

次世代ウールの開発に関する研究

軽量ストレッチ性毛織物の開発

河村博司、古田正明、安田篤司

要 旨

根強い円高傾向にも支えられ、依然として製品輸入が増え続けている。国内の紳士服業界としては、なにか特徴のあるモノづくりを目指し、ストレッチ性、超はっ水、形状安定など、素材の機能性による差別化を志向している。

この研究では、ウール 100 % の春夏向け織物（平組織）に、適度なストレッチ性（主に緯方向）を付与する方法を検討した。その結果、経糸と緯糸が交差するときの屈曲を程よくバランスさせること、経糸のヤング率をやや高めること等により、緩和処理後の伸長率が 13～15 %、伸長回復率が 90 % に近い値を得た。

1. はじめに

従来、ストレッチ性毛織物としては、主にポリウレタンなどの伸縮合繊糸との交捻複合糸を用いる方法¹⁾が幅広く実施されている。また、100 % ウールのストレッチ性織物の要望もあり、捻糸技術や整理加工による方法も実用化されているが、10 % 以上の伸長率を付与した場合に回復性などの点に課題があるとの指摘がなされている。²⁾³⁾

そこで、原料・糸・織物規格などの工夫（原料ウールの織度、単糸・双糸の捻糸方法、織物密度など）、織物整理加工の工夫といった物

理的、化学的手法の組合わせにより、ウール 100 % の春夏向け織物（平組織）に適度なストレッチ性（主に緯方向）を付与する研究を行った。

2. ストレッチ性の評価方法

衣料素材として使用するため、縫製・着用・クリーニング時の安定性を考慮し、「緩和処理」前後についてストレッチ性の評価を行った。ストレッチ性を評価する数値として、ストレッチ特性（伸長率、伸長回復率）を測定した。

[ストレッチ特性]

伸縮織物の伸縮性試験 (JIS L 1096 6. 14. 2 B 1 法/定荷重法) により、緩和処理前後の「伸長率」、「伸長回復率」を求めた。図 1 に、試験方法の概要を示す。

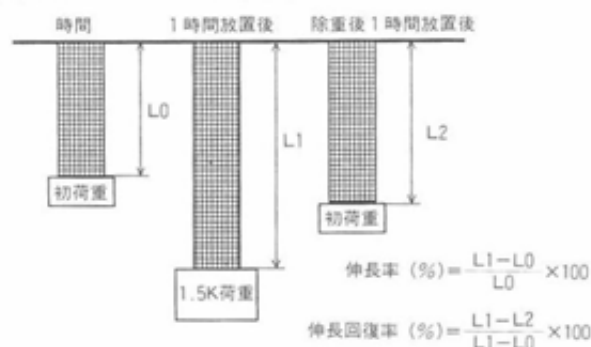


図 1 定荷重伸長法

(JIS L 1096「伸長回復率及び残留歪率」の定荷重法)

[緩和処理]

織物の収縮率試験 (JIS L 1042 浸せき収縮率 C 法) の条件 (非イオン活性剤 0.05 % を

含む $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の水中に 30 分間以上浸せき) を準用した。

3. 標準製織条件

[標準梳毛糸]

2/60、60 番手用原料使用

下撚係数 $k=90$ 、上撚係数 $k=85$

[標準製織条件]

経：箆密度 24 羽/2.54 cm、箆引込本数 2 本/羽 (プリアリ設定密度 $\times 0.8$)

緯：機上密度 54 本/2.54 cm (プリアリ設定密度 $\times 0.9$)

織組織：平織

4. 織物構成要素とストレッチ性

毛織物の緯方向のストレッチ性、とりわけ伸長回復性を向上するため、織物構成要素(織物密度、緯糸、経糸)の効果を検討した。

4-1 織物密度

織物の機上密度を変えた場合のストレッチ性への効果を検討した。

[製織条件]

経密度：箆密度 27、25.5、24、22.5 羽/2.54 cm 箆引込本数 2 本/羽

緯密度：機上密度 54、52、50、48 本/2.54 cm

使用糸：経糸、緯糸とも標準梳毛糸

[整理加工]

