

家庭用生ごみ処理機による食品残渣の堆肥化生成物性状調査

富田弘樹 ・ 久保倉宏一 ・ 草野陽子

福岡市保健環境研究所廃棄物試験研究センター

Survey of Food Waste Compost Treated with Domestic Garbage Disposal

Hiroki TOMITA, Koichi KUBOKURA and Yoko KUSANO

Waste Research Center, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

要約

家庭用電動式生ごみ処理機（微生物型 6 台，ハイブリット型 1 台，乾燥型 2 台）の生成物性状調査及びその使用状況調査を行ったところ，以下のことがわかった．

微生物型生ごみ処理機には，微生物による発酵分解が進んでいた処理機もあったが，乾燥型と同様に発酵分解を行わず，生成物を肥料として使用する時には 2 次発酵を必要とする処理機があることがわかった．

食べ残しを投入していない場合，生成物の粗脂肪分と塩分が低く，肥料として問題ないものであった．

生ごみ処理機生成物は，肥効成分であるリン酸及びカリに関するパーク堆肥の品質基準を概ね満足しており，重金属類等の有害成分も特殊肥料の基準等を満足していた．

Key Words：家庭用生ごみ処理機 domestic garbage disposal，発酵 fermentation，粗脂肪分 fat，塩分 salt，肥料 fertilizer

はじめに

循環型社会の構築を目指した「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）」の制定により，多くの自治体において電動式生ごみ処理機やコンポスト化容器の購入助成が行われている．電動式生ごみ処理機には，高温で生ごみを乾燥して処理する「乾燥型」，微生物に生ごみを発酵分解させる「微生物型」，乾燥後に微生物に生ごみを発酵分解させる「ハイブリット型」など様々な種類が販売されている．しかし，仙台市が調査した家庭用生ごみ処理機使用者のアンケートによると，悪臭，堆肥化生成物の品質等の問題がみられるが，家庭菜園等で利用している人の多くが，窒素，リン酸，カリ等の肥効成分や重金属類や塩分等の有害成分のデータを求めている状況である¹⁾．

当センターでは，福岡市内の小学校や事業所等に設置されている業務用生ごみ処理機の堆肥化生成物について

性状調査を行ってきた²⁾．家庭用電動式生ごみ処理機は，1 台当たりの処理量は少ないが，その販売台数が伸びていることから，その生成物の性状調査を今回行ったところ，若干の知見が得られたので報告する．

実験方法

1. 調査対象

福岡市内で使用されている 9 台の家庭用電動式生ごみ処理機の生成物計 21 検体の性状調査を行い，8 台についてはその使用状況調査を行った．調査は，2005 年 11 月から 2006 年 1 月までの 3 か月間の月末頃，調査協力者に生成物を取り出してもらい，毎日の投入物の内容と投入量及び生成物取出量を記入した調査票と生成物の受け取りを行った．表 1 に，調査を行った処理機の使用状況及び投入物の内容等一覧を示す．

表1 家庭用生ごみ処理機の使用状況及び投入物の内容等一覧

№	処理方式	検査月	投入量(kg)					計	取出量(kg)	取出量 / 投入量 (%)
			調理くず		食べ残し					
			野菜・果物	卵殻・茶殻他	ご飯	おかず	骨			
1	乾燥型	2005.11	6.6	1.5	0.7	0.0	0.3	9.1	0.8	11.6
		2005.12	11.3	1.1	0.2	0.4	0.2	13.2	1.7	
		2006.01	14.3	1.8	0.2	0.4	0.1	16.8	2.2	
2	乾燥型	2005.12	0.9	0.7	0.0	0.2	0.4	2.2	-	-
		2006.01	5.2	4.8	1.4	3.0	2.9	17.3	-	
		2005.11	14.8	5.7	0.9	1.4	0.3	23.1	3.0	
3	ハイブリット型	2005.12	11.4	12.9	0.3	1.2	0.1	25.9	3.0	14.9
		2006.01	12.0	7.6	0.3	1.8	0.7	22.4	4.5	
		2005.11	11.9	1.5	0.8	1.1	0.0	15.3	1.7	
4	微生物型	2005.12	14.5	0.4	1.4	2.5	0.0	18.8	2.6	14.4
		2006.01	11.1	0.0	0.9	2.0	0.2	14.2	2.6	
		2005.11	9.6	1.4	0.0	0.9	0.1	12.0	1.5	
5	微生物型	2005.12	14.1	0.1	0.0	1.1	0.0	15.3	1.2	10.6
		2006.01	9.3	0.8	0.3	0.1	0.0	10.5	1.2	
		2005.11	29.2	3.3	0.0	0.0	0.1	32.6	20.0	
6	微生物型	2005.12	34.0	3.8	0.0	0.0	0.0	37.8	20.0	49.3
		2006.01	26.8	3.0	0.0	0.0	0.0	29.8	10.0	
		2005.12	5.2	1.2	0.2	0.2	0.2	7.0	0.6	
7	微生物型	2006.01	6.5	1.1	0.0	0.0	0.3	7.9	0.5	7.5
		2006.01	7.2	3.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	
9	微生物型	2006.01	-	-	-	-	-	-	-	

