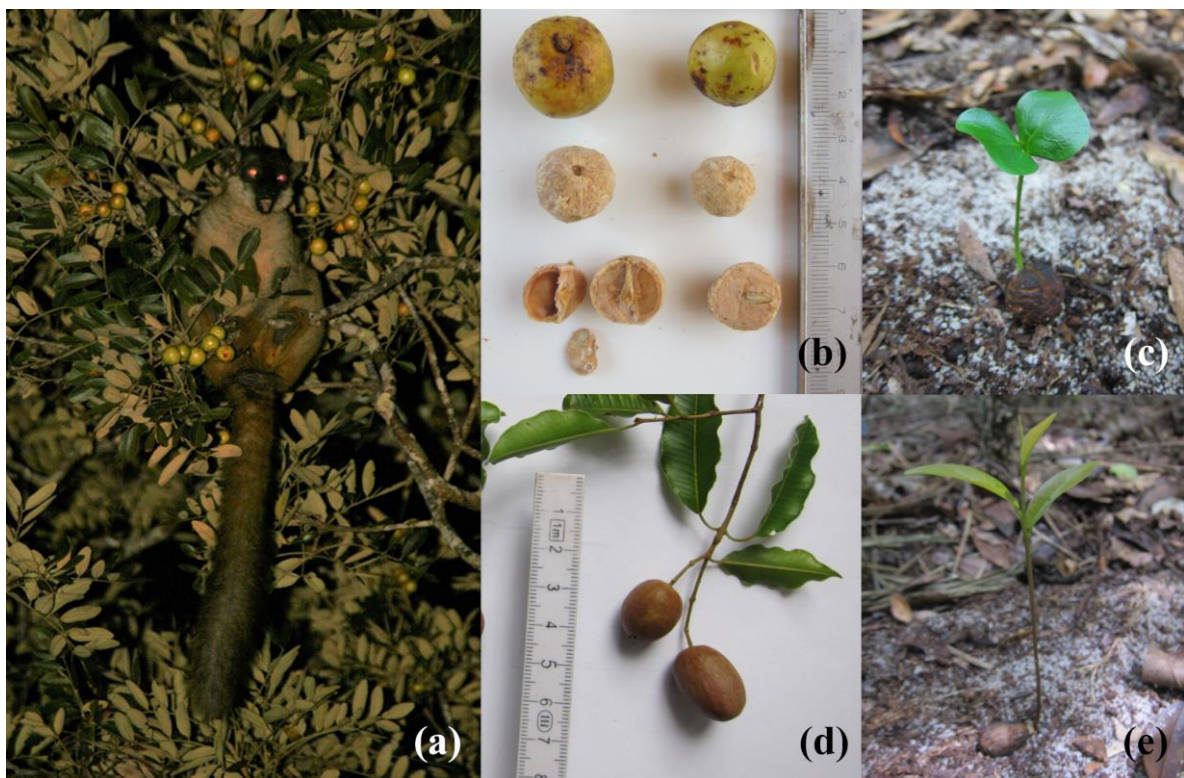


# 大型果実樹木に対する大型動物による種子散布の意義

## —マダガスカルを育むキツネザルの役割を解明—

狩猟や環境破壊で大型動物が減った熱帯林では、大きな果実や種子をつくる植物種の世代更新がうまくいかないことが確認されています。しかし、大型動物がどのように植物の繁殖戦略に関わっているのかについてはまだ多くの謎に包まれたままです。京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科 佐藤宏樹 准教授は、マダガスカル北西部アンカラファンツィカ国立公園の熱帯乾燥林に生育する大型果実樹木2種を昼夜にわたって観察し、最大の果実食動物であるチャイロキツネザルだけが果実を飲み込んで種子を運ぶことを確認しました。さらにチャイロキツネザルに撒かれた種子の状況を森林内で実験的に再現し、その発芽から生存に至る過程を2年間追跡し、キツネザルによる種子散布がどのように植物の繁殖戦略に役立っているのかを調べました。ある樹種では種子が大量に種を撒かれることで一部の種子が日光の多い場所に到達し、高い確率で生き残ることができました。他の樹種では母樹の下に落ちた種子はげっ歯類や昆虫に食べられますが、母樹から遠く離れた場所に運ばれた種子は外敵から逃れて生き残ることができました。本研究は絶滅が危惧される大型動物が熱帯林の更新や生物多様性の維持に貢献していることを明らかにすると同時に、動植物の相互作用から成り立つ生態系を健全に保全することの重要性を示しています。本成果は、2022年11月21日に英国の国際学術誌「*Scientific Reports*」にオンライン掲載されました。



