

テーマ 4. 廃棄物管理技術

目次

1. 排出・収集運搬.....	1
1.1 収集運搬方法の変遷.....	1
1.2 収集形式.....	3
(1) ごみの貯留・排出.....	3
(2) 戸別収集・ステーション収集.....	4
(3) 発生源分別・分別収集.....	8
(4) 収集形式の構築.....	10
(5) 資源回収.....	12
1.3 収集車両の特徴.....	14
1.4 収集車両の維持管理.....	16
1.5 中継基地.....	20
1.6 効率的に収集を図るための収集運搬技術.....	23
2 中間処理.....	27
2.1 中間処理技術の変遷.....	27
2.2 焼却技術.....	30
(1) 焼却等に係る技術の概要・種類.....	30
(2) 焼却等に係る技術のメリット・デメリット.....	40
(3) 焼却等に係る技術のその他の活用.....	42
2.3 RDF/RPF 化技術.....	45
(1) RDF/RPF 化に係る技術の概要.....	45
(2) RDF/RPF 化に係る技術のメリット・デメリット.....	47
2.4 有機性廃棄物資源化技術.....	51
(1) 有機性廃棄物資源化に係る技術の概要・種類.....	51
(2) メタンガス化に係る技術の概要.....	53
(3) 堆肥化に係る技術の概要.....	56
(4) 飼料化に係る技術の概要.....	57
2.5 リサイクル技術.....	61
(1) リサイクルに係る技術の概要・種類.....	61
(2) リサイクルに係る技術の役割.....	64
2.6 中間処理施設に係る基準と維持管理.....	65
(1) 廃棄物処理法に基づく基準.....	68

(2) 施設の維持管理	68
3 最終処分	70
3.1 処分場の変遷.....	70
3.2 各設備の機能及び特徴.....	74
3.3 処分場の種類.....	76
(1) 立地による分類：陸上埋立（山間）、陸上埋立（平地）、海面埋立	76
(2) 構造による分類：オープン型、クローズド型.....	76
(3) 構造・機能による分類：安定型、管理型、遮断型	82
(4) 埋立地内部環境による分類：嫌気性、準好気性、好気性.....	86
3.4 最終処分場の維持管理.....	91
3.5 適正閉鎖及び跡地利用	93
(1) 適正閉鎖	93
(2) 跡地利用	95

1. 排出・収集運搬

1.1 収集運搬方法の変遷

日本では戦後復興から急速な経済成長期に入った 1950 年代以降、ごみ量の増加や衛生上の問題から各家庭からのごみ収集が必要となり、また排出されるごみ量の増加や効率的・衛生的収集の必要性から、収集運搬に係る技術も進歩した。収集が開始された当初では手押し車を使用されていたが、効率的・衛生的な収集のために機械車両が導入され、パッカー車（ごみを圧縮する機能を持った収集用の車両）による収集へと移り変わっていった。経済成長や都市化などの社会情勢の変化に伴い、収集運搬においても、増加するごみ量への対応、衛生面の確保、作業の効率化などの必要性が生じたが、収集機材をはじめ収集形態や収集方法などの技術革新により対応してきた。

「清掃法」が制定される以前からごみの収集は行われていたが、「清掃法」が制定された 1950 年代、ごみの増加や衛生上の問題への対策としてごみの収集が開始された。開始当初は、手押し車を使用して各戸からごみを収集した後、運搬用の自動車に積み替えられて埋立地や焼却場に運搬された。

その後もごみ量は増加の一途をたどり、また、都市部への人口集中も相まって、都市部におけるごみの収集が大きな課題となったことを受けて、収集車両によるごみの効率的・衛生的な収集作業の取組みが開始された。

多くのごみを運ぶことができ、衛生的にも優れていることから収集車両（パッカー車）による収集が拡大していった。手押し車を用いた人力による収集から収集車両による収集への移行が定着した後も、収集作業の安全性（作業員の巻き込み事故等）、輸送時の衛生（臭気や汚水漏れ対策等）、収集作業効率（収集ルート計画等）の向上が図られたほか、効率的な収集システム構築のために必要となる様々な種類の収集運搬車両、低公害型車両や資源物用車両なども開発されている。



写真 4-1 家庭から排出される生ごみを手押し車で収集する様子 (1957 年頃)



写真 4-2 手押し車で収集したごみを運搬用の自動車に積み替える作業の様子 (1961 年頃)



写真 4-3 1950年代に使用された運搬用の自動車（1961年頃）



写真 4-4 パッカー車による収集作業の機械化の試験的導入の様子（1957年頃）

出典：東京都環境局提供（写真 4-1、写真 4-2、写真 4-3、写真 4-4）



写真 4-5 パッカー車による収集作業の様子



写真 4-6 低公害型収集運搬車両（例）

出典：環境省『日本の廃棄物処理・リサイクル技術』（2013年）

講師の方へ：

途上国では、スラム地域のような低所得者地区が存在し、狭い地区に多くの家屋が密集して、また多くの人々が生活しています。このような地区では、道路の幅が狭く車両の進入が困難で行政による廃棄物収集サービスが直接行き届かないなどの理由により、かつての日本のように一次収集人が手押し車でごみを収集しているケースも多く見られます。ごみ量の増加に対応、効率的かつ衛生的な収集を目指して進歩を遂げた収集運搬方法のこれまでの変遷は途上国の参考になるといえます。

1.2 収集形式

ごみの排出方法は、戸別収集とステーション収集に大別される。日本では、古くから両方の方法が用いられており、地域の実情や住民の意向によって採用する方法が決められている。採用にあたっては、各方法のメリットとデメリットを理解し、市街地であるか郊外であるか、また人口密度や土地利用状況などの地域の実状に合わせた実効的かつ効果的な収集方法を導入することが重要である。

(1) ごみの貯留・排出

各家庭から毎日発生するごみを効果的かつ効率的に収集することが、各家庭及び周辺の衛生状況を確保するために重要となる。そのためには、各家庭内で発生したごみを集め、一定の期間は家庭内で保管したうえで、定められている収集計画に沿って、指定の場所及び時間に排出することが重要な原則となる。

指定場所にごみを排出する際は、多くの場合で袋が用いられている。資源化物に関しては、紙類は紐で縛る、専用のコンテナを用いるなどの方法が採用されている。



出典：東京都環境局提供

写真 4-7 各家庭にごみ箱が据え付けられている状況 (1961年頃)



写真 4-8 袋を用いて集積所に排出されたごみ



写真 4-9 紐で縛って排出された段ボール

出典：八千代エンジニアリング株式会社

(2) 戸別収集・ステーション収集

行政（直営だけでなく、収集業者への業務委託も含む）によるごみの収集サービスは、主に、戸別収集もしくはステーション収集によって提供される。ごみの種類によっては、各家庭が各自で決められた施設（中継基地、中間処理施設、最終処分場など）に持ち込む方法（直接搬入）が用いられている。

戸別収集は、各家庭の住宅の前に排出されたごみを収集する方法である。戸別収集を採用している市町村は多くないが、粗大ごみの収集や高齢者のごみ出し支援などで、部分的に戸別収集を採用している市町村は多くある。戸別収集では、各家庭が各自の責任のもとに自らのごみを住宅の前に排出するので、ごみ出し場所が近くて便利である、排出されたごみに対する責任が明確である、各家庭にごみ出しの時間や方法にある程度の自由度がある、などの特徴がある。また、人口密度が低い地区（高所得者の

大きな住居がある地区、地方にある住宅間の間隔が広く住居が点在している地区など）では、戸別収集が効果的である。一方で、行政にとっては、収集する地点が多くなることから、作業効率が悪く、収集作業を実施する作業員への負担が大きくなるデメリットがある。

ステーション収集は、いくつかの家庭でごみを排出する場所（ステーション）を共有して、ステーションに置かれた家庭のごみを収集する方法である。多くの市町村がステーション収集を採用している。ステーション収集では、いくつかの家庭でステーションを共有することから、共有する住民全員でステーションの位置を決めてステーションを管理する必要がある。そのため、古くから自治会等が形成されている地区であれば、住民間の協力が比較的容易に得られるため、ステーション収集を円滑に導入することができる。一方で、行政にとっては、戸別収集と比較して、ごみを収集する地点が少なくなることから、収集を効率的に実施することができ、作業員への負担を低減できるメリットがある。特に、アパートや長屋などの集合住宅が多い地区ではステーション収集が効率的である。戸別収集及びステーション収集のメリット・デメリットは表 4-1 に示すとおりである。

また、日本ではあまり採用されていないが、コンテナ収集も有効な収集方法の一つである。コンテナ収集は、4～10m³程度のコンテナを設置して周辺の家庭のごみを収集する方法である。住民はいつでもごみを排出することができ、多くのごみを一度に収集できるメリットがある。一方で、適切な収集頻度で回収しないとコンテナからごみがあふれてコンテナ設置箇所の衛生環境が悪化するおそれがある。



出典：東京都環境局提供

写真 4-10 ステーション収集状況の様子
(1964年)



写真 4-11 ステーション収集 1



写真 4-12 ステーション収集 2



写真 4-13 戸別収集 1



写真 4-14 戸別収集 2

出典：八千代エンジニアリング株式会社

講師の方へ：

途上国においても、収集方法は戸別収集とステーション収集に大別されます。

日本との大きな違いの一つは、人力車などで各家庭からごみを収集して集積所や収集車両に運搬する一次収集人の存在です。一次収集人による収集活動の範囲は国や地域によって異なりますが、低所得者層地区や収集車両で直接収集できない道幅の狭い場所などで一次収集が行われています。途上国では、一次収集人による収集が実施されている場合が多く、収集計画を検討する際に一次収集人の存在を考慮することが必要となっています。

表 4-1 戸別収集及びステーション収集のメリット・デメリット

項目	戸別収集	ステーション収集
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 排出場所や排出したものに対する責任が明確(だれが捨てたごみかが明確)になる。 ✓ 住民にとって利便性が高い(ごみの排出場所が近く、ごみ出しの方法や時間にある程度の自由度がある。) ✓ ごみを出す人の意識が高くなる。ごみ出しのマナーがよくなる(犬やカラス等による被害が少なくなる)。 ✓ ごみの分別が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 収集地点数を低減できるので、収集作業を効率的に行える。 ✓ 収集に係るコストが低減できる。 ✓ 収集に係る時間が低減できる(作業員の負荷を低減)。 ✓ 地域コミュニティでごみ出しの意識を共有できる。 ✓ 交通環境への影響が低減できる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 収集地点が多いため、収集時間が長くかかる。 ✓ コストが高くなる。 ✓ 作業効率が低いため、作業員の負担が大きい。 ✓ だれが捨てたごみかが分かってしまうので、プライバシーへの配慮が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 収集地点の選定が困難な場合がある。 ✓ 排出したごみの責任者が不明確になり、排出するごみに対する住民の意識が低くなる。 ✓ 不適切な排出をした住民の特定が難しく、不適切な排出物への対応が困難である。 ✓ 収集地点の管理が必要となる(不適正な管理をすると不法投棄のような状態となる)。
備考 (デメリットに対する 対策例)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 収集計画を詳細に検討して、最も効率的なルートを設定するなど、効率性の向上を図る。 ✓ 十分な収集車両及び作業員を確保して、作業員の負担を軽減する。 ✓ 排出されたごみを速やかに収集する。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 収集地点の選定にあたっては、利用する住民の間で、事前に協議することが重要である。 ✓ 新たに住宅地区を整備する場合は、整備する段階で、収集地点を決めておくことが望ましい。 ✓ プライバシーに配慮しつつ、住民の間で理解が得られるようであれば、排出したごみに氏名を記載することで住民の意識低下を低減することができる。 ✓ 収集地点ごとに管理者や補助員を決めて、定期的なモニタリングや助言を行う。

【コラム】鳥類や動物への対策

鳥類、特にカラスは、食べ物を求めて収集したごみを荒らしてしまうため、ごみ収集の天敵である。また、地域によっては、サルやイノシシ等の動物による被害が発生する場合もある。野犬によるごみ荒らしにも注意が必要である。

日本では、鳥類にごみを荒らされないよう、ごみステーションをネットで覆う等の対策が地域ごとに行われている。簡易的なネットをかぶせる場合もあれば、檻のような網の内部にごみを入れる場合もある。また、路上にごみ出しをする場合、収集の前日ではなく、当日にごみ出しをするように呼び掛けることで、鳥類や動物の被害軽減を図っている。

鳥類や動物にごみを荒らされるのを防ぐことは、収集作業の遅延を防止し円滑な収集作業を確保するとともに、衛生環境の悪化を防止し地域美化にも貢献する。



写真 4-15 出されたごみを物色するカラス



写真 4-16 カラスにより破られたごみ袋



写真 4-17 ネット利用の対策法
(ステーション収集)



写真 4-18 ボックス利用の対策法
(戸別収集)

出典：八千代エンジニアリング株式会社

(3) 発生源分別・分別収集

リサイクルを推進するためには、ごみの発生源における分別（発生源分別）が極めて重要となる。ごみの減量や収集効率の向上に効果があるほか、リサイクルされる資源化物（缶、びん、プラスチック、紙類、金属類、生ごみなど）の質の向上が見込まれる一方で、その導入・実施には、住民の協力が不可欠である。また、収集に必要な収集機材・人材の確保や分別した資源化物の引取り先の確保が必要である。発生源分別は有効な施策ではあるが、住民の協力度合いや市町村における財源に留意して、実現可能な計画を策定・実施することが重要である。

発生源分別・分別収集は、排出されるごみが早い段階で分別されることから、リサイクル促進への寄与が期待できる。また、住民のごみに対する意識向上やごみの減量などにつながるため、排出段階における有効な施策として多くの市町村で実施されている。一方、分別の種類が増えると、種別に応じた収集体制の構築に加え、住民の負担が増すことから住民からのさらなる協力が必要になる。そのため、各市町村では、人口の規模や密度などの地域の特性や実情に合わせて、分別の種類を決めている。

【発生源分別・分別収集の効果】

- 分別する種類が増え、リサイクルする量が増えることで、ごみの減量につながる。
- リサイクルが容易になる（リサイクル費用の低減につながる、資源化物の質が向上する）。
- ごみを分ける作業が必要になることから、住民のごみの排出に対する意識が向上する（住民の意識向上によってごみの発生抑制の効果が期待できる）。

【発生源分別・分別収集における留意事項】

- 市町村として、収集体制の構築、必要な人材や機材及び財源の確保が必須となる。
- 住民の理解が得られる分別数や PET ボトルのように分別が容易な分別品目を設定する。
- 分別した品目の受入れ先（引取り手）を確保するため、リサイクルのための静脈産業の成熟が重要となる。



写真 4-19 住民によって分別された PET ボトルの収集の様子 (東京都)



写真 4-20 住民によって分別されたびん類・缶類の収集の様子 (東京都)

出典：八千代エンジニアリング株式会社

最終処分量の削減やリサイクルの推進等のため、分別収集が積極的に実施されている。日本におけるごみの分別状況を表 4-2 に示す。すべての市町村が分別を実施しており、32 市町村（全体の 2%）が 26 種類以上の分別を行っている。最も多い分別数は、11～15 種類の 646 市町村（全体の 38%）で、次いで 16～20 種類の 418 市町村（全体の 24%）となっており、11～20 種類の分別が全体の半数以上となっている。

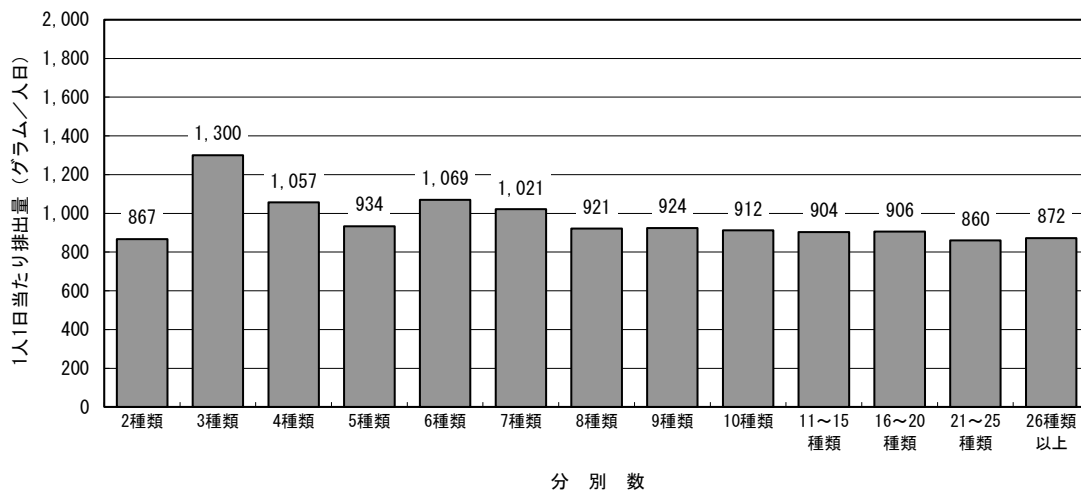
表 4-2 ごみの分別状況

分別数	分別なし	2種類	3種類	4種類	5種類	6種類	7種類	8種類	9種類
市町村数	0	7	8	11	33	67	58	92	97
市町村数 (%)	0	373							
1人1日当たりのごみ排出量 (g/人日)	0	867	1,300	1,057	934	1,069	1,021	921	924

分別数	10種類	11～15種類	16～20種類	21～25種類	26種類以上	合計
市町村数	113	646	418	137	32	1,719
市町村数 (%)	7%	38%	24%	8%	2%	100%
1人1日当たりのごみ排出量 (g/人日)	912	904	906	860	872	—

出典：環境省『日本の廃棄物処理（令和元年度版）』（2021年）をもとに作成

ごみの分別数と1人1日当たりのごみ排出量を図4-1に示す。1人1日当たりのごみ排出量が最も多いのは3種類の分別で、1,300グラム/人日となっている。3種類の分別を頂点として、分別の種類が多くなるほど、1人1日当たりのごみ排出量が減少する傾向を示しており、分別数のごみの減量に寄与していることが分かる。



出典：環境省『日本の廃棄物処理（令和元年度版）』（2021年）

図4-1 ごみの分別数と1人1日当たりのごみ排出量の関係

(4) 収集形式の構築

地域の廃棄物管理行政において、地域住民の理解と協力を得ることは重要な課題として位置付けられており、廃棄物管理に係る計画やデータなどの情報の公開や周知も積極的に行われている。

特に、収集運搬は住民と接点を持つ最適の機会であり、行政にとって住民と信頼関係を構築するために極めて重要となる。このため、収集運搬の円滑な実施に向けて、地域住民に対してごみの出し方や収集サービスに関する情報の周知を継続的に行っている。

各市町村では、廃棄物管理行政に対する地域住民の理解を得るために、市町村が計画・実施する廃棄物管理の事業や活動に対する情報を市町村のホームページ等を通じて積極的に公開している。また、地域の廃棄物管理に住民が主体的に参加することを推進するために、廃棄物管理に係る環境学習や施設見学など、様々な活動を継続的に実施している。

収集運搬に係るサービスの提供は各市町村が責務を担っているが、その円滑な実施のためには、住民の主体的な参加及び協力が不可欠である。そのため、多くの市町村では、ごみの出し方や収集スケジュールに関して、パンフレットやホームページで周知を行っている。

パンフレット等では、分別の種類や収集日数・収集曜日だけでなく、ごみの大きさ、ごみの排出の方法（袋に入れる、紐で縛るなど）、生ごみの水切りなど、住民がごみを排出するにあたって参考となる留意事項も含めて示されている。

資源 9品目 週1回 曜日 9品目に分けて、出してください。

朝8時までに出してください。 品目によって処理施設や処理方法が違うため、回収時間と回収車両が異なります。朝8時までに出していない資源物は、回収できない場合があります。

①新聞とチラシ ②雑誌と雑誌(本・パンフレットも可) ③紙パック ④段ボール

⑤飲食用びん ⑥飲食用かん ⑦食品トレイ ⑧ペットボトル ⑨発泡スチロール

可燃ごみ 週2回 曜日

不燃ごみ 月2回 第 曜日

資源 9品目

①新聞とチラシ ②雑誌と雑誌(本・パンフレットも可) ③紙パック ④段ボール

⑤飲食用びん ⑥飲食用かん ⑦食品トレイ ⑧ペットボトル ⑨発泡スチロール

可燃ごみ

不燃ごみ

資源として回収できないもの 可燃ごみです

資源として回収できないもの 不燃ごみです

廃食用油

スプレー缶・カセットボンベ

使い捨てライター

可燃ごみ・不燃ごみの出し方

集積所「Shusekijō」

※：英語、中国語、韓国語、タガログ語、ネパール語、ベトナム語においても、パンフレットが公開されている。
<http://www.city.ota.tokyo.jp/honnyaku/index.html>
 出典：大田区『家庭から出る資源とごみの分け方・出し方』(2021年)

図 4-2 ごみの出し方のパンフレット (東京都大田区)

講師の方へ：

途上国では、発生源分別の重要性が十分に理解されていない場合が多く、分別の実施が予想以上に困難な課題である可能性が高いです。その要因としては、分別に対する住民意識が十分に成熟していないことに加えて、行政側も分別された資源化物を分けて収集するために必要な収集車両・人材や予算の確保ができないことがあげられます。また、民間のリサイクル業者は資源化事業を行うためにインフォーマルセクターが収集した有価物を多く買い取っており、住民自身が資源化可能な廃棄物を分別する必要がないことが、分別の重要性が浸透しない要因の一つとなっています。

(5) 資源回収

日本では、古くから地域住民の任意団体が自主的に資源物を回収して資源回収業者に引き渡す集団回収が実施されている。集団回収の実施により、資源化される量が増えるだけでなく、地域住民の廃棄物管理や環境に対する意識向上や連帯感の向上、子どもに対する環境学習及び行政とコミュニケーションを図る機会の創出などの効果を得ることができる。

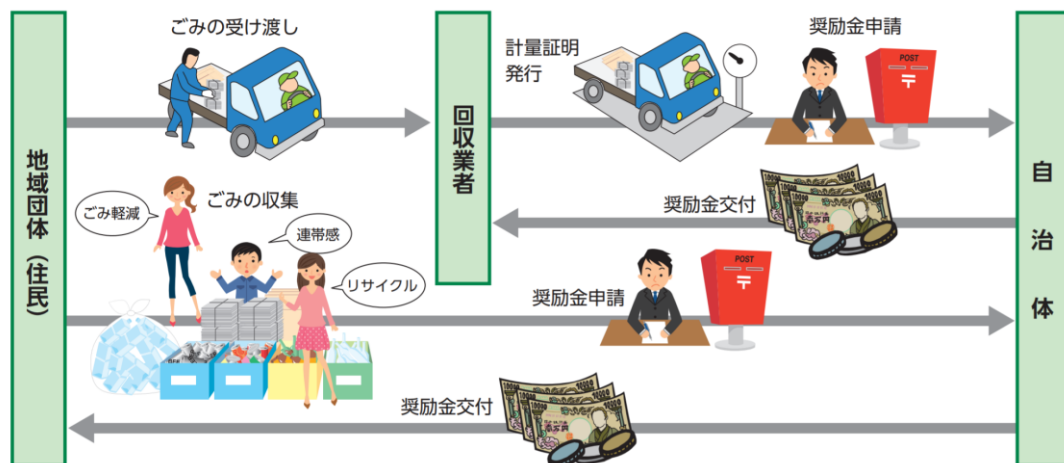
市町村が実施する発生源分別・分別収集とは別に、町内会や子ども会など地域住民の任意団体が自主的に資源物を回収して資源回収業者に引き渡すリサイクル活動として、地域の集団回収がある。多くの市町村では、集団回収を実施する任意団体に対して活動費用の補助(奨励金)や資源回収業者の紹介などを行い、地域のリサイクル活動を支援している。このような集団回収は、リサイクル率の向上に直接貢献することができるだけでなく、地域住民でリサイクルに係る活動を共に実施することでコミュニケーションが図られ、地域住民のリサイクルやごみ減量の意識向上や廃棄物管理行政に対する理解の向上につながることを期待できる。



出典：八千代エンジニアリング株式会社

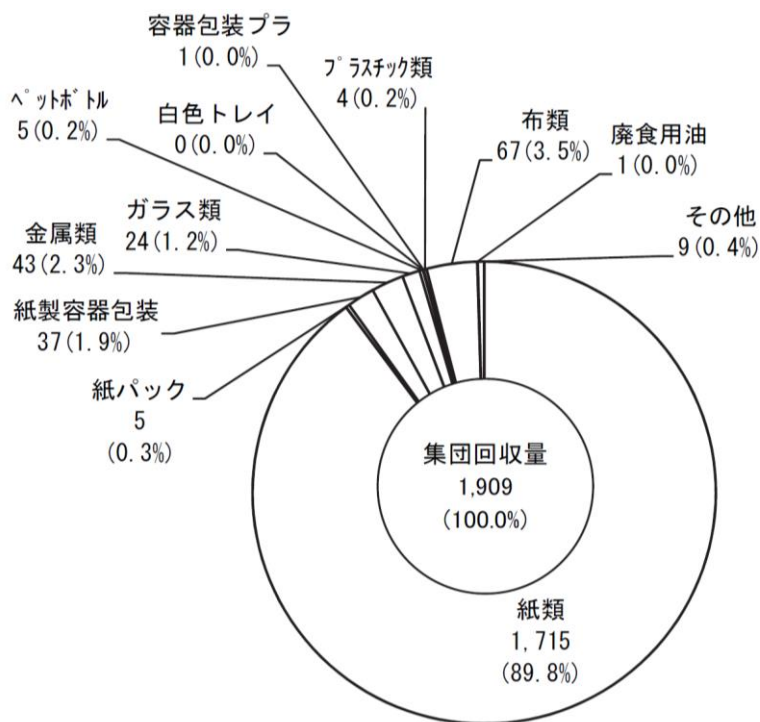
写真 4-21 集団回収の様子(東京都)

集団回収の対象となる資源化物は、主に紙類、びん・缶類、布類で、実績としては紙類が圧倒的に多く、2019年度の実績で1,715千トン(89.8%)となっている。



出典：環境省『日本の廃棄物処理の歴史と現状』(2014年)

図 4-3 集団回収の仕組み



単位：千トン／年

出典：環境省『日本の廃棄物処理（令和元年度版）』（2021年）

図 4.4 地域住民の任意団体等による集団回収の状況（2019年）

講師の方へ：

途上国では、公共機関の取組みとしてリサイクルを活発に実施している国は多くありません。一方で、街中や処分場等で缶やびんなどの有価物を回収するウェイトピッカーが存在しています。資源物の回収に公共機関が取り組む場合は、ウェイトピッカーの活動と競合します。そのため、ウェイトピッカーが生活を成り立たせるために必要な活動の機会を奪うことがないように配慮する必要があります。また、資源物の回収はウェイトピッカーが行う活動と捉えている住民の中には、資源物の回収の活動に対してよくないイメージを抱いている場合もあるため、十分な住民理解・環境教育が必要となります。

1.3 収集車両の特徴

収集運搬効率を向上させるため、様々な種類の車両が開発されている。日本では、一度に多くのごみを収集運搬するために、ごみを圧縮しながら収集できるパッカー車が広く普及しているが、通常のダンプトラックを含め、車両の特徴や使用方法によって適当な車両を配置することが必要である。

ごみの収集目的、収集計画や収集形式などによって様々な種類の車両が利用されている。しかし地域によっては、地形や道路の整備状況を考慮して収集車両を選定する必要がある。収集車両の一覧を表 4-3 に示す。

近年では、低排出ガスや低燃費の車両導入が進んでおり、将来的には電気自動車が収集車両として普及することも期待されている。電気自動車の収集車両は、発電設備を有する廃棄物処理施設から供給される電力を用いて充電することが可能であるほか、災害時に家庭に電力を供給するといった利用方法も検討されている。

【収集車両の選定における留意事項（例）】

- 原則、収集車両の修繕及びメンテナンスが可能な車両を選定する（特に、予備品が迅速に調達できる車両が望まれる）。
- 収集運搬するごみ量、収集ルートの道路の整備状況（道幅、未舗装）及び地形（傾斜）などを考慮して、車両の種類及び大きさを選定する。
- ごみ収集量が多く、効果的な収集を優先する場合は、パッカー車が適している。
- ごみ量が比較的少なく、頻繁な収集が必要でない住居地区はコンテナによる収集が効率的である。ある程度まとまったごみが定期的に排出されるマーケット等においてもコンテナによる収集は効果的である。

表 4-3 ごみの収集車両の一覧

車両の種類	特徴
<p>【平ボディトラック】</p>  <p>出典：八千代エンジニアリング株式会社</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 一般的なダンプトラックである。 ✓ 特殊な車両でないため、メンテナンスが比較的容易にできる。 ✓ ごみを圧縮する機能がないため、運搬の効率性が低い。 ✓ 車高が高い車両の場合、作業員によるごみの積み込みが容易でない。

