

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03005

研究課題名(和文) 堅果の豊凶と野ネズミの個体数変動パターン：食性解析に基づく栄養学的アプローチ

研究課題名(英文) Relationship between acorn masting and rodent population fluctuation

研究代表者

島田 卓哉 (Shimada, Takuya)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：10353723

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：北海道と岩手の2地域についてアカネズミ個体数変動と堅果豊凶との関係について解析を行い、繁殖期と堅果落果時期との前後関係によって、堅果豊凶の影響が現れるタイミングが異なることを明らかにした。また、堅果生産量がアカネズミの成長に与える影響を解明するために、岩手調査地の個体について成長曲線解析を行い、堅果豊作翌春生まれの個体は早く成長を止め、軽い体重で性成熟することを発見した。さらに、北海道で同所的に生息するアカネズミ、ヒメネズミ、エゾヤチネズミについて糞を用いたDNAメタバーコーディングを実施して食性を解明し、3種の堅果豊凶に対する反応の違いは堅果への依存度の違いと関連することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

堅果の豊凶は森林生態系から人獣共通感染症の流行におよぶ広範な影響を引き起こすが、その鍵となるのは野ネズミとの関係である。そのため、堅果豊凶に対する野ネズミ個体群の反応を解明することは、森林への影響や人獣共通感染症のリスクを管理する上で重要な課題である。本研究によって、堅果豊凶に対する野ネズミ種間および個体群間での反応の違いが明らかになり、その違いをもたらすメカニズムの一端(堅果依存度の違い、繁殖期のタイミング、成長パターンの違いなど)が解明された。この成果は、堅果豊凶に対する野ネズミの個体数変動を予測する上で重要な貢献となる。

研究成果の概要(英文)：We analyzed the relationship between population fluctuations of the Japanese large wood mouse and acorn abundance in Hokkaido and Iwate, and found that the timing when the effects of acorn masting would emerge differed depending on whether their breeding season is before or after acorn falling. In addition, to elucidate the effect of acorn abundance on the growth of the wood mouse, we estimated the individual growth curve for Iwate population, and found that mice born in the next spring after acorn masting stopped growing earlier and reached sexual maturity at a lower body weight. We also conducted DNA metabarcoding using feces for three sympatric rodents in Hokkaido, and found that different responses to acorn masting among the three species were related with their different dependence on acorns as a food resource.

研究分野：森林生態学、動物生態学

キーワード：野ネズミ 堅果豊凶 DNAメタバーコーディング 個体数変動

## 1. 研究開始当初の背景

堅果（ドングリ、コナラ属樹木の種子）の生産量が年によって大きく変動することはよく知られている。この現象は以前より研究者の注目を集めてきたが、近年、堅果の豊凶が、堅果の直接的な消費者だけではなく、森林生態系に広範な影響を及ぼすことが明らかにされつつある。堅果の豊作による野ネズミの個体数増加を引き金として、野ネズミを餌とする捕食者が増加し、その結果、地上営巣性鳥類の巣立ち率の低下が生じるといった連鎖的影響が報告されている。さらに、野ネズミの増加はダニ類の増加をも引き起こし、その結果、ライム病などの人獣共通感染症の罹患者数が増加することも明らかにされている。

このような森林生態系全体を巻き込む連鎖的影響のきっかけは、堅果と野ネズミとの関係である。両者の関係は、コナラ属樹木の優占する森林生態系における **key interaction** と位置付けることができるだろう。したがって、堅果の豊凶に対する野ネズミ個体群の反応を解明し、個体数変動の予測技術を開発することは、野ネズミの森林生態系における機能を評価し、森林への被害や人獣共通感染症のリスクを管理する上でも重要な課題である。

しかし、堅果の豊凶が野ネズミ個体群にどのようなメカニズムで影響するかについては、いまだ十分に解明されているとは言えない。

## 2. 研究の目的

本研究では、長期データにもとづく個体群動態解析と DNA メタバーコーディングによる食性解析によって、堅果の豊凶が野ネズミ個体群にどのようなメカニズムで影響を与えるのかを解明する。具体的には、以下の二項目を明らかにする。(1) 二つの調査地で得た野ネズミ個体群の長期データを解析し、堅果の豊凶が野ネズミ個体数変動および個体成長に与える影響を解明する。(2) 野ネズミの採餌品目を DNA メタバーコーディング法によって明らかにし、繁殖にとって重要なタンパクソースと全食物中の堅果の利用割合とを解明し、野ネズミ個体群動態における堅果の相対的重要性を評価する。

