

極薄厚織物の開発に関する研究

—極薄毛織物の製造技術—

服部安紀、村井美保

要 旨

これまで細番手梳毛糸の製織は、織傷の発生等リスクが多く、困難とされてきた。そこで、単糸に毛羽伏せ効果や強力、抱合性を持たせるために追撚及び水溶性ビニロン（PVA）糸等による糸補強による細番手梳毛単糸の製織性について検討し、次のような結果を得た。

- ①単糸の切断強力は、それを構成する単繊維の強力と糸の断面繊維本数との積から予測できる。
- ②メリノ原料にモヘア原料を混紡することにより糸の切断強力はそれほど向上できないが、抱合力を向上させることができる。
- ③コア糸の切断強力はコアに用いるフィラメントの強力に依存するが、梳毛単糸にPVAフィラメントをカバリングした糸の切断強力は、梳毛単糸の強力とフィラメントの強力との和にまでは向上できる。
- ④PVAカバリング糸1/58.7は、1m当たりの経糸切れ回数が2回とPVA混紡糸1/40（8回）、PVAコア糸1/58.6（16回）に比べて非常に少なく製織性が良好であった。
- ⑤これらの糸を経緯に使用した平織物はしわ回復性85%以上、ドライ洗濯による収縮率2.5%以内等の性能を持つ。

1. はじめに

毛織物を主体とする当産地では、合化繊等の他素材に押されがちな羊毛製品の需要拡大を図るため、新しい素材の開発が求められている。そこで、当産地が弱いとされている春夏物への対応の一つとして、より細番手の梳毛単糸を使った薄地毛織物の製造技術について研究した。従来、細番手梳毛単糸の製織には、主に糊付けや追撚による糸補強が多く行われてきた。しかし、これらの方法では糸ムラや作業効率等の問題があり、1/30～1/40が製織可能な限界であった。

柴田らの研究¹⁾によると、糊の濃度を薄くすることにより糸への糊の浸透性を向上し、作業効率も改善し、細番手の単糸1/60の製織を可能にしたという報告がある。しかし、高濃度に比べて毛羽伏せ効果が落ちることも報告している。そこで本研究では、細番手梳毛単糸1/72の毛羽伏せや強力向上等を中心とした糸補強を考え、追撚及び水溶性ビニロン糸等による糸補強で製織性を向上する方策について検討を行った。

2. 実施内容

2-1 試料

表1に示す各種繊維を用いて細番手糸を紡績した。また、毛羽伏せ等の糸補強として、糸の芯部分、糸のカバリング用に水溶性ビニロン（PVA）糸28D/9fを使用した。

表1 細番手糸の紡績に使用した試料

試料	粗糸番手	繊維(μ)	繊維長(mm)
メリノ粗糸 30原料	2/2.6	27.48	114.6
モヘア粗糸	2/2.6	25.16	101.6
メリノ粗糸 60原料	2/2.6	20.22	92.3
メリノ粗糸 72原料	2/2.6	19.36	87.6
水溶性ビニロン糸 28D/9f			

2-2 紡績条件

各種細番手糸の紡績には、村田機械(株)製エアジェット精紡機ツインスピナーMTS-882を使用した。その紡績条件を表2に示す。

表2 紡績条件

紡績速度	160m/min
ノズル圧	$N_1=4\text{kgf/cm}^2$, $N_2=5\text{kgf/cm}^2$
フィード率	0.96
ドラフト方法	3線
中抜きローラの溝深さ	0.5mm

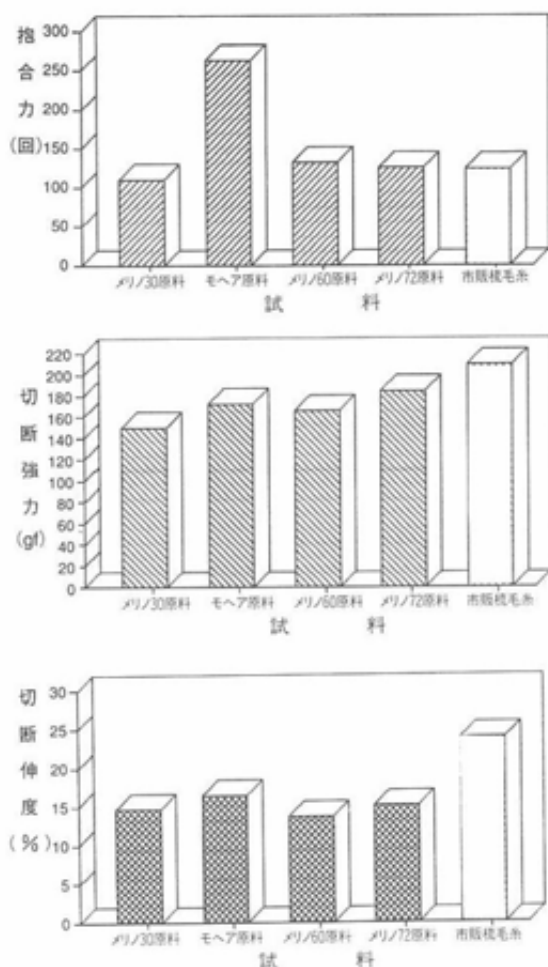


図1 エアジェット精紡糸1/30撚数Z78.3回/10cmの抱合力、切断強力及び伸度 (□は比較用に市販の梳毛リング糸1/30を併記)

