

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25660119

研究課題名(和文) 森林更新に虫害種子は貢献するか? : 齧歯類による散布の真相解明

研究課題名(英文) Do insect-infested seeds contribute to forest regeneration? : revealing of the truth in rodent handling of the seeds

研究代表者

梶村 恒 (KAJIMURA, Hisashi)

名古屋大学・大学院生命農学研究科・准教授

研究者番号：10283425

交付決定額(研究期間全体) : (直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文) : 虫害種子に対する野ネズミの反応についての、主要な成果は以下のとおりである。クリ堅果を健全、幼虫の有無で区別し、林内に配置した。野ネズミがどの状態の堅果を持ち去るかを判定し、テレメトリー法で捕食あるいは散布される場所を特定した。幼虫が脱出した堅果は近距離に散布され、深く埋められ、高頻度に捕食された。また、野ネズミの巣内に貯食されることが多かった。一方、幼虫入りの堅果は健全堅果と同様に取り扱われた。

研究成果の概要(英文) : The main results of this study, rodent handling of insect-infested seeds of broad-leaved trees, are shown as follows. We classified *Castanea crenata* acorns into three categories: sound acorns, infested acorns with or without a larval emergence hole. We attached a small transmitter to each acorn (T-acorn). We put the T-acorns on a food station and located the position of each T-acorn using a receiver.

Apodemus speciosus, *Apodemus argenteus* and *Eothenomys smithii* transported the acorns, showing a similar handling pattern. In infested acorns with a larval emergence hole, the distance was shorter, the depth was greater and the predation intensity was higher. These acorns were hoarded in rodent nest more frequently in comparison to sound acorns. In contrast, infested acorns without a larval emergence hole, in which larvae still remained, were treated like sound acorns by the rodents. These results suggest that larval existence inside acorns might affect the fate of the infested acorns.

研究分野：森林保護学

キーワード：種子散布 野ネズミ 種子食昆虫 森林更新

1. 研究開始当初の背景

成熟種子を加害する昆虫は、国内外で調べられてきた。研究代表者らは、コナラとアベマキの様々な種子生長過程で、昆虫相とその加害実態を明らかにした。さらに、加害の程度を定量した播種実験により、発芽できることを初めて実証した。

齧歯類による種子の捕食あるいは散布に関する研究も多いが、研究分担者らは野ネズミとマテバシイ種子等を対象に、電波発信機を駆使した種子および野ネズミのテレメトリー法(追跡システム)を開発した。

森林更新の実態に迫るためには、種子をめぐる昆虫と齧歯類の総合的な研究が必要であるが、国内外を問わず、皆無であった。

2. 研究の目的

昆虫に加害された種子の中には、一見、健全種子と区別が付きにくいものがある。これまでの研究では、混同されてきた可能性が高い。一方で、虫害種子と認識できる場合も、その程度によっては発芽能力を有することが明らかになってきており、森林の更新を考える上で無視できない存在になっている。

そこで、本研究では、虫害種子を入念にチェックし、野ネズミ等の齧歯類による捕食あるいは散布の真相を解明する。また、種子の化学成分や実生の定着状況も調べ、森林更新に関与する生物間相互作用の新たなパラダイムを提出する。

3. 研究の方法

(1) 調査地の環境特性

愛知県ではクリ、エゴノキ、コハクウンボク、トチノキ、オニグルミ、鹿児島県ではマテバシイやスダジイを対象とした。周辺の人工林における施業状況(皆伐、間伐、下刈り、植栽など)も加味した。

対象樹種を含む林分で植生調査を行い、樹冠投影図を作成した。ササ等の下層植生についても被度等を算出した。また、傾斜や水系分布の情報も収集し、樹冠投影図に反映させた。

(2) 種子食昆虫の加害様式

クリ、エゴノキ、シイ類などの樹冠下に種子トラップを設置し、落下する種子を定期的に回収した。周辺の結実木からも採集した。重さやサイズを計測した後、切開して存在する昆虫の種類と内部の状態を記録した。

