

## 4. 早生樹の植栽技術に関する情報の収集・分析等

### 4.1. 文献調査

前述のとおり調査対象樹種はセンダン、コウヨウザン、チャンチンモドキ、ヤナギ類とした。これら4樹種を設定した理由は表3のとおりである。

表3 樹種選定理由

樹種	選定理由
センダン	<ul style="list-style-type: none"><li>・成長が速い</li><li>・材が家具材等で有用</li><li>・熊本県によるセンダン研究の先駆的な技術成果あり</li><li>・収穫期に近い試験展示林あり</li><li>・試験による育林技術マニュアルあり</li><li>・生産目標の参考となる古い林分あり</li><li>・熊本県では熊本県森林・林業・木材産業基本計画でセンダン植栽を推進</li><li>・福岡県大川市の家具業者がケヤキの代替材として成長が速いセンダンに着目</li></ul>
コウヨウザン	<ul style="list-style-type: none"><li>・成長が速い</li><li>・スギ・ヒノキに匹敵するヤング率を有する調査結果あり</li><li>・生産目標の参考となる古い林分あり</li><li>・広島県がコウヨウザン植栽を推進</li></ul>
チャンチンモドキ	<ul style="list-style-type: none"><li>・成長が速い</li><li>・直幹性を有する</li><li>・全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会や大分県農林水産研究センター林業試験場での研究実績あり</li></ul>
ヤナギ類	<ul style="list-style-type: none"><li>・成長が速い</li><li>・未利用樹種がバイオマス資源として評価</li><li>・森林総合研究所 北海道支所や北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場等での研究成果あり</li></ul>

#### 4.1.1. 文献整理

早生樹について、学術論文等から情報を収集し、現状における技術体系、課題、利用等、全国各地で早生樹植栽を導入する際に参考となるよう内容を整理した。

収集した文献は63文献であり、単一樹種ではなく複数樹種を扱った文献については、集計の関係上、複数樹種の文献として整理した。

まず、4 樹種の基礎情報を表 4 に整理した。

表 4 基礎情報一覧

樹種名		科	形態的特徴	用途
センダン		[センダン科]	落葉高木。暖地の海岸近くに自生する。街路樹や公園などにもよく植えられている。高さ 5～15m、大きいものは 30m になる。	庭木 公園 街路樹 建築 家具 器具 楽器材 下駄 等
別名：	オオチ			
コウヨウザン		[スギ科]	常緑高木。中国原産。江戸時代末期に渡来し、暖地によく植えられている。大きいものは高さ 35m、直径 1m になり、樹冠は広円錐形になる。	庭木 建築 器具 船舶材 等
別名：	ー			
チャンチンモドキ		[ウルシ科]	落葉高木。暖地の山地にまれに生え、高さ 15～25m になる。葉の形がチャンチン(センダン科)に似ている。	装飾品 等
別名：	カナメノキ			
オノエヤナギ		[ヤナギ科]	落葉低木～高木。湿地や川岸に多く生え、高さ 5～10m になる。枝は細く、通直性を有する。	護岸樹 細工物 パルプ バイオマス 等
別名：	カラフトヤナギ ヤブヤナギ、 ナガバヤナギ			
エゾキヌヤナギ		[ヤナギ科]	落葉高木。北地の水辺に生え、高さ 6～15m になる。	庭木 花材 細工物 バイオマス 等
別名：	ギンヤナギ ウラジロヤナギ			
<p>出典：(財) 林業科学技術振興所 (1985 年)，有用広葉樹の知識一育てかたと使いかたー。 川崎吉光 (1985 年)，日本の樹木。 牧野富太郎 (1989 年)，牧野新日本植物図鑑 全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会 (2015 年) ，未利用広葉樹の新規需要開拓に関する調査委託事業</p>				

センダンやコウヨウザン、ヤナギ類については、北海道、広島県、熊本県において先駆的に研究がなされており、製品としての用途も含めた情報が整理可能であったが、チャンチンモドキについては、3樹種と比較すると有用な情報は少なかった。

次に収集した文献を分類ごとに分けて整理するために、以下の7つの観点で区分した。

- ・造林  
  - 施業（密度効果、芽かき、育種など）、生育（成長特性、保育など）に関する文献
- ・材質  
  - 材の基本的性質や特性、ヤング率などに関する文献
- ・遺伝  
  - 遺伝的多様性に関する文献
- ・生理  
  - 病害や施肥による成長促進に関する文献
- ・利用  
  - 用材としての利用に関する文献
- ・バイオマス  
  - バイオマス利用（生産や利用の可能性等）に関する文献
- ・現状  
  - 当該樹種の現在までの樹種の取り扱いや位置づけ等一般的な記述に関する文献

上記の区分を活用し、基礎情報を含む63文献を区分した結果を表5に示した。

表5 文献情報集計結果

樹種名	基礎情報								件数
	4								合計
	造林		材質	遺伝	生理	利用	バイオマス	現状	合計
施業	生育								
センダン	6	6	1	0	2	1	0	0	16
コウヨウザン	3	4	5	2	0	0	0	4	18
チャンチンモドキ	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ヤナギ類	0	4	0	0	1	0	13	0	18
コウヨウザン・チャンチンモドキ	4	0	0	0	0	0	0	0	4
センダン・チャンチンモドキ	0	0	0	0	0	1	0	0	1
センダン・コウヨウザン	1	0	0	0	0	0	0	0	1
総数									63

樹種毎で文献に傾向があり、センダンでは造林関連、コウヨウザンでは造林・材質関連、ヤナギ類ではバイオマス関連が多く、有用樹種として期待されている可能性が高いことが

感じられた。しかし、チャンチンモドキについてはあまり文献が見当たらず、不明な点が多い樹種と考えられる。

次に収集した文献を、樹種毎に前述の区分に沿って整理した結果と個別の概要を表 6 に示した。

表 6 早生樹植栽に係る既往文献の整理結果

No	樹種	区分	出典	年	著者名	文献名	概要
1	センダン	造林 施業	日本森林学会講演集	2000	横尾謙一郎	センダン幼齢林における施業試験-初期の植栽密度効果-	植栽密度の違いが初期の成長・樹幹形にどのような影響を与えるか、植栽密度 3,000 本、5,000 本、7,000 本/ha の 3 段階で 5 年間の実証を行った。樹高は、植栽密度に差がなく、植栽から 5 年間で 10m を超えた。胸高直径は、植栽密度が高いほど小さかったが、4 年経過後は 5,000 本区と 7,000 本区の差はほとんど認められなかった。
2			日本森林学会講演集	2001	牟田信次ら	センダンの組織培養による人工林造成試験	九州各地の河川域から選抜された優良センダンを組織培養により増殖し、その苗木を用いて人工林を造成した。組織培養による増殖結果と植栽 1 年目の成長状況について述べられている。1998 年と 1999 年の 2 年間の増殖の結果、89 本のシュートから 15,320 本のシュートを得た。最も増殖倍率が高かったのは大淀川で 396 倍、低かったのは川内川で 107 倍であった。

