

光応答機能性繊維の開発

—天然繊維のフォトクロミック加工に関する研究—

東山幸央, 平瀬龍二¹⁾, 藤田浩行

要旨 光によって可逆的に色が変わるフォトクロミック化合物を繊維に導入することにより、様々な機能性を付与することが可能になる。これまでのフォトクロミック加工は、合成繊維へのものであり、天然繊維への適用はほとんどみられなかった。本研究では、綿をはじめとする天然繊維への効果的なフォトクロミック加工法適用の可能性について検討した。結果、変色性能および耐洗濯性能の良好なフォトクロミック加工綿糸を得ることができた。

1 緒言

紫外線の有無により可逆的に色が変わるフォトクロミック化合物を繊維に導入することにより、例えば屋内と屋外で色が変わったり、紫外線の有無を色で判別できる等、様々な機能性を付与することが可能になる。しかし繊維分野においては、紡糸溶液にフォトクロミック化合物を分散させる方式が主流で、合成繊維にしか適用できない問題点がある。本研究では、関連業界からの要望が多い、綿をはじめとする天然繊維への効果的なフォトクロミック加工方法について基礎的な検討を行った。

2 実験方法

サニーカラー染料（青、記録素材総合研究所製）1.0gを各種有機溶媒（トルエン、テトラヒドロフラン、アセトン）20mlに室温で溶解させ、綿糸0.25gを浸漬させた後、5分超音波処理して2時間室温で放置した。

続いて染料を溶解させた有機溶媒で2回洗浄し室温で一晩乾燥させてサンプルを得た。

紫外線照射は紫外線ランプ（波長365nm）を用い、照射時間は3分とした。

耐洗濯性の評価として、家庭用洗剤による繰り返し洗浄を行った。サンプルを50mlのサンプル瓶に入れ、アタック（花王製）の0.07wt%水溶液30mlを加えて100回振とうした後、5分間の超音波処理を行い、10分放置した。その後水道水によりすすぎを行い、55℃の熱風循環式オーブンにて30分乾燥させた。これらを1サイクルとし、合計5サイクル行った。

3 結果と考察

フォトクロミック加工前と加工後のサンプルの電子顕微鏡写真を図1に示す。加工前後で、繊維表面に染料の分散不良などの異常は認められず、均一な加工状態であると考えられる。サニーカラー染料は、水に不溶であったため、本研究ではアセトンをはじめとする有機溶媒を用いた。有機溶媒

1) 環境・バイオ部

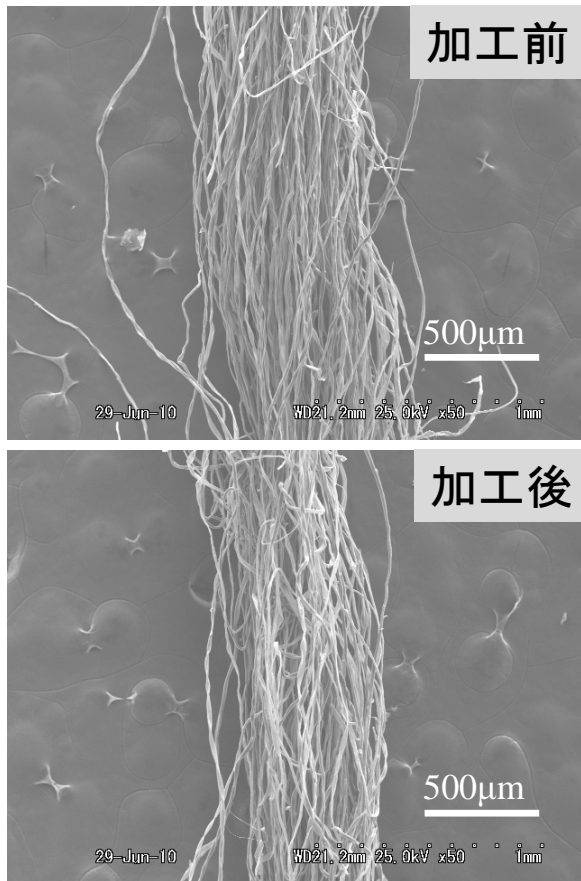


図1 フォトクロミック加工前後での電子顕微鏡写真

のうち、トルエン、テトラヒドロフラン、アセトンには良好な溶解性を示した。しかし、メタノールにはほとんど溶解せず、ヘキサンへの溶解性も低かったことから、サニーカラー染料溶解に適した溶媒の極性範囲が存在するものと考えられる。

フォトクロミック加工後のサンプルへの紫外線照射試験を行った結果を図2に示す。

紫外線照射前は白色の綿糸が照射後青色に変化した。照射10分後には元の白色に戻ることが確認できた。評価結果を定量化するため色差測定を試みたが、色が紫外線の照射によって1分単位で変化するため、高精度でかつ再現性のあるデータを得るためには色差測定は不適であることが明らかとなった。



図2 紫外線照射試験後の経時変化

そこで、図2の画像のサンプル部分におけるCMYK色データから、青色成分のC（シアン）値を抽出解析した。その結果を表1に示す。C値も紫外線照射により増加し、10分後にはほぼ照射前の値に戻っていることから、色の変化の可逆性が確認できた。

表1 抽出解析したC（シアン）値

	照射前	照射直後	10分後
トルエン	36	68	40
テトラヒドロフラン	35	69	41
アセトン	34	69	46

フォトクロミック加工サンプルの耐洗濯性試験結果を図3に示す。試料は、それぞれ、洗濯前、洗濯1回、洗濯5回の各サンプルの紫外線照射直後の変色状況である。表1と同様に、画像データからC値を抽出解析した結果を表2に示す。

洗濯前→洗濯1回でC値が少し下がり、洗濯1回と洗濯5回でC値がほぼ同じことから、1回目の洗濯がソーピングに相当し、有機溶媒洗浄で除去しきれなかった過剰の染料が除去されたと思われる。2回目以降の洗濯では、染料の除去はほとんど起こっ

ていないものと考えられ、耐洗濯性は良好であると思われる。



図3 耐洗濯性試験後の変色状況

表2 洗濯が変色性能に与える影響(C値)

	洗濯前	洗濯1回	洗濯5回
トルエン	68	61	59
テトラヒドロフラン	69	59	58
アセトン	69	60	59

染料の溶解に3種の有機溶媒を用いたが、各有機溶媒間で、変色性能、耐洗濯性に大きな差はなく、サニーカラー染料を溶解できるものであれば、フォトクロミック加工に利用できることが明らかとなった。

4 結 言

綿糸のフォトクロミック加工において、紫外線による光応答性能では、紫外線照射による白色から青色への変色と、照射中止後に青色から白色へ戻る変色可逆性が確認できた。耐洗濯性においては、5回選択後も十分な変色性能を維持していることが確認できた。光応答性能、耐洗濯性共に良好な結果が得られた。

本研究の発展として、本加工糸を用いた製布が可能になれば、更なる高付加価値化と、新規性、優位性の確立および播州織産地のアピールにつながると期待できる。