糸の構造形成に対する繊維長および繊度の効果

名古屋工業大学材料工学科	華	東	平 (会員)
"	原	川	和 久 (")
"	金	雄	二 (")

Effects of Fingth and Finenss on the Formation of Yarn Structure

Dongping Hua, Kazuhisa Harakawa & Yuji Kon

Department of Materials Science & Engineering,

Nagoya Institute of Technology, Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya.

Abstract

The effects of fiber dimensions on the yarn structure formation have been investigated by using polyester fibers which differ in length (35mm, 51mm) and/or in fineness (1.5D, 2.0D). The effects of coupling and arrangement of the different fibers have been also investigated. The structure analysing method with two layered spun yarn applied to this investigation, is based on HPD (Helical Path Difference) defined as the accumulation of differences between the helical paths of the each fibers which the yarn consists of. When HPD is monotonically increasing or decreasing in an interval, it is considered that the yarn structure formation has been in the same process and that the increment or decrement of HPD in the interval ζ , which is called Δ HPD, is the critical value inducing fiber migration.

Following results have been observed experimentally.

- 1) The two layered yarn which consists of finer and/or shorter fibers, shows larger Δ HPD, index- μ and ζ .
- 2) The Δ HPD of the yarn consisting of different fibers shows approximately mean value of Δ HPDs observed at the yarns consisting of each original fibers only.
- 3) The coupling of different fibers causes some tendency of index- μ : the shorter and/or the coarsers tend to appear in the outer.
- 4) The tendency of index- μ depending on the spinning direction is promoted or restrained according to the way of arrangement of the different fibers.

(Received January 16, 1991)

摘 要

目的: 糸の構造形成に対する繊維条件を明らかにすることを目的として, 先に提案した紡績糸の構造指標 (μ 値) と 2 層糸の構造解析法を用い, 繊維長および繊度が 2 層糸の構造に及ぼす影響を調べた。

成果: 繊維長 (35 mm と 51 mm) および繊度 (1.5 D と 2.0 D) の異なる繊維を用いて 2 層糸を作成し, その構造を解析した。また, これらを組み合わせて作製した糸についても同様の解析を行った。糸の構造解析は次に述べる方法で行った。すなわち, 2 層糸を構成するそれぞれの成分繊維の平均らせん長さの累積を HPD (helical path difference) とし, HPD 曲線が単調に増加あるいは減少している間を糸構造の変化過程と考え, 糸に沿って計ったこの過程の長さを構造変化の間隔 ζ とし, その間の HPD の変化量 (Δ HPD) を求めた。多くの実験により, 糸の構造繊維が短いほどまたは細いほど, Δ HPD, μ 値および ζ の値も大きな値を示すことが明らかになった。また, 異種の繊維で作製した 2 層糸の Δ HPD の値は, それぞれの繊維だけで作製した 2 層糸の Δ HPD の中間的な値を示した。さらに, 短い繊維あるいは太い繊維が優先的に糸の外層を占める傾向が示され, 紡出方向を変化させることによって起こる特徴的な μ 値の偏りが異種繊維の組み合わせと配置によって助長, あるいは抑制されることが示された。

(平成 3 年 1 月 16 日受理)

1. 緒 言

糸の構造計測に関しては、糸中における繊維の分散状態を示すための構造指標 (μ 値) およびマイグレーション挙動を定量的に評価するための2層糸の構造解析法をすでに提案している¹⁻⁵⁾。先報⁶⁾では、これらの計測法を用いて、紡績条件の糸構造に対する効果を明らかにしたが、本研究では、糸構造と繊維条件との関係を実験的に検討した。その結果、糸構造に及ぼす繊維長および繊度の影響が明らかになった。さらに異種繊維の組み合わせがマイグレーション挙動に及ぼす効果も明らかになったので報告する。

本研究は、先に提案した同種の繊維から構成される2層糸の構造解析法を用いている。ここでは、特性の異なる繊維の組み合わせが、この解析法で求める各種のデータへ及ぼす影響を検討しようとした。

