

研究資料 (Research record)

九州地域の若齢スギ造林地におけるシカ被害リスクの広域評価

山川 博美^{1)*}、濱田 辰広²⁾、長瀬 直²⁾、森 秀紀³⁾、木學 良広³⁾、鈴木 圭¹⁾、野宮 治人¹⁾

要旨

ニホンジカの生息個体数の増加や分布拡大により、多くの地域でシカの採食が人工林に深刻な被害を与えている。そこで、若齢スギ造林地に対するシカによる被害リスクを広域で明らかにするため、九州地域を対象として、簡単なシカの痕跡調査 (スギおよびヒノキの成木に対する剥皮痕、シカ糞、下層植生への採食痕の多寡、シカ道および足跡の有無) によって、スギおよびヒノキ人工林に対するシカの影響度合を評価し、若齢スギ造林地へのシカ被害リスクの広域マップを作成した。その結果、九州地域の人工林を対象として、対馬島や玖珠地域などシカの影響を強く受けている地域、シカの拡大最前線など、若齢スギ造林地でのシカ被害に対する適切な管理をすべき地域を抽出することができた。

キーワード：シカ被害、シカ影響スコア、広域分布、痕跡、チェックシート

1. はじめに

近年、ニホンジカ (*Cervus nippon*; 以降、シカ) の生息個体数の増加や分布拡大により、多くの地域でシカの採食が自然植生や人工林に深刻な被害を与えている (Takatsuki 2009, Suzuki et al. 2021)。シカによる植物への被害は、草本植物や樹高の低い木本植物の枝葉の採食と、成熟した木本植物の樹皮剥ぎや角擦りなどがあげられる (飯村 1984)。特に、人工林においては、植栽木の高さが低い植栽後数年間はシカによる採食被害の影響は大きく、植栽木への枝葉や樹皮採食による成長の阻害や、採食の繰り返しにより盆栽状の樹形になったり枯れたりすることがある (飯村 1984)。これらの被害を防ぐためには、捕獲による頭数調整、防護柵などの資材による自然植生や植栽木の保護などをシカの生息状況や被害状況に応じて適切に管理する必要がある。

日本において、シカの広域的な生息状況の把握には、糞粒法/糞塊法、区画法およびルートセンサス法などによって推定された生息密度 (指標) 地図 (環境省 2015, Suzuki et al. 2022a) が用いられている。しかしながら、これらの調査方法は1箇所の測定でも多大な時間と労力が必要で、短期間に広域多点で調査することは難しい。また、シカ生息密度とシカによる採食被害の度合は、様々な要因が影響するため必ずしも一致しないケースがある (例えば、池田 2005, Putman et al. 2011a, b)。

シカによる採食被害の度合については、指標植物の多寡や高さ、落葉広葉樹林帯を中心に下層植生に対する食痕や衰退度など (Fujiki et al. 2010, 植生学会企画委員会 2011, 藤木 2012, Inatomi et al. 2022) を用いた評価が行われている。これらの調査方法は、指標植物を判断できる

植物の同定能力が必要であったり、気候帯や森林タイプによる下層植生の発達状況の違いなどにより調査可能な林分が限定されたりし、植物や森林に対しての識別能力などの専門知識が必要となる。一方で、糞や採食痕などシカの痕跡に着目し、より簡便にシカによる被害度合を評価する手法が提案されている (明石ら 2013)。この方法は、チェックシートにしたがって痕跡の有無を記録するもので、多少の予備知識があれば多くの人が短時間で簡便に実施可能であり、広域多点での調査も可能であり、北海道では多くの情報が収集されている (明石 2017)。

