

# 東京における都市ごみコンポストの歴史 (処理の課題と対策の変遷)



東京都環境局

# テーマ ⇒ 都市ごみのコンポスト化処理 (市街地における生ごみの堆肥化)

コンポスト化原料

畜産廃棄物

農業廃棄物

下水等汚泥

テーマ



都市ごみ(生ごみ)

- ・食品残渣(パン、米、野菜、魚、肉、くだもの等)
- ・料理残飯(野菜くず、魚の骨など)
- ・お茶・コーヒーかす等

# あらまし

- 1 日本の都市ごみコンポスト技術の小史
- 2 大都市東京における都市ごみコンポストの研究と処理の変遷
- 3 市街地における民間コンポスト処理施設の臭気問題例
- 4 都市ごみコンポスト処理を進めるに必要な課題解決（例）
- 5 都市ごみコンポスト処理施設の計画にあたっての考察
- 6 まとめ

# 1 日本の都市ごみコンポスト化技術の小史

## 第一次コンポスト処理時代

## 第二次コンポスト処理時代

○化学肥料の安価な供給  
○ごみ質の悪質化に伴うコン  
ポスト製品の需要の低下

○化学肥料の多用による地  
力低下の回復  
○有機栽培、有機農薬の見  
直し

### コンポスト ブームの再来

コンポスト処  
理の再認

2012 現在  
自治体設置  
76施設

1938

神戸市  
コンポスト  
実験開始

全国でコン  
ポスト施設  
が稼動  
(30)

全国でコン  
ポスト施設  
次々と閉鎖

1950年代

1960年代

1970年代

1980年代

1990年代以降

## 2 大都市東京における都市ごみコンポストの研究と処理の変遷

### 第一次コンポスト処理時代

1933  
通気発酵槽  
装置

11./日

1957~  
1961

ごみ発酵堆  
肥化装置

37 t/日

1959~  
1961

し尿厨芥堆  
肥化装置

50 t/日

1961~  
1966

ダノ式 高  
速発酵堆肥  
化施設

30 t/日

1950年代

1960年代

### 第二次コンポスト処理時代

1978

○有機栽培の社会的な機運  
○石油ショックの影響など  
都市ごみコンポスト処理の  
必要性高まり

1 t/日 実験施設稼動  
(清掃研究所)

1985

コンポ  
ストセ  
ンター

50t/日  
稼動

1993

コンポ  
ストセ  
ンター

廃止

1980年代

1990年代以降

コンポスト  
ブームの再  
来

## 第一次コンポスト処理時代（東京）（1930～1960）

- (1) 1933～ 通気発酵槽装置（11t/日） 堆肥化事業を開始。  
①当時、し尿に頼る肥料問題の有力な代替手段として期待高  
②技術的な課題は、 自然発酵法 ⇒ 高速堆肥化法
- (2) 1957～ ごみ発酵堆肥化装置（37 t/日）  
①ガラス類やビニール類の混入により、手選別の工程が重要となる  
②作業環境の悪化、製品の使用制限や季節需要の変化、貯蔵保管費用の増加等により1961廃止
- (3) 1959～ し尿塵芥堆肥化装置（50 t/日）  
し尿の添加により発酵を阻害し良い堆肥はできなかった為、1961廃止
- (4) 1961～ ダノ式 高速発酵堆肥化施設（30 t/日）  
①製品需要の変動、貯蔵保管費用の増加などの問題が発生  
②厨芥ごみから混合ごみへの収集方法の変更（1961から1963）に伴い、施設の稼働効率の悪化した為1966廃止
- ※ コンポストの異物の混入が農家の拒否につながることもあった

