

令和4年度
当年生苗導入調査委託事業
報告書

令和5（2023）年3月

林野庁

目 次

第1章 事業の概要	1
1-1. 事業目的	1
1-2. 事業内容	1
1-2-1. 検討委員会の設置・運営	1
1-2-2. 苗木の生育状況等の調査	1
1-2-3. 当年生苗の特性等の分析と導入に向けた留意事項等の整理	2
1-2-4. 取りまとめ	2
1-3. 調査実施箇所	2
1-4. 事業の実施方針	4
第2章 検討委員会の設置・運営	6
第3章 苗木の生育状況等の調査	8
3-1. 調査項目	8
3-1-1. 写真撮影	9
3-1-2. 植栽木の生育状況等の調査	9
3-1-3. 植栽木と競合する植生の調査	10
3-2. 調査結果	11
3-2-1. 北海道千歳市西森 カラマツ（当年生苗・2年生苗）	13
3-2-2. 北海道千歳市千歳 カラマツ（当年生苗・2年生苗）	26
3-2-3. 北海道岩見沢市 カラマツ（当年生苗・2年生苗）	37
3-2-4. 宮城県七ヶ宿町 カラマツ（当年生苗・2年生苗）	50
3-2-5. 福島県いわき市 スギ（当年生苗）	60
3-2-6. 茨城県常陸太田市 スギ（当年生苗）	70
3-2-7. 長野県佐久市 カラマツ（当年生苗・2年生苗）	80
3-2-8. 島根県飯南町 スギ（当年生苗・2年生苗）	93
3-2-9. 島根県飯南町 ヒノキ（当年生苗・2年生苗）	104
3-2-10. 兵庫県宍粟市 スギ（当年生苗・2年生苗）	115
3-2-11. 高知県香美市 スギ（当年生苗・2年生苗）	127
3-2-12. 高知県北川村 スギ（当年生苗）	139
3-2-13. 高知県宿毛市 スギ（当年生苗・2年生苗）	149
3-2-14. 熊本県人吉市 スギ（当年生苗）	162
第4章 当年生苗の特性等の分析と導入に向けた留意事項等の整理	172
4-1. 当年生苗を導入することで得られるメリットについて	173
4-2. 当年生苗の形状（苗木サイズや根鉢の形成状態）について	174
4-2-1. 当年生苗の規格クリア率の検証結果	175

(1)	宮城県スギ（当年生苗・2年生苗）	175
(2)	島根県スギ（当年生苗・2年生苗）	177
(3)	兵庫県スギ（当年生苗・2年生苗）	179
(4)	高知県スギ①（当年生苗・2年生苗）	181
(5)	高知県スギ②（当年生苗・2年生苗）	183
(6)	高知県スギ③（当年生苗）	185
(7)	熊本県スギ（挿し木）（当年生苗）	187
(8)	北海道カラマツ①（当年生苗・2年生苗）	189
(9)	北海道カラマツ②（当年生苗・2年生苗）	191
(10)	北海道カラマツ③（当年生苗・2年生苗）	193
(11)	宮城県カラマツ①（当年生苗・2年生苗）	195
(12)	宮城県カラマツ②（当年生苗・2年生苗）	197
(13)	宮城県カラマツ③（当年生苗）	199
(14)	長野県カラマツ（当年生苗・2年生苗）	201
(15)	島根県ヒノキ（当年生苗・2年生苗）	203
4-2-2.	当年生苗の規格クリア率のまとめ	205
4-2-3.	規格をクリアするための育苗方法	210
(1)	本事業の調査結果からのヒント	210
(2)	他の研究機関からのヒント	211
4-3.	当年生苗の植栽後の生育状況について	215
4-3-1.	当年生苗と2年生苗の活着率について	215
4-3-2.	当年生苗と2年生苗の生存率について	217
4-3-3.	当年生苗と2年生苗の植栽後の食害について	220
(1)	宮城県気仙沼市スギ（ノウサギ食害）	220
(2)	高知県宿毛市スギ（ノウサギ食害）	223
(3)	宮城県気仙沼市カラマツ（ノウサギ食害）	224
(4)	北海道岩見沢市カラマツ（ノウサギ又はノネズミ食害）	225
(5)	まとめ	226
4-3-4.	当年生苗と2年生苗の植栽後の湾曲について	227
4-3-5.	当年生苗と2年生苗の成長状況（植栽後の樹高成長）	231
4-4.	当年生苗を導入する上での留意事項の整理	235
4-4-1.	当年生苗を導入する上での留意事項（苗齢自体の問題点）	236
4-4-2.	苗木サイズが小さいことや根の量が少ないことに起因する問題	238
第5章	取りまとめ	241
5-1.	事業報告書の取りまとめ	241
5-2.	概要版資料の作成	241

※苗木の大きさを表す用語について、本報告書では以下の様に統一した。

植栽される前の苗木・・・「苗長」、「根元径」

植栽された後の苗木・・・「樹高」、「地際径」

第1章 事業の概要

1-1. 事業目的

現在、戦後造林された人工林を中心に本格的な利用期を迎えており、今後、主伐の増加が見込まれる中、主伐後の再造林に必要な苗木の安定的な供給を図ることが一層重要になっている。

苗木の生産には通常複数年を要するが、コンテナ苗の生産技術等の進展により、育苗期間が1年以内のコンテナ苗（以下、「当年生苗」という。）の生産も行われており、研究機関等においては、当年生苗の成長について通常の苗と比べて遜色ないといった報告や生産者への普及活動も行われている。

当年生苗については、育苗期間の短縮による管理コスト及び残苗リスクの低減等のメリットがある一方、植栽後の活着や成長に関する知見が少なく、導入に不安を有する苗木生産者や森林所有者も多いこと等から事業ベースでの普及は進んでいない。

このため、本事業では、全国各地域の国有林において当年生苗の植栽を実施し、その後の成長等のデータの収集・分析を行い、苗木の安定供給に資する当年生苗の導入について検証等を行った。

1-2. 事業内容

1-2-1. 検討委員会の設置・運営

事業の実施に当たっては「当年生苗導入調査検討委員会」（以下、「検討委員会」という。）を設置し、技術的指導及び助言を受けながら事業を実施した。検討委員会は、事業実施期間中に2回開催した。

1-2-2. 苗木の生育状況等の調査

全国各地の国有林内に植栽された当年生苗及び2年生苗について、植栽後の生育状況等を把握するため、以下の項目について現地調査を行った。

調査地については、平成30（2018）年度から令和3（2021）年度に設定した13箇所において調査を実施した。なお、当年生苗の枯死・消失が極めて多く、調査の継続が困難であると判断した2箇所（宮城県気仙沼市（スギ・カラマツ）、長野県下諏訪町（カラマツ））については、令和3（2021）年度より調査対象外としている。

- 1) 当年生苗区及び2年生苗区内の調査対象木について、地際径及び樹高の計測、活着や生育状況の確認（植栽木の枯死や被害が確認された場合は、推定されるその要因も記録した）を行うとともに、植栽木と競合する植生の状況等についても調査を行い、また状況が確認できる写真を適宜撮影した。
- 2) 調査は1調査地当たり2回（1回目：夏期の下刈りが実施される前、2回目：秋冬期：その年の植栽木の成長が休止した後）実施した。

1-2-3. 当年生苗の特性等の分析と導入に向けた留意事項等の整理

- 1) 今年度の調査結果及び過年度の成果をもとに、当年生苗の特性や2年生苗との性状の違い等について分析・整理した。
- 2) 上記の分析等に当たり、本事業でこれまで整理した情報の他に、必要に応じて他の研究事例や学术论文等から情報を収集し、幅広い事例をもとにした当年生苗の分析となるように知見を補完した。
- 3) 当年生苗の特性等を考慮した上で、事業ベースでの本格導入と更なる普及に際してのメリットや留意すべき事項等を体系的に整理した。整理するに当たっては、樹種や地域、地理地形や施業方法等による区分やトータルコストを含む多角的な観点を踏まえた。

1-2-4. 取りまとめ

上記の調査や分析等で得られた成果について、これまでの研究成果も踏まえた上で事業報告書及び概要版資料に取りまとめた。

1-3. 調査実施箇所

本事業における調査実施箇所の一覧を表 1-1 に示す。

なお前述のとおり、表中で灰色塗りした2箇所の調査地（宮城県気仙沼市（スギ・カラマツ）及び長野県下諏訪町（カラマツ））については、今年度の調査は実施していない。

表 1-1 本事業における調査実施箇所の一覧（灰色塗りは R3 より調査対象外）

苗木の生育状況等の調査								苗木生産者の所在
森林 管理局	森林 管理署	県・ 市町村	国有林名 ・林小班 番号	樹種	当 年 生	2 年 生	植栽 年度	
北海道	石狩	北海道千歳市	西森 5210 ほ	カラマツ	○	○	R2 (2020)	北海道内 (2者)
		北海道千歳市	千歳 5375 に	カラマツ	○	○	R3 (2021)	
	空知	北海道岩見沢市	野々沢 38 る	カラマツ	○	○	R2 (2020)	
東北	宮城 北部	宮城県気仙沼市	高判形山 318 る 1	スギ カラマツ	○ ○	○ ○	H30 (2018)	宮城県内 (4者)
	仙台	宮城県七ヶ宿町	大梁川 408 り	カラマツ	○	○	R3 (2021)	宮城県内 (2者)
関東	磐城	福島県いわき市	小久田 106 ん	スギ	○		H30 (2018)	茨城県内 (1者)
	茨城	茨城県常陸太田市	塩ノ沢入 2058 は 2	スギ	○		H30 (2018)	
中部	東信	長野県佐久市	立科 109 と	カラマツ	○	○	H30 (2018)	長野県内 (1者)
	南信	長野県 諏訪郡下諏訪町	東俣 1109 に	カラマツ	○	○	H30 (2018)	
近畿 中国	島根	島根県 飯石郡飯南町	程原 230 と 1	スギ ヒノキ	○ ○	○ ○	H30 (2018)	島根県内 (1者)
	兵庫	兵庫県宍粟市	赤西 120 い	スギ	○	○	H30 (2018)	兵庫県内 (1者)
四国	高知 中部	高知県香美市	谷相山 3 り	スギ	○	○	H30 (2018)	高知県内 (1者)
	安芸	高知県 安芸郡北川村	後口山 1002 に 1	スギ	○		R1 (2020)	
	四万十	高知県宿毛市	古屋郷山 1060 ろ	スギ	○	○	H30 (2018)	高知県内 (1者)
九州	熊本 南部	熊本県人吉市	西浦 21 に	スギ挿木	○		H30 (2018)	熊本県内 (1者)

1-4. 事業の実施方針

【当年生苗の定義について】

当年生苗の定義については生産者や研究者等により異なる場合があり、「播種してから1成長期を経過したコンテナ苗」や、「播種してから1年未満のコンテナ苗」のように複数の捉え方をされている。

本事業の実施に当たっては、科学的検証を行う上で統一した定義を定める必要があったことから、事業開始直後の平成30年度第1回検討委員会にて、「当年生苗」の定義について以下の通り定めた。

「育苗期間1年以内のコンテナ苗」との趣旨から、当年生苗の定義は、播種により生産された場合は「播種後1年以内のコンテナ苗」とし、挿し木により生産された場合は「培地に穂を挿してから1年以内のコンテナ苗」とする。

以降は、上記の定義を基にして本事業を進めることとする。

【事業の実施方針について】

本事業における実施方針を図1-1に示す。

現時点での課題として、当年生苗を植栽したときの活着や成長に関する知見が不足していることが挙げられる。このため、当年生苗を導入しても大丈夫かという不安を有する苗木生産者や森林所有者が多く、事業ベースでの普及がなかなか進んでいない。

植栽木の活着や成長は植栽地の気候や立地環境等にも左右されてしまうため、これらの条件を等しくした対照区として2年生苗を植栽し、同条件下で当年生苗と2年生苗の活着や成長を比較することにより、当年生苗の活着や成長について検証することとした。

また、植栽木の活着や成長には気候や微地形、競合する雑草木の種組成といった植栽地の環境要因だけでなく、植栽される苗木が元々どのような品質や状態を持っていたのかという要因も影響すると考えられる。そのため、過年度に実施した苗木生産者へのヒアリング調査や出荷される苗木のサンプリング調査の結果を植栽後の苗木の生育状況の調査結果と結び付けることにより、当年生苗と2年生苗の活着や成長の差が生じた要因を、苗木の品質や状態といった面からも検証することとした。

これらの検証で得られた知見を整理し、当年生苗の特性や2年生苗との違いを解明した上で、どのような条件であれば当年生苗が有効活用できるのか、あるいは当年生苗を導入するにはどのような点に留意する必要があるか、といった視点から当年生の導入について検証することを事業の目標とした。

■事業の実施方針について

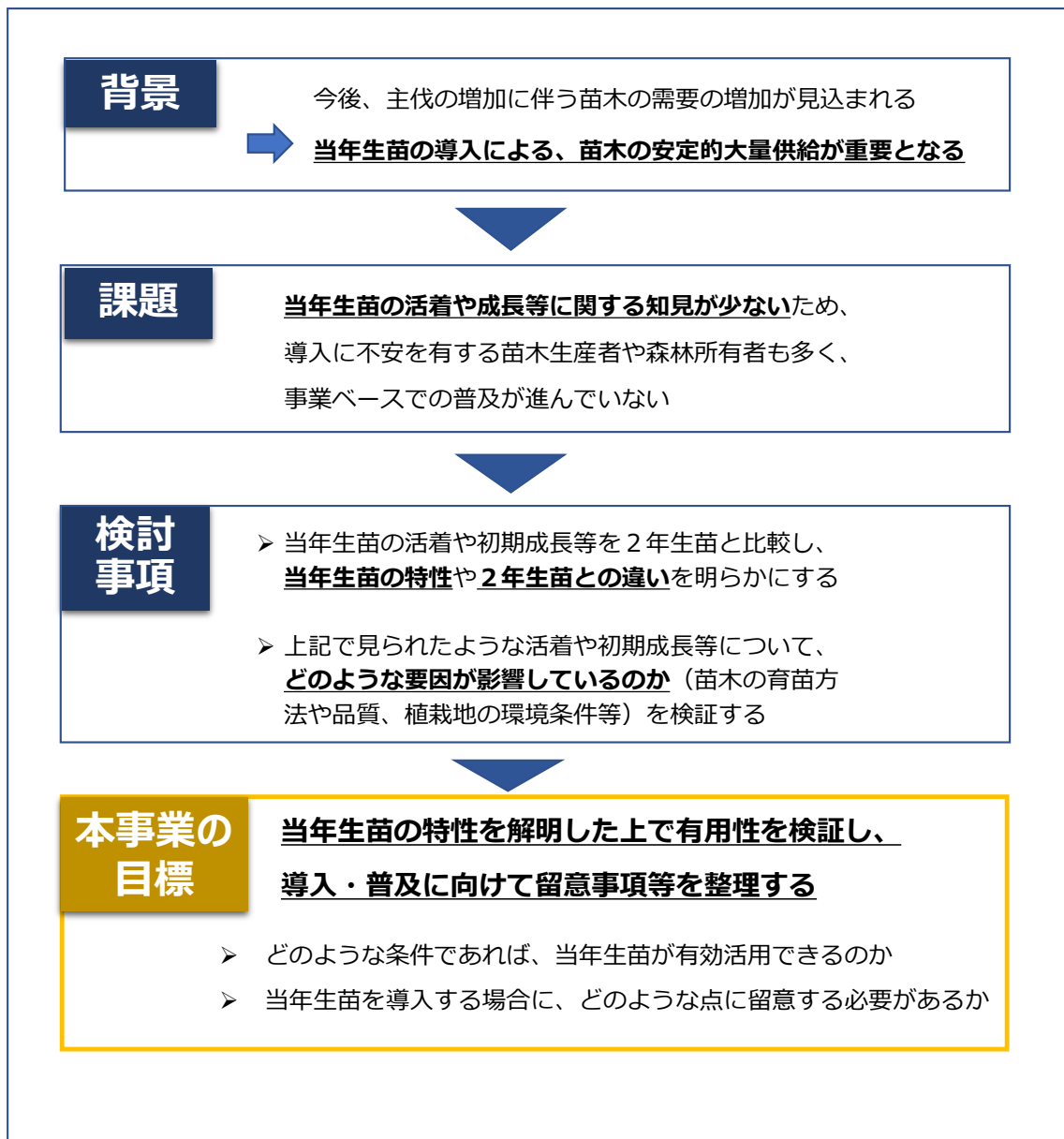


図 1-1 事業の実施方針について

第2章 検討委員会の設置・運営

事業の実施に当たり、「令和4年度当年生苗導入調査検討委員会（以下、「検討委員会」という。）を設置した。検討委員会は、林業用種苗・造林等に関する学識経験者4名を検討委員とした。また、各都道府県等においても当年生苗の活用の検討が行われていることから、都道府県において当年生苗の研究を行っている研究者1名をオブザーバーとした。

検討委員及びオブザーバーは表2-1のとおりである。

表2-1 検討委員・オブザーバーの構成（五十音順・敬称略）

検討委員	
安楽 勝彦	全国山林種苗協同組合連合会 専務理事
伊藤 哲	宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 教授
大平 峰子	森林総合研究所 林木育種センター 育種第二課 育種研究室長
飛田 博順	森林総合研究所 植物生態研究領域 樹木生理研究室長
オブザーバー	
陶山 大志	島根県中山間地域研究センター 農林技術部 森林保護育成科 専門研究員

検討委員会は、令和4（2022）年8月と令和5（2023）年2月の2回開催した。検討委員会の実施日と主な検討内容を表2-2に、開催時の状況を写真2-1に示す。なお、新型コロナウイルス感染対策のため、開催に当たってはWEB会議システムを併用した。

表2-2 主な検討内容

検討委員会	主な検討内容
第1回検討委員会 (令和4(2022)年 8月17日)	(1) 事業の概要・実施方針について (2) 前回の検討委員会における指摘事項について (3) 今年度の調査内容について (4) 事業成果の取りまとめについて
第2回検討委員会 (令和5(2023)年 2月13日)	(1) 苗木の生育状況等に関する調査結果について (2) 事業成果の取りまとめについて (3) 概要版資料について



第1回検討委員会（令和4（2022）年8月17日）



第2回検討委員会（令和5（2023）年2月13日）

写真 2-1 検討委員会の様子

第3章 苗木の生育状況等の調査

本事業では、当年生苗の植栽後の活着状況や成長状況の把握を目的に、国有林内に植栽された当年生苗及び2年生苗の調査を行うこととしている。

平成30(2018)年度から令和3(2021)年度にかけて全国各地に設定した13箇所の調査地において、当年生苗の調査区(以下、「当年生苗区」とする。)及び対照区(以下、「2年生苗区」とする。)を設定して、植栽木の地際径、樹高、活着状況等の調査を行った。(なお、獣害等の影響により当年生苗がほとんど枯死してしまった2箇所の調査地(宮城県気仙沼市、長野県下諏訪町)は、令和3(2021)年度より調査対象から除外した。)

今年度の調査は、それぞれの調査地ごとに年2回実施した。1回目の調査は夏期(下刈りの前)に実施し、植栽木の地際径、樹高、生育状況等のデータを取得したほか、植栽木と競合する雑草木の種組成や競合状態に関する調査を実施した。2回目の調査は秋冬期に実施し、成長休止期における植栽木の地際径、樹高、生育状況のデータを取得した。

なお、各調査区(当年生苗区及び2年生苗区)には、過年度のプロット設定時にエリアの四隅にL杭を設置し、また植栽木の誤伐を防ぐために植栽木の隣に青色のFRPポールを設置している(写真3-1)。



写真 3-1 L杭(左)及びFRPポール(右)の設置状況

3-1. 調査項目

現地調査は、以下の項目について実施した。

- ・写真撮影
- ・植栽木の生育状況等の調査
- ・植栽木と競合する植生の調査

各項目の調査方法の概要を3-1-1. から3-1-3. に示す。なお、各項目の調査に際しては、事業初年度に調査マニュアルの策定を行い、調査者の測定結果にばらつきが生じないよう配慮している。

3-1-1. 写真撮影

調査地の状況を把握するため、次の定点を設置し、調査ごとに撮影した。

遠景写真：調査地域ごとにおおよその全景が入るような撮影地点を設定し、撮影した。

近景写真：各調査プロット内の状況や植栽木の生育状況が分かるよう、写真撮影を行った。

3-1-2. 植栽木の生育状況等の調査

調査対象木について、成長量や生育状況等を把握するため、以下の項目について調査を行った。

<調査時期>

(1回目)：夏期（雑草木との競合状態を見るため、できるだけ下刈り前に実施）

(2回目)：秋冬期（その年における樹高や地際径を計測するため、成長休止期に実施）

<植栽木の計測>

- ・地際径（0.1mm 単位で計測）
- ・樹高（1 mm 単位で計測）
- ・樹冠幅（1 cm 単位で計測）

<植栽木の生育状況等の確認>

- ・生育状況（生存、枯死、衰弱その他の変化等を記録）
- ・枯死していた場合は、その原因
- ・苗木の状態（誤伐、曲がり、倒伏、主軸の枯損や折損等）
- ・獣虫害や病害の発生状況
- ・適宜、植栽木の写真を撮影

なお、植栽木の生育状況については、以下の5つに分類して整理した。また、植栽木の樹高や地際径の成長を分析する際には、健全木のみのデータを使用した。

健全木	下記のような異常がこれまでの調査で見られず、植栽後から健全に生育していた植栽木
誤伐木	誤伐を受けていた植栽木
形質不良木	主幹の曲がり、折損、倒伏、衰弱等の異常が見られた植栽木
獣虫害木	獣害、虫害、病害が見られた植栽木（軽微なものは除く）
枯死・消失	枯死又は消失していた植栽木

3-1-3. 植栽木と競合する植生の調査

夏期調査において、植栽木と雑草木の競合状態を把握するため、以下の項目を調査した。

<調査項目>

- ・植栽木と雑草木の競合状態の記録
- ・簡易植生調査

<植栽木と雑草木の競合状態>

山川ら(2016)の基準を用い、調査プロット内の植栽木1本ごとにC1～C4の4つのカテゴリ(図3-1)に分類して記録した。

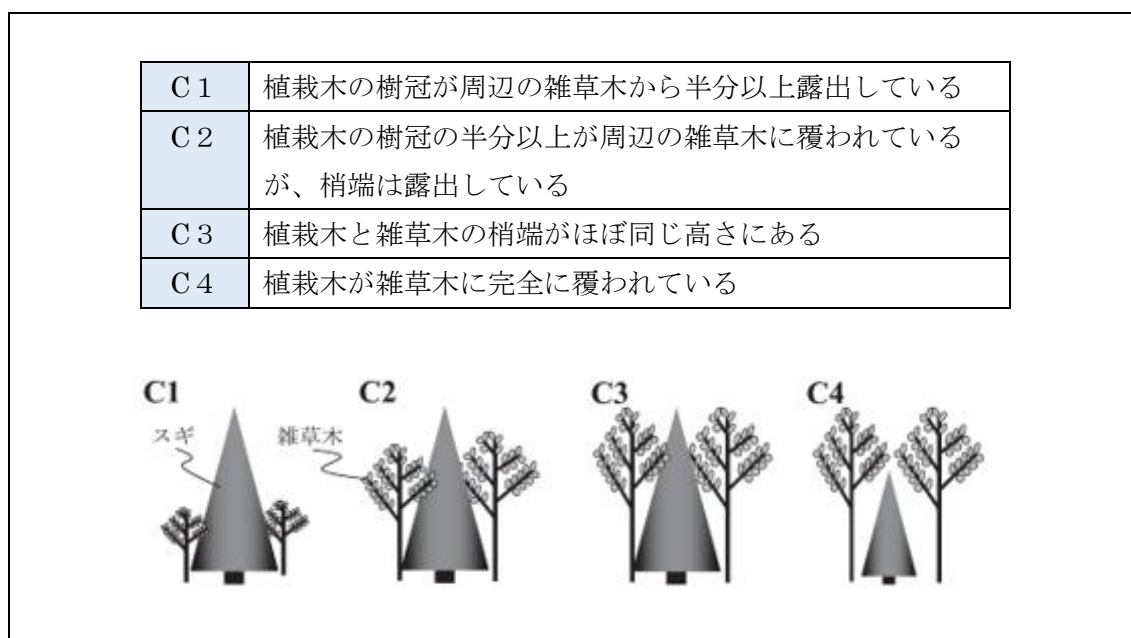


図 3-1 植栽木と雑草木の競合状態 (C1～C4) について
山川ほか(2016) スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響、

日林誌 (2016) 98:241-246

<簡易植生調査>

各調査プロットにおいて、植栽木と競合状態になり得る雑草木について、植生調査を行った。調査地内の植生を便宜的に低木層と草本層に分け、平均的な層の高さ及び被度を記載した。さらに、それぞれの層に出現した植物の種名を記録し、各層の優占上位3種についてはそれぞれ植被率を記録した。

3-2. 調査結果

各調査地の一覧を図 3-2、表 3-1 に示す。

なお、2箇所の調査地（宮城県気仙沼市（スギ・カラマツ）、長野県下諏訪町（カラマツ））については、獣害や雑草木による被圧等によって植栽木の多くが枯死しており、検証に十分なデータが得られないと判断されたため、令和3（2021）年度より調査対象からは除外された（図、表の灰色塗りの箇所）。

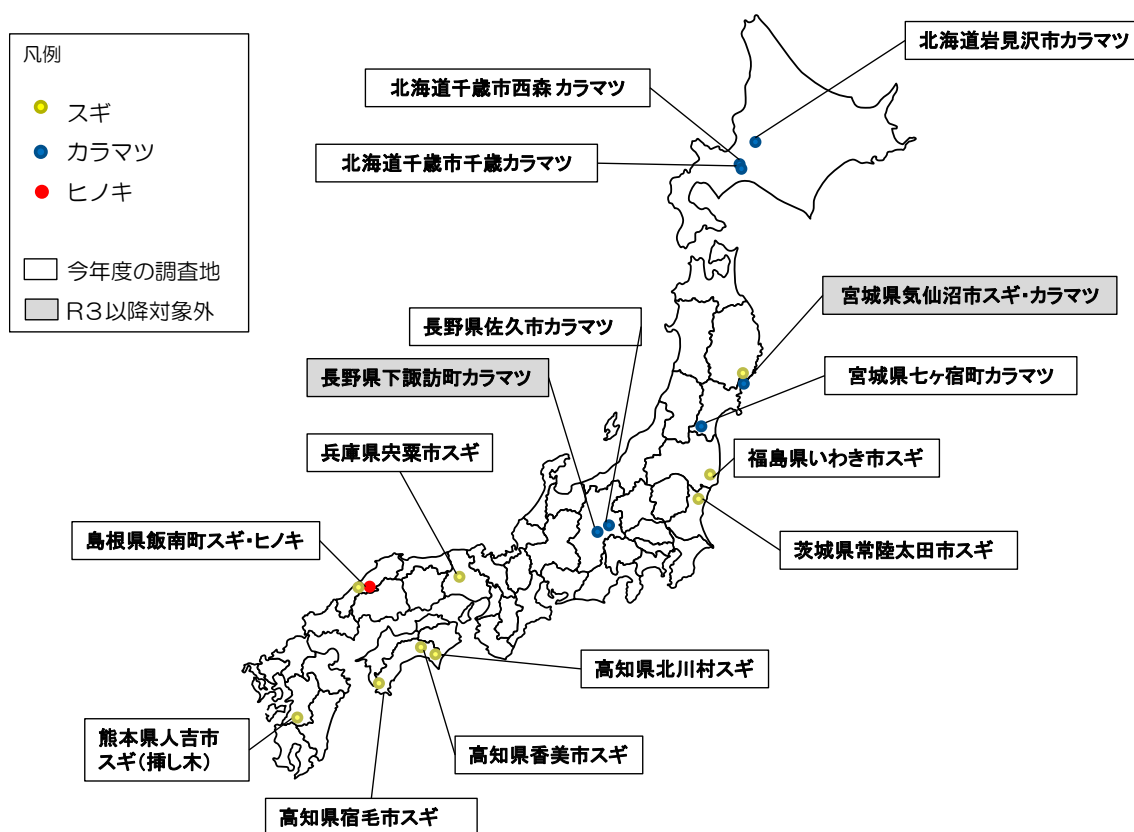


図 3-2 調査地の位置図（令和4（2022）年度時点）

表 3-1 調査地一覧（令和4（2022）年度時点）

森林 管理局	森林 管理署	調査地名	国有林名 林小班番号	樹種	当 年 生	2 年 生	植栽年月
北海道	石狩	北海道 千歳市西森	西森 5210 ほ	カラマツ	○	○	R2(2020)年 10月
		北海道 千歳市千歳	千歳 5375 に	カラマツ	○	○	R3(2021)年 10月
	空知	北海道 岩見沢市	野々沢 38 る	カラマツ	○	○	R2(2020)年 10月
東北	宮城 北部	宮城県 気仙沼市	高判形山 318 る 1	スギ カラマツ	○ ○	○ ○	H30(2018)年 11-12月
	仙台	宮城県 七ヶ宿町	大梁川 408 り	カラマツ	○	○	R3(2021)年 11月
関東	磐城	福島県 いわき市	小久田 106 ん	スギ	○		H30(2018)年 5月
	茨城	茨城県 常陸太田市	塩ノ沢入 2058 は 2	スギ	○		H29(2017)年 4-5月
中部	東信	長野県 佐久市	立科 109 と	カラマツ	○	○	H30(2018)年 10月
	南信	長野県 下諏訪町	東俣 1109 に	カラマツ	○	○	H30(2018)年 10月
近畿 中国	島根	島根県 飯南町	程原 230 と 1	スギ ヒノキ	○ ○	○ ○	H30(2018)年 11月
	兵庫	兵庫県 宍粟市	赤西 120 い	スギ	○	○	H30(2018)年 11月
四国	高知 中部	高知県 香美市	谷相山 3 り	スギ	○	○	H31(2019)年 1月
	安芸	高知県 北川村	後口山 1002 に 1	スギ	○		R2(2020)年 1月
	四万十	高知県 宿毛市	古屋郷山 1060 ろ	スギ	○	○	H31(2019)年 1月
九州	熊本 南部	熊本県 人吉市	西浦 21 に	スギ挿木	○		H31(2019)年 2月

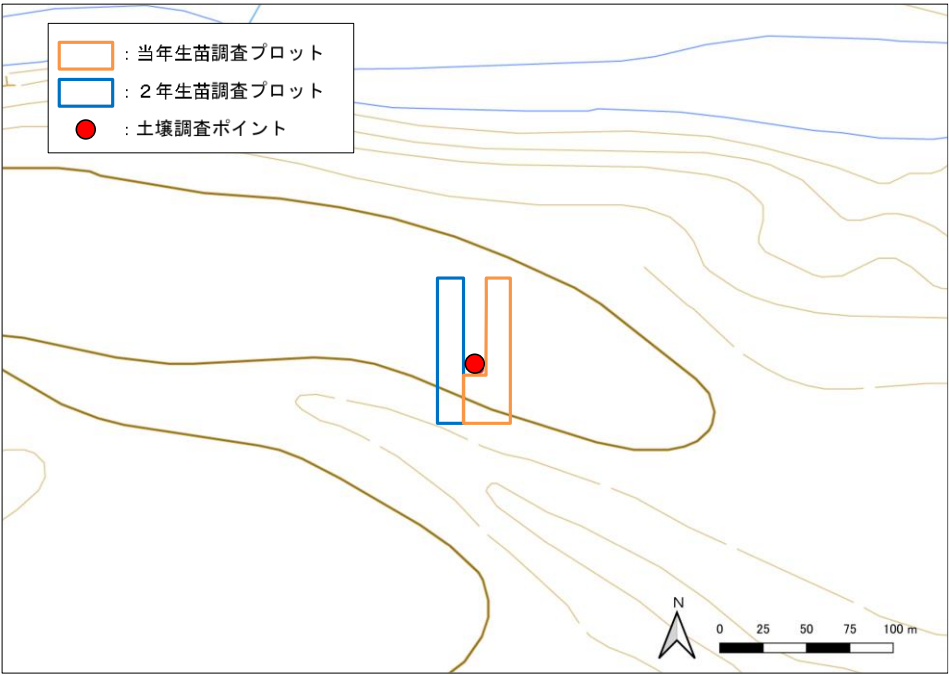
※図中の灰色塗りは、調査対象から除外した調査地

3-2-1. 北海道千歳市西森 カラマツ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

北海道千歳市西森の調査地の概要を以下に示す。

表 3-2 調査地の概要（北海道千歳市西森カラマツ）

調 査 地	北海道千歳市西森		
国 有 林 名	西森 5210 ほ		
樹 種	カラマツ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造 林 情 報	苗木生産者	A氏（北海道カラマツ①）	
	面 積	1.75ha	
	植栽年月日	令和2（2020）年10月	
	植栽本数	260本	3,202本
	獣害対策	無し	
	施業履歴	伐採：令和2（2020）年3月 地拵え：令和2（2020）年5月、大型機械	
調 査 地 情 報	標 高	100m	
	斜面方位	平坦地	
	最大傾斜角	平坦地	
			

令和2（2020）年10月に、北海道千歳市の西森国有林内にカラマツの当年生コンテナ苗と2年生コンテナ苗を植栽した。

本調査地は全体的に平坦地であり、枝条が筋状に集積されてその間にカラマツが2列ずつ直列に植栽されている（「2条植え」、写真3-3）。また、当年生苗については2年生苗と混交して植栽されていたが、当年生苗は北海道森林管理局によりラベリングされていたため判別可能だった。なお、獣害対策は講じられていない。



令和2（2020）年10月



令和4（2022）年10月

写真 3-2 調査地の状況（北海道千歳市西森カラマツ）

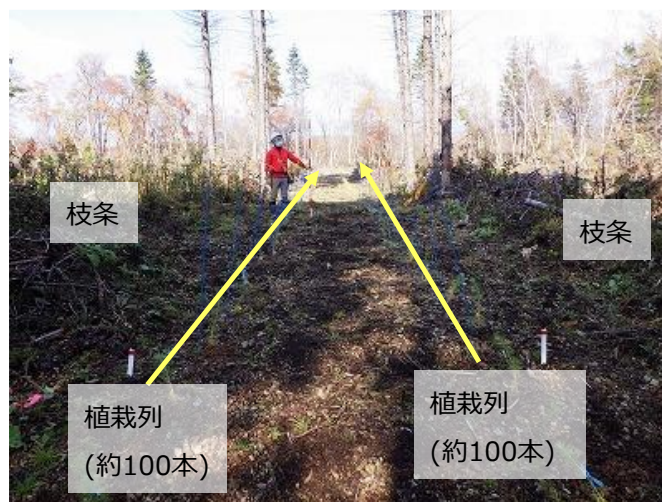


写真 3-3 2条植えの状況（北海道千歳市西森カラマツ、令和2（2020）年10月）

【調査プロットの概要】

本調査地における調査プロットの状態を図 3-3 に示す。当年生苗区は、当年生苗と2年生苗が混交して植栽されている列から当年生苗を100本選定し、それらが入るように設定した。2年生苗区は、2年生苗のみが植栽された列を1列選定し、100本が入るように設定した。

調査プロット内における当年生苗と2年生苗の調査本数を表 3-3 に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗・2年生苗それぞれ100本ずつとした。

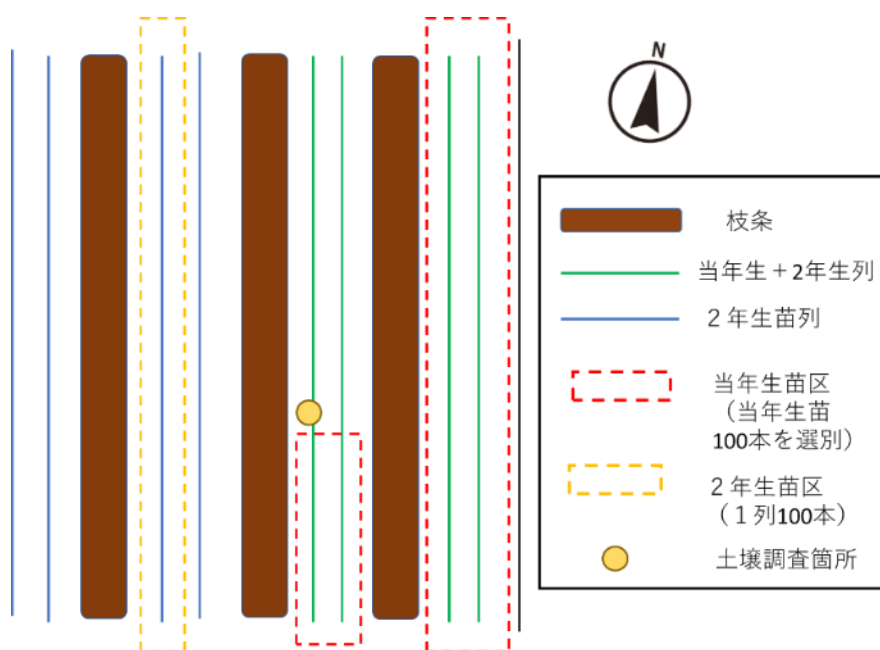


図 3-3 調査プロットの設置状況（北海道千歳市西森カラマツ）

表 3-3 当年生苗と2年生苗の調査本数（北海道千歳市西森カラマツ）

設置日	令和2（2020）年10月29日	
苗種	当年生苗	2年生苗
調査本数	100本	100本



当年生苗区（令和2（2020）年10月）



2年生苗区（令和2（2020）年10月）



当年生苗区（令和3（2021）年7月）



2年生苗区（令和3（2021）年7月）



当年生苗区（令和3（2021）年10月）



2年生苗区（令和3（2021）年10月）



当年生苗区（令和4（2022）年7月）



2年生苗区（令和4（2022）年7月）



当年生苗区（令和4（2022）年10月）



（2年生苗区令和4（2022）年10月）

写真 3-4 調査プロットの状況（北海道千歳市西森カラマツ）

【土壌調査（令和2（2020）年度）】

令和2（2020）年10月の1回目調査時に実施した土壌調査の結果を以下に示す。なお、本調査地では当年生苗区と2年生苗区で同一の立地環境であり、土壌の構造に差は無いと考えられたため、調査地の中央1箇所を調査を行った。本調査地は全体的に石礫が多く、水はけが良い環境である。また、A層やB層の多くを未熟土が占めている。



地表面の状態

土壌断面

写真 3-5 土壌調査の状況（北海道千歳市西森カラマツ）

表 3-4 土壌調査結果（北海道千歳市西森カラマツ）

層	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率	堅密度	
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計
A0層	なし									
A層	0-10cm	10YR	2	1	黒	未熟土	砂質壤土	95%	-	4.2
B1層	10-20cm	10YR	5	6	黄褐	未熟土	砂土	85%	-	4.2
B2層	20-30cm	10YR	4	3	にぶい黄褐	未熟土	砂土	85%	-	4.3
B3層	30-35cm	10YR	4	4	褐色	堅果状	埴質壤土	20%	-	21
B4層	35cm-	10YR	4	3	にぶい黄褐	未熟土	砂土	85%	-	4.2

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期調査の時期、また下刈りの実施時期を表 3-5 に示す。令和 4（2022）年度は、下刈りが 6 月と 8 月の 2 回実施されている。1 回目の下刈りが 6 月と早期に実施されたため、夏期調査は下刈りが実施された後となった。

表 3-5 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（北海道千歳市西森カラマツ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
令和 2（2020）年度	—	10 月 29 日（1 回目） 11 月 17 日（2 回目）	—
令和 3（2021）年度	7 月 7 日	10 月 14 日	6 月（1 回目） 8 月（2 回目）
令和 4（2022）年度	7 月 5 日	10 月 18 日	6 月（1 回目） 8 月（2 回目）

【植栽木の活着率について】

当年生苗と 2 年生苗の活着率（植栽から約 1 か月後における生存率）を図 3-4 に示す。本調査地に植栽された当年生苗は根鉢の形成が不十分であったが、活着率は当年生苗、2 年生苗ともに 100% となり、当年生苗と 2 年生苗ともに全ての植栽木が活着していた。

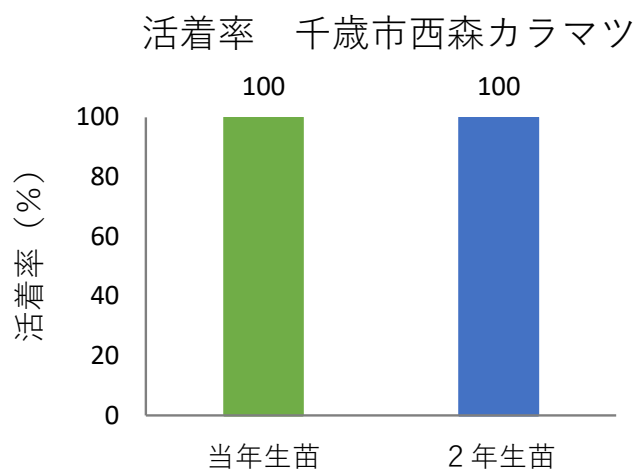


図 3-4 当年生苗と 2 年生苗の活着率（北海道千歳市西森カラマツ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図3-5に、生育状況を図3-6に示す。

植栽から2年後の令和4（2022）年10月における生存率は、当年生苗で99%、2年生苗で96%となり、当年生苗と2年生苗で差は見られず、どちらもほとんどの植栽木が生存していた。

植栽木の生育状況については、本調査地では植栽直後の令和2（2020）年10月の時点で湾曲している植栽木が見られ、当年生苗13本、2年生苗6本と当年生苗に多く発生していた。植栽から1か月後の令和2（2020）年11月には、湾曲している当年生苗は25本と増加していた一方で、2年生苗は3本に減少していた。

また、植栽から1年後の令和3（2021）年10月の調査では、シカによる食害を受けていた植栽木が増加しており、当年生苗35本、2年生苗35本が被害を受けていた。また、被害箇所はほとんどが主軸の先端だった。令和4（2022）年度の調査では、新たな被害は見られなかった。

なお、シカによる食害を受けた植栽木が当年生苗と2年生苗で同数であり、被害形態もほとんど同じだったことから、シカによる食害は苗齢に関わらず発生していたと言える。

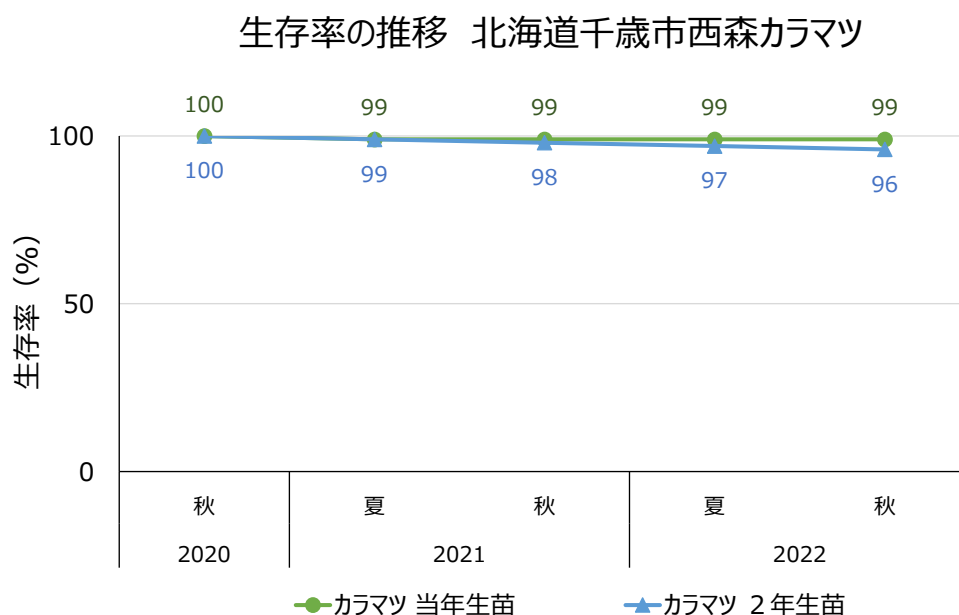


図 3-5 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（北海道千歳市西森カラマツ）

植栽木の生育状況 北海道千歳市西森カラマツ

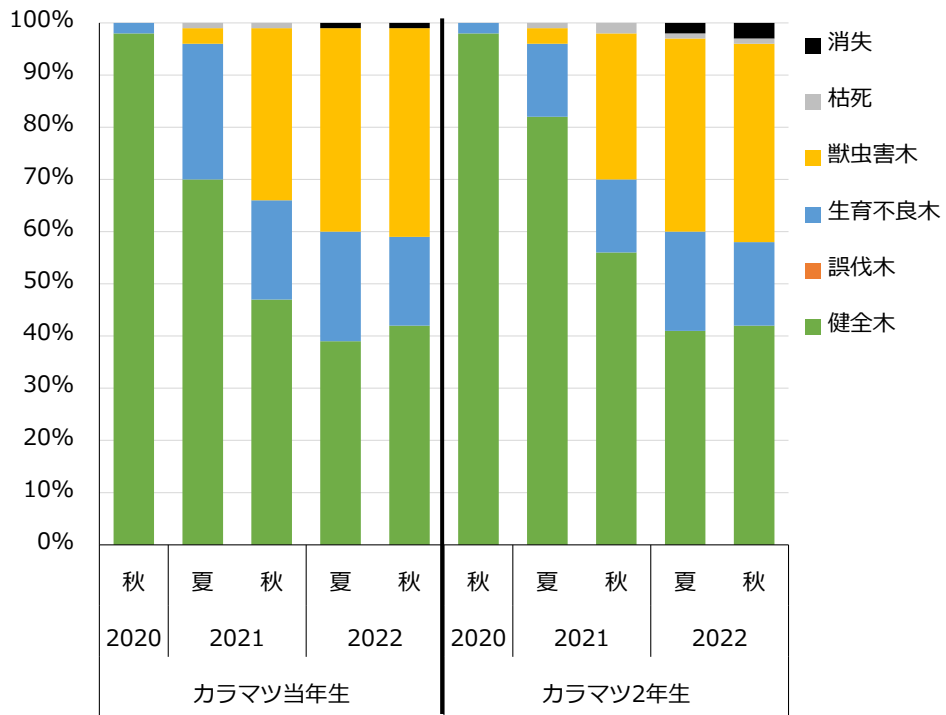


図 3-6 当年生苗と2年生苗の生育状況（北海道千歳市西森カラマツ）



写真 3-6 湾曲していた当年生苗
(令和3(2021)年7月)



写真 3-7 シカの食害跡
(令和3(2021)年7月)

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-6及び図3-7に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

2成長期を経過した令和4（2022）年10月における平均樹高は、当年生苗で102.4cm、2年生苗で114.5cmと、当年生苗の方が12.1cm小さかったものの、植栽直後の令和2（2020）年10月時点の樹高差（約12.7cm）とほとんど変わっていない。また、当年生苗と2年生苗の平均樹高の有意差を検定した結果、植栽時から令和4（2022）年度まで当年生苗の平均樹高が2年生苗より有意に小さいままであるものの、両者の樹高成長の傾向はほぼ同じである。

以上のことから、植栽から2成長期が経過した時点では、当年生苗と2年生苗の樹高成長はほとんど同じと言える。

表3-6 当年生苗と2年生苗の成長状況（北海道千歳市西森カラマツ）

		2020 夏	2020 年秋冬	2021 年夏	2021 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	—	32.2 ± 6.5 cm	37.2 ± 6.6 cm	50.3 ± 9.3 cm
	2年生苗	—	44.9 ± 9.9 cm	50.5 ± 9.9 cm	64.8 ± 11.3 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	—	3.5 ± 0.8 mm	5.2 ± 0.8 mm	8.9 ± 1.6 mm
	2年生苗	—	4.1 ± 0.8 mm	6.0 ± 0.8 mm	10.0 ± 2.1 mm
平均形状比	当年生苗	—	93.4 ± 17.1	72.7 ± 11.9	57.4 ± 11.7
	2年生苗	—	114.4 ± 33.5	85.7 ± 19.5	66.4 ± 12.0

		2022 年夏	2022 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	63.4 ± 9.6 cm	102.4 ± 20.9 cm
	2年生苗	76.2 ± 15.0 cm	114.5 ± 32.2 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	11.8 ± 2.2 mm	15.9 ± 3.0 mm
	2年生苗	12.8 ± 2.7 mm	17.2 ± 4.3 mm
平均形状比	当年生苗	54.8 ± 8.2 cm	65.2 ± 10.9
	2年生苗	60.3 ± 8.7cm	66.9 ± 8.6

※±の後の数値は標準偏差

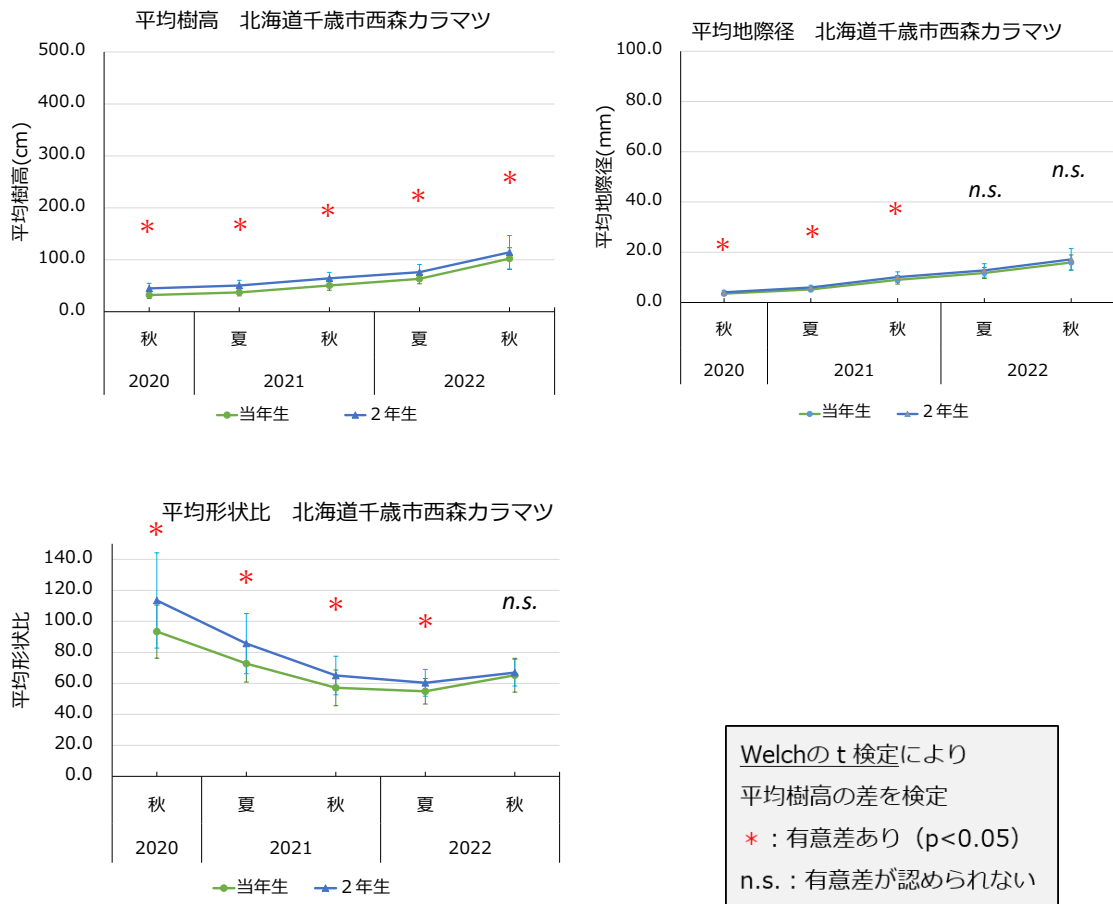


図 3-7 当年生苗と2年生苗の成長状況（北海道千歳市西森カラマツ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における植生調査の結果を表 3-7 に、令和3（2021）から令和4（2022）年の夏期調査における、当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-8 に示す。なお、令和4（2022）年度は、植栽列のみ筋刈りが2回実施されているが、そのうち1回目の下刈りは6月に実施されており、夏期調査は下刈りの後となった。

夏期調査では、スゲ類やオオアワダチソウ、ハンゴンソウ等の草本類が優占しているのが確認された。雑草木の被度は60%程度と高くないため、調査時点では植栽木はほとんど被圧されていなかったが、特にオオアワダチソウは密生して繁茂することがあるため今後の雑草木の繁茂状況には注意が必要である。なお、当年生苗と2年生苗の競合状態はほとんど同じだった。

表 3-7 植生調査の結果（北海道千歳市西森カラマツ）

調査区全体の被度： 60%

調査区の植生タイプ：多年生草本類

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)		なし		
草本層 (高さ100cm未満)	60%	・オオアワダチソウ ・スゲ ・ハンゴンソウ	25% 20% 5%	・エビガライチゴ ・フキ ・シラカンバ

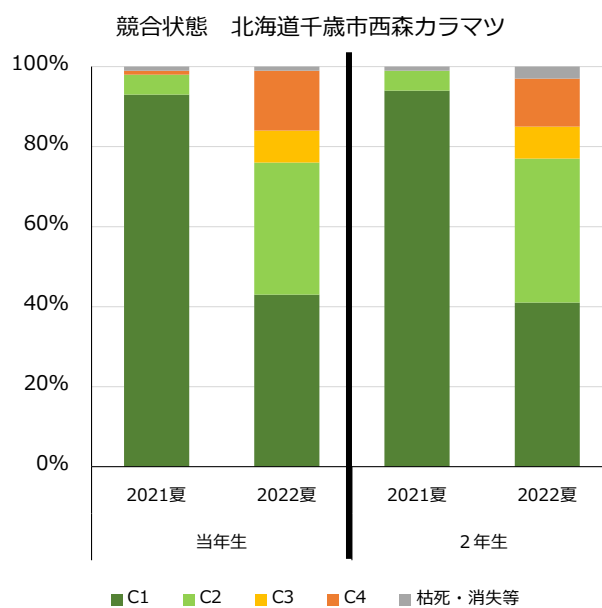


図 3-8 雑草木との競合状況（北海道千歳市西森カラマツ）

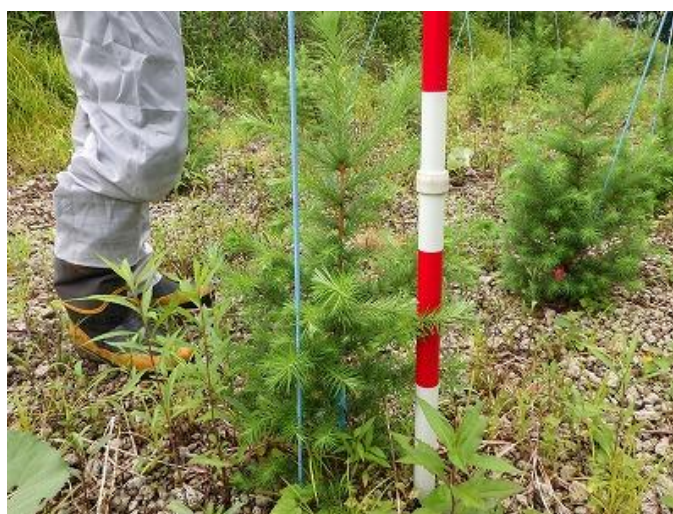


写真 3-8 植生の状況

（北海道千歳市西森カラマツ、令和4（2022）年7月）



当年生苗（令和2(2020)年10月）



2年生苗（令和2(2020)年10月）



当年生苗（令和3(2021)年10月）



2年生苗（令和3(2021)年10月）



当年生苗（令和4(2022)年10月）



2年生苗（令和4(2022)年10月）

写真 3-9 植栽木の状況（北海道千歳市西森カラマツ）

3-2-2. 北海道千歳市千歳 カラマツ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

北海道千歳市千歳の調査地の概要を以下に示す。

表 3-8 調査地の概要（北海道千歳市千歳カラマツ）

調 査 地	北海道千歳市千歳		
国 有 林 名	千歳 5375 に		
樹 種	カラマツ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造 林 情 報	苗木生産者	A氏（北海道カラマツ③）	
	面 積	約 0.19ha	
	植栽年月日	令和3（2021）年10月	
	植栽本数	120本	120本
	獣害対策	無し	
	施業履歴	伐採：令和3（2021）年8月 地拵え：令和3（2021）年8月	
調 査 地 情 報	標 高	70m	
	斜面方位	平坦地	
	最大傾斜角	平坦地	

