

令和3年6月2日

「ゴキブリ型幼虫形態」が作られる時期は種群により異なる ーカワゲラ類の進化体系に関する新知見ー

本学共生システム理工学類 武藤 将道 日本学術振興会特別研究員（PD）を代表とする研究グループは、ヒロムネカワゲラ科^(注2)2種の1齢幼虫の詳細な形態観察を行い、本科の特徴である「ゴキブリ型幼虫形態」の形成時期が2種間で異なることを明らかにしました。また、カワゲラ類^(注1)の1齢幼虫の基本形がスレンダーな体形であることや、塩類細胞^(注3)の基本形が円錐状であることを示しました。

本研究成果は、令和3年5月7日付でDeutsche Entomologische Zeitschrift誌にオープンアクセスとして掲載されています。

【研究の背景】

カワゲラは、温帯域を中心に世界中に生息する昆虫の仲間です。カワゲラ類の成虫は陸生ですが、幼虫が水生で良好な水環境を好むことから、水質指標生物としても重要視されています。日本には、キタカワゲラ亜目に属する9科のカワゲラ類が生息しています。

その中の1つであるヒロムネカワゲラ科は、日本からは2亜科5種が知られています。カワゲラ類におけるヒロムネカワゲラ科の系統学的な位置付けは大きく混乱しており、その類縁関係については議論の余地が残されています。本科の系統進化学的議論を深めることは、本科だけでなく、カワゲラ類や昆虫類全体の進化の理解を発展させる上できわめて重要です。しかし、ヒロムネカワゲラ科に関しては、成虫や成長した幼虫の知見が豊富にある一方で、卵から孵化した1齢幼虫については一切知られていません。また、本科の特筆すべき特徴として、扁平で幅広なゴキブリのような幼虫形態（ゴキブリ型幼虫形態）が挙げられますが、このような形態がいつ形成されるのかについてもわかっていません。

【研究内容と成果】

本研究では、ヒロムネカワゲラ科2亜科2種（図1）、すなわちヒメノギカワゲラ亜科ヒメノギカワゲラ（以下ヒメノギ）、ヒロムネカワゲラ亜科ミヤマノギカワゲラ（以下ミヤマノギ）の1齢幼虫について、光学顕微鏡および走査型電

子顕微鏡を用いた詳細な形態観察を行いました。

その結果、ヒメノギの 1 齢幼虫はスレンダーな形態であるのに対し、ミヤマノギの 1 齢幼虫はゴキブリ型形態を示すことが明らかとなりました（図 2）。ヒメノギにみられる特徴はほかのカワゲラ類の 1 齢幼虫と共通しており、カワゲラ類の基本形を示します。

また、ヒメノギ、ミヤマノギ 2 種の 1 齢幼虫には、円錐状の塩類細胞が分布していることが明らかとなりました（図 3）。このタイプの塩類細胞はほかのキタカワゲラ亜目の 1 齢幼虫にもみられ、本亜目の基本形であると考えられます。

本研究で興味深いことは、ヒロムネカワゲラ科の重要な特徴であるゴキブリ型幼虫形態が、ミヤマノギでは 1 齢幼虫の段階ですでに完成していたのに対し、ヒメノギにはみられなかった点です。ヒメノギ幼虫はゴキブリ型形態であるため、ゴキブリ型形態が形成される時期は、1 齢幼虫以降の幼虫期にずれ込んでいると考えられます。このような、同じ形質を獲得する時期に違いが生じる現象はヘテロクロニーと呼ばれ、進化学的に重要視されています。ヒメノギとミヤマノギはそれぞれ異なる亜科に属していることから、今回明らかとなった 1 齢幼虫の形態学的な違いは、両亜科の系統進化を反映する重要な発見といえます。

【今後の展開】

本研究により、これまでに知見のないヒロムネカワゲラ科の 1 齢幼虫の詳細な形態を解明することで、本科だけでなく、カワゲラ類の進化体系に関する重要な知見が提示できました。今後は、ヒロムネカワゲラ科の比較発生学的検討を進めるとともに、カワゲラ類の 1 齢幼虫の比較形態学研究を進展させます。これらの知見の蓄積により、より説得力のあるカワゲラ類、ひいては昆虫類全体の進化を説明するシナリオの構築が期待されます。

【キーワード】

注 1：カワゲラ類：

カワゲラ類（分類学的には昆虫綱カワゲラ目）は、これまでに約 3,700 種が知られており、南半球にのみ生息するミナミカワゲラ亜目（4 科）と、おもに北半球に生息するキタカワゲラ亜目（12 科）の 2 亜目で構成され、キタカワゲラ亜目はさらに完舌類（6 科）と同舌類（6 科）に細分されます。カワゲラ類は多くの祖先的な特徴をもつために、昆虫類の高次系統レベルでの推定すら難しく、長年にわたり昆虫系統学上の議論が続いていました。近年、カワゲラ類は多新翅類という 11 の昆虫群で構成されるグループに所属するとみなされています。

注 2：ヒロムネカワゲラ科

ヒロムネカワゲラ科は、北米および東アジアに生息する同舌類のカワゲラ類であり、これまでに 2 亜科約 70 種が知られています。成虫も幼虫同様に幅の広い胸部が特徴です。また、本科の卵には円盤状や松かさ状などのユニークな構造が知られており、分類学的に有用な形質とみなされています。

