

3-2. 実証試験地での現地調査結果

全 10 箇所の実証試験地（表 3-4、図 3-4）での調査結果を、以下に示す。

表 3-4 実証試験地一覧（全 10 箇所）

No	実証試験地	苗種	植栽年度	植栽密度 (本/ha)	植栽面積 (ha)	植栽本数 (本)		下刈 時期	調査日 R2(2020) 年度		備考	
									夏期	秋冬期		
1	岩手県紫波郡 紫波町 (民有林)	カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗)	H27 (2015) 年度	1,600	0.50	1.00	800	2,050	—	6月	10月	
				2,500	0.50		1,250					
2	岩手県盛岡市 (民有林)	カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗)	H27 (2015) 年度	1,100	0.35	1.00	385	1,695	—	6月	10月	
				1,600	0.35		560					
				2,500	0.30		750					
3	岩手県葛巻町 (民有林)	カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗)	H27 (2015) 年度	1,600	0.54	1.07	864	2,189	—	6月	10月	
				2,500	0.53		1,325					
				2,500	0.40		1,000					
4	岡山県加賀郡 吉備中央町 (国有林)	ヒノキ 150cc コンテナ苗 (実生苗)	H28 (2016) 年度	1,100	0.29	0.86	323	1,492	—	7月	10月	シカ 柵
				1,600	0.29		468					
				2,500	0.28		701					
5	長崎県大村市 (民有林)	ヒノキ 300cc コンテナ苗 (実生苗)	H27 (2015) 年度	1,600	0.36	0.72	576	1,476	—	7月	11月	
				2,500	0.36		900					
6	長崎県東彼杵 郡東彼杵町 (民有林)	ヒノキ 300cc コンテナ苗 (実生苗)	H27 (2015) 年度	1,100	0.38	1.05	420	1,780	—	7月	11月	
				1,600	0.35		560					
				2,500	0.32		800					
7	熊本県美里町 (民有林)	スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)	H27 (2015) 年度	1,700	0.56	1.11	952	2,327	8月	6月	11月	シカ 柵
				2,500	0.55		1,375					
8	宮崎県椎葉村 (民有林)	スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)	H27 (2015) 年度	1,100	0.35	1.00	385	1,695	夏頃	7月	11月	シカ 柵
				1,600	0.35		560					
				2,500	0.30		750					
9	宮崎県都城市 (民有林)	スギ約 465cc コンテナ大苗 (挿し木苗)	H28 (2016) 年度	1,100	0.35	1.20	387	1,753	—	7月	11月	一 部 シカ 柵
				1,600	0.28		443					
				2,500	0.37		923					
		スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)		2,500	0.20		501	501				
10	鹿児島県 薩摩川内市 (民有林)	スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)	H27 (2015) 年度	1,600	0.47	0.93	752	1,902	10月	7月	11月	シカ 柵
				2,500	0.46		1,150					

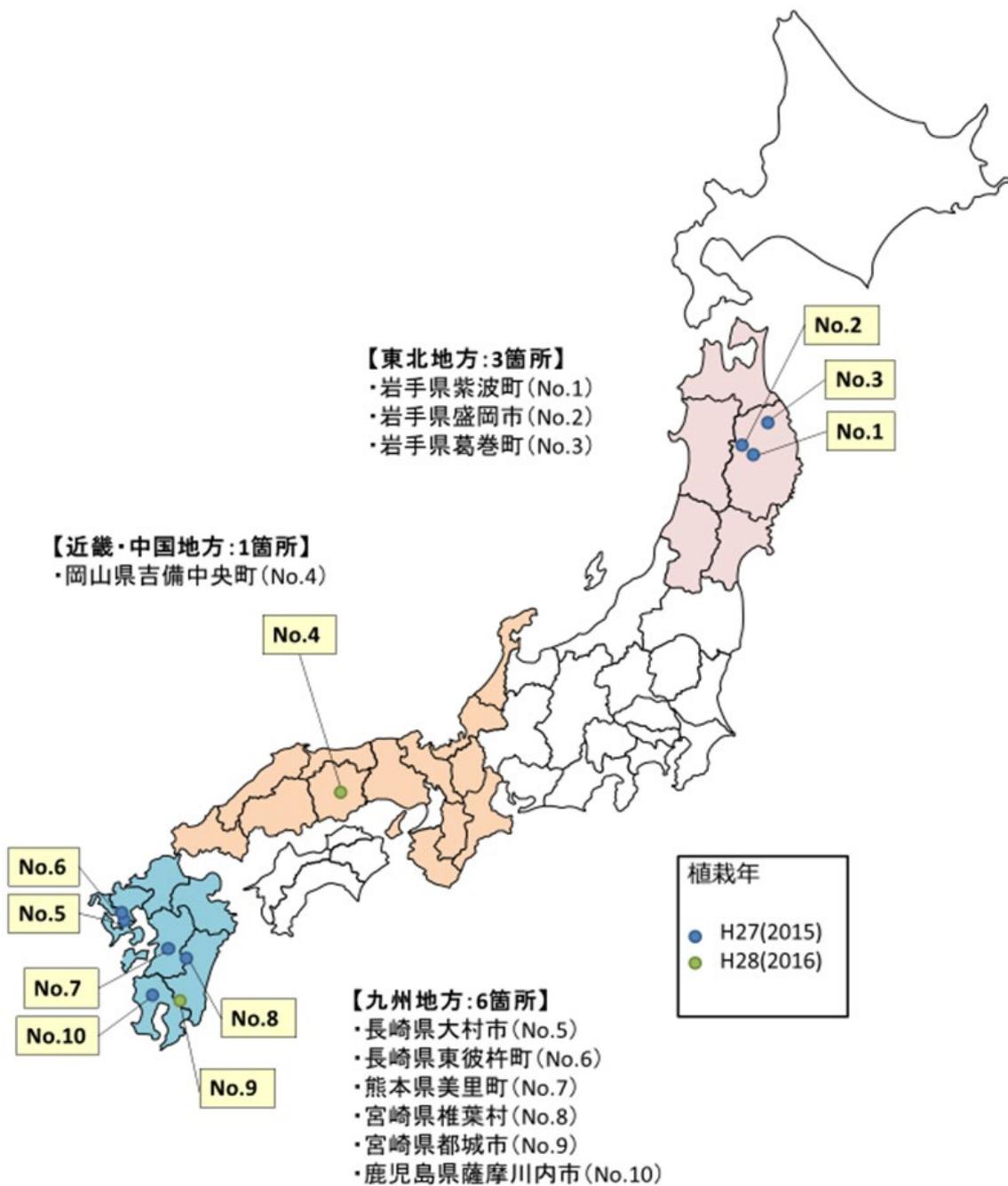


図 3-4 実証試験地の位置図 (全 10 箇所)

3-2-1. 東北地方

(1) 岩手県 紫波町 (カラマツ) (No.1)

① 実証試験地の概要

平成 27 (2015) 年 12 月に、岩手県紫波郡紫波町の実証試験地 (1.00ha) に 1,600 本/ha と 2,500 本/ha の 2 つの植栽密度区を設け、カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗) を計 2,050 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-5) と位置図 (図 3-5) は以下のとおりである。

本実証試験地は傾斜が比較的緩く作業道から近いため、植栽時には、前生樹の伐採 (植栽 1 か月前) に使用した林業機械 (グラップル) によって機械地拵えを行う「一貫作業システム」が導入された。

表 3-5 実証試験地の概要 (岩手県紫波町)

実証試験地	岩手県紫波郡紫波町赤沢行人平		
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗)		
植栽密度	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.50ha	0.50ha	1.00ha
植栽本数	800 本	1,250 本	2,050 本
気温/ 降水量 最深積雪	10.0℃ (年平均気温) / 1,239.7mm (年降水量) (平年値、紫波) 39cm (平年値、盛岡)		
標高/ 傾斜/ 方位	550~580m / 10~25° / SW		
土壌	乾性褐色森林土~褐色森林土		
土地所有者	株式会社イワリン		
植栽実施者	ノースジャパン素材流通協同組合		
植栽日	平成 27 (2015) 年 12 月 24~26 日 (前生林分の伐採は平成 27 (2015) 年 11 月)		

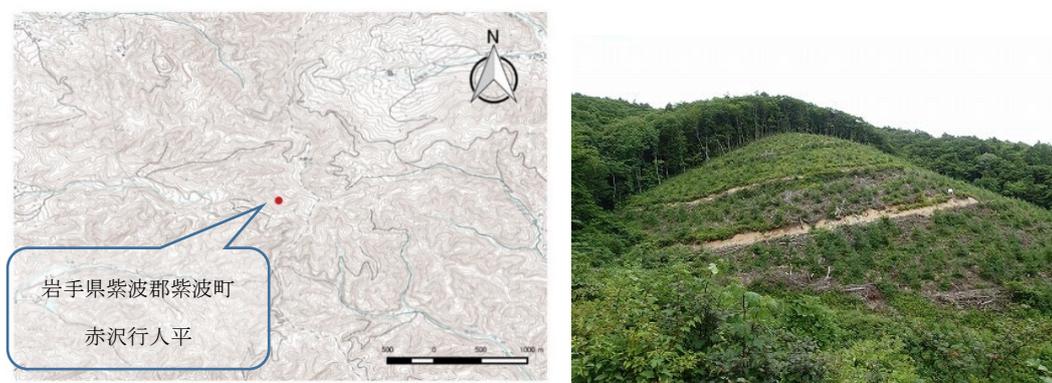


図 3-5 実証試験地の位置 (左) と実証試験地の様子 (右) (岩手県紫波町)

② 調査プロットの概要

2つの植栽密度区に、それぞれ3つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計225本（1,600本/ha：113本、2,500本/ha：112本）を調査対象木とした（図3-6、表3-6）。

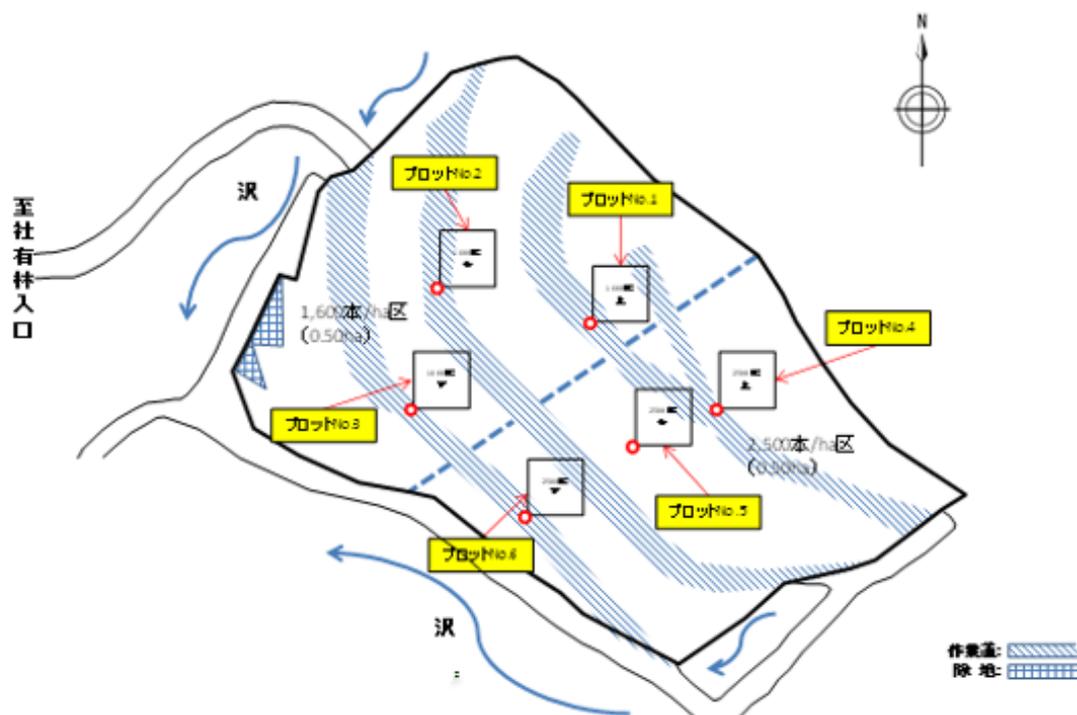


図 3-6 調査プロットの位置図（岩手県紫波町）

表 3-6 調査プロットの概要（岩手県紫波町）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m ²)	植栽本数	備考
1,600 本/ha	No. 1	228.3	36 本	斜面上部に設置
	No. 2	246.3	36 本	斜面中部に設置
	No. 3	274.2	41 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 4	159.7	36 本	斜面上部に設置
	No. 5	216.2	37 本	斜面中部に設置
	No. 6	195.7	39 本	斜面下部に設置
合計			225 本	

下刈りの実施日及び各調査プロットにおける下刈り実施の有無は表 3-7、表 3-8 のとおりである。平成 28 (2016) 年度はグラブによる地拵え直後であったため雑草の繁茂量が少なく、2つの調査プロット(No. 2, 5)内のみ試験的に下刈りを実施した。平成 29(2017)年度から令和元(2019)年度にかけては全プロットで下刈りを実施したが、令和 2 (2020)年度は土地所有者の意向により下刈りは実施されなかった。

表 3-7 下刈りの実施日 (岩手県紫波町)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	8 月 19 日 (一部のみ)
平成 29 (2017)	8 月 4 ~ 5 日
平成 30 (2018)	8 月 8 ~ 9 日
令和 元 (2019)	7 月 24 ~ 29 日
令和 2 (2020)	—

表 3-8 下刈り実施の有無 (岩手県紫波町)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) 下刈り	H29 (2017) ~R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,600 本/ha	No. 1	無	有	無
	No. 2	有	有	無
	No. 3	無	有	無
2,500 本/ha	No. 4	無	有	無
	No. 5	有	有	無
	No. 6	無	有	無

【除草剤の散布状況】

令和元（2019）年 10 月（秋冬期調査の終了後）に、下刈り作業の削減を目的として、土地所有者により実証試験地の一部で林地用除草剤が散布された。散布対象となったエリアはプロット 3 とプロット 6 を含むエリア（図 3-7）で、植栽列間に筋状に散布された。

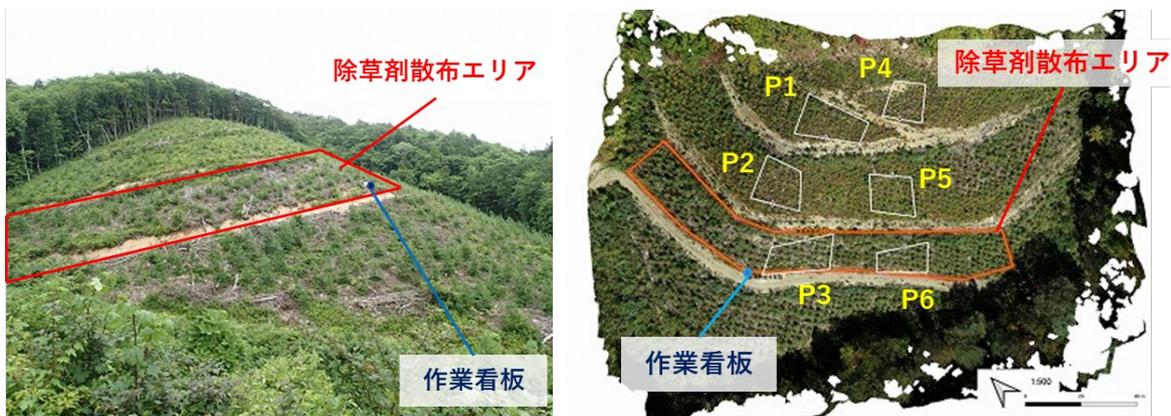


図 3-7 除草剤が散布されたエリア（図の赤枠内）

（左：令和 2（2020）年 6 月、右：令和 2（2020）年 10 月、岩手県紫波町）

【除草剤による調査データへの影響】

除草剤の散布による調査データへの影響については、夏調査は対象プロット（プロット 2、5）が散布エリア外のため、調査データへの影響はないと考えられた。また秋調査における調査データへの影響については、植栽木に直接散布されてはいないこと、令和元（2019）年度から令和 2（2020）年度にかけての植栽木の成長具合に調査プロット間で大きな差はないこと（図 3-8）から、影響はないと考えられた。

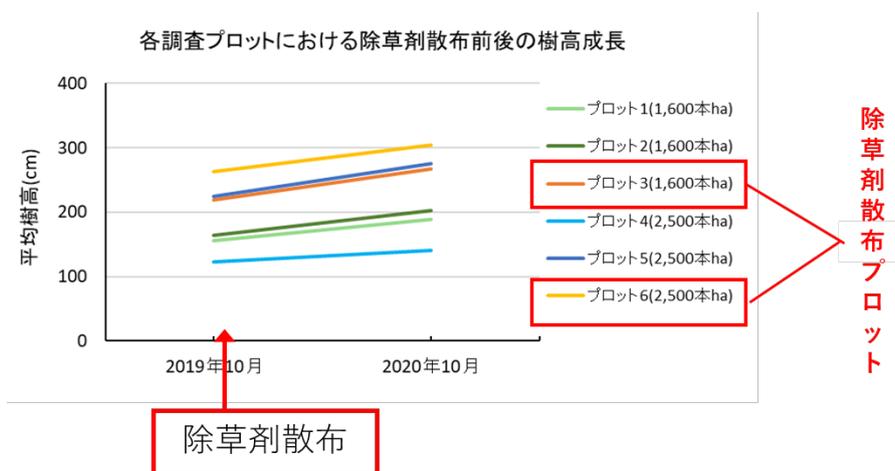


図 3-8 各調査プロットにおける除草剤散布前後の樹高成長

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-9 のとおりである。

表 3-9 調査実施日（岩手県紫波町）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 28 (2016) 年 1 月 5 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 12 月 16 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 8 月 3 日	平成 29 (2017) 年 11 月 7 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 7 月 2 日	平成 30 (2018) 年 10 月 18 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 2 日	令和 元 (2019) 年 10 月 10 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 6 月 23 日	令和 2 (2020) 年 10 月 20 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-10 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、1,600 本/ha 区で僅かに低下したものの、どの調査プロットも約 90～100%と高い数値を示した。

令和 2（2020）年度時点での生存率は、調査プロット間で多少の差はあるものの、全ての調査プロットで 80%以上だった。また植栽密度間で大きな差は見られなかった。また、平成 28（2016）年度に下刈りを実施したかどうかは、植栽木の生存率に影響しなかった（平成 28（2016）年度はプロット 2 及び 5 のみ実施）。

枯死原因について、令和元（2019）年 10 月における調査で計 5 本の根抜けによる枯死が見られた（写真 3-3）。根抜けの原因として、風害などの気象害の可能性が考えられる。

表 3-10 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（岩手県紫波町）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,600	36	4 (衰弱4)	0	1 (枯れ)	1 (根抜け)	1 (枯れ)	7	88.9	80.6	19.4
2	1,600	36	3 (衰弱2・枯れ1)	1 (先端折れ)	0	1 (根抜け)	1 (枯れ)	6	91.7	83.3	16.7
3	1,600	41	0	1 (枯れ)	0	1 (誤伐)	0	2	100.0	95.1	4.9
4	2,500	36	0	2 (衰弱2)	0	4 (根抜け3・枯れ1)	0	6	100.0	83.3	16.7
5	2,500	37	0	1 (衰弱)	0	1 (枯れ)	2 (枯れ)	4	100.0	89.2	10.8
6	2,500	39	0	0	1 (誤伐)	1 (枯れ)	0	2	100.0	94.9	5.1

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である



写真 3-3 根抜けにより枯死したカラマツ（令和元（2019）年 10 月）

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表 3-11、図 3-9、図 3-10 及び写真 3-4 のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均地際直径は差が見られなかったものの、平均樹高は差が見られ、令和 2（2020）年度には 2,500 本/ha 区で約 258.9cm、1,600 本/ha 区で約 225.3cm と、2,500 本/ha 区で約 34cm 高くなる結果となった。本実証試験地は未だ林冠閉鎖には至っていないため植栽密度による影響とは考えにくく、立地環境の違いが要因として考えられる。平均形状比は植栽密度間でほぼ同じ傾向を示し、植栽直後は約 96 であったが翌年には約 60 にまで低下した。その後は大きな変化を見せていない。

表 3-11 植栽木の成長状況（岩手県紫波町）

1,600本/ha							
岩手県紫波町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	45.9±5.7	64±14.2	108.4±24.8	142.9±42.8	184.2±59.9	225.3±75.5
	最小値	30.0	37.4	67.2	63.0	92.5	110.0
	最大値	62.0	101.0	172.1	255.0	368.0	436.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	1±0.2	1.9±0.4	2.7±0.7	3.3±0.9	4.0±1.1
	最小値	0.3	0.5	0.9	1.1	1.4	1.6
	最大値	0.8	1.8	3.1	4.8	6.3	7.5
形状比	平均値	96.2±16.1	63.3±14.3	57.9±11.3	53.3±9.7	55.4±10.2	56.7±11.3
	最小値	58.8	38.2	35.2	33.1	28.2	32.2
	最大値	150.0	111.3	100.0	77.6	81.1	82.6
2,500本/ha							
岩手県紫波町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	47.4±5.6	65.2±13.0	111.1±29.3	158.9±49.9	212.6±74.5	258.9±94.5
	最小値	32.0	41.0	52.3	61.5	75.0	93.0
	最大値	61.0	95.1	188.8	280.0	375.0	466.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	1±0.2	1.9±0.5	2.7±0.7	3.3±1	4.0±1.2
	最小値	0.3	0.6	1.1	1.4	1.7	2.1
	最大値	0.7	1.5	3.0	4.5	5.9	7.3
形状比	平均値	96.6±15.4	65.5±11.8	59.8±10.7	58.8±11.2	63.2±11.8	63.6±12.3
	最小値	64.0	40.2	41.1	33.1	35.7	22.8
	最大値	140.0	103.0	95.6	90.5	92.2	90.6

※平均値の項目において、土の後の数値は標準偏差を示す

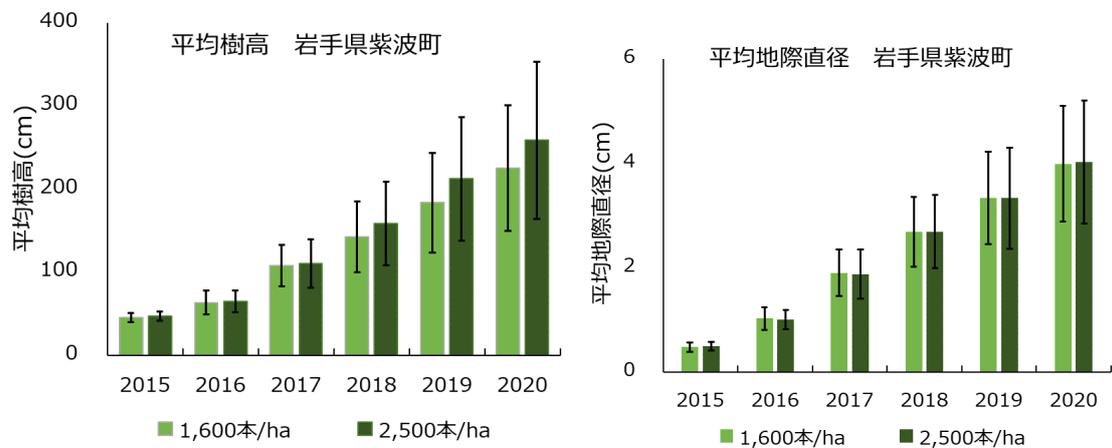


図 3-9 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（岩手県紫波町）

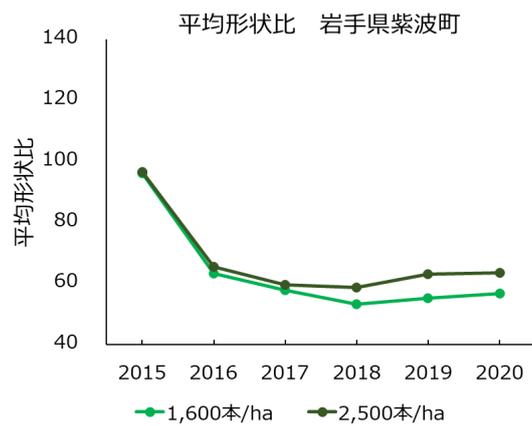


図 3-10 植栽木の平均形状比の推移（岩手県紫波町）



写真 3-4 1,600本/ha 区の状態（令和2（2020）年10月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-12、図 3-11 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,600 本/ha 区で約 148.9cm、2,500 本/ha 区で約 159.9cm となり、植栽密度間で大きな差は見られなかった。

表 3-12 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (岩手県紫波町)

平均樹冠幅 (cm)	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
		1,600本/ha	68.0	96.8	130.6
	2,500本/ha	72.3	102.6	141.7	159.9

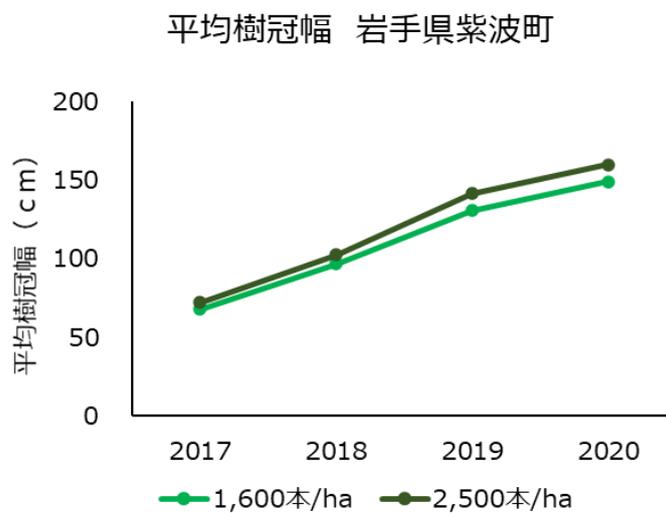


図 3-11 植栽木の平均樹冠幅の推移 (岩手県紫波町)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-12 に示す。

分析の結果、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2023 年 11 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2022 年 2 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha では約 1 年 9 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

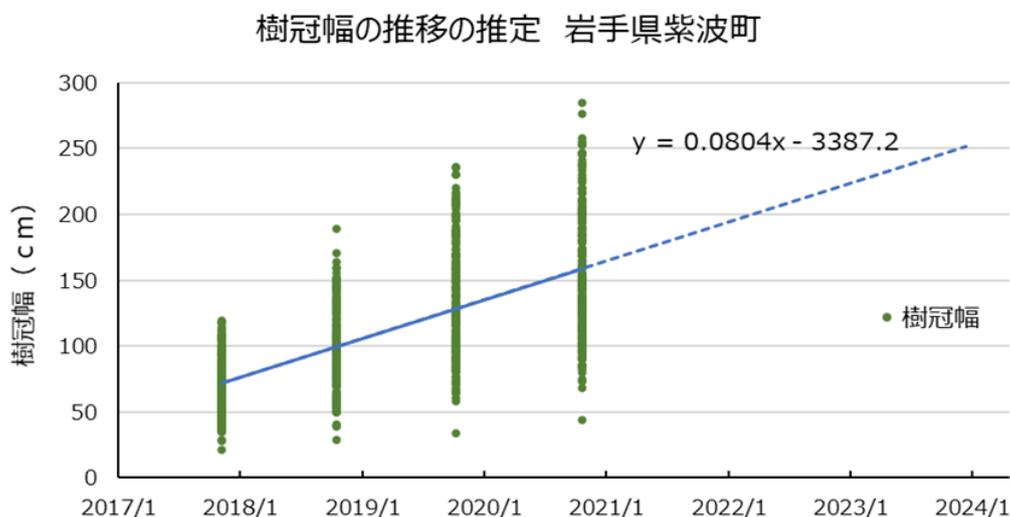


図 3-12 樹冠幅の推移の推定（岩手県紫波町）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-13 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-14 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-13、写真 3-5 に示す。なお、令和 2（2020）年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-13）では、どちらの植栽密度も令和 2（2020）年夏（6 月）の時点で C1 が 9 割以上となっていた。さらに、令和 2（2020）年度は下刈りを実施しなかったにも関わらず、秋（10 月）の時点では C1 の割合が増加して 10 割となっていた。この結果から、令和 2（2020）年度においてはどちらの植栽密度も植栽木は雑草木からの被圧をほとんど受けていない状況だったといえる。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-14）では、令和 2（2020）年秋（10 月）時点で植栽木の平均樹高は約 2 m を超えており、植栽木と雑草木の樹高差は 2,500 本/ha で約 1.5m、1,600 本/ha で約 1m と大きく開いていた。さらに、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量は、植栽木と雑草木ではほぼ同じであることが分かる。

これらの結果から、今後植栽木がこのまま成長すれば、雑草木に追い抜かれることなく優占しているキイチゴ類やミヤマガマズミ等の最大樹高（2～4 m 程度）を超えられるため、どちらの植栽密度も令和元（2019）年度の下刈り（4 回目）で終了と判断できる。

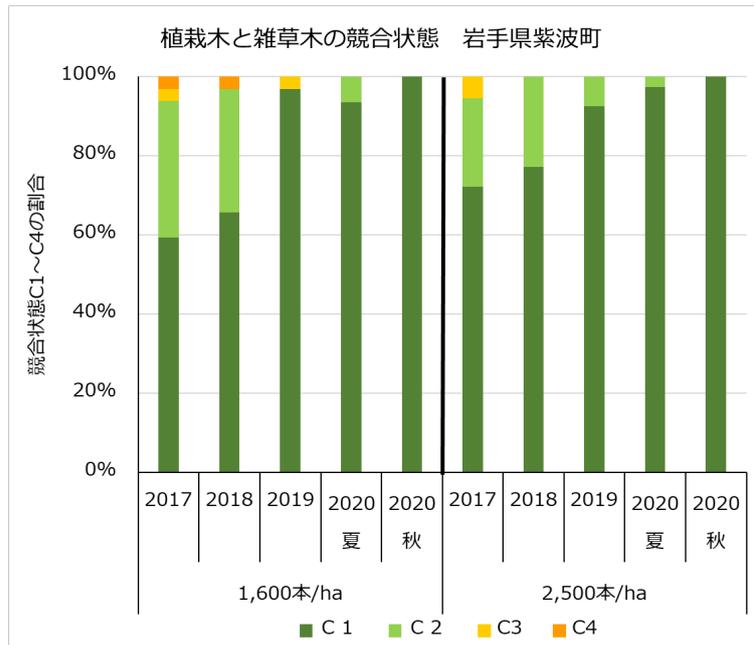


図 3-13 植栽木と雑草木の競合状態 (岩手県紫波町)

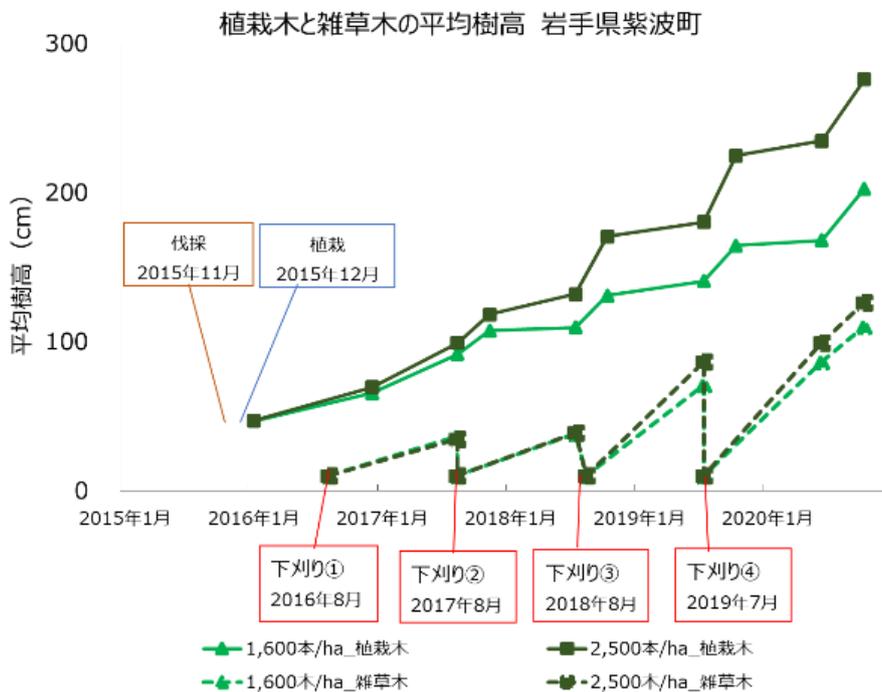


図 3-14 植栽木と雑草木の平均樹高 (岩手県紫波町)

※図 3-13、図 3-14 において、1,600 本/ha はプロット 2、2,500 本/ha はプロット 5 の調査結果を示す。

表 3-13 植生調査の結果（岩手県紫波町）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,600	低木層 0 % (1.0m以上)	-	-	-
		草本層 8 5 % (1.0m未満)	ミヤマガマズミ クマイチゴ ワラビ	25% 10% 10%	・ハクウンボク・モミジイチゴ ・オオバクロモジ・ヨツバヒヨドリ ・ウリハダカエデ・アカマツ・エビガライチゴ ・ナツハゼ・ウスノキ・タガネソウ ・ハウチワカエデ
5	2,500	低木層 5 % (1.0m以上)	スギ	5%	・クマイチゴ・ミヤマガマズミ ・ムラサキシキブ
		草本層 7 5 % (1.0m未満)	クマイチゴ モミジイチゴ ミヤマガマズミ	10% 10% 10%	・オカトラノオ・タラノキ・ムラサキシキブ ・ホオノキ・ハクウンボク・ハウチワカエデ ・ハリギリ・オオバクロモジ・コナラ ・アワブキ



プロット 2 (1,600 本/ha)



プロット 5 (2,500 本/ha)

写真 3-5 植生調査プロットの状態（令和 2（2020）年 6 月）

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-14 に示す。

表 3-14 下刈りに関するアンケート結果（岩手県紫波町）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none"> ・今年度は実施せず →植栽木と雑草木との差が大きくなったため。 →国庫補助金（下刈り）の対象林齢を超えたため。 ・今後の予定について、斜面中下部は、植栽木の樹高が雑草木の 1.5 倍を超えているため下刈り不要。斜面上部は、植栽木の樹高が雑草木の 1.5 倍を超えていないため、雑草木の被圧度合いを観察しながら判断することとなるが、被圧の度合いが強くないと思われるため、下刈りの実施はないと思われる。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none"> ・通常は、植栽後 3～5 年間実施している。 ・植栽木の樹高が雑草木の約 1.5 倍に達した時点で、下刈り終了としている。 ・植栽密度よりも、地力（特に斜面位置）による違いの方が大きい。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none"> ・植栽間隔の違いはあまり影響しない。 ・地形条件、傾斜がきついほど大変。また、雑草木の繁茂状況が激しいと大変であるが、雑草木の種類（灌木やササ、草本）によっても異なる。 ・誤伐については、植栽列が不規則の時や、雑草木の繁茂が激しく植栽木との判別が容易でない時に発生しやすい。 ・誤伐の防止には、縄などを引いて、植栽列を直線的に植えるとよい。ただし、林地は起伏や傾斜があるためこの方法の採用は難しい。また、除草剤を散布することで雑草木の生育を抑制する方法も有効である。
低密度植栽について
<ul style="list-style-type: none"> ・低密度植栽の目的としては、植栽本数の低減による苗木代や植栽労務の削減の他、除伐経費の削減による造林・保育経費の削減が挙げられる。 ・一方で、林冠閉鎖の遅れによる下刈り期間の長期化や下刈り経費の掛かり増しを危惧している。 ・地力（斜面下部や中腹などの地形的位置）により植栽密度を変更する必要があるのではないか。

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>植栽後（平成 27（2015）年 12 月）</p>	<p>平成 28（2016）年 8 月</p>
	
<p>平成 29（2017）年 8 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 7 月</p>	<p>平成 30（2018）年 10 月</p>
	
<p>令和元（2019）年 7 月</p>	<p>令和元（2019）年 10 月</p>



写真 3-6 実証試験地の様子（遠景、岩手県紫波町）

⑥ 現地写真（近景、2,500本/ha）

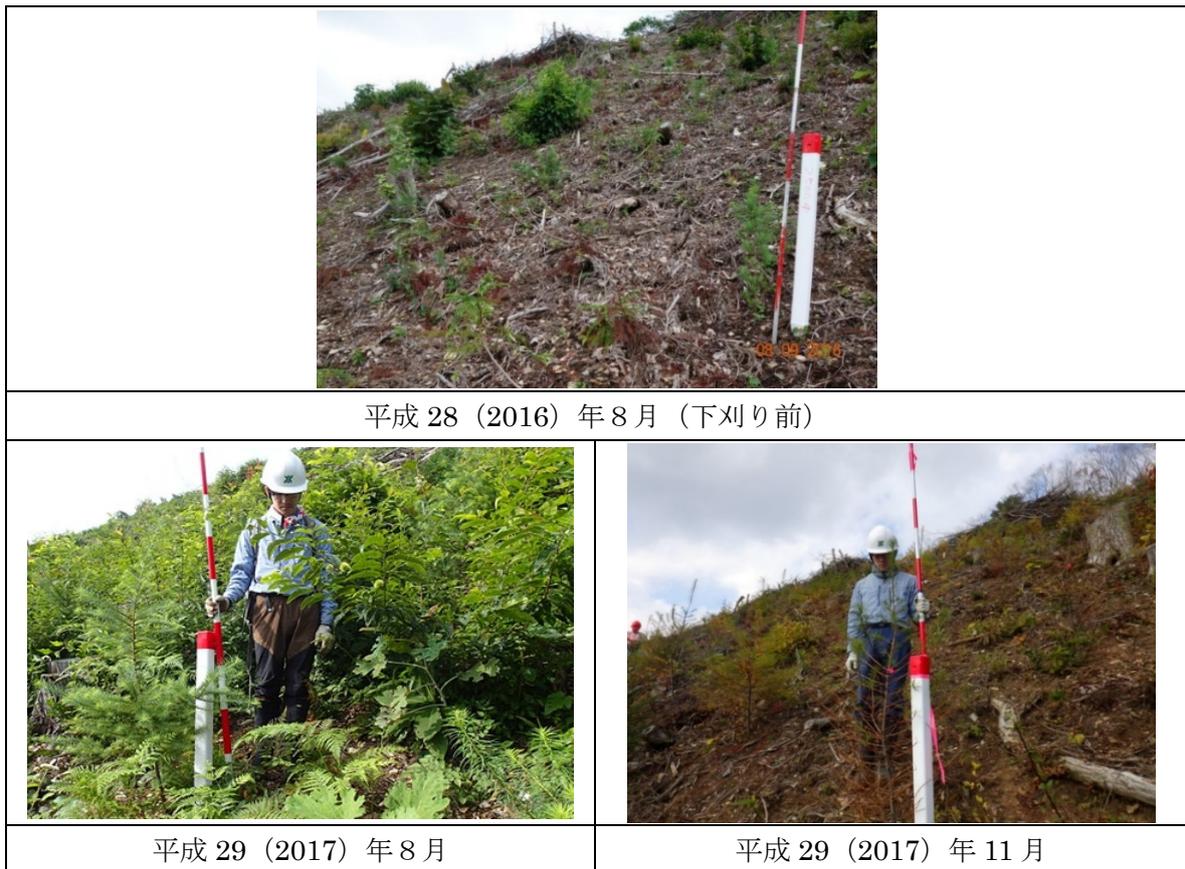




写真 3-7 実証試験地の様子 (近景 (2,500 本/ha)、岩手県紫波町)

(2) 岩手県 盛岡市 (カラマツ) (No.2)

① 実証試験地の概要

平成 27 (2015) 年 11~12 月にかけて、岩手県盛岡市の実証試験地 (1.00ha) に 1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha の 3つの植栽密度区を設け、カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗) を計 1,695 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-15) と位置図 (図 3-15) は以下のとおりである。

表 3-15 実証試験地の概要 (岩手県盛岡市)

実証試験地	岩手県盛岡市猪去上猪去			
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗)			
植栽密度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.30ha	1.00ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量 最深積雪	10.2℃ (年平均気温) / 1,266.0mm (年降水量) (平年値、盛岡) 39cm (平年値、盛岡)			
標高/ 傾斜/ 方位	280~290m / 20° / SW			
土壌	乾性褐色森林土			
土地所有者	有限会社川又林業			
植栽実施者	ノースジャパン素材流通協同組合			
植栽日	平成 27 (2015) 年 11 月 30 日~12 月 2 日 (前生林分の伐採は平成 27 (2015) 年 10 月)			

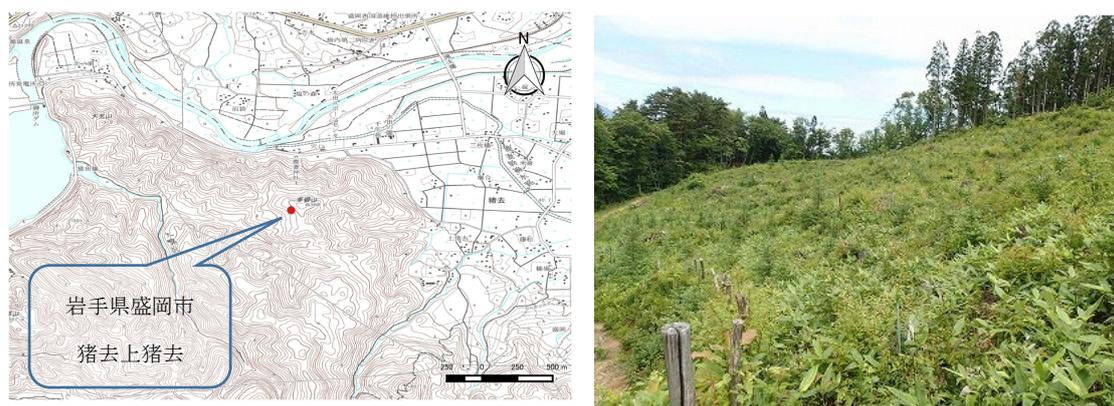


図 3-15 実証試験地の位置 (左) と実証試験地の様子 (右) (岩手県盛岡市)

