

## 生絲の物理的性質の研究 第四報

### 生絲の長さの變化と溫濕度との關係に就て

窪 田 潤

#### I. 緒 言

生絲は極めて吸濕性が高く従つて濕度の爲に受ける状態の變化が又大である。而して濕度高き時は伸び濕度低きときは收縮することは何人も想像し得ることであり經驗するところであるが其の測定法の困難なとと溫度の爲に受ける膨張状態が不明であつた爲か、生絲が溫度及び濕度に依つて其の絲長の上に如何なる變化を受けるものであるかと云ふ事に就ての精密な研究發表は今日迄のところ極めて少ない。著者はかつて昭和七年に理論的に生絲の膨張状態に就て發表し又昨年四月日本蠶絲學會學術講演會に於て豫報として生絲の伸縮に就て述べたことがあるが、其後引續いて之が調査を重ね細部に渡る、溫濕度と生絲の長さの變化との關係を明かにするを得た故ここに一括して報告しようと思ふ。

#### II. 實驗方法

##### (1) 試 料

試料として本校産白繭絲國蠶日一號 × 國蠶支四號を五粒定粒線絲及び三粒定粒線絲で繰製し之から百回織度絲を採取し小總とし後一週間エーテルを以つて脂肪類を浸出除去して取出し乾燥貯藏して置き、試験に際して、各絲條を一定の張力のもとに揃へ以つて測定器に掛けるに必要な長さ25cmの料絲を用意したのである。而して三粒線生絲の織度は10.46デニール(溫度53.9° F 濕度75%のもとに於て)五粒線生絲の織度は19.81デニール(溫度47.3° F 濕度75%のもとに於て)であつた之等の生絲200本を取つて3粒線のものには71.1gramの張力を加へ即ち對一本0.355gram對1デニール0.034gramを五粒線のものには200gramを即ち對一本1.00gram對一デニール0.034gramの張力を加へて絲條を揃へたのである。

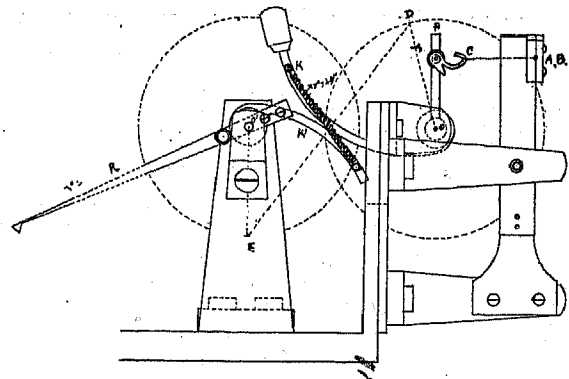
##### (2) 測定器と其の使用方法

測定器としては第一圖に示す様な自記濕度計を利用したのである。

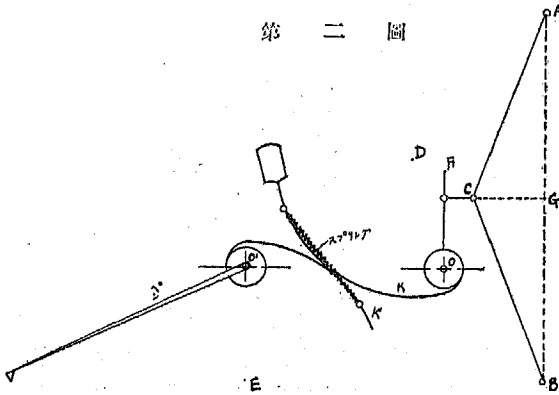
生絲はACBに掛ける、(第2圖参照)溫度にもし變化が無ければ本器は別に膨張作用を生ぜぬ故ABの距離は一定である、其れ故生絲が收縮すればC點をGの方向に引寄せ、従つてlever OFは

Oを中心として其れ相當の廻轉をなし同時にlever Kは上方に動く、而してlever K'もスプリングの作用に依つてKに従つて上方に動く。之の爲ペンRはO'を中心として下方に動く。もし生絲が伸長すればK、K'は下方に、ペンRは上方に動く。故にペンRが自記する距離を測

第 一 圖



第 二 圖



湿度記録用紙でも差支へがない、只之の場合には稍複雑な手数を要することは止むを得ない。而して湿度記録用紙を用ふる場合には該用紙の湿度の目盛を耗に換算ししかも記録用 drum の下端よりの高さを以て表示しておくが便利である。そして生絲の伸縮によつて OF の動く角度と之の耗の目盛との關係及び OF の動く角度に對する ACB の長さの變化との關係の表を作製しておき、之等の關係を利用して先づペン先の目盛を湿度%で讀取つたなら直に耗突で drum の下縁からの高さに換算し次に之に對する OF の角度を求め次いで ACB の長さを求めて原絲長と比較するときは其の伸縮状態を知ることが出来る。ここに OF の角度は OF が垂直のときを  $0^\circ$  とし OF が之の垂直の位置から CG に向つて動くときを (+) 之と反對方向に動くときを (-) とし試料を本器に掛ける時 OF が常に  $0^\circ$  にある様に調節するを便利とする。本器は極めて鋭敏で試料の長さが  $\frac{4}{100000}$  内外變化するときは容易に之を測定し得るのである。

