

《報告》

ゲンジボタル雌雄の形態的差異

川野敬介

豊田ホタルの里ミュージアム, 〒750-0441 山口県下関市豊田町大字中村 50-3

はじめに

ゲンジボタル *Luciola cruciata* Motschulsky, 1854 の形態については, 神田 (1935) において体長や頭部, 触角, 翅, 脚の長さから各腹部の長さ, 体各部の毛の色に至るまで詳細に記載されている。また, 土井 (1958) は雄 373 個体, 雌 392 個体の体長を測定して雌雄の体長を比較している。大場 (2001) は全国で採取したゲンジボタルの体サイズと前胸背の斑紋, 発光パターンなどを詳細に調べ, 地域個体群の形態的な比較を行っている。今坂 (2010) も全国で採取したゲンジボタルの体サイズを詳細に計測し, 比較している。松田・大場 (1991) ではゲンジボタル雄のみ体各部 (触角, 個眼, 口器) を電子顕微鏡で撮影して詳細に記載している。このように, ゲンジボタルの外部形態に関する研究は非常に多くある。

しかしながら, ゲンジボタルの雌雄の外部形態を詳細に比較し, 雌雄の形態的差異を研究した例は少ない。そこで, 本稿では外部形態を詳細に観察, 計測し, 雌雄間の差異を明らかにする。

材料および方法

電子顕微鏡による形態の比較

電子顕微鏡による形態比較には, 飼育中に死亡した山口県下関市豊田町佐野川および一の俣川産の個体の 70% エタノール液浸標本を用いた。状態がよい標本を実体顕微鏡下で雌雄各 10 個体選別し, 標本の付着物を超音波洗浄機により除去した後に, 2~4 日間デシケータ内で乾燥させた。乾燥後, 再度実体顕微鏡下で状態のよい標本を選別し, 形態比較に用いた。標本はプレパラートに設置した炭素テープ (幅 5 mm, 長さ 50 mm) に固定した。試料は, 蒸着装置 (QUICKCOATSC704, サンヨー電子製) を用いて表面を約 2 分間金で蒸着した後, 走査型電子顕微鏡 (JSM-6360LA, 日本電子 (Jeol) 製) で撮影, 観察した。撮影対象部位は, 上翅, 小楯板, 前胸背, 触角, 前脚ふ節, 腹部とした。触角の撮影部位は第 1 節から第 11 節, 前脚ふ節の撮影部位は第 1 節から第 3 節とした。触角は雌雄各 1 個体 (左触角), ふ節は雌雄各 5 個体 (左前脚) を用いた。電子顕微鏡を用いてそれぞれの部位を 20 倍から 5000 倍に拡大して, 毛 (感覚子) の生え方, 点刻の密度および配列などを比較した。これらに加えて, Iwasaki *et al.* (1995) で性フェロモンを受容する可能性があると考えられた, 触角 (図 7) の感覚子である有孔剛毛 (pored chaetic), 鐘状感覚子 (basiconic sensilla), 毛状感覚子 (trichoid sensilla) の数 (第 11 節腹面側の感覚子の数) を, 雌雄各 1 個体間で比較した。

体サイズの比較

体サイズの比較には, 飼育中に死亡した一の俣川産の個体の 70% エタノール液浸標本を用いた。計測個体数は雄が 37 個体で, 雌が 29 個体であった。体サイズの測定部位は, 体長, 上翅幅, 頭幅, 片側の複眼の幅 (背面側), 両複眼の間の幅 (背面側), 触角長とした (図 1)。本種は頭部の可動範囲が広いいため, 前胸背の前縁から上翅後端を体長として計測した。触角長は, 頭部を切り離し, 台紙に触角が一直線になる

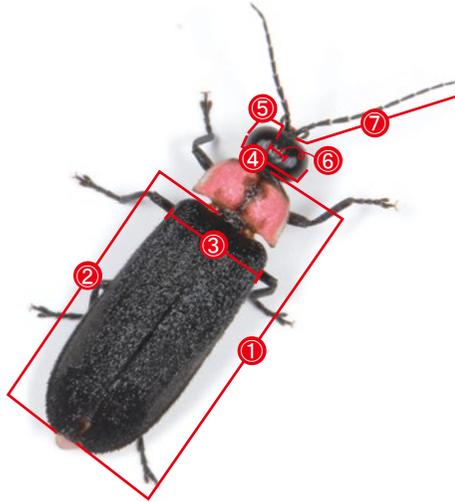


図 1. 計測部位

- ①体長, ②上翅長, ③上翅幅, ④頭幅, ⑤片側の複眼の幅(背面側),
⑥両複眼の間の幅(背面側), ⑦触角長.

