

フジシール財団 研究助成事業
成果報告書

公益財団法人フジシール財団
理事長 岡 崎 裕 夫 殿

報告日 2026 年 5 月 31 日

研究課題	天然繊維強化生分解性プラスチック保護材の設計・開発・評価と マルチファンクショナル化	助成金額
		300 万円
助成名	特別長期研究助成・研究助成・若手研究助成	
ふりがな	なりた ふみお	研究助成申請年度
研究者氏名	成田 史生	2025 年度
所属機関	東北大学	研究期間
		1 年間
役 職	教授	

下記の通り、研究成果を報告いたします。

記

1. 研究成果の概要

本研究は、天然繊維と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(PBS)からなる天然複合材料を取り上げ、品質と強度を制御して天然繊維強化保護材を開発し、その性能評価を行うことを目的として実施されてものである。製品を振動・衝撃から保護するパッケージ材料を環境負荷低減材料に置き換えることを目指し、石油などに頼らない高品質・高強度天然保護材の開発技術と生分解性評価法の提案を目標としている。また、将来的には、圧電性を有する天然保護材の開発により、受けた振動・衝撃から電気エネルギーを回収し、センシング、保護材自身のヘルスマモニタリング、IoT 電源への電力供給、さらには抗菌機能付与への展開を目指している。本年度は、生分解性プラスチックに和紙繊維および樹皮由来材料を複合化した天然繊維強化生分解性プラスチックを作製し、生分解性、力学特性および物理特性の評価を行った。

- PBS 単体を取り上げ、コンポスト中での生分解性試験を実施し、分解過程における引張特性の変化を詳細に検討した。その結果、生分解の進行に伴い、引張強度は初期に一時的な増加を示した後、脆化を伴って低下することが明らかとなった。また、土壌中など複数の環境で生分解試験を行い、PBS の強度低下には水分および温度が重要な因子であり、分子鎖切断が力学特性変化に大きく関与することを確認した。
- 未利用資源である樹皮を PBS に分散させた樹皮/PBS 複合材料を作製し(図 1)、コンポスト、土壌、淡水、海水中における生分解挙動および力学特性を評価した。図 2 に土壌中での外観変化を示す。樹皮/PBS 複合材料では、樹皮と PBS との界面状態が強度を支配する因子であり、分解環境下で界面損傷が進むことにより引張強度が低下することを明らかにした。また、コンポストおよび土壌中で分解後の熱分析を行った結果、融



図 1 樹皮/PBS 材料・試験片写真

点変化が認められ、低分子量化やオリゴマー生成を伴う分解の進行が示唆された。

- 和紙/PBS 複合材料について、生分解挙動および力学特性に及ぼす構造の影響を検討した。和紙を PBS で積層・熱圧成形することにより、天然繊維ネットワークを有する複合材料を作製し、引張試験および断面観察を行った。その結果、和紙/PBS 複合材料は和紙単体よりも高い強度を示し、天然繊維強化による力学特性向上が確認された。一方、コンポスト中では比較的速やかな生分解が進行し、繊維の露出や層間剥離を伴って強度が低下した。これに対し、高温水中では強度変化が小さく、和紙繊維の分解には、単なる加水分解ではなく、微生物による生分解が重要であることが示唆された。



図 2. 土壌中での樹皮/PBS 試験片の外観変化

- コンポスト中で得られる CO₂ 発生量に基づく分解度 (図 3 左) と、引張強度保持率との関係に着目し、力学特性変化から生分解度を推定する評価法の構築を試みた。分解に伴う強度低下を指数関数的に表現することで、PBS 単体および PBS 系複合材料の分解度を推定できる可能性を示した (図 3 右)。特に、土壌中で分解した PBS および樹皮/PBS 複合材料に対して本手法を適用したところ、コンポスト中で得られた分解挙動

を基準として、土壌中での分解度を推定できる見通しを得た。これは、実環境において CO₂ 発生量の直接測定が困難な場合でも、力学・物理特性から分解度を把握する評価法につながる成果であり、天然複合材料の生分解性評価法の確立に資するものである。

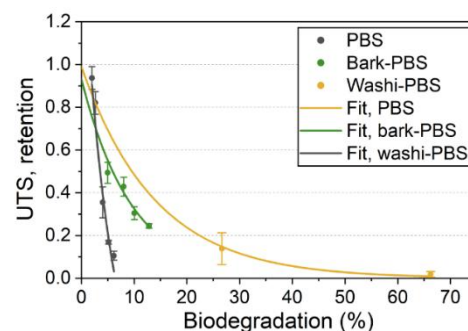
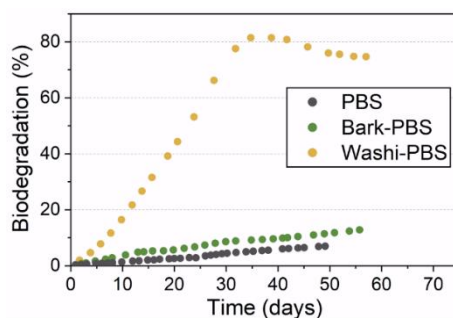


