

春日山原始林に生息するニホンジカの空間分布

山中 康彰¹, 辻野 亮^{1*}, 鳥居 春己¹

¹ 奈良教育大学自然環境教育センター

Spatial distribution pattern of sika deer in Kasugayama Primeval Forest

Yasuaki Yamanaka¹, Riyou Tsujino^{1*}, Harumi Torii¹

¹ Center for Natural Environment Education, Nara University of Education

要旨: 春日山原始林においてニホンジカ (*Cervus nippon*) の空間分布、特に奈良公園平坦部から移入していると考えられる角切成獣オスの空間分布の季節変化を明らかにするために、調査地内を周回する8.7 kmのスポットライトセンサスを行った。2009年11月から2010年12月まで56回調査を行い、成獣メス535頭(推定生息密度、 18.2 ± 11.7 頭/km²(平均 \pm SD))、角付成獣オス121頭(4.2 ± 3.0 頭/km²)、角切成獣オス15頭(0.6 ± 1.1 頭/km²)、若齢個体104頭(3.6 ± 3.0 頭/km²)、当歳仔65頭(2.3 ± 2.8 頭/km²)、不明60頭(2.1 ± 3.0 頭/km²)の合計900頭(30.5 ± 16.1 頭/km²)を発見した。性年齢クラスごとにみたスポットライトセンサス1回あたりの遭遇頭数と発見場所のx座標(UTM53x)とy座標(UTM53y)には、いずれも季節変化が見られた。奈良公園平坦部では、9月から10月の角切行事によって秋期に角付成獣オスが急減して角切成獣オスが急増する。春日山原始林では、角付成獣オスが秋期ではなく冬期に減少していたことから、角切りによって角付成獣オスが減少したのではなく冬期に角付成獣オスが春日山原始林から移出したことによる可能性が考えられる。一方、角切成獣オスは冬期に増加したので、奈良公園平坦部で秋期に角を切られた成獣オスが交尾期を終えた冬期に春日山原始林に移入してきた可能性も考えられる。直接観察でも、冬期に角切成獣オスは奈良公園平坦部に近い春日山原始林の南西部に多く見られた。当歳仔と成獣メスの発見個体数も、角切成獣オスと同様の季節変化を示し、冬期に春日山原始林で発見個体数が増加していたことから、奈良公園平坦部の個体は交尾期の終わりに春日山原始林に移入するものと推測される。

山中 康彰, 辻野 亮, 鳥居 春己 (2021) 春日山原始林に生息するニホンジカの空間分布. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, (22): 11-20.

キーワード: 春日山原始林、スポットライトセンサス法、生息密度、奈良公園、ニホンジカ

Abstract: In order to clarify the seasonal variation of the spatial distribution pattern of sika

* 〒 630-8528 奈良市高畑町 奈良教育大学自然環境教育センター

Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, Takabatake-cho Nara, 630-8528 Japan

Email: tsujino@cc.nara-edu.ac.jp 2020年11月17日受付、2021年1月25日受理

deer *Cervus nippon*, especially adult male deer with excised antlers that are considered to have been moved from the flat part of Nara Park, a spotlight census of 8.7 km was conducted in Kasugayama Primeval Forest. From November 2009 to December 2010, 56 census was conducted with a total of 900 deer found (30.5 ± 16.1 head/km²), of which 535 adult females (estimated densities: 18.2 ± 11.7 head/km²), 121 adult males with intact antlers (4.2 ± 3.0 head/km²), 15 adult males with excised antlers (0.6 ± 1.1 head/km²), 104 young males and females (3.6 ± 3.0 head/km²), 65 infants (2.3 ± 2.8 head/km²), and 60 unknown size-class deer (2.1 ± 3.0 head/km²) were found. The number of encounters per census, the x coordinate (UTM53x) and the y coordinate (UTM53y) for each age-sex class showed seasonal differences. In the flat part of Nara Park, the number of adult males with intact antlers decreases rapidly in fall due to the antler cutting event from September to October and the number of adult males with excised antlers increases rapidly. In Kasugayama Primeval Forest, the number of adult males with intact antlers decreased in winter instead of autumn. This result indicates the possibility that the adult males with intact antlers did not decrease due to the antler cutting event, but may have migrated from the Kasugayama Primeval Forest in winter. On the other hand, since the number of adult males with excised antlers increased in winter, it is also possible that the adult males with antler excised in the flat part of Nara Park in autumn moved to the Kasugayama Primeval Forest in winter after the mating season. Indeed, adult males with excised antlers were often found in the south-western part of the Kasugayama Primeval Forest near the flat part of Nara Park in winter. As in the case of males with excised antlers, the numbers of found individuals of the current year infants and adult females in the Kasugayama Primeval Forest increased in winter. These results suggest that the animals inhabited in the flat part of Nara Park may have moved to the Kasugayama Primeval Forest after the mating season.