ように頭部とともに糊で固定して計測した。計測にはノギスまたはマイクロメーターを装着した実体双眼顕微鏡を用いた。

体節の比較

体節の比較には、飼育中に死亡した一の俣川産の個体の 70% エタノール液浸標本を雌雄各 1 個体用いた。体節の解剖をしやすくするために、5～10%の水酸化カリウム溶液を入れたガラス瓶に試料を入れて、数分間重湯煎した。その後水洗いおよび中和処理した標本を、実体顕微鏡下で各節を脚、触角、翅、腹部、胸部、頭部の順に、ピンセットと眼科用ハサミで切除した。取り外した各節は変形しないようにゆっくりと乾燥させて台紙にのり付けし、節数および各節の形態を実体顕微鏡で観察した。

結果と考察

走査型電子顕微鏡 (SEM) による形態の比較

上翅 (図 2)、小楯板 (図 3)、前胸背 (図 4)、前脚ふ節 (図 5)、腹部 (図 6) を毛 (感覚子) の生え方、点刻の密度および配列などに雌雄間で顕著な差異は見いだせなかった。ただし、触角 (図 7) の有孔剛毛 (pore chaetic)、鐘状感覚子 (basiconic sensilla)、毛状感覚子 (trichoid sensilla) を雌雄各 1 個体で比較した結果、有孔剛毛が雄では 21 本、雌では 13 本で、鐘状感覚子もしくは毛状感覚子が雄では 40 本、雌では 29 本と、雄の方が多く分布していることがわかった。雌より雄にこのような感覚子が多く分布していることから、配偶者選択時に雄が雌の性フェロモンなどの匂いを感知していることが示唆された。

体サイズの比較

体サイズは過去の多くの報告 (土井, 1958 など) 同様に体長、上翅長、上翅幅、触角長では雌の方が有意に大きかった (t 検定, $df=64$, $P<0.001$)。ただし、頭幅では雌雄間で有意な差が認められなかった (t 検定, $P=0.1712$)。このことから、体サイズは雌の方が有意に大きいですが、体サイズに関係なく頭部の大きさは雌雄で差がないことが明らかになった (表 1)。

