

生分解性プラスチックの添加剤による生分解性の制御

ものづくり基盤技術課 岡野優 水野渡 川野優希 高松周一 山崎茂一 藤牧寛城^{*1}

1. 緒言

プラスチックは、主に石油を原料に合成され、軽量かつ丈夫であり、優れた加工性や長期安定性等の特性を有し、日常生活の様々な製品に利用されてきた。しかし、近年の世界的な生産量の増加に伴い、汎用プラスチックの海洋流出やマイクロプラスチック、焼却処分時に発生する温室効果ガスによる地球温暖化等の問題が顕在化し、生態系への影響が世界的に懸念されている。したがって、汎用プラスチックに起因するこれら問題を解決しうる、微生物によって最終的に水と二酸化炭素にまで分解される環境負荷の少ない生分解性プラスチックへ代替することが急務である。

生分解性プラスチックが分解する環境は、一般的にコンポスト（高温多湿）や土壌環境、水環境の3点が挙げられるが、種類によって分解する環境が異なり、分解する環境条件の制限がある¹。そこで生分解性プラスチックに種々の添加剤を複合化させ、生分解性を制御した新規プラスチック材料の開発を目指した。

本研究では生分解性プラスチックであるポリ乳酸（PLA）に添加剤としてデンプン（バレイショ由来）及びキチンをそれぞれ複合した材料を作製し、複合特性を確認した。また、PLAの簡易的な生分解性評価を行ったので報告する。

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。デンプン（バレイショ由来）及びキチンは市販品を用いた。

2.2 複合特性

PLAとデンプンまたはキチンの複合は樹脂熔融混練押出装置（株式会社東洋精機製作所製、4C150）を使用した。添加剤の配合割合は両添加剤ともに1wt%及び5wt%の2種類とした。これら複合材料の試験片は小型射出成形機（日精樹脂工業株式会社製、NPX7-1F）を用いて、小形引張試験片（ダンベル形）及び曲げ試験片（短冊形：タイプB）を作製した。

2.3 PLAの簡易的な生分解試験及び評価方法

2.3.1 試験片

PLA試験片は真空射出成形機（株式会社ソデック製、MS100）を用いて、引張試験片（ダンベル形：1A形）を作製した。

2.3.2 試験手順

生分解試験は、JIS K6953等に則って実施するのが一般的であるが、試験装置の構築やコンポストの管理、試験手順の煩雑さの観点から、本研究では簡易的に行うものとした。

PLA試験片を15本用意し、恒量になるまで乾燥した。試験容器（長さ30cm×幅20cm×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）に湿らせた市販の腐葉土を約1kg敷き詰め、これに試験片を入れ、恒温器（ADVANTEC製、CI-610）にて温度60℃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。開始後、29日目以降は攪拌せず、純水の追加のみ行った。試験開始7、14、21、29、45日後に試験片を3本ずつ取り出し、純水で洗浄し、恒量になるまで乾燥した。形態観察は洗浄直後に、重量変化及び強度変化は乾燥後に、それぞれ評価した。

2.3.3 評価方法

形態観察は、光学顕微鏡（KEYENCE製、VHX-6000）を用いて、試験片中央の表面を観察した。

重量変化は、試験前の乾燥質量に対する試験後の乾燥質量を重量保持率として求めた。

強度変化は、小型強度試験機（株式会社島津製作所製、EZ-LX）を用いて、試験前の試験片の応力に対する試験後の試験片の応力を強度保持率として求めた。試験片は試験環境で1週間以上状態調節した。

3. 実験結果および考察

3.1 複合特性

Fig. 1に、それぞれの複合材料を用いて作製した試験片を示した。デンプンの複合材料の場合は、熱履歴を受けても試験片にヤケ等の着色は見られなかったが、キチンの場合にはヤケによる淡黄色の着色が見られた。添加剤によって熱劣化が起こることが確認できた。

