

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24770018

研究課題名(和文)送粉者がもたらす植物の多様化：パターンとプロセスの統合的理解にむけて

研究課題名(英文)Pollinator-mediated plant diversification: integrating pattern and process

研究代表者

川北 篤(Kawakita, Atsushi)

京都大学・生態学研究センター・准教授

研究者番号：80467399

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円、(間接経費) 1,080,000円

研究成果の概要(和文)：密接な共生関係を保ちながら多様化を遂げたコミカンソウ科植物と、その送粉者であるハナホソガ属ガ類を用い、植物の多様化過程における送粉者の役割を分析した。ニューカレドニアのコミカンソウ属とハナホソガ属では、相互作用をもつ植物と送粉者の分布はほとんどの場合一致せず、送粉者は植物の種分化を直接引き起こしてはいないことが示唆された。また、奄美大島に生育する4種のカンコノキ属植物は、送粉者が種特異性であることによって共存が可能になっていた。植物の多様化における送粉者の役割は、種分化を直接引き起こすことではなく、すでに種が分かれている植物の共存を促すことで、環境収容力を高めることであるという考えを提唱した。

研究成果の概要(英文)：I analyzed the role of pollinators in the diversification process of plants, using Phyllanthaceae plants and Epicephala moth pollinators that are engaged in an obligate mutualism as model. Focusing on the radiation of New Caledonian Phyllanthus, I find that the geographic distribution of plants and moths do not correspond with each other, indicating that pollinators are not the direct cause of speciation in plants. For the four Glochidion species that co-occur on Amami-Oshima Island, the major reproductive isolation barrier is the specificity of Epicephala pollinators, suggesting that species-specific pollinators allow more species to co-occur in a single location. Based on these findings, I propose that the role of pollinators in promoting plant diversification is not to promote speciation itself but to increase the carrying capacity by allowing more species to co-occur in a single location.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：コミカンソウ属 ハナホソガ属 絶対送粉共生系 異所的種分化 生殖隔離 多様化 ニューカレドニア

1. 研究開始当初の背景

現在、陸上には約 30 万種の被子植物が知られており、陸上植物全体の 9 割以上を被子植物が占めている。ジュラ紀に初期の被子植物が誕生して以来、他の植物を圧倒しつつ被子植物が急速に多様化を遂げた背景には、花の進化と、それに伴う送粉者との相互作用が重要であったと考えられている。しかし、植物の多様化をもたらす要因には、異なる生育環境への適応や、送粉者以外の生物との相互作用などさまざまなものが考えられ、送粉者自身がどれほど植物の多様化に関わっているのかはよくわかっていない。植物の多様化における送粉者の役割を解き明かすことは、地球上の植物相の成り立ちを理解する上で最も大きな課題の一つである。

2. 研究の目的

被子植物全体における多様性のパターンを見渡してみると、異なる送粉者への適応が多様化に結びついていると考えられる例は必ずしも多くない。例えばツツジ属やトリカブト属、シオガマギク属のように、マルハナバチを主な送粉者としながら多様化を遂げた系統群は多いし、イネ科、カヤツリグサ科はほとんどの種が風媒でありながら高い種数を誇る。植物の系統群ごとの多様性の違いは、これまでさまざまな要因によって説明されてきたが、送粉者が果たしてきた役割を評価するためには、送粉者が多様化に深く関わってきたと考えられる系統群において、送粉者と多様化との関係をまず解き明かす必要がある。本研究は、植物と送粉者が密接な相互作用をもちながら多様化を遂げてきたコミカンソウ科植物と、それらの送粉者であるハナホソガ属ガ類を用いて、植物の多様化過程における送粉者の役割を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

コミカンソウ科植物とハナホソガ属の共生は世界中の熱帯域に見られるが、アジアから太平洋諸島にかけて 300 種以上が存在するカンコノキ属と、ニューカレドニアに 110 種が存在する *Gomphidium* 亜属でとりわけ著しい多様化が起こっている。そこで本研究では、これらの 2 つグループに着目し、植物、送粉者それぞれの地理的分布、および両者の間の種特異性を明らかにするとともに、両者の系統関係を詳細に明らかにすることで、多様化がどのように進行したのかを分析した。もし送粉者との相互作用が植物の種分化の直接の引き金になっているのであれば、両者の地理的分布は一致するはずであるが、もし植物の種分化が送粉者とは無関係に起こっているのであれば、両者の分布は必ずしも一致しない。

一方、送粉者が植物の種分化を直接引き起こしていない場合でも、送粉者が植物の多様性を高める場合がある。もし種特異的な送粉者がいることで、近縁な植物種同士の共存が促されるのであれば、送粉者が種特異的でない場合に比べてより多くの種が同所的に存在できるようになる。これにより、植物の分布域全体で見ると、より多くの種が環境中に収容可能になり、多様性が高まる。コミカンソウ科とハナホソガ属の共生系において、種特異的な送粉者であるハナホソガが、どれほど植物の多種共存を可能にする上で重要であるかを、奄美大島で共存する 4 種のカンコノキ属植物を用いて調べた。

4. 研究成果

送粉者は、植物の種分化の直接の引き金となることで植物の多様化に貢献したとする従来の考えに対し、本研究の結果ではほとんどの場合において、相互作用をもつコミカンソウ科植物とハナホソガの分布は一致しなかった。例えばニューカレドニアでは、ハナホソガは多くの場合、側所的に分布する近縁ないくつかの植物種を送粉していた。同様にカンコノキ属においても、詳細な分布が分かった種ではいずれの場合においても植物と送粉者の分布境界は一致しなかった。このことは、密接な相互作用をもつ植物と送粉者の関係においても、植物の種分化はほとんどの場合送粉者とは無関係に起こることを示している。

