

ホタル類の形態と活動習性

大 場 信 義

Morphology and behavior of the Lampyridae (Coleoptera, Insecta)

Nobuyoshi OHBA

(With 7 text-figures, 2 tables and 2 plates)

There are nocturnal and diurnal species among the Lampyridae. In the previous paper, OHBA (1976) reported on the morphology and behavior of the fireflies, *Cyphonocerus ruficollis* and a few other species. In many other Lampyridae, however little is known about the relationship between morphology and behavior. Therefore, the author investigated morphology and behavior of many species of the Lampyridae including the main tribes. This study deals with forty-three species belonging to twenty-three genera of seven tribes and three subtribes in five subfamilies of the Lampyridae.

Compound eyes, antennae, and luminous organs of these species were examined and compared. The result revealed an important relationship between the size of these and the behavior of the fireflies.

The size of compound eyes and antennae (length \times maximum width) was measured under the binocular with a micrometer. Each measured value was divided by the length of pronotum and the width of head.

The results are as follows.

1. The behavior of the Lampyridae was classified into two types, nocturnal and diurnal (as shown in Fig. 5) by the following functional relation. $Y=3.2X$ ($Y=\log a/p$, $X=e/p$, a : size of antenna, e : width of compound eye, p : length of pronotum). $Y>3.2X$ indicates diurnal and $Y<3.2X$ nocturnal.

Nocturnal Lampyridae have larger compound eyes and smaller antennae than diurnal ones. Females of nocturnal species are less migratory (e.g. atrophied hind wings) and their compound eyes and antennae are considerably smaller than those of males.

2. The luminescence plays a very important role in mating behavior of nocturnal Lampyridae. This may account for the remarkable development of the compound eyes. On the other hand, diurnal ones have well-developed antennae which function as receptors for some other causes than luminescence (e.g. sex pheromon).

3. Generally, luminescence of diurnal Lampyridae is very strong at the larval stage but becomes weaker at the adult stage. This fact suggests that nocturnals have adapted themselves to diurnal life. A careful examination of compound eyes, antennae and luminous organs will clarify not only behavior but also affinities among species.

* 横須賀市博物館 Yokosuka City Museum, Yokosuka 238, Japan.
原稿受理1978年9月1日, 横須賀市博物館業績第271号.

はじめに

ホタル科昆虫類は夜間および昼間に飛翔活動する種が知られている。前者は強く発光する種が多く複眼が大きく発達する反面、触角は細く短い。一方、後者は複眼が小さい反面、触角が発達している。この様なことから、形態は活動習性（とりわけ配偶行動様式）と密接に関連していると考えられる。複眼と活動習性の研究は、鱗翅目 *Lepidoptera* を対象に KOYAMA (1964, 1969), YAGI and KOYAMA (1963) らが、鞘翅目 (*Coleoptera*) では八木・後閑 (1963) らによりなされているが、複眼、触角他の外部形態と活動習性について扱った報告は少ない。一方、活動習性の評価には複眼切片を作成し、検鏡する方法が YAGI and KOYAMA (1963) らによりなされているが資料の破壊を免がれない。夜行性ホタルの複眼微細構造は HORRIGE (1969) が *Photuris versicolore* を用いて明らかにしている。活動習性と複眼構造および機能は密接に関連すると考えられるので、昼行性のホタルについても比較検討を要する。ホタル類の形態と活動習性については、大場(1976)が数種の活動習性既知種を用いて報告しているが、他の多くの種については未検討である。本報ではこれらの多くのホタル類について非破壊的に外部形態から活動習性の評価推定を検討するとともに、幼生期の知見を加え、系統進化の方向性について考察を加えたい。

材料および方法

この研究で取扱ったホタル類は Table 1 に示す通りであり、5 亜科 7 族、3 亜族 23 属を含む 43 種である、これらの資料は横須賀市博物館昆虫資料 (YCM-I)、名古屋女子大学生物学研究室の佐藤正孝助教授の昆虫資料 (SNWU) の他、鹿児島大学中根猛彦教授の昆虫資料 (*) よりなる。学名および配列は主として MCDERMOTT (1966) によったが、一部、中根 (1968)、佐藤 (1978) に従って改変した。検討した資料の一部は Plates 2-3 に示した。

ホタル各部の測定には接眼マイクロメーター (0.051 mm 目盛) を備えた双眼実態顕微鏡を用いた。測定部位は以下の通りであり大場 (1976) に準じた。

e: 複眼の幅 width of compound eye.

p: 前胸背の長さ length of pronotum.

a: 触角の大きさ size of antenna (a=触角の長さ×触角の最大幅 a=length of antenna×width of antenna).

h: 頭巾 width of head.

