

京都大学記者クラブ所属報道機関各社 御中

令和4年10月25日
国立大学法人 京都工芸繊維大学

室温付近で成形可能な生分解性プラスチック

1. 発表者：谷口育雄（京都工芸繊維大学繊維学系 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆加圧下の室温付近で成形可能な生分解性プラスチックを開発した。
- ◆上述のプラスチックを再生可能資源から合成することに成功したため、持続性のあるプラスチックの供給が可能となる。
- ◆常温成形可能なため、高分子鎖の熱分解が抑制されリサイクル性が向上するのみならず、成形加工の省エネルギー化（CO₂排出低減）も同時に達成される。

3. 発表概要：

地球温暖化および気候変動やマイクロプラスチックに代表される廃プラスチックによる環境汚染が深刻視されている。京都工芸繊維大学繊維学系の谷口育雄教授らは、これらの解決の一助となる新規生分解性高分子材料の開発に成功した。この高分子材料は、とうもろこしなどの再生可能資源から化学合成することが可能であり、加圧下の室温付近で成形することが可能であるため、一般の熔融成形法と比べて省エネルギー（CO₂排出低減）であるのみならず、高分子鎖の熱分解が生じないため何度でもリサイクルできる（化石資源保護）。また、この高分子材料は、生分解性であるため環境への負荷が小さく、加圧下で生分解性が向上することがわかっている。よって、海洋に流出しても最終的に到達する海底の水圧で速やかに分解されると考えられる。現在、科学技術振興機構（JST CREST）の助成を受けて実用化へ向けた検証を進めている。

4. 発表内容：

プラスチックは今日の我々の生活に必要な不可欠な材料であり、その生産量は年々増加している。しかしながら、その安定性のため、環境中に漏洩した使用済みプラスチックによる環境汚染が深刻な問題となっている。プラスチックの大半は熱可塑性であるが、熔融成形を繰り返すことによって高分子鎖の熱分解が起こるため物性が低下する。これがプラスチックのリサイクルを妨げる主要因である。この問題に対する有用な解決策の一つとして、加熱ではなく加圧によって常温付近で成形可能な高分子材料バロプラスチック（注1）が米国マサチューセッツ工科大学の Anne M. Mayes 教授らによって開発された。バロプラスチックは、常温成形できることから、従来の熔融成形と比較して所要エネルギーが小さく、よってCO₂排出も低減できる。そして、成形時の熱分解も抑制できるため、リサイクル性も向上し、化石資源保護につながる新規な高分子材料として期待されている。京都工芸繊維大学繊維学系の谷口育雄教授は、Mayes 教授と共に生分解性バロプラスチックの開発に成功し、薬剤含有農業用資材としての利用につ

いて検討してきた（特許第 6909504 号）。

これまで報告した生分解性バロプラスチックは、化石資源由来のポリカプロラクトン誘導体と再生可能資源由来のポリ乳酸からなるブロック共重合体であった。本発表では、とうもろこしなどの穀物と CO₂ から合成可能なポリトリメチレンカーボネートとポリ乳酸からなる生分解性ブロック共重合体が、加圧下常温付近で流動することを見出し、またそのメカニズムを明らかにした。ポリトリメチレンカーボネートとポリ乳酸ブロックは、常温常圧ではナノオーダーでマイクロ相分離した固体状態であるが、加圧すると相溶し、流動状態となる。この圧力誘起相転移は可逆的であり、10 回押出成形を繰り返しても分子量変化や機械的特性は全く変化しないため、無限にリサイクルすることが可能である。また、得られた生分解性バロプラスチックは、組成や分子量を変える事によって、容器包装材料であるポリエチレンやポリプロピレンなどと同様のエラストマー様の力学物性を示す。これらの汎用プラスチックは、全プラスチック生産量や廃プラスチックの半分程度を占めるため、生分解性バロプラスチックによる代替が可能となれば、2,000 万トン/年の CO₂ 排出削減が可能となる。これは日本の CO₂ 排出量の約 2%に相当する。我が国では、容器包装リサイクル法によって容器包装に関わる分別収集や再商品化の促進が行われてきたが、一部が回収プロセスから漏洩し、海洋を含む自然環境中に流出している。本報告のバロプラスチックは、再生可能資源から合成可能かつ生分解性を有しているため、環境負荷の低減も可能である。特に、30 MPa 以上の加圧下では相分離（固体）状態から相溶（流動）状態へ相転移するため、生分解速度が向上する。この圧力は深海の水圧と同等であるため、海洋へ流出したプラスチックが最終的に到達する深海で速やかに分解が進行すると考えられる。現在、科学技術振興機構（JST CREST）の助成を受け、高圧での分解促進メカニズムなどについて検討を行っている。

以上より、本発表の生分解性プラスチックは、気候変動や廃プラスチック問題という我々が直面している喫緊の課題の解決策の一助となる新規機能性高分子材料であり、早期の実用化を目指している。

5. 発表雑誌：

雑誌名：Journal of Materials Chemistry A（オンライン版の場合：10 月 19 日, **Hot paper** に選出）

論文タイトル：A strategy to enhance recyclability of degradable block copolymers from renewables by introducing low-temperature formability

著者：Ikuo Taniguchi, Thao Thi Thu Nguyen, Kae Kinugasa, and Kazunari Masutani

DOI 番号：10.1039/D2TA06036A

アブストラクト URL：<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/ta/d2ta06036a>

6. 用語解説：

（注 1）バロプラスチック

バロプラスチックとは、高分子多層系材料であり、圧力変化によって相分離状態（秩序構造）と相溶状態（無秩序構造）間を可逆的に相転移する。米国マサチューセッツ工科大学の Anne M. Mayes 教授らによって報告された高分子材料である（*Nature*, 2003, 426, 424-426 など）。

7. 添付資料：

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2022/TA/D2TA06036A?page=search>