

オリーブアナアキゾウムシ(コウチュウ目: ゾウムシ科)の人工飼料を用いた室内累代飼育および発育特性

誌名	日本応用動物昆虫学会誌
ISSN	00214914
著者名	吉田,一貴 松田,浩輝 徳田,誠
発行元	日本応用動物昆虫学会
巻/号	62巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 231-237
発行年月	2018年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



オリーブアナアキゾウムシ (コウチュウ目: ゾウムシ科) の 人工飼料を用いた室内累代飼育および発育特性

吉田 一貴[†]・松田 浩輝・徳田 誠^{*}

佐賀大学農学部

Laboratory Rearing and Developmental Traits of Olive Weevil, *Pimelocerus perforatus* (Coleoptera: Curculionidae), Using an Artificial Diet. Kazuki YOSHIDA,^{††} Hiroki MATSUDA and Makoto TOKUDA^{*} Faculty of Agriculture, Saga University, Saga 840–8502, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 62: 231–237 (2018)

Abstract: The olive weevil, *Pimelocerus perforatus* (Roelofs), is endemic to Japan and feeds on trees of Oleaceae. Although this species is a serious pest of olive, its ecological and behavioral traits have not been intensively studied because of a lack of continuous laboratory rearing techniques. In this study, we established a continuous rearing method for *P. perforatus* using an artificial diet for larvae and olive twigs for adults. Adult females were reared with olive twigs and they oviposited into moistened cotton plugs wrapped at the base of the twigs. The eggs were placed on moistened cotton plugs in microtubes until hatching. Larvae were individually reared in Petri dishes and fed an artificial diet of “Insecta F-II” or “Insecta LFS” until pupation, and then the pupae were transferred to other Petri dishes with a moistened Kimwipe. The pupal and total survival rates were higher when the weevils were reared with Insecta LFS than with Insecta F-II. In addition, the larval duration of the weevils fed Insecta LFS was shorter than that of the weevils fed Insecta F-II. Eggs were reared at 20, 25, 27, and 30°C to calculate the developmental zero and thermal constant. Larvae and pupae were reared at 25°C, and the developmental zero and thermal constant were estimated using the present results and data obtained from a previous study at 20, 27, and 30°C. In addition, adult prefeeding, precopulatory, and preoviposition duration were surveyed at 25°C.

Key words: Artificial diet; developmental trait; laboratory rearing; olive weevil; *Pimelocerus perforatus*

緒 言

オリーブアナアキゾウムシ *Pimelocerus perforatus* (Roelofs) は日本のオリーブ *Olea europaea* L. の栽培における最重要害虫であり、栽培開始当初より本種の防除が大きな課題とされてきた (松沢ら, 1957a; 市川・吉田, 1991). 本種の成虫は樹幹の地際部に産卵し、孵化した幼虫は樹皮下を穿孔し被害する。これにより形成層周辺が傷つけられ、幼虫の密度が高いと枯死する場合がある (松沢ら, 1957a). 本種は日本在来種であり、オリーブ導入以前は在来種のモクセイ科木本であるネズミモチ *Ligustrum japonicum* Thunb. やイボタノキ *L. obtusifolium* Siebold et Zucc. を寄主としていたと考えられるが、これらに在来寄主には前述のような被害はほとんど確認されず、オリーブにおいてのみ枯死に至るような著しい加害が見受けられる (松沢ら, 1957a). こ

の加害性の違いは本種の寄主植物に対する選好性の差異によるものであると考えられている (松沢ら, 1957a).

日本国内におけるオリーブの産地としては香川県の小豆島が最も有名であるが (柴田, 2013), 近年, 九州をはじめ国内の各地でオリーブの栽培が試みられている (大場ら, 2012). これまで, オリーブアナアキゾウムシの防除は樹幹への化学合成殺虫剤の散布が主要な手段であり, 加えて昆虫病原性線虫 *Steinernema carpocapsae* 製剤の散布や株元の清掃による耕種的防除 (本種は夜行性であり, 昼間は周辺の下草などに潜むため) も併用されてきた (岡本, 1994; 本間, 2003; 田辺, 2009). しかしながら, 広大なオリーブ栽培地においてオリーブアナアキゾウムシの被害を防ぐためには多大な労力がかかることや薬剤抵抗性の発達も懸念されることなどから, 本種の生態特性を考慮に入れたより省力的な防除手段の開発が望まれている.

^{*} E-mail: tokudam@cc.saga-u.ac.jp

[†] 現在 農研機構九州沖縄農業研究センター

^{††} Present address: NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center, Kumamoto 861–1192, Japan.

