

5 佐賀県に適した早生樹の選定と利用

(将来を見据えた新たな試験研究推進事業 (開発事業))

(県単：H30 (2018) ～R2 (2020))

江島 淳 林崎 泰

目的

近年、全国的な機運として、一般的なスギやヒノキと比較し、成長が早く短伐期利用 (10～25 年) が可能である「早生樹」の育成・利用について検討がなされている。その利用目的は様々であり、家具材や内装材、木質バイオマス資源の確保等にも貢献できると考えられている。

これまでの造林の中心であるスギ・ヒノキよりも成長が早く、短期間に収穫できる成長特性を持つ樹種も報告されているが、早生樹の成長過程については不明な点が多く、生育適地の判断の難しさや病害虫の発生など、これまでに広葉樹造林時に直面したものと同様の問題が起こることが想定される。

また、材質の点においても樹種による違いが大きく、利用目的にあった材質を有しているか把握し、木材関連業界のニーズにマッチするか確認する必要がある。

以上のことから、本課題においては、項目 1 において成長特性の面から調査し、項目 2 において材質面について調査することで、造林の可能性と木材の価値の両面から早生樹の選定を行うこととする。

木材の価値については、県内製材所や家具店等にニーズの高い樹種について聞き取りを行い、佐賀県独自の樹種利用の可能性についても検討する。

項目 1. 成長特性

1-1. 調査の概要

本年度は、早生樹としての可能性を有する樹種を幅広く検討するため、これまで「さが四季彩の森林づくり整備事業：県単独事業」で環境保全を目的に広葉樹を複数樹種混交植栽した箇所の約 10 年生のまでの定期調査結果を解析し、成長量や病害虫による被害状況から、候補樹種や生育適地の検討、造林の可能性について検討を行う。

1-2. 調査方法

表 1-1、表 1-2 のとおり、16 調査地 (1 調査地面積：100 m²)、約 1,100 個体 (個体識別有)、20 樹種の 3 時点 (隔年調査 2012～2018) の毎木調査結果 (佐賀県農林水産部森林整備課実施：朝日テクノ株式会社受託) を解析対象とした。

立地条件を区分するため、過去の土地利用と集水面積や斜面傾斜などの地形情報をもとに、16 調査地を上部斜面と下部斜面に分類し、樹種別の反応を解析するとともに、成長の早い樹種の抽出をおこなった。また、病害虫の発生状況についても解析し、造林地における枯死率や、枯死の要因等について整理した。

表1-1. 16調査地の植栽前の土地利用及び地形情報に基づく立地区分と毎木調査時の林齢

立地区分	調査地 番号	植栽前 土地利用	傾斜 (°)	集水面積 (㎡)	TWI	斜面 相対位置	標高 (m)	斜面 方位	調査時林齢 (隔年調査)											
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
△ 上部斜面	201	針葉樹人工林	30	1,000	7.46	0.70	560	E	○		○		○		○		○		○	
	202	針葉樹人工林	15	100	5.92	0.90	380	S	○		○		○		○		○		○	
	204	針葉樹人工林	30	200	5.85	0.95	440	N	○		○		○		○		○		○	
	101	針葉樹人工林	40	200	5.47	0.95	350	SW				○		○		○		○		○
	102	針葉樹人工林	33	300	6.14	0.90	350	NE				○		○		○		○		○
	107	針葉樹人工林	35	100	4.96	1.00	486	E						○		○		○		○
▼ 下部斜面	108	針葉樹人工林	20	16,400	10.72	0.66	240	E					○		○		○		○	
	105	竹林	45	12,000	9.39	0.22	440	NE					○		○		○		○	
	106	竹林	20	200	6.31	0.82	430	NE		○		○		○		○		○		
	109	竹林	5	800	9.12	0.99	338	SW					○		○		○		○	
	103	畑	23	5,600	9.49	0.29	80	SW						○		○		○		
	104	畑	23	300	6.56	0.84	60	W					○		○		○		○	
	112	畑	5	300	8.14	1.00	280	NE					○		○		○		○	
	203	水田	0	1000	13.26	0.50	130	N	○				○		○		○		○	
	111	水田	0	2,700	14.25	0.46	230	SE					○		○		○		○	
	110	水田	0	2,000	13.95	0.18	300	W					○		○		○		○	

