

ムネクリイロボタルの形態と
活動習性について

大 場 信 義*

Notes on the Form and Activity of the Firefly,
Cyphonocerus ruficollis

Nobuyoshi OHBA*

(with 4 text-figures and 3 plates)

In this study, the form and activity of the firefly, *Cyphonocerus ruficollis* KIESENWETTER are described. The generic characteristics of this firefly are as follows: body length, about 8.5 mm; body colour, black; pronotum colour, reddish brown. The larva and adult of *C. ruficollis* are both luminous, but the light of the adult is very weak and continuous.

HANEDA (1951, 1958) and KANDA (1953) reported on the morphology and bionomics of this firefly, but the details of its life history and activity have been little studied.

For the purpose of this investigation, the following approach was used:

1. In the middle of June, 1975, many adults of *C. ruficollis* were observed in a field at Juniso, Kamakura City, Kanagawa prefecture, Japan. By breeding them indoors, the form and habit of the eggs, the first instar larvae and adults are disclosed.

2. Morphological differences between male and female adults of *C. ruficollis* are defined by measurement of their compound eyes (e), antennae (a), pronotums (p), head (h), hind wings (w), and fore femurs (l).

3. By measuring the size of the compound eyes (e), antennae (a), and pronotums (p) of 8 species of fireflies, the relation among the compound eyes (e), antennae (a), and activity are clarified.

The results are as follows:

1. Egg (Pl. 3-1): oval, about 0.6 mm in size; colour, pale yellowish green.

2. First instar larva (Pls. 3, 4): body, elongate, about 2.5 mm; colour, dark brown.

3. The larva described by KANDA (1953) is of the same species as the first instar larva of *C. ruficollis*.

4. Male adult genitalia and hind wing are shown in Pl. 5.

5. The compound eyes (e) and antennae (a) of *C. ruficollis* are larger in the male than in the female (male: $a/p=114.2$, $e/p=0.31$; female: $a/p=10.38$, $e/p=0.22$).

6. Diurnally active species are provided with large antennae ($a/p>15$) and small compound eyes ($e/p<0.4$).

7. Nocturnally active species are provided with small antennae ($a/p<15$)

* 横須賀市博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka 238, Japan
原稿受理 1976 年 8 月 6 日, 横須賀市博物館業績第 256 号

and large compound eyes ($e/p > 0.4$).

8. The activity of *C. ruficollis* belongs to the diurnal type.

はじめに

ムネクリイロボタル *Cyphonocerus ruficollis* は体長 8.5 mm 前後であり、体は黒色、胸部は赤褐色である。雄は第 7 腹節目、雌では第 6 腹節目の腹側に 1 対の小さな発光器を有し、青黄色の微弱な連続光を放つ。

このホタルは昼間に飛翔活動する点で、他の夜間活動するホタル類（ゲンジボタル *Luciola cruciata* など）と異なり、習性および形態的に大変興味深い。しかし本種は個体数が少ないために、その生態、形態についての報告は少なく、神田 (1953)、羽根田 (1951, '68) らの観察・記載があるのみであり、不明な点が多く残されている。

筆者は 1975 年 6 月に神奈川県鎌倉市において多数のムネクリイロボタルの成虫を観察する機会を得るとともに、それらの一部を飼育することにより、卵、孵化幼虫の形態を明らかにすることができた。

本種と考えられる成熟幼虫の形態については神田 (1953) の報告があるものの、ムネクリイロボタルの幼虫であることが未確認である。この点について筆者は飼育により得たムネクリイロボタルの孵化幼虫と神田 (1953) により記載された幼虫の形態とを比較検討することにより、両者が同一種であることを確認することができた。

本種の成虫は、夜間活動型と昼間活動型のホタル類の形態や生態学的関係を明らかにする上で注目すべき形態と活動習性をもっている。形態と活動習性の相関関係については鱗翅目で詳細に研究され、特に複眼と活動習性の関係については KOYAMA (1964, '69, '70, '71)、そして YAGI and KOYAMA (1963) らの報告があるが、ホタル類ではその例を聞かない。

筆者はムネクリイロボタルの形態と活動習性の関係を明確にするために、複眼、触角、前胸背などを測定して、活動習性既知の他の数種のホタル類と比較検討を行なった結果、いくつかの知見を得たので、これらを併せて報告する。

