

派生的カマキリ類の発生学的研究（昆虫綱・カマキリ目）

園部 峻司・福井 眞生子

Takashi SONOBE and Makiko FUKUI: Embryological study on higher mantodeans (Insecta: Mantodea)*

Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, Bunkyo-cho 2-5, Matsuyama, Ehime 790-8577, Japan
Corresponding authors: TS (n812005a@mails.cc.ehime-u.ac.jp); FM (fukui.makiko.me@ehime-u.ac.jp)

https://doi.org/10.60372/paesj.57.0_17

多新翅類は昆虫類の98%を占める新翅類の初期分岐に起源し、昆虫類の多様化を理解する上で重要な分類群である。多新翅類内の系統進化に関しては、近年のゲノム系統学的研究の進展によりその単系統性が支持され、新たな系統関係が提示されるなど、再理解が進んできた (Wipfler et al. 2019)。その一方で多新翅類を定義づける固有派生形質は未だに乏しく、形態学的な理解のためには、さらなる検討が必要とされている。このような中で、卵門や胚形成様式などの発生学的形質は系統学的議論において重要視されてきた。卵門は精子の侵入口である卵殻構造で、卵門の配置は多新翅類内の近縁なグループ間で共通することが知られている (Uchifune and Machida 2005a; Jintsu et al. 2007; Jintsu et al. 2010; Mashimo et al. 2015; Fukui et al. 2018; Mtow et al. 2021; Shimizu and Machida 2024)。また、一対の胚原基の融合による胚形成様式は、多新翅類の固有派生形質として注目される (Uchifune and Machida 2005b; 神通 2007; Nakamura et al. 2010; Mashimo et al. 2014; Fujita and Machida 2017; Shimizu and Machida 2024)。以上のように多新翅類の比較発生学的再構築が進む中で、カマキリ目、特に強固な卵鞘をもつ派生的カマキリ類の発生学的再検討は、他の目と比較して立ち遅れてきた。カマキリ目は、多新翅類の中でも古くから単系統性が支持されてきた網翅類（カマキリ目+広義のゴキブリ目）に属する。網翅類ではシロアリ類を含むゴキブリ目と、原始のカマキリ類であるケンランカマキリ科において、「卵腹面局在型」の卵門が知られている (Fujita and Machida 2017; Fukui et al. 2018)。一方、派生的カマキリ類では、研究者により卵門の配置や形態に関して見解が異なるなど、理解が定まらない状態にある (Hagan 1917; Görg 1959; 岩井川・大木 1982; Fukui et al. 2018)。また、胚発生についても記載の多くが断片的であり、特に胚形成様式については再検討の余地が多い (Giardina 1897; Hagan 1917; Görg

1959; Fukui et al. 2018)。以上の背景から、派生的カマキリ目およびカマキリ目の発生学的グラウンドプランの再構築を目的に研究を開始した。今回はその第一歩として、派生的カマキリ類5種の卵の外部形態観察、オオカマキリの卵殻形成、ヒナカマキリの胚形成の観察を行った。

SEM 観察により、派生的カマキリ類5種の卵は、1) 腹面局在型の卵門、2) 卵前極に開口する単一の孔により特徴づけられることが明らかとなった。腹面局在型の卵門は原始のカマキリ類およびゴキブリ目と共通しているので、カマキリ目および網翅類のグラウンドプランとして理解できる。また、卵前極の単一の孔構造は、原始のカマキリ類や他の網翅類で報告がなされていないので、派生的カマキリ類の固有派生形質と考えられる。

ヒナカマキリ卵を DAPI 染色し初期発生を蛍光顕微鏡により観察したところ、まず卵腹面に現れた広大な胚域が縦長の初期胚となり、さらにそれが前後に短縮することで円盤状の胚が形成されることを明らかにした。また、胚域の正中領域の細胞密度は側方領域と比較して低く観察された。常國 (2023) はヒナカマキリの初期胚を組織学的に検討、胚形成と同時に内層形成が進行することを明らかにし、胚域の側方領域は予定外胚葉領域である側板、正中領域は予定中胚葉領域である中板と理解できるとした。近年、ハサミムシ目でも胚形成期に生じる一対の胚原基は予定側板領域、胚原基間の正中領域は予定中板領域であると議論されており (Shimizu and Machida 2024)、胚形成と中胚葉形成の同時進行が多新翅類内で共通する発生プランである可能性がある。各目での検討が期待される。今後は、ヒナカマキリを含めた高等カマキリ類における広範な比較発生学的検討を行い、本目の胚形成および内層形成過程を明らかにしていきたい。

* Abstract of paper read at the 61st Annual Meeting of the Arthropodan Embryological Society of Japan, June 6–7, 2025, Nasu Kogen, Tochigi, Japan.

