

コウヨウザンに関する技術指針（暫定版）

高知県林業振興・環境部

令和3年3月

1. 初めに

高知県内民有林の人工林は45年生を超える森林が80%あり、皆伐による原木生産が増加しています。森林資源の持続的な利用や山村経済への寄与という観点から皆伐後の再造林が重要となっています。しかしながら、皆伐収入では総育林経費の70%以上を占める植栽と下刈りの経費を賄うことが困難なことや、この経費が回収できるまでに長い期間を必要とすることが、森林所有者の再造林意欲をそいでいます。

そのような中、20~30年という比較的短い期間で伐採できる早生樹が、木質バイオマス燃料用原木の需要増と相まって注目を浴びています。早生樹の中でもコウヨウザンは、比較的短い期間で伐採できるだけでなく、針葉樹でありながら萌芽更新が可能な樹種であり、十分なデータがそろっているわけではありませんがヒノキに近い強度を持ち、用材としての利用や木質バイオマス燃料用原木としての利用において高いポテンシャルを持っています。

本指針は高知県におけるコウヨウザン造林に資するために作成するものですが、日本国内におけるコウヨウザン研究は緒に就いたばかりであり、現在全国で行われている研究成果を待たなければならないことが多くあるため、暫定版として作成するものです。

2. 植栽に関すること（コウヨウザンの特性と増殖の手引き、早生樹ガイドラインより）

日本国内のコウヨウザンについては、造林、保育、施業等の情報は少ないのが現状です。今後、コウヨウザンの造林を進めていくためには、これらに関する技術開発が必要です。これまで得られた知見等から、現時点での主な考え方について次のとおり整理されます。

1) 適地

コウヨウザンは成長が良い所ではスギの2倍以上の成長をすることが報告されていますが、その適地がどの範囲かというのは十分な知見が得られていません。以下に研究事例を紹介します。

宮崎市で行われた実証試験では、植栽から2年後の生存率が斜面中部（標高70m）の97%に対して斜面上部（標高103m）では70%と低くなり、乾燥地形にある尾根がかった立地はコウヨウザンの植栽地としては避けることが望ましいと思われれます。

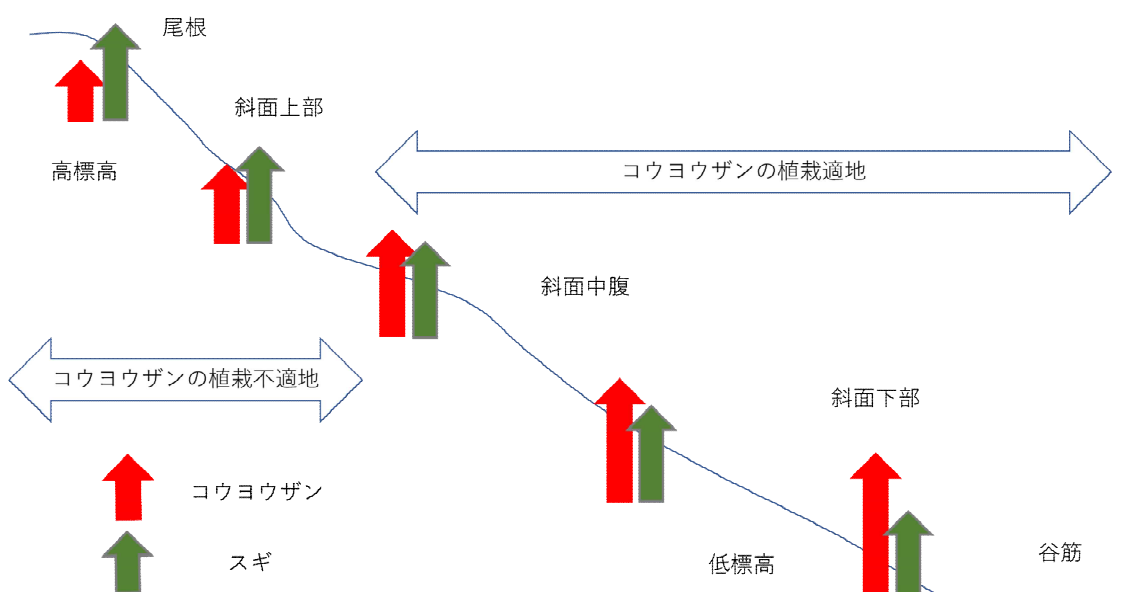
広島県庄原市の既存植栽地（55年生）では斜面上部より斜面下部で成長が良く、健全率（折れ、枯損の少なさ）、平均樹高及び平均胸高直径で斜面下部が高い値を示しました。

鹿児島県で行われた試験では、乾燥しやすい立地では春先と夏季に植栽した苗木で枯損が発生しました。乾燥する立地には春先や夏季の植栽は避けた方がよさそうです。

高知県奈半利町の国有林（標高650~700m程度）で行っているコウヨウザンとスギの成長比較試験では、植栽から2成長期後の樹高成長は斜面下部ではコウヨウザンの方が良く、斜面上部ではスギの方が良い傾向がみられました。愛媛県宇和島市の国有林に植えられたコウヨウザンとヒノキの植栽から2成長期後の成長比較では、ヒノキの斜面上部に植えられたコウヨウザンの方が樹高、直径ともにヒノキよりも良く成長していました。高知県の町の国有林（標高900~950m程度）で行っているコウヨウザンとスギの成長比較試験では、

