織物・ニットの基盤技術活性化に関する研究
—撚効果織物の開発と物性解析—

大野　博、古田正明

要　　旨

本研究では、高質感のある撚効果織物の開発を目指し、強撚糸や撚変化を持たせた織物について、撚効果と光沢及び物性の関係を研究した。

糸の撚方向・トルク及び織物組織を変化させた種々の織物を試織して、織物の光沢度、曲げ特性、せん断特性、通気性の測定及び織物表面形状の実体顕微鏡観察を行い、糸の撚効果と光沢変化、物性変化との関係を導いた。上撚Zの強撚糸では、曲げ特性、通気性が向上することが分かり、経糸、緯糸に関係なく浮き組織の影響が物性面に大きく反映することを確認した。一方、光沢度では、経糸、緯糸の撚りの組み合わせが大きく影響するとともに、経糸・緯糸の浮き組織の違いで大きな異方性が生じることが確認できた。また、せん断特性、曲げ特性の物性値にほとんど影響を与えない程度のわずかな糸トルクでも、織物表面形状に微妙な変化を生じさせることが分かり、光沢度の方向変化が大きくなることを明らかにした。

これらのことから、糸の撚方向・トルクと織物組織との関係を組み合わせることにより、織物表面における光沢度を方向制御し、微妙な光沢変化による高質感のある撚効果織物が可能と推察できた。

1．はじめに

細くてしなやかな天然素材や清涼感のある触感素材が注目され、快適で洗練された質感のある織物が求められている。光沢のある糸使いや薄地軽量化のための強撚糸使いが進展してきており、微妙な表面変化を持つ感性面を重視した織物が増えつつある。

糸に細さを求めるほど、また、しなやかさを求めるほど糸はデリケートになり、わずかな力で変形しやすくなるため、糸の撚効果が大きく反映されるようになる。逆に、撚りの影響を考慮しないでこのような糸使いの織物を企画・設計すると、思わぬ光沢ムラや、縮み、しわなどが生じ、品質や物性面での大きなクレームとなってしまうことがある。

そこで本研究では、強撚糸や撚変化を持たせた織物に焦点をあて、高質感のある撚効果織物の開発を目指し、撚変化と光沢及び物性の関係を検討することにした。

この結果、糸の撚方向・トルクと織物組織との関係を組み合わせることにより、織物表面における光沢度を方向制御し、微妙な光沢変化による高質感のある撚効果織物が可能と推察できたので、ここにその成果を報告する。

2．織物の光沢度

織物の光沢は、テクスチャー（織目のような凹凸模様）で左右される。本研究では、撚効果によって変化すると考えられる織物表面の微妙な光沢変化に焦点を絞り検討した。

光沢感の評価は、図1に示すように正反射する光の強さと乱反射する光の強さの比較で算出でき、織物相互の光沢感の違いについては、JISL1013$_{1999}$8.24光沢度（B法）で規定される変角光度計による光沢度で比較することができる。

