

3-3-2. 中部地方

(1) 岐阜県 高山市（カラマツ）(No.13)

① 実証試験地の概要

平成 28 (2016) 年 10 月に、岐阜県高山市の実証試験地 (0.90ha) 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 1,560 本植栽した。実証試験地の概要（表 3-130）と位置図（図 3-91）は以下のとおりである。

表 3-130 実証試験地の概要（岐阜県高山市）

実証試験地	岐阜県高山市荘川寺河戸カヤノ			
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	0.30ha	0.30ha	0.30ha	0.90ha
植栽本数	330 本	480 本	750 本	1,560 本
気温/ 降水量 最深積雪	11.4℃（年平均気温）/ 3,003.5mm（年降水量）（平年値、長滝） 97cm（平年値、長滝）			
標高/ 傾斜/ 方位	1,020～1,040m / 0～10° / S			
土壌	褐色森林土壌			
土地所有者	個人所有者			
植栽実施者	特定非営利活動法人農林業経営支援センター			
植栽日	平成 28 (2016) 年 10 月 14・15 日（前生林分の伐採は平成 28 (2016) 年 1 月～9 月）			



図 3-91 実証試験地の位置（左）と様子（右）（岐阜県高山市）

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215本（1,100本/ha：72本、1,600本/ha：71本、2,500本/ha：72本）を調査対象木とした（図3-92、表3-131）。

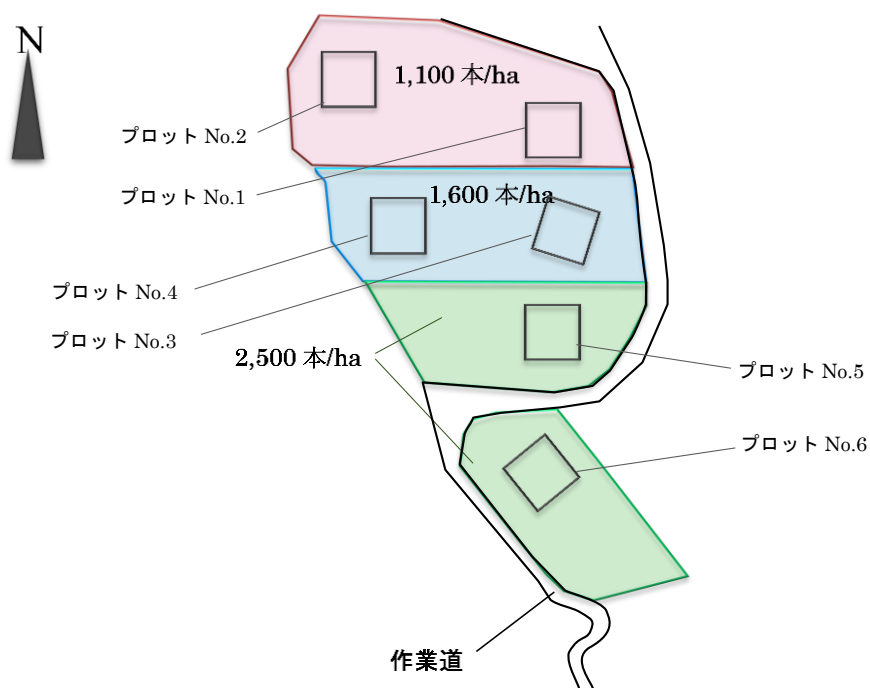


図 3-92 調査プロットの位置図（岐阜県高山市）

表 3-131 調査プロットの概要（岐阜県高山市）

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	295.7	36 本	試験地の東部に設置
	No. 2	265.8	36 本	試験地の西部に設置
1,600 本/ha	No. 3	196.0	35 本	試験地の東部に設置
	No. 4	190.7	36 本	試験地の西部に設置
2,500 本/ha	No. 5	146.6	36 本	試験地の北部に設置
	No. 6	108.9	36 本	試験地の南部に設置
合計			215 本	

下刈り実施日および下刈り実施の有無は表 3-132、表 3-133 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 3-132 下刈りの実施日（岐阜県高山市）