尙本測定器の機能及び使用方法に就ては日本蠶絲學雜誌第五卷第二號に詳細に報告する豫定故同號を参照されたい。

### III. 實驗結果

#### (1) 温度が生絲の長さの變化に及ぼす影響

生絲が温度の影響に依つて伸縮する状態は一般の木材、金屬類と異なる。即ち生絲は温度上昇する時は收縮し温度下降すれば伸長するものであつて實驗の結果生絲の膨脹係數は  $-0.0000098$  であつたことは既に蠶絲學雜誌五卷一號に報告したところである。而して今、更に生絲の膨脹状態を確める意味に於て先の測定方法とは全然異つた自記湿度計による調査を試み前實驗と同一の傾向を得た故其の結果を次に掲げて見る。

生絲が温度のみに依る影響を見る爲には含有水分の影響を除去することが必要である。之の爲に二つの調査方法を試みた。即ち

(a) 生絲を高温度中に保持して含有水分を完全に近しと思はれる程度に除去し其の状態のもとに温度が生絲の長さの變化に及ぼす關係を測定する方法。

(b) 生絲を恒濕装置中に保持して以つて温度が生絲の長さの變化に及ぼす關係を測定する方法。

生絲の無水量は一般に  $140^\circ \text{C}$  で 30 分内外乾燥して測定してある。もし  $110^\circ \text{C}$  位であれば二時間位を要する。即ち之の程度で生絲中の含有水分は殆ど無くなると云ふ譯であるが嚴密に云ふときは此の程度の操作では全膨化附着水を取り去る事は出来ないのである。それ故吸収

定する時は ACB に掛けた生絲の伸長及び收縮の状態を測定し得るのである。然しながら實際に本器を取扱ふに當つて温度がたえず影響する故之の補正が必要である。尙本器に於て C 點で ACB の生絲に作用する張力は 10.19 gram 故 200 本掛のときは對一本平均 0.05 gram が常に作用してある。

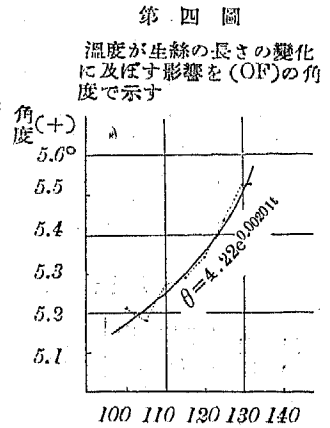
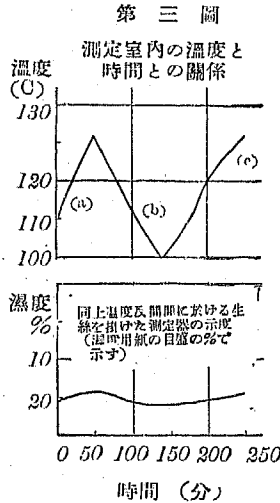
斯の如き装置を使用するに當つては特別な記録紙を用意しておく方が便利であるが普通に使用されて居る

水分の完全な除去には乾燥した水素氣流中で 120—125° C に加熱するか又は 10—15 mm 壓力の下に P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 上で 100° C で乾燥する必要がある。故に (a) の方法では水分を完全に除去することは極めて困難である然し實際に於て 100° C 以上で相當の時間を経過せば含水量極めて少く従つて其の影響するところも無視し得る程度のもつと考へられる。今數回實測した一例を示せば第三圖の如くである。

第三圖の結果から第一表に示す様な價を得た。

第一表は三粒繰生絲を測定器に掛け乾燥室内に入れ長時間 100° C 以上に保つて生絲の長さの變化を自記させ之を OF の角度を以つて示したものである第一表を圖示すれば第四圖の如くである。

