

愛媛県におけるヒメエグリバの生活史

第2報 幼虫の越冬経過と耐寒性¹⁾

荻原洋晶・窪田聖一・中川雅之・森 介計²⁾

(愛媛県立果樹試験場)

The life cycle of *Oraesia emarginata* FABRICIUS (Lepidoptera: Noctuidae) in Ehime Prefecture.

II. Studies on the overwintering and cold hardiness of larva.

By Hiroaki OGIHARA, Seiichi KUBOTA, Masayuki NAKAGAWA and Sukekazu MORI (Ehime Prefectural Fruit Tree Experiment Station, Shimoidai, Matsuyama, Ehime 791-01, Japan)

緒 言

ヒメエグリバ *Oraesia emarginata* F. は果実吸収性夜蛾(吸蛾)類の一種で、幼虫は山林原野に広く分布するカミエビを食餌植物として成長する。本種の生活史を解明する一環として、前報では自然条件でのカミエビにおける幼虫の年間の発生経過を調査し、幼虫は年4回発生し、越冬はカミエビの周辺で幼虫態で行なうことを報告した。

本報では、孵化直後の1齢幼虫から長日(15L-9D)と短日(12L-12D)条件下で飼育した幼虫の頭幅の発育経過と越冬幼虫の10月中旬~4月中旬の間の頭幅の発育経過について調査した結果を報告する。また、越冬幼虫は12月から3月にかけてはカミエビや周辺の草木の茎部などに多く生息しており、こうした生息部位は気温の影響を比較的受けやすい環境条件と考えられるので、越冬幼虫の耐寒性についても調査を行ない、2~3の知見が得られたのであわせて報告する。

材 料 と 方 法

1. 幼虫の頭幅の発育経過

幼虫は短日条件下で休眠が誘起され、この休眠誘

起の臨界日長は13.0~13.5Lの範囲にあると推定される(萩原ら;未発表)。そこで、孵化直後の1齢幼虫から長日(15L-9D)と短日(12L-12D)条件下でそれぞれ個体飼育し、発育齢期別に頭幅を調査した。

頭幅は、幼虫が発育して脱皮を行なうごとにその頭蓋の脱皮殻を集め、マイクロメーターを装着した実体顕微鏡下で最大幅を測定した。ただし、終齢幼虫の頭蓋は蛹化する前に壊れるため、生幼虫の頭幅を測定した。

飼育容器には上面網張りの直径8cm、高さ15cmの透明プラスチック円筒を用い、カミエビ葉を蔓ごと水挿しで与え、2日毎に新鮮なものに交換した。飼育温度は、25°C±1°Cとした。

2. 越冬幼虫の頭幅の発育経過

北条市の立岩川の土手に繁茂したカミエビで、1991年10月15日から1992年4月17日までの間、定期的に幼虫を45~164頭採集し、頭幅の最大幅をマイクロメーターを装着した実体顕微鏡下で測定した。また、1991年7月29日、8月1日、8月7日、8月12日、8月17日、9月18日にも同操作で頭幅を測定した。