植栽から1成長期後の樹高成長はコウヨウザンの方が良く成長していました。

高知県内における山の斜面上のどの位置がコウヨウザンの適地かというのは、今後の研究や各地に植栽されたコウヨウザンの成長実績を待つ必要がありますが、一般に成長の早い樹種は栄養の豊富な立地において良い成長を示すことから、乾燥の危険性があり栄養分の乏しい尾根をさけた中腹や谷部が植栽適地だと考えられます。一方、育苗時に水分過多になると苗の枯死が発生するという事例も有り、谷筋など谷部でも特に水分量の多い場所は避けた方がよさそうです。



植栽適地イメージ図

* 図はイメージであり、適地、不適地の境を示すものではありません

2) 標高

これまで確認された全国 226 件のコウヨウザンの所在地情報からみた植栽地の気候条件は、年平均気温 12°C以上、暖かさの指数 90°C・月以上、寒さの指数-15°C・月以上です。このように温度が生育の制限要因となっていますが、年降水量は 1,000~3,000mm の広い範囲にあり、制限要因とはなっていません。以上のことから、コウヨウザンが生育できる森林のタイプは照葉樹林帯であることが示唆されます。なお、生育の北限と思われる宮城県、福島県でも良好な成長を示しています。

高知市の平均気温の平年値をもとに、気温減率を 0.6°C/100m として暖かさの指数と寒さの指数を計算すると、暖かさの指数 90°C・月以上となるのは標高 850m 以下、寒さの指数 -15°C・月以上となるのは標高 1,170m 以下です。高知県では標高 1,000m 前後にコウヨウザンの植栽可能な標高上限がありそうです。

3) 植栽密度

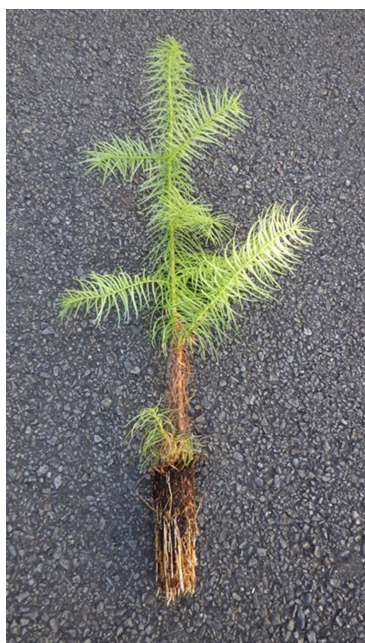
これまで調査された全国の林分の植栽本数は 2,000 本~3,000 本/ha でした。3,000 本/

ha 植栽で除間伐を繰り返した林分では良質な材が生産されていました。疎植（1,800 本／ha 程度）した場合には初期成長が旺盛になる一方、未成熟材部分が大きくなる傾向があります。そのため、植え付け本数は収穫後の用途（建築用材、合板、バイオマス等）を考えて決定する必要があります。密植及び疎植の得失についてはスギ・ヒノキと同様です。

コウヨウザンの原産地の中国では、一般に 2,500 本／ha 植栽で、小径木の利用を考えた場合には 4,500 本／ha 植栽とされています。

4) 植栽時期

スギ・ヒノキと同様に、裸苗であれば早春の樹木が成長を始める前が最も良い時期です。コンテナ苗やバイオポット苗では時期は問いませんが、標高が高い場所では冬季を避けた方が安全です。



2 年生コンテナ苗 (300cc コンテナ)



スギバイオポット苗 (植栽後 3 カ月経過)

5) 初期成長

高知県内の国有林および高知県立森林技術センター構内でコウヨウザンとスギの成長比較、愛媛県宇和島市の国有林でコウヨウザンとヒノキの成長比較を行った結果では、植栽後 1~2 年の成長はコウヨウザンの方が良いという結果でした。

九州で行われたコウヨウザンとスギの成長比較では、7 年生時までコウヨウザンの方が成長が良いという結果でした。



スギより早い初期成長
左からスギ、スギ、コウヨウザン
(出典：コウヨウザンの特性と増殖の手引き)

3. 施業に関すること（コウヨウザンの特性と増殖の手引き、早生樹ガイドラインより）

1) 保育

①下刈り

スギやヒノキと同様に、周囲の雑草木より高くなるまで下刈りを行う必要があります。これまでの調査ではコウヨウザンの初期成長が優れていることから、スギやヒノキより少ない下刈り回数で済むことが期待されています。今後、植栽実績や研究データが増えてくればより効率的な方法等も明確になると考えており今後の調査が待たれます。

