

学 位 論 文 題 名

Systematic study on the subfamilies Anomologinae
and Aristoteliinae of Japan(Lepidoptera,Gelechiidae)

(日本産 Anomologinae 亜科と Aristoteliinae
亜科の体系学的研究 (鱗翅目, キバガ科))

学位論文内容の要旨

鱗翅目キバガ科はバクガ, イモキバガ, ジャガイモキバガ, ワタアカミムシガなどの重要な農業害虫を含み, およそ 700 属 4,000 種以上が知られる大きな昆虫群である。日本では現在までに 48 属 127 種が記録されているが未記載種も多く, 系統解析は全く行われていないのが現状である。本論文では日本産キバガ科のうち貯穀害虫のバクガを含む Aristoteliinae 亜科とこれに近縁な Anomologinae 亜科について分類学的な再検討を行った。この再検討において, 従来あまり考慮されることのなかった形質の評価や, 楕円フーリエ解析等, 新たな解析手法の採用によってキバガ科全体についての系統解析を行い, 本昆虫群の新たな高次分類体系を提出した。

キバガ科における亜科間の形態比較

Meyrick (1925)以来, 諸説が紛糾し, いまだ定説のない本昆虫群の高次分類体系を確立するために, 従来見落とされてきたいくつかの形質を取り上げ, 分岐分析の手法を用いて解析し新たな体系を本論文において提案した。まず, 雄交尾器の関節構造様式に基づいて, キバガ科全体を7つのグループに分け, それぞれをキバガ科の亜科として認識した。これらの亜科およびキバガ科に近縁と考えられているその他のキバガ上科小蛾について, 主に5つの形態的部位を調べた結果, 7亜科間で形態部位ごとにその状態がいくつかの様式にまとめられた。各部位に関する議論は以下の通りである。

雄交尾器の関節構造について

従来雄交尾器は高次分類体系の構築に利用されてきたが, その全体的な類似性に基づいていたために, 収斂・平行現象などの影響が考慮されていなかった。このような形質情報のノイズを削除するため, より保守的で, 高次分類群間で比較可能な形質である雄交尾器の関節構造様式のみを交尾器形質として取り出した。この結果, まず, キバガ科全体は7つの亜科に分類された。外群との比較の結果, キバガ科では Aristoteliinae 亜科で最も外群に近い状態が観察された。Gelechiinae 亜科と Anomologinae 亜科ではそれぞれ 独立の派生状態を認識した。これらの3亜科には valva の基部が硬化するという共有派生状態が観察された。その他の4亜科では vinculum 由来と推測される骨片が関節を構成するという共有派生状態が観察された。

翅形について

翅形についてはコンピューターによる画像処理技術を援用することで客観的な評価を試みた。翅形の数量的なグループ分けには楕円フーリエ変換を利用した。

7 亜科 100 種の翅形を画像処理し、楕円フーリエ記述子によって数値化し、それらにいくつかの統計処理を施した。ノンパラメトリック判別分析の結果、翅形はそれだけでも亜科が判断できるほどに亜科間で明瞭な差があることが明らかになった。また各亜科間の違いについては、*Anomologinae*, *Chelariinae*, *Dichomeridinae* の 3 亜科が正準変量軸上、それぞれ他のキバガ類とは異なる翅形を持つことが明らかとなった。

口吻上の有柄感覚突起について

口吻上の有柄感覚突起は鱗翅目全体を通じて通常先端に一本の短い感覚毛を備える「円柱型」で、本体の周りには縦方向に 6～8 枚の羽状板を備えている。ところがキバガ科においては、*Dichomeridinae* 亜科、*Stomopteriginae* 亜科、*Anacampsinae* 亜科、そして *Chelariinae* 亜科の一部においてこの有柄感覚突起が変形して、横から見ると 2 枚貝のような丸みのある三角形、上から見るとカエデの葉のような形態になっている。これは明らかに他のキバガ上科にも見られない派生型であり、これらが共有派生状態であることを示している。

