

一般論文

生ごみのコンポスト化に適した段ボール箱資材の評価

早川 貞幸* , 石川 一史**, 川上 紳一***

Evaluation of the Corrugated Cardboard Materials Suitable for Composting Garbage

Sadayuki HAYAKAWA*, Hitoshi ISHIKAWA**, Shin-Ichi KAWAKAMI***

身近な家庭系廃棄物の中の生ごみは約30%であり、ほとんどが焼却され、自治体の負担も大きい。ごみ減量化のために、家庭で生ごみを堆肥化してリサイクルできる簡便な方法の一つとして段ボールコンポストがあり、国内での実践研究や地方自治体等による家庭への普及活動が行われている。しかし、用いる段ボール箱自体について評価した例は見当たらない。そこで貼り合わせる段ボール原紙の種類やフルートの異なる段ボール箱を準備し、基材に混ぜた生ごみの分解状況を経時的に観察した結果、K280(クラフトライナー、坪量280 g m⁻²) 複両面段ボール箱が最適であると結論した。

Plural compost systems can be used to process, compost and recycle garbage easily at home. The corrugated cardboard compost systems become popular in Japan recently. There are many kinds of corrugated cardboard according to their variety of uses. However, there are few experimental studies investigating which the corrugated cardboard materials are most suitable for compost. We performed a series of experiments by making many corrugated cardboard compost systems with different compositions and used them for recycling garbage. According to these experiments, the layer liner is more sensitive for moderate moisture than fluting layer for a range of garbage supplies. We propose that the double wall corrugated cardboard box with the liner K280(kraft linerboard, basic weight 280 g m⁻²) is the most suitable for corrugated cardboard compost.

キーワード：段ボールコンポスト、生ごみ処理、段ボールの材質、段ボールのフルート

Key words: Corrugated cardboard compost system, Recycling of garbage, Corrugated cardboard materials, Corrugated cardboard flute

*連絡者 (Corresponding author), 岐阜聖徳学園大学大学院 (〒501-6194 岐阜市柳津町高桑西 1-1), Graduate School, Gifu Shotoku Gakuen University, Takakuwa nish 1-1, Yanaizu cho, Gifu city, Gifu, 501-6194, Japan, E-mail: m1117003@gifu.shotoku.ac.jp **ダイナパック株式会社, Dynapac Co., Ltd. ***岐阜聖徳学園大学教育学部, Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

1. はじめに

廃棄物処理に関する問題は、資源・環境問題における現代社会の抱える大きなテーマであり続けている。国連が主導したESD (Education for Sustainable Development)においても、ごみ問題のような人間活動に関わる物質循環が重要な課題となった。一般家庭における生ごみ処理の方法は、水をよく切ってから可燃ごみとする、畑や庭に埋める、据え置き型コンポスターで堆肥化する、電気式加熱減容処理機を導入するなどが一般的に行われているが、大半は焼却処分され、自治体の負担も大きい。

本研究のテーマである段ボールコンポストは、生ごみを各家庭で簡単に処理してごみの減量化に寄与するため、各地の自治体による普及活動も盛んになっており、名古屋市¹⁾や岐阜市²⁾のように積極的にホームページに掲載している自治体も多い。

段ボールコンポストについて大前³⁾は、「段ボール箱の中に、水と酸素が抱き込めるような素材を充填して基材とし、基材で増殖させた土壌微生物で生ごみを堆肥化させる装置」と分かりやすく定義している。

海外においては、高倉⁴⁾はインドネシア、スラバヤ市において北九州市のコンポスト化技術支援を受けたプログラムで、通気性のあるカゴとカーテン布などを組み合わせ、この中に基材を入れて家庭で生ごみを処理するという実践を分析した研究を行った。しかし、本テーマのような段ボール箱をコンテナとして、家庭で生ごみを堆肥化する事例は海外で

は見られない。Choug and Hamersma⁵⁾は、段ボール自体の堆肥化について報告している。

日本で、段ボールコンポストを用いた生ごみの堆肥化について、全国的な規模で積極的に展開している組織として、福岡のNPO法人循環生活研究所があり、その活動は約15年に及んでいる(波多野, 平⁶⁾)。

