



Taxonomic study of the tribe Glyptini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Banchinae) from Japan

Watanabe, Kyohei

(Degree)

博士 (農学)

(Date of Degree)

2015-03-06

(Date of Publication)

2017-03-06

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙第3274号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2003274>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨の草稿

氏名

渡辺 恭平

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

Taxonomic study of the tribe Glyptini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Banchinae) from Japan

(日本産ハマキヤドリヒメバチ族 (ハチ目、ヒメバチ科、ウスマルヒメバチ亜科) の分類学的研究)

寄生蜂は捕食寄生を行うハチ目昆虫の一群であり、きわめて多種多様な寄主に適応し、生物界で最大規模の多様性を誇る。寄生蜂による寄主個体数の調整は、生態系の維持において重要な役割を持つ。また、寄生蜂は農林業害虫の天敵として優れた種を多数含み、生態系サービスの観点からも重要な昆虫群であり、近年推進されている総合的病害虫管理 (IPM) において、そのポテンシャルが注目されている。寄生蜂の寄生生態には、外部寄生と内部寄生および飼い殺し型寄生と殺傷型寄生がそれぞれ組み合わせられた4通りのパターンが存在するが、特に内部寄生性の飼い殺し型寄生者は、寄主範囲が狭く、害虫の天敵として選択的な効果が期待できるとりわけ重要である。本研究の対象であるハマキヤドリヒメバチ族は、最も代表的な寄生蜂の分類群であるヒメバチ科における典型的な本タイプの寄生蜂であり、特にハマキガ類の重要な天敵である。国内では、一部の分類群について分類学的研究が行なわれているものの、包括的な研究は為されておらず、膨大な数の不明種が存在しており、これら不明種が既知種と混同されるといった問題も生じていた。そこで、日本産の本族を分類学的に再検討し、不明種も含めて全ての種を正確に同定できる検索表を作成した。また、分布および寄主情報を追加・整理し、全種の形態形質を精査して系統解析を行なった。その結果、日本産の本族は従来の6属5亜属43種から8属109種に増え、旧来の属や亜属の分類学的位置も改訂された。さらに、日本列島は世界的にみて本族の多様性が特段に高い地域であることが明らかになるとともに、寄主昆虫や寄主植物の嗜好性に分類群による特性が認められるなど、本族寄生蜂の生態研究および応用研究に資する新知見が豊富に得られた。

第1章では、本研究の背景と目的を記述した。

まず本族寄生蜂が含まれるハチ目ヒメバチ科について、基本的な情報および世界と日本における多様性研究の現状を説明した。ヒメバチ科は全世界の昆虫種の約7%を占めるとされる昆虫界でも最大の分類群であり、これまでに1579属24281種が記録されている (Yu et al., 2012)。節足動物の捕食寄生性天敵として陸上生態系を形成する重要な構成者であり、農林業害虫の天敵としてもきわめて有用な分類群であるとされている。しかしながら、全世界には6万種 (Townes, 1969) と10万種 (Gauld et al., 2002) とも言われる種が存在すると考えられており、高い多様性のために分類学的研究は著しく遅れている。ヒメバチ科の多様性は、他の多くの昆虫と異なり低緯度になるにつれて減少すると言われている (Townes, 1969 ほか) が、近年の中南米における研究によれば低緯度熱帯域にも豊富なファウナが形成されており (Gauld et al., 2002)、これについては議論が続いている。日本列島からは405属1550種のヒメバチが記録されているが、この数字は実際の多様性の半分以下と推定されており、こうした分類学の遅れが詳細な生活史・生態の解明や生物的防除を目指す応用研究の足かせとなっている。

次に本研究の対象であるハマキヤドリヒメバチ族について、その多様性と研究史について概説した。本族はウスマルヒメバチ亜科に属する単系統群であると考えられており (Wahl, 1988)、14属577種が世界から知られているが、属間ならびに種間の系統関係についてはほぼ未解明であった。日本列島における生態情報は乏しく、わずかに重要害虫種のハマキガ類に寄生する例が知られる程度であった。また、分布記録も断片的であり、近隣アジア地域との比較も行われていない。本族はハマキガ類の寄生蜂として農林業における有力な天敵昆虫であり、国土の70%が森林に覆われて造園農家や果樹園が多い本邦においては、とりわけ多様性解明のニーズが大きい。

そこで本研究では上記諸問題の解決のために、日本に産するハマキヤドリヒメバチ族の分類学的再検討を行ない、あわせて属間ならびに種間の系統関係を解析し、寄主情報や国内分布データを整理・分析して、本族の全世界およびアジア地域における生物地理について議論を行った。

