

丹沢山地の鳥獣保護区に生息するニホンジカの行動特性

姜 兆文*・永田 幸志**,***・羽根田 貴行*・永井 広野**,****・
町田 直樹**,*****・今井 駿輔*****・山田 雄作*,*****
(所属は末尾に記載)

The activity characteristics of sika deer in wildlife protected areas in the Tanzawa Mountains

Jiang, Zhao-Wen, Koji Nagata, Takayuki Haneda, Koya Nagai,
Naoki Machida, Shunsuke Imai, Yusaku Yamada

要 旨

効果的かつ科学的にニホンジカ *Cervus nippon* (以下、シカ) を管理するため、2008年から2022年にかけて丹沢山地の鳥獣保護区内にシカ42頭(メス33、オス9)にGPS首輪を装着し、追跡調査を行った。シカの移動パターンは定住型(27頭)、季節移動型(12頭)、分散型(2頭)、混合季節移動型(1頭)の4つに分けられ、定住型の割合が高かった。シカの季節的な移動は主に1-5月、9-11月に見られた。季節移動型シカが移動する距離は平均6.1kmであった。年間の集中的な(50%)活動範囲(以下、コアエリア)と主な(90%)活動範囲(以下、行動圏)の平均面積は1.126 km²と4.191 km²で、分散型>季節移動型>混合季節移動型>定住型の順で減少する傾向であった。定住型シカのコアエリアと行動圏面積はオスでは年齢とともに増加する傾向があり、メスでは亜成獣より成獣の行動範囲が小さかった。狩猟可能区域から鳥獣保護区への移動は狩猟開始時期に集中することから、狩猟の影響が季節移動の一因と考えられた。

1 はじめに

丹沢山地のニホンジカ *Cervus nippon* (以下、シカ) は、人為的な環境変化により平野部から山地へと分布域が変化したことが明らかにされている。その後、標高の高い地域の鳥獣保護区内を中心に高密度化し、自然植生に強い影響を与えていることが明らかにされた(山根ら2007、Takeshita et al. 2016)。

シカによる過度な採食圧は人工林のスギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* の剥皮被害にとどまらず、広葉樹林においても、下層植生の衰退、剥皮による樹木の枯死といった森林全体への悪影響が顕著にみられ、森林の更新を阻害している可能性が指摘されている(Tamura and Yamane 2017)。さらに、今後、シカによる下層植生の衰退が表土の流失を引き起こし(Wakahara et

al. 2008)、森林の生物多様性を急速に低下させることも懸念されている(山根ら2007)。過去30年以上シカの分布拡大と高密度化とともに重要な食物資源であるササの被度の低下は東丹沢から中央部と西部まで拡大し、ササの被度が50%以上の場所は主稜線部に限られている(山根ら2007、勝山2012)。

これらの課題解決に向けて効果的・効率的かつ科学的なシカ管理を実施するためには、対象とする地域個体群の行動の特徴を知ることが重要である。そこで本稿では、丹沢山地におけるシカの行動特性を把握するため、鳥獣保護区に生息するシカに装着されたGPS(Global Positioning System)首輪に蓄積された測位データを解析し、4種類に類型化された移動パターンのそれぞれの特徴を明らかにした。なお、本稿は著者が執筆したJiang et al. (2022)の一部を日本語で解説するものである。

2 材料と方法

(1) 調査地域

丹沢山地は、関東地方西南部に位置する神奈川県
の北西部に広がる山地である。最高峰の蛭ヶ岳が標
高 1,673m であり、尾根と谷沢が成す地形は複雑で
ある。丹沢山地の南西部は山梨県と静岡県との県境
部になり、山地の南西端から西方向に延びる尾根は
籠坂峠を經由して富士山（標高 3,776m）へと連なる。
鍋割山（標高 1,272m）で観測された月平均気温は
-2.4-19.1℃である。積雪深は年次変化が大きく、
標高 1,300m 以上の北斜面を除いて、根雪は平均
50cm より深くなることはほとんどない（山根ら
1997）。

丹沢山地の植生は、標高 700～800m 付近を境に
して、それより上部はブナ *Fagus crenata*、ミズナ
ラ *Quercus crispula*、カエデ類 *Acer spp.* などの
落葉広葉樹林になり、それ以下ではシイ・カシ帯に
位置し、スギ・ヒノキの植林地が広く分布している
（山根ら 1997、勝山 2012）。

丹沢山地では標高の高い山頂や稜線域を中心に広
い範囲が鳥獣保護区に指定され、狩猟が禁止されて
いる。鳥獣保護区外の狩猟が可能な地区では、11
月 15 日から翌年 2 月末日までシカの狩猟が実施さ
れている。

(2) 追跡調査の方法

丹沢山地の鳥獣保護区内で、シカ 62 頭に GPS 首
輪を装着し、そのなかで半年以上追跡できた 42 頭
（表 1、2）を解析対象とした。調査に使用した GPS
首輪は Lotek3300（Lotek 社）、Tellus（Folowit AB
社）、GPS Plus と Vertex Plus（Vectronic 社）、
GLT-01（サーキットデザイン社）の 5 種類であった。

調査期間は 2008 年 12 月から 2022 年 1 月であり、
個体ごとの追跡期間は 196～729 日であった（表 2）。
GPS 首輪の測位インターバルは 1 時間あるいは 2 時
間を設定した。取得された測位データは首輪のメモ
リに蓄積され、通信用ターミナルを用いて遠隔から
ダウンロードするか、首輪を回収した後パソコンを
用いてダウンロードした。取得した全ての測位デー
タは図 1 に示した。

(3) 移動パターンの類型化

シカの移動パターンは、ある時点のシカの位置か
ら、その後の各時点におけるシカの位置間の直線距
離の 2 乗である Net Squared Displacement (NSD)
の 1 年間の時間変化パターンより、季節移動型、混
合季節移動型、分散型、定住型および遊動型の 5 つ
の移動パターン（Bunnfeld et al. 2011）に類型
化した（図 2）。この手法はヘラジカ (*Alces alces*)
やノロジカ (*Capreolus Capreolus*)、モウコガゼル
(*Procapra gutturosa*) などの移動性大型有蹄類の
移動型の分類に広く用いられている（Bunnfeld
et al. 2011、Mysterud et al. 2011、Singh et
al. 2016、Imai et al. 2019）。5 つの移動パター
ンは以下の各モデル式で表される。

季節移動型は式 (1) で示されたダブルシグモイド
型のモデルで、年間を通して 2 ヶ所を利用し、1 年
後に同じ場所に帰ってくることを表している。

$$NSD = \frac{\delta}{1 + \exp\left(\frac{\theta s - t}{\phi s}\right)} + \frac{-\delta}{1 + \exp\left(\frac{\theta a - t}{\phi a}\right)} \quad (1)$$

混合季節移動型は式 (2) で示されたダブルシグモ
イド型のモデルで、季節移動型と同じく移動期、定
住期はあるが 1 年後に同じ場所には帰ってこない。

$$NSD = \frac{\delta s}{1 + \exp\left(\frac{\theta s - t}{\phi s}\right)} + \frac{\delta a}{1 + \exp\left(\frac{\theta a - t}{\phi a}\right)} \quad (2)$$

表 1 首輪装着したシカの性別年齢の構成（Jiang et al. 2022 より改変）

性別	年齢区分	年齢 (才)	頭数	割合 (%)	主な特性
♀	幼	<1	1	2.4	母親と一緒に行動
	亜	1~2	5	11.9	母親から離れることができる
	成	>2	27	64.3	母親の群れで止まるか、独立するか
♀小計			33	78.6	
♂	幼	<1	1	2.4	母親と一緒に行動
	亜	1~3	1	2.4	母親から離れ、分散することが可能
	成	>3	7	16.7	自分のテリトリーを形成し始める
♂小計			9	21.4	
総計			42	100	