注 3：塩類細胞

カワゲラ類やカゲロウ類などの水生の幼虫には、浸透圧調節に関わる塩類細胞という構造が体表に存在します。塩類細胞は形態的に、円錐状 (coniform)、腔状 (caviform)、茎状 (bulbiform)、花状 (floriform) の 4 つのタイプに分けられます。キタカワゲラ亜目には花状以外の 3 タイプの塩類細胞がみられますが、ミナミカワゲラ亜目には花状の塩類細胞のみが存在します。

【掲載誌・論文】

- ・掲載誌：Deutsche Entomologische Zeitschrift
- ・論文タイトル：“First instar nymphs of two peltoperlid stoneflies (Insecta, Plecoptera, Peltoperlidae)”
- ・著者：武藤 将道¹, 塘 忠顕¹ 1: 福島大学共生システム理工学類
- ・論文 URL：<https://doi.org/10.3897/dez.68.65540>
- ・公開日：令和 3 年 5 月 7 日付

(お問い合わせ先)

共生システム理工学類教授 塘 忠顕

電 話：024-548- 8197

メール：thrips-tsutsumi@adb.fukushima-u.ac.jp

共生システム理工学類 日本学術振興会特別研究員 (PD) 武藤 将道

メール：impulse610@gmail.com



図 1. 本研究に用いたヒロムネカワゲラ科の成虫。左：ヒメノギカワゲラ（ヒメノギカワゲラ亜科）、右：ミヤマノギカワゲラ（ヒロムネカワゲラ亜科）

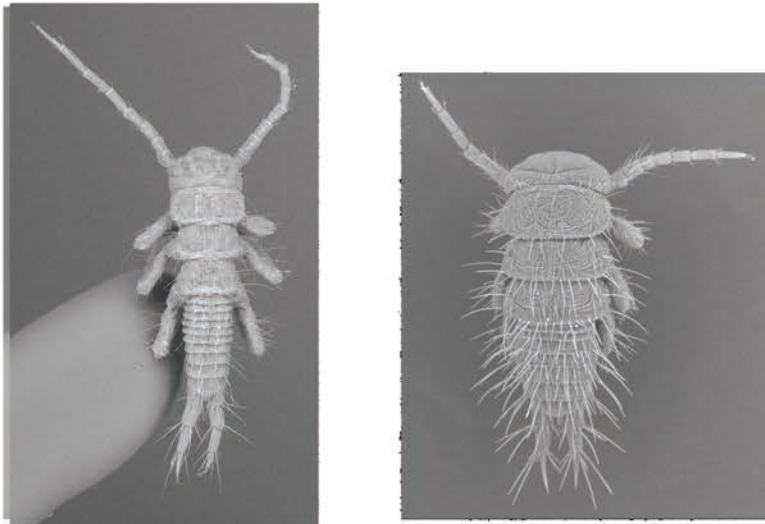


図 2. ヒロムネカワゲラ科の1 齢幼虫。左：ヒメノギカワゲラ（ヒメノギカワゲラ亜科）、右：ミヤマノギカワゲラ（ヒロムネカワゲラ亜科）

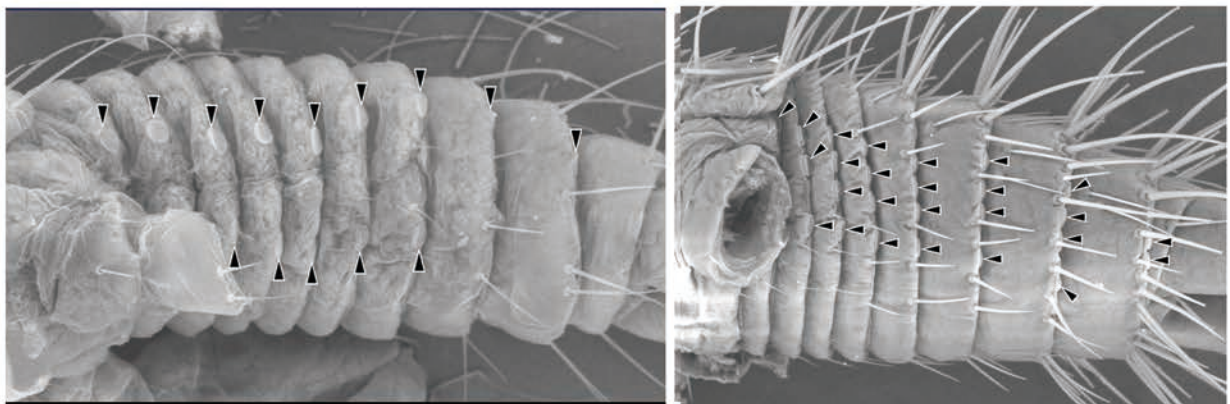


図 3. ヒロムネカワゲラ科の1 齢幼虫の腹部。左：ヒメノギカワゲラ（ヒメノギカワゲラ亜科）、右：ミヤマノギカワゲラ（ヒロムネカワゲラ亜科）。矢尻で示しているのが塩類細胞。