

フタスジモンカゲロウ *Ephemera japonica* McLachlan の 肛門陥形成と腹部後端の体節制 (昆虫綱・カゲロウ目)

東城 幸治・町田 龍一郎

Koji TOJO¹⁾ and Ryuichiro MACHIDA²⁾: Formation of proctodaeum and terminal abdominal structures of *Ephemera japonica* McLachlan (Insecta: Ephemeroptera)*

¹⁾ Institute of Biological Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

²⁾ Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba, Sanada, Nagano 386-22, Japan

有翅昆虫類の高次系統に関しては、1) 旧翅群 (カゲロウ目+トンボ目) + 新翅群 (cf. Hennig, 1969)、2) カゲロウ目+ (トンボ目+新翅群) (cf. Kristensen, 1975)、3) トンボ目+ (カゲロウ目+新翅群) (cf. Boudreaux, 1979) との三様の解釈があり、いまだ意見の一致がみられていない。カゲロウ目はこのような状況にある有翅昆虫類の高次系統・系統進化を考える上で鍵となる分類群であり、その発生学的知見は重要であるが、これまでカゲロウ目に関する発生学的研究は断片的なものが少数知られるのみである (Joly, 1876; Heymons, 1896a, b; Murphy, 1922; 安藤・川名, 1956; Wolf, 1960; Bohle, 1969; Tsui and Peters, 1974)。

このような背景から、われわれはカゲロウ目の胚発生過程のグラウンドプランを把握すべく、カゲロウ目の比較発生学的研究を開始し、その第一段階として、現在 Schistonota 亜目モンカゲロウ科に属するフタスジモンカゲロウ *Ephemera japonica* McLachlan の胚発生過程の観察を行なっている。今回は主として肛門陥の形成様式を観察し、肛門陥形成および腹部後端の体節制に関して考察する。

結 果

卵後極に生じたフタスジモンカゲロウの胚原基は卵黄中に陥入しながら前極方向へ伸長する。最長期胚はほぼS字状の形態で、胚の尾端部は3ヶ所で折れ曲がる。この折れ曲がりにより腹部は4領域に区切られ、これらを胚前方から領域Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳと呼ぶことにする (Figs. 1, 3A)。これらの領域のⅠとⅡ、またⅢとⅣは各々羊膜 amnion でつながっており、領域Ⅰには第1-5腹節、領域Ⅱには第6-11腹節が存在し、その後方に領域ⅢとⅣがつづく (Figs. 1, 3A)。腹部の体節制が明瞭になり始める頃、領域Ⅲ、Ⅳの部分は管状に融合し肛門陥を形成する (Fig. 3B, B')。また同時に、領域Ⅱの側縁は、領域Ⅲ・Ⅳの形成する肛門陥を取り囲むように伸長し (Fig. 3B, B')、腹部後半部 (腹部第6節以降) における背閉鎖が完了する (Figs. 2, 3C)。

ともに腹部末端の構造物である尾毛 cercus と尾糸 caudal filament は、尾毛が領域Ⅱの後端部、すなわち第11腹節から生じるのに対し、尾糸は領域Ⅳの末端部に現れる。その後領域Ⅱによる肛門陥 (領域Ⅲ・Ⅳ) の取り囲み (背閉鎖) に伴い尾毛が背方へと移動することにより、尾糸と同列の位置をなすことになる (Figs. 2, 3C)。このように、最終的に尾毛・尾糸は近接するが、それぞれの起源が、肛門陥で隔てられた領域Ⅱ末端とⅣ末端という互いにかかなり離れた部位にあることは強調されるべきである。

考 察

今回、フタスジモンカゲロウで観察された肛門陥形成はトンボ目のそれに酷似している (Ando, 1962)。また、*Pyrrhocoris* (Seidel, 1924)、*Oncopeltus* (Butt, 1949)、*Pyrilla* (Sander, 1956)、*Lytta* (Rempel and Church, 1969)、*Stenopsyche* (Miyakawa, 1975)、*Endocliia* (Kobayashi et al., 1981)、*Panorpa* (Suzuki and Ando, 1981)、*Neomicropteryx* (Kobayashi and Ando, 1987) などでも類似的肛門陥形成様式が知られているが、これらの肛門陥形成に関与する部分の一部には発生初期に中胚葉の分化がみられず、これらの肛門陥の一部は羊膜由来であるとされている。しかし、フタスジモンカゲロウでは、肛門陥形成に関与するすべての領域においても発生初期から中胚葉の分化が認められるので、この昆虫の肛門陥は胚域のみに由来すると結論したい。

* Abstract of paper read at the 31st Annual Meeting of Arthropodan Embryological Society of Japan, June 1-2, 1995 (Higashi-izu, Shizuoka).

