

# 飽和蒸気を用いた絹織物の加工条件の検討

河本 浩明\*

飽和蒸気を用いた絹織物の防縮効果について検討を行った結果、飽和蒸気温度が高いほど防縮効果が高いことを確認できた。また、樹脂加工を用いた防スレ加工を併せて行う条件についても検討したところ、いくつかの知見を得られた。

## 1 はじめに

シルク(絹)は古来より衣料用の絹織物として用いられ、京都府丹後地方は現代においても日本最大の絹織物産地の一つである。また、近年は衣料用としてのみでなく、食品、化粧品、バイオ素材等多様な分野への応用研究が進められ、実用化されているものも多く、将来性のある素材でもある。

シルクの本来の用途である絹織物については、審美性、風合い等が他の衣料品よりも優れている、いわゆる高級品であることが一般に認知されており、実際に高値で取引がされている。しかし、生産自体は年々減少しており、その原因の一つが高価であるうえに取扱いが難しいことと考えられ、具体的にはスレやすい、洗濯等の湿気で縮みやすい等、現代の保管管理が容易な一般の衣料品と比較して大きな欠点を抱えている。

このうち、スレについては丹後地域においてハイパーガードの商品名で防スレ加工が一部実用化されているが、縮みを防止する防縮加工については実用化されていないのが現状である。

これらの絹織物の欠点を克服するため、本研究では飽和蒸気を用いた防縮加工を検討し、併せて防スレ加工ができることを目標として、飽和蒸気を用いた防縮・防スレ同時加工の条件について検討を行った。

## 2 材料

### 2.1 試料

本一越ちりめん(経糸:27 中×4 本平糸、緯糸:27 中×12 本 2500t/m)

### 2.2 試薬

ポリエチレングリコール 400 (PEG-400)、エチレングリコールジグリシジルエーテル (EDGE) は、いずれも和光純薬工業(株)製試薬特級を用いた。

## 2.3 機器

スチームセッター(日空工業(株)製 ANR-1)、熱風定温乾燥器(株島津理化製 STAC-S45M)、ザルトリウス電子分析天秤(ザルトリウス(株)製 1712MP3)、マンダラ(上野山機工(株)製 LA-215)、純水製造装置(メルクミリポア(株)製 Elix Essential UV3)、摩擦試験機(スガ試験機(株)製 FR-2)、走査型電子顕微鏡(日本電子(株)製 JSM-6510LA)、測色計(日本電色工業(株)製 SQ-300H)を用いた。

## 3 方法

### 3.1 試験布

本一越ちりめんを経糸及び緯糸方向(経方向及び緯方向)にそれぞれ 30cm×5cm の大きさに切断し、加工及び物性試験に供した。

### 3.2 飽和蒸気加工

試験布をピンテンターで固定した状態で蒸気釜に入れ、釜内部を約 6kPa まで減圧し、内部の水分及び空気等を除去した後、飽和蒸気を注入して 15 分間所定の温度で静置した。その後再び約 6kPa に減圧して残存蒸気等を除去した後、速やかに大気圧に戻し、蒸気釜から取り出してピンテンターに固定した状態で室温まで冷却して加工を完了した。

### 3.3 防スレ加工

試験布を 20%PEG-400 水溶液中に 10 分間浸漬し、マンダラで絞り率約 120%に絞った後、ピンテンターに固定し 120℃の熱風で 10 分間乾燥した。その後試験布を 20%EDGE 水溶液中に 1 分間浸漬し、同様にマンダラで絞り 120℃で 20 分間反応させた。反応後、約 40℃の流温水で十分に洗浄し、風乾して加工を完了した。

樹脂付着率については、加工前後の試験布の

\* 企画連携課 副主査

絶乾重量の変化から算出した。

### 3.4 物性試験方法

#### 3.4.1 寸法変化率試験

JIS L 1096B 法に基づき、試験布を沸騰純水中に 30 分間浸漬した後、脱水・乾燥させた。寸法変化率については、標準状態(20℃、65%)に 4 時間以上放置した試験布の試験前後の寸法から、以下の式により算出した。

$$\text{寸法変化率(\%)} = \frac{\text{処理後の長さ} - \text{処理前の長さ}}{\text{処理前の長さ}} \times 100$$

