

フユシャクガ類における蛹の発生過程で決定される 翅型とその多様性について (昆虫綱・鱗翅目・シャクガ科)

新津 修平・上遠 岳彦

Shuhei NIITSU^{1,2,3)} and Takehiko KAMITO²⁾: Wing morphogenesis and its phenotypic diversity during metamorphosis in winter-geometrid moths (Insecta: Lepidoptera, Geometridae)*

¹⁾ Department of Biological Sciences, Tokyo Metropolitan University, 1–1 Minami-Osawa, Hachioji, Tokyo 192–0397, Japan

²⁾ Department of Sciences, International Christian University, 3–10–2 Osawa, Mitaka, Tokyo 181–8585, Japan

³⁾ The University Museum, The University of Tokyo, 7–3–1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113–0033, Japan

E-mail: shu-30@aiores.ocn.ne.jp (SN)

https://doi.org/10.60372/paesj.55.0_45

痕跡器官 rudimentary organ の研究は、チャールズ・ダーウインの著書「The Origin of Species」(1859) が出版されて以来、進化生物学の中でも注目される研究分野となっている。非飛翔化への進化の結果である無翅型、痕跡翅型、短翅型は、有翅型からの派生的な形質であり、これらの形態への進化はメスの造卵数を高めるための適応であると解釈されている。シャクガ科フユシャクガ類では、雌が特異的に翅を退化させ、顕著な性的二型を示す。雌の翅退化の進化的なグレードは、短翅、痕跡翅、無翅と様々ある (Nakajima 1998)。チョウ目における無翅型や短翅型への形態基盤となる個体発生過程は、これまでに比較的研究されているが、痕跡翅型の発生プロセスについては、よく分かっていなかった。

今回、我々は、フユシャクガ類の一種、カバシタムクゲエダシャク *Sebastosema bubonaria* Warren を研究材料とし、これまで知られていなかった痕跡翅型の翅型が生じる個体発生の過程について、主に蛹期を中心に解剖レベル・組織形態レベルで観察を行った。本種の雄は機能的な翅を持つが、雌は痕跡翅を持つ。本研究では、カバシタムクゲエダシャクの雌における翅の退化過程を、すでに解明されているフユシャクガ類 [トギレフユエダシャク (メスは短翅型) (Niitsu and Kamito 2021)、フチグロトゲエダシャク (メスは無翅型) (Niitsu 2001)] の翅退化過程ならびに蛹の翅形成パターンと比較し、観察を行った (Fig. 1A–D)。

その結果、カバシタムクゲエダシャクでは、蛹から成虫への変態の過程でプログラム細胞死による蛹翅退縮が途中で終了することにより、痕跡翅となることが明らかになった (Fig. 1C)。一方、フチグロトゲエダシャクなどの無翅型では蛹の翅上皮がプログラム細胞死によって

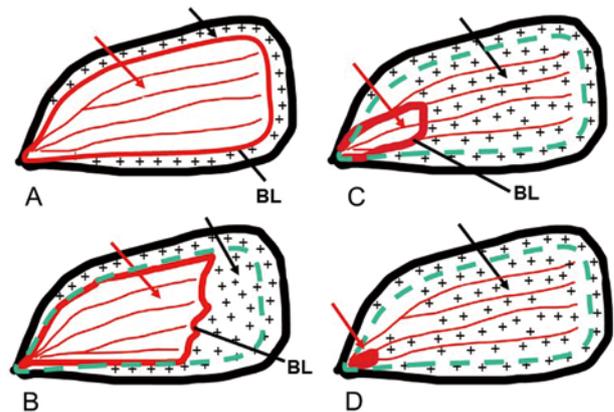


Fig. 1 Wing margin morphology defined by bordering lacuna (BL) in winged males and flightless females with reduced wings during pupal development, Niitsu et al. (2023) modified. A. Pupal wing of winged male. B. Pupal wing of short-winged female. C. Pupal wing of vestigial-winged female. D. Pupal wing of wingless female. Red lines indicate the position of the bordering lacuna (BL). The BL indicates the boundary of the future adult wing. Peripheral tissues in the region degenerated due to programmed cell death are indicated by black plus signs. Red arrows indicate the location of wing formation. Black arrows indicate the location of wing degeneration. The green dotted lines (B–D) indicate the ancestral BL patterns.

ほぼ完全に消失し、最終的に無翅となる (Fig. 1D; Niitsu et al. 2014)。

本研究では、蛹翅で生じるプログラム細胞死の規模とその空間的な位置が、非飛翔性のフユシャクガ類で観察される様々なパターンの翅退化に重要な役割を果たしていることを新たに提唱した (Niitsu et al. 2023)。

* Abstract of paper read at the 59th Annual Meeting of the Arthropodan Embryological Society of Japan, June 30–July 1, 2023, Urabandai, Fukushima, Japan.

引用文献

- Darwin C (1859) *The Origin of Species*. Wordsworth Classics of World Literature republished in 1998 by Wordsworth Editions Ltd., Hertfordshire.
- Nakajima H (1998) A taxonomical and ecological study of the winter geometrid moths (Lepidoptera, Geometridae) from Japan. *Tinea*, **15 (Suppl. 2)**, 1–246. (in Japanese).
- Niitsu S (2001) Wing degeneration due to apoptosis in the female of the winter moth, *Nyssiodes lefuarius*. *Entomological Science*, **4**, 1–7.
- Niitsu S, T Kamito (2021) Morphological and histological examination of short-wing formation in the winter moth *Protalcis concinnata* (Insecta: Lepidoptera, Geometridae). *Journal of Morphology*, **282**, 160–168.
- Niitsu S, K Toga, S Tomizuka, K Maekawa, R Machida, T Kamito (2014) Ecdysteroid-induced programmed cell death is essential for sex-specific wing degeneration of the wingless-female winter moth. *PLoS One*, **9**, e89435.
- Niitsu S, K Onoue, T Tanio, H Ito, H Naka, H Nakajima, Y Sakamoto, T Someya, T Yano, T Kamito, H Endo, M Yago (2023) Cell death and wing reduction during metamorphosis of sex-specific flightless morphs in winter geometrid moths. *Journal of Morphology*, **284**, e21616.