

# 環境調和型生産システムに関する研究

## —羊毛の染色・防縮同時加工による薬剤使用の効率化—

浅井弘義、片岡千乃

### 要 旨

非塩素系薬剤のモノ過硫酸塩（PMS）による羊毛の防縮加工と羊毛用反応染料を用い、染色と防縮を同時加工する方法について行い、染色及び防縮加工に使用する薬剤使用の効率化を図り、環境への負荷が少ない加工法について検討した。

その結果、PMSによる染色・防縮同時加工〔酸化処理・染色（継続浴）—還元処理（反応染料のアルカリ処理を兼ねる）—樹脂加工〕することにより、酸、アルカリ、芒硝、浸透剤等の薬剤使用量が削減でき、水使用量も節減できる。PMSによる処理温度は通常適用される25℃より高い50℃で処理することにより防縮性能が向上することが分かった。防縮の耐久性は織物規格及び樹脂の性能に支配され、ウレタン系樹脂がシリコン系樹脂より高い耐久性を示した。染色・防縮同時加工による染色への影響は、中色までは標準染色と同等の結果であったが、濃色では標準染色に比べて濃度が低下し、湿潤堅牢度が悪くなる現象が生じた。また、PMS処理浴中に酵素（酸性プロテアーゼ）を併用したが、防縮性はさほど向上しなかった。

### 1. はじめに

製品の製造、加工及び廃棄に至るライフサイクルにおける環境への影響が、最近特に社会問題としてクローズアップされてきている。ISO14000シリーズに代表される環境に関する国際的基準が具体的に実施されるにともなう、製品製造にかかる薬剤等の管理、排出についても非常に厳しい状況になりつつあり、繊維製品の染色加工業においても今後益々環境に配慮した加工方法が求められている。

羊毛は優れた衣料用の繊維であるが、洗濯等の水系処理により、フェルト収縮するため、一般的にドライクリーニングされる。一方、ドライクリーニングに使用される溶剤も環境問題から制約を受けるので、将来、衣料品は

水洗いできることが必要条件となると予想される。しかし、現在羊毛の防縮加工に最も多く使用されている塩素系防縮加工剤は、AOX（吸収性有機ハロゲン）と言われる有害物質が生成されるため、非塩素系薬剤による防縮加工が研究されている。それとともに、防縮加工に使用される助剤は染色とほぼ同じ薬剤が使用されている。染色と防縮加工を別々に加工すると薬剤使用量が多くなる。

そこで、非塩素系薬剤による羊毛の防縮加工と非金属染料による染色を同時に行う方法について検討し、防縮と染色に使用される薬剤使用の効率化を図り、環境への負荷の少ない加工法を目指した。

## 2. 試験方法

### 2. 1 試料

主に梳毛織物（経・緯：梳毛糸2/25、目付：282 g/m<sup>2</sup>、3/3斜紋織：タスマニアと記す）を用い、この他下記の梳毛織物とメリヤス用梳毛糸2/48を使用した。

平織（経・緯：梳毛糸2/60、目付：152 g/m<sup>2</sup>）

綾織（経・緯：梳毛糸2/60、目付：237 g/m<sup>2</sup>、2/2斜紋織）

朱子織（経・緯：梳毛糸2/52、目付：203 g/m<sup>2</sup>）

### 2. 2 防縮加工剤等

主に用いた防縮加工剤

①モノ過硫酸塩（バソラン2448：BASF）：

文中PMSと記す。

②DCCA（ハイライト60G：日産化学）

主に用いた樹脂

①シリコン系樹脂（Basolan MW：BASF）

②ウレタン系樹脂（Synthappret BAP：Bayer）

酵素：酸性プロテアーゼ（エンチロンFA-10：洛東化成）

中性プロテアーゼ（オリエンターゼ10NL：阪急バイオインダストリー）

その他の使用薬剤は全て試薬特級を使用した。

使用機械：カラーベット染色試験機

### 2. 3 評価方法

面積緩和収縮率、面積フェルト収縮率：

IWS試験法 TM-31ウェスケータ法

（表、図中では緩和及びフェルトと記す）

ハイグラルエキスパンション：

$\frac{|(水浸せき後の寸法 - 絶乾における寸法)|}{|絶乾における寸法|} \times 100$

強伸度：JIS-L-1095

強力低下率： $|1 - (試料の測定値 / 未処理試料の測定値)| \times 100$

白度、黄変指数、K/S、色差：分光光度計（倉敷紡績製：カラー7）で測色して求めた。

染料吸尽率：分光光度計による吸光度より求めた。

PMSの分解率：よう素デンプン反応法

染色堅牢度：JIS試験法（耐光：カーボンアーク、汗：アルカリ、摩擦：学振法）

風合計測：KES（カトーテック製）

## 3. 染色・防縮同時加工法の考え方

染色・防縮を同時加工するには次のことを考慮して進めなければならない。染料が加工中に分解されない、染色に使用される酸、助剤が併用でき、染料固着等の後処理が防縮工程と併用できるなどの利点がある防縮加工法であることが必要条件である。

そこで、非塩素系防縮加工剤の中でこれらの条件に適合するものとして、モノ過硫酸（PMS：Peroxo monosulphate）を選択し、防縮加工と染色を結び付け、薬剤の効率化を図り、良好な防縮性能が得られるかどうかを検討した。しかし、染色と酸化処理を同時に行うことは基本的に難しく、ここでは酸化が終了した後、その浴に染料を投入して行い、通常反応染色で行われるアルカリ処理を還元処理で兼ねる方法を染色・防縮同時加工法とした。染色と防縮を同時加工する加工工程のフローを下記に示す。

具体的な薬剤の処理方法は次に示す条件に

| 一般的なPMSによる防縮加工法 | 染色・防縮同時加工法 |
|-----------------|------------|
| 湿潤処理            | 湿潤処理       |
|                 |            |
| 酸化処理            | 酸化処理       |
|                 |            |
| 還元処理            | 染色         |
|                 |            |
| 樹脂処理            | 還元処理       |
|                 |            |
| 乾燥・キュアリング       | 樹脂処理       |
|                 |            |
| 染色              | 乾燥・キュアリング  |
|                 |            |
| アルカリ処理          |            |

より検討した。PMS処理は染色に使用する酸、助剤をPMS処理時に添加し、一定時間処理した後染料を投入し、染色を行う。染色後アルカリ下で還元処理を行い、比較のために行った染色をしない一般的な防縮加工は染色工程を省略した方法で行った。なお、浴比は1:30に固定して試験を実施した。

- ① PMS X%  
酢酸・酢酸ナトリウムバッファーでpH調整  
芒硝 10%  
アルベガール B 1%  
25℃、30~60分  
染料:Lanasol Blue 3G X%  
40℃又は50℃で10分、40℃~100℃で40~50分、100℃で50分
- ② 亜硫酸ナトリウム 5% (新浴)  
アンモニア水でpH8.5~9に調整  
温度50℃、30分
- ③ 樹脂処理 (新浴:吸尽法)  
酢酸でpH5に調整  
シリコーン系樹脂 4% (別記しない場合)  
40℃で30分処理  
120℃で乾燥・キュアリング

パッド法の樹脂加工はそのつど記載した条件により行った。

## 4. 結果と考察

### 4.1 PMS、亜硫酸ナトリウム浴中での反応染料の分解挙動

表1に温度25℃、pH4のPMS中での反応染料の分解率を示す。染料分解率はPMS浴中に染料を投入し、投入直後及び30分及び60分処理した後の最大吸収波長における吸光度を測定して求めたものである。

加工する織物が入った実際のPMS処理では、PMSの分解は処理条件にもよるが、30分処理後の分解は図1に示すようにほぼ60~90%程度分解される。

この研究で行う加工方法はPMS処理が完了

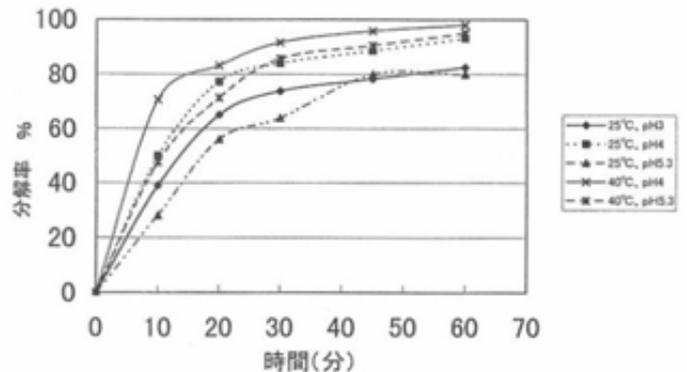


図1 PMSの処理条件と分解挙動

表1 反応染料のPMS浴中での分解挙動

| 染料名                | PMS 2.5%owf |      | PMS 5.0%owf |      |
|--------------------|-------------|------|-------------|------|
|                    | 30分         | 60分  | 30分         | 60分  |
| Lanasol Yellow 4G  | 1.9         | 2.4  | 1.7         | 2.1  |
| Lanasol Red 6G     | 8.9         | 12.9 | 8.1         | 12.5 |
| Lanasol Blue 3G    | 2.8         | 4.0  | 5.2         | 11.8 |
| Lanasol Black GN   | 0.2         | 2.6  | 0.4         | 1.9  |
| Realan G.Yellow RC | 0.7         | 0.9  | 1.7         | 1.9  |
| Realan Red RC      | 1.4         | -0.2 | 1.7         | 2.6  |
| Realan Blue RC     | 1.3         | 2.5  | 1.0         | 2.9  |
| Realan N.Blue BG   | 3.1         | 6.3  | 2.3         | 5.0  |
| Realan Black G     | 1.5         | 2.3  | 0.2         | 0.4  |

