

悪臭対応参考事例集

～ 堆肥化施設・バイオマス活用施設編 ～

環境省 水・大気環境局大気環境課 大気生活環境室

目 次

はじめに	1
1. 本事例集の構成	2
2. 事例から見る良好な対策について	3
3. 取り組み事例一覧	4
4. 臭気対策の取り組みフローチャート	5
5. 個別事例	
【食品残さを主原料とした堆肥化事例】	
No. 1 生ごみ等を建屋内に作られた二重の密閉発酵槽で堆肥化し、水洗・生物脱臭している施設	6
No. 2 生ごみを市街地で液状化し、郊外で発酵チップに混ぜて堆肥化し、生物脱臭している施設	10
No. 3 大量の食品残さを副資材を加えずに堆肥化し、4種類の洗浄装置などで脱臭している施設	14
No. 4 生ごみを液状化し、菌剤添加チップに混ぜて発酵させ、薬液洗浄と消臭剤で脱臭する施設	17
No. 5 生ごみを密閉横型発酵装置にかけ、郊外にて堆積発酵させ、脱臭装置なしで運転する施設	21
【家畜ふんを主原料とした堆肥化事例】	
No. 6 牛ふんに、茸培地と戻し堆肥で作られた水分調整材を予め混合し、洗浄脱臭している施設	25
No. 7 牛ふんなどを堆積発酵させて、床面からの通気に臭気ガスを入れて生物分解する施設	29
No. 8 牛ふんなどに、落ち葉など地域で出てくる副資材を混ぜて発酵させ、生物脱臭している施設	33
No. 9 牛ふんと生ごみに、堆肥で育てた稲のもみ殻を副資材に循環利用し、生物脱臭している施設	37
No. 10 ブロイラー鶏ふん等の畜ふんを発電ボイラー燃料及び堆肥原料として利用する施設	41
【下水汚泥を主原料とした堆肥化事例】	
No. 11 下水処理場の脱水汚泥を高温発酵させて、生物脱臭や副資材等により脱臭している施設	45
No. 12 脱水汚泥などを原料として、約5倍量の戻し堆肥を加えて発酵し、生物脱臭している施設	49
No. 13 脱水汚泥などの原料を、小型でシンプルな設備で発酵管理し、脱臭装置なしで運転する施設	53
【バイオマス活用の肥料化事例】	
No. 14 下水処理過程で発生した下水汚泥を、熱風乾燥させて肥料化し、燃焼脱臭している施設	57
No. 15 浄化槽汚泥と生ごみをバイオマス発電に用いて、液肥を製造し、3方式で脱臭している施設	61
6. 用語集	65
7. 参考情報	69

はじめに

環境省が毎年実施している施行状況調査において、平成 28 年度の全国の悪臭に関する苦情件数は、12,624 件でした。悪臭に関する苦情件数は近年は減少傾向にありますが、典型 7 公害の中でも、騒音、大気汚染に続いて苦情が多く、対策が望まれているところです。

環境省では、全国の地方公共団体で行われている悪臭に関する苦情対応に関する課題点を把握するために、平成 27 年度にアンケート調査を実施しました。その中で、臭気対策として効果的であった事例や他の事案の参考になるような事例を望む声が多く挙がりました。

悪臭に関する苦情件数について、業種別に見ると、「サービス業・その他」や「畜産農業」が目立つ傾向があります。また、「畜産農業」や「廃棄物処理業（堆肥を扱うもの）」の業種に関しては、地方公共団体のアンケート調査結果より「長期間（3 年以上）にわたり解決せず、対応に苦慮されている苦情案件」として最も多い回答として挙がりました。

そこで、畜産農業（養牛、養豚、養鶏）、堆肥化施設などに焦点をあてて、事業者において悪臭を排出しないための努力や、苦情を軽減させる工夫等の参考となる事例を収集、整理しました。

本事例集が、地方公共団体や事業者の方々の悪臭への対応において、有効に活用されることを期待します。

※事例集「畜産農業編」は別冊になります。

1. 本事例集の構成

本事例集は、悪臭苦情が多く、また長期化しやすい傾向にある「堆肥化施設」に焦点を絞り、良好な対策がとられている事例を全国から集めて掲載しています。

この事例集では、堆肥化施設として、食品残さ（5件）、家畜ふん（5件）、脱水汚泥（3件）の堆肥原料ごとにまとめています。また堆肥化工程は、堆積発酵によるもの（13件）とバイオマス発電のための消化発酵（2件）があります。

事例ごとに、「本事例のポイント」を挙げ、「1.施設の概要・規模」として概要、従業員数、原材料の種類と受入れ量及び立地環境など、「2.悪臭による苦情の有無・測定」、「3.堆肥化工程と臭気を減らす工夫」「4.臭気対策の設備」として施設整備や管理上の取組などを項目別に整理しています。また、各事例における「5.地域との関わり」、「6.臭気対策のポイント」を記載しています。

施設により堆肥化工程は異なりますが、受け入れる原材料の種類、施設の規模、立地環境によっても管理の方法は様々です。事例集に掲載されている施設では処理日数は概ね40日～120日でした。堆肥製造マニュアルを策定している事業者もいましたが、さらに臭気発生が抑制され、品質も良い堆肥ができるように随時工程や手法の見直しを行っていました。

さらに、製品の品質は設備や機械に起因するところもありますが、投入される原料の違いや気象条件などに合わせて、堆肥の色や触感により、発酵の具合を確認し、水分量等を微調整するなど、堆肥の品質安定化には、担当者の経験や知識によるところが大きく影響していました。廃棄物処理という発想ではなく、有機資源の循環を担っているという意識が高い事例が多く、場内も整理が行き届いていました。

なお、今回のどの事例においても、最初から順調に今の方法に辿り着いたわけではなく、操業当時は悪臭苦情に悩み、悪臭対策について様々な方法を試行錯誤し、効果的な手法を編み出した成果であるといえます。

なお、巻末には、堆肥化施設における用語集をまとめています。

2. 事例から見る良好な対策について

1) 臭気発生の特徴

堆肥化原料は様々ですが、原料のにおいより悪臭苦情の原因となるのは、発酵時の臭気です。原料を堆積発酵させると、初期はアンモニアなどが一時的に発生しますが、好気性発酵がすすむにつれて臭気発生量は減っていきます。しかし、原料に空気が入らないと嫌気性発酵となり硫黄化合物や低級脂肪酸類などの悪臭物質が長期間発生します。

これらのことから、堆積発酵させる場合の臭気対策としては、原料の通気性を確保して好気性発酵を促進させて臭気発生を抑制すると共に、発生した臭気を集めて処理することになります。

2) 臭気の発生抑制のための事例

通気性の改善のため、戻し堆肥とそれ以外の副資材を原料に混合している事例（No. 1、No. 5、No. 6、No. 8、No. 11、No. 13）、戻し堆肥以外の副資材のみ混合している事例（No. 7、No. 9）、戻し堆肥のみ混合している事例（No. 3、No. 10、No. 12）、木質チップに菌製剤を担持させ循環利用している事例（No. 2、No. 4）があります。

さらに空気を入れるための攪拌方法ですが、自動で移動と攪拌を行う機械式の5事例（No. 1、No. 3、No. 7、No. 8、No. 9）とバケットローダーなどの重機を操作し、切り返しを行う9事例（No. 2、No. 4、No. 5、No. 6、No. 7、No. 10、No. 11、No. 12、No. 13）があります。またそれらに加えて床面からブローで通気する10事例もあります。発酵工程には、一次発酵と二次発酵があるため、3つの通気方法を条件に合わせて組み合わせています。

3) 発生した臭気の脱臭処理の事例

堆肥化工程により発生した臭気について脱臭装置を設置している事例は15事例中13事例あります。最も設置事例が多い処理方式は、生物脱臭装置の8事例（No. 1、No. 2、No. 7、No. 8、No. 9、No. 11、No. 12、No. 15）です。次に水や薬液を用いた洗浄法の5事例（No. 3、No. 4、No. 6、No. 10、No. 15）が多く、消臭剤の事例（No. 4）、直接燃焼の事例（No. 14）、他の方式と組み合わせて対策をはかっている事例などがありました。

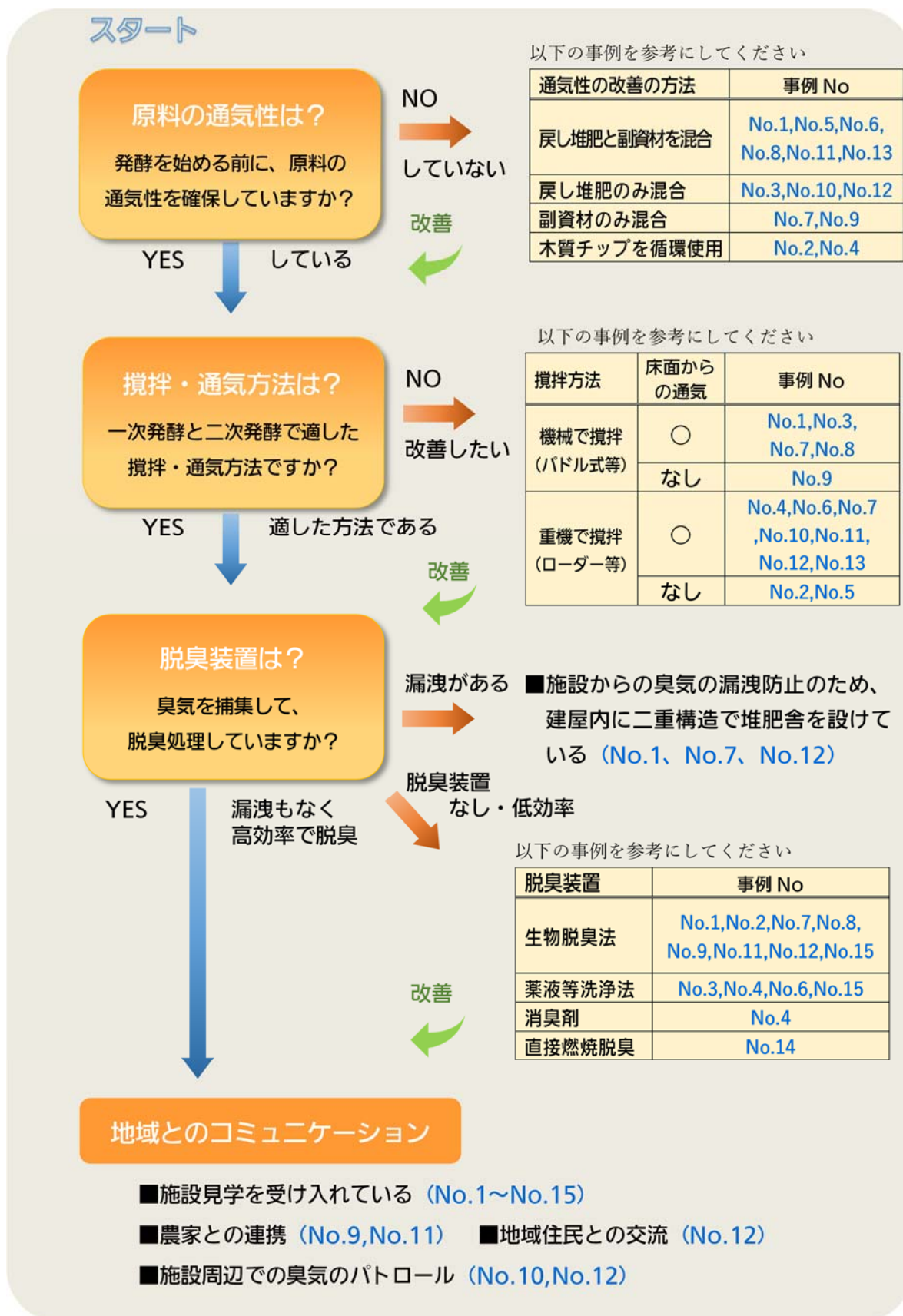
3. 取り組み事例一覧

事例 No.	堆肥化・バイオマス原料	施設建設	立地環境	年間の堆肥生産量	副資材		通気方法			処理日数	脱臭装置	施設見学の可否(地域)	掲載頁
					戻し堆肥の利用	戻し堆肥以外の副資材	機械攪拌	重機攪拌	床面通気				
1	食品残さ	公営	郊外	350 t	○	もみ殻	○ パドル式		○	40日	生物脱臭	可 (長野県)	p. 6
2	食品残さ	民間	市街地	200 t	—	木質チップ		○		120日	生物脱臭・活性炭吸着	可 (埼玉県)	p. 10
3	食品残さ	民間	郊外	7,000 t	○	—	○		○	40日	薬液洗浄	不可	p. 14
4	食品残さ	協同組合	郊外	42 t	—	木質チップ		○	○	120日	薬液洗浄・消臭剤	可	p. 17
5	食品残さ	民間	郊外	850 t	○	おが屑		○		90日	なし	不可	p. 21
6	家畜ふん	公営	郊外	2,280 t	○	草培地残さ		○	○	120日	水洗浄・薬液洗浄	相談	p. 25
7	家畜ふん	公営	郊外	2,200 t	—	もみ殻など	○ スクープ式	○	○	75日	生物脱臭 (ロックウール)	可	p. 29
8	家畜ふん	公営	郊外	1,117 t	○	落ち葉、もみ殻など	○ スクリュー式		○	105日	生物脱臭	可 (栃木県)	p. 33
9	家畜ふん	公営	郊外	1,246 t	—	もみ殻	○ パドル式			42日	生物脱臭	不可	p. 37
10	家畜ふん	民間	郊外	6,000 t	○	—		○	○	41日	水洗浄	不可	p. 41
11	下水汚泥	公営	郊外	1,600 t	○	廃白土など		○	○	45日	生物脱臭	可 (佐賀県)	p. 45
12	下水汚泥	民間	郊外	6,900 t	○	—		○	○	45日	生物脱臭	可	p. 49
13	下水汚泥と食品残さ	民間	市街地	96 t	○	段ボール粕		○	○	31日	なし	相談	p. 53
14	下水汚泥	公営	郊外	1,470 t	—	—	消化発酵のため不要			1日	直接燃焼脱臭	可 (宮崎県)	p. 57
15	下水汚泥と食品残さ	公営	市街地	6,000 t	—	—	消化発酵のため不要			22日	生物脱臭・薬液洗浄・活性炭吸着	可 (福岡県)	p. 61

※施設見学の連絡先リスト送信を希望される方は、(公社)におい・かおり環境協会宛 [info@orea.or.jp]に以下の①～⑨の内容をメールにてお送りください。

- ①所属先名称 ②業種 ③連絡担当者の部署とお名前 ⑤連絡先(所在地、TEL、FAX)
⑥見学希望の事例No. ⑦見学希望の日時(第1～第3希望) ⑧見学人数 ⑨見学目的

4. 臭気対策の取り組みフローチャート



堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
○	△少	—	攪拌機、プロア	2	40日	350t	水洗、生物脱臭処理

【堆肥化事例 No.1】

生ごみ等を建屋内に作られた二重の密閉発酵槽で堆肥化し、水洗・生物脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 原料となる生ごみを破碎し、もみ殻や粒径の大きな戻し堆肥と混合している。
- 攪拌・発酵の管理… 切り返しは大型の攪拌羽で通常設計の2倍の時間を掛けて堆肥原料を少量ずつ掻き上げ、圧密の心配がない。一般的な床面からのプロア通気は床面からの排気が多いが、発酵槽前半（一次発酵）部分では床下へ吸引し、発酵槽後半（二次発酵）部分では床下から排気しているため、発酵初期に出てくるアンモニアなどのガスを発酵が進んだ後半に通気することで生物脱臭の役割を果たしている。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 堆肥棟の中に密閉された発酵槽があり、負圧の二重扉で臭気が漏れない構造になっている。また堆肥棟内のガスは、水洗スクラバーでアンモニア濃度を落としてから、生物脱臭槽で処理し、ほとんどにおいがしない。

(訪問：平成28年11月25日)

1. 施設概要及び規模

○概要

昭和53年に市が堆肥化施設を建設したが、当時の納入業者の堆肥化に関するノウハウが不足していたことなどから、施設稼働直後に悪臭問題が発生していた。そこで、平成13年より2代目となる現施設が稼働した。現施設は、迷惑施設とならないような立地を選択し、市が大手環境設備会社に発注して建設したものであり、管理業務は平成14年より委託している。

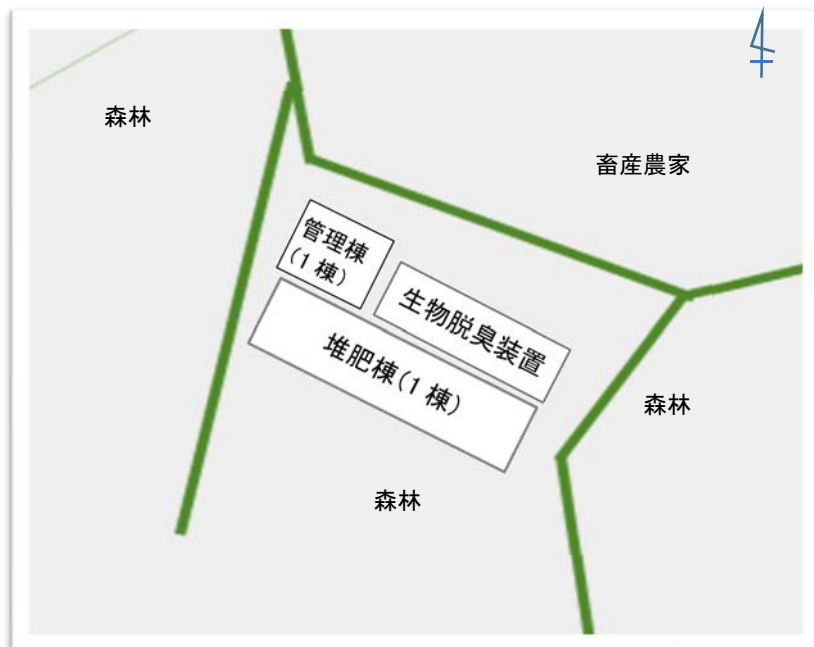
○従業員数 2名、その他非常勤職員が堆肥販売の補助を行っている。

○原材料・副資材の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
生ごみ	1,008 t～1,344 t/年	市民（特定の地域のみ。週1回収集）	無償
食品残さ	336 t/年	スーパー、給食センターなど	有償
畜ふん	144 t/年	肉用牛農家	有償
茸培地	96 t/年	キノコ工場	有償
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
もみ殻	70～100 t/年	JA ライスセンター	無償

○施設の立地環境

堆肥センター（敷地面積 5,600m²）は、山の中腹にあるため、周辺は森林に囲まれており、一番近い施設としては、50mほど離れたところに畜産農家がある。また一番近い住宅からおおよそ 1km 離れている。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

平成 13 年の施設稼働より現在まで、特になし。

○測定

実施していない。

現地訪問時は、堆肥棟周辺での臭気強度は 1、発酵槽内では臭気強度 2、脱臭装置出口での臭気強度は 1、敷地境界では臭気強度が 1 以下とかなりにおいが弱かった。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○原料の受け入れ時の工夫

生ごみは新聞紙に包んで、専用袋で回収し、水分をできるだけ漏れないようにしている。

前処理として、原料となる生ごみを破砕し、もみ殻や粒径の大きな戻し堆肥と混合する（写真 1～3）。以前はもみ殻を粉砕してから混合していたが、もみ殻の団粒構造（空気層）を活かして、現在は粉砕せずに混合している。



写真 1 原料の投入口



写真 2 戻し堆肥



写真 3 もみ殻のストック

○堆肥化工程

前処理が終わった堆肥化原料は、幅 8m、奥行 60m の発酵槽へ投入され、高さ 1m ほどで堆積している。堆肥原料には機械攪拌装置による攪拌と床面からの通気が行われ、好気性発酵を促進している（図 1）。発酵槽では一次発酵も二次発酵も同一槽内で行われ、発酵の進行状況は通過空気の温度をモニターするなどコンピューターで管理している。

堆肥化原料は投入後、約 40 日間で製品となる。製品の水分量は 25～30% とあえて低く調整している。なお、発酵槽の中段で加水しているので、水分不足による微生物の活性の低下にはなりにくい。

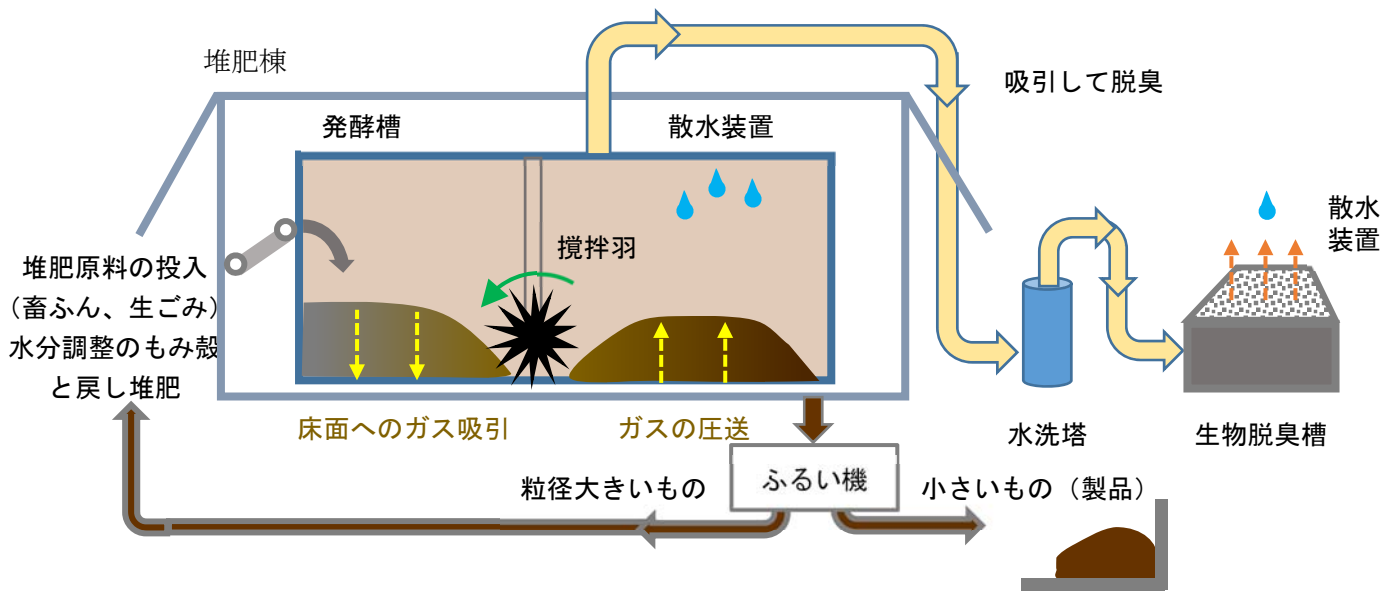


図1 堆肥棟の構造と脱臭処理の流れ

○切り返し作業の配慮

切り返し作業は、大型攪拌羽（直径 1.5m）が毎日発酵槽の出口側から入口側へ向かって 60m を 10 時間掛けて回転攪拌しながら移動しており、堆積物への通気と出口側へ移送することを兼ねている（写真4）。

