

蠶兒食桑後に於ける溫度降下並びに上

昇が食桑消化に及ぼす影響について

北澤周一

1. 緒言

一般に昆虫類の如き變溫動物に於ては外溫の影響を蒙ること極めて大にして、外溫上昇すれば發育成長進み、之に反し溫度降下すれば發育遅るゝは周知のことなりとす。

而して既に松村氏は溫度の酵素作用に及ぼす影響について蠶兒發育の適溫を決定せられ 20°C — 24°C の溫度を以て最適溫とせられたり。尙その研究中に於て澱粉消化酵素なるアミラーゼ (amylase) は 20° — 30°C に於て最もその作用旺盛なりと云はれたり。

尙八木博士は蠶絲科學講演集第二輯に於て溫度と成長との關係を説かれ、初め高い溫度に置いて次ぎに低い溫度におくことは初め低い溫度に置いて次ぎに高い溫度におくよりも發育を遲滯させる。即ち初め溫度が高くて後低いのは、初め低くて後高いよりもいけないと云はれたり。之より考へると食桑後低溫におくときは高溫におくよりも消化がよく發育速度も大であることが想像される。

而して従來の養蠶學に於ては食桑後高溫におく方消化よしと云はれたるとやゝ説を異にしたる所にして、著者は此の疑義を解かんとして蠶兒の第3, 4, 5 齡に於て食桑後溫度を上昇又は下降せしめ食桑消化の狀況を研究し、併せてその生理學的事實の考察を試んとして小實驗を行ひたるを以てその概要を報告し、大方の御批評を乞はんとする次第である。

2. 供試材料及び實驗方法

供試材料としては春蠶期に飼育せる國蠶日1號種を用ひたるものにして第3, 4, 5 齡に於て調査を行ひたり。而して供試蠶數は第三齡50頭を第四齡は同じく50頭を用ひたれども正確を期する爲め各區二區づつを作りて調査せり。尙第五齡に於ては雌雄に分ち、各50頭づつを用ひたるものにして結局第四、五齡に於ては各區100頭の蠶兒を用ひたるものなり。

實驗方法としては先づ二個の Thermostat を用意し、一方を 25°C 他方を 15°C となしおき、蠶兒をして室溫 (20° — 22°C) に於て第三、四齡30分間、第五齡40分間宛食桑せしめ後食桑を絶ち直ちに一方を 15°C の Thermostat に移し第三、四齡30分、第五齡40分間此の中におき後 25°C の高溫に移し第

三、四齡30分間、第五齡40分間接觸せしめ、後取り出して室溫に放置せり。而して室溫放置時間は第三、四齡2時間30分、第五齡は2時間とす。

尙之と反對に前者と同様に食桑せしめたる後食桑を絶ち直ちに25°Cの Thermostat に移し第三、四齡30分間、第五齡40分間宛此の中におき後15°Cの低温に移し第三、四齡30分間、第五齡40分間接觸せしめ後取り出し前者同様室溫に放置せり。

而して給與桑葉は鼠返を用ひ、なるべく同一状態のものを使用し、且つ葉柄は桑の基部に於て切斷したるものを給與せり。

而して第三、四齡は各齡の終りに於て豫め秤量しおける給桑乾物量と殘桑乾物量を秤量し、その差額を以つて食下量とし、尙排糞乾物量を秤量し食下量より差引きて消化量を出し、消化量を食下量にて除し歩合を出したるものを以て消化率とした。

