

ゴミ回収に使用される 生分解性プラスチック製ゴミ袋の土壌中での分解

森本 正則*・**・土岐 はるな*・中谷 祐基子*・

田中 尚道**・駒井 功一郎*・**

(*近畿大学農学部農芸化学科、**近畿大学資源再生研究所)

Decomposition of biodegradation bag for collection of garbage in the soil

Masanori MORIMOTO*, Haruna TOKI*, Yukiko NAKATANI*,
Naomichi TANAKA** and Koichiro KOMAI*

**Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Kinki University, 3327-204
Nakamachi, Nara 631-8505, Japan*

***Institute of Resource Recycling, Kinki University, 157-1 Minamimatsushima, Eniwa,
Hokkaido, Japan*

Synopsis

Using of biodegradation bag will be one of the essential of recycle system in regional network. Because of collected garbage directly input into the compost plant. When the mixture of the biodegradation bag and garbage in compost process, the microorganisms, as fungi and bacteria, decompose the bag to small molecules with mass garbage. Recently, biodegradation polymer make of poly-lactate and starch prepared from plant materials. Actually, the people are using the starch based biodegradation bag in Kuriyama town, Hokkaido for recycling of organic waste for making of a compost. Now, there is the compost plant in this town and the produced composts are using by local farmer. The biodegradation process of the 2 different type bags, clear and white printed with yellow color letters were evaluated by buried in the soil. As the results, it was not sufficiently to decompose them during 9 month in the soil. But clear one was better decomposed than other one. And then, the decomposition area was observed by SEM and was recognized a lot of decaying regions on the film and microorganisms. Though, there is different between test condition and compost plant, it is necessary to evaluate under composting process mimic condition. In this survey, the decomposition of them was not sufficient in a year.

緒 言

国内の廃棄物排出量は、一般家庭や流通・外食店等から排出される一般廃棄物が約5千万トン、産業活動によって排出される産業廃棄物が約4億トンと見積もられる¹⁾。平成14年に施行された「食品リサイクル法」や環境問題への関心の高まりから、地方自治体では、家庭からの生ゴミを回収しコンポスト化処理によって堆肥を生産し、農地や緑地へ施用することで地域内での有機物循環を促すと共に、ゴミ問題を解決しようとしているが、稼働コストやコンポストならびにそれを使った農作物の収益など様々な問題を抱える自治体も多い²⁾。北海道夕張郡栗山町もその様なゴミ減量化と資源再利用に取り組む自治体の一つであり、現在、生ゴミと下水道汚泥を原料とする堆肥化施設を稼働している³⁾。山形県長井市では、家庭から排出されるゴミを収集するために専用のゴミ袋を使用していないが、北海道栗山町では、その収集に際しコンポスト化の過程で分解されるように生分解性ゴミ袋を使用している(Plate 1, 右が現行品)。これらの生分解性ゴミ袋の土壌中での分解性特性を明らかにするために、現行品ならびに試作品(Plate 1, 左)を用いた埋土試験を実施したので、その概要を報告する。



Plate 1. Two biodegradation-bags using at Kuriyama town (left: A-type, right: B-type).

材料および方法

1. 生分解性ゴミ袋の土壌中での分解

プラスチック製プランター(50cm×15cm 深

さ15cm)に、真砂土と園芸培養土にコンポストを少量混和した土壌を基本土壌とした。さらに多くの畑地やコンポスト製造過程では若干の酸性を示すことが多いので酸性ピートモスを適量混和した酸性区を設けた。これに一边が約10cmの正方形となるように切断した栗山町でゴミの回収に使用されているゴミ袋と試作品(A:不明, B:デンプン系)を設置した(Plate 2)。その上に約5mm程度覆土し、近畿大学農学部内の雨よけのない野外に設置した。試験は2006年8月より開始し、定期観測として埋土したフィルムを3ヶ月ごとに土壌より掘り出し、最終測定は2007年5月に実施した。測定項目は、分解程度を目視にて確認すると共に土壌のpHを測定した。

さらに埋土処理後9ヶ月後の生分解性ゴミ袋については、赤外吸収スペクトル(IR, FTIR8020D, 島津社製)を測定し、目視での分解性との比較を行った。実際のIR測定には、全反射測定法(ATR)を用いてゴミ袋表面の化学構造変化を確認した。



Plate 2. Test setting for biodegradation of these test bags (A-type).

