

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)

草野 陽子・久保倉 宏一・富田 弘樹

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 Equipment for Commercial Food Waste ()

Yoko KUSANO, Koichi KUBOKURA and Hiroki TOMITA

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

要約

福岡市内の事業所や小学校等に設置されている微生物発酵型生ごみ処理機 12 件と、消滅型生ごみ処理機 2 件の計 14 件の使用状況、発酵槽内処理物の性状調査を行った。微生物発酵型生ごみ処理機処理物の多くは pH が酸性、水分が 30% 以下で、微生物による堆肥の発酵分解が未熟であると考えられた。また、処理物の粗脂肪分、塩分は高く、この処理物を多量に施用すると植物に対して生育障害を引き起こす可能性があることがわかった。肥料三成分では、処理物の窒素含有量がリン、カリウム含有量と比較して高く、窒素肥料として利用可能であった。排水処理式の消滅型生ごみ処理機を導入している事業所の排水溝を観察したところ、排水には多量の SS が浮遊しており未分解の固形有機分が多量に排出されていた。

Key Words: 生ごみ処理機 Food Waste Compost Equipment, 水分 Water Content, 粗脂肪分 Fat, 塩分 Salt

はじめに

「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」の制定により、多くの事業所では水分の多い食品廃棄物を堆肥化処理する業務用生ごみ処理機の導入を進めてきている。

業務用生ごみ処理機では微生物発酵型のものが主流であり、各メーカーが様々な機種を提案している。しかし、生ごみ処理機生成物の成分特性については不明な点が多く、農業利用の妨げになっている。

一方で、食品廃棄物を水と炭酸ガスに完全分解して残渣を残さないことをうたった消滅型の業務用生ごみ処理機がある。この消滅型生ごみ処理機は生ごみを種菌・培

養材と混合して発酵させ、生ごみを水と炭酸ガスにして残渣物を補給水に混ぜて下水道に排水する排水処理式のもので、投入前に生ごみの水切りを行う必要がなく、中身の取り出しや媒体材の交換が必要ないので使い勝手が良いことから、保育園、病院、福祉施設などで導入されている。

前報¹⁾では微生物発酵型業務用生ごみ処理機を設置した福岡市内の事業所における処理物 23 件について性状調査を行い、装置の効果と現状での問題点などを列挙した。この調査に引き続き、平成 17 年度も微生物発酵型生ごみ処理機 12 件と、消滅型生ごみ処理機 2 件の計 14 件の調査を行った。本報では生ごみ処理機の使用状況と、発酵槽内処理物の水分、粗脂肪分、C/N 比等に加え、塩

表 1 調査を行った業務用生ごみ処理機の使用状況

分類	No	運転開始時	装置規模 (kg/日)	投入量 (kg/日)	投入物	槽内温度 ()
微生物発酵型 (小学校)	1	H15.9～	30	15	給食の調理くず, 食べ残し	80
	2	H15.9～	50	30	給食の調理くず, 食べ残し	60
	3	H14.10～	30	20	給食の調理くず, 食べ残し	70
微生物発酵型 (事業所など)	4	H17.5～	1000×2	1400	飲食店の食品廃棄物	60
	5	H10～	50	30～40	調理くず, 食べ残し	——
	6	H15.10～	50	20	調理くず, 食べ残し	——
	7	H16.4～	160	80	売れ残りなど食品廃棄物全般	85
	8	H16.7～	30	30	家庭からの生ごみ	70
	9	H14.7～	200×2	130	飲食店の食品廃棄物	60
	10	H17.11～	50	40	飲食店の食品廃棄物	50
	11	H11.5～	50	10～40	飲食店の食品廃棄物	67
	12	H16～	50	30	調理くず, 食べ残し	40
消滅型 (保育園)	13	H17.2～	20～35	——	昼食の調理くず, 食べ残し	30
	14	H17.4～	10～15	10	昼食の調理くず, 食べ残し	30

分、及び肥料三要素と言われる窒素、リン、カリウム含有量の分析結果を報告する。

実 験 方 法

1. 調査対象

調査対象業務用生ごみ処理機は表 1 に記載した 14 件であり、微生物発酵型のものが 12 件、消滅型のものが 2 件であった。微生物発酵型生ごみ処理機は、3 件 (No.1～3) が小学校、9 件 (No.4～12) がスーパーや飲食店などの事業所、消滅型生ごみ処理機は 2 件 (No.13, 14) とともに保育園に設置している。

