

氏名（本籍・生年月日）	鈴木 智也（東京都・昭和 60 年 10 月 3 日）		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	甲 第 100 号		
学位授与の日付	平成 26 年 3 月 20 日		
学位授与の要件	信州大学学位規程 第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	コオイムシ類における系統進化・発生 ・生態学的研究		
論文審査委員	主査 准教授 東城幸治	教授 市野隆雄	
	教授 浅見崇比呂	准教授 高田啓介	
	准教授 大庭伸也（長崎大学）		

## 論文内容の要旨

約 180 万種にも及ぶ生物種が進化を遂げて現在に至るが、個体レベルでは限りある寿命を、世代を繋ぐことでこれらの系統が維持されてきた。すなわち、生物の系統進化において、繁殖は極めて重要な要素と言え、生物界においては多様な繁殖システム・生態学的形質が進化してきた。動物界における多様な生態は、棲息するハビタットの環境や、種間ないし種内での餌資源・ハビタット・配偶相手をめぐる競争などの要因が複雑に絡み合い、形態や行動が変化して創られたものと言える。そのため、ある生物がいかにして現在のような生態学的形質を獲得したのかを明らかにするためには、エボ（系統進化 evolution）-デボ（発生 development）-エコ（生態 ecology）といったような分野を統合した多角的なアプローチが必要となり、近年注目を集めている。しかしながら、このような多角的なアプローチは、系統進化、発生、および生態のそれぞれについての基礎的な知見の上に成立するものであり、すなわち基礎的知見の蓄積が必要不可欠であると言える。筆者は本研究で、多様な動物種の中でも種多様性といった観点から考えた際に、全記載種の約半数を占め、最も繁栄したグループであると言える昆虫類の中でも父親のみが卵（仔）の世話をする「父育 paternal care」という、たいへんユニークな繁殖様式を進化させたコオイムシ類に注目した。

コオイムシ科の中でも、コオイムシ亜科 Belostomatinae グループにおいては、オス親の背にメス親が産卵し、この卵塊をオス親が背負いながら世話をするという父育の様式を進化させた究極の父育スタイルであると言える。コオイムシ亜科昆虫は、その繁殖様式がたいへんユニークであることから、繁殖生態に関する研究が多くなされてきた。その一方で、コオイムシ亜科昆虫においては、胚発生中に腹部第 1 節の付属肢として分化し、胚発生期間に限定される器官である「側脚 pleuropodia」がオス親の繁殖適応度の向上に深く関係していることも、断片的ではあるが明らかになりつつある。このように、コオイムシ亜科昆虫は系統進化・発生・生態が深く関わっており、まさに「エコ-エボ-デボ」といった多角的なアプローチを行うことで、そのユニークな繁殖様式（生態）がいかにして進化したのかを明らかにすることが可能となると考えられる。しかしながら、コオイムシ亜科昆虫に関する発生学的知見はたいへん少なく、本研究の研究材料である日本産コオイムシ亜科昆虫 2 種における系統進化学的知見も皆無である。そこで本研究では、

今後、コオイムシ亜科昆虫を用いて「エコ-エボ-デボ」といった多角的なアプローチからコオイムシ類の父育システムがいかにして進化してきたかを解明する前段階として、系統分類、系統進化および胚発生の基礎的な知見を蓄積した。

第 I 章においては、日本広域および大陸（韓国、中国およびロシア）産コオイムシ類を対象に、形態学および分子系統学的アプローチにより、コオイムシ類における分類学的問題の解決を試みた。その結果、①従来、両種間の識別に有用視されてきたオスの交尾器側葉片先端部の形態形質が、大陸産コオイムシ類には適用できないこと、②他のいずれの有用形態に関しても種間でのオーバーラップが認められるなど、確実な分類学的形質は認められないこと、しかし、③複数形質に基づく主成分分析を用いることで、かなりの精度での識別が可能であること（誤同定のリスクを回避できること）、さらに、④mtDNA の COI 領域における DNA バーコーディング法は、例外なく両種を識別できることが明らかとなった。

つづく第 II 章では、mtDNA の COI および 16S rRNA 領域の分子系統解析から、両種の遺伝的構造が大きく異なることを明らかにした。この遺伝的構造の差違は、両種の生態的特徴（移動分散能力や寒冷地適応）やレフュジア地域の違いに起因するものであり、両種の進化史が大きく異なることを明らかにした。

さらに第 III 章においては、コオイムシを材料として用いた比較発生学的アプローチから、繁殖戦略に深く関わる「側脚」の発生過程、および異翅亜目昆虫における胚発生のグラウンドプランの理解を目指した。まず、コオイムシの胚発生全体を先行研究に基づき 10 ステージに分け、その発生過程を詳細に観察し、近縁分類群の胚発生との比較・検討を行った。その結果、①側脚からは孵化直前に酵素が分泌されること、②半翅目昆虫における多様化の鍵要因であるとされる吸収型口器の形成プロセスを究明し、口器を構成する器官の 1 つである小顎板が小顎鬚に相同であること、③節足動物類における頭部前方領域の形態進化を議論する上でたいへん重要であると考えられる小隆起が、ステージ 5 において頭部に形成されること、④コオイムシの腹部形成過程は、準新翅類の腹部体制を議論する上で、たいへん重要な知見であることを確認した。

また第 IV 章では、胚発生と深く関連したコオイムシ類の繁殖システムがどのように進化・維持されてきたのかを追究するため、①父育の必要不可欠性（オス親による世話がない状態では卵が孵化できないこと）を明らかにした。また、室内での飼育実験から②コオイムシにおいてはメスに選択されやすいオス [多くの卵（卵塊）を背負うオス] が存在することを示唆した。つまり、コオイムシにおける父育システムは、オスによる世話がなければ卵が孵化できないこと、また、積極的に卵（卵塊）を背負うオスがメスから選択されることにより、進化・維持されてきたことを示唆する。

本研究の各章で得られた知見は、それぞれ個別にも進化生物学的にたいへん興味深く、重要な知見であることはもちろんであるが、コオイムシ類を用いて様々な研究を行う際に必要不可欠な多くの基礎生物学的知見を提供するものである。また、前述してきたようにコオイムシ類における系統進化・発生・生態の分野を複合した多角的なアプローチを用いた様々な追究は、コオイムシ類のみではなく、節足動物、さらには動物界における父育システムに関する進化生物学的研究に重要な知見を提供するものであり、本研究はその基盤となる重要な基礎生物学的研究であると考えられる。