令和3（2021）年10月に、北海道千歳市の千歳国有林内にカラマツの当年生コンテナ苗と2年生コンテナ苗を植栽した。

本調査地は、林野庁の別事業と合同で設定した試験地である。地拵え処理別の試験区が3つ設定されており（①クラッシュ地拵え・チップマルチング区、②グラップル地拵え区、③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区）、それぞれにカラマツの大苗、当年生苗、2年生苗が植栽されている（図3-9）。このうち、本事業では当年生苗と2年生苗のみを調査対象とした。



令和3（2021）年10月



令和4（2022）年10月

写真 3-10 調査地の状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

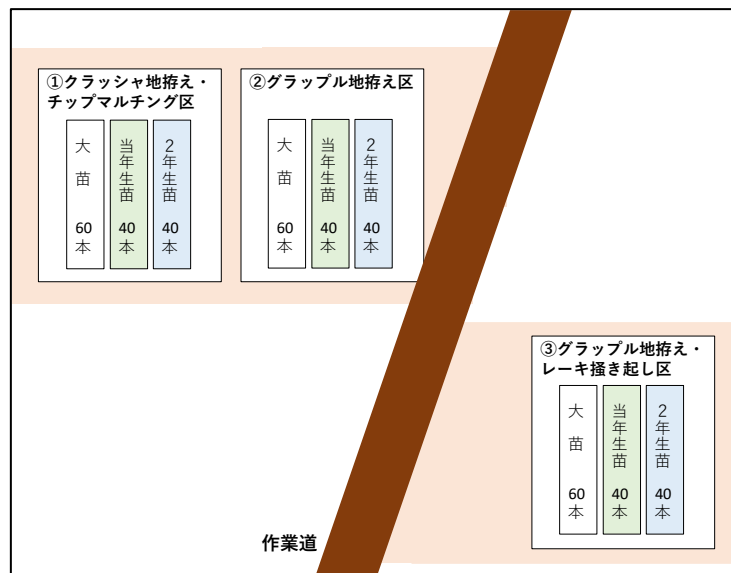


図 3-9 地拵え処理別の3つの試験区の状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

【調査プロットの設置状況】

本調査地における調査プロット内の当年生苗と2年生苗の調査本数を表 3-9 に示す。

3つの試験区には当年生苗及び2年生苗がそれぞれ40本ずつ植栽されているが、このうちそれぞれの試験区で当年生苗・2年生苗34本ずつ、合計で102本ずつを本事業における調査対象とした。

表 3-9 当年生苗と2年生苗の調査本数（北海道千歳市千歳カラマツ）

設置日 試験区	令和3（2021）年10月	
	当年生苗	2年生苗
①クラッシュ地拵え・チップマルチング区	34本	34本
②グラップル地拵え区	34本	34本
③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区	34本	34本
合計	102本	102本

それぞれの試験区の状況を写真 3-1 1 に示す。植栽から1年後の令和4（2022）年10月時点では、①クラッシャ地拵え・チップマルチング区及び③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区はほとんど雑草木が生育していない状態だったが、②グラップル地拵え区はセイタカアワダチソウやオシダ等が繁茂していた。

①クラッシャ地拵え・チップマルチング区



令和3（2021）年10月



令和4（2022）年10月

②グラップル地拵え区



令和3（2021）年10月



令和4（2022）年10月

③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区



令和3（2021）年10月



令和4（2022）年10月

写真 3-1 1 3つの試験区の植栽時と植栽1年後の状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

【土壌調査結果（令和3（2021）年度調査）】

令和3（2021）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。

なお、本調査地に設定した3つの試験区はほぼ同一の立地環境であり、土壌の構造に差は無いと考えられたため、処理区②の中央1箇所調査を行った。

調査結果からは、特にB層が砂土で形成されていることもあり、水はけの良い立地環境であることが推察できる。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-12 土壌調査の状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

表 3-10 土壌調査結果（北海道千歳市千歳カラマツ）

層	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率	堅密度	
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計
A0層	1cm									
A層	0-15cm	7.5YR	3	2	暗赤褐	団粒状	壤土	0%	軟	5.4
B1層	15-35cm	2.5YR	6	3	にぶい赤褐	堅果状	砂土	100%	しよ	12
B2層	35cm-	2.5YR	5	2	灰赤	細粒状	砂土	0%	しよ	6.2

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈り実施時期を下表に示す。地拵え方法の違いによる雑草木の繁茂状況の差を確認するため、令和4（2022）年度は下刈りを実施していない。

表 3-11 調査日（北海道千歳市千歳カラマツ）

	1回目調査	2回目調査	下刈り実施時期
令和3（2021）年度	10月14日	11月9日	—
令和4（2022）年度	7月5日	10月18日	—

【植栽木の活着について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約1か月後における生存率）を図3-10に示す。活着率は当年生苗、2年生苗ともに100%となり、当年生苗と2年生苗ともに全ての植栽木が活着していた。

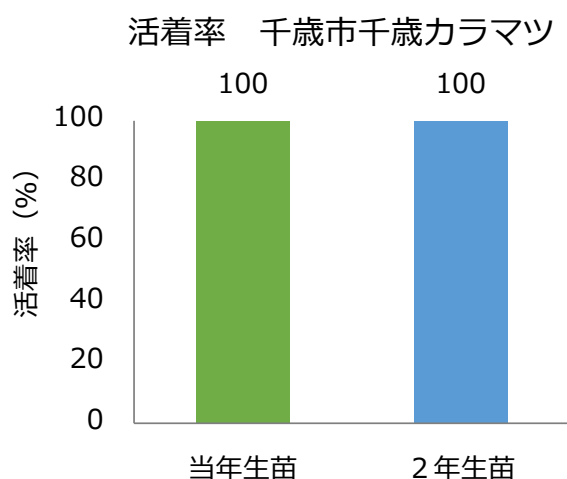


図 3-10 当年生苗と2年生苗の活着率（北海道千歳市千歳カラマツ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図3-11に、生育状況を図3-12に示す。

令和4（2022）年の秋の時点での生存率は、当年生苗で84%、2年生苗で83%となり、当年生苗と2年生苗で生存率に差はなかった。

植栽木の生育状況については、本調査地ではシカ食害とノウサギ・ノネズミ食害が確認されている。シカ食害については当年生苗で23本、2年生苗で11本が被害にあっていた。ノウサギ・ノネズミ食害については、当年生苗で8本、2年生苗で11本が被害にあってい

た。なお、シカ食害の被害にあった苗木に枯死はほとんど見られなかったが、ノウサギ・ノネズミ食害の被害にあった苗木はほとんどが枯死していた。また、シカ食害は主に雑草木が繁茂していない①クラッシュ地拵え・チップマルチング区及び③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区で、ノウサギ・ノネズミ食害は主に雑草木が繁茂していた②グラップル地拵え区で発生していた。

①クラッシュ地拵え・チップマルチング区及び③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区でシカ食害が発生した要因として他に食べる植物がなかったことが、②グラップル地拵え区でノウサギ・ノネズミ食害が発生した要因として繁茂した雑草がノウサギやノネズミの隠れ場所となったことがそれぞれ考えられた。

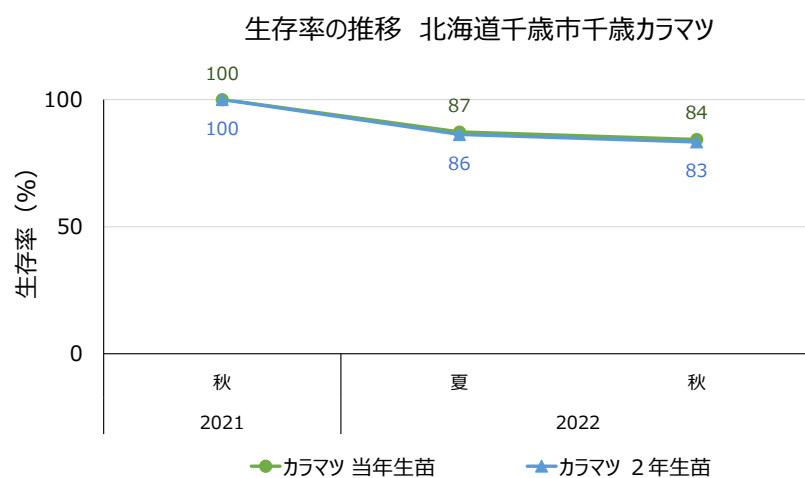


図 3-11 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（北海道千歳市千歳カラマツ）

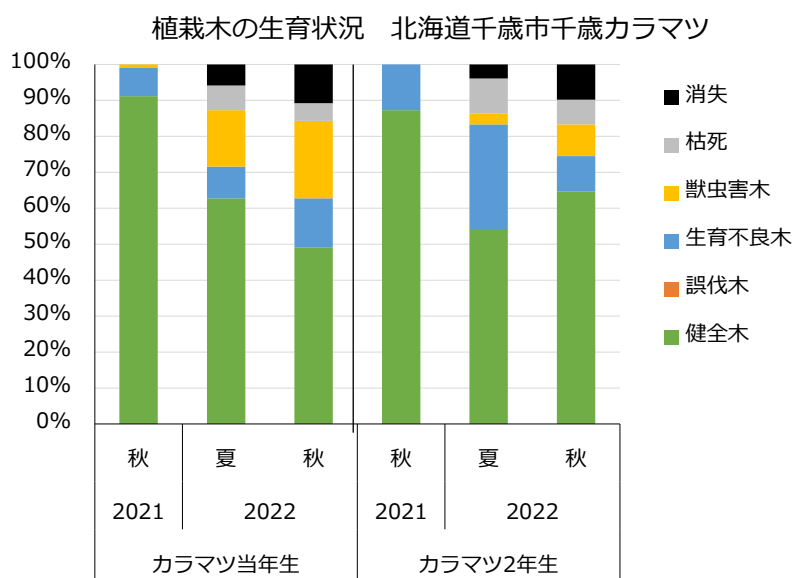


図 3-12 植栽木の生育状況（北海道千歳市千歳カラマツ）



写真 3-13 湾曲した当年生苗（左）と2年生苗（右）（北海道千歳市千歳カラマツ）



写真 3-14 シカ食害（左）及びノネズミ食害（右）（北海道千歳市千歳カラマツ）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表 3-12、図 3-13に示す。なお、Welch の T 検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

1 成長期を経過した令和4（2022）年秋の時点での平均樹高は、当年生苗で 53.9cm、2 年生苗で 77.4cm となり、平均樹高の差は 23.5cm だった。植栽時の樹高差は 29.0cm であったことから、当年生苗と2年生苗の樹高差は僅かに小さくなったことが分かる。また、当年生苗と2年生苗の平均樹高の有意差を検定した結果、植栽時から令和4（2022）年度まで当年生苗の平均樹高が2年生苗より有意に小さいままであった。このことから、植栽から1 成長期が経過時点では、当年生苗と2年生苗の樹高成長はほとんど同じと言える。

表 3-1 2 当年生苗と2年生苗の成長状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

		2021 年秋冬	2022 年夏	2022 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	32.0 ± 4.6 cm	37.5 ± 5.1 cm	53.9 ± 11.0 cm
	2年生苗	61.0 ± 8.8 cm	63.7 ± 9.6 cm	77.4 ± 10.8 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	3.8 ± 0.8 mm	5.1 ± 1.0 mm	10.6 ± 3.2 mm
	2年生苗	5.6 ± 0.9 mm	6.6 ± 0.9 mm	10.2 ± 2.0 mm
平均形状比	当年生苗	87.2 ± 15.9	75.6 ± 13.8	54.0 ± 13.5
	2年生苗	112.2 ± 23.3	97.9 ± 19.2	78.5 ± 16.3

※±の後の数値は標準偏差

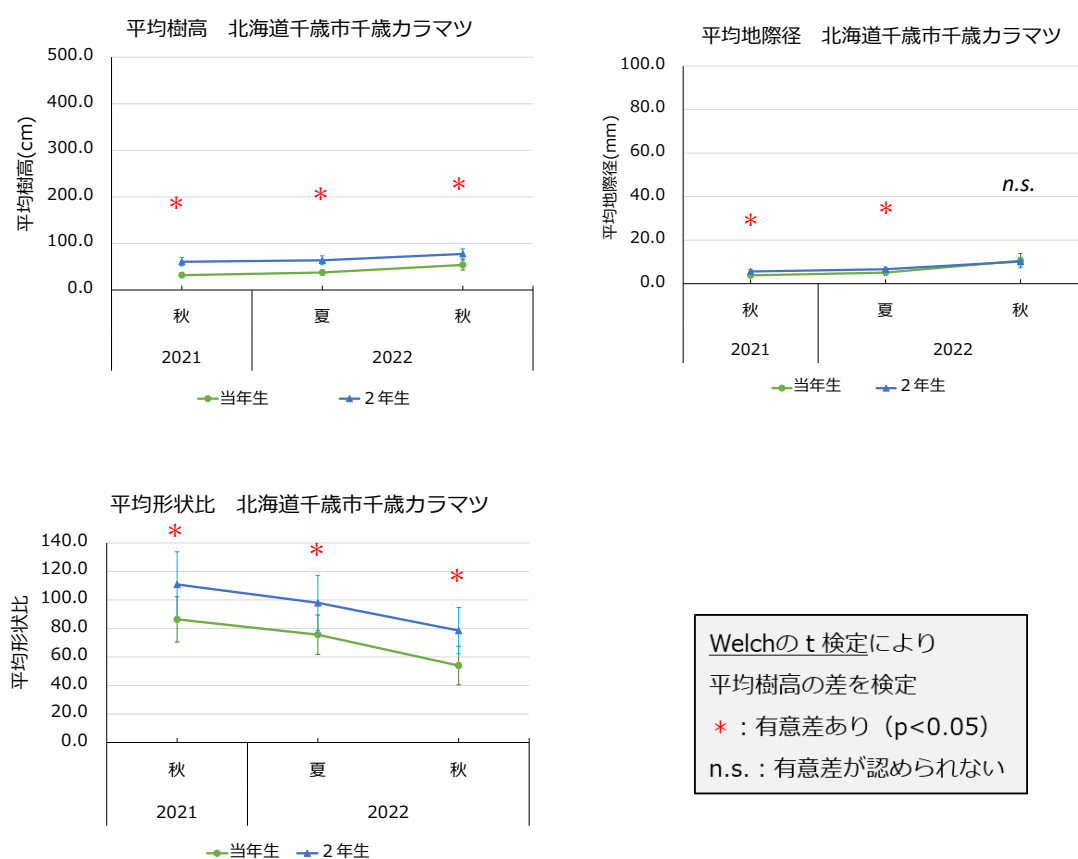


図 3-1 3 当年生苗と2年生苗の成長状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における、植生調査の結果を表 3-1 3 に、当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-1 4 に示す。なお、②グラップル地拵え区以外の植生調査の結果は、ほとんど雑草木が生えていなかったことから掲載を省略した。

本調査地では令和4（2022）年度の下刈りは実施されていないが、前述のとおり①クラ

ッシャ地拵え・チップマルチング区及び③グラップル地拵え・レーキ掻き起し区はほとんど雑草木が生育していない状態だった。一方で、②グラップル地拵え区はセイタカアワダチソウやオシダ等が繁茂しており、植栽したカラマツを被圧していた。当年生苗の方が平均樹高が小さいこともあり、C4の割合は当年生苗の方が高かった。

表 3-13 植生調査の結果 (②グラップル地拵え区・北海道千歳市千歳カラマツ)

調査区全体の被度：70%

調査区の植生タイプ：シダ類、多年生草本類

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)		なし		
草本層 (高さ100cm未満)	70%	・オシダ ・オオアワダチソウ ・フッキソウ ・スゲ	25% 10% 10% 15%	・ツタウルシ ・アジサイ

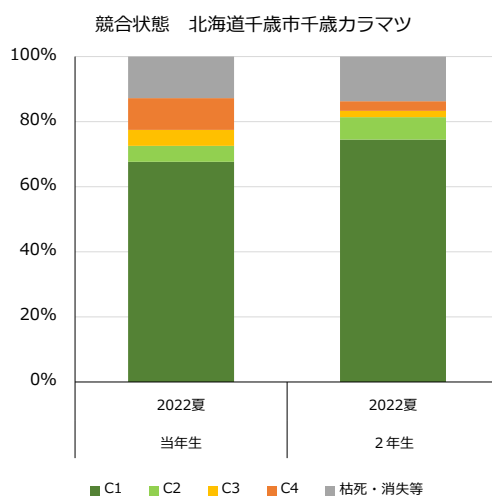


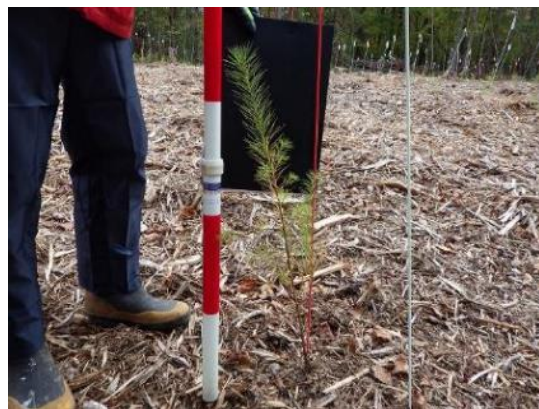
図 3-14 雑草木との競合状態 (北海道千歳市千歳カラマツ)



写真 3-15 植生の状況 (北海道千歳市千歳カラマツ、令和4 (2022) 年7月)



当年生苗（令和3（2021）年10月）



2年生苗（令和3（2021）年10月）



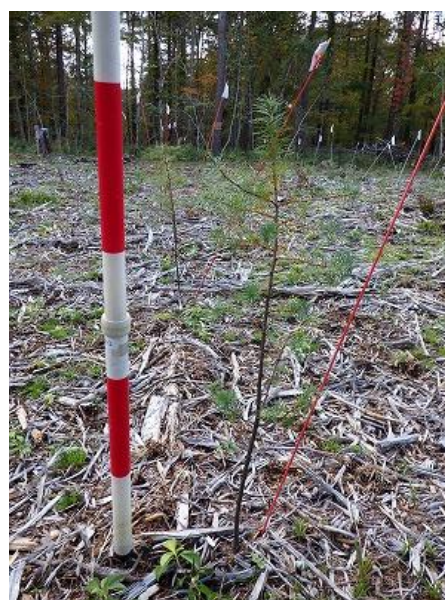
当年生苗（令和4（2022）年7月）



2年生苗（令和4（2022）年7月）



当年生苗（令和4（2022）年10月）



2年生苗（令和4（2022）年10月）

写真 3-16 植栽木の状況（北海道千歳市千歳カラマツ）

3-2-3. 北海道岩見沢市 カラマツ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

北海道岩見沢市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-14 調査地の概要（北海道岩見沢市カラマツ）

調 査 地	北海道岩見沢市		
国 有 林 名	野々沢 38 畝		
樹 種	カラマツ コンテナ苗 150 cc		
	当年生苗		2年生苗
造 林 情 報	苗木生産者	A氏（北海道カラマツ①）	
	面 積	2.23ha	
	植栽年月日	令和2（2020）年10月22日	令和2（2020）年10月上旬
	植栽本数	230本	4,230本
	獣害対策	無し	
	施業履歴	伐採：平成31（2019）年4月～令和元（2019）年8月 地拵え：令和2（2020）年8月～9月、大型機械 補植：令和4（2022）年春（クリーンラーチ）	
調 査 地 情 報	標 高	120m	
	斜面方位	WNW	
	最大傾斜角	20°	

令和2（2020）年10月に、北海道岩見沢市の国有林内にカラマツの当年生コンテナ苗と2年生コンテナ苗を植栽した。

本調査地は最大で傾斜20度程度の斜面上にあり、枝条が筋状に集積されてその間にカラマツが2列ずつ直列に植栽されている（「2条植え」、写真3-18）。なお、獣害対策は講じられていない。また、本調査地では、植栽後にノウサギ・ノネズミと思われる食害により植栽木の多くが枯死した。その後、令和4（2022）年の春に枯死が発生していた箇所にクリーンラーチの補植が実施された（写真3-19）が、本事業では調査対象外とした。



令和2（2020）年10月

令和4（2022）年10月

写真 3-17 調査地の状況（北海道岩見沢市カラマツ）

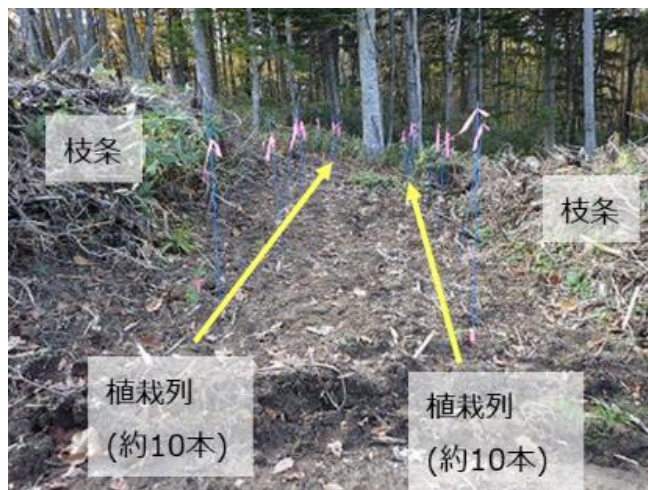


写真 3-18 2条植えの状況（令和2（2020）年10月、北海道岩見沢市カラマツ）



写真 3-19 補植されたクリーンラーチ（令和4（2022）年7月）

【調査プロットの設置状況】

本調査地における調査プロットの状況を図 3-15 に示す。当年生苗区、2年生苗区ともに植栽木がそれぞれ 100 本入るように調査プロットを設置した。

調査プロット内における当年生苗と 2 年生苗の調査本数を表 3-15 に示す。

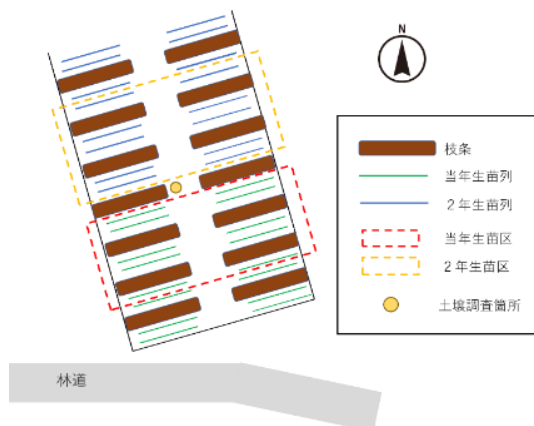


図 3-15 調査プロットの設置状況（北海道岩見沢市カラマツ）

表 3-15 当年生苗と 2 年生苗の調査本数（北海道岩見沢市カラマツ）

設置日	令和2（2020）年10月27日	
苗種	当年生苗	2年生苗
調査本数	100本	100本



当年生苗区（令和2（2020）年10月）



2年生苗区（令和2（2020）年10月）



当年生苗区（令和3（2021）年7月）



2年生苗区（令和3（2021）年7月）



当年生苗区（令和3（2021）年10月）



2年生苗区（令和3（2021）年10月）



当年生苗区（令和4（2022）年7月）



2年生苗区（令和4（2022）年7月）



当年生苗区（令和4（2022）年10月）



2年生苗区（令和4（2022）年10月）

写真 3-20 調査プロットの状況（北海道岩見沢市カラマツ）

【土壌調査（令和2（2020）年度）】

令和2（2020）年10月の1回目調査時に実施した土壌調査の結果を以下に示す。なお、本調査地では当年生苗区と2年生苗区が隣接しており、土壌の構造に差は無いと考えられたため、当年生苗区と2年生苗区の間で調査を行った。北海道千歳市の調査地とは異なり、石礫はほとんど見られない。土壌は比較的堅く、またB層は粘土質の土壌であることから、水はけがあまり良くない環境である可能性がある。



地表面の状態

土壌断面

写真 3-2 1 土壌調査の状況（北海道岩見沢市カラマツ）

表 3-1 6 土壌調査結果（北海道岩見沢市カラマツ）

層	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率	堅密度	
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計
A0層	3cm									
A層	0-12cm	10YR	2	3	黒褐	団粒状	壤土	0%	軟	9.2
B1層	12-25cm	10YR	4	3	にがい黄褐	塊状	埴質壤土	0%	堅	17.6
B2層	25-60cm	10YR	4	4	褐色	堅果状	埴土	2%	堅	20.4

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における調査の時期及び下刈りの実施時期を表 3-17 に示す。

令和2（2020）年11月の2回目調査の10日ほど前に降雪があり、本調査地では数十センチの積雪で植栽木が埋まってしまう状況となった（写真 3-22）。2回目の調査時には完全に融雪していたが、多くの植栽木が雪圧により湾曲あるいは倒伏していた。ただし、令和3（2021）年の5月に倒れた苗木を起こすための「根踏み」作業が実施されており、湾曲・倒伏していた植栽木は人力で起こされている。

令和4（2022）年度の下刈りは6月と7月の2回実施された。1回目の下刈りが6月と早期に実施されたため、夏期調査は下刈りが実施された後となった。

表 3-17 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（北海道岩見沢市カラマツ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
令和2（2020）年度	—	10月27日 11月20日	—
令和3（2021）年度	7月6日	10月15日	6月中旬（1回目） 7月下旬（2回目）
令和4（2022）年度	7月6日	10月20日	6月中旬（1回目） 7月下旬（2回目）



写真 3-22 積雪の状況（令和2（2020）年11月12日）（北海道岩見沢市カラマツ）

【植栽木の活着率について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約1か月後における生存率）を図 3-16 に示す。活着率は当年生苗で90%、2年生苗で92%となり、当年生苗と2年生苗でほとんど差はなかった。また、枯死・消失していた個体のほとんどにノウサギあるいはノネズミによる食害跡が見られたことから、枯死・消失の原因は食害によるものであり、活着できなかったことによる枯死ではなかったと考えられる。

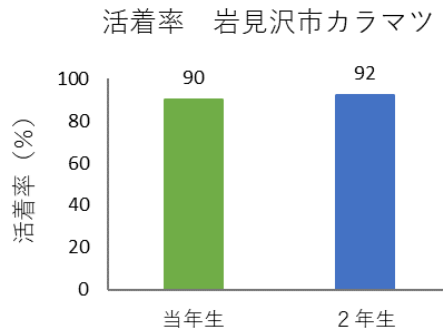


図 3-16 当年生苗と2年生苗の活着率（北海道岩見沢市カラマツ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図3-17に、生育状況を図3-18に示す。

本調査地では、植栽翌年の令和3（2021）年7月に枯死・消失が、当年生苗よりも2年生苗に多く確認された。その結果、植栽から2年後の令和4（2022）年10月における生存率は、当年生苗で80%、2年生苗で63%と2年生苗の生存率の方が大きく低下していた。

植栽木の生育状況については、令和2（2020）年度の植栽直後から湾曲している植栽木が見られ、植栽直後の調査では当年生苗12本及び2年生苗21本と、2年生苗に多く湾曲が発生していた。その後、積雪により植栽木が完全に埋もれており、令和2（2020）年度の2回目調査時にはすでに融雪していたものの、雪圧により湾曲している植栽木が多く発生していた。湾曲していた植栽木は当年生苗で78本、2年生苗で63本と、当年生苗の方が多かった。

また、食害を受けている植栽木も確認され、ノウサギやノネズミによると思われる食害跡も確認されている。このため、枯死の要因の多くは食害によると考えられる。

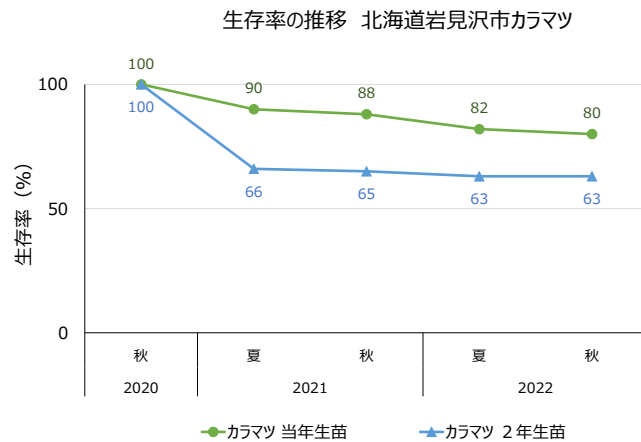


図 3-17 植栽木の生存率（北海道岩見沢市カラマツ）

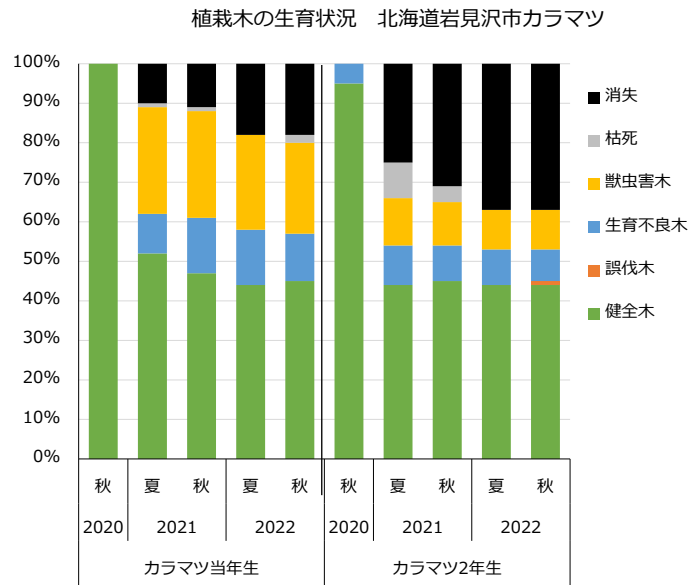


図 3-18 植栽木の生育状況（北海道岩見沢市カラマツ）



写真 3-23 食害の状況



写真 3-24 根曲がりした2年生



写真 3-25 枯死の状況（北海道岩見沢市カラマツ、令和3（2021）年7月）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-18、図3-19に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

2成長期を経過した令和4（2022）年10月における平均樹高は、当年生苗で127.2cm、2年生苗で140.8cmと、当年生苗の方が約13.6cm小さかったものの、植栽直後の令和2（2020）年10月時点の樹高差（約16.0cm）とほとんど変わっていない。また、当年生苗と2年生苗の平均樹高の有意差を検定した結果、植栽時から令和4（2022）年度まで当年生苗の平均樹高が2年生苗より有意に小さいままであるものの、両者の樹高成長の傾向はほぼ同じである。このことから、植栽から2成長期が経過時点では、当年生苗と2年生苗の樹高成長はほとんど同じと言える。

表3-18 植栽直後の当年生苗と2年生苗のサイズ（北海道岩見沢市カラマツ）

		2020年秋冬	2021年夏	2021年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	29.6 ± 4.9 cm	33.8 ± 6.3 cm	50.2 ± 11.3 cm
	2年生苗	45.6 ± 11.5 cm	52.5 ± 9.7 cm	67.5 ± 13.8 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	3.2 ± 0.7 mm	4.9 ± 1.1 mm	7.9 ± 1.5 mm
	2年生苗	4.3 ± 1.3 mm	6.5 ± 1.0 mm	9.7 ± 1.9 mm
平均形状比	当年生苗	94.9 ± 18.4	71.4 ± 14.1	64.4 ± 11.5
	2年生苗	111.0 ± 33.8	82.8 ± 19.0	70.3 ± 9.8

		2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	65.7 ± 13.7 cm	127.2 ± 24.1 cm
	2年生苗	82.9 ± 16.3 cm	140.8 ± 31.1 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	11.8 ± 2.3 mm	16.3 ± 2.7 mm
	2年生苗	14.0 ± 2.7 mm	20.6 ± 4.5 mm
平均形状比	当年生苗	56.2 ± 9.2	78.4 ± 10.1
	2年生苗	59.9 ± 8.7	69.3 ± 11.2

※±の後の数値は標準偏差

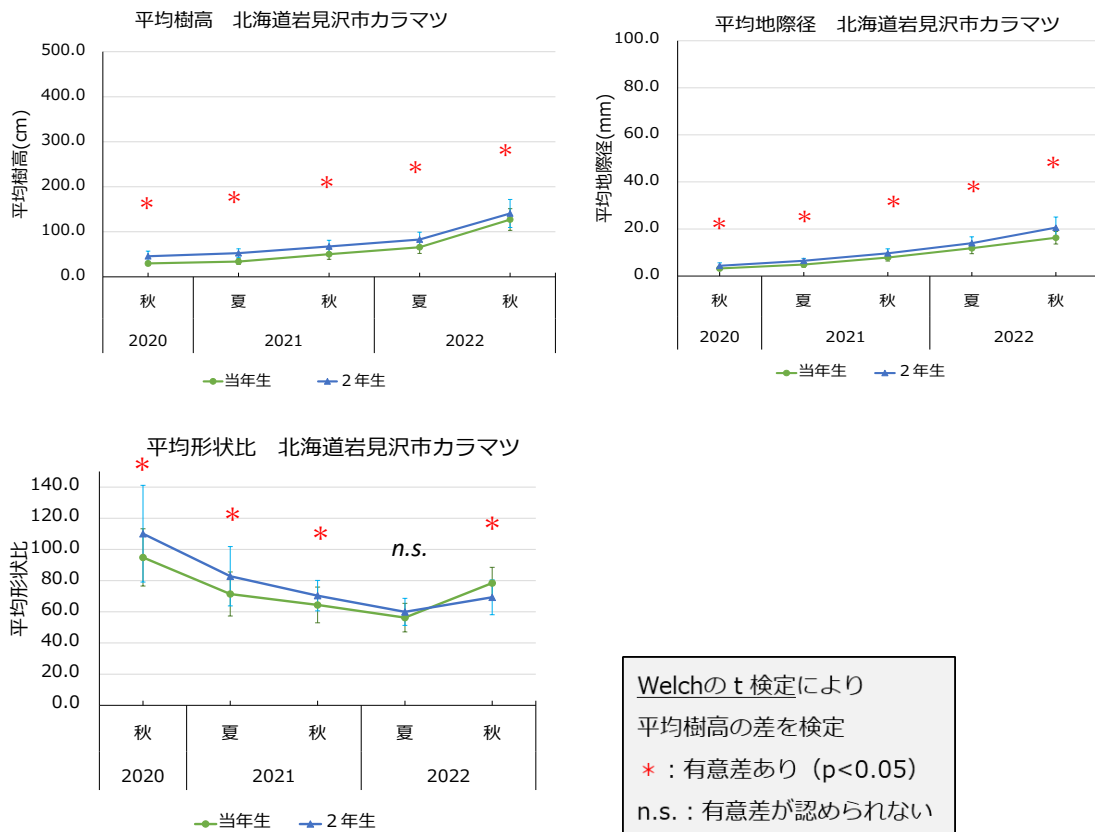


図 3-19 当年生苗と2年生苗の成長状況（北海道岩見沢市カラマツ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における植生調査の結果を表 3-19 に、競合状態の結果を図 3-20 に示す。なお、令和4（2022）年度は植栽列のみの筋刈りが2回実施されているが、そのうち1回目の下刈りは6月に実施されており、夏期調査は1回目の下刈りの後となった。

夏期調査では、アメリカオニアザミやスゲ類といった草本類が優占していた。下刈り後の調査だったため多くがC1～C2だったが、当年生苗の方にC4が多かった。ただし、これらのほとんどは食害を受けて樹高が低下していた植栽木である。雑草木の被度は80%程度であり、密生している場所も確認されているため、今後の植栽木への被圧に注意が必要な状況である。

表 3-19 植生調査の結果（北海道岩見沢市カラマツ）

調査区全体の被度：80%（枝条列は除外） 調査区の植生タイプ：スゲ・多年生草本

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	5%	・アメリカオニアザミ	5%	・ヒヨドリバナ
草本層 (高さ100cm未満)	80%	・スゲsp. ・アメリカオニアザミ ・イネ科	20% 15% 15%	・クマイザサ・タラノキ・ヒヨドリバナ ・オオアワダチソウ・シラカバ・フキ ・キク科sp.

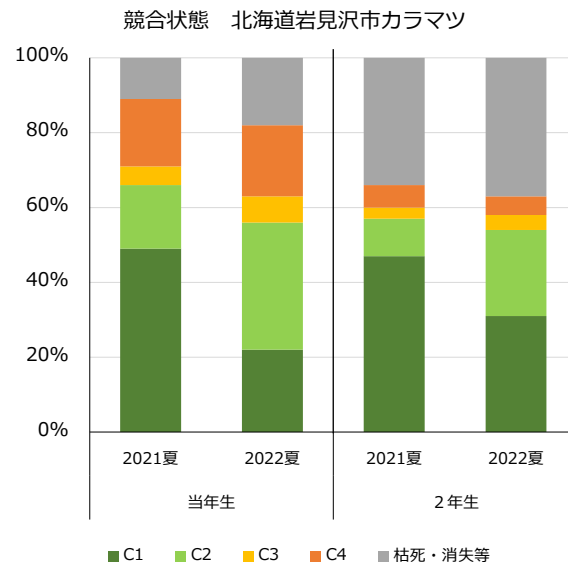


図 3-20 雑草木との競合状態（北海道岩見沢市カラマツ）



写真 3-26 植生の状況（北海道岩見沢市カラマツ、令和4（2022）年7月）



当年生苗（令和2（2020）年10月）



2年生苗（令和2（2020）年10月）



当年生苗（令和3（2021）年10月）



2年生苗（令和3（2021）年10月）



当年生苗（令和4（2022）年10月）



2年生苗（令和4（2022）年10月）

写真 3-27 植栽木の状況（北海道岩見沢市カラマツ）

3-2-4. 宮城県七ヶ宿町 カラマツ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

宮城県七ヶ宿町の調査地の概要を以下に示す。

表 3-20 調査地の概要（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

調 査 地	宮城県七ヶ宿町		
国 有 林 名	大梁川 408 ㍿		
樹 種	カラマツ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造林情報	苗木生産者	N氏（宮城県カラマツ③）	E氏（宮城県カラマツ②）
	面積	2.40ha	
	植栽年月日	令和3（2021）年11月	
	植栽本数	2,400本	2,400本
	獣害対策	無し	
	施業履歴	伐採：令和3（2021）年10月 地拵え：令和3（2021）年10月、一貫作業システム	
調査地情報	標高	650m	
	斜面方位	SW	
	最大傾斜角	30°	

令和3（2021）年11月に、宮城県七ヶ宿町の国有林内にカラマツの当年生コンテナ苗と2年生コンテナ苗を植栽した。

本調査地は最大で傾斜30度程度の斜面上にあり、斜面上に隣り合わせて当年生苗区と2年生苗区が設置されている（写真3-28）。なお、獣害対策は講じられていない。



令和3（2021）年11月

令和4（2022）年11月

写真 3-28 調査地の状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

【調査プロットの設置状況】

本調査地における調査プロット内の当年生苗と2年生苗の調査本数を表3-21に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗・2年生苗それぞれ100本ずつとした。

表 3-21 当年生苗と2年生苗の調査本数（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

設置日	令和3（2021）年11月15日	
苗種	当年生苗	2年生苗
調査本数	100本	100本



当年生苗区（令和3（2021）年11月）



2年生苗区（令和3（2021）年11月）



当年生苗区（令和4（2022）年7月）



2年生苗区（令和4（2022）年7月）



当年生苗区（令和4（2022）年11月）



2年生苗区（令和4（2022）年11月）

写真 3-29 当年生苗区及び2年生苗区の状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

【土壌調査結果（令和3（2021）年度調査）】

令和3（2021）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。なお、本調査地では当年生苗区と2年生苗区が隣接しており、土壌の構造に差は無いと考えられたため、当年生苗区と2年生苗区の間で調査を行った。

土壌調査の結果、本調査地の土壌はA層が比較的厚いことが分かった。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-30 土壌調査の状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

表 3-22 土壌調査結果（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

層	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率	堅密度	
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計
A0層	3cm									
A層	0-20cm	7.5YR	2	3	極暗褐	粒状	壤土	10%	しよう	3.3
B1層	20-30cm	7.5YR	2	2	黒褐	団粒状	壤土	30%	軟	7.0
B2層	30cm-	7.5YR	4	3	褐	カベ状	埴質壤土	70%	堅	11.2

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期調査の時期、また下刈りの実施時期を表 3-23 に示す。

表 3-23 調査日（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

	1 回目調査	2 回目調査	下刈り実施時期
令和3（2021）年度	11月15-16日	12月10日	—
令和4（2022）年度	7月1日	11月2日	9月

【植栽木の活着率について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約1か月後における生存率）を図 3-21 に示す。当年生苗、2年生苗ともに枯死個体は確認されず、活着率は100%となった。

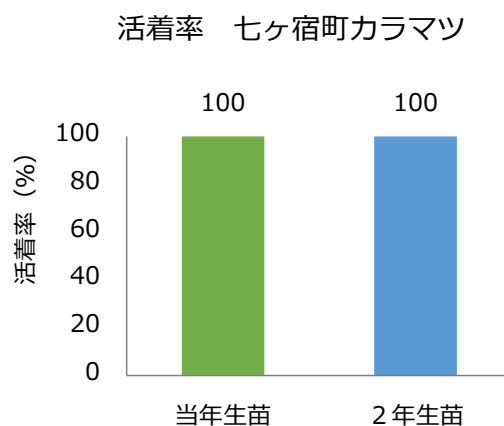


図 3-21 当年生苗と2年生苗の活着率（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

【植栽木の生育状況について】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図 3-22 に、生育状況を図 3-23 に示す。

令和4（2022）年の秋の時点での生存率は、当年生苗で83%、2年生苗で94%となり、令和4（2022）年の夏から秋にかけて当年生苗の14本が枯死・消失していた。また、そのうち12本は立ち枯れだった（写真 3-31）。本調査地に植栽された当年生苗は、根鉢がほとんど形成されておらず細根がほとんどない苗木だったため、枯死の要因として水ストレスの影響が考えられた。

植栽木の生育状況については、植栽直後から湾曲している植栽木がわずかに見られたほか、令和4（2022）年7月の調査ではハバチ類の幼虫によるものと思われる葉への食害（写真 3-32）が確認された。当年生苗26本、2年生苗22本に被害が確認されたものの、11月の調査では被害を受けた苗木のほとんどが生存していた。

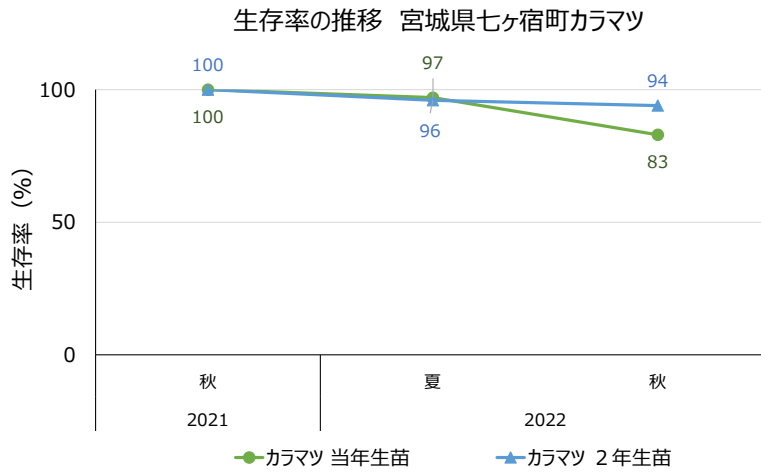


図 3-2 2 当年生苗と 2 年生苗の生存率の推移 (宮城県七ヶ宿町カラマツ)

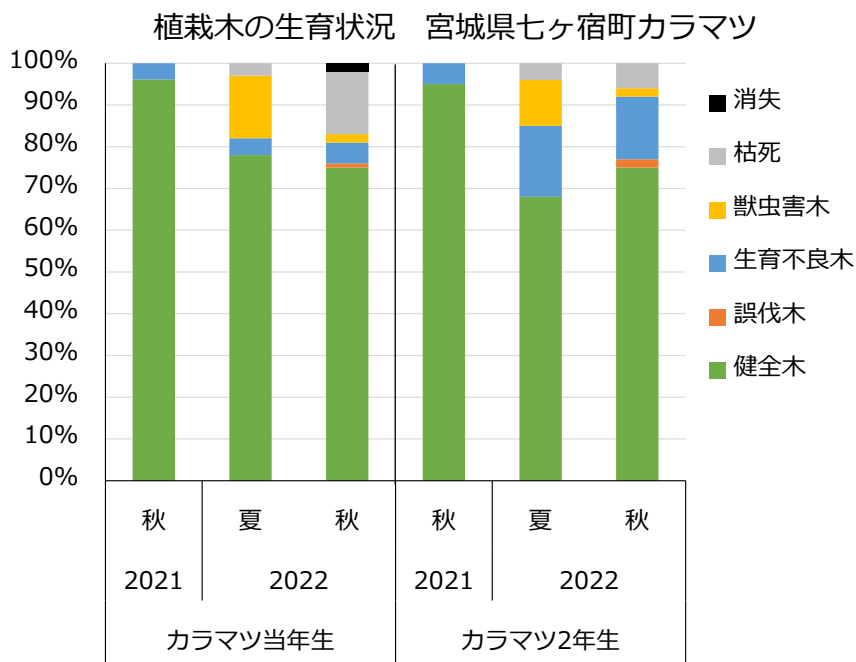


図 3-2 3 当年生苗と 2 年生苗の生育状況 (宮城県七ヶ宿町カラマツ)



写真 3-3 1 立ち枯れていた当年生苗
(宮城県七ヶ宿町カラマツ、令和4 (2022) 年 11 月)



写真 3-3 2 虫害を受けていた苗木
(宮城県七ヶ宿町カラマツ、令和4 (2022) 年 7 月)

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表 3-24、図 3-24に示す。なお、Welch の T 検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

1 成長期を経過した令和4（2022）年秋の時点の平均樹高は、当年生苗で75.2cm、2年生苗で70.0cmとなっており、当年生苗の平均樹高が2年生苗より有意に大きくなっていた。このことから、植栽から1成長期が経過時点では、当年生苗の方が2年生苗より樹高成長が良好だったと言える。ただし、当年生苗は立ち枯れが多く発生しており、成長が良かったからと言ってよい苗木だったという訳でないことに留意する必要がある。

表 3-24 当年生苗と2年生苗の成長状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

		2021 年秋冬	2022 年夏	2022 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	39.6 ± 5.1 cm	45.4 ± 5.0 cm	75.2 ± 17.5 cm
	2年生苗	45.7 ± 7.7 cm	50.7 ± 8.0 cm	70.0 ± 12.4 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	4.7 ± 1.2 mm	6.0 ± 1.2 mm	11.0 ± 2.4 mm
	2年生苗	5.0 ± 1.2 mm	6.4 ± 1.3 mm	10.4 ± 1.9 mm
平均形状比	当年生苗	87.0 ± 17.4	77.5 ± 14.2	69.7 ± 14.8
	2年生苗	94.3 ± 21.2	81.3 ± 16.9	68.2 ± 11.6

※±の後の数値は標準偏差

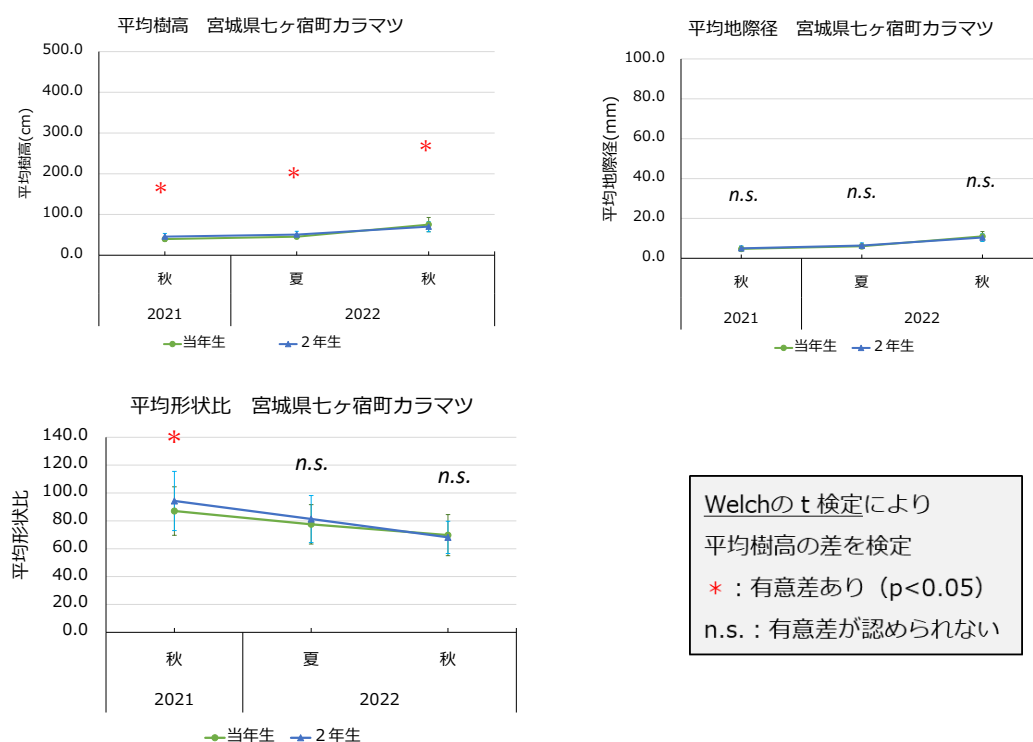


図 3-24 当年生苗と2年生苗の成長状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における、植生調査の結果を表 3-25 に、当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-25 に示す。本調査地ではコゴメウツギ等の落葉樹が多く、今後しばらくは下刈りが必要な状況である。また、当年生苗の方がC4の割合が高いが、ササが多いなど局所的な植生の違いが大きく影響していた。

表 3-25 植生調査の結果（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

調査区全体の被度：60%

調査区の植生タイプ：落葉広葉樹類

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	5%	・コゴメウツギ	3%	・ウワミスザクラ
草本層 (高さ100cm未満)	60%	・コゴメウツギ ・モミジイチゴ ・ササ	20% 10% 10%	・ウリカエデ・シシウド・ポタンヅル ・サルトリイバラ・ウワミスザクラ ・チチミザサ・カエデ ・ケヤキ・クマヤナギ

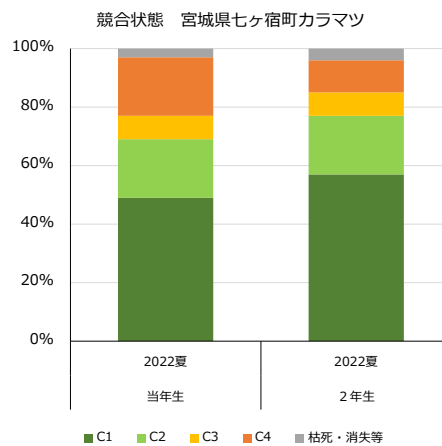


図 3-25 雑草木との競合状態（宮城県七ヶ宿町カラマツ）



写真 3-33 植生の状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ、令和4（2022）年7月）



当年生苗（令和3（2021）年11月）



2年生苗（令和3（2021）年11月）



当年生苗（令和4（2022）年7月）



2年生苗（令和4（2022）年7月）



当年生苗（令和4（2022）年11月）



2年生苗（令和4（2022）年11月）

写真 3-3 4 植栽木の状況（宮城県七ヶ宿町カラマツ）

3-2-5. 福島県いわき市 スギ（当年生苗）

①調査地の概要

福島県いわき市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-2 6 調査地の概要（福島県いわき市スギ）

調 査 地	福島県いわき市		
国 有 林 名	小久田 106 ぬ		
樹 種	スギ コンテナ苗約 300cc		
		当年生苗	2年生苗
造 林 情 報	苗木生産者	G氏（サンプリング調査なし）	
	面 積	0.61ha	
	植栽年月日	平成 30（2018）年 5 月	
	植栽本数	1,248 本	
	獣害対策	無	
	施業履歴	伐 採：平成 29（2017）年 9 月～12 月 地拵え：平成 30（2018）年 4 月（大型機械使用）	
調 査 地 情 報	標 高	689m	
	斜面方位	SSW205°	
	最大傾斜角	19°	

平成 30 (2018) 年 5 月に、福島県いわき市の国有林内にスギの当年生苗を植栽した。本調査地は当年生苗のみ植栽されているため、2 年生苗区は設定していない。また、本調査地に植栽された当年生苗は、播種が 3 月、出荷が 5 月のため、本事業における当年生苗の定義である「播種してから（挿し木の場合は挿してから）出荷まで 1 年以内のコンテナ苗」からは外れている。なお、獣害対策は講じられていない。



調査地の状況（平成 30 (2018) 年 12 月） 調査地の状況（令和 4 (2022) 年 11 月）

写真 3-35 調査地の状況（福島県いわき市スギ）

【調査プロットの設置状況】

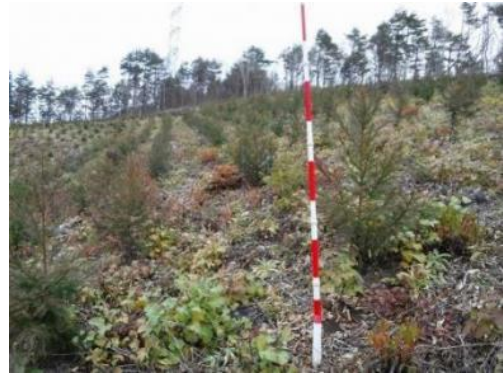
本調査地における調査プロット内の当年生苗の調査本数を表 3-27 に示す。調査プロット設置時にはすでに枯死・消失していた植栽木が数本確認されたが、すでに植栽から約 7 か月が経過しており、枯死・消失の経緯及び要因の特定が困難なため、それらは調査対象から除外して生存している植栽木のみを調査対象木とした。

表 3-27 当年生苗の調査本数（福島県いわき市スギ）

設置日	平成 30 (2018) 年 12 月 27 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	101 本	—



当年生苗区（平成 30（2018）年 12 月）



当年生苗区（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗区（令和 2（2020）年 7 月）



当年生苗区（令和 2（2020）年 10 月）



当年生苗区（令和 3（2021）年 7 月）



当年生苗区（令和 3（2021）年 11 月）



当年生苗区（令和 4（2022）年 6 月）



当年生苗区（令和 4（2022）年 11 月）

写真 3-36 当年生苗区の状況（福島県いわき市スギ）

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。土壌調査は、設定したプロットの中央 1 箇所で行った。



地表面の状態

土壌断面

写真 3-37 土壌調査の状況（福島県いわき市スギ）

表 3-28 土壌断面調査結果（福島県いわき市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	3～0cm										
A層	0～14cm	7.5TR	2	/1	黒色	団粒状	埴質壤土	0～1	軟	14.4	ひげ状の根が多い。 腐植にすこぶる富む。
A2層	14～19cm	7.5YR	3	/2	黒褐色	団粒状	埴質壤土	0～1	軟	15.6	ひげ状の根が少しある。 腐植が少しある。
B層	19～ cm	7.5YR	4	/6	褐色	カベ状	埴土	0～1	軟	12.8	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-29 に示す。植栽時期が平成 30（2018）年 5 月のため、平成 30（2018）年 12 月の初回調査時点で既に 1 成長期が経過している。

表 3-29 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（福島県いわき市スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30（2018）年度	—	12 月 27 日	—
令和元（2019）年度	7 月 26 日	11 月 26 日	8 月
令和 2（2020）年度	7 月 15 日	10 月 27 日	8 月
令和 3（2021）年度	7 月 13 日	11 月 2 日	8 月
令和 4（2022）年度	6 月 30 日	11 月 1 日	8 月

【植栽木の活着率について】

本調査地においては、初回調査である平成 30（2018）年 12 月の秋冬期調査の時点で約 7 か月が経過しており、前述の通り枯死・消失していた植栽木は調査プロット設定時に調査対象から除外しているため、活着率の調査は実施していない。

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和 4（2022）年度までの植栽木の生存率の推移について図 3-26 に、生育状況を図 3-27 に示す。

植栽木の生存率は令和 4（2022）年秋の時点で 98%であり、生存率の低下はほとんど生じていない。

植栽木の生育状況については、平成 30（2018）年秋の時点でノウサギによると思われる食害跡が見られたが、その後の調査では新たな被害は確認されていない。また、平成 30（2018）年秋冬期調査では植栽木の生育不良（主幹の曲がり等）が見られたが、主幹の曲がり成長するとともに解消されたため、生育不良木は減少する結果となり、9 割近い植栽木が健全なまま生育している。

生存率の推移 福島県いわき市スギ

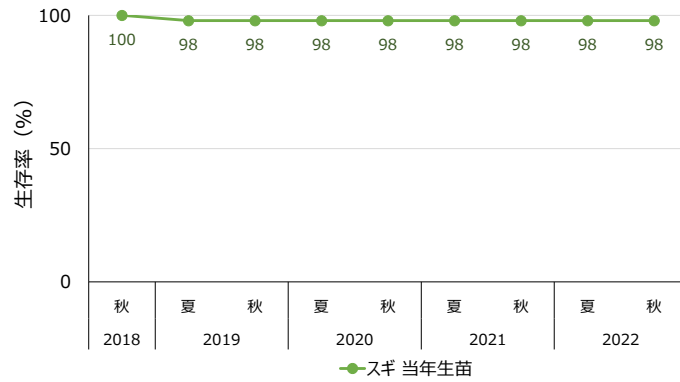


図 3-26 植栽木の生存率の推移 (福島県いわき市スギ)