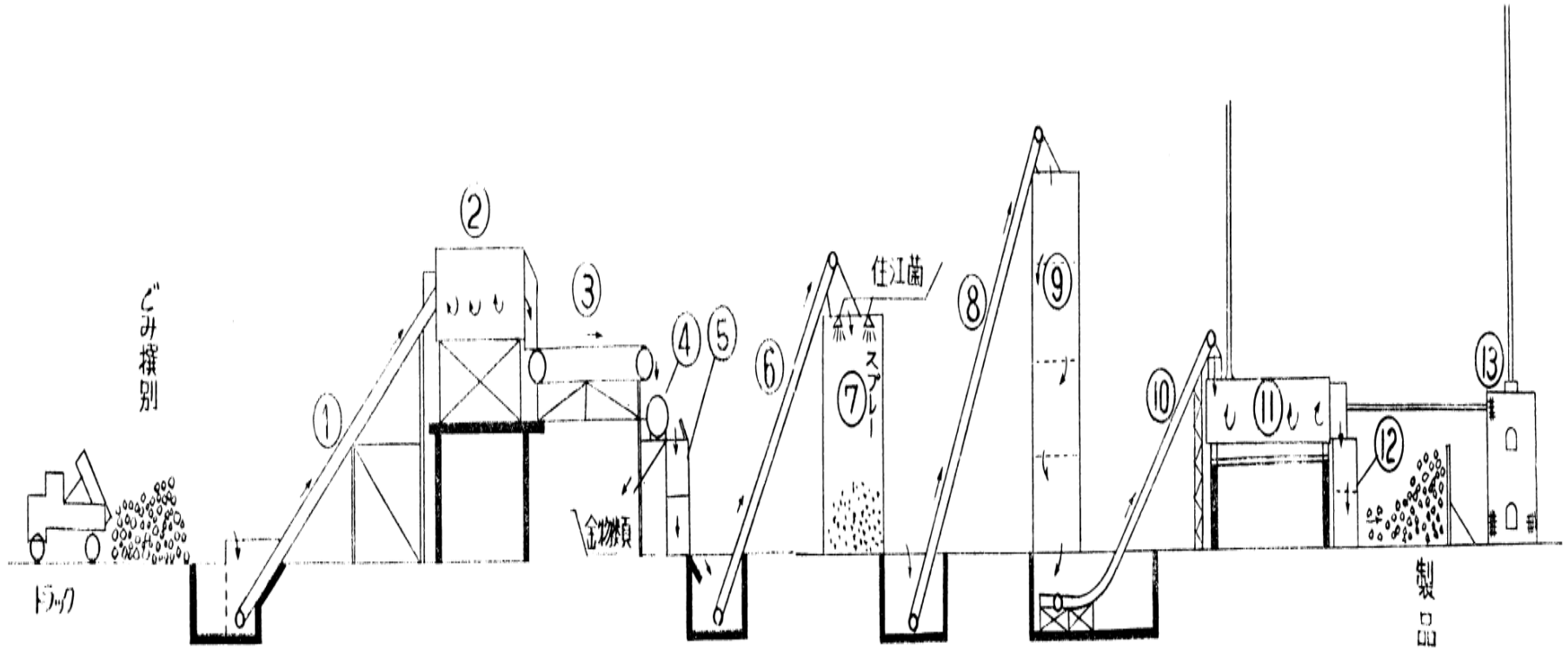
## 第一次コンポスト処理時代

### ごみ発酵堆肥化装置（1957～1961）



# 第一次コンポスト処理時代

## ごみ発酵堆肥化装置（回転式発酵槽） 系統図（1957～1961）





## 第一次コンポスト処理時代

し尿塵芥堆肥化装置 ごみ選別風景 (1959 ~ 1961)



## 第一次コンポスト処理時代



### ダノ式高速発酵堆肥化(コンポスト化)施設

※ダノ式とは、ロータリーキルン式発酵槽 かきあげフィンが内側に設置、毎分1回以下の回転、顔料含水率の低いごみ質に適合

### 収集形態からみた 東京の都市ごみコンポスト化の変遷

- ① 1930代      ごみ焼却工場で煙害が発生し、ごみを厨芥と雑芥とに分別する。
- ② 1940代      雑芥は焼却、厨芥は飼料・肥料化の方針を出す。  
すべての厨芥を飼料・肥料化できず、埋立て処分を行う
- ③ 1961代～      ポリ容器を用いた厨芥、雑芥の混合収集に変更に伴い  
肥料化が一層難しくなり、選別技術等の開発要。

### 第一次コンポスト処理が衰退した主な背景・理由等

- 石油化学工業の発展により、安価な化学肥料の供給が可能となった。
- プラスチック製品が大量に開発・生産され、ごみに混入して原料の悪質化を招き、コンポスト製品の品質が低下した。
- 製品品質の低下が需要の低下を招く悪循環に陥り、生産が低下した。

### コンポスト化の研究・処理の再来の背景・理由

- ① 石油価格の高騰に伴う資源の有効利用、ごみ資源化の推進の重要性が改めて認識される。
- ② 農薬の害が盛んに伝えられるに伴い、有機肥料の効果が見直される。
- ③ 化学肥料の使用による地力低下対策として、有機肥料の評価・機運が高まる。
- ④ 発酵槽や周辺装置（破碎装置、選別装置等）の開発や各種処理プロセスの開発等が進んでいる。

