短 報

クワカミキリの人工飼育と幼虫休眠

江 崎 功 二 郎
石川県林業試験場

Artificial Diet Rearing and Termination of Larval Diapause in the Mulberry Longicorn Beetle, *Apriona japonica* Thomson (Coleoptera: Cerambycidae). Kôjirô Esaki (Ishikawa Forest Experiment Station, Tsurugi, Ishikawa 920-2114, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 45: 149-151 (2001)

Abstract: The effect of a low-temperature treatment in the dark on the diapause of larvae of the mulberry longicorn beetle, *Apriona japonica* Thomson reared on an artificial diet (Insecta LF product by Nihon Nosan Kogyo Co.) was investigated. Although it took more than 36 weeks for hatched larvae to pupate at 25°C under a 16L-8D photoperiod, the larvae exposed to 10°C in the dark for 30 days from 16-18 weeks after hatching pupated 30-32 weeks later. These results suggest that a 30-day low-temperature treatment in darkness terminates larval diapause.

Key words: Artificial diet, diapause, mulberry longicorn beetle, *Apriona japonica*

クワカミキリ *Apriona japonica* Thomson によるケヤキ植栽木の被害は、1990 年頃から関東以西の各地で発生した（江崎，1995；山根ら，1996）。本種がケヤキに寄生しても樹体内の幼虫の死亡率は高く、ほとんど成虫まで発育しないため（江崎，1997，1999），ケヤキ植栽地の継続的な被害は周辺に生育するクワなどのケヤキ以外の寄主から発生した成虫によって生じると考えられている（江崎，未発表）。しかし、野外に出現した個体が被害を発生させるまでの経過などまだよく分かっていない点も多く、人工的に成虫を作出して実験に供試する必要性も出てきた。

農林業の害虫として知られているカミキリムシの数種では、実験用供試虫を生産するための幼虫の人工飼育技術が確立されている。これらのカミキリムシのうち幼虫休眠性を持つ種では、幼虫の飼育方法の開発に加えて、幼虫休眠の誘導・覚醒のための日長・温度条件が解明されてきた。例えば、キボシカミキリ西日本型では幼虫休眠が短日条件で誘導されること（江森，1979）、センノカミキリでは幼虫時期の短日から長日への日長変化が休眠を回避させること（本多ら，1981），およびマツノマダラカミキリでは休眠している老熟幼虫を 10°C に 2 カ月以上遭遇させると幼虫休眠が覚醒されること（木村，1974）などである。クワカミキリでは、幼虫が長日または短日の条件下での飼育では成熟幼虫と思われるまで成長してもほとんど蛹化しないこと、および幼虫態で越冬することが知られている（北島ら，1997；江崎，未発表）。これらはクワカミキリの幼虫が休眠性を持つことを示唆するので、人工飼育条件下で幼虫休眠を制御し蛹化を促進させるためには、温度や日長の管理を行う必要があると考えられる。

本稿では、クワカミキリ成熟幼虫に低温全暗の併用処理を施すと幼虫期間の相対的な短縮が起こることが明らかになったので、その結果について報告し、低温全暗の併用処理と休眠覚醒との関係について考察する。

報告に際し、幼虫飼育にご協力いただいた金沢大学理学部の加藤賢隆氏および石川県林業試験場の高本純也氏、草稿をご校閲いただいた森林総合研究所九州支所の北島 博氏に厚くお礼申し上げます。

材料および方法

石川県金沢市および石川県鶴来町において採集したクワカミキリ雌成虫 10 頭および雄 4 頭を、葉を全て除去したクワの枝（枝径 5-15 mm，長さ 450 mm）を 10 本程度入れたプラスチック容器（300×400×高さ 250 mm）に、それぞれ雌 2-3 頭と雄 1 頭ずつを入れて、自然条件下でクワの枝に産卵をさせた。雌成虫が死亡するまでクワの枝は 5 日置きに交換した。産卵された枝は十分な湿度を保つことができるようにビニール袋に入れてから 25°C，16L-8D 条件下で保護し、5 日ごとに観察して、フラスの排出が見られた産卵痕から孵化幼虫を取り出した。幼虫の飼料としてインセクタ LF（日本農産工業（株）製）を用いた。飼料約 50 g を入れたプラスチック小型丸形容器（直径 60 mm，高さ 34 mm）に孵化幼虫 140 頭をそれぞれ 1 頭ずつ接種した。その後、幼虫の体重が 2 g 以上になるまでは同小型容器内で、それ以降は飼料約 100 g を入れた同中型容器（直径 80 mm，高さ 47 mm）内で、2 週間ごとに飼料の交換と体重測定を行いながら、25°C，16L-8D 条件下で飼育を行った。

