

原蚕人工飼料育における非休眠卵(再出卵)の発現とその防 止方法

誌名	蠶絲試験場彙報
ISSN	03853594
著者	笹原, 重雄 新野, 孝男
巻/号	133号
掲載ページ	p. 71-81
発行年月	1988年7月

原蚕人工飼料育における非休眠卵(再出卵)の 発現とその防止方法

笹原重雄・新野孝男

Shigeo SASAHARA and Takao NIINO: Appearance of colored non-hibernating eggs and a method of their prevention in the parent silkworms reared on the artificial diets

蚕卵の休眠性に及ぼす環境条件の影響に関する研究は古くからみられ、催青中の温度と光が大きく関与し、低温・暗催青で非休眠卵産性となり、高温・明催青では休眠卵産性になることが明らかになっている(木暮, 1930)。

一方、人工飼料育蚕においては、催青条件のほかに、幼虫期の光条件も休眠性に多大な影響を及ぼし、恒明あるいは長日条件は非休眠卵産性を助長し、恒暗または短日条件によって休眠卵産性に变化することが高宮・中村(1973)、高宮(1974 a, 1974 b, 1975 a)によって明らかにされている。さらに、滝澤・加藤(1984)は4・5齢期の光周期との関係について検討し、非休眠卵の発現を抑え得る光条件は、通常の催青による幼虫においても、連続した12時間以上の暗時間が必要であり、明時間が16時間以上に及ぶ場合には非休眠卵が多発することを明らかにしている。

人工飼料育では桑葉育に比べて漿膜が着色しながらも休眠することなく、胚が発育し孵化する非休眠卵、いわゆる再出卵を多発することがあり、特に中国種において、この傾向が強い。そこで、著者らは、人工飼料の成分中で大きな割合をしめる桑葉粉末と休眠性について検討した。

また、桑葉育で発現する再出卵の防止処理として一般に行われている産卵後の低温(15°C)処理(木暮, 1930)によって、人工飼料蚕種で多発する再出卵が抑えられるかどうかを、越年後の孵化との関係も含めて検討した。

本文に先だち、本試験を推進する上で有益な御助言と、本稿の御校閲をいただいた蚕糸試験場前蚕育種部長大井秀夫博士に厚くお礼申し上げます。

なお、本報告の一部は日本蚕糸学会東北支部の第36回(1982)、第40回(1986)、第41回(1987)研究発表会で報告した。

材料及び方法

蚕品種は主に支142号を用いたが、一部の試験では中147号も併用した。飼育のための蚕種の催青は、すべて25°C、75~80%RHとし、光線は18時間明・6時間暗(以下18L・

6 D と略記)の条件で行った。蚕飼育は黄色のポリバット(0.2 m²)を用い、1~3 齢は5~6 蛾の混合育とし、4 齢起蚕以降は1 区(又はバット1 枚宛)200 頭とした。飼育中の温・湿度は1・2 齢29°C, 80%RH, 3 齢27°C, 75%RH, 4・5 齢25~26°C, 70~75%RH とし、光線は特記しない限り、全齢8 L・16 D の条件で飼育した。人工飼料の組成は堀江ら(1973)に準じたが、桑葉粉末含量などを変更する場合には、タン白質含有量(桑葉粉末24%, 脱脂大豆粉末46%含有として換算)が22%程度になるように、脱脂大豆粉末及びセルロース粉末で調整した。なお、1~3 齢間で用いた飼料にはすべて桑葉粉末を40%量(以下M 40 飼料と略称)添加したが、特記しない場合は全齢M 40 飼料で飼育した。上蔭以降は普通蚕室の自然光下で保護し、採種は常法に従った。今回対象とした非休眠卵は漿膜が着色するにもかかわらず休眠することなく孵化して来るいわゆる再出卵に類するものであることから非休眠卵発現の有無の調査は、産卵後25°Cに保護して約3 週間で行った。1 蛾産卵中に非休眠卵が1 粒でも混入しているものを休眠・非休眠卵混合蛾とした。

