

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：80122

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K06138

研究課題名(和文)人為攪乱はシカの森林動態への影響を促進・抑制するか？-大規模長期操作実験での検証

研究課題名(英文) Do anthropogenic disturbances modify the effect of deer density on forest dynamics: a large scale and long-term deer density control experiment

研究代表者

日野 貴文 (Hino, Takafumi)

地方独立行政法人北海道立総合研究機構・産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所・主査

研究者番号：70567453

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)：本研究では、人為攪乱下におけるはシカの森林動態への影響を明らかにするため、シカ密度と人為攪乱の両方を操作した大規模野外操作実験区における長期の植生データを分析した。その結果、高密度のシカは、木性ツルや林床植物全体の種数、木本植物や林床植物全体のバイオマスに負の影響を与え、その負の影響は経年的に種数に対しては増大し、バイオマスにおいては減少した。伐採は高密度区における不嗜好種のバイオマスを大幅に増大させ、林床植物の多様度指数が低下した。本研究の結果から、高密度のシカによる影響は経年的に変化すること、高密度のシカによる森林動態への影響を理解するためには人為攪乱も考慮すべきであると示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、観察では検証することが困難であったシカ密度と人為攪乱による森林動態への影響について、大規模野外操作実験区を用いることで実験的に検証した。そして、人為攪乱がシカの森林動態への影響を変化させることを検出し、シカによる森林動態への影響を理解するには人為攪乱も考慮すべきであると示した。さらに、高密度のシカによる影響には高密度になってからの経過年数も関与することを示した。これらの研究成果は、高密度のシカが生息しかつ人為攪乱を受けている北半球の多くの地域での森林動態の理解に貢献するとともに森林管理への応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：This study analyzed long-term vegetation monitoring data from a large-scale field experiment that manipulated both deer density and anthropogenic disturbances to reveal their effects on forest dynamics. High deer densities negatively affected the diversity of woody vines and the overall diversity of understory plants, as well as the biomass of woody species and understory plants. Over time, these negative effects increased for diversity and decreased for biomass. Logging significantly increased the biomass of unpreferred species in high-density areas and reduced diversity indices, suggesting that logging accelerated the negative impacts of high deer densities on species diversity. These results indicate that the impacts of high deer density changed over time and that anthropogenic disturbances should also be considered to understand these effects.

研究分野：森林生態学

キーワード：種多様性 伐採 窒素負荷 累積効果 林床植物

1. 研究開始当初の背景

北半球の多くの地域でシカが高密度になり、森林では次世代の稚樹が育たないなどの影響がでている。そのような森林では、高密度のシカだけでなく、窒素負荷や伐採といった人為攪乱の影響も受けていることが多い。産業革命以降、化石燃料の燃焼や化学肥料の使用に伴って、多量の窒素が大気中に放出され、様々な生態系に負荷されている。また、世界のほとんどの森林は、過去に伐採された歴史を持ち、ヨーロッパや東アジアにおいてはその傾向が顕著である。シカによる森林動態への影響を理解し、さらにその知見を森林管理に応用するためには、シカの密度だけでなく、窒素負荷や伐採などの人為攪乱の効果も考慮すべきである。しかし、これまでシカが森林に与える影響を検証した研究では、人為攪乱は重要視されてこなかった。

2. 研究の目的

本研究では、シカが森林に与える影響を、人為攪乱が緩和もしくは強化するのかを検証する。さらに、影響を緩和、もしくは強化するなら、どのような特徴をもつ植物が、どのような影響を受けるのか？を検証する。検証にあたっては、シカ密度と人為攪乱（伐採（30%間伐）・窒素負荷（窒素肥料散布））の両方を操作した **25ha** に及ぶ大規模な野外での実験区を用い、この実験区における長期植生モニタリングデータを対象に解析する。

