

称号及び氏名	博士（農学）山田 量崇
学位授与の日付	平成18年3月31日
論文名	「Systematic Study of the Subfamily Lyctocorinae (Hemiptera: Anthocoridae) in Japan and Southeast Asia 日本および東南アジア産ズイムシハナカメムシ亜科（半翅目：ハナカメムシ科）の系統分類学的研究」
論文審査委員	主査 石井 実 副査 山口 裕文 副査 大木 理 副査 広渡 俊哉

論文要旨

ズイムシハナカメムシ亜科（Lyctocorinae）は、半翅目ハナカメムシ科（Hemiptera: Anthocoridae）に属する体長 1.5-4.0mm の微小な捕食性カメムシ類で、世界から 35 属 250 種が記録されている。ハナカメムシ類は、防除が困難とされる微小な害虫を効率よく捕食することから、生物的防除資材としての利用価値が高いと考えられており、すでに欧米ではヒメハナカメムシ属（*Orius*）が生物農薬として製品化されている。ヒメハナカメムシ属が含まれるハナカメムシ亜科（Anthocorinae）では分類学的研究が比較的進展しているためその利用が可能となっているが、ズイムシハナカメムシ亜科相の解明度は極めて低く、特に熱帯・亜熱帯地域においてほとんど解明されていない。日本においては、安永（2001）によって 7 属 13 種が記録されているが、琉球列島を中心とした亜熱帯地域の調査が不十分であり、東南アジアにおいては、Distant（1910）以来、100 年余り分類学的な研究がまったく行われていないのが現状である。本亜科の系統分類学的研究を行うことは、生物的防除資材としての利用だけでなく、生物多様性保全の観点からも重要である。

本研究では、生物的防除ならびに生物多様性研究の基礎資料とすることを目的として、日本および東南アジア産のズイムシハナカメムシ亜科の種について、(1) 外部形態形質に基づいた族（tribe）ならびに属（genus）間の系統関係の推定、(2) 分類体系の確立、(3) 生態的特性の解明（分布パターンの解析、生息場所・食性の進化に関する考察）を行った。

系統解析

日本および東南アジア産ズイムシハナカメムシ亜科に属する 20 既知種のうち、詳細に調査できた 16 種に本研究で得られた 4 新記録種 20 新種を加えた計 40 種に対して系統解析を行った。外群としてケブカハナカメムシ亜科 (*Lasiochilinae*) の模式属である *Lasiochilus* 属 2 種とマキバサシガメ科 (*Nabidae*) の *Phorticus flavescens* を選定し、成虫の外部形態から 84 形質を抽出して、最節約法により系統樹を構築した。その結果、樹長 149, 一致指数 (CI) 0.56, 保持指数 (RI) 0.89 の 10 個の最短樹が得られ、それらをもとに厳密合意樹を作成した。

得られた系統樹には従来の族と一致する 5 つの単系統群が認められた。最初に分かれた単系統群は *Lyctocorini* 族で、次に残りの 4 族を含む単系統群から *Xylocorini* 族が分岐し、続いて *Scolopini* 族が分岐したことが推定された。残る 2 つの単系統群 *Almeidini* 族と *Dufouriellini* 族は、3 つの共有派生形質で支持される姉妹群関係を形成した。また、所属不明の 4 種はすべて *Dufouriellini* 族内に位置づけられ、固有の派生形質が認められた。

分類体系

系統解析の結果に基づき、分岐分類学的手法により種を高次の分類単位である属・族に割り当て、再配列した。日本および東南アジア産ズイムシハナカメムシ亜科に 5 つの族を認め、各族に含まれる属の単系統性を支持する形質を明らかにした。所属不明であった 4 種はそれぞれ新属として扱い、4 日本新記録種、4 東南アジア新記録種、22 新種を含む 15 属 43 種を認めた。

Lyctocorini 族 (1 属 5 種)

本族に 2 つの共有派生形質 (陰茎の先端に *acus* をもつ; 雌の第 7 腹板中央に生殖節片をもつ) を認めた。本族は本亜科内でもっとも早く分岐したと推定された。本族には *Lyctocoris* 属のみが含まれ、1 日本新記録種 1 新種を含む計 5 種を認めた。

Xylocorini 族 (1 属 7 種)

本族は、1 つの共有派生形質 (雄は把握器を雌の腹部背面側に挿入する) で単系統性が支持された。本族は *Xylocoris* 属のみで構成され、4 つの亜属が含まれる。各亜属は、雌の外部交尾管 (*ectospermalege*) の位置や脛節小歯列の状態などにより区別されるが、外部交尾管をもつことで *Proxylocoris* 亜属と *Xylocoris* 亜属が姉妹群を形成すると推定された。従来の *Arrostelus* 亜属は単系統性が不明確であったが、本研究により臭腺開口部の基節上区域 (*supracoxal area*) が滑らかという共有派生形質を認めた。*Proxylocoris* 亜属 4 種 (2 新種を含む)、*Xylocoris* 亜属 1 種、*Arrostelus* 亜属 2 種 (1 新種を含む) の計 7 種を認めた。