材料および方法

1975 年 6 月 13 日より 15 日までの 3 日間に神奈川県鎌倉市^{じゅうそに}十二所においてツユクサなどの葉上に静止または飛翔していたムネクリイロボタル *Cyphonocerus ruficollis* KIESENWETTER の成虫 15 頭 (YCM-I*-792~806) と、比較検討のために活動習性既知の横須賀市博物館所蔵のホタル類乾燥標本を資料とした。なお学名は佐藤 (1974) に従った。

ヒメボタル *Hotaria parvula* KIESENWETTER**

♂ 5, ♀ 4, (YCM-I-807-815)。

ゲンジボタル *Luciola cruciata* MOTSCHULSKY**

♂ 5, ♀ 5, (YCM-I-816~825)。

* 横須賀市博物館 (YCM) 昆虫資料番号

** 夜間活動型、無印は昼間活動型。

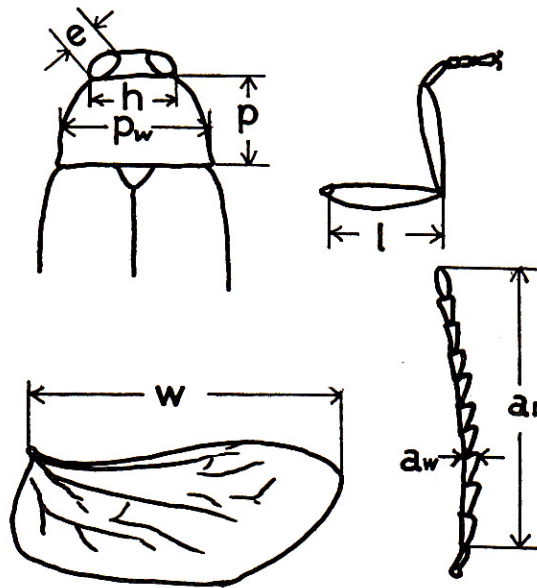


Fig. 1. Measuring parts of firefly.

a_L : length of antenna, a_W . width of antenna, p : length of pronotum, p_W . width of pronotum, e : size of compound eye, h : width of head: l : length of fore femurs, w : length of hind wing, a : size of antenna ($a_L \times a_W$).

ヘイケボタル *Luciola lateralis* MOTSCHULSKY**

♂ 5, ♀ 5, (YCM-I-826~835)。

クロマドボタル *Lychnuris fumosa* (GORHAM)

♂ 5, ♀ 1, (YCM-I-836~841)。

オバボタル *Lucidina biplagiata* (MOTSCHULSKY)

♂ 5, ♀ 2, (YCM-I-842~848)。

オオオバボタル *Lucidina accensa* GORHAM

♂ 5, ♀ 2, (YCM-I-849~855)。

Luciola (Dygatypfalla) obsoleta OLIVER**

♂ 5, ♀ 2, (YCM-I-856~862)。

成虫・幼虫の各部の形態は 0.05 mm 接眼マイクロメーターを備えた 40 倍双眼実体顕微鏡で複眼 compound eye (e), 触角 antenna (a), 前胸背 pronotum (p), 後翅 hind-wing (w) そして前肢腿節 fore femus (l) の各部を検鏡し測定した。各部の測定部位は Fig. 1. の通りである。

ホタルの飼育容器は湿った土を入れた 200 ml の腰高シャーレを用いた。飼育により得た孵化幼虫は 60% アルコールに入れ保存し、資料に供した。

調査結果

1. 野外における生息状況

ムネクリイロボタルが多数発生する生息地は神奈川県鎌倉市の最北端部であり、東は逗子市池子に続く山に隣接した位置にある。

ケヤキ、カエデなどの樹木のほか、ツクサなどの雑草が生えていて湿潤であるが、冬期は落葉のため日射は良好となる。土質は山土であり、その上に腐葉土が堆積している。幼虫の餌と考えられる陸生巻貝は非常に多く、特にオカチョノジガイ *Allopeas kyotoense*、ナミギセル *Phaedusa japonica* などが生息する。

成虫の出現最盛期は6月10日前後であり、出現期間は短く、2週間程である。成虫は昼間、雑草の葉上に静止していることが多いが、時に地上70cm程の高さを飛翔する。夜間は青黄色の微弱な連続光を放つが、野外における活動の様子は未確認である。なお、生息地付近にはムネクリイロボタルの他、オパボタル、クロマドボタルなどのホタル類が生息する。