触角の長さは基節を除く長さとした。

一部のホタル類の活動習性（飛翔、配偶行動など）については次の方法で知見を得た。

A. 筆者の野外観察によった種（幼生期の生態を含む）。Table 1 の種名番号で表記した。

2. 4. 17. 18. 27. 30. 31. 33. 35. 38. 39。

B. 文献によった種

1. 松村 (1918), 6. HAZAMA (1942), 浦田 (1976), BUCK (1948), 8. LLOYD (1965), 11. MCDERMOTT (1954), 12. LLOYD (1966), 14. LLOYD (1971), BUCK (1948), 19. 22. 23. 26. 40. 41. 佐藤 (1978), 20. 21. MCDERMOTT (1960), 34. LLOYD (1973), 35. 大場 (1978), 36. SATÔ (1976), 37. HANEDA (1966), 43. HATCH (1961)。

Table 1. Species of the Lampyridae treated for the present study.

Family Lampyridae

Subfamily Lampyrinae

Tribe Lampyrini

1. *Lampyris noctiluca* LINNE 1767 (1 ♂ Europe) SNWU.
2. *Lychnuris atripennis* (LEWIS 1896) (1 ♂, Is. Iriomote, Okinawa Pref., Japan) SNWU.
3. *Lychnuris discollis* (KIESENWETTER 1874) (1 ♂, Ryujin-mura, Wakayama Pref., Japan) *
4. *Lychnuris fumosa* (GORHAM 1883) (5 ♂♂, 1 ♀, Kamakura, Kanagawa Pref., Japan) YCM-I.
5. *Lychnuris matsumurai kumejimensis* CHUJÔ et M. SATÔ (1 ♂, Is. Kumejima, Okinawa Pref., Japan) SNWU.
6. *Lychnuris rufa* (E. OLIVIER 1886) (1 ♂, 1 ♀, Is. Tsushima, Nagasaki Pref., Japan) SNWU.
7. *Lychnuris abdominalis* (NAKANE 1977) (1 ♂, Is. Iriomote, Okinawa Pref., Japan) SNWU.

Tribe Pleotomini

8. *Pleotomus pallens* LECONTE 1866 (1 ♂, Texas, North America) YCM-I.

Tribe Cratomorphini

9. *Pyraetomena borealis* (RANDALL 1829) (1 ♂, North America) YCM-I.
10. *Pyraetomena marginalis* GREEN 1957 (1 ♂, North America) YCM-I.
11. *Micronaspis floridana* GREEN 1948 (1 ♂, Florida, North America) YCM-I.

Tribe Photinini

Subtribe Photinina

12. *Photinus ardens* LECONTE 1852 (1 ♂, New York, North America) YCM-I.
13. *Photinus pyralis* (LINNE 1767) (1 ♂, Atlanta, North America) YCM-I.
14. *Lamprohiza splendidula* (LINNE 1767) (1 ♂, Europe) SNWU.
15. *Ellychnia californica* GREEN 1949 (1 ♂, North America) YCM-I.
16. *Pyropyga nigricans* (SAY 1823) (1 ♂, North America) YCM-I.
17. *Lucidina accensa* GOHRAM 1883 (5 ♂♂, 2 ♀♀, Tanzawa, Kanagawa Pref., Japan) YCM-I.
18. *Lucidina biplagiata* (MOTSULSKY 1866) (4 ♂♂, 3 ♀♀, Zushi, Kanagawa Pref., Japan) YCM-I.
19. *Lucidina okadai* NAKANE et OHBAYASHI 1949 (1 ♂, Akanabe, Gifu Pref., Japan) SNWU.
20. *Pyraetomena nigripennis* (SOLIER 1849) (1 ♂, Temu, Chile) YCM-I.
21. *Pyraetomena obscura* (G. A. OLIVIER 1790) (1 ♂, Chile) YCM-I.
22. *Pristolycus saglatus* GOHRAM 1883 (1 ♂, Kamikochi, Nagano Pref., Japan) SNWU.
23. *Pristolycus shikokensis* OHBAYASHI et M. SATÔ 1963 (1 ♂, Ohnogahara Ehime Pref., Japan) SNWU.

Subfamily Amidetinae

Subtribe Vestina

24. *Vesta proxima* GORHAM 1880 (1 ♂, Philippines) SNWU.

Subtribe Psilocladina

25. *Pollaclasis bifaria* (SAY 1835) (1 ♂, North America) YCM-I.
26. *Cyphonocerus marginatus* (LEWIS 1895) (1 ♂, Mt. Omogo, Ehime Pref., Japan) SNWU.
27. *Cyphonocerus ruficollis* (KIESENWETTER 1879) (5 ♂♂, 5 ♀♀, Kamakura, Kanagawa Pref., Japan) YCM-I.

Subfamily Photurinae

28. *Photuris (Photuris) congerner* LECONTE 1852 (1 ♂, North America)

YCM-I.

29. *Photuris (Photuris) flavicollis* (FALL 1927) (1 ♂, Texas, North America)
YCM-I.