1) 本報の一部は第33回日本応用動物昆虫学会大会(1989年4月、千葉大学)で発表した。

2) 現在武田薬品工業株式会社

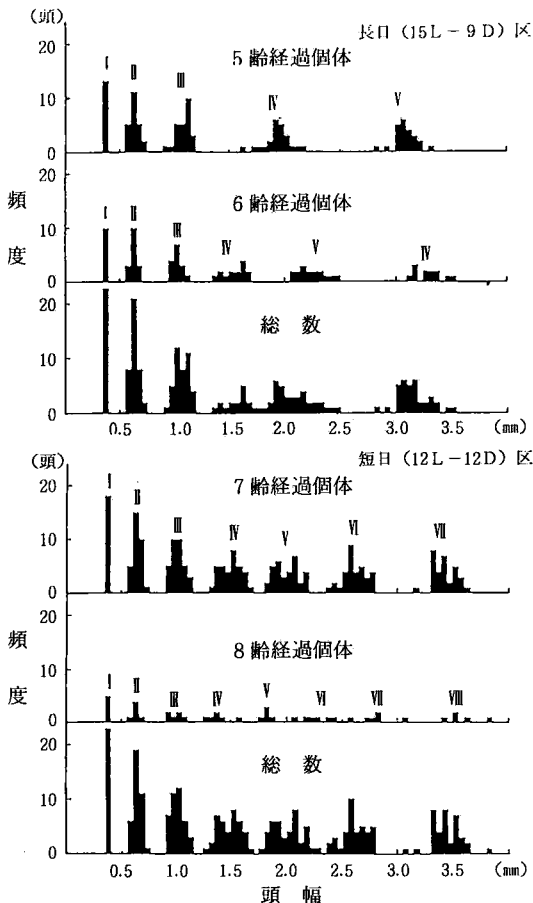
3. 越冬幼虫の耐寒性

北条市から採集した越冬幼虫を35cm立方の網箱に各30頭ずつ入れ、恒温器内で -2°C から -15°C まで8段階の低温に遭わせ、幼虫の生死を調査した。試験は、1988年1～2月と3月、11～12月に行なった。低温器内の温度は、最初 5°C とし、その後10分間で約 1°C ずつ下げながら目標の温度に設定した。低温の処理時間は、1～2月と11～12月には目標温度に到達した後各温度区とも1時間、3時間、10時間の3区を設け、3月には3時間処理とした。1～2月の試験では生存個体を人工飼料（湯島ら、1991）で飼育し、幼虫の死亡経過、蛹化、羽化、産卵状況を調査した。

結 果

1. 幼虫の頭幅の发育経過

幼虫の日長及び发育齢期別に頭幅を調査した結果を第1図に示した。幼虫の経過齢数及び发育日



第1図 ヒメエグリバ幼虫の頭幅の頻度分布

数は日長条件により異なり、長日条件では5齢または6齢で蛹化した。これに対して、短日条件では发育が遅れ、7齢または8齢を経過して蛹化した。経過齢数と雌雄との間には一定の傾向はみられなかった。長日条件で飼育した幼虫の頭幅は、5齢及び6齢経過个体とも各齢間の谷は完全に分離した。また、両者を一緒にして頭幅の頻度分布をみると、1～3齢期は頭幅が齢期ごとに分離した。しかし、5齢経過个体の4齢幼虫は、6齢経過个体の4齢と5齢のはほぼ中間に位置して一部が重複した。また、両者の終齢幼虫は、重複した頻度分布を示した。

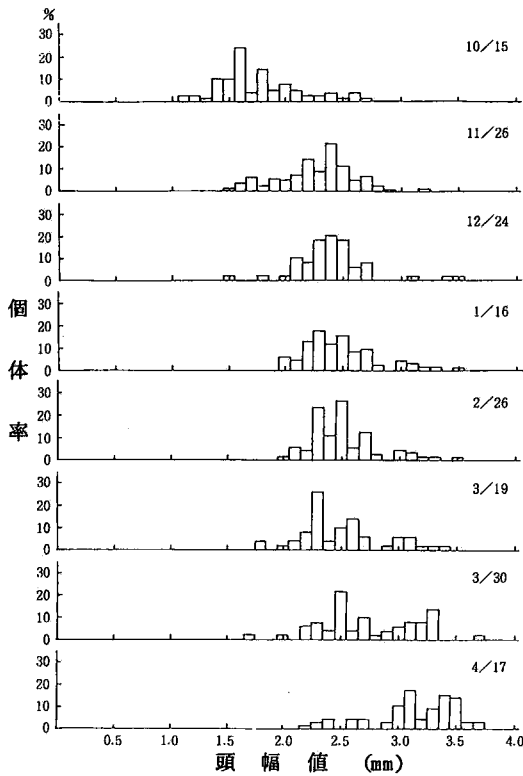
短日条件で飼育した幼虫は、7齢及び8齢経過个体とも各齢間の頭幅は完全に分離した。しかし、両者を一緒にした頭幅の頻度分布では、1～3齢期は頭幅が分離したが、4齢以降については経過齢数の違いにより、頭幅の頻度分布が重複した。

昆虫の成長を示す実験式にはDYAR (1890)の式、GAINS & CAMPBELL (1935)の式などがある。これらを経過齢数別に適用した結果(第8図、第1表)では、5齢経過个体はDYARの式によく適合し、それ以外はGAINS & CAMPBELLの式の適合度が高かった。

2. 越冬幼虫の頭幅の发育経過

調査場所での越冬幼虫は、カミエビ以外にススキを主体とした草木の茎に生息する个体が多く見られた。カミエビが落葉した後はこれらに多く生息した。特に低温時期の12月から翌年3月上旬までには地上5cm以下に多く、地表面では大部分の个体が枯れ枝や落葉につかまった状態で生息し、土壌面に直接生息する个体は非常に少なかった。

