

## 5. 早生樹利用による森林整備手法追跡調査

### 5-1. 調査概要

令和3（2021）年度は、早生樹調査で調査したセンダン植栽地3箇所のうち3箇所、コウヨウザン植栽地8箇所のうち3箇所、合計6箇所の実証植栽地において追跡調査を実施した。

追跡調査は、植栽木の成長休止期にあたる10～12月に行った。具体的な調査項目は表5-1のとおりである。

表 5-1 調査項目

樹種	調査項目
センダン	1. 植栽密度別・植栽立地別のセンダンの生存率及び成長状況 2. 各調査プロットの林況写真の撮影 3. 令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に実施した施業についての聞き取り調査
コウヨウザン	1. 苗齢別・植栽立地別のコウヨウザンの生存率及び成長状況 2. 防除処理別のノウサギによる被害状況 3. 各調査プロットの林況写真の撮影 4. 令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に実施した施業についての聞き取り調査

#### 【調査項目（センダン）】

##### ①植栽密度別・植栽立地別のセンダンの生存率及び成長状況

早生樹調査で植栽密度別・植栽立地に設置した調査プロット内のセンダンについて、生育状況、樹高、地際直径、胸高直径（計測可能な場合）等を記録した。また、センダンに獣虫害や病害、気象害等が発生していた場合は記録した。

調査で得られたデータを植栽密度ごと・植栽立地ごとに整理し、センダンの植栽に適した植栽密度や植栽立地について検証した。

##### ②各調査プロットの林況写真の撮影

それぞれの調査プロットについて、早生樹調査で撮影を行った場所と同じ場所で写真撮影を行った。

##### ③令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に実施した施業についての聞き取り調査

各実証植栽地の森林所有者等に聞き取り調査を実施し、令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度において実施した施業の内容やかかった人工（コスト）等についての情報を収集した。

## 【調査項目（コウヨウザン）】

### ① 苗齢別・植栽立地別のコウヨウザンの生存率及び成長状況

早生樹調査で苗齢別・植栽立地別に設置した調査プロット内のコウヨウザンについて、生育状況、樹高、地際直径、胸高直径（計測可能な場合）等を記録した。また、植栽木に獣虫害や病害、気象害等が発生していた場合は記録した。

調査で得られたデータを苗齢ごと・植栽立地ごとに整理し、コウヨウザンの植栽に適した苗木の苗齢や植栽立地について検証した。

### ② 防除処理別のノウサギによる被害状況

早生樹調査では、コウヨウザンのノウサギ被害に対する防除手法を検討するため、ノウサギ被害が確認された広島県北広島町と宮崎県宮崎市の2つの実証植栽地において、令和元（2019）年7月に忌避剤（写真 5-1）を散布した調査プロット（以下「忌避剤区」）と単木防護資材（写真 5-2）を設置したプロット（以下「単木防護区」）の2つの調査プロットを新たに設置し、植栽直後から調査していたプロットを対照区（以下「無処理区」）とした。

これらの調査プロット内のコウヨウザンの生存率や成長状況、またノウサギ被害の発生状況を記録して防除資材区別に整理し、どの防除資材がノウサギ被害に対して有効であるか検証した。また、ノウサギ被害の発生状況を記録するにあたり、被害の有無だけでなく、被害の発生部位（主軸かそれ以外か）や、被害を受けた箇所直径や地面からの高さについても記録した。

### ③ 各調査プロットの林況写真の撮影

それぞれの調査プロットについて、早生樹調査で撮影を行った場所と同じ場所で写真撮影を行った。

### ④ 令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に実施した施業についての聞き取り調査

各実証植栽地の森林所有者等に聞き取り調査を実施し、令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度において実施した施業の内容やかかった人工（コスト）等についての情報を収集した。

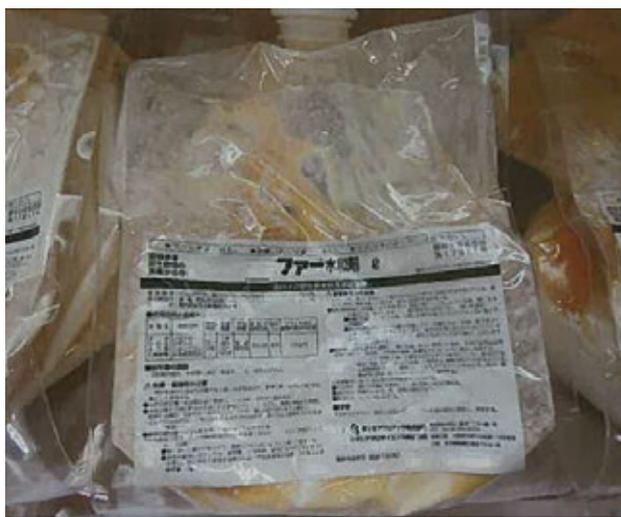


写真 5-1 実証植栽地で使用した忌避剤（左、コニファー水和剤）と散布の状況（右）



写真 5-2 実証植栽地で使用した単木防護資材（ジュウガードS）

## 5-2. センダン実証植栽地における追跡調査結果

早生樹調査で平成 29(2017)年度にセンダンを植栽した実証植栽地 2 箇所(熊本県天草市、宮崎県宮崎市)、平成 30(2018)年度にセンダンを植栽した実証植栽地 1 箇所(愛知県豊田市)の全 3 箇所の実証植栽地(表 5-2、図 5-1)について、令和 3(2021)年度に追跡調査を実施した。調査結果を以下に示す。

表 5-2 センダン実証植栽地の一覧

No	実証植栽地	苗種	植栽年度	植栽密度 (本/ha)	植栽面積 (ha)	植栽本数 (本)	R3 下刈	R3 芽かき
1	愛知県豊田市 (民有林)	センダン 裸苗	H30 (2018)	400	0.42	168	—	8月
2	熊本県天草市 (民有林)	センダン 裸苗	H29 (2017)	400	0.16	56	—	—
				200	0.29	49		
3	宮崎県宮崎市 (国有林)	センダン 裸苗	H29 (2017)	400	0.29	100	9月	—
				200	0.25	60		

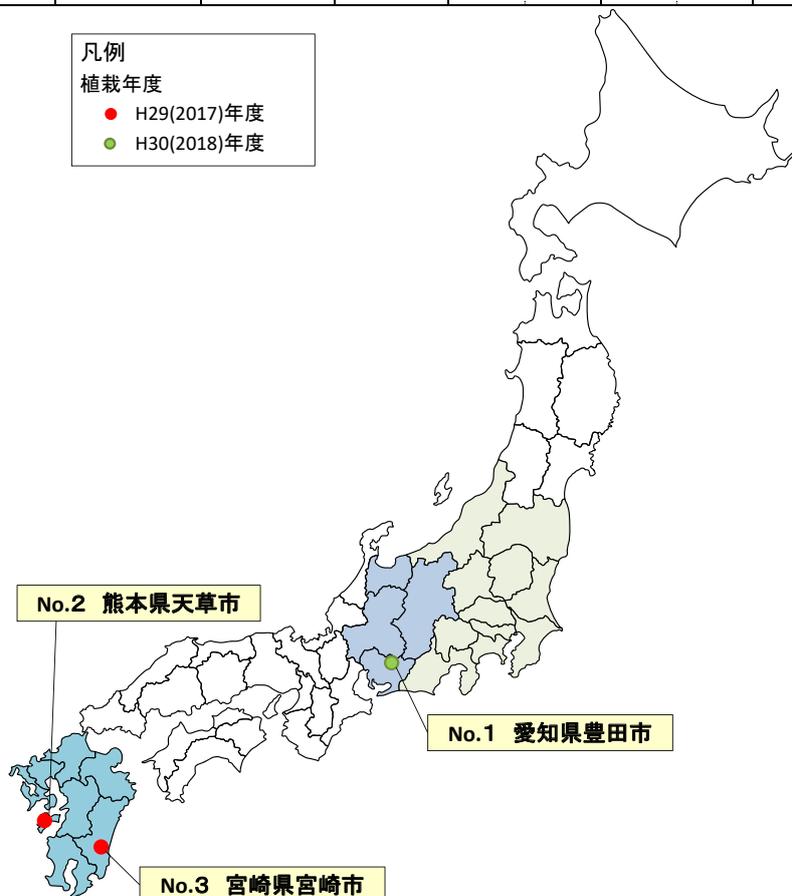


図 5-1 センダン実証植栽地の位置図

## 5-2-1. 愛知県 豊田市（センダン）（No.1）

### （1）実証植栽地の概要

愛知県豊田市のセンダン実証植栽地の概要を表 5-3 及び図 5-2 に示す。

平成 30（2018）年 12 月 19～20 日に、愛知県豊田市小渡町の 0.42ha の耕作放棄地にセンダンを密度 400 本/ha で植栽した。なお、耕作放棄前は水田及び桑畑で、耕作をやめてから 20 年程度経過している。

本植栽地はシカ対策のため防鹿柵（ネットタイプ）が設置されているが、一部が破損して内部にシカやイノシシ等が侵入している。

表 5-3 実証植栽地の概要（愛知県豊田市センダン）

実証植栽地	愛知県豊田市小渡町			
苗木種	センダン 裸苗			
植栽密度	400 本/ha			
試験処理区 （立地環境）	畑跡地	水田跡地 （排水路あり）	水田跡地 （排水路なし）	合計
植栽面積	0.19ha	0.12ha	0.11	0.42ha
植栽本数	89 本	48 本	31 本	168 本
気温/ 降水量	13.5℃（平均気温）/ 1470.4mm（年降水量） （気象観測所「豊田」の平年値を基に、100m で 0.6℃下がるとして算出）			
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	381～394m / 0° / 平坦地 （N35° 13.945'、E137° 22.609'）			
森林所有者	個人			
植栽実施者	豊田森林組合			
植栽日	平成 30（2018）年 12 月 19,20 日			
備考	防護柵（ネット）あり			

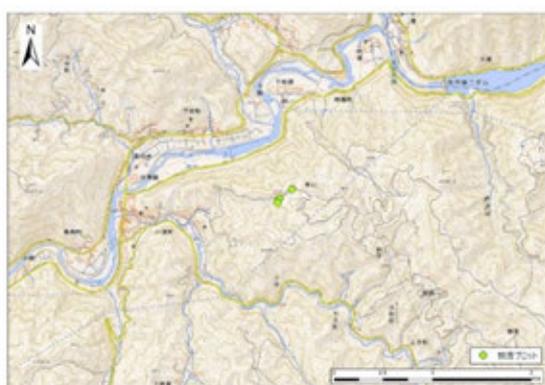


図 5-2 実証植栽地の位置（左）と状況（右、令和 3（2021）年 12 月）  
（愛知県豊田市センダン）

## (2) 調査プロットの概要

調査プロットの概要を図 5-3 及び表 5-4 に示す。実証植栽地を畑跡地と水田跡地に大きく分けた上で、水田跡地については排水路を設けた箇所と設けない箇所に分けた。さらに排水路を設けない箇所については、畔の上に植栽した箇所と水田内に植栽した箇所に分けた。

4つに分類した植栽地 (①畑跡地、②水田跡地 (排水路あり)、③水田跡地 (排水路なし・畔上)、④水田跡地 (排水路なし・田内)) のそれぞれに調査プロットを設定し、調査プロット内の植栽木、計 106 本 (①40 本、②35 本、③15 本、④16 本) について調査した。

なお、令和 2 (2020) 年度は調査を実施していない。

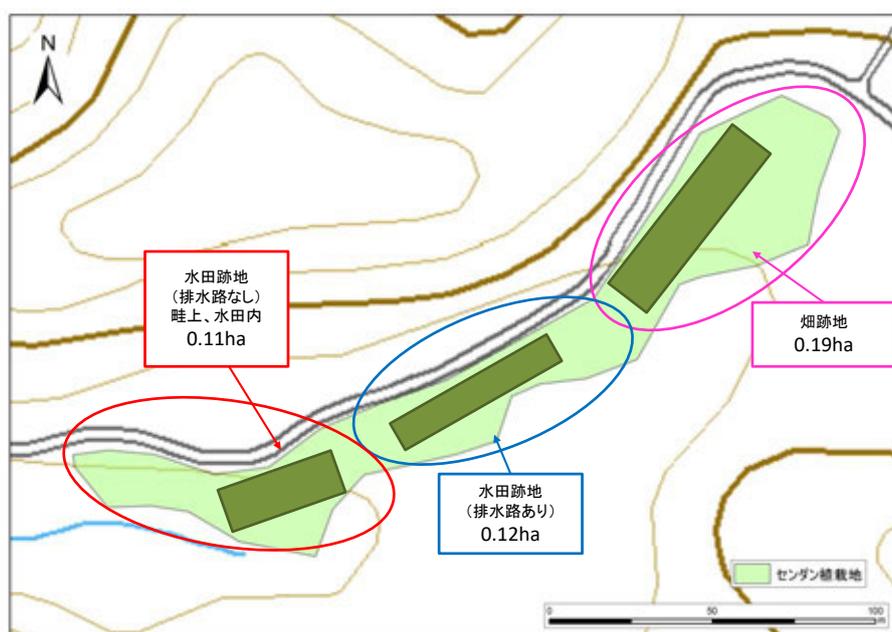


図 5-3 設定した調査プロット (愛知県豊田市センダン)

表 5-4 調査プロットの概要 (愛知県豊田市センダン)

試験処理区	プロット面積	調査本数	備考
①畑跡地	0.09ha	40 本	
②水田跡地 (排水路あり)	0.08ha	35 本	
③水田跡地 (排水路なし・畔上)	0.11ha	16 本	同一調査プロット内に、 交互に植栽されている
④水田跡地 (排水路なし・田内)		15 本	
合計		106 本	

本実証植栽地における、植栽から令和3（2021）年度までに実施された施業の内容と実施時期を表5-5に示す。令和3（2021）年度については、春芽かき及び下刈りは実施されず、夏芽かきのみ実施されている。

表 5-5 施業の実施状況（愛知県豊田市センダン）

年度	施業内容	実施時期
平成30（2018）年度	植栽	12月
令和元（2019）年度	春芽かき	6月
	夏芽かき	8月
	下刈り	8月
令和2（2020）年度	春芽かき	5月
	夏芽かき	8月
	下刈り	9月
令和3（2021）年度	夏芽かき	8月

### （3）各調査プロットにおける立地環境の違い

各調査プロットの状況を以下に示す。調査プロット間で、特に土壌水分の状況が大きく異なっており、場所によっては滞水が発生していた。

①畑跡地は、チカラシバ等の草本類が地表を覆っており、滞水は発生していなかった（写真5-3）。②水田跡地（排水路あり）は、排水路の近くでは滞水が見られなかったものの、排水路から少し離れた場所などでは部分的に滞水が発生していた（写真5-4）。③水田跡地（排水路なし・畔上）は、滞水は発生していなかったものの、周囲が過湿な環境だった（写真5-5）。④水田跡地（排水路なし・田内）は、他の調査プロットと比較して生育している雑草木が顕著に少なく、頻繁に滞水が発生している状況であることが推察された（写真5-6）。



写真 5-3 ①畑跡地の状況（愛知県豊田市センダン、令和3（2021）年12月）



写真 5-4 ②水田跡地（排水路あり）の状況  
（愛知県豊田市センダン、令和3（2021）年12月）



写真 5-5 ③水田跡地（排水路なし・畔上）の状況  
（愛知県豊田市センダン、令和3（2021）年12月）



写真 5-6 ④水田跡地（排水路なし・田内）の状況  
（愛知県豊田市センダン、令和3（2021）年12月）

#### (4) 植栽立地別のセンダンの生存率と令和3（2021）年度における生育状況

植栽直後（平成30（2018）年12月）から令和3（2021）年12月までのセンダンの生存率を図5-4に示す。

①畑跡地は植栽後の枯死がほとんど見られず、令和3（2021）年度の生存率は95%と高い値を示した。一方でそれ以外の3つ（②水田跡地（排水路あり）、③水田跡地（排水路なし・畔上）、④水田跡地（排水路なし・田内））については、植栽1年後の令和元（2019）年度には生存率が大きく低下しており、②水田跡地（排水路あり）と④水田跡地（排水路なし・田内）では生存率が3割以下だった。

生存率が低くなった②水田跡地（排水路あり）と④水田跡地（排水路なし・田内）は、滞水が発生する等過湿な環境にあり（写真5-4及び写真5-6）、植栽直後のセンダンが過湿な環境下で根腐れ等を起こして枯死したと考えられる。

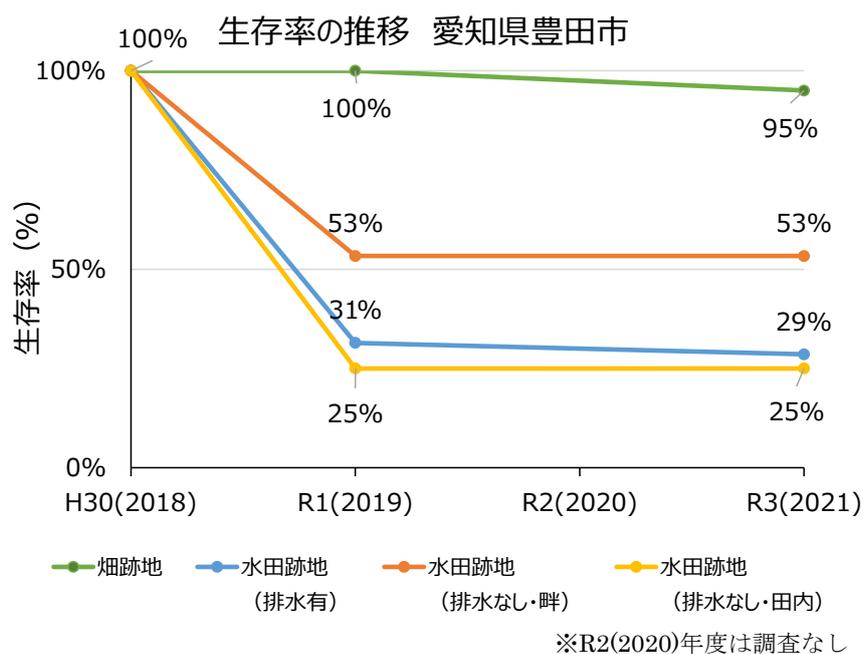


図 5-4 植栽立地別のセンダンの生存率（愛知県豊田市センダン）

次に、令和3（2021）年度におけるセンダンの生育状況を図5-5及び写真5-7に示す。

本植栽地は周囲に防鹿柵（ネットタイプ）が設置されているが、一部が破られてシカが侵入しており、令和3（2021）年度の調査ではシカによるセンダンへの被害が確認されている。特に多いのは畑跡地におけるセンダンの樹皮への被害であり、生存しているセンダンのうち約6割に角研ぎや剥皮の跡が確認された。また、一部のセンダンにこぶ病やゴマダラカミキリによる食害の跡も確認されている（写真5-7）。

畑跡地にシカの被害が集中した要因として、滞水が発生しておらずシカが歩き回りがやすかったことや、畑跡地のセンダンが角研ぎのしやすい太さであったこと等が考えられる。このような樹皮被害は、センダンの材としての価値を落とす可能性がある。そのため、シカの生息が確認される地域にセンダンを植栽する場合は、スギ等の造林木の場合と同じように防鹿柵を設置し、また柵の破損が無いか定期的に見回る必要があることが分かった。

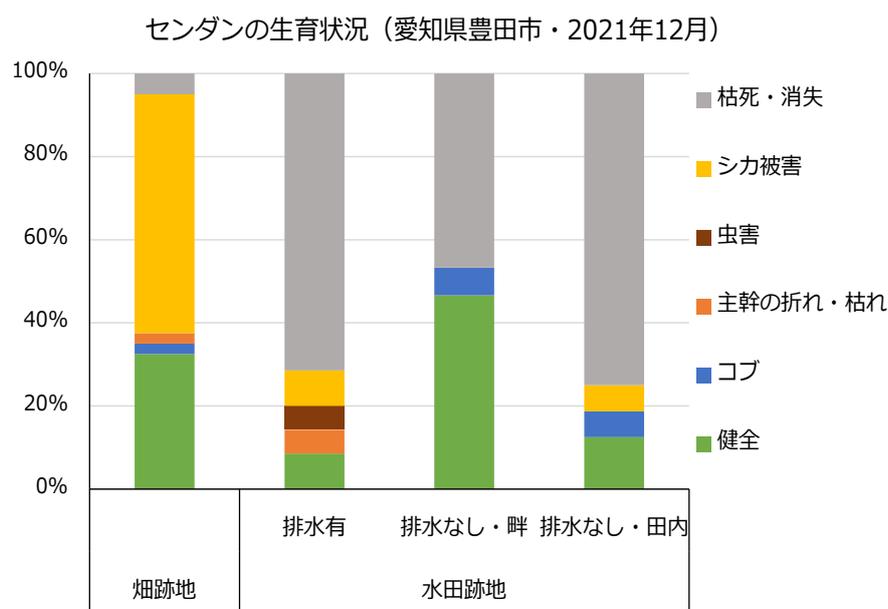


図 5-5 センダンの生育状況（愛知県豊田市センダン、令和3（2021）年12月）



シカによる樹皮への被害の跡  
 (①畑跡地)



樹皮への被害で枯死したセンダン  
 (③水田跡地・排水路なし・畔上)



こぶ病に罹患したセンダン  
 (③水田跡地・排水路なし・畔上)