\*浴比1:30  
温度25℃、pH4.0  
染料濃度0.25%owf

表2 反応染料染色した織物の還元処理による変色挙動

| 染料名                        | L*    | a*    | b*     | 変色<br>△E |
|----------------------------|-------|-------|--------|----------|
| Lanasol Yellow 4G          | 78.22 | 1.66  | 94.29  | 0.67     |
|                            | 78.22 | 1.79  | 94.95  |          |
| Lanasol Red 6G             | 29.07 | 47.57 | 18.67  | 0.79     |
|                            | 28.94 | 48.07 | 19.26  |          |
| Lanasol Blue 3G            | 23.84 | -0.68 | -27.80 | 0.38     |
|                            | 23.97 | -0.87 | -28.10 |          |
| Lanasol Black GN           | 13.37 | 0.28  | -4.16  | 0.39     |
|                            | 13.27 | 0.55  | -4.42  |          |
| Realan Gold Yellow RC GRAN | 58.35 | 40.09 | 76.65  | 0.64     |
|                            | 58.69 | 40.17 | 77.18  |          |
| Realan Red RC GRAN         | 31.77 | 53.60 | 13.78  | 0.82     |
|                            | 31.95 | 54.27 | 14.21  |          |
| Realan Blue RC GRAN        | 23.26 | 4.96  | -34.42 | 0.54     |
|                            | 23.20 | 4.43  | -34.35 |          |
| Realan Navy Blue BG        | 13.48 | 2.48  | -9.57  | 0.42     |
|                            | 13.10 | 2.63  | -9.63  |          |
| Realan Black G GRAN        | 12.93 | 0.53  | -3.16  | 0.58     |
|                            | 12.41 | 0.78  | -3.23  |          |

\*亜硫酸ナトリウムは浴比1:30での使用量

\*pHはアンモニア水で調整

\*織物の染色濃度は各染料3%owf

したときに染料を添加する方法を用いるため、表1に示すような高濃度のPMS浴に染料を投入するケースは少ない。反応染料は表に示すとおり染料によって分解程度に差があり、染料選択が重要なことを示している。

次に、通常の反応染料染色で行われるアルカリ処理に代えて、防縮加工で行われる還元処理をアルカリ処理を兼ねて行う場合の、染色された織物の変色について検討した。亜硫酸ナトリウム5%、温度50℃、pH8.5~9のアルカリ下での30分処理後の色の変化を反応染料51染料について試験した。その中から代表的な染料についての結果を表2に示す。

元の織物と処理織物の色差は1以内で、目視による判定でも変色が明らかに確認できる染料は殆どなかった。

#### 4. 2 PMSの分解に及ぼす温度、pHの影響

PMSが温度、pH条件によってどのように分解していくかを、染色に用いる助剤を添加した条件下で検討した。

##### 試験条件

|         |            |
|---------|------------|
| 試料      | 10 g       |
| PMS     | 6%         |
| バッファ    | pH4.1及び5.5 |
| アルベガールB | 1%         |
| 芒硝      | 10%        |

PMSは25℃条件においてpH4.0付近で最も分解が速い。温度を40℃にすると分解速度は当然速くなる。表3はPMS6%、60分処理した梳毛糸の強力、伸度結果で、40℃より25℃条件での羊毛損傷が大きいことを示す。それは、処理温度が高いと、PMSと羊毛との反応より浴中での分解が多く、実質羊毛への作用が低いと推測されるが、防縮性能への影響はその他の条件によって異なり、後で述べるように

表3 PMSの処理条件と強伸度変化

| 処理温度 | 初浴 pH | 終浴 pH | 強力 CN | 伸度 % |
|------|-------|-------|-------|------|
| 25℃  | 3.0   | 4.6   | 252   | 21.5 |
|      | 4.0   | 4.2   | 250   | 23.3 |
|      | 5.3   | 5.4   | 253   | 19.9 |
| 40℃  | 4.0   | 4.2   | 267   | 21.6 |
|      | 5.3   | 5.5   | 268   | 21.7 |

\*PMS6%owf

高温での処理が、25℃より防縮効果が高い結果が得られており、処理温度の影響は単純には判断できない。なお、一般的方法の25℃より高い温度での処理は、夏季に染色工場で30℃以上になる工業用水を考えると、PMS処理温度は高いほうが実際の工場で行うにはメリットがある方法といえる。

#### 4. 3 PMS25℃処理での染色・防縮同時加工

PMSによる一般的防縮加工法と染色・防縮同時加工法で行ったときの物性、特に防縮について比較検討した。

処理条件としてPMS使用量：2～10%、酢酸・酢酸ナトリウムバッファーでpH約4に調整し、PMS処理時間：30分、60分、染料：La-

nasol Blue 3G 0.5%で行った。

表4にPMSの一般的処理及び表5に染色・防縮同時処理したものの1回洗濯した時の面積フェルト収縮率等、物性の結果を示した。

PMSの使用量が増すにつれてフェルト収縮率は低下し、防縮性能が向上する。染色をしない一般的処理は染色・防縮同時加工する方法に比べて、フェルト収縮率は低い値を示した。

PMSの処理時間は長いほどフェルト収縮率を低下させる傾向を示すが、染色・防縮同時加工した場合は必ずしも処理時間の効果は認められなかった。

PMS処理によって白度は高くなり、黄変指数は低い値を示し、酸化・還元漂白したもの

表4 一般的処理法（25℃）によるPMS使用量と物性の関係

| PMS使用量 (%)                         | 処理時間 (分) | 白度   | 黄変指数 | 強力 (CN) | 伸度 (%) | 緩和 (%) | フェルト (%) |
|------------------------------------|----------|------|------|---------|--------|--------|----------|
| 未処理<br>0<br>2<br>4<br>6<br>8<br>10 | 30       | 78.7 | 42.8 | 272     | 16.5   | 10.2   | 42.7     |
|                                    |          | 79.4 | 37.9 | 235     | 21.6   | 3.7    | 38.5     |
|                                    |          | 80.3 | 39.1 | 248     | 20.1   | 2.5    | 17.4     |
|                                    |          | 80.8 | 38.1 | 258     | 22.4   | 0.3    | 9.1      |
|                                    |          | 80.7 | 37.8 | 232     | 20.0   | 1.3    | 4.3      |
|                                    |          | 80.6 | 37.2 | 250     | 20.8   | 1.7    | 3.3      |
|                                    |          | 81.2 | 37.7 | 237     | 19.9   | 3.5    | 2.8      |
| 2<br>4<br>6<br>8<br>10             | 60       | 80.8 | 38.8 | 246     | 20.1   | 0.0    | 19.0     |
|                                    |          | 80.8 | 38.0 | 251     | 19.8   | 3.0    | 4.5      |
|                                    |          | 80.5 | 36.7 | 229     | 18.1   | 1.8    | 3.0      |
|                                    |          | 81.2 | 35.7 | 238     | 19.4   | 1.7    | 3.3      |
|                                    |          | 81.6 | 36.1 | 227     | 21.3   | 2.0    | 1.5      |