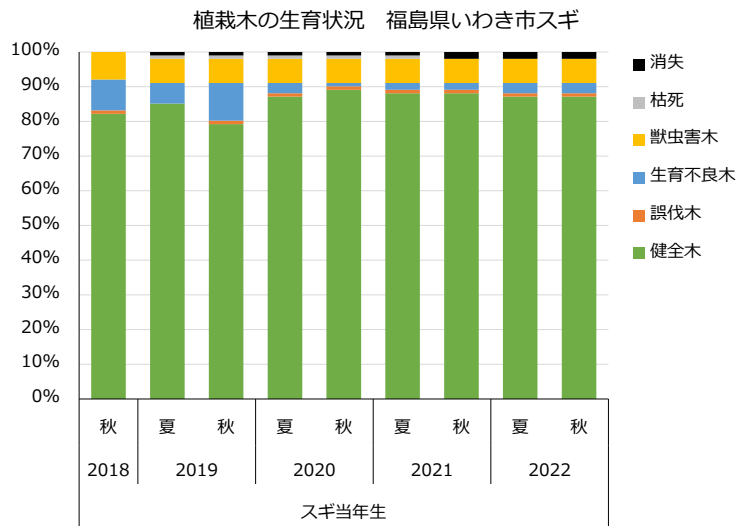


図 3-27 植栽木の生育状況 (福島県いわき市スギ)

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの植栽木の成長状況を表 3-30、図 3-28に示す。本調査地では2年生苗区が設定されていないため、当年生苗と2年生苗の比較は不可能である。また、植栽が5月であるため、平成30（2018）年の初回調査時には既に1成長期を経過している。

植栽木の成長は良好であり、5成長期を経過した令和4（2022）年秋の時点で、平均樹高が約408.9cm、平均地際径が約94.1mmとなった。

表 3-30 当年生苗の成長状況（福島県いわき市スギ）

		2018年		2019年		2020年	
		秋	夏	秋	夏	秋	
平均樹高 (cm)	当年生苗	71.6 ± 13.0 cm	118.4 ± 20.2 cm	168.7 ± 35.3 cm	209.1 ± 39.1 cm	261.1 ± 49.4 cm	
	2年生苗	—	—	—	—	—	
平均地際径 (mm)	当年生苗	14.4 ± 2.6 mm	24.3 ± 5.2 mm	34.2 ± 6.2 mm	44.0 ± 7.1 mm	51.8 ± 8.5 mm	
	2年生苗	—	—	—	—	—	
平均形状比	当年生苗	50.7 ± 9.0	50.1 ± 9.5	49.7 ± 8.5	47.9 ± 7.6	50.9 ± 8.8	
	2年生苗	—	—	—	—	—	

		2021年		2022年	
		夏	秋	夏	秋
平均樹高 (cm)	当年生苗	290.1 ± 52.2 cm	330.9 ± 64.1 cm	351.9 ± 61.4 cm	408.9 ± 73.3 cm
	2年生苗	—	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	63.3 ± 10.0 mm	73.9 ± 13.5 mm	82.8 ± 13.5 mm	94.1 ± 14.1 mm
	2年生苗	—	—	—	—
平均形状比	当年生苗	46.1 ± 6.8	45.2 ± 7.3	42.8 ± 6.0	43.7 ± 6.3
	2年生苗	—	—	—	—

※±の後の数値は標準偏差

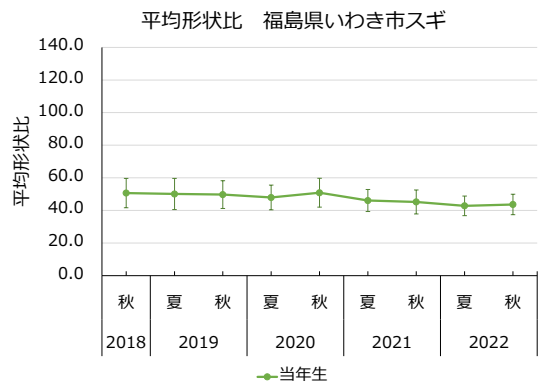
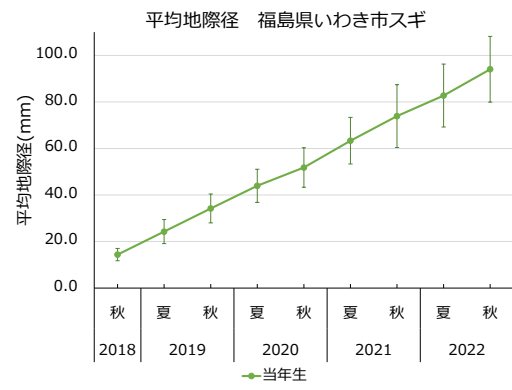
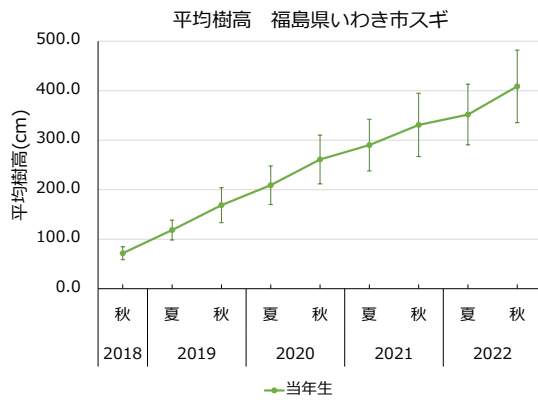


図 3-28 当年生苗の成長状況（福島県いわき市スギ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における植生調査の結果を表 3-3 1に、令和元（2019）年度から令和4（2022）年までの夏期調査における雑草木との競合状態を図 3-2 9に示す。

本調査地では、ササ類やクマイチゴ、ニガイチゴ等のキイチゴ類が優占しており、被度も比較的高い。雑草木の繁茂は旺盛であるが、毎年下刈りが実施されており、また当年生苗の成長も非常に良好なため、令和3（2021）年の時点ですでに10割近い植栽木が競合状態C1となっており、雑草木との競争から完全に抜け出していると言える。

表 3-3 1 植生調査の結果（福島県いわき市スギ）

調査区全体の被度： 85%

調査区の植生タイプ：キイチゴ類（+ササ、落葉広葉樹）

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	5%	・ウワミズザクラ	3%	・クマイチゴ ・ニガイチゴ
草本層 (高さ100cm未満)	90%	・ニガイチゴ ・クマイザサ ・クマイチゴ	30% 20% 10%	・ススキ・ヤマハギ ・オカトラノオ・ヌルデ・ムラサキシキブ ・アカマツ・タラノキ・ハクウンボク ・サルトリイバラ・ウワミズザクラ ・リョウブ・タケニグサ

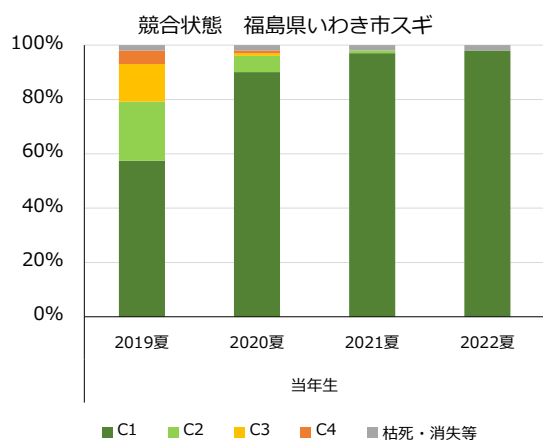


図 3-2 9 雑草木との競合状態
(福島県いわき市スギ)



写真 3-3 8 植生の状況（令和4（2022）年6月）
(福島県いわき市スギ)



当年生苗（平成 30（2018）年 12 月）



当年生苗（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 10 月）



当年生苗（令和 3（2021）年 11 月）



当年生苗（令和 4（2022）年 11 月）



写真 3-3 9 植栽木の状況（福島県いわき市スギ）

3-2-6. 茨城県常陸太田市 スギ（当年生苗）

①調査地の概要

茨城県常陸太田市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-3 2 調査地の概要（茨城県常陸太田市スギ）

調 査 地	茨城県常陸太田市		
国 有 林 名	塩ノ沢入 2058 は 2		
樹 種	スギ コンテナ苗約 300cc		
	当年生苗	2年生苗	
造 林 情 報	苗木生産者	G氏（サンプリング調査なし）	設定無し
	面 積	0.50ha	
	植栽年月日	平成 29（2017）年 4 月下旬～5 月下旬	
	植栽本数	480 本	
	獣害対策	無	
	施業履歴	伐採：平成 28（2016）年 6～9 月 地拵え：平成 28（2016）年準備地拵え	
調 査 地 情 報	標 高	280m	
	斜面方位	SW220°	
	最大傾斜角	36°	

平成 29 (2017) 年 4 月から 5 月にかけて、茨城県常陸太田市の国有林内にスギの当年生苗を植栽した。本調査地は当年生苗のみ植栽されているため、2 年生苗区は設定していない。また、本調査地に植栽された当年生苗は、播種が 4 月、出荷が 5 月のため、本事業における当年生苗の定義である「播種してから (挿し木の場合は挿してから) 出荷まで 1 年以内のコンテナ苗」からは外れている。なお、獣害対策は講じられていない。



調査地の状況 (平成 30 (2018) 年 12 月) 調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 10 月)

写真 3-40 調査地の状況 (茨城県常陸太田市スギ)

【調査プロットの設置状況】

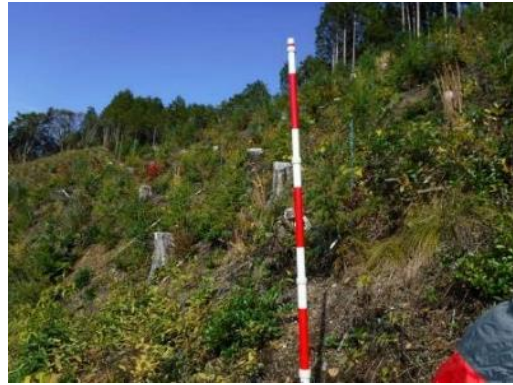
本調査地における調査プロット内の当年生苗の調査本数を表 3-33 に示す。調査プロット設置時にはすでに消失していた植栽木が数本確認されたが、すでに植栽から約 1 年 7 か月が経過しており、枯死・消失の経緯及び要因の特定が困難なため、それらは調査対象から除外して生存している植栽木のみを調査対象木とした。

表 3-33 当年生苗の調査本数 (茨城県常陸太田市スギ)

設置日	平成 30 (2018) 年 12 月 13 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	102 本	—



当年生苗区（平成 30（2018）年 12 月）



当年生苗区（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗区（令和 2（2020）年 7 月）



当年生苗区（令和 2（2020）年 10 月）



当年生苗区（令和 3（2021）年 7 月）



当年生苗区（令和 3（2021）年 11 月）



当年生苗区（令和 4（2022）年 6 月）



当年生苗区（令和 4（2022）年 10 月）

写真 3-4 1 当年生苗区の状況（茨城県常陸太田市スギ）

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。土壌調査は、設定したプロットの中央 1 箇所で行った。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-4 2 土壌調査の状況（茨城県常陸太田市スギ）

表 3-3 4 土壌断面調査結果（茨城県常陸太田市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	0.5cm										
A層	0～4 cm	10YR	3	/3	暗褐色	粒状～団粒状	壤土	5%以下	しょう	3.4	
B層	4～15cm	10YR	4	/3	褐色	堅果状	壤土	10%以下	堅	16.8	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-35 に示す。

植栽時期が平成 29 (2017) 年 4～5 月のため、平成 30 (2018) 年度の初回調査時点で既に 2 成長期を経過していた。また、令和元 (2019) 年度及び令和 2 (2020) 年度の夏期調査は下刈りが実施された後の調査となった。令和 4 (2022) 年度は下刈りを実施していない。

表 3-35 調査の実施時期及び下刈りの実施時期 (茨城県常陸太田市スギ)

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30 (2018) 年度	—	12 月 13 日	—
令和元 (2019) 年度	7 月 25 日	11 月 25 日	7 月上旬
令和 2 (2020) 年度	7 月 14 日	10 月 26 日	6 月
令和 3 (2021) 年度	7 月 12 日	11 月 1 日	8 月
令和 4 (2022) 年度	6 月 29 日	10 月 31 日	—

【植栽木の活着率について】

本調査地については、初回調査である平成 30 (2018) 年秋冬期調査の時点で約 1 年 7 か月が経過しており、前述の通り枯死・消失していた植栽木は調査プロット設定時に調査対象から除外しているため、活着率の調査は実施していない。

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和 4 (2022) 年度までの植栽木の生存率の推移を図 3-30 に、生育状況を図 3-31 に示す。

当年生苗の生存率は令和 4 (2022) 年秋の時点で 99% であり、生存率はほとんど低下していない。

植栽木の生育状況は、平成 30 (2018) 年秋に誤伐された植栽木が 5 本確認されたほか、植栽木の生育不良 (主幹の曲がり等) が見られたが、主幹の曲がり成長するとともに解消されており、令和 4 (2022) 年秋の時点で 8 割以上の植栽木が健全に生育している。

生存率の推移 茨城県常陸太田市スギ

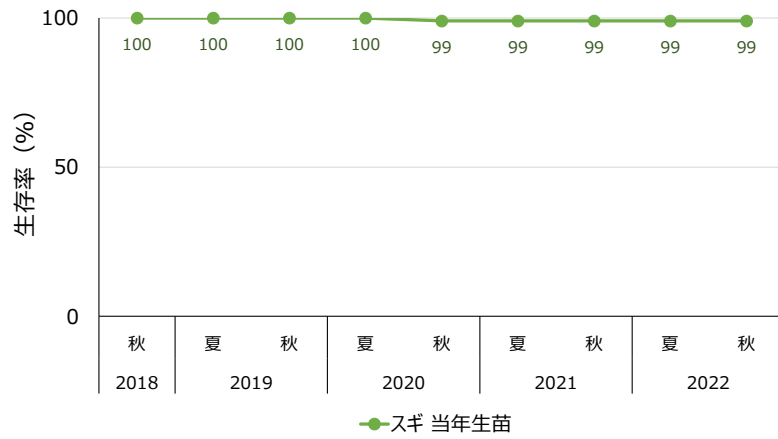


図 3-30 植栽木の生存率の推移（茨城県常陸太田市スギ）

植栽木の生育状況 茨城県常陸太田市スギ

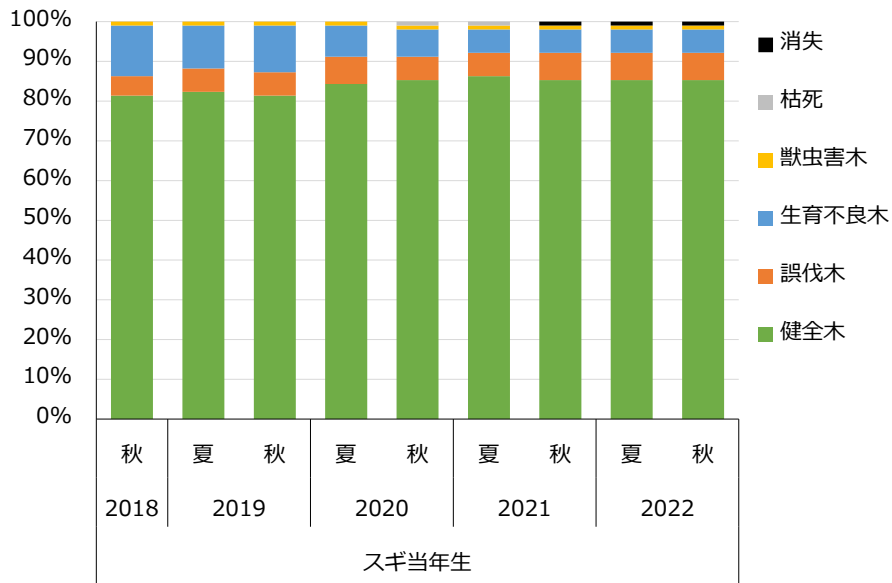


図 3-31 植栽木の生育状況（茨城県常陸太田市スギ）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗の成長状況を表 3-36、図 3-32 に示す。本調査地では2年生苗区が設定されていないため、当年生苗と2年生苗の比較は不可能である。また、植栽が平成29（2017）年4～5月であり、平成30（2018）年秋冬期の初回調査の時点で2成長期を経過している。

6成長期を経過した令和4（2022）年秋の時点で、平均樹高が326.6cm、平均地際径が65.4mmとなった。

表 3-36 植栽木の成長状況（茨城県常陸太田市スギ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	95.5 ± 22.7 cm	116.5 ± 24.8 cm	135.8 ± 25.4 cm	172.7 ± 33.9 cm	207.8 ± 40.6 cm
	2年生苗	—	—	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	15.7 ± 3.0 mm	21.3 ± 4.2 mm	27.2 ± 6.7 mm	34.4 ± 7.4 mm	38.7 ± 8.6 mm
	2年生苗	—	—	—	—	—
平均形状比	当年生苗	61.0 ± 10.0	55.1 ± 8.6	51.7 ± 9.9	50.9 ± 7.1	54.6 ± 8.2
	2年生苗	—	—	—	—	—

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	243.6 ± 46.0 cm	266.2 ± 50.8 cm	298.2 ± 54.0 cm	326.6 ± 57.8 cm
	2年生苗	—	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	47.8 ± 10.2 mm	51.6 ± 11.8 mm	59.5 ± 12.2 mm	65.4 ± 13.4 mm
	2年生苗	—	—	—	—
平均形状比	当年生苗	51.7 ± 7.1	51.7 ± 6.6	50.7 ± 6.5	50.7 ± 7.2
	2年生苗	—	—	—	—

※±の後の数値は標準偏差

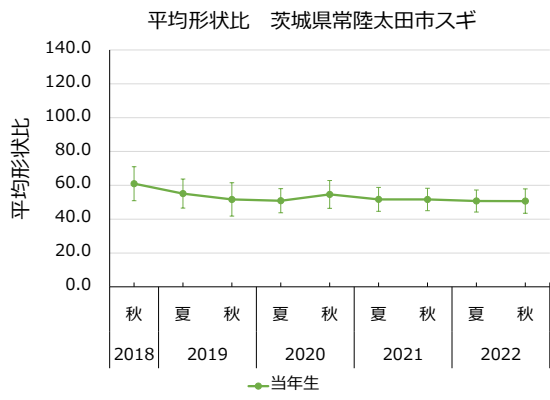
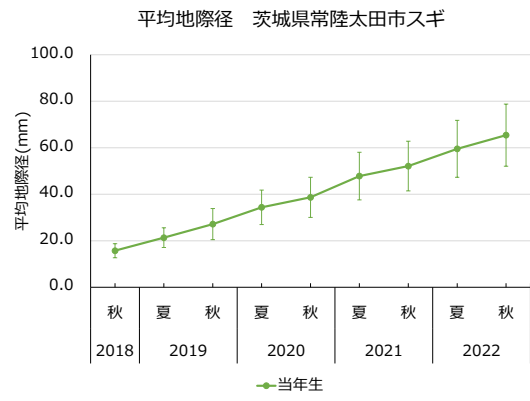
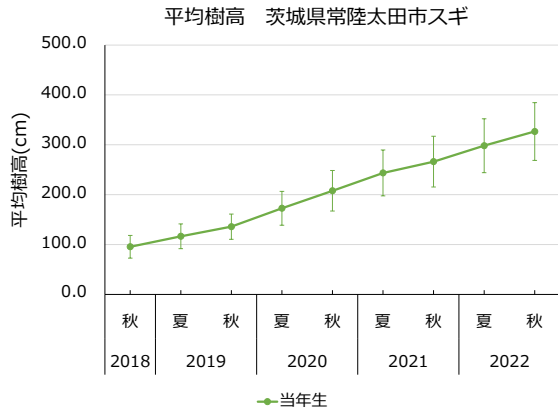


図 3-3 2 植栽木の成長状況（茨城県常陸太田市スギ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における植生調査の結果を表 3-37に、競合状態の調査結果を図 3-33に示す。なお、令和2（2020）年度までは夏期調査の前に下刈りが実施されていたため、競合状態の調査は実施していなかった。シラカシやヒサカキ等の常緑広葉樹が見られたほか、テイカカズラ、サルトリイバラ、ヘクソカズラ等のつる植物も多く確認された。ただし、毎年下刈りが実施されているため、一部でタケニグサが高くなっているほかは樹高の高い雑草木は少なくなっている。

そのため、令和3（2021）年夏の時点で既に競合状態はC1が8割を超えており、ほとんどの植栽木が雑草木から抜け出している状況だった。

表 3-37 植生調査の結果（茨城県常陸太田市スギ）

調査区全体の被度： 90%程度

調査区の植生タイプ：常緑広葉樹類（+つる植物多い）

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	15%	・シラカシ ・ヤブムラサキ	5% 5%	・タケニグサ・ヤマザクラ ・ウワミスザクラ・ムラサキシキブ ・ススキ・ヒサカキ・キブシ ・アカメガシワ
草本層 (高さ100cm未満)	90%程度	・シラカシ ・ヤブムラサキ ・ムラサキシキブ	15% 10% 10%	・ニガイチゴ・ヒサカキ・アカメガシワ ・タケニグサ・ヌルデ・ススキ・タラノキ ・イヌザンショウ・モミジイチゴ ・サルトリイバラ・ヘクソカズラ ・ヤマグワ・コナラ・ヒノキ ・オカトラノオ・ヤマザクラ ・ウワミスザクラ・テイカカズラ

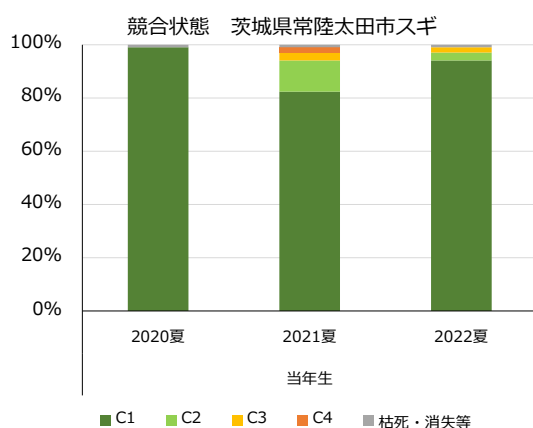
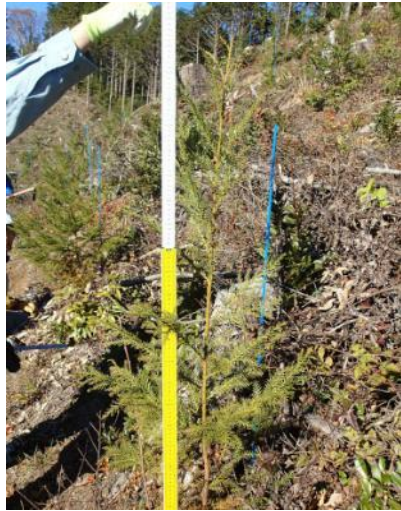


図 3-33 雑草木との競合状態
(茨城県常陸太田市スギ)



写真 3-43 植生の状況
(令和4（2022）年6月)
(茨城県常陸太田市スギ)



当年生苗（平成 30（2018）年 12 月）



当年生苗（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 10 月）



当年生苗（令和 3（2021）年 11 月）



当年生苗（令和 4（2022）年 10 月）

写真 3-4 4 植栽木の状況（茨城県常陸太田市スギ）

3-2-7. 長野県佐久市 カラマツ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

長野県佐久市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-38 調査地の概要（長野県佐久市カラマツ）

調 査 地	長野県佐久市		
国 有 林 名	立科 109 と		
樹 種	カラマツ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造林情報	苗木生産者	H氏（長野県カラマツ）	
	面 積	0.04ha	—
	植栽年月日	平成 30（2018）年 10 月	
	植栽本数	100 本	100 本
	獣害対策	無	
	施業履歴	伐 採：平成 28（2016）年 12 月 地拵え：平成 30（2018）年 10 月通常地拵え実施	
調査地情報	標 高	1,042m	1,037m
	斜面方位	N	NNE
	最大傾斜角	6.8°	24.3°

平成 30 (2018) 年 10 月に、長野県佐久市の国有林内にカラマツの当年生コンテナ苗と 2 年生コンテナ苗を植栽した。

当年生苗と 2 年生苗は立地環境が異なる場所に植栽され、当年生苗は傾斜約 7 度と比較的平坦な場所に、2 年生苗は傾斜約 24 度の斜面の中腹から下部にそれぞれ植栽された。なお、獣害対策は講じられていない。



調査地 (当年生苗区)
(平成 30 (2018) 年 12 月)



調査地 (2 年生苗区)
(平成 30 (2018) 年 12 月)



調査地 (当年生苗区)
(令和元 (2019) 年 11 月)



調査地 (2 年生苗区)
(令和元 (2019) 年 11 月)



調査地 (当年生苗区)
(令和 2 (2020) 年 11 月)



調査地 (2 年生苗区)
(令和 2 (2020) 年 11 月)



調査地（当年生苗区）
（令和3（2021）年7月）



調査地（2年生苗区）
（令和3（2021）年7月）



調査地（当年生苗区）
（令和3（2021）年11月）



調査地（2年生苗区）
（令和3（2021）年11月）



調査地（当年生苗区）
（令和4（2022）年6月）



調査地（2年生苗区）
（令和4（2022）年6月）



調査地（当年生苗区）
（令和4（2022）年10月）



調査地（2年生苗区）
（令和4（2022）年10月）

写真 3-4 5 調査地の状況（長野県佐久市カラマツ）

【調査プロットの設置状況】

本調査地における調査プロット内の当年生苗と2年生苗の調査本数を表 3-39に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗・2年生苗それぞれ100本ずつとした。

表 3-39 当年生苗と2年生苗の調査本数（長野県佐久市カラマツ）

設置日	平成30（2018）年12月11日	
苗種	当年生苗	2年生苗
調査本数	100本	100本

【土壌調査結果（平成30（2018）年度調査）】

平成30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。当年生苗区と2年生苗区で異なる立地環境のため、それぞれ1箇所ずつで土壌調査を実施した。



地表面の状態（当年生苗区）



地表面の状態（2年生苗区）



土壌断面（当年生苗区）



土壌断面（2年生苗区）

写真 3-46 土壌調査の状況（長野県佐久市カラマツ）

表 3-40 土壌断面調査結果（当年生苗区）（長野県佐久市カラマツ）

	層厚	土色			土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度				土色名	指圧	
A0層	7cm									細根多し Φ1.5cmの根×1本 Φ0.5cmの根×2本
A層	0~10cm	7.5YR	3 / 4	暗褐色	団粒状	壤土	1%	堅	14.8	
(A2層)	10~28cm	7.5YR	4 / 6	褐色	団粒状	埴質壤土	3%	堅	15.2	細根あり Φ0.5~1cmの根×2~3本
(B層)	28cm~	7.5YR	5 / 8	明褐色	団粒状	埴土	2%	堅	14.4	Φ1cm~の根×1本

※中山式土壌硬度計

表 3-41 土壌断面調査結果（2年生苗区）（長野県佐久市カラマツ）

	層厚	土色			土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度				土色名	指圧	
A0層	4cm									細根マット状
A層	0~15cm	7.5YR	3 / 3	暗赤色	団粒状	壤土	1%	堅	13	Φ4cm太根あり
(A2層)	15~32cm	7.5YR	3 / 2	黒褐色	団粒状	壤土	7%	堅	13.6	Φ2cm稜あり、Φ0.5~1cmの根や 多し、Φ1cm稜あり、細稜あり
(B層)	32cm~	7.5YR	5 / 6	明褐色	団粒状	埴質壤土	5%	堅	16	Φ0.5~1.5cm稜あり、Φ3cm稜あり、 細稜あり

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-42 に示す。令和元（2019）年度の夏期調査については、下刈りが実施された後の調査となった。

なお、本調査地では、当年生苗区及び2年生苗区のどちらも植栽列のみ筋刈りが実施されている（写真 3-47）。

表 3-42 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（長野県佐久市カラマツ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30（2018）年度	—	12月11日	—
令和元（2019）年度	8月6日	11月6日	7月
令和2（2020）年度	7月6日	11月4日	7月
令和3（2021）年度	7月1日	11月4日	7月
令和4（2022）年度	6月27日	10月28日	7月



植栽列（当年生苗区）



植栽列（2年生苗区）

写真 3-47 筋刈りが実施されている植栽列の状況（長野県佐久市カラマツ）

【植栽木の活着率について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約2か月後の時点における生存率）を図 3-34 に示す。活着率は当年生苗で99%、2年生苗で100%となり、当年生苗、2年生苗ともにほとんどの植栽木が活着していた。

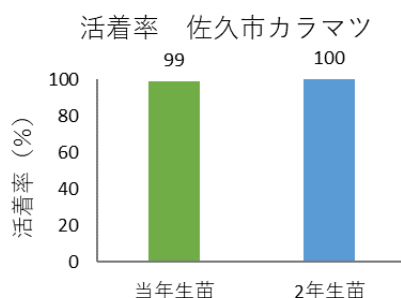


図 3-34 当年生苗と2年生苗の活着率（長野県佐久市カラマツ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図 3-35 に、生育状況を図 3-36 に示す。

当年生苗区では年々生存率が低下しており、令和4（2022）年秋の時点で生存率が約6割まで低下した。一方で、2年生苗区では令和4（2022）年秋の時点で8割以上が生存しており、当年生苗ほど大きな生存率の低下は生じていない。

当年生苗区で生存率が低下している要因として、当年生苗区は平坦で水が集まりやすい立地に位置しており、過湿になりやすい環境であることが挙げられる。特に令和元（2019）年の秋冬期調査では、10月に通過した台風19号による豪雨の影響で、当年生苗区の一部に滞水が発生している状況が確認された（写真 3-48）。

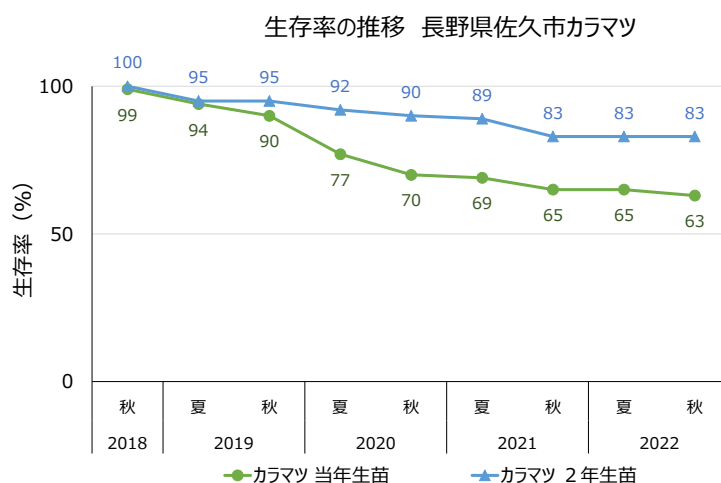


図 3-35 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（長野県佐久市カラマツ）

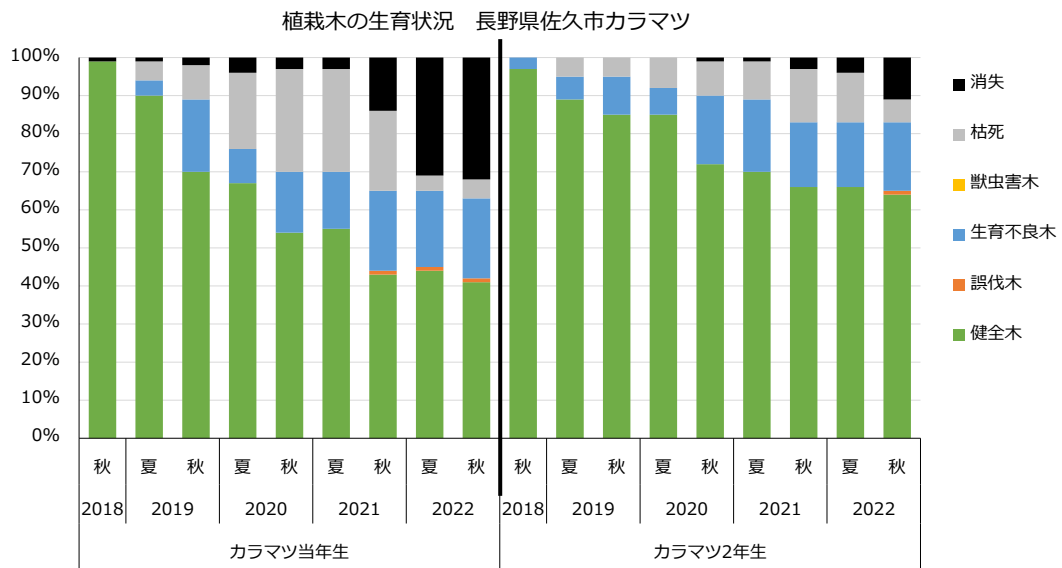


図 3-3 6 当年生苗と2年生苗の生育状況（長野県佐久市カラマツ）



写真 3-4 8 滞水が発生している状況（当年生苗区）
（令和元（2019）年11月）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-43、図3-37に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

令和4（2022）年秋の時点での平均樹高は、当年生苗で114.6m、2年生苗で約223.0cmとなり、当年生苗と2年生苗で大きく差が開いた。また、T検定の結果、当年生苗の方が植栽直後から有意に樹高が小さいままだった。

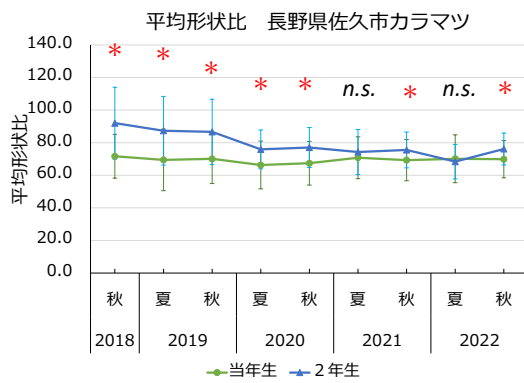
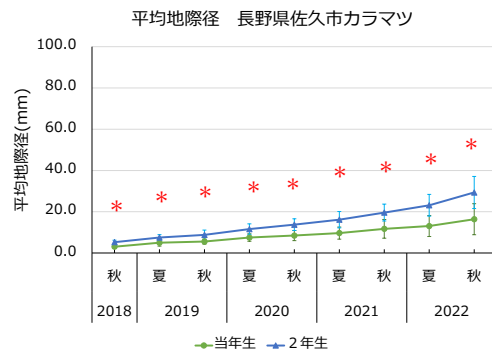
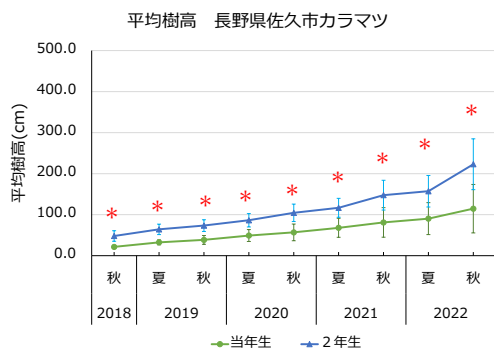
当年生苗と2年生苗で成長に差が生じた要因として、当年生苗区と2年生苗区で環境条件が大きく違い、当年生苗区は過湿になりやすい立地環境であったため、植栽木が生育不良となっていたことが影響したと考えられる。

表 3-43 当年生苗と2年生苗の成長状況（長野県佐久市カラマツ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	21.4 ± 3.9 cm	32.5 ± 6.0 cm	38.5 ± 10.7 cm	49.1 ± 14.4 cm	81.1 ± 36.0 cm
	2年生苗	48.1 ± 12.9 cm	64.2 ± 12.8 cm	73.4 ± 14.2 cm	86.4 ± 16.4 cm	147.6 ± 36.2 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	3.1 ± 0.7 mm	5.0 ± 1.6 mm	5.6 ± 1.3 mm	7.5 ± 1.8 mm	11.7 ± 4.5 mm
	2年生苗	5.3 ± 0.9 mm	7.5 ± 1.4 mm	8.8 ± 2.3 mm	11.6 ± 2.6 mm	19.6 ± 4.1 mm
平均形状比	当年生苗	71.7 ± 13.5	69.4 ± 18.9	70.1 ± 15.2	66.3 ± 14.6	69.3 ± 12.6
	2年生苗	92.0 ± 22.1	87.3 ± 21.0	86.6 ± 20.0	75.9 ± 11.9	75.5 ± 11.0

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	68.0 ± 23.1 cm	55.0 ± 19.5 cm	90.3 ± 38.9 cm	114.6 ± 59.1 cm
	2年生苗	116.7 ± 23.1 cm	104.5 ± 21.2 cm	157.1 ± 38.5 cm	223.0 ± 62.0 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	9.7 ± 2.9 mm	8.5 ± 2.4 mm	13.1 ± 5.1 mm	16.4 ± 7.5 mm
	2年生苗	16.2 ± 4.0 mm	13.8 ± 2.8 mm	23.1 ± 5.3 mm	29.3 ± 7.8 mm
平均形状比	当年生苗	70.8 ± 12.8	67.4 ± 13.4	70.1 ± 14.7	69.9 ± 11.4
	2年生苗	74.3 ± 13.8	77.0 ± 12.3	68.4 ± 10.6	76.1 ± 9.8

※±の後の数値は標準偏差



Welchの t 検定により
 平均樹高の差を検定
 * : 有意差あり (p<0.05)
 n.s. : 有意差が認められない

図 3-37 当年生苗と2年生苗の成長状況 (長野県佐久市カラマツ)

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における、当年生苗区及び2年生苗区の植生調査の結果を表3-44、表3-45に示す。当年生苗区と2年生苗区の植生は異なっており、当年生苗区は平坦地の上にヨモギ等の草本が優占している一方で、2年生苗区ではヨモギ類のほか、タケニグサやキイチゴ類等が斜面一面に生育している環境である。

次に、令和元（2019）年度から令和4（2022）年度までの当年生苗区及び2年生苗区における、植栽木と雑草木の競合状態を図3-38に示す。なお、令和元（2019）年度の調査は下刈りに実施しているため、令和元（2019）年度のデータは参考値とする。令和4（2022）年度の時点で、生存している当年生苗のうち半分以上がC4であり、ほとんどの植栽木が雑草木に被圧されている状況である。一方で2年生苗区はC1+C2がほとんどを占めており、ほとんどの植栽木が雑草木から抜け出している状況であることが分かる。なお、この差が生じた要因として、前述のとおり当年生苗区が過湿環境のもとで生育不良になっていたためと考えられる。

表 3-44 植生調査の結果（当年生苗区）（長野県佐久市カラマツ）

調査区全体の被度： 95-100%

調査区の植生タイプ：草本類

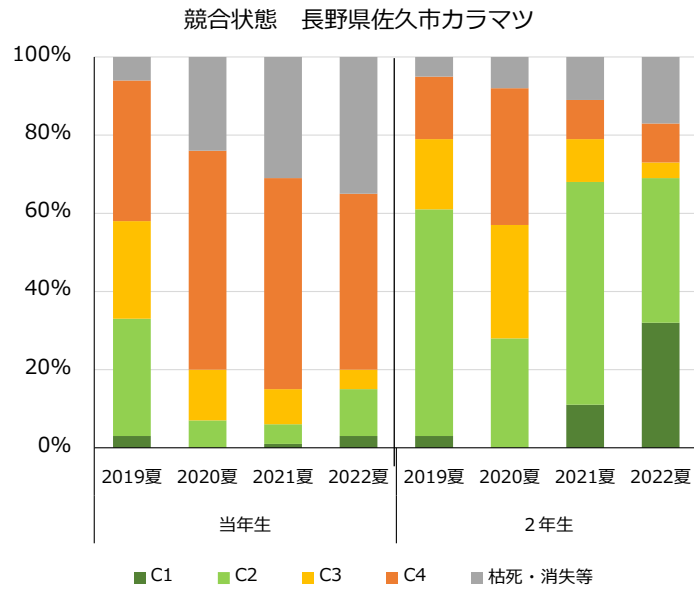
区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	30%	・ヨモギ類 ・ススキ ・ウリハダカエデ	10% 5% 5%	・タケニグサ・コゴメウツギ ・ヤマウコギ・アザミ・ツノハシバミ ・ニフトコ・アキカラマツ
草本層 (高さ100cm未満)	90%	・ヨモギ類 ・スゲ ・ヤマウコギ	50% 15% 10%	・タラノキ・タケニグサ・ススキ ・ハルジオン・クマイザサ・ウド ・オオトコロ・アザミsp. ・イタドリ・ニガイチゴ

表 3-45 植生調査の結果（2年生苗区）（長野県佐久市カラマツ）

調査区全体の被度： 95-100%

調査区の植生タイプ：草本類

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	30%	・クマイチゴ ・タラノキ	15% 5%	・タケニグサ・ススキ ・ウリハダカエデ・ヤマウコギ
草本層 (高さ100cm未満)	90%	・ヨモギ類 ・クマイチゴ ・タケニグサ	40% 20% 5%	・タラノキ・コナラ・ニガイチゴ ・ウリハダカエデ・サルトリイバラ ・オオトラノオ・ヒヨドリバナ・ススキ ・ヌルデ・ヤマウコギ・ヤマフジ



※2019年は下刈り後の調査結果である。

図 3-38 雑草木との競合状態（長野県佐久市カラマツ）

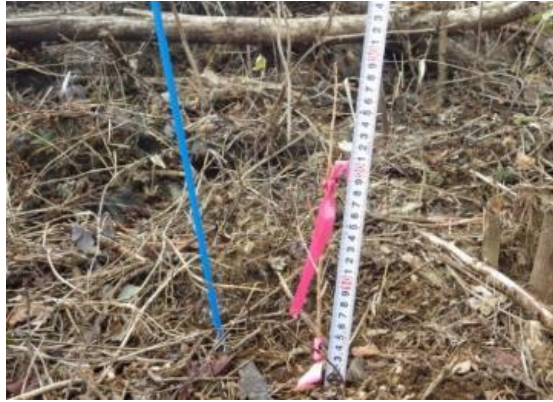


当年生苗区



2年生苗区

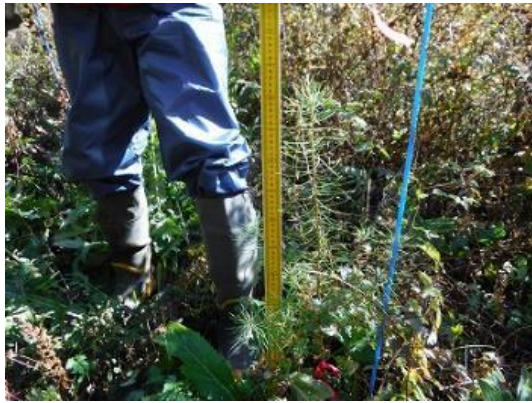
写真 3-49 植生の状況（令和4（2022）年6月）（長野県佐久市カラマツ）



当年生苗（平成 30（2018）年 12 月）



2 年生苗（平成 30（2018）年 12 月）



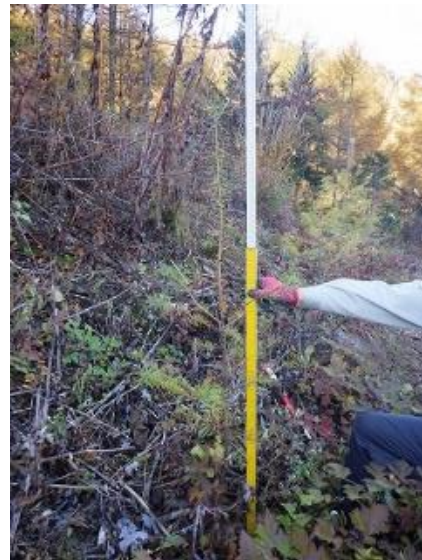
当年生苗（令和元（2019）年 11 月）



2 年生苗（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



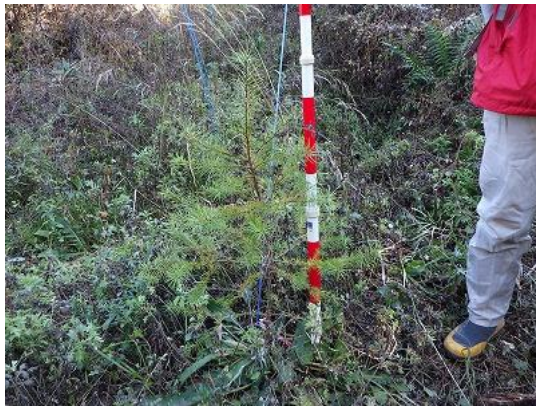
2 年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



当年生苗（令和3（2021）年11月）



2年生苗（令和3（2021）年11月）



当年生苗（令和4（2022）年10月）



2年生苗（令和4（2022）年10月）

写真 3-5 0 植栽木の状況（長野県佐久市カラマツ）

3-2-8. 島根県飯南町 スギ（当年生苗・2年生苗）

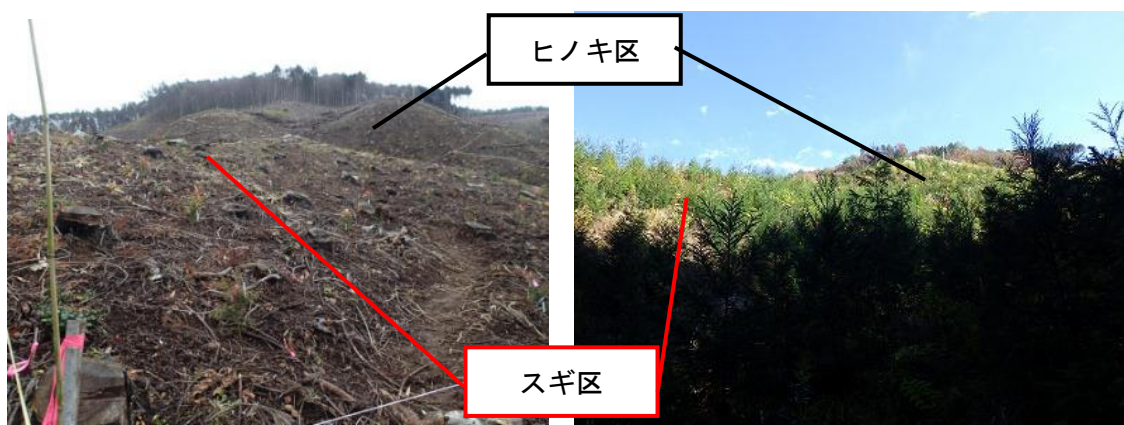
①調査地の概要

島根県飯南町（スギ）の調査地の概要を以下に示す。

表 3-46 調査地の概要（島根県飯南町スギ）

調 査 地		島根県飯南町	
国 有 林 名		程原 230 と 1	
樹 種		スギ コンテナ苗 150cc	
		当年生苗	2年生苗
造林情報	苗木生産者	I氏（島根県スギ）	
	面 積	0.15ha（当年生苗・2年生苗・裸苗が交互に植栽されている）	
	植栽年月日	平成 30（2018）年 11 月	
	植栽本数	100 本	100 本
	獣害対策	有（柵の設置）	
	施業履歴	伐 採：平成 30（2018）年 5 月 地 拵え：平成 30（2018）年 11 月全刈筋置	
調査地情報	標 高	611m	
	斜面方位	W270°	
	最大傾斜角	29°	

平成 30 (2018) 年 11 月に、スギとヒノキの当年生コンテナ苗、2 年生コンテナ苗及び裸苗が植栽された。スギとヒノキは隣接して植栽されており、スギは斜面の下方に、ヒノキは斜面の上方に植栽されている。また、スギ、ヒノキとも当年生苗、2 年生苗及び裸苗は交互に植栽されており、立地環境に差が生じないように設計されている。なお、獣害対策として防鹿柵が設置されている。



調査地の状況 (平成 30 (2018) 年 12 月) 調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 11 月)

写真 3-5 1 調査地の状況 (島根県飯南町スギ)

【調査プロットの設置状況】

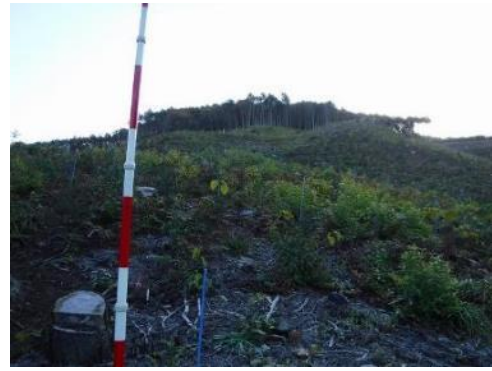
調査プロット内における当年生苗と 2 年生苗の調査本数を表 3-4 7 に示す。本調査地において当年生苗と 2 年生苗及び裸苗は交互に植栽されており、当年生苗と 2 年生苗がそれぞれ 100 本入るように調査プロットが設置されている。

表 3-4 7 当年生苗と 2 年生苗の調査本数 (島根県飯南町スギ)

設置日	平成 30 (2018) 年 12 月 8 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	100 本	100 本



スギ区（平成 30（2018）年 12 月）



スギ区（令和元（2019）年 11 月）



スギ区（令和 2（2020）年 7 月）



スギ区（令和 2（2020）年 10 月）



スギ区（令和 3（2021）年 6 月）



スギ区（令和 3（2021）年 10 月）



スギ区（令和 4（2022）年 6 月）



スギ区（令和 4（2022）年 11 月）

写真 3-5 2 調査プロット（スギ区）の状況

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。本調査地はスギ区とヒノキ区が隣接して設置されているが、それぞれで 1 箇所ずつ土壌調査を実施した。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-53 土壌調査の状況（島根県飯南町スギ）

表 3-48 土壌断面調査結果（島根県飯南町スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	7.5~0cm										
A層	0~19cm	YR7.5	4	/	6	団粒状	埴質土壌	5	堅	14.8	
B層	19~cm	YR7.5	5	/	6	団粒状	埴土	5	堅	14.8	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-49 に示す。植栽木が成長したため、令和4（2022）年の下刈りは実施されなかった。

表 3-49 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（島根県飯南町スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成30（2018）年度	—	12月8日	—
令和元（2019）年度	7月2日	11月19日	7月
令和2（2020）年度	7月1日	10月15日	7月
令和3（2021）年度	6月25日	10月20日	7月
令和4（2022）年度	6月23日	11月11日	—

【植栽木の活着率について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約1か月後の時点における生存率）を図 3-39 に示す。

活着率は当年生苗、2年生苗ともに100%となり、どちらも全ての植栽木が活着していた。

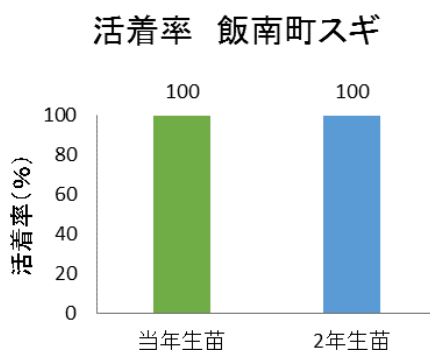


図 3-39 当年生苗と2年生苗の活着率（島根県飯南町スギ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図 3-40 に、生育状況を図 3-41 に示す。

令和4（2022）年秋の時点における生存率は当年生区で99%、2年生苗区で98%となり、どちらも枯死はほとんど見られなかった。

植栽木の生育状況については、梢端の折損などの生育不良が当年生苗区、2年生苗区ともに一定数見られるものの、令和4（2022）年秋の時点でどちらも8割以上が健全木だった。

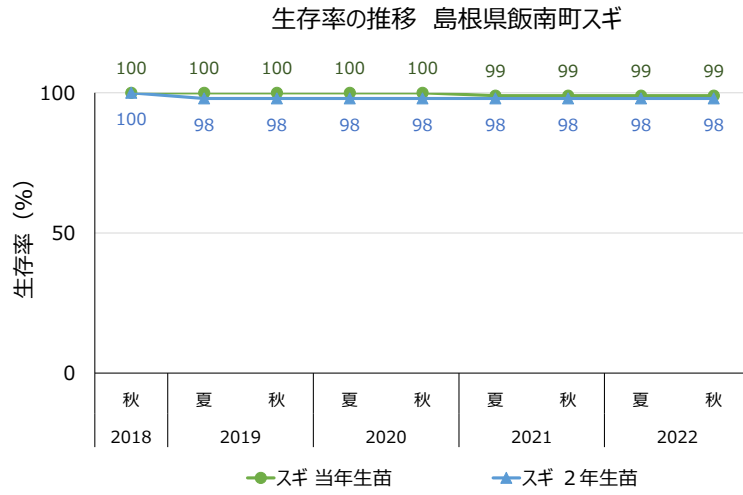


図 3-4 0 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（島根県飯南町スギ）

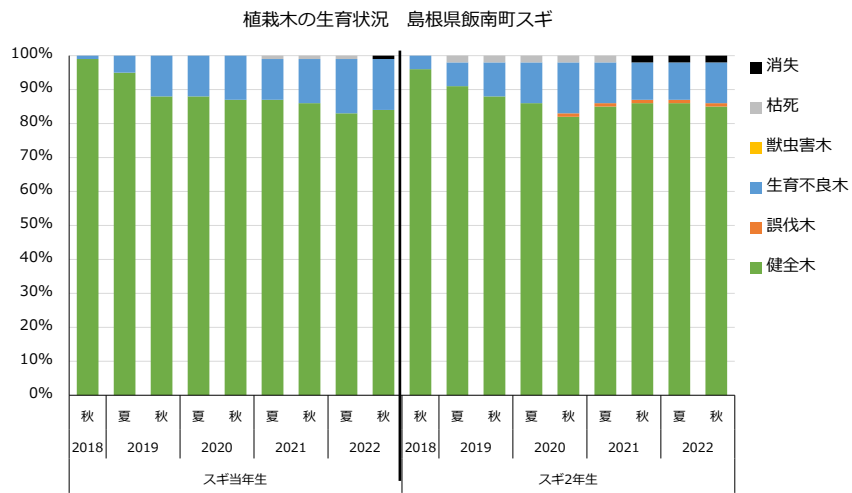


図 3-4 1 当年生苗と2年生苗の生育状況（島根県飯南町スギ）



写真 3-5 4 梢端の折損

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-50、図3-42に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

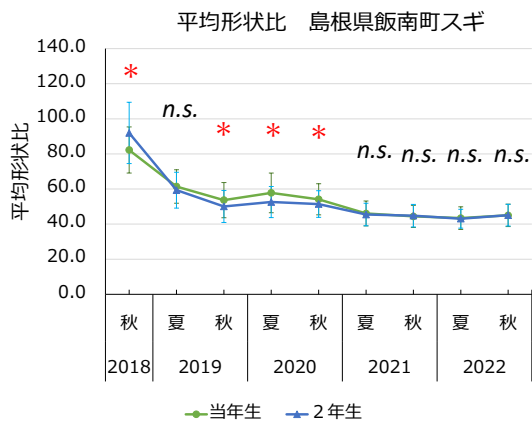
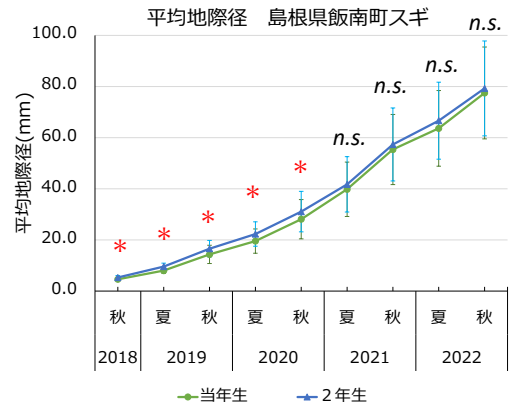
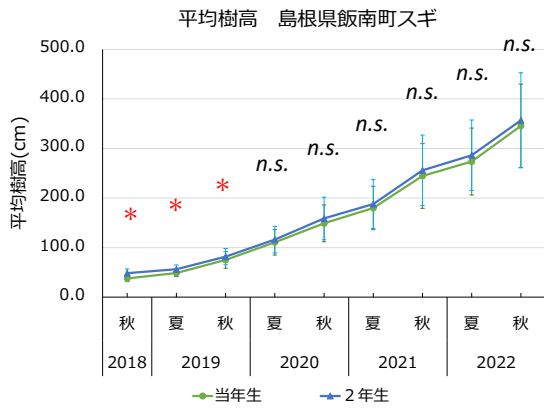
植栽直後の平成30（2018）年秋の時点での平均樹高は当年生苗で37.8cm、2年生苗で48.4cmであり、樹高差は約11cmだった。令和4（2022）年秋の時点での平均樹高は、当年生苗で345.8cm、2年生苗で357.0cmであり、樹高差は約11cmだった。平成30（2018）年度と令和4（2022）年で当年生苗と2年生苗の平均樹高の差はほとんど変わっておらず、また令和2（2020）年夏以降、当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差が認められなくなっていることから、当年生苗と2年生苗の樹高成長はほとんど同じと言える。