そのほか、段ボールコンポストに関する研究としては、平ら⁷⁾、末松⁸⁾、澤登ら⁹⁾、日比野と内田¹⁰⁾、有機農産物普及・堆肥化推進協会¹¹⁾などに見られるように、ほとんどのものが基材の種類を検討や、生ごみを堆肥化する具体的方法を論じている。用いる段ボール箱については、構成や段(フルート)は重要な要素であるものの詳しい検討はされていない。コンテナとしての段ボール箱の構成やフルートについては、2重の(複両面)の箱を使うというような経験的な記述があるのみである。

梅津と西野¹²⁾は、段ボールコンポストは安価な段ボール箱を容器として使用し通気性を確保しているが、強度と耐久性に問題があると述べている。実際、段ボールコンポストを市民に提供している岐阜県関市の2014～2016年度実施者アンケート(関市)¹³⁾では、段ボールコンポストのごみ減量化の意義や、楽しく行えるなど高い評価が多い中、生ごみの多量の水分や雨水によって箱が湿って壊れたり、変形してしまうなど、コンテナとしての段ボール箱への不満や苦情の意見もみられた。

段ボールコンポストによる生ごみの堆肥化の際に生じる、こうしたトラブルを極力避け

るには、通気性が担保され、かつ強度のある段ボール箱を使用すればよいと考えられる。

本研究では、構成やフルートの異なる種々の段ボール箱を用いて、段ボールコンポストの性能を比較する実験を行った。

2. 実験

本研究では種々の段ボール箱を試作し、段ボールコンポストとしての性能を評価した。まず、予備実験として、既に地方自治体で実用的に使われているものを入手し、性能を調べた。近隣自治体の岐阜市、関市、大垣市では、いずれも K210(クラフトライナー、坪量 210 g m^{-2}) 複両面段ボール箱を使用している。実際に関市と大垣市が使用している段ボールコンポストセットを入手して予備実験を行った。大垣市は、基材としてココナッツピートともみ殻燻炭を使用しているが、関市では市内で産する腐葉土ともみ殻燻炭を基材としており、基材の違いについても予備的な検討ができると考えた。

段ボールコンポストは、本学羽島キャンパス本館2階のロビー軒下に設置し、学生食堂から提供を受けた残渣を生ごみとして投入し、その都度基材と攪拌した。観察はこの作業の前に行った。

次に、段ボール箱の構成やフルートの影響を確認するために、段ボールメーカーであるダイナパック株式会社でサンプルカッターを用いて、構成やフルートの異なる11種類の段ボール箱を試作した (Table 1)。この実験では、大量の基材が必要であったため、市販腐

葉土、(株式会社及川平和農場 腐葉土) を基材として、生ごみを混ぜ込んで経時的な観察をした。生ごみを初期投入した後、基材の保湿度がどのように変化するかを明らかにしようと考えた。

この実験で、基材に適度な水分があれば、生ごみの分解については大きな支障がないことがわかったので、さらなる実験では生ごみの過剰投入に対する段ボールコンポストの強度の違いを明らかにすることを目的とし、11種類のうち6種類を選び、生ごみを過剰に投入するような厳しい条件で実験を行った。基材はココナッツピート・もみ殻燻炭を用い、この中に分解が追い付かないほどの量を投入した状況を観察した。

この実験で、段ボールコンポストによる生ごみ分解には、原紙坪量が影響することが判明したので、それを再確認するため原紙坪量の異なる複両面3種類と、箱全体の坪量を大きくするための内箱+外箱からなる2重箱の4種類を準備し、段ボールコンポストの変化を経時的に観察した。

段ボールコンポストの性能を計測する方法について、標準的な手法は確立されていない。ここでは、先行研究を参考にして段ボールコンポストに生ごみを投入し、基材の変化や、投入された生ごみの状況を目視で観察すると同時に、生ごみ投入の都度、投入する生ごみの重量、基材の温度および外気温、pH、段ボールコンポストの箱ごと総重量を測定した。測定はデジタル台秤 (株式会社エー・アンド・デイ SL2000D)、差し込み式デジタル温度計

