

RDF 焼却灰及び集じん灰中のダイオキシン量については、RDF 焼却灰はバッチ炉の焼却灰の 1/10、集じん灰についてもより低くなるという結果が報告されている（表 4-1-15(3) 参照）。

表 4-1-15(3) 焼却灰・集じん灰中のダイオキシン類の発生量

(a) 焼却灰中のダイオキシン含有量

	RDF 燃焼ボイラー	機械化バッチ炉
総PCDD _s [ng/g]	0.39(0.26~0.58)	95.19(19.4~396.0)
総PCDF _s [ng/g]	9.00(3.5~15.9)	24.93(4.3~73.2)
合計	9.36(3.83~16.48)	120.12(34.0~437.8)
サンプル数(n)	3	7

注) カッコ内の数値は変動幅で、その前の数値は平均である。

(b) 集じん灰中のダイオキシン含有量

	RDF		機械化バッチ炉
	サイクロン後	バグフィルタ後	
総PCDD _s [ng/g]	127.8(77.6~192.0)	26.1(9.31~54.8)	342.9(2.7~950.0)
総PCDF _s [ng/g]	160.5(114.0~230.0)	68.8(42.3~118.6)	121.3(1.0~431.0)
合計	287.6(215.1~420.0)	94.9(51.6~173.4)	464.2(3.7~1381.0)
サンプル数(n)	3	3	7

注) カッコ内の数値は変動幅で、その前の数値は平均である。

(文献：都市ごみ固形燃料の研究、1995.3 北海道大学工学部 衛生工学科)

従ってRDF 使用時の排ガスや発生する焼却灰が通常ごみのそれよりも有害性が低ければRDF の品質によって利用用途を選定する場合、RDF 自体よりも、それを使用する施設に係る規制とRDF 焼却灰については燃焼条件で決定されることが考えられる。

よって、今回の本調査における分析試験の結果についても異なる施設（異なる原料を対象とする）のRDF についてはRDF 自体の含有成分では基準上の差はなく、ユーザー側からみた製品としての機能（カロリー、水分、硬度）が第1に品質の評価となり、次いでマイナスの要素としての塩素含有量や金属等の異物の混入がRDF 利用施設へのHCl 発生による腐食等の問題やダイオキシン発生の面で品質としてより低ランクへ位置付けされるものと考えられる。