Scolopini 族 (1 属 5 種)

本族には、腿節に小歯をもつ、雄の腹部に *uradenia* をもつ、雌の第7腹板後縁に *ovivalvula* が存在する、雌が交尾管をもつ、という 4 つの共有派生形質が認められた。これまで本族の系統位置は不明であったが、残りの 2 族 (*Almeidini* + *Dufouriellini*) と姉妹群を形成することが明らかとなった。本族は 2 亜族に分けられるが、本研究では *Scolopina* 亜族に含まれる *Scoloposcelis* 属のみが確認された。3 新種を含む計 5 種を認めた。

Almeidini 族 (2 属 3 種)

本族は 3 つの共有派生形質で単系統性が支持された。Woodward (1977), Schuh & Štys (1991) は、内部生殖器官の構造から *Xylocorini* 族と近縁であることを示唆したが、今回 3 つの共有派生形質 (単眼後方に列状の長剛毛を備える; 前胸背板の襟状部は明瞭である; 前胸背板の瘤状部は発達する) によって、*Dufouriellini* 族と姉妹群を形成することが明らかになった。本族には 3 属が含まれるが、今回 *Almeida* 属 (1 種) と *Lippomanus* 属 (1 新種を含む計 2 種) の 2 属 3 種が確認された。

Dufouriellini 族 (10 属 23 種)

今回新たに確認された 2 形質を加えた 3 つの共有派生形質が認められた。本族は本亜科内でもっとも多く属を含む最大の族として知られる。従来属の中で、*Cardiastethus* 属、*Buchananiella* 属、*Brachysteles* 属、*Dysepicritus* 属の 4 属はこれまで定義が不十分であったが、今回それぞれ共有派生形質が認められ、単系統性が支持された。また、所属不明の 4 種はすべて *Dufouriellini* 族に割り当てられ、それぞれの単系統性が支持されたため、新属とした。*Dysepicritus* 属 (1 新記録種)、新属 *Vietocoris* 属 (1 新種)、*Brachysteles* 属 (1 新種)、新属 *Neobrachysteles* 属 (1 新種)、*Amphiareus* 属 (2 新種を含む計 5 種)、新属 *Orthosoleniopsides* 属 (1 新種)、新属 *Brachysteloides* 属 (1 新種)、*Cardiastethus* 属 (1 新記録・1 新種を含む計 3 種)、*Buchananiella* 属 (1 新記録・2 新種を含む計 3 種)、*Physopleurella* 属 (2 東南アジア新記録・4 新種を含む計 6 種)、が認められた。

分布型

本研究で得られたデータと過去の分布記録から、各種を 8 つの分布型に分類した。*Lyctocoris* 属 4 種のうち 3 種が北方型や中国西部型に含まれた。*Xylocoris* 属では、東南アジアに分布する種が 3 種含まれるが、北方系や中国西部型といった温帯域の要素をもつ種も含まれ、属全体としては広域に分布することが示された。*Scoloposcelis* 属や *Almeidini* 族は、小笠原固有型の種を含むが、他はすべて東南アジア広域型であった。*Dufouriellini* 族の種は、広域分布種が含まれる *Amphiareus* 属、*Cardiastethus* 属の一部をのぞくとすべて東南アジア広域型あるいは東南アジア固有型に分類された。各種の分布パターンと系統関係から、中国大陸などの温帯、冷温帯に分布していたものが亜熱帯、熱帯に分布を広げ、東南アジアを中心に多様化したと考えられた。

生息場所・食性と系統関係

本亜科の種は捕食性ジェネラリストであるとされるが、族や属などのグループによって生息場所や餌に違いが見られた。そこで、各種の生息場所や餌の選好性と系統関係の関連について、今回得られた情報とこれまでの知見に基づいて考察した。*Lyctocoris* 属は一般に樹皮下に生息し、コウチュウ類の幼虫を捕食するとされるが、*L. campestris* は自然下では樹皮下に生息するものの、貯蔵穀物環境にも侵入することが知られている。本研究では *Lyctocoris* 属 2 種がタコウキン科のキノコから確認され、これらの種はキノコなどの菌類に寄生する昆虫の幼虫を捕食していると推定された。*Xylocoris* 属の種も *Lyctocoris* 属と同様に今回確認された 7 種のうち 1 種が樹皮下から採集されるとともに、3 種が貯蔵穀物環境で発見され、チョウ目やコウチュウ目などの貯穀害虫の幼虫を捕食していると考えられた。また、*Scoloposcelis* 属では 3 種すべてが樹皮下から見出された。推定された系統関係と生息場所・食性のデータから、樹皮下から貯蔵穀物環境への進出が *Lyctocoris* 属や *Xylocoris* 属で独立に何度か起こったと推定された。