なお、共通的に説明しにくい事項については、それぞれの項で記述した。

結果及び考察

1. 壮蚕用飼料の桑葉粉末含量と光条件とが非休眠卵産性に及ぼす影響

第1 表に示したように、4・5 齢用人工飼料の桑葉粉末含量を10%, 25%, 50% (以下それぞれをM 10, M 25, M 50 飼料と略称する)にした場合、及び桑葉育した場合での非休眠卵産性について検討した。また、16 L・8 D の光条件区も設けて検討した。その結果を第2 表に示した。

まず、繭の計量形質は飼料の桑葉粉末含量を増量するに従って重くなった。同一飼料における光条件との関係では、飼育日数の遅延する16 L・8 D が重くなったが、桑葉育ではこれらよりもかなり重い値を示した。

1 蛾産卵中に20%以上の非休眠卵を混産した蛾区はM 10 飼料で多発した。しかし、桑葉粉末を増量するに従って減少し、M 50 飼料では桑葉育と同様皆無となった。また、受精卵総数に対する非休眠卵の混入割合からも同様の結果が得られた。光条件との関係では、M 10 飼料の場合は8 L・16 D の短日条件で多発し、高宮(1975 b)の結果と異なったので、今後更に検討する。しかし、M 25, M 50 飼料では従来の結果と一致し、8 L・16 D で発現率が低下した。1 蛾産卵中に非休眠卵が1 粒でも混入しているものを、休眠・非休眠卵混合蛾とし、その割合をみると、M 10 飼料では光条件に関係なく、すべて混合産卵蛾であったが、桑葉粉末を増量するに従って減少の傾向を示し、8 L・16 D (短日)飼育による減少はM 50 飼料で顕著であった。また、受精卵に対する非休眠卵の混入率をみると、M 10 飼料では非休眠卵蛾の発現と同様、8 L・16 D で高い値を示したが、M 25, M 50 飼料では8 L・16 D の光条件で低く、すでに示されている傾向と一致した。なお、光条件による非休眠卵発現の抑止効果はM 50 飼料で最も高かった。

第1表 人工飼料組成表

物質名	1～3 齡	4・5 齡		
	M40	M10	M25	M50
	g	g	g	g
桑葉粉末	40.0	10.0	25.0	50.0
とうもろこし澱粉	5.6	5.0		
サッカース	6.0	—		
白砂糖	—	6.0		
クエン酸	3.0	3.0		
ソルビン酸	0.2	0.2		
アスコルビン酸	2.5	2.5	27.4	27.4
寒天粉末	7.0	6.0		27.4
無機塩混合物	3.0	3.0		
大豆油	1.5	1.5		
β-シトステロール	0.2	—		
フィトステロール	—	0.2		
脱脂大豆粉末	29.0	43.1	35.2	22.0
セルロース粉末	2.0	19.5	12.4	0.6
合計	100	100	100	100
ビタミンB群溶液	添加	添加	添加	添加
防腐剤	”	”	”	”
蒸留水	3.0ml/g	2.3ml/g	2.3ml/g	2.3ml/g

第2表 壮蚕期の飼料及び光条件と非休眠卵蛾の発現

品 種 名	4・5 齡飼育条件		繭 重	繭層重	繭 層 歩 合	正常卵区歩合	非休眠卵歩合	休眠・非休眠卵混合歩合	非休眠卵混入率
	飼 料	光 線							
支142号	M10	8L-16D	g	cg	%	%	%	%	%
		16L-8D	0.93	15.7	16.9	8	92	100	50
	M25	8L-16D	1.03	18.7	18.2	86	5	82	7
		16L-8D	1.11	21.3	19.2	78	11	88	10
	M50	8L-16D	1.49	26.6	17.8	90	0	16	0.4
		16L-8D	1.50	28.3	18.9	87	0	50	2
	桑葉	8L-16D	17.5	40.8	23.3	86	0	6	1

