

バイオマスを混合した生分解性成型品の試作

平野 高広^{*}、佐々木 英幸^{**}、米倉 勇雄^{***}
大澤 純也^{****}

バイオマスの有効活用および生分解性プラスチックの機能改変を目的として、小麦のふすま、末粉、根昆布粉末をポリブチレンサクシネートへ重量比 1:1 で混合し、成型した。成型試作品を、引張強度試験、酵素分解試験、浸漬試験、コンポスト分解試験で評価した。バイオマスを添加すると、引張強度は約 1/3 ~ 1/6 まで低下したが、酵素、浸漬、コンポストによる分解速度は 10 ~ 800 倍上昇した。

キーワード：小麦ふすま、末粉、根昆布粉末、ポリブチレンサクシネート

Modification of Biodegradable Plastics by Mixing Biomass Resources

HIRANO Takahiro, SASAKI Hideyuki, YONEKURA Isao
and OHSAWA Junya

To making good use of the biomass resources and easy modification of the characters of the biodegradable plastic, we put 50%(w/w) of flour, bran, or kelp root powder into polybutylene succinate, the major biodegradable plastic. The strengths of the plastic films with the biomass resources were 1/3~1/6 of that without it. Addition the biomass resources raised the degradation rates of the plastic films up to about 10~800 times.

key words: flour, bran, kelp root, biodegradable plastics, polybutylene succinate.

1 緒 言

近年、環境負荷の低減を目的に、様々な分野でバイオマスの有効活用が進められている。我々はこれまでに粉砕粉末を生分解性プラスチックに混合する方法で、粉砕の有効活用及び生分解性プラスチックの機能改変に取り組んだ^{1, 2)}。

本研究では、粉砕と同様に余剰状態にある小麦のふすま（小麦の外皮）、末粉（三等粉や四等粉と呼ばれる外皮に近い部分の小麦粉）、根昆布粉末を混合した成型品を試作し、その強度及び分解性を評価した。

2 実験方法

2-1 成型加工

- * 応用生物部（現在 材料技術部）
- ** 化学部（現在 材料技術部）
- *** 金属材料部（現在 電子機械技術部）
- **** 応用生物部（現在 食品技術部）

バイオマスとして、小麦のふすまと末粉、および根昆布を使用した。根昆布は凍結乾燥後、超微粒摩砕機（増幸産業（株）製、スーパーマスコロイダーMKCA6-3）で粉砕し粉末にして用いた。成型加工の際、バインダーとして生分解性プラスチックであるポリブチレンサクシネート（昭和高分子（株）製、ピオノーレ#1020）を使用した。ポリブチレンサクシネートのペレット及び同重量のバイオマスをニーダーで 130 にて混合後、ホットプレス（（株）小平製作所製、PY-50E）にて 135 で板状に成型した。またアルミ製の金型で 135 にて成型品のサンプルを作成した。

2-2 引張強度試験

板状にした試料をダンベル型（2号ダンベル、JIS

K7127)に打ち抜き供試した。試験方法は前報²⁾に従った。

2—3 酵素分解試験

板状にした試料を、厚さ約1mm、縦横約3×30mm、重量約100mgに切断し供試した。試験方法は前報²⁾に従った。

2—4 浸漬試験

試料(厚さ約1.0mm、縦横約20×40mm、重量約1.0g)を、蒸留水30mlを入れたプラスチックチューブに沈め、試料全体を浸漬させた。浸漬72時間後に試料を60℃で4時間以上乾燥させ、重量を測定した。浸漬前後の重量変化から、水への溶解率を求めた。なお、本試験では前報にて作成した籾殻粉末40%(w/w)を含むポリブチレンサクシネートも試験に用いた。

2—5 コンポスト分解試験

発泡スチロール容器(縦20cm、横30cm、高さ10cm)に、コンポスト(盛岡・紫波地区環境施設組合製、田園有機、原料:生ごみ及び樹皮、成分:窒素全量3.1%、リン酸全量0.7%、カリ全量1.1%、炭素窒素比14、pH6.5)700gを入れ、深さ2cmの位置に試料(厚さ約1.0mm、縦横約20×40mm、重量約1.0g)を水平に埋設した。発泡スチロール容器に空気が若干通る程度にビニールで蓋をし、恒温恒湿器内で温度25±1℃、湿度50%に保った。

