

3-3-4. 四国地方

(1) 高知県 四万十町 (ヒノキ) (No.15)

① 実証試験地の概要

平成 29 (2017) 年 2～3 月に、高知県四万十町の実証試験地 (0.98ha) 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 1,719 本植栽した。

実証試験地の概要 (表 3-150) と位置図 (図 3-105) は以下のとおりである。

表 3-150 実証試験地の概要 (高知県四万十町)

実証試験地	高知県高岡郡四万十町金上野大谷山国有林			
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	0.31ha	0.33ha	0.34ha	0.98ha
植栽本数	341 本	528 本	850 本	1,719 本
気温/ 降水量	14.8℃ (年平均気温) / 3089.2mm (年降水量) (平年値、窪川)			
標高/ 傾斜/ 方位	410～480m / 35～40° / S			
土壌	乾性褐色森林土壌			
土地所有者	国有林			
植栽実施者	四万十町森林組合窪川支所			
植栽日	平成 29 (2017) 年 2 月 28 日～3 月 2 日 (前生林分の伐採は平成 26 年)			



図 3-105 実証試験地の位置 (左) と様子 (右) (高知県四万十町)

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219本（1,100本/ha：72本、1,600本/ha：75本、2,500本/ha：72本）を調査対象木とした（図3-106、表3-151）。

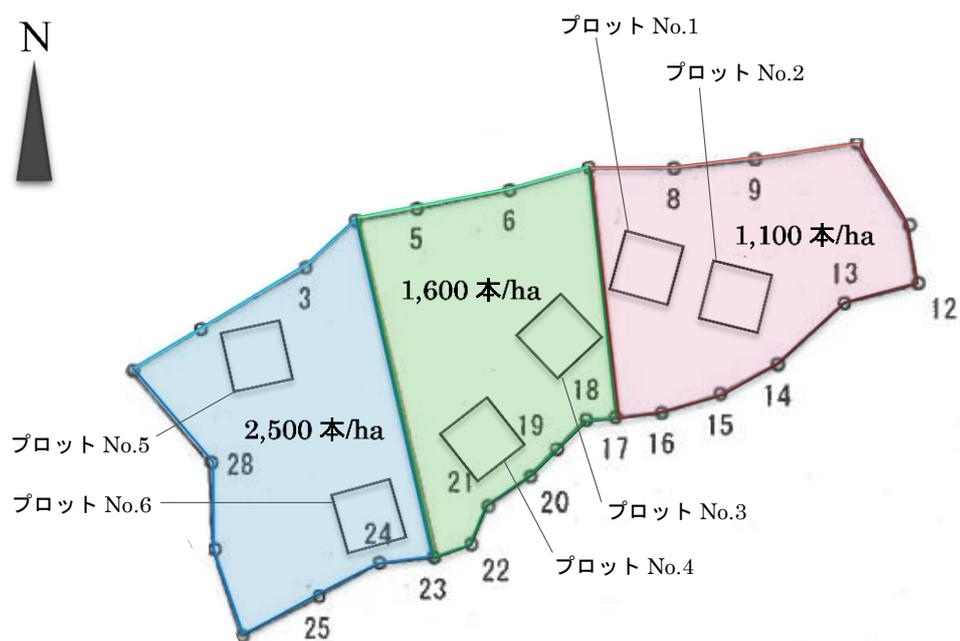


図 3-106 調査プロットの位置図（高知県四万十町）

表 3-151 調査プロットの概要（高知県四万十町）

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	314.6	36 本	斜面上部に設置
	No. 2	336.7	36 本	斜面下部に設置
1,600 本/ha	No. 3	249.9	39 本	斜面上部に設置
	No. 4	215.7	36 本	斜面下部に設置
2,500 本/ha	No. 5	172.4	36 本	斜面上部に設置
	No. 6	199.1	36 本	斜面下部に設置
合計			219 本	

下刈り実施日および下刈り実施の有無は表 3-152、表 3-153 のとおりである。本実証試験地では全ての調査プロットで下刈りを実施している。

表 3-152 下刈りの実施日（高知県四万十町）

年度	下刈り実施日
平成 28 (2016)	— (植栽年)
平成 29 (2017)	9 月 23～26 日
平成 30 (2018)	7 月 15 日
令和 元 (2019)	8 月 24～27 日
下刈り実施者	四万十町森林組合窪川支所

