

4.2. 既存植栽地における現地調査

既存の早生樹植栽地について、論文や報告書、ヒアリングを基に情報収集し、その中から施業履歴等が確認でき調査の実施が可能である地域を10箇所選定し現地調査を実施した。現地調査は、早生樹植栽地に対して1調査地あたり100 m²のプロット（方形）を設定し、植栽木の樹高、胸高直径（または根元径）、形状等を調査するとともに、侵入木についても調査を実施した。

4.2.1. 現地調査地一覧

表7に既存早生樹植栽地一覧を、図3及び図4に位置図を示した。

表7 既存早生樹植栽地一覧

No.	樹種	場所	所有形態		面積 (ha)	林齢 (年生)	立木密度 (本/ha)	植栽密度 (本/ha)
1	コウヨウザン	広島県庄原市 斜面下部	個人	民有林	0.637	55	916	3,000
		広島県庄原市 斜面上部					1,042	
2	コウヨウザン	広島県尾道市	森林整備セ	民有林	0.4	2	2,700	2,700
3	コウヨウザン	広島県北広島町	個人	民有林	1	1	1,600	1,600
4	コウヨウザン	高知県土佐清水市	国	国有林	0.3	30	900	2,700
5	コウヨウザン	熊本県菊池市	国	国有林	0.13	59	1,100	3,846
6	センダン	熊本県苓北町	個人	民有地	0.137	2	299	299
						5	344	389
7	センダン	熊本県甲佐町	県	民有林	0.12	17	233	1,111
8	センダン	宮崎県宮崎市	国	国有林	0.17	22	888	2,800
9	センダン	宮崎県宮崎市	九州林産	民有林	2.86	18	888	2,500
10	センダン	宮崎県延岡市	九州林産	民有林	1.94	18	770	3,500

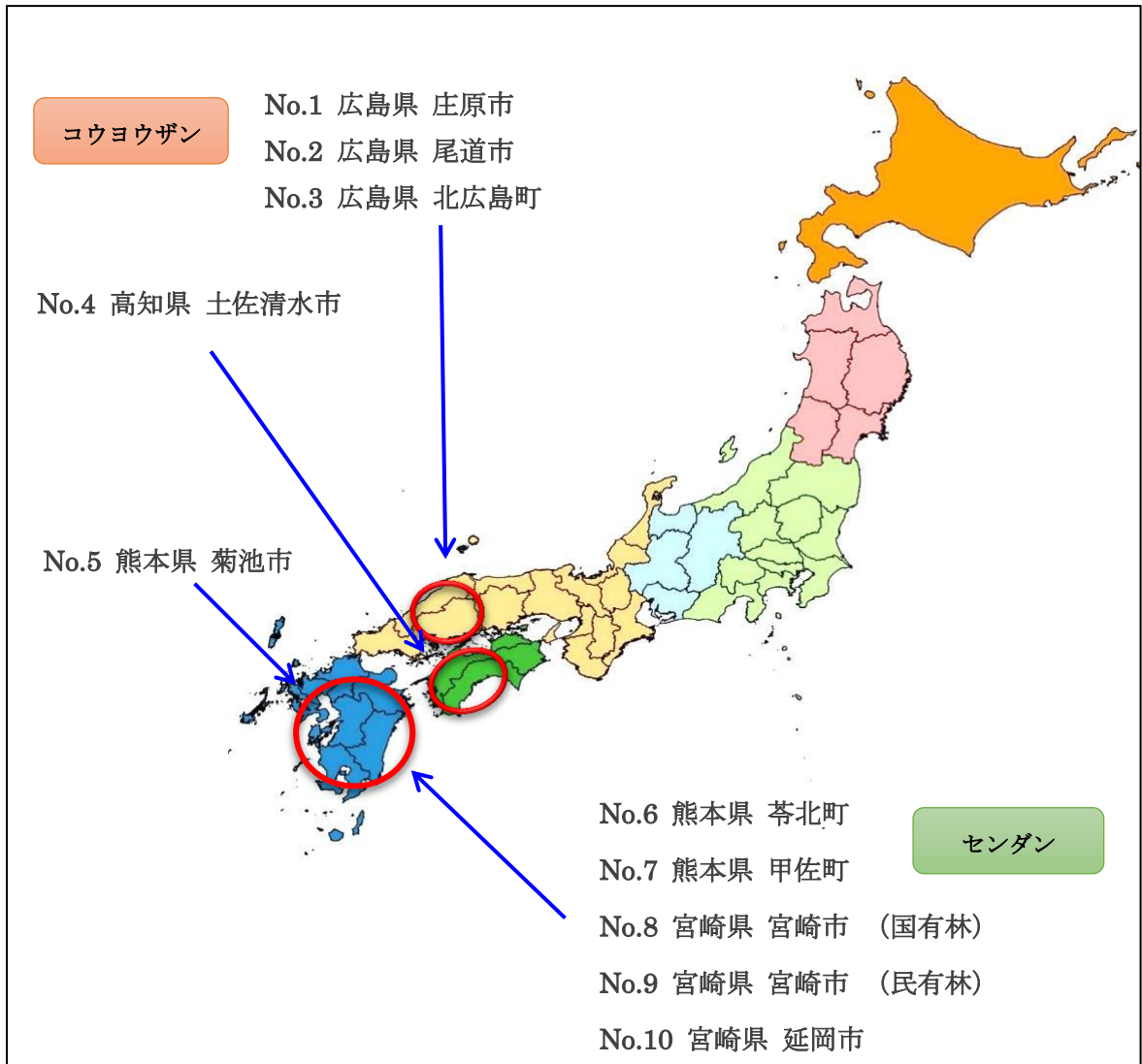


図 3 既存早生樹植栽地調査位置図 (概要)

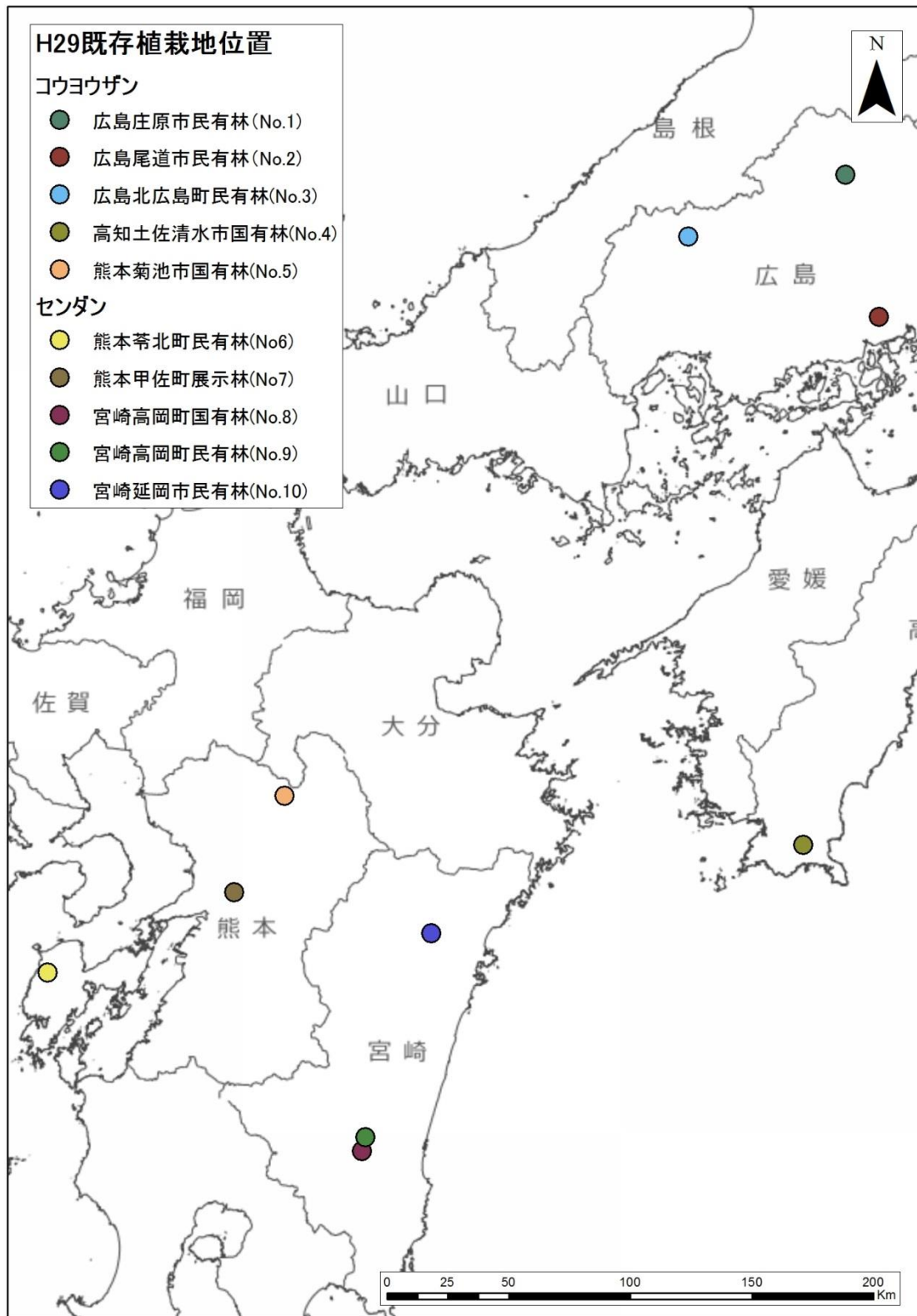
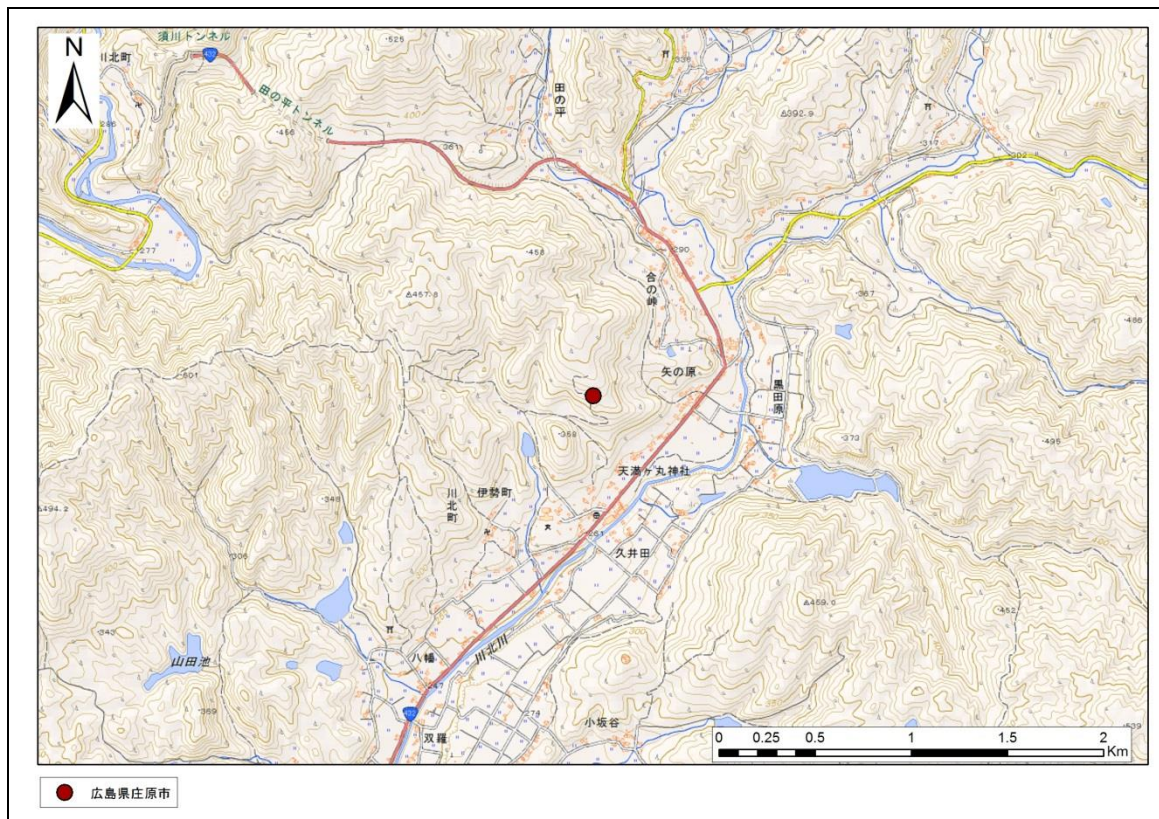


図 4 既存早生樹植栽地調査位置図 (詳細)

4.2.2. 現地調査結果

(1) 広島県庄原市 (No.1)

①位置図



②現地概要

所在地	広島県庄原市川北町
緯度経度	斜面下部 34° 54.044'、133° 00.749' 斜面上部 34° 54.127'、133° 00.781'
面積	0.637 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	昭和 38 年植栽 (55 年生)
立木密度	斜面下部 916 本/ha、斜面上部 1,042 本/ha
植栽密度	3,000 本/ha
標高	斜面下部 310m～斜面上部 373m
傾斜角	斜面下部 25° ～斜面上部 18°
斜面方位	WSW
平均気温/降水量	12.4℃ / 1467.0mm / 年 (平年値、庄原市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	・昭和 38 年に 3,000 本/ha で植栽

	・初期に下刈り実施、及び一番玉まで枝打ちを実施
施業工程等	—
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・広島県北部に位置する庄原市で、国道 432 号沿い、川北小学校に近隣する約 50 年生～60 年生のコウヨウザン民有の造林地である。 ・コウヨウザンは斜面下部から上部まで植栽されており、斜面下部の良好な地形には胸高直径 50cm 以上、樹高 30m 以上の優勢木が生育している。 ・人工植栽で林分として成林したコウヨウザンは国内唯一と言って良く、近年、多くの視察者が訪れている。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 19 日			
調査プロット	プロット No.1 斜面上部 (25.0×23.8m)		プロット No.2 斜面下部 (25.0×22.7m)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	69	6	60	—
平均樹高 (m)	21.3	22.5	32.0	—
平均胸高直径 (cm)	27.4	26.0	38.4	—
折れ発生	18 本 (26%)	—	3 本 (5%)	—
俣発生	6 本 (9%)	—	12 本 (17%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・尾根部に近い斜面上部と斜面下部に調査プロットを設定し毎木調査等を実施した。 ・成立するコウヨウザン立木の樹高や胸高直径は、斜面下部で平均樹高 32.0m±6.3、平均胸高直径 38.4cm±11.5、斜面上部でそれぞれ 21.3m±6.7、27.4cm±11.1 で、斜面下部で斜面上部よりいずれも大きい値を示した (t 検定で樹高、胸高直径ともに 1%で有意)。 ・毎木調査時に幹折れ状況について合わせて調査をした結果、尾根部に近い斜面上部で幹折れ被害の発生率が高く 26%の値であった。斜面下部では 5%であった。幹折れの原因は風害に起因すると思われる。 ・風害の比較対象として周辺に存在する人工林を確認したが、同地域に植栽されているヒノキは現在 12~13m ほどであり、風害は発生していない。 ・材質試験のため伐倒された個体の切株より萌芽が認められた。林分内で照度が低いため、今後の成長は難しいのではないかとと思われる。 			