3		日本森林学会講演集	2003	横尾謙一郎	センダン幼齢木における施業試験(Ⅱ)-芽かきの時期・回数と樹幹形の関係-	芽かきの回数を減らしても、樹幹形を通直にできるかを検討した。5月の芽かきが、その後の樹幹形の通直性に大きく貢献すると考えられ、年1回(5月)に芽かきを行なうと樹幹形が通直になることが示唆された。しかし、幹の細りの影響を考慮すると年2回の芽かきが望ましい。
4		日本森林学会講演集	2004	上脇憲治ら	センダンの組織培養苗による人工林造成試験	センダンを対象樹種として、人工林の炭酸ガス固定機能の評価を行なった。評価は、九州各地の河川域から選抜された優良センダンの組織培養苗を使用し、成長状況より実施した。植栽地は①宮崎県東臼杵郡清水峠と②同県北諸県郡高岡町の2箇所で行った。その結果、①では緑川、川内川、②では川内川のセンダンの成長が良好であった。
5		森林立地学会	2010	横尾謙一郎	植栽密度が異なるセンダン幼齢林の成長と幹材の形状	センダン人工林の植栽密度が異なる3地区の幼齢林(3,000本:A地区、5,000本:B地区、7,000本:C地区)において植栽後5年間の成長経過と幹材の形状を調査した。その結果、5年間で3地区全てが平均樹高10m以上であり、密度効果は認められなかった。胸高直径においては、5年間で平均直

						径が A 地区で 9.8 cm、B 地区で 8.7 cm、C 地区で 8.5 cm であり、植栽密度が低い方の成長量が有意に大きかった。センダンの 5 年間の樹高及び平均直径は、ケヤキ、クヌギ、キハダの 5 年生時のものよりも大きく、成長が極めて早いことが確認された。植栽密度を 5,000 本/ha 以上で材の通直性を高め、枝下高 4m を確保した後に幹曲りが小さい個体の直径成長量を維持するため、間伐による本数管理を行うことが重要である。
6		山林	2017	横尾謙一郎	センダンの育成技術の開発・普及と材の利用について	センダンの分布、植栽適地、生産目標に伴う等級区分、幹の通直性を高めるための施業試験、施肥による成長促進、優良系統木の選抜、病虫害、材の利用、バイオマスでの利用、造成、施業技術の普及等について記載されている。 植栽適地については、平成 24 年 9 月～12 月の熊本県ないのセンダン 36 林分(林齢 6～20 年生)について成林状況を把握した。成林していた 11 林分では、土壌水分、養分が豊富な谷筋や平地に多い一方で、成林していない林分は斜面上部や尾根上に多く、成長不良、草本類の被圧による枯死

						<p>が原因であると考えられた。</p> <p>幹の通直性を高めるための施業試験については、芽かきによって最大矢高が 3 cm 以下である一等の割合が大幅に増え、幹が通直になっただけでなく、枝打ち後のような変色が発生しないことが分かった。</p> <p>現在、保育間伐の回数を軽減し、幹の直径成長を持続できる植栽密度として 400 本/ha を提案している。</p>
7	造林生育	日本森林学会講演集	2001	落合年史	センダンの選抜育種効果-検定 5 年次-	<p>センダンの遺伝的に優れた母樹を検討するため、次代検定林の生育状況を調査し、母樹の検定を行なった。その結果、優良な系統には萌芽後の主軸のゆがみが少なく樹高成長量大きい性質が備わっていることが判明した。</p>
8		日本森林学会講演集	2002	横尾謙一郎	センダンの枝の成長特性について	<p>センダンの樹幹・枝解析を行い、枝の成長特性を検討した。自生の 35 年生のセンダンの伐採を行い、樹幹及び枝の解析を行なった。枝は、4 年生時に発生した枝 3、4 と、枝 4 が 17 年生時に折損し発生したと考えられる枝 1、2 について解析を行っている。</p> <p>サンプル数が少なく枝の成長特性の一般化まではできなかったが、枝の伸長量や</p>

					折損時期が明らかとなった。本研究の枝4は17年生時及び27年生時に折損しており、上方に位置する枝3,4より、下方に位置する枝1,2の方が、経過年数が大きくなるにつれて伸長量が大きい結果となった。そのため、老齢林では、枝が横に張り傘型樹形になることが判明した。	
9		九州森林学会 No.55	2002	横尾謙一郎	センダンの枝性が樹形に与える影響	熊本県内に自生する3個体を用いて調査した結果、若齢期に低い位置で発生する枝が、その後の樹形に大きな影響を与えることが分かった。その理由が、樹形が傘型になるのは若齢期から成木になる経過で、枝の分岐能力が高まり、下向きの枝が優勢伸長するためだということも分かった。
10		熊本県林業研究指導所	2003	横尾謙一郎	センダンの育成方法	センダンの育成方法について、普及版としてとりまとめている。20年の短伐期施業を目指し、収穫期の成立密度が200~300本/haと推定すると、当初の植栽密度は1,000本/haあれば十分と考えられる。また、芽かきは4-5月に頂芽以外の芽除去と6-9月に側芽除去の2回実施すればよい。

11		日本森林学会講演集	2004	横尾謙一郎	芽かきの時期・回数の違いがセンダンの樹幹形に及ぼす影響	芽かきの時期・回数の違いがセンダンの樹幹形に及ぼす影響について検討した。本研究では、春期の芽かき時期が遅くなると曲がりが発生しやすいという仮定のもと、芽かき時期 1 回区(10 月下旬:A 区)と 2 回区(4 月下旬・10 月下旬:B 区、5 月下旬・10 月下旬:C 区)に区分して調査した結果である。その結果、幹曲がりは 4 月下旬から 5 月下旬と 10 月下旬以降の 2 回芽かきを行なえば小さいが、10 月下旬以降の 1 回だけでは大きくなることが確認された。
12		九州森林管理局 森林技術・支援センター	-	広葉樹展示林図鑑	(センダンの概要)	平成 8 年にポット苗を 451 本/0.17ha(2600 本/ha) 植栽したところ、病虫害の被害は特に見られなかったが、平成 26 年時点で現存率は 19%と低かった。枯死原因は不明である。
13	材質	九州森林学会	2004	井上真由美ら	センダン (Melia azedarach) 材の基本的性質	供試木は熊本県に植栽された 17 年生の通直なセンダン 3 個体。年輪幅は、髓付近では地上高が低い部位で大きく、4 年輪目あたりから樹皮に向かい良好な成長を保ちながら安定する傾向が認められた。成長が良好であった年には、形成層齢に関係なく広い年輪幅になる傾向を示した。気乾比重は地上高に関わらず、髓