\*緩和：7A\*1回、フェルト：5A\*1回

\*\*白度、強力、伸度は糸、緩和、フェルトは布の測定値

表5 25℃染色・防縮同時加工によるPMS使用量と物性の関係

| PMS<br>使用量<br>(%) | 処 理<br>時 間<br>(分) | K/S  | 強 力<br>(CN) | 伸 度<br>(%) | 緩 和<br>(%) | フェルト<br>(%) |
|-------------------|-------------------|------|-------------|------------|------------|-------------|
| 未処理               | 30                |      | 272         | 16.5       | 10.2       | 42.7        |
| 0                 |                   | 7.27 | 243         | 23.6       | 4.9        | 37.5        |
| 2                 |                   | 7.94 | 230         | 22.6       | 1.3        | 28.8        |
| 4                 |                   | 7.27 | 223         | 17.9       | 1.3        | 15.7        |
| 6                 |                   | 7.31 | 224         | 16.0       | 2.2        | 11.3        |
| 8                 |                   | 6.82 | 221         | 14.2       | 2.1        | 9.1         |
| 10                | 7.11              | 211  | 13.9        | 4.7        | 6.3        |             |
| 2                 | 60                | 7.92 | 229         | 20.0       | 2.5        | 27.9        |
| 4                 |                   | 7.46 | 224         | 16.0       | 1.3        | 18.7        |
| 6                 |                   | 7.20 | 228         | 16.8       | 2.2        | 14.4        |
| 8                 |                   | 7.24 | 223         | 14.4       | 1.5        | 13.1        |
| 10                |                   | 6.62 | 228         | 13.6       | 1.5        | 8.9         |

\*K/S：610m、緩和：7A\*1回、フェルト：5A\*1回

\*\*強力、伸度は糸、K/S、緩和、フェルトは布の測定値

と同じ効果がある。また、強力及び伸度はPMS使用量の増加にともなって低下し、染色をした場合で最大19%の強力低下を示した。

いずれにしても、25℃での染色・防縮同時加工法では防縮性能が極めて悪く、何らかの改良が必要なことが分かった。

なお、参考までに塩素系防縮加工剤DCCA（ハイライト60G）4%、pH4.5、処理温度25℃で処理し、亜硫酸水素ナトリウム2g/lで還元した。その後、Lanasol Blue 1%で染色し、シリコン系樹脂4%を吸尽法で加工したタスマニア織物の面積フェルト収縮率を下記に示す。

この方法でも染色することにより、防縮性能がかなり低下することが分かった。

| 試 料  | 面積緩和<br>収縮率(%) | 面積フェルト収縮率(%) |       |
|------|----------------|--------------|-------|
|      |                | 5A×1回        | 5A×2回 |
| 染色なし | 4.2            | -0.5         | 2.2   |
| 染色あり | -0.3           | 4.0          | 8.3   |

#### 4. 4 温度、pH及び酵素利用による防縮向上法の検討

25℃PMS処理による染色・防縮同時加工は

防縮性能が極めて悪く、困難なことが分かった。

そこで、防縮性能を向上させるためPMS処理温度を25℃、40℃、50℃という3段階で60分処理し、面積フェルト収縮率がどう変化するかを検討した。その結果を図2に示す。図に示すように温度をあげることにより防縮効果が飛躍的に向上した。

ただ、今回はPMS処理後、続けて染色するため、PMS処理温度が高いほど防縮効果があることが分かったが、50℃以上については検討を除外した。

PMS処理温度が50℃で行えることと、防縮効果が向上したことから、この温度で活性のある酵素をPMS処理浴に利用する方法について検討した。

PMS処理のpHは酸性のため、酸性領域で活性のある酸性プロテアーゼと酸性領域でやや活性のある中性プロテアーゼについて検討した。PMSの分解特性及び染色での条件を考慮し、pHは3.0～5.5とし、処理温度は酵素の活性に適した40℃及び50℃で行った。

まず酵素の効果を確かめるために処理温度50℃で酵素単独処理した時のタスマニア織物

表6 酵素処理条件と強力・伸度変化

|                    | pH  | 処理時間 | 強力cN | 強力低下% | 伸度%  |
|--------------------|-----|------|------|-------|------|
| 酸性プロテアーゼ<br>5%owf  | 3.0 | 30分  | 680  | -1.2  | 36.0 |
|                    | 3.0 | 60分  | 646  | 3.8   | 35.4 |
|                    | 4.0 | 30分  | 671  | 0.1   | 37.9 |
|                    | 4.0 | 60分  | 641  | 4.5   | 33.7 |
|                    | 5.5 | 30分  | 637  | 5.1   | 36.2 |
|                    | 5.5 | 60分  | 616  | 8.3   | 35.2 |
| 中性プロテアーゼ<br>30%owf | 5.5 | 30分  | 634  | 5.5   | 34.5 |
|                    | 5.5 | 60分  | 599  | 11.1  | 33.1 |

浴比：1：30、温度：50℃

表7 40℃PMS処理での酵素使用量と物性

| 酵素量  | 緩和   | フェルト(1) | フェルト(2) | フェルト(3) | K/S  | L値   | 強力低下% | 伸度%  |
|------|------|---------|---------|---------|------|------|-------|------|
| 0%   | -4.2 | 6.4     | 9.9     | 22.2    | 34.0 | 24.3 | 11.1  | 31.1 |
| 1%   | -3.1 | 3.4     | 8.2     | 22.0    | 34.7 | 24.3 | 12.8  | 26.0 |
| 2%   | -3.0 | 3.6     | 10.0    | 23.2    | 34.6 | 24.4 | 16.9  | 25.7 |
| 3%   | -3.9 | 4.0     | 10.3    | 24.6    | 34.6 | 24.5 | 12.4  | 27.1 |
| 5%   | -1.0 | 2.8     | 8.9     | 24.9    | 33.3 | 24.8 | 11.1  | 29.3 |
| 7.5% | -1.9 | 3.7     | 10.1    | 23.3    | 33.0 | 24.7 | 8.0   | 28.1 |

条件：防縮：PMS 10%、pH 5.5、芒硝 10%、アルベガールA 1%、30分

酵素：酸性プロテアーゼ

染色：Lanasol Blue 3G 3%

還元：亜硫酸ナトリウム 5%、アンモニア 3%

樹脂：Basolan MW 4%

K/S：620nm

表8 50℃PMS処理での酵素使用量と物性

| 酵素量  | 緩和   | フェルト(1) | フェルト(2) | フェルト(3) | K/S  | L値   | 強力低下% | 伸度%  |
|------|------|---------|---------|---------|------|------|-------|------|
| 0%   | -1.7 | 1.7     | 5.3     | 15.5    | 35.3 | 23.7 | 13.7  | 27.3 |
| 1%   | -3.0 | 2.4     | 4.7     | 15.9    | 33.5 | 23.8 | 11.4  | 27.6 |
| 2%   | -4.3 | 3.4     | 5.7     | 13.4    | 34.2 | 23.8 | 8.9   | 27.8 |
| 3%   | -1.8 | 1.7     | 4.1     | 14.9    | 35.7 | 23.6 | 11.2  | 28.6 |
| 5%   | -3.0 | 3.0     | 5.5     | 14.1    | 34.6 | 23.5 | 9.6   | 26.7 |
| 7.5% | -2.1 | 0.7     | 3.4     | 11.4    | 35.7 | 23.5 | 10.8  | 30.8 |

条件：表7と同条件

の糸の強力及び伸度の変化を表6に示した。酸性プロテアーゼはpH5.5で最も強力低下率が大きく、処理時間は長いほど羊毛への作用が大きくなることが分かった。中性プロテアーゼは染色を継続するのに必要なpHとこの酵素の活性限界のpH5.5で行った。中性プロテアーゼによる強力低下は酸性プロテアーゼよりやや大きい値を示し、このpHでも酵素作用があることが分かった。

そこで、PMS処理温度と酵素使用量につい

て検討した。表7に40℃、表8に50℃で処理時間30分のPMS処理での酵素使用量と面積フェルト収縮率、K/S、強力及び伸度の結果と図3に面積フェルト収縮率変化を示した。

また、50℃におけるPMSの処理pHと酵素併用効果について染色しない方法で行った結果を表9及び表10(酵素併用)及び図4に示した。

図2に示すように40℃より50℃処理が防縮性能を向上させる。PMS処理での酵素併用効果は酵素使用量に関係なく40℃条件ではその

表9 50℃PMS処理におけるpHと物性の関係（染色なし）

| pH  | 緩和   | フェルト(1) | フェルト(2) | フェルト(3) | L値   | 白度   | 黄変   |
|-----|------|---------|---------|---------|------|------|------|
| 3.0 | -0.4 | -0.9    | 0.9     | 3.7     | 83.8 | 79.8 | 38.7 |
| 3.5 | -0.8 | -0.8    | 1.6     | 4.4     | 84.1 | 79.6 | 40.2 |
| 4.0 | 0.9  | -1.3    | 0.7     | 1.8     | 84.5 | 79.7 | 41.0 |
| 4.5 | -1.0 | -2.0    | 1.1     | 3.4     | 84.1 | 79.7 | 39.3 |
| 5.0 | -2.5 | -1.0    | 2.9     | 2.6     | 83.7 | 79.5 | 39.9 |
| 5.5 | 0.5  | -0.4    | 1.2     | 5.7     | 83.2 | 79.0 | 39.9 |

