

ニホンジカによるスギ・ヒノキ人工林剥皮害の広域分布状況

幸田良介・小林徹哉・辻野智之・石原委可

Large-scale distribution of bark-stripping damage by sika deer in the sugi cedar and hinoki cypress plantation forests

Ryosuke KODA, Tetsuya KOBAYASHI, Tomoyuki TSUJINO and Tomoyoshi ISHIHARA

Summary

To assess the distribution pattern of bark-stripping damage by deer on plantation forests in Osaka prefecture, the rates of bark-stripping damage were surveyed in sugi cedar and hinoki cypress plantation forests, and the distribution pattern of bark-stripping damage was estimated using the inverse distance weighting method. The damage rate in sugi cedar forest was lower than that in hinoki cypress forest, suggesting the susceptibility of hinoki cypress to deer feeding. Although bark-stripping damage in hinoki cypress forest showed the regional difference, distribution pattern of that damage did not coincide with distribution pattern of shrub-layer decline rank in the deciduous broad-leaved forests. It is therefore important to analyze the relationship among bark-stripping damage, deer population density, and several environmental factors.

I. はじめに

近年、ニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下「シカ」) の個体数増加にともなう森林植生への影響が全国的に大きな課題となっている^{1,2,3}。シカによる森林植生への影響は下層植生の改変⁴や剥皮による成木の枯死⁵といった直接的な影響のほか、多様な分類群の動物の生息⁶や土壌保有機能⁷など森林生態系の様々な側面にも間接的に波及するため⁸、被害対策を進めていくことが非常に重要である。シカによる被害対策は、都道府県知事が鳥獣保護法に基づき策定する「特定鳥獣保護管理計画」に沿って全国各地で進められている。計画が目指す科学的管理のためには、シカ個体群や被害の状況をモニタリングしながら、モニタリング結果に応じて対策や計画をたえず点検・修正していくことが必要である³。しかしながら、シカによる森林植生への影響を都道府県スケールでモニタリングすることは、労力的、予算的に難しく、簡易なモニタリング手法の開発が必要とされてきた。

シカによる森林植生被害は、自然林における自然植生への影響と、人工林におけるスギ (*Cryptomeria japonica*) やヒノキ (*Chamaecyparis obtuse*) などの植栽木への影響に大別できる。このうち自然植生への影響については、

低木層の植被率を用いた下層植生衰退度の簡易な評価手法が提案され⁹、関西地方の府県を中心に本手法を用いた広域モニタリングが実施され始めている¹⁰。大阪府においても平成25年度に本手法を用いて、北摂地域における下層植生衰退度の広域分布状況を明らかにしたところがある¹¹。一方で、人工林における植栽木へのシカの影響の広域モニタリングは、数例^{12,13}を除き十分に行われていたとは言いがたい。林業被害面積・金額は各都道府県によって毎年報告されているものの¹⁴、林業被害として報告されるのはシカが人工林に及ぼす影響の一部のみであるという指摘¹²もあり、人工林への影響の実態を広域スケールでモニタリングできる手法の導入が必要であろう。

シカによる人工林の植栽木への影響は、植栽された苗木の枝葉への「枝葉採食害」と、成長した植栽木を中心とした樹皮への「剥皮被害」に大別される¹⁵。近年新たに植栽される人工林面積は全国的に減少傾向にあるため¹⁴、シカによる植栽木への影響は枝葉採食害よりも剥皮被害が中心となっている^{15,16}。枝葉採食害が植栽後の短期間に発生し植栽木を枯死させやすい「目立つ被害」であるのに対し、剥皮被害は植栽木への影響が長期にわたって累積する「沈黙の被害」であり¹⁵、気づかないうちに被害が拡大しやすい。人工林は日本の森林面積の約4割¹⁴、

大阪府においても森林面積の半分近くを占めており¹⁷⁾、森林植生へのシカの影響を考える上で看過できない要素である。また、人工林は元来木材生産が主要機能であったものの、近年では木材生産以外にも森林としての多様な機能を発揮させることが求められている¹⁸⁾。そのため、人工林における植栽木へのシカの影響を広域的に把握することは、林業被害対策という経済的な視点のみならず、森林としての公益的機能の保持という視点からも重要であると言えよう。

