

雪と造林

第 18 号



平成 31 (2019) 年 3 月

豪雪地帯林業技術開発協議会

発刊にあたって

豪雪地帯林業技術開発協議会は、豪・多雪地帯における林業技術の開発と林業振興を目的に昭和45年に創設され、平成31年度で創立49年を迎える歴史のある会です。現在は、林業に関する公設試験研究機関のうち、秋田県、新潟県、長野県、岐阜県、富山県、石川県、鳥取県の7県で構成されています。

日本は、国土の約66%が森林で覆われた世界有数の森林国であり、その森林の約41%は人が植えてきた人工林です。また、国土の51%が豪雪地帯で、特に日本海側の地域は世界に類を見ない豪雪環境にあり、森林の育成にあたって雪の影響を無視できません。近年は、気候変動の影響により降雪量は減少傾向にあるものの、集中的な降雪による豪雪被害の頻度は高まっているようです。一方、林業サイドでは、全国的に人工林資源が成熟し本格的な利用期を迎える中、平成31年度から「森林環境譲与税」や「新たな森林管理システム」が施行されるなど、日本の林政の大転換期を迎えようとしています。しかし、時代が変わっても豪・雪多雪地帯が抱える課題はなくなることはなく、本協議会の活動は、豪・雪多雪地帯における林業的課題の解決の場としてまだまだ重要な役割を持っていると考えます。

本協議会では、これまでに雪と関わりながら試験研究を行ってきており、近年は広葉樹林施業や混交林施業、公益的機能保全等、時代に応じて研究の内容なども多岐に変化してきました。これらの研究成果は、豪・多雪地帯における森林造成管理の専門普及書として、「雪に強い森林の育て方」(1984)、「雪国の森林づくり」(2000)、「広葉樹の森づくり」(2014)の3冊を発刊されており、各時代の森林施策の方向性を反映した内容となっています。平成26年度からは「雪国の低コスト林業」をテーマとして、コンテナ苗木の育成や下刈り労力の負荷低減などの研究に取り組んでいます。

本協議会の機関誌である「雪と造林」は、本協議会の研究成果を取りまとめたもので、今回は18号目の発刊となります。研究成果の一端ではありますが、本書が雪国の森林・林業の発展に貢献できれば幸いです。

2019年3月

豪雪地帯林業技術開発協議会会長

鳥取県林業試験場

場長 大北 誠

目次

発刊にあたって

多雪地における植栽密度の異なるスギ若齢林の構造 —低密度植栽による施業体系の基礎として—

和田 覚（秋田県林業研究研修センター）・・・・・・・・・3

雪圧害履歴のあるスギ人工林のための長期的管理計画の策定方法

塚原 雅美（新潟県森林研究所）・・・・・・・・・7

再造林コストを削減するために —伐採・造林一貫作業の生産性とコスト—

大矢 信次郎（長野県林業総合センター）・・・・・・・・・10

スギ林内に導入した落葉広葉樹が受けた諸被害と初期成長

渡邊 仁志（岐阜県森林研究所）・岡本 卓也（岐阜県環境管理課）・・・・・・・・・14

スギコンテナ苗と裸苗の植栽初期の根元曲がりの形成

関子 光太郎（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）・・・・・・・・・19

多雪地帯での低コスト再造林技術 —雪起こし省略試験—

小谷 二郎（石川県農林総合研究センター林業試験場）・・・・・・・・・23

ニホンジカ食害防護資材の耐雪性能の検討

矢部 浩（鳥取県林業試験場）・・・・・・・・・27

豪雪地帯林業技術開発協議会規約・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32

多雪地における植栽密度の異なるスギ若齢林の構造

—低密度植栽による施業体系の基礎として—

和田 覚（秋田県林業研究研修センター）

I はじめに

秋田県における従来のスギ人工林施業体系は、在来工法に適した通直で節の少ない正角用丸太の生産を目標としており、3,000本/haの植栽と間伐の繰り返しを基本にしている。この体系のもとに育成され、成立したスギ人工林は、林齢のピークが標準伐期である50年に達しており、今後、積極的かつ計画的な主伐と再生林により次世代に森林資源を継承していく必要がある。しかし、近年の皆伐に対する再生林の面積比率は20%前後と低迷しており、原因として再生林コストの高さが指摘され、その低減が求められている。また、近年の木材需要の構造は、製材用から、合板用・集成材用にシフトしており、こうした並材を生産目標とする施業体系についても、再生林の際の選択肢として整備する必要がある。低密度植栽は、並材を生産する際の低コストの造林手法として注目されているものの、実践例は少なく実態は明らかでない（松本ら 2015）。そこで、従来の3,000本/haのほか、2,000本/ha及び1,000本/haの密度で植栽されたスギの若齢林について調査し（野口・和田 2017）、林分構造の比較などから低密度植栽の可能性について検討した。

II 調査地と調査方法

調査は秋田県由利本荘市岩城にある亀田県有林内に設定した試験地（標高200～240m）で行った。試験地から約8km離れた大正寺観測所（秋田市雄和新波）における年降水量は1,975mm、年平均気温は10.4℃である（1981～2010年の平年値）。試験地における最深積雪深は、県有林入り口にある福俣集落（標高46m）での実測値が100cmであることから、それを超えると推定される。1998年に61年生のスギ人工林を皆伐した跡地に、2002年の4月に、それぞれ1,000本/ha、2,000本/ha、3,000本/haの3通りの密度による植栽区をそれぞれ0.50ha、0.50ha、0.44ha設け、正方形植えてスギを植栽した。植栽翌年から5年間にわたって下刈りが実施されたが、除伐は行われていない。

2004年4月に、1,000本区に1,000m²（40×25m）、2,000本区に500m²（25×20m）、3,000本区に400m²（20×20m）のプロットを植栽区内に設置し、プロット内のスギ植栽木を個体識別した。2009年、2013年の春季に、樹高及び胸高に達している個体の胸高直径を測定し（写真-1）、植栽後7年を経過した時点から4年間の年当たりの平均胸高直径成長量を求めた。測定時に形質不良（二又、先折れ、倒伏、曲がり、斜立）がある個体については、その状態を記録した。2014年の9月に、プロット内に侵入した胸高直径3cm以上の高木、亜高木性樹種の樹高と胸高直径を測定した。

III 結果と考察

表-1に示すとおり、12年生時の生存率は1,000本区で若干低かったものの、いずれの植栽区も



1,000 本/ha 区



2,000 本/ha 区



3,000 本/ha 区

写真－1. スギの植栽密度試験地の状況 (2013年4月秋田県由利本荘市 亀田県有林内)

90%前後の個体が生存していた。個体のサイズや形状については、胸高直径および樹高のいずれも、植栽区間で平均値に有意な差が認められた。1,000 本区では、2,000 本区及び3,000 本区に比べて有意に胸高直径が大きく、2,000 本区よりも有意に樹高が高かった。直径は、低密度植栽の下で相対的に樹木個体間の競争が少なかったことによるものと考えられた。一方、樹高は直径と異なり、植栽密度の影響は受けにくく主に地位によって決まるとされており、試験区間の微地形の違いが影響しているものと考えられた。林分材積は、植栽密度が高いほど大きな値を示し、現段階ではサイズよりも密度の影響が支配的であった。形状比は、植栽区間で有意な差は認められなかった。図－1に示すとおり、胸高直径階別の本数頻度分布については、植栽密度が低い区ほど、個体サイズのばらつきが大きく、その変動係数は1,000 本区 0.39、2,000 本区 0.36、3,000 本区 0.21 であった。植栽密度が低い区ほど、将来、サイズや年輪幅の不揃いな林分になることが示唆された。

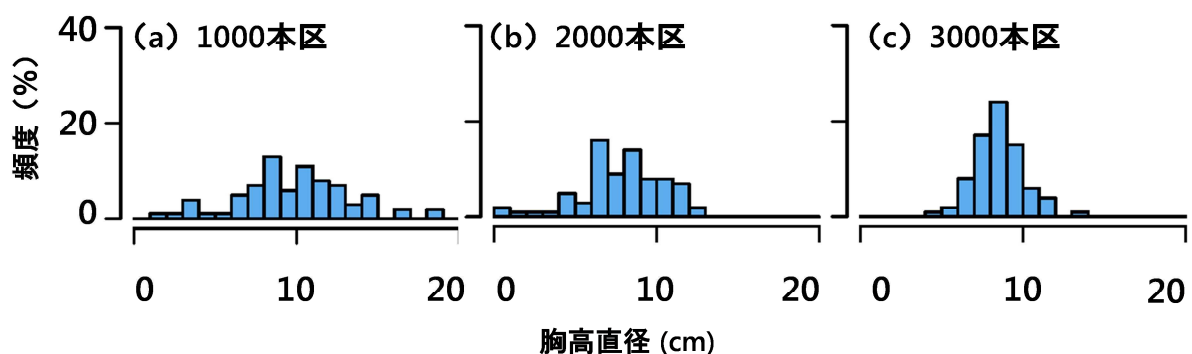
2009 年から 2013 年の間のスギ植栽木の年当たりの平均直径成長量は、1,000 本区 1.41cm (変動係数 0.35)、2,000 本区 1.09cm (0.29)、3,000 本区 1.13cm (0.19) で、1,000 本区で他の 2 区に比べて有意に大きかった。直径成長から算出される年輪幅は 0.7mm で、規格値 (JAS 甲種構造材 1 級 0.6mm 以下) を上回ることから、1,000 本区では材質の低下が懸念された。

形質不良 (誤伐履歴のある木を除く) の発生割合を図－3に示す。1,000 本区では、曲がり・斜立の割合が高く、何らかの形質不良が記録された個体は全体の約 25% であった。2,000 本区では 20% を下回り、3,000 本区では 10% に満たなかった。1,000 本区及び 2,000 本区で樹高の低い個体において形質不良木の占める割合が高い傾向がみられたものの、形質不良木はいずれの植栽区でも幅広い樹高階にわたって分布していた。本試験地においては、5 年間にわたって下刈りが実施されたにもかかわらず、林内にクリ、コナラ、ミズナラおよびアカマツなどの高木性樹種の天然更新木が豊富に見られた。1,000 本区及び 2,000 本区では、植栽木と天然更新木を合計した全立木密度の 40% 以上を天然更新木が占めるに至っていた (表－1)。これら、天然更新木がスギ植栽木の成長や形質に影響を及ぼし、植栽本数に対する天然更新木の割合が大きい 1,000 本区ほどその影響は大きいと考えられた。図－4に示すとおり、1,000 本/ha 区では、幼齢時の雪圧害によって、二又、曲がりなどの形質不良木の発生率が高く、生存木の約 30% に達しており、これらを除いた健全木本数は収穫表における標準伐期齢 (50 年生) 時の本数を既に下回った。これらの結果から、1,000 本/ha 以下の植栽では量と質の両

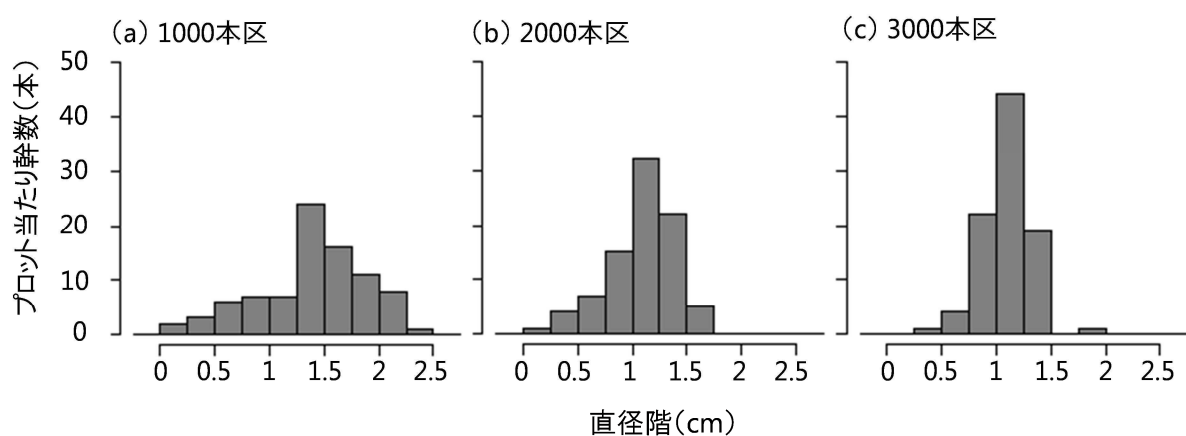
面で、これまでの標準的な資源量の確保は難しいと判断された。一方、2,000本/ha区の場合は、間伐の削減などで、従来の3,000本/ha区と同等の資源量の確保が十分に見込まれた。ただし、2,000本/ha以下の植栽では広葉樹の定着量が従来よりも多く、除伐コストが増加する可能性がある。今後、スギと広葉樹の競合関係について解明していく必要がある。