② 調査プロットの概要

3つの植栽密度区にそれぞれ2つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計230本（1,100本/ha：80本、1,600本/ha：78本、2,500本/ha：72本）を調査対象木とした（図3-16、表3-16）。

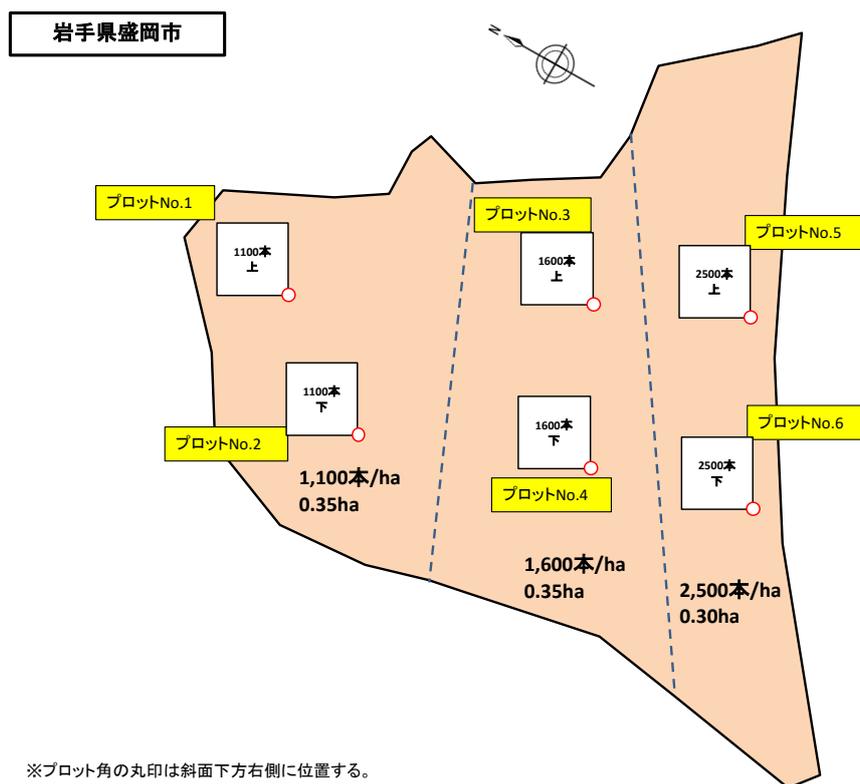


図 3-16 調査プロットの位置図（岩手県盛岡市）

表 3-16 調査プロットの概要（岩手県盛岡市）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m ²)	調査本数	備考
1,100 本/ha	No. 1	296.0	40 本	斜面上部に設置
	No. 2	410.8	40 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No. 3	277.2	41 本	斜面上部に設置
	No. 4	245.4	37 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 5	151.8	36 本	斜面上部に設置
	No. 6	144.8	36 本	斜面下部に設置
合計			230 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-17、表 3-18 のとおりである。

基本的に全ての調査プロットで下刈りを実施するものとしたが、平成 28 (2016) 年度においては、試験的に 3 つの調査プロット (No. 1, 3, 5) で下刈りを実施しなかった。また、平成 29 (2017) 年度から令和元 (2019) 年度にかけては全ての調査プロットで下刈りを実施したが、令和 2 (2020) 年度については土地所有者の意向により下刈りは実施されなかった。

表 3-17 下刈りの実施日 (岩手県盛岡市)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	8 月 19~24 日 (一部実施せず)
平成 29 (2017)	8 月 7~11 日
平成 30 (2018)	8 月 7~8 日
令和 元 (2019)	7 月 24~29 日
令和 2 (2020)	—

表 3-18 下刈り実施の有無 (岩手県盛岡市)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) 下刈り	H29 (2017) ~R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,100 本/ha	No. 1	無	有	無
	No. 2	有	有	無
1,600 本/ha	No. 3	無	有	無
	No. 4	有	有	無
2,500 本/ha	No. 5	無	有	無
	No. 6	有	有	無

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-19 のとおりである。

表 3-19 調査実施日（岩手県盛岡市）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 27 (2015) 年 12 月 3 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 12 月 15 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 8 月 3 日	平成 29 (2017) 年 11 月 9 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 7 月 2 日	平成 30 (2018) 年 10 月 11 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 3 日	令和 元 (2019) 年 10 月 8 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 6 月 23 日	令和 2 (2020) 年 10 月 16 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-20 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、どの調査プロットも約 95～100%と高い数値を示し、植栽密度間ではほとんど変わらなかった。

令和 2（2020）年度時点での生存率は、調査プロット間で多少のばらつきが生じたものの、植栽密度間では大きな差は見られなかった。平成 28（2016）年度に下刈りを実施した調査プロット（プロット 2，4，6）と実施していない調査プロット（プロット 1，3，5）で枯死率を比較したところ、翌年の平成 29（2017）年度にプロット 1（1,100 本/ha 区・下刈りを実施していない）で枯死本数が 5 本と高かったものの、ほかのプロットの枯死本数は 1～2 本であり、大きな差は見られなかった。

枯死原因について、令和元（2019）年度における調査で計 4 本の根抜けによる枯死が見られた。根抜けの原因として、風害などの気象害の可能性が考えられる。

表 3-20 活着率、生存率及び枯死原因（岩手県盛岡市）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,100	40	0	5(消失3・枯れ2)	0	0	1 (枯れ)	6	100.0	85.0	15.0
2	1,100	40	2 (消失1・枯れ1)	1 (枯れ)	1 (枯れ)	4 (消失4)	0	8	95.0	80.0	20.0
3	1,600	41	0	2 (衰弱1・枯れ1)	1 (枯れ)	1 (枯れ)	1 (枯れ)	5	100.0	87.8	12.2
4	1,600	37	0	1 (枯れ)	0	1 (根抜け)	0	2	100.0	94.6	5.4
5	2,500	36	1 (衰弱)	1 (枯れ)	1 (枯れ)	1 (根抜け)	0	4	97.2	88.9	11.1
6	2,500	36	0	2 (枯れ2)	0	8 (消失4・根抜け2・枯れ2)	0	10	100.0	72.2	27.8

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-21、図3-17、図3-18及び写真3-8のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに植栽密度間で差が見られ、どちらも植栽密度が低くなるほど成長量が大きくなった。令和2（2020）年度時点における平均樹高の差は、1,100本/ha区と1,600本/ha区の間で約15cm、1,100本/ha区と2,500本/ha区の間で約70cm、1,600本/ha区と2,500本/ha区の間で約55cmとなっており、2,500本/ha区で他の2つの植栽密度よりも低くなった。

一方で平均形状比は植栽密度間ではほぼ同じ傾向を示し、植栽直後から減少傾向を見せたものの平成30（2018）年度からは60前後で推移している。

植栽密度間で成長状況に差が見られたが、本実証試験地は未だ林冠閉鎖に至っていないため、植栽密度が植栽木の成長に影響したとは考えにくく、立地環境などによる影響と考えられる。

表3-21 植栽木の成長状況（岩手県盛岡市）

		1,100本/ha					
岩手県盛岡市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	53.7±5.5	63.7±8.2	80.8±19.6	97.5±33.4	131±51	186.6±74.8
	最小値	38.0	50.5	53.9	56.0	60.0	65.0
	最大値	64.0	98.6	148.6	230.0	306.0	429.5
地際直径(cm)	平均値	0.6±0.1	0.8±0.2	1.2±0.3	1.7±0.5	2.2±0.8	3.1±1.1
	最小値	0.4	0.4	0.7	0.9	1.0	1.4
	最大値	0.8	1.2	2.1	3.6	4.7	7.1
形状比	平均値	99.5±15	78.6±14.3	69.8±12.3	58±8.5	59.3±9	59.3±9.4
	最小値	65.0	53.7	52.9	36.2	41.8	39.7
	最大値	137.5	140.0	118.1	75.9	82.6	84.6
		1,600本/ha					
岩手県盛岡市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	52.1±5.7	61.7±9.7	75.8±16.5	90.2±26.2	124.2±40.8	171.7±57.8
	最小値	40.0	44.0	52.2	53.0	63.0	74.5
	最大値	64.0	90.5	130.3	227.0	278.0	392.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	0.8±0.1	1±0.2	1.5±0.4	2±0.6	2.7±0.8
	最小値	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	1.3
	最大値	0.7	1.1	1.5	3.3	4.7	6.4
形状比	平均値	97.8±14.6	79.9±12.2	74.1±14	63±10.3	62.7±11.9	63.4±11.3
	最小値	70.0	55.3	49.5	41.8	37.0	42.0
	最大値	135.0	117.5	111.9	86.4	94.2	103.5
		2,500本/ha					
岩手県盛岡市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	51.9±6.1	59.7±8.3	71.8±12.1	76.4±13.6	91.4±20.7	116.4±36.7
	最小値	38.0	42.1	45.9	50.5	52.0	52.0
	最大値	64.0	80.0	102.6	110.0	152.0	218.0
地際直径(cm)	平均値	0.6±0.1	0.8±0.1	1±0.2	1.4±0.3	1.7±0.5	2.1±0.6
	最小値	0.3	0.6	0.8	1.0	1.1	1.1
	最大値	0.8	1.0	1.5	2.4	2.9	3.7
形状比	平均値	93.4±16	79.8±11.6	69.7±12.8	57.4±10.1	55.1±8.3	55.8±9.0
	最小値	68.6	60.0	44.6	40.0	39.6	38.5
	最大値	143.3	113.4	108.0	90.4	77.3	85.8

※平均値の項目において、土の後の数値は標準偏差を示す

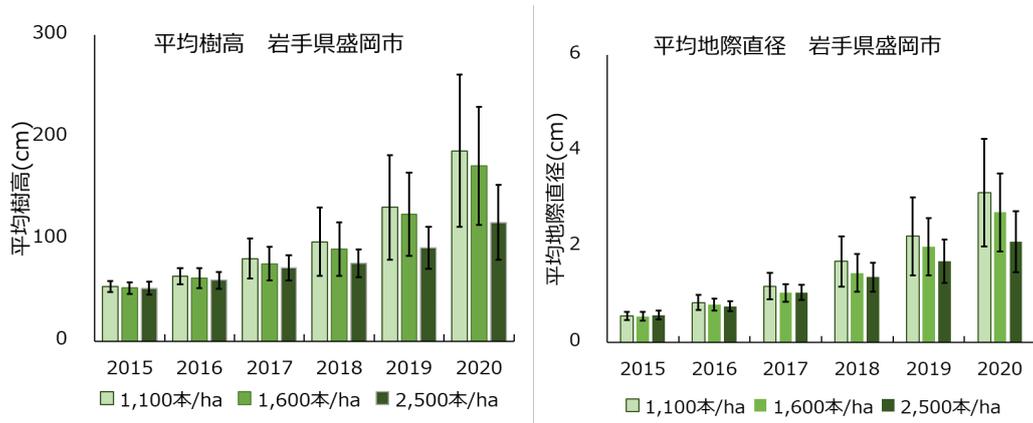


図 3-17 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（岩手県盛岡市）

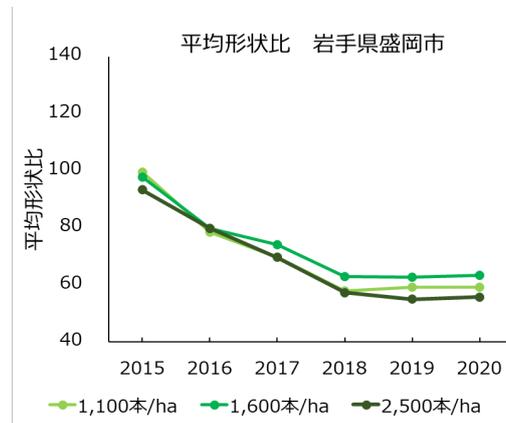


図 3-18 植栽木の平均形状比の推移（岩手県盛岡市）



写真 3-8 1,100本/ha 区の状況（令和2（2020）年10月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-22、図 3-19 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,100 本/ha 区で約 115.6cm、1,600 本/ha 区で約 102.3cm、2,500 本/ha 区で約 76.3cm となり、特に 2,500 本/ha 区で小さくなったが、樹高や地際径と同じく立地環境等によるものと考えられる。

表 3-22 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (岩手県盛岡市)

平均樹冠幅 (cm)	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
		1,100本/ha	39.5	60.6	93.0
	1,600本/ha	37.8	51.9	83.6	102.3
	2,500本/ha	34.6	41.8	64.5	76.3

平均樹冠幅 岩手県盛岡市

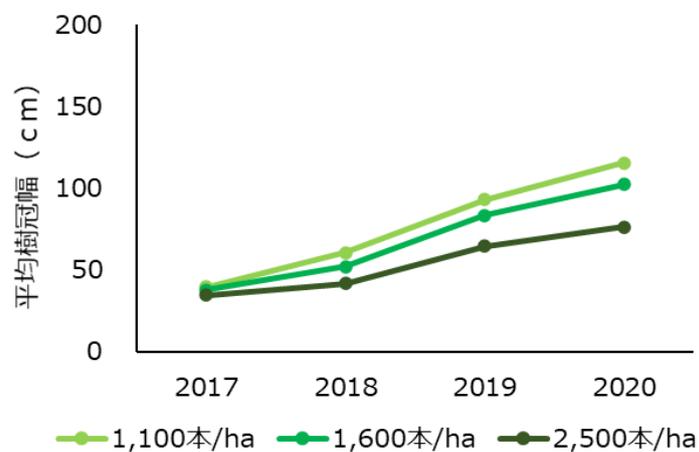


図 3-19 植栽木の平均樹冠幅の推移 (岩手県盛岡市)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-20 に示す。

分析の結果、1,100 本/ha（植栽間隔 3.0m）では 2029 年 9 月に、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2027 年 6 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2025 年 3 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較した場合、1,600 本/ha では約 2 年 3 カ月、1,100 本/ha では約 4 年 6 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

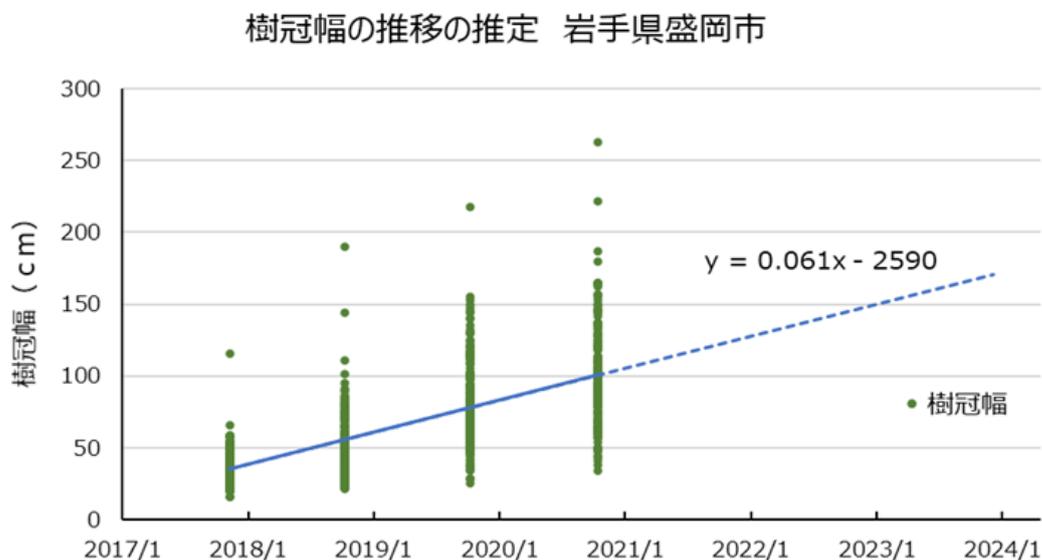


図 3-20 樹冠幅の推移の推定（岩手県盛岡市）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-21 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-22 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-23、写真 3-9 に示す。なお、令和 2（2020）年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-21）では、植栽密度間で多少のばらつきが見られるものの、どの植栽密度も令和 2（2020）年夏（6 月）の時点で C1 + C2 が 9 割以上となっていた。さらに、令和 2（2020）年度は下刈りを実施しなかったにも関わらず、秋（10 月）の時点では C1 の割合が増加していた。この結果から、令和 2（2020）年度においてはどの植栽密度も植栽木は雑草木からの被圧をほとんど受けていない状況だったといえる。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-22）では、1,100 本/ha 区と 1,600 本/ha 区では令和 2（2020）年度に植栽木が大きく成長し、秋（10 月）には雑草木との樹高差が約 1 m 程度まで開いた。一方で 2,500 本/ha 区については立地環境の影響により植栽木の成長が他より良好でなく、令和 2（2020）年秋（10 月）時点での樹高差は約 35cm だった。令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量を見てみると、植栽木の成長が良好だった 1,100 本/ha 区と 1,600 本/ha 区では、雑草木よりも植栽木の成長量が大きかった。また、植栽木の成長が良好でなかった 2,500 本/ha 区でも、植栽木の成長量が約 16cm、雑草木の成長量が約 15cm と同程度だった。

これらの結果から、植栽木がこのまま成長すれば、雑草木に追い抜かれることなく優占しているクマイザサやキイチゴ類等の最大の高さ（2～4 m 程度）を超えられるため、どの植栽密度も令和元（2019）年度の下刈り（4 回目）で終了と判断できる。ただし、植栽木の成長が良好でない（立地環境の影響と考えられる）2,500 本/ha 区では、令和 3（2021）年度の成長状況を観察する必要がある。

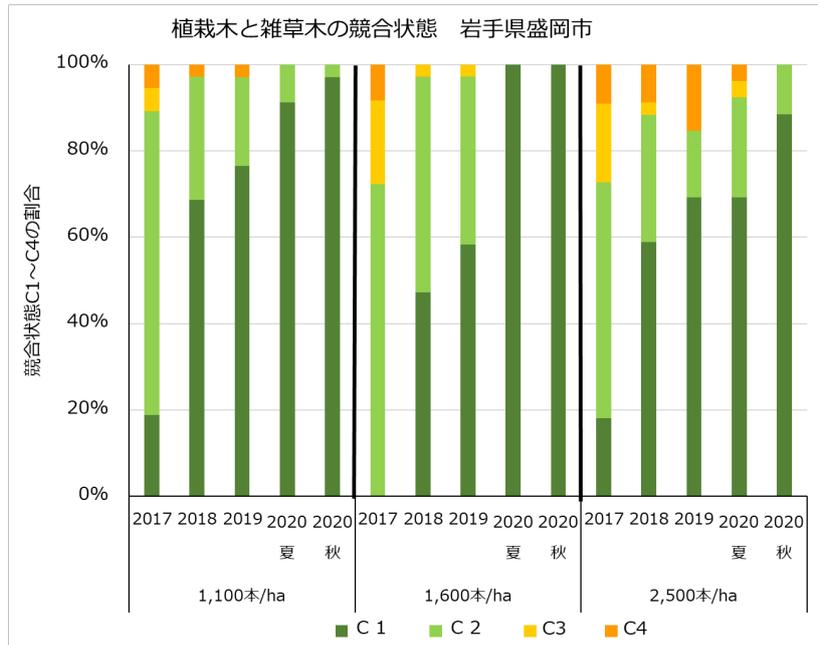


図 3-21 植栽木と雑草木の競合状態（岩手県盛岡市）

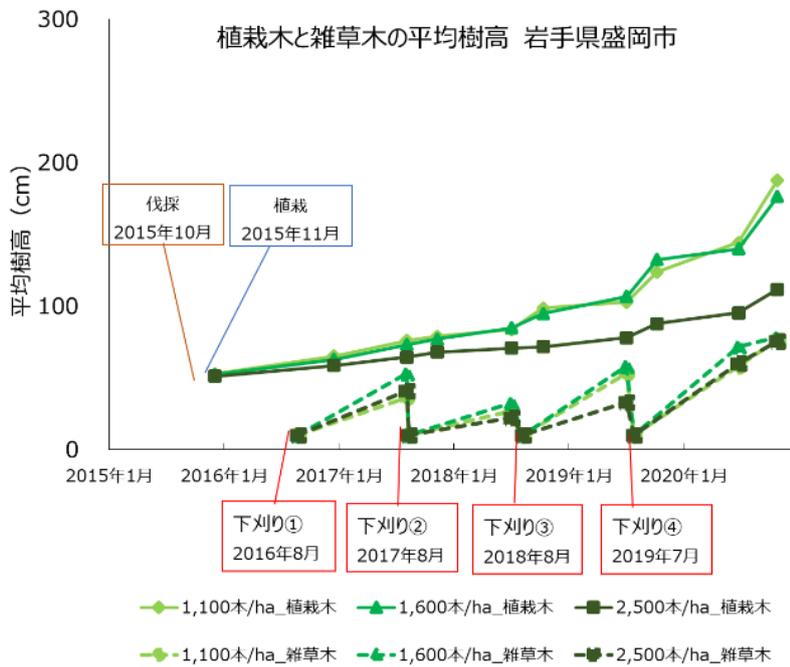


図 3-22 植栽木と雑草木の平均樹高（岩手県盛岡市）

※図 3-21、図 3-22 において、1,100 本/ha はプロット 2、1,600 本/ha はプロット 4、2,500 本/ha はプロット 6 の調査結果を示す。

表 3-23 植生調査の結果（岩手県盛岡市）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,100	低木層0% (1.0m以上)	-	-	-
		草本層95% (1.0m未満)	クマイザサ ミヤマガマズミ コゴメウツギ	20% 10% 5%	・ウワミズザクラ・モミジイチゴ ・クマイチゴ・アオダモ・ゴンズイ ・アケビ・クマヤナギ・サルトリイバラ
4	1,600	低木層5% (1.0m以上)	ホオノキ ウワミズザクラ	2% 1%	-
		草本層90% (1.0m未満)	クマイザサ キブシ モミジイチゴ	30% 10% 5%	・ホオノキ・ミヤマガマズミ・ウワミズザクラ ・サルトリイバラ・ツルウメモドキ ・クマヤナギ
6	2,500	低木層0% (1.0m以上)	-	-	-
		草本層90% (1.0m未満)	クマイザサ クマイチゴ キブシ	40% 20% 10%	・ウワミズザクラ・ミヤマガマズミ ・アカマツ・ヤマウルシ・オオカメノキ ・ホオノキ



プロット2 (1,100本/ha)



プロット4 (1,600本/ha)



プロット6 (2,500本/ha)

写真 3-9 植生調査プロットの状況（令和2（2020）年6月）

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-14 に示す。

表 3-24 下刈りに関するアンケート結果（岩手県盛岡市）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・今年度は実施せず →今年の春になって植栽木が急激に伸び始めたため。・今後の予定について、どの植栽密度も下刈りは不要と思う。ただ、ツルが巻いているのを確認したため、来年にツル切り作業を実施する予定。今のところ、それで終了と考えている。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・岩手では、カラマツの下刈りは4年目以降申請して許可を受ける必要がある。そのため、だいたい3年目で終わらせている。（植栽時を1年目とした場合）
植栽密度による下刈り作業の影響等
（回答なし）
低密度植栽について
<ul style="list-style-type: none">・低密度植栽地のカラマツは、他と比べ横に広くドーム型に近い樹形となっている気がする。枝が多くなるため節も多くなり、材としてどうなるのかという懸念がある。

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>植栽後（平成 27（2015）年 12 月）</p>	<p>平成 28（2016）年 7 月</p>
	
<p>平成 29（2017）年 8 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 7 月</p>	<p>平成 30（2018）年 10 月</p>
	
<p>令和元（2019）年 7 月</p>	<p>令和元（2019）年 10 月</p>

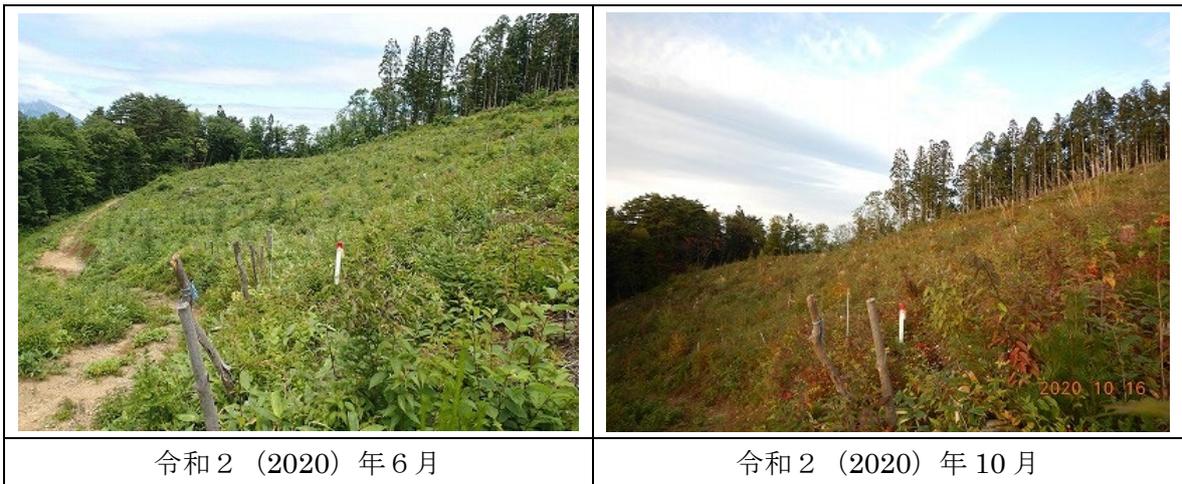


写真 3-10 実証試験地の様子 (遠景、岩手県盛岡市)

⑥ 現地写真 (近景、1,600本/ha)

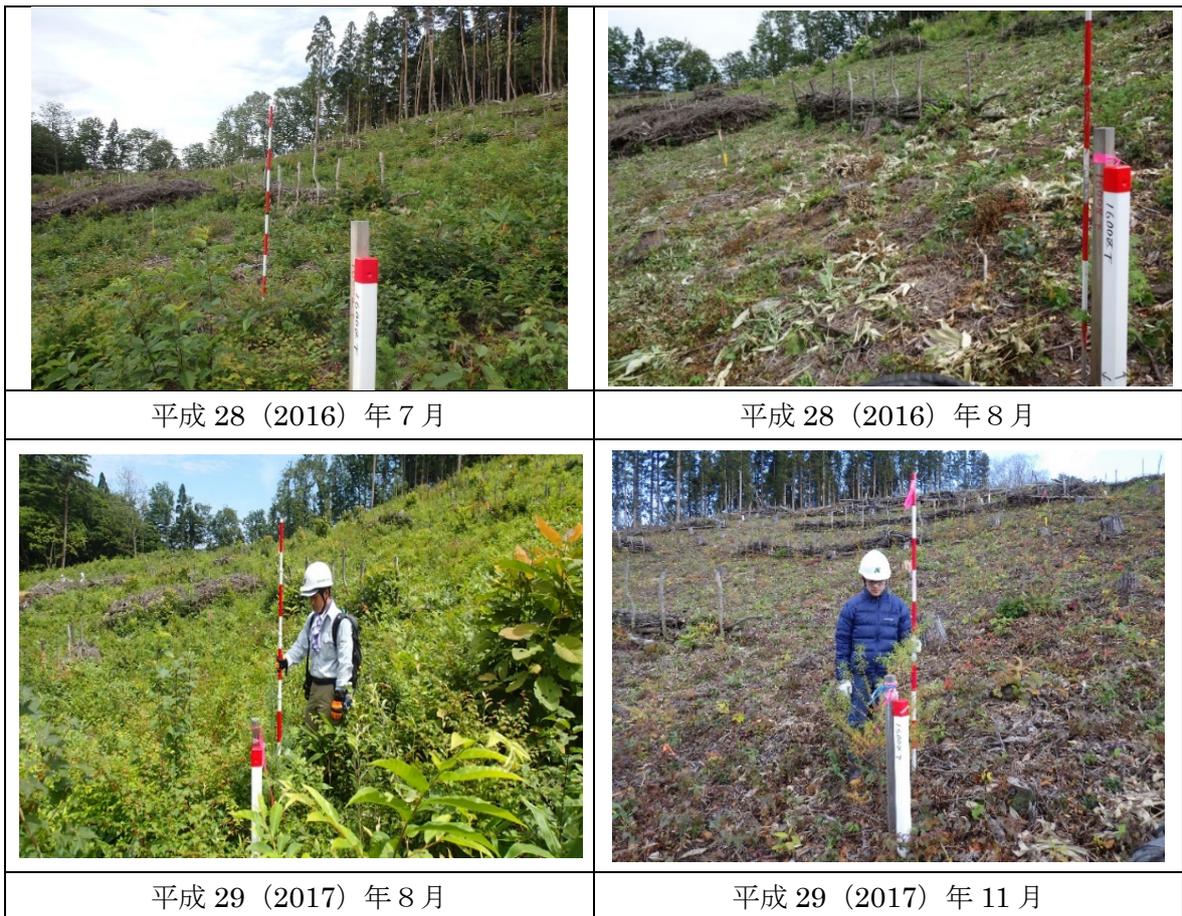




写真 3-11 実証試験地の様子 (近景 (1,600 本/ha)、岩手県盛岡市)

(3) 岩手県 葛巻町 (カラマツ) (No.3)

① 実証試験地の概要

平成 27 (2015) 年 11 月に、岩手県葛巻町の実証試験地 (1.07ha) に 1,600 本/ha、2,500 本/ha の 2 つの植栽密度区を設け、カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗) を計 2,189 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-25) と位置図 (図 3-23) は以下のとおりである。

表 3-25 実証試験地の概要 (岩手県葛巻町)

実証試験地	岩手県葛巻町押田内		
苗木種	カラマツ 150cc コンテナ苗 (実生苗)		
植栽密度	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.54ha	0.53ha	1.07ha
植栽本数	864 本	1,325 本	2,189 本
気温/ 降水量 最深積雪	8.4℃ (年平均気温) / 1,008.7mm (年降水量) (平年値、葛巻) 52cm (平年値、葛巻)		
標高/ 傾斜/ 方位	220~250m / 10~15° / NW		
土壌	乾性褐色森林土		
土地所有者	個人所有者		
植栽実施者	葛巻森林組合		
植栽日	平成 27 (2015) 年 11 月 16~18 日 (前生林分の伐採は平成 25 年 11 月)		

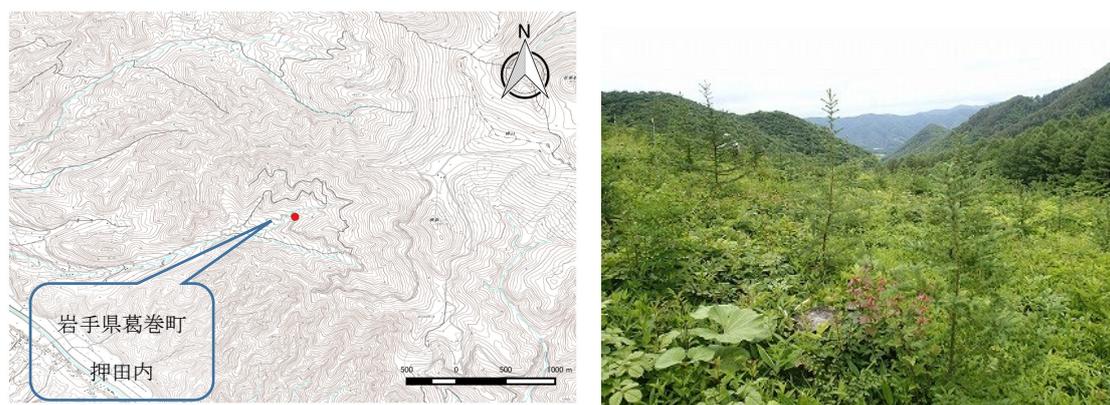


図 3-23 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (岩手県葛巻町)

② 調査プロットの概要

2つの植栽密度区に、それぞれ3つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計235本（1,600本/ha：117本、2,500本/ha：118本）を調査対象木とした（図3-24、表3-26）。

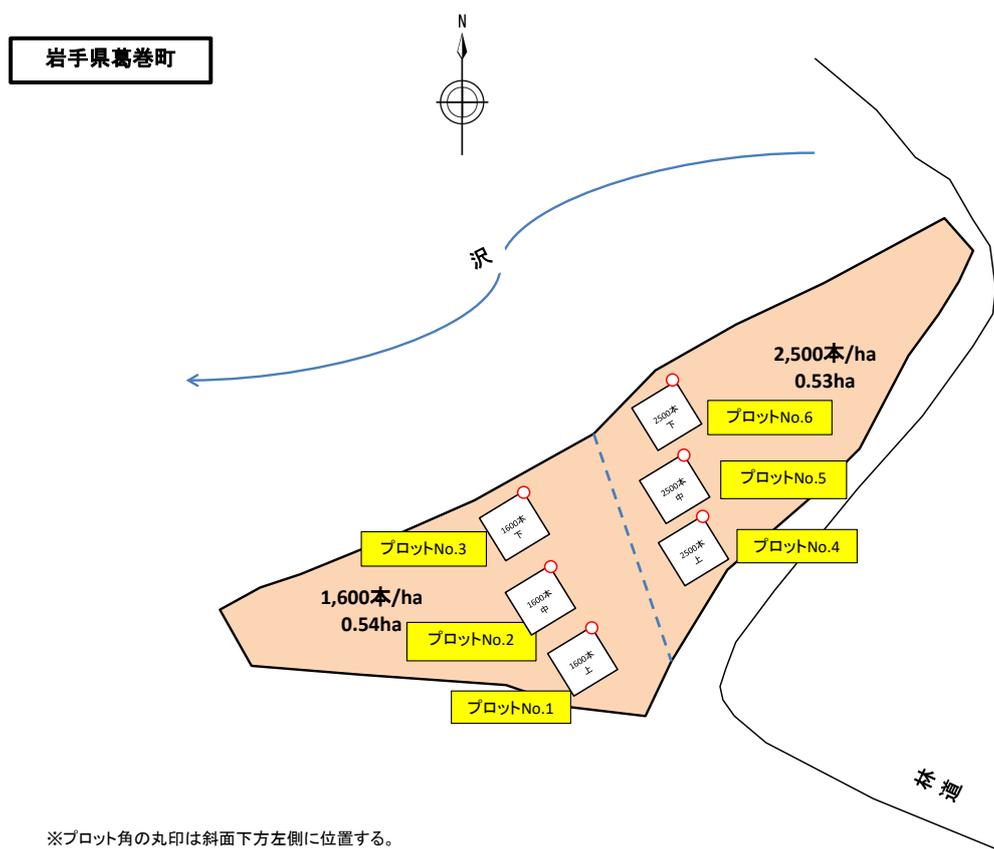


図 3-24 調査プロットの位置図（岩手県葛巻町）

表 3-26 調査プロットの概要（岩手県葛巻町）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m ²)	調査本数	備考
1,600 本/ha	No. 1	278.3	41 本	斜面上部に設置
	No. 2	256.9	40 本	斜面中部に設置
	No. 3	227.1	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 4	183.3	42 本	斜面上部に設置
	No. 5	174.6	40 本	斜面中部に設置
	No. 6	158.9	36 本	斜面下部に設置
合計			235 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-27、表 3-28 のとおりである。

基本的に全ての調査プロットで下刈りを実施するものとしたが、平成 28 (2016) 年度においては試験的に 2 つの調査プロット (No. 2, 5) で下刈りを実施しなかった。また、平成 29 (2017) 年度から令和元 (2019) 年度にかけては全ての調査プロットで下刈りを実施したが、令和 2 (2020) 年度については土地所有者の意向により下刈りは実施されなかった。

表 3-27 下刈りの実施日 (岩手県葛巻町)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	8 月 25～26 日
平成 29 (2017)	9 月 11 日
平成 30 (2018)	7 月 18 日
令和 元 (2019)	7 月 29 日～8 月 1 日
令和 2 (2020)	—

表 3-28 下刈り実施の有無 (岩手県葛巻町)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) 下刈り	H29 (2017) ~ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,600 本/ha	No. 1	有	有	無
	No. 2	無	有	無
	No. 3	有	有	無
2,500 本/ha	No. 4	有	有	無
	No. 5	無	有	無
	No. 6	有	有	無

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-29 のとおりである。

表 3-29 調査実施日（岩手県葛巻町）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 27 (2015) 年 11 月 30 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 12 月 13 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 8 月 3 日	平成 29 (2017) 年 11 月 6 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 7 月 2 日	平成 30 (2018) 年 10 月 12 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 2 日	令和 元 (2019) 年 10 月 9 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 6 月 24 日	令和 2 (2020) 年 10 月 21 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-30 のとおりである。

活着率は植栽密度間で大きな差は見られず、どの植栽密度区も 90%以上と高い数値を示した。

生存率及び枯死率については、植栽翌年の平成 28（2016）年度に試験的に下刈りを行わなかった 2 つの調査プロット（No. 2, 5）で、翌年の平成 29（2017）年度の枯死本数が僅かに高かった（プロット 2 は 3 本、プロット 5 は 4 本）。カラマツは植栽直後において雑草木の被圧の影響を受けやすい可能性があり、注意が必要である。令和 2（2020）年度時点での生存率については、植栽密度間で大きな差は見られなかった。

表 3-30 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（岩手県葛巻町）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,600	41	3 (幹折れ1・枯れ2)	2 (シカ食1・枯れ1)	0	0	0	5	92.7	87.8	12.2
2	1,600	40	0	3 (衰弱1・枯れ1・誤伐1)	0	0	0	3	100.0	92.5	7.5
3	1,600	36	2 (枯れ1・幹折れ1)	1 (誤伐)	1 (誤伐)	0	0	4	94.4	88.9	11.1
4	2,500	42	1 (枯れ)	2 (梢端折れ)	1 (獣虫害)	0	0	4	97.6	90.5	9.5
5	2,500	40	1 (枯れ)	4 (衰弱1・梢端折れ1・誤伐1・消失1)	2 (枯れ2)	1 (枯れ)	0	8	97.5	80.0	20.0
6	2,500	36	1 (枯れ)	1 (梢端折れ)	0	0	1 (枯れ)	3	97.2	91.7	8.3

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-31、図3-25、図3-26及び写真3-12のとおりである。

令和2（2020）年の時点では平均樹高、平均地際直径、形状比ともに植栽密度間で大きな差は見られなかったことから、本実証試験地では植栽木の初期成長に植栽密度は影響を与えなかったと考えられる。

表 3-31 植栽木の成長状況（岩手県葛巻町）

1,600本/ha							
岩手県葛巻町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	45.9±5.7	52.9±7.5	82.7±18.6	103.8±25.8	152.5±39.8	219.8±53.2
	最小値	30.0	35.9	35.2	52.0	76.0	104.0
	最大値	62.0	72.7	141.0	187.0	264.0	344.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	0.7±0.1	1.1±0.2	1.6±0.5	2.3±0.7	3.7±1.0
	最小値	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3
	最大値	0.7	1.1	1.8	2.9	4.1	5.9
形状比	平均値	94.6±16.7	80.8±11.8	79.2±16.3	66.3±10.7	67±10.6	61.0±9.1
	最小値	60.0	50.7	48.9	40.0	36.4	37.6
	最大値	145.0	106.7	133.0	105.7	97.5	89.8
2,500本/ha							
岩手県葛巻町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	43.9±5.8	53.4±7.4	85.6±17.9	103.3±27.2	154.4±40.5	215.3±55.1
	最小値	32.0	27.0	52.5	35.5	67.0	83.0
	最大値	57.0	73.1	131.2	187.0	282.0	369.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	0.6±0.1	1±0.2	1.5±0.5	2.2±0.7	3.5±1.1
	最小値	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2
	最大値	0.6	1.0	2.1	3.4	5.1	7.2
形状比	平均値	93.8±14.4	86.4±13.3	88.8±18.7	68.7±12.1	70.6±11.2	63.2±10.5
	最小値	64.0	45.0	51.5	39.0	44.1	44.6
	最大値	135.0	121.8	149.0	97.0	101.7	97.4

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

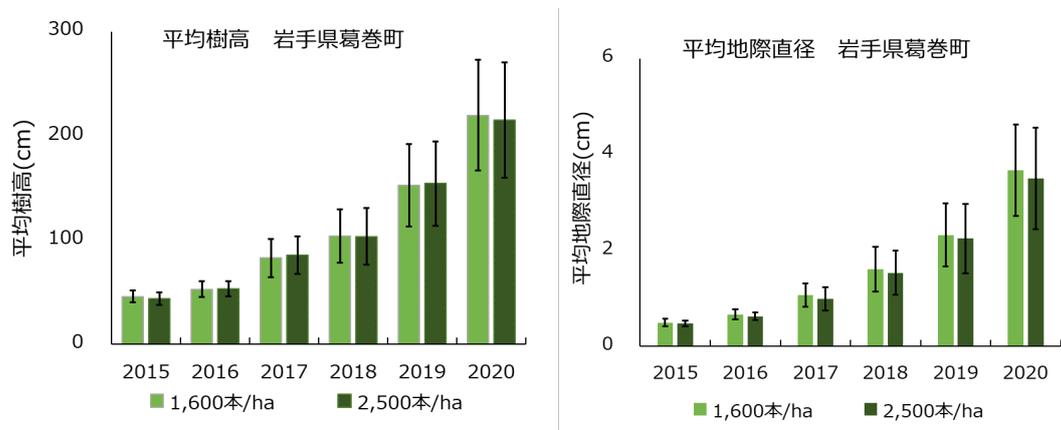


図 3-25 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（岩手県葛巻町）

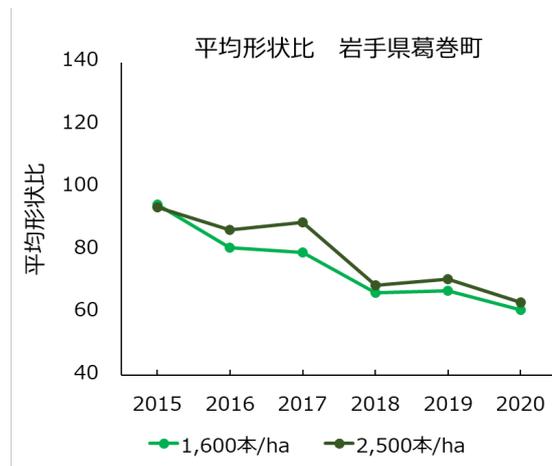


図 3-26 植栽木の平均形状比の推移（岩手県葛巻町）



写真 3-12 1,600本/ha 区の状況（令和2（2020）年10月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-32、図 3-27 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,600 本/ha 区で約 126.2cm、2,500 本/ha 区で約 119.6cm となり、植栽密度間で大きな差は見られなかった。