ゴマダラカミキリによる食害の跡  
 (②水田跡地・排水路あり)

写真 5-7 センダンの被害状況 (愛知県豊田市センダン、令和3 (2021) 年12月)

### (5) 植栽立地別のセンダンの成長状況

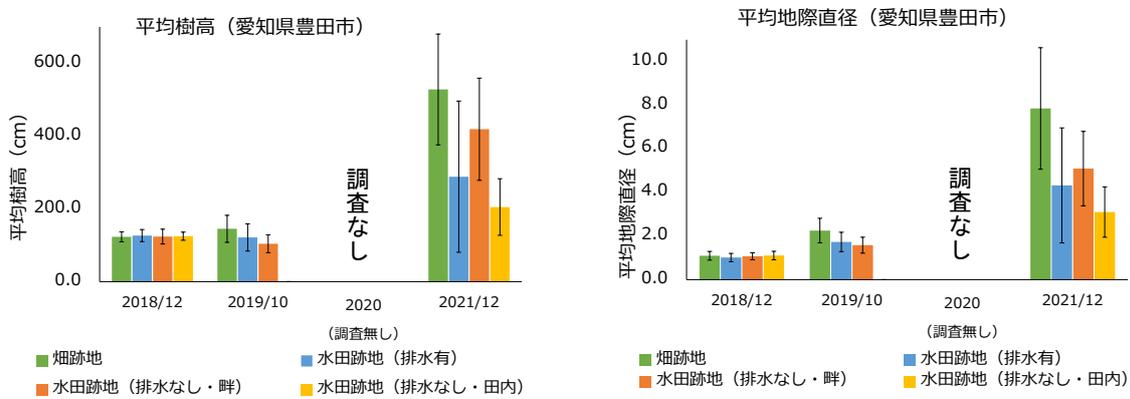
植栽直後（平成 30（2018）年 12 月）から令和 3（2021）年 12 月までの植栽木の成長状況は表 5-6 及び図 5-6 のとおりである。

令和 3（2021）年度における植栽木の平均樹高は、①畑跡地で 528.4cm、②水田跡地（排水路あり）で 288.6cm、③水田跡地（排水路なし・畔上）で 419.1cm、④水田跡地（排水路なし・田内）で 205.3cm となり、①畑跡地で最も大きく、次いで③水田跡地（排水路なし・畔上）で大きくなる結果となった。一方で、②水田跡地（排水路あり）及び④水田跡地（排水路なし・田内）については、植栽から 3 成長期が経過しても平均樹高が 3 m を超えておらず、成長が非常に遅いことが分かった。また、植栽木の地際直径、胸高直径についても同様に、①畑跡地で最も大きい結果となった。

以上の結果を生存率のデータと合わせると、センダンの植栽に最も適しているのは畑跡地であることが分かった。一方で水田跡地については、②水田跡地（排水路あり）及び④水田跡地（排水路なし・田内）は生存率・成長量ともに低く、センダンの植栽には適さなかった。③水田跡地（排水路なし・畔上）については、成長量は比較的良好だったものの、生存率が 5 割近くまで低下していた（図 5-4）ことを考えると、センダンの植栽に適しているとは言えない状況だった。

表 5-6 植栽立地別のセンダンの成長状況（愛知県豊田市センダン）

調査プロット	調査項目 (平均値)	平成 30(2018)年 12 月 27 日	令和元(2019)年 10 月 10 日	令和 3 (2021)年 12 月 14-15 日
①畑跡地	樹高(cm)	123.3±13.6	145.5±37.3	528.4±152.3
	地際直径(cm)	1.1±0.2	2.2±0.6	7.8±2.8
	胸高直径(cm)			5.3±2.2
	形状比	114.7±14.8	65.8±14.6	69.4±11.5
②水田跡地 (排水路あり)	樹高(cm)	126.8±16.7	121.6±37.4	288.6±207.9
	地際直径(cm)	1.0±0.2	1.7±0.4	4.3±2.6
	胸高直径(cm)			3.1±2.1
	平均形状比	127.3±17.3	73.9±27.9	62.6±18.0
③水田跡地 (排水路なし・ 畦上)	樹高(cm)	124.1±20.4	104.2±24.5	419.1±140.5
	地際直径(cm)	1.1±0.2	1.6±0.4	5.1±1.7
	胸高直径(cm)			3.4±1.2
	形状比	117.1±21.3	67.3±16.2	84.2±17.6
④水田跡地 (排水路なし・ 田内)	樹高(cm)	125.1±11.3		205.3±77.7
	地際直径(cm)	1.1±0.2	全て枯死と判断	3.1±1.2
	胸高直径(cm)			2.0±0.8
	形状比	115.4±16.4		66.9±6.9



※2019/10の「水田跡地 (排水なし・田内)」は、全て枯死と判定したためデータなし

図 5-6 植栽立地別のセンダンの平均樹高 (左) 及び平均地際直径 (右)  
(愛知県豊田市センダン)

### (6) 植栽から令和3 (2021) 年度までの施業内容及び人工数

令和2 (2020) 年度及び令和3 (2021) 年度に本実証植栽地で実施された施業内容及び人工数 (ヘクタールあたり) を森林所有者から聞き取り、早生樹調査における結果と合わせて整理した (表 5-7)。

なお下刈りや芽かきの人工数 (ヘクタールあたり) については、令和元 (2019) 年度については作業にかかった時間を直接計測して算出しており、令和2 (2020) 年度以降と単純に比較ができないことに注意が必要である。

本実証植栽地においては、雑草の繁茂が比較的少ないことや植栽後も丁寧に管理されている等の理由により、令和3 (2021) 年度の下刈りは実施しなくともよい状態だった。

表 5-7 植栽から令和3 (2021) 年度までの施業内容及び人工数 (愛知県豊田市センダン)

植栽密度	植栽年度 H30(2018)	2年目 R1(2019)			3年目 R2(2020)			4年目 R3(2021)	合計
	植栽	春芽かき	下刈り	夏芽かき	春芽かき	下刈り	夏芽かき	夏芽かき	
400本/ha	9.3	2.1	5.0	0.9	1.2	5.8	1.2	1.2	26.7

※表中の数値は、ヘクタールあたり人工数 (人日/ha)

※赤字は、森林所有者へ聞き取り調査を実施して算出した人工数

(7) 林況写真 (愛知県豊田市センダン)

① 畑跡地

 <p>畑跡地の状況 (平成 30(2018)年 12 月)</p>	 <p>畑跡地の状況 (令和元(2019)年 10 月)</p>
 <p>畑跡地の状況 (令和 3 (2021) 年 12 月)</p>	 <p>畑跡地のセンダン (令和 3 (2021) 年 12 月)</p>

写真 5-8 畑跡地の状況 (愛知県豊田市センダン)

② 水田跡地 (排水路あり)

 <p>水田跡地 (排水路あり) の状況 (平成 30(2018)年 12 月)</p>	 <p>水田跡地 (排水路あり) の状況 (令和元(2019)年 10 月)</p>
---	--



写真 5-9 水田跡地（排水路あり）の状況（愛知県豊田市センダン）

③水田跡地（排水路なし・畔上）及び④水田跡地（排水路なし・田内）



写真 5-10 水田跡地（排水路なし）の状況（愛知県豊田市センダン）

## 5-2-2. 熊本県 天草市（センダン）（No.2）

### （1）実証植栽地の概要

熊本県天草市のセンダン実証植栽地の概要を表 5-8 及び図 5-7 に示す。

平成 30（2018）年 1 月 22 日に、熊本県天草市新和町の 0.45ha の耕作放棄地に、センダンを密度 200 本/ha と 400 本/ha で植栽した。なお、耕作放棄前はサツマイモが作られており、植栽前はクズとともに樹高 3～4 m 程度で樹齢 5～8 年生程度のアカメガシワやクサギ等が一部に侵入し、藪状になっていた（写真 5-11）。また、植栽地の周囲にはミカン畑が広がっている。

表 5-8 実証植栽地の概要（熊本県天草市センダン）

実証植栽地	熊本県天草市新和町碓石		
苗木種	センダン 裸苗		
植栽密度	200 本/ha	400 本/ha	合計
植栽面積	0.29ha	0.16ha	0.45ha
植栽本数	49 本	56 本	105 本
気温/ 降水量	15.4℃（平均気温） / 2106.3mm（年降水量） （気象観測所「本渡」の平年値を基に、100m で 0.6℃下がるとして算出）		
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	200 本/ha： 215m / 3° / N（32° 22.809'、130° 09.069'） 400 本/ha： 215m / 0° / -（32° 22.770'、130° 09.026'）		
森林所有者	個人		
植栽実施者	株式会社 祐翔開発		
植栽日	平成 30（2018）年 1 月 22 日		



図 5-7 実証植栽地の位置（左）と状況（右、令和 3（2021）年 11 月）  
（熊本県天草市センダン）



写真 5-11 センダン植栽前に定着していたクサギ（左）ヤクズ（右）  
（熊本県天草市センダン）

## （2）調査プロットの概要

調査プロットの概要を図 5-8 に示す。実証植栽地 0.45ha のうち、0.29ha に植栽密度 200 本/ha 区（プロット①）、0.16ha に植栽密度 400 本/ha 区（プロット②）を設け、植栽密度によるセンダンの生育状況の違いが比較できるように植栽地を設定した。実証植栽地 0.45ha の全域を調査対象とし、200 本/ha 区内の 49 本、400 本/ha 区内の 56 本、合計 105 本のセンダンを調査対象木とした（表 5-9）。

なお、令和 2（2020）年度は調査を実施していない。

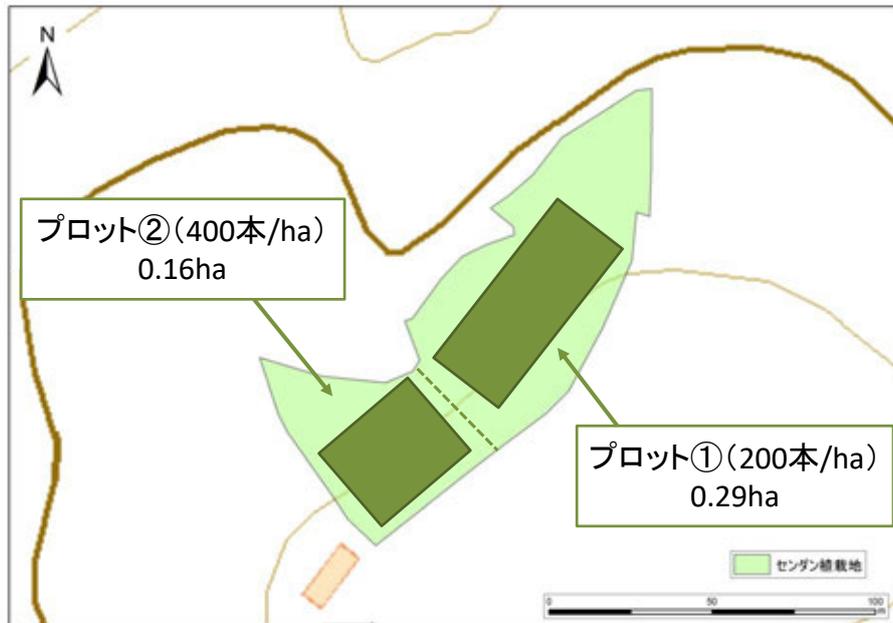


図 5-8 設定した調査プロット（熊本県天草市センダン）

表 5-9 調査プロットの概要（熊本県天草市センダン）

密度調査区	プロット No.	プロット	調査本数	備 考
200 本/ha	①	植栽地全域 (0.29ha)	49 本	施肥有
400 本/ha	②	植栽地全域 (0.16ha)	56 本	施肥有
合計			105 本	

本実証植栽地における、植栽から令和 3（2021）年度までに実施された施業の内容と実施時期を表 5-10 に示す。

本植栽地はセイタカアワダチソウやクズ等の雑草木の繁茂が激しく、令和元（2019）年 6 月の下刈り（1 回目）の 2 週間後に試験的に除草剤が散布された。また 11 月の下刈り（2 回目）の際には、雑草木の繁茂が激しかったため人力での下刈りは困難と判断し、重機による下刈りを実施したが、激しく繁茂する雑草木に覆われ視認できなかったセンダんに誤伐が発生した。その後、誤伐したセンダンについては台切りにより萌芽更新を促すとともに、センダンが消失していた場所に誤伐した本数分のセンダンを新たに補植した。

なお、令和 2（2020）年度及び令和 3（2021）年度については施業が実施されていない。

表 5-10 施業の実施状況（熊本県天草市センダン）

年度	施業内容	実施時期
平成 29（2017）年度	植栽	1 月
平成 30（2018）年度	下刈り	8 月
	夏芽かき	8 月
令和元（2019）年度	春芽かき	4 月
	下刈り 1 回目	6 月
	除草剤散布	6 月
	夏芽かき	7 月
	下刈り 2 回目	11 月
	台切り・補植	12～1 月
令和 2（2020）年度	施業なし	
令和 3（2021）年度	施業なし	

### (3) 植栽密度別のセンダンの生存率と令和3（2021）年度における生育状況

植栽直後（平成30（2018）年1月）から令和3（2021）年11月までのセンダンの生存率を図5-9に示す。なお、令和元（2019）年度に誤伐された個体のうち、その後萌芽再生した個体は生存木としてカウントしている。また、令和元（2019）年度に新たに補植した個体は生存木としてカウントしていない。

植栽密度別に比較すると、200本/ha区に比べて400本/ha区で生存率が大きく減少している。この要因として、400本/ha区でセイタカアワダチソウ等の雑草木の繁茂が激しく、センダンが被圧されたことが大きく影響したと考えられる。

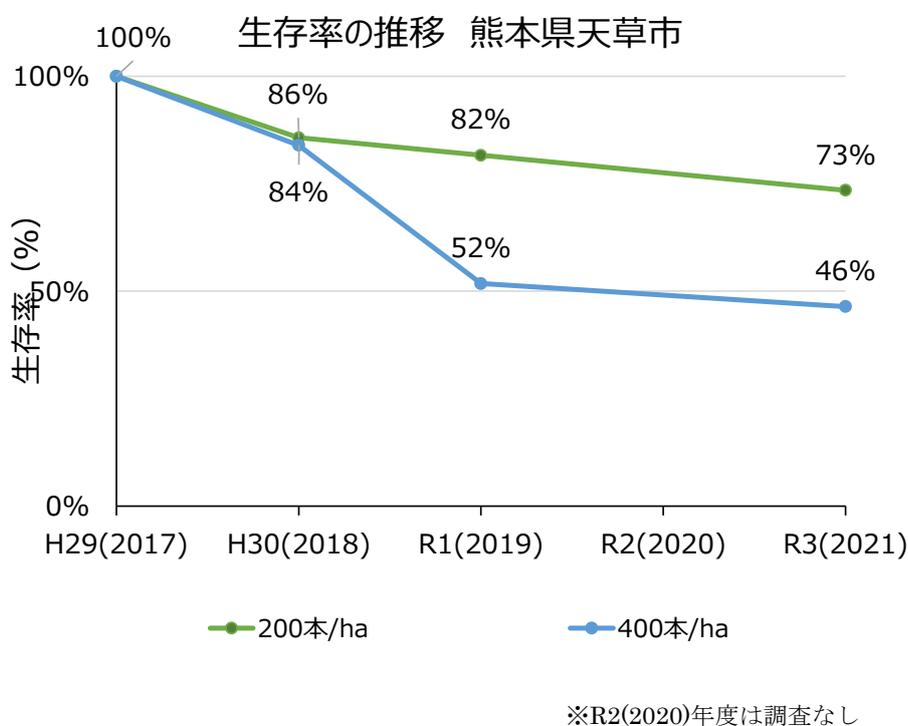


図 5-9 植栽密度別のセンダンの生存率（熊本県天草市センダン）

次に、令和3（2021）年度におけるセンダンの生育状況を図5-10及び写真5-12に示す。

本実証植栽地は令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に下刈り等の施業が実施されておらず、令和3（2021）年11月の調査では雑草木が激しく繁茂している状況が確認された。特に、つる植物であるクズがセンダンに大きな影響を与えており、クズに巻き付かれたセンダンは倒伏や主幹の変形（写真5-12左）等の被害が確認された。また、被害が見られなかったセンダンも、クズに巻き付かれて強く被圧されている状況だった（写真5-12右）。

センダンは成長が早いため、雑草木群落から早期に抜け出せる可能性がある。一方で、本実証植栽地のように耕作を放棄してから長年経過しているような耕作放棄地では、クズ等の雑草木の根系が地下部に大量に蓄積されており、下刈りを終了すると一斉に繁茂してセンダンに大きな被害を与えてしまうことが分かった。

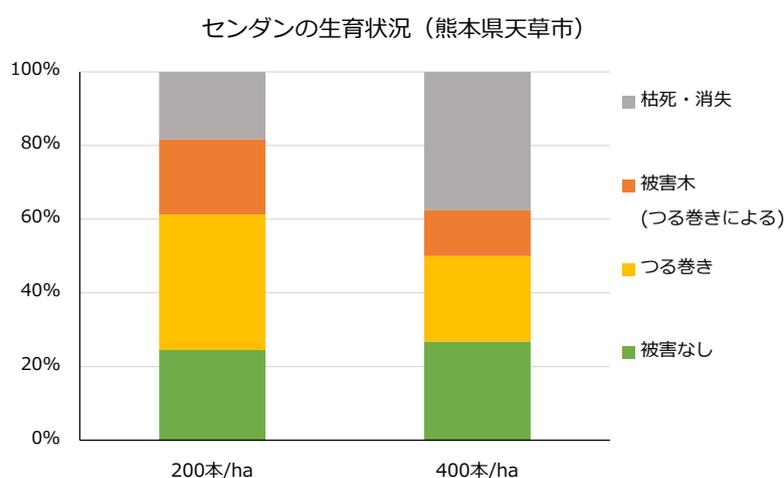


図5-10 植栽密度別のセンダンの生育状況  
（熊本県天草市センダン、令和3（2021）年11月）



写真5-12 クズに巻き付かれ主幹の変形（左）や被圧（右）の被害を受けているセンダン  
（熊本県天草市センダン、200本/ha区、令和3（2021）年11月）

#### (4) 植栽密度別のセンダンの成長状況の違い

植栽直後（平成 30（2018）年 1 月）から令和 3（2021）年 11 月までのセンダンの成長状況は表 5-11 及び図 5-11 のとおりである。

令和 3（2021）年度における植栽木の平均樹高は、200 本/ha 区で 376.0cm、400 本/ha 区で 290.8cm となった。また植栽木の平均地際直径は、200 本/ha 区で 7.8cm、400 本/ha 区で 5.9cm となり、どちらも 200 本/ha 区の方が大きくなった。なお、植栽密度間の成長の差は植栽から 1 成長期が経過した平成 30（2018）年 10 月の時点で生じているが、少なくともこの時点で植栽密度が成長に影響しているとは考えにくい。そのため生存率と同様に、セイタカアワダチソウ等の雑草木による被圧が要因と考えられる。

表 5-11 植栽密度別のセンダンの成長状況（熊本県天草市センダン）

調査プロット	調査項目 (平均値)	H30(2018)年 1月29日	H30(2018)年 10月18日	R1(2019)年 11月21-22日	R3(2021)年 11月12日
200 本/ha	樹高(cm)	110.0±15.5	142.3±43.2	275.2±70.0	376.0±166.5
	地際直径(cm)	1.1±0.3	2.1±0.7	4.7±1.2	7.8±3.7
	胸高直径(cm)				5.8±2.6
	形状比	101.4±25.1	66.2±15.1	55.8±7.4	52.1±17.2
400 本/ha	樹高(cm)	102.1±10.2	109.7±33.7	165.9±34.6	290.8±96.9
	地際直径(cm)	1.3±0.4	1.6±0.3	3.1±0.6	5.9±3.1
	胸高直径(cm)				4.2±2.2
	形状比	83.5±19.5	68.6±21.7	53.6±8.1	58.1±22.8

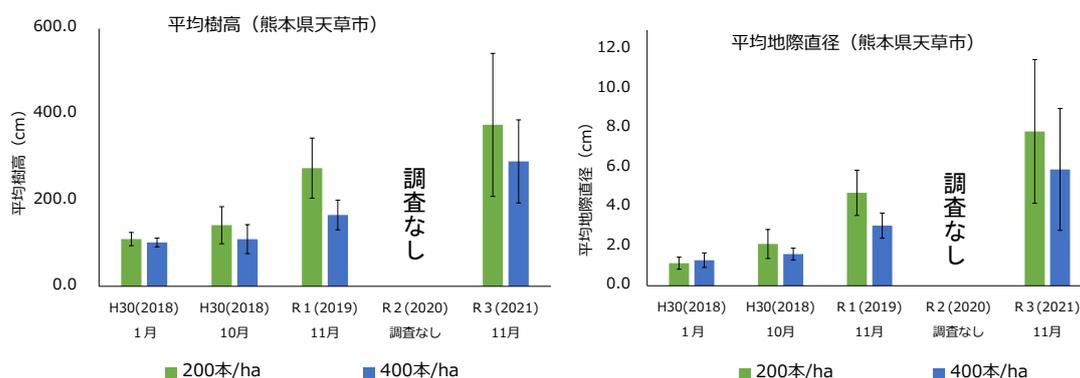


図 5-11 植栽密度別センダンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
（熊本県天草市センダン）