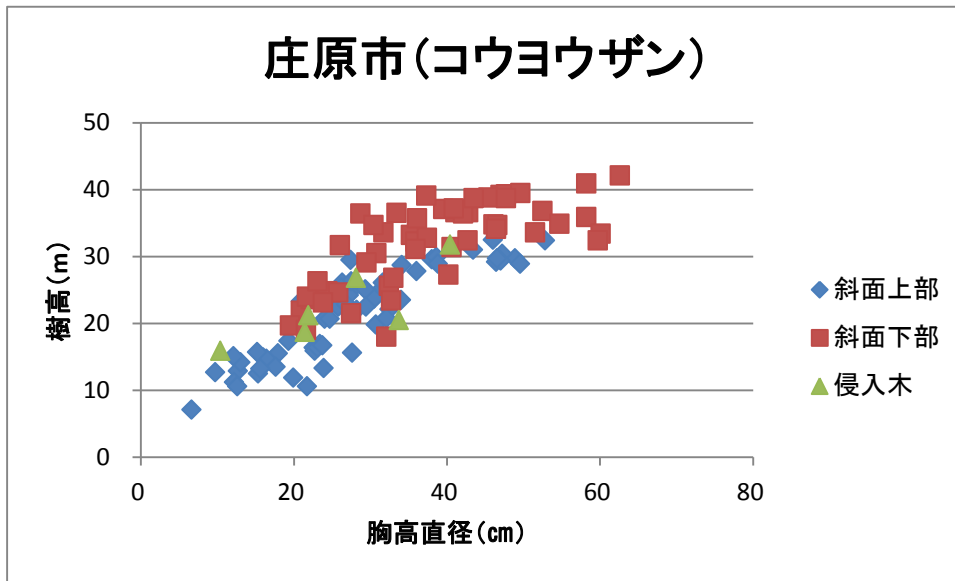


図 5 庄原市調査結果その 1

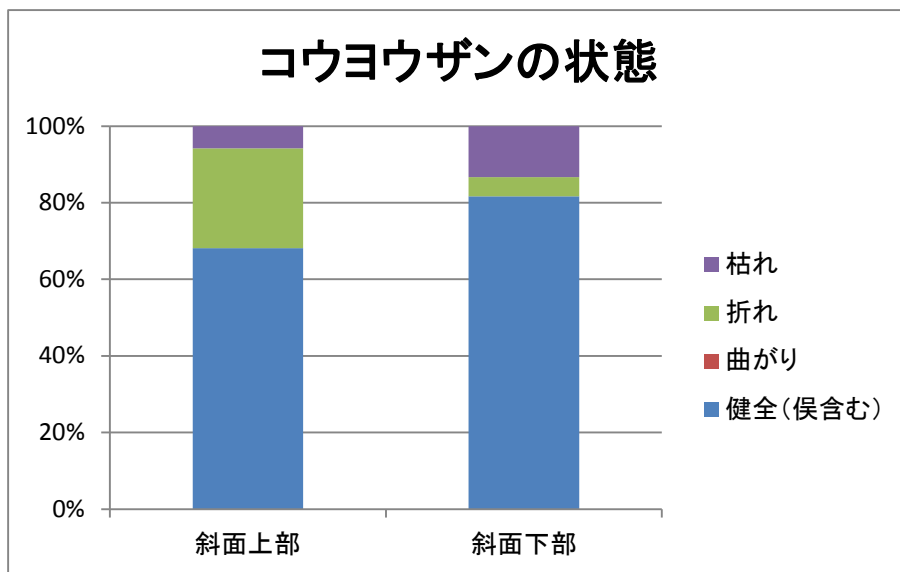


図 6 庄原市調査結果その 2

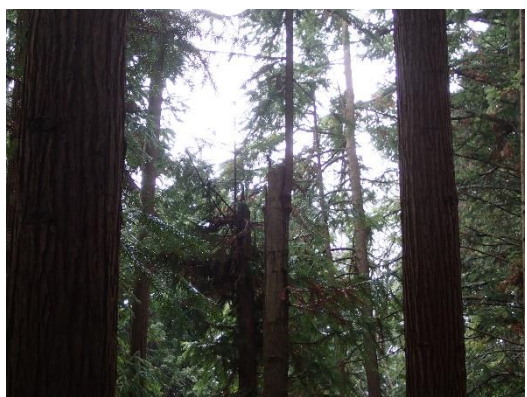
④現地写真_コウヨウザン



プロット No.1 斜面上部 (H29.12.19)



プロット No.2 斜面下部 (H29.12.19)



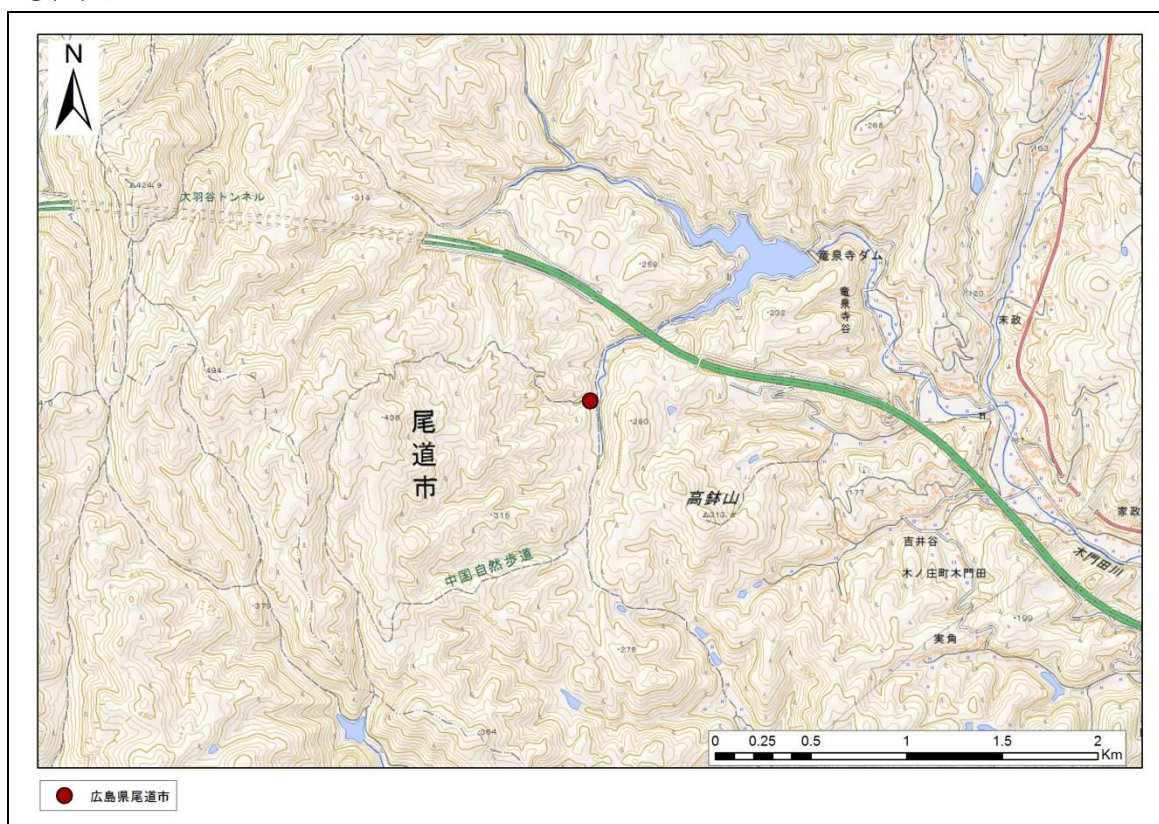
風害 (幹折れ)



伐根よりの萌芽

(2) 広島県尾道市 (No.2)

①位置図



②現地概要

所在地	広島県尾道市木の庄町
緯度経度	34° 28.181' , 133° 08.208'
面積	0.4 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	平成 27 年 11 月植栽 (2 年生)
立木密度	2,700 本/ha
植栽密度	2,700 本/ha
標高	191m
傾斜角	26°
斜面方位	ENE
平均気温/ 降水量	15.0℃ / 1227.0mm / 年 (平年値、尾道市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> 平成 27 年度にコウヨウザン 1 年生苗 (苗高 20cm) を植栽 下刈りは H28 年度、H29 年度の 2 回実施
施業工期等	<ul style="list-style-type: none"> 人力地拵え (棚積み込み) 21 人工/0.4ha

	<ul style="list-style-type: none"> ・植付け 5 人工/0.4ha ・H28～H29 で下刈り 2 回（1 回当たり 3 人工/0.4ha）
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・中国自動車道尾道 IC より木の庄町木門田竜泉寺ダムへ、その後、高鉢山を右手に南下、中国自然歩道への分岐の場所が調査対象地である。 ・ヒノキ植林地の一部斜面下部にコウヨウザンを植栽していた。前生樹はアカマツの松くい虫被害跡地で広葉樹であった。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 20 日	
調査プロット	プロット No.1 (112.25 m ²)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	34	—
平均樹高 (cm)	43.2	—
平均胸高直径 (cm)	1.0	—
平均形状比	45	—
食害発生	32 本 (94%)	—
俟発生	4 本 (12%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・コウヨウザンの植栽地は突き出し尾根の下部に位置する。土壌は乾燥気味で地味は良くない。 ・植栽苗の樹高は平均 40cm 程度であり、植栽後 2 年が経過しているが全体としては旺盛な樹高成長は未だみられない（ただし 20%の個体は樹高 60～75cm に達している）。 ・ウサギの食害率が 94%であるため、樹高の低成長には食害の影響が十分に考えられる。 ・シカ柵等の獣害対策は設置されていない。 ・周辺にある植栽直後のヒノキ植栽苗（No.2 付近）においては、ウサギの食害が認められないとの現地報告もある。 	

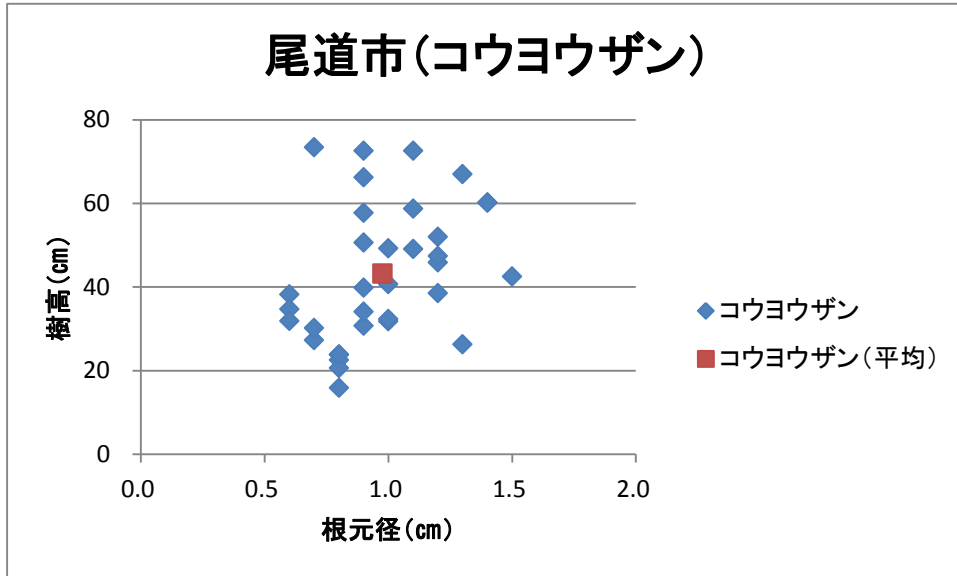


図 7 尾道市調査結果その 1

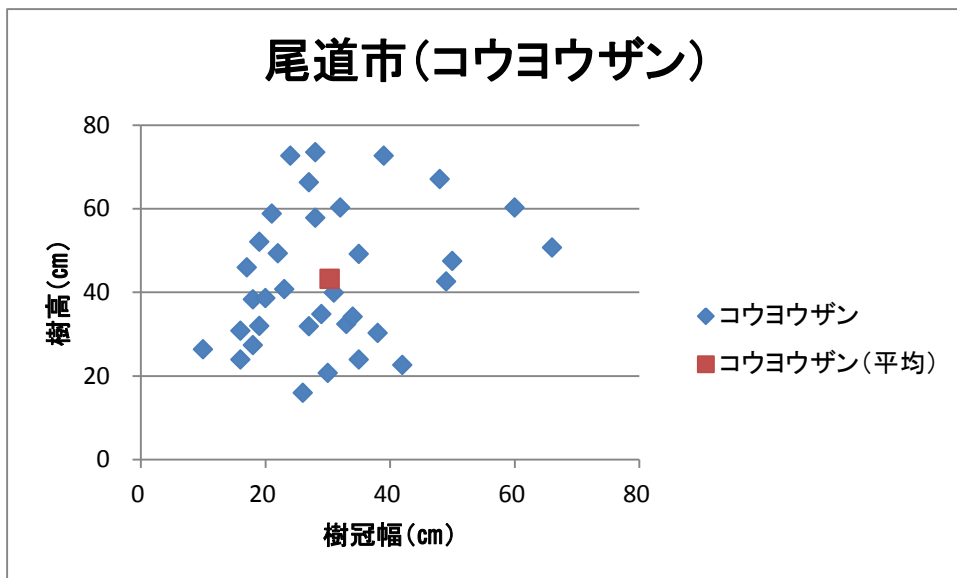


図 8 尾道市調査結果その 2

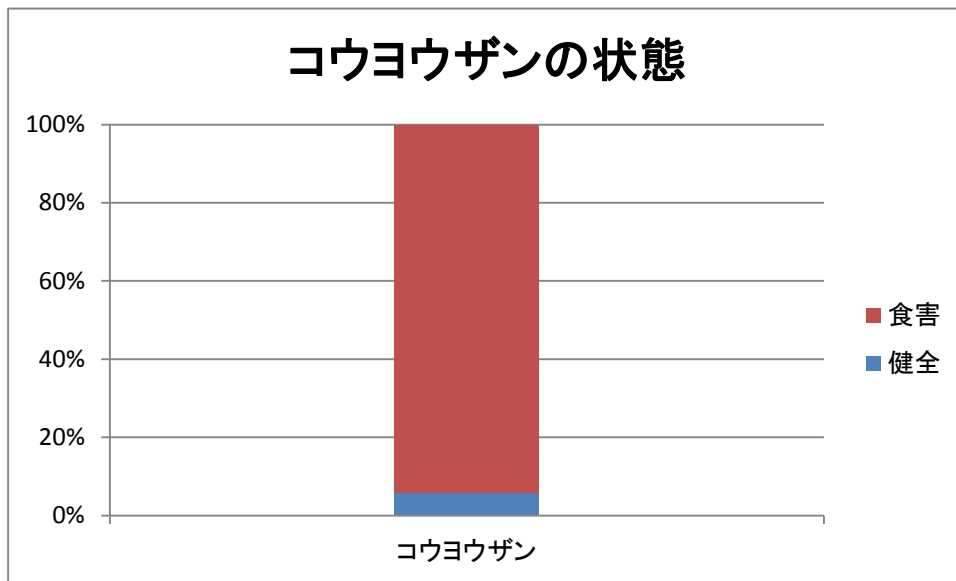


図 9 尾道市調査結果その3

④現地写真_コウヨウザン



近景 (H29.12.20)