表 3-32 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (岩手県葛巻町)

平均樹冠幅 (cm)	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
		1,600本/ha	41.2	60.8	96.7
	2,500本/ha	41.9	58.7	91.3	119.6

平均樹冠幅 岩手県葛巻町

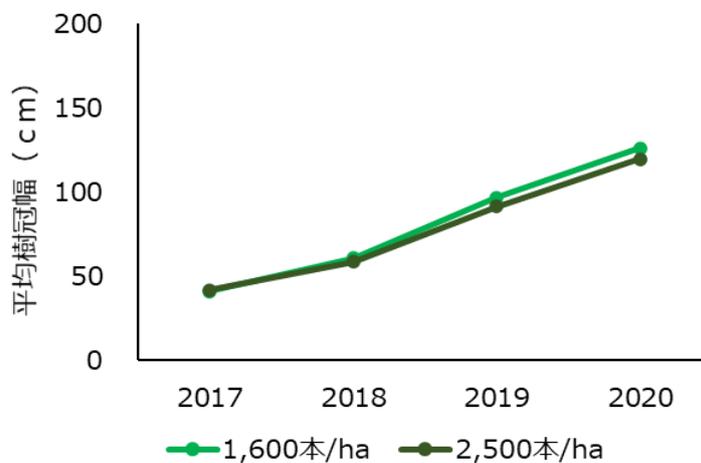


図 3-27 植栽木の平均樹冠幅の推移 (岩手県葛巻町)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-28 に示す。

分析の結果、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2025 年 4 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2023 年 7 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha では約 1 年 9 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

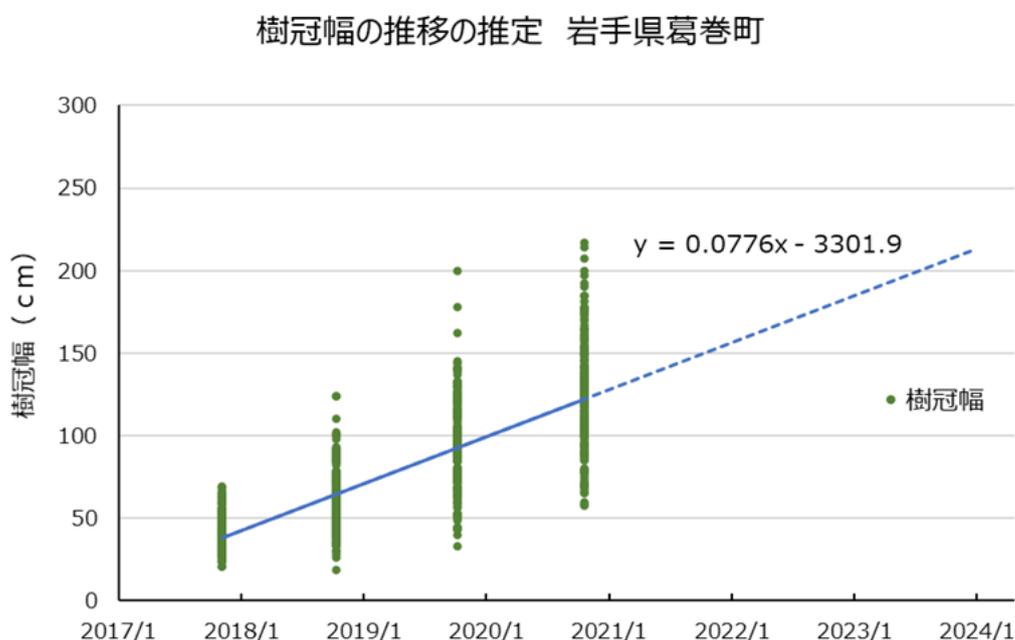


図 3-28 樹冠幅の推移の推定（岩手県葛巻町）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-29 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-30 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-33、写真 3-13 に示す。なお、令和 2（2020）年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-29）では、どちらの植栽密度も令和 2（2020）年夏（6 月）の時点で C1 が 9 割以上となっていた。さらに、令和 2（2020）年度は下刈りを実施しなかったにも関わらず、秋（10 月）の時点では C1 の割合が 10 割となっていた。この結果から、令和 2（2020）年度においてはどちらの植栽密度も植栽木は雑草木からの被圧をほとんど受けていない状況だったといえる。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-30）では、令和 2（2020）年秋（10 月）時点で植栽木の平均樹高は約 2 m を超えており、植栽木と雑草木の樹高差はどちらの植栽密度も約 1.2m 開いていた。さらに、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量は、植栽木が雑草木よりも大きく上回っていることが分かる。

これらの結果から、植栽木がこのまま成長すれば、今後も雑草木に追い抜かれることなく優占している草本類の最大の高さ（2 m 程度）を超えられるため、どちらの植栽密度も令和元（2019）年度の下刈り（4 回目）で終了と判断できる。

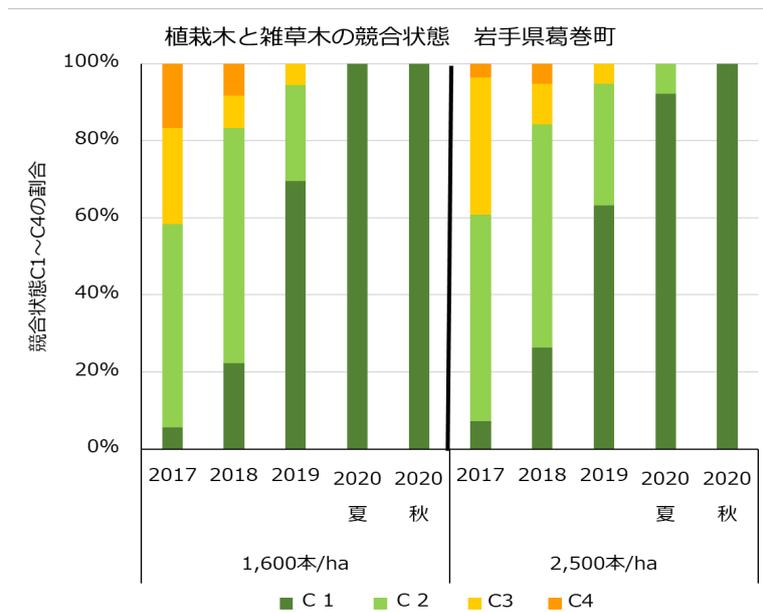


図 3-29 植栽木と雑草木の競合状態（岩手県葛巻町）

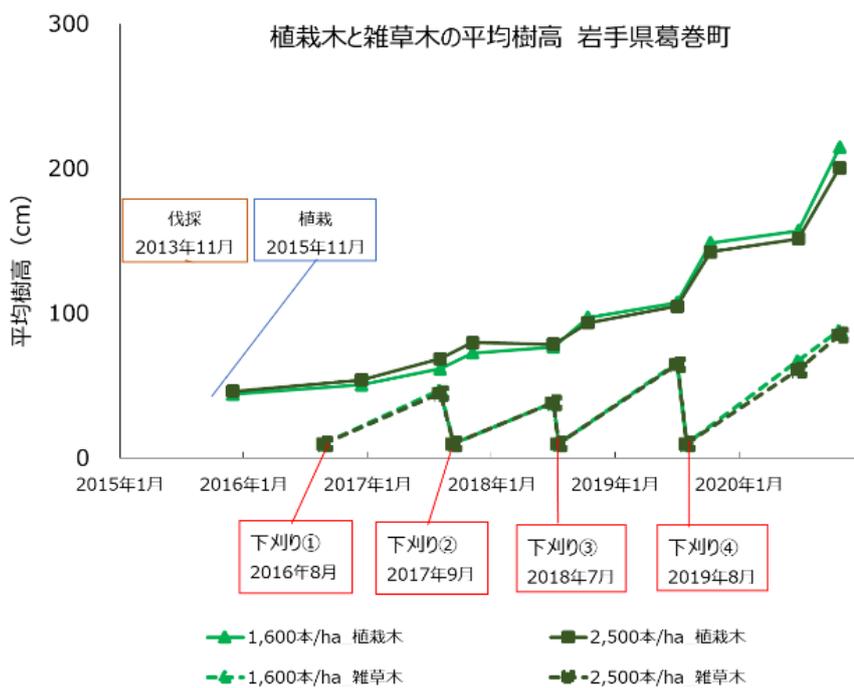


図 3-30 植栽木と雑草木の平均樹高（岩手県葛巻町）

※図 3-29、図 3-30 において、1,600 本/ha はプロット 1、2,500 本/ha はプロット 4 の調査結果を示す。

表 3-33 植生調査の結果（岩手県葛巻町）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
1	1,600	低木層 5% (1.0m以上)	ノアザミ	5%	・ハルジオン・クマイチゴ ・アキカラマツ
		草本層 90% (1.0m未満)	スゲSp. ヤブレガサ トリアシショウマ	30% 10% 10%	・ヤマカモジグサ・ウワミズザクラ ・モミジイチゴ・ヨツバヒヨドリ ・タラノキ・ミズナラ・ハシバミ ・ウリカエデ
4	2,500	低木層 5% (1.0m以上)	ヨツバヒヨドリ	5%	-
		草本層 90% (1.0m未満)	スゲSp. ザサSp. モミジイチゴ	25% 10% 5%	・ヨツバヒヨドリ・トリアシショウマ ・ムラサキシキブ・ウチワドコロ ・タラノキ・ウリハダカエデ ・ヤマオダマキ・ヤマカモジグサ ・ホオノキ・オオバショウマ・イヌエンジュ



プロット 1 (1,600 本/ha)



プロット 4 (2,500 本/ha)

写真 3-13 植生調査プロットの状況（令和 2（2020）年 6 月）

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-34 に示す。

表 3-34 下刈りに関するアンケート結果（岩手県葛巻町）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・今年度は実施せず →（低密度調査における）契約期間が終了したため。・今後の予定について、5年後に除伐の実施を予定している。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・通常は原則5年間実施後、終了としている。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none">・植栽密度というよりも、地形や地拵え時の枝条の整理状況、伐根の高さ等に影響される。・誤伐については、作業者それぞれの技術による。
低密度植栽について
(回答なし)

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>施業前（平成 27（2015）年）</p>	<p>植栽後（平成 27（2015）年 11 月）</p>
	
<p>平成 28（2016）年 8 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 7 月</p>	<p>平成 30（2018）年 10 月</p>

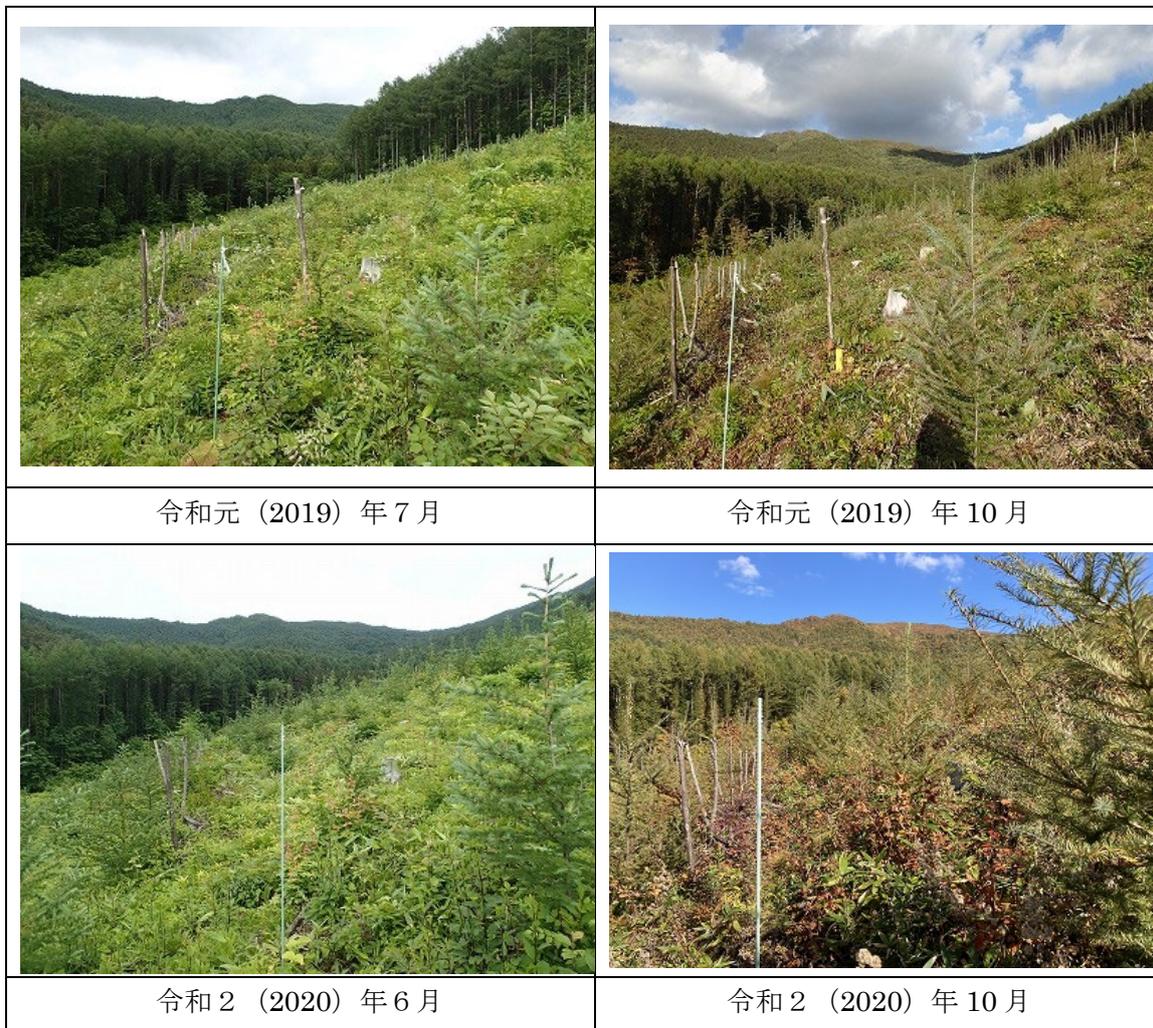


写真 3-14 実証試験地の様子（遠景、岩手県葛巻町）

⑥ 現地写真（近景、1,600本/ha）

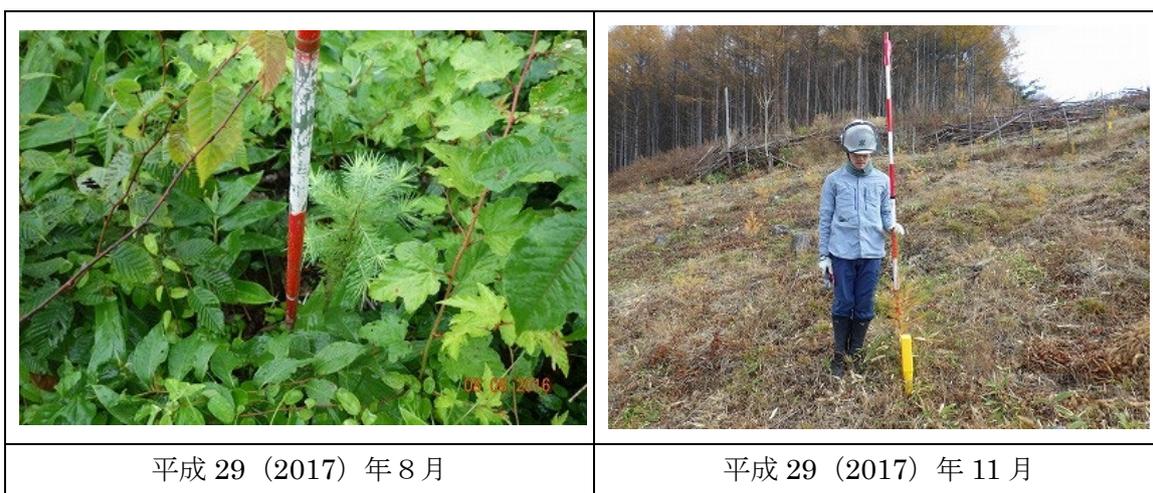




写真 3-15 実証試験地の様子 (近景 (1,600 本/ha)、岩手県葛巻町)

3-2-2. 近畿・中国地方

(1) 岡山県 吉備中央町（ヒノキ）(No.4)

① 実証試験地の概要

平成 28 (2016) 年 12 月 14 日に、岡山県加賀郡吉備中央町の実証試験地 (0.86ha) に 1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha の 3 つの植栽密度区を設け、ヒノキ 150cc コンテナ苗を計 1,491 本植栽した。

実証試験地の概要 (表 3-35) と位置図 (図 3-31) は以下のとおりである。

表 3-35 実証試験地の概要 (岡山県吉備中央町)

実証試験地	岡山県加賀郡吉備中央町加茂山国有林			
苗木種	ヒノキ 150cc コンテナ苗 (実生苗)			
植栽密度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.29ha	0.39ha	0.37ha	0.86ha
植栽本数	323 本	468 本	700 本	1,491 本
気温/ 降水量	12.1℃ (年平均気温) / 1,354.3mm (年降水量) (平年値、新見)			
標高/ 傾斜/ 方位	350~370m / 10~20° / SE~SW			
土壌	褐色森林土壌			
土地所有者	国有林			
植栽実施者	岡山森林組合			
植栽日	平成 28 (2016) 年 12 月 14 日 (前生林分の伐採は平成 27 (2015) 年)			

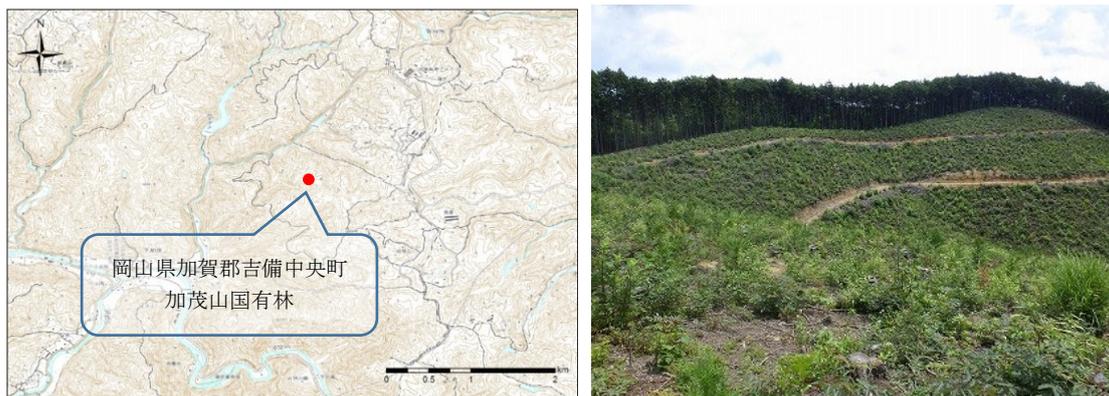


図 3-31 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (岡山県吉備中央町)

② 調査プロットの概要

3つの植栽密度区に、それぞれ2つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、216本（1,100本/ha：72本、1,600本/ha：72本、2,500本/ha：72本）を調査対象木とした（図3-32、表3-36）。

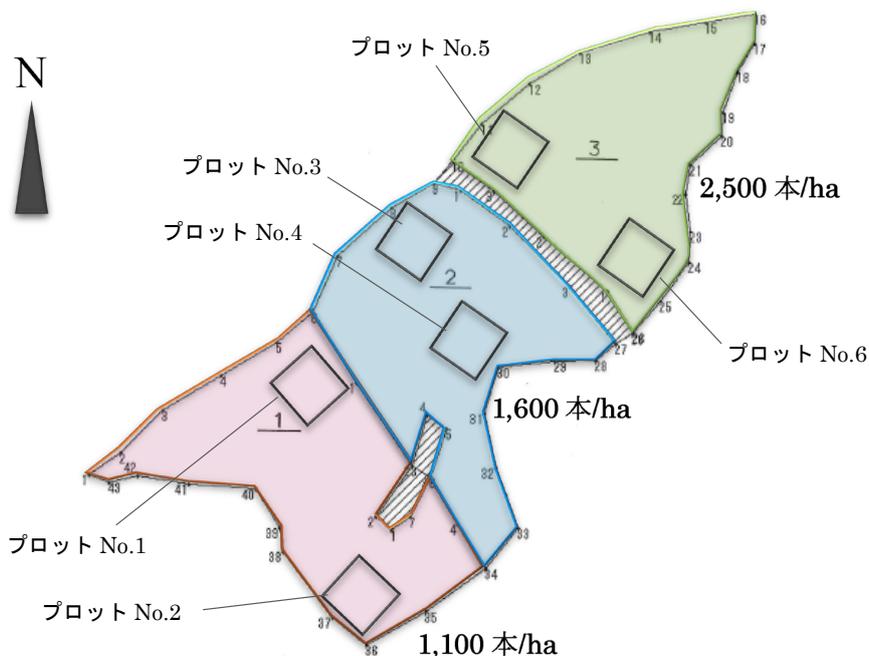


図 3-32 調査プロットの位置図（岡山県吉備中央町）

表 3-36 調査プロットの概要（岡山県吉備中央町）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m ²)	調査本数	備 考
1,100 本/ha	No. 1	351.3	36 本	斜面上部に設置
	No. 2	393.6	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No. 3	248.4	36 本	斜面上部に設置
	No. 4	269.7	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 5	154.7	36 本	斜面上部に設置
	No. 6	154.7	36 本	斜面下部に設置
合計			216 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-37、表 3-38 のとおりである。本実証試験地では植栽翌年度の平成 29（2017）年度から令和元（2019）年度まで全ての調査プロットで下刈りを実施していたが、令和 2（2020）年度は下刈りが実施されなかった。

表 3-37 下刈りの実施日（岡山県吉備中央町）

年度	下刈り実施日
平成 28（2016）	—（植栽年度）
平成 29（2017）	8 月 17～25 日
平成 30（2018）	8 月 21 日
令和 元（2019）	7 月 9～10 日
令和 2（2020）	—

表 3-38 下刈り実施の有無（岡山県吉備中央町）

植栽密度	プロット No.	H29（2017）～ R 元（2019） 下刈り	R 2（2020） 下刈り
1,100 本/ha	No. 1	有	無
	No. 2	有	無
1,600 本/ha	No. 3	有	無
	No. 4	有	無
2,500 本/ha	No. 5	有	無
	No. 6	有	無

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-39 のとおりである。

表 3-39 調査実施日（岡山県吉備中央町）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 12 月 16 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 24 日	平成 29 (2017) 年 12 月 5 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 8 月 21 日	平成 30 (2018) 年 10 月 30 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 3 日	令和 元 (2019) 年 11 月 1 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 7 月 2 日	令和 2 (2020) 年 10 月 16 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-40 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、どの調査プロットも約 95～100%と高い数値を示し、植栽密度間でほとんど変わらなかった。

令和 2（2020）年時点での生存率は 2,500 本/ha 区のプロット 5 を除き、80～100%となっており、植栽密度間では大きな差は見られなかった。プロット 5 で枯死が多かったことについて、局所的な雑草木の繁茂による影響などが考えられるが、原因の特定は難しい。

表 3-40 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（岡山県吉備中央町）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,100	36	—	0	0	0	0	0	100.0	100.0	0.0
2	1,100	36	—	0	3 (枯れ)	0	0	3	100.0	91.7	8.3
3	1,600	36	—	1 (誤伐1)	2 (枯れ)	3 (枯れ2・獣害1)	1 (枯れ)	7	97.2	80.6	19.4
4	1,600	36	—	0	0	0	0	0	100.0	100.0	0.0
5	2,500	36	—	2 (枯れ2)	10 (枯れ)	0	1 (枯れ)	13	94.4	63.9	36.1
6	2,500	36	—	1(枯れ1)	1 (枯れ)	2 (枯れ2)	0	4	97.2	88.9	11.1

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-41、図3-33、図3-34及び写真3-16のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに植栽密度間で差が見られ、令和2（2020）年度の平均樹高は2,500本/haで約181cm、1,600本/haで約196cm、1,100本/haで約234cmと、低密度区である1,100本/haで大きくなった。一方、平均形状比は植栽密度間でほぼ同じ傾向を示しており、植栽直後120前後だった形状比は急激に減少し、令和2（2020）年度は50前後となった。

本実証試験地は未だ林冠閉鎖に至っていないため、植栽密度よりも立地環境などの要因が植栽木の成長に影響したと考えられる。

表 3-41 植栽木の成長状況（岡山県吉備中央町）

1,100本/ha						
岡山県吉備中央町		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	45.7±5.8	60.1±15.9	117.1±22.3	164.7±30.2	233.6±40.6
	最小値	33.5	36.5	68.5	89.5	129.5
	最大値	60.5	95.5	163.8	226.5	345.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0.1	0.7±0.3	2.1±0.5	3.5±0.9	5.2±1.3
	最小値	0.3	0.3	1.3	2.0	3.0
	最大値	0.8	1.3	4.3	6.0	8.6
形状比	平均値	119.3±20.3	92.3±20.4	58.3±10.3	47.9±7.7	46.6±8.5
	最小値	70.0	57.8	33.3	33.2	26.5
	最大値	181.7	145.7	83.1	67.1	67.8
1,600本/ha						
岡山県吉備中央町		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	44±6.3	66.3±16.1	102.9±27.6	143.2±46.1	195.8±61.2
	最小値	30.0	20.4	51.5	57.7	66.5
	最大値	57.0	105.0	162.5	233.8	310.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0.1	0.9±0.2	1.8±0.5	2.8±0.9	4.2±1.4
	最小値	0.3	0.5	0.9	1.0	1.4
	最大値	0.5	1.4	3.3	5.2	7.4
形状比	平均値	119.7±20.1	77.5±11.7	57.4±8.5	51.3±8	47.9±8.1
	最小値	81.1	35.2	37.2	36.3	34.7
	最大値	178.1	101.4	79.3	70.1	66.5
2,500本/ha						
岡山県吉備中央町		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	42±5.8	64.1±11.8	93.3±23.9	128.4±42.2	181.1±51.4
	最小値	29.0	37.5	54.1	57.2	62.0
	最大値	56.7	88.0	138.5	198.3	275.0
地際直径(cm)	平均値	0.3±0.1	0.8±0.2	1.6±0.5	2.6±0.9	3.7±1.2
	最小値	0.2	0.5	0.8	1.0	1.6
	最大値	0.5	1.4	2.5	4.5	6.5
形状比	平均値	121.4±13.5	77.5±11.3	60±8.6	50.1±6.8	50.0±8.8
	最小値	93.8	50.5	42.4	35.7	27.8
	最大値	151.7	98.3	86.9	63.0	68.6

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

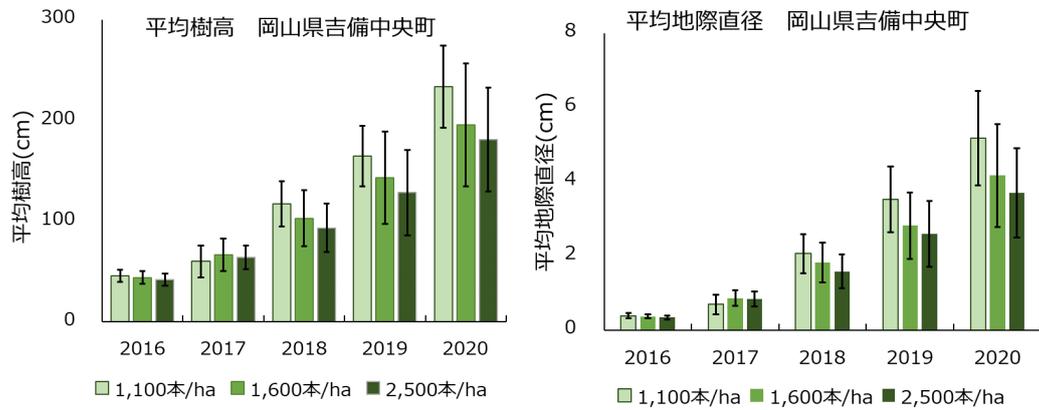


図 3-33 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（岡山県吉備中央町）

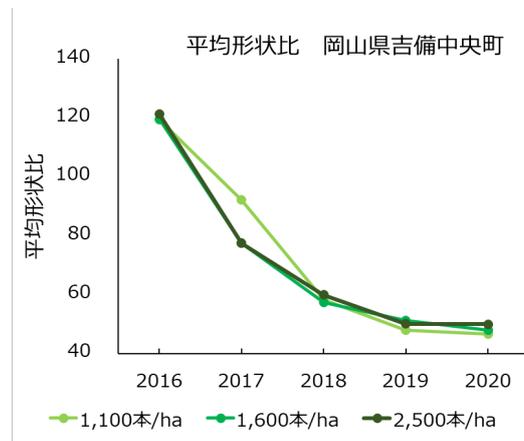


図 3-34 植栽木の平均形状比の推移（岡山県吉備中央町）



写真 3-16 1,100 本/ha 区の状態（令和 2（2020）年 10 月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-42、図 3-35 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,100 本/ha 区で約 171.6cm、1,600 本/ha 区で約 142.2cm、2,500 本/ha 区で約 134.0cm となり、樹高や地際径と同様に、1,100 本/ha 区で最も大きくなった。

表 3-42 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (岡山県吉備中央町)

	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
平均 樹冠幅 (cm)	1,100本/ha	53.7	90.6	124.9	171.6
	1,600本/ha	47.6	84.7	104.5	142.2
	2,500本/ha	48.8	88.8	103.4	134.0

平均樹冠幅 岡山県吉備中央町

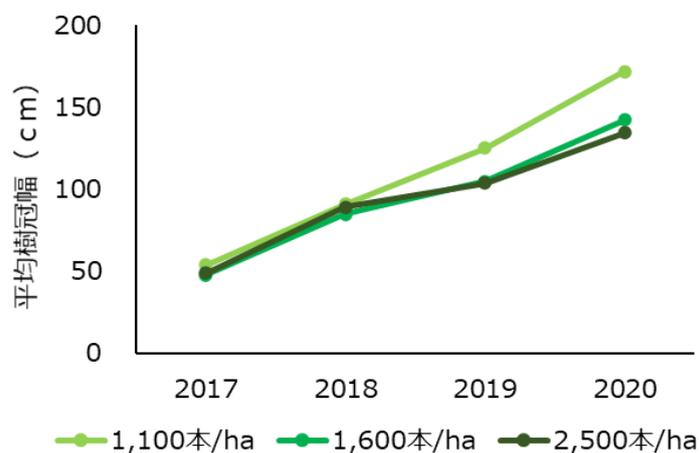


図 3-35 植栽木の平均樹冠幅の推移 (岡山県吉備中央町)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-36 に示す。

分析の結果、1,100 本/ha（植栽間隔 3.0m）では 2025 年 2 月に、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2023 年 9 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2022 年 3 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha では約 1 年 6 カ月、1,100 本/ha では約 2 年 11 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

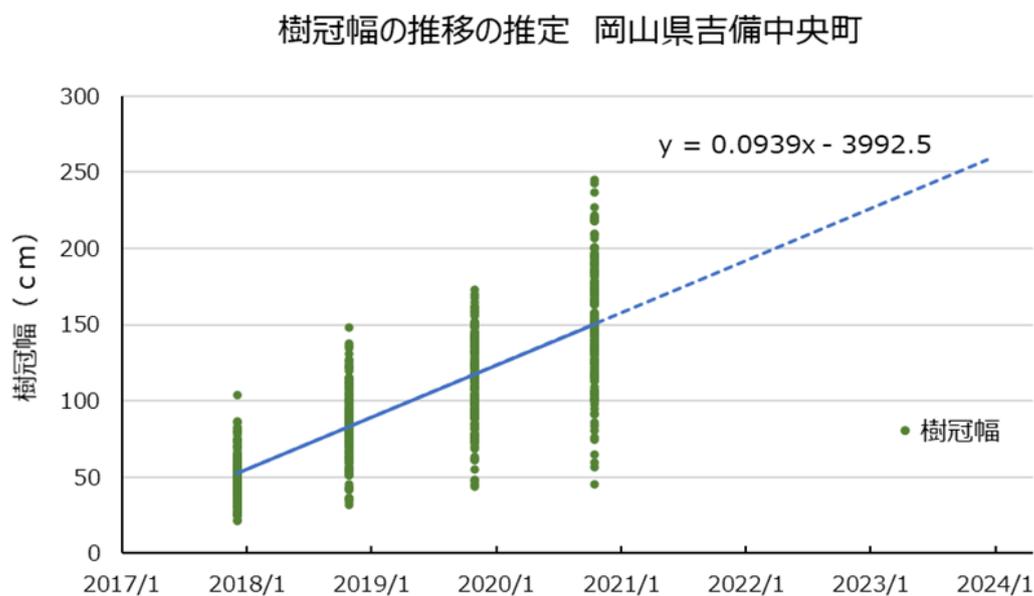


図 3-36 樹冠幅の推移の推定（岡山県吉備中央町）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-37 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-38 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-43、写真 3-17 に示す。なお、令和 2（2020）年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-37）では、植栽密度間で多少のばらつきが見られるものの、どの植栽密度も令和 2（2020）年夏（7月）の時点で C1 + C2 が 9割以上となっており、特に 1,100 本/ha 区では C1 が 10割だった。令和 2（2020）年度は下刈りを実施しなかったため、秋（10月）の時点で 1,600 本/ha 区や 2,500 本/ha 区で C3 や C4 の割合が増加しているが、依然としてどの植栽密度も C1 + C2 で 8割を超えていた。この結果から、令和 2（2020）年度においてはどの植栽密度も植栽木は雑草木からの被圧をほとんど受けていない状況だったといえる。ただし、来年度も下刈りを実施しない場合は、さらに C3 や C4 の割合が増加し、植栽木の成長に影響を与える可能性がある。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-38）では、低密度区である 1,100 本/ha 区で植栽木の成長が良好であり、令和 2（2020）年秋（10月）の時点で雑草木との樹高差が約 1.5m 程度まで開いていた。一方で、1,600 本/ha 区や 2,500 本/ha 区では、雑草木との樹高差は約 40～50cm 程度だった。また、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量を見てみると、植栽木の成長量はそれぞれ 1,100 本/ha 区で約 37cm、1,600 本/ha 区で約 23cm、2,500 本/ha で約 28cm だった一方で、雑草木の成長量はそれぞれ 1,100 本/ha 区で約 9 cm、1,600 本/ha 区で約 9 cm、2,500 本/ha で約 15cm であり、どの植栽密度も植栽木の方が成長量が大きかった。

令和 2（2020）年夏から秋にかけて、成長量は植栽木の方が大きかったにも関わらず、1,600 本/ha 区や 2,500 本/ha 区で C3 や C4 の割合が増加していたが、1,600 本/ha 区や 2,500 本/ha 区では植栽木と雑草木の樹高差が十分開いていなかったことが要因の一つとして挙げられる。そのため、令和 3（2021）年度にもう一度下刈り（4回目）を実施すればどの植栽密度も植栽木と雑草木の樹高差が十分開き、下刈りを終了できると考えられる。また、低密度区である 1,100 本/ha 区については、植栽木の成長が良好だったため 4回目の下刈りを必要としない可能性があるが、これは植栽密度の違いではなく立地環境の違いを要因とするものであると考えられた。

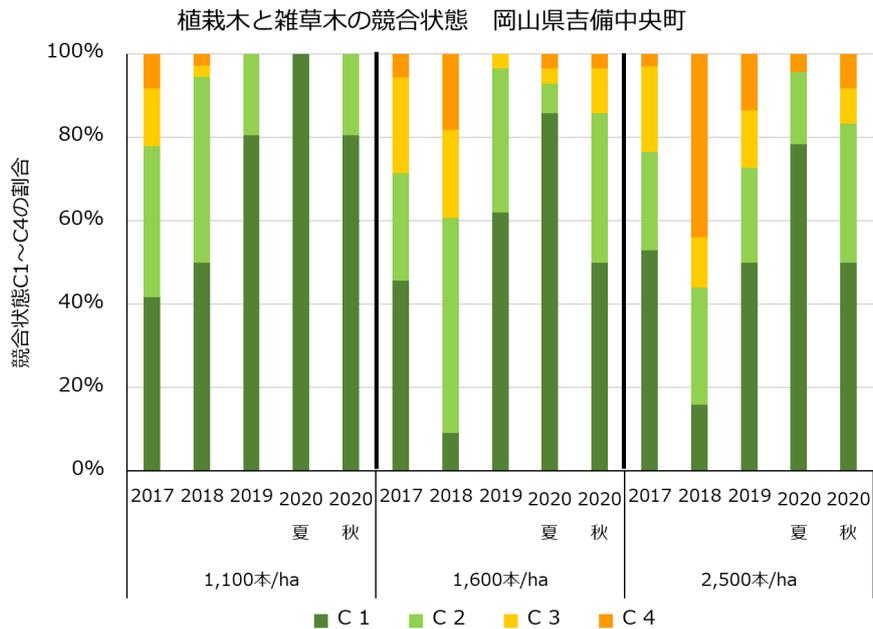


図 3-37 植栽木と雑草木の競合状態 (岡山県吉備中央町)

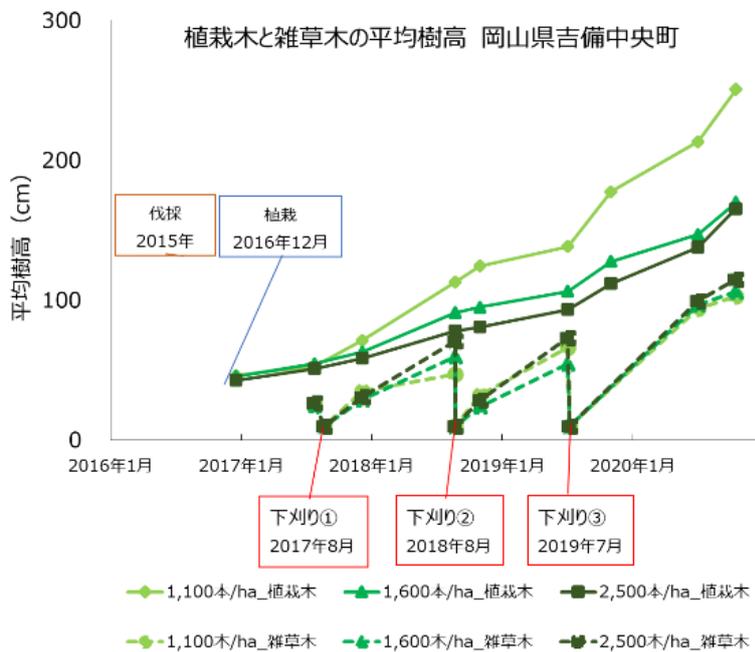


図 3-38 植栽木と雑草木の平均樹高 (岡山県吉備中央町)

※図 3-37、図 3-38 において、1,100 本/ha はプロット 1、1,600 本/ha はプロット 3、2,500 本/ha はプロット 5 の調査結果を示す。

表 3-43 植生調査の結果（岡山県吉備中央町）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
1	1,100	低木層 10% (1.0m以上)	アカメガシワ ススキ	5% 5%	・アラカシ
		草本層 60% (1.0m未満)	アカメガシワ ヌルデ アラカシ	20% 20% 10%	・ヤマフジ・サルトリイバラ・ニガイチゴ ・クマイチゴ・サンショウ・クロモジ ・ヤブムラサキ・リョウブ
3	1,600	低木層 20% (1.0m以上)	アカメガシワ ススキ ヤブムラサキ	10% 5% 5%	・カラスザンショウ
		草本層 40% (1.0m未満)	アカメガシワ ヤブムラサキ ヌルデ	20% 10% 10%	・ススキ・サルトリイバラ・ヤマフジ ・サンカクヅル・ウラジロ・ネズミモチ ・イヌザンショウ・カラスザンショウ ・ニガイチゴ
5	2,500	低木層 10% (1.0m以上)	アカメガシワ ススキ	5% 5%	・スギ
		草本層 60% (1.0m未満)	アカメガシワ ヌルデ ヤブムラサキ	30% 15% 10%	・ススキ・コムラサキ・イヌツゲ ・サルトリイバラ・オカトラノオ



プロット1 (1,100 本/ha)



プロット3 (1,600 本/ha)



プロット5 (2,500 本/ha)

写真 3-17 植生調査プロットの状況（令和2（2020）年7月）

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-44 に示す。

表 3-44 下刈りに関するアンケート結果（岡山県吉備中央町）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none"> ・今年度は実施せず →植栽木の成長と全体の被圧状況から、不要と判断した。 ・今後の予定について、現地を確認しながら下刈り要否の判断をするが、来年度は下刈り実施予定。植栽密度による下刈り予定の違いはない。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none"> ・通常は、植栽後 5～6 年の間必要に応じて実施している。 ・現地の雑草木の繁茂状況、植栽木の成長状況を考慮して下刈りの終了を決定する。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none"> ・植栽密度よりも、急峻な地形、雑草に完全に被圧された状態、つる類が多い状況等の時に作業が掛かり増しとなる。 ・誤伐については、植栽木が小さく雑草木の繁茂が激しい箇所や、広葉樹等多様な樹種の植栽箇所が多く発生する。 ・誤伐の防止については、1 m 程度の棒を立て、ペンキ塗装をしている（広葉樹の植栽箇所について）。
低密度植栽について
<ul style="list-style-type: none"> ・植栽時のコストダウンの他、切り捨て間伐が不要であることについても低コスト化が望める。また、有用広葉樹の侵入による針広混交林の成林に期待している。 ・不安な点として、ツル切り、雑草木、クズ類の発生による除伐のコスト増があるのではないかと。また成林途中での優良木の選別機会が少ないことも不安である。 ・エリートツリーのような遺伝的優良品種を植栽する必要がある。 ・低密度植栽の結論が出るのは数十年先になるのではないかと。

