

毛織物寸法安定化技術に関する研究

毛織物仕上工程における寸法安定化

藤田浩文、野田栄造

要旨

無水安息香酸を用い毛織物を処理することにより、毛織物を疎水化する事が可能である¹⁾。ここでは、疎水化毛織物の染色仕上工程における最適条件を研究することにより、疎水化処理剤を軽減して毛織物の寸法安定化を図った。通常、疎水加工の処理及び洗浄に有機溶媒を用いるが、水を媒体とした作業の多い染色整理加工においては実用上問題があるため、非イオン系の界面活性剤を用い無水安息香酸を水中で乳化させ、水系で疎水加工を行うことを検討した。

その結果、無水安息香酸80%o.w.fまでは処理剤の20%程度の効率で疎水加工ができた。また、染色及び釜蒸などで過度のセットを抑制することにより、疎水加工に用いる無水安息香酸の重量を半分以下で毛織物のHEを抑制できた。

1. はじめに

最近の毛織物の傾向として、ソフト化・ライトウェイト化が進み、ハイグラルエキスパンション（以下HEと略す）の高い織物の使用が増加し、これが原因となる縫製時のトラブルや消費者苦情が発生している。これらのトラブルや苦情の内容は、縫製中あるいは縫製加工後の保管時や商品の展示中および着用中等にHEによって織物が伸び、型くずれや

たるみ、パッカリングが発生することである。

この毛織物の特徴であり、欠点でもあるHEは、1960年代当初から、その現象、発生原理、織物組織や仕上工程との関係およびその防止方法等が多くの研究者や現場サイドの人により研究されてきている。

このHEとは、織物寸法がその湿度環境によって伸びたり、縮んだりする変化で、吸湿によって伸び、放湿によって縮む可逆的寸法変化である。そのHEの発生原理は、図1の様に羊毛繊維は、他の繊維に比べ水分の吸収量が著しく多く、最大で繊維重量の34%程度の水分を吸収し繊維の直径が16%膨潤して太くなると言われている²⁾。この直径の膨潤によりクリンプが伸びて（曲率半径が大きくなって）繊維の見かけの長さが増加するためにHEが発生する。これまでにHEは、①織物構造（組織、密度など）②織物に施されたセットの程度等に影響されることがわかっている³⁾。このうち②については、織物の仕上工程で特に煮絨、染色、蒸絨等の高温湿熱工程が関係し、セット条件が強いほどHEが大きくなる。

そこで前報では、無水安息香酸を用いて羊毛繊維中のリジン、アルギニン、アスパラギン、グルタミンのアミノ基末端に、疎水性が強く分子構造がかさ高なベンゼン環を付加することにより、羊毛繊維内部への水分子の浸

透と吸着及び羊毛の膨潤を抑制すると考えられる処理を行った。無水安息香酸処理による重量増加を疎水化とした⁶⁾。その結果、処理剤の濃度が大きくなるほど疎水化が進み、疎水化の程度によりHEをコントロールできることが分かった。したがって今回は、染色仕上工程における最適条件を研究することにより、疎水化処理剤を軽減して毛織物の寸法安定化を図った。図2に羊毛と無水安息香酸の反応を模式図で示した。

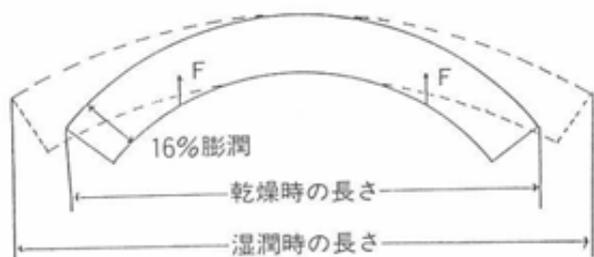


図1 毛織物のハイグラルエキスパンションの発生原理

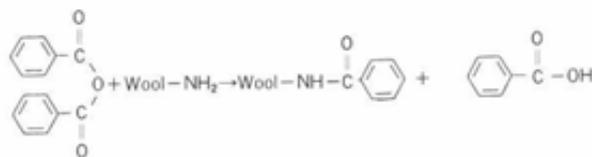


図2 無水安息香酸による疎水化の反応式

2. 実験方法

2-1 測定方法

1) HEの測定

25℃、0.1%の非イオン活性剤の水溶液中に試料を30分間浸漬した後、経・緯20cmのマーク間を測定し、これをL1とする。そして100℃、1時間乾燥機で乾燥した後、マーク間を測定し、これをL2としてHEは以下の式で表される。

