

《報告》

ゲンジボタル雄の飛翔時の発光範囲

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 は雌雄ともに発光し、雌雄の配偶コミュニケーションには光が使われ、雄は飛翔発光しながら草木にとまる雌を探すとされる（例えば、大場, 1988）。雄の複眼の個眼面積が腹面側が背面側に比べて大きいことから腹面側の感度が高いと推測され、飛翔しながら雌を探すために適応していると考えられている（大場・佐藤, 1988）。また、本種の複眼感度ピークと発光波長ピークが近いことから、同種の光を高感度に認識できると推測されている（Eguchi *et al.*, 1984）。これらのことから、雄は飛翔しながら発光した場合、腹側にある発光器から放たれる自身の光を腹側の複眼が高感度に認識し、探雌時の雄にとって自身の光が雌の光を探すのを阻害する可能性が考えられる。

そこで、本研究ではゲンジボタル雄がどのような姿勢で飛翔し、発光器からの光がどのように広がるかを調べ、自身の光が探雌するのを阻害しているか調べた。

材料および方法

飛翔姿勢：ゲンジボタル雄の飛翔時の姿勢を調べるために縦 11 cm × 横 11 cm × 奥行き 70 cm の風洞装置を用いた（図 1）。風洞装置の奥に風速を調節できる送風機を固定し、その前に風洞装置全面が塞がるように直径 1 cm × 長さ 4 cm のストローを詰めた整流器を 2 段設置した。そして、風洞装置内の壁面上部に設置したステンレス製の針に瞬間接着剤（アロンアルファ EXTRA, コニシ社）でゲンジボタル生体の前胸背を固定した。本種の雄は 0.3 m/s で飛翔すると報告されているので（南, 1983）、風速は 0.3 m/s になるように調節した。風洞内で飛翔状態になった上で、もっとも安定した飛翔状態になったところを横からデジタルビデオカメラ（HDC-HS350, Panasonic 社）を併用しながら、デジタルカメラ（D5100, Nikon 社）で連続撮影した。後翅を振り上げた状態と振り下げた状態で各個体 1 枚ずつの写真を飛翔姿勢として計測した。計測には画像計測ソフト image J（NIH）を用いて、体軸の角度と発光器（腹部第 5 節）の表面（腹面側）の角度を計測した（図 2）。実験には下関市豊田町檜原（稲見川）で 2017 年 6 月 10 日に採集した 5 個体を用いて、2017 年 6 月 13 日に実施した。

発光範囲：ゲンジボタル雄の発光範囲を調べるために川野・大谷（2013）と同様の計測器を用いて計測した。測定部の設置位置は頭部前方にあたる位置（H1）と前方側の体軸に対して 45 度の位置（H2）、腹

