

ニューイージーケア衣服製造技術に関する研究 —ウールウォッシュャブルスーツ向け素材規格の適正化—

板津敏彦、大津吉秋

要 旨

水洗可能なウール衣服の製造技術確立を図るため、水洗いに適したウール素材規格の適正化について研究し、次の成果を得た。①収縮率と各要素との関係から、ブリアリーの理論密度が低くなるほど、また織物表面の浮き糸が長くなるほど、収縮が大きくなることを明らかにした。②各種素材を用いて、既存のBAP加工、モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加工を行い、性能評価した。またそれらを組み合わせてソフトな風合で比較的防縮性能の高い方法を明らかにした。③ポリエステル極細繊維（0.4D）使いで、撚数、密度を変えた織物を試作し、ソフトで非常に防縮性の高い規格を明らかとした。④以上の結果をもとに、ウール混率、糸種、理論密度比、織物表面の浮き糸長さなどの要素から素材を分類し、防縮加工の選択を示す対応方法を示した。

1. はじめに

地球環境への関心が世界的に高まる中で、ドライクリーニングに使用する溶剤の毒性や、環境への影響が懸念されるようになってきた。また消費者からは自宅で家庭洗濯したいとか、商業用水洗クリーニングで汗などの水溶性汚れを十分に除去したいというニーズが高まってきた¹⁾²⁾³⁾。

最近、特にウールウォッシュャブルスーツが注目され、従来困難とされてきたウール高率混で高級感のある質の高い製品を対象に、商業用水洗クリーニング、家庭洗濯対応可能な製品に関心が寄せられている。

ウールウォッシュャブルスーツの現状は、大手アパレル企業はポリエステル混紡素材で商業用水洗可能な製品を主力に展開している。JAFET（繊維製品新機能評価協議会）では、

これらのアパレル企業を中心に大手合繊メーカーやクリーニング業者、洗濯機器メーカー、洗剤メーカーなどから構成された水系洗濯性能評価研究会を発足し、アパレル製品の水系洗濯性能の評価基準を定め、またクリーニング企業の仕上げ技術指導などの普及活動にも努めている⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。

一方、ザ・ウールマーク・カンパニーがプロモーション活動を進める「イージーケア・ウールスーツ」は、ウール100%を主体に、ニューBAP加工という織物段階での防縮加工を行い、家庭洗濯可能とした織物素材を用いている。前者と評価基準を比較すると、前者ができるだけ多くの織物素材を採用する方向でやや軽度な試験、評価基準をあげているのに対し、後者は水洗いによる製品の型くずれ発生、寸法変化の問題を重視し、通常家庭洗

濯の弱15回分に相当する洗濯試験とかなり厳しい評価基準をあげている⁸⁾⁹⁾。

これらの動きは、地場繊維産業はもとより、流通関係も注目しており、ウール関係を主力にする企業はそれぞれ何らかの対応を図らねばならない。産地では、多くの企業がその対応方法を検討している状況で、技術面でも多くの課題が残されている。このような中で、本報告では水洗い可能なウール衣服の製造技術確立をめざし、水洗いに適したウール素材規格の適正化について検討した。

2. 試験方法

(1) 洗濯条件の検討

次の方法で、ザ・ウールマーク・カンパニーの毛100%標準布の収縮率とJAFETのMA(メカニカルアクション)布の損傷度を比較した。

・資料 A: 毛100%収縮率測定用標準布
(梳毛糸2/34使い平織、170g/m²)

B: デンマーク製MA試験布

・洗濯方法

TM31法 7A1回+5A1回

7A1回+5A3回

使用機器: ウエスケータFOM71MP-
Lab (ISO規定の標準洗濯機)

ただし、

7Aサイクルは、1g/Lの洗剤を添加し、40℃に加熱して、高水位(25L)で洗浄。

弱洗浄3分→排水1分→弱ススギ3分→排水1分→弱ススギ3分→排水1分→脱水1分→弱ススギ2分→排水1分→脱水6分

5Aサイクルは、0.3g/Lの洗剤を添加し、40℃に加熱しながら、低水位(20L)で洗濯の後、高水位(25L)まで給水し洗浄。

強洗浄(低水位)12分→強洗浄(高水位)2分→排水1分→強ススギ3分→排水1分→

強ススギ3分→排水1分→脱水1分→強ススギ2分→排水1分→脱水1分→強ススギ2分→排水1分→脱水6分

・評価方法

毛100%収縮率測定用標準布を用いた場合:

長さ30×30cmの経・緯洗濯収縮率
及び長さ30×30cmのエッジ経・緯洗濯収縮率

デンマーク製MA試験布を用いた場合:

5つのくり抜いた穴において、織物生地から外れて、くりぬいた穴の中に押し出された切れていない経糸、緯糸の本数を合計し、織物生地に加わった機械力(MA値)とする。

(2) 市販の未加工ウール素材20点の洗濯試験

・資料 : 毛 71~100%

目付 241~670g/m²

・洗濯方法: JAFET標準条件

TM31法 7A1回+5A5回

・織物表面の浮き糸長さの測定

: 100倍の実体顕微鏡で、内部スケールと照らし合わせて判定。

(3) ウール素材の耐洗濯加工方法の検討

・ニューBAP加工(ポリウレタン系樹脂加工、以下BAP加工)

(パッド液処方)

エラストロン NEW BAP 30.0%sol.

樹脂反応触媒 (D-1014C) 5.6%sol.

5%NaHCO 10.0%sol.

10%サイゾールKOC水溶液 2.0%sol.

(パッド熱処理条件)

パッド液浸漬→絞り(絞り率70%)→風乾→熱処理(160℃×1分)→水洗→風乾

・モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加工
(酸化処理液処方)

浴比 1:20 pH 3.5

モノ過硫酸カリウム塩(Basolan2448)
8.0%o.w.f.

浸透剤(Leophen1474) 1.0%o.w.f.
(処理条件)

浸漬処理(温度25℃、30分)→水洗
(中和還元処理液処方)

浴比 1:20 pH 9.0

亜硫酸ナトリウム 6.0%o.w.f.

炭酸ナトリウム 0.5%o.w.f.
(処理条件)

浸漬処理(温度25℃、30分)→水洗

・上記表面改質加工後の防縮加工用樹脂吸
尽加工

表面改質加工①:
モノ過硫酸カリウム塩による表面改
質加工+防縮加工樹脂
(カチオン性ポリウレタン樹脂)吸尽
加工(A社の標準方法)

表面改質加工②:
モノ過硫酸カリウム塩による表面改
質加工+防縮加工樹脂
(反応性シリコン樹脂)吸尽加工(C
社の標準方法)

・モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加
工後の低濃度樹脂加工液パッド処理
加工①
(BAPパッド処理液処方)
(標準の1/20)(標準の1/6)(標準の1/3)

エラストロン NEW BAP
1.50%sol. 5.00%sol. 10.00%sol.

