

光合成をやめたラン科植物ツチアケビにおける鳥による種子散布 —動物に種子散布を託す初めてのラン科植物の発見—

末次健司 白眉センター特定助教、川北篤 生態学研究センター准教授、加藤真 人間・環境学研究科教授による研究グループは、埃種子とよばれる非常に微細な種子を持ち、風による種子の散布を行うと考えられてきたラン科植物において、初めて動物による種子散布を発見しました。この発見は、植物において光合成をやめるという進化がどのように起こるかという謎を解く手がかりとなるものです。

この成果は、日本時間 2015 年 5 月 5 日午後 7 時（英国時間 2015 年 5 月 5 日午前 11 時）、英国科学誌「Nature Plants」に掲載されることになりました。

研究者からのコメント

植物といえば光合成を行い自ら炭素化合物を生産する独立栄養生物として知られていますが、中には光合成をやめて地中の菌類から全養分を略奪するという特異な進化を遂げた、菌従属栄養植物と呼ばれるものが存在します。光合成をやめることにより、これらの植物は、植物が通常生育できないような暗い林床でも生育できるようになりました。しかしながら、暗く風通しの悪い林床は、風による種子散布に適していないと考えられます。そのような環境で確実に種子散布を行うため、ツチアケビは液果をつけ、鳥に種子散布を託すという進化を遂げたと考えられます。

ラン科植物は一般に、葉を展開するまでの間、菌根菌とよばれる地中の菌からの養分供給がなければ成長することができないため、無数の微細な種子を風に飛ばすことで菌根菌と遭遇できる確率を高めているというのが定説でした。しかしツチアケビは、菌根菌への寄生を一生に延長し風通しの悪い林床に進出することで、逆に風散布を喪失し、動物散布を再獲得したと考えられます。このように、植物が光合成をやめるという進化は、単なる機能の喪失ではなく、一見関係ないと思われる種子散布様式の変化まで促す可能性が示唆されました。今後も菌従属栄養植物の分類学的、生態学的研究を行うことで、植物が「光合成をやめる」という究極の選択をした過程で起こった変化を、一つでも多く明らかにしたいと考えています。

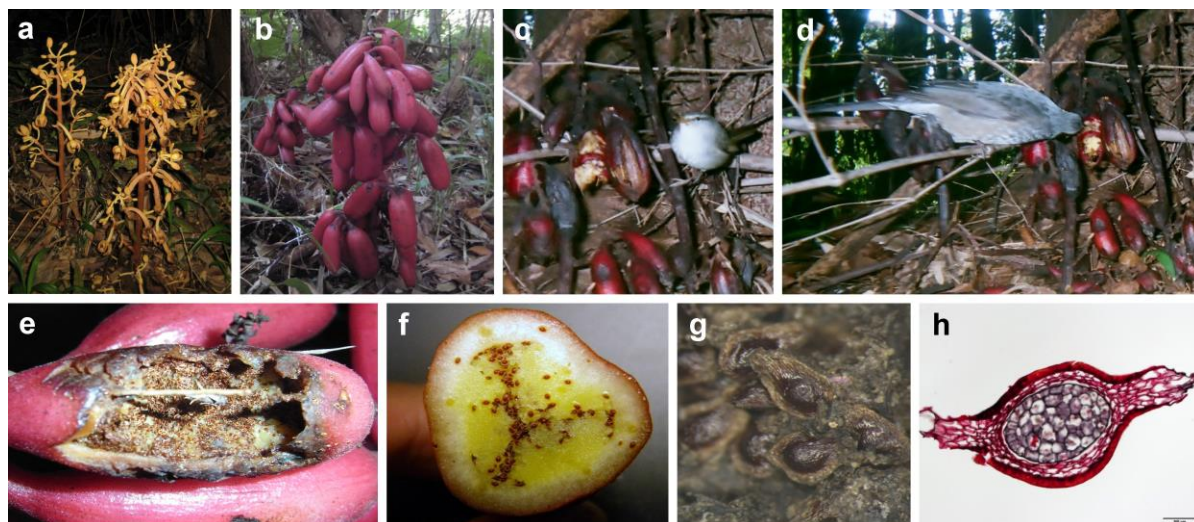
研究の概要

ラン科植物は、そのすべての種が、葉を展開するまでの間、菌根菌とよばれる菌類からの養分供給に依存して生育しています。発芽直後に菌に寄生するという特徴のため、ラン科植物の種子は胚乳などの養分を保持しておらず、その微細さから埃種子とも呼ばれます。ラン科植物は埃種子を大量に生産し、それらを風に乗せて散布させることで、生存に必要な菌根菌と出会う確率を高めていると考えられてきました。

