

# 多雪地に植栽されたスギコンテナ苗の生育状況

田中 樹己・岩井 淳治・塚原 雅美（新潟県森林研究所）

## I はじめに

林業の収益性向上をはかるうえで、造林経費の7割を占めるとされる植栽を含む初期保育の費用（林野庁 2018）を削減することは重要な課題である。令和3（2021）年6月に閣議決定された森林・林業基本計画では、新技術を活用して伐採から再造林・保育に至る収支のプラス転換を可能とする「新しい林業」の展開に取り組むこととしており、その取り組みのひとつとして林野庁は「伐採と造林の一貫作業システム」（以下、一貫作業システム）を推進している（林野庁 2022）。一貫作業システムでは、伐採と再造林のタイミングを合わせる必要があることから、植栽適期以外でも高い活着率が見込めるコンテナ苗の活用が重要である（林野庁 2022）。コンテナ苗は、専用の容器で育成された、根鉢つき苗のことであり（中村 2019）、乾燥に強く、従来の裸苗と比較し植栽可能期間が長い（伊藤・平田 2019；山川ら 2013）。また、ディブル等の専用器具を用いて植栽することで、裸苗よりも効率的に植栽することが可能である（森林総合研究所 2013）。コンテナ苗の生産や導入にかかわる試験は、2008年頃に宮城県と九州で始まったのを皮切りに、全国的な広がりをみせた（中村 2019）。

スギコンテナ苗の植栽試験は多雪地においてもおこなわれており、最深積雪2m程度の地点において、スギコンテナ苗は裸苗に比べ積雪による倒伏被害を受けやすいことが報告されている（図子 2016）。植栽木の倒伏は根元曲がりの要因となる（平 1987）ため、多雪地にコンテナ苗を植栽すると、従来よりも根元曲がりの程度を大きくしてしまう可能性がある。また、本県民有林におけるスギの植栽は秋植えが一般的であるが、多雪地におけるスギコンテナ苗の秋植えは根抜け被害が発生しやすいことが指摘されている（図子 2019）ことから、本県においてスギコンテナ苗の秋植えをおこなうと、生存率が低下する可能性がある。そこで本研究では、最深積雪が3mを超える多雪地において、スギコンテナ苗の春植え（調査地付近の国有林において一般的）と秋植えの試験区を設定し、植栽試験をおこなった。そして、それらを同時期に植栽したスギ裸苗と比較し、生育状況の確認をおこなった。

## II 方法

### 1 調査地と材料

調査地は新潟県南魚沼郡湯沢町三俣地内の日白山国有林 99 林班（北緯 36° 53′ 15″、東経 137° 47′ 17″）に設定した（図-1）。傾斜は約 5°～15°、標高は 690m～720m である。メッシュ平年値 2010（気象庁 2012）により推定された調査地の年平均気温は 8.4℃、年降水量は 1,985.9 mm である。年平均最深積雪については、メッシュ平年値に細かい標高の違いが考慮されていない（相浦ら 2018）。このため、新潟県適地適木調査（新潟県農林部治山課 1976）から値を読み取ったところ、最大積雪深は 3.0～3.5m であった。なお、調査期間中の降水量や積雪量については、調査地最寄り（水平距離で 6.4 km）の気象観測点であるアメダス（湯沢）のデータを引用した。

試験区は12m×40mからなる約480㎡の長方形区を1プロットとし、内部を四等分してコンテナ苗の春植え区と秋植え区、裸苗の春植え区と秋植え区を設けた。同一林分内に同様のプロットを3か所設置し、斜面上部からプロット1、プロット2、プロット3とした(図-1)。

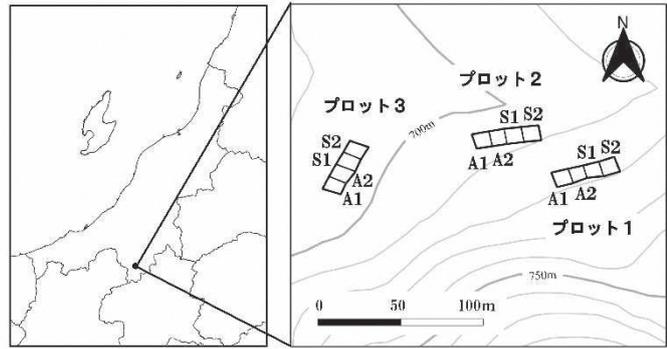


図-1. 調査地およびプロット位置

S1: 春植え区・コンテナ苗、S2: 春植え区・裸苗、A1: 秋植え区・コンテナ苗、A2: 秋植え区・裸苗

本研究で用いた苗は、いずれも新潟県産の精英樹由来の実生苗である。このうち、コ

ンテナ苗は富山不稔1号×中頸城4号 F1 個体の自然交配種子由来であり、国産のマルチキャビティコンテナ JFA-150 を使用して新潟県森林研究所内で育成した。一方で、裸苗は県内の種苗生産者が新潟県営採種園由来の種子を使用して生産したものをを用いた。