2. 実 験

2.1 試 料

繊維長および繊度の異なる繊維を用い、種々の紡出方向で試料糸を作製した。図1に示すように、P・N 2色に染め分けたポリエステルテール繊維 (2.0 D×51 mm, 1.5 D×51 mm, 1.5 D×35 mm) で作られたロービング (それぞれ740 tex) を用い、試作特殊精紡機^{7,8)}で2層糸を紡績した。各試料を紡績する過程で紡出張力を測定した結果、繊維条件に

Table. 1 Samples using same fibers as P & N components for expt. 1

Fineness × Length (D) (mm)	Spinning direction (mm)
2.0 × 51	(0, 0), (40, 0), (-40, 0)
1.5 × 51	(0, 0), (40, 0), (-40, 0)
1.5 × 35	(0, 0), (40, 0), (-40, 0)

よる紡出張力の変化はあまり見られなかった (4.7 ~ 5.1 gf)。試料糸のP層とN層は等分率とし、撚方向をZ撚とし、糸の太さおよび撚数を55 tex, 4.9 T/cmとした。精紡スピンドルの回転数は2,850 rpm, 中空スピンドルの回転数は8,080 rpmで紡績した。トラベラは金井重要工業製 Hi-Ni GS No. 9を使用した。

(1) P・N層が同種の繊維で構成された試料の作製

紡出方向 (40, 0), (0, 0), (-40, 0) の3方向に対し (図1参照), 前述の3種類のロービングを用いて、それぞれ2層糸を紡出した (表1)。図2は紡出した糸の μ 値の度数分布で、ほぼ左右対称な分布を示している。

(2) P・N層が異種の繊維で構成された試料の作製

紡出方向 (40, 0), (0, 0), (-40, 0) の3方向に対し、異なる種類の繊維を組み合わせで2層糸を紡績した (表2)。

表中のPおよびNは、図1に示すように、それぞれY軸の負の方向および正の方向から供給した成分を示している。

2.2 糸構造の測定^{1-5, 9, 10)}

樹脂で固めた試料糸を、長さ0.5 mmごとに切断して520個の糸要素を切り出した。次いで、先に報告した画像処理法⁹⁾によって各糸要素の断面を計測し、 μ 値・撚数・半径を求め、これらの値から、各糸要素のらせん長さの差 $\Delta\langle\delta\rangle$ (mm)を計算した。次いで、先報⁹⁾と同じ方法で糸構造の変動間隔を解析した。すなわち、まず、 $\Delta\langle\delta\rangle$ の累積から各試料糸の変動曲線 $L(n)$ を求めた。 $L(n)$ 曲線は比較的波長の長い成分を持つ変動と、比較的波長の短い成分を持つ変動から成る。我々は、短波長の変動がP・N成分繊維相互の力学的釣りの合いの変動に起因する糸構造の変化 (マイグレーション) を示して

Fig. 1 Spinning geometry : setting position of the hollow spindle (mm).

Fig. 2 The distribution of index- μ : spinning direction is (0, 0).

Table. 2 Samples using different fibers as P & N components for expt. 2~5.

Fineness (D) X Length (mm)		Spinning direction (mm)
P	N	
1.5 X 35	1.5 X 51	(0, 0), (40, 0), (-40, 0)
1.5 X 51	1.5 X 35	(40, 0), (-40, 0)
1.5 X 51	2.0 X 51	(0, 0), (40, 0), (-40, 0)
2.0 X 51	1.5 X 51	(40, 0), (-40, 0)
1.5 X 35	2.0 X 51	(0, 0), (40, 0), (-40, 0)

P : P component
N : N component

いるものと考えた。そこで、長い波長成分を持つ変動をトレンドと呼び、 $L(n)$ 曲線からトレンドを取り除いた曲線 (HPD 曲線) が単調に増加、あるいは単調に減少している間を糸構造の変化過程とし、糸に沿って計ったこの過程の長さを構造変化の間隔 δ (mm) とした。この解析において、構造変化の始めと終わりの HPD 値の差が一定の基準値より小さいときは、この間の構造変化はないものとした。また、構造変化の判断の基準値には、 $|HPD_i - HPD_{i+1}|$ を全ての試料について平均した値を用いた。次いで、 δ 間の HPD の変化量は、マイグレーションの発生を促すらせん長さの差の臨界値を示していると考え、これを特に ΔHPD と呼び、この値も実験結果の考察の対象とした。以上の各測定の詳細な説明は参考文献に譲る^{1~5, 9, 10)}。

