

イリオモテボタルの外部形態・習性および生息環境

大場信義*・後藤好正**・川島逸郎***

External morphology and behavior of *Rhagophthalmus ohbai* WITTMER, 1994
(Coleoptera; Rhagophthalmidae) and its habitat.

OHBA N.*, GOTO Y.** and KAWASHIMA I.***

Adult and larval morphology, luminosity and behavior of *Rhagophthalmus ohbai* are described and illustrated in detail. Larval mouth parts reflect thier feeding habit. Adult male is clearly adapted for mating in the shape of compound eyes and the position of antennal sensillae. General morphology of adult female shows larval form, however the formation of compound eyes and thoracic legs with perfectly tarsi showing adult characters. In addition, the antennal segments increased in seven or eight segments from three in the basic larval state. In adult male, the 11th flagellar segment of antennae has a large lens-like sense organ, which may be a remaining larval character, because it is closely similar to that of larvae and adult female in the location and the shape. In both adult male and female, such characters are considered to very important in process of the formation of "larval form" by heterochrony. Adult appear about 90 days in the winter, but the peak is late of December. Adult male began to fly when female emitted continuous light from the 8th abdominal segments. After a few minutes, the female attracted male and copulated. Thereafter, the female laid eggs and held them in her body. At night the female emitted weak continuous light from three small luminous organs on body segments except the prothorax, and 9th and 10th abdominal segments. Adult and larvae emit bad smell which may be defensive against predators. Two larvae were found on a rock in forest. However, the main habitats are the edge of roads or under old trees in villages. The feeding habits of larvae was observed as follows. 1) The larvae bit appendages such as legs or antennae of a millipede, 2) The larvae injected poison into a millipede, 3) Millipede was paralyzed, 4) Head of the millipede was removed and eaten. Such feeding habits are very essential adaptively for attacking and eating millipede.

はじめに

沖縄県八重山諸島の西表島で1983年に発見されたイリオモテボタル *Rhagophthalmus ohbai* WITTMER, 1994 は現時点では、それまで日本からは未記録であったイリオモテボタル科 Rhagophthalmidae に属し、確認个体数

がごくわずかであるという生息状況と学術的背景から、現在環境庁の「種の保存法」に基づく緊急指定がなされている。成虫は雌雄共にきわめて特異な外部形態と習性を備え、特に雌は2通りの発光行動を使い分けることが確認されている。このように特異な種であるにも関わらず、これまで原記載において成虫の外部形態が簡単に記

* 横須賀市自然博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka, 238.

** 神奈川自然保全研究会 Kanagawa Natural Preservation Society, 5-27-5, Kamiyabe-cho, Sagami-hara 229.

*** 東京農業大学昆虫学研究室 Tokyo University of Agriculture, 1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156.

原稿受付 1996年8月2日 横須賀市博物館業績第490号

キーワード: イリオモテボタル, 形態, 習性, 捕食行動, 生息環境

Key words: *Rhagophthalmus ohbai*, morphology, behavior, feeding habit, habitat

載された他(WITTMER and OHBA, 1994), 1 齢幼虫の外部形態および成虫の行動習性が報告されているが(大場, 1986; 大場, 1987; WITTMER and OHBA, 1994), 形態と習性を関連づけた考察はなされていなかった。また野外で幼虫がほとんど発見されず生活史が判明していないことから, 1 齢以降の幼虫期の生息域・行動・習性および外部形態についても不明なままであった。今回筆者らは, さらに成虫や中齢幼虫の材料も複数得られ, 外部形態や行動習性に関する研究を進めることができたのでその結果をここに報告する。本研究は, 外部形態は川島・大場, 摂食習性は大場, その他の行動・習性は大場・後藤・川島, 野外調査は大場・後藤・川島および協力者が分担して行い, 全体の総括を大場が行った。本研究の一部は環境庁自然保護局野生生物課の緊急指定種調査費および西表野生基金による。

調査方法

野外観察は1983年12月から1996年1月まで実施し, これまで生息が確認されている石垣島北部および西表島東部から西部にかけての集落周辺で行った。これらの他, 生息確認のために, 石垣島では北部のほぼ全域, 西表島では周縁道路に沿った集落を中心に, ほぼ全域にかけて調査した。特に幼虫期の外部形態や行動習性を明らかにするため, 卵は野外採集の成虫から室内で人工的に採卵して得た。1 齢幼虫はそれらを孵化させた個体を, 中齢幼虫は野外で採集された個体の他に, 1 齢幼虫から室内飼育した個体を用いて, 飼育期間中を通じて行動・習性を観察した。摂食・発光行動についてはスチール写真撮影および8ミリビデオ撮影によって記録した。ただし成虫に関しては, 生息地における観察を中心とし, 同様の方法で記録した。幼虫および成虫外部形態は, 生体・乾燥および95%エチルアルコール液浸標本を用い, 解剖後に双眼実体顕微鏡・生物光学顕微鏡で観察し, 描画装置を用いて作図した。一部の体表面微細構造に関しては, 走査型電子顕微鏡で撮影後に検討を加えた。

結 果

I. 生息環境

現時点では八重山諸島の石垣島・西表島のみに分布することが確認されており(第1図), 昔ながらの景観が残る人里や集落付近に生息している。典型的な生息場所は林縁や道路沿いの土手やサンゴ石灰岩による石垣であるが, その周辺には古木が生え, クワズイモなどの下草が繁茂していることが多い。しかし人家の照明が生息場所へ直接照射していない狭い範囲のみに限定されている。

各島での調査地点は以下の通り。

石垣島北部：石垣市川平(第1図6)および米原集落付近。

西表島西部：祖納(第1図1～3)～中野の各集落付近。

西表島東部：古見(第1図5)・大原(第1図4)の各集落付近。

なお, 石垣島ではバナナ岳などの山間林道周辺では全く確認されず, 西表島では大原集落内では人家の照明の影響が強すぎるため観察されず, わずかに小学校校庭脇の農道に沿った草地および低木林へ続く斜面の, いずれも地表近くで数個体が確認されたにすぎない。海岸部へ下る照明のない道路脇の斜面や神社内でも確認できなかった(1995年12月)。南西部の豊原から南風見田にかけては, 人工照明の影響がないにも関わらず全く確認できなかった。

II. 卵形態および幼・成虫外部形態

卵

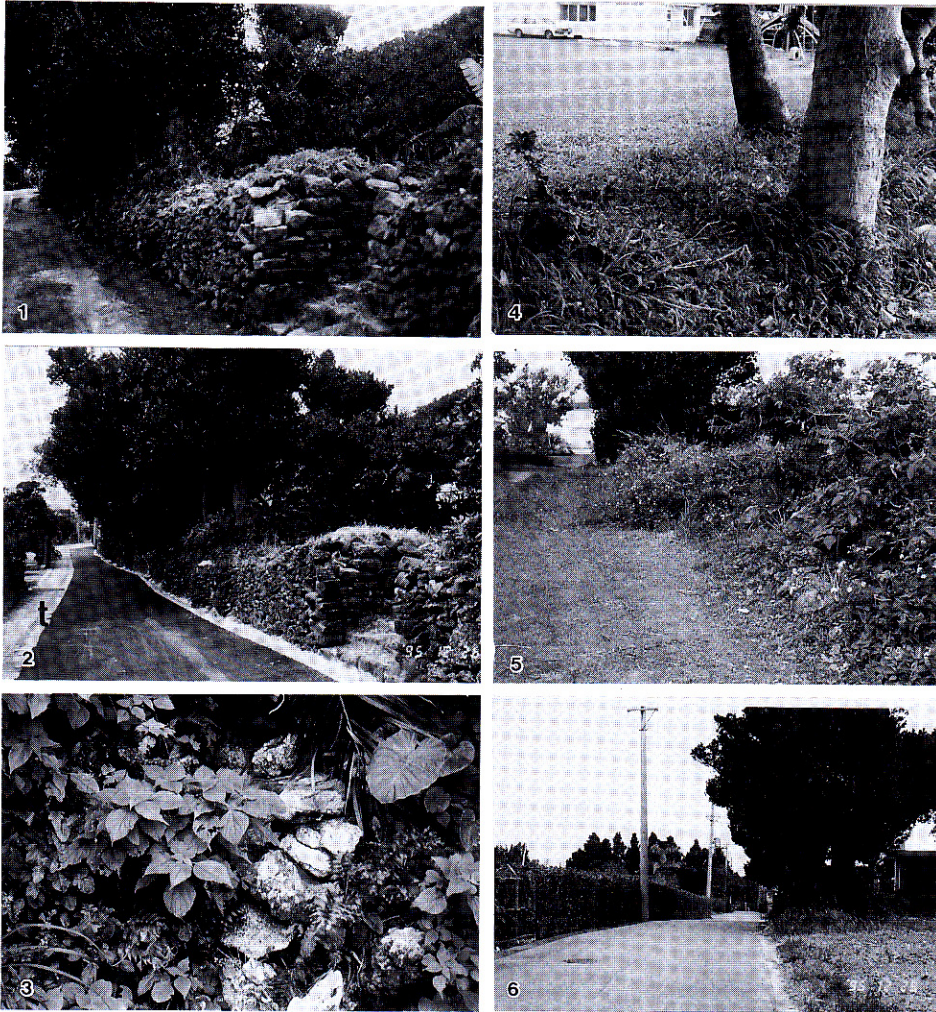
産卵後約10日の大きさは短径0.82-0.90mm・長径1.10-1.22mm, 長短比の平均は1.3(n=18)でやや楕円形, 卵殻(chorion)表面は平滑で, 特別な構造物は認められない。色彩は産下直後は一様な黄白色であるが, 次第に濃色化し黄色味が強くなる。

1 齢幼虫

色彩：ほぼ一様に飴色もしくは淡褐色でやや光沢があるが, 雌成虫のような黄色味には乏しい。単眼(lateral ocelli)域は黒色。

測定値(単位 mm); 頭部最大幅0.34-0.38; 後脚腿節長(上縁において)0.18-0.23。

頭部(head)(第2図1～2); 頭蓋(cranium)は側縁が基部に向けわずかに狭まる。背面の後縁中央部は後方へ三角状に突出する。ホタル科と同様に腹面が大きく分断し口器後部が収まるが, 後方部では左右が接する。ただし咽喉縫合線(gular suture)は認識できない。特に背面から側面にかけて刺毛(setae)を散在し, 触角膜質部基部外方に1本, 基部内方の頭蓋には前後して2本生じる。この内後方のものは長く, 触角第2節に届く。また後方両側には比較的短い刺毛を約4対生じる。頭蓋幹線(coronal suture)および額線(frontal suture)共に全く認識できない。触角(antennae, At)は3節で, 全体の相対長の1例は6:15:4, 柄節(scape)は円柱状で, 長さは幅とほぼ等しいかわずかに長い。第2節(梗節 pedicel)は先端が丸く太まる棍棒状で, 先端付近の両側方部に各々1本ずつ程度の感覚毛(sence setae)を生じる他, 先