年度	下刈り実施日
平成 28（2016）	—（植栽年）
平成 29（2017）	10 月 5 ～10 日
平成 30（2018）	8 月 11～17 日
令和 元（2019）	8 月 8 ～12 日
下刈り実施者	株式会社 北栄工事

表 3-133 下刈り実施の有無（岐阜県高山市）

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 3-134 のとおりである。

表 3-134 調査実施日（岐阜県高山市）

年度	夏季調査	秋冬季調査
平成 28 (2016)	—	平成 28 (2016) 年 11 月 14 日
平成 29 (2017)	平成 29 (2017) 年 7 月 27 日	平成 29 (2017) 年 12 月 20 日
平成 30 (2018)	平成 30 (2018) 年 8 月 9 日	平成 30 (2018) 年 11 月 8 日
令和 元 (2019)	令和 元 (2019) 年 8 月 7 日	令和 元 (2019) 年 10 月 3 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 3-135 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 80～100%と高い数値を示し、植栽密度間でほとんど差は見られなかった。

一方、令和元（2019）年時点の生存率は、調査プロット間でばらつきが生じており、1,100 本/ha 区のプロット 1、1,600 本/ha 区のプロット 3、2,500 本/ha 区のプロット 5 で 30～40%と低くなった。

枯死原因について、原因の特定は難しかった。ただし平成 30（2018）年度には、シカの侵入により隣接していたヒノキ実証試験地が甚大な被害を受けており、本実証試験地もシカの食害による影響を受けた可能性が考えられる。

表 3-135 活着率、生存率、枯死率および枯死原因（岐阜県高山市）

プロット	植栽密度 (本/ha)	設定 本数 (本)	枯死本数(本)				活着率 (%)	生存率 (%)	枯死率 (%)
			H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)	合計			
1	1,100	36	4 (枯れ3・消失1)	17 (枯れ13 ・獣虫害2・消失2)	3 (消失3)	24	88.9	33.3	66.7
2	1,100	36	0	14 (枯れ11・消失3)	1 (枯れ)	15	100.0	58.3	41.7
3	1,600	35	4 (枯れ2・食害1 ・先端切れ1)	7 (消失5・枯れ2)	11 (消失10 ・枯れ1)	22	88.6	37.1	62.9
4	1,600	36	データ無	10 (枯れ4・獣虫害3 ・消失3)	0	10	100.0	72.2	27.8
5	2,500	36	0	15 (枯れ15)	6 (消失6)	21	100.0	41.7	58.3
6	2,500	36	データ無	5 (枯れ3・消失2)	0	5	100.0	86.1	13.9

※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

【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 3-136、図 3-93、図 3-94 および写真 3-56 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、平均樹高や平均地際直径は植栽密度間で差が見られ、令和元（2019）年の平均樹高は 2,500 本/ha で約 194cm、1,600 本/ha で約 171cm、1,100 本/ha で約 149cm と、植栽密度が低くなるほど成長量が小さくなった。

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 3-136 植栽木の成長状況（岐阜県高山市）

1,100本/ha					
岐阜県高山市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)
樹高 (cm)	平均値	32.6±3.1	53±12.2	98.1±24.2	149.1±47.6
	最小値	26.0	31.4	47.0	63.0
	最大値	41.0	79.5	136.9	240.0
地際直径(cm)	平均値	0.5±0.1	1±0.2	1.8±0.4	2.6±0.9
	最小値	0.3	0.6	1.0	0.8
	最大値	0.8	1.4	2.8	4.5
形状比	平均値	70.7±11.2	51.7±12.7	54.2±11.5	59.2±14.1
	最小値	41.2	24.5	29.7	35.8
	最大値	94.7	90.3	74.4	101.0
1,600本/ha					
岐阜県高山市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)
樹高 (cm)	平均値	33.5±2.9	51.3±12.5	103.6±31.9	171.8±47.8
	最小値	27.2	35.0	60.8	71.7
	最大値	39.6	87.5	203.3	288.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0.1	1.2±0.2	1.8±0.5	2.9±0.8
	最小値	0.3	0.9	1.1	1.7
	最大値	0.6	1.7	3.3	5.0
形状比	平均値	77.1±11.6	44.1±9.7	57.3±11.9	60.1±11.7
	最小値	59.6	26.1	38.2	33.5
	最大値	105.4	71.8	91.1	84.5
2,500本/ha					
岐阜県高山市		H28(2016)	H29(2017)	H30(2018)	R元(2019)
樹高 (cm)	平均値	32.3±3.1	51.3±12.2	125.7±27.1	194.9±55.9
	最小値	25.8	35.2	53.0	34.4
	最大値	41.0	81.5	182.2	280.0
地際直径(cm)	平均値	0.4±0.1	1.3±0.3	1.9±0.5	3.1±0.9
	最小値	0.3	0.7	0.8	0.7
	最大値	0.6	1.9	3.1	4.9
形状比	平均値	75.3±13.5	41±8.6	66.2±11.3	63.3±10.8
	最小値	54.0	25.2	37.6	36.8
	最大値	118.2	58.2	88.5	80.5