(5) 植栽から令和3(2021)年度までの施業内容及び人工数

令和2(2020)年度及び令和3(2021)年度に実施された施業内容及び人工数(ヘクタールあたり)を森林所有者等から聞き取り、過年度における調査結果と合わせて整理した(表5-12)。なお、本実証植栽地では、令和2(2020)年度及び令和3(2021)年度の施業は実施されていない。

表 5-12 植栽から令和3(2021)年度までの施業内容及び人工数  
(熊本県天草市センダン)

植栽密度	植栽年度 H29(2017)	2年目 H30(2018)		3年目 R1(2019)					4年目 R2(2020)	5年目 R3(2021)	合計
	植栽	下刈り	夏芽 かき	春芽 かき	6月 下刈り	除草剤	夏芽 かき	11月 下刈り	施業 なし	施業 なし	
200本/ha	4.4	9.3	1.0	1.3	4.1	0.4	0.5	4.3			施業 なし
400本/ha	8.7	10.2	0.6	2.3	9.1	0.6	0.9	7.6	40.0		

※表中の数値は、ヘクタールあたり人工数(人日/ha)

※赤字は、森林所有者へ聞き取り調査を実施した結果

(6) 林況写真 (熊本県天草市センダン)

①200本/ha区

 <p>200本/ha区 (平成30(2018)年1月)</p>	 <p>200本/ha区 (平成30(2018)年10月)</p>
 <p>200本/ha区 (令和元(2019)年11月)</p>	 <p>200本/ha区 (令和3(2021)年11月)</p>
 <p>一面がクズに覆われている区域 (200本/ha区、令和3(2021)年11月)</p>	 <p>クズがない場所で順調に生育したセンダン (200本/ha区、令和3(2021)年11月)</p>

写真 5-13 200本/ha区の状態 (熊本県天草市センダン)

②400本/ha区

 <p>400本/ha区（平成30(2018)年1月）</p>	 <p>400本/ha区（平成30(2018)年8月）</p>
 <p>400本/ha区（令和元(2019)年11月）</p>	 <p>400本/ha区（令和3（2021）年11月）</p>
 <p>最も成長が良かったセンダン （400本/ha区、令和3（2021）年11月）</p>	 <p>台切り後に萌芽再生したセンダン （400本/ha区、令和3（2021）年11月）</p>

写真 5-14 400本/ha区の状況（熊本県天草市センダン）

### 5-2-3. 宮崎県 宮崎市（センダン）（No.3）

#### （1）実証植栽地の概要

宮崎県宮崎市のセンダン実証植栽地の位置を表 5-13 及び図 5-12 に示す。

平成 29（2017）年 12 月 25 日に、宮崎県宮崎市高岡町の傾斜 0～30° の山の斜面 0.54ha に、センダンを密度 200 本/ha と 400 本/ha で植栽した。

なお、前生林は 66 年生のスギ、一部ヒノキ、広葉樹で、平成 28（2016）年 10 月～平成 29 年 3 月に伐採されている。本実証植栽地を含む全地域（4.45ha）の前生林分の蓄積量は 2,880m<sup>3</sup>（647.2m<sup>3</sup>/ha）である。また、本実証植栽地はシカ対策のため防鹿柵（ネットタイプ）が設置されているが、破損して内部にシカ等が侵入している。

表 5-13 実証植栽地の概要（宮崎県宮崎市センダン）

実証植栽地	宮崎県宮崎市高岡町（国有林）			
苗木種	センダン 裸苗			
試験処理区 （植栽密度） （斜面位置）	No.1 200 本/ha 平坦～斜面下部	No.2 400 本/ha 平坦～斜面下部	No.3 400 本/ha 斜面中部	合計
植栽面積	0.25ha	0.29ha		0.54ha
植栽本数	60 本	100 本		160 本
気温/ 降水量	17.4℃（平均気温） / 2625.5mm（年降水量） （気象観測所「宮崎」の平年値を基に、100m で 0.6℃下がるとして算出）			
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	No.1 : 45m/0～17～30° /ENE～NW (31° 54.785'、131° 14.274' ) No.2 : 52m/ 18～23° /N (31° 54.769'、131° 14.313' ) No.3 : 75m/ 28° /N (31° 54.754'、131° 14.358' )			
土壌	褐色森林土			
森林所有者	九州森林管理局			
植栽実施者	宮崎地区国有林事業協同組合			
植栽日	平成 29（2017）年 12 月 25 日			



図 5-12 実証植栽地の位置（左）と状況（右、令和 3（2021）年 12 月）  
（宮崎県宮崎市センダン）

## (2) 調査プロットの概要

調査プロットの概要を図 5-13、写真 5-15 及び表 5-14 に示す。植栽密度及び斜面位置によるセンダンの生育状況の違いを検証するため、200 本/ha・斜面下部、400 本/ha・斜面下部、400 本/ha・斜面中部の 3 プロットを設置した (図 5-13)。なお本実証植栽地は、コウヨウザン実証植栽地 (175~189 ページ) と隣接している (図 5-13 の黄色のエリア)。

それぞれ調査本数は 36 本、33 本、30 本とし、計 99 本のセンダンを調査した (表 5-14)。なお、令和 2 (2020) 年度は調査を実施していない。

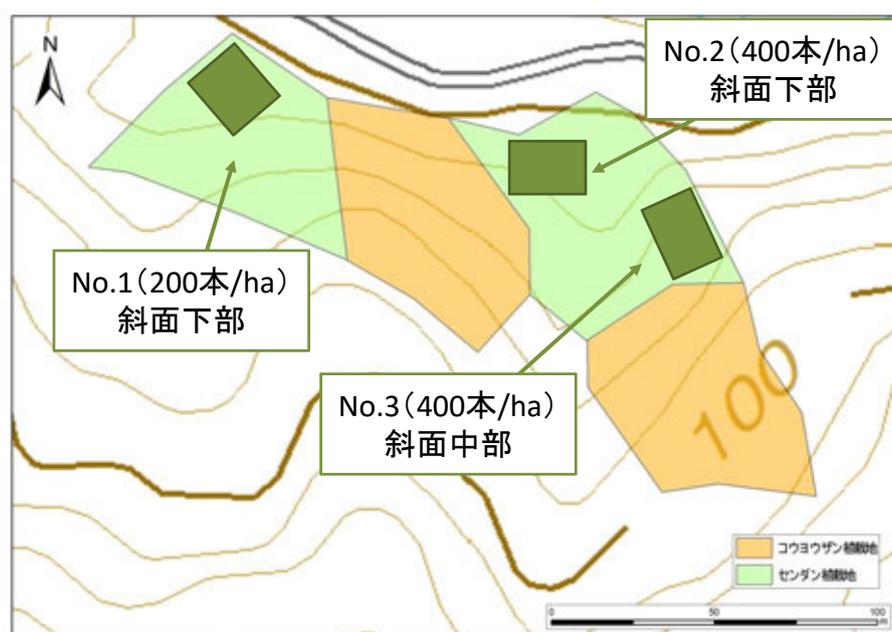


図 5-13 設定した調査プロット (宮崎県宮崎市センダン)



200 本/ha

400 本/ha

写真 5-15 調査プロットの概要 (宮崎県宮崎市センダン)

表 5-14 調査プロットの概要（宮崎県宮崎市センダン）

試験処理区	プロット No.	プロット形	調査本数	備 考
200 本/ha・斜面下部	No.1	37.5×37.6m+飛地	36 本	
400 本/ha・斜面下部	No.2	29.7×28.7m+飛地	33 本	
400 本/ha・斜面中部	No.3	17.5×40.6m	30 本	
合計			99 本	

本実証植栽地における、植栽から令和 3（2021）年度までに実施された施業の内容と実施時期を表 5-15 に示す。

令和 2（2020）年度及び令和 3（2021）年度は、春芽かき及び夏芽かきは実施されず、下刈りのみ実施されている。

表 5-15 施業の実施状況（宮崎県宮崎市センダン）

年度	施業内容	実施時期
平成 29（2017）年度	植栽	12 月
平成 30（2018）年度	下刈り	8 月
	夏芽かき	9 月
令和元（2019）年度	春芽かき	5 月
	夏芽かき	9 月
	下刈り	9 月
令和 2（2020）年度	下刈り	夏期
令和 3（2021）年度	下刈り	9 月

### (3) 植栽密度及び植栽立地別のセンダンの生存率と令和3（2021）年度の生育状況

植栽直後（平成30（2018）年12月）から令和3（2021）年12月までのセンダンの生存率を図5-14に示す。なお、本実証植栽地では200本/ha区、400本/ha区のどちらも隣同士のセンダンの樹冠はまだ接していないため（写真5-16）、植栽密度の影響はまだほとんどないと考えられる。

令和3（2021）年12月の調査では、200本/ha・斜面下部と400本/ha・斜面中部では生存率が8割以上だった一方で、400本/ha・斜面下部では生存率が7割以下となった。ただし400本/ha・斜面下部では、平成30（2018）年度の台風により沢沿いに植栽したセンダンが5本ほど流出しており、このことが生存率が低下した一因と考えられる。

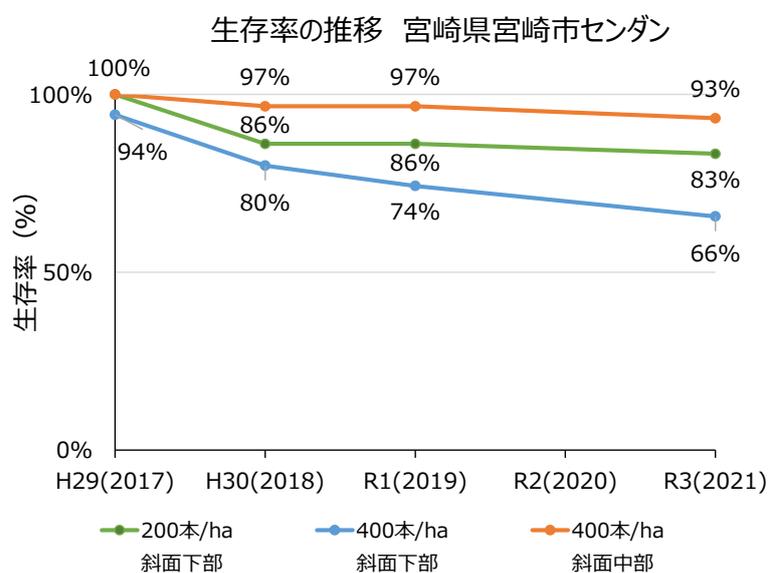


図 5-14 植栽密度及び植栽立地別のセンダンの生存率（宮崎県宮崎市センダン）



200本/ha・斜面下部

400本/ha・斜面下部

写真 5-16 樹冠閉鎖の状況（宮崎県宮崎市センダン）

次に、令和3（2021）年度における植栽木の生育状況を図5-15に示す。

斜面下部と斜面中部で比較すると、斜面中部では枯死・消失が少ない一方で、主幹が折損・枯損して根元から萌芽再生しているなど、形質不良のセンダンが多く見られた。

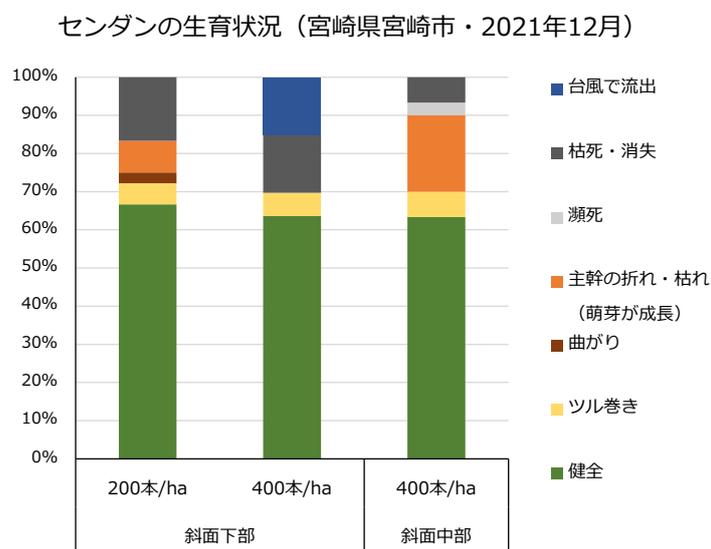


図 5-15 令和3（2021）年12月におけるセンダンの生育状況（宮崎県宮崎市センダン）

### （3）植栽密度及び植栽立地別のセンダンの成長状況

植栽直後（平成29（2017）年12月）から令和3（2021）年12月までのセンダンの成長状況は表5-16及び図5-16のとおりである。なお、本実証植栽地においては写真5-16に示すように、令和3（2021）年度の時点で200本/ha、400本/haともに植栽木の樹冠同士は接していない。そのため、植栽密度の影響はまだ少ないと考えられる。

令和3（2021）年度におけるセンダンの平均樹高は、200本/ha・斜面下部で399.4cm、400本/ha・斜面下部で490.0cm、400本/ha・斜面中部で229.1cmとなり、400本/ha・斜面中部で最も小さくなった。

斜面下部と斜面中部を比較すると成長状況に大きな差があり、特に斜面中部では植栽から4成長期が経過しているにもかかわらず、平均樹高が2m程度と低かった。以上から、センダンの植栽に適しているのは斜面中部よりも斜面下部であると言える。

表 5-16 植栽密度及び植栽立地別のセンダンの成長状況（宮崎県宮崎市センダン）

調査 プロット	調査項目 (平均値)	平成 29(2017)年 12-1月	平成 30(2018)年 10月22日	令和元(2019)年 10月22-23日	令和3(2021)年 12月1日
200本/ha 斜面下部	樹高(cm)	108.3±14.1	142.8±32.9	184.5±96.1	399.4±188.6
	地際直径 (cm)	1.2±0.3	1.9±0.6	2.5±1.3	6.4±4.5
	胸高直径 (cm)				4.4±3.4
	形状比	94.2±13.8	79.1±19.4	75.2±29.6	73.8±20.9
400本/ha 斜面下部	樹高(cm)	111.3±12.4	155.6±42.2	234.4±88.5	490.0±179.8
	地際直径 (cm)	1.2±0.3	2.2±0.8	3.0±1.2	8.0±3.7
	胸高直径 (cm)				3.0±5.8
	平均形状比	92.0±16.1	73.2±15.3	78.7±13.1	66.5±14.5
400本/ha 斜面中部	樹高(cm)	112.0±18.2	126.1±42.2	166.5±55.6	229.1±91.1
	地際直径 (cm)	1.2±0.3	1.8±0.6	2.2±0.7	2.9±1.1
	胸高直径 (cm)				2.0±0.8
	形状比	97.1±26.0	74.7±31.6	76.7±17.7	79.9±17.6

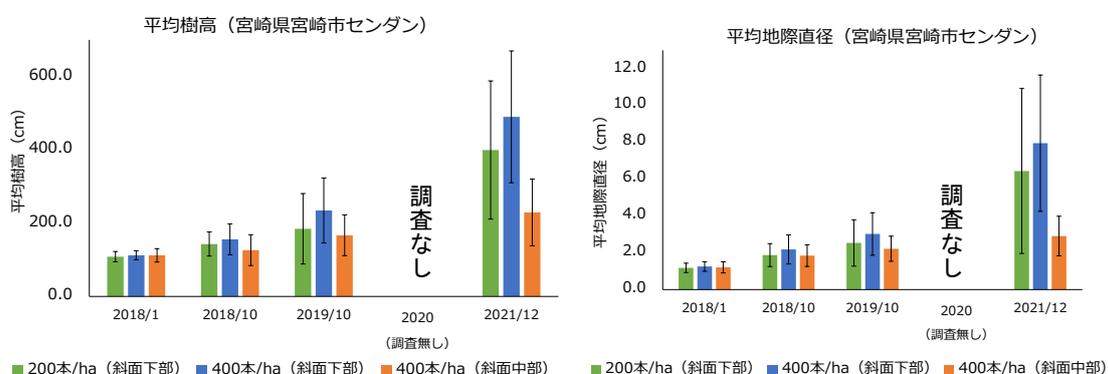


図 5-16 植栽密度及び植栽立地別のセンダンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
（宮崎県宮崎市センダン）

#### (4) 植栽から令和3(2021)年度までの施業内容及び人工数

令和2(2020)年度及び令和3(2021)年度に実施した施業内容及び人工数(ヘクタールあたり)を森林所有者から聞き取り、早生樹調査における結果と合わせて整理した(表5-17)。

なお下刈りや芽かきの人工数(ヘクタールあたり)については、令和元(2019)年度までは作業にかかった時間を直接計測して算出しており、令和2(2020)年度以降と単純に比較ができないことに注意が必要である。

また、令和2(2020)年度の下刈りについては、樹種ごとに作業を分けずにセンダン植栽地とコウヨウザン植栽地でまとめて下刈りが実施されており、センダン植栽地のみの人工数(ヘクタールあたり)を分けて算出することができなかった。令和3(2021)年度の下刈りについては、植栽密度ごとに作業を分けずにセンダン植栽地全体でまとめて下刈りが実施されており、植栽密度別の人工数(ヘクタールあたり)を算出することができなかった。

表 5-17 植栽から令和3(2021)年度までの施業内容及び人工数  
(宮崎県宮崎市センダン)

植栽密度	植栽年度 H29(2017)	2年目 H30(2018)		3年目 R1(2019)			4年目 R2(2020)	5年目 R3(2021)	合計
	植栽	下刈り	夏芽かき	春芽かき	下刈り	夏芽かき	下刈り	下刈り	
200本/ha	6.3	6.3	0.4	0.6	9.5	0.5	(10.6)	(9.3)	43.6
400本/ha	12.7	6.0	0.6	1.0	7.3	0.8			48.2

※表中の数値は、ヘクタールあたり人工数(人日/ha)

※赤字は、森林所有者へ聞き取り調査を実施して算出した人工数

(令和2(2020)年度の下刈りは、センダン植栽地とコウヨウザン植栽地で作業を分けずにまとめて実施されている。また、令和3(2021)年度の下刈りは、植栽密度ごとに作業を分けずにセンダン植栽地でまとめて実施されている。)

(5) 林況写真 (宮崎県宮崎市センダン)

①200 本/ha・斜面下部

	
200 本/ha・斜面下部 (平成 29(2017)年 12 月)	200 本/ha・斜面下部 (平成 30(2018)年 10 月)
	
200 本/ha・斜面下部 (令和元(2019)年 10 月)	200 本/ha・斜面下部 (令和 3 (2021) 年 12 月)

写真 5-17 200 本/ha・斜面下部の状況 (宮崎県宮崎市センダン)

②400 本/ha・斜面下部

	
400 本/ha・斜面下部 (平成 29(2017)年 12 月)	400 本/ha・斜面下部 (平成 30(2018)年 10 月)



400 本/ha・斜面下部  
(令和元(2019)年 10 月)



400 本/ha・斜面下部  
(令和 3 (2021) 年 12 月)

写真 5-18 400 本/ha・斜面下部の状況 (宮崎県宮崎市センダン)

③400 本/ha・斜面中部



400 本/ha 区・斜面中部  
(平成 30(2018)年 1 月)



400 本/ha 区・斜面中部  
(平成 30(2018)年 10 月)



400 本/ha 区・斜面中部  
(令和元(2019)年 10 月)



400 本/ha 区・斜面中部  
(令和 3 (2021) 年 12 月)

写真 5-19 400 本/ha・斜面中部の状況 (宮崎県宮崎市センダン)

#### 5-2-4. センダン実証植栽地の調査結果まとめ

##### 【センダンの植栽密度について】

熊本県天草市及び宮崎県宮崎市の実証植栽地では、センダンを 200 本/ha と 400 本/ha の 2つの植栽密度で植栽してそれぞれ調査プロットを設置し、センダンに適した植栽密度を検証した。

令和 3（2021）年度の調査では、どちらの実証植栽地も、200 本/ha、400 本/ha とともに隣同士の植栽木の樹冠はまだほとんど接しておらず、植栽密度による植栽木への影響はほとんどないと考えられた。

なお、植栽密度間でセンダンの成長に差が見られた実証植栽地もあったが、それらの成長差は植栽の翌年といった早い段階から生じており、植栽地の雑草木の繁茂状況といった植栽密度以外の要因によると考えられる。

##### 【センダンの植栽に適した立地環境（耕作放棄地）】

愛知県豊田市の実証植栽地では、耕作をやめてから 20 年程度経過している桑畑及び水田の跡地にセンダンを植栽して、耕作放棄地へのセンダンの植栽について検証した。なお、立地環境による生育の差を検証するため、実証植栽地を①畑跡地、②水田跡地（排水路あり）、③水田跡地（排水路なし、畔の上に植栽）、④水田跡地（排水路なし、田内に植栽）の 4つに分けてそれぞれに調査プロットを設置している。

令和 3（2021）年 12 月の調査結果では、①畑跡地に植栽したセンダンが生存率・成長量ともに良好な結果だった一方で、水田跡地に植栽したセンダンは、いずれも生存率が低下していた。特に、②水田跡地（排水路あり）及び④水田跡地（排水路なし、田内に植栽）では、植栽の 1 年後に生存率が 3 割程度まで低下しており、生き残ったセンダンも成長が良好ではなかった。

これらの生存率や成長量が低くなった調査プロットは、ところどころに滞水が発生しているなど過湿な状況に置かれていた。このことから、過湿な環境下にセンダンを植栽した場合、生育が大きく阻害されることが分かった。

