

# パッドスチーム法による新規絹防しわ加工の検討

色染化学チーム 藪内 快

## 要 旨

京都市内繊維産業の製造出荷額のうち絹製品は今なお大きな割合を占めており、市内繊維産業にとって絹は重要な繊維素材であると言える。一方で絹製品の製造出荷額は平成2年より減少を続けており、それに伴い京都市内の繊維産業も縮小傾向が続いている。絹は「繊維の女王」とも称されその風合いは現在も高く評価されているが、取り扱いが難しいというマイナスイメージも根強く、絹の需要拡大を阻害する原因となっている。本研究では、羊毛で効果が確認されている2-イミノチオラン塩酸塩を加工剤に用いた防しわ加工について、パッドスチーム法で絹に適用することで同様の効果が得られるか検討した。その結果、今回検討したパッドスチーム法の条件では十分な効果を得ることができず、加工剤導入量の増加させるため更なる加工条件の検討が必要であることが分かった。

## 1. 緒言

着物の産地である京都では、絹は古くから非常に多く使用されてきた繊維種である。絹はその優れた光沢とドレープ性から「繊維の女王」と呼ばれ、古来より高級服地として王侯貴族の衣装に使用されてきた。京都市内の繊維産業の製造出荷額のうち、絹は現在も大きな割合を占めており、市内繊維産業にとって非常に重要な繊維である。このように古くから京都で親しまれ、現在も重要な地位を占める絹であるが、平成2年以降その出荷額は減少を続けており、いかに生産の減少を食い止めるかが課題となっている。

一方で絹という繊維自体に着目してみると、独立行政法人中小企業基盤整備機構による調査<sup>1)</sup>では、消費者には現在も絹＝高級素材という意識があり、手触りや光沢など風合いに優れているという認識があることも報告されている。しかし同時に「扱いの難しい繊維」というマイナスイメージも根強くあり、絹繊維製品の普及においてはその「扱いづらさ」が大きな課題となっていると考えられる。そのため、扱いづらさを解決することが絹の需要拡大に繋がっていくものと考えられる。特に家庭洗濯を可能とするウォッシュャブル加工を実現することにより、絹のイージーケア性は大きく改善し、より気軽に絹製品の風合いを楽しむことが可能になる。

シルクのウォッシュャブル加工で解決すべき課題としては、洗濯時の縮みを軽減する「防縮性」、洗濯時の色落ちを防ぐ「洗濯堅牢度」、繊維が湿潤した状態で擦過することで毛羽が発生することを防ぐ「防スレ性」、洗濯時のしわ付きを防止する「防しわ性」がある。そしてこれらの課題をすべて解決することで絹を家庭で気軽に洗

濯できるウォッシュャブル加工が実現する。これらウォッシュャブル加工に関する課題について、今まで数多くの研究がなされてきたが、その多くが防スレ性に関するもので防しわ性に対してアプローチした研究は少ない。

そこで本研究では、羊毛で防しわ効果が報告されている2-イミノチオランを用いた加工<sup>2)</sup>に着目した。今回は連続工程での加工が可能であるパッドスチーム法での絹の防しわ加工を検討し、より生産性の高い手法での防しわ加工の実現を目指した。

## 2. 実験方法

### 2.1 試薬

使用した薬剤は、Toronto社製の2-イミノチオラン塩酸塩、ナカライテスク社製のリン酸二ナトリウム、リン酸三ナトリウム、Sigma Aldrich社製のポリオキシエチレン(10)オクチルフェニルエーテル(POEOFE, ToritonX-100)を使用した。2-イミノチオラン塩酸塩はアルカリ条件下でタンパク質の一級アミンに選択的に反

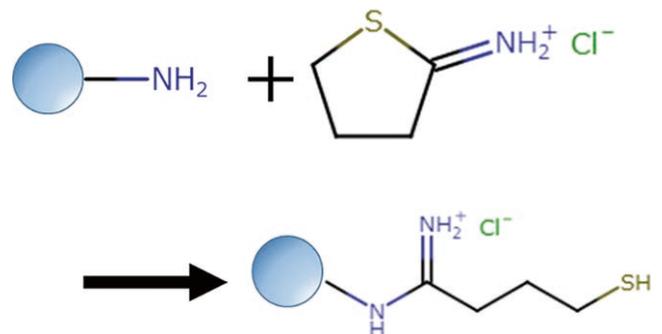


図1 2-イミノチオラン塩酸塩とタンパク質中の一級アミンの反応

応することが知られており、図1のようにタンパク質分子鎖に対し、システイン基を導入する試薬である。システイン基同士がジスルフィド結合を作ることで分子鎖間に化学架橋が導入され、繊維の物性を改質することが期待される。