表－1. 各調査区の測定結果の概要

		植栽密度 (ha ⁻¹)		
		1000本区	2000本区	3000本区
植栽スギ (2013年測定)	生存率 (%)	88.8	94.2	94.0
	材積 (m ³ ha ⁻¹)	20.8	24.8	36.6
	平均樹高 (cm)	604	505	548
	平均胸高直径 (cm)	9.8	7.9	8.5
	形状比 (H/D)	63.5	68.5	65.2
天然更新木 (2014年測定)	立木密度 (本/ha)	780	1,340	625
	平均樹高 (cm)	475	431	422
	平均胸高直径 (cm)	5.2	4.7	3.9
	胸高断面積合計 (m ² /ha)	1.92	2.61	0.82



図－1. 試験区別の胸高直径階別本数頻度分布



図－2. 2009年から2013年のスギ植栽木の年当たりの平均胸高直径成長量の分布

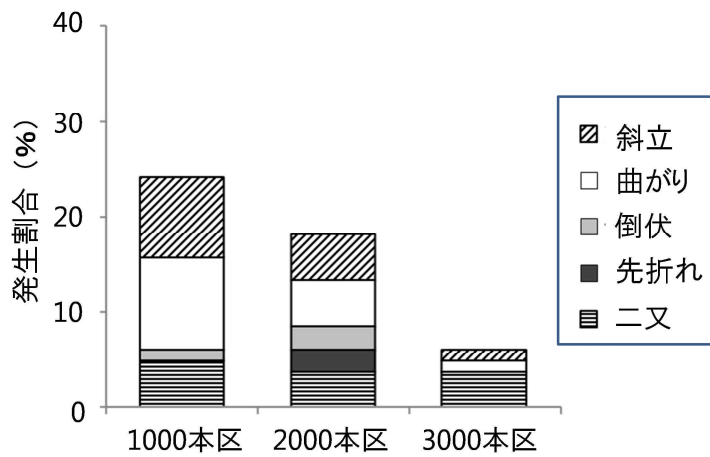


図-3. スギ植栽木の形質不良木の発生割合

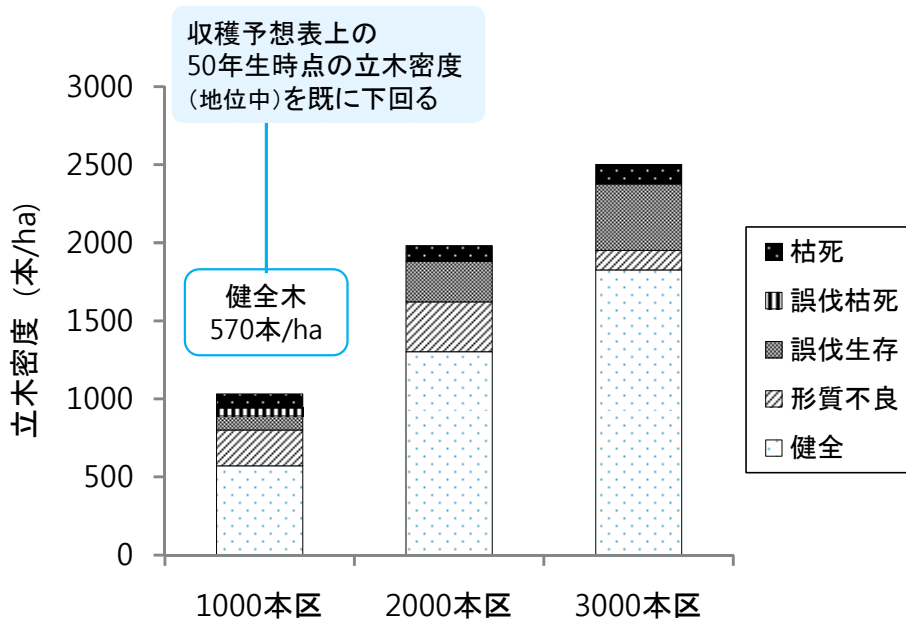


図-4. スギの優良木・形質不良木の立木密度

引用文献

松本和馬・小谷英司・駒木貴彰 (2015) : 東北地方における低コスト再造林の実用化と課題. 東北森林科学会誌 20 (1) : 1~15

野口麻穂子・和田覚 (2017) : 秋田県における植栽密度の異なるスギ若齢林の林分構造と成長. 日林誌 99 : 41~45

雪圧害履歴のあるスギ人工林のための長期的管理計画の策定方法

塚原 雅美 (新潟県森林研究所)

I はじめに

現在人工林の多くは成熟し、収穫が進められている。造林初期に多大な労力を必要とする多雪地では、皆伐・再造林を避け抜き伐りによる収穫を選択することが多い。そのため高齢級林分の増加が予想され、管理計画の再構築が求められている。管理計画の構築にあたっては林分密度管理図が全国的に利用されている。しかしながら多雪地においては、密度管理図は推定誤差が大きいことが指摘され、適用方法の混乱などが認められるなど、活用困難な面があった。そこで本研究では、積雪地に成立したスギ人工林において林分密度管理図の適切な活用方法を示すことおよび管理計画再構築のための収穫対象木の抽出方法を示すことを目的とした。

II 試験地及び調査方法

新潟県下越地方から比較的閉鎖の進んだスギ人工林 35 林分を選定し、毎木調査を行った。調査対象地域の標準伐期齢は 45 年、植栽密度は 2,500~3,000 本/ha で、実生苗の使用が一般的である。地域内は同一の施業基準が定められていることから施業方法に大きな違いはないが、環境要因には最深積雪 100~250 cm の幅がある。毎木調査は、林分形状にあわせて 900、1,600、2,000 m² の調査プロットを設定し、植栽木の樹高、胸高周囲長、樹冠長、根元曲がり記録した。この時、樹冠が林冠に達している林木は、上層木として他と区別した。根元曲がりには地上 1.5m の高さでの幹の水平方向へのずれの長さとし、樹冠長は樹高から枝下高を差し引いた長さとした。

林分材積は、(1) 式 (塚原 2005) によって求めた個体幹材積を林分ごとに積算した理論値を求めた。以後これを実測材積 (V_a) とする。

$$v = d^2 \cdot h / (23436.15 + 150.34 \cdot d) \quad (1)$$

v , 個体幹材積 (m³); d , 胸高直径 (cm); h , 樹高 (m)

そして、林分密度管理図の適切な活用方法を検討するため、裏東北・北陸地方スギ林分密度管理図 (林野庁 1999) に示されている (2) 式に林分内のすべてのスギ (植栽木) の平均樹高 (H) と本数密度 (N) を代入して推定林分材積 (V_e) を求め (3) 式によって推定林分材積 (V_e) の誤差率を求めた。

$$V_e = (0.060047 \cdot H^{-1.352337} + 3743.3 \cdot H^{-2.824828} / N)^{-1} \quad (2)$$

V_e , 推定林分材積 (m³/ha); H , 平均樹高 (m); N , 本数密度 (本/ha)

$$Dr = (| V_e - V_a | / V_a) \cdot 100 \quad (3)$$

Dr , 推定林分材積の誤差率 (%); V_e , 推定林分材積 (m³/ha); V_a , 実測材積 (m³/ha)

さらに管理計画再構築のため、樹高順位を用いて収穫対象木を定量的に選木する方法として次の方

法を検討した。すなわち、地位指数曲線を用いて想定伐期での林分毎の到達樹高を求め、その到達樹高の目標密度を相対幹距などの密度指標により定めて、樹高順位が目標密度以内の上位木を収穫対象木とする方法である。この想定伐期、相対幹距は任意に定める値だが、本研究では便宜的に想定伐期を100年生、目標密度を想定伐期に相対幹距=20となる密度とした。なお、この相対幹距は、吉野地方の長伐期人工林の相対幹距13~20%（高橋・竹内 2007）に準じて定めた。また、地位指数曲線については、新潟県内のデータを用いて、想定伐期の100年生に対応する地位指数曲線を新たに調整して用いた。

III 結果と考察

表-1に調査林分の概況を示す。調査の時に記録した上層木の本数率は平均63.6±13.8%（表-1）と、積雪の影響が少ない地域の上層木本数率80.9~100%（田中 1983）に比べ20%低かった。これは競争によって生じる劣勢木よりも多い劣勢の下層木が多雪地では生じていることを示し、若齢期に受けた雪圧害などの影響によるものと考えられた。

図-1に実測材積（ V_a ）と推定林分材積（ V_e ）の関係を示す。この図から推定林分材積（ V_e ）の過小推定傾向が認められた。誤差率（ D_r ）の平均値と標準偏差は23.9 ± 12.6%であった。林分密度管理図は被圧木、枯損木を除いた上層樹高を用いるものとされている（林野庁 1999）。調査林分は上記のように上層木の本数率が低いことが推定誤差を大きくする要因となっていると考えられた。そこで調査の時に記録した上層木に限定したデータで実測材積（ V_a' ）、推定林分材積（ V_e' ）、誤差率（ D_r' ）を求めた。その結果、誤差率（ D_r' ）は11.4±8.6%となり、過小推定傾向は低減した（図-2）。

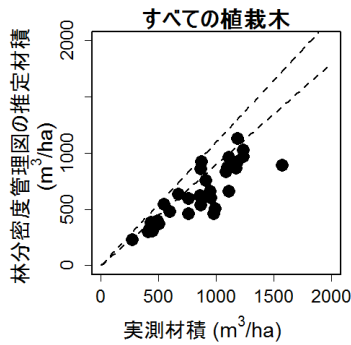
さらに樹高順位を用いて収穫対象木を選木したところ、収穫対象木の本数密度は最小100本/ha、最大338本/ha、平均189本/haとなり、根元曲がりの少ない個体を選定でき（図-3）、林齢と胸高直径との関係もより明瞭となった（図-4）。

これらの結果から、管理対象を上層木に限定すると推定誤差は低下すると言えたが、実際には上層木とそれ以外の木の大きさが連続的に変化していて明確に区分できない林分が多雪地には多い。広葉樹施業、長伐期林業では、主木や永代木（高橋・竹内 2007）など大きい個体、形質の良い個体を選抜し育成する方法が一般的である。また、雪圧害の発生している若齢段階のスギ人工林を調査した野表（1989）も、その時点での優勢な健全木の密度をその後の管理方針の指標としている。樹高順位を用いた選木方法は、これらの考え方もも整合することから管理計画の再構築に際して有用な方法になると考えられる。

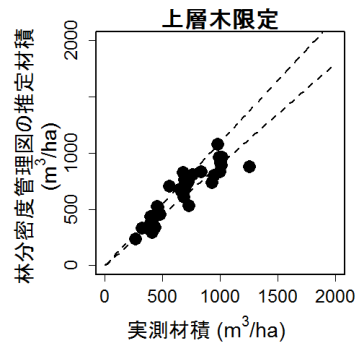
表-1. 調査した35林分の概要

	平均値±標準偏差
林 齢 (年)	67 ± 26
樹 高 (m)	23 ± 6
胸高直径 (cm)	35 ± 9
本数密度 (本/ha)	783 ± 360
胸高断面積 (m ² /ha)	74 ± 18
上層木本数率 (%)	63.6 ± 13.8

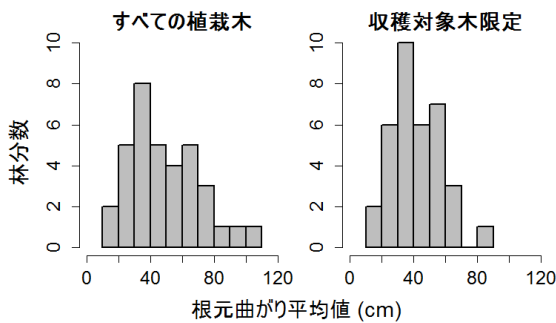
1) 林齢は新潟県の森林簿から求めた値。その他は枯損・幹折れ木をのぞいた毎木調査データより求めた値。



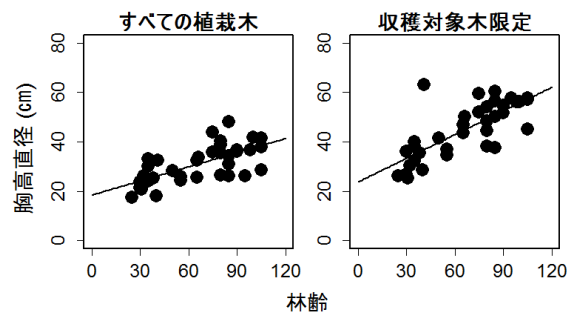
図一 1. 林分内のすべてのスギ（植栽木）を対象とした時の林分密度管理図の推定誤差
 ※実測材積は単木材積の積算値（より実測値に近い理論値）。
 ※点線は誤差率±10%の範囲を示す。



図一 2. 上層木に限定した時の林分密度管理図の推定誤差
 ※実測材積は上層木に限定した単木材積の積算値（より実測に近い理論値）。
 ※点線は誤差率±10%の範囲を示す。



図一 3. 根元曲がりの林分平均値の度数分布
 ※根元曲がりは地上 150 cm での傾幹幅（根張り含む）。
 ※収穫対象木限定：想定伐期 100 年生、目標密度を相対幹距=20 とした時の目標密度以内の樹高順位の立木に限定した値。
 ※すべての植栽木：林分内に生残している植栽木すべてを対象とした値。