2-3 構成繊維の要因と製織性の検討

単糸を構成する繊維と糸物性との関係を解析するため、メリノ30原料、60原料、72原料及びモヘア原料の各種1/30を試紡し、試紡後リング撚糸機でZ78.3回/10cm (撚係数K=14.3)の加撚を行い、抱合力、切断強力、伸度を測定した。その結果を図1に示す。

抱合力は、蛭田理研(株)製経糸抱合力試験機を用い、2000/番手 (gf)の荷重で試験し、10回の測定のうち、最大値と最小値を除く8回の平均値で示した。強伸度は、敷島紡績(株)製連続引張試験機ST2000を用い、30回の平均値で示した。なお、比較用として市販のリング精紡の梳毛糸1/30をZ78.3回/10cmまで追撚加工した糸の抱合力、切断強力、伸度も図示した。

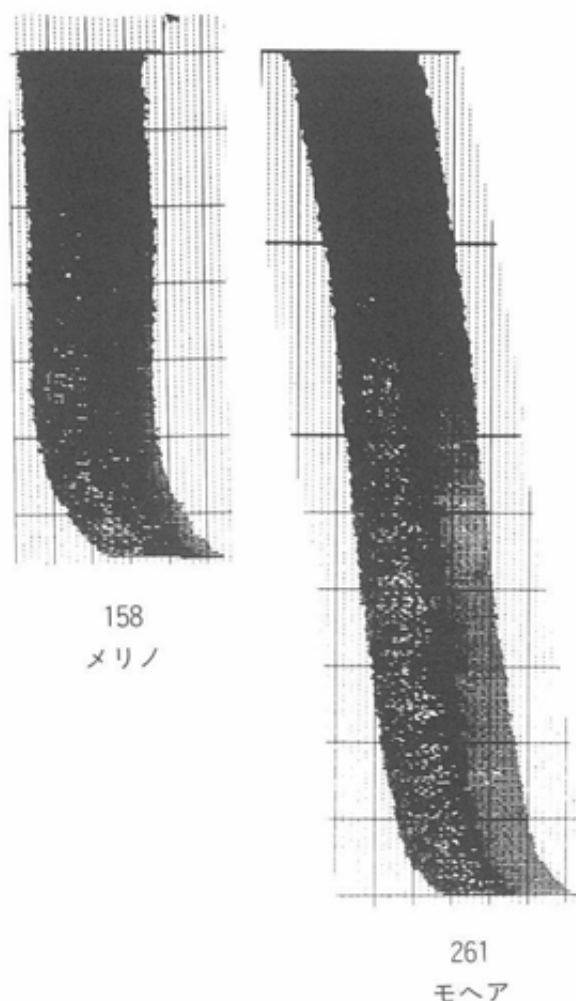


図2 メリノ1/30及びモヘア1/30の抱合力の比較

抱合力は、メリノ原料の100～150回に対し、モヘア原料が約260回と非常に高い。しかし、図2に示す抱合力試験の結果から、モヘアはメリノに比べスケールが平滑で、繊維の表面が滑らかであるため、抱合力試験機の摩擦体と糸との摩擦が少なく抱合力は増すが、繊維相互の滑りは大きいと考えられる。

糸の切断強力は、織糸として最低でも4000～5000/単糸番手（gf）が要求され、1/30の場合160gf程度を目安とすると、メリノ30原料を用いた1/30が若干弱い、他はほぼ良好である。また、伸度は最低10%以上必要といわれているが、各原料ともに14～15%であった。

次に、構成繊維と糸の切断強力との関係を解析するため、試紡した1/30各糸の断面繊維本数を光学顕微鏡により測定した。また、一般に知られている羊毛の太さと紡出番手との関係式²⁾ (1) から計算した本数も併記して表3に示す。

$$n = \frac{A}{\mu^2 \times N_m} \quad \dots\dots (1)$$

n : 糸の断面繊維本数
A : 916900 (経験値)
 μ : 繊維直径 (μ)
 N_m : 共通式番手

表3 エアジェット精紡糸1/30の構成繊維本数

試 料	計算値 (本)	実測値 (本)
メリノ粗糸 30原料	40	40
モヘア粗糸	48	45
メリノ粗糸 60原料	75	76
メリノ粗糸 72原料	82	81
市販梳毛糸	—	49

この結果から、エアジェット精紡糸の断面繊維本数が計算値とよく一致していることがわかった。また、各原料繊維1本の切断強力を測定し、図3に示す。

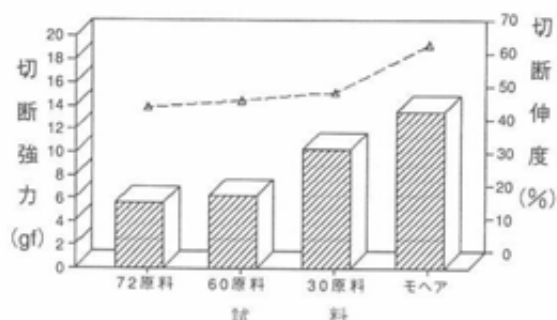


図3 単繊維の切断強力と伸度

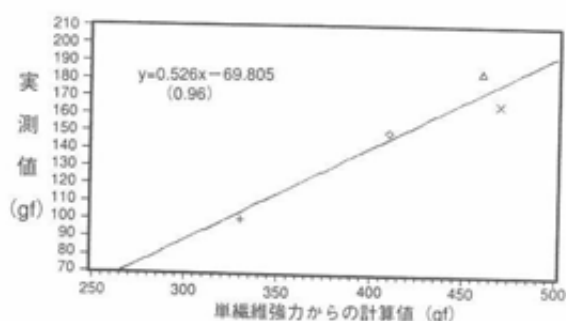
そこで、メリノ30原料、メリノ60原料、メリノ72原料について断面繊維本数と各繊維の単繊維強力（図3）との積（(2)式）

$$X = W_f \frac{A}{\mu^2 \times N_m} \quad \dots\dots (2)$$

X : 計算上の糸の切断強力 (gf)
 W_f : メリノの単繊維強力 (gf)
A : 916900 (経験値)
 μ : メリノの直径 (μ)
 N_m : 共通式番手