3. 結果および考察

3.1 実験 1：同種の繊維からなる2層糸の検討 (ΔHPD に対する繊維条件の影響)

表 3-1 は、表 1 の試料のうち、繊維長が 51 mm 「織度がそれぞれ 1.5 D と 2.0 D の繊維を用いて作製した試料糸の結果を比較したもので、表 3-2 は、織度が 1.5 D、繊維長がそれぞれ 35 mm と 51 mm の繊維を用いて作製した試料糸の結果を比較したものである。

表 3-1 において、斜め方向に紡出した場合の μ 値の平均はそれぞれ紡出方向に依存する特有な値を示すが、細い繊維で作製した試料糸の μ 値の方が太い繊維で作製した試料糸の μ 値より、やや大きい値を示している。また、どの紡出方向に対しても、細い繊維で作製した試料糸の方が、太い繊維で作製した試料糸よりも、長い δ (2.70 ~ 2.74 mm に対して 2.85 ~ 2.90 mm) と大きな ΔHPD (12.3 ~ 12.5 μm に対して 13.0 ~ 13.2 μm) を示している。

一方、表 3-2 においては、斜め方向に紡出した場合の μ 値の平均はそれぞれの紡出方向に依存する特有な値を示すが、短い繊維で作製した試料糸の μ 値のほうが長い繊維で作製した試料糸の μ 値より、やや大きい値を示している。また、 δ の値は、どの紡出方向に対しても、短い繊維で作製した試料糸の方が、長い繊維で作製した試料糸よりも、長い δ (2.85 ~ 2.90 mm に対して 3.01 ~ 3.07 mm) と大きな ΔHPD (13.0 ~ 13.2 μm に対して 13.5 ~ 13.7 μm) を示している。

Table. 3-1 Effects of fiber fineness on the value
 of μ , ζ & Δ HPD.

Spinning direction (mm)	Fiber fineness (D)	μ		ζ (mm)	Δ HPD	
		Average	S. D.		A (μ m)	B (μ m)
(0, 0)	2.0	-0.01	0.29	2.70	12.3	12.4
	1.5	-0.03	0.28	2.87	13.0	13.1
(40, 0)	2.0	0.37	0.27	2.73	12.3	12.5
	1.5	0.39	0.28	2.85	13.1	13.1
(-40, 0)	2.0	-0.34	0.30	2.74	12.4	12.5
	1.5	-0.37	0.30	2.90	13.2	13.0

Fiber length 51mm
S. D. : Standard Deviation
A: the difference of HPD from the beginning of increase to end of it.
B: the difference of HPD from the beginning of decrease to end of it.

Table. 3-2 Effects of fiber length on the value of
 μ , ζ & Δ HPD.

Spinning direction (mm)	Fiber length (mm)	μ		ζ (mm)	Δ HPD	
		Average	S. D.		A (μ m)	B (μ m)
(0, 0)	51	-0.03	0.28	2.87	13.0	13.1
	35	0.03	0.26	3.06	13.6	13.5
(40, 0)	51	0.39	0.28	2.85	13.1	13.1
	35	0.42	0.27	3.01	13.7	13.7
(-40, 0)	51	-0.37	0.30	2.90	13.2	13.0
	35	-0.39	0.27	3.07	13.5	13.6

Fiber fineness 1.5D
S. D. : Standard Deviation
A: the difference of HPD from the beginning of increase to end of it.
B: the difference of HPD from the beginning of decrease to end of it.