越冬幼虫の各調査日ごとの頭幅の頻度分布を第2図、各調査日の頭幅の平均値と旬別の平均気温を第3図に示した。調査開始(10月15日)日の幼虫の頭幅の分布範囲は1.1～2.7mmで、1.4～1.8mmの个体が多かった。各調査日の頭幅の大きさや分布状況からみて、11月26日までは顕著な发育がみられたが、その後の发育はほぼ停止したとみられた。11月中旬、下旬、12月上旬の平均気温は、各々 11.6°C 、 12.7°C 、 10.9°C であった。この11月26日の頭幅の分布範囲は1.5～3.2mmで、1.6～2.5mmの个体が多かった。12月24日～2月26日(平均気温 6.0°C ～ 9.3°C)の間の幼虫の頭幅



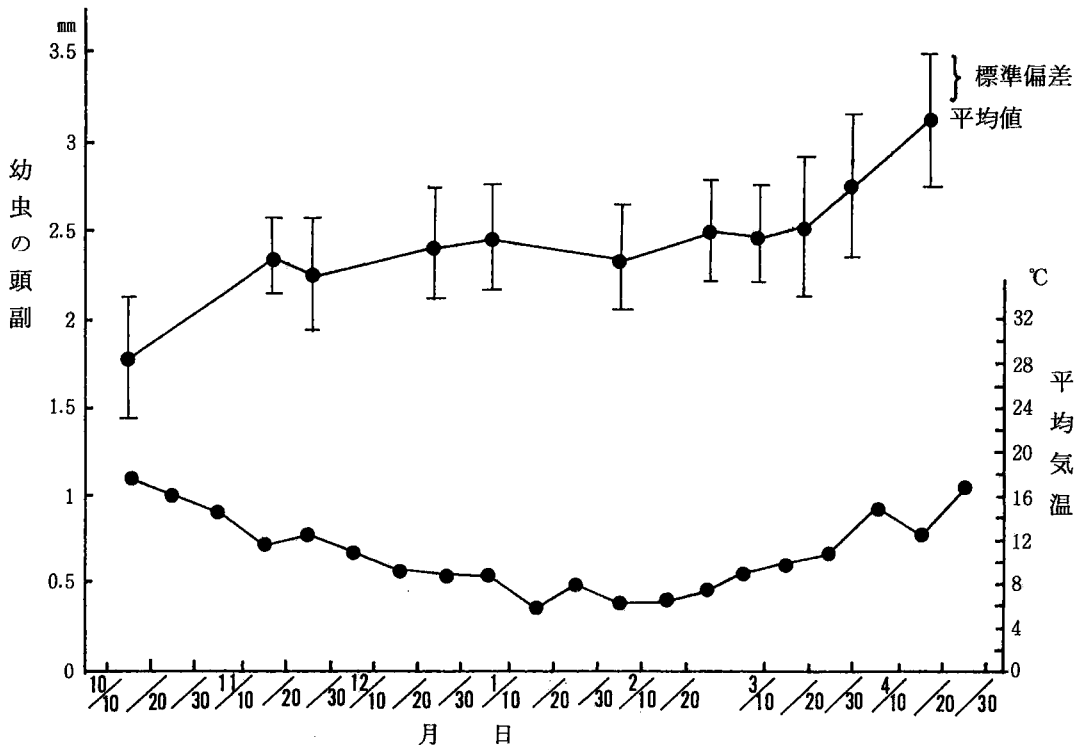
第2図 ヒメエグリバ越冬幼虫の頭幅の時期別頻度分布 (1991~1992)

の分布や平均値はほぼ同じで、2.0~2.7 mmの個体が主体であった。なお、越冬幼虫は、低温時期でも気温の高い日にはカミエビの基部等を摂食しているのが観察された。その後、頭幅の分布からみて3月19日以降再び発育する傾向がみられ、3月30日以降には明らかに発育する経過が認められた。なお、3月中旬、下旬、4月上旬の平均気温は、10.0℃、10.8℃、14.9℃であった。

