

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：11302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24770013

研究課題名(和文) 島嶼の生物進化を駆動する第四のメカニズム：人工島島嶼群のクモを例として

研究課題名(英文) The evolutionary factor driving spider community on young artificial islands

研究代表者

林 守人(HAYASHI, Morito)

宮城教育大学・環境教育実践研究センター・協力研究員

研究者番号：70625037

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：島の生物は、孤立した環境で進化する為、生物進化を研究する上で理想の研究材料とされています。しかし、この理想の材料にも弱点があります。海洋上の一般的な島々はとても古い為、島が出来た直後の進化が観測出来ないのです。そこでこの研究では、100年以内に造られた若い人工の島を舞台に、島の形成後間もなくクモの行動がどの様に進化するのか測定しました。その結果、クモの行動がわずか数十年で急激に進化する事が分かりました。この発見により、島の生物は島が出来た時点から、本土とは異なるユニークな特徴を進化させる事が明らかになりました。

研究成果の概要(英文)：Island organism is an ideal model to research evolution given that the evolutionary process proceeds almost independently. However, even the ideal model has a critical weak point suspending long term in which we cannot observe initial stage of evolution on islands, simply because oceanic islands are normally very old. Therefore, I challenged to research spiders on young artificial islands, which have been created within 85 years, to detect what kind of evolutionary factor influences population and community on the newborn archipelago. As results, unexpectedly fast behavioural evolution was discovered, meaning that an island organism evolves behavioural features from the first stage of colonization.

研究分野：進化生態学

キーワード：国際研究者交流 サラゲモ アシナガゲモ 島嶼生態学 進化生態学

1. 研究開始当初の背景

本土と海を隔て独自の進化を遂げてきた島嶼の生物は、進化生態学における重要な研究モデルである。しかし海洋上の島嶼のほとんどは、その地質年代が数万年から数百万年と非常に古く、新しく誕生した島に辿り着いた生物がどの様に進化するのか、その初期の現象を把握する事は難しい。かつてダーウィンが「種の起源」を出版して以降、これまで進化が進みきった集団を研究するスタイルが島嶼の進化生物学の常套手段となってきたが、ここから帰納的に初期状態を予測する事は、膨大な時間スケールを俯瞰しなければならず、ほぼ不可能であると言ってよい。従って、この不可能を可能にする有効な方法として、本研究で用いたモデルシステムがあげられる。ここで指すモデルとは、人工の島でありながら筆者以外これまで誰も足を踏み入れず、完全に無人の島として 85 年前より脈々と生態系を築きあげてきたミニチュア群島であり、ここでの人為かく乱は天然の海洋島よりも小さい。

研究の舞台となった上記の群島は、英国中東部ノッティンガム州に位置するアッテンボロー自然保護区 (Attenborough Nature Reserve) 内の湖上に顔をのぞかせている。当保護区は砂利採掘時の廃棄粘土から形成された新しい人工の群島に多くの鳥類が生息している事で対岸 (非島嶼部) から鳥を観察しようというバードウォッチャーのネットワークを通じて少しずつ有名になってきた。85 年前から順次形成されてきた人工島は 120 島を数え、島の新しさだけでは無くりブリケートを豊富にとる事が出来る点も、通常の島嶼研究には無い大きなアドバンテージである (Hayashi and Goodacre 2014)。

本計画ではこの人工群島を用い、島嶼形成直後にみられるクモの行動の進化を研究した。クモは空きニッチや形成直後の火山島を調査した記録において、最初に観察される動物として知られており、実際当保護区内でも島嶼部・非島嶼部を問わず豊富なクモ群集を観察する事が可能である。また、複雑に植物が繁茂する島嶼部の環境で 1メートルのコドラートを設定し、一地点毎の採集個体数を稼がなければならないという条件、何百という個体を生きたまま保管する際、実験環境の準備、行動の観察等において体長数ミリのサラグモ類はバランスが良く本計画における理想の材料である。

2. 研究の目的

島嶼形成初期の島に辿り着いた生物がどういった進化のスタートを切るのか、この疑問を明らかにする為に、形態的な進化に先行して速く進む可能性がある行動の進化に着目した。材料とした生物は、行動の観察が容易であり、室内の実験環境で野外同様の多様な行動を披露してくれるクモである。本研究で用いたサラグモはわずかに数ミリの微小ロボットのごとくその行動を明確にパターン分けする事が出来、行動を記録する上で好都合である。

問を明らかにする為に、形態的な進化に先行して速く進む可能性がある行動の進化に着目した。材料とした生物は、行動の観察が容易であり、室内の実験環境で野外同様の多様な行動を披露してくれるクモである。本研究で用いたサラグモはわずかに数ミリの微小ロボットのごとくその行動を明確にパターン分けする事が出来、行動を記録する上で好都合である。

3. 研究の方法

英国アッテンボロー自然保護区において 1メートルのコドラートを 10 箇所設け、サラグモ、アシナガグモの採集と行動実験を行なった。採集した個体は当保護区からわずか車で 15 分の位置にあるノッティンガム大学生物学棟へ持ち帰り、コニカルチューブの裏蓋に湿らせたキムワイプを張った状態で 24 時間 20 の環境に保管した。続いて、陸上および水上の行動実験を行った。この実験は、過去の研究で確立・遂行されたものであり、またノッティンガム大学の Goodacre 博士の研究室にシステムが常設されている為、室温・湿度に加え同じコンディションで実験を進める事が出来る。