この曲線は  $Y = A_0 b^x$  の方程式で表はすことが出來



第一表

温度 (C)	角度(測定器の OF が垂直線となす角度で角度(+))の時は數値の増加は收縮を、減少は伸長を示す)							
	測定器が温度の爲に縮みの状態に及ぼす影響	温度上昇せるとき				温度下降せるとき		平均 生絲の長さの變化
		(a) 生絲を掛けた測定器の示度	生絲の長さの變化	(b) 生絲を掛けた測定器の示度	生絲の長さの變化	(c) 生絲を掛けた測定器の示度	生絲の長さの變化	
100°	3.51°	—	—	—	—	8.72°	5.21°	5.21°
105°	3.65°	—	—	8.80°	5.15°	8.85°	5.20°	5.18°
110°	3.78°	9.27°	5.49°	8.90°	5.12°	8.97°	5.19°	5.27°
115°	3.91°	9.47°	5.56°	8.95°	5.04°	9.18°	5.27°	5.29°
120°	4.05°	9.63°	5.58°	9.13°	5.08°	9.42°	5.37°	5.34°
125°	4.18°	9.80°	5.62°	9.38°	5.20°	9.65°	5.47°	5.430
130°	4.31°	9.96°	5.65°	9.63°	5.32°	9.90°	5.59°	5.52°
132°	4.37°	10.05°	5.68°	9.73°	5.30°	—	—	5.52°

る。第一表の値を用ひ最小二乗法に依つて常數 a 及び b を求むれば  $a = 4.22$   $b = 0.00201$  故に温度を t とし温度の變化の爲に生絲の長さの變化する量を OF の角度で表はし  $\theta$  とすれば

$$\theta = 4.22e^{0.00201t} \dots \dots \dots (1)$$

となる。之の公式に依つて算出した値と實測値とを比較すれば第二表の如くである。

第二表

温 度 (C)	OF の角度で表した生絲の長さの變化		A-B
	實 測 値 (A)	計 算 値 (B)	
100°	5.21°	5.16°	0.05°
105°	5.18°	5.21°	-0.03
110°	5.27°	5.24°	0.03
115°	5.20°	5.32°	-0.03
120°	5.34°	5.36°	-0.02
125°	5.43°	5.43°	0
130°	5.52°	5.48°	0.04

第三表

温 度 (C)	收縮角度 $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)$	膨 張 係 數
100°	0.01036°	-0.000066
105°	0.01047°	-0.000067
110°	0.01053°	-0.000067
115°	0.01068°	-0.000068
120°	0.01077°	-0.000069
125°	0.01091°	-0.000069
130°	0.01102°	-0.000070

以下に於ては變化極めて少く殆んど一定と見做し得るのである。而して温度の上昇と共に幾分なりとも關係湿度の増加することは本實驗に極めて好都合であつた。第四表は此の(b)の方法により即ち 62.53% の硫酸に依つて 14.6% の關係湿度に調節した desiccator 中で五粒蠶白繭絲につき測定した結果である。

第四表を圖示すれば第六圖の(a)の如く殆んど一直線を以つて兩者の關係が示される。今温度を  $t$  角度を  $\theta$  とすれば

$$\theta = 0.0498t \dots \dots \dots (2)$$

然るに本測定器は金屬製の爲温度の上昇と共に各部はよく膨張する。就中 AB 間の距離の變化は最も本實驗に影響するものである。即ち温度の上昇の爲 AB 間増大すれば C 點は CG の方向に引かれ恰も生絲が收縮したかの如き現象を現はすのである。實測した結果本測定器は温度の上昇により第六圖の (b) に示す如き割合で OF を (+) の方向に移動させる様な作用をすることが明かとなつた。(b) なる曲線は

高温中に於ける生絲の收縮状態は (1) 式の如くである故此れを微分するときは各温度に於ける生絲の收縮割合を求めることが出来る、又之の割合を長さの單位に換算し原絲長との比を求めれば生絲の膨張係數が得られる。即ち第三表の如くである。

第三表表中の膨張係數は  $\frac{d\theta}{dt}$  の價に 0.01216 を乗じたものである。但し 19.0971 は原絲長 (c.m.) 0.01216 は角度一度に對する收縮絲長を c.m. で表はしたものである。

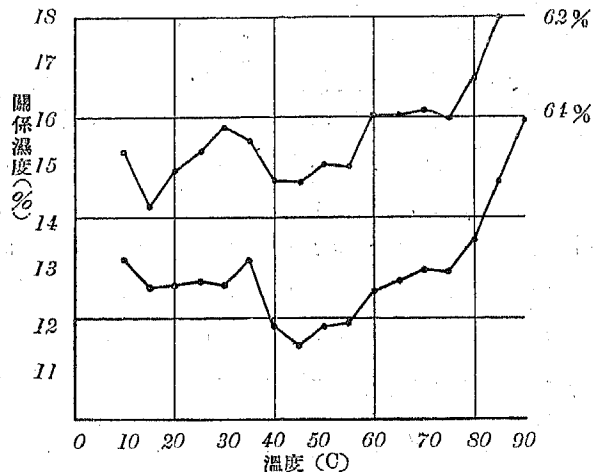
斯の如く高温中に生絲を掛けた測定器を入れ水分を除去して温度のみによる影響を見た結果は先に報告した結果と同様の傾向を示し温度の上昇に伴つて生絲は收縮するものであることを認めた。