表 3-153 下刈り実施の有無（高知県四万十町）

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

③ 追跡調査結果

夏季調査および秋冬季調査の実施日は表 3-154 のとおりである。

表 3-154 調査実施日（高知県四万十町）

年度	夏季調査	秋冬季調査
平成 28 (2016)	—	平成 29 (2017) 年 3 月 1 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 20 日	平成 29 (2017) 年 12 月 26 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 7 月 16 日	平成 30 (2018) 年 10 月 26 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 7 月 30 日	令和 元 (2019) 年 10 月 29 日

【活着率、生存率、枯死率および枯死原因】

植栽直後から令和元（2019）年度までの各調査プロットの植栽木の生存および枯死の状況は表 3-155 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 70～90%と高い数値を示した。また、調査プロット間でばらつきが見られた。

令和元（2019）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ており、2,500 本/ha 区のプロット 5 の令和元（2019）年度時点の生存率は約 60%だった。

枯死原因について、ウサギによると思われる食害（写真 3-64）による枯死が多く見られ、特に 2,500 本/ha 区のプロット 5 では 6 本と多かった。同じ植栽密度間でも斜面の上方に位置する調査プロット（1，3，5）でウサギによる食害が多く発生した。このことが、活着率や生存率に調査プロット間で差が生じた一因と考えられる。

表 3-155 活着率、生存率、枯死率および枯死原因（高知県四万十町）

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 (%)
			H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)					
1	1,100	36	9 (枯れ9)	1 (枯れ)	2 (獣虫害1・消失1)	12	75.0	66.7	33.3	
2	1,100	36	5 (枯れ4・消失1)	4 (枯れ3・獣虫害1)	1 (枯れ)	10	86.1	72.2	27.8	
3	1,600	39	4 (枯れ3・食害1)	1 (ウサギ食害)	0	5	89.7	87.2	12.8	
4	1,600	36	1 (食害)	1 (消失1)	0	2	97.2	94.4	5.6	
5	2,500	36	6 (枯れ5 ・ウサギ食害1)	4 (誤伐1・ウサギ食害1・枯れ1・消失1)	5 (ウサギ食害4 ・枯れ1)	15	83.3	58.3	41.7	
6	2,500	36	4 (枯れ4)	0	0	4	88.9	88.9	11.1	

※活着率は植栽翌年の数値である
 ※生存率は令和元（2019）年度時点の数値である



写真 3-64 食害の状況

【成長状況】

植栽直後から令和元（2019）年度までの植栽木の成長状況は表 3-156、図 3-107、図 3-108 および写真 3-65 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、平均胸高直径ともに植栽密度間で差が見られ、どちらも 1,100 本/ha 区で成長量が小さかった。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 120 程度だった形状比は急激に減少し、令和元（2019）年度は 50 程度となった。

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、立地環境などその他の要因による影響が可能性として挙げられる。

表 3-156 植栽木の成長状況（高知県四万十町）

1,100本/ha					
高知県四万十町		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)
樹高 (cm)	平均値	36.4±4.2	48.8±6.7	67.2±11.4	86.3±15.3
	最小値	27.4	36.2	52.3	66.0
	最大値	46.5	66.5	94.3	123.5
地際直径(cm)	平均値	0.3±0	0.5±0.1	1±0.3	1.8±0.6
	最小値	0.2	0.4	0.6	0.9
	最大値	0.8	0.7	1.5	3.4
形状比	平均値	119.1±17	90.9±13	73.9±18.3	52.3±20.7
	最小値	85.6	64.1	46.1	29.6
	最大値	177.8	122.0	113.7	112.9
1,600本/ha					
		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)
樹高 (cm)	平均値	33.6±4.1	51.8±5.9	77.4±10.3	113.3±23.1
	最小値	24.5	41.5	61.3	72.1
	最大値	46.5	71.6	107.5	173.5
地際直径(cm)	平均値	0.3±0	0.6±0.1	1.2±0.3	2.3±0.8
	最小値	0.2	0.4	0.7	1.0
	最大値	0.4	0.9	2.0	4.8
形状比	平均値	112±16.4	89.7±16.1	67.8±17.9	52.1±13.8
	最小値	79.0	55.9	40.7	23.7
	最大値	152.1	140.9	113.6	84.6
2,500本/ha					
		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)
樹高 (cm)	平均値	36.8±4.4	53.8±7.5	70.2±16	102.3±24
	最小値	26.1	40.0	35.1	55.3
	最大値	49.0	71.7	92.1	138.7
地際直径(cm)	平均値	0.3±0	0.6±0.1	1.1±0.4	2.3±0.8
	最小値	0.2	0.4	0.4	0.6
	最大値	0.5	0.8	1.7	3.3
形状比	平均値	115.7±16.7	88.9±13.2	66.2±13.7	50.3±16.5
	最小値	76.7	66.5	49.2	24.3
	最大値	159.1	135.7	101.0	95.3

