

## 絹糸腺の乾物量及び水分量の成長と液状 絹水溶液の性質

金 子 英 雄  
倉 澤 文 夫

### 1. 緒 言

絹糸腺の成長に關しては先づ八木氏の研究あり。次式の如き Robertson氏 自働觸媒反應によりて表示せらるゝ事を報告せり。

$$\log \frac{x}{a-x} = k(t-t_1)$$

反應速度恒數  $k$  は五齡期中では二つの恒數をえたり。即ち例へば世界一の雄蠶脱皮後より3日目までは  $k=0.27$  四日目以後は  $k=0.77$  なり。

次に液状絹水溶液の諸性質の研究は最近井上、北澤兩氏により報告せられ、粘度、界面張力、等電點、混濁度等につき實驗せられたり。余等も少しく之れ等に關し實驗せるを以てその一部を此所に報告せんとす。

### 2. 絹糸腺の水分及乾物量の變化

五齡期に於ける家蠶絹糸腺中の水分及び乾物量の變化量を測定せり。即ち蠶品種は春蠶期は日110號×支102號、夏蠶期には支102號×日110號を使用し孰れも本校養蠶部にて飼育せるものなり。毎日午前八時と午後四時に雌雄別々二頭づつの絹糸腺を取り出し水にて洗ひ後濾紙にて附着水を除き秤量蠶中にて直ちに秤量し後110°Cの恒温器中にて乾燥せしめて乾物及び水分量を測定し10組の平均結果より一頭に對する變化量は次の如し。

春 蠶 (♂)

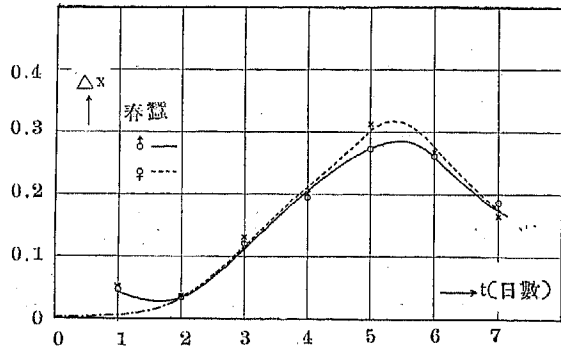
	午 前		午 後	
	x(絹糸腺量)	Δx	x	Δx
五 齡 起 蠶	0.0302g	—	0.0302g	—
1 日	0.0742	0.0440	—	—
2 日	0.1042	0.0300	—	—
3 日	0.2233	0.1191	0.2709	—
4 日	0.4137	0.1904	0.5035	0.2326
5 日	0.6835	0.2698	0.7985	0.2950
6 日	0.9481	0.2646	1.0667	0.2682
7 日	1.1368	0.1887	—	—

Δx は一日の増加量を表す。

春 蠶 (♀)

	午 前		午 後	
	x	$\Delta x$	x	$\Delta x$
五 齡 起 蠶	0.0312	—	—	—
1 日	0.0782	0.0470	—	—
2 日	0.0966	0.0184	—	—
3 日	0.2194	0.1228	0.2835	—
4 日	0.4110	0.1916	0.5112	0.2277
5 日	0.7287	0.3177	0.8391	0.3279
6 日	0.9967	0.2680	1.0669	0.2278
7 日	1.1589	0.1622	—	—

日々の増加量 $\Delta x$ は5.5日目頃最大値に達し後は略對稱的に減少す。之を圖示すれば右圖の如く二日以後は同一のCycleに屬し一日は前のCycleの影響を受く。



(1) 絹糸腺乾物の成長曲線 (春蠶♂)

五齡期日數	x(乾物量)	x-w	a-(x-w)	k(成長速度恒數)
起 蠶	3.5mgr.	—	—	—
1 日 目	4.5	1.0	309.0	1.3317
2 日 目	14.5	11.0	299.0	0.9982
3 日 目	30.4	25.9	284.1	1.0396
4 日 目	71.1	67.6	242.4	0.9798
5 日 目	143.0	139.5	170.5	1.0971
6 日 目	211.8	208.3	101.7	1.0212
7 日 目	270.4	266.9	43.1	1.0695

wは起蠶の乾物量にして(x-w)は五齡期に於ける乾物量の成長量、aは絹糸腺の乾物量がこの速度で成長を続けると假定せる時の最大乾物量にして成長曲線より求む。成長速度恒數Kは次の自働觸媒反應式より求む。

$$K = \frac{2.3}{(t-t_1)} \log_{a-(x-w)} \frac{x-w}{a-(x-w)}$$

但し  $t_1 = 5.3$ ,  $a = 310\text{mgr}$  とせり。

即ち1日目のKは前cycleの影響あり、2日後は大略一定數と見做されうるを以て五齡期における絹糸腺の乾物量の成長は上式に従つて進むものと考へらる。曲線上より考ふれば尙一日乃至二日位乾物量の増加を來しうることが出来る。

春 蠶 (♀)