(DRETEC), および土壤用差し込み式 pH 計 (シンワ株式会社 A タイプ) で, 主に家庭または農業用に市販されている, 簡易な機器を用いた。生ごみの分解状況は, 目視観察した。

また, 原紙の透気度試験を行って, 段ボールコンポストの総重量との関係を調べた。透気度試験は岐阜県産業技術センター紙業部のデンソメータ (東洋精機株式会社, ガーレ式デンソメータ G-B3C) を用いた。

3. 結果

3.1 近隣自治体の段ボールコンポストを用いた生ごみ分解

最初に一般的に普及している段ボールコンポストにおける生ごみ分解の状況を把握し, 新たに試作する段ボールコンポストの構成や, フルートを絞り込むことを目的とした。実際に大垣市および関市が市民に配布している段ボールコンポストを入手し, Fig.1 に示すように設置して, 本学学生食堂の残渣を投入しながら経時的な観察を行った。実験は, 2017 年 6 月 22 日から 8 月 1 日の 41 日間である。



Fig.1 The corrugated cardboard box compost of Ogaki city(right) and Seki city(left) placed at the lobby of the university building.

この両者とも構成・フルートは一般的な K210 複両面段ボール (表裏はクラフトライナー, 坪量 210 g m^{-2} , 中芯は坪量 120 g m^{-2} の複両面 AB フルード) の段ボール箱であった。大垣市の箱寸法は $350 \times 325 \times 310 \text{ mm}$, 基材はコナツツピートにもみ殻燻炭を加えたもの約 25 L, 箱形式は一般的な 0201 型であった。関市のものは箱寸法 $403 \times 305 \times 310 \text{ mm}$, 基材は腐葉土に, もみ殻燻炭を加えたもの約 30 L, 箱形式は 0203 型変形上フラップ折込の身・蓋形式であった。

Fig.2 に, 投入した生ごみの積算量と実験を始めてからの日数の関係を示した。生ごみは累計で 9.1 kg 投入した。

Fig.3 には, この時の 1 箱当たり重量の推移を示した。連続して投入したにもかかわらず, 箱ごとの重量は大きく変わらなかった。すなわち, 生ごみが分解されると同時に, 水分が外気に放出されていることを示した。

なお結果のグラフは便宜上生ごみを投入した時点に測定した値から, 次の投入までを同じ値で示した。

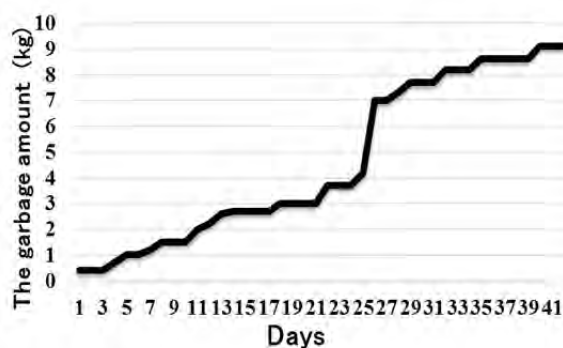


Fig.2 Cumulative weight of the garbage.

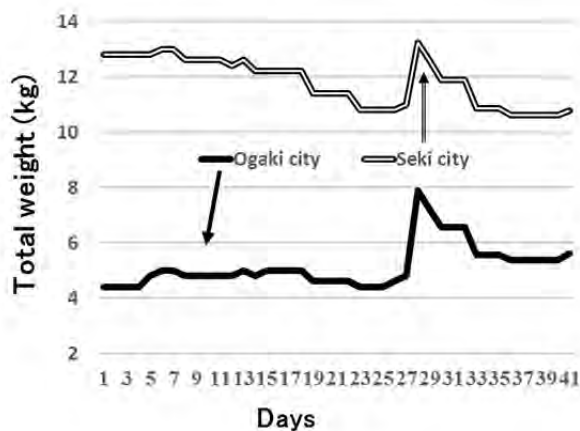


Fig.3 Temporal change of the total weight.

