環境温度が野蚕の生育に及ぼす影響に関する研究

第7報 柞蚕の化性と気象要素との関係*

西 村 国 男

(長野県蚕業試験場 上田支場)

Studies on the Influence of the Temperature upon the Development of the Wild Silkworm

(7) On the Relation between the Voltinism of the *Antheraea Pernyi* G.

and the Meteorological Elements

K. NISHIMURA

(Ueda Branch, Nagno-Ken Sericultural Experiment Station)

I. 緒 言

鱗翅目昆虫のうちで越年性に対する環境の影響が最も詳細に研究されたのは家蚕である。家蚕では卵の催青温度と、それが孵化した蚕が蛾となつて産む次代蚕の越年性との間に密接な関係のあることが知られている。高温は越年化、低温は不越年化の方向に働き、ある程度以上の高温および低温の効果は絶対的で、ただ中間温度で催青した場合にのみ幼虫飼育温度および蛹蛾期の保護温度が越年性に影響する。しかも稚蚕期の温度は卵期のそれと同じ方向に働くが、壮蚕期および蛹蛾期の温度は反対に低温が越年化、高温が不越年化作用を現わすことが明らかとなつた。そのほか、温度ほど強力ではないが光線・湿度・栄養・炭酸ガス接触などもまた越年性に影響を及ぼすことも認められたり⁷⁾。次に器官の摘出実験によつて、脳支配に基づき食道下神経節から休眠ホルモンが分泌され、その誘導によつて越年性が決定されることも実証された^{8)~10)}。さらに家蚕以外の昆虫の休眠については体内における排泄物の蓄積、幼虫期の温湿度、光週期などが関係を有することが報告されている^{11), 12)}。すなわち昆虫の休眠は複雑であつて、種類によりその形態・季節・時期を異にし、また休眠期間も千差万別である。したがつて個々の昆虫について研究を行なうことが必要となつてくる。柞蚕(蛹態越冬)についても2・3の研究があり、元来2化性であるが環境条件によつて1化性に変化しやすく、またその1化性歩合は累年高率となることが知られている^{13), 20)}。柞蚕の越年と環境との関係、特に日長効果については田中の詳細な研究があり^{14)~19)}、幼虫期の日長効果は絶対的で十分な短日は他の環境要素に関係なく完全に越年化せしめることができ、また中間日長またはそれに近い場合にのみ温度や飼料が影響を及ぼし稚蚕の高温・壮蚕の低温および飼料の硬葉は越年化の方向へ働くことを実証した。著者は柞蚕の増殖事業中

に1948年まで2化性であつたものが1949年突然約75%の越年蛹(1化性)に変化するという事態に遭遇した。その後累年1化性歩合が多くなつたが、1956年再び2化性蛹が急増増加した。そこでそれらの化性変化と関連を有すると思われる条件について年別に考えてみた。飼育その他の取扱法は同様であつたので関連は少ないものと考えられ、採卵期・放養開始時期および飼育時期などは2~3日間の差を認めたが、この程度では日長条件の相違が化性変化を起こさせる程度に達すると考えるのは無理のように思われる。そこで気象要素が直接柞蚕に、または飼料を通じて間接的に蚕に影響を及ぼした結果に基づくものと考え、各年の気象要素を比較検討したところ1部に明確な差異を認めたので、これらの結果について報告する。

なお本実験を行なうにあたり、ご指導ご援助を賜つた長野県蚕業試験場長山崎 寿博士ならびに終始ご協力いただいた平林忠男氏・山田欣次氏に対して衷心から感謝申し上げる。

II. 実験材料および方法

柞蚕は満州から昔日(年代不明)移入したもので、田中博士が育成した系統ではないかと推察するもので、長野県蚕業試験場有明天柞蚕試験地で保存し、毎年増殖用として飼養しているものである。この系統から2化性蛹を100%生じた1948年と1化性蛹を75%発生した1949年、およびその子孫で2化性蛹を84%生じた1956年との気温・湿度・日照時数および降水量とを卵期・幼虫期および蛹期別に調査し比較検討した。気象資料はいずれも松本測候所のものを用いた。化性の割合はその年増殖のため春期に多量放養し、その結果えた全収繭粒数とそのうちから8月に羽化した頭数すなわち不越年性蛹数(2化性蛹)と羽化しない頭数すなわち越年性蛹数(1化性蛹)とを調査して算出した。

