

アルカリ溶液による綿繊維の収縮性

花 田 朋 美 安 藤 穰

アルカリ溶液による綿繊維の収縮性

花 田 朋 美 安 藤 穰

1) 緒論

我々の生活が豊かになり、“心の豊かさ”“生活のゆとり”を重視する傾向が強まり衣食住習慣が変化している。特に衣生活においては、人々の個性化、多様化が進展し、デザイン性、機能性共に高付加価値なものへの要求が高くなっている。私達が身につける被服の機能や性能は、繊維そのものの性質をはじめ、糸さらに布の構造、性質そして被服設計（デザイン）条件が総合されて発現する。このような被服材料を基本とする製品の成り立ちの中で、通常全ての繊維製品に共通して行われる一般的な仕上げ加工とは別に、繊維、糸、布の各段階で物理的又は化学的処理により、機能的性能の付与や官能的性能の付与を目的として、様々な特殊加工が行われている。その結果、特徴ある機能やデザイン効果が与えられ、素材、製品の付加価値を高めることができる。このような差別化の加工は、時代のニーズに合わせ益々多彩なものとなり、技術の応用、複合化がなされ、展開、活用されている。

その代表的なものに、シルケット加工（マーセル加工）があげられ、歴史も古く、広く知られる非常に重要な加工技術の一つである¹⁾。このシルケット加工では、綿糸布を水酸化ナトリウム水溶液中で緊張下にて処理すると絹のような光沢が付与され、それと同時に強度、吸水性、染色性などの繊維性能の向上もみられる。又、無緊張下では収縮が起これ、これを応用した加工としてリップル加工があげられる。このリップル加工は捺染技術を必要とし、水酸化ナトリウムを含む糊を印捺した場合には捺染部分が収縮し、あらかじめ糊で防染した後水酸化ナトリウム水溶液に浸した場合に

は印捺以外の部分が収縮し、布表面にシボ状の凹凸や縮みを形成する加工である。

今回我々は、このシルケット加工およびリップル加工を応用し、水酸化ナトリウム水溶液により綿が収縮する性質を利用して、捺染技術を必要としない新たなテキスタイルの製作を目的とし研究を進めた。本報では、使用する綿繊維を限定し、水酸化ナトリウムの濃度および温度、浸漬時間が収縮に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2) 実験

2-1 試料

表1に本研究で用いた綿布の試料の諸元を示した。今回使用した綿オーガンジー（商品名ベルオーガンジー（カネボウ繊維株式会社））は、経糸、緯糸共に単糸で細い高級エジプト綿を使用している。織密度は経より緯の方が粗く織組織は平織である。布全体としては目が粗く、シャリ感があり透けた薄地織物である。実験用試料は、綿オーガンジーをあらかじめ10分間蒸留水で煮沸し、繊維内に残る歪みやしわ、布目の曲がりなどを除去した後、経方向、緯方向に地の目を通して10cm×10cmのサイズにした。

表1. 試料の諸元

綿オーガンジー	組織	番手		織密度	
		経糸	緯糸	経糸	緯糸
商品名 ベルオーガンジー (カネボウ繊維株式会社)	平織	90番手	80番手	80本	70本

2-2 実験

収縮実験は、求める濃度に調整した水酸化ナトリウム水溶液に試料を浸漬し、各浸漬時間経過後に試料を引き上げ、直ちに50%酢酸水溶液で20秒間浸漬、攪拌した後、水洗いし乾燥させる。アイロン乾燥後、経、緯方向の長さを測り面積を求め、(1)式に基づき収縮率を算出した。

$$S(\%) = (A - a) / A \times 100 \cdots (1)$$

S: 収縮率 A: 処理前の試料の面積

a: 処理後の試料の面積

又、処理温度の影響を観察するため、冷温5℃、常温20℃、中温40℃、高温60℃とし、同様の実験を行った。

3) 結果及び考察

綿繊維を水酸化ナトリウム水溶液に浸すと綿繊維に存在する天然よりが戻り‘解燃’が起こる。更に分子間の水素結合やファンデルワールス力が切れて‘膨潤’し、ルーメンは消失して断面が円形の棒状繊維となり‘収縮’が起こると考えられる^{1)・2)}。糸の場合と織物となった布の場合では繊維同士の拘束状態が異なるため、その形態変化も異なると考えられる。