熊本県天草市の実証植栽地では、サツマイモ畑の跡地にセンダンを植栽して、耕作放棄地へのセンダンの植栽について検証した。

熊本県天草市の実証植栽地では令和 2（2020）年度以降の下刈り等の施業が実施されておらず、令和 3（2021）年 11 月の調査では、調査プロット内にセイタカアワダチソウやクズなどの雑草木が繁茂しており、センダンを強く被圧していた。また、クズの巻き付きにより倒伏・折損等の被害を受けたセンダンも多く確認された。

熊本県天草市の実証植栽地のように放棄されてから長い年月が経過している耕作放棄地では、雑草木の根系が地拵え後も大量に残されており、下刈り等の管理を早期に終了すると一

齊に繁茂して植栽したセンダンに被害を与えてしまうことがある。特にクズの巻き付きは、センダンを被圧するだけでなく樹幹の変形や折損等に繋がるため、注意が必要である。

植栽前にクズ等の雑草木が繁茂していた場合は、除草剤を散布するなどして地下部に残された根系まで徹底的に除去しておくことや、植栽地を定期的に見回り、つる植物の巻き付きが見られた場合はその都度除去する等の対策を取る必要があることが分かった。

### 【センダンの植栽に適した立地環境（山地斜面）】

宮崎県宮崎市の実証植栽地では、山地の斜面下部と斜面中部にセンダンを植栽し、斜面位置によるセンダンの成長の違いを検証した。

植栽から約4年が経過した令和3（2021）年12月の調査では、斜面中部に植栽したセンダンは、生存率こそ比較的高かったものの、主幹が枯れて根元などから萌芽再生している個体が多く見られるなど、生育状態は良好ではなく、また植栽から4成長期が経過しているにもかかわらず平均樹高が2 m程度と、成長も非常に遅かった。一方で、斜面下部に植栽したセンダンについては、沢沿いに植栽した一部が台風の影響で流出して消失していたものの、斜面中部と比較して良好な成長状況を示していた。

以上から、山地においてセンダンの植栽に適しているのは、斜面中部よりも斜面下部であることが分かった。ただし、センダンの成長については個体差があり、同じ調査プロット内でも大きくなっていった個体からあまり成長していないような個体まで様々だった。今後は、そのような成長のばらつきがどのような要因により生じているかについても検証していく必要がある。

### 5-3. コウヨウザン植栽地における追跡調査結果

早生樹調査で平成 29 (2017) 年度にコウヨウザンを植栽した実証植栽地 3 箇所 (富山県立山町、広島県北広島町、宮崎県宮崎市) (表 5-18、図 5-17) について、令和 3 (2021) 年度に追跡調査を実施した。調査結果を以下に示す。

表 5-18 コウヨウザン実証植栽地の一覧

No	実証植栽地	苗種	植栽年度	植栽密度 (本/ha)	苗齢	植栽面積 (ha)	植栽本数 (本)	R3 下刈	
1	富山県立山町 (民有林)	コウヨウザン 裸苗	H29 (2017)	1,600	1	0.23	360	720	7月
					2	0.23			
2	広島県北広島町 (民有林)	コウヨウザン 裸苗	H29 (2017)	1,600	1	0.22	323	645	—
					2	0.22			
3	宮崎県宮崎市 (国有林)	コウヨウザン 裸苗	H29 (2017)	1,600	1	0.51	787	9月	

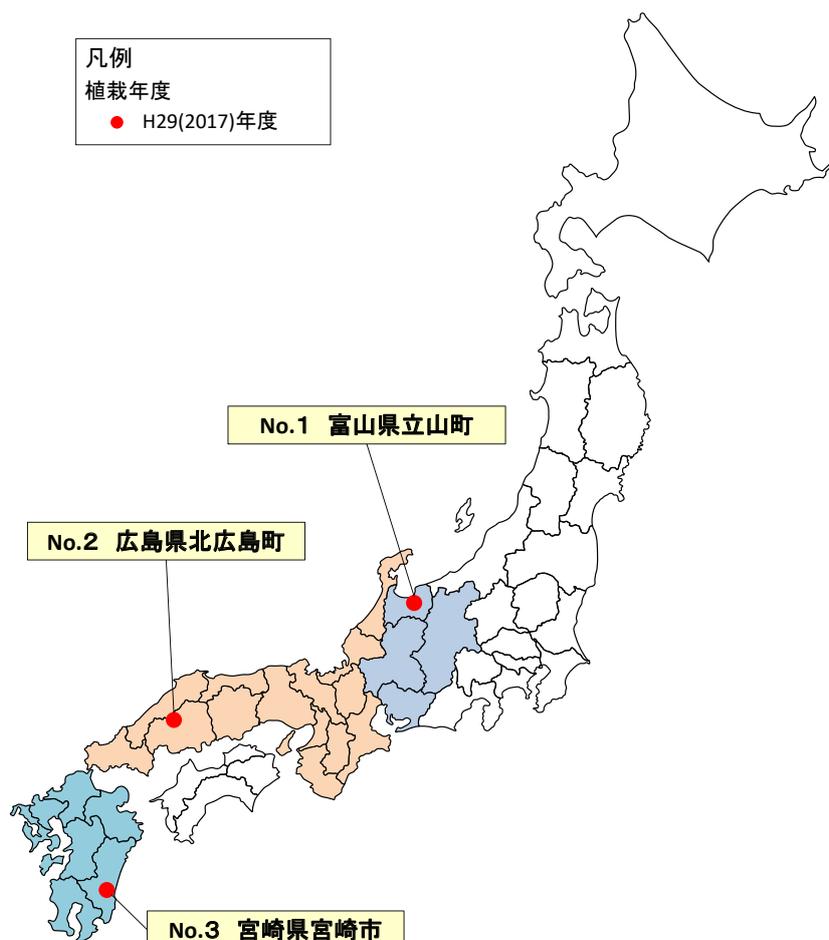


図 5-17 コウヨウザン実証植栽地の位置図

### 5-3-1. 富山県 立山町（コウヨウザン）（No.1）

#### （1）実証植栽地の概要

富山県立山町のコウヨウザン実証植栽地の概要を表 5-19 及び図 5-18 に示す。

平成 29（2017）年 11 月 18 日に、富山県立山町の傾斜 13～24° の斜面 0.45ha に、コウヨウザンの裸苗（1 年生苗及び 2 年生苗）を密度 1,600 本/ha で植栽した。

なお、前生林は 97 年生のスギで、平成 28（2016）年 4～6 月に伐採されている。本実証植栽地を含む全地域（4.28ha）の前生林分の蓄積量は 2,387m<sup>3</sup>（557.6 m<sup>3</sup>/ha）である。

本実証植栽地は多雪地であり、冬期には 1～2 m 程度の積雪がある（下刈り実施者への聞き取り結果から）。

表 5-19 実証植栽地の概要（富山県立山町コウヨウザン）

実証植栽地	富山県立山町（県有林）		
苗木種	コウヨウザン 裸苗		
植栽密度	1,600 本/ha		
試験処理区	1 年生苗区	2 年生苗区	合計
植栽面積	0.23ha	0.23ha	0.45ha
植栽本数	360 本	360 本	720 本
気温/ 降水量	10.6℃（平均気温）/ 3020.7mm（年降水量） （気象観測所「上市」の平年値を基に、100m で 0.6℃下がるとして算出）		
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	No.1：602m / 24° / NE（36° 35.096′、137° 22.645′） No.2：603m / 13° / NE（36° 35.071′、137° 22.628′）		
土壌	褐色森林土		
森林所有者	富山県		
植栽実施者	立山山麓森林組合		
植栽日	平成 29（2017）年 11 月 18 日		

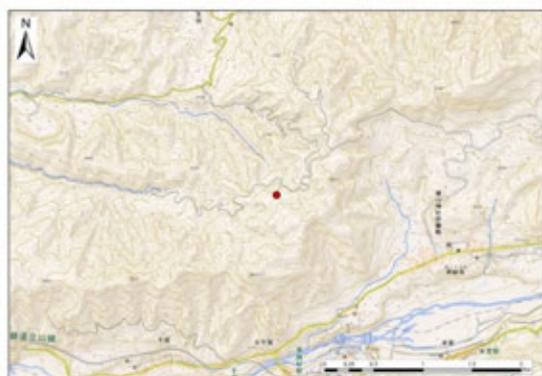


図 5-18 実証植栽地の位置（左）と状況（右、令和 3（2021）年 10 月）  
（富山県立山町コウヨウザン）

## (2) 調査プロットの概要

調査プロットの概要を図 5-19、表 5-20 に示す。

植栽する苗木の苗齢による生育の違いを検証するため、植栽地を1年生苗及び2年生苗の植栽区に分け、それぞれの苗齢で1つずつプロットを設定した(図 5-19)。プロットは15.6×17.3m(1年生苗区)及び17.2×17.3m(2年生苗区)の長方形で、各プロット36本ずつ、合計72本のコウヨウザンを調査した(表 5-20)。

なお、本実証植栽地では平成29(2017)年度の植栽直後の調査が積雪の影響により実施できておらず、初回調査を平成30(2018)年8月に実施している。また、令和2(2020)年度は調査を実施していない。

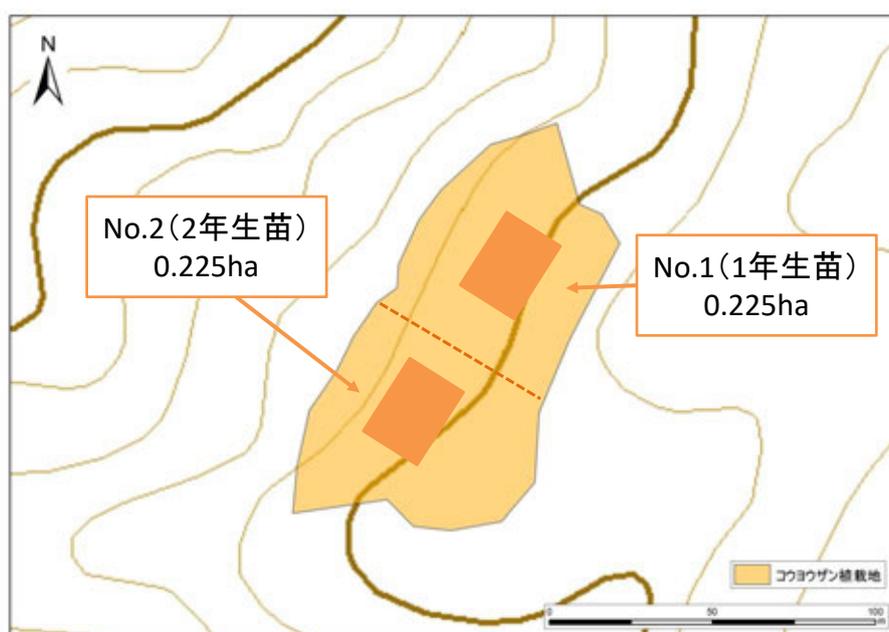


図 5-19 調査プロットの概要 (富山県立山町コウヨウザン)

表 5-20 調査プロットの概要 (富山県立山町コウヨウザン)

試験処理区	プロット No.	プロット形	調査本数	備考
1年生苗	No.1	15.6×17.3m	36本	
2年生苗	No.2	17.2×17.3m	36本	
合計			72本	

本実証植栽地における、植栽から令和3（2021）年度までに実施された下刈りの実施時期は表 5-21 のとおりである。本実証植栽地では、植栽翌年の平成 30（2018）年度から令和 3（2021）年度まで、毎年下刈りが実施されている。

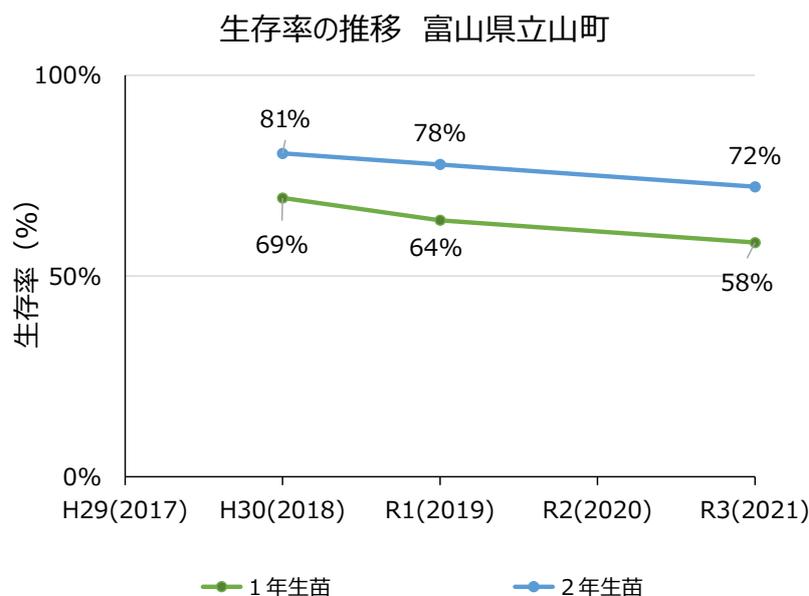
表 5-21 下刈りの実施時期（富山県立山町コウヨウザン）

年度	下刈り実施日
平成 29（2017）年度	—（植栽年）
平成 30（2018）年度	8 月
令和 元（2019）年度	8 月
令和 2（2020）年度	7 月
令和 3（2021）年度	7 月

### （3）苗齢別のコウヨウザンの生存率と令和 3（2021）年度における生育状況

植栽直後（平成 30（2018）年 12 月）から令和 3（2021）年 12 月までのコウヨウザンの生存率を図 5-20 に示す。なお、前述の通り本実証植栽地では平成 29（2017）年度の植栽直後の調査を実施していないため、平成 29（2017）年度における生存率は不明である。

1 年生苗と 2 年生苗の生存率を比較すると、平成 30（2018）年度以降は 1 年生苗の生存率が 2 年生苗よりも低い値で推移しており、令和 3（2021）年度における生存率は 1 年生苗で 58%、2 年生苗で 72%となった。



※R2(2020)年度は調査なし

図 5-20 苗齢別のコウヨウザンの生存率（富山県立山町コウヨウザン）

次に、令和3（2021）年度におけるコウヨウザンの生育状況を図5-21に示す。

1年生苗と2年生苗で比較すると、枯死・消失は2年生苗の方が少ない一方で、2年生苗に主軸の折損や枯損等の被害が多く見られた（写真5-20）。

主軸への被害については、積雪地のため冬期に積もった雪がグライドしたことによる折損のほか、寒害による主軸の枯損や、周囲にシカの食痕等の痕跡も確認されたことからシカによる食害も考えられる。ただし、2年生苗に主軸の被害が多く発生した理由については不明である。

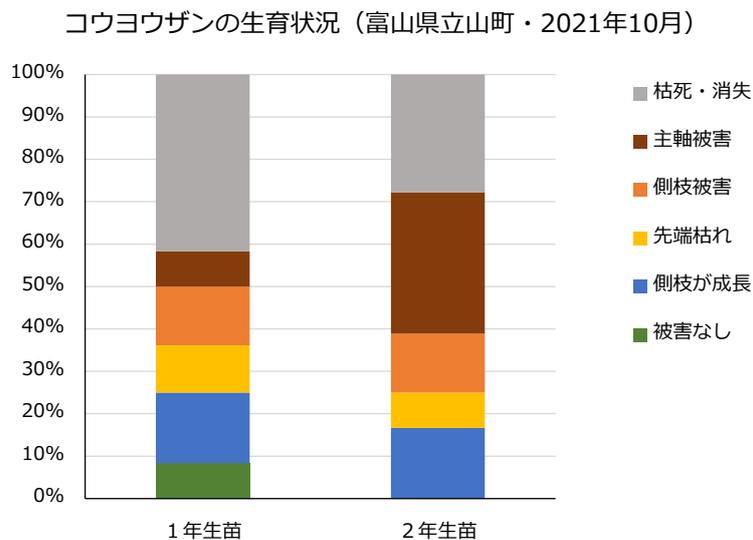


図5-21 令和3（2021）年10月における生育状況（富山県立山町コウヨウザン）



写真5-20 コウヨウザンの主軸の被害状況  
（富山県立山町コウヨウザン、令和3（2021）年10月）

#### (4) 苗齢別のコウヨウザンの成長状況

植栽直後から令和3（2021）年度までのコウヨウザンの成長状況は表 5-22 及び図 5-22 のとおりである。令和3（2021）年度における平均樹高は、植栽から4成長期が経過しているにもかかわらず1年生苗で48.6cm、2年生苗で53.7cmとなり、1年生苗、2年生苗ともに植栽時からほとんど成長していなかった。

コウヨウザンの成長が遅い要因として、写真 5-20 で見られるような主軸の折損・枯損が高い頻度で発生しており、コウヨウザンが萌芽再生を繰り返して主軸がなかなか伸長せず、樹高成長が抑えられている可能性が考えられた。

表 5-22 苗齢別のコウヨウザンの成長状況（富山県立山町コウヨウザン）

調査 プロット	調査項目 (平均値)	平成 30(2018) 年 8 月 1 日	平成 30(2018)年 11 月 6 日	令和元(2019)年 10 月 1 日	令和 3 (2021)年 10 月 25 日
1 年生苗	樹高 (cm)	14.6±4.9	20.8±3.7	23.5±8.6	48.6±17.4
	地際直径 (cm)	0.3±0.1	0.4±0.1	0.4±0.2	0.8±0.4
	形状比	50.4±24.5	60.1±13.7	56.8±22.1	62.9±19.8
2 年生苗	樹高(cm)	41.8±9.4	33.5±13.5	26.0±10.7	53.7±21.5
	地際直径 (cm)	0.7±0.2	0.8±0.2	0.9±0.3	1.2±0.5
	形状比	63.2±25.8	40.7±14.7	33.4±18.7	50.0±20.2

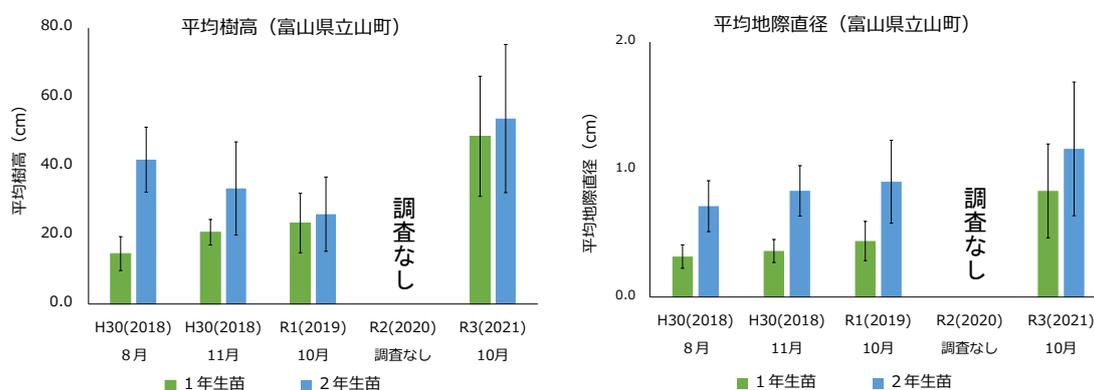


図 5-22 苗齢別のコウヨウザンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
（富山県立山町コウヨウザン）

### (5) 植栽から令和3（2021）年度までの施業内容及び人工数

令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に実施された施業内容及び人工数（ヘクタールあたり）を森林所有者から聞き取り、早生樹調査における調査結果と合わせて整理した（表5-23）。

なお人工数（ヘクタールあたり）については、令和元（2019）年度までは作業にかかった時間を直接計測して算出しており、令和2（2020）年度以降と単純に比較ができないことに注意が必要である。また本実証植栽地では、令和2（2020）年度と令和3（2021）年度の施業は1年生苗区と2年生苗区で分けずにまとめて実施されたため、苗齢ごとの人工数（ヘクタールあたり）は算出できなかった。

本実証植栽地では、植栽翌年の平成30（2018）年度から毎年下刈りが実施されている。また、令和元（2019）年度以外は根踏み作業（冬期に積雪で倒伏した植栽木を起こしたり、植栽木の周囲の土壌を踏み固める作業）も実施されている。

表 5-23 植栽から令和3（2021）年度までの施業内容及び人工数  
（富山県立山町コウヨウザン）

苗齢	植栽年度 H29(2017)	2年目 H30(2018)		3年目 R1(2019)	4年目 R2(2020)		5年目 R3(2021)		合計
	植栽	下刈り	根踏み	下刈り	根踏み	下刈り	根踏み	下刈り	
1年生苗区	3.8	3.5	2.1	1.8	2.9	5.8	2.2	6.2	28.3
2年生苗区	3.9	2.5	1.3	2.2					27.0

※表中の数値は、ヘクタールあたり人工数（人日/ha）

※赤字は、森林所有者へ聞き取り調査を実施して算出した人工数（令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度は、1年生苗区と2年生苗区で作業を分けずにまとめて実施されている）

(6) 林況写真 (富山県立山町コウヨウザン)

① 1年生苗区



1年生苗区 (平成 30(2018)年 8月)



1年生苗区 (平成 30(2018)年 11月)



1年生苗区 (令和元(2019)年 9月)



1年生苗区 (令和 3 (2021) 年 10月)



健全に生育している 1年生コウヨウザン (令和 3 (2021) 年 10月)

写真 5-21 1年生苗区の状況 (富山県立山町コウヨウザン)