※TWIは地形湿潤指数($\ln(\alpha/\tan\beta)$)で算出される水文モデルの指数で、 α は集水域の面積、 $\tan\beta$ 傾斜

※斜面相対位置は尾根を1、谷を0として調査地点の相対的な位置を表した指数。

表1-2. 樹種別の調査個体数と調査地点の構成

樹種グループ	種名	総サンプル数	△上部斜面							▼下部斜面											
			101	102	107	201	202	204	小計	103	104	105	106	108	109	110	111	112	203	小計	
雑木林・2次林	ヤマザクラ	213	7	3		14	30	54	9	11	18	23	28	18	26		9	17	159		
	エゴノキ	43				19	19	7	13									4	24		
	クヌギ	147				4	24	28						17	39	27	29	7	119		
	コナラ	35	6	2	12	15	35												0		
	サクラsp	8					0										8		8		
	イヌシデ	17		17			17												0		
	ウリハダカエデ	8		8			8												0		
雑木林・林縁	ヤマハゼ	17					0		11									6	17		
雑木林・斜面	イロハモミジ	258	8	4	10	12	34	68	7	6	14	19	26	20	33	35	22	8	190		
	ケヤキ	124	3	10		17	30	4						16	33	23	18		94		
	ムクノキ	10					0	1	2									7	10		
照葉樹林	スタジイ	11		1			1	1	9										10		
	イチイガシ	10					10	10											0		
	ヤマモモ	53				10	10						8	35				43			
	マテバシイ	13				13	13												0		
夏緑樹林・山地林	コハウチワカエデ	32			31		31							1					1		
	ヤマボウシ	34	7			20	27										7		7		
夏緑樹林・溪谷林	カツラ	13	4	9			13												0		
	キハダ	27					0								27				27		
その他	イチョウ	34	2				2		14	18									32		
低木等	4種類	9	0	5	0	0	0	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
			1116	37	51	61	52	72	99	372	32	52	46	60	54	79	167	112	86	56	744

樹種グループは、日本野生植物館(小学館)の生育立地別分類に基づく。

1-3. 結果・考察

(1) 成長特性の解析による成長の早い樹種の抽出

立地別の成長の差を確認するため、サンプル数の多いヤマザクラとケヤキの林齢-樹高関係をもとに、一般化線形モデル (Generalized Linear Model) とよばれる解析手法を用いて、林齢と樹高成長の関係をモデル化した結果を図 1-1 に示す。ケヤキは、ヤマザクラと比較し、斜面上部で大きく成長量が落ちることが明確であり、ケヤキは生理的な適地の幅が狭い樹種 (斜面上部で生育できない樹種) であることが、既存の研究と同様に示された。

次に、立地間で比較的成長差が少なかったヤマザクラを用いて、下記式により、その他の樹種の樹高成長を相対的に評価することを試みた結果を図 1-2 に示す。

同一調査地の同一時期の調査結果をもとに算出 (今回は 5 又は 6 年生時点)

$$\text{任意樹種の相対成長指数} = \frac{\text{任意樹種の樹高中央値}}{\text{ヤマザクラの樹高中央値}}$$

樹木成長量は立地の生産性に大きく影響を受けるため、成長の早さを数値化し評価することは意外に難しい作業であるが、今回の調査地にヤマザクラが多く植栽してあったため、ヤマザクラを基準とした相対成長指数を得ることができた。ヤマザクラが同時植栽されていない箇所については、その他の樹種の成長を指数化できないことや、現時点では上部斜面のみの植栽個体しか調査していない樹種 (イチイガシ、カツラなど) 等もあるため、十分なグラフとは言えないが、樹種の立地選択性などについて解析の方向性の検討や欠測データの補充など、今後の調査研究の方針を決める際に有効に活用されることを期待したい。