引用文献

- Fujita M, R Machida (2017) Embryonic development of *Eucorydia yasumatsui* Asahina, with special reference to external morphology (Insecta: Blattodea, Corydiidae). *Journal of Morphology*, **278**, 1469–1489.
- Fukui M, M Fujita, S Tomizuka, Y Mashimo, S Shimizu, CY Lee, Y Murakami, R Machida (2018) Egg structure and outline of embryonic development of the basal mantodean, *Metallyticus splendidus* Westwood, 1835 (Insecta, Mantodea, Metallyticidae). *Arthropod Structure & Development*, **47**, 64–73.
- Giardina A (1897) Primi stadi embrionali della *Mantis religiosa*. *Monitore Zoologico Italiano*, **8**, 275–280.
- Görg I (1959) Untersuchungen am Keim von *Hierodula (Rhombodera) crassa* Giglio Tos, ein Beitrag zur Embryologie der Mantiden (Mantodea). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, **6**, 389–450.
- Hagan HR (1917) Observations on the embryonic development of the mantid *Paratenodera sinensis*. *Journal of Morphology*, **30**, 223–243.
- 岩井川幸生・大木健市 (1982) オオカマキリ卵の卵殻の構造. 名古屋大学教養部紀要, **26**, 69–83.
- 神通芳江 (2007) コケシロアリモドキ *Aposthonia japonica* (Okajima) の発生学的研究 (昆虫綱・シロアリモドキ目). 筑波大学大学院生命環境科学研究科生物科学専攻平成18年度修士論文, 筑波大学, つくば.
- Jintsu Y, T Uchifune, R Machida (2007) Egg membranes of a web-spinner, *Aposthonia japonica* (Okajima) (Insecta: Embioptera). *Proceedings of the Arthropodan Embryological Society of Japan*, **42**, 1–5.
- Jintsu Y, T Uchifune, R Machida (2010) Structural features of eggs of the basal phasmatodean *Timema monikensis* Vickery and Sandoval, 1998 (Insecta: Phasmatodea: Timematidae). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, **68**, 71–78.
- Mashimo Y, RG Beutel, R Dallai, CY Lee, R Machida (2014) Embryonic development of Zoraptera with special reference to external morphology, and its phylogenetic implications (Insecta). *Journal of Morphology*, **275**, 295–312.
- Mashimo Y, RG Beutel, R Dallai, M Gottardo, CY Lee, R Machida (2015) The morphology of the eggs of three species of Zoraptera (Insecta). *Arthropod Structure & Development*, **44**, 656–666.
- Mtow S, BJ Smith, R Machida (2021) Egg structure of five antarctoperlarian stoneflies (Insecta: Plecoptera, Antarctoperlaria). *Arthropod Structure & Development*, **60**, 101011.
- Nakamura T, M Yoshizaki, S Ogawa, H Okamoto, Y Shinmyo, T Bando, H Ohuchi, S Noji, T Mito (2010) Imaging of transgenic cricket embryos reveals cell movements consistent with a syncytial patterning mechanism. *Current Biology*, **20**, 1641–1647.
- Shimizu S, R Machida (2024) Development and reproductive biology of Dermaptera: A comparative study of thirteen species from eight families. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, **82**, 35–75.
- 常國絃洋 (2023) ヒナカマキリ *Amantis nawai* (Shiraki, 1911) の発生学的研究 (昆虫綱・網翅目・カマキリ目). 愛媛大学理学部理学科生物学コース令和5年度卒業論文, 愛媛大学, 松山.
- Uchifune T, R Machida (2005a) Egg membranes of *Galloisiana yuasai* Asahina (Insecta: Grylloblattodea). *Proceedings of Arthropodan Embryological Society of Japan*, **40**, 9–14.
- Uchifune T, R Machida (2005b) Embryonic development of *Galloisiana yuasai* Asahina, with special reference to external morphology (Insecta: Grylloblattodea). *Journal of Morphology*, **266**, 182–207.
- Wipfler B, H Letsch, PB Frandsen, P Kapli, C Mayer, D Bartel, TR Buckley, A Donath, JS Edgerly-Rooks, M Fujita, S Liu, R Machida, Y Mashimo, B Misof, O Niehuis, RS Peters, M Petersen, L Podsiadlowski, K Schütte, S Shimizu, T Uchifune, J Wilbrandt, E Yan, X Zhou, S Simon (2019) Evolutionary history of Polyneoptera and its implications for our understanding of early winged insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **116**, 3024–3029.