

RDFユーザー

2次アンケート一覧表

ユーザー名	製紙メーカーNo.1 (E工場)	製紙メーカーNo.2 (T工場)	熱供給公社	NR社	NR社	NR社	NR社	省路(場内利 用)	NC社
アンケート対象施設	北海道・東北地域 S市GI工場			関東地域 I町Sセンター ごみ固形燃料化 施設	東海・近畿地域 E組合Rセン ター	東海・近畿地域 H町Gセンター	関東地域 N町Sセンター	北海道・東北地 域R市B館 高速燃料化処理 施設	東海・近畿地域 T町Rセンター
①									
②									
③									
④									
⑤									
⑥									
⑦									
1. 製品の利用用途等に関する質問	先進事例施設No.								
ユーザーの業種や利用用途	紙、パルプ製造業 55t/H流動層ボイラー	紙パルプ製造業流 動床ボイラー	熱供給事業 専焼ボイラー用燃 料	1. 紙加工メーカ 2. 建材メーカ 3. 冷暖房熱源					
製品に関する要望 (製品の機能面から)	低位発熱量4,000~ 5,000kcal/kg 硫黄 分、塩素分共に0.5 以下太さは40mm程 度 長さ100mm以下	塩素含有量低下を 要望	性状、成分の均 一性	1. カロリーが高いこと 2. 塩素分が少ないこと 3. 異物混入が少ないこと					
製品に関する要望 (製品の安全面から)		満足している		1. 粉化しないこと 2. 小粒であること					
2. 製品の品質基準に関する質問									
現在の品実基準に関して改善す べき点等	RDFの原料は木、 紙、プラスチックが今 スとなっているが今 後他原料(生ごみま 等)の発生が見込ま れている。使用者側 では硫黄分、塩素分 の高いものは使用し ない考えである。 従って硫黄・塩素分 の基準を検討すべ きと思います。	水分10%以下、灰 分20%以下の成分 であれば発熱量を 3,000kcal以上より もって高く設定でき るのではないであ ろうか		1. RDFに関するTRが制定され、規格 化されることは望ましい。 2. TRの中味に関しては特に要望はない。					
新たな用途展開等に関する意見									
用途展開		燃料							発電利用
利用促進のために達成すべき 課題点		塩素含有量低下							
達成目標		塩素分0.2%以下							
目標達成のための方法		原料分別の徹底							取扱い上の法見直し、有償、逆有償に 関係なく「燃料」の扱いをすること
環境保全									
規制すべき項目	硫黄、塩素分	塩素分							塩素含有率
規制する項目に関する目標		塩素含有量低下							塩ビ製品の分別収集
達成目標	共に0.5%以下	塩素分0.2%以下							
目標達成のための方法		原料分別の徹底 脱塩装置の設置等							分別方式の見直し

生衛発第1572号

平成10年10月28日



各都道府県知事 殿

厚生省生活衛生局水道環境部長

廃棄物処理施設整備国庫補助事業に係る  
ごみ処理施設の性能に関する指針について

廃棄物処理施設整備国庫補助事業に係るごみ処理施設の構造に関する技術上の基準については、昭和61年8月15日付け衛環第144号通知別添1「ごみ処理施設構造指針」を適用しているところであるが、近年、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）に基づく技術上の基準等を強化及び明確化してきたこと、新技術の開発などにより廃棄物処理技術が多様化してきたこと等を踏まえ、今般、別添の「ごみ処理施設性能指針」（以下「性能指針」という。）を策定したことから、「ごみ処理施設構造指針」を廃止し、平成11年度以降新たに着手する国庫補助事業から、性能指針を廃棄物処理施設整備費国庫補助金交付要綱（昭和53年5月31日付け厚生省環第382号厚生事務次官通知）通則3に定める細目基準の一つとすることとしたので通知する。

廃棄物処理施設整備に係る国庫補助の申請に当たっては、補助事業者である地方公共団体（廃棄物処理法第15条の5第1項に基づき指定された廃棄物処理センターを含む。）が、廃棄物処理法その他の関係法令・通知等に定める規定に加え、性能指針に定める事項について事前に十分な検討を行うよう、貴管下市町村等に対する指導方よろしく願います。

なお、ごみ処理施設の性能に関する事項を確認する根拠となる資料については、その信頼性等について十分確認する必要があるが、第三者機関等の評価を受けたものに限定する必要はない。

また、「ごみ処理施設構造指針」の廃止に伴い、昭和54年9月1日付け環整第107号本職通知により指示した指針外施設の協議のうちごみ処理施設に係るものについては廃止する。

## VII ごみ燃料化施設

### 1. 性能に関する事項

#### (1) ごみ処理能力

計画する質及び量のごみを、計画する性状のごみ固形化燃料に処理する能力を有すること。

#### (2) ごみ固形化燃料の性状

ごみ固形化燃料の水分含有率は、10パーセント以下（ごみ固形化燃料が速やかに利用される場合、又は生活環境保全上、支障を生じるおそれのない保管施設がある場合には20%以下）であること。

#### (3) 安定稼働

一系列当たり90日間以上にわたり、この間の計画作業日における安定運転が可能であること。

### 2. 性能に関する事項の確認方法

#### (1) 性能確認条件

以下の条件を満たす実証施設又は実用施設における運転結果にもとづき、各性能に関する事項に適合しているか確認すること。

- ① 計画するごみと同程度のごみ質のごみを使用して運転を行ったものであること。
- ② 計画する実用施設の一系列当たりの処理能力に対し、実証施設又は既存実用施設の一系列当たりの処理能力は、概ね1/10以上であること。
- ③ 実証試験については、延べ200時間以上の運転実績を有すること。