車両の種類	特徴
<p>【機械式ごみ収集車（パッカー車）】</p>  <p>出典：札幌市『札幌市における廃棄物処理行政/3R政策（JICA 研修資料）』（2019年）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃棄物を効率的に回収するために製造されたトラックで、荷室に装着されている圧縮装置（プレス式、回転板式、ロータリー式）で圧縮しながら回収する車両のことである。 ✓ 投入したごみを圧縮しながら収集するため、通常のトラックよりも多くのごみを運搬することができる。 ✓ 安定的かつ長期的に使用するためには、日常の点検・維持管理が必要である。 ✓ メンテナンス及び補修（部品交換）が容易でない。
<p>【アーム式脱着装置付コンテナ専用車】</p>  <p>出典：八千代エンジニアリング株式会社</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 運搬用コンテナを自力で脱着できるアームを搭載している。 ✓ 廃棄物の貯留・収集・運搬・排出までの工程を一元的に運用することができる。 ✓ 安定的かつ長期的に使用するためには、日常の点検・維持管理が必要である。 ✓ メンテナンス及び補修（部品交換）が容易でない。
<p>【コンテナ車】</p>  <p>出典：八千代エンジニアリング株式会社</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 台の専用車と複数のコンテナの組合せにより、コンテナを適当な場所に設置して、複数箇所でごみの回収を行うことが可能となるため、収集の効率性が高くなる（積込み作業が不要、積込みによる待機時間の削減等）。 ✓ 安定的かつ長期的に使用するためには、日常の点検・維持管理が必要である。 ✓ メンテナンス及び補修（部品交換）が容易でない。

講師の方へ：

途上国では、道路のインフラが十分に整備されていない地域が多く、都市部でも未舗装の道路を目にすることがあります。舗装された道路でも維持管理が十分になされておらず、走行に支障が出る場合もあります。加えて、低所得者が生活している区画（スラム地域）など、道幅が狭い地域が収集対象になるケースがあることにも留意する必要があります。

1.4 収集車両の維持管理

収集運搬を安定的かつ継続的に実施するためには、収集車両の定期的な点検整備が不可欠である。日本では、年次点検、月例点検及び作業開始点検の定期自主点検の実施が安全管理要綱などの技術的基準等によって定められている。基準等に従って適正な維持管理を行うことによって、収集車両を継続的に使用することができている。このような定期的な点検を実施して予防保全のための処置を行うことは、安定的かつ継続的な利用を実現するだけでなく、車両の長期的な利用にも寄与している。

収集車両を収集計画に沿って、安定的かつ継続的に運行させるためには、車両を常に良好な状態に維持しておくことが必要であり、そのためには定期的で適正なメンテナンス（点検整備）が不可欠である。

車両を良好な状態に保つためには、点検等の結果や収集作業中に認められた不具合に対して速やかに措置を講じるだけでなく、使用時の不具合を未然に防止する予防保全の考え方を取り入れることが望ましい。途上国では、特に油圧装置や積込み装置などの機械化された部分が不具合となり、交換部品の購入や修理に多くの時間を要するため長期にわたって使用できなくなる場合が見られる。

日本では、「道路運送車両法」によって、車両本体に対して毎日の日常点検が義務付けられているとともに、定期点検整備を実施すること、及び点検整備の内容を記載した記録簿（年月日、方法、点検箇所、結果、実施者、点検結果に対する措置の内容など）を作成して保存することが義務付けられている。ごみの収集車両に関しては、「機械式ごみ収集車に係る安全管理要綱」（1987年）に基づいて定期自主点検等を実施することとなっており、本要綱では、年次点検、月例点検及び作業開始点検の定期自主点検の実施が定められている。それぞれの点検の概要は表 4-4 及び表 4-5 に示すとおりである。これらの定期自主点検が適切に実施されることで、車両を長期的に利用することが可能になるとともに、作業員の安全確保や事故防止にもつながる。

表 4-4 収集車両の年次点検項目

No.	点検項目
1	原動機、動力伝達装置、走行装置、操縦装置及び制動装置
2	回転板、押込板、圧縮板その他の積込み装置
3	油圧ポンプ、油圧モーター、シリンダー、油圧配管、油圧ホース、安全弁、その他の油圧装置
4	電気系統
5	緊急停止スイッチ、緊急停止装置、テールゲート動力降下防止のためのインターロック装置、安全棒その他の安全装置
6	積込み操作スイッチ
7	排出装置
8	テールゲート、ボデー、警報装置、方向指示器、燈火装置及び計器
9	テールゲートを上昇させるための専用の動力装置を有するごみ収集車にあっては、その動力装置
10	その他の架装設備

出典：労働省『機械式ごみ収集車に係る安全管理要綱』（1987年）をもとに作成

表 4-5 収集車両の月例点検項目

No.	点検項目
1	操縦装置、制動装置及び車輪
2	積込み装置及び油圧装置※
3	安全装置
4	積込み操作スイッチ
5	警報装置
6	テールゲートを上昇させるための専用の動力装置を有するごみ収集車にあっては、その動力装置
7	安全棒を自動的に装着するための装置を有するごみ収集車にあっては、その装置

※：各装置の位置は、下記を参照

出典：労働省『機械式ごみ収集車に係る安全管理要綱』（1987年）をもとに作成

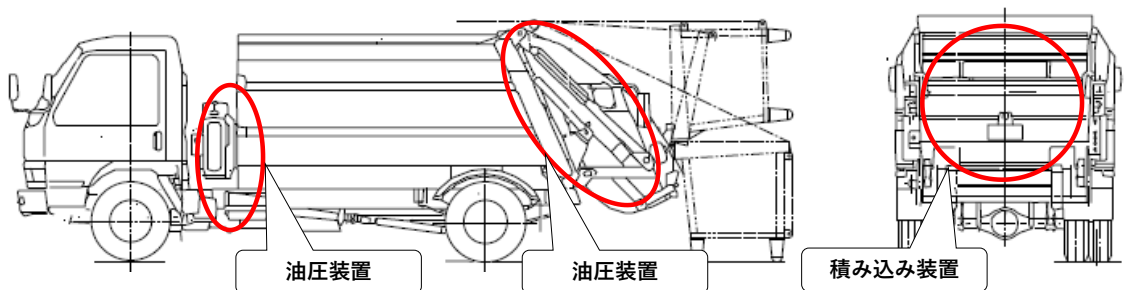


図 4-5 収集車両の装置

表 4-6 収集車両の定期自主点検のチェックリスト その1 (例)

点検項目		点検内容	点検時間			備考
区分	項目 (部 位)		作業開始前	月例	年次	
車両	原 動 機	異音、ガタ、緩み、発熱、油漏れなど	○	○	○	
	動 力 伝 動 装 置	異音、ガタ、緩み、発熱、油漏れなど		○	○	
	走 行 装 置	異音、ガタ、緩み、発熱、油漏れなど	○	○	○	
	操 縦 装 置	異音、ガタ、緩み、発熱、油漏れなど	○	○	○	
	制 動 装 置	異音、ガタ、緩み、発熱、油漏れなど	○	○	○	
油圧装置	油 圧 ポ ン プ	異音		○	○	
		油漏れ		○	○	
		取付ボルト緩み			○	
	油 圧 シ リ ン ダ	ロッドの損傷			○	
		油漏れ		○	○	
		取付部の異状の有無			○	
	油 圧 モ ー タ	異音		○	○	
		油漏れ		○	○	
		取付けボルト、スプロケットの緩みなど			○	
	作 動 油	タンク内の油糧	○		○	
		よごれ (色)			○	
		タンク内ストレーナの清掃			○	
		フィルタの交換			○	
	ゴ ム ホ ー ス	接触、衝撃などによる外部の損傷の有無など		○	○	
		油漏れ、表面の劣化割れなど		○	○	
		締付けの緩み			○	
	油 圧 パ イ プ 継 手	油漏れ、締付けの緩み		○	○	
		配管クランプの緩み、他の部品などとの接触			○	
	油 圧	所定圧の確認			○	
	油 圧 バ ル ブ	油漏れ		○	○	
取付ボルトの緩み				○		
作動				○		
電気・コントロール装置	積込み用スイッチ	後部スイッチの作動の確認	○			
		防水ゴムカバーの損傷・取付けの緩み		○	○	
	積込みコントロール	カム取付ボルトの緩み		○	○	
		リミットスイッチ取付ボルトの緩み		○	○	
		リレータイマの緩み			○	
	排 出 コ ン ト ロ ー ル	テールゲートロック、リミットスイッチの緩みなど			○	
		上昇規制リミットスイッチの緩み			○	
		ダンプリミットスイッチの緩み			○	
	配 線	接触損傷、コネクタアース腐食など			○	
	ロータリソレノイド (エンジン定回転装置)	アームワイヤの緩み			○	
安全装置・機能	緊急停止スイッチ	作動の確認、スイッチ取付の緩みなど	○	○	○	
	緊急停止装置	作動の確認、損傷具合など	○	○	○	
	ごみ投入装置防止装置	作動の確認	○		○	
		調整		○	○	
テールゲート降下時のインターロック	作動の確認	○	○	○		

表 4-7 収集車両の定期自主点検のチェックリスト その2 (例)

安全装置・機能	安 全 棒	異状の有無、正常な茶道の確認 警報ブザーの確認	○	○	○		
	積みサイクル時間の確認	所定のサイクル時間の確認	○		○		
		封印の確認		○			
	バックブザー	車両後退時バックブザーは警報音を発するか	○		○		
	テールゲート上、下 作動中の警報ブザー	テールゲート上昇、下降作動中は警報音を発するか	○		○		
	連絡用ブザー	正常に作動するか	○				
	ダンプの降下防止装置	点検確認	○	○			
テールゲートのロック	かかり具合	○		○			
伝導制御関係	PTO及びコントロール関係	断接の切換がスムーズで確実か、操作感はいいか	○		○		
		異音など不具合現象はないか	○	○	○		
		油漏れ、取付ボルトの緩み			○	○	
		ワイヤの調整				○	
駆動軸及びUJ		異音、振れ、給脂など			○	○	
		取付ボルトの緩み			○	○	
積み及び排出	積み作業	積みプレート作動			○	○	
		プレートリンク類の曲がり、亀裂など				○	
		軸受け部のガタ、ピンの回り止めの緩み				○	
		チェーンの張り具合、異音など			○	○	
		逆転防止ピンの摩耗				○	
		逆転防止ピンは容易に抜くことができるか			○		
	テールゲート開閉作動		テールゲート上昇下降作動				○
			シリンダ取付部の曲がり、亀裂、緩みなど				○
			テールゲート上昇ストッパーの曲がり、亀裂など	○			
			ごみをかみ込むなど正規位置にない時は上昇しないか				○
			テールゲートロック ピンのガタ、ロットの調整				○
			テールゲートロック Uボルトのナットは緩みがなく、かつ緊締度は左右均等か				○
			積込み上昇兼用 シリンダ車				
方向指示器等	方向指示器	正常な作動の確認	○				
	燈火装置	正常な動作の確認	○				
	計器	正常な動作の確認	○				
その他の 架装関係	テールゲート	曲がり、亀裂、さび				○	
	ボデー	曲がり、亀裂、さび				○	
	サブフレームおよび固定	シャーシとの緊縮ボルトの緩み				○	
	スペアクイヤキャリア	取付ナットの緩み、固定の緩み	○				
	汚水漏れ防止	汚水パッキングの損傷				○	

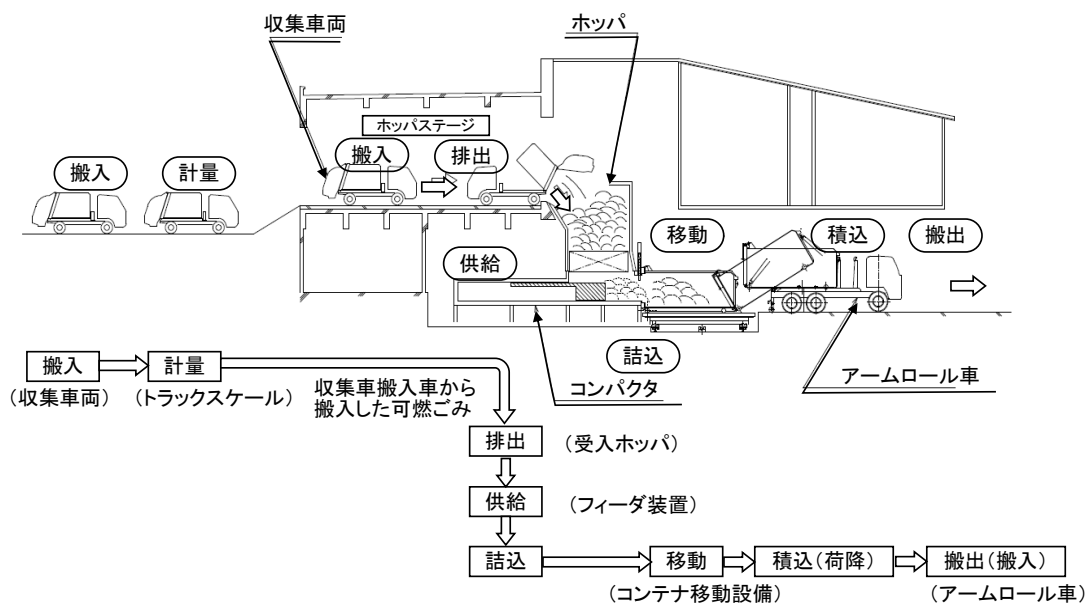
出典：廃棄物学会『廃棄物ハンドブック』（オーム社、1996年）

1.5 中継基地

中継基地は、対象となる収集地域が広範囲である場合、あるいは最終処分場までの距離が遠い場合に、ごみを効率よく収集運搬するうえで有効な施設である。日本では、多くの市町村の場合、収集範囲が比較的狭く、加えて廃棄物処理施設を自区内に整備しており、廃棄物を処理施設まで輸送する距離はあまり長くないことから、中継基地が整備されている事例は限られている。

中継基地では、ごみの圧縮や大型の収集車両への詰め替えなどの工程が行われており、収集効率の向上が図られているほか、受け入れるごみの種類によっては、破碎設備などが付帯されてリサイクル施設としての機能を持たせていることがある。

中継基地は、ごみを収集する地域が広域な都市において、収集場所から中間処理施設の間で収集運搬の効率を高めるために、小型・中型の収集車両から大型の収集車両への積替えやごみの圧縮などを行う施設である。中継基地の処理フローの一例（コンパクト・コンテナ方式）を図 4-6 に示す。コンパクト・コンテナ方式では、収集車両から供給設備に投入されたごみがコンパクト（圧縮機）によって圧縮されて大型のコンテナに積み替えられる。



出典：環境省『循環型社会形成推進交付金等申請ガイド（施設編）』（2021年）をもとに作成

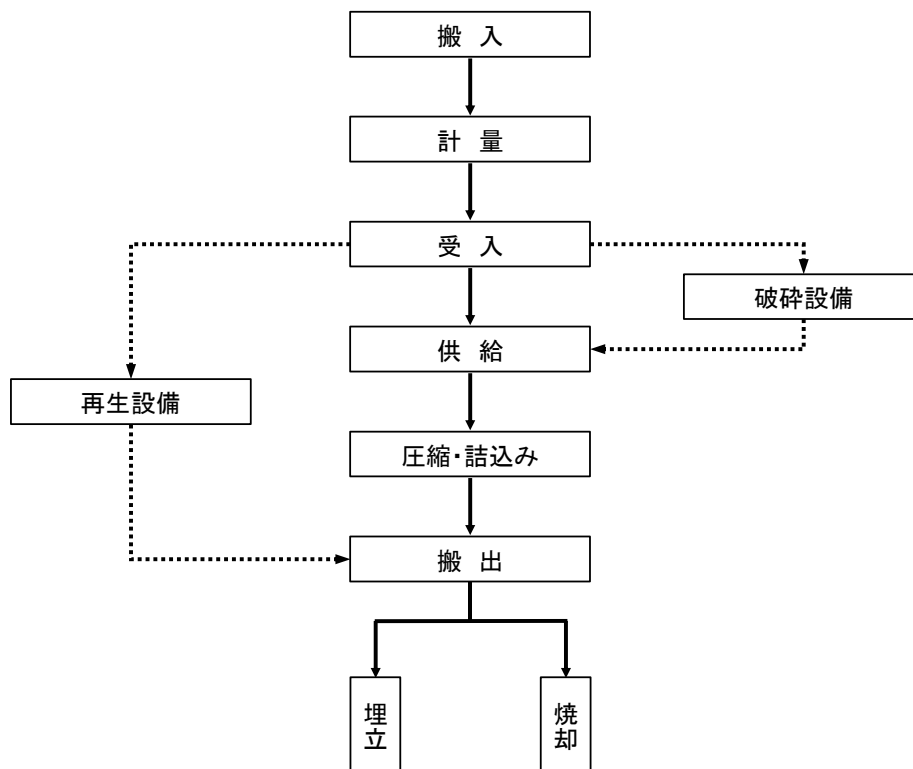
図 4-6 中継基地の処理フロー図の一例（コンパクト・コンテナ方式）



出典：八千代エンジニアリング株式会社

写真 4-22 中継基地（マレーシア）

中継基地の主要な設備の構成及び概要を図 4-7、表 4-8 に示す。搬入された廃棄物は計量された後、圧縮や破碎等により減容化されて搬出される。



出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017 改訂版』（2017 年）

図 4-7 中継基地の設備構成

表 4-8 中継基地の主要な設備の概要

主な設備	設備概要
受入・供給設備	ごみの搬入・搬出を管理する計量機、収集・運搬車両のための進入退出路、貯留ピット・貯留場等にごみを搬入するためのプラットホーム、搬入ごみを一時貯留する受入ホップ、受入ホップに貯留されたごみを圧縮設備に供給するごみ供給装置などから構成される。
破碎設備	搬入された可燃性粗大ごみを破碎する設備である。
圧縮設備	コンパクト・コンテナ方式において、供給されたごみを圧縮しコンテナに詰め込むための設備のことで、コンパクト（圧縮機）、油圧装置などから構成される。同様の設備として、ごみを連続かつ定量的に切り出して大型収集車に積み込むことができる貯留排出機及びホップに投入されたごみを圧縮して紐掛けやベリング等によって梱包する梱包機がある。
再生設備	有価物を必要に応じて加工して輸送や再利用を容易にする設備のことで、対象とする有価物の加工に適した設備とする。加工する有価物は、鉄、アルミ、生きびん、ガラスカレット、PET ボトル、紙、布、プラスチック等があり、金属プレス機、PET ボトル圧縮梱包機、プラスチック製容器包装圧縮梱包機、プラスチック類圧縮減容機、紙類結束機、びん破碎機、発泡スチロール減容機等の設備を有している。
搬出設備	コンパクト・コンテナ方式において、コンテナをコンパクトの接続位置と脱着装置付コンテナ専用車の積卸し位置の間を移動させるコンテナ移動設備であり、台車、コンベヤ等の単独または組合せによって構成される。また、コンテナ保管設備は、コンテナを施設内に一時保管するための設備である。コンテナ本体及びアーム式の脱着装置付コンテナ運搬車両も本設備である。
集じん・脱臭設備	施設内の周辺環境や作業環境の保全のために設けられる設備のことで、フード、ダクト、集じん機、排風機、脱臭装置などから構成される。
給水設備	水源から各装置までの冷却水、洗浄水及び発じん防止のための散水、消火用水のための設備である。
排水処理設	計画内容によって異なるが、各種の汚水の発生が考えられる場合はこれを処理するか、あるいは集合させてバキューム車等で搬出するための施設である。周辺下水処理施設に余力があるなどの条件によるが、集水した汚水を希釈攪拌して下水道放流する場合もある。
電気設備	これら全般のものに必要な電力を受電して、各機器の必要部（電動機など）に配電する設備である。
計装設備	施設の運転・制御に必要な設備である。

出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017改訂版』（2017年）をもとに作成

講師の方へ：

途上国では、収集対象地域が比較的広範囲であることや、長距離運搬が必要などの理由から収集運搬業務の効率化を目的として中継基地整備の検討を行う機会が多くあります。中継基地の導入にあたっては、輸送距離と費用が大きき要素となりますが、途上国ではこれに加えて、交通状況（道路の整備状況等）も導入を検討するうえで重要な要素となります。

1.6 効率的に収集を図るための収集運搬技術

ごみの収集運搬段階では、収集運搬の実施や車両のメンテナンス等に多くの作業員が従事することから、多くの人件費が必要となる。そのため、効率的に収集運搬を実施することは良好な収集サービスの提供だけでなく、費用削減の点からも重要である。

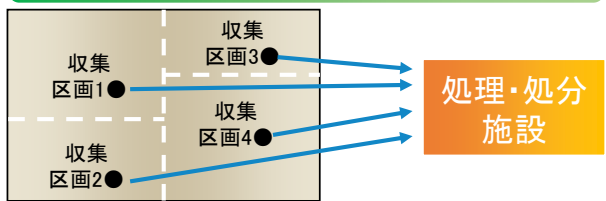
収集運搬を効率的に行うには、地域の特性や実状に合わせて、輸送に係る時間やコストを参考にして、ステーション収集や中継基地の活用を検討する必要がある。

効率的な収集運搬のための工夫として、地域の現状に応じた収集計画の立案や中継基地の活用などがあげられる。特に、途上国では、地域の交通状況（渋滞や事故など）や道路状況（未舗装道路や坂道など）を踏まえて、大型トラックやトレーラーの車両スペックを決定するように十分留意する必要がある。また、輸送時間やコストを比較検討するほか、安全性を考慮した収集・運搬計画を立案・実施することが重要となる。

表 4-9 効率的な収集運搬の実施のための工夫

項目	内容
ステーション収集の活用	地域の特性や実情（人口、土地用途、立地等）に合わせて、ステーションによる収集を適宜活用する。
詳細な収集計画の策定・実施	収集計画を立てて、具体的な収集の作業計画（収集ルート、収集日など）を示すことによって住民からの協力を得て、収集の効率を上げる。
中継基地の活用	対象収集地域が広域な場合や大型車両の活用が容易な場合には、中継基地の導入を検討する。 コスト面の有効性を確認する際には、図 4-8 のとおり、処理・処分施設に収集・運搬するまでの収集運搬費を比較する。 収集運搬の距離（収集地区から処理・処分施設までの距離）が長い場合、初期段階に中継基地の建設費が必要になるものの、中継基地を導入した方が収集運搬の費用を安価にできる場合がある。 ただし、大型車両の活用に関しては、過積載による道路や橋梁への過大な負荷等に留意する必要があることから、現地の交通や道路の状況を踏まえて、適当な車両を選定する。

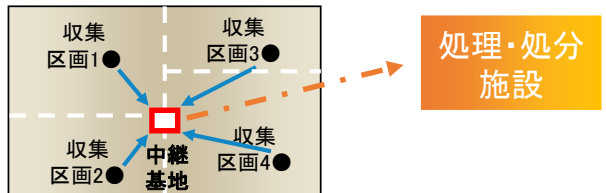
中継基地なし(直送)の場合



収集運搬に係る総費用(ケース①)

費用	内容
費用1	収集区画1から処理・処分施設までの収集運搬
費用2	収集区画2から処理・処分施設までの収集運搬
費用3	収集区画3から処理・処分施設までの収集運搬
費用4	収集区画4から処理・処分施設までの収集運搬
総収集運搬費 (=費用1+費用2+費用3+費用4)	収集区画1~4から処理・処分施設までの収集運搬

中継基地導入の場合



収集運搬に係る総費用(ケース②)

費用	内容
費用1	収集区画1から中継基地までの収集運搬
費用2	収集区画2から中継基地までの収集運搬
費用3	収集区画3から中継基地までの収集運搬
費用4	収集区画4から中継基地までの収集運搬
費用5	中継基地から処理・処分施設までの輸送
費用6	中継基地に係る費用(建設費、運転維持管理費)
総収集運搬費 (=費用1+費用2+費用3+費用4+費用5+費用6)	収集区画1~4から中継基地までの収集運搬 中継基地から処理・処分施設までの輸送 中継基地に係る費用

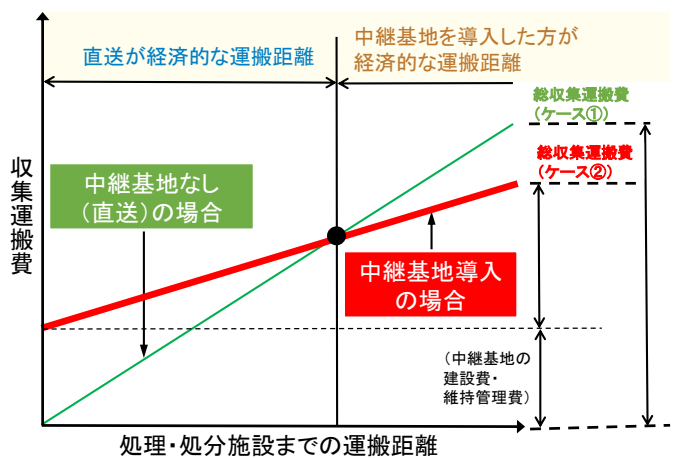


図 4-8 中継基地の有無によるコスト比較

【コラム】 効率的な収集運搬ルート の 策定

効率的なごみの収集運搬ルートの設定は、作業効率化、コスト削減、事故発生率の削減などに役立つ。収集ルートを効率化するには、実際のデータに基づき、収集作業員とルート策定を行う職員が協力して収集ルートを検討する必要がある。ここでは、横浜市の例をもとに、効率的なごみ収集の検討に必要な要素を整理する。

表 4-10 収集ルートの効率化によりもたらされる利点

利点	内容
収集作業の効率化	収集ルート进行分析し、移動距離を削減する
コスト削減	人件費、車両購入費、燃料費などを削減する
事故発生率の削減	危険な場所を事前に特定し、危険を回避する
作業環境改善	就業時間を明確化し、作業員の負担を軽減する

<データの収集>

ルート策定のためには収集場所、ごみ量、作業時間に関するデータが必要となる。

表 4-11 収集するデータとその例

区分	収集するデータ	データ収集例															
収集場所	<ul style="list-style-type: none"> 世帯数 各収集地点の推定ごみ排出量 地図上の位置 	①市民から収集地点に関するデータを収集 ステーション面積：2.03m ² ごみの保管方法：ネット利用 使用開始：2022年3月30日～ など ②地点当たりの世帯数を算出															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>A 区</th> <th>B 区</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>世帯数</td> <td>128,328 世帯</td> <td>117,957 世帯</td> </tr> <tr> <td>収集地点数</td> <td>6,473 地点</td> <td>4,252 地点</td> </tr> <tr> <td>世帯数/地点数</td> <td>19.9</td> <td>27.7</td> </tr> <tr> <td>各地点の収集に要する時間</td> <td>短い</td> <td>長い</td> </tr> </tbody> </table>	項目	A 区	B 区	世帯数	128,328 世帯	117,957 世帯	収集地点数	6,473 地点	4,252 地点	世帯数/地点数	19.9	27.7	各地点の収集に要する時間	短い	長い
		項目	A 区	B 区													
		世帯数	128,328 世帯	117,957 世帯													
		収集地点数	6,473 地点	4,252 地点													
世帯数/地点数	19.9	27.7															
各地点の収集に要する時間	短い	長い															
ごみ量	<ul style="list-style-type: none"> 車両ごと、トリップごとの収集結果 時期によるごみ量の変化 施設での処理量の結果 	ごみ量や時間を管理する（表 4-12 を参照）。 作業状況を詳細に記録することで、ルート策定時にごみ量や作業時間の予測がしやすくなる。															
作業時間	<ul style="list-style-type: none"> 各作業時間の内訳 	<table border="0"> <tr> <td>15 秒</td> <td>x 秒</td> <td>y 秒</td> </tr> <tr> <td>↓ 下車</td> <td>↓ 積込 1 世帯=1 袋=1 秒 として計算</td> <td>↓ 確認※ 1 シール=1 秒と して計算</td> </tr> <tr> <td colspan="3">↓</td> </tr> <tr> <td>10 秒</td> <td>10 秒</td> <td>18 秒</td> </tr> <tr> <td>↓ 片付け ネットの片付け等</td> <td>↓ 乗車</td> <td>↓ 移動 0.1km(収集地点間距離)÷20km/時(走行速度)</td> </tr> </table>	15 秒	x 秒	y 秒	↓ 下車	↓ 積込 1 世帯=1 袋=1 秒 として計算	↓ 確認※ 1 シール=1 秒と して計算	↓			10 秒	10 秒	18 秒	↓ 片付け ネットの片付け等	↓ 乗車	↓ 移動 0.1km(収集地点間距離)÷20km/時(走行速度)
15 秒	x 秒	y 秒															
↓ 下車	↓ 積込 1 世帯=1 袋=1 秒 として計算	↓ 確認※ 1 シール=1 秒と して計算															
↓																	
10 秒	10 秒	18 秒															
↓ 片付け ネットの片付け等	↓ 乗車	↓ 移動 0.1km(収集地点間距離)÷20km/時(走行速度)															