Yamanaka Y, Tsujino R, Torii H (2021) Spatial distribution pattern of sika deer in Kasugayama Primeval Forest. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, (22): 11-20.

Keywords: Kasugayama Primeval Forest; Nara Park; population density; sika deer; spotlight census method

はじめに

全国的にみてもニホンジカ *Cervus nippon* の個体数と分布域は増加・拡大しており、各地でニホンジカの採食圧による森林更新阻害や林床植生への影響が報告されている（たとえば、湯本・松田 2006; 前迫・高槻 2015など）。奈良県の大台ヶ原ではニホンジカの増加により、後継樹が育たなくなっている（岩本 2006; 柴田・日野 2009）。

春日山原始林は、古代に国の人口集中地帯であったにもかかわらず、宗教的な理由から保護されてきた森である。国の特別天然記念物（1956年）やユネスコの世界文化遺産（1998年）に登録されている。春日山原始林は、奈良公園の山間部にあつて春日大社の神域として841年に狩猟や伐採が禁止されて以来、ほとんど人の手が加わっていない（前迫 2006）。そのため、ツブラジイ *Castanopsis cuspidata* やイチイガシ *Quercus gilva*、アカガシ *Q. acuta* などの常緑広葉樹が優占する照葉樹林が成立し、近畿地方にわずかに残る照葉樹林としても貴重な存在となっている（前迫 2006）。哺乳類にとっても重要な生息地であり、17種の哺乳類が確認されているが（鳥居 2013）、なかでもニホンジカは哺乳類相を優占する。

奈良公園や春日山原始林には古くからニホンジカが棲息しており、神鹿として保護され狩猟

を禁じられてきた。奈良市の春日山原始林においてもニホンジカの生息密度は、22.8～38.6 頭/km² (鳥居ほか 2007; 前迫ほか 2018) と推定されており、植生に大きく影響が出ている大台ヶ原 (柴田・日野 2009) と同程度の生息密度である。第二次世界大戦後には食料難などから密猟が相次ぎ、奈良公園平坦部に生息するニホンジカの個体数は約80頭まで減少したが (藤田1997)、保護されて順調に個体数が増加し、現在では約1,200頭を越える (奈良の鹿愛護会ウェブサイト <https://naradeer.com/>、2020年6月15日確認)。ニホンジカが増加したことによって奈良公園内の樹林ではブラウジングラインの形成 (渡辺 1976)、不嗜好植物の繁茂 (渡辺 1976) が目立ち、植物種多様性の低下 (山倉ほか 2001; 前迫 2006) も指摘されている。

実際、ニホンジカの樹皮剥ぎによる現存木への影響 (前迫・鳥居 2000)、実生の過度の採食による更新阻害 (Shimoda et al. 1994; 山倉ほか 2001; 前迫 2006) が報告されている。また、ニホンジカの不嗜好植物であるナギ *Podocarpus nagi*、ナンキンハゼ *Triadica sebifera*、イヌガシ *Neolitsea aciculata*、イズセンリョウ *Maesa japonica* などの実生のみが生長している状態である (前迫 2006; Maesako and Nanami 2007)。このままでは、ニホンジカの採食圧による嗜好植物の更新阻害によって、春日山原始林の植物相や森林構造が大きく変化しかねない。

ニホンジカの個体数の増加を抑制することは全国的な課題である。春日山原始林を今後も存続させるためには、奈良公園や春日山原始林に生息するニホンジカに対しても何らかの対策が必要だが、奈良公園に棲息するニホンジカは天然記念物「奈良のシカ」であり狩猟の対象とはならないため個体数管理が難しい。春日山原始林に生育する植物に対する研究事例は蓄積されている一方で (渡辺 1976; 前迫 1995, 2001, 2006; 前迫・鳥居 2000; 瀬戸 2001; 山倉ほか 2001; Maesako and Nanami 2007)、ニホンジカについての研究はほとんどない (たとえば、鳥居ほか 2007; 前迫 2009; 前迫ほか 2018)。そのため春日山原始林におけるニホンジカの季節移動や利用頻度、空間分布、出生率などの基礎的な知見が必要である。