成熟幼虫の蛹化を促進するために、マツノマダラカミキリの幼虫休眠の覚醒方法（Kosaka and Ogura, 1990）を参考に、以下の 4 つの低温全暗の併用処理区（以下低温全暗区と表記する）と処理を施さないで 25°C，16L-8D 条件下で飼育を継続する処理区（以下 25°C 区と表記する）を設けた。低温全暗区の 4 つとは、すなわち、孵化幼虫接種後 16-18 週目の幼虫を 30 日または 60 日間 10°C，24D に処理したもの、および 18-20 週目の幼虫を 40 日または 70 日間 10°C，24D に処理したものであり、いずれの低温全暗区でも、16°C，24D 条件下で 10 日間飼育した後、それぞれの処理によって異なる日数の 10°C，24D を経験させて、再び 16°C，24D の条件下に 10 日間処理した（以下、孵化幼虫接種後 16-18 週目の幼虫を 30 日および 60 日間 10°C，24D に処理したものを、それぞれ 30 日低温全暗区および 60 日低温全暗区、孵化幼虫接種後 18-20 週目の幼虫を 40 日および 70 日間 10°C，24D に処理したものを、それぞれ 40 日低温全暗区および 70 日低温全暗区と表記する）。

孵化幼虫接種後 16 週目頃から体重成長のピークに達する個体が出現し、個体によって順次体重成長のピークに達すると考えられたために、各処理の供試虫には 16-20 週目における生存幼虫 109 頭を、各低温全暗区に各 18 頭、25°C 区に 37 個体を無作為に供試

した ($p>0.05$: Scheffé test). 低温全暗の併用処理は飼育容器ごとに行い、処理中は虫体に光や物理的な刺激を与えることを避けるため、飼料の交換と体重測定は行わなかった。低温全暗の併用処理後は 25°C , 16L-8D 条件下で飼育を継続し、低温全暗の併用処理終了後 1 週間目、およびそれ以後は 2 週間ごとに観察および飼料の交換を行った。

飼料の交換時に、幼虫が完全に絶食して飼料への穿孔が認められなくなったか、前蛹と認められた場合は、蛹化がスムーズに促進するように内径 23 mm の試験管に移動させた。供試虫の乾燥を防ぐために試験管にポリプロピレンの植物培養キャップでフタをして、隙間がないようにパラフィルムで完全に密閉した。また、結露した水滴などが幼虫の体に直接ふれないように、筒状にした新聞紙で試験管の内壁を被った。飼育観察を一旦に終了したため、孵化幼虫接種後飼育を終了するまでの期間は低温全暗区によって 42~46 週間と異なった。

結果および考察

接種孵化幼虫 140 頭の平均体重 ($\pm\text{SD}$) は $0.019 (\pm 0.0065)\text{g}$ であった。孵化幼虫接種後 16 週目までに、飼料への食いつきが悪いなどの要因で飼育幼虫の 22% が死亡したが、生存していた 109 個体の幼虫の平均体重 ($\pm\text{SD}$) は $4.2 (\pm 1.3)\text{g}$ であった。

25°C 区における孵化幼虫接種後 30 週目までの幼虫の体重変化を Fig. 1 に示す。 25°C 区におけるクワカミキリ幼虫の体重成長は、孵化幼虫接種後 20 週目でピークに達し、その後、ゆっくりと減少した (Fig. 1)。体重増加が見られなくなった幼虫は、体が縮み、体色が黄変し、活動が不活発になっていくことが観察された。これらのことから体重成長がピークに達した幼虫は休眠状態であったことが示唆された。

25°C 区における孵化幼虫接種後 30 週目以降、および各低温全暗区の低温全暗の併用処理終了後の累積蛹化・死亡率の経時変化を Fig. 2 に示す。 25°C 区における蛹化個体は孵化幼虫接種後 36 週目に初めて確認された (Fig. 2-A)。各低温全暗区における蛹化個体は、30 日低温全暗区では処理後 7 週目から、その他の低温全暗区では 5 週目から出現し、いずれの低温全暗区でも初めて蛹化が確認されてから 8 週目以内に蛹化率が増加・安定した (Fig. 2-B~E)。孵化幼虫接種後に蛹化が初めて確認されるまでの期間は、30 日低温全暗区では孵化幼虫接種後 30~32 週目であり、 25°C 区の 36 週目と比較すると、4~6 週間蛹化時期が早かった。

