

絹が持つ機能に関する調査Ⅱ

小 松 亮 介*

絹織物が持つ機能を調査するために、絹・綿・ポリエステルを原材料とした織物試料を作製し、各種機能性を評価した。その結果、絹織物は他の織物と比較して吸放湿性が高く、さらに接触冷感性、消臭性、紫外線遮蔽性といった機能も有していることを示すことができた。

1 はじめに

和装用絹織物を主に製造する丹後織物産地でも、近年は、絹が持つ機能を活かした高付加価値の製品の開発や販路開拓が進みつつある。その際絹製品には、吸放湿性や保温性に優れるイメージや、擦れや寸法変化に劣るというイメージが先行しているが、客観的データを示せていないことが多い。

そのため、前報「絹が持つ機能に関する調査Ⅰ」では、絹のメリット又はデメリットとしてイメージされる 10 項目の物性について、その特徴や評価方法を調査してまとめた。しかし、この調査では、試験対象となっている試料の形態が様々であり、一元的に絹が持つ機能を他素材と比較することが困難であった。そこで本研究では、織物の緻密度(布地の面積に対して糸が占める割合)を示すカバーファクターを可能な限り揃えた試料を作製し、絹織物の優位性を考察した。

2 試験方法

2.1 試料の作製

絹、綿、ポリエステルを原材料とし、たてカバーファクター(以下、たて CF とする)及びよこカバーファクタ

ー(以下、よこ CF とする)を可能な限り揃えた試料 4 種類の試料を作製した。絹はよこ糸に強撚糸を用い、パレス及び本三越ちりめんの 2 種類を作製し、製織後の生地は精練加工を実施した。綿、ポリエステルは強撚糸を用いずに、そのまま使用した。各試料の織物設計において、たて糸本数(2140 本)、箆密度(95 羽/寸(鯨)、引き込み本数(2 本)及び織物組織(平織)は共通とした。その他の設計は表 1 のとおり。また、たて CF 及びよこ CF は式(1)、(2)より算出した。

たてCF = 0.00919 × √D × n (1)

D:たて糸見かけ繊度(デニール)

n:たて糸密度(本/鯨寸)

よこCF = 0.0575 × √D' × n' (2)

D':よこ糸見かけ繊度(デニール)

n':よこ糸密度(本/曲 2 分)

2.2 物性試験

吸放湿性、通気性、保温性、接触冷感性、紫外線遮蔽性、消臭性、各力学特性について以下の条件で測定した。

表 1 織物設計

No. 試料名	経糸	緯糸	打込み	たて糸繊度		よこ糸繊度	
			(本/2分(曲))	(D)	(D)	たてCF	よこCF
1 パレス	27中×4本(平)	27中×4本(強撚S、Z)	17	81	81	15.715	8.798
2 本三越ちりめん	27中×4本(平)	26中×7本(強撚S、Z) 21中×10本 諸	11	81	191	15.715	8.741
3 綿織物	100S/2	30S/1	11	106	177	17.977	8.415
4 ポリエステル織物	88D×1本(単)	88D×2本(片)	11	88	176	16.380	8.391

※生糸は精練後の繊度

* 技術支援課 副主査

2. 2. 1 吸放湿性試験

衣服内を想定した環境(30℃90%RH)及び衣服外を想定した環境(20℃65%RH)での試料の水分率の差(ΔMR)を式(3)により求めた。

$$\Delta MR(\%) = (30^\circ\text{C}90\%RH \text{の試料の水分率}) - (20^\circ\text{C}65\%RH \text{の試料の水分率}) \quad (3)$$

