

9. 平成 29（2017）～令和元（2018）年度早生樹利用による森林整備手法検討調査委託事業まとめ（3年間の調査の概要）

1. 本事業の目的

現在、国産材の利用が進み伐採後の再生林が重要となっている一方、造林（植栽や下刈り）には多額の費用を要し、主伐までの期間が非常に長いことが、所有者を再生林に向きにくくしている。そのような中、比較的短い期間（20～30年）で木材としての利用が見込まれるセンダンやコウヨウザン等の早生樹が注目を集めつつある。しかし、育苗、植栽立地、施業体系等不明な点が未だ多く、試験研究情報等も一元的には整理されていない。

このため、平成 29（2017）年～令和元（2019）年にかけて、これまでの早生樹の植栽技術に関する情報の収集・分析及び既存の植栽地における生育状況、実証的な植栽による試験等を実施するとともに、早生樹を植栽する際の参考となるようガイドラインを作成した。

なお、対象樹種は、各地域で植栽が進んでおり、用材生産が可能なセンダン、コウヨウザンの2樹種とした。

2. 調査結果の概要

（1）センダン

①文献調査、②種苗生産に関する実態調査、③需要供給と収益性に関する実態調査、④実証的植栽及び生育状況等調査、⑤実証植栽地におけるコスト分析、⑥既存植栽地（壮齢林）調査、⑦既存植栽地（若齢林）調査を実施した。

① 文献調査（実施年度：平成 29（2017）年度～平成 30（2018）年度）

調査内容：文献 23 件を収集し、「造林（施業）」、「造林（生育）」、「材質」、「生理」、「現状」に分類し、要点をまとめた。

調査結果：全体的に造林に関する文献が多かった（23 件中 19 件）。芽かきによって通直性を高めることが可能となったことや、肥大成長を促進するため間伐で本数管理を行うことが重要であること等の情報が得られた。

② 種苗生産に関する実態調査（実施年度：平成 29（2017）年度）

調査内容：センダンの種苗生産に関して、生産地域や規格、価格をまとめた。

調査結果：主な生産地域は熊本県であり、苗長 50～100cm で 90～290 円/本であった。

③ 需要供給と収益性に関する実態調査（実施年度：平成 30（2018）年度）

調査内容：センダンの需要供給と収益性について、センダンの利用に先進的な地域においてヒアリングを行い、生産目標や木材供給状況、特性とニーズ等についてとりまとめた。

調査結果：センダンは家具材や住宅部材等に利用されており、この場合、末口 40cm、4 m の直材が 4～5 万円/m³ で取引される。需要は高く、植栽面積も拡大しているとの情報を得た。

④ 実証的植栽及び生育状況等調査（実施年度：平成 29（2017）年度～令和元（2019）年度）

調査内容：平成 29（2017）年度は熊本県天草市と宮崎県宮崎市に、平成 30（2018）年度は愛知県豊田市に、計 3 箇所センダンを植栽し、植栽後の生育状況を調査した。

調査結果：No. 1 愛知県豊田市では、クワ畑跡地での生育は良好で、水田跡地での生育は良くなかった。特に、排水路がなく田内に植栽したセンダンは全て枯死した。

No. 2 熊本県天草市は、耕作が放棄されてから長年経過した耕作放棄地であり、雑草木の根系や埋土種子が地下部に大量に蓄積されており、地上部を刈っても雑草木が強力な再生力で再度繁茂し、センダンの成長を阻害していた。

No. 3 宮崎県宮崎市では、乾いた斜面上部よりも水分環境が良好な平坦～斜面下部での生育が良好であった。

No.	植栽年度	実証植栽地	植栽立地	植栽密度 (本/ha)	植栽面積 (ha)	平均樹高(m)			
							調査時林齢		
1	H30 (2018)	愛知県豊田市	クワ畑跡地	400	0.19	0.42	1.5±0.4	1年生	
			水田跡地(排水あり)				0.12		1.2±0.4
			水田跡地(排水なし)畔上				0.11		1.0±0.2
			水田跡地(排水なし)田内						全て枯死
2	H29 (2017)	熊本県天草市	畑跡地	400	0.16	0.45	1.7±0.3	2年生	
				200	0.29		2.8±0.7		
3	H29 (2017)	宮崎県宮崎市	平坦～斜面下部	400	0.29	0.54	2.3±0.9	2年生	
			斜面中部				1.7±0.6		
			平坦～斜面下部				200		0.25