						から樹皮に向かって緩やかな増加傾向を示した。また、地上高が高くなるにつれて全体的に気乾比重が増加する傾向が認められた。樹形が通直であれば、4m 以上の部位もそれ以下の部位と同様に利用可能であることを示唆された。
14	生理	日本森林学会	1983	永森通雄ら	京都、三重、高知、沖縄産広葉樹のそれぞれ相互の各地域における生育反応 (I) — センダンについて —	稚苗の伸長量はどの地域においても沖縄産が最も伸長し、ついで高知産が大きく、三重及び京都産はほぼ同じくらいで小さかった。成長に対する限界日長の違いによるものと推察される。また、各地域の中では、どの産地のセンダンも京都で大となり、ついで三重、高知、沖縄の順に小となった。はっきりした理由は今後の検討課題となっている。
15		熊本県林業研究指導所	2013	廣石和昭	材質劣化病の防除に関する研究 (センダンこぶ病) 平成 19 年度～平成 23 年度 (単県)	熊本県では、平野部を中心にセンダンこぶ病が広く見られたが、人吉盆地では罹病木は確認されなかった。また、つる性植物や周辺の樹木等により直接風が当たらないような環境にあるセンダンでは、センダンこぶ病が見られないか、比較的軽症であった。センダンこぶ病は風当たりの程度をコントロールすることにより被害を軽減できる可能性があるこ

							とが示唆された。また、薬剤防除の予備的な試験では、その効果を確認できなかった。
16		利 用	林野庁補助 事業報告書	2017	全国天然木 化粧合単板 工業協同組 合連合会	インテリアに 適した国産早 生広葉樹の 発掘	<p>国産早生樹インテリア(複合フローリング、壁材、家具)を試作して、国際見本市に出展し、日本の「広葉樹インテリア」の可能性を広く周知したという報告書である。国際見本市では国産早生広葉樹製品の印象を評価し商品化の可否を評価した。また、インテリア製品として基本性能を有しているかを明らかにした。</p> <p>熊本県産センダン、大分県産ユリノキ、長野県産チャンチン、岩手県産コナラ、北海道産ハンノキを用いて調査されており、それぞれの樹種を分布や特徴について、苗木の写真と共に紹介している。さらに実際に試作された製品についても写真と共に紹介している。</p> <p>国際見本市で実施したアンケートの回答結果では、約80%が早生広葉樹という言葉を知らなかった。樹種別の魅力ではセンダンが最も魅力的という結果となった。センダンの魅力的部分は、木目、色、表情の順で多く回答を得られた。回答者の</p>

							中には、製品の価格が気になる方もおり、注目度は高いと考えられる。
17	コウヨウザン	造林 施業	林業技術誌 No.568	1989	佐々木隼人	四国における コウヨウザン の人工林の 一事例	高知県土佐清水市にある清水営林署が管理する「辛川山国有林 71 林班い小班」へ、昭和 7 年度にコウヨウザンが造林され、昭和 63 年秋(57 年生)で伐採された。その調査結果が取りまとめられている。昭和 7 年にスギ、ヒノキ、ケヤキとともに 800 本分のコウヨウザンが造林された。それぞれの密度はスギが 2,100 本/ha、ヒノキが 1,600 本/ha、ケヤキが 1,000 本/ha、コウヨウザンが 2,700 本/ha となっている。なお、植栽密度の設定理由に関する記録は残されていない。下刈り作業は、植栽翌年から毎年 1 回 5 年間実施されている。6 年目は下刈り未実施で、7 年目に最後の下刈作業が実施された。また、つる切り作業についても昭和 15 年度に 15ha、25 年度に 20ha 実施したという記録のみである。なお、この下刈り作業及びつる切り作業は、4 樹種を造林した地域全体の話であり、コウヨウザン植栽区域で実際に何回の下刈やつる切りの作業行われたのかは明らかとなっていない。

					<p>収穫されたコウヨウザンは全部で、76本で、41.25m<sup>3</sup>であった、平均樹高は19mで平均胸高直径は26cmであった。主伐された本数は植栽本数の10%に満たない結果となっている。また、沢に近いところに生立していたものについては、心腐れが多数あったとにことであり、環境条件が主因と考えられるが、原因が明らかとなっていない。コウヨウザンとスギ、ヒノキと一緒に収穫した際、立木一本あたりの大きさは、スギ0.790m<sup>3</sup>、ヒノキ0.374m<sup>3</sup>で、コウヨウザン0.543m<sup>3</sup>は両者の中間であった。なお、主伐4か月後の伐根から5mの萌芽枝が確認されている。</p>
18		日本森林学会 第128回ポスター	2017	近藤禎二ら	<p>わが国におけるコウヨウザンの成長</p> <p>広島県庄原市の52年生コウヨウザンでは、個体密度1,164本/ha、平均樹高20.2m、平均胸高直径26.5cm、林分材積1006m<sup>3</sup>/haで、この地域のスギ1等地と比べて倍以上の成長</p> <p>静岡県南伊豆町の68年生コウヨウザンでは、個体密度751本/ha、平均樹高21.3m、平均胸高直径30.7cm、林分材積597m<sup>3</sup>/haで、この地域のスギ1等地と比べて半分以下の成長</p>

					全て(6 地域)の地域で折れが 10%程度発生しているが、林分の存在にかかわる折れではない。
19		森林遺伝育種学会誌 第 6 卷 第 4 号	2017	黒田幸喜	コウヨウザン造林における 広島県の取組み
					コウヨウザンの生育適地と造林特性、苗木の育成と造林、造林事業と地域森林計画での位置づけ等について記載されている。生育適地と造林特性では、既往の文献を取りまとめており、標高 1,000m までは育成が可能、照葉樹林帯が生育適地、切削などの加工が容易、2～3 回萌芽更新が可能など、低コストな更新技術として検証価値のあるものとしてまとめている。苗木育成と造林については、挿し木苗と実生苗の芯立ちについて検証されており挿し木苗の方で 1 年芯立ちが遅れると報告しており、併せてウサギやシカ食害対策の必要性についても言及している。また、関係する団体の動きとして、広島県森林整備・農業振興財団による、10 万本規模のコウヨウザン専門のコンテナ苗施設の新設、耕作放棄地を含む 15ha 程度のコウヨウザン造林地の造成、国内選抜による優良品種を集めた採種園・採穂園の整備事業が農林水産業みらい基金へ採択され

