

水源林整備事業がシカの行動へ与える影響

鈴木 透^{*}・山根正伸^{**1}・姜 兆文^{***}・山田雄作^{***}

Effects of projects for water conservation forest on movement of sika deer

Toru SUZUKI^{*}, Masanobu YAMANE^{**1}, Zhaowen JIANG^{***}
and Yusaku YAMADA^{***}

要 旨

水源林整備事業は、工事や森林管理による森林構造の変化などによりニホンジカ (*Cervus nippon*) の行動に影響を及ぼしていると考えられる。森林生態系を効果的に管理していくためには、シカ、森林構造と水源林整備事業などで行われる対策との関係を考慮しながら、シカと森林を一体的に管理していく必要がある。そこで本稿では、寄水源林において2008年度から2012年度にかけてGPSテレメトリー法で追跡した8頭のシカの情報を用いて、水源林整備事業によるシカへの影響を評価することを目的とした。水源林整備事業の影響は工事や森林管理などに伴う事業中の影響（直接的影響）と森林管理による森林構造の変化の事業後の影響（間接的影響）に分けて評価した。その結果、事業中では複数の個体で整備地を利用することを避けていたが、整備により大きく移動する傾向は見られなかった。一方、間伐や主伐、下刈りなどの森林管理が行われ、森林構造が変化したと考えられる地域では事業後にシカが特に好んで利用する傾向は見られなかった。以上の結果から、寄水源林では、事業を行っている整備地では、人が出入りすることによる人為的影響がシカの行動に影響を与えていることが示唆された。また、今回の結果では事業後の森林構造の変化によるシカの行動への影響は見られなかったが、間伐などの森林管理は将来的にシカにとり好適なエサ環境を提供すると考えられるため、事業後の森林にはシカへ積極的な捕獲圧をかけることでシカの集中化を防ぐ必要があると思われる。

I はじめに

神奈川県では、良質で安定的な水を確保するため、荒廃の進む森林の適切な管理、整備を進め、水源かん養林など森林の持つ公益的機能の高い森林生態系を形成することを目的とした水源林整備事業が行われている。水源林整備事業では、間伐などの森林整備の他、森林調査、作業道や植生保護柵の設置など多くの事業が行われている。

神奈川県で行われている水源林整備事業は、森林だけでなく、工事や森林管理による森林構造の変化などにより森林に生息するニホンジカ (*Cervus nippon* : 以下シカ) にも影響を及ぼしていると考えられる。森林生態系を適切に管理していくためには、シカ、森林構造と水源林整備事業などで行われる対策との関係を考慮しながら、シカと森林生態系を一体的に管理することが求められる。

そこで本研究では、寄水源林において2008年度

* 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類 (〒069-8501 北海道江別市文京台緑町582)

**1 神奈川県自然環境保全センター研究企画部研究連携課 (〒243-0121 厚木市七沢657)

現所属 神奈川県環境農政局水・緑部自然環境保全課 (〒231-8588 神奈川県横浜市中区日本大通1)

*** 株式会社野生動物保護管理事務所 (〒194-0215 東京都町田市小山ヶ丘1-10-13)

から2011年度にかけてGPSテレメトリー法で追跡した8頭のシカの情報を用いて、水源林整備事業によるシカへの影響を評価することを目的とした。

なお、本研究は2008年度から2011年度にかけて行われた水源林整備ニホンジカ管理モデル調査業務の成果を用いて解析したものである。

II 材料と方法

1 調査地概要と事業履歴

神奈川県寄水源林は丹沢山地の南部に位置し、檜岳、雨山、鍋割山、栗の木洞を結ぶ稜線に囲まれた地域である。大きさは529haで、植生はスギ、ヒノキの人工林（約247ha）、広葉樹からなる天然林（約282ha）から構成されている。水源の森林づくり活動の拠点として整備が進められており、今回シカの情報が見られている2008年から2011年度においては、間伐や下刈りといった森林整備の他、森林調査や植生保護柵の設置、歩道の整備など、様々な整備事業が行われている（図1）。