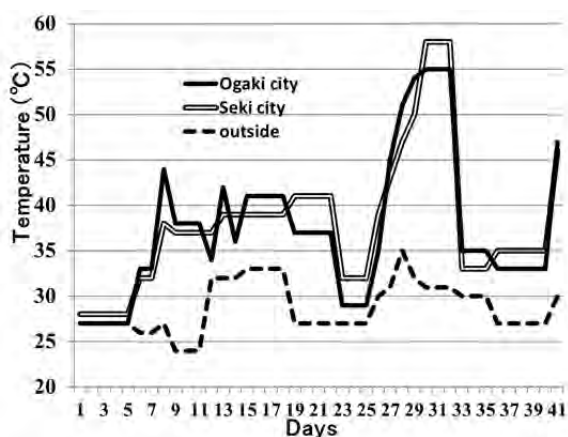


Fig.4 Temperature change with time.

Fig.4 に基材温度の変化を示した。測定した基材温度は外気温に対して高くなった。実験期間中の、基材の平均温度は、大垣市 39.0 °C、関市 39.2 °C で、外気温の平均値 29.2 °C と比べ約 10 °C の差が発生した。26 日目に大量 (2.8 kg) に投入した後では、外気温 37 °C に対し基材温度は 58 °C に達したこともあった。pH は酸性側に移行し、平均値は大垣市 4.2、関市 5.1 となり、酸性物質の生成がみられた。また、41 日目で基材を取り

出して目視観察すると、両者とも大半の残渣は形がなくなり、基材と同化したように見えた。

すなわち、投入された生ごみは、水分が基材と段ボール箱を介して外部に放出されながら分解し、その結果基材温度の上昇と酸性物質の生成で pH が下がる現象として現れた。この間臭気はほとんどなく、腐敗ではなく基材の攪拌による酸素供給によって活性化された、好気性菌による分解であることが推測された。基材の違いによる影響は、関市の腐葉土が、生ごみと基材を攪拌する際に、やや重くかき混ぜるのに少し力が要するという以外にはみられず、両者とも生ごみは最終的に基材と同化した。

3.2 構成やフルートの影響

次に段ボールの種類がコンポスト性能に及ぼす影響を確認するために、Table 1 に示した、構成とフルートの異なる 11 種類の 0201 型の段ボール箱を準備した。箱寸法は 300 × 200 × 300 mm とした。基材については市販の落葉腐葉土を用い、基材 90 L に野菜くずなど 20.8 kg を混合した同一基材・生ごみを予め調整し、1 つの箱にそれぞれ約 10 L を投入した。期間は 2017 年 6 月 25 日から 7 月 20 日の 26 日間で行った。

段ボール箱の種類による生ごみの堆肥化への影響を見るための本実験では、最初に基材に野菜くずなどを入れてその後の変化を観察した。そのため基材への水分の供給がほとんどなく、次第に乾燥して生ごみの分解が停止

し、野菜くずは多くが分解されず残った。Fig.5に示すように、箱ごと重量を平均して、当初重量と比較すると、水分の減少は同じライナーを用いた場合、B, A, AB というフルートの違いよりも、ライナー坪量の影響を受け、また撥水および防湿の表面加工を施したものが、

複両面 AB フルート、および撥水 K280 両面 A フルートおよび防湿 220 両面 B フルートの表面加工を施した段ボール箱のものが、温度や pH の変化がやや大きく、目視検査でも分解残渣は少なく、生ごみ分解が進んだ。この結果は、微生物の活動には水分が必要であり、段ボール箱の種類によって保湿性に違いがあることを示している。これにはフルートの種類というよりも、ライナー坪量の大きさや、表面加工の有無が影響している。

