

毛織物寸法安定化技術に関する研究

改質ウールによる寸法安定化技術

小林久行、柴田善孝

要 旨

ウールのポリアクリル酸グラフト共重合によるハイグラルエクспанション（HE）抑制について加工方法を検討すると共に、加工形態を篠、糸そして織物とした場合、そのHE性及び風合い物性にどのような影響を及ぼすかを検討した。

糸加工による糸と篠加工による糸は、糸の引張伸度に差が生じるが、織物にした場合はその差がなくなり、風合いも含めほとんど変わらない織物となる。

糸加工織物と反加工織物はそのHE性と風合い特性において異なり、糸加工織物の場合はHEの減少は大きなHEをもつ方向のみに選択的に生じ、実用的に好ましいと思われる4～5%のHEに抑えるためには約15%程度のグラフト率が必要であった。一方、反加工織物の場合は方向性がなく両方向に生じ、10%程度のグラフト率が必要であった。

風合いにおいても前者は曲げ硬くなり、後者はせん断硬くなるなど違いが生じた。

1 はじめに

織物のハイグラルエクспанション（HE）による寸法変化は、吸湿、放湿によって繊維直径が可逆的に変化するために起こる現象である。そこで昨年度は、ウール繊維の直径変化を少なくする方法として、ウールへのポリ

アクリル酸グラフト共重合加工を検討し、糸への加工が可能であり、多少の物性劣化はあるが、織物のHEを低下できることを確認した。

本年度は更に研究を進め、実用性を目指して、加工量の増加を図ると共に、糸以外の篠や反物における加工や加工品の染色性等について検討し、加工方法の違いがHE性及び風合い物性等に与える影響について考察した。

2 実 験

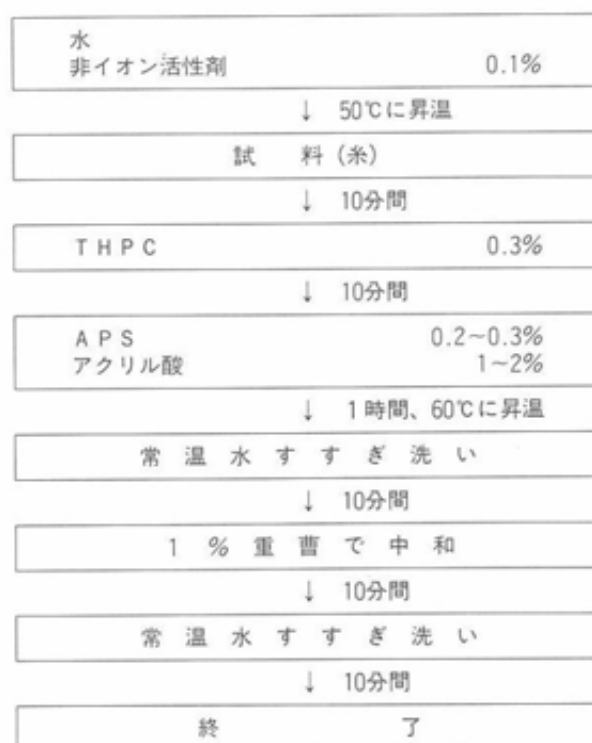


図1 チーズ染色機によるポリアクリル酸グラフト共重合の加工フロー

2-1 ウールへのポリアクリル酸グラフト共重合

2-1-1 糸加工

重合は次の機器および薬品を用いて、図1の手順により行った。

機器 チーズ染色機 (株)日阪製作所)

運転はIN 2分、OUT 2分

薬品 アクリル酸 試薬1級相当品

テトラキス (ヒドロキシメチルホスホニウム) クロリド液 (THPC)

