ブドウトラカミキリの發育に及ぼす温度と光周期の影響^{1,2)}

芦 原 亘

農林水産省果樹試験場安芸津支場

Effects of Temperature and Photoperiod on the Development of the Grape Borer, *Xylotrechus pyrrhoderus* BATES (Coleoptera : Cerambycidae). Wataru ASHIHARA (Akitsu Branch, Fruit Tree Research Station, Akitsu, Hiroshima 729-24, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **26** : 15-22 (1982)

The grape borer, *Xylotrechus pyrrhoderus* is a univoltine species, which hibernates at the larval stage. Effects of temperature and photoperiod on the development of this insect were investigated to analyse the environmental factors controlling the life cycle. Effect of photoperiod on the development of pupa, immature adult, and egg was not significant. Theoretical thresholds for the development of each stage were 10.5, 3.8, and 9.7°C, and thermal constants were 187.5, 224.0, and 114.1 day-degrees, respectively. The larval development was influenced both by the temperature and the photoperiod. At 20°C, few individuals pupated within the experimental period of 480 days, either under a long photoperiod of 16L : 8D or a short photoperiod of 11L : 13D. Several pupae were obtained under long photoperiod at 25°C. Higher percentage of pupation was observed only at temperatures of 27.5 °C and 30°C and under long photoperiod. Under a short photoperiod, larval development was retarded, and the rate of pupation was low even when the temperature was as high as 30°C. The critical photoperiod for the induction of larval diapause (retardation of pupation) was about 13.5 hours at 27.5±3°C. The time of termination of the larval diapause was determined by transferring the overwintering larvae to a laboratory condition of 20°C and continuous darkness. Distribution patterns of pupation after transfer to the condition indicated that the diapause state was maintained until mid-November, and terminated between late November and December. Effect of photoperiod on the development of the hibernated larvae collected in April was observed but did not appear to be significant. It is suggested that the univoltine life cycle of this insect is maintained by the facultative diapause of larvae that require both long-day illumination and sufficiently high temperature for non-diapause development.

緒 言

ブドウトラカミキリ *Xylotrechus pyrrhoderus* BATES は我が国のブドウ栽培上重要な害虫である。本種は年 1 化性で、成虫は 8 月中旬～9 月上旬に発生する。卵はおもに 1 年生の側枝の芽の鱗片、樹皮の間に産下される。卵期間は約 1 週間で、孵化幼虫は産卵部の間げきから枝に食入する。本種がブドウ栽培上、害虫として問題になるのは 1 年生の側枝に食入した越冬幼虫が翌春に發育して食入部より先端を枯死させるからである。蛹化個体は 7 月中旬より出現し、10～14 日間の蛹期間を経て食入枝中で羽化する。成虫は約 10 日間そのまま食入枝

の中にとどまった後、枝に穴をあけて脱出する。このような生活環については既にいくつかの報告がある(喜田, 1964; 土屋, 1967; 山田, 1974; 宮崎ら, 1977)。特に、成虫の発生時期については、昭和 35 年度から 5 年間にわたって実施された果樹等病虫害発生予察実験事業の中で、ブドウの主要な栽培地の試験研究機関において詳しい調査がなされた。更にその後の本事業においては成虫の発生期の予察式も確立されたが、これは統計的手法に基づくもので、成虫が発生するまでの發育過程と環境要因との関係については不明な点が多い。

本報告は發育に及ぼす温度と光周期の影響を調査し、ブドウトラカミキリの生活環を制御している環境要因を

1 本報の要旨は日本応用動物昆虫学会第 26 回大会 (1981) で発表した。

2 果樹試業績番号 : E-50.