備考：1) 1～3 齡飼育条件。M40飼料，8L・16D

2) 非休眠卵歩合は1 蛾産卵中に20%以上の非休眠卵を混産した蛾区の割合，以下第4表も同じ。

2. 桑葉粉末のエタノール抽出物及び残渣の飼料への添加と非休眠卵産性との関係

試験 1 の結果から、飼料の桑葉粉末含量によって休眠性が変化し、光条件はこれと相互作用を示すことが明らかになった。そこで、桑葉粉末のエタノール抽出物及び残渣の飼料への添加と非休眠卵産性との関係について検討した。

抽出方法は、一定量の桑葉粉末を丸形フラスコに取り、5 倍量の 85% エタノールを加え、80°C の温湯中で 2 時間抽出を行った。抽出後、直ちにグラスフィルター (26 G₂) を用いて吸引濾過を行いながら、95% エタノールで数回洗浄を繰り返した。濾液はエバポレーターを用いて、タール状まで濃縮してエタノールを除去した。残渣は 60°C で恒量になるまで乾燥した。抽出物の量はこれから逆算した結果、23.8% であった。飼料は第 3 表に示した組成のものを調整し、飼育中の光条件は第 2 表と同様に制御した。結果を第 4 表に示した。

繭の計量形質と光条件との関係は、第 2 表に示した結果とほぼ同様の傾向が得られ、すべての飼料で 16 L・8 D が重く、これは経過の延長が食下量を増加させた結果によるものと思われた。飼料間では残渣を 50% 添加した飼料が最も重く、桑葉粉末からエタノール可溶物質が抽出された分量だけ単位量当たりのタン白含量が高くなった結果と考えられた。

第 3 表 4・5 齢期用人工飼料組成表

物 質 名	M10飼料	M10+抽出物M40相当飼料	M50飼料	抽出残渣M50飼料
	g	g	g	g
とうもろこし澱粉	5.0	} 27.4	} 27.4	} 27.4
白砂糖	6.0			
クエン酸	3.0			
ソルビン酸	0.2			
ピタミン C	2.5			
寒天粉末	6.0			
無機塩混合物	3.0			
大豆油	1.5			
フィトステロール	0.2			
桑葉粉末	10.0			
桑粉のエタノール抽出物	—	9.5	—	—
桑粉のエタノール抽出残渣	—	—	—	50.0
脱脱大豆粉末	43.1	43.1	22.0	22.0
セルロース粉末	19.5	10.0	0.6	0.6
合 計	100	100	100	100
ピタミン B 群溶液	添加	添加	添加	添加
防腐剤	”	”	”	”
蒸留水	2.3ml/g	2.3ml/g	2.3ml/g	2.3ml/g

第4表 桑葉粉末のエタノール抽出物の飼料添加と休眠性

品 種 名	4・5 齡飼育条件		繭 重	繭層重	繭 層 歩 合	正常卵 区 歩 合	非休眠 卵 歩 合	休眠・非休 眠卵混合 歩 合	非休眠卵 混 入 率
	飼 料	光 線							
支142号	M10	8L-16D	g 1.32	cg 27.6	% 20.9	% 35	% 38	% 100	% 24.3
		16L-8D	1.33	29.0	21.8	50	23	95	20.2
	M10 + 抽出物40%量	8L-16D	1.35	26.9	19.9	85	0	83	4.2
		16L-8D	1.45	29.4	20.3	80	0	77	9.4
	M50	8L-16D	1.30	23.2	17.8	74	0	50	2.3
		16L-8D	1.39	25.5	18.3	94	0	53	3.6
	抽出残渣 50%量	8L-16D	1.62	30.8	19.0	75	0	60	1.5
		16L-8D	1.74	31.3	18.0	75	0	80	2.7