上述の實驗結果は嚴密に云ふときは水分の除去が不完全であると云ふ點に幾分の不正確さがある。依つて (b) の方法により測定した成績を以下に掲げて見よう。

温度の調節には硫酸を用ひた。或る一定濃度の硫酸に對する關係湿度は温度の上昇に伴ひ増加することは第五圖に示す如くであるが 50° C

第 五 圖

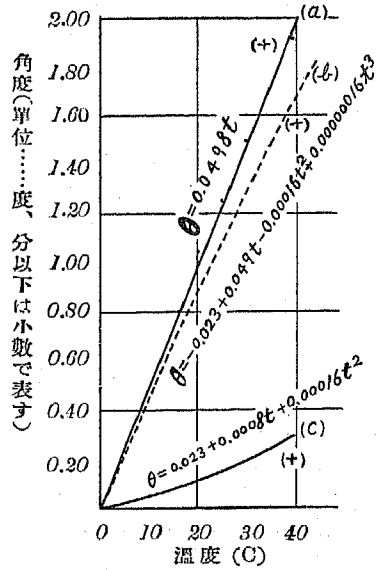
一定濃度の硫酸と關係湿度及び温度との關係



然るに本測定器は金屬製の爲温度の上昇と共に各部はよく膨張する。就中 AB 間の距離の變化は最も本實驗に影響するものである。即ち温度の上昇の爲 AB 間増大すれば C 點は CG の方向に引かれ恰も生絲が收縮したかの如き現象を現はすのである。實測した結果本測定器は温度の上昇により第六圖の (b) に示す如き割合で OF を (+) の方向に移動させる様な作用をすることが明かとなつた。(b) なる曲線は

第四表

溫度 (C)	濕度 (%)	角 度	
		生絲を掛けた測定器の示度	溫度 0° の時の示度を 0° に換算した修正値
0	14.6	5.150°	0°
16.0°	14.6	6.233°	0.80°
20.0°	同	6.617°	1.05°
25.0°	同	6.833°	1.25°
30.0°	同	7.217°	1.50°
35.3°	同	7.450°	1.67°
39.0°	同	7.783°	1.92°



第六圖

$$\theta = -0.023 + 0.049t - 0.00016t^2 + 0.0000016t^3 \dots\dots\dots(3)$$

第(3)式を以つて示すことが出来る。従つて生絲の溫度によつて伸縮する状態は(2)-(3)に依つて表はされる。即ち

$$\theta = 0.023 + 0.0008t + 0.00016t^2 - 0.0000016t^3 \dots\dots\dots(4)$$

然し 40° C 迄の範囲内のときは

$$\theta = 0.023 + 0.0008t + 0.00016t^2 \dots\dots\dots(5)$$

(5)式で充分である何故かと云へば(4)-(5)は五表に示す如く 40° C に於て 0.01° で本測定器には感ぜぬ程度のものであるからである。

第五表

溫度 (C)	角 度		A-B
	(4)式から求めたθ (A)	(5)式から求めたθ (B)	
0	0.000	0.000	0.0
5	0.031	0.031	0.0
10	0.047	0.047	0.0
15	0.071	0.071	0.0
20	0.102	0.103	-0.001
25	0.141	0.143	-0.002
30	0.187	0.191	-0.004
35	0.240	0.247	-0.007
40	0.301	0.311	-0.010

第5式を微分すれば

$$\frac{d\theta}{dt} = 0.00081 \left( 1 + \frac{2}{5}t \right) \dots\dots\dots(6)$$

(6)式を得る之の式は 0°-40° C 間に於いて各溫度に對する生絲の伸縮の割合を OF の角度で示すものである。而して第5式及び第五表に示す如く角度 θ は (+) で溫度の上昇と共に θ の價は増加する故生絲は溫度の上昇と共に收縮する事がわかる。

(6)式を用ひて生絲の膨張係数を求むれば第六表の如くである。

膨張係數 β は

$$\beta = -0.0008 \left( 1 + \frac{2}{5}t \right) \frac{0.01216}{19.0971}$$

$$\text{又は } \beta = -0.00000051 \left( 1 + \frac{2}{5}t \right) \dots\dots\dots(7)$$