2. 配偶行動・産卵

ムネクリイロボタルの雌雄を同一飼育容器内に入れておくと昼間に盛んに活動し、雄が雌の背にのり、交尾体勢 (mountaing) をとった。採集した15個体の雌雄比は3:7であり、神田 (1953) の1:19に比して雌が多い。雌雄の発光状態には特に相異が認められない。

ムネクリイロボタル成虫は飼育開始後、3日目に活動が鈍くなり、潜土する個体が多くなる。腰高シャーレ内の土にはホタルが潜土したためにできた穴が多くみられる。

6月19日シャーレのガラス壁面に直径0.6mm前後の淡黄緑色の卵が透明な粘液で固着された (Pl. 3-1)。6月20日15頭の飼育個体のうち14頭が死亡した。卵は室温で飼育することにより、産卵後37日目の7月26日に孵化した。孵化幼虫は大変背光的であり、シャクトリムシの様に歩いた。

3. 孵化幼虫の形態

体長2.6mm前後、やや扁平な円筒形であり、第3胸背の幅は0.6mm前後である、頭を含めて13節からなり、尾節末端部には白色の尾脚を有している (Pl. 4)。

胸背面・腹背板は黒褐色であり、腹面は乳白色である、胸部2節および腹部8節目までの背面中央には縦溝があり、各節の基部には微細な網状紋がみられる。胸節、腹節の背面には後部両側に隆起がみられるが、尾端になるに従い、小さくなり第8腹節ではほとんど認められない。

腹節背面には白色の短い微細毛が10数本認められる。各部の詳細な形態は次の通りである。

頭 (Pl. 3-2): 幅0.17mm、長さ0.26mm前後で小さく、ほぼ長方形である。触角は淡黄色で短く、先端に3~4本の毛を有している。眼は触角の両側基部にみられるが大変小さい。

前胸: 先端が少し幅狭く、下部は広い丸味のある台形である。中央はやや高く、小溝がある。背面に微細毛がまばらに生えている。

中胸: 中胸、後胸はほぼ同形、中央線左右の両側は隆起する。

腹部: 腹部1節目から6節目までは中胸と後胸とほぼ同形で、環節は淡黄色である。1~9節目の左右の端には太い剛毛が1本生えている。7節目は縦より横が少し広い長方形であり、隆起はほとんど認められない、5~9節目には10数本の白色微細毛が認めら

