

短 報 (Short communication)

長崎県対馬におけるツリーシェルター施工地の 20 年後の状況 ：耐久性と成長した植栽木への影響

安部 哲人^{1)*}、柳本 和哉²⁾、山川 博美¹⁾、野宮 治人¹⁾

要旨

長崎県対馬のヒノキ苗にツリーシェルターを設置して約 20 年間経過後の間伐前の状態を報告した。1999 年にツリーシェルターを設置した 198 本中、75.8% の苗が 2018 年に生存していた。初期の表土移動で倒伏した 24 本を差し引いた 174 本を母数とすると、その後の生存率は 82.2% であった。ツリーシェルターの耐久性は生存個体のうち 37 本が脱落しており、53 本が破れ、53 本が破損なく残存していた。残存する 53 本のほとんどの幹直径はツリーシェルターの径以下であり、成長に伴い脱落すると推測された。間伐までの成林状況から、本仕様のツリーシェルターは 20 年程度放置しても植栽木の変形やツリーシェルターの早期の破損等の問題は発生しにくいと考えられた。

キーワード：ヒノキ、撤去時期、シカ被害、長期耐久性、生存率

1. はじめに

日本の林業ではシカによる食害が 1980 年代後半頃から深刻な問題となっている (池田ら 2001, 稲本 2018)。植栽苗への食害を防ぐ手段としては防鹿柵が有効とされるが、コストや地形などの状況によっては他の手段を選択する場合もある。そのような対策の一つに苗を 1 本ずつ保護する単木保護資材 (以下、ツリーシェルターとする) がある。

一般にツリーシェルターの効果は食害防止や苗の成長促進などが知られている (Potter 1991)。しかし、植栽後の数年間だけの観察事例が多く、10 年以上経過した苗やツリーシェルターの状態に関する報告は少ない。適度な降水のある温帯域では、高さ 1.4m 前後のツリーシェルターを施工した植栽苗は、植栽後 3～4 年でツリーシェルターの高さを超える樹高になり、更に成長してシカの食害可能な高さを超えた苗の状態は調査されないことが多い。これはツリーシェルターが植栽初期のシカ食害を防止するという用途の性質上、仕方のないことであるが、一方で、数少ない長期間の研究事例からは、苗の直径成長の増大に伴うツリーシェルターの締め付けやそれに起因する変形、内部に水がたまることによる幹の腐食、ツリーシェルター自体の破損、プラスチック片による環境汚染の懸念などが報告されている (Evans 1996, Engeman et al. 1999, Arnold and Alston 2012, Robertson 2012)。また、苗の成長初期にはツリーシェルターは効果を発揮しても、その後はツリーシェルターが成長を促進するとは限らないことも指摘されている (Mayhead and Jenkins 1992, Ponder 2003, 矢部ら 2006)。こうしたツリーシェルターの

長期的な効果や影響を明らかにするためには、少なくとも 5 年以上経過した後の状態を研究する必要性が指摘されている (Fike et al. 2004)。そこで、本研究では報告が少ない長期間の事例として、日本のヒノキ *Chamaecyparis obtusa* にツリーシェルターを施工して、約 20 年後の植栽木の生存率やサイズ分布、ツリーシェルターの破損等の状況について報告する。

2. 方 法

長崎県対馬は九州と朝鮮半島の間に位置する面積約 710 km² の島である。島の大部分は森林が占めており、そのうち約 3 割が人工林である。この島では 1970 年代後半から林業におけるニホンジカ *Cervus nippon* による被害が問題になっている (常田ら 1998)。調査対象林分は上県町舟志ノ内 (34°36'40.6"N, 129°24'03.7"E) のヒノキ人工林 1 箇所である。調査地付近の鰐浦気象観測所における 1995 年～2020 年の年降水量は 1434.9 mm、年平均気温は 15.8℃である (気象庁 2021)。調査地は標高 90-130 m、土壌は褐色森林土、地質は新生代古第三紀の堆積層と黒灰色頁岩から成り、北向き山腹斜面で傾斜は 20～30 度である。ヒノキは 1999 年 3 月に治山事業の一環で 345 本が植栽された際にツリーシェルターが施工されており (Photo 1a)、その後の作業履歴はない。この林分では 2018 年にツリーシェルターの撤去と間伐が決まっていたことから、2018 年の 10 月と 11 月に現地調査をおこなった。