80%水溶液

過硫酸アンモニウム (APS) 特級

炭酸水素ナトリウム 特級

非イオン活性剤 ノイゲンEA-120

2-1-2 篠加工

篠加工は1/3.17の市販篠を、チーズ染色用PPコーンに巻き返し、ネットをかぶせ、糸の場合と同じ方法で行った。

加工した篠及び未加工の篠を用いて、次の各種糸を紡糸及び撚糸した。

R U: 未加工精紡糸。精紡単糸を撚糸し、双糸とした。

R T: 加工精紡糸。加工した篠から紡糸した単糸を撚糸し、双糸とした。

R U * T: 未加工精紡単糸と加工精紡単糸の交撚糸

R U T M: 未加工篠と加工篠をダブリングし、精紡単糸を撚糸した混紡糸

なお、精紡は、撚係数88の1/60防糸条件で行い、撚糸では610回/mの上撚をかけた。

2-1-3 織物加工

織物加工には試染機 (ミニカラー テクサム技研) を用い、試料の大きさは28×80cmとし、加工中における端糸の脱落を防ぐため周囲はオーバーロックをかけた。

加工手順はほぼ糸加工と同様であるが、被

染物の変色を防ぐため、APSに代えて過酸化水素 (31%含有) を用いた。

2-2 見掛けのグラフト率

加工による重量増加を見掛けのグラフト率とした。

$$\text{グラフト率}(\%) = (W1 - W0) \times 100 / W0$$

W0: 重合前の重量

W1: 重合後の重量

糸の場合は試料100mの絶乾重量、篠の場合は1mの絶乾重量としたが、織物の場合は試料そのものの重量から算出のため、恒温恒湿 (20℃、65%) 状態に24時間放置後の重量とした。

2-3 製織

使用織機および製織規格は次のとおりである。

織機	ションヘル見本織機
組織	平織
箆密度	106.3羽/10cm
引込数	2本
箆通幅	91.4cm
総経糸本数	1,944本
打込数	織物A、B 213本/10cm 織物Y、R 189本/10cm

2-4 染色仕上

染色仕上は以下の手順で行った。

煮絨 Boil 15min.

洗絨 50℃ 20min.

モノゲン 200g

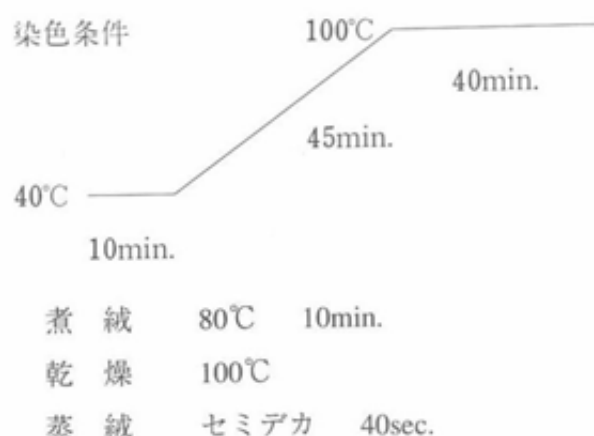
煮絨 Boil 15min.