2018 年 3 月 30 日受領 (Received 30 March 2018)

2018 年 8 月 26 日登載決定 (Accepted 26 August 2018)

DOI: 10.1303/jjaez.2018.231

オリーブアナアキゾウムシに関しては、松沢ら(1957a, b, 1958, 1959a, b), 松沢(1960), および、市川ら(1987, 1991a, b), 市川・吉田(1991)により、野外での生態や、材を用いた飼育による発育特性の調査が実施されているものの、未だ本種の室内累代飼育法は確立されておらず、成虫の詳細な行動などに関しては未解明な点も多い。

そこで本研究では、過去にシバオサゾウムシ *Sphenophorus venatus vestitus* Chittenden (田中ら, 1993), シロスジオサゾウムシ *Rhabdoscelus similis* (Chevrolat) (= *Rhabdoscelus lineatocollis* Heller) (榊原ら, 2000) などのゾウムシ類や材食性カミキリムシ類(江崎, 2001; Nagamine et al., 2017) で使用実績のある人工飼料インセクタ(日本農産工業株式会社)を用いて幼虫の室内飼育法の確立を試みた。また、この方法を用いて本種の発育増殖特性を調査し、過去にオリーブ材を用いて実施された同様の調査の結果と比較した。

本研究にあたり、供試虫の採集などに御協力頂いた吉井重忠氏をはじめとする株式会社堀内組の関係者、および、本種の室内飼育に関して有益な情報を賜った中島修平博士と新谷喜紀博士に感謝申し上げる。本成果は、オリーブ栽培に関する共同研究(佐賀大学・佐世保市オリーブ振興協議会; 2013~2017年度)により得られたものである。

材料および方法

1. 供試虫

実験には、2016年3月に長崎県平戸市のオリーブから採集された約20頭の成虫由来の卵を用いた。25°C, 16L:8Dの条件下で成虫をプラスチック製の昆虫飼育容器(20.5cm×14cm×7cm)に入れ、オリーブの切り枝を与えて維持した。切り枝には、佐賀大学農学部構内で栽培されているオリーブ(品種:チプレッシーノ)から採取した直径3mm以下の側枝を使用した。また、飼育容器内で交尾が確認された3頭の雌成虫は同様の温度および日長条件下で角型プラスチック容器(12cm×12cm×5cm)に1頭ずつ移し、個別に飼育した。各雌成虫には、小さく切って湿らせた脱脂綿あるいはキムワイプ®(日本製紙クレシア株式会社)をオリーブの切り枝の基部に巻いて与え、産卵の有無をおおよそ24時間ごとに確認した。

2. 卵の発育日数および孵化率

予備的な調査により、卵を小型プラスチックシャーレ内の人工飼料(後述)上に直接静置した場合には孵化率が著しく低かった(7.1%; $n=28$)ため、採取した卵は湿らせた脱脂綿を入れた1.5mlマイクロチューブ中で維持した。

マイクロチューブに移動した卵は20, 25, 27, 30°C, 16L:8Dの条件下でおおよそ24時間ごとに観察し、卵の発育日数と孵化率を記録した。

温度と発育日数の関係を調査する際には、産卵の見逃しを防ぎ、卵期間を厳密に測定するため、オリーブの切り枝

と飼育容器を毎日新しいものに取り替えて採卵した。また、インキュベーター内の温度は温度ロガーにより常時測定して微調整した。

3. 幼虫飼育に適した人工飼料の検討

前述の卵の調査で孵化した幼虫を飼育実験に供し、人工飼料としてインセクタLFS(以下、LFS)およびインセクタF-II(以下、F-II)(日本農産工業株式会社)を用いた。前者の人工飼料は、桑葉粉末が添加されたチョウ目やコウチュウ目の飼育に適したソーセージタイプの調製済飼料であり、後者は嗜好性原料無添加の未調製粉末タイプの飼料である。

LFSは厚さ12mm程度の輪切りにし、さらに半分に切断して半円柱状にしたもの(約14g)を小型プラスチックシャーレ(直径5cm, 高さ1.5cm)に入れて幼虫に与えた。F-IIは2.5~3.0倍の水を加えて加熱調整し、LFSと同程度の量を小型プラスチックシャーレに分注して冷却したのち、幼虫に与えた。

ピンセットを用いて人工飼料の上面中央部に窪みを作り、その部分に孵化幼虫を静置した。これらを小型プラスチックシャーレ内で25°C, 全暗条件で個別飼育し、13日ごとに生死を確認した。その際、必要に応じて生存個体の餌を新しいものに交換した。孵化後概ね50日目以降は毎日状態を観察し、蛹化の有無を確認した。

予備的な観察から、シャーレ内での蛹化時には完全な蛹室を作らない個体が多く、羽化不全が懸念されたため、蛹化した個体は湿らせたキムワイプを敷いた別のシャーレに移動させた後、毎日状態を確認した。

4. 飼育密度が幼虫の生存率に及ぼす影響

上記の小型プラスチックシャーレとF-IIを使用し25°C, 全暗条件で密度を変えて幼虫を飼育し、生存率を調査した。同日に孵化した幼虫1~5頭を同一のプラスチックシャーレ内に入れ、13日後に生存している幼虫の数を記録した。

