

2024 年度年次報告書

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解

2023 年度採択研究代表者

徐 于懿

大阪大学 大学院工学研究科

准教授

塩応答性バイオポリマー複合材料の分解制御

研究成果の概要

使い捨てプラスチックによる環境問題への対策として、ポリ乳酸(PLA)などの生分解性プラスチックの開発が進められてきたが、多くは特定の環境(コンポストなど)でのみ分解性を示す。また、既存の生分解性プラスチックは汎用プラスチックに比べて機械的強度が劣り、複合化やブレンドによって性能が補われてきた。しかし、生分解性に優れる一方で再利用や再資源化が困難な場合が多く、資源循環に組み込めるリサイクル可能な生分解性材料の開発が求められている。本研究では、真水中では安定で海水中では分解が促進される「塩応答」機能を持つ刺激応答型バイオポリマー複合材料の開発を目指す。デンプンに親水性ポリマー(セルロースなど)を複合化し、プラスチックに類似した物性と塩応答性を併せ持つ材料を設計した。分子間架橋と多点相互作用により耐水性を付与しつつ、塩応答による分解性を付加したフィルムを作製した。まず、異なる官能基を導入した化学修飾デンプンを検討したところ、カルボキシル化デンプン、ジアルデヒドデンプンとカチオン性四級化デンプンを合成し、反応条件の制御により官能基の導入率を制御することができた。また、カルボキシル化デンプンとジアルデヒドデンプンにグリセロールを添加することにより、均一で透明性が高い化学修飾デンプンフィルムが作製できた。さらに、デンプンにアルデヒド基の導入により疎水性が向上し、真水中では100%以下の膨潤率を示し、人工海水ではアルデヒド基率の高いDASフィルムは10分以内で崩壊することを確認した。カチオン性四級化デンプンにラウリン酸塩を添加することで、イオン結合により熱可塑性を持つ四級化デンプン/ラウリン酸塩複合体を作製し、ラウリン酸を添加することで、破断伸びが向上し、柔軟性と耐水性が向上した。さらに、作製した四級化デンプン/ラウリン酸塩複合体は人工海水に対して特異的に分解特性を示した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Ying Yao, Yu-I Hsu*, Hiroshi Uyama*, “Enhanced physical properties and water resistance of films using modified starch blend with poly(vinyl alcohol)”, *Industrial Crops and Products*, Vol. 222 (4), 11987015 (2024).
- 2) Rawit Jittham, Noppanan Putdon, Hiroshi Uyama, Yu-I Hsu, Somnuk Theerakulpisut, Manunya Okhawilai, Natwat Srikhao, Pornnapa Kasemsiri*, “Injectable gelatin/modified starch waste hydrogels containing metal-phenolic network derived from phenol-rich spent coffee grounds for self-healing and pH-responsive drug release”, *Int. J. Biol. Macromol.*, 307(1), 141774 (2025).