

博士論文の内容の要旨

氏名	谷野宏樹
学位名	博士（理学）
学位授与年月日	2021年3月20日
論文題目	昆虫における新規「胎生」の発見と 系統・進化・発生・生態学的研究

(博士論文の内容の要旨)

生物にとって最も重要なイベントの1つは、繁殖によって次世代へと遺伝子を残すことである。約38億年とも言われる永い時間の中で膨大な種が繁殖を繰り返し、種分化と絶滅を繰り返してきた。今日では約180万種にもおよぶ生物種が記載されている中で、昆虫類は種多様性および現存量が大きく、地球上で最も反映したグループであると考えられている。多様な形質を有する昆虫類であるものの、個体数の維持や種の存続にとって最重要とも言える繁殖システムは保存性が高く、大きく3つのパターンに分類されている。「卵生」は昆虫における基本的な繁殖システムであり、卵生昆虫の多くの種においては、孵化する幼虫の生息に適したハビタットへの産卵が行われ、産卵後には卵の世話をすることなく放置する場合が大半である。これら卵生昆虫では、卵黄タンパク質や脂質、炭水化物といった胚発生に必要な栄養物質があらかじめ卵内に蓄積されており、卵の最外層には卵を保護するための二次卵膜としての卵殻(chorion)構造が発達している。「卵生」が特殊化したものとして「卵胎生」昆虫も知られている。卵胎生種は卵生種と同様、卵内には胚発生に十分な栄養物質が蓄えられているが、胚発生過程の大半が母体内で進行し、幼虫が母体内あるいは母体外に産下された直後に孵化する点異なる。一部の昆虫類では、最も特殊化した繁殖システムとして「胎生」が知られる。胎生昆虫では十分な栄養物質を含むような卵形成が行われず、母体から胚へと直接栄養供給が行われながら胚発生過程が進行する。昆虫類においては卵胎生や胎生といった形質の事例が少ないためか、他の分類群と比較して知見が乏しい状況にある。しかし、卵胎生や胎生といった特殊な事例に関する知見を蓄積することは、昆虫一般の繁殖システムに関する総合的な理解や進化的要因を究明することにも繋がる重要な課題である。

繁殖システムの進化について多くの研究者が注目している中で、カゲロウ目のフタバカゲロウ属 *Cloeon* は卵胎生系統や単為生殖系統が存在する興味深いグループとして注目されてきた。さらには、昆虫の翅獲得における鍵分類群であるといった視点からも注目され、全ゲノム解析や一部の遺伝子の機能解析も実施されている。中でも、本研究で焦点を当てるフタバカゲロウ *Cloeon dipterum* (コカゲロウ科 *Baetidae*) は欧州からアジア、北米にかけての止水域に広域分布している「コスモポリタン種」である。人為分散であるとされるものの、南米での分布も報告されており、全世界的な広域分布を果たしている。これほどまでの広域分布を成し遂げた背景には、卵胎生型繁殖システムをもつこと、それに伴いカゲロウ類としては極めて長い成虫期間を有することに加え、単為生殖が可能である種内系統群が存在すること、そして防火用水や屋外水泳プールといった人工的な止水域さえも利用可能であることなどが挙げられる。フタバカゲロウは、世界的にありふれた分類群でありながら、カゲロウ類の中で極めて特殊かつ興味深い形質をもちあわせた種だと言える。

本研究においてはフタバカゲロウの特殊な形質に着目し、日本列島集団を対象として発生学的研究を実施した。この発生学的研究に先立ち、全世界的な分布を成し遂げたフタバカゲロウ種内の系統関係を明らかにするべく、系統解析を試みた。遺伝子解析を実施する上では偽遺伝子 *pseudogene* に関して細心の注意が必要であり、本研究の第1章では、偽遺伝子増幅の事例と発見、回避の方法について議論する。これを踏まえて第2章ではフタバカゲロウ属の系統解析を実施し、フタバカゲロウの日本列島産集団は朝鮮半島産集団と単系統となり、他地域の集団とは遺伝的に大きく分化することが示された。また、第3章での発生学的研究の結果から、日本列島産のフタバカゲロウにおいては、これまで昆虫で報告されてきた胎生システムのいずれとも異なる新規の胎生システムが確認された。さらに、第4章ではこの新規胎生システムに伴い獲得した未受精卵の栄養物質を再利用するような形質や、新規胎生には漿膜由来の卵膜が寄与している可能性につ

いて議論した。本研究では、日本列島産のフタバカゲロウにおいて新規に発見した胎生システム、および胎生システムの獲得に伴う特殊な形質の詳細を明らかにし、その進化的な意義を多角的な視点から議論することができた。