

ニホンジカとイノシシの共存環境における生態系への影響

2021 年 3 月 生物圏機能学分野 47-196623 宮本 航雅

指導教員 鈴木 牧 准教授

キーワード:ニホンジカ、イノシシ、下層植生、土壤動物、埋土種子

1. はじめに

近年、日本ではニホンジカ(*Cervus nippon*)とイノシシ(*Sus scrofa*)が増加し、農業や生態系などに影響を及ぼしている。シカは植物や土壤動物、埋土種子などの生態系に長期に亘り大きな影響をきたすことが知られている。一方、イノシシは植物や土壤動物を減少させるとも、植物を増加させ、深部土壌中の埋土種子を浅部に移動させるとも報告されている。また、日本では主に西日本で二種の生息地が重複している地域もあり、そのような場合、シカとイノシシの生態系への影響に打ち消すような効果が働くかもしれない。しかし、イノシシは正確な密度推定が困難なため、その影響を検証した例は少ない。本研究では、シカとイノシシの共存環境において、植物や土壤動物、埋土種子を調査し、自動撮影カメラで推定したシカとイノシシの密度および環境要因との関係について構造方程式モデリング(SEM)を用いて、分析した。

2. 調査地および調査方法

千葉県房総半島南部(君津市～南房総市)の24か所(人工林:12か所、二次林:12か所)に設置された自動撮影カメラの前で、2019年9月から10月にかけて調査を実施した。各地点における動物の撮影時間をカメラ稼働日数で割った「撮影効率」を動物の密度指標として用いた。自動撮影データは、カメラの設置・管理者である日本大学中島研究室と東京大学宮下研究室に提供頂いた。

各カメラの撮影範囲5m×5mの地表に設置した枠の中で、植被率や開空度、土壌硬度、リター層の深さなどを測定した。また、各地点の土壌とリターをサンプリングし、土壤動物の採集と埋土種子の発芽実験を行った。さらに、ArcGISを用いて、国土地理院の10mDEMデータからTWI(地形湿潤指数)を算出し、また、千葉県によるシカ糞粒調査の結果を基に過去の累積シカ密度(DDI)も算出した。植被率や土壤動物の数量とシカ、イノシシや環境要因との関係を調べるため、現地調査で得られたこれらのパラメータを変数とする、SEMを実施し、それらの因果関係を分析した。そして、フルモデルからあてはまりの悪いパスや生物学的に説明がつかないパスを逐次除いていき、最適なモデルを採択した。なお、シカの撮影効率と植被率に正の相関があり、シカが下層植生を増やすとは考えにくいことから、植被率からシカの撮影効率へ向かうパスをモデルに組み込み検討した。埋土種子発芽試験の結果から、先駆樹種の埋土種子が発芽した地点と発芽しなかった地点の動物密度や環境要因をU検定で比較し、また、先駆樹種以外の発芽量に影響した要因を、一般化線形モデルで解析した。

3. 結果および考察

SEMによる分析の結果、植被率に対するシカやイノシシの影響は検出されなかった一方、シ

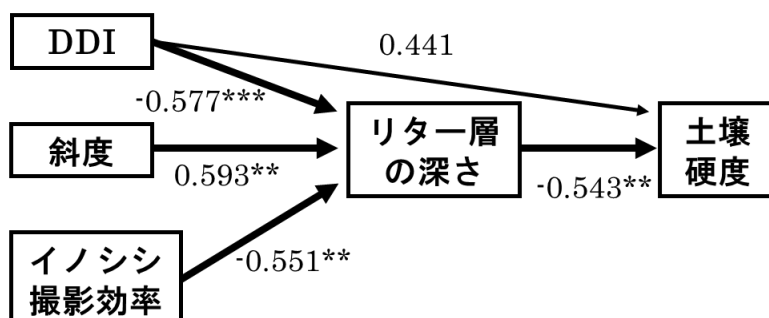
カとイノシシの撮影効率はそれぞれ植生と TWI の影響を受けていた。シカは植物の多い環境に集まりやすく、また、イノシシは、ヌタうちを行うために土が湿りがちな場所を頻繁に利用していた結果、それぞれ植被率や TWI の高い場所で多く撮影されたと考えられる。また、調査地点の植被率は 40%以下と低水準であり、植生がシカの影響を受けて衰退している途中で、未だシカの影響が小さく検出できなかったことや、調査地の環境条件の違いが動物の影響より大きかったこと、イノシシの植生への正と負の影響が両方発生していたことなどが考えられる。このように、イノシシの影響は環境の違いにマスクされる、もしくはそれ自体で相殺してしまうのでほとんど表れず、シカの影響を打ち消す程ではなかったと推測される。