第2章では、本研究で用いた材料と研究手法について記述した。

本研究では、野外調査によって新規に得られた標本のほかに、国内外の15研究機関に収蔵されているタイプを含む多数の標本を用いて研究を行った。形態形質の観察は主として双眼実体顕微鏡を用いて行い、形態用語は基本的に Gauld (1991) に準じた。形態用語と計測方法について詳細に解説を行い、従来ほとんど図示されていなかった計測方法や交尾器の解剖方法についても極力詳細に図示して解説を行った。属間ならびに種間の系統推定は、成虫の形態形質に基づき、解析ソフトウェア PAUP v4b10 (Swofford, 2003) を用いて最大節約法 (MP 法) により行った。

第3章では、日本産のハマキヤドリヒメバチ族について全種の分類学的再検討を行って、同定のための検索表を作成した。

属レベルの分類学的検討の結果、1) 日本列島から8属 (*Apophua*, *Cephalogypta*, *Diblastomorpha*, *Glypta*, *Glyptopimpla*, *Orientogypta*, *Teleutaea*, *Townesion*) を認めた。2) *Glyptopimpla* 属のシノニムにされていた *Orientogypta* 属を独立の属として昇格させた。3) *Glypta* 属のシノニムとされていた *Diblastomorpha* 属を独立の属へと昇格させた。また、4) 大属である *Glypta* を、5つの (亜) 種群に分類することを提唱した。

種レベルの分類学的検討の結果、1) 日本列島産の8属に109種を認めた。2) *Townesion japonicus* の追加個体を北海道、本州、四国から発見し、雄交尾器を新たに記載した。3) *Teleutaea* 属は既知の8種に加えて、ユーラシア大陸に広く分布する *T. brischkei* と極東ロシアから知られていた *T. mishae* を新たに日本から発見した。さらに極東ロシアの種と日本の種を比較して、3種のシノニムを認めた。4) *Glyptopimpla* 属は既知の4種に加え、南西諸島から2新種を発見した。両新種は北海道から九州、海外では極東ロシアに分布する *G. iwatai* に近縁と考えられ、前者は中琉球に、後者は北琉球にそれぞれ異所的に分布するものであった。また、属レベルで未解明であった寄主昆虫を、*G. uchidai* において発見した。5) *Orientogypta* 属は既知の1種を確認し、新たに佐渡島と九州からも記録した。6) *Cephalogypta* 属は既知1種を確認した。7) *Apophua* 属は既知の9種に加え、2新種を発見した。うち1種は南九州～中琉球に分布しており、台湾に産する *A. formosana* と近縁であり、もう1種は本州中部山地に分布しており、北海道～四国に分布する *A. tobensis* に近縁であった。8) *Diblastomorpha* 属は既知1種を日本から新たに記録した。最後に、9) *Glypta* 属は既知の19種に加え、53新種と7日本新記録種を発見し、1種のシノニムを認めた。結果として日本産の本属は78種となり、加えて既知種も含めた多数の分布新記録および若干の新寄主記録を報告した。

第4章では、属間ならびに種間の系統関係を推定した。

日本産109種のうち標本を調査できた104種と本族の外群となる2種について、51個の形態形質を抽出した。その中から、単一種のみに見られる12個の固有派生形質を除いた40個の形質を用いて解析を行った。形質は等価に扱い、無作為に1000回解析を行い、得られた結果から厳密合意樹を作成した。その結果、1) *Glypta* 属を除く、全ての属の単系統性を認めた。2) *Apophua*, *Teleutaea*, *Glyptopimpla*, *Glypta* の各属について、属内に単系統クレードを認めた。

第5章では、本研究で得られた知見を分析して総合考察を行った。

- ① 12個の形態形質について、分類学的な有用性を再評価した。
- ② 各属のアジア地域における分布について検討し、日本固有種の割合が少ないことを指摘した。
- ③ 日本列島における種多様性のパターンについて検討し、北海道に著しく高い多様性が存在することを指摘した。また、南西諸島では北から南に向い明瞭に属数と種数が減少する傾向があることを述べた。
- ④ 日本列島および旧北区東部の多様性について他地域との比較を行い、当地域の属レベル多様性が世界中で最も豊かであり、種レベルでも高い多様性を有していることを明らかにした。
- ⑤ 本族の生態的特性、特に寄主特異性について属間の比較を行ない、*Apophua* 属と *Teleutaea* 属がともに主としてハマキガ亜科を利用しているのに対して、*Glypta* 属がヒメハマキガ亜科を利用している傾向のあることを明らかにした。また、各属とも種のレベルで、針葉樹食寄主と広葉樹食寄主への分化が認められることを発見した。
- ⑥ 本族の属レベル分類の系統学的課題について議論して、形態形質による系統解析の限界について指摘し、分子情報に基づく系統解析とそれを可能にする機関標本の拡充について必要性を述べた。