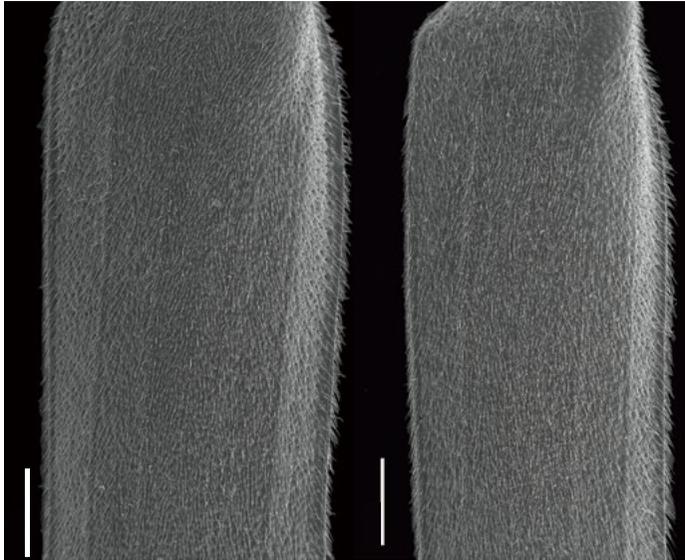


図 2. ゲンジボタルの右上翅の SEM 写真 (左雌, 右雄)
※スケールは 1mm

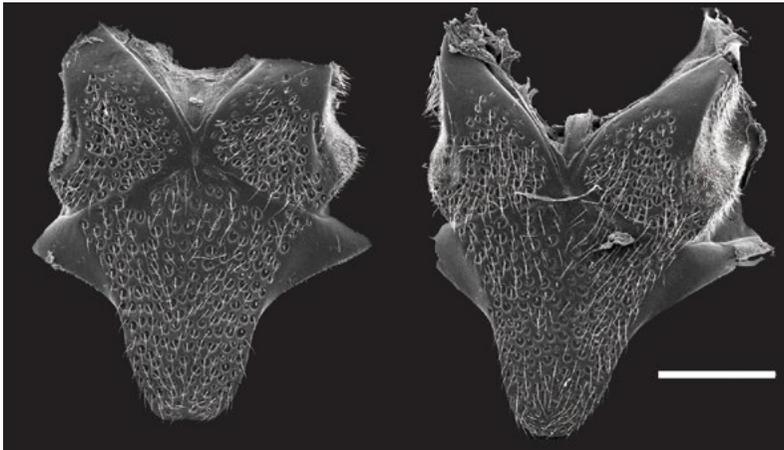


図 3. ゲンジボタルの小楯板の SEM 写真 (左雌, 右雄)
※スケールは 5mm

頭部の大きさが雌雄で差がないが、片側の複眼の幅（背面側）、両複眼の間の幅（背面側）では有意な差が認められ (t 検定, $df=64, P<0.001$), 片側の複眼の幅（背面側）は雄の方が大きく、両複眼の間の幅は雌の方が広い傾向があることがわかった (表 1)。このことは、複眼が雄の方が大きいことを示している (図 8)。

なお、雌雄の体型を比較するために、それぞれの測定値に体長の逆数をかけて比較すると、上翅長、上翅幅、複眼と複眼の幅は雌の方が大きい値を示し、頭幅、触角は雄の方が大きい値を示した。このことから雄は雌に比べて体に対してより上翅が小さく、頭部が大きく、触角が長い傾向が認められた。

この体型の差異から雄は、配偶行動時において配偶者の発光と性フェロモンを受容するため、雌に比べて複眼と触角が大きくなっていると考えられた。なお、体サイズに関係なく頭部の大きさが一定である機能的・発生学的な要因についてはよくわからない。

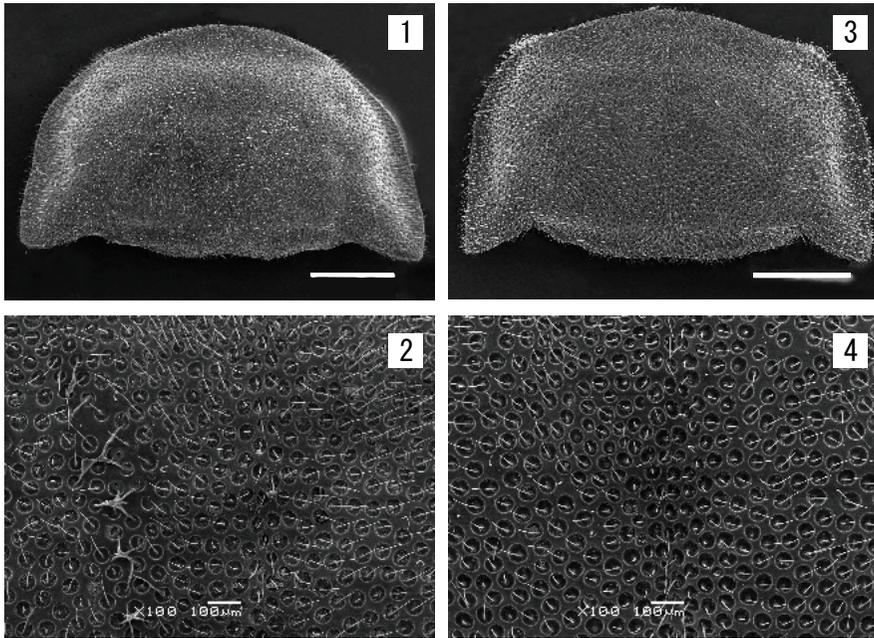


図 4. ゲンジボタルの前胸背の SEM 写真
 1. 雌の前胸背； 2. 雌の前胸背の拡大； 3. 雄の前胸背； 4. 雄の前胸背の拡大。
 ※スケールは 1, 3 は 1mm, 2, 4 は図内参照.