② 2年生苗区



2年生苗区（平成 30(2018)年 8 月）



2年生苗区（平成 30(2018)年 11 月）



2年生苗区（令和元(2019)年 9 月）



2年生苗区（令和 3（2021）年 10 月）



健全に生育している 2年生コウヨウザン（令和 3（2021）年 10 月）

写真 5-22 2年生苗区の状況（富山県立山町コウヨウザン）

### 5-3-2. 広島県 北広島町（コウヨウザン）（No.2）

#### （1）実証植栽地の概要

広島県北広島町のコウヨウザン実証植栽地の概要を表 5-24 及び図 5-23 に示す。

平成 29（2017）年 12 月 11 日に、広島県北広島町の傾斜 20～27° の南東斜面 0.43ha に、コウヨウザンの裸苗（1 年生苗及び 2 年生苗）を密度 1,500 本/ha で植栽した。また、植栽から 2 年目の令和元（2019）年 7 月 23,26 日にノウサギ防除を実施した。

なお、前生林は 72 年生の広葉樹（一部スギ）で、平成 29（2017）年 3 月に伐採されている。本実証植栽地を含む全地域（約 0.5ha）の前生林分の蓄積量は約 150m<sup>3</sup>（300 m<sup>3</sup>/ha）である。

表 5-24 実証植栽地の概要（広島県北広島町コウヨウザン）

実証植栽地	広島県山県郡北広島町志路原		
苗木種	コウヨウザン 裸苗		
植栽密度	1,500 本/ha		
試験処理区	1 年生	2 年生	合計
植栽面積	0.22ha	0.22ha	0.43ha
植栽本数	323 本	323 本	646 本
気温/ 降水量	11.7℃（平均気温） / 1852.7mm（年降水量） / 319cm（年降雪量） （気象観測所「大朝」の平年値を基に 100m で 0.6℃下がるとして算出）		
標高/ 傾斜/ 方位 （緯度経度）	No.1 : 442m / 27° / SE (34° 54.044'、133° 00.749' ) No.2 : 452m / 20° / SE (34° 42.854'、132° 26.129' )		
土壌	褐色森林土		
森林所有者	個人		
植栽実施者	安芸北森林組合		
植栽日	平成 29（2017）年 12 月 11 日		
ノウサギ防除実施日	令和元（2019）年 7 月 23,26 日		



図 5-23 実証植栽地の位置（左）と状況（右、令和 3（2021）年 12 月）  
（広島県北広島町コウヨウザン）

## (2) 調査プロットの概要

調査プロットの概要を図 5-24、写真 5-23 及び表 5-25 に示す。

植栽する苗木の苗齢による生育の違いを検証するため、平成 29 (2017) 年 11 月に植栽地を二つに分けて 1 年生苗区及び 2 年生苗区を設定し、それぞれ 1 つずつ調査プロットを設置した。

その後の調査で、植栽したコウヨウザンにノウサギによる食害が確認されたため、令和元 (2019) 年 7 月に 1 年生苗区及び 2 年生苗区にそれぞれ 2 種類のノウサギ防除処理区 (忌避剤区、単木防護区) を設けた。また対照区として植栽直後に設置していた調査プロットを無処理区とし、合計 6 つの調査プロットとした (図 5-24)。

各調査プロットは概ね 200 m<sup>2</sup>以上の長方形で、各プロット 33 本以上、合計 211 本のコウヨウザンを調査対象とした (表 5-25)。

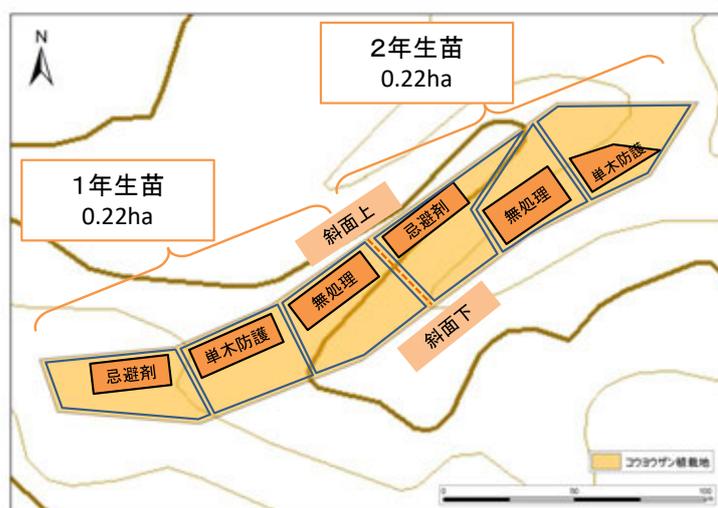


図 5-24 斜面上に設定した調査プロット (広島県北広島町コウヨウザン)



写真 5-23 1 年生苗区と 2 年生苗区の状況  
(広島県北広島町コウヨウザン、令和 3 (2021) 年 12 月)

表 5-25 調査プロットの概要（広島県北広島町コウヨウザン）

試験処理区	ノウサギ防除	プロット形	調査本数	設置時期
1年生苗	無処理区	11.1×22.4m	38本	平成29(2017)年12月
	忌避剤区	21.6×8.4m	33本	令和元(2019)年7月
	単木防護区	27.7×6.6m	34本	令和元(2019)年7月
2年生苗	無処理区	10.9×24.4m	38本	平成29(2017)年12月
	忌避剤区	28.6×7.3m	34本	令和元(2019)年7月
	単木防護区	22.2×10.3m	34本	令和元(2019)年7月
合計			211本	

本実証植栽地における、植栽から令和3(2021)年度までに実施された下刈りの実施時期は表5-26のとおりである。本実証植栽地では、植栽翌年の平成30(2018)年度から令和2(2020)年度まで毎年下刈りが実施されていたが、令和3(2021)年度は実施されていない。

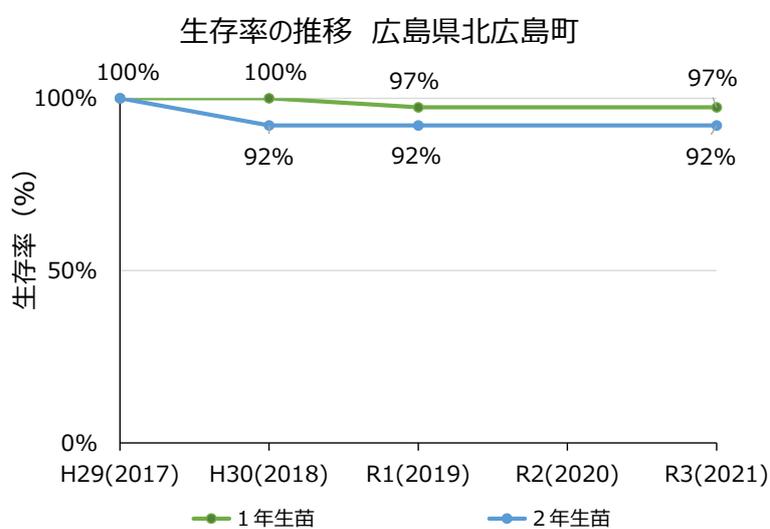
表 5-26 下刈りの実施時期（広島県北広島町コウヨウザン）

年度	下刈り実施日
平成29(2017)年度	—(植栽年)
平成30(2018)年度	9月
令和元(2019)年度	7月
令和2(2020)年度	8月
令和3(2021)年度	—

### (3) 苗齢別のコウヨウザンの生存率

植栽直後（平成 29（2017）年 12 月）から令和 3（2021）年 12 月までの植栽木の生存率を図 5-25 に示す。なお、植栽直後から調査をしている 1 年生苗・無処理区及び 2 年生苗・無処理区の植栽木のデータを使用した。

令和 3（2021）年 12 月の時点で、1 年生苗、2 年生苗ともに 9 割以上と高い生存率を示している。本実証植栽地ではノウサギによる食害を高い頻度で受けているが、食害を受けたコウヨウザンは根元からの萌芽により再生していた（写真 5-24）。この結果から、ノウサギによる食害ではコウヨウザンは枯死しにくいことが分かる。



※R2(2020)年度は調査なし

図 5-25 苗齢別のコウヨウザンの生存率（広島県北広島町コウヨウザン）



写真 5-24 ノウサギによる被害状況（左）と被害を受け萌芽再生したコウヨウザン（右）  
（広島県北広島町コウヨウザン 1 年生苗・無処理区、令和 3（2021）年 12 月）

#### (4) 苗齢別のコウヨウザンの成長状況

植栽直後（平成 29（2017）年 12 月）から令和 3（2021）年 12 月までのコウヨウザンの成長状況を表 5-27 及び図 5-26 に示す。なお、植栽直後から調査をしている 1 年生苗・無処理区及び 2 年生苗・無処理区の植栽木のデータを使用した。

植栽直後の平均樹高は、1 年生苗が 13.1cm、2 年生苗がそれぞれ 41.3cm だった。植栽から 2 年後の令和元（2019）年度の平均樹高は、1 年生苗が 36.2cm、2 年生苗が 51.6cm とほとんど成長しておらず、ノウサギによる食害で上方成長が抑えられている様子が分かる。さらに植栽から 4 年後の令和 3（2021）年度の平均樹高は、1 年生苗で 101.9cm、2 年生苗が 142.8cm となり、どちらも以前より成長していたが 2 年生苗の方が大きくなっていた。（写真 5-25）。令和 3（2021）年度に成長量が増加していた理由は不明だが、樹高が高くなるにつれノウサギがコウヨウザンの主軸に届かなくなったため、大きく成長できた可能性がある。

以上から、本実証植栽地のようにノウサギ被害が多い場所にコウヨウザンを植栽する場合は、植栽時の樹高が高い 2 年生苗を使用したほうが良いと考えられた。

表 5-27 苗齢別のコウヨウザンの生育状況（広島県北広島町コウヨウザン）

調査 プロット	調査項目 (平均値)	H29(2017)年 12 月 18 日	H30(2018)年 11 月 2 日	R 元(2019)年 10 月 25 日	R 3(2021)年 12 月 6 日
1 年生苗 無処理区	樹高 (cm)	13.1±4.8	18.3±11.3	36.2±20.7	101.9±52.2
	地際直径 (cm)	0.4±0.1	0.6±0.2	0.8±0.2	2.2±1.3
	形状比	37±11	31.3±12.1	42.1±17.7	51.5±15.2
2 年生苗 無処理区	樹高 (cm)	41.3±11.4	33.0±18.4	51.6±21.8	142.8±65.4
	地際直径 (cm)	0.8±0.1	0.9±0.2	1.3±0.4	3.2±2.0
	形状比	52±9	35.5±15.2	41.0±13.5	52.8±17.9

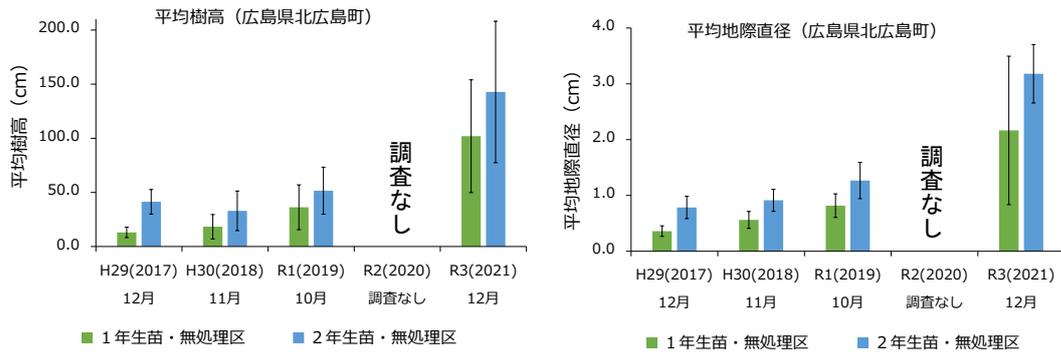


図 5-26 苗齢別のコウヨウザンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
（広島県北広島町コウヨウザン）



写真 5-25 萌芽再生後に順調に成長したコウヨウザン。複数の樹幹が伸長している。  
（左：1年生苗・無処理区、右：2年生苗・無処理区、令和3（2021）年12月）

### (5) ノウサギ防除処理別のノウサギ被害率

ノウサギの食害に対する防除資材の効果を検証するため、令和元（2019）年度7月に無処理区、忌避剤区、単木防護区を1年生苗区と2年生苗区に設置した。さらに、各調査プロット内の植栽木について、令和元（2019）年10月と令和3（2021）年12月にノウサギ被害の有無や成長状況を調査した。また、ノウサギ被害を受けていた場合には、コウヨウザンの主軸に被害を受けていた場合と、主軸以外（側枝など）に被害を受けていた場合の2つに区分した。結果を図5-27、図5-28及び図5-29に示す。

防除資材を設置してから約3カ月後の令和元（2019）年10月の調査では（図5-27）、無処理区及び忌避剤区はいずれもノウサギの被害が認められた（無処理区では、1年生苗で約95%、2年生苗で100%が被害。忌避剤区では、1年生苗で約69%、2年生苗で93%が被害）。忌避剤区については、忌避剤の散布後に新しく伸長した部分が食害を受けていた。一方で、単木防護区では1年生苗、2年生苗ともにノウサギの被害を受けていなかった。

この結果から、ノウサギによる食害を回避するためには、忌避剤を一度散布しただけでは十分でないこと、単木防護資材がノウサギによる食害に有効であることが分かる。

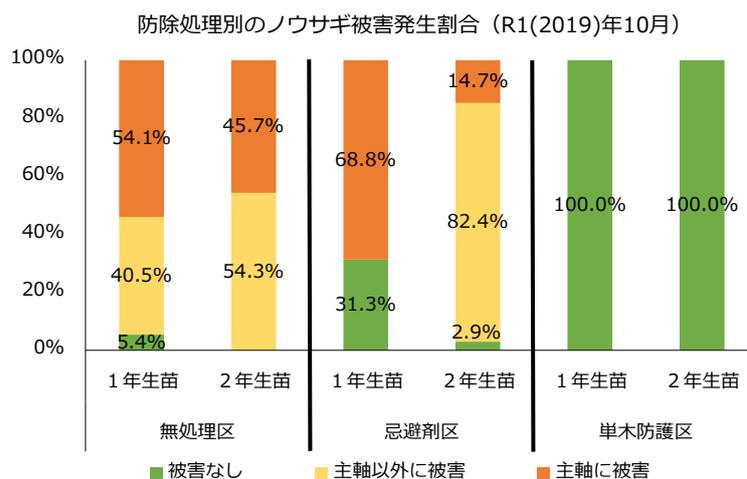


図 5-27 防除処理別のノウサギ被害発生割合  
（広島県北広島町コウヨウザン、令和元（2019）年10月時点）

また、防除資材を設置してから約2年半後の令和3（2021）年12月の調査では（図5-28）、無処理区、忌避剤区、単木防護区の全てにおいてノウサギの被害が認められた（無処理区では、1年生苗で100%、2年生苗で100%が被害。忌避剤区では、1年生苗で約97%、2年生苗で100%が被害。単木防護区では、1年生苗で約82%、2年生苗で100%が被害。）。令和元（2019）年度には被害を受けていなかった単木防護区でも新たに被害が発生していたが、資材（防護ネット）が下部までずり落ちていたことが原因である。これは、冬期に積もった雪の重みによるものと考えられた。

また、令和3（2021）年12月における防除資材別のコウヨウザンの成長状況（図5-29）

では、どの防除資材区でも1年生苗よりも2年生苗の方が大きかった。

令和元（2019）年度と令和3（2021）年度の被害状況を比較すると、コウヨウザンの主軸への被害（図5-27及び図5-28のオレンジ色の部分）は、令和元（2019）年度に被害を受けていない単木防護区を除いて、令和3（2021）年度の方が減少していた。また、どの防除資材区も、2年生苗の方が主軸への被害は少なかった。これらの結果から、令和3（2021）年度にはコウヨウザンの樹高が成長してノウサギが主軸を食害しにくくなったため、主軸への被害が減少したこと、また樹高が大きかった2年生苗の方が主軸への被害を減少できたことが考えられる。

以上より、ノウサギによる被害を抑えるためには1年生苗よりも2年生苗を使用した方がよく、また単木防護資材はノウサギの被害に効果があるが、資材が効果を発揮できているかどうか定期的に確認する必要があると考えられた。

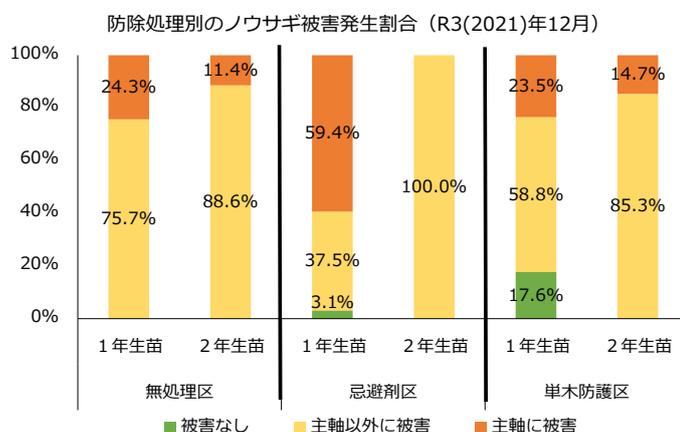


図 5-28 防除処理別のノウサギ被害発生割合  
(広島県北広島町コウヨウザン、令和3（2021）年12月時点)

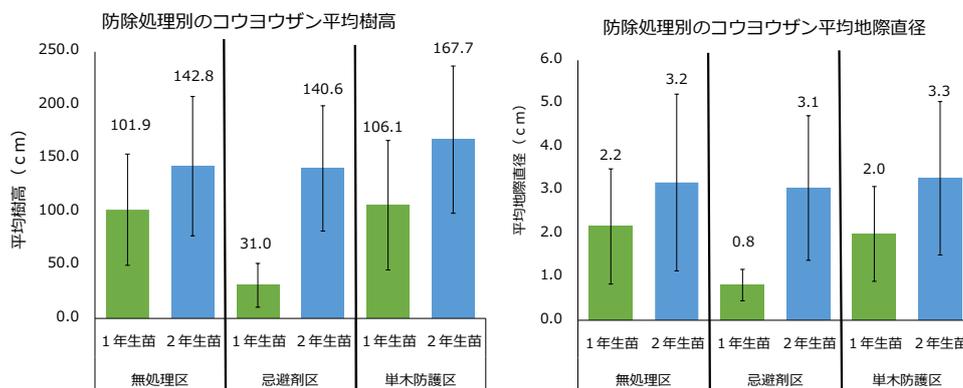


図 5-29 防除処理別のコウヨウザンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
(広島県北広島町コウヨウザン、令和3（2021）年12月時点)

## (6) ノウサギによる食害の発生箇所

コウヨウザンがどの程度まで成長すれば、ノウサギによる食害を受けなくなるかを検証するため、令和3（2021）年12月の調査時に、コウヨウザンが食害を受けていた被害箇所の地面からの高さ、被害箇所の直径を測定した。なお、同じコウヨウザンに被害が複数箇所確認された場合は、地面から最も高い位置にある被害箇所のみ測定した。結果を図5-30に示す。

調査の結果、コウヨウザンがノウサギによる被害を受けた箇所は、地面から約80cm以下に集中して発生していた。ノウサギが摂食できる高さは70cmまでという研究事例もあるが、被害がそれよりも高い位置でも発生していた（写真5-26）要因として、冬期の積雪がノウサギの足場となったことが考えられた。

このことから、積雪地で単木防護資材を使用する場合は、積雪によってノウサギがより高い位置まで摂食する可能性を考慮して防除資材を選ぶ必要があると考えられる。

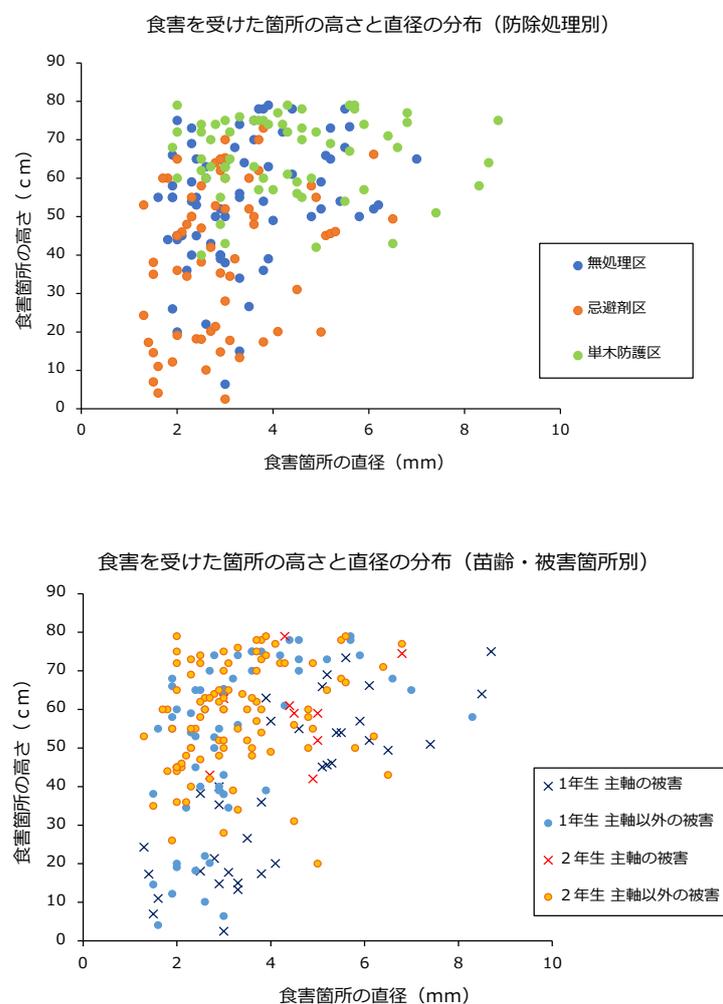


図 5-30 ノウサギ被害を受けた箇所の高さと直径の分布  
 上：防除処理別、下：苗齢及び被害箇所別  
 （広島県北広島町コウヨウザン、令和3（2021）年12月）