(7)式に依つて求めた、ここに 19.0971 は原絲長 (c.m.) 0.01216 は角度 1 度に對する收縮絲長を c.m. で表はしたものである。

而して生絲の含水量は關係濕度が同一であつても溫度異なる時は又變化するものである故に

同一關係濕度のもとに溫度を變化して生絲の長さの變化を測定した結果は勿論水分の影響が幾分あるものと考へねばならぬ。然しながら著者の實驗に於て或は小栗捨藏氏、鈴木三郎氏等の實驗によれば濕度 30% 以下の時は高溫度の場合の方が却つて生絲の含水量多き傾向を示してゐる。(低濕より高濕に向ふ場合) 故に之の場合 14.6% 程度の濕度に於ては少くも溫度の上昇に従つて含水量が減少すると見る必要は無いと思ふ。のみならず一定濃度の硫酸に對する關係濕度は溫度の上昇に従つて増加する傾向あることは既に述べた如くである故本實驗の如き裝置に於いては溫度の上昇と共に益々生絲の含水量が増加するとも減少するものとは考へられない。其れ故に嚴密に云ふときは溫度の上昇に従つて

第六表

溫度 (C)	$0.0008 \left( 1 + \frac{2}{5} t \right)$	膨脹係數 (β)
0°	0.0008	-0.000005
5°	0.0024	-0.000015
10°	0.0040	-0.000020
15°	0.0056	-0.000030
20°	0.0072	-0.000040
25°	0.0088	-0.000050
30°	0.0102	-0.000060
35°	0.0120	-0.000077
40°	0.0136	-0.000087

生絲の收縮する状態は第六表に示すものより更に顯著なものであるかも知れない。即ち本實驗に於ても生絲は溫度の上昇に依つて收縮し下降に従つて伸長することを明に示した。

(2) 濕度が生絲の長さの變化に及ぼす影響

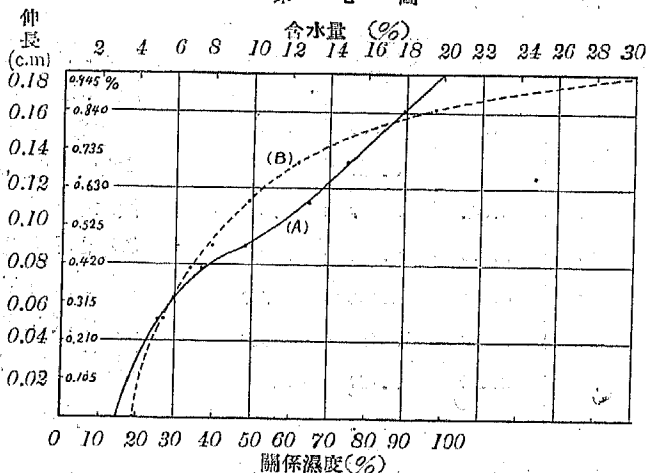
生絲は吸濕に依つて伸び水分發散に依つて收縮することは明白なことである。之の生絲の伸縮が關係濕度との間に或は含水量との間に如何なる關係あるかを數量的に求める爲上記測定器を用ひて稍明かになすことが出來た。

本實驗は測定器に白五粒線生絲を掛け、硫酸で濕度を調節した desiccator 中に入れ、此の desiccator を更に溫度調節裝置を有する室内に裝置して調査を行つたのである。即ち關係濕度と生絲の長さ變化との關係は第七表の如くである。之を圖示すれば第七圖(A)の如き曲線となる。

第七表

溫度 (C)	濕度 (%)	絲長 (c.m)	濕度 14.6% の時の絲長を標準として算出した生絲の伸長量 (c.m)
25°	14.6	19.01952	0
25.5	25.5	19.07109	0.05157
36.4	36.4	19.09649	0.07697
48.0	48.0	19.10935	0.08983
64.9	64.9	19.13227	0.11275
75.4	75.4	19.15364	0.13412
89.8	89.8	19.18083	0.16131

第七圖



儲て生絲の大氣中に於ける含水量は關係濕度に左右されるものである。此の兩者の間には

$$Q = \frac{1}{\frac{a}{H} + b - cH} \dots \dots \dots (8)$$

なる關係がある。ここに  $Q$  は吸水量を%で  $H$  は關係濕度を%で表せるもの、 $a, b, c$  は實驗的常數であつて高濕より低濕に向ふ場合、低濕より高濕に向ふ場合、又溫度に依り或は生絲の種類、織度の細太等により異なるものである。而して著者の實驗を始め、鯨井博士或は最近發表せる鈴木三郎氏の報告、其他 Th. Schlooesing 氏等の結果を綜合し溫度  $25^{\circ}C$  に於ける關係濕度に對する含水量を第八表の如く假定するならば本實驗に於ける生絲の長さの變化と含水量との關係は第九表の如くである。

第 八 表

關係濕度(%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
生絲の含水量(%)	0	2.93	4.40	5.87	6.90	7.88	9.05	10.80	13.35	19.60	30.00

第 九 表

關係濕度(%)	含水量(%) $Q$	生絲の伸長量 (c.m) $L$		差 (1)-(2)
		實測値 (1)	計算値 (2)	
0	0	.....	-0.4445	.....
14.6	3.9	0	+0.0026	-0.0026
25.5	5.3	0.0516	+0.0149	+0.0067
36.4	6.7	0.0770	+0.0735	+0.0035
48.0	7.8	0.0898	+0.0902	-0.0004
64.9	9.8	0.1128	+0.1125	+0.0003
75.4	12.3	0.1341	+0.1315	+0.0026
89.8	19.5	0.1613	+0.1616	-0.0003
100.0	30.0	.....	+0.1811	.....