染色

染色機 多段角ローラーコンベア式反染機

染料 Sandolan Blue E-HRNLconc
3.0%owf

助 剤	ぎ酸	4 %owf
	芒硝	10%owf
	アホランSCN150	0.5%owf



2-5 HE率

IWS法により求めた。

$$HE(\%) = (L1 - L0) \times 100 / L0$$

L0 : 絶乾における寸法

L1 : 浸せき後の寸法

2-6 HE低減率

HE低減率は次式により求めた。

$$HE低減率(\%) = (HE0 - HE1) \times 100 / HE0$$

HE0 : 未加工織物のHE率

HE1 : 加工織物のHE率

2-7 糸および織物の主な物性等の測定

織 度 織度分布分析 TexLAB FDA200

糸強伸度 連続糸強伸度試験機 ST2000

織物強伸度 オートグラフ AG-500A

風合特性 KES-FBシステム

3 結果と考察

3-1 糸及び篠加工糸の物性

表1に糸及び篠で加工した試料(糸)のグラフト率及び物性等を示す。グラフト率が大きくなるにしたがって糸番手が太くなり、織度も太くなる。篠加工においても同様の結果

を示す。RU*TとRUTMはRU及びRTの交差又は混紡糸で、織度は両者が混じったものであり、番手は未加工と加工の中間値とした。

表1 糸及び篠加工糸の特性

試料名	Y _U	Y _{T1}	Y _{T2}	Y _{T3}	R _U	R _T	R _{U*T}	R _{UTM}
グラフト率 %	0	7.7	10.8	20.7	0	22.1	11.1	11.1
番手	2/62	2/57	2/54	2/51	2/53	2/44	2/48	2/47
織度 μ	20.0	20.6	20.8	21.8	19.1	21.0		
強力 gf	244	242	242	240	303	275	288	278
伸度 %	24.7	17.1	21.0	14.2	27.2	27.4	26.1	24.5

Yは糸加工、Rは篠加工を示し、添え字Uは未加工、Tは加工を表す。

糸の引張強力は、図2に示すように糸加工、篠加工とも大きな低下はなく、ほとんど影響ないといえる。しかし、引張伸度においては、糸加工が大きく低下するのに比べ、篠加工の場合は若干の低下に収まっている。これは加工により、繊維の伸度は低下するが、紡績という繊維の再構築の工程を経ることで、繊維間に構造的な余裕が生じたためと思われる。

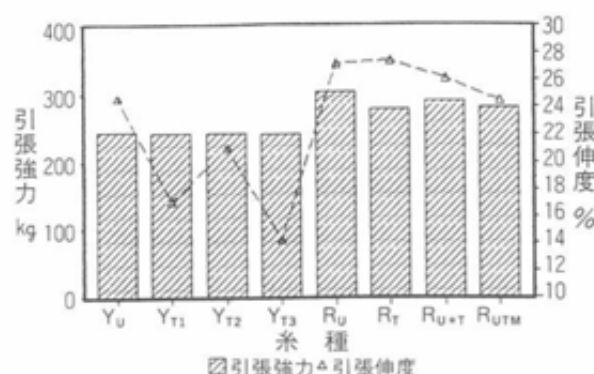


図2 糸及び篠加工糸の引張強伸度

3-2 糸及び篠加工織物のHE及び物性

糸加工及び篠加工糸から表2に示す織物を製織した。緯糸に表1の糸を使用したもので、連続した反物として織りあげ、染色整理も同時に行ったものである。

糸や篠でのグラフト加工による重量増加は目付の増加としてはほとんど現れていない。これについては後述する。

織物の引張強力は図3に示すようにどちら

表2 糸及び篠加工織物(緯糸使い)の特性

試料名	Y _{U1}	Y _{T1}	Y _{T2}	Y _{T3}	R _U	R _T	R _{U+T}	R _{UTM}
目付 g/m ²	153	150	152	154	163	166	163	163
ヨコ密度 /in.	49	48	48	47	49	48	48	48
ヨコ方向強力 kg	23.7	22.3	23.7	23.5	29.5	29.0	28.1	28.4
伸度 %	30.0	21.7	23.0	14.7	34.9	16.0	18.3	21.4
HE率 ヨコ %	5.1	5.1	4.0	3.6	4.9	3.0	3.5	3.4
HE減少率 ヨコ		0	21.6	29.4		38.8	28.6	30.6

の場合もほとんど低下しないが、引張伸度はどちらも大きく低下する。篠加工の場合、糸での引張伸度はあまり低下しなかったが、織物として組織され拘束されることによって、構造的余裕がなくなったものと思われる。

