ると考える。

また、針温度の減少に関しては、直接的には熱発生を小さくすることである。針から空気および布への放熱の比較においては、特に、布の重ね枚数が多い(布が厚い)高速縫製においては針から布への熱移動の割合が空気への熱移動に比べて非常に大きくなることがわかった。したがって、この縫製条件では針表面から空気への放熱のみによって針温度を大きく減少させることは難しく、むしろ布への放熱を充分研究する必要がある。

付記：本研究にあたり終始御指導、御討議いただいた本学仲三郎教授に深謝の意を表します。本研究は繊維学会昭和50年春季研究発表会(東京)で報告致しました。

文 献

- 1) G.M. Howard, D. Parsons; *Textile Res. J.*, **38**, 606

- (1968)
 2) G.M. Howard, J.J. Sheehan, E.R. Mack, D.R. Virgilio; *Textile Res. J.*, **41**, 231 (1971)
 3) G.M. Howard, D.R. Virgilio, E.R. Mack; *Textile Res. J.*, **43**, 651 (1973)
 4) C.M.C. Dorkin, N.H. Chamberlain; Clothing Institute Technological Report No. 13, London, (1963)
 5) W.S. Sondhelm; *Textile Inst.*, **44**, T580 (1953)
 6) R.D. Laughlin; *Textile Res. J.*, **33**, 35 (1963)
 7) S.P. Hersh, P.L. Grady; *Textile Res. J.*, **39**, 101 (1969)
 8) 大村 寧; 織機学会論文集, **21**, T210 (1968)
 9) H.S. Carslaw, J.C. Jaeger; *Conduction of Heat in Solids*, 2nd ed., London, Oxford University Press, p. 135 (1959)
 10) 日本機械学会; 伝熱工学資料, 改訂第2版, (1966)
 11) R.A. Khan, S.P. Hersh, P.L. Grady; *Textile Res. J.*, **40**, 489 (1970)

(昭和50年9月10日受理)

ちりめんのフラウンホーファー像*

農林省蚕糸試験場 馬 越 芳 子
 東京工業大学工学部 石 川 欣 造

FRAUNHOFER PATTERN OF VARIOUS SILK FABRIC (CRAPE)

By Yoshiko Magoshi* and Kinzo Ishikawa**

* (Sericultural Experiment Station, Wada, Suginami-ku, Tokyo, Japan)

** (Tokyo Institute of Technology, Laboratory of Textile Physics, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, Japan)

To study the analysis of fabric structure and classification in the silk fabric, it is necessary to make clear upon the geometrical arrangement of silk fibers in yarns, and yarns in fabric. For this purpose, Fraunhofer diffraction is effective to classify silk plain fabric. We measured on Fraunhofer diffraction using 'Crape' which is one of typical silk plain fabrics.

The results obtained are as follows:

- 1) To apply Fraunhofer diffraction method for two dimensional structure of silk plain fabric having stereo-structure, the pattern of fabric projects was used. By this method, some structure of yarn and fabric can be detected.
- 2) In the standardized specimens of Crape silk fabrics, creping fabrics are ranked by Fraunhofer diffraction patterns. This ranking has good correlation with the results of the projection method.
- 3) It was found by means of Fraunhofer pattern that size and form of creping were greatly differed by the yarn number per cm of fabric and yarn denier.

(Received September 10, 1975)

*この報文を「網織物の構造特性の研究(第2報)」、Studies on Silk Fabric Structures (Part 2)」とする。

1. 結 論

前報¹⁾において、絹平織物の各種フラウンホーファー像が、布それぞれの構造特性によりグループ分けできることを報告した。また布の構造は三次元であり、構成糸がそれぞれの振幅透過率を有していることにより複雑になっている。そこで回折像は実験条件により、布の構造特性のパターンによる肉眼判定で分類する方法と、布を構成している糸や繊維の集合状態を数量化して、それらの間に関数関係を作り出し構造特性を表現する方法との二面性を有し、目的を段階的に検討して行くことにより、実用に適応し得る絹織物の分類が確立されると推察した。

そこで、肉眼判定により、グループ分けされたグループ内のパターンと構造特性との関連を検討し、その過程において数量化の具体化を行なう必要がある。

絹織物の代表的品種であるちりめん類は、数十種²⁾に分類され、市販品の呼び名では百数十種にも及んでいる。この布の特徴は、絹がセリシン・フィブロインより成る二層構造をもつことを活かし、撚りの種類ならびに糸使用によって創り出されるシボにある。それゆえに、シボ立ち状態の分類がちりめん評価の方法を見出す上に有効な方法と判断できる。

