

分解酵素内包型生分解性プラスチックビーズの開発と 物性及び生分解性評価

(東大院・農) ○飯田倫子、黄秋源、木村聡、岩田忠久

【緒言】

現在、歯磨き粉の研磨剤、ファンデーションなどのスキンケア商品には数 μm ～数百 μm のマイクロビーズが使われている。それらのマイクロビーズの多くは生分解性のないポリエチレンやポリプロピレンから作られており、下水処理でも分解されず海洋中に流れ込み、海洋中で蓄積することが危惧される。その解決策として、微生物によって水と二酸化炭素にまで完全に分解される「生分解性プラスチック」の利用が注目されている。しかし微生物が少ない海洋中では、生分解性プラスチックであっても生分解の進行が遅いという問題がわかってきた。そこで、生分解性プラスチックにあらかじめ分解酵素を内包したマイクロビーズを作製することで、水さえあればあらゆる環境下で分解され、プラスチックによる海洋汚染の改善に寄与できると考えられる。本研究では、3種類の生分解性ポリエステルに分解酵素としてクチナーゼを内包した酵素内包マイクロビーズの作製方法の開発を行うとともに、マイクロビーズの形態や圧縮強度およびその分解性の評価を行った。

【実験】

Poly(butylene succinate-co-adipate) (PBSA), Poly(butylene succinate) (PBS), Poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT)を用いた(Fig. 1)。熱混練機を用いてそれぞれの樹脂と分解酵素であるクチナーゼ (*Humicola insolens* 由来) を混練して、一旦酵素内包プラスチックを作製した。作製した酵素内包プラスチックをシリコンオイル中で熱溶解した後、高速ホモジナイザーで攪拌し、マイクロビーズを作製した。さらに、ふるいを用いてビーズを分級し、走査型電子顕微鏡でそれぞれのビーズの形状の観察を行い、粒子径分布を求めた。また、微小圧縮試験機を用いてビーズの圧縮強度の測定を行った。そして緩衝液中における分解挙動を観察した。

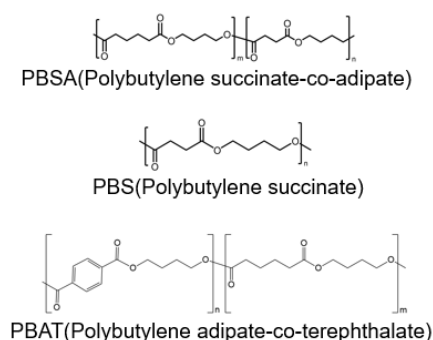


Fig. 1 PBSA, PBS, PBAT の構造

【結果と考察】

PBSA では、ビーズの 95%が粒子径 50 μm 以下であった。残り 5%の粒子径は 50 μm ～100 μm であり、100 μm 以上のビーズは形成されなかった。PBS は、ビーズ成形が容易で真球状のビーズがたくさん得られ(Fig. 2)、数 μm から 200 μm を超えるようなビーズまで観察された。PBAT ビーズの粒子径は、数 μm から 150 μm であった。いずれの酵素内包マイクロビーズの圧縮強度は、酵素が含まれていないマイクロビーズとほぼ同じであり、酵素内包による強度変化が生じないことがわかった。得られた酵素内包ビーズを緩衝液に浸漬させ分解過程を追跡した。酵素内包 PBSA ビーズは、分解試験開始 4 時間後には 80%程度が分解し、24 時間で完全に消失した(Fig. 3)。酵素内包 PBS ビーズは、分解試験開始 3 日後に 50%、1 週間後に 70%程度のビーズが分解消失していた(Fig.4)。

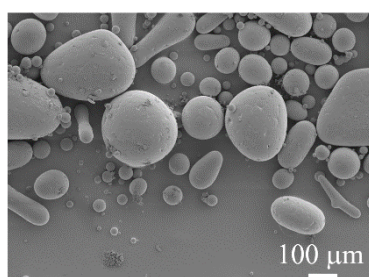


Fig. 2 酵素内包PBSビーズ

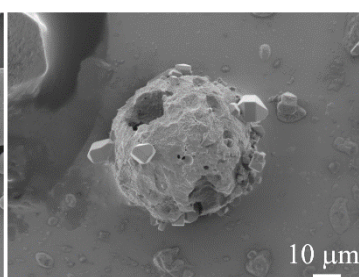


Fig. 3 酵素内包PBSAビーズ
(酵素分解試験4時間後)

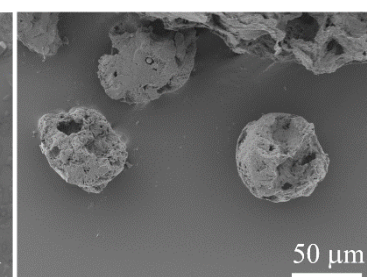


Fig. 4 酵素内包PBSAビーズ
(酵素分解試験1週間後)