そこで本研究では、芝原ら¹³⁾によって提案された調査手法を導入し、大阪府におけるシカによる人工林剥皮被害状況を広域スケールで把握することを目的として調査を行った。スギやヒノキの人工林においてシカによる剥皮被害調査を行うとともに、被害度の空間分布図を作成し、芝原ら¹³⁾による京都府での結果や、平成25年度に実施した落葉広葉樹林の下層植生衰退度の分布状況¹¹⁾と比較した。

II. 材料および方法

1. 野外植生調査

調査は大阪府北摂地域（能勢町、豊能町、池田市、箕面市、茨木市、高槻市、島本町）を対象に、平成26年6～9月に行った。調査地域を均等にカバーできるようにスギ林20ヶ所、ヒノキ林54ヶ所、計74ヶ所の調査林分を選定し（第1図）、各調査林分において植栽木への剥皮被害調査を実施した。人工林では調査直前に間伐が実施された場合、剥皮被害木が選択的に伐採されて被害が過小評価される恐れがある。また、下枝や下層植生などの餌資源の存在により剥皮被害の発生が抑制されることが報告されている¹⁹⁾。そのため、調査林分を選定にあたっては、芝原ら¹³⁾に従い、1) 切り株の腐朽状況から間伐実施から少なくとも3年以上経過したと判断されること、2) 林冠が閉鎖していること、3) 2m以下に造林木の枝（枯死木を含む）が存在しないこと、の3点に留意した。

各調査林分において、調査対象木を40本以上選定し、根部から樹高約2mの範囲におけるシカによる剥皮被害の有無をそれぞれ記録した。本研究では芝原ら¹³⁾に従い、角こすりによる樹皮の損傷と樹皮採食のための樹皮剥皮を区分し、後者を剥皮被害として記録した。シカによる剥皮被害は、被害発生初期には林分内に一様に分布せず集中分布を示すことが知られている²⁰⁾。そのため調査対象木の選定にあたっては、芝原ら¹³⁾に従って、調査林分内を調査員数名でくまなく踏査し、林分内の斜面上部から斜面下部を含む広範囲をカバーできるよう留意した。



第1図. 大阪府北摂地域に選定した調査林分の位置図。○はスギ林，●はヒノキ林を示す。

また、各調査林分内の位置情報は、GPS（Garmin社。GPSmap60CSx）を用いて各調査林分内の中央地点の位置座標として測定した。

2. データ解析

調査後、各調査林分における剥皮被害割合を、調査本数に占める剥皮被害木の本数として算出した。その後、芝原ら¹³⁾に従って、各調査林分の剥皮被害程度を以下の5段階に区分した。

- 被害度0：剥皮被害のない林分
- 被害度1：剥皮被害割合が0～25 %の林分
- 被害度2：剥皮被害割合が25～50 %の林分
- 被害度3：剥皮被害割合が50～75 %の林分
- 被害度4：剥皮被害割合が75～100 %の林分

人工林への剥皮被害状況の広域的な広がり把握するために、スギ・ヒノキそれぞれの剥皮被害度の空間分布図を作成した。北摂地域を3次メッシュを基準とした約1 km²のメッシュ378個に区切り、各メッシュの値を各調査林分の位置情報と剥皮被害度を用いてIDW（Inverse distance weighting, 逆距離加重）法²¹⁾によって推定した。ここで、スギ・ヒノキの剥皮被害度は、0から4の整数値にそれぞれ変換して解析に用いた。IDW法による空間補完には統計解析ソフトR 2.15.2²²⁾とR用パッケージgstat²³⁾を用いた。