Subfamily Luciolinae

Tribe Luciolini

30. *Luciola cruciata* MOTSULSKY 1854 (5 ♂♂, 5 ♀♀, Yokosuka, Kanagawa Pref., Japan) YCM-I.
31. *Luciola filiformis yayeyamana* MATSUMURA 1918 (1 ♂, Is. Iriomote Okinawa Pref., Japan) YCM-I.
32. *Luciola kuroiwaie* MATSUMURA 1918 (1 ♂, Yona, Okinawa Pref., Japan) SNWU.
33. *Luciola lateralis* MOTSULSKY 1860 (5 ♂♂, 5 ♀♀, Kamakura, Kanagawa Pref., Japan) YCM-I.
34. *Luciola obsoleta* (E. OLIVIER 1911) (5 ♂♂, 5 ♀♀, Madang, New Guinea) YCM-I.
35. *Hotaria (Hotaria) parvula* (KIESENWETTER 1874) (5 ♂♂, 1 ♀, Nagoya, Aichi Pref., Japan) YCM-I.
36. *Pteroptyx amilae* M. SATO 1976 (1 ♂, 1 ♀, Cebu, Philippines) YCM-I.
37. *Pteroptyx cribellata* (E. OLIVIER 1891) (1 ♂, Wau, New Guinea) YCM-I.

Tribe Curutosini

38. *Curtos costipennis* (GORHAM 1880) (1 ♂, Is. Ishigaki, Okinawa Pref., Japan) YCM-I.
39. *Curtos okinawana* (MATSUMURA 1918) (1 ♂, Yona, Okinawa Pref., Japan) YCM-I.

Tribe Ototritini

40. *Drilaster bicolor* M. SATO 1968 (1 ♂, Amami-Ōshima, Kagoshima Pref., Japan) SNWU.
41. *Drilaster unicolor* (LEWIS 1895) (1 ♀, Yakushima, Kagoshima Pref., Japan) SNWU.
42. *Brachylampis saguinicollis* VAN DYKE 1939 (1 ♂, California North America) YCM-I.

Subfamily Pteroninae

43. *Pterotus obscuripennis* LECONTE 1859 (1 ♂, Formosa) SNWU.

結 果

前胸背の長さ (p) に対する複眼の巾 (e) の比 (e/p) を属単位で高い値から順次配列した結果を Fig. 1 に示す。No. 6 の *Lychnuris rufa*, No. 23 の *Pristolycus shikokensis*, No. 42 の *Brachylampis saguinicollis* 等は高い値を示している。雌雄間で e/p の値に著しい相異が認められた種は、いずれも雄の後翅または前翅、後翅共に退化している。

頭巾 (h) に対する複眼の巾 (e) の比 (e/h) を上記と同様に配列した結果を Fig. 2 に示す。e/p の場合と同様な傾向が e/h の場合にもみられた。No. 25 の *Pollaclasis bifaria* より高い値の種群、即ち Fig. 2 の左上の種群は夜行性のホタル類が主体であった。*Lychnuris rufa* は同属内では一際高い値を示し、この種は夜行性の種群に属する。

次に前胸背長さ (p) に対する触角の大きさ (a) の比 (a/p) を Fig. 3 に示す (但し a/p の値は対数)。Fig. 3 の右へ移るに従い a/p の値は高くなった。即ち夜行性の種群では前胸背長さに対する触角の大きさが相対的に小さくなり昼行性の種群では反対に大きくなる傾向が認められた。雌雄間で a/p の値に相違が認められ雄がより高い値を示した。

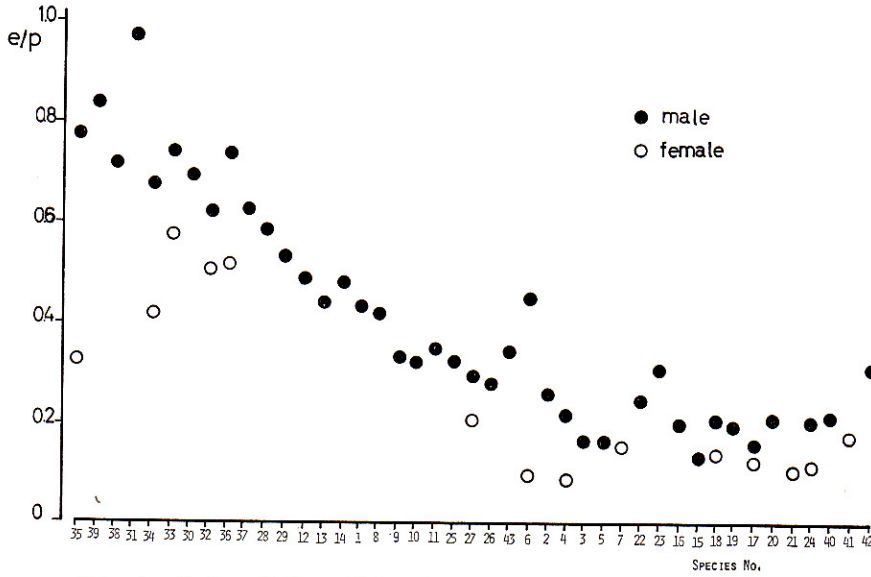


Fig. 1. Ratio of the width of compound eye (e) to the length of pronotum (p) in the 43 species of the Lampyridae. Species numbers correspond to those in Table 1.