ここでは、スガ試験機㈱製のデジタル変角光沢計UGV-5Dを使用し、光沢度が最も強くなる入射角45°受光角45°で、織物相互の光沢を比較測定することとした。

JISL1013:1999 8.24 光沢度

鏡面反射法（B法）準拠

光沢とは、物体表面の正反射する性質を示す属性で、正反射の性質には、正反射光量の大小および正反射像の鮮明さが含まれる。（ＪＩＳＺ８７４１）

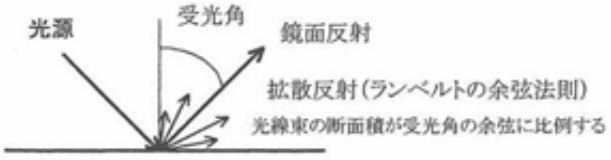

図1　織物の光沢度測定法

3．実験

本研究では、種々の組織の織物について製織実験を行い、上記の光沢度測定の他、以下の実験により、撚効果と光沢変化・物性変化との関係を検討した。

3．1　製織実験

糸の撚効果及び織物組織の影響を探るため、次の条件により製織実験を行なった。

製織条件設定（Ⅰ）

使用織機：レピア織機（平岩式HUS）

経 密 度：一定（52本／inch）

緯 密 度：プリアリーの理論密度×0.7～0.9

組　　織：3／1斜紋、2／1斜紋、2／2斜紋、1／2斜紋、1／3斜紋、変化斜紋

経　　糸：梳毛異形断面糸2／72

緯　　糸：梳毛異形断面糸2／72、2／60、梳毛糸2／72、2／60、絹紡糸45／1、レーヨン糸40／2、ポリエステル糸40／2

撚糸方向：S及びZ（双糸撚強撚糸）

製織条件設定（Ⅱ）

組　　織：2／2斜紋

撚 糸 機：リング撚糸機

経　　糸：梳毛ストレッチ糸（1／60×1／60×ポリウレタン糸35D（ドラフト率2.5倍））

緯　　糸：梳毛強撚糸（m当たりの撚係数k＝150）1／30×1／30（上撚Zk＝30，42，54）

撚セット：85℃×30分

緯糸トルクの影響を反映させるため、経糸には、ほとんどトルクがなく、わずかな力で形状変化の起きやすいストレッチ糸を用いることにした。

3．2　織物物性変化に関する実験

種々の織物組織について、曲げ特性、せん断特性及び通気性を測定し、織物物性に及ぼす糸の撚効果と織物組織の影響を検討した。

(1) 曲げ特性：KES F-2　B：曲げ剛性　2HB：曲げヒステリシス

(2) せん断特性：KES　FB-3　G：せん断剛性　2HG：せん断ヒステリシス

(3) 通気性：JIS　L1096　6.27.1A法　及びKES F-8-AP1　通気抵抗度

3．3　織物表面変化に関する実験

織物表面変化に及ぼす糸のトルクの影響を検討した。糸のトルク測定は、リアルタイムに精度良く測定できる糸トルク計（尾張繊維技術センター試作器）を用い、試料糸の長さ25cm、初荷重（3cN）を垂下し測定した。織物表面変化については、実体顕微鏡観察とともに、3次元表面形状測定システム（シグマ光機㈱製）を用いて、測定間隔10μmで非接触測定し、表面粗さを解析した。

4．結果と考察

4．1　撚変化と糸形状の関係

斜紋織組織による製織実験から、機上における緯糸打ち込み時に、経糸と緯糸の交錯による摩擦により、緯糸に部分的なねじれが生じ撚が変化することが確認できた。また、この部分的な撚変化により、綾線方向の違いによって織物表面に現れる糸形状が異なって見えることが見出された。2／2斜紋織の実体顕微鏡写真を図2に示す。緯糸Sでは、右綾で撚りがほどけてふんわりして見えるが、左綾では、撚りが締まって見えている。また、緯糸Z（双糸撚強撚以下同じ）では、もっと分かりやすく、右綾では双糸撚が見えるが、左綾では、撚りがほどけ引き揃え糸のようになって見えている。これは、図3[1]のように綾線に沿って、部分的なねじれの一方のみが連続して見えることによるもので、撚方向と織物組織の関係が、織物内の糸形状変化の重要なポイントであることが分かる。特に斜紋織組織でトルクのある糸（緯糸Z）を用いた場合には、この部分的な撚変化がはっきりと確認され、織物の表情（糸形状）に大きな変化が生じることが明らかとなった。

