

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

久保倉宏一

福岡市保健環境研究所廃棄物試験研究センター

Research on Carton Composting of Delivery Box Lunch Leftover Using Composted Tree Pruning Material

Koichi KUBOKURA

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

Summary

The composting of delivery box lunch leftover was examined in the carton box using composted material of tree pruning as the base material. After 45 days of composting, 7.78 kg of final composted material was obtained from 19.45 kg of lunch leftover and 11 kg of composted tree pruning as wet base. The temperature of composted material increased gradually after adding leftover and the maximum temperature was about 70 degree.

Calculating mass balance as dry base, 14.04 kg of the solid weight of base material and lunch leftover changed to 7.78 kg of composted material and the decreased ratio of total solid weight was 64% as dry base. The decreased ratio of hydrogen and carbon was 65~69% as same as total solid weight. The fat decreased ratio was 80% higher than those threes and indicated that fat was decomposed well by composting.

It was confirmed that composted tree pruning material can be used the good base material of carton composting of delivery box lunch leftover.

Key Words : 堆肥 Compost, 食品残渣 Food Waste, 段ボール箱コンポスト Carton Composting
宅配弁当 Delivery Box Lunch, 剪定枝 Tree Pruning

はじめに

循環型社会の形成にむけて資源の再利用、発生抑制及び減量などの施策がとられているが、食品廃棄物に関してはそのリサイクル率がまだまだ低いのが現状である¹⁾。家庭から発生する食品廃棄物の廃棄量を削減するために、家庭での生ごみの堆肥化が推奨され、多くの自治体において堆肥化容器・装置の購入に助成金を出している。

家庭での生ごみの堆肥化には、大きく分けると、電気を使用する電動式生ごみ処理機を用いる方法と、電気を使用しない堆肥化容器を用いる方法の2種類がある。両者にはそれぞれ一長一短があるが、生ごみの堆肥化を手軽に始められる方法として堆肥化容器を使用する報告²⁾が多くなされてきた。この中で、段ボール箱を堆肥化容器として使用して、ベランダや屋内で生ごみの堆肥化を行う活動が、段ボールコンポストとよばれ多くの市民団体で行われてきている³⁻⁵⁾。

段ボールコンポストは、容器として使用する段ボール箱が簡単に手に入りやすく安価であるため、電動式生ごみ処理機と比較して経済面で優れている。また、堆肥化の重要な要素である微生物活動に必要な保温性もあり、含水率が高い生ごみの余分な水分を適度に壁面から外部に出してくれるなど、機能面でもすぐれている。しかし、基材として使用することが奨められているビートモスやもみ殻燐炭が、一部地域で手に入りにくかったり、有機資源の枯渇面で疑問があるなどの問題点も指摘されている。

段ボールコンポストで使用される基材は、保水性や通気性を確保するために使用されるが、他の材料でも代用は十分可能である。そこで、福岡市で製造している剪定枝堆肥化物を基材として使用して、宅配弁当の食べ残しの堆肥化実験を行い基材としての利用可能性を調べた。同時に、堆肥化物や投入材料の成分分析を行い、有機物の分解による重量減少率やC/N比などに関して検討を行ったところ、若

干の知見が得られたので報告する。

実 験 方 法

1．実験用段ボール箱と堆肥化方法

段ボール箱は、化学薬品用の箱で不要になったものを使用した。大きさは、42cm×52cm×28cm(深さ)であり、内容積約 50L である。

基材は、福岡市緑のリサイクルセンターで製造している剪定枝堆肥化物を 10mm メッシュで篩い分けて篩上に残ったものを 10kg 使用した。

投入弁当残滓は、福岡市臨海工場にて昼食として注文している宅配弁当約 30 食の食べ残しを使用した。投入は原則として月曜日から金曜日の 5 日とし、昼食後の午後とした。米飯とおかずの二つに分けてその重量を測定し、米飯は水洗して固まりをなくして、またおかずはフードプロセッサで粉碎して、段ボール箱に加えて十分混合した。その後、蓋をして隙間から熱電対温度センサーを堆肥化物の中心部に差し込み、温度を記録した。