2 使用したデータと行動圏の算出

水源林整備事業によるシカへの影響を評価するために、神奈川県寄水源林において2008年度から

2011年度にかけてGPSテレメトリー法で追跡した8頭のシカの位置情報を用いた（表1）。GPSにより得られた位置情報の内、明らかに位置精度が悪いデータは除外した。その結果、得られた利用地点数の平均は3,456点（405-8,452点）、期間は平均186.3日（26-364日）であった。各個体の行動圏はすべてのFixを用いて固定カーネル法（Worton 1989）により推定した。固定カーネル法による行動圏の算出には、R（Ver.2.11.0）とパッケージadehabitat（Calenge 2006）を用いた。

3 事業の影響評価方法

水源林整備事業とシカとの関係を明らかにするために、事業とシカの行動圏の配置・利用地点との関係を明らかにした。また、事業については、工事や森林管理などに伴う事業中の全整備地による影響（直接的影響）と森林管理（間伐・主伐・下刈り）により森林構造を変化させている可能性がある事業後の整備地による影響（間接的影響）に分けて評価した。以下では、シカの追跡期間に含まれる年度に行われた事業の整備地を「整備地」、追跡期間前の年度に森林管理が行われた事業の整備地を「森林整備地」と定義した。なお、今回の事業に関するデータでは事業を行った月に関するデータがないため、年度で

