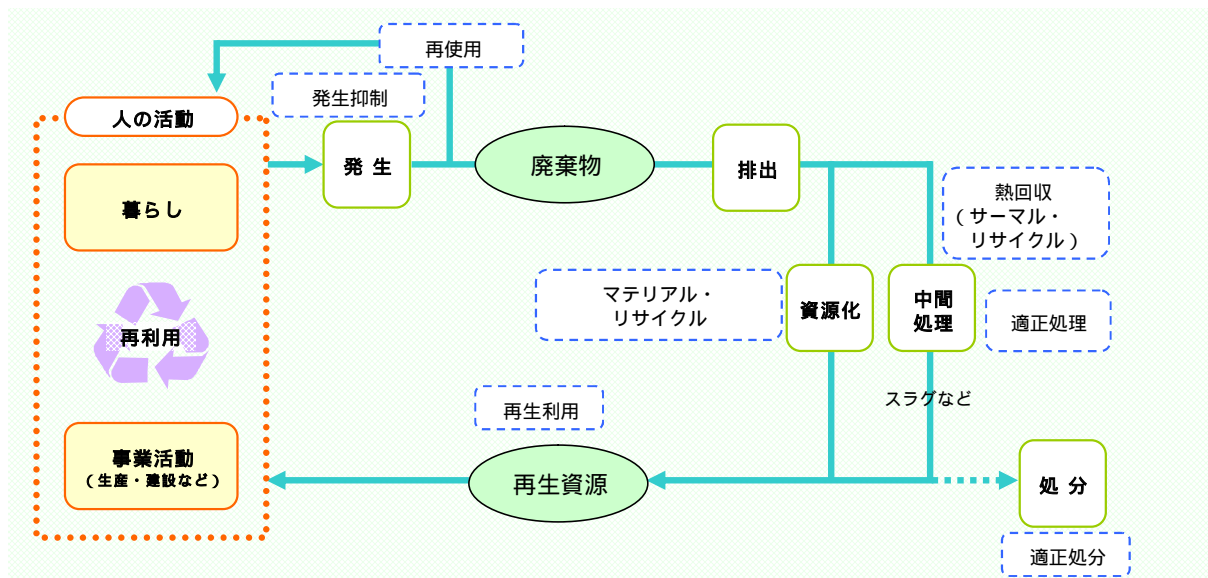


図 5-1 物質循環における中間処理の位置づけ

現在の中間処理技術は、多種・多様なものが存在しています。焼却技術、資源化技術ともに、処理方式によって技術内容が大きく異なっており、日々新しい技術開発が行われています。

この章では、後述する本計画で検討対象となる中間処理施設に対して、その技術的内容や動向を整理します。

本計画で検討対象となる中間処理施設の一覧表を図 5-2 に示します。

第 2 節では、熱回収施設として、焼却施設（ストーカ式、流動床式）及びガス化溶融施設（シャフト式、キルン式、流動床式、ガス改質式）に係る技術的内容や動向を整理します。

第 3 節では、灰溶融施設として、燃料燃焼式及び電気式に係る技術的内容や動向を整理します。

第 4 節では、ごみ燃料化施設として、RDF 化施設及び炭化施設に係る技術的内容や動向を整理します。

第 5 節以降では、ごみメタン化施設、ごみ高速堆肥化施設、ごみ飼料化施設、リサイクルセンターに係る技術的内容や動向を整理します。

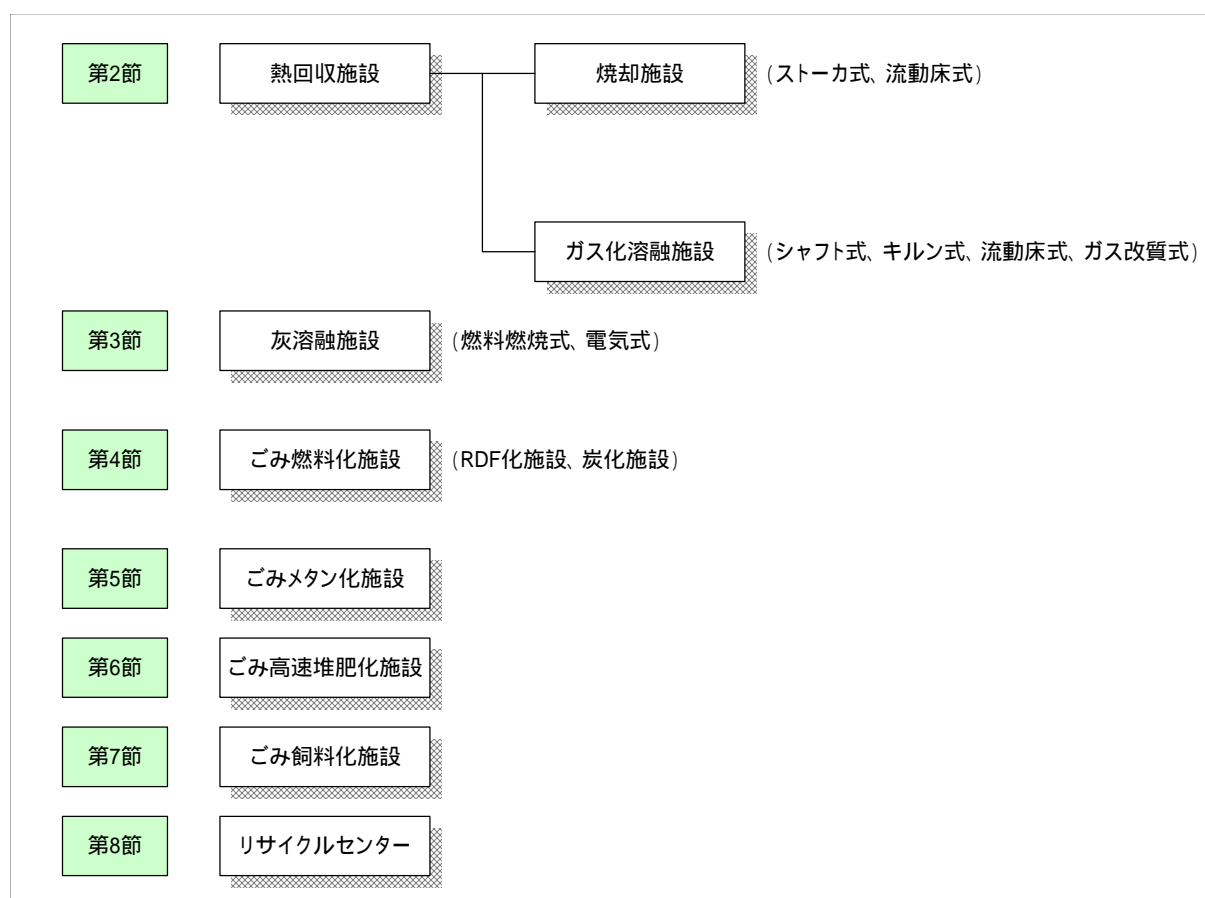


図 5-2 検討対象となる中間処理施設の一覧

## 第 2 節 熱回収施設

### 1. 焼却施設

#### (1) 焼却施設の概要

最終処分量は、現状（平成 17 年度）実績に対し、平成 25 年度までに 50%程度削減します。また、目標年次の平成 33 年度においてもこの削減量を維持していきます。

焼却施設は可燃物が自燃することを利用した処理技術です。ごみの衛生処理を行うと同時に、減量・減容化効果が高く、中間処理の中で最も一般的な処理方法として普及してきました。また、処理可能なごみの範囲も比較的広く、可燃ごみ全般に加え、汚泥などを混焼したり、医療系廃棄物を処理することも可能です。さらに条件によっては、焼却処理に伴い発生する熱エネルギーの有効利用が可能ですが、これからは必須条件となっています。一方、排ガス中の有害物質の除去、悪臭発生防止、焼却残さの無害化などの公害防止対策が必要です。