※平均値の項目において、±の後の数値は標準偏差を示す

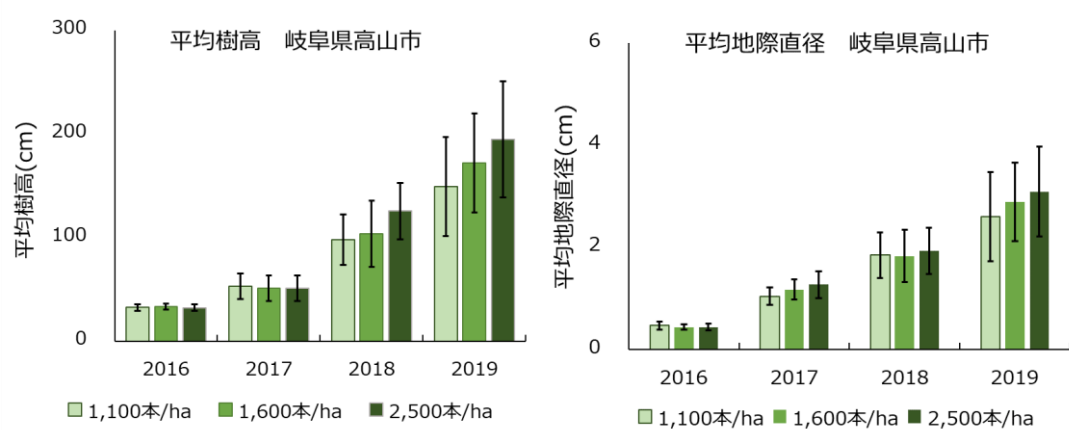


図 3-93 植栽木の平均樹高（左）と平均地際直径（右）の推移（岐阜県高山市）

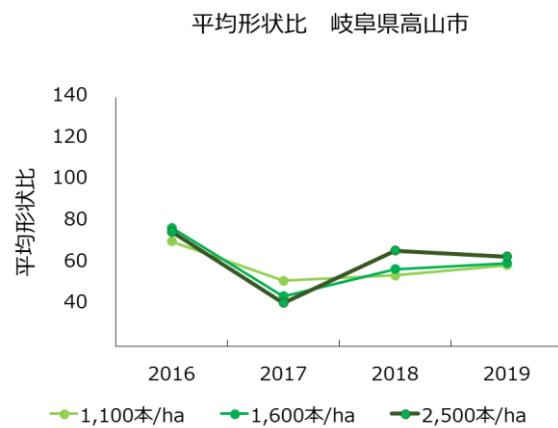


図 3-94 植栽木の形状比の推移（岐阜県高山市）



写真 3-56 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 3-95 に、競合状態の調査結果を図 3-96 に示す。また、令和元（2019）年における植生調査の結果を表 3-137、写真 3-57 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、どの植栽密度も植栽木の樹高成長が良好であり、植栽後 3 年経過した令和元（2019）年には、雑草木との樹高差が開いている。ただし、下刈りを終了するのに十分な樹高差が開いているとまでは言えない。