2. 2. 2 保温性試験

JIS L 1096 保温性 A 法(恒温法)に準拠した試験を実施し、保温率(%)を求めた。

2. 2. 3 通気性試験

KES-F8 通気性試験機を用い、通気抵抗 $R(\text{kPa}\cdot\text{s/m})$ を測定した。

2. 2. 4 接触冷感性試験

JIS L 1927 接触冷感性評価方法に準拠した試験を実施し、最大熱流束 $q_{\max}(\text{W}/\text{cm}^2)$ を求めた。

2. 2. 5 紫外線遮蔽性試験

JIS L 1925 紫外線遮蔽評価方法に準用(バンドパスフィルタの取付はなし)した試験を実施し、紫外線遮蔽率(%)を求めた。

2. 2. 6 消臭性試験

SEK マーク繊維製品認証基準に基づく方法(検知管法)を用い、アンモニアの臭気減少率(%)を求めた。

2. 2. 7 風合い試験(力学特性)

風合い自動計測システム(KES-FB1、FB2、FB3、FB4)を用い、各試料の引張・せん断・曲げ・圧縮・表面特性を求めた。

3 試験結果と考察

3. 1 試料作製

試料作製の結果は表 2 のとおり。なお繊維体積率 $V_f(\%)$ は式(4)より求めた。

$$V_f(\%) = (W/L) \times 100/d \quad (4)$$

ここでは、 d :繊維の比重(g/cm^3)を、絹:1.34 綿:1.55

ポリエステル:1.38 とした¹⁾。

表 2 試料

No. 試料名	W:重量 (g/cm ²)	L:厚さ (cm)	繊維体積率 $V_f(\%)$
1 パレス	0.0085	0.024	26.4
2 本三越ちりめん	0.0091	0.040	17.0
3 綿織物	0.0104	0.058	11.6
4 ポリエステル織物	0.0088	0.051	12.5

3. 2. 1 吸放湿性

吸放湿性試験の結果を図 1 に示す。絹織物のパレス及び本三越ちりめんは、綿織物及びポリエステル織物より ΔMR が高かった。またパレスと本三越ちりめんに差は見られなかった。前報の調査結果のとおり、絹素材(フィブロイン)の高い吸放湿性があることを示すことができた。

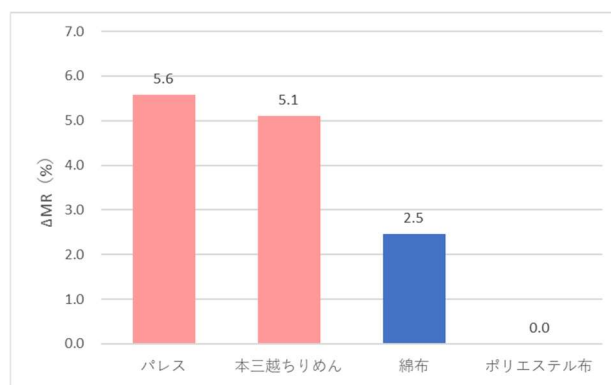


図 1 吸放湿性

3. 2. 2 保温性

保温性試験の結果を図 2 に示す。パレス及び本三越ちりめんは、綿織物及びポリエステル織物と比較すると保温率(%)は低い結果となった。保温性は布が持つ熱伝導率が大きく寄与しており、布の熱伝導率は繊維体積率 $V_f(\%)$ が増加するにつれて増加する¹⁾。つまり繊維体積率が増加するにつれて保温率は下がることが言える。各試料の繊維体積率は表 2 のとおりであり、本試験でも図 3 に示したとおり、保温率と繊維体積率の相関を示すことができた。したがって、同重量であれば厚さがある(かさ高い)織物設計を考慮することで、保温性が高い織物の製造する