これらの知見を踏まえ、次図のように品質のランク分けとしてのフロー（案）を示し、表 4-1-16 に利用用途別のRDF の品質の考え方を示した。

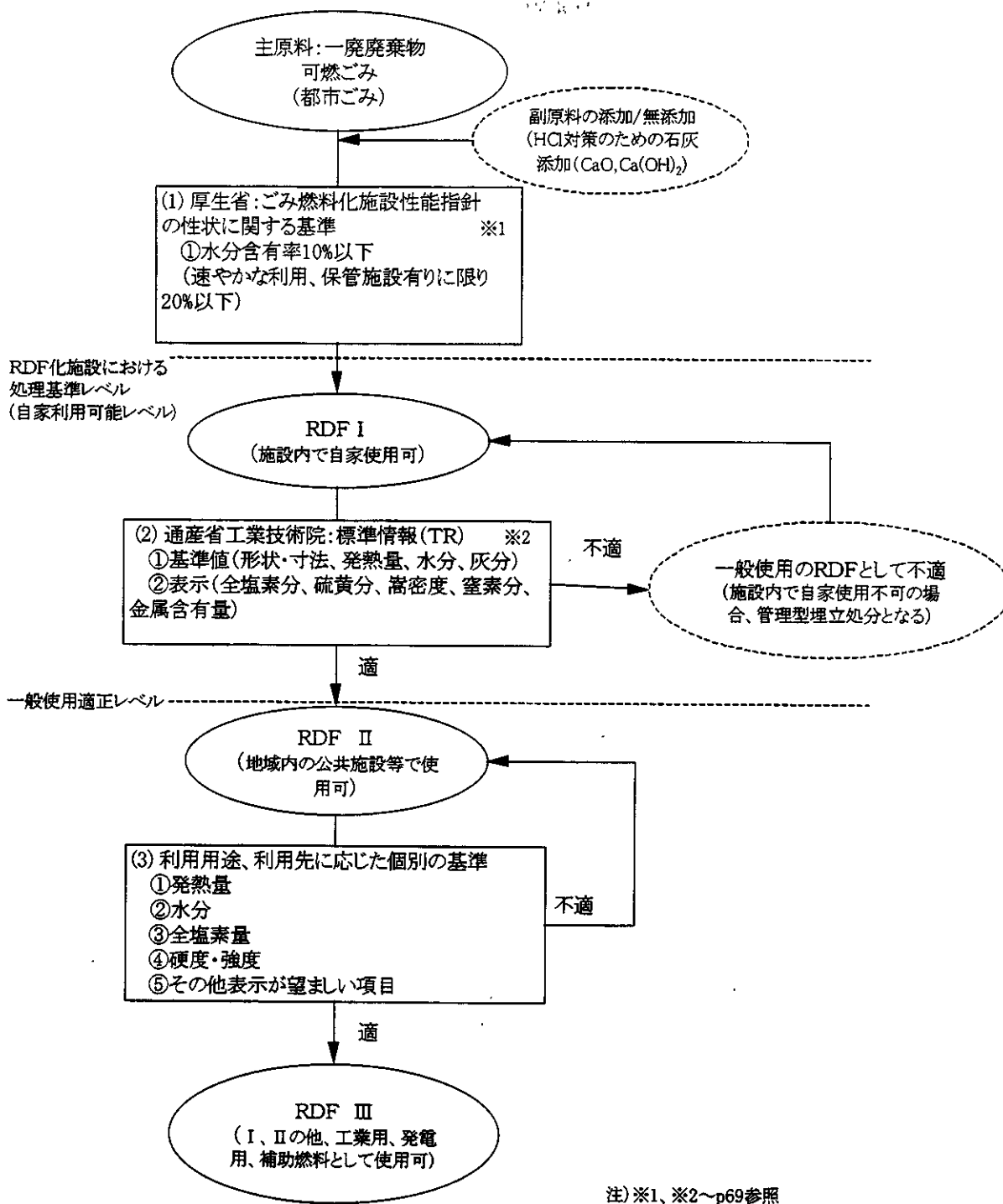


図 4-1-6 都市ごみRDFの品質基準と利用用途の選定フロー

表 4-1-16 利用用途別のRDFの品質基準の考え方

区分	使用条件・環境等	品質基準に関する検討事項		
		安全性確保に必要な基準の考え方	基準項目・検査方法	(普及のために必要とされるべき条件)
RDF I	①自家熱源利用RDF ・少量使用 ・場内利用のために運搬、保管が容易 ・使用後の焼却灰は施設において適正管理可能	イ. 使用時の排ガス量は少ないが、燃焼の安定化をはかる ロ. 運搬時の車両排ガスなく、保管時の臭気を低減する	フロー図(1) ・水分率10%以下(又は20%以下) ・適度な添加剤(生石灰、消石灰)の混合率	・特に必要ないが灰の発生量を極力抑える
RDF II	②地域内の公共施設利用RDF ・少量使用 ・小地域内利用のために運搬、保管が容易 ・高度排ガス処理設備を持たない(必要としない) ・使用後の焼却灰は委託処理にて適正管理	イ. 使用時の排ガス量は少ないが、燃焼の安定化をはかる ロ. 運搬時の車両排ガス少なく、大量・長期保管を必要とせず衛生的にも問題ない	フロー図(1)~(2) イ. 基準値 ・形状・寸法(長さ10~100mm、直径5~50mm) ・低位発熱量3000kcal/kg以上 ・水分10%以下 ・灰分20%以下 ロ. 表示項目 ・全塩素分、硫黄分、嵩密度、窒素分 ・原料の組成比 ・生石灰及び消石灰の添加率	・安定供給 ・コストの競争力は不要 ・利用施設の整備を要する
RDF III	③ a:工場内用RDF b:発電用RDF	イ. 使用時の排ガス量は多いが、形状、成分の均一化により燃焼の安定化をはかる ロ. 運搬時の車両排ガス低減、悪臭対策のためにもRDFの高密度化、低水分により大量輸送に適した形状とする	フロー図(1)~(2) 上記②に同じ かつフロー図(3)として以下の基準【aについて】 ・低位発熱量4000kcal/kg以上 ・硬度として運搬により粉化しない【bについて】 ・低位発熱量3000~4000kcal/kg以上 ・水分5~10%以下 ・その他形状、発熱量、成分を極力均質化する(広域により多地域からのRDFを受入れるため)	・安定供給 ・異物が少ない ・保存貯留性がよい(腐敗、カビの発生がない) ・長距離輸送により形状が変化せず安定している
	④セメント原料用RDF	イ. 使用時の排ガス量は多いが、品質確保、有害ガスの設備への負荷低減からも特に塩素量を制限する ロ. 運搬時の車両排ガス低減、悪臭対策のためにもRDFの高密度化、低水分により大量輸送に適した形状とする	フロー図(1)~(2) 上記②に同じ かつフロー図(3)として以下の基準 ・使用量(混入率)を制限(例:1%未満) ・塩素含有率0.4%以下 ・低位発熱量3100kcal/kg以上 ・性状については嵩比重を上げる	・その他使用原燃料にもよるが製品(セメント)の塩素濃度(JIS規格200ppm以下)達成のため、塩素含有量を極力抑える。
	⑤その他(下水汚泥等焼却の補助燃料用RDF)	イ. 使用時の排ガス量は多いが、高度処理対応する ロ. 焼却灰には本来重金属は多いと考えられスラッグ化等により高度無害化処理が望ましい	フロー図(1)~(2) 上記②に同じ かつフロー図(3)として以下の基準 ・使用量(混焼率)を遵守(例:70~80%) ・水分5%以下 ・低位発熱量3500kcal/kg程度	・汚泥混焼のために形状の安定よりも含水率が低く安定していること ・溶融処理を想定すれば塩基度が低いこと

- 注1) ③工業用RDFについては、アンケート等の回答を含め、熱量としての付加価値はもつためにTR規格以上の低位発熱量4000kcal/kg以上とした。水分はTR相当の10%以下、TRにはないが、ハンドリングのよさから硬度は運搬により粉化しないこととした。
- 注2) ③発電用RDFについては、アンケート等の回答(DK社での取組み事例)を含め、熱量はTR規格以上の低位発熱量3000~4000kcal/kg以上とした。水分は同様にTRを下回る5~10%以下(長期貯蔵、長距離輸送を想定)、硬度は運搬により粉化しないこととした。
- 注3) ④セメント原料用RDFについては、現在全国45ヶ所にてセメント生産量9000万^トに達しており、エコセメントに関する資料によれば、低位発熱量1500~2000kcal/kg、灰分10%の一廃を年間5000万^ト、(その他石灰石6000万^ト、クレー1000万^ト、石こう・鉱さい1000万^ト)を原料として有効利用可能とされている。セメントの規格については、JISで塩素濃度が200ppm以下とされている。ここではT-RDF施設を参考にRDF中全塩素分4000ppm(0.4%)以下、水分10%以下、低位発熱量3100kcal/kg以上を目安とした。同施設での利用量はセメント製造用化石燃料の1%以下である。今回の分析結果では札幌市のみがこれを満たし、他の2施設ではこれを上回る(ただし、参考資料-4-1(2)に示されるように塩素濃度1%未満とすれば3施設ともクリアする)
- 注4) ⑤下水汚泥焼却補助燃料用RDFについては、参考資料-4-1(4)を参考に、脱水汚泥の発熱量を約300kcal/kgWBと想定し、汚泥混焼率20%~30%として、平均発熱量が2500~3000kcal/kgとなるようにRDFの発熱量を約3500kcal/kgと算定した。
 $300 \times 30\% + x \times 70\% > 2500$ 、 $300 \times 20\% + x \times 80\% < 3000$ 、 $\therefore x \approx 3500$

4-2 再生処理システムにおける品質確保のための方策

(分別、収集、再生処理に係る品質安全基準案への提言)

4-1 節では望ましい品質の在り方について提案を行ったが、一定の品質は必ずしも再生処理工程のみで得られるものではなく、原料ごみ排出者による分別排出の段階から収集運搬を経て、再生処理施設へ到るトータルの流れの中で確保されるものと思われる。

そこで、本節では、アンケート調査や現地施設調査を通じて、これらに関する情報を集約して特に安全な再生品の品質確保のための方策として提案する。

4-2-1 堆肥

再生品の品質を決定する要素は利用用途に関係なく、原料となるごみの分別排出からの対応(分別区分や分別の協力度)によるところが大きい。その他の要素として地域性、ごみの発生源、再生処理施設の性能があげられる。特に品質の安全性確保については原料ごみの異物混入の状況が大きな要因と考えられる。

よって以下に堆肥化工程全体として品質確保のための方策を抽出した。

(1) 分別排出段階

1) 処理対象物

基本的には生ごみ(厨芥ごみ)のみを対象とするが、その他成分調整のために農林業残渣、家畜ふん尿等の副原料も添加使用する。いずれも、その内訳を明確に指定する必要がある。

