ISBN 978-4-905304-90-6

コウヨウザンの特性と増殖の手引き

2018 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

第 4 期中長期計画成果 15（育種・生物機能-2）

はじめに

西南日本地域では、横架材に適した強度と優れた成長を合わせ持つ造林用樹種が少ない状況にあります。これに対し、植栽から収穫までの期間が短く強度が高い新たな造林用樹種として、コウヨウザンに着目し、平成 27 年度から 29 年度にかけて農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「西南日本に適した木材強度の高い新たな造林用樹種・系統の選定及び改良指針の策定」により研究を実施しました（生方ほか 2015）。

この研究では、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が主体となってコウヨウザンの成長特性の解明及び優良系統の選定と品種改良指針の策定を行うとともに、コウヨウザンの材質特性の解明については、材質特性のとりまとめと材質の系統間変異の解明を鹿児島大学農学部が、木材製品の試作及びその過程での性能評価については中国木材株式会社が、その試作品を用いた性能評価については広島県立総合技術研究所がそれぞれ担当しました。

コウヨウザンについては既に試験的な造林に着手されていますが、コウヨウザンの特性等についてまとめて報告された事例がほとんど出されていないことから、今回、これまでの研究成果をもとにこの手引きを作成しました。なお、苗木の育成、造林、施業等については、まだ知見が少ないことから、今後、さらに調査・研究を進め、この手引き書を充実させていく予定です。

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
遺伝資源部長　生方正俊

目　　次

1. コウヨウザンとは　・・・

1. コウヨウザンとは

コウヨウザン（*Cunninghamia lanceolata*）（図 1、2）はヒノキ科コウヨウザン属の常緑針葉樹で、中国南部に分布し、台湾には変種のランダイスギがあります（初島 1976）。なお、台湾には、移住してきた漢民族によってコウヨウザンが導入されています（福田 1954）。中国では建築材、内装材からモップの柄に至るまで広く用いられ、揚子江周辺より南に 665 万 ha の人工造林地を擁する中国トップの造林樹種です（立花 2009）。わが国には江戸時代以前から寺社等に導入され、国有林、県有林、私有林（図 2）、大学演習林などでは林分として育成されています。

図 1　コウヨウザンの苗木

図 2　広島県庄原市のコウヨウザンの美林
（約 50 年生）

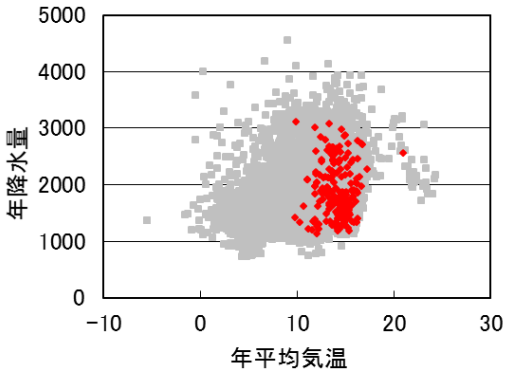
（山田・近藤）

2. コウヨウザンに適した気候

これまで確認した全国 226 件のコウヨウザンの所在地情報によると、北は宮城県及び新潟県から南は九州までの広い地域に植栽されています。地域的に見ると、関東地方、近畿から北陸地方にかけて多く、神社・仏閣の社叢林では単木的な植栽が多くみられます。これら所在地からみた植栽地の気候条件は、年平均気温 12℃以上（図 3）、暖かさの指数 90℃・月以上、寒さの指数-15℃・月以上です（図 4）。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 1000～3000㎜ の広い範囲にあり、制限要因とはなっていません（図 3）。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（山田ほか 2016）。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。

また、茨城県日立市の 21 年生の林分から２年～３年生の枝を採取し、針葉、師部、木部の耐凍性を調査した結果、－15℃までの凍結では全ての組織で高い生存率を示し、－20℃以下まで凍結すると全ての組織で生存率が著しく低下しました（山田ほか　2017b）。コウヨウザンは南方系の樹種ですが、わが国の西南日本地域が多く含まれる照葉樹林帯であれば、冬季の気温が－15℃以下になることはほとんどないので、急激な気温の低下や苗木等の幼齢期を除いて、冬季の凍結障害は生じにくいと考えられます。



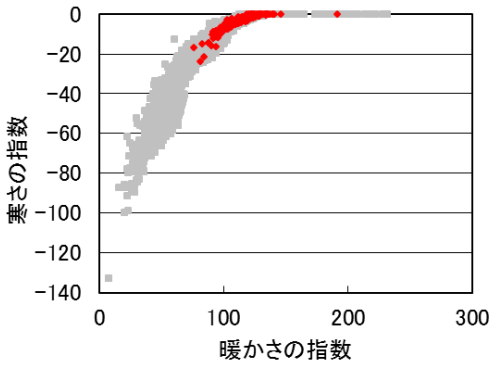


図３　コウヨウザン所在地の気温と降水量　図４　コウヨウザン所在地の暖かさ及び寒さの指数

注）赤い点（■）がコウヨウザンの所在地、グレーの点（■）が日本全土を示す
暖かさの指数：月平均気温が５℃以上の月について、月平均気温から５℃を引き、１年間加算した値
寒さの指数：月平均気温が５℃以下の月について、月平均気温から５℃を引き、１年間加算しマイナスをとった値