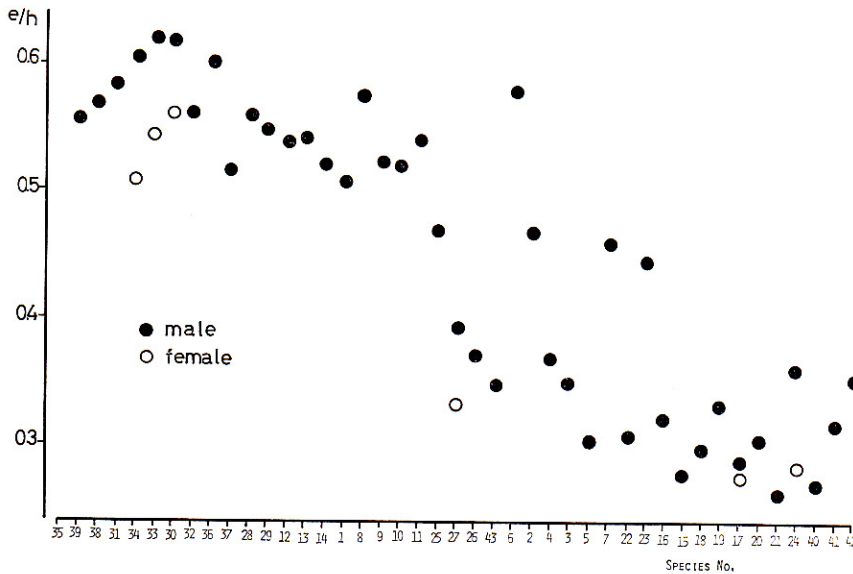


Fig. 2. Ratio of the compound eye (e) to the width of head (h) in the 43 species of the Lampyridae. Species numbers correspond to those in Table 1.

とりわけ雌の後翅, または前翅, 後翅が退化している場合には著しい。 $\log a/p=1$ 前後を境として二つの種群に分けられた。 *Drilaster*, *Brachylampis* 属は夜行性種群の触角形態に近似していた。

同様に頭巾 (h) に対する触角の大きさ (a) の比 (a/h) を Fig. 4 に示した。前記し

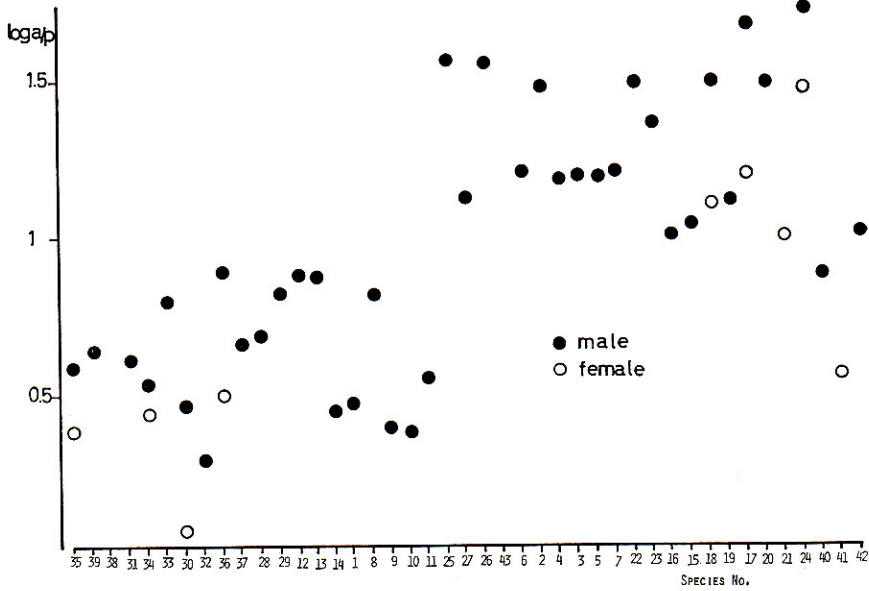


Fig. 3. Ratio of the antennae (a) to the length of pronotum (p) in the 43 species of the Lampyridae. Species numbers correspond to those in Table 1.

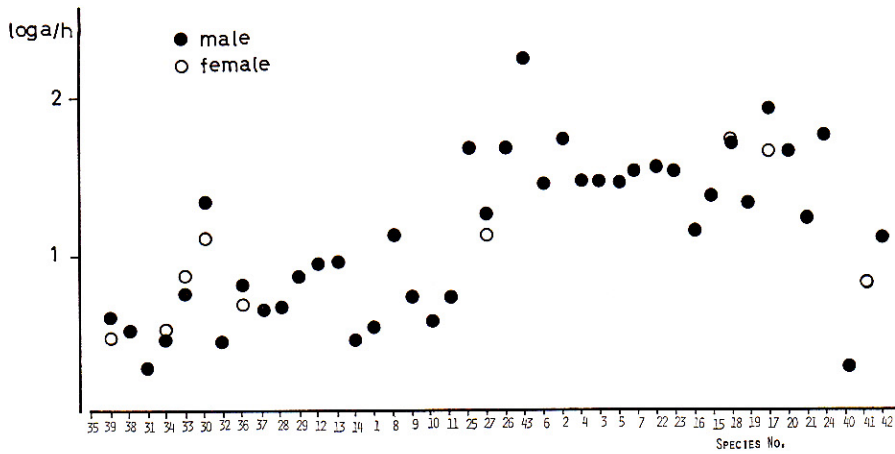


Fig. 4. Ratio of the size of antennae (a) to the width of head (h) in the 43 species of the Lampyridae. Species numbers correspond to those in Table 1.