遠景 (H29.12.20)



ウサギによる食害 (主軸の切断)

(3) 広島県北広島町 (No.3)

①位置図



②現地概要

所在地	広島県山県郡北広島町志路原
緯度経度	34° 42.907' ,132° 26.015'
面積	1.0 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	平成 29 年 4 月植栽 (1 年生)
立木密度	1,600 本/ha
植栽密度	1,600 本/ha
標高	462m
傾斜角	16°
斜面方位	SSW
平均気温/ 降水量	11.7℃ / 1798.7mm / 年 (平年値、大朝)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ H29 年 4 月植栽で、植栽当年度での特段の保育作業はなし。 ・ 植栽に当たってシカ柵を設置している (植栽前に設置)。
施業工程等	—

現地概要	<ul style="list-style-type: none"> 中国自動車道千代田 IC から国道 261 号にて北上、蔵迫より国道 433 号へ入り、志路原より松蔵川沿いの道へ入った民有林伐採跡地である。 伐採は平成 29 年で、前生林は広葉樹を主体とする森林である。
------	--

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 18 日	
調査プロット	プロット No.1 (8.65×25.0m)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	36	—
平均樹高 (cm)	39.7	—
平均胸高直径 (cm)	0.8	—
平均形状比	49	—
食害発生	15 本 (42%)	—
俣発生	0 本 (0%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> コウヨウザン 1 年生苗と 2 年生苗を混植 (いずれも苗高は 30cm) していた。 平均樹高は 40cm で、一成長期を経過しているがまだ顕著な樹高成長はみられない。 この新植地でも約 40%のウサギによる食害が発生している。主軸折損被害が観察されたのはその約半分である。ウサギ被害による枯死個体はない。 	

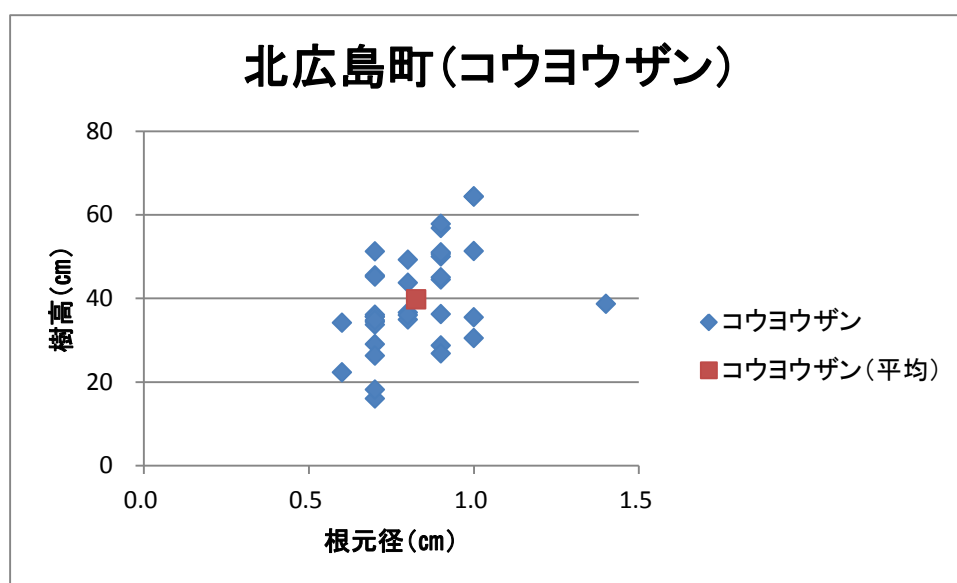


図 10 北広島町調査結果その 1

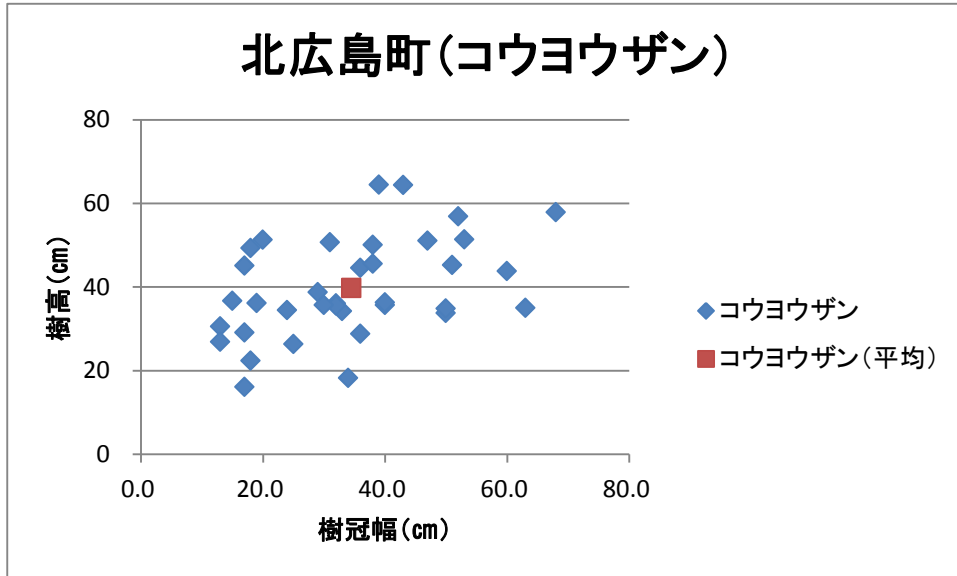


図 11 北広島町調査結果その 2

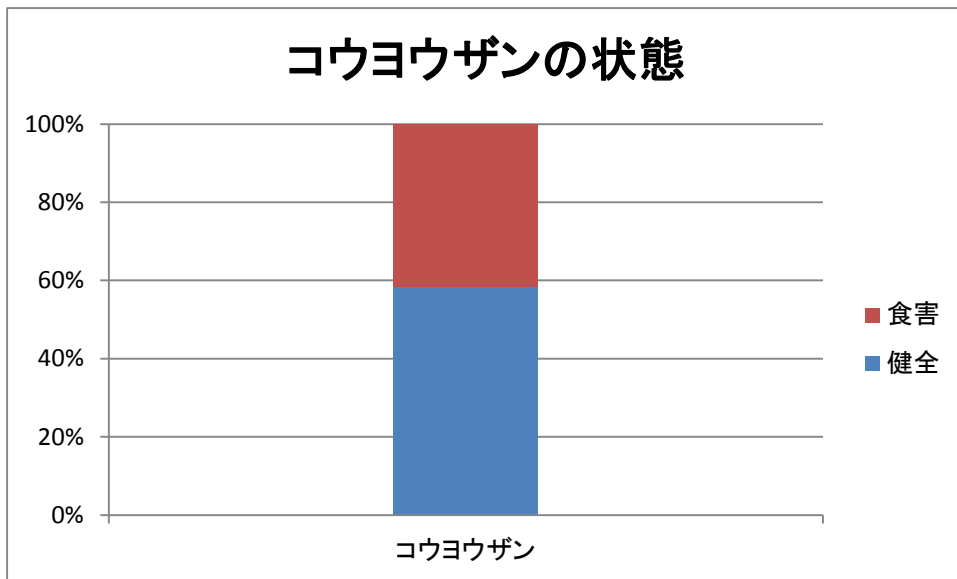


図 12 北広島町調査結果その 3

④現地写真_コウヨウザン



近景 (調査時 H29.12.18)



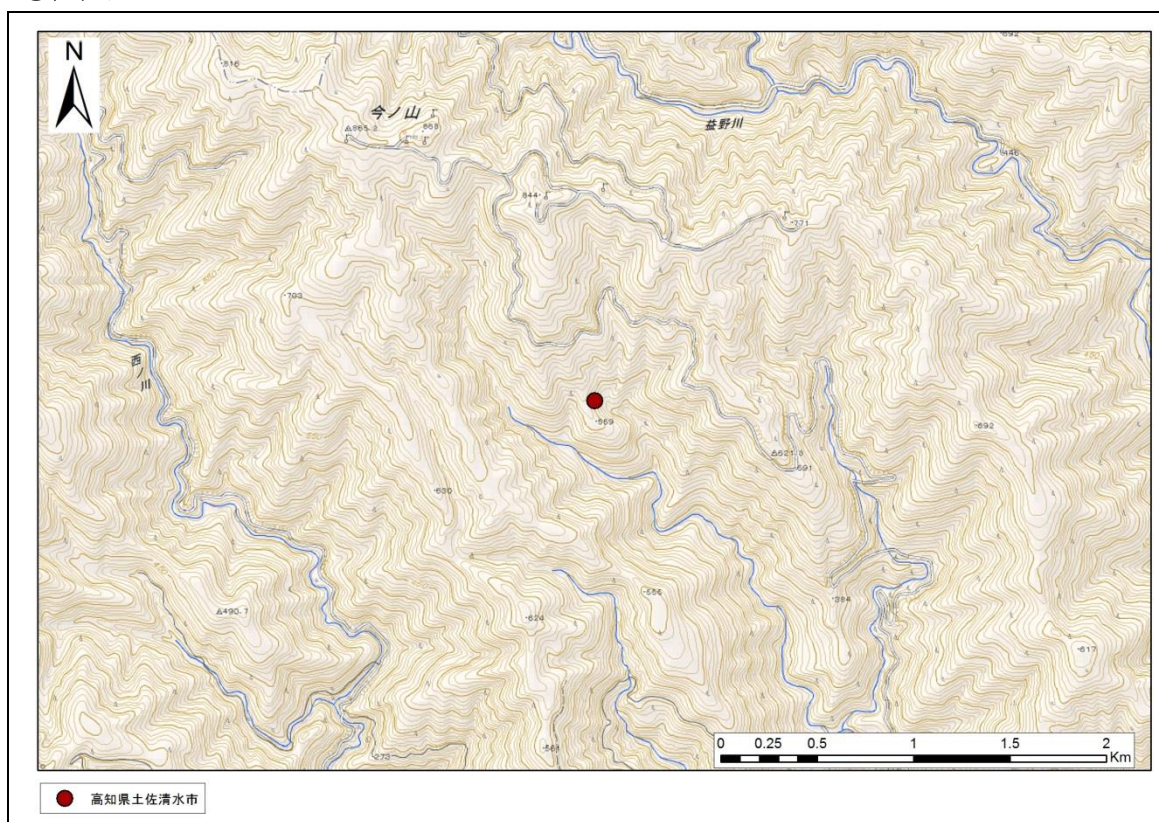
遠景 (調査時 H29.12.18)



事前調査時 (H29.10.30)

(4) 高知県土佐清水市 (No.4)

①位置図



②現地概要

所在地	高知県土佐清水市斧積 (辛川山国有林 1271 林班い 1 小班)
緯度経度	32° 50.828' ,132° 51.492'
面積	0.3 ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	昭和 7 年植栽 (30 年生)
立木密度	900 本/ha
植栽密度	2,700 本/ha
標高	543m
傾斜角	36°
斜面方位	W
平均気温/ 降水量	17.6℃ / 2301.0mm / 年 (平年値、土佐清水市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昭和 7 年に植栽 ・ 昭和 8～12 年度に年 1 回の下刈りで 5 回。昭和 14 年度に下刈り実施で通算 6 回。

	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和 15 年度につる切り、昭和 25 年度につる切り、除伐 ・昭和 63 年に伐採（伐採時の材積は 41.25m³、販売価格は 15,288 円/m³） ・平成 29 年 12 月現在、萌芽更新中、保育作業なし
施業工程等	—
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 30 年 1 月に 0.28ha を間伐する予定であったため、間伐前に林分の調査を実施した。 ・調査地は四国森林管理局四万十森林管理署管内にあり、現地は航空局の道路から入林する必要があるため、国有林の入林申請の他、航空局への道路使用申請も必要となっている。作業道脇より斜面下部へ 15 分ほど下った箇所にコウヨウザンの植栽地がある。 ・現地情報については、古い試験地であるため確認が取れない箇所も多々あるが、日本で唯一のコウヨウザン萌芽更新が観測可能な林分である。周囲にはヒノキ林がある。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 12 日		
調査プロット	プロット No.1 (10.7×12.9m)		
植栽木/侵入木	コウヨウザン 主軸部分	コウヨウザン 残り株部分	侵入木
調査本数	13 株 40 本		22 本
平均樹高 (m)	13.6	9.2	5.4
平均胸高直径 (cm)	20.9	10.9	5.0
折れ発生	1 株 (8%)		—
俣発生	13 株 (100%)		—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・森林事務所への問い合わせの結果、植栽当時の情報が収集できなかった。なお、植栽した苗木の入手場所、苗齢、苗価格は不明であるが、種子の入手先は中国の可能性があるとのことである。 ・萌芽更新しており、1 つの株より 2 本～10 本程の幹が生えている。そのため、調査を実施した 13 株は全て株立ちしていた。 ・主幹の平均樹高は 13.6m、平均胸高直径は 20.9 cm であり、スギの平均的なサイズと大きく差はなかった。 ・仮に主幹をスギと同様に単幹で収穫すると考えると、株立ちにより個体あたりの生産部分が分散しているため、萌芽更新による用材利用可能量は多くないと考えられる。 ・萌芽更新により得られる材の質は明らかとなっていないが、蓄積量については良好と考えられる。 		

・平成 30 年 1 月に間伐が実施され、間伐率 31%で約 6.8m³の材が搬出された。伐採されたものの末口直径は 12~26 cmのものが 114 本分（株数不明）であり、胸高直径が小さいものは残存している。