さらに、各立地別において、今回樹高成長が早かった上位 25 個体の 5 又は 6 年生時の樹高と胸高直径を表 1-3、表 1-4 に示す。下部斜面においてはキハダ、クヌギ、ヤマハゼなどが上位であり、上部斜面ではコナラ、ヤマザクラ、ウリハダカエデなどが上位を占めていた。全ての調査地に同じ樹種を植栽した試験地ではないため、評価は難しい点もあるが上位個体を立地間で比較すると、成長量は明らかに異なった。

以上のことから、早い成長を期待するには、樹種の実選のみではなく、立地の選が必要であると考えられた。

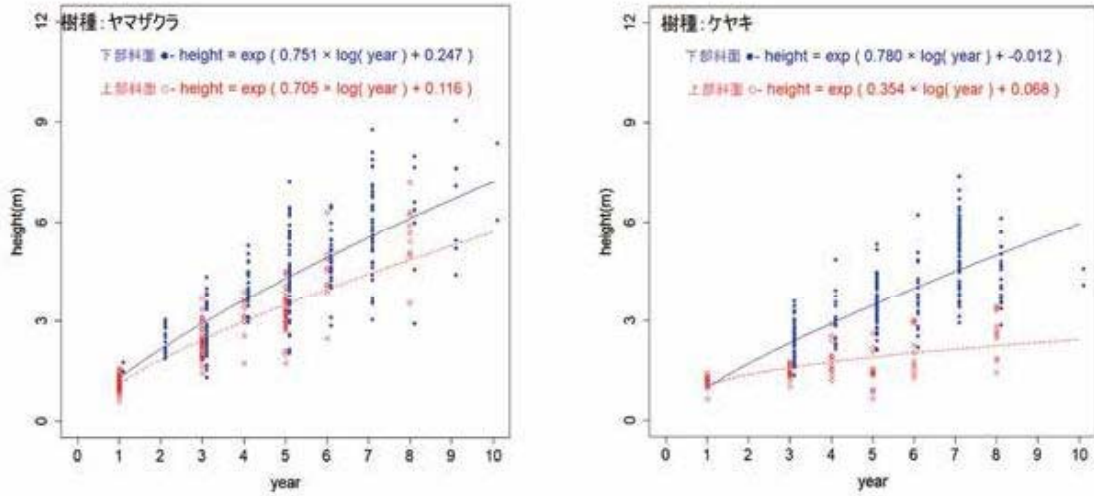


図-1-1. ヤマザクラとケヤキの立地区別(下部斜面:青●、上部斜面:赤○)の林齢-樹高成長モデル
 近似曲線は一般化線形モデルと呼ばれる統計モデルの手法(式: $ax+b$ 、確率分布: ガンマ分布、線形予測子: \log)で作成。
 調査地番号108(大百2m植栽)のデータを除く調査結果を基に作成。

