

第 4 章

兵庫県氷ノ山山系に生息するニホンジカの

GPS 発信器による季節移動の解明

森光由樹^{1*,2}・藤木大介^{1,2}・斎田栄里奈^{1,3}

¹ 兵庫県森林動物研究センター

² 兵庫県立大学自然・環境科学研究所

³ 現所属：株式会社野生鳥獣対策連携センター

要 点

- ・氷ノ山山系に生息している 6 頭のニホンジカに GPS 首輪を装着し行動を分析した。
- ・通年で行動が追跡できた 5 頭の移動距離は、平均 5.88 km(最小–最大: 1.7–17.7 km)であった。
- ・冬に低標高域に移動し春から秋は、元の行動圏に滞在するタイプ (I 型)、冬に低標高域に移動し、夏に高標高域に移動し秋から生息標高を下げるタイプ (II 型)、秋に中標高域に移動し、その他は低標高域に滞在するタイプ (III 型) に分類することができた
- ・冬季の低標高域への移動は、積雪深が 50~60 cm になると観察され、春季は雪融けが進み積雪深が 60 cm 以下になると低標高域から標高の高い場所へ移動した。
- ・越冬のため低標高域に移動するシカを集中的に捕獲することにより、効率的に捕獲できる可能性が考えられた。

Keywords: 季節移動、行動追跡、GPS 発信器、ニホンジカ、氷ノ山山系

Analysis of seasonal migratory behavior patterns among GPS-collared sika deer (*Cervus nippon*) on Mt. Hyonosen, Hyogo Prefecture, Japan

Yoshiki Morimitsu^{1*,2}, Daisuke Fujiki^{1,2}, and Erina Saita^{1,3}

¹ Wildlife Management Research Center, Hyogo

² Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo

³ Present affiliation: Wildlife Research & Consulting Services Ltd.

Abstract: Seasonal migratory behavior patterns of sika deer (*Cervus nippon*) on Mt. Hyonosen in Hyogo Prefecture, Japan, were examined by fitting six individual deer with GPS collars. Five deer exhibited seasonal movements, covering an average distance of

5.88 km (1.7–17.7 km). When winter snow accumulation reached a depth of 50–60 cm, all individuals moved to a valley area at lower altitude of 300–500 m. Subsequently, when the snow thawed to a depth of less than 60 cm in the spring, the deer migrated from their wintering grounds to higher altitudes. By conducting intensive hunting during the overwintering period, the deer population on Mt. Hyonosen could be controlled. This information on the migratory behavior patterns of sika deer will assist the development of future wildlife management programs.

Keywords: GPS tracking collar, Mt. Hyonosen, seasonal migratory behavior, sika deer

4－1．はじめに

兵庫県と鳥取県の県境に位置する氷ノ山（標高 1,510 m）は、兵庫県内で最も多く原生的自然植生が残存している地域である。しかし、2000 年ごろからニホンジカ（*Cervus nippon*、以下シカ）が侵入しはじめ、下層植生の衰退と絶滅危惧植物への食害が深刻化している（藤木 2012）。山系の自然植生を保全するためには、食害被害の実態とともにシカの行動圏を把握したうえで、適切な対策を講ずる必要がある。そのためには、シカの移動状況を把握することは重要である。シカは季節移動をすることが知られており、北海道東部（Sakuragi et al. 2004）、岩手県五葉山（Takatsuki et al. 2000）、栃木県日光（丸山 1981）、神奈川県丹沢（三浦 1974）、長野県南アルプス（泉山ほか 2009; 瀧井 2013）など、各地域で報告されている。野生動物の行動圏調査は V H F 発信器を用いて行われていたが（シカの場合例えば、泉山・望月 2008; Sakuragi et al. 2004; Takatsuki et al. 2000）、調査員が電波を受信するために数時間かけて車で移動し、動物の位置を 1 点定位する方法は時間と労力がかかった。また山間部では、電波の反射による影響により測位精度が低いケースもあり問題点もあった。現在では、シカを含めて野生動物の行動の研究では、長時間連続で位置データを取得することが可能な GPS (Global Positioning System、全地球測位システム) を用いたものが主流になりつつある（Moen et al. 1996）。シカにおいても、すでに多くの報告がある（例えば、伊吾田ほか 2002; 石塚ほか 2007; 瀧井 2013）。そこで、本研究では氷ノ山山系に生息しているシカに GPS 発信器を装着し移動状況について分析したので報告する。