$$HE = (L1 - L2) \times 100 / L1$$

2) 疎水化率の測定

疎水化率は、疎水加工前後に100℃、1時

間真空乾燥機で乾燥した時の重量増加率(%)として評価した。

3) 染色性の評価

下記の染料及び染色条件(浴比 1:50)で染色し、倉紡(株)製の測色機カラー7で、分光反射率を測定し、下記の式により最大吸収波長におけるK/S値を求めた。

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

①ミリング[®]型酸性染料による染色

カヤノールミリング [®] ブルー-GW	1% o.w.f
酢酸	0.3% o.w.f
酢酸アンモニウム	10% o.w.f

②レバリング型酸性染料による染色

サントランブルー-E-HRLN	1% o.w.f
芒硝	10% o.w.f
ぎ酸	3% o.w.f

③ハーフミリング[®]型酸性染料による染色

エリオニールブルー-LE-RF	1% o.w.f
硫酸アンモニウム	5% o.w.f

④分散染料による染色

カロンボ [®] リエステルブルー-EBL	1% o.w.f
酢酸	0.3% o.w.f
デイスハ [®] -TL	1 ml/L

⑤含金染料による染色

ネオランレット [®]	1% o.w.f
硫酸	5% o.w.f
硫酸アンモニウム	5% o.w.f

⑥反応染料による染色

ラゾールブルー	1% o.w.f
硫酸アンモニウム	4% o.w.f
酢酸	1% o.w.f
芒硝	5% o.w.f

4) セット率の測定

JIS L1060織物及び編物のプリーツ性試験方法に準拠し、プリーツ線を中心に左右20mmの長さの試験糸を山折り箇所から5本採取する。この糸を非イオン界面活性剤1

g/Lを含む25℃±2℃の水溶液に2分間浸漬した後、その糸の開角度(°)を測り、この角度をAとする。このときのセット率は、 $A/180 \times 100(\%)$ で求めた。

5) シワ回復性の測定

IWSのシワ回復試験法に準拠し、1.5cm×4cmの試料を20℃、90%RHで24時間コンディショニングした後に、20℃、65%RHで800gの荷重でシワつけを行った。除重後、同一環境で30分間放置後、経緯方向

に対し5個の試料の開角度(°)を測定した。

6) 風合測定

カトーテック社製KES-FBシステムを使用して各特性値及び風合値を測定した。

2-2 試料

試験には表1の2種類のギャバジンと平織の毛織物を用いた。試料A、B、Cの使用糸番手はいずれも2/60Nmで、目付はAが260g/m²、Bが136g/m²、Cが181g/m²である。

表1 試料の規格

	素 材	組 織	番 手		密度(本/10cm)		目付け(g/m ²)
			経	緯	経	緯	
A	ウール100%	綾織(ギャバジン)	2/60	2/60	421	251	260
B	ウール100%	平織	2/60	2/60	142	213	136
C	ウール100%	綾織(ギャバジン)	2/60	2/60	283	165	181

3. 結果及び考察

3-1 疎水加工方法の検討

(ア) 無水安息香酸を水中で乳化させ羊毛を疎水化処理する方法

前回の研究では処理及び洗浄に有機溶媒(エタノールやプロピルアルコール)を用いたが、水系処理の多い染色仕上加工では実用上問題があった。そこで、非イオン系の界面活性剤(ホリオキシエチレンニルフェニルエーテル エチレオ