研究対象の写真。(a) チャイロキツネザル、(b) *Astrotrichilia asterotricha* の果実と種子、(c) *Astrotrichilia asterotricha* の実生、(d) *Abrahamia deflexa* の果実、(e) *Abrahamia deflexa* の実生。

## 1. 背景

自ら動くことのできない植物は風や水、動物などに種子を運んでもらうことでより多くの子孫を広範囲に残しています。特に熱帯林で大きな果実や種子をつくる植物種は大型の果実食動物に種子散布を頼っていると考えられ、狩猟や環境破壊で大型動物が減った森林では、そうした植物種の世代更新がうまくいかないことが確認されています。しかしながら、大型動物による種子散布は植物の繁殖戦略上、どのような意義があるのかについてはまだ多くの謎に包まれたままです。生物多様性ホットスポットであるマダガスカルは白亜紀より孤島として隔離してきたため、大陸に生息する大型果実食の鳥類や哺乳類がいません。体重 2-3kg ほどのキツネザル科の霊長類が直径 1cm を超える種子をふくむ大型果実植物の更新を担う最大かつ唯一の種子散布者であると予想されています。そこで本研究は、キツネザルと大型果実樹木の種子散布をめぐる共生関係をモデルケースとし、大型動物による種子散布の意義を検証しました。

## 2. 研究手法・成果

マダガスカル北西部アンカラファンツィカ国立公園の熱帯乾燥林に生息する最大の果実食者・チャイロキツネザル (*Eulemur fulvus*) と乾季の主食果実であるセンダン科 *Astrotrichilia asterotricha* および雨季の主食果実であるウルシ科 *Abrahamia deflexa* を調査対象としました (いずれもマダガスカル固有種で、チャイロキツネザルと *A. deflexa* は絶滅危惧種)。種子散布の効果とは、どのくらいの量の種子が母樹から運ばれ (種子散布の段階)、そのうちのどのくらいの種子が新規加入個体として生き残ったのか (種子散布後の段階)、という 2 段階での評価が必要となります。種子散布の段階では、結実木に訪れるすべての動物種による果実の持ち去り量を昼夜にわたる観察によって定量化し、落下果実と合わせて果実の生産量も評価しました。種子散布後の段階では落下した種子、近くに運ばれた種子、遠くに運ばれた種子の状況を森林内で再現して、種子の発芽や実生の生存に至る過程を追跡しました。

両樹種へは多くの哺乳類や鳥類が訪れましたが、その大きな果実を飲み込んだ動物はチャイロキツネザルだけでした。*Astrotrichilia asterotricha* は森林内の果実多様性が低い乾季に結実するため、チャイロキツネザルが繰り返し訪れます。その結果、果実生産量の 59% の果実を運んでもらうことに成功しました。とくに果実量の多い大木や近くに果樹がたくさんある木は何度も訪問を受けて、持ち去り率が高くなりました。ところが、種子が発芽して栄養に富む双葉が地上で開くと、ネズミや昆虫による食害によってほとんどが死にました。それでも日光の多い場所に到達した種子は高い確率で生き残ることができました。森林内に多様な植物が結実する雨季では、チャイロキツネザルによる *Abrahamia deflexa* への訪問は少なく、果実生産量の 26% ほどしか持ち去られませんでした。落下した大きな種子は食害によって一網打尽にされますが、母樹から離れたところに運ばれた種子は天敵にみつかることなく大きな実生になり、高確率で生き残ることができました。キツネザルによる種子散布の意義は、*Astrotrichilia asterotricha* にとっては一部の種子が好適な環境に到達できるように大量に散布されること、*Abrahamia deflexa* にとっては実生が生存・成長する際に外敵の多い母樹から逃避することであることがわかりました。キツネザルの種子散布をとおして *Astrotrichilia asterotricha* は生産種子の 1.5%、*Abrahamia deflexa* では 6.5% が当年の雨季に実生として定着し、次世代へと命をつなぎます。