HE性については、篠加工織物のHE率が糸加工に比べ大きく、糸番手の違いもありはっきりとはいえないが、繊維で加工されている方が若干HE低減効果があると思われる。

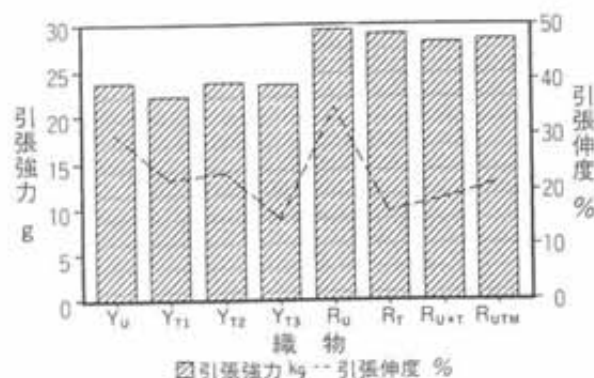


図3 糸及び篠加工織物のヨコ引張強伸度

篠加工における混紡(RUTM)と交撚(RU*T)による差はなく、グラフト率がRTの半分であることを考慮するとHEの低減効率は良いと言える。

風合いの変化については、未加工織物の各特性値を1とした場合の加工織物の主な特性比を図4に示す。織物の引張強力と同じく伸びに関するEMがグラフト率の上昇にしたがって低下し、せん断及び曲げ剛性が高くなっている。糸加工と篠加工ともせん断よりも曲げ特性比の方が高くなっており、値のばらつ

きはあるが総合的に見て、糸加工と篠加工に關しての風合い的な差は見られないといえる。

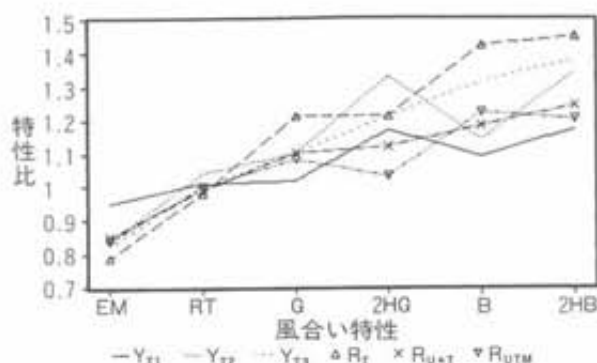


図4 糸及び篠加工織物の風合い特性

以上を総合して考えるとき、篠加工はHE低減に關して多少効果的であるが、複雑な工程をカバーできるメリットはないといえる。

3-3 糸加工織物及び反加工織物

経・緯共に加工糸を用いた場合も緯糸のみの場合と同様のHE性を示すのかどうか、また、織物で加工した場合とはそのHE性や風合い物性が異なるのかどうかについて検討した。

3-3-1 糸加工織物のHE性及び物性

表3に加工糸を経、緯に用いた織物A、Bの特性を示す。なお、織物A、Bは同一の製織、染色整理条件ではあるがその生産時期が異なるものである。

表3 糸加工(経・緯)織物の特性

試料名	A _U	A _{YT}	B _U	B _{YT}
グラフト率 %	0	10.2	0	13.4
目付 g/m ²	167	174	169	174
引張強力 タテ kg	31.4	29.0	30.2	29.4
ヨコ	25.9	27.8	26.6	25.0
引張伸度 タテ %	31.1	15.2	33.7	14.6
ヨコ	26.5	16.4	27.0	17.1
HE率 タテ %	3.6	3.2	4.1	3.9
ヨコ %	7.0	3.7	6.4	4.3
HE減少率 タテ		11.1		4.9
ヨコ		47.1		32.8

