

【3RF-1802】セルロース繊維強化バイオマスプラスチックの開発（2018～2020）

研究代表者 麻生 隆彬（大阪大学）

1. 研究開発目的

PLA 側鎖メチル基、CNF の水酸基を効率的に酸化し、カルボン酸へと変換する基盤技術の開発は両者の複合化に必要不可欠である。本研究では、①CNF 及び PLA の酸化により側鎖カルボン酸化を実現し、②酸化 CNF を酸化 PLA を用いて PLA 中に良分散させることで、CNF 強化 PLA プラスチックを開発する。CNF/PLA の界面設計により、CNF を PLA 中にナノレベルで分散ならしめ、PLA の曲げ強度、耐衝撃性を劇的に向上させる。さらに、電子デバイスをはじめとして様々な産業分野で重要視されている金属メッキを実施する。汎用性プラスチックである PP を凌駕する実用的付加価値をバイオマスプラに搭載することで、バイオマスプラの普及につながる新たな用途を見出し、地球温暖化ガス削減・循環型社会構築に寄与する。

2. 研究の進捗状況

PLA とセルロースの酸化技術として、反応温度や反応時間を制御することで、カルボン酸の導入量を制御可能であることを明らかにした。PLA の酸化反応は XPS 測定で、セルロースの反応は FT-IR で追跡可能であった。酸化処理により、PLA フィルムはより親水化し、セルロースはアニオン性色素を吸着した。セルロースサンプルとして、ろ紙、バクテリアセルロース、粉末セルロース、脱脂綿のいずれを用いた場合でも酸化反応が進行することがわかった。PLA フィルムとセルロースフィルムの接着実験から、酸化処理によって両者の親和性が向上し、熱圧着によって接着することを明らかにした。また、酸化 PLA フィルム上に無電解ニッケルメッキが可能であることがわかった。

シート状以外の形状として、粉末サンプルの大量酸化技術を確立した。既存のフィルム処理で用いている反応装置では、粉体を効率よく処理することが出来ないため、新しい反応装置を構築した。別途発生させた二酸化塩素ガスを空気ポンプで反応系へ送り出し、反応系であるフラスコを回転させながら光照射を行うことで、粉体サンプルを攪拌しながら効率よく酸化処理が可能となった。上記反応系を用いることで、一度に大量の粉末サンプルを酸化処理できるようになったことから、100 g スケールでの熔融混練による PLA/セルロース複合体の作製が可能になった。熔融混練した PLA/セルロース複合体は射出成型可能であった。ダンベル片の 3 点曲げ試験により複合体の機械的強度を評価したところ、酸化処理による PLA とセルロース間の親和性の向上により、曲げ弾性率が向上することを明らかにした。

進捗状況は順調であり、PLA およびセルロースの酸化処理条件の確立、酸化処理により両者の親和性が向上することを実験的に実証できた。

3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

低炭素社会実現のため、CO₂ 排出削減の観点から見ると PP を製造し、焼却処分した場合に排出される CO₂ 量は 6kg-CO₂/kg (PP 1kg 当たり 6kg の CO₂ 排出) と言われている。2016 年における、全世界での PP 生産量が 9 千万トンであるから、PP だけで年間 5 億トン以上もの CO₂ を排出し続けていることになる。PP をはじめとする石油由来ポリマーの生産量は今なお年 3～4%程度で増え続けている。本研究課題が達成されれば、PLA の製造・成形段階に係る CO₂ 排出量を加味しても、石油由来プラに比べ大幅な CO₂ 削減が可能 (PLA : 3kg-CO₂/kg であり、PP : 6kg-CO₂/kg に比べ半分程度) となり、CO₂ 排出に伴う地球温暖化抑制に寄与する。バイオマスプラの用途拡大 (再利用、リサイクル) を企画展開することで、石油由来プラの使用量を減少するグローバルな視点での 3 R を推進する技術・社会システムの構築に貢献する。

4. 委員の指摘及び提言概要

概ね進捗状況は計画通りであり、ナノファイバー化することによる効果を期待したい。本課題が基礎研究で終わらせないように、応用面（実用面）を視野に入れてほしい。そのためには、石油由来プラに並び得る機能、素材感、色合いに加えて、生産性とコスト、有利な用途、リサイクルについても検討しておくが良い。

5. 評点

総合評点：A