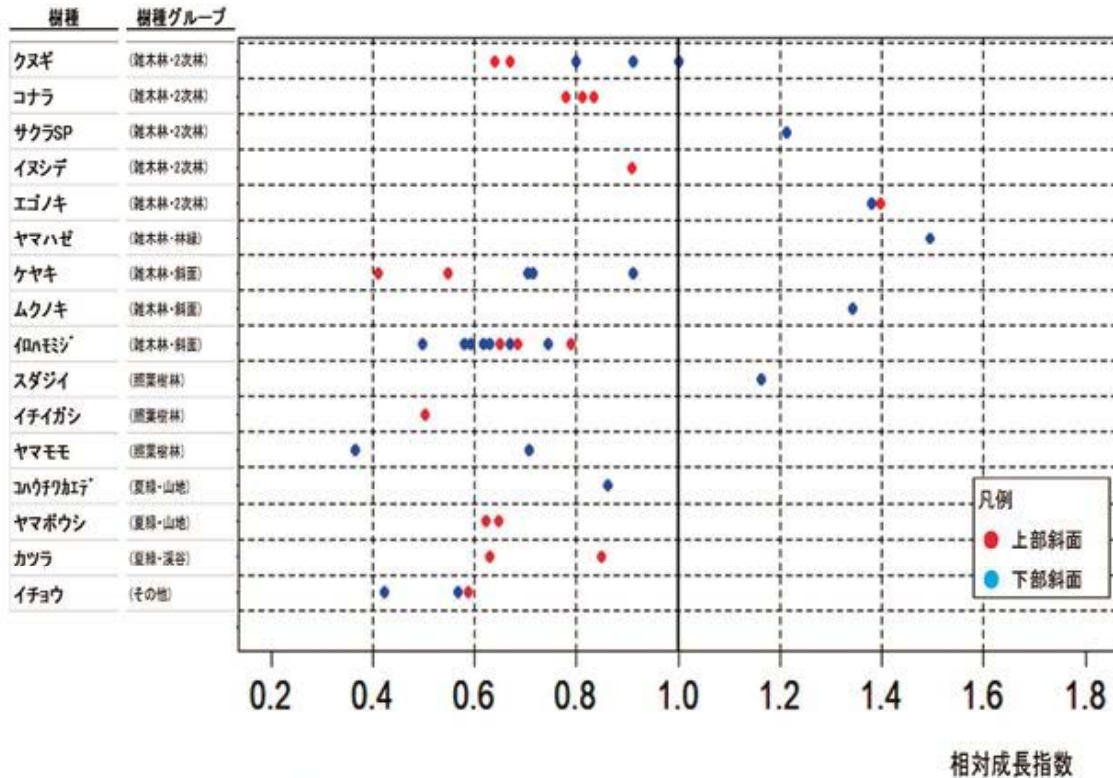


図-1-2. 植栽樹種の立地区別の相対成長指数(下部斜面:青●、上部斜面:赤○)。
 同一調査地内のヤマザクラの樹高中央値を基準(1)とした、相対成長指数で各樹種の成長を評価した。

表-1-3 . 下部斜面において5-6年生時点で成長が早い個体(上位25個体:全体747個体、16樹種)

順位	種名	科	属	樹齡	樹高(m)	胸高直径(cm)	根元直径(cm)	樹冠幅(m)	樹種グループ	調査地	立地区分
1	キハダ	ミカン	キハダ	6	9.60	13.2	16.3	5.0	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
2	キハダ	ミカン	キハダ	6	9.45	14.2	17.9	5.0	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
3	ヤマザクラ(2m苗)	バラ	サクラ	5	9.11	10.3	12.0	5.0	雑木林・2次林	108※	下部斜面
4	キハダ	ミカン	キハダ	6	9.02	8.0	9.1	2.2	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
5	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.81	9.2	10.7	3.9	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
6	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.77	12.8	15.5	6.0	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
7	ヤマザクラ(2m苗)	バラ	サクラ	5	8.59	8.7	9.6	3.3	雑木林・2次林	108※	下部斜面
8	クヌギ	ブナ	コナラ	6	8.44	5.9	8.5	3.3	雑木林・2次林	111	下部斜面
9	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.36	8.5	10.1	3.7	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
10	サクラsp	バラ	サクラ	5	8.30	10.2	18.1	6.1	雑木林・2次林	112	下部斜面
11	ヤマハゼ	ウルシ	ウルシ	6	8.25	13.0	15.8	4.2	雑木林・林縁	104	下部斜面
12	ヤマザクラ(2m苗)	バラ	サクラ	5	8.25	6.7	9.3	4.3	雑木林・2次林	108※	下部斜面
13	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.23	11.1	15.0	4.7	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
14	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.22	12.8	16.3	5.1	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
15	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.19	10.8	14.7	4.3	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
16	ヤマザクラ(2m苗)	バラ	サクラ	5	8.10	8.0	9.1	4.9	雑木林・2次林	108※	下部斜面
17	クヌギ	ブナ	コナラ	5	8.10	6.9	9.2	3.3	雑木林・2次林	112	下部斜面
18	キハダ	ミカン	キハダ	6	8.08	12.1	19.1	5.4	夏緑樹林・溪谷林	111	下部斜面
19	クヌギ	ブナ	コナラ	5	7.99	10.4	14.5	3.5	雑木林・2次林	203	下部斜面
20	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	6	7.98	11.9	13.1	4.8	雑木林・2次林	104	下部斜面
21	ヤマハゼ	ウルシ	ウルシ	6	7.92	7.3	11.0	2.5	雑木林・林縁	104	下部斜面
22	ヤマハゼ	ウルシ	ウルシ	6	7.88	9.9	11.8	4.0	雑木林・林縁	104	下部斜面
23	ヤマハゼ	ウルシ	ウルシ	6	7.76	8.5	12.1	3.4	雑木林・林縁	104	下部斜面
24	クヌギ	ブナ	コナラ	5	7.70	10.1	12.7	4.0	雑木林・2次林	203	下部斜面
25	ヤマザクラ(2m苗)	バラ	サクラ	5	7.66	6.9	8.0	4.0	雑木林・2次林	108※	下部斜面

