

ポリエステル分解菌の取得とポリエステル分解酵素の解析

北本則行・半谷 朗・深谷伊和男・茶谷悦司・村瀬 誠

現在、ポリエステル繊維は合成繊維に占める生産量のシェアが約70%あり、天然繊維を含めた世界の繊維需要においても約35%を占める重要な繊維である。一般に製造されているポリエステル繊維は、テレフタル酸とエチレングリコールからなるポリエチレンテレフタレート (PET) である。PET 繊維は、結晶化度と配向性の高さに基づく繊維構造の緻密さのため風合いが硬く、衣料素材としての拡販には限界があったが、強アルカリ高温溶液で加水分解を受けることが製造開始当初から知られており、1970年代になって本格的に風合い改良法としてアルカリ減量加工が行われるようになってから、ファッション性のある衣料素材としての地位を確立した。

しかし、PET 繊維のアルカリ減量加工は、濃厚なアルカリ廃液とテレフタル酸ソーダを排出し、排水処理負荷を高める大きな原因となっている。このため、アルカリ排液を生じさせない温和な条件での PET 繊維減量加工技術の開発が望まれている。

そこで、本研究では酵素を活用した PET 繊維減量加工技術の開発を最終的な目的として、PET 繊維用バイオポリッシング酵素生産菌を自然界から分離し、これらが生産する PET 分解酵素で処理した PET 繊維の特性変化を評価した。

実験方法

繊維工場、廃水処理場、公園、畑などの土壌試料を分離源として、オリブ油、ブリリアントグリーンを添加した LB 固体培地を用いてリパーゼ生産菌のスクリーニングを行った。

分離した菌株を、LB-オリブオイル添加培地で 30°C、7 日間振とう培養して得られた培養上清を粗酵素液とした。

次に、PET の分子鎖を構成する芳香族エステルモノマーであるエチレングリコールジベンゾエート (EDB) の分解能を評価した。薄層クロマトグラフィーで安息香酸

のスポットが生成するものを分解活性ありとした。

EDB 分解活性の認められた粗酵素を、ポリエステル布 (JIS L 0803 準拠) に作用させ、走査型電子顕微鏡で外観変化を観察するとともに、繊維及び編物の帯電性試験方法 (JIS L 1094A 法) で帯電特性を評価した。また吸水速度は、JIS L 1096A 法 (滴下法) で評価した。

実験結果及び考察

リパーゼ生産菌がコロニーの周りに濃い緑色のハローを形成することを利用して、土壌 72 検体よりリパーゼ生産菌を 43 株分離した。43 株の粗酵素液と EDB を反応させたところ、16 株の粗酵素が EDB に作用して安息香酸を生成した。

これらの菌株の粗酵素を PET 繊維に作用させ、電子顕微鏡で表面変化を観察した。PET 繊維の表面変化が顕著なリパーゼが 5 種類得られた。繊維表面の電子顕微鏡観察結果から、酵素の種類により繊維表面に生じたクレータやクラックの形状に違いがあることがわかり、作用機構が異なることが示唆された。PET 繊維の微細構造と酵素作用を受ける部位、減量速度などには密接な関係があり、それが吸水性や帯電性に変化を与える原因となる。選択した菌株の生産する粗酵素で処理した PET 繊維の半減期と吸水速度は、未処理のものと比較して大幅に改善されていた。また、帯電特性、吸水特性ともにアルカリ処理よりも改善されているものもあった。PET 繊維は疎水性で電気絶縁性が高いので吸湿性、吸水性が乏しく、静電気を帯電させやすい。このことは衣料品においては着用時に蒸れやべとつき感をもたらし、また、まとわりつき、パチパチ音、汚れやすさの原因になっている。繊維に親水性を付与する方法には繊維構造の改変、親水性化合物のグラフト重合、繊維表面の多孔質化などがあるが、酵素処理による多孔質化で帯電特性や吸水性を改良できることが示された。