以上の結果から、糸構造に関して、細い繊維あるいは短い繊維で糸が構成されると、 Δ HPD、 μ 値、 ζ とも相対的に大きな値を示すという特徴が明らかとなった。

以上述べたことを確認するために、 ζ および Δ HPD の平均値の有意差検定を行った。検定は、3 つの紡出方向のデータをプールした標本に対して、「2 標本は同じ母集団から取られた」という帰無仮説を立てて行った。検定に用いた値と t 統計量の計算結果を表 4 に示す。有意水準 5 % で両側対立仮説に対する限界値は、データ数が多いので標準正規分布に近似でき、 $Z_{0.05} = 1.96$ となる。結果はこれより小さいため帰無仮説は棄却できないが、これに近い値が得られている。統計的に有意差を確認するた

めには、さらにデータ数を増やす必要があろう。

3.2 実験 2：異繊維長・同織度で構成された 2 層糸の検討

表 5 は、表 2 に示した試料のうち、織度は等しく (1.5 D)、繊維長が異なる (35 mm と 51 mm) 繊維を用いて作製した 2 層糸の結果を比較したものであるが、糸構造に対する紡出方向の影響が認められると同時に、成分繊維長の違いの影響も明らかに認められる。

一般に、糸構造に対する紡出方向の影響として、図 1 に示した方法で P・N 成分繊維を供給したとき、次の特徴を示すことが分かっている。

① 紡出向 (40, 0) : P 成分繊維が優先的に外

Table. 4 Test of significances

	$X_1:2.0D \times 51mm$ $N_1=275$	$X_2:1.5D \times 51mm$ $N_2=270$	$X_3:1.5D \times 35mm$ $N_3=254$
ζ	$\mu_1=2.72$ $\sigma_1=1.08$	$\mu_2=2.87$ $\sigma_2=1.11$	$\mu_3=3.05$ $\sigma_3=1.07$
ΔHPD	$\mu_1=12.40$ $\sigma_1=4.78$	$\mu_2=13.08$ $\sigma_2=4.76$	$\mu_3=13.60$ $\sigma_3=4.53$

4-1. Effect of fiber fineness			4-2. Effect of fiber length		
	ζ	ΔHPD		ζ	ΔHPD
$ \Delta \mu $	0.150	0.685	$ \Delta \mu $	0.173	0.517
σ	0.094	0.409	σ	0.093	0.406
$t= \Delta \mu /\sigma$	1.600	1.676	$t= \Delta \mu /\sigma$	1.860	1.272
$\Delta \mu = \mu_1 - \mu_2$ $\sigma^2 = \frac{\sigma_1^2(N_1-1) + \sigma_2^2(N_2-1)}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)$			$\Delta \mu = \mu_2 - \mu_3$ $\sigma^2 = \frac{\sigma_2^2(N_2-1) + \sigma_3^2(N_3-1)}{N_2 + N_3 - 2} \left(\frac{1}{N_2} + \frac{1}{N_3} \right)$		

Table. 5 Arranging effects of different fiber length to P & N components on the value of μ, ζ & ΔHPD .

Spinning direction (mm)	Fineness (D) $\times$ Length (mm)		μ		ζ (mm)	ΔHPD	
	P	N	Average	S. D.		A (μm)	B (μm)
(a): (40, 0)	1.5 $\times$ 35	1.5 $\times$ 51	0.45	0.30	2.82	13.4	13.3
(b): (40, 0)	1.5 $\times$ 51	1.5 $\times$ 35	0.29	0.28	3.23	13.2	13.2
(c): (-40, 0)	1.5 $\times$ 35	1.5 $\times$ 51	-0.26	0.26	3.31	13.2	13.1
(d): (-40, 0)	1.5 $\times$ 51	1.5 $\times$ 35	-0.42	0.29	2.85	13.1	13.4

S. D.: Standard Deviation
P: P component
N: N component
A: the difference of HPD from the beginning of increase to end of it.
B: the difference of HPD from the beginning of decrease to end of it.

