

糖由来プラスチックの合成とそのリサイクルシステムの構築

代表研究者 青木 大輔
千葉大学 大学院 工学研究院 准教授

研究要旨

我々の日常生活に欠かせなくなった高分子材料は、その 70%以上が廃棄されており、材料のリサイクルは 15%以下にとどまっているため、高分子材料をいかに効率的にリサイクルできるかは社会的な課題である。申請者は高分子のリサイクルプロセスにおいて出発原料へのリサイクルに加えて、その分解生成物を植物の成長を促進する肥料へと変換することで従来のリサイクルプロセスに新たな付加価値を持たせ、循環型社会構築に向けた新しいリサイクルシステムを構築できると着想した。本研究では、再生可能エネルギーとして注目を浴びている植物由来の化合物（バイオマス資源）から高分子を合成する。また使用後の高分子をアンモニアで分解することで、プラスチックをバイオマス資源へと還元するだけでなく、出発原料である植物の成長を促す尿素へと変換する新しいリサイクルシステムの構築を目指した。具体的には、ジオールモノマーとしてイソソルビド (ISB)、カルボニル源として炭酸ジフェニル (DPC) を用い、エステル交換反応の触媒として作用する酢酸亜鉛を重合触媒とした熔融重縮合にてポリ(イソソルビドカーボネート) (PIC) を合成した。合成した PIC のアンモニアによる分解反応を GPC、¹H NMR を用いて解析した。その結果、反応時間の経過とともに分子量が低下する様子が確認され、24 時間後には高分子量体由来のピークが完全に消失した。NMR スペクトルから ISB および尿素に帰属されるシグナルが観測されたことから、PIC はアンモニアによって分解され、ISB と尿素に変換できることがわかった。次に、PIC を分解することで得られた分解生成物（尿素とイソソルビドの混合物）を用いて、シロイヌナズナの生育実験を行った。その結果、PIC の分解生成物（モノマーであるイソソルビドと尿素の混合物）をそのまま肥料として用いた場合、尿素のみに比べ、シロイヌナズナの成長を促進することが明らかとなった。さらに、PIC の分解反応の効率化とその機能化を目的として、ISB と他のバイオベースジオールモノマーとの共重合体の合成およびそのアンモニアによる分解反応についても検討した。ISB ベースの共重合体はその親水性の差により分解反応の速度に差が見られ、親水性の水酸基を主鎖に導入することで分解効率を大幅に向上できることが明らかとなった。これらの研究成果は、使用後に肥料に分解できるポリマー材料の設計指針となると期待している。