ことが可能となる。

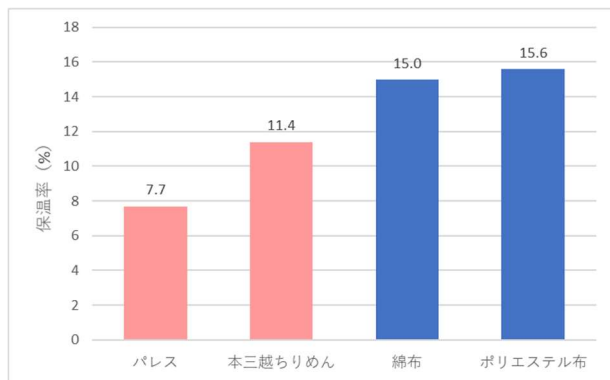


図 2 保温性

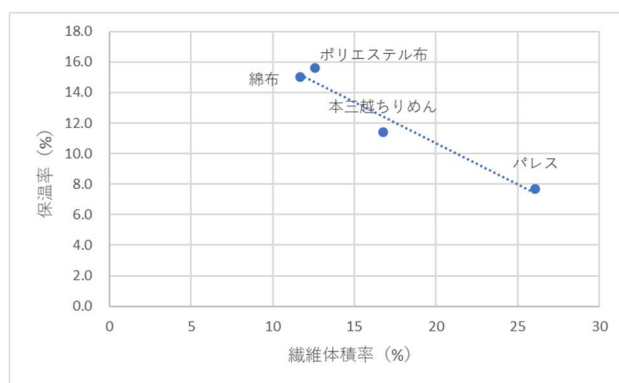


図 3 保温率と繊維体積率の関係

3. 2. 3 通気性

通気性試験の結果を図 4 に示す。通気抵抗 R の値が低い程、通気性が高いことを示す。通気性の高さは、本三越ちりめん、パレス、綿織物、ポリエステル織物の順となった。通気性の予測には繊維の形態、糸の構造、布の幾何学的構造を考慮する必要があるとしている²⁾。本三越ちりめん、パレスの通気性が高い結果となったのは、精練加工時にセリシンが脱落し、織物中に空隙が生じたことが原因と考えられる。

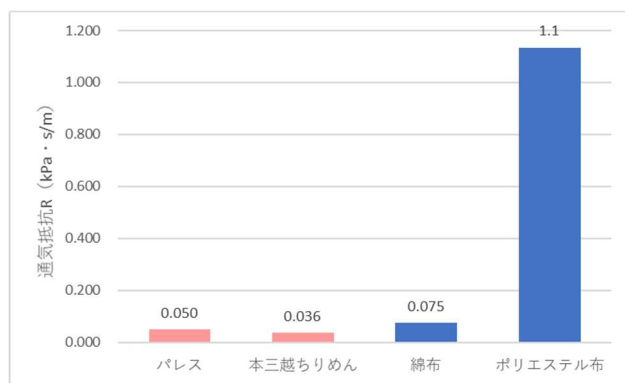


図 4 通気性

本三越ちりめんは太いよこ糸を用い大きなしぼが発現したため、糸間の空隙がより広がったため、通気抵抗が低くなったことが予測できる。

3. 2. 4 接触冷感性

接触冷感性試験の結果を図 5 に示す。JIS L 1927 によると、 $\Delta T=10$ °C のときの最大熱流束 (q_{max}) の値が 0.100 W/cm^2 以上である素材は、接触冷感性の機能を有しているとある。したがってパレスは接触冷感性がある素材であると言える。一方、本三越ちりめんについては全試料の中で最も低い結果となり、同じ絹素材でも異なる結果となった。前報では、接触冷感性は素材の熱伝導率、表面特性、接触面積が影響すると報告した。本三越ちりめんはパレスよりも大きなしぼが確認でき、それにより試料と測定器の接触面積が小さくなり、最大熱流束が特に低い結果となったと考えられる。