土壌動物とシカ、イノシシの撮影効率に関する SEM 分析では、人工林ではシカの踏圧やイノシシによるリターの排除を介して土壌硬度が高まることで(図1)、一部の土壌動物が減り、群集間関係に影響が伝播していくという結果が得られた。このように、シカやイノシシの影響は環境要因を通して一部の土壌動物を減らし、その後、土壌動物全体を減少させると考えられる。また、イノシシは人工林でリターを減少させていた一方、土壌硬度を低下させる効果は見られなかったことから、リターの減少による土壌硬度の増大を、掘り返しによる土壌硬度の低下で相殺している可能性が示唆された。

先駆樹種の発芽実験の結果から、イノシシは先駆樹種の埋土種子を二次林の浅部土壌中で増加させる傾向がみられ、深部土壌の種子を浅部に移動させている可能性が示された。人工林の深部土壌では DDI が高いほど先駆樹種以外の埋土種子が減少する傾向があり、これは過去にシカが植生を減少させたことが原因と考えられた。

本研究より、シカやイノシシが特定の環境に集まる傾向があり、それらの環境では、土壌動物や埋土種子に対してシカが負の影響を与えていたが、イノシシの正の影響はこれを打ち消すほど大きくないことが示唆された。さらに、シカが生息地を拡大させる際、シカの影響が及んでいない植被率の高い場所を集まると予想されることから、シカが土壌や植物に影響を与える地域は今後も拡大していくと考えられる。また、イノシシは先駆樹種の埋土種子に正の影響を与えることから、森林の再生を促進する潜在能力を持っている可能性がある。

人工林



二次林

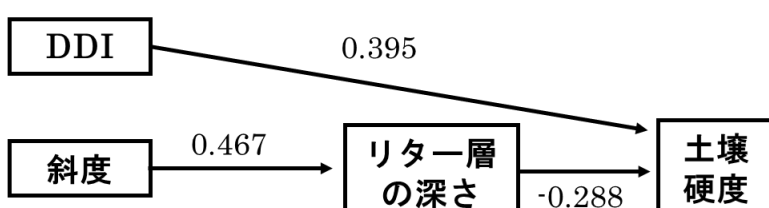


図 1

土壌硬度とリター層の深さに関するパス図

(**, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$)

Ecological impacts of sika deer and wild boar in their coexisting environments

Mar.2021 Biosphere Functions 47-196623 Koga Miyamoto
Supervisor Associate Professor Maki Suzuki

Keywords: sika deer, wild boar, understory vegetation, soil fauna, seed bank

1. Introduction

In recent years, sika deer (*Cervus nippon*) and wild boar (*Sus scrofa*) have increased in Japan, causing agricultural and forestry damages. Deer are known to have a significant long-term impact on ecosystem components such as vegetation, soil fauna, and seed banks. On the other hand, wild boars have been reported to give negative and positive effects on plant species and soil fauna, and to move seed bank in deep soils to shallower layer. In addition, wild boars may act to counteract the negative impacts of deer on the ecosystem, because the two species habitats overlap in Japan. Since it is difficult to accurately estimate the density of wild boars, their impacts have not been verified. In this study, I investigated vegetation, soil fauna, and seed banks in forests where deer and wild boar coexist.

2. Material and Methods

This survey was conducted from September to October 2019 in front of camera traps installed at 24 locations (12 conifer plantations and 12 secondary forests) in the Boso Peninsula (Kimitsu City to Minamiboso City), Chiba Prefecture. The "trap efficiency," which is the staying time of ungulates at each location divided by the number of days the camera traps are in operation, was used as the density index of ungulates. The camera trapping data was provided by the Nakashima Laboratory of Nihon University and the Miyashita Laboratory of The University of Tokyo, who installed and managed the camera traps.

