

[調査報告]

有機物資源回収方法としての堆肥化に関する検討(その1)

—施設調査にみる堆肥の現状—

A case study on composting for recycling of organic resources

吉野好太郎\* 伊藤恵治\* 森田 昭\*

Kotaro YOSHINO\*, Keiji ITO\* and Akira MORITA\*

キーワード: コンポスト、資源回収

1. はじめに

近年の廃棄物処理は、地球環境問題を配慮した国際条約を背景としてし尿・汚泥等の海洋投棄の全廃や、ごみ排出量の増大、ダイオキシン問題、最終処分場の減少等様々な問題の解決が必要となっている。このような状況に対応するためには、従来の処理施設のような生活環境の保全や公衆衛生の向上を目的とした処理だけでなく、積極的な再生処理の必要性が求められている。一方、農業分野では、化学肥料の連用による地力低下に対しての有機農業の必要性が高まっている。このため厚生省ではし尿や浄化槽汚泥の再生処理と同時に、生ごみ等の再生処理機能を併せ持つ「汚泥再生処理センター」事業を提し、この中で資源回収の一方法として堆肥化、緑地還元を示している。

処理施設から排出される汚泥中には有機物、窒素、リンなどの成分が含まれているため、堆肥化し緑地や農地に散布し、肥料あるいは土壌改良材として利用することで、土壌の物理性、化学性、生物性などの幅広い改善に役立つことが知られている。これまでもし尿処理施設や下水処理施設から出る汚泥、都市ごみ、農業、畜産業等様々な分野の廃棄物を原料とした堆肥化事業が行われて

いる。しかし、多くの施設で悪臭の発生、製品の品質や安全性、需給バランスの変動から製品が廃棄物となる等が問題となり、事業の発展を妨げている状況である。

本調査は廃棄物再生処理の一つの選択肢として堆肥化に注目し、その課題を整理、検討することにより、資源化、リサイクルに向けての廃棄物処理システム構築の一助となることを目的としている。本報告は、その第一段階として特定の地域における堆肥化施設の現状や堆肥の利用状況等について調査したので紹介したい。

2. これまでの堆肥化施設の概要

我国に近代的な高速堆肥化技術が導入されていた昭和30~40年代は、オランダのダノ式に代表されるロータリーキルン式発酵槽が主流であった。その次にアプトーマス式として知られる円形型多段式発酵槽とその変形が各地で使用されるようになり、同じ時代にクリア式のようなサイロ式発酵槽が開発された。その後オーガ式やビン式などの形式が追従して現在に至っている。

その後幾多の変遷を経て、近年、用地面積が節約できるサイロ式や円筒型多段式が多く採用され

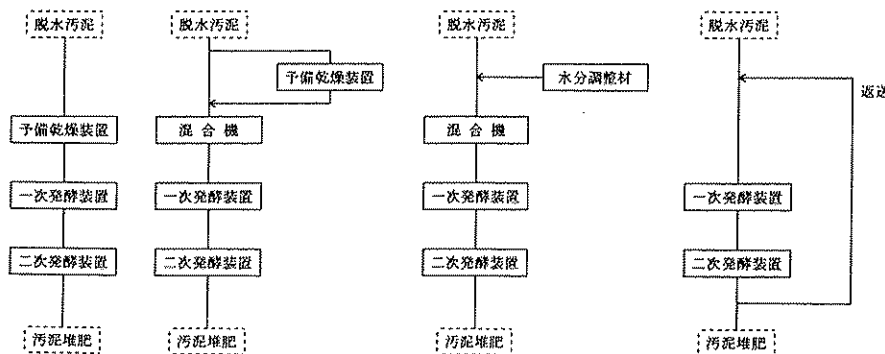


図-1 堆肥化工程例

\* (財) 日本環境衛生センター 東日本支局環境工学部  
 Dept. of Environmental Engineering, East Branch,  
 Japan Environmental Sanitation Center

る傾向にあり、簡便な方式としてはビン式が広く用いられている。

2.1 堆肥化技術

堆肥化施設は有機物を分解し、より安全で安定した物質にするための発酵槽を中心として前処理設備、脱臭設備などで構成されるシステムである。堆肥化方式の一般的な組み合わせとしては図1のような処理工程であり、原料の廃棄物の種類や性状によりシステムは若干異なる。