層に現れる傾向を持つ（試料 a・b）
② 紡出方向（-40， 0）：N 成分繊維が優先的に外層に現れる傾向をもつ（試料 c・d）
従って、これらの紡出方向で作製した 2 層糸の μ 値は、①のときは正、②のときは負で大きな値をとるという傾向が認められている¹⁰⁾。
表 5 において、試料 a・b は一般に P 成分繊維が糸の外層に現れる傾向を示す紡出方向で作製した。a 試料は P 成分に 35 mm の繊維、b 試料は P 成分に 51 mm の繊維を用いている。その結果、P 成分に

短い繊維を用いた a 試料の μ 値は、b 試料に比較して大きな値を示している。一方、c・d 試料は、一般に N 成分繊維が糸の外層に現れる傾向を示す紡出方向で作製した。d 試料は N 成分に 35 mm の繊維、c 試料は N 成分に 51 mm の繊維を用いている。その結果、N 成分に短い繊維を用いた d 試料の μ 値は、c 試料に比較して負で大きな値を示している。
構造変動の間隔を示す ζ の値については、 μ 値の大小関係と逆の関係を示した。しかし、 ζ 間に生じた HPD の変化量 (ΔHPD) は、全ての試料ではほぼ等

Table. 6 Arranging effects of different fiber fineness to P & N components on the value of μ , ζ & Δ HPD.

Spinning direction (mm)	Fineness (D) × Length (mm)		μ		ζ (mm)	Δ HPD	
	P	N	Average	S. D.		A (μ m)	B (μ m)
(e): (40, 0)	1.5 × 51	2.0 × 51	0.32	0.26	3.08	12.8	12.6
(f): (40, 0)	2.0 × 51	1.5 × 51	0.43	0.29	2.84	12.7	13.0
(g): (-40, 0)	1.5 × 51	2.0 × 51	-0.40	0.28	2.87	12.7	12.9
(h): (-40, 0)	2.0 × 51	1.5 × 51	-0.29	0.24	3.14	12.7	12.9

S. D.: Standard Deviation
P: P component
N: N component
A: the difference of HPD from the beginning of increase to end of it.
B: the difference of HPD from the beginning of decrease to end of it.

しい値 (13.1 ~ 13.4 μ m) を示し、 Δ HPD に対する紡出方向、および繊維配置の違いの影響は認められなかった。また、その値は実験 1 で示した 51 mm の繊維および 35 mm の繊維だけを用いて作製した試料の Δ HPD のほぼ中間的な値をとった。

以上の実験結果から、糸構造に対する繊維長の影響として次のような特徴を指摘することができる。すなわち、一般に糸の構造は、紡出方向に依存して偏りを生じ、紡出方向によって P 成分あるいは N 成分が優先的に糸の外層に現れる傾向を示すが、外層に現れる繊維が短いほど、あるいはこれとは逆に、内層に現れる繊維が長いほど、この傾向は助長される。しかし、このような内・外層へ繊維配置の違いは、 Δ HPD の大きさに影響を及ぼさない。

3.3 実験 3：同繊維長・異織度で構成された 2 層糸の検討

表 6 は、表 2 に示した試料のうち、繊維長は等しく (51 mm)、織度が異なる (1.5 D と 2.0 D) 繊維で構成された 2 層糸の結果を比較したものである。前出の表 5 と同様に、この表には、糸構造に対する紡出方向の影響が認められると同時に、織度の影響も明らかに認められる。

表 6 において、試料 e・f は一般に P 成分繊維が糸の外層に現れる傾向を示す紡出方向で作製した。e 試料が P 成分に 1.5 D の繊維を用いているのに対して、f 試料は P 成分に 2.0 D の繊維を用いている。その結果、P 成分に太い繊維を用いた f 試料の μ 値は、e 試料に比較して大きな値を示している。一方、

g・h 試料は一般に N 成分繊維が糸外層に現れる傾向を示す紡出方向で作製した。g 試料は N 成分に 2.0 D の繊維を用いているのに対して、h 試料は N 成分に 1.5 D の繊維を用いている。その結果、N 成分に太い繊維を用いた g 試料の μ 値は、h 試料に比較して負で大きな値を示している。