※ 1981 東京都 「都市ごみコンポスト化処理施設に関する基本計画」策定

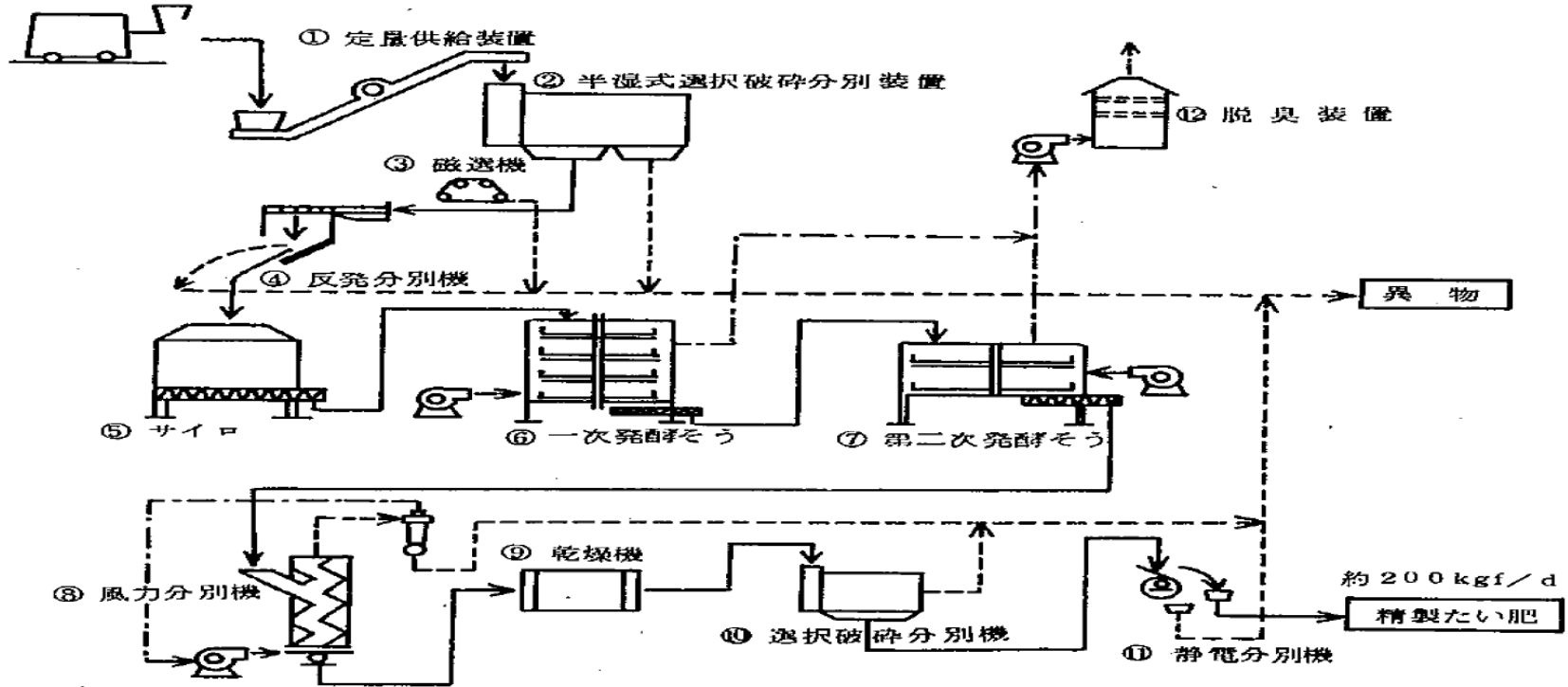
- 1977～1978 室内実験研究
  - 都市ごみ発酵基礎実験
    - 一次発酵 好気性発酵 初期温度35℃ 5～6日
    - 二次発酵 約30日の確保
  
- 1978～ コンポスト実験研究施設（1t/日）建設
  - 安定的な好気性発酵の条件研究 都市ごみ 含水率40%～60%
  - 破袋装置の研究
  - 土壌改良効果
  - コンポスト自身による脱臭実験
  - 効率的、経済的なコンポスト施設のあり方、コンポスト需要等市場性調査
  