4－2．方法

GPS 発信器の装着

2007 年 10 月および 2008 年 7 月～9 月に氷ノ山林道（北緯 35° 35' 52"、東経 134° 54' 02"、鵜縄集落林道と交差する付近）において、6 頭のシカを学術研究捕獲により麻酔銃を用いて捕獲した（表 4-1, 図 4-1）。塩酸キシラジン 200 mg（セラクター、バイエル社）と塩酸ケタミン（ケタラル、三共エール）200 mg との混合液を不動物化薬とし（森光 2016）、エアー式麻酔銃（Telinject 4V、TELINJECT 社）を使用し不動物化した。不動物化後、体重測定と外部計測、

採血を行った。年齢は歯の萌出により判定した（八谷・大泰司 1994）。GPS 発信器（Global Positioning System tracking collar、LOTEK 社、4400S・3300S）を首に装着し放獣した。放獣前に、不活化状態から覚醒させるために、塩酸キシラジンの拮抗剤である塩酸アチパメゾール（アンチセダン、明治製菓）の筋肉内注射を行った。2007 年、2008 年とも GPS による測位のスケジュールは、捕獲し GPS 発信器装着日～12 月 10 日までは、2 時間毎、12 月 11 日以降は 4 時間毎に測位するように設定した。捕獲から放獣までの作業に際しては、日本哺乳類学会のガイドライン（日本哺乳類学会 種名・標本検討委員会 2001）に従い動物福祉に配慮した。

データ収集と移動の解析

GPS 発信器は、遠隔操作で脱落させた後に回収し LOTEK 社製付属のソフトを用いて位置データを取得した。位置データは、3D データ（GPS 衛星を 4 つ以上捕捉して得られた精度の高い位置データ）のみを使用し、ディファレンシャル補正を行った。それぞれの個体が利用している標高についても、同様に 3D データを使用した。季節の分類は、利用標高に大きな変化が認められた時期をもとに季節を 4 分類（春夏秋冬）した。位置データは、GIS ソフト（ArcGIS; Esri Japan）に入力し、解析および作図を行った。

行動圏解析は、固定カーネル（Worton 1995）を用いて、秋および冬のコアエリア（50%行動圏）を算出し面積および集落環境との位置関係を比較した。ただし、秋の間に長距離移動を示した個体（M3）は、コアエリアの定義が困難なため、解析から除外し、5 頭（個体 No. M1、M2、M4、F1、F2）を解析対象とした。通年で行動が追跡できた 5 頭（個体 No. M1、M2、M3、M4、F1）については、季節ごとの標高利用を分析した。氷ノ山山系稜線付近の標高 1000 m 以上を高標高域、標高 500～1000 m を中標高域、人居住地域、耕作地が認められる標高 300～500 m を低標高域と定めた。積雪については、兵庫県県土整備部、道路保全課が観測した積雪深データ（養父市大久保、北緯 35° 37' 12"、東経 134° 53' 34"、標高 500 m 地点）を使用し（兵庫県県土整備部土木局道路保全課「道路の積雪情報」2007、2008 年データ http://road.civil.pref.hyogo.lg.jp/RoadLan/InternetGeneral/Common/RoadLan_Top.aspx）、季節ごとの標高利用と積雪の関係性を比較した。集落環境は、自然環境保全基礎調査第 6・7 回の植生調査データをもとに整備された 1/2.5 万植生図（環境省生物多様性センター <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-006.html>）における大区分のうち耕作地、市街地等に属するものとした。