キト付加モル数8)を用い、無水安息香酸を水中で乳化させて疎水加工を行った。実験には、表1のA試料を用いた。その結果、表2及び図3より、1%濃度の界面活性剤を用いて乳化させ、80℃で1時間処理することにより、処理剤の20%程度の効率で疎水化でき、処理剤の濃度と疎水加工による重量増加率とは相関が高く、処理剤濃度が80%o.w.fまでは処理剤濃度が高くなるにつれて重量増加率

表2 無水安息香酸を水中で乳化させたときの疎水加工によるハイグラルエキスパンションの減少

	処理剤濃度(%o.w.f.)	重量増加率(%)	ハイグラルエキスパンション(%)		ハイグラルエキスパンションの減少率(%)		疎水化効率(%)
			経	緯	経	緯	
1	未処理	—	9.9	5.0	—	—	—
2	20	3.3	7.3	4.4	26.3	12.0	16.5
3	40	8.1	6.6	3.7	33.3	26.0	20.2
4	60	13.1	6.2	3.4	37.4	32.0	21.8
5	80	15.9	4.9	3.1	50.5	38.0	19.8

疎水化処理条件: 1%濃度の非イオン系界面活性剤、温度80℃、時間1時間

が単調に増加することが分かった。また図4より重量増加率が大きくなるにつれHEが減少

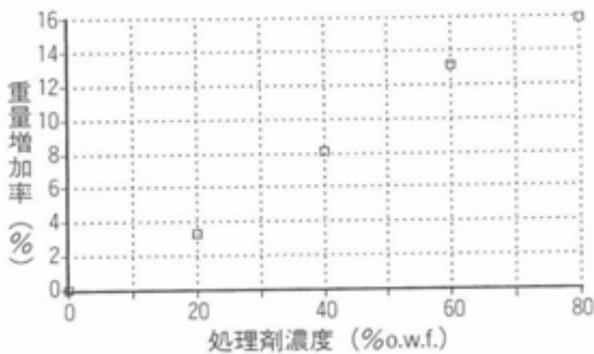


図3 無水安息香酸を水中で乳化させ疎水化したときの処理剤濃度と重量増加率

少し、16%重量増加でHEは半分程度に減少した。

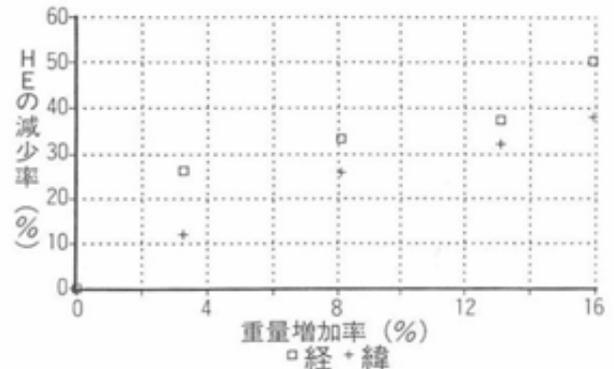


図4 無水安息香酸を水中で乳化させ疎水化したときの重量増加率とハイグルルエキスパンションの減少率(%)