一方ラン科では、実生が菌に寄生するという特徴が前適応となり、およそ 200 種が一生

涯に渡り菌から得て生育することで、完全に光合成をやめるという進化を遂げています。完全に光合成をやめてしまったツチアケビのようなラン科植物は、光合成を行う必要がないため、競争相手となる光合成を行う植物が生育できない非常に暗い林床に生育しています。しかしながら、暗く風通しの悪い林床は、風による種子散布に適していないと考えられます。例えばラン科以外の単子葉植物では、液果をつけて動物に種子散布を託す進化が21回起こっていますが、そのうち19回が林床への進出と関係があることがわかっています。また動物による種子散布様式を獲得した単子葉植物のうち、11回は再び風など動物によらない種子散布様式を再獲得していますが、このうち8回は林床から日向への進出と関係があることがわかっています。

事実、葉緑素を持たないラン科植物の中には、液果をつけるものが存在し、被食動物散布の可能性が指摘されていましたが、これまで証明された例は皆無でした。そこで私たちは、暗い森林に生育し、鮮やかな赤色の液果をつけるツチアケビに注目し、その種子散布様式を明らかにしました。その結果、ツチアケビの果実は、ヒヨドリ、シロハラなど4種の鳥によって消費されていることがわかりました。さらにこのうち最も主要な摂食者であったヒヨドリの糞を調べたところ、ツチアケビの種子は鳥の消化管内で損傷を受けず発芽能力を保っていることがわかりました。これらの結果より、ツチアケビは、鳥に種子散布を託していることが明らかとなりました。ラン科は被子植物において最も種数の多い科ですが、今回の発見は、世界でも初めてのラン科植物における動物による種子散布の報告となります。



(a) ツチアケビ植物体 (花期), (b) ツチアケビ植物体 (結実期), (c) ツチアケビ花茎につかまるウグイス, (d) ツチアケビ果実を摂食するヒヨドリ, (e) ヒヨドリに摂食されたツチアケビ果実, (f) ツチアケビ果実の切片, (g) ヒヨドリ糞中のツチアケビ種子, (h) ツチアケビ種子の切片 (リグニン化した種皮がサフラニンで赤く染色されている)

発見の意義と今後の課題

光合成をやめたツチアケビは、光合成のための日光を必要としないため、薄暗い林床へ生息地を移すことができました。しかし、その暗い林床への進出は、単純に寄生能力を獲得し光合成をやめることで獲得できたのではなく、ハチなどの一般的な送粉者が侵入しづらい暗い林床での繁殖を保障する自動自家受粉能力の獲得や、風通しの悪い林床での鳥による種子散布の採用といった適応によって成り立っていることがわかりました。つまり、光合成をやめるという特異な生活は、単なる機能損失ではなく、一見関係ないと思われる送粉様式や種子散布様式の変化をも促すことが明らかになったといえます。

これまでラン科植物の多様化は、緑葉を展開するまでの間に栄養源となる菌根菌や、多様な花形態の進化を促した送粉者との相互作用に注目が集まってきました。しかしながらツチアケビは、鮮やかな赤色をした果実、報酬となる高い糖度の果肉、種子散布を行う鳥が止まり木として利用できる丈夫な茎、消化管を通過しても生存能力を保つことができるリグニン化した種皮など、動物散布に適した様々な適応を遂げています。つまり、ラン科植物の多様性の一端は、動物による種子散布へのシフトによって生み出されているといえます。よって本発見は、菌根菌や送粉者がラン科植物の多様化に重要な役割を果たしてきたという従来の定説に一石を投じるものです。光合成をやめたラン科植物の中には、他にもショウキラン属やオーストラリアに生育する *Rhizanthella* 属など、液果をつけることから動物に種子散布を託す可能性が高いと考えられる種が存在します。今後、これらの種子散布様式も明らかにすることで、これまで見過ごされてきたラン科植物の多様化メカニズムを解明したいと考えています。

書誌情報

Suetsugu K, Kawakita A, Kato M (2015) Avian seed dispersal in a mycoheterotrophic orchid *Cyrtosia septentrionalis*. Nature Plants, in press. DOI: 10.1038/NPLANTS.2015.52

<用語解説>

菌従属栄養植物

光合成能力を失い、菌根菌や腐朽菌から養分を奪うようになった植物のこと。ツツジ科、ヒメハギ科、リンドウ科、ヒナノシャクジョウ科、コルシア科、ユリ科、ラン科、サクライソウ科、ホンゴウソウ科などが該当し、これまで日本からは約 50 種が報告されている。

ツチアケビ

ラン科ツチアケビ属に属し、暗い林床に生息する菌従属栄養植物の一種。葉はなく、秋に赤いウインナーソーセージのような液果をつける。

液果

多肉果、湿果ともいい、多肉化した果皮が成熟後も水分を多く持つ果実。トマト、モモ、ミカンなどがこれに相当する。

被食動物散布

動物が食べることによって種子が運ばれ、糞と共に排出される散布方式。動物に対する報酬として、液果をつけるものが多い。