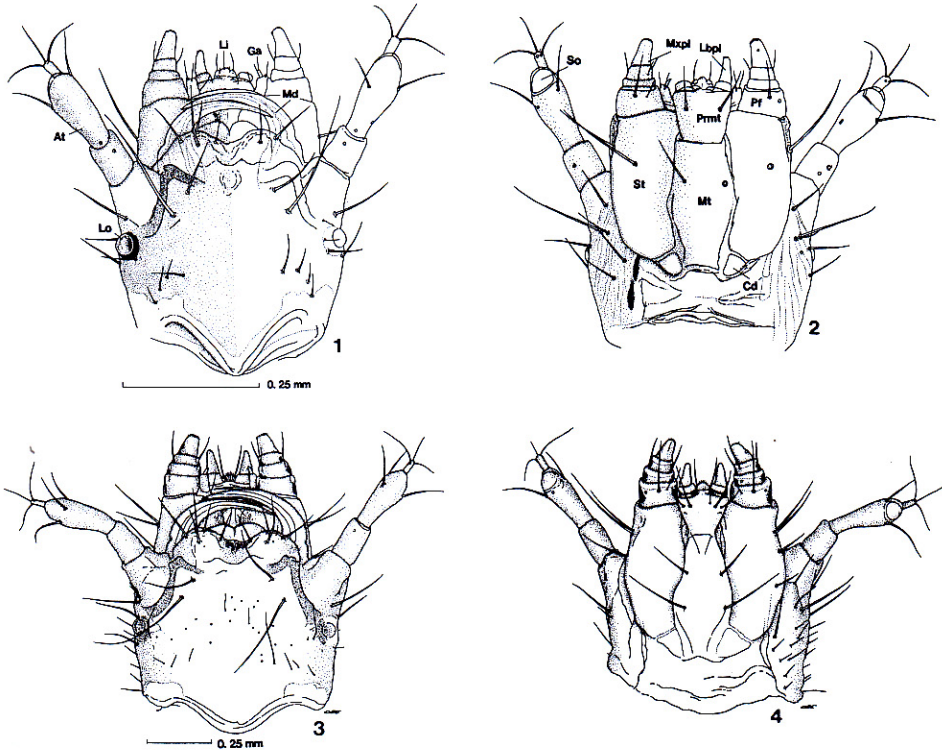


第1図 生息環境景観。

1. 西表島祖納集落のサンゴ石灰岩を積み上げた石垣と古木
2. 道路舗装が進み改変された1年後の祖納集落
3. 西表島祖納集落のサンゴ石灰岩を積み上げた石垣の近接環境
4. 西表島大原小学校グラウンド脇の草地
5. 西表島古見の昔ながらの人里集落
6. 市街化が進む石垣島川平の集落

端腹面にはレンズ状に丸く突出した感覚器 (sense organ, SO) がある。第3節 (鞭節 flagellum) は細く小形で円柱状、先端に3本の刺毛を生じる。触角膜質部 (antennal articulating membrane) と頭蓋との境界は、背面ではきわめて不明瞭。単眼 (lateral ocelli, Lo) は頭蓋側面の触角膜質部直後にあり、角膜レンズ (coronal lens) が丸く突出し、その周囲に黒色素が沈着する。色素沈着域および周縁には3-4本の刺毛を生じる。頭楯域は頭蓋背面前縁に連続し、その境界はやや不明瞭。しかし表面下に、赤褐色に節片化した域が触角膜質部基

部から帯状に延び、膜質部内側で一旦前方に突出した後、想定される頭楯 (clypeus) との境界付近を更に内方へ向かうのが透視される。頭楯前縁は中央が湾入し、その両側が丸く突出する。両突出部の前縁付近には、各々3本程度の刺毛を生じ、その下側には上唇 (labrum) と考えられる節片が生じ、それは中央部で陥入し欠刻となる。大腮 (mandibles, Md) は左右ほぼ同型同大で、内側へ大きく湾曲し先端は鋭く尖る。消化液の通路と考えられる管 (canal) が透視され、先端付近の外側に開口する。内縁に内歯 (inner tooth/retinaculum) や臼歯域 (molar



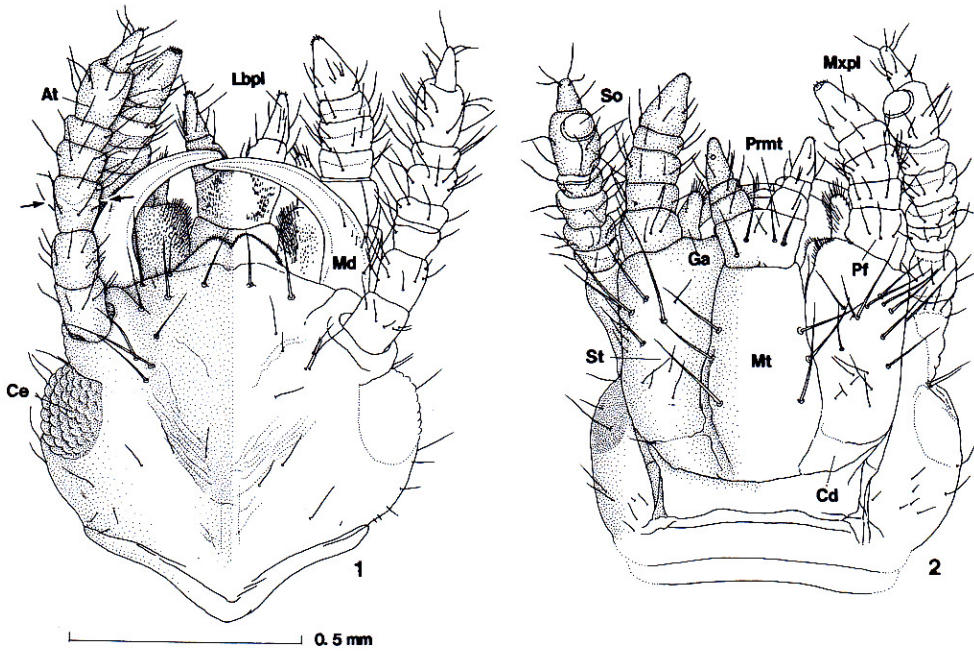
第2図 幼虫頭部. 1. 1 齢幼虫頭部背面 2. 同腹面 3. 中 齢幼虫頭部背面 4. 同腹面. At(触角), Cd(小腮軸節), Ga(小腮外葉), Lbpl(下唇しゅ), Li(舌部), Lo(単眼), Md(大腮), Mt(下唇基節), Mxpl(小腮しゅ), Pf(小腮担しゅ節), Prmt(下唇前基節), So(感覚器), St(小腮蝶番節).

area)は認められない。先端よりの外側には分割したような節片がみられる事がある。小腮(maxillae)は基方より軸節(cardo, Cd)・蝶番節(stipes, St)・外葉(galea, Ga)・担しゅ節(palpifer, Pf)・小腮しゅ(maxillary palpi, Mxpl)が認められるが、軸節と蝶番節との境界はやや不明瞭。蝶番節は大形で、中央部および側縁に比較的に長い刺毛を1本ずつ生じる。担しゅ節は大形で、幅は長さの2倍程度、腹面に1-2本の刺毛を生じる。小腮しゅは3節で、先端に向けて次第に細まり、第2節に2-3本の刺毛を生じる他、第3節の先端に感覚器(sensillae)の集合域が認められる。外葉は2節で各節の相対長は基節から3:1程度。末端節は細長い円柱状で小形、長さは幅の約3倍。下唇(labium)は基方から基節(mentum, Mt)・前基節(premmentum, Prmt)・下唇(labial palpi, Lbpl)・舌部(ligula, Li)が明瞭。基節は中央部で最も幅広く、先端1/3付近に左右1対の刺毛を生じる。その基方部では、小腮蝶番節および軸節との境

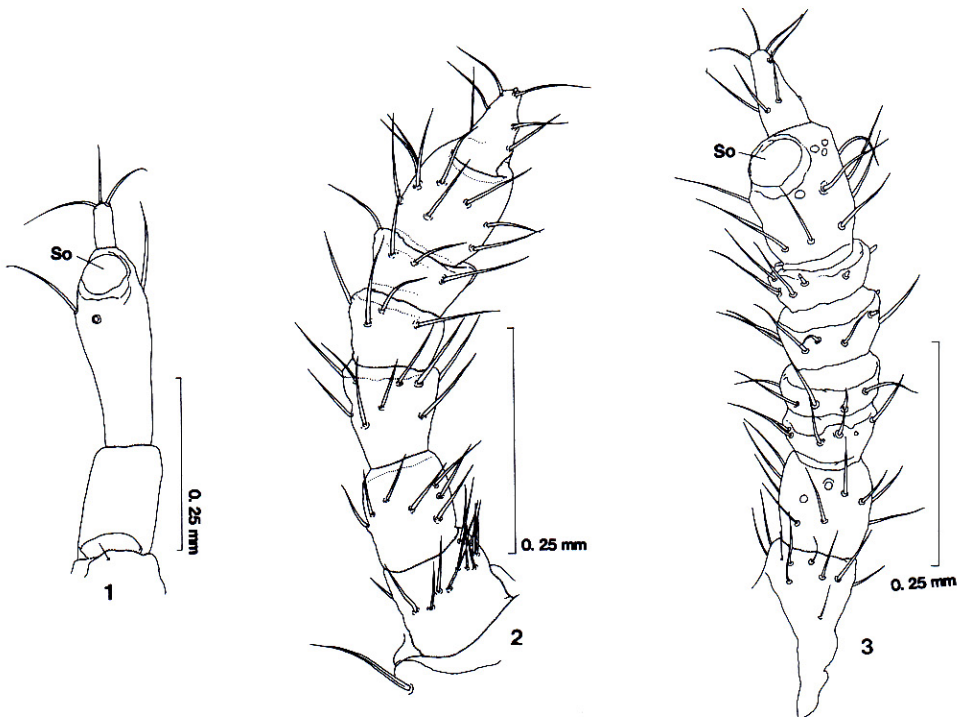
界はやや不明瞭。前基節は先端に向けて広がり、中央付近に左右1対の刺毛を生じる。下唇しゅは2節で、末端節は先端に向けて細まり、長さは第1節の2倍以上。舌部は前縁両側に長短2対の刺毛を生じ、中央部が突出する。

胸部(thorax); 背板は微細な刺毛を比較的に密に生じる。腹面節片の状況に関しては十分に観察できなかったが、前側板(episterna)・後側板(epimera)は明瞭に認められた。胸脚(第5図1)は基方から基節(coxae, Cx)・転節(trocanter, Tr)・腿節(femora, Fe)・脛節(tibiae, Ti)および附爪節(tarsunguli, Tg)が明瞭。基節から脛節にかけて刺毛(setae)および棘(spines)が列生する。