#### (2) 対象廃棄物

##### 一般廃棄物

- ・可燃ごみ全般、し尿・浄化槽汚泥 など

##### 産業廃棄物

- ・木くず、紙くず、繊維くず、廃プラスチック類、動植物性残さ、廃油、医療系廃棄物、下水道汚泥 など

#### (3) 焼却施設の特徴

##### 焼却方式

焼却施設は燃焼炉の形式により、ストーカ（火格子）式焼却炉、流動床式焼却炉などに分けられます。中でもストーカ式焼却炉は歴史と実績が最も多く、現在日本全国に約 1,700 あるごみ焼却施設（ガス化熔融施設を含む）のうち約 1,300 がストーカ式焼却炉となっています。

各焼却方式の特徴は表 5-1 のとおりです。

表 5-1 焼却方式別の特徴比較

区 分		ストーカ式	流動床式
概略構造図(例)			
処理システム		<p>ストーカを機械的に駆動し、投入したごみを乾燥、燃焼、後燃焼工程に順次移送し(1~2h)燃焼させる方法。ごみは移送中に攪拌反転され表面から効率よく燃焼される。</p> <p>焼却灰は不燃物とともにストーカ末端より灰押し出機(水中)に落下し、冷却後にコンベヤなどで排出される。</p> <p>燃焼ガス中に含まれるダスト(飛灰)は、ガス冷却室や集じん設備で回収される。</p>	<p>熱砂の流動層に破碎したごみを投入して、乾燥、燃焼、後燃焼をほぼ同時に行う方式。</p> <p>ごみは流動層内で攪拌され瞬時(長くても十数秒)燃焼される。</p> <p>灰は燃焼ガスと共に炉上部より排出されガス冷却室や集じん設備で飛灰として回収される。</p> <p>不燃物は流動砂と共に炉下部より排出分離され、砂は再び炉下部に返送される。</p>
運転条件	燃焼温度	850 ~ 950	800 ~ 950
	空気比	1.3 ~ 2.5以下	
	熱灼減量	3 ~ 5%	0.3 ~ 1.0%
	低位発熱量	800 ~ 3,500kcal/kg程度 (3,300kJ/kg ~ 15,000kJ/kg程度) 800kcal/kg程度 (3,300kJ/kg程度) 以下の場合、助燃(燃料など)が必要。	
処理対象ごみ	一廃処理対象ごみ	・可燃ごみ ・破碎処理後の可燃ごみ(約800mm以下)	・可燃ごみ ・破碎処理後の可燃ごみ(約150mm以下)
	処理不適物	・鉄類などの金属(磁選機により資源回収可能) ・不燃物(埋立)	
安定稼働性		歴史も古く、技術的にもほぼ確立された方式であり、近年、重大なトラブルは生じていない。	歴史も古く、技術的にもほぼ確立された方式である。近年、炉頂型減温装置が問題になったが、流動床炉全体としては技術的にすでに解決している。
資源回収	熱回収	比較的安定した熱回収が可能であり、余熱としての利用の他、発電への利用も可能である。	
	回収金属の利用性	焼却残さより選別を行うことで鉄の有効利用が可能であるが酸化されているため、価値は多少下がる。	
最終処分物		焼却処理後に燃え残った不燃物は埋立処分する必要があるため、最終処分が必要なものは不燃物と飛灰固化物となる。	
環境保全性		ダイオキシン類の新ガイドライン排出基準0.1ng/m <sup>3</sup> NIは十分達成可能であると考えられる。	
導入実績		昭和38年以降千以上の豊富な実績があり、プラントとして技術的に安定している。ストーカー + 灰溶融炉としては、現在50箇所程度稼働しており、溶融炉形式では最も実績が多い。発電付きプラント実績は国内のみ100施設以上。	日本において20年前から初めて都市ごみ焼却に応用し、数十工場の実績がある。ただし、流動床炉 + 灰溶融炉としての実績は少ない。発電付きプラント実績は国内のみ10施設以上。

### 熱エネルギーの利用

焼却施設では、廃熱ボイラの設置や熱交換器の設置により、焼却廃熱を回収できます。回収した廃熱は、蒸気あるいは温水を媒体として、場内外の給湯、冷暖房の利用、温水プール、地域冷暖房などへの供給及び蒸気タービンの設置による場内電力の供給のほか、余剰電力が生じた場合には、電力会社に売電することも可能です。

### 公害防止基準

他の廃棄物処理施設同様、大気汚染防止法、悪臭防止法、騒音規制法、振動規制法などの適用を受けます。特に、ダイオキシン類の発生が考えられることから、ダイオキシン類対策特別措置法などの適用も受けます。一方、運転管理においては、労働安全衛生法に基づく作業環境面での粉じんやダイオキシン類対策にも注意が必要です。

#### (4) 焼却施設の留意事項

現在、循環型社会形成施設としての焼却施設の位置づけは、優先順位として 4 番目の「熱回収」です。そのため、できるだけ資源化、減量化に努力して、「再生利用」を推進し、なお処理せざるを得ない廃棄物処理を目的として選択されるべき施設です。

## 2. ガス化溶融施設

### (1) ガス化溶融施設の概要

1990 年代後半から、これまでの焼却施設に代わる次世代型技術として脚光を浴びるようになったのがガス化溶融施設です。ガス化溶融施設は、従来の焼却施設に比べて排ガス量が少なくできることや、ごみの燃焼エネルギーを用いて溶融処理（スラグ化）を行うことが可能な方法です。歴史が浅い新技術ですが、環境保全面やリサイクル促進の観点から、多くの自治体で採用され始めています。

