「90年代に賭ける夢」特集
地球環境

生命と環境を守る材料：バイオプラスチック

土肥義治

バイオの技術を応用して、微生物でプラスチックをつくる、という研究に2つの視点から夢をいだき、数年前にとりかかった。第一の視点は、化学合成法が主流の高分子合成の世界に、バイオ合成法を導入することによって、一石を投じたいという夢であった。第二には、微生物のつくるプラスチックは、自然のなかで速やかに分解するために、自然環境と生命を守る“クリーン”プラスチックになるのではないかと期待であった。高分子の化学合成を専門としていた筆者には、研究のスタートは失敗の連続でなかなか大変ではあったが、徐々に微生物を使いこなすことができるようになり、3年前に新しい共重合ポリエステルを発酵合成することができた。共重合ポリエステルは、優れた生物分解性と多様な物性を示す素材となることがわかり、バイオプラスチックという名前をつけた¹⁾。ここでは、バイオプラスチックの発酵合成法とその性質を簡単に紹介し、新素材への期待を述べたい。

数多くの微生物は、ポリエステルを生合成し、それをエネルギー貯蔵物質として体内に蓄えている。このポリエステルは、動物でいえば脂肪に、植物でいえばデンプンに相当する。とくに、微生物を最も良い条件で生育させると、乾燥重量の80%にも達する大量のポリエステルをつくりだすことがわかっていった。

われわれは、水素細菌 *Alcaligenes eutrophus* に4-ヒドロキシ酪酸をエサとして与えると、多様な物性を示す新しい共重合ポリエステルが発酵合成できることを見いだした。このポリエステルは、3-ヒドロキシブチレート(3HB)と4-ヒドロキシブチレート(4HB)ユニットからなるランダム共重合体である。この新しい共重合ポリエステルは、1,4-ブタンジオールやγ-ブチロラクトンからも発酵合成できる。

共重合ポリエステルの結晶化度は、4HB分率の増加とともに低下するために、結晶性の硬いプラスチックから、弾性に富むゴムまで多様な物性を示す素

材となる。熱安定性や成形性にも優れ、強い糸や透明でしなやかなフィルムにも加工できることもわかってきた²⁾。

共重合ポリエステルのフィルムを土の中に埋めて微生物分解性を調べたところ、春は6週間で、夏は2週間程度ではほぼ完全に分解した。バイオポリエステルの分解、資化する微生物は、10種類以上知られている。これらの微生物は、分解酵素を体外に分泌し、ポリエステル高分子鎖を有機酸に分解し、その有機酸を体内に取込み生命活動の栄養源にしている。このように、バイオポリエステルは、自然に還るプラスチックということできた。

今日、合成プラスチックは全世界で年間一億トンも生産され、軽くて強い便利な素材として、暮らしのさまざまな場面に使われている。しかし一方で、多くの合成高分子の廃棄物は、自然のなかで分解されないために、さまざまな環境問題を引き起しているという一面もある³⁾。自然に還るバイオプラスチックは、生命と環境を守る材料として活躍できる分野が数多くある。とくに、釣糸、魚網、農業用フィルムなど生分解性プラスチックの登場が望まれている水産業や農業への利用に大きな期待が寄せられている。

さらに、バイオプラスチックは、生物分解性のほかに加水分解性、生体適合性という特性をもつために、医用材料、製薬材料など新しいタイプの機能性材料としても大きな可能性を秘めている。バイオプラスチックが生命と環境を守る夢の材料として大きく育っていくことを期待したい。

1) 土肥義治；現代化学，12月号，44（1988）

2) 土肥義治；化学と工業，42，1218（1989）

3) 科学朝日；12月号，68（1988）；10月号，104（1989）

（平成元年10月24日受理）

Bioplastics for Global Environmental Preservation

筆者紹介 YOSHIHARU DOI Laboratory of Resources Utilization, Tokyo Institute of Technology
東京工業大学資源化学研究所助教授，工学博士

筆者は、生分解性高分子の設計と合成、バイオプラスチックの発酵合成とその性質について研究しており、56年に日本化学会進歩賞，平成元年とやま賞を受賞。趣味は水泳と歴史。