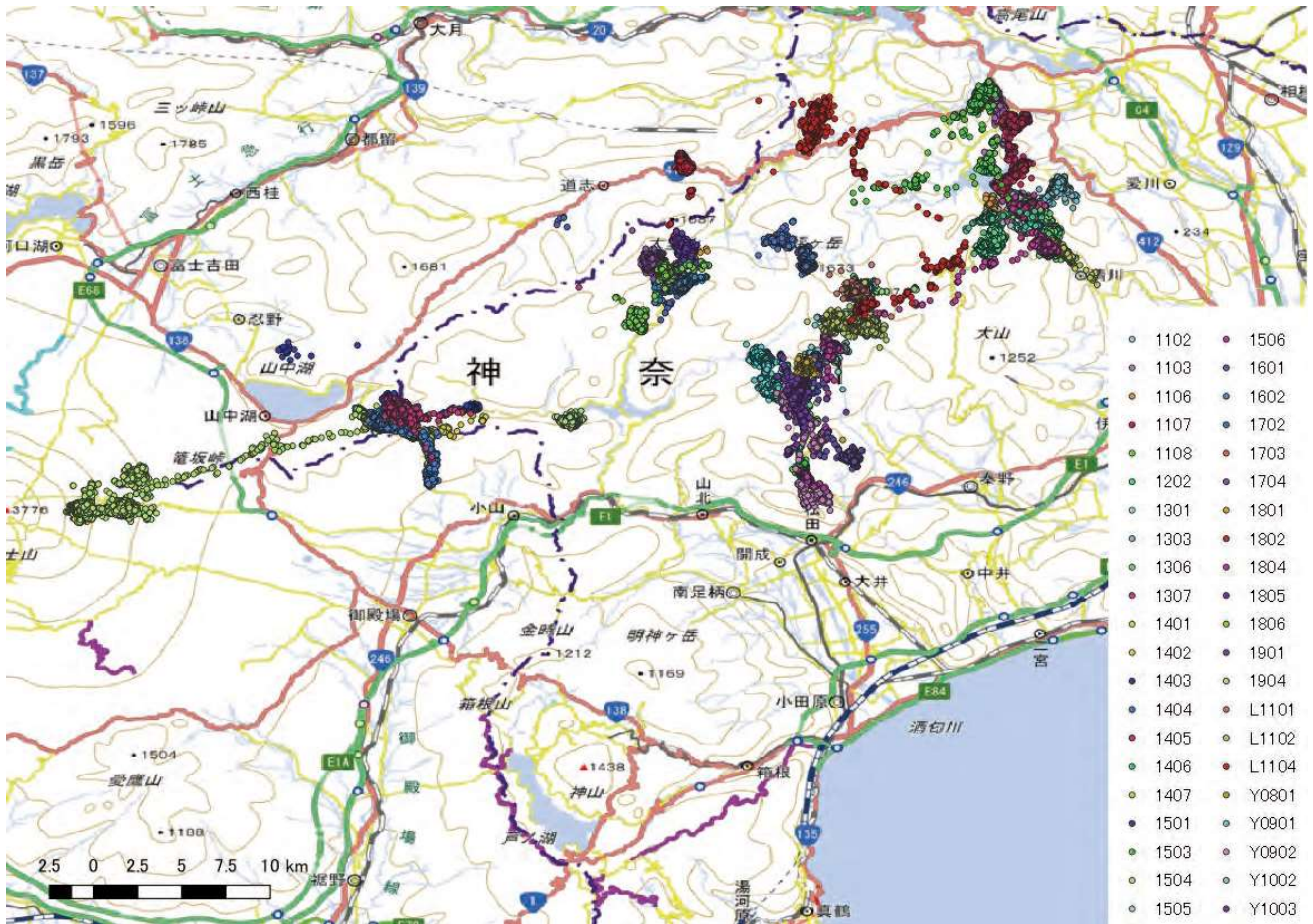


図1 調査地と追跡したシカ42頭の測位地点 (Jiang et al. 2022 より改変)

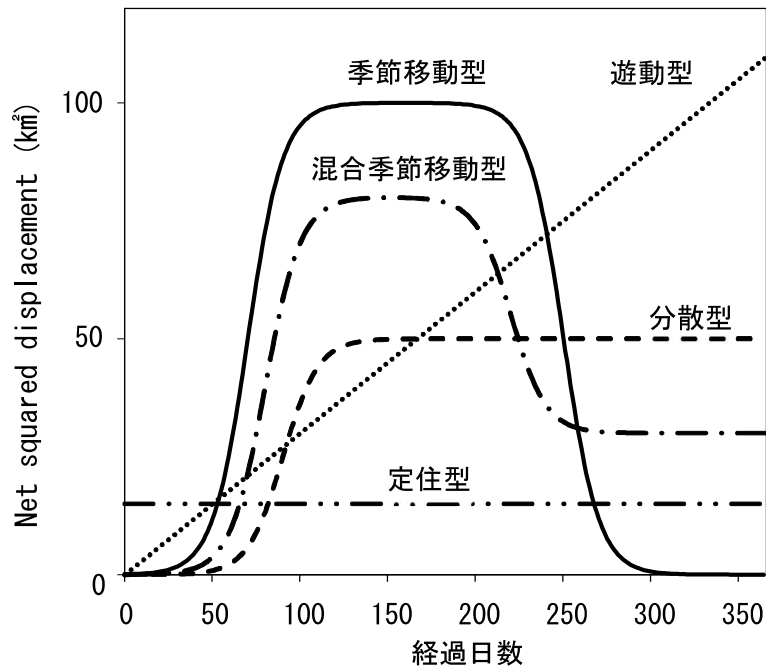


図2 5つの移動パターンにおけるNSDの時間変化の概念図 (Bunnefeld et al. 2011 より変化)

形最小二乗法により推定し、AIC が最小となるモデル式が意味する移動パターンを各個体の移動パターンとみなした。なお、追跡日数 390 日以上の追跡期間の年間区分には追跡開始日から 365 日まで 1 年目とし、追跡終了日から遡って 365 日までを 2 年目として分析に用いた。

(4) 行動域解析

シカが特定の期間に集中利用する場所の面積と活動範囲を明らかにするため、統計ソフト R (R Ver. 3.4.3 Core Team 2017) の AdehabitatHR パッケージを用いて、固定カーネル法 (Worton 1989) で追跡期間の主な活動範囲である 90% カーネルを行動圏 (行動範囲) と集中的に利用する範囲である 50% カーネルをコアエリア (集中利用生息地) として算出した。固定カーネル法では、取得された測位地点数、また測位点の空間的な分布が行動域の算出結果に大きな影響を与えるので、測位地点数が 100 未満及び解析対象期間の 1/2 未満 (年間の解析では 6 ヶ月未満、季節の解析では 45 日未満) の個体は解析対象外とした。

定住型シカについては、季節・性別・年齢と行動域との関係を解析した。季節の区分は丹沢山地の植物フェノロジーを考慮し、冬を 12 ~ 2 月、春を 3 ~ 5 月、夏を 6 ~ 8 月、秋を 9 ~ 11 月とした。解析に使用した「年」の区切りは季節の区分を考慮し、12 月を始まりとした。追跡期間が 1 年未満のシカは、全追跡期間の行動域を年間値とした。

季節移動型シカについては、季節・性別に加えて、狩猟の捕獲圧におけるシカの季節移動に対する影響を明らかにするため、移動先の土地利用規制 (鳥獣保護区と狩猟可能区域) と行動域との関係を解析した。解析の際、季節移動型シカでは個体ごとに冬と夏の生息地にいる期間の測位データを用いて、移動中の測位データは除外した。移動期間は移動開始の

測位点と移動終了の測位点までの間の期間とした。滞在期間は移動終了の測位点と移動開始の測位点までの間の期間とした。移動距離は、移動パターンモデルで推定されたパラメータから算出した。該当するパラメータは季節移動型 (式 1) と分散型 (式 3) の δ 、混合移動型 (式 2) の δ_s と δ_a である。

シカの行動域と鳥獣保護区の面積重複の割合を算出した。また、シカが猟期の開始時期の前後 (狩猟開始の前後各 1 ヶ月間、合計 2 ヶ月間) に鳥獣保護区外から鳥獣保護区へ移動するかどうかを検討した。