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>平成 29 (2017) 年 7 月</p>	<p>平成 29 (2017) 年 12 月</p>
	
<p>平成 30 (2018) 年 8 月</p>	<p>平成 30 (2018) 年 10 月</p>
	
<p>令和元 (2019) 年 7 月</p>	<p>令和元 (2019) 年 11 月</p>

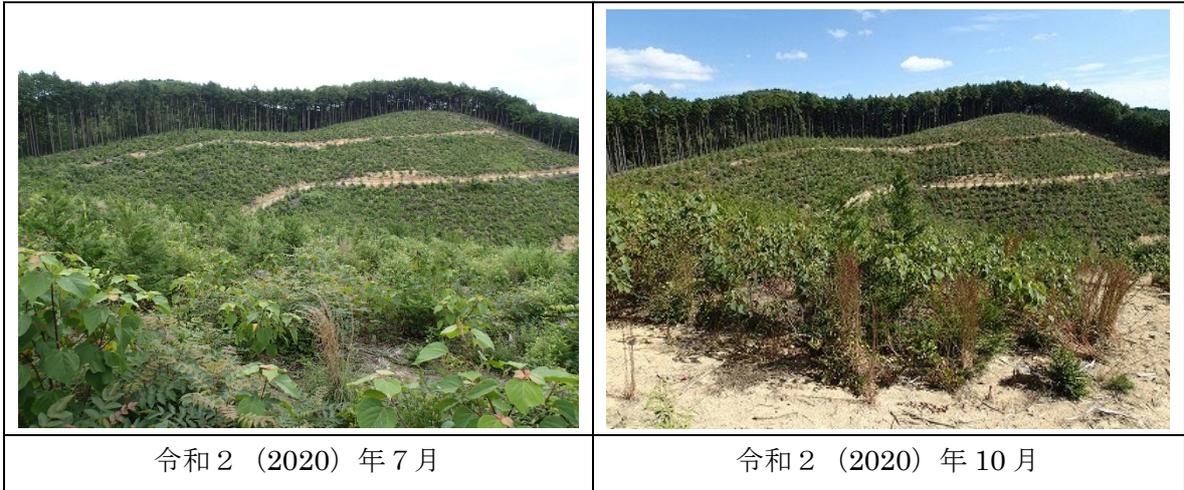
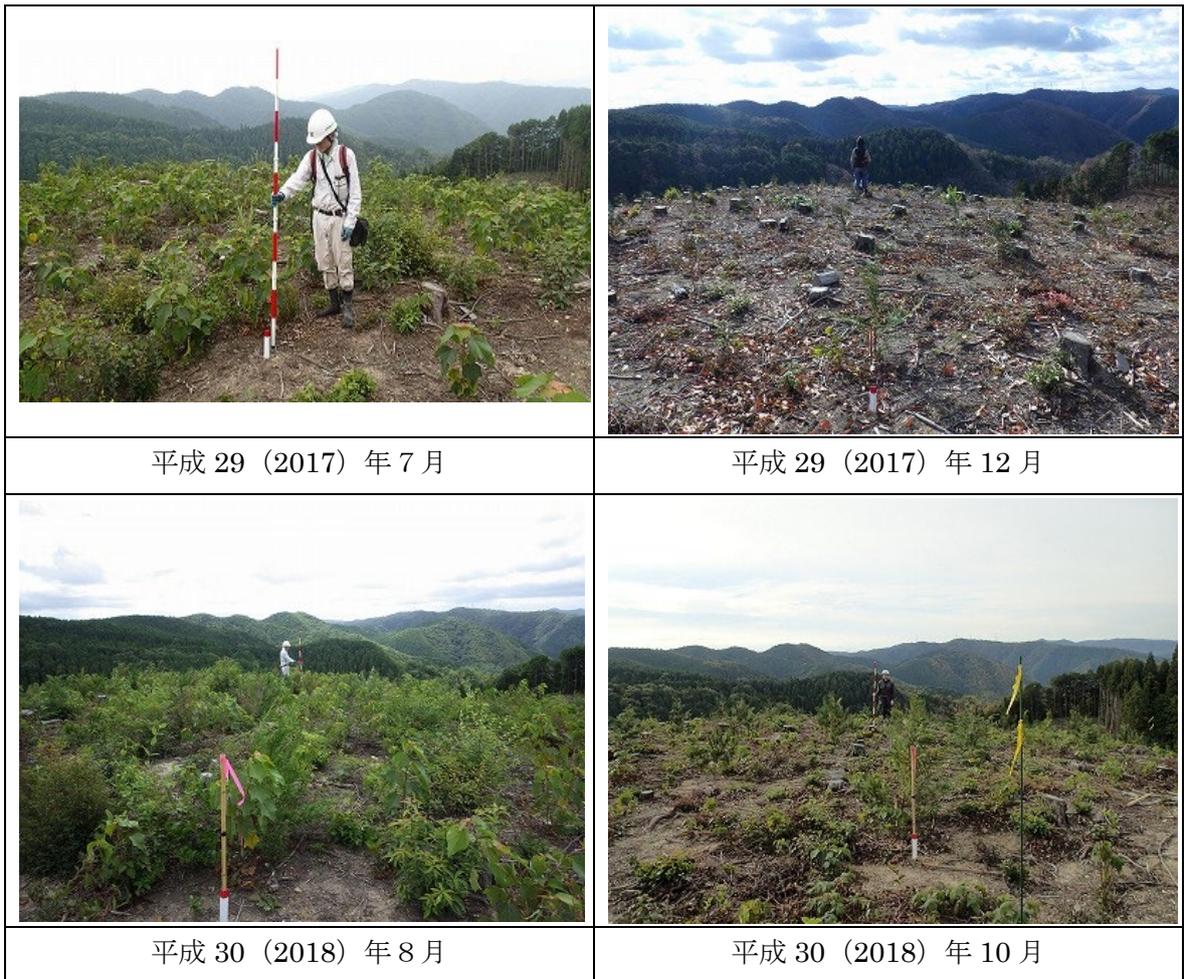


写真 3-18 実証試験地の様子 (遠景、岡山県吉備中央町)

⑥ 現地写真 (近景、1,100本/ha)



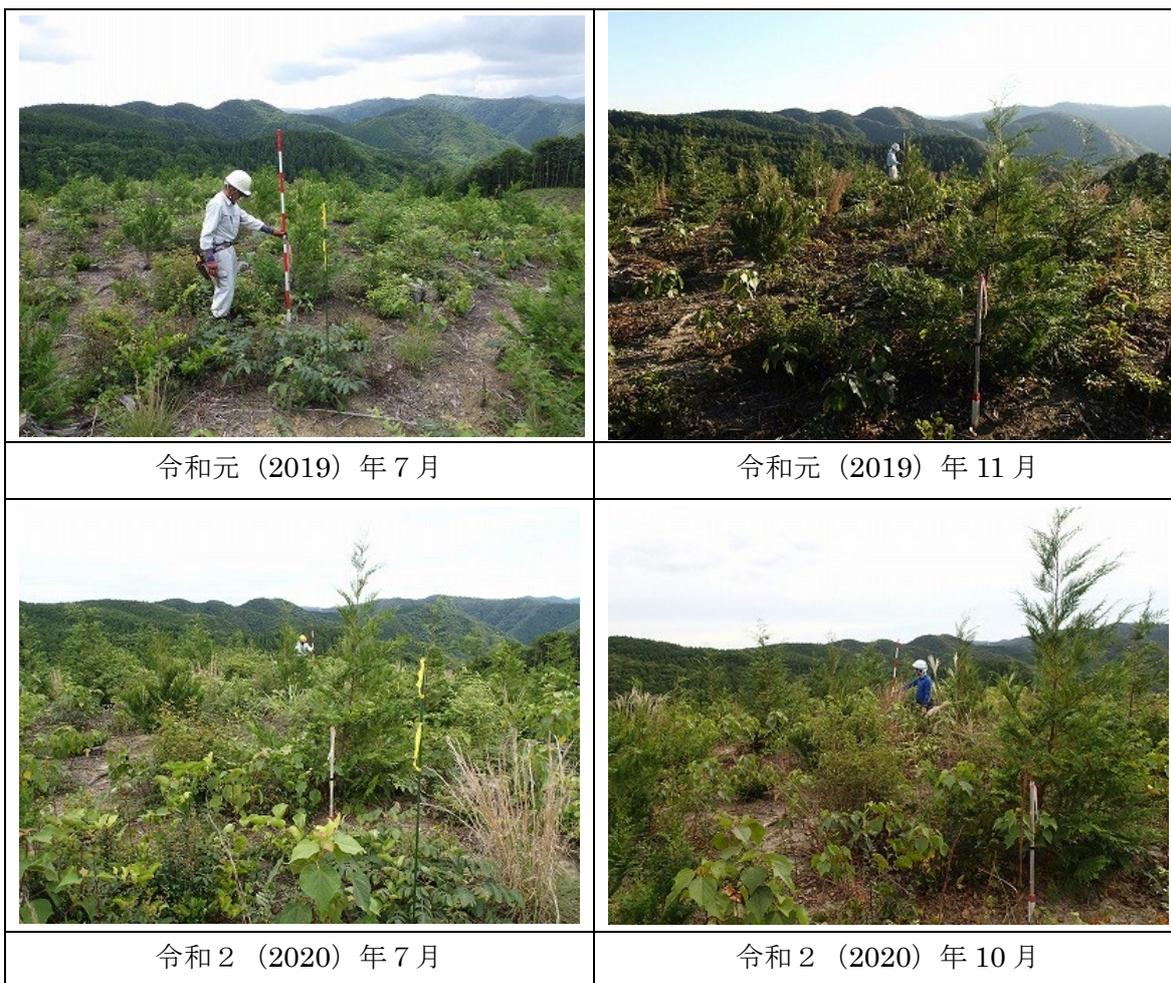


写真 3-19 実証試験地の様子（近景（1,100本/ha）、岡山県吉備中央町）

3-2-3. 九州地方

(1) 長崎県 大村市 (ヒノキ) (No.5)

① 実証試験地の概要

平成 28 (2016) 年 1 月に、長崎県大村市の実証試験地 (0.72ha) に 1,600 本/ha、2,500 本/ha の 2 つの植栽密度区を設け、ヒノキ 300cc コンテナ苗 (実生苗) を計 1,473 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-45) と位置図 (図 3-39) は以下のとおりである。

表 3-45 実証試験地の概要 (長崎県大村市)

実証試験地	長崎県大村市		
苗木種	ヒノキ 300cc コンテナ苗 (実生苗)		
植栽密度	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.36ha	0.36ha	0.72ha
植栽本数	575 本	898 本	1,473 本
気温/ 降水量	17.3℃ (年平均気温) / 1,761.2mm (年降水量) (平年値、大村)		
標高/ 傾斜/ 方位	230~250m / 11~24° / N		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	大村市		
植栽実施者	長崎南部森林組合大村支所		
植栽日	平成 28 (2016) 年 1 月 21~22 日 (前生林分の伐採は平成 26 年 10 月)		

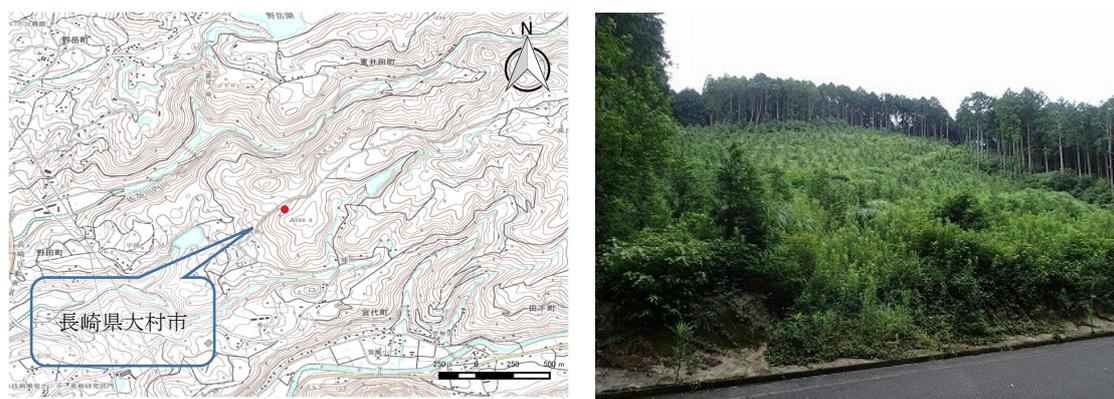


図 3-39 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (長崎県大村市)

② 調査プロットの概要

1,600 本/ha の植栽密度区に 3 つ、2,500 本/ha の植栽密度区に 2 つ、合計 5 つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計 180 本（1,600 本/ha : 108 本、2,500 本/ha : 72 本）を調査対象木とした。（図 3-40、表 3-46）

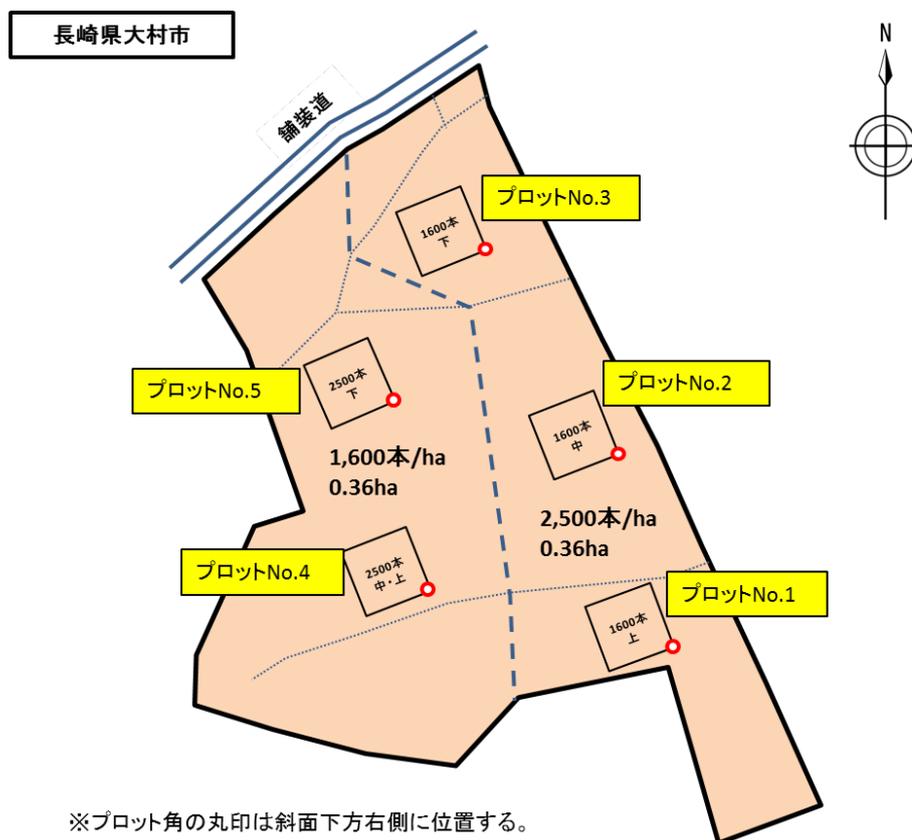


図 3-40 調査プロットの位置図（長崎県大村市）

表 3-46 調査プロットの概要（長崎県大村市）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m^2)	調査本数	備考
1,600 本/ha	No. 1	224.9	36 本	斜面上部に設置
	No. 2	203.7	36 本	斜面中部に設置
	No. 3	219.1	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 4	156.4	36 本	斜面上部に設置
	No. 5	164.8	36 本	斜面中部に設置
合計			180 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-47、表 3-48 のとおりである。本実証試験地では、植栽翌年度の平成 28 (2016) 年度から令和元 (2019) 年度まで全ての調査プロットで下刈りを実施していたが、令和 2 (2020) 年度は土地所有者の意向により下刈りは実施されなかった。

表 3-47 下刈りの実施日 (長崎県大村市)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	8 月 19～27 日
平成 29 (2017)	8 月 10～18 日
平成 30 (2018)	9 月 6～7 日
令和 元 (2019)	8 月 10～13 日
令和 2 (2020)	—

表 3-48 下刈り実施の有無 (長崎県大村市)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) ~ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,600 本/ha	No. 1	有	無
	No. 2	有	無
	No. 3	有	無
2,500 本/ha	No. 4	有	無
	No. 5	有	無

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-49 のとおりである。

表 3-49 調査実施日（長崎県大村市）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 28 (2016) 年 2 月 12 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 11 月 25 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 14 日	平成 29 (2017) 年 11 月 10 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 6 月 28 日	平成 30 (2018) 年 12 月 4 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 8 日	令和 元 (2019) 年 11 月 5 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 7 月 19 日	令和 2 (2020) 年 11 月 13 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-50 のとおりである。

活着率は植栽密度間で差が見られず、90%前後と高い数値を示した。生存率は 1,600 本/ha 区のプロット 3 で他の調査プロットより低くなったが、原因の特定は難しい。ただしプロット 3 以外の生存率はほとんど同じ値を示しているため、植栽密度が生存率に影響を与えたとは考えにくい。

表 3-50 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（長崎県大村市）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数(本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,600	36	4 (誤伐2・根浮1・枯れ1)	0	0	0	0	4	88.9	88.9	11.1
2	1,600	36	3 (誤伐1・枯れ2)	1 (枯れ)	0	0	0	4	91.7	88.9	11.1
3	1,600	36	4 (枯れ4)	1 (消失)	4 (枯れ4)	0	0	9	88.9	75.0	25.0
4	2,500	36	3 (枯れ1・消失1)	0	1 (獣虫害)	1 (誤伐)	0	5	91.7	86.1	13.9
5	2,500	36	4 (誤伐2・枯れ2)	0	1 (誤伐)	0	0	5	88.9	86.1	13.9

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-51、図3-41、図3-42及び写真3-20のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに植栽密度間で差が見られ、令和2（2020）年度における平均樹高は低密度区である1,600本/ha区の方が約23cm高くなった。一方で平均形状比は植栽密度間でほぼ同じ傾向を示し、植栽直後から令和2（2020）年度まで減少傾向が続いている。

表 3-51 植栽木の成長状況（長崎県大村市）

1,600本/ha							
長崎県大村市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	52.6±6.8	75.4±10	128.6±22.7	198.8±30.4	270.9±39.3	338.8±43.6
	最小値	34.9	50.2	76.2	109.6	151.6	238.0
	最大値	70.0	99.8	190.0	256.7	360.5	428.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	0.9±0.1	1.6±0.3	3±0.6	5.6±1.1	7.7±1.3
	最小値	0.4	0.4	1.0	1.7	3.0	4.4
	最大値	0.8	1.3	2.3	4.4	7.7	10.5
形状比	平均値	108.3±19.3	84.4±13.9	80.6±13.5	66.9±8.7	49.3±5.9	44.6±5.3
	最小値	58.7	55.8	53.3	47.6	39.4	34.8
	最大値	154.3	155.0	128.2	87.7	64.9	60.0
2,500本/ha							
長崎県大村市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	52.4±6.1	74.3±9.6	115.7±23.4	181±29.1	250.2±36.6	316.0±40.7
	最小値	36.2	51.6	79.8	124.0	167.2	213.0
	最大値	66.1	94.0	184.6	250.0	341.3	416.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	0.9±0.1	1.5±0.3	2.5±0.5	4.8±1.1	6.7±1.3
	最小値	0.4	0.6	1.0	1.4	2.1	5.0
	最大値	0.7	1.2	2.5	4.5	8.5	10.9
形状比	平均値	109.2±15.5	88.1±14.7	78.3±14.6	73.1±10.4	53±7.9	47.9±6.4
	最小値	81.8	51.3	41.0	53.2	35.4	33.5
	最大値	150.8	133.7	122.9	99.4	78.9	59.4

※平均値の項目において、土の後の数値は標準偏差を示す

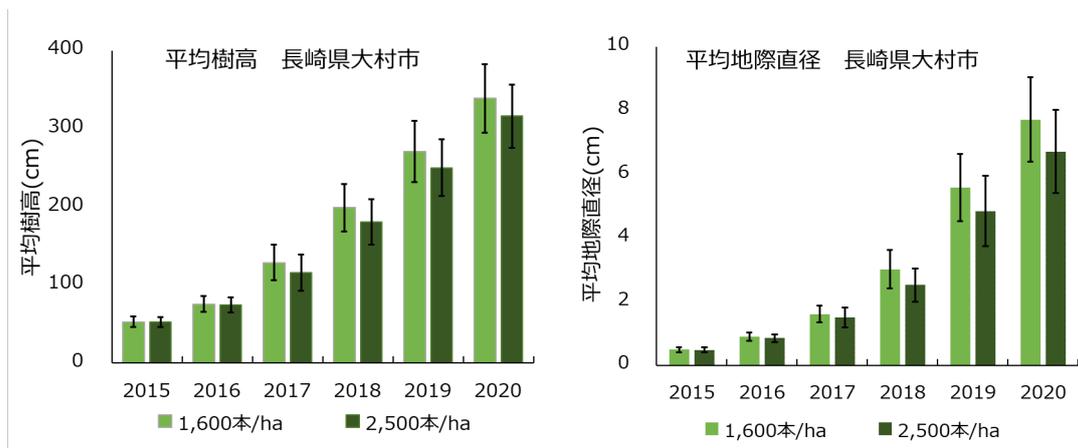


図 3-41 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（長崎県大村市）

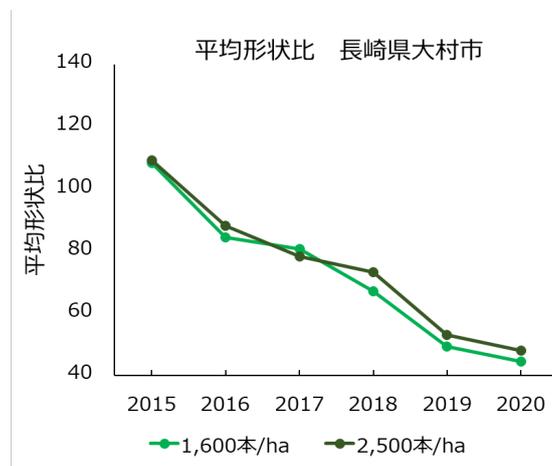


図 3-42 植栽木の平均形状比の推移（長崎県大村市）



写真 3-20 1,600 本/ha 区の状態（令和2（2020）年11月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-52、図 3-43 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,600 本/ha 区で約 202.5cm、2,500 本/ha 区で約 185.2cm となった。

表 3-52 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (長崎県大村市)

平均樹冠幅 (cm)	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R 2 (2020)
		1,600本/ha	88.6	131.6	171.3
	2,500本/ha	80.1	115.5	156.3	185.2

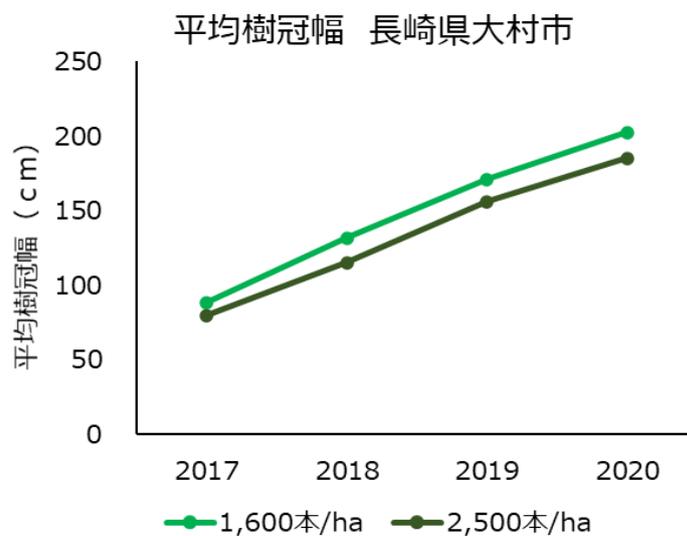


図 3-43 植栽木の平均樹冠幅の推移 (長崎県大村市)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-44 示す。

分析の結果、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2022 年 3 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2020 年 11 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha では約 1 年 4 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。また、2,500 本/ha では今年度中に樹冠が接するという結果となった。

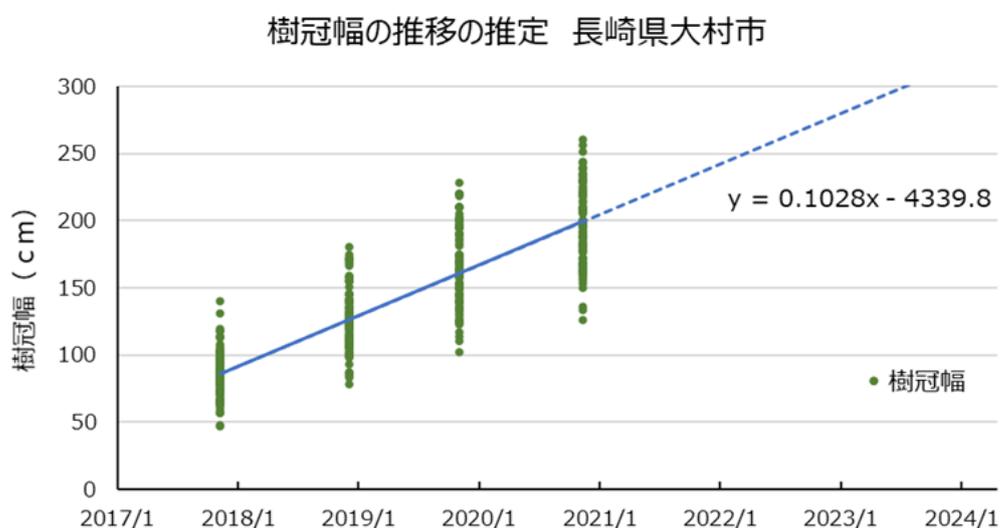


図 3-44 樹冠幅の推移の推定（長崎県大村市）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-45 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-46 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-53、写真 3-21 に示す。なお、令和 2（2020）年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-45）では、どちらの植栽密度も令和 2（2020）年夏（7 月）の時点で C1 + C2 が 9 割以上となっていた。令和 2（2020）年度は下刈りを実施しなかったため、秋（11 月）の時点で C1 の割合が僅かに減少しているが、依然としてどちらの植栽密度も C1 + C2 が 9 割以上だった。この結果から、令和 2（2020）年度においてはどちらの植栽密度も植栽木は雑草木からの被圧を受けている状況ではなかったといえる。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-46）では、どちらの植栽密度も植栽木の成長が良好であり、令和 2（2020）年秋（11 月）の時点における雑草木との樹高差は 1,600 本/ha 区で約 1.7m、2,500 本/ha 区で約 1.5m と大きく開いていた。また、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量を見てみると、植栽木の成長量は 1,600 本/ha 区で約 46cm、2,500 本/ha 区で約 35cm だった一方で、雑草木の成長量は 1,600 本/ha 区で約 72cm、2,500 本/ha 区で約 55cm であり、どの植栽密度も雑草木の成長量が僅かに大きかった。

本実証試験地はクサギやアカメガシワといった成長の比較的早い落葉広葉樹が優占しており（表 3-53）、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量は、どちらの植栽密度も植栽木よりも雑草木の方が僅かに大きかった。一方で、どちらの植栽密度も植栽木と雑草木の樹高差が 1.5m 以上開いており、また植栽木の樹冠幅の調査結果（83 ページ）から植栽木の樹冠が既に接し始めているため、今後においても雑草木が植栽木を被圧する状況になるとは考えにくい。以上より、どちらの植栽密度も令和元（2019）年度の 4 回目の下刈りで終了と判断できる。

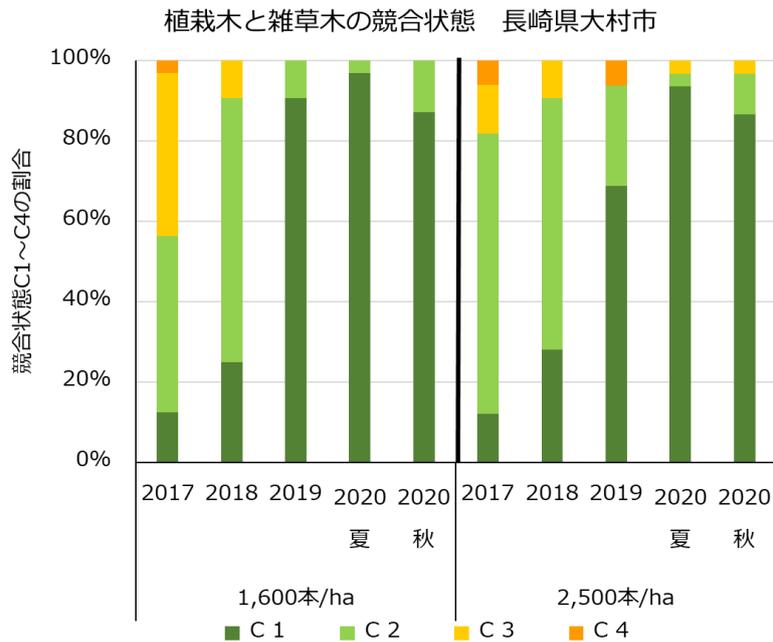


図 3-45 植栽木と雑草木の競合状態（長崎県大村市）

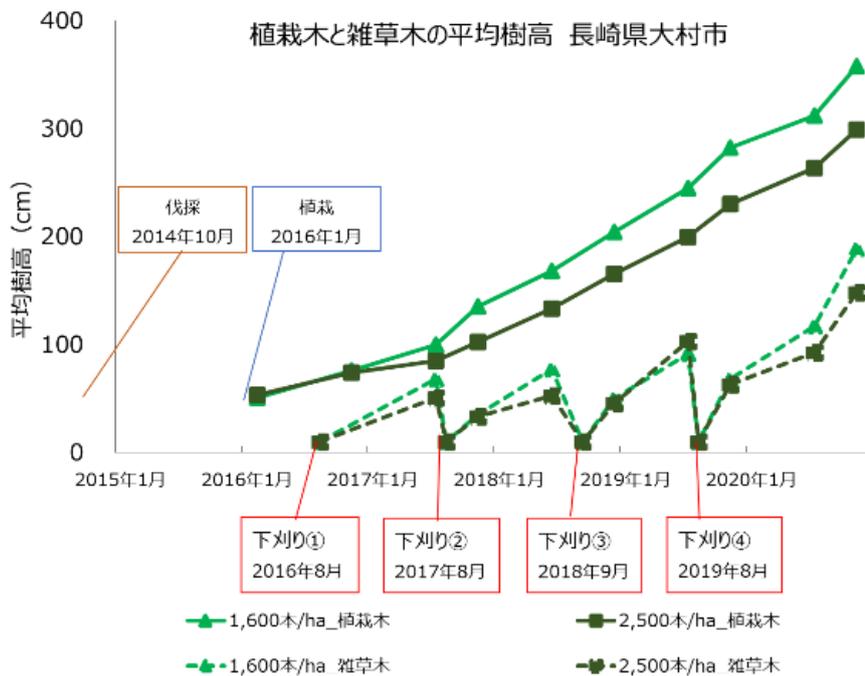


図 3-46 植栽木と雑草木の平均樹高（長崎県大村市）

※図 3-45、図 3-46 において、1,600 本/ha はプロット 2、2,500 本/ha はプロット 4 の調査結果を示す。

表 3-53 植生調査の結果（長崎県大村市）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,600	低木層 20% (1.0m以上)	アオモジ クサギ イヌビワ	10% 5% 5%	・ヒヨドリバナ
		草本層 80% (1.0m未満)	クサギ	30%	・フユイチゴ・イヌビワ ・フモトシダ・ヒヨドリバナ・ススキ ・アカメガシワ・ツツブキ
4	2,500	低木層 20% (1.0m以上)	アオモジ アカメガシワ	10% 10%	・ヒヨドリバナ
		草本層 80% (1.0m未満)	ツツブキ フユイチゴ	30% 30%	・アカメガシワ



プロット 2 (1,600 本/ha)



プロット 4 (2,500 本/ha)

写真 3-21 植生調査プロットの状況（令和 2（2020）年 7 月）

④ 下刈りに関するアンケート結果】

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-54 に示す。

表 3-54 下刈りに関するアンケート結果（長崎県大村市）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・今年度は実施せず →下刈りが必要な期間を超えているため。・今後の予定について、上記の理由により予定なし。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・通常は、基本的に5～7年間実施している。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none">・誤伐については、植栽木付近に雑木や枝条等を置いている場合に発生する。・誤伐の防止については、植栽時に苗木に目印を付ける他、植栽した箇所の周辺雑草木を手鎌で除去することも考えられる。
低密度植栽について
(回答なし)

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>施業前（平成 27（2015）年）</p>	<p>植栽直後（平成 28（2016）年 2 月）</p>
	
<p>平成 28（2016）年 7 月</p>	<p>平成 29（2017）年 7 月</p>
	
<p>平成 29（2017）年 11 月</p>	<p>平成 30（2018）年 6 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 12 月</p>	<p>令和元（2019）年 7 月</p>

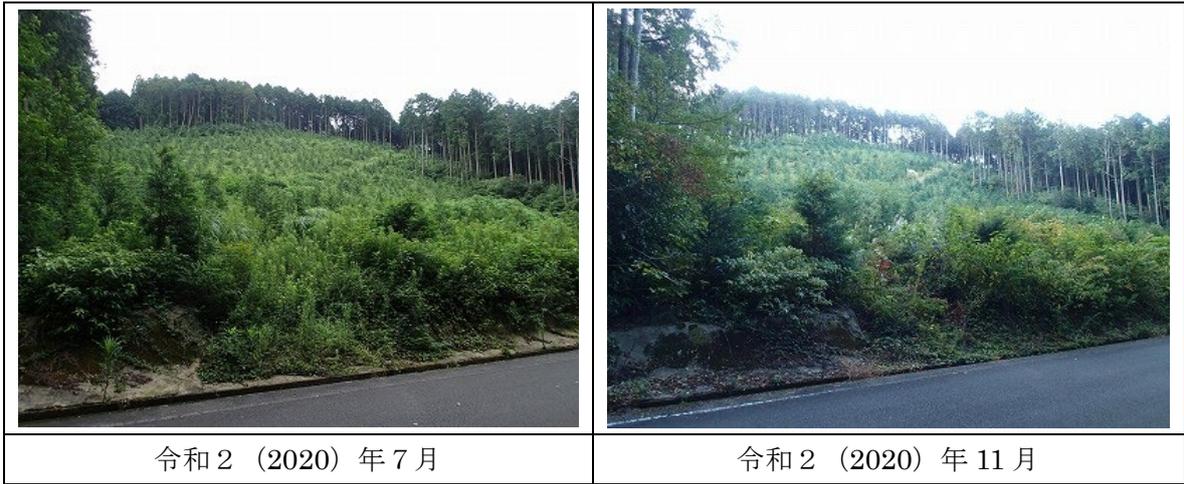


写真 3-22 実証試験地の様子 (遠景、長崎県大村市)

⑥ 現地写真 (近景、1,600 本/ha)

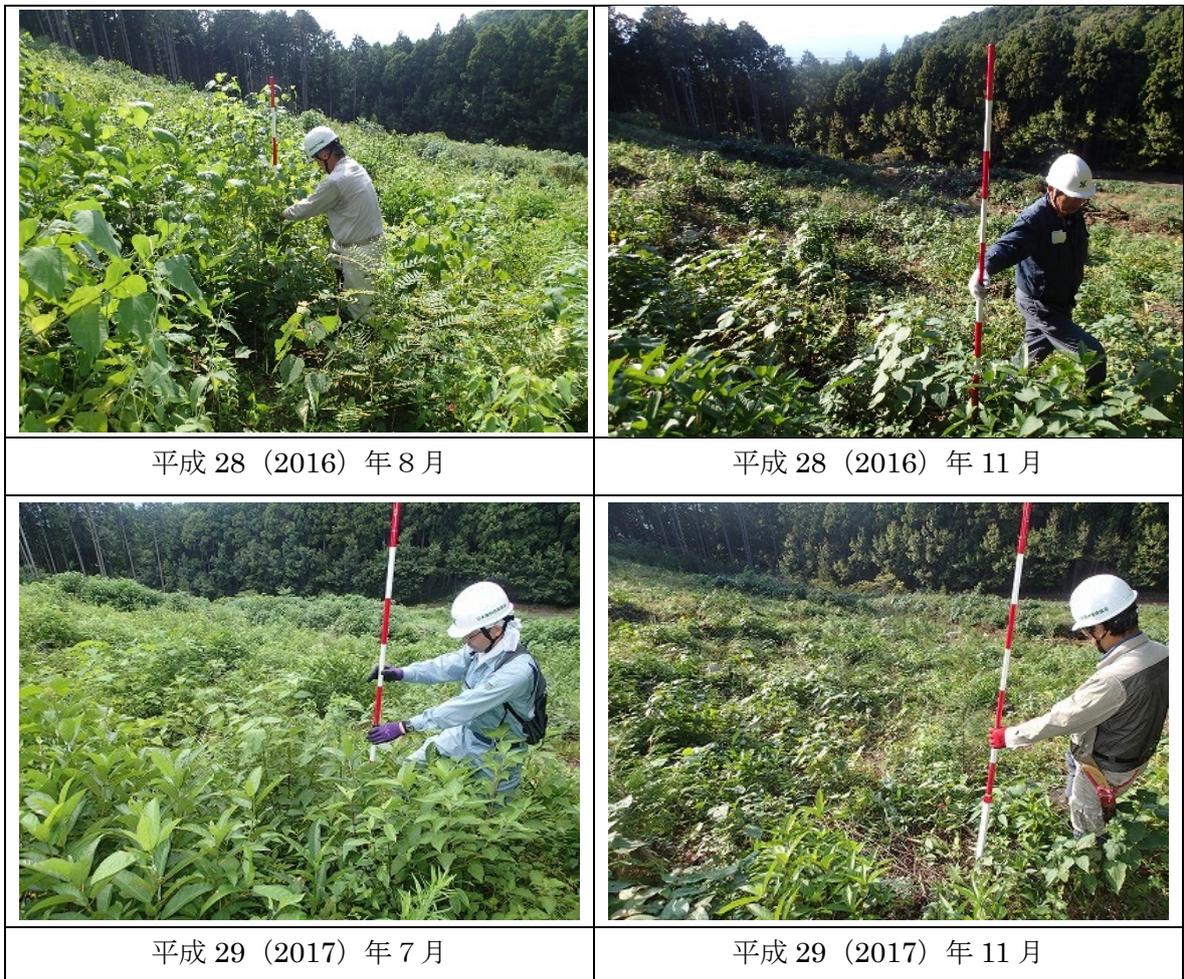




写真 3-23 実証試験地の様子 (近景 (1,600 本/ha)、長崎県大村市)

(2) 長崎県 東彼杵町 (ヒノキ) (No.6)

① 実証試験地の概要

平成 28 (2016) 年 1 月に、長崎県東彼杵郡東彼杵町の実証試験地 (1.05ha) に 1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha の 3 つの植栽密度区を設け、ヒノキ 300cc コンテナ苗 (実生苗) を計 1,780 本植栽した。植栽時には、前生樹の伐採に使用した林業機械 (グラップル) により機械地拵えを行う「一貫作業システム」が使用された。実証試験地の概要 (表 3-55) と位置図 (図 3-47) は以下のとおりである。

表 3-55 実証試験地の概要 (長崎県東彼杵町)

実証試験地	長崎県東彼杵郡東彼杵町遠目郷遠ノ久保			
苗木種	ヒノキ 300cc コンテナ苗 (実生苗)			
植栽密度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.38ha	0.35ha	0.32ha	1.05ha
植栽本数	420 本	560 本	800 本	1,780 本
気温/ 降水量	17.3℃ (年平均気温) / 1,761.2mm (年降水量) (平年値、大村)			
標高/ 傾斜/ 方位	610~620m / 2~16° / N			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	長崎県			
植栽実施者	東彼杵郡森林組合			
植栽日	平成 28 (2016) 年 1 月 5 ~ 7 日 (前生林分の伐採は平成 27 (2015) 年 12 月)			

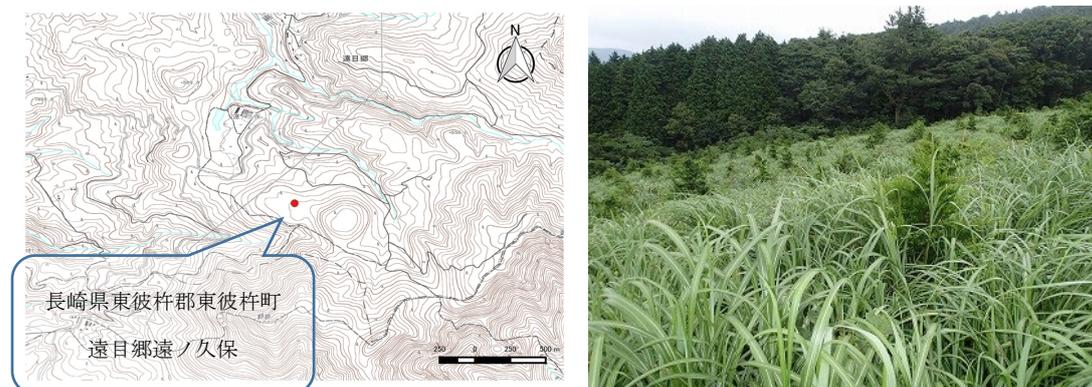


図 3-47 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (長崎県東彼杵町)

② 調査プロットの概要

3つの植栽密度区に、それぞれ2つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計216本（1,100本/ha：72本、1,600本/ha：72本、2,500本/ha：72本）を調査対象木とした。（図3-48、表3-56）