4-3. 結果

2007 年オス 3 頭、2008 年オス 1 頭、メス 2 頭を捕獲し GPS 首輪を装着した（表 4-1）。図 4-1 に捕獲場所を示した。その後、GPS 首輪を脱落させ回収しデータを取得した。すべての位置データのうち高精度の 3D データの割合は、18.4～70.8%（平均 $44.7\% \pm 21.2$ SD）であった（表 4-1）。

表 4-1. 捕獲した個体の性、年齢、捕獲日と 3D データの測位成功率。

個体No	性別	年齢	捕獲日	データ取得最終日 (脱落日)	測位数	3D測位数	3D測位率 (%)
M1	オス	3<	2007-10-11	2009-09-01	1134	803	70.8
M2	オス	1	2007-10-12	2008-03-13	2772	1385	50.0
M3	オス	3<	2007-10-12	2008-10-10	5607	3570	63.7
M4	オス	3<	2008-11-13	2009-07-01	1883	347	18.4
F1	メス	3<	2008-07-30	2009-08-20	2872	654	22.8
F2	メス	3<	2008-09-24	2009-03-13	1382	592	42.8

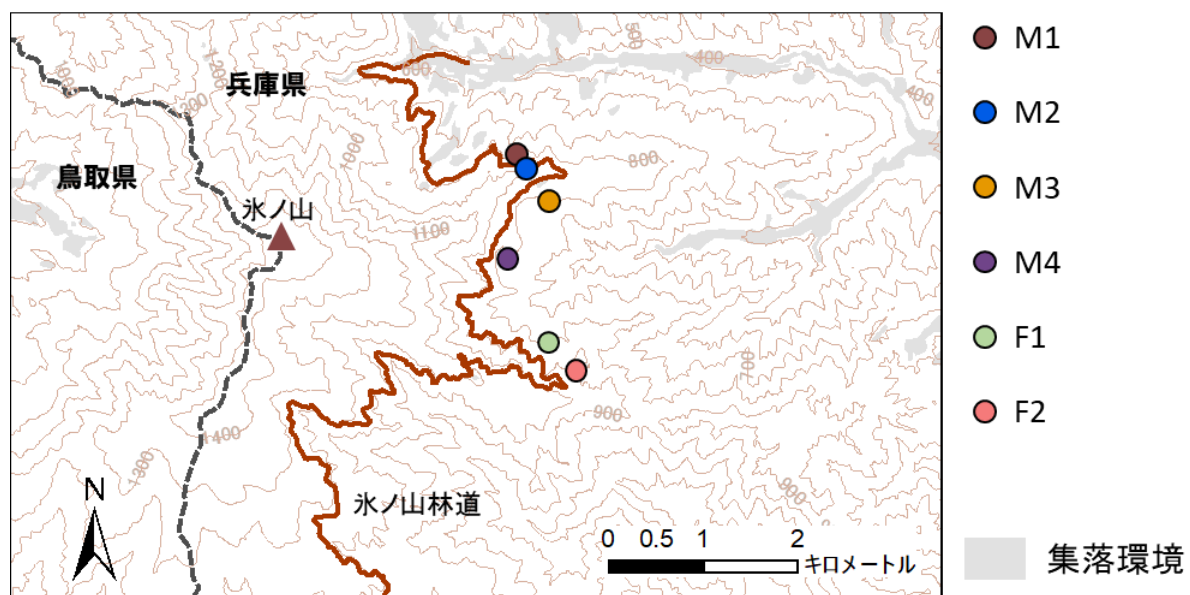


図 4-1. 各個体の捕獲場所。

放獣後、すべての個体は捕獲地点（標高 800～1,000 m、図 4-1）周辺を利用していた。行動圏解析を行った 5 頭の、秋と冬のコアエリア（50%行動圏）の面積および集落環境との位置関係を示した（表 4-2, 図 4-2）。5 頭のコアエリアの平均値は、秋 $0.103 \text{ km}^2 \pm 0.048 \text{ SD}$ 、冬 $0.367 \text{ km}^2 \pm 0.515 \text{ SD}$ であった。