2) 発生源

家庭ごみのみ、家庭系ごみ+事業系ごみ、事業系ごみ(特定事業所のみ)のみの場合と各パターンあるが、特定の事業系ごみが多量に入ってくる場合は、その主成分を明確にし、家庭ごみとの適切なブレンドによる利用も考えられる。

また処理対象区域内の地域ごとの性状・成分の特性も把握しておく。

3) 原料廃棄物の分別区分

基本的には単独のごみ種区分として収集する。他の分別種も多い程、異物の混入は低くなると考えられる。しかし、収集作業への負担や住民協力から、人口10万人以上の中規模都市以上では分別種数に限界があると考えられる。

4) 特に混入を制限する忌避物(異物)

指定又は水切り目的以外の紙類、分解しにくい植物樹種、貝類・骨、ビニール・フィルム等は極力入れない。

5) 排出容器

- ・指定ポリ袋(分別協力の徹底と確実な除袋が確保できる場合)
- ・指定紙袋(処理ラインでの除袋の手間がなく製品の原料とできる点でメリットあり)
- ・バケツ容器等(分別の徹底や水切りを期待できる、ただしステーションのスペース、臭気の対策が要)

(2) 収集運搬段階

特にアンケート等での調査は行っていないが、基本的に異物混入低減のための収

集運搬方法が要求される。

- ・収集ステーションの増設、適正配置により1ステーション当たり人口を適正規模とし、異物の混入を避ける。また、地区内での住民による管理を行う。
- ・分別収集頻度の適正な設定により、他の分別ごみの混入排出防止や水切りの協力度を向上させる。
- ・収集容器の工夫（記名式袋、透明袋、バケツ容器等）を行い、ステーションでの目視により異物が多く混入するものは収集しない（ただし、散乱防止対策は必要）
- ・直接搬入ごみ等は、施設での受入等に異物のチェック（目視、聞き取り、展開チェック）を徹底する。違反者にはペナルティーを課す。

(3)再生処理段階

- ・受入時の原料チェックとともに、原料ごみについても定期的に水分、異物混入率、元素分析等を実施する（4回/年以上）。
- ・特定の事業系ごみ（多量排出）と家庭系ごみを混合処理・再生する場合は、受入ピットを別々に設け、混合比を変えるようにし、成分を調整する。
- ・副原料、添加剤（粉がら、おがくず、パーク、稲わら、家畜ふん尿、汚泥）についても有害成分のチェックを行っておく。また、これらの収支バランスが分かるように再生フロー全体の物質収支を把握する。
- ・再生品については肥効成分とともに異物混入、有害成分の分析等も実施する（4回/年以上）。

以上、各段階における方策をまとめると次表の通りとなる。

表 4-2-1 分類、収集、再生処理に係る品質安全基準(案)への提言〔堆肥〕

再生品	品質確保のための方策		
	分別排出段階	収集運搬段階	再生処理段階
堆肥 ①公共用堆肥 ②農業用堆肥 ③家庭園芸用堆肥	1)処理対象物 基本的には生ごみ（副原料使用の場合は内訳の明確化） 2)発生源 家庭系＋事業系（両者の適切な調整要） 3)分別区分 基本的には単独ごみ種区分として収集 4)混入制限忌避物（異物） 指定外の紙類、難分解性植物樹種、貝類・骨、ビニールフィルム 5)排出容器 ポリ袋、紙袋、バケツ等から目的に応じ選択	○基本的に異物混入低減のための収集運搬方法 ・ステーションの適正配置 ・適正な収集頻度 ・収集容器の工夫、ステーションでのチェック容易化 ・直接搬入は受入時の異物チェック体制の整備	・原料チェック可能な設備・体制、定期的な分析等（水分、異物、元素等） ・特定事業系ごみなどがある場合は家庭ごみと別途受入れ、成分調整 ・副原料、添加剤の成分チェック、全体収支の把握 ・製品の定期的な分析（肥効成分、異物、有害）

4-2-2 RDF

再生品の品質を決定する要素は、原料ごみの分別排出によるところが大きいと考えられる。

また品質の機能面からは、カロリーが高い（水分が低い）、金属片等の異物が少ないことがあげられるが、安全性からみた品質については、堆肥と異なり環境中で直接使用されることはないために、環境へ与える影響の度合は利用する施設における環境対策の程度により異なることとなる。

以下にRDF化工程における品質確保のための方策を抽出した。

(1) 分別排出段階

1) 処理対象物

基本的には紙類、プラスチック類、木・竹類、厨芥類を対象とする。紙類やプラスチック類は本来、重金属や塩素などを含むものであり、紙種やプラスチック素材を明確に指定する必要がある。

2) 発生源

家庭系ごみのみ、家庭系ごみ+事業系ごみ、事業系ごみ（特定事業所のみ）のパターンが考えられる。今後は容器包装リサイクル法の進行により紙類、プラスチック類といった高カロリーのごみ種が分別収集される傾向にある。従って、今後は比較的異物や水分の多いと思われる家庭系ごみよりも組成の明確で安定している事業系ごみがRDF化の対象として主体となる可能性がある。

また、事業系ごみが紙類、プラスチック類、木くず類等と仕分けされて発生、搬入される場合は、再生施設受入の系列を別系統として一次処理した上で、混合調整すれば、カロリーや物理的な性状（強度等）を調整しやすいと考えられる。

3) 原料廃棄物の分別区別

容器包装リサイクル法の分別排出の対象とならない可燃系ごみがRDFの対象として混合排出されることが考えられる。

この場合、RDF化の妨げとなるアルミや塩ビ等でコーティングされた紙、プラスチック類を指定して排除することが考えられる。

事業系ごみは持ち込み搬入が多いが、比較的単一の廃棄物が排出されることがおおいいため、RDFのカロリー等のコントロール面からも極力ごみ種別に分別して搬入することが受入チェック面からも望ましい。

4) 特に混入を制限する忌避物（異物）

指定外のごみ種、塩ビ樹脂、硬質プラスチック、ゴム類、金属片、剪定樹木・生木、ガラス片、セトモノ、陶磁器、その他不燃物などは入れない。また厨芥を扱う場合は十分に水切りを行う。