表 3-50 当年生苗と2年生苗の成長状況（島根県飯南町スギ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	37.8 ± 6.3 cm	48.7 ± 7.3 cm	75.1 ± 16.7 cm	110.8 ± 25.7 cm	149.0 ± 37.3 cm
	2年生苗	48.4 ± 8.5 cm	56.3 ± 8.7 cm	81.8 ± 16.5 cm	116.1 ± 26.7 cm	158.6 ± 43.1 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	4.6 ± 0.5 mm	8.0 ± 1.1 mm	14.3 ± 3.6 mm	19.6 ± 4.8 mm	29.3 ± 13.7 mm
	2年生苗	5.3 ± 0.8 mm	9.6 ± 1.3 mm	16.6 ± 3.2 mm	22.3 ± 4.8 mm	31.1 ± 8.0 mm
平均形状比	当年生苗	82.2 ± 13.1	61.4 ± 9.5	53.7 ± 10.0	57.8 ± 11.3	53.6 ± 9.8
	2年生苗	92.0 ± 17.4	59.4 ± 10.2	50.1 ± 9.1	52.6 ± 8.9	51.4 ± 7.6

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	179.9 ± 43.8 cm	244.6 ± 65.3cm	273.7 ± 67.7 cm	345.8 ± 84.3cm
	2年生苗	187.9 ± 49.3 cm	256.0 ± 71.2cm	286.4 ± 71.2 cm	357.0±96.0cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	39.8 ± 10.6 mm	55.4 ± 13.7mm	63.6 ± 14.8 mm	77.5±18.0mm
	2年生苗	41.7 ± 10.8 mm	57.3 ± 14.3mm	66.6 ± 15.1 mm	79.3±18.5mm
平均形状比	当年生苗	46.1 ± 7.1	44.4 ± 6.3	43.4 ± 6.5	45.0±6.4
	2年生苗	45.5 ± 6.4	44.8 ± 6.4	43.1 ± 5.4	45.1±6.2

※±の後の数値は標準偏差



Welchのt検定により
 平均樹高の差を検定
 * : 有意差あり (p<0.05)
 n.s. : 有意差が認められない

図 3-4 2 当年生苗と2年生苗の成長状況 (島根県飯南町スギ)

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における、植生調査の結果を表 3-5 1 に示す。なお、本調査地はスギ区とヒノキ区が隣接しており、植生に違いが見られなかったため、スギ区とヒノキ区の間地点で植生調査を実施した。

本調査地ではアカメガシワ、ヤブムラサキ等の落葉広葉樹が多く見られるほか、ハンショウヅルやヤマフジ等のつる植物も多く見られた。

次に、令和元（2019）年から令和4（2022）年の夏期調査における、当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-4 3 に示す。令和3（2021）年の段階で、当年生苗区と2年生苗区のどちらも C1 が9割を超えており、ほとんどの植栽木が雑草木との競争を抜け出していることが分かる。

表 3-5 1 植生調査の結果（島根県飯南町スギ）

調査区全体の被度： 85%

調査区の植生タイプ：ササ・シダ類・落葉広葉樹類（ツル植物多い）

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	15%	・ヤブムラサキ ・キブシ ・ムラサキシキブ	5% 2% 2%	・ヒメコウソ・アカメガシワ・ワラビ ・ヒヨドリバナ・クマイチゴ ・ウワミズザクラ・ヌルデ・クサギ ・クロモジ・クリ
草本層 (高さ100cm未満)	75%	・ササsp (チマキザサ) ・ワラビ ・ヤブムラサキ ・ヒメコウソ ・ヒヨドリバナ ・クロモジ ・アキチョウジ	20% 20% 10% 5% 5% 5% 5%	・クマイチゴ・アカメガシワ ・ムラサキシキブ・ヌルデ・タラノキ ・クサギ・オカトラノオ・ヤマハギ ・サルトリイバラ・ススキ ・ハンショウヅル・ヤマフジ・ヤマウルシ ・コアジサイ・キブシ

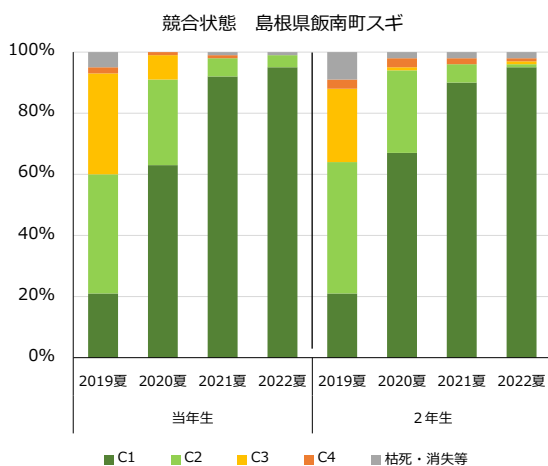


図 3-4 3 雑草木との競合状態
(島根県飯南町スギ)



写真 3-5 5 植生の状況
(島根県飯南町スギ、令和4（2022）年6月)



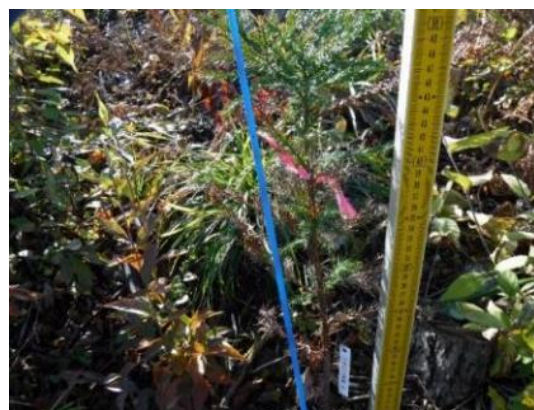
当年生苗（平成30（2018）年12月）



2年生苗（平成30（2018）年12月）



当年生苗（令和元（2019）年11月）



2年生苗（令和元（2019）年11月）



当年生苗（令和2（2020）年10月）



2年生苗（令和2（2020）年10月）



当年生苗（令和3（2021）年10月）



2年生苗（令和3（2021）年10月）



当年生苗（令和4（2022）年11月）



2年生苗（令和4（2022）年11月）

写真 3-5 6 植栽木の状況（島根県飯南町スギ）

3-2-9. 島根県飯南町 ヒノキ (当年生苗・2年生苗)

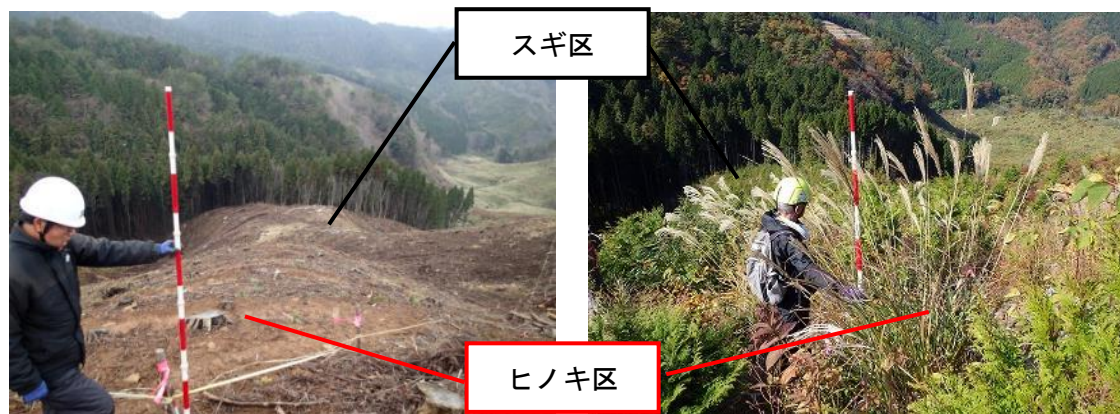
①調査地の概要

島根県飯南町 (ヒノキ) の調査地の概要を以下に示す。

表 3-5 2 調査地の概要 (島根県飯南町ヒノキ)

調 査 地	島根県飯南町		
国 有 林 名	程原 230 と		
樹 種	ヒノキ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造林情報	苗木生産者	I氏 (島根県ヒノキ)	
	面 積	0.15ha (当年生苗・2年生苗・裸苗が交互に植栽されている)	
	植栽年月日	平成 30 (2018) 年 11 月	
	植栽本数	100 本	100 本
	獣害対策	有 (柵の設置)	
	施業履歴	伐 採 : 平成 30 (2018) 年 5 月 地拵え : 平成 30 (2018) 年 11 月全刈筋置	
調査地情報	標 高	611m	
	斜面方位	W270°	
	最大傾斜角	37°	

平成 30 (2018) 年 11 月に、スギとヒノキの当年生コンテナ苗、2 年生コンテナ苗及び裸苗が植栽された。スギとヒノキは隣接して植栽されており、スギは斜面の下方に、ヒノキは斜面の上方に植栽されている。また、スギ、ヒノキとも当年生苗、2 年生苗及び裸苗は交互に植栽されており、立地環境に差が生じないように配慮されている。なお、獣害対策として柵が設置されている。



調査地の状況 (平成 30 (2018) 年 12 月) 調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 11 月)

写真 3-5 7 調査地の状況 (島根県飯南町ヒノキ)

【調査プロットの設置状況】

調査プロット内における当年生苗と 2 年生苗の調査本数を表 3-5 3 に示す。本調査地では当年生苗と 2 年生苗及び裸苗が交互に植栽されており、当年生苗と 2 年生苗がそれぞれ 100 本入るように調査プロットが設置されている。

表 3-5 3 当年生苗と 2 年生苗の調査本数 (島根県飯南町ヒノキ)

設置日	平成 30 年 12 月 7 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	100 本	100 本



ヒノキ区（平成 30（2018）年 12 月）



ヒノキ区（令和元（2019）年 11 月）



ヒノキ区（令和 2（2020）年 6 月）



ヒノキ区（令和 2（2020）年 10 月）



ヒノキ区（令和 3（2021）年 6 月）



ヒノキ区（令和 3（2021）年 10 月）



ヒノキ区（令和 4（2022）年 6 月）



ヒノキ区（令和 4（2022）年 11 月）

写真 3-58 調査プロット（ヒノキ区）の状況

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。本調査地はスギ区とヒノキ区が隣接して設置されているが、それぞれで 1 箇所ずつ土壌調査を実施した。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-59 土壌調査の状況（島根県飯南町ヒノキ）

表 3-54 土壌断面調査結果（島根県飯南町ヒノキ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	2~0cm										地帯後かつ急斜面につき、A0が少ない
A層	0~24.5cm	YR7.5	3	/	4	粒状～ 団粒状	埴質土壌	5	堅	12.6	
A2層	15cm	YR7.5	4	/	3	粒状	埴質土壌	10	堅	14	
B層	24.5~cm	YR7.5	5	/	6	粒状	埴土	20	堅	13.8	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-5 5 に示す。

表 3-5 5 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（島根県飯南町ヒノキ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30（2018）年度	—	12 月 7 日	—
令和元（2019）年度	7 月 2 日	11 月 19 日	7 月
令和 2（2020）年度	6 月 30 日	10 月 14 日	7 月
令和 3（2021）年度	6 月 24～25 日	10 月 19 日	7 月
令和 4（2022）年度	6 月 22 日	11 月 10 日	—

【植栽木の活着率について】

当年生苗と 2 年生苗の活着率（植栽から約 1 か月後の時点における生存率）を図 3-4 4 に示す。

活着率は当年生苗、2 年生苗ともに 100%となり、全ての植栽木が活着していた。

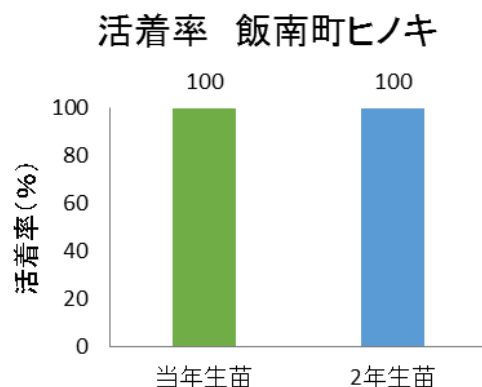


図 3-4 4 当年生苗と 2 年生苗の活着率（島根県飯南町ヒノキ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和 4（2022）年度までの当年生苗と 2 年生苗の生存率の推移を図 3-4 5 に、生育状況を図 3-4 6 に示す。

令和 4（2022）年秋の時点における生存率は当年生区で 99%、2 年生苗区で 97%となり、どちらも枯死はほとんど見られなかった。

植栽木の生育状況については、主幹の曲がりや梢端の折損などの生育不良が見られる植栽木が当年生苗区、2 年生苗区ともに見られるものの、令和 4（2022）年秋の時点でほとんどが健全木だった。

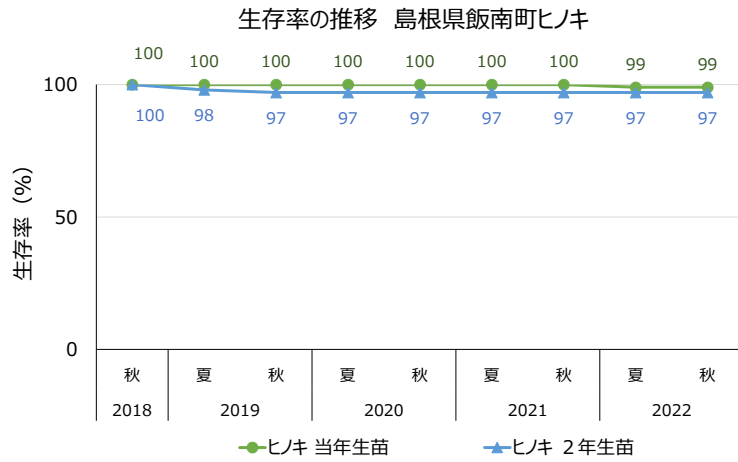


図 3-4 5 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（島根県飯南町ヒノキ）

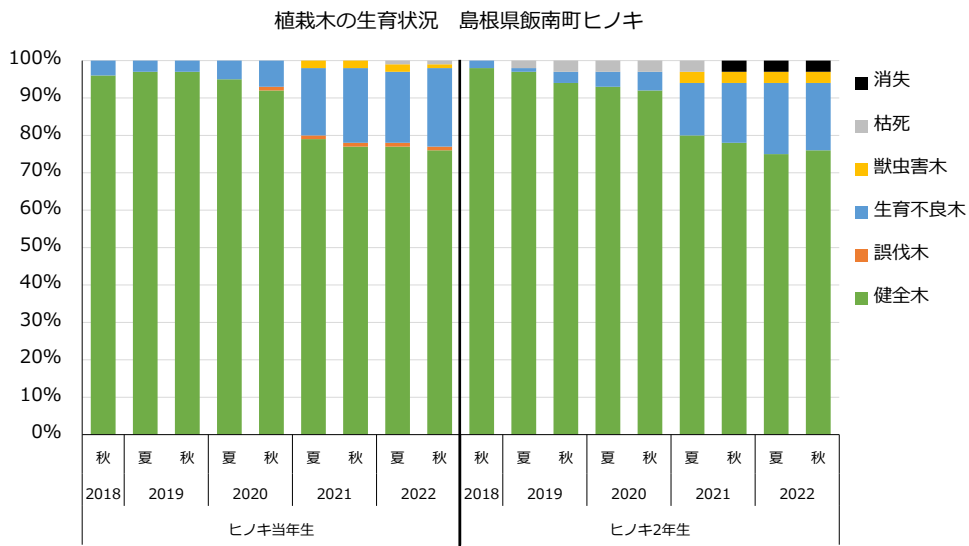


図 3-4 6 当年生苗と2年生苗の生育状況（島根県飯南町ヒノキ）



写真 3-6 0 主軸が折れた植栽木（令和4（2022）年6月）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-56、図3-47に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

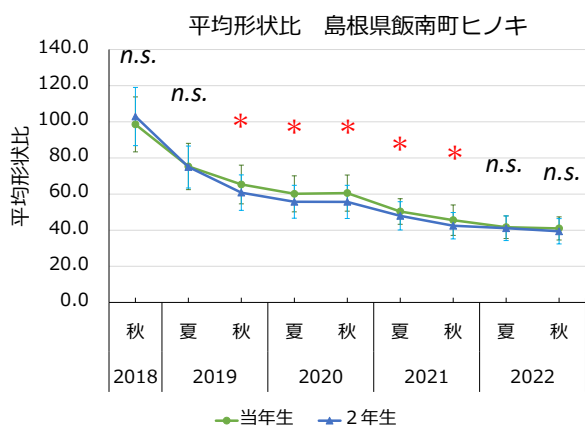
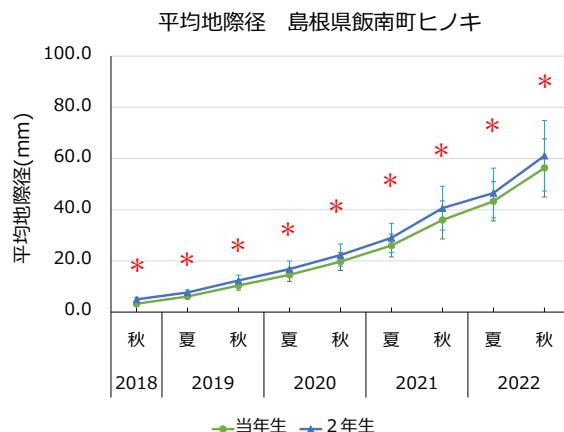
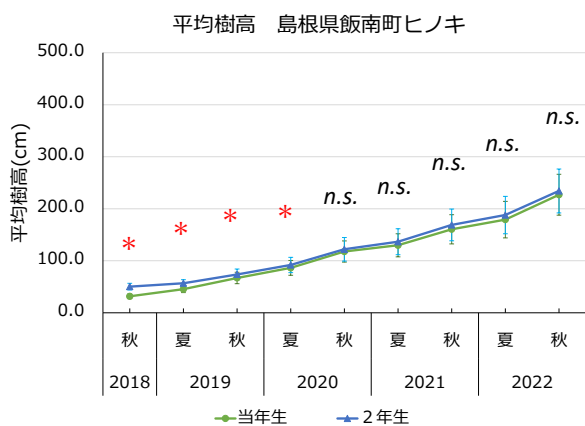
植栽直後の平成30（2018）年秋の時点での平均樹高は当年生苗で31.7cm、2年生苗で50.3cmであり、樹高差は約19cmだった。令和4（2022）年秋の時点での平均樹高は、当年生苗で227.0cm、2年生苗で234.3cmであり、樹高差は10cm以下となっていた。当年生苗と2年生苗の平均樹高の差は縮まっており、また令和2（2020）年秋以降、当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差が認められなくなっていることから、当年生苗と2年生苗の樹高成長はほとんど同じと言える。

表 3-56 当年生苗と2年生苗の成長状況（島根県飯南町ヒノキ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	31.7 ± 4.6 cm	45.4 ± 6.5 cm	67.0 ± 10.9 cm	86.4 ± 14.3 cm	117.8 ± 20.3 cm
	2年生苗	50.3 ± 6.5 cm	56.9 ± 6.8 cm	73.8 ± 10.3 cm	92.0 ± 14.7 cm	122.1 ± 22.6 cm
平均 地際径 (mm)	当年生苗	3.3 ± 0.4 mm	6.1 ± 0.9 mm	10.4 ± 1.8 mm	14.6 ± 2.5 mm	19.7 ± 3.5 mm
	2年生苗	5.0 ± 0.8 mm	7.7 ± 1.0 mm	12.4 ± 2.1 mm	16.8 ± 3.1 mm	22.3 ± 4.3 mm
平均 形状比	当年生苗	98.6 ± 15.2	75.3 ± 12.8	65.3 ± 10.7	60.2 ± 10.0	60.6 ± 10.0
	2年生苗	102.9 ± 16.1	75.0 ± 11.6	60.8 ± 9.8	55.7 ± 9.1	55.7 ± 9.2

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	129.8 ± 22.2 cm	160.6 ± 28.1 cm	179.1 ± 35.1 cm	227.0 ± 39.4 cm
	2年生苗	136.6 ± 24.9 cm	168.9 ± 30.5 cm	188.0 ± 36.0 cm	234.3 ± 42.2 cm
平均 地際径 (mm)	当年生苗	26.0 ± 4.5 mm	36.0 ± 7.4 mm	43.3 ± 7.6 mm	56.3 ± 11.3 mm
	2年生苗	29.0 ± 5.7 mm	40.6 ± 8.5 mm	46.6 ± 9.7 mm	61.1 ± 13.8 mm
平均 形状比	当年生苗	50.4 ± 7.1	45.6 ± 8.4	41.7 ± 6.3	41.0 ± 6.4
	2年生苗	47.9 ± 7.8	42.4 ± 7.3	41.1 ± 6.8	39.4 ± 7.0

※±の後の数値は標準偏差



Welchの t 検定により
 平均樹高の差を検定
 * : 有意差あり (p<0.05)
 n.s. : 有意差が認められない

図 3-47 当年生苗と2年生苗の成長状況 (島根県飯南町ヒノキ)

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における、植生調査の結果を表 3-57に示す。なお、本調査地はスギ区とヒノキ区が隣接しており、植生に違いが見られなかったため、スギ区とヒノキ区の間地点で植生調査を実施した。そのため、スギ区と同じ調査結果である。

本調査地ではアカメガシワ、ヤブムラサキ等の落葉広葉樹が多く見られるほか、ハンショウヅルやヤマフジ等のつる植物も見られる。

次に、令和元（2019）年から令和4（2022）年の夏期調査における、当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-48に示す。令和3（2021）年夏の段階で、当年生苗区と2年生苗区で競合関係にほとんど差はなく、どちらもC1+C2が9割を超えており、ほとんどの植栽木が雑草木との競争から抜け出していることが分かる。

表 3-57 植生調査の結果（島根県飯南町ヒノキ）

調査区全体の被度：85%

調査区の植生タイプ：ササ・シダ類・落葉広葉樹類（ツル植物多い）

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	15%	・ヤブムラサキ ・キブシ ・ムラサキシキブ	5% 2% 2%	・ヒメコウソ・アカメガシワ・ワラビ ・ヒヨドリバナ・クマイチゴ ・ウワミズザクラ・ヌルデ・クサギ ・クロモジ・クリ
草本層 (高さ100cm未満)	75%	・ササsp (チマキザサ) ・ワラビ ・ヤブムラサキ ・ヒメコウソ ・ヒヨドリバナ ・クロモジ ・アキチヨウジ	20% 20% 10% 5% 5% 5% 5%	・クマイチゴ・アカメガシワ ・ムラサキシキブ・ヌルデ・タラノキ ・クサギ・オカトラノオ・ヤマハギ ・サルトリイバラ・ススキ ・ハンショウヅル・ヤマフジ・ヤマウルシ ・コアジサイ・キブシ

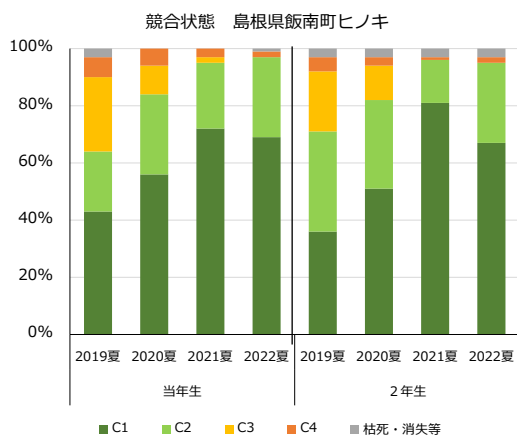


図 3-48 雑草木との競合状態
(島根県飯南町ヒノキ)



写真 3-61 植生の状況
(令和4（2022）年6月)
(島根県飯南町ヒノキ)



当年生苗（平成30（2018）年12月）



2年生苗（平成30（2018）年12月）



当年生苗（令和元（2019）年11月）



2年生苗（令和元（2020）年11月）



当年生苗（令和2（2020）年10月）



2年生苗（令和2（2020）年10月）



当年生苗（令和3（2021）年10月）



2年生苗（令和3（2021）年10月）



（左）2年生苗 （右）当年生苗
（令和4（2022）年11月）

写真 3-6 2 植栽木の状況（島根県飯南町ヒノキ）

3-2-10. 兵庫県宍粟市 スギ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

兵庫県宍粟市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-58 調査地の概要（兵庫県宍粟市スギ）

調 査 地	兵庫県宍粟市		
国 有 林 名	赤西 120 い		
樹 種	スギ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造林情報	苗木生産者	J氏（兵庫県スギ）	
	面 積	0.30ha（当年生苗・2年生苗・裸苗が垂直列ごとに植栽されている）	
	植栽年月日	平成 30（2018）年 11 月	
	植栽本数	600本	600本
	獣害対策	有（大きな柵内にさらにパッチ状の柵）	
	施業履歴	伐採：平成 29（2017）年 10 月 地拵え：平成 30（2018）年 8～10 月全刈筋置	
調査地情報	標 高	520m	
	斜面方位	W185°	
	最大傾斜角	35～45°	

平成 30 (2018) 年 11 月から 12 月にかけて、兵庫県宍粟市の国有林内にスギの当年生コンテナ苗、2 年生コンテナ苗と裸苗を植栽した。本調査地は傾斜 35～45 度の急傾斜地の上に設定されており、当年生苗、2 年生苗と裸苗が 1 列ずつ交互に植栽されている。また、獣害対策として柵が設置されており、調査地を含めた周辺を大きく囲む柵のほかに、小面積ごとにパッチ状に囲む柵も設置されている。



調査地の状況 (平成 30 (2018) 年 12 月) 調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 11 月)

写真 3-63 調査地の状況 (兵庫県宍粟市スギ)

【調査プロットの設置状況】

調査プロット内における当年生苗と 2 年生苗の調査本数を表 3-59 に示す。本調査地では当年生苗、2 年生苗と裸苗が 1 列ずつ交互に植栽されているため、当年生苗と 2 年生苗がそれぞれ 100 本以上入るように調査プロットを一つ設置し、調査本数は、当年生苗・2 年生苗それぞれ 102 本ずつとした。

表 3-59 当年生苗と 2 年生苗の調査本数 (兵庫県宍粟市スギ)

設置日	平成 30 年 12 月 18 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	102 本	102 本



調査プロット（平成30（2018）年12月）



調査プロット（令和元（2019）年11月）



調査プロット（令和2（2020）年6月）



調査プロット（令和2（2020）年10月）



調査プロット（令和3（2021）年6月）



調査プロット（令和3（2021）年10月）



調査プロット（令和4（2022）年6月）



調査プロット（令和4（2022）年11月）

写真 3-6 4 調査プロットの状態（兵庫県宍粟市スギ）

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。本調査地は裸苗も植栽されており調査プロットが大きくなったため、調査プロットの西側と東側の 2 点で土壌調査を実施したが、両者で調査結果に大きな差はなかった。



地表面の状態（西側）



土壌断面（西側）

写真 3-65 土壌調査の状況（西側）（兵庫県宍粟市スギ）

表 3-60 土壌断面調査結果（西側）（兵庫県宍粟市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	cm										
A層	0～6cm	10YR	2	/ 3	黒褐色	やや堅果状・ 団粒状	埴質壤土	5	堅	13.9	土壌構造は主として弱度の団粒状・細根あり
B層	6～ cm	10YR	4	/ 4	褐色	カベ状	埴質壤土	30	堅	14.5	土壌構造は弱度のカベ状。直径2mm程度の根と細根が所々見られる



地表面の状態（東側）



土壌断面（東側）

写真 3-66 土壌調査の状況（東側）（兵庫県宍粟市スギ）

表 3-61 土壌断面調査結果（東側）（兵庫県宍粟市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	cm										
A層	0～4cm	7.5YR	2	/ 2	黒褐色	塊状～団粒状	埴質壤土	5	軟	10.5	土壌構造は主として弱度の団粒状。深さは一部7cmまで。細根あり。
B層	4～ cm	10YR	4	/ 4	褐色	塊状～カベ状	埴質壤土	55	軟	11.8	土壌構造は主として弱度のカベ状。深さ10～20cmに一部、斑状にA層の土が混入。細根が少なく、太い根も直径3mm程度の根が1本。

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-6 2 に示す。
令和元（2019）年度は下刈りが実施されなかった。

表 3-6 2 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（兵庫県宍粟市スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30（2018）年度	—	12 月 18 日	—
令和元（2019）年度	9 月 4 日	11 月 14 日	—
令和 2（2020）年度	6 月 29 日	10 月 13 日	7 月
令和 3（2021）年度	6 月 23 日	10 月 18 日	8 月
令和 4（2022）年度	6 月 21 日	11 月 9 日	7 月

【植栽木の活着率について】

当年生苗と 2 年生苗の活着率（植栽から約 1 か月後の時点における生存率）を図 3-4 9 に示す。

活着率は当年生苗、2 年生苗ともに 100% となり、全ての植栽木が活着していた。

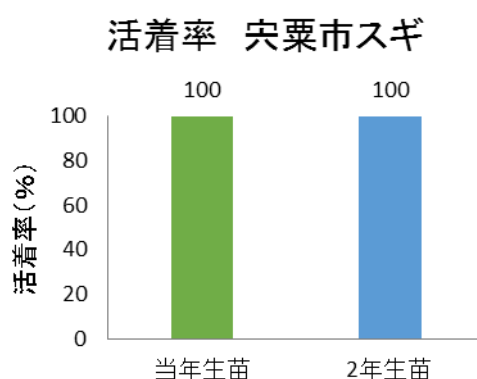


図 3-4 9 当年生苗と 2 年生苗の活着率（兵庫県宍粟市スギ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和 4（2022）年までの当年生苗と 2 年生苗の生存率の推移を図 3-5 0 に、生育状況を図 3-5 1 に示す。

令和 4（2022）年秋の時点での生存率は、当年生苗で 93%、2 年生苗で 97% となり、当年生苗で僅かに低かったもののどちらも 9 割以上が生存していた。

植栽木の生育状況については、令和 4（2022）年秋の時点で当年生苗、2 年生苗ともに 8 割程度が健全木だったが、クズの巻き付きによる折れなどの形質不良木が当年生苗、2 年生苗ともに確認されている。

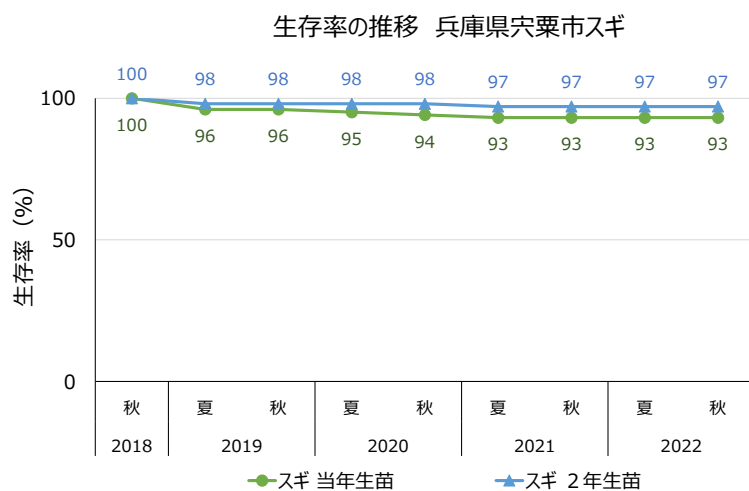


図 3-5 0 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（兵庫県宍粟市スギ）

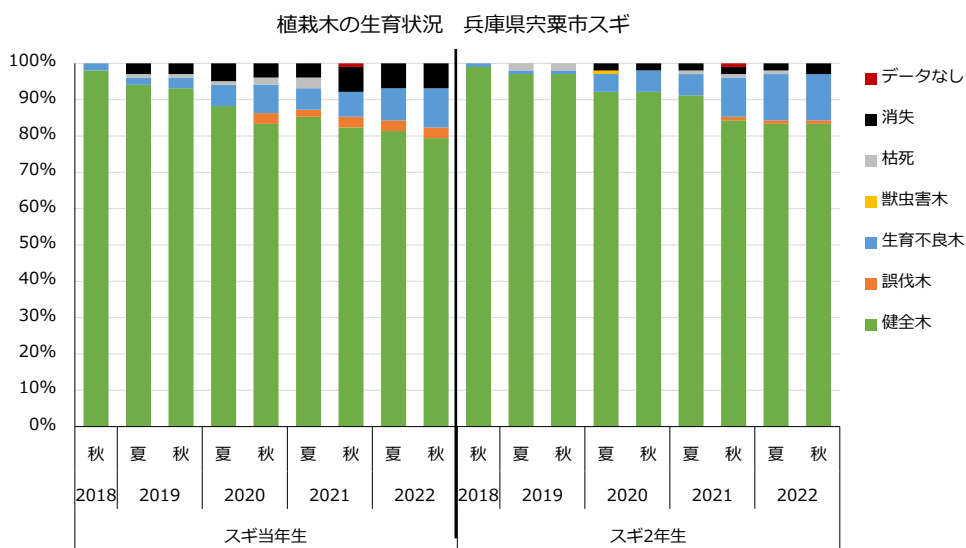


図 3-5 1 当年生苗と2年生苗の生育状況（兵庫県宍粟市スギ）



写真 3-6 7 クズに巻き付かれた当年生苗（令和4（2022）年6月）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-63、図3-5 2に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

植栽直後の平成30（2018）年秋時点での平均樹高は、当年生苗で23.3cm、2年生苗が36.4cmとなり、樹高の差は約13cmだった。一方で植栽から4成長期を経過した令和4（2022）年秋時点での平均樹高は、当年生苗で174.0cm、2年生苗で222.3cmとなり、2年生苗の方が約48cm大きい値を示した。当年生苗と2年生苗の平均樹高の差は広がっており、また植栽以降、当年生苗の平均樹高は2年生苗より有意に小さいままである。

当年生苗の樹高成長が2年生苗より劣っている要因として、次項に示すとおり樹高が小さかった当年生苗が雑草木により強く被圧されたことが挙げられる。

表 3-6 3 当年生苗と2年生苗の成長状況（兵庫県宍粟市スギ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	23.3 ± 3.5 cm	36.3 ± 7.0 cm	39.3 ± 7.4 cm	54.3 ± 14.5 cm	68.4 ± 19.8 cm
	2年生苗	36.4 ± 6.1 cm	50.0 ± 10.4 cm	53.1 ± 11.5 cm	72.9 ± 17.2 cm	91.8 ± 25.8 cm
平均 地際径 (mm)	当年生苗	2.8 ± 0.5 mm	4.4 ± 1.1 mm	5.3 ± 1.3 mm	9.1 ± 2.7 mm	10.8 ± 3.7 mm
	2年生苗	3.5 ± 0.6 mm	5.5 ± 1.3 mm	6.7 ± 1.7 mm	11.0 ± 3.3 mm	14.9 ± 10.5 mm
平均 形状比	当年生苗	84.0 ± 16.1	85.0 ± 18.6	75.8 ± 14.6	61.6 ± 13.0	66.4 ± 16.9
	2年生苗	105.6 ± 16.6	92.8 ± 19.7	81.7 ± 15.0	68.1 ± 12.2	67.9 ± 14.6

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	89.5 ± 24.7 cm	112.7 ± 33.2 cm	133.3 ± 41.2 cm	174.0 ± 51.7 cm
	2年生苗	117.6 ± 30.2 cm	148.4 ± 4.1 cm	175.5 ± 47.9 cm	222.3 ± 60.2 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	15.5 ± 5.6 mm	20.5 ± 6.9 mm	27.5 ± 9.1 mm	35.6 ± 10.5mm
	2年生苗	20.4 ± 6.3 mm	27.0 ± 8.8 mm	35.5 ± 10.8 mm	45.1 ± 12.1 mm
平均形状比	当年生苗	60.3 ± 11.2	56.9 ± 10.8	49.7 ± 9.2	50.2 ± 10.1
	2年生苗	59.5 ± 12.5	56.1 ± 8.4	50.6 ± 7.9	49.8 ± 6.9

※±の後の数値は標準偏差

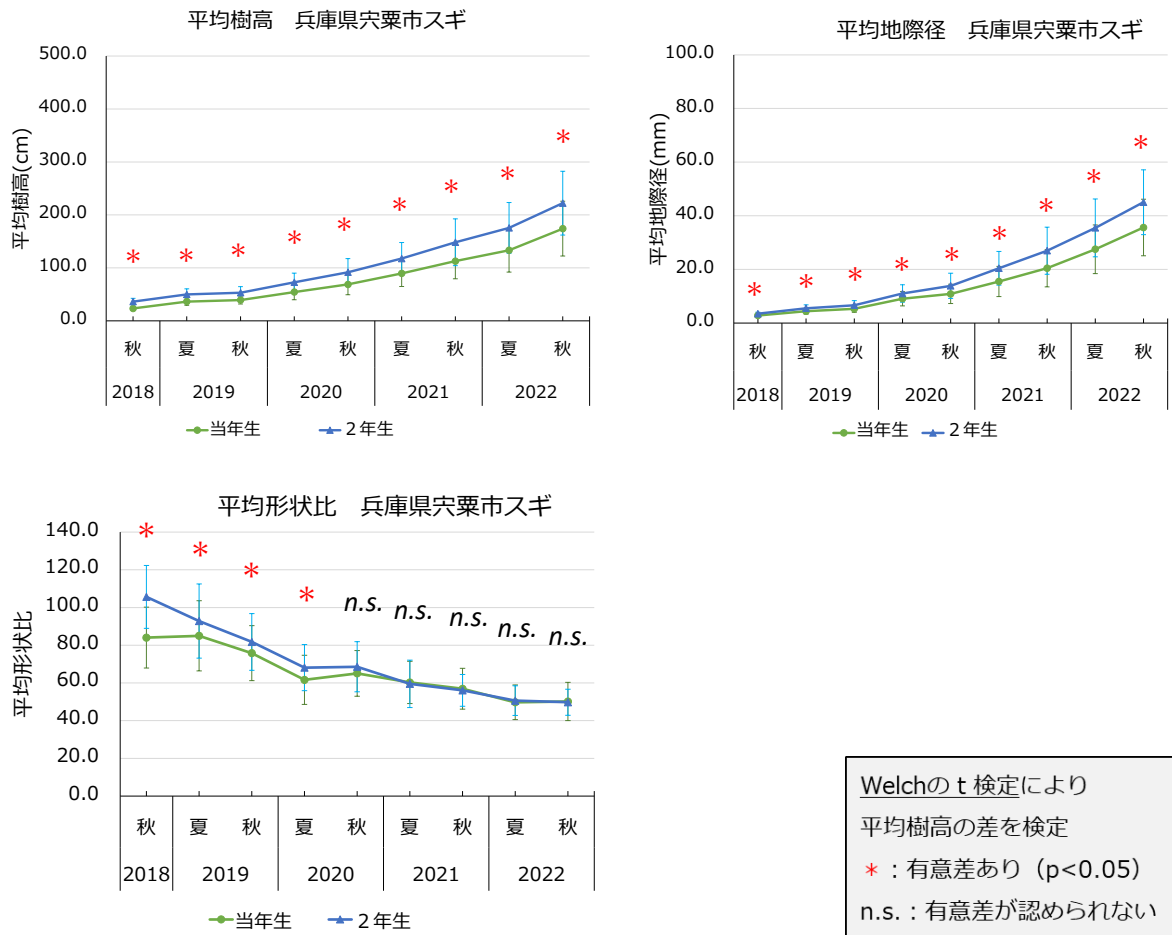


図 3-5 2 当年生苗と2年生苗の成長状況 (兵庫県宍粟市スギ)

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における、植生調査の結果を表 3-6 4 に示す。全体的に雑草木の被度が高く、特に背の高いクマイチゴやタケニグサ等が多い。

次に、令和元（2019）年から令和4（2022）年の夏期調査における、当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-5 3 に示す。植栽時から特に当年生苗でC4の割合が高く、当年生苗の方が被圧の影響をより受けていることが分かる。本調査地は雑草木の繁茂が激しいにもかかわらず植栽翌年の下刈りが省略されており、植栽木が強く被圧されていた。特に、本調査地に植栽された当年生苗は樹高が小さかったため、より被圧の影響を強く受けて成長が抑えられたと考えられる。

表 3-6 4 植生調査の結果（兵庫県宍粟市スギ）

調査区全体の被度：85%

調査区の植生タイプ：キイチゴ類+多年生草本

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	40%	・クマイチゴ ・カラムシ ・タケニグサ	25% 10% 5%	・アカメガシワ・クマイチゴ ・ナガバノモミジイチゴ ・ススキ・ヒヨドリバナ
草本層 (高さ100cm未満)	80%	・クマイチゴ ・クズ ・タケニグサ ・カラムシ	25% 15% 10% 10%	・アカメガシワ・クサギ・ヌルデ ・ヤマグワ・シダsp・ススキ ・ネムノキ・オオアレチノギク・スゲsp ・ナガバノモミジイチゴ・オカトラノオ ・タラノキ・ヒヨドリバナ・ヒメコウゾ ・ハンショウツル・ヘクソカズラ ・サルトリイバラ

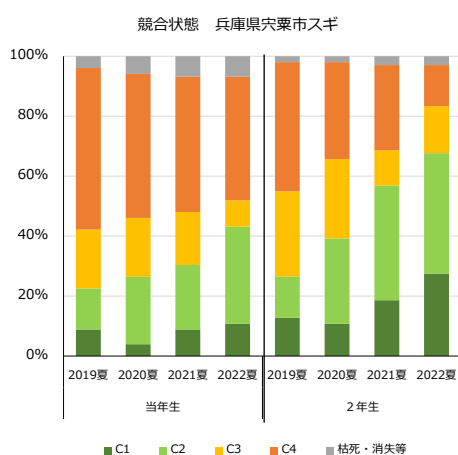


図 3-5 3 雑草木との競合状態
(兵庫県宍粟市スギ)



写真 3-6 8 植生の状況
(令和4（2022）年6月) (兵庫県宍粟市スギ)



当年生苗（平成 30（2018）年 12 月）



2年生苗（平成 30（2018）年 12 月）



当年生苗（令和元（2019）年 11 月）



2年生苗（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 10 月）



2年生苗（令和 2（2020）年 10 月）



当年生苗（令和3（2021）年10月）



2年生苗（令和3（2021）年10月）



当年生苗（令和4（2022）年11月）



2年生苗（令和4（2022）年11月）

写真 3-6 9 植栽木の状況（兵庫県宍粟市スギ）

3-2-11. 高知県香美市 スギ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

高知県香美市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-65 調査地の概要（高知県香美市スギ）

調 査 地		高知県香美市	
国 有 林 名		谷相山3り	
樹 種		スギ コンテナ苗 150cc	
		当年生苗	2年生苗
造林情報	苗木生産者	L氏（高知県スギ②）	
	面 積	0.23ha	—
	植栽年月日	平成 31（2019）年 1 月	
	植栽本数	345本	765本
	獣害対策	単木保護ネット	
	施業履歴	伐採：平成 29（2017）年 3 月 地拵え：平成 30（2018）年 12 月普通筋置	
調査地情報	標 高	781m	
	斜面方位	WSW	
	最大傾斜角	38°	

平成 31 (2019) 年 1 月に、高知県香美市の国有林内にスギの当年生コンテナ苗と 2 年生コンテナ苗を植栽した。本調査地は傾斜約 38 度の急傾斜地の上であり、当年生苗と 2 年生苗が隣接して植栽されている。また、シカの生息が確認されており、獣害対策として全ての植栽木に単木保護ネットが設置されている。



調査地の状況 (平成 31 (2019) 年 2 月)

調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 11 月)

写真 3-70 調査地の状況 (高知県香美市スギ)

【調査プロットの設置状況】

調査プロット内における当年生苗と 2 年生苗の調査本数を表 3-6 6 に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗・2 年生苗それぞれ 100 本ずつとした。

表 3-6 6 当年生苗と 2 年生苗の調査本数 (高知県香美市スギ)

設置日	平成 31 年 2 月 19 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	100 本	100 本



当年生苗区 (平成 31 (2019) 年 2 月)



2 年生苗区 (平成 31 (2019) 年 2 月)



当年生苗区（令和元（2019）年11月）



2年生苗区（令和元（2019）年11月）



当年生苗区（令和2（2020）年11月）



2年生苗区（令和2（2020）年11月）



当年生苗区（令和3（2021）年11月）



2年生苗区（令和3（2021）年11月）



当年生苗区（令和4（2022）年11月）



2年生苗区（令和4（2022）年11月）

写真 3-7 1 調査プロットの状態（高知県香美市スギ）

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。当年生苗区と 2 年生苗区は隣接しており、土壌環境は同一であると思われたため、当年生苗区と 2 年生苗区の間 1 箇所調査を実施した。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-7 2 土壌調査の状況（高知県香美市スギ）

表 3-6 7 土壌断面調査結果（高知県香美市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	なし										
A層	0～7cm	10YR	2	/ 3	黒褐色		砂質壤土	50	しょう	4	図粒主に一部小塊状が入る
B層	～45cm	10YR	5	/ 4	にぶい 黄褐	塊状	埴質壤土	20	軟	12	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-68 に示す。本調査地は雑草木の被度が低いこと等から、植栽後から令和 4（2022）年まで下刈りが実施されていない。

表 3-68 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（高知県香美市スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30（2018）年度	—	2月19日	—
令和元（2019）年度	8月13日	11月21日	—
令和2（2020）年度	8月3日	11月24日	—
令和3（2021）年度	8月4日	11月24日	—
令和4（2022）年度	7月14日	11月17日	—

【植栽木の活着率について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約1か月半後の時点の生存率）を図 3-54 に示す。活着率は当年生苗、2年生苗ともに100%となり、当年生苗、2年生苗ともに全ての植栽木が活着していた。

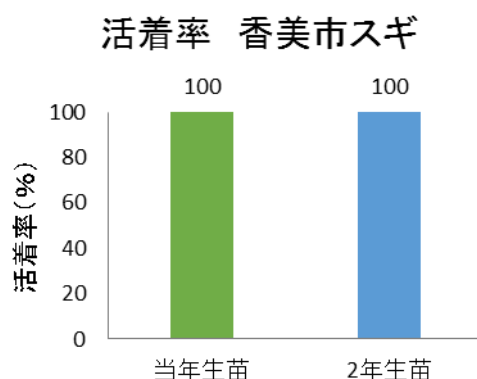


図 3-54 当年生苗と2年生苗の活着率（高知県香美市スギ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和 4（2022）年までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図 3-55 に、生育状況を図 3-56 に示す。

令和 4（2022）年秋の時点での生存率は、当年生苗で 96%、2年生苗で 96%となり、当年生苗と2年生苗で生存率に差はなかった。

植栽木の生育状況については、令和 2（2020）年夏期調査の時点から生育不良木が増加しているが、これは次項に示すように単木保護ネットによる生育阻害の影響である。また、単木保護ネットを設置しているにもかかわらず食害が発生しているが、これはネットが破損

したことで植栽木が露出した部分に食害を受けたことや（写真 3-7 3）、植栽木が成長してネットの上部から突き抜けた部分に食害を受けたこと（写真 3-7 4）が原因である。

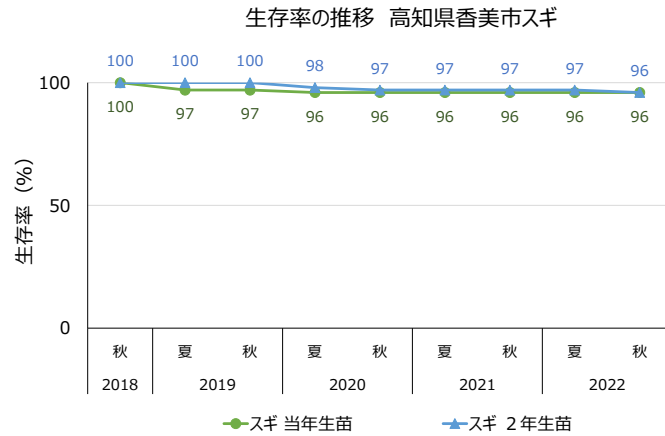


図 3-5 5 当年生苗と2年生苗の生存率の推移（高知県香美市スギ）

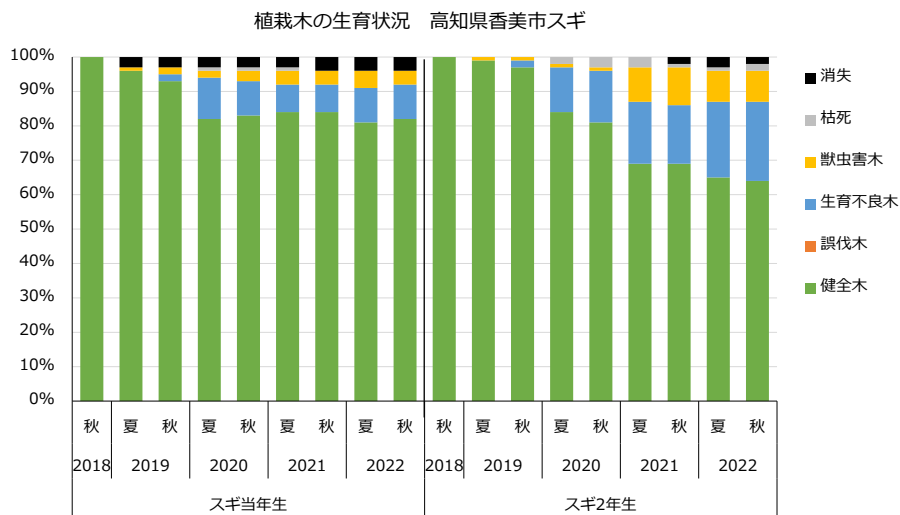


図 3-5 6 当年生苗と2年生苗の生育状況（高知県香美市スギ）



写真 3-7 3 ネットが破損し、植栽木が露出して食害を受けているスギ



写真 3-7 4 ネットの上部から突き抜けた部分に食害を受けているスギ

【単木保護ネットによる植栽木の成長阻害について】

本調査地において、設置された単木保護ネットが植栽木の生育を阻害している様子が確認された（表 3-69）。具体的には、ネットの支柱が折れたり倒れたりしてネットごと植栽木が斜立や倒伏している事例が見られたほか、ネットを支柱に留める金具に成長が阻害されて主幹や枝が巻き込まれて曲がっている事例、ネットの中に雑草木が繁茂して植栽木が強く被圧されている事例等が見られた（写真 3-75）。また、倒伏時にネットが外れ、食害を受けている植栽木も確認されている。

このことから、単木保護ネットを設置する場合は支柱の強度に留意し、また植栽木の主幹や枝が巻き込まれないように設置する必要がある。

表 3-69 単木保護ネットによる阻害状況

	当年生苗	2年生苗
植栽本数	100本	100本
倒伏・斜立	5本（枯死2本）	11本（枯死2本）
主幹の曲がり・折れ	5本	0本
枝の巻き込み	4本	5本
雑草木による被圧	1本	5本（枯死1本）



単木保護ネットの倒伏



主幹の曲がり

写真 3-75 単木保護ネットによる阻害状況（高知県香美市スギ）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-70、図3-57に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

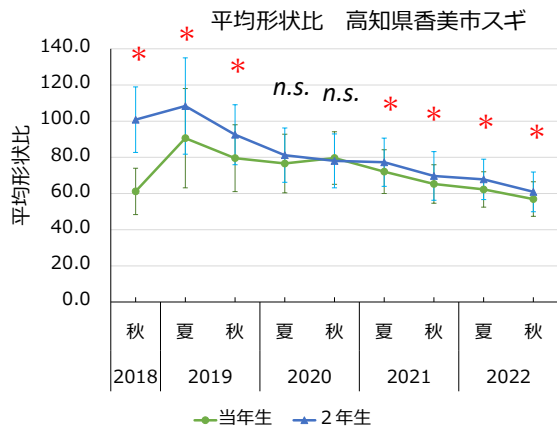
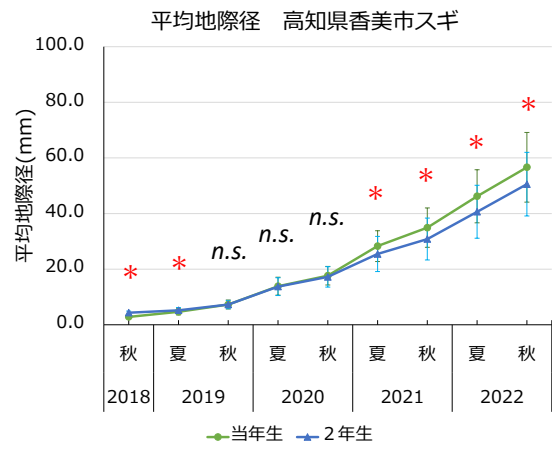
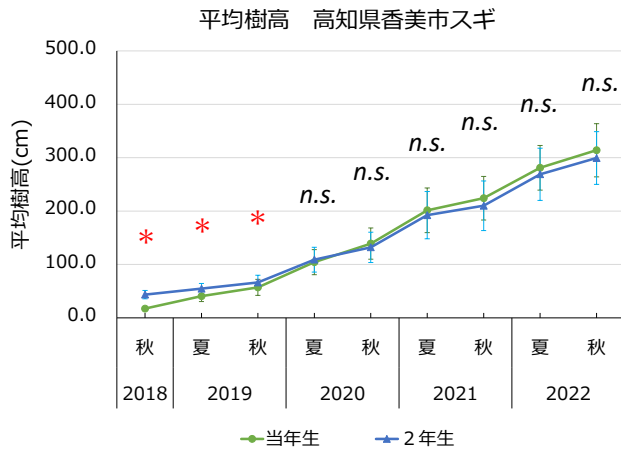
植栽直後の平成30（2018）年秋の時点の平均樹高は当年生苗で17.2cm、2年生苗で43.5cmと当年生苗の方が25cm以上低かったものの、その後の当年生苗の成長が良好であり、令和4（2022）年秋の時点での平均樹高は当年生苗で313.9cm、2年生苗で299.3cmと当年生苗が2年生苗を上回っている。また、植栽から2成長期が経過した令和2（2020）年秋以降は当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差が認められなくなっていることから、当年生苗と2年生苗の樹高成長はほとんど同じと言える。

表 3-70 当年生苗と2年生苗の成長状況（高知県香美市スギ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	17.2 ± 3.8 cm	40.5 ± 10.2 cm	57.0 ± 15.1 cm	104.2 ± 23.5 cm	139.0 ± 29.2 cm
	2年生苗	43.5 ± 7.9 cm	54.7 ± 9.5 cm	66.3 ± 13.6 cm	109.0 ± 23.2 cm	132.0 ± 28.3 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	2.8 ± 0.4 mm	4.7 ± 1.1 mm	7.3 ± 1.6 mm	13.9 ± 3.2 mm	17.7 ± 3.3 mm
	2年生苗	4.3 ± 0.6 mm	5.2 ± 1.0 mm	7.3 ± 1.5 mm	13.7 ± 3.2 mm	17.2 ± 3.7 mm
平均形状比	当年生苗	61.2 ± 12.8	90.6 ± 27.5	79.6 ± 18.5	76.6 ± 16.2	79.6 ± 14.5
	2年生苗	100.8 ± 18.1	108.4 ± 26.6	92.5 ± 16.6	81.2 ± 15.0	78.0 ± 14.9

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	201.4 ± 41.9 cm	224.2 ± 41.3 cm	281.1 ± 41.8 cm	313.9 ± 49.9 cm
	2年生苗	192.3 ± 44.2 cm	209.6 ± 46.7 cm	268.9 ± 48.9 cm	299.3 ± 49.4 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	28.3 ± 5.5 mm	35.0 ± 7.0 mm	46.2 ± 9.5 mm	56.7 ± 12.5mm
	2年生苗	25.5 ± 6.3 mm	30.7 ± 7.5 mm	40.6 ± 9.5 mm	50.6 ± 11.4mm
平均形状比	当年生苗	72.1 ± 12.1	65.1 ± 11.0	62.3 ± 9.8	56.9 ± 9.6
	2年生苗	77.3 ± 13.3	69.9 ± 13.5	67.8 ± 11.2	60.9 ± 11.0

※±の後の数値は標準偏差



Welchのt検定により
 平均樹高の差を検定
 * : 有意差あり (p<0.05)
 n.s. : 有意差が認められない

図 3-5 7 当年生苗と2年生苗の成長状況 (高知県香美市スギ)