そこで、我々はこれらの手法を参考とし、九州四国地域において、シカの痕跡 (スギおよびヒノキの成木に対する剥皮痕または角擦り痕、シカ糞、下層植生への採食痕の多寡、シカ道および足跡の有無) を確認することで、スギまたはヒノキ人工林に対するシカによる被害の影響度合をスコア (Deer Impact Score; DISco) として簡便に評価し、周辺の若齢スギ造林地に対する採食被害リスクを大まかに予測する方法を開発した (Yamagawa et al. 2023, 山川 2023)。本報告では、九州地域の若齢のスギ造林地におけるシカ被害対策の優先地域を抽出するために、この新たな手法に基づいて調査した各痕跡とDIScoの関係を示すとともに、九州地域 (対馬、五島および屋久島を含む) におけるDIScoの広域分布を提示する。

2. 方法

2.1 調査方法

シカの痕跡調査は、九州本島、対馬島、五島列島および屋久島を対象とし、2020年4月～2022年12月に行った。痕跡の記録にはチェックシート方式の調査票を使用し、九

原稿受付：令和5年4月3日 原稿受理：令和5年9月8日

1) 森林総合研究所 九州支所

2) 九州森林管理局

3) 森林整備センター 九州整備局

* 森林総合研究所九州支所 〒 860-0862 熊本市中央区黒髪4-11-16、E-mail: yamaghy@affrc.go.jp

州森林管理局、森林整備センター九州整備局および九州各県の試験研究機関に配布し、各担当者によって記入された。記入された調査票は年度毎に回収し、合計で2,579地点の痕跡データを得た。

シカの痕跡は、成林したスギまたはヒノキの人工林（おおよそ15年生以上の林分）およびその人工林に隣接する明るい開放地（林道または若齢の造林地）で調査した。痕跡を観察する範囲はスギおよびヒノキ人工林の林縁に沿って30 m程度の範囲を歩きながら、見渡せる範囲（おおよそ10 m程度）とし、その範囲で林内に入りながら痕跡を確認した。

調査した痕跡は、スギおよびヒノキの成木の樹皮に対する剥皮および角擦り痕（剥皮痕）、明るい開放地での下層植生に対する採食痕（食痕）、林床に落下しているシカ糞（糞）、シカの足跡（足跡）、シカが繰り返し歩行して獣道状になった跡（シカ道）の5つである（Table 1）。

剥皮痕は成林したスギまたはヒノキの人工林内で樹皮に対する剥皮または角擦りの痕、食痕は明るい開放地で下層植生（シカの口が届く1.5 m程度より低い植生）に対する採食の痕、糞は林内および開放地で、地上に落ちている糞を見かける頻度を観察し、それぞれ「なし」・「わずか」・「目立つ」の3段階で記録した。これらの判断目安は次のとおりで、「なし」はそれぞれの痕跡を見つけれない、「わずか」はそれぞれの痕跡が周囲を歩き回って探さないと見つからない程度、「目立つ」は意識しないで簡単に目につく程度とした。足跡はシカの足跡の有無、シカ道はシカが繰り返し通って獣道状になった跡の有無を林内および開放地で記録した。

これらの5つの痕跡の多寡に、Yamagawa et al. (2023)に基づいて、Table 1に示すように点数を付与し、各痕跡の点数を合計することで人工林に対するシカの影響度合いの程度を示すDIScoを求めた。DIScoの値は0～13点となり、値が大きくなるほど、スギまたはヒノキ人工林へのシカの影響度合いが高いことを示し、周辺の植栽地でのシカ被害リスクが高いことを表す。

Table 1. DISco における各痕跡の点数

痕跡	程度	点数
剥皮 /角擦り	なし	0
	わずか	1
	目立つ	3
食痕	なし	0
	わずか	2
	目立つ	3
糞	なし	0
	わずか	1
	目立つ	3
足跡	なし	0
	あり	2
シカ道	なし	0
	あり	2
シカ影響スコア「DISco」		0～13

