

# 船生演習林におけるカメラトラップ法を用いた ニホンジカとニホンカモシカの生息調査とニホンジカの生息地選択 Census of Sika deer (*Cervus nippon*) and Japanese serow (*Capricornis crispus*) using camera traps and implication of habitat selection of Sika deer in Utsunomiya University Forest in Funyu

奥村 修<sup>1</sup>・逢沢 峰昭<sup>1</sup>・小金澤 正昭<sup>2</sup>・大久保 達弘<sup>1</sup>

Osamu OKUMURA<sup>1</sup>, Mineaki AIZAWA<sup>1</sup>, Masaaki KOGANEZAWA<sup>2</sup>, Tatsuhiko OHKUBO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 宇都宮大学農学部森林科学科 〒321-8505 宇都宮市峰町 350

Department of Forest Science, School of Agriculture, Utsunomiya University,

350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi 321-8505, Japan

<sup>2</sup> 宇都宮大学雑草と里山の科学教育研究センター 〒321-8505 宇都宮市峰町 350

Center for Weed and Wildlife Management, Utsunomiya University,

350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi 321-8505, Japan

## 1. はじめに

1980 年代以降、日本各地でニホンジカ (*Cervus nippon*) の個体群が増加しており、これに起因する農林業被害や自然植生への影響が現在も全国的に大きな問題となっている (環境省 2016)。ニホンジカによる植生への影響は森林内に生息する他の野生生物におよんでいる。例えばニホンジカの高密度化に伴う森林の下層植生の改変による繁殖期の鳥類群集への負の影響が示唆されている (奥田ら 2013)。このような負の効果は、ニホンジカとニッチが類似する動物ほどその影響を強く受けると予想される。国内の森林に生息する植食性の大型哺乳類のなかでニホンジカとニッチが重複する可能性がある種としてニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) が挙げられる (Koganezawa 1999)。ニホンカモシカは中国地方を除いた本州、四国、九州に分布し、1979 年以降は地域指定の特別天然記念物に指定され、保護されている。Koganezawa (1999) および Takatsuki *et al.* (2010) によると、ニホンジカは採食の適応幅が広い上にニホンカモシカよりも 1 つの植物から大量に摂食するため植生におよぼす被害が大きいとされる。したがって、ニホンジカの増加にともなう植生の衰退は両種間の餌資源の競合をもたらし、ひいてはニホンカモシカの減少をまねく可能性が考えられる。実際、近年、保護地域内でニホンカモシカの分布域の変化と生息密度の減少や、近年のニホンジカの分布拡大と生息密度上昇に伴うニホンカモシカの餌資源の減少が懸念されている (文化庁 2018)。したがって、ニホンジカとニホンカモシカの生息域の重複状況や、生息地の特徴 (生息地選択 habitat selection) を調査する必要がある。この生息地選択とは動物の行動特性に従って生息地としてどの資源を選択するか (Hutto 1985) であり、生息地の利用状況からその要因や規則性を見出すことで評価できる。

生息調査や生息地選択の解析には、発信機を装着した対象動物の軌跡上の環境要因を調査するラジオテレメトリー法と、対象動物が分布しているエリア内に生育する植物や土地利用区分ごとにカメラを設置し、環境要因に応じて撮影回数を比較するカメラトラップ法が用いられている。ラジオテレメトリー法は個体の捕獲と発信機の装着などの技術を必要とする一方、カメラトラップ法は定期的な電池と記録媒体の交換のみで調査が実施できるため、必要とする労力が少ないことが特徴である。そこで本研究では宇都宮大学農学部附属船生演習林において、カメラトラップ法を用いてニホンジカとニホンカモシカの生息調査を行い、生息域の重複状況を明らかにするとともに、ニホンジカについては生息地選択を明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査地と方法

