

# 毛織物寸法安定化技術に関する研究

## 糸構造要因と寸法安定性の関係解析

小林久行、柴田善孝

### 要 旨

羊毛糸へのポリアクリル酸グラフト共重合によるHE抑制方法が実用に供することができるかどうかを、製品風合等も含めて検討した。

グラフト共重合はチーズ染色試験機で行い、グラフト率30%までの各段階における加工糸を得ることができた。加工糸を緯糸に用いた織物を製織、染色仕上げした後、ハイグラルエクспанション性および風合等諸物性を評価した。

毛織物の風合特性および引張強伸度等の物性を損なわずに、しかもハイグラルエクспанション性に有効なグラフト率は約10~20%であった。この範囲におけるハイグラルエクспанション低減率は約20~60%で、10%前後の大きなハイグラルエクспанション率をもつ毛織物についても、好ましいといわれる4~5%前後の値に低減することが可能である。

### 1 はじめに

毛織物の寸法変化としては、フェルト収縮、緩和収縮、ハイグラルエクспанション（以下HEと称する）の3現象があり、古くからその発生機構や防止対策が研究されてきた。

フェルト収縮については、スケールの除去や被覆という羊毛の改質による根本的な寸法安定策が実用化されている。しかし、緩和収縮およびHEについては、縫製工程内での対

応が主となっており、縫製工程での品質や生産性の大きな障害となっているばかりでなく、消費段階におけるクレーム発生の原因ともなっている。

特にHEについては、近年の薄地化、ソフト化により、従来よりHEに起因する弊害が顕在化するようになってきており、適度な低レベルのHEを有する毛織物の生産技術の開発が待たれている。

織物の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り、クリンプの大きさとセット処理条件の強さが、HEに対し最も支配的に影響を及ぼしている。

HE対策としては、直径変化を抑制する方法やセット効果を抑制する方法が効果的と考えられる。後者については、P.G.Cooksonらのアンチセット剤による報告<sup>1)</sup>をはじめ、染色仕上げ工程でのセット処理条件に関するいくつかの報告<sup>2)</sup>があり、実用化製品も市販されている。前者については、D.M.Lewisらの疎水剤による方法<sup>3)</sup>、M.A.Bairdの樹脂グラフト共重合による方法<sup>4)</sup>などが報告されているが、いずれも実験室テストである。

そこで本報告では、羊毛糸へのポリアクリル酸グラフト共重合によるHE抑制方法が実用に供することができるかどうかを、製品風合等も含めて検討したので報告する。

## 2 実験

### 2-1 試料

梳毛糸 2/60 (市販品)

### 2-2 羊毛糸へのポリアクリル酸グラフト共重合

グラフト加工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 チーズ染色試験機 (ニッセン) 運転はIN2分、OUT2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

水	12l
非イオン活性剤	0.1%

↓ 50℃に昇温

試料 (糸)	200g
--------	------

↓ 10分間

THPC	0.5%
------	------

↓ 10分間

APS	0.2~0.3%
アクリル酸	1~2%

↓ 1時間、60℃に昇温

常温水すすぎ洗い
----------

↓ 10分間

1%重曹で中和
---------

↓ 10分間

常温水すすぎ洗い
----------

↓ 10分間

終了
----

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フロー

### 2-3 毛織物へのポリアクリル酸グラフト共重合

カラーベット染色試験機 (ニッセン) を用いて、7cm×30cmの試料へグラフト共重合した。手順は糸の場合と同様であるが、アクリル酸等薬品濃度を若干変更した。

### 2-4 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。

$$\text{グラフト率}(\%) = (W_1 - W_0) \times 100 / W_0$$

$W_0$ : 重合前の糸100mの絶乾重量

$W_1$ : 重合後の糸100mの絶乾重量

なお、加工前後における糸の長さ方向の変化はないことを確認した。

### 2-5 製織

織物試料は、経糸に未加工の梳毛糸、緯糸に各種重合率の加工糸等を用いて製織した。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

