

食品廃棄物を原料とした大規模堆肥化施設の発酵改善に関する検討

五洋建設(株) 正会員 ○荒井 正英
 五洋建設(株) 正会員 中瀬 浩太

1. 目的

食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（平成19年改正）により、食品関連事業者等から大量に発生する食品廃棄物の再生利用や活用が求められている。これらのうち低含水のものは発電や熱利用へ活用されるが、高含水で燃料として不適なものは大規模な堆肥化施設で処理されている。しかし、食品廃棄物は多様かつ不均一なため、微生物の活動状態を良好に維持することは容易ではなく、各種の発酵トラブルが発生する。本報では、実際の食品廃棄物大規模堆肥化施設で実施している発酵改善に関する取組みについて述べる。



図1 一次発酵

2. 検討対象施設

検討対象の兵庫県三木市の三木堆肥化センターは、食品廃棄物を受け入れて微生物の好氣的発酵により堆肥を製造する設計能力 36t/日の産業廃棄物中間処理施設である。本施設は廃棄物中の易分解性有機物を処理(一次発酵)する発酵槽(図1)と、難分解性有機物を処理(二次発酵)する熟成槽(図2)から構成されている¹⁾。



図2 二次発酵

3. 発酵管理

本施設は、計測データに基づく発酵管理を基本としている^{1, 2)}。本施設の一次及び二次発酵工程における発酵方法と、発酵を管理するための測定項目・管理値を表1に示す。

表1 発酵方法と管理項目

工程	施設	発酵期間	方法	測定項目	管理値
一次発酵	発酵槽(6レーン) スクープ式攪拌方式 1レーン:全長50m 幅2.8m×高さ2.0m	約1ヶ月	攪拌機2台で混合攪拌(1回/日/レーン) 1回攪拌で堆肥がレーン内2m前進 底面からフロアで常時送気	温度・水分 (8mピッチ/レーン・日) 堆肥中酸素濃度 pH・EC・臭気(随時)	温度: 60~70℃ 水分: 60~70%
二次発酵	熟成槽(熟成ヤード) 堆積発酵方式 堆積面積:1,400m ²	約3ヶ月	一次発酵後の堆肥2~3日分を混合 →1バッチで管理 ホイールローダで混合攪拌(約週1/回)	温度・水分 (混合攪拌時/バッチ)	

4. 発酵改善の検討

発酵管理において、一次発酵状況が二次発酵状況や製品の品質に大きく影響する。一次発酵に支障が生じると、悪臭が発生して有機物の分解程度も低下する。このため二次発酵に要する期間が長くなるため、熟成槽のスペースが逼迫し、熟成槽での堆肥攪拌作業に支障が生じる。これらに起因して、二次発酵の全期間(約3ヶ月)にわたり悪臭が発生し、製品の品質が低下(悪臭・未分解堆肥の混入)する悪循環に陥る。堆肥化の成否は、一次発酵に左右されるため、この部分での慎重な管理が重要である。

このため二次発酵に要する期間が長くなるため、熟成槽のスペースが逼迫し、熟成槽での堆肥攪拌作業に支障が生じる。これらに起因して、二次発酵の全期間(約3ヶ月)にわたり悪臭が発生し、製品の品質が低下(悪臭・未分解堆肥の混入)する悪循環に陥る。堆肥化の成否は、一次発酵に左右されるため、この部分での慎重な管理が重要である。

4.1 pH調整による発酵改善

発酵状況を把握する上で pH 管理が重要である。一旦堆肥の pH が低下すると、発酵過程で発生する有機酸が分解されなくなる。さらに pH が低下して 5 以下になると、発酵を行う好気性菌の活動が抑制され、悪臭原因物質(低級脂肪酸)が発生・放出される。これを防ぐため、発酵槽に投入する堆肥原料に対して重量比 1%の消石灰を添加した。添加により発酵槽投入から 10 日までの pH は上昇したが、その後 5 以下に低下した(図3)。消石灰添加による pH 上昇は一時的であり、これだけでは堆肥の発酵の改善効果は限定的である。一次発酵中の温度や通気性を維持し、発酵を正常化しないと pH の再低下が見られた。

キーワード 有機性廃棄物, リサイクル, 堆肥化

連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設(株) 土木 2020 事業部 TEL 03-3817-7633

4.2 副資材による発酵改善

(1) 堆肥化处理における副資材の役割

発酵工程では食品廃棄物と同体積程度の副資材を混合して、水分調整、通気性改善、攪拌抵抗低減、あるいは熱量供給を行う。副資材に使用する木質系資源はエネルギー利用の需要により価格が高騰しているため、現在は主として安価に大量購入が可能な剪定枝チップ（以下 剪定チップ）を利用している。