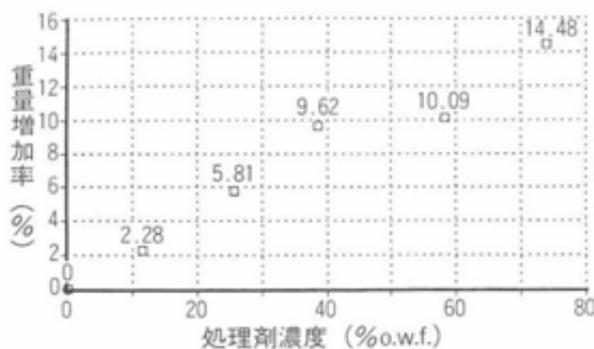


図5 パッド法により疎水化したときの処理剤濃度と重量増加率

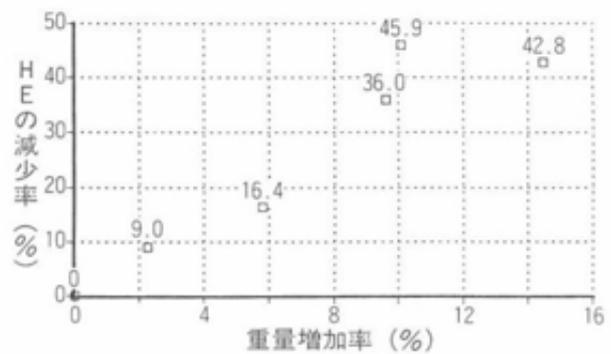


図6 パッド法により疎水化したときの重量増加率とハイグルルエキスパンションの減少率(%)

(イ) 疎水化をパッド法で行う方法

疎水化をパッド法で行うことを検討した。表1のAの試料を用い、無水安息香酸をエタノールで溶解した処理液を毛織物に含浸させ、真空蒸気セットで湿熱処理を行った。その結果、図5より100℃、30分処理することにより、パッド法においても処理剤の20%程度の効率で疎水化できた。処理剤の濃度と疎水加工による重量増加率とは相関が高く、処理剤濃度が高くなるにつれて重量増加率が単調に増加することがわかった。また、図6より重量増加率が大きくなるにつれHEが減少することが分かった。

(ウ) 疎水加工時の疎水化率へのpHの影響

表1のAの試料を用い、酸(塩酸や硫酸)

やアルカリの添加による疎水加工の効率化を検討した。その結果、同一条件で処理したとき酸性側(pH 3.7)で処理した方がアルカリ側(pH 11.4)より3割程度重量増加が大きく、疎水加工の効率が良いことが分かった。

3-2 疎水加工織物の染色性試験

表1のAの試料を用いて疎水加工を行った後、ミーリング型酸性染料、レベリング型酸性染料及び分散染料で染色し、その毛織物のK/S値で染色性を評価した。その結果、表3及び図7より未処理と比べ疎水加工織物を染色したときのK/Sは、ミーリング型酸性染料では70%程度減少し、レベリング型酸性染料では19%程度減少した。また、分散染料

では逆に130%増加した。疎水化が進むほど分散染料ではK/Sが大きくなることから濃く染まり、ミーリング型酸性染料では逆にK/Sがかなり小さくなり、レベリング型酸性染料では、ミーリング型酸性染料と比べK/Sの減少が少なく、染色性はあまり変わらなかった。疎水加工により染色性が大きく異なったのは、図2のように疎水性が強く分子構造がかさ高なベンゼン環が、羊毛のアミノ基(-NH₂)の末端に付加することにより、分散染料で染まり易くなったことと、染料の分子の大きさ、イオン性及び親水性(疎水性)の差などにより染色性が異なったと思われる。疎水加工により染色性が大きく異なり、加工のムラによる染色ムラが発生する可能性があるため、疎水加工は、染色後に行った方がよいと思われる。

3-3 染色した織物の疎水加工試験

表1のAの試料を用い、レベリング型酸性染料と反応染料で染色した後に、疎水加工したときの重量増加率とHEの減少について表4及び図8に示した。この結果、未染色の織物を疎水加工した時と比べ、染色した後で疎水加工した時の重量増加率はどちらの染料についても2~3割減少し、HEの減少率も3~4割減少した。

表3 疎水加工毛織物の染色性

	K/S	減少率(%)
未処理・酸性染料(ミーリング) ¹⁾	18.54	——
処 理・酸性染料(ミーリング) ¹⁾	5.47	70.5
未処理・酸性染料(レベリング) ²⁾	22.39	——
処 理・酸性染料(レベリング) ²⁾	18.13	19.0
未処理・分散染料 ³⁾	5.15	——
処 理・分散染料 ³⁾	11.83	-130.0