※樹種グループは、日本野生植物館(小学館)の生育立地別分類に基づく。

※調査地108は2m程度の大苗を植栽、その他の調査地は0.5~1.0m程度の苗を植栽。

表-1-4 . 上部斜面において5-6年生時点で成長が早い個体(上位25個体:全体373個体、18樹種)

順位	種名	科	属	樹齡	樹高(m)	胸高直径(cm)	根元直径(cm)	樹冠幅(m)	樹種グループ	調査地	立地区分
1	コナラ	ブナ	コナラ	6	6.31	7.4	11.2	3.2	雑木林・2次林	107	上部斜面
2	ヤマザクラ	バラ	サクラ	6	6.30	5.2	6.6	1.6	雑木林・2次林	102	上部斜面
3	ウリハダカエデ	カエデ	カエデ	6	5.62	5.7	9.0	2.4	雑木林・2次林	107	上部斜面
4	ウリハダカエデ	カエデ	カエデ	6	5.43	6.0	9.8	1.7	雑木林・2次林	107	上部斜面
5	ウリハダカエデ	カエデ	カエデ	6	5.42	4.9	8.6	1.9	雑木林・2次林	107	上部斜面
6	イヌシデ	カバノキ	クマシデ	6	5.29	5.2	6.9	3.3	雑木林・2次林	102	上部斜面
7	コナラ	ブナ	コナラ	6	5.13	7.0	10.0	3.3	雑木林・2次林	107	上部斜面
8	イヌシデ	カバノキ	クマシデ	6	5.10	4.7	5.9	2.6	雑木林・2次林	102	上部斜面
9	ヤマザクラ	バラ	サクラ	6	5.02	3.6	4.6	1.4	雑木林・2次林	101	上部斜面
10	カツラ	カツラ	カツラ	6	5.00	4.8	6.1	2.1	夏緑樹林・溪谷林	101	上部斜面
11	ウリハダカエデ	カエデ	カエデ	6	4.98	6.1	7.6	1.6	雑木林・2次林	107	上部斜面
12	イヌシデ	カバノキ	クマシデ	6	4.91	5.2	7.0	3.6	雑木林・2次林	102	上部斜面
13	ヤマザクラ	バラ	サクラ	6	4.90	5.1	6.2	3.2	雑木林・2次林	101	上部斜面
14	イヌシデ	カバノキ	クマシデ	6	4.89	6.5	7.4	3.4	雑木林・2次林	102	上部斜面
15	ウリハダカエデ	カエデ	カエデ	6	4.85	3.8	6.1	1.7	雑木林・2次林	107	上部斜面
16	コナラ	ブナ	コナラ	6	4.80	5.3	7.4	2.9	雑木林・2次林	107	上部斜面
17	イヌシデ	カバノキ	クマシデ	6	4.70	5.0	6.6	3.3	雑木林・2次林	102	上部斜面
18	コナラ	ブナ	コナラ	6	4.68	6.6	10.8	2.6	雑木林・2次林	107	上部斜面
19	イヌシデ	カバノキ	クマシデ	6	4.62	5.2	5.3	2.7	雑木林・2次林	102	上部斜面
20	ヤマザクラ	バラ	サクラ	6	4.62	5.3	7.4	2.4	雑木林・2次林	102	上部斜面
21	コナラ	ブナ	コナラ	6	4.62	5.3	8.2	3.1	雑木林・2次林	107	上部斜面
22	エゴノキ	エゴノキ	エゴノキ	5	4.60	4.7	5.6	1.6	雑木林・2次林	202	上部斜面
23	カツラ	カツラ	カツラ	6	4.59	3.3	5.9	1.6	夏緑樹林・溪谷林	101	上部斜面
24	カツラ	カツラ	カツラ	6	4.55	3.5	5.5	2.4	夏緑樹林・溪谷林	102	上部斜面
25	ウリハダカエデ	カエデ	カエデ	6	4.54	3.1	4.5	1.0	雑木林・2次林	107	上部斜面