また、床面の通気口は、目詰まりしにくいように複数穴の開いたパイプを床の溝に入れ、砂利を周りに敷き詰めて、更にもみ殻で上から覆う構造にしている

（図2）。なおもみ殻は時間が経つと固くなるため、年に1回全面交換をする。

機械攪拌方式は故障が多いという声があるが、機械メンテナンスやグリスアップ（機械の可動部分の潤滑油（グリス）の補充・交換）を定期的に行うことにより故障発生頻度を減らしている。更に、多少の機械不良は自分たちで整備している。

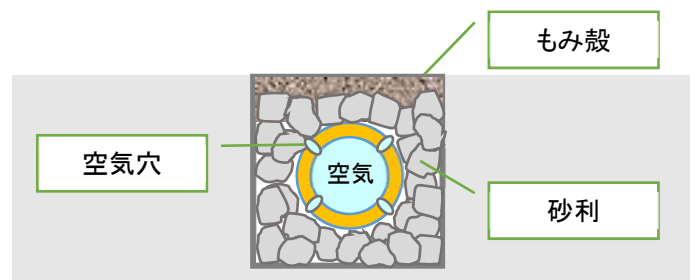


図2 床面の通気口の構造

○施設内の清掃

堆肥棟の内部は毎日清掃している。

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

建屋内に頑丈なビニールハウス様の発酵槽が入っており、二重構造で臭気が漏洩しないような設計になっていた（写真4及び写真5）。また発酵槽の上部から空気を吸引し、内部が負圧で臭気の漏えいを防いでいる。



写真4 発酵槽の内部



写真5 堆肥棟の中にある発酵槽（左）

○堆肥棟の排出ガスの処理

発酵槽の中の空気を吸引し（1～2m³/分）、生物脱臭槽（写真6）で処理してから大気中に排出している。生物脱臭槽は屋外に設置されており、幅6m、奥行50m、高さ2mのコンクリート製の槽の中に微生物が担持された小石程度のゼオライト（写真7）が充填されている。なお、槽内への散水はタイマー制御されている。



写真6 生物脱臭槽



写真7 生物脱臭槽に充填されているゼオライト

○支援策の活用

施設建設時に国庫補助（480,000千円の事業費の内240,000千円）を受けた。なお、その後大幅な修繕工事は実施していない。

5. 地域との関わり

地元小学校の社会科授業として、施設見学の受け入れを行っている。また大学生やJICA研修の見学もある。

また、堆肥は年間350t生産されており、葉物野菜農家や家庭菜園などの約1500名の堆肥ユーザーに、完売している。堆肥の価格は袋を持参して自分で詰めると10kgで70円と格安であり、トラックで買いに来る方には堆肥の積み込み作業も行っている。製品堆肥の水分量を25%～30%と低く設定しているため、軽くてにおいも少なく、年配の方でも撒きやすいと好評であり、長年にわたって堆肥の活用が地域に根付いている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

切り返しは大型の攪拌羽を使って堆肥原料を少量ずつ掻き上げるので、後方にはふんわりと堆積した山ができる。これを通常設計の2倍の時間を掛けて丁寧に攪拌しているため、嫌気性臭気が発生する心配がない。

更に床面からの通気は、発酵槽前半（一次発酵）部分では床面へ吸引し、発酵槽後半（二次発酵）部分では床面から排気しているため、発酵初期に出てくるアンモニアなどのガスを発酵が進んだ後半に通気することで生物脱臭の役割を果たしている。

○発生した臭気の脱臭処理

堆肥棟の中に密閉された発酵槽があり、負圧の二重扉で臭気が漏れない構造になっている。更に、堆肥棟内のガスは、水洗スクラバーでアンモニア濃度を落としてから、生物脱臭槽へ導入しているため微生物分解が進むことで、脱臭が可能である。

本施設は装置のオートメーション化されているが、14年間修繕工事せずに2人で維持管理している。性状の異なる原料に対応するには、堆肥化の知識や技術や経験が大変重要であるとともに、装置が故障しないための日々のメンテナンスや清掃等の日常管理が肝要であり、これらを熟知されている方が管理していた。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭処理
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
○	－	－	フレコン袋、重機	4	4ヵ月	200t	生物脱臭法など

【堆肥化事例 No. 2】

生ごみを市街地で液状化し、郊外で発酵チップに混ぜて堆肥化し、生物脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 鮮度を維持して液状化を行い、予め発酵させた木質チップと混合させることで、水分調整と微生物添加、通気性の改善と3役を担い、好気性発酵を促進している。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 初期工程では野菜ジュースのような弱いにおいであり、堆積発酵する中期工程と後期工程については、郊外の2ヵ所の事業所へ移動している。後期工程では生物脱臭処理をしている。
- 地域との関わり… 施設見学を受け入れている。またイベントでの堆肥無料頒布なども実施。

(訪問：平成28年11月30日)

1. 施設概要及び規模

○概要

昭和33年に創業し、平成12年より生ごみの堆肥化を始めた民間企業の施設である。初期工程は住宅街の事務所で行い、中期・後期は郊外の2ヵ所の事業所に分かれて、食品残さの堆肥化をしている。

○従業員数 120名（内、堆肥化作業は4名）

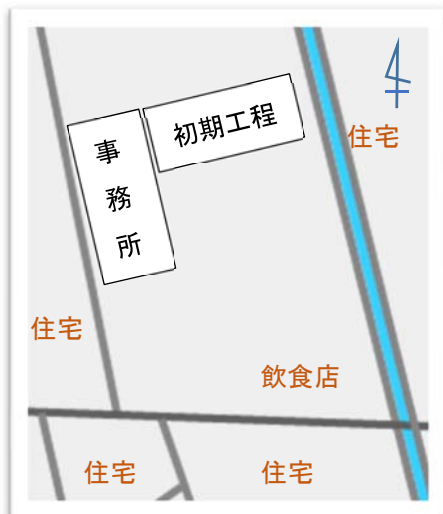
○原材料の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
生ごみ	600 t / 年	学校給食センター、社員食堂（収集運搬）	有料
剪定枝	115 t / 年	植木屋（持ち込み）	有料
刈草	1,038 t / 年	河川敷の草刈りをした業者（持ち込み）	有料

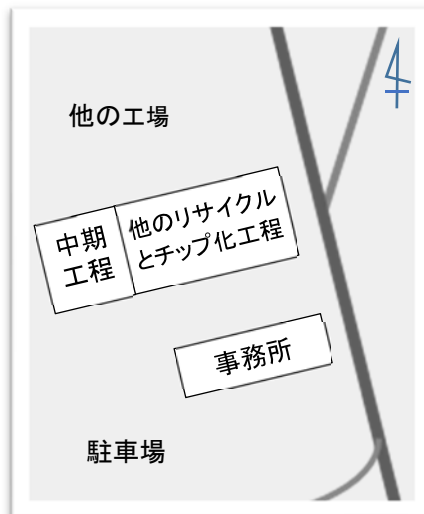
○施設の立地環境

初期工程と本社事務所がある事業所（敷地面積全体3,000m²、内堆肥化施設250m²）では、ほぼ隣接して住宅がある。また、その横に飲食店もあることから、臭気発生抑制については最大限の配慮を行っている。

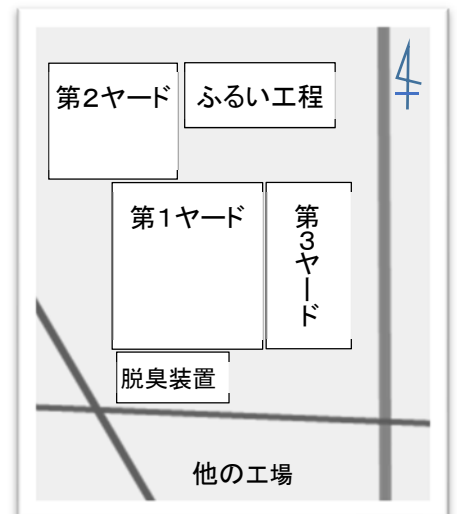
中期工程（敷地面積全体5,700m²、内堆肥化施設800m²）や後期工程（敷地面積全体1,500m²、内堆肥化施設1,500m²）の事業所は郊外にあり、周辺には工場が多く住宅が少ない地区である。



初期工程の事業所



中期工程の事業所



後期工程の事業所

2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

平成 28 年 1 月に後期工程の事業所で住民から 1 件の悪臭苦情があった。苦情の原因は、大型ミキサーの故障により食品残さの液状化をしないで堆肥をつくり、その未熟堆肥を切り替えしたときに悪臭が発生した。なおそれ以降は、苦情発生はない。悪臭以外では、ハエが発生したことがあるので、ウジの脱皮阻害剤を堆肥原料に添加したところ激減した。

○測定

自社測定を年 1 回実施している。当該地域では敷地境界線における臭気指数基準は 15 であるが、自社測定（切り返し作業時）で臭気指数 10 未満であった。

現地訪問時には、初期工程の液状化の作業の横で臭気強度は 1.5（残飯臭ではなく野菜のにおい）、敷地境界では 1 以下、中期工程の作業場内は 1.5（木のにおい）敷地境界での臭気強度は 1、後期工程の第 1 ヤード内の臭気強度は 3.5（堆肥の発酵臭）、敷地境界での臭気強度は 1.5 程度と弱いにおいであった。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○原料の受け入れ時の工夫

夏場など気温が高い日は、原料となる食品残さを冷蔵保管し、鮮度を維持するようにしている。それでもにおいがする場合には、原料投入口近傍で消臭剤を噴霧し、臭気を抑えている。

○堆肥化工程

堆肥化工程は表 1 に示すとおりである。まず自社で回収した食品残さを大型ミキサーを用いて液状化する。次に液状化物を中期工程の事業所へ移送して、1m³のメッシュパレットの中にフレコン袋を入れて、その中に木質チップと液状化した食品残さを混合させた堆肥原料を入れている。フレコン袋は、通気性があり比表面積も大きいことから、近年堆肥化に使われ始めている。木質チップは食品残さと混合する前に 1~3 ヶ月程発酵させているので、微生物が豊富に含まれており、原料表面には白い放線菌が現れていた。

以前は 8~10m³の鉄製コンテナを用いて、重機攪拌と加圧空気により好気性発酵を行っていたが、ハエの発生や作業効率等を改善するため、現在の方法に変えた。今後も更に改良を図りたいとのことであった。

表 1 堆肥の生産工程



処理工程 原材料	受入れ前準備 (1~3 ヶ月前)	初期工程 (0 ヶ月)	中期工程 (0~1 ヶ月)	後期工程 (1~3 ヶ月)
〔主原料〕 食品残さ		 自社で収集して、ミキサーで液状にする（写真 1）	液状化させた食品残さ（写真 2）を事前に発酵させた木質チップに染み込ませて、フレコン袋に 1 ヶ月程詰める（写真 3、写真 4）	第 1 ヤード（2 ヶ月目）袋から出して屋内の堆肥棟で重機により攪拌（写真 5、6）
〔副資材〕 剪定枝、刈草	 チップ化して、約 1~3 ヶ月間事前発酵させる。（中期工程の事業所にて実施）	第 2 ヤード（3 ヶ月目）半屋内の堆肥棟で重機による攪拌		第 3 ヤード（堆肥完成）φ 1 cm のふるいにかけて、本社へ移送



写真1 食品残さをミキサーにかける



写真2 液状化した食品残さ



写真3 木質チップに液状化食品残さを混合



写真4 フレコン袋に入れて堆積発酵



写真5 第1ヤードの堆肥の発酵状況



写真6 後期工程での攪拌作業

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

初期工程：施設の出入口には金属製シャッターを設置しており、搬入作業時以外は閉めているので内部においが漏洩することはない。

中期工程：施設内では他の作業もしていることから、出入口は解放されているが、中期工程や事前発酵の作業場は建屋の奥の方なので、搬入口からにおいが漏れ出すことは少ない。

後期工程：施設内では3つのヤードに分かれており、最もにおいが発生しやすい第1ヤード（1～2ヵ月目）の搬入口は、ビニール製のカーテンで閉じられている（写真7）。また搬入口の上部には、消臭剤の噴霧装置が設置されており、重機による攪拌作業等には消臭剤を噴霧する（写真8）。なお、第2ヤードと第3ヤードは開放の半屋内であった。



写真7 後期工程（第1ヤード）の搬入口



写真8 第1ヤードの搬入口にある消臭剤の噴霧装置

○堆肥棟の排出ガスの処理

初期工程：処理なし

中期工程：処理なし

後期工程：

第1ヤード内の空気を吸引し、2系統の脱臭処理を行っている（写真9）。一つは平成23年に導入した活性炭塔であるが、ヤード内の水分率が高いので、活性炭の交換頻度が多いことが難点である。2つ目は平成26年頃に導入したガラス製発泡材を用いた生物脱臭装置であり、ガラス表面を多孔質化し、微生物を担持させて処理する方法である。

以前、苦情発生したときは、脱臭装置は活性炭方式の1つだけであった。そこで苦情発生から約2週間後に、切り返し作業時の臭気を測定した結果、堆肥ヤード内の臭気指数は34、活性炭脱臭装置出口は臭気指数29であった。その後、ガラス製発泡材による生物脱臭装置を導入し、さらなる臭気対策を行っている。

なお、大型ミキサーにて食品残さを液状化してから堆肥化を行った結果（平成28年3月16日）、切り返し作業時の敷地境界4ヵ所とも、臭気指数10未満（臭気指数規制値15）であった。



写真9 第1ヤードの脱臭装置
（中央左：生物脱臭槽、左端：活性炭

○支援策の活用

補助金は受けていない。堆肥化の製造方法について試行錯誤しながら、自社に適した方法を模索している。

5. 地域との関わり

製品堆肥は、10kg入袋500円から250kg入袋3,000円（袋を返却すると1,000円引）で、地元の農家へ販売している。堆肥の散布機を貸し出したり、散布作業にも対応したり、堆肥の使い方や安全性の情報を発信し、有機肥料の普及に努めている。また施設見学会には小学生から大学生まで受け入れており、循環型社会についてみてもらう機会を設けている。さらに地域のお祭りなどでも堆肥を無料頒布して、地元の方にできるだけ理解していただけるよう努めている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

一般的に食品残さは、含水率が高く腐敗も早いため、堆肥化する際の水分調整や発酵管理が難しい。しかし当該事業所では廃棄物の収集運搬も手掛けているため、利便性のよい地区に建っており、鮮度を維持して初期工程を行うことができる。なおかつ、近隣住宅ににおいが漂わないよう、中期工程以降については郊外の事業所へ移動して行うなどの配慮を行っている。

食品残さを液状化するときは、食品残さ1に対し、水1、製品堆肥0.2を添加しているのがポイントで、液状化タンクを見ると、液表面には気泡が上がってきてタンクも温かく、早くも発酵がはじまっていることが分かった。更に先行して発酵させている木質チップが水分調整と微生物添加、通気性の改善を担い、好気性発酵を促進していた。

○発生した臭気の脱臭処理

後期工程の脱臭装置の設置のほか、万が一、突発的ににおいが発生してしまった際は、社内対応として苦情対応と現場対応は同じ者が担当するようにしている。苦情が発生したときに、現場でどのような作業をしていたのかを把握していないと、苦情者への説明がしにくいことがあるからということであった。

社長自ら社員に対し環境美化や地域社会とのつながりの重要性を周知していることなどが印象的であった。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
○	－	－	攪拌機とプロア	18	40日	7,000 t	4種類の脱臭処理

【堆肥化事例 No. 3】

大量の食品残さを副資材を加えずに堆肥化し、4種類の洗浄装置などで脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 臭気の捕集・脱臭装置… 計画当初から大量の食品残さを受け入れることで設計されているので、施設の密閉化や脱臭装置など臭気対策について万全な設備が整備されている。
- 地域との関わり… 近年の循環型社会への意識の高まりにより、国際的な展示会においても食品廃棄物の循環利用事例として紹介され、国内外の多くの施設見学者を受け入れている。堆肥化施設には見えないほどきれいな施設であった。

(訪問：平成 28 年 12 月 2 日)

1. 施設概要及び規模

○概要

平成 9 年に他県で堆肥化事業を開始し、その施設を見学した自治体からの誘致により、平成 19 年に当該地域に堆肥化施設を建設することとなった民間施設である。初代の堆肥化施設において、社長自ら様々な脱臭方式を実験し、好気性発酵についても試行錯誤を重ね、自社製品に最適な堆肥化条件を編み出すことに成功した。

そこで、臨海部の広大な敷地に、自社で開発した臭気対策を組み込んだ最大処理能力 326 t/日の大規模な堆肥化施設を稼働している。

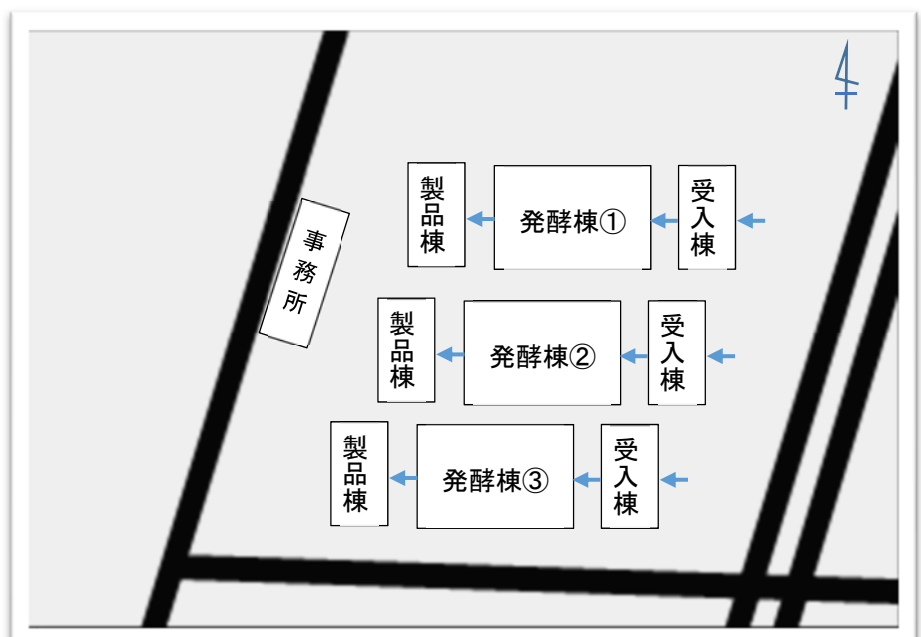
○従業員数 100 名 (内、堆肥化作業は 18 名)

○原材料の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
食品残さ	120 t/日	レストラン、コンビニエンスストア、食品工場 (運搬は契約した外部業者)	有償

○施設の立地環境

当該施設 (敷地面積 30,000m²) は臨海の工業専用地区に位置し、近隣に住宅はない。事務所、受入棟 (3 棟)、発酵棟 (3 棟)、製品棟 (3 棟) があり、受入→発酵→製品の堆肥化工程の流れに沿って、3 系統が連なる構造になっている。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

実施していない。

現地訪問時は、施設の場内での臭気強度は2~2.5であり、敷地境界での臭気強度は1程度とほとんどにおいが感じられなかった。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○受入棟（原料の受け入れ時の工夫）

食品残さは、ビニール袋やパック、トレーに入れられた状態でも受け入れ、選別機や手作業により異物を除去する。木質系の副資材は加えず、ペースト状にした食品残さと戻し堆肥を混合して、堆肥原料とする。

○発酵棟（堆肥化工程）

発酵棟には1棟100m超の発酵レーンが2本ある。発酵レーンに入った堆肥原料は、1日1回の機械攪拌と床面からの通気を行い、水分や温度に注意して、好気性発酵を促すよう管理して、40日間で製品となる（写真1）。



写真1 発酵棟

○製品棟（製品への配慮）

製品は、水分率を20%まで下げた後、ふるいにかけてペレット化している。

製品堆肥は日量20~25t生産され、JAやホームセンター、地元の農家へ販売されている。農家の要望に応じて、ペレット、粉末、フレコンバック入り、バラ積みと形状を変えている（写真2、3）。



写真2 製品堆肥（粉末）



写真3 製品堆肥（ペレット）

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

食品残さが搬入される受入棟には、高速シートシャッターが設置されており、内部の空気が漏れ出ることを防いでいた。また受入棟と発酵棟は別棟であるが、可動式通路で両棟を連結して、密閉した状態で原料を移送することができる。

発酵棟は密閉構造であり、製品棟はカーテン入口で開閉できるが、施設棟内が陰圧のため、臭気が漏洩することはないと思われる。



写真4 受入棟

○堆肥棟の排出ガスの処理

初代の堆肥化施設において、ピートモスに始まり、活性炭、竹炭、オゾン、薬液洗浄及び触媒燃焼などの様々な脱臭装置を実験した経験を踏まえて、4種類の薬剤等を用いた洗浄脱臭方式を導入している。

○支援策の活用

補助事業などの活用はない。

5. 地域との関わり

要望があると地域の小学校へ出前授業に行き、食品リサイクルの重要性について子どもたちに説明をしている。また、学校給食センターからの食品残さを堆肥化し、その堆肥を使って出来た野菜をまた給食に出すなどの産官学が協力した「おかえりやさいプロジェクト」にも参加し、地産地消の食品廃棄物の循環化に貢献している。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

