阿波しじら織の物性

四国大学生生活科学部 羽賀敏雄・有内則子

Characteristics of Traditional Textile “Awa Shijira”

Tashio Haga and Noriko Ariuchi

Faculty of Human Life Science, Shikoku University, 123-1, Ebisuno, Furukawa, Ojincho, Tokushima-shi,
Tokushima 771-1192, Japan

Abstract : Awa Shijira fabric is a crepe cotton fabric made of cotton that is woven alternating the plain and the rib texture in the weft direction. Both the warp and weft yarns are usually sized with starch, before weaving. In the course of desizing process the fantastic crepe texture is formed due to the shrinkage of yarns especially in the weft direction. Thus, the geometrical roughness for the fabric desized tends to become obvious in the weft direction. The mechanical and surface properties for four kinds of traditional Awa Shijira fabrics were investigated comparing those for the plain cotton fabric. The roughness property measured based on KES has become marked in the weft direction for the fabrics having smaller values of the shear properties in the weft direction. Also, Shijira fabrics used in this study have shown higher frictional, bending and compression properties. Moreover, there observed no remarkable differences in the mechanical properties between nationally guaranteed traditional Shijira fabric and the one guaranteed by Tokushima prefecture.

(Received 12 February, 2009 ; Accepted 23 April, 2009)

1. 緒 言

阿波しじら織は、独特の織物組織によりしぼを出し、のり付けによって肌触りを麻織物のような風合いに仕上げた素材である。国の伝統的工芸品に指定されている阿波しじら織は、製品名を「阿波正藍しじら織」といい、詳細な検査基準が定められている[1]が、概略は次の3点である。①先染めした綿糸を用いること、②染色はすくもをブドウ糖、ふすま、苛性ソーダで還元可溶化した藍染であること、③しじら織、であることの3条件を満たすものである[2]。ここでしじら織とは原組織の平織と、たて糸3本(たたえ糸)を引き揃えたよこ畝織とからなる混合組織である。

阿波しじら織において、先染めをすくものみによって行うことは産業としては成り立たない。現在においてはすくもは高価であり、経済的に折り合わないからである。国の伝統的工芸品を生産している事業所はなく、展示用に保存されていたものの一点の提供を受けて力学・表面、温熱特性等を測定した。

主に日常生活に使用されるもので、長期間にわたり伝統的な技術を用いて製造されているものと認められるしじら織は徳島県伝統的特産品[1]といわれ、市場に出ているものの大部分はこれに相当する。本報では徳島県伝統

的特産品3点も測定した。

徳島県伝統的特産品のしじら織は一般には高温型反応染料を用い70℃近辺で染色された糸を使う[3]。紺色の場合のみ、反応染料で染め上げた後、糸の段階ですくもをハイドロサルファイトと苛性ソーダを用いて還元した染め液に1回のみ通している[3]。いずれにしても阿波しじら織と称して市場にあるものは先染め織物である。

阿波しじら織は、たて糸とよこ糸の双方ともにのり付けされた硬い織糸を用いて製織した後、70℃程度の温水に通してのりを除去する。のりの除去に伴い収縮が起こり、しぼが発生するといわれる。

同じ糸使いからなるしじら織と平織について、力学的性質、水分吸着性、水分脱着性等の物性が報告されている[4]。すなわち、しじら織は平織に比べて糸の交錯数が少ないために引張り強度、摩耗強度が小さいが、水分吸着性(たて方向)、および水分脱着性がよく、高温多湿の徳島の気候にあった衣服素材とされている。ここでは川端の方法(KES)[5]による、低歪下の力学・表面特性や、熱伝導率等の温熱特性、通気度を検討する。布の厚さもKESの方法で測定し、国の伝統的工芸品のしじら織の測定結果と徳島県伝統的産業品のそれらとの対比を行った。

Table 1 Details of cotton fabric used in this study.

