

繭絲의 彈性的性質에 關한 研究

IV 繭絲 및 繭層溶解度와 繭絲의 機械的性質과의 關係

南 重 熙

(서울大學校 農科大學)

Rheological Studies on Cocoon Filament.

IV. Relationship between Cocoon Bave and Sericin Solubility or Tensile Properties of Cocoon Fibre.

J. H. Nahm

(College of Agri., Seoul National Univ.)

Summary

This experimental work was carired out to examine the relation between the filament characteristic and the tensile property of various cocoon varieties.

Cocoons of 21 varieties were used as materials, from which, have denier (X_1), sericin solubility (X_2), tenacity (Y_1), elongation (Y_2), and Young's modulus (Y_3) were tested.

The formulae estimating tensile properties with denier and sericin solubility are as follows:

A) In case of denier.

$$Y_1 = -0.4X_1 + 5.03$$

$$Y_2 = 1.2X_1 + 2.7$$

$$Y_3 = -25.2X_1 + 140.95$$

B) In case of sericin solubility.

$$Y_1 = -2.4X_2 + 3.43$$

$$Y_2 = 20X_2 + 3.7$$

$$Y_3 = -120X_2 + 78.37$$

I 緒 言

좋은 繭絲成績을 거두고 生絲品位の 向上을 期하려면 原料繭의 特性을 파악하는 일이 무엇보다 重要하다.

특히 제사원료로서의 고치의 實用的特性은 여러가지를 들수있지마는, 누에의 品種의特性으로 나타나는 織度와 練減量의 차이는 繭絲成績은 물론 生絲의 彈性的性質에 影響하는 것이다.

즉 繭絲織度の 細太는 練絲時에 있어서 練絲張力에, 그리고 繭層練減量의 多少는 網의 單織度當 強度, 伸度 Young's modulus을 변화시키는 요인이다,

더욱 生絲의 強力, 伸度, Young's modulus 및 練減量은 製絲工務技術에 의하여 變化하게 되며, 製絲工務技術成績은 原料繭質에 따라서 결정된다.

위에서와 같은 의미에서 누에의 品種의 차이로 변화하는 製絲原料의特性(繭絲織度, 繭層練減量)과 繭絲의 機械的性質(強度, 伸度 및 (Young's modulus)와의 相關關係를 알아보고자 실험한 結果에서 얻어진 사항을 발표하게 되었다.

이 실험수행에 있어서 고치를 분양하여 주셨던 농촌진흥청 잠업시험장 李相璽연구관, 朴在成연구사에게 깊이 감사드리며, 실험성적정리에 협조하여 주셨던 서울

대학교 농과대학 박광의 선생과 문재유선생님께 감사드립니다.

끝으로 원고교정에 협조하여 주신 동대학 최병희선생님께도 고마운마음을 표하는 바입니다.

II 實驗材料 및 方法

1. 供試蠶品種

잠업시험장 保存品種 (21種)

2. 繭絲織度の 測定

견층을 예리한 편셀로 분리시킬 때 나온 10cm 이상되는 繭絲를 취한다음 異常部分의 有無를 확인하고 제1보에서와⁽⁶⁾ 같이 Deniroscoe 를 이용하여 측정하였다.

3. 繭層溶解度の 測定

견층두께에 의한 溶解速度의 차이를 최대한 감소시키기 위해 견층을 3~5층으로 분리한 다음 細切하여 다음과 같이 용해도를 측정하였다.

A) Sericin의 溶解; 위와같이 준비한 견층을 0.5g 석精粹한후 100ml들이삼각후라스크에 넣어, 電子 Range 를 사용하여 세리신을 溶出시켰다.

이 때에는 全體試料를 同時に 넣어 試料區間에 나타

날 處理誤差를 감소시켰다.

또한 세리신의 溶出處理는 1 회에 限하지 않고 每回의 溶出處理가 끝나면 glass filter 로 걸러서 다음에 설명하는 比色定量法에 의해 용해세리신량을 측정하고, 比色定量時 Folin시약에 發色되지 않을 때 까지 반복해서 溶解處理를 실시 하였다.

전자 Range속에서의 溶出時間은 每回5分으로 하였으며 각각의 flask 로 부터의 증발량은 同一하게 보고 溶出液의 세리신량을 측정하였다.

B) 세리신용출수용액의 比色定量; 「A」항에서 얻어진 세리신수용액은 光電比色計 (spectronic-20) 를 사용, 530m μ 의 波長에서 Lowry氏法으로 比色定量⁽¹⁾하였다.

