

有機系廃棄物のコンポスト化および緑農地利用に関する研究

日大生産工（院） ○川島 聖也

日大生産工 高橋 岩仁，佐藤 克己，森田 弘昭

1. はじめに

日本では，令和2年度に約522万 t（事業者から約275万 t，家庭から約247万 t）の食品ロスが発生した¹⁾。また，事業者からの食品ロスのうち，44%が食品製造業からとなっており，その主な原因は規格外品や欠品を防ぐための過剰生産である。近年，規格外品の低価格販売やフードバンク利用²⁾などの取り組みにより，年々下降傾向にあるものの，更なる対策が必要である。

一方，下水の処理過程で発生する下水汚泥は，バイオマスとして高い潜在能力を保有している。年々，リサイクル率は高まりつつあるものの³⁾，未だに一部は埋め立てられている。世界情勢などから，肥料価格の高騰が農業に大きな打撃を与えており⁴⁾，下水汚泥の堆肥化が注目を集めている。

本研究では有機系廃棄物の有効利用方法の一つとして，コンポスト化を取り上げ，食品製造業からの食品廃棄物と下水汚泥を混合させたコンポスト化の検討を行った。また，コンポスト肥料の有用性を検討すべく，コンポスト肥料と竹資材を畑土に混合し，小松菜を育成した。

2. コンポスト化実験

本実験では，基質に脱水処理された下水汚泥（脱水汚泥）と生ごみを用い，そこに副資材として，既成のコンポスト肥料と籾殻を投入し，コンポスト化を行った。

2.1 使用材料

2.1.1 脱水汚泥

脱水汚泥とは，汚泥を取り扱いやすい程度まで脱水し，含水率を下げたケーキ状にしたものである。本実験ではN市浄化センターで処理された脱水汚泥を用いた。初期含水率69.8%，有機物量91.0%であった。

2.1.2 枝豆

本実験では，食品廃棄物として枝豆を選定した。その理由として，令和3年産指定野菜の作付面積10a当たりの収穫，収穫量および出荷量⁵⁾より，収穫量の約22%が出荷されていないことから，自家消費を除く一部は廃棄されている



図-1 コンポスト化実験風景

表-1 コンポスト化実験条件

		CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4
基質	脱水汚泥 kg	4	4	4	5
	枝豆 kg	4	4(鞘のみ)	4(豆のみ)	5
既成コンポスト肥料 kg		12	12	12	0
籾殻 kg		1.2	1.5	0.8	2.5
初期含水率 %		54.4	59.8	57.8	57.1

と考えた。また，鞘は食されず廃棄されることが多いことから，部位ごとの発酵の違いを検討することを目的とした。それぞれ初期含水率は，鞘79.7%，豆72.0%，全体75.6%であった。

2.1.3 既成コンポスト肥料

コンポスト化では，製品の一部を還流して原料と混合し，種菌の役割を持たせる方法が一般的に行われている。本実験では，株式会社RがT市処理場で処理された下水汚泥から堆肥化を行ったものを種菌として用いた。初期含水率56.3%，有機物量73.8%であった。

2.1.4 籾殻

本実験では，全体の含水率を60%程度にするために籾殻を用いた。籾殻は難分解性の有機物が大半のため腐熟は遅いが，混合することで空隙が増え，通気性の確保につながる。

2.2 実験条件・方法

図-1にコンポスト化実験風景を示す。

実験には有効容積100 L，底部直径610mm，高さ650mmの円筒形コンポスターを4基用いた。

表-1に実験条件を示す。

枝豆を鞘と豆に分解し，CASE1は両方，CASE2は鞘のみ，CASE3は豆のみを脱水汚泥と混合した。ここに副資材の既成コンポスト肥料と籾殻を投入し，含水率を60%程度となるように調整

Study on Composting of Organic Waste and Utilization of Green Farmland

Seiya KAWASHIMA, Iwahito TAKAHASHI, Katsumi SATO
and Hiroaki MORITA

した。また、既成のコンポスト肥料を投入することによる発酵の変化をみるために、対照実験として副資材に籾殻のみを使用したCASE4を設定した。試料作成後、有機物と微生物を効率よく接触させるため、週に3回程度試料の攪拌を行った。なお、コンポスト化の指標とするため、気温と試料内部温度の測定を行った。