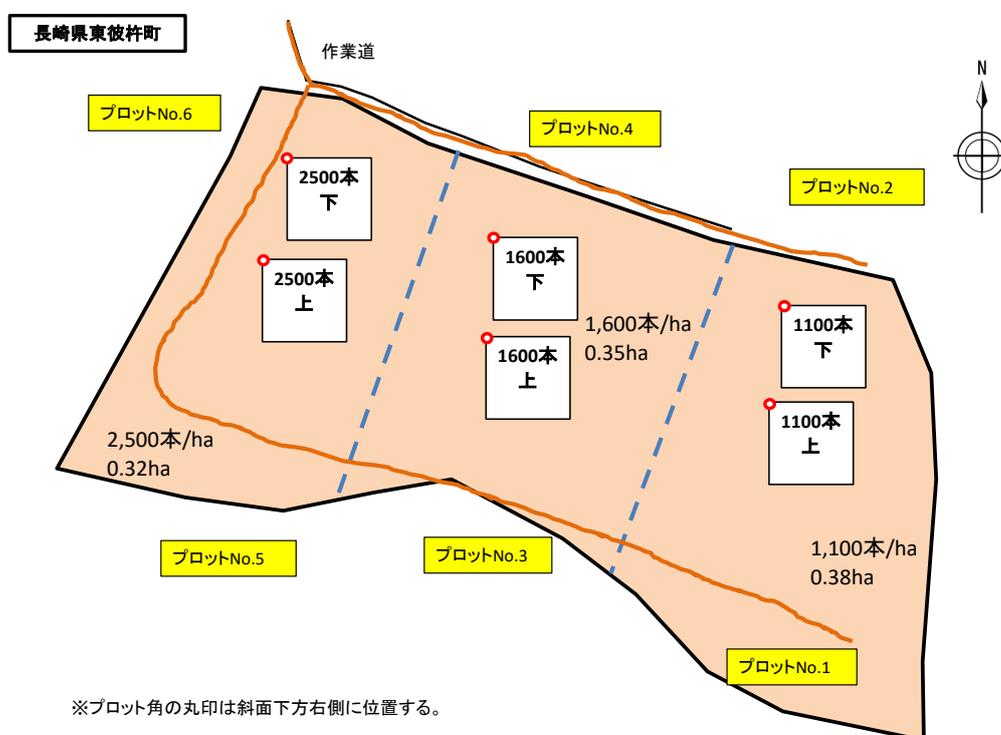


図 3-48 調査プロットの位置図（長崎県東彼杵町）

表 3-56 調査プロットの概要（長崎県東彼杵町）

植栽密度	プロットNo.	プロット面積 (m ²)	調査本数	備考
1,100本/ha	No. 1	321.1	36本	斜面上部に設置
	No. 2	321.9	36本	斜面下部に設置
1,600本/ha	No. 3	225.5	36本	斜面上部に設置
	No. 4	216.1	36本	斜面下部に設置
2,500本/ha	No. 5	144.1	36本	斜面上部に設置
	No. 6	147.9	36本	斜面下部に設置
合計			216本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-57、表 3-58 のとおりである。植栽翌年度の平成 28 (2016) 年度においては、植栽木を被圧するような雑草木は無かったものの、多くのツル植物の生育を確認したため、調査プロット内の半分について手鎌による坪刈りを実施し、残りの半分は下刈りを実施せず経過観察とした。調査プロット外については、通常どおり刈り払い機での全刈りを行った。

平成 29 (2017) 年度から令和元 (2019) 年度までは全ての調査プロットで下刈りを実施したが、令和 2 (2020) 年度は土地所有者の意向により下刈りは実施されなかった。

表 3-57 下刈りの実施日 (長崎県東彼杵町)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	8 月 31 日～9 月 30 日
平成 29 (2017)	8 月 28～31 日
平成 30 (2018)	7 月 24 日
令和 元 (2019)	7 月 16～25 日
令和 2 (2020)	—

表 3-58 下刈り実施の有無 (長崎県東彼杵町)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) 下刈り	H29 (2017)～ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,100 本/ha	No. 1	プロット内の 半分を手鎌刈 り・半分を経 過観察	有	無
	No. 2		有	無
1,600 本/ha	No. 3		有	無
	No. 4		有	無
2,500 本/ha	No. 5		有	無
	No. 6		有	無

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-59 のとおりである。

表 3-59 調査実施日（長崎県東彼杵町）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 28 (2016) 年 1 月 14 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 11 月 26 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 8 月 4 日	平成 29 (2017) 年 11 月 9 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 6 月 28 日	平成 30 (2018) 年 12 月 3 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 9 日	令和 元 (2019) 年 11 月 4 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 7 月 18 日	令和 2 (2020) 年 11 月 12 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-60 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、どの調査プロットも約 90～100%と高い数値を示し、植栽密度間でほとんど変わらなかった。

令和 2（2020）年度での生存率は、2,500 本/ha 区のプロット 5 でほかの調査プロットより低くなったが、原因の特定は難しい。その他の調査プロットではほとんど同じ値を示したことから、植栽密度間は生存率に影響を与えなかったと考えられる。

枯死原因について、平成 28（2016）年度と平成 29（2017）年度に計 4 本のイノシシの掘り返しによる枯死が見られた。

表 3-60 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（長崎県東彼杵町）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定 本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,100	36	2 (枯れ1・イノシシ堀1)	2 (イノシシ堀2)	0	1 (誤伐)	0	5	94.4	86.1	13.9
2	1,100	36	0	0	3 (枯れ3)	1 (消失)	0	4	100.0	88.9	11.1
3	1,600	36	1 (枯れ1)	0	2 (枯れ2)	1 (枯れ)	0	4	97.2	88.9	11.1
4	1,600	36	0	1 (消失)	3 (枯れ2・誤伐1)	3 (枯れ3)	0	7	100.0	80.6	19.4
5	2,500	36	0	5 (枯れ5)	3 (枯れ2・誤伐1)	3 (誤伐3)	0	11	100.0	69.4	30.6
6	2,500	36	3 (枯れ1・イノシシ堀1・消失1)	1 (誤伐)	0	1 (誤伐)	1 (枯れ)	6	91.7	83.3	16.7

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-61、図3-49、図3-50及び写真3-24のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに1,100本/ha区で成長量が大きくなった。一方で平均形状比は植栽密度間でほぼ同じ傾向を示し、植栽の翌年度に大きく低下して以降は、令和2（2020）年度まで緩やかな減少傾向が続いている。

植栽密度間で成長量に差が見られたが、本実証試験地は未だ林冠閉鎖に至っていないため、植栽密度よりも立地環境などの要因が影響したと考えられる。

表 3-61 植栽木の成長状況（長崎県東彼杵町）

1,100本/ha							
長崎県東彼杵町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	54.3±6.8	79.9±8	129.6±17.1	171.8±22.3	205.9±33.3	245.3±28.7
	最小値	39.5	63.2	74.2	106.7	122.6	179.0
	最大値	69.1	97.2	174.5	223.0	274.4	302.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0.1	1.1±0.1	1.6±0.3	2.7±0.6	4.3±0.9	5.7±1.2
	最小値	0.3	0.8	1.0	1.8	2.1	3.2
	最大値	0.8	1.6	2.3	4.2	7.1	8.9
形状比	平均値	129.7±21.4	75.3±11.1	82.8±15.1	65.2±11.5	49.5±9.5	44.9±8.5
	最小値	81.4	51.4	54.4	38.1	22.0	33.2
	最大値	208.3	108.0	120.4	86.9	65.9	59.4
1,600本/ha							
長崎県東彼杵町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	54.4±5.6	73.2±6.9	113.6±13	149.3±18.2	184.4±22.2	219.6±22.1
	最小値	42.1	60.2	86.0	110.0	138.5	169.0
	最大値	66.3	89.2	142.4	186.2	243.6	276.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0.1	1±0.2	1.6±0.2	2.6±0.5	3.8±0.7	5.2±1.0
	最小値	0.3	0.7	0.9	1.4	2.3	3.4
	最大値	0.6	1.6	2.3	4.2	5.2	8.0
形状比	平均値	136.5±23.3	71.2±10.7	73±10.7	60.1±10.4	49.2±7.6	43.4±6.7
	最小値	90.3	51.9	50.6	41.9	35.6	30.0
	最大値	206.7	107.4	121.7	100.4	66.5	59.8
2,500本/ha							
長崎県東彼杵町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	53.2±6.8	73.8±7	114.3±16.3	151.9±22.3	184.8±27.5	228.4±27.2
	最小値	37.2	58.2	89.8	110.3	113.6	174.0
	最大値	67.5	95.8	149.7	202.0	257.5	291.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0	1±0.2	1.6±0.4	2.4±0.7	3.9±1.1	5.1±1.3
	最小値	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	2.6
	最大値	0.6	1.4	2.7	4.2	6.2	7.8
形状比	平均値	130±17.7	74.5±13.7	76±13.5	66.7±16.2	50.9±13.6	47.5±10.3
	最小値	86.4	51.1	43.5	42.5	26.9	28.9
	最大値	180.3	112.0	108.3	131.8	96.4	74.2

※平均値の項目において、土の後の数値は標準偏差を示す

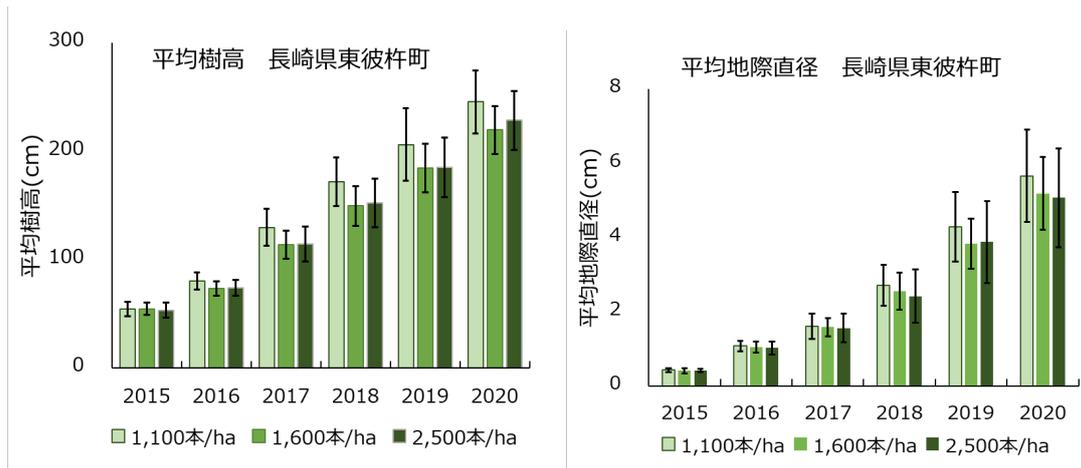


図 3-49 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（長崎県東彼杵町）

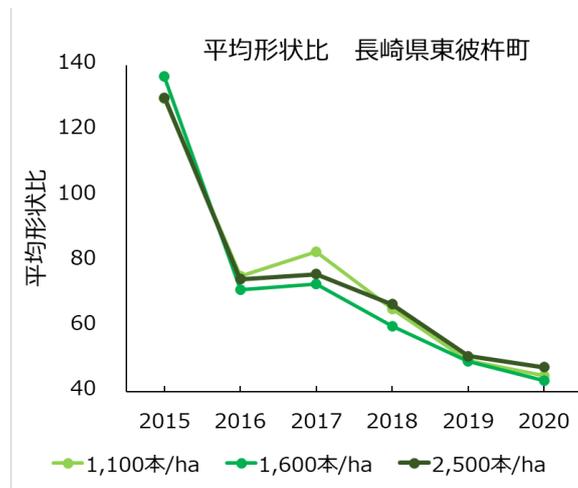


図 3-50 植栽木の平均形状比の推移（長崎県東彼杵町）



写真 3-24 1,100 本/ha 区の状況（令和 2（2020）年 11 月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-62、図 3-51 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,100 本/ha 区で約 148.4cm、1,600 本/ha 区で約 133.6cm、2,500 本/ha 区で約 133.5cm となり、1,100 本/ha 区で他より 15cm 程度大きかった。

表 3-62 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (長崎県東彼杵町)

	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
平均 樹冠幅 (cm)	1,100本/ha	74.5	105.8	133.8	148.4
	1,600本/ha	64.1	93.7	116.7	133.6
	2,500本/ha	62.9	93.9	112.0	133.5

平均樹冠幅 長崎県東彼杵町

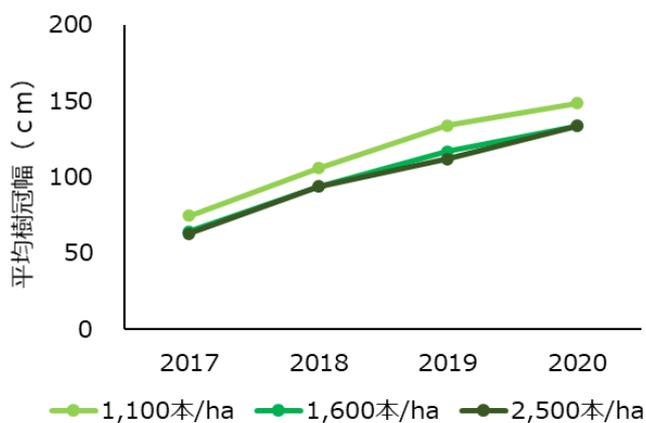


図 3-51 植栽木の平均樹冠幅の推移 (長崎県東彼杵町)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-52 に示す。

分析の結果、1,100 本/ha（植栽間隔 3.0m）では 2027 年 7 月に、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2025 年 6 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2023 年 5 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha では約 2 年 1 カ月、1,100 本/ha では約 4 年 2 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

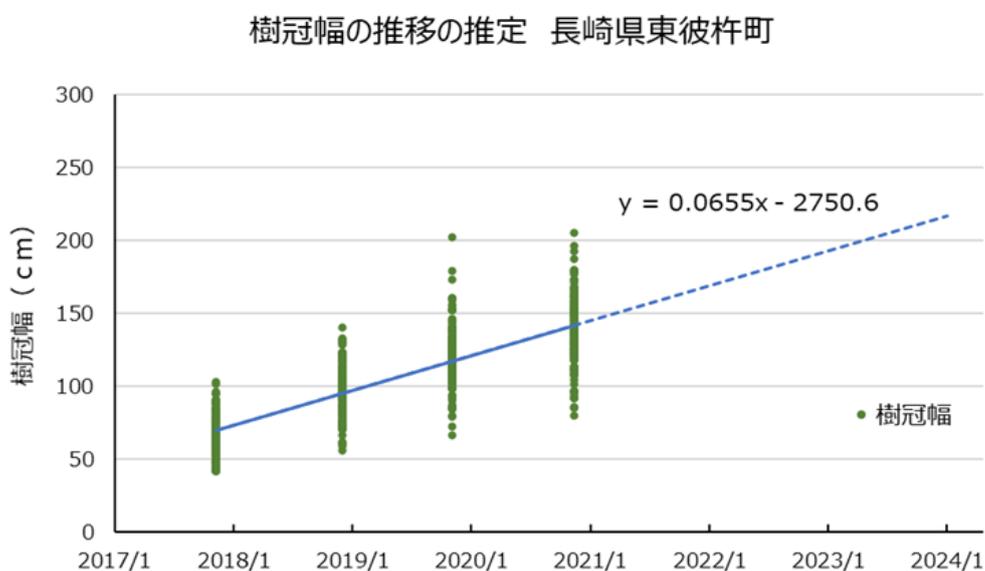


図 3-52 樹冠幅の推移の推定（長崎県東彼杵町）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-53 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-54 に示す。また植栽直後である平成 28(2016)年度における植生調査の結果を表 3-63 に、令和 2 (2020)年度における植生調査の結果を表 3-64 に、平成 28 (2016) 年度と令和 2 (2020) 年度における植生調査プロットの状態を写真 3-25 に示す。なお、令和 2 (2020) 年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態 (図 3-53) では、植栽密度間で多少のばらつきが見られるものの、どの植栽密度も令和 2 (2020) 年夏 (7月) の時点で C1 + C2 が 9割以上となっていた。令和 2 (2020) 年度は下刈りを実施しなかったため、秋 (11月) の時点で 1,100 本/ha 区や 1,600 本/ha 区で C3 や C4 の割合が増加しているが、依然としてどの植栽密度も C1 + C2 で 8割を超えていた。この結果から、令和 2 (2020) 年度においてはどの植栽密度もほとんどの植栽木が雑草木から抜け出しており、強く被圧されている状況ではなかったと判断できる。

植栽木と雑草木の平均樹高 (図 3-54) では、令和 2 (2020) 年夏 (7月) にはどの植栽密度も植栽木の平均樹高が 2m を超えている一方で、雑草木の平均樹高はほぼ頭打ちとなっており、令和 2 (2020) 年秋 (11月) の時点で植栽木と雑草木の樹高差は約 65~75cm 程度となっていた。

本実証試験地では雑草木の種組成に変化が見られており、植栽直後の平成 28 (2016) 年度にはアカメガシワやヌルデなどの落葉広葉樹にススキが混生していた (表 3-63) が、毎年下刈りが実施される中でススキの繁茂が次第に旺盛となり、令和 2 (2020) 年度の時点ではどの植栽密度もススキが優占する植生へと変化していた (表 3-64)。ススキの草丈は最大でも 2m 程度であり、一方で植栽木の平均樹高は既に 2m を超えているため、今後植栽木がこれ以上被圧されることはなく、植栽木と雑草木の樹高差は今後も開いていくと考えられる。これらの結果から、どの植栽密度も令和元 (2019) 年度の 4回目の下刈りで終了と判断できる。

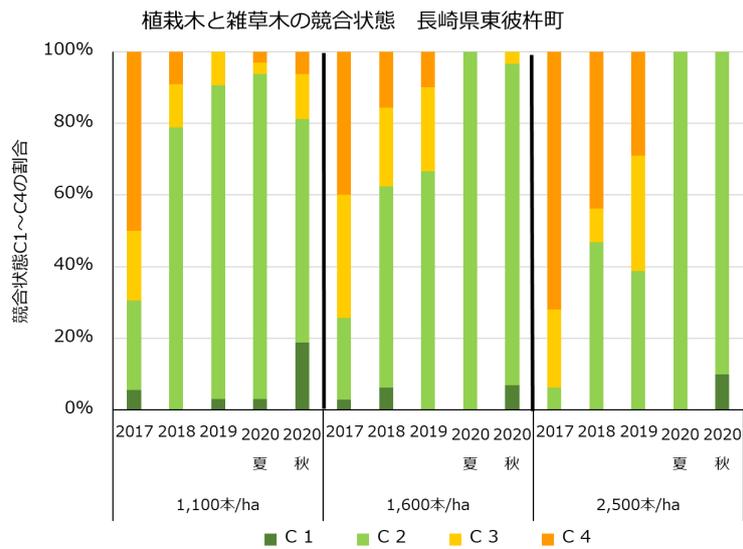


図 3-53 植栽木と雑草木の競合状態（長崎県東彼杵町）

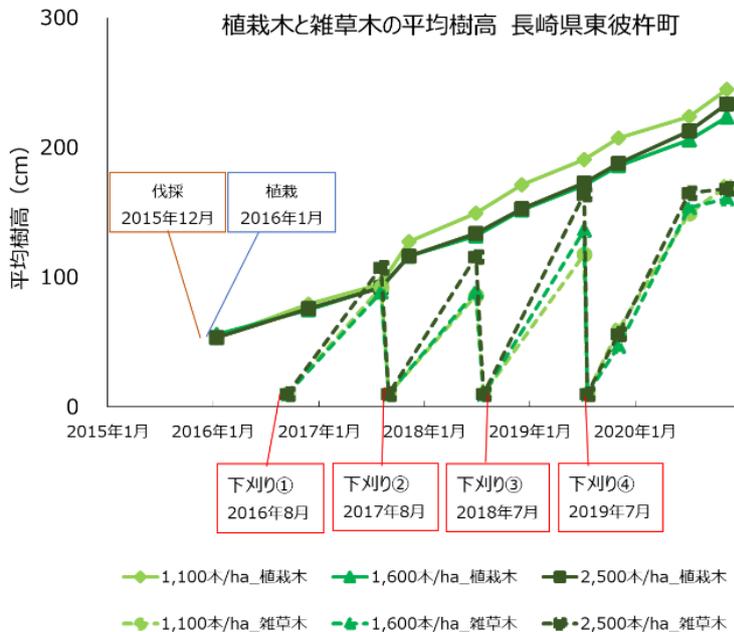


図 3-54 植栽木と雑草木の平均樹高（長崎県東彼杵町）

※図 3-53、図 3-54 において、1,100 本/ha はプロット 2、1,600 本/ha はプロット 4、2,500 本/ha はプロット 6 の調査結果を示す。

表 3-63 植生調査の結果（長崎県東彼杵町、平成 28（2016）年度）

プロット	密度	区分	H28 (2016)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,100	低木層 (高さ1.0m以上)	アカメガシワ エゴノキ タラノキ	5%	・ゴンズイ・タブノキ ・ヤブムラサキ
		草本層 (高さ1.0m未満)	ススキ アオモジ アカメガシワ タラノキ	70%	・エゴノキ・アオツツラフジ ・カラスザンショウ・クマイチゴ ・サネカズラ・サルトリイバラ ・セイタカアワダチソウ ・スイカズラ・ヌルデ・フユイチゴ ・ヤブムラサキ・ヤマノイモ
4	1,600	低木層 (高さ1.0m以上)	ヌルデ	10%	・アカメガシワ・エゴノキ ・コセンダングサ・ゴンズイ ・ススキ・タラノキ・ネムノキ ・ヤブムラサキ
		草本層 (高さ1.0m未満)	エゴノキ ゴンズイ サルトリイバラ ススキ ヌルデ メヒシバ ヤブムラサキ	80%	・アオキ・アオモジ・アカメガシワ ・ウド・オトコエシ・カラスザンショウ ・スイカズラ・タラノキ ・ツルウメモドキ・ナガバモミジイチゴ ・ネムノキ・ノブドウ・ヒサカキ ・フユイチゴ・ムラサキシキブ ・ヤブムラサキ・ヤマノイモ
6	2,500	低木層 (高さ1.0m以上)	ススキ サルトリイバラ	10%	・イヌザンショウ・ウリハダカエデ ・クサギ・ガマズミ・コセンダングサ ・タラノキ・ネムノキ・ムラサキシキブ ・ヤブムラサキ
		草本層 (高さ1.0m未満)	アカメガシワ ススキ ナガバモミジイチゴ ネムノキ フユイチゴ ヤブムラサキ	90%	・アオキ・アオモジ・オトコエシ ・クサイチゴ・クサギ・クロガネモチ ・サネカズラ・タブノキ・ノブドウ

表 3-64 植生調査の結果（長崎県東彼杵町、令和 2（2020）年度）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,100	低木層 8 0 % (1.0m以上)	ススキ	80%	-
		草本層 2 0 % (1.0m未満)	ススキ フユイチゴ	10% 10%	・ナガバモミジイチゴ・ウド・スイカズラ
4	1,600	低木層 7 0 % (1.0m以上)	ススキ	70%	-
		草本層 2 5 % (1.0m未満)	ススキ	20%	・フユイチゴ・ナガバモミジイチゴ ・ウド
6	2,500	低木層 8 0 % (1.0m以上)	ススキ	80%	-
		草本層 2 0 % (1.0m未満)	ススキ	10%	・フユイチゴ・サルトリイバラ ・ナガバモミジイチゴ・ガマズミ



プロット2 (1,100本/ha)
平成28(2016)年8月



プロット2 (1,100本/ha)
令和2(2020)年7月



プロット4 (1,600本/ha)
平成28(2016)年8月



プロット4 (1,600本/ha)
令和2(2020)年7月



プロット6 (2,500本/ha)
平成28(2016)年8月



プロット6 (2,500本/ha)
令和2(2020)年7月



写真 3-25 植生調査プロットの様相

(左：平成28(2016)年8月、 右：令和2(2020)年7月)

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-65 に示す。

表 3-65 下刈りに関するアンケート結果（長崎県東彼杵町）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・今年度は実施せず →植栽木の梢端が、下層植生の上部まで伸長したため。・今後の予定について、現状で植栽木の梢端が下層植生よりおおむね高くなっているため、実施の予定はない。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・通常は6～7年生まで実施している。・または、植栽木の梢端が下層植生より上部まで伸長したら終了としている。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none">・雑草木の種類や繁茂状況が、作業の難易に影響する。・誤伐が発生しやすいのは、植栽間隔が均一でない場合や、植栽木の樹高が小さい場合の時である。・誤伐対策として、植栽木に支柱を立てたり、支柱や植栽木に目印のテープを付けることが考えられる。
低密度植栽について
<ul style="list-style-type: none">・低密度植栽による、トータル的な育林コストの低減に期待している。・低密度植栽の材質への影響を明らかにしておくことが必要ではないか。

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>地拵之後（平成 27（2015）年）</p>	<p>植栽後（平成 28（2016）年 1 月）</p>
	
<p>平成 28（2016）年 8 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 6 月</p>	<p>平成 30（2018）年 12 月</p>

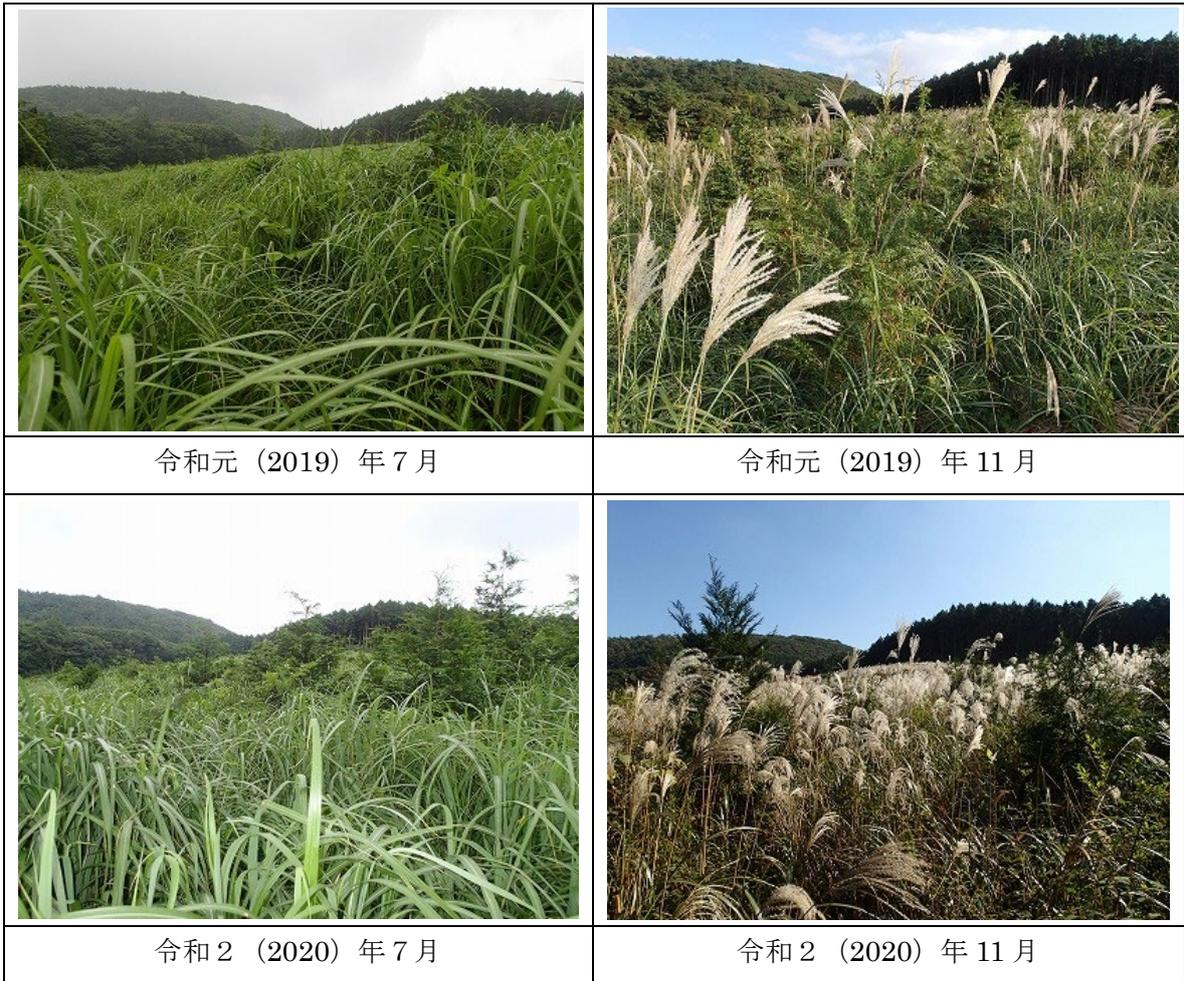
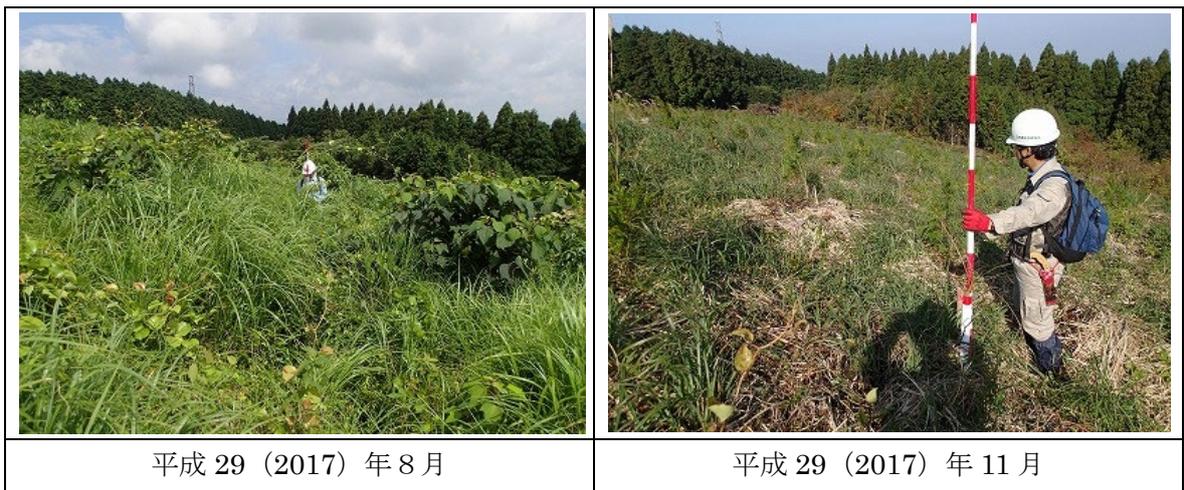


写真 3-26 実証試験地の様子（遠景、長崎県東彼杵町）

⑥ 現地写真（近景、1,100本/ha）



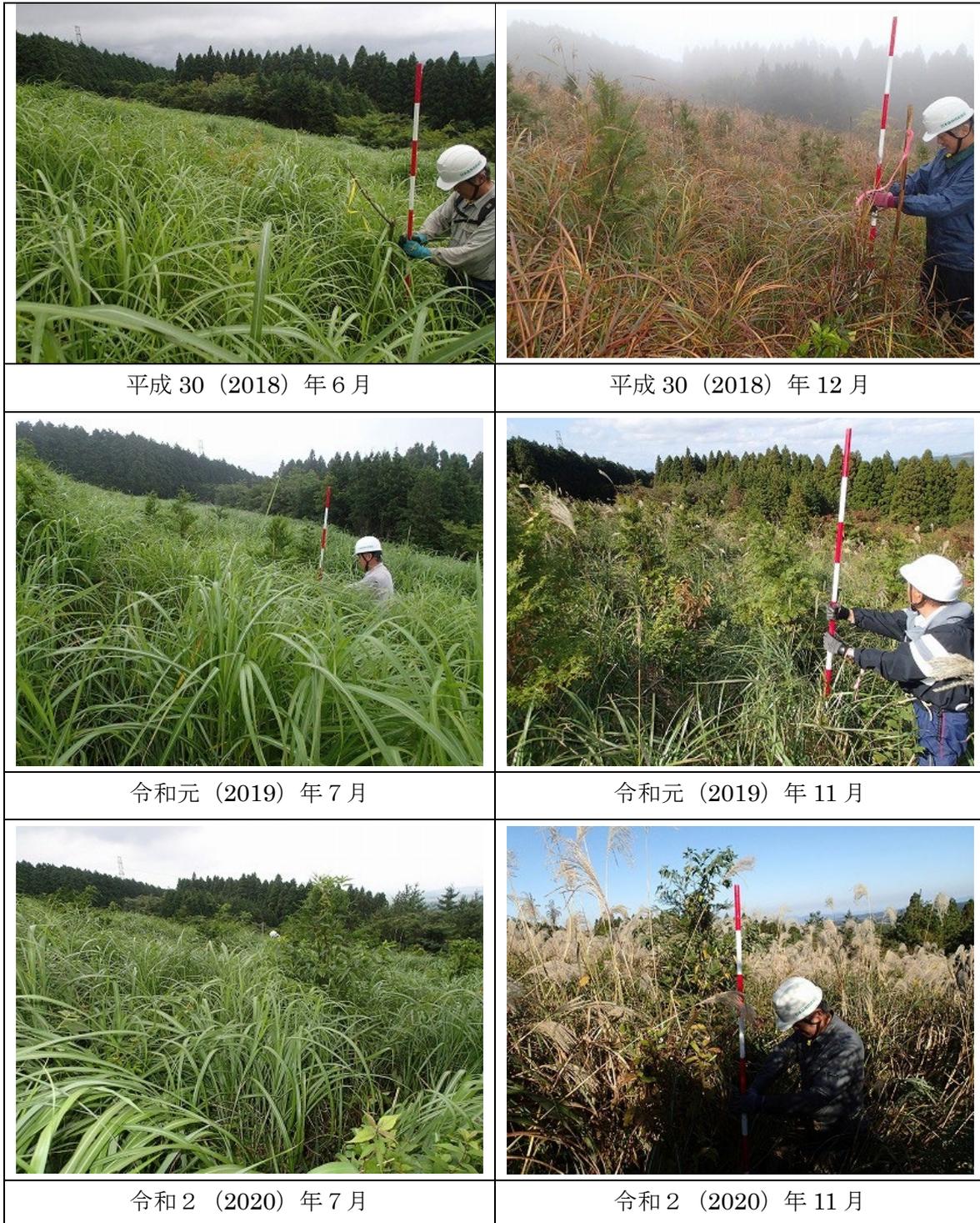


写真 3-27 実証試験地の様子 (近景 (1,100 本/ha)、長崎県東彼杵町)

(3) 熊本県 美里町 (スギ) (No. 7)

① 実証試験地の概要

平成 28 (2016) 年 2 月に、熊本県美里町の実証試験地 (1.11ha) に 1,700 本/ha、2,500 本/ha の 2 つの植栽密度区を設け、スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗) を計 2,327 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-66) と位置図 (図 3-55) は以下のとおりである。

表 3-66 実証試験地の概要 (熊本県美里町)

実証試験地	熊本県美里町大露山団地		
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)		
植栽密度	1,700 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.56ha	0.55ha	1.11ha
植栽本数	952 本	1,375 本	2,327 本
気温/ 降水量	16.1℃ (年平均気温) / 2,096.5mm (年降水量) (平年値、甲佐)		
標高/ 傾斜/ 方位	665~690m / 11~30° / E~SE		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	熊本県		
植栽実施者	熊本県森林組合連合会		
植栽日	平成 28 (2016) 年 2 月 10~13 日 (前生林分の伐採は平成 27 (2015) 年 11 月)		

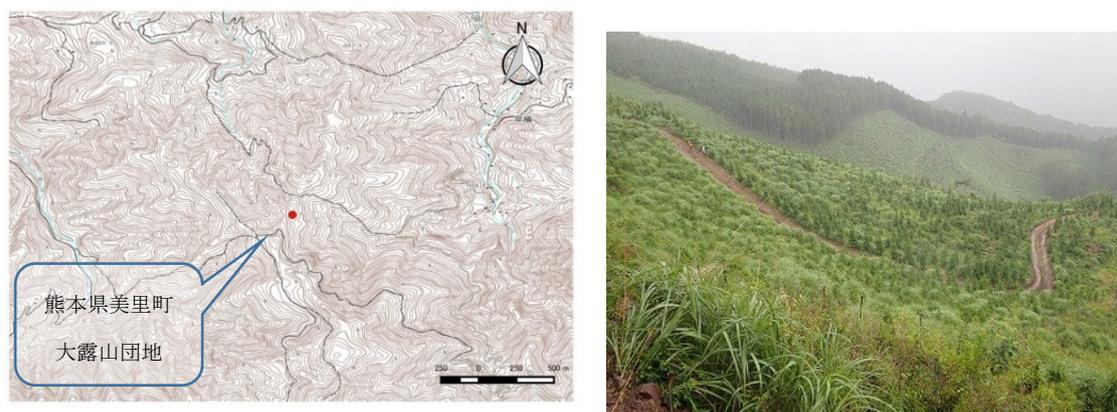


図 3-55 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (熊本県美里町)

② 調査プロットの概要

2つの植栽密度区に、それぞれ3つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計215本（1,700本/ha：108本、2,500本/ha：107本）を調査対象木とした。（図3-56、表3-67）

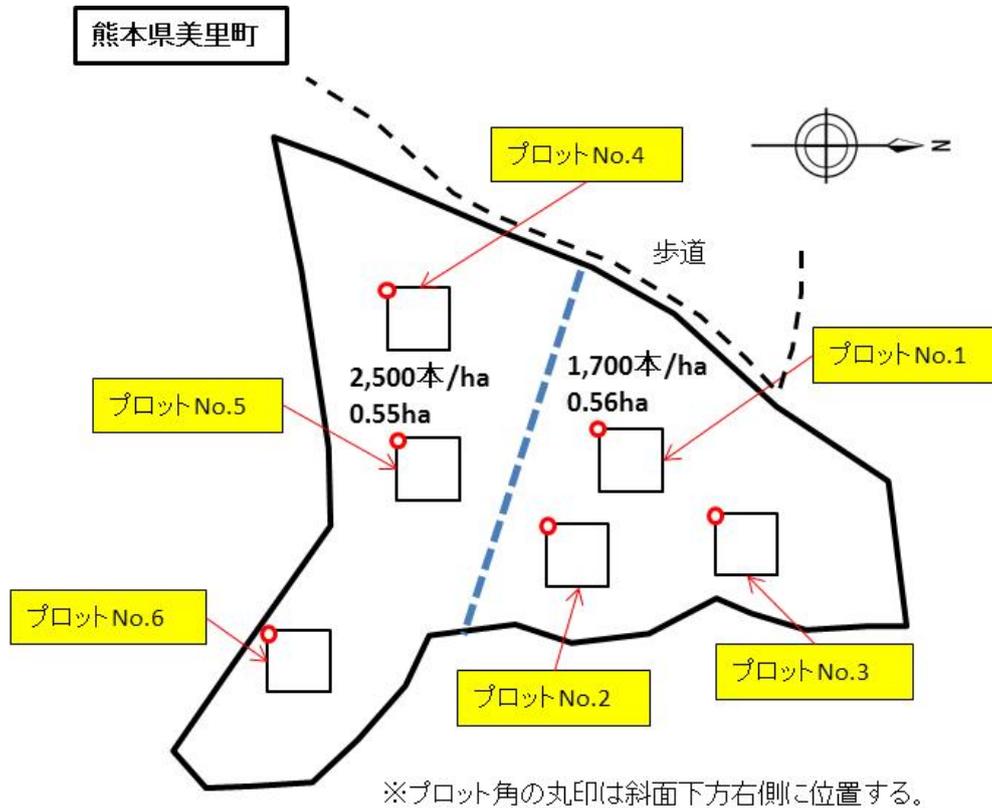


図 3-56 調査プロットの位置図（熊本県美里町）

表 3-67 調査プロットの概要（熊本県美里町）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m ²)	調査本数	備考
1,700 本/ha	No. 1	185.0	36 本	斜面上部に設置
	No. 2	217.6	36 本	斜面中部に設置
	No. 3	256.2	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 4	169.4	35 本	斜面上部に設置
	No. 5	159.1	36 本	斜面中部に設置
	No. 6	142.8	36 本	斜面下部に設置
合計			215 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-68、表 3-69 のとおりである。植栽翌年度の平成 28 (2016) 年度は、7 月の段階で植栽木を被圧する雑草木が確認されなかったことから、下刈りを省略することとした。平成 29 (2017) 年度から令和元 (2019) 年度まで全ての調査プロットで下刈りが実施され、令和 2 (2020) 年度についても 8 月に下刈りが実施された。

表 3-68 下刈りの実施日 (熊本県美里町)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	省略
平成 29 (2017)	8 月 23～29 日
平成 30 (2018)	8 月下旬
令和 元 (2019)	7 月 23～25 日
令和 2 (2020)	8 月 18 日

表 3-69 下刈り実施の有無 (熊本県美里町)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) 下刈り	H29 (2017) ~ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,700 本/ha	No. 1	無	有	有
	No. 2	無	有	有
	No. 3	無	有	有
2,500 本/ha	No. 4	無	有	有
	No. 5	無	有	有
	No. 6	無	有	有

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-70 のとおりである。

表 3-70 調査実施日（熊本県美里町）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 28 (2016) 年 2 月 18 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 12 月 14 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 22 日	平成 29 (2017) 年 11 月 11 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 6 月 29 日	平成 30 (2018) 年 12 月 23 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 8 日	令和 元 (2019) 年 11 月 9 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 6 月 27 日	令和 2 (2020) 年 11 月 11 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-71 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、どの調査プロットも約 100%と高い数値を示し、植栽密度間でほとんど変わらなかった。

令和 2（2020）年度における生存率は、調査プロット間で多少のばらつきが生じ、特にシカによる食害が多く発生した 2,500 本/ha 区のプロット 5 で低くなった。植栽密度間では大きな差は見られなかった。平成 28（2016）年に下刈りを省略しているが、翌年の平成 29（2017）年にほとんど枯死木が確認されておらず、下刈りを省略したことによる影響は無かったと考えられる。