(1) 前処理工程

前処理工程は熱エネルギーによる乾燥や副資材の混合などにより水分調整し、堆肥化を効率よく進行させる条件をつくることを目的としている。この工程は、単に水分を何パーセントに調整すればよいということではなく、原料を堆積できるようにし、さらに堆積物の中を空気が流通しやすいうように通気性を改良するために必要である。

設備は、予備乾燥装置、原料と添加材或いは返送堆肥の混合に用いる混合機他に、不適物を除去分離して、製品の質をできるだけ高める

ための夾雑物除去・選別装置などからなる。なお、夾雑物除去・選別装置は堆肥化システムの後段に設置される場合もある。

(2) 発酵工程

発酵工程は一次発酵と二次発酵の2段からなり、一次発酵では分解しやすい物質に対し、適度の通風、水分、温度を与えて分解発酵させ、安全で安定した堆肥を製造することを目的としている。二次発酵では、さらに市場の要求に合致する良質な製品を得るため、長期間かけて完熟させている。設備として各種の方式別分類を表1に示す<sup>2)</sup>。

発酵工程において、特に要求される機能管理項目は、好気性菌の増殖のための空気、水分及び温度調整である。また、発酵を促進するためには、原料の切り返し作業による膨軟化、均一化が重要である。これらの条件が適切であれば、一般的に、一次発酵槽で温度約60℃(最高70~80℃)、10~14日間程度の発酵の後、二次発酵槽での1~2カ月の熟成を行うことにより良質な製品が得られる。

表-1 発酵槽の種類 (その1)

分類	名称	操作	移送法	制御法	摘要
野積み		積替え、 切返し、 送気 または上記の組合せ	ショベル カー、 各種 コンベヤ	切返し 頻度	
ロータリ キルン	DANO	切返し + 送気 (鼓)	回転 重力	水分 添加	破砕効果 大
オーガ	FAIR- FIELDG- HARDY	かくはん + 送気 (圧)	オーガ	送気量	
多段	EARP- THOMAS	かくはん + 送気 (圧)	レーキ + 重力	送気量	
	荏原	かくはん + 送気 (圧)	バドル + 重力	送気量	
	栗本	送気 (圧)	ゲート + 重力	送気量	
サイロ	RENOVA (BLAU- BEUREN)	送気 (鼓)	クレーン	送気量	バッチ式
	KNEER	送気 (圧) + 返送	重力、 スクリュー コンベヤ	送気量、 返送量	

(その2)

分類	名称	操作	移送法	制御法	摘要
サイロ	TRIGA	積替え	重力、 スクリュー コンベヤ	水分 添加	
	三共	送気 (鼓)	重力	送気量	
ビン	スクープ	積替え + 送気 (圧)	スクープ	送気量	
	バドル	積替え + 送気 (圧)	バドル	送気量	
その他	SILODA PAYGRO その他				
その他	CASPARI- BRIKOLLARE PRAT その他				

(3) 付帯設備

付帯設備としては、微生物へ十分な酸素を供給し、水分の適正化を図るための通気設備と脱臭設備が重要となる。

脱臭設備は主として、前処理設備の粉塵除去のための集じん機を含めて、堆肥化施設から発生する悪臭を防止するための設備装置からなる。これらの他に、原料や添加材の受入貯留設備、製品の貯蔵及び計量袋詰め設備などが必要となる。

2・2 堆肥の品質

堆肥は肥料成分としての窒素、りん、カリウム等の植物の生育に必要な3成分に加えて、土壌改良材として団粒化構造の促進や各種栄養塩の吸着保持の効果、あるいは化学肥料の連用による地力低下を軽減する緩衝効果がある。ただし、作物の種類、土壌の種類、気候条件などにより効果が異なること、養分過剰、重金属の蓄積などによる障害があることに留意する必要がある。なお、有機性廃棄物を原料とした堆肥は、「肥料取締法」において「特殊肥料」として取り扱われており、有害性分については、表2、表3の基準に適合するよう定められている。

表-2 特殊肥料の有害物質許容濃度基準

項目	基準値
ヒ素	乾物1kgにつき、ヒ素含有量50mg以下
カドミウム	乾物1kgにつき、カドミウム含有量5mg以下
水銀	乾物1kgにつき、水銀含有量2mg以下