備考：桑葉粉末の抽出は85%エタノールにより、80°Cで2時間

非休眠卵蛾は M10 飼料にのみ発現し、ここでも 8L・16D の光条件で多発した。休眠・非休眠卵混合蛾はすべての試験区で発現したが、M10 飼料と M10 飼料へ桑葉粉末 40% 相当量のエタノール抽出物を加えた飼料では、8L・16D の光条件でやや高い発現率を示した。一方、M50 飼料及び残渣 50% 飼料では、休眠・非休眠卵混合蛾区は 8L・16D で減少し、桑葉粉末含量の多少によって光の影響の異なることがここでも見られた。抽出物あるいは抽出残渣を添加した飼料と、しない飼料との非休眠卵の発現についてみると、M10 飼料に対し、抽出物 40% 飼料では両光条件とも後者の発現率が 17~18% 減少し、特に受精卵数に対する非休眠卵の混入率は明らかな減少を示した。また、光条件との関係でも 8L・16D が 16L・8D の半分以下の混入率であった。

さらに、M50 飼料と抽出残渣 50% 飼料との関係では、両光条件とも後者で高い非休眠卵の発現がみられた。

人工飼料中の桑葉粉末含量と休眠性との関係については、高宮 (1975 b) が宝鐘を用いて行った結果、幼虫期の光条件の影響は大きい、飼料による差は全く認められなかったとしている。しかし、今回の調査ではこれと異なり、桑葉粉末と光条件とは相互に作用し、桑葉粉末の少ない飼料は多い飼料よりも非休眠卵（蛾）が多発し、しかも、従来から言われている結果と逆に、短日条件 (8L・16D) で多発した。しかし、住本 (1974) は低温催育から孵化した幼虫を準合成飼料で飼育し、その休眠性をみているが、その結果は今回の結果とよく一致している。

一方、桑葉粉末を増量したり、エタノール抽出物を添加した飼料では非休眠卵の発現や非休眠卵の混入率が低下し、光条件との関係でも、高宮・中村 (1973)、高宮 (1974 a, 1974 b, 1975 a, 1975 b)、土田・吉武 (1979) 及び滝澤・加藤 (1984) らの試験結果と同様、短日条件によって非休眠卵の発現が抑えられた。これらのことから、休眠性に及ぼす飼育中の光の影響は飼料中の桑葉粉末含有量によって変化する可能性が示唆された。

3. 非休眠卵の発現防止処理条件と越年後の孵化との関係

実験 1・2 の試験において人工飼料育で発現する非休眠卵は、ほとんどが再出卵の様相を示した。木暮 (1930) は再出卵の発現は産卵後、15°C で 3~5 日間保護することで防止できるとしているが、人工飼料育で多発する非休眠卵の防止にもこの方法が適用できるか検討した。なお、本試験では支 142 号を用い、通常条件を用いて催青した卵から孵化した幼虫を M 40 飼料で全齢飼育して得られた蚕種を供試した。

試験は産卵後の処理条件により、10°C、10 日 (A 区)、15 日 (B 区) 及び 15°C、10 日 (C 区)、25°C 連続 (D 区) の 4 区を設定した。低温処理は産卵日の翌朝 (産卵開始 20 時間以内) から行った。材料蚕種は発蛾日別に 1 蛾を 4 分割して各区にわりあて、所定日数経過時に再び 25°C で保護してから非休眠卵の発現の有無を調べた。