## 3. 研究の方法

### (1) 野外調査

北海道調査地（北海道大学雨龍研究林）と岩手調査地（岩手大学滝沢演習林）において、標識再捕獲法による野ネズミの個体数調査を行う。野ネズミ捕獲時に、種、性、成体・亜成体の別、体重、および繁殖状態を記録する。また、全ての捕獲個体について、トラップ内に残された糞を回収し、DNA メタバーコーディングによる食性解明のための試料とする。北海道調査地での主要な野ネズミ種はアカネズミ、ヒメネズミ、エゾヤチネズミであり、岩手調査地ではアカネズミおよびヒメネズミである。また、滝沢調査地においては 13 本のコナラ母樹、雨龍調査地においては 32 本のミズナラ母樹を対象として堅果生産量のモニタリングを行う。

なお、北海道調査地では 1991 年から、岩手調査地では 2006 年から上記の調査を継続している。

### (2) 個体群動態モデルによる野ネズミ個体数変動の解析

両調査地で得られる野ネズミの個体数変動と堅果生産量に関する長期データを解析する。堅果生産量を変数として組み込んだ個体群動態モデルによって、動物種毎に堅果生産量が個体数変動にあたる影響を解明する。春と秋の個体数を用いることによって、どの時期に堅果の影響が現れるのかについても解析する。

### (3) DNA メタバーコーディングによる食性解明

採取した野ネズミ糞サンプルより DNA を抽出し、標準的バーコード領域（動物：COI 領域、植物：trnL、rbcL、matK 領域）を次世代シーケンサーを用いて決定後、データベース検索によって採餌品目を特定する（DNA メタバーコーディング）。その結果から、全食物中の堅果の利用割合を解明し、野ネズミ個体群動態における堅果の相対的重要性を評価する。なお、採餌品目の特定を容易にするために、必要に応じて対象地域の動植物を採取しデータベースを補完する。また、糞サンプルの窒素濃度を測定し、DNA メタバーコーディングと糞中窒素濃度の結果から、糞中窒素濃度に貢献の大きな食物（主要なタンパクソース）を特定する。

## 4. 研究成果

### (1) 堅果生産量が野ネズミの個体数変動および個体成長に与える影響

アカネズミ個体数変動と堅果豊凶との関係について解析を行い、堅果豊作の影響は、北海道調

査地では翌秋の個体数増加として表れるのに対し、岩手調査地では翌春の個体数増加として表れることを明らかにした。この結果は、アカネズミの繁殖期が堅果落果時期より前にあるか後にあるかが影響していると考えられた。また、堅果の豊凶がアカネズミの成長と繁殖に与える影響を解明するために、岩手調査地の個体について成長曲線解析を行った。堅果豊作翌年生まれの個体は早く成長を止め、軽い体重で性成熟していた（図 1）。資源が豊富な豊作翌春は、早い段階で繁殖に投資することがメスにとっては有利になるのだと考えられる。これらの解析から、堅果の豊凶がどのようなプロセスでアカネズミの個体群動態に影響するかが明らかになった。

## (2) DNA メタバーコーディングによる野ネズミ採餌品目の解明と主要タンパクソースの推定

北海道に生息する野ネズミ 3 種について、糞を用いた DNA メタバーコーディングによって採餌品目を明らかにした。堅果豊作年の 10 月には、いずれの種もミズナラを高頻度で採餌していたが、採餌品目（植物）の多様性はアカネズミで最も低く、アカネズミはミズナラに強く依存していた（図 2）。得られた野ネズミ 3 種の食性について主成分分析を行ったところ、ヒメネズミは多様な昆虫類を食べる傾向が強く、エゾヤチネズミは植物食中心であり、アカネズミはその中間的な傾向を有していた。

糞を用いた DNA メタバーコーディングと糞中窒素濃度の測定によって、秋のアカネズミのタンパクソースとしては、スズメバチ科の昆虫が重要であることが示唆された（北海道調査地の結果）。また、堅果豊作年秋には糞中窒素濃度が高くなる傾向が認められ、堅果もしくは堅果と連動したシギゾウムシ幼虫などの資源が重要なタンパクソースとなっていると考えられた（図 3、岩手調査地の結果）。