施設の周辺では、常時風が強く、また住宅地まで距離があるため、住宅に届くまでは十分希釈される立地ではあるが、一度悪臭苦情が発生するににおいが記憶され、弱いにおいでも嗅覚が敏感に感じ取ることから、施設の密閉化や脱臭装置など臭気対策について万全な設備を開業当初から整備している。更に、好気性発酵を促進することで、もとの臭気発生量を抑えるよう設計が施されている。また社長自ら清掃を行い、その様子を見せることが社員教育となるとのこと。堆肥化施設には見えないほどきれいで明るい施設であった。

○発生した臭気の脱臭処理

4種類の薬液等を用いた脱臭処理を採用している。

近年の循環型社会への意識の高まりにより、国際的な展示会においても食品廃棄物の循環利用事例として紹介され、国内外から多くの施設見学者を受け入れている。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
○	—	—	重機とプロア	6	4ヵ月	42 t	薬液洗浄・消臭剤

【堆肥化事例 No. 4】

生ごみを液状化し、菌剤添加チップに混ぜて発酵させ、薬液洗浄と消臭剤で脱臭する施設

《本事例のポイント》

- 原料の通気性の確保… 含水率の高い食品残さをペースト状にして、菌が担持された木質チップに混ぜて堆積している。木質チップは形状が大きいため通気性がよく、堆肥原料に空気が行き渡りやすい。
- 攪拌・発酵の管理… 重機攪拌に加えて、目詰まりが起りにくい壁面からのエアレーションも使用されている。かなり加圧された空気が噴出しているため、堆積物全体に酸素が供給されやすくなっていた。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 排出ガスは薬液洗浄と消臭剤を噴霧している。
- 地域との関わり… 施設見学を受け入れている。また堆肥を使った農産物の普及もピーアールしている。

(訪問：平成 28 年 12 月 6 日)

1. 施設概要及び規模

○概要

平成 15 年に、NPO 法人が市の委託を受けて、家庭系生ごみの堆肥化実験を 3 年間行ったところ、実験終了後も堆肥化継続への要望が多く寄せられた。そこで、市から一般廃棄物処理業の許可を受けている 8 業者で組織された協同組合が、市の委託事業として堆肥化事業を引き継ぎ、当該施設を運営している。

施設稼働直後には悪臭苦情もあったが、市とともに類似施設を見学し、施設の問題点などを検討・改善を重ねて、現在苦情は収まっている。

○従業員数 6 名（日によるローテーション）

○原材料・副資材の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
生ごみ	166 t /年	家庭系（市民）約 3,000 世帯（協力してくれる人のみ）	無償
食品残さ	364 t /年	事業系（組合員が契約している約 55 事業所）	有料
	40 t /年	学校給食センター（3ヵ所）	有料
副資材	使用量	仕入れ量	購入費用
木質チップ	70m ³ /年	17.5m ³ ×5回/年（循環して使用）	—

※市との契約により、500 t /年以上の処理を目指す。

○施設の立地環境

当該施設（敷地面積 1,070m²）は、市街化調整区域に立地し、隣接した住宅はないが、300m以内には住宅が点在している。

敷地内には、事務所と堆肥棟（18m×24m×高さ 7m）が各 1 棟ある。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

建設当初は、夜間タイマーで屋根上の換気扇を稼働させていた。そのため、臭気が排出されてしまったことがあった。現在は換気扇を停止し、排出ガスは脱臭処理をしているので苦情は収まっている。

○測定

自主的に、年1回の測定をしている。敷地境界での測定結果は東西南北とも臭気指数10未満と規制基準を大きく下回っていた。

現地訪問時は、堆肥棟内での臭気強度は3で、施設の敷地境界での臭気強度は1以下と、ほとんどにおいが感じられなかった。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○原料の受け入れ時の工夫

家庭系の生ごみは、週2回152カ所の集積所において専用のプラスチック製の樽容器に入れて回収される。これは特定の地域の住民に強制しているのではなく、環境問題に関心が高い方（約3,000世帯）が協力してくれているため、ビニールなどの混入が少なく比較的分別状況が良い。

事業系の食品残さとしては、発酵環境のバランスを崩す動物系油脂や大量の魚、大量の肉は受け入れないようにしている。

また、給食センターの食品残さは、破砕しながら集められる生ごみ回収車を使用している。生ごみ回収車は破砕による発酵の処理の速さだけでなく、子どもたちにも親しみやすい外装も施している。

○堆肥化工程

収集した生ごみはペースト状に破砕し、予め12種類の菌を担持した木質チップ（写真1）と混合させる。この堆肥原料を堆積して、重機攪拌と壁面から常時ブロア通気で発酵を促進している（菌は月に1回追加）。

数ヵ月発酵させた後にふるいにかけて、粒径が大きいものは発酵初期の木質チップに戻し、粒径が小さいものは更に数ヵ月熟成させて、最終的に製品堆肥が完成する（図1）。

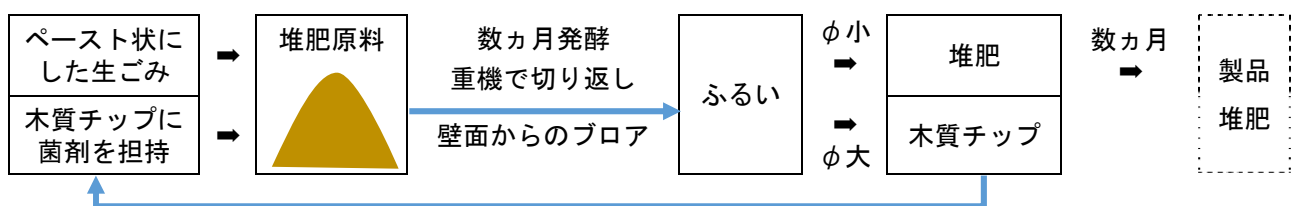


図1 堆肥化工程

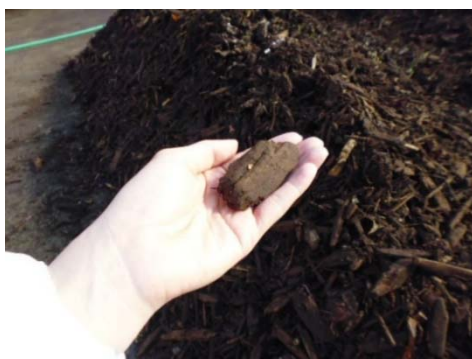


写真1 木質チップ（建築廃材などを破砕）



写真2 堆肥原料（生ごみと木質チップ）

○切り返し作業の配慮

床面からのエアレーションでは目詰まりが多い。そのため、南壁面全体に約3m間隔、高さ30cm程に設置された空気孔から加圧空気を噴出させていた（写真3）。

食品残さ、生ごみの搬入は15時頃までに終了するが、堆肥原料の攪拌は常時行っている。管理で特に気を付けているのが梅雨入りのときであり、うまく発酵がすすまないとき木質チップが黒く変色して、腐敗することもある。

また、生ごみ回収容器の洗浄水は、水分調整として発酵途中の堆肥にかけている。



写真3 壁面からの加圧空気孔（右上矢印）

○製品堆肥について

完成した堆肥は、月に2回ふるいにかけて、製品化している。製品堆肥は年間23tほど生産されており、地域の農家や家庭菜園をする方へ無償で頒布されている。評判が良いため、一人当たりの持ち帰り量を制限していても、手に入れるため3～4ヵ月待ちの状況である。

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

堆肥棟に原料を搬入する作業中は、ビニールカーテンの上半分を閉めている（写真4）。なお、搬入作業が完了した後はシャッターも閉め、更に二重でビニールカーテンも閉じている。また、搬入口近くでは生ごみ回収容器の洗浄・保管も行っているため、常時、消臭剤を噴霧している（写真5）。



写真4 堆肥棟の搬入口



写真5 天井から消臭剤を噴霧する様子

○堆肥棟の排出ガスの処理

住宅により遠い堆肥棟の東側の窓2ヶ所から堆肥棟内の空気を350m³/分吸引して、2012年に設置した2連の薬洗スクラバーと消臭剤噴霧装置で、脱臭処理している（図2及び写真6～8）。

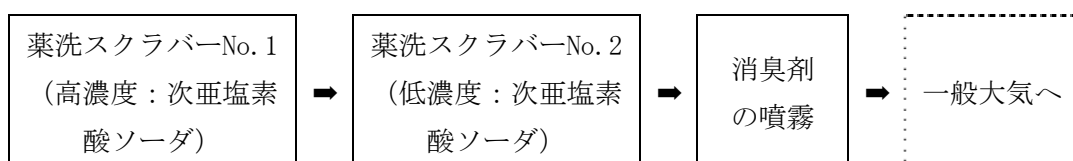


図2 脱臭装置のフロー



写真6 堆肥棟から排出ガスを吸引（2ヵ所）



写真7 薬液洗浄（2連）



写真8 最終排出口

○支援策の活用

当該地区は市街化調整区域に立地しているが、国の高度化資金を活用することにより建物や土地の造成を行うことができた。

5. 地域との関わり

施設見学の希望があれば随時受け入れており、地域とのつながりを大切にしている姿勢がうかがえた。また製造している肥料だけを使って育てた米を、市内のイベントにて配布する等のPRを行っている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

ごみの処分量を減らすことと有機資源の循環活用として、市の環境担当課も一緒に環境対策に取り組んでいる施設である。一般には資源の有効活用には賛同いただけるものの、堆肥化施設は近隣住民にとっては歓迎しがたい施設である。そこで臭気の出ない施設を目指して、全国の類似の堆肥化施設を見学して検討した。そして現在の、含水率の高い食品残さをペースト状にして、菌が担持された木質チップに混ぜて堆積する方式で、堆肥化を行う方式とした。木質チップは形状が大きいため通気性がよく、堆肥原料に空気が行き渡りやすい。

重機攪拌に加えて、壁面からのエアレーションも使用されているのがポイントである。壁面に設置された空気穴では目詰まりが起こりにくい。なおかつ、かなり加圧された空気が噴出しているので、部分的な酸素不足による腐敗臭の発生を防いでいた。

更に発酵のバランスを崩す原料は入れない、15時までに搬入するなどの原料管理が重要である。

○発生した臭気の脱臭処理

堆肥化施設から発生した臭気は、薬洗スクラバーと消臭剤噴霧装置の2連で脱臭処理している。建屋内ではアンモニアや硫黄化合物の発生濃度が高いため、建具の腐食が起こりやすく、補修工事を行うことも臭気の漏洩防止につながっている。

事業者は、臭気指数の測定結果は10未満であっても臭うことには変わりなく、たとえ規制基準を下回っていても、できるだけ臭気を減らして、住民の方にはきめ細かく対応していくという真摯な姿勢で取り組んでいた。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
○	—	—	密閉横型発酵槽と重機	3	4ヵ月以上	850 t	脱臭処理なし

【堆肥化事例 No. 5】

生ごみを密閉横型発酵装置にかけ、郊外にて堆積発酵させ、脱臭装置なしで運転する施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 原料の食品残さにおがこなどを加えて、通気性を改善している。また一般的に堆肥化施設では鮮度の落ちた原料や動物性たんぱく質が過剰な原料は悪臭を発生しやすいが、この施設では自社パッカー車で原料の収集運搬を行っているため、鮮度の維持や性状等の確認ができる。
- 攪拌・発酵の管理… 原料となる野菜くずの水分率の変化や発酵菌の活性などを堆肥製造担当者がよく観察し、知識や経験による微調整を行うことにより、良好な発酵環境を維持している。
- 地域との関わり… 堆肥原料の食品残さを排出するスーパーが本堆肥を使って育てた減農薬野菜コーナーを設け、また農家が直接卸すことができる仕組みづくりで、堆肥の利用促進につながっている。

(訪問：平成 29 年 1 月 20 日)

1. 施設概要及び規模

○概要

昭和 45 年に一般廃棄物の収集運搬業として開業し、平成元年より食品残さのリサイクルとして堆肥化事業をスタートした民間企業の堆肥化施設である。現在では廃プラスチックや段ボール、缶類、ペットボトル、発泡スチロール、紙など多様なリサイクルも行っている。初期発酵と一次熟成場及び二次熟成場と 3 ヲ所に分かれて各工程を行っている。完成した堆肥は自社農園でも使っている。

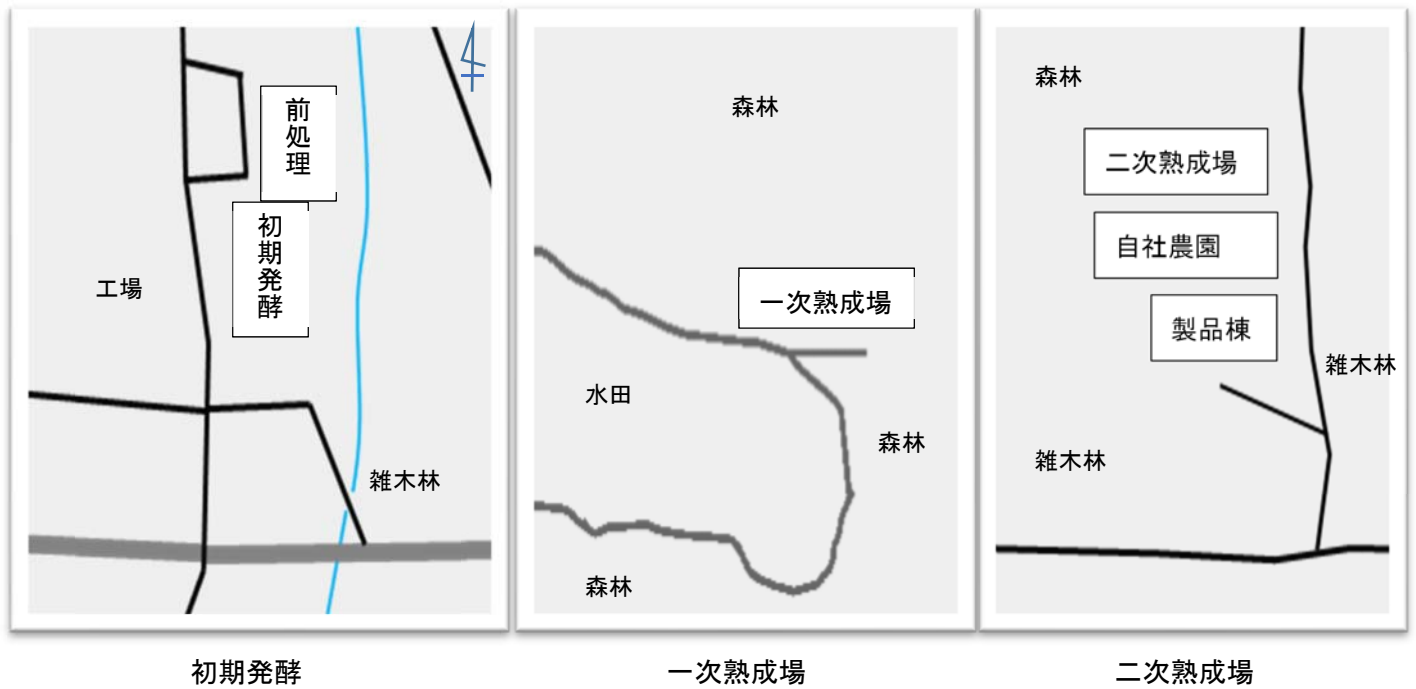
○従業員数 70 名 (内、堆肥化作業は 3 名)

○原材料・副資材の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
食品残さ	9.6 t/日	スーパー、コンビニエンスストア、食品工場、レストラン、給食センターなど	有料
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
おがこ、もみ殻、戻し堆肥	3.6 t/日		有料、無料

○施設の立地環境

初期発酵の施設 (敷地面積約 1,000m²) は工業団地内にあり、近隣に住宅はない。一次熟成場 (敷地面積約 1,000m²) 及び二次熟成場 (敷地面積約 3,000m²) は、住宅地域から数百 m 離れた山間部にある。



2. 悪臭による苦情の有無、測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

地元自治体との協定により、年1回敷地境界で特定悪臭物質濃度の測定を行い、結果は基準値未満となっている。初期発酵及び二次熟成場の現地訪問時は、前処理の建屋内での臭気強度は2（おがこの木の香り）、二次熟成場で堆積している山の2m横で臭気強度は2と弱く、敷地境界での臭気強度は1以下であった。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○原料の受け入れ時の工夫

原料となる食品残さは、自社で運搬収集しているもので、回収した後迅速に前処理ができ、原料の鮮度が保たれている。肉や魚等の動物性たんぱくは、臭気発生の原因となりやすいため、あまり加えないようにしている。

○堆肥化工程

原料は、食品工場や給食センターなどから出る生ごみと、スーパーやコンビニエンスストアなどから出されるパック入りの食料品残さがある。図1に示すように生ごみはそのまま混合機に入れるが、食料品残さは破砕機にかけて、プラスチックを取り除いてから混合機に入れる（廃プラスチックの再資源化も行っている。）。更に、おがこ、もみ殻、戻し堆肥を入れて、混合機で30分間攪拌し、水分率を約65%に調整する。

次に、初期発酵工程として、調整した原料をベルトコンベアで密閉横型発酵装置に投入する。原料の投入時には装置内のドラムを回転させ、投入後は回転を止め少量のエアをドラム内に入れながら一晩発酵させる。翌朝ドラムを回転させながら、原料を床面がメッシュ構造で通気性の高い木製コンテナ（3m³）に移し入れ、一次熟成場へ移送する。

一次熟成場では、できるだけ好気性発酵を促進するため、原料を堆積させ7～10日ごとに重機にて切り返しを行って1.5ヵ月程発酵させる。それをトラックに載せて二次熟成場へ移送する。

二次熟成場でも同じく原料を堆積させるが、2週間ごとに重機にて切り返しを行い、1.5ヵ月程発酵させる。その後、篩機ふるいに通してビニール等を除去し、約4ヵ月掛けて製品堆肥を作る。製品堆肥は、窒素分が少なく肥料設計に影響を与えず、ふんわりふんわりとしていて土を柔らかくする効果が高い。

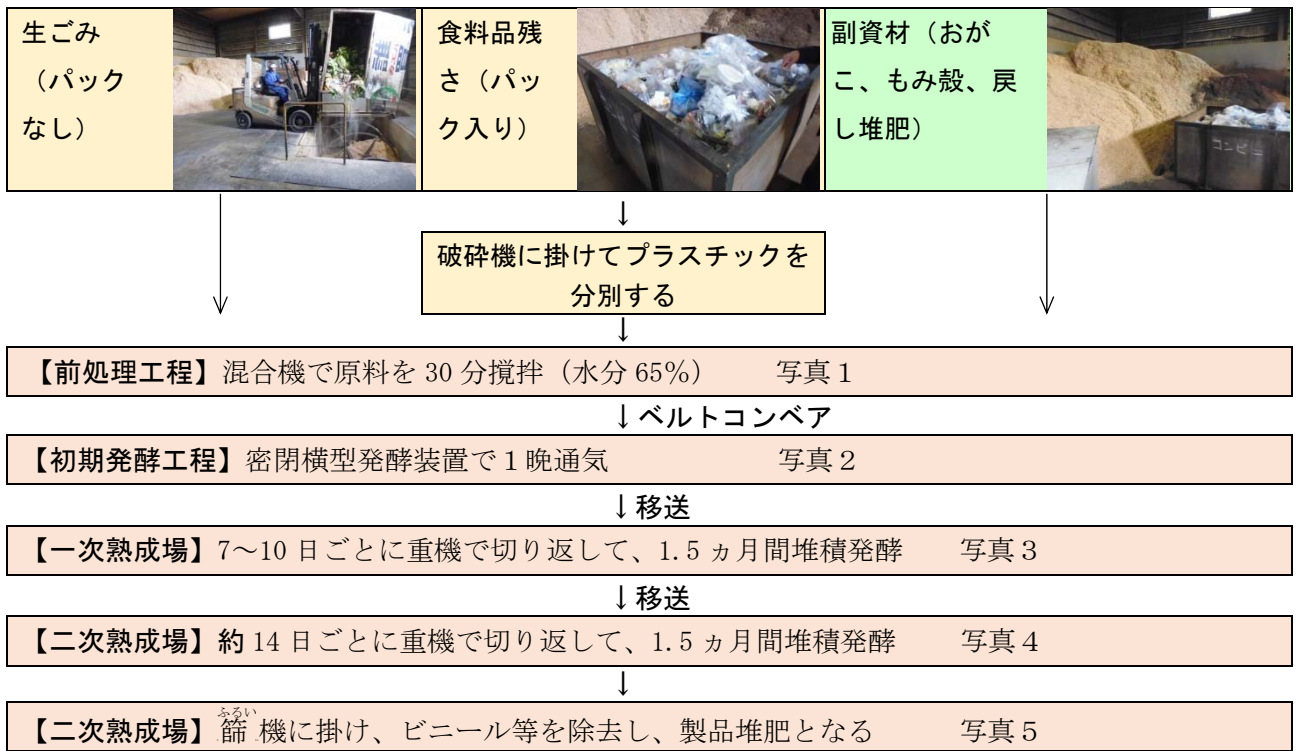


図 1 堆肥化工程



写真 1 回転式の混合機で原料を混合



写真 2 密閉横型発酵装置 (左: 30m³、右: 15m³)



写真 3 一次熟成の切り返し作業



写真 4 二次熟成の堆積の様子



写真 5 製品堆肥



写真 6 堆肥ごとの管理簿

○切り返し作業の配慮

一次熟成場及び二次熟成場では、実際に堆肥中の温度を計測し、管理簿でその堆肥の製造履歴が分かるように工夫されている（写真6）。温度変化のピークがやや下がり始めたタイミングで切り返しを行っている。これまでの経験上、一次熟成で7日～10日ごとに1回、二次熟成では14日に1回くらいで切り返し作業を行うことが多い。

○施設内の清掃

朝、廃棄物の収集業務を終えた作業員が毎日場内を清掃しており、場内は清潔に保たれている（写真7）。



写真7 きれいな製品棟

4. 臭気対策の設備

- 堆肥棟の搬入口からの漏洩対策： 3施設とも特になし
- 堆肥棟の排出ガスの処理： 3施設とも特になし
- 支援策の活用： 3施設とも特になし

5. 地域との関わり

学校給食から排出された生ごみを堆肥化したものが、小学校で花や野菜を作るときの堆肥として使われている。また、これまでも地域の小学校の社会科見学を受け入れ、出前授業の実施、発酵熱を利用した温泉卵作りやカブト虫の幼虫育成、農園の採れたて野菜の試食など、触れ合いの場を設けている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