1981 年 7 月 7 日受領 (Received July 7, 1981)

明らかにしようとしたものである。

本文に入るに先立ち、終始ご指導下さり、原稿の校閲をしていただいた千葉大学 真梶徳純教授、果樹試験場 安芸津支場 井上晃一室長、ならびに有益な助言をいただいた浜村徹三技官に感謝の意を表する。

材料および方法

1. 供試虫

冬期に幼虫の食入しているブドウの枝を果樹試験場安芸津支場（広島県豊田郡安芸津町）のブドウ園場より採集し、各種の試験に供した。当場のブドウは新品種育成の目的で栽培されており、多くの品種が混植されているため、食入枝の品種を統一することはできなかった。採集した食入枝は供試時まで野外に放置した。

2. 飼育法

採卵や幼虫の交換餌には 5°C に貯蔵しておいたブドウの1年生枝を用いた。品種はマスカット・オブ・アレキサンドリアで無加温のガラス室内で栽培したものである。

試験には多くの場合温度の精度が $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内に調節された恒温槽を用いた。照明条件は恒温槽に取り付けた10W または 20W の昼光色蛍光灯（4 本以上）を24時間タイマーに接続して調節した。幼虫発育の光周反応の臨界日長を調査する場合にはこれと異なり、段ボール製の箱を利用した光周箱を用いた。これは光源として6Wの昼光色蛍光灯を1本取り付け付けたもので、 25°C の恒温室に置いて使用した。箱内の温度は $27.5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ に保持された。

飼育容器には透明なプラスチックケース（約 3~5 l 容）を用いた。これに無水硫酸ナトリウムの過飽和溶液の入ったアイスクリームカップまたは腰高シャーレを入れて密閉し、容器内の湿度が 84% R.H. に保たれるようにした。

3. 蛹化後の発育調査

食入枝より前蛹、前蛹化直前と考えられる老熟幼虫、ならびに蛹を取り出し、人工蛹室に移して発育経過を調べた。この人工蛹室は縦 25 mm、横 6 mm、深さ 5 mm で、木枠に厚紙の底をはったものである。供試虫がこの中で蛹化した場合、蛹室の上面に半透明のパラフィン紙をはり、更にその上に蛹の頭部にあたる部分を残して厚紙をはった。蛹化後の発育はこの厚紙のない部分からパラフィン紙を透して観察した。人工蛹室内で羽化した成虫は数日後、頭部のパラフィン紙だけをはった部分に穴をあけて脱出するのでこの時を脱出日とした。なお、こ

のような人工蛹室中での発育期間とブドウの食入枝中における発育期間の間に差がないことはすでに確かめられている（芦原, 1982）。

4. 卵期間の調査

食入枝より脱出して1日以上経過した成虫を午前 10 時にブドウの1年生枝（マスカット・オブ・アレキサンドリア）とともに透明なプラスチックケースに収容し、自然採光の室内に置いて産卵させた。成虫の餌として脱脂綿にしみ込ませた 10% のハチミツ溶液を与えた。枝には幅 1 cm に切った透明なビニールをほぼ 2 cm の間隔をおいて巻き付けておき、テープと枝の透き間に産卵させるようにした。当日 16 時に産下卵の付着した枝を飼育容器に移し、各試験条件下に置いた。孵化日の調査は毎日一定時刻に行った。

5. 幼虫の発育調査

野外から採集した幼虫または室内でブドウ（マスカット・オブ・アレキサンドリア）の枝に産卵された卵を寄生枝とともに各試験条件に移した。

調査はほぼ 1 カ月ごとに行った。餌の交換を行わない時には食入枝からの成虫の脱出数のみを調べた。食入枝の交換は 3 カ月以内に行った。即ち、新しい枝（マスカット・オブ・アレキサンドリア）に幼虫が埋まるようなくぼみを彫り、古い枝から取り出した幼虫を入れた。これに紙のふたをし、粘着テープを巻いた。この餌の交換時に前蛹よりも発育の進んでいた個体については調査を打ち切った。蛹化時期は成虫の脱出期または餌交換時における発育ステージから推定した（推定法は結果の項で述べる）。