大型の木片等は破碎後も不均質となりやすく、破碎に多段の工程を要し、エネルギー消費面からも成形の面からも問題が多いので好ましくない。

5) 排出容器

- ・指定ポリ袋（分別の徹底から透明又は半透明のものが望ましい。紙袋はRDFの灰分の増加につながるため袋容器指定の対象としては避ける。）

- ・指定容器外の場合（市販のスーパーの袋等で塩ビ系ものは避ける。）

(2) 収集運搬段階

「堆肥」の項を参照。

また、堆肥の場合の厨芥ごみに比べ、低比重なごみを対象とすることから、効率的な運搬のために十分な減容を行える収集車両を選定する（再生工程も考慮する）。

(3) 再生処理段階

- ・受入時に原料チェック（特に事業系ごみ）とともに、原料ごみについても定期的に水分、細組成、異物混入率、元素分析等を実施する（4回/年以上）。ごみ質には大きな偏りが考えられるため、可能であれば原料ごみ粉碎、混合段階での均質化された成形前のごみ質についても確認する。
- ・ごみ種（プラスチック類、紙類、木くず類）の異なる事業系ごみを個別に受入れる場合は受入ピット、ヤード等を別々に設け、異物除去選別を容易にし、各ごみの混合比を調整可能とするラインが望ましい。
- ・処理ラインへの搬送前にも十分なごみの攪拌を行い、製品品質の均一化をはかる。
- ・添加剤（CaO, Ca(OH)₂等）を用いる場合は、水分調整、排ガス抑制、貯留時の腐敗防止などの目的と効果を十分に考慮してその量を決定する。
- ・破砕機や選別機のタイプは、処理対象とするごみ性状を勘案して、効果的なものを選定する。また成形機についても原料ごみの性状、利用先の用途やハンドリング性を考慮して製品の性状、寸法、強度を満足する機種を選定する。
- ・場内で発生する有機性汚水については乾燥炉の温度調整や成形時の水分調整などに再利用し、極力施設外への排出低減に努める。
- ・再生品についてはカロリー、三成分（水分、灰分、可燃分）、形状・寸法、その他異物混入等の機能に関する試験とともに有害成分の分析等も実施する（4回/年以上）。

表 4-2-2 分類、収集、再生処理に係る品質安全基準案への提言〔RDF〕

再生品	品質確保のための方策		
	分別排出段階	収集運搬段階	再生処理段階
RDF ①自家熱源利用用 RDF ②工場ボイラー用 RDF ③熱発電用 RDF ④セメント原・燃料用 RDF ⑤その他（下水汚泥等焼却の補助燃料用 RDF）	1) 処理対象物 基本的には紙類、プラスチック類、木・竹類、厨芥類（紙種やプラスチック素材を明確に指定） 2) 発生源 家庭系、事業系 3) 分別区分 ・容器包装以外の可燃性ごみの混合収集 ・事業系はごみ種毎 4) 混入制限忌避物（異物） ・指定外ごみ種、塩ビ、硬質プラ、不燃物及び大型可燃物 ・厨芥は水切り 5) 排出容器 ポリ袋（紙袋、塩ビ系袋は制限）又は姿出し	○基本的に異物混入低減のための収集運搬方法 ・ステーションの適正配置 ・適正な収集頻度 ・収集容器の工夫、ステーションでのチェック容易化 ・直接搬入は受入時の異物チェック体制の整備（低比重なごみを対象とすることから、再生工程考慮し、効率的な運搬の行える収集車両を選定）	・原料チェック可能な設備・体制、定期的な分析等（水分、細組成、異物、元素等） ・可能な場合は原料種（ごみ種）毎の個別受入れ、混合比調整可 ・混合受入れの場合は十分な原料の攪拌、製品の均質化 ・添加剤の目的に応じた適量混合 ・効果的な破砕・選別（粒径、異物除去） ・利用先ニーズに適した成形 ・製品の定期的な分析（カロリー、三成分、異物、有害）

4-3 再生品の高品位性確保のための施設計画における方策

以上、述べてきたように、再生品の普及のためには品質の確保の問題がある。また、堆肥化施設やRDF施設の計画において、市町村にとって重要な課題の1つに再生処理コストの問題がある。

本節では、他の処理方式（焼却、最終処分）との概算的なコスト比較を行い、堆肥化やRDF化の経済性からみた位置づけを確認した。

また、堆肥化とRDF化の再生施設におけるモデル的な再生工程を想定して、施設においてより効率的かつ効果的に品質確保するために必要と思われる単位プロセス毎の留意点を示した。

4-3-1 他のごみ処理方式との経済性比較

本調査における一次アンケートの調査対象都市（又は施設）を参考に算定の基本となる標準都市規模を設定した。

(1) 本調査（一次アンケート）における対象施設等

○堆肥化施設（サンプル数=21）、

・平均都市人口=約85,000人（約1,000人～約120万人）

・平均施設規模=20t/日（0.1t/日～54t/日）

○RDF施設（サンプル数=21）

・平均都市人口=約17万人（約8,000人～約180万人）

・平均施設規模=34t/日（5t/日～200t/日）

(2) 処理対象ごみの排出原単位

東京都における家庭系ごみと事業系ごみの10種分類の組成及び排出量調査を参考に処理対象ごみ量を推計するために、1人1日平均排出量とその内訳を推定した（表4-3-1A、B参照）。

厚生省調べでは平成8年度の一般廃棄物における全国の1人1日平均排出量≒1,100gであるので、ここでは中小規模都市を前提に排出原単位=1,000gとして、その内訳を推定した（同表C参照）。

また、表中の内訳ごみ組成より、直接焼却、堆肥化、RDF化、さらに直接埋立の対象となる原単位を求めると次のように算出される。

焼却=898.2g/人・日（プラスチック・ゴム・皮革も焼却とした場合）

堆肥化=459.7g/人・日（生ごみ及び木草類を堆肥化とした場合）

RDF化=898.2g/人・日（厨芥ごみもRDF化とした場合）

直接埋立=217.6g/人・日（プラスチック、ゴム・皮革も埋立とした場合）

表4-3-1 中小都市における処理対象ごみ排出原単位の推定

表A 家庭系ごみの組成(湿重量%)及び排出原単位(g/人・日)

組成項目	記号	世帯構成人数				
		1人	2人	3人	4人	5人
紙類		27.3	24.4	29.1	23.2	27.0
生ごみ		45.8	49.9	45.4	45.0	48.1
繊維		1.7	1.3	1.7	2.6	2.6
木草		1.4	2.6	1.7	1.5	2.5
その他可燃物		0.5	1.1	0.6	0.5	0.4
プラスチック		11.7	10.6	11.3	12.2	11.5
ゴム・皮革		0.2	0.4	0.6	0.7	0.4
金属		4.6	3.2	3.1	3.9	2.9
ガラス		4.0	4.7	4.8	6.4	3.2
その他不燃物		3.0	1.8	1.8	4.1	1.5
計		100	100	100	100	100
排出原単位		870	580	530	470	390
		400	340	240	210	190

[データについて]

表A:1996年2月、東京都内23区の350世帯から排出された家庭系ごみ全量、7日間の分析による。

表B:1996年2月～3月、東京都内23区内の約100事業所から3日間に排出された事業系ごみの分析による。

表B 事業系ごみの組成(湿重量%)