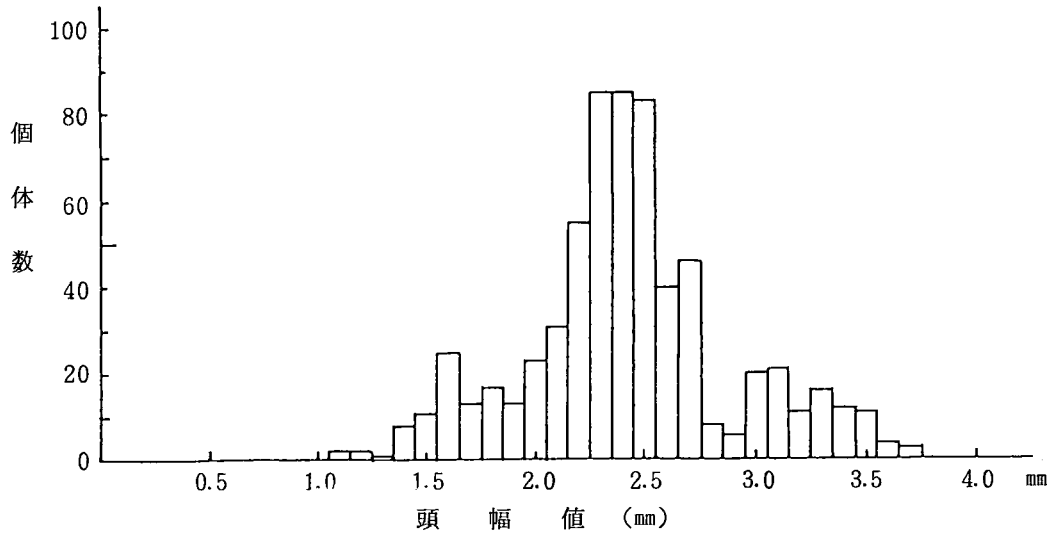
越冬幼虫の全調査個体の頭幅の頻度分布を第4図に示した。特に1.4~2.7 mmの範囲においては齢期の基準となる谷間が判然としなかった。また、7月29日~9月18日に調査した非休眠幼虫の頭幅の頻度分布も完全には分離していないが、齢期の違いとみられる谷間が認められた。

3. 越冬幼虫の耐寒性

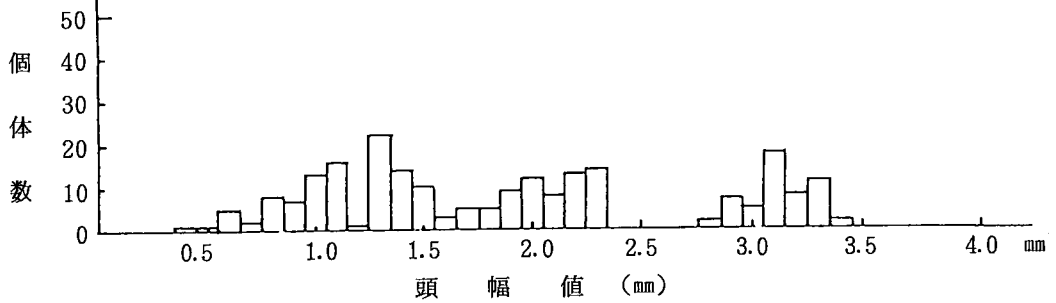
11~12月、1~2月および3月に越冬幼虫の耐寒性について、温度別の処理時間と死亡率との関係を調査した結果は第5図、第6図、第7図に示した。いずれの時期も処理温度が-2℃、-4℃では死亡する個体はほとんどみられなかったが、-6℃では死亡個体が発生し、処理温度が低くなるにしたがって死亡率が高くなった。そして、-



