



右 市岡 孝朗 *Iioka Takao*

京都大学 大学院人間・環境学研究科 教授
2019年よりSATREPS研究代表者

左 佐藤 博俊 *Sato Hiroto*

京都大学 大学院人間・環境学研究科 助教

特集

OVERVIEW

マレーシア・サラワク州の熱帯雨林で 現地と共同で生物多様性の解明に挑む

マレーシアの熱帯雨林は生物多様性のホットスポットでありながら、生物多様性の基礎情報はほとんど得られていない。基礎情報は学術的価値に加えて、科学技術人材の育成や生物資源探索などにも活用できる知的資源としての価値があり、産業創出への貢献も期待できるため実態解明の意義は大きい。京都大学の市岡孝朗教授と佐藤博俊助教は、現地の研究機関と共同でサラワク州の熱帯雨林の生物多様性の全貌解明に挑んでいる。

生物資源の恩恵を現地にも 研究基盤の整備に取り組む

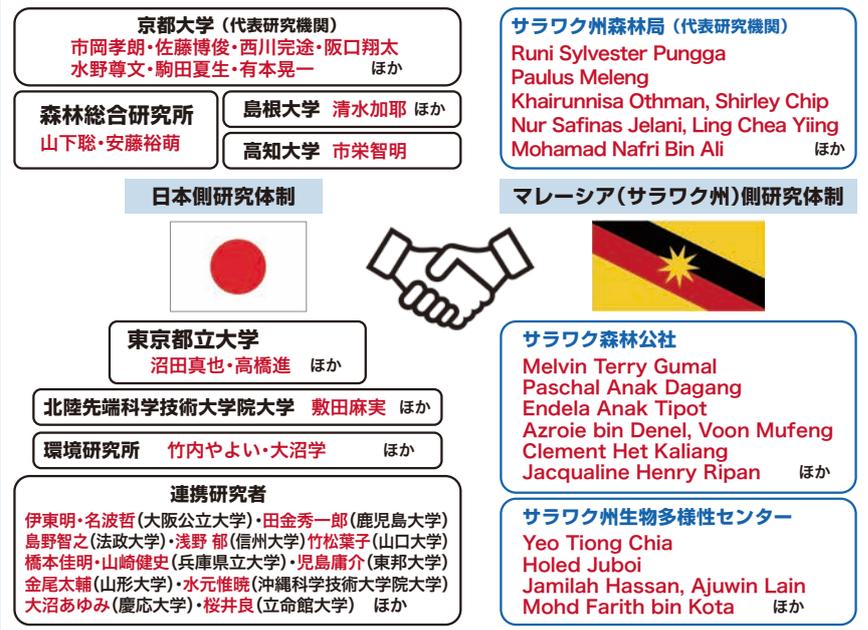
熱帯で昆虫採集をしたら、いくらでも新発見ができて楽しいだろう。京都大学大学院人間・環境学研究科の市岡孝朗教授は少年時代から、熱帯雨林の生物多様性に憧れていた。長じて昆虫学者となり、昆虫の生態や、環境条件と進化の関係などを研究するようになる。その昆虫は何を食べ、どう生き、何に捕食されるのか。他の生物との関係はどのようなものか解き明かすことが研究テーマだ。

宇宙や深海に行かなくても、熱帯雨林には研究対象が無数にあるという市岡さん。少年時代の憧れのまま、興味の対象はマレーシア・サラワク州の熱帯雨林に向かった。市岡さんが30年以上通っているこの熱帯雨林は、多様性が極めて豊かで、名づけられているものの方が少ないほど未知の生物にあふれている。これまで市岡さんを含めた多くの研究者が熱帯雨林で新発見をし、論文を発表して実績を積んできた。

しかし、先進国の研究者が研究を主導してきた現状に市岡さんは懸念を抱いている。「マレーシアではまだ自立的に研究を進められる基盤が整っておらず、テクニックやノウハウもありません。私は長年サラワク州に通ううちに、この先このやり方では通用しなくなるのではないかと、やはり地元の人々もメリットを受けられる基盤を整備する必要があるだろう、と考えるようになりました」と語る。