を計算上の糸の切断強力とし、実測した各糸の切断強力との関係を図4に示した。実測値と計算値の間には1次の回帰関係（相関係数 $r=0.96$ ）があることが判明した。このことから、単糸の切断強力（Y）は構成する繊維の単繊維強力と糸の断面繊維本数との積（X）から次式で予測することができる。

$$Y = 0.526X - 69.805 \quad \dots\dots (3)$$



+72原料1/42 ◇30原料1/30 △72原料1/30 ×60原料1/30

図4 メリノ原料エアジェット精紡糸（撚係数 $K=14.3$ ）の切断強力に関する計算値（単繊維強力×断面繊維本数）と実測値との関係

2-4 混紡糸による製織性の検討

モヘア原料糸の抱合力が良いことから、メリノ60原料にモヘア原料を混紡したエアジェット精紡糸1/30を試紡し、その製織性について検討した。

Z78.3回/10cmの加捻を行った糸の抱合力、切断強力及び伸度の測定結果を図5に示す。なお、モヘア原料の混率は0、33、50、67、100%の5種類について検討した。抱合力は、モヘアを混紡することによりメリノ60原料100%の140回から200回程度まで向上する。切断強力、伸度についてはモヘアを混紡しても大きな差が見られなかった。

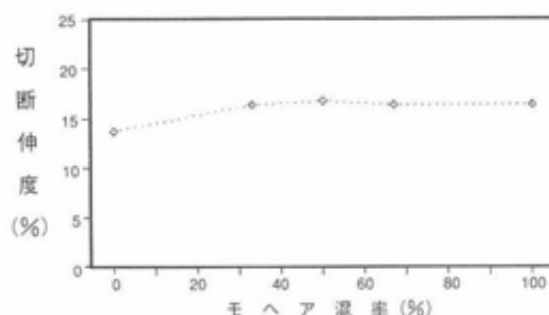
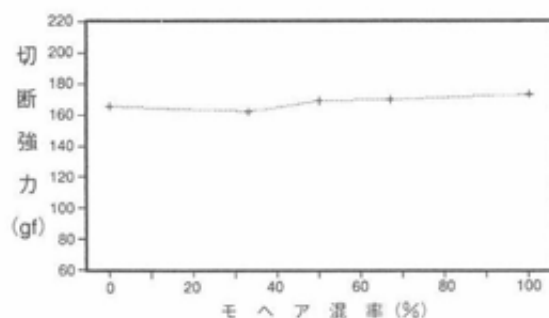
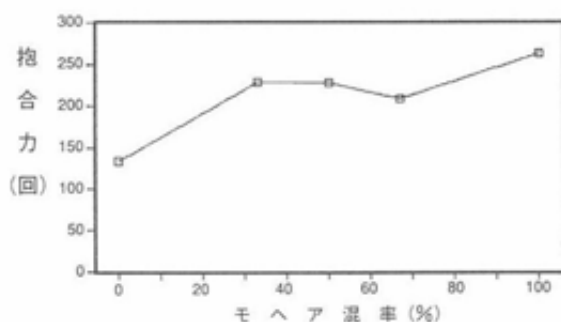
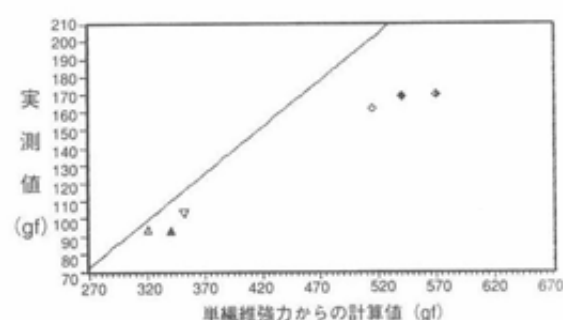


図5 メリノ60原料・モヘア混紡エアジェット精紡糸1/30捻数Z78.3回/10cmの抱合力、切断強力及び伸度

そこで、メリノ・モヘア混紡糸の計算上の切断強力を(4)式として計算し、前述した図4の回帰直線に記入すると図6のようになる。

$$X = W_f \frac{9169a}{\mu_w^2 \times N_m} + M_f \times \frac{9169(100-a)}{\mu_m^2 \times N_m} \quad \dots\dots (4)$$

X : 計算上の糸の切断強力 (gf)
 W_f : メリノの単繊維強力 (gf)
 M_f : モヘアの単繊維強力 (gf)
 μ_w : メリノの直径 (μ)
 μ_m : モヘアの直径 (μ)
 N_m : 共通式番手
a : メリノの混率 (%)



◇メリノ67%モヘア33%1/30 ◆メリノ50%モヘア50%1/30
 ◆メリノ33%モヘア67%1/30 △メリノ67%モヘア33%1/48
 ▲メリノ50%モヘア50%1/48 ▽メリノ33%モヘア67%1/48