						たことが報告されている。。
20	造林生育	中部森林学会講演集	1980	加藤咲夫ら	コウヨウザンの生長	静岡県賀茂郡南伊豆町にあるコウヨウザン造林地(0.33ha)で、昭和20年頃植栽、昭和26年頃補植、昭和34年までに下刈りを1~4回/年実施しており、その後は保育作業を実施していない。本試験地は0.33haあり、そのうち0.24haについて昭和53年10月に調査を実施した。287本分の胸高直径と34本の外傷の少ない立木で樹高を計測した結果、平均直径が $22.1 \pm 7.77$ cm、平均樹高が $16.8 \pm 2.85$ mとなった。15年生前後に最初の間伐を行えば、単木の直径生長はよくなり、胸高直径のばらつきの小さい林になったと考えられる。日本では、他国よりは若干成長が勝るものの、スギと比べると中ぐらいで材積的には有利とは考えられず、利用価値からみても台湾における棺材という特殊需要でもない限り有利かは不明である。
21		日本森林学会講演集	2016	山田浩雄ら	コウヨウザンの所在地データベースの作成	コウヨウザンの生育範囲を明らかにするため、コウヨウザンが植栽されている所在地を探索してデータベース

						<p>を作成し、データベースにリンクさせた国土数値情報から所在地の気候要因を抽出した。これまでに 226 件のコウヨウザンの所在地が確認され、宮城県および新潟県以西から九州までの照葉樹林帯と考えられる地域に広く植栽されていた。特に、関東地方と近畿・東海地方から北陸地方にかけての地域に多く植栽されている傾向にあった。226 件のうち、約 50%が神社・仏閣の社叢林に、約 25%が都道府県・市町村の公園や植物園に、それぞれ単木的に植栽されている個体が多く、巨樹巨木や天然記念物として登録されている個体もあった。所在地の気候要因から、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と考えられた。年降水量は約 1,000～3,000mm の範囲に植栽されており、日本の気候では制限要因にはなっていないようであった。</p>
22		<p>関東森林学会 68-2</p>	2017	大塚次郎ら	<p>コウヨウザンの球果と種子の形質および精選手法について</p>	<p>球果の平均体積は平均種子数および平均種子総重量との間に正の相関があり、スギと同様の傾向を示した。未成選種子を 0.02% 濃度に薄めた洗剤液に4時</p>

						間浸漬することでシイナとシブダネを一定程度除去することができ、沈んだ種の発芽率は平均 71%、最大 33%となり、最も効果的な精選手法であった。しかし、シブダネの割合が高い場合には発芽率の向上の効果が小さい。
23		関東森林学会 68-2	2017	近藤禎二ら	東京大学千葉演習林におけるコウヨウザンの成長	東京大学千葉演習林のコウヨウザンについて、同地域のスギの収穫予想表の地位上に比べ、コウヨウザンは3林分全てで上回った。コウヨウザン 32 年生は 557m <sup>3</sup> /ha に対しスギ 35 年生は 431.9m <sup>3</sup> /ha、コウヨウザン 56 年生 1,316m <sup>3</sup> /ha、58 年生 1,096m <sup>3</sup> /ha に対しスギ 55 年生は 679.0m <sup>3</sup> /ha、60 年生は 731.4m <sup>3</sup> /ha という結果である。幹折れは 12~18%の発生率で、林齢の進んだ2林分(56 年生、58 年生)では先折れがほとんどで、採材に大きな影響はないと考えられた。
24	材質	日林九支研 論集 No. 43	1990	森田正彦ら	コウヨウザン30年生林分の成長及び材質特性	30 年生コウヨウザンの平均樹高は 17.2m、平均胸高直径は 18.9 cm、蓄積は 867m <sup>3</sup> /ha であり、スギに比べてそれぞれ、108%、103%、142%といずれも上回る結果となったが、ばらつきが非常に大きい。材質については、コウヨウザン

					はスギに比べて根元曲り、幹曲りが少なく、枝の枯れ上がりも良く、通直完満な林分となっていた。
25		高知大学農学部紀要第68号	1999	劉元	<p>コウヨウザンの未成熟材範囲は、年輪幅で示せば約17~20年である。成長が速いものほど、髄からの年輪数で示す未成熟材の範囲はほぼ変わらないが、髄からの距離で示すとその範囲は増加し、短伐期林業で生産される樹幹丸太を構造用材として利用する場合には、未成熟材の材積は大きな割合を占める。そのため、コウヨウザン育成には、初期成長を促進することによって未成熟材が量的に増加する特徴を考慮する必要がある。</p> <p>地位にあわせ、適当な植栽密度、灌・排水などで初期成長を調整し、間伐、施肥などで後期成長を促進すれば、より高い成長を持続させられると同時に、未成熟材部の量的減少、材質の低下防止およびその均一性の向上をある程度コントロールすることが可能であるという結論を得た。</p>
26		関東森林学会63-1	2012	藤澤義武ら	<p>12年生コウヨウザンにおける樹幹ヤング率の産地間</p> <p>12年生のコウヨウザン産地試験地において樹幹ヤング率を測定した結果、平均ヤング率は8.5GPaと構造材と</p>

					変異	して利用可能な値を示し、構造材生産を目的とした短伐期経営の可能性を示唆。また、ヤング率は産地間に有意差が認められ、育種による改良が可能であることが示唆された。
27		森林遺伝育種学会誌 第6巻第4号	2017	涌嶋智ら	コウヨウザンの材質	庄原市産(52年生)と日立市産(22年生)のコウヨウザンについて材質を調べた結果である。庄原市産は3,000本/haから伐採時は1,164本/haとなっており、初期に下刈りと枝打ちを行った後は保育作業を実施していない。日立市産は1,852本/haから伐採時は1,346本/haとなっており、下刈りや枝打ちは実施していない。曲げ強度や曲げヤング係数について、庄原市産はヒノキを上回り、日立市産はスギと同程度と数値に幅が認められた。理由はいくつもの要素が関連していると推察されるが、詳細について明らかにするには更なる調査が必要である。
28		公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.14	2017	涌嶋智ら	広島県におけるコウヨウザンの生育と材質	50~60年生のコウヨウザン伐採木の年輪解析では良好かつ継続的な生育状況が確認できた。材の強度はスギより高く、ヒノキよりも低いと考えられた。
29	遺伝	日本森林学会講演集	2000	井出雄二ら	我国に導入されたコウヨウ	導入集団であっても比較的高い遺伝的多様性を維持し