た a/p の場合と基本的に全く同様な傾向がみられた。

次にホタル類(雄)の複眼の相対的な大きさ (e/p) および触角の相対的な大きさ (a/p) の関係を Fig. 5 に示した。Fig. 5 から明らかな様に、左上と右下の二つの種群に大きく分けられた。

前者の種群は夜行性、後者は昼行性の種が主体となっている。これらの種群内には、更

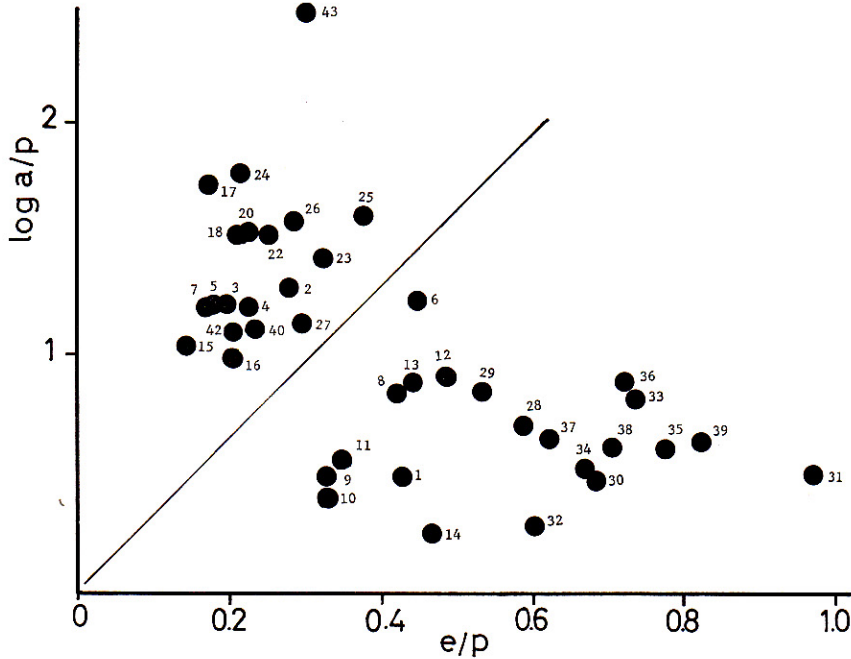


Fig. 5. Relationship between the size of compound eye (e/p) and the size of antennae ($\log a/p$) in the 43 species of the Lampyridae. Species numbers correspond to those in Table. 1.

に属単位でまとまりを示した。*Lychnuris* 属に含まれる *L. rufa* は同属内で例外的な形態を示すと同時に活動習性も夜行性に属した。

Fig. 5 から、昼行性および夜行性種群は $Y=3.2X$ ($Y=\log a/p$, $X=e/p$) の直線により、ほぼ二分されることが判明した。即ち $Y>3.2X$ は昼行性、 $Y<3.2X$ では夜行性のホタル類が主体であった。

触角の形態は複眼と同様に機能と密接に結び付くものであり、活動習性に反映されているといえる。夜行性、昼光性のホタル類触角を Fig. 6 に示した。触角の形態は大きく分けると桿状、三角板状、櫛歯状、四角板状などの型が認められる。夜行性の種群は桿状が大部分であり、*Lychnuris rufa* は例外的に板状であった。

昼行性種群は板状または櫛歯状の種が多かった。

考 察

外部形態からみた活動習性

外部形態（前胸背、複眼、触角）のみで活動習性を推定する試みはすでに大場（1976）によりなされているが、更に多くのホタル類について一般的に適用可能な方法をこの研究で検討した。複眼および触角の大きさの相対的比較を行なうことにより、活動習性が一層明らかになることが判明した。触角の測定方法については検討を要する点が残されているが、活動習性の概要を把握するとともに、ホタル科昆虫類の類縁関係を明らかにする上では、きわめて簡便かつ有効な方法と考えられる。また活動習性未知な種について、分類学的



Fig. 6. Antennae of male Lampyridae. Scale: 1 mm.

Table 2. Morphology and behavior of the Lampyridae (in male).

