

学位論文題名

Systematics of Corylophidae (Coleoptera) from Japan

(日本産ミジンムシ科(コウチュウ目)の体系学)

学位論文内容の要旨

ミジンムシ科(昆虫綱コウチュウ目)は、南極大陸を除く全大陸に分布し、300種近くが記載されている甲虫である。本科は外葉のない小顎、消失した前頭頭盾線、閉じた中基節窩、4-4-4の跗節などによって定義され、ほとんどの種は体長0.5 mmから2.5 mmという極めて微小なサイズを持つ。本論文では、日本産ミジンムシ科を形態学的、系統学的、分類学的見地から再検討する。

形態学：本科の一般形態は主にヨーロッパを中心とした旧北区の種を用いて論じられてきたが、東洋区などの他の地域の種はほとんど扱われていないのが現状である。そのため、亜寒帯から亜熱帯を含み、高い種多様性を持つ日本産種の形態を網羅的に観察することで本科の形態的特徴と定義を再評価し、系統学的、分類学的研究の基盤を固める必要がある。そこで、本章では日本に分布するCorylophini族、Sericoderini族、Orthoperini族、Parmulini族、Peltinodini族、Rypobiini族の6族の形態形質を詳細に記載した。特に、雌の生殖器官である交尾囊、輸精管、受精囊の付属腺の形態はこれまでほとんど研究されておらず、本論文で初めて網羅的に検討された。ほとんどの形質状態は従来の研究の記載と一致していたが、口器においては、Peltinodini族の大きく拡張した小顎内葉や、Clypastraea属(Parmulini族)の一部の頭盾と融合した上唇など、先行研究では知られていない大きく改変された形質状態を持つ種が確認された。生殖器官においては、Orthoperini族の退化的な包片やSericoderini族の突出部の縮小した受精囊などが見られ、それぞれの族の定義を拡張する結果となった。

系統学：ミジンムシ科の系統学的研究は形態情報に基づき行われてきた。しかし、これまでの研究における系統解析は、種をOTUとしていないために属の単系統性に関しては論じておらず、系統関係が不明瞭のクレードが多く、さらに系統解析間に大きな不一致が見られるという問題点があった。特に科の85%以上の種を含み、日本に分布するすべての種が所属している“高等ミジンムシ”の系統関係は極めて不明瞭である。また、本科では系統解析で用いやすい形態形質が少ないため、より多くの情報を扱うことのできる分子系統解析も求められる。そこで、本章では、高等ミジンムシの分子系統解析を行うことで属と族の単系統性と高次の系統関係を評価し、科内の分類体系の整理を行った。18Sと28S rDNAの塩基配列の情報に基づき、6族31種の高等ミジンムシとPeriptycinae亜科の2種のミジンムシを使い、最節約法、最尤法、ベイズ法によって系統樹を構築した結果、高等ミジンムシとそれぞれの族の単系統性が示された。一方、Arthrolips属は側系統となり、Clypastraea属はArthrolips属内から生じたことが示唆された。また、Sericoderini族の2属は単系統ではなく、Aposericoderus属は多系統であることが強く示唆された。そのため、これまでAposericoderus属を定義していた小顎肢、下唇基節、受精囊を中心として形態形質も再検討した上で、Aposericoderus属をSericoderus属の新参シノニムと判断した。さらに、族間の高次系統関係に関しては、Peltinodini族が高等ミジンムシでは最初期に、Parmulini族がその次に分岐し、Orthoperini族とSericoderini族、Corylophini族とRypobiini族がそれぞれ姉妹群となることが強く支持された。Parmulini族の最初期の分岐は幕状骨の形態によって、Corylophini族とRypobiini族の姉妹群関係は前基節と前基節窩の形態によってのみ支持されたが、それらはミジンムシ科全体ではホモブラシーが生じており、形態による支持は弱かった。このような系統樹と形態情報の乖離は、ミジンムシ科では高度な小型化に伴う形態の単純化が起こりやすいため、平行進化が頻繁に生じていることに起因していると考えられる。

分類学：極めて微小なサイズ、属内での形態の類似性、採集の困難さからミジンムシ科甲虫の種レベルでの分類は極めて困難であり、ヨーロッパを中心とした旧北区以外ではその相がほとんど解明されていないのが現状である。日本においては1亜科6族8属41種が知られているものの研究

は限定的であり、特に亜寒帯である北海道と亜熱帯である南西諸島はほぼ手付かずの状態にある。そこで、本章では日本におけるミジンムシ科の相を、標本収集、形態観察、文献調査によって網羅的に調べ、記載分類を行った。形態観察は、これまで記載に広く使われてきた雄の挿入器と雌の受精囊に加え、種間に大きな変異があることが判明した雄の包片および雌の交尾囊と輸精管に対しても重点的に行った。その結果、1 亜科 6 族 8 属 72 種を確認し、その内の 56 種を詳細に記載し、残りの 16 種に関してもタイプ標本の情報、判別文、分布情報を記述した。*Corylophus minor* sp.n., *Sericoderus acutiunguis* sp.n., *S. brunneikombos* sp.n., *S. eurythorax* sp.n., *S. kolossos* sp.n., *S. margarites* sp.n., *S. parararus* sp.n., *S. rarus* sp.n., *S. yaeyamaensis* sp.n., *Arthrolips apiciferruginea* sp.n., *Ar. flamma* sp.n., *Ar. hirta* sp.n., *Ar. macula* sp.n., *Ar. okinoerabensis* sp.n., *Ar. parvicadus* sp.n., *Ar. sigaloessa* sp.n., *Ar. tarta* sp.n., *Ar. tokarensis* sp.n., *Clypastraea binotata* sp.n., *Cl. carbunculus* sp.n., *Cl. concinna* sp.n., *Cl. mimohippopsis* sp.n., *Cl. quadripunctata* sp.n., *Gloeosoma fuscum* sp.n., *G. glaphyrum* sp.n., *G. pumilum* sp.n., *G. variegatum* sp.n., *G. vulgare* sp.n. の 28 種は新種であり、*Sericoderus brevicornis*, *G. velox*, *G. sibiricum* は日本からの初記録種であった。また、*Cl. major* という学名は 2 種の名であることが確認されたため、新参の種を *Cl. hippopsis* という名に改めた。さらに、ホロタイプの指定がされていなかった *Ar. yuasai* のレクトタイプを指定した。