ローブ洗絨→煮絨→染色→幅出乾燥→蒸絨

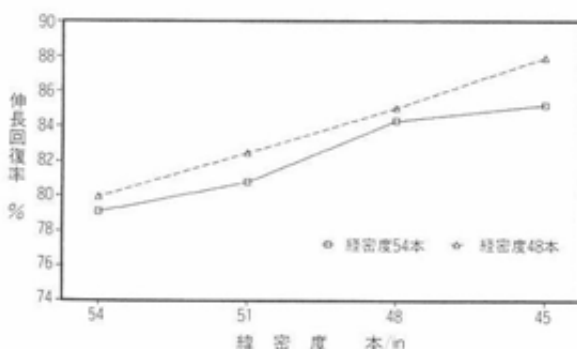


図2 織物密度(緯)変化と伸長回復率
(経密度: 54、48本/in、伸長率: 9.6~11.6%)

図2は、試験結果の一部を示したもので、経機上密度 54 本と 48 本について、緯機上密度と伸長回復率の関係を示したものである。

この結果、経密度・緯密度が小さいほど、伸長回復率は大きいことが分かった。(この時の伸長率は、9.6~11.6%の範囲にあった。) また、整理加工後の経密度及び緯密度と伸長回復率の関係について重回帰分析を行った結果からも、経密度(有意水準 1%)及び緯密度(有意水準 5%)が小さいほど、伸長回復率向上に効果のあることが分かった。

このことは、整理加工後の目付けや経緯密度を考慮しながら、機上での経緯密度を小さく、織縮みや整理加工縮みをある程度大きくし、経糸と緯糸が交差するときの屈曲をほどよくバランスさせることが、伸長回復率の向上に効果があると考えられる。

4-2 緯糸

4-2-1 原料織度、撚数等の効果

緯方向のストレッチ性については、緯糸の特性が最も重要な要素であると考えられる。そこで、次の条件で毛織物を試作し、緯糸を構成する要素(原料織度、単糸・双糸の撚糸方法など)がストレッチ性へどのように影響するかを検討した。(本報告では、撚係数 k はメートル当たりとする。)

[試験条件]

経・緯・組織：標準製織条件。経糸として、標準梳毛糸使用。

緯糸原料：30、48、60、72 番手用粗糸

撚糸方法：上記粗糸から造られた糸について、

単糸使用の場合・撚係数 $k=0 \sim 177$

撚方向 Z

双糸使用の場合・下撚係数 $k=90$

撚方向 Z

上撚係数 k = 下撚係数 $\times$

上撚乗数(0.9)、撚方向S

整理加工：煮絨→ロープ洗絨→煮絨→染色
→幅出乾燥→蒸絨

①原料織度

緯糸には、30, 48, 60, 72 番手用粗糸(平均織度 $26.5\mu\sim 19.3\mu$ の範囲)から、リング精紡機で紡績した1/30(撚係数 $k=90$)の梳毛単糸を使用した。

図3に、織度とストレッチ特性(伸長率、伸長回復率)との関係を示す。その結果、織度が細かい原料を使用すると、伸長率・伸長回復率とも向上する。

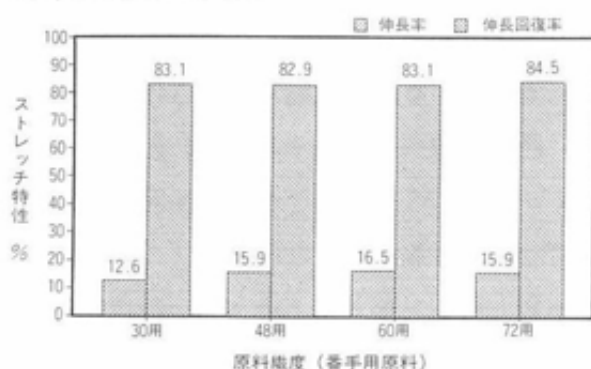


図3 原料織度とストレッチ特性 (1/30使用)

②単糸撚数の効果

1/30 梳毛糸(撚係数 k を 0, 44, 88, 133, 177 の5段階)を緯糸に使い製織した。撚係数 $k=0$ と 44 については、そのままでは製織できないため、PVAで補強して使用した。