（山田）

3. 我が国のコウヨウザン林分

図 5 に示すように、北は茨城県から南は鹿児島県まで、全国 18 箇所のコウヨウザン林分のほとんどは照葉樹林帯にあります。いずれも成林しており、周囲のスギ、ヒノキに比べて成長が優れているところがほとんどである一方、実生更新はほとんどみられません。風害によると思われる幹折れが一部発生していますが、それほど高頻度ではなく、森林経営上大きな問題にはなっていません。

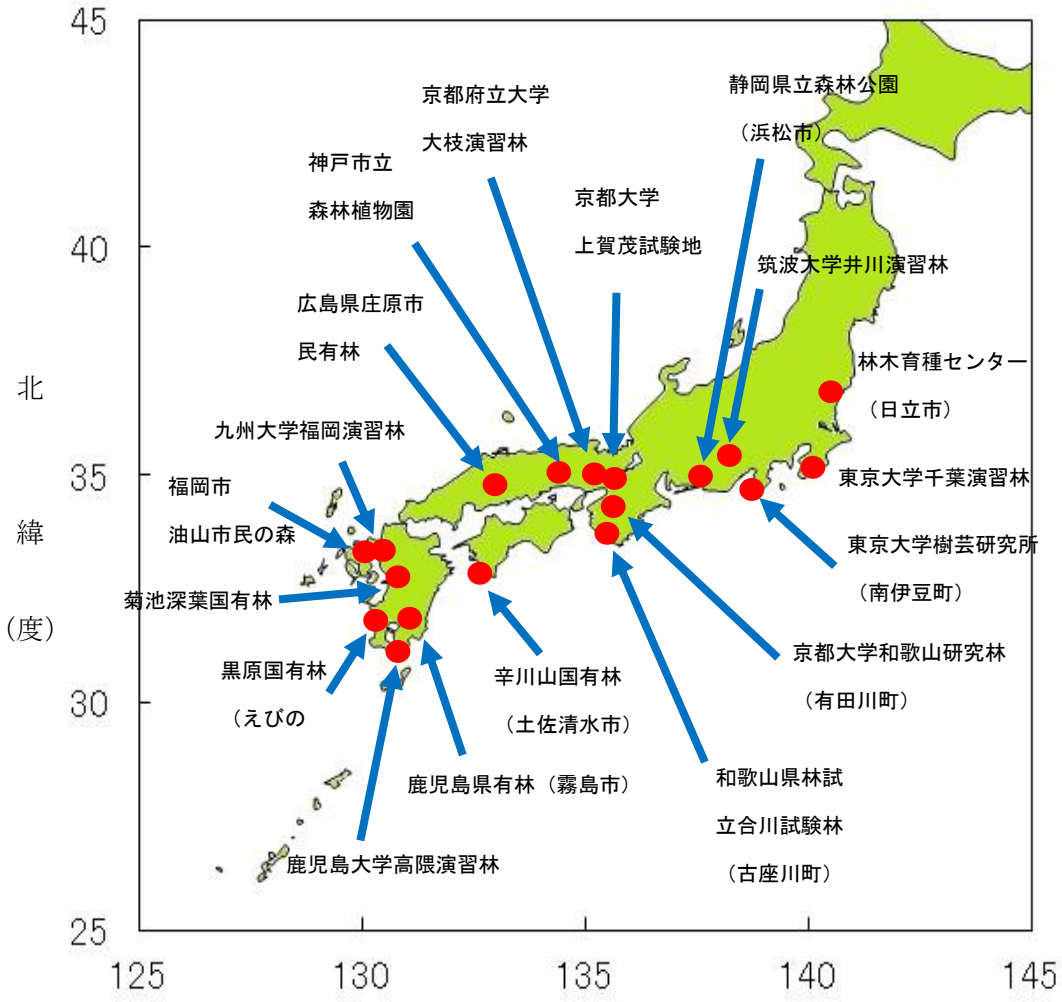


図 5　我が国におけるコウヨウザンの林分

（山田・近藤）

4. コウヨウザンの成長

茨城県日立市の 21 年生の林分では林分材積が 423 ㎥/ha と、同じ林齢のスギ 1 等地に比べて２倍以上の格段に優れた成長を示しました（図 6、近藤ほか 2016a）。このほか、千葉県、京都府及び広島県の林分でも同様に優れた成長を示しました（近藤ほか 2016b, 2017）。また、広島県庄原市のコウヨウザン林分内の優勢木では、50 年を過ぎても成長が継続していることが樹幹解析から明らかになりました（近藤ほか 2016b）。さらに、DNA 分析で判明したさし木由来と推定されるクローン（磯田ほか 2017）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（山田ほか 2017a）。

