

「晴れの国おかやま国体」等で使用されたバイオマスプラスチック製弁当容器の堆肥化試験

滝本英二*・白石 誠・脇本進行**・小林 宙・難波博一***

Compost processing examination of box lunch container made of biomass plastic used by "Harenokuni okayama kokutai" etc

Eiji TAKIMOTO, Makoto SHIRAIISHI, Nobuyuki WAKIMOTO, Hiroshi KOBAYASHI and Hakuiti Nanba

要 約

「晴れの国おかやま国体」等で使用されたバイオマスプラスチック製弁当容器の堆肥化処理の可能性を検討した。

- 1 弁当容器が概ね目視できない程度に分解されるのに要した日数は、10日から12日程度であった。
- 2 弁当容器投入の前後1週間の堆肥発酵温度は、概ね60℃以上あり、弁当容器投入による影響は少なかった。
- 3 コマツナ種子の発芽障害は見られず、堆肥成分の値にも大きく影響することはなかった。

よって、堆肥中では、大量のバイオマスプラスチック製弁当容器を効率よく処理することができ、作物に対して安全性の高い堆肥を生産することが可能である。

キーワード： 晴れの国おかやま国体、バイオマスプラスチック、堆肥化

緒 言

近年、地球温暖化防止、循環型社会の形成などの観点から、バイオマス（再生可能な生物由来の有機性資源）の利活用が全国的に推進されている。

このような状況の中で、平成14年12月には、「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定され、化石資源由来材料の代替としてバイオマス由来材料の普及が図られている。このなかで、特に植物を原料とするプラスチックであるバイオマスプラスチックが注目されている。

しかしながら、バイオマスプラスチックを原料とした製品（以下「BP製品」という）は、通常のプラスチック製品と比べて、生産効率が低く、また需用も少ないために価格が高いなどの問題があり、機能性や生産技術の向上及び認知度の向上などによる需用の創出が課題である。

そこで、これらの課題を克服するために、本県ではBP製品の研究開発や生産技術の向上などに対して支援を行っている。

今回、本県において、「晴れの国おかやま国体」及び「輝いて！おかやま大会」が開催されることから、BP製品の認知度向上及び普及啓発を図り、環境にやさしい国体をアピールするため、

県が配布・支給する弁当容器をBP製品にするとともに、分別回収後、当センターで堆肥化試験を行ったのでその概要を報告する。

材料及び方法

1 供試材料

弁当容器は、ポリ乳酸およびタピオカ澱粉を主原料とした2種類を用いたが、それぞれに使用されている原料は、以下のとおりである。

（ポリ乳酸）

- ・主原料 ポリ乳酸樹脂
 - ・添加剤 PLA用ポリマー添加剤
- （タピオカ澱粉）
- ・主原料 タピオカ澱粉
 - ・補助剤 パルプ繊維
 - ・乳化剤 クエン酸モノグリセリド
 - ・脂肪含有分離剤 植物性脂肪、動物性脂肪、レシチン、密蝋の混合物

これらの容器は、夏季大会の開閉会式、秋季大会の開閉会式、障害者大会は大会期間中に配布されたものを、分別回収後、食べ残しなどを取り除き、生分解性プラスチック製のポリ袋(90L)に封入し、宅配便にて搬入した。（写真1）

なお、タピオカ澱粉の弁当容器は、都合により秋季大会の閉会式のみでの使用であったため、試験は、ポリ乳酸製の弁当容器を主に使用して行った。

弁当容器の搬入数量および1日当たりの堆肥舎への投入量などは、表1に示すとおりである。

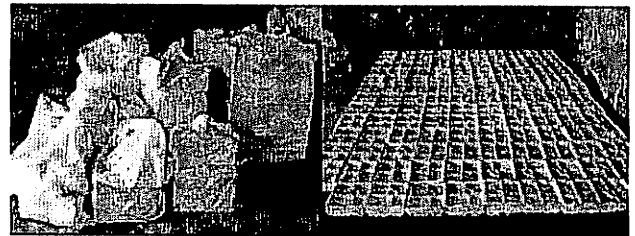


写真1 弁当容器搬入の様子

表1 堆肥化处理したBP製弁当容器の概要

堆肥舎投入日		数量 (個)	重量 (kg)	1日当たり投入量 (個)
夏季大会	H17.10. 6 (1日間)	1,228	27.0	1,288
秋季大会	H17.10.24~28、(11. 1~ 2) (7日間)	17,800 (4,800)	521.0 (288.0)	2,500 (2,400)
障害者大会	H17.11.16~18、11.21~22 (5日間)	16,180	391.3	3,000
計	13日間	35,208	939.3	平均 2,700