図6 メリノ60原料・モヘア混紡エアジェット精紡糸(捻係数K=14.3)の単繊維強力からの計算値(単繊維強力×断面繊維本数)と実測値との関係

モヘアの単繊維強力はメリノに比べて大きい(図3参照)、モヘア混紡による単糸強力の上昇には寄与できないことがわかった。このことについて解析するため、メリノ100%、メリノ50%・モヘア50%、モヘア100%の各糸について計算値と実測値との関係を求め図7に示す。モヘアの混率が増すほど計算値に比べて実測値が低くなっている。この原因として、モヘアは表面が平滑で滑りやすい(図2参照)ことが起因しているものと考えられる。そこで、モヘアの単繊維強力に寄与率 α を掛け、(4)式を(5)式に変更することとした。

$$X = W_i \frac{9169a}{\mu w^2 \times N_m} + (M_i \times \alpha) \times \frac{9169(100-a)}{\mu w^2 \times N_m} \quad (5)$$

X : 計算上の糸の切断強力 (gf)
 W_i : メリノの単繊維強力 (gf)
 M_i : モヘアの単繊維強力 (gf)
 μw : メリノの直径 (μ)
 μm : モヘアの直径 (μ)
 N_m : 共通式番号
 a : メリノの混率 (%)
 α : モヘア単繊維強力の寄与率
 (実験結果から $\alpha=0.72$)

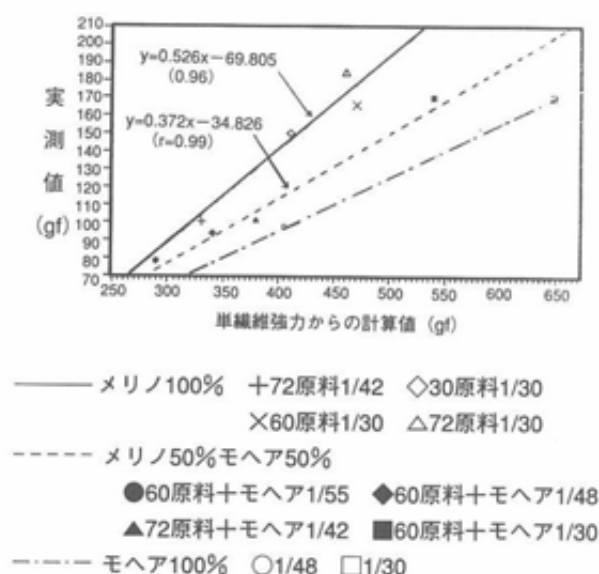
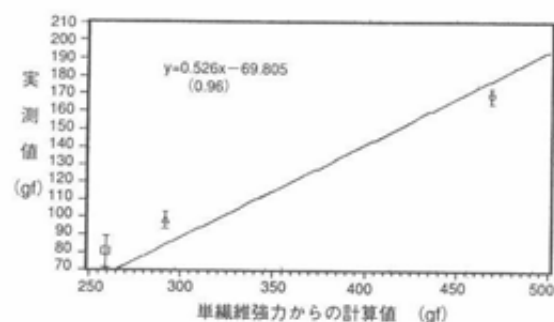


図7 メリノ原料・モヘア原料混紡エアジェット精紡糸 (撚係数 $K=14.3$) の切断強力に関する計算値 (単繊維強力 $\times$ 断面繊維本数) と実測値との関係



○1/30 (モヘア33% 162gf~モヘア100% 172.4gf)
 △1/48 (モヘア50% 93gf~モヘア67% 101.9gf)
 □1/55 (モヘア33% 71.6gf~モヘア67% 89.3gf)

図8 メリノ原料・モヘア原料混紡エアジェット精紡糸 (撚係数 $K=14.3$) の切断強力に関する計算値 (単繊維強力 $\times$ 寄与率 $\times$ 断面繊維本数) と実測値との関係

(5) 式で $\alpha=0.72$ として計算した結果とメリノ・モヘア混紡糸の実測値との関係を図8に示す。この結果、モヘア混紡糸もメリノ100%糸の実験式 (3) に近似してくる。従って、モヘア混紡糸の切断強力は、(5) 式から求めた X を (3) 式に導入することにより予測することができる。また、寄与率 α が原因でモヘアを混紡しても単繊維強力を向上できないことの説明になると思う。

2-5 毛羽伏せ等による糸補強の検討

2-5-1 コアによる補強

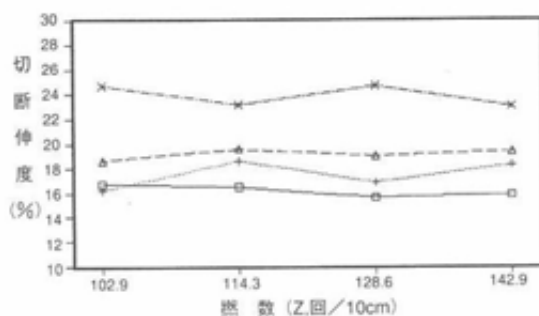
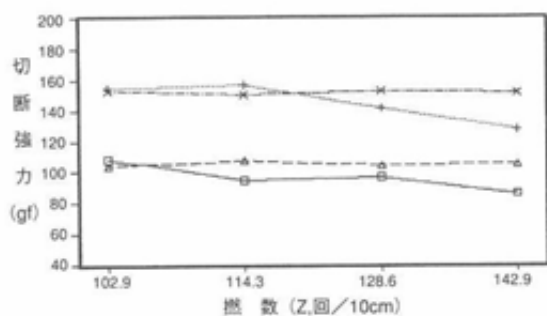
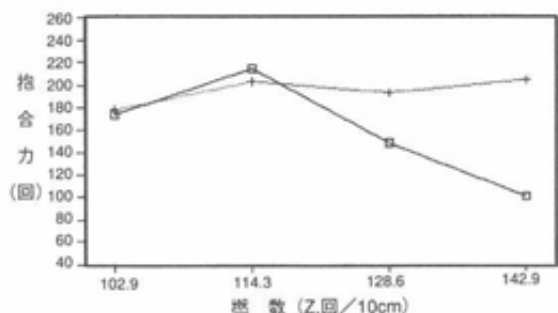
細番手単糸に強力及び抱合性を付与するため、コアとしてPVAフィラメントを挿入した糸について製織性を検討した。