この実験結果を受けて、さらに生ごみの過剰投入を行った場合について、フルートの影響を見るために K210 両面 B, A および複両面 AB フルートの 3 種類の段ボール箱を用意した。また、ライナー坪量の影響を見るために K210 および K280 複両面 AB フルートの段ボール箱の結果を比較した。さらに表面加工の影響を見るため撥水 K280 両面 A フルート、および防湿 220 両面 B フルートの段ボール箱を用意した。基材は、岐阜市が提供しているココナツピート 20 L と、もみ殻燻炭 15 L を混合したものを用い、各々にその 10 L を加え、夏休み期間のため、家のガレージに設置し実験した。これに、特別養護老人ホームから提供を受けた生ごみを過剰投入しながら観察した。

ここで過剰投入とは、投入した生ごみの一部が分解されずに日々残るような状況をいう。実験では、基材 25 L 当り 500 g day^{-1} (0.8 kg L^{-1}) 以上の生ごみを 40 日間投入することで、過剰投入の状況のもとで実験を行った。

大垣市と関市の段ボールコンポストで行った予備実験では、基材 1 L 当り累計の生ごみ

Outer liner	Material			Inner liner	Flute
	Medium (BF side)	Medium	Medium (AF side)		
C160	S120	-	-	C160	BF
	-	-	S120		AF
	S120	S120	S120		ABF
K210	S120	-	-	K210	BF
	-	-	S120		AF
	S120	S120	S120		ABF
K280	S120	-	-	K280	BF
	-	-	S120		AF
	S120	S120	S120		ABF
K280(water repellent)	-	-	S120	K280	AF
Moisture proof 220	S120	-	-	Moisture proof 220	BF

C160: Jute linerboard, Basic weight 170 g m^{-2}
 K210: Kraft linerboard, # 210 g m^{-2}
 K280: Kraft linerboard, # 280 g m^{-2}
 K280(water repellent): Water repellent treated kraft linerboard, # 280 g m^{-2}
 Moisture proof 220: Moisture proof treated linerboard, # 220 g m^{-2}
 S120: Corrugating medium, # 120 g m^{-2}
 BF: B flute, AF: A flute, ABF: AB flute

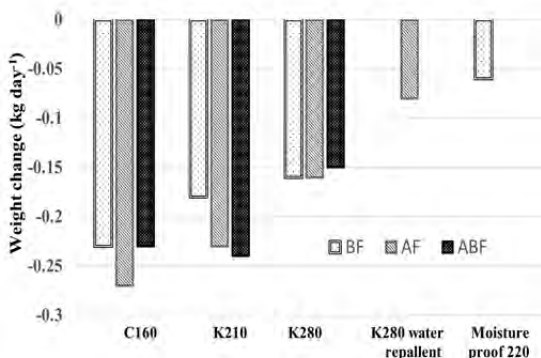


Fig.5 Comparison of the difference between daily average weight and initial weight of each compost shown in Table 1.

更に水分の減少が少なかった。なかでも K280

投入量は 0.36 kg L^{-1} であったのに対し、この実験で投入した量は 0.94 kg L^{-1} で、2.6 倍程度となっている。この実験は 2017 年 8 月 12 日から 9 月 21 日の 41 日間行った。6 種類の段ボールコンポストで行った実験結果を、Fig.6 に示した。期間中に測定した箱ごとの重量を平均した値と当初重量との差で示した値（保水力に相当）を比較すると、段ボール箱の種類による保水力の違いがよくわかる。

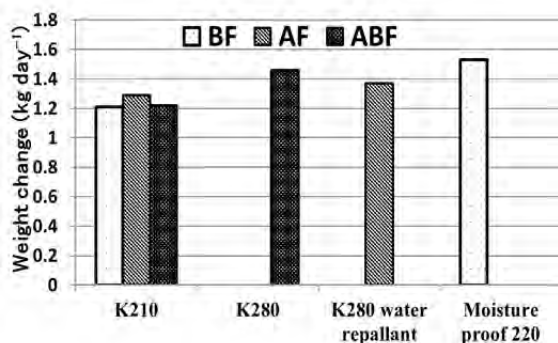


Fig.6 Comparison of the difference between daily average weight and initial weight of each compost shown in Table 1.