2. 測定項目及び試験方法

結果および考察

表2に測定項目及び試験方法を示す。

生成物は試験室に持ち帰った後、直ちにpH、電気伝導率、水分、生菌数を測定した。溶出液は生成物に10倍量の精製水を加え、30分間振とう機にかけた後、ろ過した液を用いた。それ以外の項目の測定は、生成物を105で乾燥させた後、粉碎機で1mm以下に粉碎したものを利用した。また、原子吸光測光法用の試料液は、粉碎後の生成物1gに硝酸10mLを添加し、マイクロウェーブ前処理装置で分解処理後、50mLに定容した。

生ごみ処理機堆肥化生成物 21 検体の分析結果を表3に示す。なお、調査結果のpH、電気伝導率及び水分以外は、乾燥重量当たりの濃度で表記した。

1. 生ごみ処理機の使用状況、取出量等

生ごみ投入量に対する取出量の割合は、№6が49%と高かったが、それ以外は7.5~14.9%で85%以上の減量効果があった。№6が高かったのは、追加基材として難分解性の粗殻を大量に投入しているためと考えられた。

表2 測定項目及び試験方法

測定項目	試験方法
pH, 電気伝導率	10gの生成物を100mLの精製水に懸濁し、電極法で測定
水分	加熱減量法(肥料分析法)
生菌数	標準寒天培地法(スパイラルプレーティング法)
灰分	強熱灰化法(肥料分析法)
粗脂肪分	エーテル抽出法(食品分析法)
窒素, 炭素, 水素	乾式燃焼法(HCNコーダー分析法)
リン酸	原子吸光測光法 【電気加熱原子吸光分析装置でリン濃度を測定した後、リン酸(P ₂ O ₅)に換算】
カリ	原子吸光測光法(肥料分析法) 【フレイム原子吸光分析装置でカリウム濃度を測定した後、カリ(K ₂ O)に換算】
塩分	原子吸光測光法 【フレイム原子吸光分析装置でナトリウム濃度を測定した後、塩分(NaCl)に換算】
カドミウム, ヒ素, 銅, 鉛	原子吸光測光法(肥料分析法)
水銀	加熱気化法(肥料分析法)