結 果

1. 蛹化後の発育

a) 光周期の影響

野外に放置しておいたブドウトラカミキリ幼虫の寄生枝を 1979 年 4 月に 20°C と 25°C の長日（16L:8D）および短日条件（11L:13D）に移し、蛹化後の発育期間を比較した。なお、蛹化時期が個体によってかなり異なっていたため、多くの供試虫について調査することはできなかった。

結果を Table 1 に示したが、 20°C と 25°C のいずれの温度条件下でも蛹化後の発育に対する光周期の影響はほとんど認められなかった。即ち、 20°C における蛹期間は長日、短日両区とも約 20 日で、未成熟成虫期間（羽化後食入枝から脱出までの期間）は約 11 日であった。 25°C における蛹期間と未成熟成虫期間はそれぞれ約 12

Table 1. Effect of photoperiod on the development of *X. pyrrhoderus* pupa and immature adult^{a)}

Temp. (°C)	Photo- period (hr/day)	Developmental time in days					
		Pupa			Immature adult ^{b)}		
		No.	Range	Mean	No.	Range	Mean
20	16	4	20—22	20.5	4	10—12	11.3
	11	6	18—21	19.3	5	9—12	10.6
25	16	5	11—14	12.0	4	9—13	10.9
	11	3	12—14	12.7	3	10—12	10.3

a) The larvae were collected in April, 1979 and subjected to the experimental conditions.

b) Adult living in pupal cell.

Table 2. Effect of temperature on the development of *X. pyrrhoderus* pupa and immature adult under 16L : 8D

Temp. (°C)	Developmental time in days					
	Prepupa		Pupa		Immature adult ^{a)}	
	No.	Mean	No.	Mean±S.D.	No.	Mean±S.D.
15	—	—	22	42.14±1.08	24	24.25±2.15
20	4	7.5	57	20.12±1.01	20	12.05±1.32
25	16	5.1	45	12.59±1.04	32	10.44±1.74
28.7	—	—	29	10.38±0.56	27	8.96±1.19
30	2	3.5	81	9.70±0.51	89	8.80±1.29
32.5	—	—	24	10.25±0.61	23	8.09±1.00
33.5	—	—	—	—	30	7.80±1.32

a) See the footnote b of Table 1.

日と 10 日で光周条件による差はみられなかった。したがって蛹化後の发育に対する光周期の影響はほとんどないと考えられる。

b) 温度の影響

15~35°C の恒温長日条件下 (16L : 8D) での前蛹期間と蛹期間、ならびに未成熟成虫期間を調べた。供試虫は野外に放置しておいたブドウの枝内で前蛹化もしくは蛹化したものである。

結果は Table 2 のとおりであるが、雌雄の发育期間には差異のないことが既に明らかにされているので (芦原, 1982), これらをまとめて示した。35°C では明らかな高温障害があり、供試した前蛹のなかで蛹化した個体は全く認められなかった。蛹を 35°C に移した場合にも一部の個体は成虫に发育したが脱皮が不完全で蛹室より脱出した成虫は認められなかった。蛹期間が最も短い温度区は 30°C で、これより温度が低くなると发育期間は延長し、15°C では羽化まではほぼ 1.5 カ月を要した。15~30°C における温度と发育速度の直線回帰式より蛹期の理論上の发育零点と有効積算温度を求めると 10.5°C と 187.5 日度であった (Table 4)。西日本におけるブドウトラカミキリの蛹化時期は 7 月下旬から 9 月中旬

にわたり、この間の平均気温は 25~30°C の範囲にある。本試験の結果をあてはめると野外での蛹期間は 10~13 日と推測される。この値は既に報告された野外での蛹期間 (10~12 日) (喜田, 1964; 芦原, 1982) とよく一致していた。

未成熟成虫期間は 15°C と 33.5°C の間では高温ほど短くなる傾向を示した。この温度範囲で发育零点と有効積算温度の理論値を求めるとそれぞれ 3.8°C と 224 日度であった (Table 4)。发育零点は非常に低い値を示したが、これは高温側における发育速度の増加率が低いためである。15°C における发育期間は 24 日で发育速度はかなり遅くなっているため、実際の发育零点は 3.8°C より高温である可能性が十分考えられる。羽化した成虫が蛹室から脱出するまでの发育過程と生理的意義については不明な点が多いので、更にくわしく調査する必要があると思われる。