I measured the vegetation cover, canopy openness, soil hardness, and litter depth in a 5 m×5 m frame set in front of each camera. Soil and litter at each site were sampled for soil fauna collection and seedling assay of seed banks. Topographic Wetness Index (TWI) was calculated from the 10 m DEM provided by the Geospatial Information Authority of Japan, and the past cumulative deer density index (DDI) was also calculated based on the data of the deer census (deer fecal pellets sampling) by Chiba Prefecture. The causal relationships among vegetation cover or soil fauna, the density index of ungulates and environmental factors were analyzed by conducting structural equation modeling (SEM). The best model was selected by successively removing poorly fitting paths and biologically inexplicable paths from the full model. A path from vegetation cover to deer trap efficiency was included in the model because an unexpected positive correlation was found between deer trap efficiency and vegetation cover. Based on the results of seedling

assay, ungulate density and environmental factors were compared using *U*-test to check their difference between sites with and without germination of pioneer tree species. The factors affecting the germination of other species than pioneers were analyzed using generalized linear models.

3. Results and Discussion

The SEM analysis did not detect any impacts of deer or wild boar on vegetation cover, while the trap efficiency of deer and wild boar was affected by vegetation and TWI, respectively. This suggests aggregation of deer and wild boar to sites of rich vegetation and moist soil, respectively. The vegetation might have been being degraded by deer, and thus the impacts of deer may still be far smaller compared to the effects of environmental condition. Also, wild boar might have given both positive and negative impacts on vegetation. The effects of wild boar could be masked by environmental differences or be offset by themselves, and that they presumably could not cancel out the impacts of deer.

In conifer plantations, deer trampling and litter exclusion by wild boars increased soil hardness (Fig. 1), which caused reduction in some soil fauna, causing further negative impacts on community networks. Thus, the impacts of deer and wild boar are thought to reduce some soil fauna through environmental factors, and ultimately, reduce the whole soil fauna. Wild boars reduced litter layer of conifer plantations, but they did not directly reduce soil hardness, suggesting that the increase in soil hardness due to litter reduction may be offset by the reduction in soil hardness due to rooting. Wild boars tended to increase seeds of pioneer tree species in shallow soils of secondary forests, possibly by moving seeds from deep soils to shallow region. In the deep soils of conifer plantations, the number of seed banks other than pioneer tree species tended to decrease with higher DDI, which could be attributed to the past decrease of vegetation by deer.

This study suggests that deer and wild boar tend to aggregate in certain environments, where deer had a negative impact on soil fauna and seed banks, and it couldn't be offset by the positive impacts of wild boar. Since deer aggregate in areas with high vegetation cover that have not yet been impacted by deer, their impacts on soil and plants will continue to expand. Wild boars may have the potential to promote forest regeneration by positively affecting seed banks of pioneer tree species.

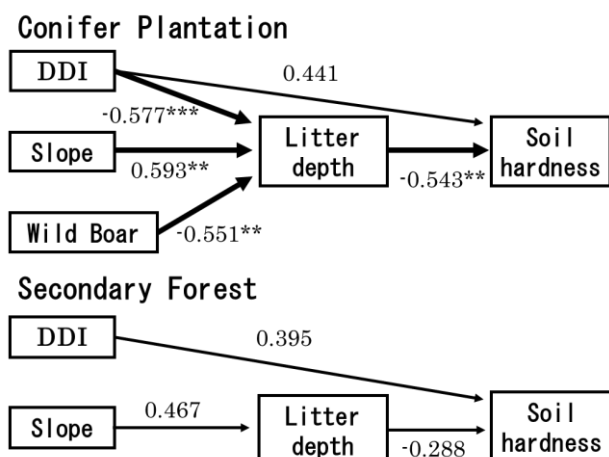


Fig1.
Path diagram for soil hardness and litter depth.
(**, $p < 0.01$;***, $p < 0.001$)