疎水化処理条件：処理濃度 160%o.w.f.、重量増加率 18.3%
 1)染色条件：Kayanol Milling Blue GW 1%o.w.f.、酢酸 0.3%o.w.f.、酢酸アンモニウム 10%o.w.f.
 2)染色条件：Sandolan Blue E-HRLN 1%o.w.f.、芒硝 10%o.w.f.、ギ酸 3%o.w.f.
 3)染色条件：Kayalon Polyester Blue EBL 1%o.w.f.、酢酸 0.3%o.w.f.、ディスパー-TL 1ml/L

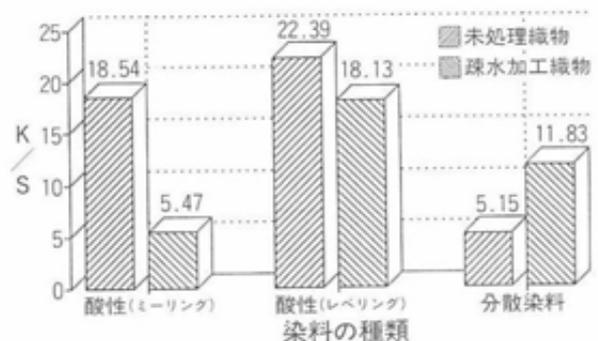


図7 各種染料で染色したときの未処理織物と疎水加工織物の染色性(K/S)

表4 染色毛織物の疎水加工によるハイグラルエキスパンションの減少

	重量増加率(%)	ハイグラルエキスパンション(%)		ハイグラルエキスパンションの減少率(%)	
		経	緯	経	緯
未染色未処理	——	9.6	4.7	——	——
未染色処理	10.8	5.9	2.8	38.2	39.9
酸性 ¹⁾ 処理	7.38	7.0	3.6	27.0	22.1
反応 ²⁾ 処理	7.75	7.5	3.7	21.7	20.0

疎水化処理条件：処理濃度 60%o.w.f.、温度 80℃、時間 1時間
 1)染色条件：Sandolan Blue E-HRLN 1%o.w.f.、芒硝 10%o.w.f.、ギ酸 3%o.w.f.
 2)染色条件：Lanasol Blue 3G 1%o.w.f.、硫酸アンモニウム 4%o.w.f.、酢酸 1%o.w.f.、芒硝 5%o.w.f.

3-4 疎水加工織物の染色・仕上条件と寸法変化

羊毛のセットは、繊維を構成するケラチンタンパク質中のジサルファイド基（-S-S-）が還元作用によって開裂して2個のチオール基（-SH）が一次的に生じ、このチオール基が別のチオール基として立体構造的に安定化するものである。これにより、織物の形態が安定化し、シワがつき難くなる。しかしセットが強いとHEが大きくなる。これまでに仕上げ工程におけるHEの防止方法が研究されており、次の4点が挙げられている⁹⁾。

- ① 低温染色、pH管理、アンチセット剤の応用等で反染めにおけるセットをコントロールする。
- ② 糸クリンプ率の大きい方向を伸長して再セットする。
- ③ 反染め後、軽く縮絨する。
- ④ 界面活性剤による処理で、羊毛繊維の直

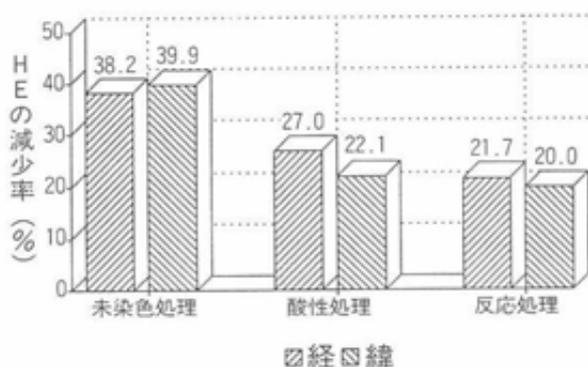


図8 染色毛織物の疎水加工によるハイグラルエキスパンションの減少率(%)