樹脂反応触媒(D-1014C)
0.28%sol. 0.93%sol. 1.87%sol.

5%NaHCO
0.50%sol. 1.67%sol. 3.33%sol.

10%サイゾールKOC水溶液
0.10%sol. 0.33%sol. 0.67%sol.

加工②
(A社加工液パッド処理液処方)

P.O.A.P.(ウレタン樹脂系)
1.50%sol. 5.00%sol. 10.00%sol.

加工③
(B社加工液パッド処理液処方)

カチオン性ウレタン樹脂
1.50%sol. 5.00%sol. 10.00%sol.

加工④
(C社加工液パッド処理液処方)

反応性シリコン樹脂
1.50%sol. 5.00%sol. 10.00%sol.

触媒
0.15%sol. 0.50%sol. 1.00%sol.

酢酸
0.50%sol. 1.70%sol. 3.33%sol.

(加工①~④のパッド-熱処理条件)

パッド液浸漬→絞り(絞り率70%)→風
乾→熱処理(160℃×1分)→水洗→風乾

・電子顕微鏡撮影
倍率 : 1000倍
撮影モード: 標準、反射電子撮影

・風合測定
使用機器 : KESシステム
測定項目 : 曲げ、せん断測定

・強伸度測定
使用機器 : 引張り試験機(オートグ
ラフ)
測定方法 : 各種加工織物から緯糸を
ほぐし取り、糸の強伸度
を測定して、未加工の場
合と比較。

(4) 規格を変化させた織物の試作とその性能
評価

○平織物の試作と測定項目
緯糸をA~Fの6種類の糸配列として、密度、

糸種を変化させた平織物を試作し、標準的なニューBAP加工（エラストロンNEW BAP 30 %sol.）を行った（表1）。この織物をKESシステムで全項目測定し、総合風合値（以下THV）を算出、また、しわ回復率、洗濯収縮率を測定した。

表1 緯糸の糸種、密度を変えた平織物の試作

資料NO.	緯糸密度 (本/インチ)	ブリアー理論 密度化(%)	糸配列
1	高密度(57.2)	97.1	A:①①①①①①
2	高密度(57.2)	97.1	B:①②①②①②
3	高密度(57.2)	97.9	C:①②③①②③
4	高密度(57.2)	87.6	D:①④①④①④
5	高密度(57.2)	97.1	E:①①②①①②
6	高密度(57.2)	91.5	F:①①④①①④
7	中密度(50.8)	86.2	A:①①①①①①
8	中密度(50.8)	86.2	B:①②①②①②
9	中密度(50.8)	87.0	C:①②③①②③
10	中密度(50.8)	77.8	D:①④①④①④
11	中密度(50.8)	86.2	E:①①②①①②
12	中密度(50.8)	81.3	F:①①④①①④
13	粗密度(38.1)	64.7	A:①①①①①①
14	粗密度(38.1)	64.7	B:①②①②①②
15	粗密度(38.1)	65.2	C:①②③①②③
16	粗密度(38.1)	58.3	D:①④①④①④
17	粗密度(38.1)	64.7	E:①①②①①②
18	粗密度(38.1)	61.0	F:①①④①①④

（経糸密度は61.0本/インチ、経糸配列はB:①②①②①②）ただし糸種は、
 ①：梳毛糸 2/60（撚数Z600回/m(15.2回/インチ)）
 ②：ポリエステルフィラメント糸 150D×梳毛糸1/60（撚数Z600回/m）
 ③：ポリウレタンフィラメント糸 20D×梳毛糸1/60×梳毛糸1/60（撚数S650回/m(15.6回/インチ)）
 ④：精紡交撚糸 1/45相当(毛50%、ポリエステルフィラメント糸50%)

・風合測定

使用機器：KESシステム

測定項目：曲げ、せん断、引張、表面、圧縮
測定から、THVを算出した。

・しわ回復率

JIS L1059-1（モンサント法）50Nにより、温度30℃、湿度90%RHにおけるしわ回復率を測定した。

・洗濯収縮率

TM31法 7A1回+5A5回

○朱子織物（低密度）の試作と測定項目

朱子組織で、経密度を低くし、理論密度と比べ極端にルーズな規格とした織物を試作し、これに各種防縮加工を行った。

・織物規格

組織 5枚朱子

使用糸 経・緯 梳毛糸2/60

密度 ブリアー理論密度比

24.50 32.60 38.60 44.50

・各種防縮加工

BAP加工：標準的なニューBAP加工

表面改質加工①：

モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加工+防縮加工樹脂（カチオン性ポリウレタン樹脂）吸尽加工（A社の標準方法）

表面改質加工②：

モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加工+防縮加工樹脂（反応性シリコン樹脂）吸尽加工（C社の標準方法）

・洗濯収縮率

TM31法 7A1回+5A5回

○朱子織物（高密度）の試作と測定項目

朱子変化組織で、経密度を比較的高くし、ポリエステル極細繊維（0.4D）混紡梳毛糸使いの織物を試作した（表2、図1）。試作点数は、緯糸の密度、撚数を各4段階に変え、合計16点とした。この織物を、風合ソフト化のため、熱水処理した。

・織物規格

経糸：極細ポリエステル混紡梳毛糸（0.4

Dポリエステル繊維50%、毛50%

混紡）2/80

緯糸：極細ポリエステル混紡梳毛糸（0.4

表2 ウォッシュャブルスーツ向け織物モデル規格

組織：朱子変化組織

使用糸：極細ポリエステル混紡梳毛糸

(毛50%、ポリエステル50%) 2/80

経密度：92本/in プリアリー密度との比：0.90

緯密度	高密度 プリアリー 密度との比 0.95	やや高密度 プリアリー 密度との比 0.90	中密度 プリアリー 密度との比 0.80	低密度 プリアリー 密度との比 0.70
撚 係 数	強撚 撚係数180	強撚 撚係数180	強撚 撚係数180	強撚 撚係数180
	やや強撚 撚係数135	やや強撚 撚係数135	やや強撚 撚係数135	やや強撚 撚係数135
	中程度撚 撚係数 85	中程度撚 撚係数 85	中程度撚 撚係数 85	中程度撚 撚係数 85
	甘撚 撚係数 60	甘撚 撚係数 60	甘撚 撚係数 60	甘撚 撚係数 60

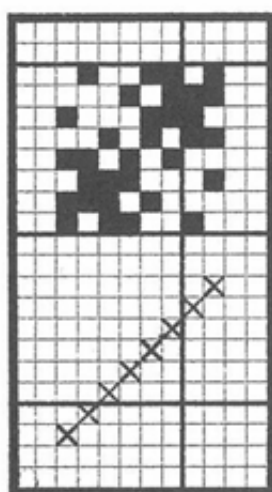


図1 朱子変化組織（試作）

Dポリエステル繊維50%、毛50%
混紡) 1/80 2本を、段階的に撚
数を変化させて撚糸して使用。

緯糸上撚の撚数：撚係数180(1138回/in)