生ごみ処理機における検体は主として処理機発酵槽内からサンプリングし、性状分析を行った (以後、検体を処理物という。)。

2. 測定項目及び試験方法

pH, 電気伝導率: 約 10g の処理物を 10 倍量の精製水に懸濁し、電極法にて測定

水分、灰分: 肥料分析法 (1992 年版) に準拠

粗脂肪分: ソックスレーエーテル抽出法 (食品分析法)

窒素、C/N 比: 乾式燃焼法 (HCN コーダー分析法)

塩分: イオンクロマトグラフィーにより塩化物イオン濃度を測定した後、塩分 (NaCl) に換算

カリウム: 原子吸光測定法 (肥料分析法)

リン: ファーネス原子吸光度法

処理物は試験室に持ち帰った後、直ちに pH と電気伝導率、水分の測定を実施し、塩化物イオン濃度測定用の溶出液の調製も即日に行った。水分測定は 105 における加熱

減量法により行った。各処理物の溶出液は採取したばかりの処理物に 10 倍量の精製水を添加し、30 分程振とう機にかけた後、ろ紙 (5C) でろ過した液を用いた。

それ以外の項目の測定には処理物を 105 で乾燥させた後、粉碎機により 1mm 以下に粉碎したものを使用した。カリウム、リン濃度測定用の試験液は 1mm 以下に粉碎した処理物約 1g に硝酸 10mL を添加し、マイクロウェーブ前処理装置にて分解処理した後、50mL にメスアップしたものを用いた。

pH, 電気伝導率は懸濁液の値で表記し、水分は生処理物ベース、これ以外は乾燥重量ベースにて測定値を表記した。なお、リン、カリウム含有量については肥料取締法に基づき、それぞれ五酸化リン (P_2O_5)、酸化カリウム (K_2O) に換算した数値で表記した。

結果および考察

表 1 に生ごみ処理機使用状況を、表 2 に処理物の採取日と測定結果を示す。

1. 生ごみ処理機の使用状況

表 1 に示す No.1～12 の微生物発酵型生ごみ処理機では給食残渣や食品廃棄物を、No.13, 14 の消滅型生ごみ処理機では保育園の昼食の調理くずや食べ残しを処理していた。

生ごみ処理機の処理能力は様々であったが、その約 70% の生ごみを毎日投入している事業所が多かった。

No.1～12 については発酵槽内の温度は 40～85 であったが、中には底部の加熱板近辺処理物の温度が 100 近くまで上昇している生ごみ処理機もあり、このような温度の

表2 処理物の性状分析結果一覧

No	採取日	pH	電気伝導率	水分	灰分	粗脂肪分	C/N比	塩分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			S/m	%	%	%		%	%	%	%
1	H17.10.26	5.3	0.467	1.1	5.8	15.9	10	2.0	4.8	1.0	1.3
2	H17.10.26	5.1	0.387	11.5	9.3	13.4	11	1.6	4.1	2.2	1.9
3	H17.10.26	4.6	0.578	4.2	8.9	13.7	11	2.2	4.2	1.1	1.6
4	H17.10.21	5.2	0.346	10.1	9.5	23.5	12	1.6	3.9	1.4	1.0
5	H17.10.31	4.1	0.518	11.2	5.7	9.5	15	3.3	3.0	0.73	1.0
6	H17.11.4	5.5	0.199	3.2	7.8	4.7	7	1.1	6.9	2.1	0.49
7	H17.11.4	3.4	0.795	4.6	15.3	8.9	13	1.7	3.6	1.9	7.0
8	H17.11.14	5.1	0.471	3.1	11.9	9.3	13	1.5	3.3	1.2	1.8
9	H17.11.16	4.7	0.670	24.1	15.3	15.9	14	1.4	3.4	0.76	1.0
10	H18.2.28	5.5	0.187	10.6	2.5	12.4	24	0.81	2.1	0.82	0.81
11	H18.2.28	5.6	0.244	14.2	3.9	6.0	20	1.2	2.3	0.87	0.86
12	H18.3.17	5.4	0.558	30.7	18.2	1.7	6	—	7.3	2.5	1.3
平均値		5.0	0.452	10.7	9.5	11.2	13	1.7	4.1	1.4	1.7
13	H17.10.31	5.2	0.005	76.9	7.5	5.3	26	0.03	1.8	0.25	0.088
14	H17.11.4	5.3	0.004	79.4	1.9	5.3	19	0.04	2.6	0.37	0.30

高い箇所では微生物が増殖できない状態にあると考えられた。

No.13, 14 は消滅型の装置なので発酵槽内温度は約 30℃で加熱の電気エネルギーをほとんど必要とせず、ほぼ常温で稼働していた。しかしながら、この装置は排水処理式であるため下水道への接続は必須であり、月に一度の排水溝清掃が必要であった。排水溝を観察したところ、排水には多量の SS が浮遊しており、未分解の固形有機物が多量の補給水で洗い流されて排水されていた。