2.2 DISco 分布の地図化

各痕跡調査地点の位置情報から、QGIS 3.28 (QGIS.org 2023)を用いて地図上にDIScoの値を表示した。簡単な痕跡の確認で得られたスコアは、偶然に得られた痕跡の有無によって隣り合った地点でも異なることが考えられる（明石 2015）。さらに、DIScoの値を、調査を実施していないエリアでも推定するため、IDW (Inverse Distance Weight) 法による空間補間を行った。空間補間は、QGISツールのIDW内挿を用いた。九州山地におけるシカのホームレンジが最大で2 km²程度、行動範囲が8 km程度であることから（矢部ら 2001, 矢部・小泉 2003）、出力ラスターサイズを2 kmと設定した。さらに、調査地点から大きく外れる地点での空間内挿は誤差を含む可能性が考えられ、シカの行動範囲に基づいて内挿結果のラスターを調査地点から半径4 kmの円で抽出し、DIScoの広域空間分布とした。なお、IDW内挿での距離係数はデフォルト値の2.0とした。

3. 結果と考察

3.1 観察された痕跡数と DISco の関係

各痕跡が確認された調査地点数をTable 2に示す。今回調査した範囲では、各シカ痕跡は4～5割の地点で確認された。しかしながら、糞が観察された地点は他の痕跡と比較して少なかった。これらの痕跡に基づき算出したDIScoの頻度分布はスコア0を除けば、シカ採食被害の影響レベルが中程度であるスコア5～8の地点が多いひと山型の分布であった（Fig. 1）。

DIScoの値ごとに、観察された痕跡の種類数をプロットすると（Fig. 2）、痕跡の種類数が増えるとDIScoの値が高くなり、5つ全ての痕跡が確認される場所ではDIScoの値が8以上となった。さらに、DIScoの値ごとに、各痕跡の多寡および有無の内訳をみると（Fig. 3）、各痕跡の「あり」、「わずか」および「目立つ」の割合が増えるほど、DIScoの値が高くなった。DIScoが7以下では、剥皮/角擦り、食痕、シカ道および足跡の痕跡の割合が高かった。一方、シカ糞はDIScoが5まではほとんど確認されておらず、DIScoが6以上で「わずか」の割合が増加し、DIScoが11以上になると「目立つ」が高い割合となった。林地へのシカの影響段階によって確認できる痕跡の種類と多寡が異なる。例えば、シカ糞の多寡はシカの滞

Table 2. 各痕跡が確認された調査地点数

痕跡の種類	痕跡の多寡			
	なし	あり	わずか	目立つ
剥皮	1402	1177*	739	438
食痕	1413	1166*	759	407
糞	2147	432*	332	100
シカ道	1458	1121	-	-
足跡	1639	940	-	-