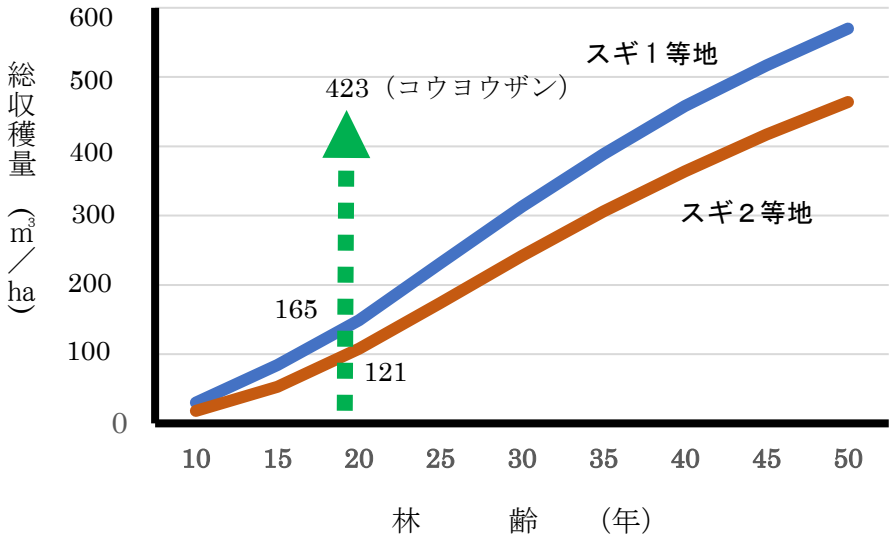


図 6　茨城県日立市のコウヨウザン 21 年生林分の成長
図中の数字は、それぞれの 21 年生時点での収穫量を示す
（近藤ほか 2016a から改編）

また、幼齢期の成長については、宮崎県えびの市黒原国有林に設定されているスギの試験林の周囲木にコウヨウザンが植栽されており、5 年次で樹高が平均 5m 程度、中には 6m を超える個体がみられ、同じ試験地内のスギに勝る成長を示し、幹の太さも倍近くありました（図 7, 8）。

図 7　えびの市の試験林でのコウヨウザン

図 8　スギより早い初期生長

（左から順に、スギ、スギ、コウヨウザン）

広島県庄原市のコウヨウザンの林分で樹幹解析を行って樹高成長曲線を求め、これをガイドラインとして、暫定的な地位指数曲線群を推定しました（図 9 、山田ほか 2018）。この図に我が国の主なコウヨウザンの林分の調査結果をプロットした結果、地位指数（SI：40 年次の上層木樹高）は、成長の良い林分で SI＝約 29mから成長の良くない林分で SI＝約 16mの範囲にありました。地形的にはスギに適した斜面下部の林分での成長が最も良く、ヒノキに適した斜面中部の林分でも良い成長を示している一方、斜面上部や尾根筋及び照葉樹林帯から外れる寒冷な林分での成長は良くありません。コウヨウザンの成長と立地環境条件との関係については、今後さらにデータの蓄積及び分析が必要です。

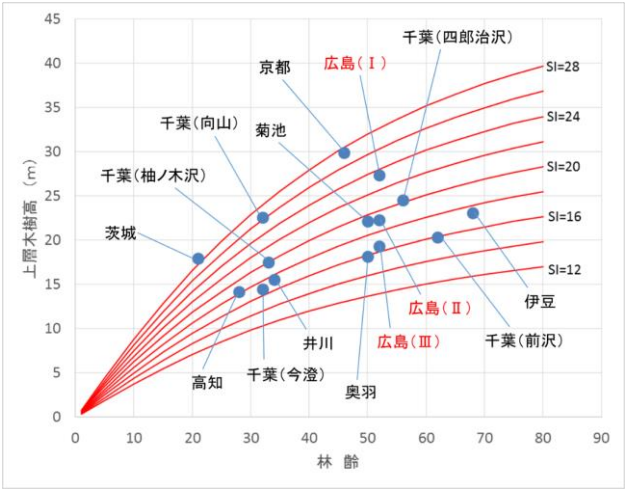


図 9　コウヨウザンの暫定地位指数曲線

SI（地位指数）は 40 年次の上層木樹高を示す。

（山田・近藤）

5. コウヨウザンの材質

コウヨウザンの材質を明らかにするため，林齢がそれぞれ 22～52 年生の 4 林分（図 10, 表 1）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行いました（図 11，渡辺ら 2017，涌嶋・渡辺 2017，涌嶋ら 2018）。

図 10　伐採した林分

表 1　供試木（原木丸太）の内訳

項目	広島県 庄原市	京都府 京都府	千葉県 鴨川市	茨城県 日立市
伐採時林齢（年）	52	47	34	22
調査丸太本数（本）	34	30	20	50
平均末口径（cm）	33.9	30.4	25.3	22.3
平均材積（m^3）	0.44	0.34	0.25	0.20
平均みかけ密度（kg/m^3）	676	733	752	825
動的ヤング係数（kN/mm^2）	9.37	9.97	8.99	7.43

