

## ケラ *Gryllotalpa orientalis* Burmeister, 1839の発生への解明に向けて（昆虫綱・直翅目・ケラ科）

澤 真歩・福井 眞生子

### Manabu SAWA and Makiko FUKUI: Preliminary Embryological Study of *Gryllotalpa orientalis* Burmeister, 1839 (Insecta: Orthoptera: Gryllotalpidae)\*

Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, Bunkyo 2–5, Matsuyama, Ehime 790–8577, Japan  
E-mail: g865001k@mails.cc.ehime-u.ac.jp (MS)

昆虫類の98%を占める「新翅類」の初期進化に由来する「多新翅類」11目は、昆虫類の初期の多様化を理解する上で重要なグループである。一方、その多様性や短期間での爆発的な適応放散により、多新翅類の系統進化には長年コンセンサスが得られず、議論が続いてきた。近年になって分子系統学の立場から有力な仮説が提示され (Misof et al., 2014; Wipfler et al., 2019)、ここにおいて、ハサミムシ目およびジュズヒゲムシ目、続いてカワゲラ目が多新翅類の原始系統群に位置付けられる一方、かつて「直翅系昆虫」と呼ばれたその他の多新翅類8目は、直翅目を最原始系統群とした単系統群とされた。直翅系昆虫は目ごとに多様な形態を獲得しており、樹上や草原を含む様々な陸上環境に適応することで、多新翅類の繁栄と多様化の中核をなしてきた。

「直翅目（キリギリス亜目+バツタ亜目）」は、全4下目15上科42科約27,000種を誇る多新翅類最大のグループであると同時に、直翅系昆虫の最原始系統群として、多新翅類の多様化の理解に極めて重要である。進化を理解する上で発生学的知見は重要であるが、直翅目においては網羅的な研究がなされておらず、発生学的グラウンドプランは明らかとなっていない (e.g., Warne, 1972; Pétavy, 1985; Sarashina et al., 2005)。さらに、直翅目の一部のグループで特殊な発生様式が知られることも、本目の発生学的理解をより困難なものとしてきた。特にキリギリス亜目のコオロギ下目ケラ科において、多新翅類では類を見ない「長胚型の初期胚」が報告されていることは非常に興味深く、再検討の必要がある (Nusbaum and Fulinski, 1909)。以上のような背景から、我々はケラ科の発生学的再検討と、それによる直翅目の発生学的グラウンドプランの再検討を目的として、ケラ *Gryllotalpa orientalis* Burmeister, 1839の発生学的研究を開始した。

2017年から2019年の4月下旬から6月までに愛媛県久万高原町および今治市の水田で採集を行い、約270個体の成虫を採取した。これらを飼育することにより、約650卵を採卵・固定し、DAPI染色による胚発生の検討を行った。その結果、ケラの胚発生の概略を観察すること

ができた。

ケラの胚発生は、1) 卵腹面に位置し、卵と同等の長さの初期胚形成、2) 短胚型の胚伸長、3) 頭端の後方へのシフトを伴う胚陥入、4) 表成型の胚定位、5) 胚軸逆転型の胚反転、6) 中型の卵歯の保持により特徴づけられる。ケラにおいて、初期胚は一般的な多新翅類と比べて長大であるものの、Nusbaum and Fulinski (1909)により記載されたような卵表を覆うほどの長さではないことが示された。胚伸長様式は分節・伸長を伴う典型的な「短胚型」であり、多新翅類においてはグラウンドプランであるとみなされている (e.g., Mashimo et al., 2014)。一方で、初期胚が長大である点においては、多新翅類の原始系統群の一つと目されるハサミムシ目に類似する。中型の卵歯はキリギリス下目やノミバツタ下目においても見出されており、直翅目のグラウンドプランであると考えられる (Wada, 1966; Ingrisch, 1984; Houston, 2007)。今後は、初期胚の形成過程や胚膜、胚運動に関し、組織学的観察も含めた詳細な検討を行う。