径を増加させ、糸同士の拘束力を大きくする。

(ア) 煮絨条件とHE及びセット率

表1の試料Cを用い、煮絨の温度（80～100℃）及び張力（50、100g/cm）を変えて、HEとセット率を測定した。その結果、表5より煮絨温度が80℃から100℃に上がるにつれHEが10%程度大きくなり、セット率は60%から80%に向上する。また同一温度で張力が大きくなるとHEは小さくなり、セット率が向上する。

(イ) 染色条件とHE

表1の試料Aを用い、染料及びそれに対応して染浴のpHを変えて、HEを測定した。その結果、表6および図9よりBlank染色（pH7.5）と比べ、含金染料（pH2）やレベリング型酸性染料（pH2.9）で染色するとHEが半分以下に減少した。

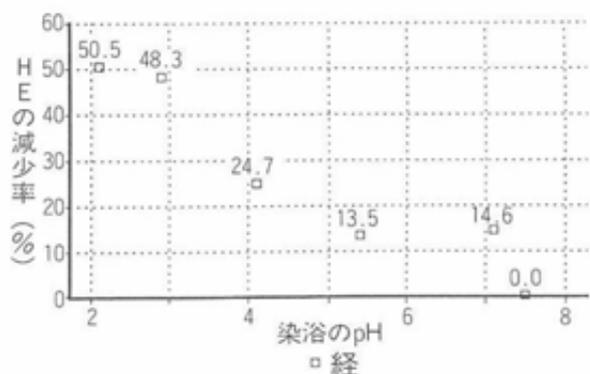


図9 染色条件とハイグラルエキスパンションの減少率(%)

表5 煮絨条件とハイグラルエキスパンション及びセット率との関係

	煮絨温度(℃)	張力(g/cm)	ハイグラルエキスパンション(%)		緩和収縮(%)		セット率(%)
			経	緯	経	緯	
1	80	50	7.20	5.32	1.17	-0.15	59.4
2	90	50	7.25	5.58	1.13	-0.05	73.3
3	100	50	7.81	6.24	1.09	0.15	79.4
4	100	100	7.36	6.17	1.46	0.15	82.2

煮絨条件：煮絨時間30分、煮絨後水で急冷

表6 染色条件とハイグラルエキスパンション

染料	pH	ハイグラルエキスパンション(%)		ハイグラルエキスパンションの減少率(%)	
		経	緯	経	緯
Blank	7.5	8.9	2.0	—	—
合金染料 ¹⁾	2.1	4.4	0.5	50.5	75.0
酸性(レベリング) ²⁾	2.9	4.6	1.1	48.3	45.0
反応染料 ³⁾	4.1	6.7	1.5	24.7	25.0
酸性(ミーリング) ⁴⁾	5.4	7.7	1.9	13.5	5.0
酸性(ハーフミーリング) ⁵⁾	7.1	7.6	2.1	14.6	— 5.0

1)染色条件: Neolan Red 1%o.w.f.、硫酸 5%o.w.f.、硫酸アンモニウム 5%o.w.f.

2)染色条件: Sandolan Blue E-HRLN 1%o.w.f.、芒硝 10%o.w.f.、キ酸 3%o.w.f.

3)染色条件: Lanazol Blue 1%o.w.f.、硫酸アンモニウム 4%o.w.f.、酢酸 1%o.w.f.、芒硝 5%o.w.f.

4)染色条件: Kayanol Milling Blue GW 1%o.w.f.、酢酸 1%o.w.f.、酢酸アンモニウム 5%o.w.f.

5)染色条件: Erionyl Blue LE-RF 1%o.w.f.、硫酸アンモニウム 2%o.w.f.