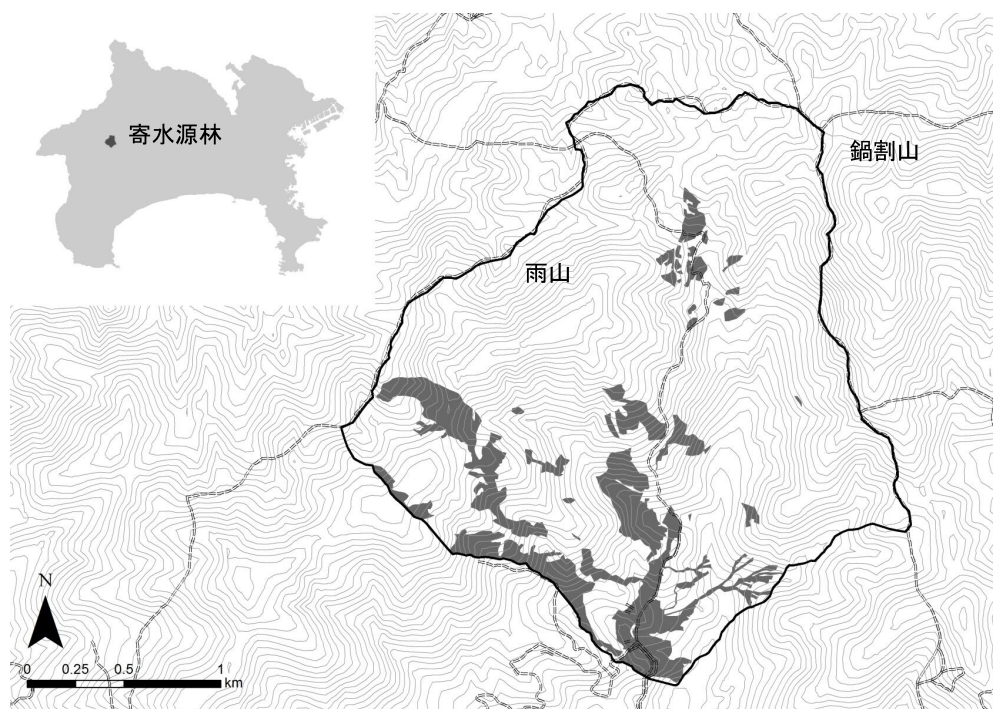


図1 神奈川県寄水源林（黒線）と水源林整備事業実地箇所（2008年～2011年度：灰色の箇所）

表 1 使用した 8 個体の情報

個体ID	性別	推定年齢	Fix数	追跡期間
0801	♀	4	2,882	2008/12/20-2009/9/30 (284日)
0901	♂	5.5	8,410	2009/12/1-2010/11/30 (364日)
0902	♀	3.5	4,541	2009/12/2-2010/6/16 (196日)
1001	♀	7	622	2010/10/5-2010/10/31 (26日)
1002	♀	4	8,452	2010/11/5-2011/10/31 (363日)
1003	♀	1.5	2,636	2011/4/27-2011/8/17 (112日)
1101	♀	10歳以上	405	2011/7/6-2011/8/23 (48日)
1102	♀	3歳以上	1,296	2011/7/7-2011/10/12 (97日)

まとめて評価した。県民参加による森林整備等は年間を通して行われているため、年度で事業を取りまともてもシカの行動へ事業が与える影響を評価することは可能であると考えられる。

事業と行動圏の配置の関係については、推定した行動圏内に対応した年度の整備地が含まれる割合を算出することにより、各個体の行動圏の配置への事業の影響を評価した。さらに、整備地と行動圏が重なった個体については、事業と利用地点との関係性を評価した。事業と利用地点の関係は、整備地の利用の有無について、シカの利用地点と利用可能地点間で χ^2 検定を用いて比較した。利用可能地点は利用地点のデータから推定した行動圏の中に利用地点と同数の地点をランダムに発生させ作成した。また、利用地点のデータはすべてのデータの利用した

場合と、昼（6 時～17 時）と夜（18 時～翌朝 5 時）に分けた場合について分析した。 χ^2 検定は R（Ver. 2.11.0）を用いて行った。

Ⅲ 結果

1 事業と行動圏の配置との関係

事業とシカの行動圏の配置・利用地点との関係について、行動圏内に対応した年度の整備地が含まれる割合を算出することにより明らかにした。追跡期間中の整備地と各個体の行動圏を図 2、3 に示した。1001、1101 以外の個体は整備地を行動圏内に含んでいた（平均 27.6%：範囲 15.4%～67.2%）。1001、1101 の個体は整備地に接するように行動圏を配置しており、整備事業の直接的な影響が示唆さ