②萌芽

コウヨウザンは萌芽が旺盛であり、切り株から萌芽枝が再生します。日本国内では現在のところ、萌芽再生した林分は四国森林管理局四万十森林管理署管内の辛川山国有林の林分のみです。この林分は1932年に植栽され、1988年（57年生）に収穫された後、萌芽により更新し、2018年現在（28年生）平均樹高11m、平均直径15cmの林分に成長しています。この林分では2018年に間伐が実施され、切り株から1株当たり約60本から約600本の萌芽枝が生長しており、2019年春には樹高が約5cmから約100cm程度になっています。萌芽更新した30株について、萌芽枝の芽かき仕立て（残す芽の本数）による生長の違いや育成方法等を調査するため、2019年春に4タイプ（1本残し、4本残し、12本残し、芽かき無し）の萌芽枝の芽かき作業を行い、萌芽枝の生長等の調査が継続的に行われています。2020年秋の段階では残した芽の本数と成長の間に相関はなく、大きい芽ほどその後の成長も大きくなっています。また、残した芽に折損や倒伏がみられ、芽かき後も多くの萌芽枝が再生します。このため、萌芽再生後すぐに芽かきを行うのではなく、下刈り終了時期や除伐実施の時期にその作業と合わせて芽かきを行うことが効率的だと考えられます。この時、生産目標に合わせて用材生産が目標なら1本残し、合板やバイオマス利用が目的なら複数本

残すということが考えられます。萌芽更新の技術確立には今後の研究成果を待つ必要がありますが、萌芽更新が成功すれば、苗木代や苗木の植栽にかかる費用が不要になることから、今後、萌芽更新施業技術の確立が期待されます。

萌芽は切り株からだけでなく、苗木からも再生します。植栽後、獣害や何らかの影響で衰弱した苗木では、根元や根から萌芽が再生します。萌芽再生後に獣害等を受けなければ萌芽からの成林が見込まれます。



切り株から再生した萌芽

(辛川山国有林：写真提供四国森林管理局)



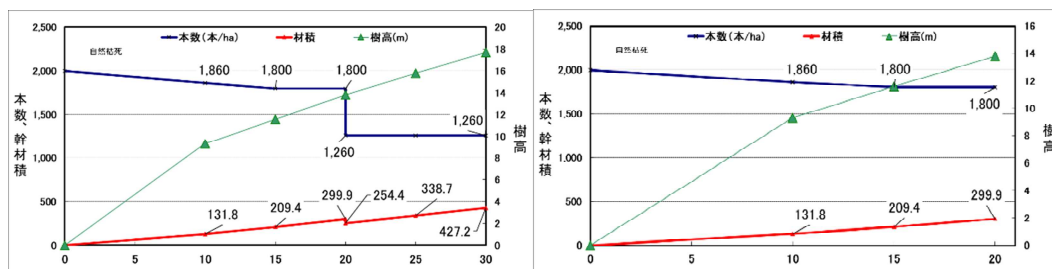
苗木から再生した萌芽

(高知県立森林技術センター構内)

2) 体系図

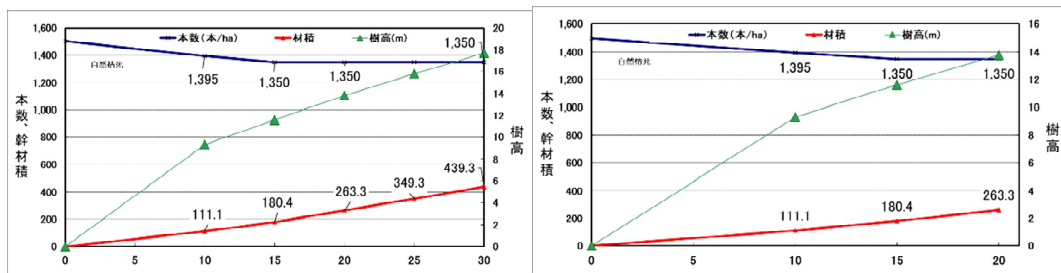
コウヨウザンでは、体系図を作成できるほどのデータはそろっていません。30年生のコウヨウザンとスギの成長比較をした研究で、樹高がコウヨウザン 17.2m、スギ 15.9m という報告があります。これは、高知県の長伐期施業指針におけるスギ 1 等地と 3 等地に相当します。また、コウヨウザンは短い伐期で収穫できる早生樹として期待されていますが、あまりにも若い林齢で収穫すると未成熟材が大半になるため強度を必要とする用材としては使用できません。そこで、スギ 1 等地体系図を参考にして、伐期を用材生産の可能性のある 30 年と木質バイオマス等強度を必要としない材を生産目標とする 20 年とし、植栽密度を 2,000 本/ha、1,500 本/ha、1,000 本/ha として作成した体系図を示します。