- 1985～ 建設されたコンポストセンター（50t/日）の支援
  - バーク堆肥による脱臭技術の実証研究

# 第二次コンポスト処理時代(東京)

東京都清掃研究所

コンポスト化処理の研究・実験 1977～

1t/日 実験研究施設の 系統図



## 処理フロー説明

- ①：日量1tのごみを投入し、定量供給する。
- ②③④：たい肥化物と非たい肥化物とに選別する。
- ⑤：たい肥化物を貯留する。
- ⑥：たい肥化物を投入し、約1週間滞留させ、一次発酵させる。
- ⑦：一次発酵物を投入し、約二週間滞留させ、二次発酵させる。
- ⑧⑨⑩⑪：二次発酵物中のきよう雑物(微細なガラス、プラスチック等)を精選別し、粒度約5mm以下のコンポスト約200kgfを得る。
- ⑫：発酵そうの臭気を脱臭する。

## 第二次コンポスト処理時代(東京)

### 1985 東京都コンポストセンター建設

- 施設規模 (処理能力) 50t/日
- コンポスト生産能力 5t/日
- 処理方式 高速堆肥化処理方式
- 破袋機 油圧ハサミ式 1基 10t/h
- 発酵槽 短形箱型 3基
- 脱臭装置 酸・アルカリ洗浄方式 活性炭方式
- 建設費 約7億3000万円

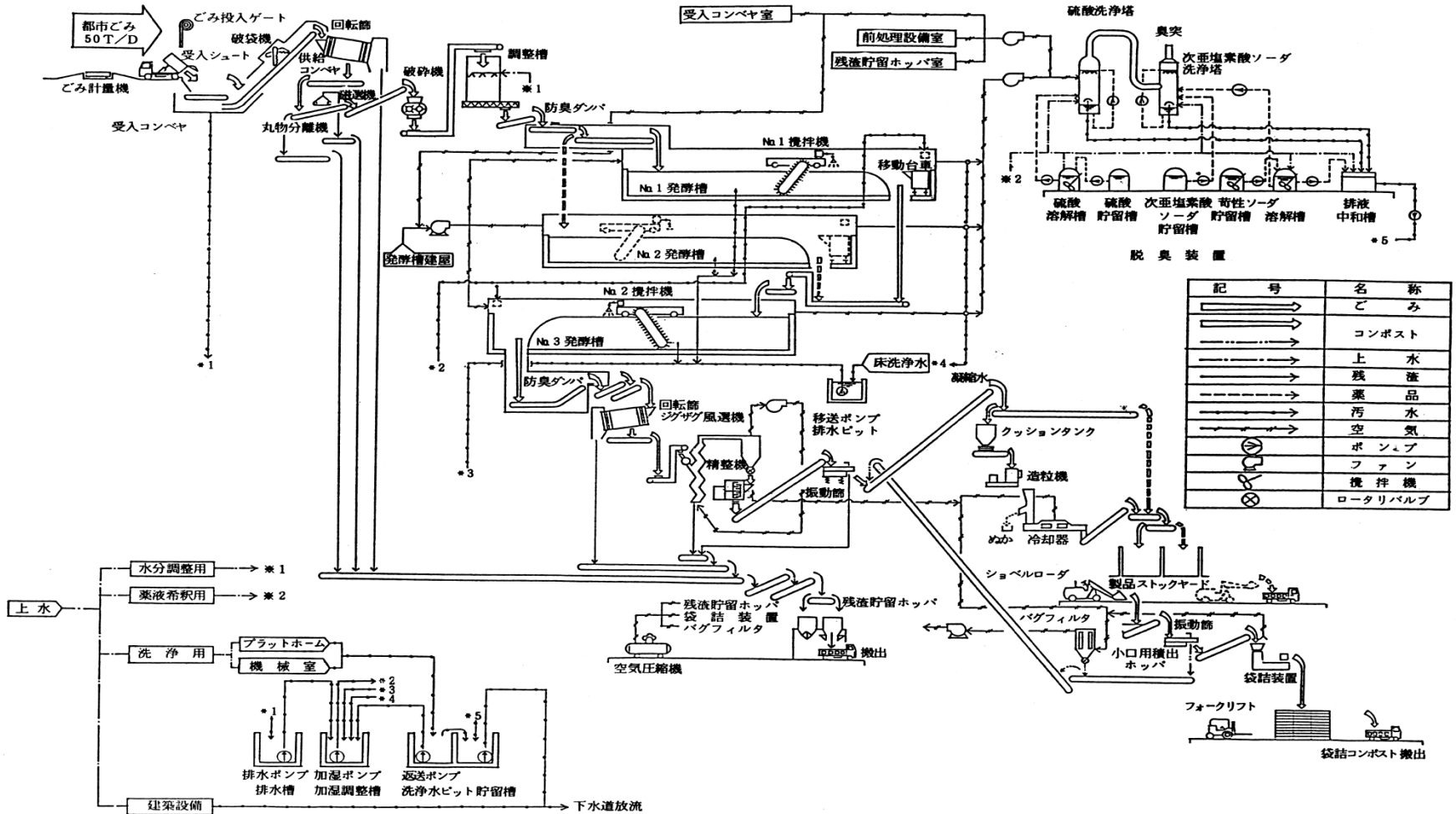
立地特徴：隣接地に清掃工場があり、選別等で多く発生する残渣の受入れや、清掃工場でのごみ発電の電力を利用