ツリーシェルターは平滑なポリプロピレン製で高さ 1.4 m、1 辺 6 cm の正六角柱型、乳白色 (光透過率のカタロ

原稿受付：令和 3 年 8 月 3 日 原稿受理：令和 3 年 10 月 29 日

1) 森林総合研究所 九州支所

2) 長崎県農林技術開発センター

* 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: tetsuabe@ffpri.affrc.go.jp

グ掲載値 70-75%) で通気口がないタイプを用いた (ヘキサチューブ H3W、ハイトカルチャ社)。支柱はポリエチレンコーティングの薄肉鉄鋼管パイプ (長さ 1.7m、径 16mm) 1 本に長さ 60mm × 幅 12 mm のポリプロピレン製タイラップを用いて上下 2 か所で固定した。2018 年の調査時点で設置が確認できたツリーシェルター 198 本 (植栽面積 0.23 ha、861 本/ha) を対象とし、ヒノキの生死と樹高、高さ 140cm (ツリーシェルターの直上) の幹直径、ツリーシェルターの状態を記録した。なお、1999 年に事業で植栽した 345 本のうち今回調査しなかった 147 本のほとんどは事業の余り苗であり、少し離れたスギ林の樹冠下に植栽された。これらは通常の植栽とは状況が大きく異なることから調査対象としなかった。2018 年に調査したヒノキ植栽木は一定間隔で列状に植栽されていたことが確認できたことから、ヒノキとツリーシェルターの両者が消失したことによる初期植栽本数の過小評価はほぼないと考えられる。ツリーシェルターの状態の定義は、破損なしに幹を被覆して保護できている状態を「残存」 (Photo 1b)、幹についてはいるものの、裂けて幹の一部が露出している状態を「破れ」 (Photo 1c)、幹から剥がれ落ちて防護の役目を果たせない状態のものを「脱落」、と定

義した。また、ツリーシェルターの脱落を確認したヒノキでは幹にシカの痕跡がないかどうかを目視で確認した。「破れ」、「脱落」、「残存」の間で生存個体の樹高と直径の違いを明らかにするため、R を用いてウェルチの t 検定を行った (R Core Team 2019)。

3. 結 果

198 本のツリーシェルターうち、ヒノキが生存していたのは 150 本 (生存率 75.8%) であった。一方、30 本 (15.1%) のヒノキは設置したツリーシェルター (の痕跡) はあるものの苗が消失しており、そのうち 17 本はツリーシェルター自体が倒れていた (Fig. 1)。その他、18 本 (9.1%) が立ち枯れ (ツリーシェルター内の立ち枯れ 15 本、ツリーシェルターが脱落して枯れ 3 本)、7 本 (3.5%) は生存しているもののツリーシェルターとともに倒伏していた (Photo 1d, Fig. 1)。幹の剥皮害は「脱落」で 7 本、「破れ」で 1 本確認された。

生存個体のうち倒伏して正常な生育が望めない 7 個体を除いた生存個体 143 本の平均樹高は 8.2m、平均直径 12.7cm であった (Fig. 2)。これら 143 個体のうち、ツリーシェルターが施工当時のままに残っている「残存」では、



Photo 1. 現地の状況写真

(a) 1999 年の施工地の様子、(b) 20 年後に「残存」の状態に残存していたツリーシェルター、(c) 幹の肥大成長によって裂けたツリーシェルター (「破れ」)、(d) 土砂移動に伴い斜面下方に倒伏したツリーシェルター。

「破れ」または「脱落」と比べてヒノキは樹高も直径も小さい個体が多かった（樹高； $F = 22.977$, $df = 2$, $p < 0.001$, 直径； $F = 53.802$, $df = 2$, $p < 0.001$, Photo 1b, Fig. 2）。一方で、生存個体の90本（62.9%）は「破れ」または「脱落」に該当するツリーシェルターの破損が見られ、それらは直径が大きいヒノキ個体が多かった（Photo 1c）。

