

2023 年度年次報告書

分解・劣化・安定化の精密材料科学

2022 年度採択研究代表者

青木 大輔

千葉大学 大学院工学研究院

准教授

カーボネート結合に基づく高分子材料循環システムの構築

主たる共同研究者：

神谷 岳洋（東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授）

谷口 竜王（千葉大学 大学院工学研究院 教授）

田村 正純（大阪公立大学 大学院工学研究科 准教授）

西田 瑞彦（東北大学 大学院農学研究科 教授）

西辻 祥太郎（山形大学 大学院有機材料システム研究科 准教授）

南 秀人（神戸大学 大学院工学研究科 教授）

研究成果の概要

本研究課題は、ポリカーボネート(PC)の「合成」、「機能化」、「物性評価」、「分解・分離」、分解生成物を肥料として活用するための「植物の栽培」に関する分野横断型の融合研究である。本年度の成果を項目ごとにまとめる。

<PC の合成>

ジオールと二酸化炭素を直接反応させ PC を得る手法は、水のみを副生するグリーンな反応系として注目されている。特定のジオールと二酸化炭素からのポリカーボネート合成において、溶媒の選定を行うことで、高分子量の PC を高収率、高選択的に合成できることを明らかにした。

<PC の機能化>

石油由来 PC および糖由来 PC の粒子化および粒子構造制御を目指し、溶媒溶出法により各種条件と粒子形態との相関を検討した。結果、密実構造から多孔質構造などの制御因子を明らかにした。

<PC の物性評価>

バイオベース PC の密度揺らぎは石油由来 PC に比べて、密度揺らぎの振幅が大きくなっていることがわかった。

<PC の分解・分離>

アンモニアによる PC 分解において、親水性のコモノマーを共重合することで分解が速く、疎水性のコモノマーを共重合することで分解が遅くなることがわかった。

分解生成物であるモノマーと尿素の分離技術の開発は必須である。水系での分離を目的とし、充填カラムに使用できる微粒子の開発を目指している。可逆的付加開裂連鎖沈澱重合 (RAFTPP) による μm サイズのリビング高分子微粒子の合成および表面開始 RAFT 重合による高分子微粒子表面へのグラフト鎖の導入に成功した。

<植物の栽培>

バイオベース PC 分解生成物であるイソソルビドが植物の生育を改善するかを検討した。シロイヌナズナを用いた解析では、地上部及び根ともに生育改善がみられた。

石油由来 PC 分解物由来の尿素、バイオ由来 PC 分解物(尿素とイソソルビド)を供試してコマツナノ栽培実験を行い、どちらも市販の尿素と同様の肥料効果があることを確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Abe, T. Kamiya, T. Otsuka, H. Aoki, D. , Plastics to Fertilizer: Guiding Principles for Functionable and Fertilizable Fully Bio-based Polycarbonates, *Polym. Chem.*, **14**, 2469 (2023). DOI: 10.1039/D3PY00079F
- 2) Takashima, R. Aoki, D. Otsuka H. , Maleimidophenyl Isocyanates Adducts as Versatile Post-polymerization Modification Agents for Biobased Furan Polymers, *J. Polym. Sci A. Polym Chem.*, **61**, 2076 (2023). DOI: 10.1002/pol.20230316
- 3) Rikiyama, K. Matsunami, A. Yoshida, T. Taniguchi, T. Karatsu, T. Nishitsuji, S. Aoki, D. Characterization and Ammonolysis Behavior of Poly(isosorbide carbonate)-based Copolymers,

Polym. J., **56**, 443 (2024).

DOI: 10.1038/s41428-023-00878-2

- 4) Yamazaki, S. Kaneko, N. Kato, A. Watanabe, K. Aoki, D. Taniguchi, T. Karatsu, T. Ueda, Y. Motokawa, R. Okura, K. Wakiya, T. , Synthesis of Heat-Resistant Living Polymer Particles by One-Step Reversible Addition-Fragmentation Chain Transfer Precipitation Polymerization of Styrene and N-Phenylmaleimide, *Polymer*, **298**, 126846 (2024).

DOI: 10.1016/j.polymer.2024.126846