五齡期日數	x	x-w	a-(x-w)	K
起 蠶	4.5mgr.	—	—	—
1 日 目	4.9	0.4	339.6	1.0557
2 日 目	23.4	18.9	321.1	0.8832
3 日 目	46.1	41.6	298.4	0.8924
4 日 目	89.7	85.2	254.8	0.9108
5 日 目	159.3	154.8	185.2	0.8947
6 日 目	224.4	219.9	120.1	0.6969
7 日 目	288.7	284.2	55.8	0.9016

但し  $K = \frac{2.3}{(t-t')} \log \frac{x-w}{a-(x-w)}$

$t=5.2, a=340$

1日目を除き同一cycleは略上式に従ふて乾物は成長す。而して夏蠶に就きても同一結果なれば此所に略す。

(II) 絹糸腺中の水分の成長曲線

春 蠶 合 (午前測定値)

五齡期日數	x(水分量)	x-w	a-(x-w)	K
起 蠶	0.0267gr.	—	—	—
1 日 目	0.0697	0.0430	0.8570	0.8303
2 日 目	0.0897	0.0630	0.8370	1.0787
3 日 目	0.1929	0.1662	0.7338	1.0580
4 日 目	0.3426	0.3159	0.5841	1.0285
5 日 目	0.5501	0.5234	0.3766	0.8986
6 日 目	0.7313	0.7046	0.1954	0.9154
7 日 目	0.8664	0.8397	0.0603	1.0948

但し  $K = \frac{2.3}{(t-4.6)} \log \frac{x-w}{0.90-(x-w)}$

wは起蠶の水分量を示す。

春 蠶 ♀ (午前測定値)

五齡期日數	x	x-w	a-(x-w)	K
起 蠶	0.0267	—	—	—
1 日 目	0.0733	0.0466	0.8534	0.8050
2 日 目	0.0831	0.0564	0.8436	1.0396
3 日 目	0.1848	0.1581	0.7419	0.9660
4 日 目	0.3350	0.3083	0.5917	0.9959
5 日 目	0.5694	0.5427	0.3573	1.0396
6 日 目	0.7723	0.7456	0.1544	1.1224
7 日 目	0.8702	0.8435	0.0565	1.1247

但しKは雄蠶と同一式なり。

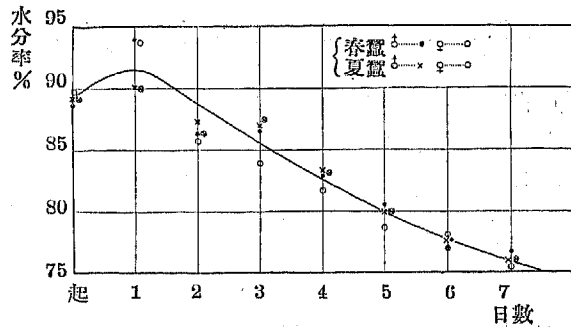
之れより絹糸腺中の水分量の成長も乾物量と同様 Robertson氏の自働觸媒反應式によつて表示せらる。夏蠶に就きても同一結果を得、但し水分増加量xは五齡期の初期では春蠶より小にして三日目頃より春蠶の時より大となり遂には略同一量となる。

(III) 絹糸腺中の水分率(%)

絹糸腺量に対する水分の割合を百分率で示せば次の如し。

五 齡 起 蠶	春 蠶		夏 蠶	
	♂	♀	♂	♀
1 日	93.9	93.7	90.1	89.2
2 日	86.1	86.0	87.7	86.4
3 日	86.6	84.2	86.8	87.3
4 日	82.8	81.5	83.5	83.6
5 日	80.4	78.1	79.6	79.9
6 日	77.5	77.9	77.2	76.8
7 日	76.6	75.1	76.2	76.7

之れを圖示すれば右圖の如く2日後は水分率(%)は略日數に比例して減少し熟蠶では76%位なり。一方絹糸腺中の蛋白質粒子の聚合度を高め他方に於ては日數の經るにつれ水分率を減じて飽和性を増大し次第に牽引紡糸に好都合になすものと考えらる。この兩方面よりも五齡期初めの絹絲腺は絲を作る上に不適當にしてある時間を要すべきなり。



3. 液狀絹水溶液の性質

液狀絹水溶液に關しては井上、北澤兩氏が最近研究せられ粘度、界面張力や等電點等を測定せられたり。余等も亦二三の性質につき實驗したるを以て此に報告せんとす。

水溶液濃度0.3%附近のものを作る目的にて一端を切れる絹絲腺を氷を以て冷却せる廣口試験管中に入れ蒸溜水を加へて硝子棒にて靜かに攪拌して分散せしめ後濾過して水溶液を作り二時間後測定せり。