図4は、単糸撚係数とストレッチ特性との関係を示す。この結果、撚係数を増大させると伸長率は大きくなるが、伸長回復率は低下している。

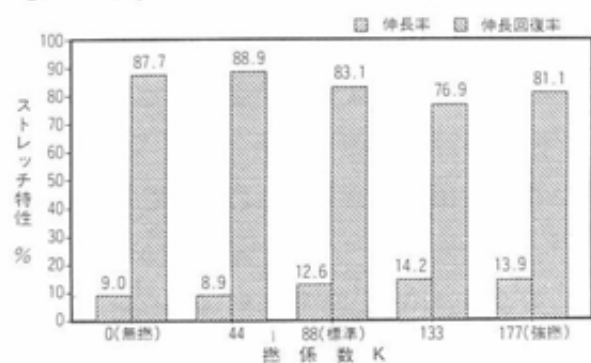


図4 撚係数とストレッチ特性
(30原料の1/30の場合)

③単糸/双糸の効果

1/30 (60 番手用原料、撚係数 $k=90$)、
2/60 (60 または 72 番手用原料、下撚係数 $k=90$ 、上撚係数 $k=85$) を緯糸に使い製織した。

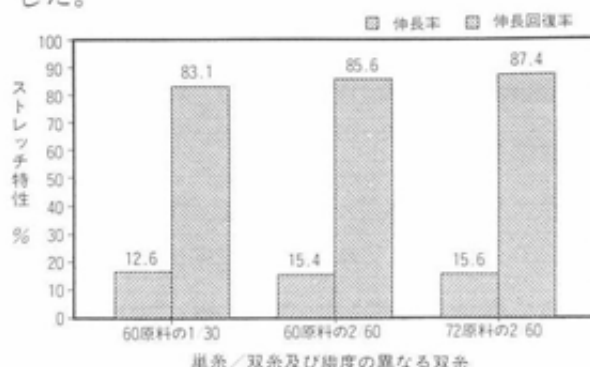


図5 単糸/双糸及び織度とストレッチ特性
(60原料の単糸と60/72原料の双糸)

図5に、単糸/双糸および織度とストレッチ特性との関係を示す。この結果、単糸より双糸の方が伸長率、伸長回復率ともに向上した。また、織度の効果は、4-2-1の①と同様の結果である。

4-2-2 下撚係数と上撚係数のバランス効果

単糸よりも双糸の方がストレッチ性の向上により影響を与えるとの結果を踏まえ、さらに下撚と上撚のバランス効果を検討した。

下撚と上撚のバランスは、撚方向(Z、S)や撚数によって影響されるが、最終的には、織物風合や表面感、品質(カーリングなど)に関係する。撚方向については、今回は品質が安定している下撚Z×上撚Sで試験しているが、下撚Z×上撚Zということも考えられる。

[試験条件]

経・緯・織組織：標準製織条件。経糸として、標準梳毛糸使用。緯糸として、各種梳毛糸2/60使用。

緯糸原料：60, 72 番手用粗糸

撚糸方法：下撚係数 $k=90\sim 240$ の5段階、

撚方向Z

上撚係数 $k = \text{下撚} \times \text{上撚乗数}$ (0.5~0.9 の5段階)、撚方向S

整理加工：ロープ洗絨→還元/酸化→染色
→幅出乾燥→蒸絨

①下撚数の効果

60 番手用と 72 番手用原料を用いた、2/60 梳毛糸（下撚係数 $k = 90 \sim 240$ の5段階、上撚乗数=0.7）を緯糸に使用して製織した。その結果、全体的に言えることは、緩和処理前に比し緩和処理後のストレッチ特性は伸長率が増加する反面、伸長回復率が低下する傾向にある。また、60 番手用原料使用糸の下撚係数効果はみられないが、72 番手用原料使用糸では、下撚係数が増大すると伸長率、伸長回復率とも増加する。

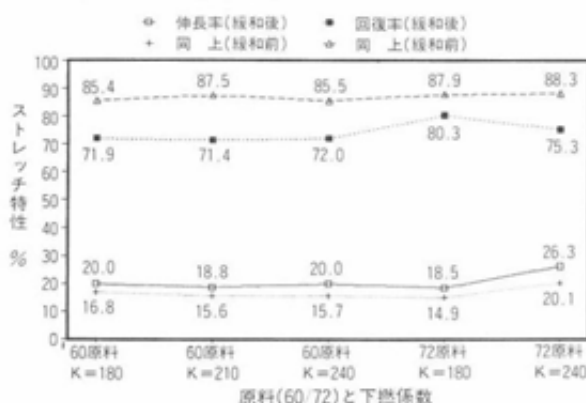


図6 原料繊度/下撚係数とストレッチ特性
(緩和前後の違い、上撚乗数0.7一定)

