

【3K113018】磁性ナノ球状カプセル酵素と酵母によるバイオエタノールの製造および相溶化処理した生分解性複合材料の創製 (H23～H25；累計交付額 53,861千円)

邱 健輝 (秋田県立大学)

1. 研究開発目的

近年、資源の有効利用、地球環境問題、エネルギー問題は益々注目されつつある。そのため、一層の廃棄物や炭酸ガスの削減、およびカーボンニュートラルで再生可能なバイオマスの有効利用による循環型社会の形成が強く求められている。さらに、本国では廃プラスチック総排出量が年間 1,000 万トン(容器包装、家庭用品など：約 47%)以上を超えている。このような社会的なニーズに応じて、バイオエタノールの製造および環境に優しいプラスチックの代用材に関する研究が盛んに行われているが、コストが高く、物性特性が不十分などでその実用化に大きな障害となっている。

本研究では、再生可能な草本系バイオマスからバイオエタノールをより高効率・低コストで製造する技術およびリグニンなどの残渣および草本系バイオマス/生分解性複合材料を作製する技術を確立し、大規模工業化生産への実用化を推進することを全体目標として、回収・再利用できる磁性ナノ球状カプセル酵素と酵母、およびバイオマス(リグニンなどの残渣も含む)一生分解性樹脂を相溶化させる表面処理技術の開発・確立することを目的としている。

2. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

草本系バイオマスからバイオエタノールの製造と新規生分解性複合材料の開発には、科学的意義のある基礎研究として：①稲わらを酵素糖化しやすい適切な粉碎方法の確立、②回収・再利用できる磁性ナノ球状カプセル酵素の新技术の開発、③リグニンなどの残渣およびバイオマスの表面処理技術の開発、などに関する研究を行った。これらの研究成果はバイオエタノールおよび稲わら/PLA 複合材料の製造だけでなく、関連分野における基礎および応用研究にも十分適用することができるため、それらの研究分野の発展に貢献できる。例えば、磁性ナノ固定化酵素に関する研究成果はバイオセンサー、標的薬物などの研究分野に応用可能で、稲わらの表面処理技術では木質系などバイオマス全般にも応用できる。

(2) 得られた成果の実用化

本研究では磁性ナノ粒子に固定化された酵素を微粉碎された稲わら粉末に添加して糖化反応を行うと、ゼータ電位の違いなどにより、酵素が稲わら粉末に吸着され、磁性ナノ粒子から脱落してしまい、磁力による繰り返し回収が困難であることがわかった。この問題を解決するために、磁性ナノ粒子に酵素の固定化と吸着による酵素の回収方法

および前処理として亜臨界水によるヘミセルロースの加水分解の方法を提案し、低粉碎コスト、低酵素添加量、酵素の回収・再利用可能な高効率の糖化効果が得られる糖化技術の開発を進めている。一方、生分解性複合材料については実製品の試作に至っており、今後は大容量の表面処理などを検討することで早期の実用化が期待できる。

(3) 社会への貢献の見込み

糖化率 80%以上、エタノール発酵効率 90%以上を達成できれば、バイオエタノールの製造コストを 72¥/L 以下まで抑えることができると予想され、実用化が期待できるため、循環型社会形成推進に貢献できる。また、磁性ナノカプセル酵素の開発技術は学術的にも大きな意義がある。バイオエタノール製造後の残渣なども環境に優しい生分解性複合材料に利用されるため、廃棄物の排出を最小限に抑えられる。さらに、バイオマスを利用した生分解性複合材料はグリーンコンポジットと呼ばれ、低コストかつ大規模に工業化生産が可能であるので、プラスチック製の民生用品、容器包装材などに使用すれば、環境に悪い廃棄プラスチックの処理量を減少させることができる。高効率・低価格のバイオエタノールの製造方法と新型複合材料製品の開発により、日本におけるプラスチック成形企業の競争力の向上、雇用の拡大、さらに国際的な競争力の強化等に大きな社会的効果も期待できる。

3. 委員の指摘及び提言概要

エタノール製造に関して予期された成果が得られなかった。その解決策も検討されているが、既存の方法に比べて格段の優位性が示されていない。生分解性プラへの応用は多くの類似研究があり、ほぼ予想通りの成果であるが、実用化に向けての検討も十分ではない。

4. 評点

総合評点： B