春植え区の植栽は2015年6月30日～7月1日、秋植え区の植栽は2015年11月5日に実施した。コンテナ苗の植栽には宮城苗組式コンテナ苗植栽器(ディブル)の150cc用、裸苗の植栽には唐鋤を使用した。なお、裸苗を植栽する際には植穴に根が収まるよう根切りをおこない、根量の半分程度を切断した。植栽間隔はいずれも2.0m(2,500本/ha)とし、本数は1プロットあたり120本(コンテナ苗の春植え区と秋植え区、裸苗の春植え区と秋植え区いずれも30本ずつ)とした。植栽後、2015年から2019年までの5年間、年1回の下刈り(全刈り)が実施された。

## 2 調査方法と解析方法

調査期間は、2015年から2022年までとした。倒伏角度の計測は2015年を除く計7ヵ年、その他の項目については2019年と2021年を除く計6ヵ年おこなった。各年の調査は春期と秋期の2回実施した。倒伏角度の測定と根抜け被害の確認は雪解け後の春期に、樹高と地際直径の測定は当年の伸長成長が終了した秋期におこなった。生存本数の確認のみ春期と秋期の年2回おこなった。倒伏角度は、図子(2019)を参考に幹の地際と梢端を結んだ直線の、垂直方向からの角度とし、30°未満を1、30°以上60°未満を2、60°以上を3とするカテゴリカルデータで記録した。本研究は生育状況の確認を目的としていることから、西暦ではなく成長期間を用いた。なお、春植え区の植栽をおこなった年の秋に秋植え区の植栽をおこなった経緯により、両区の間には1成長期間のずれが生じたため、春植え区の調査期間は8成長期目まで、秋植え区では7成長期目までとなった。

解析は、春植え区、秋植え区それぞれの樹高、地際直径、生存率について、裸苗とコンテナ苗(以下、苗種とする)間の比較をおこなった。前述のとおり春植え区と秋植え区では成長期間にずれが生じたため、両区の比較は実施しなかった。なお、調査期間中に誤伐や獣害を受けた個体は解析から除いた。また、樹高を地際直径で除した値を形状比として用いた。樹高および地際直径の比較にはWelchのt検定、生存率(生存本数/植栽本数)の比較にはfisherの正確確率検定を用いた。なお、有意水準 $\alpha$ はともに0.05とした。本研究における解析は、全て統計ソフトウェアR4.1.0(R Core Team 2021)でおこなった。

### III 結果と考察

#### 1 春植え区

春植え区全体における樹高、地際直径、形状比の推移を図-2に示す。

平均樹高は、植栽時から1成長期目までコンテナ苗が裸苗より有意に小さかった（図-2a、 $p < 0.001$ ）が、2成長期目以降は苗種間に有意差は認められなかった。平均地際直径は、2成長期目まではコンテナ苗が有意に小さかった（図-2b、 $p < 0.001$ ）が、3成長期目からは有意差が認められなかった。平均形状比は、植栽時にコンテナ苗が裸苗を大きく上回っていたものの、4成長期目にかけて低下し、以降は同程度で推移した（図-2c）。コンテナ苗の形状比は植栽後、裸苗と同程度に低下することが確認されており（八木橋ら 2016；図子 2019）、最深積雪 3 m 以上となる本調査地においても、先行研究と同様の知見が得られた。ただし、先行研究ではコンテナ苗と裸苗の形状比が2成長期目に同程度に収束していることから、本調査地においては、前述の2事例と比較しコンテナ苗の形状比の収束が遅い結果となった。

生存率の推移を図-3に示す。生存率は、コンテナ苗および裸苗ともに全成長期間を通して90%以上で推移し、裸苗では8成長期目でも100%と、植栽した苗全てが生存していた。一方、コンテナ苗の8成長期目の生存率は95.5%であった。苗種間で比較した結果、有意差は認められなかった（ $p = 0.121$ ）。このように、本調査地ではコンテナ苗と裸苗の生存率が同程度となったが、温室内の

