



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Evolutionary process of thoracic jumping ability in Hemiptera [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	小川, 直記
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13599号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74309
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Naoki_Ogawa_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏名 小川 直記

審査担当者 主査 准教授 吉澤 和徳
副査 教 授 秋元 信一
副査 教 授 大原 昌宏
副査 准教授 長谷川英祐

学位論文題名

Evolutionary process of thoracic jumping ability in Hemiptera
(半翅目昆虫における胸部内跳躍機能の進化プロセス)

本論文は3章からなり、図28、表7、引用文献93編を含む総ページ数117の論文である。別に2編の参考論文が添えられている。

昆虫が圧倒的な種多様性を実現した要因は、現在まで生物学全体の興味の的であり続けてきた。一般的に、適応的な新奇形質の獲得が、生物の適応放散を駆動する大きな原動力と考えられている。特に、昆虫にみられる最も顕著な新奇形質である翅の獲得は、飛翔による効率の良い移動を可能にし、昆虫の適応放散を支えた大きな要因として広く認識されている。しかし多くの場合、翅を備える胸部そのものはむしろ、飛翔筋にその大部分を占有されており変異に乏しい。しかし、胸部の機能的な多様性が乏しい要因はこれまでに検証されてこなかった。この要因を解明するには、胸部機能が多様化している昆虫を材料に、多様化前後の形質変化を検討し、胸部の多様化を妨げている制約が何かを明らかにする必要がある。そこで本学位論文では、発達した飛翔筋を持ちながら、極めて例外的に跳躍のような胸部機能を獲得している半翅目に注目した。

第一章では、強力な跳躍機能を持つ頸吻亜目を対象として形態学的研究を行った。従来、半翅目の代表的な胸部内機能である跳躍については、半翅目の共通祖先で獲得されたとする説と、独立に各群が獲得したとする説の対立する2仮説が提示されていた。しかしいずれの仮説も、跳躍に関わる形質の詳細な解析に基づく検証はなされていなかった。そこで、上記対立仮説の検証を目的として、頸吻亜目の内部構造を精査した。その結果、この亜目を構成する2下目では、それぞれ跳躍筋の起源が異なっていたことから、二つの下目で独立に跳躍機能が獲得されたと結論付けられた。

第二章では、半翅目の共通祖先の胸部の祖先形質状態を推測するべく、系統的に最も早く分化したとされる腹吻亜目全4上科を観察し、祖先形質状態を推定した。この亜目でも2上科が跳躍を行うことが知られるが、筋肉相および内骨格の形態から、腹吻亜目の祖先もやはり跳躍機能を持たず、跳躍を行う2上科でそれぞれ独立に跳躍機能が進化したことが示唆された。

第一・二章の結果から、半翅目の祖先は、跳躍を行わない昆虫と同様の胸部構造を持って

いたにもかかわらず、既存の飛翔機能を保ちながら、新奇な跳躍機能の獲得が繰り返し起こってきたことが示された。また、跳躍機能をもつ種では飛翔筋の縮小が同時に観察されたことから、半翅目には、飛翔筋による容積的な制約を打ち消し、後胸に余地を創出する機構が存在したと考えられる。この機構として、中胸への飛翔機能の集約が可能性の一つとして想定された。

そこで、これを実現した具体的要因として、翅構造、とりわけ前後翅の連結構造に注目して形態学的研究を行った。翅連結構造は、飛翔中に4枚の翅を機械的に結合し、2枚の翅として振る舞わせる構造である。この構造は、半翅目を含む準新翅類に幅広く知られているが、その進化史については十分に検討されていない。そこで第3章では、半翅目における翅連結構造の起源を検討するため、半翅目の外群となる咀嚼目の翅連結構造の形態を検討した。その結果、咀嚼目は半翅目とは独立に翅連結構造を獲得していたことが明らかになった。同じく半翅目の外群である総翅目や、半翅目各群の既知の形態情報を総合すると、半翅目を含む準新翅類では、それぞれの目に分化してから独立に連結構造が獲得されたことが示唆されたが、他の2目ではその起源が単一と推定されたのに対して、半翅目ではこの連結構造が独立に複数回進化していたと考えられた。また、多くの場合において、跳躍機能に先立って翅連結構造が進化していたと推定されたことから、唯一の要因とは言えないまでも、跳躍機能と翅連結構造の進化には関連性があることが示唆された。

以上から半翅目では、他の昆虫には見られない、著しい後胸機能の改変が少なくとも4回、独立に進化したことが確認された。また、多くの場合において後胸内の飛翔筋が縮小していたことから、一般的な昆虫において胸部の機能的多様化を妨げているのは飛翔筋がもたらす胸郭の容積的な制約であることも示唆された。さらに、その制約を解消する形態的要因の一つとして、翅連結構造の獲得を可能性の一つとして提示した。以上の結果は、これまでに論じられてこなかった昆虫胸部の多様化機構に新たな視点を与えるものとして、学術上高く評価される。よって審査員一同は、小川直記が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。