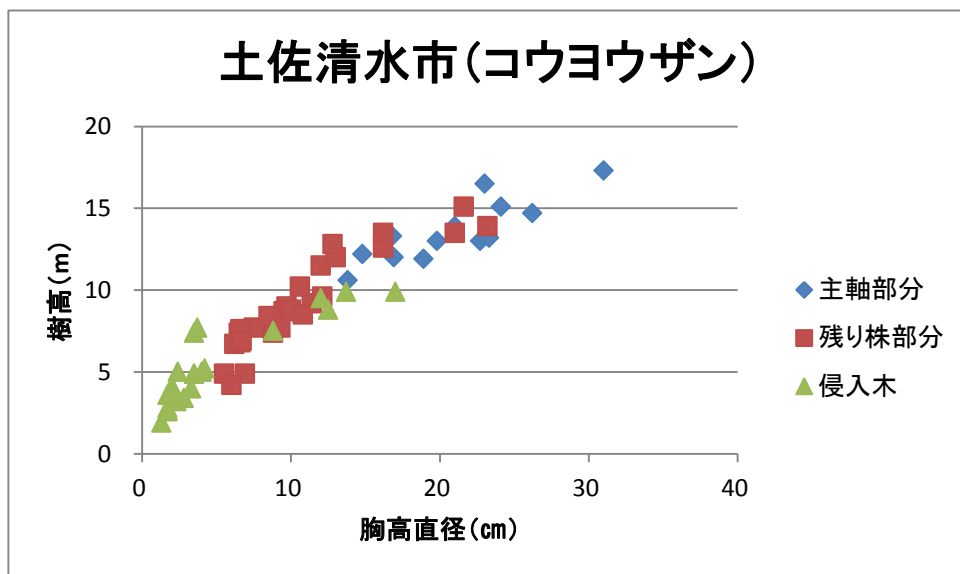


図 13 土佐清水市調査結果その 1

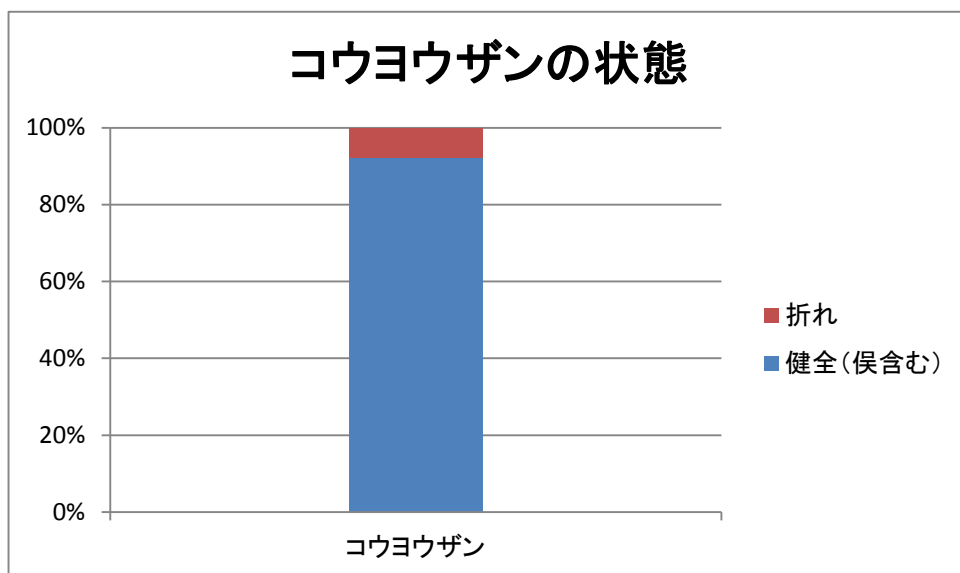


図 14 土佐清水市調査結果その 2

④現地写真_コウヨウザン



試験地林縁部分 (H29.12.12)



試験地林内部分 (H29.12.12)



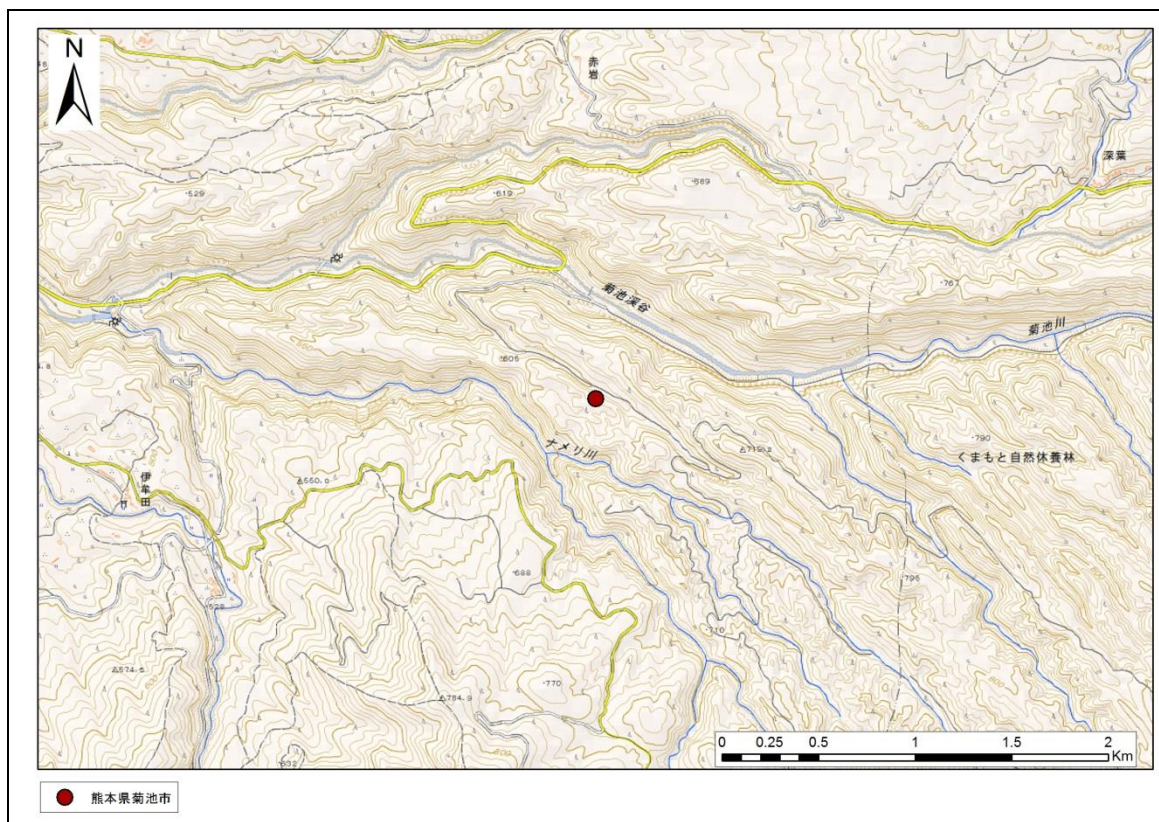
萌芽するコウヨウザン 01



萌芽するコウヨウザン 02

(5) 熊本県菊池市 (No.5)

①位置図



②現地概要

所在地	熊本県菊池市原 (深葉国有林 2 林班ぬ小班)
緯度経度	32° 59.990' ,130° 56.567'
面積	0.13ha
樹種	コウヨウザン
植栽年	昭和 34 年 3 月植栽 (60 年生)
立木密度	1,000 本/ha
植栽密度	3,846 本/ha
標高	620m
傾斜角	28°
斜面方位	SSW
平均気温/ 降水量	15.6℃ / 1881.8mm / 年 (平年値、菊池)
土壌	黒色火山灰土壌
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昭和 34 年 3 月に植栽。 ・ 植栽後、昭和 34~38 年度までに毎年下刈りで 5 回。 ・ 昭和 41 年度に一部で枝打ち・除伐を実施。地際からの萌芽枝除去

	も実施。 ・昭和 46 年度に除伐・枝打ち実施。
施業工程等	—
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・調査地は菊池水源の流域にあり、熊本森林管理署管内深葉国有林 2 林班ぬ小班である。昭和 34 年に 0.13ha に 500 本が植栽された試植検定林である。 ・材質特性等の調査で平成 22 年度に 5 本、平成 24 年度に 3 本伐採している。この調査結果が端緒と成ってコウヨウザンの用材利用の見直しに繋がった。 ・調査プロットは、南南西斜面の尾根部から沢筋への斜面長約 40m の短斜面上に成立した林分について設定した。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 12 月 27 日	
調査プロット	プロット No.1 (22.0×25.0m)	
植栽木/侵入木	コウヨウザン	侵入木
調査本数 (本)	57	9
平均樹高 (m)	20.2	5.8
平均胸高直径 (cm)	29.7	6.3
折れ発生	23 本 (40%)	—
俣発生	3 本 (5%)	—
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・調査面積 550m² (22m×25m) コウヨウザンは 57 本成立していた。平均樹高は 20.2m、平均胸高直径は 29.7cm である。その内 40% の個体に幹折れが認められた。その折れ高は平均 13.8m である。 ・折れた箇所から側枝が複数本箒状に伸び、俣木状に成っているのが認められた。 ・調査地内に風倒木 3 本が見られた。その風倒木の枝が直立して上長成長する状況が観察された。 ・樹幹に溝腐れ病が散見された。 ・侵入広葉樹は僅か 9 本でコウヨウザンによる純林状態を呈していた。樹種としてはシロダモ、ヤブツバキ、カゴノキ、アオキ、ネズミモチ、カラスザンショ等で、それらの樹高は 2.5m～9.5m、平均 6m 程度であった。 	

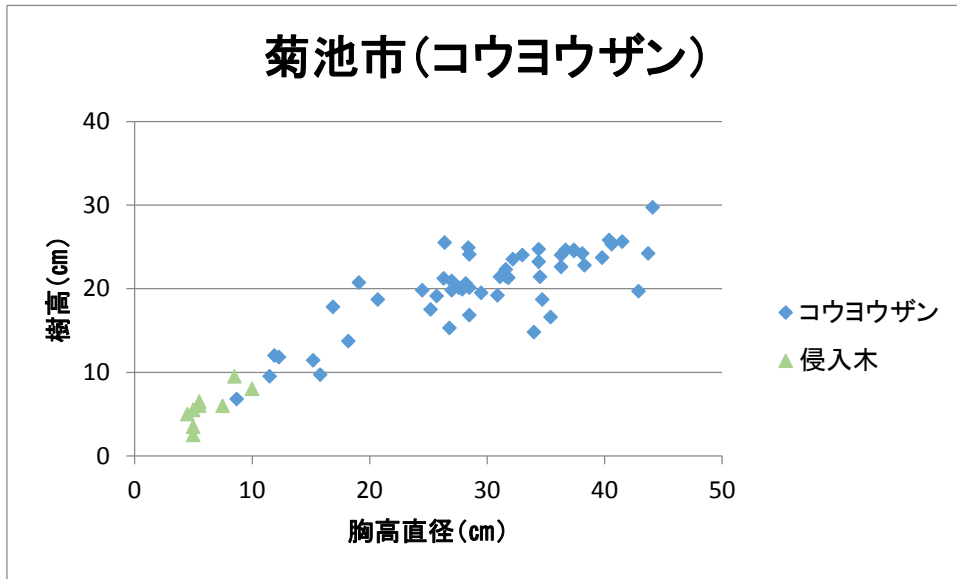


図 15 菊池市調査結果その 1

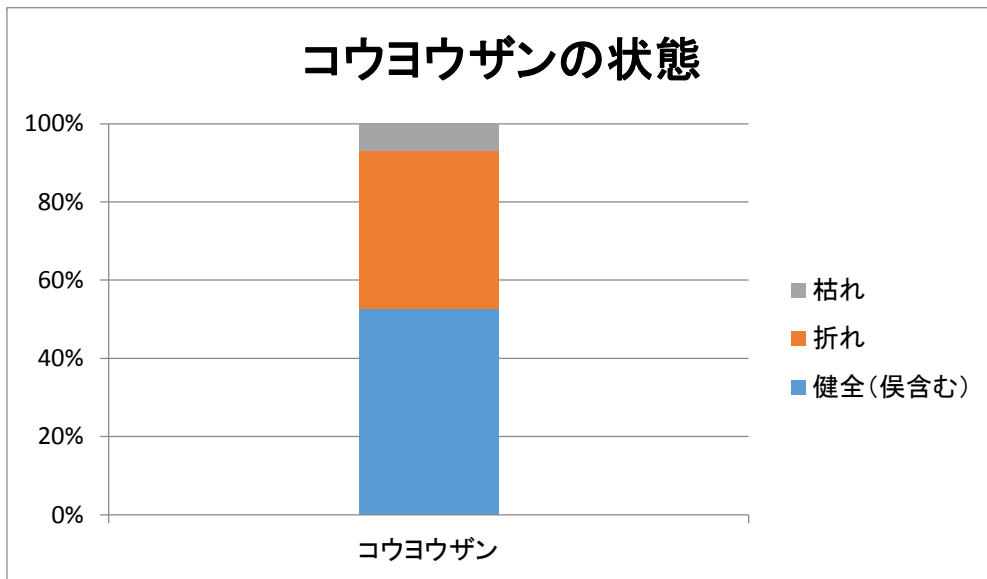
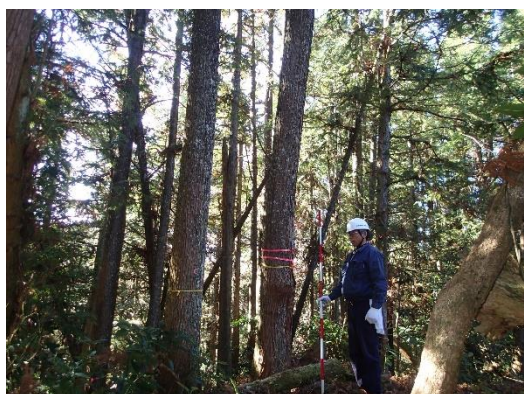


図 16 菊池市調査結果その 2

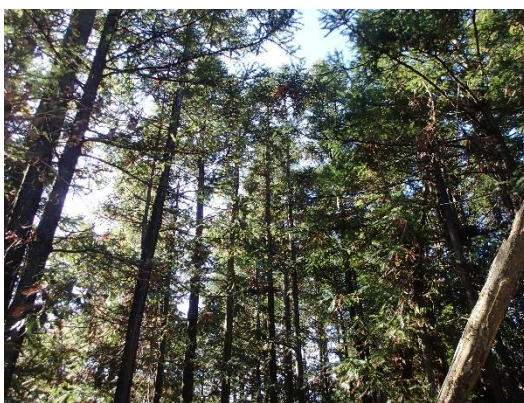
④現地写真_コウヨウザン



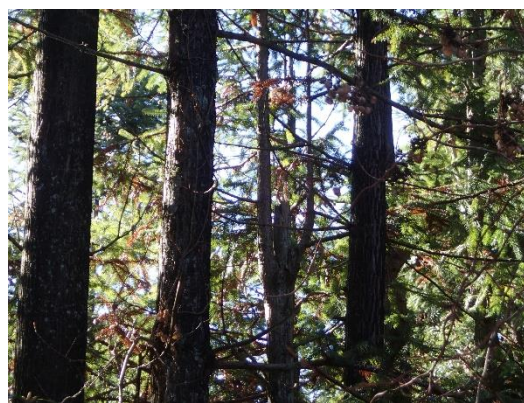
尾根の林縁部分 (H29.12.27)



斜面の林内部分 (H29.12.27)