### 2.1 調査地

本研究の調査地は、栃木県塩谷郡塩谷町に位置する宇都宮大学農学部附属船生演習林 (以下、船生演習林) である (N36°46'、E139°49')。船生演習林は、高原山 (標高 1,795 m) 南麓の丘陵地帯に位置し、国道 461 号を挟んで南団地 (1 林班～3 林班) と北団地 (4 林班～10 林班) に二分されている。塩谷町は太平洋型気候を示し、船生演習林に近い気象庁塩谷町観測所の過去 30 年 (1981～2010 年) の観測値によれば、年平均気温 12.3°C、年平均降水量 1,624 mm であり、気候は冷温帯と暖温帯の中間気候に区分される。暖かさの指数は 97.1、寒さの指数は -9.2 である。船生演習林の植生は、スギ (*Cryptomeria japonica*)、ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*)、アカマツ (*Pinus densiflora*) などの針葉樹人工林が全体の 70% を占めている。一方、20% は自然植生で占められており、コナラ (*Quercus serrata*)、フモトミズナラ (*Q.*

*serrata* subsp. *mongolicoides*) を中心とした落葉広葉樹林や、ツツジ型の林床を伴ったアカマツ林などの天然生林(二次林)で覆われている(鷲見ら 2018)。

## 2.2 カメラトラップ法による頭数調査

船生演習林北団地のヒノキ人工林、スギ人工林、落葉広葉樹林の合計 18 地点にセンサーカメラ(SG565 および SG570, BMC 社および D55IR, Moultrie 社)を設置した(図-1; 表-1; 附表-1)。センサーカメラは約 500 m の間隔で設置した。設置標高は 320 ~ 590 m、主要道路(国道 461 号線)からの地図上での直線距離は 450 ~ 3200 m である(表-1)。センサーカメラは、両調査地とも立木の地上約 2 m の高さに、対象の全景を撮影するため、約 30° の俯瞰をつけて設置した。SG565 と SG570 は赤外線感知距離が 20 m 以上あるため、撮影の対象範囲を一定にするために、カメラの前方 10 m 程度の位置に遮蔽物が存在するように調整した。また、S11 と S13 では地上高約 2 m にカメラを設置可能な立木が周辺になかったことから、地上高約 50 cm に水平に設置した。なお、S18 に関しては、8 月にカメラ設置木が倒れ、撮影が困難になったため、カメラを同一の獣道が撮影できる異なる位置に移設した。毎月、カメラの SD カードと電池の交換を行い、撮影されたデータから、両種の撮影日時および頭数を抽出して集計した。なお、カメラは 1 回の撮影で 3 枚写真が撮影されるが、この 3 枚のうち最多の撮影頭数をその時点の撮影イベント数とした。同一地点のカメラ周辺に、明らかに同一個体であると判断できる 1 頭が長時間滞在した場合があったが、その場合は、最初に撮影された時点から 1 回とし、その時刻から 30 分間隔で何回撮影されたかを記録し、その合計回数を撮影イベント数とした。例えば、同一個体の 1 頭が最初に撮影された時点から 1 時間 40 分間滞在した場合は、撮影イベン

ト数は 4 となる。なお、ニホンジカについては可能な限り、雌雄判別を行った。撮影データの解析期間は 2018 年 5 月 1 日から 11 月 30 日である。

## 2.3 環境要因調査

5 月上旬にセンサーカメラ設置地点周辺の林床植生を調査した。カメラを中心として、水平距離 10 m 離れた位置の東西南北の 4 方向にそれぞれ 1 基ずつ、1 m×1 m のコドラートを設置し、ニホンカモシカの採食可能高が 1.8 m である(文化庁 2018)ことを考慮して、1.8 m 以下の下層植生を対象に出現した植物のコドラート被覆占有率(%)と最大地上高(cm)を記録した。この被覆占有率と最大地上高の積を 4 つのコドラートで合計することで、各地点の林床植生量( $\text{m}^3/4 \text{ m}^2$ )を求めた。そして、Ohsawa (1984)の優占構成種法に基づき各地地点の優占種を決定した。また、出現種は、姉崎(2014)や Takatsuki *et al.* (2010)で用いられた分類様式に従い、落葉広葉樹、常緑広葉樹、針葉樹、シダ類、ササ類、イネ科の 6 つに分類し、各調査地点それぞれの植生量を算出した。さらに、各コドラート内の地表面において 20 cm×20 cm の枠を 2 箇所ランダムに設置し、11 月初旬に餌資源となる可能性のある落下したブナ科の堅果数をカウントした。各カメラ設置地点の落下堅果数は 2 枠×4 コドラートの合計堅果数(個/0.32  $\text{m}^2$ )として集計した。