A、Bは織物を、添え字Uは未加工、YTは糸加工を表す。

引張強力については加工による変化はほとんどないが、伸度は経・緯とも大幅に低下している。

HE性については図5に示すようにHE率の大きい方向（ヨコ方向）のHEが低下し、小さかった方向（タテ方向）のHEはほとんど低下していない。

このHEの方向性追求のため、織物Bについて、生機（製織上がり）、整理（煮絨－洗

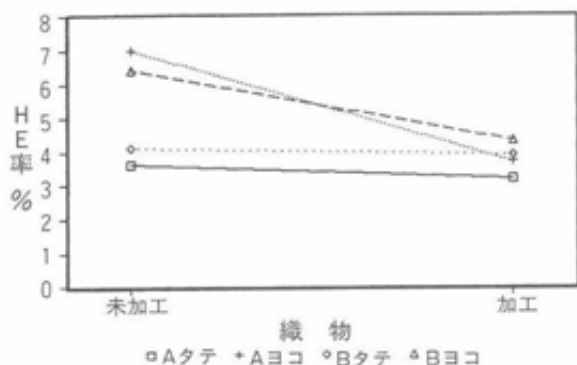


図5 糸加工織物におけるHE率

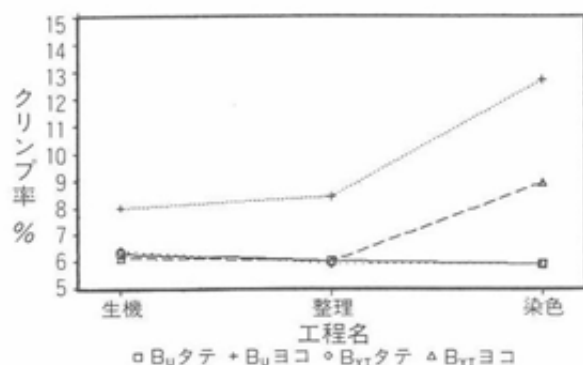


図7 工程における織物クリンプ率変化

これらのことを考え合わせると、タテ、ヨコ方向のHE減少率の差の原因の多くは染色整理工程にあるのではなく、加工糸の物性変化により織り構造が変化し、未加工の場合における高いヨコ方向のクリンプ率を低下させたためであると思われる。

未加工織物の各特性値を1とした場合の加工織物の主な風合い特性比を図9に示す。織物により多少値は異なるが傾向はほぼ同じで、緯糸加工織物とも類似しており、せん断特性よりも曲げ特性の方がより硬くな

絨－煮絨－乾燥－蒸絨上がり）、染色（染色－煮絨－乾燥－蒸絨上がり）の各工程で、図6～8に示す織物密度、クリンプ率、HE率を測定した。タテ方向の密度とクリンプ率は加工の有無に関わらず同じであるが、ヨコ方向は生機の段階で既に差が生じている。特にHEと関係の深いクリンプ率はその後の工程で更に差が広がり、図8における加工織物のヨコ方向HEの減少につながっている。