林分の樹冠



幹折れから側枝立ち



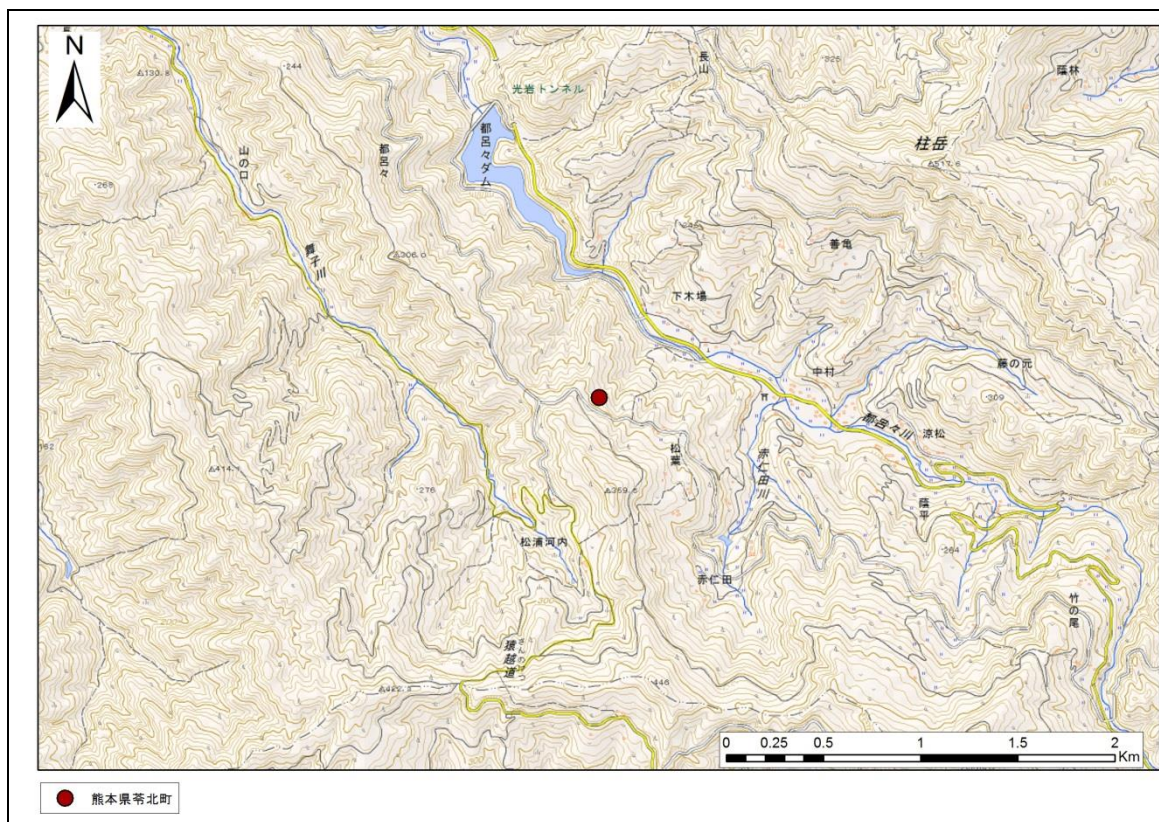
二俣木



風倒木より枝が立つ

(6) 熊本県苓北町 (No.6)

①位置図



②現地概要

所在地	熊本県天草郡苓北町都呂々
緯度経度	32° 27.045' ,130° 04.111'
面積	0.137ha (2年生0.047ha、5年生0.090ha)
樹種	センダン
植栽年	平成25年植栽(5年生)
立木密度	2年生(299本/ha)、5年生(344本/ha)
植栽密度	2年生(299本/ha)、5年生(389本/ha)
標高	195m~214m
傾斜角	0°
斜面方位	ENE
平均気温/降水量	16.4℃ / 2075.9mm / 年 (平年値、本渡)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・センダン視察者用に下刈り実施(本来不要) ・緩効性固形肥料を元肥として施肥 ・芽かきを植栽後2年間実施

施業工程等	・地拵え 2 人工、植栽 1 人工、芽かき 1 人工、下刈り 2 人工
現地概要	・都呂々川を上流へ、都呂々ダムを過ぎた松場にある棚田跡地にセンダンを植栽した場所である。周囲は広葉樹林や人工林で取り囲まれている。

③現地調査結果

調査日	平成 30 年 1 月 28 日	
調査プロット	プロット No.1 (1,369m ²) ※段々畑を 5 段分調査、1～2 段目は 5 年生、4～5 段目は 2 年生であり、3 段目は混植 (3、4 年生) のため、結果として使用していない。	
植栽木/侵入木	センダン	
林齢	2 年生	5 年生
調査本数 (本)	14	35
平均樹高 (m)	3.8	7.5
平均胸高直径 (cm)	3.0	8.8
平均樹冠幅 (m)	0.8	3.6
平均直幹高* (m)	2.0	3.0
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<p>・5 年生で平均樹高 7.5m±1.5m、平均胸高直径 8.8cm±2.8cm であった。2 年生では平均樹高 3.8m±0.8m、平均胸高直径 3.0cm±0.7cm であった。</p> <p>・平均直幹高は 5 年生で 3.0m±0.8m、2 年生は芽かき段階で 2.0m±0.3m であった。</p>	

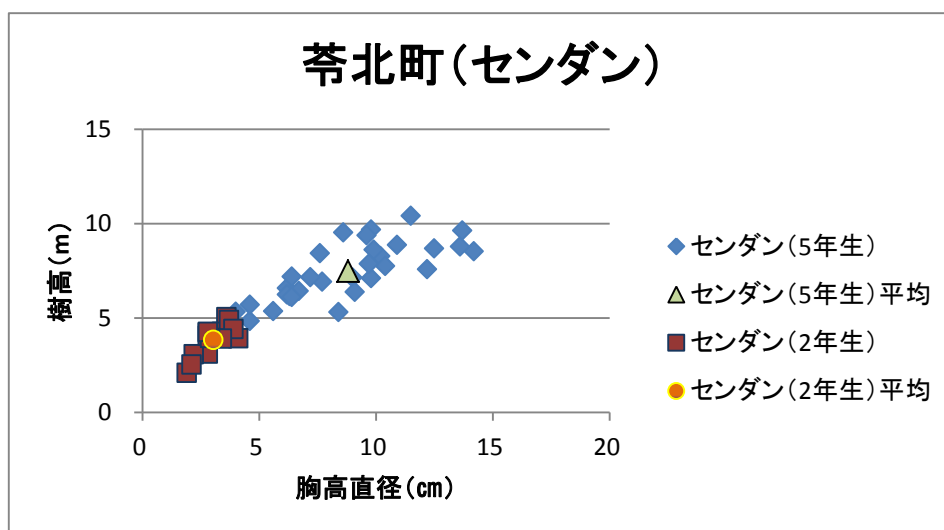


図 17 苓北町調査結果その 1

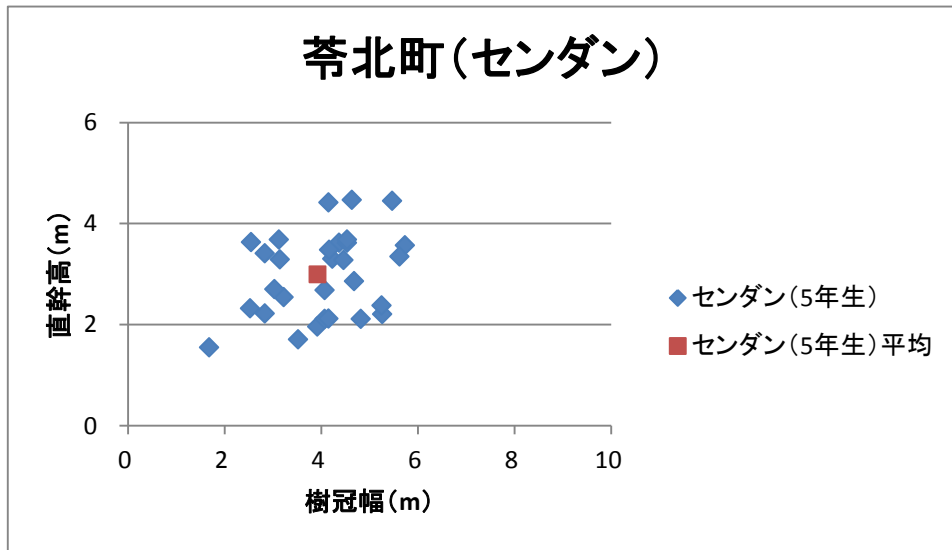


図 18 苓北町調査結果その 2

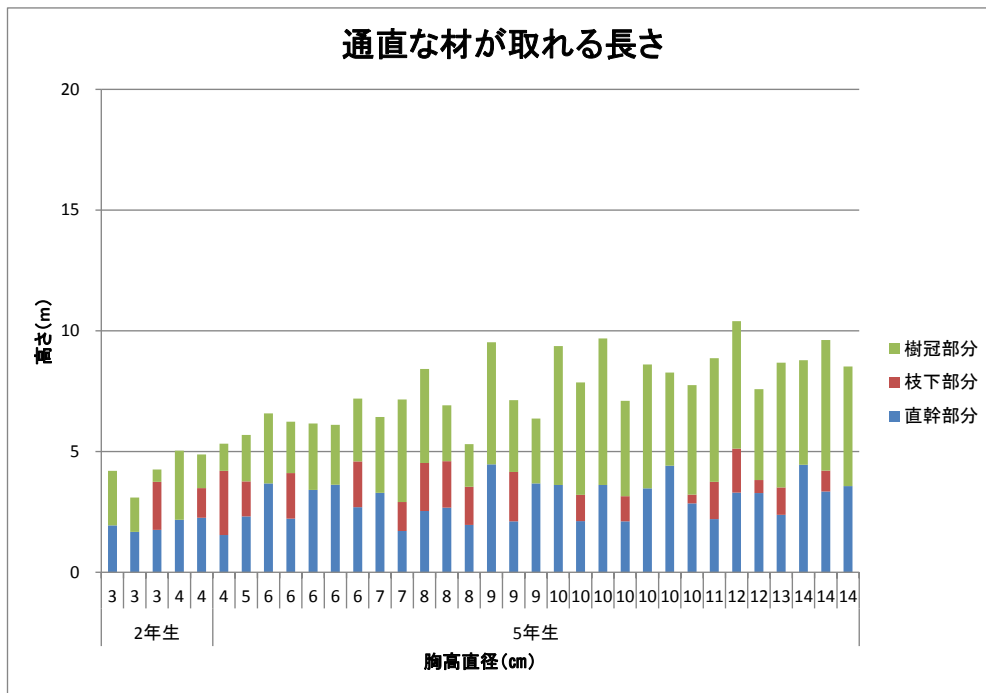


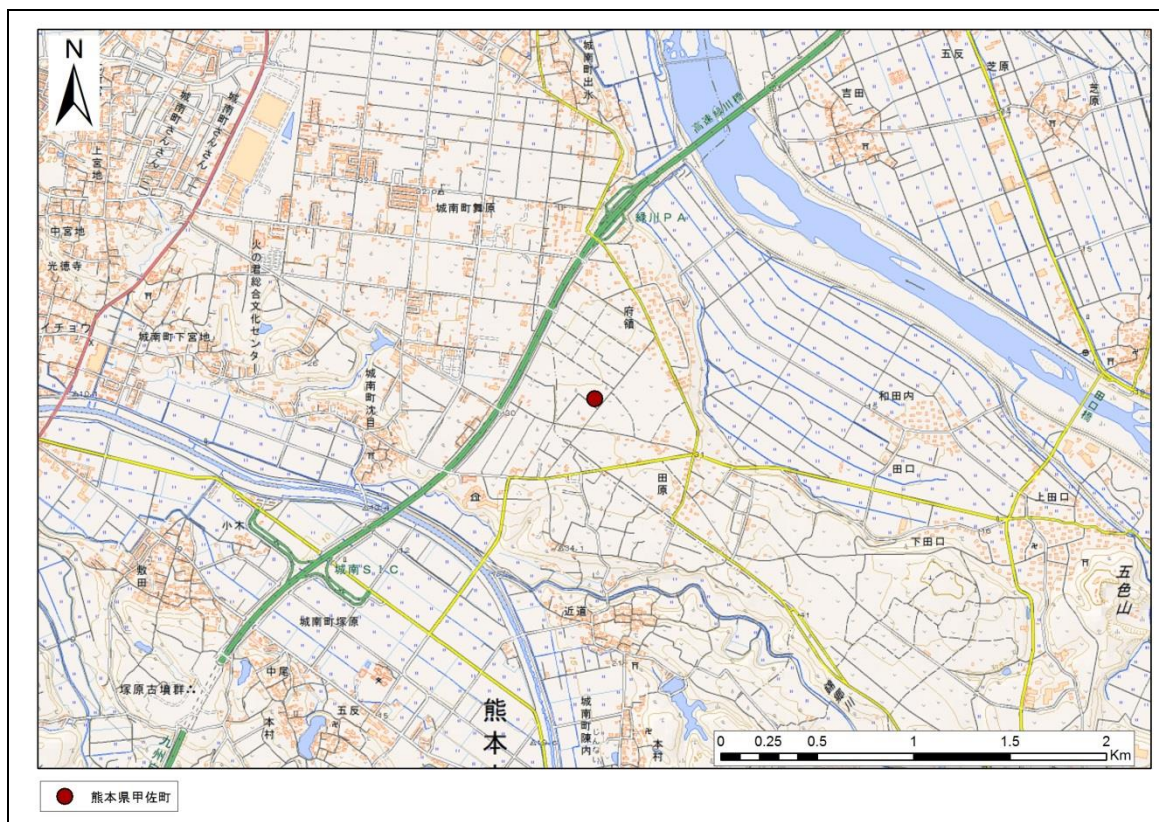
図 19 苓北町調査結果その 3

④現地写真_センダン

	
<p>棚田跡の植栽地を上から見下ろす (H30.1.28)</p>	<p>棚田跡の植栽地を下から見上げる (H30.1.28)</p>
	
<p>棚田跡 1 段目 (5 年生)</p>	<p>棚田跡 2 段目 (5 年生)</p>
	
<p>棚田跡 4 段目 (2 年生)</p>	<p>棚田跡 5 段目 (2 年生)</p>

(7) 熊本県甲佐町 (No.7)

①位置図



②現地概要

所在地	熊本県上益城郡甲佐町
緯度経度	34° 42.068' ,130° 45.331'
面積	0.1 ha
樹種	センダン
植栽年	平成 13 年 4 月植栽 (17 年生)
立木密度	233 本/ha
植栽密度	1,111 本/ha
標高	32m
傾斜角	0°
斜面方位	—
平均気温/ 降水量	15.8℃ / 2204.9mm / 年 (平年値、益城)
土壌	適潤性黒色土壌
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・植栽 1,111 本/ha、芽かきを 4.5m まで実施。2 年目の夏までに終了。芽かきは 2 週間毎に実施し回数は現在より多い。 ・IB化成肥料を 1 年目の植栽時にチッ素量で 10kg/ha、2 年目 50kg/ha

	を施肥 ・下刈りを年2回の回数で2年間実施。 ・間伐を4年生時に約40%、11年生時に23%実施。また材質試験材として9本を伐倒。
施業工程等	—
現地概要	・熊本県上益城郡甲佐町大字田口に熊本県林業研究指導所の舞原試験展示園がある。この園の一角にセンダン芽かき試験林がある。 ・九州自動車道城南スマートに近く、緑川にも近い、平坦な立地にある。展示林造成の前は畑地である。