メリノ60原料粗糸にコアとしてPVA28Dを挿入したエアジェット精紡糸1/64を試紡し、Z102.9~142.9回/10cmの4段階の撚を掛けた。撚数と抱合力、切断強力及び伸度との関係を図9に示す。比較用にメリノ60原料粗糸にポリエステルフィラメント (PET) 30D/12fを挿入したエアジェット精紡糸1/62を併記した。

PVAコア糸は、撚数Z114.3回/10cm以上では抱合力がPETコア糸より大きく低下する。コア糸の切断強力は、コアに用いたフィラメントの強力に依存していることがわかった。また、切断強力への撚の影響は少ない。従って、細番手コア糸の切断強力は、挿入するコアの強力を目度とすれば良い。これに対し、切断伸度は芯のフィラメントが鞘のウールに拘束され、フィラメント単独時より低下するためPVAコア糸もPETコア糸も大きな差はなくなる。

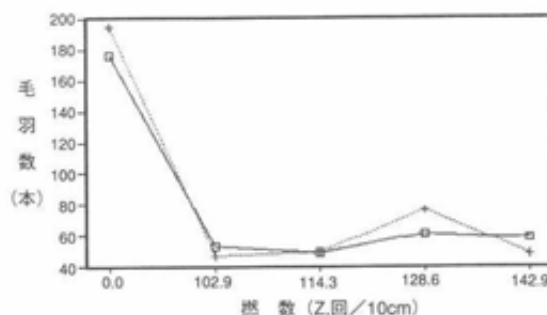
また、毛羽立ちの測定結果を図10に示す。毛羽数の測定は、敷島紡績(株)製光学式毛羽カウンターにより10m当たりにある3mm以上の毛羽数を3回測定し、その平均値により示し

た。毛羽数は、Z102.9回/10cmの加撚でPVAコア糸、PETコア糸共に大きく減少する。



- メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/64
- + メリノ60原料+PET30Dコア糸 1/62
- △ PVA28D
- × PET30D

図9 メリノ60原料エアジェット精紡コア糸の撚数と抱合力、切断強力及び伸度との関係



- メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/64
- + メリノ60原料+PET30Dコア糸 1/62

図10 メリノ60原料エアジェット精紡コア糸の撚数と毛羽数との関係

以上の結果から、抱合力200回以上、切断強力78gf (5000/番手) 以上、伸度10%以上を製織性の目安とすると、PVAコア糸、PETコア糸共にZ114.3回/10cm (撚係数K=14.3~14.5) 程度の加撚により、PVAコア糸は抱合力 (210回) と強力 (90gf) の面から、PETコア糸は抱合力 (200回) の面から製織できるかどうかの限界にあるものと推定できる。

2-5-2 カバリングによる補強

市販の梳毛糸1/72にPVA28Dをカバリングした糸1/58.7を試紡した。この糸のカバリング数と抱合力、切断強力、伸度との関係を図11に示す。抱合力は、カバリング数S80回/

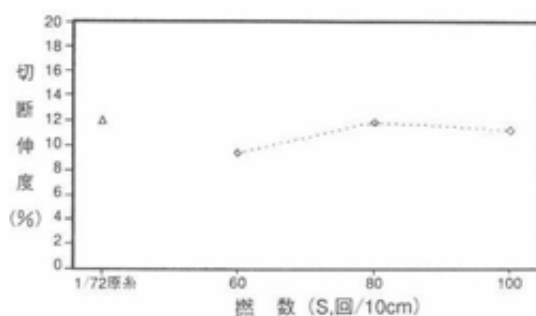
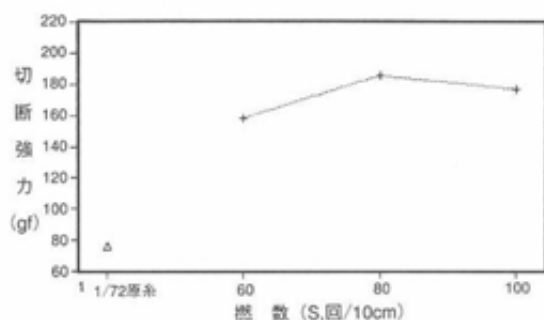
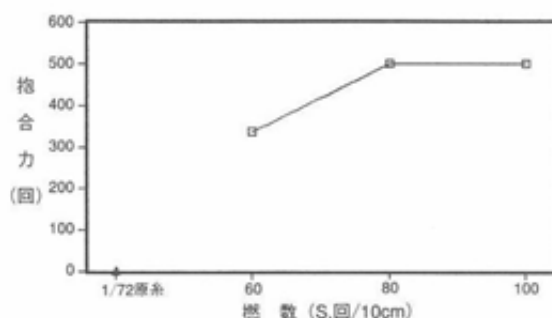