氏名	渡辺 恭平		
論文 題目	Taxonomic study of the tribe Glyptini (Hymenoptera, Ichneumonidae, Banchinae) from Japan (日本産ハマキヤドリヒメバチ族 (ハチ目、ヒメバチ科、ウスマルヒメバチ亜科) の分類学的研究)		
審査 委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教授	前藤 薫
	副 査	教授	竹田 真木生
	副 査	准教授	坂本 克彦
	副 査		
副 査			印
副 査			印

要 旨

寄生蜂は捕食寄生を行うハチ目昆虫の一群であり、陸上生態系に生息する多種多様な節足動物寄主(宿主)に適応している、極めて多様性の高い生物群である。寄生蜂による寄主昆虫個体群の制御は陸上生態系の維持において不可欠であり、寄生蜂は重要な生態系サービス機能を提供している。寄生蜂には農林業害虫の天敵として優れた種が多数含まれており、近年推進されている総合的病害虫管理(IPM)においても、その有用性が注目されている。寄生蜂の寄生生態には、外部寄生と内部寄生および飼殺し型寄生と殺傷型寄生がそれぞれ組み合わせられた4通りのタイプが存在するが、特に内部寄生性の飼殺し型寄生者は寄主範囲が狭く、害虫の天敵として選択的な効果が期待できるためとりわけ重要である。本研究で対象とされているハマキヤドリヒメバチ族は、寄生蜂を構成する代表的な分類群であるヒメバチ科に属する典型的な内部寄生性飼殺し型の寄生蜂であり、特にハマキガ類害虫の重要な天敵である。しかし、国内では、ごく一部の分類群を除いて、包括的な分類学的研究が為されておらず、膨大な数の不明種が存在していて、これら不明種が既知種と混同されるといった問題が生じていた。そこで本研究では、日本産本族の分類学的再検討が行なわれ、全種を同定するための検索表が作成されている。また、各種の分布および寄主情報が追加・整理され、全種の形態形質に基づく系統解析が行なわれている。その結果、日本産本族は従来記録のあった6属5亜属43種から8属109種に倍増し、旧来の属や亜属の分類学的体系が見直されている。さらに、日本列島が世界的にも特段に属・種多様性の高い地域であることが明らかになり、寄主昆虫や寄主植物の嗜好性における系統発生の制約の重要性が示唆されるなど、本族寄生蜂の今後の生態研究および応用研究に資する多くの重要な新知見が得られている。

本学位論文は、以下の5章から構成されている。

第1章では、本族寄生蜂が含まれるハチ目ヒメバチ科について、基本的な生物学的情報および多様性研究の現状が説明されている。次に本研究の対象であるハマキヤドリヒメバチ族について、その多様性と研究史が概説されている。これらを踏まえて、日本列島に産するハマキヤドリヒメバチ族の分類学的再検討を行ない、あわせて属間ならびに種間の系統関係を解析し、寄主情報や分布データを整理・分析して本族の全世界およびアジア地域における多様性について議論するという、本研究の目的が述べられている。

第2章では、本研究で用いられた材料と研究手法について記述されている。本研究には、野外調査によって新規に得られた標本のほかに、国内外の15研究機関に収蔵されている担名タイプ標本を含む多数の標本が用いられている。形態形質の観察は主として双眼実体顕微鏡を用いて行なわれており、形態の記載はヒメバチ科分類学において基準とされるGauld (1991)の体系に準じている。最新の知見に基づいて形態用語や計測方法が詳細に解説されており、細部形態の計測方法や交尾器の解剖方法も精細に図示されている。また、属間ならびに種間の系統解析は成虫の形態形質に基づき、標準的な解析ソフトウェアであるPAUP v4b10を用いて最大節約法(MP法)により行なわれている。

