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¹⁾

市川俊英*・岡本秀俊*・藤本能弘^{*2)}・川西良雄**・壺井洋一^{**3)}

* 香川大学農学部

** 香川県農業試験場小豆分場

Diurnal and Seasonal Changes of Location and Behavior in Adult Olive Weevil, *Dyscerus perforatus* (ROELOFS) (Coleoptera: Curculionidae). Toshihide ICHIKAWA, Hidetoshi OKAMOTO, Yoshihiro FUJIMOTO⁴⁾ (Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture, Kagawa University, Kita-gun, Kagawa 761-07, Japan), Yoshio KAWANISHI and Yôichi TUBOI⁵⁾ (Shozu Branch of Kagawa Prefectural Agricultural Experiment Station, Shozu-gun, Kagawa 761-43, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 31: 6-16 (1987)

Location and behavior of the adult olive weevil, *Dyscerus perforatus* (ROELOFS), were surveyed both under laboratory and field conditions, mainly in a field cage, from April 1982 to May 1983. Adult behavior was classified into the following seven states, inactivity, pause, walking, feeding, mounting, copulation and oviposition. Based on the surveys conducted in the field cage, the active period of the adults ranged approximately from April to October. The adults were active on the olive tree mainly at night. Although most of the adults were inactive in the daytime, some of them were observed to be engaged in repeated mounting or copulation activities on the ground covered with dry gramineous grasses (covered ground) surrounding the base of the olive tree and some females were also found ovipositing near the base of the tree. The adults located on the olive tree or on the bare ground were more abundant in the daytime during cloudy days than in the daytime during fine days. The overwintering adults in the field cage were generally inactive, and many of them were located on the covered ground both in the daytime and at night. Their activity, however, did not completely cease, and some of them moved on the ground and climbed the olive tree

緒 言

香川県では油脂の自給を目指した農商務省(当時)の計画に基づき、明治41年(1908)以来、欧米から導入されたオリーブ *Olea europaea* LINNÉ の栽培試験が継続されており、栽培技術の確立に伴って栽培農家も増加した。このような経緯から、小豆島を中心とする香川県は日本でも数少ないオリーブの生産地として知られ、県花・県木に指定されたオリーブは庭園樹や街路樹としても利用されており、育成に力が注がれている。

日本で栽培されているオリーブの害虫として最も重要

なものはオリーブアナアキゾウムシ *Dyscerus perforatus* (ROELOFS) (MORIMOTO, 1982) で、本種を効果的に防除することなしではオリーブを健全に育成し、栽培を継続することは不可能である。本種は世界のオリーブ生産地である中東、欧米などの諸外国には見られない日本に土着の昆虫で、本来の寄主植物はオリーブと同じモクセイ科のネズミモチ *Lingustrum japonicum* THUNB. やイボタノキ *L. obtusifolium* SIEB. et ZUCC. であるが、オリーブが導入されると間もなくこれを加害し始めたようである(松沢ら, 1957; 尾崎ら, 1959)。本種の主要な加害時期は幼虫期で、多発して樹幹樹皮下を食害するため、成木

1) 本研究の一部は日本応用動物昆虫学会第28回大会(1984年4月、宇都宮市)で発表した。

2) 現在 神戸北郵便局

3) 現在 香川県小豆郡内海町

4) Present address: Kobe Kita Post Office, Kobe 651-11, Japan.

5) Present address: Uchinomi-cho, Shozu-gun, Kagawa 761-44, Japan.

1986年5月15日受領 (Received May 15, 1986)

でも加害が進行すると、しだいに衰弱して枯死する。以前は主としてエンドリンを添加したラノリンの樹幹塗布が本種成虫の防除に卓効を示し(松沢ら, 1959 c), この防除法が普及したため, 栽培面積の増加に伴って増加していた被害も大きく減少した。しかし, 強い残留毒性のために有機塩素系殺虫剤の使用が禁止されて以来, 上記に匹敵する効果的な防除法が見いだされないため, 再び本種が増加して, オリーブ栽培に大きな打撃を与えている。このため, 筆者らは本種の効果的な防除法の開発を目指して研究を開始した。樹皮下に穿孔する本種幼虫期の防除には困難な面が多いことと, 産卵を未然に防いで被害の予防にもつながることから, 成虫の防除に焦点を合わせることにした。

室内飼育や標識再捕法による野外調査の結果から, オリーブアナアキゾウムシの成虫は長命で周年存在し, 雌は春から秋にかけて長期間産卵することが知られている(松沢ら, 1959 a; 松沢ら, 1959 b)。また, 従来, 本種成虫は夜間活動性であるといわれ(松沢ら, 1957), 室内の飼育箱内では夜間に活動性の高いことが観察されている(尾崎ら, 1959)が, 野外における成虫の生息場所や行動様式には不明な部分が多かった。本研究では, 野外での実態を把握するための基礎的知見を得る目的で, おもに野外網室内ではほぼ1年間にわたって成虫の存在場所と行動について調査を行ったので, その結果を報告する。