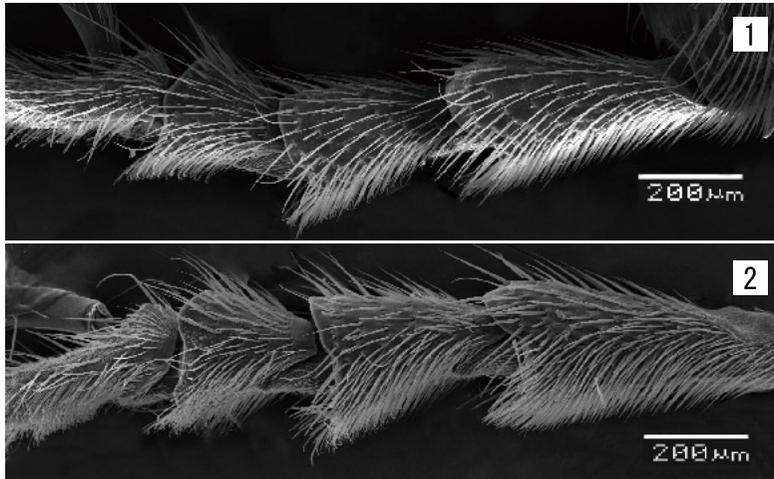


図 5. ゲンジボタルの前脚ふ節の SEM 写真
 1. 雌のふ節； 2. 雄のふ節

表 1. ゲンジボタルの体各部の計測値

性別	A体長 (mm)	B上翅長 (mm)	(B/A)	C上翅幅 (mm)	(C/A)	D頭幅 (mm)	(D/A)	片複眼幅 (mm)	両複眼の間 の幅 (mm)	E触角長 (mm)	(E/A)
♂	1.18	0.98	(0.80)	0.39	(0.32)	0.24	(0.20)	0.08	0.08	0.61	(0.50)
♀	1.55	1.29	(0.83)	0.53	(0.34)	0.25	(0.16)	0.07	0.11	0.72	(0.47)

括弧内の数値は体型を比較するために体長の逆数を掛けた値。頭幅以外の計測値は雌雄間で有意に異なっていた (*t*検定, *df* = 64, *P* < 0.001)。