#### (2) 性能確認方法

##### ① ごみ処理能力及びごみ固形化燃料の性状

以下のいずれかにより確認すること。

- i. 実証試験により得られた運転データ等を評価した結果
- ii. 実用施設における運転データ等を評価した結果

##### ② 安定稼働

以下のいずれかにより確認すること。

- i. 実証試験により得られた運転データ並びに構成部品及び部材の耐用性と、安定運転を阻害する原因への対策等を評価した結果
- ii. 実用施設において、一系列当たり90日間以上にわたり、この間の計画作業日に安定運転した実績

## VIII ごみ高速堆肥化施設

### 1. 性能に関する事項

#### (1) ごみ処理能力

計画する質及び量のごみを、計画する性状の堆肥（コンポスト）に処理する能力を有すること。

#### (2) 堆肥の性状

- ① 堆肥のC/N比は20以下であること。ただし、水分調整材を混入する場合は概ね30以下であること。
- ② 堆肥の異物混入率は、乾燥状態で1パーセント以下であること。

#### (3) 安定稼働

一系列当たり90日間以上連続して安定運転が可能であること。

### 2. 性能に関する事項の確認方法

#### (1) 性能確認条件

以下の条件を満たす実証施設又は実用施設における運転結果にもとづき、各性能に関する事項に適合しているか確認すること。

- ① 計画するごみと同程度のごみ質のごみを使用して運転を行ったものであること。
- ② 計画する実用施設の一系列当たりの処理能力に対し、実証施設又は既存実用施設の一系列当たりの処理能力は、概ね1/10以上であること。
- ③ 実証試験については、延べ試験運転時間100日間以上（このうち、連続試験運転時間90日間以上）の運転実績を有すること。

#### (2) 性能確認方法

##### ① ごみ処理能力及び堆肥の性状

以下のいずれかにより確認すること。

- i. 実証試験により得られた運転データ等を評価した結果
- ii. 実用施設における運転データ等を評価した結果

##### ② 安定稼働

以下のいずれかにより確認すること。

- i. 実証試験による運転データ並びに構成部品及び部材の耐用性と、安定運転を阻害する原因への対策等を評価した結果
- ii. 実用施設において、一系列当たり90日間以上連続して安定運転した実績

標準情報（TR）（案）

TR

廃棄物固形化燃料

K 0001:199X

Densified refuse derived fuel

1. 適用範囲 この標準情報（TR）は、可燃性廃棄物を原料として、圧縮成形、押出成形などによって固形化した燃料（廃棄物固形化燃料、以下「RDF」という。）で、適切な燃焼設備<sup>(1)</sup>で適切に燃焼させる<sup>(2)</sup>ことを前提として製造されたものについて規定する。ただし、簡単なブロック状にしたもの及び高炉還元剤などとして使用されるチップ状のものは含まない。

注<sup>(1)</sup> 附属書の2. による

<sup>(2)</sup> 附属書の3. による

2. 引用規格 次に掲げる規格及び標準情報（TR）は、この標準情報（TR）に引用されることによってこの標準情報（TR）の一部を構成する。これらの引用規格及び引用標準情報（TR）は、その最新版を適用する。

JIS B 7507 ノギス

JIS K XXXX-1 廃棄物固形化燃料—第1部：試験方法通則

JIS K XXXX-2 廃棄物固形化燃料—第2部：発熱量試験方法

JIS K XXXX-3 廃棄物固形化燃料—第3部：水分試験方法

JIS K XXXX-4 廃棄物固形化燃料—第4部：灰分試験方法

JIS K XXXX-5 廃棄物固形化燃料—第5部：金属含有量試験方法

JIS K XXXX-6 廃棄物固形化燃料—第6部：全塩素含有量試験方法

TR K 000X 廃棄物固形化燃料—硫黄含有量試験方法

TR K 000Y 廃棄物固形化燃料—かさ密度試験方法

TR K 000Z 廃棄物固形化燃料—元素分析試験方法

3. 用語の定義 この標準情報（TR）で用いる主な用語の定義は、JIS K XXXX-1の3.（定義）による。

4. 形状・寸法 RDFの形状は概ね円柱形とし、寸法は8.1によって測定し、長さ10～100mm、直径5～50mmの範囲とする。ただし、受渡当事者間の協定がある場合は、これ以外の形状・寸法のものでもよい。

## 5. 品質

- 5.1 発熱量 発熱量は、8.2によって試験し、総発熱量の平均値が12,500kJ/kg {3000kcal/kg} 以上とする。
- 5.2 水分 水分は、8.3によって試験し、10%以下とする。
- 5.3 灰分 灰分は、8.4によって試験し、20%以下とする。
- 5.4 金属含有量 金属含有量の規定値は定めないが、8.5によって試験し、水銀、カドミウム、鉛、全クロム、ヒ素及びセレンの含有量を表示する。
- 5.5 全塩素分 全塩素分の規定値は定めないが、8.6によって試験した値を表示する。
- 5.6 硫黄分 硫黄分の規定値は定めないが、8.7によって試験した値を表示する。
- 5.7 かさ密度 かさ密度の規定値は定めないが、8.8によって試験した値を表示する。
- 5.8 窒素分 窒素分の規定値は定めないが、8.9によって試験した値を表示する。

6. 原料 RDFの原料は、一般廃棄物又は産業廃棄物とする。

7. サンプルング方法 試料のサンプルングは、JIS K XXXX-1の6.1 (サンプルの採取方法)、6.2 (サンプルの粉碎方法) 及び6.3 (試料の縮分方法) による。

## 8. 試験方法

- 8.1 寸法 寸法は、JIS B 7507に規定するノギス又はこれと同等以上の精度をもつものを用いて、ミリメートルのけたまで測定する。
- 8.2 発熱量 発熱量は、JIS K XXXX-2によって試験し、総発熱量を求める。
- 8.3 水分 水分は、JIS K XXXX-3によって試験し、その百分率を求める。
- 8.4 灰分 灰分は、JIS K XXXX-4によって試験し、その百分率を求める。