条件：防縮：アルベガールA 1%、PMS 10%、芒硝 10%、  
還元：アンモニア 3%、亜硫酸ナトリウム 5%  
樹脂：Basolan MW 4%、酢酸 10%

表10 50℃PMS処理におけるpHと酵素併用での物性（染色なし）

| pH  | 緩和   | フェルト(1) | フェルト(2) | フェルト(3) | L値   | 白度   | 黄変   |
|-----|------|---------|---------|---------|------|------|------|
| 3.0 | 0.2  | -3.0    | 0.0     | 3.2     | 82.3 | 79.2 | 34.8 |
| 3.5 | -0.2 | -0.7    | 0.5     | 4.8     | 83.7 | 79.5 | 39.2 |
| 4.0 | -1.1 | 1.1     | 3.4     | 3.9     | 84.1 | 79.7 | 39.7 |
| 4.5 | -0.8 | -0.3    | 1.5     | 3.6     | 83.0 | 79.3 | 36.8 |
| 5.0 | 0.3  | 0.3     | 0.1     | 2.3     | 84.0 | 79.4 | 40.7 |
| 5.5 | 0.2  | -0.0    | 2.9     | 5.9     | 82.2 | 76.2 | 39.2 |

条件：酵素：酸性プロテアーゼ 3%  
他：表9と同条件

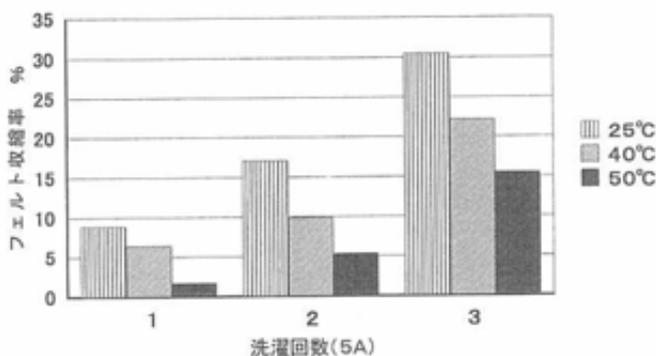


図2 PMSの処理温度と面積フェルト収縮率

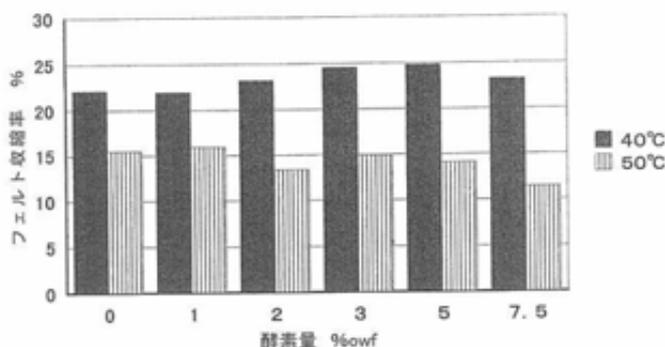


図3 PMS処理温度・酵素使用量と面積フェルト収縮率

効果は認められなかった。50℃ではわずかであるが防縮性能を向上させる傾向を示した。処理時間による防縮性能への影響は、60分処理したがその効果は認められず、また、表9、

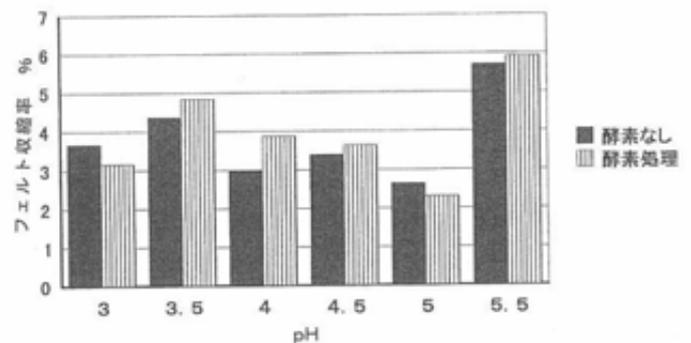


図4 PMS・酵素併用におけるpHと面積フェルト収縮率

表10にも示すように酸性プロテアーゼ酵素の効果は面積フェルト収縮率から見て有効性が少ないといえる。

この理由として、PMSの存在が酵素活性を阻害するためと考えられる。染色への影響はK/S、L値から、40℃より50℃処理がやや濃色に染まる傾向がある。

PMS処理でのpHを3.0~5.5まで変化させた結果、染色なしでpH4.0、酵素併用でpH5.0で最も面積フェルト収縮率が小さかったが、pHと面積フェルト収縮率の関係はデータにバラツキがあり、明確な関係を見いだせなかった。

#### 4.5 染色・防縮同時加工と樹脂加工条件

今まで、シリコン系樹脂による吸尽法で加工してきたが、PMSの処理温度を高くして防縮性能はかなり向上したが、なお十分な性能とはいえず、染色温度が90℃の低温染色を試みたが、防縮性能を高める効果は認められなかった。

そこで、防縮効果が高いといわれるウレタン系樹脂（パッド法）を用いて検討した。また、還元処理に代えて、通常の反応染料染色で行われているアルカリ処理を行ったときの防縮への影響も調べた。

樹脂加工は下記の条件で行い、その結果を表11に示した。

|                |        |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|
| ウレタン系樹脂：       | 1%     | 2%     | 4%     |
| Synthappet BAP | 20 g/l | 30 g/l | 80 g/l |
| Impranil DLH   | 20 g/l | 30 g/l | 80 g/l |
| Erkantol AS-T  | 1 g/l  | 1 g/l  | 1 g/l  |
| 炭酸水素ナトリウム      | 3 g/l  | 3 g/l  | 3 g/l  |

絞り率56%、乾燥した後、140℃、2分キュアリングし、ホフマンプレスで処理した。

ウレタン系樹脂の濃度を高くすると防縮効

表11 50℃染色・防縮同時加工におけるウレタン系樹脂による防縮効果

| 処理No<br>(PMS %)<br>(pH) | 還元<br>方法     | 樹脂の<br>使用量<br>% | 緩和 % | フェルト %<br>5A*1回 | フェルト %<br>5A*3回 | フェルト %<br>5A*5回 |
|-------------------------|--------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 生地                      | —            | —               | -1.8 | 40.0            | 59.8            | 64.2            |
| 生地<br>(染色のみ)            | —            | 1               | -1.2 | 25.7            | 51.4            | 61.7            |
|                         | —            | 2               | -2.7 | 4.4             | 20.7            | 45.1            |
|                         | —            | 4               | -1.9 | 1.9             | 4.8             | 5.2             |
| ①<br>PMS 6%<br>pH 4     | 亜硫酸<br>ナトリウム | 1               | -3.9 | 10.3            | 32.9            | 50.9            |
|                         |              | 2               | -4.4 | 4.6             | 5.1             | 15.4            |
|                         |              | 4               | -3.8 | 4.0             | 1.3             | 1.2             |
| ②<br>PMS 10%<br>pH 4    | 亜硫酸<br>ナトリウム | 1               | -3.1 | 8.8             | 26.5            | 41.8            |
|                         |              | 2               | -4.8 | 1.4             | 5.7             | 12.4            |
|                         |              | 4               | -3.8 | 0.5             | 0.9             | 1.0             |
| ③<br>PMS 10%<br>pH 4    | アンモニア<br>単独  | 1               | -2.4 | 6.6             | 37.0            | 51.6            |
|                         |              | 2               | -4.1 | 2.0             | 8.4             | 25.0            |
|                         |              | 4               | -3.0 | 1.7             | 0.7             | 1.4             |
| ④<br>PMS 10%<br>pH 5.5  | 亜硫酸<br>ナトリウム | 1               | -2.2 | 3.8             | 23.0            | 38.9            |
|                         |              | 2               | -3.9 | -0.3            | 1.5             | 1.9             |
|                         |              | 4               | -3.6 | 0.8             | 0.5             | 0.2             |