| Genus | Size of compound eye e/p | Size of antenna log a/p | Luminous organ | Activity |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------------|
| <i>Hotaria</i> | 0.80—0.70 | 0.59—0.45 | ≡ | ↑
nocturnally
active
species |
| <i>Curtos</i> | 0.83—0.70 | 0.64—0.55 | ≡ | |
| <i>Luciola</i> | 0.97—0.74 | 0.86—0.30 | ≡ | |
| <i>Pteroptyx</i> | 0.74—0.63 | 0.90—0.65 | ≡ | |
| <i>Photris</i> | 0.59—0.54 | 0.84—0.68 | ≡ | |
| <i>Lamprohiza</i> | 0.49 | 0.25 | ≡ | |
| <i>Photinus</i> | 0.45 | 0.90—0.88 | ≡ | |
| <i>Lampyris</i> | 0.44 | 0.47 | ± | |
| <i>Pyractmena</i> | 0.34—0.30 | 0.38 | ≡ | |
| <i>Pleotomus</i> | 0.42 | 0.83 | ± | |
| <i>Micronaspis</i> | 0.36—0.27 | 0.55 | + | ↓
diurnally
active
species |
| <i>Lychnuris</i> | 0.45—0.27 | 1.49—1.18 | ±~≡ | |
| <i>Pollaclasis</i> | 0.38 | 1.60 | ± | |
| <i>Cyphonocerus</i> | 0.30—0.28 | 1.58—1.11 | + | |
| <i>Prystlycus</i> | 0.36—0.24 | 1.51—1.39 | — | |
| <i>Pyropyga</i> | 0.21 | 0.97 | — | |
| <i>Ellychnia</i> | 0.14 | 1.04 | — | |
| <i>Pyractonema</i> | 0.22 | 1.51 | — | |
| <i>Lucidina</i> | 0.22—0.20 | 1.70—1.11 | — | |
| <i>Vesta</i> | 0.20 | 1.70 | — | |
| <i>Brachylampis</i> | 0.25 | 0.69 | — | |
| <i>Drilaster</i> | 0.33—0.19 | 0.98 | — | |
| <i>Pterotus</i> | 0.42 | 2.50 | — | |

位置付けと活動習性の推定が可能となる。以上の方法で位置付けした種群について更に、質的な比較検討を行なうことにより、ホタル科昆虫類の類縁関係は一層適格なものとなろう。活動習性の裏付けは今後更に検討が必要であり、特に *Lychnuris* 属の活動習性と形態は興味深い。この属に含まれる種は佐藤 (1978) によれば 59 種が東南アジアから中国を経て日本まで分布していることから、この属のホタル類は分布の拡大と活動習性の適応進化、種分化を考察する上で重要な素材を提供するものと考えられる。*Lychnuris rufa* に酷似する *L. atripennis* との詳細な形態的、生態的検討を行なうと同時に *Lychnuris* 属種群の類縁関係を今後明らかにする必要がある。

ホタル類は形態的に、更に活動習性の上からも、いくつかの方向性が認められる。これまでに明らかになった知見を整理すると Table 2 の通りになる。属の配列は今後更に詳細な検討により変更されるかもしれない。ホタル類の形態と習性の適応進化の方向性は次の様に要約される。

1. 夜行性→昼行性
2. 配偶行動様式 光→性誘引物質
3. 複眼大→複眼小
4. 触角小→触角大
5. 触角の形態

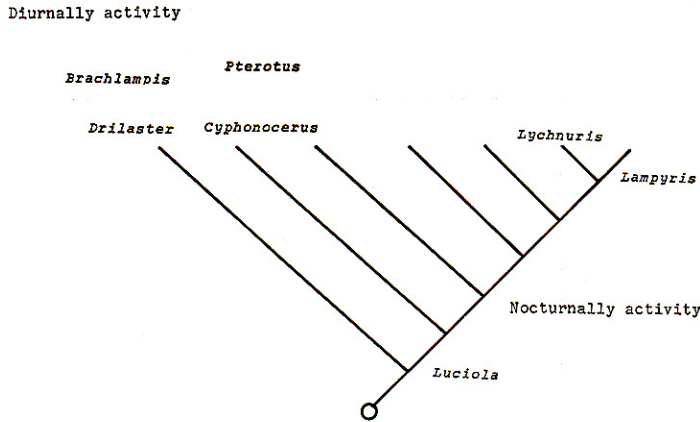


Fig. 7. A phylogenetic model of the Lampyridae based on the behavior, size of compound eyes, antennae, and luminous organs.

夜行性→昼行性 桿状→板状
 ↓
 櫛歯状

6. 発光器 大→小

7. 発光パターン 不連続光→連続光→微光

8. 雌雄間で複眼，触角，発光器の形態，発光様式更に前翅後翅の有無などに著しい相異がみられる。前翅，後翅，触角，複眼などの大きさは雄>雌である。

上記1の根拠として次の事実があげられる。

Lucidina, *Lychnuris*, *Cyphonocerus* 属のホタル類の成虫は昼行性(昼間飛翔活動)であるが、これらの幼虫は筆者の野外観察によればいずれも夜行性であり、よく発光する。この発光パターンは連続光であり、成虫期に達すると弱い連続光 (*Lychnuris fumosa*, *Cyphonocerus ruficollis* など) またはほとんど発光しなくなる (*Lucidina biplagiata* など)。一方 *Luciola* 属のホタル類成虫は夜行性であり、強い不連続光を放ち、幼虫期は昼行性ホタル類の幼虫と同様な連続光を放つ。