※：確認とは、対象でないごみが排出されている場合、ごみを回収せず、ごみ自体に正しい分別を通知するためのシールを貼る作業のこと。

表 4-12 ごみ収集に関するデータ記録の例

No.	車両	1回目	2回目	3回目	4回目	収集量	開始	終了	走行距離
1	中型	9:36 発	11:46 発	14:20 発		6.55 t	8:15	15:05	32 km
		2.25 t	2.28 t	2.02 t					
		A 基地	A 基地	A 基地					
2	小型	9:18 発	10:23 発	11:42 発	13:40 発	4.87 t	8:20	14:35	46 km
		1.62 t	1.47 t	1.78 t	1.44 t				
		B 基地	B 基地	B 基地	B 基地				
⋮									
合計						205.20t			1,529km

＜収集マップの作成＞

表 4-13 に示す手順で、区をブロックに分け、そのブロックを収集車両の数に応じてさらに細分化する。その各エリアにおいて、ごみ排出地点を地図にプロットして、収集ルートを設定する。

表 4-13 収集マップ作成手順

手順	内容
1	収集日を分けるため、ごみ発生量を考慮して、同じ程度になるようにブロックに分ける。
2	各ブロックを車両台数と同じ数のさらに細かいエリアに分割（地形や道路状況、住宅の分布状況、また保有する車両の容量によるため、エリアの大きさは様々である）。
3	分割したエリアに関して、収集量と作業時間を考慮して収集ルートを設定。

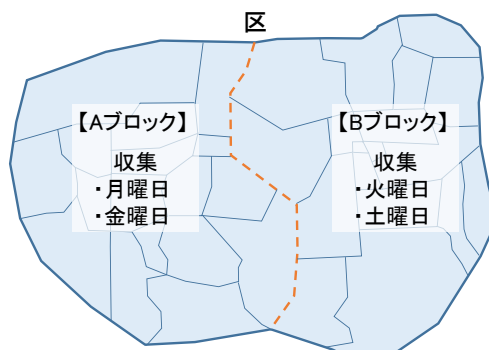
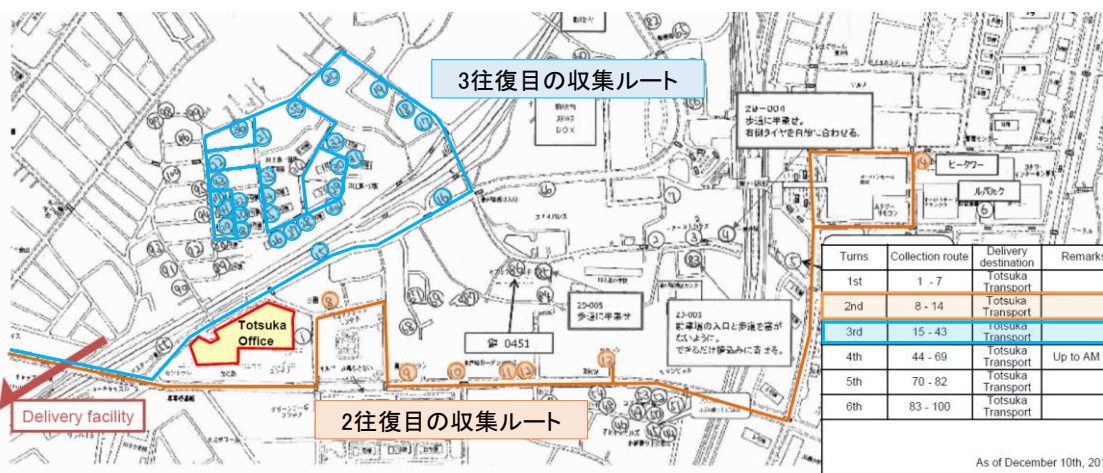


図 4-9 収集エリア分けのイメージ



※：○番号はごみ排出地点

図 4-10 実際の収集マップの例（横浜市戸塚区）

出典：横浜市『Formulation of Efficient Collection Plan（JICA 研修用資料）』（2019年）をもとに作成

2 中間処理

2.1 中間処理技術の変遷

国土が狭い日本において、限られた土地を有効に利用することは極めて重要な課題である。また、ごみによる生活環境の悪化が深刻となったことから、衛生的な処理の視点から焼却処理が広く行われるようになった。

加えて、経済発展に伴って増え続けるごみの処理方法として、焼却は衛生処理及び減量化に優れていることから、多くの地方自治体で焼却処理を中心として廃棄物処理システムが構築されている。

循環型社会の実現及び最終処分場のひっ迫に対応して、ごみの種類に適した中間処理技術が開発・革新されており、リサイクルや減量化に係る目標や課題の解決に向けた対策として技術革新が一翼を担ってきた。

日本は国土が狭く利用できる土地が限られていることから、ごみを減量化することが非常に重要となる。古くからごみの処理方式として、焼却が有効と考えられており、1930年の「汚物掃除法」の改正でごみ焼却が義務付けられていた。しかし、ごみの野焼きや河川への投棄が頻発しており、実態は集中型の中間処理として焼却技術が導入されたといえる状況ではなかった。

1960年代には、高度経済成長に伴って増加したごみの処理及び生活環境の改善・公衆衛生の向上が大きな課題となったことから、中間処理施設として、ごみの衛生処理及び減量化に優れている焼却施設の整備が進められた。

ごみ焼却施設の整備は、政府が制定した法律及び計画に基づき、国による技術的かつ財務的な支援が行われたこともあり、各都市で導入が促進され、ごみの衛生処理及び減量化に一定の成果が得られた。一方で、ごみ焼却による公害が問題となったことを受けて、国は中間処理施設による適正な廃棄物処理を目的として、排ガス処理を含めた施設の技術上の基準（1971年）を作成した。その後も、ばいじん、ダイオキシン類、有機性汚染物質及び水銀等の対策のために国によって新規・更新された基準・規制や構造指針（1979年）・性能指針（1998年）への対応、及び住民や社会的要望への対応によって技術が進歩していき、焼却技術は成熟した技術となった。

焼却技術の進展と並行して、RDF、ガス化溶融、灰溶融などの新たな技術が開発され実用化されていった。その後、循環型社会の構築に向けて、リサイクル技術や有機系廃棄物資源化技術の開発・導入が促進されたほか、熱回収（サーマルリサイクル）のため、廃棄物の焼却による発電技術が開発され、導入が促進されている。

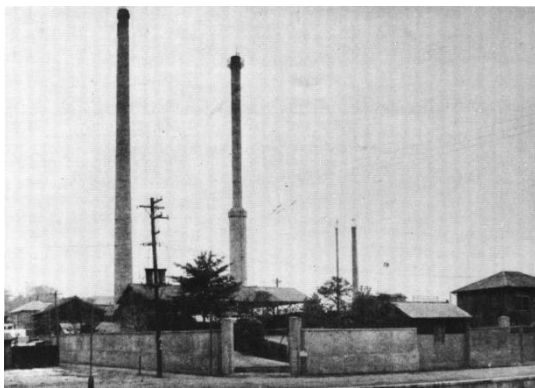


写真 4-23 大崎塵芥焼却場（1924 年竣工）
（東京で最初の焼却場）

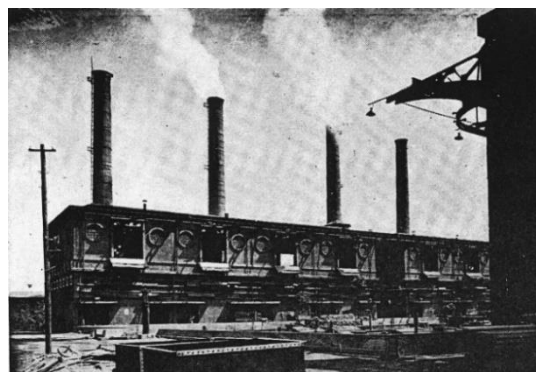


写真 4-24 深川塵芥処理工場（1933 年竣工）
（不十分な排ガス処理の焼却炉）

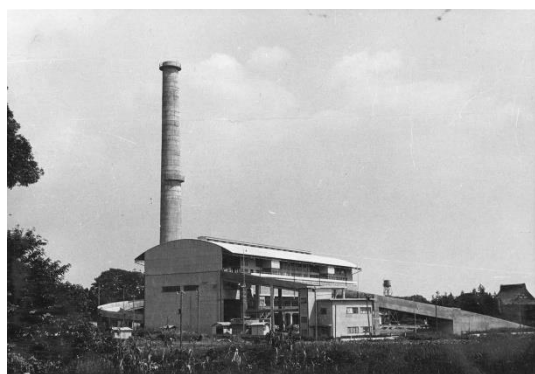


写真 4-25 第五清掃工場（1958 年竣工）

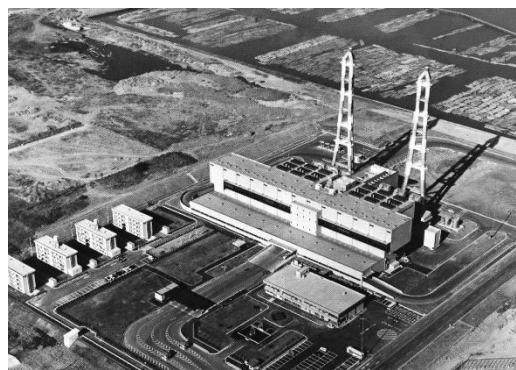


写真 4-26 江東清掃工場（1974 年竣工）

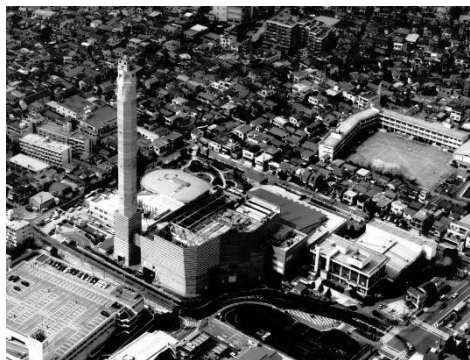


写真 4-27 北清掃工場（1998 年竣工）



写真 4-28 新江東清掃工場（1998 年竣工）

出典：東京都公文書館提供（写真 4-23、写真 4-24）

東京都環境局提供（写真 4-25、写真 4-26、写真 4-27、写真 4-28）

講師の方へ：

途上国では、中間処理施設は必ずしも十分に普及しておらず、最終処分場への直接埋立が一般的となっています。現在稼働している中間処理施設の多くはコンポスト化施設もしくは簡易なリサイクル施設ですが、焼却施設の導入も増えています。日本では、焼却施設による廃棄物処理が主流になっていますが、今後の途上国においても様々な中間処理技術が必要になるものと推察されます。

【コラム】東京都渋谷区のごみ焼却施設



出典：環境省『日本の廃棄物処理・リサイクル技術』（2013年）

写真 4-29 渋谷清掃工場

日本の首都である東京都の 23 区は、中央官庁があり、政治・経済の中心であると同時に、約 1,000 万人（約 1.5 万人/km²）の人口を擁する商業地域と住宅地域が混在しており、大量のごみが排出されている。2001 年 7 月に、住宅も含む高密度市街地の中心、渋谷駅から徒歩 5 分の場所にごみ焼却施設（処理能力 200 トン/日）が建設された。

東京都においても自区内処理を原則としており、本事例のように市街地にごみ焼却

施設を建設しなければならないことがある。しかし、東京都では、収集運搬に係る計画も含め、計画段階から住民と協議を重ね、排ガス等の規制を十分に満たすことができる施設を整備し、日常の運転維持管理を適切に行うことによって、人口が集中する市街地においても、住民の理解を得ながらごみ焼却施設の建設・施設運営を行っている。

出典：環境省『日本の廃棄物処理・リサイクル技術』（2013年）



写真 4-30 渋谷清掃工場外観



写真 4-31 緑化された工場外壁



写真 4-32 収集車両の出入口



写真 4-33 工場と住宅地間の緩衝緑地帯

出典：八千代エンジニアリング株式会社

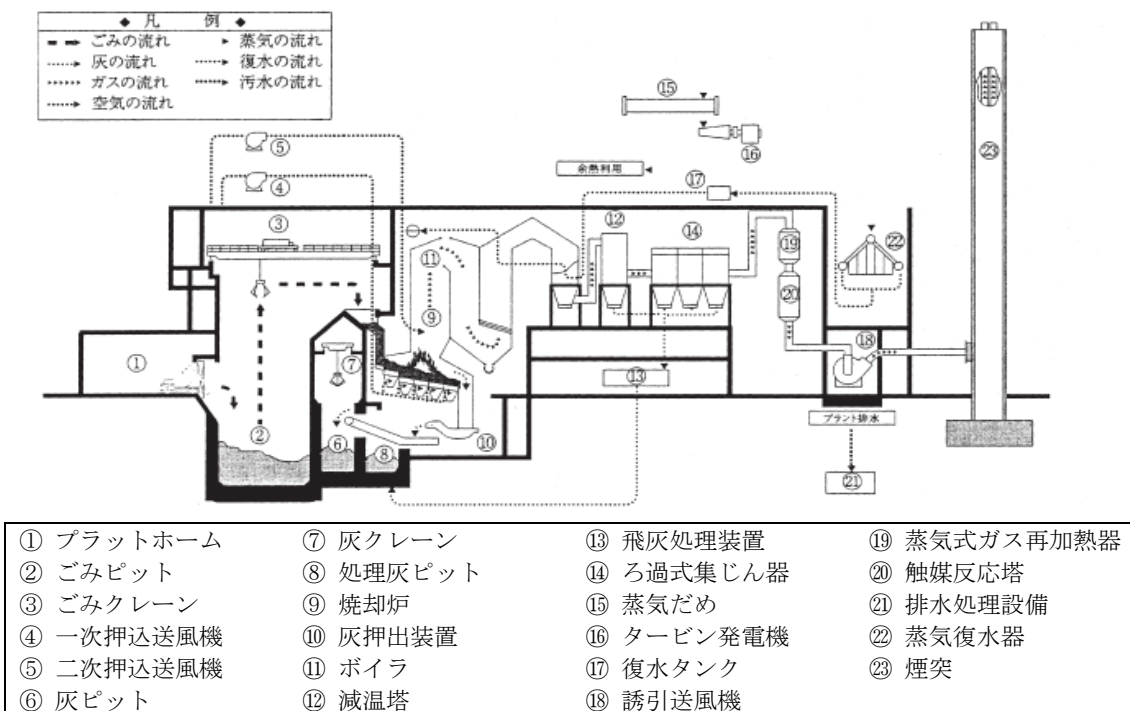
2.2 焼却技術

(1) 焼却等に係る技術の概要・種類

焼却施設は、ごみを燃焼によって衛生的に処理する焼却炉を中心に、ごみを受け入れるための設備、燃焼後の排ガスを適正に処理する設備、灰を回収して搬出する設備など、様々な設備から構成されている。そのため、焼却施設は様々な法律の対象となり、排ガス基準や排水基準など多くの基準を満たすことが求められている。

日本では、ストーカ式が最も多く採用されているが、市町村が焼却施設を導入する際には、各方式を比較検討して導入する方式を決定している。

ごみ焼却施設の構造例（ストーカ式）を図 4-11 に示す。ごみピットに投入されたごみはクレーンで受入供給設備に運ばれ、安定的に焼却炉に投入されて焼却される。燃焼によって発生する排ガスは集じん機や触媒反応塔などの排ガス処理設備によってダイオキシン類などの有害物質が取り除かれてから、煙突より排出される。燃焼により発生した灰は焼却灰と飛灰に分けて回収・搬出されるほか、施設内で発生する排水を処理する設備も設けられている。



出典：JICA『ごみ焼却発電課題対応力強化のための情報収集・課題分析業務』（2017年）

図 4-11 ごみ焼却施設の構造例（ストーカ式）

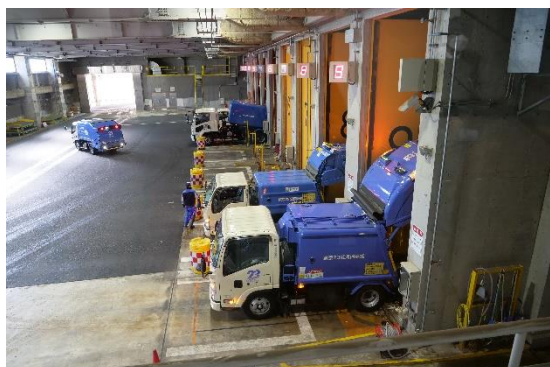


写真 4-34 ①プラットホーム



写真 4-35 ①プラットホーム
(ごみピット側)



写真 4-36 ②ごみピット



写真 4-37 ②ごみピット



写真 4-38 ③ごみクレーン



写真 4-39 ⑨焼却炉内でのごみ焼却の様子

※1：数字①、②、③、⑨は図 4-11 の番号に対応する

※2：写真は杉並清掃工場

出典：八千代エンジニアリング株式会社



出典：八千代エンジニアリング株式会社

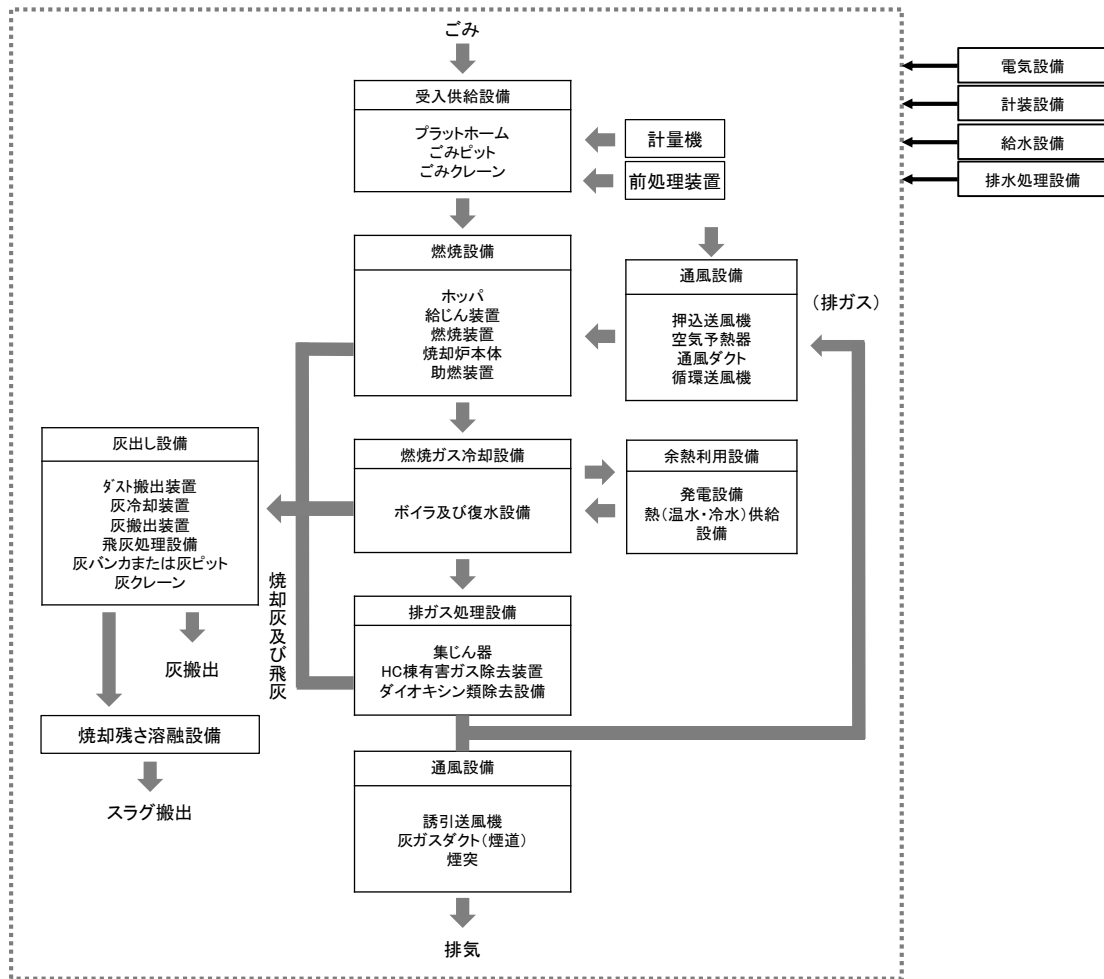
写真 4-40 焼却施設外観（船橋市北部清掃工場）



出典：東京都提供

写真 4-41 焼却施設外観（新江東清掃工場）

ごみ焼却施設の主要な設備の構成及び概要を図 4-12、表 4-14 に示す。



出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017 改訂版』（2017 年）をもとに作成

図 4-12 ごみ焼却施設の設備構成

表 4-14 ごみ焼却施設の主要な設備の概要

主な設備	設備概要
受入・供給設備	搬入されるごみ量等を計量する計量装置、搬入・退出車路、ごみ収集車がごみピットにごみを投入するために設けられるプラットホーム、プラットホームとごみピットを遮断するための投入扉、ごみを一時貯えて収集量と焼却量を調整するごみバンカあるいはごみピット及びこれらからごみをホッパに投入するごみクレーンなどで構成される。なお、ごみの質及び焼却炉の型式によっては、焼却のための前処理として、破碎・破袋等の設備を設ける場合もある。
燃焼設備	炉内に供給するごみを受け入れるごみホッパ、炉内にごみを円滑に供給するために設けられた給じん装置、ごみを焼却する燃焼装置、燃焼が円滑に行われるように炉材等で構成された焼却炉本体などで構成される。
燃焼ガス冷却設備	ごみの燃焼によって生じた高温の燃焼ガスを適正な温度に降下させるための設備のことで、ボイラを用いる廃熱ボイラ方式及びボイラと水噴射を併用する方式がある。
排ガス処理設備	燃焼によって発生する排ガス中に含まれるばいじんや塩化水素（HCl）等の有害ガス及びダイオキシン類を除去するための集じん器や除去設備などで構成される。
余熱利用設備	ボイラ設置の場合の余熱利用設備（発電設備・給湯・冷暖房設備）、燃焼ガスの廃熱を利用して温水を得る温水発生装置などがある。
通風設備	ごみを燃焼するために必要な空気を燃焼装置に送入する押込送風機及び空気ダクト（風道）、燃焼用空気を加熱する空気予熱器、燃焼した排ガスを排出する誘引送風機、排ガスを燃焼設備から煙突まで導くための排ガスダクト（煙道）、排ガスを大気に放出するための煙突などで構成される。
灰出し設備	排ガス処理設備や燃焼ガス冷却設備等から排出されるダストを円滑かつ適正に移送するダスト搬出・貯留装置、燃焼設備で完全に焼却した焼却灰の消火と冷却を行うための灰冷却装置、焼却灰や落下灰を移送する灰コンベヤ、灰を一時貯留するための灰バンカあるいは灰ピットなどで構成される。
焼却残渣熔融設備	焼却残渣は必要に応じて乾燥、ふるい分け、磁選等の前処理を行った後に熔融炉に投入されて、熔融温度以上に加熱すると液体状の熔融物となる。焼却残渣中の大部分を占める無機物質はスラグ熔融物となり、重金属類の一部はそのマトリクス中に入り込み、溶出が防止されるとともに、1/3 から 1/2 に減容化される。
給水設備	施設敷地内の給水供給源から各装置まで用水を供給する設備のことで、プラント給水ポンプ、機器冷却水ポンプ等である。また、建築設備に対する用水供給もこれに含まれる。
排水処理設備	ごみ焼却施設から排出される排水を処理する設備のことで、再利用及び放流先の条件に対応できるように種々の装置を組み合わせで処理される。
電気設備	これら全般のものに必要な電力を受電して、各機器の必要部（電動機など）に配電する設備のことで、計装制御設備は施設の運転・制御に必要な設備である。
その他	各種の給水ポンプ・油圧ポンプ・コンプレッサ等の共通設備をはじめ、洗車設備、脱臭設備などが必要に応じて設置される。

出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017 改訂版』（2017 年）をもとに作成

【焼却（ストーカ式）】

<p>概念図</p>	
<p>フロー図</p>	
<p>原理</p>	<p>ストーカ炉は、廃棄物を高温空気により乾燥し、可燃物の発火温度以上の炉内において空気中の酸素を用いて熱処理を行う設備である。廃棄物中の有機物を構成するC、H、O その他の元素が熱処理により酸化し CO₂、H₂O 等の低分子の化合物となり安定化する。</p> <p>ストーカ炉における熱処理の基本的な原理は、流動床炉、ロータリーキルン等の焼却炉でも同様である。</p>
<p>特徴</p>	<p>廃棄物を効率よく大量に焼却するために、金属製火格子の上に廃棄物を載せ、火格子の下方から送風機により乾燥も兼ねた燃焼用空気の供給を行い燃焼を行う熱処理方式である。</p> <p>火格子等を機械的に作動させることにより、ごみの供給、移送及び焼却残渣の排出の機械化を行っている。都市ごみの処理においては、一炉の焼却能力は日量数トンから 1,000 トン規模まで広い範囲に対応している。</p>

出典：中央環境審議会資料『焼却施設と熔融施設概要について』（2003年）

【焼却（流動床式）】

概念図	
フロー図	
原理	<p>廃棄物を、高温に保持された珪砂等の不活性粒子からなる流動床に投入し、炉の下部から供給された空気中の酸素により短時間に燃焼を完結させる熱処理システムである。金属類を含む無機物と珪砂は炉の下部から排出され、見かけ比重の軽い焼却残渣は飛灰となって集じん設備で捕集される。</p>
特徴	<p>ストーカ炉のように耐熱性に限界のある金属製のストーカを使用しないことから発熱量の高い廃棄物の処理が可能であること、物理的性状の対応範囲が広いことに特徴があり、脱水汚泥等の低発熱量廃棄物、廃プラスチック類、油泥等の粘性物や高発熱量物の処理が可能であることに特徴がある。</p> <p>無機物は乾燥状態で排出される。燃焼残渣はほとんどが飛灰となるため、ストーカ炉やロータリーキルン炉より多量の飛灰が排出される。</p>

出典：中央環境審議会資料『焼却施設と熔融施設概要について』（2003年）

【焼却（ロータリーキルン式）】

<p>概念図</p>	
<p>フロー図</p>	
<p>原理</p>	<p>廃棄物は、耐火材で内張りされ、高温に保持され、排出側に緩い下り勾配で据え付けられたロータリーキルンに投入され、キルンの回転により攪拌及び移送が行われる。並流式の場合は廃棄物の投入側から、向流式の場合は焼却残渣の排出側から供給された燃焼空気中の酸素により燃焼を完結させる熱処理システムである。</p>
<p>特徴</p>	<p>ストーカ炉のように耐熱性に限界のある金属製のストーカを使用しないことから発熱量の高い廃棄物の処理が可能であること、物理的性状の対応範囲が広いことに特徴があり、脱水汚泥等の低発熱量廃棄物、廃プラスチック類、油泥等の粘性物や高発熱量物の処理が可能である。 多種の廃棄物に対応するために、ロータリーキルンとストーカ炉を並列に組み合わせた方式や、後燃焼をストーカ炉とした方式のキルンストーカ炉もある。</p>

出典：中央環境審議会資料『焼却施設と熔融施設概要について』（2003年）

【灰溶融（電気抵抗式の事例）】

概念図	<p>電直流</p> <p>排ガスダクト</p> <p>灰投入口</p> <p>塩出滓口</p> <p>スラグ出滓口</p> <p>電極</p> <p>電極</p> <p>メタル出滓口</p>
フロー図	<p>焼却残さ無機物</p> <p>燃料または電気</p> <p>溶融炉</p> <p>排ガス急冷設備</p> <p>排ガス処理設備</p> <p>大気へ</p> <p>溶融スラグ</p> <p>溶融メタル</p> <p>溶融飛灰</p>
原理	<p>焼却残渣を燃料あるいは電気により無機物の溶融温度以上に加熱した後急冷すると、未燃残渣が無機化するとともに無機物中の珪素成分が重金属類を結晶構造の中に取り込むため、安定化した溶融スラグが得られる。この工程を行うのが溶融炉である。</p>
特徴	<p>焼却残渣及び不燃分を溶融処理後の冷却方法により、鉄を主成分とするメタルと溶融スラグに分離できる。メタルは金属資源として再利用可能であり、溶融スラグは一定の加工を行うことで、建設資材として再利用が可能である。溶融スラグの冷却方法により、水により急冷した水砕スラグ、容器に入れ空気による自然冷却を行った空冷スラグ、容器に入れ温度管理により冷却を行った除冷スラグがあり、結晶構造の違いから各々の用途がある。</p>

出典：中央環境審議会資料『焼却施設と溶融施設概要について』（2003年）

【ガス化溶融（シャフト炉の事例）】

<p>概念図</p>	
<p>フロー図</p>	
<p>原理</p>	<p>前処理設備で粗破碎を行った廃棄物を、無酸素雰囲気約 450～600℃の温度で炭素分を多く含むチャーと揮発性のある熱分解ガスに分解する処理システムである。熱分解ガスに空気を供給し、高温で燃焼させ灰を溶融する場合もある。</p>
<p>特徴</p>	<p>廃棄物を高温でガス化燃焼させることからダイオキシン類の生成が少ない。全体として低空気比燃焼であり排ガス量が少ない。</p>