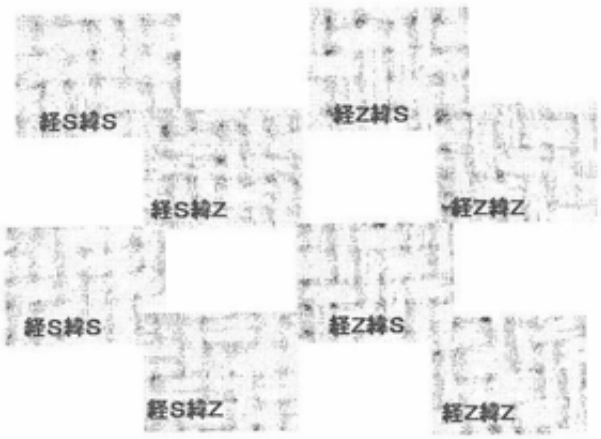

図2　織物組織内における糸の挙動

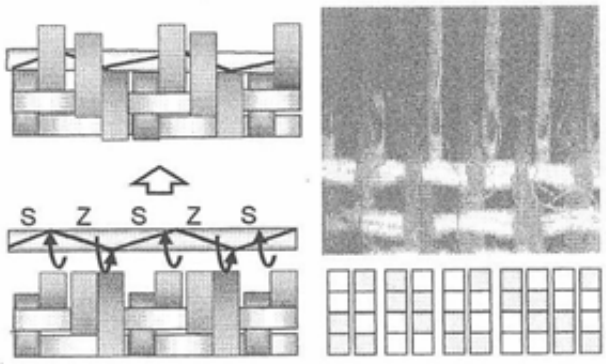

図3　緯糸の撚形状変化（打込時）

4．2　織物組織と光沢変化・物性変化の関係

織物の光沢は、素材、色、繊維束の並び、糸形状等で変化する[2)3)4)5)]。そこで、経糸、緯糸同一素材、同一ロット染色、同一撚数、同一密度で製織し、織物組織のみの影響を検討した。この結果、光沢度は、図4に示すように測定方向により異なり、経糸、緯糸の浮き組織の影響がそのまま反映し、異方性とし

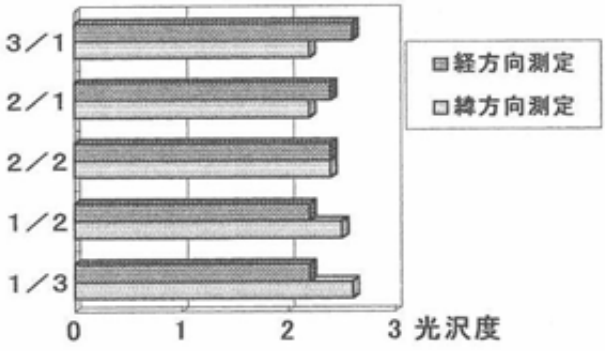

図4　織物組織と光沢度（2/72異形断面糸）

てはっきり現れることを確認した。一方、物性変化では図5に示すように、浮き組織の影響は経糸、緯糸に関係なく反映されることが確認できた。

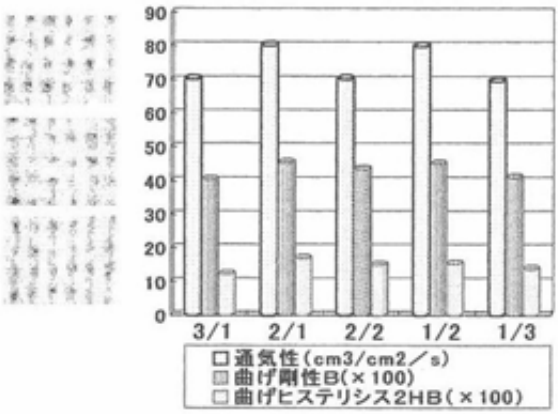

図5　織物組織と通気性・曲げ特性

次に撚の関与では、図6に示すようにZ（強撚糸）を用いた場合に、浮きの多い2／2組織で曲げ特性が向上したが、通気性の変化はより顕著で、図7に示すように組織の影響以上に通気抵抗度を変化させることが分かった。

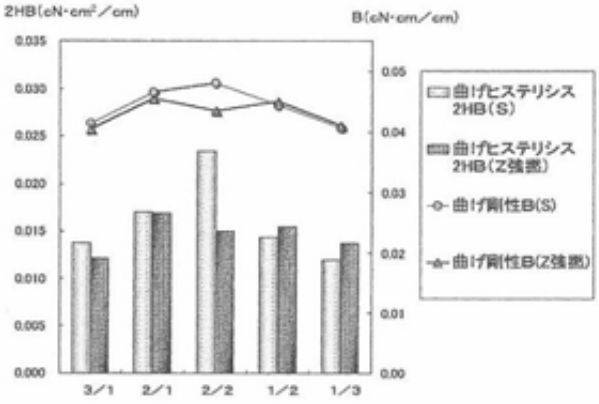

図6　撚効果と曲げ特性（B，2HB）

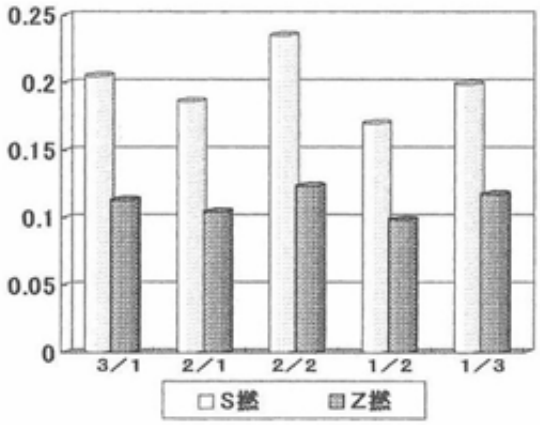

図7　撚効果と通気抵抗度(kpa･S/m)

