

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 5 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K18718

研究課題名(和文)動物散布における種子散布距離決定要因の特定：鳥類と哺乳類による散布の統合から

研究課題名(英文)Driving factors of seed dispersal by birds and mammals

研究代表者

直江 将司(Naoe, Shoji)

国立研究開発法人森林総合研究所・東北支所・研究員

研究者番号：80732247

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：研究の結果、行動圏の大きな哺乳類の方が概して鳥類よりも長距離に種子を散布していることが明らかになった。また、動物による種子散布距離は動物散布樹木全体の果実量の季節・年変動によって変化し、果実量が多い時には種子散布距離が短く、果実量が少ない時には種子散布距離が長くなる傾向が認められた。また種子散布距離の決定要因として、散布動物の行動圏の大きさや、動物散布樹木全体の結実豊凶が重要であると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Our results showed that seed dispersal distance achieved by mammals are tend to be longer than that by birds. This was probably due to the difference of their home range size (i.e., larger home range in mammals). The results also indicated that annual and seasonal variation in community-level fruit abundance can drive seed dispersal distance across species. Abundant fruit satiated fruit removal by animals and decreased their seed dispersal distance. We illustrated that home range of seed disperser and temporal variation in community-level fruit abundance could be determining factors for seed dispersal.

研究分野：森林生態学

キーワード：種子散布 鳥類 哺乳類 動物散布 動物散布樹木

1. 研究開始当初の背景

種子散布は固着性の植物にとってほとんど唯一の移動手段であるため、植物の更新や分布、群集形成に決定的な影響を与える。植物は種子散布の媒体として、動物・風・水流などを利用している。その中で、果肉を報酬とすることで動物に種子を散布させる動物散布は、温帯・熱帯に生育する樹種の40~90%で見られる最も一般的な散布様式である。そのため動物散布のメカニズムの解明は、植物の分散や更新動態のみならず、森林の群集形成、さらには天然林施業を考える上で欠かせないステップである。しかし、動物散布は複数種の動物の行動によって決定される複雑な散布様式であるため、そのメカニズムの解明は進んでいない。

1種の植物の種子散布に多くの動物が参加する動物散布では、各動物の役割の評価がメカニズム解明に不可欠である。動物(主に鳥類と哺乳類)が散布に果たす役割を評価する上では、種子散布カーネルが最も有用である。散布カーネルは、種子散布距離の頻度分布である。散布カーネルは動物がどれだけ種子を散布したか、またどこまで散布したかを同時に表現する。そのため、動物間で散布カーネルを比較することで、各動物の役割を比較評価できる。

散布に関わる全動物の散布カーネルを評価するという調査の困難さから、実際に評価を試みた研究はほとんどない。また数少ない研究例でも、動物のバイオマスからその散布量を推定するなど研究デザインに致命的な欠陥があり、比較評価に失敗している。さらに、対象植物は1種のみで単年度の研究であり、どのような果実形質や結実状況が散布距離と関係しているかといった、散布距離の影響要因は検証出来ていない。

申請者はこれまで温帯落葉広葉樹林である小川群落保護林に大面積・高密度に種子トラップを設置し、鳥類の行動とその散布種子を9年間調べてきた。そのうち2年分の解析から、鳥類は繁殖期には子育てしやすい生息地を選択する一方で、非繁殖期には果実量の多い生息地を選択すること、その結果季節によって散布種子が集中する場所に違いが生じることを明らかにした。また3年分の予備解析から、樹種によって平均散布距離が異なる傾向、動物散布樹木群集の凶作年には平均散布距離が長くなる傾向が見えてきた。これらの結果から、散布者の繁殖活動、また果実形質や果実の豊凶が散布距離に影響している可能性が示唆された。また申請者は哺乳類についても、小川群落保護林において9年間、散布種子を回収している。鳥類・哺乳類の散布種子はその空間分布を表現できるようにサンプリングしており、それぞれ散布カーネルが推定できる。そのため、鳥類・哺乳類の