III. 実験結果

(I) 化性変化について

* 1960年5月9日 信州支部第7回研究発表会において発表

第1図 柞蚕の化性と日平均気温との関係

1948年(昭和23年：以下説明の便宜上A年と称する), 1949年(昭和24年：以下B年と称する)および1956年(昭和31年：以下C年と称する)における化性歩合を示したものが第1表である。これによるとA年には健蛹112粒が全部2化性蛹であつたが, B年に4401粒のうち約25%が2化性蛹にとどまり約75%が1化性蛹に変つた, しかしながらその後C年にいたつて13427粒のうち約84%が再び2化性蛹に戻つた。

第1表 柞蚕の年次別化性歩合

調査年	記号	調査頭数 (頭)	1化性歩 合(%)	2化性歩 合(%)
1948(昭.23)	A	112	0	100.00
1949(昭.24)	B	4401	75.30	24.70
1956(昭.31)	C	13427	16.08	83.92

(II) 気象要素について

(1) 気温 各年の日平均気温の発育時期別平均値を第2表に, またA年およびB年の日平均気温の変化状態を第1図に示した。これによると卵期にあつては大部分が1化性に変化したB年は2化性であつたA年および1化性から2化性に変化したC年に比べてかなり高温であつた。幼虫期間では1令期間中は卵期のそれと同じ傾向

であつたが2令期以後5令期までは全く逆でB年はA年およびC年より低温であつた。蛹期間中には再び逆転しB年はA年・C年より高温であつた。日最高気温および日最低気温についても比較したが, 日平均気温と同様な傾向を示した。

(2) 湿度 各年の湿度を発育時期別に示したものが第3表である。これによると各年の間における湿度の関係は気温の場合と全く逆の関係を示し, B年はA年およびC年に比較して, 卵期・幼虫第1令期および蛹期は寡湿であり, 幼虫第2令から第5令期までは多湿であつた。

(3) 日照時数 各年の日照時数の合計数値を発育時期別に示したものが第4表である。これによるとB年はA年およびC年に比較して卵期および蛹期に多く, 幼虫期には少なかつた。

(4) 降水量 各年の降水量の合計数値を発育時期別に示したものが第5表である。これによると, B年はA年に比べて卵期・幼虫期を通じて多雨であり, またC年はB年よりさらに降水量が多かつた。

(III) 繭質について

第2表 年次別平均気温 (°C)

調査年	記号	卵 期		幼 虫 期										蛹 期	
		計	平均	計	平均	計	平均	計	平均	計	平均	計	平均	計	平均
1948(昭23)	A	305.2	14.5	105.9	15.1	180.3	22.5	110.4	18.4	149.8	21.4	341.8	24.4	435.3	22.9
1949(昭24)	B	343.8	16.4	148.6	18.6	130.9	16.3	107.2	17.9	135.1	19.3	263.3	18.8	479.5	25.2
1956(昭31)	C	273.4	13.7	143.6	18.0	151.4	18.9	154.4	19.3	180.3	20.0	316.4	21.1	465.7	24.5

第3表 年次別平均湿度 (%)

調査年	記号	卵 期		幼 虫 期										蛹 期	
		計	平均	計	平均	計	平均	計	平均	計	平均	計	平均	計	平均
1948(昭.23)	A	1474	70	496	71	523	65	495	83	511	73	991	71	1526	80
1949(昭.24)	B	1357	65	473	68	640	80	519	87	531	76	1049	75	1382	73
1956(昭.31)	C	1439	72	623	78	574	72	560	70	657	73	1105	74	1406	74

第 4 表 年次別日照時数 (時間)

調 査 年	記 号	卵 期	幼 虫 期						蛹 期
			1 令	2 令	3 令	4 令	5 令	合 計	
1948(昭.23)	A	149.5	55.5	80.7	19.6	51.7	83.3	290.8	108.0
1949(昭.24)	B	197.8	55.1	44.4	16.5	41.9	87.1	245.0	180.1
1956(昭.31)	C	114.0	45.5	69.6	67.6	57.7	83.2	323.6	157.6

第 5 表 年 次 別 降 水 量 (mm)

調 査 年	記 号	卵 期	幼 虫 期						蛹 期
			1 令	2 令	3 令	4 令	5 令	合 計	
1948(昭.23)	A	27.5	23.6	33.7	27.8	1.9	15.6	102.6	
1949(昭.24)	B	76.4	7.7	33.5	123.4	20.8	48.3	233.7	
1956(昭.31)	C	109.8	18.8	41.2	31.3	37.3	122.6	251.2	