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

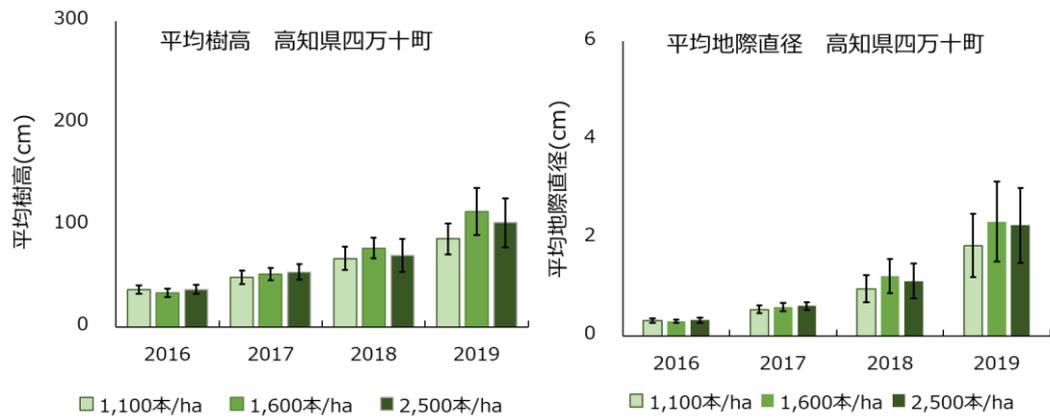


図 3-107 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（高知県四万十町）

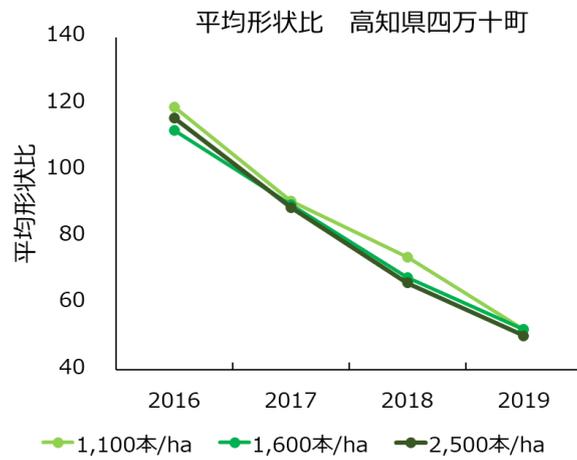


図 3-108 植栽木の形状比の推移（高知県四万十町）



写真 3-65 1,100本/ha区の状態（令和元（2019）年10月）

【雑草木との競合関係】

植栽木と雑草木の平均樹高の調査結果を図 3-109 に、競合状態の調査結果を図 3-110 に示す。また令和元（2019）年における植生調査の結果を表 3-157、写真 3-66 に示す。

植栽密度間で植栽木と雑草木の平均樹高の比較をしたところ、どの植栽密度区も植栽木の樹高成長が良好とはいえず、植栽木と雑草木の樹高差はどの植栽密度区も大きくなかった。

植栽木と雑草木の競合状態を比較したところ、植栽密度間で大きな差は見られず、どの植栽密度区も令和元（2019）年の時点で競合状態競合状態 C1 + C2 が 9 割前後に達していた。