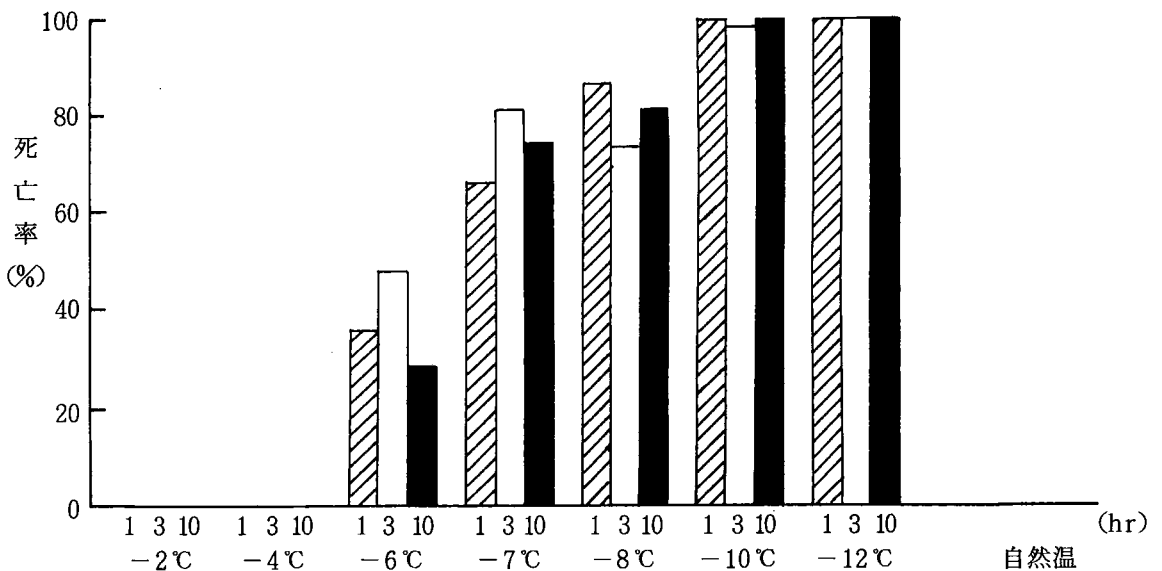
第3図 ヒメエグリバの越冬幼虫の頭幅の平均値と旬別平均気温



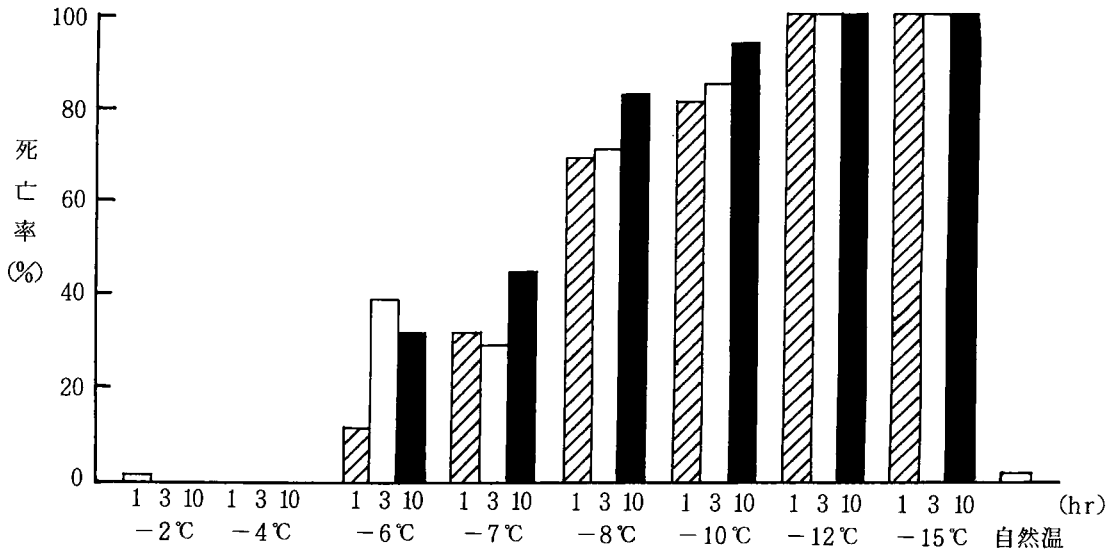
第4図-1 ヒメエグリバ越冬幼虫の頭幅の頻度分布 (1991~1992)
 (10/15, 11/26, 12/24, 1/16, 2/26, 3/19, 3/30, 4/17累計)



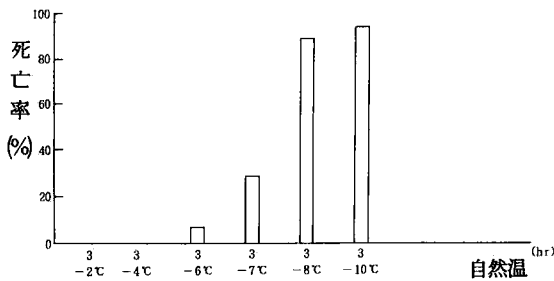
第4図-2 ヒメエグリバ非休眠幼虫の頭幅の頻度分布 (1991)
 (7/29, 8/1, 8/7, 8/12, 8/17, 9/18累計)



第5図 ヒメエグリバ越冬幼虫の生存に及ぼす低温と処理時間の影響 (1988年11~12月)



第6図 ヒメエグリバ越冬幼虫の生存に及ぼす低温と処理時間の影響 (1988年1~2月)



第7図 ヒメエグリバ越冬幼虫の生存に及ぼす3時間低温の影響 (1988年3月)

10℃では大部分の個体が、-12℃以下では全個体が死亡した。低温処理時間で比較すると、1~2月処理の-8℃と-10℃で処理時間に比例して死亡率が高くなる傾向がみられたが、他の処理区では処理時間による一定の傾向はみられなかった。

同一温度での処理時期別の死亡率は、-6℃と

-7℃においては11~12月処理で死亡率が高く、3月処理で低い傾向がみられた。しかし、-8℃以下では処理時期による顕著な差は認められなかった。

低温処理後の生存個体の蛹化率と羽化率、成虫の生存日数と産卵数との関係を第2表に示した。無処理区(自然温)での蛹化率は約67%、蛹化個体に対する羽化率は100%であった。また、成虫の生存日数は雄が33.4日、雌が26.5日で、1雌平均の合計産卵数は692個であった。