### (2) 対象廃棄物

基本的には焼却施設と同様です。ただし、混合割合やごみ質など、対応できる幅については、ガス化溶融炉の機種によって異なります。

### (3) ガス化溶融施設の特徴

#### ガス化溶融方式別の特徴比較

ガス化溶融方式は、ガス化炉と溶融炉の形式から概ね表 5-2 のような分類が一般的となっています。

表 5-2 ガス化溶融方式別の特徴比較

区 分	一体型		分離型		一体型/分離型
	シャフト炉式		キルン炉式	流動床炉式	ガス化改質式
概略構造図(例)					
処理システム	<p>ごみをシャフト炉などの溶融炉(2次燃焼室含む)でワンプロセス(一工程)でガス化溶融を行う方式。 熱分解したガスは、後段の燃焼室において完全燃焼させる。 スラグは冷却水にて急冷し、磁選機にてスラグ・メタルに分離され、各々資源化される。 排ガス中に含まれるダスト(飛灰)は、集じん設備にて溶融飛灰として捕集される。</p>		<p>ごみをロータリーキルンにおいてガス化させ、溶融炉など(2次燃焼室含む)の2つのプロセスで溶融させる方式。 熱分解炉にて、鉄やアルミなどの資源物が回収できる。 燃焼溶融炉においてガスとカーボンの燃焼により、灰分を溶融する。 排ガス中に含まれるダスト(飛灰)は、集じん設備にて溶融飛灰として捕集される。</p>		<p>ごみを流動床式の熱分解炉においてガス化させ、施回溶融炉など(2次燃焼室含む)の2つのプロセスで溶融させる方式。 熱分解炉にて、鉄やアルミなどの資源物が回収できる。 燃焼溶融炉において、ガスとカーボンの燃焼により、灰分を溶融する。 排ガス中に含まれるダスト(飛灰)は、集じん設備にて溶融飛灰として捕集される。</p>
運転条件	燃焼温度/熱分解温度	850～950 / (-)	850～950 / 450～650	850～950 / 450～650	1,100～1,200 (ガス改質温度として)
	溶融温度	1,700～1,800	1,300～1,500	1,300～1,500	1,700～1,800
	空気比	1.4～2.2	1.2～1.5	1.2～1.5	-
	熱灼減量	0%	0%	0%	-
	低位発熱量	3,400～14,700kJ/kg程度 カロリーに関係なく、副資材(コークス)が必要。	6,300～7,600kJ/kg以上 6,300kJ/kg以下の場合、助燃(燃料など)が必要。	6,300～7,600kJ/kg以上 6,300kJ/kg以下の場合、助燃(燃料など)が必要。	4,200kJ/kg以上 4,200kJ/kg以下の場合、助燃(燃料など)が必要。
処理対象ごみ	一廃処理対象ごみ	・可燃ごみ ・破碎処理後の可燃ごみ(約700mm以下) ・破碎処理後の不燃ごみ (有害性のものを除く)	・可燃ごみ ・破碎処理後の可燃ごみ(約150mm以下)	・可燃ごみ ・破碎処理後の可燃ごみ(約150mm以下)	・可燃ごみ ・破碎処理後の可燃ごみ(約700mm以下) ・破碎処理後の不燃ごみ (有害性のものを除く)
	処理不適物	・家庭から排出される一般廃棄物については基本的に溶融処理可能(溶融不適物無し)	・鉄類などの金属(磁選機により資源回収可能) ・不燃物(埋立) ・多量の高含水率汚泥	・鉄類などの金属(磁選機により資源回収可能) ・不燃物(埋立) ・多量の高含水率汚泥	・家庭から排出される一般廃棄物については基本的に溶融処理可能(溶融不適物無し)
安定稼働性	ガス化溶融炉では唯一、比較的長期の稼働実績があり、これまで重大なトラブルは発生していない。	自治体向けとしては、八女西部広域事務組合の施設が最も稼働期間が長く約6年が経過している。今のところ重大なトラブルは報告されていない。	自治体向けとしては、中部上北広域事業組合中部上北清掃センターが最も稼働実績が長く約5年半が経過している。今のところ重大なトラブルは報告されていない。	千葉市に建設された産廃用施設が最も稼働実績が長く、産業廃棄物処理事業の開始から約6年が経過している。自治体向けとしては、下北地域広域行政事務組合が最も稼働実績が長く約3年が経過している。今のところ重大なトラブルは報告されていない。	
最終処分物	可燃ごみに混入している不燃物は溶融処理されるため、最終処分が必要なものは飛灰固化物のみとなる。	熱分解後に残った不燃物は埋立処分する必要があるため、最終処分が必要なものは不燃物と飛灰固化物となる。	熱分解後に残った不燃物は埋立処分する必要があるため、最終処分が必要なものは不燃物と飛灰固化物となる。	不燃物は溶融され、飛灰は発生しないことから、最終処分は不要とされている。ただし、水処理設備から発生する硫酸、塩類、重金属類などが安定して引き取られた場合に限る。	
資源回収	熱回収	比較的安定したエネルギー回収(発電)が可能であるが、コークスというエネルギー源が必ず必要であり、これに依存する形となる。	ごみの低位発熱量が自己熱溶融が可能なレベルであれば、外部燃料がいらぬ上に発電も可能であり、エネルギー回収(効率)は良い。反面、自己熱溶融限界以下となると、エネルギー回収(発電)も助燃燃料というエネルギー源に依存する形となる。	ごみの低位発熱量が自己熱溶融が可能なレベルであれば、外部燃料がいらぬ上に発電も可能であり、エネルギー回収(効率)は良い。反面、自己熱溶融限界以下となると、エネルギー回収(発電)も助燃燃料というエネルギー源に依存する形となる。	ごみの低位発熱量が自己熱溶融が可能なレベルであれば、ガスエンジンなどを利用して比較的安定した発電電力を得ることが可能である。反面、自己熱溶融限界以下となると、エネルギー回収(発電)の効率低下もしくは発電の停止となる。
	回収金属の利用性	溶融後の金属類は溶融メタルとして合金化されるため、リサイクル用途は限られる。	アルミ・鉄はガス化炉から未酸化で排出されるのでリサイクルとしての用途は広い。	アルミ・鉄はガス化炉から未酸化で排出されるのでリサイクルとしての用途は広い。	溶融後の金属類は溶融メタルとして合金化されるため、リサイクル用途は限られる。
	スラグの利用性	現時点ではほぼ全量有効利用されている。また、他の方式よりは品質が良いとされている。	現時点ではほぼ全量有効利用されている。	現時点ではほぼ全量有効利用されている。	現時点ではほぼ全量有効利用されている。
	その他	-	-	-	排ガス処理系統で回収された金属・塩などは、非鉄金属精錬所やソーダー工場などにてリサイクル可能である(ただし、現時点では受注業者の関連会社での対応が主なりサイクル先)。
環境保全対策	新ガイドライン排出基準0.1ng/m <sup>3</sup> Niは十分達成可能であると考えられる。	新ガイドライン排出基準0.1ng/m <sup>3</sup> Niは十分達成可能であると考えられる。	新ガイドライン排出基準0.1ng/m <sup>3</sup> Niは十分達成可能であると考えられる。	新ガイドライン排出基準0.1ng/m <sup>3</sup> Niは十分達成可能であると考えられる。	
導入実績	国内では、建設中を含めて、40施設程度の実績がある。	国内では、建設中も含めて20施設弱の実績がある。	国内では、建設中も含めて30施設強の実績がある。	国内では、建設中も含めて、数施設の実績となっている。	

### 熱エネルギーの利用

ガス化溶融施設では、廃熱ボイラの設置や熱交換器の設置により、焼却廃熱を回収できます。回収した廃熱は、蒸気あるいは温水を媒体として、場内外の給湯、冷暖房の利用、温水プール、地域冷暖房などへの供給及び蒸気タービンの設置による場内電力の供給のほか、余剰電力が生じた場合には、電力会社に売電することも可能です。

### 溶融スラグの利用

溶融処理物であるスラグは、2006 年に JIS 化され、今後の利用の増大が期待されています。

### 公害防止基準

他の廃棄物処理施設同様、大気汚染防止法、悪臭防止法、騒音規制法、振動規制法などの適用を受けます。特に、ダイオキシン類の発生が考えられることから、ダイオキシン類対策特別措置法などの適用も受けます。一方、運転管理においては、労働安全衛生法に基づく作業環境面での粉じんやダイオキシン類対策にも注意が必要です。

## (4) ガス化溶融施設の留意事項

### 循環型社会形成施設としての位置づけ

循環型社会形成施設としてのガス化溶融施設の位置づけは、焼却施設と同様、「熱回収」であるため、できるだけ資源化、減量化に努力して、なお処理せざるを得ない廃棄物処理を目的として選択されるべき施設となっています。また、燃焼に伴う炭酸ガスの発生は、概ね焼却施設に比べると少ないと言われているものの、中間処理施設全体から見れば多い方法であるため、本施設の選択においては、地球温暖化への影響についても配慮する必要があります。

### 稼働実績に係る事項

ガス化溶融施設の稼働実績は、シャフト式の 1 社が 15 ヶ年以上の稼働実績を有しているのみであり、他の方式については、まだ数年程度の稼働経験しか有しておりません。そのため、長期的な稼働による故障、維持補修費の増大などについては、未知な部分も多いのが現状です。

### 施設規模に係る事項

ガス化溶融施設は、100 t / 日 ~ 300 t / 日程度の施設規模で稼働実績が多くなっています。近年のガス化溶融炉の受注実績は増加しており、今後も、ガス化溶融施設の実績は増えていくことが予想されます。



## 第 3 節 灰溶融施設

### 1. 灰溶融施設の概要

灰溶融施設は、市民や事業者から直接排出されるごみを対象とする中間処理施設ではなく、主に焼却施設から排出される焼却残さの更なる減量化・減容化、適正処理及び資源化を目的としています。

このため、灰溶融施設は焼却施設に併設し、「焼却施設 + 灰溶融施設」として建設される場合が多くなっています。この組み合わせは、機能や目的がガス化溶融施設と類似するため、最近の実績ではガス化溶融施設が選択される場合も増えてきています。ただし、複数の焼却施設から排出される焼却残さを 1 ヶ所で溶融する例や、最終処分場の掘り起こしごみを溶融処理する例などもあり、灰溶融施設の利用の幅が広がってきています。