表 4-2. コアエリア (50%行動圏) の面積 (km²)。

個体	秋	冬
M1	0.104	0.019
M2	0.135	0.182
M4	0.157	1.27
F1	0.033	0.282
F2	0.084	0.08
平均	0.103	0.367
標準偏差	0.048	0.515

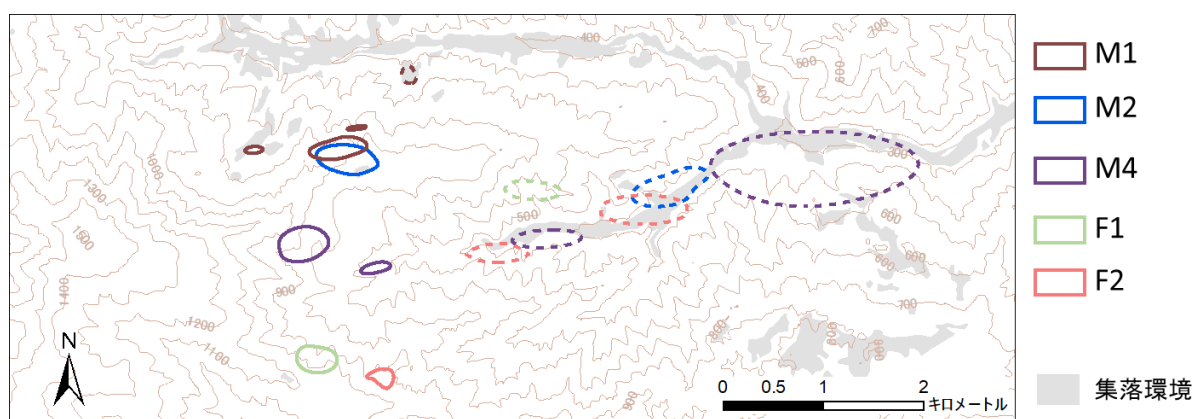


図 4-2. 秋 (実線) と冬 (破線) のコアエリア (50%行動圏)。

季節ごとの標高利用は個体により異なった。冬季に観測地点の積雪深が 50～60 cm になると、4 頭 (個体 No. M1、M2、M4、F1) は標高を 300～580 m まで下げ谷域内の集落環境へ移動した (図 4-3a, b)。積雪深が 60 cm 以下になると、2 頭 (個体 No. M4、F1) は再び元の行動圏である中標高域 (標高 500～1000 m) へ移動した (図 4-3a; 移動型 I)。その他 2 頭 (個体 No. M1、M2) は、春に中標高域へ移動し、その後、夏には高標高域 (氷ノ山山系稜線付近、標高 1000～1300 m) へ移動し、再び秋になると中標高域へ戻った (図 4-3b; 移動型 II)。成獣オス 1 頭 (個体 No. M3) は、交尾期 (9 月下旬～11 月上旬) が終了すると、鳥取県八頭町落岩の低標高域へ移動した (図 4-3c; 移動型 III)。移動距離は、捕獲場所から直線距離で 17.7 km であった。その後、この個体は翌年 9 月に再び、捕獲地点付近へ移動した。通年で行動が追跡できた 5 頭において、捕獲した地点から越冬地まで最長直線距離を計測すると移動距離の平均は、5.88 km (最小-最大: 1.7-17.7 km) であった。

