

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：11501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23710279

研究課題名(和文)ニホンザルの分布回復が冷温帯林における生物間相互作用に与える影響

研究課題名(英文)Influence of population recovery of Japanese macaque populations on biological interactions in cool-temperate forests

研究代表者

江成 広斗(ENARI, Hiroto)

山形大学・農学部・准教授

研究者番号：90584128

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：地域絶滅が各所に見られる東北地方の冷温帯林に生息するニホンザル(以下サル)は、近年分布を回復させている。本研究ではこうしたサルの分布回復が在来の生物間相互作用に及ぼす影響を評価することを目的に、サルの「採食」に由来する生食・腐食連鎖プロセスの解明に取り組んだ。その結果、サルの採食が在来植生の多様性維持機構を補強する複数のプロセスを特定できた。特に、サルは種子の一次散布者になるだけでなく、排出される糞が種子の二次散布者として機能する食糞性コガネムシ群集のバイオマス維持に貢献することが明らかとなり、サルの分布回復が在来生態系への種子供給を活性化させる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Japanese macaque populations living in snowy areas became locally extinct in several regions of eastern Japan. In recent years, the remnant populations have gradually recovered. To predict the influence of the current population recovery on local biological interactions, this study evaluated the grazing and detritus food chains associated with macaque feeding. The current results suggest that macaques have a key role to support the local plant diversity. In particular, macaques could strengthen the seed dispersal process because they directly transport seeds as primary dispersers and their feces enforce the biomass of dung beetle assemblages which are act as secondary seed dispersers.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：ニホンザル 雪 種子 生物間相互作用 樹皮 食糞性コガネムシ 哺乳類

1. 研究開始当初の背景

20世紀初頭、東日本一帯の冷温帯林に生息していたと考えられるニホンザル(以下、サル)は乱獲され、その分布は大幅に退縮し、分断された。しかし、捕食者の絶滅やサルの保護獣指定、更には昨今の暖冬化などを背景に、分布は近年急速に回復している。一方で、こうした分布回復は農作物被害や生活被害などの「猿害」を発生させ、深刻な問題を各地の農山村にもたらしており、今後も問題は拡大することが指摘されている。こうした背景を受けて、サル分布回復に伴う「負の側面」が強調され、当該種の分布回復の「正の側面」を含めた包括的な科学的評価は現在までほとんど行われていない。こうした現状では、当該種の適切な個体群管理や生息地管理を検討することは困難である。

2. 研究の目的

本研究は、冷温帯林を対象に、サルの在・不在が、森林における生物間相互作用に及ぼす影響を特定し、それらを定量評価することを目的とした。ここでは特に、サルの「採食」に由来する生食・腐食連鎖に着眼し、豪雪地(青森)と寡雪地(栃木・山形)におけるそれらプロセスの比較を通じて、上記目的を達成するための各種野外調査・実験を行った。

3. 研究の方法

(1) サルの樹皮採食による被採食植物の植物生理学的影響の評価

冷温帯林に生息するサルの冬季の主食は樹皮である。樹皮の採食はその程度によって植物を枯死させることがある一方、補償成長を促し、互恵的な生物間相互作用が存在するケース(例えば、ヤマグワ)も多雪地では確認されている(Enari & Sakamaki 2010. *Int. J. Primatol.*, 31:904-919)。

本研究では、予め設定したトランセクトを毎年踏査し、食痕をカウントすることで、各樹木種に対する採食選択性を各地域で評価した。次に、選択性の高い樹木種に関してモニタリングを行い、枯死木の本数や、着葉/未着葉シュート本数等の測定をすることで、サルの樹皮採食の影響を定量評価した。

(2) 哺乳類による種子の一次散布能力の評価

森林生態系においてサルが果たす役割として種子散布は以前から知られているが、それを定量的に評価した事例は限られ、特に豪雪地ではほとんどない。そこで、サルの種子散布能力を評価するために、本種と類似した果実食を行う他の哺乳類の種子散布プロセスとの比較を行った。ここでは、あらかじめ設定した調査サイトにおいて、哺乳類各種の糞を採取し、糞に混入する種子を取り出し同定した。