## 2.4 データ解析

撮影イベント数の集計は夏季(5 月 1 日~8 月 31)と秋季(9 月 1 日~11 月 30 日)にわけて行った。撮影イベント数の多かったニホンジカについては、どのような要因がニホンジカの生息地選択に関係しているのか明らかにするため、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いた解析を行った。GLMM 解析は R 3.5.1 (R Core Team 2018)の glmmML パッケージの glmmML 関数を用いた。GLMM 解析ではニホンジカの各調査地点における撮影イベント数の調査期間の合計(夏季と秋季の合計)を応答変数とし、応答変数の従う確率分布はポアソン分布とした。説明変数として、各下層植生量(落葉広葉樹、常緑広葉樹、針葉樹、シダ類、ササ類、イネ科)、地理的条件(標高および主要道路からの直線距離)を用いた。これらはすべて固定効果として扱った。また、調査地点をランダム(変量)効果として扱った。回帰係数の推定値の有意性を調べ、有意であったものについては、説明変数の効果の大小を、 $\exp(\text{回帰係数の推定値})$ で表される率比(Rate ratio または Incidence Rate ratio; IRR)で評価した。

## 3. 結果

### 3.1 カメラトラップ法によるニホンジカ・ニホンカモシカの撮影イベント数

撮影日数の合計は、夏季で 107 日、秋季で 91 日であった。ニホンジカの合計撮影イベント数は夏季で 102 回、秋季で 109 回、合計 211 回であった(表-2)。雌雄判別できたものについてみると、メス個体