5. 成虫の飼育と産卵前期間

羽化後約3日経過した個体を前述の角形プラスチックカップに移動し、25°C, 16L:8Dの条件下で株から採取直後、あるいは、採取後冷蔵保存1週間以内のオリーブ當年葉を1枚与えて飼育し、摂食を開始するまでの日数を確認した。葉の摂食が確認された後は、オリーブの切り枝を与えて1~2週間飼育した。その後、個体識別のため胸部あるいは鞘翅の表面に修正液で標識し、同様に飼育、標識した他個体とともに昆虫飼育容器内で飼育した。交尾が確認できたペアは前述の角型プラスチック容器に移し、産卵前期間を確認した。

6. 卵の発育零点および有効積算温度の算出

20, 25, 27, 30°Cでの卵の発育日数の測定結果をもとに、温度と卵の発育速度(発育日数の逆数)の関係を直線回帰

し、本種の卵の発育零点および有効積算温度を算出した。

7. 野外採集個体と人工飼料飼育個体の体サイズの比較

幼虫に人工飼料を与えて室内条件下で飼育し羽化させた場合の成虫の体サイズへの影響を調べるため、野外採集個体およびその次世代以降にあたる人工飼料による飼育個体の成虫体サイズを比較した。成虫の頭幅および前胸背板幅を体サイズの指標とし、デジタルノギスを用いて測定した。

8. 統計解析

すべての統計解析は、R ver. 3.2.2 (R Core Team, 2016) により実施した。飼育密度が生存率に及ぼす影響に関しては、1 頭区と各複数頭飼育区との間で Fisher の正確確率検定を実施した後、Holm 法により p 値を補正した。餌として LFS または F-II を用いた場合の生存率の比較を Fisher の正確確率検定、発育期間の比較を Welch の 2 標本 t 検定により解析した。野外採集個体と室内飼育個体の成虫における体サイズの比較を Welch の 2 標本 t 検定により解析した。

結果および考察

25°C の条件下では、卵期の生存率は 87.5% ($n=32$) であり、 10.5 ± 0.84 日 (平均 $\pm$ 標準偏差) で孵化した。松沢ら (1958) は 20, 27, 30, 32°C で飼育した場合の本種の卵期間を報告しているため、それらのデータと本研究の 25°C での結果を含めて温度と発育速度との関係を直線回帰により分析したところ、とくに 20°C のデータが回帰直線から大きく逸脱した。そこで、20, 27, 30°C において本研究で改めて卵期間を調査した結果、20°C における卵期間が先行研究と大きく異なった (Fig. 1)。各温度区における孵化率と卵期間は Table 1 の通りである。本研究で得られた 20~30°C の 4 つの温度区での値に基づき直線回帰したところ、温度と発育速度の間に有意な直線関係が認められた ($R^2 = 0.982$; $p < 0.01$) (Fig. 1)。なお、本研究で調査した卵の発育速度は、各温度区で先行研究よりも遅い結果となった。この相違の原因として、本研究 (長崎県産) と先行研究 (香川県産) で使用された個体群間の遺伝的差異が関与していることも否定はできないが、先行研究の 20°C における卵期間は香川県産の値のみに着目しても回帰直線から逸脱する傾向が認められるため (Fig. 1)、それ以外の要因も影響しているものと考えられる。例えば、同一容器で継続的に本種の成虫を飼育して採卵した場合、産卵の見逃しにより卵の回収が遅れることが想定され、その卵を実験に用いると、卵期間が過小評価される恐れがある。本研究では、前述のように、毎日容器やオリーブ枝を取り替えることにより、この可能性を排除した上で実験を実施し、また飼育温度を常時測定し、厳密に管理した。その結果、温度と発育速度との間に明確な直線関係も認められたことから、本研

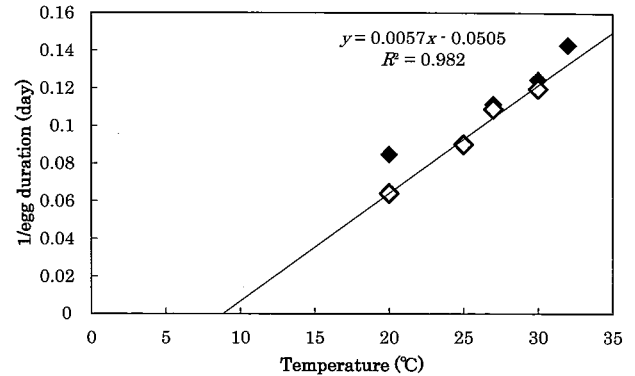


Fig. 1. Relationship between temperature and developmental rate (1/egg duration) for the egg of *Pimelocerus perforatus*. Open symbols are data obtained in this study and filled ones are those from a previous study (Matsuzawa et al., 1958). Linear regression was applied for open symbols.