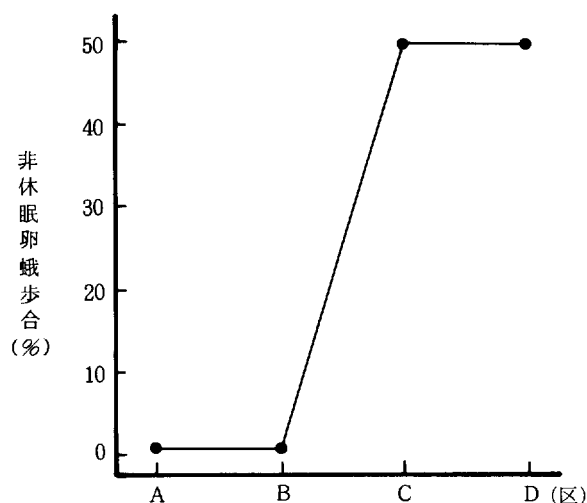
その結果は、第 1 図に示したように、A、B 処理 (10°C、10、15 日) 区では非休眠卵蛾の発現は、ほとんどみられなかった (1/56 蛾) が、桑葉育蚕種で有効とされた 15°C (C 区) 処理では D 区 (25°C 連続) と変らない 50% の発現率であった。

次に、上記のように非休眠卵の発現を抑止できても、それが越年後に良好な孵化を示すか、どうかを明らかにする必要がある。

そこで、第 2 図に示したような、文化蚕種の保護方法に準じた越年保護を行った。

材料蚕種は、D 区によって、休眠、非休眠卵蛾を判別し、A、B、C 区はこれと対応する蛾区を用いた。供試蛾数は休眠卵蛾が 20/4、非休眠卵蛾は 25/4 蛾であるが、孵化歩合の調査は全受精卵 (非休眠卵も含む) に対する孵化卵の割合を平均値で図示した。

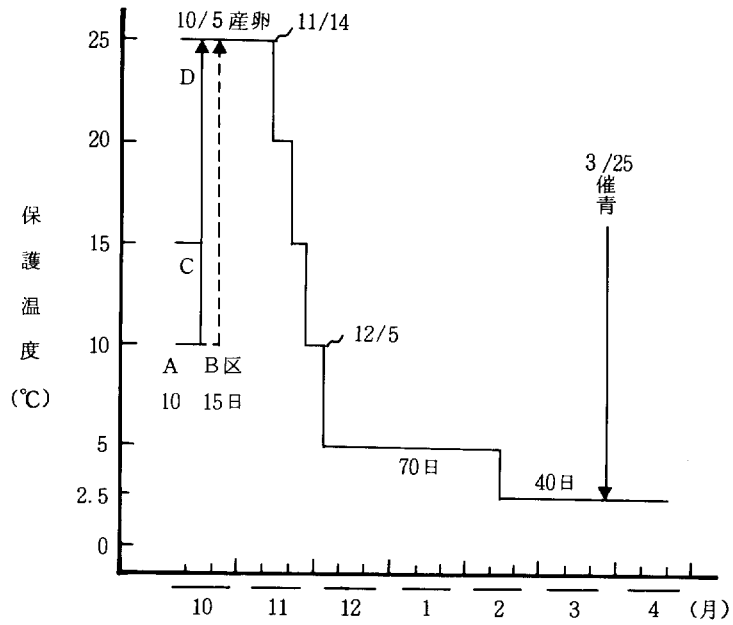
その結果は第 3 図に示したが、休眠卵蛾の孵化歩合は非休眠卵蛾に比べて全区で高く、