(3) 哺乳類の糞に飛来する食糞性コガネムシによる種子の二次散布能力の評価

二次散布者の糞選好性、及び哺乳類の種構成が糞虫群集の多様性に及ぼす影響

種子散布の成功率は、上記のような哺乳類による一次散布だけではなく、糞虫(食糞性コガネムシ)などによる二次散布(糞内種子の拡散や埋土など)の頻度が影響することが熱帯林における最近の研究で報告されている。そこで、本研究では、異なる哺乳類の糞に集まる糞虫群集の比較、及び(サルの在・不在を含む)哺乳類の種構成が異なる森林における糞虫群集の比較を行った。

糞虫による種子の埋土能力評価

糞虫によって二次散布された種子は、その埋め込みの深さに応じて、発芽成功率もしくは埋土種子として保存される成功率は異なる。本研究では、サル糞に種子を模したビーズを混ぜ込み、糞虫による埋土頻度や埋土深を測定した。

4. 研究成果

(1) サルの樹皮採食による被採食植物の植物生理学的影響の評価

サルによる樹皮食の選択性

豪雪地(白神山地)に生息するサルによる樹皮の採食選択性は、毎年一定ではなく、その年の積雪深により大きく左右することが明らかとなった。この理由として、雪による餌植物の埋雪による影響、更には、積雪という物理的な行動制約が採食パッチ利用を変化させたことによる影響の2つが考えられた。具体的には、積雪量が平年程度(平地の低標高地で1~1.5m程度)の場合、サルは主に低木の先駆種(ヤマグワやツリバナなど)を積極的に利用していた。一方で、多雪年(平地の低標高地で2~2.5m程度)では、低木類の利用から、低標高域の高木類(ブナやホオノキなど)の利用へとシフトする傾向が確認された。

寡雪地(日光地域:最大積雪深は1m以下)におけるサルによる樹皮の採食選択性は、豪雪地の平年積雪年と類似し、主に低木の先駆種の利用が目立つ傾向があった。ただし、低木類の多くは、ニホンジカによる採食もあり、餌資源の種間競合が顕著な地域も目立った。ニホンジカの採食に伴う植生荒廃は、サルの採食選択や採食パッチ利用に今後影響をもたらすことが推察された。

被採食植物の植物生理学的影響の評価

上記結果から明らかとなったサルの採食

頻度の高い樹木種を対象に、被食に伴う影響評価モニタリングを実施した。豪雪地においては、複数の低木類において、枯死に至る被食の影響は確認された。しかし、積雪量の年変動によるサルの採食選択性の変化によって、そうした影響は限定的であることが推察された。一方で、多雪年にみられる高木類の被食は、萌芽を促し、シュート数を増加させる効果（特にホオノキで顕著）が確認された一方で、枯死に至るものは見られなかった。

寡雪地における同様の影響評価モニタリングも当初予定していたものの、上述のようにニホンジカによるより顕著な採食圧がかかる状況下でこれを評価する意義は少ないと判断し、本研究では実施しなかった。

（２）哺乳類による種子の一次散布能力の評価

サルの糞に含まれる種子と、そのほかの中型哺乳類（特にテンやイタチ）の糞に含まれる種子との間には、種構成に多くの類似点が見出された。しかし、テンやイタチは、選択性の高い液果類を見つけた場合、そこにしばらく留まって採食を継続する傾向があり、採食パッチを次々と移動させる傾向のあるサルとは異なった。その結果、テンやイタチは、採食した液果植物の直下、及びその林分周辺に集中的に糞を散布するのに対し、サルはより広域的に糞を散布している可能性が考えられた。種子散布距離を推定する際、対象哺乳類の一日の移動距離や採食物の体内滞留時間を用いることが多い。しかし、上記のような採食パッチ（採食する樹木種およびその分布）の利用様式を加味することも必要であることが示唆された。

（３）哺乳類の糞に飛来する食糞性コガネムシ(糞虫)による種子の二次散布能力の評価

獣糞選好性

冷温帯林にみられる大型哺乳類であるサル、カモシカ、ツキノワグマ、ウシ（コントロール）の４種の糞を誘因餌としたピットフォールトラップ（落とし穴罠）を用意し、糞虫による選好性を評価した。その結果、獣糞選好性は顕著に確認され、サルとカモシカが最も多くの糞虫種を誘引する傾向が確認された。この中には、糞を地中に埋め込む性質のあるトネラー種（tunnelers）も含まれることが明らかとなった。サルよりも多量かつ広域的に種子を散布する可能性のあるツキノワグマの糞を選好する糞虫は、前記２種に比べると限定的であった。

