

学位論文題名

Systematic study on the East Asian Species  
of the Genus *Plagiophorus*  
(Coleoptera, Staphylinidae, Pselaphinae)

(東アジア産 *Plagiophorus* 属の体系学的研究  
(昆虫目、ハネカクシ科、アリゾカムシ亜科))

学位論文内容の要旨

*Plagiophorus* 属アリゾカムシは、甲虫目ハネカクシ科アリゾカムシ亜科に属する、体長 1mm 強の微小種から成る土壤昆虫類で、東洋区を中心に世界から約 80 種が記録されている。本属の分類学および生態学的研究は極めて乏しく、生物地理学的な考察や進化系列を推考するに足る分類体系は提出されてこなかった。本研究では、日本を含む東アジア地域に産する本属について広く探索し、7 種群 25 種を認め、それらの分類学的考察を行うと共に、系統解析に基づく新たな分類体系を提示した。

また、本属には触角末端節の構造が雌雄で著しく異なる種が少なからず知られており、ダーウィン以来進化生物学の中心テーマの一つとなっている性的二型の形成要因を探究するための好適な生物群であることが判明し、本属に特有の性的二型について系統的考察を行った。

材料と方法

東アジア地域から新たに採集された標本に加え、世界各国の研究機関に所蔵されている標本を調査した。既知の 2 種に関してはホロタイプ標本を検討した。観察には電界放射型走査型電子顕微鏡を用い、導電性の低い無蒸着状態の標本でも低加速度電圧下 (0.7-1.0kv) で明瞭な画像を得ることに成功した。この技術を用いることにより、取り扱った全種についての詳細な観察・撮影が可能となった。

分類形質

本属は近年までは 5 属として扱われており、その診断形質としては、触角の節数と末端節の凹みの有無、頭部前縁の幅の広狭、雄交尾器のメディアンローブの大小などが用いられていた。その後この分類基準に合致しない多くの種が発見され、再び 1 属にまとめられ今日に至っているが、その妥当性の検証や属内の系統解析はなされていない。そのため、本研究において新たな分類形質を探索した結果、1) 腹部第 4-7 節の背板および腹板がそれぞれ融合し、見掛け上 1 節の背板と腹板になることが *Plagiophorus* 属の単系統性を支持する形質として有効であること、2) 雄触角末端節、雄胸部腹板、雄腹部第 9 腹板、雄脚、小顎肢第 3 節の形状が属内の系統解析に有効であること、を見いだした。そして、それらの形質分布から、本属に新たに種群を設定することが妥当であると考えられた。種分類は、従来用いられて

いた複数の形質を再評価し、外部形態及び雄交尾器の形態に基づいて行った。特に性的二型の顕著な種群においては、雄触角末端節、雄脚、および雄胸部腹板に種群の特徴のみならず種の特徴も良く表現されていることがわかった。また、従来アリヅカムシ亜科の分類ではほとんど使用されることのなかった上唇の剛毛式および後胸腹板の形状が、雌雄を問わず有効な分類形質であることを明らかにした。

### 分類体系

以上の分類形質に基づき、東アジア産の本属アリヅカムシを検討した結果、23新種を含む25種を認め、それらを新たに設定した7種群に分類した。即ち、*hendeca* 種群 (4種)、*clavis* 種群 (7種)、*hispidus* 種群 (4種)、*amygdalinus* 種群 (1種)、*fujiyamai* 種群 (2種)、*deca* 種群 (4種)、および *yambarus* 種群 (3種)、である。

それぞれの種を国別で整理すると、これまで日本からは2種が記録され、*P. fujiyamai* (Kubota, 1944) と *P. matousheki* (Löbl, 1964) とされていたが、このうち *P. matousheki* と同定されていたものは、*P. matousheki* のホロタイプ標本を検討した結果、別種であることが判明したため、*P. hispidus* (新種) として記載した。その結果、日本からは4新種を含む5種を確認した。中国からは *P. fujiyamai* 及び *P. matousheki* が記録されていたが、さらに9新種を認め、合計11種を確認した。韓国からは既に記録のあった *P. fujiyamai* の1種を確認した。台湾からは従来本属の記録は無かったが10新種を確認した。

### 系統解析

本研究で創設した7種群の妥当性を検証するため、それら種群を構成する25種について、11形態形質を用いて分岐学的手法により系統解析を行った。外群には本属の姉妹群と考えられている *Machadous* 属と *Barrosellus* 属を用いた。その結果、厳密合意樹、アダムス合意樹、多数合意樹ともに同様の樹形を示す一つの系統樹が得られた。この系統樹からは *hendeca* 種群、*clavis* 種群、*hispidus* 種群、*deca* 種群および *yambarus* 種群に関しては単系統性が支持されたが、*amygdalinus* 種群と *fujiyamai* 種群を構成する3種に関しては多分岐となり、1種から成る *amygdalinus* 種群の妥当性と、2種から成る *fujiyamai* 種群の単系統性は支持されなかった。*fujiyamai* 種群の2種には特徴的な共有形質が認められるが、*P. amygdalinus* との比較において祖先形質と判断されたため、本種群の単系統性を支持する共有派生形質の探索が今後の課題として残された。*hendeca* 種群は本属のクレードの中で基部に位置したため、祖先的な一群であることが示唆された。*clavis* 種群、*hispidus* 種群、*amygdalinus* 種群および *fujiyamai* 種群は触角第3節に見られる共有派生形質により、*deca* 種群と *yambarus* 種群は小顎肢第3節と脚の共有派生形質により、それぞれ単独のクレードを形成した。

