

令和元年9月5日現在

機関番号：34407

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K07231

研究課題名(和文) シカ高密度生息地における森林の不可逆的变化と多様性再生プロセスに関する生態研究

研究課題名(英文) Ecological study on irreversible change of the forest and process of biodiversity restoration in an area of high sika deer density

研究代表者

前迫 ゆり (MAESAKO, YURI)

大阪産業大学・デザイン工学部・教授

研究者番号：90208546

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：特別天然記念物春日山原始林はかつて豊かなフロラを有し、数百年にわたって保護獣のシカが生息してきた文化的背景を有している。調査の結果、1) 生物多様性の再生には自然攪乱が関係しており、ギャップ形成後、すぐに植生保護柵を設置することによって種の多様性再生が生じたが、不嗜好植物の外来種(アオモジ、ナギ、ナンキンハゼ)の定着も認められた。2) シカの長期的インパクトは、常緑広葉樹から常緑針葉樹林(不嗜好植物ナギ)への偏向遷移をもたらし、100年オーダーで不可逆的变化が生じると考えられた。3) 古いギャップに植生保護柵を設置した場合、埋土種子が枯渇し、実生更新がきわめて困難であることが検証された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林生態系におけるシカの影響を定量化し、再生の可能性や生物多様性の復元(レジリエンス)に関する研究は多いとはいえない。なかでも長期的なシカの採食影響を受けた常緑広葉樹林が、質的に大きな変化を示し、耐陰性の高い外来針葉樹や先駆的な落葉広葉樹の定着を定量評価することができた。これは、日本の森林を考えるうえで貴重な情報であり、学術的にもあらたな検証がなされ、森林再生に向けた指針作成に大きな貢献を果たした。

研究の成果を公表することによって、市民の方の関心をたかめるとともに、シンポジウムなどにおいて、現状と未来への考え方を示すことに貢献した。

研究成果の概要(英文)：A warm temperate evergreen forest in Kasugayama Forest Reserve, Nara, Japan, designated as a World Heritage site, had suffers from long-term grazing by a high-density sika deer population. The relative abundance of deer varied with forest vegetation and location, ranging from 2.2 to 108.6 heads/100 days (Maesako et al., 2018). The results in the experimental sites were showed as follows: 1) The restoration of species diversity was related with natural disturbance. In the area the establishment of three invasive alien species, *Nageia nagi*, *Sapium sebiferrum* and *Litsea cubeba* were recognized in the experimental enclosed forest. 2) Especially, it was considered that the establishment of *N. nagi* lead to the irreversible change from evergreen broad leaved forest to evergreen coniferous forest. 3) Under old gap, regeneration of the forest and the restoration of biodiversity was not smoothly progressed for the reason of seed bank depletion by high deer pressure.

研究分野：生態学

キーワード：シカ 照葉樹林 外来種 生物多様性 動態 拡散 不可逆的

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

植食性動物シカ個体数の急激な増大は、日本各地の自然生態系に壊滅的ダメージを与え続け、いまや日本の約 50%の植生がシカの被害を受けている(植生学会, 2011)。自然劣化の要因として、「シカの個体数増大による植生破壊」の問題は今や深刻な環境問題であり、シカによる植生への被害とその管理は北米などでも研究が進んでいる(Gill and Beardal, 2001, Hata et al., 2010 ほか)。

日本においては生物多様性の喪失にとどまらず、森林崩壊、さらには斜面崩壊をも引き起こしている。長期的に過剰なシカが生息している春日山原始林とその周辺域では植物が不可逆的反応を示す一方、可塑性を発揮するなど、シカと植物の相互作用、植生の多様性回復を検証するために貴重な研究対象地であり、シカの過剰採食に対する生態系保全に必要なデータを得ることができる。

2. 研究の目的

今や日本の植生の約 50%がシカ個体群によってダメージを受けており(植生学会, 2011)、シカの影響に対する植生のダイナミズムを明らかにし、生態系の多様性を保全・再生することは現代生態学の重要かつ緊急の課題である。長期的なシカの影響を受けている世界遺産春日山原始林に成立する照葉樹林*の一部は外来種と置き換わって群落形成しているが、このような不可逆的变化は世界でも類をみないものである。

本研究はシカ - 多様性再生メカニズムの研究対象地としても重要な照葉樹林*において、1) 光環境と多様性再生の植生解析を試みるとともに、2) 10年前のリセンサスによって外来種分布拡散、3) シカ柵実験区における不可逆的变化に対するモニタリング調査、4) 对被食戦略を示す植物の可塑性といった生態研究から、シカの採食圧と森林の多様性再生メカニズムの解明をめざす。