*この体系図はコウヨウザンのデータを使用したものではないので、あくまでも参考として見てください。



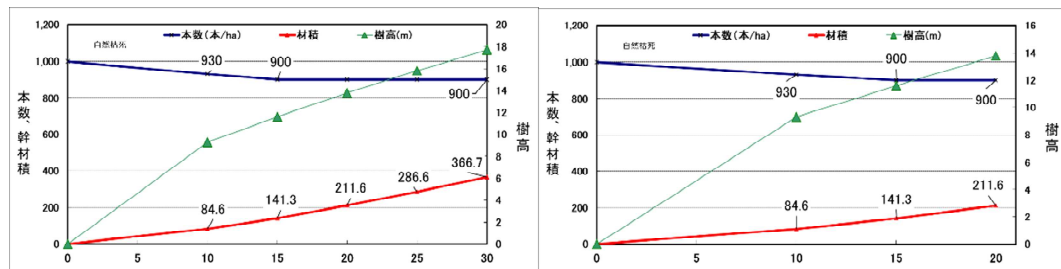
30 年伐期 2,000 本/ha

20 年伐期 2,000 本/ha



30年伐期 1,500本/ha

20年伐期 1,500本/ha



30年伐期 1,000本/ha

20年伐期 1,000本/ha

4. 育苗に関すること（コウヨウザンの特性と増殖の手引きを一部改変）

1) 種子

球果は樹冠の上部に着生し、11月中旬頃から鱗片が開いて種子を落とします。このため、球果の採取は10月下旬～11月上旬頃に枝についた緑色で種鱗が閉じた状態の球果を枝ごと切り落とすか、球果をもぎ取ります。枝ごと切り落とすと翌年に雌花の付く枝先も一緒に切り落とすことになり、翌年の種子採種ができなくなるため、できるだけ球果をもぎ取ることを推奨します。樹上で種子を落とした球果はその後も枝に残り、翌年には褐色になります。この褐色になった球果にも種子は残っていますが、その発芽率は極めて低いため育苗には向きません。また、自家受粉した種子は発芽率が極めて低く、その種子から発芽した苗は成長が遅くなる可能性があります。このため種子は公園等に単木で生育する木ではなく集団で生育する林分から採種する必要があります。



コウヨウザンの球果
この状態の球果を採取します



コウヨウザンの種子 スギ、ヒノキとの比較

(出典：コウヨウザンの特性と増殖の手引き)

茨城県、千葉県及び広島県内に植栽された 14 個体から採取した球果では、球果 1 個の重さは 6.09~17.89 g、1 球果当たりの平均種子数は 62.3~120.9 粒と大きな幅がありますが、球果生重、球果体積と球果当たりの種子数、種子重量とに相関がみられることから、大きな球果からはより多くの種子が採取できることが推察されます。高知県土佐清水市の辛川山国有林で 2020 年 10 月に採取した球果では、球果の長さ 27~40 mm、幅 20~31 mm、1 球果当たりの種子数は 54~135 粒、平均 97 粒でした。球果の大きさと球果当たりの種子数とに相関がみられ、大きな球果からはより多くの種子が採取できました。

採種した球果はスギ、ヒノキと同様に乾燥室内で半月から 1 ヶ月間乾燥させて種鱗が開いた後、スギの場合より大きめのメッシュの篩（ふるい）にかけて種子を取り出します。コウヨウザンの種子は、スギやヒノキに比べ大きく、精選前の種子の百粒重は 0.35~0.66 g であり、スギやヒノキの 2 倍程度の重さです。乾燥させた種子は、密封して -20°C の冷凍庫で保存しますが、密封して冷暗所に貯蔵しても 2~3 年保存できるとされています。

DNA 分析で判明した挿し木由来と推定されるクローンでは、成長量及び成長パターンにクローン間差が認められたことから、成長の優れたクローンの選抜が可能であることがわかりました。従って、成長の優れた系統を選抜して採種園を造成することも今後の課題と言えます。

2) 苗木の育成

① 苗畑での育成

a) まき付け床の準備

まき付け床の準備はスギ、ヒノキと同様です。幅 1m、高さ 15cm 程度の畝をつくり、仕立て本数から床の面積を算出します。

b) 種子の準備と発芽率

取り出したばかりの種子ではシブダネとシイナが 7 割を超え、発芽率が 10~33%、平均 18%ですが、洗剤液選をすることで発芽率を 33~95%、平均 71%にまで向上できます。洗剤液選では市販の食器洗い洗剤 0.02%の洗剤液に 4 時間浸漬します。この時、数回しっかりと攪拌して種子を洗剤液になじませるのがコツです。これ以上長い時間浸漬するとシブダネがさらに多く沈み発芽率が落ちます。なお、シブダネの割合が多い系統では精選の効果が小さい傾向があります。なお、浮いた種子にも発芽能力のある種子が含まれますので、発芽率よりも発芽総数を優先する場合には、必ずしもこの選別は必要ありません。浸漬後、浮いた種子を除き、沈んだ種子をすすぎ、一昼夜流水処理をした後にまき付けます。まき付け前に脱水をかけると種子同士がくっつかず、まき付けが容易になります。なお、洗剤液選により沈んだ種子を十分に乾燥させた後の百粒重は 0.43~0.83 g でした。

c) まき付け

山出し本数に合わせて、以下の式でまき付け量を算出します。

$$X = \frac{N}{R \times H \times K \times Y}$$

X：m²当たりまき付け量（g）

N：m²当たりの仕立て本数（本）

R：タネの純量率（1 に対する）

H：1 g 当たりのタネ粒数（粒）

K：検定発芽率（1 に対する）

Y：苗木残存率（1 に対する）

まき付け床でのまき方はスギ、ヒノキと同様に、手で万遍なくばらまき、まき付けた種子の上に篩（ふるい）で芝目土などの細かな土をふるって種子が隠れる程度に覆います。

d)床覆い

播種後は雨滴による種子の流出や乾燥を防ぐために黒色の寒冷紗で床を覆います。寒冷紗の代わりに敷き藁を薄く敷いて、縄で押さえる方法で床覆いをしてかまいません。発芽までの日数は、まき付け時期や地域によって異なりますが、茨城県日立市の苗畑で2年間まき付けた結果では、まき付け後3～6週間程度で発芽が出揃いました。発芽が出揃ったら覆いを外します。