※樹種グループは、日本野生植物館(小学館)の生育立地別分類に基づく。

(2) 病害虫の被害状況

表-1-5 のとおり調査期間の 5 年間の内に全体 1,108 個体のうち、枯死が確認された個体は全体の 16%、何らかのダメージが確認された個体が全体の 40%、健全な個体は 44%であり、広葉樹は病害虫などの被害を受けやすいと考えられた。

さらに、ダメージを受けていた個体の被害内訳をみると、病虫害の被害が 305 個体、85%ともっとも多く、その中でもカミキリムシによる被害が 61%と最も多かった。

3回（隔年調査）の調査結果から、ダメージを受けている個体は多いが、個体全体が枯死に繋がるとは限らなかったことから、病虫害による影響を受けながら生育することが、広葉樹の特徴と言えるかもしれない。

最後に、昆虫による被害で上位であったカミキリムシとコウモリガ、菌類の被害で上位にあった褐斑病、こぶ病がどのような樹種に被害をもたらしていたか、図 1-5 に示す。カミキリムシの被害はイロハモミジ、ケヤキの順に多かったが、その他の樹種にも被害を加えていた。一方、コウモリガ、褐斑病、こぶ病は特定の樹種又は同属に偏る傾向が見られ、樹種選択的に被害を加えていると考えられた。

1-4 今後の方針

本年度の研究結果から、成長の早さは樹種特性と立地条件が適合した際に実現できることが示唆された。この傾向は、近年、早生樹として注目を浴びているセンダンにおいても報告されており、どの樹種をどこに植えるかという点に着目しながら今後樹種の選定を行う必要がある。

一方、ヤマザクラなど立地の影響を比較的受けづらい樹種もあることから、立地を選択できない造林の場合、このような樹種を選択することが重要であると考えられる。

また、早生樹を広葉樹から選定する場合、病害虫の被害は避けられないものとしてとらえ、リスクを分散させ被害を軽減するための造林手法として、複数樹種を混植することは、一定の効果があると考えられた。しかしながら、今回の調査結果からカミキリムシの被害は大きく、カミキリムシへの対策を個別に検討する必要性も新たに浮上した。

表-1-5. 個体状態及び被害要因別の個体数

個体状況	個体数計	大分類	中分類	小分類	個体数		
枯死個体 16%	173	病害虫	虫害	カミキリムシ	32		
				コウモリガ	2		
				虫害その他	2		
				褐斑病	4		
				菌類	1		
				病害その他	1		
				その他	132		
				不明	132		
		ダメージ個体 40%	442	病害虫	虫害	カミキリムシ	228
						コスカンバ	12
				コウモリガ	38		
				アブラムシ	2		
				カイガラムシ	5		
				虫害その他	20		
				菌類	66		
				ウドンコ病	5		
				褐斑病	27		
				すす病	8		
				コウヤク病	8		
				コブ病	10		
				病害その他	8		
				動物被害	4		
				ウサギ	4		
				物理的被害	67		
				ツル被圧	15		
		誤伐	15				
		幹折	37				
健全個体 44%	494						
総計	1109						