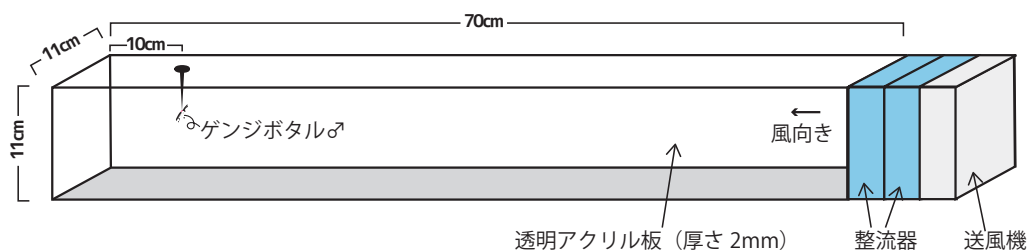


図 1. ゲンジボタル雄の飛翔姿勢を観察するための風洞装置



図 2. 飛翔姿勢の計測位置
体軸の角度は腹部の側板に沿った線と水平との角度を計測し、発光器の角度は発光器（腹部第 5 節）表面と水平との角度を計測。

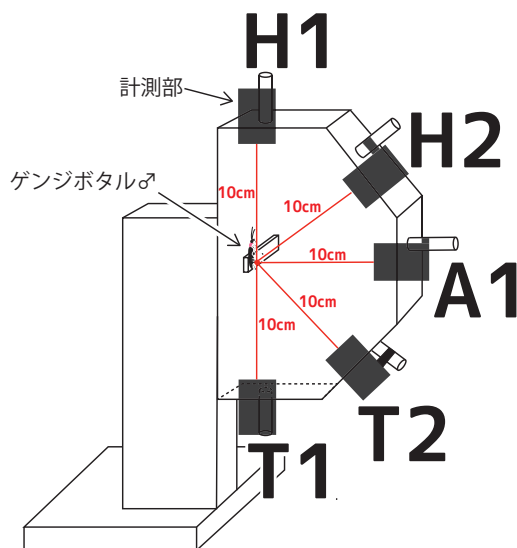


図 3. 発光を計測する計測部の設置位置
頭部前方 (H1)、前方側の体軸に対して 45 度 (H2)、腹部に対して対面 (A1)、後方側の体軸に対して 45 度 (T2)、尾端後方 (T1)。

部に対して対面する位置 (A1)、後方側の体軸に対して 45 度の位置、尾端後方にあたる位置 (T1) の 5 箇所から計測した (図 3)。計測時には装置中央にゲンジボタル雄を背面が垂直になるように両面テープで固定して、発光器から測定部までが 10cm になるように調節して、測定部位ごとに 60 秒計測した (1 秒間隔で自動記録)。計測前に発光を促すために面相筆で腹部を刺激した。実験には下関市豊田町荒木 (一の俣川) で 2017 年 5 月 29 日採集した 20 個体を用いて、2017 年 5 月 30 日に実施した。

結 果

飛翔姿勢：飛翔行動は各個体で数秒～数十秒間しか維持されなかったが、実験に供した 5 個体すべてで観察することができた (図 4)。その結果、飛翔時の雄は後翅を振り上げた時は体軸を 56.4 ± 3.4 度 (平均 $\pm$ S.D., $N=5$)、振り下げた時は 54.9 ± 5.4 度傾けた状態で飛翔していた。なお、発光器 (腹面側) は振り上げた時は 47.5 ± 7.1 度、振り下げた時は 43.6 ± 7.2 度の傾きで飛翔し、体軸に比べてわずかに下を向くように傾きが小さくなっていた。また、飛翔していない時は胸部と腹部の腹面側に特に段差はないが、飛翔時は腹部が S 字状に背面側に盛り上がり、胸部が突出し、胸部と腹部の間に明瞭な段差が生じることが観察された (図 5)。

発光範囲：発光範囲を計測した結果、測定部位 H1 では 1.95 ± 0.51 (平均 $\pm$ S.D., $N=20$)、H2 では 9.61 ± 4.48 、A1 では 23.87 ± 9.75 、T2 では 24.71 ± 15.0 、T1 では 6.62 ± 3.70 であった。なお、計測値 (単位など) については川野・大吞 (2013) を参照されたい。これらのことから、測定部位 A1 と T2 が他の部位に比べて有意に光が強く、体の前方より後方に光が広がることがわかった (図 6, Tukey-Kramer 法, $F_{4,95} = 30.30$, $P < 0.01$)。

考 察

飛翔姿勢を観察すると発光器がある腹部第 5・6 節は腹部の他の節 (体軸) に比べて下を向くように傾き、



図 4. 計測に用いたゲンジボタル雄の飛翔姿勢
左は後翅を振り上げた状態, 右は後翅を振り下げた状態. ※左右同一個体.

