

山梨県の亜高山帯針葉樹林におけるコメツガ稚樹へのニホンジカの摂食の影響

林耕太¹¹ 山梨県森林総合研究所

要旨：増加したニホンジカによる森林植生への影響が日本各地で生じている。その影響は高標高域においても例外ではなく、シラビソやオオシラビソといった亜高山帯針葉樹林を構成する樹木で樹幹剥皮が顕在化している。一方でコメツガはシラビソやオオシラビソと比較すると樹幹剥皮の嗜好性は高くなく、比較的軽微な影響で留まっていた。しかし、近年コメツガの稚樹に立ち枯れが多くみられるようになり、ニホンジカの影響が疑われた。そこで本研究では、山梨県南アルプス市の櫛形山において、コメツガ稚樹の立ち枯れとニホンジカによる摂食の関係を調査した。その結果、幹の剥皮率が高いほど生存率が低いことがわかり、ニホンジカによる剥皮の影響が考えられた。

キーワード：ニホンジカ、コメツガ、剥皮、亜高山帯針葉樹林

Impact of bark stripping by sika deer on *Tsuga diversifolia* saplings survivorship at a subalpine forest in Yamanashi PrefectureKohta Hayashi¹¹Yamanashi Forest Research Institute

Abstract: The increasing population of sika deer has had a significant impact on forest vegetation in Japan. This impact is no exception in high-elevation areas, where bark stripping has become prevalent in *Abies veitchii* and *A. mariesii* in subalpine coniferous forests. On the other hand, *Tsuga diversifolia* had been less preferred for bark stripping compared to *A. veitchii* and *A. mariesii*, resulting in a relatively minor impact from deer on this species. However, increased mortality in *T. diversifolia* saplings has become evident and the involvement of sika deer was suspected. In this study, I investigated the relationship between mortality and stem bark stripping of *T. diversifolia* saplings at a subalpine forest in Mt. Kushigata in Minami-alps city, Yamanashi Prefecture. As a result, I found that the higher mortality rate was observed in saplings with higher bark stripping rate, suggesting the influence of bark stripping by sika deer.

Keywords: Sika deer, *Tsuga diversifolia*, Bark stripping, Subalpine coniferous forest

I はじめに

ニホンジカの生息個体数の増加や分布の拡大により、下層植生の衰退や更新障害、立木の樹幹剥皮などの森林への影響が各地で顕在化している(5)。増加したニホンジカは高標高にも多く出没するようになり、亜高山帯針葉樹林においてもニホンジカによる樹幹の剥皮が顕在化している(4, 14, 16)。シラビソやオオシラビソは、比較的胸高直径の小さい個体を中心に多くの個体が剥皮されており、林分構成の変化が懸念されている(1, 4, 8, 9)。一方で、亜高山帯針葉樹林のもう1つの主要な樹種であるコメツガへの樹幹剥皮の選好性は高くなく(12)、シラビソやオオシラビソと比べるとニホンジカの影響は限定的であった(3, 4, 7)。

しかし近年、山梨県内の南アルプスなどの亜高山帯針葉樹林において、コメツガの稚樹の立ち枯れが目立つようになった(図-1)。コメツガの稚樹には幹を剥皮された

個体も認められることから、剥皮による枯死への影響が疑われるが、その関係性は明らかになっていない(3, 7)。



図-1. 立ち枯れたコメツガの稚樹

Fig. 1. Died *Tsuga diversifolia* saplings

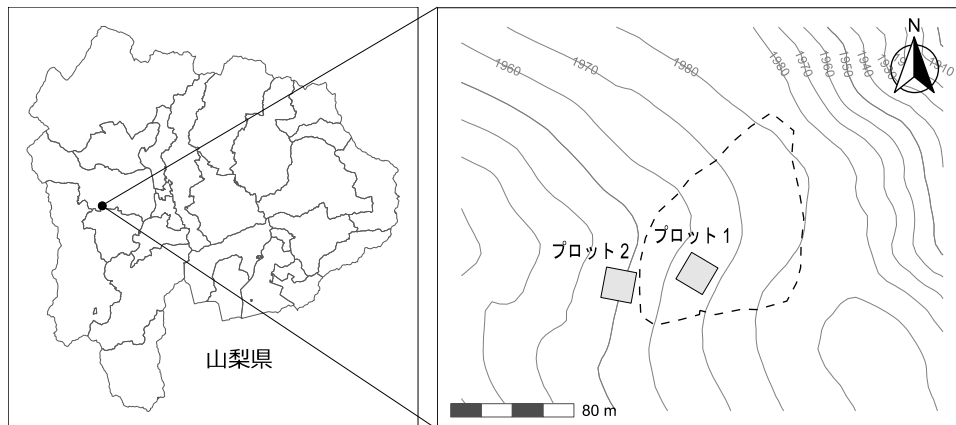


図-2. 本研究で用いた 20 m × 20 m 調査区の位置。右図の点線は調査 2 ヶ月前に設置された植生保護柵の位置を示す

Fig. 2. Location of 20 m × 20 m plots. A dotted line in the right-hand figure indicates the fence installed two months prior to the investigation to protect vegetation