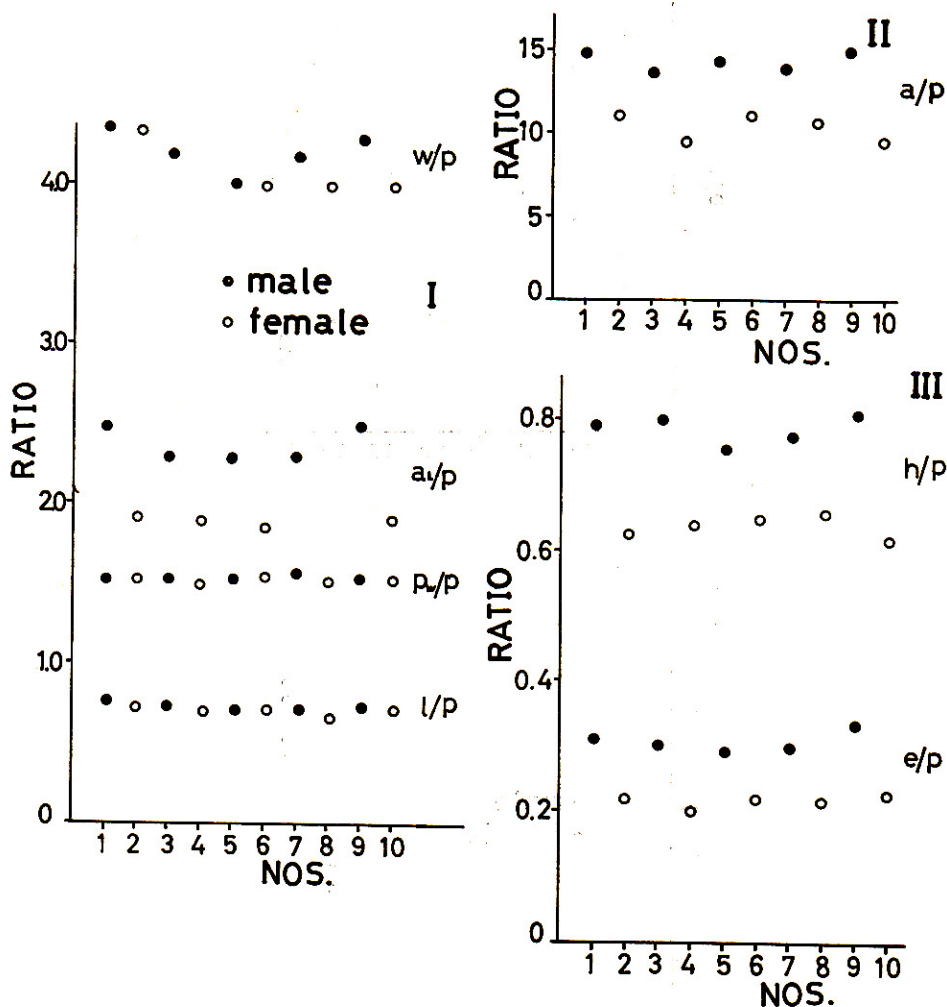


Fig. 2. Relation between of pronotum (p) and size of a few parts of *C. ruficollis*.

al, aw, p, pw, e, h, l, w, and a are in Fig. 1.

れる。

発光器：腹節8節目の背面にあると考えられるが、明らかでない。

前胸腹面：ほぼ丸味のある三角形であり、上部中央に頭を出入するところがある。頭の左右両端の下部には逆三角形に落ちこんだ皺があり、三角形の中は少し隆起する。三角形の頂点には太い皺が3~4本ある。

中胸腹面：前胸と中胸の環節は明瞭であり、中央部は少し隆起する。中胸と腹部8節目までの腹面は背面の両端が少しはみ出す。ほぼ六角形の微細な点刻が密にある。

後胸腹面：中胸と後胸の環節は明瞭である。

肢 (Pl. 3-3)：前肢、中肢、後肢とも3節からなり、転節を含めると4節である。腿節、脛節には短い剛毛が生え、脛節内側には長い剛毛が2~3本生えている。

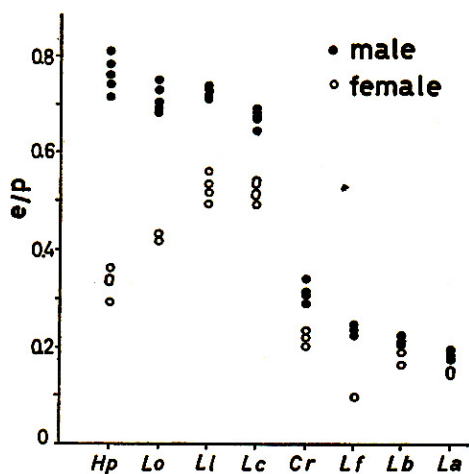


Fig. 3. Relation between size of compound eye (e) and length of pronotum (p) in fireflies.

Hp: *Hotaria parvula*, Lo: *Luciola (Pygatyphalla) obsoleta*, Ll: *Luciola lateralis*, Lc: *Luciola cruciata*, Cr: *Cyphonocerus ruficollis*, Lf: *Lychnuris fumosa*, Lb: *Lucidina biplagiata*, La: *Lucidina accensa*.

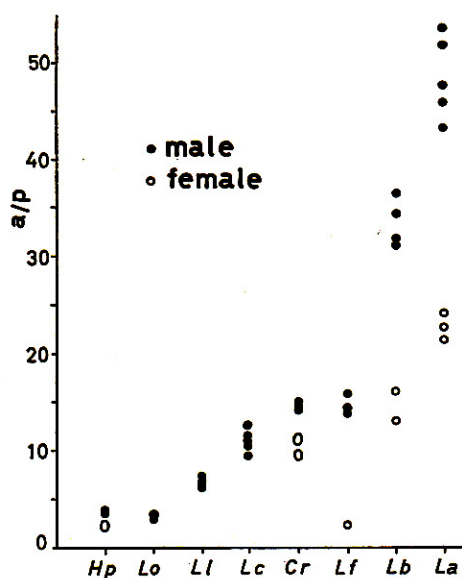


Fig. 4. Relation between size of antenna (a) and length of pronotum (p) in fireflies.

Hp, Lo, Ll, Lc, Cr, Lf, Lb, and La are in Fig. 3.