組成項目	記号	小規模事務所		大規模事務所		加工型小売業		飲食店	
		b1	b2	b3	b4				
紙類		43.6	63.9	19.5	11.2				
生ごみ		18.6	15.8	54.7	70.0				
繊維		1.1	0.4	0.5	0.6				
木草		0.8	0.7	2.1	3.0				
その他可燃物		1.3	0.9	1.0	0.7				
プラスチック		11.1	7.4	10.6	7.8				
ゴム・皮革		0.8	0.4	0.8	0.4				
金属		12.9	6.3	5.6	3.4				
ガラス		4.0	3.2	3.4	2.2				
その他不燃物		5.7	1.0	1.8	0.7				
計		100	100	100	100				
備考		従業員20名未満	従業員20名以上	—	—				

表C 排出原単位1,000gとしたときの処理内訳

組成項目	記号	排出原単位(g/人・日)	構成比(%)	焼却	堆肥化	RDF化	埋立
紙類	c	301.9	30.2	○	○	○	
生ごみ		442.8	44.3	○	○	○	
繊維		14.9	1.5	○	○	○	
木草		16.9	1.7	○	○	○	
その他可燃物		6.8	0.7	○	○	○	
プラスチック		108.9	10.9	○	○	○	○
ゴム・皮革		6.0	0.6	○	○	○	○
金属		38.9	3.9				○
ガラス		44.8	4.5				○
その他不燃物		19.0	1.9				○
計		1,000	100	898.2	459.7	898.2	217.6

・1世帯当たり人員については平成10年度の全国市町村要覧より2.72人/世帯であるので、表Aから3人の値を採用した。

・家庭系ごみ及び事業系ごみの1人1日排出原単位=1,000gと想定して、家庭系ごみがその80%、残り20%を事業系ごみとして4業種各5%で排出するものと仮定した。

$$\therefore c = [a \times 0.8 + (b1 + b2 + b3 + b4) \times 0.05] \times 1,000 / 100$$

(3) 処理対象ごみ量及び想定施設規模

(1)の検討から処理対象人口（都市人口規模）を10万人で想定した。

この人口をベースとして各処理パターンにおける必要施設規模を下表の通り算定した。

表 4-3-2 処理対象ごみ量及び施設規模の想定

項目	処理パターン	焼却	堆肥化	RDF化	直接埋立
A.1人1日平均の処理対象ごみ量	(g/人・日)	898.2	459.7	898.2	217.6
B.処理対象人口	(人)	100,000			
C.年間平均処理量	(t/年)	32,784	16,779	32,784	7,942
D.施設稼働日数	(日)	300			
E.稼働日当たり平均処理量	(t/日)	109.3	55.9	109.3	—
E'.計画年間日平均処理量	(t/日)	89.8	46	89.8	21.8
F.ごみ量の計画月最大変動係数		1.15			—
G.施設稼働率		0.85 (16hr/日)	0.83 (8hr/日)	0.83 (8hr/日)	—
H.施設規模	(t/日)	122	64	122	(11万m ³)
計算根拠	C=A÷1,000÷1,000×B×365 F,G:ごみ処理施設構造指針解説を参考 H=E'×F÷G 埋立施設規模=217.6g/人・日×10万人×365日×(1+1/3)×0.7m ³ /t (覆土量=埋立物重量×1/3, 体積換算係数=0.7)				
備考 ・処理残渣の発生率 (処理投入量に対する残渣の重量%)		約15~20% (主灰、飛灰)	約5~10% (袋、異物)	5%未満 (不燃物等) 10~20% (焼却後の灰)	—

注) 覆土量は国庫補助上限の埋立物重量の1/3で算定

算定の結果からは、10万人規模都市において焼却施設及びRDF施設で日量120t規模、堆肥化施設で60t規模の施設が必要となると推定される。

最終処分場については容量(m³)換算となり埋立期間も設定が必要となるが一般的な事例からは埋立期間=15年間として約11万m³クラスの処分場が必要と考えられる。

(4) 経済性の比較

算定した施設規模をベースとして、各処理パターンにおける施設建設コスト、処理コストを比較した。

表 4-3-3 ごみ処理パターン別の経済性の比較

項目 \ 処理パターン		焼却	堆肥化	RDF化	埋立
A1:建設コスト (施設規模クラス単価)	万円/(t/d)	5,000	2,500	6,000	(0.60万円/m ³)
A2:建設コスト (トータル)	億円	61	16	73.2	6.6
A3:処理コスト (処理量当りイニシャルコスト)	万円/ごみt	1.23	0.63	1.49	0.55
(施設規模)	t/日	122	64	122	(11万m ³)
(年間処理量)	t/年	33,000	17,000	33,000	(8,000)
B:処理コスト (処理量当りランニングコスト)	万円/ごみt	1.5	1.5 (0.6~2.0)	2.0 (2.0~2.3)	1.1
処理コスト合計 (イニシャル+ランニング)	万円/ごみt	2.7	2.1	3.5	1.7

注) A1-焼却、RDF化は平成9年度厚生省内示物件等より、堆肥化は本調査対象施設より算定。埋立は土木及び水処理施設含む(いずれも参考資料-4-3参照)。

A2-建設コスト(A1)×施設規模

A3-施設を15年間の耐用年数として $A3 = A2 \div 15 \div$ 年間処理量で算出。

B-焼却、埋立は(社)全国都市清掃会議「廃棄物処理事業実態調査統計資料」平成7年度実績より推定。堆肥化、RDF化は本調査アンケートより算出(いずれも参考資料-4-3参照)。

上記の結果からごみ処理量当たりのイニシャルコストは埋立が最も低く、堆肥化もこれと大差はない。

これに対して、建設施設規模の実績の問題はあるが、焼却やRDFは前者(埋立や堆肥化)の2倍以上のコストとなっている。

また、処理量当たりのランニングコストについては、(資料的に水処理施設をもたない施設も多いためと考えられるが)埋立が最も低くなっており、次いで焼却と堆肥化がほぼ同等、RDF化が最も高くなっている。

コスト合計でも、現時点では実績の差によるためか、RDF化が最も高いという結果となる。

※上記は、あくまでも各単独の処理・処分施設について、限られた資料に基づき算出したものであり、各処理パターンのごみ処理システム全体(収集から処理、処分まで)を考慮した比較ではなく、各処理残渣の二次的な処理処分、焼却施設の高度化(灰の熔融、ガス化焼却・熔融)、堆肥化・RDF化の処理対象外ごみの対応などを加味して総合的に検討する余地がある。