そこで本研究では亜高山帯針葉樹林におけるコメツガ稚樹の立ち枯れの発生状況を把握し、立ち枯れと剥皮の関係を明らかにすることを目的とした。

II 材料と方法

1. 調査地 調査地は山梨県南アルプス市上市之瀬に位置する楡形山の亜高山帯針葉樹林で、標高は 1950～1970 m である (図-2)。楡形山では、アヤメの群生地として有名であるが、ニホンジカによってその開花が激減し(10)、草原植生が大きく変化するなど(10、2000 年代後半からニホンジカの強い影響が報告されている。一方で、森林内のコメツガ稚樹の枯死は、筆者らの観察ではここ数年で目立つようになってきた。

2023 年 12 月、コメツガが優占する林内に 20 × 20 m の調査区を 2 つ設置した。両プロットは約 30 m 離れている。東側の調査区 (プロット 1) はプロット設置の約 2 か月前に南アルプス市が設置した植生保護柵内に位置し、西側の (プロット 2) は柵外に位置する。

2. 調査項目 調査区内の地際直径 (D0) 1 cm 以上で、樹高 1.3 m 未満、若しくは胸高直径 (DBH) 1 cm 未満の立木を稚樹とし、樹種、幹の生死、D0、剥皮率を記録した。D0 はノギスで 2 方向の直径を測定し (0.1 mm 単位)、平均した。死亡している幹は、立ち枯れた状態で幹が根元から残っている場合には対象とした。剥皮率は幹の断面のうち剥皮された周囲の割合とし、10%単位で 0～100 %の間で記録した。

DBH 1 cm 以上の立木は成木とし、樹種、幹の生死、胸高周囲長 (GBH) もしくは DBH、剥皮率を記録した。

GBH はスチールメジャーで地上高 1.3 m の周囲長を測定し (0.1 cm 単位)、円周率で除して DBH に変換した。GBH の測定が困難なものはノギスで DBH を 2 方向測定し (0.1 cm 単位)、平均した。成木については DBH から樹種毎に胸高断面積合計を計算した。

コメツガ稚樹の幹の生死への影響要因を、一般化線形モデル (GLM) を用いて解析した。応答変数に幹の生死、説明変数にプロット、D0、剥皮率を用いた。誤差分布は二項分布、リンク関数はロジットとした。各説明変数の有意性は尤度比検定により評価した。解析には R 4.2.2 (11)を用いた。

III 結果と考察

調査した 2 つの試験区は、死亡幹を除く成木の胸高断面積合計の 78%と 92%をコメツガが占めており、生存する稚樹の本数も 98%と 97%がコメツガであった (表-1)。成木のコメツガは大径木から小径木まで存在し、稚樹は小さいクラスに集中していた (図-3)。ニホンジカの影響が顕著になる前の 1970 年の調査地周辺の森林は、コメツガが優占した林に、ダケカンバなどの落葉広葉樹が混じる林相だったという植生調査の記録があり (15)、当時から高木層の構成の大きな変化は起きていないと考えられた。

剥皮は、出現した樹種のうちダケカンバを除く他の全ての樹種で生じていた。コメツガでは、成木で剥皮された幹の割合は 14%と 16%と両プロットともそれほど高くないのに対して、稚樹では 57%と 51%であり、稚樹で剥皮が多く生じていた。コメツガ成木の剥皮された幹も 5

表-1. 調査地の出現樹種の構成と、成木と稚樹の生存率及び剥皮された幹の割合

Table 1. Composition of tree species, survival rate, and debarking rate of stands in the study plots

樹木種	成木					稚樹		
	本数 ^a	胸高断面積合計 (m ² /0.04ha)	生存率	剥皮 幹率 ^b		本数 ^a	生存率	剥皮 幹率 ^b
プロット1								
コメツガ	14	1.96 (78%)	71%	14%		86	63%	57%
オガラバナ	9	0.18 (7%)	67%	78%		-	-	-
ダケカンバ	2	0.36 (14%)	100%	0%		-	-	-
シラビソ	1	0.01 (0%)	100%	100%		-	-	-
ウラジロモミ	-	-	-	-		1	100%	0%
広葉樹 ^c	1	-	0%	不明		-	-	-
針葉樹 ^c	1	-	0%	不明		-	-	-
プロット2								
コメツガ	19	2.49 (92%)	84%	16%		115	65%	51%
オガラバナ	5	0.15 (6%)	80%	20%		-	-	-
ダケカンバ	1	0.05 (2%)	100%	0%		-	-	-
シラビソ	-	-	-	-		1	0%	100%
ウラジロモミ	-	-	-	-		3	67%	33%
広葉樹 ^c	2	0	0%	不明		-	-	-