1994 当センターは新清掃工場の建設用地として廃止



# 第二次コンポスト処理時代(東京)

## 東京都コンポストセンター (50 t / 日) 系統図



## 第二次コンポスト処理時代(東京)

### 東京都コンポストセンターの実績 1985~1994

#### 実績

##### ➤ 受入れごみの性状 1989

① 可燃物	88.8%
・紙類	36.5%
・厨芥	33%
・繊維	4.4%
・木草他	14.9%
② プラスチック類	8.5%
・プラスチック	8.4%
・ゴム・皮革	0.1%
③ 不燃物	2.7%
・金属	0.8%
・ガラス	1.7%
・土砂・陶器	0.1%
・その他	0.1%

##### ➤ 製品コンポスト生産 1989

① 受入れごみ量	13801 t/年
② コンポスト化処理量	3060 t/年
③ コンポスト化処理率	22.2%
④ 残渣発生量	10741 t/年
⑤ 残渣率	77.8%
⑥ コンポスト生産量	288 t/年
⑦ コンポスト生産率	2.1%

##### ➤ 製品コンポスト性状 1989

① 夾雑物	0.4~0.8% (設計値1%以下)
② 含水率	27.7~29.4% (設計値30%以下)
③ 肥料成分	
C/N比	11.0
窒素 (T-N)	3.5%
りん酸 (T-P3O5)	1.6%
カリ (K2O)	0.9%

➤ 物質収支	都市ごみ搬入50 t/日	コンポストを約2 t/日生産
➤ 平均製品単価	約300円/kg	(維持管理費 1億4千万円/年)

## 課題 1

- コンポスト生産量の低下
  - コンポストセンターは、受入れた都市ごみを機械選別して厨芥類を取り出し約30日間発酵させてコンポスト化する施設。
  - 日量50トンのごみから5トンのコンポストを生産する設計能力として建設。
  - しかし、実際のコンポストの生産が2～3トンと計画値より下回状況が続いた。
  - その主な原因は、单身・老人世帯などが容器収集から袋に入れて出す方法に変わり、段ボールなどの硬質紙や不燃物なども増加して、機器の閉塞や故障の発生による稼働率の低下となった。
  - 対策として、生ごみを取り出しやすい繁華街飲食店のごみを入れてみたが、ビン、缶、発砲スチロールなどが多く生産率は改善されず、ホテル厨房のごみを受入れて改善を図って3トンまで改善させた。
  - コンポストに適したごみの集め方は困難の連続であった。
- 設備能力の不促
  - 機械選別装置でのプラスチックなどの不適物の除去には限界があり、発酵槽に不適物が入り込み発酵の阻害要因にもなった。
  - 水分を調整する設備がなかった為、水分の多いごみの場合は発酵槽で水切り作業が必要となった。（適正水分率30%）

## 課題 2

- 製品コンポストの根腐れ  
当初製品コンポストはバラの状態で作成していたが、根腐れ要因のひとつとなった為、ペレット状（円柱状）に成型し遅効性を高め根腐れを防止した。
- 多くの種類の臭気が発生し脱臭装置の能力不足
  - 臭気濃度高い発酵後の空気を水分を除去し、再度発酵に送りコンポスト自身による脱臭方法に改良した。
  - 酸やアルカリによる薬液洗浄方式による脱臭装置が設置されていたが、薬液は特定に臭気化合物には効果がみられるが、ごみ発酵の多様で複雑な臭気物質には対応できず、活性炭脱臭を補完設備としたが、十分には取りきれなかった。
- 重金属含有の心配  
当初乾電池などによる水銀、カドミウムなどの有害物質の心配されたが、肥料取締法に基づき製品管理を行い、いずれも規制を下回る値であった。