Table 1. Egg duration and hatching rate of *P. perforatus* at different temperatures with a 16L:8D photoperiod

Temperature (°C)	<i>n</i>	Duration (day; mean $\pm$ SD)	Hatching rate (%)
20	31	15.9 $\pm$ 1.48	87.1
25	32	10.5 $\pm$ 0.84	87.5
27	24	9.6 $\pm$ 0.89	95.8
30	19	8.7 $\pm$ 1.28	94.7

Table 2. Comparison of larval survival rate of *P. perforatus* until 13 days after hatching reared at different densities at 25°C with a 0L:24D photoperiod

Density (No. of larvae per cage)	<i>n</i>	Survival rate (%)	Replication
1	81	95.1	81
2	16	62.5**	8
3	27	59.2**	9
4	44	54.4**	11
5	30	43.3**	6

** Significantly different from the isolated rearing treatment (density = 1) at 1% level (Fisher's exact probability test; p values were corrected by Holm's method).

究で得られた値は信頼性が高いと考えられる。

同日に孵化した幼虫 1~5 頭を同一のシャーレ内で飼育した場合、2~5 頭区では 13 日後の生存率が 1 頭区に比べて有意に低かった (Table 2; Holm 法により p 値を補正した Fisher の正確確率検定)。したがって、本種の幼虫を狭い空間で複数頭飼育した場合、顎で互いに傷つけ合うなど、個体間で何らかの干渉が生じていることが示唆された。そこで以後の実験では、幼虫はすべて単独で飼育した。

LFS または F-II を与えて幼虫を個別飼育した場合の生存率の推移を Fig. 2 に示した。生存率には人工飼料の違いに

よる有意差はなかった (Fisher の正確確率検定; $p > 0.05$). 孵化 52 日後以降の幼虫の死亡率と死亡時期の内訳および成虫までの生存率を Table 3 に示した. F-II を与えた場合, 蛹期間中の死亡率が有意に高く (Fisher の正確確率検定; $p < 0.01$), 成虫までの生存率は LFS よりも有意に低かった (Fisher の正確確率検定; $p < 0.05$). また, F-II で飼育した場合の幼虫期間は, LFS を与えた場合よりも有意に長かった (Welch の 2 標本 t 検定; $F = 0.507$, $p < 0.05$; Table 4). 以上の結果より, 本種の人工飼育には F-II よりも LFS が適していると考えられたため, 以降の幼虫期間・蛹期間の解析には LFS のデータを用いた.

本研究で LFS を用いて 25°C で飼育した場合の幼虫期間 (平均 $\pm$ SD) は 67.0 ± 9.9 日 [$n = 40$] (雄: 65.6 ± 11.8 日 [$n =$

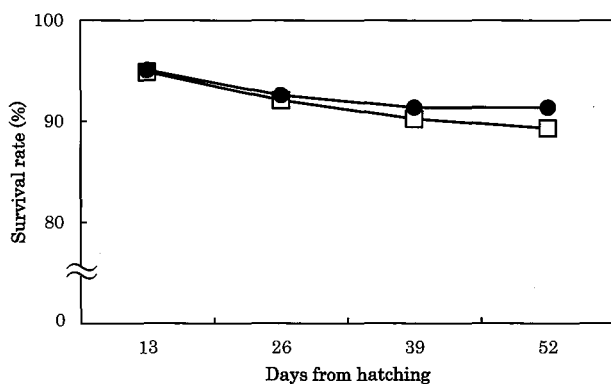


Fig. 2. Survival rates of *P. perforatus* larvae reared on an artificial diet of "Insecta LFS" (open symbols, $n = 215$) or "Insecta F-II" (filled symbols, $n = 81$) until 13, 26, 39, and 52 days after hatching. No significant differences were detected in the survival rates between rearing with Insecta LFS and Insecta F-II (Fisher's exact probability test; $p > 0.05$).

Table 3. Survival rates (%) of *P. perforatus* from larval maturity (> 52 days old) and adult emergence reared on an artificial diet of "Insecta LFS" and "Insecta F-II" at 25°C with a 0L:24D photoperiod

Diet	Before pupation	Pupae ^a	Adult emergence	Just after emergence	Total survival rate ^a
LFS	93.7 (126) ^b	84.7** (118)	94.0 (100)	79.8 (94)	59.5*
F-II	81.8 (33)	59.3 (27)	93.7 (16)	80.0 (15)	36.4

^a *, ** Significantly different between rearing with Insecta LFS and Insecta F-II (Fisher's exact probability test; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$).

^b Numbers in parentheses are the number of individuals at the beginning of each stage.

Table 4. Larval, pupal, and adult prefeeding, precopulatory, and preovipositional durations (days; mean $\pm$ SD) of *P. perforatus* reared on an artificial diet of "Insecta LFS" and "Insecta F-II" at 25°C

Diet	Larval duration ^{a, b}	Pupal duration ^a	Adult prefeeding duration ^c	Precopulatory duration ^c	Preovipositional duration ^c
LFS	67.0 ± 9.9 (40) ^d	11.1 ± 1.0 (41)	11.5 ± 2.2 (50)	41.5 ± 14.6 (35)	49.5 ± 12.6 (17)
F-II	$80.3^* \pm 16.7$ (8)	11.4 ± 0.7 (9)	10.9 ± 2.4 (10)	46.4 ± 7.6 (9)	51.8 ± 10.9 (4)

^a Reared at a 0L:24D photoperiod.