使用糸 経糸 梳毛糸 2/60  
緯糸 各種グラフト糸

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 213本/10cm

### 2-6 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

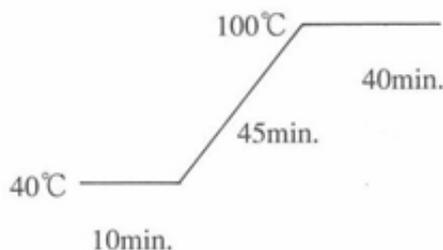
染色機 多段角ローラーコンベア式反染機

染料 Sandolan Blue E-HRLNcone

0.5%owf

助 剤	ぎ酸	4 %owf
	芒硝	10%owf
	アポランSCN 150	0.5%owf

織物強伸度	オートグラフ	AG-500A
風合特性	KES-FBシステム	
水分率	恒温恒湿機	タバイ PR-1FP



煮 絨	80°C	10min.
乾 燥	100°C	
プレス	S10-B10-V10	

### 2-7 HE率

IWS法及びアパレル簡便法により求めた。

#### IWS法HE率

$$HE(\%) = (L_1 - L_0) \times 100 / L_0$$

$L_0$ : 絶乾における寸法

$L_1$ : 浸せき後の寸法

#### アパレル簡便法HE率

$$HE_{AP}(\%) = (L_b - L_a) \times 100 / L_a$$

$L_a$ : 標準状態における寸法

$L_b$ : 浸せき後の寸法

### 2-8 HE低減率

HE低減率は次式により求めた。

$$HE低減率(\%) = (HE_0 - HE_1) \times 100 / HE_0$$

$HE_0$ : 未加工織物のHE率

$HE_1$ : グラフト織物のHE率

### 2-9 水分率

各湿度における水分率は、30cm×30cmの織物試料を30°Cの恒温恒湿機内で1時間放置後の重量から算出した。

### 2-10 糸および織物の主な物性等の測定

繊維表面写真	走査形電子顕微鏡	T330
織度	織度分布分析機	TexLAB FDA200
糸強伸度	連続糸強伸度試験機	ST2000

## 3 結果と考察

### 3-1 ポリアクリル酸グラフト共重合羊毛

チーズ染色機を用いたポリアクリル酸グラフト共重合におけるアクリル酸濃度とグラフト率の関係を図2に示す。グラフト率はアクリル酸濃度の上昇にしたがって高くなる。グラフト率をさらに高めることは可能であるが、繊維の膨潤による乾燥の困難化とともに、繊維間樹脂化や黄変も見られるようになる。

電子顕微鏡による繊維表面を写真1~4に示すが、30%グラフトした場合でも外見変化は見られなかった。また、カチオン染色後の繊維断面を観察したが、断面は均一な染色状態が見られ、グラフト加工による偏りは見られなかった。