2. 埋土試験から回収した生分解性ゴミ袋の走査型電子顕微鏡(SEM)観察

埋土処理から9ヶ月に回収した各処理区の生分解性ゴミ袋は、イオンスパッタリング装置(JFC-1100E, 日本電子)を用いて金蒸着(10mA, ca. 1 min)後、SEM観察(JSM5400LV, 日本電子)を行った。

結 果

1. 生分解性ゴミ袋の土壌中での分解

最初の定期観察は、2006年11月初旬に実施し同時に測定した土壌のpHは、A：7.28, B：6.84, Aa：6.26, Ba：6.98であった。この様にピートモスを加えた区は若干酸性化しているが、Bの処理区ではほとんどその差が認められない。ゴミ袋の分解率については、プリント処理された袋(B)と無処理(A)のものでは、3ヶ月後が経過した時点では、プリント無処理の袋(A)が分解されている部分が多く認められるが、Bに関しては、ほとんど分解されていない(Plate 3)。

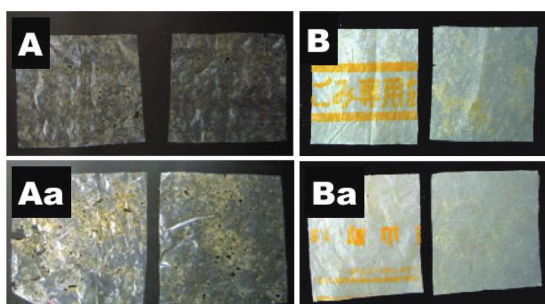


Plate 3. Decomposition of biodegradation-bag at 3 month after treatment, A: Clear bag, B: White bag, Aa: Clear bag with peat moss, Ba: White bag with peat moss.

2度目の定期観察は、2007年2月中旬に実施し、同時に測定した土壌のpHは、A：7.79, B：7.14, Aa：7.77, Ba：7.83分解率については、プリント処理袋(B)と無処理(A)ものでは、6ヶ月後が経過した時点では、3ヶ月後と比較して大きな違いは認められず、プリント無処理のゴミ袋(A)が分解されている部分が多く認められるが、

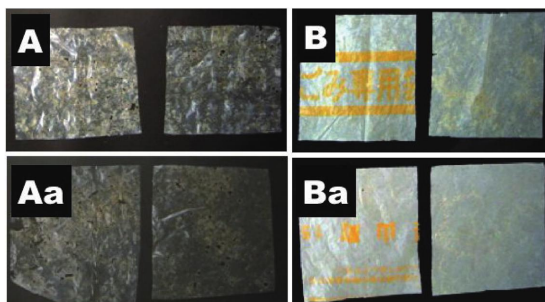


Plate 4. Decomposition of biodegradation-bag at 6 month after treatment, A: Clear bag, B: White bag, Aa: Clear bag with peat moss, Ba: White bag with peat moss.

試験開始3ヶ月後から比較すると、Bは少し分解が進んだように見受けられるが、試験開始から6ヶ月経過した時点でもほとんど分解されていない(Plate 4)。

3度目の定期観察は、2007年5月中旬に実施し、同時に測定した土壌のpHは、A：6.9, B：7.0, Aa：6.9, Ba：7.0であった。分解率については、プリント処理されたゴミ袋(B)と無処理(A)のものでは、9ヶ月後が経過した時点では、プリント無処理のゴミ袋(A)が分解されている部分が多く認められるが、いまだBの分解はわずかであった(Plate 5)。

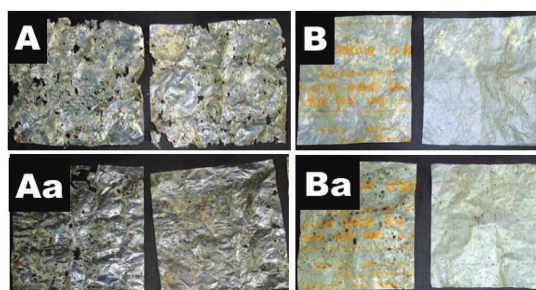


Plate 5. Decomposition of biodegradation-bag at 9 month after treatment, A: Clear bag, B: White bag, Aa: Clear bag with peat moss, Ba: White bag with peat moss.