一方、奄美大島に同所的に生育する 4 種のカンコノキ属植物がどのようなしくみで共存しているのかを、植物と送粉者の種特異性、種間の微小生息環境の違い、開花フェノロジーの違い、生理的な生殖隔離メカニズムに着目して調べたところ、4 種の間での交配を妨げている主な要因は送粉者の種特異性であることが分かった。4 種のカンコノキ属植物は種間で隣り合って生育することも珍しくなく、同時期に開花し、人工受粉を行うと容易に雑種を形成するため、送粉者が種特異的でなければ生殖的に隔離された状態を維持することは困難であると考えられる。

以上の結果は、植物の多様化における送粉者の役割は、種分化を直接引き起こすことではなく、すでに種が分かれている植物同士の共存を促すことで、環境収容力を高めることであるという考えと一致する。今後は送粉者であるハナホソガ自身がどのように種分化をするのかを明らかにしていくことによって、コミカンソウ科植物とハナホソガ属がどのように多様化してきたのかの全体像を描いていきたい。

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9件)

Lees D. C., A. Y. Kawahara, R. Rougerie, I. Ohshima, A. Kawakita, O. Bouteleux, J. De Prins, C. Lopez-Vaamonde (2014) DNA barcoding reveals a largely unknown fauna of Gracillariidae leaf-mining moths in the Neotropics. *Molecular Ecology Resources* 14: 286-296. (doi: 10.1111/1755-0998.12178) 査読有

Suetsugu, K., A. Kawakita & M. Kato (2014) Evidence for specificity to *Glomus* group Ab in two Asian mycoheterotrophic *Burmannia* species. *Plant Species Biology* 29: 57-64. (doi: 10.1111/j.1442-1984.2012.00387.x) 査読有

Okamoto, T., A. Kawakita, R. Goto, G. P. Svensson & M. Kato (2013) Active pollination favours sexual dimorphism in floral scent. *Proceedings of the Royal Society B* 280: 20132280. (doi: 10.1098/rspb.2013.2280) 査読有

Hembry D. H., A. Kawakita, N. E. Gurr, M. A. Schmaedick, B. G. Baldwin & R. G. Gillespie (2013) Non-congruent colonizations and diversification in a coevolving pollination mutualism on oceanic islands. *Proceedings of the Royal Society B* 280: 20130361. (doi: 10.1098/rspb.2013.0361) 査読有

Sakai, S., A. Kawakita, K. Ooi & T. Inoue (2013) Variation in the strength of association among pollination systems and floral traits: Evolutionary changes in the floral traits of Bornean gingers (*Zingiberaceae*). *American Journal of Botany* 100: 546-555. (doi: 10.3732/ajb.1200359) 査読有

Yamasaki, E., A. Kawakita & S. Sakai (2013) Modified leaves with disk-shaped nectaries of *Macaranga sinensis* (*Euphorbiaceae*) provide reward for pollinators. *American Journal of Botany* 100: 628-632. (doi: 10.3732/ajb.1200600) 査読有

Goto, R., A. Kawakita, H. Ishikawa, Y. Hamamura & M. Kato (2012) Molecular phylogeny of the bivalve superfamily Galeommatoidae (Heterodonta, Veneroida) reveals dynamic evolution of symbiotic lifestyle and interphylum host switching. *BMC Evolutionary*

Biology 12: 172. (doi: 10.1186/1471-2148-12-172) 査読有

Anderson, B., A. Kawakita & I. Tayasu (2012) Sticky plant captures prey for symbiotic bug: is this digestive mutualism? *Plant Biology* 14: 888-893. (doi: 10.1111/j.1438-8677.2012.00573.x) 査読有

川北篤 (2012) 絶対送粉共生はいかに海を渡ったか: コミカンソウ科-ハナホソガ属共生系の島嶼生物地理. *日本生態学会誌* 62: 317-327. 査読有

〔学会発表〕(計6件)

Atsushi Kawakita & Makoto Kato (2013) Origin and evolution of obligate pollination mutualism in *Phyllanthaceae*. 第29回国際生物学賞記念シンポジウム, 2013年11月21日, 九州大学伊都キャンパス

川北篤 (2013) ホソガ科ハナホソガ属における絶対送粉共生の進化. 日本鱗翅学会第60回大会, 2013年11月9日, 大阪府立大学

川北篤 (2013) 種特異的な送粉者が促す植物の多種共存と多様化. 第60回日本生態学会, 2013年3月7日, 静岡県コンベンションアーツセンター

Atsushi Kawakita (2013) Pollinator-mediated divergence in floral scent in an obligate pollination/seed predation mutualism. 南アフリカ植物学会, 2013年1月25日, 南アフリカ ATKV ドラッケンズビル

川北篤 (2012) 2本の系統樹から読み解く種間関係の歴史: 植物と昆虫を例に. 日本哺乳類学会 2012年大会, 2012年9月21日, 麻布大学

Atsushi Kawakita (2012) Evolution of pollination behavior and mutualism in the genus *Epicephala* (*Gracillariidae*). International Congress of Entomology, 2012年8月20日, 韓国大邱市 EXCO

〔図書〕(計2件)

川北篤 (2012) 系統樹から適応進化を読み解く. 日本生態学会 (編) 『エコゲノミクス』 共立出版, pp. 36-55.

川北篤・奥山雄大 (責任編集) (2012) 『種

間関係の生物学』文一総合出版。

〔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.ecology.kyoto-u.ac.jp/~kawakita/Phyllanthae-Epicephala_mutualism/Japanese.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川北 篤 (KAWAKITA ATSUSHI)
京都大学・生態学研究センター・准教授
研究者番号：80467399

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：