4 結果と考察

(1) 移動パターンの特徴

調査個体の移動パターンは、定住型 (27 頭)、季節移動型 (12 頭)、分散型 (2 頭)、混合季節移動型 (1 頭) の 4 つに分類された (表 3、図 3、4)。遊動型は確認されなかった。約 2 年間追跡した 14 頭については、年により移動パターンが変化した個体はみられず、8 頭が定住型、6 頭が季節移動型 (図 3) であった。定住型が最も多く、全頭数に占めた割合は 64.3% になった。次いで季節移動型が 28.6% であった。分散型と混合季節移動型と共に割合は 5% 以下であった (表 3)。なお、分散型の 2 個体は測位期間が 1 年に満たなかったが、追跡開始から概ね 1 年後に離れた地点で生息を確認し、2 個体とも元の位置に戻らなかったことから分散型とみなした。具体的には、丹沢山頂上で首輪を装着した個体 L1104 の追跡期間は 10 ヶ月であったが、追跡開始 1 年後に捕獲地点から 9.5km 離れた奥相模湖道志ダム東側にある天神隧道の南側で首輪を回収した。また、宮ヶ瀬湖東岸で首輪を装着した個体 1108 の追跡期間は 8 ヶ月であったが、追跡開始 1 年半後に捕獲地点から 18.1km 離れた陣馬山周辺に撮影された。

表 3 性別・年齢におけるシカの移動パターンの内訳 (Jiang et al. 2022 より改変)

区分	頭数								割合 (%)								総計 (%)	
	性別		♀		♂		頭数 総計	♀		♀内		♂		♂内				
移動パターン	幼	亜	成	小計	幼	亜		成	小計	幼	亜	成	小計	幼	亜	成	小計	
季節移動型	-	-	8	8	-	-	4	4	12	-	-	24.2	24.2	-	-	44.4	44.4	28.6
混合季節移動型	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	11.1	11.1	2.4
定住型	-	5	19	24	1	-	2	3	27	-	15.2	57.6	72.7	11.1	-	22.2	33.3	64.3
分散型	1	-	-	1	-	1	-	1	2	3.0	-	-	3.0	-	11.1	-	11.1	4.8
総計	1	5	27	33	1	1	7	9	42	3.0	15.2	81.8	100	11.1	11.1	77.8	100	100

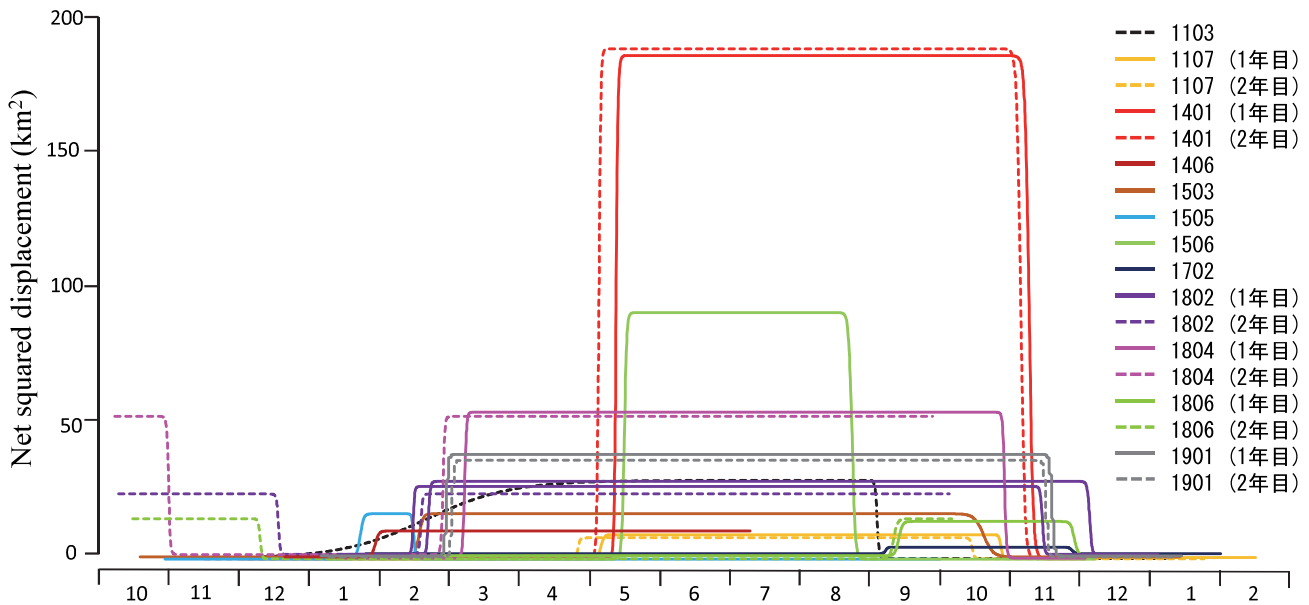


図3 季節移動型シカの移動曲線特徴 (Jiang et al. 2022 より改変)

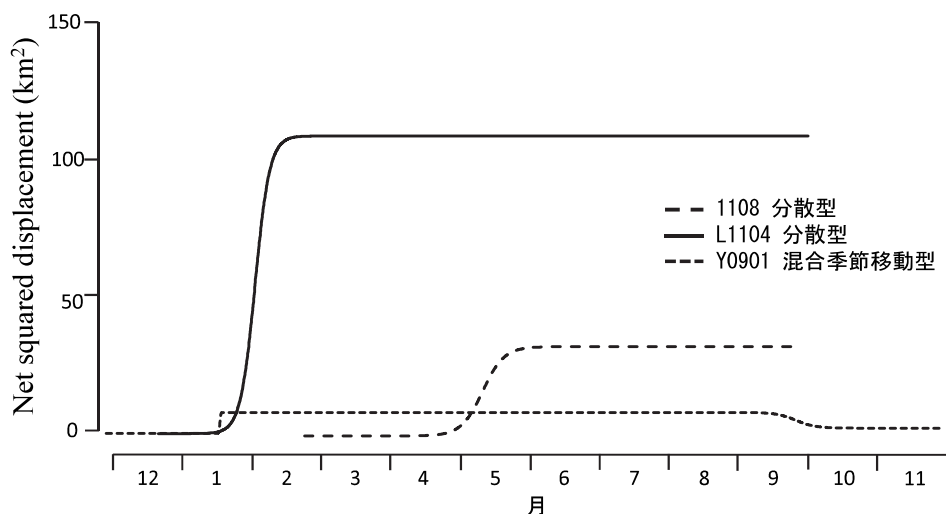


図4 分散型と混合季節移動型シカの移動曲線特徴 (Jiang et al. 2022 より変化)

丹沢山地ではシカの移動パターンとして定住型 (Borkowsk 1996 ; 永田 2005) が報告されている。Borkowsk (1996) の調査結果によれば、丹沢山周辺のシカは2年間ササ群落に執着し、他の地域への移動は見られなかった。永田 (2005) は丹沢山地札掛地区にも10年間追跡した5頭シカは全部定住個体であった。本研究でも定住型が最も多い結果となったが、定住型以外が3割近くを占めた点はBorkowski (1996) や永田 (2005) とは異なった。

移動パターンにおける性別ごとの割合は、メスは定住型72.7%、季節移動型24.2%、分散型3.0%だった (表3)。オスは定住型33.3%、季節移動型44.4%、混合季節移動型11.1%、分散型11.1%だった。メスには定住型が最も多く、オスには季節移動

型が最も多く、メスの定住型の割合はオスより高く、オスの季節移動型の割合はメスより高かった (表3)。オスは繁殖活動に伴い交尾期に行動域を変化させる事例が報告されており (Loe et al. 2005、Jesmer et al. 2018)、本調査でも交尾期に移動するオスがいたことが、オスのなかで季節移動型の割合が高かった要因の一つと考えられた。また、分散型は亜成獣オスが1頭、幼獣メスが1頭、混合季節移動型は成獣オス1頭であった (表3)。分散型は若齢個体について報告される事例が多く (Ballard et al. 1991、山崎・古林 1995、Takii et al. 2012b、Peterson et al. 2017)、本調査で確認した分散型個体2頭も若齢の個体であり、今までの報告と同様の傾向となった。