写真 5-26 高さ約 80cm の枝に食害を受けていたコウヨウザン  
(1年生苗・無処理区、令和3(2021)年12月)

#### (7) 植栽から令和3(2021)年度までの施業内容及び人工数

令和2(2020)年度及び令和3(2021)年度に実施した施業内容及び人工数(ヘクタールあたり)を森林所有者から聞き取り、早生樹調査の結果と合わせて整理した(表5-28)。

なお、人工数(ヘクタールあたり)については、令和元(2019)年度までは施業にかかった時間を直接計測して算出しており、令和2(2020)年度以降と単純に比較ができないことに注意が必要である。また、令和2(2020)年度の下刈りは1年生苗区と2年生苗区で作業を分けずにまとめて実施されたため、苗齢ごとの人工数は算出できなかった。

本実証植栽地は雑草木の被度が比較的低く、令和3(2021)年度は下刈りが必要ないと判断されたため実施されなかった。

表 5-28 植栽から令和3(2021)年度までの施業内容及び人工数  
(広島県北広島町コウヨウザン)

苗齢	植栽年度 H29(2017)	2年目 H30(2018)		3年目 R1(2019)	4年目 R2(2020)	5年目 R3(2021)	合計
	植栽	下刈り	印付け※	下刈り	下刈り	下刈り	
1年生苗区	2.8	6.4	3.6	6.0	4.7	実施せず	23.6
2年生苗区	3.1	5.8	0.0	6.3			19.9

※表中の数値は、ヘクタールあたり人工数(人日/ha)

※赤字は、森林所有者へ聞き取り調査を実施して算出した人工数(令和2(2020)年度の下刈りは、1年生苗区と2年生苗区で作業を分けずにまとめて実施されている。)

(8) 林況写真 (広島県北広島町コウヨウザン)

① 1年生苗・無処理区



1年生苗・無処理区 (平成 30(2018)年 11月)



1年生苗・無処理区 (令和元 (2019)年 7月)



1年生苗・無処理区 (令和元 (2019)年 10月)



1年生苗・無処理区 (令和3 (2021)年 12月)

写真 5-27 1年生苗・無処理区の状況 (広島県北広島町コウヨウザン)

② 2年生苗・無処理区



2年生苗・無処理区 (平成 30(2018)年 11月)



2年生苗・無処理区 (令和元 (2019)年 7月)

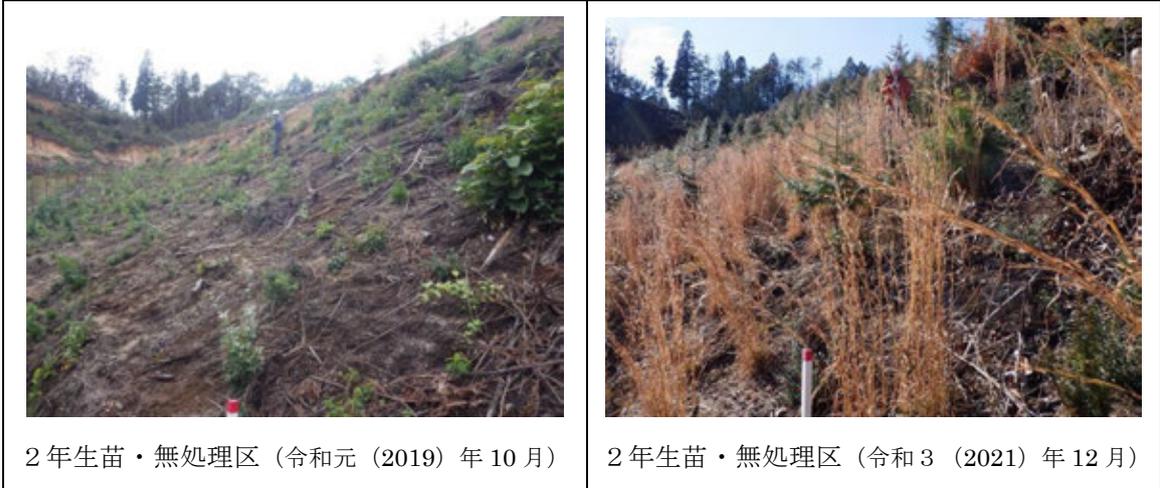


写真 5-28 2年生苗・無処理区の状況（広島県北広島町コウヨウザン）

③ 1年生苗・忌避剤区

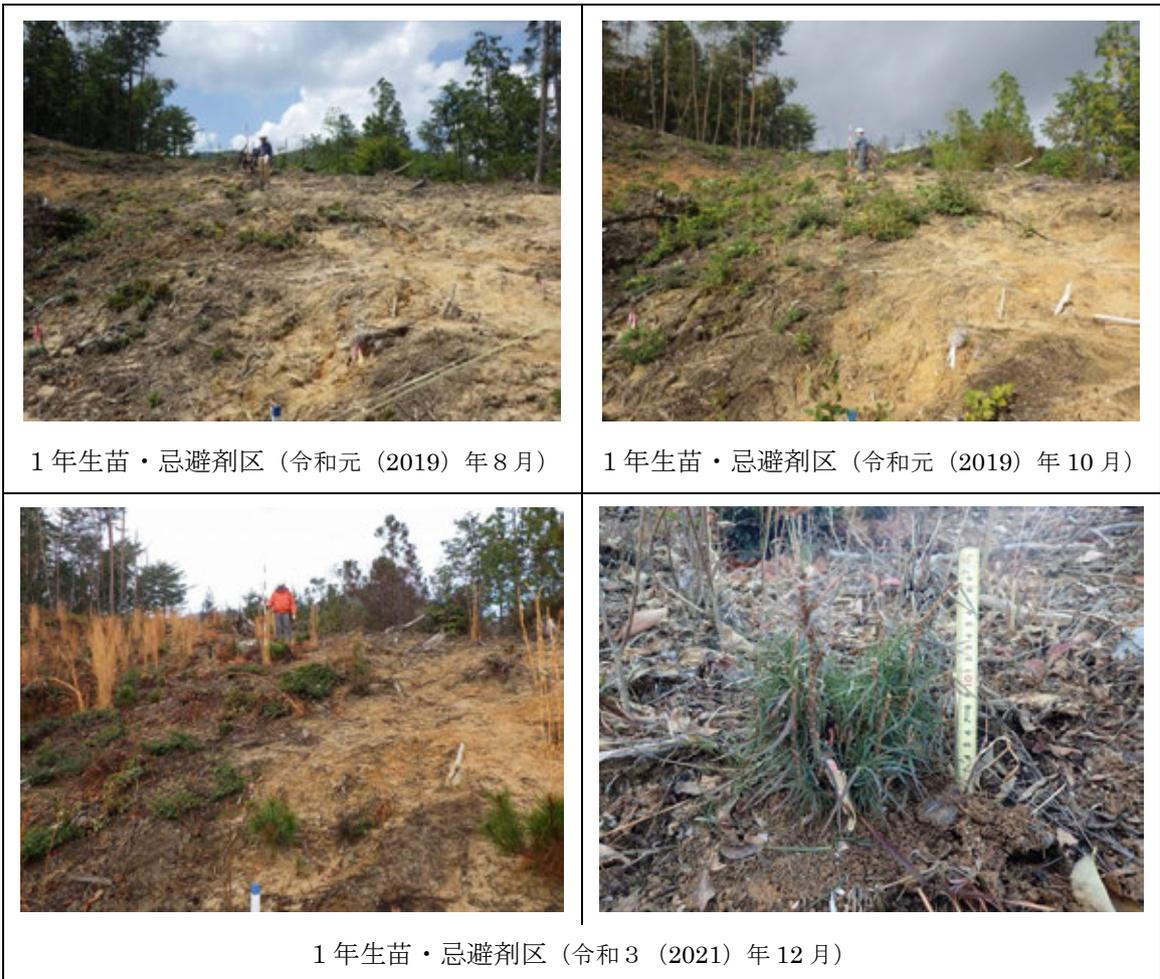


写真 5-29 1年生苗・忌避剤区の状況（広島県北広島町コウヨウザン）

④ 2年生苗・忌避剤区



2年生苗・忌避剤区（令和元（2019）年8月）



2年生苗・忌避剤区（令和元（2019）年10月）



2年生苗・忌避剤区（令和3（2021）年12月）

写真 5-30 2年生苗・忌避剤区の状況（広島県北広島町コウヨウザン）

⑤ 1年生苗・単木防護区



1年生苗・単木防護区（令和元（2019）年8月）



1年生苗・単木防護区（令和元（2019）年10月）

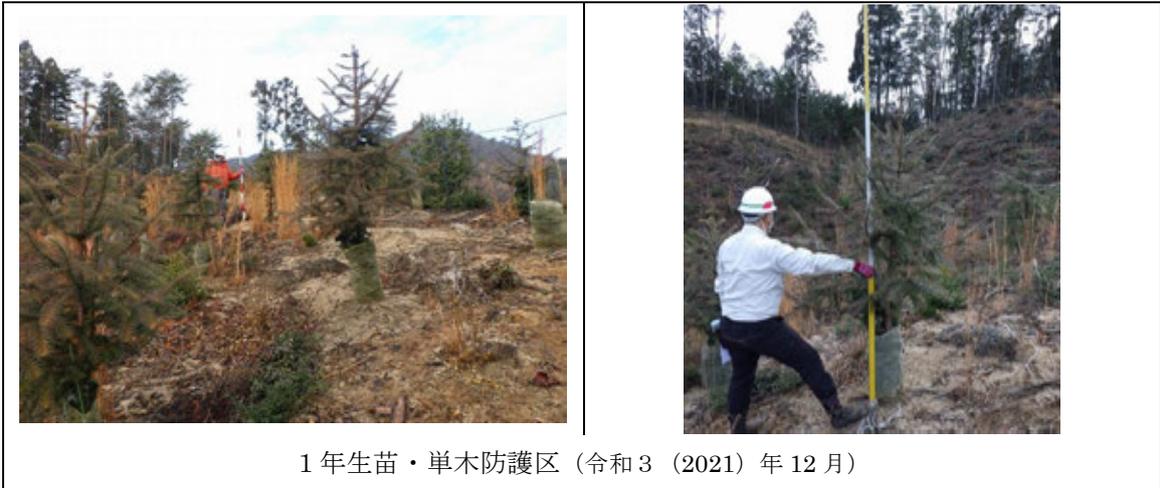


写真 5-31 1年生苗・単木防護区の状況（広島県北広島町コウヨウザン）

⑥ 2年生苗・単木防護区

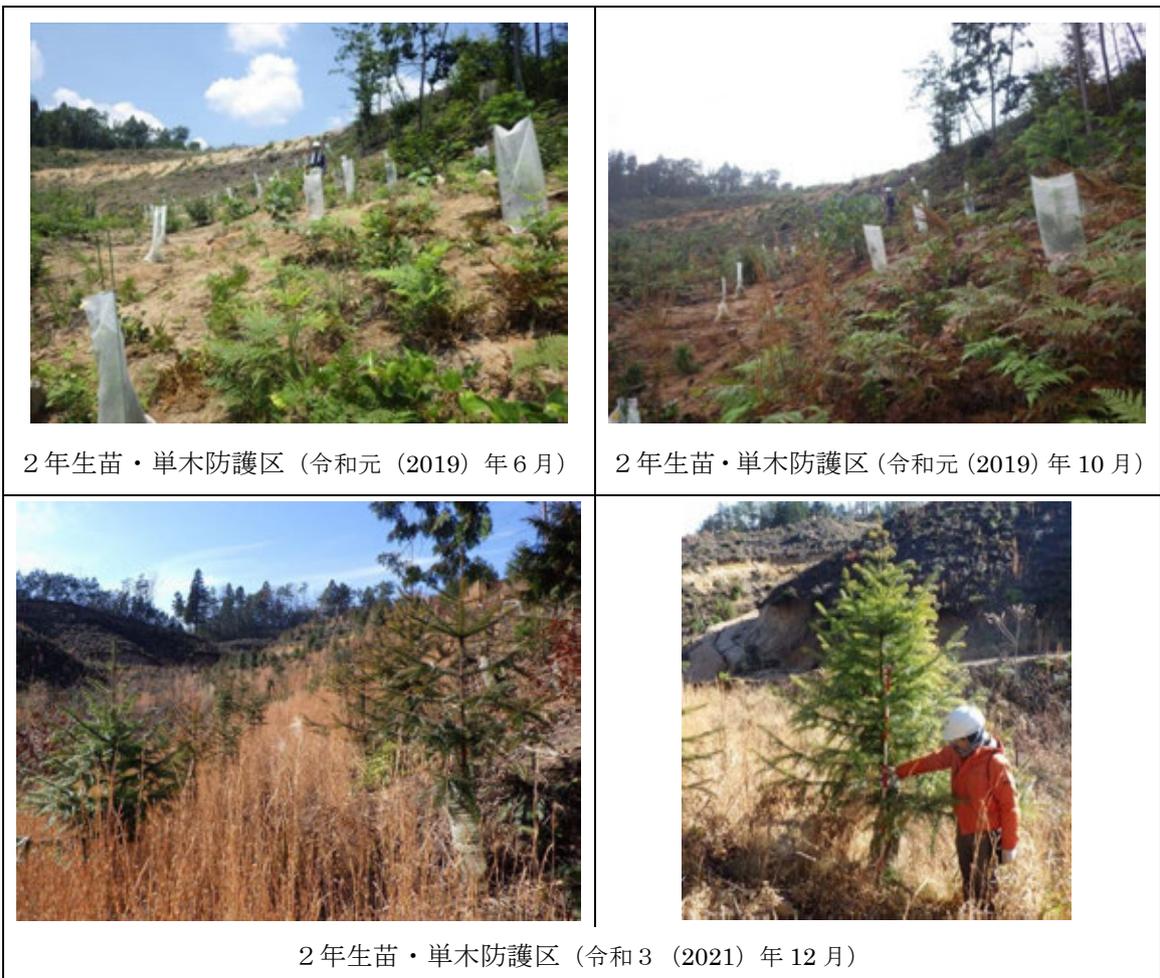


写真 5-32 2年生苗・単木防護区の状況（広島県北広島町コウヨウザン）

### 5-3-3. 宮崎県 宮崎市 (コウヨウザン) (No.3)

#### (1) 実証植栽地の概要

宮崎県宮崎市のコウヨウザン実証植栽地の概要を表 5-29 及び図 5-31 に示す。

平成 29 (2017) 年 12 月 12 日に、宮崎県宮崎市の傾斜 27~34° の斜面 0.51ha に、コウヨウザンの裸苗 (1 年生苗) を密度 1,600 本/ha で植栽した (表 5-29)。また、植栽から 2 年目の令和元 (2019) 年 7 月 24~27 日にノウサギ防除を実施した。

なお、前生林は 66 年生のスギ、一部ヒノキ、広葉樹で、平成 28 (2016) 年 10 月~平成 29 (2017) 年 3 月に伐採されている。本実証植栽地を含む全地域 (4.45ha) の前生林分の蓄積量は 2,880m<sup>3</sup> (647.2m<sup>3</sup>/ha) である。また、本実証植栽地はシカ対策のため防護柵 (ネット) が設置されているが、破損して内部にシカ等が侵入している。

表 5-29 実証植栽地の概要 (宮崎県宮崎市コウヨウザン)

実証植栽地	宮崎県宮崎市高岡町 (国有林)		
苗木種	コウヨウザン 裸苗 (1 年生苗)		
植栽密度	1,600 本/ha		
試験処理 (斜面位置)	斜面中部	斜面上部	合計
植栽面積	0.25ha	0.26ha	0.51ha
植栽本数	400 本	387 本	787 本
気温/ 降水量	17.1℃ (平均気温) / 2625.5mm (年降水量) (気象観測所「宮崎」の平年値を基に、100m で 0.6℃下がるとして算出)		
標高/ 傾斜/ 方位 (緯度経度)	No.1: 70m / 34° / NE (31° 54.761'、131° 14.292') No.2: 103m / 27° / WNW (31° 54.723'、131° 14.357')		
土壌	褐色森林土		
森林所有者	九州森林管理局		
植栽実施者	宮崎地区国有林事業協同組合		
植栽日	平成 29 (2017) 年 12 月 12 日		
ノウサギ防除実施日	令和元 (2019) 年 7 月 24~27 日		

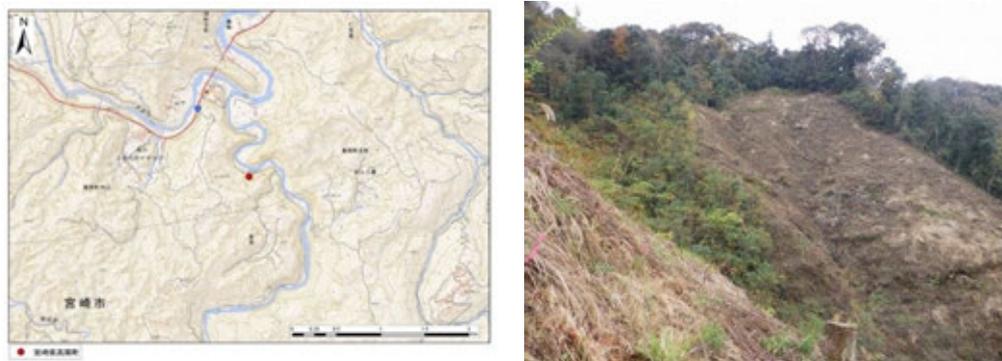


図 5-31 実証植栽地の位置 (左) と状況 (右、令和 3 (2021) 年 11 月)  
(宮崎県宮崎市コウヨウザン)

## (2) 調査プロットの概要

調査プロットの概要を図 5-32、写真 5-33 及び表 5-30 に示す。コウヨウザンの植栽に適した立地環境を検証するため、斜面中部と斜面上部にコウヨウザンを植栽し、それぞれに調査プロットを設置した。なお、本実証植栽地はセンダン実証植栽地（141～149 ページ）と隣接している（図 5-32 の緑色のエリア）。

その後の調査で、植栽したコウヨウザンにノウサギによる食害が確認されたため、令和元（2019）年 7 月に斜面中部及び斜面上部に、それぞれ 2 種類のノウサギ防除処理区（忌避剤区、単木防護区）を設けた。また対照区として植栽直後に設置していた調査プロットを無処理区とし、合計 6 つの調査プロットとした（図 5-32）。各調査プロットは概ね 200 m<sup>2</sup>以上の長方形で、各プロット 14 本以上、合計 136 本のコウヨウザンを調査対象とした（表 5-30）。なお、令和 2（2020）年度は調査を実施していない。

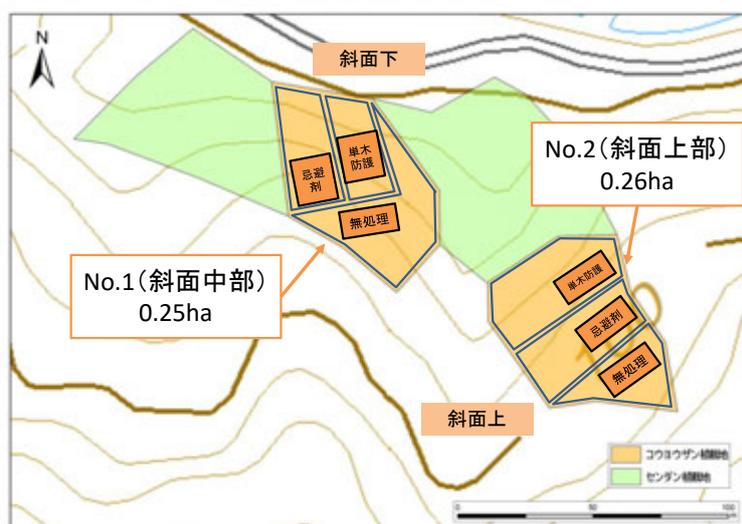


図 5-32 設定した調査プロット（宮崎県宮崎市コウヨウザン）



斜面中部（手前側はセンダン植栽地）

斜面上部

写真 5-33 各調査プロットの状況（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

表 5-30 調査プロットの概要（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

試験処理区	ノウサギ防除	プロット形	調査本数	備 考
斜面中部	無処理区	10.9×24.4m	36 本	
	忌避剤区	8.2×21.5m	17 本	
	単木防護区	6.6×27.6m	15 本	
斜面上部	無処理区	11.1×22.4m	37 本	
	忌避剤区	7.3×28.6m	17 本	
	単木防護区	10.3×22.2m	14 本	
合計			136 本	

本実証植栽地における、植栽から令和 3（2021）年度までに実施された下刈りの実施時期は表 5-31 のとおりである。本実証植栽地では、植栽翌年の平成 30（2018）年度から令和 3（2021）年度まで、毎年下刈りが実施されている。