## 2.2 布帛

布帛は葵株式会社より購入した、変り無地（絹100% 目付156 g/m<sup>2</sup>）を使用した。

## 2.3 使用機器

布帛の加工には、辻井染機工業株式会社製のマングルローラーを使用した。加工時は圧力0.3 MPaで使用し、加工液のピックアップ率は100%に調整した。

## 2.4 防しわ加工

pHを8.0に調整した0.5 Mリン酸緩衝液に対して、POEAFEを0.1wt%、2-イミノチオラン塩酸塩をそれぞれ0、0.5、2、8wt%に調製し、4水準の加工液を作製した。これらの加工液に布帛を浸漬した後、マングルローラーで布帛を絞り、加工液の布帛への付与量を調節した。マングルローラーで絞った布帛は冷風で乾燥させた後、常圧の蒸し箱で30分間蒸熱し、水洗後蒸気プレスでセットを行った。

## 2.5 防しわ試験

防しわ試験はJIS U 1059-1モンサント法に準じて行った。サンプルは標準状態（20℃、65%RH）の環境で1日以上放置し、その後35℃、65%RHの環境で24H以上コンディショニングしたのち、標準条件下でしわ付け装置により500 gの荷重をかけて5分間しわ付けを行った。その後モンサント型の防しわ試験機で回復工程を行い、開角度を測定した。開角度は、防しわ試験機に設置した時点から、0、1、5、15、30分経過した時点で測定を行った。

表1 布帛の各種測定値

| 加工剤濃度 (wt%) | 開角度 [5分時点] (deg) | 0 wt%との差 (deg) | 硫黄検出量 (ppm) |
|-------------|------------------|----------------|-------------|
| 0           | 104              |                | 523         |
| 0.5         | 100              | -4             | 895         |
| 2           | 103              | -1             | 1155        |
| 8           | 108              | 4              | 1309        |

## 2.6 ICP発光分光分析測定

各サンプルそれぞれ約0.5 gを硝酸と過酸化水素の混合液で酸化分解した。その後、分解液を25 mlまで希釈し、ICP発光分光分析装置 (iCAP6500Duo, サーマフィッシャーサイエンティフィック社製) で硫黄の含有量を測定した。

## 2.7 顕微ラマン分光測定

サンプルのうち0wt%と8wt%の加工剤濃度で加工を行った布帛を樹脂で包埋し、ミクロトームで10 μm程度の厚みにスライスした試料片について、顕微ラマン分光装置 (LabRAM ARAMIS, 堀場製作所社製) を用いて繊維断面の顕微ラマン分光測定を行った。レーザー光源にはHe-Neレーザー (波長632 nm) を使用し、ピンホール径は200 μm、スリット幅は100 μm、300 /cmのグレーティングを用い、露光時間120秒で積算回数2回の測定を行った。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 防しわ性能評価

パッドスチーム法で加工を行ったサンプルの防しわ試験結果として各加工剤濃度で加工したサンプルの回復工程の開始から5分の時点での開角度を表1に示す。加工剤を含まない0wt%の試料と比較しても開角度には大きな差は見られず、今回の加工条件では加工による防しわ性能の向上は確認できなかった。

開角度の経時変化を図2に示す。0wt%の結果とその他の薬剤濃度の結果を比べてみても開角度の回復挙動にあまり変化は見られない。

以上のことから、しわの回復性の加工による向上は見られず、加工による防しわ効果は確認できなかった。

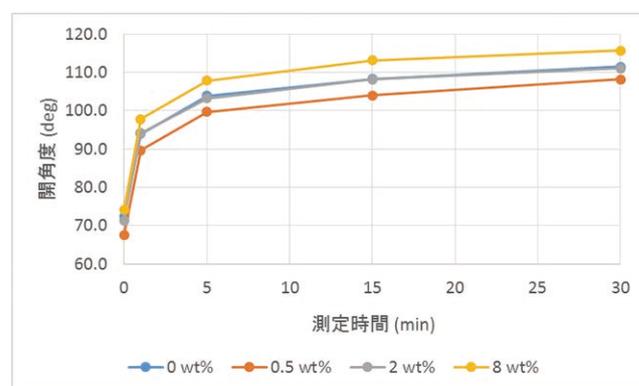


図2 開角度の経時変化

### 3.2 ICP 発光分光分析装置による硫黄含有量の測定

2-イミノチオラン塩酸塩がタンパク質であるフィブリン中の一級アミンと反応することで、絹布帛に含まれる硫黄量が増加することが予想される。加工剤濃度毎の硫黄検出量を表1に示す。加工剤濃度が高くなるに従い硫黄の検出量も増加することから、加工剤濃度が高濃度であるほど布帛に含有する硫黄量が増加していることが分かる。

一方で、ICP 発光分光分析装置では絹布帛中の硫黄分の増加は検出可能であるが、繊維中の硫黄分子がジスルフィド結合を形成しているのか、チオール状態なのかどちらの状態で存在するのかは判別できない。そこで、硫黄の繊維内での状態を確認するため、顕微ラマン分光による測定を行った。