表 3-71 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（熊本県美里町）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,700	36	0	1 (消失)	1 (消失)	2 (誤伐2)	1 (枯れ)	5	100.0	86.1	13.9
2	1,700	36	0	2 (誤伐1・枯れ1)	3 (誤伐3)	0	1 (誤伐)	6	100.0	83.3	16.7
3	1,700	36	0	0	5 (誤伐5)	0	1 (誤伐)	6	100.0	83.3	16.7
4	2,500	35	0	0	1 (シカ皮剥ぎ)	0	2 (シカ皮剥ぎ1・誤伐1)	3	100.0	91.4	8.6
5	2,500	36	1 (消失)	1 (枯れ)	5 (獣虫害3・誤伐2)	4 (シカ皮剥ぎ4)	1 (シカ皮剥ぎ)	12	97.2	66.7	33.3
6	2,500	36	0	0	1 (獣虫害)	1 (シカ皮剥ぎ)	1 (誤伐1)	3	100.0	91.7	8.3

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-72、図3-57、図3-58及び写真3-28のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに低密度区である1,700本/ha区で成長量が低くなり、平均樹高については令和2（2020）年度の時点で約40cmの差が生じた。一方で平均形状比は植栽密度間ではほぼ同じ傾向を示している。

植栽密度間で成長量に差が見られたが、本実証試験地は未だ林冠閉鎖に至っていないため、植栽密度よりも立地環境等による影響が考えられる。

表 3-72 植栽木の成長状況（熊本県美里町）

1,700本/ha							
熊本県美里町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	55.4±7.9	65.8±8.9	91.8±12.5	129.2±21.7	171.9±33.7	232.0±44.5
	最小値	33.8	44.8	61.5	90.1	102.8	138.0
	最大値	70.5	92.1	126.6	201.5	267.2	314.0
地際直径(cm)	平均値	0.7±0.1	1±0.2	1.4±0.3	2.4±0.6	3.8±0.8	5.0±1.1
	最小値	0.5	0.7	0.7	1.1	2.1	2.8
	最大値	0.8	1.4	2.3	4.4	6.8	8.6
形状比	平均値	82±17.1	64.7±9.8	68.2±11.8	56.7±11.7	45.3±5.1	47.0±3.9
	最小値	40.3	44.6	44.6	32.4	23.9	36.1
	最大値	124.0	101.0	110.9	116.1	62.3	61.5
2,500本/ha							
熊本県美里町		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	55.5±8.5	65.7±10.3	104.2±23.2	151.8±38.1	197.5±54.6	273.0±64.8
	最小値	35.0	41.7	56.4	73.6	91.0	130.0
	最大値	80.0	96.0	182.2	253.5	326.9	413.0
地際直径(cm)	平均値	0.7±0.1	1.1±0.2	1.7±0.5	3±0.8	4.5±1.2	5.9±1.6
	最小値	0.5	0.7	0.6	1.3	2.1	2.9
	最大値	1.0	1.6	3.1	4.8	7.3	9.8
形状比	平均値	79.7±13	60.8±9.8	62.5±8.9	51.9±6.7	44.1±6.5	47.1±5.0
	最小値	50.0	35.5	44.5	29.9	21.2	28.5
	最大値	108.4	86.6	100.7	67.3	56.3	63.6

※平均値の項目において、土の後の数値は標準偏差を示す

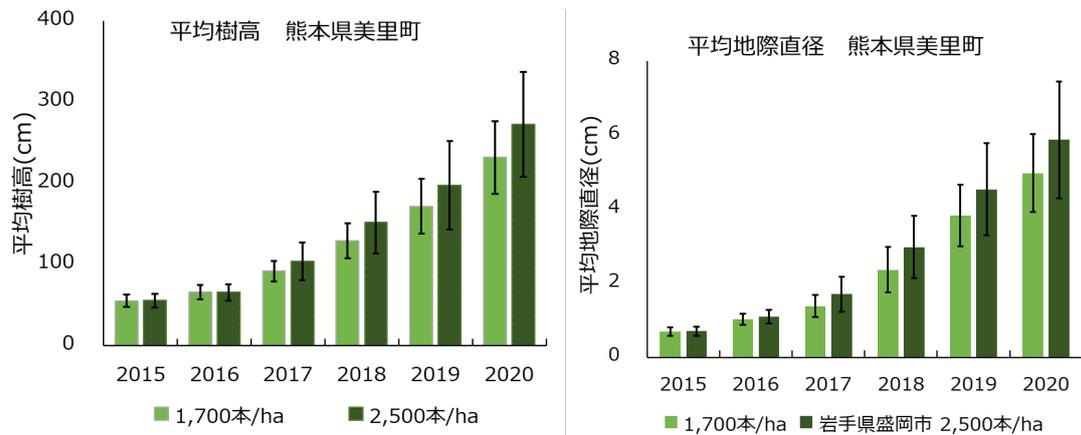


図 3-57 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（熊本県美里町）

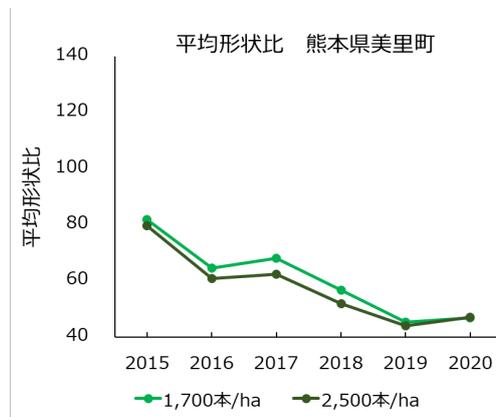


図 3-58 植栽木の平均形状比の推移（熊本県美里町）



写真 3-28 1,700 本/ha 区の状態（令和2（2020）年11月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-73、図 3-59 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,700 本/ha 区で約 92.9cm、2,500 本/ha 区で約 109.8cm となり、植栽密度間で大きな差は見られなかった。

表 3-73 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (熊本県美里町)

平均 樹冠幅 (cm)	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
	1,700本/ha	45.7	65.6	79.1	92.9
2,500本/ha	54.4	81.1	92.6	109.8	

平均樹冠幅 熊本県美里町

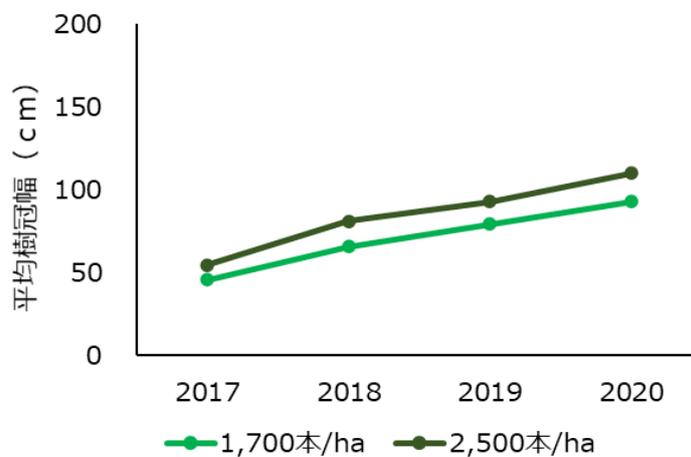


図 3-59 植栽木の平均樹冠幅の推移 (熊本県美里町)

次に、樹冠幅がそのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-60 に示す。

分析の結果、1,700 本/ha（植栽間隔 2.42m）では 2029 年 4 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2026 年 10 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,700 本/ha では約 2 年 6 カ月程度、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

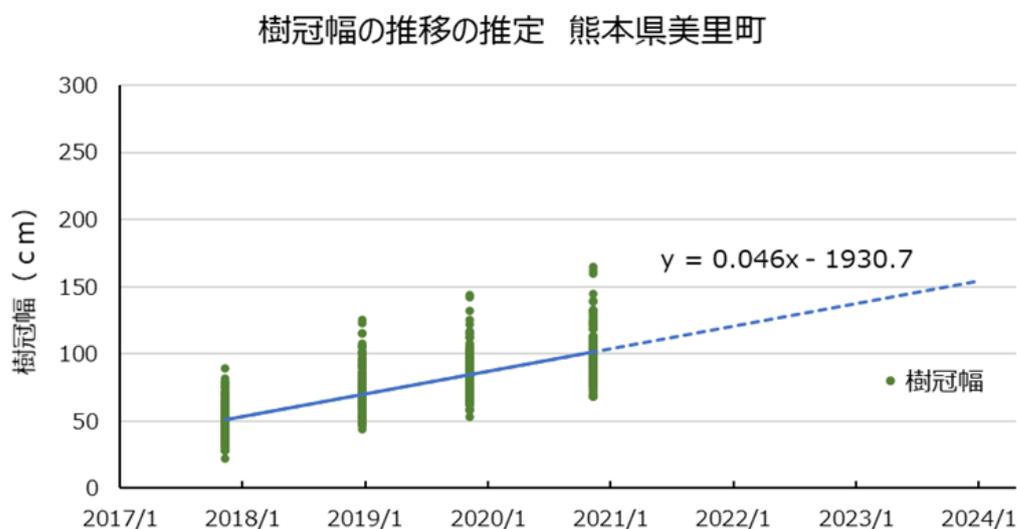


図 3-60 樹冠幅の推移の推定（熊本県美里町）

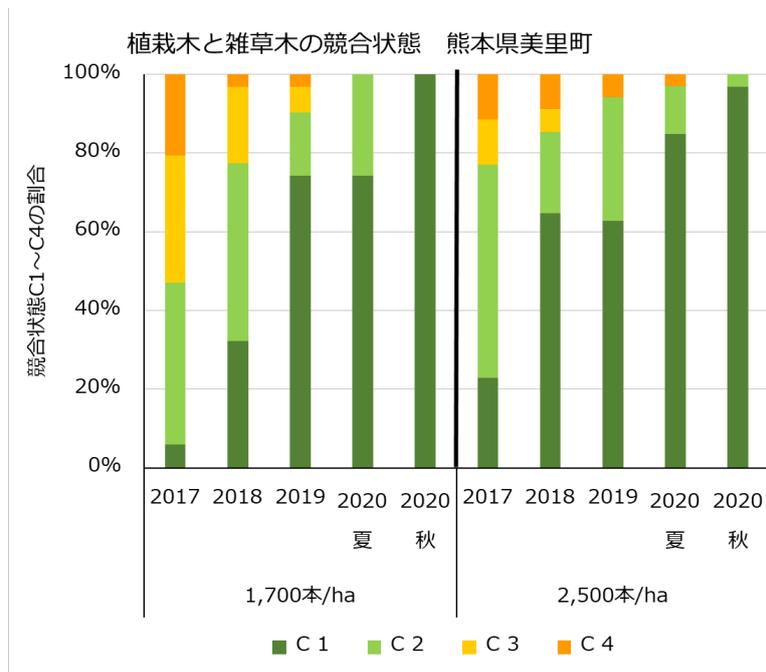
【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-61 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-62 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-74、写真 3-29 に示す。なお、本実証試験地では令和 2（2020）年 8 月に下刈りが実施されている。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-61）では、どちらの植栽密度も令和 2（2020）年夏（6 月）の時点で C1 + C2 が 9 割以上となっており、植栽木が雑草木に被圧されている状況ではない。このことから、令和 2（2020）年度の下刈りは必ずしも必要ではなかったと考えられる。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-62）では、令和 2（2020）年夏（6 月）の時点で植栽木の平均樹高が 2 m に達しており、雑草木との樹高差は 1,700 本/ha 区で約 1.3m、2,500 本/ha 区で約 1.4m と大きく開いていた。

本実証試験地ではススキの他にコチヂミザサやコガクウツギが優占しているが（表 3-74）、ススキやコガクウツギの最大の高さは 2 m 程度であり、またコチヂミザサは高さ 30cm 程度までしか成長しない。一方で植栽木の平均樹高は既に 2 m を超えているため、今後も雑草木が植栽木に被圧される状況になることはない。以上より、どの植栽密度も令和元（2019）年度の 3 回目の下刈りで終了と判断できる。



※2020年秋は下刈り後の調査データ

図 3-61 植栽木と雑草木の競合状態（熊本県美里町）

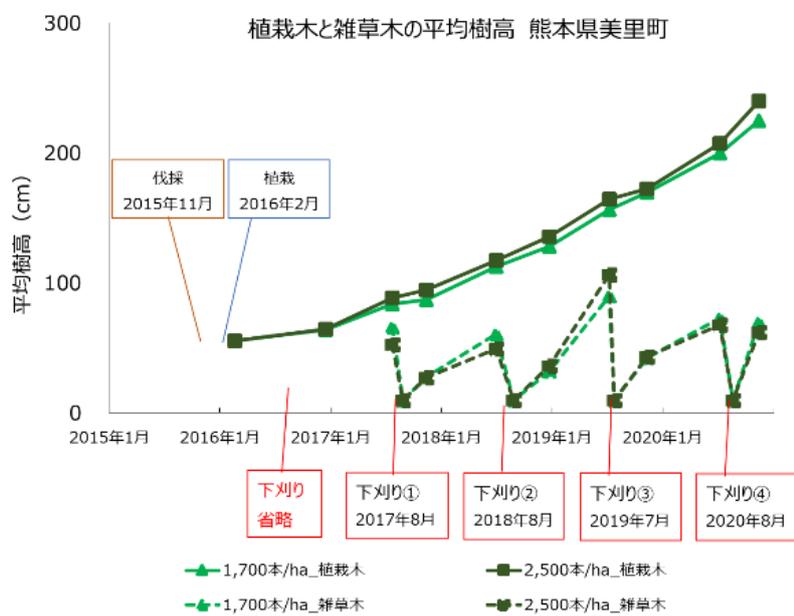


図 3-62 植栽木と雑草木の平均樹高（熊本県美里町）

※図 3-61、図 3-62 において、1,700 本/ha はプロット 2、2,500 本/ha はプロット 4 の調査結果を示す。

表 3-74 植生調査の結果（熊本県美里町）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,700	低木層 20% (1.0m以上)	ススキ	20%	-
		草本層 70% (1.0m未満)	コガクウツギ コチヂミザサ	20% 20%	・ナガバモミジイチゴ・チャノキ ・チジミザサ・マツカゼソウ・スイカズラ
4	2,500	低木層 10% (1.0m以上)	ススキ	10%	-
		草本層 80% (1.0m未満)	コチヂミザサ	40%	・アザミ・コガクウツギ・コアカソ ・ススキ・マツカゼソウ



プロット 2 (1,700 本/ha)



プロット 4 (2,500 本/ha)

写真 3-29 植生調査プロットの状況（令和 2（2020）年 6 月）

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-75 に示す。

表 3-75 下刈りに関するアンケート結果（熊本県美里町）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・ 8月18日に下刈りを実施・ 今後の予定について、植栽木が雑草木に埋もれることが無くなるまで実施予定。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・ 通常は6～8年間実施し、植栽木が雑草木に埋もれることがなくなった時点で終了している。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none">・ 低密度区では、植栽木が少なく植栽間隔があいていることから、誤伐を恐れず効率的に作業を進めることができた。・ 雑草木の繁茂が激しい場合や、植栽木の樹高が小さい場合に誤伐が発生する。・ 誤伐対策として、植栽木の横に目印として竹を立てることが挙げられる。
低密度植栽について
<ul style="list-style-type: none">・ 植栽本数が少ない分、1本1本が良好に生育することに期待している。・ 一方で、植栽間隔があいていることにより、枝条が横に広がり、樹高の生長が鈍化するのではないかという不安や、雑草木、ツル類の繁茂による下刈りの長期化が生じるのではないかという不安がある。

⑤ 現地写真（遠景）

<p>施業前（平成 27（2015）年）</p>	<p>植栽後（平成 28（2016）年 2 月）</p>
<p>平成 28（2016）年 7 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
<p>平成 30（2018）年 6 月</p>	<p>平成 30（2018）年 12 月</p>

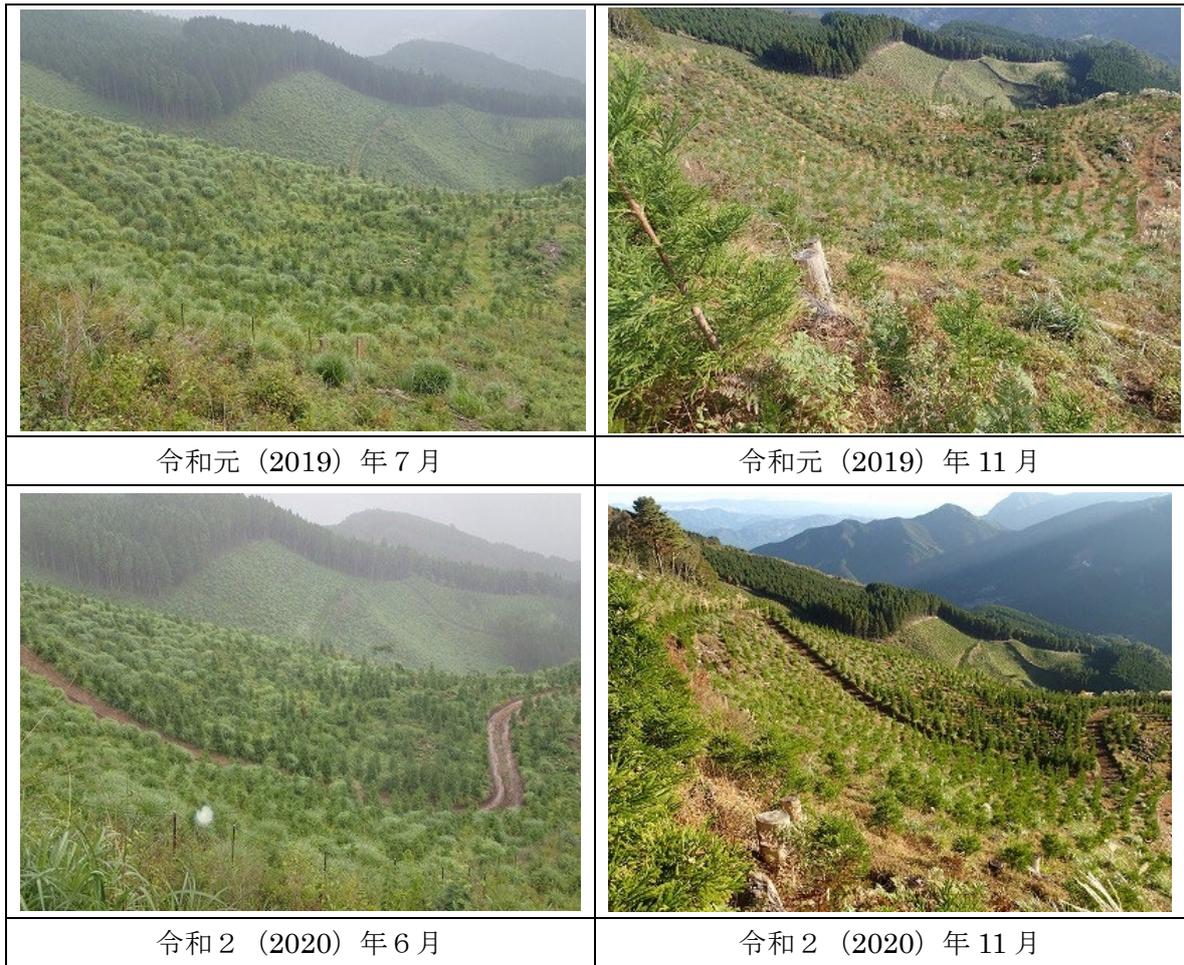


写真 3-30 実証試験地の様子（遠景、熊本県美里町）

⑥ 現地写真（近景、1,700本/ha）





写真 3-31 実証試験地の様子 (近景 (1,700 本/ha)、熊本県美里町)

(4) 宮崎県 椎葉村 (スギ) (No.8)

① 実証試験地の概要

平成 28 (2016) 年 2 月に、宮崎県東臼杵郡椎葉村の実証試験地 (1 ha) に 1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha の 3 つの植栽密度区を設け、スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗) を計 1,695 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-76) と位置図 (図 3-63) は以下のとおりである。

表 3-76 実証試験地の概要 (宮崎県椎葉村)

実証試験地	宮崎県東臼杵郡椎葉村大字大河内			
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)			
植栽密度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.35ha	0.35ha	0.30ha	1.00ha
植栽本数	385 本	560 本	750 本	1,695 本
気温/ 降水量	12.7℃ (年平均気温) / 2,364.4mm (年降水量) (平年値、鞍岡)			
標高/ 傾斜/ 方位	830~870m / 13~37° / NW~SW			
土壌	褐色森林土			
土地所有者	椎葉村			
植栽実施者	耳川広域森林組合椎葉支所			
植栽日	平成 28 (2016) 年 2 月 3~5 日 (前生林分の伐採は平成 25 年 11 月)			



図 3-63 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (宮崎県椎葉村)

② 調査プロットの概要

3つの植栽密度区に、それぞれ2つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計216本（1,100本/ha：72本、1,600本/ha：72本、2,500本/ha：72本）を調査対象木とした。（図3-64、表3-77）

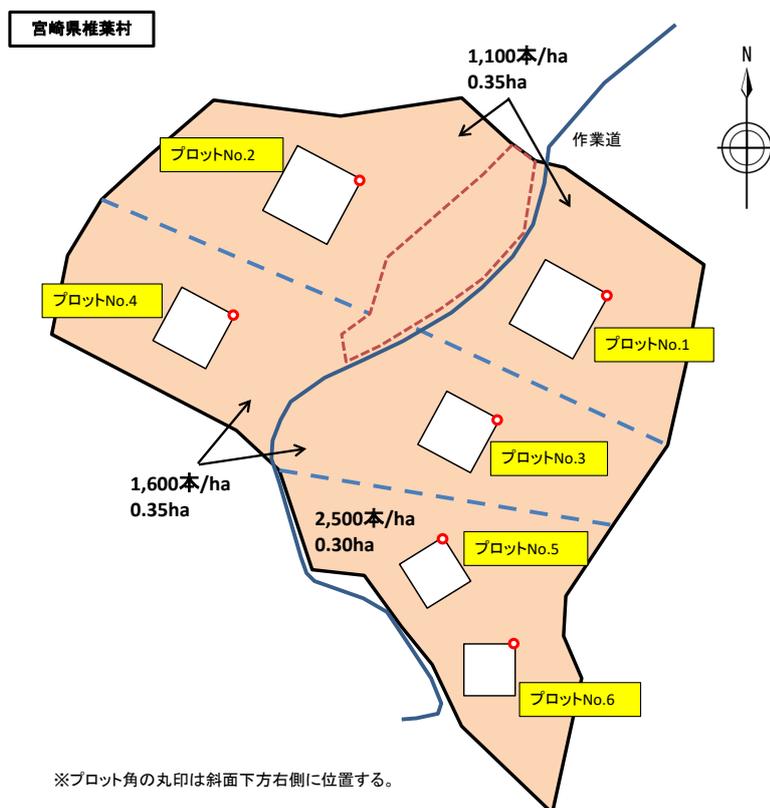


図 3-64 調査プロットの位置図（宮崎県椎葉村）

表 3-77 調査プロットの概要（宮崎県椎葉村）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m ²)	調査本数	備考
1,100 本/ha	No. 1	345.5	36 本	斜面上部に設置
	No. 2	344.0	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No. 3	231.1	36 本	斜面上部に設置
	No. 4	261.4	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 5	186.0	36 本	斜面上部に設置
	No. 6	168.0	36 本	斜面上部に設置
合計			216 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-78、表 3-79 のとおりである。本実証試験地では植栽翌年度の平成 28 (2016) 年度から令和元 (2019) 年度まで全ての調査プロットで下刈りを実施しており、令和 2 (2020) 年度についても下刈りが実施された。

表 3-78 下刈りの実施日 (宮崎県椎葉村)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	9 月 23～26 日
平成 29 (2017)	8 月 30 日～9 月 4 日
平成 30 (2018)	8 月下旬
令和 元 (2019)	8 月 8～30 日
令和 2 (2020)	夏 (詳細な時期は不明)

表 3-79 下刈り実施の有無 (宮崎県椎葉村)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) ~ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,100 本/ha	No. 1	有	有
	No. 2	有	有
1,600 本/ha	No. 3	有	有
	No. 4	有	有
2,500 本/ha	No. 5	有	有
	No. 6	有	有

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-80 のとおりである。

表 3-80 調査実施日（宮崎県椎葉村）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 28 (2016) 年 2 月 17 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 11 月 23 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 12 日	平成 29 (2017) 年 11 月 8 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 6 月 27 日	平成 30 (2018) 年 12 月 14 日
令和 元 (2019)	令和元 (2019) 年 7 月 3 日	令和 元 (2019) 年 11 月 6 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 7 月 10 日	令和 2 (2020) 年 11 月 10 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-81 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、どの調査プロットも約 100%と高い数値を示し、植栽密度間で差は見られなかった。

令和 2（2020）年時点での生存率は、調査プロット間で多少のばらつきが生じたものの、約 85～100%と高い数値を示した。また植栽密度間では大きな差は見られなかった。

表 3-81 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（宮崎県椎葉村）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定 本数 (本)	枯死本数（本）					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
1	1,100	36	1 (誤伐)	0	1 (ウサギ食害)	0	0	2	97.2	94.4	5.6
2	1,100	36	0	1 (誤伐)	0	3 (誤伐2・枯れ1)	1 (誤伐)	5	100.0	86.1	13.9
3	1,600	36	0	0	0	0	0	0	100.0	100.0	0.0
4	1,600	36	0	1 (枯れ)	0	2 (誤伐2)	0	3	100.0	91.7	8.3
5	2,500	36	0	0	2 (誤伐1・枯れ1)	0	0	2	100.0	94.4	5.6
6	2,500	36	0	1 (枯れ)	1 (下敷き)	0	0	2	100.0	94.4	5.6

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-82、図3-65、図3-66及び写真3-32のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに1,600本/ha区で僅かに低くなっていたものの、植栽密度と成長量の間特定の傾向は見られなかった。平均形状比は植栽密度間でほぼ同じ傾向を示し、令和2（2020）年度まで緩やかな減少傾向を見せている。

表 3-82 植栽木の成長状況（宮崎県椎葉村）

1,100本/ha							
宮崎県椎葉村		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	48.5±7.7	67.6±10.6	90±16.7	114.6±23.6	148.6±32	192.9±41.4
	最小値	29.0	40.0	44.6	64.3	91.8	126.0
	最大値	67.2	94.2	125.2	172.2	231.0	302.0
地際直径(cm)	平均値	0.7±0.1	0.9±0.2	1.2±0.2	1.5±0.4	2.5±0.8	3.9±1.4
	最小値	0.4	0.6	0.7	0.8	1.3	1.9
	最大値	0.8	2.0	1.6	2.7	5.7	10.0
形状比	平均値	76.1±15.5	74.8±12.2	78.8±11.3	78.4±12.3	62.2±12.7	53.1±10.6
	最小値	50.0	42.0	49.6	51.4	40.3	29.0
	最大値	120.0	97.3	103.9	107.3	133.2	75.2
1,600本/ha							
宮崎県椎葉村		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	50.9±6.6	64.2±7.8	82.5±11.2	106.4±15.2	129±22.8	167.6±31.1
	最小値	37.0	50.2	56.0	74.1	70.2	79.0
	最大値	71.0	84.4	114.4	151.4	174.5	235.0
地際直径(cm)	平均値	0.7±0.1	0.8±0.1	1.1±0.2	1.5±0.3	2.2±0.5	3.1±0.8
	最小値	0.5	0.7	0.7	0.8	1.3	1.6
	最大値	1.1	1.2	1.6	2.0	3.3	4.7
形状比	平均値	79.6±13.7	76.2±7.6	76.5±13.7	73.8±10.5	58.5±7.9	54.8±7.3
	最小値	54.4	55.5	46.5	51.6	39.8	39.2
	最大値	114.0	91.5	113.6	105.0	79.3	72.0
2,500本/ha							
宮崎県椎葉村		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	52.3±5.7	64.2±7	84.9±13.4	118.5±19.5	150.4±29.8	202.7±41.2
	最小値	37.6	46.0	39.0	71.0	54.3	65.0
	最大値	66.4	79.2	117.4	169.4	205.0	281.0
地際直径(cm)	平均値	0.7±0.1	0.9±0.1	1.1±0.2	1.6±0.3	2.4±0.6	3.7±1.0
	最小値	0.5	0.6	0.4	0.9	0.7	0.7
	最大値	1.1	1.1	1.5	2.7	3.9	6.7
形状比	平均値	75.4±12.4	74.9±9.2	79.1±12.7	75.1±10.9	63.4±8.9	56.7±8.9
	最小値	44.4	54.2	51.2	52.3	43.8	41.5
	最大値	108.0	97.9	112.3	107.8	83.9	90.3

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

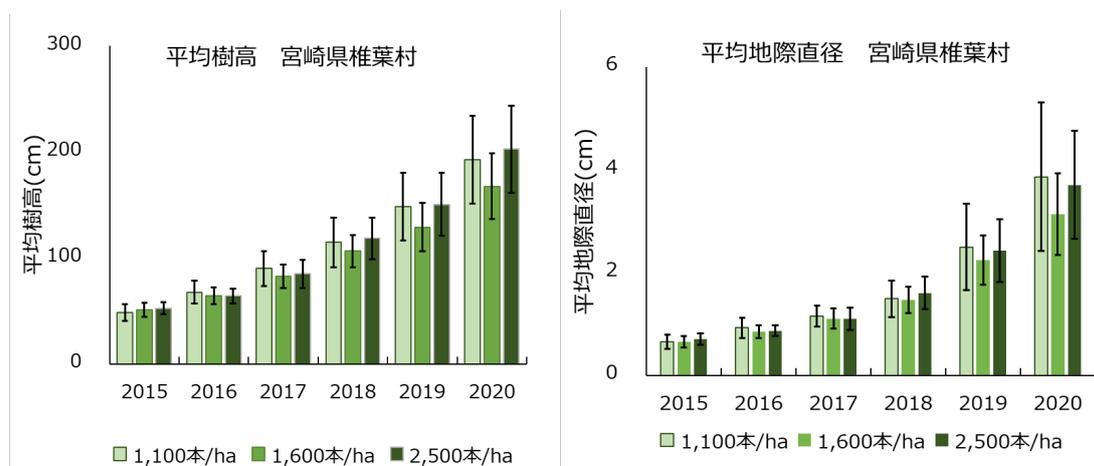


図 3-65 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（宮崎県椎葉村）

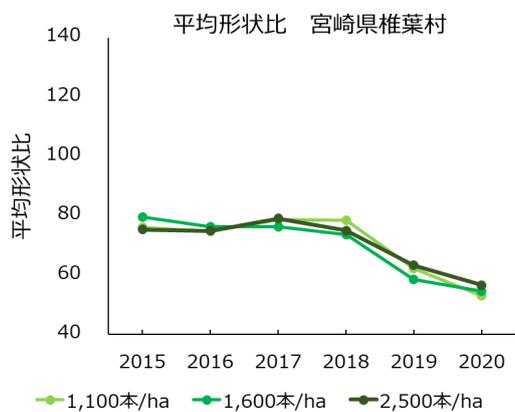


図 3-66 植栽木の平均形状比の推移（宮崎県椎葉村）



写真 3-32 1,100 本/ha 区の状態（令和 2（2020）年 11 月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-83、図 3-67 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,100 本/ha 区で約 79.0cm、1,600 本/ha 区で約 72.7cm、2,500 本/ha 区で約 77.4cm となり、どの植栽密度も未だ 1 m を下回る結果となった。

表 3-83 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (宮崎県椎葉村)

	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
平均 樹冠幅 (cm)	1,100本/ha	38.2	47.5	57.8	79.0
	1,600本/ha	32.9	45.7	54.6	72.7
	2,500本/ha	34.7	50.4	57.3	77.4

平均樹冠幅 宮崎県椎葉村

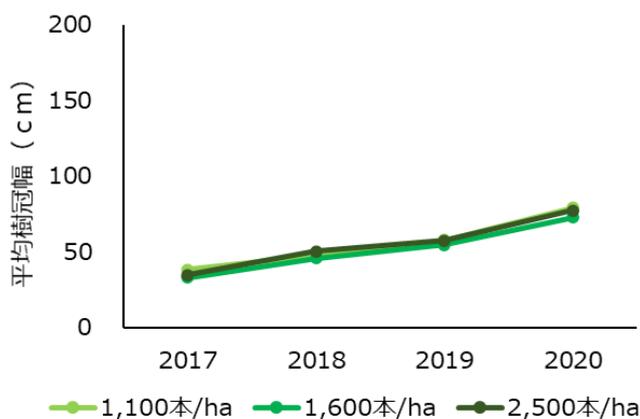


図 3-67 植栽木の平均樹冠幅の推移 (宮崎県椎葉村)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-68 に示す。

分析の結果、1,100 本/ha（植栽間隔 3.0m）では 2037 年 11 月に、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2034 年 2 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2030 年 5 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、樹冠が接するにはまだ時間を要することが分かった。

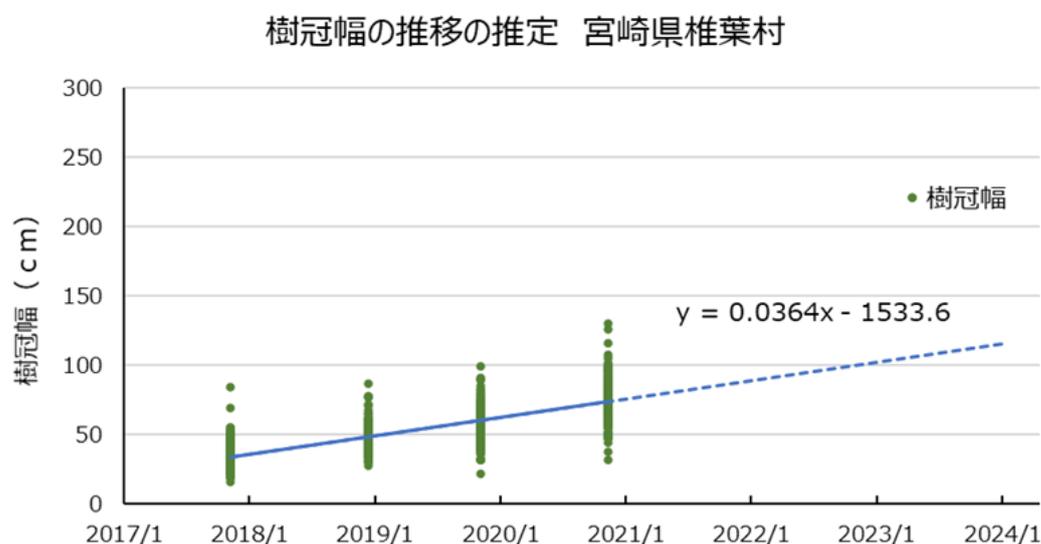


図 3-68 樹冠幅の推移の推定（宮崎県椎葉村）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

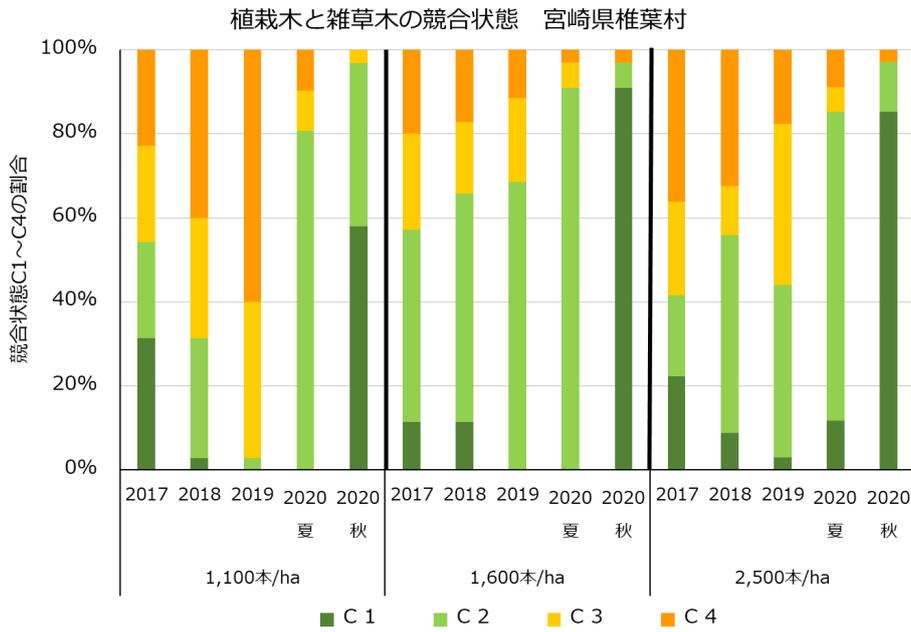
植栽木と雑草木の競合状態を図 3-69 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-70 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-84、写真 3-33 に示す。なお、本実証試験地では令和 2（2020）年の夏に下刈りが実施されている。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-69）では、植栽密度間で多少のばらつきが見られるものの、どの植栽密度も令和 2（2020）年夏（7月）の時点で C1 + C2 が 8 割以上となっていたが、1,100 本/ha 区と 2,500 本/ha 区では 1 割程度が C4 となっていた。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-70）では、令和 2（2020）年秋（11月）の時点でも植栽木の平均樹高が 2 m を超えていなかった。

植生調査の結果（表 3-84、写真 3-33）では、どの植栽密度もススキが優占しており、繁茂も非常に激しいことが分かる。ススキの草丈は最大で 2 m 程度まで成長するが、植栽木の平均樹高は令和 2（2020）年秋（11月）の時点でも 2 m を超えていないため、植栽木が雑草木との競合関係を抜け出している状況とはいえない。

以上より、どの植栽密度も令和 2（2020）年度で下刈り終了の判断をすることは難しい。ただし、植栽密度間で植栽木の樹高成長にほとんど差は見られなかったため、このまま植栽木が成長して平均樹高が 2 m を超えることができれば、どの植栽密度区も同じ回数で下刈り終了が可能となると考えられた。



※2020 年秋は下刈り後の調査データ

図 3-69 植栽木と雑草木の競合状態（宮崎県椎葉村）

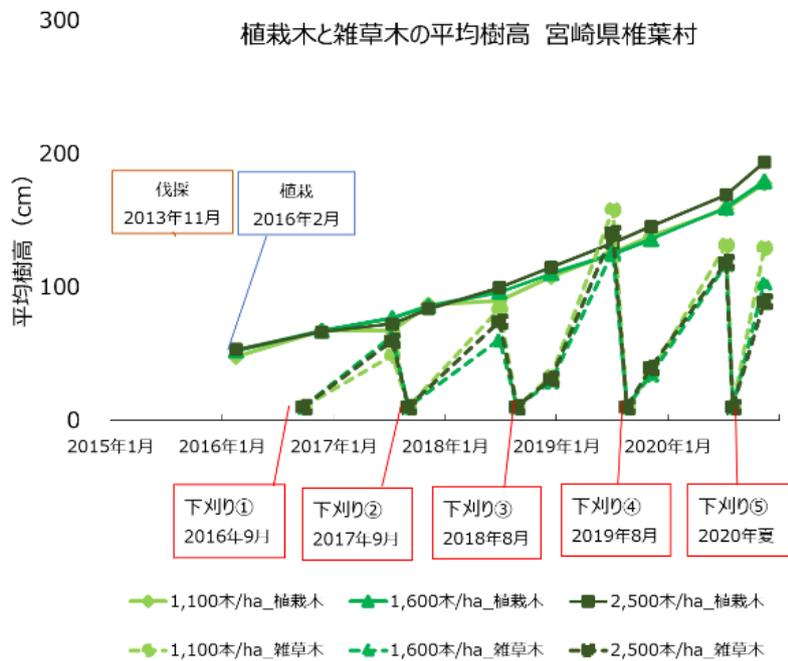


図 3-70 植栽木と雑草木の平均樹高（宮崎県椎葉村）

※図 3-69、図 3-70 において、1,100 本/ha はプロット 2、1,600 本/ha はプロット 4、2,500 本/ha はプロット 5 の調査結果を示す。

表 3-84 植生調査の結果（宮崎県椎葉村）

プロット	密度	区分	R2（2020）		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,100	低木層 70% (1.0m以上)	ススキ	70%	-
		草本層 20% (1.0m未満)	スゲsp	10%	・コチヂミザサ・ススキ
4	1,600	低木層 30% (1.0m以上)	ススキ	30%	-
		草本層 70% (1.0m未満)	ススキ	40%	・コチヂミザサ・タケニグサ・スズタケ ・スゲsp・ノリウツギ
5	2,500	低木層 30% (1.0m以上)	ススキ	30%	-
		草本層 40% (1.0m未満)	ススキ	30%	・スズタケ・コチヂミザサ ・ノリウツギ



プロット 2（1,100 本/ha）



プロット 4（1,600 本/ha）



プロット 5（2,500 本/ha）

写真 3-33 植生調査プロットの状況（令和 2（2020）年 7 月）

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対して下刈りに関するアンケートを実施したが、回答は得られなかった。

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>施業前（平成 27（2015）年）</p>	<p>平成 29（2017）年 7 月</p>
	
<p>平成 29（2017）年 11 月</p>	<p>平成 30（2018）年 6 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 12 月</p>	<p>令和元（2019）年 11 月</p>