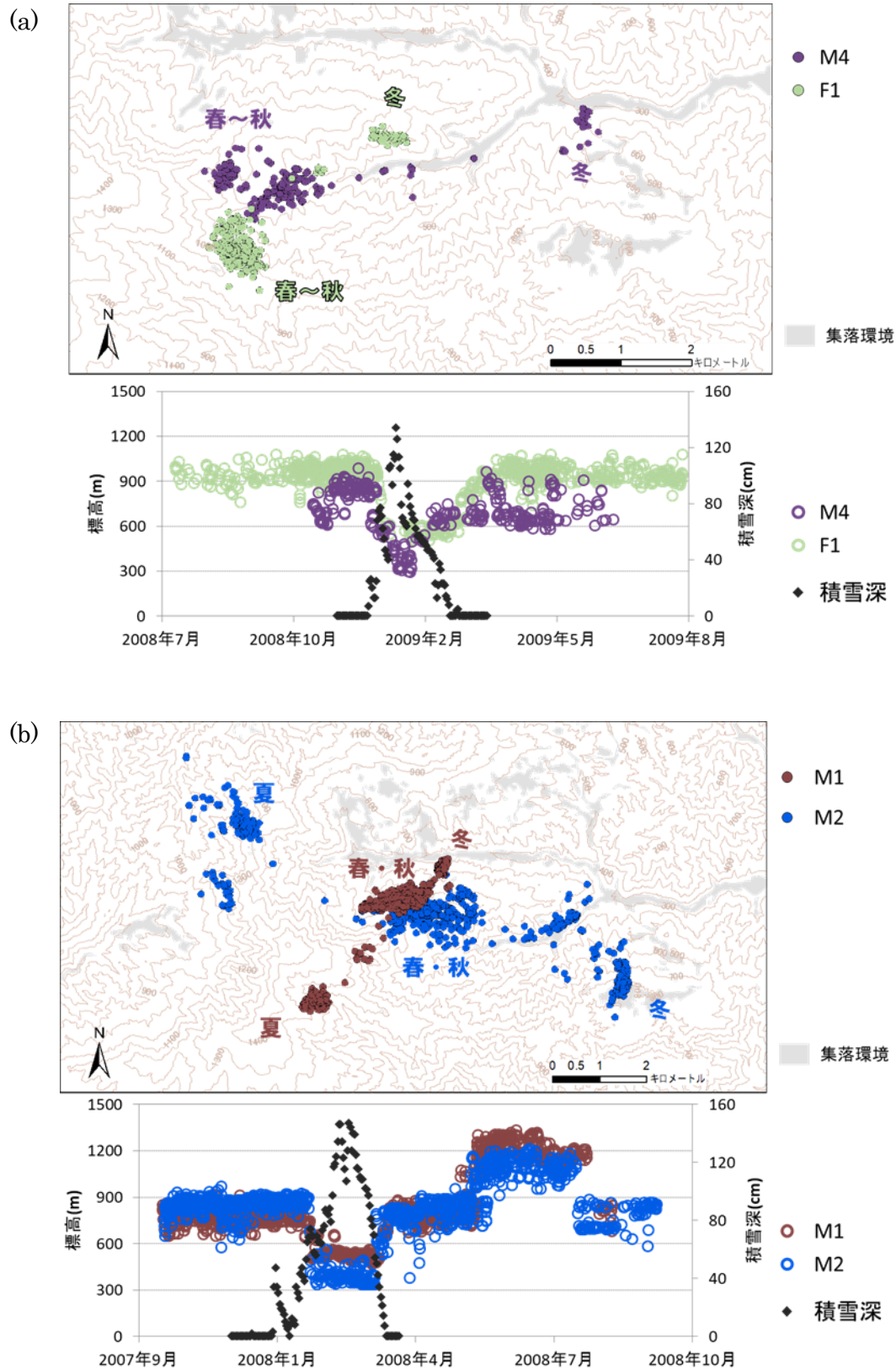


図 4-3. 氷ノ山に生息しているシカの移動型と利用標高の変化。(a) 移動型 I (冬に越冬地へ移動し、春に中標高地へ戻る)。(b) 移動型 II (冬に越冬地へ移動し、春に中標高地周辺に戻り、夏高標高地へ移動し秋に再び中標高地へ移動する)。