図11 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸1/58.7の撚数と抱合力、切断強力及び伸度との関係

10cmで500回と良い結果が得られた。カバリング糸の切断強力は、1/72の強力75gfにPVA糸の強力110gfを加算した値とほぼ同程度の値が得られた。また、伸度はフィラメント糸をカバリングしても、1/72原糸との差は見られなかった。

図12に示した毛羽測定の結果から、毛羽数は1/72原糸に比べ、S60回/10cmのカバリングにより10分の1以下に減少し、毛羽伏せ効果が十分にあることがわかる。

以上の結果から、PVAカバリング糸はS80

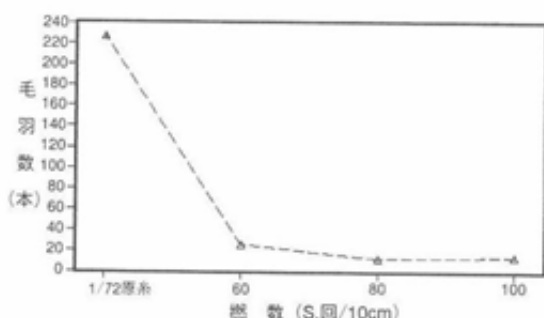


図12 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸1/58.7の捻数と毛羽数との関係

表4 織物規格と経糸切れ回数

試料	経密度(本/10cm)	通し幅(cm)	緯密度(本/10cm)	経糸張力(gf)	糸切れ回数(回/1m)
PVA混紡糸(W:PVA=80:20) 1/40	63×4本引込	165	205	39	8
メリノ60原料+PVA28Dコア糸1/58.6	75×4本引込	165	220	22	16
梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸1/58.7	75×4本引込	165	228	24.5	2

図14に各糸の10m当たりの毛羽立ち測定の結果を示す。PVA混紡糸(150本)、PVAコア糸(48本)は、PVAカバリング糸(12本)に比較して毛羽数が多いため、開口不良による糸切れが多く、製織性は悪かった。また、PVA混紡糸については耳部分に飛び傷が多発した。これに対し、PVAカバリング糸の糸切れは、結び目の糸端が近隣の糸に絡まり、メートル当たり2回程糸切れしたが、結び目の糸端を短くする等結び目の処理を上手く行えば、毛羽伏せ効果もあり、もう少し糸切れを

回/10cmのカバリングにより抱合力500回以上、切断強力185gf(5000/番手=85gf)、伸度12%と製織可能であると推定できる。

2-6 薄地毛織物の製織と性能評価

これまでの結果をふまえ、PVA混紡糸、PVAコア糸、PVAカバリング糸を使用した薄地毛織物について検討した。

2-6-1 製織性試験

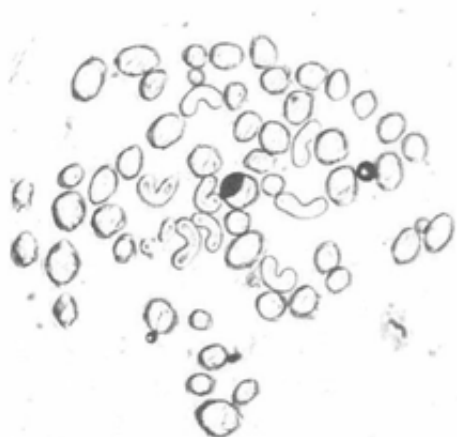
PVA混紡糸(W:PVA=80:20) 1/40(捻数Z85.4回/10cm)及び、2-5-1、2-5-2で製織可能と推定されたPVAコア糸1/58.6(捻数Z114.3回/10cm)、PVAカバリング糸1/58.7(捻数S80回/10cm)を経緯に用いてそれぞれソメットレピア織機AC2/S型(140rpm/分)により平織物を製織した。これらの糸の断面写真をPVA溶解後の写真と併せて図13に示す。また、これらの織物の規格と1m当たりの経糸切れ回数を表4に示す。

減少し、製織性を向上することができたように思う。

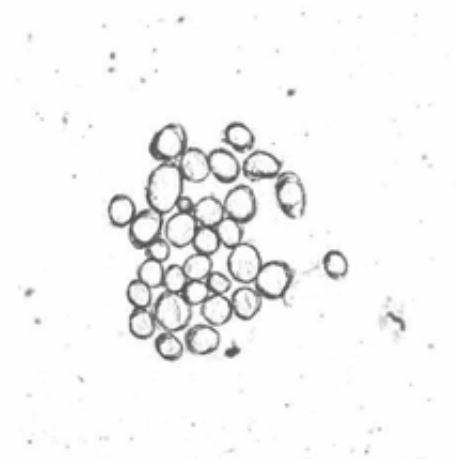
2-6-2 織物の性能評価

2-6-1で製織した織物について次の条件で仕上げ加工を行った。

仕上げ加工 煮絨(83℃×20分、冷却20分)
→脱水1分→PVA溶解(97℃×20分)→脱水1分→煮絨(95℃×20分、冷却20分)→脱水1分→幅出乾燥→反染め



