

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：84202

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23570129

研究課題名(和文)南米大陸における海洋性双翅目昆虫の分散と進化

研究課題名(英文)Dispersal and evolution of the marine fly in the South America

研究代表者

榎永 一宏 (MASUNAGA, KAZUHIRO)

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・専門学芸員

研究者番号：50344346

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、海洋性双翅目昆虫が、淡水から海水へ進出した起源地の可能性のある南米大陸に焦点を絞り、本グループの起源地、分散経路、種分化、多様性について解明することが目的である。南米大陸における分布調査の結果、海浜性のアシナガバエは、熱帯から亜熱帯にかけて広範囲に分布するアシナガバエ科のミナミイソアシナガバエ属 *Cymatopus* と、日本に分布するキタイソアシナガバエ *Conchopus borealis* が見つかった。この他には南米地域固有の属は見られなかった。

研究成果の概要(英文)：To clarify the phylogenetic position and origin of the South American species of marine-shore dolichopodid flies, I have conducted surveys of these flies on South America, classified the collected specimens, and analyzed their phylogenetic relationships using morphological data and DNA sequence data. As a result of distribution investigation in the South America, the genus *Cymatopus* distributed the tropical to subtropical zone, and the Japanese endemic species *Conchopus borealis* were founded. In addition, the genus peculiar to South America was not founded.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学 生物多様性・分類

キーワード：生物地理 起源 分散 多様性 南米大陸

様式 C-19、F-19、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本来は陸生である昆虫類が淡水域に適応した例は見られるが、海洋環境に適応した例はほとんど見られない。水生双翅目昆虫のアシナガバエ科 Hydrophorinae 亜科は、淡水から海水にいたる様々な水辺環境への進出に成功した数少ない昆虫である。また、海洋性昆虫の分布域は線であり、分布域と系統関係が対応しやすく、海岸に到達してからの分散過程が捉えやすい。この点に着目し、海洋性アシナガバエの海水適応の起源について研究を行ってきた。その結果、島の成立年代が推定されている大洋島に分布する種を用いて、このグループにおけるミトコンドリア遺伝子 ND5 の分子時計 (0.01D=285 万年) を算出した (Masunaga et al, 2005)。さらに、世界各地での分布調査を実施し、分子系統解析の結果、海洋性アシナガバエ Hydrophorinae 亜科の海水適応のグループが単系統 (単一起源) であり、北大西洋地域に分布するグループが一番最初に分化し、その起原が最も古いことが示唆された (Masunaga, 2010)。そこで、全球レベルでの本グループの分散と進化を考える上で重要な地域であり、かつ未調査である南米大陸を調査地域として考えた。

2. 研究の目的

双翅目昆虫のアシナガバエ科 Hydrophorinae 亜科は、淡水から海水にいたる様々な水辺環境への進出に成功した数少ない昆虫である。この特異な昆虫を用いて淡水域から海水域への系統進化について、分子系統学的及び生物地理学的手法を用いて以下のことを明らかにする。

(1) 海洋性アシナガバエの起源

淡水、汽水、海水に生息するアシナガバエ

亜科の全属について分子系統解析を行い、どの系統から海洋性のものが誕生したのかという系統の起源と、分岐図と分布域とを重ね合わせることで地理的な起源と分散経路を明らかにする。

(2) 環境による系統間の進化速度の差

海岸は紫外線の量が多く、突然変異が起きやすい環境である。このような厳しい環境で生活する海洋性の系統と、森林内の溪流などの他の環境で生活する系統との間で、進化速度に差があるのかどうかについて検討する。

3. 研究の方法

水生双翅目昆虫の海水環境への適応が、どのように進化し、どのような経路で全球的に広がったのかについて、分布調査と分子系統学的手法を用いて解析し、その系統進化過程 (系統の起源、地理的起源) を解明する。

(1) 南米大陸に生息する海洋性アシナガバエの分布調査を行う。南米大陸では海洋性アシナガバエ相は調査されてこなかった。本研究期間内に、大陸全体の本グループの分布を調べ、標本を収集する。南半球に生息するアシナガバエの最盛期である 12-1 月にかけて採集を行えば、ほぼそこに生息する種の全てを採集することが出来る。事前調査により、生息に最適な採集場所を明確にしておけば、現生種の判明率が 90% を越えるような徹底した分布調査は確実に出来る。これまで解明されてこなかった南米大陸の海洋性アシナガバエ相の多様性を明らかにする。未記載種については、記載・命名する。

(2) 南米大陸も含め全球レベルでの海洋性アシナガバエについて DNA に基づいて系統関係を調べる。本研究で採集された種と、今までに採集してきた種を含めた世界の海洋性アシナガバエの系統関係を明らかにする。