					ザンの遺伝的多様性	ており、それが繁殖等を通じて将来とも維持できることが明らかになった。
30		関東森林学会 68-2	2017	磯田圭哉ら	東京大学千葉演習林内のコウヨウザン林分における自殖家系の検出	千葉演習林に植栽されているコウヨウザンの中に、単一の孤立木(清澄孤立木)由来の自殖家系が含まれることが示唆された。遺伝子型の分離比の解析からは、種子の成熟段階や苗木の育苗段階において劣性致死遺伝子による淘汰が起きていることが示唆された。
31		森林技術 No.809	2009	菊地賢	台湾の森林と林業に触れる旅(上)	北回帰線の直下に位置する台湾では、亜熱帯気候に属す。標高1,000m付近からは竹林が目立ち、コウヨウザンやスギ、台湾肖楠の造林地が見られるようになる。造林樹種は日本のスギが最も多く、他にヒノキ・ベニヒ・コウヨウザンなどが見られる。
32	現 状	森林遺伝育 種学会誌 第6巻第4 号	2017	藤澤義武	特集「これからの林業とコウヨウザン」について	コウヨウザンは、照葉樹林帯までが分布範囲で、年平均気温 12℃以上暖かさ指数 90 以上、寒さ指数 15 以下の地域までが限界と考えられていたが、調査の結果、鹿児島県から宮城県に至るまで造林地があり、冷涼な地域でも適応できる可能性があると考えられ、耐寒性の評価も進んでいる。価格は、中国福建省の例

						<p>で、4m 材(末口 24 cm)で 1,100 元/m<sup>3</sup>となっている。構造材としての利用を前提にする場合には成熟材部がある程度蓄積される樹齢で収穫する必要がある。この特集は、スギ・ヒノキをコウヨウザンに置き換えようとするものではなく、喫緊の課題として急増したバイオマスのエネルギー利用による再造林への対応や耕作放棄地等への植林を促進する一つの選択肢として考えようとするものである。</p>
33		森林遺伝育種学会誌 第6巻 第4号	2017	大貫肇	これからの林業を考える	<p>コウヨウザンは日本で造林が可能であり、カラマツに近い強度で、スギやヒノキよりも成長が旺盛で 30 年生程度の伐期が期待できる。</p>
34		森林遺伝育種学会誌 第6巻 第4号	2017	近藤禎二	コウヨウザン研究の現状	<p>コウヨウザンの生育適地は、九州から関東までの照葉樹林帯であり、あまり手入れされていない林分が多いにも関わらず、すべて成林していた。さらに、通直、完満、枝が少ない傾向にあった。萌芽更新が容易でさし木による増殖が容易。幹折れの頻度は高くないが二又がスギ、ヒノキに比べると目立つ。</p>

35	チャンチンモドキ	造林生育	九州森林学会 No.59	2006	松村順司ら	チャンチンモドキ ( <i>Choerospondias axillaris</i> )の肥大成長と比重	チャンチンモドキの肥大成長は良好で、成長が良い個体の気乾比重は高いことから、育種を進めていく上で成長が良い個体の選抜が有効である。樹幹の通直性は非常に高く、樹幹上部の比重低下が少ないことから、地上高 10m までの材は利用可能である。樹幹外側の比重が高い部分では素材として付加価値の高い利用が有効であり、樹幹中心の比重が低い部分では木質ボードの原材料または紙パルプの原料としての利用が有効である。
36	ヤナギ	造林生育	日本森林学会北海道支部論文集 第 50 号	2002	岡村行治ら	オオバヤナギとヤナギ属 9 種の実生植栽苗の活着と成長	オオバヤナギは直根が長く細根の形成が少ないため活着率がわずかに低かった。ヤナギ属 9 種は播種後 1 年で、オオバヤナギは播種後 2 年で現地への定植が十分可能といえる。
37			北方森林研究 第 60 号	2012	伊藤江利子ら	GIS 環境情報を用いた北海道内におけるヤナギ栽培可能性の評価	GIS 情報を用いてヤナギの栽培可能面積を試算した。耕作放棄地・雑草群落や伐跡群落は土地活用の点でヤナギ植栽に非常に好適という結果となった。土壌分類群ごとのヤナギ優占率及び分布率については、砂礫地及び低地土壌で高い値を示した。

38			北方森林研究 第 62 号	2014	伊藤江利子ら	GIS 環境情報を用いた下川町内におけるヤナギ栽培適地の抽出	下川町では、将来的なバイオマス燃料需要量は 7-8 万トン/年であるが、現状では約 6 万トン/年が不足すると試算された。そこで、不足分の一部をヤナギで補うことを想定して、農機導入のための傾斜条件(15°以下と設定)、土地利用形態に基づくヤナギ栽培転換可能性、土壌分類群に基づくヤナギ生育可能性、を調査した。耕作放棄地・雑草群落(植生自然度 4)は緩傾斜のうち有効利用の観点から適地であり、水分条件と土壌栄養条件が適切であれば良好な成長が期待できると推測された。土壌分類では Class2 が分布確率と優占率の双方で高い値を示しヤナギ適地と判断された。なお、下川町には Class1 は存在しない。
39	生理		北方森林研究第 62 号	2014	石原誠ら	下川町ヤナギ植栽地における獣害の発生実態—ヤナギ生育期の自動撮影装置によるエゾシカの撮影頻度と食害の傾向について—	ヤナギ類の新植や定期的に行う萌芽更新においては、低高さに軟らかい芽が大量発生することから、獣害の発生が懸念され、下川町の試験地を視察したところ、エゾジカによる食害痕が見いだされた。そこで、2008 年に植栽され、一部を除き 2009 年秋と 2010 年秋に収穫され萌芽更新した既存植栽地に部分的に電柵

						を設置(2011年)した。その結果、無除草区でシカの電柵を解放した区画では食害が12%発生し、除草区でシカの電柵を解放した区画では食害が39%発生し、死亡した。除草しないことで被害が低減できる可能性が示唆された。
40		北方森林研究 第62号	2014	矢野慶介ら	オノエヤナギとエゾノキヌヤナギの開花フェノロジーの種間差	オノエヤナギとエゾノキヌヤナギの平均開花日は2週間以上異なっており、自然の状態では異種間の交配できる組み合わせは限られる。また、種内での開花日は雌雄で有意な差は見られなかったが、クローン間で最大で2週間程度異なっていたことから、同種内でも交配できない組み合わせが存在する可能性がある。一方、種間の交雑による雑種の種子はオノエヤナギ同士と変わらない高い発芽率で、開花時期が合えば容易に雑種ができることがわかった。
41	バイオマス	日本森林学会北海道支部論文集 第43号	1995	永田義明ら	ヤナギ類木質バイオマスの短期生産	①ミニローテーション(超短伐期林:1~4年生収穫)で20,000本/ha、40,000本/ha、60,000本/ha、80,000本/haの植栽密度、②ショートローテーション(短伐期林:5~10年生収穫)で2,500本/ha、5,000本/ha、10,000本/ha、20,000本/haの植栽密度を設定して検討