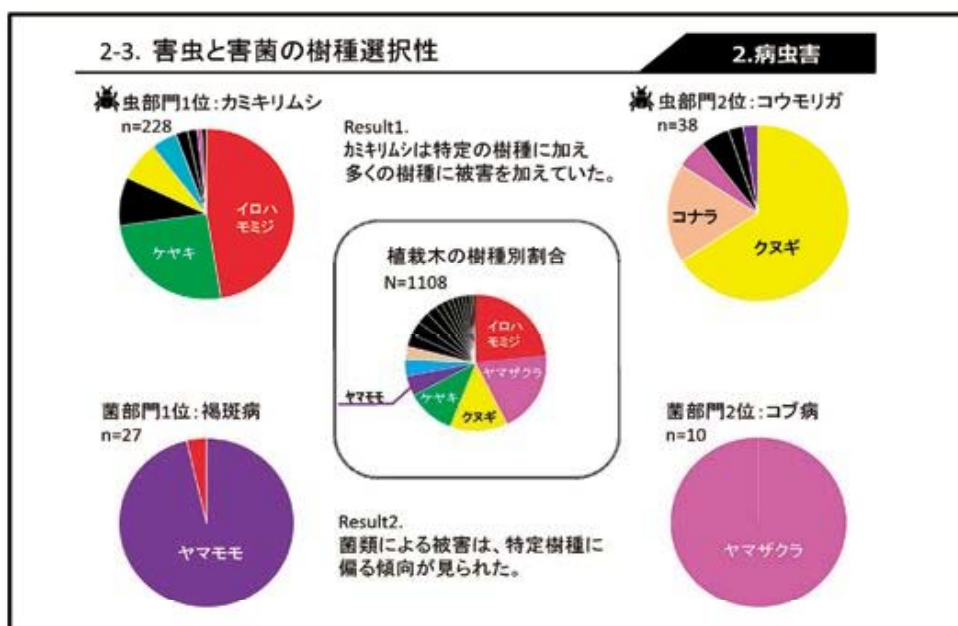


図-1-3. 主要病害虫による被害の発生樹種内訳 (全国森林学会発表スライドを抜粋)

項目 2. 材質評価

2-1. 調査の概要

- ・広葉樹の伐倒・強度特性等調査

県内において現地適応性が高く、需要があり、早期大径化が期待されるクスノキ等（およそ 30～35 年生）の広葉樹を伐倒・搬出し、成長過程や板材に加工し強度特性等について評価する。

- ・メタセコイア立木の伐倒・強度特性等調査

平成 30 年度開発事業において選定したメタセコイア立木(植栽後 67 年程度)について伐倒・搬出し、本試験場内へ運搬を行い、板材に加工後、強度特性等について評価する。また、樹幹解析を行うことで、メタセコイア林分内での成長過程について明らかにする。

2-2. これまでの取組

【クスノキ等の伐倒調査】

平成 30 年度約 30～35 年生のクスノキ 3 本（胸高直径 30～35cm）、クヌギ 1 本（胸高直径 35cm）を伐倒・搬出し、本試験場内に運搬した。

令和元年度に板材へ加工し、材質評価を実施予定としている。



伐倒



玉切り



場内へ運搬

【メタセコイア立木の伐倒調査】

平成 29 年度に事前に毎木調査を行ったメタセコイア林分より、平成 30 年度に立木 3 本（胸高直径約 50cm）を選定し、伐倒→場内へ運搬→板材へ加工を行った。

令和元年度に、樹幹解析、強度試験による材質等の評価を実施予定としている。

○作業状況写真



伐倒



玉切り



樹幹解析用円盤採取



試験場内へ運搬



板材へ加工

2-3. 今後の計画

採取丸太を板材へ加工し、各種強度試験等を実施していくとともに、材色、収縮等の変化についても調査していきたい。

また、県内製材所や家具店等との意見交換や、現地における成長状況等を見ながら、新たな有用樹種の選定等についても検討していきたい。