a, 既に枯死しているが死亡幹が残存しているものを含む本数

b, 樹皮の剥皮が認められた幹の割合。死亡幹を含むが、腐朽等で剥皮の判別不能だった幹は除く。

c, 枯死後時間が経過しており、樹種の判別が不能だったもの。

本中3本がDBH 6 cm未満であり、サイズの小さい幹が剥皮の被害に遭いやすい傾向が認められた。剥皮された箇所には歯型の食痕が残っているものがあつたことや、樹皮が繊維状にめくれた痕跡は認められなかったことから、オスのニホンジカによる角研ぎではなく、摂食によって生じたものと考えられた。またニホンジカは稚樹の枝葉も摂食し、大きな影響を与えることが知られているが(13), 調査地周辺では顕著な枝葉の摂食は見られておらず、剥皮が主な被害となっていた。

コメツガの稚樹の生存率は63%と65%であり、両プロットとも対象とした幹のうち4割弱が既に死亡していた。コメツガ稚樹の幹の生死へ影響した要因では、プロット間や地際直径には有意な違いが認められなかったのに対

表-2. 一般化線形モデルにおけるコメツガ稚樹の生死に対する各説明変数の尤度比検定の結果の要約。

Table 2. Summary of the results of likelihood ratio test in GLM for the survival of *T. diversifolia* saplings

説明変数	自由度	χ^2	<i>p</i>
プロット	1	0.576	0.448
地際直径	1	0.384	0.535
剥皮率	1	70.966	<0.001

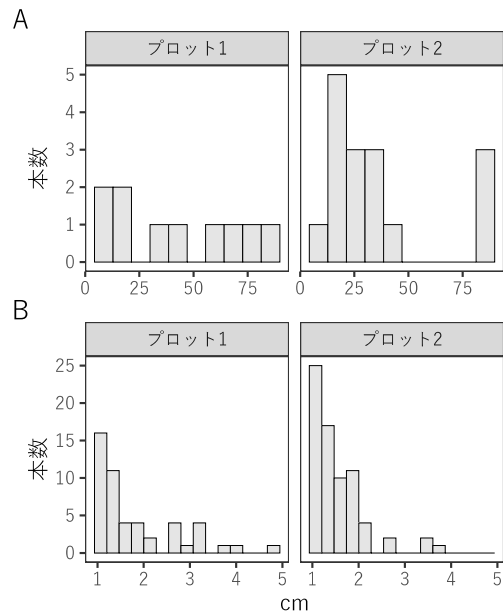


図-3. コメツガ成木の胸高直径 (A) と稚樹の地際直径 (B) のサイズ構成

Fig 3. Size structure of diameter at breast height of adult trees (A) and diameter at ground height of saplings (B) of *T. diversifolia*

して、剥皮率に有意な効果が認められた ($p < 0.001$, 表-2)。幹の剥皮率が高いほど生存率が低い傾向が認められ、剥皮されていない幹では92%が生きていたのに対して、幹の周囲を50%以上剥皮された幹のうち生きていた幹は

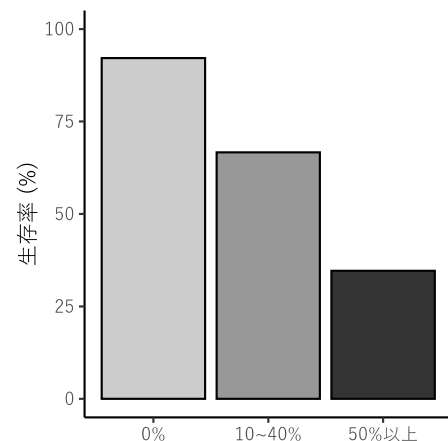


図-4. コメツガ稚樹の剥皮率と生存率の関係。プロット間に有意差が認められていないことから両プロットのデータを合計して用いた

Fig 4. Relationship between bark stripping rate and survival rate of *T. diversifolia* saplings. The data from the two study plots were combined as no significant difference was found

35%のみであった(図-4)。今回の調査では既に死亡している幹の剥皮の程度を測定しているため、死亡後に剥皮が生じた可能性や、樹皮が腐朽等により剥落した可能性も否定できないものの、剥皮がコメツガ稚樹の死亡率に関係があることが示唆された。