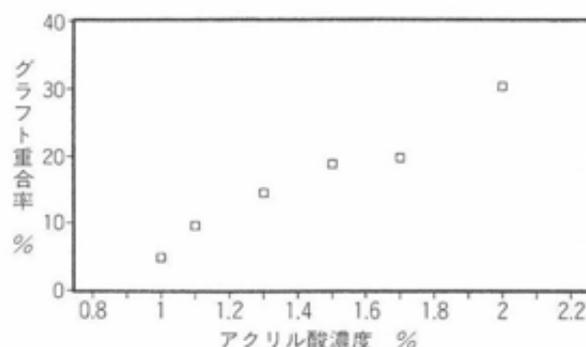


図2 アクリル酸濃度とグラフト重合率

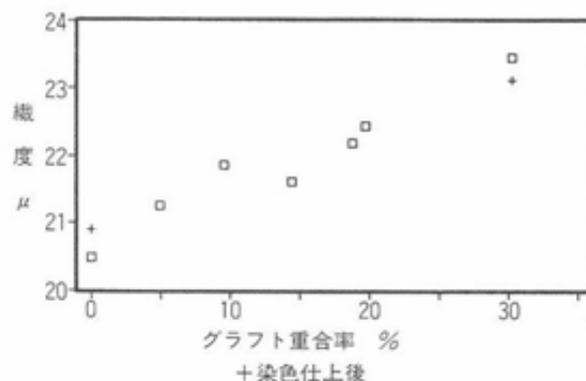


図3 グラフト重合率と織度

繊度は図3に示すようにグラフト率の増加と共に太くなり、30%グラフト繊維は未加工繊維と比べると、その繊維直径は15.5%も太くなる。なお、図中、+印は染色仕上げ後の繊維

物からほぐした繊維を測定した値である。染色仕上げによって未加工の場合はやや太くなり、グラフト繊維はやや細くなった。

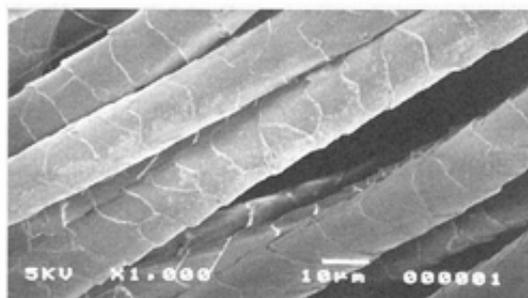


写真1 未加工羊毛

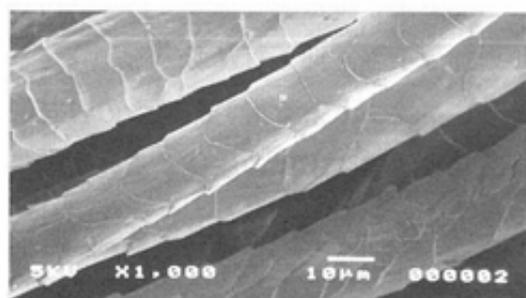


写真2 15%グラフト重合羊毛

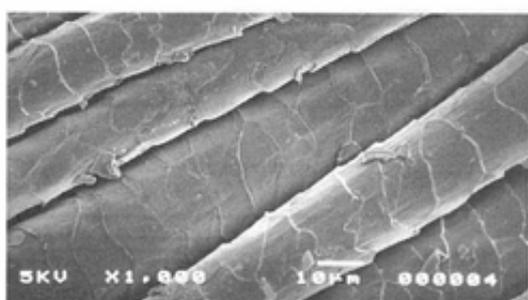


写真3 30%グラフト重合羊毛

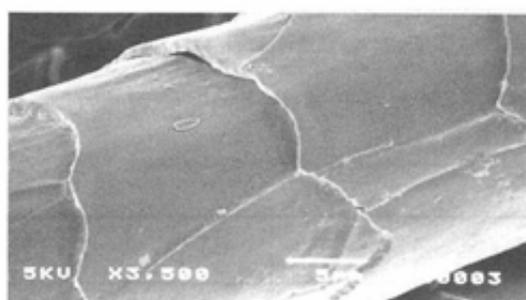


写真4 30%グラフト重合羊毛

### 3-2 グラフト糸の番手および強伸度

表1にグラフト糸の番手および強伸度を、図4に糸強伸度曲線を示す。

番手はグラフト率とともに太くなる。糸の切断強力は多少ばらついているが、糸強力自体のばらつきによるものと思われ、加工によってはほとんど変化していないと思われる。しかし、切断伸度はグラフト率が30%まで上がると極端に小さくなる。また、図4は、グ

