中国紙に関する研究 (第3報) 檀皮 (青檀) の繊維長および繊維幅について

愛媛県製紙試験場 前松陸郎, 元木嘉平
 三木特種製紙株式会社 井川 数一

Studies on Chinese Handmade Paper (Part 3) Distribution of Dimensions of the Bast Fibers of "Tan" Plant (Ching-tan in China)

Rokurō Maematsu and Kahei Motoki
 Ehime Prefecture paper making Experimental Station, Kawanoeshi
 Kazuichi Ikawa
 Mikitokushu Paper Co., Ltd.

The distribution of dimensions of "Tanpi" was measured and was compared with "Mitsumata" and "Ganpi": as shown in Table 1, 2, 3, 9, 10. Length 1.5~5.7 mm (aver. 2.9 mm); Width 3-15 μ (aver. 8.3 μ) Fiber ratio is aver. 278 and is similar to "Ganpi" and is smaller than "Mitsumata".

The fiber length of "Tanpi" is smaller than "Ganpi" and is close to "Mitsumata".

The fiber width of "Tanpi" is finer than "Ganpi" and is close to "Mitsumata".

A comparison of the size distribution of "Tanpi" with "Ganpi" and "Mitsumata" by using pulpclassifier is given in Table 8.

A comparison of straw with bamdoo is given Table 4, 5, 6, 7, 8.

1. まえがき

中国における宣紙の主原料に用いられる檀皮繊維の形態について前報で報告したので、本報では檀皮繊維、宣紙に混抄されるワラ、唐紙の原料に用いられる竹について、繊維長と繊維幅およびその分布について報告する。また、檀皮パルプ、わらパルプ、竹パルプについて、パルプのふるい分け試験器を用いて繊維長フラクション毎に繊維長分布を推定した。また、和紙原料の三極、雁皮と比較した。

2. 試料および実験方法

2.1 試料

檀皮繊維は前報において報告した試料について無作為に測定したが、その後新たに一本の小枝条を入手したので、上部、中間部、下部について測定した。わらおよび竹繊維とこれらのパルプは日本産について測定した。

2.2 実験方法

檀皮およびわらは1%カセイソーダ溶液、苦竹繊維はSchultz-Honneberg法により抽出分離した後、測定した。ふるい分け試験はJIS P 8207により行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 檀皮の繊維長と繊維幅

檀皮の繊維長と繊維幅の測定結果を表1、表2に示す。また、それぞれの分布曲線を図1、図2に示す。

繊維長の出現度数は正規分布であるから、危険率 α を0.05に取り、不偏分散 u^2 を計算し母平均の信頼限界を求めると、次の如くなる。

檀皮の繊維長は

$$2,952 \text{ mm} \geq m \geq 2,825 \text{ mm}$$

表2の出現度数を正規分布と見なすと、同様にして信頼限界を求めると次の如くなる。

檀皮の繊維幅は

Table 1 Fiber length of the bast fibers of "Tan"

Class intervals (mm)	Number f_j	x_j	x_j^2	$f_j \cdot x_j^2$	$f_j \cdot x_j$
1.5~1.7		1.6			
1.7~1.9	2	1.8	3.24	6.48	3.6
1.9~2.1	7	2.0	4.00	28.0	14.0
2.1~2.3	17	2.2	4.84	82.28	37.4
2.3~2.5	34	2.4	5.76	195.84	81.6
2.5~2.7	47	2.6	6.76	317.72	122.2
2.7~2.9	62	2.8	7.84	486.08	173.6
2.9~3.1	49	3.0	9.00	441.	147.
3.1~3.3	37	3.2	10.24	378.88	118.4
3.3~3.5	27	3.4	11.56	312.12	91.8
3.5~3.7	7	3.6	12.96	90.72	25.2
3.7~3.9	3	3.8	14.44	43.32	11.4
3.9~4.1	2	4.0	16.00	32.0	8.0
4.1~4.3		4.2			
4.3~4.5		4.4			
4.5~4.7		4.6			
4.7~4.9	1	4.8	23.04	23.04	4.8
4.9~5.1	3	5.0	25.00	75.0	15.0
5.1~5.3		5.2			
5.3~5.5	1	5.4	29.16	29.16	5.4
5.5~5.7	1	5.6	31.36	31.36	5.6
$N = \sum_{j=1}^K f_j$	300				
$\sum_{j=1}^K f_j \cdot x_j^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2$				2,573	
$\sum_{j=1}^K f_j \cdot x_j = \sum_{i=1}^N x_i$					865
$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$					2.88

Table 2 Fiber width of the bast fibers of "Tan"

Class intervals (μ)	Number f_j	x_j	x_j^2	$f_j \cdot x_j^2$	$f_j \cdot x_j$
3~5	4	4	16	64	16
5~7	75	6	36	2,700	450
7~9	124	8	64	7,936	992
9~11	75	10	100	7,500	750
11~13	19	12	144	2,736	228
13~15	3	14	196	588	42
$N = \sum_{j=1}^K f_j$	300				
$\sum f_j \cdot x_j^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2$				21,524	
$\sum_{j=1}^K f_j \cdot x_j = \sum_{i=1}^N x_i$					2,478
$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$					8.26
Fiber ratio					349