②上撚乗数の効果

2/60 梳毛糸（下撚係数 $k = 180$ 、上撚乗数=0.5~0.9）を緯糸に使用して製織した。

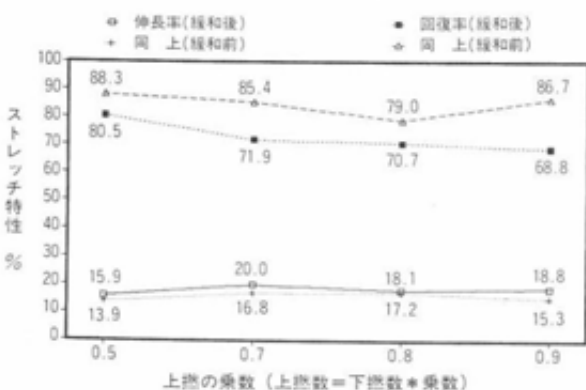


図7 上撚の乗数とストレッチ特性
(緩和前後の違い、下撚係数K=180一定)

その結果、上撚乗数が減少するに従い、緩和処理後の伸長回復率が向上する一方、伸長率はやや減少する傾向がみられる。

4-3 経糸

緯方向のストレッチ性にとって、4-2のとおりに緯糸の特性が重要な要素であることは当然であるが、経糸も関与していると思われる。

織物が緯方向に荷重伸長された場合、緯糸は経糸と交錯したまま、そのクリンプ形状が伸ばされるとともに糸自身も伸長する。次に除重されると、伸長した糸も縮んで回復しようとするが、クリンプ形状も元の状態に戻ろうとする。その時、交錯している経糸も役割を演ずると考えられる。

そこで、経糸に強度の大きい（ヤング率の高い）ポリエステル・毛混紡糸を用い、緯糸に標準梳毛糸を使用して製織した。

[試験条件]

経・緯・織組織：標準製織条件。経糸として、ポリエステル・毛混紡糸 2/60（混用率 70/30）使用。緯糸として、標準梳毛糸使用。

整理加工：ロープ洗絨→煮絨→酸化→染色
→柔軟加工→幅出乾燥→蒸絨

図8に結果を示すが、ポリエステル・毛混紡糸の経糸への活用は、伸長回復率向上に効果がある。この結果を 100%ウールで実現す

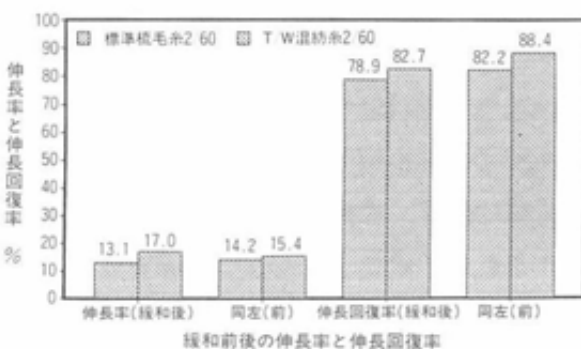


図8 使用経糸の違いとストレッチ性
(緯糸：標準梳毛糸、機上経密度48本/in)

るためには、強撚糸、樹脂加工糸などの利用が考えられる。

5. 整理加工工程の検討

毛織物は、整理加工により所望の風合いに仕上げたり、あらたな機能が付与される。ストレッチ性の付与についても、整理加工工程の工夫や伸長回復性を助ける樹脂加工により、実施されている。例えば、経方向に伸長しながら整理加工すれば緯方向に縮み、緯ストレッチが付与される。経・緯に標準梳毛糸を用い、標準製織条件で作られた織物を、煮絨工程での引張り動作により、伸長率15%以上、伸長回復率85%前後のデータが得られる。しかし、緩和処理後の測定値(ストレッチ特性)低下、ストレッチ特性の再現性やコントロールなど、課題も多い。

そこで、これらの課題を踏まえ、ストレッチ特性とりわけ伸長回復率(緩和処理後)の向上のため、還元/酸化処理、柔軟・平滑処理、整理加工工程の見直しなどについて、その効果を検討した。

5-1 還元/酸化処理、釜蒸絨などの効果

経に標準梳毛糸、緯に2/60(72番手用原料、普通撚)を使用し、標準製織条件で織られた織物の整理加工に、還元/酸化処理、柔軟・平滑処理、釜蒸絨を次のように導入し、ストレッチ性への効果を検討した。

[整理加工]