ちりめん類の独特の乱れパターンが、シボに起因すると考察された³⁾ので、今回撚回数と合糸本数を変えて製造した10種類の撚糸をよこ糸に使ってちりめんと試織し、シボ立ちの異なる布を製造して、シボ立ちとパターンとの対応について2, 3の手法で実験した。さらに、市販無地ちりめん4種を加えて、構造特性による分類と数量化への手掛りを検討し、知見が得られたので報告する。

2. 実 験

2.1 試 料

2.1.1 生機布：供試した織物は、約14 mm羽二重用に設計されたたて糸に、10区のよこ糸(Table I)の各区にSとZの撚糸を作製して、以下の製織条件で一越に織り込んだ生機布である。試料の区分はTable Iに対応して、A-1, A-2, ……、A-10。

たて糸：21D×4・撚数120回/ｍ・S撚糸を綾密度24羽/ｃｍ・通し幅41.8 cm。

よこ糸：Table Iの各区について作製したS・Z撚糸は、圧力1 kg/cm²、約95℃中において、約20～12分間撚止めをした。それらの糸を織上密度37本/ｃｍ(仕上密度39本/ｃｍ)に打込んだ。

織機：北機J-S型2×2自動織機である。

Table I Filling yarn of Samples.

Number	Denier of Thread	Number of Doubling	Number of Twist (t/m)
A-1	21	4	2800
A-2	21	4	3000
A-3	28	3	3000
A-4	42	2	3000
A-5	21	4	2000
A-6	28	3	2000
A-7	42	2	2000
A-8	21	4	1000
A-9	28	3	1000
A-10	42	2	1000

2.1.2 仕上げ布：このようにして製造した生機布を同一精練槽にて精練(平均練減率25.76%)し、脱水陰げ干して、フェルトカレンダーで仕上げを行なった布を仕上げ布とし、区分は生機布に対応して、B-1, B-2, ……、B-10とした。

Table IIは、試料グループAが精練仕上げ工程を経てグループBになった時の幅・長さ・密度・厚さについて、元の値とその変化率とで示したものである。

2.1.3 市販無地ちりめん布：さらに、供試した市販無地ちりめんはTable IIIに示す4種である。

2.2 実験方法

2.2.1 布のフラウンホーファー像：スライドマウントに貼付した布より第一報と同様の方法により回折像を得た。今回は乱れパターンの特性をより明瞭にするためにFフィルムでも撮影し、ミニコピーフィルムとの比較も行なった。

2.2.2 接写像被写体(ネガ)の回折像：布やシボの三次元構造は、構成糸がそれぞれの振幅透過率を有してい

Table II Variations by means of the Degumming and Finishing Process.

Number	Length (cm)		Wide (cm)		Thickness (×10 ⁻² mm)		Number per cm		Warp Filling	
	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%
B-1	48.5	—	41.6	8.4	24.6	6.9	24.2	-9.1	38.2	-2.1
B-2	49.4	2.2	41.6	8.4	24.9	8.4	24.2	-9.1	37.8	-3.1
B-3	38.1	3.4	41.6	12.3	25.1	3.2	24.2	-12.4	37.8	-4.2
B-4	30.6	3.3	41.7	12.4	26.6	3.8	24.2	-9.2	37.8	-5.8
B-5	32.0	1.9	41.7	6.2	24.5	14.3	24.2	-4.1	37.8	-2.1
B-6	30.8	-0.6	41.6	6.3	24.1	17.4	24.4	-6.6	37.8	-2.1
B-7	29.3	-0.3	41.8	6.0	25.0	19.2	23.8	-5.9	37.8	0.
B-8	31.1	-1.2	41.4	3.4	25.1	27.1	24.4	-1.6	37.8	1.0
B-9	29.9	-0.2	41.6	2.4	23.8	23.1	24.4	-1.6	37.8	-1.0
B-10	31.4	—	41.2	3.6	23.3	21.5	24.2	-2.5	37.8	-1.0

A ; Gray fabrics

B ; Finishing fabrics

$$\% = \frac{A-B}{A}$$

Table III Construction of the Tango-Crape.