埋土処理後9ヶ月後の生分解性ゴミ袋ATR-IR測定結果は、目視での分解性とよく相関し、目視でも分解の認められたAでは、埋土前(Control)の吸収スペクトルにおいて、カルボニル基由来の 1710cm^{-1} の強い吸収が認められるのに対し、埋土処理後(9 month after treatment)では、 1710cm^{-1} の吸収がほぼ消失していた。処理前のゴミ袋を用いた時のATR-IRのデータ(Plate 6, upper)は、乳酸のIRチャートをよく一致することから、この生分解性ゴミ袋(A)の主材は、ポリ乳酸(PLA)であると考えられる。一方で、水酸基に由来する 3300cm^{-1} の吸収が出現した(Plate 6)。このことはフィルム表面のほとんどが加水分解によって浸食されていることを示唆している。一方で分解のおもわしくなかったBでは、その吸収特性が埋土前(Control)と埋土後(9 month after treatment)でほとんど変化が認められなかった(Plate 7)。

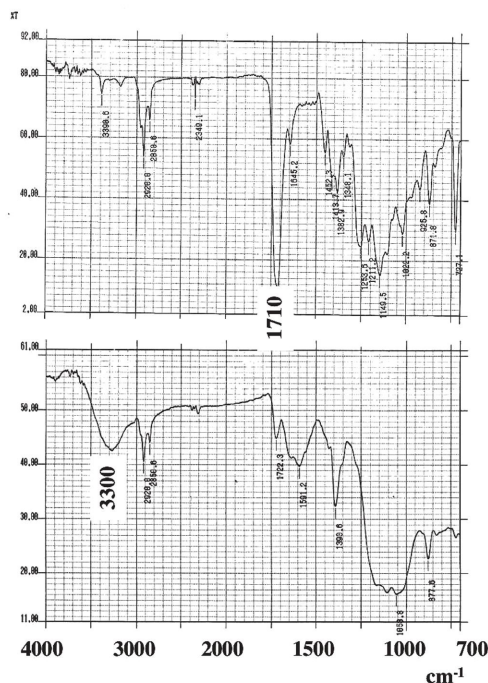


Plate 6. Comparison of ATR-IR data of type-A between control (upper) and 9 month after treatment (lower).

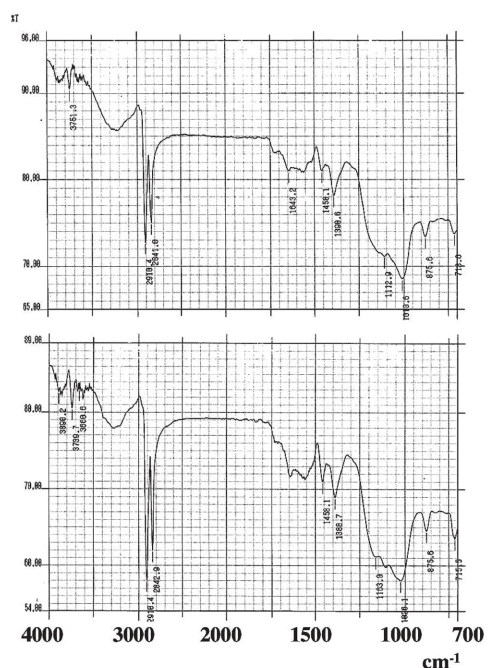


Plate 7. Comparison of ATR-IR data of type-B between control (upper) and 9 month after treatment (lower).

2. 埋土試験から回収した生分解性ゴミ袋の走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察

処理前の生分解性ゴミ袋 (A) の表面は、完全に平滑であり、Bには、所々に粒子が観察された (Plate 8)。

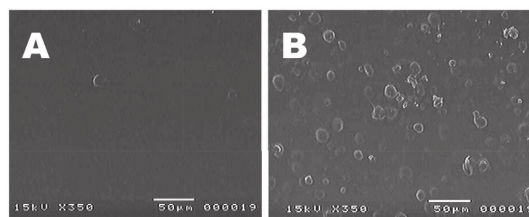


Plate 8. SEM images of biodegradation-bags before test using, A: Clear bag, B: White bag with yellow color print ($\times 350$).