撚係数135(854回/in)

撚係数 85(538回/in)

撚係数 60(379回/in)

経密度：

プリアリー理論密度比0.90……92本/in

緯密度：

プリアリー理論密度比0.95……82本/in

同 0.90……80本/in

同 0.80……68本/in

同 0.70……60本/in

・風合測定

使用機器：KESシステム

測定項目：曲げ、せん断測定

・熱水処理

使用機器：小型常圧ウインス

処理液処方：浴比 1：50

浸透剤 1g/L

処理条件：80℃×30分

・通気性測定

JIS L1096 通気度A法（フラジール法）

により測定

・しわ回復率

JIS L1059-1（モンサント法）50Nによ

り、温度30℃、湿度90%RHにおけるし
わ回復率を測定した。

・ピリング測定

JIS L1076 A法（ICI形法）により測定

3. 試験結果と考察

(1) 洗濯条件の検討⁹⁾¹⁰⁾

ウォッシュャブル素材の耐洗濯基準について、JAFET（繊維製品新機能評価協議会）とザ・ウールマークカンパニー（TM31法）との洗濯条件を比較検討した。全国クリーニング環境衛生同業組合が調査した内容と実測値を合わせて比較したところ、JAFETの洗濯標準条件（縫製品の水洗い洗濯条件）がMA値30に対し、ザ・ウールマーク・カンパニーのTM31法の5A1回で96、5A3回（縫製品の水洗い洗濯条件）で145であった（表3）。毛100%標準布の経方向の寸法収縮率では、JAFETの条件で2.5%の収縮、TM31法の5A1回で、9.5%、5A3回で24.8%であった。

したがって、両者の水洗い洗濯条件を比較すると、MA値でザ・ウールマーク・カンパニーのTM31法の5A3回は、JAFETの洗濯標

準条件の約5倍となり、毛標準布の寸法収縮率では、約10倍となった。

次に、MA値と毛標準布洗濯収縮率との関係を見ると、MA値55、毛標準布経寸法収縮率7%までの範囲では、ほぼ直線的な相関(相関係数 $R=0.95$)がみられた(図2)。この範囲をこえると、二次曲線的な関係となり、毛標準布の寸法収縮率のほうが大きくな変化した。したがって、洗濯強度が大きくなった場合は、MA値よりは毛標準布のほうで、洗濯強度の正確な評価がしやすいものとみられた。

表3 MA値、収縮率の関係

洗浄方法	MA値 (デンマーク製MA試験 布による繊維損傷度)	ザ・ウールマーク・カンパ ニーの毛標準布の収縮率 (経寸法変化率%)
JAFET標準	30	2.5
ザ・ウールマーク・カンパ ニーの5A1回 5A5回	(実測 96) (実測145)	9.5 24.8
家庭洗濯機 (12分洗浄)	54.9	6.9
石油系クリーニング (15分洗浄)	24.0	2.2

(2) 通常のウール素材の洗濯試験

防縮加工を行っていない市販の規格の明らかなウール高率混素材20点をTM31法で試験した結果、洗濯収縮率は4.2~51.0%の範囲であった。収縮率の小さかったのは、強撚糸使い、平織、高密度の斜紋織などであった(表4)。最も小さかったのは、NO.13の強撚2ウエイストレッチで、経5.47%、緯2.87%で平均4.17%であった。ウール96.7%の素材でこのように収縮しにくいのは、水に濡れて糸が膨潤し、強撚ストレッチのため織物が大きく収縮し、

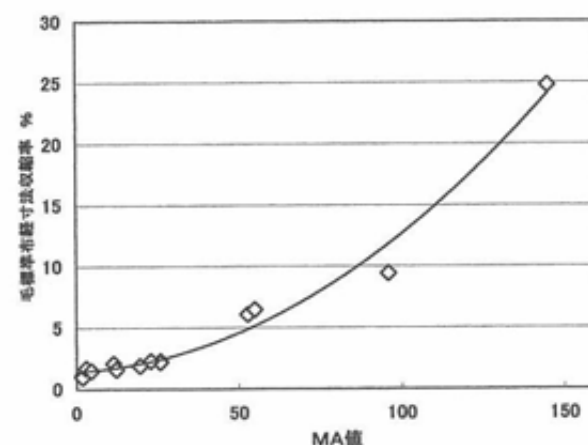


図2 MA値と収縮率(全く連資料および実測値より作成)

表4 各種織物20点のうち、洗濯収縮率が小さかった織物の概要

順位	特 徴 資料NO.	混紡率 (%)	糸使い 浮き糸長さ (mm) 経 緯	密度 (本/10cm) 経 緯 理論密度との比 (%)		洗濯収縮率 TM31 7A+5A×5回 (%) 経 緯	
				経	緯	経	緯
1	強撚2ウエイストレッチ NO.13	毛 96.7% ポリウレタン 3.3%	梳毛糸 2/80×20D 0.5 0.5 平均 0.5	310.0	320.0	5.47 平均	2.87 4.17
2	斜紋、強撚糸使い (エステル混) NO.15	毛 92.3% ポリエステル 7.7%	交撚糸使い 0.7 0.7 平均 0.7	248.1	279.5	9.53 平均	1.80 5.67
3	ギャバジン (クリア仕上げ) NO.4	毛 100%	梳毛糸 2/60 0.8 0.4 平均 0.6	354.2	244.1	7.40 平均	5.00 6.20
4	リクルートスーツ地 (順逆撚糸使い) NO.5	毛 100%	梳毛糸 2/72 0.8 0.8 平均 0.8	271.6	279.5	9.13 平均	4.27 6.70
5	緯ストレッチ (紡毛糸使い) NO.1	毛 78.6% ポリエステル 他 21.4%	梳毛糸使い 0.8 0.8 平均 0.8	259.8	248.0	12.60 平均	4.20 8.40

表5 各種織物20点のうち、洗濯収縮率が大きかった織物の概要

順位	特徴 資料NO.	混紡率 (%)	糸使い 浮き糸長さ (mm)	密度(本/10cm) 経緯 理論密度との比 (%)	洗濯収縮率 TM31 7A+5A×5回 (%)
1	浮きの多いピケ ソフト仕上げ NO.11	毛 100%	梳毛糸 2/80 1.0 3.0 平均 2.00	314.8 259.8 73.81%	40.10 61.90 平均 51.0
2	ソフトツイード (モヘア混) NO.8	毛 100%	紡毛糸使い 3.0 2.5 平均 2.75	100.0 110.0 ——%	62.80 32.80 平均 47.8
3	ヘリンボン (壁糸使い) NO.20	毛 74.7% 絹 25.3%	紡毛糸使い 1.0 1.5 平均 1.25	92.0 120.0 ——%	46.07 32.67 平均 39.37
4	ツイード調 リリアン使い NO.9	毛 100%	別アソ糸 1/2.5 2.5 2.5 平均 2.5	33.5 30.4 32.46%	38.27 37.87 平均 38.07
5	二重織 (紡毛糸使い) NO.18	毛 90.2% ナイロン他 9.8%	紡毛糸使い 3.0 2.5 平均 2.75	141.6 133.9 ——%	33.53 38.87 平均 36.20