後胸腹板の構造について

後胸腹板、その内側に突出する叉状突起、および叉状突起を側面から支える側甲の形状を分類群ごとに調べた。特に側甲の形態にいくつかの亜科をまとめるパターンが認められた。*Gelechiinae*, *Dichomeridinae*, *Stomopteriginae* 亜科において外群と同様の形態が観察された。これが祖先状態であると考えられる。*Anomologinae* 亜科と *Aristoteliinae* 亜科で側甲に共有派生状態が観察された。また *Chelariinae* 亜科と *Anacampsinae* 亜科でも別の共有派生状態が観察された。

幼虫形態について

幼虫形態については亜科間系統を示唆するような形質は認められなかったが、*Anomologinae* 亜科の *Apatetris* 属において上唇の形態、触角の形態、胸腹部刺毛式、などに極端な派生状態を見いだした。これらの形質はキバガ上科内でほとんど差がない安定した形態である。同じ *Anomologinae* 亜科の *Chrysoesthia* 属でも胸腹部の刺毛数が減少する傾向があり、*Apatetris* 属に近い状態である。このことから幼虫形態については *Anomologinae* 亜科で極端に特化する傾向が見られることが示された。

系統解析

前述の形態のうち雄交尾器関節と後胸腹板に関しては、亜科間で樹状の形質変換系列が推定されたので、分岐解析においてはそれぞれ 4 つと 3 つの加算的形質として取り扱った。これらに Hodges(1983)で扱われた腹部第 2 腹板の形質を加え、合計 11 形質を抽出し、極性を吟味した。これらの形態を用い、最節約原理に基づいてキバガ科 7 亜科の分岐関係を推定した。この分岐関係の推定は本科においては初めて行われたものである。この結果、第一に、キバガ科 7 亜科は系統的には *Gelechiinae*, *Anomologinae*, *Aristoteliinae* から成る完系統群とその他の 4 亜科から成る

完系統群の二つの亜科群に分類されることが明らかになった。第二に後者 4 亜科のうち *Dichomeridinae* 亜科と *Stomopteriginae* 亜科が完系統群を構成すること、第三に前者亜科群の 3 亜科は合意樹に基づけば 3 分岐で互いの分岐関係が決定しないが、後胸側甲（形質 7）に注目すると *Aristoteliinae* 亜科内で例外的に *Anomologinae* 亜科との中間的な形質を持つものが現れることから、この 2 者が完系統群を構成する可能性が高いということが示された。

Anomologinae 亜科と Aristoteliinae 亜科に属する種の記載

Anomologinae 亜科からは 2 属 5 種、*Aristoteliinae* 亜科からは 9 属 29 種の合計 11 属 34 種が本邦から見出された。これらは 8 新種、4 新記録種を含み、また *Apatetris*, *Megacraspedus* および *Deltophora* の 3 属は日本新記録属である。これら 34 種の成虫形態を詳細に図示し、うち 12 種については、幼虫や蛹の形態をも記述した。

新種 *Apatetris micropalpa* は一般の鱗翅目では 3 節からなる下唇鬚が、1 節しかないという特異な形態を有しており、本属における形質傾斜の考察上極めて重要な種である。また、本研究で 2 新種 2 新記録種を含む 15 種を記録した *Monochroa* 属は、サクラソウ、ノハナショウブ、イグサなど山地性又は湿原性の草本を寄主とするグループであり、失われつつあるわが国本来の草本群落の生物群集の重要な指標生物である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 諏 訪 正 明

副 査 教 授 飯 塚 敏 彦

副 査 教 授 斎 藤 裕

学 位 論 文 題 名

Systematic study on the subfamilies Anomologinae and Aristoteliinae of Japan(Lepidoptera,Gelechiidae)

(日本産 Anomologinae 亜科と Aristoteliinae
亜科の体系学的研究 (鱗翅目, キバガ科))

本論文は表 6 枚, 文中図 74 枚, 巻末図版 54 枚, 引用文献 91 編を含み総頁 237 頁からなる英語論文で, 別に参考論文 14 編が添えられている。