2.3 結果と考察

図-2に試料内部温度の経日変化を示す。

実験開始3日目から5日目にかけてCASE1、2、3において急激な温度上昇が見られた。これは好気性細菌が有機物の分解によって発生した発酵熱によるものである。なお、CASE1がCASE2、3と比べて多少ではあるが温度上昇が早かったのは、CASE1の設置場所のみ日が当たる時間帯があったことが原因と考えられる。また、CASE4は他のCASEと比べ、温度上昇が遅れた。この要因は、既成コンポスト肥料を混合していないことから、微生物の増殖に時間を要したためと推察される。試料内部温度は、全てのCASEで最大45～50℃を示した。その後、20日程で温度が安定したため、発酵が終了したと判断した。

表-2にCASE1～3の発酵後の肥料分析結果を示す。なお、CASE4は温度が安定したものの、見た目から、まだ発酵が不十分であると判断したため、今回測定は行っていない。

三大栄養素である窒素、リン酸、カリウムを比較してみると、窒素とリン酸においてCASE2のみが低い値となっている。CASE毎の違いは投入した枝豆の部位のみであるため、鞘より豆に含まれる栄養素の方が多いことが読み取れる。しかし、CASE1と2で大きな差が見られなかったことから、鞘も豆と混合して発酵することより、栄養価の高い肥料が生成されるといえる。なお、カリウムにおいては、全てのCASEでほぼ変わらない値となった。

以上のことから、条件を整えることにより、枝豆は鞘も含めて十分肥料として利用できると判断された。

3. コンポストを用いた植生試験

本実験では植物の生育に用いる肥料として下水汚泥由来のコンポスト肥料を畑土に混合し、植物の生育状況からコンポストの肥効性と最適混合量を検討した。また、竹資材を遅効性化学肥料（コーティング肥料）の代わりの土壌改良材として用いた。生育する植物として緑化試験に標準的に用いられる小松菜を選定した。

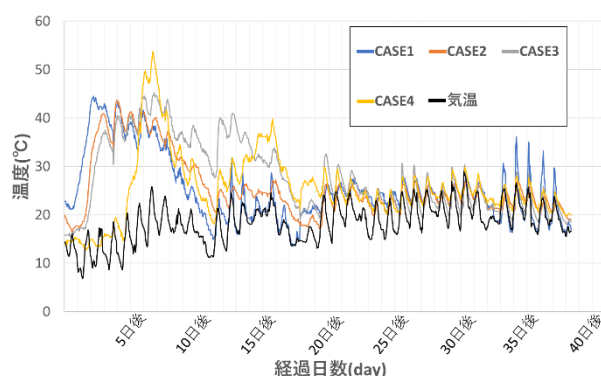


図-2 試料内部温度の経日変化
(2022年4月28日～2022年6月6日)

表-2 発酵後の肥料分析結果

	単位	CASE 1	CASE 2	CASE 3
窒素	%-wet	1.5	1.2	1.6
リン酸	%-wet	2.4	1.7	2.5
カリウム	%-wet	0.8	0.8	0.9
銅	mg/kg-wet	41	45	55
亜鉛	mg/kg-wet	170	190	280
石灰	%-wet	0.6	0.6	0.4
C/N比	—	15	19	15
水分	%	39.3	39.8	37.7



図-3 緑化試験実験風景

3.1 施工条件・方法

図-3に緑化試験の実験風景を示す。

実験には直径50cm、高さ30cm、容量59L、フエルト素材の不織布プランターを使用した。

表-3に緑化試験の実験条件を示す。

今回用いたコンポスト肥料は、下水汚泥と木屑を9t : 9m³の割合で発酵槽機械を通し、70m発酵槽内で送気、切返し、好気性発酵を2週間行い、その後コンテナバック内で1年以上かけて熟成を行ったものである。有機物量69%、窒素3.0%、リン酸4.9%、カリウム0.3%とカリウム以外は栄養価の高い肥料である。初期含水率は、発酵熱の作用により、23.6%と乾燥しており、pHは7.56である。竹資材はその利用価値

の低下により荒廃した森林から採取したモウソウチクを使用した。竹は炭水化物(デンプン)を多く含有し、さらにマグネシウム、カルシウム、鉄、マンガンなどミネラルに富んでおり、生育を助長させる微生物を繁殖する働きがある。しかし、リグニンに覆われ、強固な繊維構造が微生物を寄せ付けないという特徴もある。そこで、破砕してリグニンによる包埋構造を破壊し、内部のデンプンを微生物が摂取しやすいようにして使用した。これらを畑土(窒素0.1%, リン酸0.5%, カリウム0.1%未満, 初期含水率24.3%)に混合し、小松菜の生育から最適混合量の検討を行った。また、土壌微生物の活性度を検討すべく、土壌のATPを測定し、発光量(RLU)から相対的に菌体量を把握した。