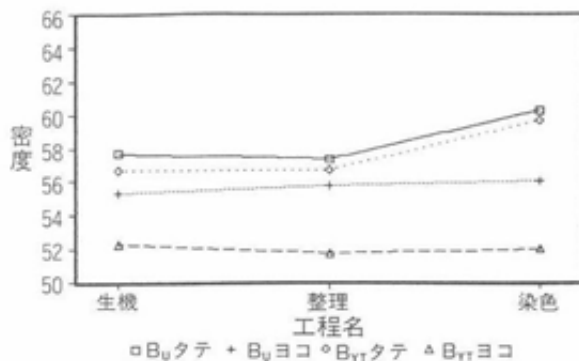


図6 織物生産工程における織物密度変化

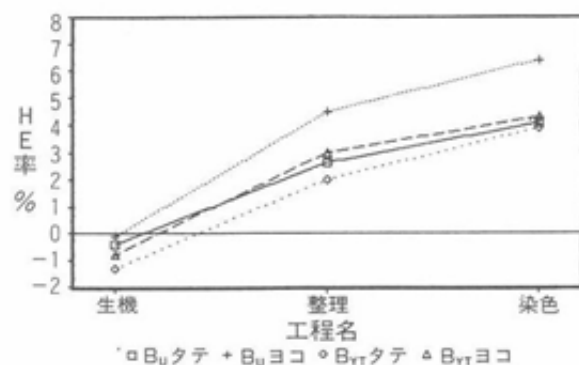


図8 工程におけるHE率の変化

っている。タテ、ヨコの関係ではHEの減少率の大きかったヨコ方向のEMが小さく、曲げ特性が大きくなった。

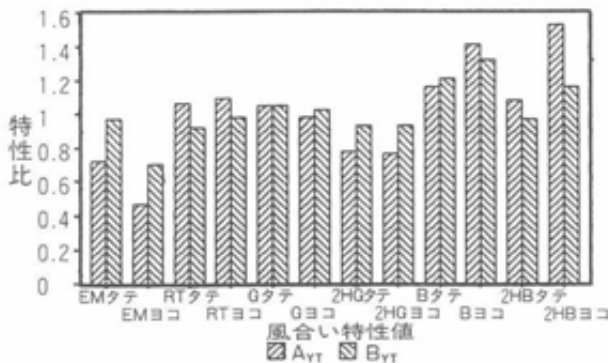


図9 糸加工織物の風合い特性

加工した場合それぞれの特性値の数値変化はかなり大きい、手触りでの感覚はそれほどでもなく差は比較的小さい。参考までに、織物Aについて同じ数値で計算した紳士春夏物と秋冬物の風合い特性値を図10と11に示す。春夏物として見た場合にはコシ、シャリ、ハリが高くなって総合風合い値を上げ、秋冬物として見た場合にはヌメリ、フクラミの減少となり総合風合い値を下げるが、わずかの差である。

3-3-2 反加工織物のHE性及び物性

織物に後加工によりアクリル酸グラフト共重合を施した結果を表4に示す。

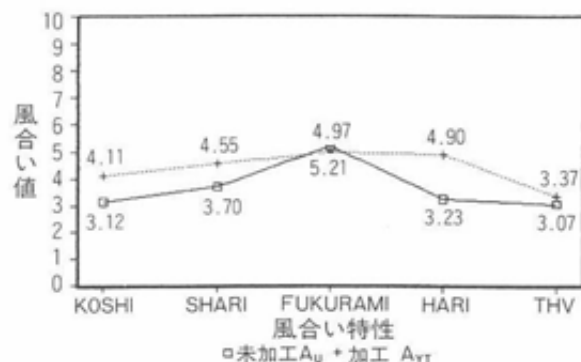


図10 風合い特性(紳士夏物)

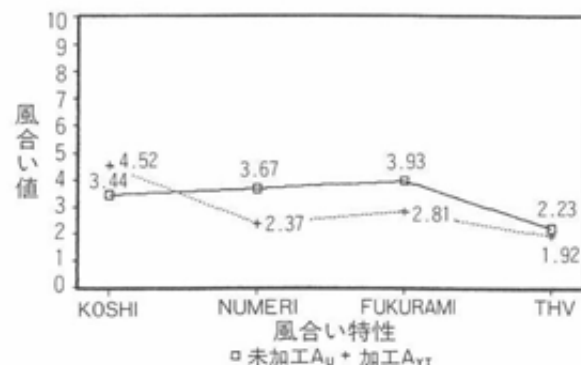


図11 風合い特性(紳士冬物)

織物目付はグラフト率に比例して増加し、密度も変化していないなど、製織、染色整理工程を経る糸加工織物とは異なりを見せている。最も大きな違いは引っ張り伸度が低下していないことで、他の織物2点についても確認テストを行ったが同様の結果を示した。糸で加工し製織する場合は糸が硬く緊張した状