					<p>した。その結果、①では、4年生のエゾノキヌヤナギの生産量が高く、地上木質絶乾量は約 70t/ha (MAI: 17.5t/ha・year)であった。②では、3年生において密植区ほど生産量が高く、最多生産量の 20,000 本/ha の立木幹材積は 56m<sup>3</sup>/ha (MAI: 18.5m<sup>3</sup>/ha・year)であった。エゾノキヌヤナギの成長、密度効果にクローン差が大きく、クローン選抜の有効性が示唆された。</p>
42		<p>北方林業 Vol.53 No.8</p>	2001	永田義明ら	<p>ヤナギ類の密植栽培による木質バイオマス生産</p> <p>小径木生産を目的とした 10 年伐期の試験区では、密植の 20,000 本/ha の生産量が高く、年平均生産量は 20m<sup>3</sup>を上回った。樹齢間の成長相関は 9 年生と 3 年生では R=0.789 で、この時点での選抜が有効である。容積密度数の樹齢間相関も 10 年生と 2 年生で R=0.864 と、早期選抜の可能性は高い。木質バイオマス生産を目的とした 2~3 年生伐期の試験区では、萌芽 1 年目ではほぼ最多密度に達することが推測される。また、萌芽 1 年生・2 年生ともに年平均生産量は 20m<sup>3</sup>が見込まれる。両試験区で最大生産量を示すクローンは、同一クローンであり、年平均生産量</p>

					は 30m <sup>3</sup> を上回る。	
43		日本森林学会北海道支部論文集 第 50 号	2002	永田義明ら	エゾノキヌヤナギ木質バイオマスの短期生産	クローン間の成長及び容積密度に統計的な有意差が認められ、選抜の有効性が確かめられた。
44		北方林業 Vol.61 No.9	2009	丸山温	ヤナギバイオマス林育成の試み	下川町における超短伐期栽培システムの開発や、低コストバイオエタノール製造技術及び安価な樹皮タンニン抽出技術の開発に取り組んでいることを紹介している。
45		北海道森林管理局 北の国・森林づくり技術交流発表集	2011	宇都木玄ら	エネルギー資源作物としての樹木の利用—ヤナギの利用—	ヤナギの成長試験や栽培、コストに関する現状等について記載。コストを下げるためには造林、施肥、収穫・運搬について考える必要があり、ヤナギ栽培に対する障害としてはヤナギ類葉さび病、ハムシ類、ガ類による食葉被害、アブラムシ類による吸汁被害、ウサギやシカ等による動物食害が考えられる。
46		日本森林学会北海道支部論文集 第 59 号	2011	上村 章ら	ヤナギの種特性とバイオマス生産を睨んだその栽培	マイクロカット苗は通常穂（長さ 21 cm）と比べて死亡率が高く、高施肥区で 5% 以上、低施肥区で 20% 以上、マイクロカット苗が高い結果となった。また、マイクロカット苗、通常穂とも高施肥区と比べて低施肥区で死亡率が高かった。マイクロカット苗の死亡原因として、ポ

					<p>ットから取り出す時の根崩れが最も大きかった。</p> <p>通常穂より短い穂を使った場合、樹高成長も低下した。死亡率は 2/3 穂(長さ 14 cm)で 10%で 1/3 穂(長さ 7 cm)で 48%であった。ヤナギバイオマスを低コストで生産するには施肥と除草コストの削減が重要である。</p>
47		<p>北方林業 Vol.64 No.10</p>	2012	宇都木 玄ら	<p>北海道における木質バイオマス資源作物の生産促進技術の開発</p> <p>挿し穂で簡単に造林可能、萌芽成長により伐採後も繰り返し生産可能、成長量が大きいがヤナギの優れている点である。北海道でのヤナギ栽培可能地域を、植生分布と群落内のヤナギ優占率から試算したところ、立地として大変有望かつ耕作放棄地及び雑草である場所では、41km<sup>2</sup>程度となった。</p>
48		<p>北方森林研究 第 60 号</p>	2012	上村 章ら	<p>バイオマス造林樹種ヤナギの低コスト高収穫のための施策</p> <p>前年の秋に地がきをした試験区では雑草の量は 1ton/ha 以下で、地がき後 2 シーズン目の試験区では、雑草の量は 4~6ton/ha だった。草丈は 75~122cm で、除草を行わなければヤナギの成長は望めない状況であった。</p> <p>1 サイクル 21 年間の現状の生産コスト割合を算出したところ、全生産コストに占める施肥と除草の割合が約 5 割だった。</p>

49		林産試だより	2013	折橋健	資源作物「ヤナギ」の栽培収穫技術に関する道内の動向	作業の機械化、優良クローン品種の育種、栽培コスト資産等について記載。ヤナギの栽培収穫技術の研究に携わってきた機関として、王子製紙(株)林木育種研究所(のちに森林博物館へ名称変更)、森林総合研究所北海道支所、森林総合研究所林木育種センター北海道育種場、北見工業大学を紹介している。
50		森林総合研究所 第3期中期 計画成果 18	2014	上村 章ら	北海道におけるエネルギー作物「ヤナギ」の生産の可能性	土壌耕耘・マルチ・穂植栽・施肥の植栽前作業を前提として、3年伐期・株施肥、これを7回繰り返しの21年で施業終了、新規植栽の繰り返しの短伐期栽培となる。クローン選抜の重要性や利用、栽培適地、生物害、海外の事例等を記載。マルチの設置により除草作業が不要になり雑草による施肥成分の収奪もなくなることから大幅なコスト削減が可能になった一方、エゾシカ防除に対する膨大なコストを問題点として挙げている。
51		北方森林研究 第62号	2014	上村 章ら	ヤナギ挿しつけ1年目の台切りの有無が萌芽2年目のバイオマス量に与える影響	ヤナギの栽培で通常挿しつけ当年に出た枝に対して行われる台切りは、萌芽枝数を増加させ、株個体当たりのバイオマス収量を増加させる目的で行われているが、台切りは地上20~30cmほどの高さで枝を切るた

					め、雑草が盛んに繁茂する立地では、再度雑草による被圧によって成長が抑制されることになる。そこで、雑草との競争対策として台切りしないことも一つの方策と考えたが、台切りをした株の萌芽の発達が悪く、台切りのメリットを出せなかった結果となった。適切な雑草の処理方法と植栽間隔を見出し、台切りをし、萌芽数を増やし、それぞれの萌芽枝を健全に成長させることが目標終了達成に重要であることが示唆された。
52		北方森林研究 第 63 号	2015	宇都木玄ら 木質資源作物としてのヤナギの利用可能性	エゾノキヌヤナギ・オノエヤナギは、1 年間で地際直径が 2.4 cm 以上になる場合、バイオマス収穫量は約 10t/ha/year。しかし植栽環境に適さない個体では直径が小さくバイオマス収穫量は 8t/ha/year 以下であった。北海道において、エゾノキヌヤナギ・オノエヤナギを用い、適切な個体を選ぶことで 10ton/年の生産が可能で、雑草対策として土壌改良が有効であることが分かった。土壌改良に関わるインフラ整備、及び動物害に対し何らかの補助が可能であれば、ヤナギ栽培はエネルギー資源作物として採算が合う可能性がある。