原木丸太の動的ヤング係数の測定

製材品の動的ヤング係数の測定

曲げ強度試験

図 11　コウヨウザンの材質調査

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（図12）。

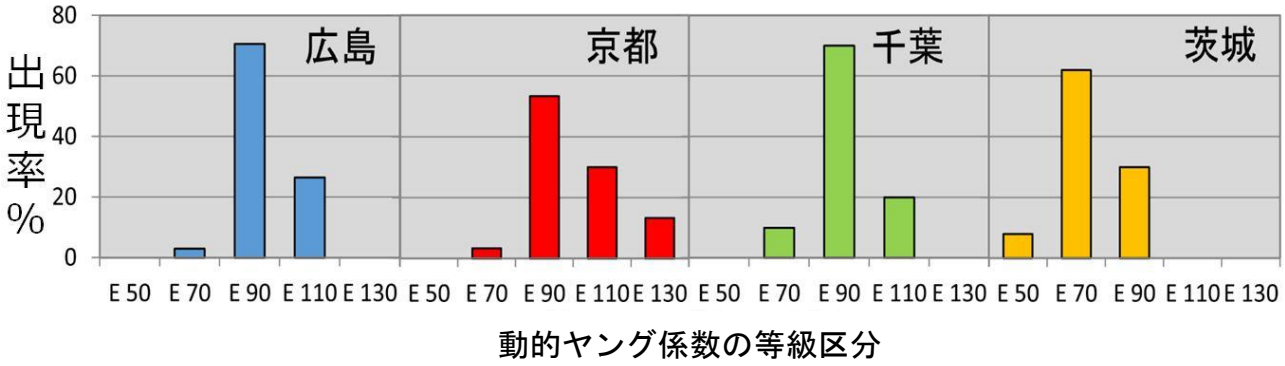


図12　原木丸太の動的ヤング係数の等級区分

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（図13）。

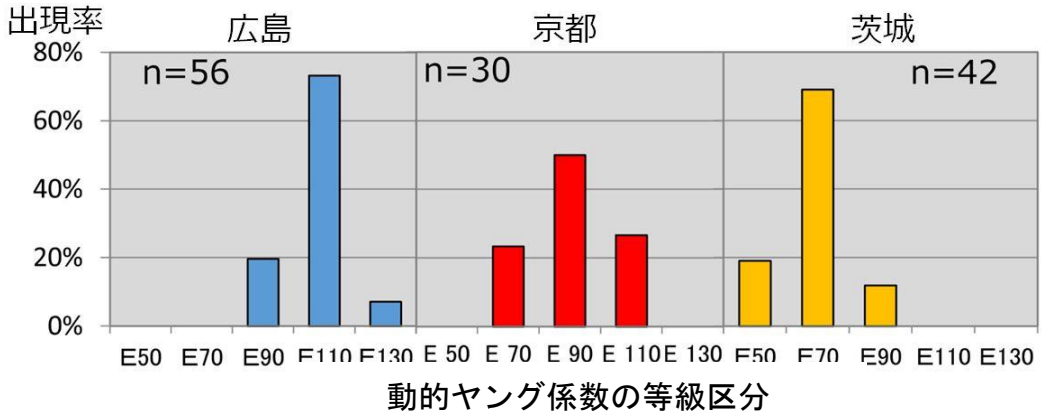


図13　製材品の動的ヤング係数の等級区分

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を表 2 に示します。スギ，ヒノキの曲げ基準強度はそれぞれ 22.2N/mm^2，26.7N/mm^2 ですが，これをコウヨウザンの曲げ強度の５％下限値（基準強度に相当する値）と比較すると，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の５％下限値については，普通構造材の基準弾性係数 $E_{0.05}$ と比較すると，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。

これらの結果から，コウヨウザンの材は，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と推察されます。

表 2　製材品の強度試験結果

測定項目	単位	産地	試験体	試験体数	平均含水率	平均値±標準偏差	5%下限値	基準強度	
								スギ	ヒノキ
曲げ強度	N/mm^2	庄原市	平角	43	18.6%	41.5±6.6	29.5	22.2	26.7
		京都市	正角	29	20.8%	31.7±6.6	20.9		
		日立市	正角	42	37.4%	23.3±4.1	16.6		
見かけの曲げヤング係数	kN/mm^2	庄原市	平角	43	18.6%	9.69±0.81	8.21	4.5	6.0
		京都市	正角	29	20.8%	8.27±1.14	6.31		
		日立市	正角	42	37.4%	6.34±0.83	4.83		
縦圧縮強度	N/mm^2	庄原市	平角	43	15.2%	25.2±2.3	21.3	17.7	20.7
せん断強度(実大いす型)	N/mm^2	庄原市	平角	40	15.6%	4.02±0.70	2.82	1.8	2.1
めり込み強度(材中央部)	N/mm^2	庄原市	平角	22	15.2%	5.45±0.80	4.12	6.0	7.8