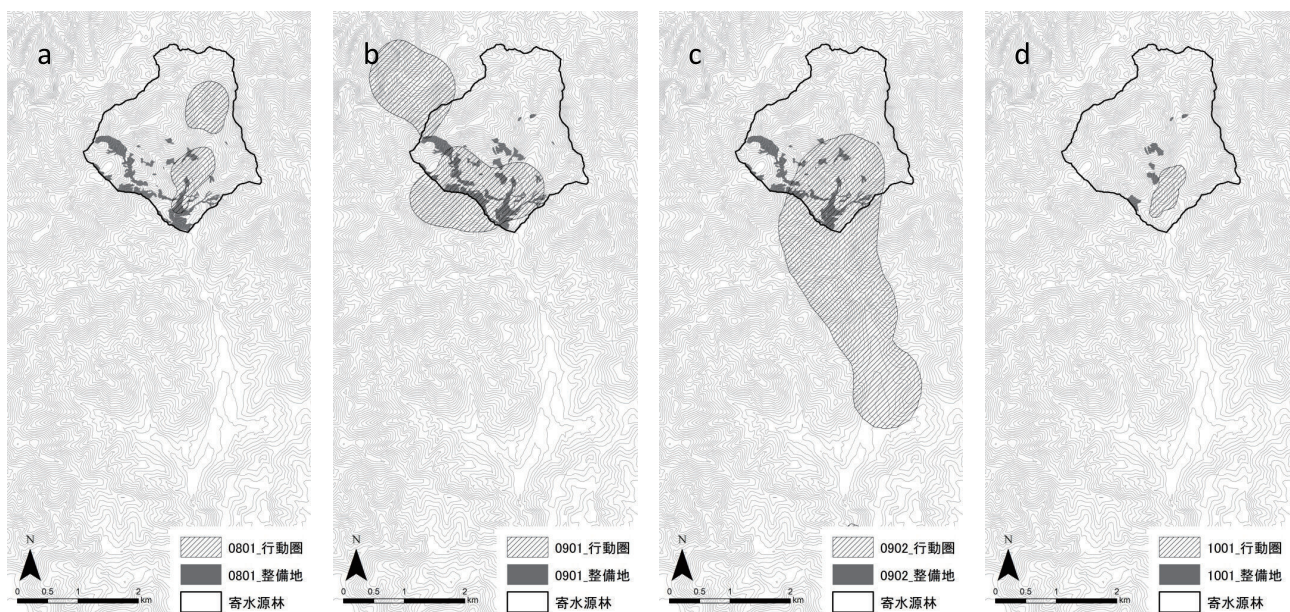


図 2 整備地と各個体の行動圏 (a:0801, b:0901, c:0902, d:1001)

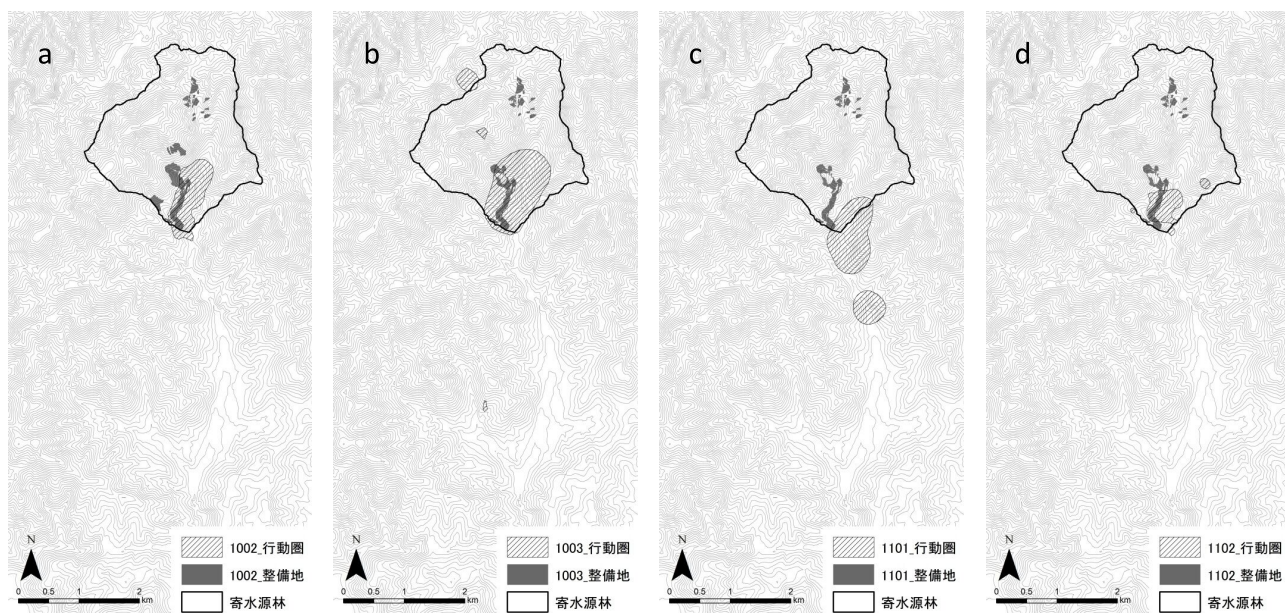


図3 整備地と各個体の行動圏 (a:1002, b:1003, c:1101, d:1102)