^b *Significantly different between rearing with Insecta LFS and Insecta F-II (Welch's t test; $p < 0.05$).

^c Reared at a 16L:8D photoperiod.

^d Number of samples are shown in parentheses.

13], 雌: 70.9 ± 9.1 日 [$n = 16$], 他 11 頭は性別未確認) であった. 松沢ら (1958) に示されているオリーブの枝を餌として与えた場合の 20, 27, 30°C における幼虫期間 (それぞれ 147.45, 54.76, 47.00 日) に基づいて温度と幼虫の發育速度との相関を直線回帰したところ, 本研究の結果はこの回帰直線から逸脱していなかった. また蛹期間についても, 松沢ら (1958) による 20, 27, 30°C での結果を元に温度と發育速度の相関を直線回帰したところ, 本研究における 25°C での結果は回帰直線から逸脱していなかった. このことは, LFS を餌とした場合でも, オリーブ材を餌とした場合と同様の速度で成長したことを示唆している.

發育零点および有効積算温度については, 本来は同一個体群を同一の餌条件で飼育した値を用いて算出すべきであるが, 幼虫・蛹に関しては以上の結果を踏まえ, 本研究と松沢ら (1958) の結果を合わせて直線回帰し (Fig. 3, 4), 参考値として算出した (Table 5). 卵期および蛹期の發育零点はいずれも 8°C 台であったが, 幼虫は 14.9°C と高かった. 若山ら (2010) によれば, 本種と同属で, シキミ *Illicium anisatum* L.などを加害するクスアナアキゾウムシ *Pimelocerus hylobioides* (Desbrochers) に関しても, 卵と蛹の發育零点は 10°C 台であるのに対し, 幼虫のみ 15°C 以上と比較的高いことから, 本属に共通の特性である可能性が高い.

成虫は羽化後 11.5 ± 2.2 日 (雄: 11.0 ± 2.7 日 [$n = 17$], 雌: 11.7 ± 2.0 日 [$n = 18$]) でオリーブ葉または枝の樹皮の摂食を開始した. 交尾前期間は 24~88 日 (41.5 ± 14.6 日, 雄: 45.6 ± 17.7 日 [$n = 17$], 雌: 37.7 ± 9.9 日 [$n = 18$]), 産卵前期間は 32~73 日 (49.5 ± 12.6 日) であった (Table 4). 交尾前期間と産卵前期間に関しては, 松沢ら (1957b) に

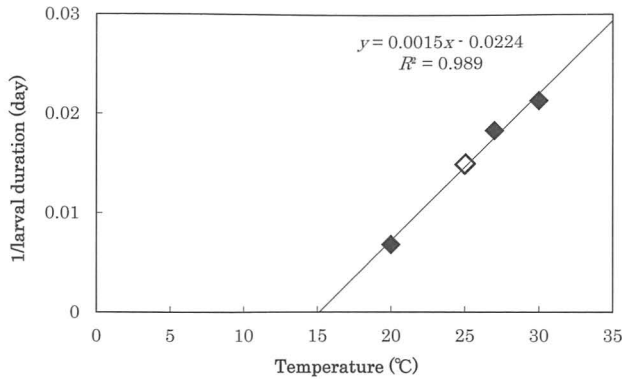


Fig. 3. Relationship between temperature and developmental rate for the larva of *P. perforatus*. An open symbol is data obtained in this study and filled ones are data from a previous study (Matsuzawa et al., 1958). Linear regression was applied for all symbols.

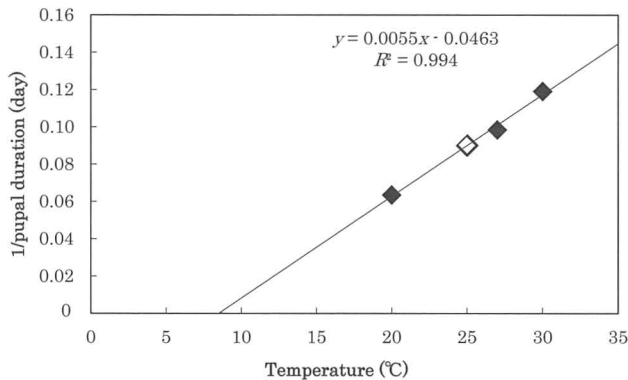


Fig. 4. Relationship between temperature and developmental rate for the pupae of *P. perforatus*. An open symbol is data obtained in this study and filled ones are data from a previous study (Matsuzawa et al., 1958). Linear regression was applied for all symbols.

Table 5. Developmental zero (T_0) and thermal constant (K) of immature stages of *P. perforatus* reared with an artificial diet of "Insecta LFS"

	Egg	Larva	Pupa
T_0 (°C)	8.9	14.9	8.4
K (day-degrees)	179.6	676.7	184.3

T_0 and K of egg were calculated from data obtained by this study (egg duration at 20, 25, 27, and 30°C). Those of larva and pupa were calculated from combined data of this study (larval and pupal durations at 25°C) and a previous study (durations at 20, 27, and 30°C; Matsuzawa et al., 1958).