(農林水産省告示第1021号)

表-3 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令(抄)

No.	第1種	第2種
1	アルキル水銀化合物	アルキル水銀化合物につき検出されないこと
	水銀またはその化合物	検液1ℓにつきHg 0.005ppm以下
2	カドミウムまたはその化合物	検液1ℓにつきCd 0.3ppm以下
3	鉛またはその化合物	検液1ℓにつきPb 3ppm以下
4	有機りん化合物	検液1ℓにつき有機りん化合物 1ppm以下
5	六価クロム化合物	検液1ℓにつきCr(VI) 1.5ppm以下
6	ヒ素またはその化合物	検液1ℓにつきAs 1.5ppm以下
7	シアン化合物	検液1ℓにつきCN 1ppm以下
8	PCB(ポリ塩化ビフェニル)	検液1ℓにつきPCB 0.003ppm以下

(昭和48年総理府令第5号別表第6)

2・3 堆肥の課題

有機性廃棄物を原料とした堆肥化については次のような問題点・課題が存在している。

(1) 堆肥原料について

堆肥原料には下水やし尿浄化槽汚泥、都市ごみ、農畜産系廃棄物などの多くの種類があり、原料段階で不適物の混入しているものが少なくないため、これらの分別、除去システムの開発・確立が課題となっている。

(2) 堆肥化技術について

生産技術、品質管理に経験的な要素が多く、的確な管理項目、指標の基準化が困難な状況にある。また、悪臭の防止技術の開発・確立、運営管理を含めた処理システムの開発が必要となっている。

(3) 堆肥の品質と施用について

堆肥を利用する分野からの品質や使い勝手に関する要望をより多く導入し、品質指標を確立すること、施用量、利用時期などを明確にすることが課題となっている。

(4) 需要と流通について

多くの有機性廃棄物は連続的に排出されるが、堆肥の消費・需要期は季節変動を伴うため、事業としての安定性、継続性に欠ける。

3. 有機性廃棄物の堆肥化施設調査

有機性廃棄物を原料として堆肥化する施設の例を以下に示す。

3・1 調査方法

聞き取り調査による。

3・2 調査結果

(1) A施設

A施設では家畜糞尿、海藻くず、トマトジュースの搾りカス等の事業系ごみを原料とした堆肥化事業をスタートした。現在は当初の原料が減少または入手困難となっているため、主原料がビール、ウーロン茶等の搾りカスに変わってきている。これらの原料は排出業者が施設へ持ち込んでいる。

前処理としてはキノコの菌床に用いたオガ屑を使用し、水分を適宜調整している。

原料は、ロータリキルン式発酵槽で15~20日間かけて発酵させる。熟成槽はコンクリート床(堆肥舎)でショベルカーにより切り返しつつ一冬経過させることを理想としているが、需要に

より熟成期間は変動している。製品量は5,000~6,000t/年である。なお、地域の農業形態が畑作中心であるため、使用時期が秋~春先(地面の凍結する12月中旬~3月を除く)に限定されている。

堆肥は独自で販売しており、利用先が直接取りにくる。また、別料金で輸送、施用まで行う場合もある。

堆肥の利用先では、利用者独自の堆肥舎で家畜糞尿等と混合調整するための原料としている場合もある。また、堆肥化事業には農業の活性化が必要であり、堆肥の集約化を図ることが有効であるとの意見もある。

施設の問題点は、発酵槽のメンテナンスと施設の臭気であり、そのため施設の廃止を含む対策案を検討中である。なお、近隣には、自治体と農協と産廃業者の共同施設が順調に稼働している例がある。

## (2) B施設

B施設は、生ごみを原料とした堆肥化事業を82年にスタートしている。受入能力は5t/日である。生ごみの収集は一世帯週2回のペースで分別収集し、1日当たりの収集量は約2tである。施設の稼働当初は生ごみを分別せず一次発酵槽と二次発酵槽の間に選別装置(篩い)を設置し、施設内で不適物を分別するようにしていたが、異物の除去が困難であったため、後で原料を分別収集することに変更した。不適物は近隣のごみ処理施設で焼却処分している。