より高密度で糸の内部の繊維間が強くなった状態となり、強い洗濯強度でも繊維相互のからみ合いが起こりにくくなり、乾燥時に元の寸法にもどるためと考えられた。

一方、収縮率の大きかったのは、浮きの大きい組織、紡毛糸使いの素材などであった(表5)。最も収縮の大きかった織物NO.11は、平均洗濯収縮率51.0%で、浮きの長いピケ組織、ソフト仕上げ、梳毛糸2/80、ブリアリー理論密度との比73.8%、特に注目されたのは、浮き糸が経1mm、緯3mmと非常に長い織組織であった。これらの浮き糸長さが、収縮の大きさと非常に密接に関係しているとみられた。すなわち、収縮の大きい順位1～5位までの織物は、経緯平均で1.25～2.75mmの浮き糸長さがあつた。表4の浮き糸長さ0.5～0.8mmと比べても大きな差があつた。

ブリアリー理論密度比と洗濯による洗濯収縮率との関係をみると、20点中7点で比較して、かなり高い相関(R=0.80)があつた(図3)。しかし、組織、糸使いにより理論密度が得られないもの、糸が特殊で合わないものを除い

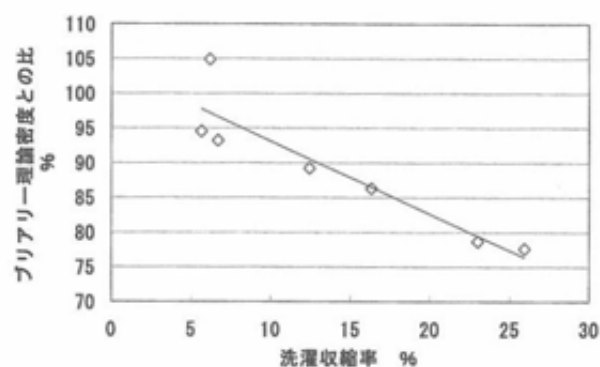


図3 ブリアリー理論密度と洗濯収縮率

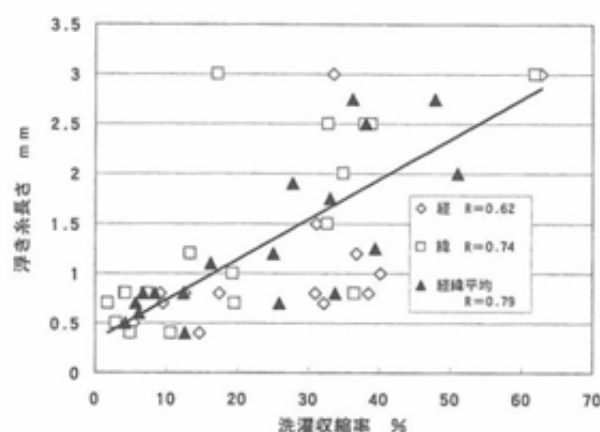


図4 浮き糸長さと洗濯収縮率

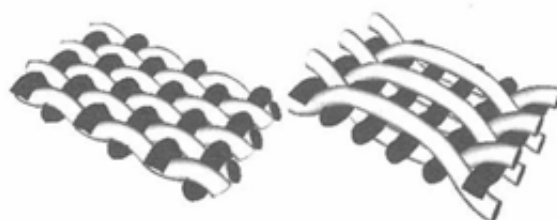


図5 浮き糸長さと収縮

たものとの関係であり、全体を予測するのは、困難とみられた。

次に浮き糸長さと洗濯収縮率との関係を見ると、経の浮き糸長さと経の洗濯収縮率の関係で $R=0.62$ 、緯の浮き糸長さと緯の洗濯収縮率の関係で $R=0.74$ 、経緯平均の浮き糸長さと経緯平均の収縮率との関係で、 $R=0.79$ となった(図4)。相関はやや低いが、フェルト仕上げなどで表面の組織が見えない2~3点の織物を除いてほぼすべての織物を含めたものが対象となった。

この結果からみて、浮き糸が長い場合、糸種に関わらず、繊維相互にからまり合ってフェルト化が進みやすいとみられる(図5)。図5の右側の場合、水中で織物がもまれると糸が浮いている部分が反復して動かされ、撚数の多少に関わらず、繊維間にすきまが生じやすく、繊維相互にからまりやすいと考えられる。

以上をまとめると次のとおりである。各要素との関係は、ブリアリーの理論密度比が低くなるほど、また織物表面の浮き糸が長くなるほど、収縮が大きくなり、両者とも比較的高い相関を示した。

(3) ウール素材の耐洗濯加工の検討

水洗いスーツの普及とともに、素材の低い通気性、かたい風合、適用素材範囲が狭いことなどが問題となってきた。そこで、実用上優れているBAP加工、モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加工(以下表面改質加工)を、平織、斜紋織を対象に行い、TM31法で試験した。その結果、未処理に比べ、BAP加工は高い防縮性を示し、表面改質加工+防縮加工用樹脂吸尽法では良好なものとやや不十分なものがあつた(図6)。ザ・ウールマーク・カンパニーの洗濯収縮率の評価基準は、1.5%以下を合格としているが、やや不十分なもの

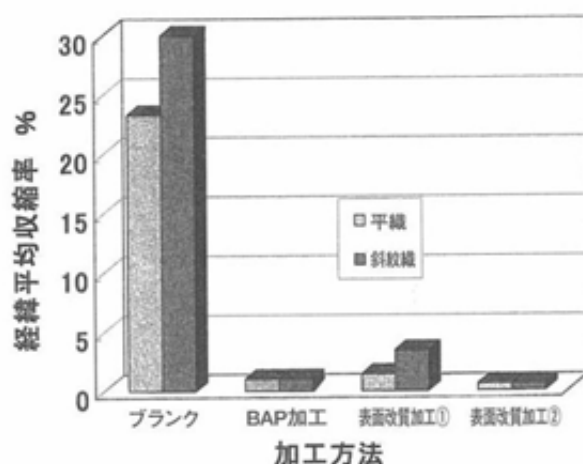


図6 各種加工による防縮加工

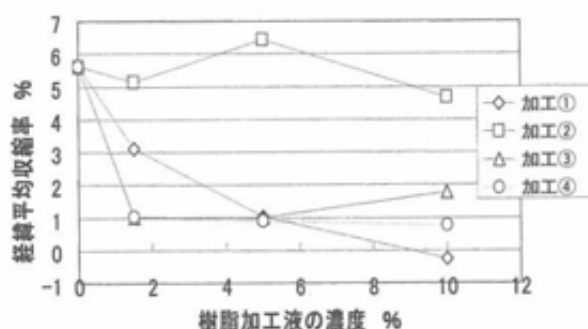


図7 表面改質加工+樹脂パッド処理の防縮効果

は、斜紋織物で経緯平均3.41%の収縮があつた。

表面改質加工単独の防縮効果を調べるため、斜紋織物を対象に、TM31法7A+5A5回で洗濯試験を行った。その結果、未処理の場合の収縮率が約30%であつたものが、表面改質剤8%o.w.f.、浴比20:1、常温処理で約5.7%の収縮となった。