ラフト率が大きくなると初期ヤング率が高くなることを示している。

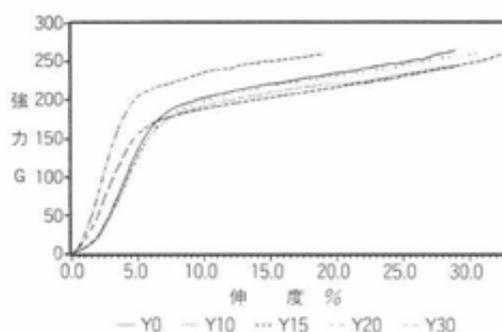


図4 糸強伸度曲線

表1 アクリル酸グラフト重合糸の諸元、物性

試料名	重合率 (%)	繊度 (μ)	標準番手	切断強力 (g)	強力CV (%)	切断伸度 (%)	伸度CV (%)
Y0	0	20.5	2/59.3	260.0	9.9	29.3	18.1
Y5	4.9	21.3	2/56.0	262.0	10.7	29.8	20.2
Y10	9.6	21.9	2/54.4	246.6	10.6	29.2	26.2
Y15	14.4	21.6	2/51.5	263.5	9.2	31.0	17.3
Y20	18.8	22.2	2/50.3	254.7	10.5	32.6	12.1
Y30	30.3	23.5	2/45.6	259.6	7.9	19.3	26.0

### 3-3 グラフト織物のHE特性

グラフト糸を用いて表2に示す織物を試作した。織物重量は、緯糸のみの加工のためグラフト率の50%程度の増加が普通であるが、経緯密度や図3の織度変化の影響で、織物重量の増加は小さく抑えられている。

緯糸にグラフト糸を用いた織物のHE低減率を図5に示す。IWS法による低減効果はグラフト率が10%程度から有効に作用し、グラフト率30%で低減率70%近くになる。風合等を考慮するとき、織物のHE率は永年の経験から4~5%前後が好ましいといわれており<sup>5)</sup>、例え10%程度の高いHE率の織物の場合でも、必要な低減率は50%強程度である。

したがって、HE抑制には20%以内のグラフト率で十分対応できると思われる。

HE低減率は、アパレル簡便法が常にIWS法より高い値を示し、グラフトによる低減効果が高湿度側で有効に作用していることを示している。

次に未加工織物にグラフト加工した場合のHE低減率を図6に、また、緯糸に加工糸と未加工糸を1:1に打込んだ織物との比較を図7に示す。糸加工と織物加工では、糸加工による方がより高い値を示した。また、緯糸に未加工糸を半分用いた場合の低減率は、特に高グラフト率において低く、HE性に対する効果は期待できないと思われる。

表2 重合織物の諸元とHE率

試料名	使用糸 (緯糸)	重合率 (%)	経密度 (本/in)	緯密度 (本/in)	目付 (g/m <sup>2</sup> )	対FO 重量(%)	緯方向HE率(%)	
							IWS	簡便法
F0	Y0	0	63.0	59.8	182.3		7.7	4.1
F5	Y5	4.9	63.0	57.0	175.4	-*	7.6	3.5
F10	Y10	9.6	62.8	56.3	181.6	-0.4	6.6	3.3
F15	Y15	14.4	62.3	57.7	181.6	-0.4	5.4	2.3
F20	Y20	18.8	62.0	57.7	181.6	-0.4	3.8	1.4
F30	Y30	30.3	60.7	55.7	190.6	4.6	2.4	0.5

