

学 位 論 文 題 名

Revision of the tribe Mordellistenini
(Coleoptera: Mordellidae) in Japan

(日本産ヒメハナノミ族 (コウチュウ目, ハナノミ科) の分類学的再検討)

学位論文内容の要旨

ヒメハナノミ族は、コウチュウ目ハナノミ科に含まれ、全世界から 40 属 1,200 種以上が知られる、科内では最大の族である。幼虫は腐朽材や枯れた草本の茎の内部を摂食する植食昆虫で、一部の種はアサ科植物の茎を食害する害虫としても知られる。多くの種の成虫は、日中活発に飛び回り、様々な植物の花に集まって花粉や蜜を摂食する花粉媒介昆虫でもある。近年、生物多様性保全研究において、森林環境内のマレーズトラップで多量のヒメハナノミ族の個体が採集されることから、環境評価指標生物として有用であることが示された(Sugiura *et al.*, 2008, 2009a, b)。また、ミバエが植物の茎に形成したゴールに選択的に侵入するヒメハナノミ族の一種が、ミバエの寄主転換と連動してホストレースを形成することが報告され、種分化研究の対象種としても扱われている (Blair *et al.*, 2005 など)。このようにヒメハナノミ族は、生物多様性研究や種分化研究の対象として注目を集めている。

ヒメハナノミ族を対象生物として利用する研究が増えているが、その基盤となる分類は非常に遅れており、世界的に見ても包括的な研究例はない。理由の一つに、形態形質が種や属間で極似していることが挙げられる。本族に含まれる種は流線型の体と鋭くとがった尾節を持つユニークな形態をしており、他の甲虫と容易に区別できる。しかし、種、属の分類研究に有用な形質は著しく乏しく、誤同定種や定義の曖昧な分類群が多数存在し、安定した分類体系は未だ構築されていない。

このような状況のもと、本研究では、日本産ヒメハナノミ族について、種、属レベルの分類学的整理を第一の目的とした。日本各地から収集した標本やタイプ標本に基づいて分類学的再検討を行い、検討の不十分であった多くの種について詳細に記載した。さらに、記載で用いたデータに基づき、ほとんど検討されてこなかった属分類群間の系統関係の構築を第二の目的とした。また系統解析の結果から、幼虫寄主植物とヒメハナノミ族の系統との関連性についても検討を行なった。

種レベルの分類学的整理：日本産ヒメハナノミ族は 114 種 2 亜種が記録されているが、本研究において新たに 4 新種 3 初記録種が加えられた。さらに既知種について再検討した結果、19 種 2 亜種の異物同名 (シノニム) が認められた。一方で他種のシノニムとされていた 2 種は、それぞれ独

立種であることが判明した。以上の結果、日本産ヒメハナノミ族は4新種を含む104種にまとめられた。雄交尾器などの重要形質の記載が不十分であった78種について詳細な再記載を行うとともに、すべての種について検索表を付した。

属分類体系の再構築：日本産ヒメハナノミ族はこれまで13属2亜属に分類されてきたが、本研究における系統解析の結果に基づき次に示す体系の変更を行った。1) *Pseudomordellina*, *Pseudomordellistena* の2亜属をそれぞれ独立属とした。2) *Tolidostena* 属の2亜属, *Tolidostena* と *Neotridostena* を *Mordellochroa* 属の亜属に移した。3) *Ermischella* 属の日本産種5種を *Falsomordellina* 属に移した。4) *Falsomordellistenoda* 亜属を日本から新たに記録し *Falsomordellistena* と *Glipostenoda* の両属に含まれていた短段刻種を本亜属に移した。5) *Mordellistena takizawai* と *M. porphyria* の2種を元に新属 *Konomorda* を設立した。以上の結果、日本産ヒメハナノミ族は14属3亜属にまとめられた。

系統解析：ヒメハナノミ族の系統関係は、一部の属間についての考察を除きほとんど行われてこなかった。本研究では日本産ヒメハナノミ族の属、亜属間の系統関係や分類学的問題点を検討するために内群31種、外群3種を選択し、成虫の外部形態29形質を用いて分岐学的解析を行った。解析の結果、CI: 0.51, RI: 0.72, 樹長98の最節約樹が5つ得られた。これらの最節約樹について厳密合意樹を探索し、一つの樹形が得られた。この結果に基づき系統関係の考察を行ったところ、内群のうち、*Glipostena* 属が最基部で分岐し、祖先的な形質状態を持った属であることが示唆された。残りの分類群は *Mordellistena* 属など4属を含むクレード (A)を除いて大部分が基部で多分岐となり、系統関係は示されなかったが、日本産 *Ermischella* 属が *Falsomordellina* 属とクレードを形成することや、*Falsomordellistena*, *Glipostenoda* 両属に含まれていた短段刻種が、日本未記録の *Falsomordellistenoda* 亜属に含まれることが示された。クレード (A)は他に比べて解明度が高く、*Pseudomordellina*, *Pseudomordellistena* 2亜属の基亜属からの独立性や、*Tolidostena* 属と *Mordellochroa* 属の近縁関係が示された。さらに特異な雄交尾器を持つ *Mordellistena takizawai* はクレード (A)の基部で独立して分岐していたことから、新属として扱うべきであることが示唆された。

幼虫寄主植物と系統関係の考察：これまでに知られているヒメハナノミ族甲虫の寄主植物記録は非常に少ないが、本研究で新たに4属11種の寄主植物が判明し、過去の記録と合わせて8属20種となった。この寄主記録をヒメハナノミ各種ごとに検討したところ、寄主特異性は低かったが、記録を草本と木本に分けて再検討すると、木本食は8属にわたって見られたのに対し、草本食は *Mordellistena*, *Pseudomordellina* の2属に限定されていた。また外群として用いたハナノミ族も木本食であり、海外の記録をみてもこの2属以外に草本食を示す分類群は存在しなかった。以上の幼虫食性タイプ(木本または草本)を今回得られた日本産ヒメハナノミ族の系統樹上にマッピングしたところ、食性タイプはクレード (A)内の枝端部に位置する *Mordellistena* 属と *Pseudomordellina* 属の2属において、木本食から草本食へと移行したことが示唆された。これら2属と最近縁である *Mordellina* 属と *Pseudomordellistena* 属は、幼虫が枝や蔓など植物体のより細い部位を利用すること

が報告されており(Tokeji, 1953), 本族の幼虫食性タイプが太い木本の幹から細い枝や蔓へ, さらに細い草本の茎へと移行していったことが推察された.