*1 現 生活工学研究所

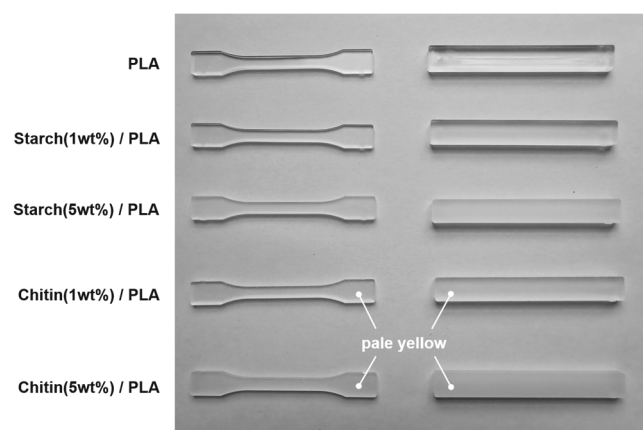


Fig. 1 The test pieces of PLA and PLA with additives

3.2 PLA の簡易的な生分解試験

Fig. 2 に、簡易的な生分解試験による PLA 試験片の表面状態の経時変化を示した。試験開始 7 日目まで全体的に白濁し、14 日目では無数の白濁の斑点や亀裂の発生を確認した。21 日目では亀裂の量及びその程度が大きくなり、さらに試験片全体が淡褐色に着色した。29 日目には、試験片全体に表面のはく離を確認した。45 日目には、褐色が部分的に濃くなっている箇所を確認した。

Fig. 3 に、PLA 試験片の重量保持率及び強度保持率の経時変化を示した。重量保持率に関して、試験開始から 14 日目までは PLA 試験片の重量保持率にほとんど変化はなかった。この期間は加水分解による低分子化が主に起きていると思われる。21 日目で重量保持率の減少が見られ、この時点で約 5% の重量減少があったことから、14～21 日の間で微生物による分解が顕著になり始めたと予想される。45 日間の試験で、もとの重量に対する重量減少は、約 20% であった。強度保持率に関して、試験開始 14 日目で強度保持率が 0% となったことを確認した。この強度保持率の低下は、重量保持率の結果も考慮すると、加水分解による低分子化が主要因であると考えられる。

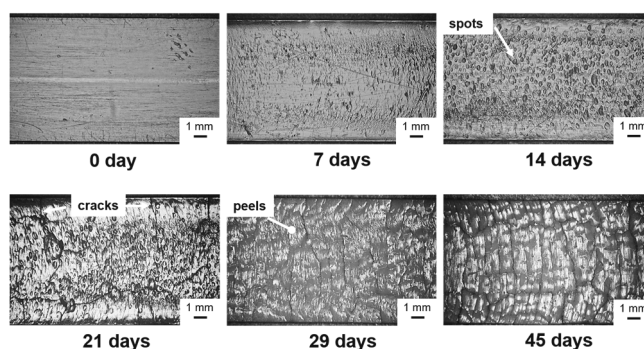


Fig. 2 Change-with-time of the surface of PLA test pieces

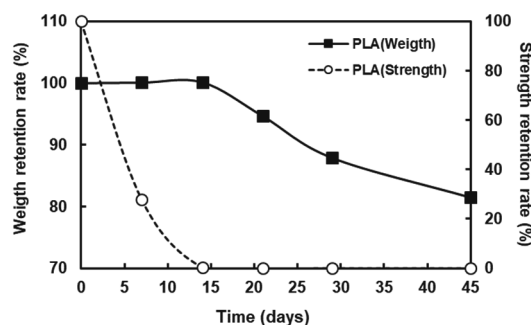


Fig. 3 Change-with-time of mass and strength retention rate of PLA test pieces

4. 結言

PLA と添加剤（デンプン及びキチン）の複合特性を確認した。また、PLA の簡易的な生分解試験を行った。形態変化や重量変化、強度保持率を評価することで生分解性を確認できた。

参考文献

- 1) 舟橋, 株式会社三菱総合研究所, 技術レポート, (2019)

キーワード：生分解性プラスチック、PLA、加水分解、添加剤、マイクロプラスチック

Control of Biodegradability for Biodegradable Plastics by using Additives

Core Manufacturing Technology Section; Masaru OKANO, Wataru MIZUNO, Yuki KAWANO, Shuichi TAKAMATSU, Shigekazu YAMAZAKI and Hiroki FUJIMAKI^{*1}

In this study, composite characteristics between PLA and additives and biodegradability of poly(lactic acid)(PLA) were investigated. PLA and additives, starch (origin of potato) or chitin, were compounded and confirmed their composite characteristics. Also, a simple biodegradable test for PLA test pieces was conducted. As a result, the PLA test pieces had cracks and peels on the surface with time. In addition, the weight of test piece decreased about 20 % against that of original one for 45 days. Moreover, the tensile strength retention got 0 % for 14 days. Therefore, we could confirm biodegradability of the PLA.