

酵素を利用したバイオマスの高機能化

工業技術センターでは、バイオマス利用技術の高度化を目指して、産業系副産物バイオマス(泡盛蒸留粕、糖蜜など)から、食品、医薬品、生分解性プラスチック原料として有用な有機酸などを製造する基礎技術の開発を行っています。第3回では、生体触媒の一つである酵素を利用したバイオマスの高機能化技術について紹介します。

はじめに

循環型社会を実現するため、石油などの化石資源に代わって、バイオマスの利用が注目されています。セルロース、でん粉、砂糖などの天然の糖類は地球上に豊富に存在するバイオマスです。また、糖鎖は、環境の影響をうけて複雑多岐に構造が変化し、細胞の分化やガン化、ウイルスや病原性微生物の感染、など多くの生命情報も担っています。

生体触媒(微生物と酵素)を利用して、バイオマスから有用な素材を生産するには、二つの方法があります。図1に糖類からの高分子素材の開発の例を示します。

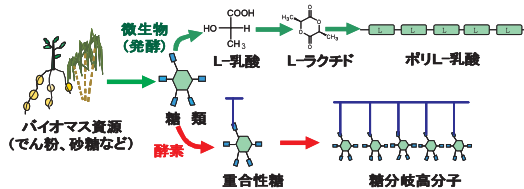


図1 生体触媒を利用した糖類からの高分子素材の開発

一つは、微生物の発酵能を利用して、糖類をL-乳酸などの単純な化学構造に変換して、ポリL-乳酸のような高分子の原料をつくる方法です。もう一つは、酵素の反応特異性を利用して、糖類の化学構造と機能を生かした新規の糖分岐高分子をつくる方法です。

酵素を利用した高分子素材の開発

従来から、酵素を利用して、高分子骨格に糖を組み込む1段階の合成法が試みられてきましたが、分子量が大きくなると、物性の改変がしにくいなどの欠点がありました。そこで、図2に示すような、2段階の反応で種々の糖分岐高分子を合成する方法が開発されています¹⁾。

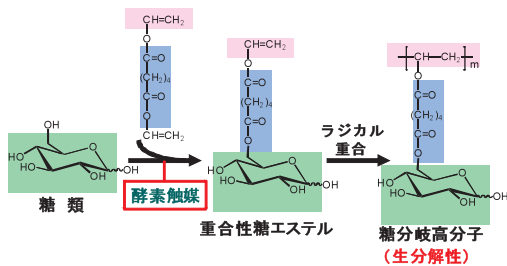


図2 酵素を利用した糖分岐高分子の2段階合成

先ず、酵素(プロテアーゼ、リパーゼ等)の反応特異性を

利用して、糖の特定の水酸基を修飾して重合性糖エステルを合成します。次に、重合性糖エステルを化学触媒によりラジカル重合させて高分子を合成します。この方法は、種々の糖分岐を有する新規高分子をデザインするのに優れています。

すでに、種々の糖やヌクレオシド分岐をもった高分子が開発され、市販されています。これらの高分子素材は、主鎖がポリビニルアルコール骨格であるので完全に生分解されます。また、酵素を利用して得られたビニル基をもつ重合性糖エステルは、他のビニル基をもつ単量体と共重合することにより、界面活性や温度感受性を有する高分子素材、非ウイルスベクター(核酸分子送達用担体)や酵素阻害剤、等としての応用も可能です。

その他にも、これらの糖含有高分子は研究用試薬(細胞標識、蛋白質安定剤)、医薬品(抗ウイルス、抗炎症、徐放性薬剤)、細胞接着剤(人工肝臓)、乳化安定剤(化粧品)、ポリマー改質剤(相溶化剤、表面改質剤)等への応用が期待されます。

酵素を利用した機能性素材の開発

酵素利用技術は、糖やその誘導体の高機能化にも役立ちます。図3には、酵素を利用して、糖と脂肪酸から機能を向上させた糖エステルの合成スキームを示しました。



図3 酵素を利用した機能性糖エステルの合成

例えば、トレハロースやアルブチンなどの機能性糖とウンデシレン酸やγ-リノレン酸などの機能性脂肪酸から糖エステルの合成ができます。アルブチンウンデシレン酸エステルの場合、アルブチンに比べて、約70倍のメラニン産生抑制作用がB16メラノーマ細胞で観察されています²⁾。

参考文献

- 1) 北川優 他、糖エステルを側鎖にもつ高分子の酵素・化学合成、高分子論文集、57、629-636 (2000)
- 2) Y. Tokiwa et al. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 17, 3105-3108 (2007)