

生分解性プラスチックの微生物分解特性に関する実験的研究

山口大学工学部 ○水上 雅昭（学） 今井 剛（正） 浮田 正夫（正）
関根 雅彦（正） 樋口 隆哉（正）

1. 研究背景及び目的

戦後、石油化学工業の発達とともに登場したプラスチックは、現在我々の日常生活の中に完全に定着している。そして、その便利さから生産量、消費量とも増加を続けている。それにともない廃プラスチックの排出量も年間約1000万トンにも達し、その約8割が焼却処分され、約2割が埋め立て処分されている。しかし、焼却ではかなりの熱量を発生して焼却炉を破損させる上に、二酸化炭素を多く排出し地球温暖化を加速することが懸念されている。また、埋め立てようにも処分場が絶対的に不足している。そこでこのような問題を解決する素材のひとつとして、現在生分解性プラスチックが高い注目を集めている。生分解性プラスチックとは、自然界でそのまま処理しても堆肥化しても微生物によって分解され自然に還る新しいプラスチックである。しかし、これまで生分解性プラスチックの微生物分解特性に関する研究はそれほど例がない。そこで本研究では、現在の市場でもっとも多くの割合を占める生分解性プラスチックのひとつであるポリブチレンサクシネート（以下 PBS）、分解性向上の目的で PBS にイーストを 10% 配合したもの（以下 PBS+y）、さらにポリ乳酸（以下 PLA）を用いて、分解が比較的困難と考えられる嫌気的条件下及び比較的分解が容易であると考えられる好気的コンポスト化過程下における微生物による分解特性を把握することにより、PBS、PBS+y 及び PLA の微生物分解特性について検討する。

2. 生分解性プラスチックについて

生分解性プラスチックとは、使用中は通常のプラスチックと同様に使用でき、使用後は自然界の微生物によって分解され好気的条件下では最終的には水と二酸化炭素に、嫌気的条件下ではメタンと二酸化炭素に分解されるプラスチックのことをいう。本研究で使用した生分解性プラスチックは、フィルム状の PLA、PBS、PBS+y を使用した。しかし今回使用した PLA は、PLA のみでは柔軟性がなくフィルム状に加工できないので、柔軟性を持たせるために可塑剤が配合されている。

3. 嫌気的条件下での分解特性の把握

本実験では、生分解性プラスチックの分解が比較的困難な嫌気的条件下における分解特性を検討する。

3-1 実験方法

図1にバイアル実験装置の概略を示す。窒素ガスで置換したバイアルビンに種汚泥として消化汚泥(SS16400mg/L、VSS10896mg/L)を45mL、基質として5mm角に切ったPBS、PBS+y、PLAの三種類の生分解性プラスチックをそれぞれ投入した(表1参照)。また、対照系としてプラスチックを投入しない消化汚泥のみのもの(control)も設定した。これらを36℃に設定した恒温振とう槽に設置して経時的なメタンガス発生量を測定した。また、実験前後の生分解性プラスチックの重量変化についても測定した。

3-2 実験結果および考察

図2に実験終了(28日)後のメタン累積発生量を、図3に嫌気的条件下での生分解性プラスチックの重量変化を示す。バイアルビン内の消化汚泥は自己消化によるメタンガスの発生も行うため、生分解性プラスチックを入れたサンプルのメタン累積発生量から生分解性プラスチックを入れていないcontrolのサンプルのメタン累積発

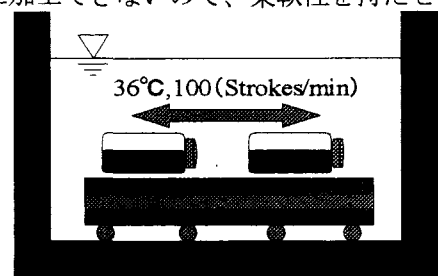


図1 バイアル実験の概略

表1 基質条件

	control	PLA	PBS	PBS+y
1倍量	0cm ²	50cm ²	50cm ²	50cm ²
2倍量		100cm ²	100cm ²	100cm ²

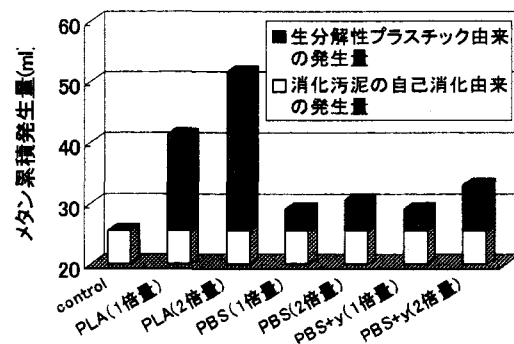


図2 実験後のメタン累積発生量

生量を除外したものが、生分解性プラスチックが嫌気性微生物によって分解された際に発生したメタンであると考えられる。このことを考慮して図2をみると1倍量、2倍量のサンプルともにPLAがPBS及びPBS+yに比べメタン累積発生量が多くなった。また、図3をみても1倍量、2倍量のサンプルともにPLAがPBS及びPBS+yに比べ、実験後の生分解性プラスチックの残存重量が少なくなった。このことから、メタン累積発生量をみることによって生分解性プラスチックの分解速度を把握することができることがわかった。また、図3より28日後、PLAが約13%分解されたのに対し、PBS及びPBS+yは約5%しか分解されなかったことから嫌気的条件下ではPLAのほうがPBS、PBS+yに比べ分解速度が高いことが確認された。

