

家蚕の吐糸機構に関する研究 Ⅲ 吐糸管の形態と吐糸繊維の形態との関係 (続)

萩原清治*

Kiyoharu OGIWARA; Studies on the Spinning Mechanism of Silkworm (Ⅲ) On the Relation between the Shape of Cocoon Fiber and the Form of Spinnert

(1954年9月5日受理)

Ⅰ 緒言

繭糸は仔細に観察すると、其の形態、性質に於て多くの変異性を持つており、此の変異性は繭糸を吐糸する時の絹糸腺内の絹物質の性質が一樣でないこと、繊維化作用が一樣でないこと等が原因している。此の繊維形成過程に就ては従来色々の方面から研究が行われたが、未だ不明の点が多い。此の報告は繭糸の形成に当つて重要な役目をすると考えられる吐糸管の形態及機能に就て行つた研究である。

此の研究は昭和25年度の文部省科学研究費によつて行つた。此処に当局に対して謝意を表する。又材料に就て便宜をあたえられた竹田研究室の諸氏に深甚の謝意を表する。

Ⅱ 実験の方法及結果

吐糸管の形態及構造に就ては Snodgrass⁽¹⁾ 氏、田中氏⁽²⁾、金沢氏⁽³⁾、及中島氏等の研究がある。著者も亦研究を進めて来たが未だ不明の所が多かつた。繭糸の太さ及形は液状絹が通過する圧糸部管孔の大きさ、形によつて変異して来る。

そして液状絹が繊維化する迄には含有する多量の水分(自重の約230%)を放散し、漸次ミセルの配列性を高めつつ横断面積に於て約 $\frac{1}{3}$ ⁽⁴⁾に収縮して乾燥安定化する。又安定化する迄には約2~6分を要する。此の様に吐糸管が(主として圧糸部)繭糸の形及太さの決定に主要な部分であるとすれば、繭糸の形及太さが絹糸虫の種類によつて異なる事実は、此等のものの圧糸部の形に相異があるのではないかと推定されたので家蚕や野蚕に就て吐糸管の形態を調査し、上の推定の通りの結果を得たのである。調査方法は筆者の方法によつた。

(1) 吐糸管の形態

吐糸管は吐糸部、共通部及圧糸部に区別されるが、こ

* 信州大学繊維学部…製糸原科学研究室

のうち著しい相異を示す部分は圧糸部である。著者は吐糸管の構造を調査し、吐糸機能に關係を持つていてと考える部分に就て観察した結果から次の様な区別をした。

圧糸部キチン板の形態

- A型 下部キチン板膨大部が薄いもの
- B型 下部キチン板膨大部が厚いもの
- C型 下部キチン板のないもの(又は薄層のみ欠)
- D型 上部キチン板の形を(横断面形)洋梨形、錯形、平板形に区別した。

フィリップ氏腺の有無及位置の相異

- A型 前部糸腺と共通部の境に開孔しているもの
- B型 前部糸腺の各々に開孔しているもの
- C型 此の腺を欠除しているもの

其の他の部分の形態

- A型 共通部が明かに認め難いもの
- B型 上部キチン板が前方へ行く程大きく厚くなつてゐるもの
- C型 管孔(圧糸部)の内壁が波状を呈するもの

以上の区別を次の図で示した。(Fig. 1) 図中A~Eは縦断面、Fは家蚕の圧糸部分に於て頭部を横断したもので、G~Jは各圧糸部の横断面である。

今上掲の区分に従つて取扱つた試料を区分して見ると次の通りである。

Table 1:

第一の区分	A型	青白、3眼蚕、支17L少種、桑蚕×家蚕、特大造
	B型	日112×支110、欧19×支17、支16、欧16、支4、支17L多種、欧18、テグス蚕、多喜志保
	C型	柞蚕、蓖麻蚕、栗蚕
	D型	洋梨形…家蚕、錯形…柞蚕、蓖麻蚕、平板形…栗蚕