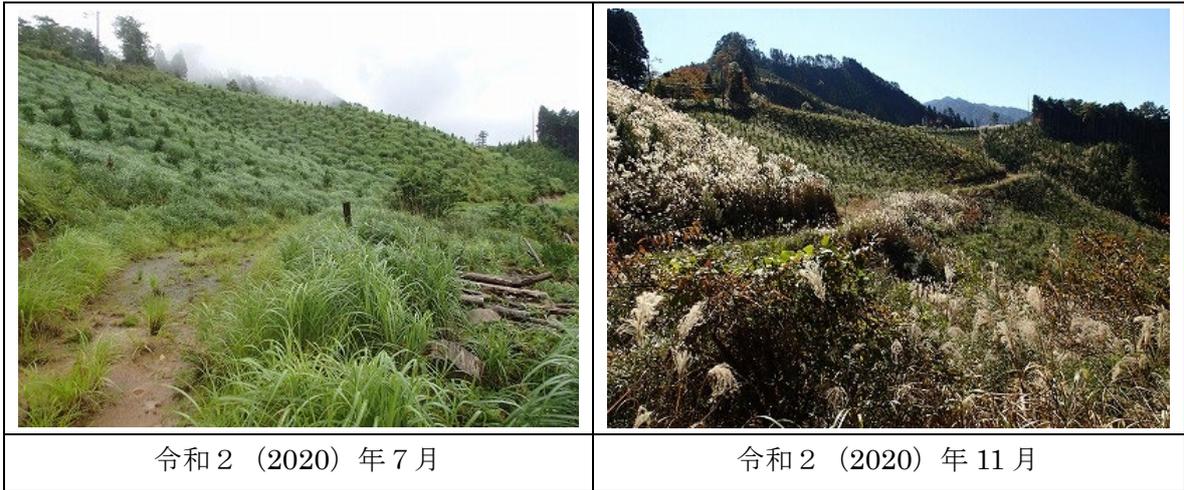


写真 3-34 実証試験地の様子 (遠景、宮崎県椎葉村)

⑥ 現地写真 (近景、1,100 本/ha)

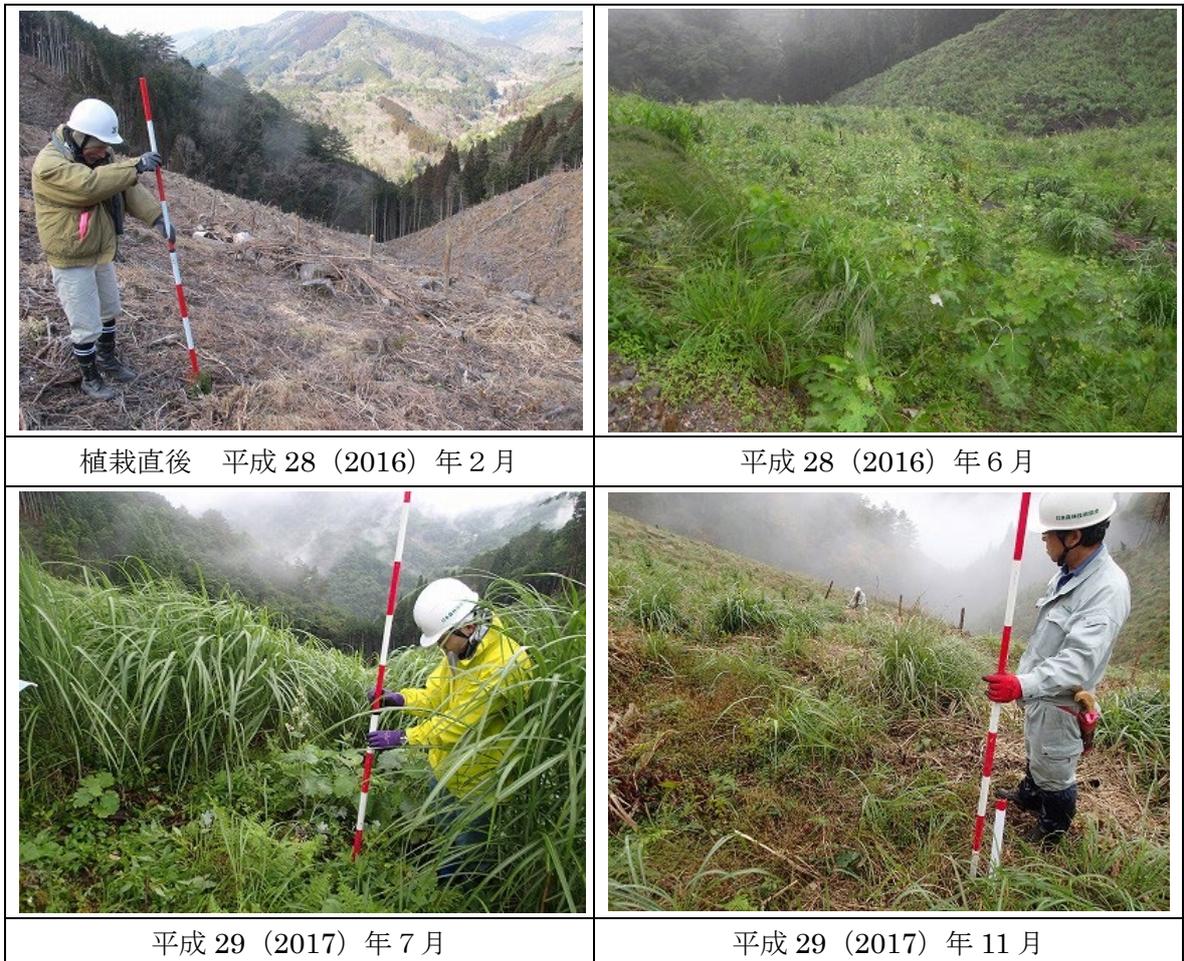




写真 3-35 実証試験地の様子 (近景 (1,100 本/ha)、宮崎県椎葉村)

(5) 宮崎県 都城市 (スギ大苗・スギ普通苗) (No. 9)

① 実証試験地の概要

平成 29 (2017) 年 1 月、宮崎県都城市実証試験地 (1.21ha) に、1,100 本/ha、1,600 本/ha、2,500 本/ha の 3 つの植栽密度区を設定した。

宮崎県都城市の実証試験地では、下刈り回数の削減によるコスト削減とシカ食害の回避を目的として、3 つの植栽密度区 (1.02ha) に約 465cc のスギ大型コンテナ苗 (以下、スギ大苗とする) を計 1,753 本植栽した。また対照区として、隣接する実証試験地 (0.20ha) の 2,500 本/ha 植栽密度区に、300cc のスギコンテナ苗 (以下、スギ普通苗とする) を計 501 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-85) と位置図 (図 3-71) は以下のとおりである。

表 3-85 実証試験地の概要 (宮崎県都城市)

実証試験地	宮崎県都城市高野町				
苗木種	スギコンテナ大苗 (挿し木苗、465cc)			スギコンテナ苗 (挿し木苗、300cc)	合計
植栽密度	1,100 本/ha	1,600 本/ha	2,500 本/ha	2,500 本/ha	
植栽面積	0.35ha	0.28ha	0.37ha	0.20ha	1.21ha
植栽本数	387 本	443 本	923 本	501 本	大苗:1,753 本 普通苗:501 本
気温/ 降水量	16.5℃ (年平均気温) / 2481.8mm (年降水量) (平年値、都城)				
標高/ 傾斜/ 方位	295~355m / 6~20° /				
土壌	黒色火山灰土壌				
土地所有者	都城森林組合				
植栽実施者	都城森林組合				
植栽日	平成 29 (2017) 年 1 月 23 日 (一貫作業による伐採・地拵え)				

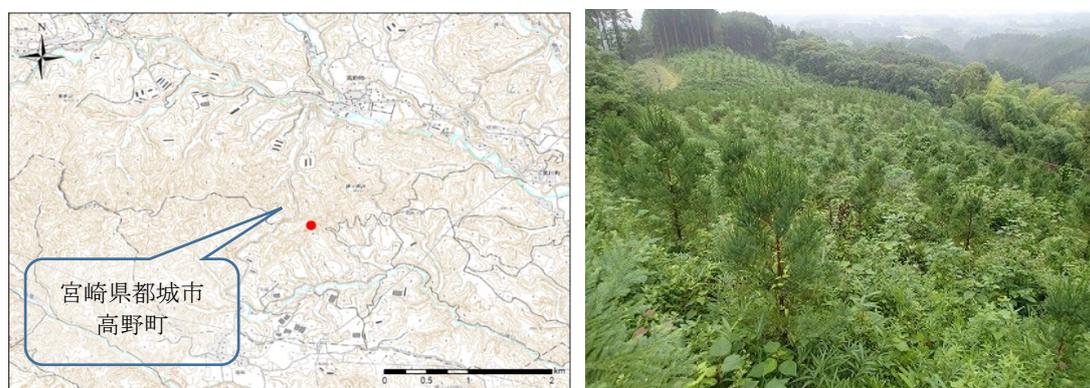


図 3-71 実証試験地の位置 (左) と実証試験地の様子 (右) (宮崎県都城市)

② 調査プロットの概要

スギ大苗を植栽した3つの植栽密度区ならびにスギ普通苗を植栽した1つの植栽密度区の合計4つの植栽密度区において、それぞれの面積の約半分を囲むようにシカ柵を設置した(図3-72)。このようにしてできた、植栽密度、苗木サイズ、シカ柵有無がそれぞれ異なる計8つの実証試験地に、それぞれ1つずつ調査プロットを設定した(写真3-36、表3-86)。

調査プロット内の植栽木、計288本(1,100本/ha大苗:72本、1,600本/ha大苗:72本、2,500本/ha大苗:72本、2,500本/ha普通苗:72本)を調査対象木とした。

なお、植栽前のスギ大苗とスギ普通苗のサイズを表3-87に、苗木の写真を写真3-37にそれぞれ示す。

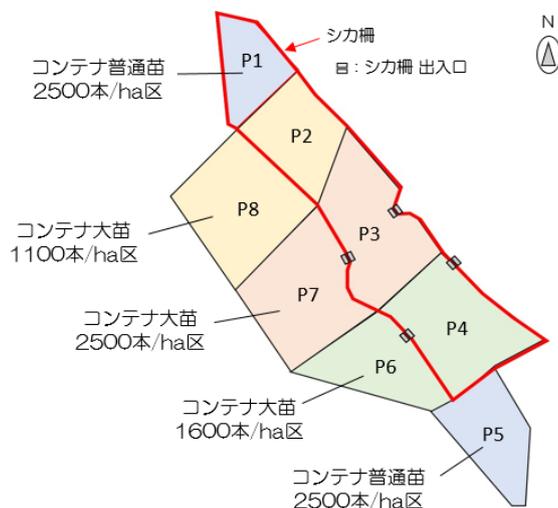


図 3-72 調査プロットの位置図 (宮崎県都城市)

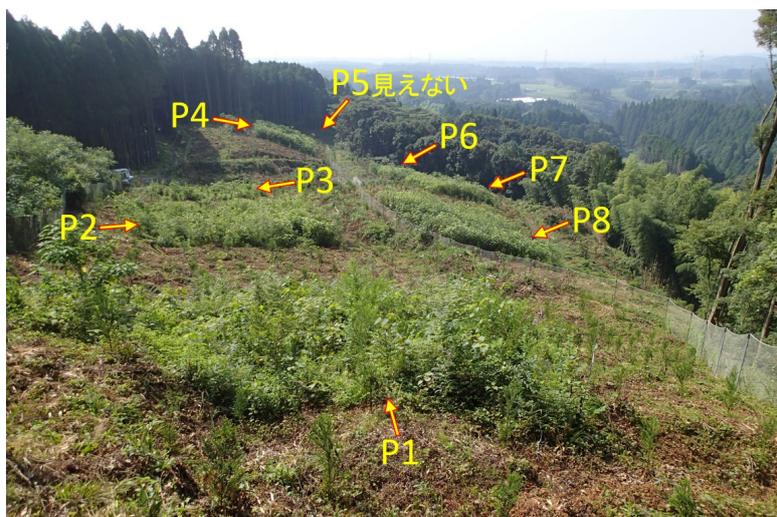


写真 3-36 実証試験地の全景 (宮崎県都城市)

表 3-86 調査プロットの概要 (宮崎県都城市)

植栽密度		プロット No.	プロット面積 (m ²)	調査本数	シカ柵内・外	備考
スギ大型 コンテナ 苗 (465cc)	1,100 本/ha	No. 2	317.7	36 本	内	1,100 本区上側に設置
		No. 8	323.0	36 本	外	1,100 本区下側に設置
	1,600 本/ha	No. 4	218.2	36 本	内	1,600 本区上側に設置
		No. 6	228.0	36 本	外	1,600 本区下側に設置
	2,500 本/ha	No. 3	144.5	36 本	内	2,500 本区上側に設置
		No. 7	141.6	36 本	外	2,500 本区下側に設置
合計				216 本	—	-
スギ コンテナ 苗 (300cc)	2,500 本/ha	No. 1	148.7	36 本	内	2,500 本区上側に設置
		No. 5	144.8	36 本	外	2,500 本区下側に設置
合計				72 本	—	-
計				288 本	—	-

表 3-87 山出し直前の苗サイズ (宮崎県都城市)

苗種	スギ大苗	スギ普通苗
苗長	92±5.6cm	57±5.3cm
地際直径	1.0±0.18cm	0.9±0.11cm
形状比	94±17.5	63±17.5
重量	339±24g	211±14g
容量	466±13.4cc	300cc

※それぞれ 10 個体をサンプルとして抜き取り測定した



写真 3-37 植栽したスギ大苗 (左) とスギ普通苗 (右) (宮崎県都城市)

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-88、表 3-89 のとおりである。

本実証試験地は、平成 29 (2017) 年 1 月に伐採～地拵え～植栽の一貫作業システムによる再生林を実施したため、植栽翌年度 (平成 29 (2017) 年度) の下刈りは実施しなかった。平成 30 (2018) 年度から令和元 (2019) 年度までは全調査プロットでの下刈りを実施したが、令和 2 (2020) 年度は土地所有者の意向により下刈りは実施されなかった。

表 3-88 下刈りの実施日 (宮崎県都城市)

年度	下刈り実施日
平成 28 (2016)	— (植栽年度)
平成 29 (2017)	省略
平成 30 (2018)	8 月上旬
令和 元 (2019)	8 月 3 ～ 20 日
令和 2 (2020)	—

表 3-89 下刈り実施の有無 (宮崎県都城市)

植栽密度	プロット No.	H29 (2017) 下刈り	H30 (2018) ～ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,100 本/ha 大苗	No. 2	無	有	無
	No. 8	無	有	無
1,600 本/ha 大苗	No. 4	無	有	無
	No. 6	無	有	無
2,500 本/ha 大苗	No. 3	無	有	無
	No. 7	無	有	無
2,500 本/ha 普通苗	No. 1	無	有	無
	No. 5	無	有	無

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-90 のとおりである。

表 3-90 調査実施日（宮崎県都城市）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 28 (2016)	—	平成 29 (2017) 年 2 月 3 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 8 月 18 日	平成 29 (2017) 年 11 月 6 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 6 月 26 日	平成 30 (2018) 年 11 月 29 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 1 日	令和 元 (2019) 年 11 月 7 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 7 月 9 日	令和 2 (2020) 年 11 月 9 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-91 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、どの調査プロットも約 90～100%と高い数値を示し、植栽密度間でほとんど変わらなかった。また苗サイズの違いによる差もなかった。

令和 2（2020）年度時点での生存率は、どの調査プロットも約 80～100%であり、多少のばらつきはあるものの植栽密度間で大きな差はなかったが、大苗より普通苗の方が生存率は高かった。

枯死原因について、平成 30（2018）年以降、シカによる食害・皮剥ぎ被害が発生し、大苗 1,100 本/ha 区で 5 本、大苗 1,600 本/ha 区で 6 本の計 11 本の枯死が見られた。シカ柵を設置していない調査プロット（プロット 8 と 6）の他、シカ柵内であるプロット 2 においても、令和 2（2020）年 7 月の調査で皮剥ぎによる枯死個体が 1 本見られた。

表 3-91 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（宮崎県都城市）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)					合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)				
2	1,100	36	—	1 (枯れ)	6 (枯れ4・誤伐1・消失1)	0	1 (シカ皮剥ぎ)	8	97.2	77.8	22.2
8	1,100	36	—	1 (枯れ)	1 (シカ食害)	2 (シカ皮剥ぎ1・シカ食害1)	1 (シカ皮剥ぎ)	5	97.2	86.1	13.9
4	1,600	36	—	0	1 (枯れ)	0	0	1	100.0	97.2	2.8
6	1,600	36	—	1 (枯れ)	1 (獣虫害)	5 (シカ皮剥ぎ4・誤伐1)	1 (獣虫害)	8	97.2	77.8	22.2
3	2,500	36	—	3 (枯れ3)	4 (枯れ4)	1 (誤伐)	0	8	91.7	77.8	22.2
7	2,500	36	—	3 (枯れ3)	4 (誤伐2・枯れ2)	0	0	7	91.7	80.6	19.4
1	2,500	36	—	1 (枯れ)	1 (誤伐1)	1 (誤伐)	0	3	97.2	91.7	8.3
5	2,500	36	—	0	0	0	0	0	100.0	100.0	0.0

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【シカ被害の発生状況】

平成 30 (2018) 年 11 月の秋冬期 (成長休止期) 調査前に、シカによる被害が発生した。シカ柵内でも、シカ柵の閉まりが緩んだ出入り口からシカの侵入を受けた。植栽直後から令和 2 (2020) 年度までのシカ被害の発生状況は表 3-92、表 3-93 及び写真 3-38 のとおりである。

シカの枝葉への食害については、スギ普通苗を植栽したシカ柵内の調査プロット (プロット 1) で 2 本のシカ食害の被害があった。シカ柵外に植栽したスギ普通苗や、スギ大苗では発生しなかった。

一方で、シカによる皮剥ぎ・角研ぎ被害は多く発生し、シカ柵外に植栽したスギ大苗に 40 本、シカ柵内に植栽したスギ大苗に 6 本、シカ柵外に植栽したスギ普通苗に 1 本の被害があり、特に柵外に植栽したスギ大苗で 37%と高い発生率となった。植栽密度別では、シカ柵外の 1,100 本/ha 区 (プロット 8) で 18 本、シカ柵外の 1,600 本/ha 区 (プロット 6) で 16 本と多く発生しており、シカ柵内においても 1,100 本/ha 区で 6 本発生と、低密度植栽区で比較的被害が多かった。スギ大苗とシカ皮剥ぎ角研ぎ被害の因果関係、あるいは植栽密度とシカ皮剥ぎ角研ぎ被害の因果関係については、現時点では不明である。

このことから、スギ大苗は植栽木の枝葉へのシカ食害の回避効果が期待できるといえるが、スギ大苗のシカ皮剥ぎ被害が多いことから、下刈り方法や下刈り時期を工夫するなど、シカ皮剥ぎ被害を回避するための対策が必要である。

表 3-92 シカ被害の発生状況 (宮崎県都城市)

シカ柵	苗木サイズ	食害		皮剥ぎ	角研ぎ	被害本数 / 全本数	被害率 (%)
		主軸	側枝				
柵外	大苗	0	0	33	7	40/108	37%
	普通苗	0	0	1	0	1/36	3%
柵内	大苗	0	0	6	0	6/108	6%
	普通苗	1	1	0	0	2/36	6%

表 3-93 植栽密度別シカ被害の発生本数 (宮崎県都城市)

苗木サイズ	大苗						普通苗	
	1,100本/ha		1,600本/ha		2,500本/ha		2,500本/ha	
シカ柵	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外	柵内	柵外
プロットNo.	P2	P8	P4	P6	P3	P7	P1	P5
シカ被害発生本数	6	18	0	16	0	6	2	1



写真 3-38 シカ皮剥ぎ被害（宮崎県都城市）

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表 3-94、図 3-73、図 3-74 及び写真 3-39 のとおりである。

スギ大苗の成長状況を植栽密度間で比較したところ、令和2（2020）年度の平均樹高は1,100本/ha区で370.4cm、1,600本/ha区で326.1cm、2,500本/ha区で351.3cmと、植栽密度間で差が見られ、1,600本/ha区で成長が低かったが、いずれの植栽密度でも植栽後4成長期が経過した時点で樹高3mを越えた。一方でスギ普通苗の平均樹高は3mを超えておらず、大苗と普通苗の平均樹高は令和2（2020）年度時点で約26～70cm程度の差が生じている。

大苗区の中でも植栽密度によって成長に差が見られるが、本実証試験地は未だ林冠閉鎖に至っていないため、植栽密度よりも立地環境などその他の要因による影響と考えられる。

表 3-94 植栽木の成長状況（宮崎県都城市 スギ大苗・普通苗）

1,100本/ha 大苗						
宮崎県都城市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	88.7±8.1	114.4±10.4	158.3±26	260.2±48.7	370.4±58.3
	最小値	73.4	89.0	106.0	146.2	221.0
	最大値	111.2	143.2	215.0	359.4	472.0
地際直径(cm)	平均値	0.9±0.1	1.4±0.2	3±0.6	5.7±1.1	7.8±1.5
	最小値	0.7	0.8	1.8	3.3	4.8
	最大値	0.8	2.0	4.4	7.2	10.8
形状比	平均値	100.2±14.6	81.4±14.6	54.2±7	46.3±5.4	48.0±5.2
	最小値	64.5	59.3	34.9	35.4	36.7
	最大値	138.6	133.6	69.1	57.7	58.4
1,600本/ha 大苗						
宮崎県都城市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	86.7±9.2	112.2±9.4	156.3±23.3	223.4±43.8	326.1±58.1
	最小値	69.8	91.1	119.0	151.2	215.0
	最大値	111.0	134.2	215.0	321.4	449.0
地際直径(cm)	平均値	0.8±0.1	1.5±0.2	2.7±0.4	4.9±0.9	7.0±1.3
	最小値	0.6	1.0	1.7	3.1	4.8
	最大値	1.1	2.2	3.5	6.7	9.5
形状比	平均値	103.3±11.9	75.7±7.6	58.3±6.6	45.9±6.1	47.1±4.6
	最小値	79.2	55.2	43.4	34.6	35.0
	最大値	135.2	94.4	72.4	63.3	57.2
2,500本/ha 大苗						
宮崎県都城市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	79.3±7.3	103.3±6.7	151.2±18	251.8±38.2	351.3±43.4
	最小値	59.1	85.9	105.0	147.6	228.0
	最大値	93.8	119.8	199.0	330.2	426.0
地際直径(cm)	平均値	0.8±0.1	1.4±0.2	2.9±0.5	5.5±1	7.4±1.2
	最小値	0.6	1.0	1.7	2.9	3.7
	最大値	1.2	1.7	4.8	8.6	11.5
形状比	平均値	95.2±15.1	77.3±10.2	52.5±7	46.1±5.4	48.4±6.8
	最小値	61.3	59.7	40.3	34.2	31.2
	最大値	124.1	106.8	66.4	59.8	66.2
2,500本/ha 普通苗						
宮崎県都城市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	45.7±6	88.1±8.3	132.9±16.1	198.4±31.6	299.9±48.0
	最小値	29.1	65.0	87.0	127.2	185.0
	最大値	61.8	107.2	173.0	268.9	383.0
地際直径 (cm)	平均値	0.8±0.1	1±0.2	2.2±0.7	3.8±1	5.3±1.2
	最小値	0.6	0.6	1.3	1.8	3.0
	最大値	1.2	1.4	4.6	5.8	7.6
形状比	平均値	59.5±11.7	93±16.5	64.3±13.7	53.9±8.1	57.6±6.3
	最小値	38.5	57.7	24.2	35.4	44.2
	最大値	97.6	145.3	93.6	74.5	74.9

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

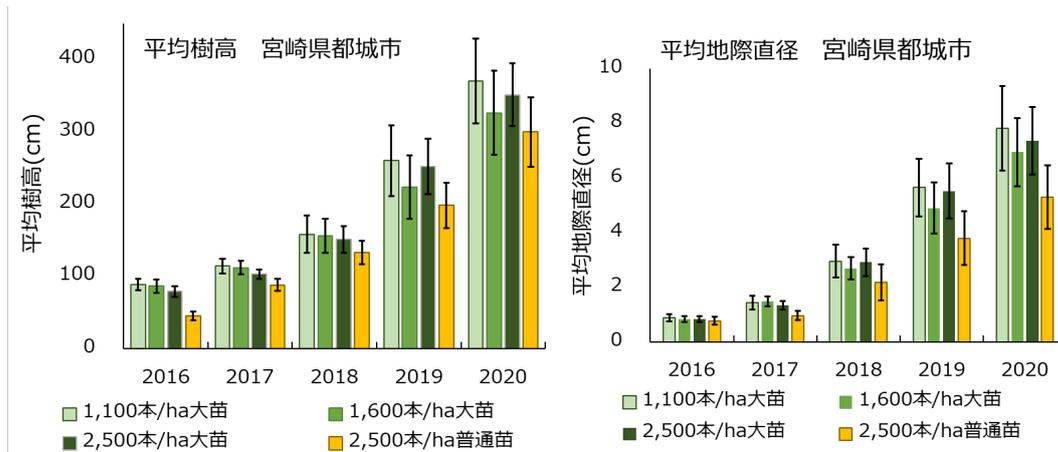


図 3-73 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（宮崎県都城市）

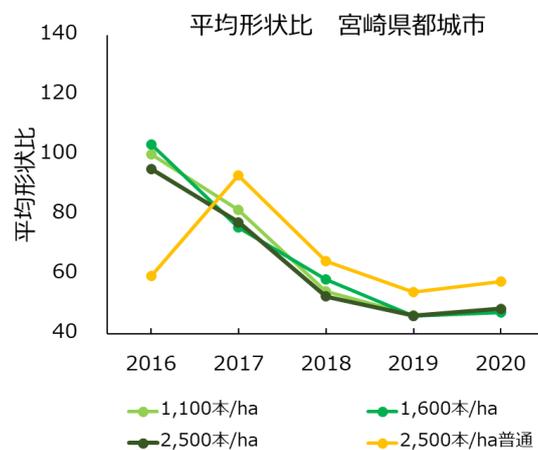


図 3-74 植栽木の平均形状比の推移（宮崎県都城市）



写真 3-39 1,100 本/ha 大苗区の状況（令和 2（2020）年 11 月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-95、図 3-75 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,100 本/ha 大苗区で約 131.2cm、1,600 本/ha 大苗区で約 125.5cm、2,500 本/ha 大苗区で約 130.0cm、2,500 本/ha 普通苗区で約 106.1cm となり、大苗区の中では大きな差は見られなかった一方で、大苗区と普通苗区では約 20～25cm 程度の差が生じた。

表 3-95 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (宮崎県都城市)

平均樹冠幅 (cm)	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
		1,100本/ha大苗	53.3	83.0	117.1
	1,600本/ha大苗	52.3	80.6	111.6	125.5
	2,500本/ha大苗	49.7	81.1	115.3	130.0
	2,500本/ha普通苗	32.3	59.1	84.4	106.1

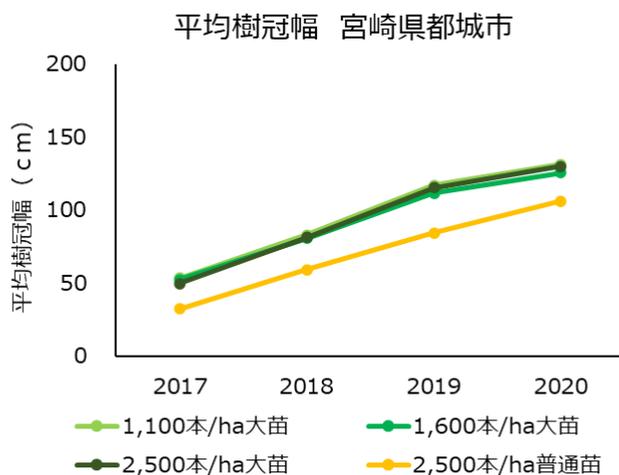


図 3-75 植栽木の平均樹冠幅の推移 (宮崎県都城市)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-76 に示す。

分析の結果、1,100 本/ha 大苗区（植栽間隔 3.0m）では 2027 年 3 月に、1,600 本/ha 大苗区（植栽間隔 2.5m）では 2025 年 4 月に、2,500 本/ha 大苗区（植栽間隔 2.0m）では 2023 年 6 月に、また 2,500 本/ha 普通苗区（植栽間隔 2.0m）では 2024 年 7 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となった。大苗区の間での比較では、2,500 本/ha 大苗区と比較して 1,600 本/ha 大苗区では約 1 年 10 カ月、1,100 本/ha 大苗区では約 3 年 9 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。また大苗区と普通苗区の間での比較では、2,500 本/ha 大苗区と比較して 2,500 本/ha 普通苗区で約 1 年 1 カ月、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

樹冠幅の推移の推定 宮崎県都城市

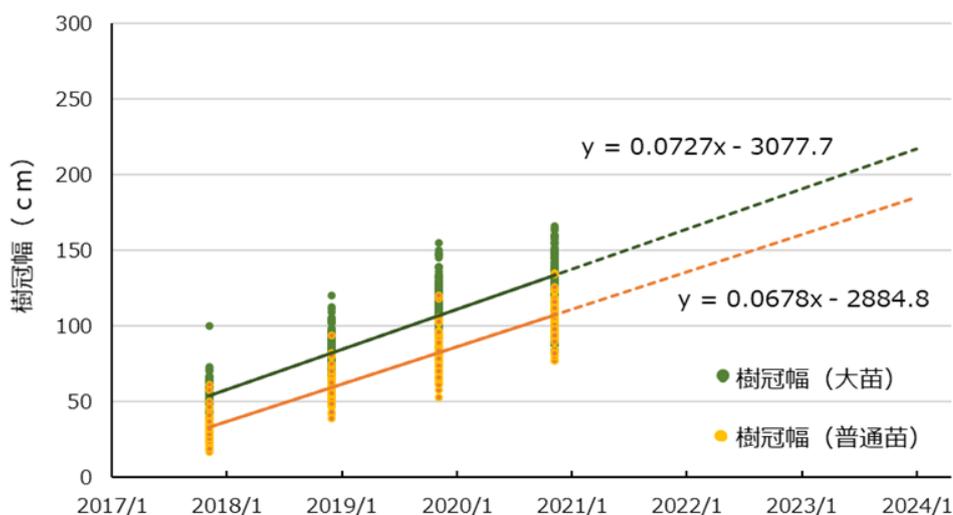


図 3-76 樹冠幅の推移の推定（宮崎県都城市）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-77 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-78 に示す。また令和 2（2020）年度における植生調査の結果を表 3-96、写真 3-40 に示す。なお、令和 2（2020）年度の下刈りは実施されていない。

植栽木と雑草木の競合状態（図 3-77）では、どの植栽密度も令和 2（2020）年夏（7 月）の時点で C1 + C2 が 10 割となっていた。また、令和 2（2020）年度は下刈りを実施しなかったため、秋（11 月）の時点では一部で C1 の割合が僅かに減少しているが、依然としてどちらの植栽密度も C1 + C2 がほぼ 10 割だった。この結果から、令和 2（2020）年度においてはどの植栽密度も植栽木が雑草木からの被圧を受けている状況ではなかったといえる。

植栽木と雑草木の平均樹高（図 3-78）では、どの植栽密度も植栽木の成長が良好であり、令和 2（2020）年秋（11 月）の時点で大苗区では平均樹高が 3 m を超えていた。また、植栽木と雑草木の樹高差はどの植栽密度区も大きく開いており、特に植栽木の成長が良好な 1,100 本/ha 大苗区と 2,500 本/ha 大苗区では、令和 2（2020）年秋（11 月）の時点で約 1.7m の差が開いていた。また、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量を見てみると、植栽木の成長量は 1,100 本/ha 大苗区で約 63cm、1,600 本/ha 大苗区で約 56cm、2,500 本/ha 大苗区で約 55cm、2,500 本/ha 普通苗区で約 58cm だった。一方で、雑草木の成長量は 1,100 本/ha 大苗区で約 73cm、1,600 本/ha 大苗区で約 73cm、2,500 本/ha 大苗区で約 70cm、2,500 本/ha 普通苗区で約 78cm であり、どの植栽密度も雑草木の成長量が 10～20cm 程度大きかった。

本実証試験地はクサギやアカメガシワといった成長の比較的早い落葉広葉樹が優占しており（表 3-96）、令和 2（2020）年夏から秋の間の成長量は、どの植栽密度も雑草木の方が僅かに大きかったものの、どの植栽密度も植栽木と雑草木の樹高差が大きく開いており、今後においても雑草木が植栽木を被圧する状況になるとは考えにくい。以上より、どの植栽密度も令和元（2019）年度の 2 回目の下刈りで終了と判断できる。

大苗と普通苗の比較については、2,500 本/ha 普通苗区における平均樹高が大苗区の平均樹高を常に下回っている状況であったため、雑草木の成長状況等によっては下刈り実施の判断に影響を与える可能性がある。

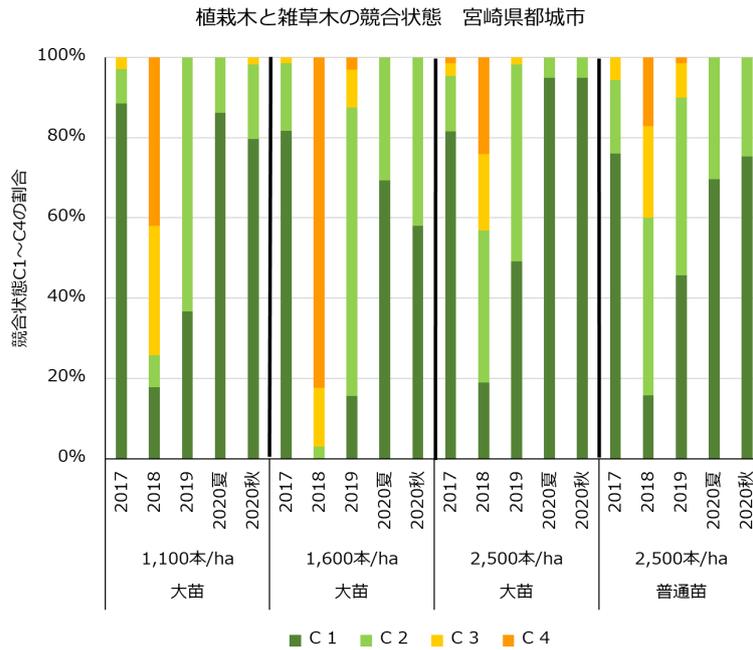


図 3-77 植栽木と雑草木の競合状態（宮崎県都城市）

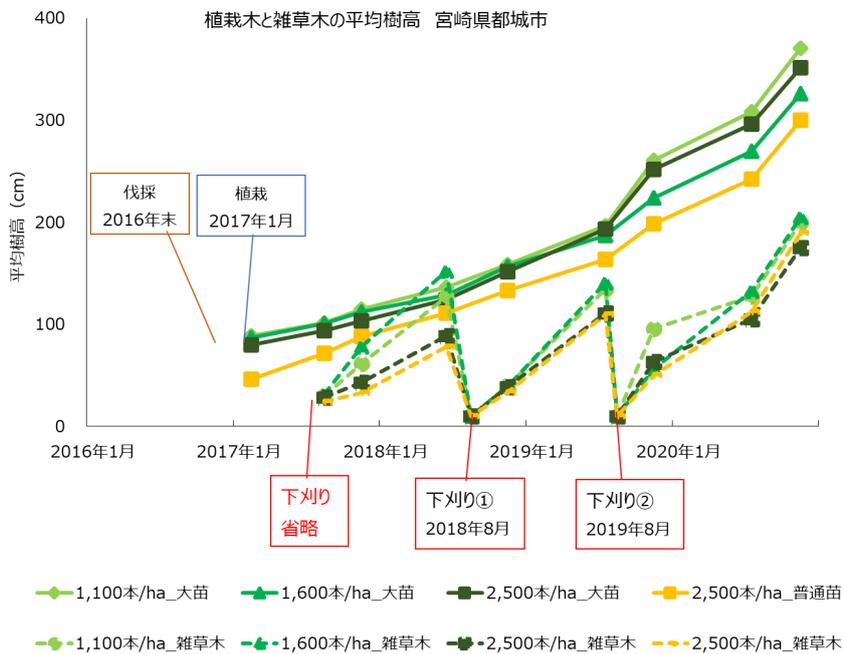


図 3-78 植栽木と雑草木の平均樹高（宮崎県都城市）

※図 3-77、図 3-78 において、1,100 本/ha 大苗はプロット 2 及びプロット 8、1,600 本/ha 大苗はプロット 4 及びプロット 6、2,500 本/ha 大苗はプロット 3 及びプロット 7、2,500 本/ha 普通苗はプロット 1 及びプロット 5 の調査結果を示す。

表 3-96 植生調査の結果（宮崎県都城市）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
2	1,100	低木層 20% (1.0m以上)	チャンチン アカメガシワ クサギ	10% 5% 5%	・セイタカアワダチソウ
		草本層 70% (1.0m未満)	フユイチゴ	30%	・ヘクソカズラ・ネザサ・ススキ
8	1,100	低木層 30% (1.0m以上)	アカメガシワ クサギ	15% 10%	・ヌルデ
		草本層 60% (1.0m未満)	アカメガシワ	30%	・フユイチゴ・スゲSp.・シバハギ ・ネコハギ・スイカズラ・チガヤ
4	1,600	低木層 30% (1.0m以上)	アカメガシワ ヤマハギ チャンチン	15% 5% 5%	—
		草本層 60% (1.0m未満)	フユイチゴ	30%	・ネザサ・チガヤ ・チヂミザサ・スイカズラ
6	1,600	低木層 40% (1.0m以上)	アカメガシワ ススキ	20% 10%	・セイタカアワダチソウ
		草本層 50% (1.0m未満)	アカメガシワ	30%	・オカトラノオ・スゲSp.・ヘクソカズラ ・シバハギ・フユイチゴ・チガヤ
3	2,500	低木層 20% (1.0m以上)	アカメガシワ クサギ ススキ	10% 5% 5%	・チャンチン
		草本層 70% (1.0m未満)	スイカズラ	30%	・ヘクソカズラ・フユイチゴ・ネザサ
7	2,500	低木層 40% (1.0m以上)	アカメガシワ タラノキ クサギ	20% 10% 10%	・ススキ
		草本層 50% (1.0m未満)	フユイチゴ	30%	・アカメガシワ・ネザサ・スゲSp. ・ヘクソカズラ・スイカズラ ・オカトラノオ・シバハギ
1	2,500	低木層 20% (1.0m以上)	アカメガシワ クサギ チャンチン	10% 5% 5%	—
		草本層 80% (1.0m未満)	ネザサ	40%	・フユイチゴ・コアカソ・オカトラノオ ・ヘクソカズラ・クサギ・カラスザンショウ
5	2,500	低木層 15% (1.0m以上)	アカメガシワ クサギ チャンチン	5% 5% 5%	—
		草本層 70% (1.0m未満)	ネザサ	30%	・スゲsp・フユイチゴ・アカメガシワ ・ヘクソカズラ・シバハギ



プロット1 (2,500本/ha 普通苗、柵内)



プロット2 (1,100本/ha 大苗、柵内)



プロット3 (2,500本/ha 大苗、柵内)



プロット4 (1,600本/ha 大苗、柵内)



プロット5 (2,500本/ha 普通苗、柵外)



プロット6 (1,600本/ha 大苗、柵外)



プロット7 (2,500本/ha 大苗、柵外)



プロット8 (1,100本/ha 大苗、柵外)

写真 3-40 植生調査プロットの状況 (令和2 (2020) 年度7月)

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果を表 3-97 に示す。

表 3-97 下刈りに関するアンケート結果（宮崎県都城市）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・今年度は実施せず →多忙であったため。・今後の予定については未定である。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・通常は6年間実施している。・植栽木が大きくなり下層植生が少なくなった場合、山林所有者に確認してから終了としている。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none">・下刈りについては、地拵えや枝条の整備の仕方では効率がかわり、キックバックによる誤伐が発生する。・そのため、地拵えや枝条等の整理をしっかりとすることが誤伐防止に大切である。
低密度植栽について
(回答なし)

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>地拵え完了（平成 29（2017）年 1 月）</p>	<p>植栽後（平成 29（2017）年 2 月）</p>
	
<p>平成 29（2017）年 8 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 6 月</p>	<p>平成 30（2018）年 11 月</p>
	
