

ヘイケボタルの前蛹における発光

別所 学¹⁾・池谷治義²⁾・大場裕一¹⁾

¹⁾名古屋大学大学院生命農学研究科, 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

²⁾桐蔭学園高校, 〒225-8502 横浜市青葉区鉄町

Bioluminescence in the Prepupal Stage of the Japanese Firefly, *Luciola lateralis*

Manabu BESSHO¹⁾, Haruyoshi IKEYA²⁾, Yuichi OBA¹⁾

¹⁾Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Nagoya 464-8601, Japan

²⁾Toin Gakuen High School, Kurogane-cho, Aoba-ku, Yokohama 225-8502, Japan

Abstract: It has been reported that the Japanese firefly, *Luciola lateralis*, emits the light from the photophores of larva, pupa and adult, also from the whole body of egg and pupa. Here, we report for the first time that the last instar larva in the prepupal stage also emits weak and continuous green light from ventral side and lateral unpigmented spots thorough the whole body. This phenomenon was not observed in other larval stages such as third, fourth and fifth instars, including those right after molting.

キーワード: ヘイケボタル, 生物発光, 前蛹

Key words: *Luciola lateralis*, Bioluminescence, Prepupa

はじめに

ホタル科の幼虫は腹部に発光器を持ち発光することが知られており, ヘイケボタル *Luciola lateralis* (= *Aquatica lateralis*) も腹部第8節の背側に一对の点状発光器を持っている(神田, 1935). また, 蛹の発光も報告されているが, 蛹では腹部第8節に位置する幼虫型発光器や第6-7節に位置する成虫型発光器だけでなく, 体全体がぼんやりと発光する. ヘイケボタルは卵から成虫まで全てのステージで発光するが, 発光器とそれ以外の部位では使われているルシフェラーゼが異なり, 発光器では LILuc1 が, 卵と蛹の体全体では LILuc2 が使われている. また, LILuc2 による蛹の全身の発光色は, 発光器の黄緑色の発光色よりもおよそ 10 nm 短波長の緑色である (Oba *et al.*, 2013). しかし, この全身の発光が蛹になるまでのどのステージから始まるのかについてはわかっていなかった.

今回, 著者らはヘイケボタル前蛹の, 体側および腹側の色素の薄い部分が緑色に発光することを発見したので報告する.

材料と方法

ヘイケボタルは, 水槽で飼育した幼虫とその後上陸させ土繭を作った前蛹期の幼虫を用いた. 幼虫はサカキガイ *Physella acuta* 及びインドヒラマキガイ *Indoplanorbis exustus* を餌とした. 撮影に用いた個体は, 3

齢幼虫，4 齢幼虫，脱皮直後の色素沈着が不完全な 5 齢幼虫，その後色素がしっかり沈着した 5 齢（終齢）幼虫，土繭の中から取り出した前蛹期の 5 齢幼虫（前蛹）である．幼虫は乾いたプラスチックシャーレの上に置き，幼虫が動き出す前にただちに撮影した．撮影にはデジタルカメラ Nikon D5300 を用いた．発光写真の撮影は以下の条件で行った．ISO 25600 ; f4.5 ; 露光 30 秒．

結果と考察

ヘイケボタルの前蛹は肉眼ではわからないほど微弱ではあるが，高感度撮影によって体側や腹側における発光が確認された（図 1A, B）．発光部位は体側の一部と腹側全体であった．体側の紡錘型の発光（図 1B, 矢頭）は，色素沈着が弱い分泌腺に相当する部位だと考えられる．この発光は，発光器からの発光とは異なり，物理的な刺激によって増減することはなかった．この発光は前蛹初期から蛹化までの期間は昼夜かわかわらず持続した．前蛹以前のステージの幼虫についても同様の方法で観察したが，発光は確認できなかった．

前蛹の分泌腺およびその周辺や腹側の発光は，発光色や刺激によって発光強度が変化しないという点において幼虫型や成虫型の発光器からの発光とは異なり，蛹の体全体の発光様式に類似している．腹側が全体的に発光することから，ルシフェラーゼやルシフェリンが一部の組織に局在しているのではなく全身にあり，色素がないところから発光が外部に透過していると考えられる．マドボタル亜科 *Aspisoma lineatum* の幼虫においては，色素沈着がない乳白色の部位が発光器の発光色よりも 10 nm 短波長の色で発光することが報告され，発光器で発現しているルシフェラーゼとは異なるアイソタイプの関与が示唆されている（Viviani *et al.*, 2008）．しかし，ホタル亜科に属するヘイケボタルの幼虫では，このような幼虫期の発光は確認できなかった．したがって，ホタル亜科において，蛹の全身の発光に先駆けて体側および腹側の発光が前蛹初期から始まることの観察例は本報告が初めてとなる．

今回観察された前蛹の発光は，蛹化に向けた生理的变化，すなわち *LiLuc2* の発現が脱皮に先行して現れていることを示唆している．今後は，実際の発光の原因遺伝子の特定や発現パターン，局在など分子生物学的な知見と合わせて，前蛹や蛹の発光における生態学的な意義に関する研究を行う予定である．

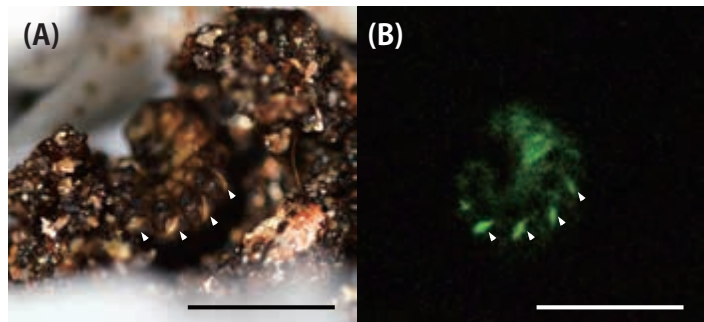


図 1. ヘイケボタル前蛹の体側面 (A) とその発光 (B). 矢頭は分泌腺の位置を示している．スケールは 5 mm.

Figure 1. Lateral view of the prepupal stage of *L. lateralis* (A) and its bioluminescence (B). The arrow heads indicate the lateral glands. Scale bars represent 5 mm. Photos by Manabu Bessho.

引用文献

- Oba Y., Furuhashi M., Bessho M., Sagawa S., Ikeya H. and Inouye S. (2013) Bioluminescence of a firefly pupa: involvement of a luciferase isotype in the dim glow of pupae and eggs in the Japanese firefly, *Luciola lateralis*. *Photochem. Photobiol. Sci.*, **12**: 854-863.
- Viviani V.R., Okawachi F.M., Scorsato V. and Abdalla F.C. (2008) CCD imaging of basal bioluminescence in larval fireflies: clues on the anatomic origin and evolution of bioluminescence. *Photochem. Photobiol. Sci.*, **7**: 448-452.
- 神田左京 (1935) ホタル. 丸善.