図 3. 天然繊維強化生分解性プラスチックの分解度および強度低下と分解度との関係

- 圧電性を有する天然繊維強化生分解性プラスチック保護材の開発については、現在、材料構造 (図 4) および分極条件の検討を進めている段階であり、振動・衝撃による生成電圧・電力および抗菌性評価は今後の課題である。本年度は、これに先立ち、マルチファンクショナル化に関連する基礎的な電気特性として、樹皮/PBS 複合材料の絶縁性評価を行った。交流部分放電試験の結果、図 5 に示すように、空気中では約 2.5 kV で部分放電が検出された一方、絶縁油中では 5 kV, 60 Hz まで部分放電は観察されなかった。樹皮を 60 wt.%含む高バイオマス含有複合材料であるにもかかわらず、初期状態において十分な絶縁耐性を示したことから、本材料は、環境中で分解可能な保護材としての機能に加え、短期間の電氣的機能を必要とする生分解性センサ、農業用モニタリング材料、使い捨て電子パッケージなどへの応用可能性を有することが示された。ただし、環境曝露に伴う絶縁性の経時変化や用途ごとの要求特性については、今後詳細に検討する必要がある。



図 4. 圧電ナノ粒子分散和紙の走査型電子顕微鏡写真

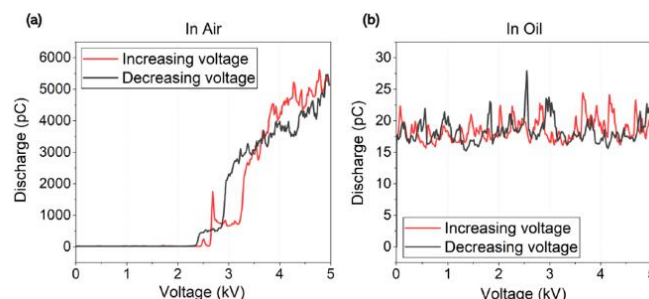


図 5. 樹皮-PBS 複合材料の (a) 空気中および (b) 絶縁油中における電気絶縁挙動

2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性

本研究では、天然繊維と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（PBS）からなる天然複合材料を対象に、品質と強度を制御した天然繊維強化保護材の開発と性能評価を行った。製品を振動・衝撃から保護するパッケージ材料の多くは使用後に廃棄されるため、石油由来プラスチックに代わる環境負荷低減材料の開発は、パッケージ産業における重要な課題である。本研究成果は、天然繊維強化生分解性プラスチックを保護材として利用するための材料設計および評価指針を与えるものであり、持続可能なパッケージ材料の実用化に貢献する可能性を有する。

具体的には、和紙/PBS 複合材料および樹皮/PBS 複合材料を作製し、生分解性と力学特性の変化を評価した。その結果、和紙/PBS 複合材料では比較的速やかな生分解が進行し、一方、樹皮/PBS 複合材料では、より緩やかな分解挙動を示すことが確認された（図 3 左）。このことは、天然繊維の種類や構造を選択することにより、使用期間や用途に応じた分解速度を設計できる可能性を示している。例えば、短期間で廃棄される緩衝材や農業・食品関連パッケージには分解性の高い材料を、ある程度の使用期間中に形状保持や保護機能が求められる用途には分解速度の緩やかな材料を選択するなど、パッケージ用途に応じた材料設計が期待される。また、樹皮/PBS 複合材料については、土壌中での長期埋設試験により、外観変化、力学特性の低下、熱特性の変化が確認された。さらに、部分放電試験により、本材料が初期状態において一定の絶縁耐性を有することも確認された。これは、単なる生分解性保護材にとどまらず、生分解性センサ、農業用モニタリング材料、短期間使用される電子部品用パッケージなど、電氣的機能を必要とするパッケージ分野への応用可能性を示す成果である。

以上より、本研究成果は、環境負荷の少ない生分解性保護材の開発に加え、使用後の分解性、使用中の機械的信頼性、さらには電氣的機能を併せ持つマルチファンクショナルパッケージ材料の設計に資するものである。今後、圧電性や抗菌性を含む機能評価を進めることで、製品保護、環境調和、センシング機能を統合した新しいパッケージ材料の創出につながることを期待される。

3. 学会発表、学会誌等への論文掲載、産業財産権出願などの実績（現時点で未発表・未掲載・未出願のため、上記「1. 研究成果の概要」、「2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性」の当財団ホームページ上の公開の延期を希望される場合、その旨 記載してください。）

学術誌

L. Rova, Z. Wang, H. Kurita and F. Narita, Evaluating and Interpreting Biodegradability of a Tree Bark-Based Green Composite Through Tensile Properties, npj Materials Degradation, 10 (2026) 27.

学会発表

L. Rova, H. Kurita, F. Narita, A New Method for Evaluating the Biodegradability of Polymers by Tracking Changes in Tensile Properties During Degradation, The 24th International Conference on Composite Materials (ICCM24), Baltimore, USA, 2025 年 8 月 5 日

L. Rova, Z. Wang, H. Kurita, F. Narita, グリーンコンポジットの鎖切断モデルに基づく生分解-力学相関解析と絶縁特性の評価, 日本複合材料学会 (JCCM-17), 大阪, 2026 年 3 月 3 日