構造変動の間隔を示す ζ の値については、 μ 値の大小関係と逆の関係を示した。しかし、 ζ 間に生じた HPD の変化量 (Δ HPD) は全ての試料でほぼ等しい値 (12.7 ~ 13.0 μ m) を示し、 Δ HPD に対する紡出方向および繊維配置の違いの影響は認められなかった。また、その値は実験 1 で示した 2.0 D の繊維および 1.5 D の繊維だけを用いて作製した試料の Δ HPD のほぼ中間的な値をとった。

以上の実験結果から、糸構造に対する織度の影響として次のような特徴を指摘することができる。すなわち、一般に糸の構造は、紡出方向に依存して偏りを生じ、紡出方向によって P 成分あるいは N 成分が優先的に糸の外層に現れる傾向を示すが、外層に現れる繊維が太いほど、あるいはこれとは逆に、内層に現れる繊維が細いほど、この傾向は助長される。しかし、このような内・外層への繊維配置の違いは、 Δ HPD の大きさに影響を及ぼさない。

3.4 実験 4：異繊維長・異織度で構成された 2 層糸の検討

表 7 は、表 2 に示した試料のうち、繊維および織度がともに異なる繊維で構成された 2 層糸を比較したものである。

Table. 7 Arranging effects of different fiber length and fineness to P & N components on the value of μ, ζ & Δ NVD.

Spinning direction (mm)	Fineness (D) X Length (mm) P N		μ		ζ (mm)	Δ HPD	
			Average	S. D.		A (μ m)	B (μ m)
(a): (40, 0)	1.5 X 35	1.5 X 51	0.45	0.30	2.82	13.4	13.3
(i): (40, 0)	1.5 X 35	2.0 X 51	0.41	0.29	2.85	13.1	12.9
(e): (40, 0)	1.5 X 51	2.0 X 51	0.32	0.26	3.08	12.8	12.6
(g): (-40, 0)	1.5 X 51	2.0 X 51	-0.40	0.28	2.87	12.7	12.9
(j): (-40, 0)	1.5 X 35	2.0 X 51	-0.32	0.27	3.13	13.2	12.9
(c): (-40, 0)	1.5 X 35	1.5 X 51	-0.26	0.26	3.31	13.2	13.1

S. D.: Standard Deviation
P: P component fiber
N: N component fiber
A: the difference of HPD from the beginning of increase to end of it.
B: the difference of HPD from the beginning of decrease to end of it.

試料 i は、P 成分繊維が糸の外層に現れる傾向を示す紡出方向で作製した。P 成分には短くて細い繊維 (1.5 D × 35 mm) を、また N 成分には長くて太い繊維 (2.0 D × 51 mm) を配置している。これとは逆に、試料 j は N 成分繊維が糸外層に現れる傾向を示す紡出方向で作製した。N 成分には太い繊維 (2.0 D × 51 mm) を、また P 成分には短くて細い繊維 (1.5 D × 35 mm) を配置している。表には比較のために、試料 i, j に対して、それぞれ a・e (前出) および c・g (前出) のデータを併記した。

試料 a・i・e および試料 g・j・c の μ 値の絶対値の大きさの順序は、a>i>e, g>j>c となっているが、これらの大小関係は 3.2 および 3.3 に述べた結論を用いて説明できる。すなわち、試料 a・i・e は、P 成分が糸の外層に、N 成分が糸の内層に優先的に位置するような紡出方向で作製した。a 試料と比べて、i 試料は N 成分に太い繊維を用いており、これは N 成分が外層に向かう傾向を助長する繊維配置となっている。その結果、i 試料の μ 値は a 試料よりも小さな値を示したものと説明できる。一方、e 試料と比べて、i 試料は P 成分に短い繊維を用いており、これは P 成分が外層に向かう傾向を助長する繊維配置となっている。その結果、i 試料の μ 値は e 試料よりも大きな値を示したものと説明できる。詳細な説明は省略するが、試料 g・j・c の μ 値の順序についても同様に説明できる。

