3.4 平面繭について

本多 寛*・安村作郎**

はじめに

蚕は、その習性として熟蚕になると繭をつくり初めるが、この習性である従来の営繭をさせず、熟蚕の吐糸を平面的に行なわせて繭糸を布状に形成させる方法が昭和の初期より行なわれている。この方法は平板上蔴法、あるいは板状吐糸上蔴法、板状収絹法などと呼ばれ、形成された布状の繭糸の集まりを平面繭、または平板繭と称している。

昭和初期における日本の蚕糸業界は、世界的な経済恐慌、満州事変の勃発、わが国絹糸工業の飛躍的な発展など内外諸状勢の圧迫によって重大な苦境に追い込まれていた⁸⁾。平面繭はこのような時代に星野正三郎氏によって創案されたといわれ^{9),10)}、当初は軍需用防寒衣の中入綿のほか、うちわ、扇子、表装紙、壁紙など工芸的商品として利用¹⁾されたに過ぎなかった。しかし、戦雲急をづげる昭和13年頃からは繊維原料の輸入減少にともなう木綿、羊毛の代用として絹が重要視され、絹毛糸生

図1 平面繭の利用例
(絹うちわ)
(景山次郎氏撮影)

図2 平面繭の利用例
(絹ひがさ)
(景山次郎氏撮影)

産に不可欠な繭短繊維の原料として平面繭の需要も増大し、その研究も盛んに行なわれるようになった。当時における平面繭の生産量や消費量は明らかでないが、表1^{9),10)}のように新用途繭と称して特殊用途用(絹毛糸用、落下傘用、外科手術の縫合糸用など)に生産された繭の量や、特殊用途用と考えられる繭の輸入量から推定してもそれ程多量ではなかったと思われる。

戦後30余年、平面繭は過去のものとして忘れ去られ、

表1 第2次大戦前後における繭の需給状況

(千トン)

年次	① 生産量 ⁹⁾				② 繭糸類輸入量 ¹⁰⁾		
	上繭	新用途繭	その他	合計	繭	その他	合計
昭和15	291.0	—	37.3	328.3	0.645	0.002	0.647
16	227.9	0.657	33.4	261.9	1.303	0	1.303
17	180.4	0.091	28.9	209.4	1.949	0.060	2.009
18	171.2	0.175	31.3	202.6	0.696	0.007	0.703
19	131.4	0.247	19.5	151.2	0.960	3.055	4.015
20	74.2	0.158	10.3	84.6	0.227	3.537	3.764
21	60.1	0.044	8.1	68.3	—	—	—

備考①

- 1：原典は農林統計。
- 2：その他には玉繭、種繭、屑繭を含む。
- 3：貫をkgに換算し、トンで表示した。

備考②

- 1：原典は大蔵省日本外国貿易年報、月報。
- 2：繭には平面繭を含む。
- 3：その他には野蚕繭、野蚕絹糸、副蚕糸、真綿などを含む。
- 4：斤をkgに換算し、トンで表示した。

Flat Spun Cocoon

HIROSHI HONDA* and SAKURO YASUMURA**
Sericultural Experiment Station

* 農林省蚕糸試験場絹繊維部製品研究室長

** 育種部蚕品種保存研究室長

この種の研究も現在殆んど行なわれず、当時育成された平面繭用蚕品種が当場で系統保存される程度となってしまった。この度の企画に当り、過去における多目的利用の1例の紹介として編集委員会当局の了解をえたので、古い文献をもとに平面繭の紹介をさせていただく。

平板上簇法について

1) 蚕品種：平面繭用の蚕品種は、虫質強健で粗放育、夏秋期飼育ができ、経過早く、吐糸迅速で吐糸量の多いものを最適とし、概して支那種または日支交雑種の支母体のものがよいとされ、当時は日112号×支110号、支108号×日115号、輪月×日110号、新竜角×特大造などの品種が用いられた。その他平面繭用として特に開発された品種には、佐藤市兵衛氏育成の平日1号、平日2号、平支1号、平支2号などがある。