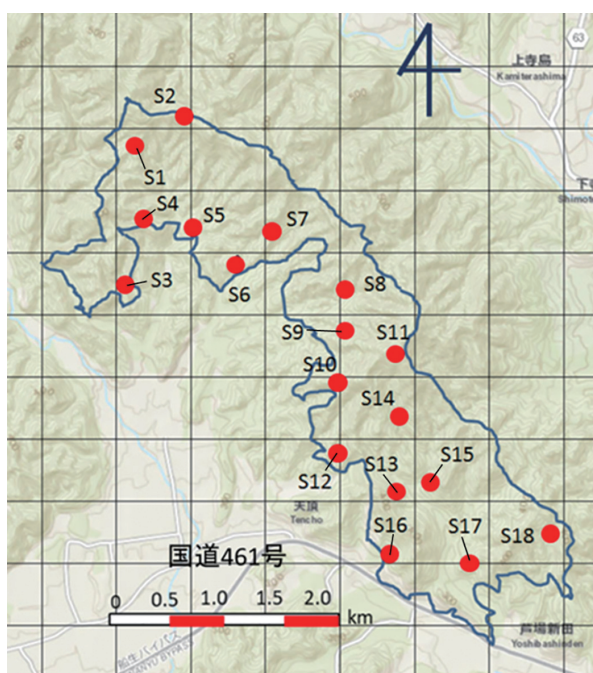


図-1 船生演習林北団地におけるセンサーカメラの設置地点

表-1 センサーカメラを設置した調査地点の概況

調査地点	林相	標高 (m)	国道から 距離(m)	林床植生の優占種	ブナ科落下堅果 数(/0.32 m <sup>2</sup> )
S1	ヒノキ人工林	483	3100	アブラツツジ	0
S2	ヒノキ人工林	509	3200	アブラツツジ	0
S3	スギ人工林	375	2200	コアジサイ	7
S4	ヒノキ人工林	394	2600	シケシダ、ゼンマイ	0
S5	ヒノキ人工林	391	2400	ヤマツツジ	7
S6	ヒノキ人工林	360	2200	ゼンマイ	0
S7	落葉広葉樹林	432	2300	ネジキ、バイカツツジ	0
S8	ヒノキ人工林	429	1900	バイカツツジ	0
S9	落葉広葉樹林	442	1600	バイカツツジ	19
S10	落葉広葉樹林	495	1200	ヤマツツジ	31
S11	落葉広葉樹林	594	1500	ウリハダカエデ、バイカツツジ、ヤマツツジ	104
S12	落葉広葉樹林	396	720	アブラツツジ	16
S13	落葉広葉樹林	369	630	バイカツツジ	36
S14	落葉広葉樹林	371	860	ヤマツツジ	37
S15	落葉広葉樹林	413	1100	バイカツツジ	87
S16	スギ人工林	331	180	アブラツツジ	0
S17	ヒノキ人工林	321	450	バイカツツジ、リョウブ	0
S18	スギ人工林	390	855	ヒサカキ	0

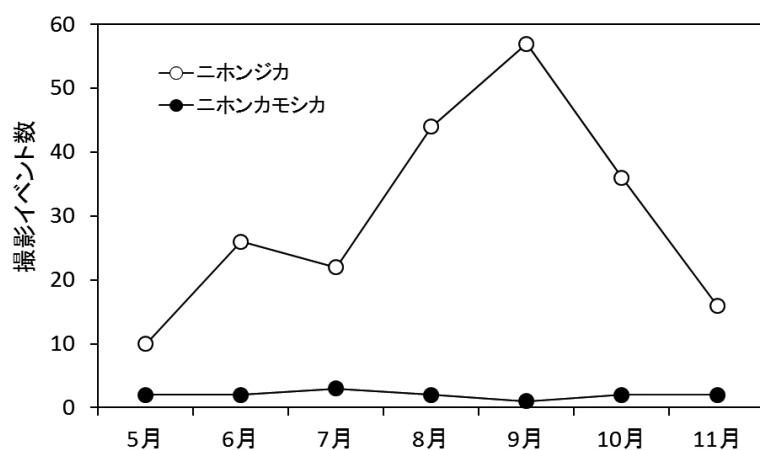


図-2 ニホンジカおよびニホンカモシカの撮影イベント数の季節変化

の合計撮影イベント数は夏季で 27 回、秋季で 42 回であり、オス個体では夏季 28 回、秋季 41 回であった。カメラ 1 台の 100 日あたりのニホンジカの撮影頭数の平均は夏季では 5.30 頭、秋季では 6.65 頭であった。ニホンジカの撮影イベント数の月別変化をみるとピークは 9 月であった (図-2)。ニホンカモシカの合計撮影イベント数は夏季では 9 回、秋季では 5 回、合計 14 回であった。また夏秋とも同一地点に出現する傾向がみられた (表-2)。ニホンカモシカのカメラ 1 台の 100 日あたりの撮影頭数の平均は夏季 0.47 頭、秋季 0.31 頭であり、月別変化はみられなかった (図-2)。

表-2 センサーカメラを設置した各調査地点におけるニホンジカとニホンカモシカの撮影イベント数

調査地点	ニホンジカ			ニホンカモシカ		
	夏季	秋季	合計	夏季	秋季	合計
S1	0	0	0	0	0	0
S2	7	12	19	1	0	1
S3	10	3	13	1	0	1
S4	2	2	4	0	1	1
S5	6	10	16	0	0	0
S6	3	2	5	1	0	1
S7	0	17	17	0	0	0
S8	0	0	0	0	0	0
S9	13	14	27	1	0	1
S10	6	8	14	0	1	1
S11	11	15	26	0	0	0
S12	7	1	8	1	0	1
S13	9	2	11	0	0	0
S14	22	22	44	4	2	6
S15	0	0	0	0	1	1
S16	0	0	0	0	0	0
S17	0	1	1	0	0	0
S18	6	0	6	0	0	0
計	102	109	211	9	5	14