3. 2 結果と考察

図-4, 5, 6に一例として, CASE7, CASE11, CASE13の施工から12日後, 22日後, 29日後の植生状態を示す。

視的観察の結果から、畑土のみのCASE1とコンポスト肥料を10%, 30%混合させたCASE5~12の生育が良好であった(図-4, 図-5参照)。したがって、畑土に施用するコンポスト肥料の最適混合量は10%~30%程度であると推察される。コンポスト肥料を混合していないCASE1~4は、CASE1のみ良好な生育が確認されたが、CASE2~4では発芽したもの、その後の成長は見られなかった。この原因は、竹資材を混合したことによって全体の肥料濃度が低下したことによる栄養不足だといえる。コンポスト肥料を50%以上混合したCASE13~19では発芽が見られなかった(図-6参照)。この原因は、コンポスト肥料の過剰混合による栄養過多だといえ、土中の肥料濃度が高いことで、浸透圧により根から水分が抜けだしてしまい成長不良に繋がったと考えられる。

以上より、コンポスト肥料は適切な混合量において肥効性があるといえ、今回の畑土に対して10%~30%程度が適切な混合量であるといえる。

図-7にコンポスト肥料30%, 竹資材の混合量が異なるCASE9~12のATP量推移を示す。

初期段階は全てのCASEで低い値を示した。その後、竹資材を混合しているCASE10~12は50日目まで増減を繰り返した。竹資材を混合していないCASE9は20日目までは多少の増減を繰り返したが、それ以降は低い値で推移し

表-3 実験条件

case	コンポスト肥料	畑土	竹資材
1	0%	畑土100%	0%
2		畑土90%	10%
3		畑土70%	30%
4		畑土50%	50%
5	10%	畑土90%	0%
6		畑土80%	10%
7		畑土60%	30%
8		畑土40%	50%
9	30%	畑土70%	0%
10		畑土60%	10%
11		畑土40%	30%
12		畑土20%	50%
13	50%	畑土50%	0%
14		畑土40%	10%
15		畑土20%	30%
16		畑土0%	50%
17	70%	畑土30%	0%
18		畑土20%	10%
19		畑土0%	30%

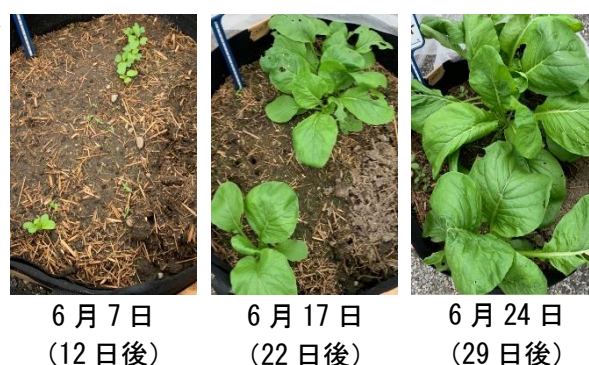


図-4 CASE7 植生状態

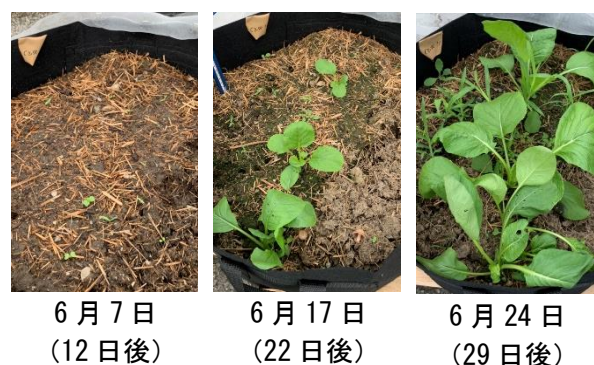


図-5 CASE11 植生状態

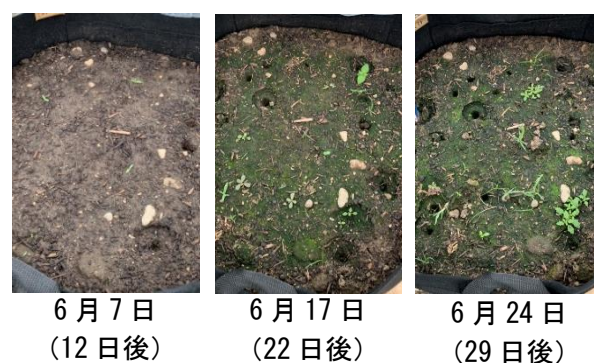


図-6 CASE13 植生状態

た。この要因は、主成分として用いたコンポスト肥料が既に堆肥化しているため、菌の養分となる物質が少なく、竹資材を混合することで、微生物が竹資材に含まれる有機物（主にデンプン）を養分として、環境に適合しつつ、菌が増殖したと考えられる。したがって、竹資材の混合により、微生物が窒素を取り込み（窒素同化）、段階的に植物へ肥分の供給が行われていたものと推察される。