一般的に堆肥化施設では鮮度の落ちた原料や動物性たんぱく質が過剰な原料は悪臭を発生しやすい。この施設では自社パッカー車で原料の収集運搬を行い、鮮度の維持や性状などが確認できる。また、一次発酵のときに易分解物質の分解が進み、最も臭気が発生しやすいが、その作業を民家から離れた山中で行っている。

また季節によって、原料となる野菜くずの水分率が変わるため、堆肥化の過程を観察し、菌の活性が弱くなってきたときには、1～2年寝かせた種菌を追加することで回復させるなど、堆肥製造担当者の知識や経験による微調整が重要である。

堆肥化事業をスタートした当初は、資源循環への関心が得られず、生ごみからできた堆肥について、周辺農家の方からは懐疑的に捉えられ、なかなか受け入れられなかった。そこで自社農園を立ち上げ、自社の堆肥を使って野菜を育てたところ、徐々に周辺農家の方からの評判が良くなり、食品のリサイクルに賛同してくれるようになった。そして、図2に示すように、原料を排出するスーパーに本堆肥を使って育てた減農薬野菜コーナーが設けられ、農家が直接卸すことができるようになった。減農薬でありながら、他の商品とほぼ同じ価格で、購入者にも好評である。製品となった堆肥が安定して販売されていることも重要なポイントである。

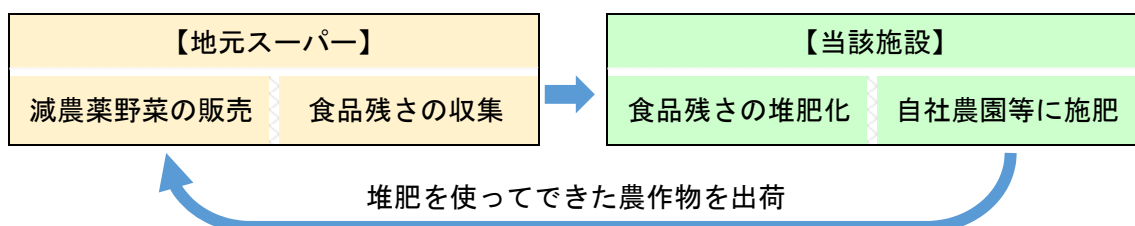


図2 地元のスーパーとの資源循環

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
○	○	－	重機とプロア	5	4ヵ月	2,280 t	水洗浄・薬液洗浄

【堆肥化事例 No. 6】

牛ふんに、茸培地と戻し堆肥で作られた水分調整材を予め混合し、洗浄脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 酪農家の方は、堆肥化施設内で作った茸培地の残さと戻し堆肥を混合した水分調整材を予め持ち帰る。そして、牛ふんに水分調整材を混合してから堆肥化施設へ持ち込んでいる。
- 攪拌・発酵の管理… 加圧空気による通気などの対策を試験している。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 堆肥棟の密閉化や消臭スクラバーによる排ガスの脱臭処理をしている。

(訪問：平成 28 年 11 月 25 日)

1. 施設概要及び規模

○概要

村が有機資源の循環を目指して、平成 13 年に堆肥センターを建設し、村内で発生した牛ふんと茸培地残さを原料とした堆肥化を行っている公営施設である。施設を設置した当初は悪臭苦情が発生したが、発酵方法の改良や脱臭装置の設置により、現在は改善されている。施設は村が設立し、運営は公社に委託している。

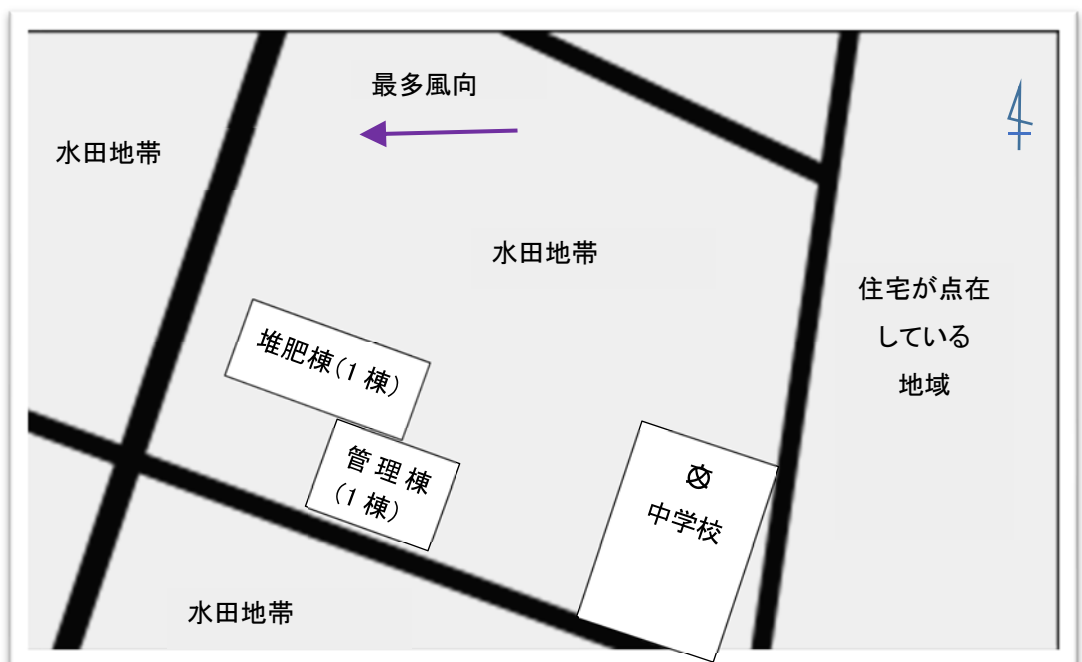
○従業員数 5 名（公社職員）

○原材料の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
牛ふん	4,100 t /年	乳牛 3 農家と肉牛 1 農家の 4 農家分	無償
茸培地の残さ	5,100 t /年	しめじ、なめこ、エノキなど 10 農家分	無償

○施設の立地環境

堆肥センター（敷地面積 9,381m²延床面積 4,067 m²）の周辺は広大な水田に囲まれており、最も近い施設は 200m ほど離れた中学校である。また一番近い住宅は、年間の最多風向で風上側になる約 500m に立地しており、最多風向の風下側の住宅までは 2～3 km ほど離れている。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

建設当初は比較的離れた住宅から悪臭苦情があった。その後対策をとり、比較的離れた住宅からの苦情は減ったが、近隣（300m先）の中学校から、悪臭苦情が出たことがある。周辺の水稲農家の方の理解は比較的得られている。

○測定

年1回、特定悪臭物質濃度の測定を実施している。当該地域は、特定悪臭物質の濃度による規制方式であり、測定結果は事業場の敷地境界における規制基準は満足していた。

現地訪問時は、堆肥棟内部での臭気強度は4程度（アンモニアを含む発酵臭）であったが、堆肥棟の搬入口直近での臭気強度は3に低下し、敷地境界での臭気強度は1~2とかなり薄まっていた。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○原料受け入れ時の工夫

茸農家が水分調整材の原料となる茸培地の残さを堆肥センターへ持ち込む。堆肥センターでは茸培地残さと戻し堆肥を混合して、水分調整材を製造する。

酪農家、肉用牛農家が、堆肥センターで水分調整材を予めもらっておき、牛ふん1に対し、水分調整材2~3の比率で混合する。混合した牛ふんは堆肥センターへ持ち込む。また牛ふんを下したあとは、水分調整材を積んで持ち帰る。

予め水分調整済みの牛ふんが搬入されるので、堆肥センターへ搬入後には、すぐに一次発酵へ進めることができる。

○堆肥化工程

一次発酵では、床面に敷いたもみ殻の下から加圧空気を堆肥原料に通気し、2週間掛けて発酵させている。二次発酵では、既存のブロアで1週間通気している。後熟では、重機で攪拌しながら2~3ヵ月置き、堆肥製品を完成させている（水分率45%）。本施設では強制的に大風量空気を送らないことで、発酵過程において表面が乾燥しふたの役割をすることとなり、アンモニア等を含む水蒸気の拡散を防止、場内環境の改善も図っている。

年間の経費としては、電気代1080万円、上下水道336万円、燃料120万円、排ガス処理の薬剤費45万円、修繕費300万円程である。

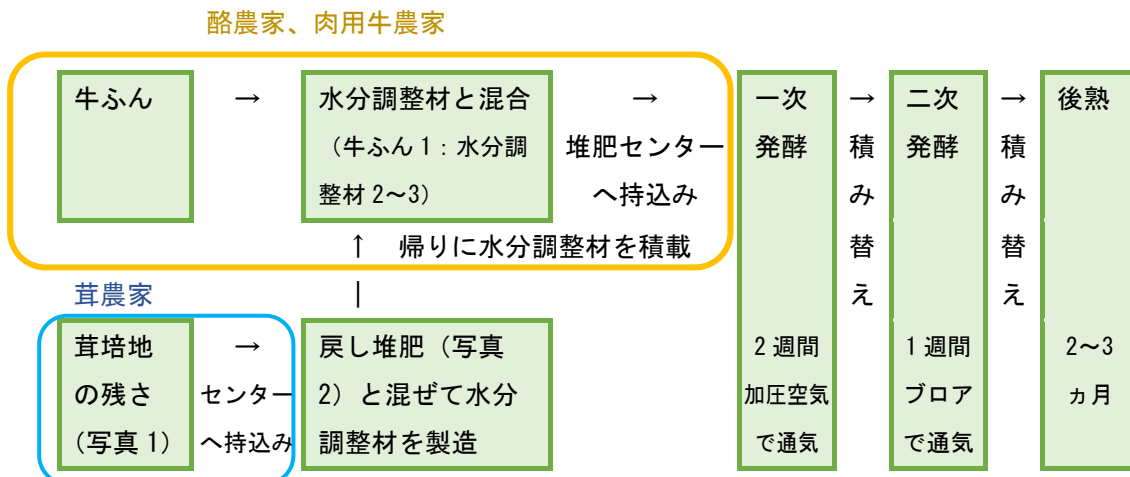


図1 堆肥化工程



写真1 茸培地の残さ



写真2 戻し堆肥

○切り返し作業の配慮

一次発酵も二次発酵も床面からの通気に加えて、重機による切り返しを行っているが、切り返し時には臭気発生も増える。そこで、近隣の中学校で学校行事のある日は、切り返し作業を行わないように配慮している。

○施設内の清掃

堆肥棟以外に散乱している堆肥や原料がなく、清掃は行き届いている。

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

搬入口はカーテンを閉めており、堆肥棟内の臭気が外へ漏れ出ないように注意喚起している(写真3、写真4)。



写真3 堆肥棟の搬入口



写真4 カーテンの開閉の周知

○堆肥棟の排出ガスの処理

堆肥棟内の空気は、吸引して図2のとおり2系統で脱臭処理してから排気している。場内通路など比較的臭気が薄いところから吸引したガス(①)は水洗浄で処理し、発酵槽や前処理、製品置き場上部など臭気が濃いところから吸引したガス(②)は水洗浄後に薬剤(コバルト系)を用いた消臭スクラバーを連結させて、二段処理している(写真5)。また切り返し作業をした後は、消臭剤の散布を場内に行っている。(写真6)

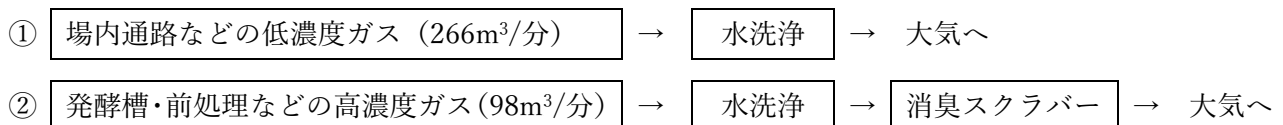


図2 堆肥棟の排ガス処理工程



写真5 排ガス処理装置

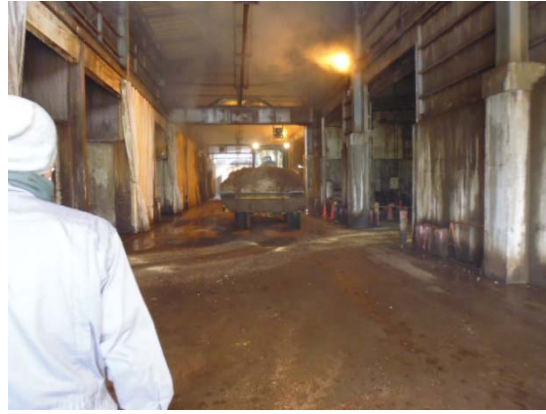


写真6 堆肥棟内部の様子（切り返し作業中）

○支援策の活用

施設の建設にあたっては農水省の補助事業として助成を受けた。その後行った改修工事は、村の予算のみで行われた。

5. 地域との関わり

完成した堆肥は、12kg 入り袋で 370 円、バラ 1 t5,940 円で販売している。地元の農家の方が買いに来ることが多いが、最近では村外からも来る方もいる。また要望があれば、堆肥の運搬や畑への散布も行っている。堆肥の年間売上は 1800 万円ほどである。

地域との関わりとしては、村内の水田における水稻の作付面積 400 ヘクタールのうち、約 123 ヘクタールがこの堆肥を使用した有機農業に転換しており、環境にやさしい農産物として認証をもらう他、村が推奨する資源循環型農業に大きく貢献している。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

予め水分調整材と混合された牛ふんを農家の方が持ち込むことから、堆肥センターに到着後、発酵の開始が早い。好気性発酵が進みやすいため、嫌気性発酵時の臭気の発生が抑えられている。

また、一次発酵処理槽において、加圧空気を床面から噴出する設備を導入していた。通常のブローによる通気では通気穴の目詰まりが起りやすく、堆肥原料に均一通気することが難しい。しかし、加圧空気を通気することにより、目詰まりすることなく、原料を好気性発酵に導きやすいよう改善が図られていた。また、加圧空気噴霧を稼働してから切り返しの作業が減り、発酵期間も若干短縮でき、様々な臭気対策を試して、改善を図っている。

このセンターの管理は村より公社に委託されており、村とともに堆肥の製造方法を検討してきた。堆肥製造マニュアルについては適宜見直し、改善が図られている。現地ヒアリングの際にも、「苦情は減ってきたが、まだ敷地外でにおいが感じられる日があるので、もっと臭気対策を進めていきたい」と大変意欲的であった。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
△少	○		攪拌機と重機とプロア	3	75日	2,200 t	生物脱臭(ロックウール)

【堆肥化事例 No. 7】

牛ふんなどを堆積発酵させて、床面からの通気に臭気ガスを入れて生物分解する施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 敷料を含む家畜ふんと副資材を重機（ホイールローダー）を使って混合している。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 最も臭気発生量が多い一次発酵槽の臭気を捕集し、ロックウール脱臭装置で処理している。また二番目に強い臭気が発生する“原料の混合槽の臭気”は、一次発酵槽の下部から通気させて発酵中の堆肥を用いた生物脱臭を行っている。

（訪問：平成 29 年 2 月 16 日）

1. 施設概要及び規模

○概要

平成 15 年に村が運営する畜産団地（主に肉用牛）から排出される畜ふんを処理する目的で建設された公営の堆肥化施設である。その後、周辺自治体と合併し、市内の畜産農家が処理し切れなくなった畜ふんも引き受けている。近年では、畜産農家が減少しているため、当初設計より原料はやや減っており、近隣の競馬場の馬ふんや生ごみも受け入れている。

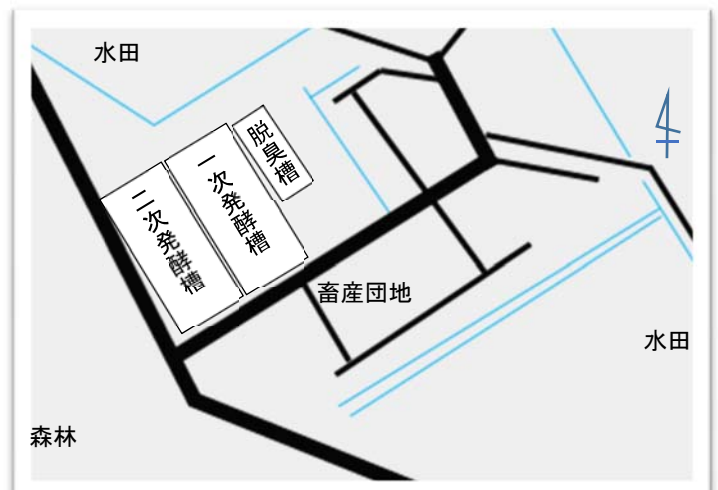
○従業員数 3名

○原材料・副資材の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
畜ふん	14 t / 日	市内の酪農家 1 軒、肉用牛農家 5 軒、養豚 1 軒	無料
		競馬場 1 軒	有料
生ごみ	0.15 t / 日	市民（地区限定）	無料
		市内スーパー	有料
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
もみ殻	1.0 t / 日	JA など	無料
おがこ	0.2 t / 日		有料

○施設の立地環境

堆肥化施設（敷地面積 9,800m²）は畜産団地のすぐ横に立地し、周辺は水田に囲まれている。最も近い集落は 500m 先にあるが、古くからこの地では畜産業が盛んに営まれてきたため、住民は牛ふんのおいに比較的慣れている。更に施設の南西側は山に接していて、最多風向は集落の方を向いていない。



2. 悪臭による苦情の有無、測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

建設当初のみ測定を実施したが、その後は測定していない。

現地訪問時は、原料置き場付近での臭気強度は3.5程度であるが、一次発酵槽出口側の臭気強度は2に低下し、二次発酵槽の臭気強度は2と弱いにおいて、敷地境界での臭気強度は1.5と希釈されていた。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○原料の受け入れ時の工夫

家畜ふん尿は畜産農家が直接搬入する（写真1、写真2）。畜産農家においてふん尿を溜めてしまうと、そこから臭気が発生してしまうため、農家がいつでも搬入できるよう、冬期以外は週7日操業している。

生ごみは、収集運搬業者が搬入する。生ごみは元々粒子が細かいものが多いため、そのまま投入している。

なお、処理に困った食品廃棄物の受け入れ可能性について問合せが入ることがあるが、堆肥の性状が変わってしまうため、原則として受け入れていない。



写真1 原料（敷料の多い家畜ふん尿）



写真2 原料（敷料の少ない家畜ふん尿）

○堆肥化工程

図1に示すように、敷料を含む家畜ふんと副資材を重機（ホイールローダー）を使って混合槽内で混合し、水分量を調整する。調整した原料（15 t/日）は、一次発酵槽（6m×66mの中に2レーン）にてスクープ式攪拌機による1日1回の機械攪拌と床面からの通気を行い、30日程度発酵させる。それを二次発酵槽へ順次移動すると、約1週間で一山できるので、毎週一山ずつ重機により、空いたスペースに移動させながら繰り返すことを繰り返し、堆積発酵を45日程度行う。最後に篩ふるいを掛けて異物を除去すると、製品堆肥となる。

主なランニングコストは電気代であり、年間200万円～250万円かかる。夏場は水分量が少ないので10万円/月であるが、冬場は水分量が多いため、夜間もブローを稼働させるので20万円/月ほどかかる。また施設の老朽化が進んでいるが、点検費として100万円、修繕費として100万円程度である。

製品堆肥（2,200 t/年）は、トラックの荷台へバラ積みで3,150円/t（1t未満は55円/kg）、フレコン袋入りで1,050円/500kgで販売されている（市内配達料1,050円）。大部分は農協を通じて、稲作農家へ販売されている。

○繰り返し作業の配慮

敷料のわらなどが攪拌機に絡みやすく、故障が多いことが難点である。回転翼やチェーンなどの部品は、高額で受注生産なので、故障した時の対応が大変である。自分たちで部分補修しながら稼働させている。

床面からの通気では、目詰まりを防止するため、定期的に通気口の掃除を行っている。二次発酵において発生する排汁が、通気口に溜まりやすくなるため、バキュームにより吸引を行っている。



図1 堆肥化工程

○施設内の清掃

畜産農家の方が直接搬入してくるので、畜産農家の方にきれいに使ってもらいたいという思いがあり、場内は毎日15時頃に清掃を行っている（写真4）。



写真3 二次発酵槽床面の通気口



写真4 施設内の清掃（製品置き場）

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

搬入口は解放されているが、一次発酵槽は、建屋内に設置したビニールハウス様のカーテンで二重に仕切られている。投入口付近のカーテン（写真5）は、初期発酵時に発生するアンモニアや硫黄化合物などの腐食性ガスにより経年劣化が見られるが、出口付近（写真6）はカーテンで二重構造にすることで天井からのガス吸引の捕集効率を高めている。



写真5 一次発酵槽の入口側（投入口）



写真6 一次発酵槽の出口側

○堆肥棟の排出ガスの処理

一次発酵槽の上部から吸引したガスは、除じんした後、微生物を担持させたロックウール脱臭装置（155m²でロックウール充填高 3.1m）の下から通気して微生物分解している。ガス流量は不明であるが、アンモニア濃度は入口側で200ppm、出口側で2.0ppm 以下になるように設計されている。基本的にメンテナンスは不要であり、散水も24時間タイマーで循環水を1日10分間まいている。また循環水槽への水の補給も自動化されている。