(3) 野ネズミの生息状況

各調査地に金属製箱ワナ(シャーマントラップ)を仕掛けて野ネズミを生け捕りし、種、性別、体重等を記録した。指切り法によって個体識別し、捕獲地点で放逐した。それぞれの個体が再捕獲できるかどうか、定期的に確かめた。また、一部の野ネズミはテレメトリー法によって追跡し、行動パターンを把握した。

(4) 種子の供試実験

まず、健全種子、昆虫別の加害種子を確実に区別した。次に、重さやサイズを測定し、顔料インクで識別番号を付した。一部の種子には、テレメトリー用の発信器を接着した。これらの種子を様々に組み合わせ、餌台に並べて林床に配置した。この実験は(3)の結果に基づき、野ネズミが高密度に生息する場所で実施した。

そして、センサーカメラやビデオを餌台の近くに設置し、持ち去り状況を撮影した。この映像を確認し、どの野ネズミ種が、どのカテゴリの種子を優先的に持ち去るかを判定した。

(5) 持ち去られた種子の追跡

テレメトリー法を駆使して、捕食あるいは散布される地点を特定した。すなわち、発信器から出る電波を受信し、持ち去られた種子の存在場所を探索した。発信器を装着しなかった種子は、記入した識別番号を目視で確認した。

餌台からの距離を測り、貯食されている場合は、埋め込まれた土壌の深さを記録した。ササや上層木による被度、あるいは樹冠開放(ギャップ)の程度、照度など、周辺の光環境も把握した。また、種子がさらに移動していないか、経時的にチェックした。そして、発芽の有無と実生の発育状況も継続して調査した。

(6) 種子の化学分析

当初の計画では、各カテゴリの種子の化学成分として、栄養物質(タンパク質、糖分、脂質など)や摂食阻害物質(タンニンなど)を分析・定量し、野ネズミの選好性の至近要因を解明する予定であった。しかし、(4)で得られた映像から、野ネズミが種子を持ち去る前に、しばしば匂いを嗅ぎ比べていることが判明した。このため、野ネズミの行動習性とのより直接的な関係から、揮発性物質(匂い)をターゲットにすることとした。

4. 研究成果

(1) 種子食昆虫の加害様式

クリにおいては、ゾウムシ類とガ類が見出され、それぞれの摂食部位や幼虫数などを把握した。とくにゾウムシ類の微小な産卵孔に注意すれば、脱出口(孔)が無くても、健全堅果と区別できることを確実にした。さらに、CTスキャン解析法を開発し、クリにおける食害の程度(摂食率)を切開しないで定量化することに成功した。

また、マテバシイにおいては、ゾウムシの脱出口(孔)が他の昆虫(キクイムシ、ガ類)や菌類の加害に及ぼす影響を明らかにした。ゾウムシ加害堅果を、健全堅果に加えて、人工的に穴を開けた堅果(人工加害堅果)とともに林内に埋めたところ、ゾウムシ加害堅果

の発芽率は1割弱で、キクイムシの穿入はなかった。一方、人工加害堅果では、7割弱が発芽したが、その約2割にキクイムシあるいはガ類が見られた。人工穴の周辺における子葉は変質・腐敗しており、昆虫類だけでなく、菌類の侵入口になっていた。

(2)野ネズミの生息状況

各調査地でアカネズミ、ヒメネズミ、スミスネズミなどが捕獲された。それぞれの捕獲数データを、調査地の環境特性や季節・時期等によって分析した。種子の豊凶パターン（落下数の年次変化）との相関についても検討した。

屋久島においては、植生の垂直構造に着目し、低・中・高標高間で野ネズミの種構成や生態特性を比較した。

また、マイクロサテライトマーカーを開発し、遺伝子に基づく親子判定を行った。さらに、野ネズミの密度や行動圏の変化パターンを、様々な森林施業の影響と関連付けて洞察した。

(3)種子の供試実験

クリ堅果を外観から「真の健全」、「ゾウムシ類の加害」、「ガ類の加害」に分類した。幼虫（産卵孔・脱出口）の有無も区別した。また、前述したCTスキャン解析法によって、供試前に摂食率を把握した。これらの種子を用いた結果、野ネズミ（主にヒメネズミとアカネズミ）が内部状態を的確に認識していることが実証された。すなわち、ゾウムシ類による加害堅果および子葉の摂食率が低い堅果に高い選好性を示した。つまり、虫害を受けたクリ堅果でも、ゾウムシ類による摂食や、子葉が多く残された状態であれば、貯食散布に組み込まれる可能性が高いと考えられる。