### 2. 対象廃棄物

- ・焼却灰、ばいじん など

### 3. 灰溶融施設の特徴

灰溶融施設は、一般的に加熱・融解する熱源によって分類され、燃料の燃焼熱を用いる燃料燃焼式と電気から得られた熱エネルギーを用いる電気式に大きく分けられます。

各方式は、更に炉形式によって細分化されています。

溶融方式と炉形式の種類は図 5-3 のとおりです。

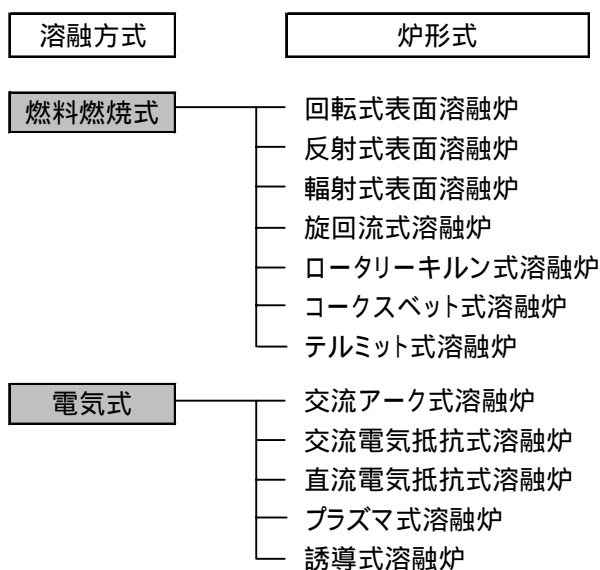


図 5-3 溶融方式と炉形式の種類

また、燃料燃焼式及び電気式の各方式の特徴は、表 5-3 のとおりです。

表 5-3 灰溶融方式別の特徴比較

分類	燃料燃焼式	電気式
排ガス量	多い	少ない
金属、塩類の挙動	一部の機種で、塩類や低沸点金属のスラグへの巻き込みが課題	低沸点金属(化合物)の揮散を促進
燃料消費	多い	少ない
溶融温度	一部非高温部ができることがある(温度分布にむらができやすい)	高温状態を得やすい(エネルギー密度が高い)ので、品質の良いスラグができる
操作性	容易	難
乾燥機	概ね不要	必要
システム	比較的簡潔	比較的複雑
立ち上げ時間	短い	長い
消費電力	安い	高い

#### 4 . 灰溶融施設の留意事項

##### (1) 処理対象物としての課題

灰溶融方式によって、対応できる焼却残さの性状に差があります。項目としては、水分、溶融不適物（鉄類、非鉄類、陶磁器類など）の混入率、粒度、塩基度などなどがあります。また、灰溶融施設では、多くの前処理工程が必要になる場合もあり、乾燥、粒度調整、選別、などが挙げられますが、いずれにしてもコストの増大につながるとともに、処理不適物の別途処理先の確保が必要になります。

##### (2) 処理コスト上の課題

灰溶融炉は、自燃しない焼却残さに強制的に熱を加えて溶融固化する技術であるため、相当量の熱エネルギーを必要とします。さらに、1,300 以上の超高温状態での処理となるため、溶融炉本体の耐火物は早く劣化が生じます。また、処理に伴って発生する溶融飛灰は、最終処分するのが一般的ですが、処分するためには重金属の溶出防止が必要であり、一般的に高価なキレート剤が使用されます。これらの用役費や補修費は、ランニングコスト上の大きな負担となっています。

##### (3) スラグの品質

溶融固化したスラグについては、2006 年に JIS 化されたことを受けて、今後は流通の幅が広がる方向にあると予想されます。ただし、流通ルートの拡大に伴い、品質の悪いスラグは再利用先の確保が難しくなることが予想されるため、導入においては、品質と流通ルートの確保が重要となります。

## 第4節 ごみ燃料化施設

### 1. RDF 化施設

#### (1) RDF 化施設の概要

RDF 化施設は、廃棄物、特に生ごみ、廃プラスチック、古紙などの可燃性のごみを、粉碎・乾燥したのちに生石灰を混合して圧縮・固化する施設のことで、固形燃料を製造することを目的としています。製造した固形燃料は、乾燥・圧縮・形成されているため、輸送や長期保管に便利で、発熱量が石炭に近いことから、冷暖房・給湯・ごみ焼却施設の発電用熱源として利用可能です。一方では、原料が廃棄物であるために、十分な燃焼管理と公害防止対策が必要となっている上、現行の法体系では、固形燃料の利用先に対し、無償又は逆有償の場合、利用量が5t/日以上のごみ燃料利用施設は廃棄物処理施設として扱われます。

2002年12月からダイオキシン類排出規制が強化されたこともあり、小規模な自治体では、小規模焼却施設の建設に替わるとともに、固形燃料を燃料とした大型発電施設の建設が進められてきました。しかし、2003年8月に三重県内のごみ固形燃料焼却・発電施設において、人身災害を含む事故が発生して大きな問題となったことや、固形燃料需要の低下も相まって、RDF 化施設を採用する自治体は減少しています。

#### (2) 対象廃棄物

一般廃棄物

- ・可燃ごみ全般

#### (3) RDF 化施設の特徴

RDF 化施設は、プラントメーカーによる設備構成の違いはあるものの、処理方式という一般的な分類はなく、乾燥機を主設備とした一般的な受入・乾燥・選別・成形工程が形成されています。

#### (4) RDF 化施設の留意事項

利用段階での課題

製造した固形燃料は、燃料としての利用が不可欠となります。製造した固形燃料は一般的に市場性がないため、特定の引き取り先との契約になります。そのため、RDF 化施設は、利用先の確保に十分留意した上で、事業化検討を推進することが不可欠です。

また固形燃料の原料は、可燃ごみであるため、利用先においても公害防止条件の遵守など、安全かつ安定的な処理が求められます。そのため、利用先も一般的な燃料の利用施設ではなく、廃棄物処理を前提とした利用施設となるのが一般的です。

### 安全対策における課題

2003 年 8 月に三重県内のごみ固形燃料焼却・発電施設において生じた、貯留槽の火災事故により、固形燃料の性状と貯留方法によっては、発火する危険性が指摘されています。事故を重く見た環境省では、ごみ固形燃料適正管理委員会などを開き、固形燃料製造施設や発電施設の実態調査結果を行いました。それによると、全国に 58 箇所存在する製造施設のうち、26 箇所で 32 件の事故や異常が発生していることや、14 箇所の RDF 保管施設の防火設備に問題があることが判明しています。発生した事故のうち、21 件は固形燃料を乾燥、成形、冷却する過程で発生しており、固形燃料の性状に問題があることや、金属などの異物の混入などが原因に挙げられています。また、発電施設では、三重県以外の 8 箇所の施設のうち 3 件で事故や異常が生じています。

以上より、現状では原因と対策が完全に解決しているとは言い難いことから、RDF 化施設の採用を見合わせる自治体が多くなっています。

## 2. 炭化施設

### (1) 炭化施設の概要

炭化施設は、可燃ごみ及び可燃性粗大ごみを低酸素状態で乾燥させたうえで、300 ～ 500 程度で蒸し焼きにして炭化物を生成する施設です。生成される炭化物は、燃料として利用できるとともに、場合によっては資材として利用することも可能です。

炭化施設には、蒸し焼きの際に発生した熱分解ガスを後段の燃焼炉で燃焼処理する方式と、熱分解ガスを回収し、再利用することで燃焼を伴わない方式があります。

なお、炭化施設は、木くずなどの単一品目を対象とした産業廃棄物の分野では比較の実績があります。しかし、雑多なごみを対象とする一般廃棄物での導入は比較的最近になってからであり、燃焼を伴う方式での実績は 6 件、燃焼を伴わない施設については実績が無い状況です。