(ウ) 染浴へのアンチセット剤によるHE抑制効果

表1の試料Aを用い、アンチセット剤として臭素酸カリウム ($KBrO_3$) と過酸化水素 (H_2O_2) を染浴中にそれぞれ0.5 g/L及び1 g/L添加し、pHを変えて染色した。その結果、図10よりpH 2.9では、臭素酸カリウムの方が過酸化水素よりHEの抑制効果が大きく、未添加と比べ35%程度減少し、添加量については0.5 g/Lの方が効果があった。逆にpH 6.9では、過酸化水素の方が臭素酸カリウムよりHEの抑制効果が大きく、未添加と比べ40%程度減少することがわかった。

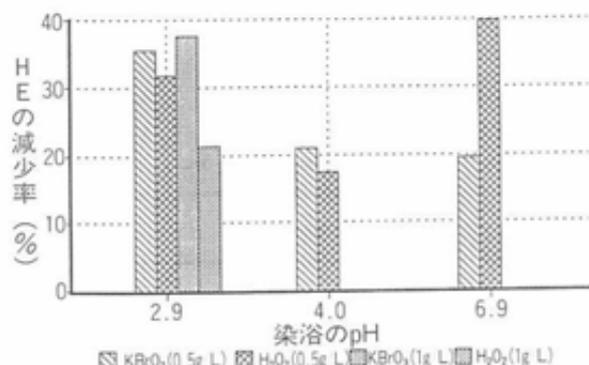


図10 染浴へのアンチセット剤添加によるハイグラルエキスパンション抑制

(エ) 釜蒸条件とHE及びセット率

表1のBの試料を用い、釜蒸の温度 (90~130℃)、時間 (2~10分)、張力 (10~100

g/cm) を変えてHEとセット率を測定した。その結果、HEとセット率は時間や張力にはあまり影響されず、図11より釜蒸し温度が高くなると増加する傾向があり、温度が90℃から130℃になるとHEは35%程度増加する。また、図12よりセット率も釜蒸温度が高くなると単調に増加し、温度が90℃から130℃になるとセット率が約2倍になる。

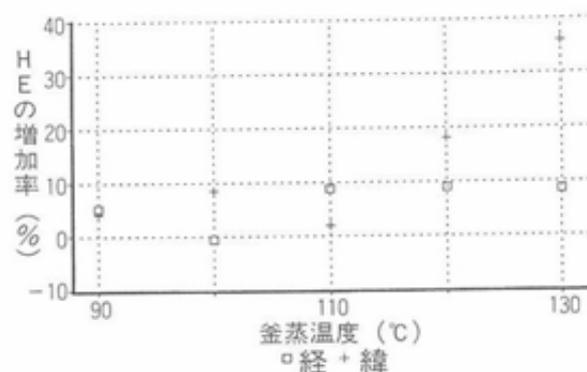


図11 釜蒸温度とハイグラルエキスパンション (釜蒸時間5分、張力50g/cm)

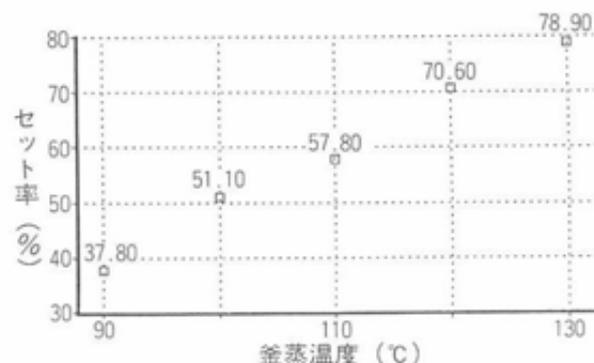


図12 釜蒸温度とセット率 (釜蒸時間5分、張力50g/cm)

3-5 疎水加工織物の染色・仕上条件の最適化

以上の結果より、HEを抑制する染色条件としては、染浴のpHは2~3の低pH域が良く、アンチセット剤として低pH域では、臭素酸カリウムを0.5g/L添加する方法がHEの抑制に効果がある。また、HEを抑制する仕上条件としては、釜蒸しの温度は、必

要なセット率が得られる範囲でできる限り低い温度で行う方がよいと思われる。そこで最適な染色・仕上げ条件で疎水加工を併用した結果、表7より、昨年度の研究で用いた無水安息香酸の重量(100~80%o.w.f)と比べ半分以下の重量(40%o.w.f)で毛織物のHEを半分程度に抑制できることが分かった。