3. 研究の方法

長期的にシカの採食圧を受けている春日山原始林の照葉樹林域(約 300ha)は、森林更新阻害、ギャップ拡大、生物多様性喪失、外来種拡散、植生・林分構造の崩壊といった生態系の問題を抱えている。これは日本のシカ-生態系管理のスタディエリアとして位置づけられる。そこで、1) 外来種拡散と植生把握のための詳細な GIS 植生図の作成、2) 多様性再生メカニズム検証のため、GIS 植生図と重ね合わせる光環境と林分構造の解析、3) リセンサス(2004 年外来種 GPS データ)による外来樹種の分布拡大機構の解明、4) 既設防鹿柵における多様性再生の検証、5) 不嗜好植物クリンソウを対象とする適応的可塑性と対捕食者戦略の検証を遂行し、多様性再生プロセスと森林の不可逆的变化を解明する研究とする。

本研究はこれまでの研究成果をさらに発展させるべく、研究連携を行ってきた共同研究者、連携研究者および研究協力者によって研究を組織し、3 年間に意義ある研究成果を導く。

4. 研究成果

1) 光環境と多様性再生の植生解析

春日山原始林を 200m² メッシュにきって、各メッシュにおいて森林構造を解析した。本研究は、「シカの影響下にある照葉樹林における群落構造と開空度の空間分布」(前

迫ほか, 2016) と題して植生学会で報告した。講演要旨は次の通りである。

はじめに

春日山原始林(世界文化遺産・特別天然記念物)に成立する照葉樹林(以下, 春日山照葉樹林)は、シカの過密度個体群(森林内: 20-50 頭/km²)によって、森林更新の阻害, 生物多様性の劣化, 外来木本種の拡散などが生じている(前迫, 2013, 2015 ほか)。森林の生物多様性保全を検討する上で、樹木の群落構造や種構成がどのように空間分布し、それらがどのような要因によって影響されているのかを明らかにする事が重要となるが、これまで春日山原始林全体では群落構造や種構成とそれに関連する環境要因に関する情報は得られていなかった。そこで本研究では、春日山照葉樹林の 群落構造 種組成について広域的に調査するとともに、それらがどのような要因によって影響されるのかを特に光環境に着目して調査した。

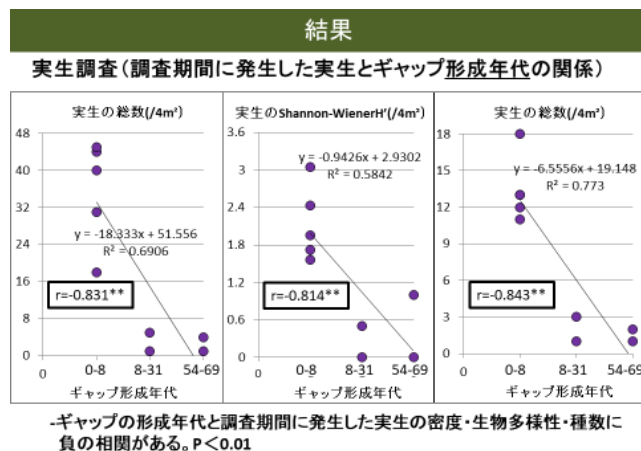
調査地および調査方法

春日山照葉樹林域ほぼ全体を 200m 四方のメッシュに分割し、メッシュの格子点に半径 18 m の円状プロット (0.1ha) を設置した。各プロットで樹高 1.3m 以上の木本植物を対象に毎木調査を行った。プロット毎に直径階別ヒストグラムを作成し、全木本種と DBH<10cm にわけて個体群内での小径木の相対的な多さの指標となる、SDI (Masaki et al., 1999) を算出した。光環境は、各プロットの中心において魚眼レンズを用いた全天写真を撮影することで評価を行った。撮影された写真は画像処理ソフト Gap Light Analyzer によって開空度を算出した。

結果および考察

開空度は 16.74 から 0.86 までの値を示し、ギャップ、疎開林冠、閉鎖林冠がモザイク的に分布していることが示唆された(図 1)。開空度は SDI に対しては有意な負の相関を示し(図 2) その傾向は DBH<10cm においてより強くなったが、プロット間の種組成の類似度には影響を与えていなかった。一方で各プロットの標高は種組成の類似度に有意な影響を与えているが、SDI とは有意な相関はなかった。これらの結果は春日山原始林の照葉樹林の群落構造は攪乱等のイベントに伴う、小径木の幹数に大きく影響されていることを示唆している。また、春日山においてこれまで働いてきたシカの採食圧を考えた場合、シカの採食も群落構造に大きな影響を及ぼしてきたことが推測された。

