

蠶 絲 學 雜 誌

第 六 卷 第 一 號

昭和八年八月

報 文

繭、生糸、Fibroin 及 Sericin の比熱に就て

窪 田 潤
神 崎 碩 夫

I. 緒 言

生糸の比熱として Dietz 氏は 0.331 (室溫のもとに測定) を木下正雄氏は 0.315 (溫度35°Cのもとに測定) を得てゐる。元來生糸は數粒の繭絲の結合よりなるものである、故に生糸も亦繭絲と同様に Fibroin 及 Sericin より構成されると云ふも兩者の性狀必ずしも同一と考へるを得ない。品種を異にする場合は勿論假令同一品種で同一條件のもとに上簇させた繭より得た生糸にあつても尙乾繭、煮繭、繰絲等幾多の操作を受けるものなれば此の間に強力、仲度を始め其の他の物理的性質に差異を受ける事は既に吾人の經驗せる處である。斯る影響は亦比熱にも及ぼす可きであらう。生糸の物理的性質を研究する上に之等の調査は直接間接に必要缺く可らざるものである、依つて此處に品種、状態を異にせる繭及生糸並びに生絲構成要素たる Fibroin 及 Sericin の比熱測定を試みたのである。

II. 實驗 方 法

本實驗には Bunsen's ice calorimeter を用ひた、而して 0°C の水 1 gram が 0°C の水になるときの体積の變化を 0.09070 c.c. 又 0°C の水 1 gram が 0°C の水になるに要する熱量を 80.025 cal. とした。(Winkelmann)

實驗は大氣中に放置のままの即ち natural state の繭層又は生絲等につき測定せるを以て此等繭層及生絲等は 10% 内外の水分を含有して居る從て此等繭層或は生絲等の比熱の値は dry state の値より遙に大であるべき故此等試料の含水量を出来るだけ正確に測定して dry state に就ての比熱をも求めた、然しながら比熱測定中に於ける被驗物の吸收水分を求めることは甚だ困難であるから同實驗室内に放置した同種の豫備試料につき測定し此の値を以つて被驗物の含水量とした、故に其の値は絶体的信頼をおき得るものではない。何れ他日更に吸水量の測定を精密に行ひ以て dry state に於ける比熱を決定したいと思ふ。因に本實驗室内に於ける實驗中の試料の含水量は繭層の平均 9% 生糸及絹絲の平均 12% であつた。

III. 實驗 結 果

1. 繭層の比熱

a. 生繭層を雌雄別に分つて比熱を調査して次の如き結果を得た。

第一表 (A)

雄			雌			雌雄混合		
實驗室内		比熱 (Gram-calorie)	實驗室内		比熱 (Gram-calorie)	實驗室内		比熱 (Gram-calorie)
溫度	濕度		溫度	濕度		溫度	濕度	
19.5°C	77%	0.360	18.8°C	77%	0.369	18.7°C	77%	0.359
		0.321			0.293			0.360
		0.338			0.319			0.369
		0.369			0.369			0.299
		0.387	18.8°C	77%	0.382			0.350
19.8°C	77%	0.356				19.1°C	77%	0.304
平均		0.355	平均		0.346	平均		0.352

(B)

雄			雌			雌雄混合		
實驗室内		比熱 (Gram-calorie)	實驗室内		比熱 (Gram-calorie)	實驗室内		比熱 (Gram-calorie)
溫度	濕度		溫度	濕度		溫度	濕度	
19.0°C	82%	0.318	22.8°C	64%	0.372	22°C	78%	0.337
		0.306			0.368			0.361
		0.318			0.379			0.341
		0.340			0.300			0.357
		0.327	22.8	64%	0.290			0.333
19.7°C	82%	0.403				23°C	78%	0.302
平均		0.335	平均		0.342	平均		0.338

(C)

状態 種別	Natural state に 於ける比熱	Dry state に於ける 比熱
A の 雄	0.355	0.295
A の 雌	0.346	0.287
平 均	0.351	0.291
A の雌雄混合	0.352	0.293
B の 雄	0.335	0.276
B の 雌	0.342	0.285
平 均	0.339	0.281
B の雌雄混合	0.338	0.279

上表を見るに國蠶支一〇五號×國蠶日一一〇號に於ては雄の比熱雌より大、又國蠶支一〇二號×國蠶日一一〇號に於ては反對に小なる結果を呈してゐる。測定値少き故斷定し得ざるも雌雄に於ては差異なしと見るべきものと思ふ。

b. 乾繭層即ち生繭に熱作用をせしめた各種類の繭層につき比熱を測定して第 2 表の如き結果を得た。

第 二 表 (A)