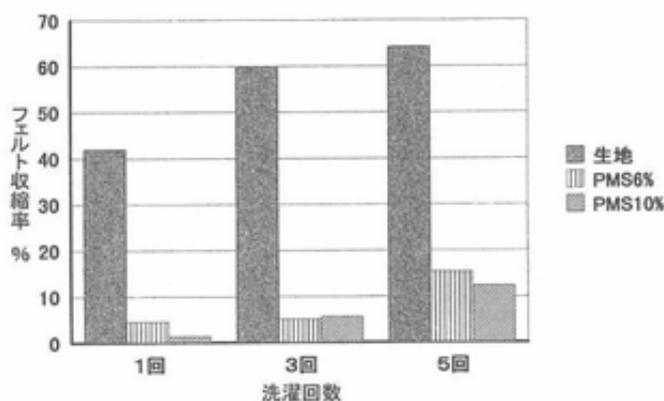


図5 染色・防縮同時加工におけるPMS使用量と面積フェルト収縮率

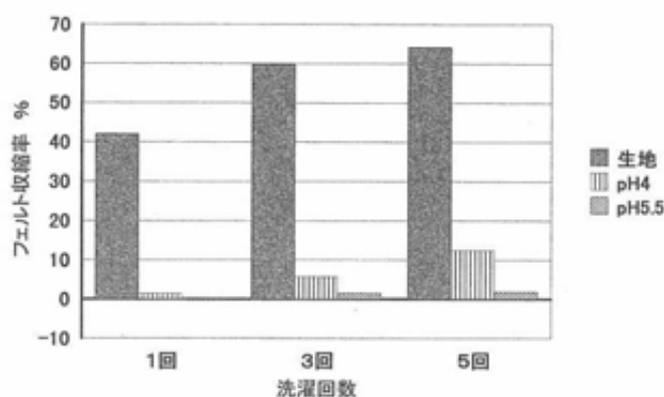


図6 染色・防縮同時加工におけるpHと面積フェルト収縮率

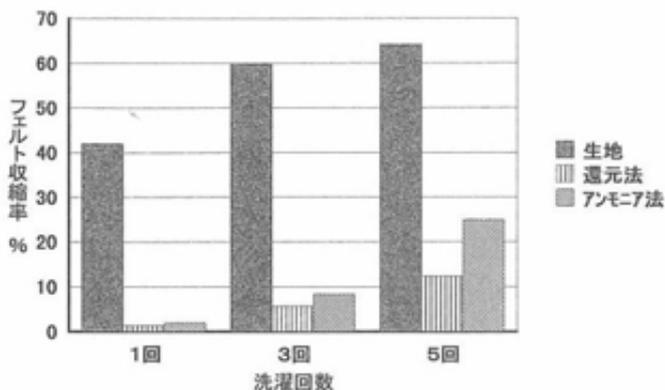


図7 染色・防縮同時加工における還元とアルカリ処理の面積フェルト収縮率

果は高くなり、樹脂使用量4%で良好な結果が得られた。また、PMS10%でpH5.5、処理温度50℃、処理時間60分のBAP2%で他の条件に比べて良好な結果を示した。

図5にPMS使用量、図6にpH、図7に還元処理とアンモニア処理による面積フェルト収縮率との関係を示した。PMSは10%、pHは5.5の条件が防縮効果が良く、還元処理に代えて通常の反応染色で行うアルカリ処理（80℃、20分）を行うと、還元処理に比べて防縮性能が悪くなり、還元処理の必要性が確認できた。

#### 4.6 各種織物の染色・防縮同時加工による防縮性能

今まで試験に用いた織物は極めて収縮しやすい特殊な織物で、一般的な織物（平織物、綾織物及び朱子織物）について検討した。

PMS50℃、60分処理した。pH4.0の染料はLanasol Black CE 6%、pH5.5はLanasol Blue 3 G 3%を用い、芒硝はPMSの分解により中性塩となるため使用しないこととした。

##### パッド法による樹脂加工条件

##### シリコン系樹脂：

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Basolan MW micro     | 100 g / l |
| Laventin LNB         | 2 g / l   |
| 酢酸(99%)              | 2ml / l   |
| 絞り率56%、乾燥した後、120℃、2分 |           |

キュアリングし、ホフマンプレスした。  
ウレタン系樹脂：4.5の項と同じ

表12に50℃PMS処理での染色・防縮同時加工で行ったものの5回洗濯した結果を示した。図8、9に染色・防縮同時加工して樹脂加工したものと、標準染色し、樹脂加工した織物を10回洗濯した時の面積フェルト収縮率の変化を示した。また、図10にウレタン系樹脂におけるPMS使用量、図11にシリコン系樹脂の吸尽法とパッド法、図12、13にシリコン系樹脂及びウレタン系樹脂の使用量と面積フェルト収縮率との関係を表した。

防縮の耐久性はPMS、還元処理により向上し、この加工法が有効なことが分かる。織物構造が最も安定している平織物でも洗濯回数が多くなるにつれてその効果は顕著である。

PMSの使用量は多い方が防縮効果が高いが、平織物や綾織物のように安定した構造の織物

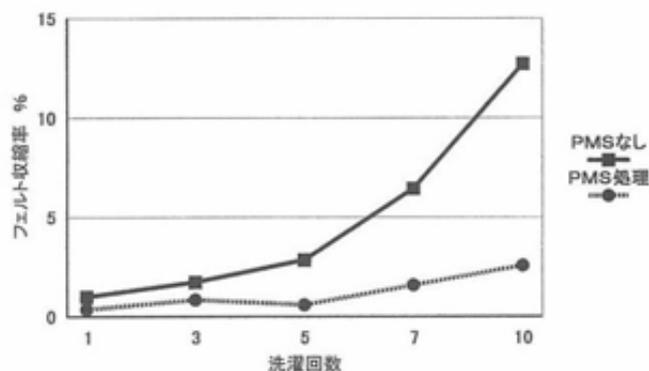


図8 染色・防縮同時加工による防縮の耐久性（平織物：シリコン系樹脂5%；パッド法）

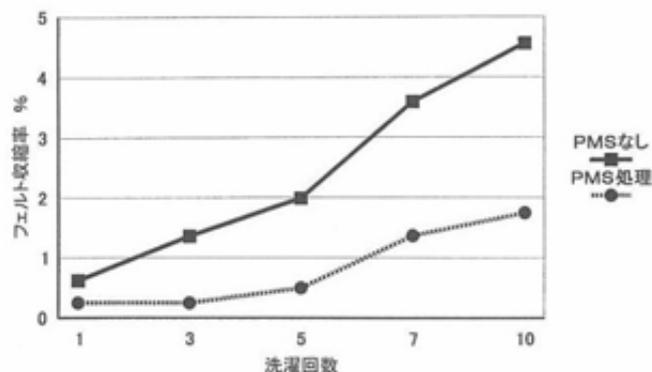


図9 染色・防縮同時加工による防縮の耐久性（平織物：ウレタン系樹脂1%）

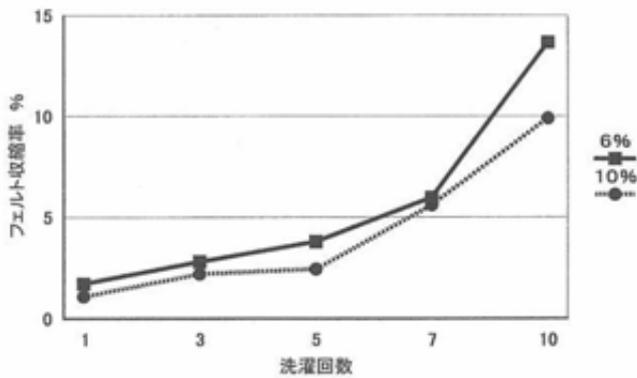


図10 染色・防縮同時加工におけるPMS使用量と洗濯による防縮の耐久性  
(朱子織物：ウレタン系樹脂1%)

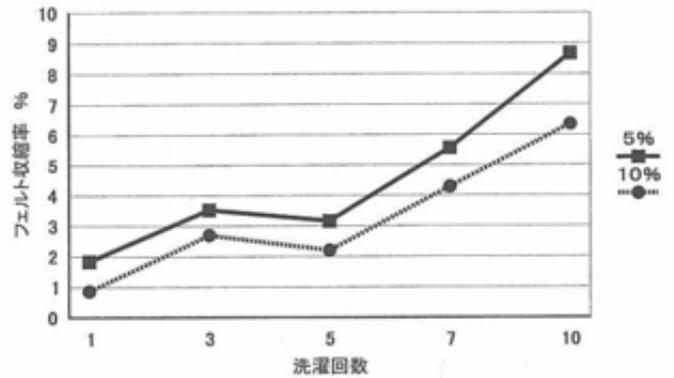


図12 染色・防縮同時加工における樹脂量と洗濯による防縮の耐久性  
(朱子織物：シリコン系樹脂)