(※寸法変化率がマイナスは収縮を、プラスは伸長を表す)

#### 3.4.2 黄変度試験

JIS K 7373 に基づき測色計にて各加工布の黄色度(YI)を測定し、未加工布を基準(YI<sub>0</sub>)として以下の式にて算出した。

$$\text{黄変度}(\Delta YI) = YI(\text{暴露後の黄色度}) - YI_0(\text{試験片初期の黄色度})$$

#### 3.4.2 スレ試験

染色堅ろう度試験用摩擦試験機 II 型を用い、JIS L 0849 の摩擦試験を一部改変して行った。試験は湿潤状態でを行い、摩擦布には絹を使用し、摩擦回数は 50 回とした。

判定については、未加工布とそれぞれの加工布を同様に摩擦し、摩擦済みの未加工布との比較を肉眼及び走査型電子顕微鏡で表面観察し、未加工布を基準として「不可(×)、同等(△)、良(O)」の 3 段階で評価した。

### 4 結果と考察

#### 4.1 飽和蒸気加工における防縮効果の検討

飽和蒸気加工における試験布の防縮効果を調べるため、それぞれ 80℃、90℃、100℃、110℃、120℃、130℃、140℃、150℃の飽和蒸気温度で 15 分間試験布を処理し、寸法変化率と黄変度(ΔYI)を求めた。また、比較のため、熱風乾燥(乾熱)においてもそれぞれの温度で同様の処理を行ったところ、結果は表1及び図1のとおりとなった。

表1 飽和蒸気加工及び乾熱加工における各温度での寸法変化率及び黄変度

加工温度(℃)		未処理	80	90	100	110	120	130	140	150	
飽和蒸気	寸法変化率(%)	経方向	-11.9	-11.3	-11.5	-11.0	-9.5	-8.5	-8.2	-7.8	-5.5
		緯方向	-5.2	-4.0	-4.2	-3.3	-1.3	-1.3	0.0	0.0	1.2
	黄変度(ΔYI)	-	0.0	1.5	1.5	1.5	1.9	2.1	2.6	3.7	5.6
乾熱	寸法変化率(%)	経方向	-11.9	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-11.5	-11.5
		緯方向	-5.2	-6.0	-6.5	-6.5	-6.5	-6.5	-6.0	-6.0	-6.0
	黄変度(ΔYI)	-	0.0	1.1	0.9	1.4	1.3	1.5	1.2	1.7	1.3