図一 4. 林齢と平均胸高直径の関係
 ※収穫対象木限定：図一 3 と同様。
 ※すべての植栽木：図一 3 と同様。

IV おわりに

雪圧の影響を受けやすい多雪地の人工林においては、その影響が高齢級になっても持続するため林分密度管理図による材積推定には注意が必要である。樹高によって並べ替え上位木を中心に管理することで形質の優れた立木を選木でき、成長予測もよりの確にできるだろう。しかしながら、想定伐期をより長くするためにはそれに対応した地位指数曲線が必要である。

引用文献

野表昌夫 (1989) : 湿性豪多雪地帯におけるスギ人工林の雪害と育林技術. 新潟県林業試験場. pp56
 林野庁 (1999) : 人工林林分密度管理図. 日本林業技術協会
 高橋絵里奈・竹内典之 (2007) : 吉野林業地における長伐期高品質大径材生産林の陽樹冠管理. 日林誌 89 : 107~112
 田中和博 (1983) : 林齢に伴う直径分布型および樹高分布型の変化に関する一考察. 日林誌 65 : 473~476
 塚原雅美 (2005) : 新潟県高齢級スギ大径材への適用可能な材積式の検討. 新潟森林研報 46: 5~8

再造林コストを削減するために

―伐採・造林一貫作業の生産性とコスト―

大矢 信次郎（長野県林業総合センター）

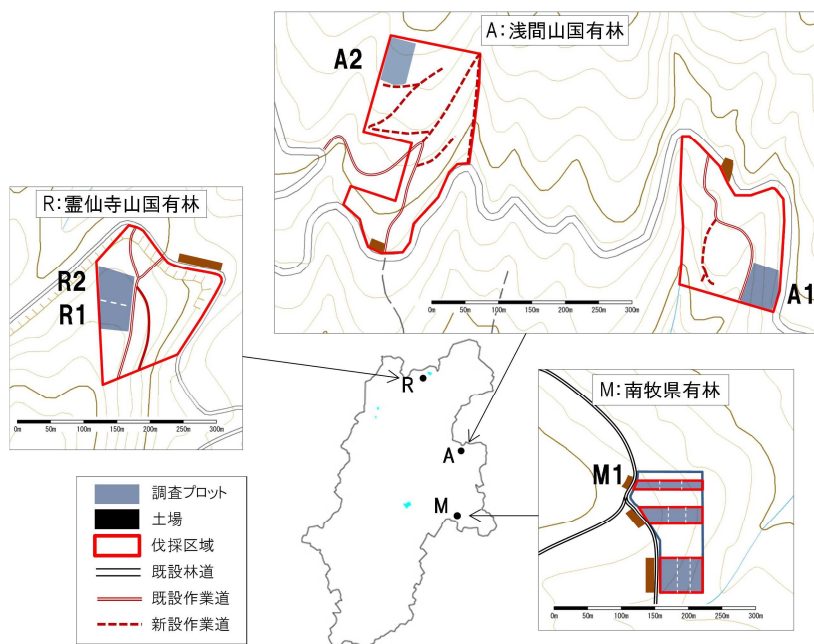
I はじめに

高密度・低コスト路網の整備や高性能林業機械の導入により、日本各地の素材生産現場では間伐作業を中心に伐出効率の向上が図られ、生産性が向上してきている（林野庁 2015）。一方、政府が掲げる「林業の成長産業化」のためには、国産材を安定的に供給する体制が不可欠であり、今後は間伐だけでなく皆伐を計画的に行い、供給量を増やしていく必要がある。皆伐を行う場合、伐採跡地を確実に森林として更新するために再造林を進めなければならないが、森林所有者にとってそのコストは大きな負担となることから、皆伐・再造林作業においてもコスト削減技術の開発と実証が求められている。そこで本研究では、積雪・寒冷地の長野県において再造林コストの低減を図るため、近年取り組みが進みつつある伐採・造林一貫作業（森林総研 2013）により伐出機械の造林作業への適用を図りながら、皆伐から植栽までの各作業工程における生産性調査、コンテナ苗の特性評価等を通じて、低コスト更新作業システム及びコンテナ苗等の利用技術の検討を行った。

II 車両系システムによる皆伐作業の生産性

緩傾斜地における車両系作業システムによる伐採・造林一貫作業における皆伐作業の生産性を把握するために、高密度路網が整備された浅間山国有林（以下、試験地 A1、A2）、霊仙寺山国有林（以下、試験地 R1、R2）及び南牧県有林（以下、試験地 M1）のカラマツ林において、一連の作業工程を調査した（図-1）。試験地 A1、A2、M1、R1 では高性能林業機械による車両系作業システムを採用し、試験地 R2 では先進的林業機械（ホイール式ハーベスタ、ホイール式フォワーダ）による車両系作業システムを採用した（表）。

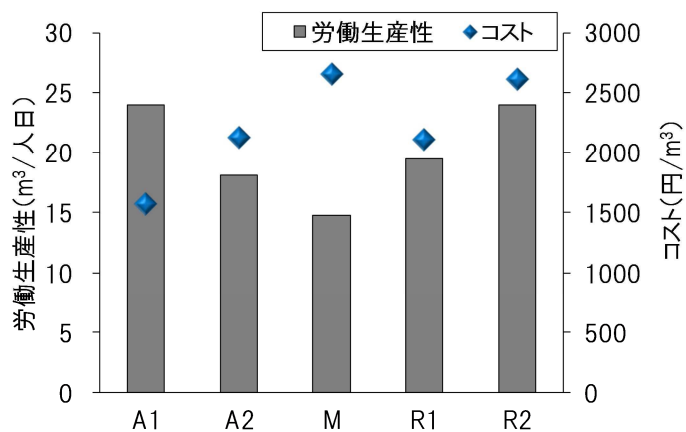
システム全体の労働生産性は $15\sim 24\text{m}^3/\text{人日}$ の範囲にあり、先進林業機械は高性能林業機械の最大値と同等の生産性を示していた（図-2）。このことから、緩傾斜林分における車両系作業システムによる皆伐作業では、概ね $20\text{m}^3/\text{人日}$ の労働生産性がひとつの目標になると考えられる。なお、生産性は単木材積に比例する傾向が認められたが、先進的林業機械では単木材積が小さくても高い生産性を上げていた。一方、伐出コストは約 $1,600\sim 2,700\text{円}/\text{m}^3$ （直接経費のみ、以下同様）となり、高性能林業機械では労働生産性が高いほど低コストであることが認められた（図-2）。先進的林業機械は高い生産性を示していたものの、導入時の価格が高かったことが影響し、固定費及び変動費が他機種に比べて増加しコスト的には割高となったことから、価格の割増分以上の生産性向上が必要と考えられた。



図一．試験地の位置図とプロット等の配置

表．各試験地の林分概要と伐出作業システム

試験地名	M1	A1	A2	R1	R2
所在地	南牧県有林 (南佐久郡南牧村)	浅間山国有林 (北佐久郡御代田町)		霊仙寺山国有林 (上水内郡信濃町)	
樹種	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	
林齢	77	69	62	66	
標高(m)	1580	1230	1270	920	
伐採面積(ha)	0.42	2.32	3.95	2.68	
平均傾斜(°)	11	21	14	10	
路網密度(m/ha)	169	156	236	224	
単木材積(m ³ /本)	0.82	1.13	0.75	0.89	
	高性能林業機械				先進的林業機械
伐倒	チェーンソー				
木寄	グラップル トラクタ	グラップル		ホイール式ハーベスタ	
造材	プロセッサ				
集材	(林道上での 造材のため不要)	フォワーダ		ホイール式フォワーダ	



図二．伐出作業の生産性とコスト

Ⅲ 機械による地拵え及び苗木運搬の生産性とコスト

伐出作業や路網開設などに使用した機械を地拵えに使用することは一貫作業の主要な作業であることから、その生産性を調査しコストを算定した。県内各地で行ったバケット、グラップルによる機械地拵えと人力地拵えの工期調査から得られた労働生産性は、人力では約 100~170m²/人時であったのに対して、バケットで 400~1,150m²/人時、グラップルで 250~1,250m²/人時であり、両機械とも高い生産性であることが認められた(図-3)。機械地拵えの生産性は、処理する枝条や端材の量が増えるほど、また傾斜が増すほど低下する傾向があった。また、地拵え作業のコストを比較すると、人力が約 20~32 万円/ha であつたのに対して、バケットは約 4~12 万円/ha、グラップルは約 6~29 万円/ha であつた。個々の現場で見ると、機械による地拵えコストは人力で行つた場合の 14~90%に低減されており、緩~中傾斜地で機械が走行できる林地であれば、地拵えの機械化は再生造林の低コスト化に極めて有効と考えられる。

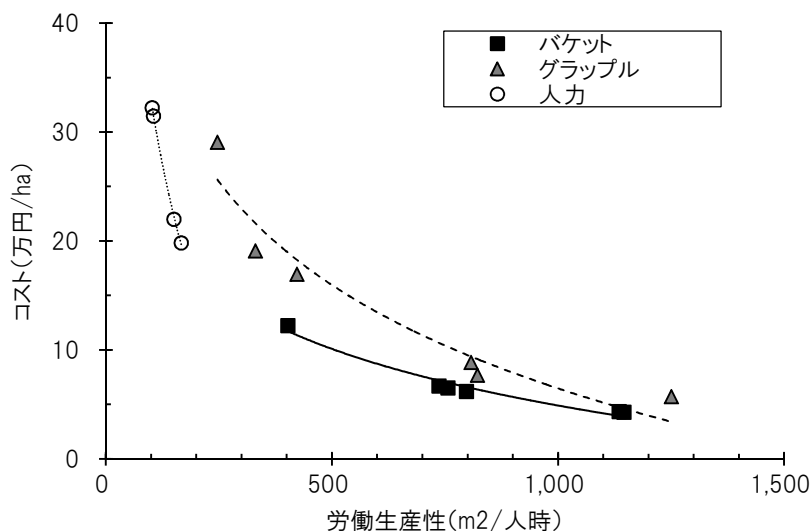


図-3. 地拵えの労働生産性とコスト

次に、一貫作業では、植栽時期の自由度が比較的高いコンテナ苗を使用することが求められることから、その運搬工期を調査した。浅間でカラマツコンテナ苗をフォワーダで伐採地の中心まで運搬する際の作業時間は人力の 1/6 以下で、運搬コストを試算すると、フォワーダで約 9,000 円/ha、人力で約 12,400 円/ha であつた。コスト削減効果は機械地拵えほど大きくないものの、労働強度の軽減を考えれば現場にある機械を有効に活用するべきと考えられる。

Ⅳ コンテナ苗植栽の効率とコスト

カラマツコンテナ苗の植栽作業の生産性は裸苗の丁寧植えより高く、時間あたりの植栽本数は裸苗のほぼ 2 倍に相当する約 120 本/人時で、植栽の人件費は裸苗のほぼ 1/2 の約 5 万円/ha になることが期待できた。しかし、植栽コスト全体についてコンテナ苗と裸苗を比較すると、苗木価格に差があるため、コンテナ苗は 44 万円/ha、裸苗は 23 万円/ha と試算された。現状では、コンテナ苗による低コスト化は実現していないが、現在、下刈り回数の削減を目指した初期成長に優れたコンテナ苗の育成技術の開発と、生産コストの低減が進められており、今後の展開が期待される。

Ⅴ 再生造林のトータルコスト比較

各試験地における地拵え~植栽の各コストを積算し、一貫作業(機械地拵え・コンテナ苗植栽)と

従来作業（人力地拵え・裸苗植栽）を比較したところ、トータルコストには差が認められなかった（図-4）。一貫作業は機械地拵えで低コスト化が図れる一方、コンテナ苗の価格がコストを高める要因となっている。今後は、機械地拵えによる競合植生の抑制技術を検討するとともに、成長に優れたコンテナ苗を開発・導入することによって下刈り回数を削減し、造林コストをトータルで削減することが必要である。

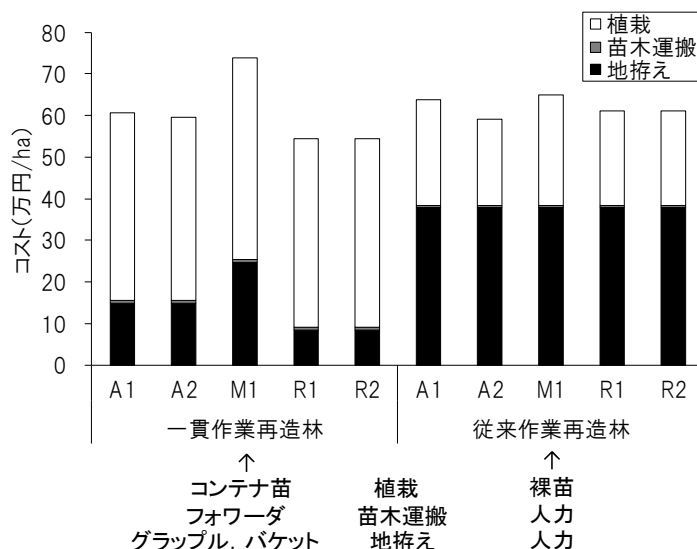


図-4. 一貫作業と従来作業の再造林コスト比較

VI おわりに

機械地拵えやコンテナ苗の育苗技術は、まだ歴史の浅い新しい技術であり、改良の余地が多く残されている。改良を繰り返し、下刈りや除伐も含めたトータルの造林コストを低減していくことが必要である。なお、本報告の詳細は既報（大矢ら 2016；大矢ら 2018）を参照いただきたい。