このことは、強撚糸の糸の締まりと部分的な撚変化による糸形状変化で、糸間の空隙が開き通気性が向上するためと推察された。光沢度では、図8に示すように、Z（強撚糸）で低下することを確認したが、図9の方向別(試料回転）光沢度測定の結果、図10に示すように、撚方向、綾線方向の組み合わせで光沢度の大きな異方性が得られることが分かり、光沢の方向制御が可能と推察された。

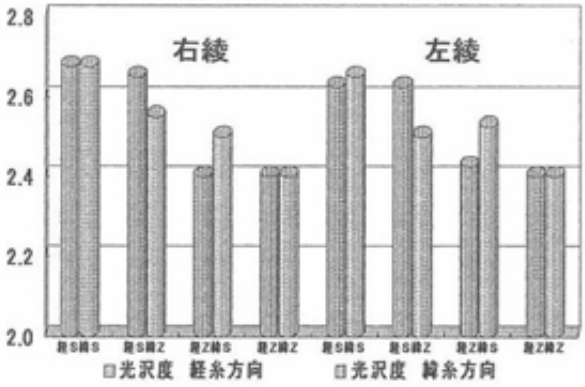

図8　撚効果と光沢度(2/2斜紋織)

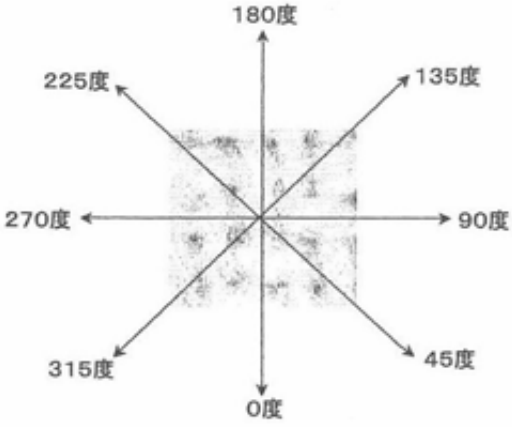

図9　光沢度測定方向

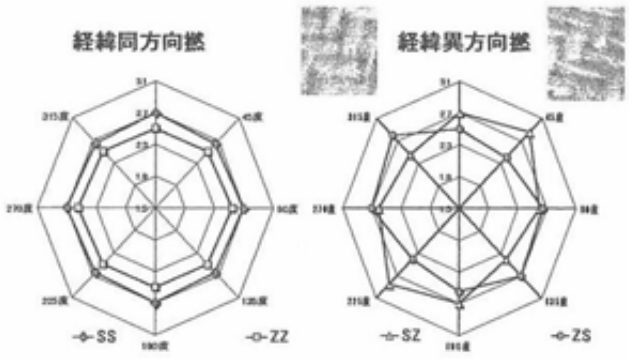

図10　織物の光沢度（方向制御Ⅰ）

4．3　撚変化と光沢及び物性の関係解析

経糸、緯糸の交錯による摩擦で部分的な撚変化が起き、緯糸Z（強撚糸）では、この織物内の糸形状変化がはっきり確認できることから、光沢[6]や物性に影響があると予測される。そこで、その強撚糸のトルク[7]の関与を明らかにするため、製織条件設定（Ⅱ）において、撚変化と光沢及び物性の関係を探ることとした。

図11に示すように、糸トルクの増加に伴って、織物内の部分的な撚変化率が増加することが確認できる。しかし、糸トルクを大きくすると織物全体の斜行が起きやすくなるため、ここでは、クレームにならないレベルの糸トルクで検討することとした。