灌水試験では、裸苗はコンテナ苗よりも土壤乾燥に伴う水ストレスに弱いことが示されている（伊藤ら 2019）。また、春期の降水量が少ない富山県では、5月に植栽したスギ裸苗が18日間で8割以上枯死した事例（図子 2018）がある。この事例では、植栽の2日前から6日後まで無降雨であったうえ、植栽した月の降水量が平年の半分程度であった。一方、本研究の調査地では梅雨期間中に植栽がおこなわれており、植栽前3日間に合計19.5 mm、植栽

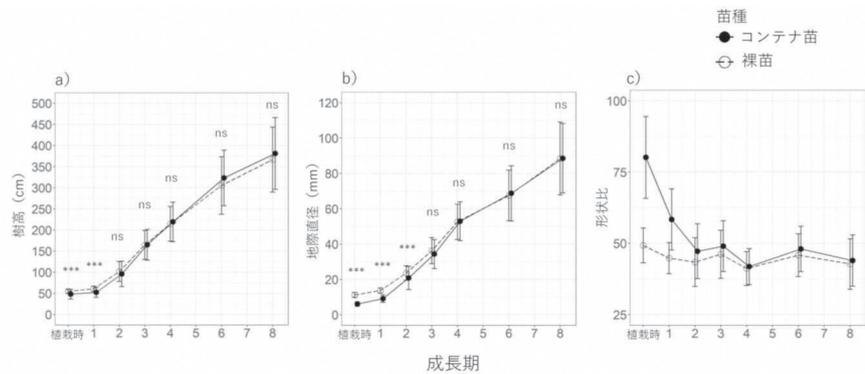


図-2. 春植え区におけるコンテナ苗と裸苗の平均樹高、平均地際直径、平均形状比の推移  
 図中のエラーバーは標準偏差、アスタリスクは苗種間に有意差があることを示す（Welch の t 検定、\* $p < 0.05$ 、\*\* $p < 0.01$ 、\*\*\* $p < 0.001$ ）。ns は苗種間に有意差がないことを示す。

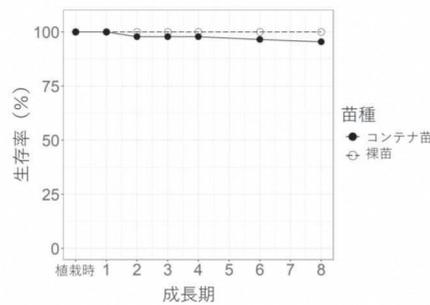


図-3. 春植え区におけるコンテナ苗と裸苗の生存率の推移

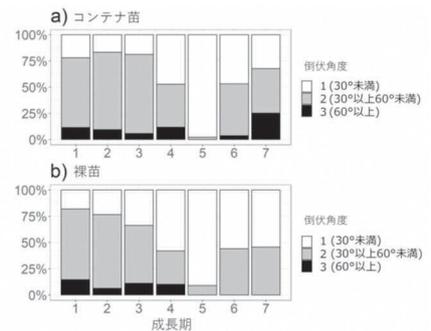


図-4. 春植え区における倒伏角度の推移

後3日間に合計12.0mmの降水があった。さらに、植栽後1か月の降水量も236.5mmと平年並みであった。そのため、乾燥による影響が少なく、裸苗が問題なく活着したと推察された。

倒伏角度の推移を図-4に示す。コンテナ苗、裸苗ともに5成長期目のみほとんどの個体が1となった。7成長期目では、コンテナ苗で25%程度の個体が3となった一方、裸苗では3となった個体はみられなかった。その他の成長期ではコンテナ苗、裸苗ともに4割以上の個体が2もしくは3となるなど、どちらの苗種もおおむね同程度で推移した。ここで、倒伏量は積雪量で決まり、積雪量は年変動が大きい(平1987)ことが知られているため、以下では調査地の積雪量に着目する。最寄りのアメダス(湯沢)における寒候年ごとの最深積雪を図-5に示す。なお、寒候年とは、前年8月1日から当年7月31日までを測定期間とする調査単位である。5成長期目(2020寒候年)の最深積雪は、平年値の半分以下と少なかった。そのため苗にかかる雪圧が小さく、コンテナ苗、裸苗ともに倒伏の程度が小さくなったと推察された。以上より、先行事例(平1987)で指摘されているとおり倒伏角度には積雪量の影響があり、積雪量の年変動にあわせて倒伏角度も変動したと推察された。