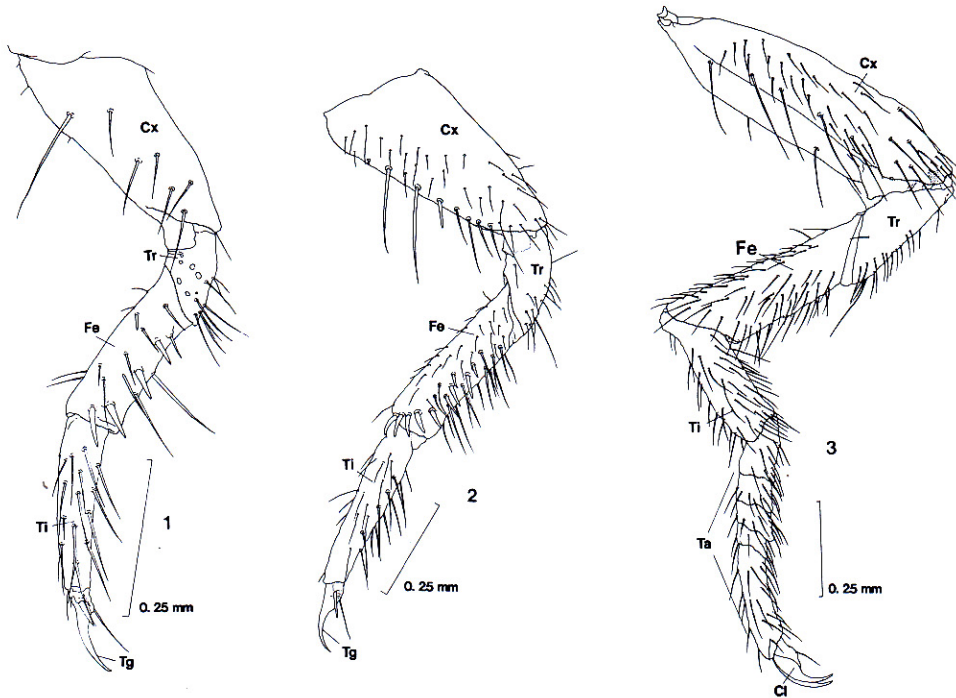
腹部(abdomen); 背板は胸部と同様に微細な刺毛を生じる。第1-6節程度まではほぼ同形同大で、第7節以降次第に細まる。第1-8節にかけて側背板(lateroterga)および側板(pleura)が明瞭(第6図1)。第10節は円柱状に近く、尾脚(pygopodium)は認められない。



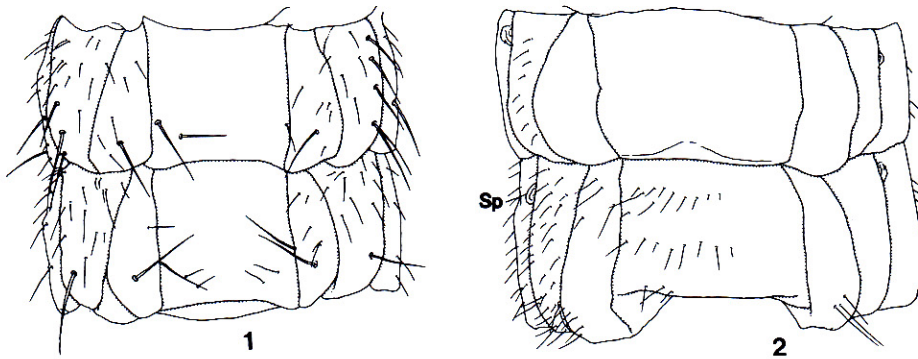
第3図 雌成虫頭部. 1. 背面 2. 腹面 At(触角), Ce(複眼), Cd(小腮軸節), Ga(小腮外葉), Lbpl(下唇しϕ), Md(大腮), Mt(下唇基節), Mxpl(小腮しϕ), Pf(小腮担しϕ節), Prmt(下唇前基節), So(感覚器), St(小腮蝶番節). →←は微弱な分割を示す.



第4図 触角. 1. 中齢幼虫(腹面) 2. 雌成虫7節の個体(背面) 3. 同8節の個体(腹面) So(感覚器).



第5図 胸脚. 1. 1 齢幼虫 2. 中 齢幼虫 3. 雌成虫 Cl(爪), Cx(基節), Fe(腿節), Ta(附節), Tg(附爪節), Ti(脛節), Tr(転節).



第6図 腹節腹面. 1. 1 齢幼虫 2. 雌成虫 Sp(気門).

中 齢幼虫

色彩：1 齢と同様に銚色もしくは淡褐色で更に光沢が強く、生時には透明感がある（第12図1）が、雌成虫のような黄色味は乏しい。単眼域は黒色。

測定値(単位 mm)：頭部最大幅0.62; 後脚腿節長(上縁において)0.52。

頭部(第2図3～4)：頭蓋は側縁がほぼ平行に近いが、

各部の構造は基本的に1 齢と変わらない。背面及び側面にかけて刺毛を散在する。触角(第4図1)は節数および各節の形状ともに1 齢と同様で、各節の長さの相対比は12:22:5。第2節では先方約1/3で取り巻くように3本の感覚毛を生じる。第3節は1 齢と同様に先端に3本の刺毛を生じる。想定上の頭楕域では、前縁付近の刺毛数が増加し、左右5対程度を生じる。小腮蝶番節では、

外縁付近の比較的長い刺毛は3-4本に増加する。小脛しゅは3節のままで、全体として形状は1齢と同様、第2節に2-3本の刺毛を生じる他、第3節の先端に感覚器の集合域が認められる。前基節でも刺毛数が1対ほど増加し、腹面先端付近に左右2対、計4本を生じる。下唇では、基節の刺毛数は1齢より1対増加して前後に2対、計4本を生じる。下唇しゅは2節で1齢と変わらず、末端節は先端に向けて細まり、第1節の約2倍程度の長さがある。前基節の前縁中央部、下唇しゅに挟まれた舌部は、上面および前縁に微細な刺毛を密生するほか、前後左右に1対の刺毛を生じる。

胸部・腹部：基本的な構造は1齢幼虫期と変わらない。胸脚(第5図2)では刺毛および棘がともに増加している。腹部第1-6節にかけてはほぼ同形同大で、第7節以降次第に細まる。背板には短い刺毛を散在する。尾脚は認められない。

雄成虫

色彩：体は触角や胸脚などの附属肢を含めて一様に光沢が強く、各部に生じる刺毛は以下に記載する各部の地色とはほぼ同色か、あるいはやや金色を帯びる。頭部は複眼を含めて黒色。触角はほぼ全節にわたって黄赤褐色で、基方2-3節ではやや濃い濃褐色。大脛は濃赤褐色で、基方が淡くなる。小脛は内葉が黄赤褐色、小脛しゅが暗褐色、担しゅ節が黄褐色を帯びる。下唇はほぼ全体が黄褐色。前胸背板は頭部よりかすかに淡い黒褐色で、後縁中央部が赤褐色を帯びる。前胸側板は背板より明らかに淡い暗褐色。上翅はオリーブ色を帯びた濃褐色で、光沢は前胸背板に比べるとわずかに弱い。小楯板は黄褐色だが刺毛は黒褐色、縁取り状の側縁部は赤褐色。胸脚は基節・転節・腿節が黄褐色、脛節が褐色、附節が濃褐色と、先端に向かうに従い順次濃くなるが、附節の末端第5節および前附節(爪)では黄褐色味を帯びる。中胸・後胸の腹面各節片はすべて黄褐色のため、周囲との対比が目立つ。腹部背板は濃褐色、腹板は褐色で側縁および後縁は黄褐色味を帯びる。

測定値(単位 mm)：体長(頭頂から上翅末端まで)頭部最大幅1.82-2.11; 前胸背板最大幅1.95-2.45; 同最大長1.32-1.52; 上翅長6.11-7.03; 後脚脛節長1.49-1.73。

頭部：生時でも全体が前胸背板下に隠れることはない。その最大幅は前胸背板最大幅の約5/6。複眼は本科の雄成虫に独特の非常に特異な形状を呈し、上面は後側方部から前方へU字状に大きく湾入している(第7図3)反面、腹面はほぼ全域を占めて半球状に膨大し、左右が中央部ではほぼ会合するまでに接近している(第7図4)。ただし完全に接しているわけではなく、中央では内部がえ

ぐられ深い縦溝が形成されている(第7図4)。個眼は腹背面共に整然と配列しているが、各々の角膜の境界は幾分不明瞭で、背面では正六角形がかろうじて認識できる程度、腹面では背面に比べ更に不明瞭である。また、個眼の直径は背面(第10図1)では約20 μ m、腹面(第10図2)では約40 μ mであり、背面のものが明らかに小さい。背面頭頂部から後頭部にかけては一様に点刻され刺毛を生じ、浅い縦溝を形成する。複眼の湾入部は平坦もしくはわずかに凹み、特に外半で一様に点刻され外側へ向け刺毛を生じる。触角(第7図1)は12節で細く短く、全長は体長の約1/5にすぎない。各節の長さにおける相対比の一例は、基部の鞭節から23:23:24:18.5:19:17:15:17:15:14:18:21。全節に細い刺毛を多生する(第10図3)他、第7節付近から第10節の前縁先端に微細な感覚突起の集合域がみられ、11節の同位置には大形のレンズ状感覚器がある(第7図2)。しかし、鞭節の内2節が融合し、見かけ上11節にみえる1個体が確認された。後頭孔(occipital foramen, OcF)は上縁が直線状で縦長、下方は尖る(第7図5)。

胸部：前胸背板はわずかに横長の台形状で、長さは最大幅の約2/3。小楯板は舌状。上翅は周縁が縁取られ、全域にわたり皺状に点刻される他、3本の条線が走る。胸脚はほぼ全域に刺毛を密生する。脛節は偏平でなく基部で湾曲し、先端に目立った距(spur)はない。附節は基部4節では先端に向かうに従い短くなり、第4節では下縁が舌状に突出する。爪の基部内縁には鈍頭の突起がある。

腹部：腹面から認識できる腹節は9節で、これらは全体として先端へ向け一様に狭まる。発光器は完全に欠く。雄交尾器(male genitalia/Aedeagus)(第8図1-3)は全体的によく節片化し、中片(median lobe)は背腹に偏平で、基部で交尾鉤(parameres)と融合し先端へ向かって三角状に尖る。交尾鉤は全体的には中片を包むように縦方向に湾曲し、背面で左右が大きく融合する。各先端にはごく微細な刺毛が6-8本程度生じる。