8.5 金属含有量 金属含有量は、JIS K XXXX-5によって試験し、水銀、カドミウム、鉛、全クロム、ひ素及びセレンの含有量を求める。

8.6 全塩素分 全塩素分は、JIS K XXXX-6によって試験し、その百分率を求める。

8.7 硫黄分 硫黄分は、TR 000Xによって試験し、その百分率を求める。

8.8 かさ密度 かさ密度は、TR 000Yによって試験し、kg/m<sup>3</sup>で表す。

8.9 窒素分 窒素分は、TR 000Zによって試験し、その百分率を求める。

9. 表示 R D Fの包装、容器又は送り状には、次の事項を表示する。

- (1) 寸法
- (2) 総発熱量
- (3) 水銀、カドミウム、鉛、全クロム、ひ素及びセレンの含有量
- (4) 全塩素分
- (5) 硫黄分
- (6) かさ密度
- (7) 窒素分
- (8) 原料（一般廃棄物又は産業廃棄の別）
- (9) 原料に分別一般廃棄物及び産業廃棄物を使用した場合は、原料の組成比（紙くず、木くず、廃プラスチック、その他の質量%）
- (10) 生石灰及び消石灰添加率（生石灰又は消石灰を添加した場合）
- (11) 製造業者名又はその略号
- (12) 製造年月

## 附属書（規定） R D F の適切な燃焼施設及び燃焼条件

### 1. 適用範囲

この附属書は、R D F の適切な燃焼施設及び適切な燃焼条件について規定する。

### 2. 適切な燃焼施設

2.1 燃焼炉 燃焼炉は、外気と遮断されており、定量的かつ連続的にR D F を燃焼室に投入できる供給設備を有すること。

2.2 排ガス処理設備 排ガス処理設備は、大気汚染防止法の排出ガス濃度基準を満たす性能を有すること。

2.3 燃焼用空気供給設備 燃焼用空気供給設備は、R D F の燃焼に必要な充分な量の空気を供給できる性能を有すること。

2.4 燃焼ガス冷却設備 燃焼ガス冷却設備は、燃焼ガスの温度を概ね200℃以下に冷却できる性能を有すること。

### 3. 適切な燃焼条件

3.1 燃焼温度 燃焼温度は、850℃以上を確保すること。

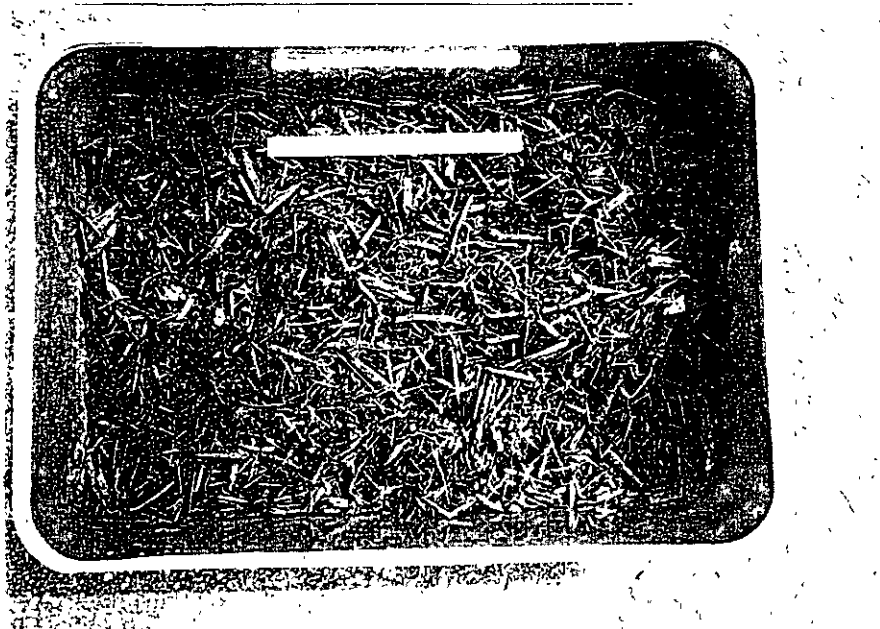
3.2 燃焼炉出口酸素濃度 燃焼炉出口の酸素濃度は、4%以上を確保すること。

3.3 燃焼炉出口の一酸化炭素濃度 燃焼炉出口の一酸化炭素濃度は、30 ppm（O<sub>2</sub> 12%換算値）以下を確保すること。

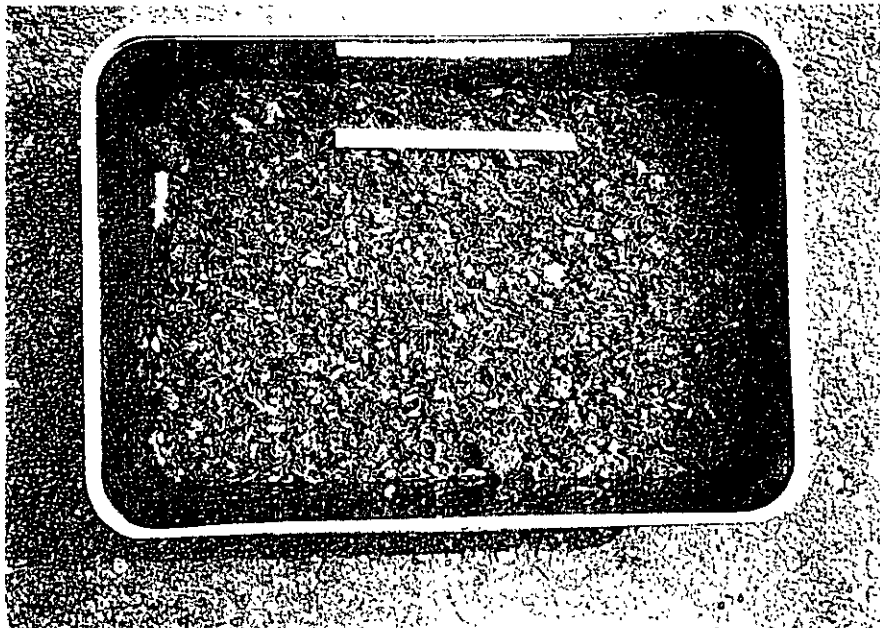
3.4 集じん装置入口ガス温度 集じん装置入口ガス温度は、概ね200℃以下になるよう冷却すること。