尙第五齡期に於ては毎日の食下量消化量を秤量し、尙その体量の増加を検したり。尙又その排糞の化學分析を行ひ全窒素、炭水化合物、粗蛋白質、灰分等を検したり。

3. 試 験 結 果

A 食下量、消化量

今第三齡第四齡の給桑乾物量、殘桑乾物量、食下量、食下率、排糞乾物量、消化量、消化率を示せば次の如し。

	第 三 齡		第 四 齡	
	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C
給 桑 乾 物 量	51.516 gr	51.516	149.522	149.522
殘 桑 乾 物 量	41.436 gr	42.442	114.078	116.328
乾 物 食 下 量	10.080 gr	9.074	35.444	33.194
乾 物 食 下 率	19.56%	17.61	23.73	22.19
排 糞 乾 物 量	5.173 gr	4.947	22.825	21.331
乾 物 消 化 量	4.907 gr	4.127	9.319	7.613
乾 物 消 化 率	48.68%	45.48	38.42	35.59

以上の實驗結果を見ると食下量、食下率、消化量及び消化率は皆 15°→25°C の方多き結果を得たり。

次ぎに第五齡期に於ける給桑乾物量、殘桑乾物量、食下量、食下率、消化量、消化率を表示せば次の如し。

	第 一 日		第二、三日合計ヨリ計算		第 四 日	
	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C
給 桑 乾 物 量	43.254	43.254	92.000	92.000	68.754	68.754
殘 桑 乾 物 量	30.243	31.464	63.319	65.202	43.316	43.816
食 下 量	13.011	11.790	28.681	26.798	25.438	24.938
食 下 率	30.08	27.23	31.17	29.12	36.99	36.27
排 糞 乾 物 量	51.29	47.25	10.986	11.403	16.307	15.571
消 化 量	7.882	7.075	17.695	15.395	9.131	9.367
消 化 率	60.57	60.00	61.69	57.44	35.89	37.56

	第 五 日		第 六 日		第 七 日	
	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C
給桑乾物量	68.552	68.552	70.176	70.176	73.914	73.914
殘桑乾物量	41.305	43.788	37.552	41.812	44.595	45.621
食下量	27.247	24.764	32.624	28.364	29.319	28.293
食下率	39.74	36.12	46.48	40.41	39.66	38.27
排糞乾物量	11.114	10.822	15.533	15.741	18.085	18.026
消化量	16.133	13.932	17.091	12.623	11.234	10.267
消化率	59.21	56.25	52.38	44.50	38.31	36.28

	第 八 日		第 九 日		合 計	
	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C	15°→25°C	25°→15°C
給桑乾物量	74.322	74.322	73.170	73.170	504.142	504.142
殘桑乾物量	46.532	48.656	46.943	48.708	353.805	360.067
食下量	27.790	25.666	26.227	24.462	210.337	195.075
食下率	37.39	34.52	35.84	33.43	37.28	34.57
排糞乾物量	17.228	15.324	23.160	21.170	117.542	112.782
消化量	10.562	10.342	30.67	33.12	92.795	82.293
消化率	38.00	40.29	11.69	13.53	44.11	42.18

以上の結果を見ると食下量及び食下率共に15°→25°Cの方25°→15°Cに比較して遙に多し。尙又五齡期全体の合計消化量及びそれより計算せる合計消化率も15°→25°Cの方が著しく多し。されど第四日及び第八日、第九日は却つて25°→15°Cの方に多きを認む。

B 食下率及び消化率増加の状況

前表第二表の日日の食下率消化率より第一日の食下率を100として日日の指數を示せば第三第四表の如し。

第三表 初日に對する食下率の増加率

	第一日	第二三日	第四日	第五日	第六日	第七日	第八日	第九日
15° → 25°C	100	103	124	132	154	132	124	119
25° → 15°C	100	105	133	132	148	141	127	122