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年における植生調査の結果を表 3-7 1に、令和元（2019）年度から令和4（2022）年度における当年生苗及び2年生苗と雑草木との競合状態を図 3-5 8に示す。

本調査地ではシカの食圧が非常に高く、シキミやアセビ、シロダモ、イワヒメワラビといったシカの不嗜好性植物が多く生育しており、一方で、他の植生は少ない。そのため、雑草木の被度は60%程度と高くなく、地面が所々見えている状況である。

植栽木は単木保護ネットの効果もあり順調に成長しているため、植栽以降下刈りが実施されていないにも関わらず令和2（2020）年夏の時点で当年生苗・2年生苗ともにC1+C2が8割を超えている。

表 3-7 1 植生調査の結果（高知県香美市スギ）

調査区全体の被度：80%

調査区の植生タイプ：多年生草本類（+常緑広葉樹類）

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	30%	・ タケニグサ ・ シロダモ ・ シキミ ・ アセビ	20% 3% 3% 3%	・ カラスザンショウ ・ ナガバモミジイチゴ ・ ソヨゴ
草本層 (高さ100cm未満)	70%	・ イワヒメワラビ ・ タケニグサ ・ ナガバモミジイチゴ	30% 20% 10%	・ ダンドボロギク・シキミ・サンショウ ・ サルトリイバラ・ニガイチゴ ・ ヤブムラサキ・アセビ・ソヨゴ ・ ヒイラギ・クマイチゴ・ヌスビトハギ ・ ミツバツツジ

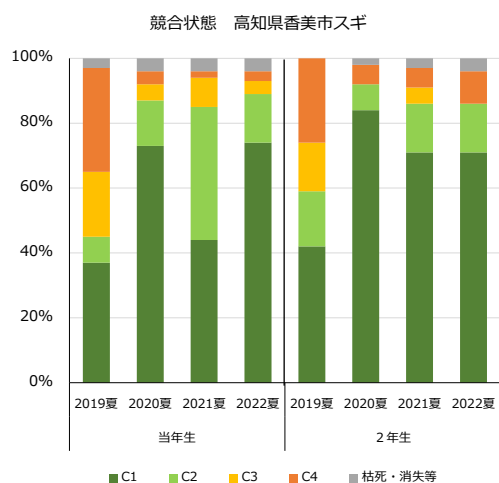


図 3-5 8 雑草木との競合状態
(高知県香美市スギ)



写真 3-7 6 植生の状況
(高知県香美市スギ、令和4（2022）年7月)



当年生苗（平成 31（2019）年 2 月）



2 年生苗（平成 31（2019）年 2 月）



当年生苗（令和元（2019）年 11 月）



2 年生苗（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



2 年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



当年生苗（令和3（2021）年11月）



2年生苗（令和3（2021）年11月）



当年生苗（令和4（2022）年11月）



2年生苗（令和4（2022）年11月）

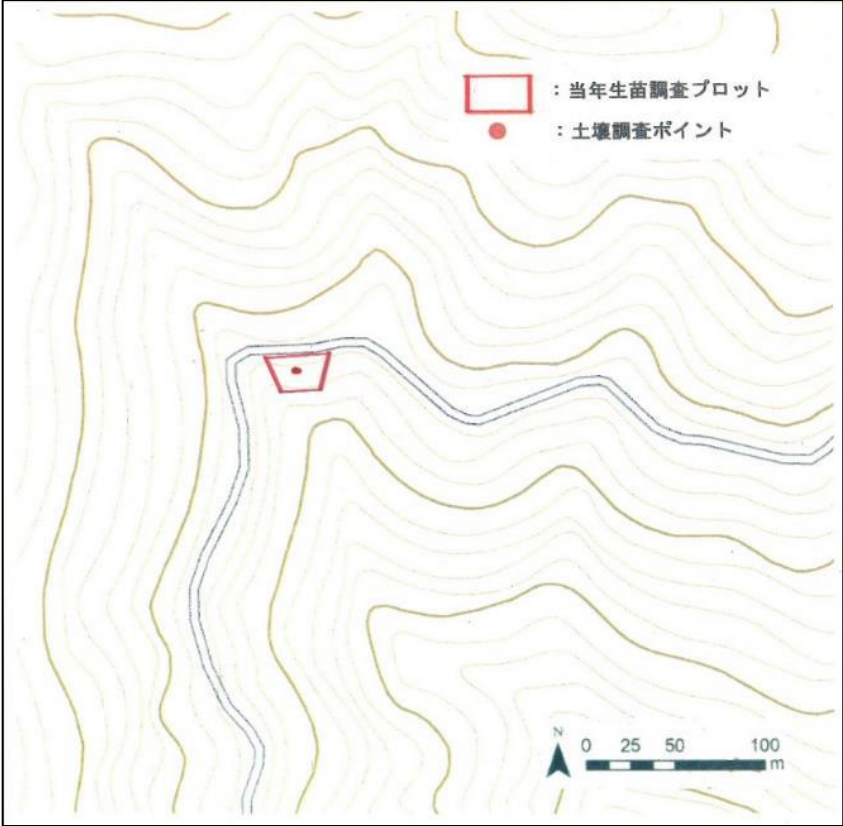
写真 3-77 植栽木の状況（高知県香美市スギ）

3-2-12. 高知県北川村 スギ（当年生苗）

①調査地の概要

高知県北川村の調査地の概要を以下に示す。

表 3-72 調査地の概要（高知県北川村スギ）

調 査 地		高知県北川村	
国 有 林 名		後口山 1002 に 1	
樹 種		スギ コンテナ苗 150cc	
		当年生苗	2年生苗
造林情報	苗木生産者	L氏（高知県スギ③）	
	面 積	0.30ha	
	植栽年月日	令和2（2020）年1月	
	植栽本数	100本	
	獣害対策	単木保護ネット	
	施業履歴	伐採：平成30（2018）年4～10月 地拵え：令和元（2019）年8～10月筋置	
		設定なし	
調査地情報	標 高	520m	
	斜面方位	SSE	
	最大傾斜角	38～40°	
			

令和2（2020）年1月に、高知県北川村の国有林内にスギの当年生苗を植栽した。本調査地は当年生苗のみ植栽されているため、2年生苗区は設定していない。傾斜約38度の急傾斜地の上であり、また獣害対策として全ての植栽木に単木保護ネットが設置されている。



調査地の状況（令和2（2020）年2月）

調査地の状況（令和4（2022）年11月）

写真 3-78 調査地の状況（高知県北川村スギ）



写真 3-79 単木保護ネットの設置状況（令和2（2020）年2月）

【調査プロットの設置状況】

調査プロット内における当年生苗の調査本数を表 3-73 に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗 100 本とした。

表 3-73 当年生苗の調査本数（高知県北川村スギ）

設置日	令和2年2月8日	
苗種	当年生苗	2年生苗
調査本数	100本	—



当年生苗区（令和2（2020）年2月）



当年生苗区（令和2（2020）年8月）



当年生苗区（令和2（2020）年11月）



当年生苗区（令和3（2021）年8月）



当年生苗区（令和3（2021）年11月）



当年生苗区（令和4（2022）年7月）



当年生苗区（令和4（2022）年11月）

写真 3-80 当年生苗区の状況（高知県北川村スギ）

【土壌調査結果（令和元（2019）年度調査）】

令和元（2019）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。



表面の状態

土壌断面

写真 3-8 1 土壌調査の状況（高知県北川村スギ）

表 3-7 4 土壌断面調査結果（高知県北川村スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	堅密度		石礫率 (%)	備考
		色相	明度	彩度	土色名			指圧	硬度計		
A0層	なし										
A層	0~15cm	7.5YR	3	/4	にぶい黄褐色	細粒状~団粒状	砂質壤土	軟	10.8	50	弱度の団粒状根が多い
B層	15~ cm	7.5YR	5	/4	黄褐色	塊状	埴質壤土	軟	12.6	20	

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-75 に示す。
なお本調査地では、植栽以降は下刈りが実施されていない。

表 3-75 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（高知県北川村スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
令和元（2019）年度	—	2月8日	—
令和2（2020）年度	8月5日	11月26日	—
令和3（2021）年度	8月6日	11月26日	—
令和4（2022）年度	7月15日	11月18日	—

【植栽木の活着率について】

当年生苗の活着率（植栽から約1か月後の時点における生存率）を図 3-59 に示す。
活着率は100%となり、全ての当年生苗が活着していた。

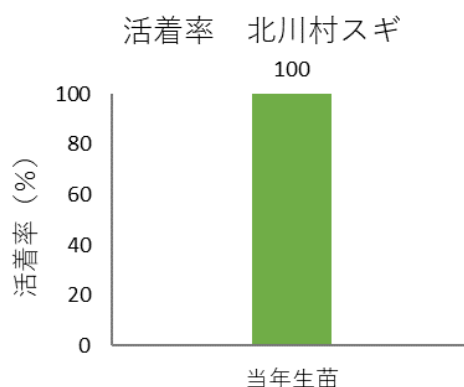


図 3-59 当年生苗の活着率（高知県北川村スギ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗の生存率の推移を図 3-60 に、生育状況を図 3-61 に示す。

令和4（2022）年秋の時点での当年生苗の生存率は94%となっており、植栽以降わずかに低下しているものの、植栽木の枯死はほとんど見られない。

植栽木の生育状況については、一部の植栽木が単木保護ネットから露出した部分にシカ食害を受けていたものの（写真 3-82）、令和4（2022）年秋の時点で8割以上が健全木である。

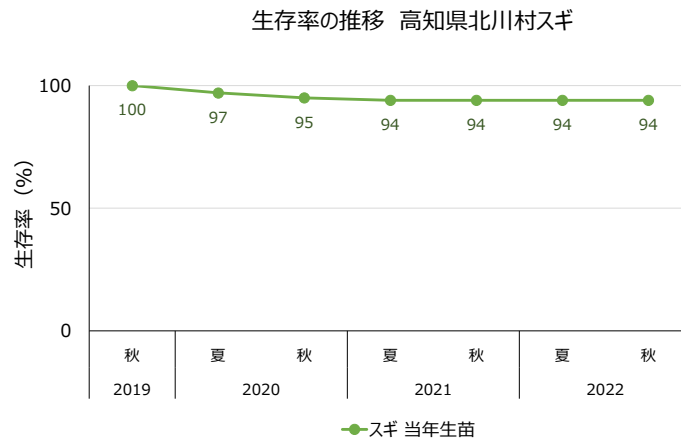


図 3-60 当年生苗の生存率の推移（高知県北川村スギ）

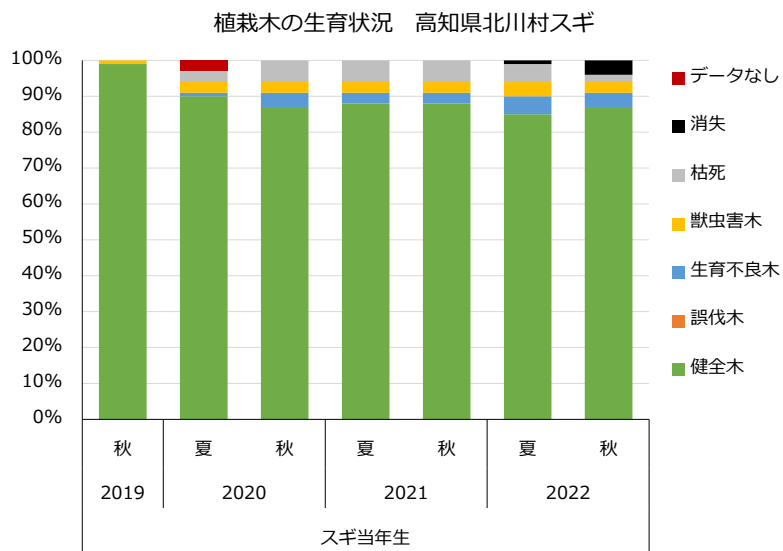


図 3-61 当年生苗の生育状況（高知県北川村スギ）



写真 3-82 ネットが外れ食害を受けた植栽木（令和2（2020）年11月）

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗の成長状況を表 3-76、図 3-62 に示す。なお、本調査地では2年生苗区が設定されていないため、当年生苗と2年生苗の比較は不可能である。

植栽から3成長期が経過した令和4（2022）年秋の時点で、当年生苗の平均樹高は156.4cm となっている。本調査地では植栽以降下刈りが実施されておらず、植栽木が雑草木に被圧されているため、植栽木の成長は良好とはいえない。

表 3-76 当年生苗の成長状況（高知県北川村スギ）

		2019 年秋冬	2020 年夏	2020 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	31.0 ± 4.7 cm	44.9 ± 8.1 cm	60.2 ± 12.3 cm
	2年生苗	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	3.8 ± 0.7 mm	6.0 ± 1.4 mm	8.7 ± 2.0 mm
	2年生苗	—	—	—
平均形状比	当年生苗	83.4 ± 16.6	77.5 ± 17.0	71.3 ± 14.1
	2年生苗	—	—	—

		2021 年夏	2021 年秋冬	2022 年夏	2022 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	94.5 ± 22.7 cm	106.8 ± 27.5 cm	139.0 ± 36.1 cm	156.4 ± 42.3 cm
	2年生苗	—	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	11.5 ± 3.1 mm	14.4 ± 4.2 mm	18.5 ± 6.0 mm	22.6 ± 7.5 mm
	2年生苗	—	—	—	—
平均形状比	当年生苗	85.3 ± 20.4	77.0 ± 17.9	79.3 ± 19.9	72.5 ± 17.0
	2年生苗	—	—	—	—

※±の後の数値は標準偏差

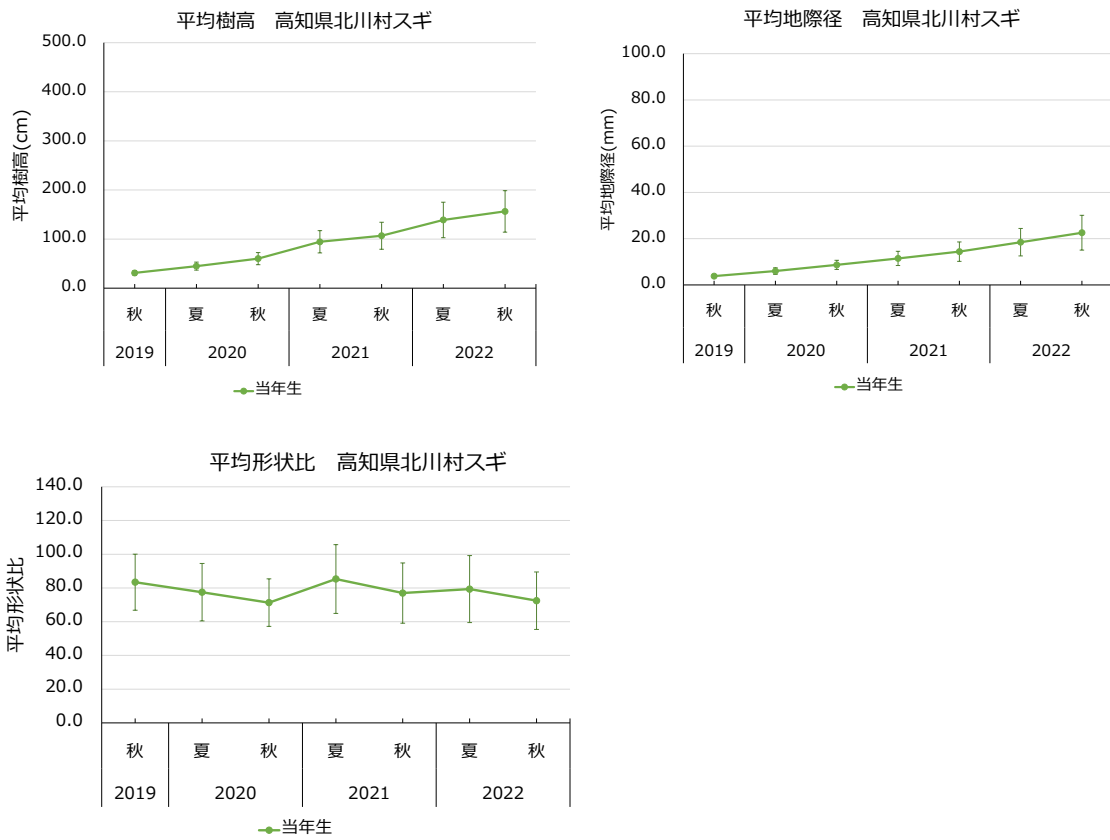


図 3-6 2 当年生苗の成長状況 (高知県北川村スギ)

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年の夏期調査における植生調査の結果を表 3-77に、また令和元（2019）年から令和4（2022）年の夏期調査における当年生苗と雑草木との競合状態を図 3-63に示す。

プロット上端の作業道沿いにススキの繁茂が見られるほかは、主にニガイチゴ等のキイチゴ類が優占している。また、調査地の一部ではクサギが群落を形成しており、令和4（2022）年夏の時点でそれらのクサギの樹高は3m程度となっていた。

このように、本調査地では植栽以降下刈りが実施されておらず、雑草木の繁茂が激しくなっている。令和4（2022）年夏の時点における競合状態はC4が5割近くとなっており、半分近くの植栽木が雑草木による強い被圧を受けている。そのため、植栽木の成長状況に大きく影響を与えていると思われる。

表 3-77 植生調査の結果（高知県北川村スギ）

調査区全体の被度：80%

調査区の植生タイプ：ススキ、キイチゴ類

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	50%	・ススキ ・ニガイチゴ ・クサギ ・ナガバモミジイチゴ	20% 15% 5% 5%	・クマイチゴ・オオバライチゴ ・シロダモ・シキミ ・ハチジョウシダ・ナガバヤブマオ
草本層 (高さ100cm未満)	70%	・ニガイチゴ ・ススキ ・ナガバモミジイチゴ ・ハチジョウシダ	35% 15% 5% 5%	・ベニバナボロギク・オオバライチゴ ・クマイチゴ・クサギ・サルトリイバラ ・カラスザンショウ・イワヒメワラビ ・ヒサカキ・タラノキ・サンショウ

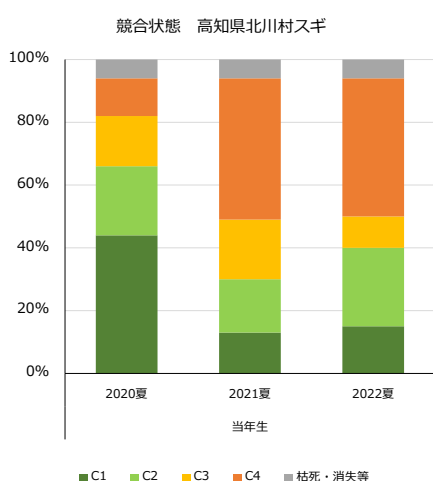


図 3-63 雑草木との競合状態
(高知県北川村スギ)



写真 3-83 植生の状況
(令和3（2021）年8月)
(高知県北川村スギ)



当年生苗（令和2（2020）年2月）



当年生苗（令和2（2020）年11月）



当年生苗（令和3（2021）年11月）



当年生苗（令和4（2022）年11月）

写真 3-84 植栽木の状況（高知県北川村スギ）

3-2-13. 高知県宿毛市 スギ（当年生苗・2年生苗）

①調査地の概要

高知県宿毛市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-78 調査地の概要（高知県宿毛市スギ）

調査地	高知県宿毛市		
国有林名	古屋郷山 1060 ろ		
樹種	スギ コンテナ苗 150cc		
	当年生苗	2年生苗	
造林情報	苗木生産者	K氏（高知県スギ①）	
	面積	0.25ha	—
	植栽年月日	平成 31（2019）年 1 月	
	植栽本数	500 本	18,020 本
	獣害対策	有（柵の設置）	
	施業履歴	伐採：平成 30（2018）年 2 月 地拵え：平成 30（2018）年 12 月普通筋置	
調査地情報	標高	356°	
	斜面方位	NW	
	最大傾斜角	34°	

平成 31 (2019) 年 1 月に、高知県宿毛市の国有林内にスギの当年生コンテナ苗と 2 年生コンテナ苗を植栽した。本調査地は傾斜約 34 度の急傾斜地の上であり、当年生苗と 2 年生苗が隣接して植栽されている。また、獣害対策として調査地を囲むように柵が設置されているが、多くの植栽木が食害を受けており、柵内にシカと思われる糞も見られることから (写真 3-86)、シカが頻繁に柵内に侵入していることが分かる。



調査地の状況 (平成 31 (2019) 年 2 月) 調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 11 月)

写真 3-85 調査地の状況 (高知県宿毛市スギ)



写真 3-86 シカの食害跡と痕跡 (糞)

【調査プロットの設置状況】

調査プロット内における当年生苗と 2 年生苗の調査本数を表 3-79 に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗・2 年生苗それぞれ 100 本ずつとした。

表 3-79 当年生苗と 2 年生苗の調査本数 (高知県宿毛市スギ)

設置日	平成 31 年 2 月 21 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	100 本	100 本



当年生苗区（平成 31（2019）年 2 月）



2 年生苗区（平成 31（2019）年 2 月）



当年生苗区（令和元（2019）年 11 月）



2 年生苗区（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗区（令和 2（2020）年 11 月）



2 年生苗区（令和 2（2020）年 11 月）



当年生苗区（令和 3（2021）年 8 月）



2 年生苗区（令和 3（2021）年 8 月）



当年生苗区（令和3（2021）年11月）



2年生苗区（令和3（2021）年11月）



当年生苗区（令和4（2022）年7月）



2年生苗区（令和4（2022）年7月）



当年生苗区（令和4（2022）年11月）



2年生苗区（令和4（2022）年11月）

写真 3-87 調査プロットの状態（高知県宿毛市スギ）

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。当年生苗区と 2 年生苗区は同一斜面に隣接して設定されており、土壌環境に差は無いと考えられたため、当年生苗区と 2 年生苗区の間 1 箇所調査を実施した。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-88 土壌調査の状況（高知県宿毛市スギ）

表 3-80 土壌断面調査結果（高知県宿毛市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	なし										
A層	0～7cm	7.5YR	2	/ 3	極暗色	小塊状・ 団粒状	壤土	Tr.	しょう	4.4	
B層	～45cm	7.5YR	5	/ 6	明褐色	塊状	埴質壤土	20	軟	12	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-8 1 に示す。令和元（2019）年度は下刈りが実施されなかったものの、令和2（2020）年度から令和3（2022）年度にかけては6月と早い時期に下刈りが実施されたため、令和2（2020）年度と令和3（2021）年度の夏期調査は下刈りが実施された後の調査となった。

表 3-8 1 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（高知県宿毛市スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成 30（2018）年度	—	2月 21 日	—
令和元（2019）年度	8月 12 日	11月 20 日	—
令和2（2020）年度	8月 4 日	11月 25 日	6月
令和3（2021）年度	8月 5 日	11月 25 日	6月
令和4（2022）年度	7月 13 日	11月 16 日	7月

【植栽木の活着率について】

当年生苗と2年生苗の活着率（植栽から約1か月半後時点の生存率）を図 3-6 4 に示す。活着率は当年生苗、2年生苗ともに100%となり、当年生苗と2年生苗に差は見られなかった。

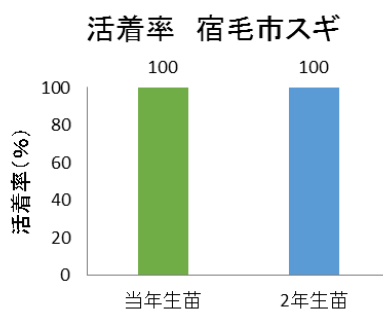


図 3-6 4 当年苗と2年生苗の活着率（高知県宿毛市スギ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の生存率の推移を図 3-6 5 に、生育状況を図 3-6 6 に示す。

生存率については、令和4（2022）年秋の時点で当年生苗で100%、2年生苗で98%と差は無く、ほとんどの植栽木が生存していた。

一方で植栽木の生育状況を見ると、令和元（2019）年夏期調査の時点からノウサギによると思われる食害が確認されており（写真 3-8 9）、令和元（2019）年秋冬期時点では当年生苗のうち59本、2年生苗のうち44本に被害が見られ、当年生苗の被害が大きかった。

また、令和2（2020）年夏期調査以降はノウサギではなくシカによる食害が確認されている（写真 3-90）が、シカによる食害については当年生苗と2年生苗で被害の度合いに大きな差は見られなかった。

さらに、令和4（2022）年の秋調査において植栽木の多くに先端枯れが確認された（写真 3-91）。当年生苗100本のうち32本、2年生苗98本のうち25本が先端枯れの被害にあっており、当年生苗と2年生苗で同様の状況だったため苗齢の影響は無いと考えられるものの、要因については不明である。

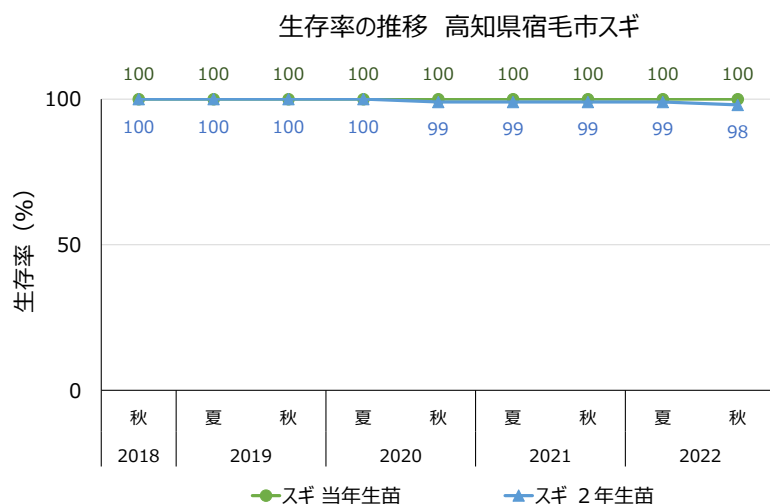


図 3-65 当年生苗と2年生苗の生存率（高知県宿毛市スギ）

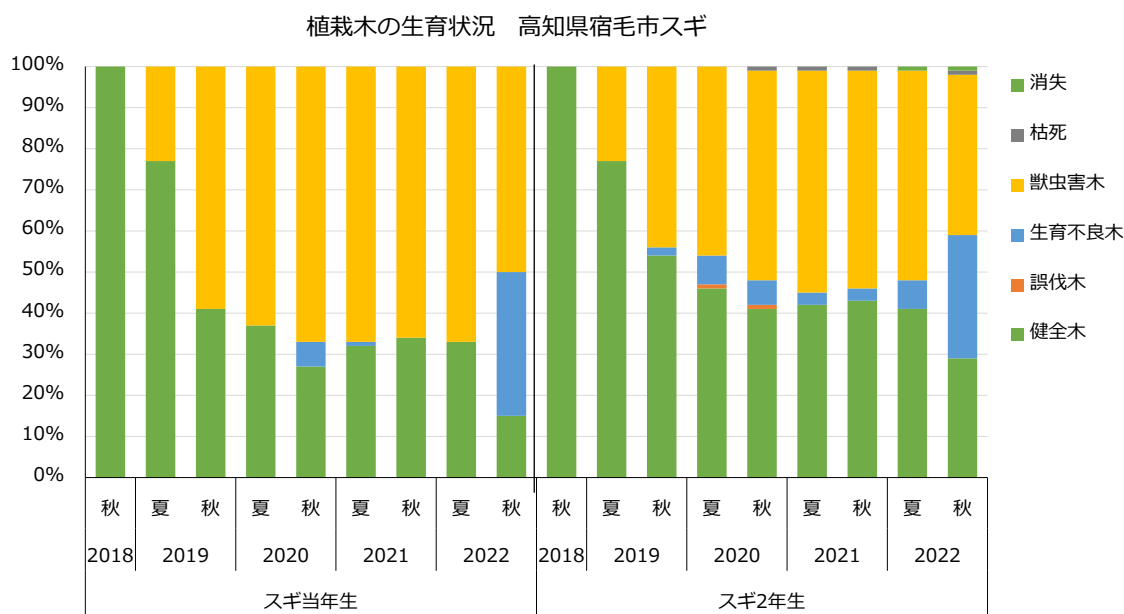


図 3-66 当年生苗と2年生苗の生育状況（高知県宿毛市スギ）



写真 3-89 ノウサギ食害の状況
(令和元(2019)年8月)



写真 3-90 シカ食害の状況
(令和3(2021)年11月)



写真 3-91 先端枯れの状況(令和4(2022)年11月)

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の成長状況を表3-82、図3-67に示す。なお、WelchのT検定により当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差があるかどうかを検証した。

植栽直後の平成31（2019）年1月の時点での平均樹高は当年生苗で30.5cm、2年生苗で50.2cmと当年生苗の方が20cm近く低かった。その後、早期に下刈りが実施されて植栽木に日がよく当たる状況になったこともあり、特に当年生苗が順調に成長し、令和4（2022）年秋の時点での平均樹高は当年生苗で392.1cm、2年生苗で306.3cmとなっており、当年生苗と2年生苗の樹高差はさらに開いていた。またT検定の結果では、当年生苗と2年生苗の平均樹高は植栽から1年後の令和元（2019）年秋時点で有意な差が認められなくなり、その後は当年生苗の平均樹高が有意に大きい結果となった。このことから、本調査地では、当年生苗の樹高成長は2年生苗と同等以上だったと言える。

表 3-82 当年生苗と2年生苗の成長状況（高知県宿毛市スギ）

		2018年秋冬	2019年夏	2019年秋冬	2020年夏	2020年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	30.5 ± 3.4 cm	56.4 ± 9.3 cm	72.0 ± 16.0 cm	115.6 ± 28.1 cm	152.0 ± 26.3 cm
	2年生苗	50.2 ± 7.2 cm	62.6 ± 9.3 cm	71.0 ± 13.6 cm	100.4 ± 18.8 cm	130.9 ± 21.0 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	3.0 ± 0.4 mm	6.6 ± 1.1 mm	10.5 ± 2.4 mm	18.2 ± 5.1 mm	29.8 ± 6.7 mm
	2年生苗	4.4 ± 0.7 mm	6.6 ± 1.2 mm	9.1 ± 1.8 mm	15.8 ± 3.8 mm	24.2 ± 5.0 mm
平均形状比	当年生苗	101.2 ± 12.6	87.3 ± 19.8	69.5 ± 14.2	65.2 ± 12.8	52.6 ± 10.4
	2年生苗	116.1 ± 20.8	96.7 ± 19.3	79.4 ± 16.6	65.2 ± 11.2	55.2 ± 9.1

		2021年夏	2021年秋冬	2022年夏	2022年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	232.3 ± 45.3 cm	284.9 ± 54.7 cm	352.7 ± 62.0 cm	392.1 ± 85.3 cm
	2年生苗	197.9 ± 40.4 cm	229.9 ± 48.2 cm	295.9 ± 54.3 cm	306.3 ± 64.5 cm
平均地際径 (mm)	当年生苗	45.0 ± 10.4 mm	57.1 ± 11.5 mm	68.8 ± 12.3 mm	82.2 ± 15.1 mm
	2年生苗	38.1 ± 7.6 mm	50.6 ± 10.0 mm	63.2 ± 10.8 mm	74.7 ± 17.0 mm
平均形状比	当年生苗	52.8 ± 8.7	50.6 ± 7.9	51.8 ± 7.4	48.1 ± 8.3
	2年生苗	52.5 ± 7.6	45.9 ± 7.3	47.3 ± 6.9	42.0 ± 7.8

※±の後の数値は標準偏差

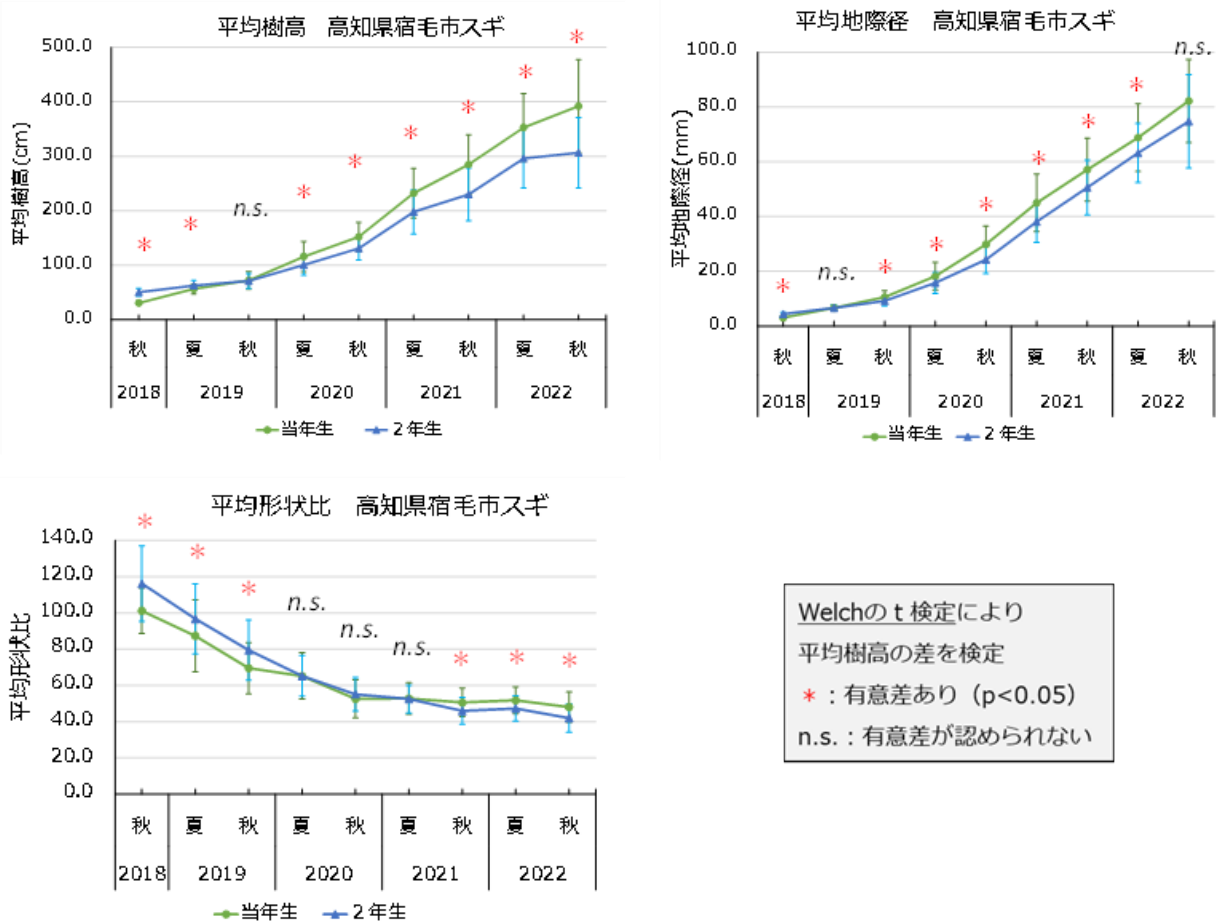


図 3-6 7 当年生苗と 2 年生苗の成長状況 (高知県宿毛市スギ)

【雑草木との競争関係】

令和 4 (2022) 年の夏期調査における植生調査の結果を表 3-8 3 に、令和元 (2019) 年から令和 4 (2022) 年の夏期調査における、当年生苗及び 2 年生苗と雑草木との競合状態を図 3-6 8 に示す。

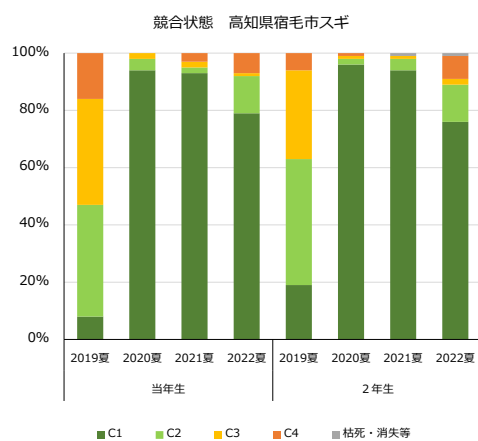
本調査地ではススキが優占しているほか、タケニグサやハウロクイチゴ等が見られるが、植栽木は既に大きく成長している。そのため、令和 4 (2022) 年の時点で当年生苗・2 年生苗ともに C 1 + C 2 の割合が約 9 割となっており、どちらも雑草木との競争から抜け出していると言える。

表 3-8 3 植生調査の結果（高知県宿毛市スギ）

調査区全体の被度： 80%

調査区の植生タイプ：ススキ、キイチゴ類

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	50%	・ススキ ・ニガイチゴ ・クサギ ・ナガバモミジイチゴ	20% 15% 5% 5%	・クマイチゴ・オオバライチゴ ・シロダモ・シキミ ・ハチジョウシダ・ナガバヤブマオ
草本層 (高さ100cm未満)	70%	・ニガイチゴ ・ススキ ・ナガバモミジイチゴ	35% 15% 5%	・ベニバナボロギク・オオバライチゴ ・クマイチゴ・クサギ・サルトリイバラ ・カラスザンショウ・イワヒメワラビ ・ヒサカキ・タラノキ・サンショウ



※2020年と2021年は下刈り後のデータ

図 3-6 8 雑草木との競合状態
(高知県宿毛市スギ)



写真 3-9 2 植生の状況

(令和4(2022)年7月)(高知県宿毛市スギ)



当年生苗（平成 31（2019）年 2 月）



2 年生苗（平成 31（2019）年 2 月）



当年生苗（食害木）（令和元（2019）年 11 月）



2 年生苗（食害木）（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



2 年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



当年生苗（令和3（2021）年11月）



2年生苗（令和3（2021）年11月）



当年生苗（令和4（2022）年11月）



2年生苗（令和4（2022）年11月）

写真 3-93 植栽木の状況（高知県宿毛市スギ）

3-2-14. 熊本県人吉市 スギ（当年生苗）

①調査地の概要

熊本県人吉市の調査地の概要を以下に示す。

表 3-84 調査地の概要（熊本県人吉市スギ）

調 査 地		熊本県人吉市	
国 有 林 名		西浦 21 に	
樹 種		スギ（挿し木）コンテナ苗 300cc	
		当年生苗	2年生苗
造 林 情 報	苗木生産者	M 氏（熊本県スギ）	設定無し
	面 積	0.50ha	
	植栽年月日	平成 31（2019）年 2 月	
	植栽本数	1,000 本	
	獣害対策	有（柵の設置）	
	施業履歴	伐採：平成 30（2018）年 4 月 地拵え：平成 31（2019）年 1 月枝条存置	
調 査 地 情 報	標 高	521m	
	斜面方位	平坦地	
	最大傾斜角	平坦地	

平成 31 (2019) 年 2 月に、熊本県人吉市の国有林内にスギの当年生苗を植栽した。本調査地に植栽されたスギは挿し木苗である。また当年生苗のみ植栽されているため、2 年生苗区は設定していない。本調査地は全体的に平坦地であり、また獣害対策として調査地を囲むように柵が設置されている。



調査地の状況 (平成 31 (2019) 年 2 月)

調査地の状況 (令和 4 (2022) 年 12 月)

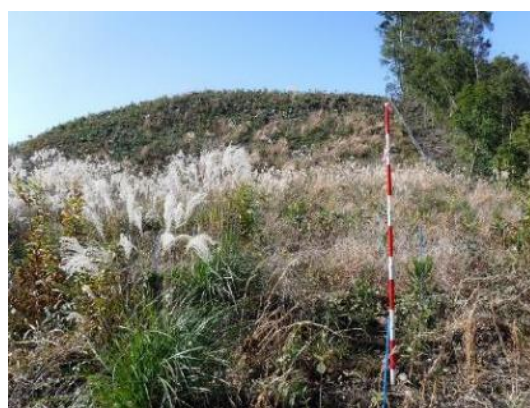
写真 3-9 4 調査地の状況 (熊本県人吉市スギ)

【調査プロットの設置状況】

調査プロット内における当年生苗の調査本数を表 3-8 5 に示す。調査プロット設置時の調査本数は、当年生苗 104 本とした。

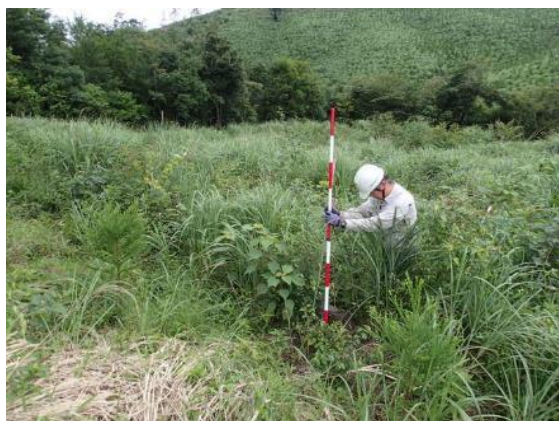
表 3-8 5 当年生苗の調査本数 (熊本県人吉市スギ)

設置日	平成 31 年 2 月 12 日	
苗種	当年生苗	2 年生苗
調査本数	104 本	—



当年生苗区 (平成 31 (2019) 年 2 月)

当年生苗区 (令和元 (2019) 年 11 月)



当年生苗区（令和2（2020）年7月）



当年生苗区（令和2（2020）年11月）



当年生苗区（令和3（2021）年7月）



当年生苗区（令和3（2021）年12月）



当年生苗区（令和4（2022）年7月）



当年生苗区（令和4（2022）年12月）

写真 3-9 5 当年生苗区の状況（熊本県人吉市スギ）

【土壌調査結果（平成 30（2018）年度調査）】

平成 30（2018）年度に実施した土壌調査の結果を以下に示す。土壌調査は調査プロットの中央 1 箇所で行った。



地表面の状態



土壌断面

写真 3-96 土壌調査の状況（熊本県人吉市スギ）

表 3-86 土壌断面調査結果（熊本県人吉市スギ）

	層厚	土色				土壌構造	土性	石礫率 (%)	堅密度		備考
		色相	明度	彩度	土色名				指圧	硬度計	
A0層	2cm										
A1層	0～7cm	10YR	2	/ 2	黒褐色	小塊状・ 団粒状	壤土	0	しょう	6.2	団粒主に一部小塊状が入る
A2層	～13cm	10YR	3	/ 3	暗褐色	堅果状	壤土	0	軟	15.2	
B層	～45cm	10YR	4	/ 6	褐色	塊状	埴質壤土	Tn	やや堅	13.8	

※中山式土壌硬度計

②植栽木の生育状況

【調査時期】

本調査地における夏期及び秋冬期の調査日、また下刈りの実施時期を表 3-87 に示す。令和元（2019）年度の夏期調査は下刈りが実施された後の調査となったが、令和2（2020）年度から令和4（2022）年度の夏期調査は下刈り実施前に行った。

表 3-87 調査の実施時期及び下刈りの実施時期（熊本県人吉市スギ）

	夏期調査	秋冬期調査	下刈り実施時期
平成30（2018）年度	—	2月12日	—
令和元（2019）年度	8月24日	11月30日	6月
令和2（2020）年度	7月23日	11月28日	7月
令和3（2021）年度	7月2日	12月2日	7月
令和4（2022）年度	7月9日	12月3日	7月

【植栽木の活着率について】

当年生苗の活着率（植栽から11日後の時点における生存率）を図 3-69 に示す。植栽直後の調査となったこともあり、活着率は当年生苗で100%となった。

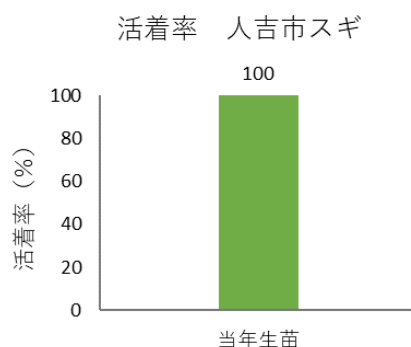


図 3-69 当年生苗の活着率（熊本県人吉市スギ）

【植栽木の生存率と生育状況について】

植栽から令和4（2022）年までの当年生苗の生存率の推移を図 3-70 に、生育状況を図 3-71 に示す。

令和4（2022）年秋時点における当年生苗の生存率は89%となった。生存率の低下は、令和2（2020）年の夏から徐々に見られるものの、依然として9割以上が生存していた。

枯死していた植栽木については、ほとんどが立ち枯れであった。枯死の要因については不明である。生存している植栽木については、令和2（2020）年度に合計3本の誤伐が確認されたほか、令和4（2022）年秋の調査で植栽木のうち2本にシカによる剥皮害が確認された（写真 3-97）。周囲を確認したところ、防鹿柵の一部が破損していた。

生存率の推移 熊本県人吉市スギ

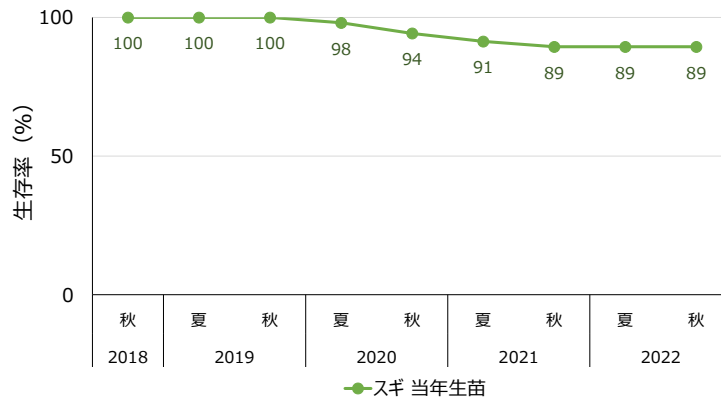


図 3-7 0 当年生苗の生存率の推移 (熊本県人吉市スギ)

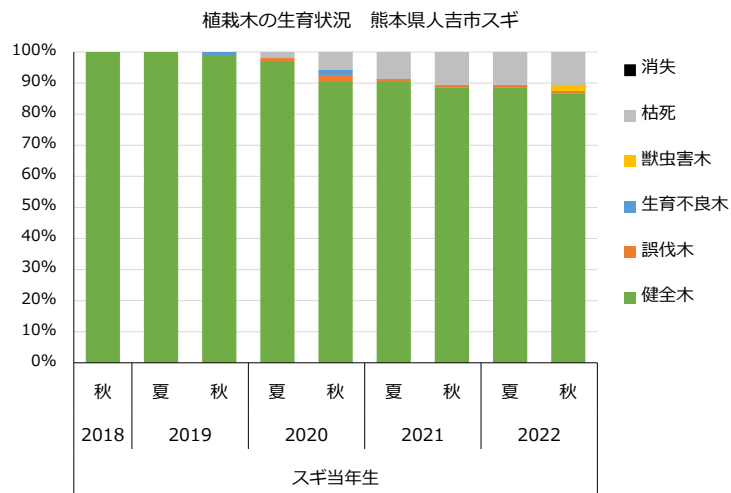


図 3-7 1 当年生苗の生育状況 (熊本県人吉市スギ)



写真 3-9 7 シカによる剥皮害 (令和4 (2022) 年 12 月)

【植栽木（健全木）の成長状況】

植栽から令和4（2022）年度までの当年生苗の成長状況を表 3-88、図 3-72 に示す。
 なお、本調査地では2年生苗区が設定されていないため、当年生苗と2年生苗の比較は不可能である。

令和4（2022）年秋の時点で、当年生苗の平均樹高が 249.9cm、平均地際径が 44.6mm となった。

表 3-88 当年生苗の成長状況（熊本県人吉市スギ）

		2018 年秋冬	2019 年夏	2019 年秋冬	2020 年夏	2020 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	53.8 ± 5.9 cm	76.0 ± 7.4 cm	78.9 ± 8.5 cm	106.3 ± 14.9 cm	126.8 ± 20.0 cm
	2年生苗	—	—	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	7.1 ± 0.8 mm	10.5 ± 1.9 mm	12.3 ± 2.1 mm	15.4 ± 2.7 mm	18.9 ± 3.9 mm
	2年生苗	—	—	—	—	—
平均形状比	当年生苗	76.2 ± 10.6	73.9 ± 11.5	65.5 ± 10.5	70.1 ± 10.9	68.2 ± 9.8
	2年生苗	—	—	—	—	—

		2021 年夏	2021 年秋冬	2022 年夏	2022 年秋冬
平均樹高 (cm)	当年生苗	155.5 ± 24.7 cm	183.8 ± 30.3 cm	229.9 ± 37.9 cm	249.9±40.9cm
	2年生苗	—	—	—	—
平均地際径 (mm)	当年生苗	26.3 ± 5.3 mm	30.2 ± 6.3 mm	38.6 ± 7.2 mm	44.6±8.7mm
	2年生苗	—	—	—	—
平均形状比	当年生苗	60.4 ± 10.3	62.0 ± 8.8	60.2 ± 7.1	56.7±5.7
	2年生苗	—	—	—	—

※±の後の数値は標準偏差

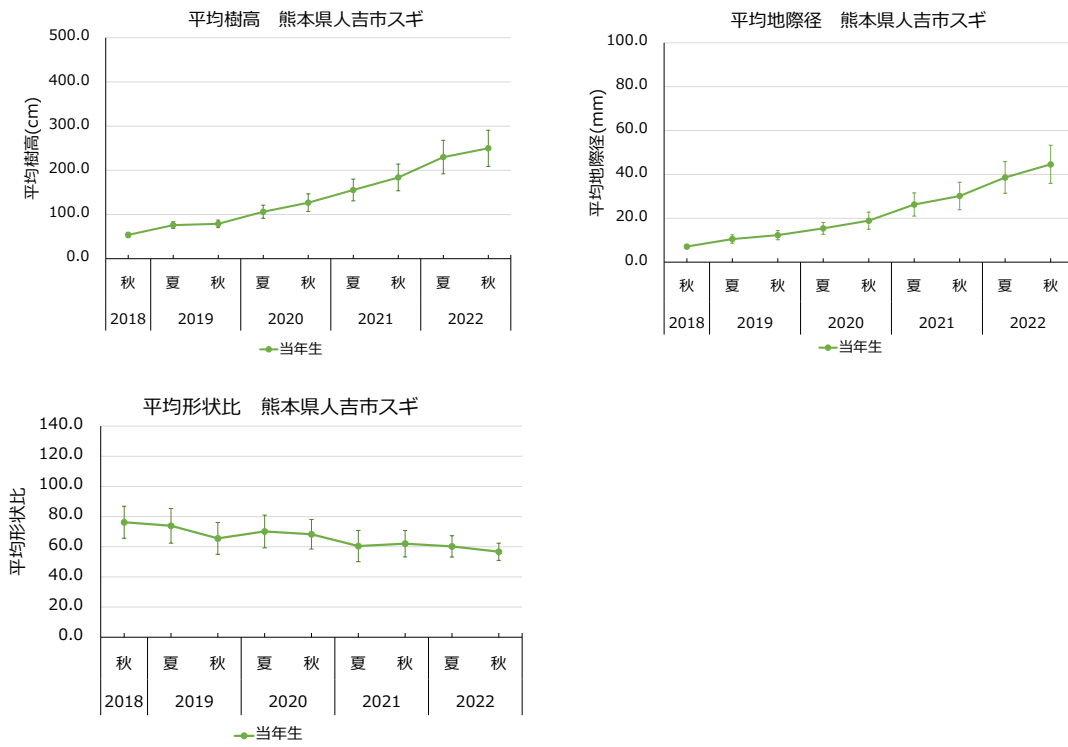


図 3-7 2 当年生苗の成長状況（熊本県人吉市スギ）

【雑草木との競争関係】

令和4（2022）年度の夏期調査における植生調査の結果を表 3-89に、令和元（2019）年から令和4（2022）年度までの夏期調査における植栽木と雑草木の競合状態を図 3-73に示す。なお、令和元（2019）年度は下刈り実施後の調査データである。

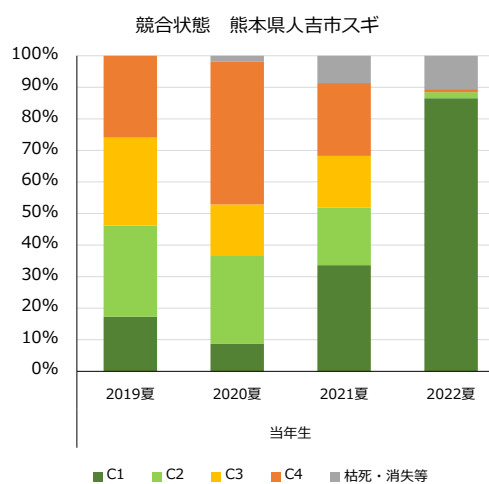
本調査地では、一面ススキが優占している。令和3（2021）年度の夏期調査では、生存している当年生苗のうち競合状態C1+C2が5割にとどまったが、令和4（2022）年度の夏期調査では大半がC1となっており、ほとんどの植栽木がススキから抜け出している事が分かる。

表 3-89 植生調査の結果（熊本県人吉市スギ）

調査区全体の被度：80%

調査区の植生タイプ：ススキ

区分	被度 (%)	主な優占種	被度 (%)	その他の出現種
低木層 (高さ100cm以上)	70%	・ススキ	65%	・クリ
草本層 (高さ100cm未満)	70%	・ススキ	60%	・クロキ・クリ・ナガバモミジイチゴ ・ワラビ・ヤブツバキ ・サルトリイバラ・シロダモ ・エゴノキ・フユイチゴ



※2019年は下刈り後のデータ

図 3-73 雑草木との競合状態
(熊本県人吉市スギ)



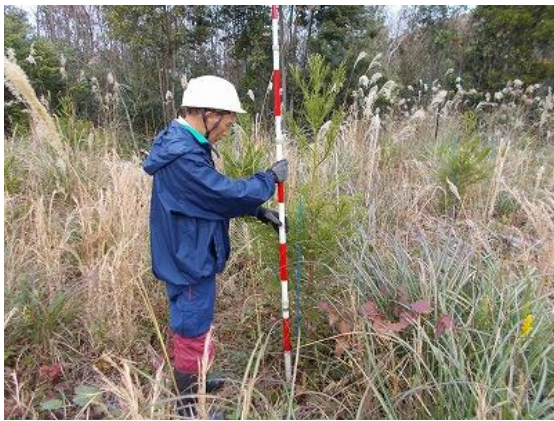
写真 3-98 植生の状況
(令和4（2022）年7月)
(熊本県人吉市スギ)



当年生苗（平成 31（2019）年 2 月）



当年生苗（令和元（2019）年 11 月）



当年生苗（令和 2（2020）年 11 月）



当年生苗（令和 3（2021）年 12 月）



当年生苗（令和 4（2022）年 12 月）

写真 3-99 植栽木の状況（熊本県人吉市スギ）

第4章 当年生苗の特性等の分析と導入に向けた留意事項等の整理

本事業の調査によって得られた成果を基に、当年生苗の特性（苗木の形状や植栽後の生育状況）を樹種ごとに整理し、従来のコンテナ苗（2年生苗）との比較を行った。また、本事業の調査において当年生苗に確認された問題点等を整理し、当年生苗の導入に向けた留意事項として取りまとめた。

なお、本事業で調査した当年生苗は、全国の苗木生産者が当年生苗の育苗に関する知見を持たないまま試行的に生産された苗木であり、従来のコンテナ苗と比較して苗木のサイズが小さい傾向にあった。サイズが小さい苗木を植栽した場合、苗齢に関わらずサイズが小さいことに起因する問題が発生する（例えば、雑草木による被圧など）ことが予想されるが、それらの問題は苗齢の問題というよりも苗木サイズ（あるいは出荷規格）の問題であり、当年生苗自体の問題とは言えない。

そこで、当年生苗の導入に向けた留意事項の取りまとめに当たっては、本事業で取り扱った当年生苗が従来のコンテナ苗と比較してどのようなサイズだったかを明らかにするため、従来のコンテナ苗の出荷規格をどの程度クリアしていたかを検証した。その上で、当年生苗の形状の問題点や、当年生苗の植栽後に見られた生育不良等の問題点のうち、苗木のサイズに関わらず発生した問題点を当年生苗自体の問題として整理し、一方で苗木のサイズが要因で発生した問題点については、当年生苗であっても一定以上の大きさを持った苗木を使用することが、当年生苗を幅広く活用するためには重要であることの根拠として整理することとした。

4-1. 当年生苗を導入することで得られるメリットについて

事業の成果を取りまとめるに当たり、まず初めに当年生苗（育苗期間1年以内で出荷した苗木）を導入することで得られるメリットについて、以下に整理した。

【苗木の生産性の向上】

従来のコンテナ苗の生産には、およそ1年半から2年程度の育苗期間が必要となる。一方で、当年生苗の育苗期間は1年未満であることから、従来のコンテナ苗の半分程度の育苗期間で苗木を出荷することが可能となる。このことにより、苗木を毎年出荷できるようになるため、苗木の安定的な供給が可能となる。