以上のようにRDF化についてはいまだ実績例が少なく、需要先の安定確保の面からも成熟した処理方法とはいえないが、中小都市におけるエネルギー回収の低い焼却処理や単なるリサイクル要素をもたない埋立処分に比べれば、堆肥化、RDF化はごみ処理において、ごみの有効利用技術という面からは有意義であるといえ、今後さらに経済的な施設計画とともに品質の安定化を図る必要があるといえよう。

4-3-2 高品位性確保のための施設計画における方策

第2章における再生処理工程の整理等から、一般的なモデル再生工程を設定して、再生品の高品位確保のための留意点をまとめ、対応する処理工程の中の単位プロセスと各プロセスの関連を示した。

(1) 堆肥化施設の計画における方策

2章でも示したように、堆肥化プロセスの分類は、発酵段階の形式（攪拌、野積み）、混合物の移動方向（縦型、横型）、発酵槽の形状（ローリ-キル式、ピン式、サイロ式）、段数（単段、多段）及び切り返しの方法（スク-プ式、パドル式、オ-ガ式）など分類の仕方も多様である。国内の主流は現在、ピン式（比較的浅い長方形の槽の中で発酵を行う）、多段式、野積み式であり、市町村における処理施設に導入されている。

都市ごみの堆肥化施設を前提とした場合、全体のプロセスは表 4-3-6 に示す処理工程で構成されるのが一般的である。以下に処理工程における単位プロセスの留意点と他のプロセスとの関連を整理した。

1) 受入供給工程

都市ごみ原料については、様々な原料廃棄物の形態が想定されることから、原料調整の必要に応じた、各受入れスペースの確保が必要である。

特に事業系ごみについては、施設への搬入時に原料のチェックが必要である。

家庭系ごみについては、事前の指導により水分や異物混入の防止を徹底することになるが、施設での異物制限としては、袋出しの場合、破袋・除袋能力の向上が重要となる（最近では一部で生分解性プラスチック使用の収集袋の利用もみられる）。

2) 混合（仕込み）工程

受入れた原料を種別に混合、あるいは、水分調整のために副資材（籾殻、おがくず、バークなど）を混合する。ここで一次発酵前原料の水分を一般的に約 50%～60%程度に調整する。副資材については、目的と経済性と考慮し、選定する必要があるが、使用前の性状の把握（水分、C/N 比、肥効成分、有害成分）を行い全体収支から添加量や製品品質も検討しておく（表 4-3-4 参照）。

3) 一次破碎・選別工程

原料の前処理としてまず、破碎処理が必要である。破碎と同時に粗大な異物を除去する一次選別を行う。全体工程における処理物の物性の変化を考慮し、破碎・選別設備の配置、機種、能力を選定する。

4) 一次発酵

ここでは、前処理された原料について、温度調整、通気管理、攪拌、移送、排水を行う。可燃ごみとして収集された原料は紙類の比率によっては、適度な水分よりも低くなる場合があるために、場内発生排水の再利用による水分調整を行う場合もある。横型のスク-プ式・パドル式あるいは縦型の多段パドル式などがある。コスト面からは、横型発酵槽のものが低コストとなるが、広い用地を要する、開放式のための臭気対策が必要などの問題がある。逆に縦型は、コンパクト、密閉式のタンク式のために臭気対策は容易であるがコスト高となり、周辺環境との調和

をはかり計画する必要がある。

5) 二次発酵

一次発酵では不十分な熟度を二次発酵により補完する。この工程で製品としての水分、C/N比を決定する。ピット堆積と通気による発酵（約1～2ヶ月）と、強制通気攪拌による発酵（約2～3週間）がある。

6) 二次破碎・選別工程

二次発酵品をトロンル（選択破碎分別装置）等により破碎・選別する。品質の安定化、製品回収率向上のため未熟部は再度一次発酵槽へ返送する。この段階では水分も約40%前後に安定していることから、腐熟部の異物・狭雑物除去（ガウス、金属、プラスチック）のために磁選機、風選機、弾力選別機などを組合せ、製品の純度を確保する。この結果異物混入率を1%未満（乾重量ベース）に制限する。

7) 仕上げ・搬出・保管工程

最終的な異物除去（手選別）、分級、造粒、袋詰め、保管を行う。必要に応じ、最終選別を組み入れる。また、使用目的に応じて、製品のサイズ調整（分級：土壤改良資材としての利用）や形状調整（造粒、ペレット化：施用時の散布のハンドリング性、肥料としての有効性）を行い、普及拡大をはかる。

また、保管施設や周辺環境、堆肥ユーザーの条件等を考慮して、バラ積み保管や袋詰め保管を行う。一般には扱い易さから袋詰めの引渡しが多く、この場合、今回の調査では3kg、10kg、15kgが多くみられた。今後は製品の品質や施用量の表示を行うことが望ましい。

8) その他附帯工程

原料廃棄物より発生する排水（汚水、汚泥）は極力場内にて再使用し、処理水量・水質の低減をはかる。また、受入れ時の水分調整（水切り等）による抑制も必要である。

また、悪臭対策としては、発生源対策と施設対策が考えられるが、完全な除去は現実的には難しい。脱臭方法としては、物理的方法（活性炭脱臭、水洗法、冷却凝縮法など）、化学的方法（酸・アルカリの化学反応法、薬液洗浄法、直接燃焼法など）、生物学的方法（土壤脱臭、活性汚泥法など）があげられる（表4-3-5参照）。

表 4-3-4 堆肥化副資材の種類と比較

副資材の種類		
	入手先	副資材名
有機質資材	農 業	籾 が ら
		稲 わ ら
		米 ヌ カ
		麦 わ ら
	林 業	バ ー ク
		お が く ず
	食品加工業	コーヒ-豆かす
無機質資材		セオライト

主な副資材の比較 (建設省下水道部, 1988)

添加物の種類		籾がら(粉砕)	おがくず	バーク	稲わら
項 目	含水率 (%)	10~15	23.7~36.7	49.4~52.7	8~13
	pH	6.9~7.2	5.1~6.1	5.9	-
	有機分 (DS%)	78.5~80.0	98.8~99.8	83.5	84~87
	C/N	120~160	44~55	104	41
	T-C (DS%)	28~40	48.1~49.7	41.5	37.1
	T-N (DS%)	0.25~10.5	0.9~1.1	0.4	0.9
	K ₂ O (%)	0.28	0.08~0.13	0.3	1.39
	P ₂ O ₅ (%)	1.43	0.04~0.05	0.15	2.60
	粒 径 (mm)	3以下		4~19	30
	特 徴	<ul style="list-style-type: none"> ○初期含水率が低く、含水率調整材として適する ○珪酸質の硬い組成で、そのままでは土壌中での腐熟の進行が遅いので粉砕したほうがよい ○発生期間が限られているので貯留スペースを要する 	<ul style="list-style-type: none"> ○ふるい分けや粉砕の必要がない ○供給は年間を通して可能である ○主成分は難分解性有機物なので分解が遅い ○炭素含有率が高く窒素飢餓状態になりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ○粉砕樹皮とする必要がある ○炭素含有率が高い ○通気性の改良効果が大 ○添加物としての再利用が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○初期含水率が籾がらと同程度に低く含水率調整材として適する ○カリ分が高い ○現在は、コンバインでカッティングされた後焼却するため入手しにくい ○貯蔵スペースが大きく ○鉄断(カッタ)が必要となる