### 3.2 環境調査

各調査地点の林床植生の優占種は、バイカツジ (*Rhododendron semibarbatum*)、アブラカツジ (*Enkianthus subsessilis*)、ヤマカツジ (*R. kaempferi* var. *kaempferi*) といったツツジ類の落葉広葉樹が大部分を占めた (図-3、表-1)。出現種としては、常緑広葉樹ではヒサカキ (*Eurya japonica*)、シラカシ (*Q. myrsinifolia*) やイヌツゲ (*Ilex crenata*) が、針葉樹ではヒノキ、スギ、モミ (*Abies firma*) やツガ (*Tsuga sieboldii*) などがみられた。シダ類はゼンマイ (*Osmunda japonica*) やシケシダ (*Deparia japonica*) がみられた。ササ類はアズマネザサ (*Pleioblastus chino*) とミヤコザサ (*Sasa nipponica*) が、イネ科は、クロヒサスゲ (*Carex gifuensis*) やタガネソウ (*C. siderosticta*) が広範囲でみられた。各プロットにおけるブナ科樹種の堅果はフモトミズナラ、コナラであり、落下堅果量はプロットにより 0 ~ 104 個/0.32 m<sup>2</sup> と大きなバラツキがみられた (表-1)

ニホンジカの撮影イベント数を応答変数とした

GLMM 解析の結果、林床の落葉広葉樹の植生量、道路からの直線距離が、ニホンジカの撮影イベント数に有意な正の効果をおよぼしていた。率比でみると、林床の落葉広葉樹の植生量の効果が道路からの直線距離より大きかった (表-3)。

表-3 一般化線形混合モデルによる解析から得られたニホンジカの生息地選択の要因

説明変数	回帰係数の推定値	p 値	率比
切片	-2.437	0.371	-
広葉樹植生量	1.078	0.023	2.939
常緑樹植生量	1.033	0.602	-
針葉樹植生量	1.503	0.373	-
シダ類植生量	6.128	0.385	-
ササ類植生量	21.557	0.104	-
イネ科植生量	-1.163	0.874	-
落下堅果数	-0.011	0.551	-
標高	-0.002	0.814	-
主要道路からの距離	0.002	0.037	1.002

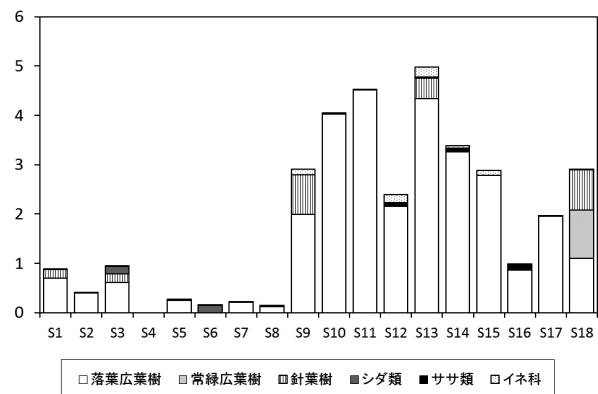


図-3 各調査地点における林床の植生量 (m<sup>3</sup>/4m<sup>2</sup>)

### 4. 考察

本研究の生息調査の結果、船生演習林ではニホンカモシカはニホンジカに比べて生息数はごく少なかった。一方で、18 の調査地点中 8 箇所両種の出現がみられたことから、船生演習林では両種の生息域は部分的に重複していることが明らかになった。

本研究の GLMM 解析の結果、落葉広葉樹の植生量と主要国道からの距離がニホンジカの撮影イベント数に対して正の効果を与えており、落葉広葉樹の植生量の効果がより大きかった (表-3)。落葉広葉樹として、各調査地点では特にツツジ類の低木が多く (表-1)、また、ツツジ類にはニホンジカによる採餌痕や樹皮剥ぎ行動が確認された。したがって、プロット内の落葉広葉樹はニホンジカの餌資源として利用されている可能性が高いと考えられる。また、タンザニアに生息するアンテロープの一種 (*Cephalophus harveyi*) は生息地選択において、外敵から隠れるために視認性が低下する密生する落葉低

