

炭素循環に資する再生可能資源由来プラスチックの可能性  
Possibility of renewable resource-based plastics contributing to carbon  
recycle

富永 健一

国立研究開発法人産業技術総合研究所 触媒化学融合研究センター

言うまでもなく、我々の生活を取り巻くプラスチック類の多くは化石資源由来のものである。国内で消費されるプラスチック製品は年間約900万トンに達するが、その内約84%に値する759万トンがエネルギー回収（サーマルリサイクル）を含めた形で有効利用されている。しかし、有効利用分の68%に値する517万トンがサーマルリサイクルによるものであることを鑑みると、炭素循環の観点からはプラスチック類はまだ十分にリサイクルされているとは言えない。

そのような中、プラスチック類の原料としてサーマルリサイクルにより発生するCO<sub>2</sub>や植物が固定化したCO<sub>2</sub>である植物性バイオマスに求める研究開発が盛んに行なわれている。一例として、コカ・コーラ社はPlantBottle™と称する植物由来のPET（ポリエチレンテレフタレート）を開発・使用している。同社はサトウキビを原料として、まず最初にPETの原料の一つであるエチレングリコールを合成するプロセスを開発し、後にもう一つの原料であるテレフタル酸を合成するプロセスを開発した。日本コカ・コーラシステム社は2030年までに、サステイナブル素材の割合を100%とすることで、新たな化石燃料を使用しない容器の完全導入を目標として掲げている。

このような再生可能資源由来のプラスチック原料合成プロセスは日進月歩であり、より安価な材料からより効率よく合成するプロセスが開発されている。例えば、エチレングリコールを合成するプロセスに関しては、当初はサトウキビ等が生産する糖を発酵させてエタノールを合成し、その脱水によりエチレンに変換し、酸化してエチレンオキシドとし、その水和によりエチレングリコールとするプロセスが考えられていた。一方、最近では非可食バイオマスであるセルロースを熱分解して含酸素化合物類とし、それらをエチレングリコールへと変換するプロセスやセルロースを水素化して一段でエチレングリコールを合成するプロセスが報告されている。

テレフタル酸を合成するプロセスも同様であり、現在は糖を発酵させてイソブタノールを合成し、その脱水によりイソブテンとし、二量化させてパラキシレンに変換し、その酸化によりテレフタル酸を合成するプロセスが考えられている。一方、我々は非可食バイオマスであるセルロースから触媒反応により一段でレブリン酸へと変換するプロセスを開発しているが、レブリン酸を原料にパラキシレンへと変換するプロセスが報告されている。パラキシレンからは前述と同様に酸化反応によりテレフタル酸へと変換することができる。

我々はさらに、CO<sub>2</sub>と水素、プロピレンを原料とした触媒反応により、イソブタノールを合成する反応も見出すことができている。プロピレンはエタノールから合成できることが知られており、エタノール由来のプロピレンを用いることで、完全に再生可能資源に由来するテレフタル酸を合成することができる。

現在石油由来で合成されているプラスチック類を植物系バイオマス原料に転換することも重要であるが、植物バイオマスならではの物性を発現するプラスチック原料の開発、生分解性などより高機能なプラスチック原料の開発も重要である。そのような取り組みについても本講演で紹介する。