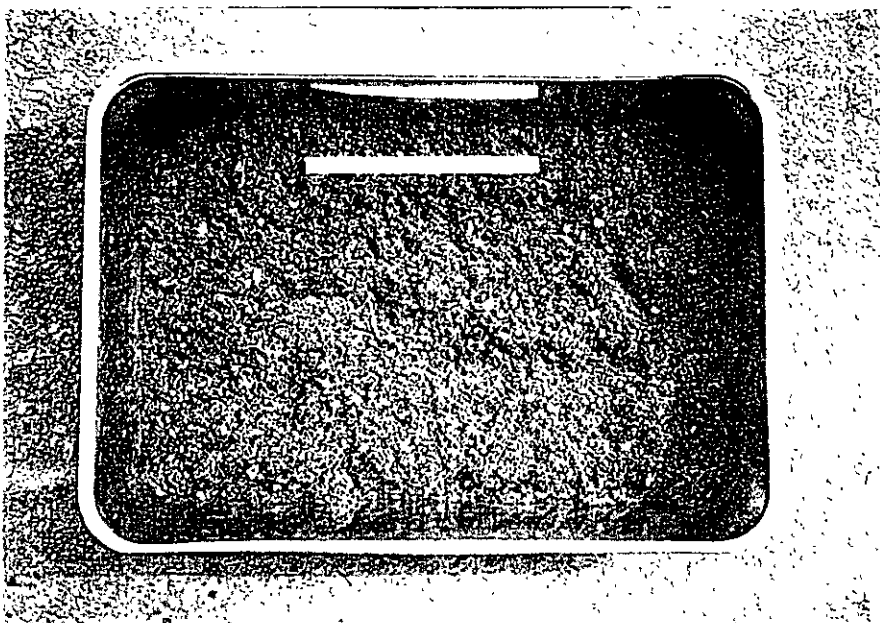
□参考資料-3-2(2) : 分析試験結果 (数値データ以外①異物試験、②発芽試験)  
堆肥中の異物試験(2mm篩上サンプル写真)



F市  
Mセンター

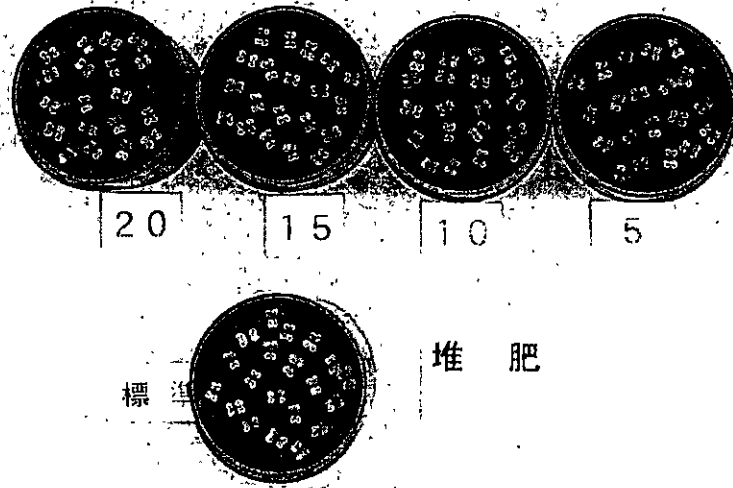


R市B館

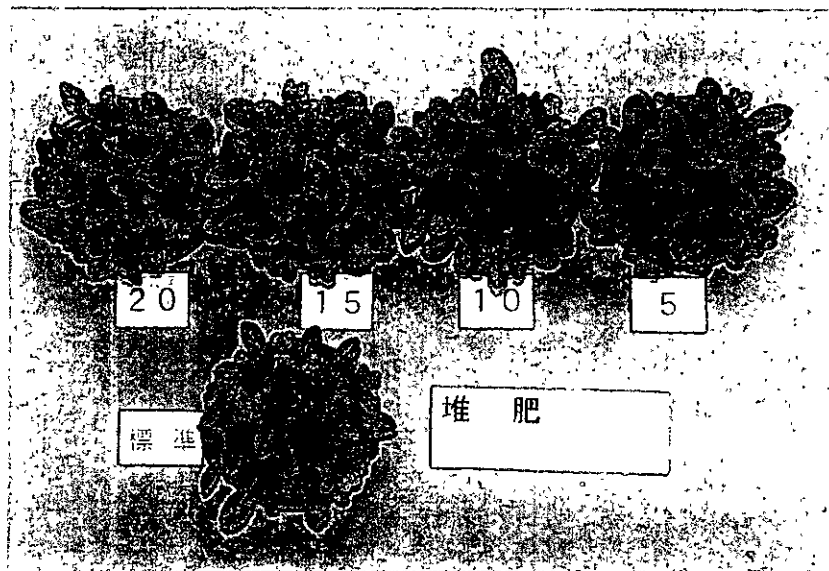


I町  
Sセンター

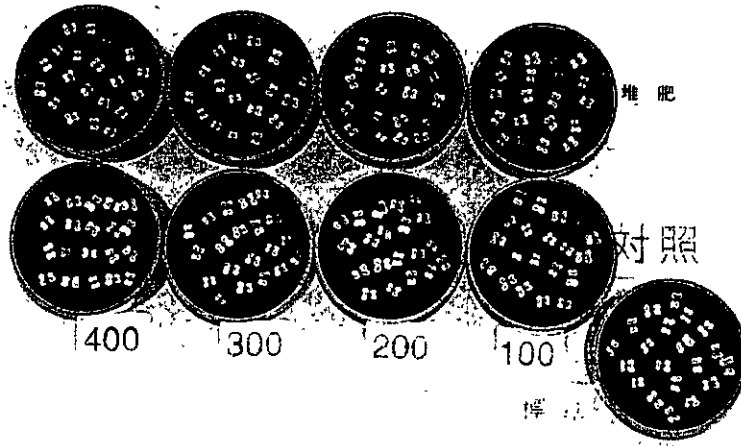
発芽状態写真  
( 3月24日撮影)