4. 成虫の形態* (Pl. 5)

触角：雌の触角は雄と同様 11 節からなるが、分岐枝はなく、長さは 2.8~3.5 mm であり、雄では 3.5~4.0 mm である。前胸背長さ (P) に対する触角の大きさ (a) は雌雄

* 新発見のみ記載

それぞれ 10.38, 14.2 前後である (但し $a = a_L \times a_W$)。

複眼：大きさ (e) は雌雄それぞれ 0.33~0.36 mm, 0.40~0.56 mm であり、雄が少し大きい。

前胸背 (P) に対する複眼の大きさ (e) は雌雄それぞれ 0.22, 0.31 前後である。

発光器：発光時には腹面に 1 対の点状発光器を認めることができるが、乾燥標本では明らかでない。

後翅 (Pl. 5-1)：雌雄の形態的相異は特に認められない。半透明の黒灰色であり、短い微毛が生える。翅長 (W) は 6.2~7.2 mm であり、前胸背長さ (P) に対する翅長は 4.11 前後である。

肢：前肢, 中肢, 後肢ともに黒色。前肢の腿節と脛節長さの比はほぼ 1:1 である。

雄交尾器 (Pl. 5-2)：長さ 1.5 mm, 幅 0.6 mm 前後で淡褐色である。両側の側片先端に 3~4 本の毛が生えている。

5. 雌雄間ならびに他のホタル類間との形態的相異と活動習生の関係

前胸背長さ (P) に対する各部の大きさ, 即ち前肢腿節 (1), 触角の大きさ (a), 後翅長 (W), そして複眼の大きさ (e) の比率を Fig. 2 にそれぞれ示した。雌雄間で形態的相異が著しい部分は触角と複眼である。

雌雄間で形態的有意差の認められる複眼および触角について、更に他のホタル類と比較した結果を Figs. 3, 4 に示す。

昼間活動するホタル類の雄は夜間活動するホタル類に比して、複眼は小さいが、触角は発達している ($e/P < 0.4$, $a/P > 15$)。これに反して、夜間活動するホタル類は、複眼がよく発達し、触角は比較的さい ($e/P > 0.4$, $a/P < 15$)。

後翅が退化して移動性の小さい雌は、雄に比して複眼, 触角ともに著しく小さい。ムネクリイロボタルの雌雄間の形態的な相異は、他のホタル類に比較すると小さい。複眼の形態は $e/P = 0.31$ であり、クロマドホタルに近い値を示し、昼間活動するホタル類に属する。

考 察

ムネクリイロボタルの産卵は土中で行われることを飼育により確認したが、自然状態では未確認である。潜土する習性があることから、土中で産卵するものと考えられるが、更に調査を要する。

産卵数は飼育により、数個であることを確認したが、資料に供した個体がすでに産卵済であったための結果であるのか否か不明である。

ムネクリイロボタルの卵の大きさは、ゲンジボタルなどの卵の大きさに比して大きい、産卵数は少ない。卵の大きさと産卵数の関係はホタル類の類縁関係を明らかにする上で大変興味深いので今後、検討を加えたい。

ムネクリイロボタルの成熟幼虫は、これまで未確認のままであったが、筆者は飼育により得た本種の孵化幼虫の形態を明らかにすることにより、次の諸点から神田 (1953) が記載した幼虫であることを確認した。即ち、胸背, 腹背ともに黒褐色であり、各節背面の中央両側が隆起していること、また頭部, 肢の形態の類似性などである。

本種の孵化幼虫は大変背光的であり、夜間活動する習性を示すが、成虫は昼間飛翔活動

する。発光器の大きさも幼虫期より成虫期が小さく、発光力も弱くなる。これは幼虫期よりも成虫期の方が発光器が発達し、発光力も強くなる夜間活動するホタル類（ヒメボタルなど）とは全く相反することとなる。この事実は、ムネクリイロボタルが夜間活動型のホタルから昼間活動型ホタルへと適応しつつあるホタルであり、幼虫期に発光力が強いということは、かつては夜間活動型ホタルであったことを示唆する。

昼間および夜間活動する各種のホタル類について形態を検討した結果、特に複眼の大きさ、触角の大きさが活動習性と密接な相関関係にあることが判明した。この方法により、活動習性が未知であるホタル類であっても、形態を検討することにより、活動習性を推測することも可能である。この様な観点から、ムネクリイロボタルの活動習性を考察すると $e/P < 0.4$, $a/P > 15$ であり、クロマドボタルに近い値を示し、昼間活動するホタル類に属するといえよう。