2. pH、電気伝導率及び水分

No.1～12 処理物の色調は主に茶色でさらさらとしたものが多かった。pH は 3.4～5.6 で全て酸性を示し、平均 pH は 5.0 であった。一般的に、堆肥の pH は原料によって大きな違いがあるが、良好な堆肥化が起きるとたんぱく質の分解によってアンモニアを生じ、これが水に溶解して pH が 7～9 と高くなる²⁾。また、前報¹⁾で示したように、調理残渣や食品残渣の pH は 4.5～6.5 の範囲にあることを考慮すると、これらの処理物は発酵が進行していないと考えられた。電気伝導率は、液中の可溶性塩類濃度を反映するため、堆肥の植物に対する塩害の可能性を判定する簡単な指標になると考えられるが、最小 0.187～最大 0.795S/m、平均 0.452S/m であった。家畜ふん堆肥の電気伝導率の推奨基準値 0.500S/m³⁾よりも電気伝導率の高い処理物は、畑への施用量に注意を払う必要があると考えられた。

また、水分は最小 1.1～最大 30.7%、平均 10.7%であり、微生物による堆肥化が適正に進行するとされている水分 40～60%と比較するとかなり低い値であった。処理物は処理機発酵槽内でサンプリングしているが、微生物の増殖に

適さない状態であると考えられた。

No.13, 14 処理物は他の 12 件と見た目が異なり、媒体材であるもみ殻に細かく粉碎された生ごみが混合されている状態であった。装置が排水処理式で、発酵槽内に定期的に散水されて有機分が洗い流される仕組みになっているため、水分が 75%以上、電気伝導率はかなり低い値で、可溶性塩類は洗い流されていると考えられた。また、pH はそれぞれ 5.2, 5.3 と酸性だった。

3. 灰分

No.1～12 処理物の灰分は最小 2.5～最大 18.2%、平均 9.5%であった。堆肥化では微生物による発酵分解によって堆肥中の有機分が炭酸ガスと水になって大気中に放出されるため有機分が減少し、逆に灰分の割合が上昇する。従って、灰分の上昇は堆肥の有機分分解の進行の指標となる⁴⁾が、事業所の食品廃棄物品質調査結果での生ごみ平均灰分 6.4%⁵⁾と比較すると 12 件のうち No.1, 5, 10, 11 の灰分はそれよりも低く、有機分分解が進行していないと考えられた。しかし、卵の殻など微生物分解を受けないものが投入されると灰分が上昇するため、特に灰分の高い No.7, 9, 12 については投入物の詳細な調査を行う必要があると考えられた。

また、No.13, 14 処理物の灰分はそれぞれ 7.5, 1.9%であり、事業所によって差が見られた。

4. 粗脂肪分

No.1～12 処理物の粗脂肪分は最小 1.7～最大 23.5%で値にかなりのばらつきがあり、平均 11.2%であった。一般的に、堆肥化一次発酵の高温時期では発熱量が高い脂肪が分

解され、粗脂肪分は原料の 1/3 ~ 1/2 まで減少する⁶⁾ことから、粗脂肪分が 15%を超えている No.1, 4, 9 は発酵が進行していないと考えられた。また、粗脂肪分には原料による違いが大きく現れていると考えられるが、5%以上含んだ堆肥ではコマツナの発芽が不良になる⁷⁾という報告からすると、12 件中 10 件が 5%を超えており、ほとんどの処理物はこのままでは施用することができず、さらに発酵分解を経る必要があると考えられた。一方、No.12 は 1.7%と特異的に低かったが、前述の水分、灰分がそれぞれ 30.7%、18.2%と 12 件中最大であり、発酵槽内温度も 40℃と低く保たれているのである程度微生物増殖に適した環境になっており、有機分の分解、特に粗脂肪分の分解が進行して堆肥化が進んでいると考えられたが、今後さらなる検討が必要である。

No.13, 14 処理物の粗脂肪分は 5.3%であり、他の 12 件と比較すると低い値であった。

5. C/N 比

No.1 ~ 12 処理物の C/N 比は最小 6 ~ 最大 24、平均 13 であったが、調理残渣や食品残渣の C/N 比は平均 14 である¹⁾ことを考慮すると、処理物の原料食品の C/N 比は同等であるため処理物の堆肥化は進行していないと考えられた。しかし、C/N 比が 20 以下であれば植物に対して窒素飢餓の悪影響を及ぼさない程度とされているので、窒素飢餓の観点からすると、No.10 以外の処理物であれば田畑に施用しても問題はないと考えられた。