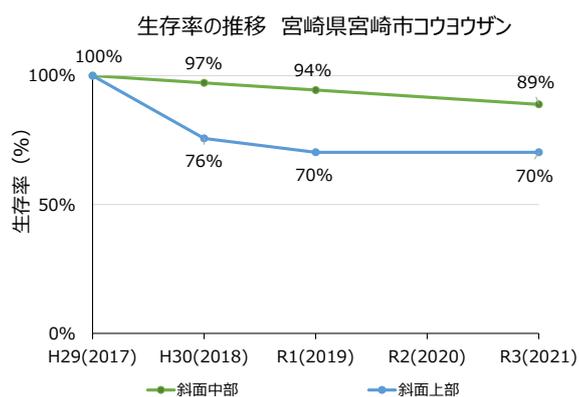
表 5-31 下刈りの実施時期（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

年度	下刈り実施日
平成 29（2017）年度	—（植栽年）
平成 30（2018）年度	8 月
令和 元（2019）年度	9 月
令和 2（2020）年度	夏期
令和 3（2021）年度	9 月

### (3) 斜面位置別のコウヨウザンの生存率

植栽直後（平成 29（2017）年 12 月）から令和 3（2021）年 11 月までの植栽木の生存率を図 5-33 に示す。なお、植栽直後から調査をしている斜面中部・無処理区及び斜面上部・無処理区の植栽木のデータを使用した。

斜面中部と斜面上部の比較では、斜面中部は植栽以降大きく生存率が低下せず、令和 3（2021）年 11 月時点で 9 割近くが生存していた一方で、斜面上部では植栽から 1 年で生存率が 8 割以下にまで低下し、令和 3（2021）年 11 月時点で生存率は 7 割となった。



※R2(2020)年度は調査なし

図 5-33 斜面位置別のコウヨウザンの生存率（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

次に、令和 3（2021）年 11 月におけるコウヨウザンの生育状況を図 5-34 に示す。

斜面中部、斜面上部のどちらもほとんどのコウヨウザンがノウサギによる食害を受けており、主軸に被害を受けたコウヨウザンの割合は斜面中部・斜面上部ともに 6 割以上だった。（写真 5-34）。

以上から、斜面上部で生存率が低くなった要因として、乾燥しやすい立地だった可能性があるほか、斜面上部の調査プロットの近くに森林が残されており（写真 5-33）、林内を住処としていたノウサギに集中的に食害された可能性もあるが、現時点で要因の特定は困難である。

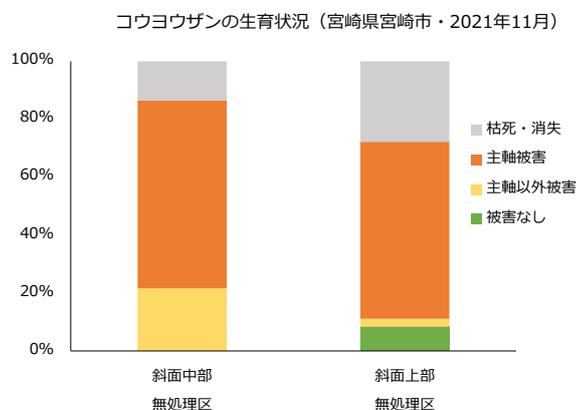


図 5-34 令和 3（2021）年 11 月における生育状況（宮崎県宮崎市コウヨウザン）



写真 5-34 ノウサギによる食害を受けていたコウヨウザン  
(宮崎県宮崎市コウヨウザン、令和3(2021)年11月)

#### (4) 斜面位置別のコウヨウザンの成長状況

植栽直後(平成29(2017)年12月)から令和3(2021)年12月までのコウヨウザンの成長状況を表5-32及び図5-35に示す。なお、植栽直後から調査をしている斜面中部・無処理区及び斜面上部・無処理区の植栽木のデータを使用した。

本実証植栽地では、植栽直後からノウサギによる食害が高い頻度で発生している。その結果、植栽から約4年が経過した令和3(2021)年11月の調査でも、コウヨウザンの平均樹高は斜面中部で30.0cm、斜面上部で18.1cmとほとんど成長しておらず、斜面上部に至っては植栽直後よりも平均樹高が下回っている状況だった。これらのことから、ノウサギによる食害がコウヨウザンの成長に非常に強い影響を与えていることが分かる。

なお、平成30(2018)年から令和元(2019)年にかけて、斜面上部で平均地際直径が小さくなっているが、これは主軸がノウサギによる食害を受けて枯れ、新しく萌芽再生枝が主軸化したことにより測定位置が変わったことによるものである。

以上から、本実証植栽地ではノウサギによる食害がコウヨウザンの成長に強い影響を与えているため、斜面位置によるコウヨウザンの成長の違いを検証することは難しい。

表 5-32 斜面位置別のコウヨウザンの成長状況（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

調査 プロット	調査項目 (平均値)	平成 29(2017)年	平成 30(2018)年	令和元(2019)年	令和 3 (2021)年
		12 月 18 日	10 月 22 日	10 月 21-22 日	11 月 30 日
斜面中部 無処理区	樹高 (cm)	19.5±3.8	23.9±15.0	22.9±12.3	30.0±16.9
	地際直径 (cm)	0.5±0.1	0.6±0.2	0.6±0.2	0.9±0.3
	形状比	40.2±10.6	41.2±22.3	40.9±22.2	36.6±19.8
斜面上部 無処理区	樹高(cm)	21.8±3.1	10.7±3.5	28.1±13.0	18.1±12.4
	地際直径 (cm)	0.5±0.1	0.6±0.2	0.4±0.2	0.7±0.3
	形状比	43.6±7.7	18.4±7.0	68.3±29.2	31.0±16.0

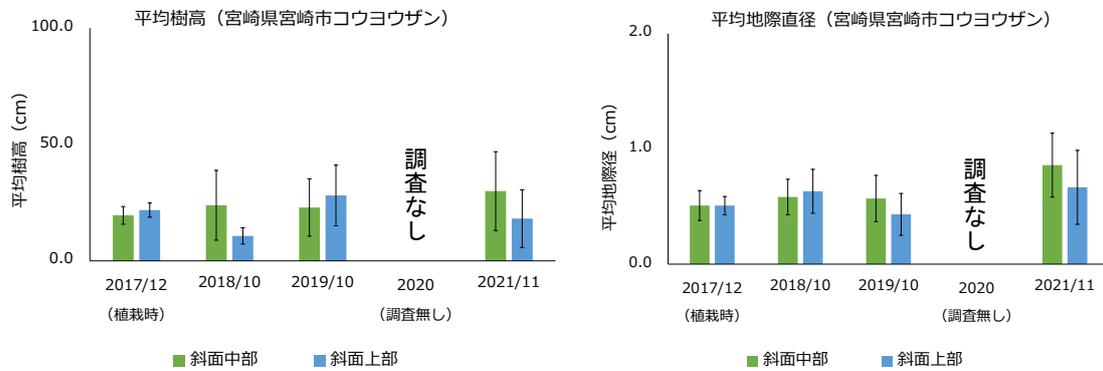


図 5-35 斜面位置別のコウヨウザンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

### (5) ノウサギ防除処理別のノウサギ被害率及び成長状況等の違い

ノウサギの食害に対する防除資材の効果を検証するため、6つのノウサギ防除処理区に設置した各調査プロット内の植栽木について、令和元（2019）年10月と令和3（2021）年11月にノウサギ被害の有無及び成長状況を調査した。また、ノウサギ被害を受けていた場合には、コウヨウザンの主軸に被害を受けていた場合と、主軸以外（側枝など）に被害を受けていた場合の2つに区分した。結果を図5-36、図5-37及び図5-38に示す。

防除資材を設置してから約3カ月後の令和元（2019）年10月の調査では（図5-36）、斜面中部の無処理区及び忌避剤区で多くのコウヨウザンにノウサギの被害が認められた（無処理区では約68%、忌避剤区では約56%が被害）。忌避剤区については、忌避剤の散布後に新しく伸長した部分が食害を受けていた。一方で、単木防護区では1年生苗、2年生苗ともにノウサギの被害を受けていなかった。

この結果から、ノウサギによる食害を回避するためには、単木防護資材が有効であることが分かる。

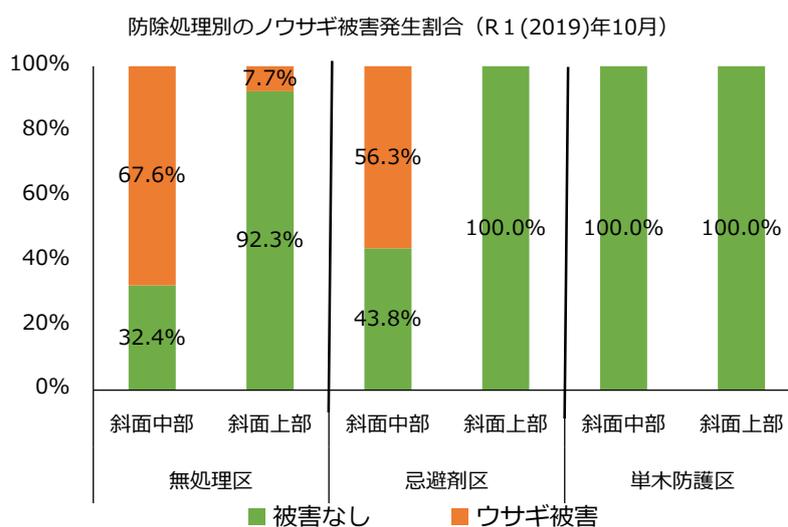


図 5-36 防除処理別のノウサギ被害発生割合  
（宮崎県宮崎市コウヨウザン、令和元（2019）年10月時点）

一方、防除資材を設置してから約2年半後の令和3（2021）年11月の調査では（図5-37）、無処理区、忌避剤区、単木防護区の全てにおいてノウサギの被害が認められ、また被害の多くが主軸への被害だった。令和元（2019）年度には被害を受けていなかった単木防護区でも新たに被害が発生していたが、資材（防護ネット）が下部までずり落ちていた（写真5-35）ことが原因である。これは、資材の一部の支柱とネットを結束する部分がわずかに緩んでいたこと等が要因と考えられる。

また、令和3（2021）年11月における防除資材別のコウヨウザンの成長状況（図5-38）では、どの防除資材区でも斜面上部よりも斜面中部の方が大きかった。また、図5-37及び図

5-38 からは、特にコウヨウザンの平均樹高が高くなっている防除処理区（斜面中部・忌避剤区、斜面中部・単木防護区、斜面上部・単木防護区）では、コウヨウザンの主軸への被害が比較的少なくなっていることが分かる。

令和元（2019）年度と令和3（2021）年度の被害状況を比較すると、どの防除処理区も令和元（2019）年度より令和3（2021）年度の方がノウサギによる被害が増加していた。ただし、単木防護区では他の防除処理区よりも被害が少なく、斜面中部で約85%、斜面上部で約64%のコウヨウザンが被害を受けずに成長していた。また、斜面上部・単木防護区では、シカによる主軸への食害も確認されており、単木防護ネットよりも高い位置を食害していた。

この結果から、単木防護資材はノウサギによる被害を抑えるためには効果があるが、設置した後も資材が効果を発揮しているかどうか定期的に確認する必要があると考えられた。

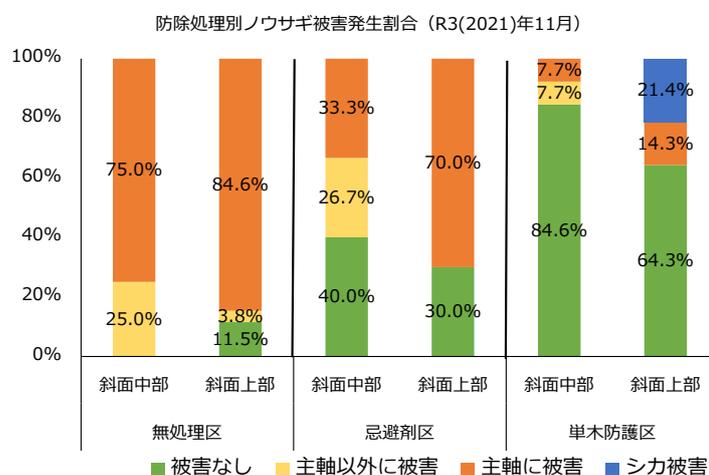


図 5-37 防除処理別のノウサギ被害発生割合  
(宮崎県宮崎市コウヨウザン、令和3（2021）年11月時点)

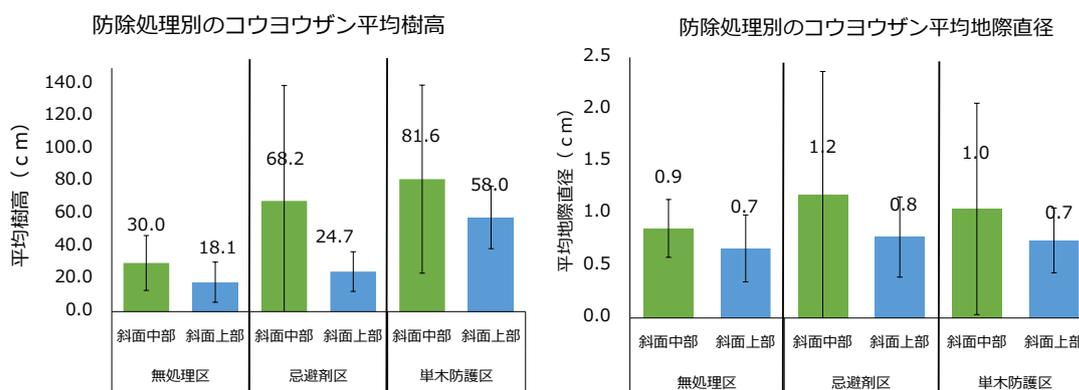


図 5-38 防除処理別のコウヨウザンの平均樹高（左）及び平均地際直径（右）  
(宮崎県宮崎市コウヨウザン、令和3（2021）年11月時点)



写真 5-35 ネットがずり落ちて食害を受けていたコウヨウザン  
(斜面上部・単木防護区、令和3（2021）年11月）

#### （6）ノウサギによる食害の発生箇所

コウヨウザンがどの程度まで成長すれば、ノウサギによる食害を受けなくなるかを検証するため、令和3（2021）年11月の調査時に、コウヨウザンが食害を受けていた被害箇所の地面からの高さ、被害箇所の直径を測定した。なお、同じコウヨウザンに被害が複数箇所確認された場合は、地面から最も高い位置にある被害箇所のみ測定した。結果を図5-39に示す。

調査の結果、コウヨウザンがノウサギによる被害を受けた箇所は、地面から約40cm以下・直径5mm以下に集中していた。この結果から、本実証植栽地ではコウヨウザンの樹幹の高さ40cmの部分が5mm以上にまで成長すれば、ノウサギによる被害が少なくなる可能性が示唆された。

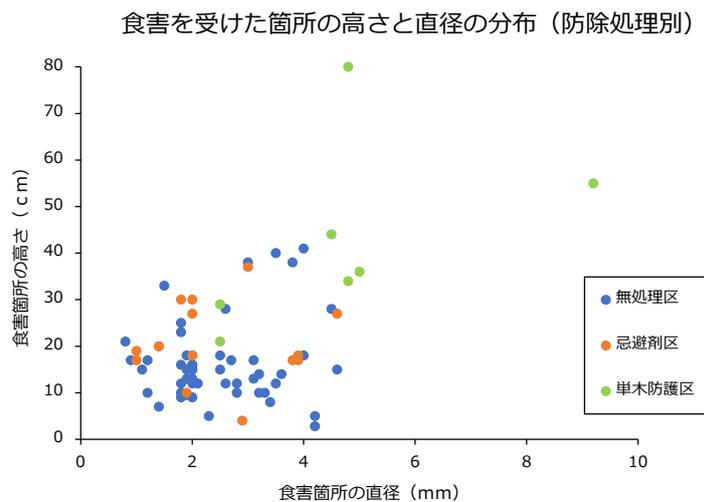


図 5-39 ノウサギ被害を受けた箇所の高さや直径の分布（防除処理別）  
(宮崎県宮崎市コウヨウザン、令和3（2021）年11月）

### (7) 植栽から令和3（2021）年度までの施業内容及び人工数

令和2（2020）年度及び令和3（2021）年度に実施された施業内容及び人工数（ヘクタールあたり）を森林所有者から聞き取り、早生樹調査の結果と合わせて整理した（表 5-33）。

なお人工数（ヘクタールあたり）については、令和元（2019）年度までは作業にかかった時間を直接計測して算出しており、令和2（2020）年度以降と単純に比較ができないことに注意が必要である。また、令和2（2020）年度の下刈りについては、隣接しているセンダン植栽地と作業を分けずにまとめて実施されており、コウヨウザン植栽地のみ的人工数（ヘクタールあたり）を分けて算出することができなかった。

本実証植栽地では、植栽翌年の平成30（2018）年度から毎年下刈りが実施されている。

表 5-33 植栽から令和3（2021）年度までの施業内容及び人工数  
（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

苗 齢	植栽年度 H29(2017)	2年目 H30(2018)	3年目 R1(2019)	4年目 R2(2020)	5年目 R3(2021)	合 計
	植栽	下刈り	下刈り	下刈り	下刈り	
1年生苗	6.5	5.5	7.2	(10.6)	16.0	45.8

※表中の数値は、ヘクタールあたり人工数（人日/ha）

※赤字は、森林所有者へ聞き取り調査を実施して算出した人工数（令和2（2020）年度の下刈りは、センダン植栽地とコウヨウザン植栽地で作業を分けずにまとめて実施されている。）

(8) 林況写真 (宮崎県宮崎市コウヨウザン)

① 斜面中部・無処理区



斜面中部・無処理区 (平成 29(2017)年 12 月)



斜面中部・無処理区 (平成 30(2018)年 10 月)



斜面中部・無処理区 (令和元 (2019) 年 7 月)



斜面中部・無処理区 (令和元 (2019) 年 10 月)



斜面中部・無処理区 (令和 3 (2021) 年 11 月)

写真 5-36 斜面中部・無処理区の状況 (宮崎県宮崎市コウヨウザン)

②斜面上部・無処理区



斜面上部・無処理区 (平成 29(2017)年 12 月)



斜面上部・無処理区 (平成 30(2018)年 10 月)



斜面上部・無処理区 (令和元 (2019) 年 7 月)



斜面上部・無処理区 (令和元 (2019) 年 10 月)



斜面上部・無処理区 (令和 3 (2021) 年 11 月)

写真 5-37 斜面上部・無処理区の状況 (宮崎県宮崎市コウヨウザン)