Fabric	Color	Thickness (mm)	Weight (gm ⁻²)	Density (cm ⁻¹)		Count (^s)		Cover factor
				Warp	Filling	Warp	Filling	
Cotton fabric dyed with natural indigo	Dark blue	0.547	102	31.1	28.0	35.2	43	8.67
Shijira a [†]	Dark blue	0.929	109	39.7	22.0	39.0	39.0	9.10
Shijira b	Dark blue	1.085	92	33.0	22.4	31.6	30.6	9.06
Shijira c	Mainly yellow	1.120	114	30.7	17.4	29.8	29.8	8.16
Shijira d	Red and Blue	0.860	113	29.0	20.3	28.4	25.9	9.62

[†]Traditional craft of Japan

Fig. 1 Texture of Awa shijira. Warp direction is vertical. **Fig. 2** Photograph of cotton fabric dyed with natural indigo (A) and Awa Shoai Shijira fabric (B). Warp direction is vertical. Caption bar corresponds to 1 mm.**Table 2** Definitions of elemental properties

	Symbols	Contents	Units
Tensile	$L T$	Tensile linearity	—
	$W T$	Tensile energy	Nm ⁻¹
	$R T$	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	10 ⁻⁴ Nm
	$2HB$	Hysteresis of bending moment	10 ⁻² N
Shear	G	Shear rigidity	Nm ⁻¹ degree ⁻¹
	$2HG$	Hysteresis of shear force at 0.5° of shear angle	Nm ⁻¹
	$2HG5$	Hysteresis of shear force at 5° of shear angle	Nm ⁻¹
Surface	MIU	Mean of friction coefficient	—
	MMD	Mean deviation of MIU	—
	SMD	Geometrical roughness	μm
Compression	$L C$	Compression linearity	—
	$W C$	Compression energy	Nm ⁻¹
	$R C$	Compression resilience	%
Thickness	T	Thickness under the pressure 48Nm ⁻²	mm
Weight	W	Fabric weight per unit area	gm ⁻²

2. 実験方法

2.1 試料

阿波しじら織の完全組織を図1に示す。阿波しじら織はデンプンでのりつけされており、70℃の純水に30分浸せきした後、水洗し、この操作を3回繰り返した。水洗前後の重量の変化からのりが完全に除去されているのを確かめた。試料の詳細を表1に示す。対照布の綿布は天

然灰汁発酵染めで10回反復染色した後染め布[6]とした。得られた後染め布の織密度の、たてよこ方向の平均値が29.6 cm⁻¹、Shijira a, b, c, dの同じ平均値が26.8 cm⁻¹であった。

阿波正藍しじら織(Shijira a)は、3種類の濃さに藍染めされた部分が6cm間隔でたて縞模様をなしており、平均のインディゴ染着量は42.4mg/gであった。一方対照とした後染め綿布のインディゴ染着量は44.0mg/gであった。

Fig. 3 Stress-strain curve of Shijira fabric. The meaning of symbols is described in the text.

後染め布と Shijira a の実体顕微鏡写真を図 2 に示す。

供試した 4 つのしじら織の厚さ及び重量の平均値は 1.00 mm, 107g/m² であり, 後染め布のそれぞれの値に対する比は 1.83, 1.05 である。したがって, しじら織は綿布に比べて著しく厚さが大きいことがわかる。これはしじら織の特徴であるしほのためと考えられる。

カバーファクター CF は織密度 n と番手 N から次式を用いて計算した。

$$CF = n_w/N_w + n_f/N_f - k \cdot n_w/N_w \cdot n_f/N_f$$

ここで w, f はそれぞれたて糸方向, よこ糸方向を表す。 K には 3.57×10^{-2} [7] を用いた。

織糸の屈曲を表すクリンプはオートグラフ S-100-C (島津製作所) を用いて田中らの方法 [8] に準じて, つかみ間隔 L を 15 cm, 引張り速度 15 cm/sec で測定した。しじら織のたてよこ方向にそれぞれ平行線を引き, その間隔で形状を保持したままほぐした織糸を, 引張り試験機の上のつかみにかけて, 荷重・伸長曲線を描いた。そのパターンを図 3 に示す。しじら織はしほのため糸にふくらみがあり, OP 間には応力が表れない。P 点から徐々に曲線を描いて応力が増大し, T 点から直線になる。直線を外挿して X 軸と交わった点を E とすると PE がクリンプ量 ε になる。OP を L に加えて, 次式により, ε を求めた。

$$\varepsilon(\%) = (PE/(L + OP)) \times 100$$

2.2 物性測定

川端の風合い評価システム (KES) に基づく表 2 の特性を, KES-FB (カトーテック) で標準条件 [5] で測定した。

熱伝導率 λ , 接触温冷感と関係する初期熱流束最大値 q_{max} , 保温率 H_d と H_w はサーモラボ法 [9] により, KES-F7 (カトーテック) を用いて測定した。ここに H_d はドライコンタクト法 [9] によって, H_w はウェットコンタクト法 [9] によって得られた保温率である。