2．測定項目および方法

温度：熱電対センサ - 電子式記録計
CHINO DB1000
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)
全水素、全炭素、全窒素：
乾式燃焼法(CN コーダー分析法)

3．試験方法

弁当食べ残しの成分試験は、段ボールに追加するためにフードプロセッサにて破碎したものから 100～200g の処理物をアルミバットにとり 105℃における加熱減量法により水分を測定し、その後、乾燥物を粉碎機により 1mm 以下に粉碎し、以降の試験に使用した。

堆肥化物の成分試験は、生成堆肥化物の 500～1,000 g をアルミバットにとり、以後弁当食べ残しと同様に試験を行った。

結果および考察

1．使用した基材

Table 1 に段ボールコンポストの基材として使用した緑のリサイクルセンターの堆肥化物のサイズ、重量、水分、灰分などの性状を示す。

実験中の通気性を確保するため、基材には大きさ 10mm 以上の剪定枝堆肥化物を用いた。剪定枝の堆肥化物

Table 1 Features of green composting material used for the experiment

Size	Over 10 mm
Water content	34.4%
Weight	11.0 kg
Ash content	6.0%
Fat	0.05%
Hydrogen	5.8
Carbon	48.0
Nitrogen	1.1
CN ratio	44

は、発酵期間 10 ヶ月程度経過したものであるため、10mm 以上の大きさの破碎木材も表面の色は黒褐色となっており、また、発酵微生物も保持していると考えられた。内部は依然として材木質であるため保水性も十分であると考えられた。

2．投入弁当食べ残しの量と性状

実験期間中に段ボール内に投入した弁当食べ残しの量を、ご飯とおかずに分けて Table 2 に示した。

Table 2 List of composted leftover of delivery box lunch

No	Date	Dish(g)	Rice(g)
1	2004/01/05	150	150
2	2004/01/06	173	180
3	2004/01/08	275	450
4	2004/01/09	140	250
5	2004/01/13	400	400
6	2004/01/14	186	145
7	2004/01/15	403	290
8	2004/01/16	179	370
9	2004/01/19	375	350
10	2004/01/20	350	290
11	2004/01/21	280	240
12	2004/01/22	250	370
13	2004/01/23	240	240
14	2004/01/26	180	680
15	2004/01/27	286	300
16	2004/01/29	520	200
17	2004/01/30	335	270
18	2004/02/01	320	390
19	2004/02/02	355	530
20	2004/02/03	460	620
21	2004/02/04	165	200
22	2004/02/05	490	200
23	2004/02/06	215	300
24	2004/02/10	530	420
25	2004/02/11	400	400
26	2004/02/13	490	430
27	2004/02/14	250	340
28	2004/02/17	460	170
29	2004/02/18	435	340
30	2004/02/19	460	185
Total		9,752	9,700
Grand total		19,452	

投入期間 45 日間で延べ 30 回の食べ残し追加を行い、その合計重量はおかず 9.75 kg、ご飯 9.70 kg で、両者の合計は 19.45 kg であった。1 日平均の追加量はおかず 325 g、ご飯 323 g、合計 648 g であったが、市販の電動式生ごみ処理機は、処理能力一日あたり 1.2 ~ 2.0 kg のものが多いが、それと比較すると一日あたりの追加量は若干少なかった。

弁当食べ残しの理化学的性状を把握するために行った、ご飯とおかず 5 件の水分、灰分や粗脂肪分などの分析結果を Table 3 に示した。

水分は、ご飯 61%，おかず平均 70%（範囲 74.0% ~ 64.6%）であった。おかずの水分はホテル、スーパー、飲食店などの食品廃棄物の水分⁶⁾と比較すると低い値であったが、これは弁当のおかずには汁が含まれていないためであると考えられた。また、一般家庭で発生する生ごみも同様な水分だと考えられるが、それと比較しても水分が低いと考えられる。従って、乾物ベースで考えた一日あたりの食べ残し追加量は、一般家庭で発生する量とほとんど差がないと考えられた。