夜間活動するホタル類は発光現象が配偶行動に極めて重要な意義を持つものと考えられている。そのために複眼が発達し、大きくなったものと解釈できる。特に雌の移動性が小さくなると配偶行動を成立させるために雄が主動的でなければならなくなり、結果として、そのための器官である複眼、触角などが発達し、大きくなったものと考えられる。ヒメボタルは雌の後翅が退化し、移動性が大変小さく、複眼の大きさが雌雄の間で著しく相異なる代表的な例といえる。また HANEDA (1966) により報告された同時明滅をするホタルは、雄の複眼が発達しており、同時明滅をするためには光の信号を鋭敏に捉えなければならぬことによる結果と考えられる。

一方、昼間活動するホタル類は配偶行動に発光現象が重要な意義を持たなくなり、その代りとして、性誘引物質 (pheromone) その他の要因がより重要な役割を果す様になるものと考えられる。この活動習性を持つホタル類（オバボタルなど）は触角が非常によく発達しているが、複眼は小さい。これは性誘引物質などを鋭敏に感知するために触角が発達したものと解釈できる。

ムネクリイロボタルの成虫の発光は微弱な連続光であり、これは昼間活動するホタル類（クロマドボタルなど）に共通している。一方、夜間活動するホタル類（ヒメボタルなど）は瞬間的な断続した光を放ち、こうした発光のしかたからも生活型や類縁関係を推測できるものと考えられるので、今後検討を加えたい。なお、各部の測定部位および活動習性の評価方法については更に検討を必要とする。

ま と め

1. ムネクリイロボタルの成虫を飼育することにより、卵、孵化幼虫の形態を明らかにした。卵は球状で淡黄緑色、直径 0.6 mm 前後である。孵化幼虫は体長 2.5 mm 前後であり、黒褐色である。
2. 飼育により得たムネクリイロボタルの孵化幼虫と、神田 (1953) により記載された幼虫とを比較検討することにより、両者が同一種であることを確認した。
3. 成虫の雄交尾器 (genitalia) および後翅の形態を明らかにした。
4. ムネクリイロボタルの成虫の複眼、触角、前胸背、翅長、前翅などの各部を接眼ミクロメーターを備えた双眼実体顕微鏡で検鏡し、測定することにより、雌雄の形態的相異

を明らかにした。

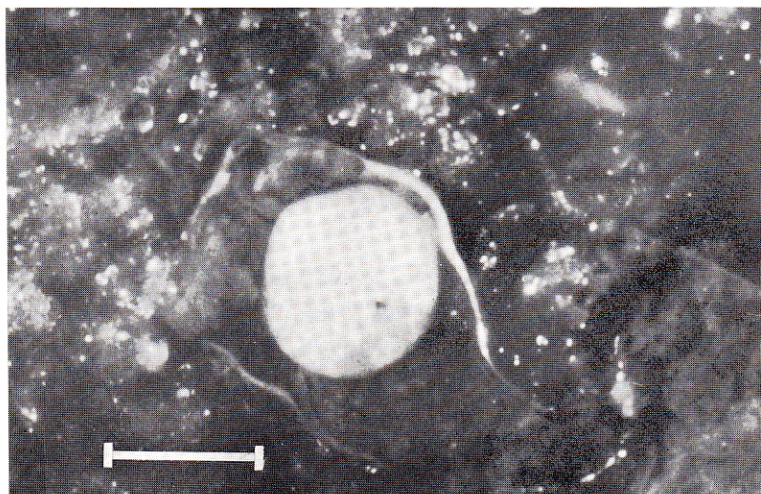
5. 複眼および触角の形態と活動習性の関係を, 活動習性既知の他のホタル類と比較検討することにより, ムネクリイロボタルの成虫は昼間活動するホタル類に属する形態であることが判明した。