⑤ 実証植栽地におけるコスト分析（実施年度：平成 29（2017）年度～令和元（2019）年度）

調査内容：地拵えから植栽、下刈り及び芽かきまでにかかったコストを植栽立地別にまとめた。

調査結果：山地と比較し、雑草木の繁茂が激しい耕作放棄地で多くのコストを要した。具体的には、植栽から 2 年目の保育作業までで、山地（No. 3 宮崎県宮崎市）では約 64 万円/ha（植栽密度 400 本/ha）であったのに対し、耕作放棄地（No. 2 熊本県天草市）では 114～152 万円/ha（植栽密度 200～400 本/ha）のコストを要した。

⑥ 既存植栽地（壮齢林）調査（実施年度：平成 29（2017）年度～平成 30（2018）年度）

調査内容：全国各地のセンダン既存植栽地の壮齢林において、植栽立地や保育作業と、生育状況や成林状況等の関係を調査した。

調査結果：下刈りや施肥、間伐等、徹底した栽培管理が行われている林分で生育良好であった。間伐の記録がない林分では成長が抑えられていた。11 年生時の除伐以降、19 年間保育間伐等されていない林分では、除伐後に再生した他の常緑広葉樹等に被圧され、ほとんどのセンダンが消失していた。

No.	調査年度	既存植栽地	林齢	植栽密度(本/ha)	平均樹高(m)	平均胸高直径(cm)	標高(m)
4	H29 (2017)	熊本県甲佐町	17	1,111	16.5±1.2	28.2±4.3	32
5		宮崎県高岡町(民有林)	17	2,500	12.8±2.9	12.8±3.5	122
6		宮崎県延岡市	18	3,500	10.9±2.8	13.1±4.1	450
7		宮崎県高岡町(国有林)	22	2,800	10.2±2.9	13.3±6.1	162
8	H30 (2018)	熊本県人吉市	斜面下部	3,000	15±3.1	24.9±5	260
9			斜面上部		14.3±3.2	14.9±0.6	280
		宮崎県えびの市	30	3,000	ほとんど消失		676

⑦ 既存植栽地（若齢林）調査（実施年度：平成 29（2017）年度～令和元（2019）年度）

調査内容：全国各地のセンダン既存植栽地の若齢林において、植栽立地や保育作業と、生育状況や成林状況等の関係を調査した。

調査結果：水田跡地であっても滞水しない立地にあり、下刈りや芽かき等の管理が徹底的に行われている林分では生育良好であった。一方、滞水するような環境にある水田や、雑草木の繁茂が激しく下刈りが行われいない林分では生育不良であった。

No.	調査年度	既存植栽地	植栽立地	植栽密度 (本/ha)	平均樹高[m]		
						調査時林齢	
10	H29 (2017)	熊本県苓北町	水田跡地	299	3.8±0.8	2年生	
				389	7.5±1.5	5年生	
11	H30 (2018)	熊本県天草市	針葉樹伐採跡地	400	4.3±0.9	2年生	
12		兵庫県宍粟市	水田跡地	400	5.3±1.2	3年生	
13	R1 (2019)	熊本県 天草地域 (天草センダン プロジェクト植 栽地)	松島町	畑跡地	400	2.1±0.6	2年生
14			松島町	水田跡地	ほとんど消失		
15			倉岳町	雑木・ヒノキ伐採跡地	400	2.7±0.8	
16			亀場町	畑跡地	400	1.8±0.5	
17			五和町	苗畑跡地	400	1.6±0.6	
18			苓北町	ヒノキ林伐採跡地	400	3.6±0.7	
19			苓北町	ミカン園跡地	400	2.2±0.7	
20			天草町	水田跡地	400	1.2±0.5	
21			苓北町	ヒノキ林伐採跡地	400	0.9±0.3	

(2) コウヨウザン

①文献調査、②種苗生産に関する実態調査、③需要供給と収益性に関する実態調査、④実証的植栽及び生育状況等調査、ノウサギ被害の防除技術の検証、⑤実証植栽地におけるコスト分析、⑥既存植栽地調査を実施した。

① 文献調査（実施年度：平成 29（2017）年度～平成 30（2018）年度）

調査内容：文献 35 件を収集し、「造林（施業）」、「造林（生育）」、「材質」、「遺伝」、「現状」に分類し、要点をまとめた。

調査結果：全体的に材質に関する文献が多く（23 件中 11 件）、コウヨウザンの材が建築用材として十分に利用できる材質である可能性が示唆されていた。また、照葉樹林帯、年平均気温 12℃以上、暖かさの指数 90℃・月以上、寒さの指数 -15℃・月以上の地域が植栽可能地域であると推測されていること等の情報が得られた。