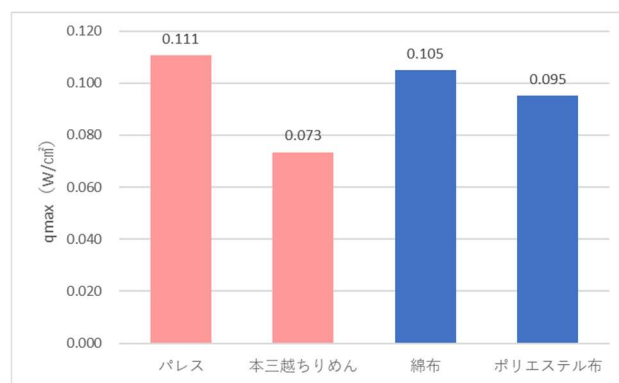


図 5 接触冷感性

3. 2. 5 紫外線遮蔽性

紫外線遮蔽性試験の結果を図 6 に示す。遮蔽率 (%) は綿織物、ポリエステル織物、本三越ちりめん、パレスの順となった。しかし、各波長に対しての遮蔽率 (%) を示した図 7 ではパレス、本三越ちりめんは 290 nm 付近で 90% 以上の遮蔽率となっており、肌の炎症等を引き起こす UV-B ($280\sim 320 \text{ nm}$) の一部をカットする性能があることが分かった。

ただし、紫外線遮蔽性は布の素材だけではなく、構造、目付け、明度等も性能に寄与する³⁾ので、それらを総合的に判断する必要がある。

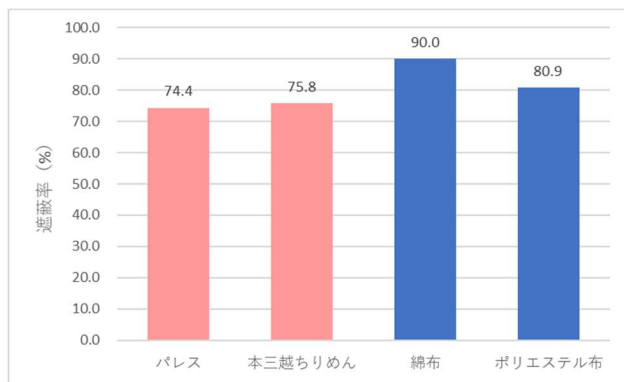


図 6 紫外線遮蔽性

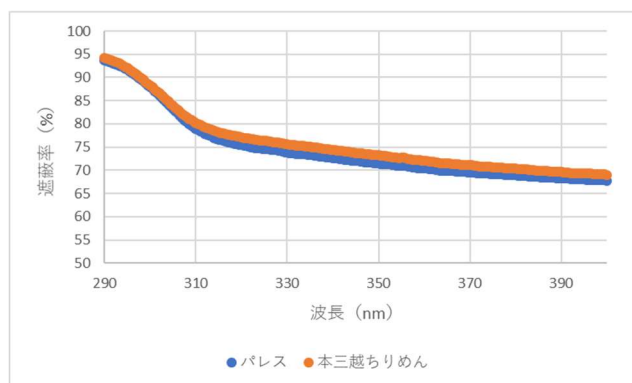


図 7 各波長の紫外線遮蔽率

3. 2. 6 消臭性

消臭性試験の結果を図 8 に示す。パレス、本三越ちりめん及び綿織物の臭気減少率はポリエステル布よりも高かった。しかし、減少率が高かった 3 試料間での差は無かった。

本研究で作製した試料は単位面積当たりの繊維量が異なる設計となっているので、消臭性においては単純に比較できないが、絹素材の消臭性能を確認することができた⁴⁾。

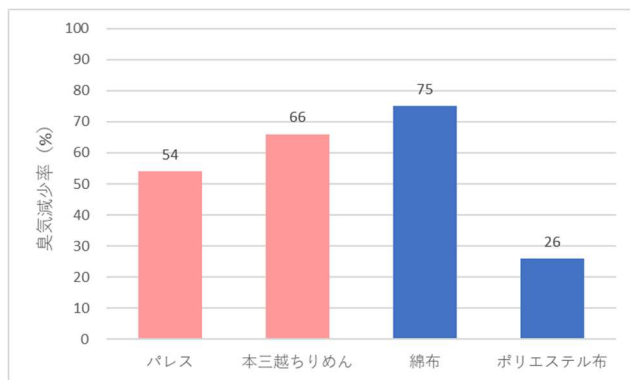


図 8 消臭性

3. 2. 7 力学特性

各力学特性の結果を表 3 に示す。身体の動きに伴う布の変形は、引張変形が最も基本的かつ主要な変形様式として扱われる⁵⁾。パレス及び本三越ちりめんは、よこ方向の引張特性値 WT(最大伸長までの仕事量)が大きく、綿織物、ポリエステル織物よりも伸びやすい。これは、よこ糸に強撚糸を使用していることが寄与していると考えられる。一方、引張特性 RT(レジリエンス)の値は小さく、パレス及び本三越ちりめんは他の素材と比較して引張に対する回復性は劣る。