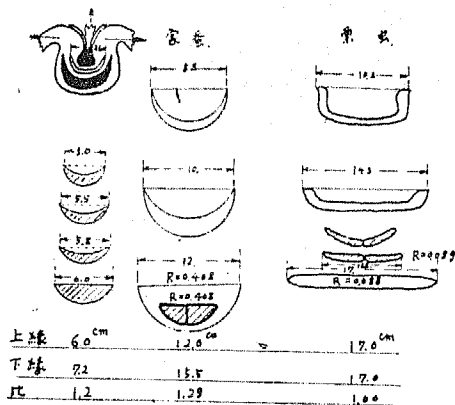
- 第二の区分
 - A形 調査した全部の家蚕
 - B形 柞蚕、栗蚕
 - C形 蓖麻蚕
- 第三の区分
 - A型 栗蚕
 - B型 蓖麻蚕
 - C型 柞蚕、天蚕

以上は各試料共、カルノー液で固定してあるので各部分の形、大きさは多少差が起きているであろう。以上の様な相異が繊維の形及構造に差異を来すものになるのである。

(2) 吐糸管の形態と生成繊維の形態

次に(1)の実験の結果をもとにして液状絹が通過する場合の吐糸管の形を考察して見る。Fig 1 図の横断面から孔壁の上下縁の長さが異なることがわかる。此の各々の長さを測り、此の長さをもとにして上下縁の長さの比を変えて作つたものがFig. 3 である。此の図から上縁が直線となつた場合に管孔がとる直径比 (R) を求め、実際繭糸の R と比較した。

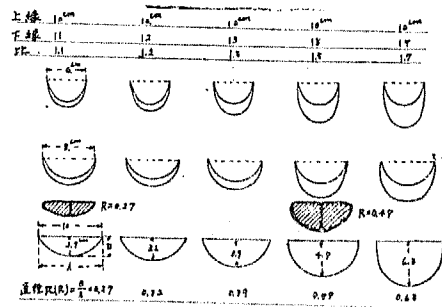
Fig 2: The schematic form and diameter ratio of the cultivate and chestnut silk.



第2図の様に管孔の直径比は吐糸繭糸 (第4図参照) の直径比又は形態と極めてよく類似していることがわかる。吐糸管の筋肉の調節によつて孔は変形すると思われるが其の変形は横巾に於て起るであろう。此の様に上下縁の長さの比率を一定にして横巾を変化した形、上縁を直線にして得た形及直径比を求めたものが第3図である。

実際の繭糸の形は第4図に示したが此等の直径比を測つて見ると家蚕では最大0.45、最小0.30 (稀には0.24) 平均0.35~0.38内外が多く、野蚕では栗蚕の様に0.089

Fig. 3: The deformation of the tube arise by the variety of the width of the tube in the silk press.

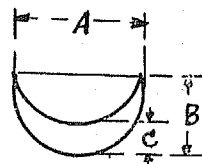


の様に極めて小さい値を示すものもある。此等のものの上下縁の長さの比は家蚕では1:15.~1:1.1のもの多く栗蚕では1:1のものも認めた。吐糸運動中に此等の管は壁に附着する筋肉によつて開閉運動が行われ、筋肉の附着状態から壁は左右に引張られることが考えられる。吐糸中液状絹は孔内に充満し、此のものが外界に出て乾燥すると自重の230%内外の水分の放出と、横断面積を $\frac{1}{3}$ に縮少するのである。又変形は孔の形に対して相似形的に行われることも考えられるので繭糸の形は略々孔の形に等しいのである。今固定蚕に就て圧糸部の形と繭糸の横巾 (長径) を調べた結果を示すと次の通りである。

Table 2: The size of silk press and the major dia. of Cocoon fiber

Items	Major dia. of cocoon fiber (s)	A/S	The size of silk press		
			part A	part B	part C
Cultivate silkworm	36.2 μ	0.755	48 μ	24 μ	4.2 μ
Tussah silk-w.	65.1	0.680	96	80	28
Eri silk-w.	35.7	0.577	62	37	10
Chestnut silk-w.	162.7	0.875	184	48	15