春日山原始林のすぐ西にある奈良公園平坦部では毎年10月ごろに鹿の角切り行事が行われる。この行事は、ニホンジカの交尾期に、角のあるニホンジカと観光客との間で人身事故が起きないように、奈良の鹿愛護会が奈良公園平坦部に棲息しているオスジカの角を切るものである。角を切られたニホンジカは角切りが終了後、数日中に解放される。角切個体は奈良公園平坦部に生息することを示す指標となり、春日山原始林と奈良公園平坦部との間の個体群の移出入を検討するうえで有用である。また、スポットライトセンサス法は、夜間に決められたルートに沿ってニホンジカを探索してその生息密度を推定する方法であり、国内外を問わず広く用いられている (金森ほか 1999; Marques et al. 2001; 矢部・小泉 2003; Ruetten et al. 2003; 小林ほか 2008; 岸本ほか 2010)。本研究では、春日山原始林を周回する林道を用いてスポットライトセンサスを行い、ニホンジカの空間分布、特に奈良公園平坦部から移入していると考えられる角切成獣オスの空間分布の季節変化を調査し、春日山原始林と奈良公園平坦部のニホンジカ個体群の関係を明らかにすることを目的とする。

方法

調査地

春日山原始林 (東経135.86°, 北緯34.68°, 標高およそ150-500 m) は奈良市の市街地のすぐ東に位置する常緑広葉樹林である。奈良市の年平均気温は14.9℃であり (1981～2010年の平均値; 気象庁ウェブサイト <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> 2018年2月15日確認)、暖温帯に位置する。森林は、ツブラジイやツクバネガシ *Q. sessilifolia*、アカガシなどの常緑広葉樹が優占し、胸高直径1 m を越えるスギ *Cryptomeria japonica* などの針葉樹が点在する (前迫 2001; 前迫 2006)。林床はニホンジカの採食圧のために貧弱で、ほとんど実生がない状態になっ

ている(前迫 1995; 前迫 2006)。春日山原始林は841年に狩猟や伐採を禁止されて以来ほとんど人の手が入らない状態が続いていたが、豊臣秀吉が献木した記録が残っていたり、スギの植樹をした記録が残っており(前迫 2006)、ある程度人の手が入っている。また、明治に奈良公園の管理費用のため原始林内の一部分を刈り取り、スギやアカマツ *Pinus densiflora* の植林地が作られている(奈良公園史編集委員会 1982)。

スポットライトセンサス法

春日山原始林においてニホンジカの角切成獣オスの空間分布を明らかにするために、春日山原始林内にある春日山遊歩道(8.7 kmの未舗装の車道)にスポットライトセンサスのルートを設定した(図1)。晴れまたは曇りの天候の日に、時速10 kmで走行する車から左右それぞれ1名の調査者が窓から手を出し、スポットライト(Q-beam, Brinkmann, TX, USA; Handbeam, Patlite, Osaka, Japan)を用いて道路脇および林内を照射し、ニホンジカを目視で探索した。ニホンジカを発見したら性年齢クラスと頭数を記録し、調査開始地点からの走行距離、林道から個体がいた方位、林道からの個体までの水平距離をレーザー距離計(Laser Ace, MDL, Aberdeen, UK)で記録した。これらの値を用いて、ニホンジカの位置を算出した。



図1. 調査地。太い黒線はスポットライトセンサスのルートを示し、御蓋山北にあるS地点から時計回りにE地点まで黒線をたどる。格子枠は一辺500mを示し、数字はUTM53xとUTM53yの値を示す。

切り通し林道であるため林内への照射距離が所により変化することから、100 mごとに距離計を使用し林内の最大照射距離を測定した。平均最大照射距離で林道左右を照射したと仮定して、照射面積を0.528 km²とした。哺乳類の推定密度は、発見個体数を照射面積で除することにより算出した。