(2) 年間行動域の特徴

年間のコアエリアと行動圏の面積は全個体平均で 1.126 km²と 4.191 km²だった(表4)。行動域の広さは、分散型、季節移動型、混合季節移動型、定住型の順で小さくなる傾向があった(表4、図5)。年間の行動域が重なるシカがいることが確認され、異なる移動パターンのシカが同じ地域内で混在していることが明らかになった(図5)。

季節移動型では、年間の行動域の平均面積は成獣オスの方が成獣メスより大きく、コアエリアで4.7倍、行動圏で4.5倍の差があった(表5)。定住型でも、年間の行動域の平均面積は成獣オスの方が成獣メスより大きく、コアエリアで1.7倍、行動圏で1.5倍の差があった(表5)。シカ類(アカシカ *Cervus elaphus*、オジロジカ *Odocoileus virginianus*)では、オスの行動域がメスよりも大きくなることが指摘されており(Mysterud et al. 2001, Kilpatrick

表4 移動パターンごとシカの年間行動域 (km²) (Jiang et al. 2022 より改変)

移動パターン	コアエリア (km ²)		行動圏 (km ²)		n
	平均	SD	平均	SD	
季節移動型	2.891	4.860	10.275	16.266	21
混合季節移動型	0.469	-	2.656	-	1
定住型	0.192	0.158	0.759	0.723	43
分散型	2.989	0.279	14.866	0.797	2
総計	1.126	3.011	4.191	10.290	67

n.1年以上追跡した個体を含めた行動域データの数

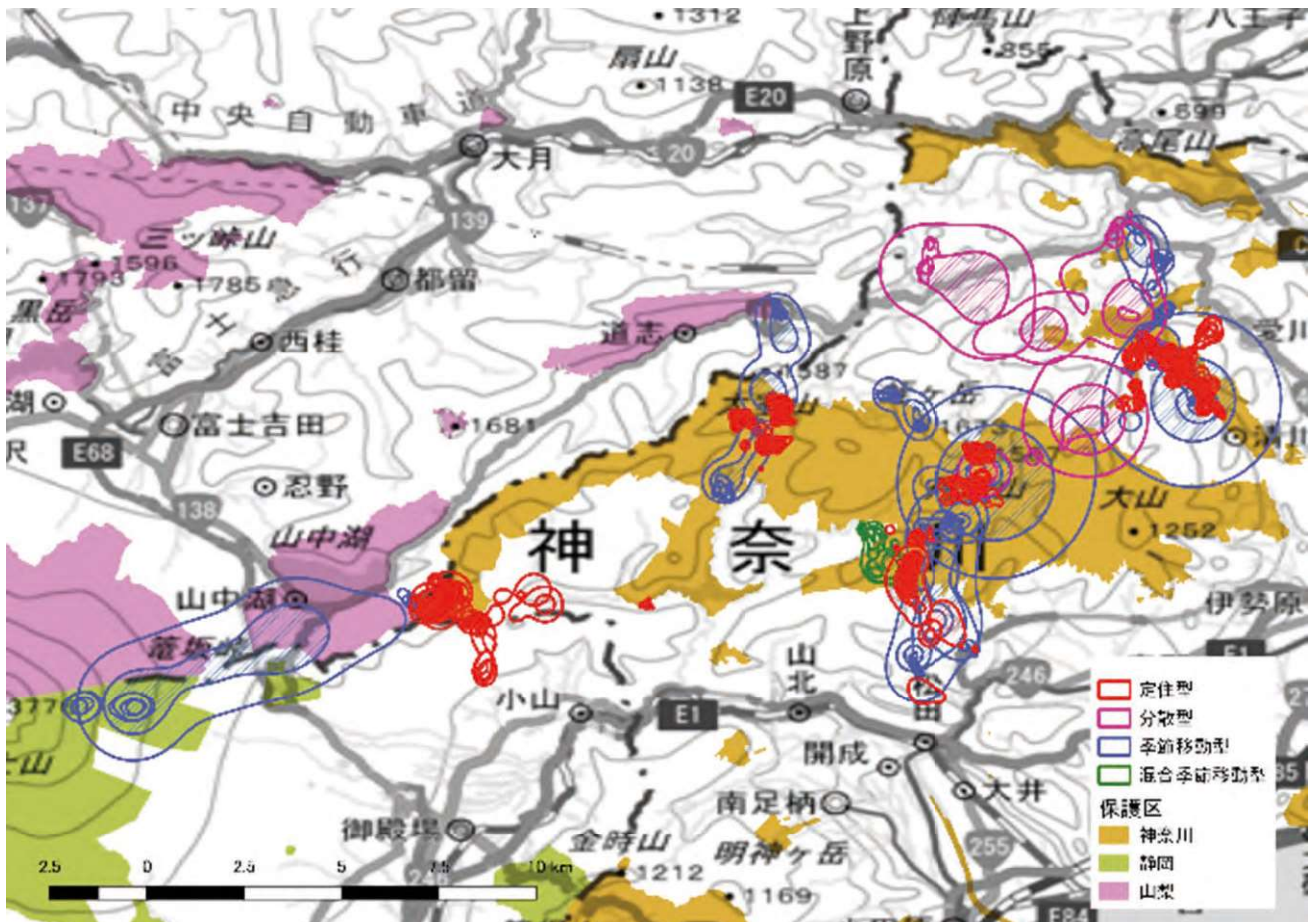


図5 シカ全個体の年間行動域と鳥獣保護区との重複状況 (Jiang et al. 2022 より改変)

表5 移動パターンごとの性別・年齢別シカの年間行動域 (km²) (Jiang et al. 2022 より改変)

移動パターン・性別	コアエリア (km ²)						行動圏 (km ²)						n		
	平均			SD			平均			SD					
	幼	亜	成	幼	亜	成	幼	亜	成	幼	亜	成	幼	亜	成
定住型	0.074	0.203	0.194	-	0.121	0.164	0.340	0.829	0.759	-	0.651	0.740	1	6	36
♀	-	0.225	0.183	-	0.122	0.165	-	0.902	0.729	-	0.690	0.753	-	5	33
♂	0.074	0.095	0.311	-	-	0.097	0.340	0.461	1.089	-	-	0.459	1	1	3
季節移動型	-	-	2.891	-	-	4.860	-	-	10.275	-	-	16.266	-	-	21
♀	-	-	1.292	-	-	0.828	-	-	4.772	-	-	2.875	-	-	14
♂	-	-	6.091	-	-	7.357	-	-	21.281	-	-	24.404	-	-	7
混合季節移動型	-	-	0.469	-	-	-	-	-	2.656	-	-	-	-	-	1
♂	-	-	0.469	-	-	-	-	-	2.656	-	-	-	-	-	1
分散型	2.710	3.268	-	-	-	-	14.069	15.662	-	-	-	-	1	1	-
♀	2.710	-	-	-	-	-	14.069	-	-	-	-	-	1	-	-
♂	-	3.268	-	-	-	-	-	15.662	-	-	-	-	-	1	-

n.1年以上追跡した個体の年齢区分の変化に合わせたデータを含めた行動域データの数

et al. 2001)、丹沢山地のシカでも同様の雌雄差がみられた。また、特定の地域に対する執着性が高いほど行動範囲が狭い傾向があり、メスはオスに比べて、行動域に対する執着性が強いことも行動域の差になる一因と考えられている (Cagnacci et al. 2011)。

(3) 定住型シカの特徴

季節別にみると、定住型の成獣メスの冬と春の行動域は大きく、夏に小さくなる傾向があった (表6、図6)。夏に行動域が小さくなる傾向はサンプル数が少ないながら成獣オスでもみられた (表6)。シカは、餌が豊富であれば狭い範囲でも十分な餌を得ることができる (Said et al. 2009、Morellet et al. 2013)。そのため、成獣の夏の行動域が最も小さいことは、夏の餌環境が他の季節に比べて最も豊富であることに起因している可能性が考えられる (Anderson et al. 2005、Said et al. 2009、Morellet et al. 2013)。