出典：中央環境審議会資料『焼却施設と溶融施設概要について』（2003年）

(2) 焼却等に係る技術のメリット・デメリット

焼却やガス化溶融技術は、ごみの衛生的な処理や減量化に有効な技術であり、日本で長年にわたる導入実績の中で様々な課題を克服したことから、成熟した技術といえる。

一方で、焼却等の技術を用いた施設は、技術的かつ財務的に留意が必要である。施設整備には多額の費用が必要となるほか、運転維持管理に関しても最終処分場での埋立処分と比較すると高い経費の確保や高度な運転維持管理の技術が求められる。

日本には、廃棄物処理施設建設の豊富な実績を持つメーカーが多くあり、高度な技術が必要となる焼却施設等の運転維持管理が可能な民間業者が多く存在している。そのため、市町村では焼却等の中間処理技術を採用することが可能となっており、多くの市町村が焼却技術を導入している。導入にあたっては、不可欠となる前提条件を踏まえて、技術のメリット・デメリットを考慮し、焼却技術の実現性、必要性及び持続性などの視点から詳細な検討を実施している。

1) 焼却

焼却技術を導入するにあたり、前提となる条件は以下のとおりである。

【焼却施設導入における前提条件】

- ティッピングフィー制度などの料金徴収システムが構築されており、定期的な収入が見込める（発電による収入だけで運転維持管理費用をすべて賄うことは非常に困難である）。
- 施設の運転管理や定期的なメンテナンスに多くの費用がかかるため、ティッピングフィーによる収入を含め、継続的かつ安定的な財源の確保が可能である。
- 施設の運転管理に高度の技術が必要となるため、必要な技術者を確保するとともに、運転管理に関するトレーニングが実施できる。
- 建設予定地を確保できている、もしくは公共の用地などで確実に確保することが可能である。
- 施設整備にあたって、建設予定地周辺の周辺住民の理解を得ることが可能である。

焼却技術の導入によるメリット・デメリットを表 4-15 に示す。日本では、安定的な燃焼を可能とするストーカ方式の実績が多くなっている。焼却施設を導入する際には、各焼却方式の特徴を把握したうえでメリットとデメリットを比較し、これまでの実績をもとに導入を検討する必要がある。

表 4-15 焼却技術のメリット・デメリット

技術	メリット	効果
焼却	<ul style="list-style-type: none"> • 高温で燃焼して、ごみを衛生処理（無機化、滅菌、安定化）できる。 • ごみを減量化できる。 • 発電設備を設けることにより、ごみから電力を供給することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 衛生処理することによって、衛生環境を健全に保持することができ、細菌や害虫の発生を防ぎ、伝染病の発生を抑制することができる。 • ごみ量が 10 分の 1 に減量するため、最終処分量が大幅に削減されて、処分場のひっ迫を低減する。 • 発電施設として地域に貢献することができる。
	デメリット	課題
	<ul style="list-style-type: none"> • 埋立処分と比較して、運転維持管理が高価である。 • 施設の運転維持管理に技術を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 高価な運転管理に必要な財源を継続的かつ安定的に確保する。 • 運転維持管理に必要な技術を習得する。

講師の方へ：

途上国では焼却施設の導入を具体的に検討している、あるいは既に導入している事例もあります。一方、導入した施設が適切に運用されていないケースも見受けられます。焼却施設を長期的・安定的に稼働させるためには、業者の選定も含め、事前に十分な検討が必要になります。主な検討項目は下記のとおりですが、各国の状況や根拠法に基づいた対応が求められます。

- 焼却施設に対する社会的ニーズや住民の理解
- 焼却施設整備にあたっての根拠法の有無
- 中央政府及び自治体の責任の所在と取組み姿勢
- 事業形態（PPP 等）の検討と財源の確保（事業性の評価含む）
- 技術面として、ごみ量・ごみ質の対応及び焼却灰の処分
- 業者選定に係る官民の責任分担の明確化
- 業者選定に係る選定条件の明確化（処理方式、施設数や稼働年数の実績、海外での実績、価格の根拠、等）

2) ガス化溶融

ガス化溶融技術を導入するにあたって前提となる条件は、焼却技術と概ね同様である。ガス化溶融は熱回収に優れており、スラグの有効利用が可能であるが、焼却と比較して運転が複雑となる。

表 4-16 焼却とガス化溶融技術の比較

技術	特徴
焼却	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 長い年月の実績があり、技術的に成熟している。 ✓ ガス化溶融より、運転が容易である。
ガス化溶融	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 高温で処理するため、熱回収に優れている。 ✓ スラグを有効利用することができる（最終処分量の低減）。

(3) 焼却等に係る技術のその他の活用

日本では、焼却処理で発生したエネルギーの有効活用として、多くの焼却施設において余熱利用や焼却発電が行われ、熱回収が図られている。余熱利用に関しては、施設内の利用に留まらず、周辺地域に対する還元として熱源が供給されている。焼却発電に関しては、技術的な進歩によって発電効率が向上していることから、発電設備の整備や発電した電力の利用が促進されている。

1) 余熱利用

焼却施設では、燃焼によって発生する熱エネルギーは空気、蒸気、温水の形態で施設内の暖房・給湯などに利用されるほか、地域住民に対する還元として、施設内外の温水プールや地域の社会福祉施設及びコミュニティセンターなどに温水・熱が供給されている。

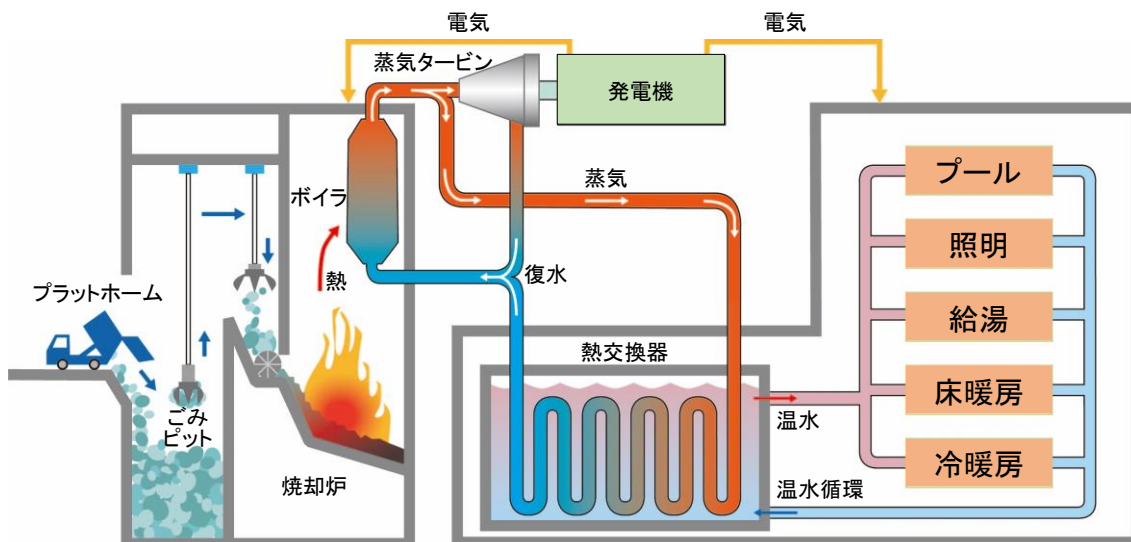


図 4-13 余熱利用システムの模式図

2) 焼却発電

焼却発電は、ごみの燃焼時に発生する廃熱を利用して蒸気を作り出し、タービン（熱エネルギーを運動エネルギーに変換して、動力として利用する装置）を回すことによって電力にするものである。焼却発電の導入を検討する際は、廃棄物処理施設と同時に発電施設とみなされることから、発電した電力を電力系統に接続するための送電線の整備状況や売電単価、社会的側面、技術的側面、財務的側面など、多面的なチェックが必要である。

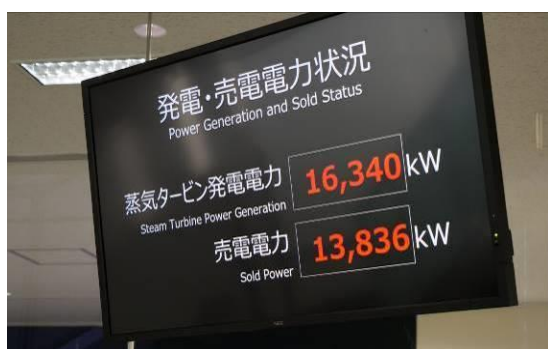


写真 4-42 発電・売電電力状況を示す清掃工場内のモニター（杉並清掃工場）

写真 4-43 蒸気タービン（杉並清掃工場）

出典：八千代エンジニアリング株式会社

参考として、「ごみ焼却発電施設導入ガイドライン」で示されているごみ焼却発電施設導入のためのプレチェックリストを表 4-17 に示す。本リストにあげられている項目は、発電設備付きのごみ焼却施設導入の検討を開始する前に、当該地域の適合性を測るために重要なものである。

表 4-17 ごみ焼却発電施設導入のためのプレチェックリスト

分類	重要度	項目	評価指標
1) 社会的条件	最重要	(1) 対象都市人口	対象都市人口が10万人以上(もしくは施設規模70トン/日以上)である。
	重要	(2) 社会的ニーズ	「最終処分場の残余年数がひっ迫している」「廃棄物の衛生処理に対する要求が高い」等の社会的ニーズが高い。
	推奨	(3) 環境衛生に係る社会インフラの整備状況	対象都市において電力及び上下水道に係る行政サービスが問題なく提供されている。
	推奨	(4) 環境社会配慮の定着	対象国及び対象地域において、公害防止や環境アセスメントに関する法令(環境関連法令)が整備され、運用されている。
2) 住民理解	最重要	(1) ごみ分別に対する住民協力	ごみ分別に対する住民の協力が得られている(焼却不適ごみの搬入管理ができる)。
	最重要	(2) ごみ焼却発電施設に対する住民理解	ごみ焼却発電施設に対する住民の理解が得られている。
3) 制度的側面	最重要	(1) 法律及び施行令・規則等の整備	廃棄物処理に関する法律に加えて、施行令・規則等が整備されている。
	重要	(2) 行政組織の安定性	ごみ焼却発電施設の建設・運営事業を所管する行政組織があり、かつ組織が安定している。また、中核を担う職員を長期間(3年以上)雇用できる人事制度がある。
	重要	(3) 建設用地の妥当性	ごみ焼却発電施設の建設が可能な建設用地が確保されている、もしくは建設用地の確保について検討が進められている。
4) 行政のガバナンス力	最重要	(1) 上位計画におけるごみ焼却発電の位置付け	上位計画(総合計画、地域開発戦略等)にごみ焼却発電の導入が位置付けられている。
	最重要	(2) 首長の取組姿勢	首長はごみ焼却発電施設に対して肯定的である。
	重要	(3) 行政の執務執行能力	行政が適切に事業を遂行するために、外部有識者で構成される委員会やコンサルタントなどの外部専門機関を活用することができる。
	重要	(4) 売電に係る基準及び運用	エネルギー所管部署及び電力会社等により、売電に係る技術基準、発電設備の運用及び売電単価等について調整が図られている。
5) 財務的側面	最重要	(1) 財源の確保	ごみ焼却発電施設に係る事業費(建設費及び運営費)を確保できる。行政がティッピング・フィー(処理委託料)等の財政負担を行う準備があり、信頼できる投資家の参画が見込まれる。
	重要	(2) ティッピング・フィー(処理委託料)	ティッピング・フィーを契約によって長期的に安定した価格に定めることができる。
	重要	(3) 売電等による収入	電力や回収資源の売電(売却)単価及び売電(売却)量の想定が妥当である。
	推奨	(4) 事業方式の検討	事業方式(公設公営、DBO、BOTなど)の種類や特徴を理解しており、関係者間で事業方式に関する検討がなされている。
	推奨	(5) 事業リスクの確認	主要な事業リスクが確認されており、事業方式に合わせた責任分界点の違いが理解されている。
6) 技術的側面	最重要	(1) 廃棄物に係る基礎データの把握	廃棄物に係る基礎データ(ごみ量・ごみ質やごみ処理フロー)が明確になっている。
	重要	(2) メーカーの技術力	信頼できるプラントメーカー(スローカ式)の参入が見込める。
	重要	(3) 焼却残さ(焼却灰)の適正処理	焼却残さ(焼却灰)の適正処理ができる(最終処分場に浸出水の外部流出対策が講じられている等)。
	推奨	(4) 環境モニタリング体制	排ガス、排水、騒音・振動、臭気等の分析機関があり、適切なモニタリングを行うことができる。
	推奨	(5) 類似施設の実績	火力発電所等の類似施設が存在し、その施設が適切に管理されている。
	推奨	(6) 技術者の確保	ごみ焼却発電施設の運転・維持管理を担う技術者が確保できる(工業高等学校卒業レベルに相当する技術力を有した者を確保できる)。

評価指標の重要度

最重要: 該当しない場合、ごみ焼却発電施設の導入は極めて困難と考えられる基準

重要: ごみ焼却発電施設の導入にあたり満たすべき条件であり、支援により改善が見込まれる基準

推奨: ごみ焼却発電施設の導入にあたり、満たしていることが望ましい基準

出典: JICA『ごみ焼却発電施設導入ガイドライン』(2017年)

2.3 RDF/RPF 化技術

(1) RDF/RPF 化に係る技術の概要

RDF/RPF は、可燃物を破碎・選別して円柱状に形成することで得られる固形燃料で、高い発熱量や安定した燃焼などの特徴を活かして、ごみの適正処理だけでなく、暖房用燃料をはじめ、製紙工場、セメント工場及び公共施設などのエネルギー源として利用することが可能である。

一方で、RDF/RPF は様々な施設で活用されることが見込まれるが、発熱・発火によるトラブル・事故が起きないように、製造及び保管に関して十分に留意して、安全な施設の運転管理を行うことが求められる。

RDF (Refuse Derived Fuel) は、可燃ごみ (生ごみ、紙ごみ、廃プラスチック類等) から製造される固形燃料のことで、可燃ごみが破碎、選別、乾燥、成形などの工程を経て固形化される。RDF は腐敗性が少ないため比較的長期間の保管が可能であるほか、ごみと比較して減容化され、利用しやすい形状に成形できることから輸送が容易となる。

また、乾燥・成形によって、形状・熱量が概ね一定となることから、安定した燃焼を確保できるエネルギー源であることも大きな特徴である。

表 4-18 RDF の一般的な性状

項目	品質
形状	円柱状：直径 10～50mm 程度
単位体積重量	0.3～0.7 トン/m ³ 程度
低位発熱量	3,000kcal/kg (12,500kJ/kg) 以上
組成	水分含有率：10%以下、灰分：20%以下



写真 4-44 RDF



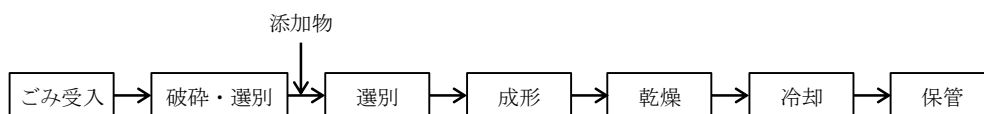
写真 4-45 RPF

出典：ごみ固形燃料適正管理検討会『ごみ固形燃料適正管理検討会報告書』（2003年）（写真 4-44）
 一般社団法人日本 RPF 工業会『RPF とは』<https://www.jrpf.gr.jp/rpf-1>（2022年1月10日閲覧）（写真 4-45）

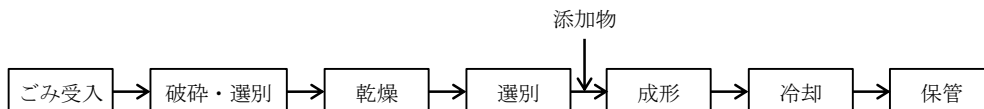
RPF (Refuse derived paper and plastics densified Fuel) は、産業廃棄物及び選別された特定の一般廃棄物のうち、資源として再利用することが困難な紙類及び廃プラスチック類を主な原料として、製造された固形燃料のことである。RDF と同様に燃料として利用することができるが、選定された廃棄物から製造されているため、RDF と比較して異物の混入が少ない、水分含有率が低い、発熱量が高い (5,000kcal/kg 以上) などの特徴がある。

RDF 化技術による中間処理施設の処理方式を図 4-14 に示す。

1) 乾燥前に成形工程がある方式

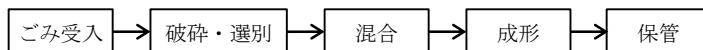


2) 乾燥後に成形工程がある方式



3) 乾燥工程及び添加物を使わない方式

腐敗しにくいごみを処理対象とする場合や、製造後すぐ利用する等のように、RDFを長期保管する必要がない場合に用いられる。



破碎・選別 は破碎または選別、もしくは、破碎と選別を意味する。

出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017改訂版』（2017年）をもとに作成

図 4-14 RDF 化施設の処理方式

表 4-19 RDF 化施設の主要な設備の概要

主な設備	設備概要
受入・供給設備	計量機、プラットホーム、投入扉、受入ホッパ、受入ピット、受入コンベヤ、ごみピット、ごみクレーンから構成される。
破砕設備	搬入された袋等に入ったごみを破袋する破袋機、並びに所定の量及び質のごみを目的に適した大きさにする破砕機から構成させる。
選別設備	固形燃料化に適した可燃物と燃料化不適物に選別するための設備である。
乾燥設備	計画ごみ質の所定量のごみを乾燥して、RDF を目標とする水分以下にするための設備である。
固形化設備	所定の品質や形状に固形化するための設備である。成形機、添加装置、反応機、冷却機等から構成されて、固形化物を貯留・搬出に適した温度まで調整する。添加装置は、保管時の腐敗防止や燃料時の塩素除去対策として、石灰を添加するためのもので、添加材を定量的に供給できる装置である。
搬送設備	生ごみ・破砕ごみ・乾燥ごみ及び RDF や燃料化不適物を搬送する設備である。
貯留・搬出設備	搬出するための一時貯留のための貯留設備と一定期間貯留するための保管設備がある。RDF 及び燃料化不適物の搬出量等に応じた容量の設備とする。
脱臭設備	施設から発生する悪臭ガスを処理するための設備である。
集じん装置	施設から発生する粉じんを除去するための装置である。作業環境及び周辺環境を維持するため、投入部、破砕部、選別部、貯留部、搬送・搬出部等における集じん対策を講じる。
その他	施設の基本設備として、給水設備、排水処理設備がある。

出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017年改訂版』（2017年）をもとに作成

(2) RDF/RPF 化に係る技術のメリット・デメリット

日本では、適正な廃棄物処理方法の一つであると同時に、他の施設においてエネルギー源として利用できるメリットを考慮して RDF/RPF の利用が推進された。エネルギーの効果的な利用の面で、RDF/RPF は貢献できたものの、RDF/RPF の運転管理及び保管において安全性に係る課題が生じた。

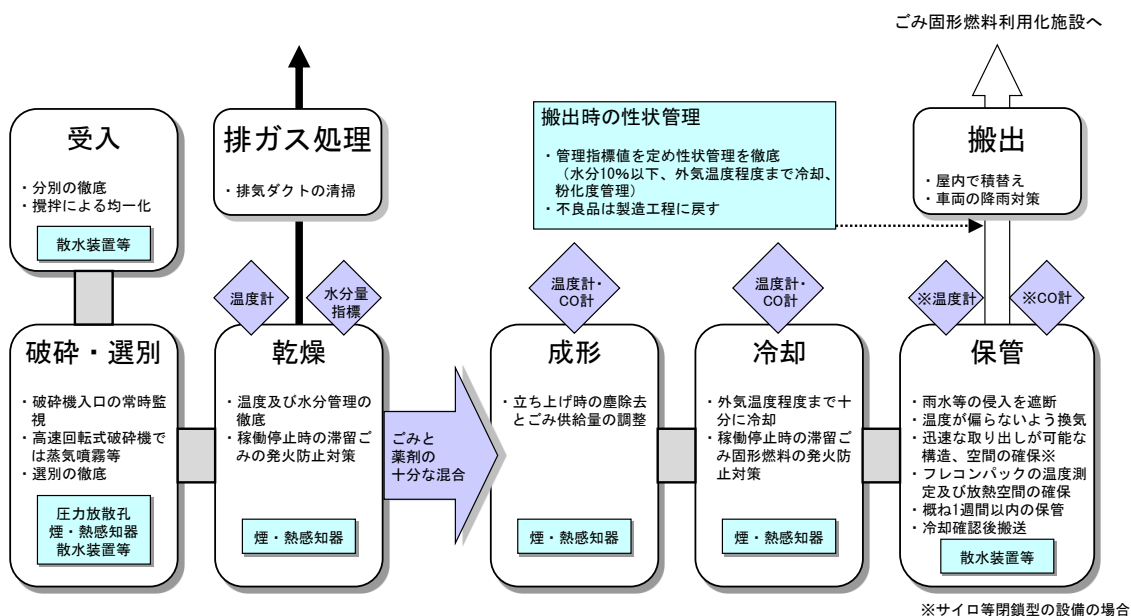
また、毎日排出されるごみを原料として製造されていることから、継続的な供給先を確保することが必要となる。RDF/RPF の供給先を確保するためには、広域な供給ルートも含めて開拓を行い、安定した引取業者の確保を図ることも導入に際して留意すべき点となる。

RDF/RPF 化技術の導入によるメリット・デメリットを表 4-20 に示す。特に RDF/RPF 製造後、供給先が安定的に確保されず、販売先がないという状況に陥らないよう注意する。

表 4-20 RDF/RPF 化技術のメリット・デメリット

技術	メリット	デメリット
RDF/RPF	<ul style="list-style-type: none"> 品質が安定しているため、取扱いが容易である。 使用する用途に合わせて、品質を調整することができる。 ごみと比較して、発熱量が大きいいため、効率的にエネルギーとして利用できる。 ごみと比較して、水分が少なく、均質な性状のため、燃焼が安定する。 乾燥しているため、長期間の保管が可能であることから、計画的に利用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 別途 RDF/RPF 施設を整備する必要がある（整備費用が必要となる）。 製造した RDF/RPF の安定的かつ継続的な供給先（市場）を確保する必要がある（需要と供給のバランス）。 RDF/RPF を保管する際に留意が必要である。

RDF/RPF 化施設の運転管理に関して留意すべき事項を図 4-15 及び表 4-21 に示す。RDF/RPF は発火の危険性が高いため、その製造過程及び保管には十分な対策が必要である。



出典：ごみ固形燃料適正管理検討会『ごみ固形燃料の適正管理方策について』（2003年）

図 4-15 RDF/RPF 化施設における対策

表 4-21 RDF/RPF 化施設における対策

各工程	対策
受入工程	危険物や不燃物の分別徹底を図る。ごみをよく攪拌し、できる限り均一な性状にする。万一の出火に備えて、散水装置、消火栓等を適切に配置しておく。
破碎・選別工程	破碎機入口付近の状況を常時監視する。高速回転式破碎機の場合は、蒸気噴霧等による発火防止対策を講じる。室内に熱感知器等を備えるとともに、消火設備を設置しておく。
乾燥工程	乾燥機出口温度及び乾燥ごみ水分量指標を連続的かつ確実に監視する。乾燥炉内に滞留したごみが稼働停止時に発火しないよう対策を講じる。定期的に排気ダクト内を清掃する。室内に熱感知器等を備える。
薬剤添加工程	ごみと添加剤が十分混合できるよう適切に設計し、制御する。
成形工程	成形機の温度や一酸化炭素濃度を連続測定する。立ち上げ時にはあらかじめ塵の除去を行うとともに、ごみの供給量に注意する。室内に熱感知器等を備える。適度な硬さを持つよう成形する。
冷却工程	固形燃料内部まで十分に冷却することに留意し、外気温度程度まで冷却する。冷却機の空気温度等を連続測定し、管理する。稼働停止時に残留したごみ固形燃料が発火しないよう対策を講じる。室内に熱感知器等を備える。
保管・搬出工程 (少量保管時の対策)	雨水等による風雨の侵入を防止する。槽内や室内の温度が偏らないよう換気する。閉鎖型の設備で保管する場合には、一酸化炭素や温度を連続測定するとともに、ごみ固形燃料が迅速に取り出せる構造等とする。保管期間は1週間以内とし、長期に及ぶ場合は蓄熱防止対策を講じる。外気温度と同程度に冷却したことを確認した後、搬送する。
搬出時の性状管理	管理指標値を定め、水分、温度等については、毎日、測定・監視する。指標値を満たさないごみ固形燃料については、製造工程に戻す等の対応を徹底する。

出典：ごみ固形燃料適正管理検討会『ごみ固形燃料の適正管理方策について』（2003年）をもとに作成

【コラム】RDFに係る事故の事例

1. 事故・トラブルの事例概要

事例 A

2002年12月に、自治体所有の固形燃料発電所において、ごみ固形燃料を保管するサイロ下部でごみ固形燃料の一部が発火したため、サイロ内を散水等によって消火するという事故が発生した。

このため、サイロの使用を休止して、槽内のごみ固形燃料の取出し及び点検を行うとともに、再発防止のために搬入するごみ固形燃料の性状改善対策を行い、2003年2月からサイロによる保管を再開した。

しかしながら、2003年7月に、サイロ内のごみ固形燃料の発熱・発火が確認された。発熱・発火したごみ固形燃料の取出し及びサイロの冷却を試みたが効果が得られないでいたところ、2003年8月に、サイロ内で爆発が起こり作業員4名が負傷する事故が発生した。さらに、消火作業中に、サイロが爆発して屋根が吹き飛ばす事故が発生し、3名の死傷者が出た。

事例 B

2003年9月に、民間の発電所において、ごみ固形燃料を保管するサイロ貯蔵槽（事例Aのサイロと同種のもの）内部のセンターコーン（サイロ貯蔵槽内底部中央の突起状設備をいう）付近の温度が、約2°C上昇する異常が確認された。

このため、貯蔵槽下部コンベヤの点検孔を開けたところ白煙が確認されたほか、底部の払出

コンベヤから炭化したごみ固形燃料が搬出されていることが確認された。そのため、サイロ貯蔵槽底部から窒素ガスの注入を行いつつ、槽内のごみ固形燃料を取り出した。

事例 C

2003年10月に、地方の一部事務組合が設置する RDF センターにおいて、ごみ固形燃料を保管するサイロ貯蔵槽（事例 A のサイロと同種のもの）の上部温度が数℃上昇する異常が確認された。そこで、上部のごみ固形燃料の表面温度を測定したところ、40℃程度（通常は室温程度）になっていることが確認された。

このため、窒素ガスを注入しつつ、ごみ固形燃料の取出しを行ったところ、2003年10月に底部の払出コンベヤから煙が出ている状態のごみ固形燃料が搬出されていることが確認された。その後、取出し作業を中止して窒素ガスの注入を継続し、酸素濃度や温度が低下し安定した状態になったことを確認した後で取出しを再開した。

2. 事故から得られた知見

(1) 貯蔵槽（サイロ）における発熱・発火

下記の①から④の原因により、湿った空気の流入や結露による局所的な水分の集中が起こり、ごみ固形燃料が吸湿して有機物の発酵により発熱したものと考えられる。

また、貯蔵槽内に少なくとも 600～700 トンのごみ固形燃料が保管されており、極めて熱が逃げにくい状況にあったため、発酵で発熱したごみ固形燃料がさらに有機物の化学的酸化（低温酸化）による自己発熱で高温となり、発火した可能性が考えられる。

<発熱・発火の主な原因>

- ①貯蔵槽が空気流入する構造であったこと
- ②スリーブ装置の稼働実績がなくデッドスペース部分にごみ固形燃料が長期滞留していた可能性があること
- ③定期点検時にごみ固形燃料が完全に排出されないまま再投入されたこと
- ④別倉庫で長期保管されていたごみ固形燃料を投入したこと

(2) 貯蔵槽（サイロ）における爆発

貯蔵槽で受入れが停止される以前から貯蔵槽上部の一酸化炭素濃度が測定限界の 300ppm を超える異常値を示し、出火を確認していたにもかかわらず、十分な対応がなされていない状況のもとで、貯蔵槽内が長期間高温状態におかれていた。

これにより、熱分解等の様々な反応により可燃性ガスが発生し、それがごみ固形燃料を抜き出した空隙や上部空間に充満し、空気の流入や放水等により酸素と混合され爆発限界に至り、何らかの火源により爆発したものと考察されている。

(3) 保管設備における発熱・発火

上記の貯蔵槽における事故の原因のほかに、施設の成形機における摩擦熱等により蓄熱した後、冷却不十分なごみ固形燃料が保管設備内に搬入され、有機物の低温酸化により蓄熱し、発火に至る可能性が指摘されている。また、保管設備のごみ固形燃料搬出コンベアの摩擦熱によって発熱・発火する可能性も指摘されている。