調査は、2009年11月～2010年12月に行い、各月中旬の4日間を選んで日没後1時間以内に調査を開始した。

発見したニホンジカは、成獣メス (Af: adult female)、角切されたオスジカ (角切成獣オス、Ame: adult male with excised antlers) と角切されていない成獣オス (角付成獣オス、Ami: adult male with intact antlers)、若齢個体 (Ymf: Young male/female)、当歳仔 (Inf: infant)、不明 (Uk: unknown) の6つのクラスに分類した。体サイズが最小で生後1年未満の個体を当歳仔、枝角が3尖または4尖で大柄なオスジカを成獣オス、体サイズが十分大きなメスジカを成獣メス、当歳仔よりは大きい小柄なメスジカと枝角が2尖または1尖の小柄なオスジカを若齢個体、体サイズや性別がわからない個体を不明とした。角が切除された状態ではオスジカのサイズを判断するのが困難なため、オスジカのうち角切された個体はすべて角切オスとした。なお、角切りと角の生え替わり時期の関係で、角切成獣オスは秋期から春期にかけて見られ、生え替わりが起こる春以降には見られない。

春日山原始林内でのニホンジカの空間分布に性年齢クラス間で差があるかを明らかにするために、ニホンジカを発見した座標のデータを用いて、x座標とy座標、性年齢クラス、季節の関係を一般化線形モデルによって解析した。x座標とy座標は、発見した個体の位置をユニバーサル横メルカトル図法 (ゾーン53) で表現した x-y座標の UTM53x と UTM53y とした。なお、UTM53x の増加は東への移動、UTM53y の増加は北への移動を示す。性年齢クラスごとに、スポットライトセンサス1回あたりの遭遇頭数や UTM53x、UTM53y を目的変数とし、季節 (春:

表1. 性年齢クラスごとに見たスポットライトセンサス1回あたりの遭遇個体数 (No. counts per census) と空間分布 (UTM53x, UTM53y) の季節変動の関係を解析した一般化線形モデルの結果。Af, Ami, Ame, Ymf, Inf, Uk はそれぞれ成獣メス、角付成獣オス、角切成獣オス、若齢個体、当歳仔、不明を示す。Full model と Min. model は、フルモデルと最小AIC モデルの AIC を示す。

Parameters	AIC		Coefficients Intercept	Season (vs. Spring)		
	Full model	Min. model		Summer	Autumn	Winter
No. counts per census						
Af	369.9	369.9	1.8	0.1	0.4	0.8
Ami	199.7	199.7	0.8	0.0	0.3	-0.6
Ame	67.9	67.9	-2.1	-17.2	0.3	1.6
Ymf	218.5	218.2	0.6			
Inf	161.8	161.8	-18.3	18.0	18.3	19.0
Uk	169.1	169.1	-0.1	-0.4	-0.2	0.7
UTM53x						
Af	8339.5	8339.5	578849.4	37.5	181.6	64.2
Ami	1879.7	1879.7	578909.4	271.7	112.6	-204.7
Ame	214.0	214.0	578917.9		-727.5	-536.1
Ymf	1611.2	1607.6	578811.5			
Inf	1010.1	1007.8	578785.1			
Uk	923.6	917.7	579127.6			
UTM53y						
Af	8442.5	8442.5	3837852.6	481.8	317.8	152.7
Ami	1872.0	1867.8	3837661.6			
Ame	217.4	215.7	3837738.6			
Ymf	1652.4	1648.0	3838019.3			
Inf	1030.0	1028.3	3838126.5			
Uk	954.8	953.8	3837799.6			

3～5月, 夏: 6～8月, 秋: 9～11月, 冬: 12～2月) を説明変数として解析した。フルモデルと説明変数を除いたヌルモデルの AIC (Akaike's Information Criterion) を比較して最小 AIC を示すモデルを最適モデルとして選択した。目的変数の誤差分布は、遭遇頭数ではポアソン分布でリンク関数には log 関数を使用し、UTM53x と UTM53y ではガウス分布でリンク関数には identity 関数を使用した。

春日山原始林内における成獣オスと成獣メスの割合を明らかにするために、成獣オス個体数と成獣メス個体数の行列を目的変数、季節を説明変数として一般化線形モデルを用いて解析した。目的変数の誤差分布は二項分布、リンク関数には logit 関数を使用した。フルモデルとヌルモデルの AIC を比較して最小 AIC を示すモデルを最適モデルとして選択した。なお、スポットライトセンサス1回で見られた成獣オス個体数を成獣オス個体数と成獣メス個体数の和で除した値を成獣オス率と定義した。

統計解析には、R version 3.5.1 (R Core Team 2018) のパッケージ stats にある関数 glm とパッケージ MASS にある関数 stepAIC を用いた。