また、生産のスケジュールによっては、従来のコンテナ苗と同じ期間で苗木の生産を2サイクル行えるようになるため、より多くの苗木を出荷することも期待できる。

【苗木生産の効率化】

一般に、苗木の育苗期間が長くなると、その分労務費や灌水等の管理費が嵩むことになる。一方で当年生苗の生産においては、育苗期間の短縮によって労務費や管理費等を従来よりも抑えられるため、苗木生産のコストを抑えられる可能性がある。特に冬期に積雪があるような寒冷地域では、越冬の際に低温や降雪等の影響を防ぐための設備や労力が必要となる場合があるが、育苗期間が1年未満の当年生苗であれば、冬になる前までに出荷を行えるため、そのような設備や労力が不要となり、さらにコストを抑えることも期待できる。

また、育苗期間の短縮により毎年同じ設備（ハウスやコンテナ等）を使えるようになることから、苗木生産に必要な施設の面積やコンテナの個数等を従来よりも抑えることが可能となる。

【需要に即した苗木生産が可能となり、苗木が売れ残るリスクを低減できる】

苗木の生産量は、苗木を購入して植栽する側の需要を予測して決定する必要がある。当年生苗の場合は育苗に必要な期間が短縮されることで、より直近の需要に即した苗木生産が可能となる。そのため、生産したにもかかわらず需要がないため出荷ができずに苗木が売れ残るといったリスクを低減することが可能となる。さらに、急な苗木の需要に対しても、育苗期間の短縮により対応できる可能性が大きくなり、苗木生産における需給調整を円滑化することも期待できる。

以上のようなメリットを持つ当年生苗の普及のため、本事業で調査した当年生苗の形状や植栽後の生育状況といったデータを取りまとめ、当年生苗を導入する上で留意すべき事項について整理を行った。

4-2. 当年生苗の形状（苗木サイズや根鉢の形成状態）について

平成 30（2018）年度から令和 3（2021）年度にかけて実施した、当年生苗及び 2 年生苗の出荷時の苗木のサンプリング調査のデータを基に、今回調査した当年生苗の苗木のサイズ（苗長、根元径）が従来のコンテナ苗の規格をどの程度クリアしていたかを検証した。

また根鉢の形成状態についても、根系被覆率（根鉢を正面から見たときの、根鉢全体に対する根の割合（%））が一定の基準をクリアしているかどうかについて検証した。

なお、根系被覆率の計測については、令和 2 年度以降に調査した苗木は、評価の基準として検討委員に提供いただいた写真（コンピュータによる画像解析で根鉢に対する根系の面積率を計算したもの）を基にして実際の苗木を見ながら根系被覆率を判断した。一方、平成 30（2018）年度及び令和元（2019）年度に調査していた苗木については、基準となる写真を用いずに調査していたため、その際に撮影していた苗木の写真を見ながら令和 2（2020）年度に改めて根系被覆率を調査した。

【基準として用いた規格について】

今回の検証で評価基準として使用した規格は、平成 30（2018）年度時点における各都道府県のコンテナ苗の規格（規格が複数ある場合は、150 cc コンテナにおける最も低い規格とした）を基本とし、さらに参考として、林野庁のコンテナ苗標準規格（改定案）*における 5 号苗の規格（表 4-1）を加えた。また、根鉢の形成状態については、上記の改定案を参考に根系被覆率 20%以上を基準として採用した。

*林野庁「令和 4 年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

表 4-1 林野庁のコンテナ苗標準規格（改定案）における 5 号苗規格の概要

	スギ・カラマツ	ヒノキ
苗長	30 cm 上	30cm 上
根元径	4 mm 上	3.5 mm 上
形状比（推奨値）	110 以下	140 以下
根系被覆率（推奨値）	20%以上（苗木を振っても根鉢が崩壊しない基準）	
（その他特記事項）・ 苗齢の別を廃止		
・ 露出した状態の根鉢を軽く振って培地が崩れ落ちる状態のものは規格外とする		

なお、サンプリング調査に使用した苗木は、各調査地に植栽された当年生苗及び 2 年生苗を出荷した苗木生産者から、出荷された苗木と同一ロットで生産された当年生苗及び 2 年生苗を 20～30 本程度購入した。（苗木のサンプリング調査の詳細な計測方法や調査結果については、令和 3（2021）年度の報告書を参照）

また前述のとおり、本事業で調査した当年生苗については、その多くが平成 30（2018）年の 2～4 月に生産が開始されたものであり、各地の苗木生産者が当年生苗の育苗に関する知見を持たないまま試験的に生産された当年生苗であることに留意する。

4-2-1. 当年生苗の規格クリア率の検証結果

(1) 宮城県スギ（当年生苗・2年生苗）

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	C 氏 (当年生苗)、D 氏 (2 年生苗)
植栽場所	宮城県気仙沼市

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。当年生苗と2年生苗はそれぞれ違う苗木生産者によって生産されたため、直接的な比較はできないものの、参考として計測値を比較した。宮城県の規格をクリアした当年生苗の割合は43%であった。

表 4-2 計測結果と規格クリア率（宮城県_スギ）

		当年生苗	2 年生苗
標本数 (本)		30	30
苗長 (cm)	平均	33.7	53.1
	標準偏差	3.8	2.9
	最大値	41.1	59.1
	最小値	26.0	47.3
根元径 (mm)	平均	3.8	6.7
	標準偏差	0.8	1.0
	最大値	5.6	9.6
	最小値	2.4	5.2
形状比	平均	90.7	81.0
	標準偏差	15.5	10.6
	最大値	126.7	98.1
	最小値	62.0	57.4

宮城県 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 30 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 3.5 mm 上	根元径 4 mm 上	
43%	33%	100%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

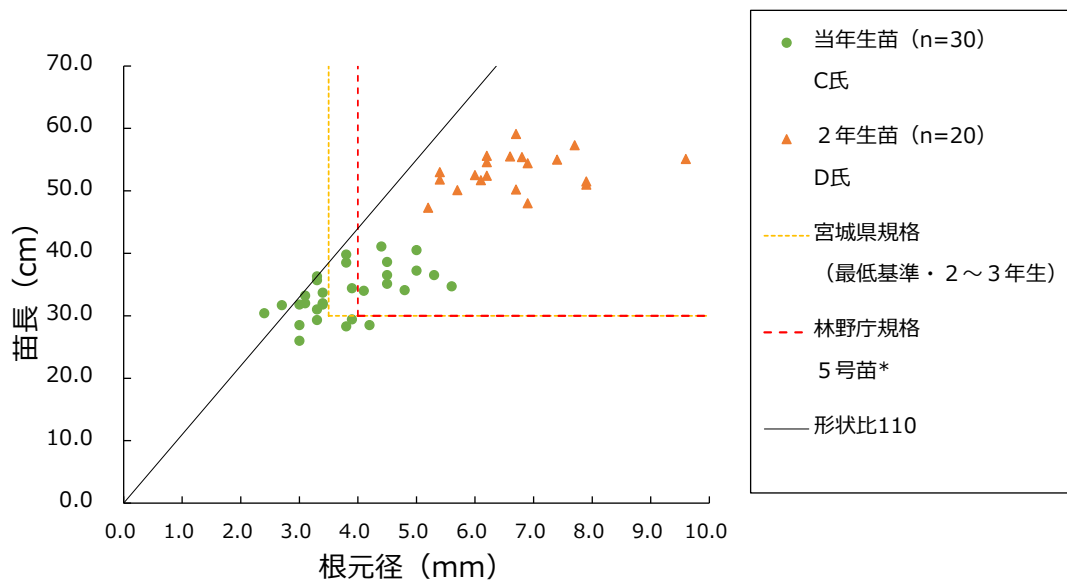


図 4-1 計測結果（宮城県_スギ）

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。当年生苗の根系被覆率はすべての苗木で20%を超えており、2年生苗と遜色は無かった。

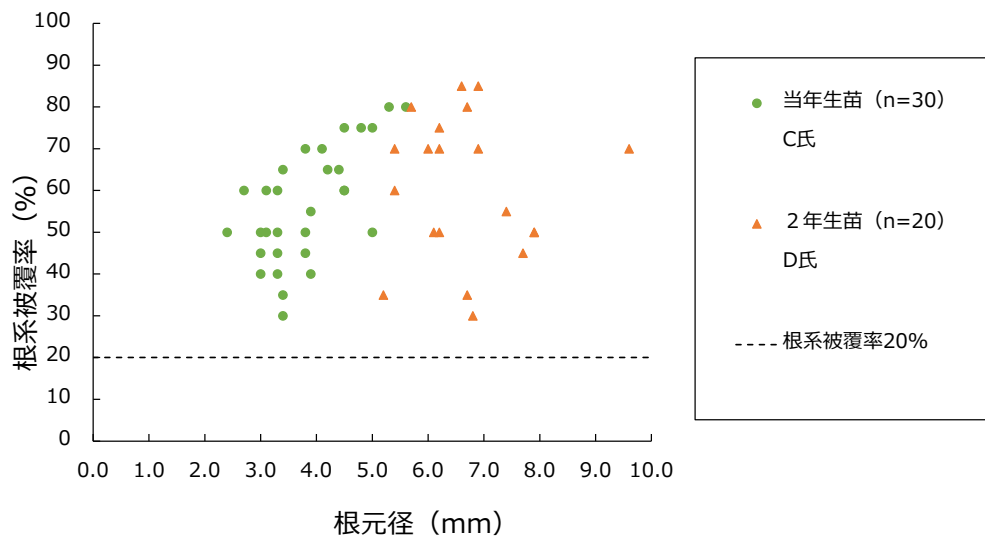


図 4-2 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (宮城県_スギ)



写真 4-1 宮城県_スギ (当年生苗)



写真 4-2 宮城県_スギ (2年生苗)

(2) 島根県スギ (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	I 氏 (当年生苗、2年生苗)
植栽場所	島根県飯南町

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長、平均根元径ともに当年生苗の方が2年生苗より小さい値を示したが、平均苗長については当年生苗で約 41cm、2年生苗で約 50cm と差は大きくなかった。島根県の規格をクリアした当年生苗の割合は 100% だった。

表 4-3 計測結果と規格クリア率 (島根県_スギ)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		20	20
苗長 (cm)	平均	40.9	50.3
	標準偏差	5.2	5.4
	最大値	51.2	61.3
	最小値	30.0	39.5
根元径 (mm)	平均	4.9	7.0
	標準偏差	0.6	1.4
	最大値	6.0	9.5
	最小値	3.9	5.1
形状比	平均	83.7	74.9
	標準偏差	13.0	16.8
	最大値	102.4	106.0
	最小値	58.3	49.7

島根県 出荷規格	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 30 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 3.5 mm 上	根元径 4 mm 上	
100%	95%	100%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

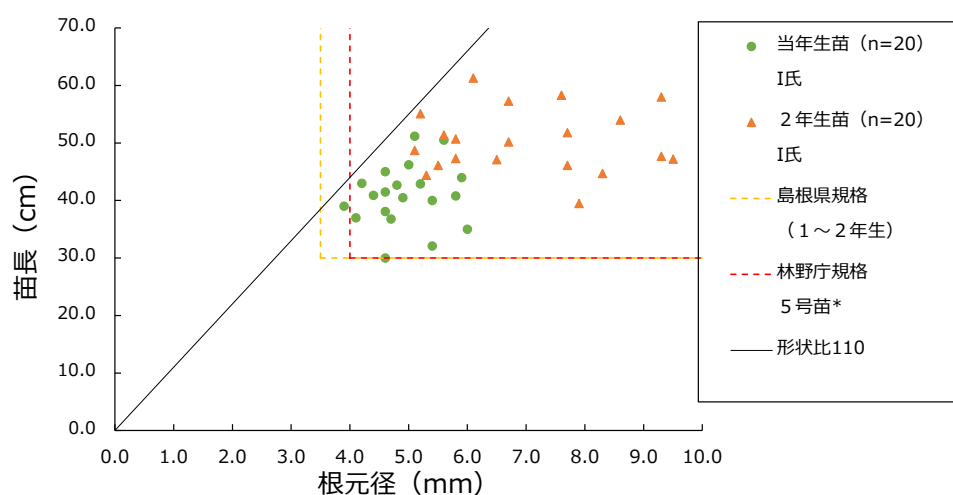


図 4-3 計測結果 (島根県_スギ)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。
すべての当年生苗で根系被覆率20%を超えていた。

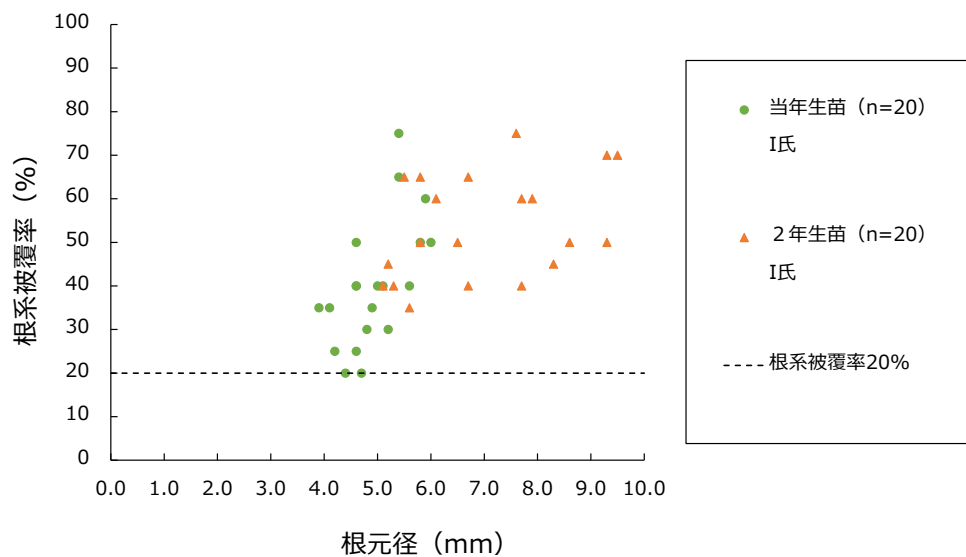


図 4-4 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (島根県_スギ)



写真 4-3 島根県スギ当年生苗の状況

(写真中のメモの「2年生」は間違い。正しくは「当年生苗」)



写真 4-4 島根県スギ2年生苗の状況

※2年生苗の根系の写真は、調査開始直後のため撮影していなかった。

(3) 兵庫県スギ (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	J氏 (当年生苗、2年生苗)
植栽場所	兵庫県宍粟市

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長は当年生苗の方が2年生苗より小さい値を示したが、平均根元径については当年生苗で約 3.5mm、2年生苗で約 4mm と差は大きくなかった。兵庫県の規格はないため参考として林野庁5号苗規格で見ると、規格をクリアした当年生苗はなかった。

表 4-4 計測結果と規格クリア率 (兵庫県_スギ)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		20	20
苗長 (cm)	平均	30.5	39.5
	標準偏差	2.7	2.2
	最大値	37.5	43.2
	最小値	25.3	34.9
根元径 (mm)	平均	3.5	4.0
	標準偏差	0.4	0.4
	最大値	4.2	5.0
	最小値	2.3	3.2
形状比	平均	89.0	99.5
	標準偏差	14.6	12.7
	最大値	137.0	128.8
	最小値	64.5	80.4

兵庫県出荷規格	(参考) 林野庁のコンテナ苗標準規格 5号苗*	
なし	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
—	0%	70%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

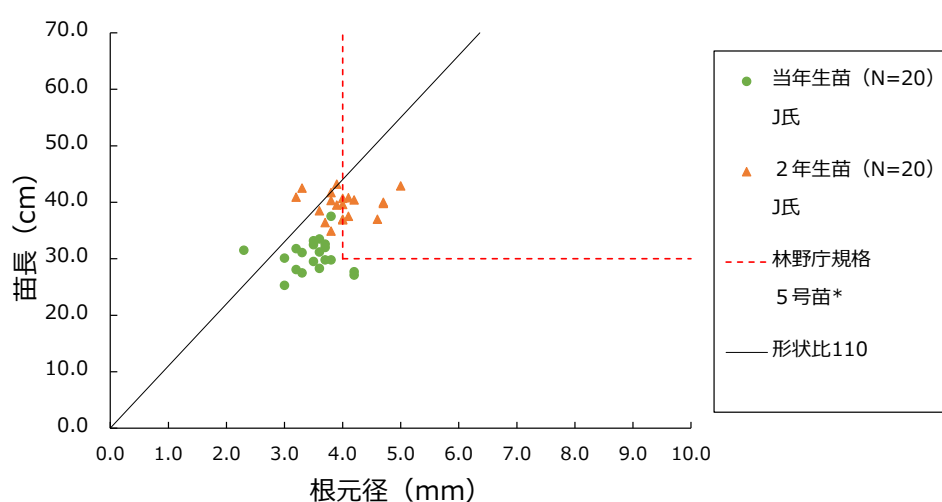


図 4-5 計測結果 (兵庫県_スギ)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。当年生苗の根系被覆率20%を超えていた苗木の割合は70%であり、2年生苗とは差が生じた。

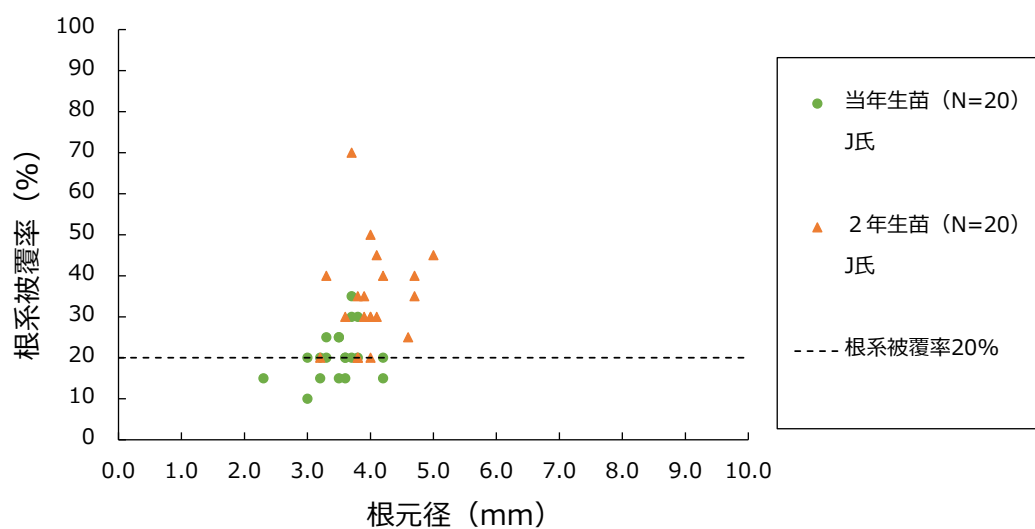


図 4-6 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (兵庫県_スギ)



写真 4-5 兵庫県スギ当年生苗の状況



写真 4-6 兵庫県スギ2年生苗の状況

(4) 高知県スギ① (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	K 氏 (当年生苗、2年生苗)
植栽場所	高知県宿毛市

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均根元径は当年生苗で 3.7mm、2年生苗で 5.7mm と、その差は大きかった。高知県の規格をクリアした当年生苗の割合はなかった。

表 4-5 計測結果と規格クリア率 (高知県_スギ①)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		20	20
苗長 (cm)	平均	32.8	39.0
	標準偏差	3.4	2.5
	最大値	41.5	44.5
	最小値	28.2	34.1
根元径 (mm)	平均	3.7	5.7
	標準偏差	0.3	0.8
	最大値	4.3	8.2
	最小値	3.3	4.3
形状比	平均	88.9	70.0
	標準偏差	10.8	10.5
	最大値	112.2	103.5
	最小値	67.4	47.0

高知県 出荷規格	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 35 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 4 mm 上	根元径 4 mm 上	
0%	10%	95%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

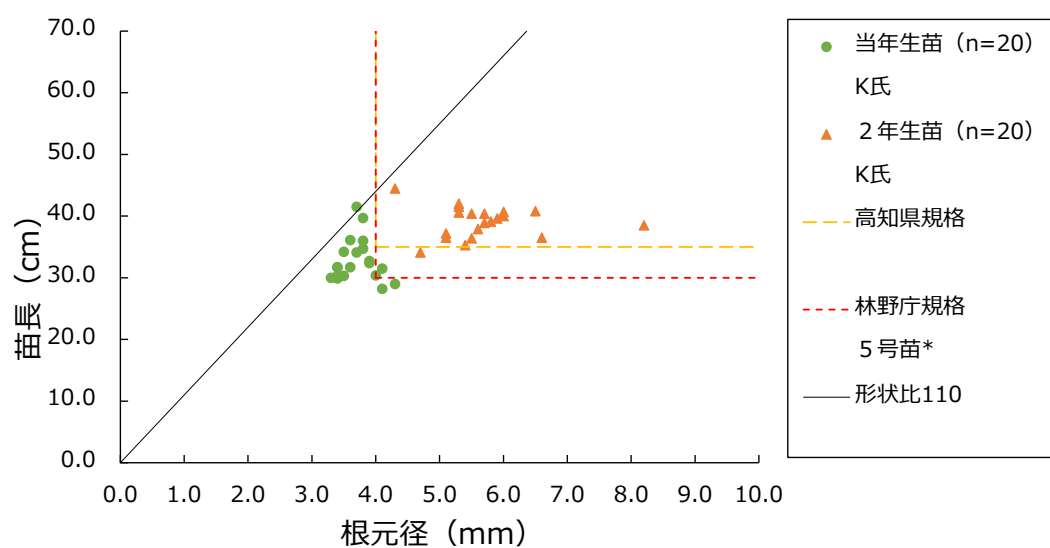


図 4-7 計測結果 (高知県_スギ①)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。当年生苗の根系被覆率20%を超えていた苗木の割合は95%であり、2年生苗と比較して差は大きくなかった。

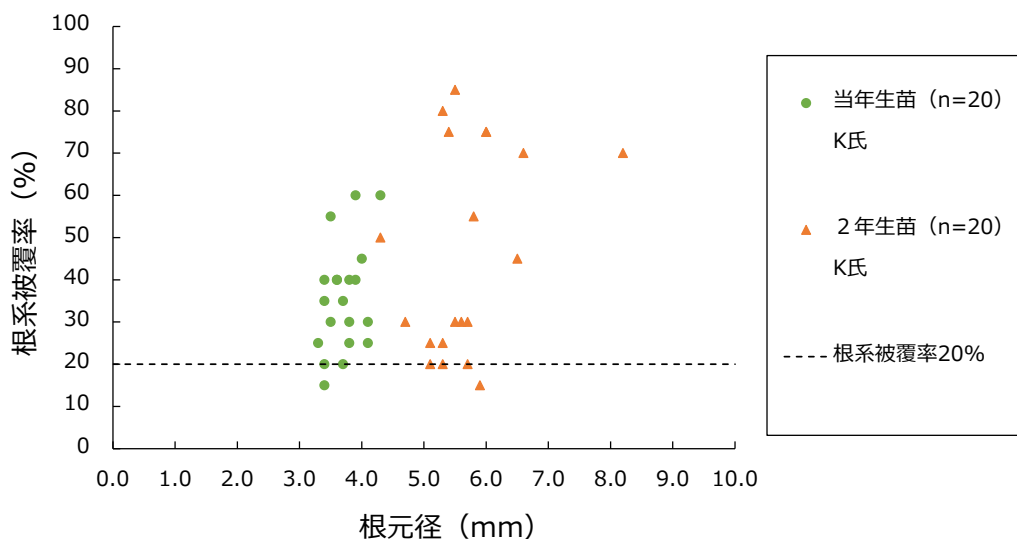


図 4-8 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (高知県_スギ①)



写真 4-7 高知県スギ①当年生苗の状況



写真 4-8 高知県スギ①2年生苗の状況

(写真中のメモの「香美市」は間違い。正しくは「宿毛市」)

(5) 高知県スギ② (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	L氏 (当年生苗、2年生苗)
植栽場所	高知県香美市

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。高知県スギ②の当年生苗については、生産初期にクロバネキノコバエの幼虫による食害が発生し、再度、播種より実施し直した。そのため生産者が当初予定していた期間よりも3ヶ月程度短い生育期間となった。

【苗木の規格クリア率結果】

当年生苗の平均苗長、平均根元径は生育期間の短縮の影響を受けて小さい値を示した。特に平均苗長については約20cmと非常に小さかった。高知県の規格をクリアした当年生苗はなかった。

表 4-6 計測結果と規格クリア率 (高知県_スギ②)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		20	20
苗長 (cm)	平均	20.0	44.8
	標準偏差	2.3	2.4
	最大値	26.0	50.7
	最小値	17.2	41.1
根元径 (mm)	平均	2.7	4.9
	標準偏差	0.2	0.5
	最大値	3.1	6.0
	最小値	2.1	4.0
形状比	平均	73.2	92.2
	標準偏差	10.0	12.6
	最大値	101.4	118.3
	最小値	55.5	71.8

高知県 出荷規格	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 35 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 4 mm 上	根元径 4 mm 上	
0%	0%	10%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

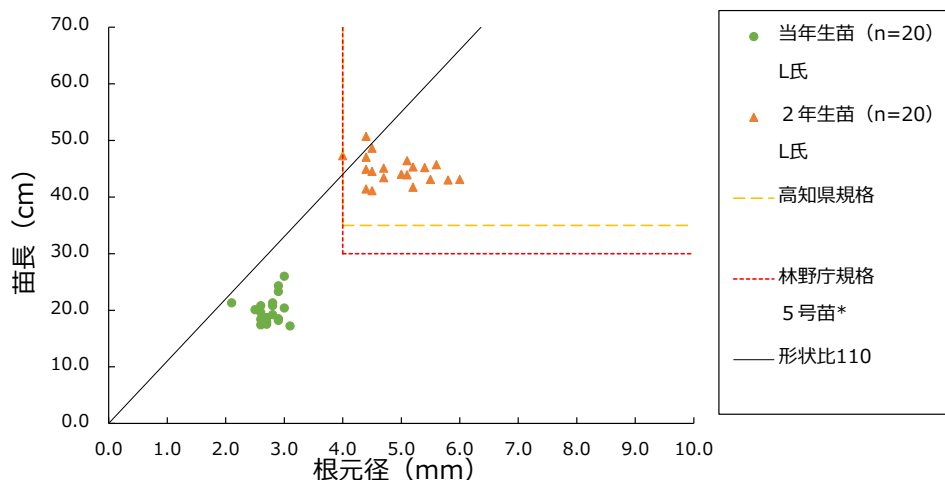


図 4-9 計測結果 (高知県_スギ②)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。根鉢の形成について生育期間の短縮の影響を受けており、当年生苗の根系被覆率 20%を超えた苗木はなく、2年生苗とは大きな差が生じた。

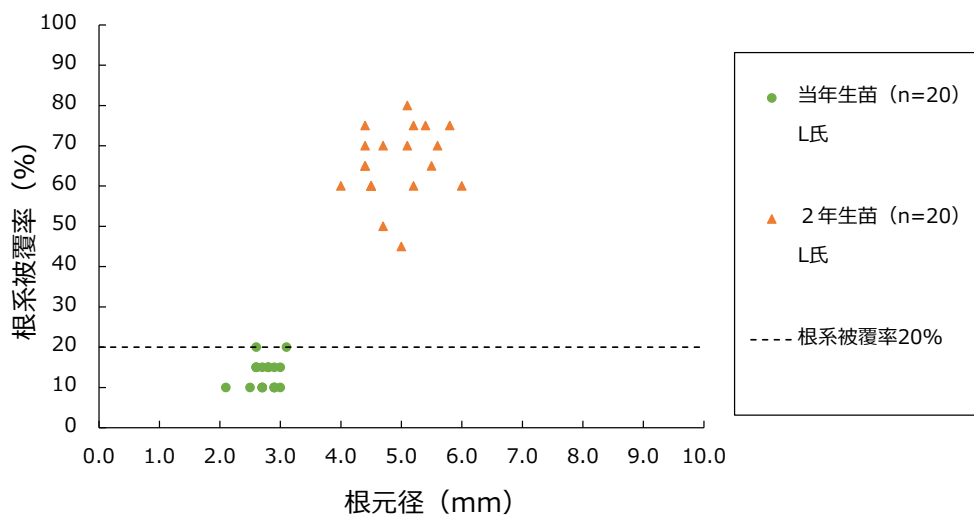


図 4-10 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (高知県_スギ②)



写真 4-9 高知県スギ②当年生苗の状況



写真 4-10 高知県スギ②2年生苗の状況

(写真中のメモの「宿毛市」は間違い。正しくは「香美市」)

(6) 高知県スギ③ (当年生苗)

調査実施年度	令和元(2019)年度
生産者	L氏(当年生苗)
植栽場所	高知県北川村

高知県北川村の調査地には当年生苗のみが植栽されたため、サンプリング調査についても当年生苗のみ実施した。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。当年生苗のみの調査であり、2年生苗との比較はできないが、平均根元径が約5mmとなっており、ばらつきは見られるものの当年生苗としては十分な大きさであると言える。高知県の規格をクリアした当年生苗の割合は50%であった。

表 4-7 計測結果と規格クリア率 (高知県_スギ③)

		当年生苗	高知県 出荷規格		(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
標本数(本)		20	苗長 35 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)	
苗長 (cm)	平均	35.2	根元径 4 mm 上	根元径 4 mm 上		
	標準偏差	1.9	50%	100%	100%	
	最大値	38.2				
	最小値	32.3				
根元径 (mm)	平均	5.0				
	標準偏差	0.5				
	最大値	6.2				
	最小値	4.2				
形状比	平均	70.4				
	標準偏差	7.2				
	最大値	82.3				
	最小値	52.6				

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

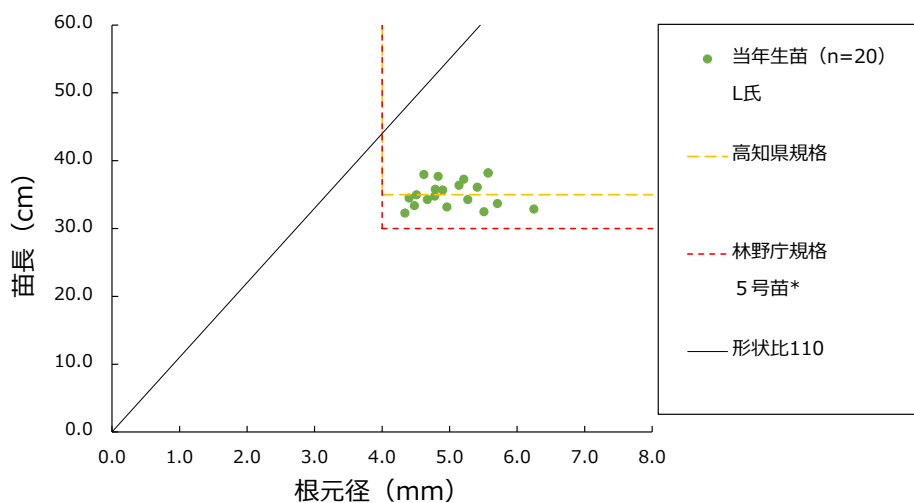


図 4-11 計測結果 (高知県_スギ③)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗の結果を下図に示す。全ての当年生苗の苗木が根系被覆率 20%を超えていた。

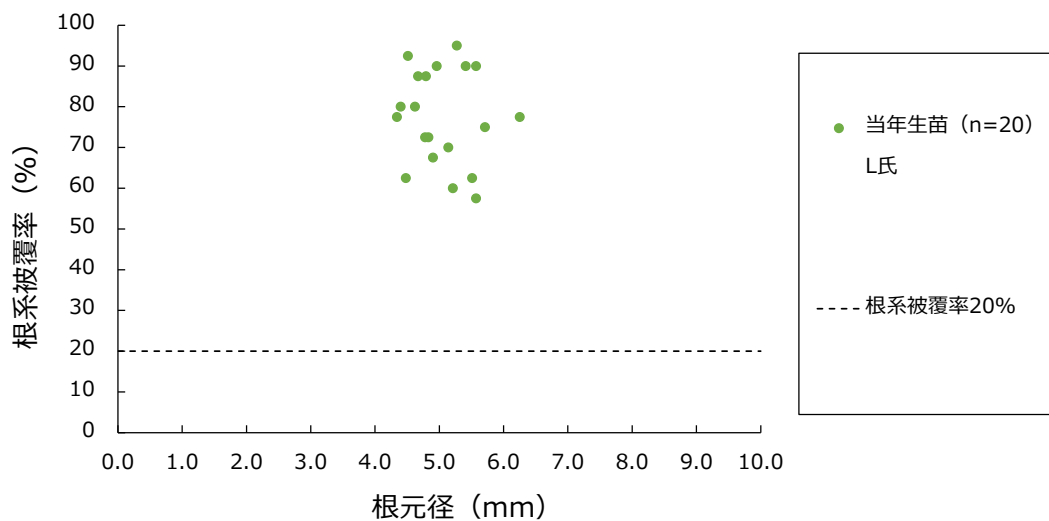


図 4-1 2 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (高知県_スギ③)



写真 4-1 1 高知県スギ③当年生苗の状況

(7) 熊本県スギ（挿し木）（当年生苗）

調査実施年度	平成 30（2018）年度
生産者	M氏（当年生苗）
植栽場所	熊本県人吉市

熊本県スギについては、挿し木で生産された唯一の苗木であり、またコンテナの容量は300cc が用いられている。なお、2年生苗は生産されていないため、当年生苗のみのデータとなる。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。挿し木で生産されているため、平均苗長、平均根元径ともに当年生苗としては大きい値を示している。熊本県の規格をクリアした苗木は95%だった。

表 4-8 計測結果と規格クリア率（熊本県_スギ）

		当年生苗
標本数（本）		20
苗長（cm）	平均	54.1
	標準偏差	3.4
	最大値	62.3
	最小値	47.0
根元径（mm）	平均	7.2
	標準偏差	0.8
	最大値	9.8
	最小値	5.6
形状比	平均	76.5
	標準偏差	8.0
	最大値	95.4
	最小値	55.4

熊本県 出荷規格 (300cc)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 40 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 6 mm 上	根元径 4 mm 上	
95%	100%	90%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

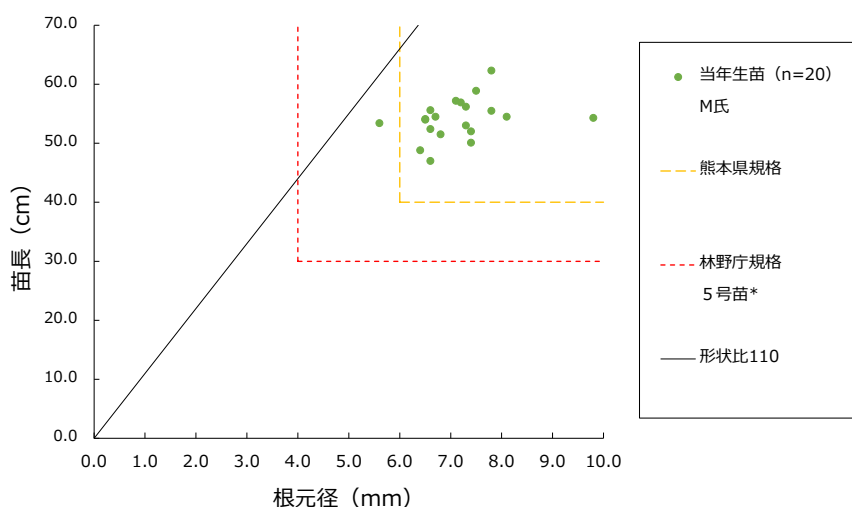


図 4-13 計測結果（熊本県_スギ）

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗の結果を下図に示す。当年生苗の根系被覆率 20%を超えていた苗木の割合は 90%であった。

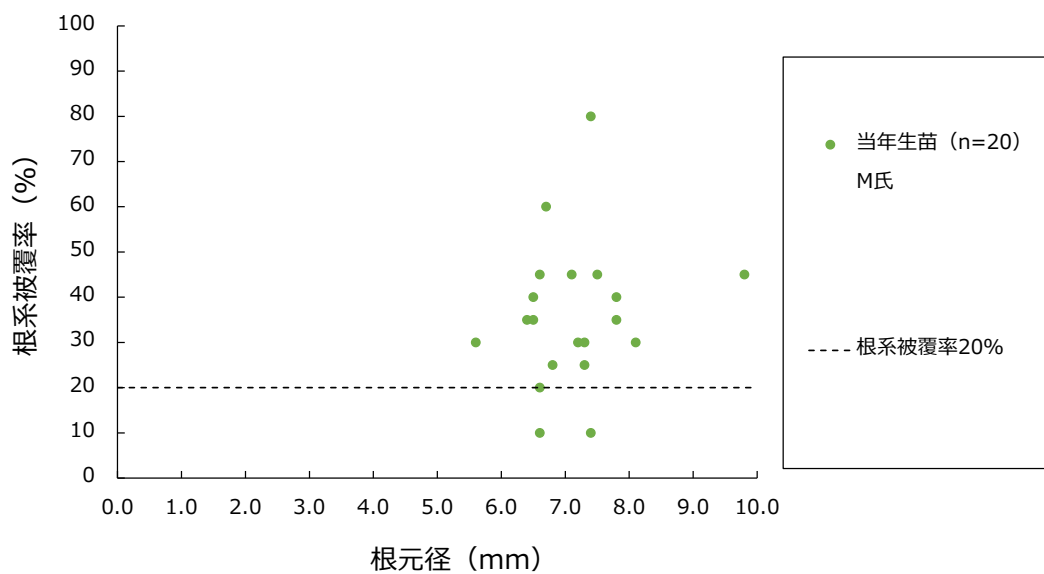


図 4-14 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (熊本県_スギ)



写真 4-12 熊本県スギ当年生苗の状況

(8) 北海道カラマツ① (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	令和2(2020)年度
生産者	A氏(当年生苗、2年生苗)
植栽場所	北海道千歳市西森、北海道岩見沢市

北海道カラマツ①の苗木については、根鉢の崩れを防止する等の目的から、生分解性不織布のシートをコンテナ容器と併せて使用していた。なお、計測はシートを剥がして実施した。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均根元径は当年生苗で4.5mm、2年生苗で約4.9mmと差は大きくなかった。北海道の規格をクリアした当年生苗の割合は90%であった。

表 4-9 計測結果と規格クリア率 (北海道_カラマツ①)

		当年生苗	2年生苗
標本数(本)		20	20
苗長 (cm)	平均	39.9	55.3
	標準偏差	2.9	5.3
	最大値	45.5	63.2
	最小値	32.5	45.1
根元径 (mm)	平均	4.5	4.9
	標準偏差	0.6	0.6
	最大値	6.2	6.4
	最小値	3.6	3.6
形状比	平均	89.6	113.5
	標準偏差	12.9	16.6
	最大値	109.0	145.3
	最小値	60.7	81.9

北海道 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 25 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 4 mm 上	根元径 4 mm 上	
90%	90%	0%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

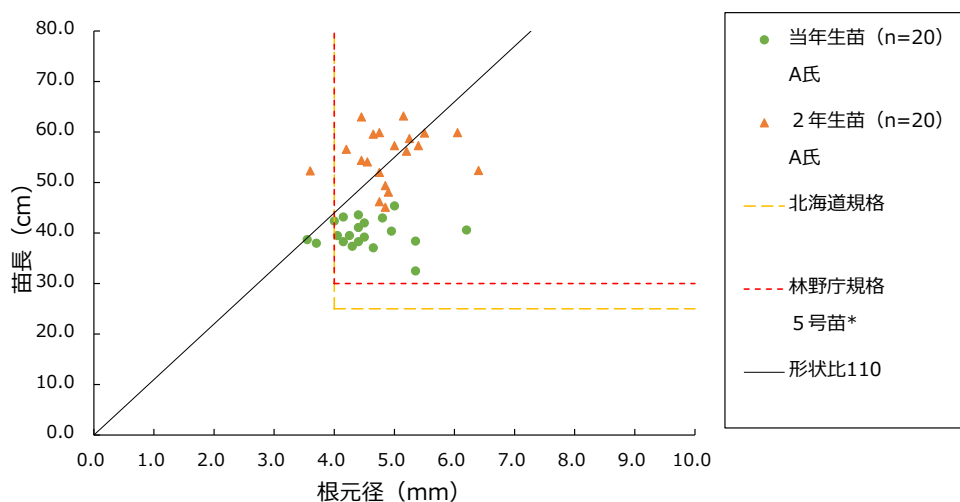


図 4-15 計測結果 (北海道_カラマツ①)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。
 当年生苗の根系被覆率20%を超えた苗木はなかった。

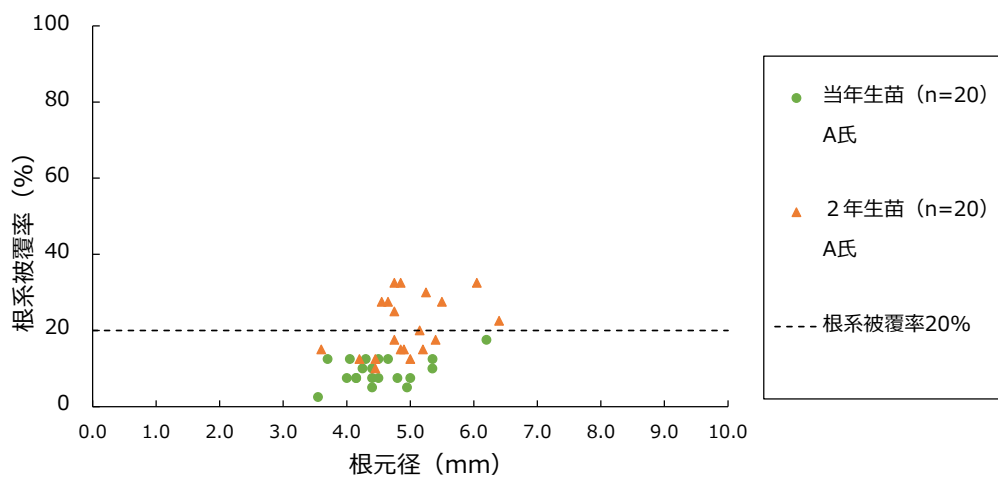


図 4-16 根鉢に対する根系の被覆率の結果（北海道_カラマツ①）



写真 4-13 北海道カラマツ①当年生苗の状況



写真 4-14 北海道カラマツ①2年生苗の状況

(9) 北海道カラマツ② (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	令和2(2020)年度
生産者	B氏(当年生苗、2年生苗)
植栽場所	—

北海道カラマツ②の苗木については、根鉢の崩れを防止する等の目的から、生分解性不織布のシートをコンテナ容器と併わせて使用していた。なお、計測はシートを剥がして実施した。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長は当年生苗の方が小さかった一方で、ばらつきはあるものの平均根元径は当年生苗の方が2年生苗より僅かに大きい値を示した。平均形状比は当年生苗の方が2年生苗より小さく、2年生苗は100を超えていた。すべての当年生苗が北海道の規格をクリアした。

表 4-10 計測結果と規格クリア率 (北海道_カラマツ②)

		当年生苗	2年生苗
標本数(本)		20	20
苗長 (cm)	平均	37.1	53.2
	標準偏差	3.3	5.8
	最大値	42.2	63.3
	最小値	31.4	43.8
根元径 (mm)	平均	5.3	5.0
	標準偏差	0.7	0.7
	最大値	7.2	6.5
	最小値	4.3	3.3
形状比	平均	70.7	107.4
	標準偏差	8.3	18.7
	最大値	89.2	165.8
	最小値	49.9	75.5

北海道 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 25 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 4 mm 上	根元径 4 mm 上	
100%	100%	0%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

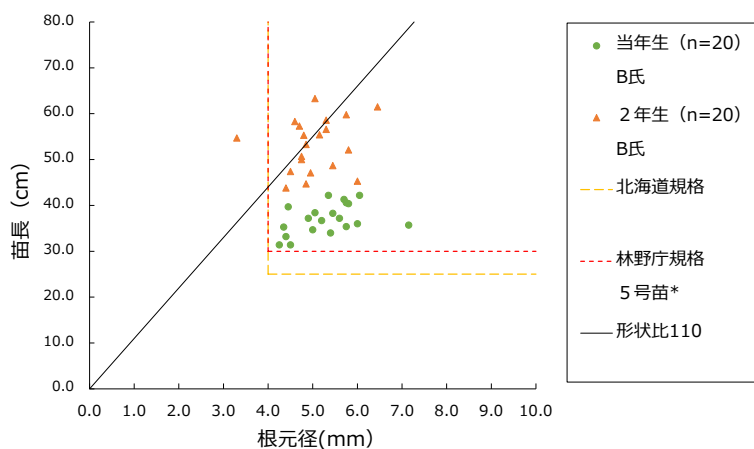


図 4-17 計測結果 (北海道_カラマツ②)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。
根系被覆率20%を超えた苗木は、当年生苗、2年生苗ともなかった。

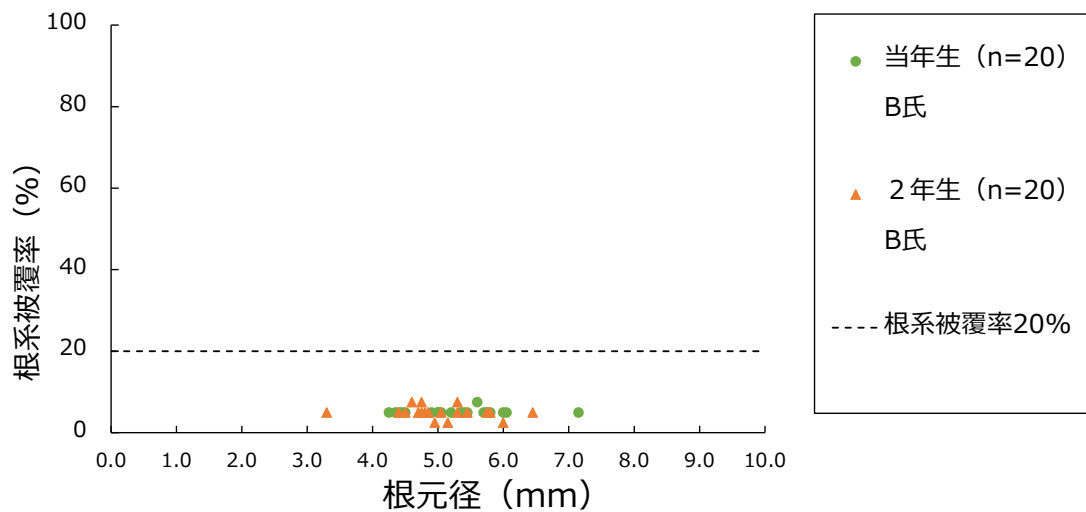


図 4-18 根鉢に対する根系の被覆率の結果（北海道_カラマツ②）

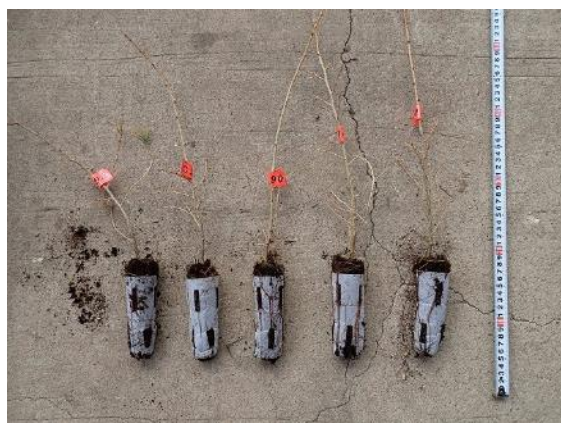


写真 4-15 北海道カラマツ②当年生苗の状況



写真 4-16 北海道カラマツ②2年生苗の状況

(10) 北海道カラマツ③ (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	令和3(2021)年度
生産者	A氏(当年生苗、2年生苗)
植栽場所	北海道千歳市千歳

北海道カラマツ③については、令和2(2020)年度に北海道カラマツ①を生産した生産者が、令和3(2021)年度に生産した苗木である。前年度と同様に、根鉢の崩れを防止する等の目的から生分解性不織布のシートをコンテナ容器と併せて使用していた。なお、計測はシートを剥がして実施した。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長は当年生苗で39.3cm、2年生苗で約41.1cm、また平均根元径は当年生苗で3.9mm、2年生苗で約4.4mmとなり、当年生苗と2年生苗の大きさはほとんど変わらなかった。北海道の規格をクリアした当年生苗の割合は35%であった。

表 4-11 計測結果と規格クリア率 (北海道_カラマツ③)

		当年生苗	2年生苗
標本数(本)		20	20
苗長 (cm)	平均	39.3	41.1
	標準偏差	2.5	4.2
	最大値	46.1	51.2
	最小値	35.2	34.9
根元径 (mm)	平均	3.9	4.4
	標準偏差	0.4	0.7
	最大値	4.6	6.4
	最小値	3.0	3.1
形状比	平均	100.9	95.8
	標準偏差	8.5	17.0
	最大値	119.6	144.2
	最小値	84.4	74.2

北海道 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 25 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 4 mm 上	根元径 4 mm 上	
35%	35%	0%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

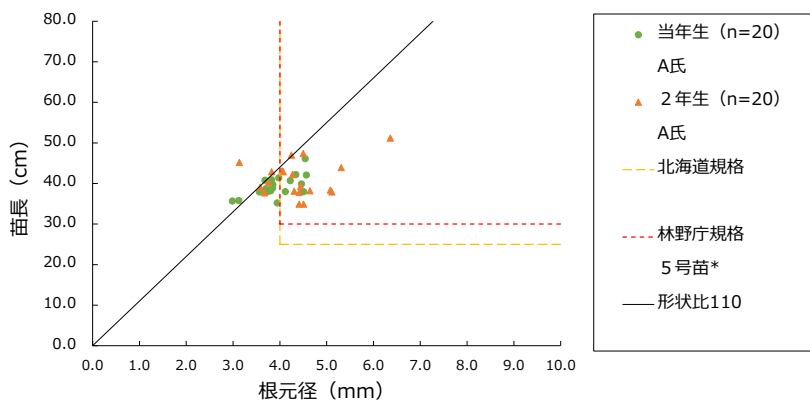


図 4-19 計測結果 (北海道_カラマツ③)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。当年生苗は根系被覆率20%を超えた苗木はなく、2年生苗とは差が生じた。当年生苗の根鉢の形成が不十分であることが分かった。

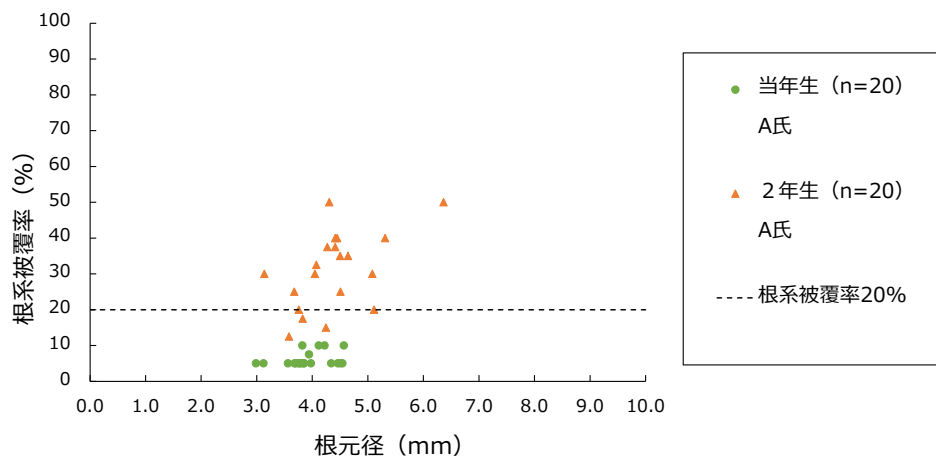


図 4-20 根鉢に対する根系の被覆率の結果（北海道_カラマツ③）



写真 4-17 北海道カラマツ③当年生苗の状況



写真 4-18 北海道カラマツ③2年生苗の状況



(11) 宮城県カラマツ① (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	E氏 (当年生苗)、F氏 (2年生苗)
植栽場所	宮城県気仙沼市

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。当年生苗と2年生苗はそれぞれ違う種苗生産者によって生産されたため直接的な比較はできないものの、参考値として計測値を比較した。平均苗長、平均根元径ともに当年生苗の方が2年生苗より小さい値を示し、特に平均苗長について差が大きかった。宮城県の規格をクリアした当年生苗の割合は30%であった。

表 4-12 計測結果と規格クリア率 (宮城県_カラマツ①)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		30	43
苗長 (cm)	平均	28.1	64.1
	標準偏差	4.7	6.4
	最大値	37.0	76.2
	最小値	20.9	50.0
根元径 (mm)	平均	4.9	7.4
	標準偏差	0.9	1.0
	最大値	6.3	10.9
	最小値	3.2	5.5
形状比	平均	57.6	88.1
	標準偏差	7.4	13.0
	最大値	70.8	113.7
	最小値	42.7	54.3

宮城県 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 30 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 3.5 mm 上	根元径 4 mm 上	
30%	30%	16.7%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

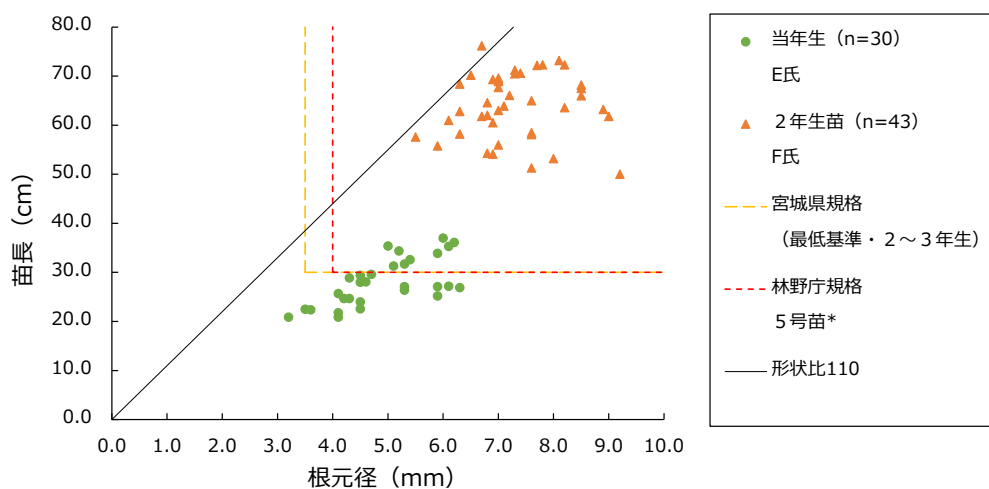


図 4-21 計測結果 (宮城県_カラマツ①)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。
根系被覆率 20%を超えた当年生苗の割合は約 17%となり、2年生苗より大きく下回った。

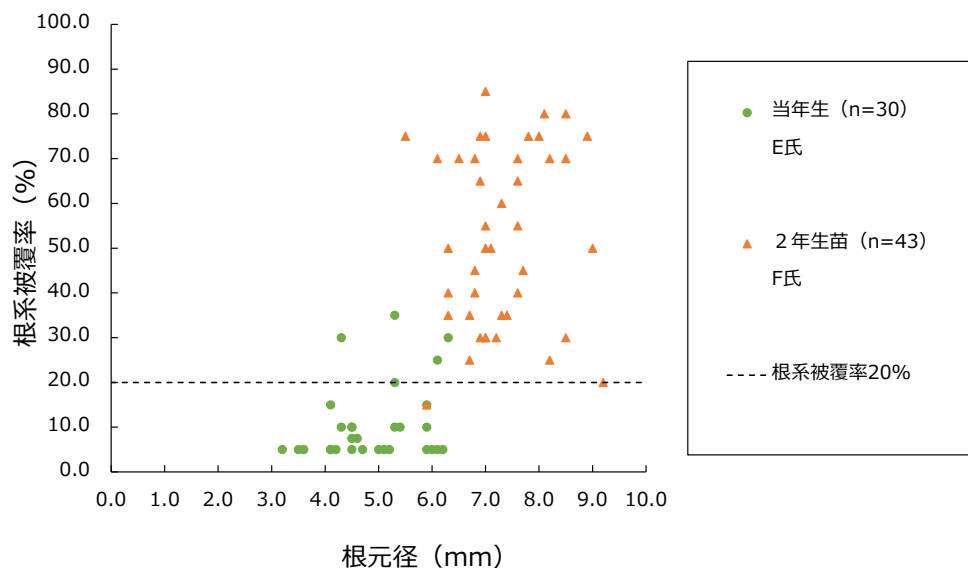


図 4-22 根鉢に対する根系の被覆率の結果 (宮城県_カラマツ①)