出典：ごみ固形燃料適正管理検討会『ごみ固形燃料の適正管理方策について』（2003年）

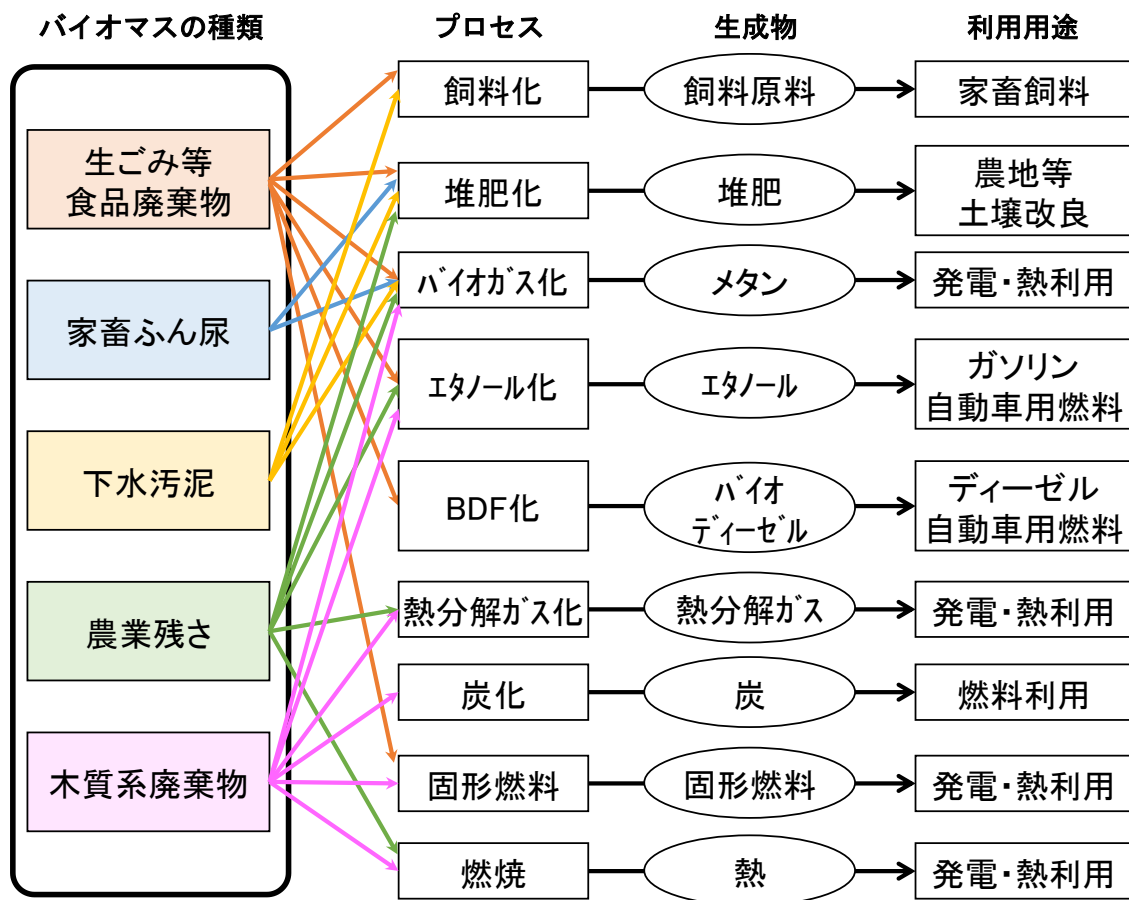
2.4 有機性廃棄物資源化技術

(1) 有機性廃棄物資源化に係る技術の概要・種類

有機性廃棄物については、家庭から排出されるちゅう芥類が全体の約4割になるほか、食品の製造等から生じる残渣や飲食店から排出される食べ残しによって大量に発生することから、最終処分量の削減のために有効に利活用することが課題となっている。有機性廃棄物の資源化に関しては、従来から用いられている堆肥化（コンポスト化）・飼料化の技術に加えて、温室効果ガスの排出削減に資するメタンガス化などの新たな技術が開発されている。日本では、このような多様な技術を活用して、循環型社会の構築だけでなく、地域の活性化や脱炭素社会の実現に向けて、廃棄物に含まれるバイオマスの資源化を推進している。

バイオマスとは、「化石燃料を除く、動植物に由来する有機物である資源」のことで、生命と太陽エネルギーがある限り、再生可能エネルギーとしても製品としても活用可能な持続的に再生可能な資源である。

バイオマスの利活用に関しては、循環型社会や低炭素社会の実現に向けて、化石エネルギー依存の体制から脱却を図るため、「再生可能」で「炭素中立」の特徴を持つバイオマスを原料としたエネルギー（グリーンエネルギー）利用が注目されている。日本では、2009年に「バイオマス活用推進基本法」が施行され、バイオマスの活用等の政策推進による農山漁村の活性化や循環型社会の実現を目指している。地域特性に応じたバイオマスの利活用が推進されており、廃棄物に含まれるバイオマスについても循環型社会の構築に向けた取組みの一環として利活用が推進されている。廃棄物に含まれるバイオマスの資源化の種類を、図4-16に示す。本項では主要な資源化の方法としてメタンガス化（バイオガス化）、堆肥化、飼料化について取り上げる。



※：BDF：Bio Diesel Fuel（バイオディーゼル燃料）

出典：環境省ホームページ『廃棄物系バイオマスの種類と利用用途』

<http://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/biomass.html>（2022年1月27日閲覧）

図 4-16 廃棄物系バイオマスの種類と利用用途

原料となるバイオマス（生ごみ等）の収集方法は表 4-22 に示すとおりであり、住民が分別した食品廃棄物を収集（分別収集）する場合と、可燃ごみとして混合して収集した後に中間処理施設で選別（混合収集＋機械選別）する場合に区別される。分別収集と混合収集の収集方法に関しては、地域特性に配慮した方法を選択する必要がある。

表 4-22 バイオマス（生ごみ等）の収集方法の比較

組成分類	分別収集	混合収集＋機械選別
メタン発酵方式	湿式、乾式どちらでも可能	メタン発酵不適物が混入する可能性が高いため、要件が緩い乾式が採用可能
コンポスト方式	高品質な堆肥を製造することが可能	機械選別の工程が追加される（機械の購入費用が必要） 堆肥に異物が混入する可能性があり品質が課題
市民の協力性	分別収集への理解と協力を得る必要がある	市民レベルで分別の協力を得る必要がない
収集容器の変更	専用生ごみ袋などを用意する必要がある ステーションに専用の回収容器などを設置し回収する場合もある	従来どおりの収集容器で対応可能
収集頻度の変更	収集回数が増える場合がある	収集回数は変わらない
副生成物の再利用	消化液の液肥化や、発酵残渣を堆肥化することが可能	発酵不適物が比較的多く含まれるため、液肥利用や堆肥の利用は難しい（焼却処理しサーマルリカバリが適切）
発酵残渣	発生量は比較的少ない	発生量は比較的多い
収集運搬費	高くなる傾向にある（一般的に分別に伴う収集回数が増える可能性）	従来と変動なし
必要面積	狭い	やや広い（機械選別のための用地が必要）

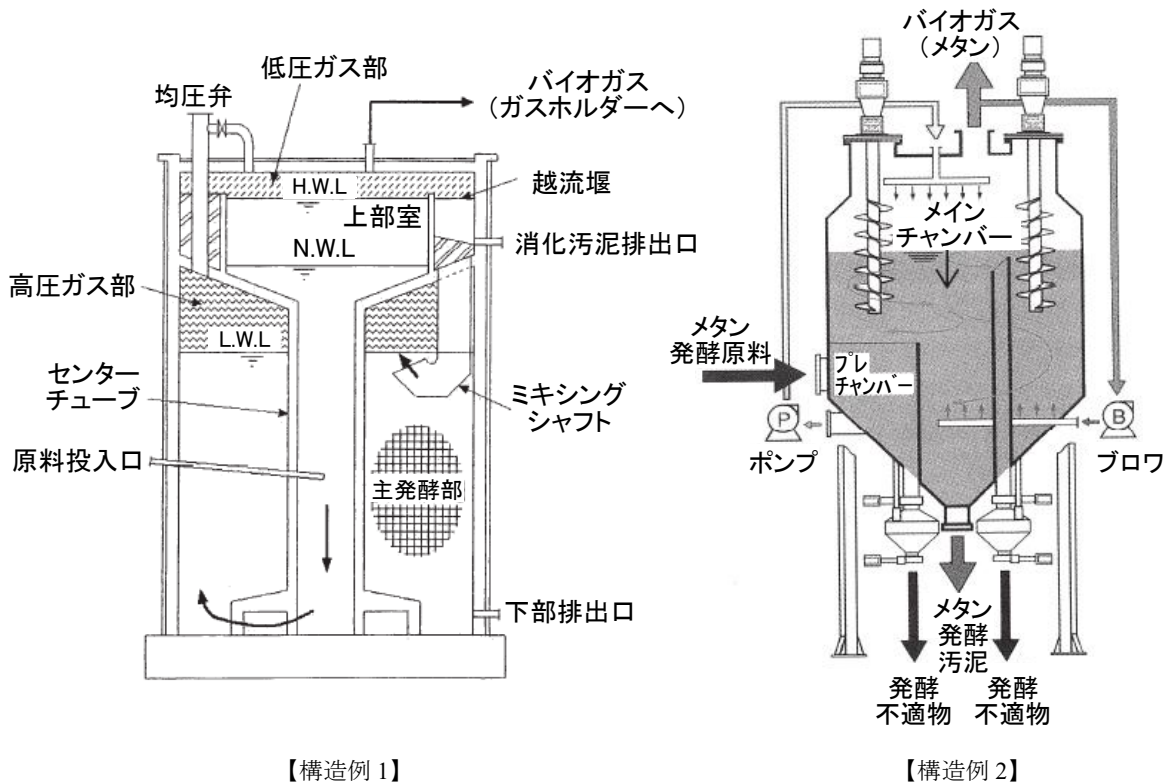
出典：環境省ホームページ『廃棄物・リサイクル対策』

<https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/technical.html#syusyuhouhou>（2021年12月15日閲覧）をもとに作成

(2) メタンガス化に係る技術の概要

メタンガス化は、メタン発酵によって発生するメタン等（バイオガス）を回収する技術で、発生したバイオガスを活用するだけでなく、発酵残渣についても肥料やセメント原料などとして適切に利用することが可能である。このため、メタンガス化の技術を導入することによって、ごみの焼却量の削減につながるだけでなく、メタンガスからエネルギーを得ることができるほか、残った残渣を肥料として近隣で活用して地域の循環型社会の構築に貢献することができる。

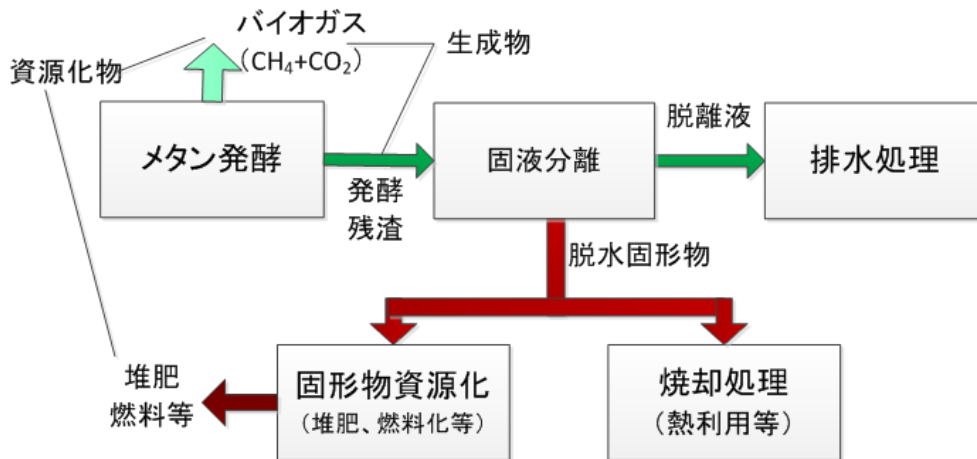
メタンガス化施設は、分別収集もしくは機械選別して得られた生ごみ等の有機性廃棄物をメタン発酵させ、発生するメタン等のバイオガスを回収する施設である。メタン発酵槽の構造例を図 4-17 に、プロセスを図 4-18 に示す。



出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017改訂版』（2017年）をもとに作成

図 4-17 メタン発酵槽の構造例

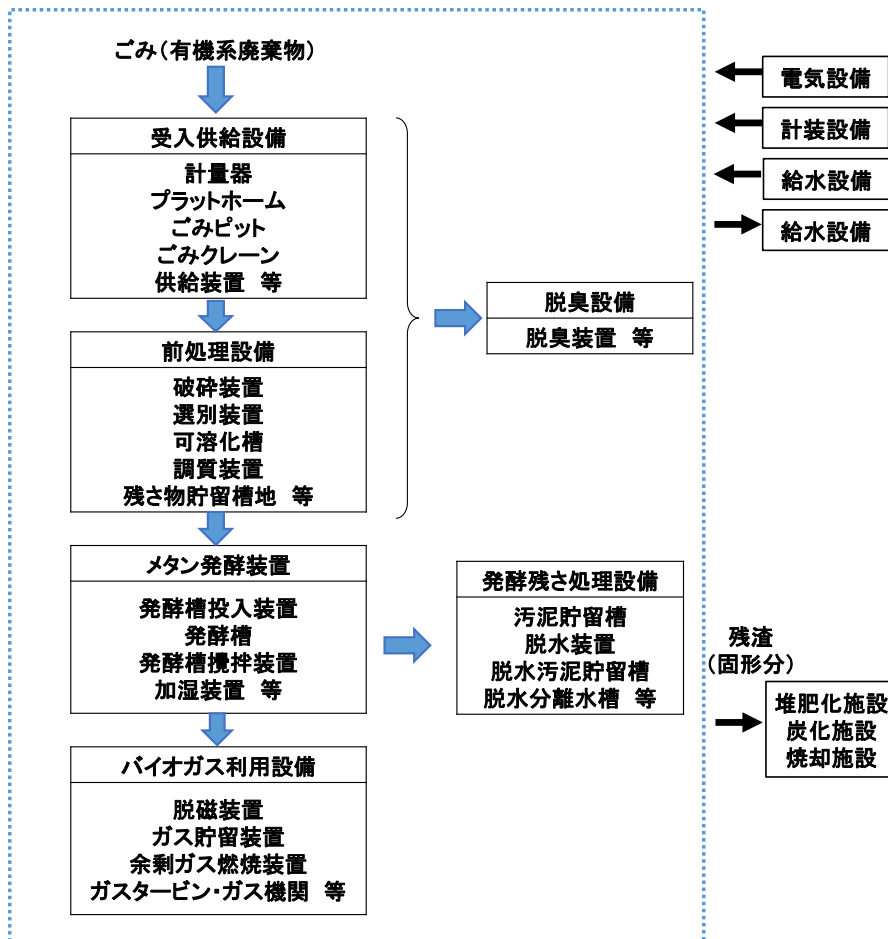
- ① メタンガス化によってバイオガスと発酵残渣が生成。
- ② 脱水固形物は堆肥等に利用。もしくは乾燥後に乾燥固形物として焼却処理。
- ③ 発酵残渣は液肥（消毒後）として利用。もしくは、脱水後の脱離液を排水処理。



出典：環境省ホームページ『メタンガス化の技術』 <https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/technical.html> (2022年1月20日閲覧)

図 4-18 メタン発酵のプロセス

メタンガス化施設の主要な設備の構成及び概要を図 4-19 に示す。一般的に、受入供給設備、前処理設備、メタン発酵装置、バイオガス利用設備等から構成されており、発酵残渣についても、処理設備で処理されて有効利用される。



出典：環境省『循環型社会形成推進交付金等申請ガイド（施設編）』（2021年）

図 4-19 メタンガス化施設の設備構成



写真 4-46 新潟県長岡市の施設



写真 4-47 山口県防府市の施設

出典：環境省ホームページ『メタンガス化施設の導入事例等』

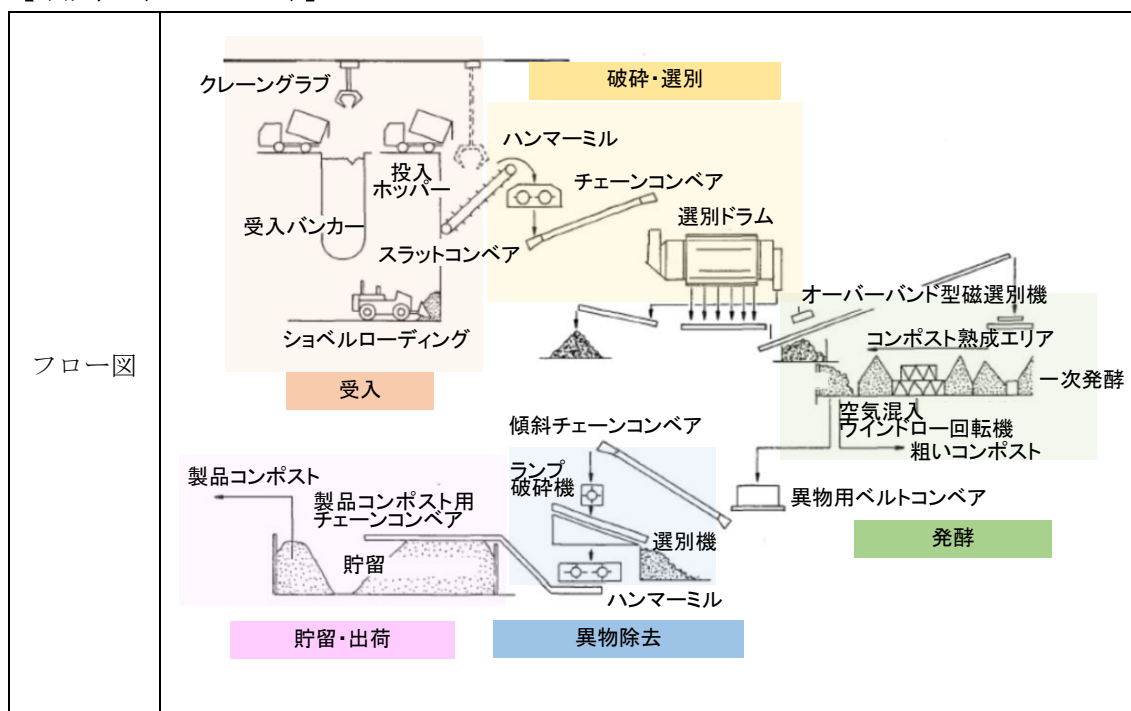
<https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/example.html>（2022年1月20日閲覧）

(3) 堆肥化に係る技術の概要

堆肥化は、有機系廃棄物を微生物の働きにより堆肥にする技術である。日本において古くから利用されている技術であるが、現代社会においては、製造した堆肥の販売先の確保が比較的容易となる地方の農村部で利用されることが多くなっている。優良な堆肥を製造するためには、収集する生ごみに不燃物やプラスチック等が混合していないことが重要となる。

堆肥化は、好気性の条件のもとで微生物の働きによって生ごみ等の有機系廃棄物を分解して、堆肥を製造する技術で、日本では古くから生ごみのリサイクル手法として利用されている。原料として生ごみや農業で発生した残渣、家畜のふん尿、枝葉等が利用される。住民の協力による生ごみの分別、安全性を確保するための品質管理及び製造後の堆肥の販売先の確保に留意が必要である。特に途上国では、地元の農家等の需要があるか、農家が購入できる価格であるかがポイントとなる。堆肥化技術を導入する際には、堆肥の継続的な供給先を調査して、事前に確保しておくことが重要となる（志布志市でのコンポストセンターの事例は、「テーマ6 4.3 (2)コンポスト処理」を参照）。

【堆肥化（コンポスト）】



出典：一般財団法人日本環境衛生センター『日本の廃棄物管理技術（JICA 研修テキスト）』（2017年）

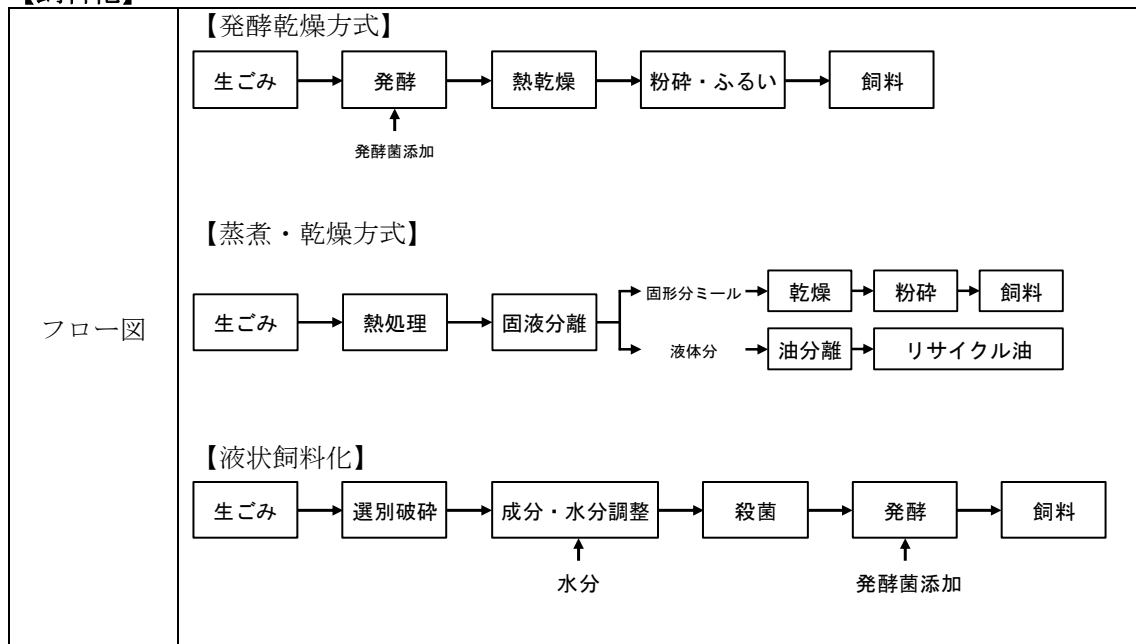
図 4-20 堆肥化のフロー図

(4) 飼料化に係る技術の概要

飼料化は、生ごみや農業残渣等を熱処理・乾燥処理後に油脂分を調整して、粒状の飼料を製造する技術で、古くから利用されている技術の一つである。堆肥化と同様に、製造工程における混入物や臭気への留意や販売先の確保が重要となる。

飼料化は、生ごみ等の有機系廃棄物から家畜のえさとなる飼料を製造する技術で、堆肥化と同様に、日本では古くから食品リサイクルとして利用されている。飼料化技術は、熱処理・乾燥や油脂分調整を行って低水分化することが主体の技術である。

【飼料化】



出典：環境省ホームページ『廃棄物系バイオマスの種類と利用用途』
<http://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/biomass.html> (2022年1月27日閲覧)

図 4-21 飼料化のフロー図

【コラム】日本における生ごみの利用の歴史

日本では古くから生ごみの畑への還元や焼却して灰を散布するなど肥料として利用してきた。戦後になってもプラスチックや金属等の異物の混入が少なかった 1950 年代までは、都市部のごみの多くが肥料として農村部で利用されていた。しかし、その後、都市部の拡大、化学肥料の普及、農村部の疲弊・高齢化といった変化が急激に起き、都市部のごみ処理は大きく転換することになった。

地理的に埋立に適した場所が少なく、高温多湿な風土を持つ日本では、減量化や衛生処理の観点から、1960 年代に入るとごみを焼却処理することが主流となっていった。一方で、一部の市町村において、機械を用いて生ごみをコンポスト化して従来のように農村部に還元する取組みが行われており、コンポスト化施設が各地に設置された。しかし、都市部のごみ、特に家庭から排出されるごみを含んだコンポスト事業はそのほとんどが、以下のような問題に直面した。その結果、堆肥を作っても行き先がなく、結局は最終処分場に埋めざるを得ないなどの状況となったため、農村地域の一部の市町村を除いて、コンポスト化する取組みは衰退していった。

①混入物の問題

1950 年代から 1960 年代にかけての急激な生活水準の向上に伴って、様々な物品が消費生活に取り入れられるようになると、びんなどに起因するガラス類、缶などに起因する金属類、容器や生活雑貨に起因するプラスチック類などが多く混入するようになった。当時はごみの「分別」という概念が乏しく、完成したコンポストには混入物が混ざったままであった。そのため、農地で使用するために必要な品質の確保が難しくなったことから、コンポストを製造しても農家がコンポストを使用しなくなっていった。

②においの問題

高温多湿な日本では、生ごみが腐敗しやすいため、コンポスト化にあたっては十分な臭気対策を講じる必要があるが、当時のコンポスト化施設ではこの対策が十分ではなく、地域住民から迷惑施設とされる事態が生じた。

③農家の労力の問題

1950 年代から 1960 年代にかけて、農村部から若い労働力が都市に流入して、農家は次第に高齢化していった。そのため、農家としても有機肥料を活用することが持続的な農業に有効であると分かっているにもかかわらず、重労働となる有機肥料を施肥することは現実問題として困難となった。高齢化した農家では、必要な成分だけを軽作業で散布できる化学肥料が普及していった。

出典：環境省『環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書』（2008 年）をもとに作成

【コラム】 途上国で普及に成功した高倉式コンポスト

高倉式コンポスト技術は、2004年に北九州市の海外支援活動の一環として実施された、インドネシア国スラバヤ市における廃棄物の減量化・資源化の検討の中で確立された技術である。専門家の高倉弘二氏の名前をとって、高倉式コンポストと名付けられた。なお、インドネシアのスラバヤ市の事例では、高倉式コンポストによる堆肥化センターの導入により5年間で最終処分場への搬入ごみ量の約30%の削減を実現している。

高倉式コンポストでは、自然界の身近な素材を使用して、発酵菌を増やすことで効率的なコンポスト作りが行える。特別な発酵菌は不要で、身近に生息する発酵菌（土着菌）が利用できる。発酵菌は、①食品発酵菌（ヨーグルト、キノコ、イースト菌など）、②腐葉土、③有機農業を行っている畑の土、④その他自然のもの（朽ちた木、ワラ、もみ殻など）により入手可能で、できるだけ多種類から菌を集めることが効果的である。

コンポスト作りの手順は図 4-22 に示すとおりであり、まず発酵液を作製して、発酵液と菌床の混合により種菌を作り、その種菌と生ごみの混合及び攪拌を繰り返して、乾燥させてコンポストとする。

高倉式コンポストが途上国で受け入れられる技術となった要因は、以下のとおりである。

①受け入れやすさ

途上国においても馴染みのあるコンポスト化技術は、受け入れやすい技術であった。加えて、本技術を基礎理論から丁寧に説明することで、生ごみのコンポスト化を成功させることにつながった。

②現地にあるもので容易に製造可能

高倉式コンポストは、現地にある材料で容易に製造可能であったことから、導入と継続のハードルが低かった。また、完成までの期間も、1~2週間程度と通常のコンポスト製造期間（約3ヵ月間程度）と比較して短期間であることも途上国で受け入れられた要因である。

③様々な規模に対応可能

高倉式コンポストの基礎理論は、家庭における小規模な生ごみのコンポスト化に限らず、コンポスト化施設のような大規模な場合にも応用可能であり、現地のニーズが家庭におけるコンポスト化ではなく、コミュニティや地域全体を対象とする比較的大規模なコンポスト事業である場合においても、高倉式コンポストの理論が有効である。

④普及のための現地の人材育成

コミュニティの環境改善を主導するコミュニティリーダーを配置して、基礎理論の理解を図った。現地で育成された人材が、地域における高倉式コンポストの普及拡大に貢献した。

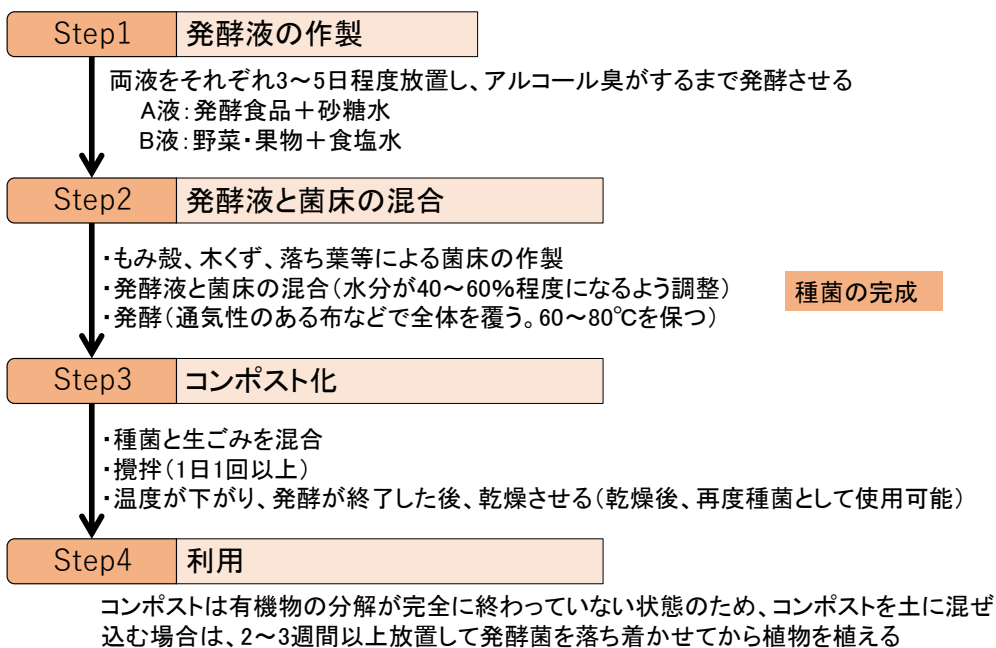


図 4-22 高倉式コンポスト製造の手順

出典：北九州市『生ごみコンポスト化事業とは』(2009年)をもとに作成

・日本語版 ([https://kitakyushu.iges.or.jp/publication/Takakura/Takakura%20Compost%20Manual\(J\).pdf](https://kitakyushu.iges.or.jp/publication/Takakura/Takakura%20Compost%20Manual(J).pdf))