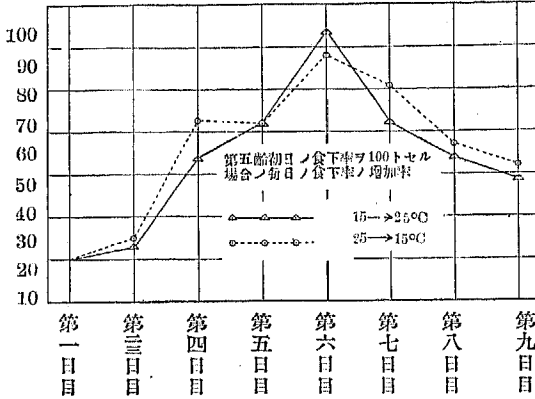
第四表 初日に對する消化率の増加率

	第一日	第二三日	第四日	第五日	第六日	第七日	第八日	第九日
15° → 25°C	100	101.8	59.2	97.7	86.4	63.2	62.7	19.3
25° → 15°C	100	95.7	60.5	93.7	74.1	64.6	67.1	22.5

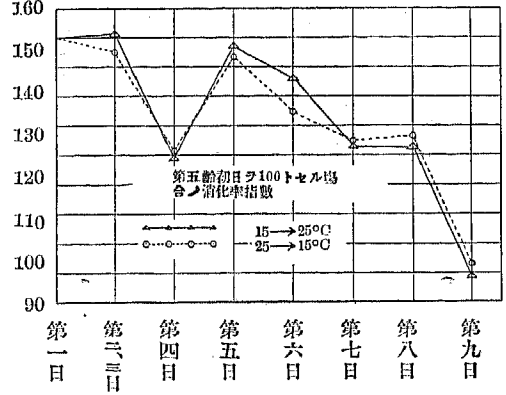
上表に依れば食下率の増加は一般に25°→15°Cの方多し、之れ25°→15°Cの方が第一日の食下率少なきに原因せるものなり。

尙食下率は兩區とも第六日までは漸進的に増加し以後漸減す。然れども25°→15°Cの方に於てはその減少の仕方が緩徐たり。而して第六日に於てその食下率最大に達するは著者の既に發表せる所なり。

第一圖



第二圖



次に消化率を觀れば兩區とも最大となるは第一日と第二三日とにして15°→25°Cに於ては第二三日の合計より計算せるもの最大なり。而して兩區とも第四日に於て消化率の増加率を甚だしく減退し第五日に於て再び増加し以後漸次減少す。而して15°→25°Cの方にて於て前述の食下率と同様にその減少の仕方急速なり。尙第四日に於て消化率一時減退し以後再び増加することは既に諸研究者によりて發表せられたる生理的事實と照合して寔に面白きことなり。

C 蠶 体 量

第五齡期に於ける蠶体量を表示せば次表の如し。

第五表 体 量 表

	第一日	第二日	第三日	第四日	第五日	第六日	第七日	第八日	第九日
15° → 25°C	95.158	115.925	143.294	173.546	207.936	242.311	274.230	293.620	287.598
25° → 15°C	96.070	115.677	142.070	171.537	203.534	236.252	264.857	276.060	281.967

D 蠶体量の増加率

第五表より初日を100としたる場合の増加率を算出せば第六表の如し。

第六表 初日を100としたる場合の体量の増加率

	第一日	第二日	第三日	第四日	第五日	第六日	第七日	第八日	第九日
15° → 25°C	100	121.8	150.6	182.4	218.5	254.6	288.1	308.6	302.2
25° → 15°C	100	120.4	147.9	178.6	212.0	245.9	275.7	287.4	293.5