*「わずか」と「目立つ」の合計

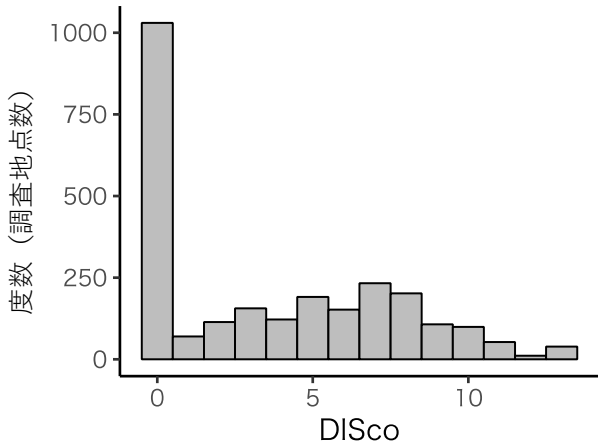


Fig. 1. DISco の頻度分布

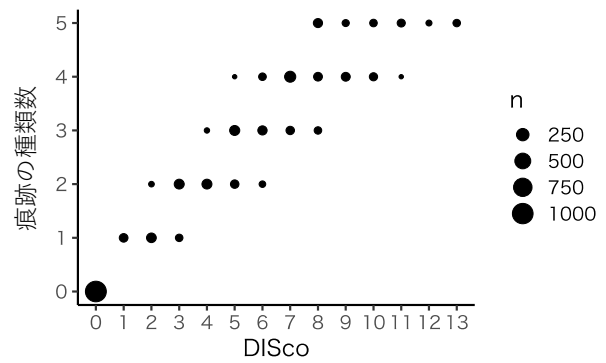


Fig. 2. DISco と確認された痕跡の種類数の関係

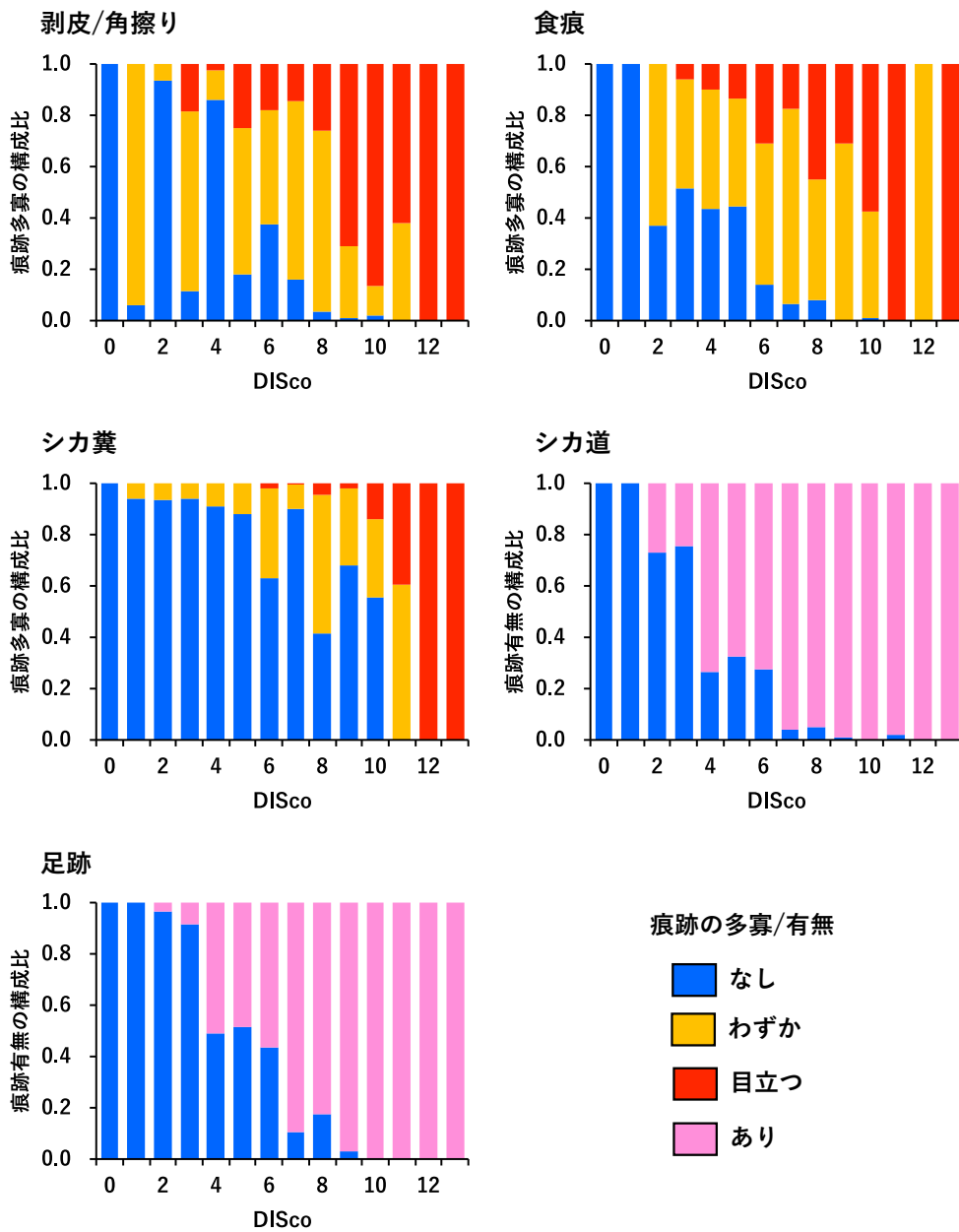


Fig. 3. DISco の値ごとの各痕跡の多寡 / 有無の構成比

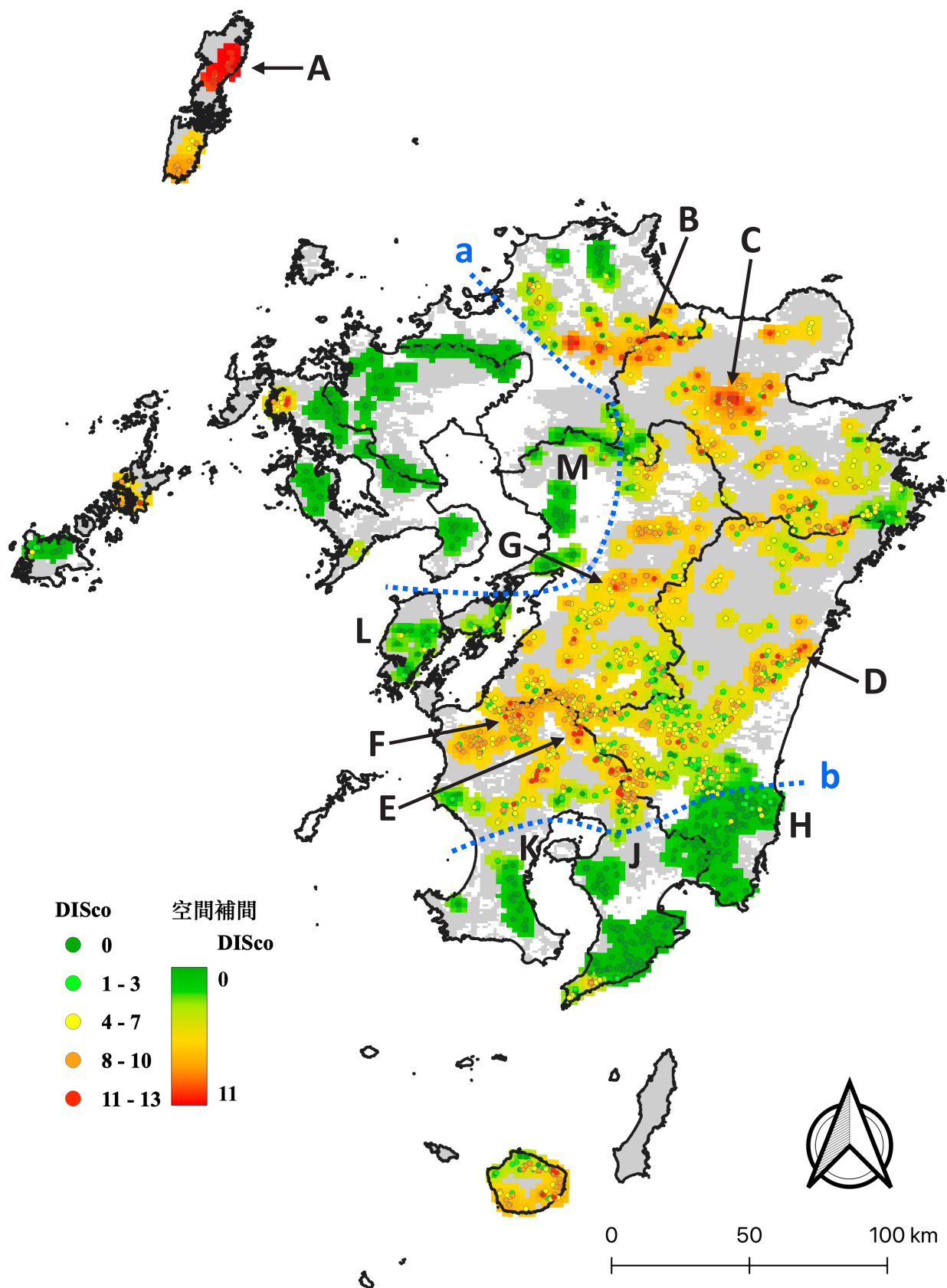


Fig. 4. 九州地域における DISco の空間分布

地図上の白色部分は市街地や農地を表す。灰色部分は森林域（人工林以外の森林も含む）の DISco の未調査 / 未推定エリアである。図中のアルファベット A ~ G は DISco 値が高いエリアを、H ~ M は分布拡大エリアを示す（A: 上対馬、B: 英彦山周辺、C: 玖珠地域、D: 旧東郷町～尾鈴地域、E: 霧島地域、F: 大口地域、G: 美里町周辺、H: 南那珂地域、J: 大隈半島北部、K: 薩摩半島、L: 天草地域）。図中の青色点線およびアルファベット a, b は分布拡大前線を示す（a: 福岡県から熊本県北部のライン、b: 宮崎県南部から鹿児島県のライン）。