不十分な収縮分をカバーするためには樹脂処理が必要となるが、吸尽法は、処理槽に残留した樹脂が別工程でのトラブルとなりやすく、整理工場では一般に不向きとされている。そこで、少量の樹脂液をパッドする方法として、加工①~加工④の4種の防縮用樹脂を用いる方法を検討した(図7)。その結果、加工①で、BAP樹脂は標準使用量の1/20の1.5% sol.液をパッドして約3.0%の洗濯収縮率、1/6の5.0% sol.液をパッドして洗濯収縮率は

約1.0%となった。その他の樹脂については、加工③④は1.5%sol.液をパッドして、1.0%の洗濯収縮率となり、それ以上増加しても変わらない結果となり、加工②のように効果がみられないものもあった。

これらの方法で、加工後の物性がどう変化するか、緯糸の強伸度、風合の変化を調べた(図8)。加工条件は、加工Aは表面改質加工後に反応性シリコン樹脂液(加工④の)1.5%sol.で処理したもので、加工BはNEW BAP液(加工①の)を5.0%パッドし、熱処理したものである。その結果、未処理に比べ、強度はほとんど変わらなく、伸度はやや減少した。風合値は、加工Aでは、曲げ剛さ、せん断剛さともほとんど差がなく、加工Bでは、いずれも約10%大きくなった。十分な耐水洗い洗

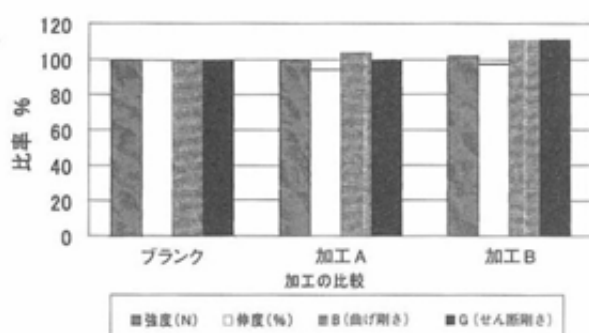
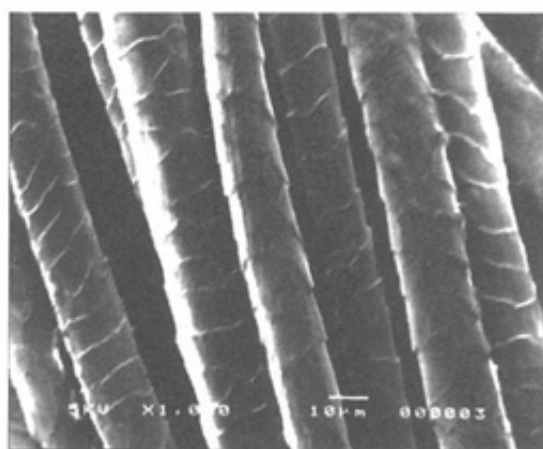


図8 防縮加工後の物性



通常の電子顕微鏡撮影

濯効果を得るためのBAP標準加工条件では、曲げ、せん断剛さは約5割大きくなることからみれば¹¹⁾、かなりソフトとなった。表面改質加工による繊維側面の外観変化は、通常の電子顕微鏡写真では未処理とほとんど差がみられなかった(図9)。しかし、表面のエッジを強調する反射電子による撮影の場合は、いたるところに繊維長さ方向のたてすじがみられ、わずかな損傷が確認された。その他、この改質により、はっ水性が失われた。

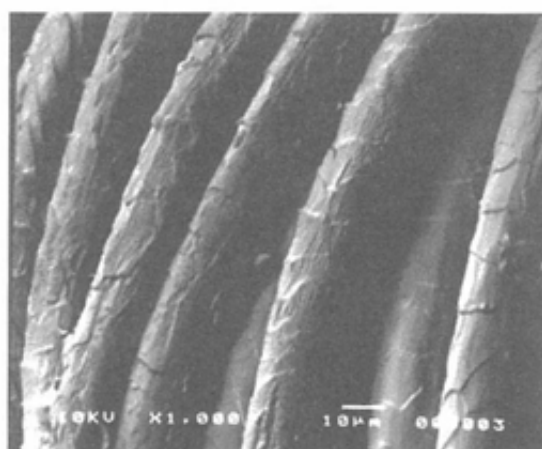
以上から、風合ソフト、強伸度低下なし、表面スケールの外観変化が比較的小さい条件が明らかとなった。

(4) 規格を変化させた織物の試作とその性能評価

平織、朱子組織で、密度、糸種など緯糸条件を段階的に変えた織物を試作して風合変化、洗濯収縮率、しわ回復率等を評価した。

○ 平織物の試作と測定結果

平織で密度、糸種を変化させた織物を試作し、上記(3)の標準的なBAP加工を行った。この織物をKESシステムで全項目測定し、THVを算出した。その結果は、3.4~3.8級の範囲となり、密度、糸使いによる差は明らか