PVA溶解前

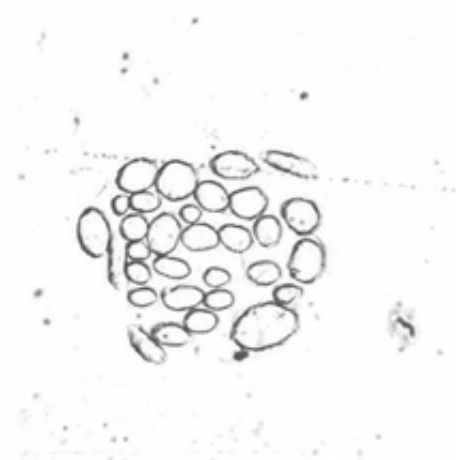


PVA溶解後

A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm

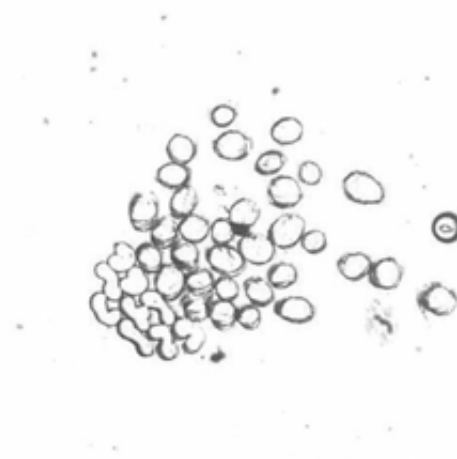


PVA溶解前



PVA溶解後

B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm



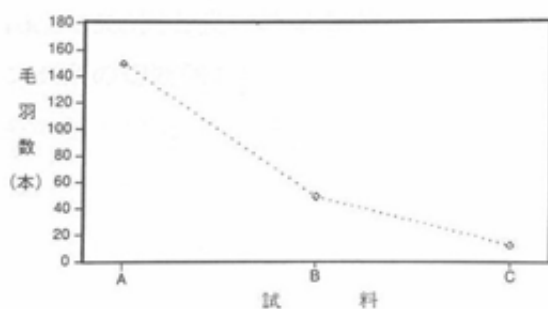
PVA溶解前



PVA溶解後

C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm

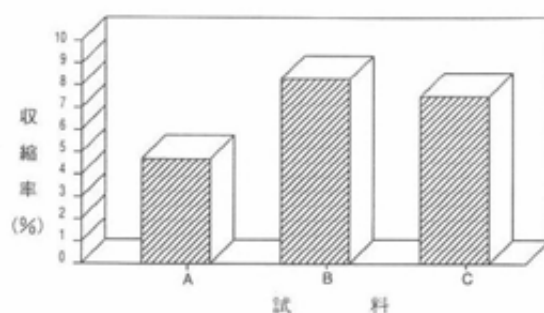
図13 PVA補強糸の断面写真



A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm
 B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm
 C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm
 (1/72原糸の毛羽数227)

図14 水溶性ビニロン補強糸の毛羽数

なお、仕上げ工程において煮絨をPVA溶解前と溶解後に2回行った。これは、図15に示すように、各糸の総収縮率がPVA混紡糸4.7%、PVAコア糸8.3%、PVAカバリング糸7.5%と大きく、シボの発生を防ぐためである。



A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm
 B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm
 C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm

図15 水溶性ビニロン溶解後の総収縮率

表5に織物の仕上げ結果を示す。PVA溶解後の糸番手は、PVA混紡糸でPVA20%が溶解し、1/40から1/50へ、PVAコア糸、PVAカバリング糸で、1/72程度になっている。また、目付が150cm幅でPVA混紡糸161g/m、PVAコア糸130g/m、PVAカバリング糸123g/mと軽量の織物ができた。

表5 織物仕上げ結果

試料	PVA溶解後の糸番手	密度		目付 (g/m)	仕上縮	
		経(本/10cm)	緯(本/10cm)		経(%)	緯(%)
A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40	1/47.8	272	228	108	3.7	1.5
B メリノ60原料+PVA28Dコア糸1/58.6	1/70.8	319	252	87	7.0	1.3
C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸1/58.7	1/73.1	307	252	81	2.1	0.6

(1) しわ回復性 (JIS L1096 モンサント法 4回平均)

しわ回復性試験の結果を図16に示す。PVA混紡糸織物、PVAコア糸織物、PVAカバリング糸織物とも、たて方向の回復率約87%、よこ方向約86%と良好であった。

(2) 耐洗濯性 (JIS L1042 パークロロエチレン法)

緩和収縮後のドライクリーニング洗濯試験の結果を図17に示す。PVAコア糸織物、PVAカバリング糸織物はよこ方向の収縮率が2.2

~2.5%と若干悪かったが、たて方向は0.3~1.8%と良好であった。

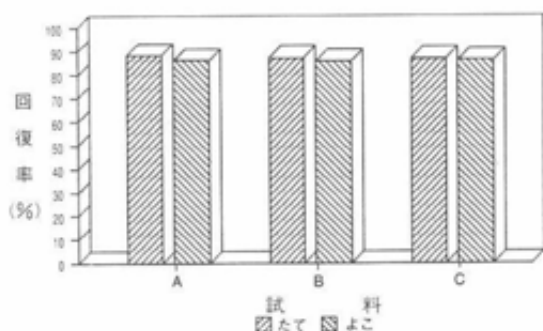
(3) 引張強さ (JIS L1096 ストリップ法 3回平均)

