

ハマウツボ属植物で初めて鳥による訪花を観察

—小笠原諸島における送粉生態系の進化—

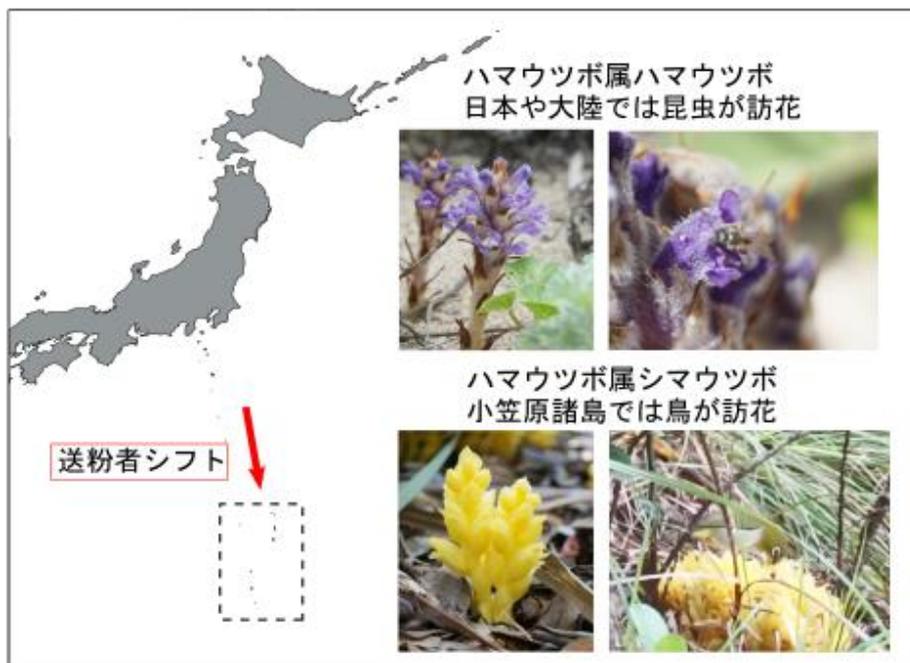
概要

京都大学大学院理学研究科 西村明洋 博士課程学生と高山浩司 同准教授の研究グループは、小笠原諸島の固有植物であるシマウツボおよびそれに近縁な広域分布種のハマウツボについて送粉者の調査を行い、小笠原諸島における送粉生態系の進化を発見しました。

陸上植物の有性生殖には花粉を運ぶ送粉者^{*1}の存在が重要な役割を果たしています。大陸から海で隔離された環境である海洋島は、送粉者となりうる動物相が大陸と大きく異なっています。そのため、送粉者シフトと呼ばれる送粉生態系の変化がしばしば見られ、その結果、花などの繁殖形質に特異な進化が起こることが知られています。

本研究では、西村明洋らは、小笠原諸島の固有植物シマウツボ、ならびに大陸産の近縁種であるハマウツボについて、送粉者観察、花形質観察および送粉者除去実験を行い、シマウツボの繁殖生態を調べました。その結果、シマウツボとハマウツボはどちらも自殖と送粉者による他家受粉^{*2}を行っている可能性が示されました。さらに、これまでハマウツボ属の植物では昆虫による送粉しか知られていませんでしたが、シマウツボには鳥が訪花していることを発見しました。本研究は、ハマウツボ属植物において鳥が訪花することを観察した世界で初めての報告になります。今回の研究で示されたシマウツボと近縁種の送粉者の相違は、送粉生態系に関する進化の情報が乏しかった小笠原諸島における送粉者シフトの重要な事例となります。

本研究成果は、2022年10月4日（現地時刻）に、国際学術誌「Plant Species Biology」のオンライン版に掲載されました。



1. 背景

ガラパゴス諸島やハワイ諸島に代表される海洋島は、形成以来大陸と一度も陸続きにならなかったことがない海に囲まれた島です。海洋島には、広大な海を越えることのできた生物だけが存在し、加えて多くの固有種が進化する中で、大陸と比較して特殊な生態系が見られます。大陸ではハチ等の昆虫が植物の有性生殖において送粉者として重要な役割を持ちますが、海洋島の多くは昆虫相の多様性に乏しく、送粉者が鳥など別の動物に変わるような進化「送粉者シフト」が起こる例が報告されてきました。

小笠原諸島は東京から約 1000 km 南に位置する海洋島です。他の海洋島と同様に数多くの固有な生物が存在し、さらに独自の生態系を持つことから、2011 年にはユネスコの世界自然遺産に登録されています。一方で、ハチ目やチョウ目の多様性は大陸に比べると低く、陸上植物を取り巻く送粉生態系とその進化について関心が持たれてきました。私たちはシマウツボという小笠原諸島の固有種の中でも特に謎に包まれた植物に着目しました。

シマウツボはハマウツボ科ハマウツボ属に属する寄生植物で、小笠原諸島の森林に生育しています。植物体全体が鮮やかな黄色を呈し、他の木本植物の根から栄養分を奪って生活する寄生植物です。父島と母島でのみ確認され、絶滅が危惧される植物です。1年の大部分を地中で過ごし1カ月ほどしか地上に姿を現さないため、シマウツボの生態のほとんどは謎に包まれています。