段ボール箱の、ライナー坪量が同じ K210 g m^{-2} を用いた段ボール箱の、両面 B, A 及び複両面 AB フルートの種類の違いに着目すると、保水力に対するフルートの影響は少ないといえる。これに対しライナー坪量の異なる、同じ複両面 AB フルードで比較すると K210 に対し K280 ライナーを用いたほうが保水力は高く、坪量依存性があることが示された。またライナーに撥水および防湿加工を施したのも保水力が高く、前の実験結果を再現した。



Fig7 Appearance of broken compost after experiment. (left: moisture proof 220 BF; right: K210 ABF)

この実験で、生ごみ過剰投入を続けると、30 日を過ぎたころから、強いアンモニア臭、腐敗臭、残飯臭が発生した。すなわち過剰な生ごみ投入になると、Fig.7 に見られるように段ボールコンポストとしての水分調整が追いつかず、防湿 220 両面 B フルード段ボール箱は形が保てず壊れ、K210 複両面 AB フルード段ボール箱でも穴が開いてしまうといった現象がみられた。一方、K280 複両面段 AB フルード段ボール箱と K280 撥水両面 A フルード段ボール箱は、このような損傷がなかった。

3.3 ライナー坪量依存性の再確認

そこで、再度坪量依存性を確認する目的でライナーとして K170, K210 および K280 の複両面 AB フルード、そして K170 複両面 AB フルードを外箱とし、この中に K170 両面 B フルードの箱を入れ込んだ 2 重箱の、4 種類の段ボールコンポストを用意し実験した。

この実験のねらいは、全体的な坪量が重要なのかライナーの坪量の効果なのかを見極めることである。期間は、2017 年 10 月 5 日から 11 月 13 日の 40 日間とし、各々への投入量は大垣市、関市の段ボールコンポスト実験の、基材 1 L 当り 0.36 kg L^{-1} に近くになるよう加

え、期間中に 4.22 kg (0.35 kg L⁻¹) 投入した。生ごみは本学学生食堂や、附属小中学校給食残渣の提供を受けた。

この結果とあわせ、JISP8117:2009 に準拠したライナー透気度試験で得られた空気抵抗度と、4 種類の段ボールコンポストの平均重量差との相関を Fig.8 に示した。二重箱の空気抵抗度は、単純にライナーK170の2倍とした。

これにみられるように、保水能力を示すと考えられる実験中の箱ごと重量を平均した値から、測定前の重量を差し引いた値は、2 重箱以外は透気度と相関し、保水性は透気度に依存した。そこで、K280 複両面 AB フルーツ段ボール箱と、K170 複両面 AB フルーツに K170 両面 B フルーツを用いて入れ子にした 2 重箱を比較すると、期間中に測定した箱ごとの重量を平均した値と当初重量との差は、それぞれ 0.87 kg と 0.75 kg で K280 複両面 AB フルーツ単体のほうが大きかった。期間中の平均

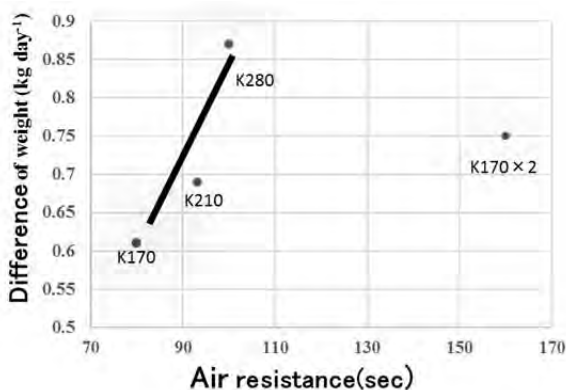


Fig.8 Relation between air permeability of liner and weight change of the compost after experiment. The types of compost used in this experiment are shown in Table 1. K170 × 2 indicate the data for double boxes with K170.

