

業績

高性能バイオマスプラスチックの構造制御とその応用

Structural Control of High-Performance Biomass-Plastics and Their Applications


 いわたただひさ
 岩田忠久

東京大学大学院農学生命科学研究科・教授 (博士(農学))

持続可能な物質生産システムの構築と子々孫々にまで美しい地球環境の保護のために、石油を原料とせず、再生産可能なバイオマスを出発原料として生産される「バイオマスプラスチック」と環境中の微生物が分泌する分解酵素によって二酸化炭素と水にまで完全に分解される「生分解性プラスチック」の開発が望まれている。岩田氏は、単に生分解性を有するバイオマスプラスチックを生物および化学的手法により合成するにとどまらず、高性能なフィルムや繊維などの実部材への成形加工技術の開発、大型放射光を用いた構造と物性との相関解明、分解酵素を用いた生分解性速度の制御機構の解明など、分子レベルの基礎研究を遂行することを通じて、生分解性バイオマスプラスチックという新たな学問分野の創出を目指して研究を推進してきた。

1. 生分解性バイオポリエステル構造制御による高性能化

岩田氏は、超高分子量バイオポリエステルの微生物合成と新規な成形加工技術の開発を通じて、生分解性を有する超高強度繊維の開発に世界で初めて成功した。さらに、開発した成形加工法を改良することにより、さまざまな生分解性ポリエステルの高強度繊維およびフィルムを作製することにも成功した。また、これらの分子鎖構造、結晶構造、高次構造、および、動的な構造変化を大型放射光 (SPring-8) を用いて解析し、構造と物性の相関を分子レベルで解明した。具体的には、広角・小角同時測定、昇温および延伸を行いながらの *in situ* 測定、マイクロビーム X 線回折、マイクロ X 線トモグラフィの装置と解析法を開発を行った。これら一連の研究手法と成果は、生分解性バイオポリエステルのみならず、さまざまな高分子材料にも応用できることから、高分子材料学全般の発展に大きく貢献している。

2. 生分解性制御機構の解明

微生物産生ポリエステルは、環境中に存在する微生物が分泌する酵素により二酸化炭素と水にまで完全に分解される生分解性プラスチックでもある。岩田氏は、目的に応じて生分解性の速度を自由にコントロールする必要があると考え、分解される基質であるプラスチック材料と分解する加水分解酵素の両面から研究を推進

した。その結果、生分解性の速度は、材料の化学組成や連鎖構造に加え、材料中の結晶構造、結晶の量、結晶の厚さにより制御できることを見いだした。さらに、同じ化学構造を有していても、分子鎖構造の違いにより分解速度が異なること、酵素は結晶の表面に吸着するが、分解は結晶の側面から進行することなど、高分子材料の分解機構に新たな概念を提唱した。また、分解酵素の三次元結晶構造解析にも成功し、分子レベルでの分解機構の解明にも成功した。

3. 高分子多糖類バイオマスプラスチックの創製

自然界には、さまざまな構成糖や結合を有する多くの高分子多糖類が存在し、それぞれ特徴的な化学構造および分子鎖構造を有している。岩田氏は、高分子多糖類のもつ特徴的な構造を保持したまま、射出成形や溶融紡糸が可能な熱可塑性バイオマスプラスチックを創製し、その物性評価および構造解析を中心とした基礎研究に加え、目的に応じた物性を有する高機能部材の開発を行った。さらに岩田氏は、酵素触媒重合法を用いて、水系・常温・常圧の条件下で、自然界に存在しない非天然型の新規な結合を有する高分子多糖類を *in vitro* 重合する革新的技術の開発にも成功した。また、位置選択的な置換、置換基の量の制御、短鎖・長鎖混合エステル化などにより、熱的性質、機械物性、生分解性の速度などをコントロールできることを解明し、高分子多糖類からさまざまな特性の制御されたバイオマスプラスチックのポリマーライブラリーの構築を実現した。

以上のように岩田忠久氏は、高分子材料学、高分子構造学、微生物発酵学、酵素学を融合することにより一連の研究を遂行し、生分解性バイオマスプラスチックの高性能化を精力的に推し進めている。また、同氏の研究手法および成果は、汎用高分子にも応用可能であることから、高分子科学全般の発展にも大きく寄与していると考えられる。さらに、農学的手法・考え方と工学的手法・考え方を常に融合させ研究を進める「農工学」の概念を提唱するとともに、当該分野の国際会議の実行委員長や国際科学誌の編集長を通じ、本分野の学問的発展にも大きく貢献していることから、高分子学会賞に値するものと認められた。