

分散染料担持ナノファイバーによるポリエステル布帛の超臨界流体染色

(福井大院・工) ○佐々木 洸輔, 廣垣 和正, 田畑 功, 中根 幸治

1. 緒言

水系染色で発生する排水は環境汚染の原因になる。代替案として超臨界二酸化炭素(scCO₂)を用いた無水染色法が注目を集めている。しかし、scCO₂ 中では分散染料の溶解性が低いため、粉末状態の染料が槽中に存在した状態で染色が開始される。scCO₂ を用いた染色では、槽中で分散染料の粒子径をあらかじめマイクロサイズにすることで溶解性が向上し、未加工染料よりポリエステル(PET)布帛の染料取り込み量が増加することが報告されている[1]。これらのことから超臨界流体染色における布帛の染色効率性において、槽中の染料粒子径は重要である。本研究では溶液型エレクトロスピンニング(ES)法を用いて微粒子化分散染料担持ナノファイバーを作製した。超臨界流体染色に分散染料担持ナノファイバーを用いることで、単分子に近い染料粒子を槽中に分散でき、従来よりも色濃度や染料取り込み量の高い染色物が得られる。

2. 実験方法

ポリビニルアルコール(PVA)に蒸留水、もしくは蒸留水とジメチルスルホキシド(DMSO)の混合溶媒を添加して紡糸溶液を調製した。C. I. Disperse Red 60(DR60)または C. I. Disperse Blue 301(DB301)を紡糸溶液に添加し、5 日間の攪拌を行った。紡糸溶液を用いて ES を行い、PVA マトリックスに分散染料が分散したナノファイバーを作製した(NF-1)。また、ES 法にて 10 wt %の PVA 水溶液から PVA ナノファイバーを作製し、分散染料が溶解したノルマルヘキサン-アセトン混合溶液を PVA ナノファイバーの表面に滴下することで分散染料が吸着した染料担持ナノファイバー(NF-2)を作製した。scCO₂ による超臨界流体染色は 0.25 g の PET 布帛と分散染料担持ナノファイバーを染色槽(50 ml)に入れ、所定の温度と圧力で染色を行った。比較として、分散染料粉末を用いた染色も行った。また、積分球分光測色計から色彩測定、紫外可視分光光度計から反射率を測定して Kubelka-Munk の式から色濃度(K/S)を得た。加えて、染色後の PET 布帛または染色後の染色槽から回収した染料と染料材を DMSO に溶解し、作製した検量線から染料取り込み量と染料残量率を求めた。

3. 結果と考察

紡糸溶液中の蒸留水重量に対する DMSO 含有率の影響を検討するために 10, 20, 30 %の DMSO 含まれた各紡糸溶液から DR60 を担持した NF-1 を作製した[Figure 1]。DMSO 含有率の増加に伴い、繊維径も増加した。DMSO 含有率 30 %の紡糸溶液では紡糸性が低下し、効率的にナノファイバーを得ることができなかった[Figure 1(D)]。各紡糸溶液から作製した NF-1 を PET 布帛の超臨界流体染色に使用した結果、DMSO 含有率が増加するにつれて PET 布帛の K/S 値が増加していることが確認できる[Figure 2]。これは、DMSO により PVA ナノファイバー内部に分散される単分子に近い染料の量が増加したと考えられる。また、scCO₂ の効果により PVA ナノファイバーは染色中に可塑化・膨潤し、scCO₂ が PVA ナノファイバー内部に入り込むことで染料粒子を溶解し、PET 布帛へ染料を運ぶと考えられる。

粉末状態の DR60 との比較を行うため、様々な染色時間、染料濃度、温度、圧力を用いて染色を行った。結果として、全ての条件下で DR60 粉末よりも NF-1 を用いて染色した PET 布帛の色濃度が増加した。加えて、同染色条件で DR60 粉末と NF-1 を用いて染色された PET 布帛の色差(ΔE_{ab})は 7.56 であった。同様に、DR60 よりも分子量大きい DB301 を担持した NF-1 を作製し、超臨界流体染色における PET 布帛の色濃度に与える影響を検討した。

参考文献

1) T. Kim, B. Seo, G. Park, Y. W. Lee, *J. Supercrit Fluids*, **151**, 1-7, (2019)

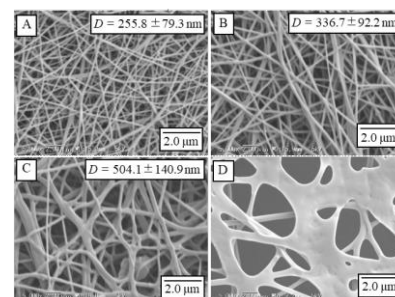


Figure 1. SEM images of DR60/NF-1 fabricated with H₂O/DMSO solutions included DMSO solvent at (A) 0 %, (B) 10 %, (C) 20 %, (D) 30 %.

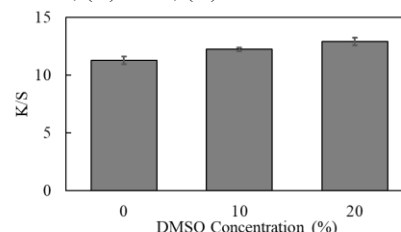


Figure 2. Effect of DMSO concentration on the K/S of PET fabrics dyed by DR60/NF-1. Dyeing time: 60 min, dye concentration: 3 % o.w.f, temperature: 120 °C, pressure 25 MPa.