結果

2009年11月から2010年12月までスポットライトセンサス調査を56回行い、成獣メス535頭、角付成獣オス121頭、角切成獣オス15頭、若齢個体104頭、当歳仔65頭、不明60頭の合計900頭を発見した。センサス1回あたり、成獣メス 9.6 ± 6.2 頭 (平均 \pm SD)、角付成獣オス 2.2 ± 1.6 頭、角切成獣オス 0.3 ± 0.6 頭、若齢個体 1.9 ± 1.6 頭、当歳仔 1.2 ± 1.5 頭、不明 1.1 ± 1.6 頭、合計 16.1 ± 8.5 頭を発見した。また、成獣メスの推定生息密度は、 18.2 ± 11.7 頭/km² (平均 \pm SD)、角付成獣オス 4.2 ± 3.0 頭/km²、角切成獣オス 0.6 ± 1.1 頭/km²、若齢個体 3.6 ± 3.0 頭/km²、当歳

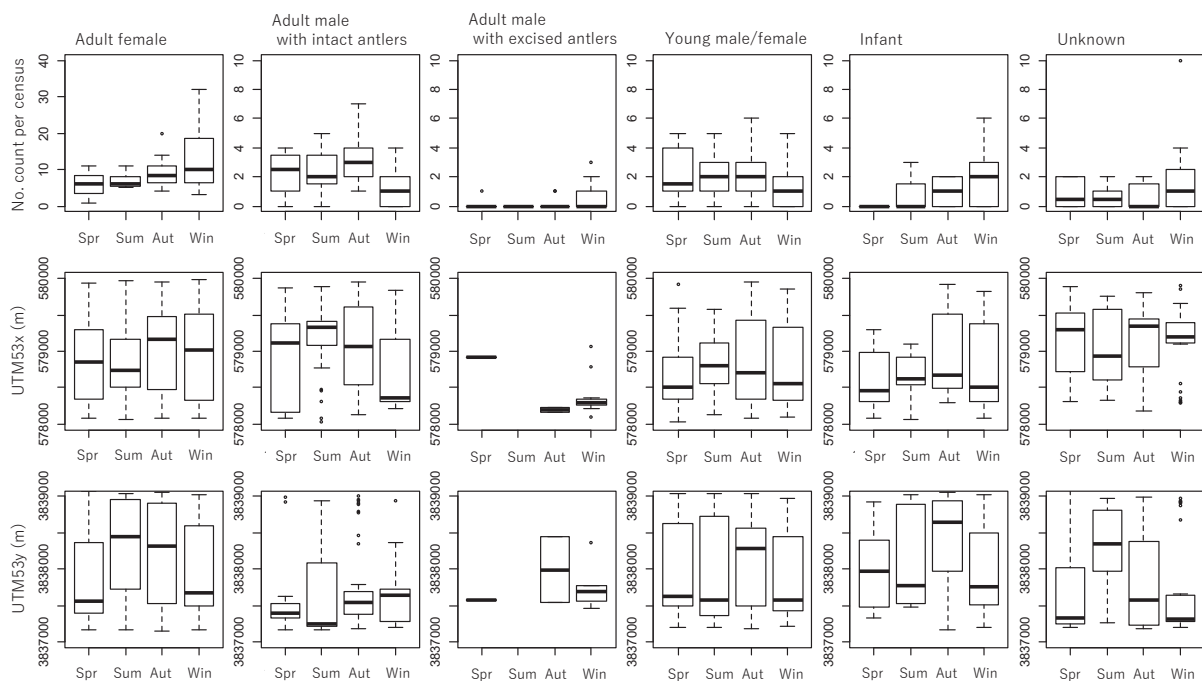


図2. 上段はセンサス1回あたりの遭遇個体数と季節 (2009年11月から2010年10月のうち、3, 4, 5月は春 Spr、6, 7, 8月は夏 Sum、9, 10, 11月は秋 Aut、12, 1, 2月は冬 Win とした) の関係、中段は UTM53x (ユニバーサル横メルカトル図法 (ゾーン53) の x座標) と季節、下段は UTM53y (ユニバーサル横メルカトル図法 (ゾーン53) の y座標) と季節の関係を示す。左の列から成獣メス、角切されていない成獣オス、角切された成獣オス、若齢個体、当歳仔、性年齢クラス不明の個体を示す。