4. 考 察

ツリーシェルターが「残存」であったヒノキの生存個体はほとんどが直径15 cm未満であった。1辺6 cmの正六角形の内接円直径は約10.4 cmであることから、本研究で用いた仕様のツリーシェルターは幹の肥大成長に伴い、破れて脱落していく可能性が高いと考えられる。本

研究で用いたツリーシェルターは六角柱タイプであり、このようなツリーシェルターは樹木の成長で内部から圧がかかると角の部分から裂けやすいことが指摘されている（Potter 1991, Jacobson 2004）。また、支柱と連結するタイラップも経年劣化と内部からの圧により外れていた。このため、本研究ではEvans (1996)が指摘するような幹が締め付けられる事例はなく、ツリーシェルターを長期間設置することで想定される植栽木への負の影響は重大ではなかった。一方で、このシェルターを放置した場合、生分解性でないためプラスチックが環境中に残存するという問題が残る。従って、ツリーシェルターの回収は必須となるものの、幹の締め付けがなかったことから、植栽木の成長に合わせた回収の時期を強制されないことはツリーシェルターを使用し易くする要素の一つであろう。ただし、留め具の仕様がリングの場合は自然に外れにくいこと、ツリーシェルターが自然に外れた場合でも、成長した幹が支柱を巻き込むことはリスクとして留意すべきであろう。また、今回の調査後に行われたツリーシェルターの撤去作業は間伐と同時に実施され、間伐と撤去の全行程に4人で1日（約6時間、0.23ha）を要した。撤去作業はカッターナイフで切れ込みを入れて外していき、これ自体は負担となる作業ではなかったが、林外に撤去した資材を持ち出す運搬作業は追加の労力と考えられた。環境中に放置可能な生分解性のツリーシェルターでない場合は、こうした撤去作業をコストとして計画する必要がある。

倒伏していたツリーシェルターでヒノキが生存していたものが7本（3.5%）、死亡（消失）が17本（8.6%）あった。現地は傾斜地であり、表土が下方に動いた様子が観察されており、土砂移動が倒伏の原因と考えられる。一般にツリーシェルターは傾くと植栽木の品質が低下するため、垂直に設置することが重要である。積雪地では雪

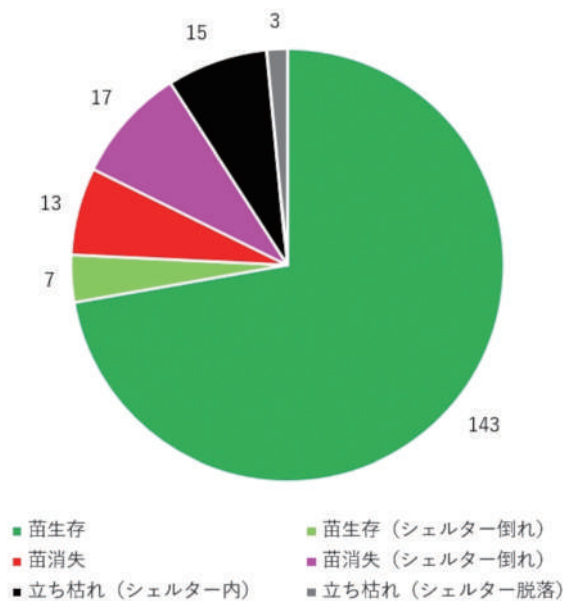


Fig. 1. ツリーシェルターと苗の2018年における状態の内訳.