第九表を圖示すれば第七圖の (B) の如き曲線を示す。此の曲線は双曲線の方程式

$$(x+a)(x+b)=C \dots \dots \dots (9)$$

(9) 式を以つて表はすを得。本實驗の結果より  $a, b, c$  を求むれば  $a=1.928 \quad b=-0.221 \quad c=-1.273$  故に含水量を  $Q$ 、生絲の水分の爲の伸長を  $L$  とすれば

$$L=0.221 \frac{1.273}{Q+1.928} \dots \dots \dots (10)$$

(10) 式による計算値と實測値とを比較すれば第九表に示す如くである。同表の 0% に於ける計算値 -0.4445 は含水量 3.9% 附近に標準 0 を置

いた爲に斯る (一) の値をとつたのである。

上に掲げた如く生絲は含水量少きときは少量の含水量の増加によつて甚しく伸び含水が飽和の状態に近づくに従つて伸びの割合が減じてくることが知れる。

之に比較して人造絹絲は含水率約 20% までは直線的に伸長の變化をなすものであつて生絲と其趣を異にするものである。

而して (10) 式を微分すれば各含水量に於ける伸長割合を求め得るのである。

$$\frac{dL}{dQ} = \frac{1.273}{(Q+1.928)^2} \dots \dots \dots (11)$$

各含水量に對する伸長率を示せば第十表の如くである。

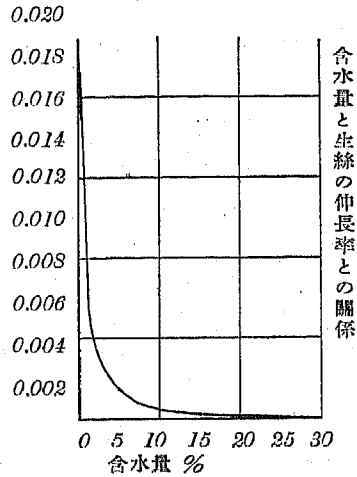
第十表中の伸長率は  $\frac{1.273}{(Q+1.928)^2} \div 18.57242$  から求めた、

但し 18.57242 は原絲長 19.01952 cm から (0.0026+0.4445) cm を減じたものである。第十表を圖示すれば第八圖の如くなる。

第 十 表

含水量 (%)	$\frac{dL}{dQ}$	伸 長 率
0	0.342463	0.018438
5	0.026522	0.001428
10	0.008947	0.000482
15	0.004442	0.000239
20	0.002647	0.000133
25	0.001740	0.000094
30	0.001249	0.000067

第 八 圖



即ち伸長率は含水量増加するに従つて次第に減少することが知れる。

IV. 總 括

(1) 本實驗は自記濕度計を利用して濕溫度が生絲の長さ及び影響を調査する爲に行つた。本測定器は Test piece に対し  $\frac{4}{100000}$  内外の變化を容易に自記するのであるが溫度の變化に従つて器の各部は膨脹收縮する爲測定器自身の影響を測定成績に及ぼす。この故に測定器は使用前に必ずよくその性質を調査しておかねばならぬ。本測定器が溫度の爲に受ける影響は溫度を  $t$ , OF の動く角度を  $\theta$  とすれば

$$\theta = -0.023 + 0.049t - 0.00016t^2 + 0.00000016t^3$$

で表される。

(2) 溫度が生絲の長さの變化に及び影響を見る爲に二つの方法を行つた。

(a) 10.46 denier の白生絲を高溫中に保持して無水の狀態とし、溫度のみが生絲の長さに及び影響を見た結果生絲の膨脹係數  $\beta$  は

$$\beta = -0.00848 e^{0.00201t} \times \frac{0.01216}{19.0971}$$

で示された即ち 100° C で -0.0000066, 130° C で -0.0000070 でかつて報告した結果と同一の傾向を得た。

(b) 19.81 denier の白生絲を 14.6% の一定濕度中に保持して溫度が其の長さに及び影響を測定した結果は

$$\beta = -0.00000051 \left( 1 + \frac{2}{5}t \right)$$

となり  $\beta$  は 0° C で -0.0000005, 40° C で -0.0000087 で (a) の場合と同様の傾向を示した。之に依つて見るに生絲は溫度の上昇によつて收縮し、溫度の下降に従つて伸長するものと考へられる。