<p>令和元（2019）年 7 月</p>	<p>令和元（2019）年 11 月</p>

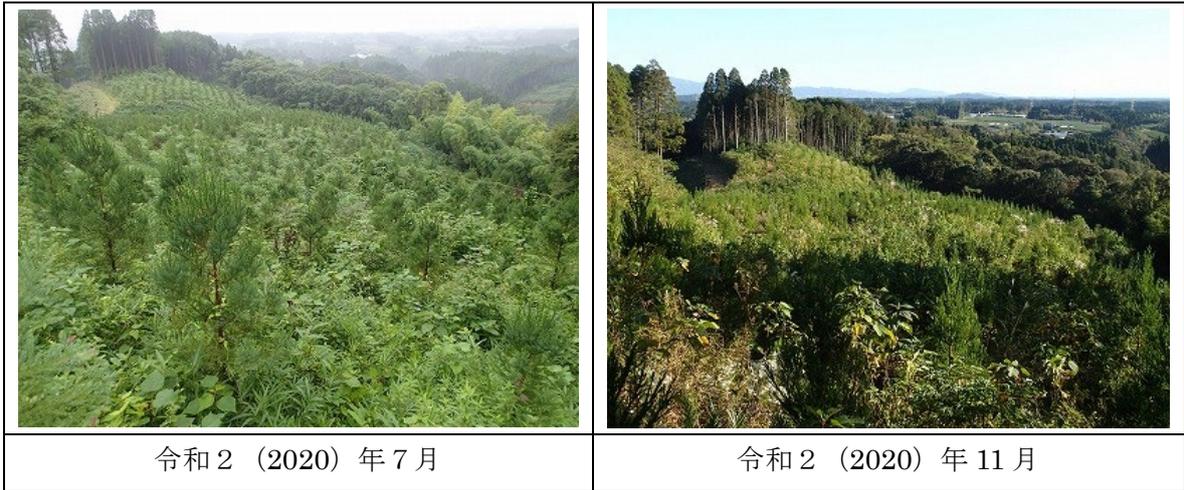
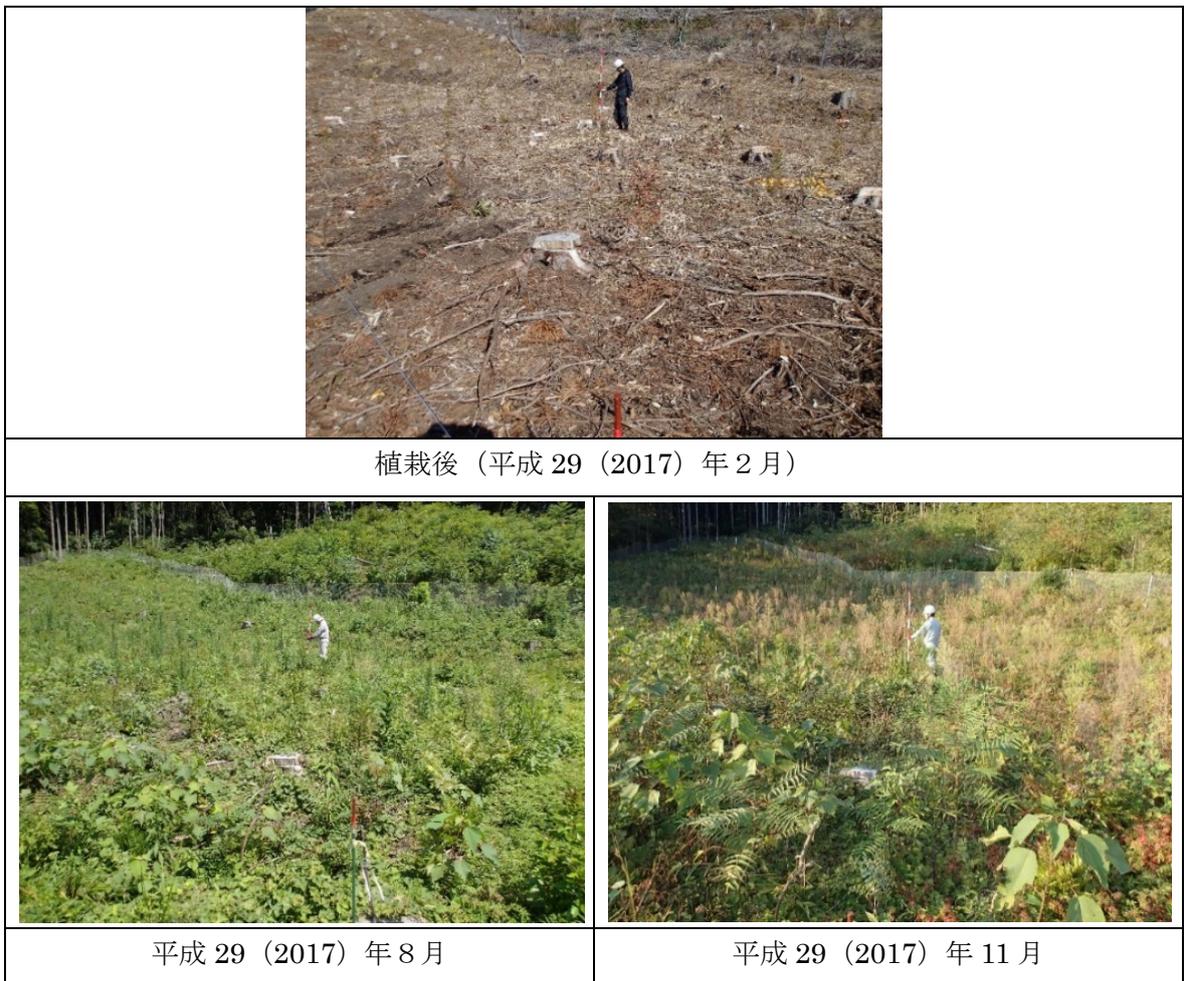


写真 3-41 実証試験地の様子（遠景、宮崎県都城市）

⑥ 現地写真（近景、1,100本/ha大苗区）



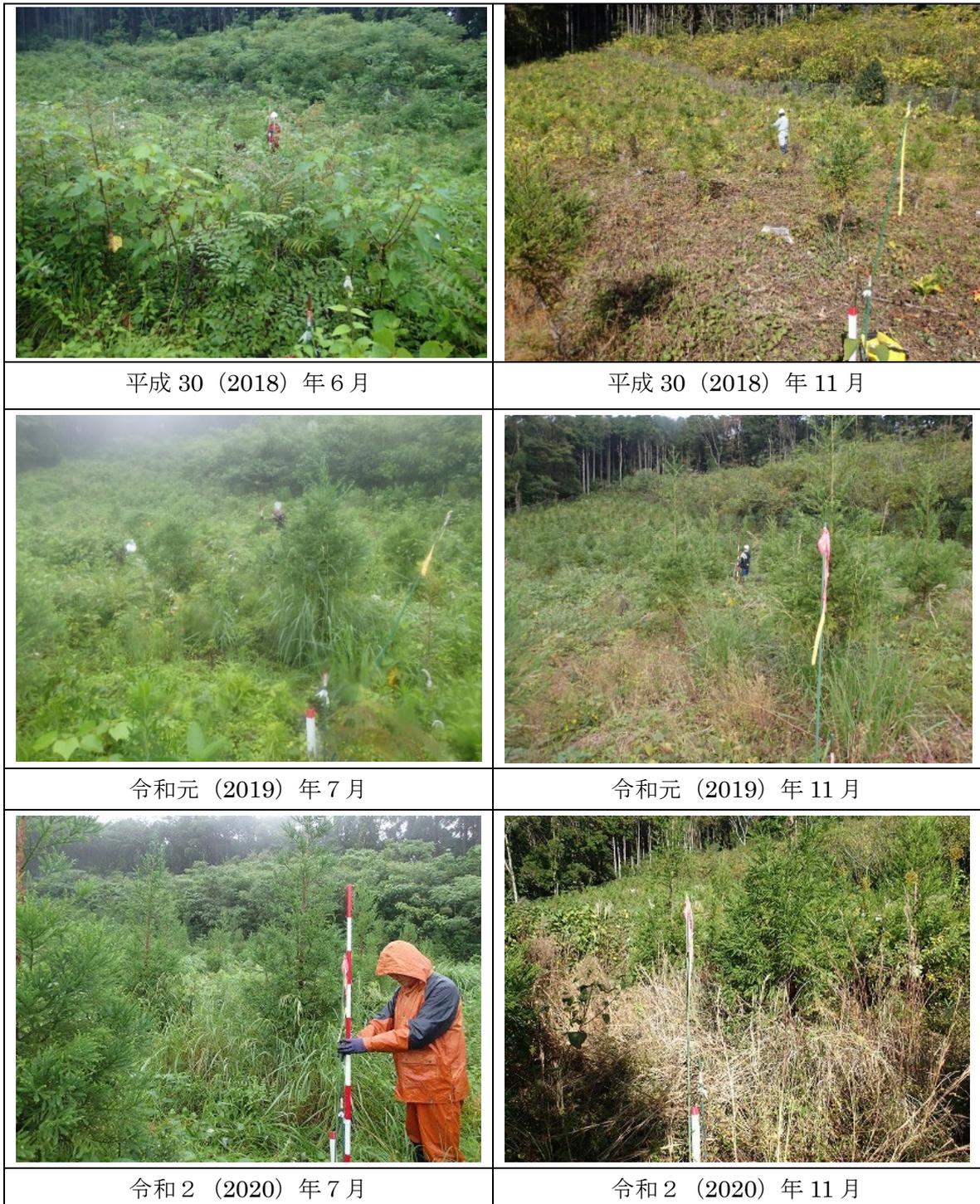


写真 3-42 実証試験地の様子 (近景 (1,100 本/ha 大苗区)、宮崎県都城市)

(6) 鹿児島県 薩摩川内市 (スギ) (No.10)

① 実証試験地の概要

平成 27 (2015) 年 12 月に、鹿児島県薩摩川内市の実証試験地 (0.93ha) に 1,600 本/ha、2,500 本/ha の 2 つの植栽密度区を設け、スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗) を計 1,902 本植栽した。実証試験地の概要 (表 3-98) と位置図 (図 3-79) は以下のとおりである。

表 3-98 実証試験地の概要 (鹿児島県薩摩川内市)

実証試験地	鹿児島県薩摩川内市祁答院町大字黒木字片草		
苗木種	スギ 300cc コンテナ苗 (挿し木苗)		
植栽密度	1,600 本/ha	2,500 本/ha	合計
植栽面積	0.47ha	0.46ha	0.93ha
植栽本数	752 本	1,150 本	1,902 本
気温/ 降水量	17.0℃ (年平均気温) / 2,281.4mm (年降水量) (平年値、川内)		
標高/ 傾斜/ 方位	180~195m / 11~19° / W		
土壌	褐色森林土		
土地所有者	薩摩川内市		
植栽実施者	株式会社はなぶさ		
植栽日	平成 27 (2015) 年 12 月 24 日 (前生林分の伐採は平成 26 年 11 月)		

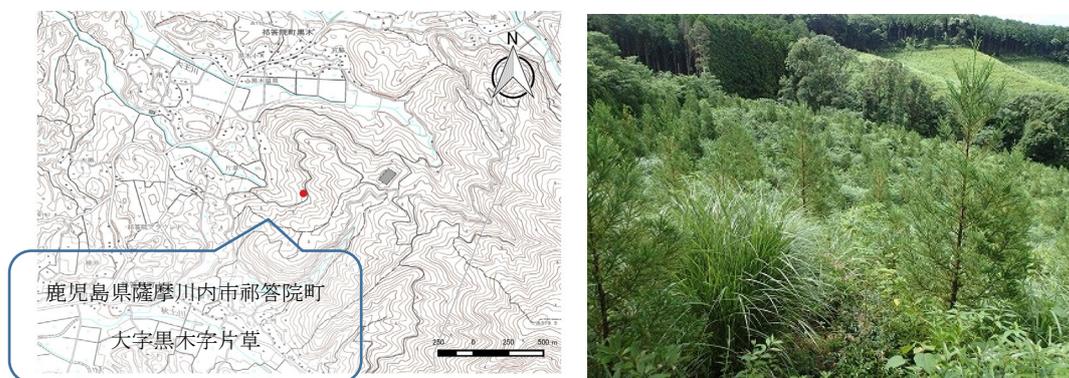
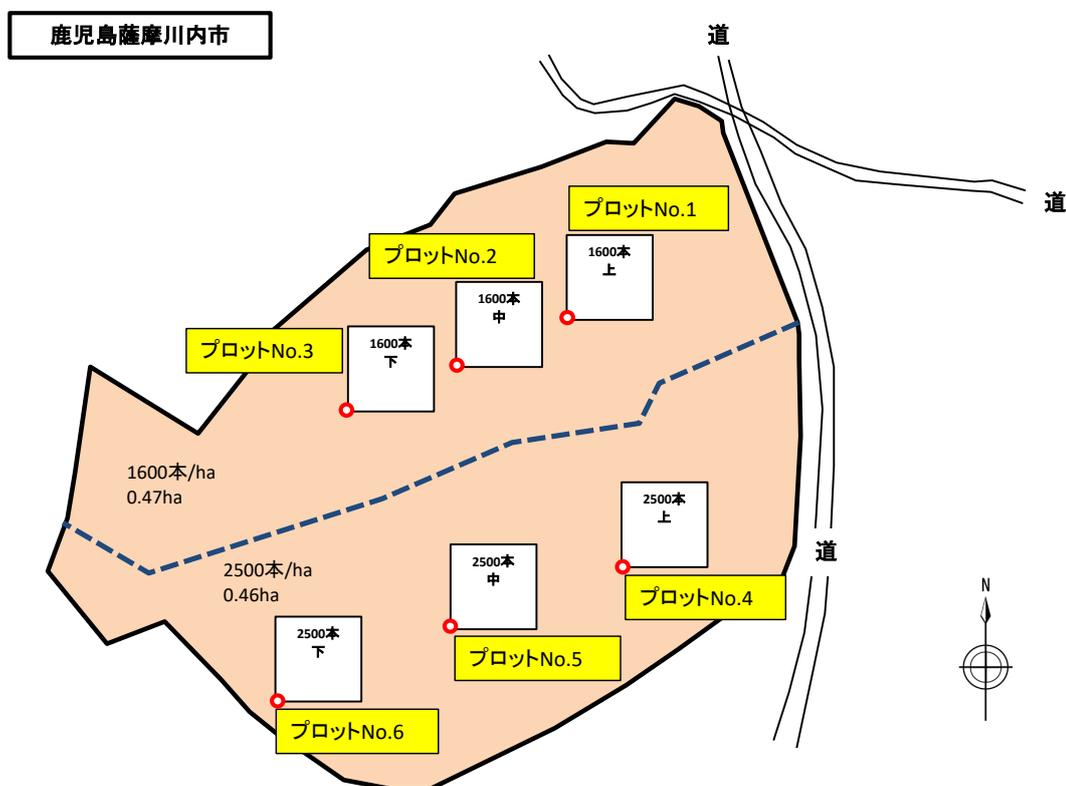


図 3-79 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (鹿児島県薩摩川内市)

② 調査プロットの概要

2つの植栽密度区に、それぞれ3つの調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計213本（1,600本/ha：105本、2,500本/ha：108本）を調査対象木とした（図3-80、表3-99）。



※プロット角の丸印は斜面下方右側に位置する。

図 3-80 調査プロットの位置図（鹿児島県薩摩川内市）

表 3-99 調査プロットの概要（鹿児島県薩摩川内市）

植栽密度	プロット No.	プロット面積 (m^2)	調査本数	備考
1,600 本/ha	No.1	223.7	36 本	斜面上部に設置
	No.2	219.5	35 本	斜面中部に設置
	No.3	208.4	34 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No.4	141.5	36 本	斜面上部に設置
	No.5	138.5	36 本	斜面中部に設置
	No.6	142.3	36 本	斜面下部に設置
合計			213 本	

下刈り実施日及び下刈り実施の有無は表 3-100、表 3-101 のとおりである。

基本的に全ての調査プロットで下刈りを実施するものとしたが、植栽翌年度の平成 28 (2016) 年度においては、試験的に2つの調査プロット (No. 2, 5) で下刈りを実施しなかった。平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度までは全ての調査プロットで下刈りを実施しており、令和 2 (2020) 年度についても下刈りが実施された。

表 3-100 下刈りの実施日 (鹿児島県薩摩川内市)

年度	下刈り実施日
平成 27 (2015)	— (植栽年度)
平成 28 (2016)	8 月 23~24 日
平成 29 (2017)	8 月 17~24 日
平成 30 (2018)	8 月 20 日
令和 元 (2019)	8 月 23~24 日
令和 2 (2020)	10 月 16 日

表 3-101 下刈り実施の有無 (鹿児島県薩摩川内市)

植栽密度	プロット No.	H28 (2016) 下刈り	H29 (2017) ~ R 元 (2019) 下刈り	R 2 (2020) 下刈り
1,600 本/ha	No.1	有	有	有
	No.2	無	有	有
	No.3	有	有	有
2,500 本/ha	No.4	有	有	有
	No.5	無	有	有
	No.6	有	有	有

③ 追跡調査結果

夏期調査及び秋冬期調査の実施日は表 3-102 のとおりである。

表 3-102 調査実施日（鹿児島県薩摩川内市）

年度	夏期調査	秋冬期調査
平成 27 (2015)	—	平成 28 (2016) 年 1 月 10 日
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 11 月 20 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 11 日	平成 29 (2017) 年 11 月 7 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 7 月 2 日	平成 30 (2018) 年 11 月 28 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 10 日	令和 元 (2019) 年 11 月 8 日
令和 2 (2020)	令和 2 (2020) 年 7 月 8 日	令和 2 (2020) 年 11 月 8 日

【活着率、生存率、枯死率及び枯死原因】

植栽直後から令和 2（2020）年度までの各調査プロットの植栽木の生存及び枯死の状況は表 3-103 のとおりである。

活着率（植栽翌年の生存率）は、ウサギによる食害が発生したプロット 4 でほかより低かったものの、それ以外の調査プロットは 90%以上と高い数値を示し、また植栽密度間でほとんど差は見られなかった。

令和 2（2020）年度時点での生存率は、調査プロット間で多少のばらつきが生じたものの、植栽密度間では大きな差は見られなかった。また平成 28（2016）年に下刈りを実施した調査プロット（プロット 1, 3, 4, 6）と実施していない調査プロット（プロット 2, 5）で生存率を比較したところ、特に大きな差は見られなかった。

表 3-103 活着率、生存率、枯死率及び枯死原因（鹿児島県薩摩川内市）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定本数 (本)	枯死本数 (本)						合計	活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H28 (2016)	H29 (2017)	H30 (2018)	R元 (2019)	R2 (2020)					
1	1,600	36	2 (枯れ1・被圧1)	2 (ウサギ食害1・枯れ1)	0	1 (誤伐)	0	5	94.4	86.1	13.9	
2	1,600	35	1 (消失)	2 (消失3)	0	1 (誤伐)	1 (枯れ)	5	97.1	85.7	14.3	
3	1,600	34	2 (誤伐2)	4 (消失3・ウサギ食害1)	0	1 (誤伐)	0	7	94.1	79.4	20.6	
4	2,500	36	5 (ウサギ食害1・消失2・枯れ2)	0	0	1 (誤伐)	0	6	86.1	83.3	16.7	
5	2,500	36	1 (枯れ)	2 (消失2)	0	0	1 (誤伐)	4	97.2	88.9	11.1	
6	2,500	36	1 (ウサギ食害)	0	1 (枯れ)	0	1 (誤伐)	3	97.2	91.7	8.3	

※活着率は植栽翌年の数値である

※生存率及び枯死率は令和 2（2020）年度時点の数値である

【成長状況（樹高、地際径、形状比）】

植栽直後から令和2（2020）年度までの植栽木の成長状況は表3-104、図3-81、図3-82及び写真3-43のとおりである。

成長状況を植栽密度間で比較したところ、平均樹高、平均地際直径ともに成長が良好であり、令和2（2020）年度時点での平均樹高は1,600本/haで348.6cm、2,500本/ha区で383.4cmとなった。低密度区である1,600本/ha区で約35cm低くなっているが、樹高の差自体は植栽翌年の平成28（2016）年度から生じていることから、立地環境等によるものと考えられる。平均形状比は植栽密度間でほぼ同じ傾向を示し、植栽直後から緩やかな減少傾向を示している。

表 3-104 植栽木の成長状況（鹿児島県薩摩川内市）

1,600本/ha							
鹿児島県薩摩川内市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	49.6±7.7	79.1±15.4	136.9±33.8	199±57.2	280.7±76.7	348.6±88.6
	最小値	26.4	42.0	78.2	105.0	140.2	187.0
	最大値	69.0	115.2	208.0	333.0	446.3	578.0
地際直径(cm)	平均値	0.6±0.1	1±0.2	1.8±0.7	3.6±1.5	5.5±2	7.1±2.6
	最小値	0.4	0.6	0.7	1.1	2.2	2.9
	最大値	0.8	1.8	3.6	7.8	10.5	13.5
形状比	平均値	86.2±16.2	84.2±15.4	81.2±16	58.8±11.7	53±7.8	51.7±7.4
	最小値	52.8	52.2	51.3	38.3	39.7	38.5
	最大値	153.5	147.3	143.1	101.8	86.6	67.8
2,500本/ha							
鹿児島県薩摩川内市		H27(2015)	H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	R2(2020)
樹高 (cm)	平均値	50.9±7.4	91.3±13.9	146.2±30.6	216±42	303±57.2	383.4±62.6
	最小値	31.0	60.4	53.5	109.0	146.6	214.0
	最大値	69.0	125.6	213.0	308.0	402.2	500.0
地際直径(cm)	平均値	0.6±0.1	1.1±0.2	2±0.6	3.9±1.1	5.7±1.5	7.2±1.7
	最小値	0.4	0.6	0.8	1.3	1.7	3.1
	最大値	0.8	1.8	3.2	6.1	9.0	11.5
形状比	平均値	88.3±15.3	86.4±12.5	76.3±12.9	57.9±9.4	54.7±7.6	54.4±6.8
	最小値	51.7	62.0	46.5	43.3	41.3	35.0
	最大値	133.3	124.7	112.3	84.4	88.4	79.0

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

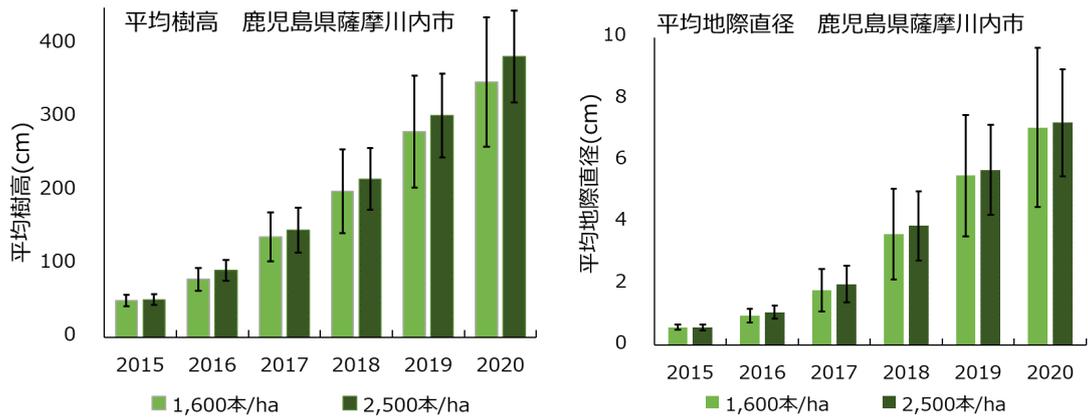


図 3-81 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（鹿児島県薩摩川内市）

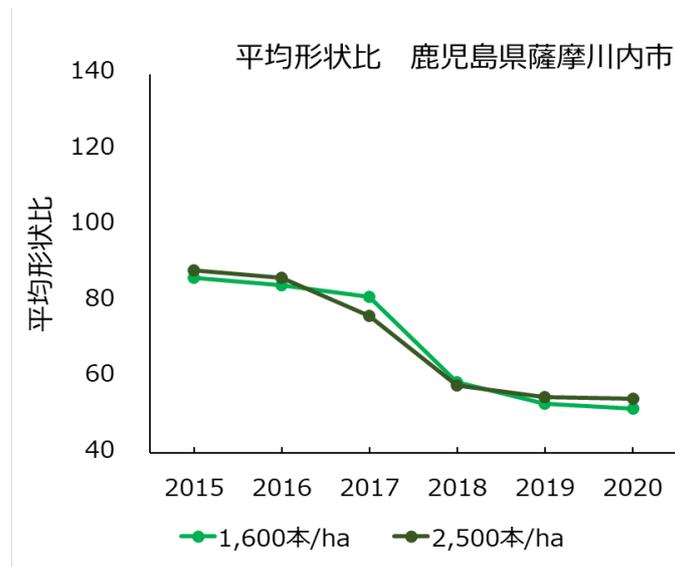


図 3-82 植栽木の平均形状比の推移（鹿児島県薩摩川内市）



写真 3-43 1,600 本/ha 区の状況（令和 2（2020）年 11 月）

【樹冠幅の成長状況及び樹冠が接する時期の推定】

平成 29 (2017) 年度から令和 2 (2020) 年度の秋冬期における、植栽木の樹冠幅 (直径) の成長状況を表 3-105、図 3-83 に示す。

令和 2 (2020) 年度における樹冠幅は、1,600 本/ha 区で約 142.9cm、2,500 本/ha 区で約 143.7cm となり、植栽密度間で大きな差は見られなかった。

表 3-105 植栽木の平均樹冠幅の成長状況 (鹿児島県薩摩川内市)

	植栽密度	H29(2017)	H30(2018)	R元 (2019)	R2 (2020)
平均 樹冠幅 (cm)	1,600本/ha	68.4	95.7	125.9	142.9
	2,500本/ha	73.5	101.5	129.5	143.7

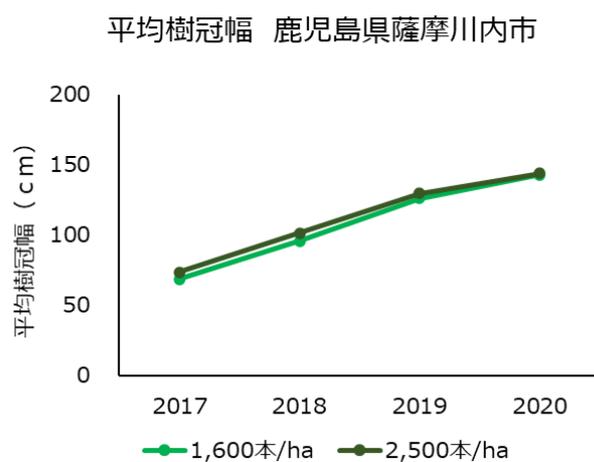


図 3-83 植栽木の平均樹冠幅の推移 (鹿児島県薩摩川内市)

次に、樹冠幅がこのまま直線的に成長すると仮定した場合において、隣同士の植栽木の樹冠が接する時期について推定を行った。なお、立地環境による成長差の影響を除くために、分析に当たっては全ての調査プロットにおける植栽木（健全木）の樹冠幅のデータを使用して回帰分析を行った。得られた回帰式から、植栽木の樹冠幅が各植栽密度における植栽間隔と等しくなる時期を求め、樹冠が接する時期とした。分析の結果を図 3-84 に示す。

分析の結果、1,600 本/ha（植栽間隔 2.5m）では 2024 年 12 月に、2,500 本/ha（植栽間隔 2.0m）では 2022 年 12 月に、それぞれ隣同士の植栽木の樹冠が接する結果となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha では約 2 年、樹冠が接する時期が遅くなると推定された。

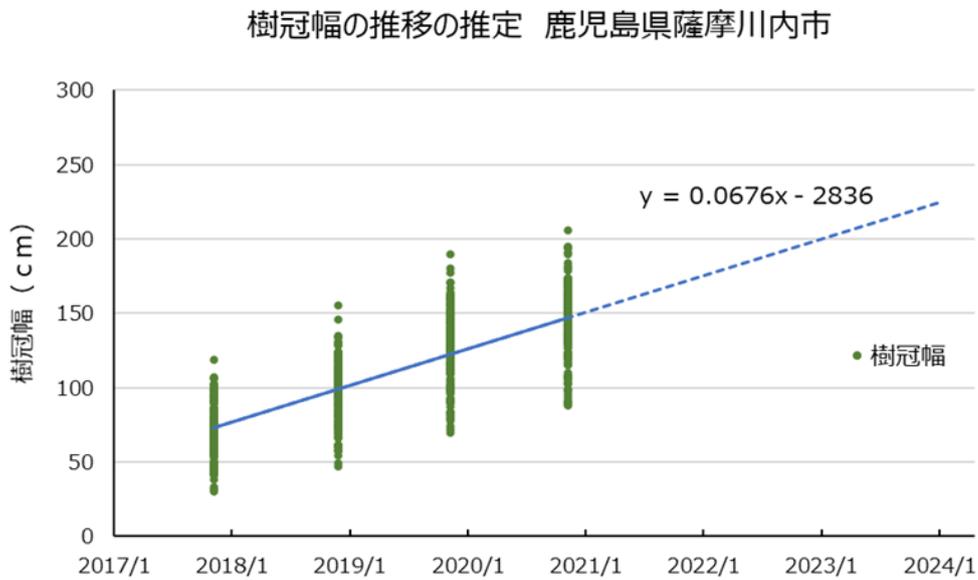


図 3-84 樹冠幅の推移の推定（鹿児島県薩摩川内市）

【雑草木との競合関係及び下刈りの必要性】

植栽木と雑草木の競合状態を図 3-85 に、植栽木と雑草木の平均樹高を図 3-86 に示す。また平成 28 (2016) 年度における植生調査の結果を表 3-106 に、令和 2 (2020) 年度における植生調査の結果を表 3-107 に、植生調査プロットの状況を写真 3-44 に示す。なお、本実証試験地では令和 2 (2020) 年の 10 月に下刈りが実施されている。

植栽木と雑草木の競合状態 (図 3-85) では、どちらの植栽密度も令和 2 (2020) 年夏 (7 月) の時点で C1 + C2 が 9 割以上となっており、植栽木が雑草木に被圧されている状況ではない。このことから、令和 2 (2020) 年度の下刈りは必ずしも必要ではなかったと考えられる。

植栽木と雑草木の平均樹高 (図 3-86) では、どちらの植栽密度も植栽木の成長が良好であり、令和 2 (2020) 年夏 (7 月) の時点における植栽木と雑草木の樹高差は、1,600 本/ha 区で約 1.3m、2,500 本/ha 区で約 1.6m と大きく開いていた。

本実証試験地では雑草木の種組成に変化が見られており、植栽直後の平成 28 (2016) 年度にはセンダンやクマイチゴなどの落葉広葉樹が優占していた (表 3-106) が、毎年下刈りが実施される中でススキの繁茂が次第に旺盛となり、令和 2 (2020) 年度の時点ではどの植栽密度もススキが優占する植生へと変化していた (表 3-107)。ススキの草丈は最大でも 2 m 程度であり、一方で植栽木の平均樹高は既に 2 m を超えているため、今後植栽木がこれ以上被圧されることはなく、植栽木と雑草木の樹高差は今後も開いていくと考えられる。これらの結果から、どの植栽密度も令和元 (2019) 年度の 4 回目の下刈りで終了と判断できる。

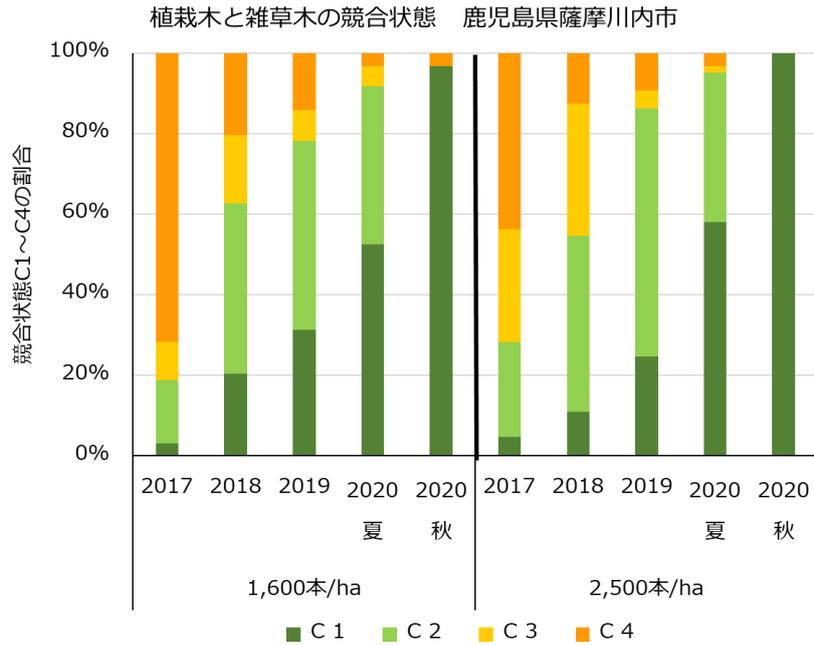


図 3-85 植栽木と雑草木の競合状態（鹿児島県薩摩川内市）

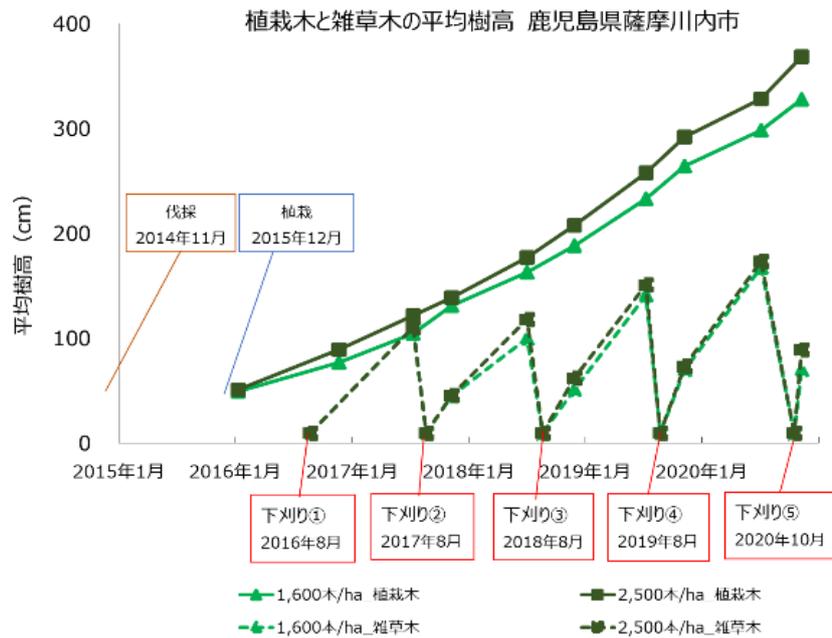


図 3-86 植栽木と雑草木の平均樹高（鹿児島県薩摩川内市）

※図 3-85、図 3-86 において、1,600 本/ha はプロット 1 及びプロット 2、2,500 本/ha はプロット 4 及びプロット 5 の調査結果を示す。

表 3-106 植生調査の結果（鹿児島県薩摩川内市、平成 28（2016）年度）

プロット	密度	区分	H28 (2016)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
1	1,600	低木層 (高さ1.0m以上)	センダン クマイチゴ カラスザンショウ	30%	・セイタカアワダチソウ・クサギ ・アカメガシワ・ジャケツイバラ ・エゴノキ
		草本層 (高さ1.0m未満)	クマイチゴ ダンドボロギク ヒメバライチゴ ヤブムラサキ	60%	・ススキ・ナガバモミジイチゴ ・タケニグサ・カラスザンショウ ・ヌルデ・タラノキ・アカメガシワ ・アオモジ・クマヤナギ
2	1,600	低木層 (高さ1.0m以上)	クマイチゴ センダン カラスザンショウ	30%	・ヨウシュヤマゴボウ・タケニグサ ・ジャケツイバラ
		草本層 (高さ1.0m未満)	クマイチゴ ナガバモミジイチゴ ダンドボロギク	50%	・カラスザンショウ・シロダモ ・ヤブムラサキ・アカメガシワ ・ナガバヤブマオ
4	2,500	低木層 (高さ1.0m以上)	センダン	20%	・カラスザンショウ・ジャケツイバラ ・ヒメムカシヨモギ・クマイチゴ ・セイタカアワダチソウ
		草本層 (高さ1.0m未満)	ヒメバライチゴ	50%	・アカメガシワ・チシャノキ ・アラカシ・エゴノキ
5	2,500	低木層 (高さ1.0m以上)	ジャケツイバラ	20%	・センダン・カラスザンショウ ・クマイチゴ・ヒメムカシヨモギ ・ナガバヤブマオ
		草本層 (高さ1.0m未満)	ダンドボロギク	40%	・ヌルデ・ナンテン・タブノキ ・エゴノキ・カラスザンショウ・クサギ ・オカトラノオ・ヒメバライチゴ

表 3-107 植生調査の結果（鹿児島県薩摩川内市、令和 2（2020）年度）

プロット	密度	区分	R2 (2020)		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
1	1,600	低木層 70% (1.0m以上)	ススキ アオモジ アカメガシワ	60% 5% 5%	—
		草本層 20% (1.0m未満)	ススキ	10%	・フユイチゴ・クサギ・イヌビワ ・ツルコウソ・スゲ s p・エゴノキ
2	1,600	低木層 60% (1.0m以上)	ススキ アカメガシワ クサギ	50% 5% 5%	—
		草本層 30% (1.0m未満)	ススキ	20%	・チガヤ・フユイチゴ・クサギ ・ナガバモミジイチゴ
4	2,500	低木層 60% (1.0m以上)	ススキ アオモジ	40% 5%	・クズ・センダン・エゴノキ ・アカメガシワ
		草本層 30% (1.0m未満)	ススキ	20%	・オカトラノオ・フユイチゴ・イヌビワ
5	2,500	低木層 70% (1.0m以上)	ススキ アオモジ	60% 5%	・クズ
		草本層 20% (1.0m未満)	ススキ	15%	・チガヤ・オカトラノオ・フユイチゴ ・イヌビワ



プロット1 (1,600本/ha)
平成28(2016)年7月



プロット1 (1,600本/ha)
令和2(2020)年7月



プロット2 (1,600本/ha)
平成28(2016)年7月



プロット2 (1,600本/ha)
令和2(2020)年7月



プロット4 (2,500本/ha)
平成28(2016)年7月



プロット4 (2,500本/ha)
令和2(2020)年7月



プロット5 (2,500本/ha)
平成28(2016)年7月



プロット5 (2,500本/ha)
令和2(2020)年7月

写真 3-44 植生調査プロットの様相

(左:平成28(2016)年7月、右:令和2(2020)年7月)

④ 下刈りに関するアンケート結果

土地所有者に対し、下刈りに関するアンケートを実施した。結果表 3-108 に示す。

表 3-108 下刈りに関するアンケート結果（鹿児島県薩摩川内市）

実証試験地における下刈り実施の有無
<ul style="list-style-type: none">・ 10 月 16 日に下刈りを実施。・ 今後の予定について、今年度で下刈り終了と判断した。
下刈り実施の判断基準等
<ul style="list-style-type: none">・ 通常は、植栽木の樹高が雑草木の 1.5 倍以上になった時点、あるいは植栽木の樹高が約 3 m 以上になった時点で下刈り終了としている。
植栽密度による下刈り作業の影響等
<ul style="list-style-type: none">・ 2,500 本/ha はこれまで多くの現場で下刈りをしているため植栽間隔に慣れているが、1,600 本/ha はほとんど経験がないため植栽間隔に慣れておらず、下刈りがやりにくかった。こういった場合に、誤伐も発生するのではないか。・ 植栽密度よりも地形条件によって雑草木の繁茂状況が異なる。・ 地拵えがされておらず枝葉が残っていると、効率が落ちて時間がかかる。
低密度植栽について
<ul style="list-style-type: none">・ 誤伐の防止、下刈り回数の削減、坪刈りによる低コスト化といった観点から、成長の早い品種の普及に期待している。

⑤ 現地写真（遠景）

	
<p>施業前（平成 27（2015）年）</p>	<p>地拵之後（平成 28（2016）年 1 月）</p>
	
<p>平成 29（2017）年 7 月</p>	<p>平成 29（2017）年 11 月</p>
	
<p>平成 30（2018）年 7 月</p>	<p>平成 30（2018）年 11 月</p>

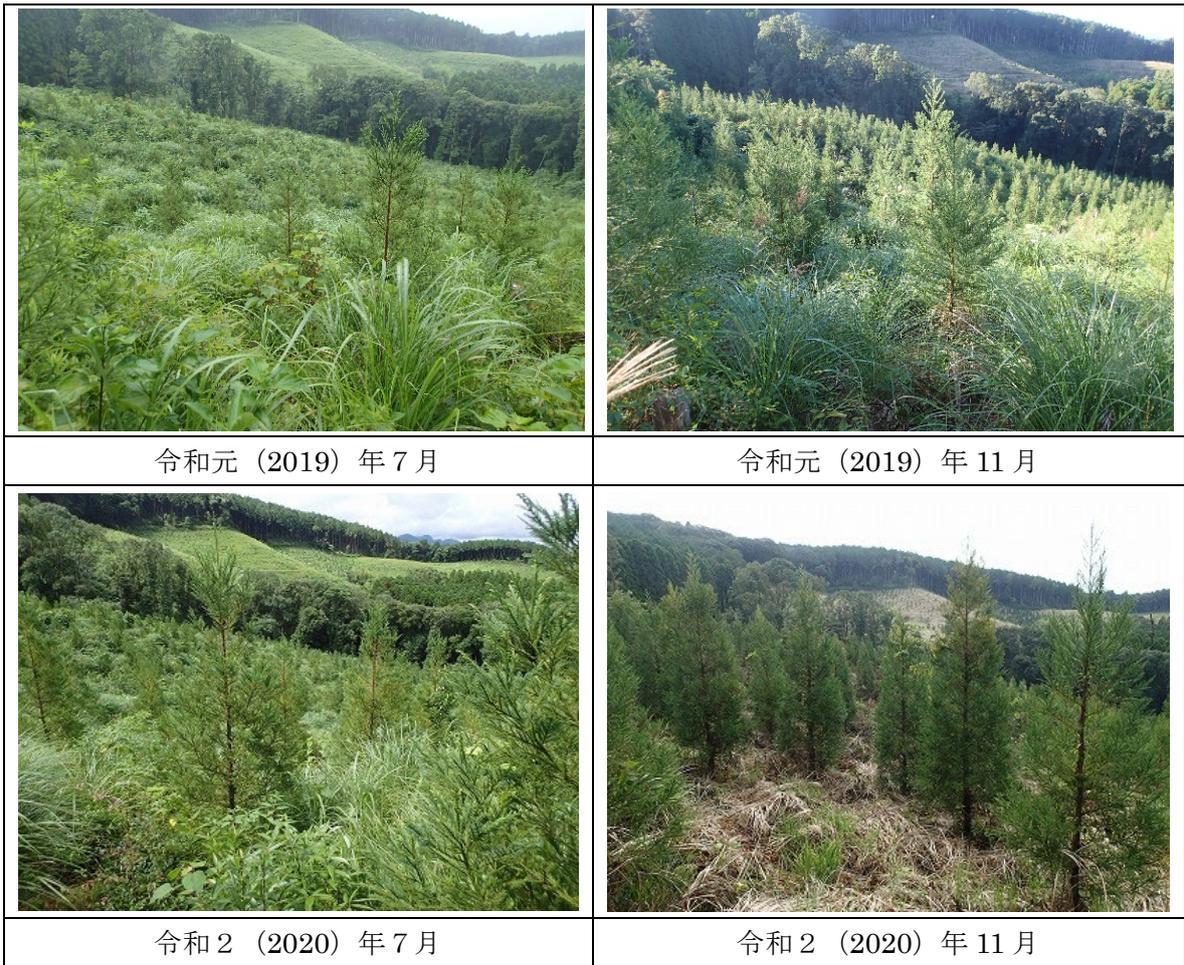


写真 3-45 実証試験地の様子（遠景、鹿児島県薩摩川内市）

⑥ 現地写真（近景、1,600本/ha）





写真 3-46 実証試験地の様子 (近景 (1,600 本/ha)、鹿児島県薩摩川内市)