・英語版 (https://kitakyushu.iges.or.jp/publication/Takakura/Takakura_Method_Full.pdf)



写真 4-48 発酵液 (左: A液、右: B液)



写真 4-49 発酵液と菌床の混合の様子



写真 4-50 高倉式コンポスト製造の様子 (コンポストセンター)



写真 4-51 高倉式コンポスト製造の様子 (家庭用)

出典：八千代エンジニアリング株式会社

エクアドル国での高倉式コンポストの活用例

2.5 リサイクル技術

(1) リサイクルに係る技術の概要・種類

リサイクルに係る施設は、廃棄物の選別、破碎、圧縮、乾燥、固化などの技術を用いて、資源化を進めるための施設である。対象とする資源化物の種類に応じて、その方式や機材が異なってくる。リサイクル技術は、資源の再利用を推進して循環型社会を形成するために有効な技術である。

循環型社会を形成するうえで、資源の有効利用や再資源化は非常に重要である。日本では、リサイクルの推進に向けて各種リサイクル法が整備されており、分別排出や収集形式に即した方法でごみを経済的かつ安全に処理することが必要となる。リサイクルに係る主な技術としては、選別、破碎、圧縮、乾燥、固化などがあげられる（志布志市の「そおりサイクルセンター」の事例は「テーマ 6 4.3 (3)資源化選別」を参照）。

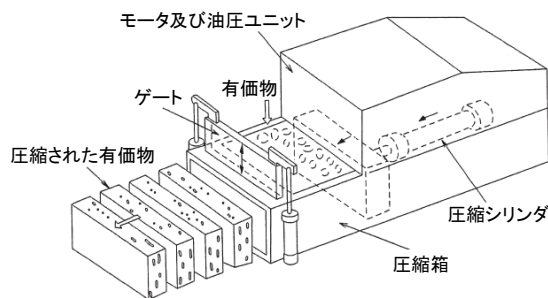


図 4-23 金属プレス機

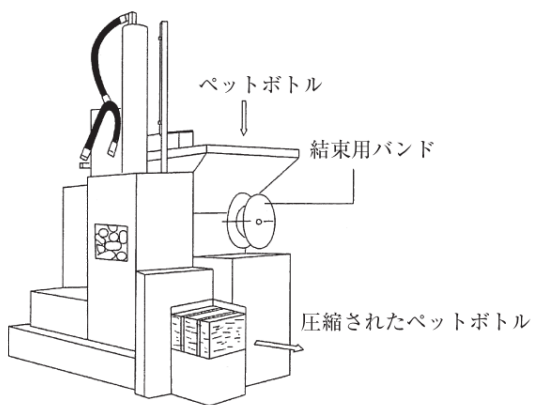


図 4-24 ペットボトル圧縮梱包機

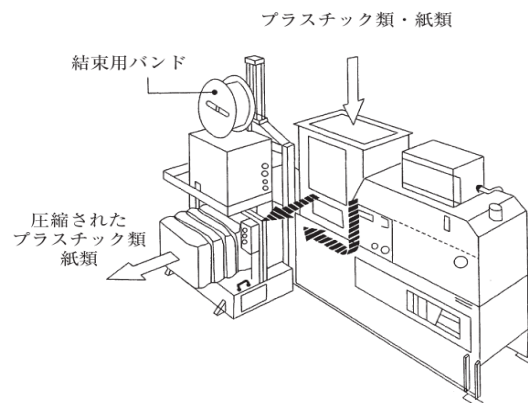
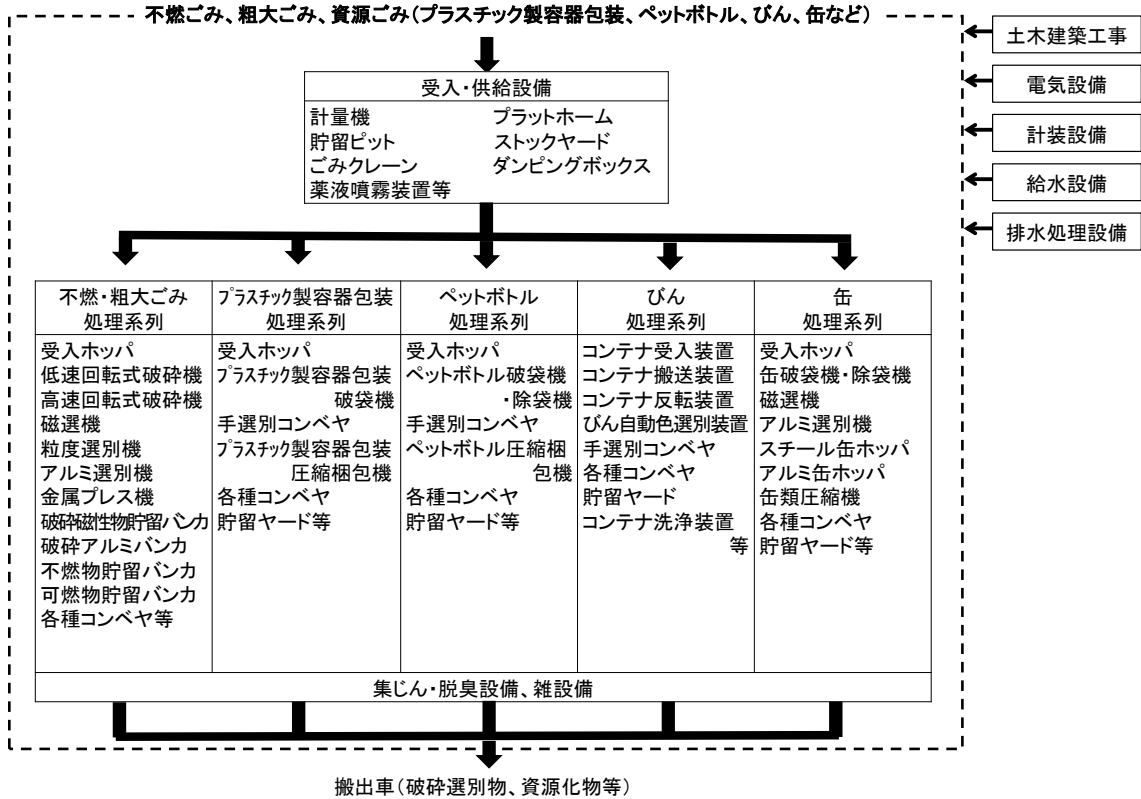


図 4-25 プラスチック製容器包装圧縮梱包機

出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017改訂版』（2017年）（図 4-23、図 4-24、図 4-25）

リサイクル施設の主要な設備の構成及び概要を図 4-26、表 4-23 に示す。



出典：環境省『循環型社会形成推進交付金等申請ガイド（施設編）』（2021年）

図 4-26 リサイクル施設の設備構成

表 4-23 リサイクル施設の主要な設備の概要

主な設備	設備概要
受入・供給設備	搬入されるごみ量、搬出される資源化量等を計量する計量機、搬入・退出車路、ごみ収集車が貯留ピットやストックヤードにごみを受け入れるために設けられるプラットホーム、プラットホームと貯留ピットを遮断するためのごみ投入扉、貯留ピットからごみを受入ホッパに投入するごみクレーン、危険物・処理困難物及び有価物の選別作業を行うダンピングボックス、プラットホーム等の防臭対策を行う薬液噴霧装置などから構成される。
不燃・粗大ごみ処理系列	受け入れた不燃・粗大ごみをごみクレーンやショベルローダ等で投入する受入ホッパ、不燃・粗大ごみを搬送、選別しやすくするために破碎する低速回転式破碎機、高速回転式破碎機、破碎ごみから鉄類を回収する磁選機、鉄類を回収した後の破碎ごみからふるいにより不燃物等を回収する粒度選別機、破碎ごみからアルミ類を回収するアルミ選別機、回収した鉄類、アルミ類を再生、貯留するために圧縮する金属プレス機もしくは貯留、搬出する破碎磁性物貯留バンカ、破碎アルミバンカ、そして不燃物、可燃物を貯留、搬出する不燃物貯留バンカ、可燃物貯留バンカなどから構成される。
プラスチック製容器包装処理系列	受け入れたプラスチック製容器包装をごみクレーンやショベルローダ等で投入する受入ホッパ、プラスチック製容器包装を選別しやすくするために破袋するプラスチック製容器包装破袋機、破袋ごみから異物を除去する手選別コンベヤ、回収したプラスチック製容器包装を再生、貯留するために圧縮するプラスチック製容器包装圧縮梱包機、圧縮梱包品を貯留、搬出する貯留ヤードなどから構成される。
PET ボトル処理系列	受け入れた PET ボトルをごみクレーンやショベルローダ等で投入する受入ホッパ、PET ボトルを選別しやすくするために破袋、除袋する PET ボトル破袋機・除袋機、破袋、除袋したごみから異物を除去する手選別コンベヤ、回収した PET ボトルを再生、貯留するために圧縮する PET ボトル圧縮梱包機、圧縮梱包品を貯留、搬出する貯留ヤードなどから構成される。
びん処理系列	コンテナ収集されたびんを受け入れるコンテナ受入装置、びん入りのコンテナを搬送するコンテナ搬送装置、びん入りのコンテナを反転するコンテナ反転装置、反転されたびんを自動で色別に選別するびん自動色選別装置、もしくは手選別する手選別コンベヤ、回収したびんを貯留、搬出する貯留ヤード、そしてびんの受け入れに使用したコンテナを洗浄するコンテナ洗浄装置などから構成される。
缶処理系列	受け入れた缶をごみクレーンやショベルローダ等で投入する受入ホッパ、缶を選別しやすくするために破袋、除袋する缶破袋機・除袋機、破袋、除袋したごみからスチール缶を回収する磁選機、アルミ缶を回収するアルミ選別機、回収したスチール缶、アルミ缶を貯留するスチール缶ホッパ、アルミ缶ホッパ、そしてスチール缶、アルミ缶を再生、貯留するために圧縮する缶類圧縮機、プレス品を貯留、搬出する貯留ヤードなどから構成される。
集じん・脱臭設備	除じんするためのサイクロン、バグフィルタ、排風機、そして脱臭するための脱臭装置、脱臭用排風機、機器間を接続するダクト類などから構成される。
給水設備	プラント用、生活用に使用する上水、工水、井水等を給水するための水槽類、ポンプ類などから構成される。

主な設備	設備概要
排水処理設備	プラットホーム及び搬出室等の床洗浄水や生活排水等を処理するための排水用スクリーン、水槽類、ポンプ類、汚泥処理装置などから構成される。
電気設備	これら全般のものに必要な電力を受電して、各機器の必要部（電動機など）に配電する設備である。
計装設備	運転制御に必要な計器、操作機器、ITV、データ処理等の設備である。
雑設備	場内の作業環境を保つ設置式の雑用空気圧縮機、洗車装置等である。
その他	設備設置に必要な建築物及び建築設備、管理棟、構内道路等である。また 3R の普及啓発等を目的として、中古品・不用品の再生を行うための設備、再生利用に必要な保管、展示、交換のための設備、ごみ・リサイクルに係る研修や情報発信ができる室、スペースも含まれる。

出典：環境省『循環型社会形成推進交付金等申請ガイド（施設編）』（2021年）

(2) リサイクルに係る技術の役割

選別・破碎・圧縮等のリサイクル技術には、効率的な再資源化に向けて、下記のような役割が期待される。

【リサイクル技術の役割】

- 可燃性粗大ごみを焼却可能な大きさに破碎する。
- 有機性廃棄物を中間処理に適した大きさに破碎する。
- 有価物を回収するために、不燃ごみ、粗大ごみを破碎、選別する。
- ごみを破碎・圧縮することによって、埋立物を減容化する。
- 有価物の回収によって、最終処分量を削減する。
- ごみの減量（発生抑制）が期待できる。
- 資源物を回収する。

2.6 中間処理施設に係る基準と維持管理

中間処理事業者は大気や水質汚染などの公害を防止するために、各項目に関する規制基準を満たすことができる施設を建設するとともに、適正な運転維持管理を行う必要がある。中間処理施設に係る様々な基準は、法律や条令によって定められている。

廃棄物処理施設を建設・運転維持管理する際には、周辺環境への配慮が求められている。日本では図 4-27 及び表 4-26 に示すとおり様々な項目について基準が定められている。環境基準及び規制基準の違いは表 4-24 に示すとおりである。

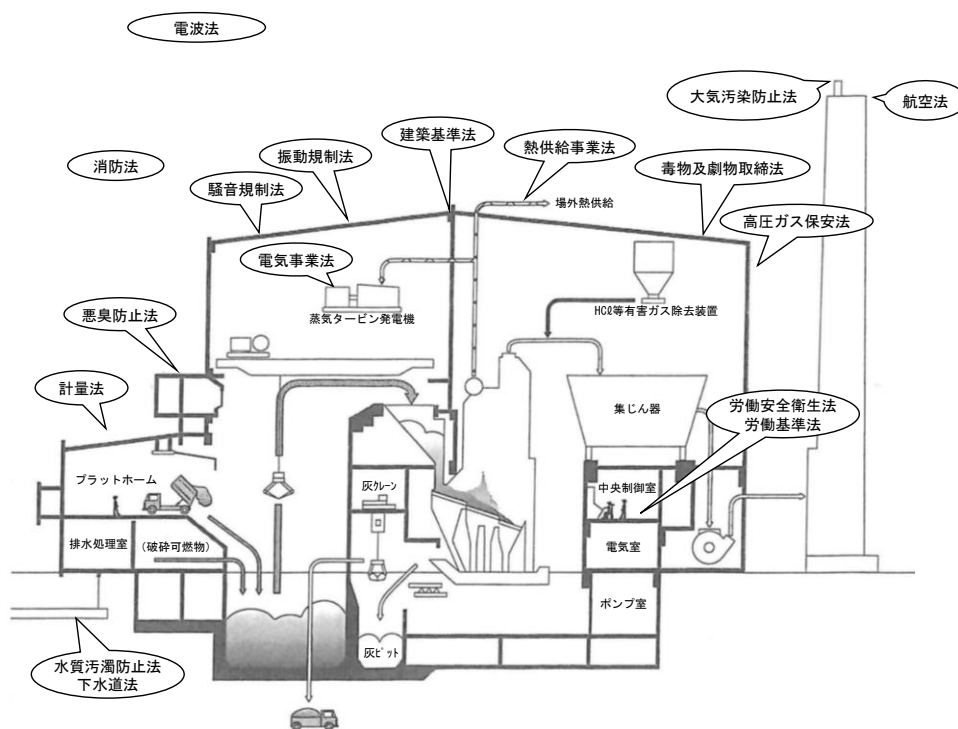
特に、焼却施設においては、施設から排出されるガスが周囲の環境を汚染する可能性があるほか、施設に隣接した地域で悪臭や騒音が問題になることがある。

表 4-24 環境基準と規制基準の違い

基準	内容
環境基準	人の健康の保護及び生活環境の保全のうえで維持されることが望ましい基準として、大気、水、土壌、騒音をどの程度に保つことを目標に施策を実施していくのかという目標となる基準のこと。あくまで「維持されることが望ましい基準」であり、環境基準を満たすことができない場合の罰則等はない。
規制基準 (許容限度)	公害等を防止するため、発生源となる工場等から排出される大気や水質などの排出濃度を規制する、守らなければならない基準のこと。基準を満たすことができない場合は、行政により通達や指導が行われ、改善されない場合は罰則が科せられる場合もある。

表 4-25 施設の計画に係る関係法令の概要

No.	法律	制定年	概要
1	消防法	1948年	火災や地震などの災害による被害を予防軽減するための法律。
2	悪臭防止法	1971年	規制地域内の工場・事業場の事業活動に伴って発生する悪臭について必要な規制を行い、健康を保護するための法律。
3	計量法	1992年	計量の基準を定め、適正な計量の実施を確保するための法律。
4	水質汚濁防止法	1970年	工場・事業場から公共用水域に排出される水の排出や地下浸透を規制し、公共用水域及び地下水の水質の汚濁を防止するための法律。
5	下水道法	1958年	下水道の設置その他の管理の基準等を定めて、都市の健全な発展及び公衆衛生の向上や水質保全を行うための法律。
6	電波法	1950年	電波の公平で能率的な利用を確保して、公共の福祉を増進するための法律。
7	騒音規制法	1968年	工場・事業場における事業活動や建設工事により発生する騒音、自動車騒音について必要な規制を行うことで、生活環境を保全するための法律。
8	振動規制法	1976年	工場・事業場における事業活動や建設工事により発生する振動、道路交通振動について必要な規制を行うことで、生活環境を保全するための法律。
9	電気事業法	1964年	電気事業の運営の適正化や電気工作物の工事、維持及び運用を規制することで、公共の安全を確保するための法律。
10	建築基準法	1950年	建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する基準を定めて、健康及び財産を保護するための法律。
11	熱供給事業法	1972年	熱供給事業の運営の適正化や熱供給施設の工事、維持及び運用の規制を行うことで、公共の安全を確保するための法律。
12	毒物及び劇物取締法	1950年	毒物及び劇物について、保健衛生上の必要な取締を行うための法律。
13	大気汚染防止法	1968年	工場・事業場における事業活動等による大気汚染物質の排出等の規制や自動車排出ガスの要請限度の設定により、健康保護と環境保全を図るための法律。
14	高圧ガス保安法	1951年	高圧ガスの製造、貯蔵、販売、輸入、移動、消費、廃棄等を規制することで、高圧ガスによる火災を防止するための法律。
15	労働安全衛生法	1972年	労働災害を防止するために総合的・計画的な対策を推進することで、労働者の健康・安全保護と快適な職場環境の形成促進を図るための法律。
16	労働基準法	1947年	就業規則や労働時間、賃金等、労働に関する基準を定めることで、労働者の権利を守るための法律。
17	航空法	1952年	航空機の航行の安全や航空機の航行に起因する障害の防止を図るための方法を定めることで、航空機の輸送の安全を確保するための法律。



出典：全国都市清掃会議『ごみ処理施設の計画・設計要領 2017改訂版』（2017年）をもとに作成

図 4-27 施設の計画に係る関係法令

表 4-26 施設の建設・維持管理に係る主な基準等

項目	基準	対象	根拠となる主な法律
大気質	環境基準	・全域 ^{※1}	・環境基本法 ・ダイオキシン類対策特別措置法等
	排出基準 (規制基準)	・廃棄物焼却炉における 排出ガス 等	・廃棄物の処理及び清掃に関する法律 ・大気汚染防止法 ・ダイオキシン類対策特別措置法
騒音	環境基準	・道路に面さない地域 ・道路に面する地域	・環境基本法
	規制基準	・工場騒音 ・建設作業騒音 等	・騒音規制法
振動	規制基準	・工場振動 ・建設作業振動 等	・振動規制法
悪臭	規制基準	・敷地境界 ・気体排出口 ・排水水	・悪臭防止法
水質	環境基準	・河川、湖沼、海域 ・地下水 等	・環境基本法 ・ダイオキシン類対策特別措置法
	排水基準 (規制基準)	・工場や事業所からの排 水	・廃棄物の処理及び清掃に関する法律 ・水質汚濁防止法 ・ダイオキシン類対策特別措置法
土壌 汚染	環境基準	・全域 ^{※2}	・環境基本法 ・ダイオキシン類対策特別措置法
	特定有害物質	—	・土壌汚染対策法

※1：工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活していない地域または場所については、適用しない。
 ※2：汚染がもたら自然的原因によることが明らかであると認められる場所及び原材料の堆積場、廃棄物の埋立地その他の別表の項目の欄に掲げる項目に係る物質の利用または処分を目的として現にこれらを集積している施設に係る土壌については、適用しない。

※3：各自治体の条例についても、すべての項目において基準の根拠となり得る。

講師の方へ：

日本では排ガスや排水等について厳しい基準を設定して、各項目のモニタリングを継続的に行うとともに、モニタリング結果に基づき必要な対策を検討し、実施しています。

途上国では、基準が制定されていない国が少なくなく、また基準が制定されている場合でもモニタリングが行われていないことが散見されます。そのため、モニタリングに必要な体制を構築することや実施に必要な予算を確保することの重要性を認識する必要があります。また、決められた基準を達成しようという意識を高めることが必要ですが、現実に見合った基準、実現が可能な基準となっていないこともあります。加えて、設定した基準を満たすための施設整備や、施設の適正な運転管理や維持管理が行われておらず、制定した法律や条例が必ずしも機能していないことがあります。

(1) 廃棄物処理法に基づく基準

一般廃棄物処理施設の維持管理に係る技術上の基準は「廃棄物処理法」により定められている。特に、焼却施設においては細かな基準が定められており、これらの基準を満たす必要がある（「廃棄物処理法」の概要は、「テーマ 2 2.2 (3) 廃棄物処理法」を参照）。

(2) 施設の維持管理

設定された基準を満たすことは、周辺環境の保護や住民からの信頼獲得につながる。そのため、計画的な施設の運転維持管理を行うとともに、少しでも問題が生じた場合は運転を停止する等の安全側の対応が重要である。

廃棄物処理施設に係る基準を満たすためには、厳しい管理のもとで施設の運転維持管理を行うことが求められる。焼却施設におけるダイオキシン類削減のための運転管理について図 4-28 に示す。ダイオキシン類の発生を抑制するための完全燃焼を実現するための条件を満たせる燃焼室、燃焼後のガスを冷却するための冷却設備、粉じんを除去するための集じん機をはじめとした排ガス処理設備の機能が維持されることは、極めて重要である。いずれかの設備に不良が見られて、運転管理に支障が出ると思われる場合は、直ちに運転を停止して、問題を解明することが重要である。一度、事故が発生すれば、住民からの信頼を失うこととなるため、常に安全側の対応が求められる。

また、排ガスの濃度をリアルタイムでモニタリングし、その結果をホームページや施設で公開することで、周辺住民からの信頼を獲得することも重要である。

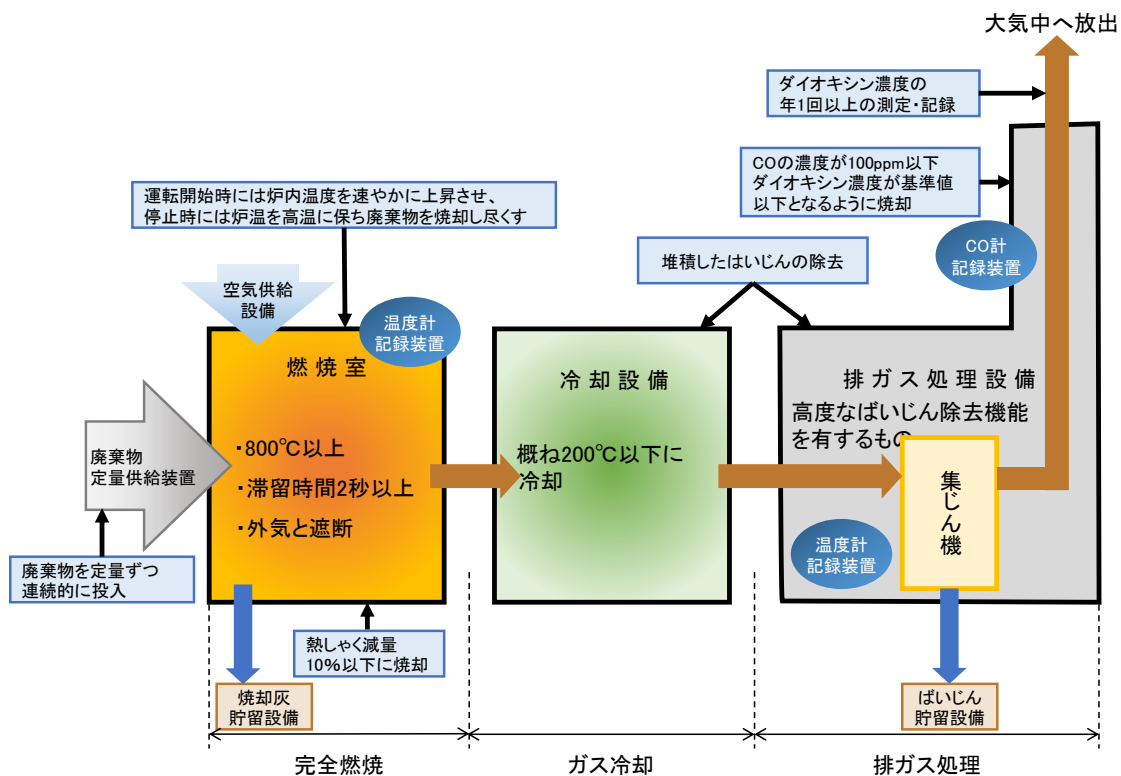


図 4-28 焼却施設の適正な運転管理



写真 4-52 排ガスの濃度が施設で公開されている様子 (杉並清掃工場)



写真 4-53 排ガスの濃度が施設で公開されている様子 (渋谷清掃工場)

出典：八千代エンジニアリング株式会社

3 最終処分

3.1 処分場の変遷

各時代の背景、地域社会の実情や搬入されるごみの種類（有機物、無機物、有害物質等）などによって、様々な種類の処分場が整備された。処分場の適正な管理や周辺環境への影響の低減などのために、技術的な基準や指針が示されている。これらの指針等及び市町村による厳格な運用によって、適正な処分場整備及び健全な運転維持管理を行うことが可能となり、市町村の処分場は、地域住民に受け入れられる施設となっている。

中間処理が実施される前は、生ごみ等の廃棄物は、指定された場所に投棄されてきたが、悪臭、害虫（蚊、ハエ等）の発生、発生ガスによる自然発火などによる周辺環境の悪化が問題となっていた。

1960年代には高度経済成長に伴い、ごみ量が増加して埋立地のひっ迫が大きな課題となり、ごみの焼却処理による埋立処分量の減量化が進められた。

1970年代になり「廃棄物処理法」が改正され、処分場の技術上の基準（構造基準、維持管理基準、廃止基準）が設定された。この中で、処分場は、安定型最終処分場、管理型最終処分場、遮断型最終処分場の3型式に分類され、型式別に基準が定められた。

その後、1979年に「廃棄物最終処分場構造指針」、2000年に「廃棄物最終処分場性能指針」が策定され、適正な埋立管理や最終処分場のひっ迫に対応するとともに、周辺環境への影響に係る諸問題（六価クロム、硫化水素の発生など）に対する対策が講じられた。

処分場のひっ迫が大きな問題になる一方で、処分場の新規建設にあたって周辺住民からの理解を得ることが困難な状況であった。そこで、地域融和型の最終処分場として、処分場の維持管理の徹底及び住民からの理解を得ることを基本概念として、被覆型最終処分場が考案され、一般廃棄物の最終処分場として採用された（一般廃棄物最終処分場：1,620施設（2019年度）、被覆型最終処分場：83施設（2018年度））。

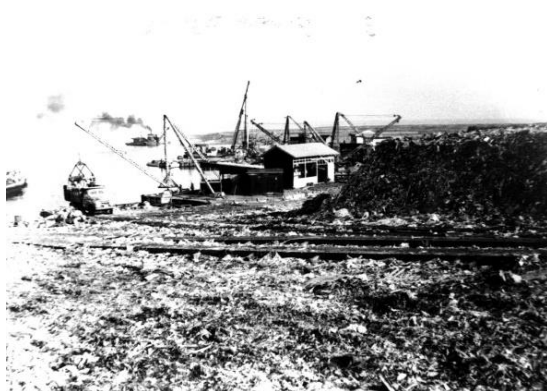


写真 4-54 中間処理しない直接埋立で、覆土が十分に施されていないため自然発火している埋立状況（1957年頃）



写真 4-55 ごみ量の増大と質の多様化による処分場のひっ迫（1965年）



写真 4-56 野鳥が群がっている全量焼却以前の埋立状況（1989年）

出典：東京都環境局提供（写真 4-54、写真 4-55）
東京都提供（写真 4-56、写真 4-57）



写真 4-57 全量焼却以前の処分場へのごみ搬入の様子（1992年）

講師の方へ：

途上国の処分場の多くはオープンダンプで、転圧・覆土などが十分に実施されていない状況が散見されます。埋立廃棄物の飛散や火災、浸出水による表流水や地下水の汚染等の対策として、適正な埋立管理が必要です。また、粗大ごみや医療廃棄物など様々なごみを混在して投棄しているケースが多くあります。安全で適正な埋立作業を行うためには、搬入されるごみの種類や量を把握したうえで、計画的にごみの種類別に埋め立てていくことが必要です。