謝 辞

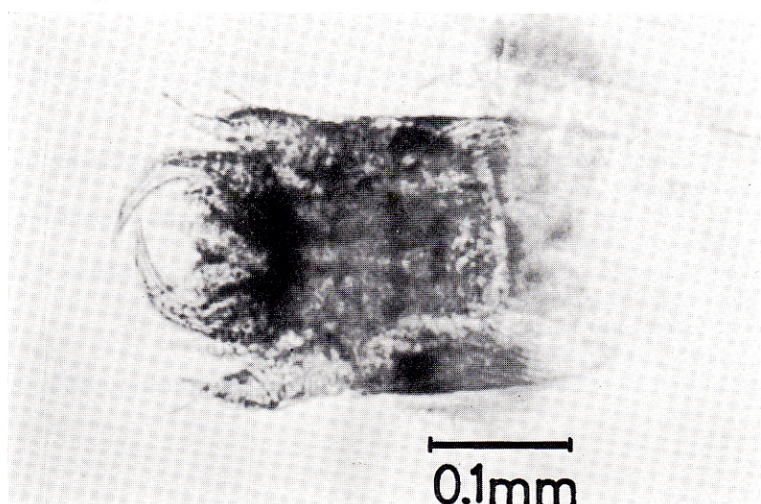
この研究を進めるにあたり, 貴重な資料と文献の入手の便宜を図られ, 御指導頂いた名古屋女子大学助教授佐藤正孝先生に, また種々有益な御助言を頂いた国立科学博物館中根猛彦博士に対し併せて深謝の意を表す。調査の便宜を図られ, 絶えず御指導頂いた横須賀市博物館前館長の羽根田弥太博士ならびに大平辰秋館長に深く御礼申し上げる。

文 献

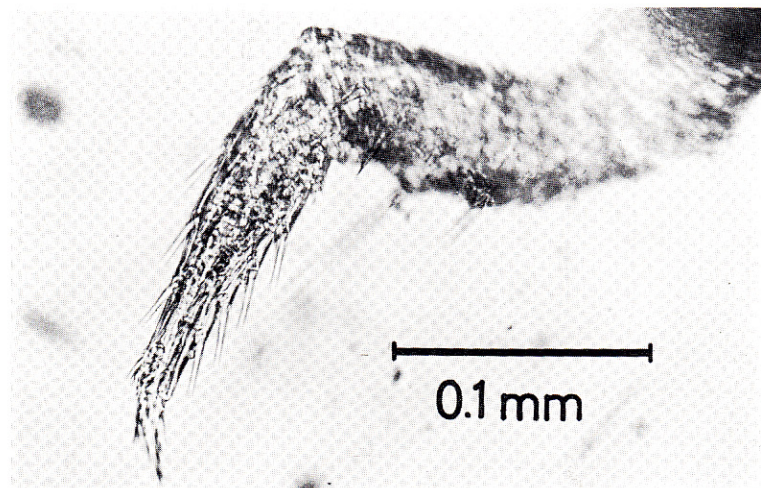
- 羽根田弥太 1951. 三浦半島にみられる光る生物. 横須賀市史, (5): 2:-24
—— 1968. ホタルの発光. 昆虫と自然, 3 (6): 8
HANEDA, Y. 1966. Synchronous flashing of fireflies in New Guinea. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.*, (12): 4-8.
神田左京 1953. ホタル. 丸善: 133-142
KOYAMA, N. 1964. Estimation of activities of bombyeid and saturniid moths by the structure of compound eye. *Jour. Sericult. Sci. Japan*, 33(1): 24-27.
—— 1969. Reaction of insects to light with special reference to orientation movement. *Jour. Illuminat. Engineer. Inst. Japan*, 53(3): 94-97.
—— 1970. Note on the compound eye of the lepidopterous insects, 1. Shape, size and number of the facet. *New Entomologist*, 19(2-3): 1-5.
—— 1971. Ditto, 2. Infacetial hairs. *Ibid.*, 20(2-3): 41-49.
佐藤正孝 1974. 昆虫の世界. 保育社: 130-137.
YAGI, N. and KOYAMA, N. 1963. The compound eye of lepidoptera. Maruzen, 320 p.



1.
Egg of
C. ruficollis
(scale: 0.5 mm)



2.
Head of first
instar larva of
C. ruficollis.



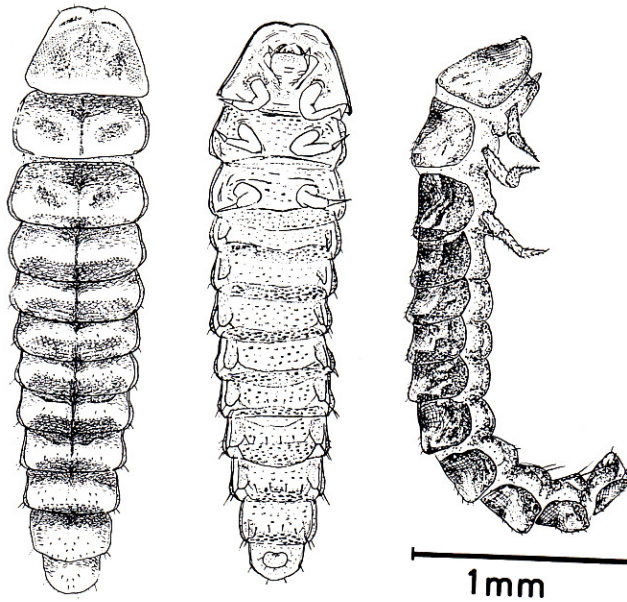
3.
Legs of first
instar larva
of *C. ruficollis*.