國 蠶 歐 五 號			國 蠶 歐 七 號			國 蠶 支 七 號		
實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱
溫 度	濕 度		溫 度	濕 度		溫 度	濕 度	
15.2°C	80%	0.380	17.0°C	76%	0.398	17.0°C	77%	0.402
		0.392			0.378			0.335
		0.358			0.383			0.356
		0.375			0.368			0.330
		0.408			0.348			0.392
16.8°	80	0.320	18.0°	76	0.373	17.2°	77	0.325
平 均		0.372	平 均		0.375	平 均		0.357

長 支			國 蠶 日 一 〇 七 號			國 蠶 支 四 號		
實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱
溫 度	濕 度		溫 度	濕 度		溫 度	濕 度	
16.6°C	78%	0.368	15.5°C	81%	0.399	16.2°C	77%	0.412
		0.332			0.343			0.338
		0.337			0.315			0.317
		0.364			0.354			0.333
		0.412			0.343			0.412
16.4°	78%	0.337	15.9	81%	0.365	17.2°	77%	
平 均		0.358	平 均		0.353	平 均		0.362

國蠶歐三號×國蠶支四號

實 驗 室 内		比 熱
溫 度	濕 度	
16.6°C	75%	0.372
		0.381
		0.423
		0.355
		0.365
17.2°	75%	0.350
平 均		0.374

(B)

品 種	狀 態	Natural state に 於ける比熱	Dry state に於ける 比 熱
國 蠶 歐 五 號		0.372	0.317
國 蠶 歐 七 號		0.375	0.318
國 蠶 支 七 號		0.357	0.299
長 支		0.358	0.300
國 蠶 日 一 〇 七 號		0.353	0.295
國 蠶 支 四 號		0.362	0.305
國蠶歐三號×國蠶支四號		0.374	0.312
平 均		0.364	0.307

上表に於て明かなる如く繭層の比熱は其の差少きも品種を別になすことにより異なる。試に上表の平均を求めて見るに大氣中に放置せるまゝの状態に於ける繭層の比熱は 0.364 無水の状態にあつては 0.307 を得る、故に繭絲は大約 natural state で 0.36 dry state で 0.31 内外の比熱を有するものと見るべきであらう。但し上述の結果は溫度 15.2°C—17.2°C のもとに於て云ふものである。

c. 生繭層と乾繭層の比熱の比較を試みて第 3 表の如き結果を得た。

第 三 表 (A)

國蠶歐十七號×國蠶支一〇五號(生繭層)			國蠶歐十七號×國蠶支一〇五號(乾繭層)		
實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱
溫 度	濕 度		溫 度	濕 度	
21.5°C	76%	0.353	22.0°C	70%	0.360
		0.353			0.357
		0.329			0.373
		0.361			0.341
		0.353			0.349
22.0°	76%	0.280	22.0°	70%	0.369
平 均		0.338	平 均		0.358

國蠶支一〇五號×國蠶日一一〇號生繭層			國蠶支一〇五號×國蠶日一一〇號乾繭層		
實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱
溫 度	濕 度		溫 度	濕 度	
19.8°C	82%	0.364	18.0°C	76%	0.359
		0.350			0.363
		0.346			0.349
		0.395			0.367
		0.327			0.387
20.0°	82%	0.327	19.4°	76%	0.330
平 均		0.352	平 均		0.359

(B)

品 種	繭 層 狀 態	生 繭 層		乾 燥 繭 層	
		Natural state に 於ける比熱	Dry state に於 ける比熱	Natural state に 於ける比熱	Dry state に於 ける比熱
國蠶歐一七號×					
國蠶支一〇五號		0.338	0.278	0.358	0.300
國蠶支一〇五號×					
國蠶日一一〇號		0.352	0.293	0.359	0.302
平 均		0.345	0.286	0.359	0.301

即ち何れも生繭層の比熱の値小である。その平均は natural state に於ける生繭層は 0.345 乾燥繭層は 0.359 にして dry state に於ては前者は 0.286 後者は 0.301 にして本實驗に於ては熱作用を受けたる繭層比熱は熱作用を受けざるものより 4—5% 大なる事を知るのである。

2. 生糸の比熱

(1)に於て比熱測定に用ひたと同種の繭より生糸を作り、その比熱を測定して次の如き結果を得た。

第 四 表 (A)

國 蠶 支 四 號			國 蠶 歐 七 號			國 蠶 日 一 〇 七 號		
實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱	實 驗 室 内		比 熱
溫 度	濕 度		溫 度	濕 度		溫 度	濕 度	
15.0°C	80%	0.334	13.4°C	80%	0.341	15.2°C	78%	0.314
		0.340			0.328			0.329