れたが、他の個体に関しては行動圏の配置においては整備地を避ける傾向は見られなかった。

次に森林整備地と各個体の行動圏を図4、5に示した。なお、整備地と行動圏の重なりがない1001、1101と追跡期間中に森林整備の実績がない0801は分析から除外した。2008年度に行われた森林整備地は非常に少なく(約0.15ha)、0901と0902の行動圏の重なりは見られなかった(図4a・b)。2009年度以降は森林整備の実績は増えているが、今回用

いた個体はすべて過去に森林整備が行われた箇所を行動圏として利用することは認められなかった(図4c、図5)。

2 事業と行動圏内の利用との関係

整備地と行動圏が重なった個体(0801、0901、0902、1002、1003、1102)について、事業と利用地点との関係の評価した。また、利用地点のデータはすべてのデータの利用した場合と、昼(6時～

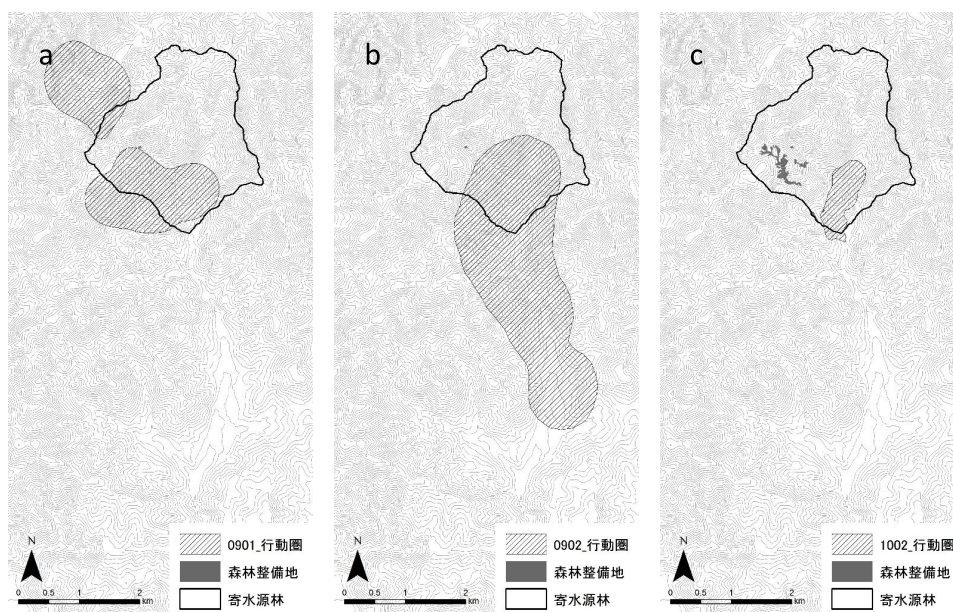


図4 森林整備地と各個体の行動圏 (a:0901, b:0902, c:1002)

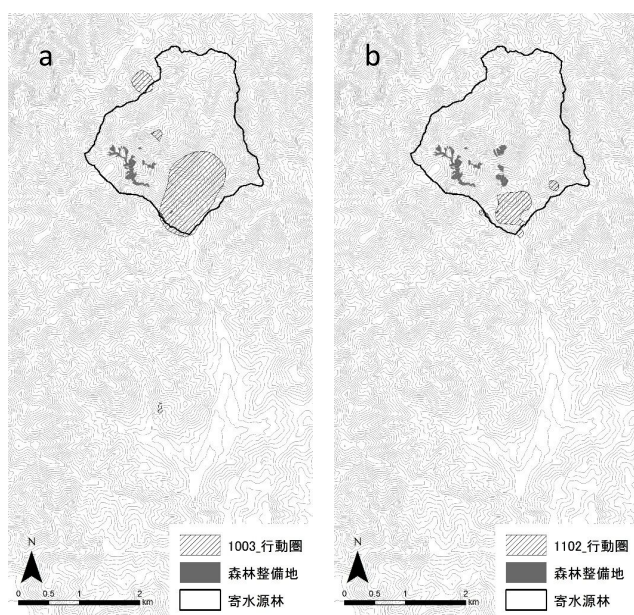


図5 森林整備地と各個体の行動圏 (a:1003, b:1102)

