

生絲の物理的性質の研究（第一報）

生絲の密度及び彈性率に就て

窪 田 潤

I. 序 言

生絲は織物纖維中最も物理的性質の勝れるものと言はれておるが其の物理的性質そのものに對する研究は金屬類のそれに比較し遙かに及ばざるを痛切に感ずるのである。之れ該方面に於ける研究者の責任にありと言ひ得るであらうが又一面生絲のみならず一般動植物纖維類の溫濕度に依つて影響されることが極めて大であり且つ之等の纖維は極めて纖細にして取扱不便であり、而かも各部分により其の太さ及び密度を異にするを以て實驗試料の調製甚だ困難なるに原因するものと考へられる。著者は之等の事情を考慮し種々研究せる所を順次發表すべく先づ生絲の密度及び彈性率を報せんとするものである。

II. 生絲の密度

生絲の密度に就ては既に多くの人々により測定されてゐる。Vignon氏は Bianchi氏水銀比重計を以つて測定して日本產生絲に就て1.152佛國產生絲に就て1.139伊太利產生絲に就て1.101支那廣東產生絲に就て1.163なる値を得ており、又水銀の代りに benzine を用ひて測定し1.33を得ておる。Robinet氏は絹絲腺中から液狀絹を採つて以て空氣の含有量の少い状態のもとに測定して1.367を揚げておる又最近田角氏は蠶兒の絹絲腺の比重を測定して1.0—1.1の値を得ておる。尙又 Hassack氏は1.36を Persoy氏は1.357を Müller氏は煮沸法に依つて空氣を排除して1.361を得ておる。元來生絲の如く極めて多孔性のものにして吸濕性大即ち常態で11%内外の水分を含むのみならず空氣或は其の他の瓦斯体等をよく吸収するものにあつては之等のものの排除を完全にせる後測定するにあらざれば其の正確を期する譯に行かぬのである。従つて測定方法の如何により異なる結果を生ずるは止むを得ぬことであらう。水銀による測定値が他のよく生絲纖維内に浸潤する物質により測定せる値に比して20%内外の低値を呈するは比重測定の誤差は主として繭絲の Porosity に基くことを示すものである。又生絲は種類に依つて其の密度を異になすものであり。同一繭絲に於ても各部分に依り異なるものである事は他の諸性質の相異から容易に考へられることである。著者は繭絲の外層より内層に涉つて浸水法により密度の調査をせり。一例を揚ぐれば次の如くである。

第 一 表（國蠶日一號×國蠶支四號）

	繭 層	織 度	比 重	摘 要
外 層	m — m	denier		$S = \frac{W_s}{P + W - P'}$
	0 — 112.5	4.04	1.20	
	112.5 — 225.0	4.08	1.22	
↓	225.0 — 337.5	3.95	1.22	

内層	337.5—450.0	3.42	1.23	S … 生絲の比重
	450.0—562.5	3.20	1.24	W … 生絲の重量
	562.5—675.0	3.00	1.25	P … 液体を充せる比重瓶の重量
	675.0—787.5	2.14	1.24	P' … 生絲と液体とを充せる比重瓶の重量
				s … 液体の比重

上式中の s 即ち液体には蒸留水を用いたのであるから膨化による誤差が考へらるゝのであるが著者が強いて蒸留水を用いた理由は含水状態にある生絲を其のまま取扱ひ得ること、水の蒸發緩慢なること、水の比重の測定の際を省き得ること、操作比較的容易なること等に加へて既に水により測定せる幾多の例が存在する故である。

此の直接比重を測定せる上記の値を吟味する爲に他の全く異なる間接測定法による結果を掲げて見よう。

第二表 (國蠶日一號×國蠶支四號)

織度デニール (A)		實際面積平方 μ (B)	同對 1 デニール平方 μ (C)	比 重 (D)
外層	D			
	5.0	578.0	0.000001156	0.961
↓	4.5	499.5	0.000001110	1.001
	4.0	423.5	0.000001059	1.049
	3.5	359.5	0.000001027	1.082
	3.0	308.5	0.000001028	1.081
内層	2.5	247.5	0.000000990	1.122