謝辞

本研究は、攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究（平成 26～27 年度）」、革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発（平成 28～30 年度）」、並びに JSPS 科研費 JP26450222「カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立（平成 26～30 年度）」の助成を受け実施したものである。

引用文献

- 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚大・宮崎隆幸・柳澤信行・小林直樹（2016）：長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98:233～240
- 大矢信次郎・中澤昌彦・猪俣雄太・陣川雅樹・宮崎隆幸・高野毅・戸田堅一郎・柳澤賢一・西岡泰久（2018）：緩傾斜地から中傾斜地における機械地拵え作業の生産性とコスト. 森林誌 33:15～24
- 林野庁（2015）：平成 26 年度森林及び林業の動向. 225pp、林野庁、東京
- 森林総合研究所（2013）：低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集. 46pp、森林総研九州支所、熊本

スギ林内に導入した落葉広葉樹が受けた諸被害と初期成長

渡邊 仁志（岐阜県森林研究所）

・岡本 卓也（岐阜県森林研究所、現所属：岐阜県環境管理課）

I はじめに

本州地域の針広混交林には、不成績造林地（横井・山口 1998）や針葉樹と広葉樹が同時に更新した森林（小谷 2001）が多いと考えられる。これに対し、近年は成林した針葉樹人工林の混交林化が指向されている。これは、針葉樹を上木、広葉樹を下木とする複層林を造成する行為であり、林床の光量が少ないため光環境の管理が困難である（正木 2012）。これに加え、多雪地域では雪圧が樹木の更新阻害要因となる。さらに近年では、ニホンジカの分布拡大と過採食による植生への影響が懸念されている。本報告では、強度に林冠疎開した後のスギ人工林に広葉樹を植栽し、林内の光条件や諸被害の発生、植栽木の成長を調査した（渡邊・岡本 2017）。

II 方法

調査は岐阜県郡上市大和町の45年生（設定当時）スギ人工林（標高760m、土壌型B_D）の北西向き斜面山脚部（斜面傾斜10~13°）で行った。近接する長滝地域気象観測所における平年値は、平均気温11.4℃、年降水量3003.5mmである（気象庁 2016）。近傍の3観測所における最深積雪（気象庁 2016；国土交通省 2011）を示す（表-1）。また、高橋式最深積雪指示計（高橋 1968）により計測した調査地（林外）の最深積雪は190cmであった（表-1）。

調査林分は、2005年の点状間伐と2005/2006年冬期の冠雪害により立木が減少（本数率57%、材積率52%）し、立木密度は531本/haであった。冠雪害の発生は単木的で、間伐や冠雪害により林冠ギャップは生じなかったため、林分は強度な点状間伐を行った状態である。

2008年5月、調査区内にミズナラ（22本）、ホオノキ（22本）、ミズキ（21本）の2年生ポット苗を植栽した。植栽時、植栽後4成長期間の10月下旬以降に苗木の樹幹長（樹高）を測定した。測定時（3年時のみ7月）に、苗木が受けた被害の調査を行った。ここでは雪圧による主幹の折損を「雪圧害」、動物の採食による主幹の欠損を「食害」とした。調査終了時には被害木の回復状況を記録した。

冠雪害直後（2006年8月）と4年時（2011年9月）、積算日射量測定フィルム（オプトリーフR-2DまたはR-3D、大成ファインケミカル社製）により林内光量を測定した。調査区から約1km離れた裸地に10個、2006年には調査区内に20個、2011年には苗木に隣接して設置したフィルムを、3~4日間連続して露光させた。

表-1. 調査地と近接観測所の最深積雪

期間(年)	調査地		観測所		
	林外 (cm)	林内 (cm)	長滝 ¹⁾ (cm)	九頭竜 ²⁾ (cm)	荷暮 ³⁾ (cm)
2008/2009			69	91	81
2009/2010			180	216	214
2010/2011	190	150	147	251	194
2011/2012	140	120	95	187	

空欄は欠測。1)長滝地域気象観測所（標高430m）2)九頭竜地域気象観測所（標高436m）3)荷暮水文水質観測所（標高580m）

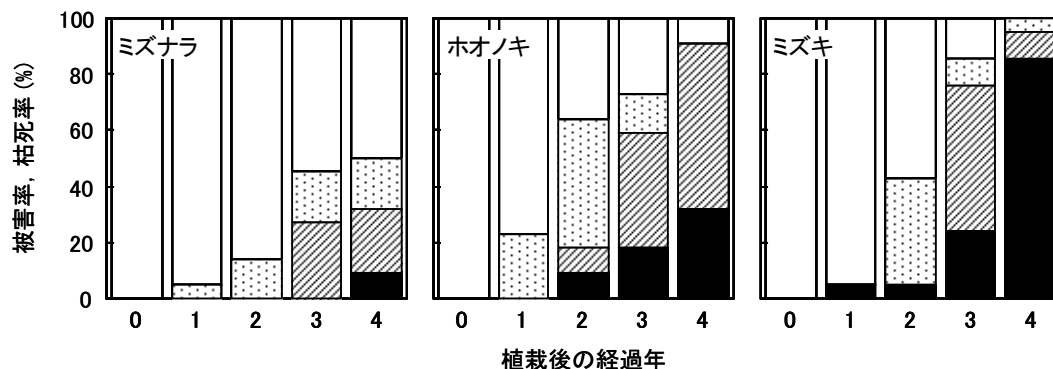


図-1. 植栽木の被害率、枯死率の推移
 黒塗りは枯死率、斜線は雪圧害の被害率、ドットは食害の被害率を示す。
 白抜きはいずれの被害にもあっていない個体の割合を示す。

フィルムは地上高0.7mに水平に設置した。測定器 (T-METER THS-470、大成ファインケミカル社製) により測定した露光前後の吸光度から退色率を求め、積算光量子量 (mol/m^2) を推定し、相対光量子束密度 (以下 rPPFD) を算出した。

III 結果

植栽1年時には採食、3年時には折損が発生し、被害率が上昇した (図-1)。ホオノキとミズキでは、その後、枯死率が上昇した (図-1)。4年時の健全木の割合には、樹種による違いが認められた (χ^2 検定、 $p < 0.01$)。

被害を受けたミズナラは、枝が主幹に変化する主幹交代や、組織の癒合により再生した (表-2)。また、雪圧を受けたホオノキは主幹交代や根元からの萌芽により再生した (表-2)。しかし、被害を受けたミズキや採食を受けたホオノキの多くは枯死した (表-2)。

3樹種の樹高成長パターンは一致しており、成長は横ばいかやや右上がりであった (図-2)。樹高成長量は、ミズナラの健全木では $37.7 \pm 24.1\text{cm}$ 、被害木では $29.2 \pm 28.5\text{cm}$ 、ホオノキの健全木では $54.0 \sim 59.0\text{cm}$ 、被害木では $13.7 \pm 29.4\text{cm}$ であった (図-3)。ミズキは健全木が1本もなく、被害木では $34.0\text{cm} \sim 55.0\text{cm}$ であった (図-3)。ミズナラでは健全木と被害木の間成長差は認められなかった (Mann-Whitney の U 検定、 $p > 0.05$)。

林内の rPPFD には測定時期による違いがみられ (Mann-Whitney の U 検定、 $p < 0.001$)、林冠疎

表-2. 苗木の被害形態と被害後の応答

被害状況	形態	樹種		
		ミズナラ	ホオノキ	ミズキ
被害なし	癒合	2	2	0
	主幹交代	3	6	2
	萌芽	0	5	0
雪圧害	枯死	2	2	10
	主幹交代	4	0	1
食害	枯死	0	4	2
	不明	0	1	6

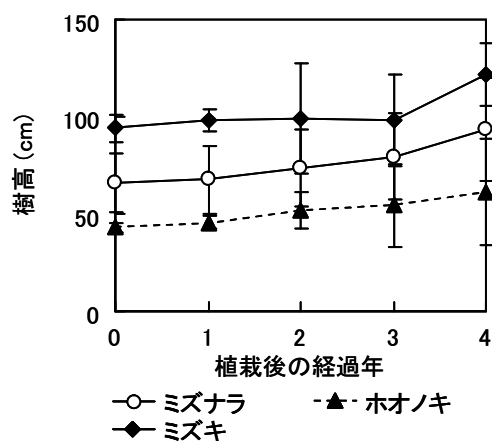


図-2. 苗木の樹高成長経過
 バーは標準偏差を示す。

開から5年後の林内の光条件は、疎開直後に比べ低下した(図-4)。

IV 考察

1) 苗木の被害と被害後の応答

林冠疎開後のスギ人工林に植栽した広葉樹は採食や雪圧を受け、被害率、および枯死率は時間の経過とともに増加した(図-1)。

このうち食害は、植栽1年目から発生した(図-1)。採食者はニホンジカ、ニホンカモシカとニホンノウサギであると推察された。幼齢木を採食から保護するためには柵やシェルターの設置が必要であるが、多雪地域では雪圧による資材の破損(小谷 2004; 岡本ら 2015)や苗木の折損(小谷 2004)が発生するため、地域にあった食害防止対策の開発や資材の耐雪性(岡本ら 2015)の評価が重要だろう。

雪圧害は植栽2年目の冬に多発し、主要な被害となった(図-1)。広葉樹幼齢木の雪圧害は、ミズナラやホオノキ(横井ら 1999)、ケヤキ(長谷川 1991; 小谷 1996)、キハダ(橋詰 1987)でも報告されており、多雪地域の平坦~緩傾斜地で多く発生する被害のひとつである。本調査地では植栽当年(2008/2009年)の冬は少雪だった一方、翌年(2009/2010年)は200cm近くの積雪があったと推測される(表-1)。本調査地では、地形条件に加え、植栽翌年に受けた大きな雪圧により、植栽木の雪圧害の発生率が高まったと考えられる。

食害や雪圧害により損傷した後、ミズナラやホオノキは主幹の交代や萌芽により再生する個体が多かった一方、ミズキは多くが枯死した(表-2)。ミズナラやホオノキの萌芽力は高い(長谷川 2006; 金指・金指 2009)のに対し、ミズキでは8年間下刈り後の萌芽力が低かった(長谷川 2006)と報告されている。本調査地における被害木の生死には、樹種ごとの萌芽特性が影響していると示唆された。

2) 植栽木の成長経過

ホオノキとミズキは被害率が高く、被害履歴が成長に及ぼした影響を議論できるデータではないが、ミズナラでは健全木と被害木の間成長差は認められなかった(図-3)。また、本研究

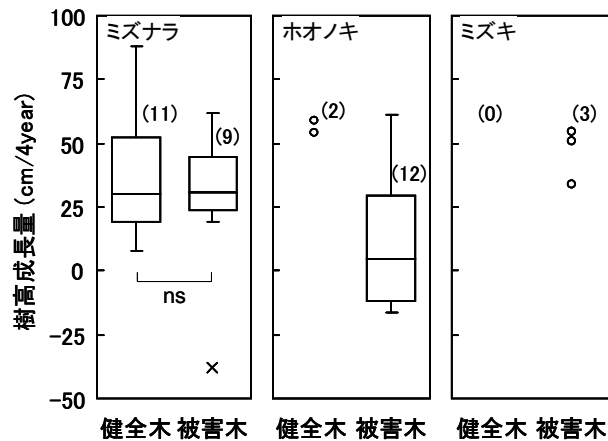


図-3. 健全木と被害木の樹高成長量の比較
括弧内の数字は本数。箱中の横線は中央値、箱は四分位範囲、ひげの両端は箱の長さの1.5倍以内にある最大値および最小値、×は外れ値を示す。○は1個体ずつの樹高成長量を示す。nsは樹高成長量に有意差がないこと(Mann-WhitneyのU検定、 $p=0.8792$)を示す。

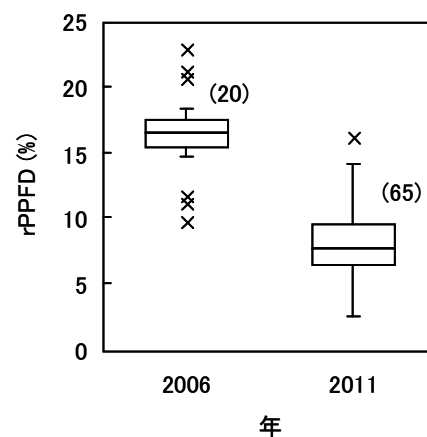


図-4. 相対光量子束密度(rPPFD)の推移
括弧内の数字は測定箇所数。図の見方は図-3に同じ。

の4年時の平均樹高(図-2)は、5年生ミズナラ(寺澤 1998)、4年生ホオノキ(大久保・青砥 1991)、5~6年生ミズキ(見城 1981; 大久保・青砥 1991)と比べ小さかった。これは、被害履歴が苗木の成長に影響しなかったというよりは、健全木の成長量が被害木と同等に小さかったことを示すと考えられる。