Fig. 1 Distribution of fiber length of the bast fibers of "Tan"

Fig. 2 Distribution of fiber width of the bast fibers of "Tan"

$$8.2 \mu \geq m \geq 7.68 \mu$$

大沢¹⁾は樺皮の繊維は長さ2.2~3.0 mm, 幅10 μ と報告し, わずか一例の材料についての調査であるから確言をはばかるとしている。

我々もわずか一本の小枝条であったが, 下部, 中部, 上部の平均について測定できたので, これを表3に示す。表3からそれぞれ長さ2.28 mm, 2.08 mm, 2.14

mm, 幅9.7 μ , 8.8 μ , 7.3 μ で, 上部が細長になっている。

日本産上スベわら(精選わら)および胴わら(外葉柄を除いた)の靱皮繊維だけの繊維長・繊維幅の分布をそれぞれ表4~5に示す。小原はイネわらにおいては, 靱皮繊維の外に導管, 表皮細胞が多量に現われ, 繊維長0.55~1.9 mm, 繊維幅4~15 μ と報告してい

Table 3 Distribution of the bast fibers from a sprig of "Tan"

Fiber length				Fiber width			
Class intervals (mm)	Fraction			Class intervals (μ)	Fraction		
	Lower (%)	Middle (%)	Upper (%)		Lower (%)	Middle (%)	Upper (%)
1.5~2.0	20	46	43	5~7	11	19	53
2.0~2.5	62	51	47	7~9	37	53	42
2.5~3.0	17	0	8	9~11	24	14	3
3.0~3.5	0	2	1	11~13	20	11	2
3.5~4.0	1	1	1	13~15	8	3	0
Total	100	100	100	Total	100	100	100
Mean	2.28	2.08	2.14	Mean	9.7	8.8	7.3
Fiber ratio	235	236	293				

Table 4 Distribution of the bast fibers of "Josube" straw (refined straw culm)

Fiber Length			Fiber Width		
Class intervals (mm)	Number	Frequencies (%)	Class intervals (μ)	Number	Frequencies (%)
0.1~0.5	209	41.8	0~ 5	87	17
0.5~1.0	232	46.6	5~10	357	72
1.0~1.5	52	10.4	10~15	55	11
1.5~2.0	6	1.2			
Total	500	100	Total	500	100
Mean (mm)	0.62		Mean (μ)	7.4	
Fiber Ratio	83.8				

Table 5 Distribution of the bast fibers of "Dowara" (except the external stem of straw)

Fiber Length			Fiber Width		
Class intervals (mm)	Number	Frequencies (%)	Class intervals (μ)	Number	Frequencies (%)
0.1~0.5	156	31	1~ 5	25	5.0
0.5~1.0	275	55	5~10	344	68.8
1.0~1.5	53	11	10~15	119	23.8
1.5~2.0	16	3	15~20	8	1.6
			20~25	4	0.8
Total	500	100	Total	500	100
Mean (mm)	0.67		Mean (μ)	8.8	
Fiber Ratio	76.1				

Table 6 Distribution of the bast fibers of bamboo ("Nigatake")

Fiber Length		Fiber Width	
Class intervals (mm)	Frequencies (%)	Class intervals (μ)	Frequencies (%)
0.1~0.5	0.1	5~15	30.2
0.5~1.0	6.6	15~25	55.6
1.0~1.5	22.1	25~35	10.4
1.5~2.0	40.6	35~45	3.8
2.0~2.5	18.3		
2.5~3.0	7.9		
3.0~3.5	4.1		
3.5~4.0	0.3		
Total	100	Total	100
Mean (mm)	1.69	Mean (μ)	21
Fiber Ratio	80.4		

Fig. 7 Size distribution of the bast fibers of a commercial bamboo pulp

Fiber Length			Fiber Width		
Class intervals (mm)	Number	Frequencies (%)	Class intervals (μ)	Number	Frequencies (%)
0.1~0.5	71	14.2	1~ 5	15	3.0
0.5~1.0	153	30.6	5~10	244	48.8
1.0~1.5	154	30.8	10~15	214	43.0
1.5~2.0	67	13.4	15~20	22	4.4
2.0~2.5	35	7.0	20~25	4	0.8
2.5~3.0	15	3.0			
3.0~3.5	3	0.6			
3.5~4.0	2	0.4			
Total	500	100	Total	500	100
Mean (mm)	1.03		Mean (μ)	10	
Fiber Ratio	103				

る。本報ではイネわらの靱皮繊維のみを測定した結果を示した。

苦竹の靱皮繊維の繊維長・繊維幅の分布を表6, 市販竹パルプの繊維長・繊維幅の分布を表7に示す。

檀皮パルプ, わらパルプ, 竹パルプ, 三極パルプ, 雁皮パルプについて, 離解した各種パルプのショッパ-汙水度およびパルプふるい分け試験器を用いて繊維長フラクションごとに分別した結果を表8に示す。

