

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：84202

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26440226

研究課題名(和文) インド洋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 marine fly in the Indian Ocean

研究代表者

榎永 一宏 (MASUNAGA, KAZUHIRO)

滋賀県立琵琶湖博物館・その他部局等・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) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、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インド洋に焦点を絞りその多様性について解明することが目的である。分布調査は、マダガスカル、モーリシャス、レユニオン、マヨット、セイシエル、モルディブ、オマーン、カタールで行われた。その結果、マダガスカルから *Cymatopus* 属の既知種 2 種と未記載種 2 種、マヨットから 2 未記載種、レユニオンから 3 未記載種、モーリシャスから 1 未記載種を発見した。また、*C. madagascarensis* の雌を初めて発見した。アラビア半島、セイシエル、モルディブからは *Thambemyia* 属が初めて採集され、その分布が確認された。

研究成果の概要(英文)：To clarify the phylogenetic position and origin of the Indian Ocean species of marine-shore dolichopodid species, I have conducted surveys of these flies around the Indian Ocean, classified the collected specimens, and analyzed their phylogenetic relationships using morphological data and DNA sequence data. As a result of distribution investigation in the Indian Oceans, the genus *Thambemyia* distributed in this area. Distribution survey was conducted in Madagascar, Mauritius, Reunion, Mayotte, Seychelles, Maldives, Oman and Qatar. As a result, from Madagascar we found 2 known species of *Cymatopus* genus and 2 unspecified species, 2 unspecified species from Mayotte, 3 unspecified species from Reunion and 1 unspecified species from Mauritius and a total of 8 unspecified species. In addition, we were able to discover females of *C. madagascarensis* for the first time. From the Arabian Peninsula, Seychelles and Maldives, *Thambemyia* genus was first collected and its distribution was confirmed.

研究分野：生物学

キーワード：生物地理 起源 分散 多様性 インド洋 分類

## 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。申請者はこの点に着目し、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、かつ未調査であるインド洋周辺を調査地域として考えた。

## 2. 研究の目的

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インド洋周辺に焦点を絞り、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。全球レベルでの海洋性双翅目昆虫の分散と進化について解明する過程で、インド洋周辺とアフリカ大陸が未調査であり、分散経路を推定する上で欠かせない地域であるインド洋周辺を対象とした。

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によって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。

### インド洋周辺に生息する海洋性アシナガバエの分布調査

インド洋周辺では海洋性アシナガバエ相は調査されてこなかった。本申請研究期間内に、インド洋周辺の本グループの分布を調べ、標本を収集する。分布調査は、マダガスカル、モーリシャス、レユニオン、マヨット、セイシェル、モルディブ、オマーン、カタールとする。インド洋周辺に生息するアシナガバエの最盛期である1~3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

調査は確実にできる。これまで解明されてこなかったインド洋周辺の海洋性アシナガバエ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。

インド洋周辺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

本申請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ー ( 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。

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

得られた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

平成 26 年度 ( 2014 年 )

ドイツのポツダムで開催された第 8 回国際双翅目会議に出席し、「イソアシナガバエ族の生物地理」について口頭発表を行った。

日本昆虫学会が企画した日本昆虫目録の双翅目の巻で、ミズアブ科、シギアブ科、タマユラアブ科、コガシラアブ科、ツリアブ科、アシナガバエ科の 6 つの科について執

筆し、出版した。

平成 27 年度 ( 2015 年 )

マダガスカル、マヨット、レユニオン、モーリシャスで野外調査を行った。その結果、マダガスカルから *Cymatopus* 属の既知種 2 種と未記載種 2 種、マヨットから 2 未記載種、レユニオンから 3 未記載種、モーリシャスから 1 未記載種と合計 8 種の未記載種を発見した。また、*Cymatopus madagascarensis* の雌を初めて発見することが出来た。これらは分類学的に価値のある成果であった。

公益財団法人藤原ナチュラルヒストリー振興財団第 7 回シンポジウム「流れが運ぶ自然史」(東京・国立科学博物館)において、「海洋を越えたアシナガバエの分散と進化」というタイトルで口頭発表を行った。

平成 28 年度 ( 2016 年 )

アラビア半島のオマーンとカタール、インド洋のモーリシャスとセイシェルで野外調査を行った。その結果、オマーンから *Cymatopus* 属 2 未記載種、*Thambemyia* 属 1 未記載種、*Thinophilus* 属 1 種が採集された。一方、カタールからは採集されなかった。セイシェルからは *Cymatopus* 属 2 未記載種、*Thambemyia* 属 1 未記載種、*Argyrochlamys* 属 1 未記載種、モルディブからは *Cymatopus* 属 2 未記載種と *Argyrochlamys* 属 1 未記載種が採集された。合計 11 種の未記載種を発見した。*Thambemyia* 属はインド大陸での分布は記録されていたが、それより西の地域からの報告はなく、今回初めて分布が確認された。これらは新種の発見と共に分類学的に価値のある成果であった。これらの新種については記載を順次進めているところである。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

Kazuhiro Masunaga (2014) Biogeography of the tribe Aphrosylini (Diptera: Dolichopodidae), 8th International Congress of Dipterology, ドイツ・ポツダム. 口頭発表.

〔図書〕(計 1 件)

榊永一宏 (2014) Family Dolichopodidae アシナガバ工科, 日本昆虫目録編集委員会編, 日本昆虫目録双翅目, 8(1), 日本昆虫学会, 東京: 439-447.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.lbm.go.jp/active/research/researcher/masunaga.html>

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

榊永一宏 (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