また、クリ・トチノキ・オニグルミ、エゴノキ・コハクウンボクの選択実験では、ヒメネズミがクリを優先的に持ち去り、アカネズミはトチノキやオニグルミも利用することが明らかとなり、これらの選好性をもたらす要因を検討した。

エゴノキにおいては、コハクウンボクと比較することによって、防御物質（エゴノキ：サポニン、コハクウンボク：タンニン）を含む果皮の影響を実証した。両樹種の果実（種子+果皮）を供試したところ、ヒメネズミがコハクウンボク果実よりもエゴノキ果実を優先的に持ち去った。ところが、果実から果皮を除去した種子のみの場合、両樹種の持ち去り数はほぼ同じになった。サポニンは有毒であるが、調査地のヒメネズミは適応し、むしろ積極的に利用している可能性が示唆された。

(4)持ち去られた種子の追跡

種子の持ち去り先、餌台からの距離、埋められた土壌の深さなどのデータから、調査地

の環境特性も比較しながら、貯食・分散様式を考察した。クリの場合、幼虫が脱出した堅果は、幼虫が存在する堅果よりも、近距離に散布され、深く埋められ、高頻度に捕食された。また、野ネズミの巢内に貯食されることが多かった。この傾向は、野ネズミ種（アカネズミ、ヒメネズミ、スミスネズミ）に関わらず同様であった。一方、幼虫入りの堅果は健全堅果と同様に取り扱われた。つまり、堅果内部の幼虫は、野ネズミの餌となり、摂食による子葉の損失を補完している可能性がある。

(5) 種子の化学分析

様々なカテゴリーのクリ堅果を対象に、揮発性物質（匂い）を採取し、GC/MSで分析したところ、テルペン類がポイントになることが示唆された。とくに、幼虫脱出済みの堅果は、幼虫入りの堅果よりも、検出割合が高かった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

Nakamura, M., Hirata, R., Oishi, K., Arakaki, T., Takamatsu, N., Hata, K. and Sone, K. (2013) Determinant factors in the seedling establishment of *Pasania edulis* (Makino) Makino. *Ecological Research* 28: 811-820.
DOI: 10.1007/s11284-013-1062-9

〔学会発表〕(計 20件)

曾根晃一, 大石圭太, 畑 邦彦 (2016) シギゾウムシ幼虫の脱出口がマテバシイ堅果への菌類や他の種子食性昆虫の加害に及ぼす影響. 第127回日本森林学会大会, 日本大学生物資源科学部(藤沢), 2016年3月29日.

辻本悟志, 柏木晴香, 梶村 恒 (2016) ヒメネズミはなぜコハクウンボクよりもエゴノキの果実を優先的に選択したのか? 果皮の新たな生態的機能の可能性. 第127回日本森林学会大会, 日本大学生物資源科学部(藤沢), 2016年3月29日.

三浦 光, 柏木晴香, 辻本悟志, 梶村 恒 (2016) 森林性ネズミ2種による3種の種子の利用様式—クリ・トチノキ・オニグルミの混合供試実験—. 第127回日本森林学会大会, 日本大学生物資源科学部(藤沢), 2016年3月28日.

大石圭太, 児島音衣, 石場理紗, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2016) 森林施業がアカネズミとヒメネズミの堅果分散に及ぼす影響. 第127回日本森林学会大会, 日本大学生物資源科学部(藤沢), 2016年3月28日.

柏木晴香, 木下峻一, 佐々木 理, 梶村

恒 (2016) 虫害堅果を透視してネズミの選好性を探る 幼虫の有無, 種・サイズ, 摂食率に着目して . 第 63 回日本生態学会大会, 仙台国際センター(仙台), 2016 年 3 月 22 日. * 優秀ポスター受賞

肥後悠馬, 本田剛章, 半谷吾郎, 梶村 恒 (2016) 屋久島における植生の垂直分布に着目した森林性野ネズミの種構成と生態特性の比較. 第 63 回日本生態学会大会, 仙台国際センター(仙台), 2016 年 3 月 22 日.