ハマウツボ属の植物には 200 種ほどが知られ、自殖およびハチなどの昆虫による送粉が報告されています。シマウツボは、比較的固い大きな筒状花を持つ点や鮮やかな黄色の花弁を持つという点で、他のハマウツボ属の植物とは花形態が大きく異なっています。こうしたシマウツボの花の特徴は、鳥媒花の植物の特徴と合致することが以前から指摘されてきました。しかし、シマウツボは出現期間が極めて短く個体数も少ないため、見つけること自体が容易ではなく、実際に送粉者を観察できた報告はこれまでありませんでした。

そこで私たちは、4 年間にわたりシマウツボの現地調査を継続し、シマウツボの繁殖生態について研究を行いました。さらに比較のため、京都府の海岸で、近縁種であるハマウツボについても調査を行いました。

2. 研究手法・成果

シマウツボおよびハマウツボは寄生植物で、花期のみ地上部が出現します。シマウツボは小笠原諸島の父島および母島で、ハマウツボは京都府の海岸で調査を行いました。送粉者は、直接観察・インターバルカメラ^{※3}撮影・赤外線センサーカメラ^{※4}撮影にて合計 1,000 時間分の記録を取りました。また、鳥媒花と虫媒花で大きく異なるとされる花の蜜の糖度や量を、両種で比較しました。さらに、シマウツボ・ハマウツボの花に動物が訪花できないようサイズの異なるカゴや網をかけて、種子の生産数（生存率）を比較しました。

現地での 4 年にわたる観察および約 5 万枚の写真撮影の解析から、ハマウツボはハチ類が送粉を行っているのに対して、シマウツボにはメジロおよびオガサワラヒヨドリが訪花していたことが分かりました。この結果は、花形態から推察される通りシマウツボの花粉が鳥によって運ばれる可能性を示唆します。さらに、シマウツボの花の蜜は糖濃度が薄く量もハマウツボより多いことが分かり、この結果も鳥が送粉者であることを支持しました。送粉者を除去する実験では、果実 121 個から約 5 万個の種子を採取し、染色することで種子の生存率を測定しました。シマウツボとハマウツボはどちらも送粉者を除去した条件下であっても、生存種子の生産が見られました。これは、自家受粉などの自殖によって種子を形成する能力を持つことを示しています。これらの結果から、シマウツボは鳥による送粉および自殖によって繁殖を行っている結論付けました。

シマウツボの観察結果から、昆虫媒である大陸産のハマウツボ属が小笠原諸島に移住した後に、鳥媒花となる送粉者シフトが起きたことが考えられます。小笠原諸島は海で隔離されているため、ハチやチョウといった

送粉者となる動物の種数が大陸より少なく、またシマウツボの花期である 2-3 月には在来のハチも活動が消極的であることが分かっています。こうした送粉者の種組成の変化と在来昆虫の季節的な活動の変化により送粉者が限定されることで、シマウツボにおいて鳥を送粉者として誘引するための花形質が進化したのではないかと推測しています。

今回、シマウツボにおける送粉生態系の調査を行ったことで、海洋島環境において花粉運搬に利用できる動物が変化し、送粉者シフトが起きるという小笠原諸島における特異な送粉生態系とその進化の一端を明らかにすることができました。

3. 波及効果、今後の予定

本研究は、小笠原諸島固有植物シマウツボの送粉者シフトを明らかにし、海洋島における生物進化の重要な事例となりました。また、シマウツボは送粉者シフト以外にも、島ごとに独自の宿主種を持っているなど、固有種の進化を考える上で非常に面白い研究対象です。現在、遺伝学的な解析を進めることで、花の形質や寄生生活の進化について調べています。

小笠原諸島の固有植物の中には、送粉者がまだわかっていない植物が他にも存在します。そのため、今後さらなる観察によって、別の送粉者シフトの例も見つかるのではないかと考えています。一方で、現在の小笠原諸島は人間活動の影響により生物相が大きく改変され、本来の訪花者が既にいなくなってしまった植物も存在するかもしれません。今後は、小笠原諸島における植物と動物の相互作用を包括的に理解することで、自然環境の保全について考えていくことが重要だと考えています。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、日本学術振興会科学研究費（JP21J21900, JP17H04609, JP20K21446, JP20H03310）、山田科学振興財団の研究助成を受けて行いました。

<用語解説>

- ※1 **送粉者**：花粉を運ぶ動物。
- ※2 **他家受粉**：ある個体由来の花粉が別個体の雌性器官につくこと。
- ※3 **インターバルカメラ**：一定間隔で自動撮影するカメラ。
- ※4 **赤外線センサーカメラ**：熱を発する動物を感知し、自動撮影するカメラ。

<研究者のコメント>

小笠原諸島では日本本土や他の大陸とは異なる独自の環境・生態系を観察することができ、魅力的な植物が多く生育しています。しかし、その進化の歴史は今なお不明な点が多く残されています。そうした中でもとりわけ謎だらけな寄生植物シマウツボを調査することで、海洋島における送粉者シフトの実態を捉えることができました。シマウツボは出現時期が短く、栽培することもできないため、調査には非常に長い時間がかかりましたが、地道な送粉生態学的調査から希少な固有種の進化の実態を垣間見ることができ、とても嬉しく思います。

(西村明洋)

<論文タイトルと著者>

タイトル：First record of potential bird pollination in the holoparasitic genus *Orobanche* L. (ハマウツボ属
全寄生植物において鳥媒花の可能性のある種を初めて報告する)

著者：Akihiro Nishimura, Koji Takayama

掲載誌：Plant Species Biology DOI：10.1111/1442-1984.12389