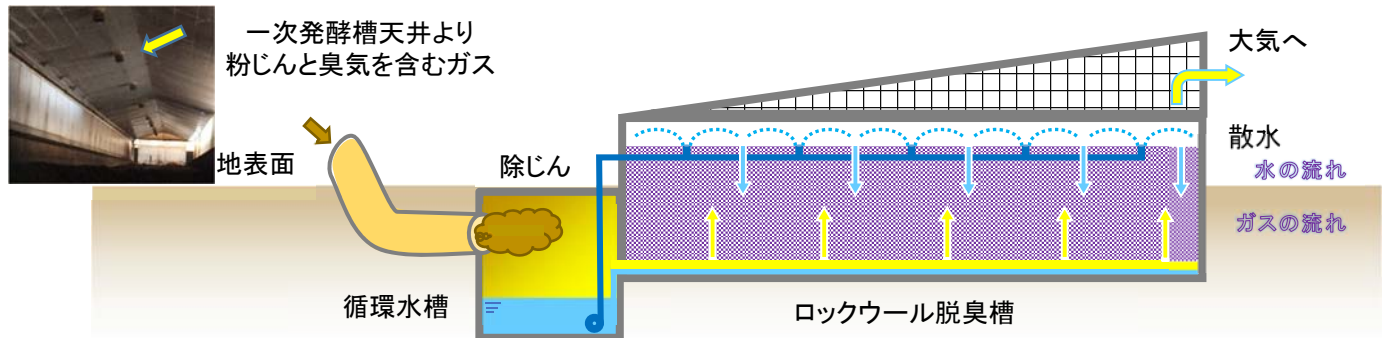


図2 脱臭装置での排ガス処理

○支援策の活用

施設の建設にあたって、農林水産省の補助事業を活用した。

5. 地域との関わり

特になし。

6. 臭気対策のポイント

○発生した臭気の脱臭処理

本施設は、最も臭気発生量が多い“一次発酵槽の臭気”を捕集し、ロックウール脱臭装置で処理してから排出している。大気放出口から3m位の地点ではにおいを感じられなかった。また二番目に強い臭気が発生する“原料の混合槽の臭気”は、一次発酵槽の下部から通気させて発酵中の堆肥を用いて生物脱臭を行っている。更に生ごみ置き場の臭気も二次発酵槽の下部から通気させて同じく堆肥中の微生物を用いた生物脱臭を行っている。一次発酵槽の出入口では牛ふんや野菜など原料由来のにおいはするものの、硫黄化合物や低級脂肪酸類などの嫌気性発酵の悪臭成分ではなく、周辺に影響を及ぼすようなにおいではなかった。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
△少	○	－	攪拌機、プロア	12	105	1,117t	生物脱臭

【堆肥化事例 No.8】

牛ふんなどに、落ち葉など地域で出てくる副資材を混ぜて発酵させ、生物脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 牛ふんに、副資材として、地域の水稻農家で処分に困っているもみ殻を用いたり、農閑期のシルバー世代が集めた落ち葉を買い取ったり、余っている間伐材を購入し自前でおがこを製造したりと、地域内で生まれる含水率の低い副資材を活用している。
- 攪拌・発酵の管理… 3段階の工程を105日間かけて発酵させている。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 原料投入槽と一次発酵槽からの臭気を捕集し、生物脱臭処理（バーク高さ2.5m）
- 地域との関わり… 酪農家、水稻農家や耕種農家、林業の方など地元で根付いた堆肥化施設である。

（訪問：平成29年11月2日）

1. 施設概要及び規模

○概要

平成15年に、町が牛ふんを有効利用するために建設した公営の堆肥化施設である。施設内には管理事務所、副資材保管庫、原料投入棟、脱臭棟、一次円形発酵棟、二次発酵棟、乾燥調整棟がある。

○従業員数 12名（町役場の職員）

○原材料の種類と受入量

堆肥化原料	受入量	受入元	処理費用
牛ふん	3,228 t/年	9戸の酪農家（内、1戸は町外農家）	0.8円/kg
事業系生ごみ	400 t/年	スーパーなど	15円/kg
家庭の生ごみ	150 t/年	市街地の住民1,800戸から回収	有料袋（15円/200袋）
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
戻し堆肥	300 t/年	当該施設	－
落ち葉	250 t/年	地元農家やシルバー世代が12月～4月回収（回収代も含む。袋は貸出する）	有料（400円/1袋20kg）
もみ殻	250 t/年	地元農家（米）へ回収しに行く	無料
おがこ	200 t/年	地元の森林組合から、山の間伐材を購入。破砕機は自前で持っている。	有料（4,500円/t）

○施設の立地環境

堆肥センター（敷地面積14,070m²）の周辺は、山に囲まれている。

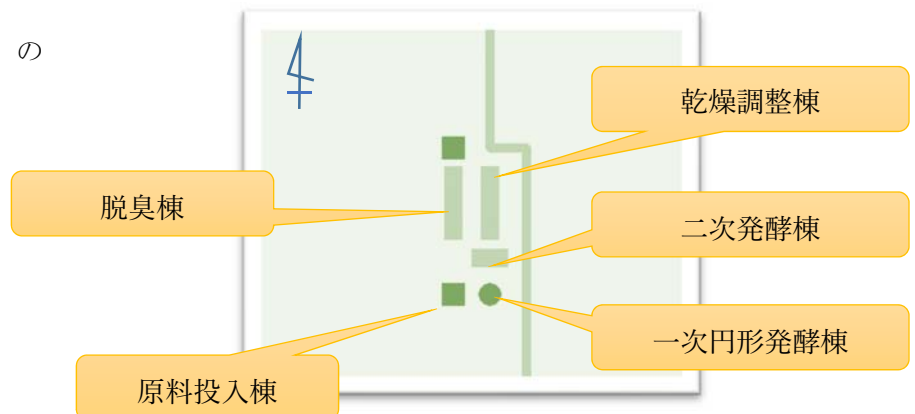




写真1 牛ふん（原料投入口へ投入中）



写真2 落ち葉（副資材として保管）

2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

実施していない。

現地訪問時は、一次発酵棟近傍での臭気強度は3.5程度（アンモニアが主体）、二次発酵棟での臭気強度は3程度、乾燥棟での臭気強度は2程度であった。施設入口の敷地境界では臭気強度は1以下とかなり薄まっていた。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○堆肥化工程

図1に堆肥化工程を示す。一次発酵（写真3）では、円形の発酵槽の外縁に近い側へ原料を投入して、スクリー式の攪拌機で徐々に内側へと移動させながら、25日間かけて発酵させる（9～15時。1周5～6時間。一日1周攪拌）。併せて床面からのエアレーションでも堆肥原料に通気している。円形発酵槽の外側のカーテンは、日中は開放し、夜間は閉じて槽内を保温している。そのため、夜間に密閉したときだけ、一次発酵棟内部の空気を吸引して、脱臭処理をしている。

二次発酵（写真4）では発酵槽が2レーンあり、日により交互で一次発酵後の原料を投入する。各レーンに原料を投下したあと2本のスクリーで攪拌する。また床面からのエアレーションも併せて行う。発酵は50～60℃で65日間行う。

仕上げに、堆肥化物をロータリー式の攪拌機で15日間自然乾燥させた後、篩機にかけて、袋詰めを行う。製品堆肥は、表1に示すとおり、主に地元農家等へ販売してしている。

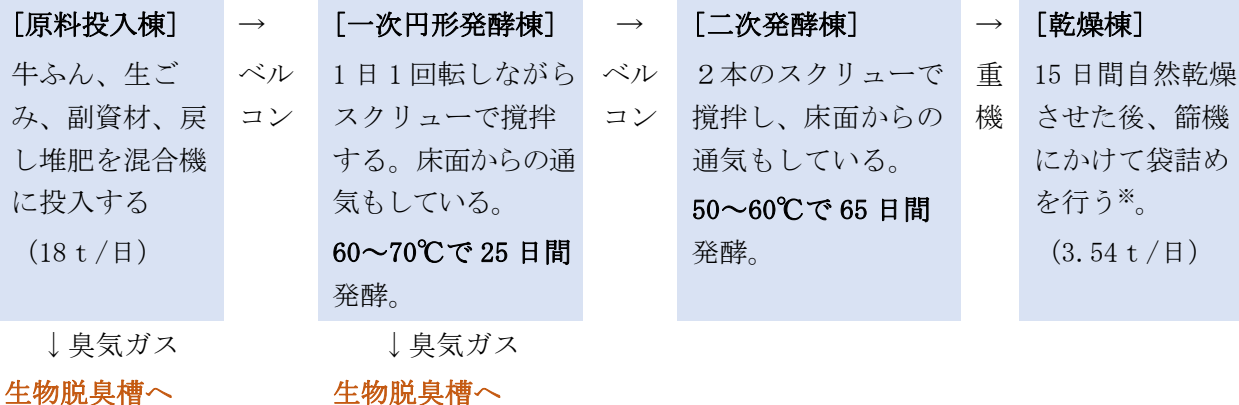


写真3 一次発酵棟（円の外側から内側へ移動）



写真4 二次発酵棟（スクリー式の攪拌機）

<肥料製造の流れ>



※牛ふん堆肥は、肥料成分を多く含んではいないが、肥料成分のバランスが良く、繊維質が豊富なため、土を柔らかくする土壌改良剤として有効である。水稻農家から水稻の根が張って茎が太くて倒伏しにくくなり、コンバインでの刈り残しが少ないため、収量が増えると好評である。

図1 堆肥化工程

表1 堆肥製品の生産量や価格

処理日数	堆肥生産量	購入者	販売価格
105日間 一次発酵25日、 二次発酵65日 乾燥15日	1,117 t / 年 (3.54 t / 日)	地元の農家 (ばら) ホームセンター、JA、道の駅など (袋)	ばら・町内 5,000 円 / t ・町外 7,000 円 / t 袋 ・10 kg 500 円 フルコン・500 kg 3,000 円～

○原料受け入れ時の工夫

牛ふんは、年間315日の午前中に、農家へ行き、回収する。家庭の生ごみは生分解性のビニールに入れて回収する。原料投入棟(写真5)には、原料投入口と副資材を投入する2口があり、投入された原料は溜めないように副資材を混合させながら、一次発酵棟へベルトコンベアで移送する。なお、原料投入口の上部の空気を吸引して生物脱臭槽で処理している。



写真5 原料投入棟(上部から吸引して脱臭処理)

○繰り返し作業の配慮

二次発酵のときに、水分が足りないと薄い茶色になることがある。その際には水を撒いて補給する。

○施設内の清掃

各作業が終わる度に清掃していて、場内はきれいに保たれている。

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

円形一次発酵槽は、外周をカーテンで密閉化することができるため、夜間はカーテンを閉めて保温している。その際には、臭気は漏れ出ないようにする。

○堆肥棟の排出ガスの処理

原料投入口の上部の空気を常時吸引して生物脱臭槽で処理している。また円形一次発酵槽については、二次発酵槽よりもにおいが強いことや、カーテンを閉めて密閉化すると内部が結露するため、夜間や休日のみ内部空気を吸引して、生物脱臭装置で脱臭処理している（図2）。

生物脱臭装置（50m×15m×3m高さ）には、バークを高さ2.5mまで充填して、床面から通気させている。生物脱臭槽の上部に散水装置を設置しているが、一次発酵時のガスは蒸気を多量に含むため、散水しなくても水分は足りている。バークは15年目で今年初めて一部交換した。交換後のバークは植林の際苗の周りに敷いたり、破砕して堆肥原料に入れたりと再利用した。



写真6 生物脱臭槽（バーク高さ2.5m）

<排気ガスの処理の流れ>

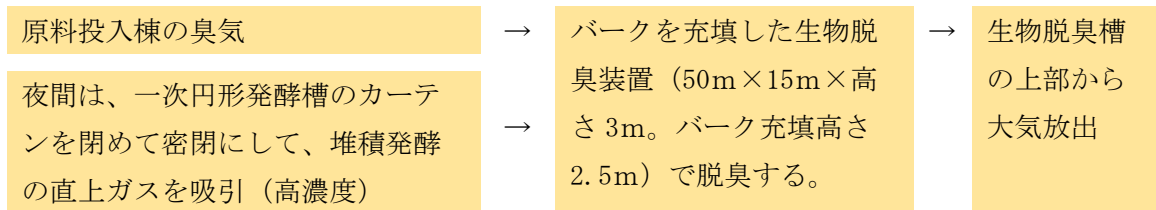


図2 脱臭処理フロー

○支援策の活用

助成あり。総工費6億3800万円

5. 地域との関わり

落ち葉拾いを通じて、地元の方とのつながりが深い。

また本施設の堆肥を1反1t以上撒いて作った野菜に認証制度を設けて、アピールしている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

落ち葉を副資材として入れると土着菌が多く含まれるため、好気性発酵が早く進み、臭気の発生の抑制に有効である。元々葉タバコの栽培が盛んな地域だったので、落ち葉拾いが根付きやすかった。冬場は農閑期でもあるので、人手が確保しやすい。またシルバー世代は、ひとり100袋の落ち葉を集める方もいて、4万円の収入が得られる。この地域では高齢化が進んでいるものの、寝たきりの方の割合は低く、健康維持ややりがいにも一役買っている。さらに町としては町内約80ヘクタールの山林の下草刈りを格安でやってもらうことにもなり、この落ち葉拾いは一石四鳥（臭気対策、健康維持、やりがい、下草刈り）で地域活性化につながっている。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
△少	○	－	機械攪拌	3	42	1,246 t	生物脱臭

【堆肥化事例 No. 9】

牛ふんと生ごみに、堆肥で育てた稲のもみ殻を副資材に循環利用し、生物脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 本施設の堆肥で育てられた稲のもみ殻を副資材として使っている。
- 攪拌・発酵の管理… パドル式攪拌機で通気と移動を42日間かけて行っている。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 牛ふんの収集専用のコンテナを各戸の酪農家に配布している。このコンテナには上部にふたが付いており、酪農家から堆肥化施設までの運搬作業中に、臭気を漂わせないよう対策をとっている。また施設内においては、原料投入口直上や発酵槽のガスを吸引して、生物脱臭槽で処理している。

(訪問：平成29年12月20日)

1. 施設概要及び規模

○概要

町が平成12年に郊外に建てた公営の堆肥化施設である。管理は農業法人（JA）に委託しており、原料収集、堆肥散布などの管理全般業務を行っている。

施設としては、鉄骨造平屋建て（一部2階建て）で、原料投入棟1棟、堆肥棟1棟（天井テント造）、もみ殻倉庫1棟、製品保管庫2棟、事務所棟1棟がある。

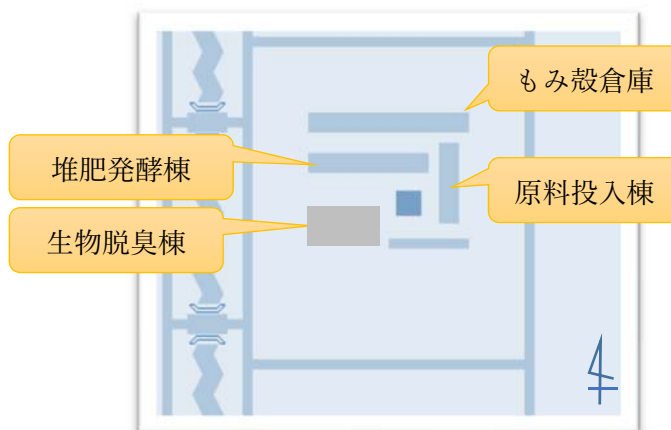
○従業員数 3名。そのほかにパート3名、シルバー人材2名、牛ふん運搬1名

○原材料の種類と受入量

堆肥化原料	受入量	受入元	処理費用
牛ふん	2,712 t /年	町内8戸の酪農家	0.5 円/kg (回収作業込み)
事業系生ごみ	64 t /年	給食センターなど	15 円/kg
家庭の生ごみ	339 t /年	住民から生分解性袋にて回収	0 円/kg
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
もみ殻	729 t /年	当堆肥を使用している農家	無料

○施設の立地環境

堆肥センター（敷地面積9,800m²）は水田地帯に立地しているため、周囲は田んぼに囲まれている。最も近い集落までは400m程離れている。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

実施していない。

現地訪問時は、敷地境界での臭気強度は1程度であった。発酵棟の投入口側（前半発酵）ではアンモニア由来において臭気強度は4程度であるが、発酵後の出口側（後半発酵）では臭気強度は2程度とにおいがかなり低下している。また、生物脱臭槽の上部で臭気強度は2.5程度の湿った土のようなにおいであった。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○堆肥化工程

発酵は、大型テント屋根の発酵棟で行う。原料と副資材をベルトコンベアで交互に投下し、パドル式回転翼で原料の攪拌と出口方向への移動を行っている。連続した一つの発酵槽内であるが、原料投入直後から14日間は前半発酵（写真1）として、発酵温度を上げるため1日1往復で運転している。後半の28日間は、1日2往復で攪拌している（写真2）。

その後、製品棟に移動し、スプーンなどの異物を除くための磁選機にかけ、ふるい機を通して粒径を揃え、製品棟に保管している。

<肥料製造の流れ>

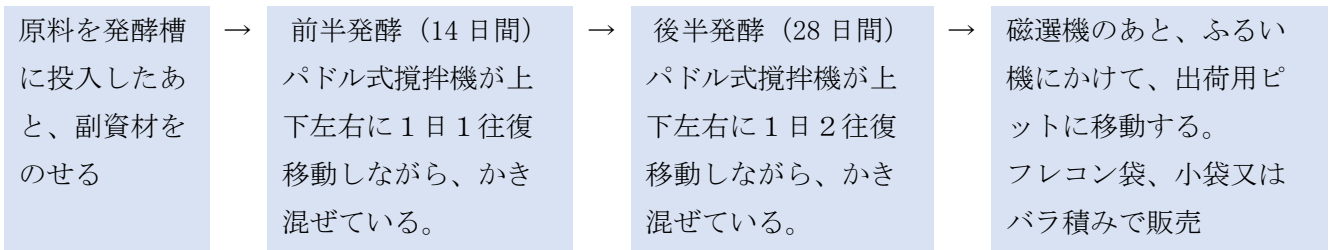


図1 堆肥化工程



写真1 原料投入機（前半発酵）



写真2 パドル式攪拌機（後半発酵）

○原料受け入れ時の工夫

酪農家は、牛ふんを蓋つきコンテナ（写真3）に入れて保管する。堆肥化施設のスタッフが、週に2～3回コンテナを回収に行き、原料投入口（写真4）に牛ふんを投入したら、空になったコンテナを農場に戻す。

牛ふんは午前中に投入され、その日の内に発酵槽へベルトコンベアで移送する。また、原料投入棟の搬入口にはエアーカーテン（写真5）が設置され、原料投入口の真上には、臭気を捕集する吸引フード（写真4）が付けられ、吸引したガスは、生物脱臭槽で脱臭処理されている。



写真3 牛ふん回収用のコンテナ（3 t）



写真4 原料投入口と吸引フード



写真5 原料投入棟の搬入口のエアーカーテン

○切り返し作業の配慮

堆肥原料の発酵温度が上がりにくい時には、パドルの攪拌回数などの調整を行っている。

○施設内の清掃

各工程の作業が終わった後、ほうきで掃き掃除が行われ、場内はきれいに清掃されていた。

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

堆肥棟は密閉されたテントで覆われており、内部の臭気を吸引し、脱臭処理していた。

○堆肥棟の排出ガスの処理

原料投入口の直上と発酵過程から吸引した臭気（400m³/分）は、生物脱臭槽（写真6）の床面から通気し、処理してから大気放出されている。以前は、生物脱臭槽の前段で薬液洗浄装置で酸洗浄していたが、受入農家が当時の33戸から8戸に減少したため、現在は生物脱臭槽のみで処理をしている。

生物脱臭槽は、10m×50m程の大きさである。槽内には粒状のゼオライト（写真7）が2m高さで充填されていて、下部から流速約1.3cm/秒で通気している。10年以上ゼオライトは交換していないが、年1回は耕運機により攪拌している。散水装置もあるが、露天であり水分を含むガスを導入しているため、ほとんど使用していない。



写真6 生物脱臭槽



写真7 充填しているゼオライト

○支援策の活用

補助事業は活用していない。

5. 地域との関わり

建設当時は毎日のように見学者がきていた。現在は見学者が少なくなったものの、この施設で製造された堆肥を使った体験農園で、児童館の子どもや保育園・幼稚園の園児たちが、野菜などを収穫している。

地元の小学校の夏休みの自由研究の課題の対象になったり、地域の方と交流をもつようにしている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

堆肥化工程において、臭気が余計に発生することは避けるべきであり、好気性発酵が安定的に進んでいくことが重要である。本施設は町営ではあるが管理を委託することにより、担当者の異動がなく、長年の経験を活かして発酵状況などを管理している。

ランニングコストとしては、年間760万円程の電気代がかかる。堆肥は水稲や果物、野菜など施肥時期の異なる作物に使われ、年間を通じて安定した需要があり、売れ残ることもない。

農家の高齢化により牛ふんの収集や堆肥散布まで労力が回らないが、本施設の方で牛ふん回収と堆肥散布までしてもらえるので、利用者から好評を博している（いずれも有料）。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
△少	○	－	重機、プロア	3	42	6,000t	水洗浄

【堆肥化事例 No.10】

ブロイラー鶏ふん等の畜ふんを発電ボイラー燃料及び堆肥原料として利用する施設

《本事例の特徴》

- 攪拌・発酵の管理**… 堆肥化施設では、鶏ふん4割弱に食品残さを5割、戻し堆肥などを1割の割合で混合させる。そして、一次発酵槽で床面から通気しながら、35日間程度堆積発酵させ、二次発酵槽で同じく床面から6日間程度通気して、製品堆肥となる。
- 臭気の捕集・脱臭装置**… 堆肥化施設の方では、臭気排出口に水洗脱臭塔を設置している。発電の方では畜ふんは完全燃焼させるため、臭気が発生しない。

(訪問：平成29年9月25日)

1. 施設概要及び規模

○概要

昭和48年に畜産業が盛んな地域の山間部で創業した肥料工場である。平成14年には鶏ふん発電ボイラー（1基）を、さらに平成24年には鶏ふん以外の畜ふんも処理できる畜ふんボイラー（1基）を稼働させた。

近隣のブロイラー養鶏場等から集めた家畜のふん（600t/日）を発電ボイラー（2基）にかけることで、ふん処理と発電を同時に行い、発生した蒸気は同敷地内のレンダリング工程で活用している。

また、その他の畜ふんについては堆肥化を行っている。

○従業員数 235名

○原材料の種類と受入量

原料	受入量	受入元
鶏ふん	600 t / 日	近隣養鶏場
豚ふん		近隣養豚場

○施設の立地環境

国道から300m程離れた山間部にある。最寄りの集落までは5km程距離がある。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