25°C 区における蛹化個体は 42 週目までに 5 頭 (14%) の蛹化が見られた (Fig. 2-A)。各低温全暗区における観察終了時の蛹化個体割合 (個体数) は、30 日、40 日、60 日、および 70 日低温全暗区で、それぞれ 61% (11 頭)、61% (11 頭)、83% (15 頭)、および 50% (9 頭) であり、60 日低温全暗区で最も高かった (Fig. 2-B~E)。これら 5 区間で検定を行うと、各区によって蛹化率が異なっていることが認められ ($p<0.05$: χ^2 test), 25°C 区と各処理区の間で検定を行うと、その蛹化率には統計的な有意差が認められた ($p<0.05$: χ^2 test)。

25°C 区および各低温全暗区とも孵化幼虫接種後の期間や低温全暗の併用処理後の経過期間の増加に伴い、幼虫の死亡率が増加す

Fig. 1. Temporal changes in larval weight reared on an artificial diet after hatching at 25°C under 16L-8D photoperiod. Circles and vertical bars show mean values and standard deviation.

Fig. 2. Temporal changes in cumulative pupal rate and larval mortality at 30-42 weeks after hatching at 25°C under 16L-8D photoperiod and subsequent treatment at 10°C , 24D for 30-70 days. A: 25°C , 16L-8D ($N=37$), B: treatment for 30 days ($N=18$), C: treatment for 40 days ($N=18$), D: treatment for 60 days ($N=18$), E: treatment for 70 days ($N=18$). ■, dead larva; □, live larva; ▨, pupa.

る傾向が見られたが (Fig. 2), 休眠期間の長期化が幼虫を衰弱させる要因になったためと考えられた。

これらの結果から、 25°C , 16L-8D 条件下で飼育されたクワカミキリ成熟幼虫に、30 日以上低温全暗の併用処理を施すと、蛹化が促進され、30 日間の低温全暗の併用処理を施すと、幼虫期間が相対的に短縮されることが分かった。石井ら (1964) はキボシカミキリの西日本型を長日条件下で飼育すると孵化後 60~70 日に蛹化するが、短日条件に保っても孵化後 270 日前後に休眠から覚醒し蛹化することを報告している。また、北島ら (1997) はクワカミキリ孵化幼虫を 20 および 25°C , 15L-9D の長日条件下で飼育を行った結果、飼育開始後 180 日目に発育を停止していた幼虫は休眠状態であることを示唆した。本実験の 25°C 区におけるクワカミキリ幼虫の蛹化の遅延と 30 日低温全暗区での幼虫期間の相対的な短縮は、クワカミキリ幼虫が 25°C 長日条件下では、成熟幼虫

で休眠に入り、さらに、幼虫休眠は 10°C, 30 日以上低温全暗の併用処理で覚醒された可能性があると考えられた。

人工飼料（インセクタ LF）を用いて、クワカミキリの孵化後の幼虫を 25°C, 16L-8D で 16~20 週間飼育を行い、16°C, 24D で 10 日、10°C, 24 D で 30~70 日、16°C, 24D で 10 日間飼育した後、再び 25°C, 16L-8D に戻して飼育すると、処理後 11 週以内に 50% 以上の個体が蛹化することが明らかとなった。今後、人工飼育で得られたクワカミキリ成虫を実験に供試するためには、野外成虫との体サイズや繁殖能力などを比較しておく必要がある。

引用文献

- 江森 京 (1979) 応動昆 23: 170-172. [Emori, T. (1979) *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 23: 170-172.]
- 江崎功二郎 (1995) 日林誌 77: 596-598. [Esaki, K. (1995) *J. Jpn. For. Soc.* 77: 596-598.]
- 江崎功二郎 (1997) 森林防疫 46: 231-234. [Esaki, K. (1997) *Forest Pests* 46: 231-234.]