2) 上簇法：普通の上簇法と異なり、熟蚕を平面状の吐糸簇器に移して行なわれる。その標準的な上簇法では、蚕箔として幅78cm×長さ109cm×高さ10cmの木枠がつくられ、この枠上面に約30cm間隔で幅3cm、厚さ5mmの棧を入れ、更にその上に1～2分目の糸網を水平に張って吐糸座とし、また枠下面に古新聞など紙を敷いて熟蚕の糞尿受けとしたものが吐糸簇器として使用されるが、この簇器以外に円錐式蚕座¹⁴⁾、円形蚕座^{6), 7), 15)}を簇器として吐糸させる方法も行なわれている。

熟度が齊一となった熟蚕はこの板状簇器に均等に配置されるが、その密度は一般に尺坪当り35～40頭を最適としている。配置された熟蚕は吐糸場所を求めて盛んにはいまわり、一方に片寄り簇から落下する場合もあるため時々その分布を手直しし、均一に吐糸させるよう配慮する必要がある。なお熟蚕の落下防止法として弱電流を応用した方法⁹⁾や簇器の枠に角度をつけた方法^{6), 12), 13)}なども考案されている。

上簇室の温度は22℃～25℃を最適とし、吐糸初期はやや低く、以後次第に高くするのが合理的である。湿度は60～70%位がよく、温湿度とも高くなると吐糸量が減少する。上簇室は明所より暗所とした方がよく、平面繭の取得量が大きくなる。暗所のえられない場合は明るさが均一に吐糸座に及ぶよう工夫し、薄暗くした方がよい。また上簇室には強風が吹きこまないよう処置をし、ゆるやかに換気をしなくてはならない。

3) 収繭：熟蚕は上簇3～4日目で吐糸を終了し化蛹する。平面繭は化蛹した蛹を逐次取り除いた後簇から剝離されるが、蚕糞、夾雑物などの付着している場合はこれを丁寧に除去し、その後竹竿に掛けて風乾し保管する。ただしこれを巻いて保管すると品位を著しく低下させる

から、十分乾燥した後平積みとして保管するのが最もよい。なお平板上簇では、春蚕期は4日目、夏秋蚕期は2～3日目で収網できるため上簇期間が普通上簇に比べ半減できる利点がある。しかし熟蚕の吐糸量は、前記品種で100頭当り約25～30g、吐糸歩合は普通営繭の場合の約80～90%となって完全に吐糸されず、液状網として中部糸腺に残留する^{1), 11)}という欠点がある。

平面繭の特徴

前述のように平面繭は多数の蚕によってつくられるから、厚さに均一性を欠くことは否めない。しかし吐糸された繭糸は自然的に交絡しあい、しかもその繭糸はセリンによって互に接着するという特徴を有している。しかしこのような観点から平面繭の特性について調査した実例は殆んどなく、平面繭繭糸の性状⁹⁾以外その概要を知ることができない。そのため筆者らは、当場関西支場に保存されていた平面繭について1, 2調査を行なってみた。その結果は表2に示したが、用いた試料が30年以上経過したと推定される平面繭であること、またこれが平面繭の全容ではないことをお断わりしておく。

厚さむらは調査結果においても認められるところであるが、これは生物がつくったもののむらであるから全ての平面繭に同じ比率で現われるとは限らず、むしろ一種の雅致にとむ斑紋の形成として平面繭の特長といえるように思われる。

図3～図4の走査型電顕写真(日本電子JSM-T20型で観察)は、繭糸の交絡状態を平面繭と普通繭とに別けて示した1例であるが、平面繭では交絡状態が粗く、繭糸の直線部分が比較的長くなっていることが認められている。これは、蚕の吐糸状態の相違が原因した現象と考えられ、吐糸する対象の形状が、繭形の湾曲内面と平面という違いによって蚕の吐糸運動に差を生じ、平面吐糸の場合はその振幅が極端に大きくなり、直線部分が長くなるとともに歩行しながら吐糸すれば稲妻型に、停止して吐糸すれば直線状の反復型になるという報告⁹⁾から理解できる現象と思われる。なお吐糸運動における振幅の増大は繭糸の接着を困難にする⁹⁾から、平面繭の繭層部分では幾分剝離しやすくなることが予想される。またこのように変則的な吐糸が行なわれると繭糸の断面は扁平化し、異状部分が多くなり、織度は細く、強力、弾性ともに低下する⁹⁾ようである(表3参照)。