		0.352			0.341			0.335
		0.409			0.367			0.420
		0.363			0.380			0.396
15.6°	80%	0.375	14.0°	80%	0.348	16.4°	78%	0.341
平 均		0.362	平 均		0.351	平 均		0.356

國蠶歐一七號×國蠶支一〇五號

實 驗 室 內		比 熱
溫 度	濕 度	
22.6°C	64%	0.307
		0.303
		0.338
		0.358
		0.420
22.8°	64%	0.373
平 均		0.350

(B)

品 種	狀 態	Natural state に於ける比熱	Dry state に於ける比熱
國 蠶 支 四 號		0.362	0.281
國 蠶 歐 七 號		0.351	0.270
國 蠶 日 一 〇 七 號		0.356	0.278
國 蠶 歐 一 七 號 × 國 蠶 支 一 〇 五 號		0.350	0.271
平 均		0.355	0.275

此の測定に於ける平均値は natural state に於て 0.355 dry state に於て 0.275 にして一般に生絲の比熱は乾繭層の比熱より少き傾向を有するものと如くである。

3. Fibroin の 比 熱

繭絲及生絲を精練し外圍の sericin を除去した絹絲の比熱を以つて fibroin の比熱とした故に此の場合の fibroin は物理化學的作用を數回受けて居るから之より得た値を以つて眞の fibroin の比熱となす事は當を得ぬかも知れぬ然し大なる差異あるものとは考へられぬ。測定せる結果は第五表の如くであつて大体の傾向を窺ひ得るものと思ふ。

第 五 表 (A)

國 蠶 支 四 號			國蠶歐三號×國蠶支四號			國 蠶 歐 五 號		
實 驗 室 內		比 熱	實 驗 室 內		比 熱	實 驗 室 內		比 熱
溫 度	濕 度		溫 度	濕 度		溫 度	濕 度	
17.9°C	76%	0.359	18.5 C	77%	0.359	18.4°C	77%	0.359
		0.296			0.384			0.383
		0.383			0.326			0.349
		0.339			0.401			0.315
		0.344			0.401			0.369
18.5°	76%	0.373	18.9°	77%	0.387	18.0°	77%	0.349
平 均		0.349	平 均		0.367	平 均		0.354

(B)

状態 品種	Natural state に於ける比熱	Dry stateに 於ける比熱
國蠶支四號	0.349	0.271
國蠶歐三號 × 國蠶支四號	0.367	0.291
國蠶歐五號	0.354	0.276
平 均	0.357	0.279

4. Sericin の比熱

sericin の比熱は fibroin の比熱、繭層の比熱及繭層中の fibroin の量、sericin の量を調査し以つて計算により求めたのである、其の結果は次表の如く、sericin の dry state に於ける比熱は fibroin、生絲或は繭層の比熱より大であつた。

第 六 表

品 種	状態 比 熱	Dry state に 於 け る			練 減 量
		Sericin の 比 熱	Fibroin の 比 熱	繭 層 の 比 熱	
國 蠶 支 四 號		0.389	0.271	0.305	28.8%
國 蠶 歐 三 號 × 國 蠶 支 四 號		0.363	0.291	0.312	29.0
國 蠶 歐 五 號		0.394	0.276	0.317	34.6
平 均		0.382	0.279	0.311	30.8

IV 總 括

a. 繭層の比熱は蠶品種及熱作用を受けたるか否か等により異なるものと如くである。natural state に於ける比熱の値は其の含有水分の爲に dry state に於けるものより大である。

本實驗の範圍に於て熱作用を一度受けた繭層は生の状態の比熱よりも 4—5% 大なる値をとつた。natural state にあつては生繭層は 0.345 乾繭操作を受けた繭層にあつては 0.359、dry state に於ては生繭層は 0.286、乾燥繭層は 0.301 の比熱を有せり。(溫度 15.2°C—17.2°C のもとに測定) 而して雌雄別による差異は認め難き様である。

b. 生絲の比熱は本實驗に於ては natural state に於て 0.355、dry state に於て 0.275 であつた。一般に生絲の比熱は乾燥繭層の比熱より少き傾向を有せり。

c. fibroin の眞の比熱を求むることは困難なるも大体 natural state に於て 0.357 dry state に於て 0.279 内外のものと考へらる。此の値は上述の生絲の比熱の値より大なるも之は實驗試料を異にせる爲である。Dietz 氏に依れば生絲の比熱 0.331 精練せる絹 (fibroin) の比熱 0.331 と同じ測定値を揚げてゐる。然し同一品種につき測定せる値を比較するならば生絲の比熱の方大なる可きことは sericin の比熱が fibroin の比熱より大なることから容易に考へ得るであらう。

d. sericin の比熱は直接に測定し難い、故に繭層及 fibroin の比熱と繭層中の sericin 及 fibroin の量を求め之等より間接に算出した、其の結果 sericin の比熱は fibroin、生絲及繭層の何れの比熱より大なる値をとつた、即ち本實驗の範圍内では dry state に於ける値は 0.382 であつた。