注) () 内は、タピオカ澱粉の弁当容器を示す

2 投入方法

堆肥舎への投入は、事前に約3tのオガクズ敷料混合の肉用牛及び乳用牛ふんと約2,700個(約60kg)の弁当容器をローダーでよく混合した後に行った。(写真2、3)

なお、堆肥舎は、回行型スクープ式堆肥化施設(7×75×1.8m、945m³、移送攪拌機：(株)ナカミチ技研製サークルコンボ)で、1日1回の攪拌を行い、堆積期間は約2ヶ月間とした。

また、水分調整はオガクズを用い、投入時の原料の水分含量は、約75%であった。



写真2 弁当容器と牛ふんの混合



写真3 堆肥舎への投入

た抽出液10mlを用いた。また、種子はコマツナ(品種：健美)を用い、発芽シート(富士平工業(株)「たねピタシート」)上に50粒播種し、ECを調整した抽出液(2.0mS/cm以下は原液のまま、2.0~4.0mS/cmは2倍希釈、4.0~10.0mS/cmは5倍希釈)を注入した後、20℃に保持した恒温器内で3日間培養したのち測定した。

なお、堆肥抽出液の発芽率は、対照区の発芽率を100%とした時の比率とした。

次に、堆肥成分については、発芽試験に供した堆肥を使用し、水分、有機物含量、全炭素(T-C)、全窒素(T-N)、リン酸(P₂O₅)、カリウム(K₂O)、ナトリウム(Na₂O)、カリシウム(CaO)、マグネシウム(MgO)を分析した。

なお、風乾物の水分は、105℃で5時間乾燥後、デシケーター内で放冷後、秤量して求めた。有機物含量は強熱減量法、T-CおよびT-NはCNコーダー、リン酸はハナドモリブテン酸法により、その他の無機成分は、乾式灰化法による原子吸光分光光度法で分析測定した。

結果及び考察

1 分解速度

弁当容器が分解されて、形状が変化していく様子を写真4~写真8に示した。

堆肥舎へ投入してから1日から2日経過した弁当容器は、原形はとどめているものの、大きく湾曲したり、一部欠けているものが見られた。

3日から4日経過すると、原形をとどめているものはほとんどなく、最大で弁当容器の半分程度

3 調査項目および測定方法

分解速度は、毎日午前10時に弁当容器の分解状況を観察し、目視で確認できなくなるまで行った。

発酵温度は、弁当容器投入地点の1m深部をバイメタル温度計により毎日10時から11時の間に測定した。

また、発芽試験は、弁当容器を投入した箇所の堆肥を、投入から約2ヶ月後に堆肥排出口で採材し、試験に供した。試験には、生試料10gに沸騰水100mlを加え、1時間放置後、ガーゼでろ過し

の大きさのものから最小で2 cm 四方程度の大小様々な切片に分解していた。

この弁当容器半分程度の大きさの切片も、5日から6日経過すると、大部分が手のひらサイズ以下の大きさとなった。

7日から8日目には目視できる切片は、激減したが、堆肥表面の所々に2 cm 四方程度の切片が、いくつか散見された。

9日目以降は、堆肥中に埋没する時間が少なかったと思われる切片がいくつか確認されたが、最終的に、弁当容器が概ね目視できない程度に分解されるのに要した日数は、10日から12日程度であった。

今回は、ポリ乳酸樹脂を主原料とする弁当容器の分解状況を調査したが、このポリ乳酸が生分解するためには、高温・高湿の環境下で微生物の栄養源が必要である。特に、コンポスト中のような高温・高含水率の環境下では、加速度的に分解が進むとされている⁶⁾。