Number	Name of cloths	Thickness ($\times 10^{-2}$ mm)	Number per cm Warp Filling
C-1	Hitokoshi-Crape	39.5	67 21
C-2	Kawarimuji-Crape	33.0	56 22
C-3	Palace Crape	22.0	88 42
C-4	Jyodai-Tumugi	47.5	63 18

ることにより複雑になっている。そこで今回三次元的性質や不透過布の回折等を検討する目的で布のほぼ等倍の透過・反射像被写体(ネガ)を試料とし、フラウンホーファー像を得た。布とネガやネガと回折パターンとの関連を生機布を基準とし、仕上げ布や市販無地ちりめん布のシボ効果を検討した。

透過像被写体(以下T-ネガとする)は、引伸し機で焼きつけたものを、原寸と2/1と4/1になるように接写した。

反射像被写体(ネガ)は、約1/1と1/2倍で接写したものの。照明は電球による場合と顕微鏡用ケラー照明の2

種を使用した。その入射光をよこ糸に対して 0° (横)と 45° の2方向に変化させた(R_0 ネガ, R_{45} ネガで示す)。

被写体の開口部は、いずれも布の開口部と一致している。

2.2.3 試料布の間診(主にシボ立ち):試料のシボ立ちの判定に、4名の専門家の意見を聞き、回折像と構造特性との関連付けに役立てた。

3. 結 果

3.A 生機布

ちりめんの中間製品である生機には、いまだシボ立ちはなく、乱れパターンによる区分は期待できない。事実結果に差が無かった。

図1と図2はA-1とA-10の試料の、(a)がR-ネガ、(b)がT-ネガの写真像。(c)は(a)、(d)は(b)を被写体(ネガ)としたフラウンホーファー像。(e)は布の回折像である。いずれも赤道方向の長径によこ糸、子午

Fig. 1 Images of Gray fabric (A-1)

- a) Image of a reflected copy
- b) Image of a projected copy
- c) and d) diffraction Pattern of (a) and (b)
- e) diffraction Pattern of fabric

Fig. 2 Images of Gray fabric (A-10)
 a) Image of a reflected copy
 b) Image of a projected copy
 c) and d) diffraction Pattern of (a) and (b)
 e) diffraction Pattern of fabric

線方向がたて糸である。

図1.(a)に見られるむらは、撚方向を識別するためにZ撚りを青色で区別した折の染めむらである。このむらを、布のパターン(e)上で同じ測定条件の図2, 1の主極大の相対的強度と副極大の強弱の違いで示している。倍率をやや拡大したものは、たて糸情報の二次項を得るためである。

接写像被写体は、図1, 2の(a)と(b)のように、布の三次元構造の投影図であり、(a)と(b)の差はその投影手法の違いといえる。(a)では、布の表面状態を投影したもので、織物の肉眼的感覚を含んだ像である。(b)では、布の構成糸そのものの構造による振幅透過率の差が示されている。その相違は、各々に対応する回折像の上で、主極大間距離、主極大の強さと形状の差として認められる。

3.B 仕上げ布

試織布は、撚数によって四つに区別できる。各区分に対応する特徴のある回折像として、10種類の中から21D×4のよこ糸区の4種(B-1, B-2, B-5, B-8)の写真を示した。

図3には、布のフラウンホーファー像の写真、右側はミニコピーフィルム、左側はFフィルムによるパターンである。照射時間は10秒で長径の赤道方向によこ糸、子午線方向にたて糸の情報が示されている。

B-1とB-2には明らかに独特の乱れパターンが現われており、B-5にはわずかにみられる程度である。さらに同一条件の測定においてB-8ではB-5に比べて主極大が全体的に明瞭である。これは規則性の良さを示している。B-1とB-2の乱れパターンは前報の二越ちりめんと同様の形である。フィルムによる差は肉眼判定で

Fig. 3 Fraunhofer Patterns of Finishing fabrics (B-1, B-2, B-5, B-8)

F) Patterns using F-film, M) Patterns using Minicopy-film, and number represent specimen's.

い。

4にT-ネガ(右側)とR-ネガ(左側)の写真を示
仕上げ工程を経ると、図1、図2の(a),(b)に比べ

て、たて・よこ糸の極端な振幅透過率の差はなくなる。
そしてシボ効果が投影されたと思われる乱れが観察され
た。これが図3において、たて糸の主極大の高次項まで

Fig. 4 Images of Finishing fabrics (B-1, B-2, B-5, B-8) R) Images of a reflected copy, T) Images of a projected copy
 はっきりしている理由である。また、これらにより乱れ
 パターンとシボとの関係が明瞭になった。特に反射像で
 は、B-1, B-2, B-5にはシボによる乱れ、B-5, B
 -8には一越による撚り方向の変化が強調されている。
 図5から図8にR₄₅-ネガ、R₀-ネガ、T-ネガの回折像
 を照射時間 1/8, 1; 10秒で撮影した写真を示す。い