さらに、途上国の処分場では、重要な設備が十分に整備されていない等、処分場管理に課題があるケースが多くあります。主な事例は下記のとおりです。

- 劣悪なアクセス道路（未舗装など）のため、特に雨季において収集車両の搬入ができない
- 計量機の未設置のため、ごみの搬入管理や料金徴収に支障があると同時に、処分計画のベースとなる定量データがない
- フェンスやゲートの未設置のため、ウェイトピッカーや家畜が自由に入ることができ、危険であるとともに埋立作業に支障をきたす

また、埋立作業に必要な重機の不足、整備不良や燃料費の未確保などによって、重機を計画的に稼働させることができないことも少なくありません。アクセス道路も含めて処分場に必要な設備を整備したうえで、埋立計画だけでなく、運転マニュアルを作成して、適正な処分場管理が実施できるようにする必要があります。

【コラム】途上国におけるオープンダンプ

オープンダンプとは、処分場に搬入されるごみを管理することなく投棄することで、途上国の多くの処分場で行われている。オープンダンプでは表 4-27 及び図 4-29 に示すような事項が懸念される。オープンダンプにおけるこれらのリスクを低減するために、適切な施設の整備、投棄したごみの敷均し・転圧や覆土など、処分場における適切な管理が重要となる。

表 4-27 オープンダンプに係る懸念事項

懸念項目	内容
埋立ガス (火災、大気汚染)	埋立地内で生成されるメタンガス等によって火災が発生する。火災によって有害物質が発生する。
飛散	ごみの飛散によって周辺環境への影響が懸念される。
浸出水	浸出水が未処理で処分場外に排出されるため、河川や地下水などの周辺の水環境への影響が懸念される。また、浸出水が土壤中に浸透することで、土壤汚染も懸念される。
衛生環境	埋立区画に水が滞留することによって蚊やハエなどが大量発生して衛生状況が悪化する。
悪臭	周辺住民に腐敗したごみによる悪臭の被害が懸念される。
崩壊	敷均し・転圧、埋立高さの管理や小段の設置等が実施されていないと、埋め立てたごみが崩壊する危険性があり、作業員等への人的被害が懸念される。
ウェイトピッカー	埋立区画の衛生環境は劣悪なことから、活動を行っているウェイトピッカーの健康被害が懸念される。特に、医療廃棄物が混在している場合、注射針などの感染性廃棄物に注意が必要である。

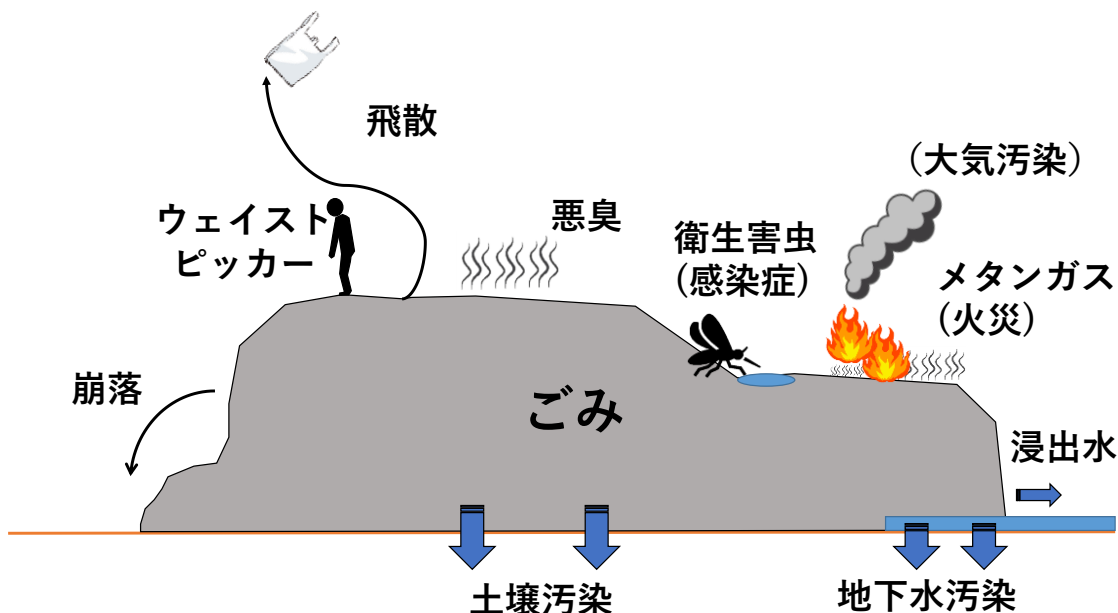


図 4-29 オープンダンプに係る懸念事項



写真 4-58 処分場で発生している火災
(ナイジェリア 2016年)



写真 4-59 処分場上空に飛散するごみ
(ナイジェリア 2016年)



写真 4-60 積み上げられたごみ
(インドネシア 2019年)



写真 4-61 ウェイストピッカーの活動
(カンボジア 2000年)



写真 4-62 蚊の発生源となる水たまり
(キューバ 2002年)



写真 4-63 処分場における水質汚染
(ミャンマー 2000年)

出典：八千代エンジニアリング株式会社

オープンダンプサイトの様子

3.2 各設備の機能及び特徴

最終処分場に求められる主な機能は、埋め立てられた廃棄物の安定的な貯留（貯留機能）、埋立地内部への地下水の流入及び埋立廃棄物の保有水の埋立地外部への流出防止（遮水機能）、有機系廃棄物の分解及び汚濁物質の洗い流し（浄化機能）である。最終処分場の主な施設には、貯留構造物、遮水工、浸出水処理施設、埋立ガス処理施設などがある。最終処分場の主な構成施設を図 4-30 及び表 4-28 に示す。



出典：全国都市清掃会議『廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版』（2010年）

図 4-30 主な構成施設

表 4-28 最終処分場の主要な施設の概要

主な施設	設備概要
貯留構造物	廃棄物層の流出や崩壊を防ぎ、埋め立てられた廃棄物を安全に貯留するための構造物のことである。
地下水集排水施設	地下水や湧水を有効に集め、速やかに排除するための施設である。一般的には、上下流方向に幹線を敷設して、横断方向には枝線を接続する形式となる。
遮水工	浸出水による水質汚濁を防止するための一連の施設のこと、表面遮水工（遮水シート工、土質遮水工など）と鉛直遮水工に大別される。
雨水集排水施設	埋立地外及び埋立前の区画に降った雨水の埋立地内及び廃棄物層への流入を防ぎ雨水を集排水するための施設である。
浸出水集排水施設	埋め立てられた廃棄物が保有する水分や埋立地内の廃棄物層を通過した浸出水を速やかに集排水し、浸出水処理施設に送るための施設である。
浸出水処理施設	埋立地内の浸出水集排水施設によって集められた浸出水を処理し、放流先の公共の水域及び地下水汚染を防止することを目的とした施設である。
埋立ガス処理施設	埋立地から発生するガスを排除するために埋立地内部に設置される壜型あるいは法面に設置される通気設備のことである。
被覆施設	埋立地に雨水が入らないように埋立地上部に設けられた屋根などの施設である。
搬入管理施設	最終処分場に搬入される廃棄物の計量、質の分析や記録管理などを行うための施設である。
環境監視 (モニタリング) 施設	最終処分場の埋立中、埋立終了後を通じて、水質、埋立ガス、搬入廃棄物の量と質、地下水質、廃棄物の飛散などを監視するための施設である。
管理棟	環境の保持、安全の確保、経済的な運営を目的とし、搬入される廃棄物の検査・計量、埋立計画と埋立状況との整合性確認、覆土材の確保、浸出水処理施設の運転・保守、モニタリングなど一連の作業を計画的に行うために設置する。
管理道路	最終処分場の諸施設の日常管理や保守・点検、防火、安全管理などの他に資材などを搬入するための道路である。
埋立前処理施設	埋立処分を行う前処理のための施設のこと、廃棄物の破碎・選別処理、溶融処理などの施設がある。
搬入道路	廃棄物や覆土材を最終処分場へ搬入するための道路のこと、一般車両も利用する公共道路と公共道路から最終処分場（埋立地）に至る進入道路から成る。
飛散防止設備	廃棄物が強風や鳥類などによって飛散して、埋立地周辺環境の汚染を防止するための設備である。一般に覆土の励行、散水などの日常管理と併せて飛散を防止する。
立札、門扉、 囲障設備	最終処分場の入口には立札・門扉を設けるとともに、不適切な最終処分場への立入を防止するための囲障設備を最終処分場の周囲に設置する。
防火設備	消火機器の常備、防火用水・防火用土砂（覆土材と兼用）の確保、防火帯の設置並びに散水車・ブルドーザなどの消防車としての利用が有効である。
防災設備	最終処分場で発生するおそれのある災害を未然に防止するための設備である。

出典：全国都市清掃会議『廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版』（2010 年）をもとに作成

3.3 処分場の種類

処分場は、建設する場所の立地、構造、受入廃棄物の種類、埋立層内の環境等によって分類される。また、立地、周辺環境及び住民の存在、該当地域におけるごみ処理状況等によって、適切な処分場の形態は異なることから、計画予定地の現況を十分に把握したうえで、処分場の計画を検討することが重要である。

最終処分場は、不要なものとして捨てられた廃棄物のうち、中間処理（焼却、リサイクル等）やリユースが困難なもの、もしくは中間処理を行った際に発生する残渣を最終的に処分するための施設で、施設外部に対して負の環境影響を及ぼさない方法で、廃棄物を適正に貯留できる設計とする必要がある（日本における最終処分場の施設数や残余容量については、「テーマ 1 1.2 廃棄物の実態 (5) 廃棄物の最終処分」を参照）。

講師の方へ：

日本では、地域の特性・事情や受け入れる廃棄物の種類によって、様々な種類の処分場が整備されています。途上国では福岡方式を導入する事例が増えていますが、施設整備に対する予算措置が困難である場合は、処分場の基本的な構造を十分に理解して、地域の特性に適合した処分場（財務的にも技術的にも実態のレベルに見合った処分場）を整備していく必要があります。

ここでは、様々な分類方法による処分場の種類を紹介する。

(1) 立地による分類：陸上埋立（山間）、陸上埋立（平地）、海面埋立

最終処分場は、山間の地形等の利用や平地に掘り込むように整地した陸上埋立が一般的であるが、臨海部に護岸を構築して海面埋立する方法もある。日本では、処分場に利用できる土地に制限があるため、海面埋立処分場が建設された。立地により分類した処分場の事例を表 4-29 に示す。

(2) 構造による分類：オープン型、クローズド型

過去に地域住民の反対のため処分場整備が困難になった事例を教訓として、近年は、処分場整備に対する地域住民の理解を得ることが容易となる地域融和型の処分場として、建屋内の閉鎖的な環境で処分を実施するクローズド型処分場が整備されている。また、クローズド型処分場は、運転維持管理において天候に左右されることがなく、雨水の流入を制御することができるため、発生する浸出水を最小限に抑えられる利点もある。オープン型及びクローズド型処分場の特徴を表 4-30 及び表 4-31 に示す。

表 4-29 立地により分類した処分場

写真	分類と特徴
 <p>山形県鶴岡市</p>	<p>【陸上埋立（山間）】 山間部の谷間の地形を利用して建設する処分場。都市部から離れている場所に建設できるメリットがある。日本国内では全体の約7割がこのタイプである。</p>
 <p>新潟県新潟市</p>	<p>【陸上埋立（平地）】 山間部での建設が難しい場合、平地を掘削して窪みを作って建設する処分場。都市部に隣接する場合もあり、埋立後の跡地利用もポイントとなる。</p>
 <p>山口県宇部市</p>	<p>【海面埋立】 国土に限られる日本において普及した、外周に護岸を建設して海面を埋め立てる処分場。建設には高い海洋土木技術を要する。また、陸上埋立処分場と比較して、1施設当たりの面積が大きい特徴がある。</p>

出典：鶴岡市ホームページ『鶴岡市一般廃棄物最終処分場』<https://www.city.tsuruoka.lg.jp/kurashi/gomi-seikatsu/shorishisetsu/saishushobunjou.html>（2022年3月1日閲覧）
 新潟市ホームページ『第4赤塚埋立処分地』<https://www.city.niigata.lg.jp/nishi/shisetsu/seikatsu/dai4akatuka.html>（2022年3月1日閲覧）
 宇部市ホームページ『埋立ごみを処理施設へ持ち込む場合』<https://www.city.ube.yamaguchi.jp/kurashi/gomi/dashikata/1001977/1001994/1001998.html>（2022年3月1日閲覧）

表 4-30 オープン型最終処分場の特徴

項目		内容
概要		<ul style="list-style-type: none"> • 現地の地形、地質に応じて、埋立地を整備する。 • 埋立地に降った雨や雪のうち埋立地外部に排除されずに埋立層に浸透した水は浸出水となる。 • 多数の実績を有する。
環境	自然環境	雨、風の影響を受けるため、即日覆土等の維持管理を徹底する。
	生活環境への影響	維持管理を徹底する。漏水等のリスクに対しては、遮水シートの破損を検知できる漏水検知システムを設置する等の対策を講じている。
	埋立内部環境	廃棄物の飛散防止のため、即日覆土、中間覆土、最終覆土を実施する。
施設計画	埋立地の安定化	基本的には、自然に安定化される。自然降雨、準好氣的埋立により、安定化が促進する。
	埋立容量	地形を活用することで大規模な埋立容量を確保することが可能である。また、埋立容量の変更（増加）への構造的変更も比較的容易である。
	貯留構造物	地形、地質の条件により、堰止めタイプ、ピットタイプなどを用いる。土構造が多く、比較的安価となる。
	遮水工	法律で二重遮水工が規定されている。
	浸出水処理施設	施設規模が降雨、降雪の気象条件により決定されるため、クローズド型処分場と比較すると大規模な施設となる。
	埋立作業	埋立地内は開かれた空間で、支障物や制約条件は少ない。
経済性	建設費	浸出水処理施設関係（処理設備、調整槽等）は、大規模なものとなるが、クローズド型よりは安価である。
	維持管理費	クローズド型よりも浸出水の処理量が多いため、廃止までの維持管理費は高価となる。
まとめ		<p>豪雨や台風等の気象の影響を受け、特に降雨による浸出水の発生は制御することができない。ただし、既埋立地の覆土や斜面勾配形成による降雨の外部への排水や未埋立地等に降った雨の埋立作業中區画や既埋立區画への流入防止対策は、浸出水発生量の削減に有効である。</p> <p>一方、埋立地内の制約条件が少なく、処分場の拡張や構造変更にも比較的対応が容易である。多数の実績があり、成熟した技術である。</p>

出典：相模原市『相模原市次期一般廃棄物最終処分場基本構想』（2021年）をもとに作成



写真 4-64 南足柄市一般廃棄物最終処分場

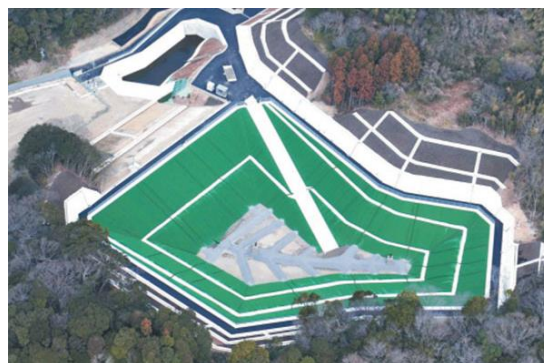


写真 4-65 知多南部衛生組合一般廃棄物最終処分場



写真 4-66 相模原市一般廃棄物最終処分場

出典：南足柄市ホームページ『最終処分場』

<https://www.city.minamiashigara.kanagawa.jp/shisetsu/kankyou/saisyusyobunjyou.html> (2022年3月1日閲覧)

知多南部衛生組合ホームページ『一般廃棄物最終処分場』

<http://chitananbu.com/%E4%B8%80%E8%88%AC%E5%BB%83%E6%A3%84%E7%89%A9%E6%9C%80%E7%B5%82%E5%87%A6%E5%88%86%E5%A0%B4/> (2022年3月1日閲覧)

相模原市『相模原市一般廃棄物最終処分場』(2019年)

表 4-31 クローズド型最終処分場の特徴

項目		内容
概要		<ul style="list-style-type: none"> 埋立地の上部に被覆施設（屋根）を設置する。 降雨や降雪の影響を受けず、計画的な散水による安定化を図ることができる。 住民合意を得るために開発された技術である。
環境	自然環境	閉鎖的空間内で雨、風の影響を受けないため、埋立廃棄物の飛散等を抑制できる。
	生活環境への影響	維持管理を徹底する。漏水等のリスクに対しては、遮水シートの破損を検知できる漏水検知システムを設置する等の対策を講じている。
	埋立内部環境	被覆施設により、廃棄物の飛散の可能性は低いため、即日覆土を行わないことが多い。閉鎖空間であるため、内部作業環境維持のための換気、照明、消臭などの対策が必要となる。
施設計画	埋立地の安定化	人工的に安定化促進を行う。人工散水、好気埋立・準好氣的埋立により、安定化促進が可能である。
	埋立容量	被覆施設の構造上、埋立地の面積が大きくなると不経済となる傾向にあるため、埋立容量は小規模なものが多いが、近年では大容量の施設整備においても、経済性より住民の理解や生活環境への影響等を重要視しクローズド型が採用されている。被覆施設が設置されているため、空間に制限があり埋立容量の変更（増加）への構造的変更は容易ではない。
	貯留構造物	オープン型と同様であるが、埋立地の面積を小さくして埋立容量を確保するため、ピットタイプなどの勾配がきついものが多い。このため、コンクリート構造物等を設置するため、工事費が高くなる傾向にある。
	遮水工	法律で二重遮水工が規定されている。
	浸出水処理施設	被覆施設により、降雨、降雪の影響を受けないため、浸出水の発生量は少量となり、施設規模は小さくなる。
	埋立作業	閉鎖空間のため作業環境の維持に注意が必要である。埋立作業は、屋根、柱、壁等に十分な注意が必要で、制約条件が多い。
	経済性	建設費
維持管理費	オープン型と比べると、浸出水の処理量が少ないため、廃止までの維持管理費は安価となる。	
まとめ		豪雨や台風等の気象に左右されにくく、安定した維持管理が可能である。一方、埋立地内は制約条件が多く、埋立や維持管理に十分な注意が必要となり、処分場の拡張や構造変更は容易でない。住民から施設整備に対して理解を得るために有効な処分場となっている。

出典：相模原市『相模原市次期一般廃棄物最終処分場基本構想』（2021年）をもとに作成



写真 4-67 建屋外観



写真 4-68 建屋内観

出典：湯河原町真鶴町衛生組合『一般廃棄物最終処分場 パンフレット』（2021年）

湯河原町真鶴町衛生組合一般廃棄物最終処分場



写真 4-69 建屋外観



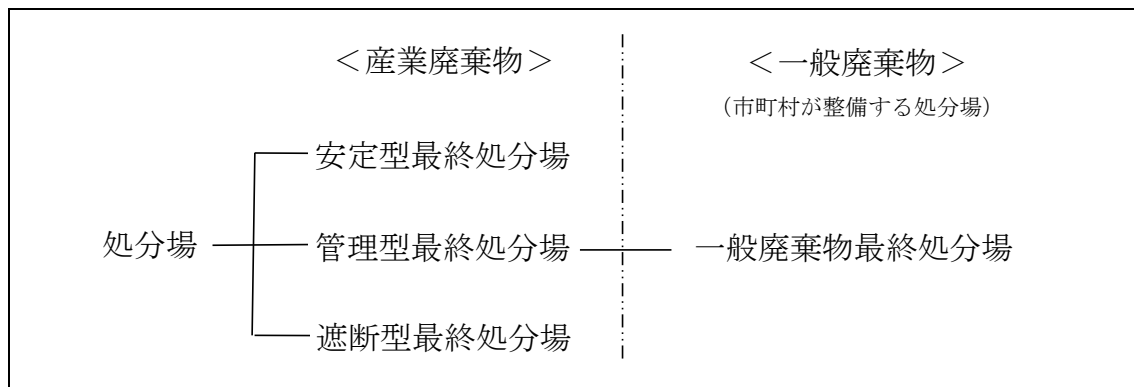
写真 4-70 建屋内観

出典：十勝環境複合事務組合『一般廃棄物最終処分場 うめ〜るセンター美加登 パンフレット』（2021年）

十勝環境複合事務組合一般廃棄物最終処分場「うめ〜るセンター美加登」

(3) 構造・機能による分類：安定型、管理型、遮断型

最終処分場の種類は、一般廃棄物のための最終処分場と産業廃棄物のための最終処分場に分類され、産業廃棄物の最終処分場は、安定型最終処分場、管理型最終処分場及び遮断型最終処分場の3種類に分類される。一般廃棄物の最終処分場については、産業廃棄物の管理型最終処分場とほぼ同じ構造となっている。

**図 4-31 最終処分場の種類**

1) 安定型最終処分場

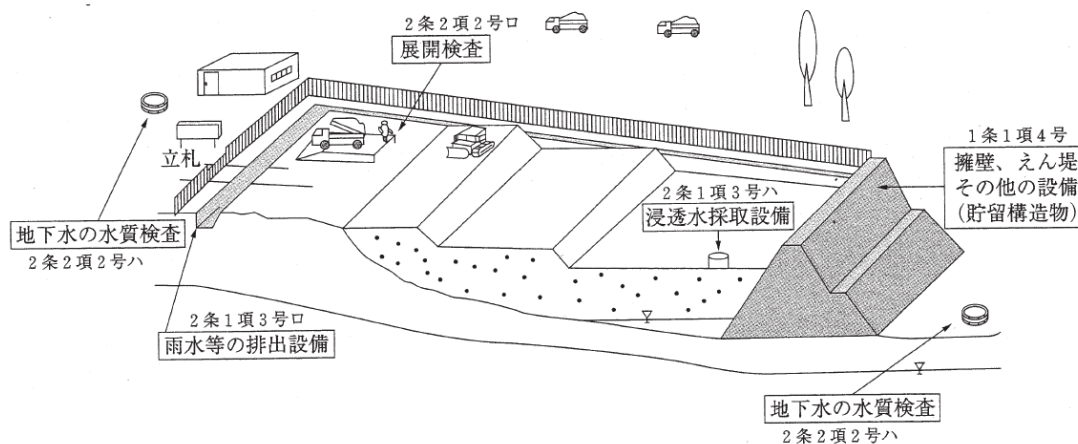
安定型最終処分場は、有害物質や有機物等が付着していないがれき類、ガラスくず・コンクリートくず、廃プラスチック類、金属くず、ゴムくずなど、そのまま埋め立てても周辺環境への影響が懸念されない廃棄物だけが埋め立てられる処分場である。

そのため、遮水工や浸出水処理施設など、浸出水を集水及び処理するための施設は整備されていない。

表 4-32 安定型最終処分場で埋立処分できる廃棄物

種類	詳細
廃プラスチック類 (自動車等破砕物、 廃プリント配線板、 廃容器包装を除く)	あらかじめ次のいずれかの方法により処理すること ①中空の状態ではないように、かつ最大径 15cm 以下に破砕、切断すること、または熔融設備を用いて熔融加工すること ②焼却設備を用いて焼却し、または熱分解設備を用いて熱分解すること
ゴムくず	あらかじめ次のいずれかの方法により処理すること ①最大径概ね 15cm 以下に破砕または切断すること ②焼却設備を用いて焼却すること、または熱分解設備を用いて熱分解すること
金属くず (自動車等破砕物、廃プリント配線板、鉛蓄電池の電極、鉛製の管または板、廃容器包装を除く)	
ガラスくず・コンクリートくず及び陶磁器くず (自動車等破砕物、廃ブラウン管、廃石膏ボード、廃容器包装を除く)	
がれき類	

出典：『廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令』（1971年政令第300号）



出典：環境省『平成19年版 環境・循環型社会白書』（2007年）をもとに作成

図 4-32 安定型最終処分場の構造（例）

2) 管理型最終処分場

管理型最終処分場は、産業廃棄物のうち有害物質に係る判定基準を満たした燃え殻、汚泥、紙くず、木くず、繊維くず、ばいじん、汚泥等や有機系廃棄物（動植物性残渣、動物系固形不要物、動物のふん尿、動物の死体）などを受け入れることができる処分場である。

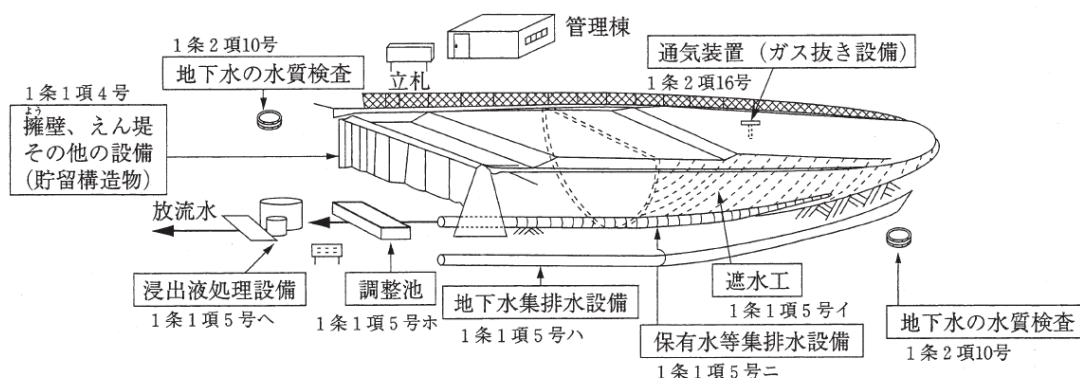
一般廃棄物は分解して浸出水やガスが発生するため、管理型最終処分場に埋め立てられる。

埋立廃棄物の分解によって浸出水が発生するため、遮水工や浸出水処理施設の設置が義務付けられている。

表 4-33 管理型最終処分場で埋立処分できる廃棄物

種類	詳細
汚泥	あらかじめ次のいずれかの方法により処理すること ①焼却設備で焼却または熱分解設備で熱分解すること ②含水率 85%以下に処理すること
燃え殻、 ばいじん等	あらかじめ次のいずれかの方法により処理すること ①埋立地内の一定の場所で分散しないようにすること ②埋立地の外に飛散、流出しないように、表面を土砂で覆う等必要な措置を講ずること ③大気中に飛散しないように、水分添加、固型化、梱包する等必要な措置を講ずること ④運搬車を洗浄する等必要な措置を講ずること
動植物性残渣、動物系固形不要物、動物のふん尿、動物の死体	あらかじめ次の方法により処理すること 埋め立てる産業廃棄物の一層の厚さは概ね 3m 以下（40%以上が腐敗物である場合は概ね 50cm 以下）とし、かつ、一層ごとに、その表面を土砂で概ね 50cm 覆うこと
紙くず、木くず、繊維くず、鉱さい、廃石膏ボード (燃え殻、汚泥、鉱さい、ばいじんについては判定基準以下のもの)	

出典：『廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令』（1971 年政令第 300 号）



出典：環境省『平成 19 年版 環境・循環型社会白書』（2007 年）をもとに作成

図 4-33 管理型最終処分場の構造（例）

3) 遮断型最終処分場

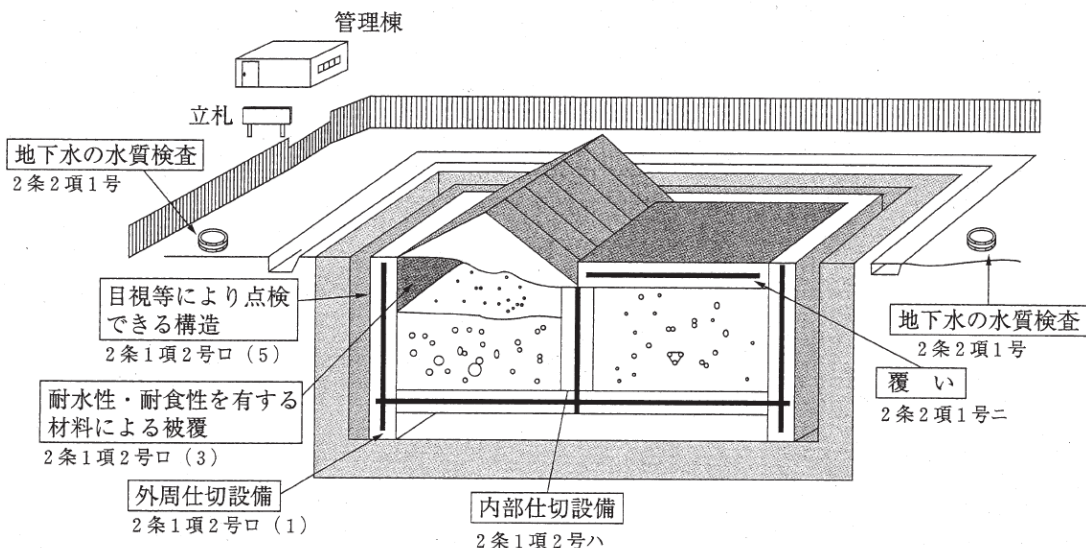
遮断型最終処分場は、有害物質を含む産業廃棄物など、法令で定められた判定基準を満たしておらず、外界から隔離する必要がある廃棄物を埋め立てる処分場である。