2) シカ柵(植生保護柵)実験区を用いたギャップ年代と更新との関係(曳地ほかとの共同研究): シカを排除したモニタリングサイトにおいて、ギャップ年代を 3D 画像と解析した。8 年未満, 8 - 31 年未満, 54 - 69 年未満のギャップについて当年生実生を調査した結果, ギャップ年代が古くなると, 実生の発生は有意に低い



ことがわかった(右図)。

これは埋土種子集団がシカの採食によって枯渇したためと考えられた。森林再生及び多様性の増大のためには、ギャップ形成後、できるだけ早くシカ柵を設置することが、有効な森林再生につながると考えられた。

3) 对被食戦略を示す植物の可塑性

本研究は、不嗜好植物である多年生草本クリンソウに対する生活史および生長に対するシカの採食影響を評価することを目的として、標高などが異なる防鹿ケージ設置実験区で2年間、生長のモニタリング調査を行った。

その結果、ケージ外ではとくに早春と晩秋に葉に対する採食が確認された。しかし繁殖器官に対する採食は確認されなかった。葉に対する採食の程度は、調査区および調査年によって異なった。地上部が完全に採食された個体においても翌年の生長を確認できた。ケージ内外で花茎長と開花率を比較した結果、ケージ内で有意に花茎が高くなり、ケージ内の開花率が高くなる傾向がみられた。その後、実験を続けると、ケージ内での生長が低下し、クリンソウの個体群維持には、適度なシカの採食が必要ではないかと考察された。(研究成果は「地域自然史と保全」に掲載：前迫ほか、2018)

4) 2004 - 2006年に実施した外来種ナンキンハゼとナギの分布再調査を2016 - 17年に実施した。その結果、ナギの分布域に変化はなかったが、ナンキンハゼの分布は拡大傾向にあった。さらに植生保護柵内でツクバネガシがナラ枯れした後に、あらたに外来種のアオモジが定着していた。アオモジはコントロール区にはないことから、シカが採食すると考えられる。

ナギはシードソースのナギ天然記念物からおよそ1.5km地点まで拡散しており、室町時代の春日大社に残る宮司日誌に、「植栽されたナギがだいぶ大きくなった」という門書が残されていることから、数百年をかけて、徐々にナギが春日山原始林に拡散した可能性があり、この10年のモニタリング調査においても、分布に大きな変化がなかったことから、耐陰性が高く、寿命が長いこと、イチイガシ林から変更遷移したナギ林は不可逆的であると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

前迫ゆり・幸田良介・佐々木奨・杉浦聖斗・花谷祐哉(2018)世界遺産春日山原始林におけるニホンジカの森林利用. 地域自然史と保全, 40(2): 83-91. 00280836

前迫ゆり・鈴木亮・平芝健・西浦大智(2018)照葉樹林に生育する不嗜好植物クリンソウに対するニホンジカの採食. 地域自然史と保全, 40(1): 23-33. 2187-2910

Shuntaro Watanabe, Yuko Kaneko*, Yuri Maesako, Naohiko Noma 2017. Detecting the early genetic effects of habitat degradation in small size remnant populations of *Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc. (Lauraceae). International journal of forestry research. Hindawi Publishing Corporation. Article ID 9410626

名波 哲(2019)大阪市上町台地の社寺境内に残された植生の種組成と構造. 社叢学研究, 17巻, 84-92, 2019年3月3日.

〔学会発表〕(計 10 件)