\*染色仕上が同一ロットでないため除外。

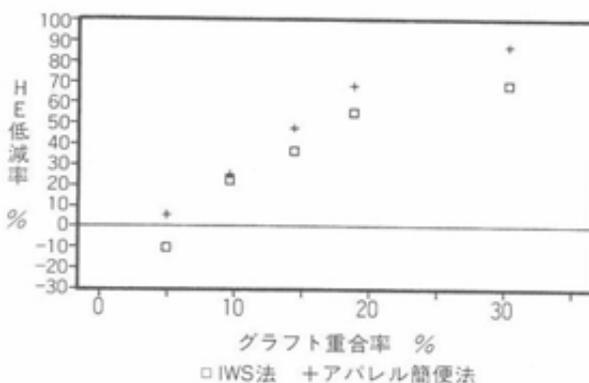


図5 グラフト重合率とHE低減率

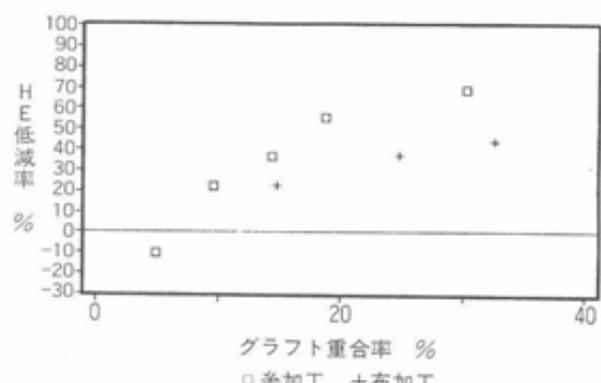


図6 加工方法とHE低減率

図8に吸湿性を図9および図10に湿度と寸法変化との関係を示す。

図8は各湿度における織物の水分率を示したものであるが、未加工織物とグラフト織物に差は見られず、少なくとも湿度30~90%ではポリアクリル酸グラフト共重合によっては

吸水性は変化しないことを示している。このことは図9によっても明かで、糸加工によるグラフト織物は関係湿度30~80%の間では未加工織物と比べて、吸湿性や寸法変化にほとんど差は見られない。したがって、図5におけるHE率の低減は、極端な吸水状態におい