生育状態写真  
( 4月 6日撮影)



発芽状態写真  
( 3月24日撮影)

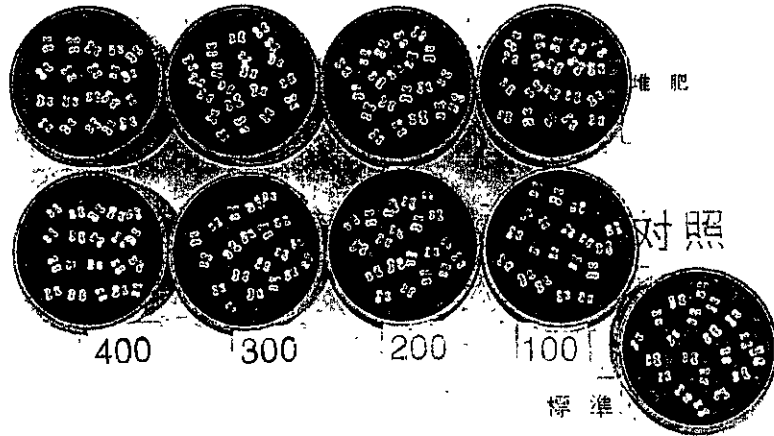


生育状態写真  
( 4月 6日撮影)



発芽状態写真

(3月24日撮影)



生育状態写真

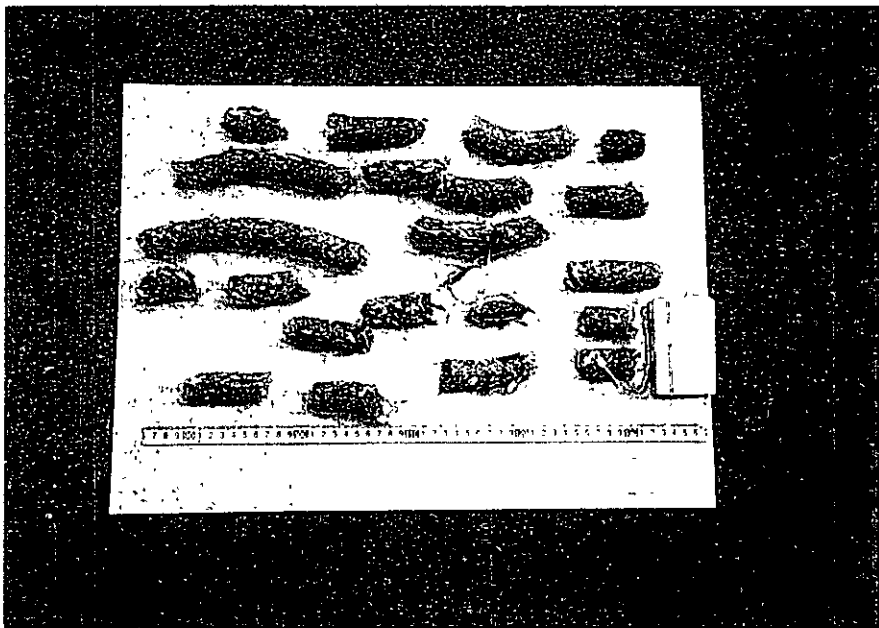
(4月6日撮影)





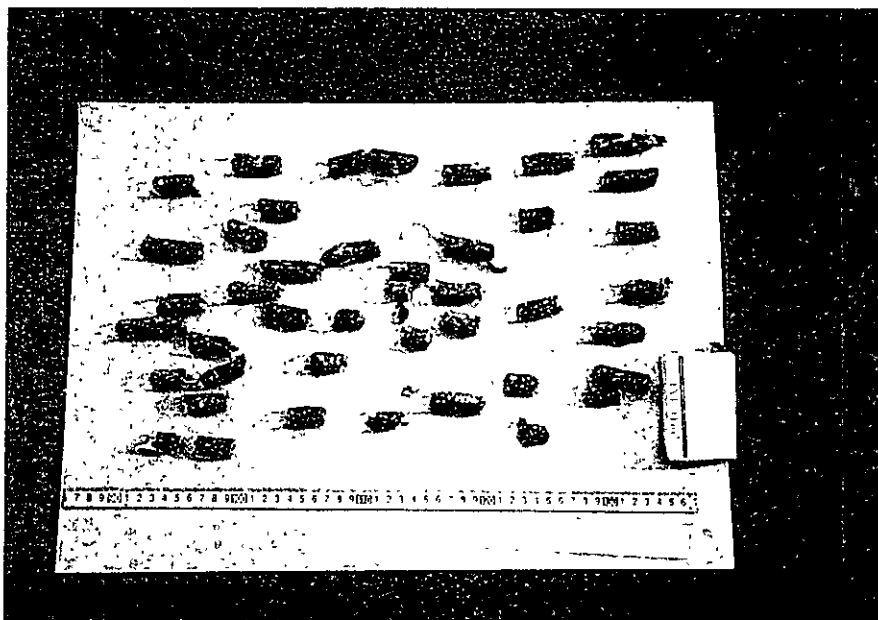
S市  
Gセンター

直径40mmの円筒状  
長さ80mm～250mm



R市B館

直径25mmのやや湾曲  
した円筒状  
長さ30mm～250mm



I町  
Sセンター

直径15mmの円筒状  
長さ20mm～60mm

## 1. 堆肥

### 1-(1)堆肥中の異物試験

#### 1-(2)試験方法

異物試験として、到着サンプルを乾燥後約 1 kg分取し、まず 2 mm篩で振った後 2 mm篩上に残ったサンプルを対象試料とした。(異物全量)