備考 管孔の測定は次の部分で行つた。



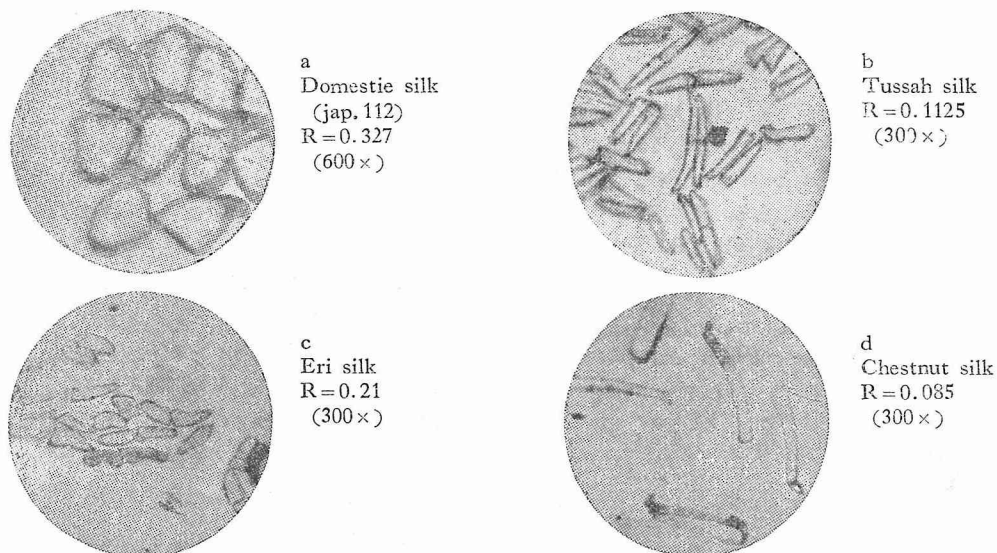
又繭糸の直径比を測つて見ると次の表の通りでFig. 4 の形が此の表の値によく合致しており、以上の説明の妥当性を示すものである。

Table 3 : The diameter ratio of cocoon fiber in various kinds

Kinds Items	Domestic silk		Tussah silk		Eri silk		Chestnut silk	
	Major dia.	Ratio	Major dia.	Ratio	Major dia.	Ratio	Major dia.	Ratio
Maximum	40.2 μ	0.356	72.1 μ	0.196	52.0 μ	0.271	180.0 μ	0.144
Minimum	32.8	0.302	51.8	0.085	31.0	0.125	133.0	0.056
Average	36.2	0.327	65.1	0.113	35.7	0.21	162.7	0.035

$$\text{備考 直径比 (R)} = \frac{\text{短径}}{\text{長径}}$$

Fig. 4: The cross section of the cocoon fiber.



次に第二に区分したフィリップ氏腺の絹糸腺えの附着位置及形を見ると第一図でわかる様に形及大きさ、附着位置が試料によつて異なる。此の腺の作用が液状絹の繊維化に関係があるとすれば、此の様な差異は生成繊維の性質、形態と密接な関係をもつていると考えることが出来る。

(3) 吐糸管の大きさと生成繊維の太さとの関係

熟蚕の絹糸腺⁽⁶⁾及吐糸管の大きさと生成繊維の太さとの関係に就ては既に報告した。此処では吐糸管を第一の区分に従つて区別したものと比較し、更に野蚕を用いて行つた結果を示す。

Table 4 : The relation between the size of cocoon fiber and the dimension of spinneret (*Bomix mori*)

Items Kinds		The length of spinneret (μ)				Dim of silk press		The size of cocoon fiber			f F
		Total	Spinning tube	Silk press	Co-tube	Cross sect. area(F)	Width	Major size	Minor size	Average size(f)	
Form A	Seihaku	800	260	290	250	μ^2 528	(9.8) μ 25.9	μ^2 300	μ^2 15	μ^2 240	% 45.5
	3 minsan	780	360	250	170	147	(2.7) 13.5	271	122	204	14.0
	chi. 17 L. slight	810	330	330	100	434	(6.8) 23.5	435	159	278	64.0
	Kuwako \times Kasan	880	400	300	180	344	(4.5) 21	281	135	218	63.5
	Tokudaizo	730	350	230	150	298	(6.1) 19.5	---	---	---	---