第1表 スギ林とヒノキ林の被害度ごとの調査地点数と構成割合

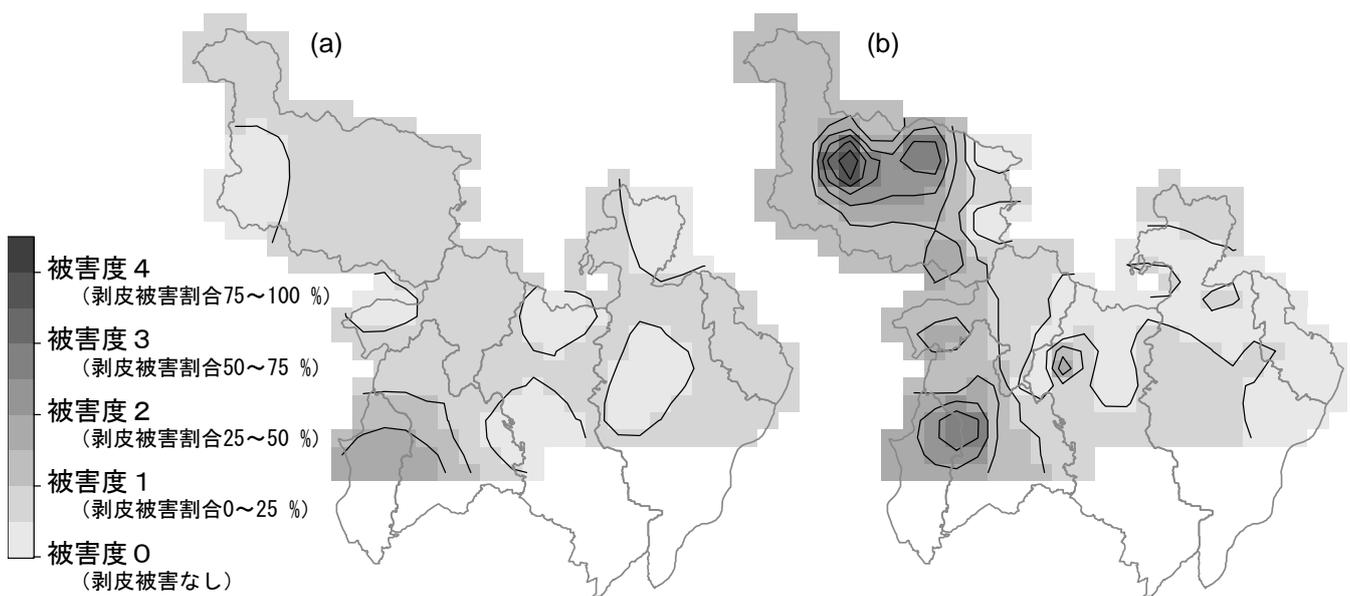
被害度	スギ林		ヒノキ林	
	調査地点数	構成割合(%)	調査地点数	構成割合(%)
被害度0(剥皮被害なし)	6	30	17	31
被害度1(剥皮被害割合 0~25%)	13	65	29	54
被害度2(剥皮被害割合 25~50%)	1	5	5	9
被害度3(剥皮被害割合 50~75%)	0	0	2	4
被害度4(剥皮被害割合 75~100%)	0	0	1	2

Ⅲ. 結果および考察

スギ林では合計880本のうち51本にシカによる剥皮被害が認められ、全体での剥皮被害割合は約5.8%であった。ヒノキ林では合計2,374本のうち307本にシカによる剥皮被害が認められ、全体での剥皮被害割合は約12.9%であった。第1表に被害度別の調査地点数と構成割合を示す。スギ林では「被害度1」以下の林分が全体の95%を占めており、「被害度3」以上に区分される林分は認められなかった。一方でヒノキ林では、「被害度1」以下の林分が全体の85%とスギ林同様大半を占めていたものの、「被害度3」以上の林分も数地点みられた。

樹皮剥皮におけるシカの樹種選好性は、地域によって異なることが知られている²⁴⁾。スギとヒノキに関しては、ヒノキを選好して剥皮するという報告²⁵⁾や、ヒノキの方が剥皮被害割合が高いとする報告²⁶⁾が多いものの、ほぼ同等の被害割合を示す報告¹⁶⁾や、スギ林の方が被害発生が多いというアンケート結果の報告²⁷⁾も散見される。本

研究では、スギ林とヒノキ林の調査地点が異なることが多いため単純には比較できないものの、概ねヒノキ林の方が剥皮被害割合が高い結果となっていた。同じ手法による京都府での調査結果¹³⁾でもヒノキへの選好性が示されていることから、大阪府でも京都府同様、ヒノキの方がスギよりも剥皮被害を受けやすい傾向にあるのではないかと予想される。一方で、京都府では「被害度0」のスギ林の割合が約72%と大阪府での結果よりも高く、大阪府と同様に「被害度3」以上の林分は認められていない¹³⁾。そのため、大阪府ではスギへの剥皮被害が京都府よりもやや発生しやすいのではないかと予想される。シカの樹皮剥皮における樹種選択性には、樹皮の化学成分や物理性、植生などの周辺環境要因が影響する可能性が議論されているものの、未だ詳細な要因は明らかになっていない²⁴⁾。今回調査を実施したスギ林は20林分に限られていることから、今後はスギ林での被害拡大を注視しながら、調査林分数を増やすことを念頭にモニタリングを続けていくことが必要であると考えられる。



第2図. IDW法による(a)スギ林と(b)ヒノキ林の剥皮被害度の空間補間図.