### (2) 対象廃棄物

#### 一般廃棄物

- ・可燃ごみ全般、し尿・浄化槽汚泥（少量） など

#### 産業廃棄物

- ・木くず、紙くず、繊維くず、廃プラスチック類、動植物性残さ、下水道汚泥 など

## (3) 炭化施設の特徴

## 炭化方式

炭化する方式は、燃焼を伴う方式と、燃焼を伴わない方式の大きく 2 つに分類されます。それぞれの方式の特徴は表 5-4 のとおりです。

表 5-4 燃焼を伴う方式と伴わない方式の特徴

方式	燃焼を伴う方式	燃焼を伴わない方式
概要	有機物を無(低)酸素雰囲気中で300 ~ 500 程度で熱分解させることで、熱分解ガスと炭化物を生成させる。熱分解ガスは後段の燃焼炉で燃焼させる。排ガスは焼却施設と同様に、排ガス処理設備を設けて適切な排ガス処理を行った後で、大気に放出される。	有機物を無(低)酸素雰囲気中で300 ~ 500 程度で熱分解させることで、熱分解ガスと炭化物を生成させる。熱分解ガスは燃焼させずに、活性炭などを通して大気中に排出、または燃料ガスとして回収する。
熱源	熱分解ガスの燃焼熱、燃料	燃料、電気
回収物	炭化物	炭化物、熱分解ガス(生成後は燃料ガス、油類となる)
実績	数メーカーにより、数件の実績有り	産業廃棄物での実績はあるものの、一般廃棄物では無い
長所	数は少ないものの、一般廃棄物の稼働実績がある	熱分解ガスを回収すれば排気ガスが発生しない
短所	焼却施設とほぼ同様の排ガス処理設備が必要となる 現状では炭化物の利用先の確保が困難	一般廃棄物の導入実績がない 現状では炭化物の利用先の確保が困難 現状では熱分解ガスの利用先の確保が困難(実績が無いため想定) 大手プラントメーカーは対応していない

### 回収物の利用

炭化物の利用方法には次のようなものが挙げられます。ただし、現時点では、塩素含有量などの品質や需要先までの運搬費などの関係から、必ずしも安定的な需要先が常に確保できる状況ではありません。また、ごみ質や方式によって炭化物の性状が異なるため、利用先の範囲や方法についても制限が生じる場合もあります。そのため、引き取り先に対する事前の綿密な検討が必要になっています。

一方、燃焼を伴わない方式においては、回収した熱分解ガスを液化燃料などとして利用することも可能とされていますが、導入実績がないため現状では想定という範囲にとどまっています。

- ・ 燃料（発電用、セメント焼成用、工業炉用、冷暖房用、給湯用など）
- ・ 工業用改良材（鉄鋼の炭素含浸調整）
- ・ 土壌改良剤
- ・ 脱臭材 など

#### (4) 炭化施設の留意事項

##### 稼働実績に係る事項

現時点では、炭化施設の稼働実績が少ない上、対応しているメーカーも少ない状況です。そのため、入札行為においては、選択肢が少なく、競争の原理が働きにくい状況にあります。また、数年程度の稼働経験しか有していないため、長期的な稼働による故障、老朽化、維持補修費の増大などについては、未知数な部分も多いのが現状です。

##### 利用段階での課題

製造した炭化物は、燃料などの利用が可能ですが、塩素分が多い、品質が一定でないなどの理由から敬遠される場合があります。また、水質浄化材など、資材としての利用も研究されていますが、現時点では安定的な需要が見込める状況とはなっていません。全国的に見て、炭化物の製造から利用先の確保まで、安定的に成功している自治体の例では、電力会社や鉄鋼会社などの大規模需要先との提携が行われている場合が多くなっています。そのため、炭化施設の選定においては、利用先の確保に十分留意することが不可欠です。

## 第 5 節 ごみメタン化施設

### 1. ごみメタン化施設の概要

生ごみをはじめとする、バイオマス廃棄物の発酵により、メタンガスを多く含む「バイオガス」を発生させ、そのメタンガスを利用することによって発電などを行う施設です。

メタン発酵は、酸素のない嫌気的条件下において、嫌気性細菌の代謝作用により、有機性廃棄物をメタンと二酸化炭素に分解する生物学的プロセスです。一般的に、嫌気性消化により得られるガスは、60%のメタンガスと 40%の炭酸ガスが主成分であり、その他ごく微量の硫化水素、水素、窒素が発生します。メタンガスを資源として有効利用する方法として、ガスエンジンやマイクロガスタービン及び燃料電池を用いた発電とその排熱利用、ボイラによる熱回収、及びメタンガスとしての供給が可能です。

また、生ごみのメタン発酵は、し尿や浄化槽汚泥と併せて行われる場合も多くなっています。

### 2. 対象廃棄物

現在、ごみメタン回収が行われている対象廃棄物には次のようなものが挙げられます。

#### 一般廃棄物

- ・ 生ごみ、厨芥ごみ、し尿・浄化槽汚泥 など

#### 産業廃棄物

- ・ 家畜ふん尿、有機性汚泥、木くず、下水道汚泥 など

### 3. ごみメタン化施設の特徴

#### (1) メタン発酵方式

メタン発酵方式は、廃棄物の水分量や発酵槽の水温などの視点の違いによっていくつかの分類方法があります。主なものは次の 2 種類です。

#### 固形物濃度による分類

- ・ 湿式・・・投入物の固形物濃度が低い汚泥や生ごみを対象
- ・ 乾式・・・投入物の固形物濃度が高い汚泥や生ごみを対象

湿式メタン発酵方式は、メタン発酵法の代表的な方法で、一般的に汚泥中の固形物濃度を 4～10%程度に調整された高濃度の液状の汚泥を対象としています。メタン発酵の有機物当たりの分解効率を高めるため、難分解性の粗大固形物を分解する固液分離を前処理で行う方法が一般的ですが、さらに分解効率を高めるため、投入液を消化液によって熱交換すると同時に可溶化槽を設ける場合もあります。発酵槽は断熱構造で、発生した熱源によ



り一定温度に加温を行い、機械もしくはガス攪拌方式などによりメタン発酵が行われています。メタン発酵槽の有機物負荷量は  $2 \sim 3 \text{kg/m}^3 \cdot \text{日}$  の設定となります。

一方、乾式メタン発酵方式は、我が国では最近技術導入され、ようやく実機が稼働しはじめたところです。投入物は固形状であり、家畜ふん尿とともに古紙や剪定枝など地域から発生する有機系廃棄物を用いた複合型処理となっています。有機物負荷量は  $6 \sim 8 \text{kg/m}^3 \cdot \text{日}$  の高負荷条件です。発酵物は有機物の分解により水分値が上昇し、脱水後堆肥化処理が行われます。湿式と比較すると量は少ないものの高濃度の消化液が発生します。

#### 発酵温度による分類

- ・ 中温発酵方式・・・中温（ $30 \sim 38$ ）でメタン発酵処理
- ・ 高温発酵方式・・・高温（ $50 \sim 55$ ）でメタン発酵処理

中温発酵は、高温発酵に比べて発酵温度域が低いため、加温エネルギーが少なく済みます。また、発酵菌の種類も多いため、発酵が安定し、施設管理も行いやすいというメリットがあります。

一方、高温発酵は、発酵速度が速いため、中温発酵の 2 倍以上の処理能力を有しています。さらに、高温発酵は中温発酵に比べ、殺菌効果が高いと言われています。しかし、高温発酵は、発酵槽内環境の高度な制御技術が必要であり、発酵環境の平衡状態が崩れると、元の状態に戻るのに時間がかかると言われています。

それぞれの方式に一長一短があり、方式ごとの特徴もあるため、方式決定の際には詳細な検討が必要となっています。

各発酵方式の特徴は表 5-5 のとおりです。

表 5-5 メタン発酵方式ごとの特徴

発酵方式	中温発酵	高温発酵
発酵温度域	約 $33 \sim 37$	約 $53 \sim 57$
発酵菌の種類	多い	少ない
発酵日数	$30 \sim 50$ 日	$15 \sim 30$ 日
ガス発生量	変わらない	
発酵槽の大きさ	高温発酵より大きくなる	中温発酵より小さくなる
消費エネルギー	加温エネルギーが少なくてすむ	加温エネルギーが大きい