根抜け被害は、コンテナ苗、裸苗ともに確認されなかった。スギコンテナ苗における根抜け被害は斜面傾斜が急であるほど発生しやすい(図子2016)ため、傾斜が5°~15°と比較的緩い本調査地においては、根抜けの発生が抑制されたと考えられる。

## 2 秋植え区

秋植え区全体における樹高、地際直径、形状比の推移を図-6に示す。

平均樹高は、植栽時には苗種間に有意差が認められなかったものの、1成長期目からコンテナ苗が裸苗より有意に小さく(図-6a、 $p < 0.001$ )、7成長期目までそのまま推移した。平均地際直径は、植栽時から7成長期目まで一貫してコンテナ苗が有意に小さかった(図-6b、 $p < 0.001$ )。平均形状比は、コンテナ苗が3成長期目にかけて低下したものの、期間を通して裸苗より高く推移した(図-6c)。コンテナ苗の形状比は植栽後に低下し、裸苗と同程度に収束することが確認されている(八木橋ら2016;図子2019)が、本調査地における結果はそれとは異なっていた。

生存率の推移を図-7に示す。7成長期目ではコンテナ苗88.8%、裸苗94.4%と、コンテナ苗が裸苗を下回ったが、有意差は認められなかった( $p = 0.264$ )。

倒伏角度の推移を図-8に示す。植栽翌春では裸苗の半数近くが3であった一方、コンテナ苗は25%未満であった。2成長期目ではコンテナ苗の8割程度が2以上となった一方、裸苗は50%未満となった。その他の成長期については、コンテナ苗、裸苗ともに同様の推移を示した。4成長期目の倒伏角度が両者とも小さい(図-8)のは、春植え苗の5成長期目と同様、この年(2020寒候年)の最深積雪が平年値の半分以下であった(図-5)ためと考えられる。前述の春植え区と同様、倒伏角度

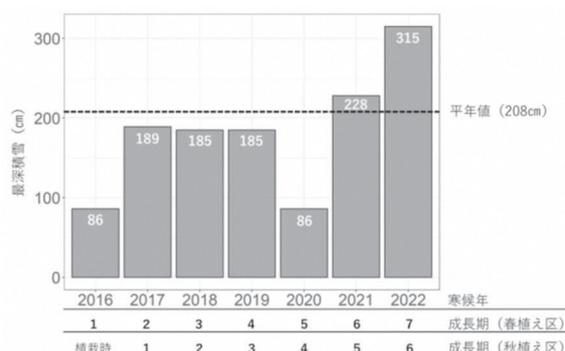


図-5. 調査地最寄りのアメダス(湯沢)における寒候年<sup>1)</sup>ごとの最深積雪と平年値<sup>2)</sup>

1) 前年8月1日から当年7月31日までを測定期間とする調査単位

2) 1991~2020年の30年平均

の変動は積雪量の影響を受けていたことが推察された。

根抜け被害は、コンテナ苗、裸苗ともに確認されなかった。前述の春植え区と同様、調査地の傾斜が緩やかであったことによると推察された。

#### IV おわりに

本研究では、最深積雪3 m以上となる地点においてスギコンテナ苗の生育状況を確認した。成長期間が合致しないため春植え区と秋植え区における生育状況の比較はおこなわなかったが、両区の結果には一貫性がなく、

植栽時期が影響した可能性がある。また、多雪地における植栽試験であるものの、幹折れ等、雪害の影響について詳細な検証ができなかったことから、植栽時期が生育状況に与える影響の解明と併せて、今後の検証が必要であると考え。

本研究を進めるにあたり、林野庁関東森林管理局中越森林管理署の皆様には試験地の提供および現地調査にご協力いただいた。ここに記して深く感謝の意を表します。

#### 引用文献

相浦英春・中島春樹・石田 仁 (2018) : 富山県内を対象としたメッシュ平年値の気温と降水量による平均年最深積雪の推定. 日林誌 100 : 174~177

今富裕樹・岡 勝 (2019) : 2.1. 一貫作業システムについて. (低コスト再造林への挑戦 一貫作業システム・コンテナ苗と下刈り省力化. 中村松三・伊藤 哲・山川博美・平田令子編著, 日本林業調査会). 26~33