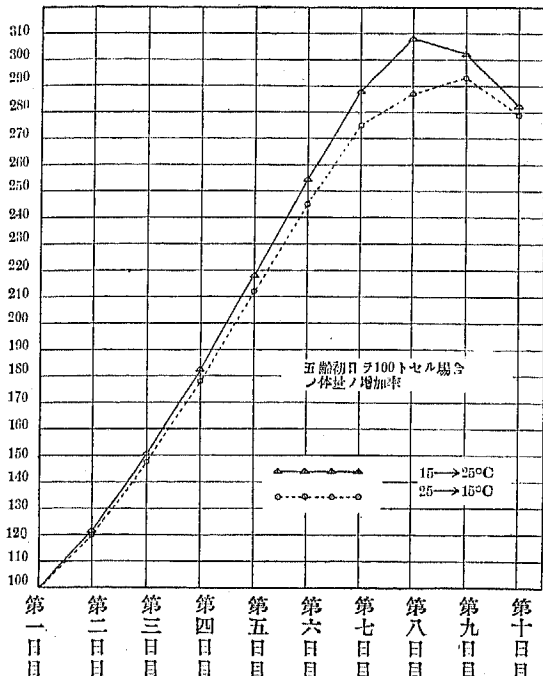
次に前日を100としたる場合の体量の増加率を第五表より算出せば次ぎの如し。

第七表 前日を100としたる場合の体量の増加率

	第一日	第二日	第三日	第四日	第五日	第六日	第七日	第八日	第九日
15° → 25°C	100	121.8	123.6	121.1	119.8	116.5	113.2	107.1	97.9
25° → 15°C	100	120.4	122.7	120.7	118.7	115.6	112.1	104.2	102.1

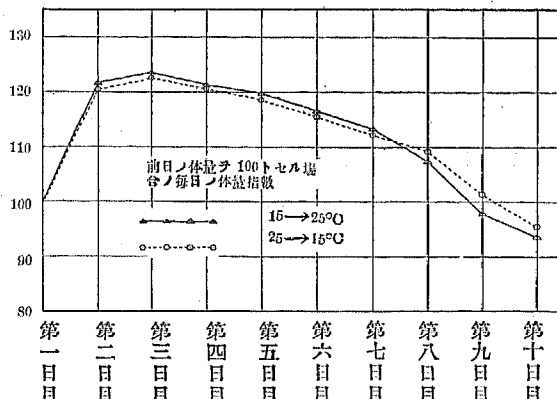
上の第六表によれば15°→25°Cの方25°→15°Cに比較して体量の増加率大にして殊に第八日の如きに於ては25°→15°Cとの差實に20以上に及ぶ、尙15°→25°Cの方は第九日に於て既に増加率減少せるに25°→15°Cの方は尙増加しつつあるを見るべし。之より見るときは15°→25°Cの方遙に經過進み居るものにして食下量消化量より見たると同様の結果を表はすを知る。今第六表を圖示せば次の如し。

第三圖



次に第七表に示す如く前日の体量を100とせる場合の毎日の体量の指數を見ると、第一日より第三日まで兩區共増加す。而して第四日より第七日まででは僅かの差を以つて15°→25°Cの方体量指數大なれども殆んど平行して減少す。然れども第八日より15°→25°Cの方25°→15°Cより減少の仕方大となり、次圖に示すが如し

第四圖



(第四圖参照)。此れ25°→15°Cに比較して15°→25°Cの方經過進む關係上第八日に於て減少の仕方大となりしものにして消化率に於ても同様の現象を指摘し得べし。

E. 蠶糞の化學分析

さて果して15°→25°Cの方25°→15°Cに比較して消化よろしければその排泄する蠶糞の全窒素、炭水化合物、粗蛋白質、灰分等はどれもよく吸収され排糞の中には此れ等のものが少かるべき筈である。著者は此の見界の下に蠶糞の化學分析を行ひたるに次の如き結果を得たり、而して蠶糞は第五齡期の各日の蠶糞を集めて分析したるものなり。

第八表

	15°→25°C		25°→15°C	
	♀	♂	♀	♂
全 窒 素	2.73 %	2.72 %	2.82 %	2.76 %
炭 水 化 合 物	12.53 %	13.60 %	14.40 %	14.80 %
粗 蛋 白 質	17.06 %	17.00 %	17.63 %	17.25 %
灰 分	14.62 %	14.52 %	14.82 %	14.80 %