즉 0.4ml의 濾液에 加銅알카리액 2ml 를 넣고, 室溫에 30 分間방치한 후, 0.2ml의 Folin 시약을 넣어 발색시켰으며 다시 10ml 증류수로 희석시켜 吸光度 (O,D) 를 측정하였다.

C. 標準檢量曲線; 「B」항에서 比色則定된 吸光度에 해당하는 세리신량을 산출하기 위하여 다음과 같이 標準세리신水溶液을 만들어 標準檢量曲線을 만들었다.

여기에 쓰인 세리신은 Moisher⁽⁴⁾ 법으로 추출한 sericin- β fraction 이다. (Tab. I).

Table. I. Sericin solution for the standard absorption spectrum curve of the known sericin weight.

standard sericin solution	sericin powder 200mg/100ml alkali solution									
	tube No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A(ml)		0.2	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	10.0
B(μ g/cell)		16	40	56	80	120	160	240	400	800
C(μ g/ml)		1.33	3.33	4.66	6.66	10.0	13.24	20.0	33.33	66.66

* A; Pippeted volume from sericin solution and filled up 10ml with H₂O.

B; 0.4ml was pippeted from A solution and show sericin wt. in cell.

표준세리신액의 비색정량에 있어서도 위에 설명한 Lowry⁽¹⁾氏方法에 따랐다.

D. 供試試料 및 強伸度の 則定과 그 結果의 算出
供試試料數는 每品種當 10個(50mm)以上을 檢査室도조사용으로 취하여 Deniroscope에 의하여 檢査室도⁽⁶⁾를 측정하였다.

위에서와 같이 檢査室도가 측정된 試料는 제1보에 표시된 試料 holder⁽⁶⁾에 고정시켜 Tensilon으로 강신도를 측정하였다.

이때 被則定繭絲는 室溫의 물에 水浸시킨채 강신도가 측정되었다.

강신도 및 Young's modulus 산출에 쓰여진 公式도 제 I 보 및 제 II 보에 기재된 公式를 사용하였다.

III 實驗結果 및 考察

21個品種의 繭絲에 대하여 측정된 繭絲織度, 切斷強度, 切斷伸度, 양구율, 및 繭層 sericin 溶解程度는 다음 Table 2. 에서 보는 바와 같다.

Table 2. Relation of filament characteristic and tensile property.

Sample No.	Denier (d)	Breaking strength (g/d)	Elongation (%)	Young's modu. (g/d)	Absorbance (O.D)	Solubility (μg/0.5g)
1	2.27	4.26	5.4	93.8	0.26	117.0
2	2.83	4.08	5.0	72.1	0.17	92.0
3	2.64	3.84	6.0	72.7	0.18	93.8
4	2.82	4.60	5.4	60.2	0.16	90.0
5	2.91	3.58	6.0	45.8	0.03	—
6	1.76	4.00	5.0	113.6	0.10	77.0
7	1.87	5.40	7.0	117.6	0.15	88.0
8	3.08	2.99	6.6	48.5	0.18	93.5
9	2.76	4.62	4.0	83.7	0.02	—
10	3.51	3.74	6.0	53.3	0.09	75.0
11	3.02	4.10	6.4	67.9	0.02	—
12	3.23	3.58	6.8	55.4	0.08	74.0
13	3.56	3.06	7.4	50.0	0.12	80.0
14	3.54	2.56	5.8	36.2	0.10	77.0
15	3.77	3.40	7.2	45.1	0.12	80.0
16	4.22	3.35	8.2	39.7	0.15	88.0
17	3.88	3.01	6.2	38.8	0.18	93.5
18	3.45	3.53	8.2	51.2	0.17	92.0
19	3.43	3.28	6.6	47.8	0.11	79.0
20	3.34	4.02	6.4	60.2	0.26	117.0
21	3.45	3.23	8.6	46.8	0.19	98.0
\bar{X}	3.15	3.77	6.5	61.57	0.14	

1. 繭絲纖度の 切斷強度 伸度 및 양구 울에의 寄與

繭絲纖度は 品種에 따라서는 크게 變化하나 環境에

대하여는 비교적 안정되는 特性⁽⁵⁾이라고 한다.

이렇게 品種에 따라서 차이가 있는 繭絲纖도가 繭絲의 彈性的性質에 어떻게 영향하는가는 알아보기 위해 분석한 결과는 아래와 같다.