おかずの乾燥ベース脂肪分は、最大 36.2%，最低 10.6% であり、献立により差はあったが、平均でも 24.2% と高い値で、脂肪含有量が多かった。これは、宅配弁当で

あるため油で揚げたおかずが多いことも原因であると考えられた。

3. 期間中の温度および形状変化

弁当食べ残し堆肥化の実験を開始してから終了までの、段ボール箱内の品温変化を Fig 1 に示した。

段ボール箱内部の品温は、実験開始した 1 回目の弁当食べ残しの追加・攪拌後、数日かけて温度が徐々に上昇していき、4 日後には 60℃ まで達した。その後は、弁当食べ残しを追加攪拌した後、品温は室温より数度高い温度となり、8 時間から 12 時間程度をかけて 60 ~ 70℃ まで上昇した。その後、緩やかに下降していき、翌日に新たな食べ残しを追加する場合は品温は最高温度から約 10 ~ 20℃ 低下した状態であった。週末の土日曜日を挟んだり、休日を挟んだ時は品温は室温より若干高い温度まで低下した。

段ボール箱内の温度上昇のため、弁当食べ残しを追加攪拌する際には水蒸気の発生が見られた。また、温度上昇と段ボールの水分放出機能のため、内部の堆肥化物の水分は乾燥傾向にあった。この水分放出機能は水分が高い台所調理ごみを投入する時には重要であるが、今回の実験の弁当食べ残しは水分が低い内部の堆肥化物の水分が低くなりすぎた。そこで、弁当食べ残し追加・攪拌時に蒸留水を適宜追加して、水分の維持に努める必要があった。

弁当食べ残し投入直後は、剪定枝堆肥化物の大きな破砕物が目立っていたが、弁当食べ残しの追加量が増えるに従って目立たなくなった。実験開始当初は、カビ臭またはアルコールのような発酵臭がしていたが、延べ追加量が増加するにつれてアンモニア臭が発生し始めた。実験の中間時期に、ガス検知管を使用して段ボール箱内のアンモニア濃度測定を行ったところ、数 ppm 検出されたが、嗅覚ではアンモニア臭は感じなかった。しかし、実験の後期においては、検知管でアンモニアが 10 ppm 以上検出され、

Table 3 Analytical results of cooking waste in lunch servicing

Samples	Water %	Ash %	Fat %	H %	C %	N %	C / N Ratio
Cooked rice	61.0	0.56	0.15	6.8	43.6	1.4	31
dish 1	71.4	6.5	26.5	8.2	53.5	4.4	12
dish 2	69.0	7.0	36.2	8.9	55.3	4.6	12
dish 3	74.0	7.0	22.3	8.0	51.8	3.6	14
dish 4	64.6	4.9	10.6	7.3	48.9	3.0	16
dish 5	73.7	6.9	25.6	7.9	50.3	3.9	13
average	70.5	6.5	24.2	8.1	52.0	3.9	13