スギ人工林の混交林化を促すため、林床のrPPFDを15%以上に維持すること(小山ら 2009)が提案されている。本調査地の光条件(図-4)は、それを継続的には満たしていなかった。つまり、本調査地では光量が不十分であったために、被害木の一部は消耗により枯死し、健全木の成長が停滞したと考えられる。

多雪地域における広葉樹の植栽による針広混交林化には、光量を確保する上木管理とともに、更新阻害要因を回避する対策が必要であると考えられる。今後は、光条件と阻害要因が植栽木に及ぼす影響を個別に検証していく必要がある。

謝辞

本研究の一部は中部電力株式会社からの受託研究費により実施し、調査は同社社有林内で行った。現地調査にあたっては、中部電力株式会社、中電不動産株式会社大和事業所、日本エヌ・ユー・エス株式会社、岐阜県森林研究所の皆さまに協力いただいた。本稿のとりまとめにあたり、石川県農林総合研究センター林業試験場の小谷二郎氏から草稿に対する丁寧なご助言をいただいた。ここに記載して各位に深く感謝する。

引用文献

- 長谷川幹夫(1991):ケヤキ人工林の植栽後6成育期間における成長と被害. 富山県林業技術センター研究報告5:9~12
- 長谷川幹夫(2006):キハダ・ミズキが侵入したスギ人工林の林分構造に対する異なる保育作業の影響. 富山県林業技術センター研究報告19:1~9
- 橋詰隼人(1987):広葉樹幼齢林の雪害について. 広葉樹研究4:61~74
- 金指あや子・金指達郎(2009):ミズナラ. 日本樹木誌I(日本樹木誌編集委員会編)、日本林業調査会、635~668
- 気象庁(2016):気象統計情報、過去の気象データ検索. 気象庁ホームページ.
<http://www.jma.go.jp/>(参照:2016年10月18日)
- 小谷二郎(1996):多雪地帯におけるケヤキ人工造林の植栽後5年間の生育状況. 石川県林業試験場業務報告28:15~20
- 小谷二郎(2001):スギとケヤキの同齢混交林造成に関する研究、林分構造と成長. 石川県林業試験場業務報告32:1~7
- 小谷二郎(2004):ヘキサチューブによる省力造林試験(第5報). 石川県林業試験場業務報告41:

- 国土交通省(2011):水文水質データベース.国土交通省ホームページ.<http://www1.river.go.jp/>
(参照:2011年12月16日). ※現在、当該観測所のデータは閲覧できない
- 小山浩正・林直哉・高橋教夫(2009):スギ人工林の疎密度と林内の光環境の関係、人工林の混
交林誘導のための目安として.森林計画誌 42:81~86
- 正木隆(2012):森林生態学からみた複層林施業.山林 1532:6~13
- 見城卓(1981):有用広葉樹の山地植栽試験1、ミズキ単純林造成試験(II).群馬県林業試験場
業務報告(昭和55年):143~144
- 大久保圭二・青砥一郎(1991)主要広葉樹林の育成技術に関する研究(II)、加工原木の育成技
術、福島県林業試験場林試報告 24:18~28
- 岡本卓也・渡邊仁志・和多田友宏・田中伸治(2015):多雪地域におけるツリーシェルター型資
材の融雪後の状況.中部森林研究 63:27~30
- 高橋喜平(1968):最深積雪指示計について.雪氷 30:111~114
- 寺澤和彦(1998):ミズナラ林の造成事例 木材生産を目的とした人工林の造成事例.広葉樹ガイ
ド ミズナラ林の造成技術(北海道林業改良普及協会編)、北海道林業改良普及協会、112~
123
- 渡邊仁志・岡本卓也(2017)多雪地域のスギ林内に導入した落葉広葉樹の初期成長とそれらが
受けた諸被害.日本緑化工学会誌 42:529~532
- 横井秀一・山口清(1998):積雪地帯のスギ不成績造林地におけるスギと広葉樹の生育実態.森
林立地 40:91~96

スギコンテナ苗と裸苗の植栽初期の根元曲がりの形成

図子 光太郎（富山県農林水産総合技術センター森林研究所）

I はじめに

コンテナ苗は培地と根から形成されたコンパクトな根鉢を有することから、ディブルやプランティングチューブなどの専用器具を用いることによって、一般的な裸苗より効率的に植栽することができる。このような作業面での効率性ととも、裸苗に比べ活着に優れ、植栽可能期間を長くとることができる。このため、伐採から植栽までの作業を一貫して行う「一貫作業システム」との親和性が高く、再造林における経費縮減の切り札として大いに期待されている。

一方、富山県のような日本海側の多雪地において、スギコンテナ苗は裸苗に比べ積雪によって倒伏しやすいことが確認されている（図子 2016；図子 2018）。また、植栽木の倒伏は根元曲がりの形成につながるということが知られている（Burdett et al. 1986；平 1987）。このため多雪地帯でコンテナ苗を利用すると根元曲がりの発生を助長する可能性がある。そこで本研究では、コンテナ苗と裸苗について植栽初期の根元曲がりの発生状況を比較するとともに、コンテナ苗の植栽器具や植栽深を変えることによって根元曲がりの発生を抑制できるかについて検討を行った。

II 調査地と方法

調査は富山県富山市八尾町上牧地内にある 71 年生スギ人工林皆伐跡地（1.5 ha、北緯 36° 29′ 8″、東経 137° 4′ 59″、標高 570 m、平均傾斜 23°）で行った。メッシュ平年値 2010（気象庁 2012）から推定したこの伐採跡地の年平均気温は 10.1℃、年降水量は 2511 mm である。また、標高から推定した平均最大積雪深は 2.0 m である（相浦 2005）。

本調査で用いた苗は富山県農林水産総合技術センター森林研究所（富山県中新川郡立山町吉峰）内の採種園で採取した優良無花粉スギ品種「立山 森の輝き」の種子から育成した 2 年生コンテナ苗と 3 年生裸苗である。

皆伐跡地の傾斜 13～38° の尾根をまたぐ南向きに面した凸型斜面に植栽試験区（0.08 ha）を設けた。2016 年 5 月 20 日、調査地に苗を搬入した後、直ちにコンテナ苗と裸苗をそれぞれ 100 本ずつ試験区内に植栽した（図 1）。コンテナ苗は植栽器具にディブルと鋤を用い、さらにディブル植栽の場合には、根鉢の上端面と植穴周辺の地表面とが同じ高さになる普通植えと根鉢上端面が地表面より 5

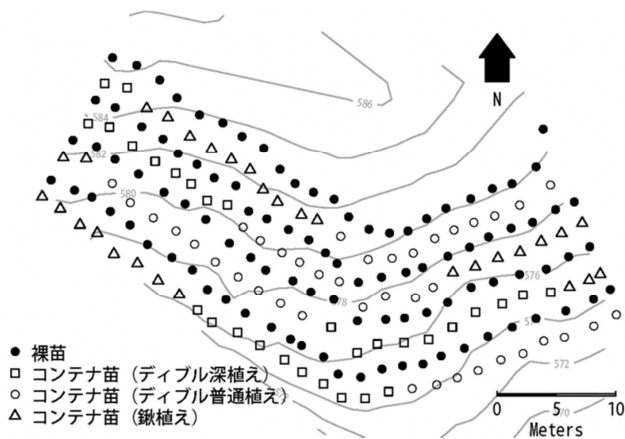


図 1. 植栽木の配置

cm程度低くなる深植えを設けた。コンテナ苗の鋤植えでは、根鉢の高さよりやや深めの植穴を掘り、埋め戻した土によって根鉢が完全に隠れるよう植栽した。裸苗については全て鋤を用い、いわゆる丁寧植えにより植栽した。本論では、苗種と植栽方法との組み合わせから、コンテナ苗ディブル普通植え、コンテナ苗ディブル深植え、コンテナ苗鋤植え、裸苗の4種があり、この種別を苗タイプと称した。苗タイプ別の植栽本数は表-1のとおりである。

表-1. 苗タイプと植栽本数

苗タイプ	植栽本数
裸苗	100
コンテナ苗ディブル深植え	40
コンテナ苗ディブル普通植え	30
コンテナ苗鋤植え	30

植栽直後に全個体の地際直径と樹高を測定し、その後2016年、2017年および2018年の10月にも測定を行った。2017年5月12日に積雪によって倒れた植栽木の倒伏角度を調べた。倒伏角度は幹の地際と先端を結んだ直線の角度を勾配定規により測定した。さらに2018年10月21日に根元曲がりやを評価するため傾幹幅を測定した。傾幹幅は地際での樹幹の中心から地上高50cmにおける樹幹の中心までの水平距離を定規で測定した値である。したがって、地上高が50cmに満たない個体については測定から除外した。

倒伏角度について苗タイプによる差についてt検定を行い、Bonferroniの方法を用いて多重比較した。傾幹幅に影響する要因を明らかにするため、傾幹幅を従属変数、苗タイプ、地際直径、樹高、植栽位置の斜面傾斜を説明変数とし、一般化線形モデルにより解析を行った。その際、誤差構造にはガンマ分布を仮定し、リンク関数に対数関数を用いた。また、最適モデルを作成するため、モデルの赤池情報量規準(AIC)が最も低くなるよう変数選択を行った。なお、本論で用いた全ての解析は統計パッケージR3.4.2(R Core Team 2017)で行った。

III 結果および考察

2017年5月12日に測定した各個体の倒伏角度を苗タイプ別に比較した(図-2)。裸苗とコンテナ苗ディブル普通植えの間に有意差が認められた。コンテナ苗については苗タイプ間で有意差は認められなかったが、平均値を比較するとディブル深植えの倒伏角度が最も小さく(平均46.0°)、次いで鋤植え(平均51.3°)、ディブル普通植え(平均54.6°)の順となった。また、倒伏角度と2018年10月21日に測定した傾幹幅との間には正の相関が認められた($p < 0.05$)。

傾幹幅について一般化線形モデルを用いた解析結果を表-2に示した。変数選択の結果、採用された説明変数は苗タイプ、地際直径、斜面傾斜であった。作成したモデルをもとに各苗タイプにおける傾幹幅と地際直径およ

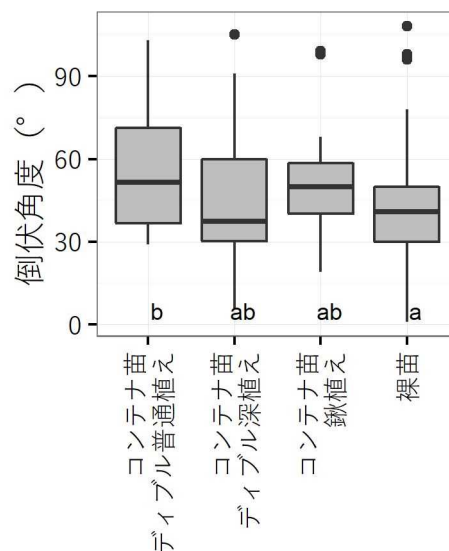


図-2. 苗タイプ別の倒伏角度の比較
箱中の太線が中央値、箱の下端が第一四分位、箱の上端が第三四分位、ひげの両端が箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外の黒丸(●)は外れ値を表す。異なるアルファベットは苗タイプ間で有意差があることを示す($p < 0.05$)。

表-2. 一般化線形モデルによる傾幹幅の解析結果

	推定値	標準誤差	t値	p
切片	2.533	0.203	12.466	< 0.001
コンテナ苗ディブル深植え	-0.263	0.126	-2.083	0.039
コンテナ苗鋤植え	-0.187	0.129	-1.448	0.150
裸苗	-0.667	0.107	-6.211	< 0.001
地際直径(mm)	0.014	0.005	2.588	0.011
斜面傾斜(°)	0.012	0.006	2.007	0.047

n=156, AIC=1027

び斜面傾斜との関係を表すと図-3のようになった。解析結果によると傾幹幅は、地際直径と斜面傾斜が同じであれば、裸苗が最も小さく、次いでコンテナ苗ディブル深植えとコンテナ苗鋤植え、そしてコンテナ苗ディブル普通植えが最も大きくなった。また、地際直径が大きい個体ほど傾幹幅が大きくなる傾向があり、斜面傾斜が大きくなるにしたがって傾幹幅が大きくなる傾向があった。