#### 引用文献

- Houston, T.F. (2007) Observation of the biology and immature stages of the sandgroper *Cylindroaustralia kochii*, with notes on some congeners (Orthoptera: Cylindrachetidae). Records of the Western Australian Museum, **23**, 219–234.
- Ingrisch, S. (1984) Embryonic development of *Decticus verrucivorus* (Orthoptera: Tettigoniidae). Entomologia Generalis, **10**, 1–9.
- Mashimo, Y., R.G. Beutel, R. Dallai, C.-Y. Lee and R. Machida (2014) Embryonic development of Zoraptera with special reference to external morphology, and its phylogenetic implications. Journal of Morphology, **275**, 295–312.
- Misof, B., S. Liu, K. Meusemann, R.S. Peters, A. Donath, C. Mayer, P.B. Frandsen, J. Ware, T. Flouri, R.G. Beutel, O. Niehuis, M. Petersen, F. Izquierdo-Carrasco, T. Wappler, J. Rust, A.J. Aberer, U. Aspöck, H. Aspöck, D. Bartel, A. Blanke, S. Berger, A. Böhm, T.R. Buckley, B. Calcott, J. Chen, F. Friedrich, M. Fukui, M. Fujita, C. Greve, P. Grobe, S. Gu, Y. Huang, L.S. Jermini, A.Y. Kawahara,

\* Abstract of paper read at the 55th Annual Meeting of the Arthropodan Embryological Society of Japan, May 31–June 1, 2019 (Fuchu, Tokyo).

- L. Krogmann, M. Kubiak, R. Lanfear, H. Letsch, Y. Li, Z. Li, J. Li, H. Lu, R. Machida, Y. Mashimo, P. Kapli, D.D. McKenna, G. Meng, Y. Nakagaki, J.L. Navarrete-Heredia, M. Ott, Y. Ou, G. Pass, L. Podsiadlowski, H. Pohl, B.M. von Reumont, K. Schütte, K. Sekiya, S. Shimizu, A. Slipinski, A. Stamatakis, W. Song, X. Su, N.U. Szucsich, M. Tan, X. Tan, M. Tang, J. Tang, G. Timelthaler, S. Tomizuka, M. Trautwein, X. Tong, T. Uchifune, M.G. Walzl, B.M. Wiegmann, J. Wilbrandt, B. Wipfler, T.K.F. Wong, Q. Wu, G. Wu, Y. Xie, S. Yang, Q. Yang, D.K. Yeates, K. Yoshizawa, Q. Zhang, R. Zhang, W. Zhang, Y. Zhang, J. Zhao, C. Zhou, L. Zhou, T. Ziesmann, S. Zou, Y. Li, X. Xu, Y. Zhang, H. Yang, J. Wang, J. Wang, K.M. Kjer and X. Zhou (2014) Phylogenomics resolves timing and pattern of insect evolution. *Science*, **346**, 763–767.
- Nusbaum, J. and B. Fulinski (1909) Zur Entwicklungsgeschichte des Darmdrüsenblattes bei *Gryllotalpa vulgaris* Latr. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, **93**, 306–348.
- Pétavy, G. (1985) Origin and development of the vitellophags during embryogenesis of the migratory locust *Locusta migratoria* L. (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Insect Morphology*, **14**, 361–379.
- Sarashina, I., T. Mito, M. Saito, H. Uneme, K. Miyawaki, Y. Shinmyo, H. Ohuchi and S. Noji (2005) Location of micropyles and early embryonic development of the two-spotted cricket *Gryllus bimaculatus* (Insecta, Orthoptera). *Development, Growth and Differentiation*, **47**, 99–108.
- Wada, S. (1966) Analyse der Kopf-Hals-Region von *Tachycines* (Saltatoria) in morphogenetische Einheiten. I. Mitteilung: Anatomische Befunde im schlüpfreifen und im imaginalen Normalzustand. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere*, **83**, 185–234.
- Warne, A.C. (1972) Embryonic development and systematics of the Tettigoniidae (Orthoptera: Saltatoria). *International journal of Insect Morphology and Embryology*, **1**, 267–287.
- Wipfler, B., H. Letsch, P.B. Frandsen, P. Kapli, C. Mayer, D. Bartel, T.R. Buckley, A. Donath, J.S. Edgerly-Rooks, M. Fujita, S. Liun, R. Machida, Y. Mashimo, B. Misof, O. Niehuis, R.S. Peters, M. Petersen, L. Podsiadlowski, K. Schütte, S. Shimizu, T. Uchifune, J. Wilbrandt, E. Yan, X. Zhou and S. Simon (2019) Evolutionary history of Polyneoptera and its implications for our understanding of early winged insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **116**, 3024–3029.