Ia

IIa

IIIa



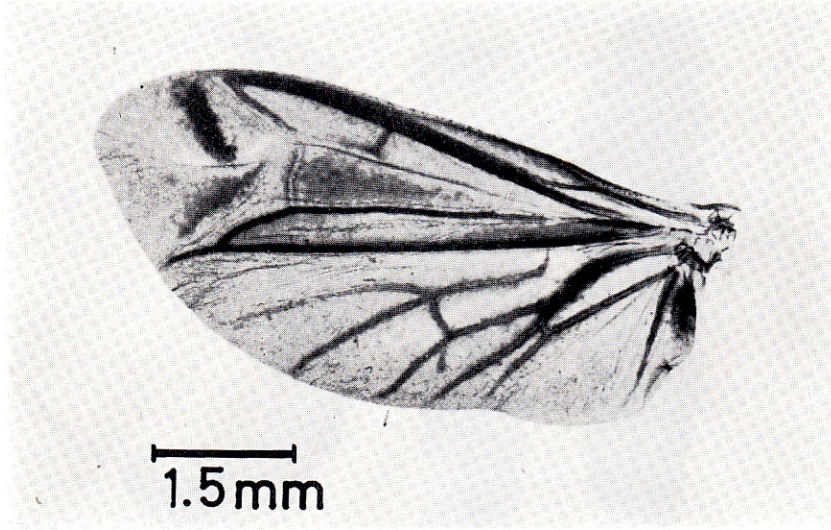
Ib

IIb

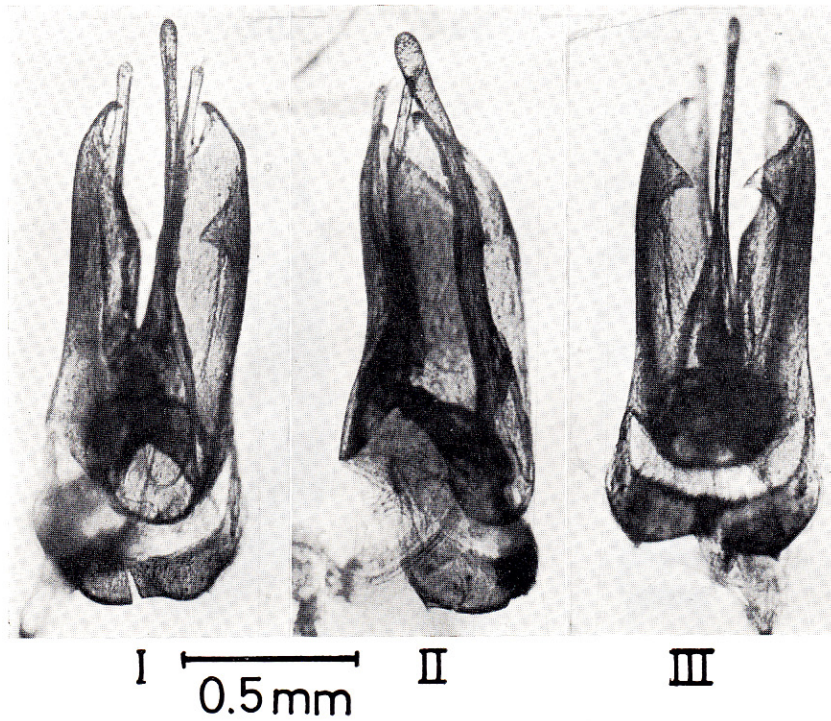
IIIb

First instar larva of *C. ruficollis*.

Ia, Ib: dorsal view, IIa, IIb: ventral view,
IIIa, IIIb: lateral view.



1. Hind wing of *C. ruficollis*.



2. Male genitalia of *C. ruficollis*.
I: dorsal view, II: lateral view, III: ventral view.