定住型の行動域面積は、年齢区分が上がるとオスでは増加し、メスでは亜成獣が成獣より広い傾向がみられた (表5)。メスの行動域が年齢とともに減少する現象はノロジカ (Said et al. 2009) とアカシカ (Reinecke et al. 2014) に確認され、オスの行動域が年齢とともに増加する現象はアカシカに確認された (Kropil et al. 2015)。これらの性差は、成長とともにメスとオスの異なる行動特性へと変化することに起因していると考えられる (Said et al. 2009、Kropil et al. 2015)。シカを含め、偶蹄類のメス、オスともに、生まれた後の約1年間は親とともに行動する。そして、オジロジカ (Lesage et al. 2000)、ノロジカ (Said et al. 2009)、アカシカ (Reinecke et al. 2014、Kropil et al. 2015) のように亜成獣になって、親と離れて行動することで行動域は大きくなると考えられる (山崎・古林 1995)。また、メスは成獣になると、年齢とともに学習と記憶によって決まった範囲で行動するようになり、その結果行動域は小さくなると考えられ

表6 定住型シカにおける季節・性別・年齢ごと行動域 (Jiang et al. 2022 より改変)

季節	コアエリア						行動圏						n			
	平均 (km ²)			標準偏差			平均 (km ²)			標準偏差						
	幼	亜	成	幼	亜	成	幼	亜	成	幼	亜	成	幼	亜	成	
♀	冬	-	0.394	0.185	-	0.270	0.221	-	2.047	0.785	-	1.749	1.089	-	3	25
	春	-	0.265	0.208	-	0.285	0.282	-	1.151	0.782	-	1.309	1.127	-	4	28
	夏	-	-	0.129	-	-	0.059	-	-	0.466	-	-	0.232	-	-	31
	秋	-	-	0.175	-	-	0.078	-	-	0.607	-	-	0.335	-	-	26
♂	冬	-	0.035	0.406	-	-	0.261	-	0.166	1.266	-	-	0.799	-	1	2
	春	0.08	0.108	0.266	-	-	0.008	0.304	0.418	0.931	-	-	0.058	1	1	2
	夏	-	0.070	0.155	-	0.028	0.022	-	0.256	0.473	-	0.097	0.055	-	2	2
	秋	-	0.104	0.386	-	0.000	0.000	-	0.368	1.705	-	-	-	-	1	1

n.1年以上追跡した個体の年齢区分の変化に合わせたデータを含めた行動域データの数

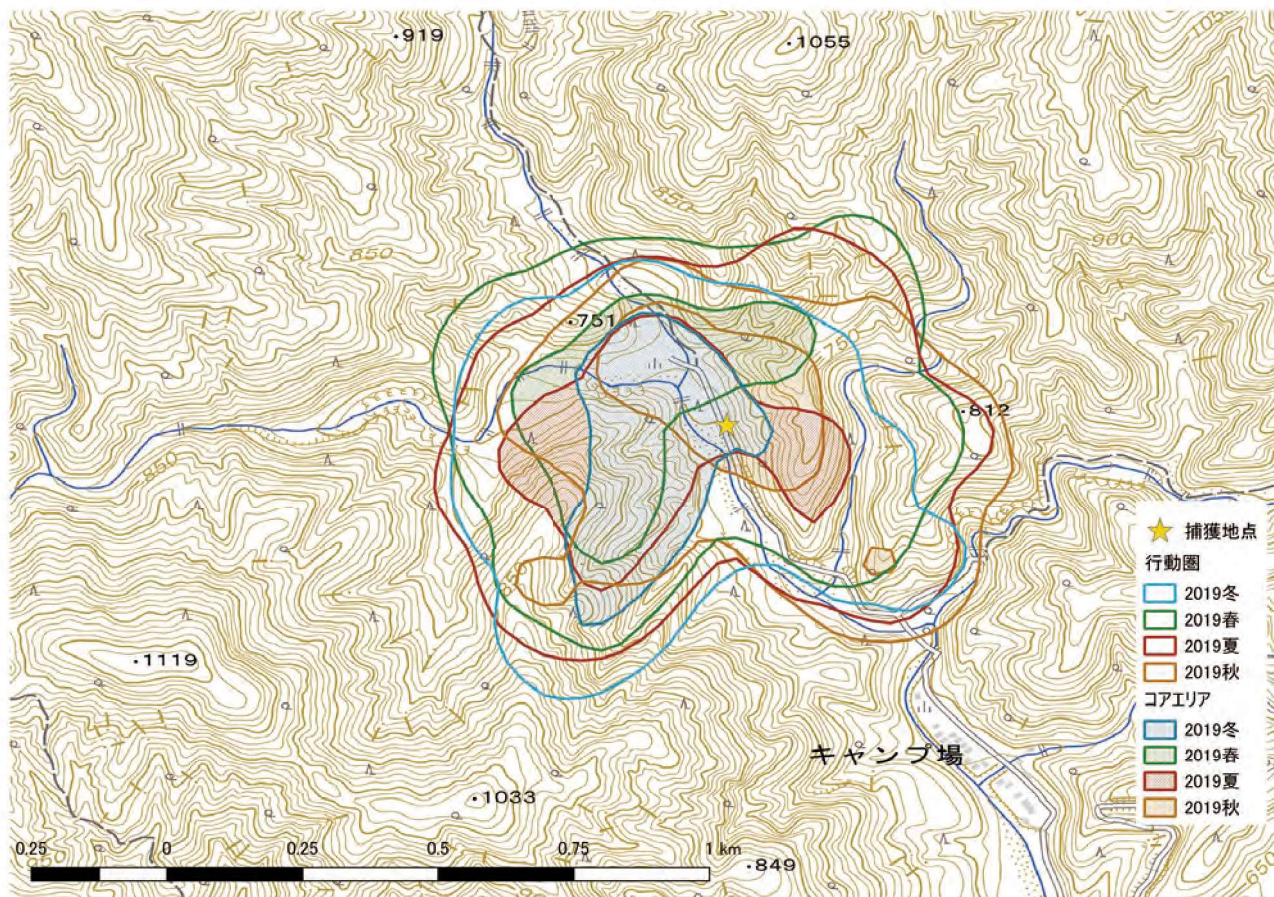


図6 定住型の成獣メス個体 1704 の生息地に対する執着性を示す季節行動域 (Jiang et al. 2022 より改変)

る (Said et al. 2009, Reinecke et al. 2014)。亜成獣のオスは親から離れ、適切な生息地を探索し、なわばりを確保するまで、行動範囲が拡大する傾向があり、その結果、成長とともに行動圏が大きくなったと考えられる (Lesage et al. 2000, Reinecke et al. 2014, Kropil et al. 2015)。

定住型シカは一年を通じてほとんど同じ場所を行動域として利用していた (図6)。鳥獣保護区内に生息するシカにGPS首輪を装着したため、定住シカの行動域と鳥獣保護区との重複率は季節にかかわら

ず概ね80%以上となった (表7)。

(3) 季節移動型シカの特徴

季節移動型では、夏と冬で異なる2ヶ所の行動域が形成された (図7)。生息地の標高は、夏に比べて冬のほうが高い個体が多かったが、冬のほうが低い個体もみられた (図8)。行動域の面積は夏の方が冬より大きく、オスの方がメスより大きい傾向があった (表8)。

表7 定住型シカの季節の行動域と鳥獣保護区との重複率 (%) (Jiang et al. 2022 より改変)