図1に水酸化ナトリウム水溶液濃度10 mol/l、処理液温度20℃の浸漬時間と収縮率の関係を示した。綿オーガンジーを10 mol/lの水酸化ナトリウム水溶液に浸すと、瞬時に形態が変化し始め5秒後には約15.6%収縮している。更に浸漬時

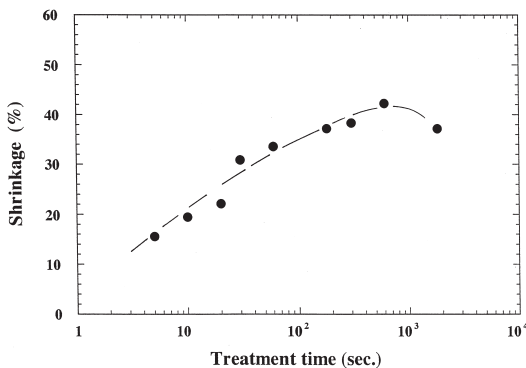


図1 水酸化ナトリウム水溶液濃度10 mol/l 温度20℃の浸漬時間と収縮率の関係

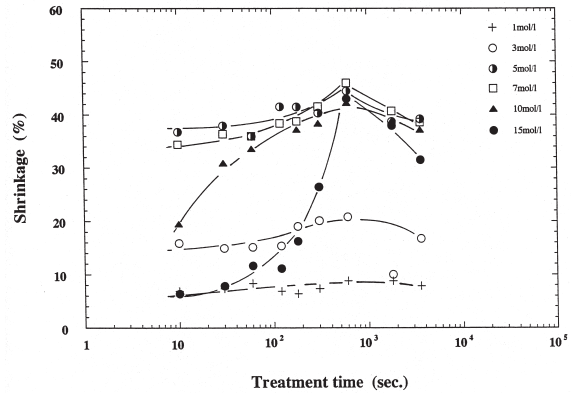


図2 収縮率の浸漬時間変化に対する濃度効果 (20℃)

間が長くなるに従い、収縮率は緩やかに上昇し600秒(10分)浸漬した試料では約42%の収縮率を示している。そして更に長時間浸漬すると収縮率は減少しており、この10 mol/l濃度においては綿繊維の形態変化は緩やかに進行しているといえる。

図2に処理液温度20℃で水酸化ナトリウム濃度を1 mol/lから15 mol/lまで変化させた場合の浸漬時間と収縮率の関係を示した。収縮率の変化は、各濃度により異なった変化を示している。水酸化ナトリウム濃度の低い1 mol/lでは、10%以下の収縮率を示し浸漬時間が長くなっても収縮率に変化はみられず、あまり収縮しないことが分かる。又、5 mol/l、7 mol/lの濃度では浸漬時間の短い10秒で35%の収縮率を示し、浸漬時間が長くなるに従い収縮率は緩やかに上昇し600秒で各々最大値となっている。又、濃度の高い15 mol/lでは、浸漬時間が短いところではあまり収縮せず、300秒を過ぎると急激な収縮が起こり600秒で最大値を示している。更に長時間浸漬すると収縮率は急激に減少している。各濃度共通してみられる長時間浸漬した場合に収縮率が低下するという現象については、繊維中で別な機構に基づく形態の変化が生じているものと考えられる。しかしながら、濃度の高いものから低いものまで共通して600秒浸漬することにより各濃度における最大収縮率を示していることは大変興味深い現象であるといえる。この浸漬時間600秒の濃度と収縮率の関係を後述の処理液の温度効果

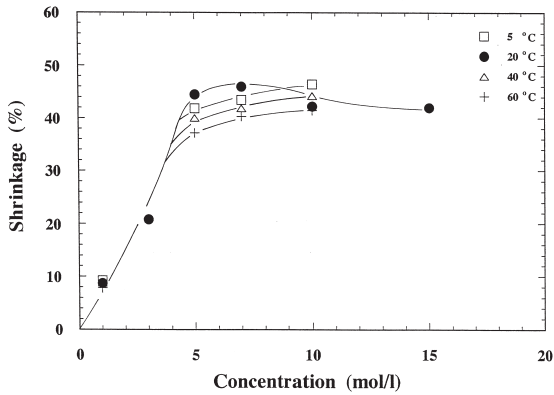


図3 収縮率の濃度変化に対する温度効果 (600sec)

を含めて図3に示した。処理液温度20℃では、水酸化ナトリウム濃度の増加に伴い収縮率は上昇し、7mol/l前後で約46%となり最大値を示している。従って、収縮率は水酸化ナトリウム濃度に依存しており、最大収縮濃度域が存在するものと考えられる。この結果は綿糸をサンプルに行った松井氏らの結果¹⁾と一致する傾向を示している。