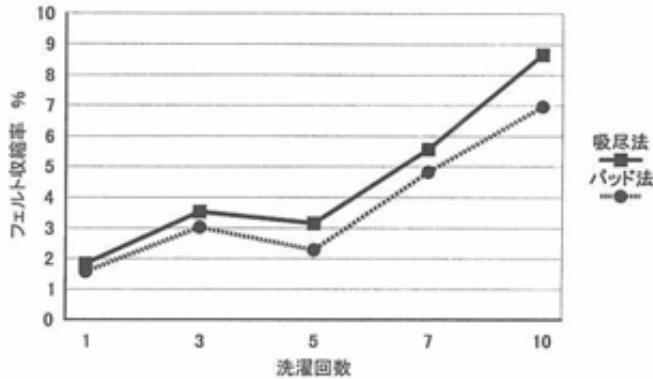


図11 染色・防縮同時加工における樹脂加工法と洗濯による防縮の耐久性  
(朱子織物：シリコン系樹脂5%)

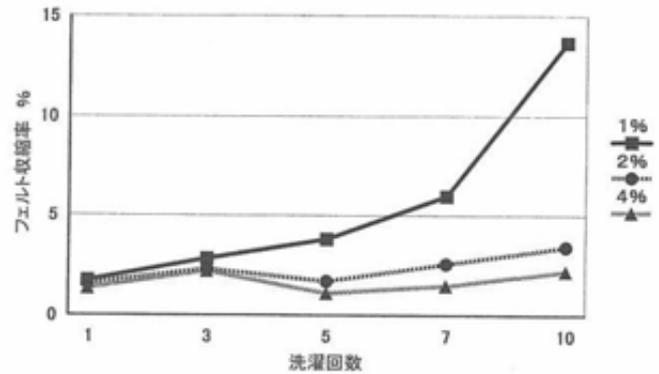


図13 染色・防縮同時加工における樹脂量と洗濯による防縮の耐久性  
(朱子織物：ウレタン系樹脂)

表12 50℃染色・防縮同時加工における各種織物及び樹脂による面積フェルト収縮率

| 処理No<br>(PMS %)<br>(pH) | 樹脂<br>加工法 | 樹脂の<br>種類 | 樹脂の<br>使用量<br>% | 平 織     |                 | 綾 織     |                 | 朱子織     |                 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|
|                         |           |           |                 | 緩和<br>% | フェルト %<br>5A*5回 | 緩和<br>% | フェルト %<br>5A*5回 | 緩和<br>% | フェルト %<br>5A*5回 |
| 生地                      | —         | —         | —               | -1.0    | 11.1            | -0.8    | 8.5             | -1.6    | 48.6            |
| 生地<br>(染色のみ)            | パッド法      | ウレタン      | 1               | -0.8    | 2.0             | -1.5    | 1.9             | -1.5    | 11.3            |
|                         |           | ウレタン      | 2               | -1.0    | 0.4             | -0.9    | 0.1             | -1.9    | 0.4             |
|                         |           | ウレタン      | 4               | -0.4    | 0               | -0.3    | 0.5             | -1.3    | 0               |
|                         |           | ウレタン      | 5               | 0       | 2.9             | -0.8    | 3.0             | -2.9    | 28.0            |
| ①<br>PMS 10%<br>pH 4    | 吸尽法       | シリコン      | 5               | -1.8    | 1.1             | -0.4    | 0.9             | -1.9    | 2.8             |
|                         |           | シリコン      | 10              | -0.1    | 0.8             | 0.3     | 0.3             | -2.8    | 2.6             |
|                         | パッド法      | ウレタン      | 1               | 0.1     | 0.5             | -1.0    | 0.4             | -2.9    | 4.9             |
|                         |           | ウレタン      | 2               | -0.5    | 0               | -1.1    | 0.4             | -3.3    | 1.1             |
| ウレタン                    |           | 4         | 0.8             | -0.5    | 0               | -0.5    | -2.0            | 0.4     |                 |
| ②<br>PMS 10%<br>pH 5.5  | 吸尽法       | シリコン      | 5               | -0.9    | 0.6             | -1.3    | 0.5             | -2.5    | 2.3             |
|                         |           | シリコン      | 10              | -0.8    | 1.1             | -0.1    | 0.9             | -3.1    | 3.2             |
|                         | パッド法      | ウレタン      | 1               | -1.4    | 1.2             | -0.5    | 0.6             | -1.7    | 2.5             |
|                         |           | ウレタン      | 2               | -0.6    | 0.1             | -0.2    | 0.1             | -2.1    | 1.2             |
| ウレタン                    |           | 4         | 0.1             | 0.6     | 1.0             | -0.4    | -1.4            | 0.5     |                 |
| ③<br>PMS 6%<br>pH 4     | 吸尽法       | シリコン      | 5               | -2.1    | 1.4             | -1.0    | 0.5             | -4.0    | 2.3             |
|                         |           | シリコン      | 10              | -0.6    | 2.0             | -0.9    | 0.5             | -2.2    | 7.3             |
|                         | パッド法      | シリコン      | 5               | -0.4    | 1.6             | -0.9    | 0.7             | -1.4    | 4.1             |
|                         |           | ウレタン      | 1               | -0.2    | 1.3             | -1.2    | 1.4             | -2.4    | 6.0             |
| ウレタン                    |           | 2         | -0.6            | 0.5     | -0.1            | -0.7    | -1.2            | 0.9     |                 |
| ④<br>PMS 6%<br>pH 5.5   | 吸尽法       | ウレタン      | 4               | 0.3     | 0               | 0       | -0.1            | -1.0    | 0.7             |
|                         |           | ウレタン      | 5               | -0.9    | 1.2             | -0.6    | 0.3             | -2.0    | 5.0             |
|                         | パッド法      | シリコン      | 5               | -1.0    | 1.5             | -0.5    | 0.4             | -2.1    | 6.9             |
|                         |           | シリコン      | 10              | -1.1    | 1.6             | -0.1    | 0.5             | -1.5    | 4.2             |
| ウレタン                    |           | 1         | -1.0            | 0.5     | -1.1            | 1.6     | -1.4            | 3.8     |                 |
| ウレタン                    | 2         | -0.9      | 0.7             | -1.5    | 0.8             | -2.7    | 1.7             |         |                 |
| ウレタン                    | 4         | -0.3      | 0.4             | 0.4     | 0.5             | -1.9    | 1.1             |         |                 |
| シリコン                    | 5         | -1.4      | 1.5             | -0.8    | 0.7             | -2.5    | 4.4             |         |                 |

は洗濯回数にもよるが、PMS6%程度で良好な防縮性能が得られる。

樹脂付与量は多いほど当然ながら防縮性能は向上する。しかし、風合いが硬くなることを考慮しなければならない。洗濯で収縮しやすい織物ほど樹脂付与量に支配される。

シリコン系樹脂の吸尽法とパッド法を比較するとパッド法が良い結果を示した。

pHの違いによる防縮効果への影響はpH5.5が良いといえるが、その差は小さく、pHの最適条件はかなり広範囲で適用可能なことが分かった。

#### 4. 7 染色・防縮同時加工における染色堅牢度及び染料の吸尽・固着率

標準の反応染色した織物の染色堅牢度とK/Sの結果を表13-1に、50℃染色・防縮同時加工の結果を表13-2に示す。

染色堅牢度は染料濃度が1%の染色では標準の染色と染色・防縮同時加工したものの染色堅牢度性能に違いは認められなかった。しかし、黒、紺の濃色染色において染色・防縮同時加工では極端に湿潤堅牢度が低下することが分かった。また、K/S値から染色濃度

表13-1 標準染色における染色堅牢度とK/S

| 染料名           | 耐光  | 洗濯 |   |    |   |     |     |   | アルカリ汗 |     |     |     |     |     |     | 摩擦 |     | K/S   |       |
|---------------|-----|----|---|----|---|-----|-----|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-------|-------|
|               |     | 耐  | W | An | E | N   | C   | A | 耐     | W   | An  | E   | N   | C   | A   | 乾  | 湿   |       |       |
| L Yellow 4G   | >5  | 5  | 5 | 5  | 5 | 5   | 5   | 5 | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 5   | 4     | 12.20 |
| L Red 6G      | >5  | 4  | 5 | 5  | 5 | 5   | 5   | 5 | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 5   | 3-4   | 14.23 |
| L Blue 3G     | 5   | 5  | 5 | 5  | 5 | 5   | 5   | 5 | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 5   | 4     | 12.10 |
| R G Yellow RC | 4-5 | 5  | 5 | 5  | 5 | 5   | 5   | 5 | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 5   | 4     | 14.12 |
| R Red RC      | 4-5 | 5  | 5 | 5  | 5 | 5   | 5   | 5 | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 5   | 3-4   | 13.21 |
| R Blue RC     | 5   | 4  | 5 | 5  | 5 | 5   | 5   | 5 | 5     | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   | 4-5 | 5  | 4   | 9.63  |       |
| L Blue CE     | 5   | 4  | 5 | 5  | 5 | 4-5 | 5   | 5 | 5     | 5   | 5   | 5   | 4-5 | 4-5 | 5   | 5  | 3-4 | 34.66 |       |
| L Black CE    | >5  | 5  | 5 | 5  | 5 | 4   | 4-5 | 5 | 5     | 4-5 | 4   | 4   | 4   | 3-4 | 5   | 5  | 3-4 | 47.35 |       |
| R N Blue BG   | 5   | 4  | 5 | 5  | 5 | 4-5 | 4-5 | 5 | 5     | 5   | 4   | 4-5 | 4   | 3-4 | 5   | 5  | 3-4 | 44.41 |       |
| R Black G     | >5  | 5  | 5 | 5  | 5 | 4-5 | 5   | 5 | 5     | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 4   | 5  | 4   | 50.90 |       |