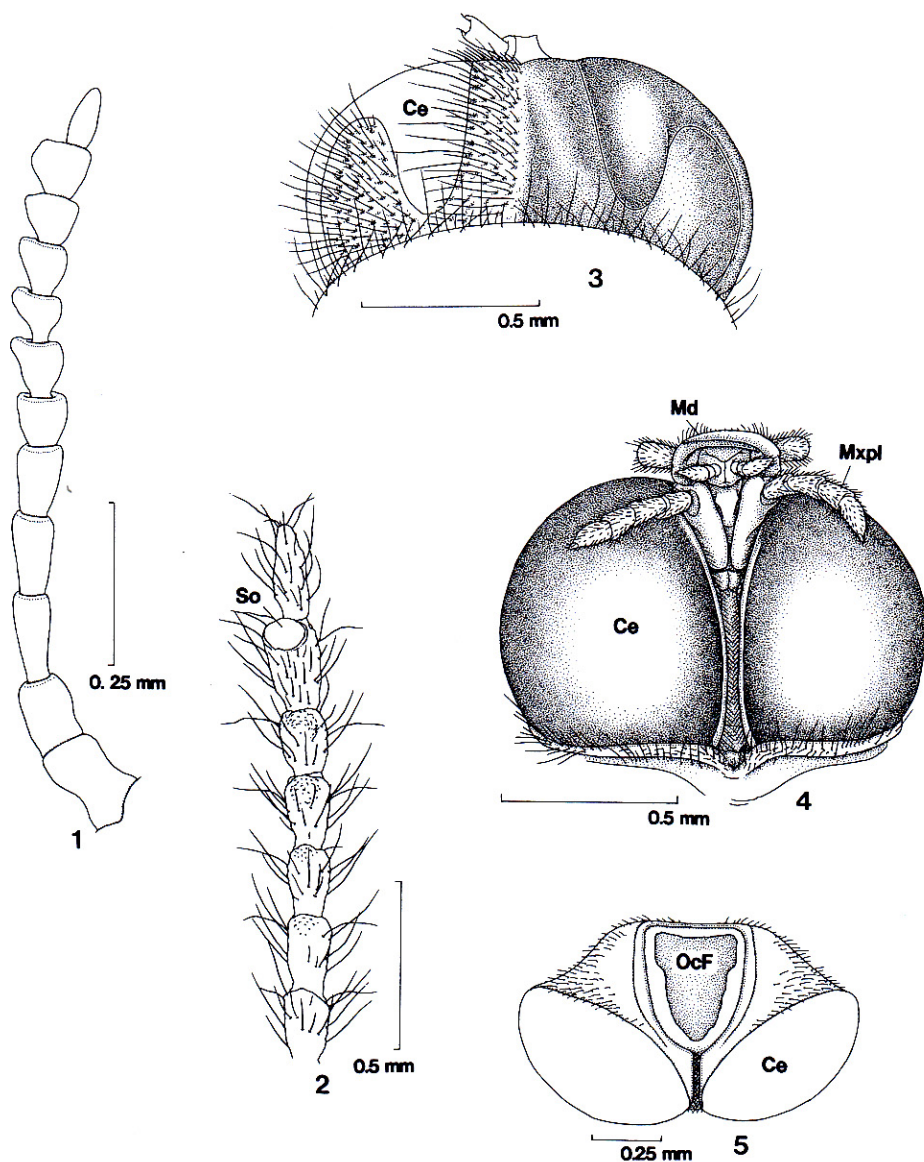
雌成虫

体はほぼ完全な幼虫形で翅の痕跡もなく、基本的な構造は幼虫と変わらない。

色彩：頭蓋は生時、全体的に黄褐色-黄赤褐色。複眼は黒色、大脛は赤褐色。その他の体の大部分は淡黄色-黄色で、表皮は半透明であるため体内の脂肪粒や筋肉付着点が黄白色の域として透視される。

測定値(単位 mm)：頭部最大幅0.80-0.86; 後脚脛節長(上縁において)0.34-0.42。

頭部(第3図)：頭蓋は側方がやや膨隆するが背面は



第7図 雄成虫. 1. 触角 2. 触角の感覚器 3. 頭部背面 4. 同腹面 5. 同後面 Ce(複眼), Md(大腮), Mxpl(小腮しゅ), OcF(後頭孔), So(感覚器).

平圧される。特に前方中央部は陥没するが、あらゆる縫合線も認識できない。想定上の頭楯では、前縁左右での前方へのふくらみは幼虫期より弱まるが、前縁付近の刺毛は存在する。その前縁下方には、中央に欠刻のある上唇らしい節片があるが、その境界は幼虫期より不明瞭である。背面後縁中央部は後方へ大きく張り出す。腹面中央部は広く分断し、口器後方が収まるが、幼虫期同様に後方は左右が連続する。眼は触角ソケット直後の側

面にあり、幼虫期より発達し複眼(compound eyes, Ce)(第3・7図)を形成し、その縦の長さは残りの側縁長とほぼ同長。個眼数は幼虫期より明らかに増大し、約40-45個である。触角は幼虫期より増節し基本的には7節(第4図2)で、各節の長さの相対比における1例は13:12:13:10:6:13:11。しかし時には8節の個体があり(第4図3)、1例では左が8節・右が7節の個体も確認された(第3図)。この場合、右の触角の第3節す

なわち鞭節第1節に微弱な分割が観察された。なお、8節の場合の相対比の1例は、15:13:8:7:9:7:15:11。各節とも先端でわずかに太まり、剛直な感覚毛(sense setae)が列生する。全体としては先端に向けごくわずかに太まり、第4-5節付近が最も太く、柄節と鞭節の垂先端節がほぼ同長であることが共通する。垂先端節には、腹面先端に円形のレンズ状感覚器(第4図3)がある。大腿は左右ほぼ同形同大、内方へ大きく湾曲し先端は鋭利に尖る。また、内部に管状の孔が透視されるが、先端付近の開口は確認されていない。基方外側には7-8本程度の比較的長い刺毛が生じる。小腿は蝶番節は認められるものの、軸節はやや不明瞭。外葉は短い突起状で先端は丸く、約7-10本の刺毛を生じる。小腿しゅは触角よりやや太く4節で中齢期より1節増加しており、各節共に刺毛が取り巻くように列生する。末端節先端には微細な感覚器が認められる。下唇では、後方1/3で最も広がる基節が明瞭。前基節は横長の方形に近いが、基部へ向かってわずかに狭まり、前縁中央の舌部は背方へ突出し左右2対の刺毛を生じる。また、腹面には左右3対ずつの刺毛を生じる。下唇しゅは2節で、1齢幼虫期より増節していない。第2節は第1節の約2-2.5倍の長さで先細となり、先端に感覚器の集合域がある。各節とも2-4本の刺毛が取り巻くように列生する。

胸部：基本的な構造は幼虫期と変わらないが、胸脚(第5図3)には大きな変化が現れ、基節・転節・腿節・脛節および、5節から成る附節(tarsi, Ta)が明瞭となる。各節とも腹面には多くの刺毛を生じるが、転節では内縁

付近を除き平滑。爪(pretarsi/claws, Cl)は幼虫期と異なり2本となる。

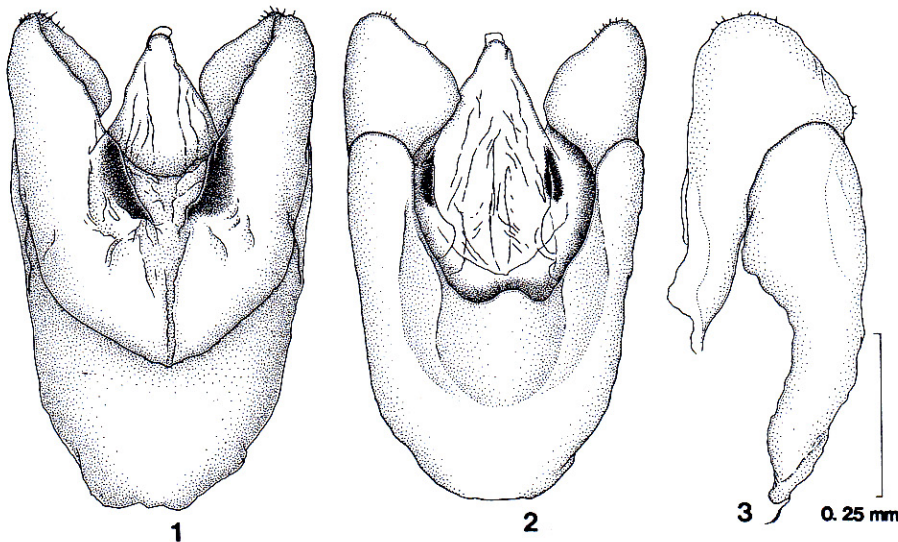
腹部：基本的な構造は幼虫期と変わらない(第6図2)。

Ⅲ. 習性

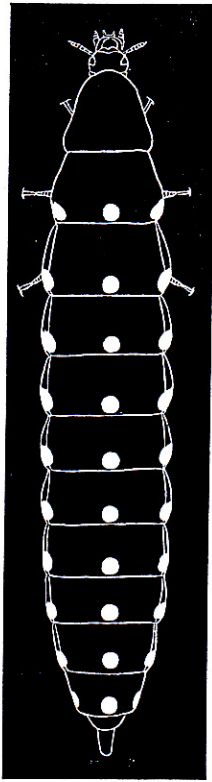
卵：卵期間は室温下で約30日であったが、自然状態における期間は未知で、今後の詳細な調査を要する。卵期にはホタル科 Lampyridae でみられるような発光は確認されなかった。

1 齢幼虫：本齢期からすでに発光することが確認された。胸部から腹部にかけて背板正中線および両側板域の各々3個の発光スポットが確認されたが、胸部の何節目から、また腹部何節目までそれらが存在するかは今後の調査を要する。乾燥には比較的強いが湿度にはかなり弱く、飼育容器内への水分の供給により急激に弱るか、死亡するのが観察された。背光性は著しく強く、光を照射すると頭部を左右に振りながら素早く歩行してすぐに土中へ潜る(第11図)。この齢期からすでに、雌成虫と同様の特異な臭いを放った。

中齢幼虫：胸部(少なくとも中胸以降)から腹部第8節にわたって背板正中線および両側板域の各々3個の発光スポットが確認されたが(第12図2)、現在まで前胸では発光器の存在は確認されていない。この発光様式は次に記載する雌成虫と同様で、特に摂食時にはよく発光した。これらの発光器は摂食時以外、通常の歩行の際にも発光するのが観察された。ただし雌成虫における第8節腹面の発光器は認められていない。1 齢と同様に背光性は著



第8図 雄成虫交尾器。1. 腹面 2. 背面 3. 側面



第9図 雌成虫体節発光器模式図。

しく強く、飼育下では通常は土中へ潜伏したままで、地表面に現れることはきわめて稀である。絶食時や乾燥時、齢が変わる時などは乾燥気味の土中に簡単な小部屋を造り、その中で体全体を丸めて休止状態となっていた(第14図5・6)。

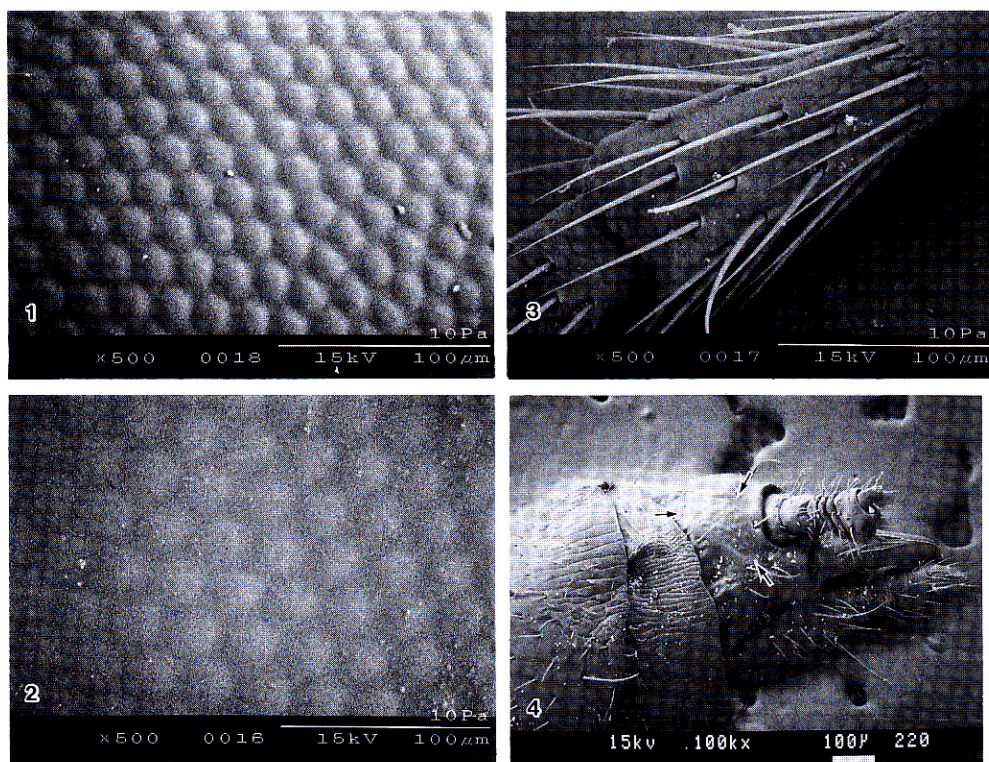
幼虫期を通じての摂食行動(第14図)：ヤスデ類を食餌とし、自身よりも数倍大きな個体をも捕食した(第14図2～4)。1齢幼虫は通常、より小型のヤスデを好むが、大型の成体でも数個体が集まり攻撃する捕食行動が見られた。2月18日、飼育条件下で観察したところでは、最初にヤスデ幼体の触角や脚を素早く攻撃して咬みついた。脚は前方から後方のいずれの部位でも攻撃対象となり得ていた。幼虫はいずれの状況でも細い附属肢を最初に攻撃し、ヤスデは大腿から麻酔液を注入されるためか麻痺状態に陥る。1齢幼虫は通常、より小型の個体を好むが、大型の成体でも同時に数個体が集まり攻撃する行動がみられた。中齢幼虫に本州産のニクイロババヤスデ *Parafontaria acutidens* を給与したところ捕食行動が解発され摂食したが、終齢には至らず死亡した。1996年1月に孵化した室内飼育継続中の幼虫に、沖縄本島産ヤスデ(種