ローブ洗絨→還元(煮絨)/酸化→水洗→染色→柔軟・平滑処理→幅出乾燥→釜蒸絨

*還元処理 MEAS 1%、70℃、5分

*酸化処理 過酸化水素1%、40℃、30分

*柔軟・平滑処理 シリコン系

還元/酸化処理は、還元剤としてMEASを用い煮絨機で行い、その後、脱水し、過酸化水素溶液中で酸化処理した。

この結果は、図9に示した通りであるが、還元/酸化処理→柔軟・平滑処理後に、(釜蒸絨)をすると、緩和処理前後のストレッチ特性(伸長率、伸長回復率)向上に効果がみられる。なお、還元/酸化処理の効果は明確でなかった。

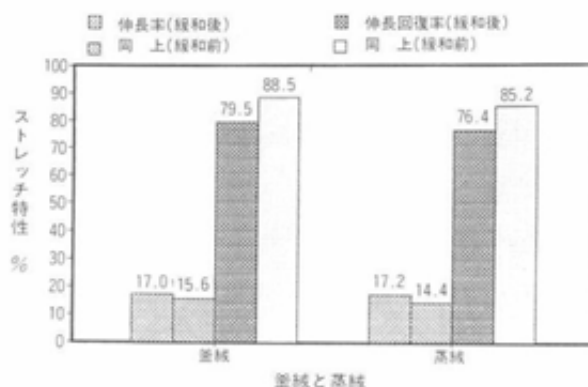


図9 釜絨とストレッチ特性
(緯糸:72原料使いの普通撚糸)

5-2 柔軟・平滑処理の効果

図10は、「4-2-2の①下撚数の効果」で作成した織物(72番手用原料使用)を、シリコン系柔軟・平滑剤で処理した結果である。

その結果、緩和処理後の伸長回復率が全般にわたって向上している。

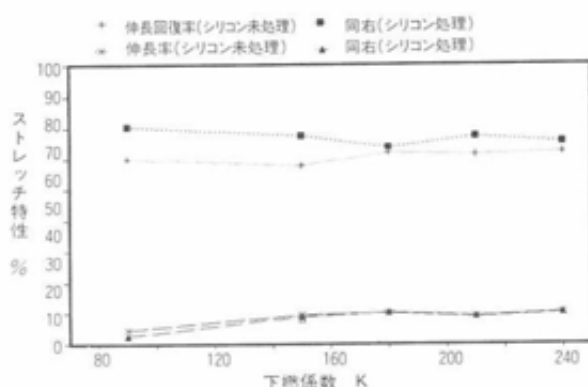


図10 柔軟・平滑処理(シリコン)とストレッチ特性
(緩和後のデータのみ下撚係数による違い)

また、別途の試験として、伸長回復率を向上させる樹脂の検討を行った。

ストレッチバック用樹脂(シリコン系、シリコン/ウレタン系など)を数社から入手し試験したが、改善される方向にあるものの、顕著な効果はみられなかった。

伸長回復率を高めるために樹脂を使用する狙いは、ある程度の接着を期待するか、糸の滑りを期待するか、繊維（糸、織物）の形態安定性を期待するか、いずれかである。繊維の形態安定性を高めるために、糸や織物の状態で各種のセツト剤（アクリロニトリルなど）の利用を試みたが、ストレッチ特性が著しくは改善されなかった。また、糸と糸との滑りを高めるためには、整理加工時に平滑処理することが必要であるが、事前の試験として製織用の平滑剤（パラフィン系）を噴霧したところ、効果がみられた。平滑剤の活用以外に、羊毛の脱スケール処理がある。この点も試験してみたが、今のところ良い結果は出ていない。

5-3 整理加工工程全体の見直し

前項までの結果を踏まえ、整理加工工程の見直しをすることとした。そのため、以下の織物条件および整理加工条件（4種類）で仕上げ、ストレッチ性への効果を検討した。

〔織物規格〕

織下密度：経 55 本／2.54 cm、緯 53 本／2.54 cm 経糸・緯糸とも、標準梳毛糸使用。

〔整理加工工程〕

- * A：ロープ洗絨→煮絨／酸化→水洗→染色→柔軟・平滑加工→幅出乾燥→釜蒸絨
- * B：ロープ洗絨→還元／酸化（反染機）→水洗→染色→柔軟・平滑処理→幅出乾燥→釜蒸絨
- * C：煮絨（積極緊張）→ロープ洗絨→煮絨／酸化→水洗→染色→柔軟・平滑処理→幅出乾燥→釜蒸絨
- * D：釜蒸絨→ロープ洗絨→煮絨／酸化→水洗→染色→柔軟・平滑処理→幅出乾燥→釜蒸絨