より香川県で7~9月に羽化した数個体のデータが示されており、それぞれ24~89日、41~110日であった。また、松沢ら(1958)は、野外での産卵前期間は50日前後であると述べている。本研究で人工飼料を用いて飼育した成虫の交尾前期間および産卵前期間は、これらの野外における

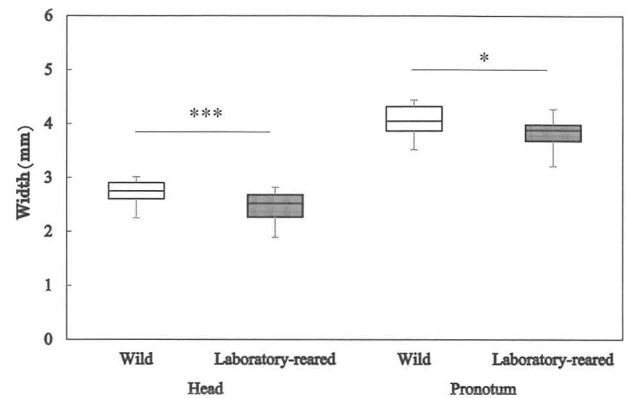


Fig. 5. Comparisons of adult head and pronotum widths of *P. perforatus* between a wild population collected from olive trees in Hirado City, Nagasaki (open box plots, $n=32$), and its offspring reared on an artificial diet of "Insecta LFS" (shaded box plots, $n=15$). Asterisks represent significant differences between the wild and laboratory-reared adults (Welch's t test; *** $p<0.001$; * $p<0.05$).

結果とほぼ同様であったことから、人工飼料を餌とした場合も、野外個体と同様に性成熟することが示唆される。

野外採集個体とその次世代以降にあたる人工飼料による飼育個体の成虫体サイズを比較した結果、頭幅、前胸背板幅ともに飼育個体のほうが有意に短かった (Welchの2標本 t 検定; 頭幅 $F=12.97$, $p<0.001$; 胸幅 $F=6.72$, $p<0.05$; Fig. 5). この相違の原因として、人工飼料のほうがオリーブ材よりも栄養的に劣っているため体サイズに影響が及んだことも否定できないが、飼育個体の体サイズのレンジは概ね野外個体の体サイズのレンジに収まっていた (Fig. 5). 著者らの予備的な観察では、人工飼料で发育した個体も正常に交尾し、野外由来の個体と同様に、概ね1~数日に1個ずつのペースでの産卵が確認されており、体サイズ以外の相違点は現時点では見出されていない。また外温動物においては、发育時の温度により体サイズが異なる現象が一般的に知られており (Atkinson, 1994; 入江, 2010)、ゾウムシ科においても高温環境下ほど体サイズが大きくなる (Inward et al., 2012) あるいは小さくなる (Pineau et al., 2016) 事例が知られていることから、本種においても野外採集個体と人工飼料による飼育個体の发育時の温度が体サイズに影響していると推測される。本研究における飼育個体の发育時の温度はすべて25°Cであるが、野外採集個体については本種の最大3年にも及ぶ成虫寿命や、冬季以外は産卵が可能という生態 (松沢ら, 1959a) から、各個体が幼虫期に経験した温度を推定することは困難である。餌条件や温度が本種の体サイズに及ぼす影響の解明に関しては今後の課題である。

本研究により、オリーブアナアキゾウムシは人工飼料インセクタLFSを用いると高い生存率で幼虫を飼育できることが明らかになり、オリーブ切り枝を用いた成虫飼育と

合わせ、室内で本種を継代的に増殖・維持することに成功した。今後、温度をはじめとする様々な環境要因が本種の発育や増殖に及ぼす影響を調査することにより、本種の生活史形質の解明や、防除を見据えた生態の解明への貢献が期待される。またインセクタは様々な植食性・材食性昆虫の飼育に利用されており (Kudo et al., 2014; Kawakita et al., 2016; Nakanishi et al., 2017), 本種のように餌資源の確保が障害となり室内累代飼育法が確立されていない昆虫種へのさらなる適用が期待される。

摘 要

オリーブアナアキゾウムシはモクセイ科植物を寄主とする日本固有種であり、オリーブ栽培における我が国特有の害虫である。本種に対しては、薬剤の樹幹塗布による化学的防除と清耕栽培による耕種的防除が実施されているが、累代飼育系が確立されていないため、その生態や行動には未解明な点も多い。そこで本研究では、オリーブの切り枝と昆虫用人工飼料インセクタを用いた本種の累代飼育法の確立を試みた。切り枝の基部に湿らせた脱脂綿などを巻き付けると雌成虫はその部分に産卵した。卵は湿らせた脱脂綿上で維持し、孵化させた。孵化した幼虫はインセクタ LFS またはインセクタ F-II を摂食して発育し、蛹化、羽化が確認できた。また成虫は羽化から 1~2 か月後に交尾、産卵が確認できた。インセクタ LFS とインセクタ F-II の比較では、前者のほうが幼虫期間が短く、成虫までの生存率も高かった。卵は 20, 25, 27 および 30°C で維持し、発育零点と有効積算温度を算出した。幼虫および蛹は 25°C で飼育し、オリーブ材を餌として飼育した先行研究の 20, 27 および 30°C のデータを参考に、発育零点と有効積算温度を推定した。さらに 25°C での成虫の後食前期間、交尾前期間および産卵前期間を記録した。