学位論文審査の要旨

主査	教授	大原昌宏
副査	教授	秋元信一
副査	教授	高橋英樹
副査	准教授	吉澤和徳

学位論文題名

Systematics of Corylophidae (Coleoptera) from Japan

(日本産ミジンムシ科(コウチュウ目)の体系学)

本論文は、図 98、表 1、引用文献 87 編からなる総頁 138 頁の英文論文である。参考論文 4 編が添えられている。

ミジンムシ科(昆虫綱コウチュウ目)は、南極大陸を除く全大陸に分布し、300 種近くが記載されている甲虫である。本科は外葉のない小顎、消失した前頭頭盾線、閉じた中基節窩、附節数(4-4-4)などにより定義され、ほとんどの種は体長 0.5mm から 2.5mm という極めて微小なサイズを持つ。本論文では、日本産ミジンムシ科を形態学的、系統学的、分類学的見地から再検討を行った。

形態学：本科の一般形態は主に旧北区の種を用いて論じられてきたが、他の地域の種はほとんど扱われていない。そのため、亜寒帯から亜熱帯を含み、高い種多様性を持つ日本産種の形態を網羅的に観察することで本科の形態的特徴と定義を再評価し、系統学的、分類学的研究の基盤を固める必要がある。そこで、日本に分布する *Corylophini* 族、*Sericoderini* 族、*Orthoperini* 族、*Parmulini* 族、*Peltinodini* 族、*Rypobiini* 族の 6 族の形態形質を詳細に記載した。特に、雌の交尾囊、輸精管、受精囊の付属腺の形態は本論文で初めて網羅的に検討された。また、*Peltinodini* 族の拡張した小顎内葉や、*Clypastraea* 属(*Parmulini* 族)の一部の頭盾と融合した上唇など、先行研究では知られていない形質状態を持つ種が確認された。生殖器官においては、*Orthoperini* 族で退化的な包片が見られ、族の定義を拡張する結果となった。

系統学：ミジンムシ科の系統解析は形態情報に基づき行われてきたが、先行研究では属の単系統性に関しては論じておらず、系統関係が不明瞭のクレードが多く、系統解析間に大きな不一致が見られるという問題点がある。特に科の 85%以上の種を含む“高等ミジンムシ”の系統関係は極めて不明瞭である。さらに、多くの情報を扱うことのできる分子系統解析も求められる。そこで、本章では、高等ミジンムシの分子系統解析を行うことで属

と族の単系統性と高次系統関係を評価し、分類体系の整理を行った。18S と 28SrDNA の塩基配列の情報に基づき、6 族 31 種の高等ミジンムシと Periptycinae 亜科の 2 種のミジンムシを使い、最節約法、最尤法、ベイズ法によって系統樹を構築した。その結果、高等ミジンムシとそれぞれの族の単系統性が示された。一方、*Arthrolips* 属の側系統性、*Aposericoderus* 属の多系統性が強く示唆された。そのため、形態形質も再検討した上で、*Aposericoderus* 属を *Sericoderus* 属の新参シノニムと判断した。族間の系統関係に関しては、先行研究のものとは大きく異っており、Parmulini 族の高等ミジンムシにおける最初期の分岐は幕状骨の形態により、Corylophini 族と Rypobiini 族の姉妹群関係は前基節窩の形態により支持されたが、それらはホモブラシーが生じており、形態による支持は弱かった。分子系統樹と形態情報の乖離は、ミジンムシ科の小型化に伴う形態の単純化に起因していると考えられる。

分類学：微小なサイズ、属内での形態の類似性などからミジンムシ科甲虫の種分類は極めて困難であり、ヨーロッパを中心とした旧北区西部以外ではその相がほとんど解明されていないのが現状である。日本においては 1 亜科 6 族 8 属 41 種が知られているものの研究は限定的であり、北海道と南西諸島はほぼ手付かずの状態にある。そこで、本章では日本におけるミジンムシ科の相を標本収集、形態観察、文献調査によって網羅的に調べ、記載分類を行った。形態観察は、記載に広く使われてきた雄の挿入器と雌の受精嚢に加え、雄の包片および雌の交尾嚢と輸精管に対しても重点的に行った。その結果、28 新種 3 日本初記録種を含む 1 亜科 6 族 8 属 72 種を確認し、その内の 56 種を詳細に記載し、残りの 16 種に関してもタイプ標本の情報、判別文、分布情報を記述した。また、*Clypastraea major* という学名は 2 種のホモニムであることが確認されたため、新参の種を *Cl. hippopsis* という名に改めた。さらに、*Arthrolips yuasai* のレクトタイプの指定も行った。

以上のように本研究は、その種多様性、形態の特殊性が指摘されながらも研究困難であったミジンムシ科を扱い、各族の定義の改変、分類体系の整理を形態・分子の両側面から行うとともに、極めて多くの日本産種を記録・記載することで本科の分類学的課題を解明した。このように本研究は、昆虫分類学の基礎的情報を整理し、生物多様性理解に大きく貢献するものである。よって審査員一同は、古川 恒太が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。