4. 好氣的条件下での分解特性の把握

4-1 実験方法

図4に示すような装置で生分解性プラスチックの分解が比較的容易と考えられる好氣的条件下における分解特性を検討した。試料は生ゴミの代替としてドッグフード（扱いやすく、均質な試料が得られるため）、植種及び水分として余剰汚泥（SS 3980mg/L、VSS 3236mg/L）、調質材として木屑、の混合物を用いた。試料の配合を表2に示す。また、装置底部より0.5L/minで送気し、試料内の温度変化を測定した。試料の中にはそれぞれ2cm×2cmに切った生分解性プラスチック（PBS、PBS+y、PLA）をそれぞれ7枚ずつ入れ、実験開始後7日、10日、14日、18日、21日目に取り出し重量を測定した。

4-2 実験結果及び考察

装置内試料および室温の温度の経日変化を図5に、図6に生分解性プラスチックの残存重量の変化を示す。図からPBSに比べてPLAの方が、分解速度が高いことがわかる。しかし、PBS+yは、PLAとほぼ同様の傾向を示した。このことから、PBSに微生物が分解しやすいイーストを配合することによりPLAと同等の分解特性を持たせることが可能であることが明らかとなった。また、図5、図6からPBS、PBS+y、PLAともに装置内温度がほぼ室温と同じ25℃付近まで低下した14日目付近から分解速度が急に上昇したことがわかる。その理由として、微生物の基質である試料内のドッグフードが分解された後に生分解性プラスチックが主に分解され始めたからと考えられる。

5. まとめ

嫌氣的条件下における分解について、PLAがPBS、PBS+yに比べ分解速度が高かった。好氣的コンポスト化過程における分解でもPLAがPBSに比べ分解速度が高かったが、PBS+yはPLAとほぼ同様の分解特性がみられた。このことから、PBSに微生物が分解しやすいイーストを配合することによりPLAと同等の分解特性を持たせることが可能であることが明らかになった。また、分解環境の違いから分解特性を比較すると、予想通りにPLA、PBS、PBS+yともに好氣的条件下のほうが、分解速度が2倍程度高いことが確認された。

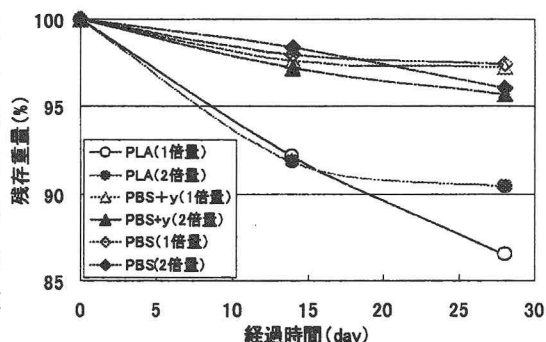


図3 プラスチックの重量変化

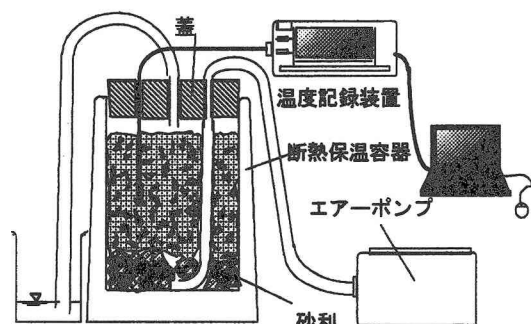


図4 コンポスト化装置の概略

表2 試料配合表組成

ドッグフード (g)	余剰汚泥 (mL)	木屑 (g)	生分解性プラスチック の種類
170	290	42.5	PLA、PBS+y、PBS

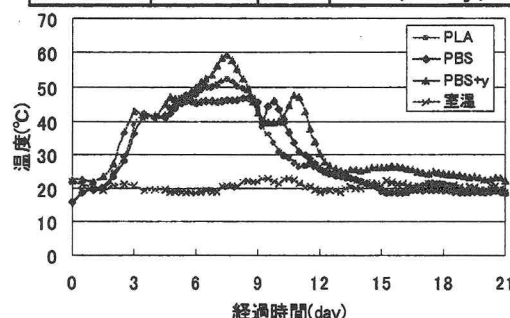


図5 装置内の温度の経日変化

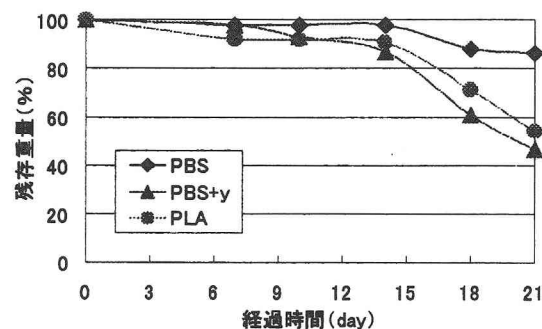


図6 プラスチックの重量変化