### 設備構成

一般的なメタン化施設の設備構成を以下に示します。

生ごみをメタン発酵に適したものにするために破碎・分別を行い、調整槽で攪拌機などにより均一な状態にします。

次に、メタン発酵槽で酸素のない嫌気的条件下において嫌気性細菌の作用により、生ごみをメタンと二酸化炭素に発酵します。

発生したメタンガスは、貯留し、有効活用を行います。

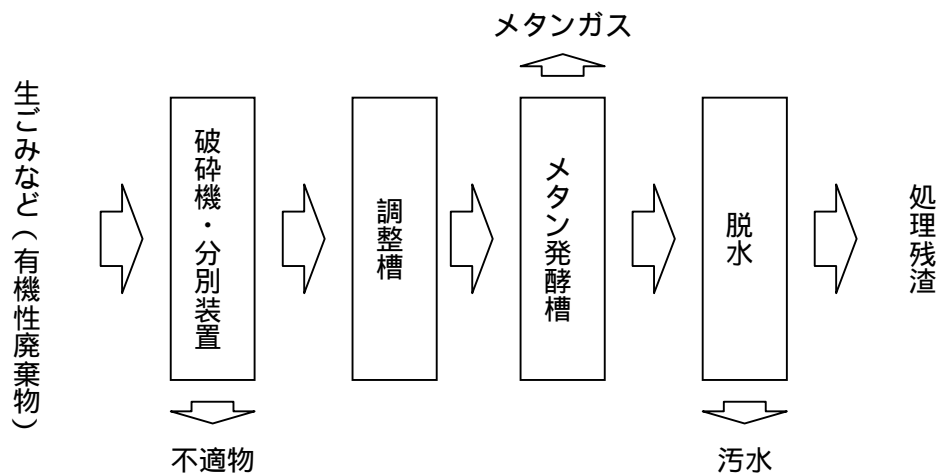


図 5-4 一般的なメタン化施設の設備構成

### (2) メタンガスの利用

メタンガスを資源として有効利用する方法には、発電とその排熱利用、そして、ボイラによる熱回収やメタンガスとしての供給が可能です。以下に具体的な特徴を示します。

#### ガスエンジン

ガスエンジンは発電と同時にコ・ジェネレーションシステム<sup>1)</sup>で温水としての排熱を回収するのが一般的ですが、蒸気や温水として熱回収する場合があります。一般的な発電効率は 20～30%で、排熱回収を含めた総合効率は、排熱回収の方法によって異なりますが 50～70%となっています。

1) コ・ジェネレーションの「コ」は、「協同」といった意味であり、また「ジェネレーション」は、「発生」といった意味です。ここでは、電気と熱を共に生成するシステムをいいます。

### マイクロガスタービン

ガスタービンは、発電機を回転させて発電を行うとともに、熱回収によって得られる高温・高圧の蒸気を発生させるコ・ジェネレーションシステムです。一般的に大規模発電用として用いられることが多くなっています。しかし最近では、数 10～100kW 程度のマイクロガスタービンが実用化されはじめています。

### 燃料電池

燃料電池は、リン酸型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型および固体高分子型などに分類される方式があります。メタンガスでの使用実績があるのはリン酸型燃料電池です。燃料電池の特徴は、約 40%と高い発電効率が得られること、そして熱利用を含めると最高 80%以上の高い総合効率が得られることです。

### ボイラ

ボイラは、メタンガスの他にも、多種多様の燃料に対して使用実績があります。燃料を燃焼させて温水（90 程度）や蒸気を得るものですが、メタンガス単独のほか、メタンガスと重油、またはメタンガスと都市ガスなどの混焼方式も採用可能です。

### ガス供給

メタンガスを脱硫や精製した後、燃料として近隣のガス会社などにガス供給することが可能です。また、CNG 自動車の燃料としての供給も可能です。

## 4．メタン発酵処理の留意事項

### (1) 対象廃棄物としての課題

堆肥化施設と同様に、ごみメタン化施設で処理できるのは可燃ごみのうち、生ごみのみです。そのため、ごみメタン化施設のみでは、可燃ごみ全体の処理は不可能であり、他の中間処理施設を必要とします。また、ごみメタン化施設自体も、処理した生ごみに対し、かなりの残さを発生するため、残さの処理先、処理方法を合わせて確立する必要があります。

### (2) 収集運搬段階での課題

一般的に生ごみをバイオマスとして利用しようとする、新たな分別収集システムの構築が必要になります。特に、湿式メタン発酵処理を行う場合、家庭での分別過程において、できるだけ、金属、プラスチックなどの異物が混入しないように啓発する必要があります。

## 第6節 ごみ高速堆肥化施設

### 1. 堆肥化技術の概要

廃棄物処理における堆肥化とは、好気性微生物によって有機性廃棄物中の生分解性成分を酸化分解して安定化、無害化することです。堆肥の原料は、かつて家畜ふん尿、稲わら、落ち葉などが主であり、原料自体は環境を汚染するものではなく、堆肥化の主目的もかつては処理でなく堆肥の製造でした。しかし、現在では、「堆肥」として資源化するためだけではなく、大量に発生する生ごみなどの「適正処理」としても重要な手段となっています。

堆肥化は有機性廃棄物の資源化に適した生物学的処理方法のひとつとして歴史も古く、堆肥化施設も広く普及していますが、堆肥の引き取り先や品質確保の課題もあり、自治体の導入事例としては他の中間処理技術に比べると少ない状態が続いています。

### 2. 対象廃棄物

現在、堆肥化が行われている対象廃棄物には次のようなものが挙げられます。

#### 一般廃棄物

- ・生ごみ、厨芥ごみ など

#### 産業廃棄物

- ・家畜ふん尿、有機性汚泥 など

### 3. ごみ高速堆肥化施設の特徴

#### (1) 堆肥化の条件

有機物を分解する微生物は自然界に広く存在しているので、廃棄物を堆積しておくだけでも堆肥化は可能です。しかし、人為的な操作により発酵条件を最適な状態に保たなければ、発酵速度が遅く、また悪臭をもつ中間性生物が多量に発生することに繋がります。そのため、適切な通気や切り返しを行い、良好な発酵条件を継続的に保つ必要があります。堆肥化には好気性微生物が十分に増殖するような次の条件が必要となっています。

- ア 有機性廃棄物と酸素との十分な接触
- イ 酸化熱による温度上昇を促進させるための生分解性有機物の含有
- ウ 微生物の増殖に必要な窒素，リンなどの栄養素の含有

(2) 堆肥化方式

堆肥化方式には、通気槽方式、固定回転軸方式、移動回転軸方式などがあります。主な堆肥化方式の特徴は表 5-6 のとおりです。

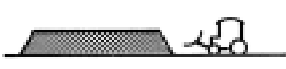
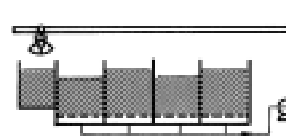
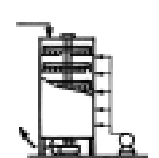
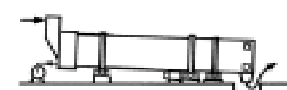
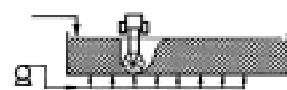
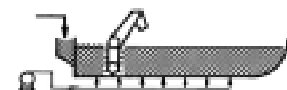
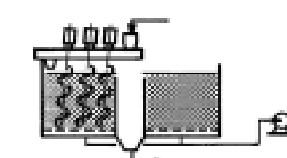
(3) 稼働時間

ごみ高速堆肥化施設は、微生物やバクテリアの働きを利用した施設であるので、有機物の分解の中心をなす発酵作用は 24 時間連続です。しかし、施設全体として 24 時間稼働とする必要はなく、おおよそ次のような運転時間が一般的です。

・原料となるごみの供給	5～6 時間/日
・発酵処理	～24 時間/日
・発酵品の取り出し	5～6 時間/日
・脱臭	24 時間/日

一方、発酵期間と熟成期間については、堆肥化方式によって異なります。発酵期間については、野積式で 30 日程度、多段式や回転軸式で 2～7 日程度となります。熟成期間は、一般的に 1 ヶ月程度を要します。