3. 研究の方法

シカ密度と人為攪乱を操作した野外操作実験区（図1）に、**20m × 20m**の調査区を**40**カ所設定し、それぞれの調査区に林床植物の調査コドラート（**1m × 1m**）を**4**つ設定した。（計**160**コドラート）。この林床植物調査コドラートでは、林床植物、種毎の在/不在及び被度等を記録した。また、調査区において毎木調査も行った。データ解析では、調査コドラート内の林床植物の種数や被度を応答変数とし、シカ、人為攪乱、シカと人為攪乱の交互作用を独立変数として解析した。独立変数は、毎年一定量の影響を与えるとする静的効果と、経年的にその効果が増大あるいは減少する累積効果を考慮した。そして、独立変数がとり得る全ての組み合わせの統計モデルを構築してベイズ推定し、モデル選択を行った。出現頻度やバイオマスをもとにした群集の非類似度から、シカ密度や人為攪乱が林床植物の群集組成に与える影響を分析した。また、成木についても林床植物と同様のモデルを構築して解析した。



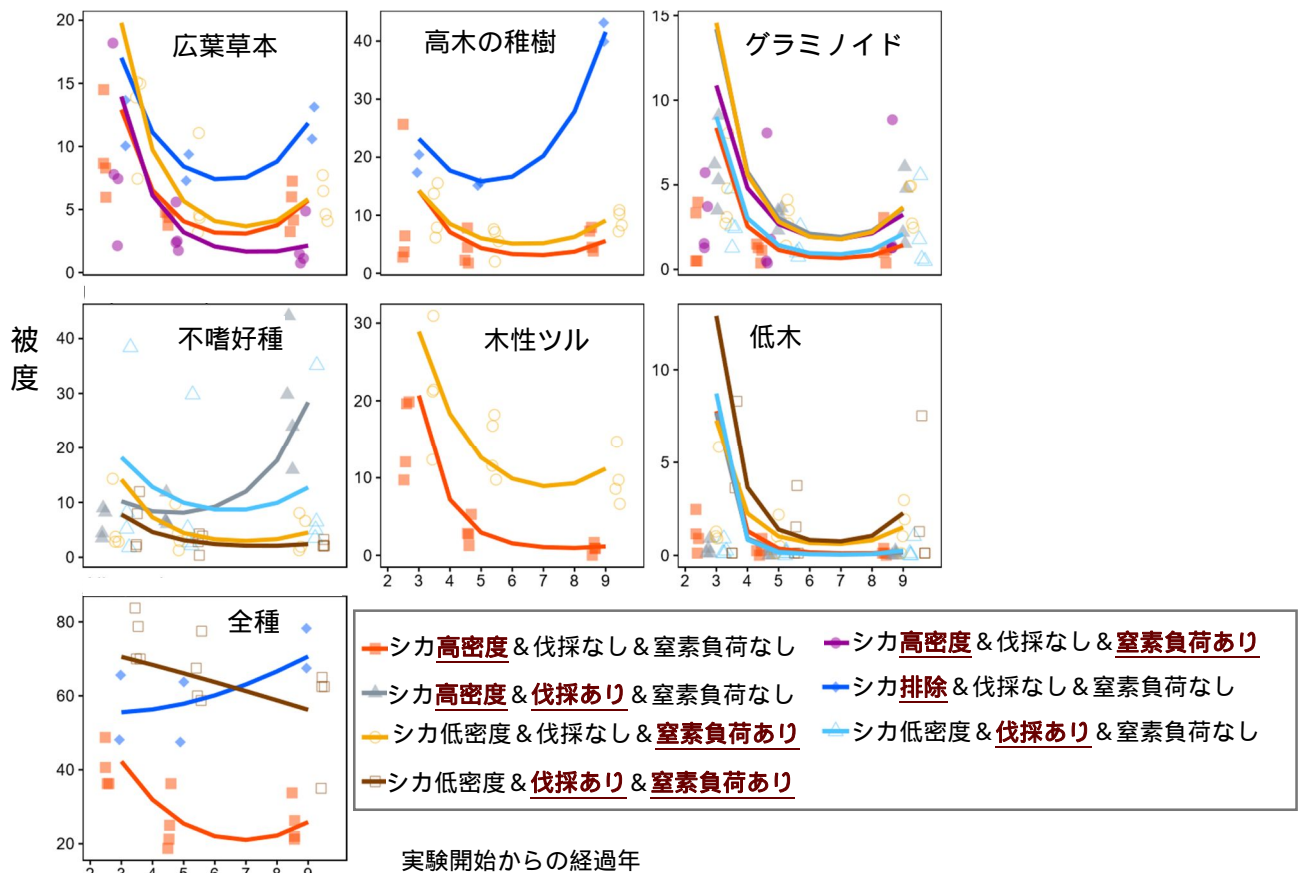
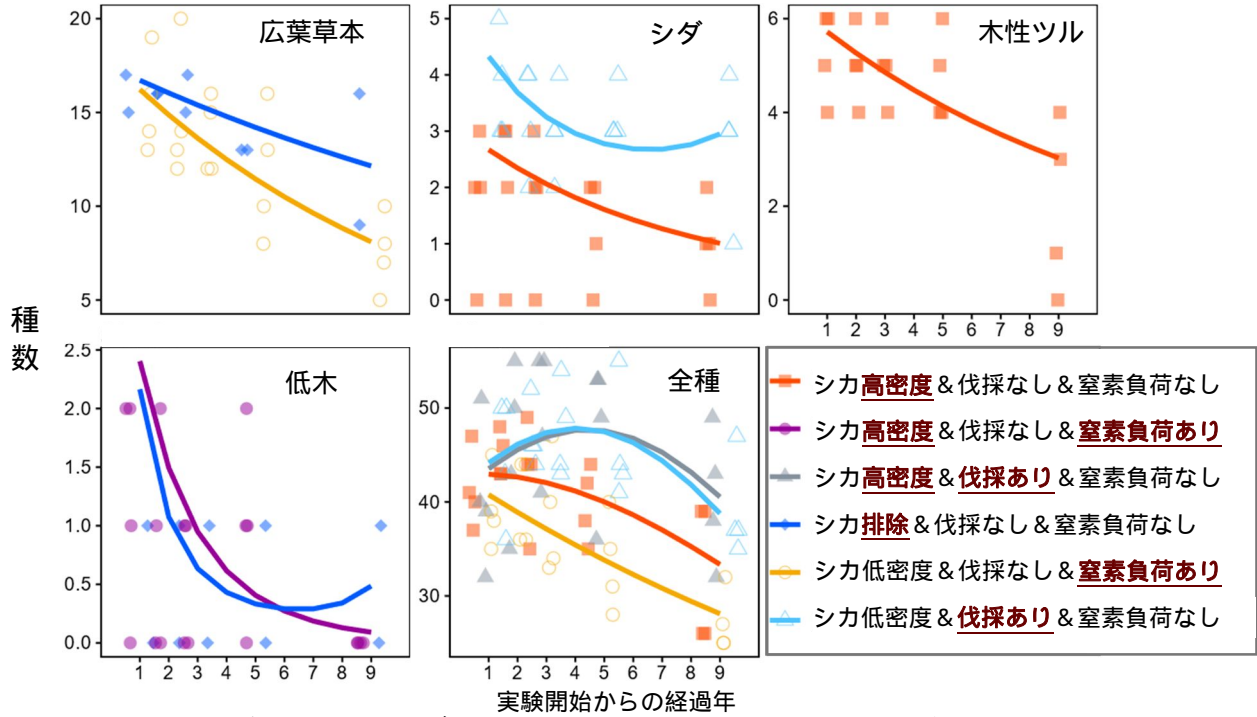
図1 用いた野外操作実験区(約 25ha)。シカが低密度の地域に柵を設けて排除区と高密度区（外からシカを導入）を設定。さらにシカ密度処理の中には調査区を設け、調査区を伐採と窒素負荷（窒素肥料を添加）の組み合わせに分け、それぞれ反復を設けた。

4. 研究成果

- 高密度のシカは、シダ、木性ツル、林床植物の総種数に負の影響を与え、その負の影響は経年的に増大した（図2）。窒素負荷は、高密度のシカが低木の種数に与える負の影響を促進させた。
- 林床植物全体のバイオマスに対して、高密度のシカは負の影響を与え、その負の影響は経年的に減少した（図3）。
- 伐採は高密度区におけるシカの不嗜好種（フッキソウなど）のバイオマスを大幅