植栽木と雑草木の競合状態を比較したところ、植栽密度間で多少のばらつきが見られるものの、どの植栽密度区も令和元（2019）年の時点で競合状態 C 1 + C 2 が 7 割を超えていた。

雑草木の種組成については、スゲ類やタニウツギなどの落葉広葉樹類など、樹高 1 m 未満の草本層の植被率が 9 割であり、植栽密度間で大きな差は見られなかった。

以上より、どの植栽密度も競合状態 C 1 + C 2 が 7 割を超えてはいるものの、植栽木と雑草木の平均樹高の差が十分に開ききっておらず、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。

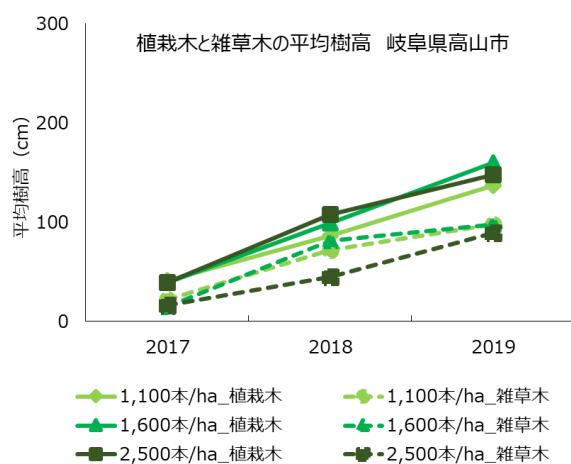


図 3-95 植栽木と雑草木の平均樹高
(岐阜県高山市)

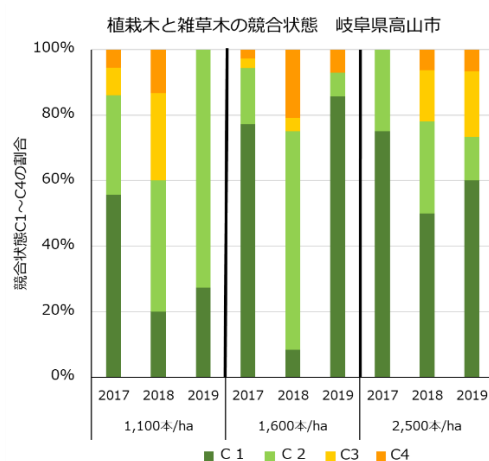


図 3-96 植栽木と雑草木の競合状態
(岐阜県高山市)

表 3-137 植生調査の結果（岐阜県高山市）

プロット	密度	区分	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1.0m以上)	タニウツギ ススキ	5%	—
		草本層 (高さ1.0m未満)	スゲSp. タニウツギ ワラビ	90%	・タラノキ・エビガライチゴ ・エゴノキ・タンナサワフタギ ・アザミSp・ヒヨドリバナ・イタドリ ・イボタノキ
3	1,600	低木層 (高さ1.1m以上)	ススキ	5%	・ヒヨドリバナ
		草本層 (高さ1.1m未満)	スゲSp. ヒヨドリバナ タニウツギ	90%	・タンナサワフタギ・オカトラノオ ・バライチゴ・クマイチゴ・タラノキ ・アザミSp・オトコエシ・オニグルミ ・ワラビ
5	2,500	低木層 (高さ1.0m以上)	ススキ	5%	・ヒヨドリバナ
		草本層 (高さ1.0m未満)	スゲSp. タニウツギ バライチゴ	90%	・ヒヨドリバナ・ワラビ・エゴノキ ・タラノキ・クリ・オカトラノオ



プロット 1



プロット 3



プロット 5

写真 3-57 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 3-138 に、植栽密度別にまとめた結果を図 3-97 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 29.2 時間、1,600 本/ha 区で 20.5 時間、1,100 本/ha 区で 18.2 時間となり、低密度植栽区の 1,600 本/ha 区および 1,100 本/ha 区で下刈り作業時間が短くなる傾向が見られた。

表 3-138 各プロットの下刈り作業時間（岐阜県高山市）

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	0	295.7	計測未実施		36.23	20.4
2	1,100	5	265.8			24.95	15.6
3	1,600	0	196.0			30.93	26.3
4	1,600	5	190.7			16.63	14.5
5	2,500	0	146.6			21.08	24.0
6	2,500	5	108.9			23.65	36.2