3. 結果および考察

3.1 力学・表面特性

対照綿布 (以下後染め布) と阿波正藍しじら織 (Shijira a) を含む 4 種類のしじら織について, KES に基づいて得ら

れた 14 の力学と表面の要素特性をたて方向, よこ方向についてそれぞれ図 4, 図 5 に示す。圧縮特性は図 4 に示した。

後染め布に比べ, すべてのしじら織でよこ方向の引張りレジリアンス RT が小さくなった, セン断剛性 G , セン断ヒステリシス $2HG$, $2HG5$ は, たてよこ方向とも試料間でバラツキを生じた。その他の多くの特性について, たて方向よこ方向ともに, 4 種類のしじら織が類似した傾向を示している。すなわち引張り仕事量 WT , 曲げ剛性 B , 曲げヒステリシス $2HB$, 平均摩擦係数 MIU , 摩擦係数の平均偏差 MMD , 表面粗さ SMD , 圧縮特性の直線性 LC , 圧縮仕事量 WC , 圧縮レジリエンス RC は, しじら織の方が後染め布より大きい。

後染め布よりしじら織の方が, すべての試料・方向で WT が大きく, しじら織が伸び易いことを示している。引張り変形からの回復性は, 引張りレジリエンス RT が示し

Fig. 4 Mechanical and surface properties based on KES for plain cotton fabric and four kinds of Awa Shijira in the warp direction. The units are represented in Table 2. □ Cotton dyed with natural indigo, ■ Shijira a, ▨ Shijira b, ▩ Shijira c, ▤ Shijira d

Fig. 5 Mechanical and surface properties plain cotton fabric and four kinds of Awa Shijira in weft direction. The units are represented in Table 2.
□ Cotton dyed with natural indigo, ■ Shijira a, ▨ Shijira b, ▩ Shijira c, ▪ Shijira d

ているように、しじら織はよこ方向について後染め布より小さい。

曲げ特性、せん断特性はたて糸とよこ糸の接触面積や接触圧が関係する。畝織は平織に比べると織糸の交錯回数が少ないので、曲げ・せん断特性は畝織を含むしじら織の方が小さくなるとも考えられるが、観察された結果は異なっており、しじら織の方が *B*、*2HB* とともに大きい。またせん断特性の *G*、*2HG5* は、Shijira b と c が後染め布のそれよりも小さい傾向がある一方で、Shijira a と d は後染め布より大きく、*2HG* も含めてしじら織は一般的な傾向は示さなかった。

しほに最も密接に関係する要素特性は、幾何学的凹凸性を表す表面粗さ *SMD* である。しじら織の *SMD* は全て、後染め布よりも大きくなった。

図6にたて方向、よこ方向ともに最も *SMD* の大きい Shijira b の *SMD* の測定波形を示している。図2(B)に示されるように、よこ方向にたたら糸が2列に並んだ畝織部分があり、これが図6のよこ方向に明確な2連の凸波形を形成する原因と考えられる。たて方向にはよこ方向ほどの規則性がないし波形も小さい。この傾向は Shijira c、d においても同様であった。よこ方向よりたて方向のしほが僅かに大きいしじら a についても、よこ方向にたたら糸による小さい規則的な凸波形が認められた。

しじら織の完全組織を見ると、よこ方向に平織部分の

Fig. 6 SMD signal pattern measured for Shijira b

交錯数が6回、よこ畝部分の交錯数が2回ある。のりの除去により、畝織部分については交錯数が少ないために、収縮して織糸にクリンプを形成する程度が平織部分よりは小さいことが考えられ、畝織部分にたるみが生ずる。