e)発芽後の管理

発芽後の苗床の管理はスギやヒノキと同様です。具体的には次のとおりです。

・日除け

床面からの水分の蒸発をおさえ、土壌の乾燥を防ぐ、直射日光による床面の過熱を避ける等の目的で実施します。床面から60～70cmの高さに遮光率50%程度の寒冷紗を設置して日除けします。日除けを外す時期は地域や天候によりますが、8月中には外すようにします。

・灌水

5月の梅雨前の乾燥時期や夏場は土壌が乾燥します。土壌が乾燥している時には、しっかりと灌水する必要があります。

・除草

手取り除草、農薬を併用してしっかり除草する必要があります。

・間引き

コウヨウザンは枝張りが大きいので、密生している場合は若干強度の間引きが必要です。

・苗木の消毒、追肥、根切り

日本国内におけるコウヨウザンの苗木生産段階での病虫害被害については未解明な部分が多くありますが、これまで行われた苗木生産では挿し付け時にすす病の発生が多少見ら

れる程度で、その他の被害は確認できませんでした。このため、苗木の消毒、追肥、根切りは、スギ、ヒノキの実生苗の育成と同様の方法で実施すればよいと思われます。コウヨウザンの苗木はクローンによる差はありますが、冬場の寒さで赤茶色になります。また、スギやヒノキに比べて寒害や霜害により苗木の先端部が被害を受けやすい傾向がみられました。このため、秋の徒長成長を押さえて冬場の寒害を防ぐため、8月中旬頃から数回根切りをしっかりと実施することが望ましいと思われます。

- ・防寒

寒害や霜害の防止のために11月上旬には寒冷紗でトンネルを作るなどにより、しっかりと防寒対策をすることが重要です。

- ・床替え

春になって気温が高くなり、遅霜の発生の心配がなくなった頃、または秋に床替えを行います。植付けは、スギ2年生山行き苗木生産（40～60cm、TR率2.0前後を目標）に準じて、1㎡当たり30本で列状に植え付けます。

- ・苗畑でのまき付け後8ヶ月間の成長

広島県庄原市の民有林内の5個体及び茨城県日立市の1個体から採取したコウヨウザン種子を茨城県日立市の苗畑に2016年4月中旬にまき付け、同時にまき付けたスギ精英樹種子と比較しました。7月～12月まで毎月実生苗の苗高及び根元径を計測した結果、コウヨウザンの苗高成長は10月でほぼ止まり、12月時点の平均苗高は14～18cmでスギ実生苗の平均苗高18～20cmよりも小さい結果となりました。一方、コウヨウザン実生苗の根元径は11月から大きく肥大し、スギよりも太い苗となりました。12月時点での形状比（苗高／根元径）はコウヨウザン実生苗が26～39でスギ実生苗の49～52よりも低い結果となり、コウヨウザン1年生実生苗は、苗高成長ではスギに劣るものの、径が太く形状比が良好なしっかりとした苗となる傾向がありました。

②コンテナ実生苗の育成

コンテナの容量は300ml、150mlどちらでも構いません。

- ・コンテナ育苗施設

まき付け後の発芽時期が早いほど大きく成長し、1年で山行き苗を生産することも可能です。そのためのまき付け及びその後の管理は、ビニールハウスやガラス温室など保温ができてミスト灌水設備が整った施設で実施することが有効です。

- ・日覆い、換気

ビニールハウスの場合は、遮光率40～50%程度の寒冷紗でハウスを覆うようにします。ガラス温室の場合は、温室の天井部分に同程度の遮光率の寒冷紗を設置します。まき付けから発芽期の気温が低い時期と冬期は、ハウス及び温室はなるべく閉め切って室内を保温するようにします。それ以外の時期は、風通しを良くしておきます。

- ・コンテナの培地

コンテナの培地は、孔隙量に富むココナッツハスク、ピートモスなどの有機材料に鹿沼土、パーライト、コート肥料等の緩効性肥料を混合した培土を用います。

- ・まき付け

まき付けは秋または春先にコンテナに直まきするか、育苗トレイで行います。育苗トレイの培土はコンテナ培土を用いるか、市販の種まき用培養土を用います。まき付け前の培地にはコンテナまたは育苗トレイの底孔から水が垂れ落ちるまで灌水を行い十分に湿らせます。コンテナ直まきの場合、一孔に2ないし3粒を孔の中心に軽く埋め込みます。育苗トレイへのまき付けは、トレイに万遍なくばらまきます。まき付け後はいずれも、芝目土などで薄く覆土をします。