一方、*Almeidini* 族の種はすべて林床落葉層に、*Dufouriellini* 族の種はほとんどが樹上部に残った枯れ葉のついた枝や伐採枝などに生息していた。このことから、前者は林床落葉層で主にトビムシ類などの微小土壌動物を、後者は樹上部の枯れ葉などでクダアザミウマ類やチャタテムシ類などの微小昆虫を捕食し、多様化したと推定された。

審査結果の要旨

ズイムシハナカメムシ亜科 (*Lyctocorinae*) は、体長 1.5-4.0mm の微小な捕食性カメムシ類で、世界から 35 属 250 種が記録されている。ハナカメムシ類は、生物的防除資材としての利用価値が高いが、ズイムシハナカメムシ亜科相の解明度は極めて低く、日本を含め特に熱帯・亜熱帯地域においてほとんど研究されていなかった。本研究は、日本および東南アジア産のズイムシハナカメムシ亜科の種について、(1) 外部形態形質に基づいた族ならびに属間の系統関係の推定、(2) 分類体系の確立、(3) 生態的特性の解明、を目的として行なわれた。

まず、日本および東南アジア産ズイムシハナカメムシ亜科に属する 20 既知種のうち、詳細に調査できた 16 種に本研究で得られた 4 新記録種 20 新種を加えた計 40 種に対して系統解析を行った。外群としてケブカハナカメムシ亜科 (*Lasiochilinae*) の模式属である *Lasiochilus* 属 2 種とマキバサシガメ科 (*Nabidae*) の *Phorticus flavescens* を選定し、成虫の外部形態から 84 形質を抽出して、最節約法により系統樹を構築した。その結果、樹長 149、一致指数 (CI) 0.56、保持指数 (RI) 0.89 の 10 個の最短樹が得られ、それらをもとに厳密合意樹を作成した。得られた系統樹には従来の族と一致する 5 つの単系統群が認められた。

最初に分かれた単系統群は *Lyctocorini* 族で、次に残りの 4 族を含む単系統群から *Xylocorini* 族が分岐し、続いて *Scolopini* 族が分岐したことが推定された。残る 2 つの単系統群 *Almeidini* 族と *Dufouriellini* 族は、3 つの共有派生形質で支持される姉妹群関係を形成した。また、所属不明の 4 種はすべて *Dufouriellini* 族内に位置づけられ、固有の派生形質が認められた。

系統解析の結果に基づき、分岐分類学的手法により種を高次の分類単位である属・族に割り当て、再配列した。日本および東南アジア産ズイムシハナカメムシ亜科に *Lyctocorini* 族 (1 属 5 種 : 1 新種を含む)、*Xylocorini* 族 (1 属 7 種 : 3 新種を含む)、*Scolopini* 族 (1 属 5 種 : 3 新種を含む)、*Almeidini* 族 (2 属 3 種 : 1 新種を含む)、*Dufouriellini* 族 (10 属 23 種 : 4 新属、14 新種を含む) の 5 つの族を認め、各族ならび属の単系統性を支持する形質を明らかにした。また、所属不明であった 4 種はそれぞれ新属として扱った。

本研究で得られたデータと過去の分布記録から、各種を 8 つの分布型に分類した。*Lyctocoris* 属では北方型や中国西部型、*Xylocoris* 属では北方系や中国西部型といった温帯域の要素をもつ種が多くみられた。*Scoloposcelis* 属や *Almeidini* 族の多くが東南アジア広域型であった。*Dufouriellini* 族の種は、一部をのぞくとすべて東南アジア広域型あるいは東南アジア固有型に分類された。各種の分布パターンと系統関係から、本亜科は中国大陸などの温帯、冷温帯に分布していたものが亜熱帯、熱帯に分布を広げ、東南アジアを中心に多様化したと推定された。

最後に、各種の生息場所や餌の選好性と系統関係の関連について、今回得られた情報とこれまでの知見に基づいて考察した。*Lyctocoris* 属と *Xylocoris* 属では樹皮下から貯蔵穀物環境への進出し貯穀害虫の天敵となることが独立に何度か起こったと推定された。一方、*Almeidini* 族の種は林床落葉層で主にトビムシ類などの微小土壌動物を、*Dufouriellini* 族の種は樹上部の枯れ葉などでクダアザミウマ類やチャタテムシ類などの微小昆虫を捕食し、特に熱帯、亜熱帯地域で多様化したと推定された。

以上のように、本研究ではズイムシハナカメムシ亜科における系統分類学的再検討を行い、これまで不明であった族ならびに属間の系統関係を推定するとともに、日本および東南アジア産ズイムシハナカメムシ亜科に 4 日本新記録種、4 東南アジア新記録種、22 新種を含む 15 属 43 種を認め、日本および東南アジア産本科の相を明らかにした。各分類群については詳細な記載を行い、検索表を付して、本科における同定法を確立した。さらに、分布パターンの解析、生息場所や餌の選好性に関する考察を行った。これらの成果は、系統分類学にとどまらず、農業害虫の生物的防除などの応用分野や生物多様性研究分野に貢献するところが大きい。よって、最終試験の結果とあわせて、博士 (農学) の学位を授与することを適当と認める。