ゲンジボタル雌雄の形態的差異

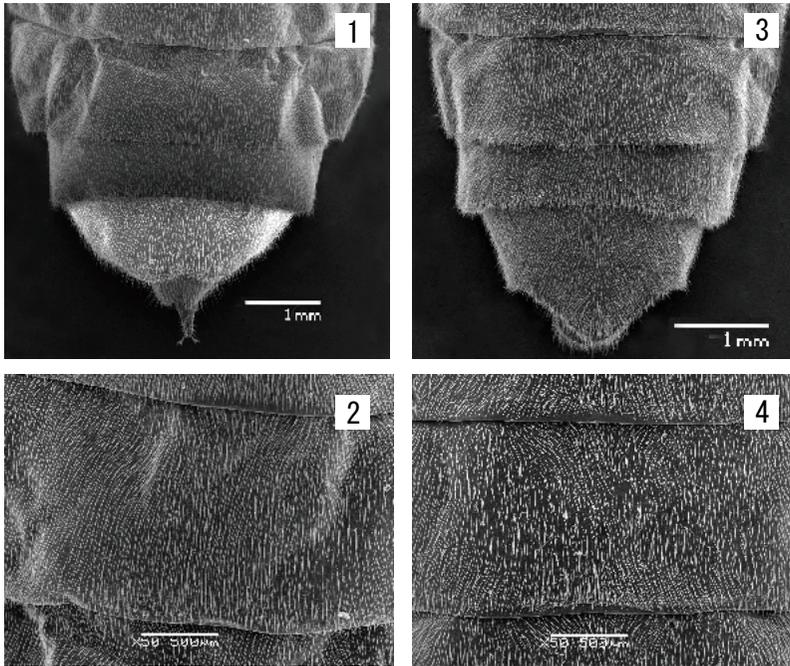


図 6. ゲンジボタルの腹部の SEM 写真
1. 雌の腹部：2. 雌の腹部第 4 節の拡大：3. 雄の腹部：4. 雄の腹部第 4 節の拡大

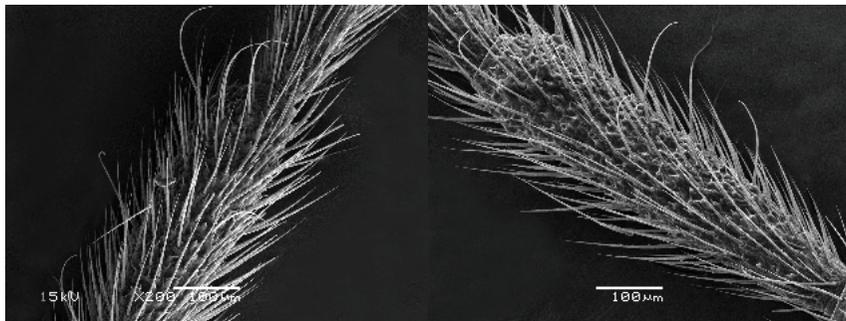


図 7. ゲンジボタルの触角の SEM 写真（左：雌の触角第 10 節，右：雄の触角第 9 節）

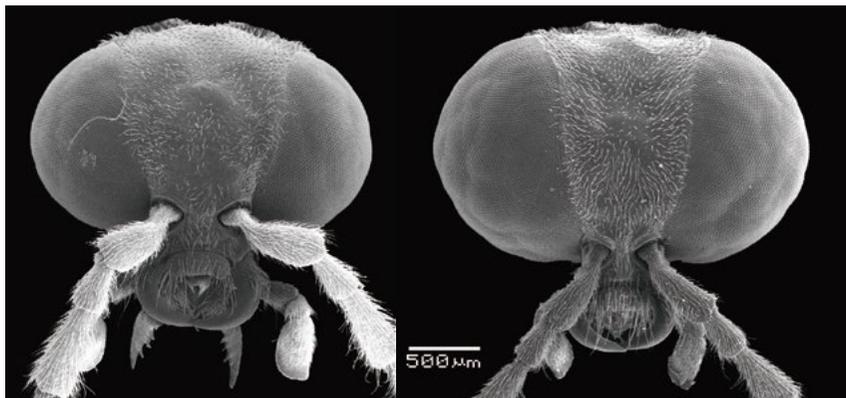


図 8. ゲンジボタルの頭部の SEM 写真（左：雌，右：雄）
雌の方が複眼と複眼の間が広く，複眼が小さいことがわかる。

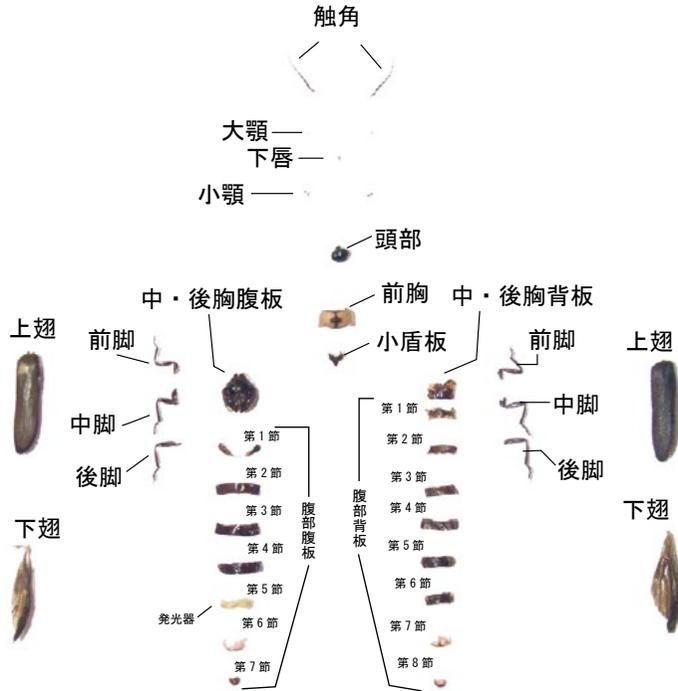


図 9. ゲンジボタル雌成虫の全体節

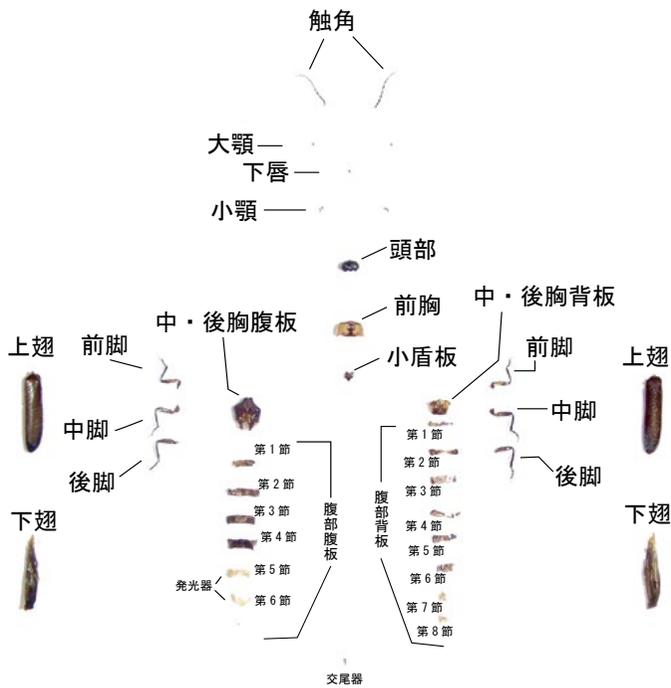


図 10. ゲンジボタル雄成虫の全体節

体節の比較

体節を比較すると、雌雄の差異としては雌の腹部腹節が雄より1節多いことがわかった(図9,10)。なお、このことは既に神田(1935)により記載されている。それ以外では各体節の形状にわずかに違いが認められたが個体変異の範囲内と考えられ、雌雄間における明瞭な差異は見いだせなかった。

まとめ

本稿では、ゲンジボタルの雌雄の形態的な差異を詳細に調べ、比較した。その結果、雌に比べて雄の方が触角の感覚子の数が多いことや複眼が大きいことなどこれまであまり知られていなかった差異を見出すことができた。なお、ホタルの複眼の大きさが雄の方が大きい傾向があることについてはヨーロッパ産の *Phaesis splendidula* (Linnaeus, 1767) や *Lampyrus noctiluca* Linnaeus, 1767 などでも知られている(富永, 1979)。また、雌雄および体サイズに関係なく頭部の大きさが一定という結果は非常に興味深いと思われた。