## 3. 波及効果、今後の予定

本研究のユニークな発見は、同一の動物に種子散布を頼っているとしても、季節による動物の行動戦略の違いや種子・実生の形態の違いが組み合わさることで全く異なった種子散布の意義を見出すに至った点にあります。

マダガスカルの森林では多くの植物種がキツネザルに種子散布を頼りますが、種子散布の意義の多様性が多種共存を可能にしているのかもしれませんが。現在はキツネザルが育む森林の特性を理解すべく、森林生態系を対象とした共同研究を展開しています。また近年の環境保全分野では、大型果実食動物を誘致・導入することで劣化した森林の修復を加速させる可能性について議論され始めました。種子散布者を活用した森林の修復を成功させるには、本研究が示すような動物種子散布の意義に関する知見を蓄積していくことが重要になるでしょう。

#### 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補助金（25870344 to HS, 26-699 to HS）および京都大学 創立 125 周年記念ファンドの支援をうけて実施しました。

##### <研究者のコメント>

これまではキツネザルを追って散布する種子の種多様性や量、散布する範囲などの種子散布者としての能力を評価してきました。今度は動物に種子散布者に頼る植物の目線に立ち、植物にとって動物がいかに役立っているかを検証したのがこの研究です。植物の果実生産や散布量、実生の生存など、動けない植物を追うために植物学のアプローチを多く取り入れました。真夜中の森で母樹と共に動物の訪れを待つこと数時間、漆黒の闇からチャイロキツネザルが現れ、大量の果実を飲み込んで再び闇に消えていくシーンを観察した時は、種子散布成功の喜びを母樹とともに分かち合えた気がしました。そのシーンの動画も本論文のオンラインサイトにて公開しているので、是非ご覧ください。（佐藤宏樹）

##### <論文タイトルと著者>

タイトル：Significance of seed dispersal by the largest frugivore for large-diaspore trees（大型散布体樹木に対する最大の果実食動物による種子散布の意義）

著者：Hiroki Sato

掲載誌：Scientific Reports 12, 19086 DOI：<https://doi.org/10.1038/s41598-022-23018-x>