引 用 文 献

- Atkinson, D. (1994) Temperature and organism size: a biological law for ectotherms? *Adv. Ecol. Res.* 25: 1-8.
- 江崎功二郎 (2001) クワカミキリの人工飼育と幼虫休眠. 応動昆 45: 149-151. [Esaki, K. (2001) Artificial diet rearing and termination of larval diapause in the mulberry longicorn beetle, *Apriona japonica* Thomson (Coleoptera: Cerambycidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 45: 149-151.]
- 本間建平 (2003) オリーブアナアキゾウムシ. 日本農業害虫大事典 (梅谷献二・岡田利承 編). 全国農村教育協会, 東京, p. 576. [Honma, K. (2003) Olive weevil. In *Agricultural Insect Pests in Japan* (K. Umeya and T. Okada, eds.). Zenkoku Nôson Kyôiku Kyôkai, Tokyo, p. 576.]
- 市川俊英・吉田正一 (1991) オリーブアナアキゾウムシ成虫の飛翔行動発現に及ぼす環境要因. 応動昆 35: 275-281. [Ichikawa, T. and S. Yoshida (1991) Environmental factors influencing flight behavior of the olive weevil, *Dyscerus perforatus* (Roelofs) (Coleoptera: Curculionidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 35: 275-281.]
- 市川俊英・岡本秀俊・藤本能弘・川西良雄・壺井洋一 (1987) オリーブアナアキゾウムシ成虫の存在場所および行動の日周的・季節的变化. 応動昆 31: 6-16. [Ichikawa, T., H. Okamoto, Y. Fujimoto, Y. Kawanishi and Y. Tuboi (1987) Diurnal and seasonal changes of location and behavior in adult olive weevil, *Dyscerus perforatus* (Roelofs) (Coleoptera: Curculionidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 31: 6-16.]
- 市川俊英・岡本秀俊・内海与三郎・川西良雄・壺井洋一 (1991a) オリーブアナアキゾウムシ成虫の越冬場所. 応動昆 35: 181-187. [Ichikawa, T., H. Okamoto, Y. Utumi, Y. Kawanishi and Y. Tuboi (1991a) Hibernation sites of adult olive weevil, *Dyscerus perforatus* (Roelofs) (Coleoptera: Curculionidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 35: 181-187.]
- 市川俊英・内海与三郎・岡本秀俊・川西良雄・壺井洋一 (1991b) オリーブ樹根元周辺の状態がオリーブアナアキゾウムシ成虫の存在場所、行動および産卵に及ぼす影響. 環動昆 3: 127-135. [Ichikawa, T., Y. Utumi, H. Okamoto, Y. Kawanishi and Y. Tuboi (1991b) Influences of the conditions around the trunk base of olive trees on the locations, the behaviors, and the oviposition of adults of the olive weevil, *Dyscerus perforatus* (Roelofs) (Coleoptera: Curculionidae). *Jpn. J. Environ. Entomol. Zool.* 3: 127-135.]
- Inward, D. J. G., D. Wainhouse and A. Peace (2012) The effect of temperature on the development and life cycle regulation of the pine weevil *Hylobius abietis* and the potential impacts of climate change. *Agr. Forest Entomol.* 14: 348-357.
- 入江貴博 (2010) 温度-サイズ則の適応的意義. 日本生態学会誌 60: 169-181. [Irie, T. (2010) Adaptive significance of the temperature-size rule. *Jpn. J. Ecol.* 60: 169-181.]
- Kawakita, H., K. Miyamoto, S. Wada and W. Mitsuhashi (2016) Analysis of the ultrastructure and formation pattern of the peritrophic membrane in the cupreous chafer, *Anomala cuprea* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Appl. Entomol. Zool.* 51: 133-142.
- Kudo, A., K. Kawazu and T. Adati (2014) Age-dependent changes in feeding preference and effects of commercial semi-synthetic diets on development of the legume pod borer, *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae). *Appl. Entomol. Zool.* 49: 459-466.
- 松沢 寛 (1960) オリーブアナアキゾウムシに関する知見補遺. 応動昆 4: 183-184. [Matsuzawa, H. (1960) Supplementary report on the habit of olive weevil, *Hylobius desbrochersi*, especially on the flying. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 4: 183-184.]
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1957a) オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究 I 被害実態調査. 香川大農学報 8: 172-176. [Matsuzawa, H., Y. Miyamoto, H. Okamoto and S. Kawahara (1957a) Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. I. On the real state of the damage of the olive tree caused by the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.* 8: 172-176.]
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1957b) オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究 II 一般形態 (外部) 並びに経過習性. 香川大農学報 8: 177-188. [Matsuzawa, H.,