哺乳類の種構成が糞虫群集の多様性に及ぼす影響

上記の獣糞選択性の結果からも予測されたように、ある地域における哺乳類の種構成

はその地域に生息する糞虫群集の多様性に影響を与えていた。豪雪地（白神山地）において、哺乳類の種多様性は、糞虫の種多様性に必ずしもポジティブな相関をもたらししていなかったものの、多くの糞虫種から利用される傾向にあったサルの糞が存在しない森林の場合、糞虫のバイオマスは減少する傾向があることが確認された。類似した傾向は寡雪地（山形庄内地方日本海側にて実験）においても顕著であり、サル不在の森の糞虫の種数及び個体数は、サル不在の森の糞虫のそれらより高い数値を示した(表 1)。

表 1. サル在・不在が糞虫の種数・個体数に及ぼす影響*：山形県庄内地方（寡雪地）における事例

	サル在の森		サル不在の森	
	種数	個体数	種数	個体数
春	8	148	3	97
夏	7	345	1	63
秋	2	38	0	0

*サル在・不在のそれぞれの山林において、広葉樹二次林とスギ人工林の調査サイトを設定した。上記データはその２つのサイトの合計値を示す

糞虫による種子の埋土能力評価

糞虫による種子の二次散布（＝埋土）に関する研究は、糞虫の種多様性やバイオマスが豊富な熱帯におけるものがほとんどである。本研究の結果から、糞虫の種多様性やバイオマスが脆弱な積雪地においても、春では 28.5%、夏では 39.4%の種子は 5cm 以上埋土されることが明らかとなり、熱帯における結果と類似したものであった。特に春季はより深く種子が埋土される傾向が観察された。併せて、糞虫による埋土は、ブナ一次林で最も顕著にみられ、続いてスギ人工林、ブナ-ミズナラ二次林と続いた。

（４）総括

本研究では、サルの「採食」に由来する各種の生態系プロセスに着目し、サルの在・不在が森林生態系にもたらす意味を多面的に評価した。それらの相互関係をまとめたものを図 1 に示した。サルがもたらす樹皮採食については、昨今の少雪化の進行やニホンジカによる採食との相加的作用によって、今後不可逆的な影響が顕在化する可能性は否定できないため、今後のモニタリングは重要であ

る(図1注1)。一方で、サルの採食が森林生態系プロセスにもたらす影響は相互に関連し、在来植生の多様性維持機構を補強する機能を持つ可能性が考えられた。

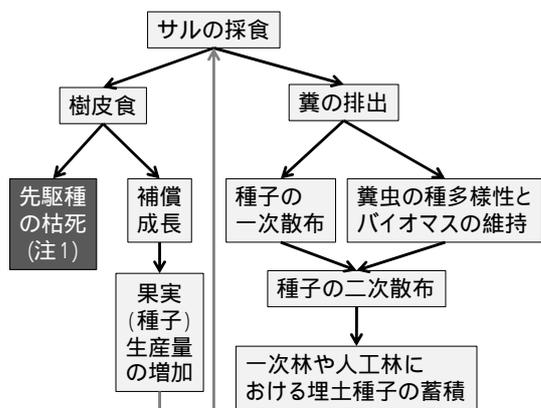


図1. 結果のまとめ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計8件)

Enari, H., & Sakamaki-Enari, H. (in press). Synergistic effects of primates and dung beetles on soil seed accumulation in snow regions. *Ecological Research*. doi: 10.1007/s11284-014-1152-3 (査読あり)

Enari, H., & Sakamaki-Enari, H. (2014). Impact assessment of dam construction and forest management for Japanese macaque habitats in snowy areas. *American Journal of Primatology*, 76, 271-280. doi: 10.1002/ajp.22231 (査読あり)

江成広斗. (2013). 東日本におけるニホンザルの分布変化に影響する社会・環境要因. *哺乳類科学*, 53(1), 123-130. doi: 10.11238/mammalianscience.53.123 (査読あり)

Enari, H., & Sakamaki-Enari, H. (2013). Resource use of Japanese macaques in heavy snowfall areas: implications for habitat management. *Primates*, 54(3), 259-269. doi: 10.1007/s10329-013-0343-9 (査読あり)

Enari, H., & Sakamaki-Enari, H. (2013). Influence of heavy snow on the feeding behavior of Japanese macaques (*Macaca fuscata*) in northern Japan. *American Journal of Primatology*, 75, 534-544. doi: 10.1002/ajp.22128 (査読あり)