木のやぶや、村からの距離が離れている場所を好むとされる (Bowkett *et al.* 2007)。したがって、ニホンジカにおいても、隠れ場所として落葉低木の植生量が多く、人の生活の場所から遠いところを選択している可能性が考えられる。以上のように、ニホンジカにおいては、林床の落葉広葉樹の植生量がニホンジカの生息地選択の大きな要因となっていることが示唆された。

今回の調査では、調査期間が約1年間と短かったため、ニホンカモシカの撮影イベント数が少なく、ニホンカモシカの生息地選択やニホンジカとの競合関係については評価できなかった。また、調査地点 S14 のように、両種が多く出現する地点も観察され (表-2)、両種が排他的な関係を示すようには必ずしもみえなかった。したがって、今後も船生演習林において両種の継続的モニタリングを通じたデータ収集が必要と考えられる。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、船生演習林事務室の方々ならびに技術職員の方々には現地調査の際に様々な情報を提供していただいた。森林計画学研究室の松英恵吾准教授より現地調査に必要な船生演習林の GPS データを提供いただいた。宇都宮大学農学部森林科学科森林生態学・育林学研究室の福沢朋子氏、森嶋佳織氏、山内耕司朗氏、渡邊大地氏、柴野達彦氏、栗原誠実氏、深澤瑛一氏、森林政策学研究室の角谷黎氏、奥野浩暢氏、ならびに森林工学研究室内の宮下俊太郎氏には本研究を行うにあたり、ご協力をいただいた。この場を借りて心よりお礼申し上げます。

## 引用文献

- 姉崎智子 (2014) 群馬県嬭恋村と昭和村で確認されたニホンカモシカの繁殖状況と食性. 群馬県立自然史博物館研究報告 18 : 173–178.
- Bowkett AE, Rovero F, Marshal AR (2007) The use of camera-trap data to model habitat use by antelope species in the Udzungwa Mountain forests, Tanzania. *African Journal of Ecology* 46: 479–487.
- Hutto RL (1985) Habitat selection by nonbreeding migratory land birds. In: *Habitat selection in birds*. Cody M (ed) Academic Press, 455–476.
- 環境省 (2016) 特定鳥獣保護・管理計画作成のためのガイドライン (ニホンジカ編・平成 27 年度)
- 文化庁 (2018) 「カモシカ保護管理マニュアル (改訂版)」 (仮称) 案.
- Koganezawa M (1999) Changes in the population dynamics of Japanese serow and sika deer as a result of competitive interactions in the Ashio Mountains, central Japan. *Biosphere Conservation* 2: 35–44.
- Ohsawa M (1984) Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. *Vegetatio* 57: 15–52.
- 奥田 圭・關 義和・小金澤正昭 (2013) 栃木県奥日光地域における繁殖期の鳥類群集の変遷：特にニホンジカの高密度化と関連づけて. 保全生態学

研究 18 : 121–129.

- R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. (URL <http://www.R-project.org/>).
- Takatsuki S, Fuse S, Ito T (2010) A comparison of diet and digestion between sika and Japanese serow in northern Japan. *Mammal Study* 35: 257–263.
- 鷲見勇貴・福沢朋子・逢沢峰昭・大久保達弘 (2018) ヒノキ人工林の林分発達と森林施業がオサムシ科甲虫群集に与える影響. 宇大演報 54:1–13.

附表－1 調査地点の位置

調査地点	緯度 (°N)	経度 (°E)
S1	36.8027	139.8014
S2	36.8045	139.8044
S3	36.7936	139.8008
S4	36.7981	139.8032
S5	36.7973	139.8063
S6	36.7944	139.8087
S7	36.7971	139.8131
S8	36.7929	139.8191
S9	36.7908	139.8196
S10	36.7868	139.8192
S11	36.7891	139.8230
S12	36.7824	139.8196
S13	36.7796	139.8237
S14	36.7807	139.8270
S15	36.7845	139.8237
S16	36.7752	139.8232
S17	36.7746	139.8287
S18	36.7767	139.8357