IDW法による空間補間によって推定したスギ・ヒノキの剥皮被害度の空間分布を、第2図にそれぞれ示す。スギ剥皮被害度は池田・箕面市南部域でのみやや高かったものの、それ以外の地域は大半が「被害度1」、ところどころに「被害度0」の地域が分布するかたちとなっており、被害地域の大きな偏りは確認できなかった。一方で、ヒノキ剥皮被害度は能勢町から箕面市にかけての北摂地域の中でも西側地域で被害が大きくなっており、東側の高槻市や島本町では大部分が「被害度0」と、被害地域の明確な偏りが見られた。京都府でのスギ・ヒノキの剥皮被害度の空間補間結果を見ると、スギ林では府境界部に「被害度0」及び「被害度1」のみが分布しており¹³⁾、ほぼ同様の結果が得られている。また、ヒノキ林では能勢町に接する部分で被害度が高く、高槻市や島本町に接する部分で被害度が低くなっており¹³⁾、被害地域の偏りがよく対応している。以上のことから、本研究による人工林剥皮被害度の調査結果及び空間補間結果は、妥当なものであると考えられる。

大阪府北摂地域の落葉広葉樹林における下層植生衰退度の調査結果によると、能勢町や箕面市、高槻市の一部などで下層植生衰退度が高くなっている¹¹⁾。本研究でのスギ・ヒノキの剥皮被害度の分布結果と比較すると、スギ林では被害地域に偏りが見られないという点で一致せず、ヒノキ林では能勢町や箕面市で被害度が高いという点では一致するものの、高槻市では被害度が低いという点で一致しない。京都府でも、落葉広葉樹林の下層植生衰退度と人工林での剥皮被害度の間には明確な関係が認められておらず¹³⁾、大阪府でも同様の傾向にあると考えられる。シカによる剥皮被害に対しては、シカ生息密度や餌資源量に応じて発生するという報告²⁸⁾がある一方で、餌資源量と関係なく発生するという報告²⁹⁾もあり、詳細なメカニズムについては不明な点が多い²⁴⁾。下層植生衰退度に対しては、シカ生息密度のほか、傾斜や樹冠の高さ、林分タイプなどが影響することが示されており³⁰⁾、人工林での剥皮被害の発生にも同様に様々な環境要因が影響しているものと予想される。今後はシカ生息密度の空間分布を明らかにするとともに、スギ林やヒノキ林での剥皮被害発生状況とシカ生息密度や様々な環境要因との関係について解析していくことが必要であろう。

IV. 摘要

シカによる人工林被害状況を広域的に把握するために、スギ・ヒノキ人工林において剥皮被害割合を調査し、IDW法を用いて剥皮被害度の空間分布図を作成した。スギ林での剥皮被害度は全体的に低く、大阪府ではスギよりも

ヒノキの方が剥皮被害を受けやすい傾向にあると予想された。スギ林の剥皮被害度には被害地域の偏りが見られなかったのに対し、ヒノキ林での剥皮被害度は北摂の西側地域でのみ高く、被害地域の明確な偏りが見られた。剥皮被害度の分布状況は落葉広葉樹林での下層植生衰退度の分布状況と一致せず、剥皮被害の発生にはシカ生息密度以外にも様々な環境要因が影響しているものと予想された。今後は剥皮被害発生状況とシカ生息密度や様々な環境要因との関係について解析していくことが求められる。