繭糸の自然的交絡は平面繭の特性に影響する大きな特徴といえるだろう。機械的性質を調査した結果では、この交絡のため平面繭には殆んど方向性がないといえそうである。試料が古いため多少伸度が低下していると考え

図3 平面繭繭糸の交絡例(×35)

図4 普通繭繭糸の交絡例(×35)

表2 平面繭の特性(調査例)

試料	項目	切断強力 (kg/5cm)	切断伸度 (%)	引裂度 (エレメンドルフ)	重さ (g/72cm×100cm)	厚さ(mm) (20g/cm ² 加圧)
	方向別					
A (200頭区)	長さ方向 (平均)	15.1~16.1 15.56	4.5~5.6 5.02	760~1440 1100	66	0.802~1.282 平均 1.00
	幅方向 (平均)	15.5~15.9 15.67	5.1~5.6 5.40	830~1680 1145		
	長さ方向 (平均)	12.7~17.6 15.88	4.8~5.0 4.92	1100~1550 1300	79	1.222~1.855 平均 1.54
B (300頭区)	幅方向 (平均)	16.0~17.1 16.53	5.8~8.4 6.68	1000~1530 1340		

注) 1: 切断伸度は、試験長 20 cm, 引張速度 30 cm/分として試験した。

2: 引裂度は、長さ 5 cm の試料に 2 cm 長の切込みを入れて試験した。

3: 200 頭区とは、1 枚の平面繭(約 72 cm×100 cm)を蚕 200 頭で完成させた試験区という意味である。

表3 繭糸の性状の比較³⁾例

(晩秋蚕)

繭層 部位	項目	織度 (d)	強度 (g/d)	伸度 (%)	強力/ 伸度
平面繭	外層 (平均)	2.15~2.80 2.34	2.43~3.45 2.88	11.9~16.7 14.3	17.7~23.5 20.2
	中層 (平均)	1.71~2.00 1.91	2.19~3.21 2.87	10.2~16.9 13.8	15.9~27.4 21.2
	内層 (平均)	1.20~1.80 1.58	2.80~4.36 3.80	10.0~17.0 13.2	17.5~42.0 29.9
	100 回	2.97~3.50 3.24	4.47~5.19 5.60	13.3~17.6 15.6	25.6~38.0 40.9
	200 回	2.60~3.22 2.91	4.79~5.60 6.28	13.7~15.6 14.9	31.6~40.9 55.3
	300 回	2.21~2.64 2.43	4.84~6.28 7.17	14.1~15.0 15.0	32.6~45.3 56.8
普通繭	400 回	1.52~1.88 1.70	5.91~6.71 7.37	13.6~15.0 13.1	40.7~45.3 56.8
	500 回	1.24~1.25 1.25	6.30~7.37 7.37	12.7~13.1 13.1	50.4~56.8 56.8

注) 1: 宮川千三郎氏の表を書換えて示した。

2: 平面繭の外層とは、普通繭の外層に相当する部分。

3: 普通繭の 100 回とは、外層から検尺機 100 回転繰りした部分。

られるが、この特徴は方向性を嫌う用途には極めてよく適合する特性と考えられる。

おわりに

着物ブームや生糸の輸入規制などによって支えられた近年の蚕糸業界も、年率約 5% という養蚕農家の廃業傾向、昨年来特に目立ち初めた繭の減産傾向など種々問題をかかえ、厳しい状況に立たされている。和服依存という絹需要だけではなく、他分野の絹需要を更に拡大し蚕糸業の復興をはかるためには、新規用途の開発とともに過去における技術の再点検を行ない、活用できる技術はこれを更に発展させ現代にマッチさせることも必要と考えている。このような意味で平面繭が現代の感覚による新しい用途として再び登場することを切に望んでいる。そのためには人工飼料育による年間を通した生産形態も考えられよう。関係各位の新しい利用を期待してやまない。

