

(信大繊維¹、群馬県織工試²) ○宇佐美久尚¹、近藤康人²

1. PET は汎用の繊維素材として広く使われている一方で、差別化のための新機能の付与が検討されてきた。一例として抗菌・防臭機能を持つ光触媒を PET 表面に担持する試みがある。これまでの研究では、気相反応や静水中の反応による処理が中心であったが、洗濯堅牢度を向上させるための結合力の増強と光触媒による PET の分解抑制が課題であった。本研究では、実用的な耐久性を持つ光触媒 PET 繊維の開発を目的として、酸化チタンを強固に結着し、かつ PET 繊維を保護するバインダー層を開発し、得られた光触媒 PET 繊維の活性をメチレンブルーの光触媒分解反応により評価した。

2. 実験

PET の表面近傍を 0.1 M NaOH 水溶液で加水分解し、次に 3-アミノプロピルテトラエトキシシラン (APS) のエタノール溶液に浸漬した。さらに、リン酸ジルコニウム (α -ZrP) を作用させた。最後に酸化チタン分散液に浸漬し、蒸留水で洗浄後、大気中で乾燥した。PET 繊維の表面構造を SEM と EDX で観察した。各 PET 布を色素溶液に浸漬し、染色された色素の光触媒による分解過程を拡散反射スペクトルで追跡した。

3. 結果・考察

PET 繊維の表面処理過程を図 1 に示す。①加水分解処理により、ヒドロキシル基とカルボキシル基が表面に生成し、②APS のシラノール基が加水分解した PET 表面のヒドロキシル基と反応して APS の末端アミノ基が PET の最表面に導入された。③層状ボリアニオンである α -ZrP を作用させると、静電的な相互作用により結着され、④ α -ZrP のリン酸基は酸化チタンの表面のヒドロキシル基とエステル結合して TiO_2 -PET 布を作製した。この繊維の表面を SEM-EDX で観察すると、繊維の表面に数 μm の酸化チタン粒子がまばらに担持されていた。

モデル汚染物質としてメチレンブルー色素を吸着させた TiO_2 -PET 布に波長 365 nm の紫外光を照射した。この波長の TiO_2 と色素の吸光度比から、365 nm の光は酸化チタンを優先的に励起できることが判る。反応の過程で色素のスペクトル変化は小さいことから、極大吸収波長である 670 nm の吸収スペクトルの変化から色素の相対濃度を測定した。酸化チタンを担持した場合には、1 時間後の濃度は 27 % に低下した。一方、酸化チタンを担持しない PET 布上では、直接光分解により 87 % に減少した。この直接分解による減少を考慮すると、酸化チタンによる正味の分解量は、1 時間で約 50 % に相当することが判った。擬一次反応を仮定して反応速度論的に解析すると、直接光分解の速度定数は $7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ であった。一方、酸化チタンを担持した場合には、2 種類の速度成分を持つことが判り、それぞれ $k_1 = 8 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ と $k_2 = 1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ が得られた。酸化チタンによるメチレンブルーの分解速度は、色素の直接励起分解速度と比較して 1 桁速いことが判った。繊維表面に吸着した色素は移動し難いと考えられ、 α -ZrP 表面と TiO_2 表面の 2 種類の吸着点で反応活性が異なるためと考えられる。

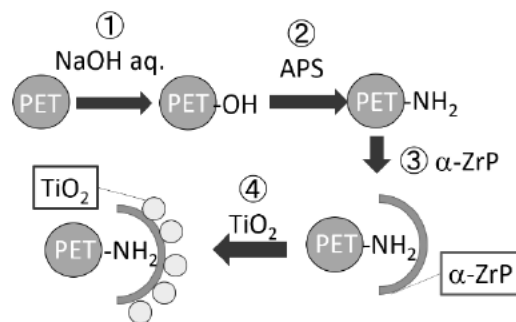


図1 リン酸ジルコニウムナノ薄膜を用いる PET 繊維の表面修飾プロセス

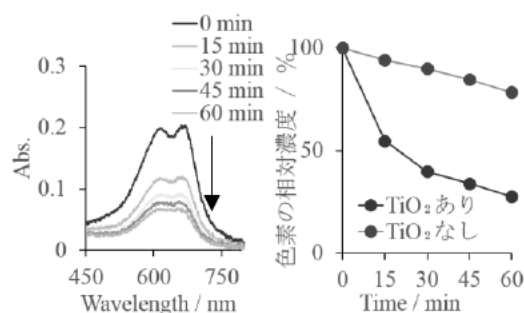


図2 メチレンブルーの光分解を指標とした TiO_2 担持 PET 布の光触媒活性評価