（還元／酸化、柔軟・平滑処理の条件は、5

-1と同じ。）

これらの結果は、図 11 に示すとおりである。CとDは、煮絨（積極緊張）、釜蒸絨を整理加工の先頭に持ってきた例であるが、伸長回復率はやや改善されている。

また、還元処理を積極的に行う理由は見つかっておらず、煮絨工程後に酸化処理してチオール基のブロッキングを行えばよいと思われる。

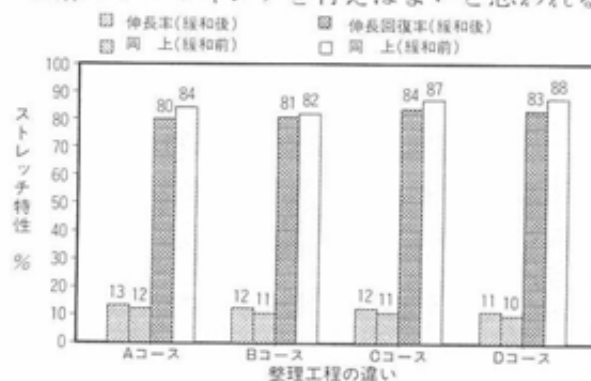


図11 整理工程の違いとストレッチ特性

（経緯：標準梳毛糸、織物密度：普通）

6. 結果と考察

ストレッチ特性を「伸長率」と「伸長回復率」で表したが、「歪み率」も重要である。伸長率を高めれば、どちらかといえば伸長回復率は低下する傾向にあるが、伸長回復率が変わらなかったとしても、歪み率は増加する。すなわち歪みの絶対値は増加する。従って、伸長率を高めたときでも歪みの絶対値を一定にしなければ、伸長回復率を高めなければならない。それは大変困難なことであり、生産の安定性かつ製品の耐久性を考慮し、現在のところ、伸長率が10%以下の製品が多い。

本研究は、軽量で適度なストレッチ性（伸長率15%前後、緩和処理後の伸長回復率90%以上）を有する春夏用毛織物（平組織）を開発するため、織物構成要素（織物密度、経糸、緯糸）や織物整理加工条件がストレッチ性の向上にどの程度効果があるか、多方面から検討した。以下にその結果を要約する。

(1) 織物構成要素について

織物構成要素として、織物密度、緯糸（原料織度、単糸撚数、下撚係数と上撚係数のバランスなど）、経糸をとりあげ、ストレッチ性への効果を検討した。

① 機上織物密度は、若干小さい方が伸長回復率は大きい。機上での経緯密度をやや小さくし、織縮みや整理加工縮みがある程度大きくし、経糸と緯糸をバランスさせることが大切である。

② 糸については、主に緯ストレッチ性に着目したため、最初に緯糸特性の効果を検討した。

原料織度、撚数（単糸、双糸）、単糸／双糸（糸構造）とストレッチ特性の関係を、表1にまとめた。

表1 原料織度等とストレッチ特性向上の関係

	伸 長 率	伸長回復率
織 度	太<細	太<細
撚数（単糸）	少<多	多<少
撚数（双糸）	少<多	少<多
単糸／双糸	単糸<双糸	単糸<双糸

また、下撚と上撚とのバランスについては下撚係数は通常の2倍（ $k=180$ ）、上撚係数は、風合やカーリングを考慮して逆方向に、さらに撚糸時間も考えて下撚の半分（ $k=90$ ）程度が適当である。

③ 経糸については、ヤング率の高い糸（例えば、ポリエステル・毛混紡糸・樹脂加工糸）を使用した方が、伸長回復率に効果があると考えられる。

(2) 整理加工工程について

ストレッチ特性にとって、整理加工がいかに重要かはいくまでもない。還元／酸化処理、及び柔軟・平滑処理を取り上げ、ストレッチ特性への効果を検討するとともに、整理加工工程全体の見直しを行った。