Form B	Eur. 16	970	420	350	200	405	(4.5) 22.7	266	96	212	52.4
	Chi. 4	950	400	300	250	251	(3.6) 18	329	169	265	101.0
	Eur. 18	950	350	400	200	356	(4.3) 21.5	348	145	275	77.3
	Chi. 16	870	400	290	180	369	(2.7) 21.6	265	122	194	52.7
	Chi. 17 L. severe	930	335	425	170	402	(3.4) 22.6	363	107	216	53.8
	jap. 112	820	450	220	150	391	(5.5) 22.3	319	169	271	69.4
	Tegusu-san	980	400	350	230	370	(2.3) 21.7	362	145	266	72.0
	Takishio	930	330	330	220	352	(4.6) 21.2	416	222	330	9.40

備考 1dの平均面積 $96.7\mu^2$ とした。

巾は孔を円形と考えた場合の直径、括弧内は固定蚕の圧糸孔の上下の巾。

A, B型は第一の区分に準ずる。

Table 5: The relation between the size of cocoon fiber and the dimension of spinneret (wild silk worm)

Items Kinds	The length of spinneret (μ)				Dim. of silk press		The silk gland			The size of cocoon fiber			f F
	Total	Spinning tube	silk press	Co- tube	Cross se- ct. area(μ^2)	Width (μ)	Total wt. (g)	H ₂ O %	Dry ma- tter (%)	Major size	Minor size	Aver- age(μ)	
Tussah silk	1745	850	700	195	2350	51.0	0.5791	72.4	27.6	608	153.0	425.4	18.1
Eri silk	1100	500	500	100	682	29.7	—	—	—	211.1	124.2	153.2	22.4
Chestnut silk	1070	400	630	40	1580	45.1	0.4888	74.6	25.4	1020	188	499.7	32.0

此等の表でわかる様に家蚕区では、3眠蚕、支4号及多喜志保を除くと糸の太さ/圧糸部の太さは50~70%内外にあり、大径管孔の大きさに従つて繭糸の太さが変化している。然し繭糸腺の大きさは繭糸の太さと関連性が少ない。又前述の3眠蚕、支4号及多喜志保は此の比率に差があり、特に3眠蚕では管孔の大きさに対して繭糸の太さが大きいことは注目すべきである。次に野蚕区では糸の太さ/圧糸部の大ききの比率が小さく20~30%となつて家蚕より著しく小さい。又表中の繭糸腺の水分量を見ると野蚕は家蚕より平均1%は低い(15)が此の差は僅かであるから、野蚕の構造形態上の相異は液状絹の他の性質に差があつて糸が乾く場合の収縮率に差が出来たのであろう。

(4) 生成繊維の性質

Table 6: The degree of lateral swelling of the domestic cocoon fiber (by area)

Cocoon layer		First layer	Second layer	Third layer	Fourth layer	Fifth layer	Average
Kinds		%	%	%	%	%	%
Form A	Seihaku	154.3	169.8	165.8	149.5	—	159.8
	3 minsan	159.3	169.0	167.6	160.0	153.7	161.9
	Chi. 17 L. slight	161.8	169.5	164.4	132.8	—	157.1

液状絹は其の儘でも、又牽引後に於ても乾燥すると容積を約 $\frac{1}{3}$ に縮めるが此の収縮率は吐糸の場合の速度、伸長倍数と密接な関係があり、生成される繭糸及繭層の構造、品質を研究する上に於て極めて重要な問題である。此の収縮率は繭糸腺を材料にすると無牽引区で最も大きく、僅かに牽引すると或る牽引区で最小となり、更に牽引度を増すと又増加して来る。此の原因は各試料によつて構造の相異が起きているためと考えられ、此等の試料につき膨潤度を測つて見ると、牽引倍数を増す程、横方向の膨潤度を増し、縦方向及容積膨潤度を減ずる。そして此の膨潤度の変化は牽引倍数に対して略々直線的である。今繭糸を材料として測定した例を示す。

Form B	Eur. 16	162.5	168.0	163.4	148.5	140.6	156.9
	Chi. 4	144.9	152.4	154.4	156.1	—	152.0
	Eur. 18	160.1	174.7	205.0	140.1	—	169.9
	Chi. 16	149.9	156.0	152.1	143.2	—	150.3
	Chi. 17 L. severe	189.7	211.0	196.3	213.9	—	200.3
	jap. 112	201.9	187.5	169.7	174.9	—	183.5
	Tegusu-san	160.4	190.4	206.6	—	—	185.7