雑草木の種組成については、植栽密度間で大きな差はなく、コシダやウラボシなどのシダ植物が優占しており、雑草木の草丈や密度が比較的低かった。

以上より、どの植栽密度区も競合状態 C1 + C2 が 9 割前後に達しているものの、植栽木と雑草木の平均樹高に下刈り終了に十分な差が開いているとはいえず、植栽後 3 年が経過した現時点での下刈りの終了の判断は、植栽密度にかかわらず難しい。



図 3-109 植栽木と雑草木の平均樹高 (高知県四万十町)

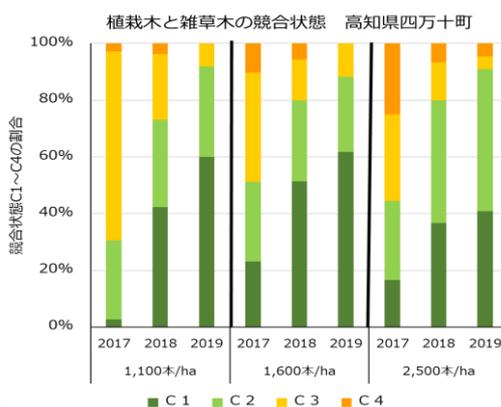


図 3-110 植栽木と雑草木の競合状態 (高知県四万十町)

表 3-157 植生調査の結果（高知県四万十町）

プロット	密度	区分	R元（2019）		
			主な優占種	植被率	その他：特徴的な出現種
1	1,100	低木層 (高さ0.7m以上)	イヌザンショウ ヒサカキ	10%	・アカメガシワ・ナンテン・ススキ ・ホオノキ
		草本層 (高さ0.7m未満)	ウラジロ コシダ	60%	・ヌルデ・サルトリイバラ・アカメガシワ ・イヌザンショウ・ヒサカキ・シキミ ・シダ s p・フユイチゴ
3	1,600	低木層 (高さ1.0m以上)	ヒサカキ	5%	・ヤマウルシ・アカメガシワ ・イヌザンショウ・サカキ
		草本層 (高さ1.0m未満)	ウラジロ コシダ アカメガシワ	65%	・ヌルデ・サルトリイバラ・ヒサカキ ・ナツフジ・ススキ・フユイチゴ ・ナガバモミジイチゴ・ニガイチゴ
5	2,500	低木層 (高さ0.8m以上)	ヤブムラサキ ヒサカキ ウワミズザクラ	5%	-
		草本層 (高さ0.8m未満)	ウラジロ コシダ ヌルデ	70%	・アカメガシワ・イヌザンショウ ・クサキ・ヒメコウソ・ヒサカキ ・ススキ・タケニグサ



プロット1



プロット3



プロット5

写真 3-66 植生調査プロットの状況（令和元（2019）年7月）

④ 下刈り実証調査結果

【下刈り作業時間の計測結果】

各調査プロットにおける下刈り作業時間の計測結果を表 3-158 に、植栽密度別にまとめた結果を図 3-111 に示す。

ヘクタールあたりの下刈り作業時間に換算して比較したところ、2,500 本/ha 区で 16.1 時間、1,600 本/ha 区で 15.4 時間、1,100 本/ha 区で 16.6 時間となり、植栽密度による差はほとんど見られなかった。

表 3-158 各プロットの下刈り作業時間（高知県四万十町）

プロット	植栽密度 (本/ha)	傾斜 (度)	プロット 面積 (㎡)	H30(2018)		R元(2019)	
				下刈り作業時間 (分)	1ha当たりの 下刈り作業時間(時間)	下刈り作業時間 (分)	1ha当たりの 下刈り作業時間(時間)
1	1,100	42	314.6	40.2	21.3	27.25	14.4
2	1,100	42	336.7	32.6	16.1	29.83	14.8
3	1,600	36	249.9	15.0	10.0	25.08	16.7
4	1,600	35	215.7	18.7	14.4	27.20	21.0
5	2,500	35	172.4	16.5	16.0	22.33	21.6
6	2,500	34	199.1	13.2	11.0	19.83	16.6