### 3.3 顕微ラマン分光による測定

顕微ラマン分光測定により得られたラマンスペクトルを図3に示す。0wt%と8wt%の加工剤濃度で加工を行ったサンプルのスペクトルを比べても、大きな違いは確認できない。一般的にジスルフィド結合(S-S)のピークは $500\text{ cm}^{-1}$ 付近に現れるとされているが、両サンプル共に $500\text{ cm}^{-1}$ 付近にはピークが存在しない。また、チオール(S-H)のピークは $2550\sim 2600\text{ cm}^{-1}$ に現れるとされるが、こちらも両サンプル共にピークは検出されていない。この原因としては、導入量が少ないため検出できていない、もしくはそもそも絹布帛にチオール基が導入されていない可能性が考えられる。

一方で、ICP 発光分光測定により布帛中の硫黄の含有量が増加していることは確認されているため、検出限界を超える量の硫黄が存在すればスペクトルには何らかの変化が現れるはずである。

以上のことから、今回顕微ラマン分光測定で加工した布帛中の硫黄成分に関わるピークが検出できなかった原因は、検出するのに十分な量の加工剤が導入できていないことが原因である可能性が高いものと考えられる。

## 4. まとめ

本研究では、羊毛で防しわ効果が報告されている2-イミノチオラン塩酸塩について、パッドスチーム法を用いた絹への加工を検討した。その結果、明確な防しわ性能の向上は確認できず、パッドスチーム法による加工では有効な加工条件を見つけることができなかった。また、ICPによる布帛中の硫黄含有量の変化やラマンスペクトルの測定によって、布帛の硫黄含有量は増加しているものの、ラマンスペクトルで検出を可能とするのに十分な量を導入できていない可能性が示唆されており、導入量を増加させることができれば、羊毛での加工と同様、防しわ効果を得られる可能性もあると考えられる。

今後も効果的な絹の防しわ加工の実現を目指し検討を続けていく。

## 参考文献

- 1) 「シルクの価値創造に関する調査事業」調査結果報告書、中小企業基盤整備機構

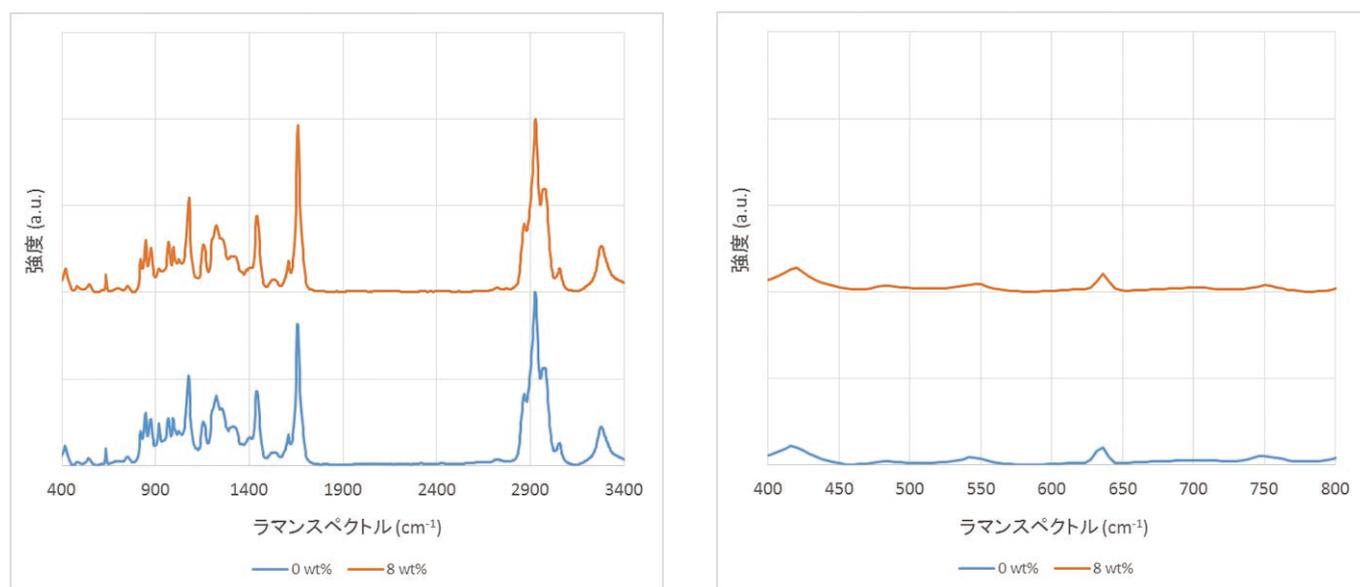


図3 加工絹のラマンスペクトル (左:  $400\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ , 右:  $400\sim 800\text{ cm}^{-1}$ )

- 2) 葛原重起夫, 堀照夫, 繊維学会誌, Vol.56, No.7,  
p354 (2000)