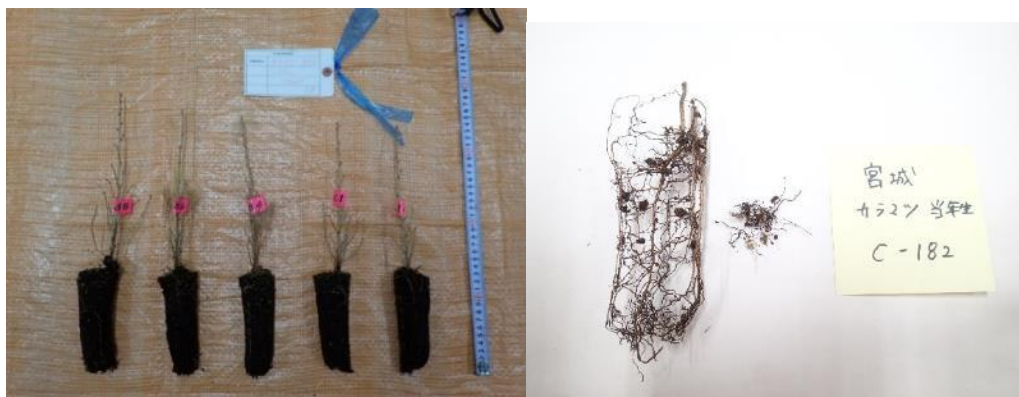


写真 4-19 宮城県カラマツ①当年生苗の状況



写真 4-20 宮城県カラマツ①2年生苗の状況

(12) 宮城県カラマツ② (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	令和3(2021)年度
生産者	E氏
植栽場所	宮城県七ヶ宿町(2年生苗のみ出荷。当年生苗は出荷せず)

宮城県カラマツ②の当年生苗は、今年度の天候不順の影響で成長が良くなかったため、出荷が見送られている。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長、平均根元径ともに当年生苗の方が2年生苗より小さく、特に平均苗長については当年生苗で26.1cm、2年生苗で54.8cmと大きな差が生じた。宮城県の規格をクリアした当年生苗は5%だった。

表 4-13 計測結果と規格クリア率 (宮城県_カラマツ②)

		当年生苗	2年生苗
標本数(本)		20	20
苗長 (cm)	平均	26.1	54.8
	標準偏差	2.1	8.3
	最大値	31.2	73.0
	最小値	23.1	43.0
根元径 (mm)	平均	3.5	6.4
	標準偏差	0.4	1.0
	最大値	4.4	9.0
	最小値	2.8	5.1
形状比	平均	75.5	86.3
	標準偏差	8.5	13.5
	最大値	88.4	107.4
	最小値	59.5	59.2

宮城県 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 30 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 3.5 mm 上	根元径 4 mm 上	
5%	0%	0%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

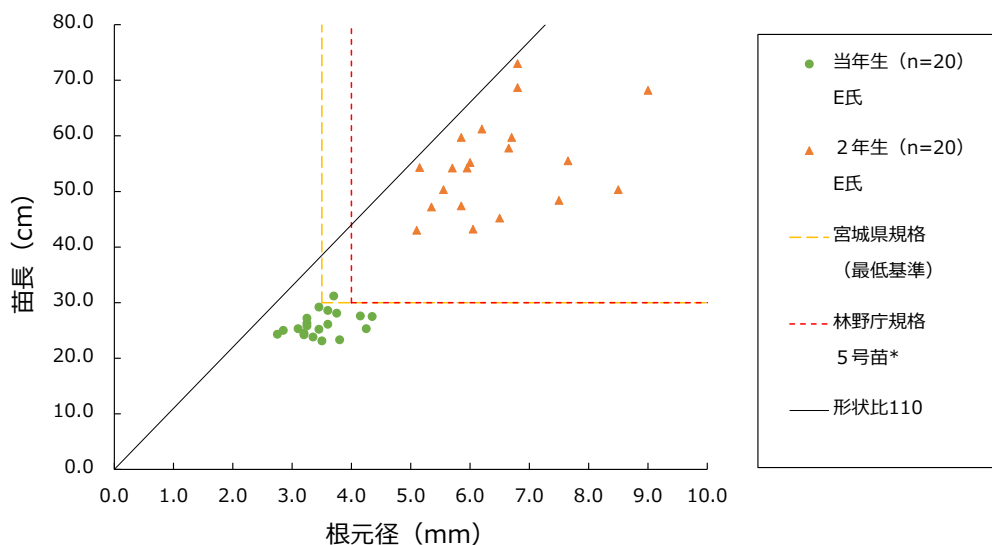


図 4-23 計測結果 (宮城県_カラマツ②)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。根系被覆率20%を超えた当年生苗はなく、当年生苗の根鉢は十分に形成されていないことが分かる。なお、前述したとおり、天候不順の影響で成長が良くなかったため、当年生苗の出荷はされなかった。

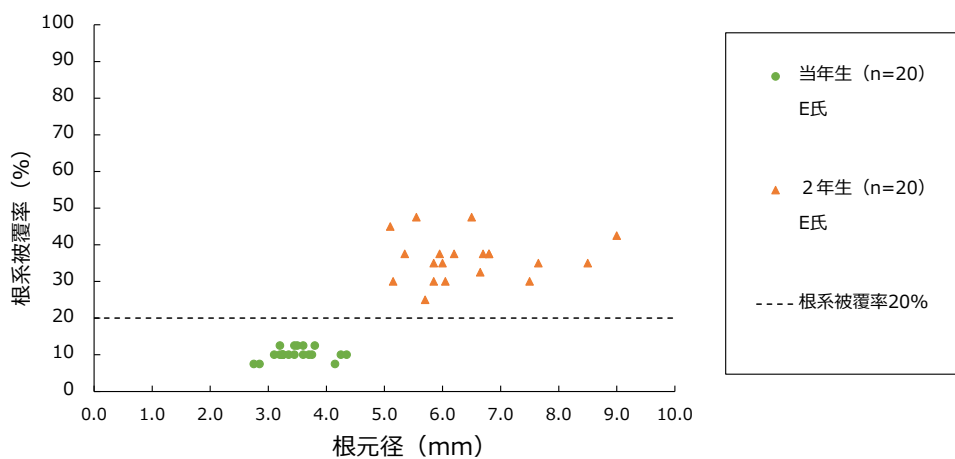


図 4-24 根鉢に対する根系の被覆率の結果（宮城県_カラマツ②）



写真 4-21 宮城県カラマツ②当年生苗の状況

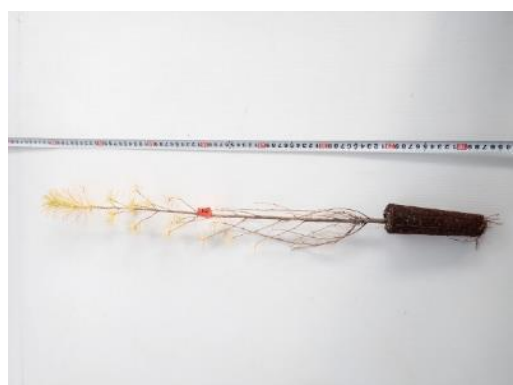


写真 4-22 宮城県カラマツ②2年生苗の状況

(13) 宮城県カラマツ③ (当年生苗)

調査実施年度	令和3(2021)年度
生産者	N氏(当年生苗)
植栽場所	宮城県七ヶ宿町

宮城県カラマツ②の当年生苗が成長不良で出荷できなくなったため、2年生苗として育苗していた生産者Nの苗木(令和3(2021)年2月末に播種)が当年生苗として急遽出荷されることとなった。

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。当年生苗のみ出荷されたため、2年生苗との比較はできないが、平均根元径が6.0mmと当年生苗としては大きい値を示し、すべての当年生苗で宮城県の規格をクリアした。ただし、これらの苗木は育苗段階でコンテナ容器を地面に直接置いて育苗されており(いわゆる「地置き」)、根のほとんどはキャビティ内ではなく地面の中で成長している。その後、地中に伸びた根を切断してから出荷しているため、地上部の大きさに反して根鉢はほとんど形成されていない。

表 4-14 計測結果と規格クリア率 (宮城県_カラマツ③)

		当年生苗			
標本数(本)		20	宮城県 出荷規格 (最低基準)		
苗長 (cm)	平均	39.8	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*		
	標準偏差	2.8	苗長	苗長	根系被覆率
	最大値	46.1	30 cm 上	30 cm 上	20%以上
	最小値	35.2	根元径	根元径	(推奨値)
根元径 (mm)	平均	6.0	3.5 mm 上	4 mm 上	
	標準偏差	0.8	100%	100%	0%
	最大値	7.4			
	最小値	4.7			
形状比	平均	66.6			
	標準偏差	6.6			
	最大値	83.4			
	最小値	55.2			

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

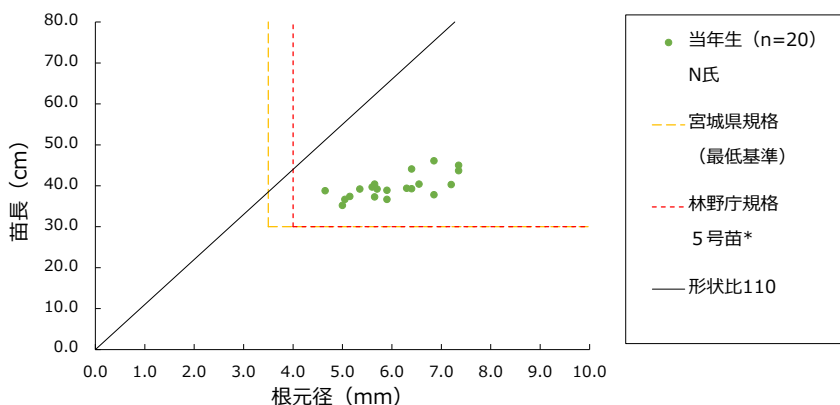


図 4-25 計測結果 (宮城県_カラマツ③)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗の結果を下図に示す。当年生苗の根系被覆率 20%を超えた当年生苗はなかった。前述のとおり、コンテナ容器を地面に直接置いて育苗されており、根鉢がほとんど形成されていない状態であった。

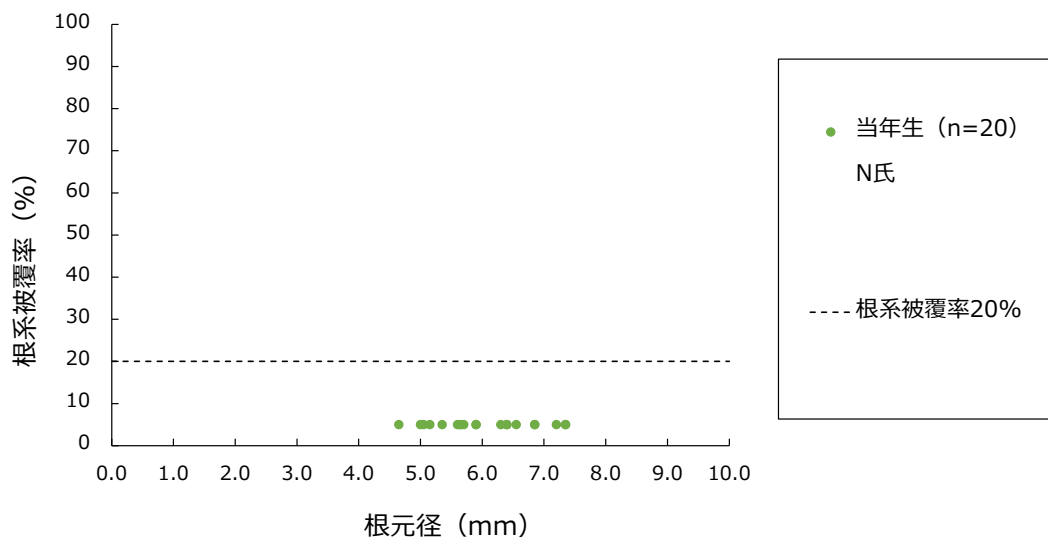


図 4-26 根鉢に対する根系の被覆率の結果（宮城県_カラマツ③）



写真 4-23 宮城県カラマツ③当年生苗の状況

(14) 長野県カラマツ (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	H氏 (当年生苗、2年生苗)
植栽場所	長野県佐久市、長野県下諏訪町

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長、平均根元径ともに当年生苗の方が2年生苗より小さい値を示し、特に平均苗長については当年生苗で28.8cm、2年生苗で49.8cmと大きく差が開いた。長野県の規格をクリアした当年生苗の割合は100%であった(ただし、規格は苗長のみ)。

表 4-15 計測結果と規格クリア率 (長野県_カラマツ)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		30	40
苗長 (cm)	平均	28.8	49.8
	標準偏差	2.7	4.4
	最大値	36.8	57.6
	最小値	25.0	33.6
根元径 (mm)	平均	4.9	5.9
	標準偏差	0.4	0.7
	最大値	5.9	7.4
	最小値	4.2	4.3
形状比	平均	58.8	85.9
	標準偏差	5.6	11.5
	最大値	69.1	111.2
	最小値	49.0	45.4

長野県 出荷規格 (最低基準)	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 25 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 なし	根元径 4 mm 上	
100%	30%	100%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

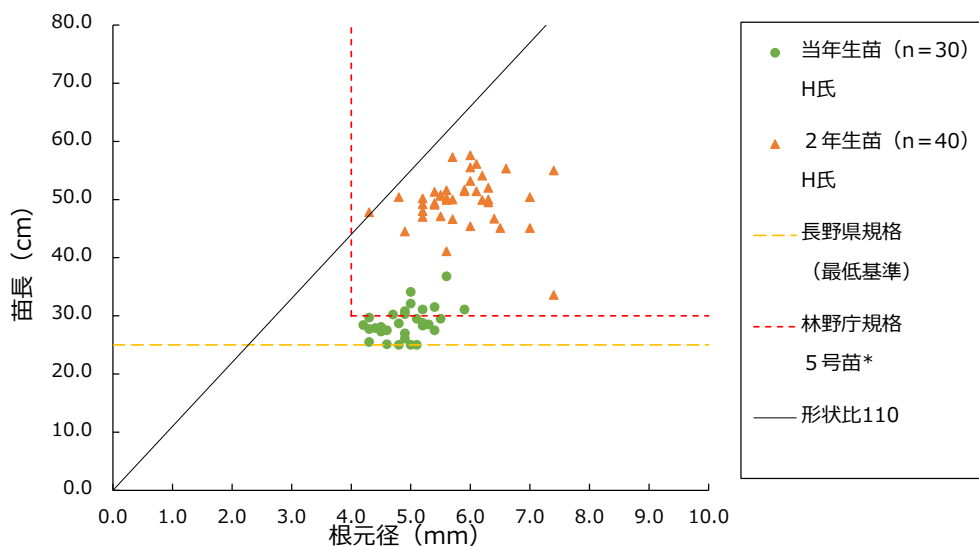


図 4-27 計測結果 (長野県_カラマツ)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。すべての当年生苗で根系被覆率20%を超えた。当年生苗カラマツとしては、根鉢の形成は比較的良好と言える。

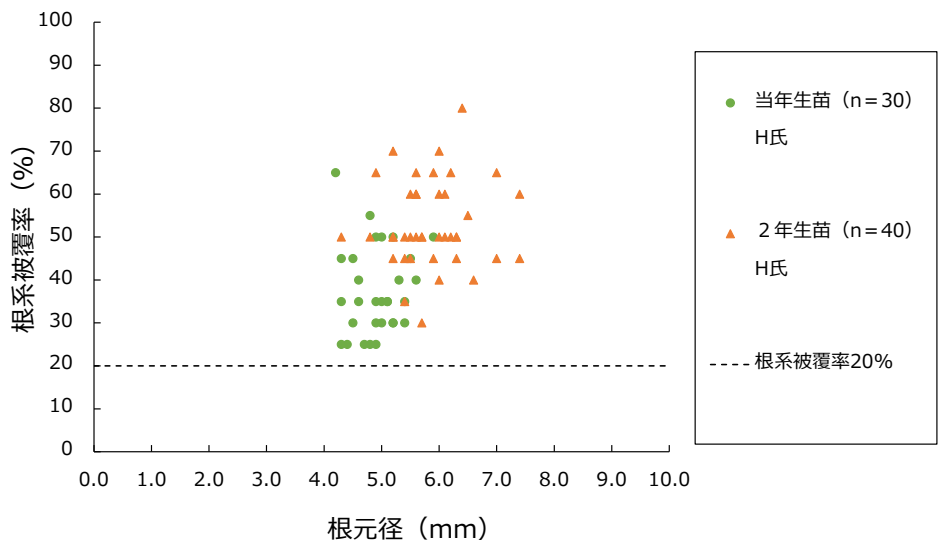


図 4-28 根鉢に対する根系の被覆率の結果（長野県_カラマツ）



写真 4-24 長野県カラマツ当年生苗の状況



写真 4-25 長野県カラマツ2年生苗の状況

(15) 島根県ヒノキ (当年生苗・2年生苗)

調査実施年度	平成 30 (2018) 年度
生産者	I 氏 (当年生苗、2年生苗)
植栽場所	島根県飯南町

【苗木の規格クリア率結果】

サンプリング計測結果とその規格クリア率を下に示す。平均苗長、平均根元径ともに当年生苗の方が2年生苗より小さい値を示した。平均形状比は当年生苗と2年生苗で同程度であり、どちらも100を僅かに超えていた。島根県の規格をクリアした当年生苗の割合は30%であった。

表 4-16 計測結果と規格クリア率 (島根県_ヒノキ)

		当年生苗	2年生苗
標本数 (本)		20	20
苗長 (cm)	平均	33.0	48.1
	標準偏差	4.4	7.8
	最大値	40.7	62.1
	最小値	25.5	36.2
根元径 (mm)	平均	3.2	4.8
	標準偏差	0.6	0.7
	最大値	4.5	5.9
	最小値	2.3	3.4
形状比	平均	105.0	102.1
	標準偏差	19.7	17.1
	最大値	162.8	134.1
	最小値	75.7	65.8

島根県 出荷規格	(参考) 林野庁の コンテナ苗標準規格 5号苗*	
苗長 30 cm 上	苗長 30 cm 上	根系被覆率 20%以上 (推奨値)
根元径 3.5 mm 上	根元径 3.5 mm 上	
30%	30%	100%

*林野庁「令和4年度コンテナ苗生産技術等標準化に向けた調査委託事業」で検討中の改定案

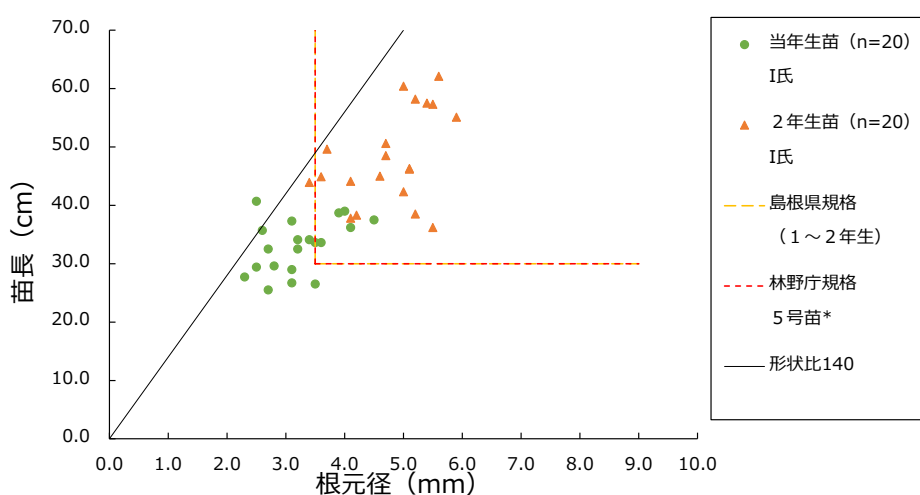


図 4-29 計測結果 (島根県_ヒノキ)

根鉢に対する根系の被覆率について、当年生苗と2年生苗を比較した結果を下図に示す。すべての当年生苗で根系被覆率20%を超え、2年生苗と大きな差は無かった。当年生苗の根鉢は、2年生苗ほどではないが比較的形成されていると言える。

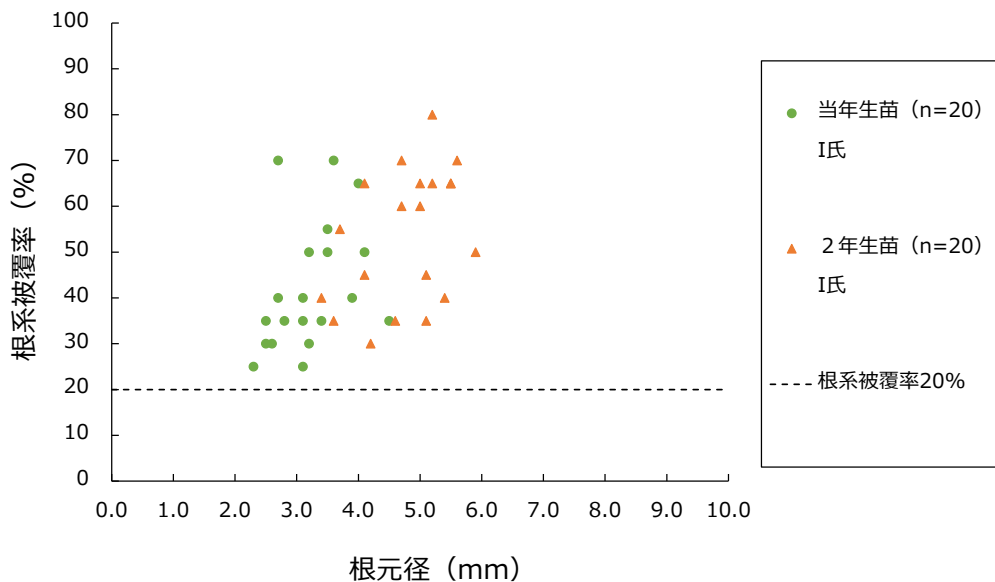


図 4-30 根鉢に対する根系の被覆率の結果（島根県_ヒノキ）



写真 4-26 島根県ヒノキ当年生苗の状況



写真 4-27 島根県ヒノキ2年生苗の状況

4-2-2. 当年生苗の規格クリア率のまとめ

【スギ】

サンプリング調査における、スギの当年生苗の規格クリア率を表 4-17 に整理した。

スギの当年生苗の地上部のサイズ（苗長、根元径）については、各都道府県の規格を9割以上クリアしていた生産者と、規格を半分程度クリアしていた生産者、規格をほとんどクリアしていなかった生産者に分かれた。また規格のうち、特に根元径をクリアできていない生産者が多かった。

スギの当年生苗の根鉢の形成状態については、ほとんどの生産者が基準（根系被覆率 20% 以上）を9割以上クリアしていた。ただし基準をクリアしていても、根が十分回りきらずに根鉢がしっかりと形成されていない苗木が見られた事例があった（写真 4-28）。

以上より、本事業で調査したスギの当年生苗について整理すると、地上部のサイズ（苗長、根元径）に関しては、特に根元径が十分育ちきらずに規格をクリアできなかった当年生苗が多かった一方で、育苗方法次第では規格をクリアできる苗木の生産も十分可能であることが分かった。また根鉢の形成状態に関しては、当年生苗であっても十分な根の量を確保することが可能である一方で、育苗期間が短いことにより根が回りきらず、根鉢がしっかりと形成されない状態で出荷される可能性があることが分かった。

表 4-17 当年生苗の規格クリア率（スギ）

生産者 (当年生苗)	各都道府県の コンテナ苗規格 (苗長、根元径)	(参考) 林野庁のコンテナ苗標準規格 (改定案)	
		5号苗の規格 (苗長、根元径)	根系被覆率 (推奨値：20%以上)
宮城県 C 氏 (H30)	43%	33%	100%
島根県 I 氏 (H30)	100%	95%	100%
兵庫県 J 氏 (H30)	—	0%	70%
高知県①K 氏 (H30)	0%	10%	95%
高知県②L 氏 (H30)	0%	0%	10%
高知県③L 氏 (R1)	50%	100%	100%
熊本県 (M 氏 H30) ※挿し木苗	95%	100%	90%



写真 4-28 高知県で生産されたスギの当年生苗と2年生苗の根鉢の状況

【カラマツ】

サンプリング調査における、カラマツの当年生苗の規格クリア率を表 4-18 に整理した。

カラマツの当年生苗の地上部のサイズ（苗長、根元径）については、各都道府県の規格を9割以上クリアした生産者と、3割程度しかクリアしていない生産者、ほとんどクリアしていない生産者に分かれた。また規格のうち、宮城や長野の生産者については苗長が、北海道の生産者については根元径が規格をクリアできていないことが多かった。

カラマツの当年生苗の根鉢の形成状態については、生産者や地域によらずほとんどの生産者が基準（根系被覆率 20%以上）をクリアできていなかった。

以上より、本事業で調査したカラマツの当年生苗について整理すると、地上部のサイズ（苗長、根元径）に関しては育苗方法次第で規格をクリアできる苗木の生産が可能である一方で、根鉢の形成状態に関しては、ほとんどの苗木が根鉢を形成できていなかった。

また、北海道で生産されたカラマツの当年生苗において、主軸が木質化しきらずに柔らかい状態のまま出荷された事例があった（写真 4-29）。育苗の期間が短かったことのほかに、播種から出荷の直前までハウスの中で育苗されたために野外順化が十分でなかったことが要因として挙げられた。このような苗木は、輸送の際に主軸が折損したり、植栽後に主軸が湾曲してしまう恐れがあるため注意が必要である。

表 4-18 当年生苗の規格クリア率（カラマツ）

生産者 (当年生苗)	各都道府県の コンテナ苗規格 (苗長、根元径)	(参考) 林野庁のコンテナ苗標準規格 (改定案)	
		5号苗の規格 (苗長、根元径)	根系被覆率 (推奨値：20%以上)
北海道①A氏 (R2)	90%	90%	0%
北海道②B氏 (R2)	100%	100%	0%
北海道③A氏 (R3)	35%	35%	0%
宮城県①E氏 (H30)	30%	30%	16.7%
宮城県②E氏 (R3)	5%	0%	0%
宮城県③N氏 (R3)	100%	100%	0%
長野県 H氏 (H30)	(100%)*	30%	100%

*長野県の規格は、苗長 25cm 上のみ



写真 4-29 主軸が木質化しきっておらず柔らかい状態のカラマツ当年生苗

【参考：カラマツの当年生苗における根系被覆率と根量の関係について】

前述したとおり、カラマツの当年生苗では根鉢の形成状態に大きな課題があることが分かった。ただし、カラマツはスギ等と根系の発達過程がそもそも異なり、根鉢の外側でなく内側で根系が発達している可能性がある。そこで、本事業でサンプリング調査したカラマツ当年生苗の根系被覆率(%)と根の乾燥重量(g)の関係を整理し、スギと比較した(図 4-3 1)。

その結果、カラマツの当年生苗はスギの当年生苗と比較して根系被覆率が 10%以下と低い苗木が多かったが、根系被覆率が 10%以下であっても根の乾燥重量にはばらつきがあることが分かった。このことは、カラマツの当年生苗の場合は根系が根鉢の表面よりも内部に多く伸長することがある可能性を示唆している。

ただし、根系被覆率が低いコンテナ苗は、仮に根鉢の内部にある程度の根があったとしても、輸送時等に根鉢が崩壊して植栽に適さない苗木となってしまう恐れがある。そのため、カラマツの当年生苗については根系被覆率が高いかどうか(根鉢が崩壊しないかどうか)という点が、苗木を出荷できるかどうかの大きな判断基準になると言える。

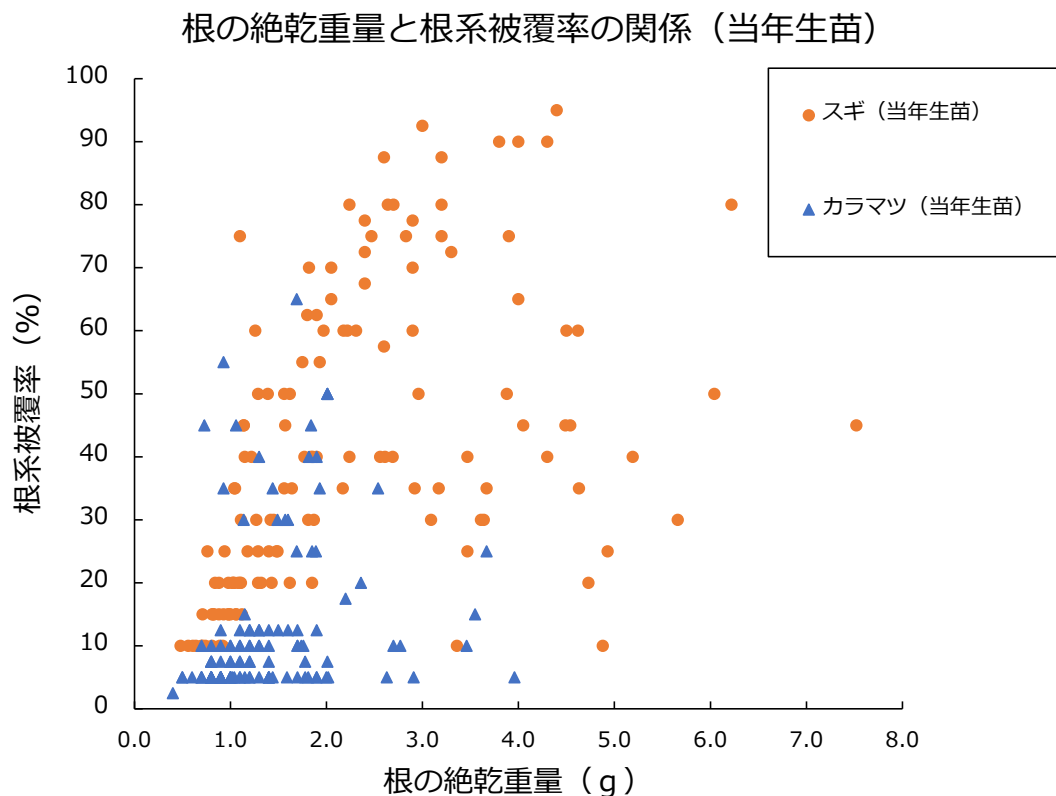


図 4-3 1 当年生苗の根の絶乾重量と根系被覆率の関係 (カラマツ・スギ)
(宮城県カラマツ③は、地置きしており主根だけ太くなっていたことから除外した)

【ヒノキ】

サンプリング調査における、ヒノキの当年生苗の規格クリア率を表 4-19 に整理した。なお、ヒノキは他の樹種と比較して成長が遅いため、当年生苗を生産している苗木生産者がほとんどおらず、本事業の事例でも島根県の1事例のみだった。

ヒノキの当年生苗の地上部のサイズ（苗長、根元径）については、調査した当年生苗のうち規格をクリアしていたのは3割であった。また規格のうち、主に根元径がクリアできていない苗木が多かった。

根鉢の形成状態については、全ての苗木が基準（根系被覆率 20%以上）をクリアしていた。

表 4-19 当年生苗の規格クリア率（ヒノキ）

生産者 (当年生苗)	各都道府県の コンテナ苗規格 (苗長、根元径)	(参考) 林野庁のコンテナ苗標準規格 (改定案)	
		5号苗の規格 (苗長、根元径)	根系被覆率 (推奨値：20%以上)
島根県 (I氏 H30)	30%	30%	100%

【当年生苗の規格クリア率のまとめ】

スギ当年生苗については、苗木サイズが規格をクリアし、根鉢も十分な苗木の生産も可能と言える。ただし根鉢に関しては、根の量が十分であっても、根が伸長途中で発達しきっておらず根鉢がしっかり形成されていない場合もあるため注意が必要である。

カラマツ当年生苗については、地上部は規格をクリアすることも可能であるが、根鉢の形成が大きな課題となっている。また、育苗方法によっては主軸が木質化しきらず柔らかいまま出荷される可能性があり注意が必要である。

ヒノキについては、当年生苗の生産事例がほとんどなく、本事業でも1事例のみだった。そのため、まずはヒノキの当年生苗の生産事例を増やしていくことが必要となる。

4-2-3. 規格をクリアするための育苗方法

当年生苗の調査データを整理した結果、本事業で調査した当年生苗は従来のコンテナ苗（2年生苗）よりも地上部のサイズが小さい傾向にあったものの、育苗方法次第では従来の規格をクリアできるような当年生苗を生産することも可能であることが分かった。

そこで、当年生苗が従来のコンテナ苗の規格をクリアするための育苗方法について、本事業で過年度に実施した生産者へのヒアリング調査の結果や、育苗期間の短縮を研究している研究機関が発行している文献等の調査を基に、ヒントとなる情報を整理した。

(1) 本事業の調査結果からのヒント

本事業の結果からは、主に育苗期間と施肥の2点がヒントとして挙げられた。

【育苗期間】

苗木サイズの規格クリア率が比較的高く、根鉢がしっかり形成されていた事例（高知県スギ③）では、播種を1月、出荷を翌年の1月に実施しており、育苗の期間が約12ヶ月と長かった。高知県は比較的温暖な気候であるため、播種を早い時期に実施することが可能である。また、植栽地の積雪等の恐れもないことから、出荷の時期（＝植栽の時期）も寒冷地ほど限定されず、育苗期間を長くとることが可能だった。このため、苗木が育つ期間を十分確保できたことが規格をクリアできる当年生苗の生産に繋がったと考えられる。



写真 4-30 高知県スギ③の当年生苗

【施肥】

施肥については、生産者により元肥及び追肥の量や成分は様々であり、最適な施肥管理の方法について言及することは難しいが、スギについては、従来のコンテナ苗（2年生苗）の育苗時よりも元肥を多く（2年生苗の2倍）入れていた生産者（島根県スギ）や、追肥（液肥）の頻度が高かった生産者（宮城県スギ）が育苗した当年生苗が、しっかりとした根鉢ができていく傾向にあった。ただし、施肥の量を増やした時の反応は樹種によって異なる可能性がある。特にカラマツについては、地上部は大きくても根鉢が形成されていない苗木が本事業でも多く確認されており、施肥の量を多くしたときの地上部と根系の反応について今後の検証が必要である。



写真 4-3 1 島根県スギの当年生苗

（2）他の研究機関からのヒント

都道府県の研究機関等の発行物等から、当年生苗を含むコンテナ苗の育苗期間短縮技術に関するヒントについて調査して以下に整理した。

①スギ

スギの育苗期間短縮技術に関する研究事例は多く、主に播種の方法や時期、施肥の量や成分等についての検証が行われている。

【播種方法】

- ・ 直播することで移植の手間が不要となり、早い成長が期待できる。移植の場合は発芽直後に移植する場合を除き、直播より成長が遅くなる。また、直播後の十分な覆土と播種後1カ月ならびに夏以降の十分な散水が必要である（コンテナ苗は空中に浮かせて育苗するため培地が乾きやすい特性があるため）。（三重県林業研究所）*1
- ・ 苗木のコストを下げるためには、コンテナ苗への直播と育苗期間の短縮が必要である。過年度に採種し保存しておいた種子または当年9月20日以降に採種した種子を10月下旬までにコンテナ苗へ直播（育苗密度 200 本/m²）することで、温量指数が 130 程度以

上の立地環境では、加温を行わなくても翌年秋以降に山行き可能なコンテナ苗の生産が可能である。(近藤ほか) *2

【施肥】

スギ苗の養分吸収量は季節による変動があり、4～8月には相対的に窒素吸収量が多く、8～11月にはカリウムの吸収が多くなることが過去の研究から明らかになっている。

- ・肥効期間が360日タイプの緩効性肥料(N:P:K=16:5:10)を、10g/Lの割合で培地に混合。追肥は不要で、培地に混合した元肥だけで十分に育つ。追肥を行うと、苗は濃い緑になり、成長が早くなるが、梢端や葉が弱々しく、根の量が少なくなることがある。(三重県林業研究所) *1
- ・元肥・追肥の種類及び施用量の違いによる成長・形状比への影響を検討した。元肥の種類について検証したところ、緩効性肥料(100日タイプ、N:P:K=12:8:10)に苦土石灰と腐葉土を配合した肥料で、移植100日後のコンテナ苗の成長が良くなることがわかった。次に元肥の施肥量についても検証したところ、施肥量が多くなるほど苗長が増加するものの、施肥量がある一定量以上となるとそれ以上の成長改善はみられなかった。ココピートを培土とし、生育期前半の7月末まで肥効が継続する緩効性肥料(100日タイプ、N:P:K:Mg=12:8:10:2)が1ℓあたり12～24gおよび苦土石灰が2～4gを施用することが適正肥料量であることが示唆された。また追肥の種類について検証したところ、緩効性肥料(100日タイプ、N:P:K=10:18:15)と苦土石灰の組合せで施用すると、苗高と地際直径の成長が促進されることが明らかとなった。さらに追肥の施肥量についても検証したところ、追肥量が多いほど苗高・地際直径が大きくなる傾向が認められた。上記の緩効性肥料(100日タイプ)を1苗当たり4.5gと苦土石灰0.9gを施用した場合に最も肥大成長を促進することが分かり、培地1ℓあたりのNは3.0g、P₂O₅は5.4g、K₂Oは4.5g、CaOは2.1g、MgOは0.9gが適当であると考えられた。なお、液肥を週に1度施用する処理は効果がなかった。施肥方法による形状比のバラつきが発生したため、形状比に影響を及ぼす要因を精査する必要がある。(大平ほか) *3

【根鉢】

- ・過年度に採種し保存しておいた種子または当年9月20日以降に採種した種子を10月下旬までにコンテナ苗へ直播(育苗密度200本/m²)することで、温量指数が130程度以上の立地環境では、主幹は湾曲せず健全に直立していた。さらに根系が培地に張り巡らされ、出荷時に培地が容易に崩れない根鉢が形成されていた。(近藤ほか) *2

②カラマツ

カラマツの生産地は、気候の寒冷な地域が多く、播種を早めることが難しい。また、積雪地では雪が降る前に植栽しなければならないため、当年生苗の育苗期間が十分に取れない事も多い。このような条件で育苗期間を十分とるために、加温施設の利用を推奨している文献もあった。

【育苗方法】

- ・播種は3月下旬におこない、最低気温を15℃に保つよう加温し、種子や覆土が乾かないよう灌水の頻度を多くする。野外馴化は遅くとも7月上旬に始める。遅くまで温室で育苗すると徒長苗になるとともに、葉の量が多くなりすぎ、苗木の下部が草蒸れして病気が発生する。直径成長は育苗密度とコンテナ容量により制限される。(地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部林業試験場・林産試験場) *4
- ・育苗密度を1コンテナあたり30本以上にすると、苗高は高くなるが形状比が悪化する。また灌水が行きわたらないリスクも懸念される。(長野県林業総合センター) *5

【施肥】

- ・カラマツは、施肥量に敏感に反応するため、成長量を調整することができる。発芽後20日目から、伸長成長を活発に始める60日目までは標準的なNPK(例えばN:P:K=6:10:5)の肥料、伸長成長が活発になった以降、8月中旬までは前者の肥料もしくは、窒素量の多い肥料(例えばN:P:K=20:20:10)を追肥し、その年の天候等から成長量を調整する。8月中旬以降は低温耐性を付けるため、カリウムの多い肥料(例えばN:P:K=10:10:30)に切り替える。液肥を増やすよりも元肥を加えることの効果が高い(即効性である液肥は肥料やけを起こしやすいため、標準量が薄い濃度に設定されている)。秋の低温馴化の妨げにならないよう、8月中旬に肥料分が切れるようにする。(地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部林業試験場・林産試験場) *4
- ・元肥が多いほど苗高は高くなるが、形状比も大きい苗になり、初期成長が悪く植栽後に倒伏するため、元肥量は少ない方が適当と思われる。養分(N:P:K)の再検証が必要(長野県林業総合センター) *5

③ヒノキ

ヒノキについては、育苗期間の短縮に関する技術を研究している事例は少なかった。

【育苗方法】

- ・培土はココピートオールドが最も適している。最低でも3日に一度は灌水する。最も成長する温度は概ね25℃である。(島根県中山間地域研究センター) *6

【施肥】

・施肥量が多いと地上部の成長は良くなるが、地上部の大きさに対して根の量は相対的に少なくなる。2年生苗より施肥を多くし、肥効調節型肥料（ハイコントロール 085 180 日タイプ）をキャビティあたり1～5g（40～200g/コンテナ）培土に混合する（2年生苗では1～3g）。（島根県中山間地域研究センター）*6

以上のように、育苗期間を短縮して出荷するための技術を研究している機関はいくつかあり、主に播種方法や施肥の種類、施肥量などについて検証していた。ただし、主な目的は地上部が規格をクリアすること（あるいは得苗率の向上）であり、根鉢の形成にまで言及されている事例はまだ少なかった。

施肥の量を増やすと、樹種によっては地上部の成長は良くなるが、地上部の大きさに対して根の量が少なくなるという報告がされている事例もあるため、地上部が規格をクリアし、かつ根鉢がしっかりと形成されている（根鉢が崩壊しない）当年生苗の育苗方法を開発することが、今後の課題と言える。

表 4-20 引用した文献等

文献 No.	資料名・論文タイトル (出典)	発行者・著者	発行年
1	スギ実生1年生コンテナ苗生産の手引きー春播種して1成長期で出荷できる苗を作る方法ー	三重県林業研究所	2020年3月
2	1年生で山行き可能なスギコンテナ苗の育苗ー秋季にコンテナ容器へ直播きする方法ー（静岡県農林技術研究所研究報告 第12号、41-46）	近藤晃・袴田哲司・山本茂弘	2019年3月
3	施肥量がスギ実生コンテナ苗の成長に及ぼす影響（日林誌（2019）、101、109-114）	大平峰子・松下通也	2019年3月
4	カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・植栽システム	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 森林研究本部林業試験場・林産試験場	2019年3月
5	1年生カラマツコンテナ苗の品質を向上させる施肥量と育苗密度	長野県林業総合センター育林部	ー
6	スギ・ヒノキのコンテナ苗生産の手引き（改訂版）	島根県中山間地域研究センター	2018年3月

4-3. 当年生苗の植栽後の生育状況について

平成 30（2018）年度から令和 4（2022）年度に実施された、各調査地における当年生苗と 2 年生苗の生育状況等の調査結果を項目ごとに取りまとめた。結果を以下に示す。

4-3-1. 当年生苗と 2 年生苗の活着率について

各調査地における、当年生苗と 2 年生苗の活着率（植栽してから約 1～3 カ月後までの生存率）を以下に整理した。なお、本事業の開始前に植栽され、初回の調査時点で 1～2 成長期が経過していた福島県いわき市と茨城県常陸太田市については本項目から除外した。

どの樹種も、ほとんどの調査地で当年生苗と 2 年生苗の活着率に大きな差は無く、90～100%と高い値を示した。このことから、本事業の中では、樹種・地域によらずほとんどの当年生苗が活着し、また当年生苗と 2 年生苗で活着率に差はなかったと言える。

ただし例外として、長野県下諏訪町の調査地では、当年生苗の活着率が 81%、2 年生苗の活着率が 97%となっており、当年生苗の活着率が 2 年生苗と比較して低下していた。この調査地では植栽直後からノネズミによると思われる食害が、特に当年生苗に多く確認されていた。そのため、当年生苗の活着率が低下していた要因として、活着できなかったというよりも食害を受けて枯死したことが影響したと考えられる。

なお、過年度に本事業で実施した苗木のサンプリング調査では、特にカラマツの当年生苗の多くで根鉢がほとんど形成されていなかったことが確認されている。このような苗木を植栽しても活着率の低下は確認されていないが、培土と一緒に植栽されるコンテナ苗では活着への影響が遅れて出てくる可能性があるため、その後の生存率の推移にも注目する必要がある。

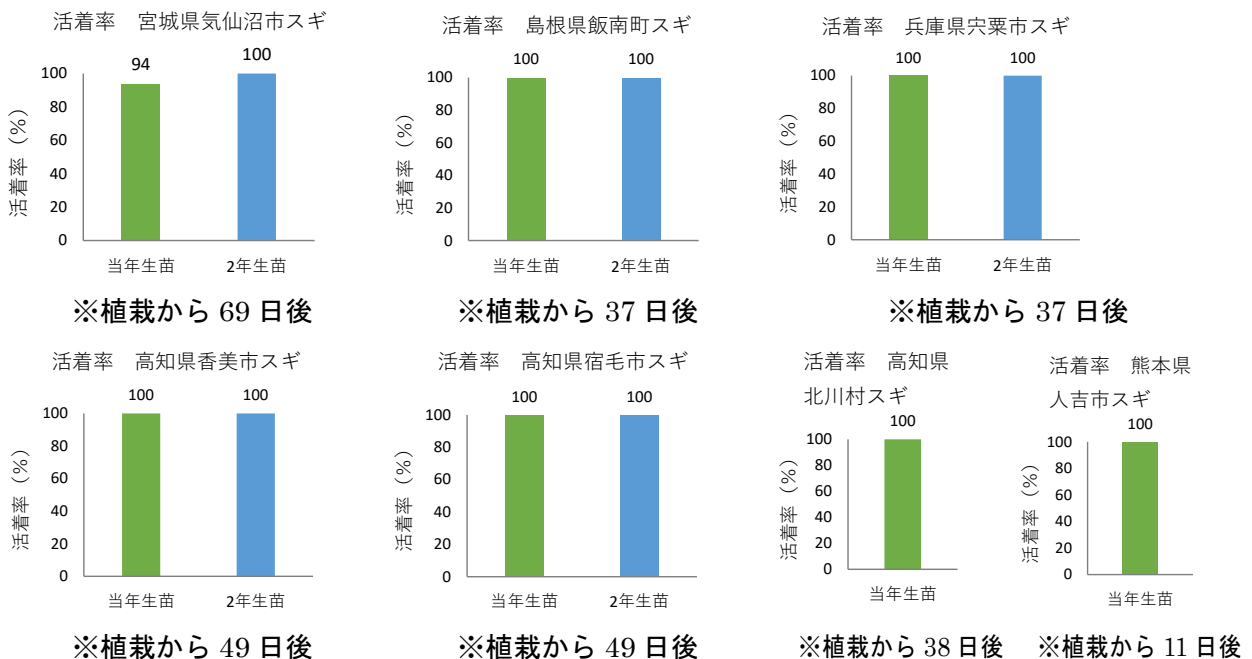
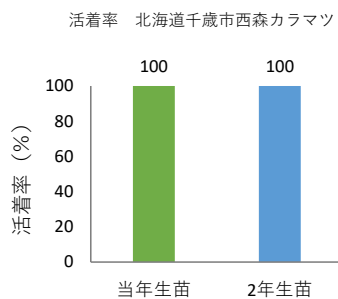
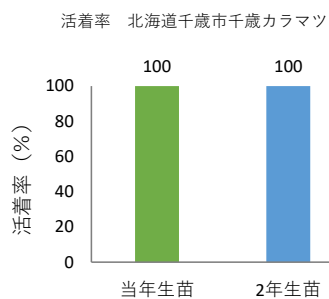


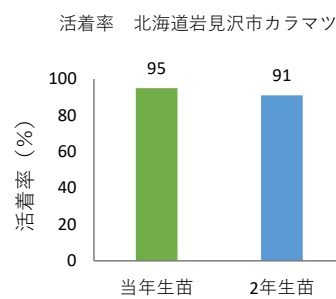
図 4-3-2 植栽木の活着率（スギ）



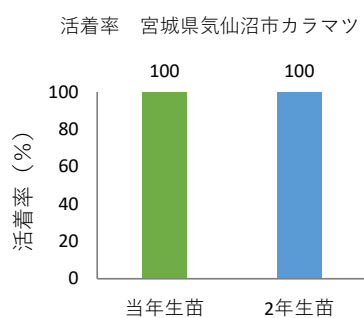
※植栽から約 30 日後



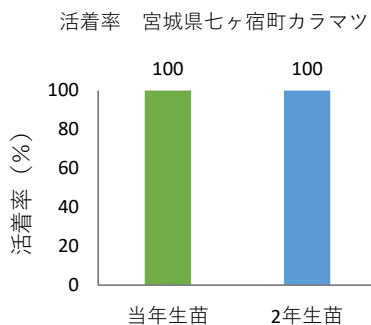
※植栽から約 30 日後



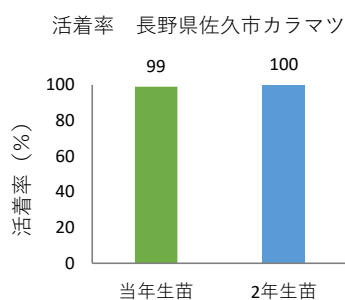
※植栽から約 30 日後



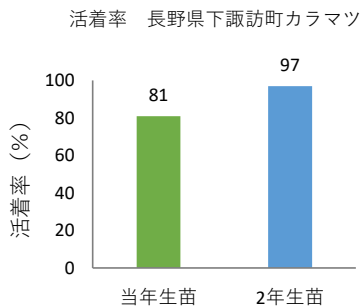
※植栽から 69 日後



※植栽から約 30 日後

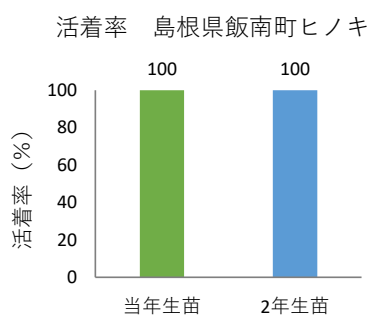


※植栽から 71 日後



※植栽から 71 日後

図 4-33 植栽木の活着率 (カラマツ)



※植栽から 37 日後

図 4-34 植栽木の活着率 (ヒノキ)

4-3-2. 当年生苗と2年生苗の生存率について

各調査地における、平成30(2018)年度から令和4(2022)年度までの当年生苗及び2年生の生存率の推移を樹種ごとに分けて整理した。なお、図の実線は当年生苗の生存率の推移、点線は2年生苗の生存率の推移をそれぞれ示している。

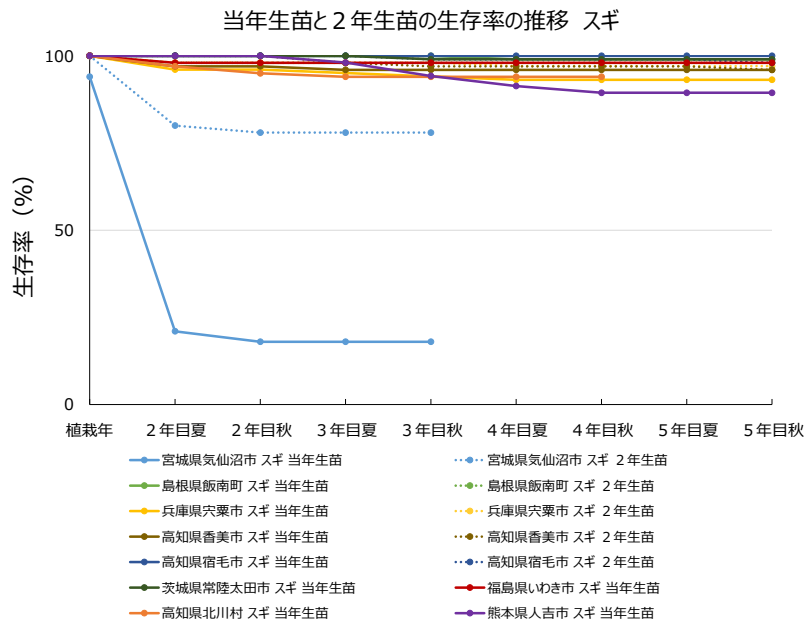


図 4-35 植栽木の生存率の推移 (スギ)

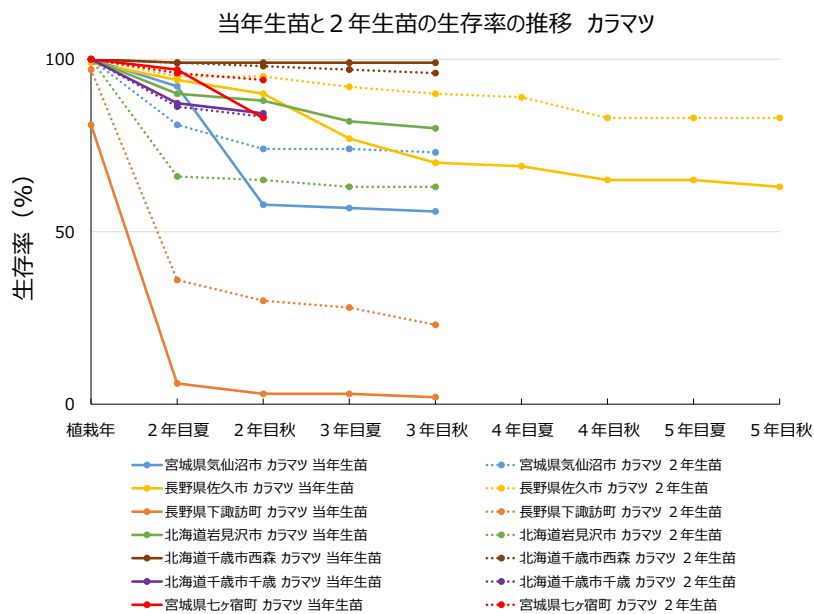


図 4-36 植栽木の生存率の推移（カラマツ）

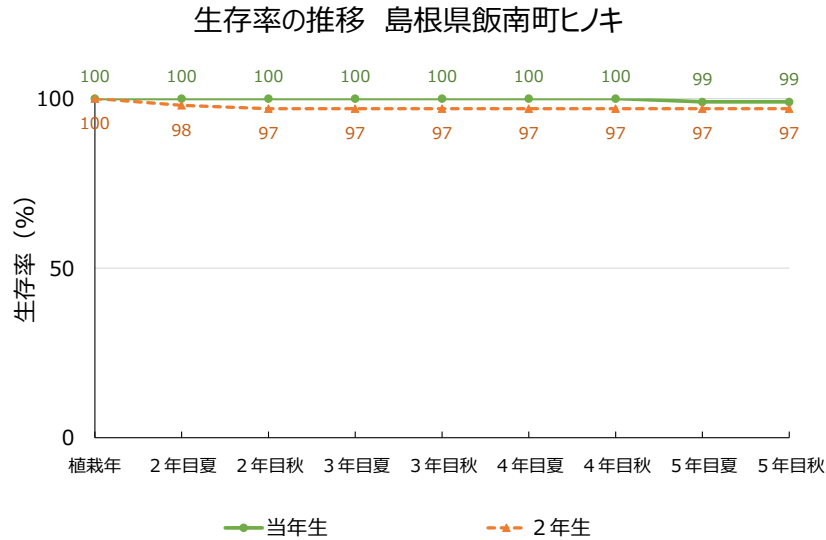


図 4-37 植栽木の生存率の推移（ヒノキ）

スギについては（図 4-35）、9箇所の調査地のうち8箇所において生存率の大きな低下は生じておらず、また当年生苗と2年生苗で生存率にほとんど差は無かった。例外として、宮城県気仙沼市のスギ調査地では、植栽直後の調査からノウサギによる食害が確認されており、生存していた当年生苗の94%、2年生苗の17%に被害が見られ、特に当年生苗での被害が大きかった。その結果、植栽年から2年目の夏にかけて、特に当年生苗で生存率が大きく低下した。

カラマツについては（図 4-36）、7箇所の調査地のうち6箇所で生存率の低下が見られた。そのうち、食害が主な要因として考えられる調査地が、宮城県気仙沼市、長野県下諏訪町、北海道岩見沢市、北海道千歳市千歳の4箇所である。

宮城県気仙沼市のカラマツ調査地では、植栽翌年の夏から秋にかけて当年生苗の生存率が大きく低下していたが、スギ調査地と同様にノウサギによる食害が発生していた。

また、長野県下諏訪町のカラマツ調査地では、植栽年から2年目の夏にかけて当年生苗及び2年生苗の生存率が大きく低下していた。ノネズミによる食害が要因として挙げられたほか、ササによる被圧も影響したと考えられた。

北海道千歳市千歳や北海道岩見沢市のカラマツ調査地では、ノネズミ又はノウサギによる食害が発生した。北海道千歳市千歳では当年生苗と2年生苗の生存率の低下は同程度だったが、北海道岩見沢市では、植栽年から2年目の夏にかけて、特に2年生苗の生存率の低下が大きかった。

食害以外では、植栽地の環境条件や植栽時の苗木の状態も要因として挙げられた。長野県

佐久市のカラマツ調査地では、植栽直後から連続的に生存率が低下しており、特に当年生苗の低下が大きかった。この調査地では当年生苗区と2年生苗区で立地環境が異なり、当年生苗区は平坦地で過湿になりやすく滞水が発生しやすい環境であったことが、生存率の低下に大きく影響したと考えられた。