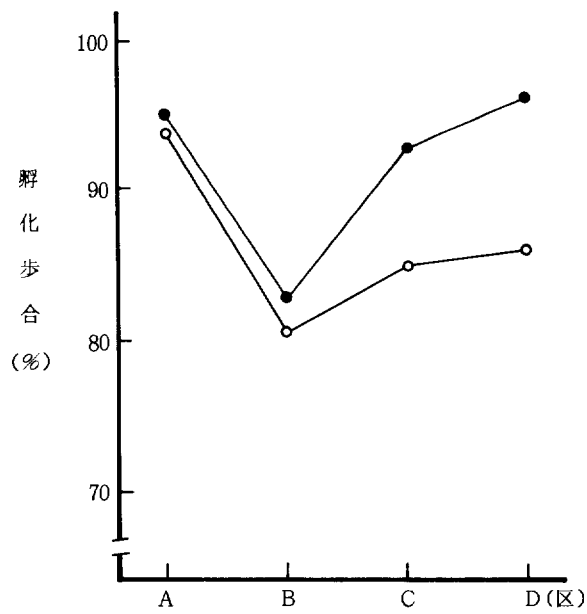
第 1 図 産卵後の低温処理条件と非休眠卵蛾の発現

A : 10°C・10日, C : 15°C・10日

B : 10°C・15日, D : 25°C連続



第2図 蚕種の休眠化処理とその越年保護法模式図



第3図 休眠化処理条件と越年後の孵化
● 休眠卵蛾区 ○ 非休眠卵蛾区

A, C, D の各区では 93~97%を示したが, B 区は 83%と低い値に留まった。

一方, 非休眠卵蛾では, A 区の 93%が最も高く, 非休眠卵の多発(6~7%)した C, D 区の孵化からみて, 低温処理によって休眠化した卵からも, かなり高率に孵化したものと推測された。しかし, B 区は非休眠卵の発現は防止できたが, 孵化歩合は休眠卵蛾の場合と同様に最も劣る結果を示した。

大野(1952)は, 産卵後 15°Cに保護した日数と越年後の孵化との関係について調査し, 10 日間以内では対照に劣らないが, 15 日間以上の場合には著しく低下し, その原因は生理的な障害の結果としている。

今回, B 区(10°C, 15 日)にみられた孵化不良の原因も, 低温日数が長いいため, その後 25°Cに保護しても休眠性が十分に固まらず, 不安定な状態のまま経過してしまったための障害と思われる。

以上のように, 人工飼料育の蚕種に多発する非休眠卵(再出卵)は産卵日の翌朝から 10°Cに 10 日間保護すれば, ほぼ完全に抑止できるが, 桑葉育の蚕種で有効とされている 15°Cの保護では, その日数を 10 日間に延長してもほとんど効果のないことが分った。また, 10°Cの処理日数は, その防止効果及び越年後の孵化からみて, 10 日間以内が適当で, 15 日間では越年後の孵化に悪影響があった。

4. 飼料の桑葉粉末含量並びに産卵後の低温処理条件と非休眠卵の発現

実験 1・2 から非休眠卵発現の多少は飼料中の桑葉粉末含量とも関係し, 桑葉粉末の多い方が非休眠卵の発現が抑えられることが示された。種繭の生産を目的とする育蚕では, 微粒子病フリーの蚕種を製造できる技術が従来から期待されていたが, 全齡人工飼料育ではこれが可能となる。しかし, 現在までのところ, 原蚕飼育の人工飼料には桑葉粉末の添加が必要であり, そのために飼料の価格が上がっていると言われている。また, 今西(1985)は光線による飼料価値の低下は桑葉粉末の葉緑素が関与しているとしていることなどから, 今後は桑葉粉末を減らす方向に進展するものと考えられる。

そこで, 実験 3 の結果を踏まえ, 桑葉粉末含量の多少と産卵後の低温処理による非休眠卵の発現防止効果について検討した。

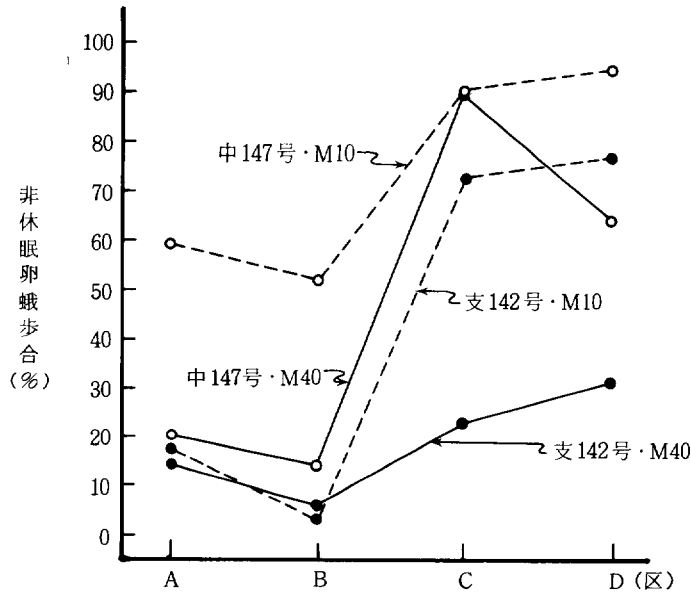
蚕品種は支 142 号とこれよりも非休眠卵産性程度の高い中 147 号を用い, 壮蚕を M 10 飼料及び M 40 飼料で飼上げ, 材料を採種した。