図-8に竹資材30%、コンポスト肥料の混合量が異なるCASE3, 7, 11, 15, 19のATP量推移を示す。

増減の大きさはコンポスト肥料の混合率が高いCASEほど大きいことが読み取れる。CASE15, 19のATP量は10～20日目に高い値を示したが、45日目以降は他のCASEとあまり差がなかった。この要因は、コンポスト肥料の混合量が多かったことにより微生物による竹資材の分解が早期に起こってしまい、段階的な養分の供給が行われなかったと考えられる。

以上のことから、コンポスト肥料10～30%に対して、竹資材を10～50%混合したCASEの生育が良く、土壌微生物の活性も高いことが確認された。

4. まとめ

本研究は、有機系廃棄物の有効利用方法の一つとして、コンポスト化を取り上げ、食品製造業からの食品廃棄物と下水汚泥を混合させたコンポスト化の検討およびコンポスト肥料と竹資材を畑土に混合し、小松菜の育成を行うことでコンポスト肥料の有用性を検討した。

その結果、以下の知見を得た。

- 1) 枝豆の部位による発酵温度の推移に大きな差はないことから、食品廃棄物に含有される栄養素による発酵温度や発酵速度への変化はないといえる。
- 2) 既成のコンポスト肥料を種菌として混合することによって、安定した温度変化でコンポスト化が行われる。
- 3) コンポスト肥料の土壌への混合量は10～30%程度が良く、また、竹資材の混合により、微生物が有機物を段階的に分解することで肥分が徐々に植物へ供給される。

以上のことより、コンポスト化は適正な温度管理により、食品廃棄物と下水汚泥を用いて、比較的簡単に行うことができるため、今後、下水処理場と農家が協力していくことで、無駄な

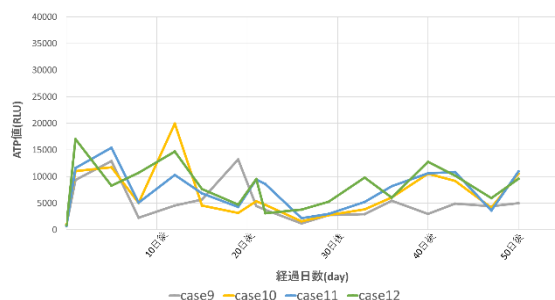


図-7 ATP量の経日変化（CASE9, 10, 11, 12）
（2022年5月26日～2022年7月15日）

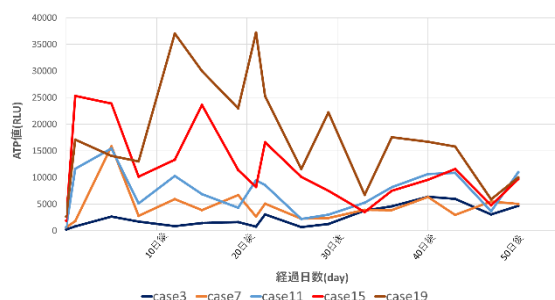


図-8 ATP量の経日変化（CASE3, 7, 11, 15, 19）
（2022年5月26日～2022年7月15日）

く食品ロスを減らしていくことができるといえる。また、コンポスト肥料を用いた緑化基盤材は、法面緑化や屋上緑化などに寄与するばかりではなく、肥料価格の高騰対策の一翼を担えるといえる。

参考文献

- 1) 京都市食品ロスゼロプロジェクト
<http://sukkiri-kyoto.com/shimin>
（参照：2022/10/6）
- 2) フードバンク（農林水産省）
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/foodbank.html
（参照：2022/10/10）
- 3) SDGs 達成を目指した下水汚泥利活用
<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/content/001378321.pdf>
（参照：2022/10/6）
- 4) 肥料価格高騰を「持続可能な農業」実現へ
<https://www.jri.co.jp/page.jsp?id=103163>
（参照：2022/10/6）
- 5) 農林水産省作況調査（野菜）
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/attach/pdf/index-17.pdf
（参照：2022/9/26）