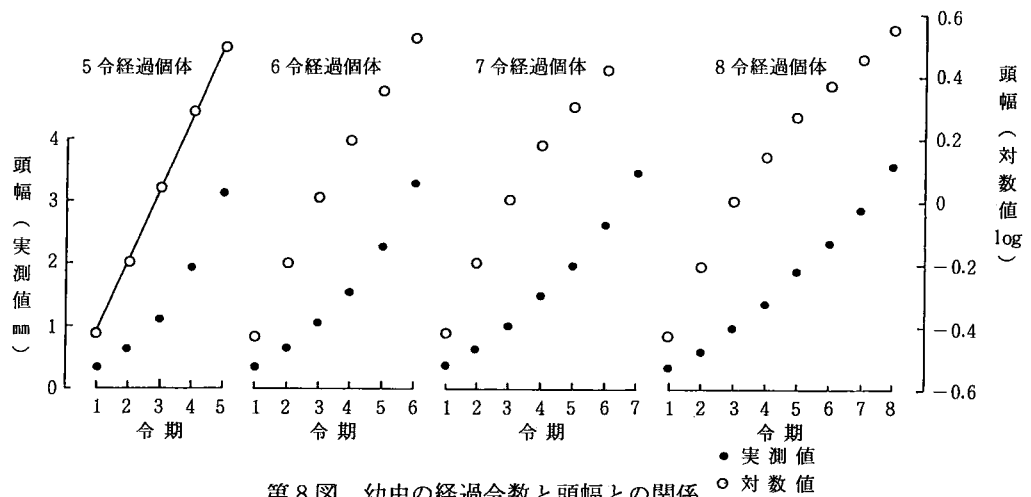
低温処理区での生存幼虫の発育は-10℃区が若干蛹化率、羽化率が低いほかは大部分の区で無処理区とほぼ同じであった。また、成虫の生存日数と産卵数は区間の差が大きいが、大部分の区で対照の無処理区とほぼ同程度であった。

第1表 ヒメエグリバ幼虫の頭幅の成長を表す実験式とその適合度

日長条件	経過齢数	DYARの式 ¹⁾	適合度 ²⁾	GAINS & CAMPBELLの式	適合度
15L : 9 D	5 齢	$\log y = -0.6568 + 0.2316x$	1.49	$\log y = -0.6758 + 0.2479x - 0.0027x^2$	1.59
	6 齢	$\log y = -0.5696 + 0.1836x$	5.17	$\log y = -0.6782 + 0.2565x - 0.0097x^2$	1.23
12L : 12 D	7 齢	$\log y = -0.5118 + 0.1572x$	8.94	$\log y = -0.6647 + 0.2591x - 0.0127x^2$	2.08
	8 齢	$\log y = -0.4691 + 0.1362x$	12.02	$\log y = -0.6513 + 0.2456x - 0.0122x^2$	2.64

1) y : 各齢の頭幅, x : 齢期

2) 適合度 = $\frac{| \text{実測値} - \text{計算値} |}{\text{実測値}} \times 100$



第8図 幼虫の経過令数と頭幅との関係

第2表 ヒメエグリバ越冬幼虫の低温接触がその後の発育、生存に及ぼす影響

処理温度(C)	供試幼虫数 A	蛹化数 B	蛹化率 B/A(%)	羽化数 C	羽化率 C/B(%)	幼虫期間 (日)	蛹期間 (日)	供成対試虫数	生存日数 雌	生存日数 雄	1雌平均産卵数
-2	30	23	76.7	23	100	16.8	14.0	10	29.4	31.7	967.7
-4	30	23	76.7	21	91.3	16.8	13.3	10	26.1	27.6	565.4
-6	18	14	77.8	13	92.9	18.2	14.2	4	33.3	35.3	1,054.0
-7	44	38	86.4	35	92.1	17.2	13.7	17	25.2	31.6	705.6
-8	17	15	88.2	14	93.3	17.1	13.2	7	29.2	37.6	834.2
-10	9	3	33.3	3	100	21.0	13.0	1	28.0	—	1,098.0
自然温	90	60	66.7	60	100	18.4	13.0	24	26.5	33.4	692.0

考 察

ヒメエグリバ幼虫の経過令数は温度及び日長条件が影響し、低温及び短日条件が経過令数を多くする(荻原ら、未発表)。本試験の日長条件を変えた飼育結果でも、5齢～8齢を経過する個体が見られた。経過令数別の各齢の頭幅は、いずれも分離して明らかに区別が可能であった。