③現地調査結果

調査日	平成29年11月22日	
調査プロット	プロット No.1 (33.0×40.0m)	
植栽木/侵入木	センダン (芽かき有り)	センダン (芽かき無し)
調査本数 (本)	24	6
平均樹高 (m)	16.6	15.9
平均胸高直径 (cm)	28.4	27.8
平均樹冠幅 (m)	8.3	8.5
平均直幹高* (m)	5.8	3.2
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	・芽かき個体の平均樹高は 16.6m±1.2m、平均胸高直径は 28.4cm±4.3cm、芽かき無しの個体の平均樹高は 15.9m±0.9、平均胸高直径は 27.8cm±4.3cm で、両者間に差は認められなかった。 ・一方、平均直幹高について比べると、芽かき個体が 5.8m±0.8m、芽かき無し個体が 3.2m±0.5m で、両者間に顕著な差が認められた。 ・以上から、直幹の丸太を生産するには植栽初期段階での芽かき処理が有効であることが明らかになった。	

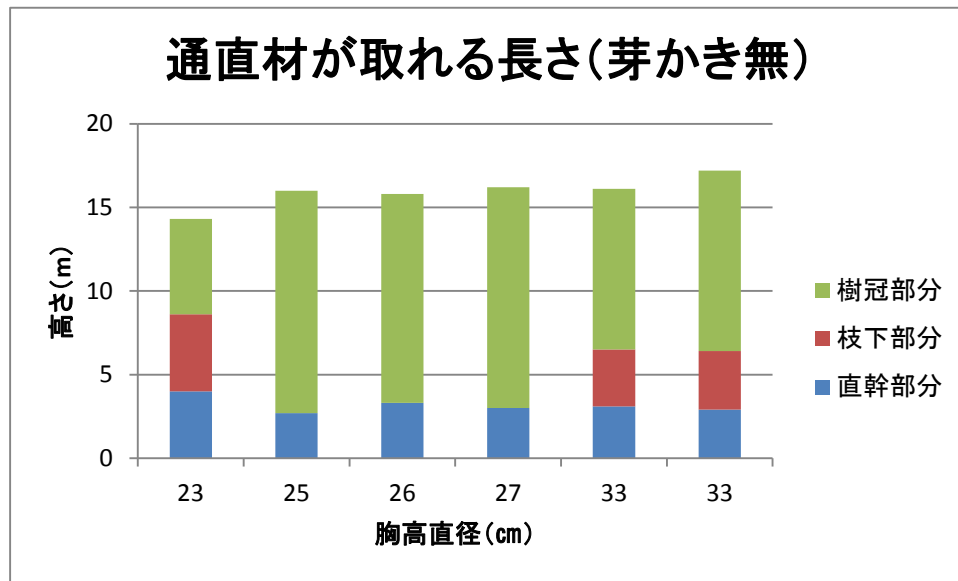


図 22 甲佐町調査結果その 3

④現地写真_センダン



近景 (H29.11.22)



遠景 (H29.11.22)



芽かきした個体



芽かきなしの個体

(8) 宮崎県宮崎市高岡町 (国有林) (No.8)

①位置図



②現地概要

所在地	宮崎県宮崎市高岡町内山 (去川国有林 263 林班は小班)
緯度経度	31° 53.554' ,131° 13.626'
面積	0.16ha
樹種	センダン
植栽年	平成 8 年植栽 (21 年生)
立木密度	888 本/ha
植栽密度	2,800 本/ha
標高	162m
傾斜角	12°
斜面方位	ENE
平均気温/ 降水量	17.4℃ / 2508.5mm / 年 (平年値、宮崎市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・ポット苗を植栽 ・植栽直後に寒風害により枯死が発生で、補植を実施

	<ul style="list-style-type: none"> ・ H9～H16 まで下刈り 1 回/年 ・ 展示林全域にシカ・ウサギの獣害発生で、H15 に獣害防止ネットを設置し周辺を囲う ・ 整枝及び芽かきも一部実施との記録（ただし個体は不明）
現地概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 九州森林管理局森林技術・支援センターが宮崎森林管理署去川国有林 263 林班は小班に設定した広葉樹展示林に植栽されたセンダンの試験林である。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 11 月 20 日	
調査プロット	プロット No.1 (13.0×13.3m)	
植栽木/侵入木	センダン	侵入木
調査本数 (本)	17	23
平均樹高 (m)	10.2	1.7
平均胸高直径 (cm)	13.3	—
平均樹冠幅 (m)	4.7	—
平均直幹高* (m)	2.2	—
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平均樹高 10.2m±2.9m、平均胸高直径 13.3cm±6.1cm、直幹高 2.2m±0.9cm である。樹高や直径ともバラツキが大きく、大きい個体と小さい個体の差がある。 ・ 直幹高も平均 2.2m±0.9m で低い（植栽当時、芽かき技術は未開発）。幹折れや二俣木も 1/4 認められる。 ・ 生存個体は、植栽当初の本数の 1/3 程度に減少しているが、その理由は不明である。 ・ 侵入広葉樹は低木層のみでクサギが圧倒的に多い。樹高は 0.8m～2.3m である。他にクロキ、ナナメノキ、アラカシが僅かである。 	

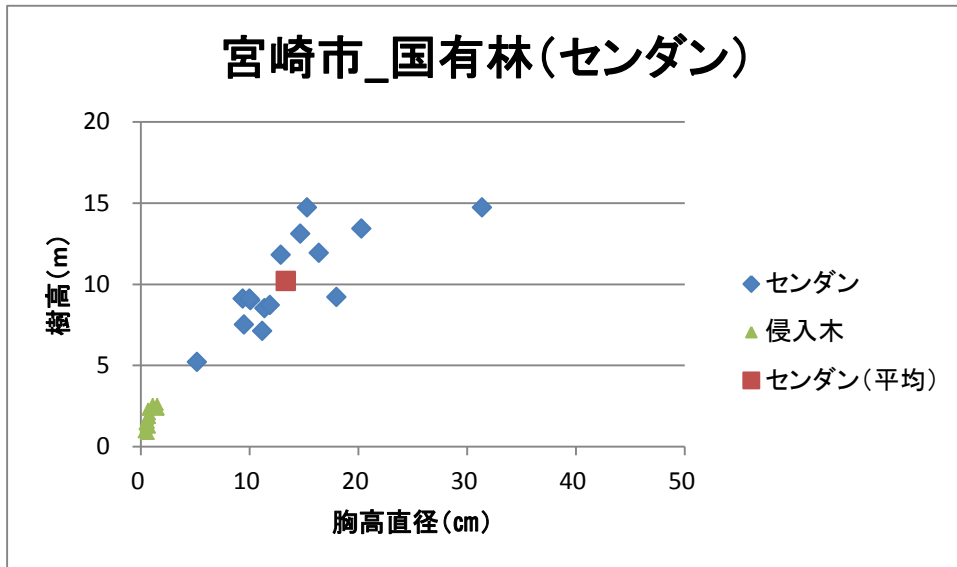


図 23 宮崎市_国有林調査結果その 1

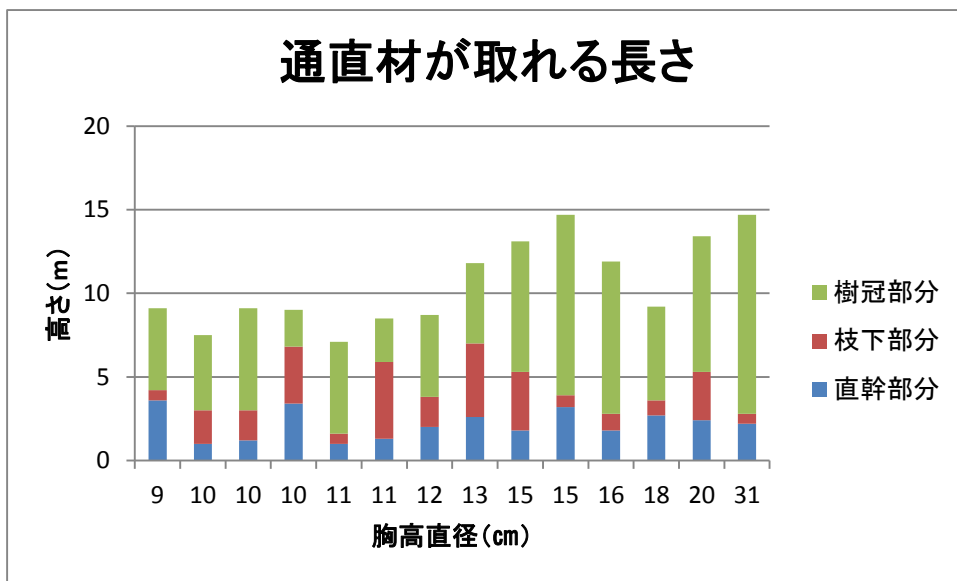
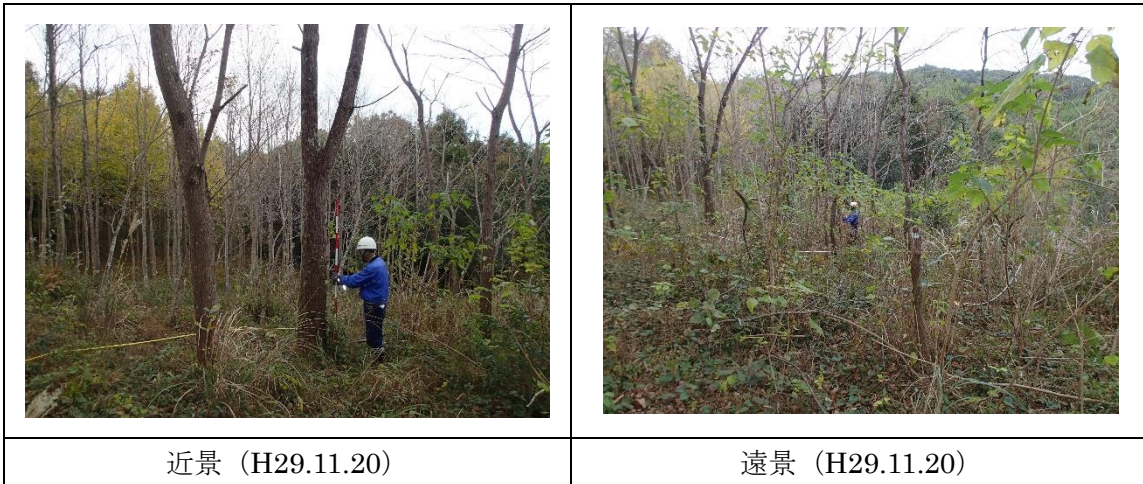


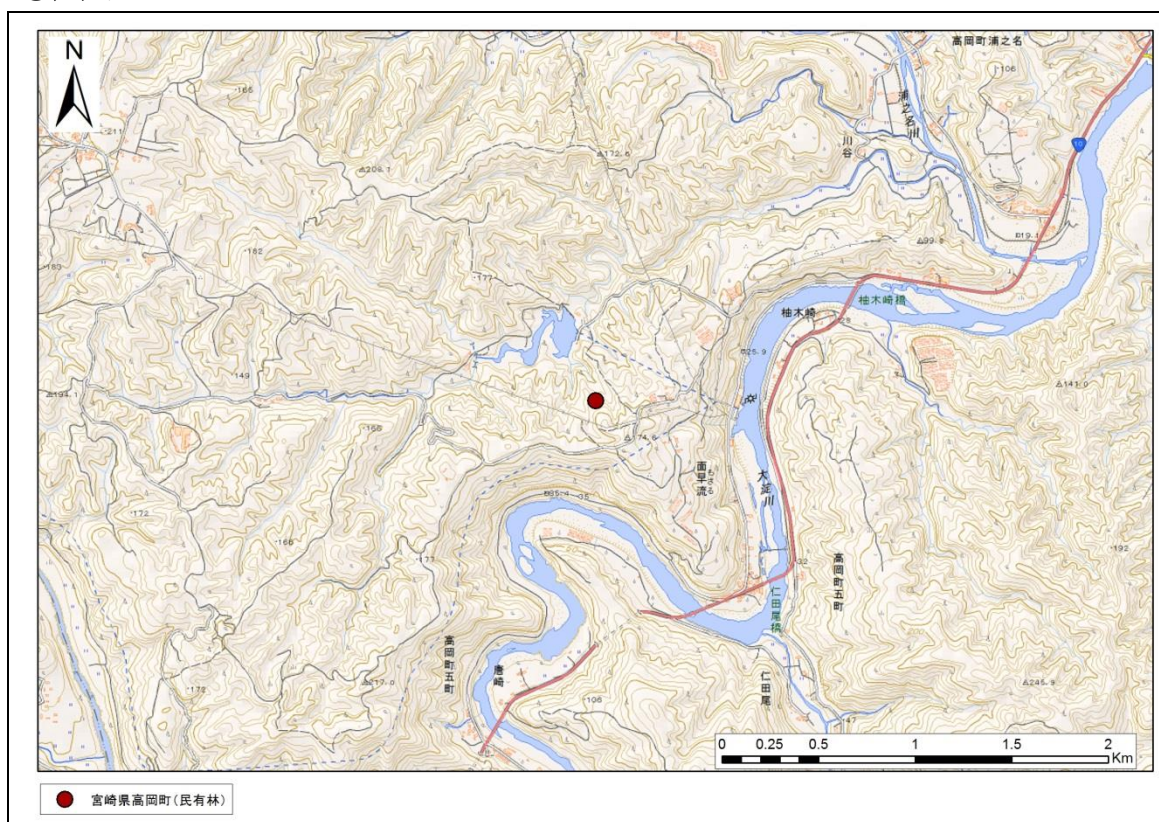
図 24 宮崎市_国有林調査結果その 2

④現地写真_センダン



(9) 宮崎県宮崎市高岡町 (民有林) (No.9)

①位置図



②現地概要

所在地	宮崎県宮崎市高岡町浦之名
緯度経度	31° 56.197' ,131° 14.481'
面積	2.86 ha
樹種	センダン
植栽年	平成 13 年 3 月植栽 (17 年生)
立木密度	888 本/ha
植栽密度	2,500 本/ha
標高	122m
傾斜角	14°
斜面方位	NE
平均気温/ 降水量	117.4℃ / 2508.5mm / 年 (平年値、宮崎市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	下刈り年 1 回 (H14~21)
施業工程等	—
現地概要	・九州電力(株)の水源かん養社有地のセンダン大淀川山林試験区であ

る。スギ林が伐採された跡地に設定された試験地である。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 11 月 21 日	
調査プロット	プロット No.1 (13.0×13.4m)	
植栽木/侵入木	センダン	侵入木
調査本数 (本)	16	8
平均樹高 (m)	12.8	2.7
平均胸高直径 (cm)	12.8	—
平均樹冠幅 (m)	4.7	—
平均直幹高* (m)	3.9	—
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<p>・平均樹高 12.8m±2.9m、平均直径 12.8cm±3.9cm、直幹高 3.9m±1.6m である。個体間差が大きく樹高でも直径でも 2 倍の開きが認められる。林分が閉鎖して樹高も胸高直径もその成長速度が低下したものと推察される。適宜の間伐が必要である。</p>	