備考 蟬酸80%液を用い、室温20~25°Cで測定。

A B型は第1の区分に準ずる。

膨潤度 = $\frac{\text{膨潤糸面積}}{\text{乾糸面積}} \times 100$

Table 7 : The degree of lateral swelling of the wild cocoon fiber

Kinds Items	Tussah silk		Eri silk		Chestnut silk	
	Frossy silk	Fiber of cocoon layer	Frossy silk	Fiber of cocoon layer	Frossy silk	Fiber of cocoon layer
Area of the (%) cross section (A)	223.1	161.3	208.0	163.7	170.1	154.9
Longitudinal (%) swelling (L)	108.0	103.7	101.0	103.4	105.2	105.2
A/L	2.065	1.595	2.060	1.575	1.625	1.472

備考 繭綿は無処理、繭層は精練した試料を用いた。

此の表に見る様に膨潤性は一定の傾向がなく圧糸部の形態との間に関連性を見出し得ない。

以上の種々の結果から繊維の形態は圧糸部で略々決定されるが、性質は圧糸部以外に影響する因子が考えられる。又A B型に区分したものでB型区(横膨潤・平均値171.2%)大でA型区(横膨潤・平均値159.6%)小であつた。又家蚕と野蚕で全体的の相異は見出し得ないが前者では中層に大きいのに後者では繭層に大きい結果を示した。

Ⅲ 摘 要

本研究に於て次のことを知り得た。

1 吐糸管の形及構造の相異を、吐糸機構に関係があると思われる項目によつて次の様に区別した。

圧糸部キチン板の形態の相異。

フィリップ氏腺の附着位置及形態の相異。

圧糸部上部キチン板の形態、孔壁の状態の相異、共通管部の有無。

2 繭糸の太さ、形は絹糸虫の種類によつて異なり、家蚕絹は細く、 $R = 0.35 \sim 0.38$ 内外、柞蚕絹は太く、 $R = 0.1125$ 内外、蓖麻蚕絹は太く、 $R = 0.21$ 内外、栗蚕絹は

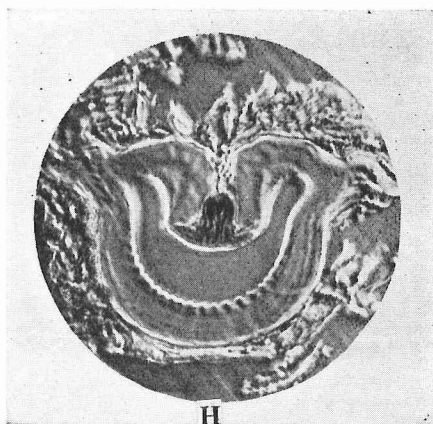
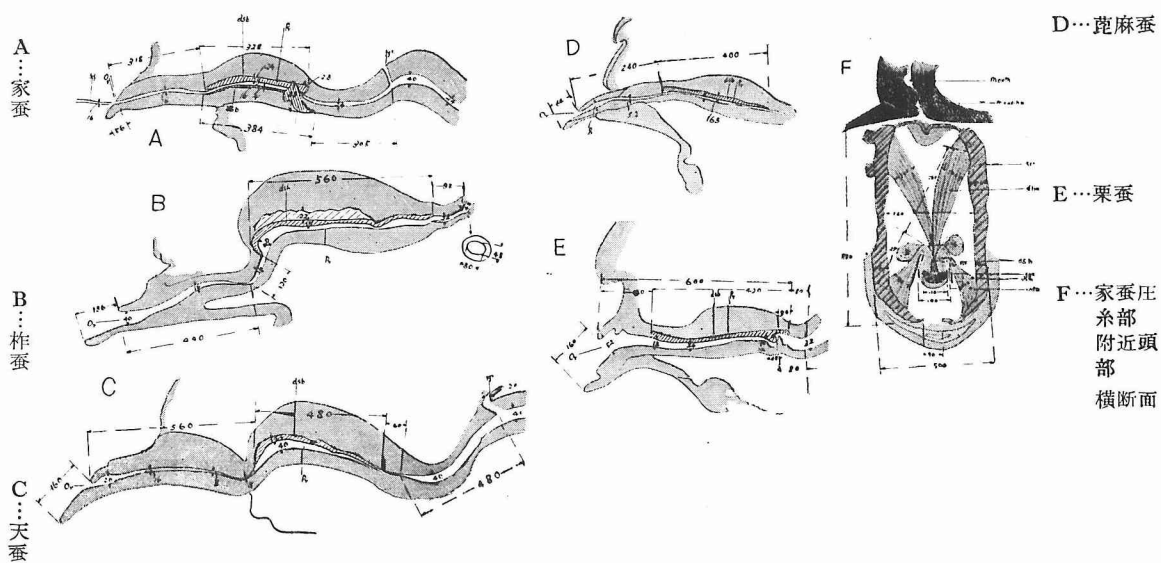
最も太く、 $R = 0.085$ 内外であつた。此の様な絹糸の形及太さは主として吐糸管の形、大きさによつて定まるとを知つた。