① スギ，ヒノキ基準強度 曲げ強度，縦圧縮強度，せん断強度は建設省告示第 1452 号第 6 の無等級材基準強度に基づく。

② 見かけの曲げヤング係数は日本建築学会木質構造設計基準普通構造材の繊維方向特性値の基準弾性係数 E0.05。

③ 材中間部めり込み強度は国土交通省告示第 1024 号第1第2号ロ(3)に規定するめり込みに対する基準強度 Fcv に基づく。

（涌嶋・渡辺）

6. コウヨウザンの育苗

（１）着花特性

コウヨウザンの開花期は東京付近では 3 月下旬～4 月上旬といわれています（小林・勝田 1981）。茨城県日立市のコウヨウザン林分の 3 年間の開花時期も 3 月中旬～3 月下旬でした（図 14）。クローンによって着花しやすいものとそうでないものがみられます。花芽分化期は雄花芽の分化期が 8 月上旬～10 月中旬で、雌花芽の分化期は雄花の分化期より約 1 ヶ月遅く、スギに比べて約 1 ヶ月遅いとの報告があります（橋詰 1963）。スギやヒノキにおいて着花促進に有効なジベレリン GA_3 処理を 7 月から 8 月にかけて濃度 100ppm と 300ppm の葉面撒布で実施したところ、着花促進は確認できませんでした。コウヨウザンに有効な着花促進技術の開発は今後の課題です。

図 14　コウヨウザンの雄花

（大塚・磯田）

（２）種子の採取から貯蔵まで

１）球果の採取

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。その後も球果は枝に残ります。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（図 15）を枝ごと切り落とすか、球果をもぎ取ります。形状は卵球形で大きくなるほど縦長になる傾向があります。種子は種鱗の内面に 3 個下垂してついています。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 6.09～17.89ｇ、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（大塚ほか　印刷中）、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（図 16）。

図 15　コウヨウザンの球果

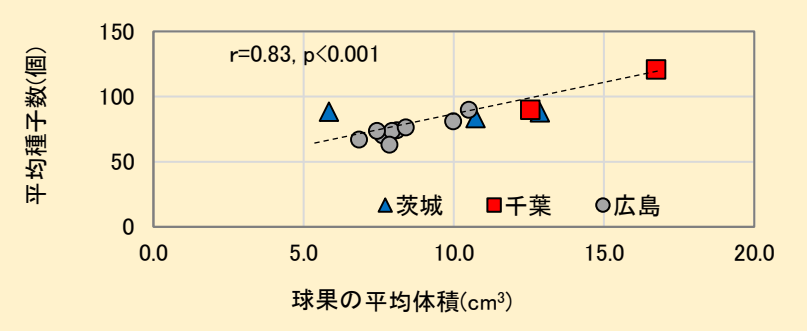


図 16　球果の大きさ（平均体積）と種子数との関係

（茨城、千葉、茨城のコウヨウザン林分から個体ごとに球果、種子を採取）

２）球果の乾燥

スギや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。

３）種子の精選

種子を取り出した後に夾雑物は除きますが、まき付け直前に洗剤液選を行うので完全に取り除く必要はありません。

４）種子の重さ

コウヨウザンの種子は、スギやヒノキに比べ大きく（図 17)、精選前の種子の百粒重は 0.35～0.66ｇ（大塚ほか　印刷中）であり、スギやヒノキの２倍程度の重さです。

図 17　コウヨウザン種子のスギ、ヒノキとの比較

５）種子の貯蔵

種子を長期間保存するためには、十分に乾燥させ密封して-20℃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(小林･勝田 1981)。

(大塚)

（３）苗木の育成

１）実生苗の育成

苗畑での実生苗の生産は、スギと同様に 2 年生山行き苗の生産を目標としました。

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（大塚ほか 印刷中)。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、数回しっかりと撹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。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 0.43～0.83ｇ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（原田 1994 を改変)。

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

X：㎡当たりまき付け量（g）
N：㎡当たりの仕立て本数（本）
R：タネの純量率（1 に対する）
H：１g 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（阿部・弓野 2003）。

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もかまいません。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

我が国での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、これまで行った苗木生産ではさ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（阿部・弓野2003）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（図 18、大塚ほか2017）。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。