①還元／酸化処理

還元／酸化処理する効果は明確ではない。他の試験からも余り効果がないと考えられる。また、釜蒸絨は蒸絨（常圧）に比し、緩和処理後の伸長回復率がやや向上する。

②柔軟・平滑処理

市販の柔軟・平滑処理剤、ストレッチバック用樹脂（シリコン系、シリコン／ウレタン系など）を付与した場合の効果は、緩和処理後の伸長回復率に改善がみられる。

③整理加工工程全体の見直し

整理加工工程の最初に煮絨や釜蒸絨すると、やや伸長回復率が向上する。また、還元／酸化処理は積極的に行う理由はないが、酸化処理でチオール基のプロッキングを行う程度でよい、と思われる。

(3) 実用化のための追加試験

以上の試験結果を踏まえ、さらに追加試験を行った。

①試作1

[試験条件]

経：樹脂加工標準梳毛糸（ハーコセット）

使用。機上密度 48 本／2.54 cm

緯：下撚強撚糸 2／60（下撚係数 $k=180$

Z 方向、上撚係数 $k=90$ S 方向）及

び標準梳毛糸の 2 種類使用。機上密

度 52 本／2.54 cm

織組織：平組織

整理加工：洗絨（ドラムウォッシャ）→

煮絨→酸化→染色→柔軟・平

滑処理→乾燥（タンブラー）

→釜蒸絨

この試験の結果、緯方向のストレッチ

特性として、表2のデータが得られた。

経糸に樹脂加工標準梳毛糸を使用した場合、ストレッチ特性に及ぼす緯糸の効果は、下撚

表2 樹脂加工標準梳毛糸（経）使用織物（試作1）とストレッチ特性

	伸 長 率		伸 長 回 復 率	
	緩和処理前	緩和処理後	緩和処理前	緩和処理後
下撚強撚糸	13.5	13.9	89.7	86.5
標準梳毛糸	12.3	12.7	90.0	87.7

単位 %

強撚糸で伸長率がやや高めであるが、伸長回復率はむしろ悪い結果である。このケースでは、下撚強撚糸を使う必要はなく、標準梳毛糸でよい。

②試作2

[試験条件]

経：梳毛糸2/60（下撚係数k=90 Z方向、上撚係数k=90 Z方向）

機上密度 48 本/2.54 cm

緯：梳毛糸2/60（下撚係数k=180 Z方向、上撚係数k=90 S方向）

機上密度 48 本/2.54 cm

織組織：平組織

整理加工：煮絨→洗絨（ドラムウォッシャー）→煮絨→酸化→染色→柔軟・平滑処理→乾燥（タンブラー）→釜蒸絨

この試験の結果、経・緯方向のストレッチ特性として、表3のデータが得られた。

経・緯に強撚糸を使用し、整理加工を工夫した結果、バランスのよい経・緯ストレッチ織物が得られた。

表3 経・緯強撚糸使用織物（試作2）とストレッチ特性

	伸 長 率		伸 長 回 復 率	
	緩和処理前	緩和処理後	緩和処理前	緩和処理後
緯 方 向	15.8	12.5	87.1	87.5
経 方 向	6.6	9.8	91.3	90.7

単位 %

7. ま と め

ウール100%の春夏向け織物（平組織）に、適度なストレッチ性（主に緯方向）を付与する方法を検討した。その結果、織物密度や整理加工などによって経糸と緯糸が交差するときの屈曲を程よくバランスさせること、強撚や樹脂加工などによって経糸のヤング率をやや高めること等により、緩和処理後の伸長率が13~15%、伸長回復率が90%に近い値を得た。

8. おわりに

この研究を進めていく中で、次世代ウール開発推進委員として岐阜大学近田教授、福井大学中村教授、工業技術院物質工学研究所渋谷室長、IWS神谷所長、小吉製絨（株）小川社

長、片岡毛織（株）片岡社長の方々に助言を得ました。また、当所担当職員、とりわけ加工技術部浅井主任研究員ほかに多大な協力を得ました。ここに、深く謝意を表します。

【参考文献】

1. 例えば、日本繊維機械学会発行：「合繊の紡績と製織」
2. 荒谷ら：繊維誌, 40, 4, p 318 ('84)
3. 嵯峨ら：岐阜県繊維試験場報告
大野一朗著：「羊毛便覧」
公開特許公報：平3-8825, 出願人ユニチカ（株）
河村ら：愛織誌, 1, 1 ('81)
4. 田中：繊維誌, 34, 11, p 471 ('81)
原田ら：繊維消誌, 25, 12, P615 ('84)