上表によればいづれも15°→25°Cの方全窒素、炭水化合物、粗蛋白質、灰分等の残物少なくよく消化吸収されたるを知る。

附 尙四肢蠶出現の頭數によりその發育の遲速を表示せば次の如し。

第九表

	A.M.10 ^h	P.M.2 ^h	P.M.6 ^h	P.M.10 ^h	A.M.5 ^h	A.M.9 ^h	A.M.1 ^h
15~25°C	13	19	77	92	96	100	
25~15°C	6	12	62	80	91	95	100

上表によるも15°→25°Cの方その經過はやきを知るべし。

4. 考 察

既に八木博士は動物學雜誌上に於て蠶体の冷却曲線なる題下に蠶体を 26°C の室より 0°C の室に移し放置し冷却せしむるに際し蠶体の中胃の溫度が外溫と同程度に冷却する爲めには少くとも20分—30分間を要すと云はれて居る。此より見ると著者の實驗は 10°C の開差あるに過ぎざるが故に蠶兒の中胃に於ける溫度の降下は極めて僅かならんと思はる。故に蠶兒の中胃に於ける溫度より見れば著者の實驗は該溫の漸昇漸降の如き感あれども外溫より見るときは急戟なる變化と見て大差なからん。然れども消化に與かるは蠶兒の中胃なるが故に漸昇漸降と見るべきが至當なりと思はる。

次ぎにかくの如く食桑後溫度を下降せしむる方消化よく發育の進む原因の考察をなすに、既に田角氏は「種々なる環境中に於ける蠶兒食桑の停滯時間に就て」なる論文に於て溫度の高低と食桑の体内停滯時間との關係を研究され、その平均に於て 20°C に於ては63.4分を要して体外に排出されるに 25°C に於ては48.9分にて体外に排泄されるを實驗せられたり。

尙松村技師は「溫度の酵素作用に及ぼす影響」なる題下に於て家蠶胃液の amylase は 20° — 30°C に於てその消化能力最大なるを指摘されたり。

以上の二事實より考察すれば体内に長く食桑が停滯する方同じ酵素能力の下に於ては食桑の内部までよく消化液浸透し消化せしめ尙充分に營養分を吸収して体外に残渣を排泄するが故に消化よく従つて發育進むものと思はる。之化學分析の結果を見るも明かなる如く體質造成上役立つ全窒素、炭水化合物、粗蛋白質及び灰分等多く吸収され、糞として排泄される此等のものの量は比較的少き事實に照合して食桑後溫度を下降せしむる方經過進み体量の増大すること大なるを知る。

尙又著者の實驗結果を見るに蠶兒五齡中第四日に於て消化能力甚だしく減退するを認む。之れ藤井、加藤兩氏の「第五齡中蠶兒の發育に伴ふ酵素量の變化に就て」なる論文中に蛋白質分解酵素は第二乃至第三日に於て一度低下すると報告せられたる事實と寔によく照合するものにして右事實は著者の實驗結果を裏書するものなり。

次ぎに 15° — 25°C と 25° — 15°C との消化率に於て 15° — 25°C の方消化率大なれども、第四日と第八日第九日に於ては 25° — 15°C の方大なり。之れ第四日は八木博士の所謂成長の減退する時期に當り生理的危險期に相當するが故に斯の如きときには溫度低きより高き方却つて良好なる結果を見るものにあらざるか後日を期して報告する所あらんとす。尙第八日の消化率 15° — 25°C の方少きは 15° — 25°C の方經過進み居る關係上早く絹絲腺の發達極度に達し胃が絹絲腺によりて壓迫せられるのと且つ上簇間近になると藤井、加藤兩氏の云はるる如く胃液中の蛋白質分解酵素の減退する事實とにより説明せらる。

5. 要 結

1 初め高い溫度において次ぎに低い溫度におくよりも、初め低い溫度において次ぎに高温におく方蠶兒の消化良好である。従つて桑葉の利用率を大ならしめ且つ發育經過を進ましむ。

