

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18770073

研究課題名（和文） 海洋性双翅目昆虫の起源と進化

研究課題名（英文） The origin and evolution of the marine fly

研究代表者

榊永 一宏（MASUNAGA KAZUHIRO）

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・主任学芸員

研究者番号：50344346

研究成果の概要：

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双翅目昆虫のアシナガバエ科Hydrophorinae亜科について、このグループにおけるND5遺伝子の分子時計（0.01D=285万年）を算出した。さらに、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であり、北大西洋地域に分布する*Aphrosylus*属が一番最初に分化したグループであり、その起原が最も古いことが示唆された。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,300,000	0	1,300,000
2007年度	1,300,000	0	1,300,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	330,000	4,030,000

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：系統、遺伝子、進化、分類、昆虫

1. 研究開始当初の背景

節足動物の中でも、海洋を主要な繁栄の場所としている甲殻類にくらべて、昆虫類は陸上を繁栄の場所にしており、そのほんの一部に淡水に進出したものが見られ、さらに海洋に適応したものは極めて少数である。本研究はそのような淡水から海洋までへの適応

を達成した稀な昆虫であるアシナガバエ類を研究対象として、その系統進化を研究しようとするものである。

2. 研究の目的

(1) 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。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、分子系統学的手法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。

(2) 海洋性アシナガバエの起源：陸上、淡水、汽水、海水に生息するアシナガバエ科 Hydrophorinae 亜科の全35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、分岐図と分布域と重ね合わせることによる地理的な起源を明らかにする。

(3) 環境による系統間の進化速度の差違：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

(1) 海洋性双翅目昆虫の起源(系統の起源、地理的起源)を分子系統樹と分布パターンを用いて明らかにする。それには徹底した分布調査と信頼度の高い系統樹の構築が必要である。そのために、分子系統樹を作成する。実験は、当館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 (ABI3130x1) 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。系統推定のためにミトコンドリア遺伝子 ND5 の部分領域 1,075bp を決定し、系統樹を作成する。より分子系統樹の蓋然性を高めるため、形態系統解析による分岐図と分子系統樹を相互参照する。アシナガバエの最盛期である5-7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、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行える。得られた標本は分子系統解析すると共に、形態学的・系統分類学的研究を行う。

(2) サンプリングについて：

海洋性のグループ：解析対象35属のうち11属が海洋性であり、これまでの調査・研究により7属を収集し、それらのDNAを抽出済みである。そのため、海洋性のグループは未調査地域であるオーストラリア、ニュージーランド、アフリカでの調査が必要である。

内陸性グループ：解析対象35属のうち24属が内陸性であり、これまでの調査・研究により10属を収集し、それらのDNAは抽出済みである。そのため、内陸性のグループは、北米(3属)、南米(4属)、ヨーロッパ(8属)、アフリカ(3属)、オーストラリア(3属)の調査が必要である。

4. 研究成果

(1) 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双翅目昆虫のアシナガバエ科 Hydrophorinae 亜科について、その海洋への起源について遺伝子系統樹に基づき検討した。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のND5遺伝子の分子時計(0.01D=285万年)を算出した。さらに、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であり、北大西洋地域に分布する *Aphrosylus* 属が一番最初に分化したグループであり、その起原が最も古いことが示唆された。ハワイに分布する *Conchopus* 属は、既知種1種、未記載種5種の計6種分布している

が、ミトコンドリアのND5遺伝子に基づく系統樹では、2系統あり、ハワイ諸島への侵入が一度きりではないことが示唆された。

(2) オーストラリア 17 地域(タスマニア島、ロットネスト島、クリスマス島、ココス島、木曜島、ノース・ストラドブローク島の離島を含む)と、ニュージーランド 3 地域(スチュワート島、南島、北島)で、双翅目昆虫の海洋性アシナガバエについての徹底的な分布調査を行い、多数の標本の収集を行った。その結果、オーストラリアには従来 *Cymatopus* 属 3 種と *Scorpiurus* 属 1 種の分布が記録されていたが、*Cymatopus* 属については、新たに 3 種の未記載種が発見された。*Cymatopus* 属の既知である 3 種のうち 2 種は、世界中でインド洋のクリスマス島とココス島にしか生息していない種類である。これまで標本が少なかったため、詳細な外部形態を観察するために解剖が出来なかったが、今回の調査で多数の標本が得ることが出来た。また、*Scorpiurus* 属は今回の野外調査では採集されなかった。今回、オーストラリア博物館の収蔵標本調査や研究者からの聞き取りから、オーストラリアの記録は間違いの可能性が高いことが判明した。一方、ニュージーランドからは *Abatetia* 属と *Scorpiurus* 属の 2 属がそれぞれ 1 種のみが知られていたが、今回の調査により、前者では少なくとも 5 新種、後者では 2 新種が発見された。採集した未記載種については、新種記載の準備をすすめている。

(3) イギリスとニュージーランドの 2 地域(北島、南島)で、双翅目昆虫の海洋性アシナガバエについての徹底的な分布調査を行い、多数の標本の収集を行った。その結果、イギリスでは、海岸に分布している種類の共

通祖先となる原始的な *Aprosylus* 属の全 4 種(*Aprosylus celtiber*, *A. ferox*, *A. mitis*, *A. raptor*) を採集した。また、海岸に近いヒースと呼ばれる泥炭地では、*Hydrophorus* 属や *Liancarus* 属など、Hydrophorinae 亜科に属するグループが多数採集する事が出来た。一方、ニュージーランドからは *Abatetia* 属と *Scorpiurus* 属の 2 属がそれぞれ 1 種のみが知られていたが、今回の調査により、前者では少なくとも 7 新種、後者では 2 新種が発見された。前回の調査では採集できなかった *Scorpiurus* 属の模式種である *S. aenesens* を得ることが出来た。*Scorpiurus* 属の種は、他の海浜性アシナガバエとは異なり、マングローブがはえている干潟の土の上で生活することが判明した。採集した未記載種については、新種記載の準備をすすめている。外部形態観察では、*Abatetia* 属の雄前脚の第一ふ節の電子顕微鏡写真の撮影を行なった。この形質は本属の雄の識別形質になるものである。

(4) 南アフリカとシンガポールの 2 地域で、双翅目昆虫のアシナガバエについての徹底的な分布調査を行い、多数の標本の収集を行った。その結果、南アフリカの固有属 *Cemocarus* について、既知の 2 種 *C. griseatus*, *C. stuckenbergi* に加え、さらに大型の新種(体長約 8mm)と、小型の新種(体長約 1mm)を、採集することができた。また、汽水域からも新種 1 種を得ることが出来た。シンガポールでは、マングローブが生える汽水域から、シンガポール固有種 *Ngirhaphium murphi* が得られた。本種は、いままでに 14 個体しか世界から発見されておらず、今回 5 個体得ることが出来た。*Cymatopus malayensis* も採集できた。本種は、今までにも標本があったが、それから得た DNA では、PCR の増幅が出来て

いなかった。今回、採集できた新鮮な個体から抽出した DNA では、PCR およびミトコンドリア遺伝子 ND5 の塩基配列の解析に成功した。この他にも新種の可能性のある Hydorphorinae 亜科に属する種が多数得られた。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① Kazuhiro Masunaga & Toyohei Saigusa.
Biogeography and phylogeny of marine dolichopodid flies in the Hawaiian Islands (Diptera, Dolichopodidae) .
Sixth International Congress of Dipterology. 2006 年 9 月 27 日 (福岡市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

榘永 一宏 (MASUNAGA KAZUHIRO)

滋賀県立琵琶湖博物館・研究部・主任学芸員

研究者番号：50344346