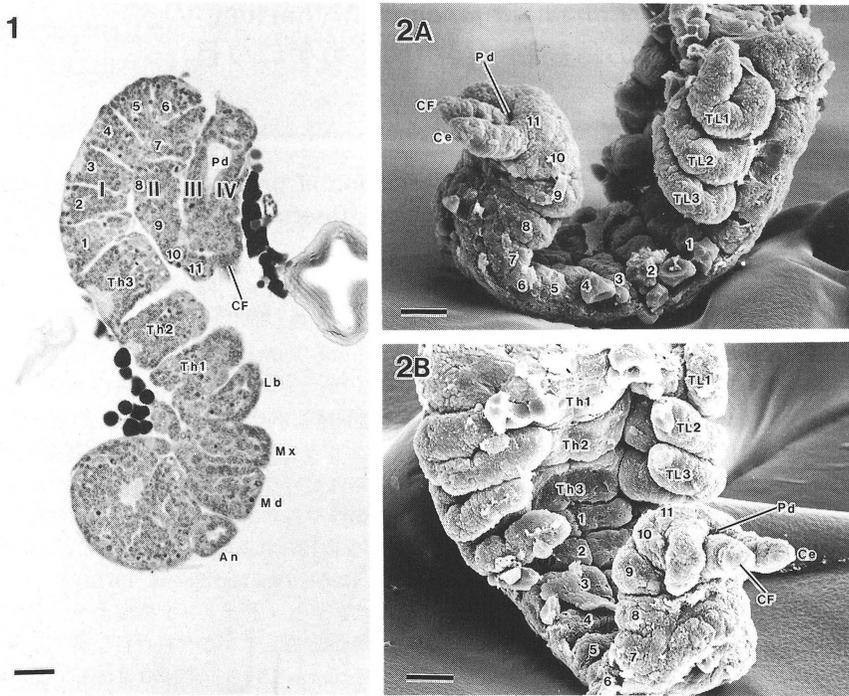


Fig. 1 Sagittal section of *Ephemera japonica* embryo, just before katatrepsis. The abdomen is folded and divided into four regions (I–IV). The regions I and II are composed of the 1st to 5th and the 6th to 11th abdominal segments, respectively. The regions III and IV form the proctodaeal wall, and the caudal filament is derived from the apex of IV. Scale = 10 μ m.

Fig. 2 SEM micrographs of *Ephemera japonica* embryo, just before katatrepsis. Lateral (A) and ventrolateral (B) views. Scales = 10 μ m.

1–11: 1st to 11th abdominal segments, An: antenna, Ce: cercus, CF: caudal filament, Lb: labium, Md: mandible, Mx: maxilla, Pd: proctodaeum, Th 1–3: pro-, meso- and metathorax, TL1–3: pro-, meso- and metaleg.

尾毛を第11腹節の付属肢であるとする考えは広くコンセンサスが得られている (cf. Snodgrass, 1935; Matsuda, 1976)。一方、尾糸に関しては、Heymons (1896a, b) による「第11腹節背板の伸長」とする解釈が、十分な検討がなされないまま踏襲されてきた (cf. Snodgrass, 1935; Matsuda, 1976)。

今回われわれは、尾糸の由来する領域が、領域ⅢとⅣにより尾毛の由来する第11腹節からかなり隔てられていることを明らかにした。これは、尾糸の第11腹節由来に疑問をなげかけるものである。かりに、尾糸を第11腹節由来とすると、その間に存在する領域ⅢとⅣも第11腹節に属することとなり、この領域Ⅲ・Ⅳに由来する肛門陥さえも第11腹節に属することになる。

われわれは现阶段における最も妥当な解釈として次のように考える。1) カゲロウ類の腹部は、付属肢としての尾毛をもつ第11腹節に終わる領域Ⅰ+Ⅱと、第11腹節の直後に位置しそれとは独立の構造として存在する領域Ⅲ+Ⅳからなる。2) この領域Ⅲ+Ⅳは肛門陥を形成し、その末端に尾糸を発達させる。さらに原始的な節足動物における肛門を含む末端節「尾節 telson」と、節足動物の肛門を含む腹部の最末端の片節とを相同視することがしばしばなされている (cf. Snodgrass, 1935; Matsuda, 1976) ことから、3) 領域Ⅲ+Ⅳは「尾節」に対応する構造であり、尾糸は尾節に由来する構造である。