原料としては、生ごみの他に牛ふんと農業集落排水汚泥が搬入される。搬入量は約2t/週で、農業集落排水汚泥が増加傾向にある。

前処理としてはエノキの菌床に用いたオガ屑を購入し、これを生ごみ1tに600kg、牛ふん1.5tに300kg、汚泥に半々の量で混合する。

搬入物の生ごみはまず予備発酵ドラムで2日間攪拌後、牛ふん・農業集落排水汚泥と混合し、縦型多段式発酵槽へ投入する。混合物は発酵槽内部で温度が約55~60℃に達し、約2週間かけて上部から次第に最下部へと至る。処理物は、スクリーコンベヤで搬出し、コンクリート床(熟成棟)に堆積、熟成させる。熟成までの期間は需要により変動するが、通常、ショベルカーで切り返しつつ1~6ヵ月を経たものが利用される。生産量としては約500t/年である。なお、利用地域の農業形態がリング等畑作中心で

あるため、使用時期が秋~春先に限定されている。また、農産物の生産高によって堆肥の出荷量も影響を受けている。

堆肥販売は農協に委託しており、機械による施用まで行うようにしている。なお、施肥量については、利用者が独自に調整したり、農協の指導員が指導している場合もある。

堆肥利用先では、水田、アスパラ等には不向きであるが、家畜飼料用トウモロコシには良好との意見がある。

施設の問題点は、発酵槽及び関連機器のメンテナンス費が高むことである。対応としてピン式発酵槽に更新する予定である。なお、多くの施設で問題となっている臭気処理については促進剤の使用により改善されている。今後は自家菜園が増加するので、袋詰めした堆肥販売も検討している。

## (3) C施設

C施設は、一般家庭及び事業系の生ごみを原料とした堆肥化事業をスタートしている。

受入能力は13t/日で、生ごみ収集は一世帯週2回のペースで分別収集している。施設の稼働当初は生ごみを分別せず施設内に選別装置(篩い)を設置し、生ごみとその他のゴミに分別するようにしていたが、異物の除去が困難であるため、すぐに分別収集を採用した。分別収集を開始した時点では、排出状態は良くなかったが、専用紙袋の販売、袋の記名式の採用、収集時の抜き打ち検査等の指導強化及び、町の積極的な啓発・広報活動により、異物混入率を大幅に低下させることができた。

収集対象地域は、町中心部の家庭が大半であり、それ以外の周辺部の家庭では、畑や庭などで自家処理をしている。

食品工場や学校給食、食堂等の事業系生ごみについては、排出者が直接施設へ持ち込んでいる。収集量は年間、一般家庭から約500t、学校給食等から約500tである。

前処理としては農協から提供されるもみがらを使用し、生ごみ5に対し、もみがら1の割合で混合する。もみがらは以前用いたパークより、土壌改良材としての効果が良好である。

施設へ搬入された原料は、スクープ式発酵槽で約10~14日間かけて発酵させる。処理物はコンベヤで移送、堆肥の状態に応じて牛ふんを適宜混合してバッチ式熟成槽で堆積させる。試

験的に牛ふん以外のもの(し尿汚泥等)を使用したことがあるが、通気性が悪化するので中止した経緯がある。

熟成の期間は、ショベルカーで切り返しつつ約3~6ヵ月としている。堆肥の品質としては、特殊肥料の規定等を満足している。

生産量としては約400t/年で、堆肥販売を農協に委託し、施用までしている。

製品用途は家庭菜園等の畑作が中心であり、使用時期は秋~春先に限定されている。なお、堆肥利用量は経年的に減少しており、農家の高齢化、特産物の減少等による大規模農家の減少と関係があると考えられている。

堆肥利用先では、原料のイメージが問題との意見がある。なお、堆肥を土壌改良材として化学肥料に混合して利用している。

施設の問題点は臭気で、切り返し時に木酢液(針葉樹)を使用して対応している。

#### 4. まとめ

再生処理の一つの選択肢として堆肥化事業を実施している施設の実態調査からみられる共通事項、課題等を以下に整理する。

##### (1) 原料について

原料としては生ごみと農業・畜産系の廃棄物、汚泥等複数あり、これらを混合して堆肥化している。なお、いずれも水分が多いため、前調整が必要である。また、原料の種類、質などには地域による変動があり、原料の性状(重金属濃度、水分)に留意が必要となっている。