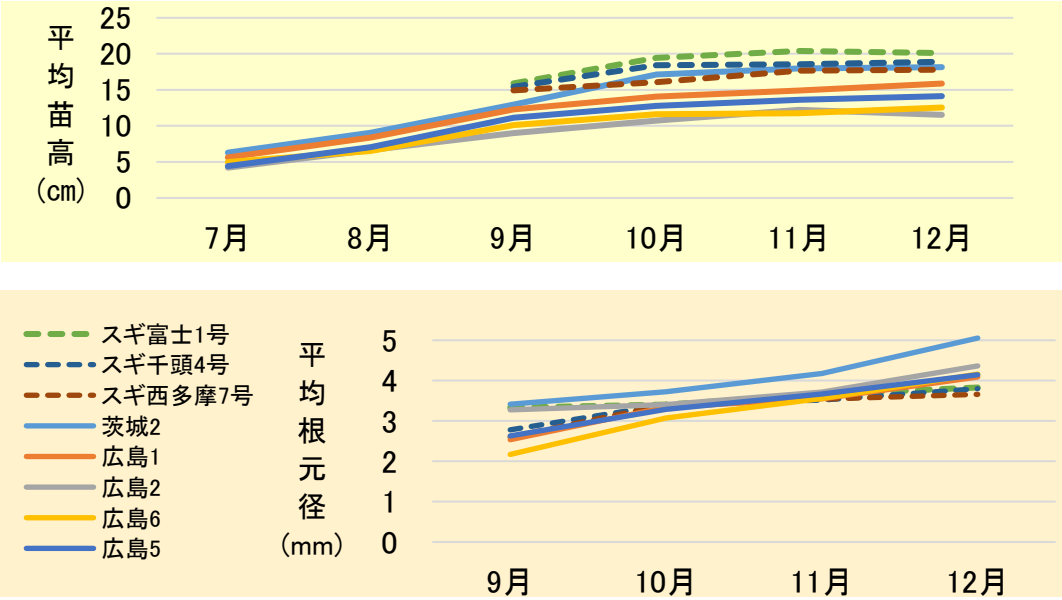


図 18 苗畑での実生苗の苗高（上）と根元径（下）（実線がコウヨウザン、点線がスギ）

f) コンテナ実生苗の育成

コンテナでの実生苗の生産は 300ml 容量のものを用いました。

・コンテナ苗育苗施設

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。洗剤液選済みの種子を一昼夜流水処理し、まき付け前に

脱水した後にまき付けます。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（図 19、大塚ら 2017）。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。

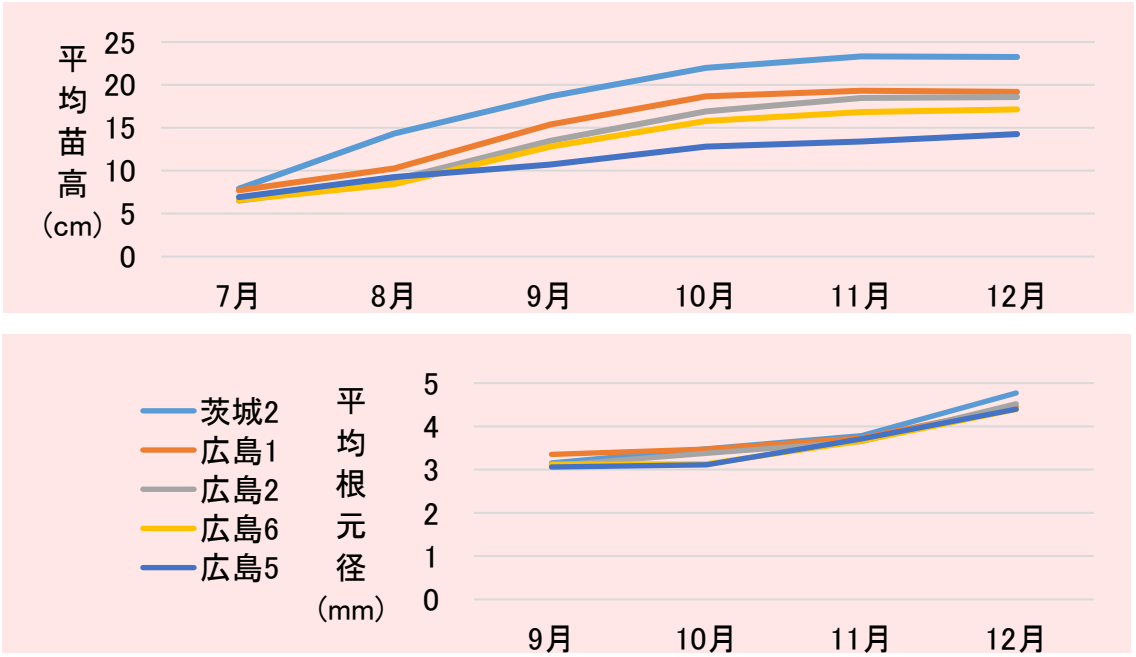


図 19　コンテナでの実生苗の苗高（上）と根元径（下）

（大塚）

２）さし木苗の育成

中国では数百年以上さし木造林が行われてきたとされていますが(Li 1995)、わが国でも広島県庄原市の林分ではさ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(磯田ら 2017)。これまでのさ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(大塚ほか 2017)、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さ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換気を行います。

b) さし穂の準備

さし穂に立木の側枝を用いると育成したさ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、優良なさ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（図 20）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(大塚ら 2016)。また、幹に着生する不定芽(図

21）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。

伐根から複数年発生する萌芽枝

立木の根元から発生する萌芽枝

3 年生苗木の根元から発生した萌芽枝

図 20　さし木苗生産に適した萌芽枝

図 21　幹に着生した不定芽

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。秋ざしの場合は鹿沼土のさし床にさし付け、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。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（図 22)、一昼夜流水に浸けておきます。