に増大させ、伐採がない高密度区と比べてバイオマスが調査開始 9 年後に約 9 倍になった(図 3)。

- また、高木の稚樹はシカを排除することで実験開始後 5 年後以降急速にバイオマスを増大させていた(図 3)。これらは、落葉広葉樹林において草本植物は冬季に地上部が枯れる種が多く冬季にシカの採食から逃れることができるのに対し、木本植物は冬季もシカの採食圧にさらされるからだと考えられた。
- 伐採された高密度区ではシンプソン多様度指数が低下した(図 4)。



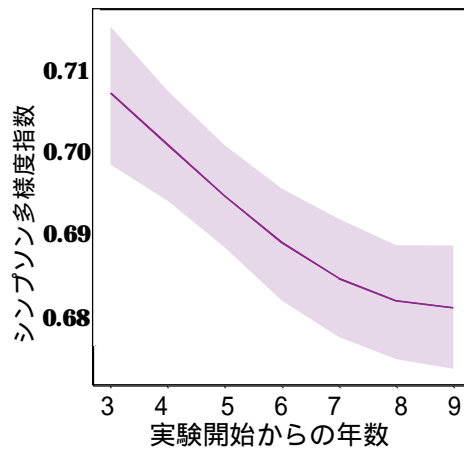


図 4 シカ高密度 & 伐採区におけるシンプソン多様度指数の経年変化。実線は予測値を示し、網掛けは予測値の 95%信用区間を示す。Takafumi *et. al.* (2023) *Forest Ecology and Management* をもとに作成。

- 群集の非類似度の分析から、シカ低密度区の人為攪乱なしの調査区と比較すると、シカ高密度区では実験開始後の経過年数に応じて群集の非類似度が大きくなっていった。特に、シカ高密度に加え伐採と窒素負荷が実施された調査区では群集組成の変化が顕著であった。伐採と窒素負荷されたシカ高密度区ではシカの不嗜好種のうち 2 種のバイオマスの増大、およびシカの嗜好種である草本種の減少が、そのような群集組成の変化に大きく貢献していることが明らかになった。シカ排除区においても群集組成の変化は見られたが、シカ高密度に比べるとその変化は小さく、人為攪乱との交互作用は検出されなかった。
- 成木の解析において、林床植物と同様のモデルを多数の個体ベースデータに適用するのは、1 つのモデルの収束を確認するだけでも長時間の計算時間がかかり、実験デザインを活かしつつも計算時間を縮減できるモデルあるいは推定法を適用すべきであるとわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Takafumi Hino, Agetsuma Naoki, Hiura Tsutom	4. 巻 537
2. 論文標題 Anthropogenic disturbances alter responses of understory plants to deer density: A 9-year deer density control experiment	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 120928 ~ 120928
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2023.120928	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 Inatomi Yoshihiro, Uno Hiroyuki, Ueno Mayumi, Takafumi Hino, Osa Yuichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Response of an Indicator Species, <i>Dryopteris crassirhizoma</i> , to Temporal and Spatial Variations in Sika Deer Density	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biology	6. 最初と最後の頁 302 ~ 302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biology11020302	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 Takinami Hiroto, Ishiyama Nobuo, Takafumi Hino, Kubo Takahiro, Tomita Kanji, Tsujino Muku, Nakamura Futoshi	4. 巻 3
2. 論文標題 Young citizen sensors for managing large carnivores: Lessons from 40?years of monitoring a brown bear population	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Conservation Science and Practice	6. 最初と最後の頁 e484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/csp2.484	査読の有無 無
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2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 上野真由美, 飯島勇人, 稲富佳洋, 山口沙耶, 日野貴文, 宇野裕之
2. 発表標題 捕獲によってニホンジカ個体群の成長を阻止できる密度水準はどの程度か?
3. 学会等名 日本生態学会第71回全国大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 日野貴文, 揚妻直樹, 日浦勉
2. 発表標題 シカ密度と人為攪乱が与える植物多様性への累積効果-大規模操作実験での検証-
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	揚妻 直樹 (Agetsuma Naoki) (60285690)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授 (10101)	
研究分担者	日浦 勉 (Hiura Tsutom) (70250496)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授 (12601)	

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
---------	---------