同国の人も生物資源の恩恵を享受できるようにするには、現地の研究者をはじめ、市民にもその価値を知ってもらう必要があると考えた。生物多様性には価値があり、多目的に活用できると認識してもらえれば、多様性の保全が進めやすくなるためだ。近年は国際的にも熱帯雨林の保護や生物資源の公正利用についての機運が高まり、2010年には生

図1 プロジェクトの運営体制図

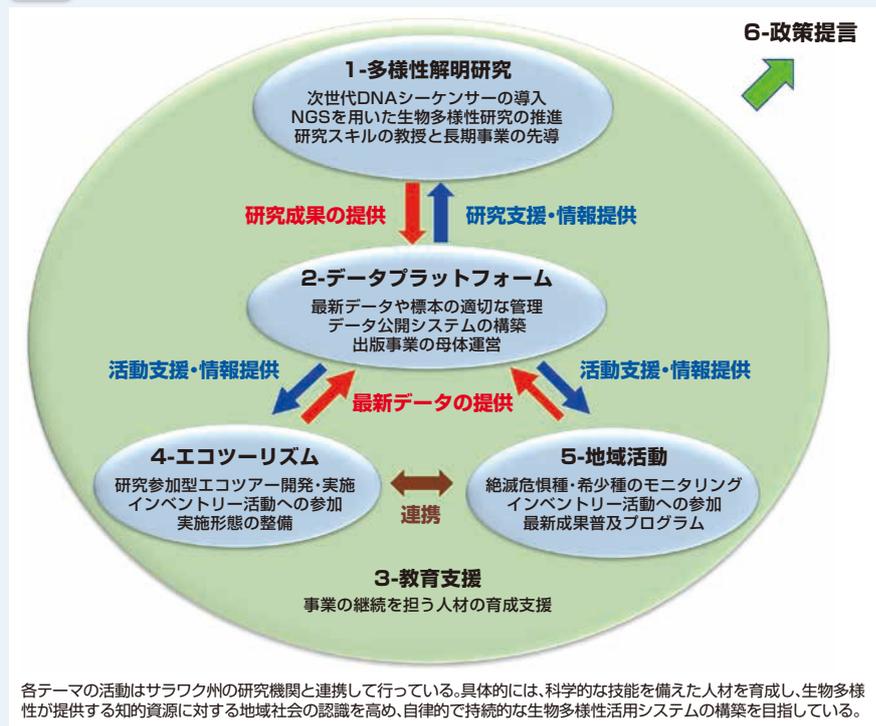


物多様性条約第10回締約国会議で「遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分に関する名古屋議定書」が採択されている。生物資源の公正利用は国際的なホットトピックだ。

そこで立ち上げたのが、JSTのSATREPSプロジェクト「マレーシ

ア国サラワク州の保護区における熱帯雨林の生物多様性多目的利用のための活用システム開発」だ。市岡さんは京都大学大学院人間・環境学研究科の佐藤博俊助教らと共に、日本の2研究所・16大学およびマレーシア側のサラワク州森林局、サラワク森林公社、生物多様性センターの3機関

図2 プロジェクトの構造図



と連携し、サラワク州の生物多様性の全貌解明を目指した網羅的な調査と、同地における生物多様性研究の基盤整備に取り組んでいる(図1)。

次世代DNAシーケンサーを導入 一度に大量の種が分析可能に

このプロジェクトでは、6つのサブテーマを設定している(図2)。核となるのは「生物多様性科学の研究に必要な基盤整備と研究推進」、すなわち基礎研究そのものだ。生物多様性保護区である国立公園内で網羅的な生物多様性調査を実施し、種ごとの個体数を評価する。これまで1つの国立公園や一部の分類群についての断片的な研究は行われてきたが、広域的に調査し、多くの分類について同じ方法で評価したことはなかった。