※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。

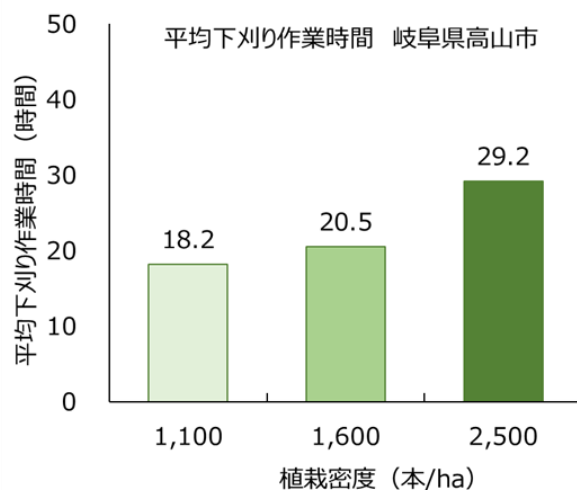


図 3-97 植栽密度別の平均下刈り作業時間（岐阜県高山市、ヘクタールあたり）

【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。

～令和元（2019）年度～

- ・ 植栽間隔が広いと刈り払い機を振れる幅が広く、楽に感じた。
- ・ 地形にもよるが、下刈り作業の際に 1,100 本/ha 区と 1,600 本/ha 区の差は少なく感じた（特に、現在のように植栽木が成長して雑草木から突出している場合）。それらの植栽密度と 2,500 本/ha との差は感じた。
- ・ 下刈り作業時間に差が生じた理由として、雑草木の多さや地形の影響が大きい。地形について、水平な場所の方が斜面よりも作業しやすい。
- ・ この辺りはシカやカモシカの害が多い。雪が積もるので、柵があっても雪が積もった部分から柵を越えて中に入ってしまう。そのため、場所によっては植栽木一本一本にツリーシェルターをかぶせている。

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 3-139 のとおりである。

2,500 本/ha の 2,975,525 円と比較すると、1,600 本/ha では 2,408,823 円、1,100 本/ha では 2,163,130 円となり、2,500 本/ha と比較して 1,600 本/ha ではヘクタールあたり約 57 万円（19%）、1,100 本/ha ではヘクタールあたり約 81 万円（27%）のコストが削減できることがわかった。

また、苗木購入費のコスト削減効果が大きく、2,500 本/ha と比較すると、1,600 本/ha では約 21 万円、1,100 本/ha では約 32 万円の削減となった。また下刈りコストの削減効果も大きかった。

表 3-139 初期保育コスト（岐阜県高山市）

岐阜県高山市	単価	2,500本/ha	1,600本/ha	1,100本/ha
地拵え費		328,666円	328,666円	328,666円
苗木購入費	230円/本	575,000円	368,000円	253,000円
植栽労務費	131円/本	327,500円	209,600円	144,100円
シカ柵設置費(400m)	1,731円/m	692,400円	692,400円	692,400円
諸経費など		238,667円	238,667円	238,667円
下刈り1年目		421,531円	296,204円	262,415円
下刈り2年目		202,072円	141,993円	125,796円
下刈り3年目		189,689円	133,292円	118,087円
合計		2,975,525円	2,408,823円	2,163,130円
コスト削減		—	19%	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）

	
植栽後（平成 28（2016）年 10 月）	平成 29（2017）年 7 月
	
平成 30（2018）年 7 月	平成 30（2018）年 12 月
	
令和元（2019）年 7 月	令和元（2019）年 11 月

写真 3-58 実証試験地の様子（遠景、岐阜県高山市）

⑦ 現地写真（近景）

	
植栽後（平成 28（2016）年 11 月）	平成 29（2017）年 8 月
	
平成 30（2018）年 7 月	平成 30（2018）年 10 月
	
令和元（2019）年 7 月	令和元（2019）年 10 月

写真 3-59 実証試験地の様子（近景、岐阜県高山市）