本試験では, 産卵後の低温処理日数は孵化歩合を考慮すると, 10°Cで 10 日以内が良いこと, 越年種の製造では 2 夜産卵が採種効率が高いことなどを想定して試験区を設定した。

すなわち, 10°C, 5 日(A 区), 10 日(B 区)及び 2 夜後 10°C, 10 日(C 区), 25°C連続(D 区)の 4 区とし, 結果は第 4 図に示した。

まず, 桑葉粉末含量との関係を D 区の発現率でみると, 両品種とも M 10 飼料で高く, 特に中 147 号では 95%が非休眠卵を混合産卵した。一方, 10°Cで処理した日数では, A 区(5 日), B 区(10 日)とも D 区に比べれば非休眠卵蛾歩合は低下し, 特に B 区でその歩合は低かった。

飼料条件との関係では, 支 142 号は飼料と無関係にほぼ完全に非休眠卵の発現が抑制さ



第4図 壮蚕期の飼料並びに産卵後の処理条件と非休眠卵蛾の発現
 A：10°C・5日，C：25°C 2夜後10°C・10日
 B：10°C・10日 D：25°C連続

れたが，中147号ではM10飼料よりもM40飼料の防止効果はるかに高かった。なお，2夜産卵後に10°C，10日（C区）の処理方法では，いずれの場合でも防止効果が激減し，中147号のM40飼料の様にD区よりも逆に高い発現率を示す例もあった。また，1蛾産卵のすべてが非休眠卵である場合はどの方法によっても休眠化せず，孵化しないものもほとんどが催青死卵であった。

以上のことから，産卵後の低温処理による非休眠卵の発現防止の効果は，飼料中の桑葉粉末含量と相互作用を示し，少量の場合には効果の低下する品種もあることが示唆された。また，非休眠卵抑制に有効な処理時期のタイミングは産卵後極めて限られた時間内にあり，25°C中2夜後（産卵開始後約43時間）の様な時期からの処理では，ほとんど効果のないことが明らかになった。

摘 要

人工飼料育による蚕種製造では，非休眠卵の多発によって採種効率を著しく低下させることがある。これを防止するため，壮蚕用飼料中の桑葉粉末含量や桑葉粉末のエタノール抽出物あるいは抽出残渣の添加と壮蚕期の光条件との関係について検討した。また，非休眠卵の発現防止に有効な産卵後の低温処理条件を飼料条件との関連で検討し，併せて処理条件と越年後の孵化との関係についても調査した。

1) 壮蚕用飼料中の桑葉粉末含量によって非休眠卵(蛾)の発現割合は変化し、少量(10%)では多発するが、増量(25, 50%)するに従って減少した。

2) 壮蚕期の光条件による非休眠卵(蛾)の発現も桑葉粉末含量によって異なり、少量(10%)では短日(8L・16D)条件で多発し、増量すると従来の結果と同様、長日(16L・8D)条件で多発した。

3) 桑葉粉末のエタノール抽出物を加えた飼料では非休眠卵の発現が減少し、抽出残渣を加えた飼料では無抽出の桑葉粉末を加えた飼料に比べて多発した。

4) 人工飼料育で発現する非休眠卵産性蛾はほとんどが休眠・非休眠卵の混合産卵で、産卵後漿膜に着色しながら、2週間程度で孵化することから、再出卵に類似するものと思われた。