引張試験の結果を図18に示す。よこ方向の引張強力は緯糸密度が甘いために、たて方向に比べて低かった。たて方向の引張強力は、PVAコア糸織物8.9kgfと低かったが、PVA混紡糸織物、PVAカバリング糸織物については12kgf以上あり良好な結果が得られた。PVAコア糸織物の強力が低いのは、3-5

で記したように本来、PVAコア糸の強力がPVAカバリング糸の強力より低いためである。

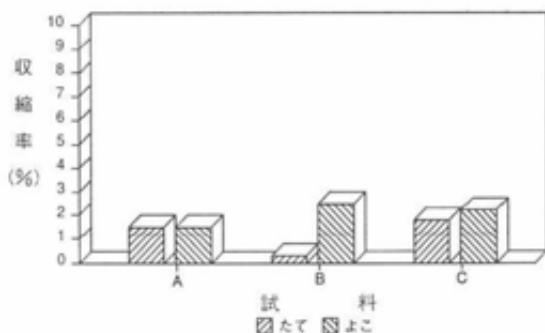
(4) 風合い (KES風合い試験機使用 3回平均)

風合い試験の結果を図19に示す。PVA混紡糸織物やPVAコア糸織物は、糸内のPVAを除去することにより嵩高でふくらみがでると言われているが、PVAカバリング糸織物と差がでなかった。このことについては、織物規格、PVAの溶解方法、染色整理方法等の影響を再検討する必要がある。



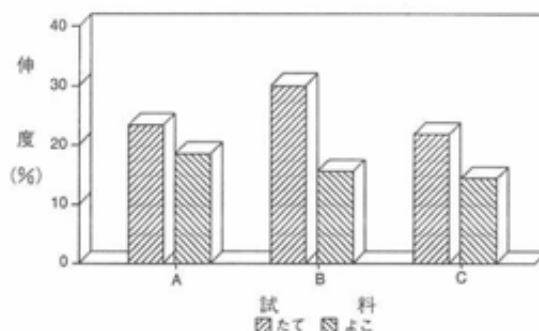
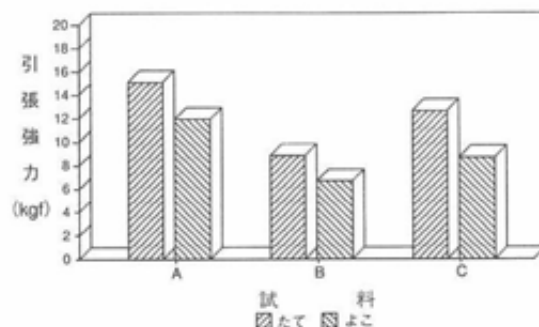
- A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm
 B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm
 C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm

図16 薄地織物のしわ回復性



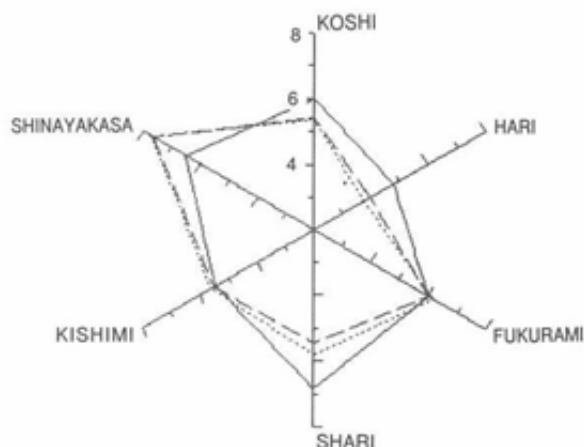
- A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm
 B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm
 C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm

図17 薄地織物の耐洗濯性



- A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm
 B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm
 C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm

図18 薄地織物の引張強力と伸度



- A PVA混紡糸 (W:PVA=80:20) 1/40 Z85.4回/10cm
 - - - B メリノ60原料+PVA28Dコア糸 1/58.6 Z114.3回/10cm
 . . . C 梳毛糸1/72×PVA28Dカバリング糸 1/58.7 S80回/10cm

図19 婦人外衣用薄地織物の風合い

4 まとめ

以上、追撚及び水溶性ビニロン等の糸補強による梳毛細番手単糸の製織技術について述べた。従来、細番手単糸の製織で商品化され

ているものは1/30～1/40のクレープ糸織物程度であったが、水溶性ビニロン糸をカバリングすることにより1/72の製織が可能となった。また、この糸を用いた織物は、目付けが150cm幅換算で123g/mと軽量で、しわ回復性が一般毛織物と同等の85%以上あり、引張強力の方方向は一般の薄地毛織物の基準値12kgfを満足した。しかし、よこ方向は9kgf程度であり、打込みを若干多くする必要がある。

最後に、本研究の遂行にあたって、PVA（株）クラレ製VPBタイプステープル・ウール混紡糸の製織に際し、ご配慮いただきましたIWS国際羊毛事務局、PVAフィラメント糸にご配慮いただきました（株）ニチビのご協力にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 柴田ら：テキスタイル&ファッション VOL.16 NO.10 ('90)
- 2) 愛知県繊維振興協会：テキスタイルハンドブック ('95) P28
- 3) 大野：羊毛工業便覧 日本羊毛産業協議会
- 4) 日本繊維機械学会：基礎繊維工学
- 5) 坂川：テキスタイル&ファッション VOL.8 NO.8 ('91)
- 6) ウール・PVA：日本繊維新聞 1996年11月1日
- 7) IWS国際羊毛事務局：CRIMP NO.77 ('97)