Δ HPD の大きさにも異種繊維配置の影響が認め

られる。すなわち、試料 a・i・e および試料 g・j・c の Δ HPD 値の大きさの順序は、

$$a(13.3\mu\text{m}\sim13.4\mu\text{m}) > i(12.9\mu\text{m}\sim13.1\mu\text{m}) > e(12.6\mu\text{m}\sim12.8\mu\text{m}) \\ c(13.1\mu\text{m}\sim13.2\mu\text{m}) > j(12.9\mu\text{m}\sim12.2\mu\text{m}) > g(12.7\mu\text{m}\sim13.0\mu\text{m})$$

となっている。試料 a・i・e のうち、a 試料は 1.5 D の細い繊維で構成されているのに対し、i 試料は 1.5 D と 2.0 D の繊維で構成され、構成繊維の太さ効果により、a 試料の Δ HPD 値は i 試料よりも大きな値を示したものと考えられる。また、i 試料は 35 mm と 51 mm の繊維で構成されているのに対し、e 試料は、全ての繊維が 51 mm のもので構成され、構成繊維の長さ効果により、e 試料の Δ HPD 値は i 試料よりも小さな値を示したものと考えられる。g・j・c の Δ HPD 値の順序についても同様な傾向が認められる。

3.5 実験 5：(0,0)方向紡出糸の検討

実験 2, 3, 4 において、斜め方向に紡出した糸の構造に対する異種繊維の組み合わせと繊維配置の効果、すなわち、糸構造の紡出方向依存性 (P 成分あるいは N 成分が優先的に糸の外層に現れる傾向) は、外層を構成する繊維が短いほど、あるいは逆に、内層を構成する繊維が長いほどこの傾向が助長されることと、外層を構成する繊維が太いほど、あるいは逆に、次層を構成する繊維が細いほどこの傾向は

Table. 8 Arranging effects of fiber length and fineness on the value of μ , ζ & Δ HPD at the (0, 0) spinning direction.

Spinning direction (mm)	Fineness (D) × Length (mm)	μ		ζ (mm)	Δ HPD			
		Average	S. D.		A (μ m)	B (μ m)		
(p):	(0, 0)	2.0 × 51	2.0 × 51	-0.01	0.29	2.70	12.3	12.4
(k):	(0, 0)	1.5 × 51	2.0 × 51	-0.06	0.25	2.90	12.6	12.9
(q):	(0, 0)	1.5 × 51	1.5 × 51	-0.03	0.28	2.87	13.0	13.1
(m):	(0, 0)	1.5 × 35	1.5 × 51	0.09	0.28	2.94	13.3	13.3
(r):	(0, 0)	1.5 × 35	1.5 × 35	0.03	0.26	3.06	13.6	13.5
(n):	(0, 0)	1.5 × 35	2.0 × 51	0.03	0.26	2.92	13.1	12.9

S.D.: Standard Deviation
P: P component
N: N component
A: the difference of HPD from the beginning of increase to end of it.
B: the difference of HPD from the beginning of decrease to end of it.

助長されることが明らかになった。また、実験1の検討から、繊維長と織度の違いにより、 Δ HPD 値が異なることも明らかとなった。これらより、以上に認められる斜め方向紡出の構造に対する繊維配置の効果は、異種の繊維を組み合わせることから生じているが、紡出方向が (0, 0) の場合も、同様の効果が現れると考え、以下の検討を行った。

表8のk, m, nはP, N成分に繊維長または織度の異なる繊維を用いて作製した試料の結果である。比較のために、同繊維長・同織度の繊維を用いて作製した試料 (p, q, r) の結果を併記している。

Δ HPD に関しては前述の斜め方向の紡出の場合と同様に、繊維長あるいは織度の異なる繊維を組み合わせた試料k, m, nは、もとの繊維を用いた試料p, q, rのほぼ中間的な値を示している。