伊藤 哲・新保優美・平田令子・溝口拓朗 (2019) : 異なる灌水条件下で夏季植栽したスギ挿し木コンテナ苗および裸苗の活着とその要因. 日林誌 101 : 122~127

気象庁 (2012) : メッシュ平年値 2010. <http://nlfftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>. (2021年12月

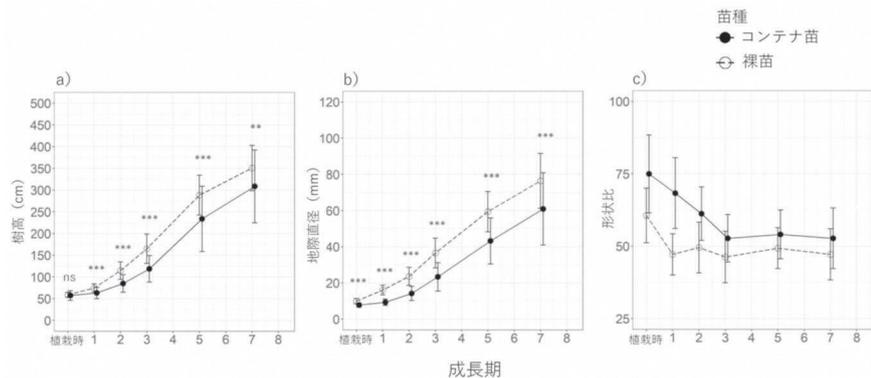


図-6. 秋植え区におけるコンテナ苗と裸苗の平均樹高、平均地際直径、平均形状比の推移

図中のエラーバーは標準偏差、アスタリスクは苗種間に有意差があることを示す (Welch の t 検定、\* $p < 0.05$ 、\*\*  $p < 0.01$ 、\*\*\*  $p < 0.001$ )。ns は苗種間に有意差がないことを示す。

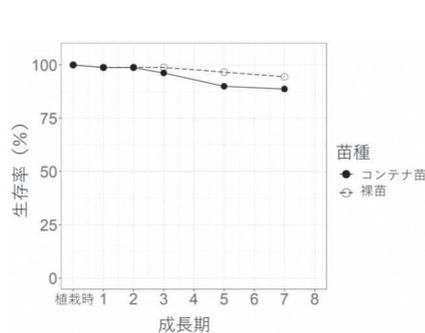


図-7. 秋植え区におけるコンテナ苗と裸苗の生存率の推移

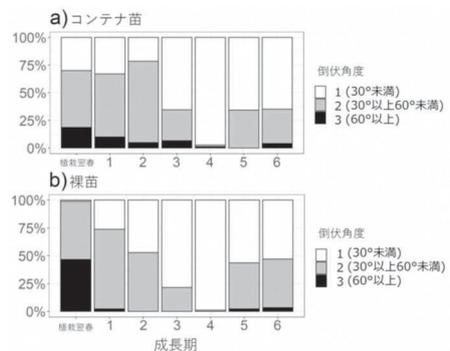


図-8. 秋植え区における倒伏角度の推移

20 日参照)

中村松三 (2019) : 3.1. コンテナ苗とは?. (低コスト再造林への挑戦 一貫作業システム・コンテナ苗と下刈り省力化. 中村松三・伊藤 哲・山川博美・平田令子編著, 日本林業調査会). 56~65

新潟県農林部治山課 (1976) : 昭和 50 年度民有林適地適木調査報告書 魚沼森林計画区. 新潟県

R Core Team (2021) : R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

林野庁 (2018) : 平成 29 年度低コスト造林技術実証・導入促進事業 低コスト造林技術の導入に向けて. <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/attach/pdf/syokusai-5.pdf>. (2023 年 1 月 25 日参照)

林野庁 (2022) : 令和 4 年版 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会

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.

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/3rd-chukiseika7.pdf>. (2023 年 2 月 14 日参照)

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

八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・櫃間 岳・野口麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田 健・落合幸仁 (2016) : スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日林誌 98 : 139~145

山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三 (2013) : 植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後 1 年目の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌 95 : 214~219

関子光太郎 (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

関子光太郎 (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. 森利誌 33 : 73~80

関子光太郎 (2019) : スギの苗種および植栽方法が根元曲りに及ぼす影響. 富山県森林研報 11 : 8~15