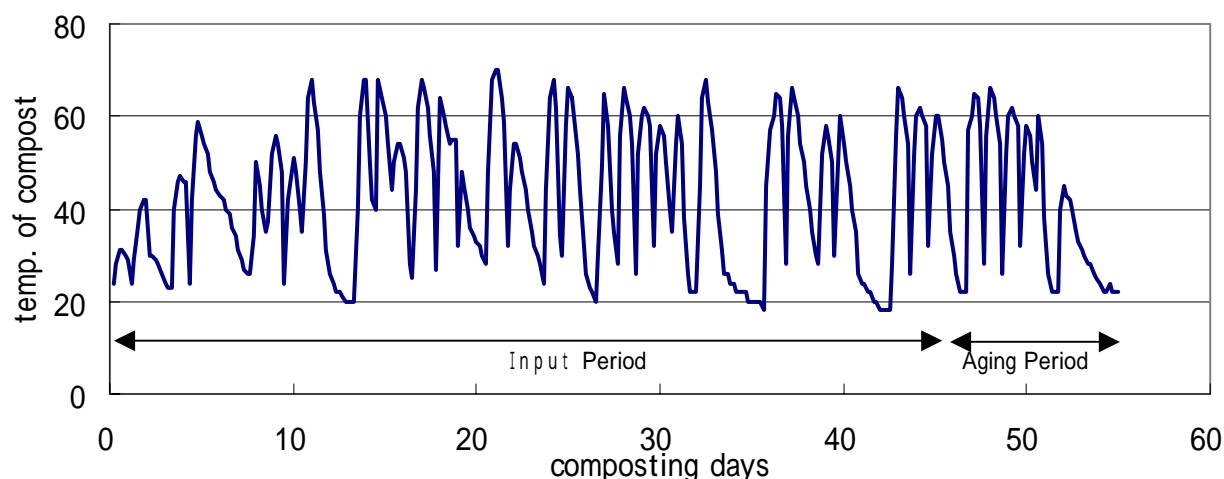


Fig. 1 Temperature change of carton composting

この状態では嗅覚でもアンモニア臭を感じた。段ボールコンポスト法を実際に家庭などで行う際に、アンモニアなどの悪臭物質の発生は障害となるため、アンモニアを検出し始めた時点で、新たな弁当食べ残しの追加を止め、実験の終了とした。

新たな弁当食べ残り追加を停止した後も、毎日攪拌、水分の調整を継続し、温度上昇が低下してきた段階で最終的な堆肥化実験の終了とした。

4. 堆肥化物の性状

段ボール堆肥化実験終了時の内部堆肥化物の性状をTable 4 に示す。堆肥化物の灰分は、基材や投入弁当食べ残しのどれよりも高い値であった。また、粗脂肪分は弁当おかずの平均 24%と比較すると非常に低い値であった。

Table 4 Features of final carton composting material

Whole Weight	7.78 kg
Water content	34.8%
Ash	10.3%
Fat	2.8%
Hydrogen	5.8%
Carbon	46.2%
Nitrogen	3.2%
CN ratio	14

全体の重量は7.78kgであったが、これはTable 1 に示した実験開始時の基材重量11.03kgと、Table 2 中の弁当食べ残り追加量のご飯 5.82kgとおかず 5.85kgの合計である22.70kgと比較すると約 1/3 の重量である。しかし、これは見かけの減少量でしかないため、水分量を考慮に入れて重量変化を検討しなければならない。

そこで、実験に用いた基材、追加食べ残りおよび最終堆肥化物の固形分、灰分、油分について、その収支比較を行った結果をTable 5に示した。ここで、基材と最終堆肥化物の成分含有量はTable 2およびTable 4の値を用いた。また、追加弁当食べ残りに対しては、Table 3の結果より水

分は平均値を用い、灰分および粗脂肪分は5～7%および20～30%として算出した。

この結果、水分を考慮した固形分の変化は、実験開始時の基材および弁当食べ残しの固形分14.05kgが堆肥化終了後には5.07kgとなり、減少率64%であった。両者の差の9.43kgが微生物による発酵分解されて減少した量であると考えられる。

一方、灰分は微生物分解されないため減少しないはずであるので、投入した食べ残しの灰分合計量と堆肥化物の灰分量を比較することで、今回の堆肥化実験の精度を確認することができる。灰分の減少率が12～20%で多少の誤差がみられるが、基材の灰分と追加した弁当食べ残しの灰分が、ほぼ堆肥化物の灰分として回収されたとして支障ないと考えられる。今回の実験では、追加する弁当食べ残しの成分分析は5件のみ行ったが、今後この件数を増加させることによって精度を更に向上させることが出来ると考えられた。

粗脂肪分の減少率は79～85%であり、固形分の減少率と比較しても大きく、弁当おかず食べ残りとして追加した粗脂肪分の80%以上が堆肥化の過程で分解されたと考えられる。脂肪分は堆肥化では分解されにくいような誤解があるが、発熱量の関係から堆肥化初期の高温期では脂肪分が分解されているといわれている⁷⁾。また、家庭用の堆肥化容器や段ボールコンポストにおいて、品温が低下した時に米ぬかを追加して、品温を回復させることがよく行われている。これも脂肪分の分解されやすさを利用したものであると考えられる。