\*耐：耐色、W：羊毛、An：アクリル、E：ポリエステル、N：ナイロン、C：綿、A：アセテート

染色条件：Lanasol Yellow 4G、Red 6G、Blue 3G 1%owf、pH5.5

Lanasol Blue CE 4%owf、Black CE 6%owf、pH4.0

Realan Yellow RC、Red RC、Blue RC 1%owf、pH5.5

Realan Navy Blue BG 4%owf、Black G 6%owf、pH4.0

芒硝 10%owf、アルベガール B 1%owf

染色：上記を加え、一般染色

表13-2 染色・防縮同時加工における染色堅牢度とK/S

| 染料名           | 耐光  | 洗濯  |     |     |   |     |     |     | アルカリ汗 |     |     |     |     |     |     | 摩擦 |     | K/S   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-------|
|               |     | 耐   | W   | An  | E | N   | C   | A   | 耐     | W   | An  | E   | N   | C   | A   | 乾  | 湿   |       |
| L Yellow 4G   | >5  | 5   | 5   | 5   | 5 | 5   | 5   | 5   | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 4   | 15.89 |
| L Red 6G      | >5  | 5   | 5   | 5   | 5 | 5   | 5   | 5   | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 3-4 | 15.88 |
| L Blue 3G     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5 | 5   | 5   | 5   | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 4   | 13.63 |
| R G Yellow RC | 5   | 4-5 | 5   | 5   | 5 | 5   | 5   | 5   | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 4   | 15.42 |
| R Red RC      | 4-5 | 4-5 | 5   | 5   | 5 | 5   | 5   | 5   | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 3-4 | 15.86 |
| R Blue RC     | 5   | 4-5 | 5   | 5   | 5 | 5   | 5   | 5   | 5     | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 5  | 4   | 11.27 |
| L Blue CE     | >5  | 3   | 4-5 | 5   | 5 | 4-5 | 4-5 | 5   | 5     | 4   | 4   | 4   | 3-4 | 3-4 | 4-5 | 5  | 3   | 32.19 |
| L Black CE    | >5  | 3   | 4-5 | 5   | 5 | 3-4 | 4   | 4-5 | 5     | 3   | 3   | 3   | 3-4 | 3   | 4-5 | 5  | 3-4 | 38.08 |
| R N Blue BG   | 4   | 3   | 5   | 5   | 5 | 5   | 3   | 4-5 | 5     | 3   | 3   | 3   | 3-4 | 3   | 4-5 | 5  | 3-4 | 26.14 |
| R Black G     | >5  | 3-4 | 4-5 | 4-5 | 5 | 4   | 4   | 4-5 | 5     | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3   | 4   | 5  | 3   | 41.01 |

染色条件：PMS処理：PMS 10%owf、アルベガール B 1%owf 50℃×1時間

染色：PMS処理浴に染料を加え、染色

還元：亜硫酸ナトリウム 5%owf、アンモニア 3%owf 50℃×30分

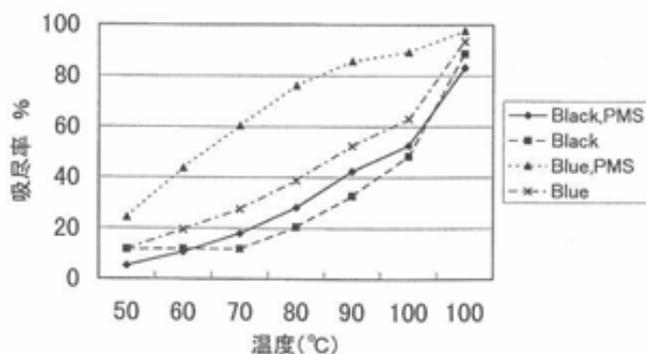


図14 染色・防縮同時加工と標準染色における染料吸尽の比較が標準の染色に比べて薄くなった。図14にLanasol Black CEとLanasol Blue 3Gの染色・防縮同時加工と標準染色における染料吸尽曲線を示した。染色・防縮同時加工における染料吸尽是濃色のブラックは標準染色に比べて低温でよく吸尽するが、最終の吸尽率は低くなる。また、ブルーは明らかに吸収カーブが異なり、染色終了時では染色・防縮同時加工法が標準染色より高い吸尽率となっている。そして、還元処理及びアルカリ処理後の固着率を求めると、

|                  | 標準染色  | 染色・防縮 |
|------------------|-------|-------|
| Lanasol Black CE | 73.7% | 43.7% |
| Lanasol Blue 3G  | 92.2% | 93.1% |

となり、ブラックでは極端に染料固着率が低下し、ブルーでは逆に標準染色より高くなった。このことから、PMSによる羊毛のスルフォン化のため染着座席が低下したことと、また、染料構造の違いにより生じた結果と考えられる。

なお、染色堅牢度向上対策として、還元処理後ソーピング（非イオン系洗剤2%、50℃、15分）を行うことにより改善できることを確認した。また、染色pHを3程度に追酸することにより染料固着率は改善するが、標準染色までには達しなかった。

#### 4. 8 染色・防縮同時加工による物性への影響

図15にタスマニア織物の未処理の顕微鏡写真と図16に50℃の染色・防縮同時加工した（堅牢度試験に用いたLanasol Blue 3Gの試料）羊毛の顕微鏡写真を示した。50℃の高い温度で処理することによりスケールがやや丸みをおびた形状が観察できるが、損傷は見当たらなかった。

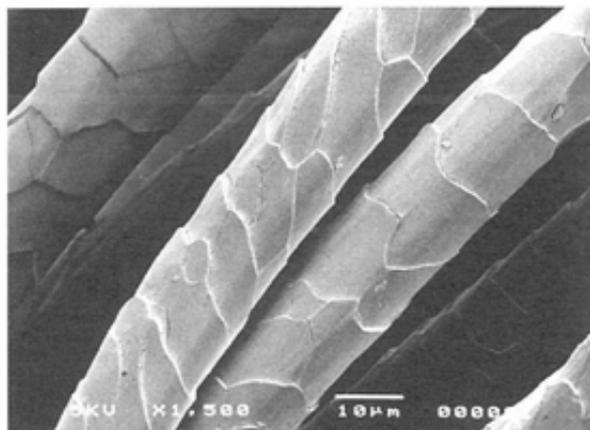


図15 未処理羊毛の電子顕微鏡写真

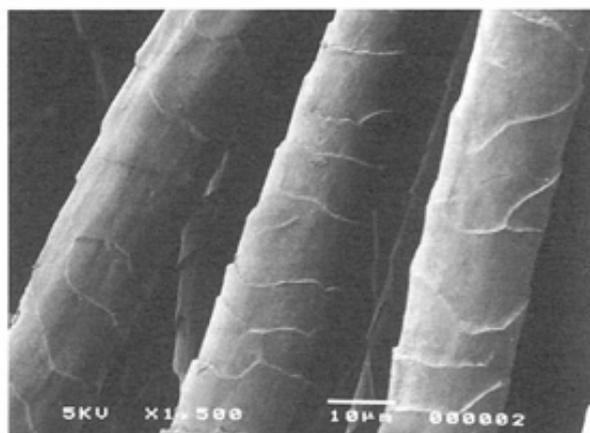


図16 染色・防縮同時加工した羊毛の電子顕微鏡写真

染色・防縮同時加工によるPMSの処理温度の風合い（曲げ及びせん断特性）への影響について平織物で調べた結果を表14及び図17、18に示す。

25℃と50℃PMS処理の風合いへの影響は少なく、染色の有無や樹脂の違いによる風合いへの影響が大きいといえる。染色をすることによって柔軟になり、ウレタン系樹脂加工はシリコーン系樹脂に比べて硬い風合いになっ

