

デンプンとセルロースから高強度・高耐水性の海洋生分解性プラスチックを開発

大阪大学大学院工学研究科の麻生隆彬准教授、宇山浩教授らの研究グループは日本食品化工(株)と共同で、海洋生分解性プラスチックをデンプン、セルロースといった身近なバイオマスの巧みな組合せで開発しました。デンプンにセルロースを独自技術により複合化すると、デンプンの耐水性が大幅に向上し、得られたシート複合材料は優れた耐水性と高い強度を示しました。さらに海水中で高い生分解性を示しました。

これまでに実用化されている海洋生分解性プラスチックの多くは脂肪族ポリエステルに限定され、性質、価格、生産量の課題から広く普及していませんでした。

今回、麻生准教授らの研究グループは、安価かつ地球上に大量にあるバイオマス資源であるデンプンとセルロースに着目し、これらの誘導体を巧みに複合化することで高強度のプラスチックシートを開発しました。デンプンの弱点である耐水性が克服できただけでなく、このシートは海水中で優れた分解性を示しました。今回の成果は、海洋ゴミ問題の解決に大きく資するのみならず、地球の物質循環やCO2削減に貢献するものです。

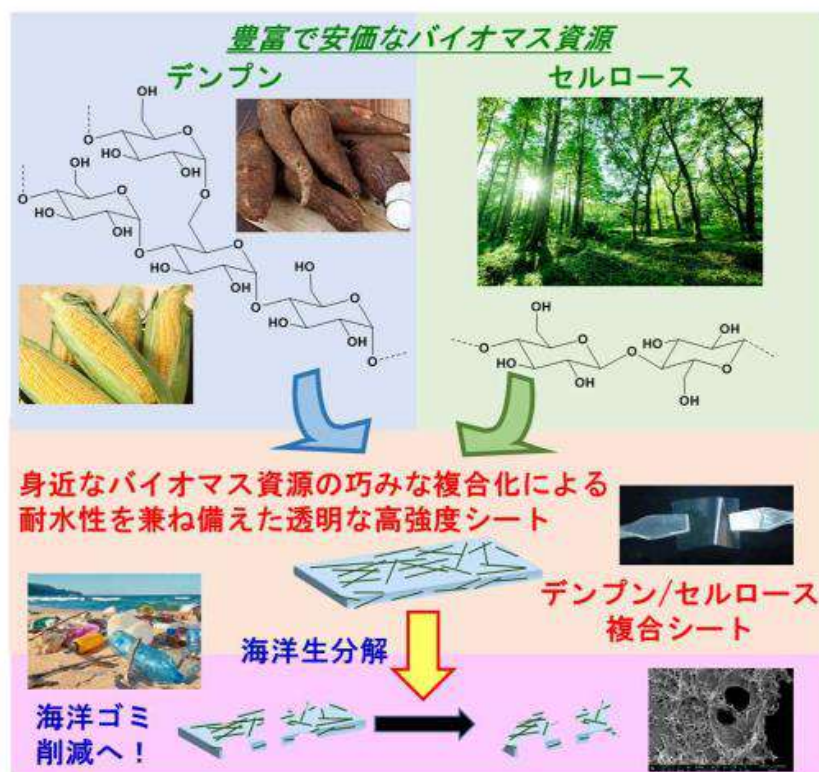


図1 デンプンとセルロースを原料とする海洋生分解性プラスチック

研究の背景

海洋ゴミ問題の主たる原因は廃棄プラスチックによるもので、多くのプラスチックが環境中で分解しないことが原因です。日本で開発された海洋生分解性プラスチックとして PHBH (カネカ製) や PBS (三菱ケミカル製) があります。これらはいずれも脂肪族ポリエステルに分類され、ポリエチレン、ポリプロピレンといった既存のプラスチックと比して性質が劣り、価格も高く (2 倍以上)、さらに生産量が極めて少ないといった課題があります (生産量: 1 万数千トン/年、プラスチック全体: 3 億トン/年(世界))。このような現状を打破すべく、海洋ゴミ問題を解決できる安価かつ大量に製造できる海洋生分解性プラスチックの開発が社会的に強く望まれていました。