##### (2) 設備内容について

###### ① 前処理工程

水分調整にはいずれも添加材を使用している。製品の品質、コストを考慮すると添加材には量、質等が安定かつ、安価なものが必要となっており、添加材の供給先を確保することが重要である。

処理工程内での選別・異物除去については、計画しても実際に稼働すると選別は困難な場合があり、生ごみは排出段階における分別収集に変更している。さらに、住民への分別に対する啓発活動の継続が重要となっている。

###### ② 発酵工程

発酵槽の形式によらず、一次発酵期間は約2週間程度で、その後、二次発酵槽で堆積、切り

返しつつ需要期まで貯留するのが一般的である。なお、貯留期間は製品の需要により変動している。また、管理項目としては色、臭気、二次発酵槽での切り返し頻度など経験的な項目が多く、製品の熟成に大きく影響する管理指標の基準化が不足している。

###### ③ 設備の管理

主にメンテナンス経費と臭気処理である。これらは製品コストに影響するが、避けられない問題であり、臭気処理については安全、安価で効果的な処理方法を検討する必要がある。

##### (3) 製品の需要についての課題

利用先としては、大規模農家が減少し、家庭菜園が増加傾向にある。

利用時期には制限があり、熟成工程の期間に影響が出てくる。農地への利用では、やはり作物収穫時期を除く春・秋に多く使用されている。

使用量は農協の協力、指導等の効果が大きい、作物市場の好不況に影響を受けているのが実態であり、安定した需要の確保は困難となっている。

#### 5. おわりに

廃棄物問題に対処するための再生処理の一つとして堆肥化には、従来から①堆肥化原料の質向上②堆肥化技術の開発③堆肥品質と施用技術の確立④需要と流通が問題としてあり、今回の調査でも同様の課題が抽出された。このうち、堆肥品質と施用技術の課題については、農協の指導サービス等によって対応が図られていること、また、原料の不適合物の分別・除去の課題については、家庭ごみを対象とする場合、分別排出の実施により可能であることが確認できた。

その他の問題に関しては、堆肥原料には種類や性状に地域差があり、地域にあった前処理システムの検討が必要であり、堆肥化技術として品質管理のための的確な管理指標の基準化と製品コストを考慮したシステムの開発・確立が必要である。さらに、需要と流通については、処理施設だけでの解決が困難であり、行政や関連する業界、地域との連携が必要であるなどの課題が多く存在している。これらの課題を解決することが、循環型廃棄物処理の一つである堆肥化の普及、発展に寄与すると考えられる。

## 引用文献

- 1) 廃棄物処理施設技術管理者認定講習〔ごみ処理施設〕テキスト, p315, (財)日本環境衛生センター (1997)
- 2) 廃棄物処理施設技術管理者認定講習〔ごみ処理施設〕テキスト, p320~321, (財)日本環境衛生センター (1997)
- 2) 藤田賢二: コンポスト化技術, p33~34, 技報堂(1993)

## 参考文献

- 1) し尿処理施設構造指針解説, 全国都市清掃会議, (1988)
- 2) 森 忠洋: 有機物緑農地利用のための課題, 用水と廃水, Vol.35, No.10, p5~10 (1993)

- 3) 堀江 信之、渡部 春樹: 下水汚泥の緑農地利用における建設省の取り組み, 用水と廃水, Vol.35 No.10, p11~15 (1993)
- 4) 山本 昌宏: 厚生省における取り組み, 用水と廃水, Vol.35, No.10, p16~29 (1993)
- 5) 後藤 茂子、茅野 充男: 下水汚泥の緑農地利用, 用水と廃水, Vol.35, No.10, p30~37 (1993)
- 6) 渡辺 孝雄: し尿および浄化槽汚泥の性状とその有効利用にあたっての課題, 用水と廃水, Vol.35, No.10, p38~48 (1993)
- 7) 羽賀 清典: 家畜糞尿の農耕地利用, 用水と廃水, Vol.35, No.10, p49~59 (1993)
- 8) 全国自治体コンポスト事情, 月刊廃棄物, Vol.23, No.263, p51~57 (1997)
- 9) 有機質資源化推進会議編: 有機廃棄物資源化大事典, 農山漁村文化協会 (1997)