100% 2 化性繭であつた 1933 年と大部分の 1 化性繭と 1 部の 2 化性繭とを混在していた 1950 年および、1 部の 1 化性と大部分の 2 化性繭とを混在していた 1956 年に調査した繭質を示したものが第 6 表である。これによると従来飼育されていた 2 化性繭に比べて、1 化性に変性した繭はいちじるしく優つている。すなわち繭重・繭層重は非常に重く、繭層歩合は高い。また同じ年の春繭と秋繭とを比較すれば秋繭の方が春繭に比べて繭重が重く、繭層重はやや重いか大差ないかであり、繭層歩合は低い。また 2 化性から 1 化性に変化してのち再び 2 化性に戻つた春繭は以前に 1 化性であつたものより繭質がやや劣るが、ある程度優れた性質を維持しており、以前の 2 化性であつた時の春繭よりかなり優れている。

第 6 表 柞蚕の化性と繭質

年次	化性	蚕期 雌雄	繭重 (g)	繭層 重(g)	繭重 (g)	繭層歩 合(%)	備考
昭和 8 年 (1933)	2 化	春	5.08	0.48	4.53	9.45	
		秋	7.02	0.62	6.32	8.83	
昭和 25 年 (1950)	1 化 変性	雌	8.18	0.85	7.26	10.39	50 頭 平均
		雄	5.69	0.75	4.90	13.18	
	2 化	平均	6.93	0.80	6.08	11.54	50 頭 平均
		秋	7.19	0.68	6.46	9.46	
昭和 31 年 (1956)	2 化	雌	5.81	0.65	5.07	11.19	20 頭 平均
		雄	6.50	0.66	5.76	10.15	
	春	雌	6.23	0.68	5.55	10.19	20 頭 平均
		雄	4.60	0.60	4.00	13.04	
	秋	平均	5.42	0.64	4.78	11.81	20 頭 平均
		雌	7.13	0.70	6.37	9.82	
		雄	5.89	0.60	5.23	10.19	
		平均	6.51	0.65	5.80	9.98	

IV. 考 察

化性に関する研究は Williams(1947) がセクロピアサンを材料として行なつて以来、多数の研究者によつて報告されている。その結果脳の支配によつて食道下神経節から分泌されるホルモンの誘導によることが実証された。そしてこれらの現象は遺伝的素質に支配されること

は明らかであるが環境もまた決して軽視できない。柞蚕は環境条件によつてその化性が変化しやすい種類に属する昆虫の 1 つであつてこれらに関しては田中の詳細な報告があり^{14)~19)}、その結果は第 7 表のとおりである。さらにこれらの条件のうち日長効果は絶対的で十分な短日のもとにおいては他の環境条件のいかににかかわらず越年するし、長日のもとでは例外なく不越年となり、日長処理が短期間の場合や、中間日長の場合に他

第 7 表 柞蚕蛹の越年と環境要素 (田中)

環境条件	時 期	越 年 化	不越年化
日 長	幼 虫	短 日	長 日
温 度	{ 稚 蚕 壮 蚕	高 温 低 温	低 温 高 温
飼 料	幼 虫	硬 葉	軟 葉

の条件の影響が判然とすると述べている。そこで著者の実験結果を見ると 2 化性を 100% 生じた 1948 年と 2 化性を 84% 生じた 1956 年および 1 化性を 75% 生じた 1949 年との間に发育経過には 2~3 日間の差はあつたが、この程度では自然日長に化性を变化させるほどの大差があつたとは考えられないので、他の気象要素が総合して直接または間接に柞蚕の化性を变化させたものと考えるのが妥当であろう。これらの年の各種気象要素と化性との関係を发育時期別に総合して示すと第 8 表のとおりである。これらの各種気象要素のうち、1 化性多発年と 2 化性多発年との間で最も明確な対蹠的關係を示しているものが気温であつた。卵期から幼虫 1 令期までの高温、幼虫 2 令~5 令期の低温、および蛹期の高温とが 1

第 8 表 柞蚕の化性と各種気象要素

気象要素	時 期	1 化性	2 化性
気 温	卵	高 温	低 温
	幼 虫 1 令	高 温	低 温
	幼虫 2~5 令	低 温	高 温
	蛹	高 温	低 温
湿 度	卵	寡 湿	多 湿
	幼 虫 1 令	寡 湿	多 湿
	幼虫 2~5 令	多 湿	寡 湿
	蛹	寡 湿	多 湿
日 照 時 数	幼 虫	多 少	多 少
	蛹	多 少	多 少
降 水 量	卵	多 少	多 少
	幼 虫	多 少	多 少