て生じていると思われる。

図10の織物へのグラフト加工における寸法変化は、糸加工織物とは大きく異なり、湿度90%前後にピークをもっている。これは、織

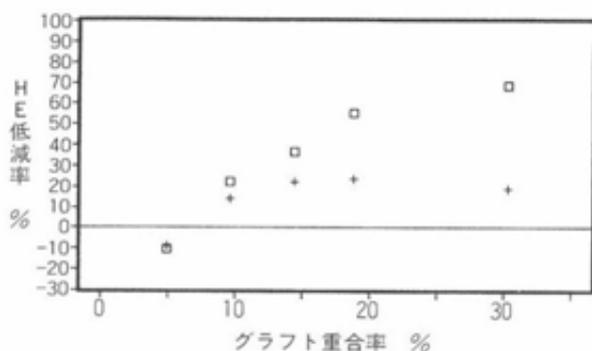


図7 緯糸配列とHE低減率

物での加工のため、糸加工による場合よりも織度増大によるジャミング効果が強く影響するためと思われる。

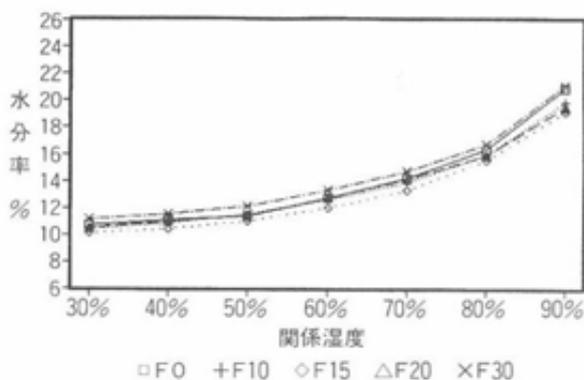


図8 関係湿度と水分率

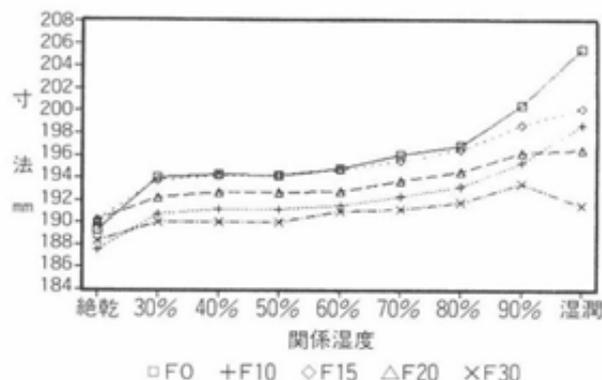


図9 関係湿度の変化による寸法変化

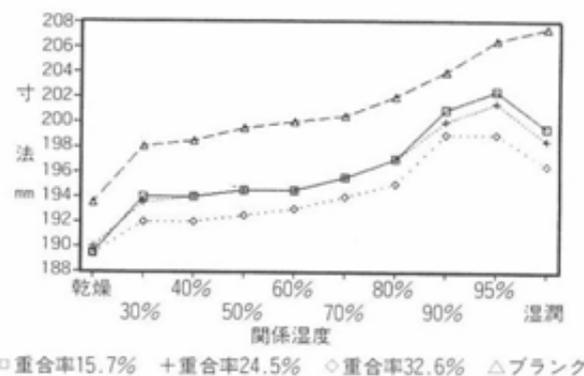


図10 関係湿度の変化による寸法変化  
織物でのアクリル酸グラフト重合

### 3-4 グラフト織物の切断強伸度

図11にグラフト織物の切断強伸度を示す。各織物とも強力にはほとんど変化はないが、伸度は糸の場合と同じく高グラフト率になると大きく低下する。(図中、F0:F20とあるのは、未加工とグラフト率20%の糸を1:1に打込んだ織物である。)

### 3-5 風合特性

図12~14に主な風合特性を示す。グラフト加工によって、引張特性の伸び (EM) と曲げ剛性 (B) が最も強く影響を受け、グラフト率30%においては風合劣化が大きい。しかし、グラフト率20%以下の織物風合変化は十分許容できる範囲にある。

図15はグラフト率20%の織物と未加工織物の主要風合特性を比較したレーダー図であるが、実用上ほとんど問題のない風合特性を持つと言える。

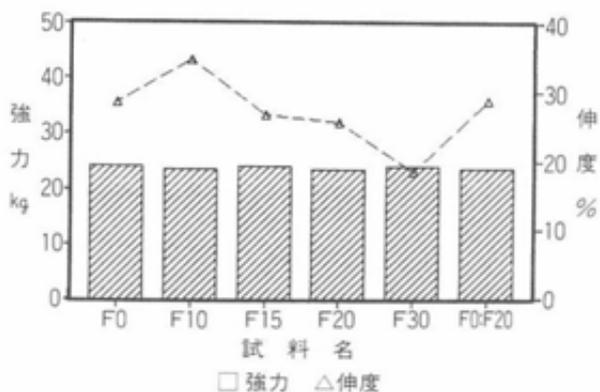


図11 織物強伸度

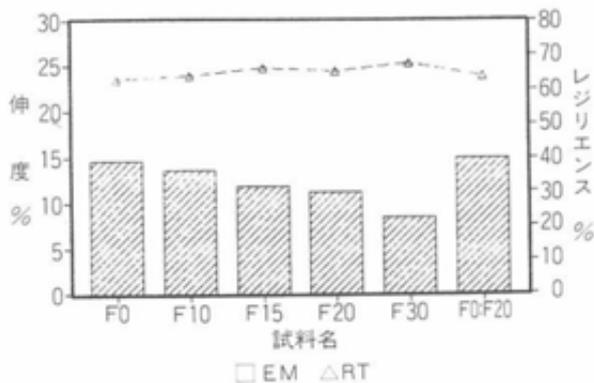


図12 織物の風合特性 (引張)