在(訪問)頻度を示す重要な指標であるが(岩本ら 2000)、糞が観察されない場所でも植生への採食被害は起こっており、食痕の有無は林地に対するシカの影響が軽微な段階に認識可能な指標と指摘されている(明石ら 2013)。また、シカ糞は季節による糞の分解速度の違い(池田ら 2002)や下層植生の繁茂状態によって、調査のタイミング次第では発見できない可能性がある。しかしながら、常にシカの滞在頻度の高い地域ではシカ糞が供給され続けるため、糞の発見頻度も高いと考えられる。したがって、DIScoにおいて、食痕などの痕跡はシカの影響を受け始めた初期段階を、糞はシカの滞在頻度が高くなるシカ影響度合の高い部分を指標していると考えられた。特に、同じ地点での繰り返し調査や周辺林分での調査でもシカ糞が高頻度で発見される場所(後述するDIScoの空間分布で地域的に値が高い場所)は、シカの影響度合いが高いと言えるだろう。

3.2 DISco の空間分布

各調査地点のDISco値およびIDW法で空間補間した結果をFig. 4に示す。なお、DIScoは人工林を対象として調査を実施したが、空間補間ではその他の森林タイプも区別せず行った。DIScoの値が11を超えるような高い地域として、A: 上対馬、B: 英彦山周辺、C: 玖珠地域、D: 旧東郷町～尾鈴地域、E: 霧島地域、F: 大口地域、G: 美里町周辺が検出された。これらの地域では、シカ糞の発見頻度が「目立つ」とされた調査箇所が多くみられた。DISco値が高い地域では防護柵を設置して植栽したとしても、植栽木がシカによる採食被害を受けるリスクが高い(Yamagawa et al. 2023)。大井(1999)やSuzuki et al. (2022b)は、シカの捕獲による局所的な個体数管理によって林業被害の軽減や生息密度を低下させることができた例を示している。したがって、これらのDISco値の高い地域では、植栽後の採食被害を軽減させるために、重点的な捕獲の実施が望まれる。さらに、九州内におけるシカの拡大最前線として、福岡県から熊本県北部のライン(a)、宮崎県南部から鹿児島県のライン(b)が確認できた。これらの拡大最前線部において、宮崎県南部の南那珂地域(H)、鹿児島県大隅半島北部(J)および薩摩半島(K)、熊本県天草地域(L)、熊本県および福岡県の県境地域(M)は、環境省(2021)が取りまとめた資料によると2011年以降、新たにシカの生息が確認された地域で、今回の調査でもシカによる食痕や剥皮痕が確認されており、シカ被害の拡大を抑えるために、今後、重点的に管理をする必要があるだろう。