本文に入るに先立ち, 研究遂行上多大のご援助を賜った前香川県知事前川忠夫博士, 同県農業試験場長森岡恒三氏, 同場小豆分場前場長森川忠夫氏および同分場前々場長佐藤義昌氏に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. 供試虫

調査用のオリーブアナアキゾウムシ成虫は1982年4月から10月にかけて香川県内(高松市, 善通寺市および小豆郡)のオリーブ植栽地で日中に採集した。採集した成虫は透明プラスチック容器(底面直径 10.5 cm, 上面直径 12 cm, 高さ 6 cm)内に雌雄を区別することなく10個体ずつ収容し, オリーブ切り枝と含水脱脂綿を与えて, 室温, 自然日長下で飼育した。野外網室における調査に供試した成虫は室内飼育中に交尾を確認した後, 雄と雌を分別しておいた性的成熟個体で, 網室内に放飼する直前に白色油性ラッカーで前胸背板および鞘翅表面(雌)あるいは鞘翅表面(雄)に個体識別マークを施した。

2. 野外網室

香川県農業試験場小豆分場(小豆郡池田町)内に植栽

Fig. 1. Schematic representation of a field cage (3 × 3 × 3 m) surrounding an olive tree. Small branches and leaves of the tree were omitted. The cage consisted of a wooden frame and plastic net (16 meshes). All the weeds growing on the ground in the cage and fallen leaves were removed, and the ground surrounding the base of the tree was covered with dry graminaceous grasses over a width of ca. 30 cm from the base. The part of the ground covered with the grasses was named covered ground, and the other part of the ground in the cage was named bare ground. Ten males and ten females of the olive weevil were released in the cage after marks were painted on the back of each insect with white lacquer before each of the nine surveys conducted from July 9th and 10th, 1982 to May 27th and 28th, 1983.

されたオリーブのなかから, オリーブアナアキゾウムシの加害を受けていない健全な10年生1本(胸高直径 9.1 cm)を選んで調査樹とした。これを16メッシュ青色ビニール網を張った杉材木枠で覆って野外網室(3 × 3 × 3 m)とした(Fig. 1)。網室に収まらない調査樹の枝葉は切除し, 網室内の落葉と雑草は除去して裸地状態においた。ただし, 調査樹の根元周囲に限り, 根元から約30 cm幅にベチバ *Vetiveria zuzanioides* STAPP (イネ科)の枯草を敷き詰めて地面(以下被覆地)を被覆し, それ以外の地面(以下裸地)と区別した。

3. 成虫の存在場所と行動に関する調査

上述のオリーブ植栽地における供試虫採集の際に, 発見した成虫についてできる限り行動の観察を行った。成虫の探索範囲はオリーブの幹, 枝および根元から最大40 cmまでの範囲の地面であった。

室内飼育中の成虫については1982年5月から10月に

かけて随時行動を調査し、観察された行動を分類して記録した。なお、5月下旬から7月上旬までは日中だけでなく夜間にも観察を行い、夜間の観察は赤色セロファン紙で被覆した懐中電灯による照明下で行った。

野外網室における調査は1982年7月9日、10日（以下7月期）、1982年8月24、25日（以下8月期）、1982年10月28、29日（以下10月期）、1982年11月25、26日（以下11月期）、1982年12月27、28日（以下12月期）、1983年1月27、28日（以下1月期）、1983年3月18、19日（以下3月期）、1983年4月27、28日（以下4月期）および1983年5月27、28日（以下5月期）の合計9回行った。以上の各時期における調査は原則として午後3時前後から約3時間ごとに30分以内の調査時間帯を設定してほぼ24時間にわたって行い、各調査時間帯の中間時刻を調査時刻とした。各調査時期に先立って網室内に個体識別マークを施した雌雄各10個体を放飼しておいた。最初の放飼は1982年7月2日で、各時期にお

ける調査開始日の2～7日前の日中には予備調査を行って放飼成虫を点検し、行方不明個体と死亡個体については新たなマーク成虫を補充した。なお、行方不明個体が発見された場合は補充個体を除去し、8月期と10月期の予備調査ではそれぞれ前回の調査に供試した成虫をすべて除去して新しい成虫を放飼した。また、初期に放飼した雌成虫の産下卵に由来するものと考えられる無マークの成虫（1982年10月25日から11月20日までの間に調査樹の幹の成虫脱出孔18個とともに発見した雄10個体と雌9個体）は発見直後に網室外に除去した。Fig. 1に示したとおり、網室内は空間以外の場所をベチバ枯草で被覆した被覆地（covered ground）、裸地（bare ground）、オリーブ樹（olive tree）および網室壁面（net or frame）に分け、発見個体の個体番号、存在場所とその高さおよび発見時の行動を記録した。各時期の調査中に1回以上発見された個体の場合、発見されなかった時間帯は行方不明（missing）とした。調査中は高さ85 cm

Fig. 2. Diurnal and seasonal changes of the location of the adult olive weevils expressed as average heights above the ground in the field cage.

