

トワダカワゲラ類 2 種（トワダカワゲラ *Scopura longa*, ミネトワダカワゲラ *S. montana*）の卵形成と羽化タイミング、および系統関係について

森井 悠太・吉井 幸・岸本 亨・東城 幸治

Yuta MORII¹⁾, Miyuki YOSHII¹⁾, Toru KISHIMOTO²⁾ and Koji TOJO^{1, 3)}: The Relationship between Egg Maturation and Emergence Timing of Two Scopurid Stoneflies *Scopura longa* and *S. montana*, and Their Phylogenetic Relationships Including Their Relationship to Other Scopurid Stoneflies *

¹⁾ Department of Biology, Faculty of Science, Shinshu University, Asahi 3-1-1, Matsumoto, Nagano 390-8621, Japan

²⁾ Department of Health and Nutrition, Tsukuba International University, Manabe 6-20-1, Tsuchiura, Ibaraki 300-0051, Japan

³⁾ Institute of Mountain Science, Shinshu University, Asahi 3-1-1, Matsumoto, Nagano 390-8621, Japan

E-mail: ktojo@shinshu-u.ac.jp (KT)

トワダカワゲラ類は、16 科約 3,500 種が記載されているカワゲラ目昆虫の中で最小のグループであり、わずか 8 種が 1 つの科トワダカワゲラ科 Scopuridae を構成している (Fochetti and Figueroa, 2008)。独特な卵巣構造や配偶行動に加え、科レベルでの系統学的位置づけを巡っては、依然、異論の絶えない状況にあるなど (Thomas *et al.*, 2000 vs. Zwick, 2000)、系統進化的にたいへん注目されているグループである。

日本列島の北海道・本州と朝鮮半島の固有種群であるが、このうち本州東北部に生息するトワダカワゲラ *Scopura longa* に関しては、羽化のタイミングにおいてユニークな報告がなされている (今井, 1977a, b; 岸本, 2004)。トワダカワゲラ類は複数年をかけて成体となるものの、毎年秋季にはいずれかのコホートが成体にまで成長し、繁殖が行われる。今井 (1977a, b) は、トワダカワゲラ (茨城県・八溝集団) の羽化のタイミングに関する飼育実験から、オスよりもメスが早期に羽化することを報告しており、岸本 (2004) も同種 (山形県・米沢集団) の飼育実験から、やはりメスの早期羽化を観察している。これらの先行研究 (論文) から読み取ることのできるデータをもとに、オス-メス間での羽化タイミングの相違に関して Mann-Whitney の U 検定を行ったところ、これらの先行研究が考察しているように、メスの早期羽化に関しては、統計的にも有意なものとして評価された。

このような背景から、本研究では、さらに 2 つの地域集団 (福島県・須賀川集団および天栄集団) を対象に加え、オス-メス間での羽化タイミングに関する飼育実験を実施したところ、先行研究と同様に、有意なメスの早期羽化が確認された (メス-オス間での羽化タイミングのずれは約 10 日から 2 週間程度)。以上より、メスの早期羽化現象はトワダカワゲラに共通してみられる特徴であると考えられる。

一方、トワダカワゲラとは分布域の重複も認められているミネトワダカワゲラ *Scopura montana* に関しても、長野県・松本, 上田, 塩尻の 3 集団、福島県・南会津の計 4 集団を対象に同様の飼育実験を実施したところ、トワダカワゲラとは異なり、羽化タイミングに有意な性差は認められなかった。

近縁種でありながらも、羽化のタイミングに関する異なる傾向を示したことから、羽化時点や羽化からの経過時間による生殖細胞の発達に関して、比較観察や人為的な繁殖実験を行ったところ、オスよりも早期に羽化するトワダカワゲラのメスにおいては、羽化時に成熟卵の保有が認められず、羽化後、卵成熟や遅れて羽化をするオスの出現を待ってから繁殖行動にいたることが明らかとなった。一方、オス-メスがほぼ同時に羽化するミネトワダカワゲラのメスにおいては、羽化時に既に成熟卵を有しており、羽化直後から繁殖行動が観察された。このような羽化タイミングの種間差は、トワダカワゲラ科において唯一分布域が重なりあうトワダカワゲラとミネトワダカワゲラ間での種間交雑を避けることに寄与している可能性も考えられるが、この件に関しては、今後、より詳細な観察・研究が必要である。

また、これら 2 種を含むトワダカワゲラ類の類縁関係を分子系統解析 (nDNA Histone 3, mtDNA COI, 16S rRNA) により検討したところ、いずれの DNA 領域における解析結果においても、生息域が近接する (東北地方南部、北関東、信越地方にかけては同所的分布や分布域がオーバーラップする) トワダカワゲラとミネトワダカワゲラはそれぞれ北系統と西系統の別クレードに位置づけられた。すなわち、系統的に近い関係であるというよりも、むしろ大きく 2 分される 2 つの系統のうち、それぞれの系統の末端群に位置づけられることが明らかとなった。

今後、他のトワダカワゲラ種群においても羽化タイミ

* Abstract of paper read at the 45th Annual Meeting of the Arthropodan Embryological Society of Japan, June 5–6, 2009 (Oarai, Ibaraki).

ングの性差や生殖細胞形成、繁殖行動などの知見の蓄積、そしてこれらの比較検討を行うことは興味深いものと考えられる。

引用文献

- Fochetti, R. and J.M. Tierno de Figueroa (2008) Global diversity of stonefly (Plecoptera) in freshwater. *Hydrobiologica*, **595**, 365-377.
- 今井初太郎 (1977a) トワダカワゲラの観察と飼育. *インセクトリウム*, **14**, 216-219.
- 今井初太郎 (1977b) 茨城のトワダカワゲラ - 第2報 -. *おけら*, **46**, 11-23.
- 岸本 亨 (2004) トワダカワゲラ類の分布と生活史. *昆虫と自然*, **39**, 18-22.
- Thomas, M.A., K.A. Walsh, M.R. Wolf, B.A. McPheron and J.H. Marden (2000) Molecular phylogenetic analysis of evolutionary trends in stonefly wing structure and locomotor behavior. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, **97**, 13178-13183.
- Zwick, P. (2000) Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, **45**, 709-746.