仔 2.3 ± 2.8 頭/km²、不明 2.1 ± 3.0 頭/km²、合計 30.5 ± 16.1 頭/km²であった。

性年齢クラスごとにみたスポットライトセンサス1回あたりの遭遇頭数と UTM53x、UTM53y の季節変動を解析した一般化線形モデルによると、スポットライトセンサス1回あたりの遭遇頭数では若齢個体を除く成獣メス、角付成獣オス、角切成獣オス、当歳仔、不明個体でフルモデルが、UTM53x では成獣メス、角付成獣オス、角切成獣オスでフルモデルが、UTM53y では成獣メスのみでフルモデルがそれぞれ採択された。季節によって遭遇頭数が異なった(表1、図2)。発見頭数は季節変動が見られ、成獣メスと当歳仔、角切成獣オスでは冬に発見頭数が多く、角付成獣オスと若齢個体では冬に発見頭数が少なかった(図2)。角切成獣オスは、春(3~5月)に1頭、夏(6~8月)に0頭、秋(9~11月)に2頭、冬(12~2月)に12頭発見された。UTM53x では、若齢個体、当歳仔で季節変動が小さく、成獣メスで秋に値が大きく、角付成獣オスと角切成獣オスで冬に値が小さかった(図2)。UTM53y では、成獣メス、若齢個体、当歳仔で夏または秋に値が大きく値域に大きな幅があり、角付成獣オスと角切成獣オスで値が小さく比較的値域も狭かった(図2)。

成獣オス率の季節変動を解析した一般化線形モデルによると、フルモデルが採択され、冬に成獣オス率が小さくなった(図3; 表2)。

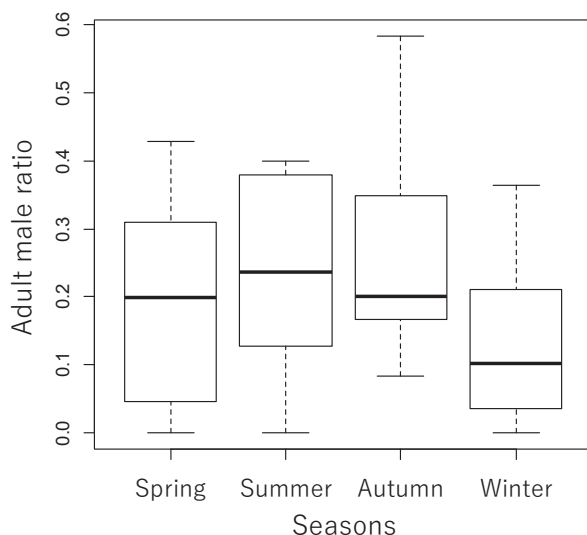


表2. 成獣オス率の季節変化に関する一般化線形モデルの係数表。

Coefficients	Estimate	SE
Intercept	-1.386	0.238
Summer (vs. Spring)	0.312	0.324
Autumn (vs. Spring)	0.354	0.288
Winter (vs. Spring)	-0.476	0.301

図3. 成熟個体に占める成獣オスの比率 (= 成獣オスの個体数 / (成獣オスの個体数 + 成獣メスの個体数))の季節変動

考察

奈良公園平坦部では、9月から10月にかけて行われる角切り行事によって角付成獣オスは急減して角切成獣オスが急増し、角が生え変わる春期に観察されなくなる。さらに冬季には成獣オスのほぼすべては角切成獣オスとなる。春日山原始林において角付成獣オスは、秋期ではなく冬期に減少していたことから、角切りによって角付成獣オスが減少したのではなく冬期に角付成獣オスが春日山原始林から移出したことによると推測される。春日山原始林における角付成獣オスの分布は、季節を通じて南側の全域に偏っていたが、春期から秋期には東寄りに、冬期には西部に分布していたことから(図2)、春期から秋期にかけては春日山原始林の南東部やその周辺を中心に遊動し、冬期になると春日山原始林の南西部と奈良公園平坦部を遊動していたと考えられる。

一方、角切成獣オスは冬期に春日山原始林で増加していたので、奈良公園平坦部で秋期に角を切られた成獣オスが交尾期を終えた冬期に春日山原始林に移入してきた可能性はあり得る(鳥居ほか 2020)。なお、ここで角切成獣オスと呼んでいるオスジカは、センサスで見られた角付成熟オス(121頭)と若齢個体(104頭)の割合から、少なくとも発見された15頭中8頭は成熟オスだったと推測される。春日山原始林では秋期から冬期には西部にだけ分布し、春期には1例だけ中央