### 3 市街地における民間コンポスト処理施設の臭気問題例

- 民間コンポスト処理施設
  - ・処理能力80トン/日
  - ・食品工場、飲食店、学校給食センター等の生ごみをコンポスト化する施設
- 処理施設の周辺地域において悪臭問題を抱え、地元自治体から改善指導を継続中

#### 臭気問題の原因と対応

- 臭気発生的主要原因
  - ・発酵の前処理で適正な水分管理ができていない。
  - ・エアレーションなどの空気供給能力が不十分で嫌気性の発酵に陥る。
  - ・処理能力に応じた臭気設備が追いつかない。
  - ・発酵、脱臭などについての専門家がない。
- 改善・対応策案
  - ・副資材（おがくず等）と原料との水分バランスの管理方法の改善
  - ・空気送風・攪拌など設備の改善、脱臭方法・装置の検討・改善
  - ・原料の受入・処理能力の見直し等処理フローの改良

## 4 都市ごみのコンポスト処理を進めるに必要な課題解決策（例）

### (1) 不適物混入し易い原料である都市ごみ対象の選択

#### ➤ 都市ごみ（生ごみ）の特性

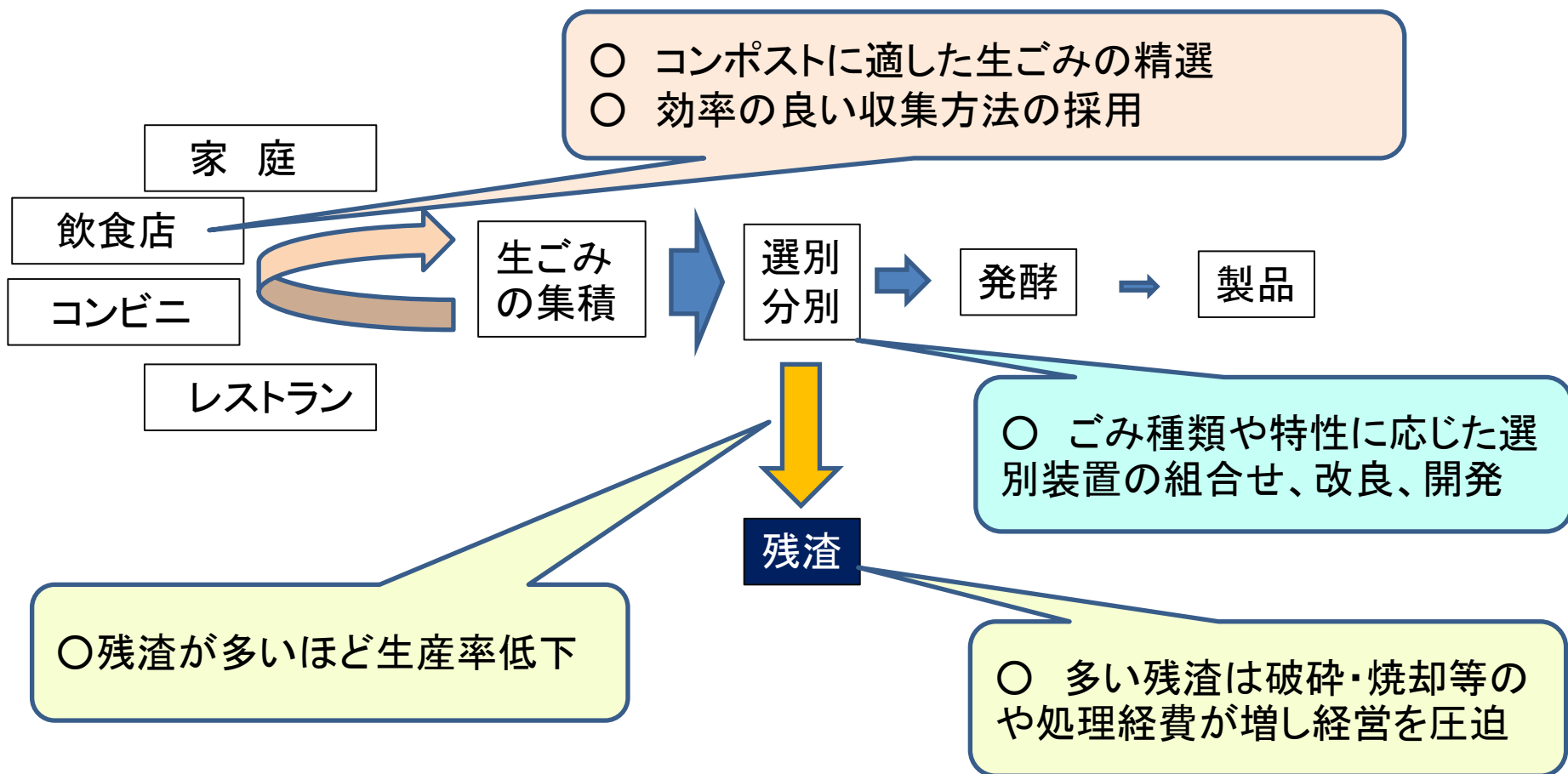
- 水分が多い
- 粉碎・脱水と水分調整（添加材）が必要
- 添加材としては、稲わら、もみがら、おがくずなど必要な場合がある
- 添加材の購入は、コストアップとなり経営を圧迫する場合あり