の脚立を使用し、夜間の調査は懐中電燈による照明下で行った。また、各調査時間帯には天候を記録し、地上1.5 mの気温を測定した。

結 果

1. 成虫の存在場所

Fig. 2 は野外網室において各調査時間帯に発見された放飼成虫の存在場所を地面からの高さの平均値として調査時期別に天候および気温の推移とともに示したものである。7 月期、8 月期、10 月期、4 月期および5 月期は高温期で、調査中の最高気温は 33.9°C (8 月 25 日午後 12 時 15 分)、最低気温は 12.9°C (10 月 28 日午後 9 時 17 分) であった。これらの高温期には日中低い位置に存在し、日没後に高い位置へ移動して夜間滞留し続け、日の出後再び低い位置に戻るという日周移動が雌雄ともに認められた。ただし、晴天が続き、とくに高温であった7 月期、8 月期および4 月期の日中の存在位置に比べて、ほとんど曇天で、やや低温であった10 月期および5 月期の日中の存在位置はかなり高い傾向が認められた。なお、5 月期の午前3 時および午前6 時の調査時間帯には激しい雨が降り続いていたため、調査を中止した。

11 月期、12 月期、1 月期および3 月期は低温期で、調査中の最高気温は 13.0°C (11 月 26 日午後 12 時 12 分) で、最低気温は -1.9°C (3 月 19 日午前 6 時 6 分) であった。これらの低温期には雌雄ともに大半の個体が日中、夜間を通じて地面あるいはその近辺の低い位置で発見された。とくに1 月期には発見個体のすべてが地面に存在していた。

Fig. 3 は野外網室において各調査時間帯に発見された放飼成虫の個体数を発見場所別にまとめ、行方不明個体とともに調査時期別に示したものである。高温期の存在場所には雌雄間差異がほとんど認められず、その特徴は以下のとおりであった。午後6 時前後と午前6 時前後を除く日中についてみると、7 月期および8 月期には地面での発見個体が最も多く、全発見個体の72%を占め、次いで多かった4 月期は55%以上であった。7 月期および8 月期には地面での発見個体の92~100%、4 月期にはその50~100%が被覆地で発見された。一方、10 月期および5 月期には裸地での発見個体が多くなり、地面での発見個体のうち被覆地での発見個体は14~78%となった。また、両時期にはオリーブ樹や網室壁面での発見個体が地面での発見個体を上回る場合があり、日中の存在位置が7 月期、8 月期および4 月期よりも高い傾向を

示したのはこのためであった。なお、少数ではあったが、地面からオリーブ樹や網室壁面へ移動する個体が日中に認められたことも10 月期と5 月期の特徴であった。次に午後6 時前後に注目すると、日没前であった7 月期、8 月期および4 月期には日中の存在位置にとどまっていたが、日没後であった10 月期には地面からオリーブ樹や網室壁面への移動がすでに開始されていた。また、日没前であったが、晴天から曇天に変わり、かなり暗くなっていた5 月期にも10 月期と同様の移動が一部の個体で認められた。午後9 時前後から午前3 時前後までの夜間にはつねにオリーブ樹上での発見個体が最も多く、地面ではまったく発見されないか、発見されても少数であった。また、10 月期、4 月期および5 月期の夜間には網室壁面でもかなり多くの個体が発見された。夜間に行方不明個体の多い傾向があるのは見落しによるもので、とくに枝葉が入り組んだ樹上個体の観察が困難であったことによると思われる。午前6 時前後の場合、日の出後かなり時間が経過していた7 月期、8 月期および4 月期でも夜間から引き続きオリーブ樹上に残留している個体がまだ多く、大半が地面への移動を終えたのは午前6 時前後から午前9 時前後あるいは正午前後までの間であった。曇天が続いた10 月期および5 月期にはこの間の地面への移動個体が少なく、オリーブ樹上や網室壁面に残留し続ける個体が多かった。

低温期の野外網室でも放飼成虫の存在場所に雌雄間差異はほとんど認められなかった。日中、夜間を問わず、発見個体がつねに最多数を占めたのは地面であり、3 月期午前9 時 18 分以外は被覆地での発見個体が裸地での発見個体を上回っていた。発見場所が地面に限られていた1 月期には被覆地での発見個体とくに多く、全発見個体の81~100%に達した。11 月期、12 月期および3 月期にはオリーブ樹上でも発見されたが、3 月期以外の発見個体は少数にとどまった。また、網室壁面では11 月期に少数発見されたのみであった。低温期には高温期のように顕著な日周移動は見られなかったが、緩慢な移動がとくに低温であった夜間にも行われていた。全発見個体に対する移動確認個体の割合は11 月期が70%、12 月期が47%、1 月期が25%、3 月期が71%で、移動範囲は最も移動の少なかった1 月期には地面だけであったが、その他の調査時期には地面だけでなく、地面とオリーブ樹あるいは網室壁面との間にも及んだ。

2. 成虫の行動

本研究において確認した成虫の行動を7 状態に大別し、オリーブ植栽地および室内で観察した結果の概要を

Fig. 3. Diurnal and seasonal changes of the location of the adult olive weevils in the field cage.