- ・灌水

まき付け後は培土が乾かないようミストで灌水します。

- ・間引き、移植

まき付け後 3～6 週間程度で発芽が出揃った後、さらに1ヶ月程度して毛苗の芯がしっかりしてきた段階で間引きと移植を行います。コンテナ直まきで1孔に2～3本生えている場合は、一番大きな苗を残して間引きし、全く発芽しなかった孔に間引きした苗を移植します。育苗トレイにまき付けた苗についても同様の時期にコンテナに移植します。

- ・苗木の消毒、追肥

苗木の消毒は基本的に不要です。ただし、風通しが悪い場合は病気が発生する恐れがありますので、状況に応じて殺菌剤の撒布などをして下さい。追肥は、発芽から2ヶ月毎程度で緩効性のコーティング肥料などを置き肥します。肥料を置く際には、苗木の幹に接触しないように注意します。肥料分が強いと肥料焼けを起こして枯損してしまいます。固形肥料の代わりに定期的に液肥を撒布しても効果的です。

- ・コンテナでのまき付け後8ヶ月間の成長

茨城県日立市のビニールハウス内に設置したJFA300mlのマルチキャビティコンテナにコウヨウザン5個体から採取した種子を2016年4月中旬にまき付け、7月～12月まで毎月実生苗の苗高及び根元径を計測した結果、12月時点で最も大きく成長した苗の苗高は34cm、採種個体別の平均苗高は14～23cmでした。採種個体間での差はありますが、まき付けを早い時期にすることや施肥の量を工夫することで1年生山行きコンテナ苗の生産も可能と考えられます。

- ・コンテナへの移植後の成長

高知県立森林技術センターのハウス内で、1月、2月に播種し、4～6月にコンテナ移植した苗の翌年2月の高さは表1の通りでした。早く蒔き付けをし、コンテナへの移植時期を早くすることで1年生山行きコンテナ苗の生産も可能と考えられます。

広島県ではコンテナ苗の特徴と留意点を表2の通り整理しています。

表-1 コンテナへの移植後の成長（2月に測定）

移植日	4月24日	5月14日	6月4日
苗高(cm)	22.4	18.2	19.3
根元径(mm)	3.2	2.6	2.6

表-2 コウヨウザンのコンテナ苗の特徴と留意点

	コウヨウザンの特徴
芽生えの病害	<p>スギ・ヒノキに比べて病害に弱い。</p> <p>3樹種を同様な条件で育苗した事例では、本葉展開期の幼苗の集団枯損はコウヨウザンでのみ発生しました。</p> <p>また、芽生えの立ち枯れにもコウヨウザンが弱いようです。</p> <p>このため、肥料分等を含まない清潔な用土を用いて、培土が滞水したり過湿にならないようにスギ、ヒノキよりも注意して育苗する必要があります。</p>
コンテナ苗の成長	<p>コウヨウザン、スギ、ヒノキを比較栽培した事例では、1年目のコンテナ苗の成長はコウヨウザンが優れていましたが、2年目のコンテナ苗の伸長成長はスギが大きく、苗高ではスギ、コウヨウザン、ヒノキの順となりました。</p> <p>しかし、コウヨウザンは軸が太く完満な特徴があるため、50cmを超える苗でも植栽時の苗の幹の曲がりやヒノキと比べて少ないようでした。</p> <p>なお、畑で育成する裸苗の場合には、2年生のコウヨウザン苗は枝葉が嵩張って取扱に困るほど大きくなりますが、コンテナ苗では比較的枝葉が少なく、2年生でも取扱しやすいサイズに収まります。</p>
コンテナ苗の形状	<p>コウヨウザン、スギ、ヒノキを比較栽培した事例では、2年生コンテナ苗のTR率には3樹種間にあまり差がないが、形状比はコウヨウザンが低い特徴があるようです。</p>

出典：（コウヨウザンコンテナ苗生産マニュアル：一般財団法人広島県森林整備・農業振興財団、広島県樹苗農業協同組合）

③挿し木苗の育成

中国では数百年以上挿し木造林が行われてきたとされていますが、日本国内でも広島県庄原市の林分では挿し木が用いられたことがDNA分析によって明らかになっています。これまでの挿し木試験でも発根が容易なことが明らかになっていることから、主要な増殖方

法として期待されます。

a) さし床の準備

露地あるいは温室内の挿し床の培土には鹿沼土の小粒を用います。300ml 容量のコンテナの培地は、孔隙量に富むココナツハスク、ピートモスなどの有機材料に鹿沼土、パーライト、コーティング肥料等の緩効性肥料を混合した培土を用い、そのまま山出しします。温室内では、さし床が乾燥しないようにミスト自動灌水装置を設置します。日覆いは、遮光率40～50%程度の寒冷紗で被覆するようにします。さし床はできるだけ高湿度に保つようにしますが、高温になりすぎないように換気を行います。

b) 挿し穂の準備

挿し穂に立木の側枝を用いると育成した挿し木苗に枝性が残ります。枝の主軸部分を用いた場合でも芯の立った苗はあまり得られません。このため、優良な挿し木苗を生産するためには萌芽を用います。コウヨウザンは萌芽性がとても強い樹種で、伐根や根元から発生した萌芽枝を用いると非常に高い発根率が得られるとともに、芯の立った優良な苗木を生産することができます。また、幹に着生する不定芽の利用も可能ですが、この場合には針葉が輪生している不定芽を選ぶことが必要です。挿し穂は、挿しつけ後にまず伸長成長が起こり、その後肥大成長が起こります。このため、細い挿し穂を使用すると根元径が細い状態で伸長するので芯の立たない苗木が多くなってしまいますので、根元径が太い挿し穂を用いることが重要です。