系統進化について

以上の知見から MCDERMOTT (1966) の分類を基にホタル類の系統進化について考察する。

筆者はホタル類の祖先型は夜行性ホタルであり、それが分化を続けていくつかの種群を形成しつつ更に各々の種群内で昼行性へ適応進化したと考える (Fig. 7)。筆者の説によれば、*Drilaster*, *Brachylampis*, *Pterotus*, *Lychnuris* 各属の例外的形質が説明され易くなる。Fig. 1 は一つの形態から一元的に配列した結果であり、隣接した種群は必ずしも近縁関係にあるとは言えない。しかし Fig. 5 の各々の種群について、活動習性と形態に注目しながら、MCDERMOTT (1966) の分類体系に位置付けると次の説明が可能となる。即ち、*Drilaster*, *Brachylampis* 属の祖先型を *Luciola* 属に近縁なホタルに求めるならば、祖先型のホタルが昼行性へ適応進化するに従い複眼の形態が機能の変化に伴い小型化した。一方、触角は小さいままに現在に至った。この属の触角が何故小さのまま現在

に至ったかは不明である。配偶行動様式の解明はこの問題の解決に繋がるものと考えられる。また形態変化を起すよりも質的な変化が起った可能性があり、微細構造の比較検討を要する。触角の形態変化が著しい例としての *Pterotus* 属は現在ホタル科に移されているが、CROWSON (1967) は、ホタル科に近縁な Phengodidae にきわめて類似した形質を備えていることを指摘している。Phengodidae に近縁な *Diplocladon* 属は羽根田 (1968) によれば、雄の触角は羽毛状で発達しているが発光せず、雌は幼虫形であり発光し、夜間に雄が雌に飛来し、交尾行動をとったという。*Diplocladon* 属は現在ホタル科に含まれないが、以上の例はホタル科においても考えられることであり、活動習性と形態の関係を把握する上にはとりわけ配偶行動様式に注目し、形態、機能の関係を明らかにすることが重要であろう。

Lychnuris 属の中で *L. rufa* は強く発光することから、祖先形質を比較的多く残している種であるとするならば、微弱な光を放つ種 (*L. fumosa* など) は子孫形質をより多く有するホタルであると考えられる。いずれのホタルも幼虫期はよく発光する点で以上の説を支持している。

ホタル類は活動習性に伴い触角の形状が著しく変化する。夜行性種群では概して細く短い桿状であるが、昼行性種群に至る程、表面積が増大し、板状、櫛歯状となる。*Cyphonocerus ruficollis* の雌の触角は各節に小突起を有するが桿状に近い。しかし雄はこの突起が Fig. 6 に示す通り櫛歯状に発達している。これは触角形態変化の方向性を示唆するものと考えられる。以上の様な例は *Lychnuris fumosa* についてもいえ、雄の触角は板状であるが、雌では細く短い桿状である。

触角の表面積増大という現象は活動習性 (配偶行動様式) の変化に伴い補償された形態変化として捉えることが出来る。夜行性ホタル類が配偶行動を成立させるために用いてきた発光という手段を、昼行性への適応進化の過程で性誘引物質 (pheromon) 等の利用へと形質変化していったと考えられる。発光器の形質は以上のことを支持している。性誘引物質等を効果的に感受するために雄の触角は次第に発達しその頂点付近に達している種群が *Pterotus* 属などのホタルではないかと考えられる。

雌が雄に比較して複眼、触角等が小さいのは飛翔性、移動力の相異が一因している。一般に雌は飛翔力・移動力が低いために、配偶行動においても受身となる例が多い。その結果、雌の感覚器官は雄の様に発達する必要もなかったものと考えられる。雌が後翅または前翅、後翅共に退化している場合にはこの傾向は一層強まるということが以上のことを裏付けている。

ホタル類の形質変化は夜行性から昼行性への適応過程で起ったことを一因としてあげたが、一方では夜行性種群の一群が更に夜行性に適応した形質を有するに至って発光パターンの多様性が生じたものと推察される。

以上の結果から個々の種群の祖先型を決定することは困難であるが、今後の詳細な形態や習性の比較検討により明らかにされるであろう。その一は、成虫期発光しない種群が幼虫期に発光するか否かは重要な手掛りであり、また Lampyridae に比較して、子孫形質をより多く有する Drilidae や Phengodidae また Cantharidae, Lycidae の関係の解明も重要である。Lampyridae の幼虫は巻貝を食する点で特異的であり、食性上からも検討を要する。

活動習性は昼行性、夜行性として把えるよりは配偶行動様式、即ち発光信号又は性誘引物質のいずれを利用しているかにより決定し形態との関係を把えていく必要がある。

ま と め

1. 前胸背長さ (p), 複眼の巾 (e), 触角の大きさ (a) を求めることにより非破壊的にホタル類の活動習性の評価が可能となった。即ち e/p および a/p の関係から $Y=3.2X$ (但し $Y=\log a/p$, $X=e/p$) の直線により活動習性を異にする二群に分けられた。 $Y > 3.2X$ は昼行性, $Y < 3.2X$ では夜行性の種群が主体であった。

2. e/p および a/p の値が例外的値を示した *Lychnuris rufa*, *Drilaster bicolor*, *Brachylampis saguinicollis* 等のホタルについて形態的および活動習性の観点から、分類学的検討を加え、更にホタル類の系統進化の方向性について考察した。