2. 卵期間

15~35°C の恒温条件下における卵期間と日長の関係調べた。15, 20, 25°C 区は長日条件 (16L : 11D) と短日条件 (11L : 13D) で、27.5°C と 35°C 区は長日条件で、30°C 区は全暗条件で調査した。

35°C では蛹期の发育と同様にやはり高温障害が認められ、孵化するものはほとんどなかった。15~30°C の間では Table 3 に示すように、高温になるほど卵期間は短縮された。15°C と 20°C 区の長日処理区と短日処理区を比較すると短日処理の方が卵期間がやや短くなる傾向が示されたが大きな違いはみられなかった。25°C では日長による卵期間の差は認められなかった。したがって産卵された後の光周期は卵の发育に大きな影響を及ぼさないものと考えられる。

15~27.5°C の長日と 30°C の全暗条件下における温度と发育速度の回帰式より卵の发育零点と有効積算温度

Table 3. Effects of temperature and photoperiod on egg development of *X. pyrrhoderus*

Temp. (°C)	Photoperiod (hr/day)	No. of eggs	Developmental time in days (mean±S. D.)
15	16	214	21.47±0.86
	11	28	20.53±0.68 **a)
20	16	132	11.86±0.83
	11	23	11.17±0.38 **a)
25	16	139	7.07±0.37
	11	51	7.12±0.51 N.S. b)
27.5	16	113	6.39±0.53
30	DD ^{c)}	143	5.90±0.52

a) Significant difference at the 1% level.

b) No significant difference at the 5% level.

c) Continuous darkness.

を求めたところ、それぞれ 9.7°C と 114.1 日度であった (Table 4)。卵期と温度の関係についてはすでにいくつかの報告があるが (喜田, 1964; 宮崎ら, 1977), これらと安芸津産のものとは大きな違いは認められなかった。

3. 発育幼虫

幼虫の発育と温度ならびに光周期の関係について調査した。本飼育法では蛹化時期を直接観察できないので、材料および方法の項で述べたように脱出時期や餌交換時における発育ステージから推測することとした。推定法は Table 5 に示すとおりである。例えば、調査時に供試虫が食入枝中で成虫に発育しているが枝から脱出していなかった場合 (未成熟成虫期) には、調査月日より “蛹期間 + 未成熟成虫期間 / 2” を減じた時期を蛹化日とした。蛹化後の発育はほとんど温度のみによって決定さ

れると考えられるので、計算に際しては Table 2 に示された値を用いた。

a) 発育に及ぼす温度と日長の影響

20, 25, 27.5, 30°C の恒温における幼虫の発育率 (蛹化率) を長日条件 (16L : 8D) と短日条件 (11L : 13D) で比較した。

結果を Table 6 に示す。20°C では長日、短日のいずれの日長条件下でも蛹化率は低く、産卵後 300 日目でも蛹化する個体は極めて少なかった。360 日を経過すると蛹化率はこれより高くなったが、20% を越えることはなかった。その他の個体は試験期間中にすべて幼虫態で死亡した。25°C の温度条件では長日飼育と短日飼育の間に発育率の違いがみられた。即ち、短日条件では蛹化する個体は認められなかったが、長日条件では産卵後、120 日目から蛹化個体が現われた。しかし、長日条

Table 4. Theoretical threshold and heat requirement for the development of *X. pyrrhoderus*, based on the regression equations of velocity of development ($V=1/\text{developmental time in days}$) in relation to temperature ($T^{\circ}\text{C}$)

Developmental stages	Regression equation	Correlation coefficient	Threshold temp. (t) of development	Total effective temp. above t (day-degrees)
Egg	$V = -0.0852 + 0.00877T^a$	0.98	9.7	114.1
Pupa	$V = -0.0561 + 0.00534T^a$	0.98	10.5	187.5
Immature adult ^{c)}	$V = -0.0168 + 0.00446T^b$	0.83	3.8	224.0

a) 15–30°C.

b) 15–33.5°C.

c) See the footnote b of Table 1.