表14 染色・防縮同時加工におけるPMS処理温度の風合への影響

|       |        | 曲げ特性   |        | せん断特性 |      |      |
|-------|--------|--------|--------|-------|------|------|
|       |        | B      | 2HB    | G     | 2HG  | 2HG5 |
| 生地    |        | 0.0867 | 0.0307 | 0.77  | 0.74 | 1.70 |
| 樹脂なし  | 25℃    | 0.0838 | 0.0255 | 0.59  | 0.54 | 1.29 |
|       | 50℃    | 0.0781 | 0.0221 | 0.55  | 0.53 | 1.29 |
|       | 50℃、染色 | 0.0713 | 0.0192 | 0.46  | 0.47 | 0.99 |
| シリコーン | 25℃    | 0.0937 | 0.0274 | 0.66  | 0.47 | 1.24 |
|       | 50℃    | 0.0803 | 0.0212 | 0.60  | 0.44 | 1.20 |
|       | 50℃、染色 | 0.0801 | 0.0212 | 0.55  | 0.43 | 1.00 |
| ウレタン系 | 25℃    | 0.1149 | 0.0299 | 0.88  | 0.60 | 1.75 |
|       | 50℃    | 0.1015 | 0.0282 | 0.85  | 0.59 | 1.73 |
|       | 50℃、染色 | 0.0954 | 0.0227 | 0.76  | 0.40 | 1.35 |

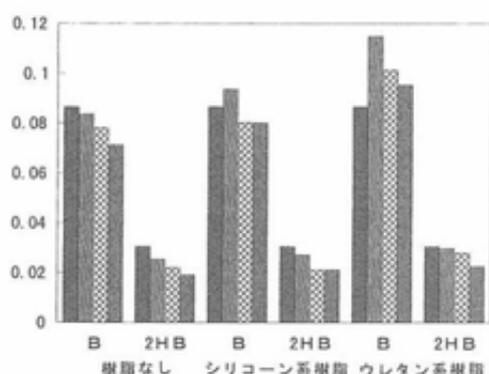


図17 染色・防縮同時加工における処理温度の曲げ特性への影響

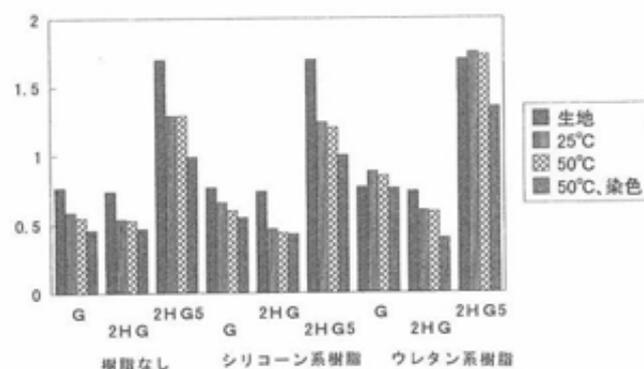


図18 染色・防縮同時加工における処理温度のせん断特性への影響

表15 PMS処理温度と樹脂加工のハイグラルエキスパンション等への影響

| 処理温度 | 染色有無 | 樹脂：付与方法    | 緩和収縮率 (%) |       | ハイグラルエキスパンション (%) |      |
|------|------|------------|-----------|-------|-------------------|------|
|      |      |            | 経         | 緯     | 経                 | 緯    |
| 生地   |      |            | -0.17     | 0.33  | 2.76              | 2.08 |
| 25℃  | なし   | なし         | -1.01     | -0.67 | 4.20              | 3.95 |
| 25℃  | なし   | シリコーン5%：吸尽 | -1.68     | -1.00 | 4.50              | 3.93 |
| 25℃  | なし   | ウレタン1%：パッド | -1.01     | -0.33 | 3.65              | 3.26 |
| 50℃  | なし   | なし         | -1.18     | -0.67 | 4.17              | 3.77 |
| 50℃  | なし   | シリコーン5%：吸尽 | -1.85     | -0.67 | 4.48              | 3.77 |
| 50℃  | なし   | ウレタン1%：パッド | -1.01     | -0.84 | 3.64              | 3.76 |
| 50℃  | あり   | なし         | -2.36     | -1.34 | 5.13              | 3.81 |
| 50℃  | あり   | シリコーン5%：吸尽 | -0.84     | -0.50 | 6.11              | 4.66 |
| 50℃  | あり   | ウレタン1%：パッド | -1.35     | -0.50 | 6.78              | 4.81 |
| 50℃  | あり   | ウレタン2%：パッド | -1.18     | -1.00 | 5.88              | 5.36 |

た。

表15にハイグラルエキスパンションへの影響についての結果を示す。ハイグラルエキスパンションは、染色をすると大きくなり、シリコーン系樹脂がウレタン樹脂よりもやや大きくなる傾向を示す。しかし、PMSの処理温

度による差はほとんど認められなかった。

## 5. まとめ

羊毛の非塩素系防縮加工剤PMSと羊毛用反応染料による染色・防縮同時加工方法について検討した。その結果PMSの処理温度を一般

的方法より高い50℃で処理し、ウレタン系樹脂をパッド法で加工することにより、耐久性のある防縮加工ができることが分かった。このことは、一般的方法である25℃でのPMSの処理は染色工場での夏期における温度管理が難しいことを考えると、加工しやすい方法と考える。染色濃度が淡色～中色では通常の染色法とそれほど異なる色相になり、染色堅牢度も特に性能が低下する問題も生じなかった。しかし、染色濃度が高い黒、紺等は標準染色に比べて薄くなるなり、染色堅牢度も悪くなることが分かった。

また、PMS処理を50℃の高温で行うことによる処理ムラの発生が懸念されるが、今回の試験結果からは染めムラ等、特に問題となる現象は生じなかった。しかし、濃色染色の問題とともに今後の検討課題である。

なお、反応染料染色でのアルカリ処理をヒドロキシプロピルホスフィン（ビルゴンPP-40）を用いて処理し、アルカリ処理を兼ねた加工法について一部検討したので表16にその結果を示す。

通常の染色を行った後、還元処理し樹脂加工した。シリコン系樹脂は吸尽法、ウレタ

ン系樹脂はパッド法で行った。この方法はPMSより処理が簡単で、シリコン樹脂で処理すると深色化できるとともに、濃色染色が可能である。問題は風合が硬くなることである。

最近の環境に関する問題や加工賃の状況を考えると今回行った薬剤の低減化や工程の短縮は染色整理業にとって重要な課題であり、今後とも検討を重ねて行きたい。

最後にこの研究に際し御協力していただいた、多くの関係者の方に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- (1) 日本学術振興協会 繊維・高分子機能加工第120委員会  
第89講演会資料 (8.6.28)
- (2) 染色工業 Vol.43 No.4 202 (海外文献情報)
- (3) R.Levenerら：JSDC Vol.112 No.1 6
- (4) R.Levenerら：JSDC Vol.112 No.2 44
- (5) 家久ら：加工技術 Vol.19 No.9 573
- (6) 改森：染色工業 Vol.42 No.3 133
- (7) 浅井ら：テキスタイル&ファッション Vol.14 No.2 46

表16 染色後の還元剤処理による防縮効果

| 還元剤 | 樹脂      | 緩和   | フェルト(1) | フェルト(3) | フェルト(5) | K/S  |
|-----|---------|------|---------|---------|---------|------|
| 4%  | なし      | 1.1  | 15.9    | 42.5    | 54.7    | 37.6 |
|     | シリコン 4% | -0.9 | 0.4     | 12.8    | 28.8    | 47.2 |
|     | シリコン 6% | -1.7 | -1.6    | 3.3     | 12.0    | 49.9 |
|     | ウレタン 1% | 2.2  | 0.4     | 4.8     | 10.0    | 37.4 |
|     | ウレタン 2% | -0.4 | -1.5    | -0.8    | 4.5     | 35.0 |
| 6%  | なし      | -1.1 | 8.7     | 27.3    | 44.7    | 37.8 |
|     | シリコン 4% | -1.6 | -2.1    | 2.2     | 6.7     | 49.3 |
|     | シリコン 6% | -3.0 | -1.5    | -1.0    | 2.0     | 51.5 |
|     | ウレタン 1% | 0.8  | 0.6     | 1.3     | 6.5     | 34.9 |
|     | ウレタン 2% | 0.9  | -2.5    | -1.1    | 2.6     | 35.8 |

染色条件：Lanasol Blue 3G 3%

pH4.0、芒硝 10%、アルベガールB 1%

条件：還元：MAC-25 0.5%、ダイヤノール45 0.5%、第2リン酸ナトリウム・7小塩 2g/l  
エンザイン WS 0.3%、ビルゴンPP40 処理温度・時間50℃、30分  
樹脂：シリコン系樹脂は吸尽法、ウレタン系樹脂はパッド法