	冬		春		夏		秋	
	コアエリア	行動圏	コアエリア	行動圏	コアエリア	行動圏	コアエリア	行動圏
平均	85.1	82.0	79.7	80.5	86.0	86.5	87.3	87.5
標準偏差	31.0	27.9	34.1	28.3	31.3	25.7	28.5	24.0
最小	0.0	1.4	0.0	9.1	0.0	4.7	0.0	13.8
最大	100	100	100	100	100	100	100	100
n	46	45	38	37	36	35	38	37

n.1年以上追跡した個体の年齢区分の変化に合わせたデータを含めた行動域データの数

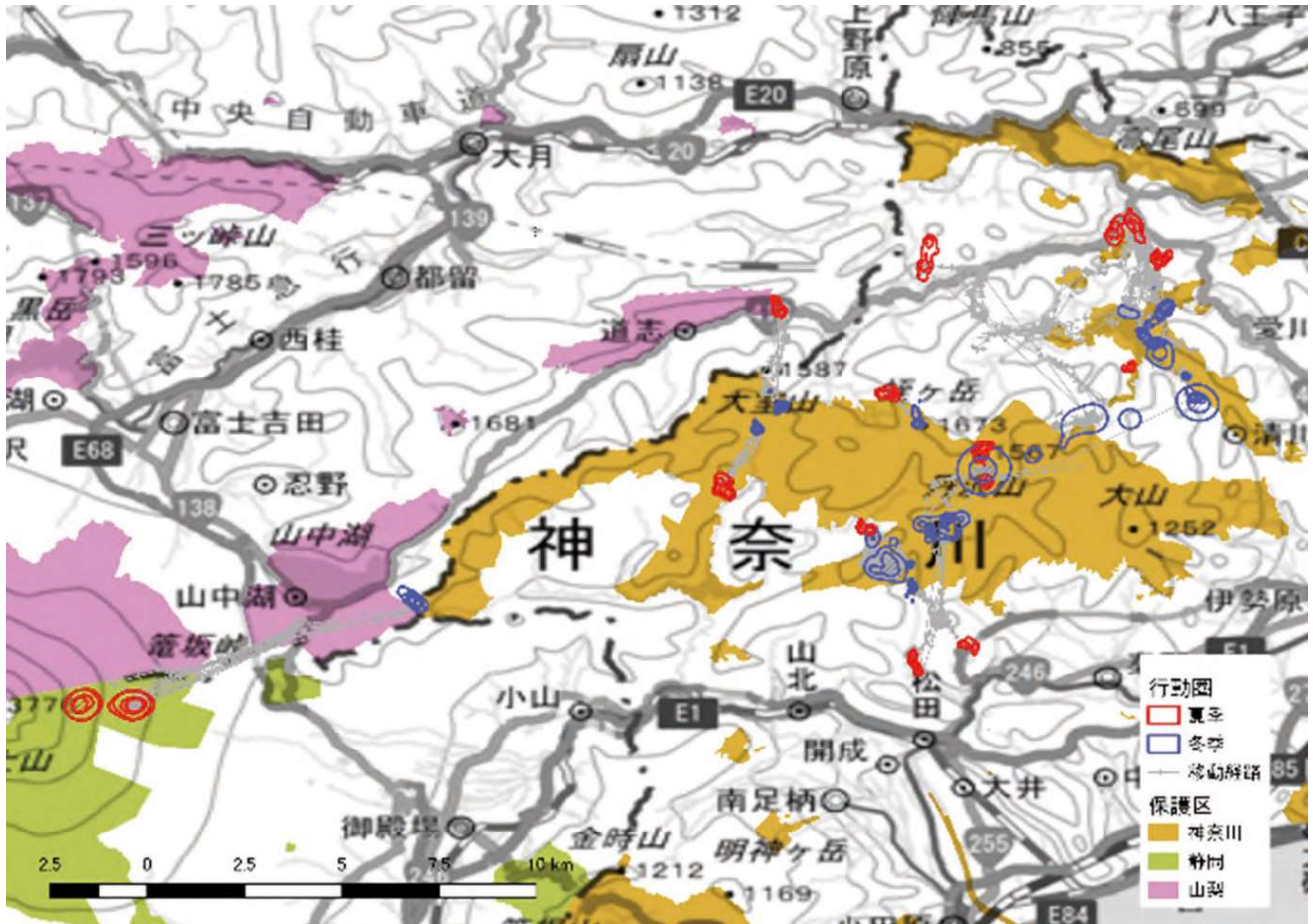


図7 移動型シカの夏と冬の行動域と鳥獣保護区 (Jiang et al. 2022 より改変)

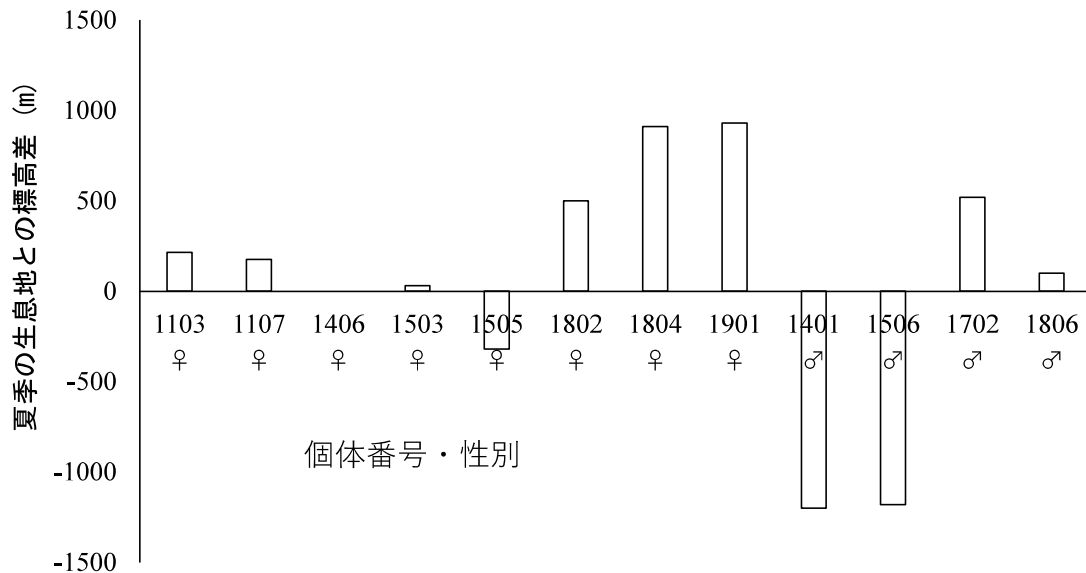


図8 季節移動型シカにおける夏と冬の生息地の標高差 (Jiang et al. 2022 より改変)

季節移動型シカの行動域と鳥獣保護区との重複率は、冬では80%以上であったが、夏では40%以下となった(表9)。鳥獣保護区外での猟期は11月15日から翌年2月末日までであり、猟期の開始前後と終了前後に移動する移動季節型シカが多かった(図

9)。狩猟可能区域から鳥獣保護区への移動は狩猟開始前後1ヶ月以内に集中していた(表10)。調査個体には、猟期である冬に狩猟が行われない鳥獣保護区を避難場所として利用した個体が含まれると考えられた。

表 8 季節移動型シカにおける季節・性別行動域 (km²) (Jiang et al. 2022 より改変)

		コアエリア		行動圏		n
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
♀	夏	0.099	0.049	0.363	0.143	13
	冬	0.067	0.050	0.290	0.189	11
♂	夏	0.462	0.385	1.643	1.431	5
	冬	0.143	0.185	0.668	0.869	8

表 9 季節移動型シカの季節行動域と鳥獣保護区との重複率 (%) (Jiang et al. 2022 より改変)

	冬		夏	
	コアエリア	行動圏	コアエリア	行動圏
平均	87.2	82.1	35.7	34.8
標準偏差	28.0	27.4	44.1	43.0
最小	0.0	12.5	0.0	0.0
最大	100	100	100	100
n	29	29	24	24

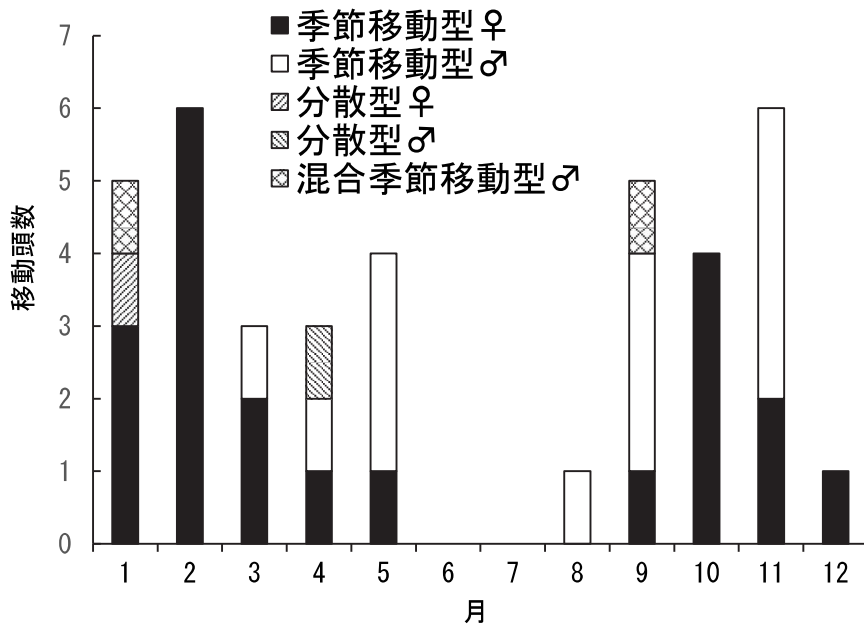


図 9 季節移動型シカの移動時期と移動頻度の分布 (Jiang et al. 2022 より改変)
 同じ個体の複数回の移動を含めた。参考として分散型シカと混合季節移動型シカに移動も追加した。