鱗翅目キバガ科はバクガ, イモキバガ, ジャガイモキバガなどの重要な農業害虫を含み, 700 属 4,000 種以上が知られる大きな昆虫群である。日本では現在までに 48 属 127 種が記録されているが未記載種も多く, 系統解析は全く行われていない。本論文では日本産キバガ科のうち貯穀害虫のバクガを含む Aristoteliinae 亜科とこれに近縁な Anomologinae 亜科について分類学的な再検討を行っている。この再検討において, 従来あまり考慮されることのなかった形質の評価や, 楕円フーリエ解析等, 新たな解析手法の採用によってキバガ科全体についての系統解析を行い, 本昆虫群の新たな高次分類体系を構築した。その内容は以下のように要約される。

1. キバガ科の高次分類体系

キバガ科の高次分類体系は, Meyrick (1925), Sattler (1973), Hodges (1978, 1983), Piskunov (1975), Omel'ko (1991)などによって, それぞれ異なる体系が提出されており, 未だに研究者間で合意が得られる定説はない。

この問題を解決するために, 従来見落とされてきた形質を取り上げ, 分岐分析の手法によって新たな高次分類体系を提出した。これらの形質は以下の 5 つの形態的部位より抽出したものである。

- 1) 雄交尾器の関節構造
- 2) 数量的に評価された翅形
- 3) 口吻上の有柄感覚突起
- 4) 後胸腹板の構造
- 5) 幼虫形態

これらの部位は外群を含めても十分に保守性が強く、かつ、収斂・平行進化による非相同同形を相同と識別しうる複雑性を備えた形質を多く含んでいる。まず雄交尾器の関節構造の分析によって、キバガ科は 7 亜科に分類された。翅形は従来客観的な評価が困難とされてきた形質であるが、コンピューターによる画像処理と楕円フーリエ変換による「かたち」の数量化によって、この問題を克服し、国内外の 7 亜科 100 種についてこれを検討した。楕円フーリエ記述子によって数量化されたこれら 100 種の翅形に対し、いくつかの統計処理（判別分析、クラスター分析など）を施した結果、翅形はそれだけでも亜科が判断できるほどに亜科間で明瞭な差があることが明らかになった。また *Anomologinae*, *Chelariinae*, *Dichomeridinae* の 3 亜科は、それぞれ他のキバガ類とは著しく異なる翅形を持つことが正準変量軸上で示された。

他の形態部位についても系統解析に有効な形質を探索し、合計 11 形質を抽出した。これらの形質について進化極性を決定し、最節約原理に基づいてキバガ科 7 亜科の分岐分析を行った。この結果、キバガ科 7 亜科は分岐論上、*Gelechiinae*, *Anomologinae*, *Aristoteliinae* から成る完系統群とその他の 4 亜科から成る完系統群の二つの亜科群に分類されることが明らかになった。さらに後者 4 亜科のうち *Dichomeridinae* 亜科と *Stomopteriginae* 亜科とが完系統群を構成することが示された。また *Anomologinae* 亜科と *Aristoteliinae* 亜科とが完系統群を構成することも示唆された。このような亜科間での系統仮説はキバガ科昆虫群では初めて提出されるものである。

2. *Anomologinae* 亜科と *Aristoteliinae* 亜科に属する種の記載

本研究により *Anomologinae* 亜科と *Aristoteliinae* 亜科から 3 新記録属、8 新種、4 新記録種を含む合計 11 属 34 種が本邦から見出された。これら 34 種の成虫形態を詳細に図示し、うち 12 種については、幼虫や蛹の形態をも記述した。

新種 *Apatetris micropalpa* は一般の鱗翅目では 3 節からなる下唇鬚が、1 節のみという特異な形態を有しており、本属における形質傾斜の考察上極めて重要な種である。また、本研究で 15 種を記録した *Monochroa* 属は、サクラソウ、ノハナショウブ、イグサなど山地性又は湿原性の草本を寄主とするグループであり、失われつつあるわが国本来の草本群落の生物群集の重要な指標生物である。

以上、本研究はキバガ科昆虫群の体系学的進展に大きく貢献するとともに、系統解析における形質情報の処理において新たな手法の導入に成功しており、これらの成果は学術的に高く評価されるものである。よって審査員一同は、坂巻祥孝が博士（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。