#### ➤ 不適物等の混入の恐れ

- 原料の生ごみによっては銅、鉛、亜鉛、水銀、等の重金属が入る可能性あり
- 細かい廃プラやガラス等の混入
- 食材調理に使用する塩分が生ごみ中に入る込む

## (2) 残渣発生量の減少化とその処理等による生産性向上

排出する場所の生ごみの性状や集め方などにより、残渣の量が異なり、コンポストの生産率は大きく変化



### (3) 製品としての品質管理

- 都市ごみコンポストの性状
  - ①熟度      ②堆肥成分      ③有害成分      ④きょう雑物(ガラス、プラ等)
- 都市ごみコンポストの土壌・作物にとっての安全性
  - ① 使用後の急な分解をしない
  - ② 窒素飢餓を生じさせない
  - ③ 生育阻害物質を基準以上含まない
  - ④ 有害物質を基準以上含まない
  - ⑤ 植物病原菌や雑草種子を含まない

- 都市ごみコンポスト ⇒ 特殊肥料 (肥料取締法)
  - 品質表示 (成分分析証明)
    - 窒素、りん酸、カリウムなどの成分含有量
    - 炭素窒素比 (C/N比)
    - 水分含有量 など
  - 有害物質の規制
    - 砒素、カドミウム、水銀、鉛、6価クロム、有機リン、シアン、PCB
  - 都道府県に届出
    - 特殊肥料としての届出



## (4) 需要先及び需要量の確保

- 処理施設の二面性
  - 廃棄物の処理施設であると同時に、有価物再生処理の生産施設でもある。
  - 純粋な生産施設であれば、需要に応じて生産すればよいが、廃棄物処理施設としては連続的な受入れが求められる。
- 安定した需要先の確保
  - 持続的に利用できる農家の確保
  - 安定した需要が生まれる価格の設定、供給方法の工夫
  - 成分の公表、土壌改良の効果（有機肥料）、利用方法等ご案内
- 需給バランス ⇒ コンポスの造粒化 ⇒ 一次保管
  - 農家のコンポスの需要は、季節により変動（秋から春とに集中）
  - グランド、ゴルフ場等の農業以外への需要開拓
  - 需要が減る時期は一時的に貯蔵・保管場所が必要
  - バラのコンポストから造粒して貯蔵性や作業性の向上を保管
- 畑等での作業性の確保と窒素飢餓の回避
  - コンポスの造粒化による遅効性を高め、作業性と窒素枯飢餓を回避

## (5) 臭気対策

- コンポスト化処理施設から発生する臭気
  - 二酸化炭素を多く含み、高温多気体でアンモニア、エタノール、メタノール、アセトン、硫化メチルなどの硫黄化合物を含む多成分ガス
  - 発酵が不十分なときは、特有なに臭気となる有機酸が発生
- 臭気の除去方式
  - 水洗浄、酸・アルカリ液体薬品洗浄、活性炭吸着、土壌吸着、コンポスト自身の吸着・・・等の組合せ方法
  - 水洗浄、酸・アルカリ液体薬品洗浄は量が多く濃度の薄い臭気に適す
  - 土壌吸着、コンポスト自身の吸着の方式はコストが低いが、目詰まりを考慮
  - 直接燃焼方法は、臭気が高温分解して消臭効果は良いがコスト高
  - 活性炭吸着は、アンモニアには効果が少なく、水分の付着により吸着効果減
- 高濃度臭気の発生を抑制
  - 発酵後の臭気をミストセパレータなどによって水分を除去し、再度発酵槽に送りコンポスト自身による脱臭効果を高める
  - 臭気濃度の低い発酵槽上部の空気を脱臭装置に送る
- 好気性発酵
  - 嫌気性の発酵に陥ることないようにエアレーションなどの空気供給能力を高め、好気性発酵を維持