(3) 生絲の長さが濕度の爲に變化する狀態を測定する爲 19.81 denier の白繭絲を 25° C の一定溫度のもとに種々の濕度中に保持して調査した結果生絲の含水量に對する伸長率は

$$\frac{1.273}{(Q+1.928)^2} \div 18.57242$$



に依つて算出された、ここに  $Q$  は含水量を表はす。而して生絲の伸長率は含水量の増加と共に減少することが知れる。

終りに本實驗裝置の御便宜を計り下されし蒲生教授に對し謹んで感謝を捧ぐ。

## 文 獻

1. E. Einecke (Z. analy. chem. 1931. 85 45—50)
2. Warren P. Seem. Raw silk peroperties, classification throwing.
3. 棚橋啓三 日本蠶絲學雜誌 第二卷 第三號
4. 鯨井恒太郎外二名理化學研究所彙報 第二輯 第二號
5. 窪田 潤 蠶絲學雜誌 第五卷 第一號
6. 窪田 潤 日本蠶絲學雜誌 第四卷 第二號
7. 沖瀆治及び大塚重藏 最新生絲検査論
8. 鈴木三郎 絹業試驗所報告 第七卷 第一號
9. 大塚正義 中央蠶絲報 昭和六年九月號

(昭和九年三月二十六日 受理)

## Studies on some Physical Properties of Raw Silk, with Special Reference to the Effect of Temperature and Humidity on the Length of the Raw Silk Fibre.

by Jun KUBOTA

(Received March. 26. 1934)

### Résumé

#### I. Introduction

It is well known that the temperature and humidity of the air affect the physical properties, such as length, tensile strength, elasticity and electric conductivity for the raw silk fibre.

The influence of temperature and humidity upon the length has been studied by author; he repeated the experiment by using another method shown in following.

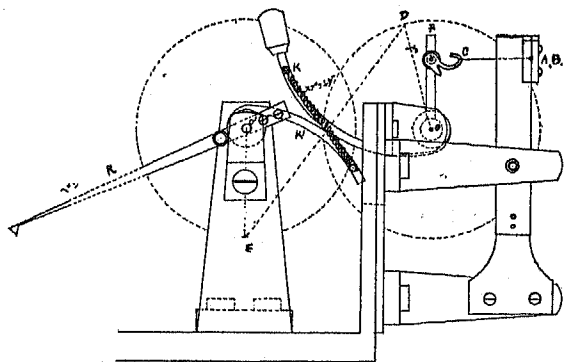
The apparatus is the self-recording-hygrometer (Fig 1) which is very sensitive for the purpose. So that the change of the order  $\frac{4}{100000}$  is well measured.

The temperature effect on the apparatus, must be test before the experiment.

If put  $\theta=0$  when OF vertical ( $\theta$  denotes angle OFD) and  $t$ =temperature, then

$$\theta = -0.023 + 0.049t - 0.00016t^2 + 0.00000016t^3 \dots \dots \dots (1)$$

Fig. 1



II. Effect of temperature  
Experiment (1)

High temperature

Sample.....white raw silk

Size.....10.46 denier

Variety ... Kokusan Nichi  
1 x Kokusan shi 4.

The apparatus with sample is placed in the conditioning apparatus and dried to extremity.

Angle  $\theta$  read at different

temperature is shown in Table I and Fig 2, which written analytically by

$$\theta = 4.22e^{0.00201t} \dots\dots\dots (2)$$

Table I

Temperature (t) (C)	length of raw silk ( $\theta$ )			
	a	b	c	average
100°	.....	.....	5.21	5.21
105	.....	5.15	5.20	5.18
110	5.49	5.12	5.19	5.27
115	5.56	5.04	5.27	5.29
120	5.58	5.08	5.37	5.34
125	5.62	5.20	5.47	5.43
130	5.65	5.32	5.59	5.52
132	5.68	5.36	.....	5.52

Differentiate and multiply  $\frac{0.01216}{19.0971}$

where 19.0971 cm.....  
Original length of the sample  
0.01216 cm.....

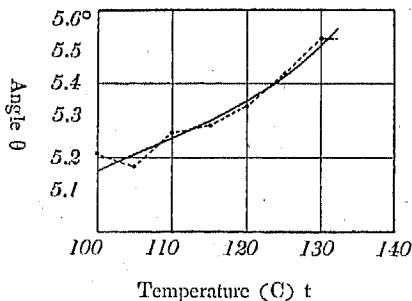
Change of sample length per  $\theta = 1^\circ$ , the real change of length thus obtained is as follows.