表3 生ごみ処理機堆肥化生成物の分析結果

№	検査月	pH	電気伝導率	水分	灰分	粗脂肪分	C/N比	リン酸	カリ	塩分	カドミウム	ヒ素	銅	鉛	水銀	生菌数
			S/m													
1	2005.11	5.3	0.393	5.8	16.1	4.8	14	1.0	1.6	1.0	<0.05	<0.5	28	<0.5	0.016	
	2005.12	4.9	0.230	6.0	7.6	8.5	22	0.62	1.4	2.1	0.05	<0.5	16	<0.5	0.012	
	2006.01	4.9	0.355	15.6	9.3	1.3	37	0.53	1.9	0.94	<0.05	<0.5	3.8	1.1	0.006	
2	2005.12	5.2	0.226	5.3	15.8	17.9	13	2.5	0.90	1.2	<0.05	<0.5	20	2.9	0.028	
	2006.01	5.0	0.320	10.5	14.8	9.4	13	1.9	1.4	1.4	<0.05	<0.5	8.0	<0.5	0.031	
	2005.11	6.7	0.326	32.0	23.1	1.6	13	0.78	1.7	2.4	<0.05	<0.5	9.2	1.0	0.013	
3	2005.12	6.7	0.242	24.7	24.9	1.9	11	1.3	1.8	2.4	<0.05	<0.5	7.2	0.9	0.020	
	2006.01	7.1	0.374	16.4	22.3	2.3	10	1.4	1.9	2.8	0.07	<0.5	6.0	0.8	0.043	1.4×10^9
	2005.11	4.7	0.373	3.7	14.0	8.8	17	0.94	1.4	0.74	<0.05	<0.5	30	1.1	0.010	
4	2005.12	4.9	0.234	1.2	14.3	8.7	16	1.0	1.4	0.74	<0.05	<0.5	27	1.2	0.014	
	2006.01	5.8	0.274	18.1	18.0	8.8	18	0.85	1.1	0.58	0.14	<0.5	23	1.0	0.019	$<3.0 \times 10^4$
	2005.11	4.9	0.501	1.0	23.5	6.9	16	1.2	2.0	1.3	<0.05	<0.5	6.1	<0.5	0.006	
5	2005.12	4.8	0.443	1.3	21.6	8.3	16	1.0	2.0	1.1	<0.05	<0.5	19	<0.5	0.008	
	2006.01	5.1	0.434	1.2	26.4	6.1	17	1.2	2.0	1.1	<0.05	<0.5	7.9	0.7	0.011	
	2005.11	8.7	0.149	64.3	32.0	0.4	19	1.4	2.0	0.71	<0.05	<0.5	8.5	0.8	0.008	
6	2005.12	8.6	0.120	60.8	28.6	0.6	21	1.7	2.2	0.61	0.10	<0.5	8.2	5.4	0.014	
	2006.01	8.7	0.124	66.5	29.3	0.5	19	1.5	2.2	0.58	0.09	<0.5	20	2.0	0.019	
	2005.12	9.0	0.118	40.1	40.4	1.1	18	0.94	2.2	0.76	0.06	<0.5	20	1.5	0.012	
7	2006.01	9.1	0.166	34.6	41.0	0.6	15	1.1	2.2	0.84	<0.05	<0.5	12	2.2	0.050	3.6×10^8
	2006.01	8.8	0.062	39.4	3.5	0.5	32	0.27	1.6	0.61	0.05	<0.5	5.0	1.2	0.015	2.6×10^9
9	2006.01	6.8	0.681	23.4	18.6	9.1	10	2.0	2.2	3.1	0.06	<0.5	28	0.7	0.037	

なお、ハイブリット型及び微生物型の基材投入は№3～5は初回稼働時のみ、№6～9は、定期的に基材投入が必要であった。また、処理に掛かる電気代は、乾燥型だけでなく微生物型であってもヒーター等の熱源が必要のため、大きな違いは見られなかった。

2. pH, 電気伝導率, 水分及び生菌数

生成物のpHは酸性(4.7～5.8)と、中性・アルカリ性(6.7～9.1)の2つに大別する事が出来た。コンポスト化の反応速度は、pH5以下ではほとんど進行せず、pHの増大とともに大きくなり、8～10で最大になるといわれている³⁾。また、調理くずや食べ残しの投入物のpHは一般に酸性である⁴⁾ため、酸性の生成物は、発酵分解が進行しておらず、乾燥粉末化されているだけであると考えられた。塩類濃度の指標となる電気伝導率は0.062～0.681S/mであり、家畜ふん堆肥の推奨基準値0.500S/mを超える№9については、使用時に注意が必要であると思われた。水分は乾燥型が5.8～15.6%、微生物型及びハイブリット型が1.0～66.5%と機種によりかなり差が出た。特に同機種で微生物型である№4,5の平均水分4.4%は、発酵分解が適正に進行する40～60%と比較するとかなり低い値であった。微生物型及びハイブリット型の生菌数は、№4の 3.0×10^4 個/g未満を除くと 10^8 個/g以上であった。

3. 灰分

投入物中の有機分が発酵分解され次第に減少していくと、相対的に分解されにくい灰分の割合が上昇していくため、灰分を堆肥化進行の指標とできる⁴⁾。しかし、分解されにくい卵殻や骨等の投入の有無、使用する基材の灰分の影響を考慮する必要がある。№6の灰分は30%であったが、使用している籾殻の灰分が21%と高い事が、生成物の灰分上昇の一因になった事と考えられた。№8が3.5%と非常に低かったのは、使用基材の灰分が0.5%と低い事、野菜・茶殻等の投入が多かった事が原因と考えられた。微生物型の№7は41%で微生物型業務用生ごみ処理機生成物の灰分の平均値9.5%²⁾と比較すると発酵分解が進んでいると考えられた。

4. 粗脂肪分

堆肥化過程における高温期には発熱量の高い脂肪が分解される³⁾ため、投入物と比較して粗脂肪分は減少する。投入物の粗脂肪分は調理くずが3%、食べ残しが15%程度である⁴⁾ため、3%を切っている№3,6～8は脂肪の分解が進んでいると考えられた。また、5%以上含んだ堆肥では小松菜の発芽が不良になるという報告⁵⁾から、5%を超える生成物については、さらに発酵分解が必要であると思われた。また、投入する生ごみの種類も影響が大きく、食べ残しのおかずを投入していない№6,8は、平均0.5%と非常に低い値であった。

5. C/N比, リン酸及びカリ

C/N比が20以下であれば植物に対して窒素飢餓を起こさないとされているので,平均が20を超えている№1, 8は,使用時に注意を要する必要があると思われた.