(文献：有機廃棄物 1997.5 有機質資源化推進会議 編)

表 4-3-5 脱臭方法の整理

脱臭法	原 理	反応器等	対象臭気物質
液体洗淨	悪臭物質を水、酸、アルカリなどの薬液を用いて液側に移行させる。	シャワー塔 充填塔	アンモニア、低級アミン、低級脂肪酸、硫化水素、メルカプタン
薬品酸化	オゾン、次亜塩素酸ソーダなどの酸化剤による悪臭物質の分解とマスキング	シャワー塔 充填塔	不飽和有機化合物、硫化水素、メルカプタン、アルデヒド、アミン、サルファイド
直接燃焼	可燃成分を800℃程度の高温で燃焼分解する。	燃焼炉	可燃性悪臭
触媒燃焼	触媒の存在下で300℃程度の低温で燃焼する。	触媒燃焼炉	同上
土壌吸着 酸化	土壌や熟成コンポストを用いて悪臭物質を吸着し微生物で分解する。	アースフィルター ボーデンフィルター コンポストフィルター	アンモニア、アミン、硫化水素、下水臭
吸着	活性炭、白土などで吸着する。	吸着塔	アルコール類、脂肪酸類、ベンゼン、メルカプタン

(文献：コンポストの最新技術 1995.3 (社) 全国産業廃棄物連合会 発行)

表4-3-6 再生品の高品位性確保のための施設計画における方策【堆肥化施設】

	堆肥化	全体工程							附帯設備		
		1	2	3	4	5	6	7	汚水処理設備	防臭・脱臭設備	
		受入供給工程	仕込み	破砕・選別工程(1)	発酵工程(一次発酵)	熟成工程(二次発酵)	破砕・選別工程(2)	仕上げ・搬出・保管工程			
		受入れ、供給、破袋、解袋、除袋	水分調整剤、副資材添加	大型異物除去、鉄分除去、破砕(均質化)	発熱を伴う積極的な発酵(温度、通気、攪拌、移送、排水)	熟成養生過程	粒度調整、雑物除去	乾燥、分級(粒度選別)、等級分け、圧縮成形、袋詰め等	場内有機系排水の処理	アンモニア等の悪臭ガスの除去	
		各工程の主な処理目的									
		品質向上のため留意したい方策									
ア.	原料(生ごみ)の吟味・指導(洗剤等の付着) ・適度な水分の原料(生ごみ)の受入れ ・受入れピット、ヤード保管時等の水分除去	◎			△	△			△		△
イ.	水分調整は場内発生排水を再利用 ・副資材添加時は安全性に配慮する(糊殻の農薬、家畜ふん尿の飼料由来抗生物質)		◎		△	△					○
ウ.	全工程における有効な破砕・選別工程の配置の検討			◎	△	△			○		
エ.	破袋・除袋の能力向上	◎			△						
オ.	手選別による大型異物(電池等)の除去			◎	△				△		
カ.	次工程に有効な粒度調整			◎	△						
キ.	異物(大型物、ガラス、フィルム)の徹底除去			◎	△				◎		
ク.	発酵・熟成の促進(温度管理、切返し等)								◎		
ケ.	分級・造粒等による堆肥の形状安定化、袋詰めによる保管性の向上										△
コ.	サイロ等からの定量切出し供給による大量利用の促進、袋詰め工程の省略										◎

◎:主に機能する工程

○:補充的に機能する工程

△:前工程から影響を受ける工程

(2) R D F 化施設の計画における方策

2章の表 2-1-1(2)にも示したように、R D F 化の基本工程は、

「**破碎**」→「**選別**」→「**乾燥**」→「**成形**」の4要素である。

施設の構成要素を左右するものとして、原料廃棄物の種類（家庭系か事業系か、厨芥類を対象とするか、大型破碎ごみを含むか等）、添加剤の有無があげられる。

都市ごみのR D F 化施設を前提とした場合、全体のプロセスは表 4-3-9 に示す処理工程で構成されるのが一般的である。以下に処理工程における単位プロセスの留意点と他のプロセスとの関連を整理した。

1) 受入供給工程

都市ごみ原料については、様々な原料廃棄物の形態が想定されることから、原料調整の必要に応じた、各受入れスペースの確保が必要である。

特に事業系ごみについては、施設への搬入時に制限品目外の原料の混入など、チェックが必要である。

家庭系ごみについては、事前の指導により水分や異物混入の防止を徹底することになるが、指定袋外の異質袋（塩ビ系樹脂など）の使用に注意する。施設での異物制限としては、大型異物や処理危険物の制限が重要となる。

2) 一次破碎・選別工程

ここでは、R D F 燃焼性の向上と使用後の残渣の低減、R D F 化の後工程（破碎、成形）での設備ダメージを少なくするために選別を行う。破碎前の処理不適物、危険物の除去も必要な工程であり、手選別除去が現在のところ有効である。

機械選別については、堆肥化と比較すると、原料の水分は比較的低いと思われ、選別は行い易く、さらに低水分の場合は破碎前の選別が不燃物除去に有効とされている。また、そのために軽量物が主となるために振動式と併用の風力選別も用いられる。高水分の場合は、破碎、乾燥後の選別が有効とされるが、ランニングコストからは、極力水分を低減した原料廃棄物を対象とし、破碎処理も極小とすることが望ましい（表 4-3-7 参照）。

小径の重量異物は破碎や乾燥後の二次選別にて除去する。

3) 乾燥工程

乾燥機や熱風炉を用いて、原料の水分を 10%～20%程度に調整する。乾燥の目的は、二次選別性能向上の補助、成形工程のための水分調整、製品 R D F の含水率コントロール（輸送性向上、貯留時の腐敗防止等）である。この工程で腐敗防止や排ガス安定化のために消石灰などの添加剤を加える場合がある。