また、宮城県七ヶ宿町のカラマツ調査地では、植栽翌年の夏から秋にかけて、当年生苗100本のうち14本が枯死しており、うち12本が立ち枯れだった。この当年生苗は育苗の段階でコンテナを地面に直接置いており、根系がキャビティ内よりも地面の中で伸長しており、出荷時には根鉢がほとんど形成されていなかったため、水ストレスを受けた可能性が考えられた。

これらの調査地について、生存率の大きな低下が生じた時期に着目すると、生存率が大きく低下したのは植栽からおよそ1年後までがほとんどであり、それ以降については、植栽された立地環境に要因があると考えられた長野県佐久市の調査地を除き、生存率の大きな低下は生じていなかった。また、生存率の大きな低下が確認された調査地のほとんどにおいて、2年生苗よりも当年生苗の方が低下の度合いが大きかった。

ヒノキについては1事例しかないが（図 4-37）、当年生苗・2年生苗ともに生存率の低下はほとんど見られなかった。

以上より、生存率の低下については植栽から1年以内に多くが発生しており、スギやヒノキよりもカラマツで顕著だった。また生存率を低下させる主な要因としてノウサギやノネズミによる食害が挙げられたほか、雑草木による被圧や植栽地の水分条件、出荷時の根鉢の状態等も要因として考えられた。

なお、食害が発生した要因については、次項で検証を行った。

4-3-3. 当年生苗と2年生苗の植栽後の食害について

本事業において、いくつかの調査地で食害の発生が確認されているが、そのうちの一部の調査地では当年生苗の方が2年生苗よりも食害が多く発生していた。当年生苗と2年生苗で食害の状況が異なった要因として、まず植栽木のサイズが違うことの影響（例えば、当年生苗の方が細かったため齧りやすかった等）が考えられるが、前述のとおりこれは苗齢に関わらず苗木が小さければ発生する問題であるため、当年生苗自体の問題点とはならない。

一方で、当年生苗と2年生苗の間におけるサイズ以外の違い（例えば主軸における木質化の度合い等）が影響していた場合、仮に当年生苗の苗木サイズが規格をクリアしていても当年生苗にのみ発生する可能性があるため、当年生苗を導入する際の留意点として整理が必要である。

そこで、当年生苗の方に食害が多く発生していた調査地において当年生苗と2年生苗の食害の発生頻度に関する分析を行い、食害が発生した要因が苗齢によるものなのか、それとも苗木サイズ等の苗齢以外によるものなのかを検証した。

(1) 宮城県気仙沼市スギ（ノウサギ食害）

宮城県気仙沼市のスギ調査地では、植栽直後の平成30（2018）年秋冬期の時点で既にノウサギによる食害が確認されており、生存していた当年生苗の94%、2年生苗の17%が被害を受けていた。

当年生苗と2年生苗について、地際径ごとに健全な植栽木と食害を受けた植栽木の数を整理したところ、全体として2年生苗の方が当年生苗よりも地際径が大きい傾向にあるものの、同じ地際径でも当年生苗の方が食害が発生しやすい傾向があった（図4-38の赤枠の部分）。

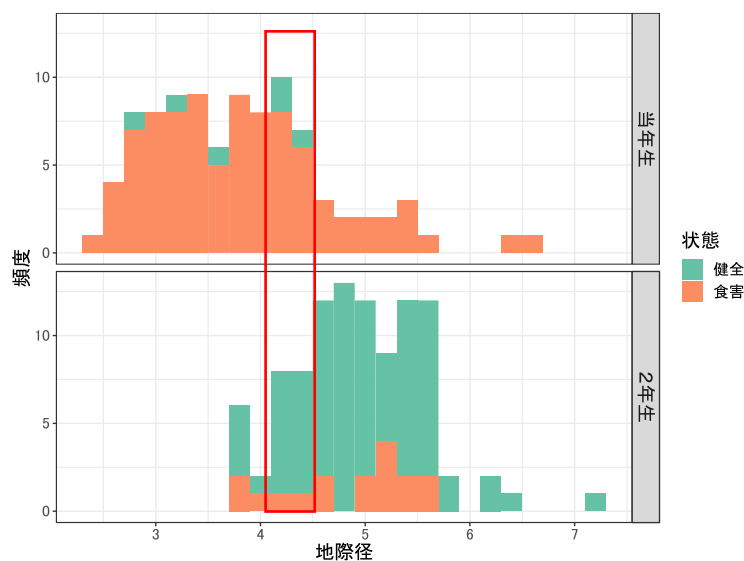


図 4-38 植栽木の地際径とノウサギ食害の発生頻度
(平成31(2019)年2月、宮城県気仙沼市スギ)

そこで、下記のモデル式に基づくロジスティック回帰分析を行い、「地際径」のみが食害率を説明するモデル（model2：黒い点線）と、「地際径」に加えて「地際径と苗齢の交互作用」が食害率を説明するモデル（model1:赤と青の線）をモデル選択で比較した（図 4-3 9）。なお、「地際径と苗齢の交互作用」とは、苗齢が異なると地際径が同じでも食害率が変化することを示す。

モデル式

model1 ノウサギ食害率 = 地際径 + 地際径：苗齢

model2 ノウサギ食害率 = 地際径

2つのモデルについて尤度比検定によるモデル選択。

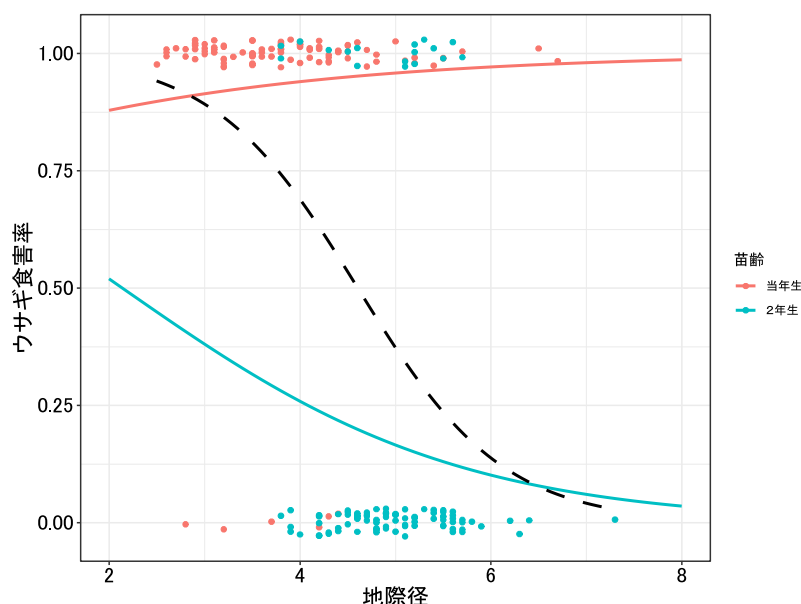


図 4-3 9 ノウサギ食害率に関する解析結果（宮城県気仙沼市スギ）

解析の結果、「地際径と苗齢の交互作用」を含むモデルが選択され、同じ地際径でも当年生苗の方が2年生苗よりもノウサギ食害が発生しやすい傾向にあることが示された。

さらに、別の分析手法である決定木分析を用いて分析を行い、地際径と苗齢のどちらがより影響を与えているかについて検証した。なお決定木分析とは、ある目的に対して関連・影響の強い項目から順に分岐させて、ツリー状に表す分析手法である。

ノウサギのスギへの食害についての決定木分析の結果を図 4-40 に示す。目的変数としてノウサギ食害の発生頻度、説明変数として植栽時の地際径と苗齢を用いて分析したところ、苗齢のみが説明変数として選択され、当年生苗であるとノウサギによる食害が発生しやすいという結果となった。

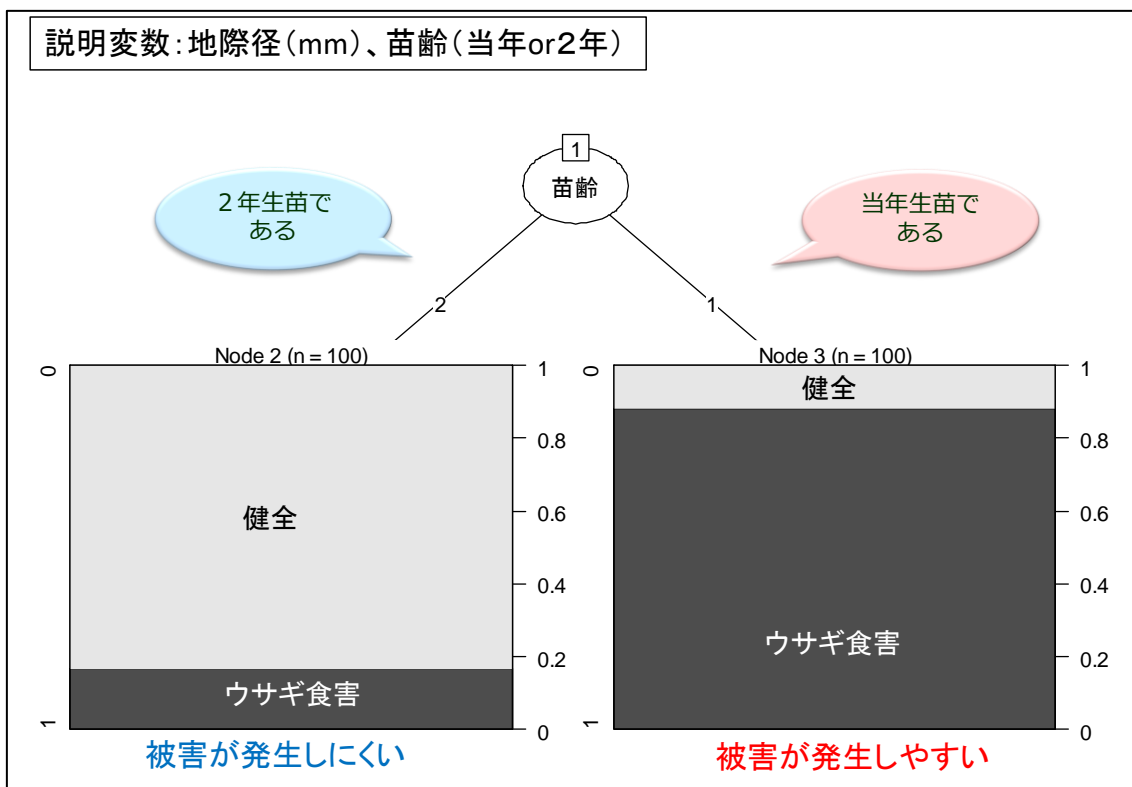


図 4-40 決定木分析の結果 (宮城県気仙沼市スギ)

(2) 高知県宿毛市スギ（ノウサギ食害）

高知県宿毛市のスギ調査地では、植栽から約1年後である令和元（2019）年の秋冬期調査の時点で当年生苗の59本、2年生苗の44本が、ノウサギによると思われる食害を受けていた。そこで、当年生苗に食害が多く発生した要因について、植栽木の地際径との関係から分析を試みた。

当年生苗及び2年生苗について、地際径ごとに健全な植栽木と食害を受けた植栽木の数を整理したところ、本調査地では当年生苗と2年生苗の地際径が異なっていることが分かった（図4-41）。そのため、本調査地において当年生苗に多く食害が発生した要因について、地際径の違い以外から検証することが難しいことが分かった。

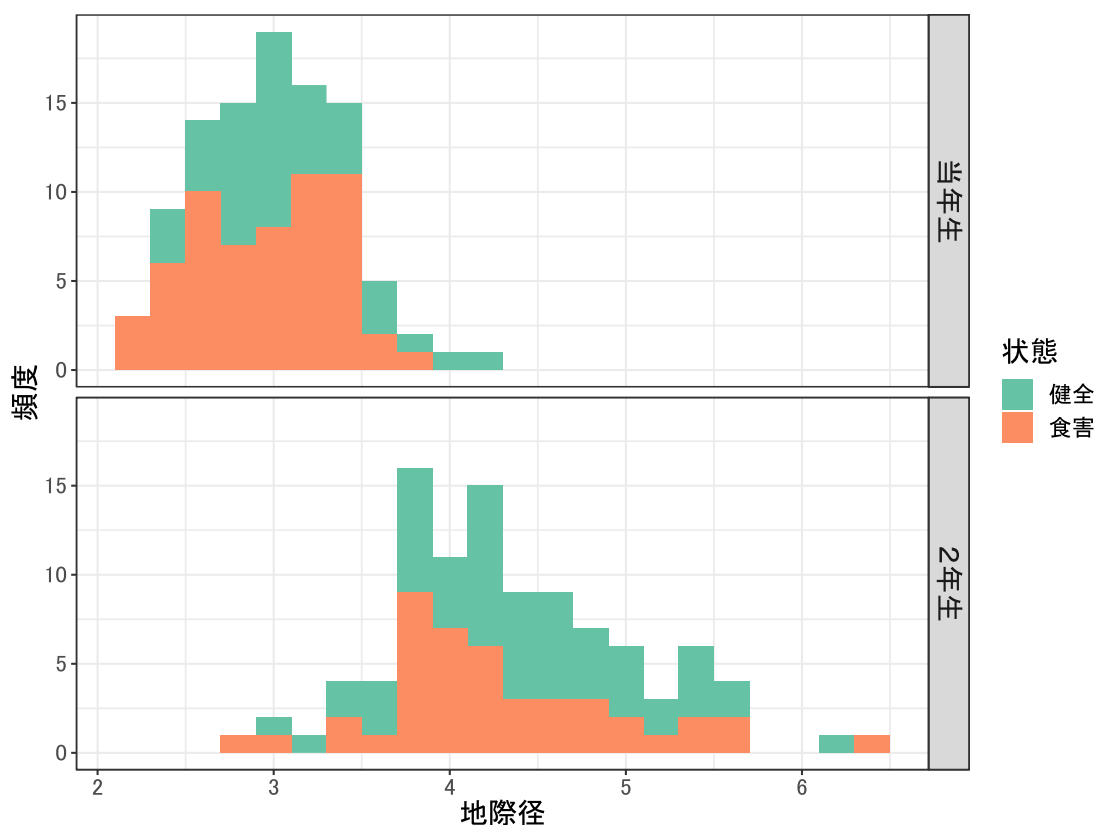


図 4-4 1 植栽木の地際径とノウサギ食害の発生頻度
（平成 31（2019）年 2 月、高知県宿毛市スギ）

(3) 宮城県気仙沼市カラマツ（ノウサギ食害）

宮城県気仙沼市のカラマツ調査地では、植栽から約3カ月後の初回調査時には食害が見られなかったものの、植栽翌年の夏（平成31（2019）年7月）の調査において、隣接するスギ調査地（220 ページ）と同様にノウサギによる食害が確認され、当年生苗 65 本、2年生苗 43 本が被害を受けていた。そこで、当年生苗に食害が多く発生した要因について、植栽時のサイズ（樹高、地際径）や苗齢と、植栽翌年の夏における食害の発生頻度の関係を検証するため、決定木分析を行った。結果を図 4-4 2 に示す。

目的変数として食害の発生頻度、説明変数として植栽時の樹高と地際径、苗齢を用いて分析したところ、樹高のみが説明変数として選択され、苗齢の影響は検出されなかった。このことから、本調査地におけるノウサギ食害は、スギの場合と異なり、苗齢に関係なく植栽時の樹高が小さいと発生しやすいという結果となった。

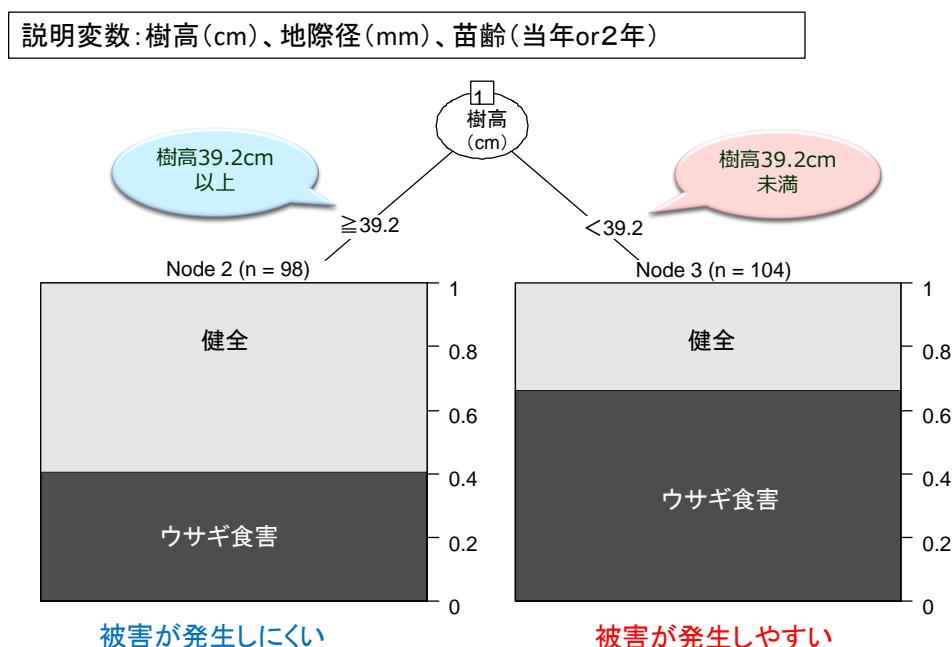


図 4-4 2 決定木分析の結果（宮城県気仙沼市カラマツ）

(4) 北海道岩見沢市カラマツ（ノウサギ又はノネズミ食害）

北海道岩見沢市のカラマツ調査地では、植栽翌年の夏（令和3（2021）年7月）までに、当年生苗 100 本のうち 11 本、2 年生苗 100 本のうち 34 本が枯死・消失していた。また、生き残った苗木のうち、当年生苗の 27 本、2 年生苗の 9 本にノウサギ又はノネズミと考えられる食害が確認された。

枯死・消失の要因についても食害によると考えられるが、特に消失してしまっている個体について要因を特定するのは困難である。そのため、食害が確認された生存木（当年生苗 27 本、2 年生苗 9 本）について、植栽時のサイズ（樹高、地際径）や苗齢と、植栽翌年の夏における食害の発生頻度の関係を検証するため、決定木分析を行った。結果を図 4-4 3 に示す。

目的変数として食害の発生頻度、説明変数として植栽時の樹高と地際径、苗齢を用いて分析したところ、樹高のみが説明変数として選択され、苗齢の影響は検出されなかった。このことから、本調査地におけるノウサギ又はノネズミ食害は、苗齢に関係なく植栽時の樹高が小さいと発生しやすいという結果となった。

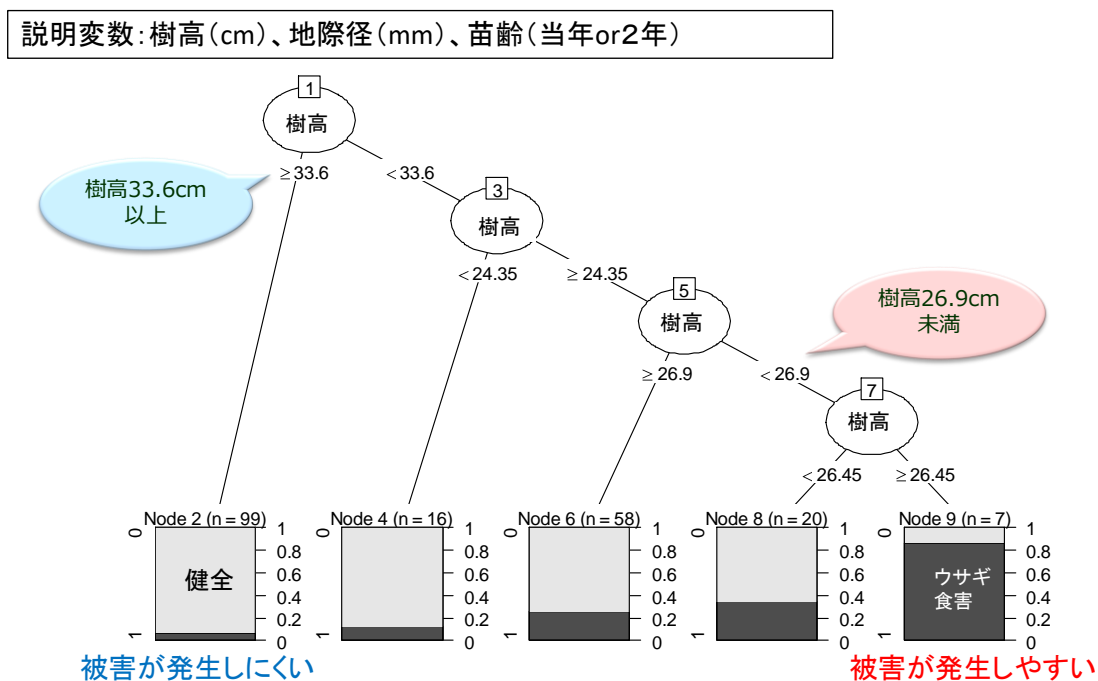


図 4-4 3 決定木分析の結果（北海道岩見沢市カラマツ）

(5) まとめ

本事業で食害が確認された調査地のうち4箇所における検証の結果、苗齢が要因となった事例は宮城県気仙沼市スギへのノウサギ食害の1つだけであり、その他については植栽時の苗木サイズが影響しているという結果となった。

苗齢が要因となった事例について、当年生苗と2年生苗のどのような違いが影響したかについては、主軸の木質化の度合いや育苗時の肥料の量等、様々な要因が考えられるものの特定は難しい。そのため、ノウサギが当年生苗のどのような部分を好んで食害したかについて突き止めることが今後の課題である。

また、苗木サイズのうち、地際径の影響については、地際径が小さいとノウサギが齧りやすいことが考えられるが、樹高の影響については不明である。

4-3-4. 当年生苗と2年生苗の植栽後の湾曲について

令和2（2020）年度に設定した北海道のカラマツ調査地2箇所において、植栽後に植栽木が湾曲している事例が見られた。北海道千歳市西森の調査地では、植栽後の湾曲が当年生苗に多く発生していた。また、北海道岩見沢市の調査地では、雪圧により多くの植栽木が湾曲していた。

そこで、これらの調査地において4-3-3.と同様に苗木の湾曲の発生頻度に関する分析を行い、植栽後に湾曲が発生した要因が苗齢によるものなのか、それとも苗木サイズ等の苗齢以外によるものなのかを検証した。

北海道千歳市西森のカラマツ調査地では、令和2（2020）年10月末に実施した植栽直後の調査時から植栽木の湾曲が確認されており、当年生苗で13本、2年生苗で6本が湾曲していた。また、植栽から約1か月後の調査では、当年生苗で25本、2年生苗で5本が湾曲しており、当年生苗の湾曲発生頻度が2年生苗よりも高かった（図4-44）。

北海道岩見沢市のカラマツ調査地でも、植栽直後の令和2（2020）年10月末の調査時点から植栽木の湾曲が確認されており、当年生苗で12本、2年生苗で21本と2年生苗の方が多く湾曲していた。さらに植栽から約1か月後の令和2（2020）年11月の調査では、調査の一週間ほど前に苗木が完全に埋まるほどの降雪があり、調査時には融雪していたものの雪圧によりほとんどの植栽木が湾曲していた。湾曲した植栽木の本数は当年生苗で78本、2年生苗で63本と、当年生苗の湾曲発生頻度が2年生苗よりも高くなった（図4-45）。

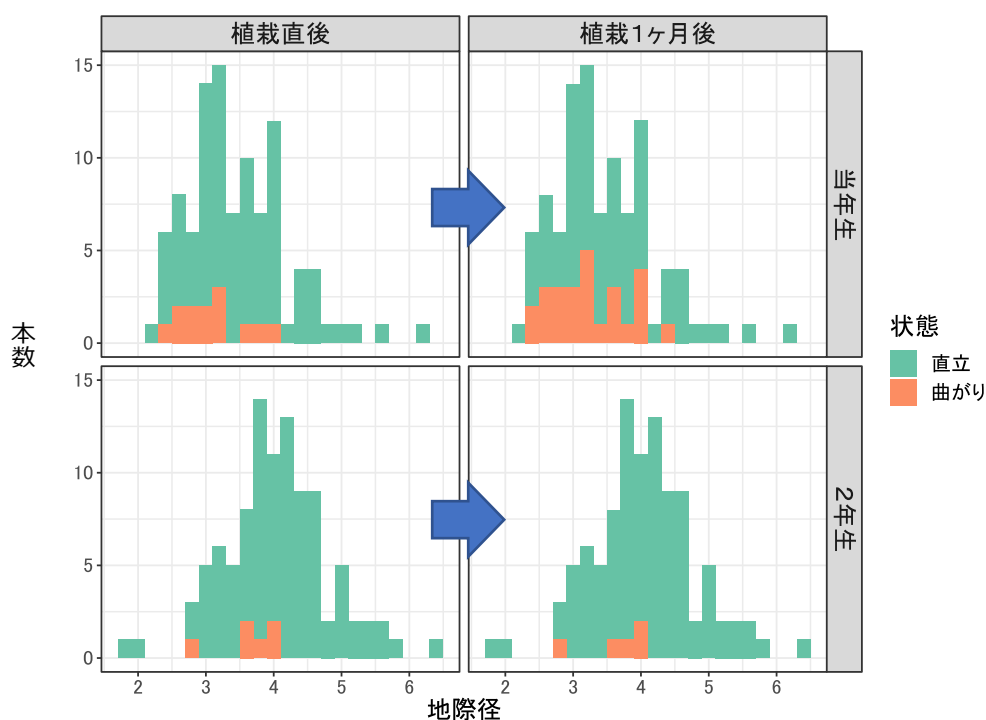


図 4-4 4 植栽木の地際径と湾曲の発生頻度（北海道千歳市西森）

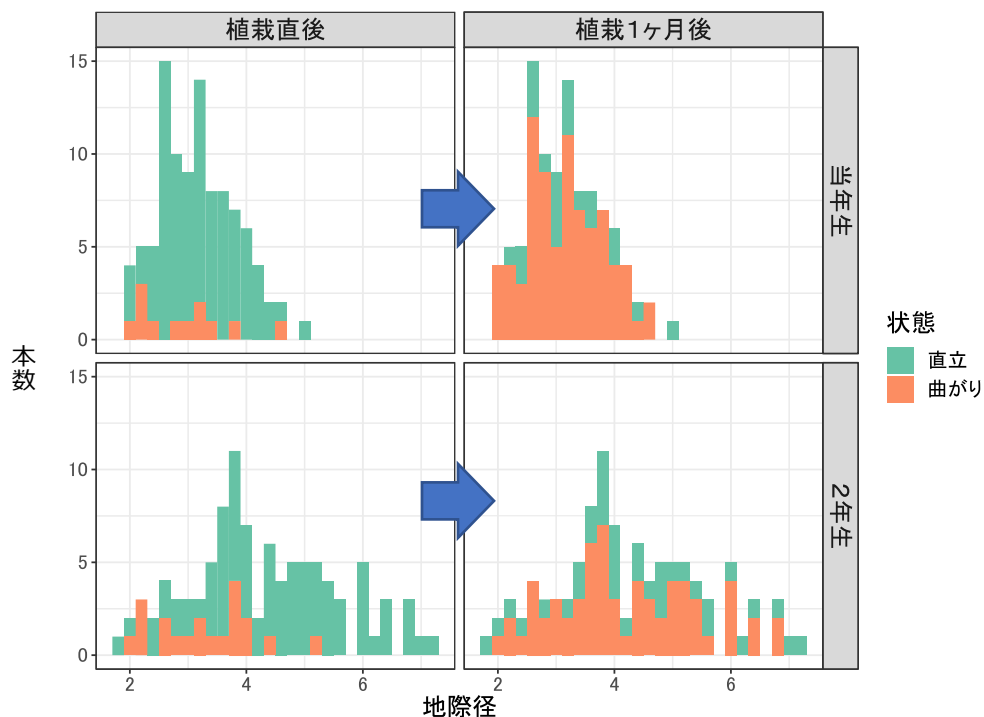


図 4-45 植栽木の地際径と湾曲の発生頻度（北海道岩見沢市）

そこで、下記のモデル式に基づくロジスティック回帰分析を行い、「地際径」のみが直立率（植栽木が湾曲せずに直立している割合）を説明するモデル（model2：黒い線）と、「地際径」に加えて「地際径と苗齢の交互作用」が直立率を説明するモデル（model1：赤と青の線）をモデル選択で比較した。なお、「地際径と苗齢の交互作用」とは、苗齢が異なると地際径が同じでも直立率が変化することを示す。

モデル式

model1 直立 = 地際径 + 地際径：苗齢

model2 直立 = 地際径

2つのモデルについて尤度比検定によるモデル選択。

北海道千歳市西森における分析の結果（図 4-4 6）、植栽直後については地際径のみが直立率を説明するモデルが選択され、地際径が小さいと湾曲の発生頻度は高くなったが、苗齢の影響は見られなかった。また、植栽から1か月後については、地際径と苗齢の交互作用を含むモデルが選択され、地際径だけでなく苗齢の影響もあること（同じ地際径でも当年生苗の方が2年生苗よりも湾曲しやすい傾向にあること）が示された。

北海道岩見沢市における分析の結果（図 4-4 7）、植栽直後については地際径と苗齢の交互作用を含むモデルが選択され、同じ地際径でも2年生苗の方が当年生苗よりも湾曲しやすい傾向にあることが示された。ただし、これは苗齢の影響ではなく形状比の問題（2年生苗の方が形状比が大きい）と考えられた。また植栽から1か月後については、雪圧の影響を受けていたが、地際径のみが直立率を説明するモデルが選択され、地際径が小さいと湾曲の発生頻度は高くなったが苗齢の影響は見られなかった。

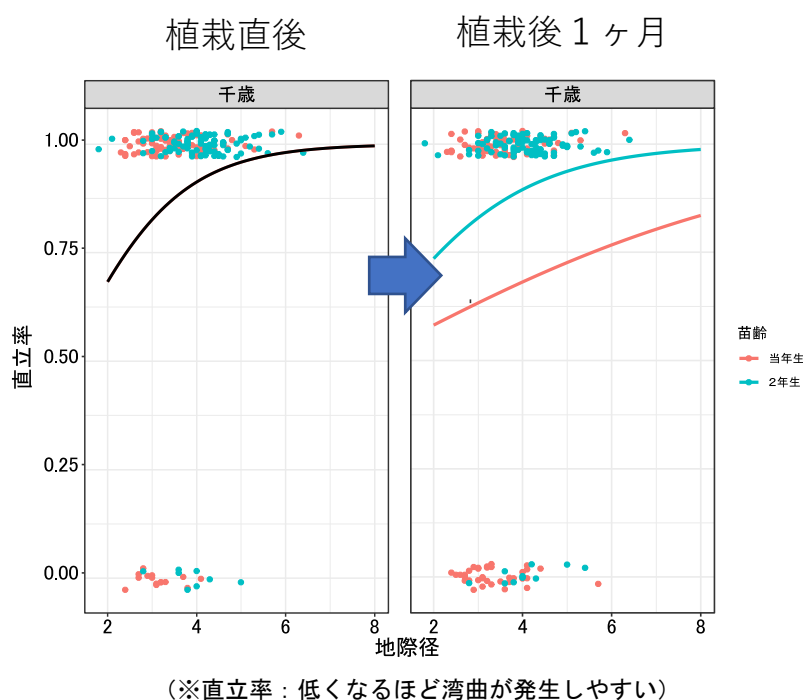
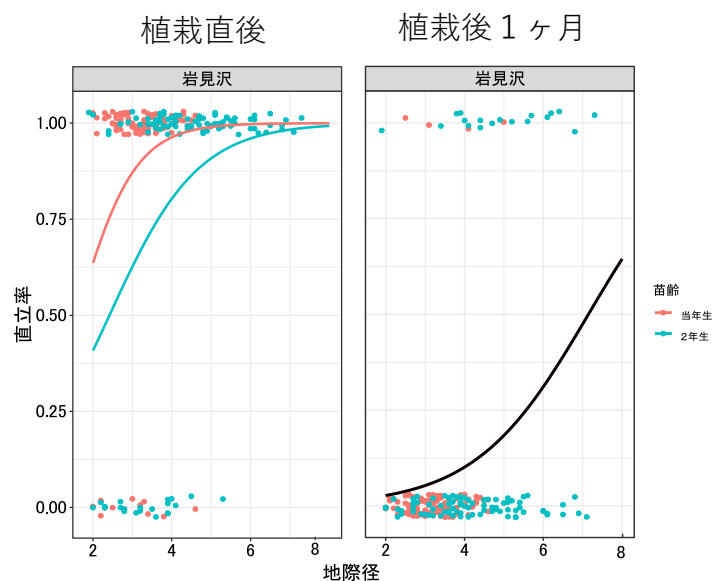


図 4-4 6 湾曲に関する解析結果（北海道千歳市西森）



(※直立率：低くなるほど湾曲が発生しやすい)

図 4-4-7 湾曲に関する解析結果（北海道岩見沢市）

まとめ

検証の結果、地際径が小さい方が湾曲は発生しやすかった事例が確認された一方で、地際径だけでなく苗齢の影響が検出された事例も確認されている。苗齢の影響については、調査の際の観察において主軸が木質化しきっていない苗木が確認されたことから、主軸が木質化しきらずに柔らかい状態で植栽したことが要因として考えられた。



写真 4-3-2 主軸が木質化しきらずに湾曲した当年生カラマツ
（北海道千歳市西森）

4-3-5. 当年生苗と2年生苗の成長状況（植栽後の樹高成長）

各調査地における、平成 30（2018）年度から令和 4（2022）年度までの当年生苗及び2年生の樹高の推移を樹種ごとに分けて以下に整理した。

【スギ】

本事業のスギ調査地の中で、当年生苗と2年生苗を植栽しており同条件での樹高成長の比較が可能な4箇所の調査地（兵庫県宍粟市、島根県飯南町、高知県香美市、高知県宿毛市）における、令和 4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の樹高の成長状況を図 4-4-8 に示す。なお、Welch の T 検定により、当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差 ($p < 0.05$) が認められるかどうか検定した。

T 検定の結果、4箇所の調査地のうち、兵庫県宍粟市を除く3箇所（島根県飯南町、高知県香美市、高知県宿毛市）については、植栽時は当年生苗の平均樹高が2年生苗より有意に小さかったものの、植栽翌年の秋または植栽翌々年の夏には当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差が認められなくなった。一方で、兵庫県宍粟市については、植栽時から当年生苗の平均樹高が2年生苗よりも有意に低いまま、平均樹高の差が次第に開いていった。

以上より、兵庫県宍粟市の事例を除き、スギの当年生苗の樹高成長は2年生苗と大きく変わらなかったと言える。

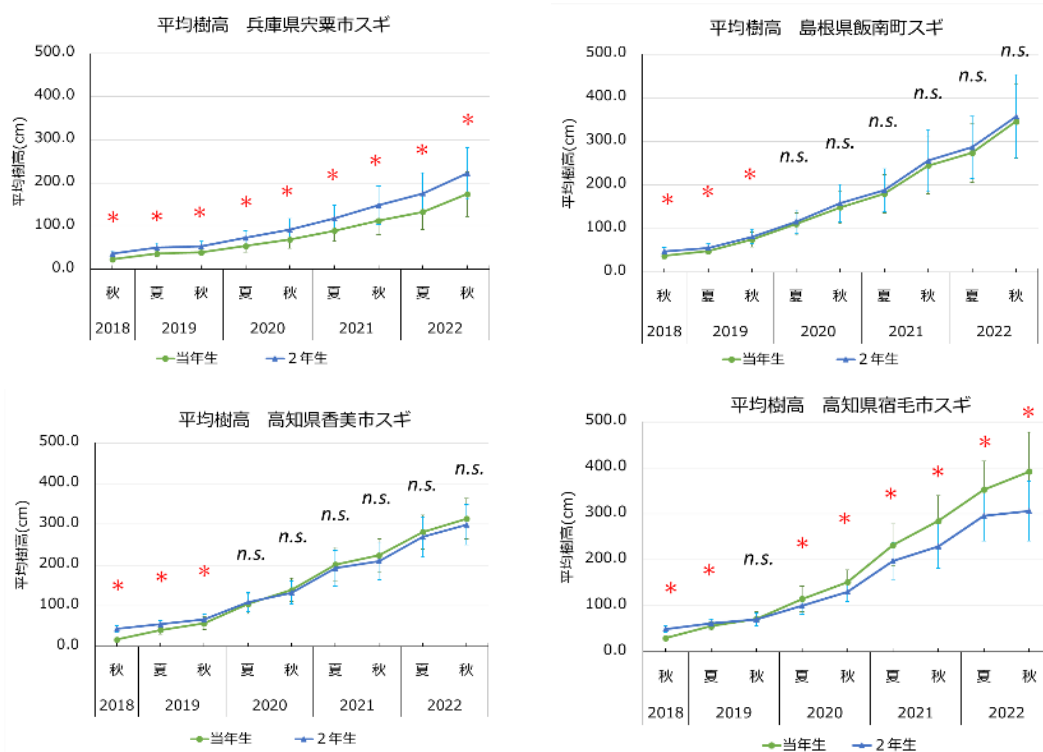


図 4-4-8 スギ調査地における当年生苗と2年生苗の平均樹高の推移
(Welch の T 検定 * : 有意差あり、 n.s. : 有意差なし)

なお、兵庫県宍粟市で当年生苗の樹高成長が劣った要因の一つとして、植栽地の雑草木の繁茂状況の違いが挙げられる。

それぞれの調査地における、夏期調査時の植栽木と雑草木の競合状態を図 4-49 に示す。当年生苗の樹高が有意に低いままだった兵庫県宍粟市では、植栽翌年の下刈りが省略されていることもあり、植栽翌年の令和元（2019）年夏の時点で当年生苗の競合状態 C4 の割合が約 5 割となっており、多くの植栽木が植栽直後から雑草木に被圧されている状況だった。また、それ以降も C4 の割合が他の調査地よりも高い割合で推移しており、令和 4（2022）年夏の時点でも C4 の割合が半分を占めるなど、競合状態がほとんど改善されていなかったことが分かる。

一方で、その他の 3 箇所の調査地では当年生苗の C4 の割合が低く、雑草木にそれほど被圧されていない状況であることが分かる。また、高知県香美市については植栽翌年の C4 の割合が比較的高いが、被度自体は低いため雑草木による被圧の影響は大きくなかった。

以上のように、当年生苗の樹高が有意に小さいままとなった兵庫県宍粟市については、植栽した当年生苗のサイズが小さかったため、繁茂した雑草木により植栽直後から被圧されて成長が抑制されていたと考えられた。

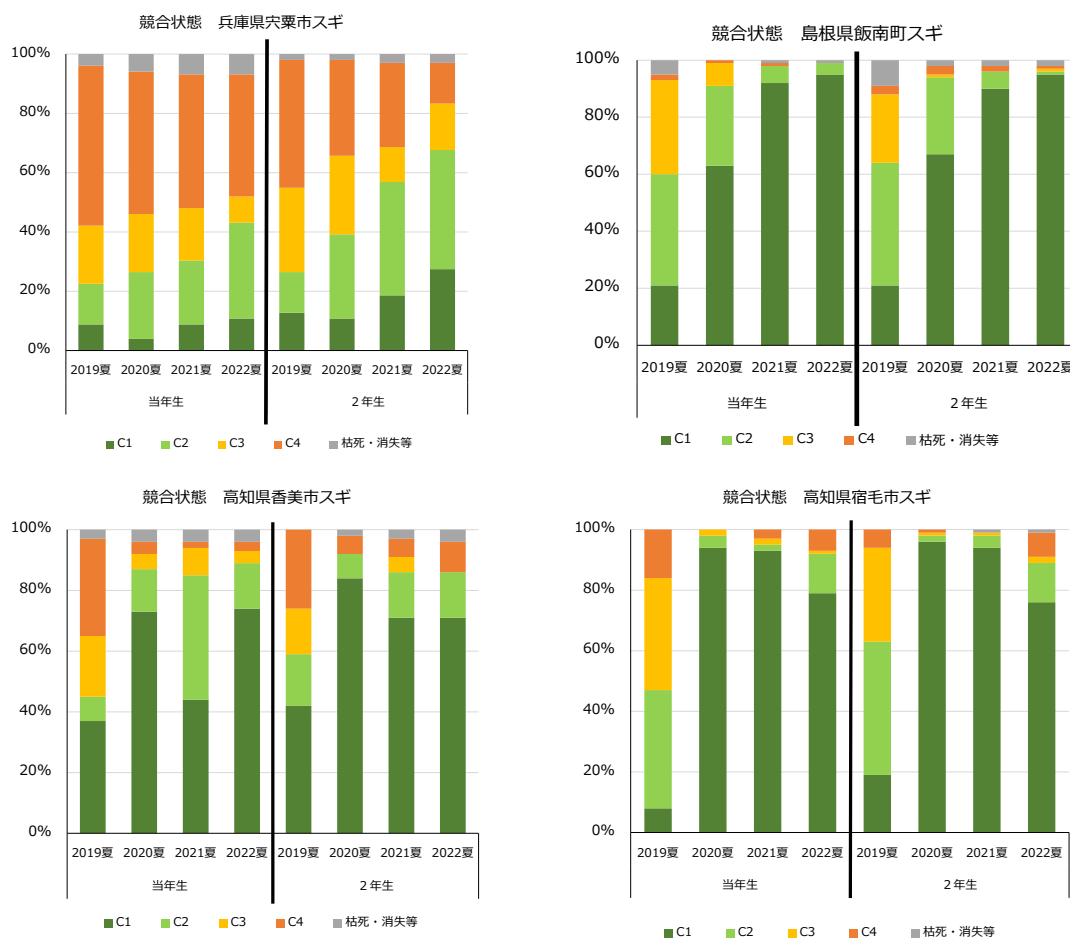


図 4-49 スギ調査地 4 箇所における植栽木と雑草木との競合状態

【カラマツ】

本事業のカラマツ調査地の中で、当年生苗と2年生苗を植栽しており同条件での樹高成長の比較が可能な4箇所の調査地（北海道千歳市西森、北海道岩見沢市、北海道千歳市千歳、宮城県七ヶ宿町）における、令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の樹高の成長状況を図4-50に示す。カラマツについては、本事業の初年度である平成30（2018）年度に植栽した3箇所（宮城県気仙沼市、長野県佐久市、長野県下諏訪町）はいずれも当年生苗の枯死率が高く、また長野県佐久市は当年生苗と2年生苗の立地環境が大きく異なるため除外した。なお、スギと同様に Welch の T 検定により、当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差（ $p < 0.05$ ）が認められるかどうか検定した。

T 検定の結果、4箇所の調査地のうち北海道の3箇所については、植栽時から当年生苗の平均樹高が2年生苗よりも有意に小さいままだったものの、当年生苗と2年生苗の平均樹高の差はほとんど変わっていなかった。一方で宮城県七ヶ宿町の調査地では、当年生苗の樹高成長が2年生苗よりも僅かに上回り、植栽から1年後には当年生苗の平均樹高が2年生苗よりも有意に高くなっていた。

以上より、カラマツの当年生苗の樹高成長は2年生苗と遜色ないと言える。

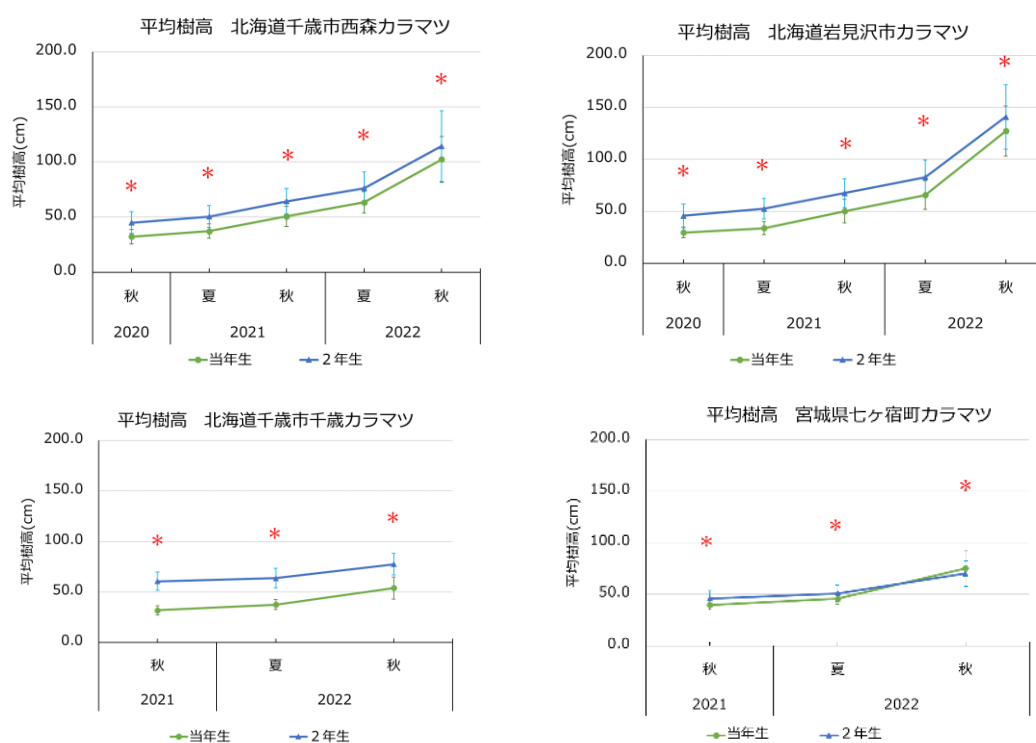


図 4-50 カラマツ調査地における当年生苗と2年生苗の平均樹高の推移
(Welch の T 検定 * : 有意差あり、 n.s. : 有意差なし)

【ヒノキ】

本事業のヒノキ調査地における、令和4（2022）年度までの当年生苗と2年生苗の樹高の成長状況を図4-51に示す。ヒノキについては1箇所（島根県飯南町）しかないが、WelchのT検定により、当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差（ $p < 0.05$ ）が認められるかどうか検定した。

T検定の結果、植栽時は当年生苗の平均樹高が2年生苗よりも有意に小さいままだったが、植栽から2年後の秋の時点で当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差が認められなくなった。

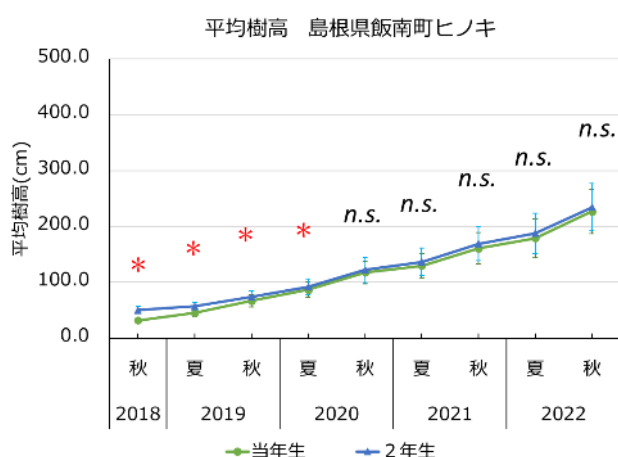


図 4-51 ヒノキ調査地における当年生苗と2年生苗の平均樹高の推移
(WelchのT検定 * : 有意差あり、 n.s. : 有意差なし)

【まとめ】

本事業で当年生苗と2年生苗を植栽した調査地について平均樹高の推移を検証したところ、樹種を問わずほとんどの調査地において、当年生苗の樹高成長は2年生苗と大きく変わらなかったことが分かった。またスギやヒノキについては、植栽から1～2年後には当年生苗と2年生苗の平均樹高に有意な差が認められなくなっていた。

唯一、兵庫県宍粟市のスギ調査地のみ当年生苗の樹高成長が2年生苗に劣る結果となった。要因として、当年生苗の植栽時のサイズが小さかったことにより、雑草木から強く被圧されたことが挙げられた。

4-4. 当年生苗を導入する上での留意事項の整理

4-3において当年生苗の植栽後の生育状況の調査結果を整理したところ、植栽された当年生苗については、活着率が従来のコンテナ苗（2年生苗）とほぼ同程度であり活着に問題は見られなかったこと、植栽後の樹高成長も一部の事例を除き2年生苗と遜色ないことが分かった。ただし、一部の調査地において、当年生苗の生存率が低下していたり、当年生苗の樹高成長が2年生苗よりも劣っていたりといった問題が確認された。

それらの問題のほとんどは、植栽時に当年生苗のサイズ（樹高や地際径）が小さかったことが要因で発生していた。一方で、当年生苗と2年生苗で同程度のサイズであっても、当年生苗に多く発生した問題も一部で確認された。

苗木のサイズが小さかったことが要因で発生していた問題は、基本的に苗木が小さければ苗齢に関わらず発生する問題であるため、当年生苗特有の問題であるとは言えず、当年生苗を従来のコンテナ苗と同程度の大きさまで育苗できれば解決可能な問題である。一方で、苗木のサイズに関係なく（当年生苗が2年生苗と同程度のサイズであっても）発生した問題点については、当年生苗であるというだけで発生する問題の可能性があるため、当年生苗を導入する際には特に注意が必要な事項と言える。

そこで、本事業で当年生苗に確認された問題点のうち、苗木のサイズに関係なく発生した問題点について「当年生苗を導入する際の留意事項」として整理した。また、苗木が小さかったことが要因で発生した問題点については、当年生苗であっても従来のコンテナ苗と同程度のサイズの苗木（従来のコンテナ苗の規格をクリアした苗木）を用いることが、当年生苗を幅広く活用するために重要であることを示すための根拠として整理した。

4-4-1. 当年生苗を導入する上での留意事項（苗齢自体の問題点）

本事業で当年生苗に確認された問題点のうち、苗木のサイズに関係なく発生していた問題点については、従来のコンテナ苗の規格をクリアするだけでは問題の解決にならない可能性があり、当年生苗特有の問題である可能性がある。そのため、当年生苗を導入する上で留意すべき事項として以下に整理した。

①根鉢の形成が不十分な苗木（205～206 ページ）

本事業で調査したスギの当年生苗の中で、根系被覆率（あるいは根の量）が2年生苗と同程度であるものの、根系が根鉢を回り切っておらず、根鉢の形成が不十分だった事例が見られた。根鉢の形成が不十分の場合、苗木の輸送や植栽の際に根鉢が崩壊してしまい、植栽に適さない苗木となる恐れがある。

このことから、当年生苗を導入する際は、根鉢の形成状態に注意して苗木を確認する必要がある。



写真 4-3 3 根鉢の形成が不十分なスギの当年生苗

②主軸が木質化しきっていない苗木（206～207 ページ、227～230 ページ）

本事業で調査したカラマツの当年生苗の中で、地上部のサイズがほとんど同じであっても、当年生苗の主軸が木質化しきっておらず柔らかいまま出荷されて植栽された事例が確認された。主軸が木質化しきっていない場合、輸送時に苗木の主軸（特に先端）が折損する可能性がある。また、そのような苗木を植栽した結果、植栽後に主軸が湾曲して倒伏してしまった当年生苗が本事業で確認されている。

このことから、カラマツの当年生苗を導入する際は、地上部のサイズが規格を達しているかという点だけでなく、主軸の発達状態にも注意する必要がある。

③植栽後のノウサギ食害 (220～222 ページ)

本事業においてスギの当年生苗を植栽した調査地の中で、植栽直後に集中的にノウサギの食害が発生した事例が確認された。宮城県気仙沼市の事例では、同所的に植栽したスギの当年生苗と2年生苗のうち、当年生苗に集中してノウサギ被害が発生しており、植栽直後の調査で当年生苗の9割近くに被害が確認された。

当年生苗に被害が集中した要因について解析した結果、苗木の地際径が小さいほどノウサギの被害は発生しやすかったが、地際径が同程度の苗木でも2年生苗より当年生苗の方に被害が多く発生していたことが分かった。

現時点では、当年生苗の方に被害が集中した要因について特定はできていないが、当年生苗を植栽する場合は周囲にノウサギが生息しているかどうか確認し、ノウサギによる被害が予想される場合は忌避剤の散布を徹底する等の対策を講じる必要がある。



写真 4-3 4 植栽直後にノウサギによる食害を受けたスギの当年生苗
(宮城県気仙沼市)

4-4-2. 苗木サイズが小さいことや根の量が少ないことに起因する問題

本事業で当年生苗に確認された問題点のうち、苗木のサイズが小さかったこと（根の量が少なかったこと）により発生していた問題点を以下に整理した。

これらの問題は苗齢に関係なく苗木が小さければ（根の量が少なければ）発生する問題点であるため、このような問題の発生を避けて当年生苗を広く活用するためには、当年生苗であっても従来のコンテナ苗と同程度のサイズ（または根の量）の苗木を使うことが大切である。

なお、根の量が少ないことにより発生した問題点については、当年生苗に限った話ではないと考えられるため本項目にて整理した。

①雑草木の被圧（231～233 ページ）

植栽時の樹高が小さいと、周囲の雑草木との競争関係に負けてしまい成長が抑制される恐れがある。本事業においても、兵庫県宍粟市のスギ調査地や長野県下諏訪町のカラマツ調査地で、植栽した当年生苗の樹高が小さかったために植栽後に周囲の雑草木により強く被圧された事例が見られた。特に陽樹であるカラマツの場合、被圧されることは成長の抑制だけでなく枯死の要因となる恐れがある。また、雑草木に被圧されてしまうと、植栽木が視認しにくくなるため誤伐の発生に繋がる恐れもある。

これらのことから、特に周囲に雑草木が繁茂する場所では、当年生苗であっても規格をクリアしてある程度の樹高が確保された苗木を使用することが重要と言える。



写真 4-35 植栽直後の被圧により枯死したカラマツの当年生苗
（長野県下諏訪町）

②苗木の湾曲・倒伏（227～230 ページ）

植栽後に苗木の主軸が湾曲して倒伏する問題について、本事業では北海道に植栽されたカラマツで確認された。苗木が湾曲した要因として、一部の調査地では前述のとおり当年生苗の主軸が木質化しきっていないことが挙げられたが、他の調査地では苗木の地際径が小さかったことも要因として挙げられている。

苗木の主軸が湾曲してしまうと樹幹の曲がり等の形質不良や、周囲の雑草木に埋もれやすくなることにより、①で挙げたような雑草木からの被圧や誤伐の発生に繋がる恐れがあるため、注意が必要である。

③ノウサギやノネズミの食害（220～226 ページ）

本事業で苗木が食害を受けた事例について整理・分析した結果、スギの当年生苗にノウサギ食害が集中した宮城県気仙沼市以外の事例については、植栽した苗木のサイズが小さいと植栽後にノウサギやノネズミからの食害を受けやすい傾向があることが分かった。

特にノウサギやノネズミによる主軸の切断被害は、枯死に繋がるため深刻な被害をもたらすが、ノウサギが切断できる直径には上限があるという研究報告もあることから、このような深刻な被害を減らすためにも、サイズが小さい苗木の植栽を避けることが重要と言える。



写真 4-36 植栽後に食害を受けて枯死したカラマツの当年生苗
(北海道千歳市千歳)

④根鉢の崩壊や植栽後の立ち枯れ (217～219 ページ)

根の量が少なくて根鉢が形成されていないようなコンテナ苗は、前述のとおり輸送時などに根鉢が崩壊して植栽に適さない苗木となる恐れがある。また、地上部に対して根の量が少ない苗木は、植栽後の活着に悪影響を及ぼす可能性があることが知られている。実際に本事業でも、根の量、特に細根がほとんどないカラマツの当年生苗を植栽した結果、植栽翌年の夏から秋にかけて多くの立ち枯れが確認された事例も確認されている。

このような問題を避けるためには、根の量が十分な苗木を用いることが重要と言える。



写真 4-37 根の量が少なかったため、植栽後に枯死したカラマツの当年生苗
(宮城県七ヶ宿町)

第5章 取りまとめ

5-1. 事業報告書の取りまとめ

調査や分析等で得られた成果について、これまでの研究成果も踏まえた上で、本事業報告書に取りまとめた。

事業報告書は50部を製本し、事業終了時に林野庁へ提出した。

5-2. 概要版資料の作成

当年生苗を導入・普及する際の参考となるよう、本事業で得られた事業成果（当年生苗を導入するメリットや当年生苗の形状・生育状況、当年生苗を導入する際の留意事項等）を整理し、「概要版資料」として取りまとめ、事業終了時に林野庁へ提出した。

令和4年度
当年生苗導入調査委託事業
報告書

令和5年3月
(発行) 林野庁

(作成) 令和4年度当年生苗導入調査委託事業共同事業体

【代表】 一般社団法人 日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地

TEL (03) 3261-5281 (代表) / FAX (03) 3261-5393