ポリブチレンサクシネート系 生分解性ポリエステル

Biodegradable Polyester—Poly(butylene succinate)—

市川 靖

プラスチックは社会の高度な繁栄とともにその使用量・廃棄量ともに著しく伸びてきた。プラスチックの特長は軽量で安定な素材であり、形状の自由度も高いことである。これらの特長は使用時においてはたいへん有利であるが、廃棄された場合には、環境中に長く残存するという問題を生じる。

物質的に豊かになり満たされるようになった人類が精神的な豊かさを求めるようになった現在、地球環境に対する関心が急速に高まり、プラスチック廃棄の問題が注目されるようになった。

このような問題解決のためのひとつの解決策として、生分解性樹脂がある。生分解性樹脂とは文字どおり微生物により分解されるプラスチックであり汎用プラスチックとの大きな違いは、使用後廃棄されてから初めてその特長を発揮することである。脂肪族ポリエステルが微生物により分解されることは古くから知られていたが、生分解性樹脂として実用化されていなかった。その理由は、高分子量化できずプラスチックとしての成形性・機械的物性を有していなかったためである。さらに、融点も低いため、実用的な耐熱性に欠けていた。

これらの問題を解決するために、昭和高分子ではジオール・ジカルボン酸系ポリエステルの高分子量化技術を開発した¹⁾。また、モノマーの組み合わせとしてブタンジオールとコハク酸を選択することにより融点を 100℃ 以上とすることにより生分解性ポリエステル「ビオノーレ」を 1994 年に上市した。現在、化学構造はポリブチレンサクシネート (#1000) とポリブチレンサクシネート・アジペート共重合体 (#3000) がある。

ビオノーレの生分解性は、環境 (土壌、海水、淡水、堆肥など)・条件 (温度、湿度など)、グレード (化学構造、分子量、フィラー、添加剤など) により異なる。

土壌環境は土質、気候、地勢などが複雑に影響し合うために、分解速度や分解度は場所により違ってくるが、生分解性プラスチック研究会が全国 18 カ所で実施した 1 年間

にわたる土壌生分解性試験によると、ビオノーレは平均 60% 以上の分解性を示した。共重合により結晶性を下げた #3000 のほうが #1000 より 3~5 倍程度速く分解する。グレードの組み合わせにより、用途に応じて分解期間を制御できる可能性が示唆される。

ビオノーレの用途は、発泡緩衝体、文具や釣り糸など従来のプラスチック製品と同様に多岐にわたっている。その中でとくに生分解性を活かせる分野として注目しているのは、コンポストバッグ (生ゴミ堆肥化用の袋)、農業用フィルムなどフィルム分野である。現在、昭和高分子ではこの分野を中心に開発を行っている。ビオノーレフィルムの機械的物性は、現在使用されているポリエチレンの物性と同等程度である。生分解性と機械的物性についてもグレードの組み合わせにより制御することが可能である。また、成形性についても、発泡成形やラミネーション成形など高い溶融張力を必要とする分野には、分岐を導入することによりグレード化している。この点においてジオール・ジカルボン酸系ポリエステルである「ビオノーレ」は設計の自由度の高い樹脂であるといえる。モノマーの組み合わせを選択することにより、同一重合技術の延長上で生分解性、機械的物性、さらには成形性を制御することが可能だからである。

ポリブチレンサクシネートは生分解性以外にも特異な結晶転移とそれによるマクロな物性変化を示す²⁾。この挙動は汎用エンブラであるポリブチレンテレフタレートなどごく少数のポリマーにおいても見られる現象であり、高度に一軸配向した糸やバンドなどでは、応力-ひずみ曲線において特異的な現象を観測することができる。応力の低い領域では α 型の結晶の物性 (弾性率) を示し、転移領域の応力 (臨界応力) に達するとひずみの増加に対して応力が一定値になる。完全に β 型に転移すると β 型の物性を示す。これは、熱力学的に一次の転移であり、応力に対して可逆的な現象である。このような性質を利用すると結束用のバンドなどの分野で応力緩和の問題を解決できる可能性があると考えられる。

今後、多様化するニーズに対応するグレードの設計とフィラーあるいは他の生分解性樹脂とのブレンドによる複合化技術を応用することにより、さらに多彩な用途への展開を行い、地球環境問題に対するひとつの解決策を提案していくことができればと考えている。

文 献

- 1) 昭和高分子 特許番号 2825969
- 2) Y. Ichikawa, J. Washiyama, Y. Moteki, K. Noguchi, K. Okuyama, *Polym. J.*, **27**, 1230 (1995)