### 性的二型

本研究の結果、本属の性的二型は、触角末端節、触角第3節、複眼、前脛節、前附節、中脛節、後翅、後胸腹板および腹部腹板に発現することが確認された。また、*clavis* 種群、*hispidus* 種群および *yambarus* 種群に発現する雄触角末端節の幅広い凹みは、同種の雌の触角末端節と合致する「錠と鍵」の関係にあることを形態学的見地から明らかにした。こうした構造は、これまで種特異的である雌雄の交尾器で報告されており、生殖的隔離機構としての有効性が指摘されていた。本属の触角に表れた種特異的な性的二型は交尾器以外で初めて見いだされた「錠と鍵」的構造であり、生殖的隔離機構として働く可能性が強く示唆された。この「錠と鍵」的構造を示す *clavis* 種群、*hispidus* 種群および *yambarus* 種群の3種群は、系統解析の結

果、単独のクレードを形成せず、それぞれのクレードに分かれた。そのため、この性的二型は単系統内の一回の起因によるものではなく、複数回独立に進化したことが推定された。

# 学位論文審査の要旨

主査 教授 諏訪 正 明  
副査 教授 齋藤 裕  
副査 助教授 秋元 信 一  
副査 助教授 大原 昌 宏

学位論文題名

## Systematic study on the East Asian Species of the Genus *Plagiophorus* (Coleoptera, Staphylinidae, Pselaphinae)

(東アジア産 *Plagiophorus* 属の体系学的研究  
(昆虫目、ハネカクシ科、アリゾカムシ亜科))

本論文は図版 76 (図 475)、表 2 を含む総頁数 297 の英文論文であり、他に参考論文 18 編が添えられている。

*Plagiophorus* 属アリゾカムシは、甲虫目ハネカクシ科アリゾカムシ亜科に属する、体長 1mm 強の微小種から成る土壤昆虫類で、東洋区を中心に世界から約 80 種が記録されている。本属の分類学および生態学的研究は極めて乏しく、生物地理学的な考察や進化系列を推考するに足る分類体系は提出されてこなかった。本研究では、日本を含む東アジア地域に産する本属について広く探索し、7 種群 25 種を認め、それらの分類学的考察を行うと共に、系統解析に基づく新たな分類体系を提示した。

また、本属には触角末端節の構造が雌雄で著しく異なる種が少なからず知られており、ダーウィン以来進化生物学の中心テーマの一つとなっている性的二型の形成要因を探究するための好適な生物群であることが判明し、本属に特有の性的二型について系統的考察を行った。

### 分類形質

本研究において新たな分類形質を探索した結果、1) 腹部第 4-7 節の背板および腹板がそれぞれ融合し、見かけ上 1 節の背板と腹板になることが *Plagiophorus* 属の単系統性を支持する形質として有効であること、2) 雄触角末端節、雄胸部腹板、雄腹部第 9 腹板、雄脚、小顎肢第 3 節の形状が属内の系統解析に有効であること、を見いだした。そして、それらの形質分布から、本属に新たに種群を設定することが妥当であると考えられた。種

分類は、従来用いられていた複数の形質を再評価し、外部形態及び雄交尾器の形態に基づいて行った。特に性的二型の顕著な種群においては、雄触角末端節、雄脚、および雄胸部腹板に種群の特徴のみならず種の特徴も良く表現されていることがわかった。また、従来アリヅカムシ亜科の分類ではほとんど使用されることのなかった上唇の剛毛式および後胸腹板の形状が、雌雄を問わず有効な分類形質であることを明らかにした。

## 分類体系

以上の分類形質に基づき、東アジア産の本属アリヅカムシを検討した結果、23 新種を含む 25 種を認め、それらを新たに設定した 7 種群に分類した。即ち、*hendeca* 種群 (4 種)、*clavis* 種群 (7 種)、*hispidus* 種群 (4 種)、*amygdalinus* 種群 (1 種)、*fujiyamai* 種群 (2 種)、*deca* 種群 (4 種)、および *yambarus* 種群 (3 種)、である。

## 系統解析

本研究で創設した 7 種群の妥当性を検証するため、それら種群を構成する 24 種について、11 形態形質を用いて分岐学的手法により系統解析を行った。外群には本属の姉妹群と考えられている *Machadous* 属と *Barrosellus* 属を用いた。その結果、厳密合意樹、アダムス合意樹、多数合意樹ともに同様の樹形を示す一つの系統樹が得られた。この系統樹からは *hendeca* 種群、*clavis* 種群、*hispidus* 種群、*deca* 種群および *yambarus* 種群に関しては単系統性が支持されたが、*amygdalinus* 種群と *fujiyamai* 種群を構成する 3 種に関しては多分岐となり、1 種から成る *amygdalinus* 種群の妥当性と、2 種から成る *fujiyamai* 種群の単系統性は支持されなかった。

## 性的二型

本研究の結果、本属の性的二型は、触角末端節、触角第 3 節、複眼、前脛節、前附節、中脛節、後翅、後胸腹板および腹部腹板に発現することが確認された。また、*clavis* 種群、*hispidus* 種群および *yambarus* 種群に発現する雄触角末端節の幅広い凹みは、同種の雌の触角末端節と合致する「錠と鍵」の関係にあることを形態学的見地から明らかにした。この「錠と鍵」的構造を示す *clavis* 種群、*hispidus* 種群および *yambarus* 種群の 3 種群は、系統解析の結果、単独のクレードを形成せず、それぞれのクレードに分かれた。そのため、この性的二型は単系統内の一回の起因によるものではなく、複数回独立に進化したことが推定された。

以上のように、本研究は特異な性的二型を示す東アジア産 *Plagiophorus* 属に関する総合的な基礎情報を明らかにしており、その成果は学術的・応用的に高く評価される。よって審査員一同は菅谷洋が博士（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。