氏名	渡辺 恭平		
第3章では、日本産のハマキヤドリヒメバチ族について分類学的再検討が行なわれ、ほぼ全ての分類群を図示・(再)記載して、属、種群および種を同定するための検索表が作成されている。			
属レベルの分類学的検討の結果、1)日本から8属(<i>Apophua</i> , <i>Cephaloglypta</i> , <i>Diblastomorpha</i> , <i>Glypta</i> , <i>Glyptopimpla</i> , <i>Orientoglypta</i> , <i>Teleutaea</i> , <i>Townesio</i>)を認めている。2) <i>Glyptopimpla</i> 属のシノニムにされていた <i>Orientoglypta</i> 属を独立した属に昇格させている。3) <i>Glypta</i> 属のシノニムとされていた <i>Diblastomorpha</i> 属を独立した属に昇格させている。また、4) 大属 <i>Glypta</i> を、5つの(亜)種群に分類することを提唱している。			
種レベルの分類学的検討の結果、1)日本産種として合計109種を認めている。2) <i>Townesio japonicus</i> の追加個体を北海道、本州、四国から記録し、雄交尾器を新たに記載している。3) <i>Teleutaea</i> 属は既知の8種に加えて、ユーラシア大陸に広く分布する <i>T. brisckei</i> と極東ロシアから知られていた <i>T. mishae</i> を新たに日本から記録している。さらに極東ロシアの種と日本の種を比較して3種のシノニムを認めている。4) <i>Glyptopimpla</i> 属は既知の4種に加え、南西諸島から2新種を発見している。両新種は北海道から九州、海外では極東ロシアに分布する <i>G. iwatai</i> に近縁と考えられ、前者は中琉球に、後者は北琉球にそれぞれ側所的に分布するものであった。また、属レベルで未解明であった寄主昆虫を、 <i>G. uchidai</i> について発見している。5) <i>Orientoglypta</i> 属は既知の1種を確認し、新たに佐渡島と九州から記録している。6) <i>Cephaloglypta</i> 属は既知1種を確認している。7) <i>Apophua</i> 属は既知の9種に加え、2新種を発見している。うち1種は南九州～中琉球に分布しており、台湾に産する <i>A. formosana</i> と近縁であり、もう1種は本州中部山地に分布しており、北海道～四国に分布する <i>A. tobensis</i> に近縁であった。8) <i>Diblastomorpha</i> 属は既知の1種を日本から新たに記録している。9) 最大の属である <i>Glypta</i> は既知の19種に加え、53新種を発見し、7種を日本から新たに記録し、1種をシノニムとした。結果として日本から78種を認め、多数の分布記録および寄主記録を報告している。			
第4章では、属間ならびに種間の系統関係が推定されている。日本産109種のうち詳細な形態形質データが取得できた104種と本族の外群である2種について、51個の形態形質が抽出されている。その中から単一種のみに見られる12個の固有派生形質を除いた40個の形質を用いて解析が行なわれている。形質は等価に扱われ、得られた解析結果から厳密合意樹が作成されている。その結果、1) <i>Glypta</i> 属を除く、全ての属について単系統性が認められている。また、2) <i>Apophua</i> , <i>Teleutaea</i> , <i>Glyptopimpla</i> , <i>Glypta</i> の各属については、属内に幾つかの単系統クレードを認めている。			
第5章では、本研究で得られた新知見に基づいて総合的な考察が行なわれている。まず、12個の形態形質について分類・同定形質としての有用性と問題点が再評価されている。次に各属のアジア地域における分布について検討がなされ、日本固有種の割合はあまり高くないことが指摘されている。日本列島における種多様性の地理的パターンについても検討され、北海道に著しく高い種多様性が存在すること、そして南西諸島の内部でも北から南に向い明瞭に属数と種数が減少する傾向があることが述べられている。さらに日本列島および旧北区東部の本族多様性について他地域との比較が行なわれ、この地域の属レベル多様性が世界的に著しく豊かであり、種レベルでも特段に高い多様性を有していることが明らかにされている。一方、本族の生態的特性とくに寄主特選性について属間の比較が行なわれて、 <i>Apophua</i> 属と <i>Teleutaea</i> 属がともにハマキガ亜科を主として利用しているのに対して <i>Glypta</i> 属が主としてヒメハマキガ亜科を利用している点や、各属において針葉樹食寄主を寄生する種と広葉樹食寄主を利用する種の分化が認められる点など、寄主選性における系統発生の制約の存在が指摘されている。最後に本族の属レベル分類体系の問題点が議論され、分子情報に基づく系統解析とそれを可能にする機関標本の拡充の必要性が論じられている。			
以上のように著者は本論文において、日本産ハマキヤドリヒメバチ族寄生蜂の属・種レベルの多様性について初めてその全貌を明らかにし、生態・分布情報についても多くの新知見を得ている。本研究は寄生蜂の多様性について、その実相と系統学的背景を研究したものであり、多くの農林業害虫天敵を含むヒメバチ科寄生蜂の分類と生態について重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって、学位申請者の渡辺恭平は、博士(農学)の学位を得る資格があると認める。			