- 前迫ゆり (2018) 照葉樹林に生育する不嗜好植物クリンソウに対するニホンジカの採食. 奈良植物研究大会. 2018/04/25
- 前迫ゆり (2017) シカの採食環境における照葉樹林のギャップ年代と実生の多様性. 植生学会第 22 回大会. 2017/10/22
- 前迫ゆり (2017) 植生図の活用と課題—自然環境を評価し、生物多様性を保全するために— 植生情報(植生学会大会): 21, 10-11 2017/04/30
- 前迫ゆり (2017) シカの採食環境における照葉樹林のギャップ年代と実生の多様性. 植生学会第 22 回大会. 2017/10/22
- 曳地穂・前迫ゆり・神崎護 (2017) シカによる長期の被食圧が森林の更新能力に与える影響. 森林学会. 2017/03/27
- 前迫ゆり・西浦大智・鈴木 亮 (2017) 不嗜好植物クリンソウの生活史とシカの採食リズム. 地域自然史と保全研究大会. 2017/03/05
- 前迫ゆり (2016) シカの影響下にある照葉樹林における空間分布と開空度の関係. 第 21 回植生学会大会. 2016/10/23
- 前迫ゆり (2016) 1200 年かけて群落形成したナギ-生態研究でどこまで解明されたのか. 社叢学会 関西定例研究会. 2016/07/30
- 前迫ゆり (2016) 春日山照葉樹林におけるシカの影響-シカ柵実験区による植生保全の有効性と限界. 社叢学会. 2016/06/19
- 前迫ゆり・渡部俊太郎・稲田友弥 (2016) 春日山照葉樹林における開空度と群落構造との関係. 第 63 回日本生態学会. 2016/03/24
- 前迫ゆり・西浦大智 (2016) 春日山照葉樹林における不嗜好植物クリンソウの生長プロセスとシカの採食影響. 地域自然史と保全研究大会.
- Nanami, S., Hideyuki Kawaguchi, H., Akira Itoh, A. (2018). Effects of an invasive tree *Nageia nagi* (Podocarpaceae) on flowering sex ratio and reproductive activity of a dioecious tree *Neolitsea aciculata* (Lauraceae). NThe 8th East Asian Federation of Ecological Societies International Congress (2018 年 4 月 21 日, 名古屋)
- 名波 哲, 永野 惇, 手塚 あゆみ, 伊東 明 (2019). 雌雄異株樹木における対立遺伝子組成の雌雄株間の違い. 第 66 回日本生態学会年次大会 (2019 年 3 月 18 日, 神戸)

〔図書〕(計 2 件)

- 前迫ゆり (2017) 環境サイエンス入門 - 人と自然の持続可能な関係を考える はじめに、第 1 章 森と里の生態学 - 地域の生物多様性を育む 学術研究出版 2017/04/01
978-4-86584-212-8 (責任編集)
- 前迫ゆり・高槻成紀 (2015) シカの脅威と森の未来 - シカ柵の有効性と限界 編著: pp 93-108 , pp 221-234, pp 235-237 文一総合出版 2015/08 978-4-8299-6525-2 (編著)

〔その他〕シンポジウムなど

- 前迫ゆり (2017) 悠久の森とシカの関係 - 生態研究通してみえてきたこと. 主催: 春日山原始林を未来につなぐ会(後援: 奈良県. 2017/09/09. 於: 奈良国際春日野フォーラム麓

- 前迫ゆり (2017) 春日山原始林の自然観察 . 奈良県生駒郡教育研究会小学校理科部会 .
2017/08/22 於 : 春日山原始林
- 前迫ゆり (2017) シカの長期的影響によって春日山原始林はどのように変化したのか . ならなぎの会 . 2017/08/05 於 : 奈良教育大学
- 前迫ゆり (2017) 生物多様性の保全と生態系攪乱 . 環境技術学会 . 2017/07/01
- 前迫ゆり (2017) 照葉樹林の豊かさと危機 - 植物と動物の相互作用 . JUON-NETWOK . 2017/06/25 .
奈良教育大学 ~ 春日山原始林
- 前迫ゆり (2017) 照葉樹林の構造と生物多様性 . 春日山原始林を未来につなぐ会 . 2017/05/30
於 : 奈良県文化会館
- 前迫ゆり (2017) 日本の多様な森林とその危機 - 人と地球が森林を育む . 大阪府立環境農林水産総合研究所・滋賀県琵琶湖環境科学研究センター連携シンポジウム . 2017/02/20 .
於 : 国民会館
- 前迫ゆり (2017) シカの脅威と森の未来 - ニホンジカの採食影響とシカ柵実験区から森林のダイナミズムを考える - . JEAS 関西支部 2016 年度第 2 回公開技術セミナー .
2016/12/02 . 於 : 大阪ガーデンパレス

研究室ホームページ

<http://www.est.osaka-sandai.ac.jp/~maesako/>

6 . 研究組織

(1) 研究分担者)

研究分担者氏名 : 名波 哲

ローマ字氏名 : Nanami , Satoshi

所属研究機関名 : 大阪市立大学 (24402)

部局名 : 大学院理学研究科 (884)

職名 : 准教授 (27)

研究者番号 (8 桁) : 70326247

2015 - 2016 年度

研究分担者氏名 : 鈴木 亮

ローマ字氏名 : Suzuki , Ryo

所属研究機関名 : 琉球大学 (1801)

部局名 : 理学部

職名 : 博士研究員

研究者番号 (8 桁) : 90418781

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。