アイルランドでは主要な造林樹種ある lodgepole pine (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon) の倒伏や根元曲がりの防止対策としてコンテナ苗の使用が推奨されている (Carey and Hendrick 1986 ; Pfeifer 1982 ; Burdett 1979)。その理由としてコンテナ苗と裸苗の根系の構造の違いが指摘されている。すなわち裸苗の場合、植栽時の取り扱いによっては植え穴内の根の分布が一方向に偏り、風や雪などの外力に対し不安定になる。これに対し、コンテナ苗は植栽時の取り扱いの如何に関わらず根の分布の対称性が常に保たれることから安定性が高く、倒伏を受けにくいとしている。また、Sundström and Keane (1999) はスウェーデンにおいて Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) のコンテナ苗と裸苗を植栽し、10年後の根元曲がりの状況を調べたところ、軽度の根元曲がりについて裸苗よりもコンテナ苗のほうが発生頻度が低かったとしている。一方、本調査の結果はこうした北欧の報告とは逆に、融雪直後の倒伏角度は裸苗よりもコンテナ苗で大きく、3成長期経過後の傾幹幅も裸苗よりコンテナ苗で明らかに大きかった。北欧におけるコンテナ苗の倒伏や根元曲がりに関する調査結果と本調査の結果が異なる原因として積雪深の違いが考えられる。本調査地の最大積雪深は2mに達するが北欧諸国の積雪深は一般的にこれよりかなり少ない (関口 1964)。積雪による沈降圧や移動圧は積雪深に応

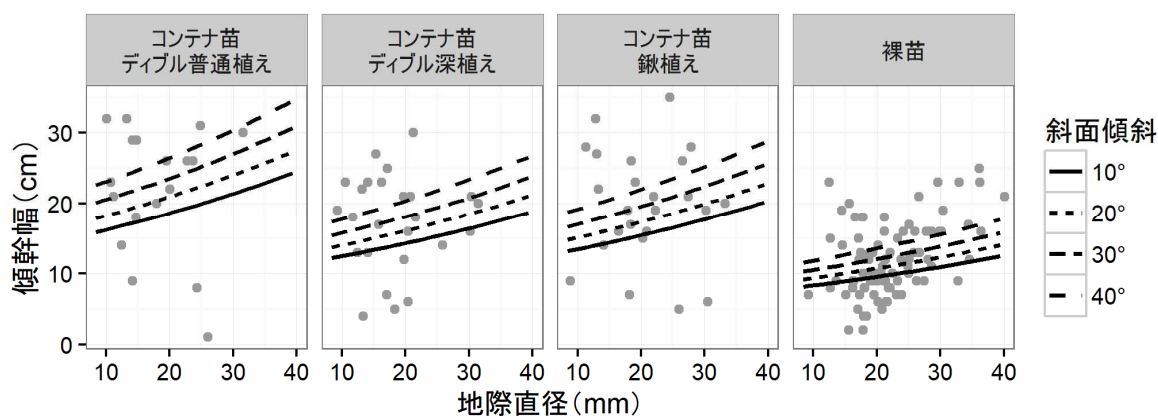


図-3. 一般化線形モデルによる解析結果をもとに作成した苗タイプ別の傾幹幅と地際直径および斜面傾斜との関係

じて連続的に増加することから（石川 1969）、植栽木に加わる力にも大きな差がある。積雪による強い沈降圧や移動圧に対し、コンテナ苗の安定性は裸苗より劣る可能性がある。実際、本調査地において大きく傾いたコンテナ苗を観察すると地上部だけではなく根鉢も斜面下部に向かって変位しているものが多く見受けられた。今後、コンテナ苗の積雪に対する安定性を明らかにするため、コンテナ苗と裸苗の初期の根系の生育状況や支持力などについて比較調査する必要があるだろう。

コンテナ苗は裸苗よりも倒伏や根元曲がりの被害を受けやすいが、深植えや鍬植えを行うことによってこれらの被害をある程度防ぐことができる。コンテナ苗のダブル深植えや鍬植えはダブル普通植えに比べると植栽効率は劣るが、それでも鍬による裸苗の植栽よりは十分に効率的である（図子 2018）。また、コンテナ苗のダブル深植えや鍬植えは乾燥による初期の活着不良を抑制する効果もある（図子 2018）。植栽木の倒伏や根元曲がりを防ぐには、裸苗の使用が望ましいが、植栽時期の制約などからコンテナ苗を用いる場合には、ダブル深植えや鍬植えを実施すべきであろう。

引用文献

- 相浦英春（2005）：斜面積雪の安定に必要な立木密度．日林誌 87：73～79
- Burdett AN（1979）：Juvenile instability in planted pines. Irish For 36: 36～47
- Burdett AN、Coates H、Eremko R and Martin PAF（1986）：Toppling in British Columbia's lodgepole pine plantations: significance, cause and prevention. Forest Chron 62: 433～439
- Carey ML and Hendrick E（1986）：Lodgepole pine in the republic of Ireland I. site types, ground preparation and nutrition. For Ecol Manag 15: 301～317
- 石川政幸（1969）：多雪地帯の造林と雪．北方林業 239: 1～3
- 気象庁（2012）：メッシュ平年値 2010. オンライン、(<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>). 2017年9月25日参照
- Pfeifer AR（1982）：Factors that contribute to basal sweep in lodgepole pine. Irish For 39: 7～16
- 関口武（1964）：世界の積雪分布．地学雑誌 73:11～22
- R Core Team（2017）：The R project for statistical computing. オンライン (<https://www.r-project.org/>). 2018年12月28日参照
- Sundström E and Keane M（1999）：Root architecture, early development and basal sweep in containerized and bare-rooted Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*). Plant and Soil 217: 65～78
- 平英彰（1987）：スギ根元曲りの形成機構と制御方法に関する研究．富山県林誌研報 12: 1～80
- 図子光太郎（2016）：富山県におけるスギコンテナ苗の活用と留意点．富山県農林水産総合技術センター森林研究所 研究レポート 14: 1～6
- 図子光太郎（2018）：乾燥期に植栽したスギコンテナ苗と裸苗の活着、生育および積雪被害発生状況の比較 森林利用学会誌 33: 73～80

多雪地帯での低コスト再造林技術

—雪起こし省略試験—

小谷 二郎（石川県農林総合研究センター林業試験場）

I はじめに

多雪地帯での低コスト再造林を考える場合、下刈りに加え雪起こしにかかる経費をどの程度抑制可能かについて検討する必要がある。雪起こしは、豪雪協が過去に取り組んだ課題の中で、スギの成長や根元曲りの軽減に最も効果のあった作業（佐藤啓祐氏、私信）で、その成果は日本海側のスギ人工林造成に大きく貢献してきたと言っても過言ではない。その効果として、少雪地帯や根雪期間の短くザラメ雪化の速い地帯では根元曲りの増加を抑え、豪・多雪地帯や根雪期間が長くザラメ雪化が遅い地帯では根元曲りの軽減と林木の健全性と成林率を向上させる（佐藤 1984）とされている。また、雪起こしには多大な経費が必要なため、拡大造林終末期にも作業の省略化が検討され、植栽後数年間の幹が柔軟な時期は省略化が可能という報告が出されている（北中 1974；平 1987；小谷 1993）。しかしながら、材価低迷が著しい現状では、更なる省略化の可能性を検討する必要があると考える。

そこで、多雪地帯において幹の柔軟な時期を過ぎ、雪圧害による根元曲りが著しくなりはじめる時期における雪起こしの省略化の可能性について検討したので報告する。

II 試験地と試験方法

試験地は、石川県小松市西俣町の西俣県有林地内の6年生のスギ再造林地(2.5ha)内に設定された。標高340m、斜面傾斜5~25°、斜面方位南向きである。この地域の最深積雪深の平年値は標高より190cm程度と推定された（小谷 2004）。また、付近のスキー場情報により、この試験を開始した2017年は平年並であったが、2018年の最深積雪深は300cmと推定された。植栽は、普通裸苗で多雪地特有の「斜め植え」の方法で行われ、密度は2,000本/haである。

2017年5月（雪解け1か月後）に試験を開始した。1000m²（横50m、縦20m）のプロットを4区画に分割し、雪起こしを行う回数によって、2017年と2018年の2年間連続で行う区（以下、2年連続）、2017年のみ行う区（以下、1年目）、2018年のみ行う区（以下、2年目）、両年とも全く雪起こしを行

表-1. 2017年の春と秋における生育状況

処理区	本数	春				秋		
		H(cm)	DBH(mm)	W(cm)	斜立率(%)	H(cm)	DBH(mm)	W(cm)
2年連続	50	288.1 b	29.2 b	63.9 a	64.0	363.0 b	40.5 b	30.7 b
1年目	44	308.0 ab	33.7 ab	57.6 ab	70.5	386.3 ab	47.0 ab	35.6 ab
2年目	41	317.6 ab	37.4 a	53.2 ab	85.4	389.6 ab	51.5 ab	41.0 a
放置	44	330.8 a	38.2 a	43.3 b	45.5	412.1 a	53.0 a	34.1 ab

H: 樹高、DBH: 胸高直径、W: 根元曲り水平長(地上部1.2m)

斜立率は、根元曲り水平長40cm以上の本数割合を示している。アルファベットは、1元配置分散分析で有意差の認められた場合($p < 0.05$)のTukeyの多重比較の結果を示す(異なる場合は有意差有り($p < 0.05$))。

わない区（以下、放置）を設定した。設定後、樹高（H）と胸高直径（DBH）および地上部1.2mでの根元曲り水平長（W）を測定し、2年連続区と1年目区の雪起こしを行った。雪起こしは、根元曲り水平長が40cm以上の立木を対象とし、麻縄を用いて人力で起こした。同年11月に、H、DBH、Wの再測を行った。

2018年5月（雪解け半月後）、Wを測定後2年連続区と2年目区の雪起こしを行った。2年目の雪起こしは、人力では起こせないものが多かったため、レバーブロック（小型のチルホール）を用いて行った。同年11月に、前年同様各項目の再測を行った。

表－2. 樹高（H）と胸高直径（DBH）の年平均成長量と根元曲り水平長（W）の平均回復量

処理区	本数	2017年(1年目)			2018年(2年目)		
		ΔH(cm)	ΔDBH(mm)	ΔW(cm)	ΔH(cm)	ΔDBH(mm)	ΔW(cm)
2年連続	50	74.9	11.3 b	33.2 a	68.8	12.4 b	55.5 a
1年目	44	78.4	13.3 ab	22.0 ab	74.7	14.0 ab	21.6 bc
2年目	41	72.0	14.1 a	12.2 b	66.1	14.2 ab	41.8 ab
放置	44	81.3	14.7 a	9.2 b	74.5	15.8 a	5.8 c

ΔH、ΔDBH、ΔW:それぞれの成長量または回復量
アルファベットは、表－1に準ずる。

III 結果

1. 1年目（2017年）の生育状況

表－1は、2017年での雪起こし直前と秋における生育状況を示している。雪解け時の被害は軽く、幹の先折れ被害が2～7%みられた程度であった。雪起こし直前の斜立率は45～85%で、Wは2年連続区が放置区よりも大きく1年目区と2年目区は両者の中間であった。雪起こし直前のHとWの関係(図－1)をみたところ、4区とも両者に有意な相関関係がみられ、Hが小さいほどWが大きくなる傾向がみられた。若干、処理区間で関係が異なり、2年連続区は他の区に比べ直線の傾きの数値が高かった。秋における2年連続区のWは、2年目区よりも小さく1年目区と放置区はこれらの中間となった。半年間での回復量を比較すると、2年連続区が2年目区と放置区よりも大きく、1年目区がこれらの中間であった(表－2)。

春におけるHとDBHは、2年連続区が若干小さく(表－1)、秋でのHとDBHの順位は、春とほぼ同じ傾向を示した。半年間での成長量を比較すると、Hは処理区間で差はみられず、DBHは2年連続区

表－3. 2018年の春と秋における生育状況

処理区	本数	春			秋		
		W(cm)	斜立率(%)	根浮率(%)	H(cm)	DBH(mm)	W(cm)
2年連続	50	98.0 a	82.0	4.0	425.6 b	54.1 b	42.5
1年目	44	68.6 bc	74.0	0	457.4 ab	61.6 ab	47.0
2年目	41	98.0 ab	78.0	2.4	448.7 ab	65.3 a	56.2
放置	44	60.9 c	72.0	0	479.7 a	69.7 a	55.1

H、DBH、W、斜立率およびアルファベットは表－1に準ずる。

が雪起こしを行わなかった2年目区と放置区より小さく、1年目区がこれらの中間となった(表-2)。

2. 2年目(2018年)の生育状況

表-3は、2018年での雪起こし直前と秋における生育状況を示している。雪解け時に、根浮き被害が数%みられた区があった。雪起こし直前の斜立率も2017年に比べて全体的に高く、74~82%であった。Wも前年よりも大きかった。2年連続区と2年目区が放置区よりも大きくなり、1年目区はその中間であった。2018年の雪起こし直前のHとWの関係(図-1)をみたところ、1年目区を除く3区で両者に有意な相関関係がみられた。小サイズほどWが大きくなる傾向は同じであったが、2017年よりも直線の位置が高く、Hが400cmクラスでもWが大きくなる傾向がみられた。秋のWは、処理区間で差が認められなかった(表-3)。また、回復量は2年連続区と2年目区が放置区を上回り、1年目区がこれらの中間となった(表-2)。

秋のHとDBHは前年秋の傾向に近かったのに対し、半年間での成長量はHには差はみられず、DBHは放置区が2年連続区よりも大きく、1年目区と2年目区がこれらの中間であった(表-2)。