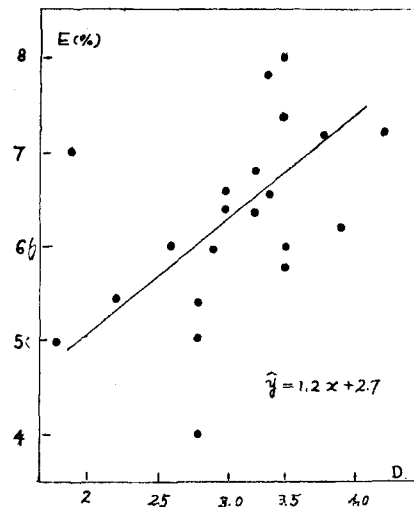


Fig. 1 Relation of cocoon bave denier and elongation.

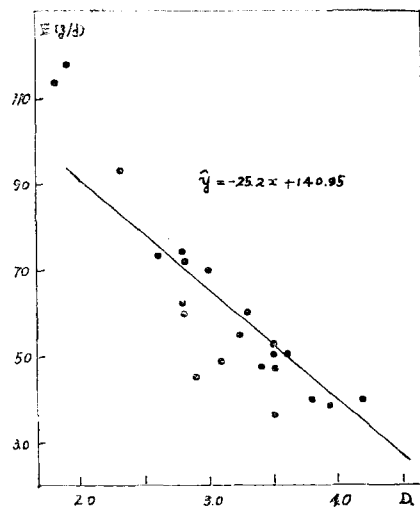


Fig. 2 Relation of cocoon bave denier and young's modulus.

1) 繭絲織도와 切斷強度와의 회귀직선의 방정식은 $\hat{Y} = -0.4x + 5.03$ 으로 나타났다.

즉 섬도의 증가에 따라서 切斷強度는 減少하는 경향이 有意性은 인정되지 않았다.

2) 繭絲織도와 切斷伸度와의 회귀직선의 방정식은 $\hat{Y} = 1.2x + 2.7$ 이고 상관계수 $r = 0.63$ 으로 有意性이 인정되었다.

3) 繭絲織도와 양구울사이의 회귀직선방정식은 $\hat{Y} = -25.2 + 140.95$ 로서 負의 상관을 나타내고 有意성도 ($r = -0.76$) 인정되었다.

섬도변화에 따라서 절단강도와 양구울은 같은 경향으로 감소함을 알수있다.

위 결과에서 품종변화로 나타나는 섬도는 탄성적 특성의 하나인 양구울에 대하여 $58\% (0.76^2 \times 100 = 57.76)$ 寄與함을 알수있고 절단신도에 대하여는 약 $40\% (0.63^2 \times 100 = 39.69)$ 寄與하는것으로 나타났다.

한편, 절단강도 및 양구울은 견사섬도 변화에 대하여 負의 상관을, 그리고 절단신도는 正의 線形相關을 나타내는데 이러한 경향은 切斷에 이르기까지의 過程에서 纖維構造의 차이에 따른것으로서 細織度일수록 섬유구조가 발달한데에 起因된것으로 생각된다.

織도가 가늘어 질수록 섬유구조가 발달한다는 사실은 飯塚¹²⁾가 應力檢出을 정기적으로 행하는 粘彈性測定裝置를 試作하여 絹纖維의 力學的性質을 측정 한 결과를 가지고 설명할수있다.

즉 15個品種의 고치에서 無作為로 1粒씩 택하여 1粒 繭絲를 繭層別로 정연시켜 섬도의 탄성율을 조사한 결과 負의 線形相關¹³⁾(상관계수; -0.87)이 있음을 밝혔다.

이러한 결과로 볼때 蠶品種은 繭絲織도를 지배하며, 絹纖維의 力學的性質은 繭絲織도에 依存해서 변화하는 사실을 알수있다.

2. 繭層溶解性的 切斷強度, 伸度 및 양구울에의 寄與

繭層練減率は 환경의 영향(分散成分比率³²⁾도 있지만 품종특성으로 확실히 차이(분산성분비율, 56%)가 있는 형질¹⁵⁾로 알려져 있다.

또한 fibroin을 被覆하는 세리신의 有無에 따라 絹纖維의 彈性的性質¹⁶⁾에 차이가 있음도 잘 알려져 있다.

이러한 의미에서 繭層練減率의 변화가 절단강신도와 양구울에 어떻게 영향하는가를 알기 위하여 相互間의 상관을 구한 결과 다음과 같았다.