名未確認)を給与したところ、摂食行動が認められ、2個体が同年5月には体長約5mmとなり、更に9月8日の時点で体長13mmに成長した。この室内飼育により、絶食には予想以上に強いことが確認され、少なくとも1ヶ月以上は耐え得ることが判明した。

なお、1995年8月に室内で撮影したビデオ画像観察では、摂食行動の過程は以下の通りである。1) ヤスデの側面から接近し、脚の1本に咬みつく(第15図1)、2) ヤスデが動き回って幼虫を引きずり離そうとするが離さない(第15図2)、3) 咬みついた部位を支点に、ヤスデの胴体に自身の体を環状に丸めて襟巻状に巻きつく(第15図3)、4) ヤスデはさらに激しく動き回って振り離そうとするが、離れない(第15図4)、5) 幼虫は約20分後に完全に麻痺して動かなくなったヤスデの頭部を膜質部から外し、自身の頭部を突っ込み内部を食べ始める(第15図5)、6) 内部を食べ進むに従い、ヤスデの体環節を1節ずつ順次外してゆく(第15図6)、7) ヤスデの体環節は最終的に全て外され分解される。

成虫出現状況：12月-1月にかけて冬期を中心に出現するが、その最盛期は12月下旬であった。なお、石垣金星氏の私信によれば3月まで生存するという。1983-1995年までの各生息地における観察結果の一部を資料1に示す。雌成虫は小雨や満月の夜にも出現し、気温12-22℃で発光がみられた。雌は12月下旬では18:30頃から発光を開始したが、この時の照度は0.01~0.11 lxであり、0.05 lxの時に発光の最盛期となることが多かった。しかし同時に、近接する道路面では0.1 lxあり、黄昏時に相当する明るさであった。生息地における照度変化と発光開始時刻を第17図に示す。

雄の探雌・定位・交尾行動：採集した雌成虫を、土を入れた透明プラスチック容器に移し、活動時刻前の17:00から、最も多くの雌が発光する場所に置き雄の誘引実験を行った。容器内の雌は昼間は土中に潜っていたが、黄昏時からは自然状態と同様に、逆立ち姿勢で発光を開始した。18:30には、樹陰下や石垣の隙間内部などの暗い場所で自然状態の雌個体が発光し始めた。それから約10分後には容器内の個体が突然に発光を停止、雄が誘引されて交尾が確認された。この雌個体には3個体の雄が集中し、内1個体と交尾が成立していた。雄は全く発光しないため飛来の状況は観察不可能であるが、雄は容器内では非常に活発かつ敏性に歩行・飛翔するのが観察された。飛来後雄は雌の体上面を行き来した後、雌の体後部に定位し、長く延ばした腹部先端および交尾器で雌の腹端付近を盛んに探り、最終的にはやや側面から交尾器を挿入する。なお、これらの過程の途中で光を照射する



第10図 表面微細構造. 1. 雄成虫複眼背面部角膜 2. 同腹面部角膜 3. 雄成虫触角 4. 雌成虫頭部側面 (矢印は複眼の位置を示す)

と、定位および交尾行動を停止してしまうのが観察された。交尾時は基本的に、雌雄が同一の方向に頭部を向ける体勢をとる。これまでの野外および飼育条件下の観察では、交尾継続時間は30分以下であった。室内実験によっても、雄の活動時間帯は野外での状況と同様に、きわめて限定されるのが観察された。すなわち、19:00以降になると完全に活動を停止し、全ての胸脚をたたみ胴体に付けたまま不動状態となる。その間は、たとえ接触刺激を加えてもほとんど動かず、同じ容器内に入れた雌にも全く反応しなかった。

なお、野外では本来の活動時刻以後も発光を継続する雌がわずかながらみられることが多いが、そうした雌個体に雄が飛来した例はこれまで全く確認されていない。

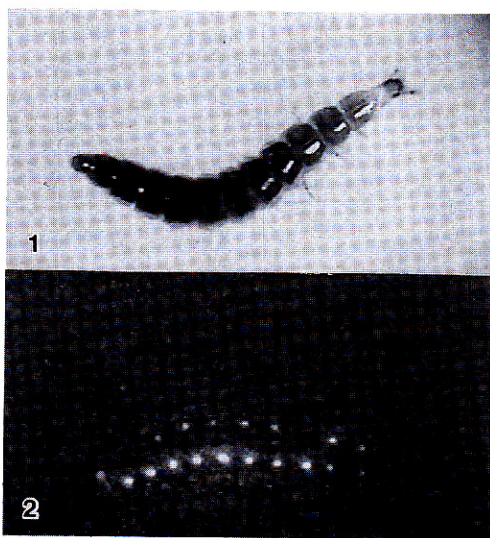
雌成虫の発光部位および発光行動：配偶行動時間帯には、腹部第8節の腹面の発光器が上面を向くように、逆立ち姿勢で体後半部を大きく背面側へそらせる特異な発光行動をとった。この行動は薄暮時、ほぼ18:30過ぎから19:00のわずかな20分程度継続するにすぎず、その間かなり強い連続光を放つ。雄が飛来し交尾が成立した瞬間、ただちに発光を停止する。19:00を過ぎると交尾するし

ないに関わらずほとんどの個体は発光を停止し、土や岩の隙間に潜りこむ。しかし、人工照明の影響が多少ともある場所では、それ以後も発光を継続する個体もわずかながら散見される。この雄誘因に際して機能する発光器の形状は、きれいな横長の長方形を呈する成虫期の方に特異なもので、主に配偶行動時のみ機能するが、時として抱卵初期にも光らせたままの個体がある。交尾後、土中や岩の隙間に潜り込み産卵し抱卵を開始するが、その際は発光部位が劇的なまでに変化した。発光部位は中胸から腹部第8節にわたり、各体節の背板正中線および両側板域の計3個の発光スポットが確認された(第9図)。現時点では前胸および腹部先端2節における発光スポットは認められていない。抱卵中、発光を停止している個体にわずかでも刺激や振動を加えると、これらの発光器から一斉に連続光を放った。発光器は各体節で横に3個並列するためにどの方向から見てもリング状の発光軌跡を形成するようにみえた。なお、本州における飼育実験中、外気温が 10°C 以下に低下すると抱卵発光を停止してしまう傾向がみられた。

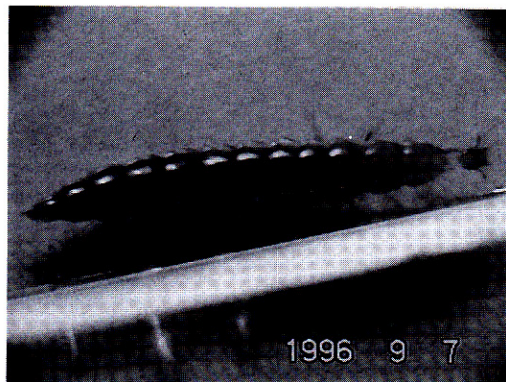
以上の結果からイリオモテボタルの配偶行動は第18図



第11図 1 齢幼虫生体.



第12図 1. 中齢幼虫生体 2. 中齢幼虫の発光.



第13図 素早く歩行する中齢幼虫.

に示した通りである。

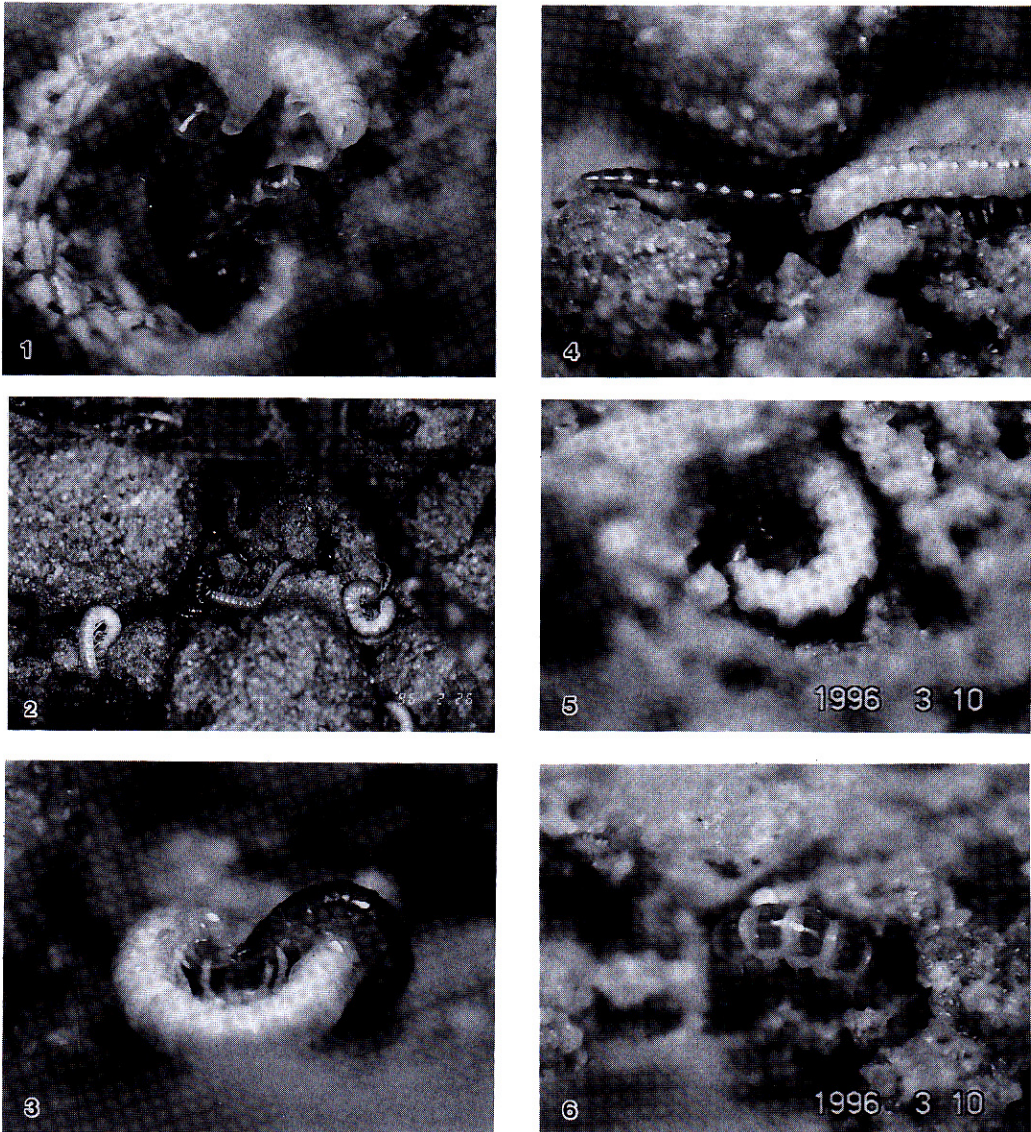
雌の産卵および抱卵保護行動：産卵は1回のみで、自身の体に対して相対的に大形の卵を一度に30-40個産卵する、大卵少産型の産卵様式であった。雌は産卵後に全ての卵が孵化するまで絶食状態のまま約40-80日生存した。その間一定して卵塊を腹面で囲むように、体全体をC字形に丸めて抱卵保護し続けた。卵は雌成虫の体に対しては相対的に大形で、各々が弱く接着し合って卵塊を形成した。母虫と孵化した1 齢幼虫は一時的に同居するのが確認された(第14図1)。なお、卵塊を人為的に母虫から引き離しても、再び抱き抱える行動を再開するなど、卵自体に対してある程度執着することが観察された。