高知県三極, 愛媛県川之江市切山産雁皮の繊維長・繊維幅の分布を表9~10にそれぞれ示す。

一般に長さとの比が大なる繊維, すなわち細長い繊維から抄造した紙は強靱なものが得られるので, 繊維比から考察すると, 表1~10から繊維比の平均は檀皮278, 雁皮265, 三極321で, 檀皮の繊維比は雁皮に似ているが, 三極より小さい。わらの靱皮繊維は上スベで83.8, 胴わらで76.1, 竹繊維で80.4, 市販竹

Table 8 Typical size distribution and freeness of various pulp slurries

Grade of pulp slurries	Schopper-Riegler	Fiber size % Retained				Through mesh
	standard freeness	on screen mesh no. s				screen
	SR	24	42	80	150	150
“Tanpi”	27	76.5	4.0	8.0	1.0	10.5
Straw	40	1.5	4.8	64.5	6.0	23.2
Bamboo	15	47.4	3.8	13.1	3.6	32.1
“Mitsumata”	18	82.6	6.5	1.5	0.5	8.9
“Gampi”	20	84.0	3.0	1.2	1.0	10.8

* Data taken from pulp classifier (JIS P 8207) and freeness using a 10 gram sample and a water flow of 8.3 litres per mi. for 15 min.

Table 9 Size distribution of Kochi-ken grown “mitsumata shirokawa”

Fiber Length				Fiber Width			
Class intervals (mm)	Lower part	Middle part	Top part	Class intervals (μ)	Lower part	Middle part	Top part
1~2	7	11	22	1~ 5	0	0	0
2~3	17	55	61	5~10	75	90	87
3~4	46	33	17	10~15	25	10	13
4~5	28	1	0				
5~6	2	0	0				
Total	100	100	100	Total	100	100	100
Mean (mm)	3.5	2.7	2.5	Mean (μ)	9	9	9
Fiber ratio	388	300	277				

Table 10 Size distribution of Ehime-ken grown “ganpi jikekawa”

Fiber Length				Fiber Width			
Class intervals (mm)	Lower part	Middle part	Top part	Class intervals (μ)	Lower part	Middle part	Top part
1~2	7	5	10	1~ 5	0	0	0
2~3	12	17	18	5~10	10	6	15
3~4	20	19	27	10~15	46	32	58
4~5	26	25	33	15~20	38	48	25
5~6	29	30	12	20~25	4	12	2
6~7	6	4	0	25~30	2	2	0
Total	100	100	100	Total	100	100	100
Mean (mm)	4.3	4.2	3.7	Mean (μ)	15	17	14
Fiber ratio	286	247	264				

パルプで103である。従って、ワラの靱皮繊維の繊維比は竹繊維に似ている。

檀皮の繊維長は雁皮より短かく、三極に近い。檀皮の繊維幅は雁皮より細く、三極に近い。

大沢は繊維の形態・構造から観察して、要するに檀皮繊維は竹繊維に似ているが、それよりはるかに柔軟で透明でかつ長いと報告している¹⁾。

表8から分かるように、離解しただけのパルプのフリーネスは、檀皮 SR 27°, 雁皮 SR 20°, 三極 SR 18° の順であった。24 メッシュ ふるいに残留した粗い繊維は雁皮 84%, 三極 83%, 檀皮 77% の順であったが、150 メッシュを通過する細かい繊維はいずれも約 10% であった。

また、わらパルプのフリーネスは、SR 40°, 竹パルプは SR 15° であった。わらパルプでは 80 メッシュ ふるいに残留する粗い繊維は 71%, 150 メッシュ ふるいを通過する細かい繊維は 23% であった。竹パルプでは、24 メッシュ ふるいに残留する粗い繊維は 47%,

150 メッシュ ふるいを通過する細かい繊維は 23% であった。

4. 総括

檀皮の繊維長・繊維幅を測定し、三極、雁皮および竹、わらと比較した。

(1) 檀皮の繊維長は 1.5~5.7 mm, 平均 2.9 mm, 繊維幅は 3~15 μ , 平均 8.3 μ である。繊維比は平均 278 で、雁皮に似ているが、三極より小さい。

(2) 檀皮は繊維長が雁皮より短かく三極に近く、繊維幅は雁皮より細く三極に近い。

(3) 檀皮繊維の粗細について、ふるい分試験機を用いて雁皮、三極と比較した。また、竹パルプとワラパルプについて比較した。

参考文献

- 1) 大沢 忍：和紙研究，第8号，p. 13~21 (昭16)

Magnetic Curl Breaker®

特許：日本・米国・ドイツ他

Westvaco Corp.(米国)
技術提携

紙・板紙 }
フィルム } 巻取の
他 } カール除去装置

総発売元

三洋日比谷株式会社

機 械 部

製作元

株式会社 藤 卷 鉄 工 所

〒101 東京都千代田区内神田2の2の1 TEL 03-252-6111(大代表)
支店：大阪、静岡、岩国、福岡、札幌、名古屋 出張所：浜松、江津、門司、徳山、四国

〒419-02 静岡県富士市厚原大石2198の2
TEL 0545-71-3477