Thermal expansion coefficient of raw silk is also negative as shown in preirous report. †

Table II

Temperature(t) (C)	$\frac{d\theta}{dt}$ (angle)	thermal expansion coefficient $\beta$
100°	0.01036°	-0.0000066
105	0.01047	-0.0000067
110	0.01053	-0.0000067
115	0.01068	-0.0000068
120	0.01077	-0.0000069
125	0.01091	-0.0000069
130	0.01102	-0.0000070

Fig. 2



† The bulletin of sericulture and silk-industry, Vol. V. No. 1.

Experiment (2)

Low temperature Sample.....White raw silk,

Size .....19.81 denier,

Variety.....Kokusan nichu 1 x Kokusan Shi 4.

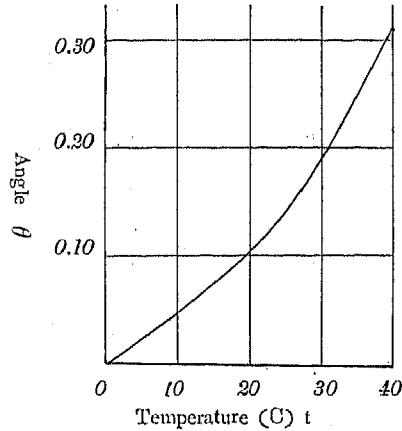
The sample is placed in the glass bottle of constant humidity (14.6%). The result is represented in Table III and Fig. 3, which written analytically by

$$\theta = 0.0023 + 0.0008t + 0.00016t^2 \dots\dots\dots (3)$$

Table III

Temperature (t)	Angle (θ)
0°	0
5	0.031
10	0.047
15	0.071
20	0.103
25	0.143
30	0.191
35	0.247
40	0.311

Fig. 3



Differentiate and multiply  $\frac{0.01216}{19.0971}$ ,

$$\beta = -0.00000051 \left(1 + \frac{2}{5}t\right) \dots\dots\dots (4)$$

where  $\beta$ .....thermal expansion coefficient.

Then I obtained the thermal expansion coefficient of raw silk as shown in following table.

Temperature coefficient is also negative.

III. Effect of humidity.

The experiment carried on at constant temperature 25°C in the same apparatus.

Sample.....White raw silk

Size.....19.81 denier

Variety.....Kokusan nichu

1 × Kokusan Shi 4.

The result is shown in table V and fig. 4.

Table V is showing the relation between moisture content (Q) and length of raw silk.

The elongation (L) is as follows.

$$L = 0.221 - \frac{1.273}{Q + 1.928} \dots\dots\dots (5)$$

Differentiating and multiplying it by  $\frac{1}{18.57242}$ ,

Table IV

temperature (t) (C)	thermal expansion coefficient $\beta$
0°	-0.0000005
5	-0.0000015
10	-0.0000026
15	-0.0000036
20	-0.0000046
25	-0.0000056
30	-0.0000066
35	-0.0000077
40	-0.0000087

Table V

Temperature (C)	Relative Humidity	moisture content Q	length of raw silk fibre (c.m)	elongation of test piece (c.m)
25°	14.6	3.9	19.01952	0
”	25.5	5.3	19.07109	0.05157
”	36.4	6.7	19.09649	0.07697
”	48.0	7.8	19.10935	0.08983
”	64.9	9.8	19.13227	0.11275
”	75.4	12.3	19.15364	0.13412
”	89.8	19.5	19.18083	0.16131

Fig. 4

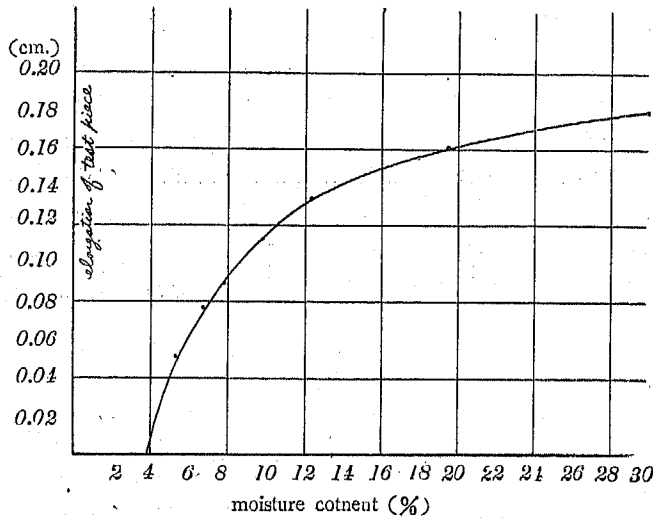


Table VI

moisture content Q	coefficient of elongation
0%	0.018438
5	0.001428
10	0.000482
15	0.000239
20	0.000133
25	0.000094
30	0.000067

I got the elongation coefficient by humidity which changes rapidly at low temperature and slowly at high humidity as shown in table VI.

(Reserch laboratory of silk manufacture, Imperial College of Sericulture and Silk-industry Uyeda, Japan.)