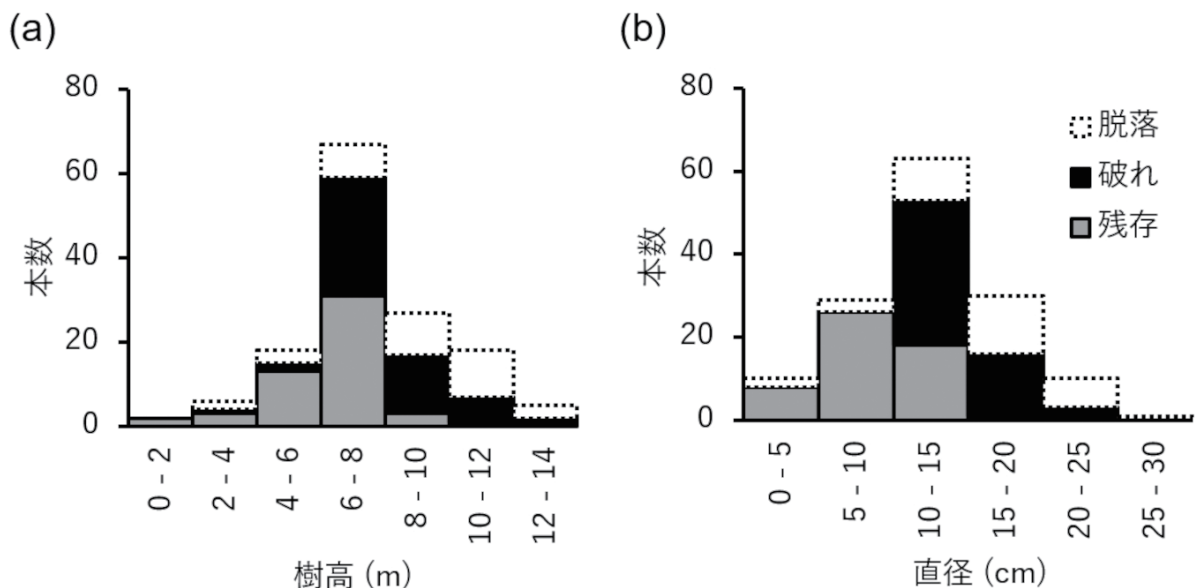


Fig. 2. 20年後のヒノキ生存個体のサイズとツリーシェルターの状態の頻度分布.
(a) 樹高、(b) 直径.

の重みでツリーシェルターが傾くリスクがある急傾斜地を避けることが推奨されている（村瀬 2017, 小野 1999）が、本研究のように表土層が動きやすい傾斜地でも同様のことが指摘できる。倒伏した 24 本については設置の問題であり、ツリーシェルターによる苗への長期的効果とは異なる事象であるため集計から除外すると、ツリーシェルターを設置したヒノキの母数 174 本の生存率は 82.2% (143/174) となる。これらの結果から、最初にツリーシェルターを正常に設置することができれば、シカの生息地におけるツリーシェルターの植栽木への長期的影響は懸念されるほど大きくなく、ツリーシェルターの撤去についても時期が限定されるものではなかったといえる。

ツリーシェルターが脱落または破れたために発生した、シカによるヒノキ樹皮への被害率は 4.6% (8/174) であった。環状剥皮の個体はなく、ヒノキが 20 年生の個体であることを考えると、この剥皮害で死亡するとは考えにくい。材としての価値が下がる可能性はある。調査地付近では施工当時のシカの生息密度は糞粒法により 4.7 頭/km² と推定されていた（自然環境研究センター 1998）が、その後、最新の記録では糞塊法で約 50 頭/km²（長崎県 2016）と推定されており、大幅に増加している。従って、ツリーシェルターは造林初期の苗に対するシカ食害防止の役目は果たしたが、ある程度成長した後の幹への剥皮害に対してはツリーシェルター撤去後も吉本・吉岡 (2001) のような別の保護資材による対策が必要かもしれない。

謝 辞

本研究は（国研）森林研究・整備機構森林総合研究交付金プロジェクト「九州・四国地域の若齢造林地におけるシカ被害対策の高度化」（課題番号 201703）による成果の一部である。対馬森林組合北部支所には調査に協力いただいたことを、心よりお礼申し上げる。