態で織り込まれるのに比べ、織物で加工した場合は未加工織物の柔らかくリラックスした構造が保たれていると推測でき、これが伸度の差になって表れたものと思われる。

HE性についても、タテ、ヨコ方向どちらも減少し、その減少率も糸加工に比べ大きく、HEの低減ということでは糸加工より有効であると思われる。

表4 反加工織物の特性

試料名	C _U	C _{FT1}	C _{FT2}	C _{FT3}	C _{FT4}
グラフト率 %	3.9	3.9	7.1	10.3	14.4
目付 g/m ²	190	198	207	211	211
ヨコ方向強力 kg	21.5	22.6	22.9	22.1	22.7
伸度 %	41.2	49.4	43.5	45.9	39.2
HE率 タテ %	5.7	3.7	4.1	1.6	1.7
ヨコ %	8.0	5.8	6.0	3.6	3.3
HE減少率 タテ		35.1	28.1	71.9	70.2
ヨコ		27.5	25.0	55.0	58.8

Cは織物を、添え字FTは反加工を表す。

図12に風合い特性比を示す。特性変化にタテ、ヨコの差のないこと、せん断特性比が高くなることなどが反加工織物の特徴として挙げられる。

3-4 グラフト率とHE

アクリル酸をウールの種々の形態でグラフト共重合させ、ウール織物のHE低減について検討し、個々の織物については述べてきたところである。ここではHE性等について違いがでた前加工（糸及び篠加工）と後加工（反加工）に分類して、グラフト率とHE率について考察する。

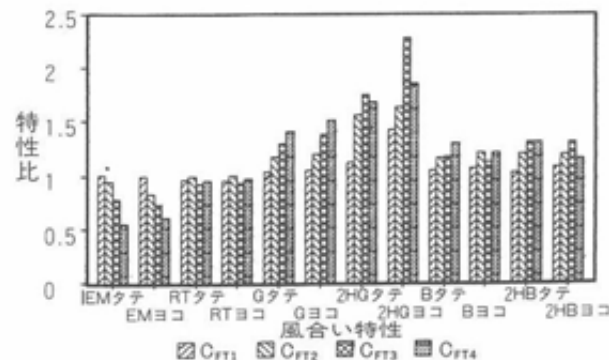


図12 後加工織物の風合い特性

なお、糸や篠加工ではヨコ方向のみのデータしかないものもあるため、考察はヨコ方向のみで行った。

図13に糸及び篠加工織物、図14に反加工織物のグラフト率に対するH E率を示す。風合いとの兼ね合いであるが、糸及び篠加工では、織物のH E率として好ましいといわれる4～5%に納めるためには、15%程度のグラフト率が必要となるが、反加工では10%程度で良いと思われる。但し、それぞれ次のような特徴を持つことに留意しなければならない。

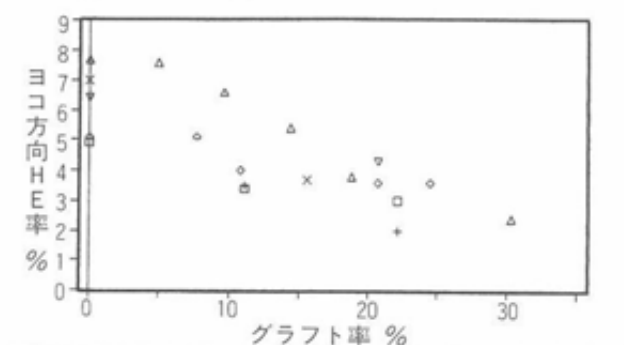


図13 糸及び篠加工でのグラフト率とH E率
(糸1及び篠1、2は同時染色整理)

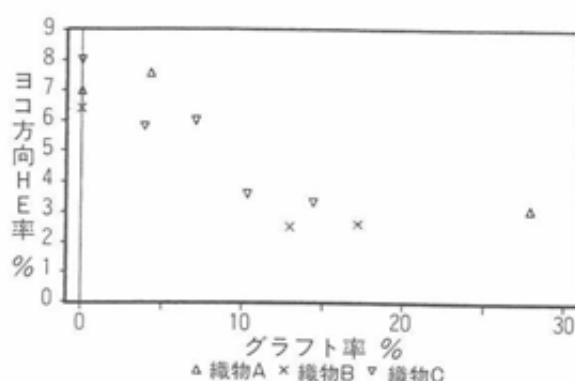


図14 反加工織物でのグラフト率とH E率

<糸及び篠加工織物>

- ・加工が容易である。
- ・H Eの高い方向のみを低減できる。
- ・曲げ特性に比べせん断特性は比較的強く押さえられる。
- ・加工により染料の染着性が悪くなる。