図 22　調整後のさし穂

c) さし付け

さ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 倍液にさし穂の基部を 24 時間浸漬した後にさし付けます。さし付けの際には、さし穂の周りの土を両手で軽く転圧し、さし穂を安定させます。

d) さし付け後の管理

さし付け後 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、屋外でのさし付けの場合には風雨でさし穂が動かないようにすることが重要です。

コンテナ直ざしの場合は、さし付けから 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。鹿沼土にさしつけた場合は、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さし木苗は、芯の立った優良な苗木となります（図 23、図 24)。

図 23　萌芽枝を用いたコンテナ直ざし苗
（さし付けから 4 ヶ月後）

図 24　萌芽枝を用いた 2 年生さし木苗
（鹿沼土にさし付け、床替えして苗畑で育苗）

e) コンテナ直さし後 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 月中旬にさし付けた結果、全体で 87%の高い発根率が得られ（表 3、大塚ら 2017）、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。

表 3　コウヨウザンの萌芽枝を用いたコンテナ直ざしの発根率

採穂母樹	さし付数（本）	発根数（本）	発根率（%）
茨城 2	16	15	94
茨城 5	16	14	88
茨城 10	19	19	100
茨城 101	7	7	100
茨城 102	7	5	71
茨城 103	19	14	74
茨城 104	10	8	80
total	94	82	87

（大塚）

7. 植え付け、保育等の考え方

我が国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）植え付け

１）植え付け本数

これまで調査した全国の林分の植栽本数は 2000 本～3000 本／ha でした。3000 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。植え付け本数は収穫後の用途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一般の造林と同様です（桜井 1998)。

コウヨウザンの原産地の中国では、一般に 2500 本／ha 植栽で、小径木の利用を考えた場合には 4500 本／ha 植栽とされています（立花 2009)。

２）植え付け

裸苗の場合は、通常の植栽方法やていねい植え法（桜井 1998）で行います。コンテナ苗の場合は、専用の植栽器具で植え穴を開けて植え付けます。

コウヨウザンは野兎が好むようで、植栽直後や冬期に野兎による食害が見られます。苗高が１ｍを超えてくると食害は少なくなるようですが、野兎の害が顕著な造林地では植栽時及び冬期に苗木に忌避剤を塗布する必要があります。

（山田・近藤）

（２）保　育

１）下刈り

一般の造林木と同様に、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（竹内 1998)。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ますが、具体的な方法等については今後の調査が待たれます。

２）その他の保育

枝打ちしていない林分で枝が枯れ上がっていることから自然落枝性があると考えられますが、低密度で植栽した場合には必要に応じて枝打ちします。また、鹿の被害が発生する場所ではシカネット等の対策を行う必要があります。

（３）収　穫

広島県庄原市の約 50 年生林分における優勢木の樹幹解析から得た成長曲線では、材積の連年成長量が最大となる樹齢は約 40 年～60 年と推定され（山田ほか 2017a)、少なく

とも約 40 年～60 年を超える樹齢までは旺盛な成長が持続すると考えられます。用途に合った大きさになるところに伐期齢を設定します。

（山田・大塚）

（４）萌芽更新

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（図 25）。わが国では現在のところ、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（図 26）。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、現在（28 年生）は平均樹高 11m、平均直径 15ｃｍの林分に成長しています。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。

図 25　切り株からの萌芽枝の発生と成長

図 26　萌芽更新したコウヨウザンの林分
四国森林管理局四万十森林管理署辛川山国有林

（山田･磯田）

8. コウヨウザンの産地、系統

コウヨウザンは中国の揚子江以南の広い地域に植栽されています。また、台湾にはその変種であるランダイスギがあります。さらに、台湾には大点雨杉という品種があり（福田 1954)、コウヨウザンとランダイスギの交雑品種とされています（福田 1954)。このように産地が広域にわたることから、産地等により各種特性に違いがあると予想されます。我が国のコウヨウザンについては履歴が明確なものが少なく、種子源も少ないことから自殖家系が用いられた林分もみられています(磯田ほか 印刷中)。

今回行った事業において、広島県庄原市のコウヨウザン林分の成長、材質等を調査・解析し、成長性や材質特性が優れた系統を選定しました。今後、これらの系統を中心として品種改良や採種穂園の整備等を進めていくことにより、コウヨウザンの優良な種苗の生産が期待されます。

（磯田）

謝　辞

本研究においてはコウヨウザン林分を保有されている大学演習林、県有林、市有林、私有林等の多くの方々に協力をいただきました。また、林分の調査だけでなくコウヨウザンに関する新たな試験を共同で進めさせていただいている林野庁関東森林管理局、近畿中国森林管理局、四国森林管理局、九州森林管理局の皆様、この研究のスタート前からご指導、ご協力いただいている広島県林業課の皆様、一緒に共同研究を行った鹿児島大学農学部、広島県総合技術研究所林業技術センター及び中国木材株式会社の担当の皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