- 江崎功二郎 (1999) 森林防疫 48: 187-190. [Esaki, K. (1999) *Forest Pests* 48: 187-190.]
- 本多健一郎・阿久津喜作・新井 茂 (1981) 応動昆 25: 108-112. [Honda, K., K. Akutsu and S. Arai (1981) *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 25: 108-112.]
- 石井五郎・江森 京・樋田幸夫 (1964) 蚕糸研究 (52): 28-38. [Ishii, G., T. Emori and Y. Toida (1964) *Acta Sericologia* (52): 28-38.]
- 木村重義 (1974) 日林東北支誌 26: 141-143. [Kimura, S. (1974) *Trans. 18th Mtg. Tohoku Br. Jpn. For. Soc.* 141-143.]
- 北島 博・橋本正伸・横原 寛 (1997) 日林論 (108): 379-380. [Kitajima, H., M. Hashimoto and H. Makihara (1997) *Trans. 108th Mtg. Jpn. For. Soc.* 379-380.]
- Kosaka, H. and N. Ogura (1990) *Appl. Entomol. Zool.* 25: 532-534.
- 山根正伸・藤森博英・斉藤央嗣・石井洋三・倉野知子 (1996) 神森林研研報 (22): 29-35. [Yamane, M., H. Fujimori, H. Saito, Y. Ishii and T. Kurano (1996) *Bull. Kanagawa Pref. For. Res. Inst.* (22): 29-35.]

被覆資材とタマゴバチ *Trichogramma* の併用によるコナガの防除

三浦一芸*・田中 寛**・柴尾 学**・太田 泉*

* 近畿中国四国農業研究センター

** 大阪府立農林技術センター

Effect of Release of Egg Parasitoids, *Trichogramma* spp., with a Net-Type Row Cover on the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.). Kazuki Miura (Laboratory of Insect Pest Control, National Agricultural Research Center for Western Region, 6-12-1 Nishifukatsu, Fukuyama, Hiroshima 721-8514, Japan), Hiroshi Tanaka, Manabu Shibao (Osaka Prefectural Agricultural and Forestry Research Center, 442 Shakudo, Habikino, Osaka 583-0862, Japan) and Izumi Ohta (Laboratory of Insect Pest Control, National Agricultural Research Center for Western Region, 6-12-1 Nishifukatsu, Fukuyama, Hiroshima 721-8514, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 45: 151-155 (2001)

Key words: *Trichogramma*, diamondback moth, biological control, net-type row cover

アブラナ科野菜の重要害虫としてアブラムシ類、コナガ *Plutella xylostella* (L.), ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius), ヨトウガ *Mamestra brassicae* (L.), モンシロチョウ *Pieris rapae crucivora* Boisduval, キスジノミハムシ *Phyllotreta striolata* (Fabricius), カブラハバチ *Athalia rosae ruficornis* Jakovlev などが知られている。被覆資材のべたがけは通気性被覆資材を作物に直接あるいは若干の空間を設けて被覆する栽培技術であり（陳ら, 1990）,

アブラナ科野菜における上記害虫による被害軽減に有効であることが報告されてきた（田中ら, 1989; 森下・東, 1990; 柴尾ら, 1991; 村井, 1999）。しかし、コナガに対しては他の害虫に比べ幼虫等の侵入により十分な防除効果が得られないケースも明らかになってきた（尾崎ら, 1989; 森下・東, 1990; 大西ら, 1993; 福井, 1998）。一方、コナガは多くの殺虫剤に対する抵抗性を顕在化させ、防除が困難な害虫である（腰原, 1988）。そのため、殺虫剤に代わる新たなコナガの防除手法として、コナガの主要な天敵とされるタマゴバチ *Trichogramma* を利用した生物的防除技術開発が行われてきた（三浦, 1992, 1995; Miura and Kobayashi, 1993, 1995, 1997, 1998; Miura et al., 1994）。

著者らは、べたがけされた大阪シロナおよびキャベツにタマゴバチを放飼してコナガ防除の有効性を評価するための試験を行った。その結果、両者の組み合わせでコナガに対して高い防除効果が得られることが明らかになったので、ここに報告をする。

本文に入るに当たり、本稿のご校閲を賜った近畿中国四国農業研究センターの宮井俊一博士、有益なご助言をいただいた査読者の方々に厚くお礼を申し上げる。また、寄生蜂を提供していただいた（株）トーマン、（株）大塚化学、鹿児島県蚕業試験場の諸氏にお礼を申し上げる。

材料および方法

1. 試験ほ場および試験時期

試験ほ場は大阪府羽曳野市にある大阪府立農林技術センター内のビニールハウス（面積 38.7 m²）2 棟を用い、1 棟はタマゴバチ放飼、他の 1 棟は無放飼とした。ビニールハウスの側面開口部は