						非土壌改良区画では、雑草の繁茂が著しく、各ヤナギ種は被陰及び手刈り除草時の誤伐による 39%の枯死し、エゾジカ食害による 12%の枯死が認められた。
53			農村計画学会誌 第 35 卷 1 号	2016	森本栄治	<p>小規模遊休農地の活用に向けたエネルギー作物としてのヤナギ生産の基礎的研究 -経済的視点からの考察-</p> <p>ヤナギ生産費について報告されている。 ヤナギは萌芽再生能力が高く、1~2年周期で約20年間にわたって収穫が可能であり、2年間の平均生産量(2回収穫)は 26.8dry-t/ha となっている。 ヤナギをバイオマス燃料チップとして販売価格 12,000円/t と仮定した場合、販売収益は 12,000円/10a となる。 現段階の生産方法では自作と作業委託の場合で 27,000~55,000円/10aの欠損が生じ経済的な優位性は確認できなかった。</p>
54	コウヨウザン・チャンチンモドキ	造林施業	大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 年報 No.55	2013	大島日出一ら	<p>早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究</p> <p>チャンチンモドキの発芽率は苗畑で 68.8%、ガラス室で 87.5%と一般的な造林樹種と比べて高い値を示したことから、種子による育苗が適していると考えられた。 一方、コウヨウザンの発根率は 47.4%と、スギの挿し木よりも低い値を示した。成長特性については、チャンチンモドキは 30年生まで、コウヨウザンは 20年生まで</p>

						連年成長量が大きく、両樹種とも初期成長の良い樹種と考えられる。
55		大分県農林水産研究指導センター 林業研究部 年報 No.56	2014	井上千種ら	早生有用広葉樹等を活用した短伐期林業に関する研究	コウヨウザン、チャンチンモドキの材質調査、育苗調査、初期成長量、病害虫獣調査について記載。コウヨウザンについてはスギと比べ樹高成長量の有意差は無く、同様の成長傾向が認められたことから、コウヨウザンの適地はスギの適地と同様であると推測。チャンチンモドキでは、スギに比べ樹高成長は早い先枯れ個体が多く発生した。このことから育苗方法や環境条件を明らかにすることで、優れた初期成長が期待できる。また、2種共にノウサギによる食害が確認された。
56		大分県農林水産研究指導センター 林業研究部	2015	-	早生樹を用いた短伐期林業の手引き（コウヨウザン、チャンチンモドキ編）	コウヨウザン、チャンチンモドキの分布や特性、材質、成長特性、病虫獣害、育苗方法等について記載。今後の課題について、コウヨウザンは下刈り回数や林分成長、チャンチンモドキは林分成長について明らかにする必要があるとされている。
57		公立林業試験研究機関 研究成果選集 No.14	2017	松本 純	早生樹を活用した短伐期林業に関する研究	コウヨウザン、チャンチンモドキ共にスギよりも成長が早いことが確認され、萌芽更新後も2世代目以降は初代と比べ成長が旺盛である。このことより下刈り回数

						<p>の削減が可能であり、伐期の短縮が見込める。木粉を用いた燃料性能では、樹皮及び木質の高位発熱量はスギ・ヒノキと同程度だったことからバイオマス燃料としても有用である。</p> <p>チャンチンモドキは、・伐採時の玉切り作業時、製材時、天然乾燥時に材の割れや反りが観察されたことから、建築材として利用する場合に著しい欠点となる可能性があるため、優良個体の選抜などを検討する必要がある。</p>
--	--	--	--	--	--	--

58	センダン・チャンチンモドキ	利用	林野庁補助 事業報告書	2015	全国天然木 化粧合単板 工業協同組 合連合会	未利用広葉 樹の新規需 要開拓に関す る調査委託事 業	<p>センダンの材はケヤキ、キリ材の代替材として市場で売買され、建築材、内部造作などの装飾材や家具材に使用されている。</p> <p>チャンチンモドキのツキ板を試作したが、材に激しい割れが確認された。大分県の試験においても、伐採後に木口割れが生じることが報告されている。なお、乾燥中に落ち込みが確認される個体があるものの、伐採後の割れには言及していないため、材質の優良なものを選抜する必要がある。</p> <p>センダクローンを使用した芽かき試験では、芽かきにより初期成長は抑制されるが芽かき無し個体と同じ成長速度で材が形成されており、樹幹内での比重の差が小さい結果となった。</p> <p>また、各地方自治体へ早生広葉樹造林の可能性についてアンケートを実施され、この中では、耕作放棄地の農地転換にも触れられており、安易な林地転用を認めることの危険性が挙げられている。他方、早生広葉樹を活用して耕作放棄地を有効活用する可能性を探りたいという意見も挙げられている。</p>
----	---------------	----	----------------	------	---------------------------------	---	---

59	センダン ・ コウヨウザン	施業	近畿中国森林管理局	2017	-	早生樹造林のための技術開発について	<p>センダン植栽試験により分かったことは、シカの嗜好性があり、晩霜に弱いこと、被害木の適切な対応（折損・先端枯死木は切り戻し作業により萌芽させ、樹皮はぎ・カミキリムシ食害はボンド塗布にて食害防止）により、全122本の被害木のうち、完全枯死した個体は27本のみだったこと、施肥の有無が初期成長（特に根元径）の成長に影響すること（根元径：1年目で平均5.7cm差、2年目で平均3.7cm差）、林地の状況によっては施肥の省略も可能と思慮されること。</p> <p>コウヨウザンは、成長はスギ・ヒノキより早く、材質はスギよりやや強く、耐久性・耐腐朽性に優れ、主伐後は萌芽更新が期待できる。</p>
----	---------------------	----	-----------	------	---	-------------------	---

#### 4.1.2. 既往文献から得られたまとめと考察

既往の事例では、2000 年以前より研究がなされているが、今回収集した文献の多くが 2000 年代以降であり、2000 年より前のものは 6 件であった。そのため、早生樹について未だ明らかになっていない部分が存在し実証研究段階のものと考えられる。しかし、2000 年以降の調査研究を収集した結果、センダンでは造林関連、コウヨウザンでは造林及び材質関連、ヤナギ類ではバイオマス関連の文献が多く見られた。しかし、チャンチンモドキについては、複数樹種を対象とした文献でも、合計で 6 件のみであり材利用を目的とした文献であった。