5) 桑葉育蚕種の再出卵防止方法に準じ、産卵後の低温処理を行った結果、産卵翌朝から10°Cへ10日間保護する方法が、その防止効果及び越年後の孵化歩合からみて適当で、15日間では孵化が劣り、5日間は防止効果が不十分であった。なお、1蛾産卵のすべてが非休眠卵の場合は、どの方法でも防止できなかった。

6) 桑葉育蚕種の再出卵防止に有効とされている15°Cでの処理は、ほとんど効果がなく、採種効率の高い2夜産卵を想定しての処理でも防止効果がほとんどなかった。このことから、防止効果の期待できる産卵後の処理時期は、極めて限られた時間内にあり、産卵開始後20時間を越えない早い時期であると思われた。

7) 壮蚕用飼料の桑葉粉末含量と産卵後の低温処理による非休眠発現防止効果との間には相互作用の関係がみられ、中147号の10%添加では効果が低く、このような品種では防止効果を高めるために、桑葉粉末の添加量を多くする方が好ましいと考えられた。

引用文献

- 1) 堀江保宏・井口民夫・渡辺喜二郎・中曾根正一・柳川弘明 1973. 家蚕人工飼料の組成と飼料効率. 蚕試彙, (96): 41~55.
- 2) 今西重雄 1985. 家蚕人工飼料における油脂の変質について. 日蚕雑, 54: 134~137
- 3) 木暮楨太 1930. 家蚕の化性に関する研究. 長野蚕試報, (11): 1~152.
- 4) 加藤清正・滝澤寛三 1981. 催青中の温度および光線が人工飼料育蚕の化性変化に及ぼす影響. 九州蚕糸, (12): 28.
- 5) 大野稜太郎 1952. 蚕卵を硬性化し得る時期(要旨). 日蚕雑, 21: 125.
- 6) 住本憲一 1974. 制御環境下におけるカイコの発育生理に関する研究. I. 人工飼料育における休眠に及ぼす幼中期の日長の影響. 生物環境調節, 12: 109~116.
- 7) 笹原重雄・新野孝男・水澤久成 1982. 壮蚕用飼料中の桑葉粉末含量と休眠性変化との関係. 東北蚕糸研究, (7): 16.
- 8) 高見丈夫 1969. 蚕種総論, pp. 82~85, 141~158, 全国蚕種協会, 東京
- 9) 高宮邦夫・中村正雄 1973. 蚕の人工飼料育における温度および光線条件について. I. 催青中および幼中期における温度と光線が人工飼料育蚕の成育, 眠性および化性に及ぼす影響. 蚕試彙, (96): 129~141

- 10) 高宮邦夫 1974 a. 蚕の人工飼料育における温度および光条件について. II. 幼虫期における温度および光が眠性および化性におよぼす影響. 日蚕雑, 43: 35~40.
- 11) 高宮邦夫 1974 b. 蚕の人工飼料育における温度および光条件について. III. 人工飼料育における日長条件が家蚕の化性に及ぼす影響. 日蚕雑, 43: 211~215.
- 12) 高宮邦夫 1975 a. 蚕の人工飼料育における温度および光条件について. IV. 光周期が人工飼料育蚕の化性に及ぼす影響. 東北農業研究, (16): 312~314.
- 13) 高宮邦夫 1975 b. 蚕の人工飼料育における温度および光条件について. V. 飼料組成を異にした場合の幼虫期の温度および光線が眠性および化性に及ぼす影響. 日蚕雑, 44: 395~399.
- 14) 土田耕三・吉武成美 1979. 人工飼料育蚕の飼育環境が休眠性に及ぼす影響. 日蚕雑, 48: 469~472.
- 15) 滝澤寛三・加藤清正 1984. 人工飼料育蚕の休眠性に及ぼす胚子期及び幼虫期の環境の影響. 蚕試彙, (122): 125~132.