表3は *G*、*2HG*、*2HG5* のせん断の要素特性および、*SMD* について、よこ方向の値からたて方向の値を引き算したものを示している。Shijira b、Shijira c、Shijira d は、よこ方向の *SMD* が大きい、いずれもよこ方向の *G* が小さい。

実際の工程では、製織後、自由緊張下で湯通しして、デンプンのりを除去するので、たてよこの双方向に縮みができる。Shijira a はたて方向の *SMD* がよこ方向のそれよりもわずかに大きく、しじら織について一般にたて方向にもしほが発生していることを裏付けている。

大西ら[10]は、しじら織の平織部分はたて糸もよこ糸も屈曲して交錯するたてよこ曲がり、よこ畝部分はよこ糸のみが屈曲して交錯するよこ曲がりの構造であることを述べている。*SMD* の傾向からしほによる凹凸波形が最も大きい Shijira b について、クリンプ量 ϵ を求めてみた。よこ糸の ϵ は 2.32% であるのに対し、たて糸の ϵ は平織部分が 3.45%、畝織部分が 2.78% であり、凹凸波形が大きいよこ糸方向は ϵ がたて糸の平織部分および畝織部分より小さいことがわかった。

またよこ方向のしほが最も小さかった Shijira a の ϵ を測定したところ、よこ方向が 0.685%、平織のたて方向は 2.66%、畝織は 2.44% であった。この場合、たて方向には平織と畝織の ϵ の大きさの違いにより、しほが発生していると見られるが、よこ方向のしほは、主として平織部分のクリンプから生ずる拘束性が低いため、畝織部分に生ずるしほは小さいものと推定される。このようにしほの大きさはクリンプがもたらす織糸の拘束性とも関わっている可能性が強い。

総じて、阿波しじら織のしほは、クリンプの形成とよ

Table 3 Property values in the weft direction subtracted from those in the warp direction.

	<i>SMD</i>	<i>G</i>	<i>2HG</i>	<i>2HG5</i>
Shijira a	-0.31	-0.30	-0.35	-1.20
Shijira b	1.46	-0.02	-0.10	-0.07
Shijira c	1.17	-0.07	0.74	-0.45
Shijira d	0.79	-0.60	-0.20	-1.30

こ方向のせん断特性の協働的な作用によって発現するものと考えられる。しじら織はのり脱着時にたて方向とよこ方向の双方向に収縮するが、よこ方向の G が小さいと、よこ方向のしぼは形成されやすくなり、たて方向への影響も無視できなくなるものと見られる。しぼ部分の織糸は遊びが大きいので、しぼが大きいと G は一層小さくなる。よこ方向について $2HG5$ は G と類似した挙動を示しており、大変形時の回復性が小さいことが、しじら織の全てに認められる。

MIU , MMD は例外なく、たて方向がよこ方向よりも大きくなっており、よこ畝織の方向性との関わりで MIU , MMD にも系統性が生ずるものと考えられる。

Shijira b は紺色に染められているが、後染め布の1回染めに見られた[6], MIU の増大は確認できなかった。なぜならば、Shijira b の MIU は、藍染を行っていない Shijira c, d とほぼ同等であるからである。

しじら織ではしぼが発生しているため、後染め布に比べて、曲げ特性が大きく、またしぼのため伸びも大きくなると考えられるので、 WT が後染め布より、たてよこ方

向ともに大きくなっていることは妥当な結果である。

よこ方向の RT はしじら織の方が4つとも後染め布より小さく、 RC はその逆になっている。しじら織はよこ方向に大きいしぼをもつ傾向があり、その方向への変形時に回復性が低い。しかし圧縮方向への変形に対しては回復性が高い結果であり、しじら織のしぼの特徴を示している。