役割の比較評価が可能である。さらに、散布カーネルの樹種差と年変動を解析することで、散布距離の決定要因を特定できるのではないかと着想した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、1)鳥類・哺乳類が種子散布に果たす役割を比較評価し、2)動物による種子の散布距離の決定要因を特定することである。動物散布は複数種の動物の行動によって決定される。そのため、メカニズムの解明には各動物の役割評価が必要不可欠だが、いまだ十分に研究されていない。また、同じ動物であってもエサ条件や繁殖活動、果実形質によって行動が異なる可能性が考えられる。そこで本研究では、複数の動物散布樹木種を対象とした多年度のデータを用いて、各動物の役割を種子散布カーネルで比較評価する。さらに、散布カーネルの樹種差や年変動の解析から、散布距離を決定する要因を特定する。

3. 研究の方法

調査は茨城県北茨城市にある小川群落保護林で行う。ここでは動物散布樹木の豊凶周期や、各樹種の散布者相、果実形質などの基礎情報が充実しており、効率的に調査が行える。調査地において動物散布樹木は25種であり、種数にして全体の43%を占める。

本研究では、以下の流れで散布カーネルを導出し、散布距離の決定要因を特定する。

(1) 鳥類による散布カーネルの推定

林内6haに14m間隔で種子トラップを設置し(森林面積の0.27%に相当)、果実の結実する6月~12月に2週間間隔で種子を回収する。トラップに落下した種子を果肉が付いていれば自然落下、無ければ鳥散布に分類し、鳥散布種子の空間分布を明らかにする。各トラップに落下した鳥散布種子について、同樹種的全結実木(結実期に6ha+周囲2haを探索)からの距離を求め、2Dt分布の散布カーネルをベイズ推定でもとめる。

(2) 哺乳類による散布カーネルの推定

林内6haに幅0.5m、長さ4kmのルートを設置し(森林面積の3.3%に相当)、2週間間隔でルート上の地上性哺乳類(イタチ、テン、タヌキ、アナグマ、ツキノワグマ、イノシシ)の糞を回収する。糞の形状や大きさ、匂いから哺乳類の種同定を行い、各哺乳類の散布種子の空間分布を明らかにし、鳥散布と同様にして哺乳類による散布カーネルを推定する。

(3) 動物間の種子散布の比較

樹種内で各動物の散布カーネルを比較し、種子散布距離と散布量に果たす役割を評価する。また樹種間で同一の動物の散布カーネルを比較し、散布に果たす役割に一般性があるか調べる。

(4) 種子散布距離の決定要因の特定

各年各樹種の統合散布カーネルと動物散布

樹木群集全体の果実量、樹種の結実期との関係を解析して散布距離の決定要因を特定する。動物散布樹木群集全体の果実量については、(1)で用いた種子トラップ内に落下した鳥散布種子と自然落下種子から求める。まず各樹種について、鳥散布・自然落下種子の総量から生産された果実の個数を求める。次に各樹種について、果実1個当たりのカロリーと生産された果実数の掛け算から、カロリーベースでの果実量を求める。最後に、各樹種のカロリーベースの果実量を足し合わせることで、動物散布樹木群集全体の果実量を求める。

4. 研究成果

鳥類の種子散布距離については、鳥類の渡り期と繁殖期で傾向が異なっていた。鳥類の渡り期に結実する樹種(ツタウルシ、コシアブラ、豊作年におけるウワミズザクラ、アオハダ、ミズキ)では、種子散布距離は動物散布樹木群集全体の果実量の年・季節変動によって変化し、果実量が多い時には種子散布距離が短く、果実量が少ない時には種子散布距離が長くなる傾向が認められた。この理由としては、果実量が少ない時には林内に低密度で散在する結実木を求めて動物が長距離を移動すること、また結実木の果実量が十分でないために次の結実木を求めて移動するなど移動頻度が多くなることが考えられた。