雌雄の一般習性：雄は飼育条件下でも、野外の自然条件下における活動時刻以外の大部分は全胸脚を縮め、体に密着させたまま不動態となっている傾向が強かった。指でつまむなどした場合、腹部を長く伸ばし大きく回転させるなどの行動がみられたが、このような腹部の柔軟性および動作は、既知のホタル科では全くみられないものである。雌は抱卵終期や死亡直前には体内の脂肪粒が消費され、半透明の表皮を通して、それらが消失した後に、黄白色の筋肉付着点のみが顕著に認識されるようになった。背光性は幼虫期同様に強い。湿気にもむしろ弱く、水を滴下すると急激に弱ってしまうのが観察された。雌成虫に本州産のヤスデ(種名未確認)を給与してみたが、幼虫期とは異なり特に摂食行動はみられなかった。

考 察

1. 成虫形態と異時性

雌成虫は概して幼虫形であるにも関わらず、複眼の形成・完全な附節をそなえる胸脚・触角節の増節など、成虫的な形質がモザイク状にみられることは、個体発生上異時性(Heterochrony)による幼形成熟の過程を想定していく上で、非常に重要な現象と考えられる。雌触角は甲虫の幼虫に基本的な3節から増節し基本的に7節であるがその数は一定でなく、時として8節の個体があり、稀には左右で数の異なる個体さえ確認されたことは、幼形成熟形成の過程の中でこの形質が未だ不安定さを内在しているためと想定される。一方雄触角の第11節のレンズ状感覚器は、その位置関係と形状から、幼虫期および雌成虫のそれと相同(Homology)であると考えられ、幼虫期の形質の残存であると同時に配偶行動時に機能を有するとすれば、雌成虫における成虫性形質の出現とともに個体発生上非常に興味深い。触角全体の形状としても雌雄ともに亜先端節が拡大し、雄触角は雌触角がより増節し全体的に伸長した形と捉えることができる。

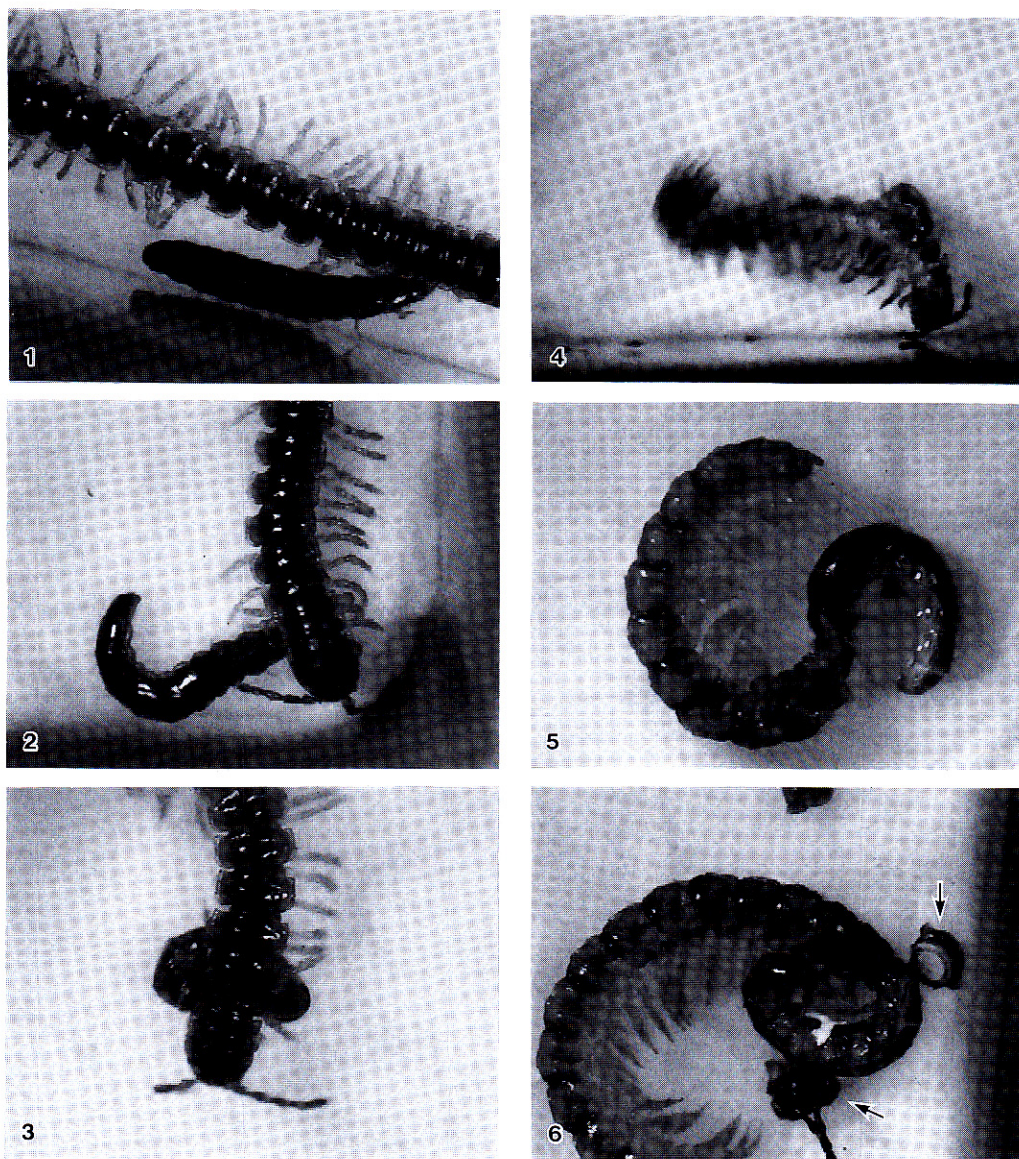


第14図 幼虫生態. 1. 一時的に雌成虫と同居する1齢 2. ヤスデ幼体を集団で襲う1齢 3. ヤスデ幼体に咬みつこうとする1齢 4. ヤスデの尾部に咬みついた1齢 5. 土中に小部屋を造り、中で体を丸めて休止する中齢 6. 同背面

Ⅱ. 発光様式

中胸から腹部第8節にわたる各節3個の発光器が、後胚子発生期を通じてすでに共通してみられることに加え、配偶行動時に機能する雌成虫第8腹節の大形発光器がその間全く観察されないことから、前者の発光様式が祖先的に受け継いだものとみなされる。この様式はイリオモテボタル科と近縁と考えられる、同じホタル上科 Cantharoidea に属する Phengodidae の各種、新大陸の

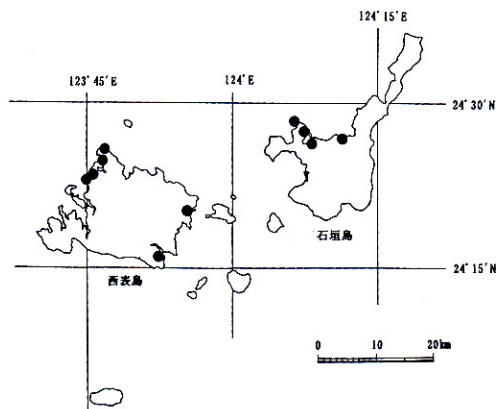
Zarhipis integripennis (TIEMANN, 1967; 1970) および *Phrixothryx* (HARVEY, 1952) や、東南アジアの *Diplocledon hasseltii* (HARVEY, 1952; 羽根田, 1985) といった発光昆虫で広く共通してみられることから裏付けられる。この様式は機能的には、幼虫期では特に捕食行動時にみられること、雌成虫では抱卵行動中にみられることから、外敵に対する防衛シグナルとしての機能および効果が期待される。一方、雄との配偶行動時に機能する第8腹節



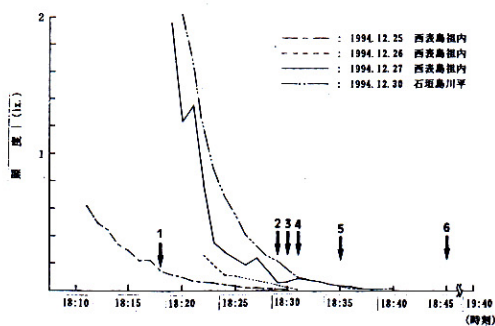
第15図 中齢幼虫のヤスデ捕食過程。1. 並走しながらヤスデの脚の1本に咬みつく 2. ヤスデは動き回るが離さない 3. ヤスデの胴体に自身の体を丸めて襟巻き状に巻き付ける 4. ヤスデはさらに激しく動き回り振り離そうとするが離れない 5. 約20分後、麻痺して不動状態となったヤスデの頭部を外した後、自身の頭部を差し込み内部を食べ始める 6. ヤスデの内部を食べ進むに従い、順次体環節を外してゆく。(←は外されたヤスデの頭部と体環節を示す)

腹面の発光器は、むしろ配偶行動の適応進化の過程で二次的に獲得したことが考えられる。より祖先的と想定された前者の発光様式が、多くのホタル上科発光昆虫で共通しており、かつそれら各種の雌成虫がいずれも類似した幼虫形であるにも関わらず、雄の外部形態には著しい