今回は分類横断的に採集ターゲットを決め、15カ所以上の地域で採集し、次世代DNAシーケンサーを用いた評価・分析を試みている。「従来は採集した生物を新種と認定して命名するまでに5~10年もかかっていたが、次世代DNAシーケンサーでDNA分析すれば、似ていても違う種であること、違って見えても同種や近縁種であることなどがすぐ判定できます。一度に大量に分析できるようになったのは技術の進歩のおかげです」と市岡さんは最先端技術導入の意義を説明する。

プロジェクトでは、この最先端装置をサラワク州森林局と生物多様性センターの2機関に導入した。研究成果を現地で持続的に活用していけるよう、DNA情報やサンプルデータを管理したデータアーカイブシステムの整備も進めている。それが2つ目のサブテーマ「生物多様性の知的資源・情報を活用するための情報プラットフォームの構築」である。「森が消えたり環境が変化したりすることで、名前がつく前にその生物がいなくなることはよくあります。どの場所にどの生物がいるのかわかるだけでも保護へ

の意識は高まる、という意味でもこれらの基礎研究は非常に大切です」。

コロナで渡航が制限される中 アリに擬態するクモを調査

期待と共に始まったプロジェクトだが、実は計画通りには全く進まなかった。プロジェクト開始翌年の20年は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で渡航が制限され、現地調査が不可能になってしまったのだ。その中でできることを進めようと、予備調査時に採集したサンプルを再検討し、分類群ごとに採集地や数を記録したり、出版物にまとめたりしていた。

それにより明らかになったのは「予想以上に多様性が豊か」という事実だった。「どの分類で区切っても驚くほど種の数が多いのです。実際に広域調査が始まれば、どれほど

未知の種が出てくるのか楽しみになりました」と、市岡さんは笑顔を見せる。多様さを目の当たりにすると、それぞれの暮らしぶりに興味が湧いてくるのが研究者というもので、すぐに深掘りが始まった。

そこから生まれた新発見の1つが、アリに擬態するアリグモ属に関する

図3 ポルネオ島やタイで採集したアリグモ属

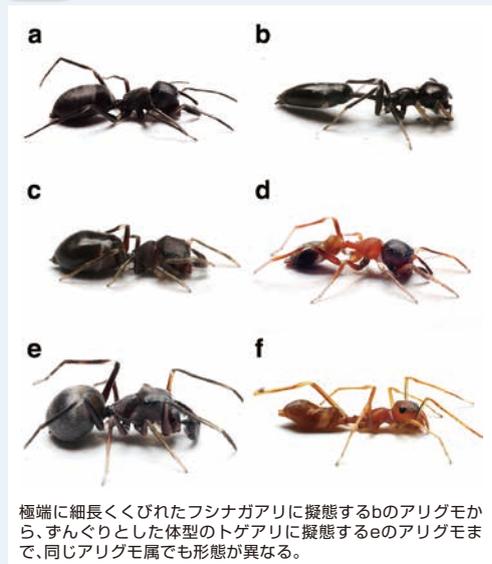
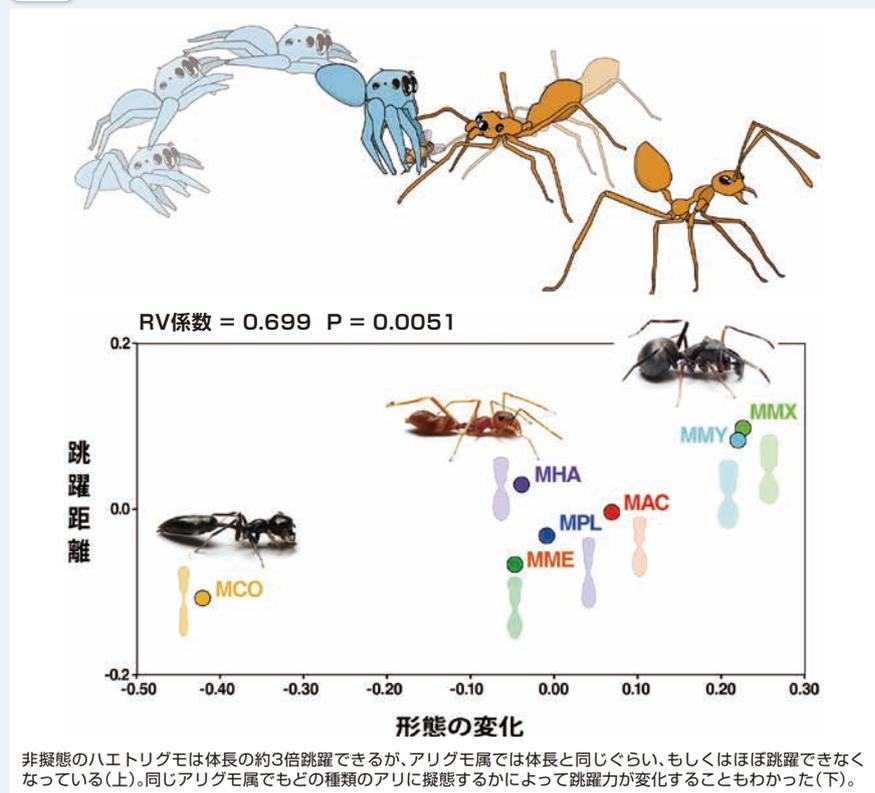