※棒グラフは、各実証試験地において最も下刈りに時間がかかった調査プロットを 100%としたときの、各調査プロットにおける割合を示す。

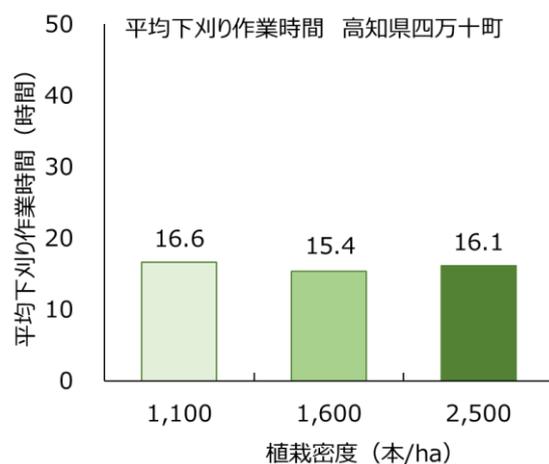


図 3-111 植栽密度別の平均下刈り作業時間（高知県四万十町,ヘクタールあたり）

【下刈り作業におけるヒアリング結果】

下刈り実施後に現場作業員へヒアリングを行った。結果の概要は以下のとおりである。

～平成 30（2018）年度～

- ・基本的に普段は 2,500～3,000 本/ha くらいで植栽を実施している。
- ・植栽木が小さいうちは、植栽密度が低いと間隔があいていて植栽木の位置が分かりづらい。ただ今くらいの樹高であれば問題ない。
- ・地形が複雑である箇所は、下刈り作業をしづらい。
- ・梢端が上に出ても下刈りは必要である。細くなってしまい、良い木にならない。
- ・植栽後 3 年ほどたっており、周囲の植生はかなり減っている。また低いものが主であるため植栽木はだいたい視認できる。

～令和元（2019）年度～

- ・植栽密度が低い場所は植栽木を探すのに苦労した。
- ・誤伐をしないためには、植栽間隔を把握して作業を行うこと、刈り払い機を大振りしないことが挙げられる。

⑤ 植栽密度別の初期保育コスト分析結果

【初期保育コスト】

地拵えから令和元（2019）年の下刈り（3回目）までのヘクタールあたり初期保育コストは表 3-159 のとおりである。

3,000 本/ha の 2,015,531 円と比較すると、2,500 本/ha では 1,860,170 円、1,600 本/ha では 1,575,234 円、1,100 本/ha では 1,469,807 円となり、3,000 本/ha と比較して 2,500 本/ha ではヘクタールあたり約 15 万円（8%）、1,600 本/ha ではヘクタールあたり約 44 万円（22%）、1,100 本/ha ではヘクタールあたり約 54 万円（27%）のコストが削減できることがわかった。

3,000 本/ha と比べると、1,100 本/ha では苗木購入費が約 32 万円、植栽労務費が約 22 万円削減でき、その2つの削減効果が大きいといえる。

表 3-159 初期保育コスト（高知県四万十町）

高知県四万十町	単価	3,000本/ha	2,500本/ha	1,600本/ha	1,100本/ha
地拵え費		345,000円	345,000円	345,000円	345,000円
苗木購入費	170円/本	510,000円	425,000円	272,000円	187,000円
植栽労務費	120円/本	360,000円	300,000円	192,000円	132,000円
シカ柵設置費		なし	なし	なし	なし
諸経費など		272,130円	272,130円	272,130円	272,130円
下刈り1年目		234,837円	230,232円	219,594円	237,182円
下刈り2年目		146,782円	143,904円	137,255円	148,248円
下刈り3年目		146,782円	143,904円	137,255円	148,248円
合計		2,015,531円	1,860,170円	1,575,234円	1,469,807円
コスト削減		—	8%	22%	27%

※「地拵え費」、「苗木購入費」、「植栽労務費」は実際に掛かったコストである

※「諸経費など」には資材費、森林保険料を含む

※下刈りコストは、④下刈り実証調査結果を基に算出した

⑥ 現地写真（遠景）

	
<p>平成 29 (2017) 年 8 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 10 月</p>

写真 3-67 実証試験地の様子（遠景、高知県四万十町）

⑦ 現地写真（近景）

	
<p>平成 29 (2017) 年 8 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 10 月</p>

写真 3-68 実証試験地の様子（近景、高知県四万十町）