減少率を、水素、炭素および窒素の元素別にみてもみると、水素と炭素の減少率は約65～70%であり固形分の減少率とよい一致を示した。逆に、窒素の減少率は27～38%であり二元素の減少率と全く異なった数値であった。これは、CN比が大きなものの堆肥化では、有機物中の炭素・水素が二酸化炭素と水になって放出され、窒素分は主に細菌増殖により菌体構成物質として同化されていくため、次第にCN比が低下していくという事実とよく一致している。

5. 剪定枝堆肥化物の適用性

Table 5 Weight comparison between base&adition material and composted material (kg)

	Solid	Ash	Fat	Hydrogen	Carbon	Nitrogen
Base	7.24	0.43	0.05	0.42	3.48	0.08
Rice	3.90	0.02	0.01	0.27	1.70	0.05
Dish	2.91	0.14~0.20	0.60~0.90	0.21~0.26	1.43~1.60	0.09~0.13
Total amount	14.05	0.59~0.65	0.66~0.96	0.90~0.95	6.61~6.78	0.22~0.26
Composted material	5.07	0.52	0.14	0.29	2.34	0.16
Decreased ratio* (%)	64	12~20	79~85	68~69	65~66	27~38

*: (Total amount-Composted material) / Total amount × 100

本実験では、段ボールコンポスト法の基材として一般的に用いられるピートモスともみ殻燐炭の代わりとして、剪定枝堆肥化物を用いた。その結果、弁当食べ残し追加後の品温は 70 程度まで上昇し、重量減少率も大きく、品温低下や水分過剰などの問題を生じず堆肥化を行うことが出来た。

また、基材として使用した剪定枝堆肥化物のサイズが大きなものの CN 比は 44 と高く、このままでは田畑に使用するには若干問題があるものである。しかし、弁当食べ残しと堆肥化を行うことにより、最終的な堆肥化物の CN 比は 14 と非常に低くすることが出来た。今回の実験では段ボール箱内より発生したアンモニア濃度が高かったが、これは基材に対して弁当食べ残しの追加量が多かったためであると考えられる。今後、基材の量と追加する弁当食べ残し量を調節することで、アンモニアの発生を抑えることができれば CN 比が高い剪定枝堆肥化物の有効利用と食品残渣の堆肥化が可能となると考えられた。

ま と め

市販宅配弁当食べ残しの堆肥化を、剪定枝堆肥化物を基材として用いた段ボールコンポスト法により行った結果、以下のことが分かった。

1. 11kg の基材に 19.45kg の弁当食べ残しを、45 日にわたり 30 回追加して堆肥化を行った。
2. 実験終了後の最終堆肥化物の重量は 7.78kg であり、この時の水分は 34.8% であった。
3. 乾燥固形分ベースで堆肥化前後の重量変化をみると、基材と弁当食べ残しの合計 14.05kg が、堆肥化

後には 5.07kg となり、減少率 64% であった。

4. 水素および炭素の減少率は 65 ~ 69% であり、固形分の減少率とほぼ同じであった。
5. 脂肪分の減少率は約 80% であり、堆肥化の過程で脂肪分がよく分解されていることが分かった。
6. 剪定枝堆肥化物を基材として、弁当食べ残しの段ボールコンポストが行えるということが判明した。

(謝辞)

本研究にあたり、弁当食べ残しの収集にご協力をいただいた臨海工場の方々に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 環境省:循環型社会白書,平成 15 年度版
- 2) 藤原 俊六郎:家庭で作る生ごみ堆肥,農文協,1999
- 3) 神山 桂一 他:室内における段ボール箱での厨芥処理の研究,第 13 回廃棄物学会研究発表会講演論文集,377,2002
- 4) 平 由以子:堆肥づくりが「生きた知識」となるために,月刊廃棄物,58,2003-12
- 5) 神山 桂一 他:生ごみ堆肥化は室内で,月刊廃棄物,83,2003-7
- 6) 福岡市:業種別食品廃棄物のサンプリング品質調査委託報告書,2001
- 7) 藤田 賢二:コンポスト化技術,技報堂出版,1993