図4 形態変化によるアリグモ属と非擬態ハエトリの跳躍距離



ものだ。クモはアリに擬態することで外敵から身を守りやすくなるが、擬態していないクモと運動能力はどう違うのか。それを調べるため、サラワク州で採集したアリグモ属7種・86個体と、擬態していないハエトリグモ12属・70個体の形態を測定。さらに両者の捕食能力を比較するため、各個体が小バエを捕食する様子をビデオカメラで撮影し、捕獲時の跳躍距離や捕獲成功率を測定した。

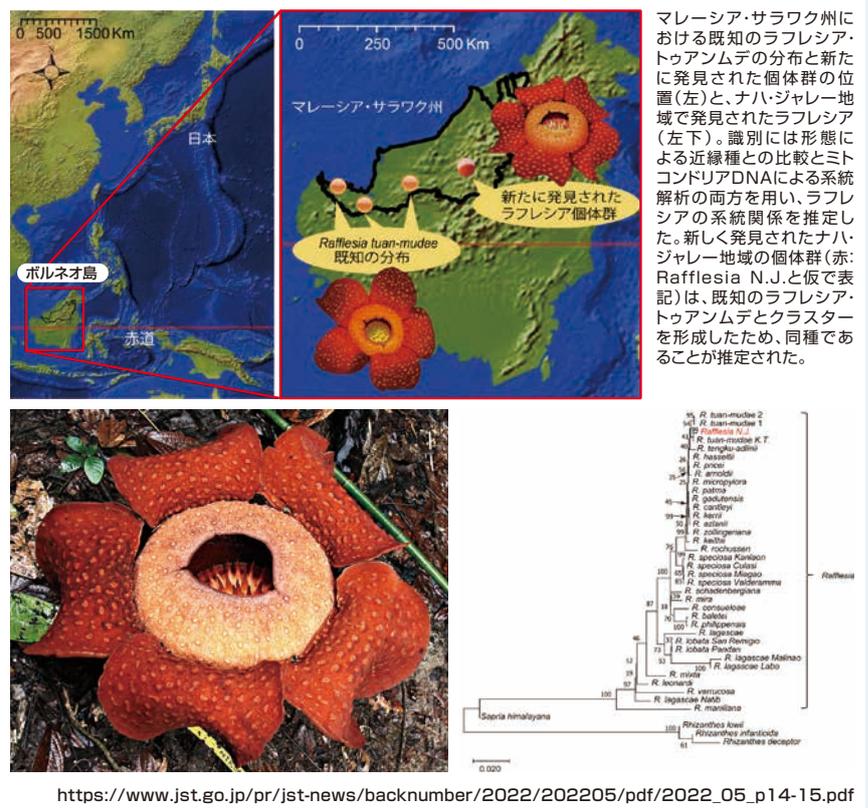
その結果、ハエトリグモは捕獲時に体長の3倍ほどの距離を跳躍するが、アリグモは最大でも体長と同程度の跳躍距離で、中にはほとんど跳躍できない個体もいたことがわかった。アリに似るほど本来の跳躍力や捕食能力が低下しており、外敵から身を守れるようになった代償は大きいことが明らかになった(図3、4)。プロジェクト開始から2年半が経った頃、ようやく現地調査が可能になった。以来、急ピッチで採集や分析を進めている。今後は未知の種だけではなく、生態に関する新発見も続々と出てくるだろう。