そのため、DNA 塩基配列に基づき分子系統樹を構築する。所属機関が有する分子生物学的実験設備であるサーマルサイクラー(BIO RAD iCycler)やオートシーケンサ(ABI3130xl)などを使用し、分子系統解析に必要な PCR やシーケンスを行う。系統推定の信頼度を高めるために5つの遺伝子、つまりミトコンドリア遺伝子 ND5、CO1、核遺伝子の 28S rDNA, EF-1, wingless の部分領域計 3.7kbp 程度を決定し、系統樹を作成する。

(3) 分布図と系統関係を重ね合わせ、起源と分散経路を明らかにする。得られ分子系統樹に基づく系統関係と分布調査による分布図を比較参照し、海洋性アシナガバエの系統の起源やその地理的起源を明らかにする。海洋を越えた分散経路についても解明する。

4. 研究成果

2011年度は、2011年11月20日から2012年2月6日にかけて、ロンドンにある大英自然史博物館(The Natural History Museum)に滞在し、世界のアシナガバエ科の標本を調査した。本研究に必要な標本については写真撮影を行い、標本ラベルの採集地や採集日などの情報を入手した。特に、標本を観察したことがなかった、南半球に分布する *Aphrosyloopsis* 属について標本を確認することが出来た。南半球に広域分布し、南米大陸からも記録されているアシナガバエ科の *Cymatopus* 属について検討し、原著論文を出版することができた。論文タイトルは『Two new species of the genus *Cymatopus* Kertész from the Mariana Islands (Diptera: Dolichopodidae)』であった(Masunaga et al., 2012)。

2012年度は、2013年1月17日から2月22日まで、チリ、エクアドル、フランス領ギアナ、グアドループ(仏)、キーウエスト(米)

において採集と分布調査を行った。この調査により、いくつか新たな知見が得られた。1) 日本(東海地方以北)に分布するキタイソアシナガバエ(*Conchopus borealis*)がチリから見つかった。本種は、北米の太平洋岸とパナマ海峡を越えたアラバマ州からも発見されており、日本から移入した種であると推測されている(Masunaga et al., 1999)。2006年には南米ペルーで採集された報告があり(Brooks & Cumming, 2009)、今回の発見は南半球での最南端の記録となった。本種は、今回の調査地域のうち1カ所のみで見つかり、発生地での個体数も少なく、まだ定着し始めの段階と思われる。2) チリでは海浜性のアシナガバエはキタイソアシナガバエしか採集されなかった。寒流で水温が低いフンボルト(ペルー)海流の影響が考えられる。海岸の干潟で淡水域から汽水域に分布するミナモアシナガバエ属 *Hydrophorus* が採集された。3) エクアドル、仏領ギアナ、グアドループ、キーウエストでは、熱帯から亜熱帯域かけて分布しているミナミイソアシナガバエ属 *Cymatopus* が少なくとも7種採集され、そのうち6種は新種であった。4) この他にも、エクアドルでは、カニの穴に住む *Asydentus* 属の種も採集された。

2013年度は、2014年1月17日から2月22日まで、ベネズエラのマルガリータ島、ウルグアイ、アルゼンチン、ペルー、エクアドルのガラパゴス諸島、キュラソーにおいて採集と分布調査を行った。この調査により、アルゼンチンとペルーからは南米大陸に生息するミナミイソアシナガバエ属 *Cymatopus* は得られなかった。他の地域での *Cymatopus* 属の分布状況は、ウルグアイでは1種、キュラソーとベネズエラのマルガリータ島から各2種、エクアドルのガラパゴス諸島からは既知種 *Cymatopus setosus* の1種が採集出来た。

ペルーからは、Brooksら(2009)が、ペルーのリマからキタイソアシナガバエ (*Conchopus borealis*) を記録した場所において、本種を採集することが出来た。このキタイソアシナガバエ (*Conchopus borealis*) は、ともに大きな貿易港があるペルーのリマとチリのアリカのみで採集されたことから、日本からの貿易船により人為的に移入された後、時間がそれほど経っていないと推測された。今後、日本各地の地域個体群との遺伝子を解析し、どの地域から移入されたのかを調べる計画である。

分布調査から、南米大陸には熱帯から亜熱帯地域にかけて広域に分布する *Cymatopus* 属の種が未記載種も含めて13種確認された。さらに、日本からの移入種と思われるキタイソアシナガバエ (*Conchopus borealis*) の1種が太平洋岸のペルーとチリの2箇所に分布していた。しかし、本調査からは南米大陸から固有の属を発見することが出来ず、海洋性のグループの起源地ではないと考えられた。現在、南米から得られた種のDNAの解析を行っており、今までに行った他地域の解析結果に加え、分散過程について検討を行っている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

Masunaga, K. & Evenhuis, N.L. (2012) Two new species of the genus *Cymatopus* Kertész from the Mariana Islands (Diptera: Dolichopodidae). *Zootaxa* 3159: 36-46.

6. 研究組織

(1)研究代表者

榎永 一宏 (MASUNAGA, Kazuhiro)

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・専門学芸