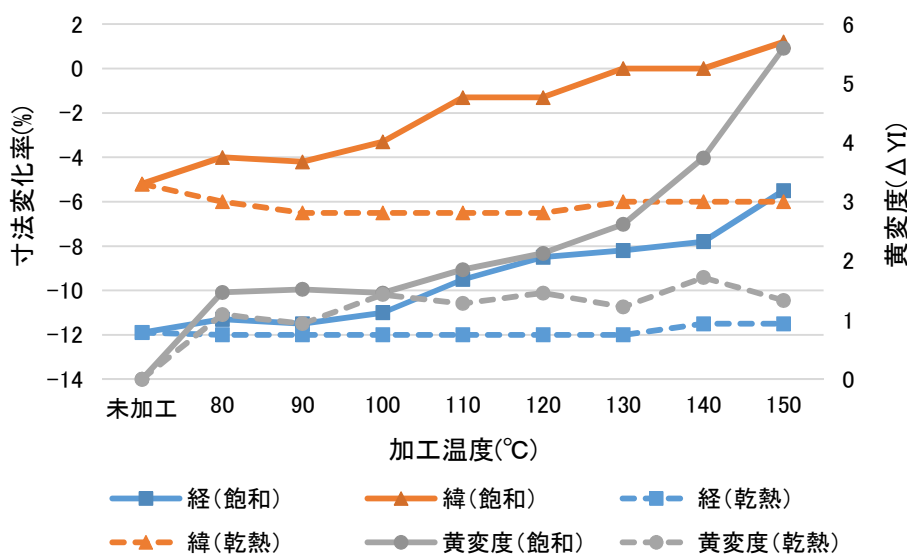


図1 飽和蒸気加工及び乾熱加工における各温度での寸法変化率及び黄変度の変化

寸法変化率について、飽和蒸気加工においては処理温度の上昇に比例して試験布の収縮が小さくなる傾向が見られた。対して乾熱加工においては、処理温度との明確な相関性は見られなかった。加えて防縮効果については、経方向よりも緯方向に効果が高い傾向にあることがうかがえる。以上のことから、今回の条件では処理温度が高いほど防縮効果が高くなることが考えられる。

黄変度について、飽和蒸気加工については温度の上昇に比例して高くなり、対して、乾熱加工においては熱処理による黄変が確認できるが、温度との相関性は見られなかった。絹の黄変の大きな原因として酸素、紫外線、高温等があり、今回の飽和蒸気加工においては蒸気釜内部で減圧により酸素が十分に除去された状態であるため絹繊維であるフィブロイン構成成分のチロシンやトリプトファン残基等の酸化反応による黄変が抑制されることが期待されたが、飽和蒸気により熱(高温)が短時間で試験布に効率よく作用し、今回の結果につながったと推測される。

以上のことから、飽和蒸気を用いることにより絹織物の防縮加工が可能であるが、処理温度等によっては黄変などが顕著に表れるため、目的に応じた加工条件を検討することが必要であると考えられる。

#### 4.2 樹脂加工を併用した飽和蒸気加工の検討

次に、防スレ加工を併用した場合の飽和蒸気加工の影響を調べるため、次の各工程において防スレ加工及び防縮加工を併用した加工布を作製した。

- ① 防縮加工→防スレ加工
- ② 防スレ加工→防縮加工
- ③ 防縮加工→防スレ加工→防縮加工

飽和蒸気温度については、前項の結果を基に最も防縮効果の高いと考えられる 150℃の飽和蒸気を用いた。これらの加工布及び比較のために作製した未加工布、防縮加工のみの加工布、防スレ加工のみの加工布について物性試験を行ったところ、以下の結果を得た。

表2 150℃飽和蒸気における各加工での寸法変化率等

加工方法		未加工	防縮のみ	防スレのみ	①	②	③
寸法変化率(%)	経方向	-11.9	-5.5	-7.0	-3.7	-7.5	-4.3
	緯方向	-5.2	1.2	-5.0	0.8	-5.0	0.3
樹脂付着率(%)	—	0.0	0.0	10.5	8.9	10.2	8.0
黄変度(ΔYI)	—	0.0	5.6	3.7	6.8	4.0	5.3