地元の研究者が日本に留学 サブテーマのキーパーソン

話をサブテーマに戻そう。3つ目のサブテーマ「研究活動への参加を通じた人材育成」は、プロジェクトを特徴づける要素だ。生物多様性研究は地元の人々が主導することが望ましいが、現地には知識も標本も、先端装置を扱う技術も不足しており、すぐに研究者として自立するのは難しい。そこで、共同研究を通じて生物多様性分野の基礎科学の研究者として必要な知識・技能・経験を得てもらうこととした。

このテーマについても、コロナで渡航できず、野外調査技術や次世代DNAシーケンサーを用いたDNA分析に必要なサンプル処理技術の技術移転が遅れてしまった。指導を担当した佐藤さんは、マニュアルを活用

図5 DNA分析によるラフレシアの識別・同定



した遠隔指導には限界があり、DNA解析に失敗したと聞いても、日本では原因を把握できず歯がゆい思いをしたと語る。「渡航緩和後の22年11月に、2人のポストドクが現地へ赴き直接指導できるようになって、ようやくうまくいき始めました。私も共通認識のできていない段階では、対面で教えることの重要性を再確認しました」と振り返る。

サラワク州の研究者4人は現在、京都大学大学院の修士課程と博士課程、東京都立大学の修士課程に留学し、学位取得に向けて論文執筆に励んでいる。彼らが次世代の教育を行えるレベルに育ち、現地で研究者を育てられるシステムを構築すれば、今後、熱帯雨林の生物の解明はより効率的に進んでいくだろう。彼らこそが3つ目のサブテーマの成否を左右するキーパーソンだ。

マレーシアの複数の機関が連携すること自体にも意義がある。多民族国家のマレーシアは日本以上の縦割

り社会で、30年の間に、市岡さんは申請手続きや調整などの面でしばしば難しさを感じてきたという。横の交流が乏しいのは研究機関も同じで、基本的に他機関との共同研究は行われていない。「ライバル関係であるメリットもありますが、協力した方が良いこともやはりあります。今回はなんとしても3機関に参加してもらい、連携体制を作りたいと考えました」。

連携当初は、現地の研究者が他機関の研究者とコミュニケーションをとることは少なく、顔を合わせても踏み込んだ議論になりにくかったが、いつの間にか、実験装置の調子が悪い時は別の機関に借りに行くなどの行き来が生まれていたという。京都大学では同じ研究室に属しているので、自然と親しくなり、実験器具の共有なども行われている。このようなことも、マレーシアの未来の研究体制作りに向けた大切な一歩である。

エコツアー開発や図鑑の制作 保護活動の活発化を期待して

熱帯雨林を訪れる観光客は珍しい生物に出会うことを楽しみにしている。つまり、観光産業においては、そこにいる生き物が生態系サービスの1つでもあるわけだ。生態系が豊かな中で、登山や公園散策をすると精神的な満足感が得られるが、現状ではテングザルやオランウータン、世界最大の花ラフレシアなど、よく目立つ生物以外は何がどこにいるのかわかっていない。資源は豊富なのに「サービス」の内容がわからないため「この花はこの国立公園にしかない」などの独自性も打ち出せず、効果的にアピールできていないのだ。

そういったところにも研究成果を応用していこうと、4つ目のサブテーマ「生物多様性科学の成果を活かしたエコツアーの開発」と5つ目「生物多様性の知的資源の価値に対する認識を強化する普及プログラムの策定」が用意された。ある生物がそこにしかないと明らかになれば、それを目玉にしたツアーが組めるし、ガイドの育成や国立園内の表示板整備にも役立てられる。現在、ガイド協会や国立公園の観光部門と共に、研究成果に基づいたプログラム開発やガイド内容のアップデートを進めている。