② 種苗生産に関する実態調査（実施年度：平成 29（2017）年度、令和元（2019）年度）

調査内容：コウヨウザンの種苗生産に関して、生産地域や規格、価格をまとめた。

調査結果：主な生産地域は広島県であり、苗長 30～70cm で 90～248 円/本であった。

③ 需要供給と収益性に関する実態調査（実施年度：平成 30（2018）年度）

調査内容：コウヨウザンの需要供給と収益性について、コウヨウザンの利用に先進的な地域においてヒアリングを行い、生産目標や木材供給状況、特性とニーズ等についてとりまとめた。

調査結果：コウヨウザンは試験的に植栽されている段階で、現時点で生産目標を定めるには至っていない。コウヨウザンの用途として、机や椅子の試作が行われており、構造材や集成材も含めた合板や建材としての利用を視野に入れた試験・研究が現在進められているとの情報を得た。

④ 実証的植栽及び生育状況等調査、ノウサギ被害の防除技術の検証

(実施年度：平成 29 (2017) 年度～令和元 (2019) 年度)

調査内容：平成 29 (2017) 年度は富山県立山町、広島県北広島町、宮崎県宮崎市に、また、平成 30 (2018) 年度は静岡県小山町、和歌山県上富田町に、令和元 (2019) 年度は山口県周南市、徳島県三好市、熊本県水俣市に、計 8 箇所コウヨウザンを植栽し、植栽後の生育状況や、ノウサギ防除の効果及びコスト等を調査した。

調査結果：生存率は、苗齢に関係なく概ね 80%以上と良好であったが、実証植栽地各地で雪害、植栽直後の乾燥害、ノウサギ等被害等の被害が確認され、特に乾燥害を受けたと思われる No. 2 静岡県小山町や No. 3 和歌山県上富田町では、生存率が著しく低下した。また、ノウサギ被害については、苗のサイズにより特徴的な被害が見られ、苗木サイズの小さい 1 年生苗は食害により盆栽状になっており、2 年生苗では主軸切断の被害が発生していた。ただ、いずれも枯死には至っておらず、ノウサギによる食害が枯死に直結することは少なかった。

No.	植栽年度	実証植栽地	植栽密度 (本/ha)	植栽面積 (ha)	苗齢 (年生)	生育状況			ノウサギ防除(被害率:%)			
						検証期間	生存率 (%)	ノウサギ 被害率(%)	検証期間	無処理区	忌避剤区	単木 防護区
1		富山県立山町	1,600	0.45	1	2年	64	0	—			
					2		78	0				
2	H29 (2017)	広島県北広島町	1,500	0.43	1	2年	97	100	3か月	97	83	0
					2		92	100				
3		宮崎県宮崎市	1,600	0.51	1	2年	84	100	3か月	42	31	0
4	H30 (2018)	静岡県小山町	1,600	0.50	1	1年	16	100	2か月	47	20	0
					2		71	100				
5		和歌山県上富田町	1,600	0.50	1	1年	32	0	—			
					2		11	0				
6		山口県周南市	1,600	0.46	1	4か月	91	41	4か月	27	36	0
					2		100	14				
7	R1 (2019)	徳島県三好市	1,600	0.50	1	4か月	94	0	—			
					2		100	0				
8		熊本県水俣市	2,100	0.50	1	3か月	89	28	3か月	25	25	0
					2		100	22				

⑤ 実証植栽地におけるコスト分析 (実施年度：平成 29 (2017) 年度～令和元 (2019) 年度)

調査内容：地拵えから植栽、下刈りまでにかかったコストを苗齢別にまとめた。また、ノウサギ防除にかかったコストを、防除手法別にまとめた。

調査結果：植栽から 2 年目までの保育作業までで約 100 万円/ha を要した。苗齢別にみると、特に 1 年生苗は誤伐防止のための印付け、2 年生苗は苗木代で多くのコストがかかっていた。

ノウサギ防除にかかったコストは忌避剤で約 11~15 万円/ha、単木防護ネットで約 170~290 万円/ha のコストを要した。ノウサギが多い所では単木防護ネットの対策が有効だが、多くのコストを要することが分かった。

