

東京大学、史上最高耐熱のプラスチックを植物原料から開発

東京大学大学院農学生命科学研究科大西康夫教授、北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科金子達雄教授、神戸大学大学院工学研究科荻野千秋教授、筑波大学生命環境系高谷直樹教授らの研究チームは、史上最高耐熱のプラスチックをバイオマスなどの植物原料から作ることに成功しました（図1）。

<研究内容>

当該研究チームでは、代表的な非可食バイオマスである紙パルプを効率的に酵素糖化し高濃度のグルコースを含む糖化液（最高で90 g/L）を生産するシステムを開発しました（神戸大）。また、高耐熱性のポリベンズイミダゾール（PBI）に着目し、その原料となる芳香族化合物（3-アミノ-4-ヒドロキシ安息香酸：AHBA）を生産する遺伝子組換えコリネ菌を用いて、紙パルプ糖化液からAHBAを発酵生産し（3.3 g/L）、高純度に精製しました（神戸大、東大）。一方、共重合用の化合物として着目した4-アミノ安息香酸（ABA：アラミド繊維原料）を生産する遺伝子組換え大腸菌を構築し、同じく紙パルプ糖化液からABAを発酵生産し（1.6 g/L）、高純度に精製しました（筑波大）。

一方、化成品を用いた検討により、まず、PBIの直接の原料となる3,4-ジアミノ安息香酸（DABA）をAHBAから簡便に合成する方法、DABAからPBIフィルムを作製する方法を開発しました（北陸先端大）。また、DABAとABAを共重合することで耐熱性が大きく向上することを見出し、これまでに存在するプラスチックの中で最高耐熱を達成しました（DABA:ABA=85:15のコポリマーの10%重量減少温度は740°C超、表1）（北陸先端大）。

最終的に、紙パルプ糖化液を使って発酵生産した芳香族化合物から同等の性質を有するPBIフィルムを作製できることを示し、紙パルプから超高耐熱性PBIフィルムの一貫生産プロセスのプロトタイプを構築することに成功しました。

開発した超高耐熱性バイオPBIは、強度や軽量性にも優れており、さまざまな用途で利用が見込めます。まず、耐熱性が非常に高く、さまざまな軽量金属（アルミニウム、マグネシウム、亜鉛、錫など）の融点で分解が起こらないため、これらの軽量金属と熔融複合化することができ、軽量化社会で重要となる自動車ボディ、建築部材などの社会インフラ、軽量・高耐熱性が求められる駆動部位周辺具材（電線エナメル、高耐熱絶縁紙、マニホールド、オイルパン）への応用も考えられます。これらの輸送機器はグラム単位での軽量化が要求さ

れており、バイオPBIによりエネルギー削減、脱石油化・低炭素化社会への貢献が期待されます。

また、PBIをLiイオン化し、Liイオン電池の固体電解質として利用できることを既に明らかにしており、より高耐熱の固体電解質開発も可能と考えられ、次世代電気自動車開発に貢献できると考えています。

表1 新規開発バイオ PBI およびアラミド含有バイオ PBI の熱分解温度の比較表

プラスチック	10%	力学強度	弾性率
	熱分解温度		
	(°C)	(MPa)	(GPa)
Bio-PBI フィルム (100/0)	716	68	3.3
Bio-Ami-PBI (85/15)フィルム	743	66	3.2
代表的 PBO (これまで最高耐熱)	715	5800	180
代表的アラミド	585	3000	112

代表的ポリイミド	580	231	2.5
既存 PBI	570	100	5
ナイロン6	415	75	2.4

* Bio-Ami-PBI は、史上最高の熱分解温度で力学物性も十分に高い（ナイロンと同等）

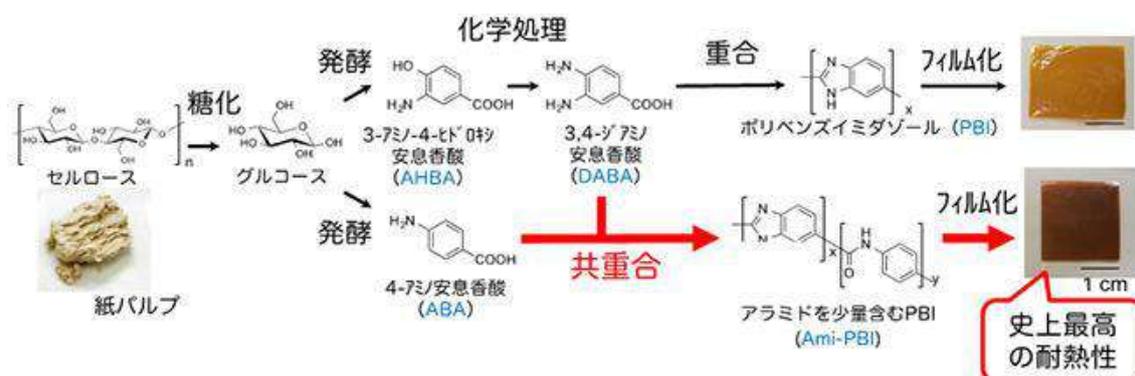


図1 紙パルプから超高耐熱性プラスチックフィルムの一貫生産プロセス

論文情報

タイトル: Ultrahigh Thermoresistant Lightweight Bioplastics Developed from Fermentation Products of Cellulosic Feedstock

雑誌: Advanced Sustainable Systems (オンライン版: 10月14日公開)

DOI: 10.1002/adsu.202000193

研究成果発表資料

<https://www.jaist.ac.jp/whatsnew/press/2020/10/14-1.html>