ラフレシアについては、昨年、新産地が発見された。これまで知られているラフレシアと色味や形態が微妙

に異なり、新種の可能性もあるという(図5)。現在はサラワク州の学校で自然教育はほとんど行われていないが、例えばそのラフレシアが貴重なもので、産地の保護が重要であることなどを学校教育や地域住民への啓発活動を通じて周知することで、

地元の自然への愛着が高まり、レンジャーや自然保護ボランティアの活動にも理解が深まって、保護活動も活発化していくことが期待される。

市岡さんは、そのようなことも社会実装の1つと考えている。「データプラットフォームをうまく活用すれば、個体数管理や貴重種のモニタリングなどへの協力も得られるでしょう。それにエコツアーが充実すれば観光客が増加し、ガイドのニーズや土産物の販売機会も増えるなど、波及的な効果も小さくありません。地元の人々を主体にした新産業の創出にもつながっていくと考えられます」。生物の種が多すぎて名前もつけられないという事情もあり、マレーシアには図鑑がないに等しい。そのため、ウェブ上の図鑑サイトの制作

図6 サラワク州保護地域における生物多様性調査の様子



22年8月の第1回に始まり、23年5月までに5回の調査がマレーシア各地の国立公園で実施されている。

も検討中だ。

94年に初めてサラワク州を訪れて以来、市岡さんは多様性研究を続けてきた。今回のプロジェクト終了後も、6つ目のサブテーマ「政策提言」を見据えて研究を継続していく予定だ(図6)。その頃には保護活動やエコツアーも充実し、ネイチャーウォッチングに訪れる人は今より増えているだろう。「最新装置を導入したり人材育成に注力したりしたことで、今後、現地の研究体制は高度化します。将来的に彼らと再び共同研究を行い、全貌がなかなか見えない熱帯雨林の多様性の解明に取り組み、進化の多様性の原因などを探っていきたいと考えています」と市岡さんは今後の展望を語っている。

(TEXT: 桜井裕子、PHOTO: 石原秀樹)



公式ウェブサイト
<https://www.jst.go.jp/global/index.html>



レップスくん

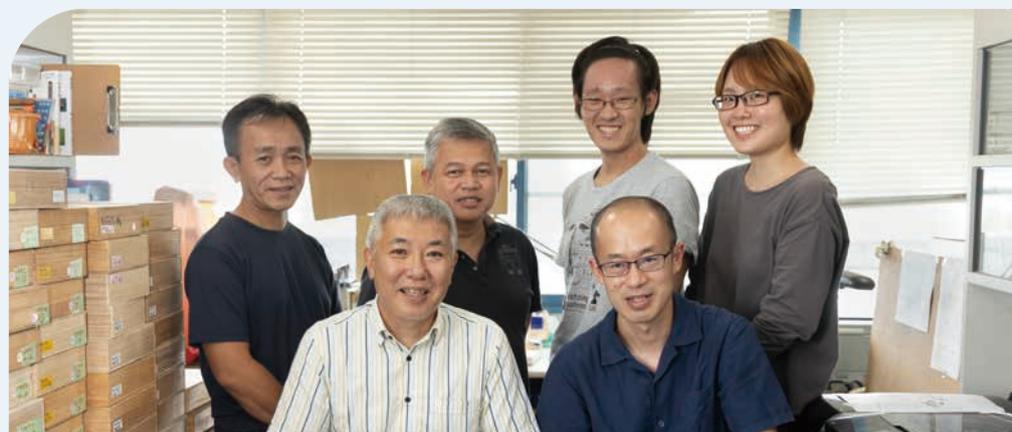
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム SATREPSは、JSTとJICAが連携の下、地球規模課題を解決すべく日本と開発途上国の研究者が共同で研究を行うプログラムです。



Twitter
<https://twitter.com/SATREPS>



Facebook
<https://www.facebook.com/Friends.of.SATREPS>



日本とマレーシアの研究によって、昆虫学の楽しさが伝播していくかもしれません。今後も多様な形で、広く現地に貢献していきたいです。