差異がみられることから、それに対応する配偶行動も、雌雄のコミュニケーションの手段や伝達媒体が多様化するにつれて、二次的変化を遂げたと考えられる。



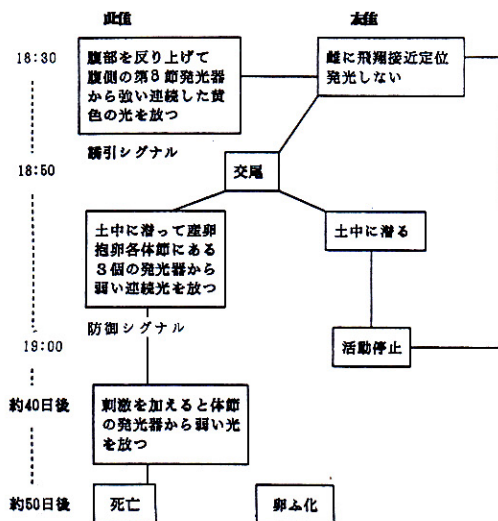
第16図 イリオモテボタルの分布。



第17図 イリオモテボタル生息地における時刻・照度と発光行動の関係。1. ヤエヤマオオコウモリ飛翔開始 2. イリオモテボタル雌成虫発光開始 3. イリオモテボタル雌成虫発光開始 4. イリオモテボタル雌成虫発光開始 5. オオシママドボタル成虫飛翔発光 6. オオシママドボタル若齢幼虫発光開始。

Ⅲ. 雄成虫形態と配偶行動

雄成虫は発光器がないことなどの外部形態上の特徴から判断すると、雌との配偶行動に際して相互の光コミュニケーションを行わないことは明らかで、触角表面の微細構造からも、性フェロモンが介在するケミカル・コミュニケーションを図っていることは考えにくい。一方複眼は、背面ではU字状に大きく湾入し狭まる反面、腹面では左右両眼がほぼ接するまでに膨大発達し、きわめて特異である。各個眼における角膜の表面形態は、腹側においては背面に比較して明瞭に大形であることから、内部構造においても相違があることを示唆する。こうした腹背の相違は取りも直さず、雄の配偶行動様式を反映



第18図 イリオモテボタルの配偶行動模式図。

した結果と考えられる。すなわち、背面は活動時間に関連する照度を感知する反面、腹面は探雌飛翔時に地上付近の雌の発光信号を発見認識し、正確な位置を把握するのにきわめて適応的な2機能を同時に有すると想定できる。しかし触角鞭節の第7-10節の前縁先端には、微細な感覚突起の集合域がある他、11節の同位置にはレンズ状感覚器があり、それら感覚器の位置関係から、雌にマウント後の定位・配偶行動に大きく関与している可能性が高い。

Ⅳ. コミュニケーション・システム

日本産ホタル科のコミュニケーション・システムは、大別して6型が確認されている(OHBA, 1983; 大場, 1986)が、イリオモテボタル科に属する本種はこれまでの調査から、アキマドボタル *Pyrocoelia rufa* に代表される、持続的な光シグナルと性フェロモン(匂い)とを媒体とするシステムであるPR型(OHBA, 1983; 大場, 1986)の変形とみなせることが判明した。一方、本種は雌のみが持続光を放って雄を誘引するが、雄の触角形態・表面構造から、性フェロモン(匂い)がコミュニケーションの信号媒体となっていることは考え難い。しかし、雌はきわめて特異な強い臭気を放っており、雌雄が接近後にはこの臭いが関与している可能性も高く、この点に関しては雄の触角・口器の表面微細構造とともに、今後研究の余地がある。

雌雄が単純な連続光のみでコミュニケーションを図る際、同所的に同様に連続光を放つホタル科 Lampyridae

のオオシママドボタル *Pyrocoelia atripennis* およびサキシママドボタル *P. abdominalis* 幼虫との間に光の攪乱・競合を生むことが想定される。しかし本種の配偶行動時間は、これらのホタル科昆虫の発光し始める約30分から1時間前のわずかに15-20分間に限定され、結果的にこれらのホタル科昆虫との競合は回避されている。従って本種は、こうしたきわめて短く限定された活動時間帯を、雌雄ともに正確に感知し得る能力を獲得したと考えられる。本種は他の生物との関わりの中でも最も配偶行動に適した時間帯に活動最盛期を位置づけ、それ以外の時間帯には休止・不動状態となりエネルギー消費を最小限に抑制していると考えられる。

V. 幼虫の口器形態と捕食行動

幼虫はその外部形態の中でも、特に口器形態と、摂食習性時の特異的・適応的現象との間に強い相関関係が存在するとみなされた。幼虫の体の数倍にもおよぶ大きさのヤスデを捕食する際の行動として、小形の口器を持つにすぎない幼虫が、堅い体表節片に覆われたヤスデの体に対して、数が多くなおかつ細い附属肢である脚を、攻撃対象として選択していることは高度な適応とみなされる。さらに、その後の一連の捕食行動も、攻撃の困難さを適応的に解決している。すなわち幼虫に脚を咬みつかれたヤスデが麻痺状態になり完全に不動状態に陥るのは、幼虫の大腮から特殊な液体が注入されるためであると推定され、このことは大腮内部に管が通り先端付近に開口していることから裏付けられる。幼虫はヤスデの内臓を摂食するために内部に侵入する必要があるが、その際はまず頭部を膜質部から外すとともに、捕らえたヤスデよりも幼虫自身の胴体の方が太い場合には、内部を食べ進むにつれて順次ヤスデの体環節を1節ずつ外していくという、高度な適応的行動をとる。同様な行動はマレー半島の *Diplocladon hasseltii* (大場, 1980; 1986) や北米の *Zarhipis integripennis* (TIEMANN, 1967) でも観察されていることに加え、形態的類似性から、これらのホタル科発光昆虫の系統関係が地球レベルで繋がっていることが想定される。

VI. 雌成虫の抱卵保護行動

抱卵する雌成虫が全く摂食することなく最大80日以上生存し続けることは、ホタル類としては異例の長寿命であり、卵が孵化するまで抱卵保護を可能にしている。また、細長い体形も卵塊を抱え込むには適し、各体節の外縁の側板域に配列した発光スポットは体を最大限大きくみせるとともに、目玉状にリングを形成する抱卵発光は

外敵に対する忌避・警告シグナルとして適応の結果と考えられる。さらに発光器が小さくスポット状であることは、エネルギー消費を最小にするのに適応的であるというように、様々な局面に際してきわめて合目的進化をたどったと考えられる。母虫と孵化した1齢幼虫は一時的に同居することが確認され、母虫が直接卵または幼虫を保護するものとして明らかに亜社会性(Subsociality)に含まれる。これも同じくホタル上科に属する北米の *Zarhipis integripennis* (TIEMANN, 1967; 1970) でも観察されている行動である。

VII. 分布・生息環境

本種が八重山諸島の中でも、より面積の広い石垣島・西表島の2島だけに確認されたにとどまること、さらにはジャングル内や樹林地帯ではなく、むしろ海岸に近い集落や人里付近にのみ限定して確認されたことは、本種が水はけが良い環境をより好む可能性があるということを示唆している。本属では、中国北部やモンゴル付近の乾燥砂漠地帯に複数種が分布することに加え(WITTMER and OHBA, 1993)、インド産の種では乾燥地帯に出現することが報告されている(RAJ, 1957)。こうした例や本種の飼育条件下の習性、生息地の環境条件を合わせて考えると、イリオモテボタル属の種に共通してむしろ過湿には弱く、耐乾燥性の強い一群である可能性がある。このようなことから、亜熱帯で多湿な八重山諸島における分布・生息状況は、通気性および排水性が良好な環境条件を選択し、多湿な樹林地帯を避けた結果の分布様式であると想定される。昔ながらの人里は安定した環境であり、未舗装の道路端では土手草地、人家の古くからのサンゴ石灰岩の石積み周辺には古木や草が生え、幼虫の餌条件と安定した生息環境条件とを満たしていると考えられる。更にサンゴ石灰岩の石積みでは、片側が畑などの土止め状の役を果たしている形態が生息には適しており、調査結果からもそうした場所に最も個体数が多い。なお、発光コミュニケーションが介在する本種のコミュニケーション・システムの特性から、本種の生息には、配偶行動の阻害要因として人工照明はきわめて重大な悪影響を及ぼすことが予想される。生息環境の立地条件を広域的に捉えれば、背後には良好な樹林地帯も控えており、完全な乾燥状態ではなく、本種の生息条件に適度な水分補給源になっている可能性がある。しかし、石垣島にみられるように次第に市街化が進み、人里と森林が不連続となった場合、生息地点が島状に孤立化して年毎に生息条件が悪化し、本種の絶滅が危惧される状態になりつつあることが年毎の個体数・動態調査か

ら想定される。

VIII. 近縁科・属の発光昆虫との形態・発光行動の比較

BÖVING and CRAIGHEAD (1930) によれば、特に幼虫期において、ホタル上科 Cantharoidea では腹部第9節に尾突起 (Urogomphi) がなく、この点で本種も共通している。頭部では背面にあらゆる縫合線が存在しないこと・小腮鰓番節と下唇基節が分離し、小腮軸節が存在すること・触角は3節で円盤状の感覚器をもつことで Phengodidae と共通する。OLIVIER (1911) の定義からみると、本種雄成虫は、触角形態・脚附節形態および複眼形態に関しては十分本属の範疇に含まれる。しかし Phengodidae の多くの種の雄成虫では、複眼が発達しない一方で触角が顕著にふさ状に分枝し発達していることで、本種とは大きく異なる (HARVEY, 1952; TIEMANN, 1967; 1970; 羽根田, 1985)。

南インド産イリオモテボタル属の一種 *R. sp.* では、有翅の雄成虫は明らかに発光せず、幼虫は有翅の成虫性およびインド産ホタル幼虫性の発光器を複合するとされ、胸・腹部に微小な体節性の発光スポットを11対配列することが記録されている (RAJ, 1957)。ただしここで述べられている幼虫とは無翅の雌成虫である可能性もあることから、イリオモテボタルと同様2タイプの発光様式を併せ持つことも想定される。イリオモテボタル科と近縁と考えられる、Phengodidae の *Diplocladon hasseltii* の雌成虫では、前胸から腹部末端節まで発光スポットがみられる (HARVEY, 1952; 羽根田, 1985)。また、同科に属する北米の *Zarhipis integripennis* (TIEMANN, 1967; 1970)、南米の *Phrixothrix*、南・北米の *Phengodes* (HARVEY, 1952) でも各体節に並列する発光器の存在が報告されている。しかしいずれも本種のような雄の誘引発光の記録はなく、2タイプの発光様式を状況によって使い分ける例はこれまで全く報告されていない。GREEN (1912) によれば、同じイリオモテボタル科に属するセイロン (現スリランカ) 産の *Dioptoma adamsii* は両性が光るとされる。無翅の雌は体後半部を背面に湾曲させ、亜最終節にあるディスプレイ時にのみ機能する大形の発光器をさらすとされ、この発光器はイリオモテボタルの雌成虫と同様の機能を有するとみなされる。また各体節発光器が存在する旨の情報にもふれている点から、本種と類似した形質・様式を持つと考えられる。しかし本種と大きく異なる点は雄も発光器を持つことで、前胸後縁に4個・腹部第8節までの両側縁および腹部後方節に2縦列各3個が存在するとされている。こうした点は本種とは大きく異なるが、配偶行動様式および発光様式

