中性酸素ラジカル源を用いたポリエチレンテレフタレートの生分解速度の向上

Biodegradation-efficiency promotion of polyethylene terephthalate using neutral-oxygen-radical source

名大 [1],名城大 [2], °(M1)五藤 大智 [1], 岩田 直幸 [1], 石川 健治 [1], 橋爪 博司 [1], 田中 宏昌 [1], 伊藤 昌文 [2], 堀 勝 [1]

Nagoya Univ. [1], Meijo Univ.[2], °Daich Goto[1], Naoyuki Iwata[1], Kenji Ishikawa[1], Hiroshi Hashizume[1], Hiromasa Tanaka[1], Masafumi Ito[2], and Masaru Hori[1]

E-mail: goto.daichi@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

汎用性プラスチックであるポリエチレンテレフタラート(PET)は化学的安定性に優れ、安価であるため、ペットボトル原料などとして社会で広く利用される。また、廃棄PETを処理する際に使用する塩基性溶媒の環境負荷が問題となるため、微生物由来の生体触媒を用いたPETの生分解技術が注目を集める。[1]しかし、同法では基質であるPET表面が疎水性であり、親水性を示す生体触媒との吸着確率が低下し、分解速度を制限することが課題とされる。[2]本研究では、PET生分解速度の向上を目的とし、親水化効果が高いとされる中性酸素ラジカル源[3]を用いてPET表面の親水化前処理を行い、その分解速度の変化を液体クロマトグラフィー(HPLC)にて評価した。

2. 実験方法

直径 6 mm に切断したPET薄膜を試料とし、高電圧(15 kV) と Ar 4.97 slm+O_2 30 sccm にて駆動した大気圧酸素ラジカル源[3]で 30 s 処理した。サンプル表面-ラジカル照射口間の距離は 10 mm とした。PETase(終濃度 500 nM)を含む 50 mM Bicine (pH 9.0) 溶液にラジカル処理したPET薄膜を浸漬し、30 ℃の温度下で9 時間振とうし、PETを分解した。分解産物であるテレフタル酸(TPA)、モノヒドロキシテレフタレート(MHET)を含む反応溶液を HPLC(島津製作所)にて分析した。分析カラムはInertsil ODS-HL (5 um 4.6 × 250 mm, GL Sciences) とし、移動相(70 % MiliQ, 30 % CH_3CN, 0.1 % HCOOH)を流速 0.5 mL/min で流液し、波長 254 nm における吸収ピークの面積値より TPA と MHET の分解量を比較した。

3. 実験結果

図1に、ラジカル照射時間依存性による反応溶液中の TPA と MHET のピーク面積の変化を示す。ラジカル処理条件下での TPA、MHET の面積値は、未処理と比較してそれぞれ 1.5 倍、 1.3 倍増加した。更に、$P< 0.05$ の有意差も両物質において確認した。これは、PET 表面に酸素ラジカルを照射することによって、PET表面がヒドロキシ基やカルボキシル基といった親水性の官能基で終端され、これと PETase の基質結合部位周辺に存在するカチオン性領域との間でイオン間相互作用が働いたことにより、PET表面に酵素が誘引された結果、PET分解反応が促進されたと考えられる。

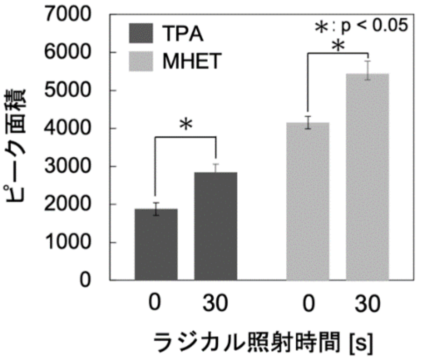

Fig. 1 Biodegradation properties of the oxygen radical-treated PET polymer films. LC analysis of enzymatic decomposed amounts production of TPA and MHET showed 150 and 130 % increases in the surface treatment.

謝辞

本研究の一部は、科学研費助成事業 特別推進研究(JP19H05462)の支援を受けて実施した。

参考文献

[1] Z. Furukawa *et al.*, Sci. Rep. **9**, 16038 (2019).

[2] A. N. Shirke *et al.*, Appl. Microbiol. Biotechnol. **100**, 4435 (2016).

[3] M. Iwasaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92**, 081503 (2008).