反射電子による撮影

図9 モノ過硫酸カリウム塩処理によるウール繊維外観変化

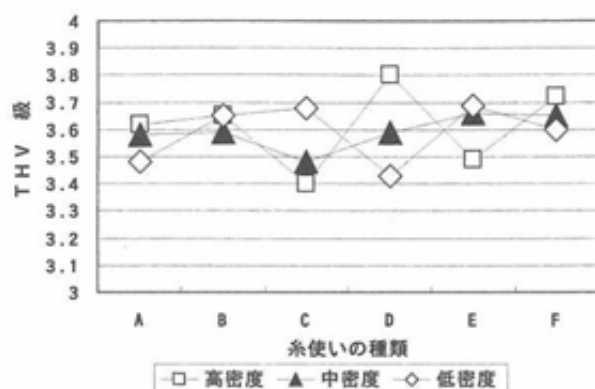


図10 平織物の糸使いとTHV

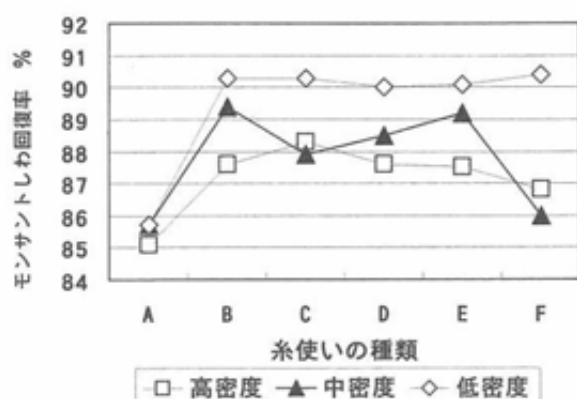


図12 平織物の糸使いとしわ回復率

でなかった(図10)。緯方向の洗濯収縮率は、緯方向に梳毛糸のみを用いた場合以外の糸使いでは、糸使いの種類、密度による違いはなく、 $\pm 0.5\%$ 以下の洗濯収縮率となり、長さが非常に安定していた(図11)。次に、湿度90%RHでのJIS L1059-1(モンサント法)による緯方向のしわ回復率は、密度の影響が大きく、総じて低密度ほどしわ回復率が高かった(図12)。また、糸配列A(緯糸すべて梳毛糸)が85~85.7%で最も低く、次に糸配列F(緯糸に梳毛糸2本、精紡交撚糸1本)が高・中密度で低く、低密度では90%以上となった。以上のように、ウール高率混(90~100%)は、その他よりやや低くなった。その他の糸配列では、糸配列B(緯糸に梳毛糸1本、毛・ポリエステル交撚糸1本)と糸配列E(緯糸に梳毛糸2本、毛・ポリエステル交撚糸1本)がほとんど同じ傾向で、糸密度が低くな

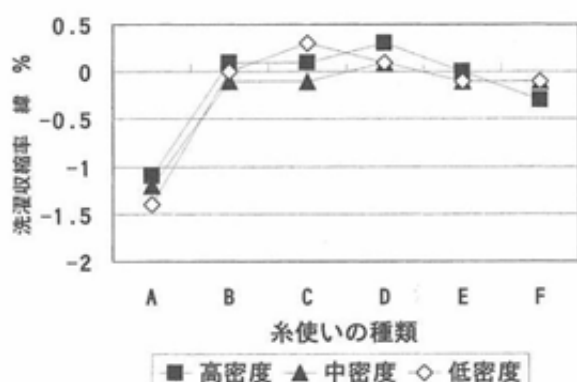


図11 平織物の糸使いと洗濯収縮率

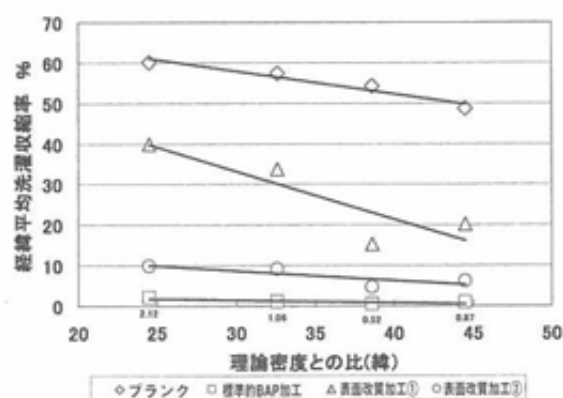


図13 朱子織物(低密度)の密度、各種加工と洗濯収縮率

るほどしわ回復率が高くなり、この規格範囲では密度による影響が大きくなった。

○ 朱子織物(低密度)の試作と測定結果

規格の明らかなウール素材20点の洗濯試験結果から、プリアリー理論密度比が低く、織物表面の浮き糸が長い織物の収縮が大きいことが明らかとなった。このため、朱子組織で経密度を低くし、緯密度をプリアリー理論密度比24.5~44.5と4段階にかえ、理論密度と比べ極端にルーズな規格で、特に洗濯収縮が発生しやすい4種の織物を試作した。この織物に標準的なBAP加工、および表面改質加工+2種の防縮加工用樹脂吸尽加工を行った。これに洗濯試験(TM31法 7A1回+5A5回)を行い、洗濯収縮率を比較した(図13)。その結果、BAP加工の防縮効果が優れ、表面改質加工の効果は小さかった。特に、理論密度を大きく下回る場合ほど効果の違いがみられた。

したがって、ウール高率混で極端にルーズな組織の場合、通常の糸種なら、BAP加工のような繊維間を結合するなどの強い効果のある樹脂加工でなければ、高い洗濯強度の場合には適さないことが分かった。

○ 朱子織物（高密度）の試作と測定結果

収縮率、風合、しわ発生、通気性などの機能に優れたウォッシュブルモデル素材開発のため、ポリエステル極細繊維（0.4D）混紡梳毛糸使いの朱子変化組織で、経密度を比較的高くし、撚数（上撚）、密度を変えた織物を試作した。その結果、洗濯収縮率は、防縮加工なしで、すべての規格で1.0%以下であった（図14）。特に撚係数85、135で寸法安定性が非常に高くなった。フェルト収縮がほとんどないことから、これらの織物をよりソフトに

するため、80℃×30分の熱水処理を行った。この結果、熱水処理後に撚係数135以下の織物の洗濯収縮はすべての密度でほとんどみられず、撚係数180でもすべての密度で洗濯収縮率は、0.5%以下となった（図15）。

次に風合は、撚係数よりも理論密度の違いに大きく影響され、曲げ剛さは、いずれも理論密度が低いほどソフトになった（図16）。撚係数については撚係数85、135の糸使いにかたさのピークがあり、特に理論密度が高いほどその傾向は明らかであった。さらに、これらの織物を熱水処理した場合、曲げ剛さは、理論密度比0.7の織物はやや曲げ剛くなり、理論密度比0.80～0.95の織物は、低くなった（図17）。これは、低密度の場合は、熱水処理で糸のクリンプが大きくなり織物の厚みが増

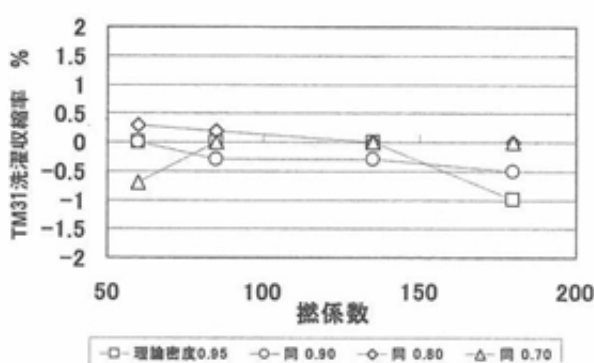


図14 ブリアリー理論密度、撚係数と洗濯収縮率
熱水処理前 TM31 7A1回 5A5回(17×17cm緯エッジ)

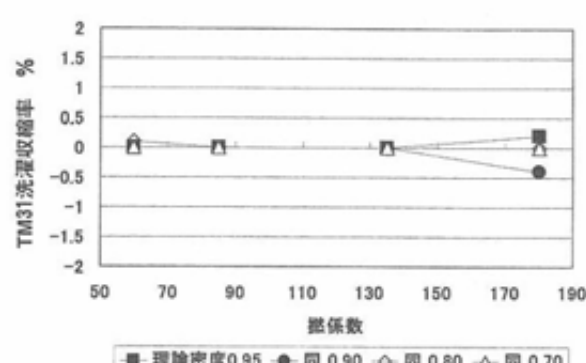


図15 ブリアリー理論密度、撚係数と洗濯収縮率
熱水処理後 TM31 7A1回 5A5回(17×17cm緯エッジ)