年に3回外部の分析機関に委託して、敷地境界における特定悪臭物質（アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、トリメチルアミン、硫化メチル）の濃度を測定している。いずれも基準値未満であった。

また日常管理として、敷地境界の内側・外側と近くを流れる河川のそばの5点で、6段階臭気強度評価尺度を用いて職員が臭気強度を判定している。レンダリング工場もあり、臭気の管理は細心の注意を払っていた。

現地訪問時は、堆肥化施設内部では臭気強度は4程度（アンモニアを含む発酵臭）であったが、堆肥化施設の搬入口直近では臭気強度は3に低下し、敷地境界では臭気強度は2～2.5まで薄まっていた。

3. 各工程について

発電ボイラーの工程を図1に示す。鶏ふんについては、搬入される鶏ふんの9割がブロイラーで、残り1割が種鶏及び採卵鶏である。ブロイラーの鶏ふんは水分率が50%以下と低いため、流動床炉で焼却処理し、その熱で蒸気を作り発電している。

豚ふんは、養豚場で予め発酵させて、水分率50%以下にしてから搬出して、畜ふんボイラーで燃焼させる。

発電ボイラーの工程については、まず原料ピットに畜ふんを入れ、クレーンを使って流動床炉へ投入し、燃焼させる。燃焼させた熱で蒸気を発生させ、蒸気タービン発電機により1基当たり1500kW/時のエネルギーを得ることができる。このエネルギーは、工場内で使用する電力の9割を賄っている（工場停止中だけ売電している）。さらに50%は蒸気のまま工場内で使用している。鶏ふんボイラーを設置する前は、レンダリング工程で使用していた蒸気は重油ボイラーを使っていたため、現在重油の使用量が削減された分コストも削減された。

ボイラーから排出される燃焼灰は、サイクロンとバグフィルターを経て、リンとカリウムを多く含む肥料原料として販売している（写真1）。発電ボイラー（2基）は約590t/日処理している。年間330日稼働し、9割以上の高い稼働率となっている。

原料の畜ふんは農家から購入している。運搬費は農家負担とし、収集・運搬は農家が契約している関連会社に委託している。

○発電ボイラー工程

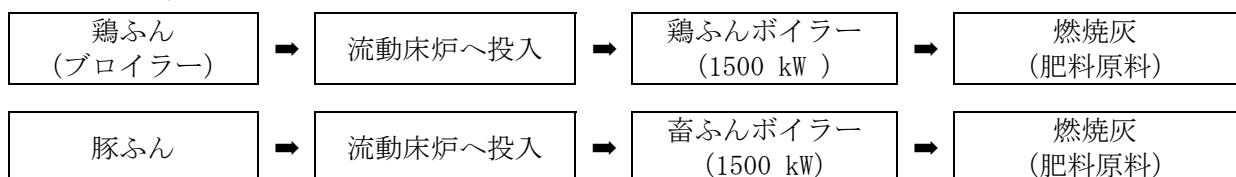


図1 発電ボイラー工程



写真1 焼却灰等（肥料原料）

堆肥化の工程を図2に示す。堆肥化施設では、鶏ふん4割弱に食品残さを5割、戻し堆肥などを1割の割合で混合させる。そして、一次発酵槽で床面から通気しながら、35日間程度堆積発酵させる（写真2、写真3）。

次に、二次発酵槽で同じく床面から6日間程度通気して発酵を保持し、製品堆肥とする（写真4）。

○堆肥化工程

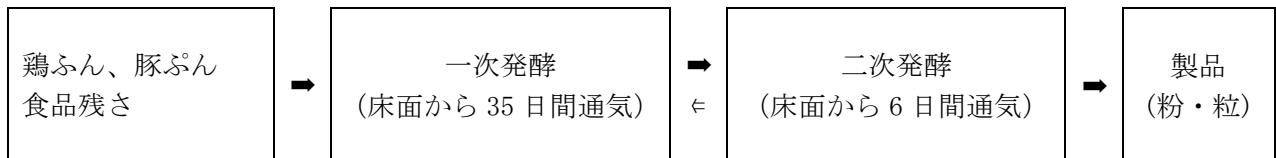


図2 堆肥化工程

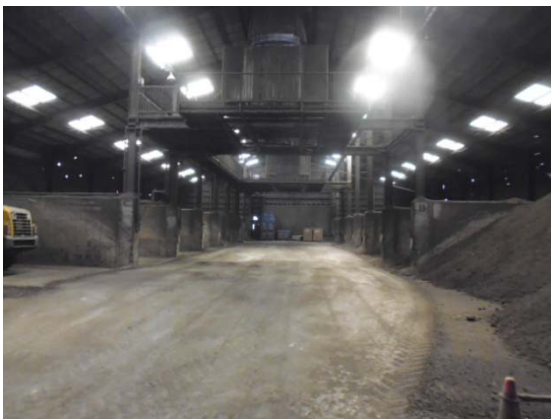


写真2 堆肥化施設の一次発酵槽

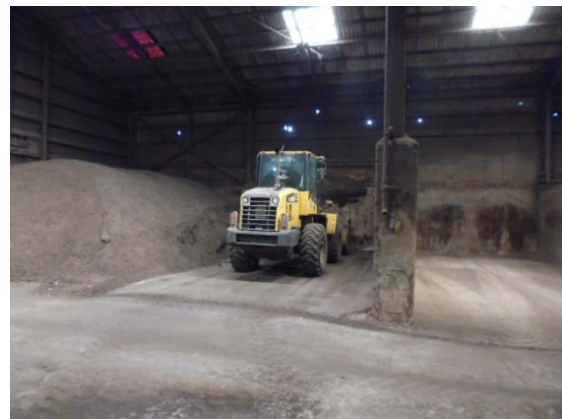


写真3 堆肥化施設の一次発酵槽（床面からの通気）



写真4 製品堆肥（堆積発酵）

4. 臭気対策の設備

○搬入口からの漏洩対策

畜ふんは平日の朝6時～17時まで受け入れており、荷台が密閉されたトラックに載せて、ボイラー発電施設に入る。施設入口は自動開閉式のシートシャッター（写真5）と内部の原料投入口は金属シャッター（写真6）の二重扉になっていて、臭気の漏えいを防いでいる。



写真5 畜ふんボイラー原料投入棟



写真6 畜ふん原料投入口

○排出ガスの処理

堆肥化工程の二次発酵槽の天井に設置されている排気口（写真7）では水洗脱臭が行われており、週に1回循環水を全量交換する。そのほかは減った分だけ追加している。

なお、レンダリング工場から発生する臭気は、ボイラー燃焼用空気として燃焼処理している。



写真7 天井の水洗脱臭塔

5. 地域との関わり

会社の社長が地域の役員であり、環境対策には丁寧に対応するように厳重に言われている。自治体も参加する地域の会議にも年に2回は出席している。また自治体が開催する環境イベントなどにも積極的に参加している。その他に地域の活動のグランドゴルフ大会などにも協賛している。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

水分量の多い鶏ふんは、好気性発酵による堆肥化により臭気を減らし、水分量の少ないブロイラーの鶏ふんは完全燃焼させるため、臭気が発生しない。また、生の鶏ふんや豚ふんが集まる原料の投入口周辺では、臭気漏えい防止策として、二重とびらを設けている。

○発生した臭気の脱臭処理

堆肥化工程の二次発酵槽の天井に設置されている排気口では水洗脱臭を行ってから排気している。

発電の原料となる畜ふんが多い地域であるため、原料の調達が比較的容易である。また工場内で直接蒸気を利用しているのでエネルギー効率がよい。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
—	—	○	重機とプロア	5	45	1,600 t	生物脱臭

【堆肥化事例 No.11】

下水処理場の脱水汚泥を高温発酵させて、生物脱臭や副資材等により脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 下水処理施設で発生した脱水汚泥に、副資材として菌体や廃白土等を加えている。
- 攪拌・発酵の管理… 堆肥原料に高温耐性菌剤を添加させることで、90℃以上の高温発酵をしている。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 堆積発酵の上部から吸引したガスを生物脱臭槽で処理している。
- 地域との関わり… 耕種農家へ勉強会を開催し、地域でのバイオマス資源の循環を積極的に行っている。

(訪問：平成 29 年 10 月 30 日)

1. 施設概要及び規模

○概要

本施設は、下水処理場内の一角に建てられた脱水汚泥を原料とした公営の堆肥化施設である。下水処理は昭和 53 年 11 月から供用が始まり、堆肥化は平成 21 年 10 月から開始した。堆肥の販売は平成 23 年度から行っている。

下水処理施設は計画処理人口約 19 万人（分流式）である。発生した脱水汚泥の全量を、堆肥化している。堆肥化施設の運転管理は民間に委託している。

○従業員数 5 名（堆肥化事業の受託者）

○原材料の種類と受入量

堆肥化原料	受入量	受入元	処理費用
下水汚泥 (脱水後)	8,314 t /年	当該水処理施設 (標準活性汚泥法による処理)	—
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
高温耐性菌剤*	0 t /年	堆肥化事業の受託者（民間）	有料
戻し堆肥	下水汚泥の 3 割	当該施設	—
廃白土	980 t /年	製油工場	有料
菌体	564 t /年	食品工場（アミノ酸製造時の発酵副産物）	有料
もみ殻	20 t /年	地元農家	有料
竹炭チップ	32 t /年	地元造園業者	有料

*平成 28 年度は新たに種菌を添加していないため、高温耐性菌剤の使用量は 0 t /年となっている。

○施設の立地環境

施設は広大な農地に囲まれている。最も近い民家までの距離は数百 m である。

○施設の構造

敷地面積は、下水処理施設が 90,221m²、堆肥化施設が約 10,000 m² である。堆肥化施設は、発酵棟（鉄筋コンクリート造）1 棟、製品棟 1 棟、生物脱臭装置 1 基である。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

現在、苦情は殆どないが、堆肥化事業を始めた当初は悪臭苦情があった。

○測定

発酵施設内でアンモニアの濃度を測定しており、現在は 100ppm 程度である。

以前の苦情が発生したときは、施設内でアンモニアの濃度が 1,500ppm まで上がっていた。

現地訪問時は、堆肥棟内部では臭気強度が 4 程度（アンモニアを含む発酵臭）であったが、堆肥棟の搬入口直近では、臭気強度は 3 に低下し、敷地境界での臭気強度は 1~2 とかなり薄まっていた。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○堆肥化工程

図 1 に示すように、原料となる脱水汚泥（写真 1）に、下水汚泥の 3 割分の戻し堆肥や廃白土、菌体等を副資材として混合させる。発酵棟（写真 2）では、床面から堆肥原料にエアレーション（写真 3）を行うとともに、重機による切り返しを週に 1 回程度（45 日間で合計 6 回）繰り返し、90℃ 近くで高温発酵することで製品堆肥（写真 4）を完成させている。

<肥料製造の流れ>

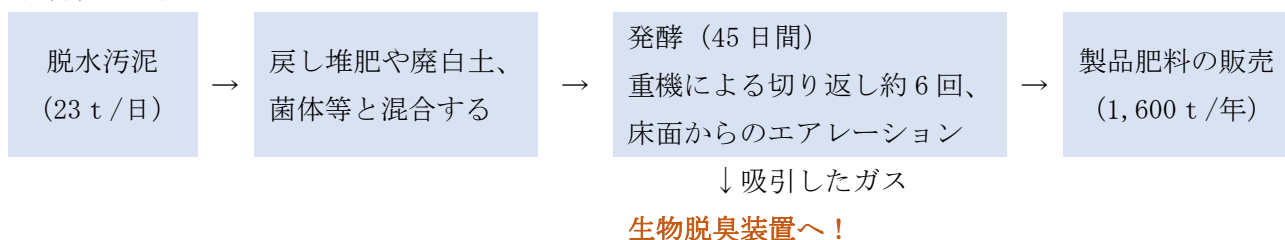


図 1 堆肥化工程

表1 製品堆肥の生産量や購入者

処理日数	堆肥生産量	購入者	販売価格
45日間	1,600 t/年	地元農家等	20 円/10kg

○原料受け入れ時の工夫

搬入された原料は当日中に処理を行う。



写真1 脱水汚泥



写真2 堆肥棟内部



写真3 発酵槽の床面からのエアレーション



写真4 製品（肥料）

○切り返し作業の配慮

発酵状況に応じて、作業内容を適宜調整している。

○施設内の清掃

毎日、重機及び手作業（2～3名）で清掃を行っている。

○pH調整

廃白土や菌体等を添加してpHを低下させることで、アンモニア発生を軽減させている。

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

原料の脱水汚泥は隣接した汚泥処理施設から、密閉されたベルトコンベアで直接発酵棟へ搬入されるため、臭気の漏洩は特にない。

○堆肥棟の排出ガスの処理

図2に示すように、2方式で発酵中の臭気を処理している。中濃度の発酵棟全体に漂うガスについては、堆肥棟の屋根にファンを付けて堆肥棟の室内ガスを24時間吸引し（写真5）、水スクラバー（循環利用なし）で、アンモニアや粉じんを除去してから排気している。また、堆肥原料を切り返す作業の際は、積み上げた山の直上からも臭気を吸引し、生物脱臭装置（写真6）にて脱臭処理をしている。

生物脱臭装置は、長さ16m×幅12mで高さ2.5mの槽が2つあり、各槽に1.6mの高さまでもみ殻が充填してある。タイマーで一日3～4回散水している（水は循環使用せず）。年に1回は、もみ殻を全量入れ替えている。生物脱臭装置の出入口の12地点でアンモニア濃度を測定したところ、入口は80ppm程度で、出口5ppm程度であった。散水のpHは、入口pH7.1が出口pH8.4であった。

<排気ガスの処理の流れ>

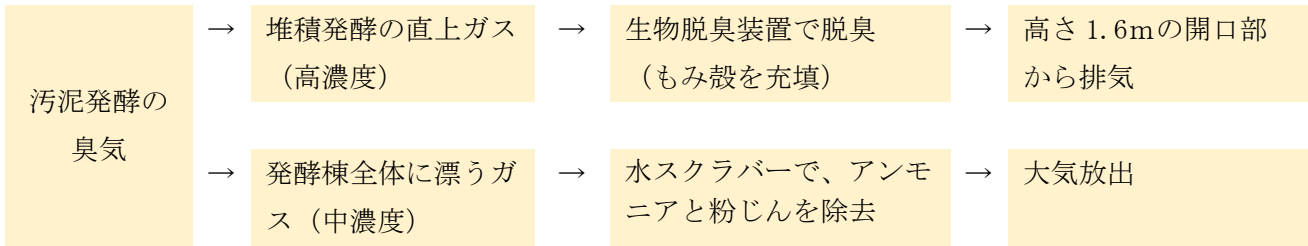


図2 脱臭処理の工程

○支援策の活用

本施設の建設に当たっては補助金を活用している。



写真5 堆肥棟の発酵槽から吸引したガス



写真6 生物脱臭槽で脱臭処理

5. 地域との関わり

周辺に工場がなく、流入水質が住民由来のものが多いことや、90℃以上の高温発酵を繰り返すので、雑草の種子や病原菌が死滅しており、より安全な下水汚泥を原料としている。農業勉強会を定期的に開催して、耕種農家の方に直接下水汚泥堆肥の特徴や使い方を説明している。この勉強会には毎回多数の農家の方が参加している。実際に収量が増えた農家の事例を紹介し、経費の比較など説得力の高い説明で好評である。製品堆肥は、平成23年度の販売開始から毎年完売している。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

廃白土や菌体等を入れてから、pHが低下し、アンモニアの発生量が少なくなった。

○発生した臭気の脱臭処理

生物脱臭装置で処理してから排気している。充填しているもみ殻は年1回交換してる。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
△少	－	○	送風機	13	30～45	6,900 t	生物脱臭

【堆肥化事例 No.12】

脱水汚泥などを原料として、約5倍量の戻し堆肥を加えて発酵し、生物脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 原料（汚泥等）の4倍～7倍量の戻し堆肥を混合させている。
- 臭気の捕集・脱臭装置… 空気の流れの予測評価結果に基づいて、発酵槽をビニールハウスで覆い、高濃度臭気をハウス内で捕集して脱臭施設で生物脱臭処理するよう改善された。
- 地域との関わり… 悪臭苦情はまだ完全にはなくなっていないが、苦情への即時対応、毎朝の臭気パトロールや地域活動を通じて、住民との信頼関係を構築している。

（訪問：平成29年11月2日）

1. 施設概要及び規模

○概要

平成8年から肥料化事業を開始している民間企業の施設である。平成14年に脱臭施設を導入し、平成20年に臭気をより効率的に捕集するための大規模改修工事を行った。本業は繊維関係の異業種で、当該工場も含めてISO9001とISO14001の認証を受けている。施設内には、主に発酵棟1棟、製品化棟1棟、脱臭棟1棟、事務所1棟がある。

○従業員数 13名

○原材料の種類と受入量

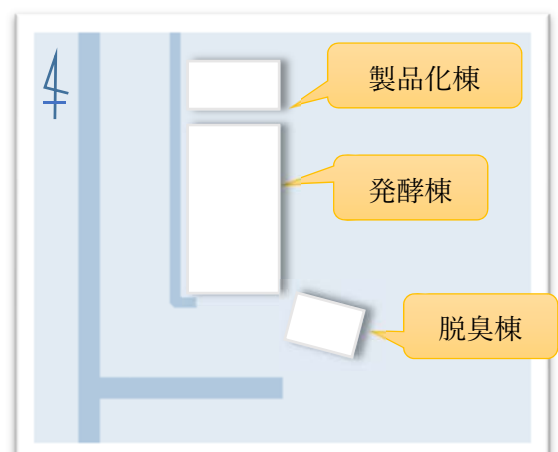
堆肥化原料	受入量	受入元	処理費用
下水汚泥*1	28,700 t/年	下水浄化センターなど地方自治体	有料
食品工場の排水処理汚泥	11,508 t/年	食品メーカー、飲料メーカーなど民間企業	有料
食品残さ*2	822 t/年	食品工場など民間企業	有料
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
戻し堆肥	原料の4倍～7倍	－	－

*1 含水率：85%以下、有機物：60%以上、重金属：肥料取締法に適合すること。

*2 植物性残さは総受入量の5%以内（最大10t/日）としている。

○施設の立地環境

肥料化施設（敷地面積約26,000m²）の周辺は、水田地帯であるが、180m以内に民家が2戸ある。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

有る（年に1～2回程度）。

平成8年の事業開始当初は、屋根と腰壁だけの開放型構造であったので、生産量が増えるに伴い、悪臭苦情が発生した。平成14年に発酵棟を密閉化し、脱臭設備を導入した。その後、平成20年に大規模な改修工事を行い、発酵槽をビニールハウスで覆い、空気の流れを予測評価することで、臭気捕集効率の向上を図った。現在、苦情はだいぶ減ってはいるが、皆無ではない。

苦情の電話を受けた場合には、夜中でも苦情者のお宅を訪問するなど、即対応し、「臭気情報」として捉え、工場運営に反映させ、地域住民との信頼関係を築いている。

○測定

敷地境界での定期的な特定悪臭物質の測定をしている。

また、毎朝2～3km圏内を車でパトロールし、臭気の有無や風向きなどを確認している。その際に挨拶を交わすなど、住民とのコミュニケーションの機会を創出している。

現地訪問時は、密閉された発酵棟内部では臭気強度は4程度（アンモニアを含む発酵臭）であったが、発酵棟の搬入口直近では臭気強度は3.5に低下し、敷地境界では臭気強度2.5まで薄まっていた。

3. 肥料化工程と臭気を減らす工夫

○肥料化工程

図1に示すように、脱水汚泥などの原料に対し4倍～7倍量の戻し堆肥を添加して、水分調整を行っている。

そして、発酵槽に堆積させる。発酵棟全体（写真1）で48台あるブローで床面に埋設された通気口（写真2）から肥料原料に通気させるとともに、重機による切り返しを5日毎に1回行い、約5回切り返し、30～45日間堆積発酵させる。その後、完成した肥料は、袋詰めやペレット化を行い販売している。

<肥料製造の流れ>

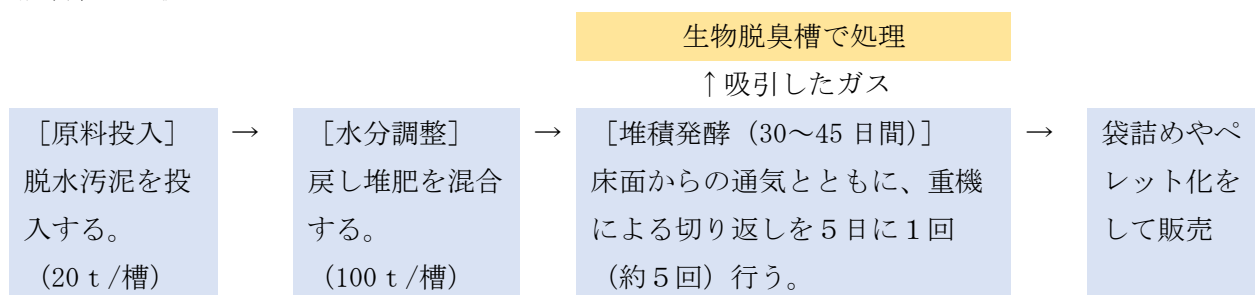


図1 堆肥化工程



写真1 発酵棟内部の様子



写真2 床面に埋設されたエアレーション用通気口

○原料受け入れ時の工夫

夏場は上昇気流が発生して、臭気が周辺には停滞しにくいいため、肥料生産量を増やし、逆に冬場は上昇気流が発生しにくく、臭気が周辺に漂いやすい傾向があるため、生産量を減らすなど、季節・気象条件によって生産量・送風量を調整し、周辺環境対策を推進している。

○切り返し作業の配慮

切り返し作業中や攪拌の際は、強い臭気が発生するため、発酵棟の搬入口などの開口部は閉める。なお、切り返し作業を行う重機の運転席は、作業者を保護するため密閉されており、冷暖房も備わっている。