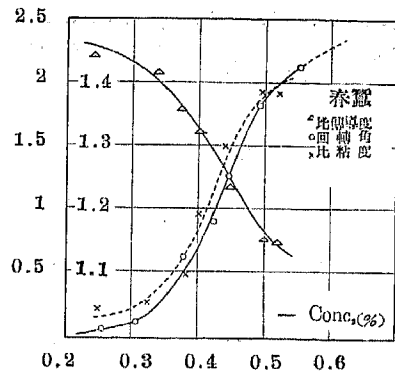
五 齡 起 蠶	分散濃度(春蠶)	分散濃度(夏蠶)	PH(夏蠶)
—	—	0.317	5.45
1 日	0.242%	0.210	5.59
2 日	0.323%	0.336	5.54
3 日	0.365	0.362	6.08
4 日	0.395	0.392	6.01
5 日	0.447	0.438	5.76
6 日	0.493	0.465	5.93
7 日	0.517	0.492	6.015

日數の經るにつれて機械的に分散せしめられ易くなりそのPH値の變化は蠶兒体液のその變化に略並行す、但し其値は小なり。而して  $\frac{\Delta \text{PH}}{\Delta t}$  の大なる三日乃至四日目頃は PH 値も亦最大に達し五日目以後のPH値増加は液狀絹絲のゲル化の進行に伴ふ結果と考へらる。一般にゾルのゲル化するやそのPH値を増加せしむるのである。

	電気比導度(0°C)		界面張力			
	K.10 <sup>3</sup> (春蠶)	K.10 <sup>3</sup> (夏蠶)	α(春蠶)	Δα	α(夏蠶)	Δα
起 蠶	2.49	2.72	91.2	—	92.6	—
1 日	2.23	2.09	85.3	—	84.8	—
2 日	2.14	1.97	104.0	18.7	95.7	10.9
3 日	1.82	1.82	115.2	11.2	103.1	7.4
4 日	1.62	1.73	132.6	17.4	122.3	19.2
5 日	1.22	1.57	155.0	22.4	150.9	28.6
6 日	0.75	1.43	167.0	12.0	157.5	6.6
7 日	0.74	1.33	—	—	—	—

但しαはデュヌイ氏 Tensiometer の回轉角を表はし界面張力に比例す。日數の經つにつれて比導度Kは減少するに反し回轉角は増大す。界面張力の増加は溶液の表面に薄膜を形成する作用次第に増加する爲めと考へらる。熟蠶七日目の者は最も薄膜の形成著しく回轉角の測定不可能なり、而してΔαは五日目頃最大値を有す。

	比粘 度	
	春 蠶(20°C)	夏 蠶(20°C)
起 蠶	1.026	1.099
1 日	1.050	1.050
2 日	1.062	1.062
3 日	1.111	1.123
4 日	1.207	1.111
5 日	1.304	1.207
6 日	1.388	1.309
7 日	1.388	1.400



比粘度は Ostwald 氏粘度計によりて測定し次式より求めたる平均結果なり。

$$\eta = \frac{t.d}{t_0.d_0}$$

比粘度の次第に増加するは濃度及び蛋白質粒子の聚合性の増加によるものと考へらる。測定せる上記性質は水溶液の濃度、粒子の聚合性及び PH 値等の函數なれど單に濃度のみを考へて圖示すれば前圖の如し。いづれの性質も 4 日乃至 5 日目附近で最も急激なる變化を示す。而して 6 日目以後は絹糸腺乾物量の變化はあるも水溶液の性質は熟蠶のそれと大差を示さず。従つて熟蠶を營繭に對して液状絹糸が適當なる状態にあるものとするれば水溶液の性質上のみより考ふる時は 6 日目以後は略適當なる状態を有することゝなる。

水溶液の濃度は略五齡期日數に比例するを以て前圖は又五齡期に於ける水溶液の性質の變化とも見做しえられ、絹糸腺の増加に平行して諸性質の増減を來し次第にゲルの飽和状態に導き 6 日目に飽和に達し以後は次第に過飽和状態に變ずると考へらる。従つて吐糸は飽和より過飽和の状態に達せんとする頃行はるゝものならん。

#### 4. 結 果

(1) 家蠶絹糸腺の五齡期に於ける乾物量及び水分量の成長曲線は Robertson 氏の自働觸媒反應式に

従ひ二日目以後は速度恒数は同一なり即ち one cycle に屬す。

- (2) 日々の増加量 $\Delta x$ は五日目頃最大となり且つ最大値は午後測定せるものより午前測定せるものより大なり。
- (3) 絹糸腺中の水分率(%)は日數を経るにつれて二日目以後は略直線的に漸減し熟蠶附近に於ては76%を有す。ゲルの飽和性を増す。
- (4) 液状絹水溶液の諸性質を檢したるに
  - (イ) 五齡期日數の經つにつれ界面に薄膜を形成する作用次第に著しくなる。
  - (ロ) 粒子の聚合性を増大す。
  - (ハ) 六日以後は大なる性質の變化なし、即ち吐糸に適當な状態を呈し始むと考へらる。但し絹糸腺の増加はあり。従つて吐糸はゲルの飽和より過飽和状態に移らむとする時行はるゝものと思へらる。

(昭和7年1月15日受理)

## 文 獻

N. Yagi. Memo. Coll. Agric. Kyoto. Univer. I.(1926)

井上柳梧、北澤孝一 日本蠶絲學雜誌 第二卷 第三號 (1931)