- Y. Miyamoto, H. Okamoto and S. Kawahara (1957b) Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. II. On the morphology, the life history, and the habits of the olive weevil. *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.* 8: 177-188.]
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1958) オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究 III 発育に関する補遺研究. 香川大農学報 9: 129-135. [Matsuzawa, H., Y. Miyamoto, H. Okamoto and S. Kawahara (1958) Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. III. Supplementary study on development. *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.* 9: 129-135.]
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1959a) オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究 IV 成虫の寿命並びに産卵能力. 香川大農学報 10: 36-39. [Matsuzawa, H., Y. Miyamoto, H. Okamoto and S. Kawahara (1959a) Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. IV. On the longevity and the fecundity of the adult weevil. *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.* 10: 36-39.]
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1959b) オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究 V 圃場における動態. 香川大農学報 11: 187-195. [Matsuzawa, H., Y. Miyamoto, H. Okamoto and S. Kawahara (1959b) Studies on the control of the olive weevil, *Hylobius desbrochersi*. V. Synecological study of olive weevil. *Tech. Bull. Fac. Agr. Kagawa Univ.* 11: 187-195.]
- Nagamine, K., Y. Ishikawa and S. Hoshizaki (2017) A method for rearing the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris* (Coleoptera: Cerambycidae), to stabilize the last larval instar. *Appl. Entomol. Zool.* 52: 345-347.
- Nakanishi, T., T. Kaneda and K. Nakamura (2017) Effects of temperature on the development and circannual control of pupation in the carpenter moth, *Cossus insularis* (Lepidoptera: Cossidae), reared on an artificial diet. *Appl. Entomol. Zool.* 52: 29-35.
- 大場和彦・下高敏彰・泉 哲也・中道隆広 (2012) 長崎県におけるオリーブの栽培適地性の農業気象学的解析: 第3報 西海市大島町におけるオリーブ栽培の適地性の評価. 長崎総合科学大学紀要 52: 31-39. [Ohba, K., T. Shimotaka, T. Izumi and T. Nakamichi (2012) Agro-meteorological analysis of adaptability of land for olive cultivation in Nagasaki Prefecture. *Bull. Nagasaki Ins. Appl. Sci.* 52: 31-39.]
- 岡本五郎 (1994) オリーブ. 園芸植物大事典 1 <コンパクト版> (塚本洋太郎 総監修). 小学館, 東京, pp. 430-432. [Okamoto, G. (1994) Olive. In *The Grand Dictionary of Horticulture I <Compact Edition>* (Y. Tsukamoto, ed.). Shogakukan, Tokyo, pp. 430-432.]
- Pineau, X., G. David, Z. Peter, A. Sallé, M. Baude, F. Lieutier and H. Jactel (2016) Effect of temperature on the reproductive success, developmental rate and brood characteristics of *Ips sexdentatus* (Boern.). *Agr. Forest Entomol.* 19: 23-33.
- R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org/>
- 榎原充隆・高橋敬一・添盛 浩 (2000) シロスジオサゾウムシの飼育. 沖縄農業 34 (2): 14-17. [Sakakibara, M., K. Takahashi and H. Soemori (2000) Rearing of the Asiatic palm weevil, *Rhabdoscelus lineaticollis* Heller. *J. Okinawa Agr.* 34 (2): 14-17.]
- 柴田英明 (2013) 香川県のオリーブオイル生産の概要. 食品工業 56 (17): 34-39. [Shibata, H. (2013) Overview of olive oil production in Kagawa Prefecture. *Food Industry* 56 (17): 34-39.]
- 田辺博司 (2009) 天敵線虫スタイナーネマ・カーボカプサエ剤 (バイオセーフ) の枝幹害虫に対する利用方法. 植物防疫 63 (11): 706-713. [Tanabe, H. (2009) Orchard application of *Steinernema carpocapsae* (Biosafe™) for stalkborer. *Plant Prot.* 63 (11): 706-713.]
- 田中尚智・河野 哲・廣瀬敏晴・二井清友 (1993) 人工飼料によるシバオサゾウムシの飼育. 関西病虫研報 35: 49-50. [Tanaka, H., S. Kono, T. Hirose and K. Futai (1993) Rearing of the zoysiagrass billbug, *Sphenophorus venatus ventitus*, on the artificial diet. *Proc. Kansai Pl. Prot.* 35: 49-50.]
- 若山 学・井上大成・佐藤重穂・前藤 薫 (2010) クスアアナキゾウムシの発育に対する温度と日長の影響. 応動昆 54: 97-106. [Wakayama, M., T. Inoue, S. Sato and K. Maeto (2010) Effects of temperature and photoperiod on development of the camphor tree weevil, *Pimelocerus hylobioides* (Desbrochers) (Coleoptera: Curculionidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 54: 97-106.]