< 参考図表 >

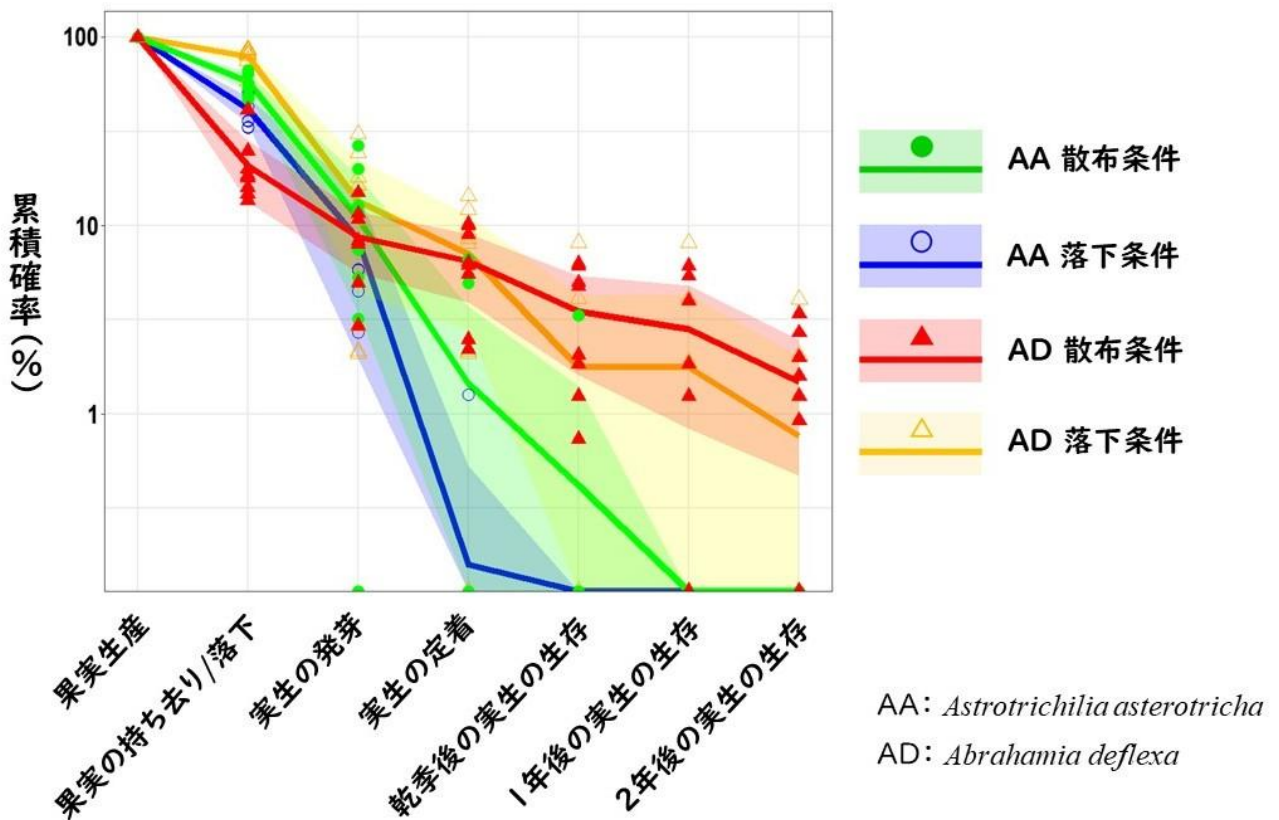
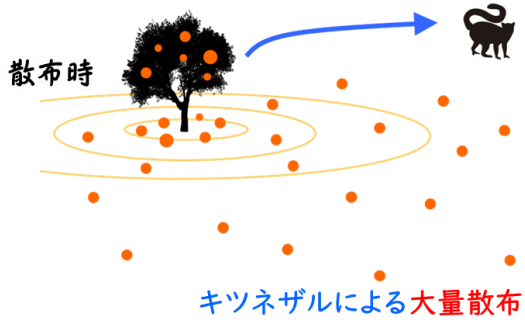


図. 研究対象樹種 *Astrotrichilia asterotricha* (AA) と *Abrahamia deflexa* (AD) の樹木 1 個体が生産した果実量を 100% とした際のキツネザル散布条件および落下条件の果実生産から 2 年後の実生の生存に至るまでの累積確率 (各種 8 個体を分析対象とした). どちらの樹種も落下した種子よりもチャイロキツネザルに散布された種子の方が高い確率で生き残る傾向を示している。特に *Abrahamia deflexa* の種子はキツネザルに散布される量は少ないが、母樹近くの危険地帯から逃れた種子は高い確率で生き残ることがわかった。

*Astrotrichilia asterotricha*



*Abrahamia deflexa*

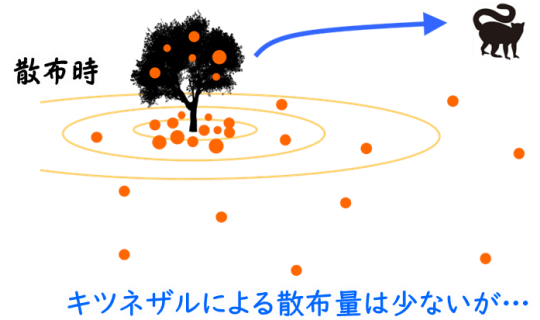


図. 研究対象樹種 *Astrotrichilia asterotricha* (左)と *Abrahamia deflexa* (右)におけるチャイロキツネザルによる種子散布の意義のイメージ. *Astrotrichilia asterotricha* にとっては一部の種子が好適な環境に到達できるように大量に散布されること、*Abrahamia deflexa* にとっては実生が生存・成長する際に外敵の多い母樹から逃避することが重要であることがわかった。