



## Comparative Embryology of Arctoperlaria (Insecta: Plecoptera)

著者	武藤 将道
発行年	2019
その他のタイトル	キタカワゲラ亜目の比較発生学的研究 (昆虫綱・カワゲラ目)
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2018
報告番号	12102甲第9049号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00156925">http://hdl.handle.net/2241/00156925</a>

氏名	武藤 将道		
学位の種類	博 士 (理学)		
学位記番号	博 甲 第 9049 号		
学位授与年月日	平成 31年 3月 25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Comparative Embryology of Arctoperlaria (Insecta: Plecoptera) (キタカワゲラ亜目の比較発生学的研究 (昆虫綱・カワゲラ目))		
主査	筑波大学教授	理学博士	町田 龍一郎
副査	筑波大学准教授	博士 (理学)	丹羽 隆介
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	和田 洋
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	石田 健一郎

## 論 文 の 要 旨

昆虫類は全動物種の75%を占める最も繁栄している動物群である。さらに、多新翅類、準新翅類、貧新翅類の3群で構成される新翅類は、全昆虫種の98%を占める巨大なグループであり、中でも、新翅類の爆発的な初期放散で分岐した11目で構成される多新翅類は、新翅類の系統学的理解において特に重要である。しかしながら、多新翅類内における系統学的議論は、本群の分岐年代の深さと爆発的な放散による各目の形態の特殊化により、いまだにコンセンサスが得られていない。

カワゲラ目は幼虫が水生の新翅類昆虫の一群である。本目は南半球にのみ生息するミナミカワゲラ亜目(4科)、おもに北半球に生息するキタカワゲラ亜目(12科)の2亜目に大別され、後者はさらに完舌類と同舌類とに分けられる。カワゲラ目の系統学的位置づけに関しては、これまでに多新翅類から新翅類全体にまたがった20を超える系統仮説が提示されてきた。近年は本目を多新翅類の一群とする見解が主流を占めているものの、系統学的議論の合意は程遠い。したがって、カワゲラ目は、多新翅類、さらには新翅類の系統進化を考察する上で最重要な系統群であり、本目の系統学的理解が急務である。

このような系統学的議論において、比較発生学的アプローチは、形質の相同性の検証、グラウンドプランの把握および再構築、それらにもとづく系統学的検討において有効である。しかし、カワゲラ目の発生学的研究は、これまでにいくつかの種群を対象とした研究がなされてきたが、その多くが断片的であり、詳細な研究はキタカワゲラ亜目の同舌類2科に偏っている。したがって、現在のカワゲラ目の発生学的理解は、系統学的議論の深化には不十分であり、できるだけ多くの分類群を用いた網羅的な比較検討が望まれる。このような背景から、著者は、日本に生息する9科のキタカワゲラ亜目が本亜目の主要4系統群を網羅していることに注目して、日本産キタカワゲラ亜目全9科の発生学的検討を開始、得られた知見を他の昆虫群と比較することで、キタカワゲラ亜目、カワゲラ目、さらには多新翅類に関わ

る系統学的議論を展開、それらのグラウンドプランの再構築を行った。

著者は、完舌類トワダカワゲラ科ミネトワダカワゲラの卵構造および胚発生過程を詳細に記載した。あわせて、それ以外の8科のカワゲラ類の胚発生過程も観察、記載し、日本産9科のキタカワゲラ亜目の比較発生学的検討を行った。その結果、キタカワゲラ亜目において、胚発生早期の羊漿膜褶形成後、胚伸長は卵表層で起こることが明らかとなった。これにより、多新翅類の固有派生形質と理解される胚伸長様式であることから、著者はカワゲラ目が多新翅類の一群であると結論した。

また、本研究による胚形成様式の詳細な検討から、胚盤葉の単純集中による胚形成が起こることが確認された。この「胚盤葉細胞の単純集中」による胚形成様式は、カワゲラ目の多新翅類のもう一つの固有派生形質として挙げられた「一対の胚盤葉高密度細胞領域の融合」による胚形成様式とは異なるものである。この点から、カワゲラ類で今回確認された胚形成様式はカワゲラ目での重要な発生学的グラウンドプランとすることができる。

キタカワゲラ亜目9科すべてにおいて、胚下に肥厚漿膜細胞および肥厚漿膜クチクラが形成されることも明らかとなった。この漿膜由来の特殊化した構造はほかに類をみないものであり、本目の固有派生形質として理解できる可能性が高い。

先行研究で、卵構造に関して、「キタカワゲラ亜目 = (完舌類+同舌類)」という体系が提出されているが、これはのちの分子系統解析でも支持を得ている。本研究においても上述の体系を強く支持する検討結果が得られた。すなわち、「完舌類における薄い卵殻」、「同舌類における襟状部や錨板の存在」は、それぞれのグループにおける派生的なグラウンドプランと理解できる。

さらに、著者は、キタカワゲラ亜目の胚反転には、胚軸逆転型、胚軸非逆転型、横転型の3タイプが存在することを示した。これらのうち、胚軸逆転型の胚運動は、新翅類の外群である旧翅類のほか、他の多新翅類や準新翅類で知られていることから、共有祖先形質と理解できる。胚軸非逆転型の胚運動は、トワダカワゲラ科、シタカワゲラ科、ホソカワゲラ科3科の共有派生形質であり、また、横転型の胚反転が起こるヒロムネカワゲラ科およびオオカワゲラ科がともに扁平な卵形態をもつことを考えあわせると、横転型の胚運動型は両科の共有派生形質と理解できる。以上のように整理されるキタカワゲラ亜目内の胚運動型および卵構造にもとづき、著者は「キタカワゲラ亜目 = (完舌類 ((トワダカワゲラ科+シタカワゲラ科+ホソカワゲラ科) + (クロカワゲラ科+オナシカワゲラ科)) + 同舌類 ((カワゲラ科+ミドリカワゲラ科+アミメカワゲラ科) + (ヒロムネカワゲラ科+オオカワゲラ科)))」とのキタカワゲラ亜目内の系統関係を提示した。

## 審 査 の 要 旨

本論文は、多岐にわたるデータを丁寧に集積、解析した質の高い業績であり、展開された系統学的議論、グラウンドプランの再構築は、カワゲラ目の多新翅類への所属を強く示唆するとともに、キタカワゲラ亜目の発生学的グラウンドプランを提示、さらに、キタカワゲラ亜目内の系統関係を明らかにするなど、今後の昆虫比較発生学のみならず昆虫系統学の発展に大いに資する労作と判断された。また、これをなした武藤将道氏の研究者としての資質も高く評価できる。

平成31年1月22日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。