

微生物産生ポリエステルを用いたマイクロビーズ作製と物性および海洋分解性評価

(東大院・農) ○兵藤夏未、甘弘毅、木村聡、岩田忠久 (群馬大院・理工) 粕谷健一

【諸言】 化粧品やパーソナルケア商品に含まれているマイクロビーズの多くは、非生分解性石油合成プラスチックを主成分としている。これらは下水処理では除去されず海洋に流出し、一次マイクロプラスチックとして海洋汚染問題の一因となることが危惧されている。本研究では、海洋中で良好な生分解性を示すポリヒドロキシアルカン酸(PHA)を原料として、従来の非生分解性マイクロビーズの代替品の作製、さらに得られた PHA マイクロビーズの機械特性および海洋分解性の評価を目的とした。

【実験】 ポリ[(R)-3-ヒドロキシブチレート](P(3HB))、ポリ[(R)-3-ヒドロキシブチレート-co-8 mol%-(R)-3-ヒドロキシバレレート](PHBV)、ポリ[(R)-3-ヒドロキシブチレート-co-7 mol%-(R)-3-ヒドロキシヘキサノエート](PHBH)、およびポリ[(R)-3-ヒドロキシブチレート-co-9 mol%-4-ヒドロキシブチレート](PHB4HB)の4種類の PHA を用いた(Fig. 1)。これらを融点以上の温度でシリコンオイル中で溶解させ、ホモジナイザーにより微砕化し、マイクロビーズを作製した。作製したマイクロビーズは走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて形態観察を行い、画像処理ソフトにより粒子径分布を求めた。その後、微小圧縮試験機を用いてマイクロビーズの圧縮強度を測定した。さらに、PHB 分解酵素を用いて酵素分解試験を行い、PHA マイクロビーズの分解挙動を SEM により観察した。また、PHA マイクロビーズの海洋分解性を測定するため、海水を用いた生物化学的酸素要求量(BOD)試験、および深海に約5カ月間沈めた P(3HB)マイクロビーズの形態観察を行った。

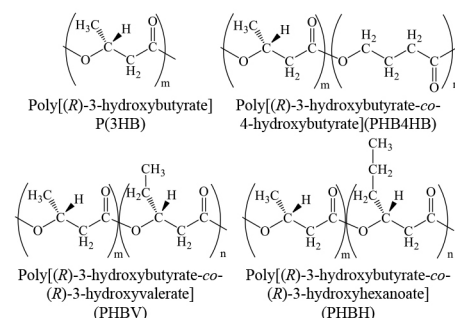


Fig. 1. Chemical structure of P(3HB) and typical P(3HB) copolymers.

【結果と考察】 Fig. 2 に、P(3HB)マイクロビーズの SEM 写真を示す。表面形態は PHA の種類によって平滑性に差異が見られたが、熔融ホモジナイザー法で PHA のマイクロビーズを作製することに成功した。また、これらのビーズは粒子径が 1 μm のものから 150 μm ほどのものまで幅広く分布していた。マイクロビーズの圧縮強度は、単粒子の応力-ひずみ曲線から算出した。圧縮時にビーズは破壊されなかったため、ひずみが 10% 生じた時の応力を圧縮強度として比較した(Table 1)。その結果、P(3HB)ビーズの圧縮強度は 13.3 MPa と、従来のポリエチレン(11.8 MPa)やポリプロピレン(11.2 MPa)のビーズより高い強度を示し、その他の PHA ビーズは 6.2~9.8 MPa の圧縮強度と、ポリスチレン(6.8 MPa)のビーズと同程度あるいはそれより高い強度を有することがわかった。酵素分解試験では、マイクロビーズの表面より結晶部分が露出し、非晶部分から優先的に分解が進行していることが示唆された。また、BOD 試験によって、PHA マイクロビーズはセルロースと同程度の高い海洋分解性を持つことが示唆された(Fig. 3)。さらに深海分解試験において、P(3HB)マイクロビーズは深海に沈んだ場合でも分解が進行することが示唆された(Fig. 4)。

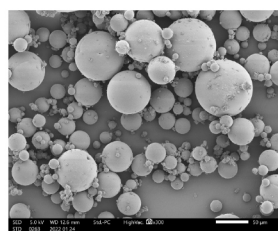


Fig. 2. SEM image of P(3HB) microbeads.

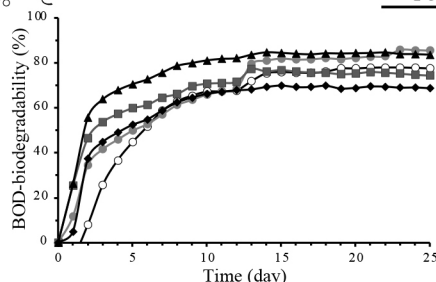


Fig. 3. BOD-biodegradability of P(3HB) (●), PHBV (■), PHBH (◆), PHB4HB (▲) microbeads and cellulose (○) in sea-water.

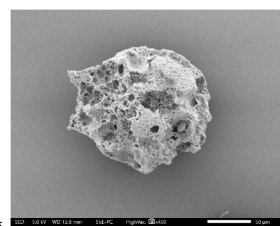


Fig. 4. SEM image of P(3HB) microbeads 5 months after sinking in deep sea.

Table 1. Compression strength of PHA microbeads.

Samples	10% compression strength (MPa)
P(3HB)	13.3 \pm 1.4
PHBV	9.3 \pm 0.1
PHBH	7.4 \pm 0.9
PHB4HB	6.2 \pm 0.8
Polyethylene	11.8 \pm 1.9
Polypropylene	11.2 \pm 2.6
Polystyrene	6.8 \pm 1.8

Physical property and marine degradability of microbeads prepared from microbial polyesters,

Natsumi HYODO¹, Hongyi GAN¹, Satoshi KIMURA¹, Ken-ichi KASUYA² and Tadahisa IWATA¹,
¹Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan, ²Graduate School of Science and Technology, Gunma University, 1-5-1 Tenjin, Kiryu, 376-8515, Japan, ¹Tel: 03-5841-5266, Fax: 03-5841-1304, E-mail: atiwata@g.ecc.u-tokyo.ac.jp