穂の大きさは採穂できる萌芽枝の大きさに左右されますが、2月下旬～4月頃の春ざしであれば先端から8～12cm程度、5月～6月頃の萌芽枝が伸長した時期に梅雨ざしを行う場合は先端から15cm程度の穂木を用いれば、1年で山行苗の生産が可能です。採穂後に穂の長さを切りそろえ、さし付けし易いように基部の針葉を4～5cm程度落としてさし穂を調整した後、一昼夜流水に浸けておきます。



調整後の挿し穂

(出典：コウヨウザンの特性と増殖の手引き 2018年3月 林木育種センター)

c) 挿し付け

挿し付ける深さに案内棒でさし床に穴を開け、インドール酪酸 (IBA) を有効成分とする濃度0.5%のオキシベロン液剤 (バイエルクロップサイエンス株式会社) の40倍液に挿し穂の基部を24時間浸漬した後にさし付けます。挿し付けの際には、挿し穂の周りの土を両

手で軽く転圧し、挿し穂を安定させます。

d)挿し付け後の管理

挿し付け後1ヶ月程度は灌水の間隔を短く、灌水の時間を長めにして、蒸散をおさえるようにします。その後、灌水の間隔、量とも少なめにしてさし床が乾かない程度に自動灌水のタイマーを調整します。また、屋外での挿し付けの場合には風雨で挿し穂が動かないようにすることが重要です。

コンテナ直挿しの場合は、挿し付けから2ヶ月程度経過した時点で伸長している苗に緩効性のコート肥料などを置き肥します。その後も2ヶ月おきに追肥をします。肥料を置く際には、苗木の幹に接触しないように注意します。肥料分が強いと肥料焼けを起こして枯損してしまいます。固形肥料の代わりに定期的に液肥を撒布しても効果的です。そのまま育苗することで1年生山行きコンテナ苗の生産が十分可能です。鹿沼土に挿し付けた場合は、発根したものを秋もしくは春にコンテナや苗畑に床替えして山行き苗木を生産します。萌芽枝から育成した挿し木苗は、芯の立った優良な苗木となります。秋挿しの場合は鹿沼土の挿し床に挿し付け、春に発根した苗をコンテナに移植して苗を生産する方法も有効です。



萌芽枝を用いたコンテナ直ざし苗
(挿し付けから4ヶ月後)



萌芽枝用いた2年生挿し木苗
(鹿沼土に挿し付け、床替えして苗畑
で育苗)

(出典：コウヨウザンの特性と増殖の手引き)

e)コンテナ直挿し後8ヶ月間の成長

茨城県日立市のビニールハウス内に設置したJFA300mlのマルチキャビティコンテナにコウヨウザン7個体から採取した萌芽枝を長さ8cm程度に調整し、2016年4月中旬に挿し付けた結果、全体で87%の高い発根率が得られ、12月時点の最大苗高は36cm、最大根元径は6.8mmとなりました。

5. 留意事項（コウヨウザンの特性と増殖の手引き、早生樹ガイドラインより）

1) 苗木

現時点ではどのような苗木がいいのか、十分なデータはありませんが、植栽後の成長や乾燥害を考えると直径が太く根系が発達した苗木を選ぶ必要があります。これまでの植栽試験では苗高が20~30cmでも良好な成長を示しているため、根系が十分発達していれば苗高が20~30cmでも植栽できます。

国内ではコウヨウザンの採種園が整備されていないため、種子の入手が困難です。広島県では中国から購入した種子で苗木生産を行っています。種子を購入できるのは1業者のみです。早急な採種園の整備が待たれます。高知県内では土佐清水市の国有林や公園等に植栽されたコウヨウザンから種子を採取して試験的な育苗を行っています。これらの種子の採種は困難になってきています。

2) 獣害

多くの植栽地でノウサギの被害が報告されています。中には植栽木すべてがノウサギの被害にあった場所もあります。一方、奈半利町の須川山国有林で調査した事例では、ノウサギよりもニホンジカの被害が多くありました。植栽に当たってはニホンジカ、ノウサギ対策が不可欠です。ノウサギでは高さ70cmの幹直径が13mm以上であれば食害を受けにくいという報告があります。苗木がこれくらいの大きさになるまでは食害保護資材（チューブ）や忌避剤散布等による防除が必要です。



シカによる食害



ウサギによる食害



食害保護資材（チューブ）

3) 風害

コウヨウザンでは風害や冠雪害による幹折れが比較的多くみられます。広島県庄原市の既存植栽地（55年生）斜面下部で18%、斜面上部で35%の主幹の折れや枯れがみられました。熊本県菊池市の既存植栽地（60年生）でも幹折れや風倒が発生しています。植栽に当たっては、風害の可能性にも留意する必要があります。