IV 考察

1. 積雪量と倒伏の関係

この地域の最深積雪深の平年値は190cmと推定され、2017年は平年並みであったのに対し、2018年はその約1.5倍に相当する300cmと推定された。豪・多雪地帯の幼齢造林地では、幹が柔軟なうちは地面に強く押し付けられ、樹高が大きくなるにつれて斜立状態で埋雪するようになり、樹高が積雪

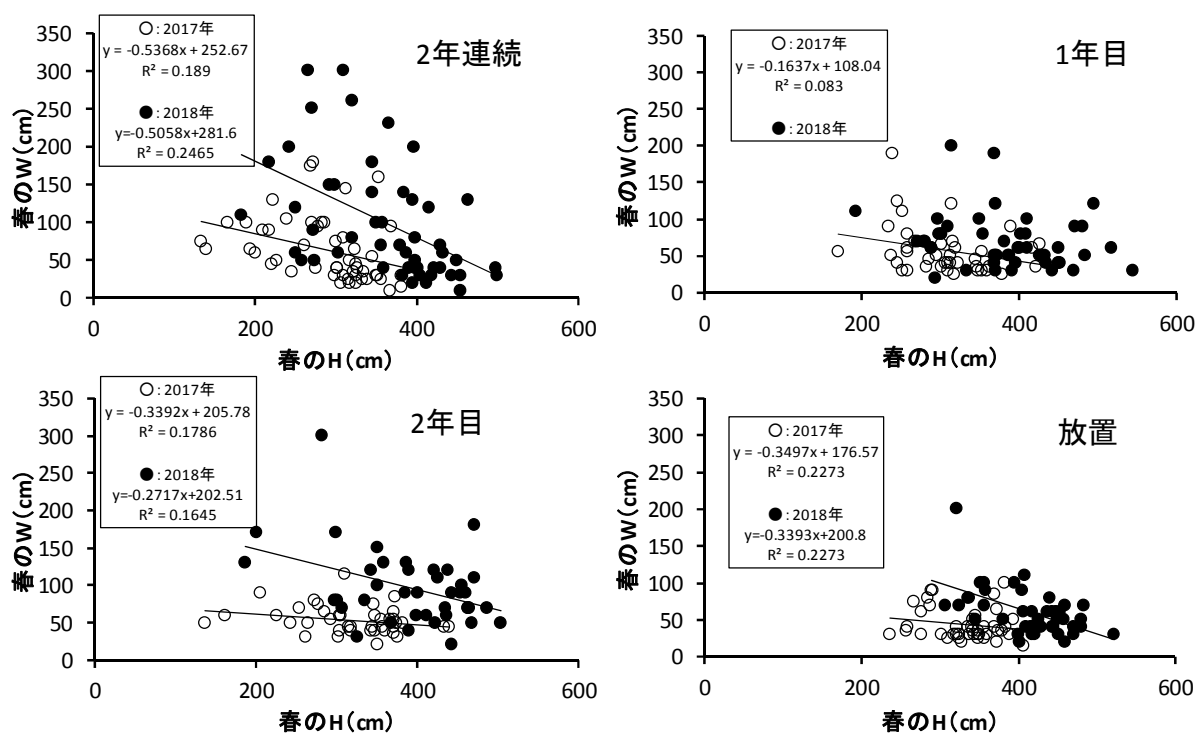


図-1. 処理区ごとの春のHとWの関係

HとWは表-1に準ずる。2018年春のHは2017年秋のHである。図中の回帰直線は、有意な相関が得られたもの($p < 0.05$)のみを示している。

深の2～2.5倍以上に達すると樹幹は雪面から抜け出す(平 1987)。今回の試験では、樹高が300～400cmと最深積雪深の2倍以下の段階であり雪圧害を強く受ける時期にあると考えられる。2017年と2018年での雪解け時の根元曲り量は明らかに2018年が大きく、とくに400cm程度の樹高でも根元曲りが大きいものがみられた。このことから、2017年では主に被圧木が影響を受けたのに対し、2018年では優勢木も影響を受けていたことが判る。ただし、最深積雪深の平年値から考えて、この造林地は大半が数年で雪起こしが不必要な段階に達すると考えられる。

2. 雪起こしが根元曲りに与える影響

雪起こしは、樹幹長が1.5m以上に達してから行うことで、根元曲りを軽減できるとされている(北中 1974; 平 1987; 小谷 1993)。今回の試験は、それに達した時点での雪起こしの効果がみられるかが興味深い点であった。また、今回は2年間での雪起こしの回数が、放置する場合とどのような違いがあるかも興味深い点であった。その結果、両年とも雪起こしを行った区ではその年の回復量が有意に大きくなっているにもかかわらず、雪起こしと根元曲り水平長の関係はみられなかった。このことから、雪起こしによる根元曲りの軽減効果は小さいことが示唆された。

3. 雪起こしが成長に与える影響

平均樹高と平均胸高直径の順位は、2017年と2018年でほぼ変わらず、元々平均値の大きかった処理区がそのまま大きくなる傾向を示していた。また、成長量も樹高では両年とも有意差がみられず、胸高直径では元々平均値の大きかった処理区で大きく、雪起こしが成長へ好影響を与える傾向はみられなかった。このことから、雪起こしによる成長促進効果は低いと考えられる。

IV おわりに

スギ人工林を経済林として考えた場合の最深積雪深の平年値は200cm以下の地域とされ(小野瀬 2000)、今回の試験地はその上限地域と考えられる。2018年は大雪年となり、植栽木が大きなダメージを受けたと予想したが、結果から総合的に判断するとこの2年間の雪起こしは省略可能であったと考えられる。今後、成林時期における立木の健全性を評価する必要がある。

引用文献

- 北中外弘 (1974) : 雪起こし作業の省力化試験 (第6報). 石川県林試業報 12 : 23～24
- 小谷二郎 (1993) : 植栽初期におけるスギの雪起こし省略試験の一事例. 石川県林試研報 24 : 11～17
- 小谷二郎 (2004) : スギ人工林の冠雪害と広葉樹の侵入パターン. 石川県林試研報 35 : 1～86
- 小野瀬浩司 (2000) : 雪国における成林予測と造林限界. 雪国の森林づくり スギ造林の現状と広葉樹の活用 (豪雪地帯林業技術開発協議会編)、日本林業調査会、東京、67～88
- 佐藤啓祐 (1984) : 雪害防除技術 保育作業 (6) 雪起こし. 雪に強い森林の育て方 (豪雪地帯林業技術開発協議会編)、日本林業調査会、東京、112～125
- 平英彰 (1987) : スギ根元曲りの形成機構と制御方法に関する研究. 富山県林試研報 12 : 1～80

ニホンジカ食害防護資材の耐雪性能の検討

矢部 浩（鳥取県林業試験場）

I はじめに

近年、鳥取県ではニホンジカ (*Cervus nippon*) の生息数が増加し、植栽木への採食被害が深刻なものとなっている。ニホンジカの食害対策としては、造林地の周囲に柵等を設置してシカの侵入を阻止する面的な保護方法（以下、侵入防止柵という。）と植栽木1本毎にプラスチック製資材等で被覆して物理的に保護する方法（以下、ツリーシェルターという。）がある。これらの食害防護資材は高い食害防止効果があるものの、積雪によって破損や変形が生じる等の報告があり（小谷 2001;村瀬 2017）、雪深い地域での利用にあたっては注意が必要である。しかし、現状では食害防護資材の耐雪性能に関する情報は少ない。今回、鳥取県内の複数の地域において、侵入防止柵とツリーシェルターに対する積雪の影響を調査したので報告する。

II 試験地と調査方法

1. 試験地の概要

調査地は、前田の式(1999)により鳥取県内の最大積雪深分布図（図－1）を作成し、この図を基に最大積雪深が100 cmを越える地域の植栽地を6箇所選定した。調査地の概要は、表－1のとおりである。民間事業者が独自に整備した調査地1の侵入防止柵の他は、当場の職員によって設置作業を行った。試験地には調査期間中の最大積雪深を把握するため、調査地斜面の上部と下部に高橋式積雪指示計（高橋 1968）を各1本設置した。

2. 調査対象資材

調査対象とした侵入防止柵の概要を表－2に示す。A及びBは、ステンレス線入ポリエチレンネッ

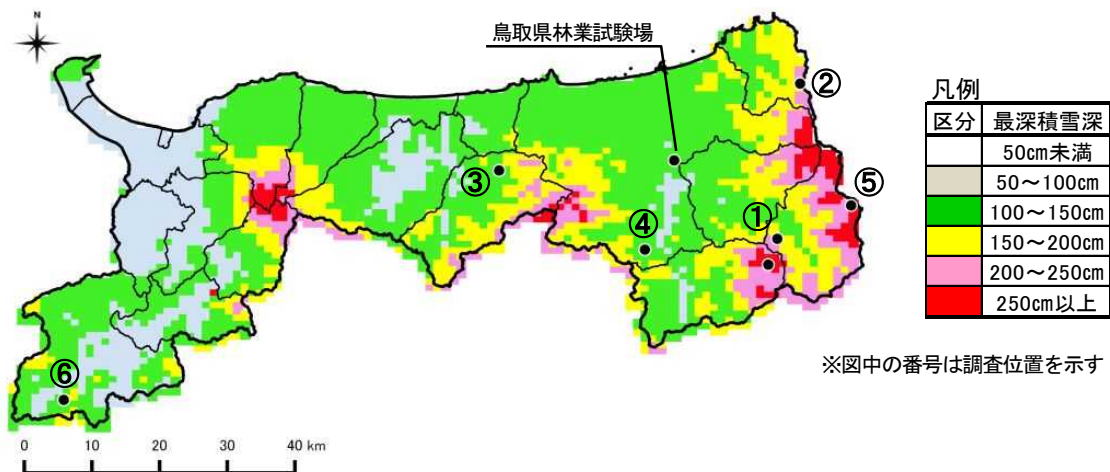


図1. 前田の式（1999）による最大積雪深分布図と調査地の位置

トで、張りロープと押さえロープを使用している。A は、先に固定用支柱を打ち込み、その上にネット固定用の軽量化鉄パイプ支柱をかぶせるタイプである。3 種類とも支柱の埋め込み深さは 50 cm で、高さ 1m の位置からスカートネットを併用している。

調査対象としたツリーシェルターの概要を表-3 に示す。ツリーシェルターの設置にあたっては、各ツリーシェルターの取り扱い説明書等に定める標準的な設置方法とし、共通事項として支柱の打ち込み深さを 40 cm とした。調査地 1 を除く各調査地でツリーシェルターの種類毎に 15 本から 70 本を設置した。

3. 調査方法

調査は、2015 年春から 2017 年春にかけて、融雪後に年 1 回実施した。調査にあたっては、食害防護資材を構成する部材毎に、破損や変形などの発生状況を記録した。なお、破損が生じ、食害防止機能を失ったと判断した場合は、破損部を交換し、機能を回復させたうえで調査を継続した。

表-1. 調査地の概要

試験地		調査対象防護資材	標高 (m)	最深積雪深 (平年値:cm)	斜面 方位	斜面勾配 (°)	植栽 樹種	調査時 林齢	設置年
番号	枝番								
1	1	侵入防止柵A	655	183	南	3	スギ	2	2015
1	2	侵入防止柵A	665	183	南南東	10	スギ	2	2015
1	3	侵入防止柵A	650	183	南東	17	スギ	2	2015
1	4	侵入防止柵C	670	183	南西	20	スギ	2	2014
1	5	侵入防止柵C	715	183	南南西	34	スギ	2	2014
2	1	侵入防止柵B	325	180	西北西	15	スギ	2	2015
2	2	ツリーシェルターD~H	325	180	西北西	10	スギ	2	2014
3	-	ツリーシェルターD~H	320	123	北北西	20	広葉樹	5	2014
4	-	ツリーシェルターD~H	330	110	北北西	37	スギ	2	2014
5	-	ツリーシェルターD~H	950	244	西南西	30	広葉樹	2	2014
6	-	ツリーシェルターD~H	670	134	北北西	18	スギ	3	2014

表-2. 侵入防止柵の概要

処理 区分	ネット			支柱				その他	
	材質	目合 (cm)	設置高 (cm)	材質	直径 (mm)	長さ (cm)	設置間 隔(m)		埋設深 (cm)
A	ポリエチレン(ステンレス線入)	10	180	軽量化鉄パイプ	38	180	3	3	
B	ポリエチレン(ステンレス線入)	6	180	樹脂被覆鋼管	33	270	3	3	一部立木に固定
C	溶接金網	20	200	鉄筋棒鋼	17	250	1.5	1.5	一部立木に固定

表-3. ツリーシェルターの概要

処理 区分	本体			支柱				結束具			
	材質	形状	設置高 (cm)	材質	直径 (mm)	長さ (cm)	本数	埋設深 (cm)	材質	形状	個数
D	ポリプロピレン	円筒状	140	樹脂被覆鋼管	20	170	2	40	ナイロン	結束バンド	6
E	ポリエチレン	角筒状	180	樹脂被覆鋼管	20	220	2	40	ナイロン	結束バンド	2
F	ポリエチレン	網筒状	160	FRP	17	180	1	40	ナイロン	結束バンド	6
G	ポリエチレン	布状	150	FRP	8	210	1	40	ステンレス	クリップ	2
H	ポリ乳酸繊維	布状	150	FRP	8	210	1	40	ステンレス	クリップ	2