Table 5. Estimation of the time of pupation of *X. pyrrhoderus* on the basis of the developmental stages at the time of the survey

Developmental stages at the time of the survey	Estimated time of pupation ^{a)}
Prepupa	Survey date (S) + (Prepupal period) / 2
Pupa	$S - [\text{Pupal period (P)}] / 2$
Immature adult ^{b)}	$S - P - [\text{Duration of immature stage (IA)}] / 2$
Matured adult ^{c)}	$S - P - \text{IA} - (S - \text{Preceding survey date}) / 2$

a) Periods of each developmental stage are given in Table 2.

b) Adult living in pupal cell.

c) Free-living adult that had bored out of the pupal cell.

Table 6. Effects of temperature and photoperiod on the larval development of *X. pyrrhoderus*

Temperature (°C)	Photoperiod (hr/day)	No. of test insects	Cumulative percentage of pupation						
			Days after oviposition						
			120	180	240	300	360	420	480
20	16	35	0	0	0	0	3	9	— ^{a)}
	11	27	0	0	0	4	11	15	— ^{a)}
25	16	37	20	25	25	25	25	— ^{a)}	
	11	24	0	0	0	0	0	— ^{a)}	
27.5	16	24	96	— ^{a)}					
30	16	45	82	— ^{a)}					
	11	55	3	3	3	— ^{a)}			

a) Died out.

件においても 180 日以降の累積蛹化率は 25% を越えることはなかった。短日条件で飼育すると 30°C の高温条件下でも試験期間中に蛹化するものはほとんど認められず、生存期間も短かった。一方、27.5°C と 30°C の長日条件における蛹化率は高く、産卵後 180 日以内に死亡個体を除きすべて蛹化した。したがって、25°C 以上の

Fig. 1. Photoperiodic response curve for the larval development of *X. pyrrhoderus* at $27.5 \pm 3^\circ\text{C}$. Numerals in the figure represent the number of test insects.

温度条件下では日長がブドウトラカミキリの发育に関係していることは明らかである。

b) 幼虫の光周反応

幼虫の光周反応を $27.5 \pm 3^\circ\text{C}$ の温度条件下で調べた。供試虫のうち産卵後 6 カ月以内に蛹化しなかった個体はその後も发育できず、すべて幼虫のまま死亡した。そこで、Fig. 1 には産卵後 6 カ月目までの蛹化率と光周期の関係をもとめて示した。14 時間以上の日長ではほとんどのものが蛹化し、13 時間以下の日長における蛹化率は極めて低かった。また 13.5 時間照明での蛹化率は 68% であった。したがって、27.5°C のような比較的高温の条件下における幼虫发育の臨界日長は 13.5 時間前後と思われる。

c) 越冬幼虫の加温試験

これまでの試験結果から、本種の幼虫は秋期には低温短日条件によって蛹化が抑制された生理状態にあると推測される。これを確かめるため、野外より幼虫の食入枝を定期的に採集し、20°C の全暗条件に移して发育経過を調べた。

加温月日別の蛹化消長を Fig. 2 に示す。1978 年 10 月に加温を始めた個体は加温後約 130 日目と 300 日前

Fig. 2. Distribution patterns of pupation after the overwintering larvae of *X. pyrrhoderus* were transferred to 20°C (continuous darkness). The dates of transfer are shown in the figure.

Fig. 3. Changes in days required for pupation of overwintering larvae of *X. pyrrhoderus* after transfer to 20°C (continuous darkness).

Fig. 4. Effect of photoperiod on the pupation of overwintered larvae of *X. pyrrhoderus*. The larvae were collected on 20th April, 1979 and transferred to long (16L:8D) or short photoperiod (11L:13D) conditions at 20°C.