季節移動型シカのなかでオスの移動頻度は秋季の9月と11月に比較的多かった(図9)。オスは交尾期である秋季になると行動域を変化させることが報告されており(永田 2005、Loe et al. 2005、Jesmer et al. 2018)、調査個体には交尾活動に伴い移動した個体が含まれると考えられた。また、春季(3~5月)にも移動がみられたが、春の植物の若葉は偶蹄類動物が消化しやすい栄養価の高い食物

資源であるため、植物の芽吹きと偶蹄類の春の移動タイミングが関連している可能性が指摘されている(Bischof et al. 2012、Merkle et al. 2016)。

季節移動型の移動距離は平均6.1kmであった(図10)。また、参考で示した混合季節移動型の移動距離は平均2.3km、分散型では8.4kmであった(図10)。尾瀬・日光(Okumura et al. 2022)、秩父山地(Takii et al. 2012a)、北海道(Igota et al.

表 10 猟期開始前後におけるシカが鳥獣保護区と狩猟可能区域間の移動状況 (Jiang et al. 2022 より改変)

猟期開始前後 移動方向	猟期開始 前後 1ヶ月以内		他の時期での 越冬地への移動		移動 総回数
	移動回数	割合 (%)	移動回数	割合 (%)	
狩猟可能区域→保護区	8	88.9	1	11.1	9
保護区→保護区	3	50.0	3	50.0	6
移動回数と割合	11	73.3	4	26.7	15

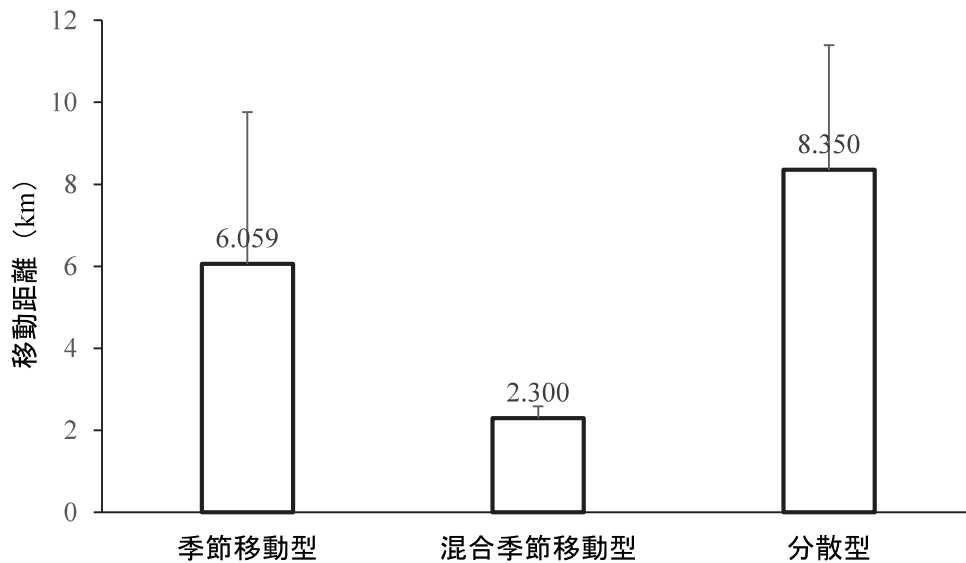


図 10 シカの移動パターンごとの移動距離 (Jiang et al. 2022 より改変)

2004) では、冬季越冬地へ数十 km の移動をした事例も多く、それと比べると比較的短い結果となった。

季節移動型のオスの移動距離は、メスよりも大きかった (表 11)。オスの移動距離がメスより長くなる傾向は霧ヶ峰高地のシカ (Takii et al. 2012b) や他のシカ類 (Singh et al. 2012) にも確認された。

5 まとめ

今回の調査結果から、丹沢山地の鳥獣保護区に生息するシカの行動域の基本的な特徴が把握できたと考えられる。特に、定住型の個体が全体の約 6 割を占め、一年を通して狭い範囲で生活していることは、

植生へのインパクトが集中的に累積することを示唆している。また、鳥獣保護区では、冬季に季節移動個体が周囲から移動してくるため、生息密度が高くなり、冬期の食物資源となる植物には深刻な影響を与えている可能性がある。現在丹沢山地で見られる植生劣化が、高標高の鳥獣保護区内で進んだ背景にはこうしたシカの行動域の特徴が影響していると考えられる。神奈川県では、シカ管理計画に基づく高標高域でのシカ管理捕獲を継続的に行っているが、今回の調査では管理捕獲との関係を分析することができなかった。今後、効果的に管理捕獲と植生保護を行うためには、シカの季節的移動特性も把握しながら取組を進める必要があると考える。

表 11 季節移動型シカの移動距離の性差 (km) (Jiang et al. 2022 より改変)

性別	平均	標準偏差	最小値	最大値	n
♀	4.6	1.6	2.2	7.6	21
♂	8.4	4.7	1.9	13.4	13

6 謝辞

本報告は神奈川県自然環境保全センターからの委託業務（2008年～2021年）と農林水産省委託業務である「野生鳥獣による森林生態系への被害対策技術開発事業」（2010年～2013年）のGPS首輪における追跡調査結果の一部である。野生動物保護管理事務所の星野莉紗氏、坂本祥乃氏、榊葵氏、杉浦義文氏、瀬戸隆之氏、加藤敬介氏には、フィールドでの調査に多大なご協力を頂き、森洋佑氏には、データ解析の検討にご助言を頂いた。ここにお礼申し上げます。

6 参考文献

- Anderson, D.P., Forester, J.D., Turner, M.G., Frair, J.L., Merrill, E.H., Fortin, D., Mao, J.S., and Boyce, M.S. (2005) Factors influencing female home range sizes in elk (*Cervus elaphus*) in North American landscapes. *Landscape Ecology* 20:257-271.
- Ballard, W.B., Whitman, J.S., and Reed, D.J. (1991) Population dynamics of moose in south-central Alaska. *Wildlife Monograph* 114:5-49.
- Bischof, R., Loe, L.E., Meisingset, E.L., Zimmermann, B., van Moorter, B., and Mysterud, A. (2012) A migratory northern ungulate in the pursuit of spring: Jumping or surfing the green wave? *American Naturalist* 180:407-424.
- Borkowsk, J. (1996) The ecology of sika deer in relation to their habitat at the high altitude of Tazawa Mountains. Doctor thesis of The University of Tokyo Pp1-105.
- Bunnefeld, N., Börger, L., van Moorter, B., Rolandsen, C.M., Dettki, H., Solberg, E.J. and Ericsson, G. (2011) A model driven approach to quantify migration patterns: individual, regional and yearly differences. *Journal of Animal Ecology* 80:466-476.
- Cagnacci, F., Focardi, S., Heurich, M., Stache, A., Hewison, A.J.M., Morellet, N., Kjellander, P., Linnell, J.D.C., Mysterud, A., and Neterler, M. (2011) Partial migration in roe deer: migratory and resident tactics are end points of a behavioural gradient determined by ecological factors. *Oikos* 120:1790-1802.
- Igota, H., Sakuragi, M., Uno, H., Kaji, K., Kaneko, M., Akamatsu, R., and Maekawa, K. (2004) Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido. *Ecological Research* 19:169-178.
- Imai, S., Ito, T.Y., Kinugasa, T., Shinoda, M., Tsunekawa, A., and Lhagvasuren, B. (2019) Nomadic movement of Mongolian gazelles identified through the net squared displacement approach. *Mammal Study* 44:111-119.
- Jesmer, B.R., Merkle, J.A., Goheen, J.R., Aikens, E.O., Beck, J.L., Courtemanch, A.B., Hurley, M.A., McWhirter, D.E., Miyasaki, H.M., Monteith, K.L., and Kauffman, M.J. (2018) Is ungulate migration culturally transmitted? Evidence of social learning from translocated animals. *Science* 361:1023-1025.
- Jiang, Z-W., Haneda, T., Nagata, K., Yamada, Y., Nagai, K., Machida, N., Imai, S. (2022) Movement patterns and activity range characteristics of sika deer in the Tanzawa Mountains, central Japan. 205-234. In *Sika Deer: Life History Plasticity and Management*. Eds. K. Kaji, H. Uno, H. Iijima. Springer Singapore. ISSN: 2191-0707. Pp. 1-641.
- Kilpatrick, H.J., Spohr, S.M., and Lima, K.K. (2001) Effects of population reduction on home ranges of female white-tailed deer at high densities. *Canadian Journal of Zoology* 79: 949-954.
- Kropil, R., Smolko, P., Garaj, P. (2015) Home range and migration patterns of male red deer *Cervus elaphus* in Western Carpathians. *European Journal of Wildlife Research* 61:63-72.