対象試料は大半が木片であった為、3 mm、5 mm、10 mmの各篩で分粒した後、それぞれ水浴中で沈降分離し、沈んだ物について目視によって分類した。

試験結果の数値は、到着サンプル中の乾燥ベースでの%を示している。

また、0%と表記しているのは存在しなかった場合で、未満表示は存在したが微量であった場合を示す。

## 2. RDF

### 2-(1)RDF原料及び製品の組成比・プラスチック類種別試験

#### 2-(2)試験方法

分離分別試験は、基本的には、アルカリによって紙及び溶けやすいパルプ類（これを紙類とした）を分類し、その後各プラスチック類の良溶剤と貧溶剤を組み合わせ、逐次溶解抽出する方法を採用した。

1)原料については、到着サンプルを縮分し、各約 2 kgを 2 mmメッシュに粉碎した。

2)製品については、到着サンプルを任意に採取し、各約 2 kgを 2 mmメッシュに粉碎した。

3)試料約 5gをエタノール 100mlで 2回洗浄した。

4)洗浄後の試料を乾燥した後、正確に秤量し試験試料量とした。

5)10% NaOH溶液 300mlで試料を煮沸溶解し、1 mmメッシュのステンレス網で濾した残渣を乾燥秤量し、その減量を紙類とした。

6)残渣にMEK（メチルエチルケトン）50mlを加え、4時間超音波溶解（抽出）し、1 mmメッシュのステンレス網で濾し、不溶解分を分離した。

7)6)の操作をもう 1回繰り返し、溶解分と不溶解分に分解し、不溶解分を乾燥秤量した。

溶解分→PVC+PS      不溶解分→PE+PP+PET

8)溶解分（MEK約 100ml）を蒸発乾燥固化させ、トルエン 50mlを加え 6),7)の操作をした。

溶解分→PS              不溶解分→PVC

9)7)の不溶解分を、貫流フラスコ中でトルエン 50mlを使用して1時間加熱溶解（抽出）し、1 mmメッシュのステンレス網で速やかに不溶解分を分離し、乾燥秤量した。

溶解分→PE              不溶解分→PP+PET

10)9)の不溶解分にジクロロエタン 50mlを加え、6),7)の操作をした。

溶解分→PP              不溶解分→PET

11)10)の不溶解分にニトロベンゼン 50mlを加え、6),7)の操作をした。

溶解分→PET              不溶解分→その他

※試験結果は、この方法が必ずしも万全とは言えないまま採用した為、参考値として取り扱い下さい。また、最終残渣にあたるその他の分類は、プラスチック類のその他だけでなく、相当量の木片が含まれていました。

# 新型廃棄物固形化燃料(RDF)利用発電技術開発

□参考資料-4-1(i)：RDF発電関連  
—電源開発(株)資料より—

---

# RDF

Refuse  
Derived  
Fuel

---

# でんぱつ 「RDF利用発電システム」 の特長

## 現状の火力発電並みの高効率発電の達成

循環流動層ボイラ(外部循環 外部熱交換器付)の採用により、塩化水素による腐食を防止し、現状の火力発電並みの高効率発電が可能です

●本発電システム……………発電効率 35%

蒸気条件: 圧力 100kg/cm<sup>2</sup>g

温度 540℃

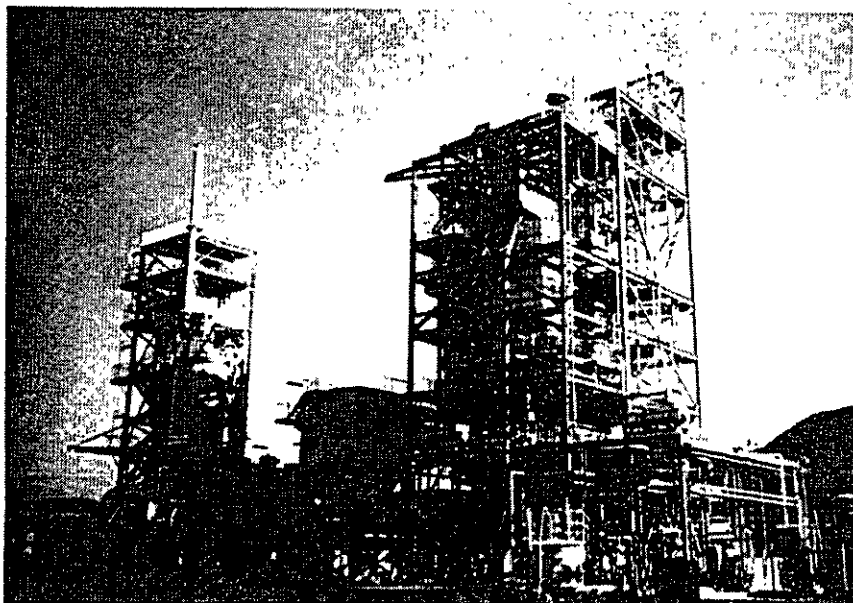
(●従来の廃棄物発電……発電効率 15%程度)

蒸気条件: 圧力 20～30kg/cm<sup>2</sup>g

温度 200～300℃

## 排ガスの高度処理が可能

でんぱつが石炭火力用の排煙処理システムとして長年開発してきた活性炭式排煙処理システムを採用することによって、排ガスに含まれるダイオキシンや重金属類を高効率に処理することが可能です



RDF利用発電技術開発試験プラント



全国の家から排出されるゴミ（一般廃棄物）は、年間約5,100万トンにも達しています。これは国民一人当たり、一日約1.1kgのゴミを排出している計算になります。現在、全国で排出されるゴミの7割が約1,900ヶ所の焼却施設で処理されていますが、既設焼却施設的能力不足や老朽化、または、ダイオキシンをはじめとする環境問題による立地停滞など、廃棄物処理に関する懸案も多くなっています。そん