また、排水処理式消滅型生ごみ処理機では処理物の田畑への施用は行われておらず、月に一度の媒体材交換時に取り出された処理物は焼却処分されるのが一般的であるが、No. 14 処理物であれば C/N 比が 20 以下であることから田畑への施用が可能であると考えられた。

6. 塩分

No.1 ~ 12 処理物の塩分は最小 0.81 ~ 最大 3.3%、平均 1.7%であった。植物生育に影響を及ぼさない土壤中塩分濃度は、植物生育耐塩性の弱い植物で約 500mg/kg とされている⁸⁾。これを考慮してこれら処理物の施用許容量を計算してみたところ、土壌 1kg に対し No.10 であれば 70g、No.5 であれば 17g しか施用できないことがわかった。塩分は土壌中では降雨により流亡しやすいが、これらを田畑に施用するには、植物に対する塩害を十分に考慮する必要があると考えられた。

また、No.13, 14 処理物の塩分は他の 12 件と比較して格段に低く、電気伝導率が低かったことと合致し、発酵槽内の散水による塩分の流出が示唆された。

7. 肥料三成分含有量

No.1 ~ 12 処理物の窒素含有量は最小 2.1 ~ 最大 7.3%、平均 4.1%、リン含有量は最小 0.73 ~ 最大 2.5%、平均 1.4%、カリウム含有量は最小 0.49 ~ 最大 7.0%、平均 1.7%であった。全体的に窒素含有量が他の 2 成分よりも高い傾向にあったが、No.7 は特異的にカリウム含有量が 7.0%と高かった。No.7 は pH も 3.4 と処理物の中で最低であり、他の処理物と原料が異なると考えられた。

また、鶏糞肥料の窒素、リン、カリウム含有量はそれぞれ 3.0、3.1、1.3%であり⁹⁾、処理物の平均含有量 (No.7 のカリウムは除く) と比較すると窒素、カリウム含有量は同等であった。処理物は堆肥としてより窒素、カリウム肥料として有効であると考えられるが、No.7 のように投入される原料の種類によってはカリウム含有量が特異的に高いケースもあるので、施用にあたっては注意が必要である。

また、No.13, 14 処理物の窒素含有量は他の 12 件と同等であったが、リン、カリウム含有量は他の 12 件と比較するとかなり低い値であった。

ま と め

平成 15 年度の調査に引き続き、微生物発酵型生ごみ処理機 12 件と、消滅型生ごみ処理機 2 件の計 14 件の使用状況、処理物の性状調査を行った結果、以下のことがわかった。

1. 微生物発酵型生ごみ処理機について

- 1) 処理物の多くは pH が酸性、水分が 30%以下で微生物による堆肥の発酵分解が未熟であると考えられた。
- 2) 処理物の多くは粗脂肪分が高く、そのまま田畑に施用すると植物生育に悪影響を及ぼす可能性があると考えられた。
- 3) 処理物の C/N 比は、12 件中 11 件が 20 以下であった。
- 4) 処理物の塩分は高く、植物に対する塩害を考慮してこの処理物を施用する場合には、土壌 1kg に対して 17g ~ 70g まで施用することができると考えられた。
- 5) 処理物の窒素含有量は鶏糞肥料と同等であるので、堆肥としてより窒素肥料として有効であると考えられた。

2. 消滅型生ごみ処理機について

今回調査を行った 2 件は排水処理式のもので、導入する事業所が増えているようだが、残渣物を補給水に混ぜて下水道に排水していたことから、排水水質の管理等に対する利用者の十分な配慮が必要であると考えられた。

文 献

- 1) 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物生成物性状調査，福岡市保健環境研究所報，29，95-99，2004
- 2) 藤田 賢二：コンポスト化技術，技報堂出版，68，1993
- 3) 有機廃棄物資源化大辞典，有機質資源化推進会議編，54
- 4) 久保倉 宏一：剪定枝堆肥化物を用いた段ボールコンポスト法による宅配弁当食べ残しの堆肥化に関する研究，福岡市保健環境研究所報，29，90-94，2004
- 5) 福岡市：業務別食品廃棄物サンプリング品質調査委託報告書，平成 13 年
- 6) 草野 陽子 他：業務用生ごみ処理機生成物のクーラーボックスを用いた堆肥化実験，福岡市保健環境研究所報，30，79-83，2005
- 7) 古畑 哲：生ごみ堆肥の品質，圃場と土壌，22-27，2005.8
- 8) 竹本 稔：生ごみ処理装置処理物の成分特性，日本土壤肥料学雑誌，155-159，2002
- 9) ポケット肥料要覧，97，1999/2000