以下に述べる。

不活動 (inactivity)：触角を折りたんで口吻に密着させ、脚を縮めている状態。前脚を前方に突き出しているのが特徴で、この状態で地面やオリーブ樹上に静止している。樹上では枝先にいることが多く、中脚と後脚で枝を把握しているため、落下することはない (Fig. 4 a)。また、晴天の日中に雑草下や落葉下で発見される個体の

ほとんどが不活動状態であり、室内でも日中にはほとんどが不活動状態で静止し続けていた。

静止 (pause)：室内飼育の開始当初は不活動と区別せず、動かない場合はすべて静止として扱っていたが、本行動は即座に他の行動に移行しうるように触角と脚を伸ばして構え、活動中であることを示していたため、両者を区別した (Fig. 4 b)。室内では夕刻から夜間にかけて

Fig. 4. Behavior of the adult olive weevil. a : inactivity. Note the shrunk antennae and legs, b : pause. Note the extended antennae and legs, c : walking, d : feeding, e : mounting (above, male. below, female), f : copulation (above, male. below, female), g and h : oviposition. The female bites the bark of the olive tree to make a hole (g). After making the hole, she inserts the tip of her abdomen into the hole, lays one egg, and excretes excrement-like material on the egg (h). Then, she covers it with many small pieces of the bark which are bitten off from the bark surrounding the hole.

よく観察された。

歩行 (walking) : 歩行中には触角を伸ばして動かしており (Fig. 4c), 室内では夜間に活発な歩行活動が認められた。

摂食 (feeding) : オリーブの場合, 新芽 (Fig. 4d), 葉 (おもに葉柄) あるいは樹皮を大腸でかじる。室内では切り枝の樹皮を旺盛に摂食したが, 野外で樹皮に摂食痕が認められたオリーブはオリブアナアキゾウムシによる加害が著しい衰弱木に限られていた。すなわち, オリーブ植栽地において, 樹上あるいは根元周辺の地面に成虫が存在し, 成虫脱出孔数が $74 \sim 505$ ($\bar{x} \pm S.E. = 222.0 \pm 45.7$, $n=11$) に及んで衰弱していたオリーブ樹 11 本のなかで, 枝の樹皮に摂食痕が認められたものは 10 本に達した。一方, 上記のオリーブと同様の場所に成虫が存在していたが, 成虫脱出孔数が $4 \sim 67$ (22.2 ± 8.1 , $n=9$) で, 外見上健全な 9 本では樹皮に対する摂食痕がまったく認められなかった。

マウント (mounting) : 交尾器の結合を欠いている点以外は交尾と同じ状態で, 雄は雌の背面に乗って脚で雌を把握している。オリーブ植栽地でも室内でも時折観察されたが, 図示した雌雄対は日中の室内飼育個体で, マウント状態のまま, ともに不活動状態で静止していた (Fig. 4e)。

交尾 (copulation) : 室内では日中, 夜間を通じて交尾が観察された。夜間の交尾対は雌雄ともに触角を伸ばしており, 雌は静止状態, 歩行中, 摂食中のいずれかであった。晴天時における日中の交尾対はオリーブ植栽地でも室内 (Fig. 4f) でも雌雄ともに不活動状態であった。

産卵 (oviposition) : 雌が 1 回に産下する卵は 1 個で, 産卵の前には樹幹の産卵部位に巧妙な加工を施して卵を保護する。加工のための一連の行動は以下のとおりで, そのほぼ全過程を観察することができた雌 5 個体 (日中のオリーブ植栽地で 3 個体, 日中および夜間の野外網室で各 1 個体) について各行動に費やした時間の中で最短と最長のものを括弧内に示しておいた。雌はまず樹皮と樹皮下をかじって, 口吻全体が入るほどの産卵孔を作る (Fig. 4g) (8 分 ~ 43 分 18 秒, ただし, 観察はすべて途中から行ったため, 実際の所要時間はさらに長い)。次いで, 180° 反転し (14 ~ 39 秒), 産卵孔内に腹部末端を挿入して産卵し, その上に糞状物を排出して (Fig. 4h) 腹部末端を産卵孔から抜き出す (2 分 2 秒 ~ 2 分 41 秒)。ここで再度 180° 反転し (25 ~ 36 秒), 産卵孔周辺の樹皮を少量ずつかじり取って糞状物の上に付着する行動を繰り返し, かじり取った樹皮細片で糞状物の表面全体を覆って加工を完了する (11 分 59 秒 ~ 23 分 8 秒)。

□: Inactivity, ▨: Pause, ▤: Walking, ▧: Feeding, ▩: Mounting, ▪: Copulation, ▫: Oviposition.

Fig. 5. Diurnal and seasonal changes of the behavior of the adult olive weevils in the field cage.