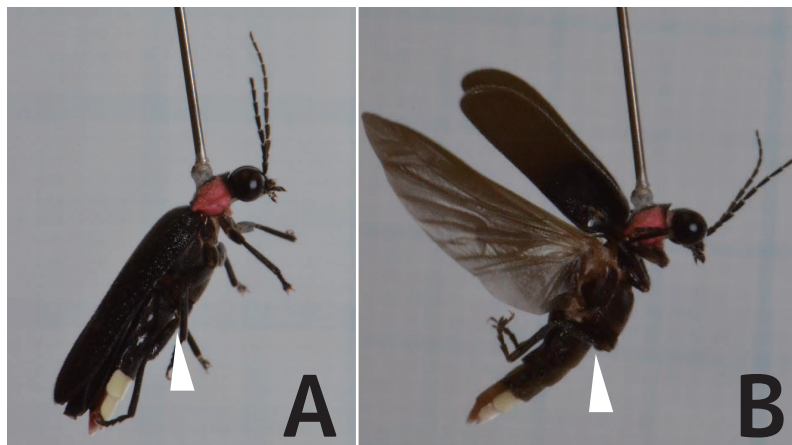


図 5. 飛翔していない時の姿勢 (A) と飛翔している時の姿勢 (B)
飛翔していない時は胸部と腹部の腹面側は平らだが、飛翔時は胸部が外に張り出して段差が生じる。※A と B は同一個体。

その状態では腹部第 4 節後端と発光器の節との間にわずかに段差が生じることで頭部方向に放射する発光器からの光を防いでいるように見えた。さらに、飛翔時は中・後胸が張り出すことで段差が生じ、発光器からの光が直接複眼に到達するのを遮光しているように観察された。加えて、発光範囲は体の前方より後方側に広がることから、光が頭部方向に放射されにくいことがわかった。

これらのことから、ゲンジボタル雄が探雌行動時に飛翔発光しても、自身の光が雌の光を探すのを阻害することは少ないと考えられた。

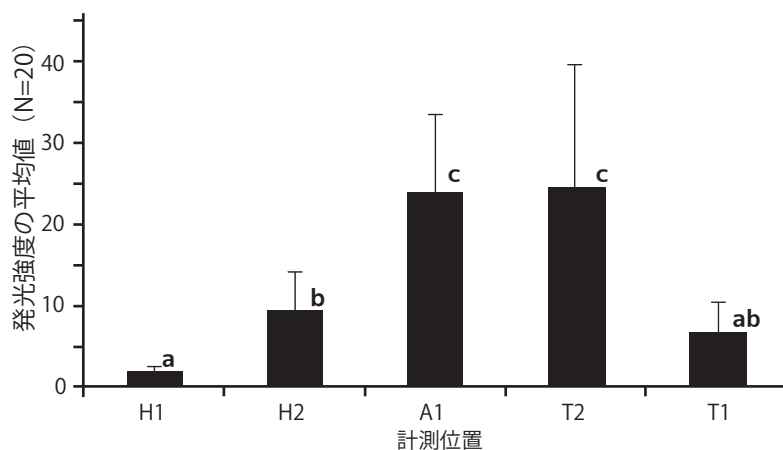


図 6. ゲンジボタル雄の計測位置ごとの発光強度
同一英文字間には有意差がないことを示す (Tukey-Kramer 法, $P < 0.01$)

謝 辞

草稿原稿を読んで頂いて、有益なご助言を頂いた大場裕一博士 (中部大学) と大庭伸也博士 (長崎大学) に心から御礼申し上げる。

引用文献

- Eguchi E., Nemoto A., Meyer-Rochow V. B., Ohba N. (1984) A comparative study of spectral sensitivity curves in three diurnal and eight nocturnal species of Japanese fireflies. *Journal of Insect Physiology*, **30**: 607-612.
- 川野敬介・大呑文人 (2013) ゲンジボタルの発光強度と雌雄および体サイズの関係. 豊田ホタルの里ミュージアム研究報告書, (5): 1-6.
- 大場信義 (1988) 日本の昆虫⑫ ゲンジボタル. 文一総合出版, 東京.
- 大場信義・佐藤正孝 (1988) ホタル類の個眼面形態. 横須賀市博研報 (自然), **36**: 1-10.
- 南喜一郎 (1983) 復刻 ホタルの研究. サイエンティスト社, 東京.