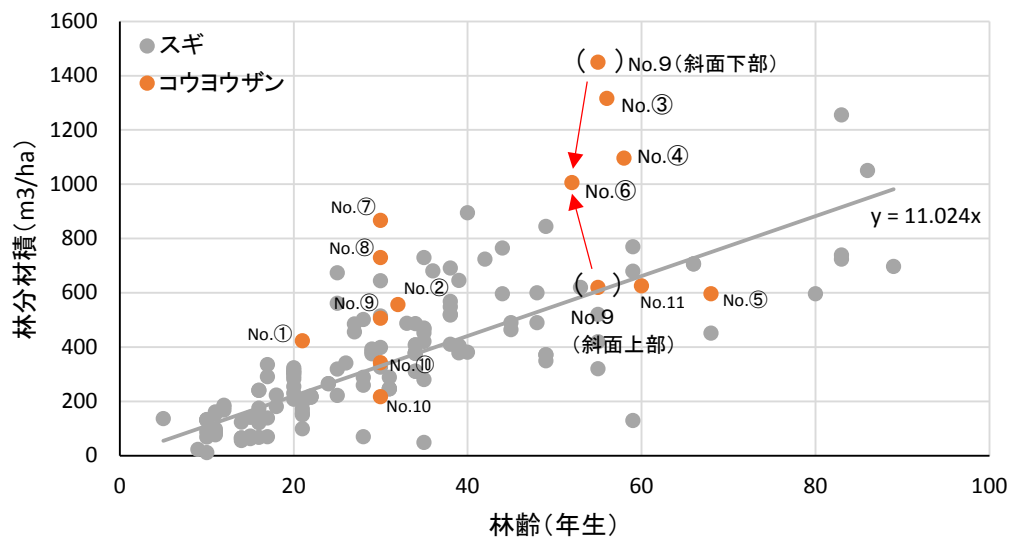
⑥ 既存植栽地調査（実施年度：平成 29（2017）年度～平成 30（2018）年度）

調査内容：全国各地のコウヨウザン既存植栽地の壮齢林において、胸高直径と樹高を測定し、林分材積を求め、文献調査から得られたデータと合わせてとりまとめ、スギの林分材積と比較した。

調査結果：コウヨウザン林分のほとんどが同一林齢のスギの平均以上の林分材積を示した。

No.	場所	林齢	材積(m3/ha)	備考	
9	広島県庄原市（斜面下部）	55	1,449	現地調査結果（材積は、森林総合研究所「幹材積計算プログラム」「熊本スギ」にて計算）	
	〃（斜面上部）	55	620		
10	高知県土佐清水市（萌芽更新）	30	217		
11	熊本県菊池市	60	626		
①	茨城県日立市	21	423		文献より
②	千葉県鴨川市	32	557		
③	千葉県君津市	56	1,316		
④	千葉県君津市	58	1,096		
⑤	静岡県南伊豆町	68	597		
⑥	広島県庄原市	52	1,006		
⑦	熊本県菊池市	30	867		
⑧	地位：上	30	730*		
⑨	地位：中	30	506*		
⑩	地位：下	30	343*		

*予想値



コウヨウザンとスギの林分材積の比較

(スギのデータは、森林総合研究所 宇都木玄 研究ディレクター提供)

3. 今後の課題

本事業を通じて得られた留意事項や今後の課題の要点を以下にまとめる。

(1) センダン

○ 苗木について

センダンの苗木には、個体選抜をした母樹から採取した種子から生産された苗木と、山林等から拾い集められた種子に由来する苗木がある。家具材や内装材等として用いるセンダン材を得るためには、成長が速く樹幹が通直な形質を有する母樹から個体選抜した優良家系の苗木を植栽することが重要である。

○ 植栽場所について

従来から植栽の対象であった山地と、新たに加わった耕作放棄地を分けて適地を考える必要がある。センダンの植栽前までは森林下にあった山地と、耕作を終えてから長期に放置された農地の違いは、日照が十分な裸地環境の長短、耕耘や施肥・土地改良等の何らかの人為が土壌に加わっているか否かである。

山地では、熊本県の植栽適地に関する調査研究を通じて、平地や山地斜面の下部が植栽の適地であり、本事業での既存植栽地や実証植栽地での調査からも同様の結果が得られている。具体的には、斜面下部で崩積土壌が堆積するような場所、即ち土壌孔隙があり透水や排水が良い潤沢な土壌水分・養分環境の場所が植栽地として適地となる。一方、斜面上部や尾根部の残積土壌では植栽を控える方が良いと考える。