III 結果と考察

1. 侵入防止柵での被害発生状況

侵入防止柵での調査結果を図-4に示す。侵入防止柵の種類及び調査地の平均斜面勾配に関わらず、最大積雪深が190 cmから210 cmの時に損壊被害が生じた。A及びBの主な被害内容は、支柱の著しい屈曲と破断、ネット固定具の変形・破損である。積雪による損壊は支柱とネット固定具に集中して発生しており、ネット本体の損壊はみられなかった。被害は5°未満の緩斜面でも発生していることから、積雪の沈降に伴って鉛直方向に荷重がかかり、支柱若しくは固定具のいずれかが破損したと考えられた。Cの主な被害内容は、金網本体と支柱の変形及びスカートネットの脱落である。本体と支柱の変形被害は斜面下部位で発生していたことから、積雪の移動圧によって変形が生じたと考えられた。スカートネットの脱落は、金網本体とスカートネットを結束するポリエチレン製の結束バンドの断裂、若しくは結束箇所でのスカートネットの断裂によって生じており、積雪の沈降圧に耐えきれなかったものと考えられた。

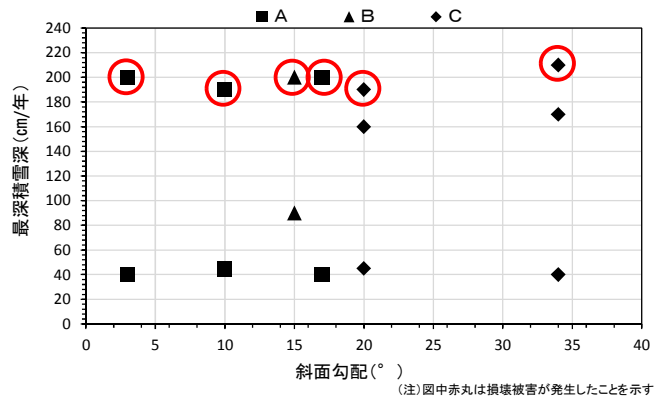
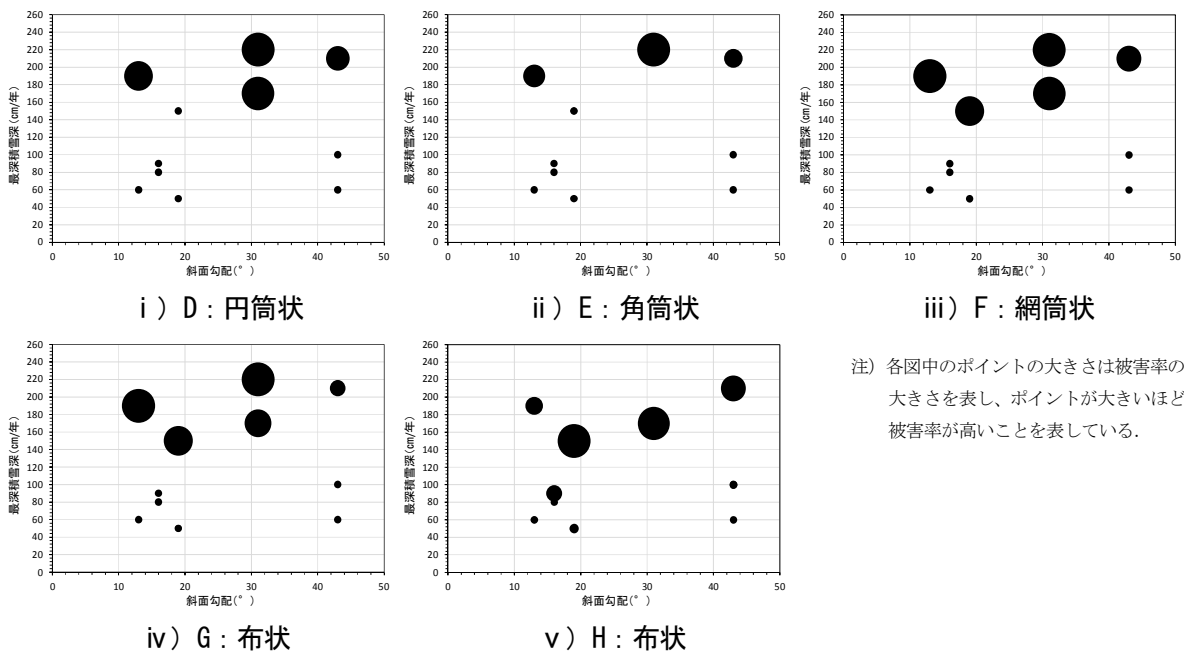


図-4. 斜面勾配及び最大積雪深と侵入防止柵での被害発生の関係

2. ツリーシェルターでの被害発生状況

ツリーシェルターでの調査結果を図-5に示す。各ツリーシェルターで大きな被害が発生した時の最大積雪深をみるとDでは170 cm、Eでは190 cm、G、F及びHでは150 cmとなっており、調査地の平均斜面勾配に関わらず、最大積雪深が概ねツリーシェルターの設置高以上となった場合に損壊が集中



注) 各図中のポイントの大きさは被害率の大きさを表し、ポイントが大きいほど被害率が高いことを表している。

図-5. ツリーシェルター別の斜面勾配及び最大積雪深と損壊被害の関係

的に発生した。

最大積雪深がツリーシェルターの設置高以上となった時のデータを用いて、部材別の損壊発生率を図-6に示す。本体の損壊は、全てのツリーシェルターで50%以上となり、特にDが72%と他に比べて高かった。損壊内容は、D、E、Fは雪圧によって押し潰された変形被害が多く、G、Hでは積雪の沈降に伴う鉛直方向の

荷重により結束箇所で本体が引き千切られ、ずり落ちたものが多かった。Dでは他に比べて本体素材が硬かったためか、変形被害の他に亀裂が生じていたものが多く見られた。支柱ではD、F、Hで損壊発生率が50%前後となり、E、Gに比べて高くなった。D、Eは共に樹脂被覆鋼管で管径も同じであったが、損壊発生率に差が生じた。これは、樹脂被覆部分を除いた鋼管部分の厚みが、Dは18mmであったのに対し、Eは20mmと若干厚かったためと思われた。また、G、Hも同一径のFRP製支柱であったが、損壊発生率に差が生じた。これは、HはGに比べて本体の表面積が若干大きく、表面に毛羽立ちがあり着雪しやすかったため、Gよりも雪圧を受けやすかったためと考えられた。なお、支柱の抜けはどのツリーシェルターでも低く、支柱の埋め込み深さを40cmとした場合、抜け被害は少なくなるものと推察された。

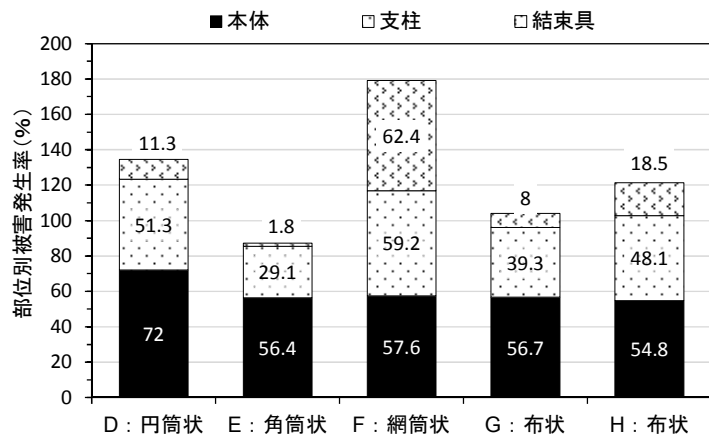


図-6. ツリーシェルター別の損壊箇所割合

IV まとめ

今回の調査結果から、最大積雪深が食害防護資材の設置高を越えた時に、損壊被害が集中的に発生することが判明した。破損被害が生じると、ほとんどの場合、新たな部材との交換や追加が必要となり、経費が増大することが予想された。

調査結果を基に最大積雪深を目安にした設置基準を提案したい。最大積雪深が200cmを超える場合、侵入防止柵、ツリーシェルターの種類を問わず大きな被害が出ているので、最大積雪深がこれ以上になると予想される場合は、設置は避けることとする。また、今回使用したツリーシェルターで、最も低い設置高の140cmを一つの基準として、最大積雪深がこれ以下であれば深刻な被害はほとんど発生しないため、食害防護資材の種類問わず設置が可能である。そして、140cmから200cmの間は、設置す

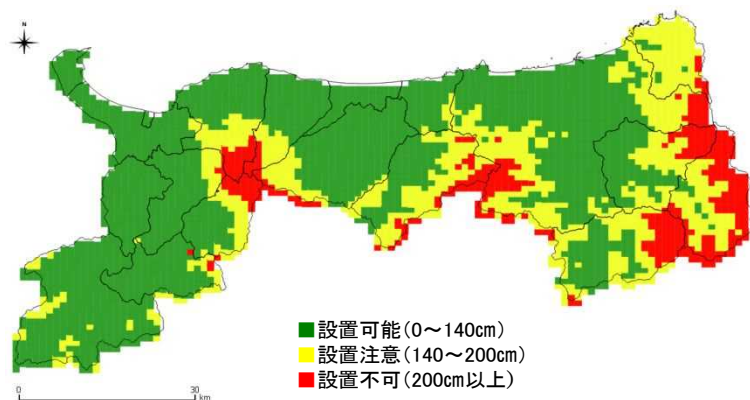


図-7. 積雪深を目安にした食害防護資材の設置可能域図

る食害防護資材の種類によって、最大積雪深が設置高を超えると予想される場合は、相当の被害が見込まれるため設置を避けることとした。この設置基準を基に最大積雪深分布によるツリーシェルターの設置可能域図を作成した（図-7）。今後は、設置可能な地域からツリーシェルターの導入を図るとともに、雪圧に耐え得るようなツリーシェルターの改良を進めたい。

引用文献

小谷二郎（2001）：へキサチューブによる省力造林試験（第3報）．石川県林業試験場業務報告 39：24

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No.156：33～34

前田雄一（1999）：鳥取県における最大積雪深分布とスギ人工林の成績について．鳥取県林業試験場研究報告 37号：9～24

高橋喜平（1968）：最深積雪指示計について．雪氷 30：111～114

豪雪地帯林業技術開発協議会規約

- 第1条 本会は、豪雪地帯林業技術開発協議会と称する。
- 第2条 本会は、豪・多雪地帯をもつ県の林業試験研究機関をもって組織する。
- 第3条 本会は、豪・多雪地帯における林業技術上の重要事項について効率的な方策を図り、もって豪・多雪地帯の林業の振興に寄与することを目的とする。
- 第4条 本会は、前条の目的を達成するために次の事項を協議し、その実現に努める。
- (1) 豪・多雪地帯の林業技術推進に関する重要事項
 - (2) 豪・多雪地帯の林業に必要な試験研究の共同推進
 - (3) 試験研究機関の運営に関する連絡協調
 - (4) その他の必要事項
- 第5条 本会に会長と会計監事をおくものとする。
- 2 会長は会議開催府県の場合・所長をあてるものとする。
 - 3 会計監事は、次年度開催府県の場合・所長をあてるものとし、会計を監査し、本会の会議において報告するものとする。
 - 4 会計監査は書面監査ができるものとする。
- 第6条 本会に顧問をおくことができる。
- 第7条 会議は毎年度開催するものとする。このほか会員或いは、開催担当県が必要と認めるときに開催できるものとする。
- 2 会議の開催は別表に定める。
- 第8条 会議は会長が召集し、議長は会長がこれにあたるものとする。
- 第9条 会議の議事は出席全員の過半数の同意をもってこれを決定とし、可否同数のときは議長の決するところによる。
- 第10条 本会の経費は負担金・寄付金およびその他の収入をもって充てるものとする。
- 第11条 本会への加入或いは脱退は任意とし、その手続きは次のとおりとする。
- 2 加入は、加入しようとする都道府県が会議或いは開催担当府県にその旨を申し入れるとともに、本会規約に定める負担金の金額を払込み終了した時に認められる。
 - 3 脱退は、脱退しようとする都道府県が会議或いは開催担当府県にその旨を申し入れた年度の終わりにおいて認められる。
- 第12条 本会の事業年度は4月1日に始まり、翌年3月31日に終わる。

—会員—

富山県、新潟県、石川県、岐阜県、秋田県、鳥取県、長野県（入会順）平成31年3月現在

雪と造林 第18号

発行日 平成31(2019)年3月1日

発行 豪雪地帯林業技術開発協議会

編集 矢部浩(鳥取県林業試験場)

〒680-1203 鳥取県鳥取市河原町稻常113

TEL 0858-85-6221 FAX 0858-85-6223

印刷 東京印刷株式会社

〒680-0004 鳥取県鳥取市北園2丁目200番

TEL 0857-37-0211 FAX 0857-37-0212