肥効成分であるリン酸及びカリはパーク堆肥の品質基準でそれぞれ0.5%以上,0.3%以上とされている.リン酸の平均が1.2%,最小0.27%~最大2.5%,カリの平均が1.8%,最小0.90%~最大2.2%で機種による違いは見られなかった.

6. 重金属類等及び塩分

特殊肥料の基準があるカドミウム(5mg/kg以下),水銀(2mg/kg以下)及びヒ素(50mg/kg以下),英国土壤協会のコンポストの重金属基準がある銅(50mg/kg以下)及び鉛(100mg/kg以下)は,全て基準値を下回っていた.塩分は平均1.3%,最小0.58%~最大3.1%で,食べ残しのおかずを投入していない№6, 8は,0.58~0.71%と少なかった.また,植物生育に影響を及ぼさない土壤塩分濃度が約500mg/kgといわれている⁶⁾ため,塩分3.1%である№9については,土壤1kgに対し16g程度しか使用できないと考えられた.土壤中の塩分は降雨により流出されやすいが,塩分濃度が高い生成物を肥料として使用する際は,植物に対する塩害も十分考慮する必要がある.

今回調査を行った全ての生成物は,窒素,リン酸及びカリの肥効成分が,パーク堆肥の品質基準を概ね満足しており,重金属類等の有害成分も使用上問題が無いが,塩分濃度が高い生成物については,使用時に注意が必要であると思われた.

7. 微生物型生ごみ処理機について

微生物型生ごみ処理機についてみれば,pH,水分及び粗脂肪分等の結果より,№4, 5は,微生物による発酵分解が進んでおらず,2次発酵が必要である事がわかった.しかし,№6, 7は,基材の投入回数等に手間が掛かるようではあったが,良質な肥料が出来ていた.

微生物型生ごみ処理機は,投入された生ごみが微生物により分解されてCO₂とH₂Oになり減量化される.生成物をみると,投入量に対する取出量は減少しており,生ごみ減量の目的を果たしていると思われた.しかし,№4, 5の処理機は,微生物による発酵分解が進んでいるとは考えられず,乾燥型と同じく生ごみ中の水分の乾燥効果しか得られていなかったが,この原因として槽内の水分の低さが考えられる.

まとめ

9台の家庭用電動式生ごみ処理機より計21検体の生成物性状調査及びその使用状況調査を行ったところ,以下のことがわかった.

微生物型生ごみ処理機には,微生物による発酵分解が進んでいた処理機もあったが,乾燥型と同様に発酵分解を行わず,生成物を肥料として使用する時には2次発酵を必要とする処理機があった.

食べ残しを投入していない場合,生成物の粗脂肪分と塩分が低く,肥料として問題ないものであった.

生ごみ処理機生成物は,肥効成分であるリン酸及びカリが,パーク堆肥の品質基準を概ね満足しており,重金属類等の有害成分も特殊肥料の基準等を満足していた.

なお,本研究の概要は,平成18年度全国環境研協議会廃棄物研究発表会で報告した.

また,本研究は,平成17年度産業技術研究助成事業の採択を受けた「微生物処理された食品廃棄物と高度処理された事業系廃プラスチックを利用したバイオソリッド燃料製造プロセスの開発」の研究の一部である事を明記する.

謝辞

本調査中,家庭用生ごみ処理機の使用状況調査等にあたり,ご協力をいただいた方々に深く感謝いたします.

文献

- 1) 2004 仙台市環境局リサイクル推進室:「家庭用生ごみ処理機」使用に関するアンケート,月刊廃棄物,36-41,2001.4
- 2) 草野陽子 他:業務用生ごみ処理機による食品残渣の堆肥化生成物性状調査(第2報),福岡市保健環境研究所報,31,127-131,2006
- 3) 藤田賢二:コンポスト化技術,技報堂出版,1993
- 4) 久保倉宏一 他:業務用生ごみ処理機による食品残渣の堆肥化生成物性状調査,福岡市保健環境研究所報,29,95-99,2004
- 5) 古畑哲:生ごみ堆肥の品質,圃場と土壤,22-27,2005.8
- 6) 高橋英一:耐塩性植物と塩性環境の農業利用,日本土壤肥料学会編,博友社,148-154,1991