引用文献

- Arnold, J. C. and Alston, S. M. (2012) Life cycle assessment of the production and use of polypropylene tree shelters. *J. Env. Manag.*, 94, 1-12.
- Engeman, R. M., Anthony, R. M., Barnes Jr., V. G., Krupa, H. W. and Evans, J. (1999) Evaluations of plastic mesh tubes for protecting conifer seedlings from pocket gophers in three western states. *West. J. Appl. For.*, 14, 86-90.
- Evans, J. (1996) When to remove Tubex tree shelters – notes from a closely observed plantation. *Quart. J. For.*, 90, 207-208.
- Fike, J. H., Buergler, A. L., Burger, J. A. and Kallenbach, R. L. (2004) Considerations for establishing and managing silvopastures. *Forage and Grazinglands*, 2, 1-5.
- 池田 浩一・小泉 透・矢部 恒晶・宮島 淳二・讃井 孝義・吉岡 信一・吉本 喜久雄・住吉 博和・田 實 秀信 (2001) 九州におけるニホンジカの生態と被害防除. *森林防疫*, 593, 167-184.
- 稲本 龍生 (2018) シカによる森林被害の現状と対策. *仙道*, 48, 7-13.
- Jacobson, M. (2004) Tree shelters; a multipurpose forest management tool. *Penn State Extension*, 7, 1-8.
- 気象庁 (2021) 各種データ・資料. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_amd_ym.php?prec_no=84&block_no=1453&year=&month=&day=&view=. (参照 2021-6-30)
- Mayhead, G. J. and Jenkins, T. A. R. (1992) Growth of young sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) and the effect of simulated browsing, staking and tree shelters. *Forestry*, 65, 453-462.
- 村瀬 祐司 (2017) 広葉樹植栽木が幼齢時に受ける食害と雪害の低減対策. *技術開発ニュース*, 156, 33-34.
- 長崎県 (2016) H27 年度ニホンジカ生息状況等調査（長崎県全域）業務委託報告書. 玉野総合コンサルタント, 68 pp.
- 小野 裕章 (1999) ヘキサチューブを用いた豪多雪地帯における造林木の根本曲がり防止試験. *Phytoculture*, 13, 2-7.
- Ponder Jr., F. (2003) Ten-year results of tree shelters on survival and growth of planted hardwoods. *North. J. Appl. For.*, 20, 104-108.
- Potter, M. J. (1991) Treeshelters. *Forestry Commission Handbook No.7*, 48pp.
- R Core Team. (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Robertson, D. (2012) Trees, deer and non-native vines: two decades of northern Piedmont forest restoration. *Ecol. Rest.*, 30, 59-70.
- 自然環境研究センター (1998) ツシマジカ生息状況調査報告書. 財団法人自然環境研究センター, 82pp.
- 常田 邦彦・北浦 賢治・須田 和樹 (1998) 長崎県対馬におけるニホンジカのコントロール. *哺乳類科学*, 38, 334-339.
- 矢部 浩・前田 雄一・西 信介 (2006) ブナ植栽木におけるツリーシェルターの効果. *森林応用研究*, 15, 1-6.
- 吉本 貴久雄・吉岡 信一 (2001) ツシマジカの被害実態と生息密度の推定. *長崎農林試研報（林業）*, 31, 1-14.

Effects of treeshelters 20 years after installation in Tsushima Island, Nagasaki Prefecture: Durability and impact on planted trees

Tetsuto ABE^{1)*}, Kazuya YANAGIMOTO²⁾, Hiromi YAMAGAWA¹⁾ and Haruto NOMIYA¹⁾

Abstract

We reported the condition after 20 years installing treeshelters on *Chamaecyparis obtusa* seedlings in Tsushima Island. Of the 198 seedlings that installed treeshelters in 1999, 150 (75.8%) were alive in late 2018. Since 24 seedlings had fallen due to the movement of surface soils, which is considered as accident during the initial period, the survival rate of the seedlings was 82.2% when the denominator was 174 seedlings after deducting this. Regarding the durability of the treeshelter, 37 of the surviving individuals were dropped, 53 were break, and 53 remained in a normal state. However, since the most of the 53 *C. obtusa* with the normal state treeshelter did not reach the diameter of treeshelter, they would likely to fall off when the seedlings grow. The treeshelter used in this study is unlikely to occur problems such as deformation of planted trees and early break of treeshelter even if it is left until thinning.

Key words : *Chamaecyparis obtusa*, timing of treeshelter removal, deer damage, long-term durability, survival rate

Received 3 August 2021, Accepted 29 October 2021

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

2) Nagasaki Agricultural and Forestry Technical Development Center

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