試験20日後に試験片を採取し、超音波洗浄器にて数秒間洗浄した後、温度60℃で4時間以上乾燥させて重量を測定した。重量減少率を分解量とした。

試験前のコンポスト中の菌叢を以下の方法で調べた。コンポスト1.0gを採取し、滅菌済み生理食塩水中に懸濁し適宜希釈した。細菌数は、普通寒天培地に菌液を塗布し、培養3日後にコロニーをカウントした。糸状菌数は、ストレプトマイシン30mg/Lを含んだポテトデキストロース寒天培地を用い、培養5日後にカウントした。放線菌数は、グリセロール5g/L、シクロヘキシミド50mg/Lを含むactinomyces isolation agarを用い、培養7日後にカウントした。培養温度はすべて25℃とした。コロニー数と菌液の希釈倍率から、菌数を求めた。また対照として畑地土壌の菌叢も調査した。

3 実験結果及び考察

3—1 試験片の性状及び引張強度

図1に作成したダンベル片及び成型品サンプル(末粉50%を含む)を示す。表1に引張強度およびクロスヘッドの変位の平均値を示す。バイオマスの添加により、引張強度は約1/3~1/6に低下した。また、伸びの指標であるクロスヘッドの変位が約1/18~1/42まで低下した。成型品サンプルは2~4mmの厚さがあるが、直接大きな力を加えない用途には十分使用できる強度を備えていると思われる。

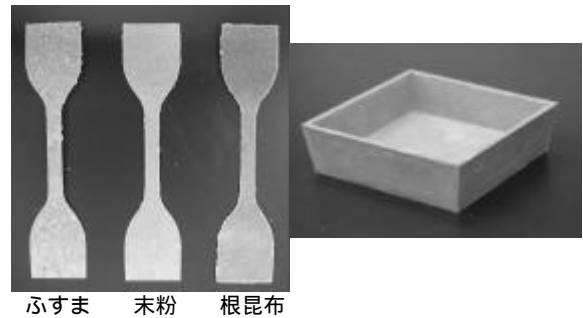


図1 試作したダンベル片(左)及び成型品サンプル(右、末粉入り)

表1 引張強度

籾殻含有率 (重量%)	強度 (N/mm ²)	クロスヘッドの変位 (mm)
無添加	29.3	58.7
ふすま	5.6	1.6
末粉	8.8	3.3
根昆布	12.4	1.4

3—2 酵素分解試験

酵素分解試験後の試験片の重量減少率を図2に示す。重量減少率はバイオマスの添加により、酵素無添加の場合で35倍以上、酵素添加の場合で10倍以上増した。バイオマス無添加区では酵素添加によって重量減少率が増したが、バイオマス添加区では酵素の有無に関わらず重量減少率は高かった。これはバイオマスが水溶液中に溶出する速度が、酵素分解速度と同等に高かったためと思われる。

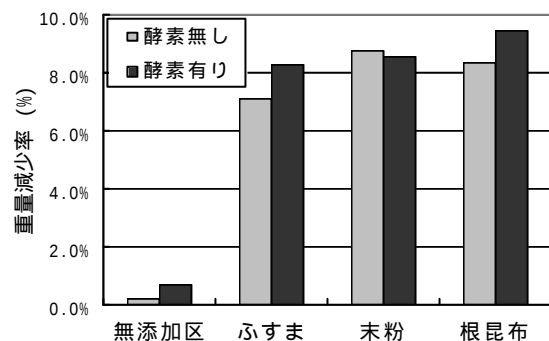


図2 酵素分解による重量減少

3—3 浸漬試験

図3に浸漬試験の重量減少量を示す。ふすま、末粉、根昆布粉末を添加した場合、浸漬による重量減少が大きく(無添加区の200倍以上)、籾殻粉末では重量減少が確認されなかった。浸漬による重量減少が、添加したバイオマスの性質に影響されることが明らかとなった。この影響はバイオマスの水溶性や親水性の違いに起因すると思われる。