次に処理液の温度効果を観察するために、各濃度の水酸化ナトリウム水溶液の温度を5℃、40℃、60℃と変化させ同様の収縮実験を行った。図4に水酸化ナトリウム濃度10 mol/lにおける収縮率の浸漬時間変化に対する温度効果について示した。冷温の5℃においては短い浸漬時間では約10%の低い収縮率を示しているが、100秒を過ぎると急激な収縮が起こり600秒で最大値を示している。20℃においては浸漬時間10秒では約

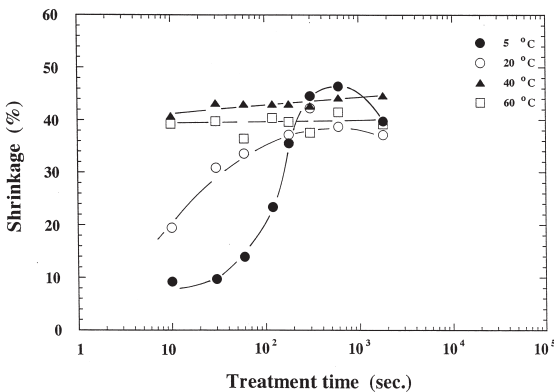


図4 収縮率の浸漬時間変化に対する温度効果 (10 mol/l)

20%の収縮率を示し、浸漬時間が長くなるに従い収縮率は緩やかに上昇し600秒で最大値を示している。又、40℃、60℃においては既に浸漬時間10秒で約40%の収縮率を示し、浸漬時間が長くなるに従い収縮率はわずかに上昇している。このように処理液温度が高くなるに従い、収縮率の立ち上がりは短時間側へ移行するという収縮過程の変化は、水酸化ナトリウム溶液の粘性の変化による繊維への浸透速度に依存するものと考えられる。又、各温度共に十分な収縮を示したと思われる600秒での収縮率の温度変化は図3に示されている。5 mol/l以上の濃度においては、処理温度が上昇するに従って収縮率が減少する傾向を示している。又、20℃で見られたような収縮に関する最適濃度は、他の温度においては顕著に観測されず、ほぼ10 mol/l程度の濃度で平衡となっている。この温度の上昇による収縮率の減少は、セルロースと水酸化ナトリウムとの反応が系として発熱反応であることを示唆している。これらの結果は、液温が低いほど膨潤が大きく、液温が高くなると膨潤度が低くなり、水酸化ナトリウムと綿繊維の反応が低下するというSisson氏らの結果³⁾と一致している。しかしながら、収縮に及ぼす液の粘性と浸透のメカニズムは複雑であり、更に詳細なデータの検討が必要であると思われる。

4) 結論

水酸化ナトリウム水溶液の濃度、温度、浸漬時間を変化させることによる綿オーガンジーの収縮に及ぼす影響について以下の結果を得た。

1. 綿オーガンジーを水酸化ナトリウム水溶液中に浸漬することにより、最大約45%収縮させることが可能である。
2. 綿オーガンジーの収縮率は水酸化ナトリウム濃度に依存しており、20℃の常温においては7 mol/l濃度前後が最大収縮率を示し、高い収縮率を求める場合には最適収縮濃度といえる。
3. 水酸化ナトリウム水溶液の温度変化により液の粘性が変わり、繊維への浸透速度が変化する。綿オーガンジーの収縮現象は、こ

の繊維への処理液の浸透速度に依存しており、濃度と温度の条件を整えば、短い浸漬時間で綿繊維の形態変化が起こり収縮することが明らかとなった。

4. 水酸化ナトリウム水溶液の温度が低い方が収縮率が大きくなる傾向を示している。これはセルロースと水酸化ナトリウムの反応が系として発熱反応であることを示唆している。

実用に耐える新たなテキスタイルの制作を考えるには、収縮のメカニズムの詳細な検討による審美性の追求と共に、布へのダメージも含めた水酸化ナトリウム処理による強度や染色性など機能性の変化についての更なる研究が必要である。

参考文献

- 1) 松井宏仁 染色工業, 21, 656, (1973)
- 2) 島崎恒蔵 團野哲也 林正之 森俊夫「衣服材料の科学」建帛社 2002
- 3) W. A. Sisson et al. ; J. Phy. Chem., 45, 717 (1941)