<反加工織物>

- ・織物の引張伸度が低下しない。
- ・高いH E低減率が期待できる。

- ・せん断特性に比べ曲げ特性が比較的強く押さえられる。

3-5 グラフト加工による染色性

グラフト率18.8%のウール糸を、酸性ミリング染料（カヤノールM）とカチオン染料（カヤクリルE D）で染色し、染色濃度を測定した。図15に染着濃度を示す。酸性のカヤノールでは、加工糸のK/Sは染料濃度に関わらず未加工糸の50%程度であった。カチオンのカヤクリルでは逆に加工糸のK/Sの方が大きい、値そのものが低く、使用には適さない。

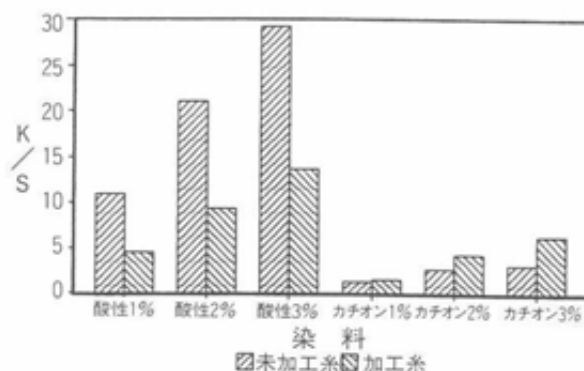


図15 グラフト共重合羊毛糸の染色性

糸加工織物の染色堅牢性については、J I S による耐光、ドライクリーニング、摩擦を調べた。酸性染料についてはいずれも問題なかったが、カチオン染料については、耐光性が1級と悪かった。

3-6 グラフト加工樹脂の堅牢性

3-1-2で述べたように、糸や篠でのグラフト加工による重量増加は目付の増加としてはほとんど現れていない。グラフト率は加工時における糸や篠の重量増加であるから、普通にはグラフト率に応じた目付けの増加が生じると考えられる。

そこで、織物重量を工程にしたがって詳細に追跡したところ、未加工織物は整理工程に

より重量は減少するが染色により増加し、トータルとして1.3%の重量増加となる。

一方、加工織物は染料の染着率の低いこともあって工程にしたがって順次減少し4.9%の重量減少となった。この減少は長時間の高温と強い作用により樹脂が溶出したことによるものと思われ、溶出量はグラフト量の約30%に当たる。この加工織物の樹脂の溶出と若干の緯密度の減少により、加工織物の目付けが未加工織物と変わらなかったものと思われる。

なお、蒸留水による20分間の煮沸では、未加工の糸で0.7%、加工した糸で2.2%の重量減少を示した。また、JISによるジメチルホルムアミドのアクリル溶解テストでは、加工した糸で2.5%減少したが、織物では減少しなかった。

4 おわりに

今回の研究はウールへのポリアクリル酸グラフト共重合によって、ハイグラルエクspansionを抑制しようと試みたものである。加工織物のHE低減は、アクリル酸が繊維内部で樹脂化することにより繊維直径が増加することにより生ずるもので、吸放湿によって生じる直径変化が制限されることや繊維の物性変化が関係するものと思われる。

研究の結果、ポリアクリル酸グラフト共重合によってHEは低減できるが、低減率の上昇に伴って繊維重量の増加、染色性の変化、風合いの劣化等を伴うため、原布のHE率に応じた適正加工率が重要であること、また、織物のHE性や風合い物性等は糸加工か、織物加工かによって異なるため目的に応じた加工が必要であることなどが明らかとなった。