3.3 今後の課題

今回の調査は、人工林を対象とし、その多くは国有林であるため、民有林を中心にDIScoを評価できていない地点・地域が多くある(Fig. 4の灰色部分)。今後、民有林を巻き込んだ調査を実施し面的な評価につなげていく必要

がある。また、現時点でDIScoはスギおよびヒノキ人工林などを対象としたシカ被害の影響度合を評価する手法である。今後、広葉樹林での評価や、他のシカ影響指標との関係を解析することにより、林業地域以外でのDIScoの活用や空間補間の方法を検討していく必要がある。

林業被害に着目すると、DISco値が高くなると防護柵を設置したスギ造林地の柵内でのシカ被害リスクが上昇することが示されている(Yamagawa et al. 2023)。今後は、DIScoを指標として、捕獲優先地の選定や、防護柵の選定・メンテナンス頻度(森林整備センター 2020)を変えることができれば、被害強度に応じたシカ管理ができるだろう。

謝辞

シカの痕跡調査において、九州森林管理局および森林整備センター九州整備局の皆様、長崎県農林技術開発センターの川本啓史郎氏、森口直哉氏、長崎県庁県北振興局農林部の多久一樹氏、熊本県林業研究・研修センターの園田美和氏、大分県農林水産研究指導センターの青田勝氏、宮崎県林業技術センターの小田三保氏の協力を頂いた。本研究の一部は、(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト(課題番号201703、202205)の成果である。

引用文献

- 明石 信廣・藤田 真人・渡辺 修・宇野 裕之・荻原 裕(2013) 簡易なチェックシートによるエゾシカの天然林への影響評価. 日林誌, 95, 259-266.
- 明石 信廣(2015) 天然林におけるエゾシカの影響を簡易に評価する. 光珠内季報, 176, 5-8.
- 明石 信廣(2017) 森林におけるエゾシカの影響を把握する. 森林科学, 79, 14-17.
- Fujiki, D., Kishimoto, Y. and Sakata, H. (2010) Assessing decline in physical structure of deciduous hardwood forest stands under sika deer grazing using shrub-layer vegetation cover. J. For. Res., 15, 140-144.
- 藤木 大介(2012) ニホンジカによる森林生態系被害の広域評価手法マニュアル. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 4, 2-16.
- 飯村 武(1984) シカによる森林被害とその防除(I) シカとその被害. 森林防疫, 33(8), 5-7.
- 池田 浩一・野田 亮・大長光 純(2002) シカ糞の消失と糞の分解消失に及ぼす糞虫の影響. 日林誌, 84, 255-261.
- 池田 浩一(2005) 福岡県におけるニホンジカの保護管理に関する研究. 福岡県森技セ研報, 6, 1-93.
- Inatomi, Y., Uno, H., Ueno, M., Takafumi, H. and Osa, Y. (2022) Response of an Indicator Species, *Dryopteris crassirhizoma*, to Temporal and Spatial Variations in Sika Deer Density. Biology, 11, 302.