今後、他のホタルなどでも同様に計測することで、形態的な違いから配偶行動における雌雄間の役割の違いなどが明らかになると思われた。

謝辞

本稿を作成するにあたり、電子顕微鏡の使用について山口大学総合科学実験センター機器分析実験施設および森福洋二氏にご協力頂いた。向井康夫博士(東北大学)からは草稿を読んで頂き、さまざまなご助言を頂いた。ここに記して深謝申し上げる。

引用文献

- 土井久作(1958)ゲンジボタル *Luciola cruciata* の体長の変異. 福島大学学芸学部理科報告, 7: 5-8.
- 今坂正一(2010)ゲンジボタルの地域変異について. 陸生ホタル研究会誌, 24: 1-18.
- Iwasaki M, Itho T, Yokoharai F, Tominaga Y (1995) Identification of antennal hygroreceptive sensillum and other sensilla of the firefly, *Luciola cruciata*. *Zool. sci.*, 12: 725-732.
- 神田左京(1935)復刻 ホタル. サイエンティスト社, 東京.
- 松田正勝・大場信義(1991)日本産ホタル類の頭部形態. 横須賀市博物館研究報告(自然), 39: 7-29.
- 大場信義(2001)ゲンジボタルの形態と発光パターンの地理的変異. 横須賀市博物館研究報告(自然), 48: 45-89.
- 富永佳也(1979)「昆虫の神経生物学」: 167-168. 培風館, 東京.