(2) 副資材特性の比較検討

現用の剪定チップは、細粒分を多く含むため吸水性が高く水分調整に適するが、天候により水分が変動し40%を超えることがある、このような剪定チップを使用すると、堆肥が水分70%以上となり、通気不足で堆肥内の酸素が欠乏し、発酵が停滞し堆肥温度が上昇しない。一次発酵時の温度低下時の発酵を正常化するため、各種副資材（表2）よりバークチップと鶏ふん堆肥を副資材として利用して適用性を確認した（図4）。いずれを添加した場合でも発酵槽投入後16日以降には温度が正常発酵の平均温度60℃程度となった。鶏ふん堆肥は、材料自らが易分解性で、投入当初からそれ自体の分解熱を供給することで、堆肥の発酵を活性化していると考えられる。バークチップは、投入後16日以降、通気性改善の効果により発酵が促進され、温度が上昇したと考えられる。副資材は、それぞれ特性があるため、投入後の測定結果を考慮し、発酵改善に適した副資材を選定する必要がある。

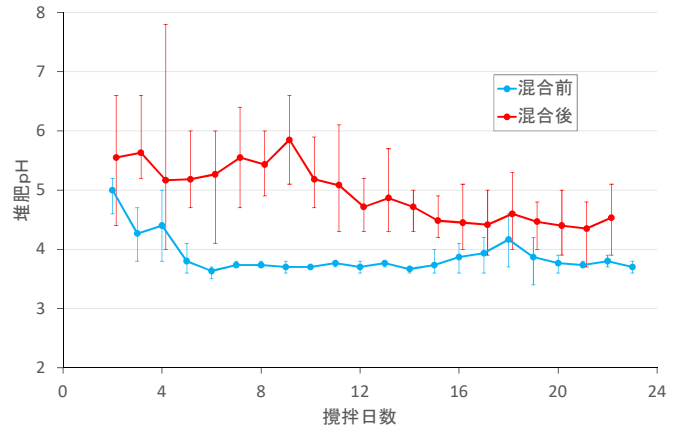


図3 消石灰による pH 改善結果

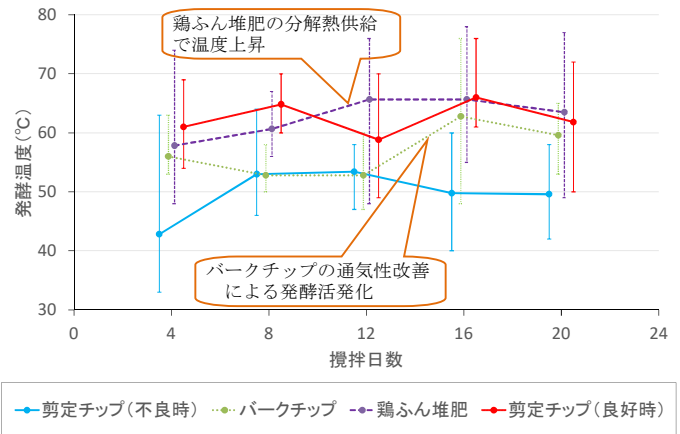


図4 副資材による発酵温度上昇状況

表2 検討対象の副資材

	名称	形状(寸法)	水分	嵩比重	特徴	利点	欠点
現在使用	剪定チップ	粉+チップ(1~50mm)	30~50%	0.5	剪定枝チップ製造時の50mmふるいアンダー品草葉を多く含む、吸水性が高いが細粒分を多く含む	水分吸収供給量が豊富で安価	通気性阻害 水分変動
新規検討	バークチップ	繊維+チップ(5~300mm)	20~40%	0.2	木チップ製造時に原木から除去した樹木の皮繊維を含み、比重が軽く堆肥内に空隙を生む	通気性改善、空隙増加 攪拌機・送風機負荷低下	難分解性
	鶏ふん堆肥	粉(1~10mm)	20%程度	0.5	鶏ふんを発酵させた堆肥 含水率が低く、発酵で分解し易く温度を上昇に寄与	温度上昇 水分調整効果	温度上昇
	戻し堆肥	粉+チップ(1~100mm)	50~60%	0.5	一次発酵が完了した堆肥 含水率が高く、有機分が分解された細粒分を多く含む	水分吸収 コストがかからない	通気性阻害 水分変動
	コーヒーチャフ	豆皮(1~5mm)	5%程度	0.15	コーヒー豆を覆う薄皮で豆焙煎時の副産物 含水率が低く、吸水性が高いが発生量が少ない	水分吸収 水分調整効果	入手難(発生量少)

5. まとめ

食品廃棄物の堆肥化においては、一次発酵の温度と水分の管理が極めて重要である。そのため、良好な発酵を実現するための適切な副資材の選定ときめ細かいデータ管理が必須となる。今後も日常管理や実験データを蓄積し、発酵の良好な発酵の維持に努めたい。

【参考文献】

- 1) 浜谷ら（2016）大規模堆肥化施設における有機性廃棄物リサイクル方法の体系化に向けての取組み，土木学会全国大会，年次学術講演会 VII-002.
- 2) 能田ら（2017）荷重時の沈下率とCO₂発生速度による堆肥の完成度の判定方法の検討，土木学会全国大会，年次学術講演会 VII-183.