Fig. 5 Fraunhofer Patterns of Copy objects (B-1)
 T) Patterns of a projected copy (T), R) Patterns of a reflected copy (R_0),
 R) Patterns of a reflected copy (R_{45})

Fig. 6 Fraunhofer Patterns of Copy objects (B-2)
 T) Patterns of a projected copy (T), R) Patterns of a reflected copy (R_0), R) Patterns of a reflected copy (R_{4s})

Fig. 7 Fraunhofer Patterns of Copy objects (B-5)
T) Patterns of a projected copy (T), R) Patterns of a reflected copy (R_0), R_1 Patterns of a reflected copy (R_{45})

Fig. 8 Fraunhofer Patterns of Copy objects (B-8)

T) Patterns of a projected copy (T), R) Patterns of a reflected copy (R_0), R_{45})

Fig. 9 Images of Hitokoshi-Crape (C-1)

- M) Pattern of fabric using Minicopy-film, F) Pattern of fabric using F-film
 T) Image of a projected copy, R) Image of a reflected copy
 T') Pattern of a projected object, R') Pattern of a reflected object

れの場合にも投影手法の差による三次元構造のカゲの効果やシボ立ちなどが、主極大の強弱・種類や乱れのパターンの存否等に大きな影響を与えている。図から判定の目的に沿って照射時間が選択されるべきことが判る。表Ⅳに照射時間1秒の場合の試料のシボ立ち順位を示す。

さらに専門家の意見によれば、シボ立ちは、B-1からB-4(I区)、B-5からB-7(Ⅱ区)およびB-8からB-10(Ⅲ区)に大別できる。I区はシボが有り、その中でB-4のシボが粗い。Ⅱ区はよこ糸の撚りが明らかに見分けられる。そのうちB-5は錦紗ちりめん風シボ立ちである。そしてⅢ区はシボが認められない。

この10点にあえて順序をつけてもらった結果は(表ⅣのA B C D)、投影手法別判定とよく一致していた。

Table IV Order of Creplings

Number	order by specialist				order from Pattern		
	A	B	C	D	T	R ₄₅	R ₀
B-1	3	2	2	4	4	4	4
B-2	4	4	4	3	3	3	3
B-3	2	3	2	2	2	2	2
B-4	1	1	1	1	1	1	1
B-5	6	5	6	5	5	5	5
B-6	5	8	5	9	9	8	8
B-7	7	9	7	8	7	9	9
B-8	8	7	8	7	8	7	7
B-9	9	6	9	6	6	6	6
B-10	10	10	10	10	10	10	10

Fig. 10 Images of Kawarimuji-Crape (C-2)

M) Pattern of fabric using Minicopy-film, F) Pattern of fabric using F-film
 T) Image of a projected copy, R) Image of a reflected copy
 T') Pattern of a projected object, R') Pattern of a reflected object

3.C 市販品無地ちりめん

図9と図10にC-1とC-2の像を例示した。図中(R)はR-ネガ、(T)はT-ネガの写真である。(M)はミニコピーフィルム、(F)はFフィルムによる布のフラウンホーファー像である。(R')は(R)、(T')は(T)の回折パターン写真である。照射時間は被写体により調節したが、長時間(約10秒)のものである。

(R')・(T')は、一見別のパターンのように見えるが、その主極大等と比べると明らかに同一のものである。

4. 考 察

4.1. 投影手法

絹織物の構造特性の研究において、素材繊維の物性と

ともに、その集合特性は大きな位置を占めている。そこで、(A)絹繊維の製造過程における形態変化の究明、すなわち集合過程における繊維形態の把握とその数量化、ならびに(B)集合体の数量化を図ることが必要である。

著者はすでに、(A)については製織工程中における繊維形態の変化について一部発表⁹⁾した。そのパターン認識手法による数量化への可能性はJ. L. Lundberg⁴⁾, L. J. Lynch⁵⁾や秋山⁶⁾らの研究によって示されている。(B)についても、布についての接写像・顕微鏡写真・走査型電顕像の検討⁷⁾において、接写像が布の三次元構造を二次元に投影する手法であり、この二次元像によるパターン認識の有用性を主張した。そこで今回このことについて、布、T-ネガ、R-ネガのフラウンホーファー像を得

て、その絹織物分類のための手法効果・数量化への期待等を検討した。その結果は図1, 2における比較で投影手法の違いが回折パターンに明らかに具体化(特にたて糸情報)されていることや、図4の接写像が専門家の判定よりも鋭敏に燃り効果を示すこと、倍率を変えるとパターンの縮尺・拡大が可能なこと、また、図5~図8で反射像の入射角の差が回折像に変化を与えていることや図9, 10の対比より次のようなまとめができる。