V. 引用文献

- 1) 湯本貴和・松田裕之(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, 212 pp.
- 2) Takatsuki, S. (2009). Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. *Biological Conservation* 142: 1922–1929.
- 3) 環境省(2010). 特定鳥獣保護管理計画作成のためのガイドライン(ニホンジカ編). 環境省, 東京, 52pp.
- 4) Koda, R. and Fujita, N. (2011). Is deer herbivory directly proportional to deer population density? Comparison of deer feeding frequencies among six forests with different deer density. *Forest Ecology and Management* 262: 432–439.
- 5) Akashi, N. and Nakashizuka, T. (1999). Effects of bark-stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) on population dynamics of a mixed forest in Japan. *Forest Ecology and Management* 113: 75–82.
- 6) Côté, S.D., Rooney, T.P., Tremblay, J.-P., Dussault, C. and Waller, D.M. (2004). Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 35: 113–147.
- 7) 柳洋介・高田まゆら・宮下直(2008). ニホンジカによる森林土壌の物理環境の改変: 房総半島における広域調査と野外実験. *保全生態学研究* 13: 65–74.
- 8) Rooney, TP. and Waller, DM. (2003). Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 181: 165–176.
- 9) 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: 1–16.
- 10) 藤木大介・酒田真澄美・芝原淳・境米造・井上巖夫(2014). 関西4府県を対象としたニホンジカの影響による落葉広葉樹林の衰退状況の推定. *日本緑化工学会誌* 39: 374–380.
- 11) 幸田良介・虎谷卓哉・辻野智之(2014). ニホンジカによる森林下層植生衰退度の広域分布状況. 大阪府

- 立環境農林水産総合研究所研究報告 1: 15-19.
- 12) 明石信廣 (2009). 幼齡人工林におけるエゾシカ食害の発生状況とエゾシカ生息密度指標との関係. 日本森林学会誌 91: 178-183.
 - 13) 芝原淳・境米造・井上巖夫・安藤正規 (2014). 京都府におけるニホンジカによる天然林および人工林被害の広域モニタリング. 日本緑化工学会誌 39: 389-394.
 - 14) 林野庁 (2013). 森林・林業白書 平成25年度版. 農林統計協会, 東京, 274pp
 - 15) 小泉透 (2009). 拡大する「沈黙の被害」: ニホンジカによる剥皮害. 森林防疫 58(6): 3-4.
 - 16) 佐野明 (2009). ニホンジカによるスギ, ヒノキ若・壮齡木の剥皮害の発生時期と被害痕の特徴. 哺乳類科学 49:237-243.
 - 17) 大阪府 (2007). 放置森林対策行動計画. 大阪府, 20pp.
 - 18) 長池卓男 (2000). 人工林生態系における植物種多様性. 日本林学会誌 82: 407-416.
 - 19) 井上友樹・村上拓彦・光田靖・宮島淳二・溝上展也・吉田茂二郎 (2007). ニホンジカによる人工林剥皮害と下層植生との関連性. 日本森林学会誌 89: 208-216.
 - 20) 廣石和昭・野口琢郎・近藤洋史・小泉透 (2009). ニホンジカによる人工林剥皮害の時間的・空間的な分布の推移. 森林防疫 58(6): 11-18.
 - 21) Fortin, M-J. and Dale, M. (2005). *Spatial Analysis. A Guide for Ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge, 365pp
 - 22) R Core Team. (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
 - 23) Pebesma, E.J. (2004). *Multivariable geostatistics in S: the gstat package*. *Computers and Geosciences* 30: 683-691.
 - 24) 安藤正規・柴田叡弍 (2006). なぜシカは樹木を剥皮するのか?. 日本森林学会誌 88: 131-136.
 - 25) 池田浩一・小泉透・桑野泰光 (2010) 福岡県におけるニホンジカによる人工林剥皮害発生要因の解明. 福岡県森林林業技術センター研究報告 11: 21-32.
 - 26) 福本浩士 (2011) ニホンジカによるスギ・ヒノキ剥皮害: 生息密度と当年の剥皮害の関係. 日本森林学会大会発表データベース 122: 514-514.
 - 27) 尾崎真也 (2004). 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齡木の樹皮摂食害の実態. 森林応用研究 13: 69-73.
 - 28) 池田浩一・小泉透・桑野泰光 (2009). スギ, ヒノキ人工林におけるシカによる角こすり害の発生要因. 森林防疫 58(6): 5-10.
 - 29) Ando, M., Yokota, H. and Shibata, E. (2004). Why do sika deer, *Cervus nippon*, debark trees in summer on Mt. Ohdaigahara, central Japan? *Mammal Study* 29: 73-83.
 - 30) 岸本康誉・藤木大介・坂田宏志 (2012). 森林生態系保全を目的とした広域モニタリングによるニホンジカの密度管理手法の提案. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 4: 92-105.