後に計 50% が蛹に発育しただけで、その他は幼虫のまま死亡した。11 月に加温した場合の累積蛹化率はこれより高く、ほとんどが蛹化した。しかし供試虫による蛹化日のバラツキがみられ、11 月 1 日加温区では個体により 7 カ月以上の違いがあった。12 月以降の加温試験では蛹化率は高く、蛹化日のバラツキも小さくなった。Fig. 2 から 50% 蛹化日を読みとり Fig. 3 に示した。加温開始から 50% 蛹化までの日数は 10 月から 12 月にかけて急激に短縮された。11 月上旬以降の平均気温は 15°C 以下に低下したにもかかわらず、12 月 25 日加温区の蛹化日は 11 月 1 日加温区の蛹化日より 4

カ月以上短縮していた。

d) 越冬後の幼虫発育と日長の関係

越冬後の発育に日長が影響するか否か調べた。1979 年 2 月に採集し、野外に放置しておいた食入枝を 4 月 20 日に 20°C の長日 (16L:8D) と短日条件 (11L:13D) に移し、蛹化までの日数を比較した。

20°C に移した後、供試虫の 50% が蛹化するまでの期間は長日条件によって大きく異ならず、約 80 日であった。長日条件では 100 日目ではほとんどが蛹化したのに対して短日では蛹化しない個体がわずかに認められた。したがって、越冬後の発育に日長が何らかの影響を及ぼす可能性はあると思われるが、短日条件が極端な発育の遅延を引き起こすことはないと考えられる (Fig. 4)。

考 察

ブドウトラカミキリのふ化後の幼虫発育は温度のみならず光周期の影響も受け、長日型の反応を示した。即ち、27.5°C 以上の高温長日条件では蛹化率は高く、短期間で蛹化した。低温短日条件下での蛹化率は低く、20°C では 1 年を経過しても蛹化するものは少なかった。これは本種の幼虫が低温短日条件で休眠もしくはそれに似た生理状態に入ることを示すと思われる。このような光周反応の 27.5°C における臨界日長は約 13.5 時間であった。

一般的に光周反応には最適温度があり、長日型昆虫の場合これより高温では短日条件のもとでも非休眠の発育が進行し、最適温度より低温の場合はいかなる日長条件のもとでも休眠が誘起される。光周反応の最適温度は種によってさまざまであるが、ほとんどの長日型昆虫は 20°C で光周反応を示し、一般的に 30°C で長日条件にかかわらず非休眠の発育をすることが多い (ダニレフスキー, 1961)。カミキリムシ類に関するこのような研究例は少ないが、近年、江森 (1976) は 1, 2 化性のキボシカミキリの幼虫発育と温度ならびに光周期の関係について調査した。そして、光周期の影響の認められる温度条件は 20°C と 25°C であり、これらより低温の 15°C と高温の 30°C では長日区と短日区の間で幼虫期間の差はあまりないことを示した。ブドウトラカミキリの幼虫の場合、20°C では長日条件にかかわらず蛹化率が低く、25°C の長日条件 (16L:8D) でも蛹化個体は供試虫の 1/4 程度にすぎなかった。短日条件では 30°C でも蛹化するものは少なく、27.5°C と 30°C の長日条件下でのみ蛹化率が 100% に近い値を示した。したがってブドウトラカミキリの光周反応の低温側の臨

Fig. 5. Schematic diagram of the relationship between the univoltine life cycle of *X. pyrrhoderus* and the environmental conditions at Akitsu, Hiroshima (34°20'N). iA: immature adult in pupal cell. mA: mature adult emerged from pupal cell.