表7 アンチセット処理及び疎水加工によるハイグラルエキスパンションの減少

	染色条件 ¹⁾	疎水加工 ²⁾ の処理剤濃度(%o.w.f.)	釜蒸 ³⁾ の張力(g/cm)	ハイグラルエキスパンション(%)		ハイグラルエキスパンションの減少率(%)		緩和収縮(%) 経	セット率(%)
				経	緯	経	緯		
1	アンチセット剤なし	なし	50	6.3	3.8	—	—	3.52	43.3
2	アンチセット剤なし	40	50	5.7	3.4	9.5	10.5	3.18	48.9
3	アンチセット剤あり	なし	50	4.0	3.0	36.5	26.7	2.64	32.2
4	アンチセット剤あり	40	50	3.6	3.0	42.9	26.7	1.12	57.8
5	アンチセット剤あり	40	100	3.7	3.0	41.3	26.7	1.54	57.2
6	アンチセット剤あり	40	蒸絨仕上 ⁴⁾	3.3	3.2	47.6	15.8	-0.35	25.6

- 1) 染色条件: pH2.9、Sandlan Blue E-HRLN 1%o.w.f.、芒硝 10%o.w.f.、ギ酸 3%o.w.f.
アンチセット条件: KBrO₃ 0.5g/L
2) 疎水化処理条件: 1%濃度の非イオン系界面活性剤、温度 80℃、時間1時間
3) 釜蒸条件: 110℃、5分
4) 蒸絨条件: 100℃、30秒

3-6 疎水加工織物のシワ回復性

疎水加工毛織物のシワ回復性について検討するため、IWSのシワ回復試験を行った結果を表8に示す。この試験方法のシワ回復性の基準として、ポリエステル混率が30~40%の毛織物の開角度が90°程度なので、未処理の開角度(約50°)と比べて、疎水加工を行うことにより開角度が85°になりシワ回

復性がかなり向上した。

4. まとめ

ア. 前回の研究では処理及び洗浄に有機溶媒を用いて行ったが実用上問題がある。そこで非イオン系の界面活性剤を用い無水安息香酸を水中で乳化させることにより、水系で疎水加工を行うことができ、80%o.w.fまでは処理剤の20%程度の効率で疎水加工ができた。また、パッド法で行っても処理剤の20%程度の効率で疎水化できることが分かった。

イ. 疎水加工により酸性染料で染まり難く、分散染料で染まり易くなった。

ウ. 煮絨・釜蒸や染色条件とHEやセット率の関係を試験した。また、染浴へアンチセット剤を添加することによりHEを抑制するこ

表8 疎水加工織物のシワ回復性

	処理剤濃度(%o.w.f.)	重量増加率(%)	開角度(°)		しわ回復率(%)	
			経	緯	経	緯
1	未処理	—	47	50	26.1	27.8
2	80	15.9	84	85	46.7	47.2

- シワ回復性試験 (IWS試験法)
①90%RHで24時間コンディショニング
②20℃、65%RHで荷重800g、90分しわ付け
③除重して30分放置後、開角度を測定

とができた。

エ. 染色及び釜蒸などで過度のセットを抑制することにより、疎水加工で用いる無水安息香酸の重量が半分以下で毛織物のHEを抑制できた。また、疎水加工によりシワ回復性が大きく向上することが分かったが、ポリエステル/毛40/60織物の持つシワ回復性レベル⁹⁾には達しなかった。

参考文献

- 1) K.Baird;Text.Res.J.,33,937 (1963)
- 2) P.G.Cookson;Text.Res.J.,60,579, (1990)
- 3) D.M.Lewis;J.S.D.C.,99,354, (1983)
- 4) A.G.DeBoos et al;Text.Res.J.,61,247 (1991)
- 5) 堀満夫;Sen-i Gakkaishi,50,P559 (1994)
- 6) 藤田浩文;テキスタイル&ファッション誌,4, 16~23, (1995)