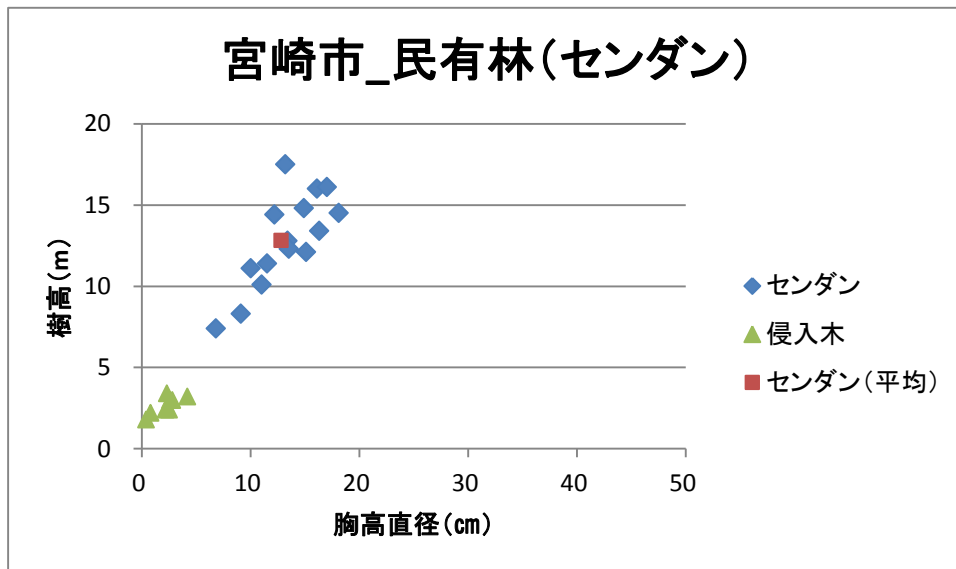


図 25 宮崎市_民有林調査結果その 1

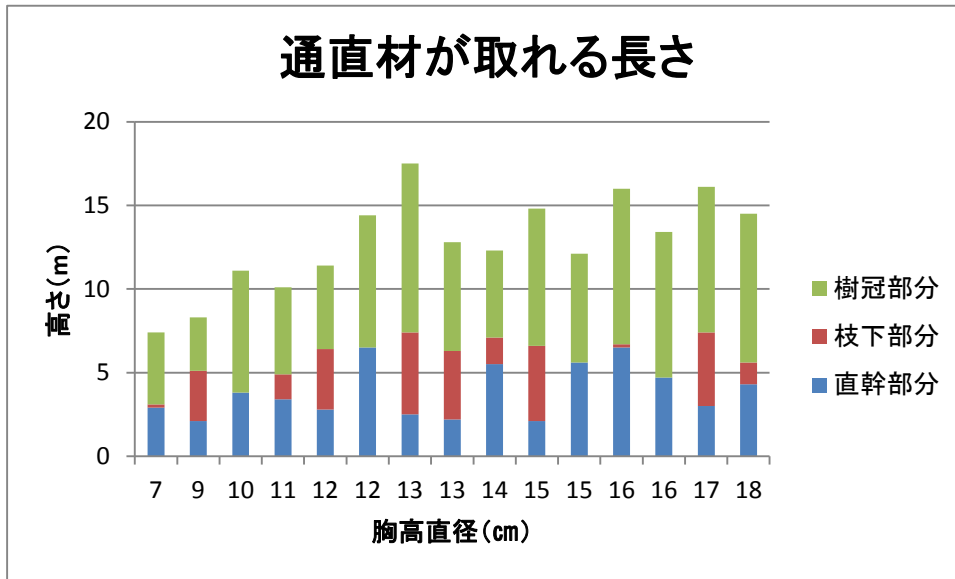


図 26 宮崎市_民有林調査結果その2

④現地写真_センダン



近景 (H29.11.21)



遠景 (H29.11.21)



直幹部分が短い



手前の木立の向こうでスギ林の手前

(10) 宮崎県延岡市 (No.10)

①位置図



②現地概要

所在地	宮崎県延岡市北方町早日渡
緯度経度	32° 34.381' ,131° 29.021'
面積	0.14 ha
樹種	センダン
植栽年	平成 12 年 3 月植栽 (18 年生)
立木密度	770 本/ha
植栽密度	3,500 本/ha
標高	450m
傾斜角	32°
斜面方位	N
平均気温/ 降水量	16.6℃ / 2292.1mm / 年 (平年値、延岡市)
土壌	褐色森林土
施業履歴	下刈りを年 1 回実施 (H14~21)
施業工程等	—
現地概要	・九州電力(株)の水源かん養社有地のセンダン清水峠山林試験区であ

る。スギ林が伐採された跡地に設定された試験地である。

③現地調査結果

調査日	平成 29 年 11 月 20 日	
調査プロット	プロット No.1 (13.0×15.3m)	
植栽木/侵入木	センダン	侵入木
調査本数 (本)	15	2
平均樹高 (m)	10.5	4.5
平均胸高直径 (cm)	12.8	—
平均樹冠幅 (m)	4.6	—
平均直幹高* (m)	4.4	—
*直幹高とは、枝下部分における通直な材が取れる部分を指す。		
調査概況	<p>・平均樹高 10.5m±3.1m、平均直径 12.8cm±4.4cm、直幹高 4.4m±1.3m である。個体間差が大きく樹高でも直径でも 2 倍の開きが認められる。林分が閉鎖して樹高も胸高直径もその成長速度が低下したものと推察される。適宜の間伐が必要である。</p>	

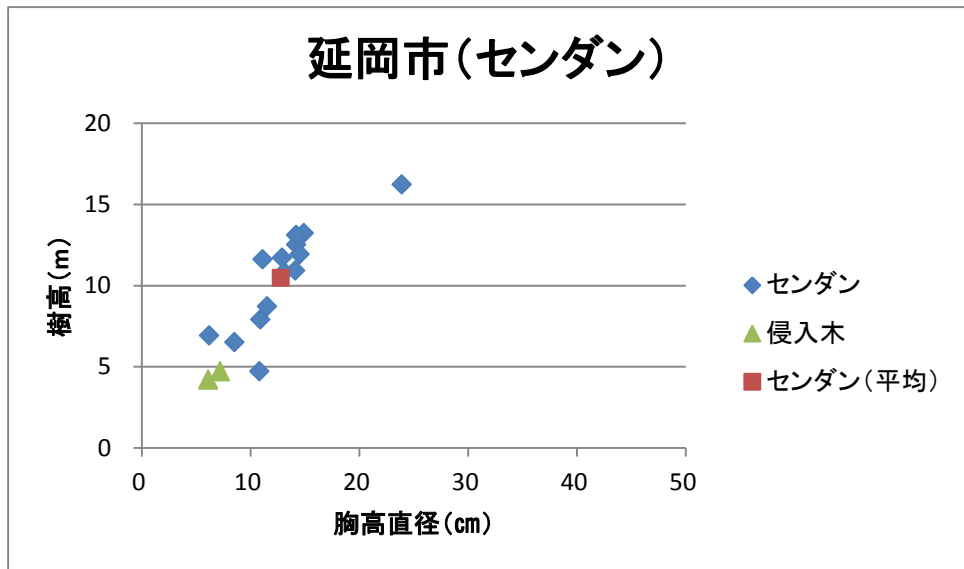


図 27 延岡市調査結果その 1

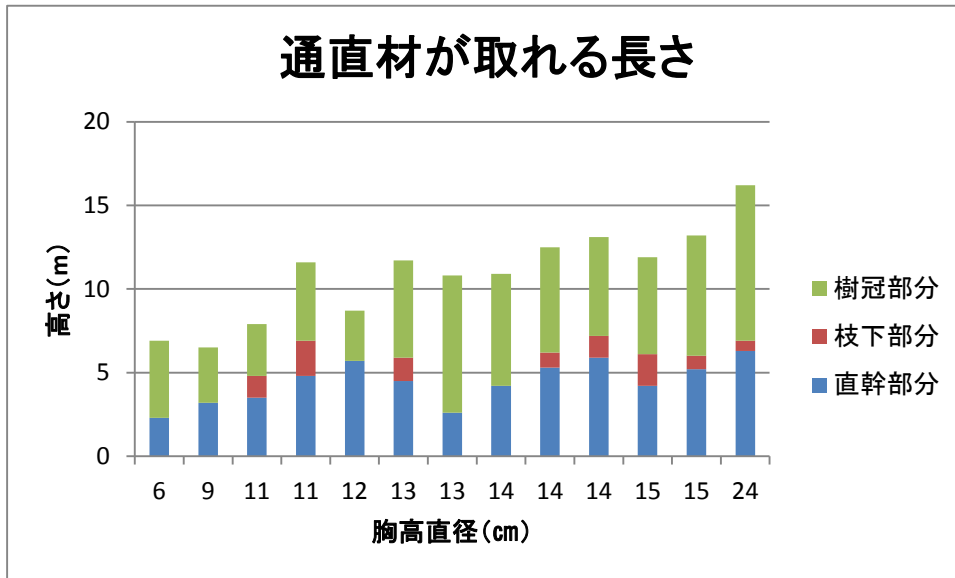
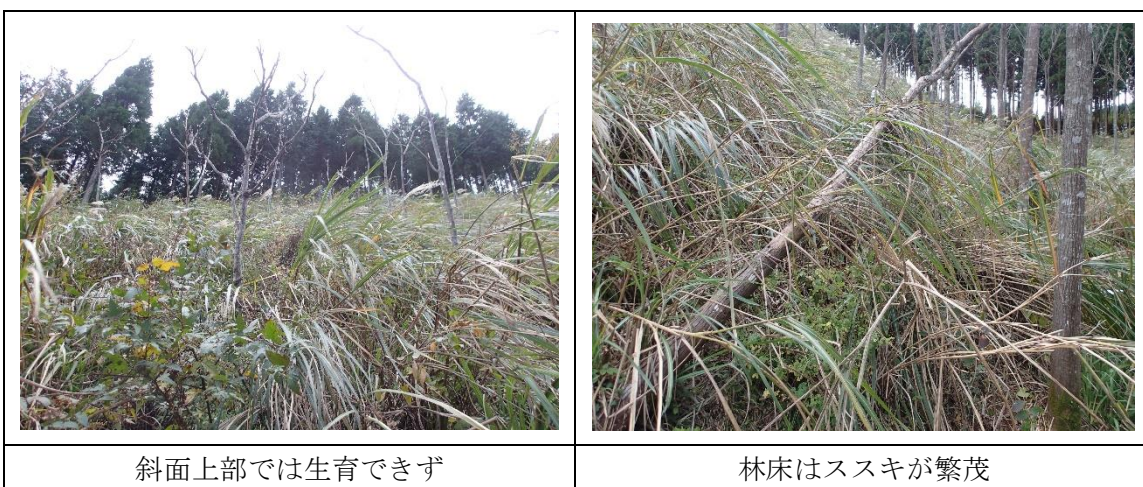
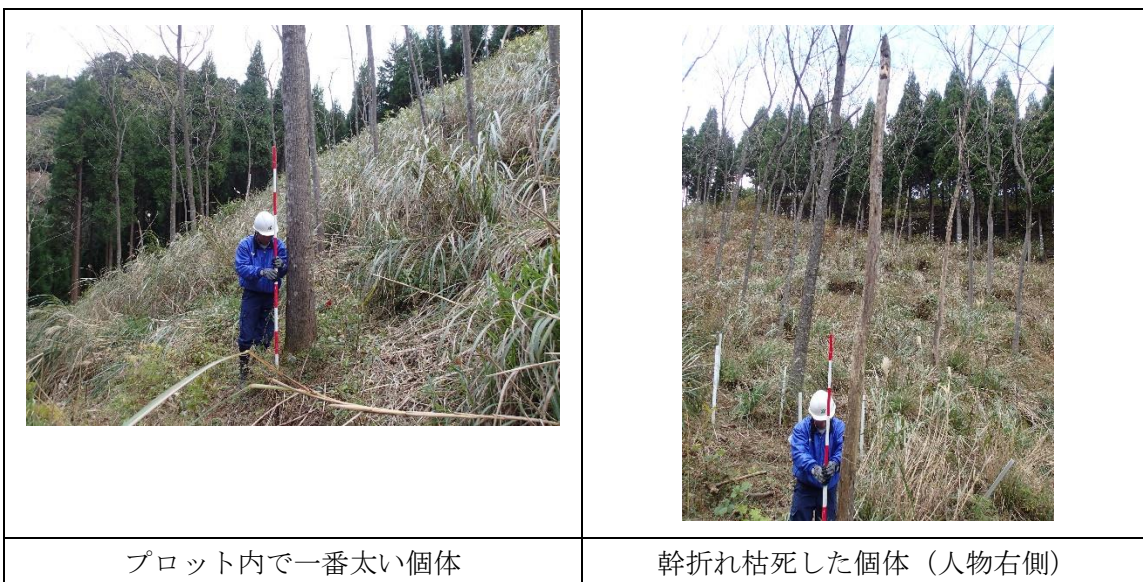
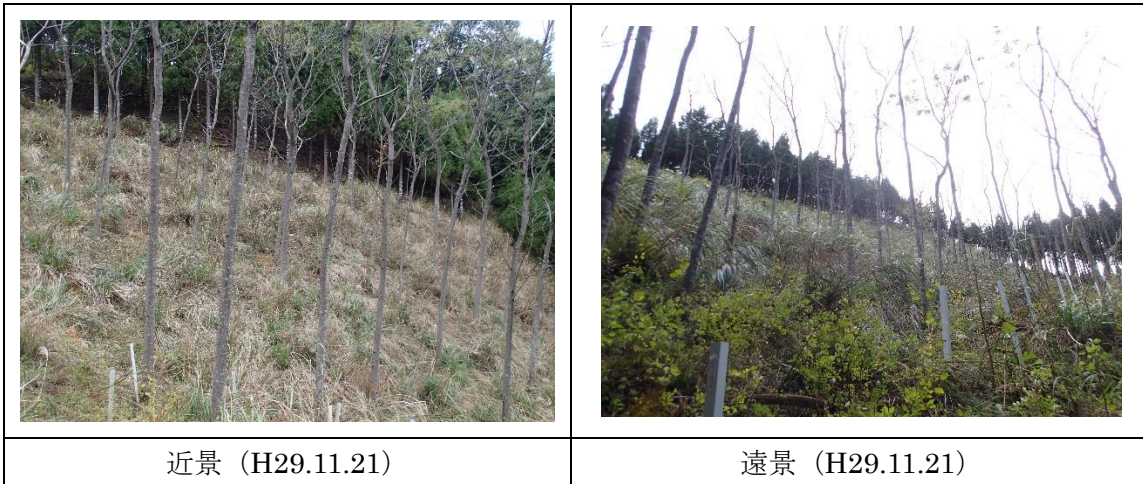


図 28 延岡市調査結果その 1

④現地写真_センダン



4.2.3. 考察

(1) センダン

センダンはケヤキの代替材として家具材等に有用とされる。一方で、近年、バイオマス資源の一つとしても認知されている。今回の事業では、前者の用材利用としての用途を想定し、調査においても“センダンを早く太く曲がりのない長材として如何に速く育てるか”にポイントをおいた。