麻生准教授、宇山教授らの研究グループでは、安価かつ地球上に大量にあるバイオマス資源に着目し、独自の複合化技術により海洋生分解性プラスチックシートを開発しました。コーン、イモ類に多く含まれる炭水化物の主成分であるデンプンと、植物の主成分であり、綿繊維として誰もが知っているセルロースは安価であり、世界中に豊富にあります。これらの誘導体の工業品を独自技術で複合化するとデンプンの耐水性が大幅に向上し、水中でも溶解 (崩壊) しないことを見出しました。得られたシートは透明で強度は汎用プラスチックの二倍以上です (図 2)。さらに海水中に一月浸漬すると分解が進み、シートには穴が開き、穴付近には菌類が多く見られました (図 3)。これはシート表面にバイオフィームが形成し、バイオフィームから代謝された酵素によりこのシートが生分解したことを示唆しています。

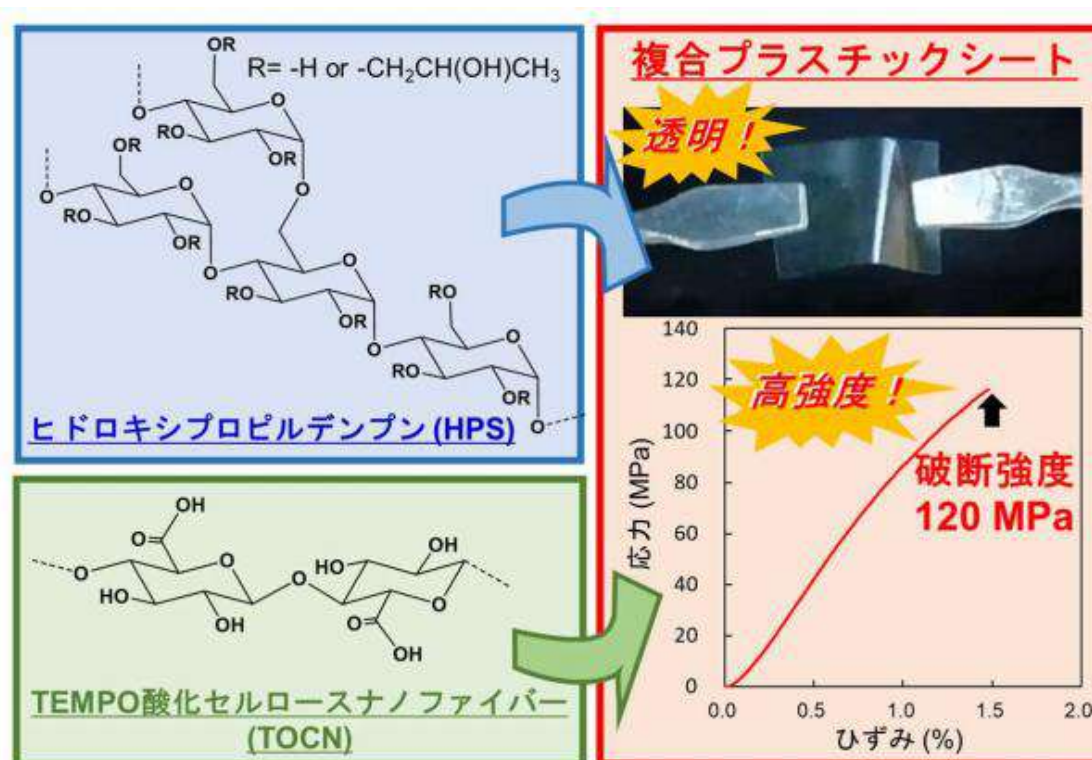


図2 透明で高強度なデンプン/セルロース複合シートの開発

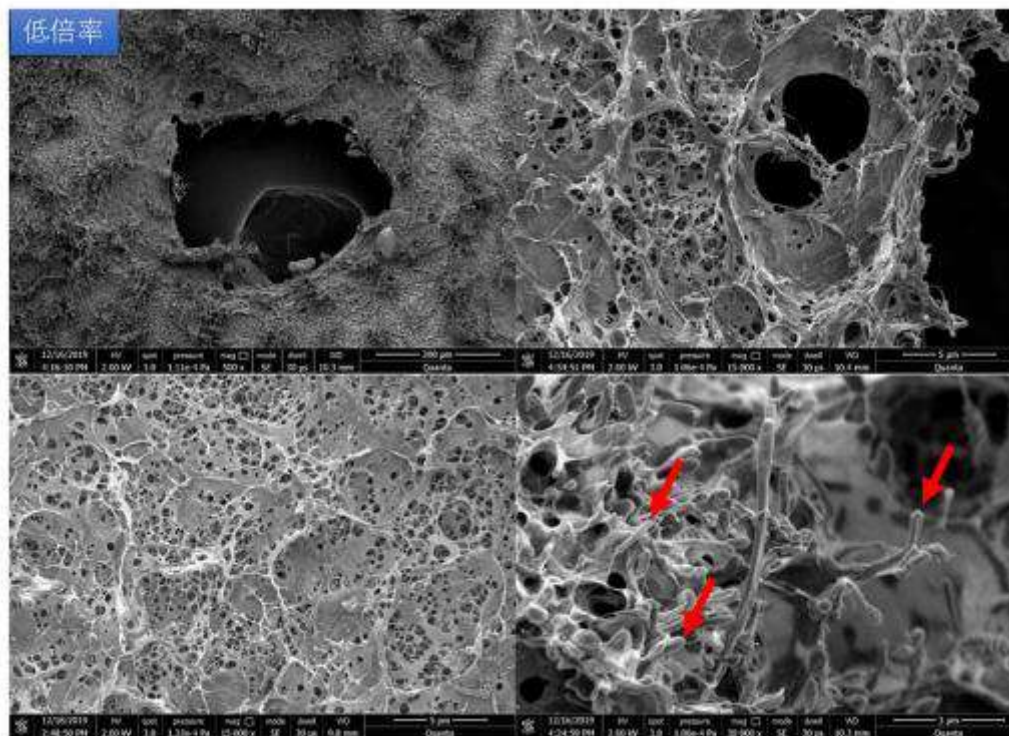


図3 複合シートの海洋生分解性を示す電子顕微鏡写真

デンプンは身近に入手できる安価な素材ですが、耐水性などの問題からプラスチック原料として積極的に用いられていません。しかし、デンプン、セルロースといった多糖類同士の強固な相互作用を利用することで耐水性が向上するだけでなく、複合化により透明かつ高強度のシートが形成され、さらには海洋生分解性を示すことを明らかにしました。製造方法はシンプルであるため、今後、企業との連携による工業化プロセスの開発により、早期の実用化が期待されます。これまでに開発された海洋生分解性プラスチックである PHBH、PBS はバイオマスの発酵を経て生産されるためにバイオマスの構造が残っていません。一方、今回開発した技術はバイオマス固有の構造をそのまま活かすことができるため、自然が生み出す独自のバイオマス構造の特徴を基にする成果と言えます。

本研究成果が実用化できれば、海洋プラスチック問題の解決に大きく資することができます。また、地球上に安価かつ大量にあるデンプンとセルロースの利用により物質循環が構築でき、CO₂ ガスの抑制につながります。そのため、地球環境の改善に大きく貢献できる新技術として、早期の実用化が期待されます。また、このような環境技術を日本発で世界に発信することは日本の高い技術力を世界に示すものです。

日本語発表原文 http://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2020/20200305_01

文 JST 客観日本編集部