基材温度も、26.5 °Cと 26.2 °C，pH も 4.2

と 4.3 でわずかに K280 複両面 AB フルーツの箱が、K170 複両面 AB フルーツと両面 B フルーツ段ボール箱を組み合わせた 2 重箱を上回って、分解が促進されていることが観察された。すなわち、生ごみ分解は 2 重箱のような全体坪量の大きさではなく、用いるライナーの坪量への依存性であることが確認された。

3.4 環境教育実践に向けた生ごみ処理用の段ボール箱の試作

これまでの実験から、生ごみ処理に最適な段ボールコンポストの製作用として、K280 複両面 AB フルーツの段ボール箱を試作した。

山田段ボール株式会社¹⁴⁾の山上は、段ボールコンポストを企画制作するにあたり、ガーデニングを想定したインテリア感覚のデザインを施し、段ボール箱の印刷デザインも重要であると述べている。そこで、筆者らは実際に使う主婦など女性や、それをよく見ている子供たちが興味を持ちやすくするために、生ごみを処理する装置であることが目で見てわかるイラストを作り、印刷した (Fig.9)。箱寸法は基材などの入手のしやすさを考慮して、岐阜市と同じ 355 × 305 × 315 mm とした。

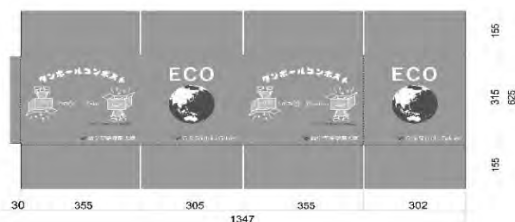


Fig.9 Development plan of box.

これを用いて、小学校での実践教育や本学公開講座で、家庭でできる生ごみの堆肥化に

関する環境教育を行い、意識調査を行っている。

4. 考察

4.1 段ボールコンポストの頑丈さ

段ボールコンポストは、梅津と西野¹²⁾が指摘したように、強度と耐久性に問題がある。生ごみを過剰に投入した場合は、含まれていた水分で段ボール箱が湿って壊れることがある。

本研究で様々な段ボール箱を使って実験を行った結果、K280 複両面 AB フルート段ボール箱を使用した場合、生ごみの過剰投入でも 40 日程度は、箱が壊れずに使用可能なことが分かった。一日に大量の生ごみを処理する場合には、段ボールコンポストを複数用意して、一つのコンポストに投入する生ごみの量を制限すれば、長期的な使用が可能になるだろう。

これまでは、K210 複両面 AB フルート段ボール箱が一般的に使用されてきたが、今回の実験では生ごみの過剰投入によって箱に穴が開いて壊れたことから、K280 複両面段ボール箱のほうが、段ボールコンポストに適していると推定した。

4.2 段ボールコンポストの保湿性について

これまでの先行研究では、段ボール自体に通気性があり、生ごみに含まれた水分が適度に失われ、生ごみの分解に適した基材環境が維持されると見なされており、段ボールコンポストに用いる段ボール箱の保湿性の違いについては、ほとんど着目されてこなかった。

本研究では様々な段ボール箱で、生ごみの堆肥化の実験を行ったところ、投入する生ごみが少なかったり、投入する間隔時間が長い場合、基材が乾燥して生ごみ分解が停止するような状況が発生した。また、段ボールコンポストに関する普及活動や公開講座の参加者から、基材の温度が上がらない、分解せず生ごみ残渣がそのままの形で残るといった相談があった。このような場合には、基材に水を加えて、水分を維持することが必要になる。こういった状況にならないためには、適度に保水性がある段ボールを用いればよく、特段の管理の必要性は下がる。本実験で様々な段ボール箱を用いて検討した結果、保水性を保つという観点からも、K280 複両面段ボールの使用が適切であることが示された。

しかし、保水性を高めるという観点からは、ライナー坪量の小さい段ボール箱を用いて、2重箱にするという組み合わせでよいのではないかという可能性もあった。しかし、本実験でこの可能性を検討した結果、生ごみの分解は2重箱のような全体坪量の大きさでなく、ライナー坪量への依存性が高いことが確認された。また、低坪量ライナーで2重箱にしても、高坪量ライナーの単体箱に比べ、保水性が低いことが示された。なお、丈夫な撥水 K280 両面 A フルート段ボール箱も保水性に優れているが、小ロット生産時のシート調達に難があることから候補から外した。