耕作放棄地への植栽では、愛知県豊田市の場合、畑跡地（桑畑）での生存率は100%、水田跡地では、排水路を作設した跡地で31%、排水路なしで全て枯死の0%であった。水田は、引水可能な立地環境にあり、湛水のために地下部に水を通しにくい盤層を有している。この結果は、水捌けが悪く停滞水が発生するような過湿な立地環境ではセンダンの植栽は難しいことを示唆している。

一方、兵庫県宍粟市や熊本県天草市の棚田跡地では、非常に良好な生育（宍粟市で3年で平均樹高5.3m）を示している。両者の生存・生育での大きな違いは、立地の土壌水分環境、特にセンダンの根腐れを誘発するような一時的な停滞水の発生の有無ではないかと推察されるが、これについては今後の調査研究の課題である。

○ 下刈りについて

山地での下刈りについては、通常のスギ造林地への下刈りと同じような実施形態で良いと思われる。主伐後の裸地を長い期間放置することなく、可能であれば一貫作業システム等による速やかな植栽を行うことが、植栽後の下刈り作業の低コスト化にも繋がるものと思われる。

耕作放棄地での下刈りは、その耕作放棄の前歴等によっては非常に大変な作業となる。特に、耕作が放棄されてから長年経過しているような耕作放棄地では、雑草木の根系や埋土種子が地下部に大量に蓄積されており、地上部を下刈りで刈り払ったとしても、強力な再生力で雑草木が速やかに再度繁茂し、センダンの成長を阻害することが分かった。セイタカアワダチソウやクズによる繁茂が激しいところでは被圧による成長阻害が甚大であった。このような植栽地では、年1回の下刈りでは不十分であり、最低でも年2回の下刈りが必須であることが分かった。また、地拵え時の耕耘や除草剤散布による事前の除草処理を検討することも必要である。

(2) コウヨウザン

○ ノウサギ被害について

コウヨウザンの植栽に当たっての課題は、ノウサギ食害対策である。本調査では、忌避剤の施用や単木防護ネットの設置を行ったが、忌避剤は施用後に展開した新たな針葉に対して効果がなく、また単木防護ネットについては被害率 0%と食害の回避効果は充分であったが、資材費及び設置の person 費が高額なものとなる問題が残った。

今回の調査結果でのノウサギ被害は、植栽後 1 年以上を経過した実証植栽地では被害率はいずれも 100%であったが、それが原因で枯死に至ったものは少なく、ほぼ萌芽再生し生存していた。

コウヨウザンのノウサギ食害に対する耐性については、今後、ノウサギによる食害後の萌芽再生枝の成長過程を追跡調査することが必要であると考ええる。

その上で、忌避剤や単木防護ネットに頼らない、被害回避方策を検討していくことが必要であると考えられる。

○ 植栽場所について

コウヨウザンの植栽は広島県等で始まったばかりで、その植栽適地については現時点で不明なところが多い。新規植栽地での着実な成長データの集積とその解析を行うことが今後の課題である。本事業で行った既存植栽地の調査では、立地的にみて斜面下部で成長が良く林分材積も大きいことが分かった。スギの適地と同じような場所が適地と考えて良いようである。

一方、風当たりが強いような斜面上部の立地では風害等による主幹上部の折れが発生する傾向にあった。このことから植栽に当たっては風害の可能性についても留意して場所を選ぶ必要がある。

○ 植栽後の枯死被害について

本事業で行った秋植えの実証植栽地において、静岡県と和歌山県で植栽後に多くの枯死被害が発生した。いずれも、裸苗植栽後に 1 ヶ月以上に渡って数 mm 程度の降雨しかなかったケースで、静岡県はそれに加えて、非常に軽い火山灰で乾燥しやすい特性を有した土壌であったこと、和歌山県は南向き斜面の乾燥地形にあったことが、大量の枯死発生に繋がったものと考えられる。これらのことから、植栽においては、乾燥が続くような季節は避けること、また、乾燥の影響を強く受けるような立地や土壌においては特に注意を払うことが重要である。

なお、今年度までに裸苗より乾燥耐性があるコンテナ苗の栽培技術が開発されてきたため、今後は上述のような状況下での植栽に当たってはコンテナ苗の活用を推奨する。