

活性炭の複合による生分解性樹脂の分解性への影響

ものづくり基盤技術課 岡野 優、川野優希、高松周一、山崎茂一、出村奈々海

1. 緒言

近年、非生分解性プラスチックの環境流出やその伴うマイクロプラスチック問題、さらに焼却処理による地球温暖化およびプラスチック廃棄物の問題が世界的に取り上げられている。この背景のもと、ポリ乳酸(PLA)を代表とした、自然環境中の微生物によって分解・代謝され、最終的に水と二酸化炭素となる「生分解性プラスチック」が注目されており、特にプラスチック廃棄物の削減効果が期待される。このように注目されている生分解性プラスチックであるが、課題として、使用時あるいは使用後における分解性の制御が挙げられる。

本研究では、生分解性樹脂のPLAに、表面に種々の有機官能基や細孔構造を有する「活性炭」を所定量配合した複合材料を作製し、力学特性ならびに生分解性を評価することで、生分解樹脂に対する活性炭の複合効果を調査した。

2. 実験方法

2.1 使用材料

PLAはユニチカ株式会社製テラマック(TE-2000)を用いた。活性炭は株式会社ユー・イー・エス製のもの(粒度：6 μ m、ヤシガラ由来)を用いた。

2.2 複合材料の作製および試験片の成形

PLA/活性炭複合材料の作製は、ラボプラストミル(株式会社東洋精機製作所製、4C150)を用いて実施した。なお、活性炭の添加量は、2.5wt%および5wt%の2水準とした。試験片は、真空射出成形機(株式会社ソディック製、MS100)を用いて、引張試験片(ダンベル形：1A形)、曲げ試験片(短冊形：タイプB)および板材(60 \times 60mm、厚さ1mm)をそれぞれ成形した。

2.3 力学特性評価(引張・曲げ試験)

引張試験は、JIS K 7162を参考に、曲げ試験はJIS K 7171を参考に小型強度試験機(株式会社島津製作所製、EZ-LX)を用いてそれぞれ試験した。試験本数は、いずれも5本とした。なお、比較材として、PLAのみの場合でも同様に試験した。

2.4 PLA複合材料の簡易的な生分解性評価

本研究では、予め水分調整した腐葉土(水分率：約65%)

を用いて簡易的に実施した。

PLAのみおよびその複合材料の各板材を8枚ずつ用意し、前処理として恒量になるまで乾燥した。試験容器(長さ30cm \times 幅20cm \times 高さ10cmのPP製(ふた付き)で、ガス交換のための直径5mmの穴を設けたもの)に水分調整した腐葉土を約1.5kg敷き詰め、これに板材を入れ、恒温器(アドバンテック株式会社製、CI-610)にて温度60 $^{\circ}$ Cで試験した。なお、試験片は腐葉土に入れる前に30秒間程度、純水中に浸漬した。試験開始後、定期的に腐葉土の攪拌及び純水の追加を行った。試験開始7、14、21、28日目に板材を2枚ずつ取り出し、純水で洗浄し、恒量になるまで乾燥した。その後、形態観察および重量変化を評価した。

3. 実験結果および考察

3.1 力学特性評価(引張・曲げ試験)

Fig. 1に引張強度および引張弾性率の試験結果を、Fig. 2に曲げ強度および曲げ弾性率の試験結果をそれぞれ示した。引張強度および曲げ強度は、どちらも活性炭の添加量の増加に伴い低下し、5wt%では30%以上の著しい低下が見られた。これは、活性炭の分散不良による凝集物の発生などが原因であると推測される。一方で、引張弾性率は2.5wt%では若干の低下は見られたものの、5wt%では約14%上昇した。また、曲げ弾性率の場合は、添加量の増加に伴い上昇しており、5wt%では約10%上昇した。このように、活性炭を複合することで、弾性率が向上することができた。ただし、課題として、混練条件や成形条件を再検討し、特に強度の改善を図る必要があると思われる。

3.2 PLA複合材料の生分解性評価

生分解性試験による板材の形態観察を実施したところ、PLAのみの場合、試験14日目に、一方で、活性炭を複合した板材の場合は、試験7日目に真菌類(白カビ)と思われるものを部分的に確認した(Fig. 3)。白カビの発生が早く観測されたのは、活性炭の影響である可能性がある。その後、亀裂や表面のはく離が生じ、形状の崩壊が進行し、さらに白カビも板材全体を覆うように繁殖していた。