Fig. 5 は野外網室において各調査時間帯に発見された放飼成虫の個体数を発見時の行動別にまとめて調査時期別に示したものである。マウント中あるいは交尾中の対では雌が静止状態、歩行中あるいは摂食中の場合や雌雄がともに不活動状態の場合が認められたが、いずれの場合もマウントあるいは交尾を他の行動に優先させて図中に示した。高温期の日中に単独で発見された個体は雌雄

ともに不活動状態のものが多かった。一方、この時期の夜間にはオリーブ樹上を歩行中の個体が増加し、動いていない個体でも全般に静止状態のものが多くて不活動状態のものは少なく、とくに7月期および8月期の夜間には不活動状態の個体がまったく見られなかった。午後6時前後の場合、日没前であった7月期、8月期、4月期および5月期には単独で発見された個体の92~100%が

不活動状態であったが、日没後であった10月期には引き続き夜間の調査時間帯と同様に、静止状態の個体と歩行中の個体が大半を占め、不活動状態の個体はわずか7%であった。また、午前6時前後の場合、日の出後かなり時間が経過するとともに晴天で明るかった7月期および8月期には単独で発見された個体のすべてが不活動状態であったのに対して、曇天で暗かった10月期および4月期には静止個体の数が不活動個体の数を上回り、歩行中の個体も見られた。単独個体における摂食行動の観察例は7月期夜間の雌2個体だけであったが、高温期、とくに7月期および8月期には新しい摂食痕のある新芽や葉が多かったため、摂食活動は相当に過少評価されているものと考えられる。なお、本研究を終えた1983年5月下旬まで網室内のオリブは健全で、樹皮に対する摂食痕は認められなかった。マウント中あるいは交尾中の雌雄対は10月期を除く高温期に認められた。なお、すべての対がつねに交尾中であったのは8月期だけで、7月期、4月期および5月期にはマウントも交尾も認められた。夜間に観察された延べ16対（被覆地で1対、オリブ樹上で15対）のうちで、13対の雌は静止状態（10個

体）か歩行中（3個体）であり、3対は他の行動が不明であった。一方、日中に観察された延べ37対（被覆地で17対、裸地で2対、オリブ樹上で18対）の場合、他の行動が不明であった2対を除き、活動の徴候が認められたものは雌が摂食中であった1対と枯草下の被覆地で雌が静止状態であった5対のみで、残りの29対は雌雄いずれも不活動状態であった。産卵は7月期、8月期および4月期に合計7例観察できたが、そのうちの4例は日中であった。産卵部位は地上70cmの樹幹であった8月期午後6時13分の1例を除き、他はすべてベチバ枯草に覆われた地上10cm以下の樹幹地際部であった。

低温期の場合、どの調査時間帯においても大半あるいはすべてが不活動状態で発見され、わずかに活動の徴候が認められたのは少数の静止個体あるいは歩行個体のみであった。ただし、調査時期によって活動個体の数にかなりの差が認められた。すなわち、調査中に1回以上静止状態あるいは歩行が認められた個体の割合は11月期が60%（雄6個体、雌6個体）、12月期が15%（雄2個体、雌1個体）、1月期が5%（雌1個体）、3月期が12%（雄1個体、雌1個体）で、低温期における移動活動

Table 1. Male-female combinations in sexual behavior observed in the field cage at each time of survey in four periods

Period	No. of males	No. of female partners at each time of survey ^{a)}									
		15 : 06	17 : 45	21 : 07	23 : 47	2 : 55	5 : 58	8 : 53	11 : 53	14 : 41	
		16 : 18	18 : 13	21 : 18	0 : 29	3 : 27	6 : 20	9 : 42	12 : 15	15 : 22	
Jul. 9, 10 (1982)	4	5	5	—	+	—	—	+	+	+	
	5	+	+	—	—	+	+	(3)	+	+	
	6	—	—	+	+	—	+	(1)	(5)	(3)	
	7	+	+	—	10	—	10	10	10	+	
	8	9	(9)	(9)	+	+	3	(5)	+	+	
9	+	+	—	—	+	+	+	+	5		
Aug. 24, 25 (1982)	11	+	+	12	+	+	—	+	+	+	
	12	+	+	14	10	20	20	+	+	+	
	15	+	+	—	+	12	12	12	12	12	
	16	+	+	+	19	19	19	19	+	—	
	19	+	+	+	—	16	16	16	16	+	
Apr. 27, 28 (1983)	21	(33)	—	—	+	+	—	+	+	+	
	22	27	+	+	+	(33)	+	+	+	+	
	24	35	+	+	—	(28)	—	+	+	+	
	29	(32)	(35)	+	+	(31)	(31)	(31)	+	+	
	31	28	+	+	+	—	+	+	+	+	
May 27, 28 (1983)	24	(34)	+	+	—	×	×	+	+	+	
	27	+	+	26	(26)	×	×	+	+	—	
	28	31	31	—	+	×	×	+	+	+	
	29	26	—	+	34	×	×	34	+	+	

^{a)} See Fig. 3 or Fig. 5 for the exact time of survey in each period.

No. of females in parentheses and no. without parentheses indicate mounting and copulation, respectively.

+: male was alone, —: male was missing, ×: survey was not carried out.