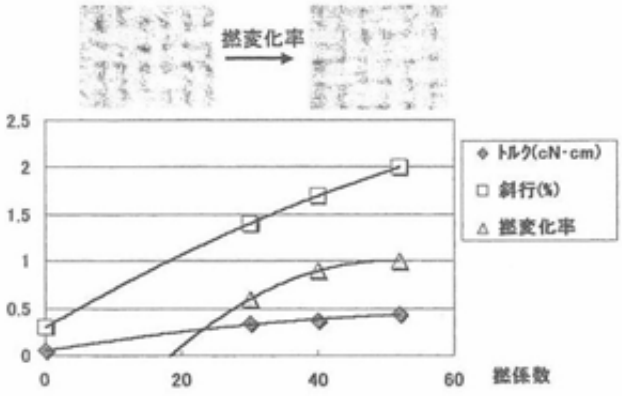

図11　糸トルクと織物内の撚変化率

図12、図13に示すように、このレベルの糸トルクでは、せん断特性、曲げ特性がほとんど変化しないことが分かる。しかし、図13に示すように繊込長に変化があり、織物表面がごくわずかに変化すると推測される。そこで、3次元表面形状測定システムにより、非接触で織物の表面粗さを測定し解析した。結果を図14に示す。緯糸Z（強撚糸）の方が緯糸Sに比べ、表面粗さが大きく、綾線がはっきり見えることが確認できる。また、図15に示すように、撚係数の増加に伴って表面粗さが大

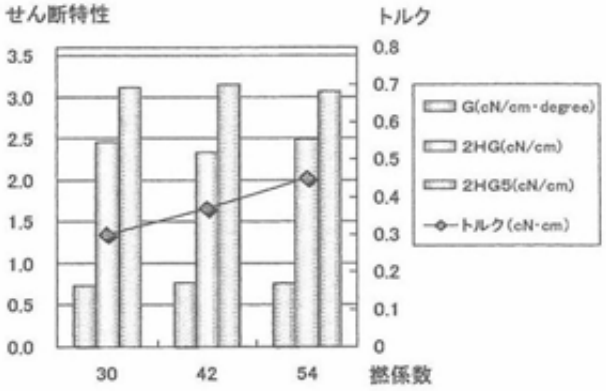

図12　糸トルクとせん断特性

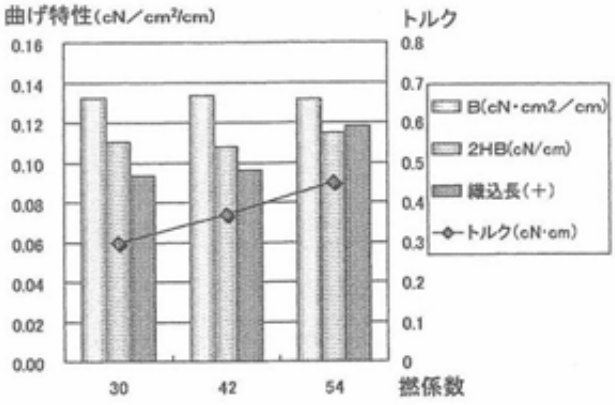

図13　糸トルクと曲げ特性・繊込長

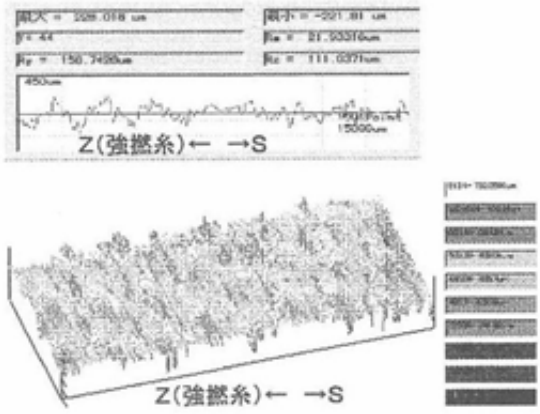

図14　織物表面解析（撚効果）

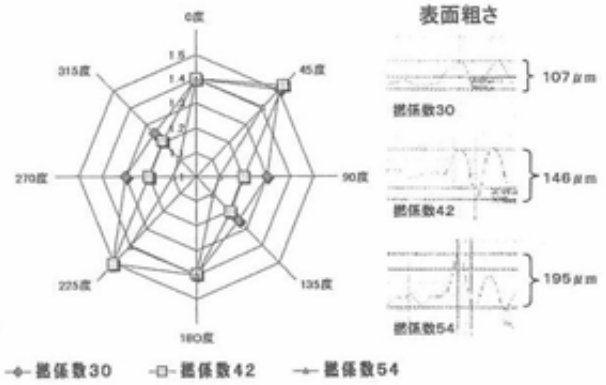

図15　織物の光沢度変化（撚効果）

きくなるとともに、光沢度の異方性が大きくなることが見出された。表1にそれぞれの相関係数を示す。

表1　相関係数

	撚係数	トルク	表面粗さ	光沢度(90度)
撚係数	1.0000			
トルク	0.9993	1.0000		
表面粗さ	0.9979	0.9996	1.0000	
光沢度(90度)	-1.0000	-0.9993	-0.9979	1.0000