17 時) と夜 (18 時～翌朝 5 時) に分けた場合について分析した。

0801 は、全ての利用地点と利用可能地点の整備地の利用頻度を比較した結果、有意な差が認められ ($\chi^2 = 49.2$, $p < 0.001$)、整備地を避けている傾向が見られた。また、昼 ($\chi^2 = 58.1$, $p < 0.001$)、夜 ($\chi^2 = 7.6$, $p < 0.01$) も同様に有意に整備地を避けている傾向が見られた。

0901 も、0801 と同様に、全ての利用地点と利用可能地点の整備地の利用頻度を比較した結果、有意な差が認められ ($\chi^2 = 231.8$, $p < 0.001$)、整備地を避けている傾向が見られた。また、昼 ($\chi^2 = 168.7$, $p < 0.001$)、夜 ($\chi^2 = 75.0$, $p < 0.001$) も有意に整備地を避けている傾向が見られた。

0902 は、全ての利用地点と利用可能地点の整備地の利用頻度を比較した結果、有意な差が認められ ($\chi^2 = 276.7$, $p < 0.001$)、整備地を選好している傾向が見られた。また、昼 ($\chi^2 = 79.5$, $p < 0.001$)、夜 ($\chi^2 = 202.9$, $p < 0.001$) も有意に整備地を選好している傾向が見られ、他の個体と異なり、常に整備地を利用している傾向を示した。

1002 は、全ての利用地点と利用可能地点の整備地の利用頻度を比較した結果、有意な差が認められ ($\chi^2 = 5.5$, $p < 0.05$)、整備地を若干選好している傾向が見られた。また、昼 ($\chi^2 = 536.5$, $p < 0.001$)、

夜 ($\chi^2 = 339.7$, $p < 0.001$) は共に有意な差が認められたが、昼は整備地を避け、夜は整備地を選好している傾向が見られた。

1003 は、全ての利用地点と利用可能地点の整備地の利用頻度を比較した結果、有意な差が認められ ($\chi^2 = 62.8$, $p < 0.001$)、整備地を選好している傾向が見られた。また、昼 ($\chi^2 = 101.9$, $p < 0.001$)、夜 ($\chi^2 = 233.1$, $p < 0.001$) は共に有意な差が認められたが、昼は整備地を避け、夜は整備地を選好している傾向が見られ、1002 と同様な傾向を示した。

1102 は、全ての利用地点と利用可能地点の整備地の利用頻度を比較した結果、有意な差は認められなかった ($\chi^2 = 0.5$, $p = 0.49$)。しかし、昼 ($\chi^2 = 57.3$, $p < 0.001$)、夜 ($\chi^2 = 36.5$, $p < 0.001$) は共に有意な差が認められたが、昼は整備地を避け、夜は整備地を選好している傾向が見られた。

以上のように分析したすべての個体についてシカの行動圏内の利用に整備地が影響していた。また、1 個体 (0902) を除き、すべての期間もしくは昼間に整備地を避ける傾向を示し、夜間は整備地を選好する個体も見られた。

IV 考察

1 事業の直接的影響：人為的影響

一般的に有蹄類は人為的な影響に敏感である (Stankowich 2008)。これまでにも人間活動による騒音 (Pedevillano and Wright 1987) や利用する道路 (Rumble *et al.* 2005) などにより、有蹄類の行動が影響を受けていることが報告されている。