界温度は 25°C 前後にあるものと考えられる。高温側の臨界温度は不明であるが、光周反応を示す温度反応が他の長日型昆虫に比べて高温側にかたよっていることは明らかである。このような特徴は本種の 1 化性の生活環と深い関係があると思われる。

Fig. 5 は広島県安芸津 (34°20'N) における本種の发育経過 (芦原, 1982), 旬別平均気温 (果樹試験場安芸津支場, 1980), ならびに 30°21'N での日の出から日の入りまでの日長の変化 (東京天文台, 1979) を示したものである。本種が食入枝より脱出する最盛期は 8 月下旬から 9 月中旬の間である。脱出後の産卵前期間と卵期間を考慮に入れば、孵化最盛期は 9 月上旬～下旬と推測される。一方、旬別平均気温が 25°C を越え、日長が 13.5 時間より長くなるのは 7 月上旬から 8 月中旬の間の約 1 カ月間に過ぎない。25°C の長日条件での蛹化率は 27.5°C に比べてかなり低いので、非休眠型の发育が促進される期間はこれよりさらに狭いはずである。したがって、孵化幼虫の大部分は蛹化が抑制される環境条件を感じた後に越冬に入ると考えられる。本種の幼虫が光周期を感受する最低照度は不明であるが、日の出前と日の入り後の薄明期のうち 1 時間を明期として感受すると仮定すれば、9 月上旬までは臨界日長の 13.5 時間より長い日長条件にあることになる。しかし、この頃の平均気温は 25°C 前後に低下しており、9 月中旬以降の日長も短縮するので、9 月上旬に孵化した幼虫が非休眠型の发育をする可能性は少ないと考えられる。

本種の幼虫が 11 月中旬までは 20°C に加温しても速やかに蛹化し難い生理状態にあることは、越冬幼虫の加温試験から明らかである (Fig. 2)。10 月加温区での蛹

化率は低く、11 月 1 日加温区でも供試虫の 50% が蛹化するのに加温後約 260 日間を要した。これに対して 12 月 25 日に加温した場合には約 130 日間で 50% の個体が蛹化した。したがって发育適温に移しても蛹化しない状態を 1 種の休眠と考えれば、11 月上旬までは多くの幼虫が休眠状態にあると考えられる。

幼虫休眠は一般的に脱皮の遅延や摂食量の減少によって特徴づけられるが、本種の幼虫は孵化後、温度の低下する 12 月上旬までは脱皮し、摂食を続ける (芦原, 1982)。また山田 (1974) は 11 月に採集した幼虫を 25°C に移した場合、直ちに发育し、体長が伸びることを報告している。GARDINER (1970) は約 50 種のカミキリムシ類を人工飼料で飼育し、数種のカミキリムシは低温処理を行わないと蛹化しなかったことから、これらは幼虫期に休眠することを報告した。彼によると、これまでカミキリムシ類が休眠しないように考えられていたのは、越冬幼虫を加温すると直ちに活動を始めることによるという。幼虫休眠の齢期が固定しておらず、休眠中でも脱皮し、摂食する例としては 1 化性のクワゴマダラヒトリについても報告されている (SUGIKI and MASAKI, 1972)。ブドウトラカミキリの越冬齢期と休眠期の関係については今後検討する必要があると思われる。

ほ場から採集した幼虫を 20°C に移した場合、蛹化までの日数は 10 月加温区から 12 月加温区にかけて急激に短縮した (Fig. 3)。したがってこの間にいわゆる休眠覚醒 (蛹に发育できる状態への変化) が進行したと思われる。GARDINER (1970) や GALFORD (1974) はいくつかのカミキリムシについて、休眠から覚醒するには一定期間低温に遭遇させる必要のあることを示した。また、江森 (1979) はキボシカミキリで、本多ら (1981) はセンノキカミキリで光周期が休眠状態 (发育の遅延) の維持や覚醒に関与していることを報告している。ブドウトラカミキリの休眠覚醒条件については現在検討中である。

越冬後の 4 月に採集した幼虫发育や蛹期間および卵期間への光周期の影響はほとんど認められなかった。また、喜田 (1964) は 4 月の月平均気温と本種の羽化最盛日との間に高い相関があることを報告している。これらは越冬後の幼虫发育や蛹化後羽化までの发育期間はほとんど温度条件のみによって決定されることを示すと考えられる。