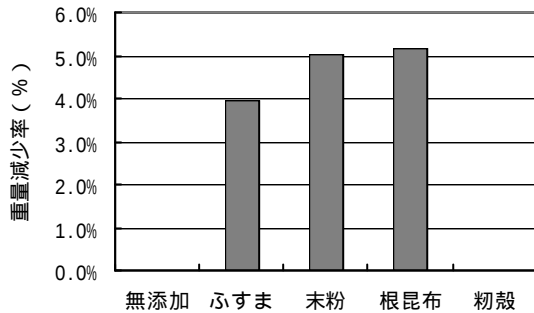


図3 浸漬による重量減少

3-4 コンポスト分解試験

図4にコンポスト試験の重量減少率を示す。無添加の場合と比べて、ふすま、末粉、根昆布を添加した場合、重量減少率はそれぞれ約80、400、800倍増した。なお、コンポストの菌数(表2)は一般的な土壌よりも1桁から2桁多く、生分解に関与する微生物数も多いと思われる。

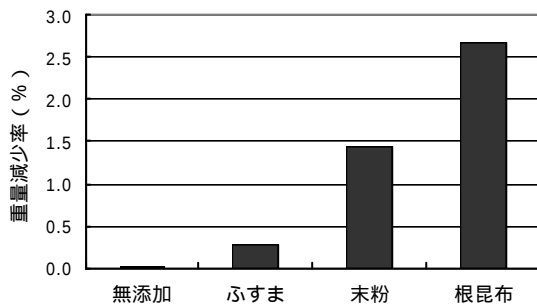


図4 コンポスト中での重量減少

表2 コンポストの菌叢

試料	菌数(個/g)		
	細菌	糸状菌	放線菌
コンポスト	1.7×10^8	1.2×10^6	5.2×10^8
畑地土壌(対照)	6.2×10^5	2.5×10^5	3.7×10^6

4 結 言

バイオマスの有効活用を目的に、バイオマス(ふすま、末粉、根昆布粉末)とポリブチレンサクシネートを重量比1:1で含む成型品を試作し、その強度及び分解性を試験した。

生分解性評価には数カ月を要するため、短期間で評価できる方法が望まれている。前報²⁾のコンポスト分解試験法は短期間で生分解性を評価できたが、毎日メンテナンスする必要があった。本報告では、恵谷らの方法³⁾を参考に改良し作業の大幅な簡素化に成功した。

引張強度は、バイオマス添加により1/3~1/6まで低下した。酵素試験、浸漬試験、コンポスト試験による分解速度は、バイオマスの添加で10~800倍まで上昇した。ポリブチレンサクシネートを土壌中に1年以上埋設した場合、重量で数%しか分解せず⁴⁾、完全分解には数年から十数年かかることが予想される。本試験結果から、バイオマスの添加によって完全分解に必要な期間を大幅に短縮できると思われる。

成型品サンプルの試作から、厚さが数mmあれば力が直接加わらない用途ならば十分使用できると思われた。すなわち、重い物を入れる薄手の袋類等には適さないが、軽いものを入れる小物トレイ等の容器には使用できる。強度と分解性は裏表の性質であるが、製品の特徴にあわせてそれらを制御することで実用性が広がるだろう。

文 献

- 1) 平野高広, 酒井晃二, 佐々木英幸, 山本忠, 大澤純也: 岩手県工業技術センター研究報告, 8, 151-153 (2001)
- 2) 平野高広, 佐々木英幸, 山本忠, 大澤純也: 岩手県工業技術センター研究報告, 9, 154-157 (2002)
- 3) 恵谷浩, 平野元三, 岩城尚子, 日本生物工学会誌, 80, 331-338 (2002)
- 4) 高分子分科会, 「生分解性プラスチックのフィールドテスト」中間報告、平成13年度 第39回高分子分科会会議資料