長日条件で飼育した個体はすべて非休眠個体であったが、5齢と6齢の経過個体を一緒にして頻度分布をみると、1～3齢期は頭幅が完全に分離しているため、頭幅の測定により齢期の判別を正確に行なうことが可能とみられる。また、5齢経過個体の4齢幼虫は、6齢経過個体の4齢と5齢のはば中間に位置して部分的に重複するが、概ねの齢期の推定は可能とみられる。しかし、終齢幼

虫は両方で重複していることから齢期の判別は不可能であるが、終齢幼虫かどうかの判別は可能とみられる。自然発生の非休眠幼虫の頭幅調査(7月29日～9月18日)では、齢期の違いとみられる谷間が認められるが完全には分離しておらず、室内飼育の5齢と6齢の経過個体を一緒にした頻度分布とはほぼ近似している。飼育試験では、非休眠幼虫でも摂食するカミエビ葉の状態によって脱皮回数が異なり、稀に7齢を経過して蛹化する個体がある(荻原ら、1992)。しかし、自然条件での非休眠幼虫が、カミエビ葉の質的条件により7齢を経過するのは食草の繁茂状態や生育密度等からみて非常に稀と考えられることから、自然発生の非休眠幼虫は一般的には5齢と6齢を経過して蛹化すると推察される。

飼育試験から、休眠幼虫には7～8齢を経過する個体があると考えられる。この休眠幼虫も1～3齢までは頭幅が完全に分離することから齢期の判別は正確に行なえと考えられる。しかし、両者を一緒にした場合の4齢以降については経過齢数の違いにより頭幅の頻度分布が重複する。自然発生の越冬幼虫の頭幅を調査した結果では、3齢以下の調査例が少なかったが、非休眠幼虫に比べて各齢間の谷が明瞭に分離せず、特に1.4mmから2.7mmの間は連続することから頭幅での正確な齢期の判別は困難であると思われる。飼育での終齢幼虫は経過齢数が少ないほど頭幅が小さかったが、いずれも2.9mm以上で終齢幼虫かどうかは判別できると考えられ、自然発生の越冬幼虫でも2.8～2.9mmの個体が少なく、明瞭な谷が認められ、経過齢数が異なっても終齢幼虫の判別は可能と思われる。

幼虫の脱皮回数が温度や栄養などの環境条件によって変化することはよく知られている(平野, 1971; 岸野・佐藤, 1975; 諸星, 1976; 松本ら, 1978; 石井, 1982)。このうち、タバコスズメガでは、一定の頭幅に達するまで幼虫脱皮を行ない、閾値以上の大ききになると蛹化脱皮を行なうことが報告されている(松本ら, 1978)。本種もタバコスズメガと同様にカミエビの葉質、日長、気温などによって発育(頭幅)差を生じ、一定以上の頭幅に達するまで幼虫脱皮が行なわれると考えられ、その閾値は2.9mm前後と推定される。

幼虫の発育零点は、飼育試験から12.1℃と推定されている(荻原ら, 未発表)が、越冬幼虫の頭幅の発育が気温の低下に伴ってほぼ停止する時期と翌春の気温上昇に伴い再び発育を開始する時期の平均気温とほぼ一致する。

越冬幼虫を低温処理した結果では、-4℃の低温では、いずれの試験区でも死亡個体はみられず、その後正常に生育し、羽化して産卵したことから、この程度の低温は本種の越冬にほとんど影響がないと考えられる。-6℃から-10℃までは、低温になるにしたがって死亡率が高くなり、-12℃以下では全て死亡した。したがって、自然界でも-12℃以下の低温は致命的と考えられる。

越冬昆虫の死亡要因として、MILLER(1931)、SALT(1956)は生息場所の水分が重要であることを指摘している。また、朝比奈(1959, 1991)は、

降雨、降雪による多湿は越冬昆虫の体表面に水滴を付着させ、こうした状態で気温が低下すると最初に付着水が凍結し、この氷が昆虫体へ植氷し比較的高い温度で過冷却状態が破れ、虫体凍結が誘導されるとしている。ヒメエグリバの越冬場所である地表近くは微気象的にみると温度降下が激しいばかりでなく、凍結層や霜柱により植氷されやすい状況にあるとみられることから、自然界での低温致死温度は-12℃よりやや高いと考えられる。

昆虫の耐寒性としては、低温致死温度にさらされた場合の死亡と致死温度より高い温度でもその後の発育に支障をきたす場合とが考えられる。後者の影響については、-10℃処理区で若干蛹化率、羽化率が低いほかは、自然温区とはほぼ同じであったことから、低温の影響がその後の発育に及ぼすことは少ないといえる。低温の継続時間の影響については、1～2月の1, 3, 10時間処理では-8℃と-10℃で低温処理時間が長い区で死亡率がやや高くなる傾向がみられたが、他の温度区や11～12月処理では一定の傾向がみられていないことから、低温の継続時間よりは低温の程度が死亡の大きな要因になると考えられる。