之れを要するに繭層、生絲、練絹 (fibroin) の比熱は蠶品種のみでなく乾繭、煮繭、練絲等の諸操作と密接なる關係あるものと云ひ得べし。

擱筆するにあたり懇篤なる御指導と校閲の勞を賜りたる 原田教授並びに林教授に衷心感謝の意を表す。(於上田蠶絲專門學校)

文 献

1. 氣象常用表 (第9版) A. 90
2. Mathews: — Textile fibers (9頁)

(昭和八年六月三十日受理)

Studies on Some Physical Properties of Raw Silk.

(III) On the specific heat of cocoons, raw silk, fibroin and sericin.

Jun KUBOTA and Sekio KOZAKI.

(Received June 30, 1933.)

Résumé

Whereas many studies have ever been published concerning the physical properties of raw silk, there is only a few literatures about the present problem, which deal in the most important properties of it.

According to Dietz the specific heat of raw silk and boiled off silk are 0.331 cal. (at room temperature), and M.Kinoshita found for raw silk 0.315 (at 35°C).

The results obtained by the author on the same problem are as follows:—

Table for specific heat (1)

Materials in different conditions Varieties	Raw Cocoon.		Cocoon which received drying treatment.		Raw Silk.		Fibroin. (boiled-off silk)		Sericin.
	Natural state	Reduced to dry state	Natural state	Reduced to dry state	Natural state	Reduced to dry state	Natural state	Reduced to dry state	Reduced to dry state
× E. No. 17. × C. No. 105.	0.338	0.278	0.358	0.300	0.350	0.271	—	—	—
× C. No. 105. × J. No. 110.	0.352	0.293	0.359	0.301	—	—	—	—	—
× C. No. 102. × J. No. 110.	0.338	0.279	—	—	—	—	—	—	—
C. No. 4.	—	—	0.362	0.305	0.362	0.281	0.349	0.271	0.389
E. No. 5.	—	—	0.372	0.317	—	—	0.354	0.276	0.394
× E. No. 3. × C. No. 4.	—	—	0.374	0.312	—	—	0.367	0.291	0.363
E. No. 7.	—	—	0.375	0.318	0.351	0.270	—	—	—
J. No. 107.	—	—	0.353	0.295	0.356	0.278	—	—	—
C. No. 7.	—	—	0.357	0.299	—	—	—	—	—
CHŌSHI	—	—	0.358	0.300	—	—	—	—	—
Average	0.343	0.283	0.363	0.305	0.355	0.275	0.357	0.279	0.382

Table for specific heat (2)

Condition Varieties of the silkworm		Natural state	Reduced to dry state
× C. No. 105. × J. No. 110.	♂	0.355	0.295
	♀	0.346	0.287
	average	0.351	0.291
× C. No. 102. × J. No. 110.	♂	0.335	0.276
	♀	0.342	0.285
	average	0.339	0.281

(J...Japanese, C...Chinese, E...European.)

As for the above table, the values in dry state are calculated from the values in natural state substituted the quantity of absorbed water on the cocoon, raw silks, etc, and for sericin the values is calculated from the specific heat of fibroin and cocoon after the determination of the percentages of both fibroin and sericin in cocoon. The results of our experiment are as follows.

1. The specific heat for cocoons varies with the varieties of the silkworm and is generally affected by the thermal treatment.
2. The specific heat of cocoon in the natural condition are greater than in the dry condition, owing to contained water, and the value for cocoon which received the thermal treatment are 4-5% greater than the value of raw cocoon. Namely on the natural condition the specific heat of raw cocoons are about 0.343 cal., and cocoon which thermal treatment have its value of 0.363 cal., while in dry condition the former 0.283 cal., and the latter 0.305 cal. (at temperature 15.2°C-17.2°C).
3. Sexual diversity of the silkworm has no effect on the value of the specific heat of cocoons.
4. Specific heat for raw silk in the natural state is 0.355 cal., and in the drying state 0.275 cal..
5. Although accurate determination of specific heat for fibroin is not easy, yet we yielded the value of 0.357 cal. in the natural state of fibroin, and 0.279 cal. in the dry state.
6. Sericin has the greatest value of specific heat in comparison with the other materials mentioned above, and is yielded the value of 0.382 cal., in the dry state.

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