そのため、コンクリート構造物と屋根で周囲から有害な埋立廃棄物が遮断された構造の処分場となっている。

表 4-34 遮断型最終処分場で埋立処分できる廃棄物

種類	詳細
燃え殻、汚泥、 鉱さい、ばいじん	判定基準を超えるもの 有害物質（重金属類）をある一定以上含む産業廃棄物（燃え殻、汚泥、 ばいじんなど）

※：PCB 廃棄物、ダイオキシン類を含む廃棄物、感染性廃棄物、液状廃棄物、廃酸、廃アルカリは埋立禁止
出典：『廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令』（1971 年政令第 300 号）



出典：環境省『平成 19 年版 環境・循環型社会白書』（2007 年）をもとに作成

図 4-34 遮断型最終処分場の構造（例）

(4) 埋立地内部環境による分類：嫌気性、準好気性、好気性

処分場は、埋立地内部の環境によって、埋立廃棄物層内の微生物の挙動が異なってくる。埋立廃棄物の層内に酸素が供給される好気性の環境下では、好気性微生物の活動が活発になる。一方で、酸素の供給が限られている条件下では嫌気性の環境となり、酸素を必要としない嫌気性微生物の活動が活発になる。

酸素の供給状況の違い、つまり活動する微生物の種類の違いによって、処分場は、嫌気性埋立、準好気性埋立、好気性埋立の3つに大別される。

埋立地内部環境の違いによる処分場の特徴を表 4-35 に示す。好気性埋立は、埋立地内部が好気性となるため埋立廃棄物の分解が促進され、浸出水の水質の改善が期待できるほかに、メタンガスの発生を低減することができる。一方で、内部に空気を送り込むブローが必要となるため、設備の稼働にコスト及び電力を要する。また、土壌中の水分が多い場合はブローに圧力がかかり、故障の原因となる。

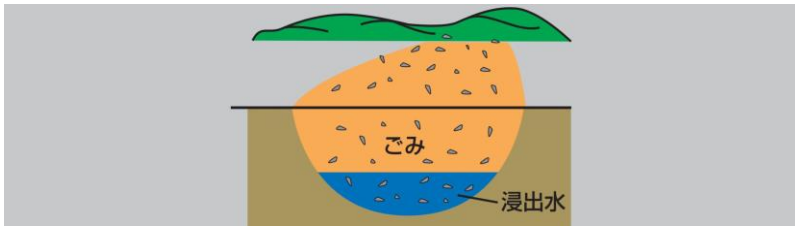
嫌気性埋立は、嫌気性の環境を保つために必要な設備がないことから建設費や維持管理費を低減することができる。一方で、埋立地内部が嫌気性であるため埋立廃棄物の分解に長時間を要し、長期にわたって処分場の管理を行うこととなる。また、好気性と比較して嫌気性微生物の活動によってメタンガスの発生量が多くなる。

表 4-35 埋立地内部環境の違いによる埋立処分場の特徴

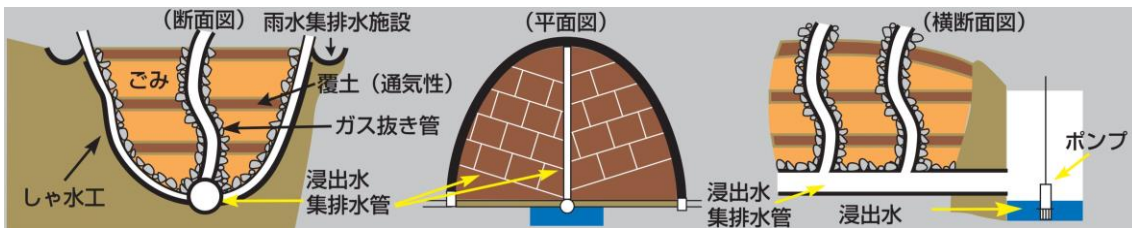
埋立処分場タイプ	嫌気性埋立	準好気性埋立	好気性埋立
概要	ヨーロッパで一般的な方式	日本が生み出した方式	—
	掘削した平地あるいは谷部に廃棄物を投棄したものであり、埋立廃棄物の含水率は高く、埋立廃棄物層内は嫌気性となる。	ガス抜き管及び浸出水集水管により浸出水の排水と同時に自然に空気の流入を行うことで、埋立廃棄物層内を好気性にする。	空気送入管にてブローにより強制的に空気を送入し、埋立廃棄物層内をさらに好気性にする。
建設・維持管理にかかるコスト	安価	普通	高価
メタンガス排出量	多い	少ない	少ない※
注意点	廃棄物中の汚染物質が分解されないまま、何十年も土壌中に残留し続けることとなる。	—	雨季など土壌中に水分が多いと、ブローに圧力がかかり、故障の原因となる。

※：好気性埋立では、嫌気性埋立と比較してメタンガスの発生量は少ないものの、ブローの稼働による二酸化炭素発生が著しいことに留意が必要である。

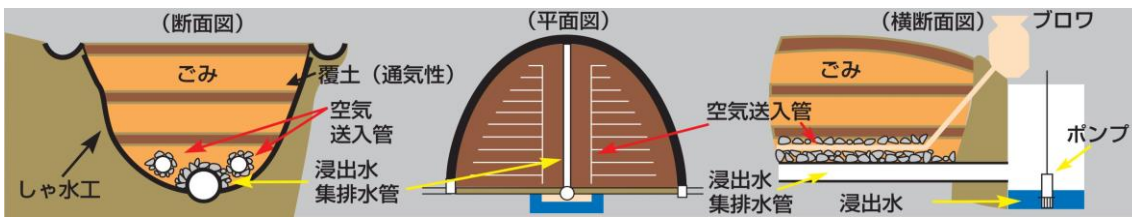
嫌気性埋立



準好気性埋立



好気性埋立



出典：福岡市『福岡方式 準好気性埋立構造とは？』（2013年）

図 4-35 埋立地内部環境の違いによる埋立方式の構造図

【福岡方式（準好気性埋立構造）】

福岡方式は、日本で生ごみが埋立処分されていた時代に開発された準好気性埋立技術である。そのため、中間処理を行わず、直接埋立が主流である途上国と状況が類似していることから適応性が高い技術となっている。福岡方式の処分場整備は、現地にある安価な資材で代用可能であることから、途上国に広く普及可能な技術である。

準好気性埋立構造は、花嶋正孝福岡大学名誉教授が福岡市の協力のもと研究開発した埋立技術である。当時、福岡市では、主に生ごみが埋め立てられている処分場から発生する浸出水、悪臭、発生ガス及び害虫などの公害問題に直面していた。そこで、花嶋教授と福岡市が共同で浸出水の浄化を目的とした埋立地の改善に係る実験を 1973 年から 3 年間にわたって実施した。この実験の結果から、浸出水集水管を利用して処分場内部に空気を入りやすくする準好気性埋立構造の基本概念が提案され、1975 年に日本で最初となる準好気性埋立構造の埋立場である新蒲田埋立場が整備された。その後、準好気性埋立構造は各地の処分場で採用され、「福岡方式」と呼ばれるようになった。

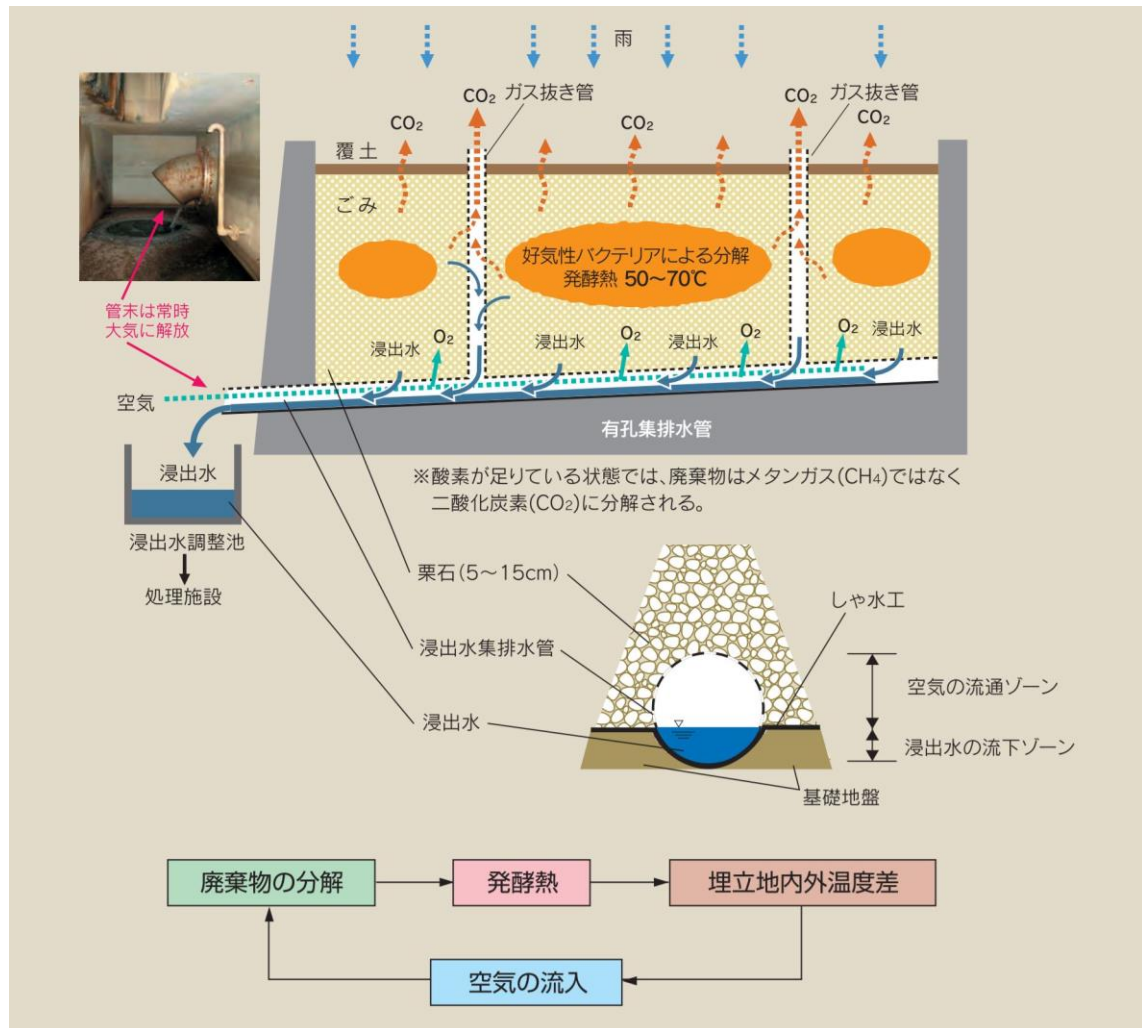
福岡方式は、まだ中間処理が十分でなく、生ごみが直接埋められていた時代に開発された埋立技術であるため、当時の日本の状況に類似している途上国において有効な技術である。技術レベルや施設整備費の点でも適用可能な技術であることから、アジア、アフリカ、大洋州など多くの途上国で採用されている。

2011 年 7 月には準好気性埋立構造（福岡方式）を用いた既存処分場の改善が、国連気候変動枠組条約で規定するクリーン開発メカニズム（CDM：Clean Development Mechanism）の新たな手法として認定された。本技術は、処分場内部を可能な限り好气的にして有機ごみの分解を促進することにより、浸出水の水質改善に加え、メタンガスの発生抑制の効果を得ることができ、温室効果ガスの排出削減に寄与することができる。

講師の方へ：

途上国で処分場整備を検討する際に採用する方式の一つとして福岡方式があがるほど、福岡方式の知名度は世界的に高いものがあります。

一方で、福岡方式（準好気性埋立構造）の概念や基本的な構造など、福岡方式に関して正しい知識が伝わっていないことが時折見受けられます。福岡方式を理解するにあたり最も重要な事項の一つは、自然に空気を移送する底部の浸出水集排水管及びこれに接続する鉛直のガス抜き管が設置されている構造です。この基本的な構造を現地の安価な資材で実現することによって建設費を低減しつつ、埋立廃棄物の分解を促進して処分場の安定化を促すことができます。JICA研修をはじめ、様々な機会や媒体で福岡方式の処分場を学ぶことができます。福岡方式の利点を最大限に活かすためにも、正しい理解のもとで福岡方式の処分場を活用することが必要です。



出典：福岡市『福岡方式 準好気性埋立構造とは?』（2013年）

図 4-36 準好気性埋立構造の概念図

【コラム】途上国における準好気性埋立構造（福岡方式）処分場の導入

準好気性埋立構造（福岡方式）は途上国で導入が進んでいる日本の技術である（エルサルバドルにおける福岡方式処分場の事例は、「テーマ7 4.2 (1)衛生埋立処分場（福岡方式）の建設・適正維持管理と普及」を参照）。

途上国で福岡方式の処分場が普及した主な理由を以下に示す。

①現地にある資材の利用

途上国においては、十分な資材が入手できず、設計どおりに処分場を建設し維持管理することが困難な場合がある。福岡方式の場合、基本的なシステムがシンプルであり、資材選択の自由度が高いため、現地で入手可能な安価な資材を用いることができる。

例えば、ガス抜き管周りに敷き詰める石がない場合にはビールびんのケースを用いることや、覆土のための土がない場合には掘り起こした古いごみの利用など、現場の実務者ととともに試行錯誤して代替案を検討している事例がある。また、遮水工については、建設費を削減するために、汚水の浸透リスクの高い下流部の浸出水調整池でのみ遮水シートを利用するといった工夫をした事例もある。工夫次第では、建設や維持管理に発生するコストを削減し、比較的安価にすることができる。

なお、通常、処分場の浸出水集排水管の勾配は1～2%程度で浸出水の流速が遅くなるため、下水道管と比較しても管径を2～3倍大きくする必要がある点については、その理由を理解することが重要である。

②見た目の改善による職員や行政官のモチベーション向上

福岡方式による処分場改善によって、オープンダンプが改善されて見た目や作業環境が改善することで、処分場管理に係る従事者のモチベーションが向上した。また、途上国の職員が福岡方式の理論を正しく理解して維持管理を行ったことにより、現地での普及が促進された。



出典：八千代エンジニアリング株式会社

写真 4-71
ビールびんケースの利用例



写真 4-72 福岡方式処分場外観



写真 4-73 福岡方式処分場ガス抜き管

出典：八千代エンジニアリング株式会社

エクアドル共和国マカス市（2016年）

3.4 最終処分場の維持管理

日本では、処分場の供用が開始される前に提出する設置届に、法律に基づいた維持管理計画を添付することが定められており、地域住民と合意した内容を盛り込む必要がある。合意事項を含めた計画を策定・実施することにより、地域住民から施設の必要性に対する理解を得ることができている。

市町村が最終処分場を設置する場合、都道府県への届出が必要であり、その際、維持管理に関する計画についても設置届とともに提出が求められている。最終処分場の維持管理には、地域住民からの理解・協力が非常に重要であることから、地域の実情・要望に合わせて施設の維持管理計画が策定・実施されている。

【廃棄物搬入管理】

最終処分場を計画どおりに運営・運転管理するために、搬入される廃棄物の種類・量及び性状について把握することが重要である。そのため、日常の廃棄物の搬入時には、廃棄物の種類・量（覆土の量と材質も含む）だけでなく、下記の項目についても通常記録されている。搬入管理を適切に行うことによって処分量の推移を確認でき、残余容量や残余年数を推測することができるので、将来の処分場建設計画の検討に有益な情報となる。

表 4-36 搬入管理に係る日常の記録項目

No.	記録項目	No.	記録項目
①	搬入日時	⑥	廃棄物の種類
②	車両番号	⑦	排出源（中間処理施設、事業者、発生地区など）
③	車両空重量		
④	総重量	⑧	搬入業者名・搬入者名
⑤	搬入廃棄物量		

出典：全国都市清掃会議『廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版』（2010 年）をもとに作成

【埋立作業管理】

埋立作業を計画どおりに実施することは、埋立容量（埋立場所）の確保だけでなく、埋立廃棄物の安定化及び浸出水・埋立ガスの管理においても必要である。それぞれの埋立区画における埋立廃棄物の種類・量の情報は、環境汚染の防止や跡地利用の検討など、長期的な処分場の管理の観点からも必要である。

【施設の運営及び維持管理】

各施設の機能が十分に発揮されないと処分場が不衛生状況となり、周辺への環境汚染や作業員の健康への影響等の問題が生じる。また、最終処分場は埋立が終了してから廃止に至るまで多くの時間（数十年間も必要となる事例もある）を要するため、各施設を長期間運転することに留意して維持管理を行う必要がある。

最終処分場において、適正な運営・運転管理を長期間行うために有益な記録項目を表 4-37 に示す。

表 4-37 最終処分場の維持管理にあたって記録すべき項目

項目		記録内容	
計画/ 運転	廃棄物種類・量 (毎日記録)	<ul style="list-style-type: none"> 埋め立てた廃棄物の各月ごとの種類及び数量 	
	水質検査 (1回/6ヵ月)	<ul style="list-style-type: none"> 地下水等または放流水を採取した場所 地下水等または放流水を採取した年月日 水質検査の結果の得られた年月日 水質検査の結果 	
	水質悪化原因の 調査・対策	<ul style="list-style-type: none"> 措置を講じた年月日 措置の内容 	
	残余容量 (1回/年)	<ul style="list-style-type: none"> 埋立残余容量の測定・算出を行った年月日及び結果 	
施設	擁壁等	<ul style="list-style-type: none"> 点検を行った年月日及び結果 (1回/年) 	<ul style="list-style-type: none"> 点検の結果、擁壁等が損壊するおそれがあると認められた場合に、措置を講じた年月日及び措置の内容
	遮水工		<ul style="list-style-type: none"> 点検の結果、遮水効果が低下するおそれがあると認められた場合に、措置を講じた年月日及び措置の内容
	浸出水調整設備		<ul style="list-style-type: none"> 点検の結果、調整池が損壊するおそれがあると認められた場合に、措置を講じた年月日及び措置の内容
	浸出水処理施設		<ul style="list-style-type: none"> 点検の結果、浸出水処理設備の機能に異状が認められた場合に、措置を講じた年月日及び措置の内容

出典：全国都市清掃会議『廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版』（2010 年）をもとに作成

3.5 適正閉鎖及び跡地利用

日本では、建設時の計画・設計及び供用時の運転維持管理の各段階で基準等に従って適正な処分場の整備及び運営を行っているが、埋立が終了した後も、適正な閉鎖及び廃止に向けて様々な基準が設定されている。廃止まで厳格な管理を行うことから、廃止後に処分場の跡地を有効に利用することが可能となる。加えて、跡地として利用する際のガイドラインも示されている。

(1) 適正閉鎖

最終処分場において廃棄物の受入れが終わり、埋立作業が終了すると、施設供用の終了として最終覆土を行うなど周辺環境への影響を低減するための適正な閉鎖を行う。施設を閉鎖した段階では、新たな廃棄物の搬入はないものの、既に埋め立てられている廃棄物の分解が終了していないため、浸出水の水質や埋立ガスなどの管理を構造基準及び維持管理基準をもとに継続して行う必要がある。閉鎖の段階では、処分場への出入りを制限して、埋立廃棄物の攪拌などが行われないように管理される。

埋立廃棄物の分解や安定化が進んだ段階で、浸出水の水質、埋立ガス及び埋立廃棄物の温度などが廃止基準に適合しているかを確認し、基準を満たす場合、最終処分場の跡地利用に関するガイドラインに沿って、処分場跡地の利用を開始することが可能となる。

最終処分場の埋立開始から跡地利用までの流れを図 4-37 に示す。

最終処分場の埋立開始から跡地利用までの流れ

・処分場の「埋立開始」から「埋立終了」

処分場の埋立期間は、ごみの搬入が始まり埋立を開始してから、ごみの搬入が終わり埋立処分が終了するまでの期間となる。埋立期間中は、構造基準及び維持管理基準を満たした処分場管理を行う必要がある。

・処分場の「閉鎖」

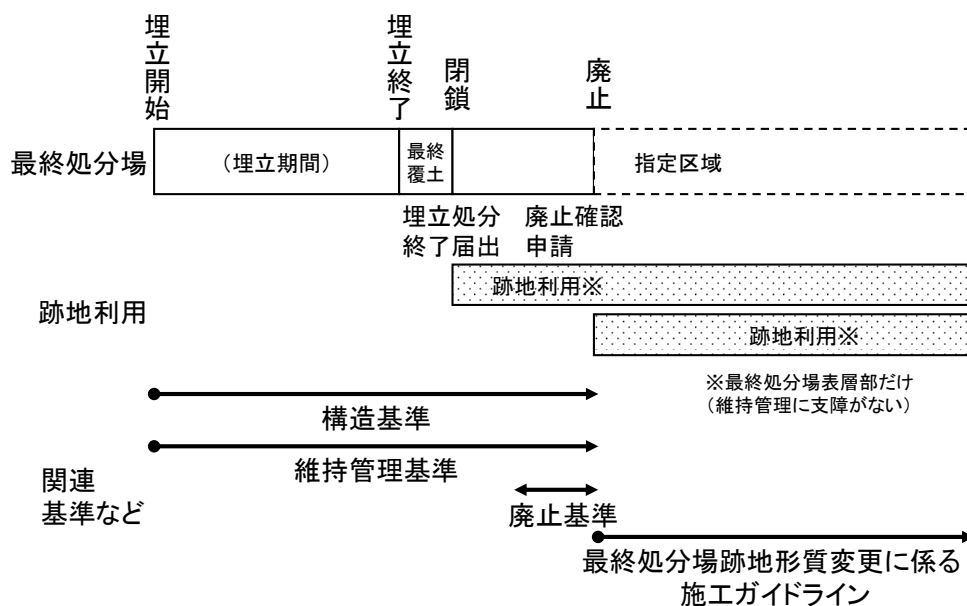
ごみの搬入が終わり埋立が終了した処分場に対して、最終覆土などを施して処分場を安全な状態に保持する処分場の閉鎖を行う。

・処分場の「廃止」

閉鎖した処分場で、埋立地の内部が十分に安定して、浸出水の水質やガスの発生等によって環境に悪影響を及ぼさないことが確認され、維持管理を続けなくても生活環境の保全上の問題が生じるおそれなくなった状態となった際に、処分場を廃止することができる。廃止するためには廃止基準を満たす必要がある（図 4-38 参照）。

・処分場の「跡地利用」

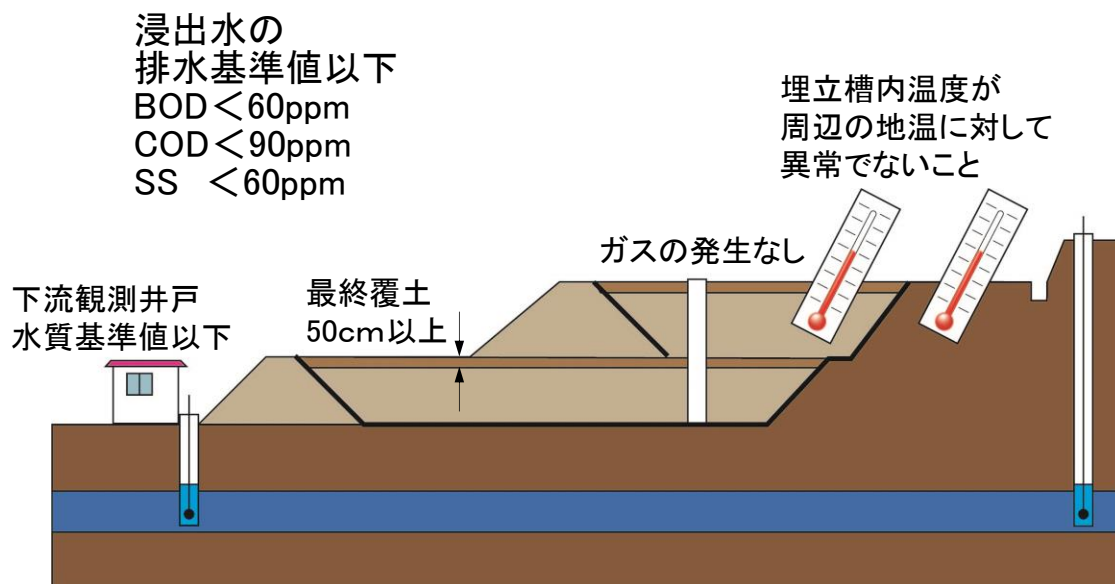
廃止された処分場では、ガイドラインに従って、公園等として跡地利用することができる。



出典：全国都市清掃会議『廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版』（2010年）

図 4-37 最終処分場の跡地利用までの流れと関連基準

廃止基準



※：BOD：Biochemical Oxygen Demand（生物化学的酸素要求量）
 COD：Chemical Oxygen Demand（化学的酸素要求量）
 SS：Suspended Solids（浮遊物質質量）

図 4-38 最終処分場の廃止基準

(2) 跡地利用

最終処分場の埋立が終了した後は、比較的広くて平らな用地となり、土地造成を行った時と同様な空き地と捉えることができる。このため、最終処分場として利用した後に、処分場跡地を有効に活用することにより、当該地域の発展や活性化に寄与することができる。加えて、最終処分場の建設に対する住民の意識・理解を深め、最終処分場の立地を推進することも期待される。最終処分場の代表的な跡地利用を表 4-38 に示す。

講師の方へ：

日本では、ごみを土地造成の材料として使用していた時代もありましたが、現在では、跡地利用に係る様々な基準が定められています。

途上国では、オープンダンプを含め、嫌気性埋立の処分場が多いことなどから、安定化して跡地利用するまでに長い期間を要すると推測されますが、日本の様々な基準や有効利用の事例は、途上国において跡地利用を検討する際に参考となります。また、ほとんどの途上国では閉鎖と廃止の区別がないことから、日本の基準や事例を紹介する際には、まずは閉鎖と廃止のそれぞれの段階の目的及び要求事項の違いを理解することが重要となります。

表 4-38 最終処分場の代表的な跡地利用の事例（表層利用）

種類	事例	特徴
公園	長岡公園（栃木県宇都宮市） 	長岡最終処分場の跡地を利用して、長岡公園、「もったいないの森 長岡」として活用されている。長岡公園は「緑の創出とコミュニティの形成」をテーマとしている。
		埋立容量：49万 m ³ 埋立面積：6万 m ² 埋立期間：1983～2005年
スポーツ施設	瀬野川公園（広島県広島市） 	広島市の最終処分場であった瀬野川埋立地の跡地を整備した公園であり、野球、テニス、屋内運動場、パークゴルフ場などが整備されている。
		埋立容量：275万 m ³ 埋立面積：21万 m ² 埋立期間：1974～1990年 跡地利用：1994年～
太陽光発電	埼玉県環境整備センター（埼玉県大里郡） 	埼玉県営最終処分場の埋立跡地を太陽光発電施設に利用している。
		【太陽光発電の対象埋立地のみ】 埋立容量：53万 m ³ 埋立面積：6万 m ² 埋立期間：1993～2007年 跡地利用：2013年～

出典：宇都宮市ホームページ『長岡公園』

<https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/kurashi/machi/1020735/1015510/1015537.html>（2022年2月24日閲覧）

瀬野川公園ホームページ『公園概要』 <https://www.midori-gr.com/senogawa/overview/>（2022年2月24日閲覧）

環境省、株式会社エックス都市研究所『平成27年度廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進方策等検討委託業務 報告書』（2016年）

【コラム】自然と芸術が融合する美しき「モエレ沼公園」

北海道札幌市の北東に、緑の丘が広がるモエレ沼公園がある。この公園は、世界的に著名な彫刻家であるイサム・ノグチ氏が基本設計を手がけ、1982年に着工し、2005年にオープンした。188.8万m²の広大な敷地には、丘や遊具、噴水などの施設が並ぶ。

現在は市民に親しまれる素晴らしい施設だが、元々は一般廃棄物埋立処分場であり、1979～1990年の間に約270万トンのごみが埋め立てられた。また、造成には、公共工事で発生した建設残土が利用された。2022年時点においても、放流水及び周辺河川水の水質モニタリングが札幌市により実施されている。

出典：モエレ沼公園ホームページ <https://moerenumapark.jp/>（2022年3月15日閲覧）をもとに作成



**写真 4-74 モエレ処分場全景
(1985年撮影)**



**写真 4-75 モエレ沼公園全景（跡地）
(2007年撮影)**



写真 4-76 公園内のモエレ山



写真 4-77 公園内のプレイマウンテン

出典：札幌市『札幌市における廃棄物処理行政/3R政策（JICA研修資料）』（2019年）（写真4-74、写真4-75）
八千代エンジニアリング株式会社（写真4-76、写真4-77）