以上より、ブドウトラカミキリの生活環は主として秋季の低温短日によって誘起される幼虫休眠によって調節されていると考えられる。本種の休眠が光周期と温度条件によって決定される外因性のものでありながら、年 1

化の生活環が保たれているのは、非休眠発育を引き起こす条件がきわめて高温側に片寄っているためであろう。

摘 要

ブドウトラカミキリの生活環と環境要因の関係を明らかにするため、発育と温度ならびに光周期との関係について調べた。

孵化後の幼虫発育は温度と光周期の影響を受け、長日型の反応を示した。光周反応を示す温度範囲は比較的高く、 27.5°C と 30°C の長日条件下 ($16\text{L} : 8\text{D}$) でのみ蛹化率は高く、短期間で蛹化した。短日条件 ($11\text{L} : 13\text{D}$) での蛹化率は低く、 30°C でも蛹化する個体はほとんどなかった。 25°C の長日では約 25% が蛹化した。 20°C では長日条件下でも蛹化個体は極めて少なかった。 $27.5 \pm 3^{\circ}\text{C}$ における光周反応の臨界日長は約 13.5 時間であった。

越冬幼虫の加温試験から、本種の幼虫は 10, 11 月には発育適温に移しても蛹化できない 1 種の休眠状態があり、12 月以降に休眠覚醒がおこると考えられた。越冬後の 4 月に採集した幼虫の発育への光周期の強い影響は認められなかった。

蛹化後の発育や卵期間への光周期の影響はほとんど認められなかった。蛹期間、未成熟成虫期間 (成虫が羽化して脱出するまでの期間)、卵期間に関する発育零点はそれぞれ 10.5 , 3.8 , 9.7°C で、有効積算温度は 187.5 , 224.0 , 114.1 日度であった。

引 用 文 献

- 芦原 亘 (1982) ブドウトラカミキリの生活環. 果樹試報 E 4 (印刷中).
- ダニレフスキー, ア・エス (1961) 〔日高敏隆・正木進三 訳, 1966〕 昆虫の光周性. 東京: 東大出版会, 293 p.
- 江森 京 (1976) キボシカミキリの発生に関する生態学的研究 I. キボシカミキリの発育におよぼす温度と日長の影響. 応動昆 20: 129—132.
- 江森 京 (1979) キボシカミキリの発生に関する生態学的研究 II. 幼虫の蛹化におよぼす日長条件. 応動昆 23: 170—172.
- GALFORD, J.R. (1974) Some physiological effects of temperature on artificially reared red oak borers. J. econ. Ent. 67: 709—710.
- GARDINER, L. M. (1970) Rearing wood-boring beetles (Cerambycidae) on artificial diet. Canad. Ent. 102: 113—117.
- 本多健一郎・阿久津喜作・新井 茂 (1981) センノキカミキリの光周反応: 日長の変更が幼虫休眠の誘起に及ぼす影響. 応動昆 25: 108—112.
- 果樹試験場安芸津支場 (1980) 11 年間の平均気象記録 (1969—1979). 果樹試安芸津年報 8: 70.
- 喜田和男 (1964) 果樹病害虫防除に関する研究 (2) ブドウトラカミキリの生態と防除について. 大阪農技セ研報 3: 139—151.
- 宮崎 稔・北村憲三・石井卓爾 (1977) ブドウトラカミキリの生態と防除. 植物防疫 31: 21—25.
- SUGIKI, T. and S. MASAKI (1972) Photoperiodic control of larval and pupal development in *Spilactia imparilis* BUTLER (Lepidoptera: Arctiidae). Kontyû 40: 269—278.
- 東京天文台 (1979) 理科年表 昭和 54 年. 東京: 丸善, 83 p. (暦部).
- 土屋恒雄 (1967) ブドウトラカミキリ. 農業総覧, 原色病害虫診断防除編: 第 6 巻, 東京: 農山漁村文化協会 9 p.
- 山田健一 (1974) ブドウトラカミキリの生態と物防除. 植防疫 28: 23—26.