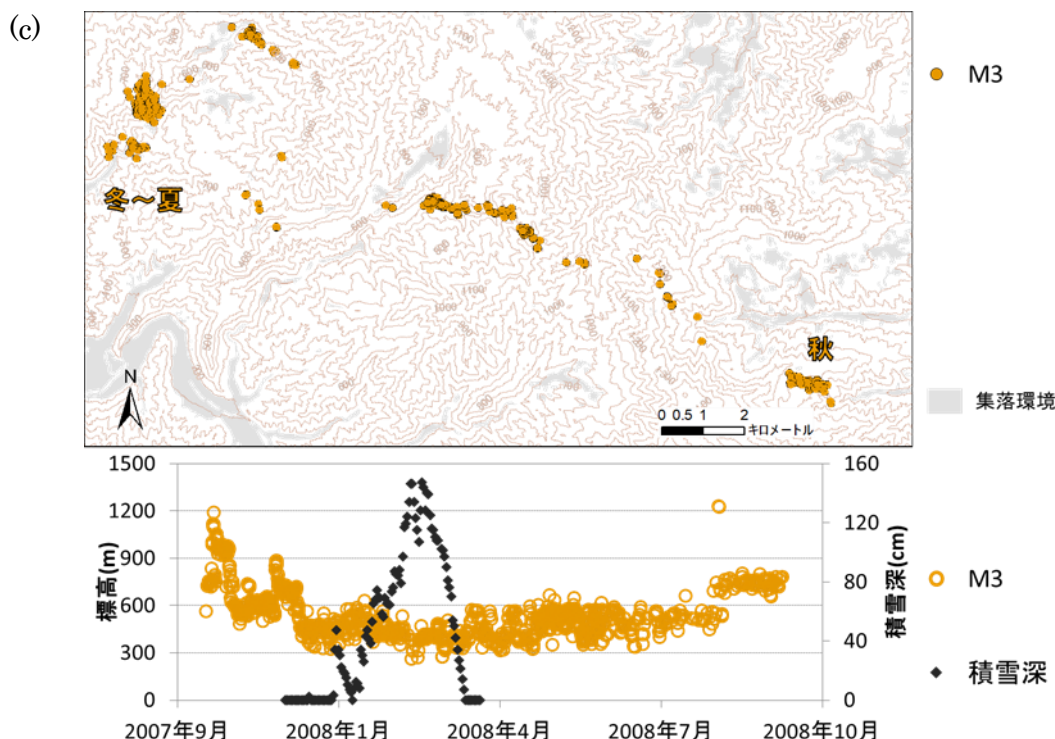


図 4-3 (続き). 氷ノ山に生息しているシカの移動型と利用標高の変化。(c) 移動型Ⅲ (秋に中標高地へ移動する)。

4-4. 考察

本研究で行動分析した 6 頭のシカはすべて、季節移動が認められた。シカは積雪地域において数～数 10 km 季節移動することが多くの研究で報告されている (例えば Igota et al. 2004; 丸山 1981; Uno and Kaji 2000)。冬季になると標高の高いところから低い地域へ移動する移動型 (例えば Igota et al. 2004; 丸山 1981; Takatsuki et al. 2000) と、季節移動しない定住型 (例えば 永田 2005; Reviewed in Yabe and Takatsuki 2009) に分けられている。また定住個体と季節移動個体の両方が存在する混合型も報告されている (例えば Igota et al. 2004; 丸山 1981; Takatsuki et al. 2000; Uno and Kaji 2000)。氷ノ山山系に生息するシカは、先行研究の分類に当てはめると、移動型であると考えられた。本研究の分析で、夏から秋にかけて捕獲した場所 (中標高域) から冬にかけて移動した越冬地 (低標高地域) までの平均移動距離は 5.88 km (最小–最大: 1.7–17.7 km) であった。これは、先行研究で示されている長野県霧ヶ峰の移動距離の平均値 9.9 km (瀧井 2013) と比較すると短かった。ただし、直線距離で 17.7 km と長距離移動する個体 (個体 No. M3) も観察された。長距離の季節移動が報告されている北海道 (例えば Igota et al. 2004) と比べて、本州に生息するシカの季節移動距離は急峻な山岳地形や低標高地域における生息地の分断による影響で比較的短いと考えられている (Reviewed in Yabe and Takatsuki 2009)。氷ノ山に生息しているシカも地理的な影響を受けている可能性があるが、詳細を分析することはできなかった。