阿部正信・弓野奨：スギ・ヒノキの育苗について、林木育種技術ニュース　16: 2-3、2003

福田次郎：高知縣の廣葉杉、山林 844: 1-19（1954）

福田次郎：高知県産コウヨウザンの研究（第Ⅰ報）成長量について、第 63 回日林講 115-117（1954）

原田洸：みしょう（実生）苗の育成、造林学、川島書店 95-104（1994）

橋詰隼人：コウヨウザンの花芽分化期および花芽の発育経過、日本林学会誌 45(6)：181-185（1963）

初島住彦：日本の樹木　講談社、402 1976

磯田圭哉・松下通也・山田浩雄・近藤禎二・大塚次郎・生方正俊：広島県庄原市のコウヨウザン林におけるクローン構成の解明と成長形質のクローン間変異の解析、第 128 回日本森林学会大会学術講演集 150（2017）

磯田圭哉・大塚次郎・飯田啓達・成田有美子・増山真美・近藤禎二・山田浩雄・生方正俊：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、関東森林研究（印刷中）

小林義雄・勝田柾：コウヨウザン属、日本の樹木種子（針葉樹編）林木育種協会、102-104（1981）

近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・大塚次郎・飯田啓達・飯野貴美子・木下敏・生方正俊

藤澤義武：茨城県における 21 年生コウヨウザンの成長、関東森林研究 67: 113-116（2016a）

近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・大塚次郎・生方正俊：樹幹解析によるコウヨウザンの成長パターンの解析、森林遺伝育種学会第 5 回大会講演要旨集 3（2016b）

近藤禎二・山田浩雄・大塚次郎・磯田圭哉・生方正俊：わが国におけるコウヨウザンの成長、第 128 回日本森林学会大会学術講演集 144（2017）

Li Minghe: Histrical development of superior clones of Chinese fir in China. Forest Tree Improvement in the Asia-Pacific region China Forestry Publishing House 232-237（1995）

大塚次郎・近藤禎二・飯田啓達・飯野貴美子・磯田圭哉・山田浩雄・木下敏・生方正俊：コウヨウザンのさし木発根性および苗木の枝性について、関東森林研究 67: 145-148（2016）

大塚次郎・成田有美子・飯田啓達・飯野貴美子・増山真美・板鼻直榮・磯田圭哉・近藤禎二・山田浩雄・生方正俊：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、関東森林研究（印刷中）

大塚次郎・成田有美子・近藤禎二・磯田圭哉・山田浩雄・生方正俊：コウヨウザンの実生およびさし木コンテナ苗生産技術について、第 128 回日本森林学会大会学術講演集 145（2017）

桜井尚武：人工造林－植え付け、林業技術ハンドブック、全国林業改良普及協会 798-824

(1998)
立花敏：中国江西省における人工林造成の展開－コウヨウザンとスラッシュマツを中心に－、木材情報 11: 10-13（2009）
竹内郁雄：初期保育、林業技術ハンドブック、全国林業改良普及協会 824-846（1998）
生方正俊・近藤禎二・山田浩雄・磯田圭哉・木村恵・遠藤圭太・大塚次郎・木下敏・塙栄一・飯田啓達・飯野貴美子・安部波夫・久保田正裕・倉本哲嗣・藤澤義武・鵜川信・涌嶋智・渡辺靖崇・松岡秀尚：早成樹種コウヨウザンの品種改良に向けて、森林遺伝育種学会第 4 回大会講演要旨集 29（2015）
涌嶋　智・渡辺靖崇：コウヨウザンの材質，森林遺伝育種 6：148-154（2017）
涌嶋　智・渡辺靖崇・近藤禎二・生方正俊：日本産コウヨウザンの原木丸太の特性，第 129 回日本森林学会大会学術講演集:P2-149（2018）
渡辺靖崇・涌嶋　智・藤田和彦・小西裕和：広島県で生育したコウヨウザンの強度性能，第 67 回日本木材学会大会研究発表要旨集：99-100（2017）
山田浩雄・安部波夫・塙栄一・大塚次郎・磯田圭哉・生方正俊：コウヨウザンの所在地データベースの作成、第 127 回日本森林学会大会学術講演集 142（2016）
山田浩雄・近藤禎二・磯田圭哉・大塚次郎・生方正俊：成長曲線を用いたコウヨウザンの材積成長過程の解析、第 128 回日本森林学会大会学術講演集 145（2017a）
山田浩雄・遠藤圭太・宮本尚子：電解質漏出法によるコウヨウザンの耐凍性評価、平成 29 年度版林木育種センター年報業務レポート：130-131（2017b）
山田浩雄・近藤禎二・磯田圭哉・大塚次郎・生方正俊：コウヨウザンの簡易収穫予想表の試作、第 129 回日本森林学会大会学術講演集 ：P2-102(2018)

執筆者一覧

生方正俊	森林総合研究所林木育種センター	遺伝資源部長
山田浩雄	同	遺伝資源部探索収集課長
磯田圭哉	同	同　探索収集課分類同定研究室長
近藤禎二	同	同　特任研究員
大塚次郎	同	九州育種場育種技術専門役
涌嶋　智	広島県立総合技術研究所林業技術センター	林業研究部長
渡辺靖崇	同	研究員