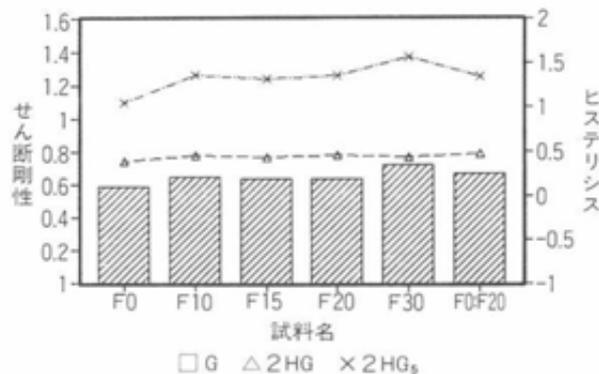


図13 織物の風合特性 (せん断)

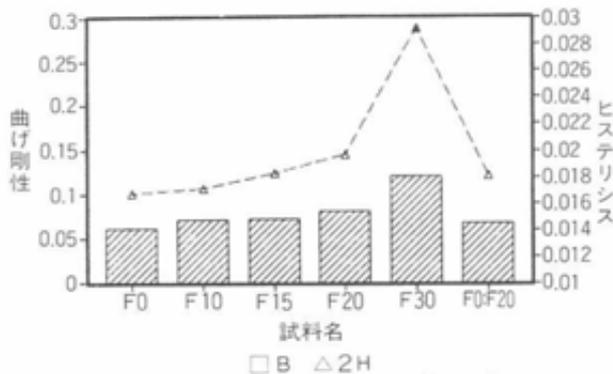


図14 織物の風合特性 (曲げ)

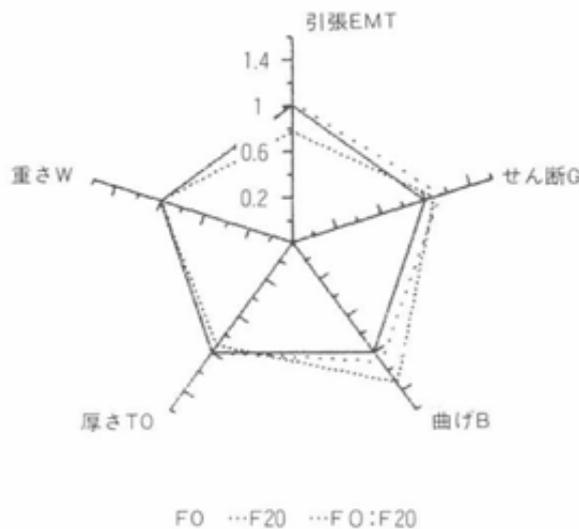


図15 織物の風合特性

#### 4 おわりに

毛織物のHE率は通常は2~10%程度であり、縫製工程や消費段階での寸法変化のみを考慮するときは当然のこと低いHE率が求められるが、永年の経験から、あまりにも低いHE率は毛織物特有の風合いを損なうため、実用的には4~5%前後のHE率が好ましいといわれている。したがって、最も大きなHE率を10%程度とすると、50~60%の低減が必要となる。

本研究により、羊毛糸へポリアクリル酸を10~20%グラフト共重合することにより、織物の風合や強伸度等の物性を大きくは損なうことなく、HE率を約20~60%低減できることが明らかとなった。

本年度は羊毛糸へのポリアクリル酸グラフト共重合処理方法および緯糸にグラフト糸を

用いた織物のHE性と風合等の物性を検討した。

次年度は、経緯グラフト糸による織物を試作し、HE性等を検討するとともに、染色性およびその他の物性についても検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) P.G.Cookson et al.: J.S.D.C., 107, 135 (1991)
- 2) 例えば  
K.J.Dodd et al.: J.S.D.C., 109, 111 (1993)  
P.R.Brady et al.: J.S.D.C., 108, 114 (1992)  
M.G.Huson: Text.R.J., 62, 9 (1992)
- 3) D.M.Lewis et al.: J.S.D.C., 99, 354 (1983)
- 4) M.Baird: 第8回国際羊毛研究会議論文集 クライストチャーチ V-390 (1990)
- 5) 改森道信: 加工技術, 28, 556 (1993)