氷ノ山山系に生息しているシカの移動は、冬に低標高域に移動し春から秋は、元の行動圏に滞在するタイプ（Ⅰ型）、冬に低標高域に移動し、春、中標高域へ戻り夏に高標高域に移動し秋から生息標高を下げるタイプ（Ⅱ型）、秋に中標高域に移動し、その後は低標高域に滞在するタイプ（Ⅲ型）に分類することができた（図 4-3）。同一個体を複数年で追跡していないため、個体ごとに毎年、同様の行動を示すのかは不明である。冬季と春季の移動は積雪との関係性が示唆された。氷ノ山は例年 3 m 以上の積雪がある。観測地点の積雪深が 50～60 cm になると、4 頭は低標高域へ移動した（図 4-3a, b）。春になり雪融けが進み積雪深が 60 cm 以下になると、4 頭は標高の高い場所へ移動した（図 4-3a, b）。先行研究においてシカの秋から初冬にかけての季節移動の要因は積雪であるという報告は多い（Igota et al. 2004; 丸山 1981; Takatsuki et al. 2000; Takii et al. 2012）。今回は積雪以外の移動要因として考えられる落葉・展葉のフェノロジーについて、詳細なデータ分析は行わなかった。今後は、フェノロジーと積雪を併せてより詳細に分析していく必要がある。

1 頭の成獣オス（個体 No. M3）は、交尾期（9 月下旬～11 月上旬）が終了すると、低標高域である鳥取県八頭町へ移動した（図 4-3c）。この個体の行動において注目すべき点は、翌年 9 月に再び捕獲場所である氷ノ山の中標高域へ、移動したことである。捕獲した場所は、ライトセンサス調査で交尾期に複数のメスの観察例が多い場所である（藤木 未発表）ことから、交尾期にメスの多い地域へ移動してきた可能性が考えられる。しかし観察数は 1 例のため、このようなオスの移動が複数の個体であるのか不明である。今後、データを増やしてさらに分析を進めていく必要がある。

氷ノ山に生息するシカの越冬地は山麓集落周辺の森林であった。氷ノ山は多くの登山者が訪れる国定公園であり鳥獣保護区、銃猟禁止地域がある。現在、調査地周辺において指定管理鳥獣捕獲等事業による捕獲も進められているが、入山者の多い春から夏はシカの捕獲が困難な場所が多い。冬季に山麓集落周辺の森林で越冬するシカを集中的に捕獲することにより、氷ノ山に生息するシカを効率的に捕獲できる可能性が考えられた。

謝辞

兵庫県森林動物研究センター元協力研究員の岸本康誉氏（現所属、株式会社野生動物保護管理事務所）から解析方法について、ご助言をいただきました。お礼申し上げます。

引用文献

藤木大介（2012）氷ノ山山系におけるニホンジカの動向と森林下層植生の衰退、希少植物の食害状況。「兵庫県におけるニホンジカによる森林生態系被害の把握と保全技術」、兵庫ワイルドライフモノグラフ, 4: 48–68