これらのことから、撚係数の増加に伴う糸トルクで、部分的な撚変化率が増加し、その結果、経糸、緯糸の交錯の曲がり構造が変化し、物性にほとんど影響しない程度のわずかな織物表面変化により、光沢度の異方性を大きくすることが可能であることが分かった。

以上の結果から、撚方向、織物組織を組み合わせることで、図16に示すように微妙な光沢の方向制御が可能となることが明らかとなった。これらの方向制御を活用し、図17に示すような明確なシャドー織物や、図18に示すような柄が光沢変化で見え隠れする撚効果織物の開発が可能と推察できた。

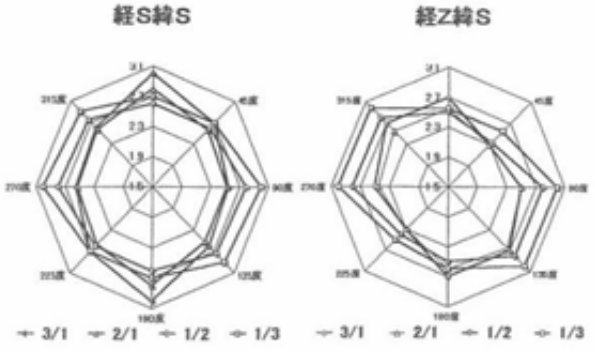

図16　織物の光沢度（方向制御Ⅱ）

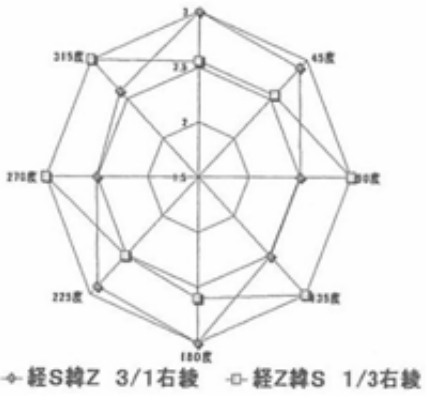

図17　織物の光沢度（方向制御Ⅲ）

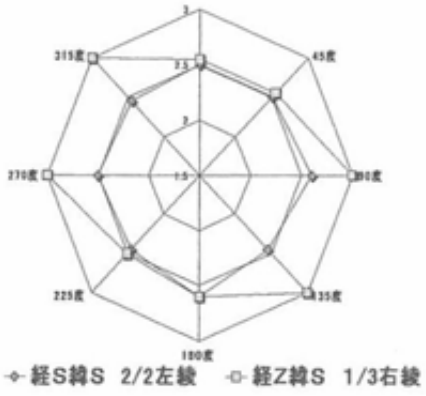

図18　織物の光沢度（方向制御Ⅳ）

5．まとめ

高質感のある撚効果織物の開発を目指し、強撚糸や撚変化を持たせた織物を研究して、撚効果と光沢及び物性の関係を明らかにし、織物表面における光沢度の方向制御技術を確立した。結果をまとめると次の通りである。

(1) 撚方向・トルクと織物組織との関係から織物内の糸形状に変化が生じて、織物表面形状に違いが生じることが確認できた。

(2) 光沢度及び物性（曲げ特性、せん断特性、通気度）は、織物組織に大きく関係し、光沢度ではさらに、物性変化がほとんどないレベルの糸トルクによる微妙な表面変化（撚変化・糸形状変化）でも光沢度の方向変化が大きくなることを明らかにした。

(3) 撚方向・トルク、綾線方向の組み合わせを考慮することにより、物性をほとんど変化させることなく、織物の光沢を方向制御し、高質感のある撚効果織物の開発が可能と推察できた。

〈参考文献〉

1. 大野，古田，日本繊維機械学会年次大会研究発表論文集154～155（2000）
2. 繊維工学（Ⅰ）繊維の科学と暮らし，日本繊維機械学会（1991）
3. 鄭，成瀬；繊学誌，51，T234～239(1995)
4. 仁平，坪井，軍司；繊機誌，30，T77～84（1977）
5. 樋口；繊消誌，32，T576～581（1991）
6. 松本；繊消誌，32，T2～5（1991）
7. 大野，河村；繊機誌，50，T251～257（1997）