せん断特性の測定結果から、パレス及び本三越ちりめんは他の素材より、せん断剛性(G)の値と各せん断角におけるヒステリシス(2HG、2HG5)が小さいことから、せん断に対する柔軟性が高く、人体のような曲面に容易にフィットしやすい機能を有すると言える⁵⁾。

表 3 力学特性

		パレス		本三越ちりめん		綿織物		ポリエステル織物	
		warp	weft	warp	weft	warp	weft	warp	weft
引張特性	LT [-]	0.583	0.723	0.578	0.808	0.723	0.808	0.901	0.906
	WT [gf・cm/cm]	6.67	13.89	3.5	12.57	5.02	4.72	2.66	1.56
	RT [%]	62.5	32.0	69.7	33.2	60.8	52.9	69.5	87.9
曲げ特性	B [gf・cm/cm]	0.120	0.034	0.154	0.140	0.035	0.028	0.065	0.361
	2HB [gf・cm/cm]	0.042	0.017	0.059	0.066	0.057	0.041	0.147	0.327
	G [gf/cm・deg]	0.26	0.25	0.44	0.29	0.74	0.70	0.87	1.42
せん断特性	2HG [gf/cm]	0.01	-0.01	0.53	0.15	1.29	0.87	11.86	10.44
	2HG5 [gf/cm]	0.40	0.16	1.69	0.59	1.69	1.26	12.61	11.30
	MIU [-]	0.201	0.21	0.202	0.194	0.186	0.197	0.186	0.188
表面特性	MMD [-]	0.010	0.013	0.043	0.014	0.026	0.012	0.090	0.011
	SMD [um]	8.8	3.7	15.5	6.4	12.2	3.5	11.5	1.7
	LC [-]	0.42		0.45		0.23		0.26	
圧縮特性	WC [gf・cm/cm]	0.05		0.10		0.13		0.08	
	RC [%]	57.5		55.7		33.6		40.5	

4 まとめ

本研究により、絹織物が吸放湿性、接触冷感性、消臭性、紫外線遮蔽性といった多機能性を有することが明らかとなった。特に吸放湿性に関しては、他素材と比較して優れた性能を示すことができた。

さらに、保温性、通気性、各種力学特性については、原材料の特性に加え、糸の形状や織物構造の工夫によって機能の調整が可能であることが示唆された。

これらの試験結果は、産地の織物事業者に対して情報提供を行い、今後の製品開発や販促活動に活用されることが期待される。

参考文献

1) 山田晶子;絹及び他の繊維素材布の熱伝導性で、

日本蚕糸学会誌,Vol.66.No.4(1997), pp.266-271

- 2) 中西正恵,丹羽雅子;被服材料の通気性に関する研究(第3報),日本家政学会誌,Vol.43.No.4(1992), pp.293-301
- 3) 坂本光,桑原久治;紫外線遮蔽布帛に関する研究(第2報)-各種布帛の紫外線遮蔽性-,繊維製品消費科学;Vol.34.No.12(1993), pp.652-659
- 4) 杉浦愛子,高柳紅美,浅海真弓,森俊夫,日下部信幸;天然素材のアンモニア消臭性と利用方法—布のアンモニア消臭性と綿布の消臭性向上の試み—,繊維製品消費科学, Vol.49No.5(2008)pp.355-360
- 5) 井上真理,繊維集合体としての布の特性について,繊維学会誌,Vol.64No.8(2008)pp.246-251