5. 結論

段ボールコンポストにおける生ごみの堆肥

化には微生物が関与するため、通気性、保水性および容器としての頑丈さのバランスが必要であった。

家庭でも生ごみを簡単に処理する方法として段ボールコンポストが普及してきているが、生ごみを過剰投入すると水分過多になったり、屋外で管理する場合雨水などによって濡れて箱が壊れることがある。

本研究では、入手も比較的容易で、コンテナとして丈夫で、水分調整力のある K280 複両面 AB フルート段ボール箱が最適であることを明らかにし、環境教育で使用する段ボールコンポスト用段ボール箱を試作した。

今後はこれを用いて小学生や一般社会人を対象に、段ボールコンポストの普及活動を展開する予定である。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、岐阜市、大垣市、関市、および特定非営利法人循環生活研究所の方々に実施状況などをお教えいただいた。ダイナパック株式会社開発本部の方々には、種々の段ボール箱を試作していただいた。本学学生食堂の株式会社ながもり、岐阜聖徳学園大学附属小・中学給食の日本ゼラルフード株式会社および特別養護老人ホーム/カーサレスペートからは、本実験で使った生ごみを提供していただいた。これらの方々のご協力を深く感謝いたします。

<引用文献>

1) 名古屋市, 段ボールコンポストの作り方,

<http://www.city.nagoya.jp/kankyo/page/0000060262.html> (2019年1月31日)

- 2) 岐阜市, 生ごみを堆肥にしよう, <https://www.city.gifu.lg.jp/14274.htm> (2019年9月1日)
- 3) 大前慶和, 鹿児島大学における生ごみアップサイクルモデルの展開と学生教育, 環境と安全, 4(3), p. 221-228(2013)
- 4) 高倉弘二, 海外技術協力を通じた高倉式コンポストの技術移転に関する研究, 九州工業大学博士学位論文, 117p(2016)
- 5) C. Choug, B. Hamersma, Growing Plants with Recycled Cardboard, BioCycle, 36(3), p.86-87 (1995)
- 6) 波多野信子, 平由以子, ”堆肥づくりのススメ(コンポストのある循環生活)”, 特定非営利法人循環生活研究所, 47p (2017)
- 7) 平由以子, 近藤加代子, ダンボールコンポストの「使いやすさ」に重点をおいた地産地消型適正基材開発, 第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集, p. 425-427 (2006)
- 8) 末松晋, 段ボール箱を利用した生ごみ分解処理(前編), 月間廃棄物, 33(7), p. 36-40(2007)
- 9) 澤登早苗, 宮内泰之, 浅岡みどり, 来島泰史, 菊地牧恵, 丸山美夏, 渡辺美鈴, 地域資源の有効活用を目指して(1)コンポストから菜園へ, 恵泉女学園大学園芸文化研究所報告園芸文化 2015, p. 69-84 (2015)

- 10) 日比野久美子, 内田あや, 学内生ごみ排出ゼロを目指して-生ごみ処理方法の検討-, 名古屋文理大学紀要, 第 12 号, p. 47-56 (2012)
- 11) 有機農産物普及・堆肥化推進協会, ”ダンボールコンポスト”, 合同出版, 78p (2016)
- 12) 梅津一, 西野充智, 段ボール箱を利用した生ゴミ分解処理 (後編), 月間廃棄物, 33(8), p. 36-39 (2007)
- 13) 関市, ダンボールコンポストモニターアンケート資料 (2014-2016)
- 14) 山田段ボール株式会社, 女性の視点で商品開発インテリア感覚の段ボールコンポスト, 月刊カートンボックス, 35(1), p. 16-17(2016)

(原稿受付 2019年 10月 7日)

(審査受理 2019年 12月 21日)