学位論文審査の要旨

主査	准教授	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

Revision of the tribe Mordellistenini (Coleoptera: Mordellidae) in Japan

(日本産ヒメハナノミ族 (コウチュウ目, ハナノミ科) の分類学的再検討)

本論文は、図 127、表 2、引用文献 129 編からなる総頁 469 頁の英文論文である。参考論文 10 編が添えられている。

ヒメハナノミ族は、コウチュウ目ハナノミ科に含まれ、全世界から 40 属 1,200 種以上が知られる、科内最大の分類群である。本族は植物と密接な関連を持った昆虫で、幼虫は腐朽材や枯れた草本の茎内部を摂食することが知られており、キク科やアサ科植物の害虫にもなっている。成虫は、花に集まり花粉や蜜を摂食する花粉媒介昆虫でもある。近年、生物多様性保全研究において、森林環境内のマレーズトラップで多量のヒメハナノミが採集されることから、環境評価指標生物として有用であることが示されている。また、ミバエが茎に形成したゴールに侵入するヒメハナノミ族の一種が、ミバエの寄主転換と連動してホストレースを形成することが報告され、種分化研究の対象としても扱われている。このようにヒメハナノミ族は、生物多様性研究や種分化研究の対象として注目を集めているが、本族を利用するための基盤となる分類は非常に遅れており、世界的に見ても包括的な研究は行われていない。

本研究では、日本産ヒメハナノミ族について、種、属レベルの分類学的整理を第一の目的とした。日本各地から収集した標本やタイプ標本に基づいて分類学的再検討を行い、検討の十分であった多くの種について詳細に記載した。さらに、記載で用いたデータに基づき、これまで検討されてこなかった高次分類群の系統関係の構築を第二の目的とした。また系統解析の結果から、幼虫寄主植物とヒメハナノミ族の系統との関連性についても検討を行なった。

種レベルの分類学的整理：日本産ヒメハナノミ族は 114 種 2 亜種が記録されていたが、新た

に 4 新種 3 新記録種が加えられた。既知種について再検討した結果、19 種 2 亜種の同物異名（シノニム）が認められた。一方これまで他種のシノニムとされていた 2 種は、それぞれ独立種であることが判明した。以上の結果、日本産ヒメハナノミ族は 4 新種を含む 104 種にまとめられた。雄交尾器などの重要形質の記載が不十分であった 78 種については詳細な再記載を行ない、全種の検索表を付した。

高次分類（属レベル）の分類学的整理：これまで 13 属 2 亜属に分類されてきたが、本研究による系統解析を踏まえて検討した結果、2 亜属をそれぞれ独立属とし、1 属を別属の亜属として扱った。さらに 2 亜属を日本から新たに記録し、1 新属を設立した。以上の結果、日本産ヒメハナノミ族は 14 属 3 亜属にまとめられた。

系統解析：ヒメハナノミ族の系統関係は、一部の属間についての考察を除きほとんど行われてこなかった。本研究では内群 31 種、外群 3 種を選択し、成虫の外部形態 29 形質を用いて分岐学的解析を行ない、CI: 0.49、RI: 0.70、樹長: 102 の最節約樹 5 つを得た。この系統関係から、内群のうち、*Glipostena* 属が最基部で分岐し、祖先的な形質状態を持った属であることが示唆された。残りの分類群では基部に多分岐が生じ一部の系統関係は不明となったが、*Mordellistena* 属や *Pseudomordellina* 属が含まれるクレード (A) など、大部分の分類群間では系統関係が明らかとなった。

幼虫寄主植物と系統関係の考察：ヒメハナノミ族甲虫の寄主植物記録は非常に少ないが、新たに 4 属 11 種の寄主植物が判明し、過去の記録と合わせて 8 属 20 種となった。寄主記録を草本と木本に分けて検討したところ、木本食は外群のハナノミ族及び内群の 8 属にわたって見られたのに対し、草本食は *Mordellistena* と *Pseudomordellina* の 2 属に限定されていた。食性タイプ(木本または草本)を系統樹上にマッピングしたところ、クレード (A) 内の枝端部に位置する *Mordellistena* 属と *Pseudomordellina* 属の 2 属において、木本食から草本食へと移行したことが示唆された。さらにこれら 2 属と最近縁である *Mordellina* 属と *Pseudomordellistena* 属は、幼虫が枝や蔓など植物体のより細い部位を利用することが報告されており、本族の幼虫食性タイプが木本の細い枝や蔓から、同様に細い草本の茎へと移行したことが推察された。

以上のように本研究は、日本産ヒメハナノミ族の分類学的・系統学的な情報の整備をもたらし、食性変化に関する進化学的仮説を提示したものである。本研究の結果は、従来、困難とされていたヒメハナノミ族の種分類・属分類・系統関係を飛躍的に解明し、種同定を可能にするなど他研究の基礎となるものであり、その成果は学術上、応用上、高く評価される。よって、審査員一同は、鶴 智之が博士（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。