

クシカマアシムシ科二種の頭部内骨格形成 (六脚類・カマアシムシ目)

福井 眞生子・福田 虎武・町田 龍一郎

Makiko FUKUI¹⁾, Kobu FUKUDA²⁾ and Ryuichiro MACHIDA³⁾: Postembryonic development of the cephalic endoskeleton in two species of Acerentomidae (Hexapoda: Protura)*

¹⁾ Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, Bunkyo-cho 2-5, Matsuyama, Ehime 790–8577, Japan

²⁾ Management Technical Division, Ebara Environmental Plant, Haneda Asahi-cho 11-1, Ohta-ku, Tokyo 144–0042, Japan

³⁾ Sugadaira Research Station, Mountain Science Center, University of Tsukuba, Sugadaira Kogen 1278–294, Ueda, Nagano 386–2204, Japan

Corresponding author: fukui.makiko.me@ehime-u.ac.jp (MF)

https://doi.org/10.60372/paesj.56.0_51

外顎類 (狭義の昆虫類) の幕状骨 *tentorium* は、頭蓋の構造を強化するとともに頭部筋肉の付着点として機能する頭部内骨格であり、外胚葉性陥入により形成される。頭部前方からの一对の前幕状骨陥入、および頭部後方からの一对の後幕状骨陥入は、外顎類の進化過程で段階的に融合してきたことが知られ、有翅昆虫類では二対の陥入同士が前後左右で融合することにより、強固な板状の中央体 *central body* が獲得された (Koch 2000; Blanke and Machida 2015)。六脚類 (広義の昆虫類) の原始系統群であるカマアシムシ目、トビムシ目、コムシ目にも同様の機能をもつ頭部内骨格が知られている。しかし、その起源についてはコンセンサスが得られておらず、六脚類における頭部内骨格の初期状態や外顎類に至る進化的変遷については議論が定まらない状況が続いている (Folsom 1900; Snodgrass 1960; Tuxen 1964; Matsuda 1965; Manton 1977, 1979; François et al. 1992; Koch 2000, 2001; Blanke and Machida 2015)。このような形態学的議論において形成過程の詳細な記載は極めて重要であるが、微小な土壌動物である原始的六脚類の頭部内骨格の形成過程を解明することは非常に困難であり、いまだに記載は乏しく断片的である (Tomizuka and Machida 2017)。以上のような背景から、原始的六脚類の頭部内骨格形成過程の解明に端緒をつけるべく、カマアシムシ目クシカマアシムシ科のモリカワカマアシムシ *Baculentulus morikawai* (Imadaté and Yosii, 1956) およびカグヤカマアシムシ *Silvestridia hutan* Imadaté, 1965 を用いて検討を開始した。

モリカワカマアシムシおよびカグヤカマアシムシの頭部内骨格形成を、透過型電子顕微鏡およびメタクリル系樹脂連続切片法を用いて組織学的に検討した結果、頭部内骨格は初齢幼虫である前幼虫 *prelarva* 後期に形成されることが明らかとなった。孵化後 27 時間の前幼虫にお

いて、軸節 *cardo* 基部背側後方の口褶底部の上皮に一对の顕著な陥入が生じ、頭部内骨格の側腕 *lateral arm* および後腕 *posterior arm* が形成される。また、中央体 *central body* は、下咽頭基部腹側からの上皮の褶曲による。

Fukui (2010) は、サイコクカマアシムシ *Baculentulus densus* (Imadaté, 1960) 後期胚の頭蓋後側方に一对の顕著な陥入を見出し、後幕状骨陥入と相同な構造である可能性を指摘した。しかしながら、外顎類最原始系統群であるイシノミ目では後幕状骨陥入口は小顎体節後方の軸節と背板の境界に存在することを考え合わせると (Manton, 1979)、サイコクカマアシムシ後期胚で観察された陥入は、軸節基部から大きく離れた口褶側壁にあることから、外顎類の後幕状骨陥入と比較すべきではない。

今回、モリカワカマアシムシ前幼虫の口褶底部に見出された陥入はイシノミ目の後幕状骨陥入と相同な位置にあることから、六脚類の頭部内骨格の初原状態を議論する上で重要であろう (Manton 1979; Koch 2000)。また、モリカワカマアシムシ前幼虫において、後後頭縫合線 *postoccipital suture* からの内方突起を観察した。サイコクカマアシムシ後期胚で観察した上皮陥入は、位置的にモリカワカマアシムシの内方突起に対応しているため、Fukui (2010) が後幕状骨陥入と相同視した本構造はモリカワカマアシムシの後後頭縫合線縫合線の内方突起に関連づけるべき構造であろう。今後、カマアシムシ目の頭部内骨格系のさらなる理解のために、胚発生後期についても頭部形態形成の詳細な検討を進めていく。

引用文献

Blanke A, R Machida (2015) The homology of cephalic muscles and endoskeletal elements between Diplura and

* Abstract of paper read at the 60th Annual Meeting of the Arthropodan Embryological Society of Japan, May 17–18, 2024, Sugadaira, Nagano, Japan.

- Ectognatha (Insecta). *Organisms Diversity & Evolution*, **16**, 241–257.
- Folsom JW (1900) The development of the mouthparts of *Anurida maritima* Guér. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, **36**, 87–157.
- François JR, R Dallai, WY Yin (1992) Cephalic anatomy of *Sinentomon erythranum* Yin (Protura: Sinentomidae). *International Journal of Insect Morphology & Embryology*, **21**, 199–213.
- Fukui (2010) Embryological Studies on *Baculentulus densus* (Imadaté) (Hexapoda: Protura, Acerentomidae). Doctoral thesis, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba.
- Koch M (2000) The cuticular cephalic endoskeleton of primarily wingless hexapods: Ancestral state and evolutionary changes. *Pedobiologia*, **44**, 374–385.
- Koch M (2001) Mandibular mechanisms and the evolution of hexapods. *Annales de la Société Entomologique de France*, **37**, 129–174.
- Manton SM (1977) *The Arthropoda. Habits, Functional Morphology and Evolution*. Clarendon Press, Oxford.
- Manton SM (1979) Functional morphology and the evolution of the hexapod classes. In AP Gupta (ed.), *Arthropod Phylogeny*, pp. 387–465. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Matsuda R (1965) Morphology and evolution of the insect head. *Memoirs of the American Entomological Institute*, **1**, 1–334.
- Snodgrass RE (1960) Facts and theories concerning the insect head. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, **142**, 1–61.
- Tomizuka S, R Machida (2017) Tentorial invaginations of the collembolan *Tomocerus cuspidatus* Börner, 1909 (Hexapoda: Collembola, Tomoceridae). *Proceedings of the Arthropodan Embryological Society of Japan*, **48**, 43–45.
- Tuxen SL (1964) *The Protura. A Revision of the Species of the World with Keys for Determination*. Hermann, Paris.