幹上部の折れ

左：広島県庄原市 55 年生林分 右：熊本県菊池市 60 年生林分

(出典：早生樹利用による森林整備手法ガイドライン)

4) 環境への影響(天然更新、雑種、生態系、樹種転換)

全国 18 箇所のコウヨウザン林分では、実生更新はほとんどみられません。従って、植栽地から周囲にコウヨウザンが広がる可能性は極めて低く、植栽地外で生態系への影響は少ないと考えられます。しかし、強い萌芽性が有るため、コウヨウザン伐採後に天然林や他の樹種に変えたいと思ってもコウヨウザンの除去に多くの労力が必要となることが予想されます。

5) 用途

①材質

林齢がそれぞれ 22～52 年生の 4 林分において立木を伐採・製材して、動的ヤング係数の測定や曲げ強度試験等を広島県が行いました。

供試木(原木丸太)の動的ヤング係数の等級区分では庄原市産、京都市産、鴨川市産で E90 が最も多い一方、日立市産では E70 が最も多くなっていました。

庄原市産を平角材(150×105×4000mm)、京都市産を正角材(120×120×4000mm)、日立市産を正角材(105×105×4000mm)に製材し、動的ヤング係数を測定したところ、等級区分では庄原市産で E110、日立市産で E70 が最も多くなっていました。

製材品の曲げ、縦圧縮、せん断、めり込み強度試験を行った結果、コウヨウザンの曲げ強度は、庄原市産でヒノキを上回り、京都市産、日立市産でスギをやや下回っていました。一方、見かけの曲げヤング係数は、庄原市産、京都市産がヒノキを上回り、日立市産がスギとヒノキの中間の値を示しました。また、庄原市産の縦圧縮強度及びせん断強度については、いずれもスギ、ヒノキの基準強度を上回りましたが、めり込み強度はスギを下回るという結果でした。

土佐清水市の辛川山国有林の原木丸太および製材品の動的ヤング係数の測定を当森林技術センターが行いました。原木丸太 2 m材の動的ヤング係数の平均値は 8.62KN/mm² で、スギの 7KN/mm²、ヒノキの 11KN/mm²、のほぼ中間の値となりました。広島県の報告と比較するため等級区分の分布をみると、E90 が最も多く E70、E50 も少し出ましたが、

3 m、4 m材では E90 が最も多く E70、E50 は出ませんでした。製材品ではすべての試験木がヒノキの基準強度を上回りました。

コウヨウザンの材は、めり込み強度はスギの強度を下回りましたが、動的ヤング係数は日立市産でスギとヒノキの中間、他の産地はヒノキを上回りました。これらの結果から、コウヨウザンの材は、めり込み強度を必要とする土台以外の建築用材として十分に利用可能であることが分かりました。また、産地や系統、施業、伐採樹齢、木取りなどの違いが材の強度やヤング係数に影響している可能性があるかと推察され、今後のデータの蓄積が必要と考えられます。

木質バイオマス発電の燃料としての可能性を確認するため、辛川山国有林産コウヨウザンとヒノキの発熱量を測定しました。その結果、燃料としてのエネルギー量コウヨウザン 4,200kcal/kg、ヒノキ 4,200kcal/kg とコウヨウザンとヒノキは同じ値となりました。測定に供した試料は水分を含んだ気乾状態の試料でありコウヨウザンとヒノキで含水率がことなるため、全乾ベースで計算するとコウヨウザン 4,700kcal/kg、ヒノキ 4,800kcal/kg となりました。コウヨウザンのエネルギーはヒノキよりわずかに小さくなりますが、バイオマスエネルギーとして十分使用可能だと考えられます。



動的ヤング係数の測定



測定結果

②用途

材質の試験結果から、建築用材として利用可能であると考えられますが研究蓄積が少ないことから、当面は梱包用材や木質バイオマスとしての利用が考えられます。

参考資料・引用文献

- 成長の早い苗木を用いた再造林低コスト化に関する研究（森林技術センター）
- コウヨウザンの特性と増殖の手引き（平成30年3月 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター）
- 早生樹利用による森林整備手法ガイドライン（令和2年2月 林野庁）
- コウヨウザンコンテナ苗生産マニュアル（令和元年12月 一般財団法人広島県森林整備・農業振興財団、広島県樹苗農業協同組合）
- コウヨウザン30年生林分の成長及び材質特性（1990年9月 日本林学会九州支部研究論文集NO.43 森田正彦、冬野劭一、西村慶二、薮正勝）
- 植栽後7年次までのコウヨウザンとスギの系統別の成長比較（九州森林研究 No. 72 2019.3 大塚次郎、磯田圭哉、後藤誠也、松永孝治、倉原雄二、倉本哲嗣、久保田正裕、近藤禎二、生方正俊）
- イノベーション創出強化研究推進事業コウヨウザン最前線研究成果報告会（2021年1月 WEB開催 林木育種センター）

高知県立森林技術センター

〒782-0078 高知県香美市土佐山田町大平 80 番地

電話：0887-52-5105

F A X：0887-52-4167

メール：030102@ken.pref.kochi.lg.jp