八谷昇, 大泰司紀之（1994）骨格標本作成法. 北海道大学図書刊行会, 札幌

H

- 兵庫県県土整備部土木局道路保全課 「道路の積雪情報」 http://road.civil.pref.hyogo.lg.jp/RoadLan/InternetGeneral/Common/RoadLan_Top.aspx, 2018 年 12 月 25 日確認
- 伊吾田宏正, 早稲田宏一, 櫻木まゆみ, 宇野裕之, 梶光一, 金子正美, 赤松里香, 前川光司 (2002) GPS 首輪の評価とエゾシカへの適用. 哺乳類科学, 42: 113–121
- Igota H, Sakuragi M, Uno H, Kaji K, Kaneko M, Akamatsu R, Maekawa K (2004) Seasonal migration patterns of female sika deer in eastern Hokkaido. Ecological Research, 19: 169–178
- 石塚譲, 川井裕史, 大谷新太郎, 石井亘, 山本隆彦, 八丈幸太郎, 片山敦司, 松下美郎 (2007) 季節, 時刻および植生が大阪のニホンジカ (*Cervus nippon*) の行動圏に及ぼす影響. 哺乳類科学, 47: 1–9
- 泉山茂之, 望月敬史 (2008) 南アルプス北部の亜高山帯に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) の季節的環境利用. 信州大学農学部 AFC 報告, 6: 25–32
- 泉山茂之, 望月敬史, 瀧井暁子 (2009) 南アルプス北部の亜高山帯に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) の GPS テレメトリーによる行動追跡. 信州大学農学部 AFC 報告, 7: 63–71
- 環境省生物多様性センター 「自然環境保全基礎調査植生調査第 6 回・第 7 回植生調査」 http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_f.html, 2019 年 1 月 22 日確認
- 丸山直樹 (1981) ニホンジカの季節的移動と集合様式に関する研究. 東京農工大学農学部学術報告, 23: 1–85
- 三浦慎吾 (1974) 丹沢山塊檜洞丸におけるシカ個体群の生息域の季節的变化. 哺乳動物学雑誌, 6: 51–62
- Moen R, Pastor J, Cohen Y, Schwartz CC (1996) Effects of moose movement and habitat use on GPS collar performance. The Journal of Wildlife Management, 60: 659–668
- 森光由樹 (2016) 捕獲と標識技術. (羽山伸一, 三浦慎吾, 梶光一, 鈴木正嗣 編) 増補版野生動物管理—理論と技術—, 193–217. 文永堂出版, 東京
- 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: 25–33
- 日本哺乳類学会 種名・標本検討委員会 (2001) 哺乳類標本の取り扱いに関するガイドライン. 哺乳類科学, 41: 215–233
- Sakuragi M, Igota H, Uno H, Kaji K, Kaneko M, Akamatsu R, Maekawa K (2004) Female sika deer fidelity to migration route and seasonal ranges in eastern Hokkaido, Japan. Mammal Study, 29: 113–118
- Takatsuki S, Suzuki K, Higashi H (2000) Seasonal elevational movements of sika deer on Mt.Goyo, northern Japan. Mammal Study, 25: 107–114
- 瀧井暁子 (2013) 中部山岳地域におけるニホンジカの季節移動に関する研究. 信州大学大学院総合工学系研究科博士論文

- Takii A, Izumiyama S, Taguchi M (2012) Partial migration and effects of climate on migratory movements of sika deer in Kirigamine Highland, central Japan. *Mammal Study*, 37: 331–340
- Uno H, Kaji K (2000) Seasonal movements of female sika deer in eastern Hokkaido, Japan. *Mammal Study*, 25: 49–57
- Worton BJ (1995) Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *Journal of Wildlife Management*, 59: 794–800
- Yabe T, Takatsuki S (2009) Migratory and sedentary behavior patterns of sika deer in Honshu and Kyushu, Japan. In: McCullough DR, Takatsuki S, Kaji K (eds), *Sika deer*, 273–283. Springer, Tokyo