1) ネガ像と布の回折に本質的な差はない。

2) ある特定の布の回折像に現われる違いは、被写体の投影手法による情報量の変化を示す(ネガ像の情報量は、その焦点・露光・焼き付け条件等が大きく影響する)。

3) 投影手法は布の種類を判別に効果を示し、織物評価の方法を確立するに、まずパターンの肉眼判定を活かすことができ、また反射像の入射角が乱れパターンに強く影響する。

4) 投影手法の効果が把握できれば、この回折装置系における被写体の範囲(布の密度、厚さ等)と得られる情報を拡大できる。

4.2 ちりめんのシボについて

4名の専門家が判定した、シボ立ち順位と、回折像からの判定とは(表Ⅳ)よく一致している。染めむらとシボとは明らかに区別出来る。

また、専門家によってはシボ立ちはある角度から見ると迷いなく判定できるという意見がある。反射像被写体の入射角は、図9, 10のR'T'の差などとも合わせて考えると、それぞれの織物において特定の入射角が特徴的乱れパターンを強調する。

さらにシボとは何かという点を考察する。図10の変わり無地ちりめんは、濡れても縮まないような工夫をよこ糸の燃り構造にして、風合いは一越ちりめん(図9に相当)に似せたものである。この構成糸の集合特性が明らかに異なるにもかかわらず、投影手法を用いたパターンの比較では両者の類似性が高い。以上から

1) シボ立ちのパターンの肉眼による順序付けは、標準化された試料間では、専門家と同等にできる。

2) シボは合糸本数と撚係数に関わる問題であり、4本<3本<2本の順に粗い。この順序で乱れパターンが強く出る。しかしその差は少ない。

3) 図9, 10の比較において、布の回折像ではまったく異なったパターンを示すのに、投影手法を用いると類似性を持つことは、手法によるシボ特性およびちりめんの構造解明を期待できる。

4) 織物の密度や糸の太さの方が合糸本数よりもシボの大きさや形に影響し(図4と図9は同じ一越ちりめん)。

仕上げ工程のテンター処理がそのシボ立ちの良否に関与する(表Ⅱと問診)。

4.3 分類について

絹織物発展の歴史的経過が長いため、同一種類の布にも幾種類もの名称が付いており、あまりにも専門家(生産者)と一般需要者との間にへだたりを作っている。

フラウンホーファー回折像による分類は、

1) 試料を標準化して、パターンを肉眼で判別して分類する(大分類・行)。

2) 大分類された内で、標準化された布を原点とする衣料性能や製造条件を異にする布との区分(小分類・列)。

3) 得られた絹織物の分類(行×列)の間に関数関係を作る。

このようにして、造り出された絹織物の分類は、構造特性解明・用途に適した織物設計に大いに役立つものと考察される。

5. 総 括

1) 接写像には、手法の違いによる投影量の差があり、それらが回折像上に示される。これは立体構造である織物を二次元構造として解析する方法であり、織物検討に有効な手法である。

2) フラウンホーファー回折像を応用すると絹織物の新しい分類として、標準化された試料で行の区分をして、各行区分内で衣料性能・製造条件等を変えた試料で列区分をし、それらの行列間に数量化による関数関係を導入することが十分に考慮できる。

3) 標準化された試料(織ちりめん)についてのシボ立ちは、パターンの肉眼判定により順位付けられる。投影手法を用いても明瞭に同等の判定が得られた。

終りに、測定について種々御援助下さった東京工業大学・有機材料工学科・秋山隆一、皆川美江の両氏ならびに供試々料作成に当り協力いただいた蚕糸試験場・絹織維部・機織研究室・神田千鶴子氏に感謝する。

文 献

- 1) 馬越芳子、石川欣造; 織学誌, **31**, T-464(1975)
- 2) 「服装大百科事典」(被服文化協会編纂), 文化服装学院出版局, p. 676(1969)
- 3) 馬越芳子; 製糸絹研究発表集録, **22**, p. 115(1972)
- 4) J. L. Lundberg; *J. Colloid & Interface Science*, **29**, 3, p. 565(1969)
- 5) L. J. Lynch; *Text Res. J.*, **41**, p. 568(1971)
- 6) 秋山隆一; 未発表
- 7) 馬越芳子; 製糸絹研究発表集録, **24**, p. 111(1974)