図3はk, m, n試料の μ 値の度数分布を示す。同繊維長・同織度の繊維を組み合わせで作製した糸の μ 値がほぼ対称な分布を示した(図2参照)のに対し、繊維長あるいは織度が異なる繊維を組み合わせで紡出した糸では、分布形に偏りが生じているのが分かる。織度の異なる2.0 D、51 mmの繊維と1.5 D、51 mmの繊維を組み合わせた試料kは、試料p (2.0 D × 51 mm)、試料q (1.5 D × 51 mm)の結果よりも負に偏った-0.06を示している。試料kは、試料pと比べてP成分に細い繊維を用い、また、試料qと比べてN成分に太い繊維を用いた試料であ

る。負に偏った μ 値を示したことから、細い繊維は内層に、太い繊維は外層に現れる傾向を持つことを示しており、斜め方向の紡出の場合と一致する。また、繊維長の異なる1.5 D、51 mmの繊維と1.5 D、35 mmの繊維を組み合わせた試料mは、試料q (1.5 D × 51 mm)、試料r (1.5 D × 35 mm)の結果よりも正に偏った値0.09を示している。試料mは、試料qと比べてP成分に短い繊維を用い、試料rと比べてN成分に長い繊維を用いた試料である。正に偏った μ 値を示したことから、短い繊維は外層に、長い繊維は内層に現れる傾向を持つことを示しており、斜め方向の紡出の場合と一致する。試料nは、 Δ HPDの差が最も大きな繊維の組み合わせであるが、繊維長と織度が互いに効果を打ち消し合う条件の繊維、すなわち、太くて長い繊維 (2.0 D × 51 mm) と細くて短い繊維 (1.5 D × 35 mm) の組み合わせであるため、試料k, mほど異種繊維組み合わせの効束が現れなかったものと思われる。

以上のような太い、あるいは、短い繊維が外層に出やすいという傾向は、混紡糸に関する研究¹⁰⁾においても指摘されている。また、本研究では等体積分率で糸を作成しているため、織度の異なる2層糸の断面繊維本数は、当然異なったものになる。従って、本研究で認められた異織度繊維の組み合わせの影響の中に構成繊維本数の違いの影響も考慮すべきかもしれないが、しかしこれらは、後の検討事項である。

Fig. 3 The distribution of index- μ when different fibers are coupled : spinning direction is (0, 0).

4. 結 言

本研究により、糸構造に対する繊維条件（繊維長・繊維度）の効果として、構成繊維が短いほどあるいは細いほど、 Δ HPD、 μ 値、 μ とも大きな値を示すことが分かった。さらに、異種繊維の組み合わせによる Δ HPD と μ 値の変化を多くの実験から検討した。その結果、異種の繊維で作製した 2 層糸の Δ HPD は、それぞれの繊維だけで作製した 2 層糸の Δ HPD のほぼ中間的な値を示した。 μ 値については、異種繊維の組み合わせによる分布の偏りが認められ、異種繊維の P・N 成分への繊維配置の方法によって、糸構造の紡出方向依存性が助長・抑制されることが明らかになった。

謝 辞

本研究を実施するに当たって、豊和工業株式会社には特殊精紡機の試作と画像処理装置の利用等ご援助を頂きました。また、都築紡績株式会社には粗糸の製作等をお願いし、取締役代表補佐・榊原富夫氏並びに同社の皆様に終始多大のご協力を頂きました。ここに、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 原川；繊維誌, 36, T 158 (1983)
- 2) 原川, 森, 安藤；繊維誌, 37, T 93 (1984)
- 3) 坂本, 安藤, 原川；繊維誌, 43, 39 (1987)
- 4) 原川；繊維誌, 42, P 221 (1989)
- 5) 華, 原川, 金；繊維誌, 44, T 47 (1991)
- 6) 華, 原川, 金；繊維誌, 44, T 81 (1991)
- 7) 原川；特公昭, 57—29615 (1982)
- 8) 原川；繊維誌, 34, T 163 (1981)
- 9) 金, 華, 原川, 佐藤；繊維誌, 44, T 24 (1991)
- 10) 原川, 華, 金, 高橋；繊維誌, 43, T 98 (1990)
- 11) 例えば, J. B. Hamilton, D. N. E. Cooper; J. Text. Inst., 49, T 687 (1958)