実際に、弁当容器の投入箇所から分解して目視できなくなった箇所の発酵温度は、60℃～75℃あり、含水率も62%～72%であったため、効率的に分解させることができ、今回のように大量の弁当容器を処理することが可能となった。しかしながら、今回のように堆肥の攪拌を機械で行った場合、攪拌後、弁当容器が堆肥表面に出てしまい、堆肥との接触時間が短くなり、全量分解させる時間が遅くなるが、これも堆肥を表面に被せるなどして、常時堆肥と接触するようにすれば、更に分解を速くすることが可能であると思われる。



写真4 投入から1～2日目



写真5 3～4日目

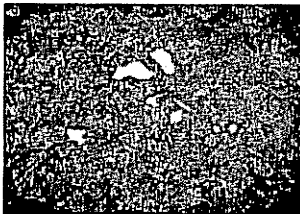


写真6 5～6日目



写真7 7～8日目



写真8 10～12日目

2 発酵温度の推移

弁当容器の投入開始前1週間と投入終了後1週間の発酵温度を図1に示した。

夏季、秋季、障害者大会の弁当容器を投入する際、投入箇所の堆肥は、常に60℃以上の発酵温度であった。

そして、弁当容器投入直後の1日目および2日目には、一時的に50℃程度まで発酵温度の低下が見られたが、直ちに温度は回復し、3日目以降は概ね60℃以上で安定しており、弁当容器投入による影響は少なかった。

出来上がった堆肥は、BP製の鉢とともに、県内の小学校や農業高校に配布し、境教育資材としての活用を予定しているため、衛生面や作物にとって安全な堆肥を製造する必要がある。

一般に、60℃以上の高温が数日間続くと、堆肥中の病原菌や寄生虫、雑草の種子などが死滅する。¹⁾

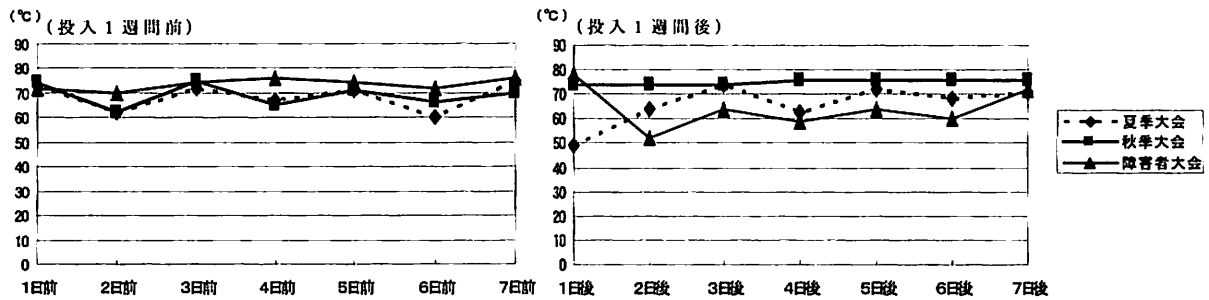
今回、最後の弁当容器の投入が完了した後も、約1ヶ月間の平均発酵温度は65.2℃であり、衛生的で安全な堆肥を製造することができた。

また、弁当容器の投入直後、一時的に発酵温度が低下したのは、通常原料は、水分含量が多い時には、オガクズを加えた後、よく混合して水分を調整するが、一度に大量の弁当容器を投入したことにより、混合が不十分で、水分調整がうまくできていなかったことによるものと考えられた。

しかしながら、堆肥舎へ投入後は、攪拌機によって十分に混合され、水分含量が最適な条件となり、発酵温度が上昇したのと考えられた。

大量のBP製の弁当容器などを堆肥化処理する場合は、少量ずつ投入し、畜ふんなどの原料とよく混合することで均一の水分含量に調整する必要がある。

図1 B P 製弁当容器投入前後の堆肥発酵温度



3 コマツナ発芽試験

コマツナ種子による発芽試験の結果を表2に示した。

3大会とも弁当容器を投入した箇所の堆肥は、100%近い発芽率であった。

また、ECについては、毎月一回定期的に測定しているが、平成17年度の平均が4.7mS/cm程度である。今回、弁当容器を投入した時のECは、夏季大会が平均5.36mS/cm、秋季大会が平均5.58mS/cm、障害者大会が平均3.83mS/cmであり、大きく上昇することはなかった。