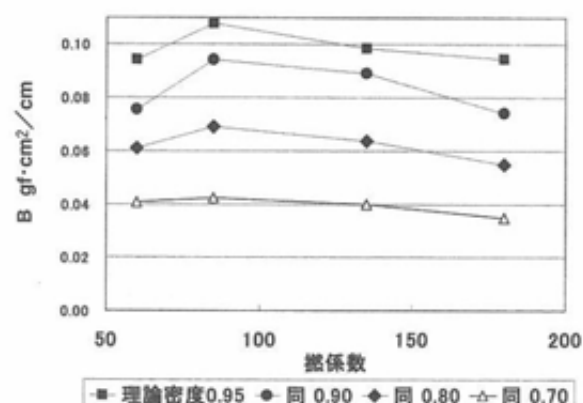


図16 ブリアリー理論密度、撚係数と曲げ剛さ
熱水処理前

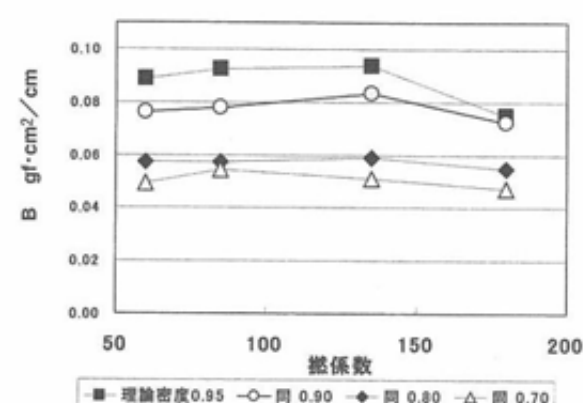


図17 ブリアリー理論密度、撚係数と曲げ剛さ
熱水処理後

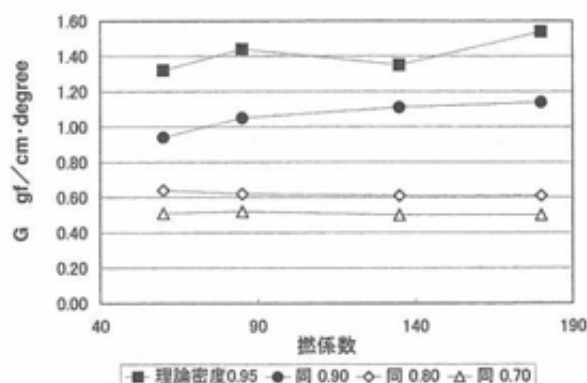


図18 ブリアリー理論密度、撓係数とせん断剛さ
熱水処理前

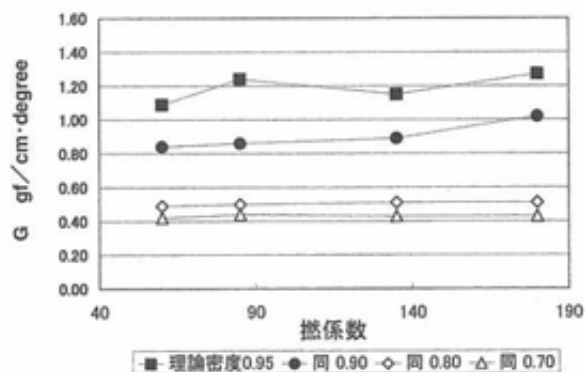


図19 ブリアリー理論密度、撓係数とせん断剛さ
熱水処理後

表6 防縮織物の通気度、しわ回復率、ピリング等級測定結果

	通気度 ($\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{S}$)	しわ回復率 30℃90%RH (%)			ピリング (級)
		経	緯	平均	
強撓・高密度	21.0	81.1	81.3	81.2	5
強撓・低密度	99.4	87.9	88.7	88.3	5
低撓・低密度	53.3	90.8	91.0	90.9	5

して曲げ剛くなり、高密度の場合は、フェルト収縮がほとんどないため、熱水処理でポリエステル混紡糸がソフトになったことが考えられる。後染工程で処理すれば、同様の効果が得られると思われる。せん断剛さについては、理論密度が低いほどソフトになり、撓係数については理論密度0.90、0.95の場合には撓係数が小さいほどソフトになり、理論密度が低い場には差がみられない結果となった(図18)。熱水処理後は、曲げ剛さの場合と異なり、すべての織物でソフトになった(図19)。

通気度測定、ピリング測定、防しわ性評価の結果は次のとおりとなった(表6)。通気度については、密度が低く、撓数が大きいほど高くなる傾向がみられ、強撓・低密度で $99.4 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{S}$ となった。しわ回復率は、高温・高湿度状態で測定した結果、経緯とも80%以上となり、特に低密度で高くなり、最も高かったのは低撓・低密度で90.9%となった。ピリングはいずれも5級となった。これは、0.4

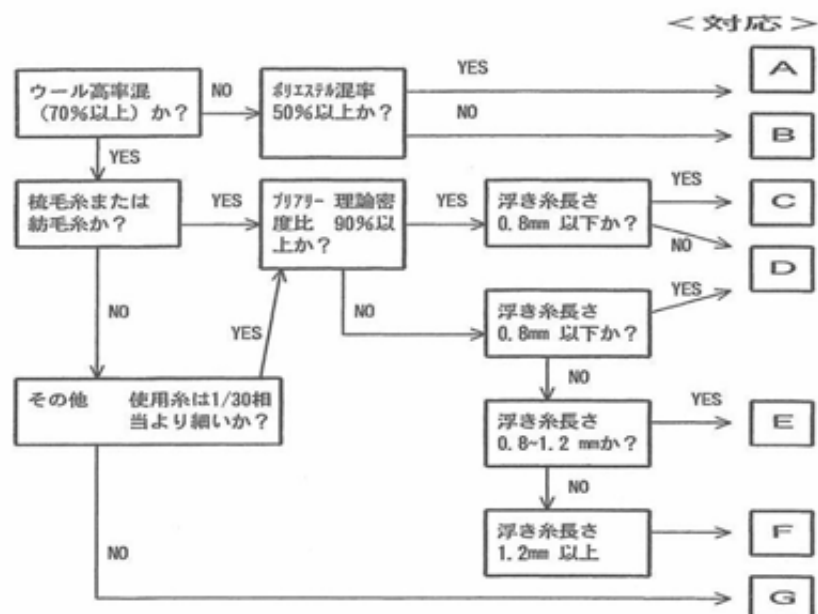
Dの極細ポリエステル繊維混紡糸使用でポリエステル繊維の強度が低く、毛羽が脱落しやすいために、高くなるとみられた。