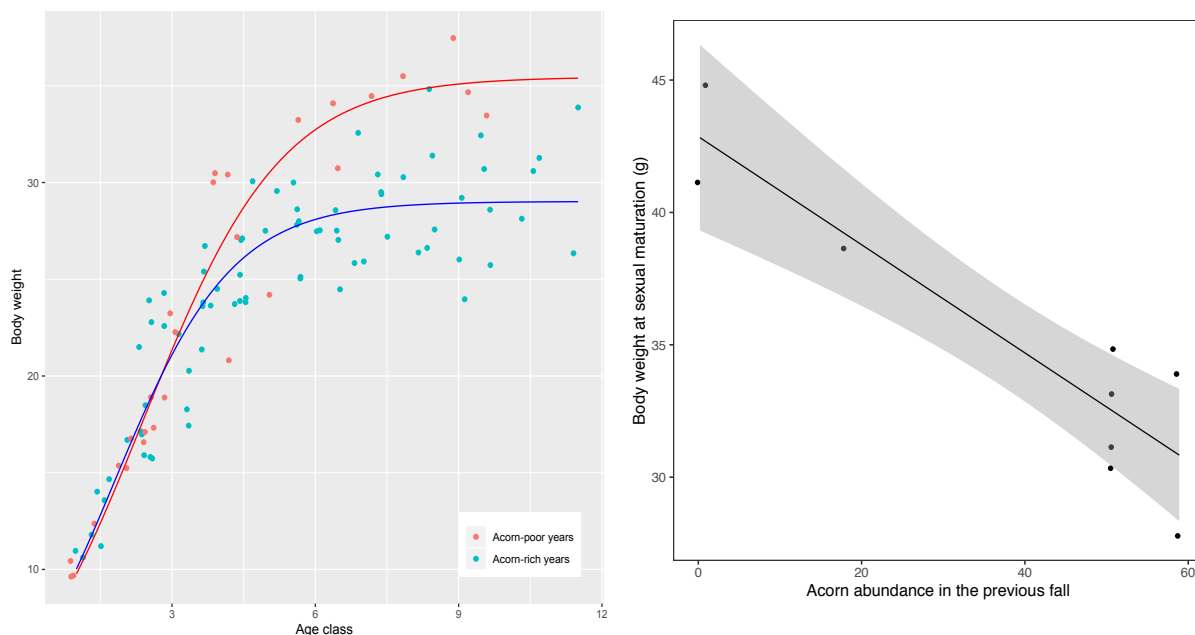


図 1. 岩手調査地におけるアカネズミの成長および繁殖とコナラ堅果生産量との関係。春生まれメス個体のみを解析の対照としている。（左）堅果豊作翌年と不作翌年との成長曲線の違い。堅果豊作年は、小さい段階で成長が止まる。（右）前年堅果生産量と性成熟体重との関係。堅果生産量が多い年ほど、軽い体重で性成熟する。

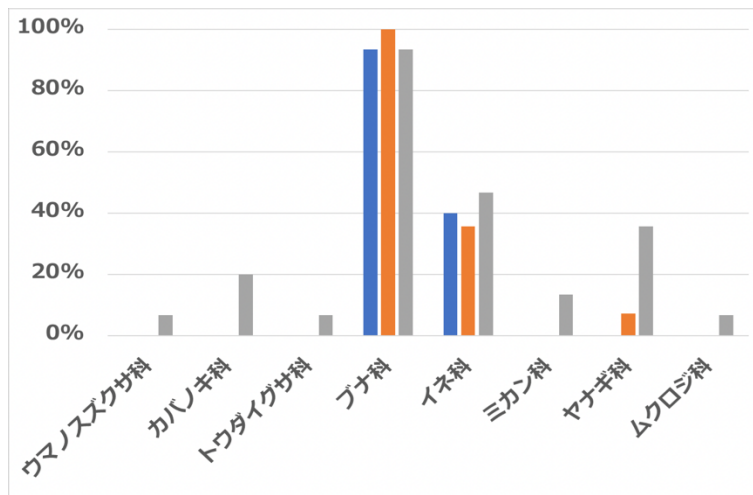


図2. 北海道調査地における野ネズミ3種（青：アカネズミ，橙：ヒメネズミ，灰：エゾヤチネズミ）の採餌品目（植物）の出現率。捕獲された個体の糞をサンプルとしたDNAメタバーコーディングによる結果。アカネズミおよびヒメネズミのブナ科樹木（ミズナラと推定される）への高い依存度、エゾヤチネズミの多様な食性が分かる。