一方で、埋土処理から9ヶ月に回収した各処理区の生分解性ゴミ袋は、Plate 2～4に示されるとおりAの崩壊が明確であったのに対し、Bは、所々に糸状菌の様なものが観察されるが、大部分

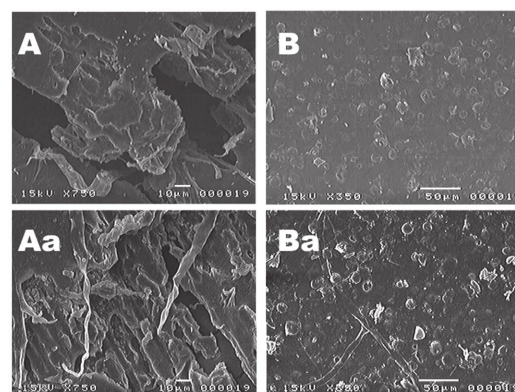


Plate 9. SEM images of biodegradation-bags at 9 month after treatment, A: Clear bag ($\times 750$), B: White bag ($\times 350$), Aa: Clear bag with peat moss ($\times 750$), Ba: White bag with peat moss ($\times 350$).

は平滑な表面を維持していた (Plate 9)。

Aの崩壊部分を詳細に観察すると微生物らしき粒子がゴミ袋を分解している様子が観察できた (Plate 10)。これらの微生物がゴミ袋の分解に重要な役割を果たしていると考えられた。

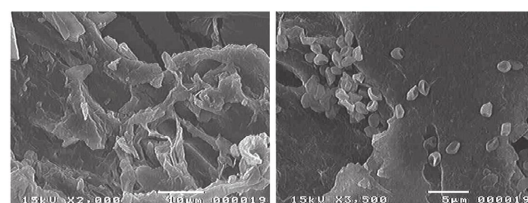


Plate 10. SEM images of decomposition area on type-A page on 9 month after treatment (right image: $\times 2000$, left image: $\times 3500$).

分解の思わしくないBにおいても、糸状菌の様なものが観察され、その周辺には穴の形成が認められた(黒三角)。ここから分解が進むであろうことが予想された(Plate 11)。

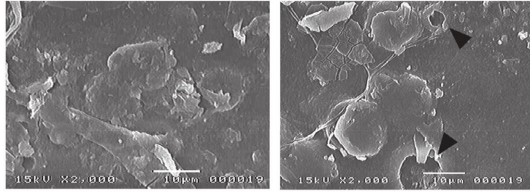


Plate 11. SEM images of beginning of decomposition on 9 month after treatment of type B bag (Black arrows, $\times 2000$).

考 察

生分解性ゴミ袋の埋土環境での分解性を観察したところ、その分解速度はそれほど速くないことが明らかとなった。また、2種類の異なる生分解性ゴミ袋において、その分解速度に違いあることが観察された。これは、これらゴミ袋の素材ならびにコーティング処理などの製造方法の違いによると推察される。実際のコンポスト化施設においては、今回の埋土環境よりも微生物の活動が活発であることと、常に攪拌や移動によって、物理的に破断されることから、より早くに分解されるのではないかと推察された。

生分解性プラスチックの分解においてもデンプン系フィルムとポリ乳酸系フィルムでその土壌中での分解速度に違いがあり、1年後の分解率は概ね20～30%であり、高pH環境でその分解は促進されるという報告もあり⁴⁾、この結果から考察すると、今回の生分解性ゴミ袋の完全分解には、2年程度の時間が必要である可能性も考えられる。一方で、農耕地へ埋土処理した生分解性プラスチックを用いた調査では、デンプンを主材としたプラスチックの分解性はポリ乳酸のものより早く、3ヶ月程度でほぼ完全に分解するというデータもある⁵⁾。さらにゴミ回収に生分解性プラスチックではなくシンプルな紙袋と古新聞を利用している自治体もあり、これらの利用も選択しかも知れない⁶⁾。

引用文献

- 1) 末松広行：食品リサイクル法、大成出版社、(2002)
- 2) 鶴見悠史ら：山形県長井市レインボープランにみる資源循環システムの実態と課題、農村計画論文集、7、25-30、(2005)
- 3) 坂口昇一ら：栗山町における家庭ごみのリサイクルと「有料化」に関する事例、近畿大学資源再生研究所報告、3、23-26、(2005)
- 4) 片山善大ら：生分解性プラスチックの土壌での分解——埋土3年後の結果——、環境情報科学、34 (4)、92-93、(2006)
- 5) 村上小枝子ら：生分解性プラスチックの土壌埋設による分解性評価、神奈川県産業技術総合研究所報告、8、47-50、(2002)
- 6) 田村賢樹：生活系生ゴミのコンポスト化、環境技術、29 (3)、198-201、(2000)