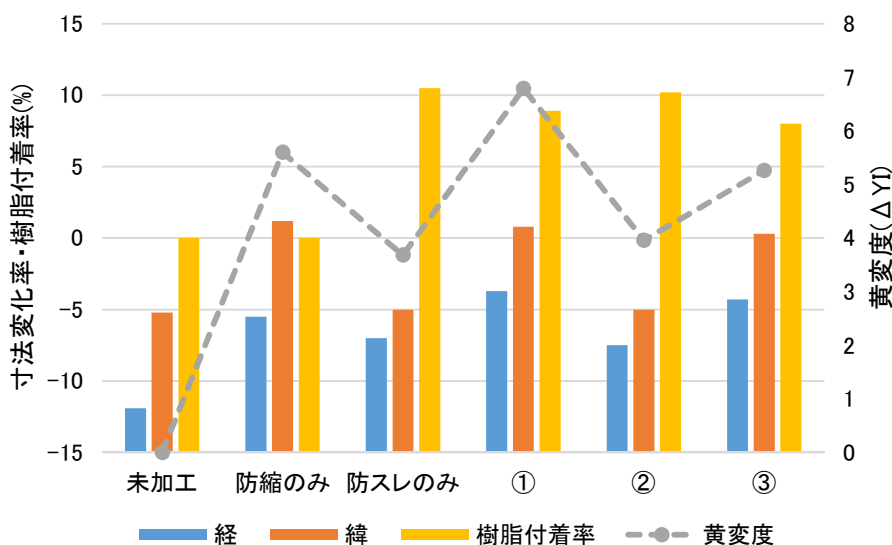


図2 150℃飽和蒸気における各防スレ・防縮加工での寸法変化率等の変化

表3 スレ試験における判定結果

判定手段		未加工	防縮のみ	防スレのみ	①	②	③
目 視	経方向	△	×	○	○	△	○
	緯方向	△	×	○	○	△	○
電子顕微鏡像	経方向	△	×	○	○	○	○
	緯方向	△	○	○	○	○	○

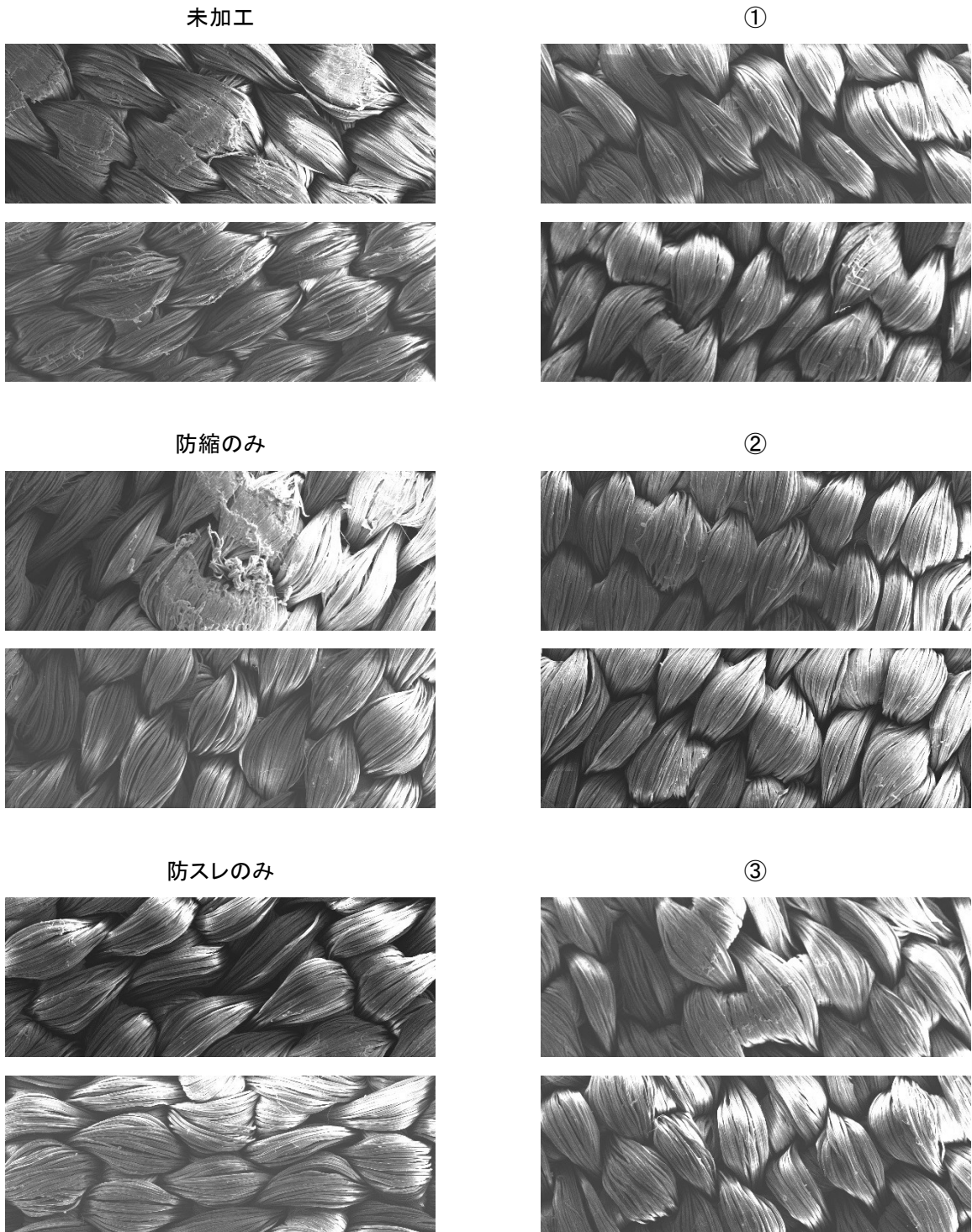


図3 スレ試験後の電子顕微鏡像(上:経方向、下:緯方向)