Enari, H., Koike, S., & Sakamaki, H. (2013). Influences of different large

mammalian fauna on dung beetle diversity in beech forests. *Journal of Insect Science*, 13, 54. doi: 10.1673/031.013.5401 (査読あり)

Sakamaki, H., & Enari, H. (2012). Activity-specific evaluation of winter habitat use by Japanese macaques in snow areas, northern Japan: implications for conifer plantation management. *Forest Ecology and Management*, 270, 19-24. doi: 10.1016/j.foreco.2012.01.010 (査読あり)

Enari, H., & Sakamaki, H. (2012). Landscape-scale evaluation of habitat uses by sympatric mammals foraging for bark and buds in a heavy snowfall area of northern Japan. *Acta Theriologica*, 57, 173-183. doi: 10.1007/s13364-011-0065-6 (査読あり)

り)

〔学会発表〕(計14件)

針葉樹人工林の広葉樹林化はニホンザルの生息地回復に貢献するか? 江成広斗、江成はるか. 日本生態学会 2014年3月14-18日 広島

多雪地における中・大型哺乳類の森林利用とその餌資源量評価. 江成はるか、江成広斗. 日本生態学会 2014年3月14-18日 広島

白神山地における哺乳類の個体群モニタリングの意義と可能性. 江成広斗. 白神山地世界自然遺産登録20周年記念シンポジウム 白神山地を学びなおす 2013年11月24日 弘前

ニホンザル特定鳥獣保護管理計画の10年. 渡邊邦夫、常田邦彦、江成広斗. 第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013年度合同大会 2013年9月6-9日 岡山

多雪地に生息する中・大型哺乳類の非積雪期における森林利用評価. 江成はるか、江成広斗. 第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013年度合同大会 2013年9月6-9日 岡山

多雪がニホンザルの採食行動に及ぼす影響: 2012年豪雪を例に. 江成広斗、江成はるか. 第29回日本霊長類学会・日本哺乳類学会 2013年度合同大会 2013年9月6-9日 岡山

白神山地におけるニホンザル管理 生態学者の視点から. 江成広斗. 「野生生物と社会」学会 グリーンフォーラム 2013年5月11日 東京

カメラトラップを用いた多雪地人工林の哺乳類相評価. 江成(坂牧)はるか、江成広斗. 日本生態学会 2013年3月5-9日 静岡

豪雪地において埋雪されたニホンザル

糞の生態学的役割を考える 糞虫の視点から. 江成広斗、小池伸介、坂牧はるか. 日本生態学会 2013年3月5-9日 静岡

多雪地における樹皮・冬芽採食者3種の生息地利用の空間的評価. 江成広斗、坂牧はるか. 日本哺乳類学会 2012年9月20-23日 神奈川

多雪地における人工林の施業方法がニホンザルの冬期餌資源に与える影響. 坂牧はるか、江成広斗. 日本哺乳類学会 2012年9月20-23日 神奈川

人口減少社会におけるニホンザル個体群管理の現状と課題. 江成広斗. 共同利用研究会: アジアの霊長類の保全と社会生態研究に関する近年の新たな展開 2012年3月 愛知

Landscape-scale comparison of habitat use by montane and rural troops of Japanese macaques in cool-temperate forests in northern Japan. Enari, H., Sakamaki, H. The Wildlife Society, 18th annual conference 2011年11月5-10日 ハワイ、USA

Influence of establishing coniferous plantations on habitat use by Japanese macaques in cool-temperate forests in north Japan. Sakamaki, H., Enari, H. The Wildlife Society, 18th annual conference 2011年11月5-10日 ハワイ、USA

〔図書〕(計1件)

High altitude primates (Grow et al. eds.). Enari, H. (分担執筆. 担当章: Snow tolerance of Japanese macaques inhabiting high-latitude mountainous forests of Japan. pp. 133-151). Springer 360 pp.

〔その他〕

ホームページ:

<https://sites.google.com/site/sarushirakami/>

論文賞:

Journal of Forest Research Award 2013: 対象論文 Assessing the diversity of dung beetle assemblages utilizing Japanese monkey feces in cool-temperate forests (受賞者: 江成広斗、小池伸介、坂牧はるか)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江成 広斗 (ENARI Hiroto)

山形大学農学部・准教授

研究者番号: 90584128