國蠶歐七號×國蠶支七號

織度デニール (A)		實際面積平方 μ (B)	同對 1 デニール平方 μ (C)	比 重 (D)
外層	D			
	4.5	366.0	0.000000913	1.217
↓	4.0	299.0	0.000000748	1.485
	3.5	245.7	0.000000702	1.583
	3.0	207.0	0.000000691	1.621
	2.25	151.0	0.000000671	1.657

第二表の(A)(B)の列は日本蠶絲學雜誌第二卷第一號に會て林、荻原兩氏の報告せる結果であり(C)及び(D)列は(A)(B)數値より計算し得た數値である。第一表、第二表に於て明かなる如く生絲の密度は品種及び絲の部分により異なるものであり、而かも外層より内層に到るに従つて密度の増加するを認むるのである、最近の田角氏の調査によると同一絹絲線に於ても其の部分により比重を異にし前部絲線の比重最大にて中部絲線これに亞ぎ後部絲線の比重最小であるとの結果に比して極めてよく符合するのである。渡邊博士の調査に依つても明かなる如く繭層の sericin 量は外層に多く内層に少く其の溶解量外層は内層より大なるも尙生絲としての sericin 量は外層に多く内層に少く。故に密度の差異は密度の比較的大なる sericin 量の多少のみに依るものでなく fibroin の密度も亦部分により異なるのではないかと考へらる。斯くの如く生絲の密度は一定のものに非ざる故に精密なる實驗材料は豫め密度を測定し置くを必要とする。依つて著者本實驗用生絲國蠶支四號×國蠶日一號に就き前記の浸水法を以つて測定して 1.35を得たり。

III. 生絲の彈性率

茲に云ふ彈性率は通常 Youngs modulus と言はれておるものであつて彈性限度内に於ける

$\frac{P}{A} \frac{dl}{l}$ を示すものである、但しPは該物体に加へた力Aは該物体の斷面積、 l は料絲の長さ dl はPの爲に生じた歪である。

之の彈性率は生絲の如き纖維類にあつては剛硬度 (modulus of stiffness) と呼ぶ方が妥當であるとは棚橋技師に依つて既に唱へられてゐる所である。而して彈性率の決定には此等諸量の測定を必要とするのであるが生絲の如きものにあつてはAの測定が容易でないのである、此の爲に彈性率の決定が又困難である。棚橋技師等が生絲の如く纖維度を異になすものにあつては一定の標準で表はす必要があるとして此の標準に 0.0001gr. の重量を用ふることを唱へたのも此處に原因があるのであると思ふ。

(1) 生絲の彈性曲線

生絲は大氣の乾濕に依つて其の含水量を異にするものである。而して含水量の差異に依つて彈性曲線の状態を異になすものであつて無水状態に於ける測定は又困難を伴ふものである。故に著者は之等物理的性質の調査にあつて生絲が其の無水量の11%に相當する水分を含有する状態にあるものを標準として測定を行ふこととした。一般にこの標準状態にある生絲の彈性限度は伸度で1%—2%の間に存在する。之に對する對1 denier の強力は1.0—2.0gr. である。標準状態にある本實驗用生絲を200本づつ纏めて serigraph に依つて彈性状態を調査せるに切斷強力は對1denier 3.5gr. 之に對する伸度は20.2%であつた。而して彈性限度に於ける對1denier 強力は 0.967gr. 伸度は1.13%であつた。