Fig. 4に、PLA/活性炭複合材料の重量変化保持率の経時変化を示した。PLAの生分解は、第1に加水分解による分子鎖の切断が進行し、第2にその低分子量化したも

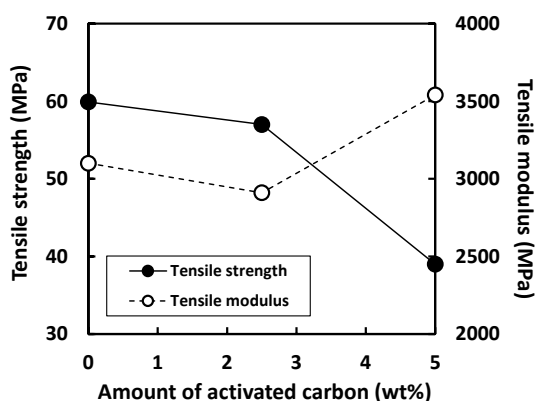


Fig. 1 Results of tensile strength and tensile modulus

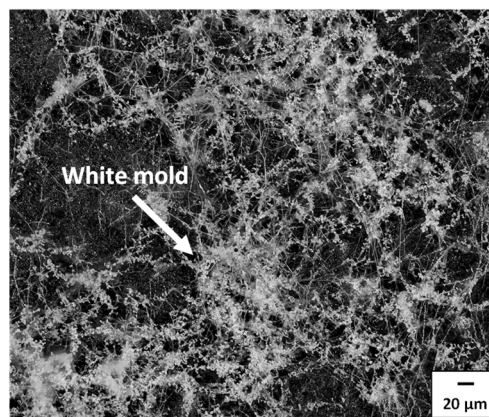


Fig. 3 Image of white mold

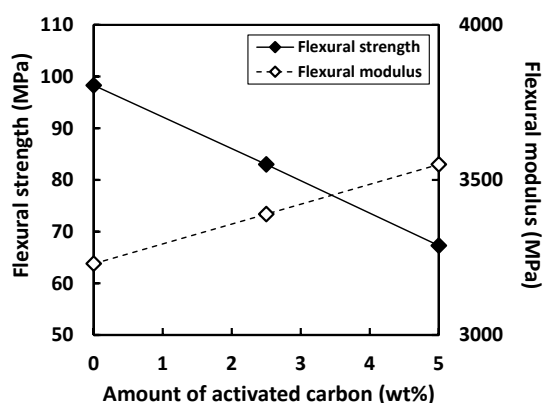


Fig. 2 Results of flexural strength and flexural modulus

のを微生物が分解する、2段階で進行する。活性炭を複合したものは試験開始7日目にはわずかながら重量減少を確認し、PLAのみでは試験開始14日目に重量減少を確認することができた。このように、活性炭を複合したものは重量減少、すなわち微生物による分解の開始が早くなっている可能性が示唆された。また、試験開始28日目において、PLAのみに対して活性炭を複合した材料は、2.5wt%および5wt%ともに3%程度とわずかではあるがより分解が進行していた。しかし、活性炭の添加量

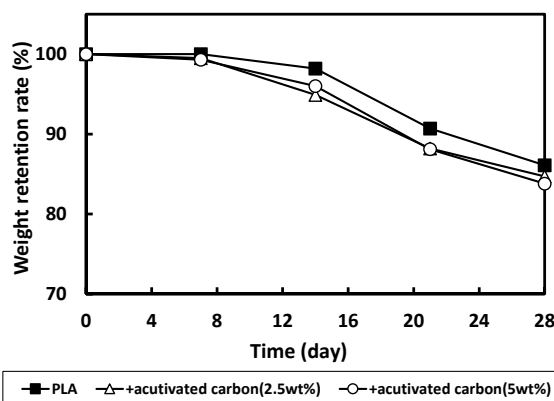


Fig. 4 Change-with-time of weight retention rate of plate materials made of PLA composite material

2.5wt%と5wt%では、分解性への差はほぼ見られなかった。今後は、より詳細に活性炭の分解性への影響を調査していく予定である。

4. 結言

PLA/活性炭複合材料の力学特性の評価および活性炭を複合することによる分解性を確認することができた。

キーワード：生分解性プラスチック、ポリ乳酸(PLA)、活性炭

Effect of Degradability of Activated Carbon for Biodegradable Plastics

Core Manufacturing Technology Section; Masaru OKANO, Yuki KAWANO, Shuichi TAKAMATSU, Shigekazu YAMAZAKI and Nanami DEMURA

In this study, mechanical characteristics (tensile test and bending test) and biodegradability of poly (lactic acid) (PLA) composite materials used activated carbon were investigated. PLA composite materials were confirmed their mechanical characteristics. Also, a simple biodegradable test for plate materials made of PLA composite material was conducted. An Activated carbon was researched the effect for biodegradable plastic (PLA).