しかし、このような傾向は鳥類の繁殖期に結実する樹種(カスミザクラ、凶作年におけるウワミズザクラ、アオハダ、ミズキ)では認められなかった。また、種子散布距離は概して鳥類の繁殖期に結実する樹種で短くなっていた(繁殖期:平均で約50m、渡り期:約100m)。これは、渡り期には鳥類は比較的自由に果実を求めて移動できるために果実量によって種子散布距離が変化するのに対し、繁殖期には縄張りの確保や育児に伴い行動が制限されているために果実量によって種子散布距離が変化しないこと、また長距離の種子散布が起こりにくいことが原因と考えられた。

哺乳類については、十分なサンプル数が確保できなかったために、散布カーネルの導出には至らなかった。代替案として、マイクロサテライトマーカーを用いた遺伝解析によって、散布種子の親木を特定することによって直接的に種子散布距離を求めた。比較的サンプル数が多かったタヌキとアナグマのミズキ散布種子について適用したところ、その種子散布距離は平均で250mほどであり、鳥類による種子散布距離を大きく上回っていた。種子散布距離が異なった原因としては、哺乳類のほうが鳥類よりも行動圏が大きいこと、果実を食べてから糞として種子を排出するまでの時間(すなわち移動時間)が長いことが考えられた。一方で、哺乳類が利用する樹

種と鳥類が利用する樹種は必ずしも一致しなかった。鳥類の糞からは果実サイズが比較的小さい樹種(ミズキ、ツルマサキ、ツタウルシなど)が多く観察されたが、哺乳類の糞からは果実サイズがより大きい樹種(ヤマボウシやサルナシなど)が多く観察された。このことは、鳥類が選好する小型果実をつける樹種では母樹の近くに種子が散布されて個体群が維持されやすい一方で、哺乳類が選好する果実が大きい樹種では母樹から離れて種子が散布されることで分布が拡大しやすいことを示唆しているのかもしれない。

一連の結果から、動物によって種子散布に果たす役割が異なっていること、種子散布サービスの質は季節や年によって異なることが明らかになった。また、種子散布距離の決定要因として、動物散布樹木全体の結実豊凶や散布動物の行動圏の大きさが重要であると考えられた。今後、果実サイズなど形質から散布動物が判断できるようになれば、本研究成果と併せることで対象植物の大まかな種子散布距離が簡易に求められるようになるだろう。

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2件)

Shoji Naoe, Ichiro Tayasu, Takashi Masaki, Shinsuke Koike, Negative correlation between altitudes and oxygen isotope ratios of seeds: exploring its applicability to assess vertical seed dispersal, Ecology and Evolution, 査読有, Vol. 6, 2016, 6817-6823, DOI: 10.1002/ece3.2380

Shoji Naoe, Ichiro Tayasu, Yoichiro Sakai, Takashi Masaki, Kazuki Kobayashi, Akiko Nakajima, Yoshikazu Sato, Koji Yamazaki, Hiroki Kiyokawa, Shinsuke Koike, Mountain-climbing bears protect cherry species from global warming through vertical seed dispersal, Current Biology, 査読有, Vol. 26, 2016, R315-R316, DOI: 10.1016/j.cub.2016.03.002

[学会発表](計1件)

直江 将司、温暖化条件下で標高方向の種子散布が果たす役割: 酸素安定同位体を用いた評価、日本生態学会第64回大会、2017年3月14日~18日、早稲田大学早稲田キャンパス(東京都新宿区)

[図書](計1件)

直江 将司、さ・え・ら書房、わたしの森林研究 鳥のタネまきに注目して、2015、141

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

6．研究組織

(1)研究代表者

直江 将司 (Naoe, Shoji)

国立研究開発法人森林総合研究所・東北
支所・研究員

研究者番号：80732247