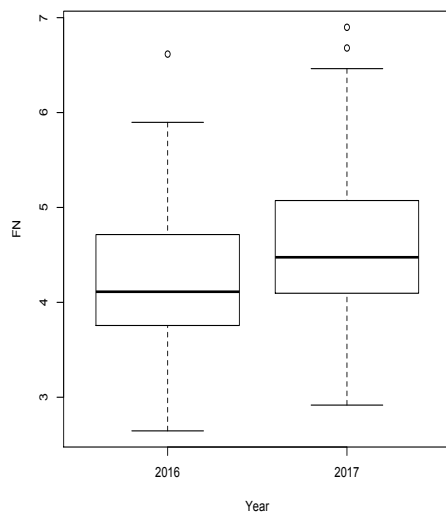


図3. 岩手県調査地におけるアカネズミの糞中窒素濃度の年次比較（10～11月のサンプルが対象）。コナラ豊作年（2017年）は不作年（2016年）より窒素濃度が高く、高タンパクの餌を食べていることが推測される。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Okabe Kimiko, Shimada Takuya, Makino Shun'ichi	4. 巻 48
2. 論文標題 Preliminary life history observations of the pseudoscorpion <i>Megachernes ryugadensis</i> (Pseudoscorpiones: Chernetidae) phoretic on wood mice in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Arachnology	6. 最初と最後の頁 155-160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1636/0161-8202-48.2.155	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 島田 卓哉、星野 大介、岡本 透、齋藤 智之、野口 和幸、酒井 武	4. 巻 18
2. 論文標題 Population responses of rodents to the mast seeding of dwarf bamboo <i>Sasamorpha borealis</i> over the Chubu region of Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of FFPRI	6. 最初と最後の頁 381 ~ 387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20756/ffpri.18.4_381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Shibata Mitsue, Masaki Takashi, Yagihashi Tsutomu, Shimada Takuya, Saitoh Takashi	4. 巻 108
2. 論文標題 Decadal changes in masting behaviour of oak trees with rising temperature	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Ecology	6. 最初と最後の頁 1088 ~ 1100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2745.13337	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Windley Hannah R., Shimada Takuya	4. 巻 89
2. 論文標題 Cold temperature improves tannin tolerance in a granivorous rodent	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Animal Ecology	6. 最初と最後の頁 471 ~ 481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2656.13119	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 FUJII Saori, SHIMADA Takuya, NAKAMURA Shoko, MAKINO Shun?ichi, OKABE Kimiko	4. 巻 30
2. 論文標題 Soil fauna community assembled in the abandoned nests of Japanese wood mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Acarological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1~4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2300/acari.30.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kotaka Nobuhiko, Yasuda Masatoshi, Shimada Takuya	4. 巻 47
2. 論文標題 Development of a Camera-Installed Nest Box for Small Mammals and Its Application in Reproductive Schedule Estimation for the Okinawa Spiny Rat	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mammal Study	6. 最初と最後の頁 77-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3106/ms2021-0025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 渡邊佳奈、齊藤隆、佐藤淳、島田卓哉
2. 発表標題 北海道に生息する3種の野ネズミの共存メカニズムの解明
3. 学会等名 日本哺乳類学会2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島田卓哉、伊東宏樹、齊藤隆、飯島勇人
2. 発表標題 Indirect effects of pulsed resources on individual growth and sexual maturity of the Japanese wood mouse
3. 学会等名 日本生態学会67回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊佳奈、齊藤隆、佐藤淳、島田卓哉
2. 発表標題 野ネズミ3種の共存メカニズムの解明：DNAメタバーコーディング法による食性分析の視点
3. 学会等名 日本生態学会67回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 島田卓哉
2. 発表標題 Herbivore offense(攻める植食者)：植物二次代謝物質，とくにタンニンに対する野ネズミの対抗手段
3. 学会等名 日本哺乳類学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 島田 卓哉	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 208
3. 書名 野ネズミとドングリ	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ドングリを食べるなら気温は低いほうがいい  <a href="https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2019/20191107-02.html">https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2019/20191107-02.html</a></p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	齊藤 隆  (Saitoh Takashi)  (00183814)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・特任教授    (10101)	
研究分担者	佐藤 淳  (Sato Jun)  (80399162)	福山大学・生命工学部・教授    (35409)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関