○施設内の清掃

場内環境整備（3S活動：整理・整頓・清掃）や周辺環境整備を実施し、視覚的環境対策にも繋げている。

4. 臭気対策の設備

○発酵棟の搬入口からの漏洩対策

シートシャッターで搬入時以外は、原料投入口を閉めている（写真3）。また、発酵棟全体の空気を吸引しているため、発酵棟内は負圧になっている。

原料投入と発酵は同一の棟内で行われるため、建屋間の移送時の臭気漏えいはない。



写真3 原料投入口

○発酵棟からの排出ガスの処理

平成20年から図2に示すように、捕集効率を高めるため、各発酵槽をビニールハウスで覆い、ビニールハウスの内部臭気（写真4。48台800m³/分）と霧囲気臭（800m³/分）を吸引して、1600m³/分を生物脱臭槽で処理している（入口アンモニア100ppm。出口では測定していない）。

脱臭方法は、脱臭棟（写真5。1,000m²）の2/3の面積に、3m高さで粉碎したバーク（写真6。約1,500m³）を積み上げ、下から通気する生物脱臭方式である。1日に6~8tを散水している。

バークは、近所の木材加工所から調達し、2か月ごとに切り返しを行い、3年に1回を目途に入れ替えている。入れ替えたバークは、畜産農家の敷料として利用されている。（においては問題ないとの事）



写真4 発酵槽をビニールハウスで覆い吸引している

<排気ガスの処理の流れ>

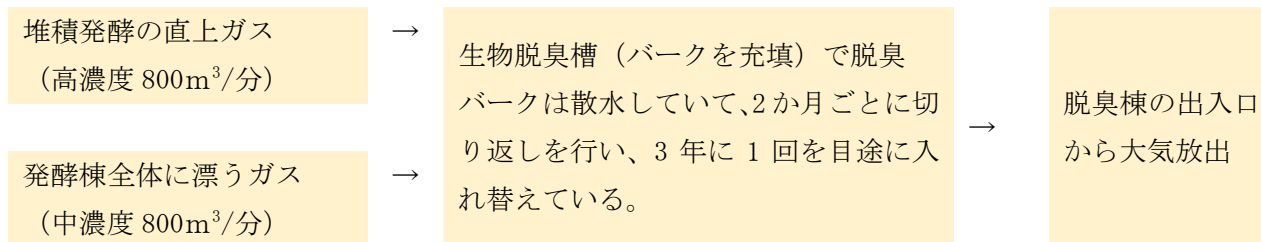


図2 脱臭処理の工程



写真5 脱臭棟 (生物脱臭槽)



写真6 生物脱臭槽に積んでいるバーク

○支援策の活用

なし

5. 地域との関わり

地域の行事（一斉草刈り、運動会など）に積極的に参加している。

また、当該工場が毎年「地域共生のためのイベント」を主催して、もちつきとお笑いライブを開いて地元住民 60～70 名を招待している。

6. 臭気対策のポイント

○発生した臭気の脱臭処理

脱臭施設の導入から6年後に、より効率的に臭気を捕集するために空気の流れを予測評価した。この結果に基づいて、発酵槽をビニールハウスで覆い、ハウス内側の高濃度臭気を捕集して、脱臭施設で処理している。

苦情への即時対応、毎朝の周辺パトロールや地域活動を通じて、住民との信頼関係を築けた。

また、社員教育として、好気性発酵の促進により優良な肥料の品質を確保することは、臭気対策にも繋がることを周知させている（ISO の品質管理の考え方）。その他、県や業界団体主催の研修会などにも積極的に参加し、知識の向上を図っている。

堆肥化原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	堆肥棟内の排気
△少	－	○	重機で攪拌	2	31	96 t /年	脱臭処理なし

【堆肥化事例 No.13】

脱水汚泥などの原料を、小型でシンプルな設備で発酵管理し、脱臭装置なしで運転する施設

《本事例の特徴》

- 原料の通気性の確保… 原料（汚泥等）の約2倍量の戻し堆肥を混合させている。
- 攪拌・発酵の管理… 代表者が、学生時代に堆肥化を専攻していたり、事業を立ち上げる前の職場では水処理の設計をしていたこともあり、特に汚泥の堆肥化に関する知識や経験が豊富である。発酵状況も日々確認している。大型の設備ではないが、発酵管理の徹底により、臭気発生を最小限に抑えている。

（訪問：平成29年12月21日）

1. 施設概要及び規模

○概要

平成17年に創業し、平成25年に市街の工業地帯に移転してきた民間企業の堆肥化施設である。食品廃棄物などを利用して堆肥の製造と飼料製造を行っている。食品廃棄物の材料によって飼料化したり、堆肥化したりと適宜リサイクルをしている。敷地内には堆肥棟（鉄筋コンクリート造）1棟、飼料棟（鉄筋コンクリート造）1棟、事務所棟2棟がある。

○従業員数 11名（堆肥化工程は主に2名が担当し、社長自らも発酵具合を確認している）

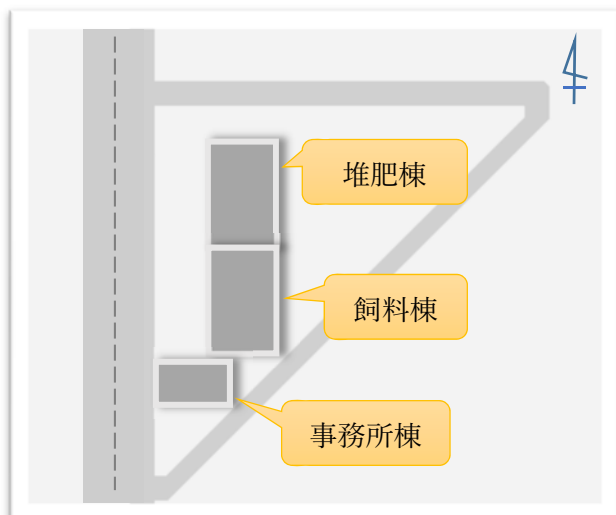
○原材料の種類と受入量

堆肥化原料	受入量	受入元	処理費用
脱水汚泥（水分80%）	2 t /週	食品会社など民間企業	有料
食品残さ	400 kg /週	製菓工場など民間企業	有料
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
段ボールのカット屑	20 kg /週	段ボール加工工場	有料
戻し堆肥（水分45%）	4 t /週	自社	－

○施設の立地環境

堆肥化施設（敷地面積2,600m²）は工業地域の境界に近い場所に立地しているため、正面には幹線道路と大規模工場が多く、裏手は田畑が広がっている。

最寄りの住宅は300mほど離れていて、年間を通じて、風上方向になっているので、臭気が到達することは稀である。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

有り。以前、工場地域内に建つ住宅から苦情が寄せられたことがある。

○測定

実施していない。

現地訪問時は、堆肥棟内部での臭気強度は4程度（アンモニアを含む発酵臭）であったが、堆肥棟の搬入口直近での臭気強度は3に低下し、敷地境界での臭気強度は2とさらに薄まっていた。

3. 堆肥化工程と臭気を減らす工夫

○堆肥化工程

本施設の堆肥化の工程は図1のとおりである。写真1に示す6つの発酵槽では、原料と副資材を混合させて、1週間堆積のみを行う。

そして1週間後に、重機による切り返し作業を1回行い、その後は床面からのエアレーションを3週間行う（写真2）。次に出荷用ピットに移動させ、1ヵ月後に重機で切り返し、床面からもブロア通気を行う。

<肥料製造の流れ>

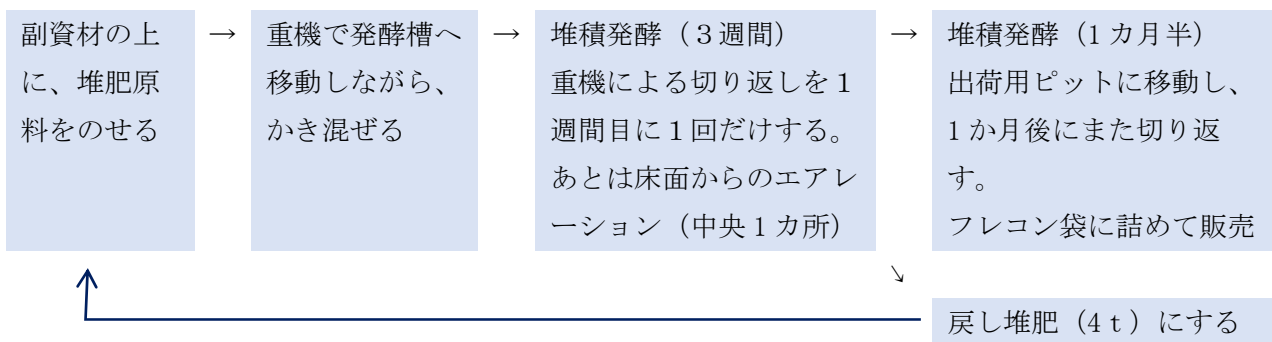


図1 堆肥化工程



写真1 堆肥棟内の6つの発酵槽



写真2 床面のエアレーション
(発酵槽外側)



写真3 副資材の段ボール層



写真4 発酵槽ごとに記録簿整備している



写真5 発酵槽には各1本温度計が装備されていた



写真6 床面に埋設している通気口

○原料受け入れ時の工夫

特になし。

○切り返し作業の配慮

1週間目の切り返しのときに、床面の通気口を必ず掃除する。特に埋設しているネトロン製の通気口は穴が詰まりやすいため、コンプレッサーエアできれいにする。そして空気穴の上にパーライトを振りかけ通気性を確保する。

○施設内の清掃

清掃道具がすぐに取りれる位置にあり、こまめに掃除出来るような工夫がある。場内のダストを緩和するようミスト噴霧器があった。

処理日数	堆肥生産量	購入者	購入費
2 か月	96 t /年 (2 t /週)	地元の耕種農家 (キャベツ等) 造園家 (沿道植栽等)	有料 有料

4. 臭気対策の設備

○堆肥棟の搬入口からの漏洩対策

堆肥棟の出入口には金属製のシャッターが付いている。建物高さがあるためか開放時にも外への漏洩は比較的少なかった。また幹線道路と逆の方向の窓は閉めていた。

○堆肥棟の排出ガスの処理

特になし

○支援策の活用

特になし

5. 地域との関わり

地元の環境審議会が堆肥化施設の視察に来たりと、見学を受け入れている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

本施設では、発酵を適切に管理することが臭気発生抑制につながることから、通常排出される臭気については特別な対策は行っていない。

実際に搬入される原料が一定しておらず多種多様な食品廃棄物があり、その特性を踏まえて、どのような発酵状況になるのかを丁寧に観察し記録している。以前有機酸系の悪臭が出たときは、pH試験紙でチェックしたところ、pHが下がっていることが分かった。原因を究明すると、小麦粉を入れるとpHが下がりやすく、有機酸系臭気を出すことや、下水汚泥の脱水時に使う凝集剤にポリ硫酸第二鉄が入っていると、それらも有機酸系臭気を出す原因であったりなど、原料と発酵状況を観察することで色々な発見をしている。そして有機酸系臭気が出たときには、消石灰を入れてpH調整を行い、改善している。

堆肥化のポイントは、C/N比を高めることと水分調整である。しかし原料によって発酵の進む速度が変わるため、原料と副資材の混合バランスや発酵期間などをこまめに微調整することが、臭気発生抑制のためにも重要である。

バイオマス原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	汚泥乾燥炉の排気
—	—	○	乾燥のみ	6	1	1,470 t	直接燃焼脱臭

【バイオマス活用事例 No.14】

下水処理過程で発生した下水汚泥を、熱風乾燥させて肥料化し、燃焼脱臭している施設

《本事例の特徴》

- 臭気の捕集・脱臭装置… 乾燥炉排ガスは、燃焼脱臭装置を用いて脱臭処理しており、各工程の密閉度が高いため、通常の堆積発酵工程よりもにおいは少ないが、以前には悪臭苦情が発生したこともある。
- 地域との関わり… 製品は多少においが残っているものの、800°Cの熱風で乾燥しているため衛生的で、肥料成分が多くかつ安価なため、堆肥利用者から高い評価を得ている。

(訪問：平成 29 年 9 月 26 日)

1. 施設概要及び規模

○概要

本施設は下水処理場内の一角に建てられた公営の肥料化施設である。下水道バイオガスの活用とともに、中温消化槽で消化した後の下水汚泥を乾燥のみ行って、肥料として販売している。

下水処理は昭和 53 年から供用が始まり、肥料化は昭和 55 年から開始した。さらに平成 27 年度から FIT（再生可能エネルギーの固定価格買取制度）によるバイオマス発電も開始した。当該処理区の計画処理人口約 15 万人（分流式 12 万人、合流式 3 万人）である。脱水汚泥の平成 28 年度発生量は全体で 9,119 t/年、その内近隣施設での焼却処分が 3,057 t/年で、肥料化（緑農地還元）は 6,062 t/年である。

下水処理施設は市役所の管理であるが、肥料化施設を含む運転管理については民間に委託している。

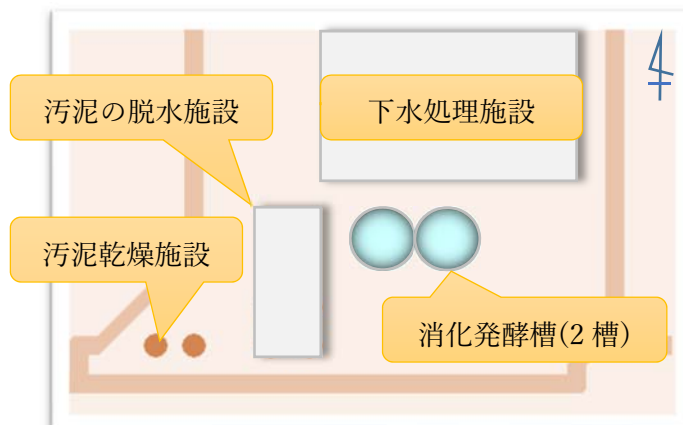
○従業員数 6 名（汚泥処理の担当。他に水処理では 25 名）

○原材料の種類と受入量（平成 28 年度）

肥料化原料	受入量	受入元	処理費用
消化後の下水汚泥を濃縮・脱水した脱水ケーキ	6,062 t/年 (脱水ケーキベース、含水率平均 80.7%)	当該水処理施設 (標準活性汚泥法による処理)	—
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
なし	—	—	—

○施設の立地環境

下水処理場（敷地面積 67,350m²）の敷地境界に接するように汚泥乾燥施設（敷地面積 1,600m²）が立地している。敷地の外側は河口付近の工場地帯であるが、マンションやちりめん工場、保育園がすぐ近くにある。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

10 数年前に周辺住民より苦情があった。臭気の原因は汚泥乾燥施設からの排気であった。現在は汚泥乾燥施設の搬入口の改良や住民への情報の事前通知により苦情は収まっている。

○測定

敷地境界 4 地点（2 地点を夏と冬で年 2 回測定）で、外部分析機関へ委託して測定を実施している。測定結果は臭気指数 10 未満であった。

現地訪問時は、汚泥乾燥施設内部では臭気強度が 3 程度であったが、汚泥乾燥施設の搬入口直近では臭気強度が 2 程度に低下し、敷地境界での臭気強度は 1 以下とかなり薄まっていた。

3. 肥料化工程と臭気を減らす工夫

○肥料化工程

図 1 に示すとおり消化後の汚泥を脱水し、写真 1 の汚泥乾燥炉にて 800℃の熱風で乾燥させる。乾燥工程で顆粒状（写真 2）になったものを袋に詰める。なお、肥料のばら積みは臭気対策の面から行っていない。

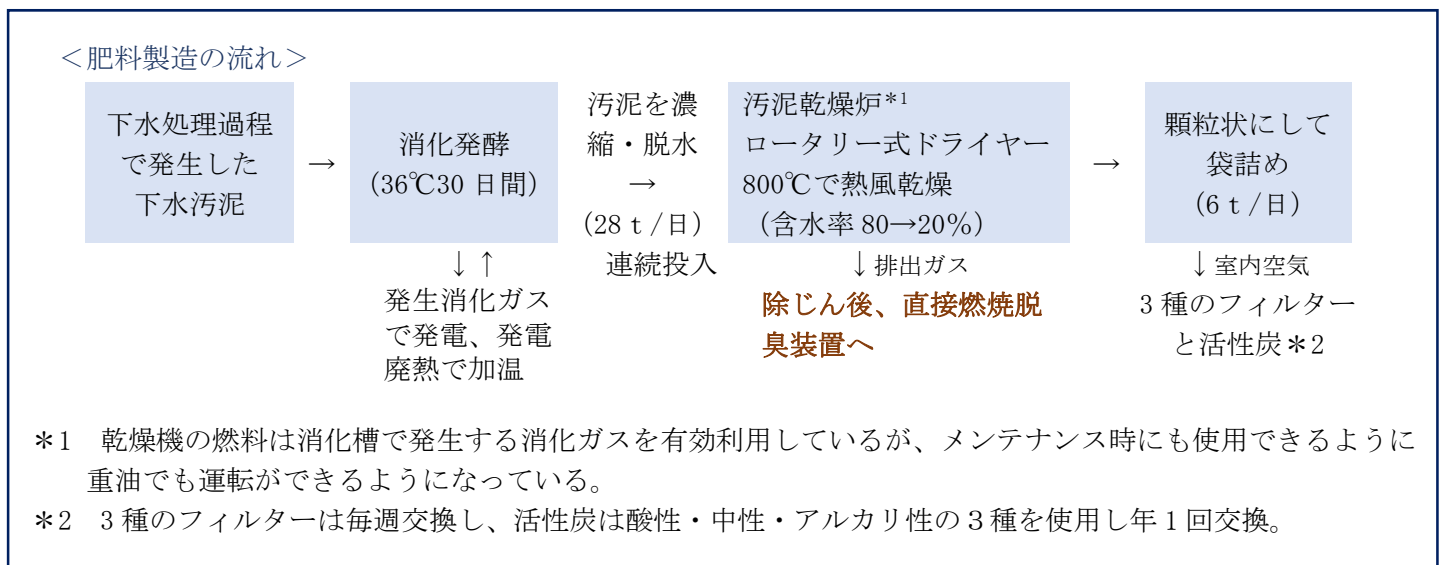


図 1 肥料製造の工程



写真 1 汚泥乾燥炉 (800°Cで熱風乾燥)



写真 2 乾燥汚泥 (製品肥料)

表 1 製品肥料の生産と販売

処理日数	肥料生産量	購入者	販売価格
汚泥の消化には約 30 日間かかるが、脱水汚泥の乾燥工程は短時間で行われる。	1 袋 15 kg 入を約 400 袋/日 年間約 9 万袋生産し、ほぼ全量 が利用されている。	果樹園農家 一般農業者 植木、家庭菜園他	1 袋 15 kg 入で、 60 円 (税込)

○原料受け入れ時の工夫

消化汚泥の脱水施設から乾燥炉まで、密閉されたベルトコンベアで移送されるので、臭気の漏えいがほとんどない。

○繰り返し作業の配慮

繰り返し作業はなし。発酵・熟成期間を経っていないので下水汚泥のにおいが残っている。そのため一般家庭で使う方々に使い方の説明をして、販売している。

○施設内の清掃

民間委託先で汚泥処理を担当する方が清掃している。

4. 臭気対策の設備

○搬入口からの漏洩対策

汚泥乾燥施設の搬入口に前室を設けて、写真3のとおり、前室の入口に高速シートシャッターを取り付けている。



写真3 汚泥乾燥施設の搬入口に設けられた前室

○排出ガスの処理

汚泥乾燥炉の排出ガスは、図2に示すように直接燃焼脱臭装置（写真4）で処理している。まず、排出ガスはサイクロン式集じん機で除じん後、スクラバー（写真5）を通し、処理後のガスは、高さ20.6mの煙突（写真6）から排気している。

10数年前に苦情があり、乾燥炉の立ち上げ・下げの時に一時的に燃焼温度が低いため臭気が出ていることが判明した。そこで、乾燥炉の停止と運転開始の日時を周辺住民にFAXで連絡をしている（月に1回）。そのことにより苦情が収まっている。

<排出ガスの処理の流れ>

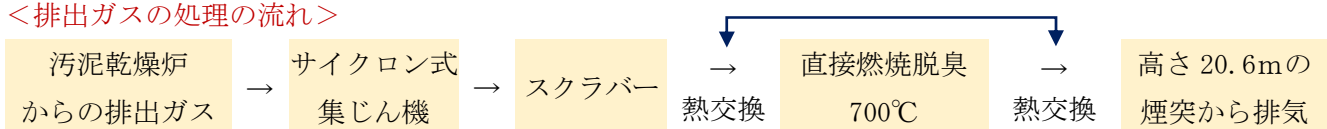


図2 脱臭処理のフロー



写真4 直接燃焼脱臭装置（正面からと側面から）



写真5 スクラバー脱臭装置



写真6 最終排気口（高さ 20.6m）

○支援策の活用

本施設建設にあたって、国土交通省の補助事業を活用した。

5. 地域との関わり

小学4年生の社会科見学などを受け入れている。

6. 臭気対策等のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

消化後の濃縮・脱水した汚泥を短時間で熱風乾燥させるため、堆積発酵より臭気の発生量が少ないのが最大の特徴である。また、各工程の間は、密閉されたベルトコンベアで移送されるので、臭気の漏えいがほとんどない。

○発生した臭気の脱臭処理

汚泥乾燥炉の排出ガスは、直接燃焼脱臭装置（700℃）で処理し、高さ 20.6mの煙突から排気しているため、臭気の着地濃度は十分薄くなっている。

肥料購入者の感想としては、下水汚泥のようなにおいが多少残っているものの、800℃の熱風で乾燥していて衛生的と好評である。また、リンを多く含む肥料が60円／袋と格安なのでリピーターが多い。

本処理場の管内には工場排水が少ないことや、他の処理場の汚泥や生ごみなどは受け入れていないため、本施設の肥料成分は安定しており、安全性も確保されている。

バイオマス原料			工程と生産量				脱臭設備
食品残さ	家畜ふん	下水汚泥	通気方法	人数	処理日数	年間生産量	原料貯留槽の排気
△少	—	○	—	9	22	6,000t	生物脱臭・薬液洗浄・活性炭

【バイオマス活用事例 No.15】

浄化槽汚泥と生ごみをバイオマス発電に用いて、液肥を製造し、3方式で脱臭している公営施設

《本事例のポイント》

○臭気の捕集・脱臭装置… バイオガス発電の施設では密閉系なので、臭気の漏洩はほとんどないが、原料投入口や製品に関して多少においがでる可能性があるため、スクラバー式の生物脱臭→薬液洗浄（硫酸、苛性ソーダ）→活性炭吸着の3段階もの脱臭処理を行っている。