化性の方向に働くようである。これは田中が稚蚕期の高晩および壮蚕期の低温が越年化の方向に働き特に壮蚕の影響が大きいと報告と一致している。湿度についてみると、1化性多発年と2化性多発年とでは気温と全く逆の多少関係を示しており卵期・幼虫1令期の寡湿と幼虫2令～5令期の多湿および蛹期の寡湿とは1化性の方向に働くように認められる。相対湿度は一般に気温の上下に反比例して増減するので、化性に対しては気温の作用の方が強力に湿度のそれは温度に伴う補助力として作用するのではないかと考えられる。次に日照時数については、卵期の多照・幼虫期の寡照および蛹期の多照は1

第9表 柞蚕卵の暗処理と化性

区 別	2化性蛹 頭数(頭)	1化性蛹 頭数(頭)	1化性歩 合(%)	2化性歩 合(%)
自然明暗区	117	838	42.87	57.13
暗処理区	303	14	4.03	95.97

化性の方向に働くものと認められる。田中によれば幼虫期の短日処理は越年化に対して絶対的効果を表わすといひ、また著者が別に行なつた卵期の明暗処理と化性についての結果(第9表)では卵を全期間暗処理すればきわめて高率の2化性歩合を示したことなどから、幼虫期の短日と寡照、卵期の短日と寡照とは化性に対して同じ方向に働くことが認められる。日照の多い場合は朝夕の照度が大で、そのため生物体の感受する明るさを保つ時間も長くなることが考えられ、また両者はともに光線に関する条件であるので、化性に関しては寡照と短日、多照と長日との間には同じ方向に働くなんらかの関係が存在するのではあるまいか。つぎに降水量についてみると、化性に影響を及ぼす時期は野外に生息している幼虫期間およびそれより少し以前の時期に限られるものと考えられる。そして1化性を多発した年は2化性であつた年よりも多雨であつた。柞蚕は野外において体水分を保持し、生育を全うするためには飼料中の水分では不足をきたし、雨滴またに朝露を飲下する習性を有するが^{21), 22)}、幼虫に蒸溜水を給与して化性を調査した著者の実験結果(第10表)によれば、給水すると1化性歩合が大なることを認めている。1化性に変化した年の幼虫期間に降水量が多かつたことは、幼虫の飲水量を多くし、それによつて1化性歩合を大ならしめたものと考えられる。次に繭質についてみると、田中¹⁷⁾清水¹⁸⁾が指摘したと同様

第10表 柞蚕幼虫に対する蒸溜水給与と化性

区 別	2化性蛹 頭数(頭)	1化性蛹 頭数(頭)	1化性歩 合(%)	2化性歩 合(%)
対 照 区	26	24	48.00	52.00
給 水 区	37	7	15.91	84.09

に1化性繭は2化性繭に比べて繭重・繭層重が非常に重く、繭層歩合が高い。また一般に春繭は秋繭より解舒が良好である。したがつて1化性種を飼育することは実用上きわめて有利であり、また比較的作柄の不安定な秋蚕期においてたとえ不慮の災害に遭遇し、作柄が不良の場合でも1化性種があれば系統を維持しうる得点がある。

V. 摘 要

柞蚕を累年飼育して、2化性蛹を多数えた1948年、1956年と1化性蛹を多数えた1949年との気象要素および繭質を比較検討してつぎの結論をえた。

- (1) 気温：1化性蛹に変化した年は2化性蛹に変化した年に比べて卵期および幼虫第1令期は高温であり、幼虫第2令～第5令期は低温、蛹期は高温であつた。
- (2) 湿度：1化性蛹に変化した年は2化性蛹に変化した年に比べて卵期および幼虫第1令期は寡湿であり、幼虫第2令～第5令期は多湿、蛹期は寡湿であつた。
- (3) 日照時数：1化性蛹に変化した年は2化性蛹に変化した年に比べて卵期・蛹期は多く、幼虫期は少なかつた。
- (4) 降水量：1化性蛹に変化した年は2化性蛹に変化した年に比べて卵期幼虫期とも多雨であつた。
- (5) 繭質：1化性繭は2化性繭に比べて繭重・繭層重が重く、繭層歩合が高い。