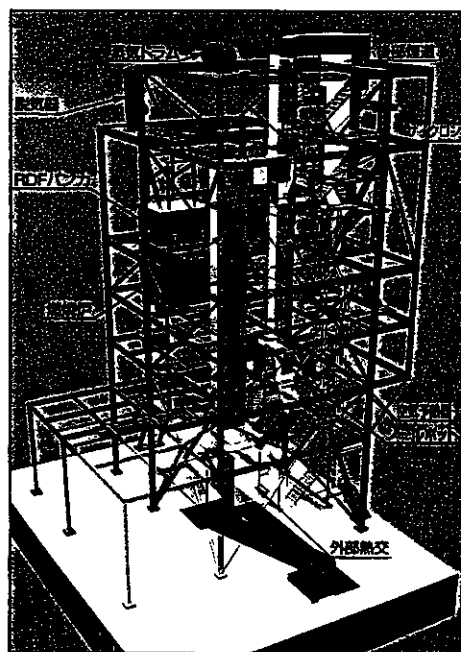
な状況の中、廃棄物発電は、国内未利用エネルギー活用の観点から注目しています。平成6年12月に閣議決定された「新エネルギー導入大綱」では、2000年に200万kW、2010年に400万kWの導入を目指すという具体的な指標が示されています。社会問題化している廃棄物の処理の有効な打開策としての期待とも相まって、廃棄物発電導入・促進のための施策が各方面で進められています。

新エネルギー導入見通し (単位: 万kW)			
年度	1992	2000	2010
廃棄物発電等	50	200	400
太陽光発電	0.36	40	460
コージェネレーション	1,187	1,452	1,912
燃料電池	1	20	220
風力発電	0.58	2	15

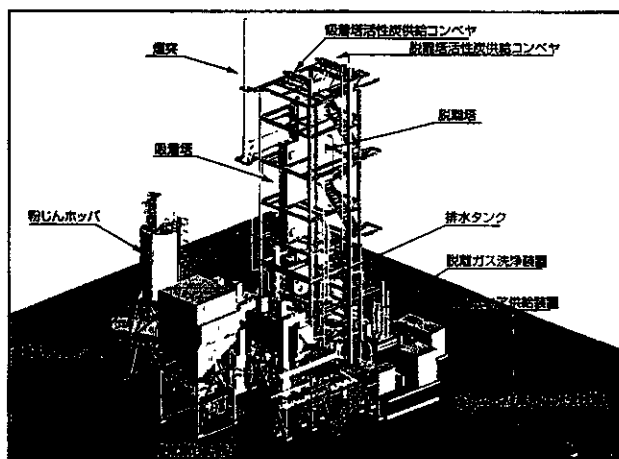
※新エネルギー導入大綱より

全国のゴミ焼却施設のうち、発電を行っているのは約150箇所にすぎません。また総発電容量も50万kW程度と、廃棄物の潜在的エネルギーを十分に活用しているとは言えない状況となっています。その大きな要因として挙げられるのが、ゴミの含有水分が多いことによる燃焼の不安定さや、発生する塩化水素によるボイラチュー

ブ腐食の問題です。このため発電効率の向上が困難で経済性が劣るのです。また、燃焼に伴って発生するダイオキシンや重金属類の処理も大きな課題となっています。したがって、今後、廃棄物発電の普及促進を図るためには、効率向上技術とダイオキシンや重金属類処理などの高度な環境保全技術が必要となってくるのです。



循環流動層ボイラ(外部循環式)



活性炭式排煙システム

現状の廃棄物発電が抱える課題を解決し、その普及促進を図るため、でんぱつでは通産省の補助事業としてRDF(Refuse Derived Fuel)利用発電技術開発を実施しています。

## 1 RDF利用発電とは？

RDFとは、ゴミのほぼ50%を占める水分を乾燥し圧縮成形した固形燃料です。そのため単位重量当たりの発熱量がゴミに比べ高まり、安定燃焼が可能となります。RDFの製造過程においては、廃棄物中の金属類や不燃物類が除去されるうえ、安定燃焼が可能になったためダイオキシンの発生も低減できます。さらに、減容化でき長期貯蔵も可能であるため、輸送・貯蔵時のハンドリングもゴミに比べ容易になるという特長もあります。

一方、比較的規模の小さなゴミ焼却炉(バッチ炉など)では、規模の大きなゴミ焼却炉に比べ、ダイオキシンの発生量が多いことが厚生省の実態調査で明らかになっています。しかし、人口の少ない市町村では発生するゴミの量が少ないため、大規模なゴミ焼却処理は困難となっています。そうした実情を踏まえ、平成9年1月に取りまとめられた「ゴミ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン(新ガイドライン)」では、近隣市町村が連携してRDF化を含めた広域化処理を推進する必要も謳われています。

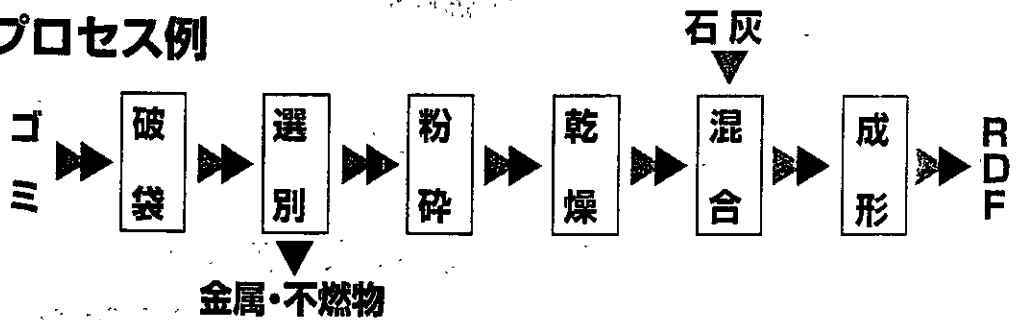
近隣市町村連携の一例としては、各市町村で老朽化したゴミ焼却炉を順次RDF製造装置に更新し、そこで製造されたRDFを近隣に設置されたRDF利用発電所に集約して処理する広域化処理が考えられます。このシステムでは、各市町村単位でゴミ焼却の代わりにRDFを製造します。RDF製造施設ではゴミが焼却されませんから、環境負荷は大幅に軽減されるのです。また、RDFは輸送および貯蔵のハンドリングが容易であることから集約化も図れます。