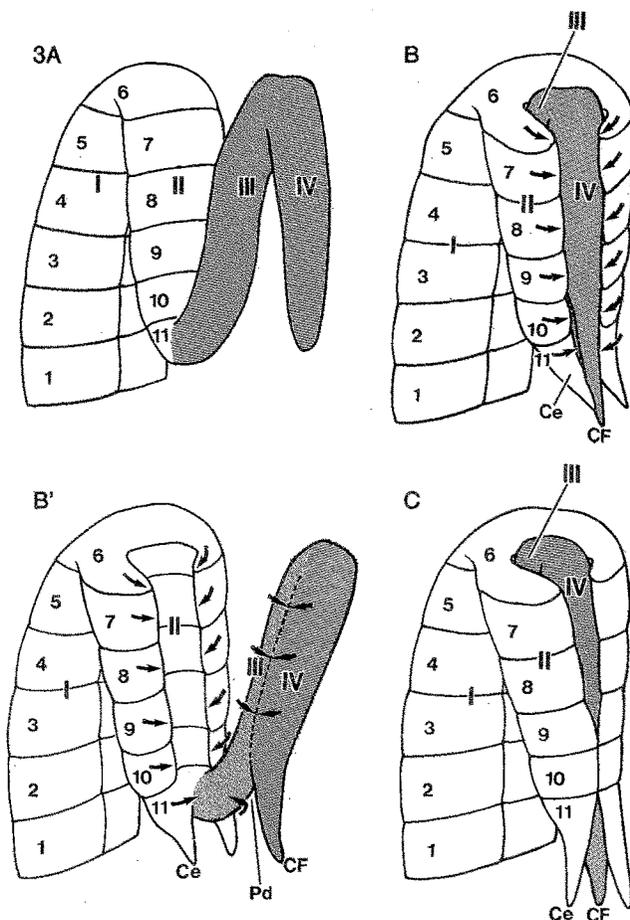


Fig. 3 Diagrammatic representation of abdominal development in *Ephemera japonica* (A–B, B'–C). In B', the regions III and IV (proctodaeum) are pulled apart from the region II, to show the proctodaeum in formation. 1–11: 1st to 11th abdominal segments, Ce: cercus, CF: caudal filament, Pd: proctodaeum.

本研究は昭和聖徳記念財団学術研究助成（平成6年度）の補助を受けた。

引用文献

- Ando, H. (1962) *The Comparative Embryology of Odonata with Special Reference to a Relic Dragonfly Epiophlebia superstes Selys*. The Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo.
- 安藤 裕・川名豊子 (1956) 昆虫, 24, 224–232.
- Bohle, H. W. (1969) *Zool. Jb. Anat.*, 86, 493–575.
- Boudreaux, H. B. (1979) *Arthropod Phylogeny with Special Reference to Insects*. John Wiley & Sons, New York.
- Butt, F. H. (1949) *Mem. Cornell Univ. Agr. Exp.*, 283, 1–43.
- Hennig, W. (1969) *Die Stammesgeschichte der Insekten*. Waldemar Kramer, Frankfurt am Main.
- Heymons, R. (1896a) *Anhang Abhandl. Kgl. Akad. Wiss., Berlin*, 1896, 1–66.
- Heymons, R. (1896b) *Sb. Ges. Naturf. Freunde, Berlin*, 1896, 81–96.

- Joly, M. N. (1876) *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser.4*, **17**, 481—484.
- Kobayashi, Y., M. Tanaka, H. Ando and K. Miyakawa (1981) *Kontyū*, **49**, 641—652.
- Kobayashi, Y. and H. Ando (1987) *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch.*, **26**, 186—210.
- Kristensen, N. P. (1975) *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch.*, **13**, 1—44.
- Matsuda, R. (1976) *Morphology and Evolution of the Insect Abdomen*. Pergamon Press, Oxford.
- Miyakawa, K. (1975) *Kontyū*, **43**, 55—74.
- Rempel, J. G. and N. S. Church (1969) *Can. J. Zool.*, **47**, 1157—1171.
- Murphy, H. E. (1922) *Bull. Lloyd Library, Entomol. Ser.*, **2**, 3—39.
- Sander, K. (1956) *Aligarh Mus. Univ. Publ. Indian Insect Types*, **4**, 1—61.
- Seidel, F. (1924) *Z. Morphol. Tiere*, **14**, 429—506.
- Snodgrass, R. E. (1935) *Principles of Insect Morphology*. McGraw-Hill, New York.
- Suzuki, N. and H. Ando (1981) *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, **10**, 345—354.
- Tsui, P. T. P. and W. L. Peters (1974) *Florida Entomol.*, **57**, 349—356.
- Wolf, B. E. (1960) *Biol. Zbl.*, **2**, 153—198.