- 岩本 俊孝・坂田 拓司・中園 敏之・歌岡 宏信・池田 浩一・西下 勇樹・常田 邦彦・土肥 昭夫 (2000) 糞粒法によるシカ密度推定式の改良. 哺乳類科学, 40, 1–17.
- 環境省 (2015) “改正鳥獣法に基づく指定管理鳥獣捕獲等事業の推進に向けた全国のニホンジカの密度分布図の作成について (お知らせ)”, 環境省報道発表資料, <https://www.env.go.jp/press/101522.html>, (2023年3月24日参照).
- 環境省 (2021) “全国のニホンジカ及びイノシシの個体数推定及び生息分布調査の結果について (令和2年度)”, 環境省報道発表資料, <https://www.env.go.jp/press/109239.html>, (2021年10月4日参照).
- 大井 徹 (1999) ニホンジカによる林業被害防除のための生態学的研究. 東北林誌, 4 (2): 25–28.
- Putman, R., Langbein, J., Green, P. and Watson, P. (2011a) Identifying threshold densities for wild deer in the UK above which negative impacts may occur. *Mamm. Rev.*, 41, 175–196.
- Putman, R., Watson, P. and Langbein, J. (2011b) Assessing deer densities and impacts at the appropriate level for management: a review of methodologies for use beyond the site scale. *Mamm. Rev.*, 41, 197–219.
- QGIS.org (2023) QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- 森林整備センター (2020) “シカ害防除マニュアル～防護柵で植栽木をまもる～”, https://www.green.go.jp/gijutsu/pdf/zorin_gijutsu/deer_pest_control_manual.pdf, (2023年3月24日参照).
- 植生学会企画委員会 (2011) ニホンジカによる日本の植生への影響シカ影響アンケート調査 (2009～2010) 結果. 植生情報, 15, 9–30.
- Suzuki, K. K., Watanabe, Y., Kubota, T., Kuwano, Y., Kawauchi, Y., Yamagawa, H., Yasuda, M., Kondoh, H., Nomiya, H. and Oka, T. (2021) Large-scale spatial distribution of deer browsing damage to young tree plantations. *iForest*, 14, 34–40.
- Suzuki, K. K., Kuwano, Y., Kanamori, Y., Kawauchi, Y., Uchimura, Y., Yasuda, M., Kondoh, H. and Oka, T. (2022a) A 25-year study of the population dynamics of a harvested population of sika deer on Kyushu Island, Japan. *Forests*, 13, 760.
- Suzuki, K. K., Yasuda, M. and Sonoda, M. (2022b) Spatially biased reduction of browsing damage by sika deer through culling. *J. Wildl. Manage.*, 86, e22251.
- Takatsuki, S. (2009) Effects of sika deer on vegetation in Japan: a review. *Biol. Conserv.*, 142, 1922–1929.
- 矢部 恒晶・小泉 透・遠藤 晃・関 伸一・三浦由洋 (2001) 九州中央山地におけるニホンジカのホームレンジ. 日林九支研論文集 54, 131–132.
- 矢部 恒晶・小泉 透 (2003) 九州の生息地におけるニホンジカの行動. 九州の森と林業, 65, 1–3.
- 山川 博美 (2023) シカの影響度合いを簡単な痕跡調査で把握する. 九州の森と林業, 143, 1–3.
- Yamagawa, H., Kitahara, F., Otani, T., Yoneda, R., Suzuki, K. K. and Nomiya, H. (2023) Assessing the damage caused by deer on young trees in a Sugi (*Cryptomeria japonica*) plantation based on field signs. *J. For. Res.*, 28, 194–203.

Wide-area evaluation of deer damage risk to young Sugi plantations of the Kyushu, Japan

Hiromi YAMAGAWA^{1)*}, Tatsuhiko HAMADA²⁾, Sunao NAGABUCHI²⁾, Hideki MORI³⁾,
Yoshihiro KIGAKU³⁾, Kei K SUZUKI¹⁾ and Haruto NOMIYA¹⁾

Abstract

Due to the increase in the population of sika deer and their expanding distribution, deer browsing is causing serious damage to plantations in many areas. To assess the risk of damage to young conifer plantations caused by the deer on a wide-area, we created deer damage risk map for young Sugi plantations of the Kyushu region based on five field signs (bark stripping marks on mature planted trees, deer fecal pellets, browsing marks on the understory vegetation, deer tracks and trails). The map showed several high impacted areas and front lines of deer expansion. It is better to manage the deer population in these areas to reduce browsing damages in plantations.

Key words : deer damage, deer impact score, regional distribution, field sign, check sheet

Received 3 April 2023, Accepted 8 September 2023

1) Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Kyushu Regional Forest Office, Forest Agency

3) Kyushu Branch Office, Forest Management Center

* Kyushu Research Center, FFPRI, 4-11-16 Kurokami, Chuou-ku, Kumamoto, 860-0862 JAPAN, E-mail: yamaghy@affrc.go.jp