末文ながら、ご校閲いただいた当場育種部長入戸野康彦博士、平面繭を提供された当場関西支場蚕品種改良研究室長真野保久技官らの各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 赤尾 晃(1941)家蚕の吐糸に関する研究(I), 蚕試験報 10(3): 189~227
 - 2) 橋本増治(1941)平板吐糸法の一考案, 衣笠蚕報(421): 160~164
 - 3) 星野正三郎(1935)蚕の平面吐糸上族法の研究, 蚕糸界報 44(518): 55~64
 - 4) 景山次郎(1941)平板繭, 蚕業の朝鮮 18(12): 1~8
 - 5) 宮川千三郎(1948~9)平面繭繭糸繊維の性状について(I-II), 日蚕学誌 17(3~4): 82~85, 18(3): 157~160
 - 6) 中曾根長男(1941)平板上族の研究(I-II), 蚕糸界報 50(592): 25~28, 50(593): 22~26
 - 7) 中曾根長男(1941)合理的平板繭取得方法について, 蚕糸界報 50(598): 18~21
 - 8) 日本絹人絹織物史刊行会(1959)日本絹人絹織物史, p. 276~287, 婦人画報社
 - 9) 農林省蚕糸局(1947)養蚕に関する参考資料 p. 17
 - 10) 農林省蚕糸局(1953)蚕糸業要覧(昭和28年度) p. 230
 - 11) 小野正武(1942)家蚕の吐糸に関する研究(II), 蚕試験報 10(8): 495~542
 - 12) 佐野利男(1942)平板上族蚕児落下防止並吐糸量増加方法について(要旨)日蚕学誌 13(3): 139~140
 - 13) 佐野利男(1942)平板上族蚕児落下防止並吐糸量増加方法について, 蚕糸界報 51(600): 38~45
 - 14) 高瀬信友(1941)平板繭用円錐蚕座に関する試験, 蚕糸界報 50(594): 34~38
 - 15) 宇貝尹蔵(1942)平板吐糸族器について, 蚕糸界報 51(610): 49~52
 - 16) 渡辺綱男(1939)蚕繭類の新規利用について, 蚕糸 27(370): 41~45
- (昭和51年9月20日受理)

(紙面の都合で一部だけを掲載した。)

3.5 Kevlarを使った紙(スピーカ)

市 川 秀 一

Kevlarを使った紙として、実用化されているものに、スピーカ用コーン紙がある。コーン紙は図1に示すように、電気信号を音に変換する振動板である。

繊維をベースにして構成された、コーン紙についての概要は、本誌に報文¹⁾があるので、本文はKevlarをパルプに混合して作成したシートの物性、並びに、スピーカ用コーン紙に応用する目的について述べる。スピーカがプログラムソースを忠実に再生する電気音響変換器であ

るとすれば、コーン紙はピストンの振動をすることが理想です。しかし、現実の問題として、一枚の振動板で、可聴周波数帯域(20~20000Hz)全般を、ピストンの振動でカバーすることは、現状では困難なことであり、実際にはピストンの振動領域と分割振動領域とを適当に選定して、使用するのが普通である。つまり、ピストンの振動領域を拡大する努力が必要になる。

コーン紙のピストンの振動の上限は、コーン紙の形状、大きさ、厚さ、材料物性により決定される。材料面よりみると、ピストンの振動の上限は、材料の縦波伝播速度

$$\sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

但し、 E : コーン紙のヤング率
 ρ : コーン紙の密度

に比例するので、この値を大きくする必要がある。コーン紙は縦波伝播速度以外に、不要な振動を減衰させるために、適当な内部損失が必要であり、かつ、スピーカの変換率を高めるために、コーン紙は軽量にする必要がある。

コーン紙を紙として考察してみる。紙の力学的性質はそれを構成する繊維自身の性質と繊維の集合状態、つまり、シートの構造的因子に支配される。

一般の高分子材料は、ミクロ的要素、すなわち、分子、ミセルなどからなるのに反して、紙ははるかに大きい要素、すなわち、繊維の集合体として形成されている。つまり、要素自身の变形、および要素の結合の性質は、一

図1 コーン型ダイナミックスピーカ

Modification of the Mechanical Properties of Paper
by the Addition of Kevlar
HIDEKAZU ICHIKAWA
フォスター電機株式会社技術開発室次長