実験は室内にのみおいて行った。記録する項目は大別すると、(1) 飼育下のコンディション (造網の有無、餌を与えるタイミング等)、(2) クモの陸上行動 (活動の度合い、行動の種類、樹上・地上での行動の違い等)、(3) 水上行動と適応の度合い (撥水性の脚を持つかどうか、水上行動の種類等)、(4) 耐水性 (クモがどの程度生き延びる事が出来るのか等) といった項目に分ける事が出来、これらを測定する事で自然保護区内のクモにおける、個体・種・集団・群集レベルの各実験環境における能力と行動を数値化する事が出来た。

上記実験システムにおける測定可能項目は、最大 76 項目。測定の一部はコンピュータプログラム Etholog ver. 2.2 (Ottoni 2000) を用い、統計処理は R (R Core Team 2012) を用いて行った。前回データ取得に欲張り過ぎ、学振終了後までに論文投稿に到らなかった反省を踏まえ、今回は分子実験を省き、行動形質のみに注目した。さらにデータベースの整理を、水上帆走行動等を優先して行い、2014 年から論文執筆を開始した。現在下記に記した一報の他、クモの水上行動に関する論文が BMC Evolutionary Biology により細かな修正を求めるマイナーリビジョンとして一時返却されており、間を置かずして出版される可能性が高い (Hayashi et al. 審査中)。

これら実験から論文執筆までの作業は筆者以外にも、ノッティンガム大学の研究者および技官陣営、プロの生物写真家等の協力者をつのり、適材適所にのっとった作業を柔軟かつ効率良く行った。例えば技官の方々には、

時間のかかる実験のセットアップをお願いし、また数ミリのクモの行動を拡大して撮影するには非常に薄い被写界深度で素早くピントを合わせる必要があり、生物学科出身のプロの写真家と共同で作業を行った。作業に加わったメンバーはこの計画において一切無給であるが、貢献度の順に論文中で名前を連ねている。

4. 研究成果

人工島のクモ群集は、年代が古くなるに従い、活動の度合いや分散能力が数十年で急激に減少する事が明らかになった。また、本土の群集と最も若い島嶼群集の間に大きな違いが見られた事から、島嶼形成直後の群集に選択的なファクターが影響を与えている可能性を示す事に成功した。前述の投稿中の論文ではレフリーから「This is an interesting finding that warrants publication.(面白い発見であり出版される事が保証されている。)」 「This is a fresh and novel finding... (これは新規の発見である)」 「This relevant finding begs to be published.(この重要な発見は出版されるべきである)」等の力強いコメントを頂いている。また本論文は「I hope that the authors solve these issues quickly and publish this new and relevant finding.(私としては、筆者らが私の指摘した点をすみやかに修正しこの重大な発見を公表する事を望んでいる)」というコメントにある通り、文章のミスや説明不足、リファレンスの整理等軽微な修正を経て出版されるかと考えている。また予定していた、他の論文もすでに原稿と図、オンラインに追加する補足情報が仕上がっており、後は投稿先雑誌のフォーマットに合わせて、投稿するだけとなっている。これらの未投稿データも含めた結果は、国内やフィリピン、オランダにおける招待講演で発表し多くの有益なフィードバックを頂いた。今回の研究により、筆者らが蓄積しているデータは、ブランクも含めエクセルの120万セルを占める膨大なものに成長しており、研究の今後を考える上でも非常に有効に時間を使う事が出来た。またこのデータベースは三年間で、より統計処理にスムーズに入る事が出来る様に改良を重ね、グラフやテーブルの作成等も自動化してある事から、瞬時にデータの性質を視覚的に判断する事が可能になっている。

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 1 件)

Hayashi, M. and S. Goodacre (2014).
"Artificial Islands Created through
Industrial Activity Contribute to
Environmental Education and

Evolutionary Ecology." Research Bulletin
of Environmental Education Center,
Miyagi University of Education 16: 5.

[学会発表](計 5 件)

人工群島産クモ集の気流中における制動性
とその進化 .日本蜘蛛学会第 46 回大会, 名古屋,
日本 . 2014 年 8 月 23 日. (一般講演)

クモにおける飛行能力と帆走能力および潜水能力の関連性. 日本蜘蛛学会第 45 回大会
国際シンポジウム, 高知, 日本 . 2013 年 8 月
24 日. (招待講演)

Sail or sink: survival behavioural
adaptations to water alleviate the risks
associated with windborne long-distance
dispersal in spiders. Invited to the
Naturalis Evolutionary Ecology Seminar
(Organized by Prof. Menno Schilthuisen),
Naturalis Biodiversity Center,
Netherlands, 18 July 2013. (招待講演)

Miniature island biology: Impact of sailing
spiders found in artificial islands. The
Museum of Natural History, Invited to the
Evolutionary Education Forum (Organized
by Prof. Damasa Magcale-Macandog),
University of the Philippines Los Banos, 10
May 2012. (招待講演)

Evolution of spider sailing posture on
water and the implications for ecosystems
through aerial dispersal. Invited to the
Monday Seminar (Organized by Dr. Ian
Kendrick C. Fontanilla), University of the
Philippines Diliman, 7 May 2012. (招待講演)

[図書](計 0 件)

[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 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:

出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者

林 守人 (HAYASHI Morito)
宮城教育大学・環境教育実践研究センター
協力研究員

研究者番号：70625037

(2) 研究分担者
()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：