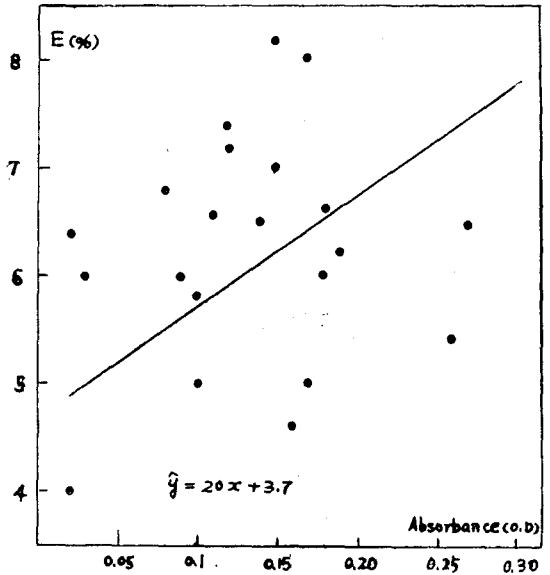


Fig. 3 Relation of sericin solubility and elongation.

1) 繭層溶解도와 절단강도와의 회귀직선방정식은 ($\hat{Y} = -2.4x + 3.43$)이고 負의 相關($r = -0.26$)을 나타내나 有意性은 인정되지 않았다.

2) 繭絲溶解도와 절단신도와의 상관은 正의 相關으로 高度의 有意性($r = 0.91$)이 인정되었으며 회귀직선의 방정식은 $\hat{Y} = 20x + 3.7$ 이다.

3) 繭層溶解도와 양구울사이에는 극히 약한 상관($r = -0.08$)이며 회귀직선의 방정식은 $\hat{Y} = -120x + 78.37$ 이었다.

위의 결과에서 크게 알수있는것은 세리신의 증가는 절단강도와 양구울을 감소시키나 절단신도는 증가하는 경향임을 알수있다.

특히 세리신이 절단신도에 기여하는 정도는 높아서 약 $83\% (0.91^2 \times 100 = 82.81)$ 가 되지만 절단강도($0.26^2 \times 100 = 0.76$)와 양구울에는 적게 영향($0.08^2 \times 100 = 0.64$)한다고 하겠다.

IV. 摘 要

蠶品種에 따라서 차이가 있는 繭絲織도와 繭層溶解도가 繭絲의 탄성적성질에 미치는 영향에 대하여 알아 보았다.

즉 21개 품종의 繭絲에 대하여 繭絲織도 (X_1)와 繭層溶解도 (X_2)를 측정하고, X_1 및 X_2 의 변화와 切斷強度

(Y_1), 切斷伸度 (Y_2) 및 양구율 (Y_3)과의 관계를 알아 본결과 다음과 같은 식을 찾았다.

A. 繭絲織度の 영향

$$Y_1 = -0.4x_1 + 5.03$$

$$Y_2 = 1.2x_1 + 2.7$$

$$Y_3 = -25.2x_1 + 140.95$$

B. 繭層 溶解度の 영향

$$Y_1 = -2.4x_2 + 3.43$$

$$Y_2 = 20x_2 + 3.7$$

$$Y_3 = -120x_2 + 78.37$$

參 考 文 獻

1. 浦生卓磨, 一場靜夫, 宮川千三郎 (1971); 家蠶の繭層分解率に對する 上簇溫濕度の 影響, 日蠶雜誌 40(1) 42-48.
2. 飯塚英策 (1961); 絹纖維の 粘彈性測定裝置, 日蠶試報 16(5) 375-392.
3. 飯塚英策 (1967); 絹の 物理化學, 生化學 39(4) 4-6.
4. 伊藤武男, 小森康三 (1937); セリシンの研究(第2報 日農藝化誌, 13(12) 1201-1207.
5. 杳掛久雄 (1970); 蠶品種について, 講演 およびシンポジラム要旨集, 西日本生絲研究會 1-10.
6. 南重熙 (1972); 繭絲의 彈性的性質에 관한 研究, 繭(I)層部位別 繭絲의 抗張性, 韓蠶會誌, 14(1) 43-47.
7. 南重熙 (1972); 繭絲의 彈性的性質에 관한 研究. (II) 引張速度 및 膨潤에 따른 파괴강신도의 變化, 韓蠶會誌 14(2) 105-112.
8. 日纖維學會編 (1968); 纖維便覽 (原料編) 210, 丸善(株)