先行研究ではニホンジカの剥皮がコメツガ稚樹の生残に及ぼす影響は認められておらず、本研究と異なっていた。長池(7)による富士山麓の亜高山帯針葉樹林における研究では、シラビソやオオシラビソの稚樹の剥皮率が生残に影響する主要因となっていたのに対して、コメツガ稚樹では剥皮率が生残に影響している傾向は認められなかった。また、平岡らによる北八ヶ岳での研究(3)では、コメツガ稚樹は、剥皮の高い累積被害割合を示す一方で、生残割合は他樹種と比較して高く、剥皮を受けても枯死率は低い可能性が示された。これらの研究ではそれぞれ樹高2 mと1.3 m以上を対象としていたのに対して、本研究で扱った稚樹で樹高1.3 mに達していたのは1本のみであった。そのため、剥皮の生残への影響は胸高に達する前の小さいサイズにおいて生じやすいのかもしれない。ただし、本研究では稚樹の幹の生残に対してサイズ(地際直径)の有意な効果は認められておらず、より幅広いサイズ構成を対象とした調査が必要である。

ニホンジカの嗜好性は状況によって変化し、これまであまり食べられなかった植物が、強い採食圧を受けるようになる事例が報告されている(2)。コメツガの稚樹もこれまで強い採食圧を受けていなかったところから、強い採食圧を受けるように変化した可能性がある。稚樹の枯死の増加は森林の将来的な種構成に影響を及ぼすことが懸念されるため、今後の変化を注視していく必要がある。本研究の調査地周辺には、調査の2ヵ月前に南アルプス市が植生保護柵を設置しており、プロット1は柵内、プロット2は柵外に設定されている。今後両プロットを追跡調査して比較することで、ニホンジカによる剥皮が稚樹の生残に与える影響と、その時間変化を明らかにすることが期待される。

謝辞：山梨県森林総合研究所の長池卓男氏には研究のきっかけや多くの助言をいただきました。また玉田勝也氏には厳冬期の調査にご助力いただきました。感謝申し上げます。

引用文献

(1) Akashi N, 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

(2) 藤木大介 (2017) 兵庫県におけるニホンジカの嗜好性植物・不嗜好性植物リスト. 兵庫ワイルドライフモノグラフ9: 118-134

(3) 平岡裕一郎・西村尚之・小山泰弘・岡田充弘・柳澤賢・鈴木智之・新其楽図 (2023) 北八ヶ岳における亜高山帯針葉樹林に及ぼすニホンジカの影響—20年間の観測に基づく森林動態—. *日本森林学会誌*105: 216-224

(4) Iijima H, Nagaïke T (2015) Susceptible conditions for debarking by deer in subalpine coniferous forests in central Japan. *Forest Ecosystems* 2: 33

(5) 梶光一・飯島勇人 (2017) 日本のシカ—増えすぎた個体群の科学と管理. 東京大学出版会, 東京, 272pp

(6) 長池卓男・大津千晶・飯島勇人 (2016) ニホンジカの影響を受けた山梨県形山の半自然草原における植生復元. *水利科学*347: 109-120

(7) Nagaïke T (2020) Bark Stripping by Deer Was More Intensive on New Recruits than on Advanced Regenerants in a Subalpine Forest. *Forests* 11: 490

(8) Nagaïke T (2020) Effects of heavy, repeated bark stripping by *Cervus nippon* on survival of *Abies veitchii* in a subalpine coniferous forest in central Japan. *Journal of Forest Research* 31: 1139-1145

(9) Nagaïke T (2023) Bark stripping by deer disturbs regeneration in a *Larix-Abies* subalpine forest. *Forests* 14: 369

(10) 大津千晶・星野義延・末崎朗 (2011) 秩父多摩甲斐地域を中心とする山地帯・亜高山帯草原に与えるニホンジカの影響. *植生学会誌*28: 1-17

(11) R Core Team (2022) R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria

(12) Takarabe K, Iijima H (2019) Contrasting effect of artificial grasslands on the intensity of deer browsing and debarking in forests. *Mammal Study* 44: 173-181

(13) Takatsuki S (2009) Effects of sika deer on vegetation in Japan: a review. *Biological Conservation* 142: 1922-1929

(14) Takeuchi T, Kobayashi T, Nashimoto M (2011) Altitudinal differences in bark stripping by sika deer in the subalpine coniferous forest of Mt. Fuji. *Forest Ecology and Management* 261: 2089-2095

(15) 山梨県立巨摩高等学校 (1976) 楡形山の自然. 270pp.

(16) Yokoyama S, Maeji I, Ueda T, Ando M, Shibata E (2001) Impact of bark stripping by sika deer, *Cervus nippon*, on subalpine coniferous forests in central Japan. *Forest Ecology and Management* 140: 93-99