## 東京都農業試験場で継続的に施用試験を実施（1985～1994）

- 窒素分、リン酸分、カリウム分はそれぞれ1～3%程度含む
- 土壌改良効果のある有機肥料（肥料取締法に基づく特殊肥料）
- コンポスト試験区は、化学肥料区と比べ25%増、牛糞堆肥区と比べても10%以上の収増があった。
- 小松菜、キャベツ、果実類に多く利用

## ➤ 発酵槽

- ロータリーキルン式発酵槽
- 多段式発酵槽
- 選択破碎機
- サイロ式発酵槽
- ビン式発酵槽

## ➤ 選別装置

- 振動ふるい機
- トロンメル
- 選択破碎機
- ジグザグ風力選別機
- スクリーン選別機
- ロータリースパイク選別機
- 傾斜ベルトコンベア選別機
- 比重差選別機

## ➤ 脱臭装置

- 薬液脱臭装置
- 土壌脱臭装置
- コンポスト脱臭装置
- 活性炭脱臭装置
- 燃烧脱臭装置

# 5 都市ごみコンポスト処理施設の計画にあたって考察

コンポスト処理施設の計画を進めるには

<目的> 循環型社会の形成、再利用資源化への取組み、温暖化対策への貢献

➤ 都市ごみ（生ごみ）コンポスト化事業を廃止・縮小する自治体の要因

- 原料の生ごみの選別の悪さから良質なコンポストの継続的な生産難
- 水分の多い生ごみはおがくすなどの水分調整材を必要と経費増
- 春と秋に集中するコンポスト市場性は需要先の安定的な確保が滞る
- 焼却処理など他の処理と比較した施設の運営経費が高騰
- 住宅が密集する市街地で不十分な臭気対策では施設の運営が困難

改善  
克服

解決のために大切なこと

- コンポスト製造に必要な良質な原料の確保  
生ごみの分別指導、分別の仕組み、普及・啓発事業等の取組みが不可欠
  - 収集の形態（生分解性プラスチック袋、専用容器等）の工夫
  - 収集の場所（戸別収集、ステーション収集等）の管理
  - 生ごみの無料と可燃ごみの有料など経済的などの動議付け
- 安定したコンポスト利用先の確保、農地等での利用効果の検証、普及広報
- 発酵槽への十分な空気の供給による好気性発酵の確保、性状に適した選別装置の選択・組合せ
- 臭気の性質や地域環境に応じた脱臭設備の選択、組合せ  
直接燃焼装置が設置できない場合が多く、洗浄装置、土壌脱臭装置などの組合せと適正な維持管理

## 都市ごみ(生ごみ)の資源化処理の類型整理

### ➤ 自治体生活系都市ごみ (生ごみ)

- 自治体設置型 (資源化施設)
  - ・コンポスト化施設 (堆肥化施設)
  - ・メタン発酵施設
  - ・家畜飼料施設
- 家庭用及び小型生ごみコンポスト化
  - ・コンポスト容器
  - ・小型堆肥化装置
- 民間事業者設置型
  - ・コンポスト化施設 (堆肥化施設)
  - ・メタン発酵施設
  - ・家畜飼料施設

### ➤ レストラン、食堂、飲食店等 事業系の都市ごみ (生ごみ)

# 家庭用及び小型事業用生ごみコンポストへの取組み



## 市町村の自治体の取組み

- 家庭用生ごみコンポスト容器
  - ・自治体が補助金を交付
  - ・自然が多い多摩地域の市町村が多い
  - ・主に自分の敷地内で発酵・利用
  
- 業務用生ごみ処理機(小型電動式)
  - ・自治体の一部が補助金を交付
  - ・電気式などの小型装置 1t/日前後



※ この取組みは、市街地の23区内では少ない

## 6 まとめ

- コンポスト化処理技術は既に確立。
- 安定したコンポスト事業を運営するには、適度な施設規模で適した原料の回収・選択がきちんとでき、持続的に販売先の確保ができることが大切。
- コンポスト処理の成功の鍵は、適した良好な原料の確保、回収する生ごみ性質に適した破碎・選別技術、好気性発酵技術の改良・工夫と、十分な臭気対策の確保。