樹種毎に得られた知見は以下のとおりである。なお、これらの知見については、それぞれの試験結果で得られたものであるが、すべてを一般化できるかは未定であることに留意する必要がある。

##### ➤ センダン

- ✓ 植栽密度の違いが初期の成長・樹幹形にどのような影響を与えるかを 3000・5000・7000 本/ha で調査した結果、植栽後 5 年間では樹高成長に差はないが、胸高直径は植栽密度が小さいほど高く、植栽密度を高くして通直性を高め、枝下高 4m を確保した後に、間伐で本数管理を行うことが重要（文献 1, 5）
- ✓ 熊本県内センダン 36 林分（6～20 年生）調査。土壌水分や養分が豊富な谷筋や平地で成林。斜面上部や尾根上で成長不良（文献 6）
- ✓ 芽かきで最大矢高が 3cm 以下で、通直となり一等の割合が増え、枝打ち後のような変色が発生しない。また、芽かきにより低密度での植栽でも通直性を高めることが可能となり、保育間伐の回数を軽減することで、幹の直径成長を持続できる。その際の植栽密度として 400 本/ha を提案（文献 6）
- ✓ 年間 2 回（4 月下旬～5 月と 10 月）の芽かきを行うことにより、幹曲がりはずかに出来ることを示唆（文献 11）。
- ✓ センダンこぶ病は、風当たりの程度をコントロールすることで被害を軽減できる可能性を示唆（文献 15）

##### ➤ コウヨウザン

- ✓ 高知県土佐清水市の事例では、植栽時には 800 本（2,700 本/ha）であったが、伐採時（57 年生）には主伐された材積は 41m<sup>3</sup>（76 本）であり、心腐れが多数発生したとの事例あり（原因は不明）。なお、主伐 4 か月後は伐根から最大 5m の萌芽枝を確認（文献 17）
- ✓ 広島県庄原市における 52 年生コウヨウザン林分では、個体密度 1,164 本/ha、平均樹高 20.2m、平均胸高直径 26.5cm、林分材積 1,006m<sup>3</sup>/ha で、当該地域のスギ一等地の倍以上の成長。他方、静岡県南伊豆町における 68 年生コウヨウザン林分

では、個体密度 751 本/ha、平均樹高 21.3m、平均胸高直径 30.7cm、林分材積 597m<sup>3</sup>/ha で、当該地域のスギ一等地の半分以下の成長。(文献 18)

- ✓ 国内 226 の生育地の解析から、適地は照葉樹林帯、年平均気温 12℃以上、暖かさの指数 90℃・月以上、寒さの指数- 15℃・月以上の地域で植栽可能と推測 (文献 21)
- ✓ 樹幹丸太には材質の低い未成熟材部分が存在。未成熟材の範囲は年輪数で約 17～20 年。短伐期林業で生産される樹幹丸太を構造用材として利用する場合、未成熟材が材積的に見ると大きな割合を占める可能性がある。初期成長を促進することにより未成熟材が量的に増加する特徴を考慮するとともに後期成長を促進することにより材質の低下を防止できる可能性についても指摘 (文献 25)
- ✓ 50～60 年生のコウヨウザン伐採木の年輪解析では良好かつ継続的な生育状況を確認。材の強度はスギより高く、ヒノキよりも低いと推測 (文献 28)

➤ ヤナギ類

- ✓ 北海道において、河川の周辺の低地土壌や砂礫地が適地、好適な水分環境・緩斜地の褐色森林土壌も適地 (文献 37, 38)
- ✓ 2,500 本/ha、5,000 本/ha、10,000 本/ha、20,000 本/ha の植栽密度では、植栽 3 年後においては密植区ほど生産量が高く、20,000 本/ha で立木幹材積が 56m<sup>3</sup>/ha (文献 41)
- ✓ ヤナギ類の植栽密度 20,000 本/ha の生産量 (10 年伐期) が高く、年平均生産量は 20m<sup>3</sup>を上回る (文献 42)
- ✓ ヤナギ栽培に対する障害としては、ヤナギ類葉さび病、ハムシ類、ガ類による食葉被害、アブラムシ類による吸汁被害、ウサギやシカ等による動物食害が想定 (文献 45)
- ✓ 土壌耕耘・マルチ・穂植栽・施肥の植栽前作業を前提として、「3 年伐期・刈取り後に株施肥」を 7 回繰り返す (21 年間) ことで、新規植栽の繰り返しの短伐期栽培が可能。(文献 50)
- ✓ 地上高 15 cm のヤナギ地際直径とバイオマス収穫量の関係は、エゾキヌヤナギ・オノエヤナギとも、一年間に地際直径が 2.4cm 以上になった場合、バイオマス収穫量が 10t/ha/y。植栽不適地で 8t/ha/y 以下。栽培による年間目標収穫量を 10t/ha/yに定める (文献 52)
- ✓ 非土壌改良区で雑草の繁茂が著しく、各ヤナギ種は被陰及び手狩り除草時の誤伐で 39%枯死、エゾシカ食害で 12%枯死 (文献 52)
- ✓ ヤナギは萌芽再生能力が高く、1～2 年周期で約 20 年間にわたって収穫が可能であり、2 年間の平均生産量 (2 回収穫) は 26.8dry-t/ha。このことを前提にヤナギをバイオマス燃料チップとして販売価格 12,000 円/t と仮定した場合、販売収益は

12,000 円/10a。現段階の生産方法では自作と作業委託の場合で 27,000～55,000 円/10a の欠損が生じ自作の経済的な優位性は確認できず（文献 53）

➤ チャンチンモドキ

- ✓ 樹幹の通直性は非常に高く、樹幹上部の比重低下がないことから、地上高 10m までの材の利用は可能（文献 35）
- ✓ 樹幹外側の比重が高い部分では素材として付加価値の高い利用が有効であり、樹幹中心の比重が低い部分では木質ボードの原材料または紙パルプの原料としての利用が有効（文献 35）
- ✓ 54 年生のチャンチンモドキ 3 個体を樹冠解析した結果、30 年生まで連年成長量が大きい（文献 54）
- ✓ チャンチンモドキでは、スギに比べ樹高成長は早いが先枯れ個体が多く発生した。なお、樹高成長の傾向が異なることが原因として先枯れの発生時期は異なる（文献 55）
- ✓ 伐採時の玉切り作業時、製材時、天然乾燥時に材の割れや反りが観察されたことから、建築材として利用する場合に著しい欠点となる可能性があるため、優良個体の選抜などを検討する必要あり（文献 57）