LT の試料間の差異は大きくないので、今回の試料範囲では織物間の構造差の影響は出にくいものと見なせる。

3.3 保温特性

後染め布と Shijira a, b, c, d について、熱伝導率 λ , 初期熱流束最大値 q_{max} , 通気度 P , 保温率 H_d , H_w を図7に示す。 λ の平均値は妹尾ら[11]によると婦人スーツ地240種類で $0.0494 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ であり、婦人薄物生地120種類で $0.0448 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ である。また紳士服夏物で $0.0498 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$, 同冬物で $0.0527 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ である。今回の実験で得られた後染め布およびしじら織試料の λ は、妹尾らの結果と大差がない。妹尾ら[12]は上に述べた市販の服地の q_{max} を求め、それぞれの平均値として $0.130 \sim 0.188 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ を得ている。後染め布の q_{max} は 0.15 W/cm^2 であり、市販服地の値の範囲に入る。しかししじら織の q_{max} は $0.071 \sim 0.102 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ であり、これは市販の服地や後染め布の値より顕著に小さい。しじら織はしぼがあり表面に凹凸がある布である。このデータは妹尾ら[12]が、表面に凹凸のある布は q_{max} が小さいことを述べていることと一致している。しじら織の q_{max} は、しじら織の特異な性質を示している。

しじら織は後染め布に比べて、いずれも通気度 P が大きい。後染め布を含む5試料はカバーファクターがほぼ同じであるので、しじら織は直通気孔が多いことを示す。

保温率 H_d は Shijira a が後染め布よりやや小さく、それ以外のしじら織は後染め布より大きい値となっている。しぼが大きいしじら織は空気を多量に含むことになるので H_d が大きく観察されているものと見られる。ウェットコンタクト法は水でぬらした濾紙の上に布を置いて保温性を測る方法である。しじら織はいずれも濡れた濾紙を置かないドライコンタクト法に比べると保温率が小さい。これはしじら織が大きな直通気孔をもつため暖かい水分の放散が大きく、保温率を下げる要因となっているものと見られる。

4. 結 論

たて糸とよこ糸がともにのり付けされて製織されたしじら織は、のり抜きの過程でクリンプが大きくなり、たて方向、よこ方向ともに収縮する。クリンプは平織部分で大きく、畝織部分で小さい。5つのしじら織を検討したところ、よこ方向にしぼが大きいものが多く見られた。せん断特性は概してしぼの大きい方向に小さくなった。構造特性の類似した、天然藍により後染めした平織の綿

Fig. 7 Comparison of heat transmission coefficient λ , initial maximum heat flow q_{max} , air permeability P , heat retention H_d and H_w . The meaning of symbols and units are represented in the text. □ Cotton dyed with natural indigo, ■ Shijira a, ▨ Shijira b, ▩ Shijira c, ▪ Shijira d

布と対比した結果、しじら織は摩擦の要素特性がいずれも大きく、先染めの特徴を表しているといえる。なお、すくもによって先染めした糸を用いて製織した国の伝統的工芸品としてのしじら織の特徴は、徳島県伝統的特産品としてのしじら織に比べて特記すべき差がなかった。

謝辞：阿波正藍しじら織を提供してくださいました有限会社加藤織布に感謝いたします。阿波しじら織に関して、長尾織布合名会社の長尾伊太郎氏には様々な知見を頂きました。記して謝意を表します。本研究は平成21年度科学研究費補助金「伝統技術が題材の科学教育を通じた地域のリーダーの育成」(研究代表者羽賀敏雄)課題番号19500767の支援を受けて行われたものです。

文 献

1. 川人美代子, 繊維と工業, **62**, P-76(2006).
2. 阿波しじら織協同組合, 伝統的工芸品の指定の申し出書, (1976).
3. 長尾伊太郎, 2008, 私信.
4. M. Kawahito, *Sen'i Gakkaishi*, **63**, 177 (2007).
5. S. Kawabata ed., “*Fuaihoka no Hyojunka to Kaiseki*”, second ed., Nippon Sen'i Kikai Gakkai HESC, Osaka, (1980).
6. 羽賀敏雄, 有内則子, 繊維学会誌, **64**, 265(2008).
7. F. T. Peirce, The Geometry of Cloth Structure, *J. Text. Inst.*, **28**, T45(1937).
8. 田中道一, 辻和一郎, 被服材料学, 化学同人, 東京, p.136(1977).
9. S. Kawabata and Y. Akagi, *Sen'i Kikai Gakkaishi*, **30**, T13 (1977).
10. 大西政夫, 桑原尚子, 阿波しじらの織物構造, 四国大学紀要, **3**, 145(1983).
11. 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 家政学雑誌, **36**, 13 (1985).
12. 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 家政学雑誌, **37**, 154 (1986).