野村(1962)、森ら(1989)は全国の果樹園での果実吸蛾類の調査結果から、東北地方では飛来の記録がなく、また中部地方・関東地方の内陸部、北陸地方でも飛来率は低いとし、ヒメエグリバが普遍的に分布する地帯の年平均気温は約13℃と推測している。ヒメエグリバの寒地での分布が少ない理由としては、越冬幼虫の耐寒性が比較的低く、外気の影響を受けやすいと思われる部位に多く生息していることが、一つの大きな要因となっていると推察される。

摘 要

1) ヒメエグリバの生活史を解明する一環として、長日条件下での幼虫の経過齢数と頭幅の発育経過を調査した。

長日条件で飼育した幼虫は5齢または6齢で蛹化した。幼虫の頭幅は、5齢及び6齢経過個体とも各齢間の谷は完全に分離した。しかし、両者を一緒にした頭幅の頻度分布は、1～3齢期は分離したが、5齢経過個体の4齢は6齢経過個体の4齢と5齢のほぼ中間に位置して両者の谷は完全に

分離せず一部が重複し、さらに、両者の終齢幼虫も重複した。

2) 短日条件で飼育した幼虫は、7 齢または 8 齢で蛹化したが、両者の頭幅も完全に分離した。しかし、両者を一緒にした場合には、1～3 齢期は分離したが、4 齢以降については両者の各齢期の山はみられるが谷は分離せず重複した。

3) 10月中旬から4月中旬の間、越冬幼虫を定期的に採集して頭幅の発育経過を調査した。気温の低下に伴い11月下旬頃に頭幅の発育がほぼ停止した。低温期の12月24日～2月26日(平均気温 6.0～9.3℃)の間の幼虫の頭幅の分布や平均値はほぼ同じで 2.0～2.7 mm の個体が主体であった。その後、頭幅の分布からみて3月19日以降再び発育する傾向がみられ、3月30日以降には明らかに発育する経過が認められた。

4) 越冬幼虫の耐寒性を調査した結果、-4℃以下では死亡個体はなかったが、-6℃から-10℃までは低温になるにしたがって死亡率が高くなり、-12℃以下では全個体が死亡した。低温の継続時間の影響については、1～2月処理の-8℃と-10℃で低温処理時間が長い区で死亡率がやや高くなる傾向がみられたが、他の温度区や11～12月処理ではほとんど差がみられなかった。低温処理で生存した個体は、その後ほぼ正常に発育して蛹化し、羽化、産卵した。

引用文献

朝比奈英三(1959)：越冬昆虫の耐寒性。東京：培風館，256 pp.
朝比奈英三(1991)：虫たちの越冬戦略。北海道：北海道大学図書出版会，161 pp.
DYAR, H. G (1890)：The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche*, 5 : 420～422 .

GAINS, J. C. & F. L. CAMPBELL (1935) :
DYAR'S rule as related to the number of instars of the corn ear worm, *Heliothis obsoleta* (Fab.), collected in the field. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 28 : 445～451 .
平野千里(1971)：昆虫と寄主植物 東京：共立出版，202 pp.
石井象二郎(1982)：昆虫生理学。東京：培風館。256 pp.
岸野賢一・佐藤テイ(1975)：フタオビコヤガに関する生態学的研究。東北農試研報，50 : 27～62 .
松本義明・高橋信孝・吉武成美(1978)：昆虫の化学。東京：朝倉書店，249 pp.
MILLER, J. M. (1931) : High and low lethal temperature for the western pine beetle. *J. Agric. Res.*, 43 : 321～330 .
森 介計・川村 満・川沢哲夫(1989)：原色図鑑 夜蛾百種。東京：全国農村教育協会，236 pp.
諸星静次郎(1976)：蚕の発育生理。東京：東京大学出版会，239 pp.
野村健一(1962)：果実吸蛾類の分布及び生態・被害について。日植防協会：19～35 .
荻原洋晶・窪田聖一・森 介計(1992)：ヒメエグリバ幼虫の発育に及ぼす食草葉質の影響。応動昆，36 : 54～55 .
SALT, R. W (1956) : Influence of moisture content and temperature on cold hardiness of hibernating insects. *Can. J. Zool.*, 34 : 283～294 .
湯島 健・釜野静也・玉木佳男(1989)：昆虫の飼育法。東京：日本植物防疫協会，329 pp.