大石圭太, 河邊弘太郎, 田浦 悟, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2015) アカネズミの行動圏の親子間およびペア間の空間配置. 第 71 回九州森林学会大会, ホルトホール大分(大分), 2015 年 10 月 6 日.

兒島音衣, 石場理紗, 大石圭太, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2015) 皆伐が森林性野ネズミ *Apodemus speciosus* と *A. argenteus* に与える影響と生息地利用の変化. 第 71 回九州森林学会大会, ホルトホール大分(大分), 2015 年 10 月 6 日.

大石圭太, 河邊弘太郎, 田浦 悟, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2015) アカネズミの行動圏の親子間空間配置と貯食堅果の行方. 第 62 回日本生態学会大会, 鹿児島大学(鹿児島), 2015 年 3 月 30 日.

柏木晴香, 木下峻一, 佐々木理, 梶村 恒 (2015) 森林性ネズミの虫害堅果選好性を解明する新たな試み - CT スキャンによる内部状態の非破壊的解析に基づく供試実験 -. 第 126 回日本森林学会大会, 北海道大学農学部(札幌), 2015 年 3 月 27 日. *「学生ポスター賞」受賞

辻本悟志, 柏木晴香, 梶村 恒 (2015) 森林性ネズミはエゴノキの果実と種子のどちらを選好するのか?. 第 126 回日本森林学会大会, 北海道大学農学部(札幌), 2015 年 3 月 27 日.

曾根晃一, 大石圭太, 柴戸達也, 畑 邦彦 (2014) 虫食いがマテバシイのドングリの発芽と実生の初期成長に及ぼす影響. 第 70 回九州森林学会大会, 佐賀大学(佐賀), 2014 年 10 月 25 日.

大石圭太, 河邊弘太郎, 田浦 悟, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2014) アカネズミの遺伝空間パターンと親子間の行動圏の空間配置. 第 70 回九州森林学会大会, 佐賀大学(佐賀), 2014 年 10 月 25 日.

兒島音衣, 大石圭太, 石場理紗, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2014) 皆伐や間伐が森林性野ネズミの生息状況に与える影響. 第 70 回九州森

林学会大会, 佐賀大学(佐賀), 2014 年 10 月 25 日.

Kashiwagi, H. and Kajimura, H. (2014) Rodent handling of insect-infested *Castanea crenata* acorns with or without a larval emergence hole. The 6th East Asian Federation of Ecological Societies International Congress. Haikou, China, April 10, 2014.

柏木晴香, 梶村 恒 (2014) ネズミの種類毎にみた虫害クリ堅果の持ち去り状況 - 幼虫脱出の有無による比較 -. 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティ(さいたま), 2014 年 3 月 28 日.

大石圭太, 水田裕一, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2014) 間伐施業がアカネズミとヒメネズミの生息状況に及ぼす影響. 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティ(さいたま), 2014 年 3 月 28 日.

柏木晴香, 梶村 恒 (2014) ネズミは虫害堅果を選び好む 昆虫種と幼虫の有無が持ち去りパターンに与える影響 . 第 61 回日本生態学会大会, 広島国際会議場(広島), 2014 年 3 月 16 日.

大石圭太, 河邊弘太郎, 田浦 悟, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2014) マイクロサテライトマーカーを用いたアカネズミとヒメネズミの遺伝空間パターンの解明. 第 61 回日本生態学会大会, 広島国際会議場(広島), 2014 年 3 月 16 日.

大石圭太, 水田裕一, 畑 邦彦, 曾根晃一 (2013) 間伐施業がアカネズミとヒメネズミの生息状況に及ぼす影響. 第 69 回九州森林学会大会, 宮崎大学(宮崎), 2013 年 10 月 26 日.

〔図書〕(計 0 件)

〔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
該当無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梶村 恒 (KAJIMURA, Hisashi)

名古屋大学・大学院生命農学研究科・准教

授

研究者番号： 1 0 2 8 3 4 2 5

(2) 研究分担者

曽根 晃一 (SONE, Kouichi)

鹿児島大学・農学部・教授

研究者番号： 6 0 2 6 4 4 5 4

(3) 連携研究者

該当無し ()

研究者番号：