発芽障害のない安全性が高い堆肥は、発芽率が80%以上必要である。²⁾ また、ECが高くて塩類濃度の高い堆肥³⁾ や油脂分が残存している堆肥⁴⁾ は、作物に悪影響を及ぼすといわれている。

B P製品は、分解して最終的には水と二酸化炭素になるため、作物への影響はほとんどないと考えられる。しかしながら、分別回収された弁当容器には、食べ残しやビニールなどは全て除去されているものの、容器の内側には、油やソースなどの調味料が多く付着していたために、作物への影響が懸念されたが、今回の試験では発芽障害もなく塩類濃度の低い、作物に対して安全性の高い堆肥を製造することができた。

表2 コマツナ発芽試験

	サンプル数	EC (平均)	対参照区発芽率
夏季大会	7	5.36mS/cm	100.0%
秋季大会	9	5.58mS/cm	99.7%
障害者大会	13	3.83mS/cm	100.0%

4 堆肥成分

当センターでは、毎月一回定期的に堆肥成分および堆肥舎から発生する臭気の調査している。

弁当容器を投入した箇所の堆肥成分および平成17年度に調査した堆肥成分の平均値を表3に示した。

水分については、障害者大会の弁当容器を投入した箇所の堆肥だけが、17年度平均値よりも高

く63.1%であった。

これは、2ヶ月間の発酵期間のうち、後半1ヶ月が最も気温が低くなる1月になったために、発酵温度が上がらずに水分の蒸発が少なかったためと考えられる。夏季大会および秋季大会分が、17年度平均値よりも低いため、弁当箱投入による影響ではないと思われる。

有機物、全窒素、C/N比を見ると、全国農業協同組合中央会が示した家畜ふん堆肥の品質推奨基準では、乾物当たり有機物が60%以上、全窒素が1%以上、C/N比が30以下となっている。⁵⁾ 今回、弁当容器を投入した箇所の堆肥成分は、17年度平均値に近く、また品質推奨基準も満たしており、弁当箱投入による影響はほとんど見られなかった。

また、無機成分についても、同様に弁当箱投入による影響は、ほとんど見られなかった。ただし、牛ふん・オカクズ堆肥のリンとカリの平均的な値は、リン2.3%、カリ2.6%であるが⁵⁾、表に示した数値は、全て2~3倍量の高い値を示した。これは、原料に若干の乾燥鶏ふんを混ぜて処理していることと牛尿が個運入していることによるものと考えられた。

今回、大量のB P製品を堆肥化処理した場合の堆肥の発酵温度、堆肥成分および作物の発芽に与える影響を国体というイベントを利用して調査した。

結果は、堆肥中では大量のB P製品を効率よく処理することができ、また、発酵温度や堆肥成分に大きく影響することはなく、作物の発芽障害のない安全な堆肥を生産することが可能である。

表3 堆肥成分 (乾物中)

	水分	有機物	T-C	T-N	C/N比	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
	%	%	%	%		%	%	%	%	%
夏季大会	45.8	76.3	33.46	1.63	20.6	5.99	4.54	0.54	1.72	3.23
秋季大会	46.8	74.7	33.77	2.06	16.4	7.53	4.57	0.56	2.41	3.57
障害者大会	63.1	76.3	34.28	1.60	21.6	4.05	4.49	0.53	1.93	2.53
H17年度平均	55.1	78.3	33.18	1.65	20.1	6.04	4.01	0.51	1.88	2.93

引用文献

- 1) 農文協：畜産環境対策大事典，第2版，57-58
- 2) (財)日本土壌協会：堆肥等有機物分析法，214-215
- 1) (財)畜産環境整備機構：家畜ふん尿処理・利用の手引き，畜産環境アドバイザー養成研修資料，62
- 2) 河野興一郎(1998)：家畜ふんを利用した生ゴミ一次処理物の堆肥化試験．東京都畜産試験場，平成10年度，54-55
- 5) 財団法人畜産環境整備機構(1998)：畜産環境アドバイザー養成研修会資料（家畜ふん尿処理・利用の手引き），59-63
- 6) 生分解性プラスチック研究会：生分解性プラスチックの本，30-31