表 5-6 主な堆肥化方式の特徴

分類	通気槽方式		固定回転軸方式		移動回転軸方式		
名称	野積式	サイロ式	多段式	キルン式	ピン式		オーガー式
					パドル式	スクープ式	
構造図							
特徴	ヤードあるいはコンクリート槽に材料を積み上げ、クレーン、重機などで切り返しを行う。	サイロ様タンクの底部あるいは中央部から通気。材料は頂部から底部へ移動。種堆肥返送型。	サイロ状の円筒を数段積み重ね、中心軸に腕を付けて、各段の材料を切り返し、上から下に移す。角形槽を数段積み重ね、レーキを各段ごとに油圧駆動するものと、各段の底部のダンパー開閉で材料を順次下へ落とすタイプがある。	横型密閉槽の中にリボンスクリュー型などの攪拌機を設置。高温(60 程度)を保持しながら種菌と混合し、発酵させる。返送は不要。破碎効果が高く、混合性がよい。	コンクリート槽の両側壁上部にレールを敷き、車輻付きのブリッジを渡し、それに攪拌機(パドル)を機動させながら移動、材料をはねとばしながら攪拌する。材料厚さは約1m。	コンクリート槽の両側壁上部にレールを敷き、車輻付きのブリッジを渡し、それに攪拌機(スクープ)を機動させながら移動、材料を鋤返ししながら攪拌する。材料厚さは約1m。	コンクリート槽(円形槽含む)の両側壁上部にレールを敷き、車輻付きのブリッジを渡し、それに回転スクリューを垂直に回転させながら移動、攪拌する。材料厚さは約1m。
操作法	積替え 切返し 送気 または上記の組み合わせ	送気(吸) 送気(圧) + 返送 積替え	攪拌 + 送気(圧)	切返し + 送気(吸)	積替え + 送気	積替え + 送気	攪拌 + 送気(圧)
移送法	重機(ショベルカーなど) 各種コンベア クレーン	クレーン 重力、スクリューコンベア	レーキ、 パドル、 ゲート、 + 重力	回転 重力	パドル	スクープ	オーガー
制御法	切り返し頻度	送気量、 送気量、返送量、 水分添加	送気量	水分添加	送気量	送気量	送気量
問題点	広い設備面積を要す。 通気不良となることがある。	通気不均など。 高圧ブロウを要す。	高施設費、高動力費。 送入のために材料を高位置に持ち上げる必要あり。 自動返送不可。 充填率が低い。	高施設費、高動力費。 水分蒸発と排出が難。 充填率が低く、造粒作用がある。	発酵槽が大きくなりやすい。 自動返送不可。 通気不十分になる可能性あり。 (槽底から通気。)	発酵槽が大きくなりやすい。 自動返送不可。 通気不十分になる可能性あり。 (槽底から通気。)	機械設備高価。 自動返送不可。 通気不十分になる危険性あり。 (中空スクリュー軸からか、槽底部から通気。)

#### 4. 堆肥化の留意事項

##### (1) 対象廃棄物としての課題

ごみ高速堆肥化施設で処理できるのは可燃ごみのうち、生ごみのみです。そのため、ごみ高速堆肥化施設のみでは、可燃ごみ全体の処理は不可能であり、他の中間処理施設を必要とします。また、ごみ高速堆肥化施設自体も処理した生ごみに対し、かなりの残さを発生するため、残さの処理先、処理方法も合わせて確立する必要があります。

##### (2) 施設建設段階での課題

ごみ高速堆肥化施設は、他の中間処理施設に比べ処理量当たりの必要面積が大きくなる傾向にあります。また、堆肥の利用は、施肥期間に限られるため、それ以外の期間は貯蔵しておく必要があります。堆肥を熟成期間中、施設内に貯蔵しておくことは可能であっても、熟成期間を越えて施設内に貯蔵しておく必要が生じると、かなりの面積を必要とすることになります。そこで、あらかじめ生産者と利用先が緊密な連携を保ちつつ、円滑な供給と貯蔵の体制を確立しておく必要があります。

##### (3) 施設稼働段階での課題

特に臭気に係る問題が発生しやすく、施設から発生する臭気ガスには、アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、アルデヒド類、アミン類などがあります。臭気の原因は、ごみの収集、運搬、受入、破碎、選別、乾燥、発酵、貯留の各工程で発生する中間生成物や残さですが、ごみの組成も発生臭気の質に大きく影響します。この対策としては、臭気区画を明確にし、脱臭技術を導入することですが、効果と経済性をあわせて検討する必要があります。

##### (4) 利用段階での課題

製造した堆肥は、農業利用が不可欠となりますが、堆肥が利用できる農地には限度があります。また、家庭系生ごみ由来の堆肥の農業利用は、成分が一定で無い、重金属や塩分が多く含まれるなどの理由から敬遠される場合があります。全国的に見て、堆肥の製造から利用先の確保まで、安定的に成功している自治体の例では、地元農家などの協力が得られる場合が多く、それでも時期的な変動があること、継続的な需要が見込めるかなどの問題が生じる場合もあります。そのため、利用先の確保に十分留意した上で、堆肥化事業を推進することが不可欠です。

##### (5) 収集運搬段階での課題

現在、生ごみが分別収集されていないため、生ごみだけを収集し、バイオマスとして利用しようとする新たな分別収集システムの構築が必要になります。また、家庭での分別過程において、金属、プラスチックなどの異物が混入しないようにする必要がありますが、これは、各家庭のモラルに依存する要素が大きく、選別技術、処理技術だけでは品質の担保が確保しにくい状況にあります。

## 第7節 ごみ飼料化施設

### 1. ごみ飼料化技術の概要

有機物（動物性残さ）を熱加工・乾燥処理などと油脂分調整により、粉状にした飼料をつくる技術です。生ごみなどの変質を防ぐ必要があり、発生場所付近での処理が原則となっています。飼料の質を確保するために、異物の混入、定期的な有害微生物と重金属の点検が必要となります。飼料化技術の導入については、鶴岡エコフード事業組合をはじめとし、自治体による運営事例も増えてきています。一方でファミリーレストランやコンビニエンスストアなど、民間の事例も多くなっています。

### 2. 対象廃棄物

現在、飼料化が行われている対象廃棄物には次のようなものが挙げられます。

#### 一般廃棄物

- ・生ごみ、厨芥ごみ など

#### 産業廃棄物

- ・動植物性残さ など

### 3. ごみ飼料化施設の特徴

飼料化方式には、主にフィッシュミール方式とボイル・乾燥方式があります。各飼料化方式の特徴は表5-7のとおりです。

表5-7 飼料化方式ごとの特徴

方式	フィッシュミール方式	ボイル・乾燥方式
敷地	広い敷地を必要とする	フィッシュミール方式ほどではないが広い敷地を必要とする
適合性	付加価値の高い製品が求められる場合に適している	様々な種類のバイオマス廃棄物を扱う場合に適している
副材料	無し	ボイル式の場合、脱水するための大量の油を必要とする
飼料品質	良質	対象廃棄物に左右されるとともに、油分が多いと品質が悪くなる
廃水	比較的大量に発生する	大量ではないものの、高度な廃水処理設備を必要とする
廃棄物	無し	ボイル式の場合、脱水に使用した油が大量に出る
悪臭	発生する	発生する



#### 4．飼料化の留意事項

##### (1) 対象廃棄物としての課題

従来から配合飼料の副原料として使用されている廃棄物は、食品製造業から発生する残さです。これは、内容、品質などが明らかであり、かつ、大量に安定供給されるためです。一般廃棄物においては、外食産業、食品卸売、給食センターなどから発生する食品残さが比較的食品製造業に近い条件となりますが、異物混入や品質劣化が起こりやすく、栄養成分が様々なことから、飼料として利用できるものは限定されます。また、一般家庭や小規模な飲食店などから発生する生ごみ・厨芥類は、腐敗物や異物が混入しやすく、飼料原料としての安全性や安定供給の確保が難しいため、飼料化は困難と考えられます。よって、飼料化の対象廃棄物は、堆肥化よりも幅が狭いと考えられます。