あたりで発見された(図2)。また、冬期の角切成獣オスの平均遭遇頭数は0.6頭/回(0~3頭/回)であり、推定生息密度は1.14頭/km²で、生息域を特別天然記念物春日山原始林の範囲(298 ha)だとすれば、3.4頭(0~16.9頭)が生息していたことになる。つまり、奈良公園平坦部を主な生息地とする成獣オスでも、3.4頭(0~16.9頭)程度が交尾期を終えた冬期にだけ奈良公園平坦部に接する春日山原始林の南西部を限定的に遊動していたと考えられる。当歳仔と成獣メスの発見個体数も角切成獣オスと同様の季節変化を示し、冬期に春日山原始林で発見個体数が増加していたので、奈良公園平坦部の個体が春日山原始林に移入してきたものと推測される。

成獣オス率は年間を通して平均0.21と低く、成獣オスに比べて成獣メスが多い。特に冬期は平均0.13であり成獣メスが多くなる(図3)。これは冬期に成獣メスが増加することと角付成獣オスが減少することが直接要因である(図2)。

牧野・古林(1996)は、夏にニホンジカは草地を利用し、冬は落葉などが豊かな天然林を利用する傾向があると報告している。奈良公園でも、シバが枯れる12月以降に一部のニホンジカが春日山原始林内に流入することは十分考えられる。また立澤ほか(2002)は、夏に比べ秋に奈良公園平坦部のニホンジカが減少しており、奈良公園平坦部に比較的近い春日山原始林に移動していると推測される。また、春日山原始林南西部にある妙見宮付近で見つかったニホンジカは、春日山原始林の東部で見つかったニホンジカと違ってあまり逃げない様子が感じられたことから(著者らの観察)、奈良公園平坦部を主な生息地に行っていることを推測させる。

発情期になわばりを持つことができなかったオスジカは広範囲を移動することが知られている(三浦 1983)。オスジカだけでなく成獣メスや当歳仔を含めて、春日山原始林と奈良公園平坦部のニホンジカ個体群が行き来している可能性がある。今後、林内を利用するニホンジカの個体数や行動を把握するためには、春日山原始林内に棲息するニホンジカに標識を装着して調査することが必要である(Robert et al. 2006)。また、ラジオテレメトリー法やGPS ロガーなどを用いて春日山原始林と奈良公園平坦部のオスジカの行動圏の季節変化に関するデータを蓄積することが必要であろう(鳥居ほか 2020)。

謝辞

本研究を行うにあたり、奈良公園管理事務所の方々には調査における便宜を図っていただいた。また、ご指導いただいた奈良教育大学松井淳教授、菊地淳一准教授に、厚くお礼申し上げる。奈良教育大学自然環境教育センターの二宮唯氏、谷口悠輝氏 ならびに4回生の藤塚絢子氏をはじめとする多くの奈良教育大学の学生に調査をご協力いただいた。本センターの協力研究員、学生の皆様に貴重なご助言をいただいた。心より感謝の意を表す。

引用文献

- 藤田 和 (1997) 奈良の鹿 年譜 人と鹿の一千年. ディアマイフレンド (奈良の鹿市民調査会) 奈良, p. 188.
- 岩本 泉治 (2006) 大台大峯の山麓から. (湯本貴和, 松田裕之編) 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学一, pp. 84-104, 文一総合出版, 東京.
- 金森 弘樹, 周藤 成次, 扇 大輔, 河井 美紀子, 井ノ上 二郎, 大国 隆二 (1999) 鳥根県弥山山地におけるニホンジカのライトセンサス. 森林応用研究, 8: 183-186.
- 岸本 良輔, 逢沢 浩明, 吉岡 麻美, 石田 康之, 三井 健一, 須賀 聡 (2010) 霧ヶ峰におけるニホンジカ *Cervus nippon* のライトセンサス調査による個体数変動. 長野県環境保全研究所研究報告, 6: 13-16.
- 小林 俊元, 末次 加代子, 山根 正伸, 永田 幸志, 溝口 暁子 (2008) 2006年度神奈川県ニホンジカ保