引用文献

- 1) 渡辺勘次(1924). 蚕糸試験場報告 6 (9), 411-455.
- 2) — (1928). 蚕糸試験場報告 7 (7), 285-303.
- 3) — (1931). 蚕糸試験場集報 41, 16-30.
- 4) 木暮慎太・小林信義(1928). 長野蚕糸試験場報告 2, 1-45.
- 5) — (1930). 長野蚕糸試験場報告 11, 1-152.
- 6) 北沢 茂(1930). 蚕糸界報 39(464), 1268-1270.
- 7) — (1932). 蚕糸界報 41 (488), 464-470.
- 8) 長谷川金作(1951). 日本蚕糸学雑誌 20, 403-406.
- 9) 福田栄一(1953). 日蚕中部講演集 VI, 1-15.
- 10) 梅谷与七郎(1925). 遺伝学雑誌 3(4), 155-177.
- 11) 小泉清明・柴田喜久雄(1953). 応用動物 7(3, 4).
- 12) 松本 蕃・三田久雄・大塚幹雄(1953). 応用動物 9 (2).
- 13) 清水 滋(1950). 日本蚕糸学雑誌 19(1), 16-23.
- 14) 田中義麿(1950). 日本蚕糸学雑誌 19 (4), 358-371.
- 15) — (1950). 日本蚕糸学雑誌 19 (5), 429-446.
- 16) — (1950). 日本蚕糸学雑誌 19 (6), 580-590.

- 17) 田中義麿 (1951). 日本蚕糸学雑誌 20 (1), 1-9.
 18) — (1951). 日本蚕糸学雑誌 20 (2), 132-138.
 19) — (1950). 現代生物学の諸問題 100-121.
 20) 山崎 寿・西村国男 (1951). 日本蚕糸学雑誌 20 (4), 300.
 21) 山崎 寿・西村国男・松村タカ子 (1952). 日蚕中部講演集 IV, 12.
 22) 山崎 寿・西村国男・山田たけを (1952). 日蚕中部講演集 IV, 13.

Summary

Having kept the *Antheraea pernyi* every years, we got many univoltine pupae in 1948 and 1956, and many bioltine pupae in 1949. Then we made studies of the weather conditions and of the characteristics of cocoon among those years, and obtained the following conclusions:

- (1) The temperature during the egg stage, the 1st instar of larval stage and the pupal stage in 1948 and 1956, was lower than in 1949, but on the contrary, during the 2nd~5th instar of larval stage was higher.
 (2) The humidity during the egg stage, the 1st instar of larval stage and the pupal stage in 1948 and 1956, was higher than in 1949, but during the 2nd~5th instar of larval stage was lower.
 (3) The sunshine hours during the egg stage and the pupal stage in 1948 and 1956 were much less than in 1949, but during the larval stage they were contray.
 (4) The amount of precipitation during the egg stage and the larval stage in 1948 and 1956 was much less than in 1949.

会 報

第7回 風のシンポジウム報告

土木, 海洋, 気象, 建築, 航空, 地震, 地理, 農業気象, 林の9学会共催の第7回風のシンポジウムは, 昭和35年11月4日, 日本建築学会会議室にて開催された。発表論文は次のとおりである。

1. 伊勢湾台風時に風の海面に及ぼした応力について
(土木研究所) 木下武雄 (土木)
2. 伊勢湾台風による建築物の風害分布について
(京大防災研) 川村純夫ほか (建築)
3. トルネードと建築災害について
(損保料率算定会) 亀井幸次郎 (建築)
4. 渥美半島における伊勢湾台風による園芸温室の倒壊とその際表面化した構造上の不備
(名大農) 山本良三ほか (農気)
5. 建築物の風水害分析
(東北大工) 亀井 勇 (建築)
6. ベキ法則のプロファイルと乱流場の特徴量との関係
(気象庁) 横山長之ほか (気象)
7. 強風の乱れのスペクトル
(気象研) 根本 茂 (気象)
8. 接地気層の諸量と安定度との関係
(気象庁) 竹内清秀 (気象)
9. 利用価 No. 4 その応用, 風の利害関係 (桑)
(埼玉蚕試) 柳沢新一 (農気)
10. 水稻の風による倒伏について
(農技研) 谷 信輝 (農気)
11. 二方向風向計の問題, (東大工) 佐貫亦男 (航空)
12. 風船による拡散実験,
(お茶の水大) 坂上治郎 (気象)
13. 拡散実験に用いる浮力の少ない気球について
(お茶の水大) 坂上治郎ほか (気象)
14. 微地形と風に関する2, 3の問題
(教育大) 吉野正敏 (地理)
15. 山脈を越して流れ来る気流
(気象研修所) 鈴木清太郎ほか (農気)
16. 北八ヶ岳の卓越風および台風と槁枯の成因
(お茶の水大) 島津 昭 (気象)
17. 高層アパートの暴風時のしゃへい効果について
(建築研) 牧野 稔ほか (建築)
18. 風による鋼製煙突の振動発生の機構について
(京大防災研) 石崎澄雄ほか (建築)

特別講演

- A. 風とロケット (気象研) 荒川秀俊
 B. 最近の風洞と使い方 (東大航研) 河村竜馬