3 生成繊維の性質は吐糸管の形態、液状絹の性質、吐糸条件等の相異によつて差異を生ずることを知つた。

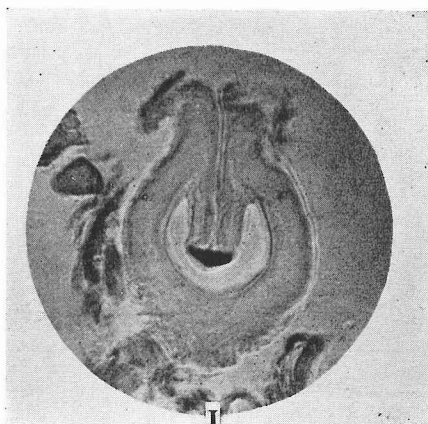
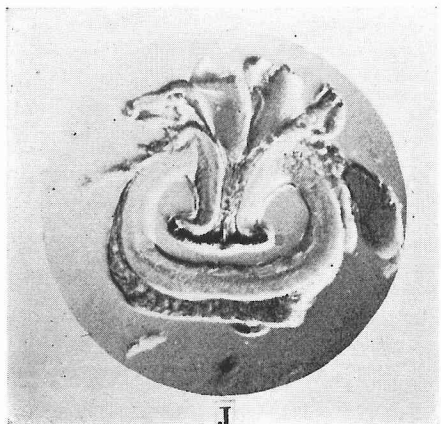
文 献

- 1 Snodgrass, R.E. "Principles of Insect Morphology" (1935)
- 2 田中義麿 蚕体生理解剖学 674頁
- 3 金沢 勇 蚕糸学雑誌 6, 2, (1933)
- 4 中島 茂 宮崎高農学術報告 12, (1941)
- 5 荻原清治 日本蚕糸学雑誌 12, 1, (1941)
- 6 荻原清治 信大繊維学部研究報告 3, (1953)
- 7 (4)に同じ
- 8 林積二郎 日本蚕糸学雑誌 20, 1, (1951)
- 荻原清治 日本蚕糸学会学術講演会発表, (1953)
- 9 荻原清治, 稲垣文一郎 信大繊維学部研究報告 2, (1952)
- 10 荻原清治 蚕糸学雑誌 9, 2, (1938)

Fig. 1: The longitudinal and the cross section of the spinneret



G...家蚕压糸部
H...柞蚕压糸部
I...蓖麻蚕压糸部
J...栗蚕压糸部



11 萩原清浩 蚕糸学雑誌 14, 3, (1943)

Summary

In the present report, the writer studied on the relation between the shape and construction of the spinneret and spinning mechanism in the silk producing process.

In the following the results obtained are recorded briefly.

1. He divided the following three different types on the construction of the spinneret.

a. The difference of the shape of chitin plate in the silk press.

b. The difference of the shape of the Filippi's gland and of its part joining to the spinneret.

c. The difference of the shape of the upper chitin plate in the silk press and of the inner wall surface of the silk press, and of the existence or non-existence of the co-tube.

2. The size and shape of the cocoon fiber are decided by the spinneret—mainly by the silk press. For example, in the diameter ratio (R) that indicates a shape of cocoon fiber, the R of the domestic silk indicated 0.35~0.38; in the tussah silk, 0.1125; in the eri silk, 0.21; and in the chestnut silk, 0.085.

3. Then, he could know that the properties of the cocoon fiber were due to the above-mentioned differences in the shape of the spinneret, the quality of liquid silk and the spinning condition.