(5) 水洗い対応ウール素材規格の適正化

以上の結果をもとに、ウール混率、糸種、理論密度比、織物表面の浮き糸長さなどの要素から素材を分類し、それらへの対応方法を示した(図20)。対応方法は、防縮加工の選択を示すもので、収縮しにくい素材には風合がソフトな加工を、収縮しやすい素材には防縮性能が高い加工を行うものとした。

対応Aは、50%以上ポリエステル混紡の場合で、通常の密度、組織なら、防縮加工しなくても、洗濯可能なことを示すものである。しかし、極端にルーズな密度、浮きの大きい組織、特殊な糸使いでは表面荒れ、組織くずれなどがあり、防縮加工が必要な場合、あるいは防縮加工で対応できない場合もあると思われる。

対応Bは、ポリエステル50~70%混紡の場合、通常の組織、糸使いなら防縮加工しなく



- A** : 防縮加工の必要なし。通常の規格なら洗濯可能（例 平、斜紋組織で理論密度との比90%以上、最長浮き糸長さ0.8mm 以下）。
- B** : ポリエステル混紡なら、通常の規格で防縮加工なしで洗濯可能なものもあり、組織、密度によっては防縮加工の必要がある。スケール改質（モノ過硫酸カリウム塩処理、DCCA処理など）の防縮加工でよい。
- C** : スケール改質の防縮加工が必要である。または、スケール改質の防縮加工+防縮加工用樹脂を適用する処理が必要なものもある。
- D** : スケール改質の防縮加工+防縮加工用樹脂を適用する処理が必要である。または、BAP加工の標準的な処理が必要である。
- E** : BAP加工の標準的な処理が必要である。
- F** : BAP加工の標準的な処理が必要である。または、表面荒れ、組織くずれなどが発生するウォッシュブルに適さないものがある。
- G** : 糸種により織物物性が大きく異なる。A～Fを考慮して対応する。

図20 ウォッシュブル素材規格対応フロー

てもよい場合もある。通常の規格ならスケール改質の防縮加工でよいが、Aと同様ルーズな組織、特殊な糸使いなど防縮加工で対応できない場合もある。

対応Cは、高密度で糸使いと組織は特殊ではない場合だが、ウール高率混のため、スケール改質の防縮加工が必要である。または、防縮加工用樹脂を併用する処理が必要なものもある。

対応Dは、ウール高率混、糸使いは通常で、組織はややルーズな場合で、スケール改質の防縮加工だけでは不十分で、防縮加工用樹脂を併用する処理が必要である。また、不十分な場合はBAP加工の標準的な処理が必要である。

対応Eは、ウール高率混、組織はルーズで、浮き糸が0.8～1.2mmと長い場合で、BAP加工の標準的な処理が必要である。風合面では、かたくなり、表面にザラザラ感がある。

対応Fは、ウール高率混で組織は非常にルーズな場合で、BAP加工の標準的な処理が必要だが、それでも不十分で、表面荒れ、組織くずれなどが発生するなどウォッシュブル素材として適当でないものもある。

対応Gは、ウール高率混で使用糸が太く特殊な場合で、高密度なら、C～Eの対応が可能なものもあるが、低密度ならFと同じ対応となると考えられる。織物の風合、表面感が大きく変化する場合が多いとみられる。

4. まとめ

ここで検討した結果をまとめると次のとおりである。

- (1) 防縮加工を行っていない市販のウール高率混素材20点をTM31法で洗濯試験した結果、収縮率と各要素との関係は、ブリアリー理論密度比が低くなるほど、また織物表面の浮き糸が長くなるほど、収縮が大きくなることを明らかにした。織物表面の浮き糸長さは、表面の組織が見えない2～3点の織物を除いてほぼすべての織物で簡単に測定できた。経緯平均の収縮率と浮き糸長さとの関係は、 $R=0.79$ で、洗濯収縮の大きさを予測するのに利用できる要素とみられた。
- (2) 各種素材を用いて、既存のBAP加工、モノ過硫酸カリウム塩による表面改質加工を行い、性能評価した。その結果、未処理に比べ、BAP加工は高い防縮性を示し、表面改質加工+防縮加工用樹脂吸尽法では良好な結果を示す素材と不十分な素材があった。また、表面改質加工については、低濃度の防縮加工用樹脂をパッドして用いる方法により、ソフトな風合で比較的防縮性能の高い方法を明らかにした。
- (3) 平織、朱子組織で、密度、糸種など緯糸条件を段階的に変えた織物を試作して風合変化、洗濯収縮率、しわ回復率等を評価した。その主な結果は次のとおりである。平織では、低密度ほどしわ回復率が高くなった。朱子織物（低密度）では、BAP加工の防縮効果が優れ、それ以外の加工法では十分な防縮効果が得られなかった。朱子織物（高密度）では、ポリエステル極細繊維（0.4D）使いで、撚数、密度を変化させて試作し、ソフトで非常に防縮性の高い規格を明らかにした。

- (4) 以上の結果をもとに、ウール混率、糸種、理論密度比、織物表面の浮き糸長さなどの要素から素材を分類し、防縮加工の選択を示す対応方法を示した。対応方法は、防縮加工の選択を示すもので、収縮しにくい素材には風合がソフトになる加工を、収縮しやすい素材には防縮性能が高い加工を行うものである。

以上の結果は、試験結果から推察した内容もあり、すべてが有効とはいえない。しかし、各企業におかれては、この結果を何らかの形で応用していただければ幸いである。

この件に関し、ご相談、ご意見があれば、是非ご連絡していただきたいと思います。

最後に、この研究を進めるにあたり、貴重な資料を提供くださるとともに評価試験でもご協力をいただきましたザ・ウールマーク・カンパニー様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 堀，コーディネート活動支援事業発表交流会資料「ウールスーツのウエットクリーニング」平成9年3月1日
- 2) 堀，洗濯の科学，Vol.51，No.2，P22～27（1999）
- 3) 板津，テキスタイル&ファッション，Vol.16，No.7，P389～401，（1999）
- 4) 繊維製品新機能評価協議会（JAFET），JAFETブロック会議資料，平成12年7月21日
- 5) 伊藤，加工技術，Vol.34，No.10，P615～624，（1999）
- 6) 伊藤，加工技術，Vol.34，No.12，P751～755，（1999）
- 7) 大津，染色，Vol.16，No.2，P79～86，（1998）

- 8) 水森, 加工技術, Vol. 34, No.4, P225～229, (1999)
- 9) IWS試験方法 No.31 (IWS TM31) 平成9年3月1日
- 10) 「平成9年度 厚生科学研究報告書 ードライクリーニングからウェットクリーニングへの転換に関する研究」(1998.3)
- 11) 川原, 「ウールの洗濯性能の向上」, 日本人間工学会関西支部シンポジウム「洗濯の技術と文化」テキスト平成11年3月
- 12) 「新世紀の洗濯革命—ウェットクリーニング・家庭洗濯の新事情—」繊維社 (2000.12/14)