2 初め高い溫度において次ぎに低い溫度によりも初め低い溫度において次ぎに高温におく方蠶兒の体量増大率大にして且つ体量も大となる傾向がある。

3 蠶糞の化學分析の結果は初め低きにおく方が全窒素、炭水化合物、粗蛋白質及び灰分等少なし。之れよく消化吸収されたるによるものなり。

4 従つて八木博士の云はるる如く初め溫度が高くて後低いのは切め低くて後高いのよりもいけないと云ふ論を裏書するものなり。

終りに臨み本實驗遂行上多大の御助力を與へられし橋本博氏、御指導を賜はりし八木博士及び御校
 閣の勞をとられし浦生教授に謹んで謝意を表する次第なり。(昭和六年十月一日受理)

文 献

1. 松村季美 温度の酵素作用に及ぼす影響について 長野縣蠶業試験場報告第六號 P. 3—12.
2. 八木誠政 養蠶及び養蠶學上必要なる函數的現象について 蠶絲科學講演集第二輯 P. 154—162
3. 藤井香松・加藤清時 家蠶の消化酵素について 熊本縣蠶業試験場報告 第三卷 第二號 P. 62—64
4. 八木誠政 蠶体の冷却曲線について 動物學雜誌 Vol 43 No.503 509 510 P. 369—371
5. 田角又十郎 種々なる環境中に於ける蠶兒食桑の体内停滯時間について 蠶業新報 435號 P. 1095—1096
6. 北澤周一 五齡期蠶兒の食桑狀況について 蠶絲學雜誌 第三卷 第一號 P. 16—23
7. 松村季美 温度の蠶に及ぼす影響について 長野縣蠶業試験場報告 第九號 P. 78—85

野蠶絹絲に關する化學的研究 (第一報)

野蠶絹フィブロインの等電荷點

尾 藤 省 三

野蠶絹絲は Fibroin 及び Glue の二つより構成されるれども家蠶絹絲のそれとは餘程趣きを異にし、
 理化學的性狀に逕庭あり。野蠶絹絲は一般に粗剛にして、着色せるもの多く、熱及び化學藥品等に對
 する抵抗力強きを常とする。

E. Bastow は柞蠶絹 Fibroin の元素組成を研究し、井上柳梧博士及び其の共同研究者は各種野蠶
 絹絲の Amino Acid 組成を闡明した。

著者は野蠶絹絲の物理化學的研究の第一歩として、二三種野蠶絹 Fibroin の等電荷點を測定した。
 爰に其の結果を報告せんとする。

實驗の方法

本實驗の材料は滿洲産の柞蠶繭 (Antheraea Pernyi) 及び本邦産の樟蠶繭 (Dictyoploca Japonica) を供用した。

柞蠶繭を Beaker に入れ20%の石鹼と適當量の蒸溜水を加へて加壓釜中にて2氣壓の下に1時間處理
 して取出し、水洗し、更に水を加へて同操作を反復し、後1%の重碳酸曹達液中にて1時間煮沸處理し、
 完全に Glue を除き洗滌、乾燥して Fibroin を製した。

樟蠶繭は3%の重碳酸曹達液中にて1時間煮沸し取出して水洗し、更に同操作を反復し、次に煮沸
 水中に1時間煮沸處理し、完全に Glue を除き洗滌乾燥して Fibroin を製した。

Fibroin 1瓦を70%の硫酸石灰50c.c.に浸して、湯煎上に加熱して Fibroin を完全に溶解分散せ
 しめて、之を Collodion 膜に依つて流水中に透析して Fibroin の Hydrosol を得た。次に Clark
 の方法に依つて所要水素イオン濃度を有する緩衝液を調製し、之に上記の sol 2c.c. を注加して生
 じたる濁濁を Nephelometer に依つて比濁し沈澱量の多少を測定した。該液の水素イオン濃度は
 Qinhydroneelectrode を用ひて電氣的に測定した。