##### (2) 地域性としての適合性

フィッシュミール方式は、魚類残さを対象とするため、必然的に水産県か水産加工廃棄物が発生する場所以外では不向きとなります。

##### (3) 施設建設段階での課題

飼料化施設は、堆肥化施設と同様、他の中間処理施設に比べ処理量当たりの必要面積が大きくなる傾向にあります。

##### (4) 施設稼働段階での課題

堆肥化同様、臭気に係る問題が発生しやすくなります。

##### (5) 利用段階での課題

製造した飼料は、畜産利用が不可欠となります。現在流通している廃棄物利用の飼料は、内容、品質が一定な食品廃棄物や一部の外食産業、給食センターから発生した廃棄物を利用したものに限定されています。家庭系生ごみ由来の飼料化は、成分が一定で無い、異物混入などの理由から敬遠されることも予想されるため、利用先の確保に十分留意した上で、飼料化事業を推進することが不可欠です。

##### (6) 収集運搬段階での課題

現在、生ごみが分別収集されていないため、生ごみだけを収集しようとする新たな分別収集システムの構築が必要になります。また、飼料という性質上、分別精度は、金属、プラスチックなどの異物が全く混入しないというレベルに達成する必要があります。

## 第8節 リサイクルセンター

### 1. リサイクルセンターの概要

リサイクルセンターは、主に家庭から排出される資源ごみを適切に資源化するための設備と、不燃ごみ、粗大ごみを破砕して金属分を回収するとともに、可燃分や不燃分の選別・減容などを目的とする設備で構成されています。また、リサイクルセンターには、乾電池や蛍光管などの有害ごみの適正処理やリサイクル、処理困難物の外部委託のための一次保管、中古品や不用品の再生利用に必要な修理・保管・展示などに必要な設備も含まれており、中間処理という範囲を超えた機能も含まれています。この点では、他の中間処理施設とは異なる性質を有しています。特に、容器包装リサイクル法の施行後に多くの施設が建設され、大規模なものから小規模なものまで存在します。

### 2. 対象廃棄物

- ・資源ごみ（缶・びん・PET ボトル、プラスチック製容器包装、紙パック、その他紙製容器包装、新聞・雑誌など）
- ・不燃ごみ
- ・可燃性粗大ごみ
- ・不燃性粗大ごみ

### 3. リサイクルセンターの特徴

#### (1) リサイクルセンターの方式

リサイクルセンターは、他の中間処理施設のような方式による分類は行われていません。これは、他の施設と違い、特定の設備構成によって処理が行われるのではなく、いくつかの技術の組合せによって必要な処理が行われるためです。ここでは、主要な要素技術について概要を整理します。

#### 破砕技術

破砕技術は、主に切断式破砕機、低速回転式破砕機、高速回転式破砕機に分けられます。各破砕機については、切断刃の向き、切断刃の数などによって、それぞれ縦型や横型、一軸式と二軸式などに細分化されます。これらの違いは、破砕対象物（可能なもの）、破砕目的、破砕粒度などによって選択されるものです。主な破砕機の種類と特徴、対象とする廃棄物との関係は、表 5-8 のとおりです。

表 5-8 破砕機の種類と特徴

種類	型式	破砕粒度	概要	対象廃棄物			
				可燃軟質物	不燃物	木くず	粗大ごみ
切断式破砕機	縦型、横型	粗	通常、焼却の前処理などの粗破砕を目的とする場合に使用される。				
低速回転式破砕機	一軸式	粗	特に軟質系の破砕に適したものが多いが、木くずなどが可能なものもある。				
	二軸式	粗	粗破砕としては最もポピュラーなものであり、用途や種類も広い。				
高速回転式破砕機	縦型、横型	細	衝撃破砕機であり、複合品を材料別に細破砕することが可能である。				
その他		様々	低速回転式の三軸以上の他軸のものや特定の品目のための専用機があり、破砕性能の向上や特定の品目への対応を目的とする場合が多い。	目的や種類によって異なる			

### 選別技術

選別技術は、様々な種類のものが開発されています。これは、対象物、収集容器、収集時の状態、選別の目的などが異なるためです。選別技術の選択要素には、次のようなものがあります。

- ・ 対象物
  - 缶、びん、PET ボトルなど
- ・ 収集容器
  - 袋収集、コンテナ収集など
- ・ 収集時の状態
  - 缶とびんを分けて収集している場合と混合して収集している場合など
- ・ 目的
  - スチール缶とアルミ缶などの素材選別、無色びんと茶色びんなど色選別、収集袋や資源ごみ中の混入物の除去など異物除去

現在開発されている主な選別技術の種類と特徴には、表 5-9 のようなものがあります。

なお、これらの選別技術は、前述した選択要素の内容や要求する純度や精度によって、必要に応じ多段に組み合わせて目的を達成します。

表 5-9 主な分別技術と特徴

種類	型式	原理	主な目的	概要
磁力選別機	磁選機	磁力	スチール缶の選別 鉄類の選別	電磁石、永久磁石などにより鉄類を吸着させて選別するもので、一般的に破碎処理後の鉄くずやスチール缶を選別するために用いる。
	アルミ選別機	電磁誘導による推力	アルミ缶の選別 アルミ類の選別	処理物の中の非鉄金属(主としてアルミニウム)を分離するために用いる方法で、電磁誘導によってアルミ内に渦電流を生じさせて前方に推力を与えて遠くに飛ばすことで選別する。
比重差選別機	風力式	風力	不燃物と可燃物の選別	処理物の空気流に対する抵抗力と比重の差を利用して、軽量物と重量物を選別する。
	機械式	重力と摩擦力	不燃物と可燃物の選別 容器包装プラスチック中の異物選別	いくつかの方法があるが、例としては自由落下による重力と摩擦抵抗との差により選別するものがある。
粒度選別機		粒度	不燃物と可燃物の選別	振動または回転するふるいの開孔または間隙の大きさによって、大径物と小径物を選別する。
破・除袋機		破碎、引掛りなど	収集袋と資源物の選別	収集するために用いられた袋と資源化すべき内容物を分けるために用いるもので、フックや刃により袋を切り裂くとともに回収する構造となっている。

再生技術（圧縮・梱包技術）

再生技術は、選別した資源物を効率よく再資源化先に運搬できるように加工するものです。現在開発されている主な再生技術の種類と特徴は、表 5-10 のようなものがあります。

表 5-10 主な再生技術の種類と特徴

種類	原理	主な目的	概要
プレス機	圧縮力	缶類など金属類の減容	圧縮力によって成形する。圧縮物は自身の絡み合いの固着力によって成形状態を保つ。
圧縮梱包機	圧縮力 結束	ペットボトル、紙類などの梱包	圧縮力に加え、結束バンドなどによって、梱包を行う。特に、自身の絡み合いだけでは固着力の生まれにくい、ペットボトルや紙類に利用される。
減容機	熱による 軟化、溶解	プラスチック類の減容	主にプラスチック類に利用され、圧縮による発熱や外部からの熱を供給することにより軟化させ、押し出し成形することで減容する。

#### 4．リサイクルセンターの留意事項

##### (1) 技術上の課題

資源物を有効利用するためには、容器包装リサイクル法や引取り業者が要求する分別基準に適合する精度を保つ必要があります。現在の選別技術は、完全な精度が保証されるものではなく、異物の内容や混入量、資源ごみの混合収集の内容などによっては、経済性や効率性が悪くなるとともに、選別基準の達成と維持が困難な場合も多々あります。

##### (2) 事故防止対策

不燃ごみ中のガスボンベに起因する爆発事故や火災事故が頻発しています。対策としては、ガスボンベの使いきりが最も有効ですが、現実には中身の残ったガスボンベが混入する事例が多いため、リサイクルセンターで爆発や火災事故防止対策を行うことが必要となっています。最近では事故事例の検証から、ガスボンベの混入を想定した設備構成も充実してきていますが、それでも事故の発生は続いており、包括的な対策が困難なことを示しています。

##### (3) 処理コストの課題

リサイクルセンターでは、機械による選別の他に、人力による選別が必要な場合も多々あります。特に、びんの色選別や異物の除去については必要人員も多く、人件費が大きくなります。循環型社会の形成に向けた取り組みとして、リサイクルは欠かせないものですが、現状ではリサイクルを推進することが、自治体の費用負担を大きくしていることも現実になっています。