③斜面中部・忌避剤区

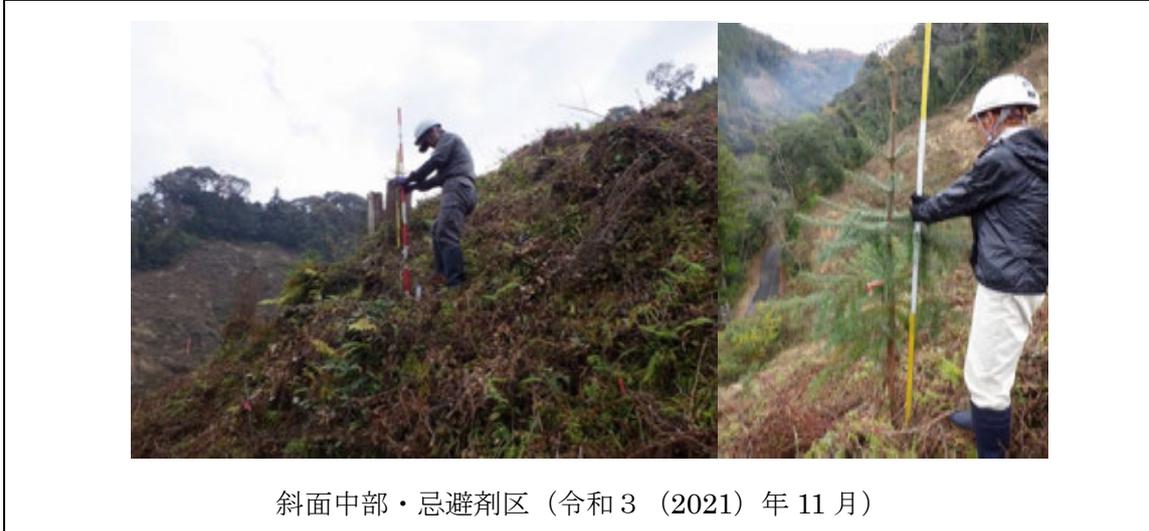
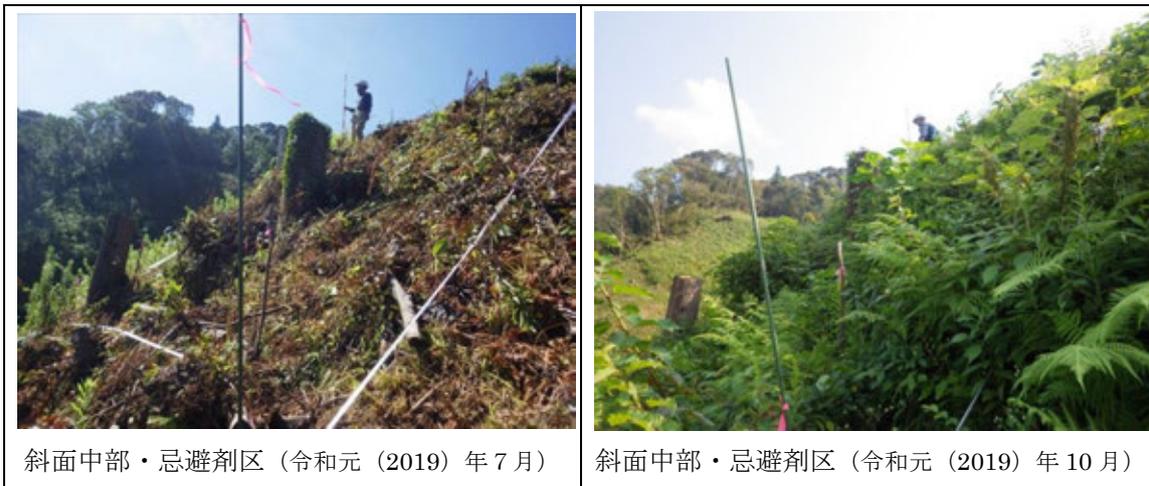
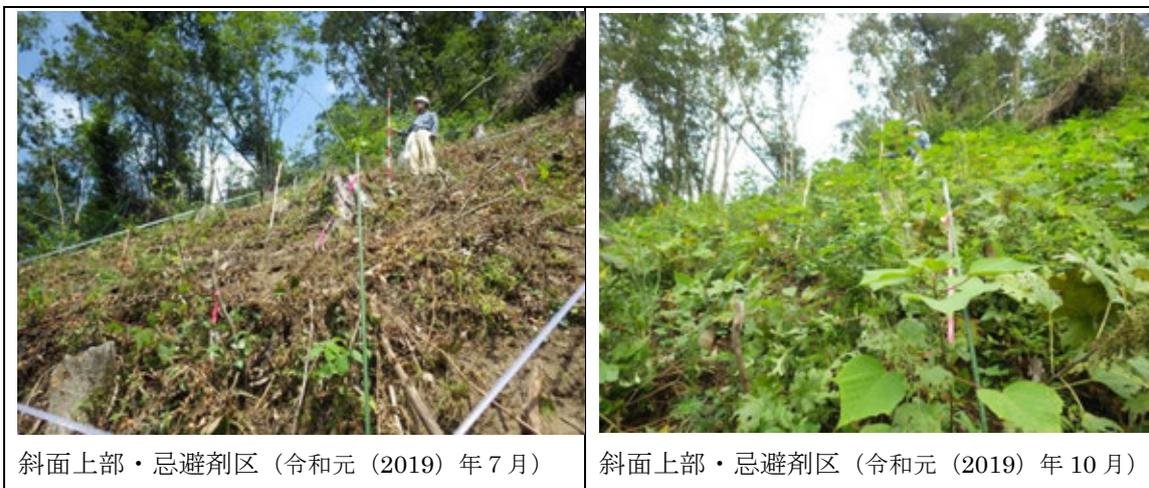
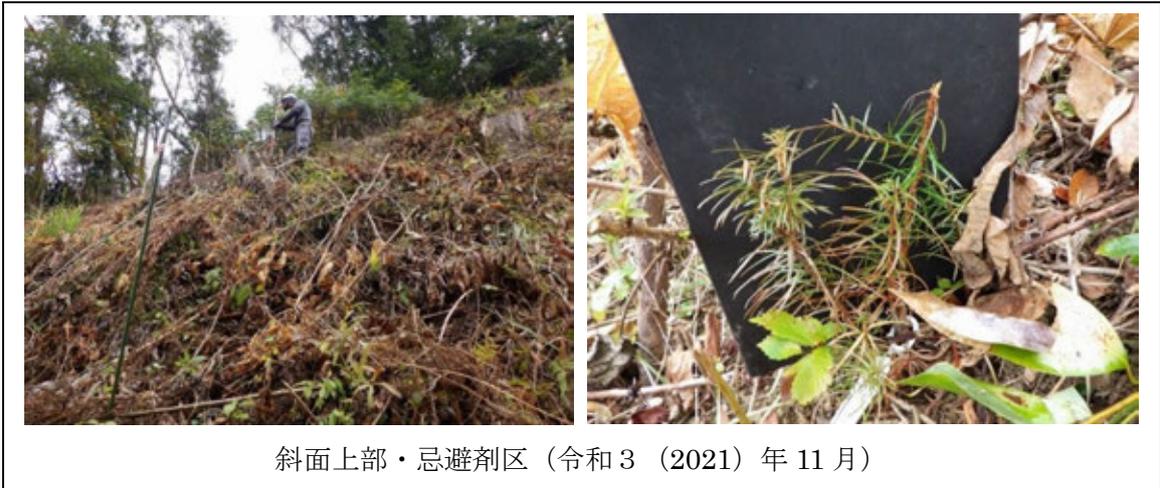


写真 5-38 斜面中部・忌避剤区の状況（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

④斜面上部・忌避剤区

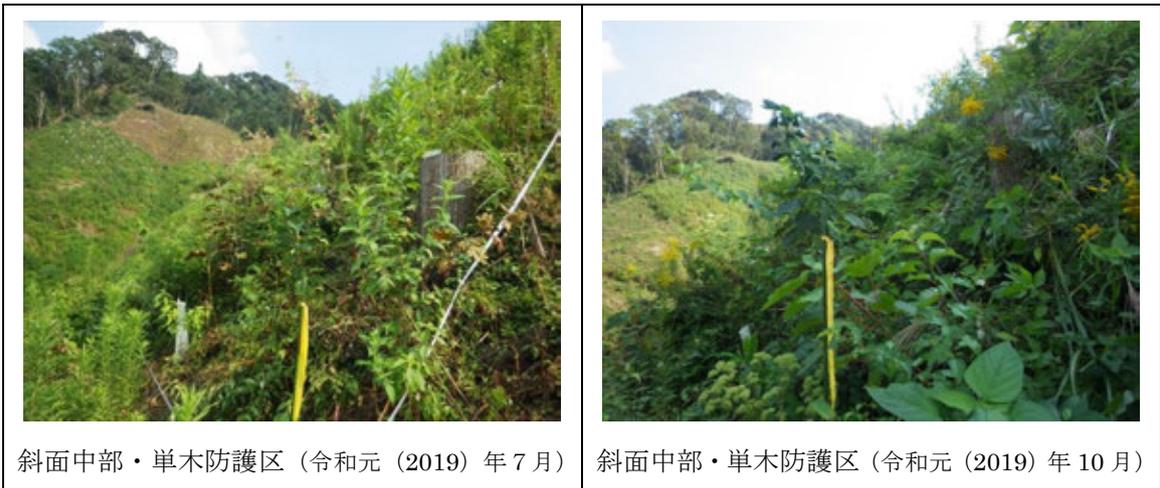




斜面上部・忌避剤区（令和3（2021）年11月）

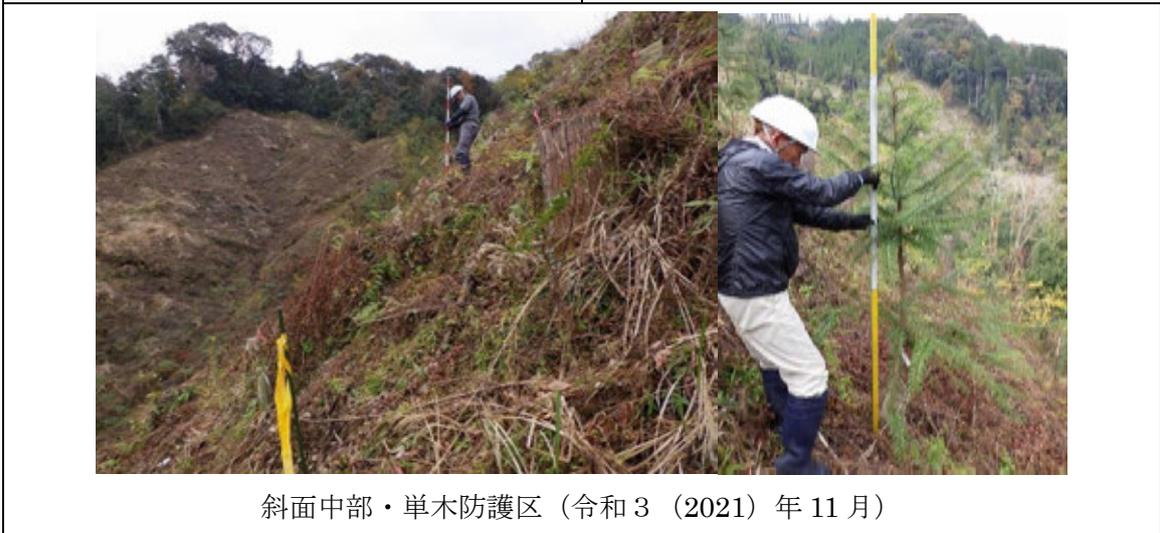
写真 5-39 斜面上部・忌避剤区の状況（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

⑤斜面中部・単木防護区



斜面中部・単木防護区（令和元（2019）年7月）

斜面中部・単木防護区（令和元（2019）年10月）



斜面中部・単木防護区（令和3（2021）年11月）

写真 5-40 斜面中部・単木防護区の状況（宮崎県宮崎市コウヨウザン）

⑥斜面上部・単木防護区

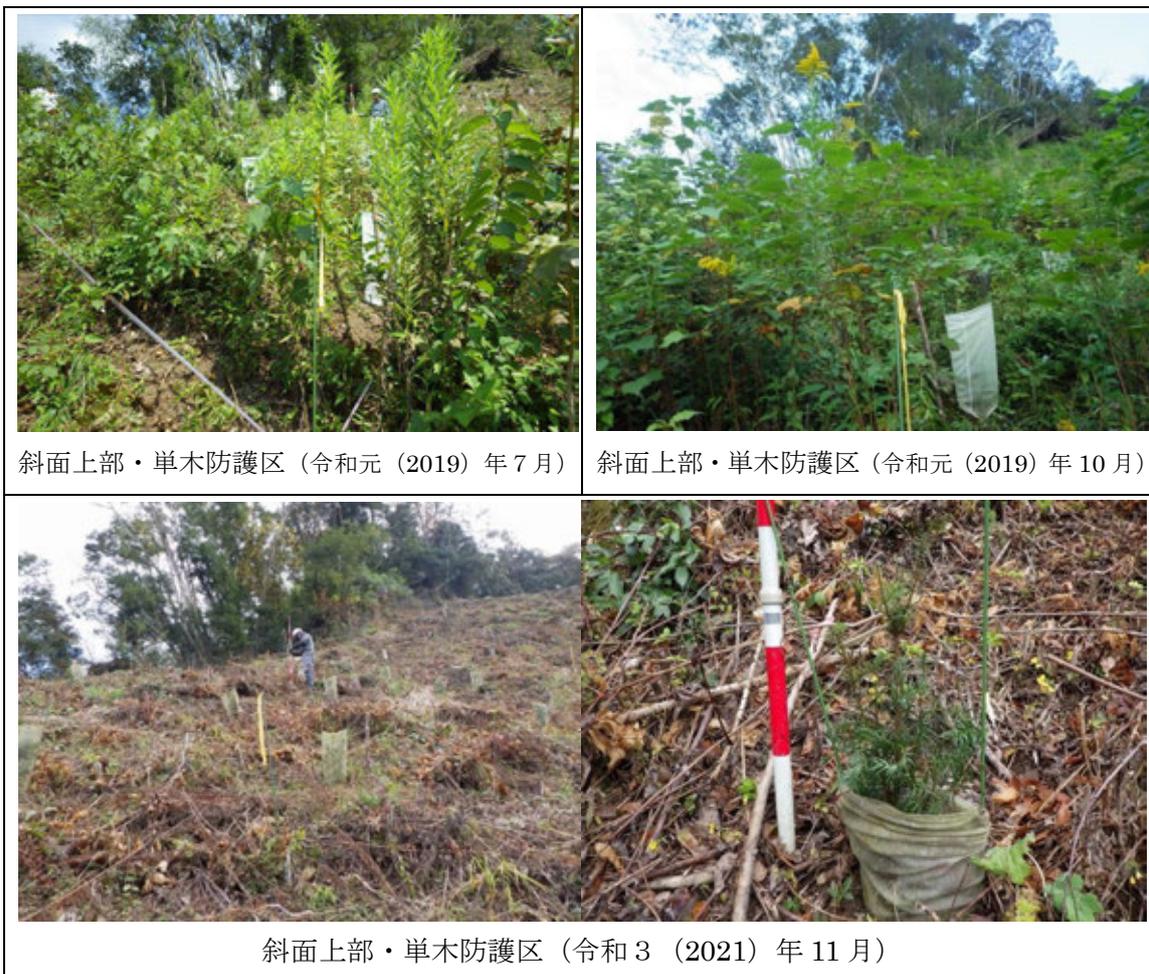


写真 5-41 斜面上部・単木防護区の状況 (宮崎県宮崎市コウヨウザン)

#### 5-3-4. コウヨウザンの調査結果まとめ

##### 【コウヨウザンの苗木の苗齢について（裸苗）】

富山県立山町及び広島県北広島町の実証植栽地では、コウヨウザンの1年生及び2年生の裸苗を植栽してそれぞれ調査プロットを設置し、植栽時の苗木の苗齢の違いによるコウヨウザンの生存率や成長状況を検証した。

富山県立山町の実証植栽地では、植栽から約4年が経過した令和3（2021）年10月時点の生存率が1年生苗で58%、2年生苗で72%となり、1年生苗の生存率の方が低くなっていた。一方で、主軸の折損等の被害については2年生苗の方に多く確認された。また、コウヨウザンの成長状況については、令和3（2021）年10月の時点で4成長期が経過しているにもかかわらず、1年生苗の平均樹高が48.6cm、2年生苗の平均樹高が53.7cmとほとんど成長していないことが分かった。

コウヨウザンがほとんど成長していなかった要因として、シカによる食害のほか、冬期の積雪や寒害によると思われる主軸の折損・枯損により、コウヨウザンの主軸が伸長する前に欠損してしまっている状況が考えられた。このような条件下では、苗齢にかかわらずコウヨウザンの成長が大きく阻害される可能性があることに注意する必要がある。

広島県北広島町の実証植栽地では、ノウサギによる被害が頻繁に見られたにもかかわらず、植栽から約4年が経過した令和3（2021）年12月の時点の生存率が1年生苗、2年生苗ともに9割以上と高い値を示した。このことは、苗齢にかかわらずコウヨウザンはノウサギ被害では枯死しにくい可能性を示している。一方で、平均樹高については、1年生苗が101.9cm、2年生苗が142.8cmと2年生苗の方が高くなっていた。ノウサギが主軸を摂食できる高さには限りがあると考えられるため、樹高が高い2年生苗を植栽した方が、ノウサギに主軸を摂食されない高さにより早く到達できる可能性がある。

##### 【コウヨウザンの植栽に適した立地環境（山地）】

宮崎県宮崎市の実証植栽地では、山地の斜面中部と斜面上部にコウヨウザンを植栽し、斜面位置によるコウヨウザンの成長の違いを検証した。

植栽から約4年が経過した令和3（2021）年12月の調査では、斜面中部に植栽したコウヨウザンの方が、斜面上部に植栽したコウヨウザンよりも生存率・成長ともに良好だった。ただし、本実証植栽地ではほとんどのコウヨウザンがノウサギによる食害を受けていたため、生存率や成長の差が立地環境の違いによるものかどうかの特定はできなかった。

##### 【防除処理別のノウサギ被害の発生状況】

広島県北広島町の実証植栽地では、令和元（2019）年7月にノウサギ防除資材を設置した。設置から約3カ月後の令和元（2019）年10月の調査では、無処理区と忌避剤区にノウサギ

被害が認められた。忌避剤区では、忌避剤の散布後に新しく伸長した部分が食害を受けていた。一方で、単木防護区では1年生苗、2年生苗ともにノウサギ被害が確認されなかった。

設置から約2年半の令和3（2021）年12月の調査では、単木防護区を含む全ての調査プロットでノウサギ被害が確認された。ただし、無処理区及び忌避剤区については、主軸への被害は令和元（2019）年度の調査時点よりも減少しており、被害形態の多くは主軸以外（側枝など）への被害だった。このことは、コウヨウザンの樹高が大きくなると主軸への被害が減少する可能性を示唆している。また、これまで被害が確認されなかった単木防護区で新たに被害が確認された要因として、冬期の積雪による重みによって、設置していた単木防護資材のネット部分がずり落ちていたことが考えられた。

ノウサギ被害を受けていた部位は、地面から約80cmの高さまでに確認された。冬期の積雪がノウサギの足場になり、ノウサギが通常よりも高い位置まで食害できた可能性がある。

宮崎県宮崎市の実証植栽地では、令和元（2019）年7月にノウサギ防除資材を設置した。設置から約3カ月後の令和元（2019）年10月の調査では、無処理区と忌避剤区でノウサギ被害が確認された一方で、単木防護区では被害が確認されなかった。

設置から約2年半の令和3（2021）年11月の調査では、単木防護区を含む全ての調査プロットでノウサギ被害が確認された。ただし、ノウサギ被害を受けていたコウヨウザンの割合は単木防護区が最も少なかった。また、全ての調査プロットで、ノウサギ被害の割合が増加していた。令和元（2019）年度にノウサギ被害が確認されなかった単木防護区でも被害が確認された要因として、一部の単木防護資材のネット部分がずり落ちていたことが考えられた。

広島県北広島町と宮崎県宮崎市の事例から、ノウサギ被害に対し単木防護資材は効果があるものの、資材の効果が得られているか定期的に見回り、場合によってはメンテナンスを必要があること、また忌避剤は散布後に新たに伸長した部分には効果が薄いため、旺盛に萌芽を伸ばすコウヨウザンに使用する場合は定期的に散布し直す等の対策を講じる必要があることが分かった。

#### 5-4. コウヨウザン実証植栽地における聞き取り調査

令和3（2021）年度に追跡調査を実施した6箇所以外の5箇所の実証植栽地（全てコウヨウザン植栽地）について、植栽木の生育状況等を把握するため、森林所有者等に聞き取り調査を実施した。結果を表5-34に示す。

表 5-34 コウヨウザン実証植栽地における聞き取り結果

植栽地名	樹種	聞き取り結果
静岡県 小山町	コウヨウザン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・令和2（2020）年度、令和3（2021）年度とも下刈りを実施した。まだ下刈りは必要だと思う。</li> <li>・コウヨウザンの成長状況については、おそらく現時点の樹高は50～60cm程度だと思う。まだ雑草木から抜け出しておらず、思ったよりは成長していない。</li> <li>・ノウサギ被害については、それほどノウサギが侵入している様子はなかったが、盆栽状になっているコウヨウザンが良く見られるので、食害を受けている可能性がある。</li> </ul>
和歌山県 上富田町	コウヨウザン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・令和2（2020）年度、令和3（2021）年度とも下刈りを実施していない。植栽後半年の間に、降雨が無くてほとんどが枯れてしまっているため。枯れたコウヨウザンについては、その後再生等はしていない様子。</li> <li>・コウヨウザンの生育には、水分環境が重要だと思う。</li> </ul>
山口県 周南市	コウヨウザン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・令和2（2020）年度は下刈りをしていないが、令和3（2021）年度は下刈りを実施した。来年度も実施予定。</li> <li>・詳細に確認したわけでは無いが、コウヨウザンの樹高はだいたい1mくらいにはなっているのではないかと。また、生存率についてはおよそ7割くらいだと思う。</li> <li>・ノウサギ防除資材の効果については、無処理区が最もよくなく、忌避剤と単木防護資材はそれなりに効果が出ていると思う。ただ単木防護資材については、ネットにつる植物や雑草がからまって効果を失っているものも見られる。</li> </ul>

徳島県 三好市	コウヨウ ザン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・令和2（2020）年度は下刈りをしたが、令和3（2021）年度は下刈りを実施していない。</li> <li>・コウヨウザンは大きな問題は無く成長していると思う。ただし、ノウサギによる被害は発生している。</li> <li>・単木防護区ではノウサギ被害は発生していないが、シカによる食害等が確認されている。</li> </ul>
熊本県 水俣市	コウヨウ ザン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・令和2（2020）年度、令和3（2021）年度とも下刈りを実施していない。来年度は下刈りを実施したいと考えている。</li> <li>・植栽地には最近行っていないため詳細は不明だが、近くに植栽したヒノキはノウサギやシカによる食害をあまり受けていなかった。</li> <li>・元々シカの生息密度は低い地域である。</li> </ul>

## 5-5. 早生樹ガイドラインの改訂

本事業の調査結果を踏まえ、早生樹調査で作成した「早生樹利用による森林整備手法ガイドライン」の改訂を行った。

「早生樹利用による森林整備手法ガイドライン」は、今後の早生樹の導入に参考となるよう、平成 29（2017）年度から令和元（2019）年度までの早生樹調査による調査結果から、既存の早生樹の植栽技術に関する分析結果、早生樹に関する実態調査、植栽及び保育に関する実証成果等を整理し、令和元（2019）年度に作成した。

令和 3（2021）年度は、実証植栽地のうち 6 箇所（センダン 3 箇所、コウヨウザン 3 箇所）における追跡調査の結果を反映し、植栽木の生育状況に関するデータ等を更新した。また、コウヨウザンに関するノウサギ被害の防除資材についての効果についても、新たに得られた知見を反映させた。