- Lesage, L., Crête, M., Huot, J., Dumont, A., and Ouellet, J.P. (2000) Seasonal home range size and philopatry in two northern white-tailed deer populations. *Canadian Journal of Zoology* 78:1930-1940.
- Loe, L.E., Bonenfant, C., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Langvatn, R., Klein, F., Calenge, C., Ergon, T., Pettorelli, N., and Stenseth, N.C. (2005) Climate predictability and breeding phenology in red deer: timing and synchrony of rutting and calving in Norway and France. *Journal of Animal Ecology* 74:579-588.
- Merkle, J.A., Monteith, K.L., Aikens, E.O., Hayes, M.M., Hersey, K.R., Middleton, A.D., Oates, B.A., Sawyer, H., Scurlock, B.M., and Kauffman, M.J. (2016) Large herbivores surf waves of green-up during spring. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 283:20160456, Pp1-8.
- Morellet, N., Bonenfant, C., Borger, L., Ossi, F., Cagnacci, F., Heurich, M., Kjellander, P., Linnell, J.D.C., Nicoloso, S., Sustr, P., Urbano, F., and Mysterud, A. (2013) Seasonality, weather and climate affect home range size in roe deer across a wide latitudinal gradient within Europe. *Journal of Animal Ecology*. *Journal of Animal Ecology* doi:10.1111/1365-2656.12105.
- Mysterud, A., Pérez-Barbería, F.J., Gordon, I.J. (2001) The effect of season, sex and feeding style on home range area versus body mass scaling in temperate ruminants. *Oecologia* 127:30-39.
- Mysterud, A., Loe, L.E., Zimmermann, B., Bischof, R., Veiberg, V., and Meisingset, E. (2011) Partial migration in expanding red deer populations at northern latitudes - a role for density dependence? *Oikos* 120:1817-1825.
- Okumura, T., Namba, Y., Jiang, Z-W., Yamada, Y., Sugiura, Y. (2022) Movement characteristics and Habitat use of Sika deer in Kanto region, central Japan. P181-203. In *Sika Deer: Life History Plasticity and Management*. Eds. K. Kaji, H. Uno, H. Iijima. Springer Singapore. ISSN: 2191-0707. Pp. 1-641.
- Peterson, B.E., Storm, D.J., Norton, A.S., Van Deelen, T.R. (2017) Landscape Influence on Dispersal of Yearling Male White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management*; DOI: 10.1002/jwmg.21318.
- R Core Team (2017) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Reinecke, H., Leinen, L., Thißen, I., Meißner, M., Herzog, S., Schütz, S., Kiffner, C. (2014) Home range size estimates of red deer in Germany: environmental, individual and methodological correlates. *European Journal of Wildlife Research* 60:237-247.
- Said, S., Gaillard, J.M., Widmer, O., Debias, F., Bourgoin, G., Delorme, D., and Roux C. (2009) What shapes intra-specific variation in home range size? A case study of female roe deer. *Oikos* 118:1299-1306.
- Singh, N.J., Allen, A.M., and Ericsson, G. (2016) Quantifying migration behavior using net squared displacement approach: clarifications and caveats. *PLoS ONE* e0149594. DOI:10.1371/journal.pone.0149594.
- Singh, N.J., Borger, L., Dettki, H., Bunnefeld, N., and Ericsson, G. (2012) From migration to nomadism: movement variability in a northern ungulate across its latitudinal range. *Ecological Applications* 22(7):2007-2020
- Takeshita, K., Tanikawa, K., Kaji, K. (2016) Applicability of a Bayesian state-space model for evaluating the effects of localized culling on subsequent density changes: sika deer as a case study. *European Journal of Wildlife Research* 63:1-11.

- Takii, A., Izumiyama, S., Mochizuki, T., Okumura, T., Sato, S. (2012a) Seasonal migration of sika deer in the Oku-Chichibu Mountains, central Japan. *Mammal study* 37(2):127-137.
- Takii, A., Izumiyama, S., Taguchi, M. (2012b) Partial migration and effects of climate on migratory movements of sika deer in Kirigamine Highland, central Japan. *Mammal study* 37(4):331-340.
- Tamura, A., Yamane, M. (2017) Response of understory vegetation over 10 years after thinning in an old-growth cedar and cypress plantation overgrazed by sika deer in eastern Japan. *Forest Ecosystems* 4:1.
- Wakahara, T., Ishikawa, Y., Shiraki, K., Toda, H., Miya, T, Kataoka, F., Suzuki, M., and Uchiyama Y. (2008) Seasonal Changes in the Amount of Litter Layer and Soil Erosion in the Forest Floor-an Impoverished Understory by Deer Impact at Doudaira, Tanzawa Mountains. *Proceedings 4th International Conference on Scour and Erosion (ICSE-4)*. Nov 5-7, 2008, Tokyo, Japan.
- Worton, B. (1989) Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology* 70(1):164-201-168.
- 勝山輝男 (2012) 丹沢の森林とその植物相. P149-160 編集:木平 勇吉ら. 丹沢の自然再生. 日本林業調査会. Pp1-612. ISBN:9784889652253.
- 永田幸志 (2005) 丹沢山地札掛地区におけるニホンジカの行動圏特性. *哺乳類科学* 45(1):25-33.
- 山根正伸・古林賢恒・羽太博樹 (1997) 丹沢山のスズタケ退行地域におけるニホンジカの越冬期の生息地利用. *野生生物保護* 2(4):185-193.
- 山根正伸・鈴木透・笹川裕史・原慶太郎・永田幸志・勝山輝男・羽澄俊裕・伊藤雅道 (2007) ニホンジカの保護管理に向けた総合解析. P726-730. 編集:丹沢大山総合調査団. 編集委員:青木淳一ら. 丹沢大山総合調査学術報告書. 平岡環境科学研究所. ISBN 978-4-9903753-1-7.
- 山崎晃司・古林賢恒 (1995) 西丹沢における若齢オスニホンジカの分散の一例. *日林誌* 77(4):305-313.

* 株式会社野生動物保護管理事務所 (〒192-0031 東京都八王子市小宮町 922-7)

** 神奈川県自然環境保全センター自然保護公園部野生生物課 (〒243-0121 厚木市七沢)

*** 現所属 神奈川県環境農政局緑政部自然環境保全課 (〒231-8588 横浜市中区日本大通 1)

**** 現所属 神奈川県西地域県政総合センター森林部水源の森林推進課 (〒258-0021 足柄上郡開成町吉田島 2489-2)

***** 現所属 神奈川県西地域県政総合センター森林部林道課 (〒258-0021 足柄上郡開成町吉田島 2489-2)

***** 鳥取大学乾燥地研究センター (〒680-0001 鳥取県鳥取市浜坂 1390)

***** 現所属 (株) ROOTS (〒298-0002 千葉県いすみ市日在 1858-12)