は11月期が最も活発で、1月期が最も不活発であったと考えられる。なお、静止個体および歩行個体が見られた11月期の夜間は4.8~7.0°Cであり、静止個体が見られた12月期および3月期の夜間から早朝にかけては-0.1~6.5°Cであったことから、成虫の活動可能な低温閾値は相当に低いことがわかる。

Table 1 は各調査時間帯に野外網室でマウント中あるいは交尾中であった対の組み合わせを調査時期別に個体番号で示したものである。調査を断続的に行ったため、正確には把握できなかったが、交尾時間は雄16雌19および雄19雌16の対が9時間以上、雄15雌12の対が12時間以上に及んだ。途中で行方不明になった雄7雌10の対および激しい雨のため途中で調査を中断した雄29雌34の対でも交尾時間は9時間以上であったと考えられる。上記の交尾対はいずれも夜間に交尾を開始したもので、雄7雌10、雄15雌12および雄29雌34の対は夜間から日中にかけてずっとオリーブ樹上にとどまっていたが、雄16雌19および雄19雌16の対は夜間オリーブ樹上にとどまった後、午前9時42分までには交尾状態のまま被覆地に移動して枯草下に潜伏していた。8月期を除き、各時期の調査を開始した午後3時前後の日中にもかなり多くの雌雄対が認められたが、日中から夜間までそのまま存続していたことが確認されたのは雄8雌9の対だけであった。ただし、日中から午後9時13分にかけてこの1対が発見された場所は被覆地で、午後11時47分にオリーブ樹上で発見されたときには雌雄ともに単独であった。各調査時期において複数の異性との交尾が認められたものは雄3個体(雄8、雄12および5月期の雄29)と雌3個体(雌5、雌12および雌26)で、雌雄ともに1日以内の間に次々と相手を替えて交尾を繰り返す場合のあることがわかる。ただし、相手を替えて対を形成しても、交尾が確認されない場合も多く、とくに雄6と4月期の雄29はそれぞれ3個体の雌にマウントを繰り返していた。雄29雌31の対ではオリーブ樹上でのマウント状態が6時間以上続いていたが、マウント時間は交尾時間に比べて全般に短い傾向が認められた。7月期2日目の日中に注目すると、オリーブ樹上にとどまっていた雄7雌10以外の7対はすべて被覆地で発見された。被覆地に潜伏していたこれらの対では各調査時間帯ごとに相手が替っており、雌1には雄6だけであったが、雌3には雄8、雄5および雄6が、雌5には雄8、雄6および雄9がそれぞれ次々にマウントあるいは交尾を行って活動していた。また、4月期1日目の日中にも雄29がマウントの相手を雌32から雄24と交尾してい

た雌35に替えて活動していた。

考 察

従来、オリーブアナアキゾウムシ成虫の行動は静止、歩行、飛翔、摂食、交尾および産卵の6状態に分けて記載されてきた(松沢ら, 1957; 尾崎ら, 1959; 松沢, 1960)。本研究では飛翔以外の上記の行動のすべてが観察された。それらの行動のうちで従来は静止として扱われてきたものを、触角および脚を伸ばした活動中の一時的な静止と触角および脚を縮めて活動を完全に停止した不活動に分け、配偶行動における雌雄の接触後の行動もマウントと交尾に分けた(Fig. 4)。アメリカで綿の害虫として知られているワタミゾウムシ *Anthonomus grandis* は雌雄ともに多回交尾を行うが、交尾直後の雌は交尾拒否行動をとって雄を受け入れないことが知られている(MAYER and BRAZZEL, 1963; BARTLETT et al., 1968; MITCHELL and CROSS, 1971)。オリーブアナアキゾウムシの雌雄も多回交尾を行う場合のあることが明らかになった(Table 1)が、雌の拒否行動は観察されなかった。しかし、交尾することなく雄が雌の背面に乗り続いていたマウント状態の対では雌が受け入れ可能な状態ではなかった可能性が高い。また、産卵については雌が産卵孔を作って産卵した後で排泄物で蓋をするという行動は記載されている(松沢ら, 1957)が、かじり取った樹皮細片でその上を被覆するという行動は今回初めて確認された。なお、産卵後に蓋をする物質がたんなる排泄物か否かわかっていないため、本研究ではその物質を糞状物とした。

おもに野外網室内放飼成虫に関する調査の結果、オリーブアナアキゾウムシ成虫がオリーブ樹上あるいは樹幹地際部周辺で静止を交えて歩行、摂食、マウント、交尾あるいは産卵を行う活動期は概略4月から10月までで、つねに大半の個体が地面に存在するとともに不活動状態で発見された11月から3月までは不活発な越冬期であることが明らかになった。本種の成虫寿命は室内飼育で900日を越す場合もあるほどきわめて長く(松沢ら, 1959 a), 野外で成虫越冬することも標識再捕法によって確認されている(松沢ら, 1959 b)が、越冬場所は未確認であった。本研究でも1982年10月下旬に野外網室に放飼した雌雄おのおの10個体の中で雌3個体と雄6個体が1983年5月下旬まで生存していたことから、野外網室の条件下で成虫越冬することが確認された。なお、本種成虫の越冬場所については後に論じる。MORIMOTO (1982)によると、オリーブアナアキゾウムシと同じ

