2023 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

2021 年度採択研究代表者

福島 和樹

東京大学 大学院工学系研究科

准教授

高物性・オンデマンド分解型脂肪族縮合系ポリマーの創製

研究成果の概要

現在、海洋プラスチック問題と二酸化炭素排出抑制の両面から、高分子・プラスチック材料のあり方が見直されている。この解決策として、リサイクルを含む炭素循環システムの構築とサステイナブル材料の開発に期待が寄せられている。生分解性プラスチックとして知られる脂肪族ポリエステル・ポリカーボネートにはサステイナブル材料としての潜在性が見込まれる。しかし、これらをより実用的に展開するためには「分解と材料寿命のトレードオフ」(分解に伴う経時的な物性低下)の問題の解消が必須である。

本研究課題では、研究代表者の高分子合成と分解の技術をもとに、使用時には安定で高い熱・力学物性(高物性)を発揮しながらも任意の時期にやさしい条件で迅速に分解される次世代分解型高分子材料の創製を目指す。

2023年度は、前年度までに熱特性やナノ構造の研究を進めた 2,2-bis(methylol)propionic acid (bis-MPA)から誘導される側鎖に官能基を導入した脂肪族ポリカーボネート (MPA-PC) について、力学特性評価の一環として粘弾性挙動を調べた。熱的性質と連動した力学特性の変化が確認された。剛直な側鎖構造や超分子架橋を導入した MPA-PC では、無側鎖の脂肪族ポリカーボネートであるポリトリメチレンカーボネート (PTMC) よりも有意に高い弾性率を示すことが明らかとなった。また、同様の MPA-PC 誘導体に対して、加水分解性を調べた結果、PTMC よりも有意に高い分解性を示すことが分かった。側鎖を連結するアミド基が分解の促進に作用していることが示唆された。関連して、エステル基やアミド基を連結基とする側鎖を有する環状エステルは重合に伴って異性化が進行し、見かけ上解重合が優先するシステムであることを見出した。

【代表的な原著論文情報】

1. Fukushima, K. Hakozaiki, S. Lang, R. Haga, Y. Nakai, S. Narumi, A. Tanaka, M. Kato, T. Hydrolyzable and Biocompatible Aliphatic Polycarbonates with Ether-Functionalized Side Chains Attached via Amide Linker, *Polym. J.*, **56**, 431–442 (2024).
2. Ota, T. Montagna, V. Higuchi, Y. Kato, T. Tanaka, M. Sardon, H. Fukushima, K. Organocatalyzed Ring-Opening Reactions of γ -Carbonyl-Substituted ϵ -Caprolactones. *RSC Adv.*, **13**, 27764–27771 (2023).