(2) 生絲の斷面積

生絲の斷面積の測定法には實際に生絲の切斷面をつくり之れを顯微鏡により實測する方法及び比重に依り平均斷面積を求むる法とがあるが生絲は一樣の太さを有するものでなく部分部分に依つて太さを異になすものである故に顯微鏡に依る斷面積の部分的測定値よりも後者比重による平均斷面積の方がPに對するAとして適當と考へられる。本實驗用生絲(支四×日一)に就き1.35を用ひ $A = \frac{W}{S \cdot l}$ に依つて無水状態にある對1denier の斷面積 $A = 0.000000826 \text{ cm}^2$ を得た、故に標準状態にある即ち11%の水分を含む生絲 1denier の斷面積は 0.000000741 cm^2 である。此れを第二表の顯微鏡により斷面を實際に測定せるものと比較して見ると極めてよく一致する様である之に依つて見るに顯微鏡的測定値は各種操作を受けるにも拘らず面積上には何等の變化も受けぬものゝ様である。

(3) 生絲の彈性率の値

標準状態にある本實驗用生絲の對1denier の強力即ちPの値 0.967gram に對しては $\frac{dl}{l} = 0.0113$ 又對1denier の斷面積は $A = 0.000000741 \text{ cm}^2$ である故に彈性率をEとすれば

$$\begin{aligned} E &= \frac{P}{A} \frac{dl}{l} = 115,000,000 \text{ g/cm}^2 \\ &= 1.150 \quad \text{kg/mm} \\ &= 1,640,000 \quad \text{lb/inch} \end{aligned}$$

IV. 結 語

生絲の密度の正確な測定は極めて困難である。爲に其の方法の差異に依つて各々結果を異になすものである、殊に水銀による測定値は其の値が少ない、之れ生絲の多孔性に依るものである、而して測定法としては不完全とは言へ水に依る方法極めて容易であり其の結果も水銀に依るもの等に比し遙に勝るものである。

生絲の比重は品種により異なり又同一品種にあつても各部分により異なる。而かも外層より内層に到るに従つて比重増大する傾向がある様である。

生絲の彈性限度に於ける張力が其の切斷強力に對する比は他の彈性物質例へば鋼鐵等に比す

るに極めて小である。而して之の弾性率は各品種により又各部分により異なるものである。
 拙筆に臨んで終始懇篤なる教示を賜りたる林教授に對して謹んで謝意を表す

V. 文 献

三 谷 徹 製絲學 中卷 (930, 938—939)
 林 貞 三 日本蠶絲學雜誌、繭絲及生絲の形狀大きに就て 2卷1號 (17—30)
 萩 原 清 治
 棚 橋 啓 三 絹業試驗所報告 第3卷第2號
 鈴 木 三 郎
 土 御 門 晴 善 絹絲化學 (蠶業講座 95—96)
 德 田 實 也 絹絲論 (60—68)
 西 田 博 太 郎 織物原料論 (理論應用近世色染法第一編) 392—394
 田 角 又 十 郎 蠶絲學雜誌 第4卷第3號 蠶兒絹絲腺の比重に就て (138—139)
 Mathews: — Textile fibers (276)
 Warren. P. Seem: — Raw silk properties, classification of raw silk, silk throwing (18—21)
 Rosenzweig: — Scriveralor, the valuation of raw silk (103—109 155—160)

(昭和七年五月三十日受理)

生絲の物理的性質の研究 (第二報)
 生絲の線膨脹係數に就て

窪 田 潤

I. 緒 言

偶々著者は生絲の物理的諸性質の研究中生絲が溫度に對し一般木材、金屬等が有する性質と著しく異なるものあるに注意し之れが調査を試みてほゞ明かとなすを得たるを以て生絲の線膨脹係數に就てと題してこの小研究の成績を報告しようと思ふ。

II. 理 論

溫度の變化に依つて弾性率の異なる如き物質は歪の變化により溫度の變化を伴ふものであることは周知のことである。今斷面積 S 長さ l なる生絲を採り一端を固定し他端に F なる力を加へ dQ なる熱を與へたとき dl の變化を起せりとせば熱力學第一法則に依り

$$dQ = du + dW$$

然るに
$$dW = -\frac{1}{J} F dl$$

なり故に
$$dQ = du - \frac{1}{J} F dl \dots\dots\dots(1)$$

こゝに du は内部エネルギーである。
 又 dQ を F の變數として表はせば