Dyscerus 属のゾウムシは日本で 11 種知られており、オウトウ、モモ、リンゴなどの害虫として知られているリンゴアナアキゾウムシ *D. shikokuensis* も含まれている。青森県で多発して問題になっているリンゴアナアキゾウムシについて野外調査を行った佐藤・石谷 (1984) は、成虫が 4 月下旬から 10 月上旬まで寄主植物樹幹で採集され続けるとともに、長命な個体では 2~3 回成虫越冬することも明らかにしており、近縁の両種成虫の周年経過には共通点が多いものと考えられる。

オリーブアナアキゾウムシ成虫の日周行動については 8 月、9 月および 11 月に室内で調査が行われており、全般に夜間活動性が高いが、8 月および 9 月に盛んであった交尾および産卵活動が 11 月には見られなくなるという結果が得られている (尾崎ら, 1959)。しかし、春から秋まで長時間成虫の活動が続く野外では綿密な調査が行われていないため、野外での行動様式には不明な点が多かった。野外網室で行った本研究の結果、活動期のなかで気温が最高であった 8 月期 (26.0~33.9°C) から最低であった 10 月期 (12.9~19.6°C) まで一貫して、成虫がオリーブ樹上に登って活動するのはほとんど夜間に限られていることが明らかになった (Fig. 2 および Fig. 3)。5 月から 7 月にかけて、室内の飼育容器内でも夜間に活発な歩行活動が認められており、これらの結果は従来の知見どおり、本種の成虫が夜間活動性であることを示している。しかし、野外網室内の枯草で覆われた被覆地では日中にもマウントや交尾を繰り返していた個体 (Table 1) あるいは産卵中の個体 (Fig. 5) が認められ、曇天であった 10 月期および 5 月期には夜間から日中においてオリーブ樹上にとどまっている個体が多く、日中に地面からオリーブ樹に登る個体さえ少数ながら認められた (Fig. 3)。夜間活動性に反するこれらの事実は、日射に関係した何らかの環境因子がオリーブ樹上における成虫の活動を制限するとともに、潜伏可能な場所への移動を促進する要因であり、その要因の作用が活動を制限する閾値以下の強さになれば、日中でも成虫の活動が可能になることを示唆している。オリーブアナアキゾウムシの成虫とは逆に、日中に活動性の高いイチゴハナゾウムシ *Anthonomus bisignifer* SCHENKLING の成虫の場合、気温が十分高ければ、夜間あるいは暗箱内でも産卵などの活動を遂行することから、光的環境としての日射は活動のための必須条件ではないが、低温である日の出直後の活動を助長するなど、熱的環境として体温上昇に直接寄与していることが明らかにされ、日射が環境温度因子として極めて重要であると指摘された (KATO, 1938,

1939; 加藤, 1940)。上記のとおり、オリーブアナアキゾウムシの成虫ではイチゴハナゾウムシの場合とは逆に、日射に関係した環境因子が活動制限要因として作用していることは明らかであるが、その実体に関する知見は得られていない。なお、10 月期にオリーブアナアキゾウムシ成虫のマウント、交尾あるいは産卵がまったく見られなかったのは、この調査時期の温度が歩行活動には十分であっても、生殖活動には不十分な低温帯域であったことを示している。

ワタミゾウムシの越冬成虫は採集後 2~3 時間経過すると、室内で活発に歩行、飛翔、摂食あるいは交尾を行うことなどから、成虫は休眠状態 (diapause) ではなく、休止状態 (quiescence) で越冬しているものと考えられた (GUERRA et al., 1982)。また、北米でマツ類を加害するゾウムシの一種 *Hylobius pales* の越冬成虫も採集後暖めるとただちに活動を開始することが知られている (TAYLOR and FRANKLIN, 1970)。越冬期のオリーブアナアキゾウムシの場合、野外網室に放飼した成虫の大部分がつねに不活動状態で発見されたが、全発見個体に対する場所間の移動が確認された個体の割合は最低であった 1 月期でも 25% に達しており、11 月期と 3 月期にはオリーブ樹上に登る個体もかなり多かった (Fig. 3 および Fig. 5)。また、越冬期の予備調査時に野外網室で発見した成虫を手の中で暖めると、ただちに歩行を開始した。以上の事実から、本種の成虫も上記のゾウムシ 2 種の越冬成虫と同様に、活動に適した環境条件になればいつでも即座に活動を開始しうる生理状態で越冬しているものと考えられる。なお、松沢ら (1958) が室内飼育虫を用いた実験によって確認したオリーブアナアキゾウムシ成虫の歩行開始最低温度は 14°C であったが、本研究では 4.8~7.0°C という低温であった 11 月期の夜間にも野外網室内で歩行中の個体が認められた (Fig. 5)。このような低温状態における越冬成虫の活動能力は低温に対する馴化のあることを示唆しており、おそらくそのために年間の最低温期に当たる 1 月期にもきわめて緩慢とはいえ、活動性が維持されていたものと思われる。