○地域との関わり… 環境学習室を利用される住民なども多く、町内外から毎年 3,000～4,000 人の見学者が来ている。液肥の利用先の安定的な確保と、液肥を使った作物を地産地消している。

（訪問：平成 29 年 10 月 30 日）

1. 施設概要及び規模

○概要

当該町にはごみ焼却施設がないため、ごみ減容化をすすめるために、平成 18 年から堆肥化事業を開始した。施設は町役場が建てて、管理運営は公益法人（一般社団法人）へ委託している。町の中心部に立地し、隣がレストランのため、臭気対策を厳重に行っている。

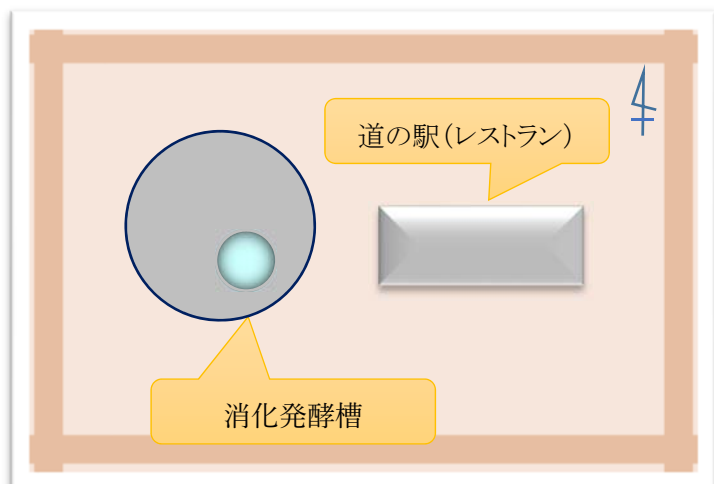
○従業員数 9 名（プラント管理 3 名、生ごみ投入 3 名、事務 2 名、所長）その他地域のシルバー 4 名

○原材料の種類と受入量

原材料	受入量	受入れ元	処理費用
し尿	7 t / 日	当該町では下水道が普及しておらず、87%が浄化槽処理している。	無料
浄化槽汚泥の濃縮	30.6 t / 日 (含水率 86%)		無料
生ごみ	1.9 t / 日	家庭の生ごみ（週 2 回収）	無料
食品系廃棄物	1.9 t / 日	事業者から出る茸培地など	有料
副資材	使用量	仕入れ先	購入費用
なし	—	—	—

○施設の立地環境

市街地の比較的中心に建てられている。すぐ隣には道の駅があり、レストランも併設されている。周辺には住宅や水田が多い。堆肥化施設（敷地面積 3,850m²）の周辺は水田で囲まれている。また一番近い住宅は風上約 500mに立地している。



2. 悪臭による苦情の有無・測定

○苦情の有無

特になし。

○測定

実施していない。

現地訪問時は、原料投入口では臭気強度が 2.5 程度であったが、脱臭装置の出口付近も臭気強度は 2 程度に低下し、敷地境界では臭気強度 1 以下とかなり薄まっていた。

3. 肥料化工程と臭気を減らす工夫

○肥料化工程

図 1 に示すように、原料貯留槽に入れた原料（汚泥、し尿、生ごみ等）はメタン発酵槽（37℃中温湿式）に連続的に投入する。そこから得られたバイオガスを脱硫してからガスホルダーに充填し、発電を行っている。電力は場内で消費し、発電時の熱は投入前の原料の加温に利用している。

発電後の液肥（写真 1）は、年間 6,000 t 生産されて表 1 のとおり販売している。

<肥料製造の流れ>

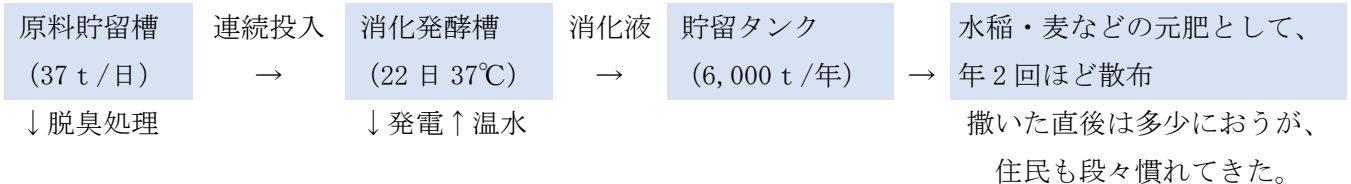


図 1 肥料製造の工程

表 1 製品肥料の生産量と販売先

処理日数	肥料生産量	購入者	販売価格
消化期間 22日間	6,000 t/年	町内の農家	無料。ただし、散布料として 1,000 円/10a かかる。化学肥料の 1/8 の費用で、散布までしてもらえるので、毎年完売している。



写真 1 液肥の貯留タンク

○原料受け入れ時の工夫

生ゴミについては、専用のバケツで回収しており、手作業で異物を取り除いた後投入し、ミキサーで粉碎してから原料貯留槽へ入れる（写真2）。またし尿と浄化槽汚泥については、回収した車両から直接原料貯留槽へ投入できるようになっており、通常受入口は密閉化して臭気の漏洩を防いでいる（写真3）。



写真2 生ゴミの投入口



写真3 し尿（左）と浄化槽汚泥（右）の受入口

○施設内の清掃

生ゴミ回収用のバケツは、原料を投入した後きれいに機械洗浄され（写真4）、乾燥してから配布する（写真5）。また、原料投入棟はきれいに片づけられていた。



写真4 バケツ洗浄装置



写真5 生ゴミを回収したバケツを乾燥

4. 臭気対策の設備

○搬入口からの漏洩対策

各工程は密閉された管でつながっているため、臭気が漏洩することは少ない。

○排出ガスの処理

原料貯留槽からの排気については、スクラバー式生物脱臭装置→薬液洗浄（硫酸、苛性ソーダ。写真6）→活性炭吸着の3種の脱臭方式で処理してから大気放出している（写真7）。なお、原料貯留槽以降の消化発酵槽、液肥の貯留タンクの各槽は密閉された管でつながっているため、臭気が漏洩することは少ない。

<排気ガスの処理の流れ>

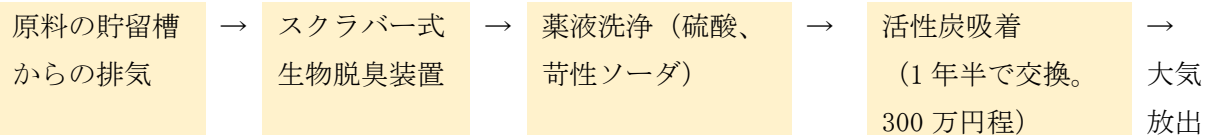


写真6 薬液脱臭装置のタンク



写真7 脱臭後の最終排気口

○支援策の活用

バイオマスの環づくり交付金（1/2 補助）

5. 地域との関わり

環境学習室を利用される住民なども多く、町内外から毎年 3,000～4,000 人の見学者が来ている。

6. 臭気対策のポイント

○臭気の発生量を最小限に抑制

生ごみ回収用バケツの洗浄や乾燥まで行われ、施設内も清掃が行き届いていた。

○発生した臭気の脱臭処理

各工程の間は密閉された管でつながっており、原料を移送するので、臭気の漏洩がほとんどない。しかし念のため、原料貯留槽のにおいについては、生物脱臭処理と薬液洗浄、活性炭吸着と3段の脱臭処理を行っている、最大限の臭気低減を行っている。

また、資源循環利用の成功のポイントは、液肥の利用先の安定的な確保と、液肥を使った作物を地産地消していることである。

6. 用語集

あ行

【悪臭原因物】（※1 一部編集）

悪臭防止法における悪臭原因物とは「特定悪臭物質を含む気体又は水その他の悪臭の原因となる気体又は水をいう」と定義されている。平成7年の悪臭防止法の改正により、従来の特定悪臭物質（22物質）のみでなく、その他の悪臭原因物の排出についても規制が行われることとなった。悪臭防止法の規制地域においては、工場その他の事業場からの悪臭原因物の排出が、具体的には“特定悪臭物質の濃度”または“臭気指数”のいずれかにより規制される。

【悪臭防止法】（※1 一部編集）

工場その他の事業場における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、その他悪臭防止対策を推進することにより、生活環境を保全し国民の健康の保護に資することを目的として昭和46年に制定された法律である。

本法は、平成7年4月に一部改正され、臭気指数規制の制度および国民の日常生活に伴う悪臭の防止などについての関係者の責務が新たに規定された。悪臭の規制は、都道府県知事が事業場における事業活動に伴って発生する悪臭原因物の排出を規制する地域（規制地域）を指定し、特定悪臭物質の種類ごとに総理府令で定める範囲内で当該地域の規制基準を設定することとされている。また、都道府県知事は特定悪臭物質の個々の濃度規制では、生活環境を保全することが十分でないと思われる区域があるときは、特定悪臭物質の規制基準に代えて、臭気指数の規制基準を総理府令で定める範囲内で設定することができるとされている。規制地域内の事業者が規制基準を超えて悪臭原因物を排出し、その不快なにおいにより住民の生活環境が損なわれた場合には、市町村長は悪臭原因物の排出を減少させるための措置をとるべきことを勧告し、命令することができる。

【アンモニア】（※1）

NH_3 ，分子量 17.03，沸点 -33.4°C ，融点 -77.7°C 。悪臭防止法に定められた特定悪臭物質の1つで刺激がある。検知閾値は 0.15ppm とされている。敷地境界規制基準の範囲は 1～5ppm である。主な発生源として畜舎や化製場、し尿処理場、堆肥化施設がある。

【硫黄化合物】

硫黄原子（S）を含む化合物の総称である。特定悪臭物質では、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチルおよび二硫化メチルと悪臭の代表的な物質が硫黄化合物である。畜産業や堆肥化施設など様々な発生源から発生する。

【エアレーション】（※3 一部編集）

空気を送り込むこと。空気を液状物の中に送り込むときは“曝気”といい、固形物中に送るときには“通気”という。好気的な生物処理ではこの操作が必要であり、活性汚泥法の曝気や堆肥化処理の通気はその代表的な処理技術である。

また、堆積物に空気を送るときに、「送風」と呼ばれる処理がある。堆肥化の場合「通気」としているのは、この「送風」より遥かに少ない風量であることを強調するためである。

か行

【ガラス製発泡材】

鳥取県が開発した特殊な焼成技術によりガラスを多孔質化したものが代表的なものである。無数の気孔に微生物を担持させたガラス製発泡材に、臭気ガスを通気することにより生物脱臭を行う。バークなどの生物脱臭資材では経年劣化があり定期的な交換が必要であるが、ガラス製なので交換が不要であるという特徴がある。

さ行

【臭気強度】（※1）

臭気の強さを表す尺度であり、日本ではもっとも広く使われているのが6段階臭気強度表示法である。具体的には以下の表現が用いられている。悪臭防止法における22物質の基準値を設定する際の評価尺度として採用されている。具体的には臭気強度2.5と3.5に対応する各物質の濃度の範囲内で基準値が決められている。6段階臭気強度表示法は、悪臭防止法の「敷地境界線における規制基準」の設定において、悪臭の強さと悪臭原因物の濃度（または臭気指数）の関係を示す尺度として用いられている。規制基準は6段階臭気強度表示法の臭気強度2.5を下限、臭気強度3.5を上限とし、特定悪臭物質および臭気指数のそれぞれに対応する濃度あるいは臭気指数の範囲が定められている。

表 6段階臭気強度表示法

0：無臭
1：やっと感知できるにおい（検知閾値）
2：何のにおいであるかがわかる弱いにおい（認知閾値）
3：楽に感知できるにおい
4：強いにおい
5：強烈なにおい

【臭気指数】（※1一部編集）

官能試験法による臭気の数値化の方法の一つである。対象空気をにおいのない清浄な空気で希釈した時、丁度におわなくなる時の希釈倍率を臭気濃度という。すなわち、臭気濃度1000の臭気とは、丁度1000倍に無臭空気で希釈した時に、初めてにおいが消えるような臭気のことである。さらに人の感覚に近づけるため、臭気濃度を対数に変換した尺度が臭気指数である（臭気指数＝10×Log（臭気濃度））。臭気指数尺度は騒音におけるホン尺度と非常に類似性が高い。悪臭防止法では、平成7年の改正により臭気指数が規制基準として追加されている。

臭気指数はにおいの有無を判定するため、比較的個人の変動が少なく機器分析と同程度の測定精度が確保できる。臭気指数の主な測定法としては、三点比較式臭袋法である。

た行

【堆肥】（※3一部編集）

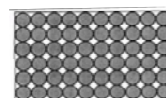
様々な有機資材を原料とし、微生物の好気性発酵によって腐熟させ、成分的に安定化し施用に適する性状にしたものをいう。本来はわら類、落ち葉などを堆積し発酵させたものを堆肥、家畜糞尿を主原料とするものをきゅう肥と呼んで区別していたが、現在では様々な原料が用いられるようになり、堆肥化・発酵させたものを総じて堆肥と呼ぶことが多い。なお、都市ごみを堆肥化したものをコンポストと呼んでいたが、これも堆肥に含まれる。

【脱臭技術】（※1）

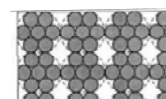
臭気を含むガスを吸引して、脱臭処理する技術である。現在よく使われている脱臭装置は次のものがある。①直接燃焼装置 ②蓄熱式燃焼装置 ③触媒式脱臭装置 ④薬液洗浄脱臭装置 ⑤吸着脱臭装置（回収装置、濃縮装置、交換式吸着装置） ⑥生物脱臭装置（土壌脱臭装置、腐植質脱臭装置、充填式脱臭装置、スクラバー式脱臭装置、ばっ気式脱臭装置）がある。このほかに最近では、消・脱臭剤による脱臭装置も使われるようになった。噴霧法、中和法、散布法などが主なものである。また脱臭装置で大切なことは、フード、ダクトを含めた運転管理と保守点検整備で、正常な脱臭機能を発揮させるためにも重要である。

【団粒構造】（※4「土壌の基礎知識（p.8）」）

団粒構造は畑土壌で重要な土壌構造である（水田では水の影響で団粒構造は発達しない）。土壌粒子が相互にくっつき合って、団粒を作っている状態で、単粒より団粒化することで孔隙率は拡大し、団粒内部の狭い孔隙に毛管水を保持できると同時に団粒外の大きな孔隙は排水性や通気性を高めることができ、保水性と排水性という相反する機能を併せ持つ生産性の高い土壌構造である。団粒化には、堆肥などの有機質を施用



単粒（孔隙率 47.64%）



団粒構造（孔隙率 61.22%）

し、有機物が分解されてできる膠様物質が接着剤の役割を果たす。

【低級脂肪酸】（※1）

比較的炭素数の少ない脂肪酸のことで、悪臭防止法では、特定悪臭 22 物質の中で平成元年に指定されたプロピオン酸、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸、イソ吉草酸をいう。その他、ギ酸、酢酸も含まれる。酸っぱいような刺激臭やむれた靴下のおいがする。畜産関連の糞尿が嫌気性微生物に分解されるときに多量に発生する。

は行

【発酵】（※3）

狭義では、微生物による糖質の嫌気性分解のことをいうが、一般的には微生物が有機物を分解し、サイレージ発酵、乳酸発酵、メタン発酵、堆肥の発酵のように人間にとって有用な物質を作り出すことをいう。家畜糞の処理においては、メタン発酵と堆肥の発酵が用いられる。メタン発酵は嫌気性発酵であるが、堆肥の発酵は好気性発酵であり、水分調整や切り返し、強制通気など好气的条件を与えるような管理が必要である。

【肥料取締法】（※3、6 一部編集）

肥料の品質を保全し、その公正な取引を確保するため、肥料の規格の公定、肥料の登録および肥料検査を行い、それにより農業生産力の維持増進に寄与することを目的として昭和 25 年に制定された法律である。

肥料取締法では肥料を“普通肥料”と“特殊肥料”に大別し、“普通肥料”については農林水産大臣が一元的に公定規格を設定し、この規格に基づいて登録が行われる。登録は農林水産大臣登録肥料と知事登録肥料に区別され、強制登録制度である。肥料の立入検査は国（農林水産省肥飼料検査所）と都道府県がそれぞれ検査対象を調整して実施している。

一方堆肥などの“特殊肥料”については、登録を受ける義務はなく、その生産又は輸入に際しては、都道府県知事に届出さえすればよい。ただし、堆肥は購入に際し、品質を識別することが難しく、施用上もその品質を識別することが特に必要であるため、品質表示が肥料取締法施行令で定められている。

【副資材】（※3 一部編集）

家畜糞など含水率の高い有機資材を堆肥化する場合に、水分調整及び通気性改善の目的で添加する資材である。一般的には、水分調整材とも呼ばれているが、単に堆肥化原料の含水率を低下させるだけでなく、孔隙率を増加させることによって通気性を改善し、併せて成分組成を調整する効果もあることから、副資材と呼ばれている。

おが屑、もみ殻、藁稈類などの有機質副資材が広く使われている。副資材として用いられるおが屑等の植物残渣は、適切な腐熟の進行を図ると、「腐植」になって、土壤還元後の効果が期待できる。また、腐植は、堆肥のにおいを和らげる効果もある。利用されやすい堆肥を目指す場合、副資材の選択や腐熟の管理は大切な意味を持つ。

【腐熟】（※3 一部編集）

地力の維持増加を目的として、有機資材を施用する場合に、あらかじめその有機資材を微生物の働きによって堆肥化し、施用しても土壌及び作物に悪影響を及ぼすことがなくなるまで腐朽・熟成することをいう。その到達目標に達したときが腐熟の終了時（完熟）であり、この目標に達するまでの様々な程度を腐熟度という。

腐熟の目的は大きく分けて 2 つある。第一に家畜糞などの有機資材を作業にとって取り扱いやすく、衛生面でも安全なものにすることである。生の家畜糞などは悪臭が強く、汚物感があり、搬送・貯蔵・施用などの作業性の面からみて、極めて取り扱いにくいものであるが、腐熟させることによって、悪臭は減少し、取り扱いやすくなる。また、家畜糞などには病原菌、寄生虫の卵、雑草の種子などが含まれることがあるが、腐熟の過程で発生する発酵熱によって温度が 70～80℃程度まで上がれば、これらを死滅させることが可能である。

第2の目的は、家畜糞などを作物の生育によって安全なものにすることである。家畜糞などには易分解性有機物が多く含まれており、そのまま多量に施用すると土壤中で急激に分解して土壌が還元状態になり、作物が生育障害を起こす危険性がある。また、家畜糞や敷料にはフェノール性酸や揮発性脂肪酸などの生育阻害物質が含まれることがある。そのため、十分腐熟させ、易分解性有機物や生育阻害物質をあらかじめ分解してから施用することが重要である。

ま行

【密閉縦型発酵槽】

円筒型タンクに、中心を軸とした回転羽根があり、タンク底部から通気する構造になっている。家畜糞尿や生ゴミなど高水分の原料をタンク上部から投入すると、中に入っている種堆肥（水分率35%程度）と攪拌され、発酵熱により原料の水分が蒸発し、乾燥したものがタンク底部より取り出される。

密閉されたタンク内から高濃度臭気が発生するので、臭気の捕集がしやすく、水洗スクラバーや生物脱臭装置などで脱臭処理をするところが多い。

A～Z

【C/N比】（※3 一部編集）

全炭素（C）と全窒素（N）の比であり、炭素/窒素比や炭素率ともよばれる。C/Nには有機物の分解性と密接な関係があり、一般的にはC/N比が高いほど分解しにくく、低いほど分解しやすいと考えられている。したがって、有機資材の堆肥化を行う場合には、原料のC/N比を30～40以下に調整する必要がある。家畜糞は概して窒素含量が高く、牛糞は15～20、豚ふんは10～15、鶏糞は10以下と分解されやすい。

またC/N比は、堆肥の腐熟度合いを示す目安の一つとして考えられている。堆肥原料のC/N比が高い場合には腐熟の進行に伴ってC/N比が10付近に低下してくる。なお鶏糞のようにC/N比が10以下と低い場合には、一旦C/N比が上昇してから、10付近に収束してくる。

堆肥として農地に施肥するときも、C/N比は作物への窒素供給力と重要な関係がある。C/N比が20以下の有機資材を施用した場合、有機体炭素は呼吸によりCO₂として放出され、有機体窒素はアンモニア態窒素により無機化され、その一部は微生物体を合成するために使われる（窒素の有機化という）。しかし、C/N比が30以上の有機資材の場合は、窒素が少ないため、微生物の分解で無機化された窒素だけでなく、土壌中の無機態窒素に対して植物（農作物）と微生物との間で競合が起こり、植物にとっては窒素欠乏の状態、すなわち窒素飢餓の状態となる。C/N比が20付近がこの窒素の無機化と有機化の起こる境界と考えられている。

【WCS（稲発酵粗飼料）】（※4）

稲の実と茎葉を同時に収穫し発酵させた牛の飼料のことで、稲発酵粗飼料とも呼ばれる。WCSの利用は、水田の有効活用や食料自給率向上に貢献する、と関心を集めている。水稲を出穂期以降に収穫、ロール状に梱包し、さらにラップ材でラッピングし、稲に付着している乳酸菌により発酵させ牛の餌とする。

出典について

- ※1:「においの用語と解説」（社団法人 臭気対策研究協会）
- ※2:「畜産」阿部亮著（一般社団法人 農山漁村文化協会）
- ※3:「家畜ふん尿処理施設的设计・審査技術」（一般財団法人 畜産環境整備機構）
- ※4:「農水省ホームページ」より
- ※5:「酪農キッズファーム」（一般社団法人 中央酪農会議）
- ※6:「ポケット肥料要覧」（一般財団法人 農林統計協会）

7. 参考情報

■本調査の実施機関（臭気測定や脱臭対策）

公益社団法人 におい・かおり環境協会 <http://orea.or.jp/>

■協力機関（堆肥化施設）

一般社団法人 日本有機資源協会 <http://www.jora.jp>