乾燥は成形前と後で行う場合があるが成形時の熱エネルギーのロス、高含水率による未成形品を抑制するの観点からは、成形前の乾燥が有利である。

また、厨芥ごみ等により発生した汚水の処理については、汚水処理施設の省略、悪臭対策から、熱風炉や隣接する焼却炉で噴霧燃焼処理することも考えられる。

4) 二次破碎・選別工程

原料の性状、異物量によりこの工程は省略される場合がある。

破碎や乾燥後のサイズ調整、比重調整後の選別として有効である。

方式としては、比重差式選別（重量不燃物等の除去）、磁力式選別（金属類の除去）、

渦電流式選別（アルミ等の非鉄金属類の除去）がある。

また、次工程の成形前の粒度調整として破碎する場合もある。

5) 成形工程

原料ごみの成形により、ハンドリング性、輸送性や貯蔵性を向上させる。

成形には原料ごみ（水分 20%～30%）を外部加熱により熔融成形・乾燥する場合と、乾燥原料（水分 10%～15%）を圧縮成形する場合がある（表 4-3-8 参照）。

成形後の RDF の特性は、前者が中密度、後者が高密度とされ、使用先の用途、運搬距離等を勘案し、選択する。後者ではリング式やスクリー式による成形が比較的多い。

多くの処理方式ではこの段階で消石灰が添加・混合されるが、排ガス処理基準と併せて RDF 焼却灰発生低減の観点も考慮して添加量を決定する必要がある。。

6) 二次乾燥工程

成形品を乾燥し、性状を安定させた後に振動ふるいやトロンメルにて未成形品、粉状物を再成形ラインへ返送する場合がある。

7) 搬出・保管工程

RDF の冷却、秤量、袋詰め、貯留・保管を行う。

成形後の RDF は 80℃～100℃まで温度が上昇しているために、通常空冷式により常温までに冷却される。保管時には温度や湿度管理を行い、腐敗等の防止に努める。よって、RDF の水分、形状、カロリーの安定を図るとともに、使用先需要の変動にも対応する保管容量を確保する必要がある。したがって、安定需要と近距離（地域内）利用の確保が保管容量低減にも資することとなる。

8) その他附帯工程

堆肥化施設と同様に排水処理施設（ごみピット汚水対策）、脱臭設備（ごみピットや乾燥工程）が必要となる（前出の“堆肥化施設”の同項を参照）。

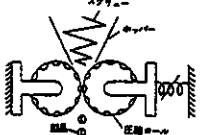
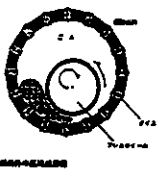
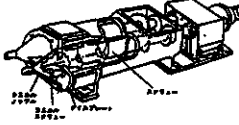
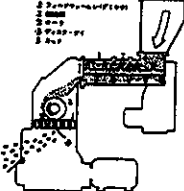
表 4-3-7 選別機の分類

選別原理	方式	代表機器	対象物	前処理
粒度差	ふるい	振動方式	面内運動振動ふるい機 円運動振動ふるい機	・細粒物の分離 ・中間破砕処理
		回転方式	選択破砕分別装置	
比重差	風力	横風方式	横型風力選別機	・水分の少ない破砕ごみ中の高比重物の分離 ・中間破砕処理 ・厨芥ごみは乾燥が必要
		縦風方式	縦型風力選別機	
傾斜方式		傾斜型風力選別機		
サイクロン方式		サイクロン選別機		
	機械	傾斜バネコンベア方式	インクライン選別機	・水分の少ないごみ中の柔・硬物の分離 ・粗破砕処理
		傾斜揺動方式	バリスティック選別機	
磁力差	磁気	ベルトプリー方式	マグネットプリー付コンベア	・鉄類の分離
		回転方式	ドラム磁選機	
		吊下げ方式	吊下げ磁選機	
うず電流	磁気	リーフ方式	リーフ式非鉄磁選機	・水分の少ないごみ中のFe、非鉄金属の分離 ・中間破砕処理
		永久磁石方式	Fe磁選機	
		回転磁石方式	直流励磁型ドラム選別機	

出典：プラスチック再生利用便覧、プラスチック処理促進協会より作成

(文献：ごみ固形燃料化EcoLink-利用社会システムの総合評価に関する調査研究 H9.3 (財)エンジニアリング振興協会)

表 4-3-8 廃棄物成形機の種類と特徴

方式	特徴	対象	成形密度
ブリケット成形機 	一定の型に材料を押し込み、圧力をかけてブリケットに成形する方式	木炭、粉炭 廃プラスチック	高密度
リング式押し出し成形機 	孔のあいたリングと内円に配置されたローラーが回転し、リング内の材料を孔に押し込み圧縮成形する方式	都市ごみ	中密度
スクリー式押し出し成形 	おがくずなどの均一で細かい破砕物をスクリーで圧力をかけながら加圧成形する。	おがくず 廃プラスチック 木くず 都市ごみ	中密度
石臼式押し出し成形機 	孔のあいた円盤上を盤上に配置されたローラーが回転することで盤上の材料を孔に押し込み圧縮成形する方式	おがくず おから 各種飼料 都市ごみ	高密度

出典：「廃棄物の固形化技術」、(株)アイピーシーより作成

(文献：同上)

巻末参考資料

(資料番号は本編の目次に対応している)

〈平成9年度報告関連〉

- 平成9年度分析結果一覧 1p

〈平成10年度報告関連〉

- 参考資料-1-1(1)：1次アンケート集計 4p
- 参考資料-1-1(2)：グラフ集計用分類表 15p
- 参考資料-2-2：再生処理施設メーカーアンケート回答 18p
- 参考資料-2-4：再生品ユーザーアンケート回答 20p
- 参考資料-3-1：厚生省：ごみ処理施設性能指針（抜粋） 22p
- 参考資料-3-2(1)：通産省工業技術院：RDFのJIS化に関する標準情報（TR） 25p
（分析方法は省略）
- 参考資料-3-2(2)：分析試験結果（数値データ以外①異物試験、②発芽試験） 29p
- 参考資料-3-2(3)：分析試験方法（規定方法以外） 34p
- 参考資料-4-1(1)：RDF発電関連 35p
－電源開発（株）資料より－
- 参考資料-4-1(2)：RDFのセメント原燃料関連 43p
－（社）日本廃棄物コンクリート協会、容器包装分別収集検討専門委員会 資料より－
- 参考資料-4-1(3)：RDF焼却施設（下水汚泥焼却施設含む）関連 45p
－「廃棄物の焼却技術」オーム社 1998.1」より－
- 参考資料-4-1(4)：RDFの下水汚泥混焼関連 46p
－「ロカエネギー・リサイクル構想事業化研究調査報告書」平成6年1月（財）地域活性化センターより－
- 参考資料-4-3：建設コスト、処理コストの根拠の整理 53p