本研究を行った野外網室内の地面の 90% 以上は裸地であったが、裸地で発見される成虫の数がオリーブ樹根元周辺の被覆地で発見される成虫の数を上回ることにはまれであった。とくに、年間の最高温期に当たる 7 月期および 8 月期の日中と年間の最低温期に当たる 1 月期の日中および夜間には大半の個体が地面で発見されたが、そのほとんどが被覆地に存在していた (Fig. 3)。これらの結果から、オリーブアナアキゾウムシの成虫にとって枯

草下の被覆地は、活動期には日射と極端な高温を、越冬期には日射と極端な低温を、それぞれ回避しうる場所として重要な役割を果たしていたものと推定される。また、調査中の観察によれば、裸地が乾燥状態の場合も被覆地は多少とも湿潤な状態を保っており、夏季には被覆地でオリーブアナアキゾウムシの成虫とともに、湿潤な環境を好むオカダンゴムシやミミズ（種名は不明）が発見された。このような観察事実は、被覆地が適当な湿度環境を与える場としても重要であったことを示唆する。実際の野外条件下ではオリーブ樹根元周辺の落葉や雑草が地表被覆物として重要な役割を果たすものと考えられる。オリーブアナアキゾウムシの加害という面から眺めると、このような地表被覆物の存在は成虫の潜伏場所として活動期および越冬期の定着性を高めるとともに、本研究でも断片的に観察されたとおり、活動期の日中の交尾活動や産卵活動を助長し、オリーブ樹の被害拡大につながる可能性が高い。

摘 要

1982年4月から1983年5月にかけて、研究室内とオリーブ樹を取り囲む野外網室（3×3×3m）を中心とする野外のオリーブ植栽地でオリーブアナアキゾウムシ成虫の存在場所と行動について調査した。この間に確認された成虫の行動を不活動、静止、歩行、摂食、マウント、交尾および産卵状態に大別した。野外網室での調査によると、長命な成虫の活動期は概略4月から10月までで、おもに夜間オリーブ樹上で活動し、日中には大部分が不活動状態で発見された。ただし、晴天の日中には大部分の成虫が枯草で被覆したオリーブ樹根元周辺の地面（被覆地）で発見され、マウントや交尾を繰り返していた雌雄や根元で産卵中の雌も少数ながら認められた。また、曇天の日中には夜間から引き続きオリーブ樹上にとどまっている個体と裸地で発見される個体が多かった。成虫は野外網室内で越冬可能であることが確認され、11月から3月までの越冬期の成虫は全般に不活動で、被覆地に潜伏する個体が日中、夜間を通じて多かった。しかし、成虫の活動が完全に停止したわけではなく、地面を移動する個体がかかなり多く、越冬期の初期と後期にはオリーブ樹に登る個体もかなり多かった。

引用文献

- BARTLETT, A.C., E.B. MATTIX and N.M. WILSON (1968) Multiple matings and use of sperm in the boll weevil, *Anthonomus grandis*. Ann. Entomol. Soc. Am. 61: 1148—1155.
- GUERRA, A.A., R.D. GARCIA and J.A. TAMAYO (1982) Physiological activity of the boll weevil during the fall and winter in subtropical areas of the Rio Grande Valley of Texas. J. Econ. Entomol. 75: 11—15.
- KATÔ, M. (1938) The diurnal activity of the strawberry weevil with a note of the ecological meaning of the solar radiant energy. Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ., Biol. 12: 511—530.
- KATÔ, M. (1939) Body temperature of the strawberry weevil and its limiting factors. Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ., Biol. 14: 11—19.
- 加藤陸奥雄 (1940) 蓼花象虫, *Anthonomus bisignifer* SCHENKLING, の日周活動に関する一般の考察, 特に環境条件並びに体温との関係について. 動雑 52: 225—238.
- 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.
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1957) 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 II 一般形態並びに経過習性. 香大農学報 8: 172—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 发育に関する補遺研究. 香大農学報 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. 香大農学報 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. 香大農学報 11: 187—195.
- 松沢 寛・宮本裕三・岡本秀俊・川原幸夫 (1959c) オリーブアナアキゾウムシの防除に関する研究 VI 防除. 香大農学報 11: 196—205.
- MAYER, M.S. and J.R. BRAZZEL (1963) The mating behavior of the boll weevil, *Anthonomus grandis*. J. Econ. Entomol. 56: 605—609.
- MITCHELL, H.C. and W.H. CROSS (1971) Mating of boll weevil in the field. J. Econ. Entomol. 64: 773—774.
- MORIMOTO, K. (1982) The family Curculionidae of Japan. I. Subfamily Hylobinae. Esakia No. 19: 51—121.
- 尾崎元扶ら (1959) オリーブ栽培の主要障害に関する作物学的研究. 香川県農試研報 第6号: 1—127.
- 佐藤信雄・石谷正博 (1984) 青森県におけるリンゴアナアキゾウムシの被害実態と経過習性. 青森畑園試研報 5: 9—20.
- TAYLOR, Jr. J.W. and R.T. FRANKLIN (1970) Biology of *Hylobius pales* (Coleoptera: Curculionidae) in the Georgia Piedmont. Can. Ent. 102: 729—735.