- 護管理事業におけるニホンジカ (*Cervus nippon*) 個体群調査報告. 神奈川県自然保全センター報告, (5): 25-37.
- 前迫 ゆり (1995) シカ生息域春日大社境内の植栽林におけるフェンスの効果. 奈良佐保女学院短期大学紀要, (6): 186-177.
- 前迫 ゆり (2001) 奈良公園および春日山原始林におけるシカの採食に対する変化. 奈良植物研究, 23: 21-25.
- 前迫 ゆり (2006) 春日山原始林とニホンジカ—未来に地域固有の自然生態系を残すことができるか—. (湯本 貴和, 松田 裕之 編) 世界遺産をシカが喰う シカと森の生態学, pp. 147-165, 文一総合出版, 東京.
- 前迫 ゆり (2009) カメラトラップ法による春日山照葉樹林の哺乳類と鳥類. 大阪産業大学人間環境論集, 9: 79-96.
- 前迫 ゆり, 幸田 良介, 佐々木 奨, 杉浦 聖斗, 花谷 祐哉 (2018) 世界文化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: 83-91.
- Maesako Y, Nanami S (2007) Spatial distribution of two invasive alien species, *Podocarpus nagi* and *Sapium sebiferum*, spreading in a warm-temperate evergreen forest of the Kasugayama Forest Reserve, Japan. *Vegetation Science* 24: 103-112.
- 前迫 ゆり, 鳥居 春己 (2000) 特別天然記念物春日山原始林におけるニホンジカ *Cervus nippon* の樹皮剥ぎ. 関西自然保護機構会誌, 22(1): 3-11.
- 前迫 ゆり, 高槻 成紀 (2015) シカの脅威と森の未来—シカ柵による植生保全の有効性と限界. 文一総合出版, 東京.
- 牧野 佐絵子, 古林 賢恒 (1996) 丹沢山地低山帯上部における人馴れしたニホンジカ (*Cervus nippon*) の食性. 日林論, 107: 283-285.
- Marques FCC, Buckland ST, Goffin D, Dixon CE, Borchers DL, Mayle BA, Peace AJ (2001) Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: sika deer in southern Scotland. *Journal of Applied Ecology* 38: 349-363.
- 三浦 慎悟 (1983) シカ科動物の進化と配偶システム. 動物と自然, 13(6): 7-13.
- 奈良公園史編集委員会 (1982) 奈良公園史 (自然編). 奈良県.
- R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Roberts CW, Pisrce BL, Branden AW, Lopez RR, Silvy NJ, Frank PA, Ranson JR D (2006) Comparison of camera and Road survey estimates for white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*, 70(1): 263-267.
- Ruette S, Stahl P, Albaret M (2003) Applying distance-sampling methods to spotlight count of red foxes. *Journal of Applied Ecology*, 40: 32-43.
- 瀬戸 剛 (2001) 「世界遺産・春日山原始林」植物編・草本の現状. 関西自然保護機構会誌, 23(2)
- 柴田 叡式, 日野 輝明 (2009) 大台ヶ原の自然誌—森の中のシカをめぐる生物間相互作用—. 東海大学出版会, 神奈川, pp. 300.
- Shimoda K, Kimura K, Kanzaki M, Yoda K (1994) The regeneration of pioneer tree species under browsing pressure of Sika deer in an evergreen oak forest. *Ecological Research* 9: 85-92.
- 立澤 史郎, 藤田 和, 伊藤 真子 (2002) 奈良公園平地部におけるニホンジカの個体数変動. 関西自然保護機構会誌, 24: 3-14.
- 鳥居 春己 (2013) 春日山原始林とその周辺地域の哺乳類—豊富な哺乳類の生息を願って. (前迫 ゆ

- り 編) 世界遺産春日山原始林—照葉樹林とシカをめぐる生態と文化—, pp. 82-97.
- 鳥居 春己, 高野 彩子, 景山 真穂子, 原沢 牧子 (2007) 奈良公園春日山原始林におけるニホンジカ密度推定の試み. 関西自然保護機構会誌, 28: 193-200.
- 鳥居 春己, 高野 彩子, 荒木 良太, 吉岡 憲成, 樋口 高志 (2020) 奈良春日山原始林におけるニホンジカ *Cervus nippon* の行動圏調査. 紀伊半島の野生動物, (12): 1-8.
- 渡辺 弘之 (1976) 奈良公園の植生・景観に及ぼすシカの影響. 昭和50年度春日大社境内原始林調査報告, pp. 35-42, 春日顕彰会, 奈良県.
- 矢部 恒晶, 小泉 透 (2003) 九州中央山地小流域の造林地周辺におけるニホンジカのスポットライトセンサス. 九州森林研究, 56: 218-219.
- 山倉 拓夫, 川崎 稔子, 藤井 範次, 水野 貴司, 平山 大輔, 野口 英之, 名波 哲, 伊藤 明, 下田 勝久, 神崎 護 (2001) 春日山照葉樹林の未来. 関西自然保護機構会誌, 23: 157-169.
- 湯本 貴和, 松田 裕之 編 (2006) 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学—. 文一総合出版, 東京.