寸法変化率について、先に防縮加工を行った試験布(防縮のみ、①、③)の収縮が小さく、対して先に防スレ加工を行った試験布(防スレのみ、②)の収縮が大きく、未加工布が最も収縮した。この結果により、防スレ加工前に飽和蒸気加工を施すことにより、防縮加工を効率的に行うことができるとわかった。

樹脂付着率について、先に防スレ加工を行った試験布(防スレのみ、②)の樹脂付着率が高く、対して先に防縮加工を行った試験布(①、③)の樹脂付着率は低かった。この結果より、防スレ加工を行った試験布に飽和蒸気加工を施しても樹脂の脱落はあまり見られないが、飽和蒸気加工を施した試験布については、樹脂付着率が悪化することがわかった。

黄変度について、先に防縮加工を行った試験布(防縮のみ、①、③)の値が高く、先に防スレ加工を行った試験布(防スレのみ、②)の値が低いことから、樹脂加工が飽和蒸気加工の高温に起因する黄変を抑制する効果があることが示唆された。

スレ試験について、防縮のみの試験布は特に経方向の試験布に全体的に大きなスレが見られた。②の試験布の目視と電子顕微鏡の判定の差異については、摩擦布の水分により繊維が膨潤し、試験布の一部が収縮したが、防スレ加工は有効に働いているため判定に違いが出たものと推測される。防スレ加工を行った試験布については全体的に良好な結果となり、樹脂付着率と防スレ性が比例する結果となった。

今回の結果を構造学的に考察すると、シルク繊維はタンパク質であるため、内部には非結晶領域と結晶領域が存在し、さらに浅井らによると、その領域の間に中間的な性質を持つ領域、すなわち中間領域が存在すると推測されている。PEG-400とEDGEを用いた防スレ加工は主に非結晶領域に働くと考えられている。一般に結晶領域は非常に堅固な構造をしていることから飽和蒸気がこの領域に作用するとは考えにくく、中間領域と一部の非結晶領域に水分子が作用し、シルク繊維内部のフィラメント同士を架橋のような形で結合・固定させ、防縮効果を発揮しているのではないかと推測される。

防縮効果については経糸方向の防縮効果が緯糸方向より劣るため、経糸方向の防縮効果の向上とともに、今回のような樹脂を用いた防スレ加工と

飽和蒸気加工の併用条件についても併せて検討を重ねていくことが必要であると考ええる。また、飽和蒸気を用いると圧力蒸気が繊維の奥深くまで入り込むことが予想されるため、従来なら加工しにくいポケットの奥など、全体的にムラのない加工が期待できるのではないかと考えられる。

## 5 まとめ

飽和蒸気を用いた絹織物の加工条件について検討した結果、次の知見が得られた。

- (1) 飽和蒸気加工における防縮効果については経方向より緯方向が顕著であり、また飽和蒸気温度が高くなるほど防縮効果が優れていることがわかった。
- (2) 防スレ加工前に飽和蒸気加工を行うことにより、寸法変化率が大幅に改善されることがわかった。
- (3) 飽和蒸気加工を行った試験布に防スレ加工を行うと樹脂付着率が悪化することがわかった。

## 参考文献

- 1) 浅井 紀夫ら;京都府織物指導所研究報告, No.23(1989), pp.6
- 2) 浅井 紀夫ら;京都府織物指導所研究報告, No.27(1993), pp.1
- 3) 浅井 紀夫ら;京都府織物指導所研究報告, No.28(1994), pp.1
- 4) 浜岡 容子;染色研究, 第 40 卷 第 2 号 (1996), pp.26