つまり、集約されたRDFを高効率な発電所で燃焼し、同時に高度排煙処理により排ガスのクリーン化を図るのが「RDF利用発電」なのです。



廃棄物固形化燃料(RDF)

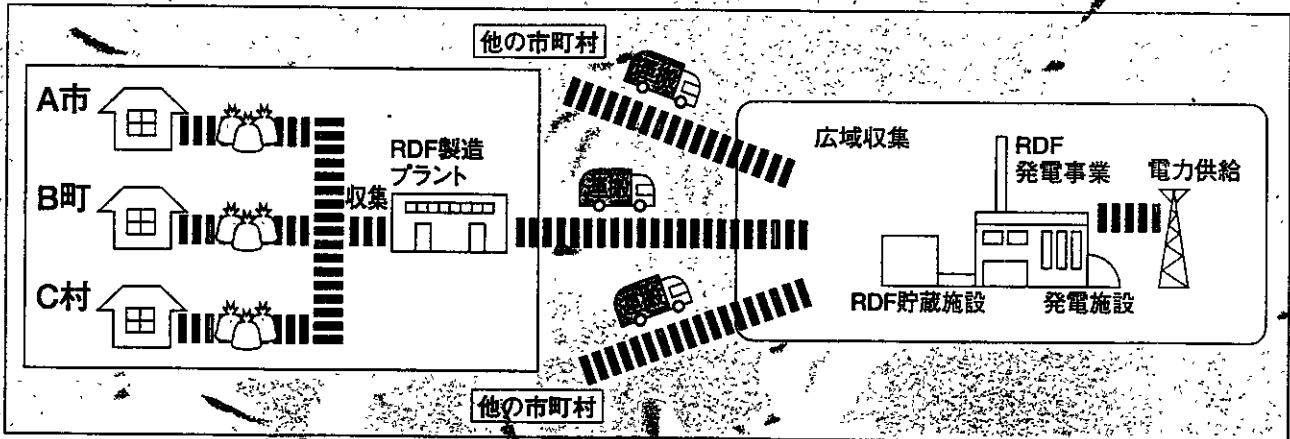
## RDF製造プロセス例



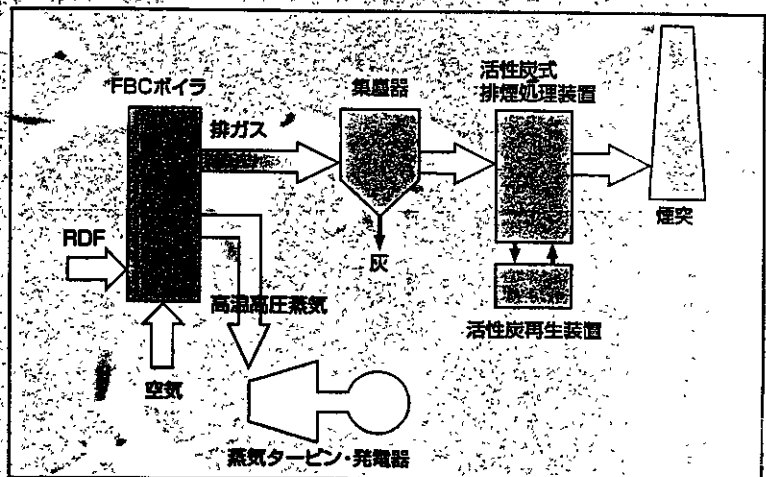
## RDFと生ゴミとの比較

生ゴミ	RDF
●低発熱量 1,000~3,000kcal/kg(LHV)	●高発熱量 3,000~4,000kcal/kg(LHV)
●高水分 40~60%	●低水分 5~10%
●長期貯蔵・長距離輸送 腐食・悪臭により不可	●長期貯蔵・長距離輸送可能

## RDFを利用した広域処理フローの概念



## RDF発電システム概念図



# 2 でんぱつ

## 「RDF 発電システム」の概要

火力発電並みの高効率発電を達成します。

発電効率は、蒸気条件が高温高压になるに従って高くなります。しかしながら、廃棄物発電では、燃焼排ガスに含まれる塩化水素等によるボイラチューブの腐食が発生します。この腐食は、チューブ表面温度が高いほど進行することが知られています。このため、従来のボイラでは、腐食抑制のためにチューブ表面温度を低く抑えなければならず、蒸気温度の高温化が困難でした。このため、発電効率も低いものとなっています。でんぱつ RDF 発電システムで採用している循環流動層ボイラ(外部循環・外部熱交換器付)は、ボイラチューブ表面温度が最も高くなる部分(最終

過熱器)を外部熱交換器部分に配置する構造になっているため、塩化水素等の腐食物質を含む排ガスと非接触となり蒸気温度を高めてもチューブ腐食を防止できます。また、このボイラは「ゴミ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン(新ガイドライン)」に示された燃焼条件(燃焼温度、滞留時間)を満足するものとなっています。これにより、ダイオキシン発生を抑制しつつ、塩化水素等による腐食を防止し、発電効率 35% (蒸気条件: 圧力 100Kg/cm<sup>2</sup>g、温度 540℃) と火力発電並みの高効率発電達成が可能となります。

### 循環流動層ボイラ(外部循環 外部熱交換器付)