の使い分けに関しては不明で、今後イリオモテボタル属との比較検討を要する。

まとめ

1. イリオモテボタル幼虫・成虫外部形態の詳細を明らかにした。幼虫では口器が摂食習性を、雄成虫では特に複眼が雌の配偶行動時の発光様式との関連を高度に反映した適応的形態を示す。雌成虫は概して幼虫形であるが、触角・複眼・胸脚は成虫形を反映する。触角は個体により7節-8節と変異がみられ、時には左右で節数が異なる例さえあり、個体発生上異時性による幼虫形形成過程を考える上で、極めて興味深い。
2. 分布域は八重山諸島の石垣・西表島のみに限定され、森林地帯でなく特に人里周辺には限定して生息確認された。飼育条件下では、特に幼虫期は湿度に弱いことが確認されていることから、ある程度保水性を保ちながらも排水性の良好な環境条件を選択した結果であると考えられる。
3. 幼虫・雌成虫ともに特異な臭いを放ち、各体節発光の様式と関連して外敵に対して忌避効果を持つ可能性がある。
4. 幼虫の発光様式は、成長過程を通じて一定して雌成虫の抱卵時の発光様式と酷似するが、雌成虫の配偶行動時に機能する腹部第8節腹面の大形発光器はなく、逆立ち姿勢の発光行動もみられないことから、前者の体節性の様式がより祖先的であるとみなされる。
5. 幼虫は自身より数倍大形のヤスデ (倍脚類) を捕食する。摂食の方法はきわめて特異で、以下の過程を踏む。脚の1本に咬みついた後、それを支点にして相手の胴に巻き付く。この間大腮から麻酔液を注入すると考えられる。その後、麻痺したヤスデの頭部を外して内部を食べ始める。食べ進むごとに、内部への侵入の必要上ヤスデの体節を一環節ずつ外していく高度な適応的行動をとる。
6. 幼虫は外部形態・食性・摂食行動・体節性の発光様式において、Phengodidae のマレー半島産 *Diplocladon*、北アメリカ産 *Zarhipis* および南北アメリカ産 *Phengodes*・*Phrixothrix* に類似し、これらのホタル上科発光昆虫の地球レベルでの分布拡散・種分化および行動・形態上の適応進化が示唆される。
7. 雌成虫の発光開始時刻は12月末では18:30ごろで、このときの照度は0.01~0.1 lxであった。
8. 雄成虫は発光せず、探雌行動は薄暮時、18:30からわずかに15-20分間に限定される。この時間帯は、他のホタル科昆虫の発光開始時刻の1時間前であり、探雌

の際に他種の発光が支障とならない意味において、時間的すみわけが認められる。

9. 雌成虫は、配偶行動時と抱卵保護行動時で、発光部位および発光様式を劇的に変換させる。前者の場合、第8腹節腹面の大形の発光器のみを上空から探雌する雄に認識しやすいように逆立ち姿勢で腹端を上向きに反らせることで、また後者はC字形で抱卵する際、リング状を形成する発光軌跡が外敵に対する忌避効果があると考えられることで、ともにきわめて適応的とみなされる。
10. 配偶行動様式を明らかにした。コミュニケーション・システムは、光と性フェロモンの併用であるPRシステムの変形とみなされる。
11. 室内飼育条件化での成虫の寿命は、雄は10日前後であるが雌は著しく長く、最大80日に及ぶ。

謝 辞

野外調査において様々な面で御協力下さった圓谷哲男(水系環境を考える会・日本ホタルの会)・鈴木浩文(東京都立大学理学部)・佐藤安志(農林水産省野菜・茶業試験場)、幼虫の情報および資料を提供し現場を案内下さった深石隆司(沖縄県石垣市)・石垣金星(沖縄県竹富町)、ヤスデの同定で御世話になった田辺 力(徳島県立博物館)、幼虫飼育にあたり沖縄産ヤスデを採集し送付下さった豊口 敬(琉球大学農学部)の各位に深謝の意を表する。

引用文献

- BÖVING A. G. and CRAIGHEAD F. C. 1930. An illustrated synopsis of the principal larval forms of the order Coleoptera. *Ent. Amer. (new ser.)* **11** (1): 1-351.
- GREEN E. E. 1912. On some luminous Coleoptera from Ceylon. *Trans. Ent. Soc. Lond.*, (1912): 717-719.
- 羽根田弥太 1985. 発光生物. 318ページ. 恒星社厚生閣.
- HARVEY E. N. 1952. *Bioluminescens*. 649 ページ. Academic Press.
- OLIVIER E. 1911. Revision du Genre *Rhagophthalmidae* [Col. Lampyr.] et descriptions d'especes nouvelles. *Ann. Soc. ent. Fr.* **80**: 467-472.
- 大場信義 1980. 陸の発光動物—発光昆虫を中心として—. *動物と自然*, **10** (9): 13-20.
- OHBA N. 1983. Studies on the communication system of Japanese fireflies. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* **30**: 1-62. 6pls.
- 大場信義 1986. ホタルのコミュニケーション. —17 生物の適応戦略と社会構造—. 241ページ. 東海大学出版会.
- 大場信義 1987. 沖縄の発光昆虫調査. *横須賀市博物館報*, (34): 23-27.
- RAJ J. S. 1957. An undescribed luminous beetle larva from South India. *Jour. Bombay Nat. Hist. Soc.*, **54**: 788-789.
- TIEMANN D. L. 1967. Observations on the natural history of the western banded glowworm *Zarhipis integripennis* (LE CONTÉ) (Coleoptera: Phengodidae). *Proc. Calif. Acad. Sci.*, **35**: 235-264.
- TIEMANN D. L. 1970. Nature's toy train, the railroad worm. *Nat. Geograp.*, **138** (1): 58-67.
- WITTMER W. and OHBA N. 1994. Neue *Rhagophthalmidae* (Coleoptera) aus China und benachbarten Ländern, *Jap. Journ. Ent.*, **62** (2): 341-355.

資料 イリオモテボタルの観察結果(1983～1995年の抜粋)

1983年 西表島大原小学校周辺	12月25日 祖内 気温22.4℃, 地温20.3℃, 湿度72%, 気圧1020HPS。
1月10日 道路沿いでサキシマドボタル幼虫が発光していた。♀成虫は丈の低い草に見え隠れするような状況で、逆立ち姿勢で第8腹節腹面の大形発光器からひときわ強い持続した光を放っていた。発光強度などは一見オオシマドボタルの終齢幼虫または成虫のそれに似ていた。	時刻 照度
1986年	18:11 0.61 測定開始(1分ごとに測定)
12月23日 石垣島川平 晴 17℃ 道路端の芝地内で3♀発光。	18:18 0.15 (ヤエヤマオオコウモリ飛翔開始)
12月27日 西表島大原 小雨 17℃ 強風。	18:26 0.02
19:30 3♀発光。	18:28 0.01/ 0.12(道路上)
12月28日 西表島祖内 曇 強風。	18:30 0.01 (♀発光開始)
道路沿の石垣や、畑の斜面土手の草むらに見え隠れしながら、100♀以上が逆立ち姿勢で発光していた。中には2個体が巴状に重なり合って発光するほど生息密度が高かった。最初に祖内で発見された個体は総て♀成虫であり、♂は全く発見できなかった。一般のホタルは♀に比べて♂が多く、採集しやすいが、このホタルだけは例外であった。♀は2～3分ほどの間に次々に発光をやめ姿を消し、その後にはオオシマドボタルなどの幼虫が発光しはじめた。♂成虫確認のため捕虫網によるスウィーピング・ビーティングを試みたほか、土を掘り起こし、またライト・トラップでの誘引も試みたが採集できなかった。	18:45 — (オオシマドボタル若齢幼虫発光開始)
18:30 47♀発光。	19:40 — (♀の発光活動はほぼ停止。人工照明により薄暮程度の明るさとなっている場所では、わずかな個体が発光継続)
19:30 ほとんど全個体が発光停止。	12月26日 祖内 気温22.6℃, 湿度70%, 気圧1010HPS。
19:40 オオシマドボタル若齢幼虫およびサキシマドボタル幼虫が発光開始。	時刻 照度
12月29日 晴 無風 13.5℃～11.5℃。	18:22 0.26 測定開始
18:30 ♀発光開始。	18:24 0.12 (気温22.1℃, 湿度72%)
18:40 石垣や土手で40♀発光。♂が♀に定位。交尾後、雌は発光停止。	18:31 0.10 (♀発光開始。4♂10♀確認)
1993年 西表島祖内	12月27日 祖内 雨, 強風。
12月25日 晴 満月近く明るい。	時刻 照度
18:26 15℃, 62%w, 1016mb。	18:19 1.95 測定開始(1分ごとに測定)
18:29 岩の奥で1♀発光。14.3℃。	18:39 0.01
18:51 岩の奥や草の根本で発光。13.7℃ 2♂採集。	12月30日 石垣島川平 曇, 風あり。
19:10 発光する雌はほとんど姿消す。オオシマドボタル幼虫発光開始。	時刻 照度
12月26日 晴 満月近く明るい。	18:15 4.70 測定開始(1分ごとに測定)
18:30 月が雲に隠れたり現れたり繰り返す。	18:35 0.04 オオシマドボタル♂飛翔。
♀成虫は薄暮に発光開始。樹木下は暗いために発光時刻は早い。道路側は月明かりのために明るく、約30分♀の発光開始時刻が遅れる。樹の下で5♂が発光。2♂採集。	18:36 0.02
19:35 2♀に♂が各々飛来。	1月2日 ♀が産卵。
19:10 その後♂が飛来しないまま♀は発光停止。	1月4日 ♂生存。
19:30 19℃ オオシマドボタル1♂成虫発光。	1月9日 ♀抱卵。♂死亡。
12月29日 無風 晴 13.5℃	1995年 西表島・石垣島
18:30 ♀発光。	12月25日 西表島大原 気温15～16.5℃, 風あり寒い。時々小雨で暗い。
18:40 石垣や畑の土手で30♀発光。♂成虫出現し、♀と交尾。交尾した♀は発光停止。	18:00 祖内集落内で最大の生息地は、道路舗装と水銀灯の設置で影響を受けたためか、生息域が狭められていた。
19:00 ほとんどの♀は発光停止。(以降室内観察による)	18:30 約20♀が発光。
21:00 ♀成虫は背光的で全く動かず反応しない。♀成虫は発光。♂は暗状態から明状態にすると活動し始めるが、明から暗状態にすると静止。	18:35 1♂飛来し交尾。
♂の活動時間は限定される。	18:45 発光を次々に停止。
1994年 西表島・石垣島	生息個体密度は低く、70mの距離内に20個体。台地上の遺跡跡周辺では5♀発光。1♂確認。
	12月26日 西表島祖内 日中の気温16℃。小雨。
	古見では本種その他キイロスジボタル・キベリクシヒゲボタルが確認された。本種は集落内でも局在して生息し、5カ所でのみ確認した。いずれも生息密度が非常に低い。総個体数は200mの範囲で約20♀4♂。道路に沿った一部の草むら内でも発光する♀が観察された。大原小学校周辺で3♀が確認されたがきわめて少ない。祖内では集落内で♀約30を確認。
	12月27日 祖内 16℃, 曇り。
	18:30 ♀発光開始。
	18:45 ♂飛来し交尾。
	19:05 ほとんどの♀は発光停止。♀の総個体数は18。
	12月29日 石垣島川平
	集落の石垣で3♀, ロータリー周辺で2♀発光。♂は未発見。生息状況はきわめて悪化。人間の生活活動による環境圧が大きく絶滅が危惧される。