3. 昼行性ホタル類の触角は板状、櫛歯状であり、表面積が大きい。一方、夜行性ホタル類では細く短い棒状が主体であった。

4. 活動習性は複眼、触角の他、発光器の形態に大きく反映されていた。

謝 辞

この研究を進めるに当り、次の各位より御援助、御指導を仰いだ。ここに記し心より深謝の意を表す。

ホタル標本資料および文献資料を心よく貸与、または提供され、御教示頂いた名古屋女子大学、佐藤正孝助教授、Florida 大学、J. E. Lloyd 教授、農林省果樹試験場、大竹昭郎博士並びに同省熱帯農業研究所、藤村俊彦氏。また御助言、御教示頂いた鹿児島大学、中根猛彦教授、国立科学博物館、黒沢良彦博士、東京医科歯科大学、今立源太良教授、大阪市立大学、福村 隆助教授。この研究の手掛りを与えられ、絶えず御指導頂いた横須賀市博物館前館長、羽根田弥太博士。

引 用 文 献

- BUCK, J. B. 1948. The anatomy and physiology of the light organ in fireflies. *Ann. New York Acad. Sci.*, 49(3): 397-482.
- CROWSON, R. A. 1954. The natural classification of the families of Coleoptera: 68. Classey.
- HANEDA, Y. 1966. Synchronous flashing of fireflies in New Guinea. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.*, (12): 4-8.
- 羽根田弥太 1968. ホタルの発光. 昆虫と自然, 3(6): 7-12.
- HAZAMA, B. 1942. Über die Biolumineszenz bei *Pyrocoelia rufa* in Aktionsstrombild sowie im histologischen Bild. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 21(2): 59-77.
- HATCH, M. H. 1961. The beetles of Pacific Northwest. *Univ. Washington Publ. in Biol.*, 16: 35-43.
- HORRIDGE, G. A. 1969. The eye of the firefly *Photuris*. *Proc. Roy. Soc., London*, [B], 171: 445-463.
- 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. *Vour. Illuminat. Engineer. Inst. Japan*, 53(3): 94-97.

- LLOYD, J. E. 1965. Observations on the biology of three luminescent beetles (Coleoptera: Lampyridae, Elateridae). *Ann. Ent. Soc. America*, 58(4): 558-591.
- 1966. Study on the flash communication system in *Photinus* fireflies. *Univ. Michigan Zool., Misc. Publ.*, (130): 1-95.
- 1971. Bioluminescent communication in insects. *Ann. Rev. Ent.*, 16: 97-122.
- 1973. Fireflies of Melanesia: Bioluminescence, mating behavior, and synchronous flashing. *Environmental Ent.*, 2(6): 991-1008.
- MCDERMOTT, F. A. 1954. The larva of *Micronapsis floridana* GREEN. *Coleopterists Bull.*, 8(3-4): 59-62.
- 1960. Fireflies on the genus *Pyraconema* (Coleoptera: Lampyridae). *Proc. U. S. Natn. Mus.*, 112: 133-157.
- 1966. Lampyridae. In STEEL, W. O. ed. *Coleopterorum catalogus*, 9: 1-149. Junk.
- 松村松年 1918. 螢, 面白き蟲界の教材: 39-70.
- 中根猛彦 1968. ホタルの分類. *昆虫と自然*, 3(6) 3-6.
- 大場信義 1976. ムネクリイロボタルの形態と活動習性について. *横須賀市博研報〔自然〕*, (23): 35-45.
- 1978. ヒメボタルの生活. *インセクトリウム*, 15(6): 32-36.
- SATÔ, M. 1976. Description of a new species of the genus *Pteroptyx* E. OLIVIER, 1902 from Cebu Island, the Philippines (Coleoptera: Lampyridae). *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.* (23): 1-5.
- 佐藤正孝 1978. 日本のホタル. *インセクトリウム*, 15(6): 44-49.
- 浦田明夫 1976. アキマドボタルの生態. *対馬の生物*. 387-388. 長崎県生物学会.
- YAGI, N. and KOYAMA, N. 1963. The compound eye of Lepidoptera. 319 pp. Maruzen.
- 八木誠政・後閑鴨夫 1963. コガネムシ複眼の表面形態と活動習性との関連性について. *農学集報*, 9(4): 173-176.

Explanation of plates 2-3**Plate 2**

1. *Hotaria parvula*, 2. *Luciola filiformis yayeyamana*, 3. *Curtos okinawana*,
4. *Curtos costipennis*, 5. *Luciola kuroiwae*, 6. *Pteroptyx cribellata*, 7. *Pteroptyx amilae*,
8. *Photuris flavicollis*, 9. *Photinus pyralis*, 10. *Lamprohiza splendidula*,
11. *Lampyrus noctiluca*, 12. *Pyractomena borealis*.

Scale: 4 mm.

Plate 3

1. *Lychnuris rufa*, 2. *Pleotomus pallens*, 3. *Lychnuris atripennis*, 4. *Lychnuris matsumurai*,
5. *Pollaclasis bifaria*, 6. *Cyphonocerus marginatus*, 7. *Ellychnia californica*,
8. *Pyractonema nigripennis*, 9. *Lucidina accensa*, 10. *Vesta proxima*,
11. *Brachylampis sagunicollis*, 12. *Pterotus obscuripennis*.

Scale: 4 mm.