本研究においても、水源林整備事業に伴うシカへの人為的影響 (直接的影響) を行動圏の配置と行動圏内の利用から評価した結果、1 個体 (0902) を除いた 7 個体について、すべての時間帯、もしくは昼の時間帯に整備地を忌避する傾向が見られた。水源林整備事業は、間伐などの森林整備の他、森林調査、作業道や植生保護柵の設置など様々な事業を包括している。このような事業の整備の対象となった森林では、以前より森林内へ人の出入りは多くなるなど森林内における人間活動が活発になる。整備地への忌避反応は、行動圏として利用しない (1001、1101)、行動圏内に整備地は含まれるが、行動圏内

の利用ではすべての時間帯において忌避 (0801、0901)、昼の時間帯に忌避 (1002、1003、1102) というパターンが見られ、個体により整備事業への反応が異なっていたが、寄水源林を利用するシカの行動は水源林整備事業に伴う人間活動により影響を受けていることが示唆された。

一方、整備地から離れた地域のみを利用する個体や事業中に大きな移動を行う個体は見られなく、個体により夜間は整備地を好んで利用していた。シカ類は人間による捕獲の影響を受けて日周行動を可塑的に変化させるという報告 (DeYoung and Miller 2011) もあるように適応性の高い動物である。寄水源林を利用しているシカについても、水源林整備事業により整備を行った場所内での行動は変化させているが、生息地を変更するなどより大きなスケールでのシカ個体群に水源林整備事業が影響を与えている可能性は少ないと考えられた。

2 事業の間接的影響：森林構造の変化

有蹄類の行動戦略は、森林内に存在するギャップやエッジによる空間的異質性の影響を受けている (Walter *et al.* 2009)。森林生態系において、森林管理などによる人為的攪乱は、自然攪乱と同様に、森林内にギャップを形成させるなど、森林の空間的異質性を生成する (McCarthy 2001)。つまり、森林管理による森林構造の変化は有蹄類の行動を決定する重要な要因の一つである。

しかし、本研究では、寄水源林において水源林整備事業の森林整備による森林構造の変化がシカの行動へ与える影響を評価した結果、過去に整備した地域を利用している個体は認められず、現時点においては、水源林整備事業の森林整備はシカの行動に影響を及ぼしていないと示唆された。ただし、森林整備による森林構造の変化 (例えば、下層植生のパイオマスが多くなる) には時間を要するため、今後水源林整備事業の森林整備がシカの行動に影響する可能性はあると考えられる。特に、間伐などの森林管理の実施による下層植生の増加は、将来的にシカに

より好適なエサ環境を提供する。そのため、森林整備事業後の森林についてはモニタリングを継続し、必要に応じて積極的に捕獲圧をかけることでシカの集中化を防ぐ必要があると思われる。

V 引用文献

- Calenge, C. (2006) The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling* 197: 516-519.
- DeYoung WR, Miller VK (2011) White-Tailed Deer Behavior. In: Hewitt DG (ed), *Biology and Management of White-Tailed Deer*, 311-342. CRC Press, Boca Raton.
- McCarthy, J. (2001) Gap dynamics of forest trees: a review with particular attention to boreal forests. *Environmental Reviews* 9: 1-59.
- Pedevillano, C. and Wright, R. G. (1987) The influence of visitors on mountain goat activities in Glacier National Park, Montana. *Biological Conservation* 39: 1-11.
- Rumble, M. A., Benkobi, L., and Gamo, R. S. (2005) Elk responses to humans in a densely roaded area. *Intermountain Journal of Sciences* 11: 10-24.
- Stankowich, T. (2008) Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation* 96: 311-317.
- Walter, W. D., VerCauteren, K. C., Campa III, H., Clark, W. R., Fischer, J.W., Hygnstrom, S. E., Mathews, N. E., Nielsen, C. K., Schaubert, E. M., Van Deelen, T. R., and Winterstein, S. R. (2009) Regional assessment on influence of landscape configuration and connectivity on range size of white-tailed deer. *Landscape Ecology* 24: 1405-1420.
- Worton, B. J. (1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70(1): 164-168.