既存調査地の考察に入る前に、そのポイントに密接に関係する植栽密度について簡単に説明する。なお、センダンに関わる育林研究は熊本県林業研究指導所で平成 8 年頃から継続的に行われてきたが、その研究成果を元に、センダンの植栽密度についての考え方の推移をまとめる。研究開始当初は、植栽密度 3,000 本/ha、5,000 本/ha、7,000 本/ha と密度毎の成長や曲がり等の樹形を比較する試験を行った（表 6 文献 1、5）。想定していた育林施業はスギ等と同じように、ある程度高い密度で植栽し、林分の閉鎖と共に下枝を枯れ上がらせ、間伐を実施しながら直材の枝無し丸太を生産する考え方であった。植栽後の初期成長は良好で、5 年間で樹高 10m を超えて、胸高直径は 9cm 前後に達した。林分閉鎖後に適宜間伐を繰り返していけば良質の丸太が生産できる施業システムである。林分閉鎖後、間伐を行わないと初期の成長速度は低下し、特に肥大成長は 5 年生以降で明確に減速した。その後の研究で、芽かきの技術が開発されたことにより低密度での植栽でも通直な材を生産することが可能となり、収穫時の立木密度 200~300 本/ha と推定した場合、植栽密度は 1,000 本/ha 程度あれば十分という報告（文献 10）を踏まえ、現在では、熊本県の植栽密度の基準は 400 本/ha である。なお、林分閉鎖後の林分葉量は密度に関わらず一定になることから、この植栽密度の低減は、単木当たりの葉量を増やす方向への変化であり、単木レベルの成長（特に肥大成長）を促進させるため、その枝葉の展開に十分な空間を与える方策であった。

ここで、調査を実施した既存のセンダン林分について、その調査結果を表 8 に示す。林齢が相対的に古い林分として、熊本県甲佐町の展示林 17 年生（調査地 No.7）、宮崎県高岡町民有林 17 年生（No.9）と宮崎県延岡市民有林 18 年生（No.10）、そして宮崎県高岡町国有林 22 年生（No.8）の林分である。一方、植栽間もない若い林分として熊本県苓北町民有林の 5 年生（No.6）林分である。なお、調査に際しては、植栽密度と成林状況の把握、芽かきと生産される直材の関係性の把握を、それぞれ課題にして調査した。

[植栽密度と成林状況]

調査林分の植栽密度や樹高・胸高直径等を表 8 に示す。宮崎県高岡町の国有林 22 年生（No.8）、及び同高岡町の民有林 17 年生（No.9）、宮崎県延岡市の民有林 18 年生（No.10）の植栽密度は 2,500~3,500 本/ha である。熊本県が植栽基準とする 400 本/ha に比べると一桁多い。植栽密度を高くし、下枝を枯れ上がらせる古い手法に類する林分である。それぞれの平均樹高 H と平均胸高直径 DBH は、No.9 の 17 年生で H: 12.8m/DBH: 12.8cm、

No.10 の 18 年生で H:10.5m/DBH:12.8cm、No.8 の 22 年生で H:10.2m/DBH:13.3cm であった。植栽後 17~22 年で樹高 10~13m (胸高直径約 13cm) の成長状態では早生樹としては満足できない値である。一方、熊本県甲佐町の展示林 17 年生 (No.7) を表 8 に見ると、植栽密度 1,111 本/ha で H:16.5m/DBH:28.2cm で上記の前 3 林分 (No.8~10) に対して良好な値であった。特に直径では 2 倍以上である。センダン育成法として文献 10 で紹介された植栽時 1,000 本/ha で収穫時に立木密度を 200~300 本/ha にする間伐コースに該当する林分である。

前 3 林分 (No.8~10) とこの展示林 (No.7) の林分成長の違いを考察する。

先ず、立地の違いによる影響である。立地は基本的に人為で変えることができない。適地適木が重要である所以である。本来のセンダンの適地は河畔・扇状地や斜面下部の崩積地等の水分環境が良く、しかも水捌けが良い立地である (文献 6)。前 3 林分は山地斜面中部~上部の位置にあり、適地とは言い難い。後者の展示林は、緑川河川沿いの平坦地で、過去に畑地として利用された場所である。

次いで、保育の違いによる影響である。前 3 林分は 3,000 本/ha 前後の密度で植栽され、下刈り後は除伐等の特段の保育作業はなされていない。現在の立木密度が 700~800 本となっているが、これは何らかの原因 (植栽初期のウサギやシカの食害や寒さの害の記録はある) で枯死が発生したもので、間伐によって減少したものではない。一方、展示林は植栽時 1,111 本/ha で、施肥や芽かき (高さ 4m まで) 等を行い、その後に保育間伐を 4 年生時に 40%、11 年生時に 23%、また材質試験供試木として 9 年生時に 3 本、16 年生時に 6 本を抜き伐りし、十分に保育されている林分である。以上から、前 3 林分と展示林の成長差は立地及び保育の違いを反映したものと考える。

植栽後あまり期間が経過していない熊本県苓北町民有林 No.6 の棚田跡地に植栽されたセンダン 5 年生林分 (植栽密度 389 本/ha) は H:7.5m/DBH:8.8cm で早生樹として期待できる数値を示している。植栽時の施肥及び 2 年継続の芽かきが確実に Rowe されており、今後、良好な成長が期待できる可能性がある。

[芽かき等と生産される直材]

次いで、芽かきの効果について考える。センダンにはバイオマス利用もあるが、前述したように、ここではケヤキの代替材としての用途を考える。熊本ではケヤキの代替材として家具に使われることを想定しており、センダン丸太の生産目標を末口径 30cm で長さ 4m の直材としている (文献 10)。直径が太くても、太い枝が一番玉から出ているような材では利用価値はほとんどない。熊本県林業研究指導所では種々の試験を通じてセンダンの芽かき技術の開発を行った (文献 3, 8, 9, 10, 11)。

その技術成果を端的に示す林分が、先に紹介した熊本県甲佐町のセンダン展示林 17 年生 (No.7) である。この林分のセンダンには芽かき処理を行ったものと行わなかったものがある。展示林は、植栽密度 1,111 本/ha (現在の立木密度 233 本/ha) で、芽かき処理木に対

しては、植栽後2年間、高さ4.5mまで実施している。また、林分全体に対して4年生時に約40%、11年生時に23%の間伐を実施している。図21では芽かきを行った24個体、図22に芽かきを行わなかった6個体について調査し、地際から直材が採れる高さ（図中では直幹高と表示）を示した。両図を見比べると芽かきの効果は明らかである。芽かきをした個体は全て4m以上の直幹となっており、その内の8本は末口径30cm以上に達し、生産目標に達している。一方、芽かきを行わなかった個体の直幹高は全て4m以下であった。

展示林No.7に対して既述した前3林分（No.8～10）について、直幹高4m以上の個体の有無（割合）をみると、宮崎県高岡町国有林22年生（No.8；図24）、宮崎県高岡町民有林17年生（No.9；図26）、宮崎県延岡市民有林18年生（No.10；図28）で、それぞれ0%、33%、70%であった。ただし末口径30cm以上の条件を満たした生産目標に達する個体はいずれにおいても無かった。これらの林分No.8～10の植栽密度は2,500～3,500本/ha（現在の立木密度770～888本/ha）で、先の展示林No.7より2.3～3.2倍多く植えられている。いずれの林分でも除間伐の記録はなく、立木本数の減少は自然枯死によると思われる。高密度植栽で間伐を複数回実施し直材を生産するという従来の手法において、間伐を適宜行わず自然に推移させると、上記のように直材を得ることは難しいということが分かった。No.8の林分では芽かきを一部に実施したとの記録はあるが（芽かきの対象範囲・実施時期・手法等は確認できず）、この林分での直幹高4m以上の個体は0%という状況である。

ケヤキの代替材として用途を考えた場合、センダンの育林において、初期の芽かきは必須で、植栽密度とその後の密度管理で如何に早く生産目標（利用径級）に到達させるか、その施業方法を考えることが非常に重要であることが、既存林分の調査からも確認された。

表8 既存植栽地（センダン）調査結果一覧

No.	地域	林齢	密度(本/ha)		標高 (m)	樹高(m)		胸高直径(cm)		直幹高(m)		侵入木 本数
			立木	植栽時		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
6	熊本県苓北町 民有林	5	299	389	214	7.5	1.5	8.8	2.8	3.0	0.8	0
7	熊本県甲佐町 展示林	17	233	1,111	32	16.5	1.2	28.2	4.3	5.3	1.3	0
8	宮崎県高岡町 (国有林)	22	888	2,800	162	10.2	2.9	13.3	6.1	2.2	0.9	23
9	宮崎県高岡町 (民有林)	17	888	2,500	122	12.8	2.9	12.8	3.5	3.9	1.6	8
10	宮崎県延岡市 民有林	18	770	3,500	450	10.5	3.1	12.8	3.9	4.4	1.3	2

(2) コウヨウザン

林齢30年生を超えるコウヨウザンの林分は広島県や熊本県や高知県等に僅かに存在する。またここ数年関心を持たれ始めたところであり、コウヨウザンの若い林分は未だほとんど

ない状況である。造林を推奨している広島県で事業が始まる場所であり、大分県等にて試験植栽等のレベルで植林の取組が行われている程度である。

育林技術に関わるコウヨウザン情報は、大分県林業研究部によって平成 25～27 年度に発表された研究成果のみである。センダンのような文献情報の蓄積は、ほとんどないのが実情である。

コウヨウザン既存林分の調査結果を表 9 に示す。広島県庄原市民有林 55 年生 (No.1)、熊本県菊池市国有林 59 年生 (No.5)、それと高知県土佐清水市国有林 30 年生 (No.4) の閉鎖した林分と、広島県尾道市民有林 2 年生 (No.2) と広島県北広島町民有林 1 年生 (No.3) の植栽直後の林分を調査した。なお、調査に際しては、閉鎖 3 林分では、立地と成長・成林状況等の把握を課題に、また 1～2 年生の林分では植栽後の生存状況の把握を課題にそれぞれ調査した。

[立地と成長・成林状況]

広島県庄原市 55 年生 (No.1) 林分は現在数多くの視察者が訪れる林分で、また、種々の調査も最近実施されている。立地と成長の関係を把握するため尾根に近い斜面上部と斜面下部にプロットを設定し、毎木調査等を行い平均樹高 H と平均胸高直径 DBH を明らかにした。斜面上部で H : 21.3m / DBH : 27.4cm であったのに対し、斜面下部では H : 32.0m / DBH : 38.4cm であった。斜面上・下部の立地間の各平均サイズにそれぞれ有意差が認められ、斜面下部で上部に比較し良好な成長を示していることが分かった。なお、林分材積が分からないので明確なことは言えないが、斜面上部でもサイズの決して悪い値ではないと思われた。

熊本県菊池市 59 年生 (No.5) 林分は、尾根から沢筋への斜面長が短く、しかも斜面の下部は広葉樹の別の林分となっており、コウヨウザンは斜面中～上部にかけて成立していた。よって、調査区は一箇所の設定となり、広島県庄原市のような斜面上・下部での立地間差の比較はできなかった。当林分の各サイズは、H : 20.2m / DBH : 29.7cm で、サイズの決してはほぼ同齡の広島県庄原市 55 年生 (No.1) の斜面上部の値とほぼ同等な値を示していた。

高知県土佐清水市のコウヨウザン 30 年生 (No.4) 林分は、昭和 7 年植栽の林分で昭和 63 年の 57 年生時点で伐採収穫 (41.25m³) され、その後の萌芽再生で成立した 30 年生林分である。今回設定した調査区 138m² には 13 個体があり、その全てが株立ち (幹 2～10 本) の状態であった。調査区周辺の踏査でも同様な状況を確認した。単幹で太くて通直な丸太を生産する目的であれば、再生個体が株立ちになる萌芽更新では効率が悪く不適である。更新初期段階で萌芽枝の整理が必要である。ただし、バイオマスの用途を求めるのであれば萌芽更新でも問題ないと考える。なお、昭和 7 年の植栽総本数 800 本が昭和 63 年の収穫時に 76 本となっていた (文献 17)。この期間に約 90% の個体が消失しているが、この原因は分からない。今後、コウヨウザンの萌芽更新の施業を考えていく場合には、この点を課題として留意しておく必要がある。

また、広島県庄原市 55 年生 (No.1)、高知県土佐清水 30 年生 (No.4)、熊本県菊池市 59 年生 (No.5) 林分の毎木調査時に、風による折れ被害の調査を同時に実施した。広島県庄原市 55 年生 (No.1) の斜面上部で幹折れ被害が 26%認められた。また主幹の折れに起因する側枝立ちによる叉木の発生も 9%みられた。その林分の斜面下部での幹折れ被害は 5%であった。また、熊本県菊池市 59 年生 (No.5) でも同様の幹折れ被害が 40%発生していた。被害率 26%、40%と高かった調査箇所はいずれも尾根近くの斜面上部に位置していた。今後、コウヨウザンの植栽立地の検討を進めていく場合には、この幹折れ被害についても、その発生の多寡と立地との関連性について検討することを課題として認識しておく必要がある。なお、高知県土佐清水市の 30 年生 (No.4) では、その折れ被害は僅かであったが、沢沿いの一角を占める位置にあったとの記述をみる (文献 17)。

なお、上述の被害状況がコウヨウザンに特異的であったかどうか定かではない。ただし、該当する林分周辺でのスギ・ヒノキ等の風折れ被害について聞き取りを行った結果では特段の被害報告はなかった。

[植栽後の生存状況]

広島県尾道市 2 年生 (No.2) 及び広島県北広島町 1 年生 (No.3) の調査から、いずれの林分でもコウヨウザン苗木の活着は 100%であった。ただし、ウサギによる食害が顕著で、前者で 94%、後者で 40%の被害発生をみた。主軸等が切断されても、コウヨウザンの萌芽性が強いためか調査区内では枯死個体は発生していない。なお、周辺にある植栽直後のヒノキ植栽苗 (No.2 付近) においては、ウサギの食害が認められないとの現地報告もある。コウヨウザンの成長とウサギ被害の関係性についても検討する必要があると考える。

表 9 既存植栽地 (コウヨウザン) 調査結果一覧

No.	地域		林齢	密度(本/ha)		樹高(m)		胸高直径(cm)		折れ発生		侯発生		獣害発生		侵入木 本数
				立木	植栽時	平均	標準偏差	平均	標準偏差	本数	割合	本数	割合	本数	割合	
1	広島県庄原市 民有林	上部	55	1,042	3,000	21.3	6.7	27.4	11.1	18	26%	6	9%		6	
		下部		916		32.0	6.3	38.4	11.5	3	5%	12	17%			
2	広島県尾道市 民有林		2	2,700	2,700	0.4	0.2	1.0	0.2			4	12%	32	94%	0
3	広島県北広島町 民有林		1	1,600	1,600	0.4	0.1	0.8	0.2			0	0%	15	42%	0
4	高知県 土佐清水市 国有林	主幹	30	900	2,700	13.6	1.9	20.9	4.8	1	8%	13	100%		22	
		残り株				9.2	3.0	10.9	4.9							
5	熊本県菊池市 国有林		59	1,100	3,846	20.2	4.8	29.7	8.8	23	40%	3	5%		9	