技術
資料

技術インパクト

環境インパクト：植物由来材料の工業製品化

—循環型社会に向けた植物由来プラスチック，天然繊維の有効活用

Industrial Products of Plant Origin Material

—Effective Use of Plant Origin Plastics for Recycling Society

稲生 隆嗣

Takashi INOH

1988年名古屋工業大学工学部卒業，同年
トヨタ自動車(株)入社

◎研究・専門テーマは自動車用樹脂部品
および材料の開発

◎トヨタ自動車(株)車両技術本部 第
2材料技術部 有機材料室 担当員

(〒471-8572 豊田市トヨタ町1ノ)

E-mail: takashi@ino.tec.toyota.co.jp

1. 緒言

化石資源の大量消費により CO₂ 排出量が急激に増加し，地球温暖化の進行が問題視されている．われわれは CO₂ 排出型社会から，循環型社会（カーボンニュートラル 図 1）を実現するための手段の一つとして，植物を原料としたプラスチック（以下，バイオプラスチック）に着目し，自動車用材料への応用研究を進めている．

植物のでんぷんや糖から乳酸を得て合成されるポリ乳酸（PLA）は，現在，工業的に生産されている唯一のバイオプラスチックである．ポリ乳酸は農業フィルム，包装資材などで採用されてきたが，自動車部品に適用するためには，耐熱性，耐衝撃性，耐久性（耐加水分解性）の向上が

図1 カーボンニュートラルコンセプト

必要とされる．当社では，これらの課題の解決に取り組み，製品化を目指しており，2003年に発売したラウム，プリウスにポリ乳酸を使用したスペアタイヤカバー〔図2 (a)〕，フロアマット（オプション）〔図2 (b)〕を実用化することができた．ここでは，開発事例を紹介するとともに，今後の普及にあたってのさらなる課題，期待を述べる．

(a) スペアタイヤカバー

(b) フロアマット

図2 バイオプラスチック製自動車部品

2. 植物由来素材を使うメリット

バイオプラスチックを適用する部品を開発すると同時に，炭酸ガス排出量を試算した．後述するラウムに搭載したポリ乳酸とケナフ繊維の複合材料で造られたスペアタイヤカバーを対象にライフサイクルアセスメント（LCA：Life Cycle Analysis）を実施した．試算は，図1に示すサイクルとした．植物をプラスチックの原料として用いることや植物そのものを自動車部品として用いるメリットとして，①使用後，サーマルリサイクルにて排出される CO₂ は，植物の生長過程で吸収した CO₂ のため，大気中の CO₂ 濃度を増やすことはないこと，②材料製造工程から排出される植物残査をバイオマスエネルギーとして使うことができ，製造段階においても CO₂ の発生を低減することができることの2点があげられる．これらのメリットを考慮して試算した結果（図3）より，炭酸ガスの排出量を80%以上削減できることがわかった⁽¹⁾．

3. 製品化事例

2001年の東京モーターショーにて出展したES3，および技術展示コーナーに展示した部品（図4）に示すようにポ

図3 LCA 結果

リ乳酸は、一般の樹脂と同じようにさまざまな加工方法にて、部品を造ることができる。ただし、自動車材料としては、耐熱性、耐衝撃性などの課題があるので、そのままでは自動車部品として使用することはできない。そこで製品化については、天然繊維であるケナフにより補強する方法を用いた材料と延伸による配向結晶化により耐熱性が向上している繊維材料で行った。天然繊維で補強する方法については、従来、セルシオなどのドアトリムに採用しているケナフ繊維とPP樹脂を複合化する方法を応用した。この方法により、ポリ乳酸単体では、耐熱性、耐衝撃性が課題であるが、耐熱性は、図5に示すように向上ができ、耐衝撃性についても同様に向上させることができた⁽²⁾。また、本手法によれば、ポリ乳酸の弱点の一つである比重が大きいことによる重量増加も低く抑えることもできている。一方、繊維材料の製品化については、延伸により耐熱性の高まったポリ乳酸繊維を用い、耐摩耗性の改良などを行いオプション部品であるフロアマットに適用した。

4. 課題と今後の展開

現在、天然繊維を利用した複合素材は、各種パネル基材（ドアパネル、パッケージトレイなど）があり、今後、これらに適用できる可能性がある。ただし、これらの製品は直射日光にさらされるため、よりいっそうの耐熱性向上が必要である。

繊維系の材料は、車室内カーペット、天井表皮、シートファブリックなどがあり、車に使用しているプラスチックのおおよそ10%を占める。今後、これらの部品に適用するためには、フロアマットで適用した技術をさらに押し進める必要がある。具体的には、耐光性、耐摩耗性、成形加工性の向上が必要である。さらに、自動車部品の多くは、生産性が高い射出成形により製造されており、自動車用プラスチックのおおよそ60%を占める。射出材の性能向上については、各社より、製品化、研究事例が報告されているが⁽³⁾、開発のポイントはポリ乳酸の結晶スピードをい

図4 試作部品

図5 耐熱性

かに実用的な領域にするかである。

また、すべての面において望まれることは、ポリ乳酸1種類だけで多様な材料で構成されている自動車部品へ幅広く適用することは特性面からも難しく、新規バイオプラスチックが必要である。

5. おわりに

これからの社会は、地球規模での再生社会への転換が行われ、大量生産、大量消費・廃棄の時代から、リデュース (Reduce)、リユース (Reuse)、リサイクル (Recycle) が進み、循環型社会へ移行することへの要請がいっそう強まると思われる。植物を由来とする素材は、石油資源の節約、炭酸ガスの排出抑制、再生可能資源 & 循環型素材として期待は大きい。まだ、課題は多いが関係メーカーとも協力し、バイオプラスチックの普及、循環型社会の実現のために貢献をしていきたい。

(原稿受付 2005年8月23日)

●文 献

- (1) 山戸昌子・ほか、バイオプラスチックのLCA, 第11回ポリマーフォーラム予稿集, 2PA19 (2002-10)。
- (2) 稲生隆嗣・ほか、バイオプラスチックの応用研究, 2003春季自動車技術会予稿集, 20035071 (2003-5)。
- (3) 大内 誠・ほか、ポリ乳酸-クレイハイブリッドの合成, 第11回ポリマー材料フォーラム予稿集, (2002-10)。