

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

2022 年度採択研究代表者

久保 智弘

東京工業大学 物質理工学院

助教

官能基変換による分解可能な汎用ポリマーの創出

研究成果の概要

本研究の目的は、高分子主鎖の官能基の一部が構造変換されたものを合成・評価し、使用時の優れた性能と特定の刺激により素早く低分子量化する性質を併せ持つポリマーの設計指針を構築することである。その中で、C=S 結合を主鎖に含む種々脂肪族ポリエステルを精密合成を本年度の目標と定めた。その目標に向け、共重合、および高分子反応を用いた合成手法を探索した。

これまでに、ラクチドの C=O 結合の一つが C=S 結合へと変換された化合物の合成、およびその化合物とラクチドとの共重合によるチオノエステル含有ポリ乳酸の合成を行った。この C=S 結合含有ポリエステルはアミン化合物といった求核剤に対して高い反応性を示し、素早く低分子量化が進行することを明らかにした。今回、この共重合手法の拡張を目指し、様々なラクトンモノマーとの共重合を検討した。C=S 結合の高い導入率が確認された一方で、重合性の違いに由来した分解反応の低効率化が示された。それに対し、2官能性開始剤の使用や高反応性モノマーの添加といった手法の検討により、高導入率と高分解効率の両立を実現した。

さらに、高分子反応による高分子主鎖の C=O 結合から C=S 結合への直接変換手法を探索した。まず、ポリ乳酸を原料として用いたチオノエステル化反応を行い、主鎖の官能基変換が達成できることを明らかにした。この主鎖変換は種々のポリエステルへも適用可能であることがわかった一方で、反応の進行にともなった意図しない低分子量化も観測されており、その原因の解明を進めている。

得られた C=S 結合含有ポリマーの海水分解性試験を行ったところ、より速やかに低分子量化が進行することが示唆された。それに加え、熱物性や力学特性は C=S 結合を含まないポリエステルと同等であった。以上のことから、本来のポリエステルの優れた物性に加え、高い分解性を兼ね添えた新規ポリエステルの設計の可能性を明らかにしつつある。