



# 早生樹コウヨウザンの 木材利用

(初版)

広島県  
令和6年度

<b>目次</b>	
はじめに・コウヨウザンの成長特性	1
コウヨウザンの原木丸太	2
産地	
含水率・密度	
縦振動ヤング	
コウヨウザンの製材(平角・正角)	3
材料	
製材と乾燥	
縦振動ヤング	
強度性能	
材の密度	4
材の色と表面	
節と髄、休眠芽痕跡	
含有成分セドロール	
集成材	5
集成材について	
材料と作製	
強度性能	
評価	
LVL(単板積層材)	6
LVLについて	
材料と作製	
強度性能	
評価	
合板	7
合板について	
材料と作製	
強度性能	
評価	
平パレット	8
平パレットについて	
材料と作製	
強度性能	
評価	
まとめ・謝辞・引用文献	9



写真-1 コウヨウザンの針葉(細長い鎌状)



写真-2 コウヨウザンの樹皮



写真-3 早生樹コウヨウザン(約 52 年生)

- コウヨウザンの特徴は、「早い成長」「萌芽更新」「良質な材」
- 国有林、大学演習林など日本国内にモデル林分、庄原市に日本最大級の造林地あり
- 落葉落枝が地表を覆うため、表土保護効果がある

### はじめに

■広島県では、「2025広島県農林水産業アクションプログラム」に基づき、「伐って、使って、植える」という林業を持続的に循環させる「森林資源経営サイクル」の構築を目指しており、この実現に向けて林業収支を改善するための低コスト化が必要となっています。

■コウヨウザンは成長が早い上に、萌芽更新が可能であることから造林経費の縮減が期待されています。

■本パンフレットでは、コウヨウザンの木材利用の可能性について、これまでの研究等で明らかとなった知見をもとに紹介します。

■また、「コウヨウザン造林マニュアル」を別途発行していますので、併せてご活用ください。

### コウヨウザンの成長特性

■コウヨウザン(広葉杉、*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)はヒノキ科コウヨウザン属の常緑針葉樹で、中国中南部、台湾、インドシナ半島に分布しており、現地では主要な造林樹種の一つです<sup>2)</sup>。日本には江戸時代に渡来したと伝えられており、国有林、大学演習林などに植えられた事例があります<sup>3)</sup>。

■広島県では庄原市川北町に昭和40年頃に植栽された0.64haのコウヨウザン林分があり、平成27年(約51年生)の調査では、林分材積が1,006m<sup>3</sup>/haとなっていました。国内の林分の調査では、適地における一般的なスギを上回る成長が見られます<sup>4)</sup>。

■コウヨウザンを伐採すると切株から「萌芽」が発生し(写真一6)、日照条件が良ければ植栽木と同様に成長します。

■コウヨウザンの林床は落葉落枝が厚く地表を覆っており(写真一7)、表土流出の防止効果があることが分かっています<sup>5)</sup>。



写真一4 コウヨウザンの林内(庄原市)



写真一5 コウヨウザンの樹幹(庄原市)



写真一6 コウヨウザンの萌芽(庄原市)



写真一7 コウヨウザンの林床(庄原市)

- コウヨウザンの原木丸太を国内林分から採取して試験を実施
- 30年未満の原木丸太はスギ並み、30年以上の原木丸太はヒノキに近いヤング係数
- 一般的なスギ原木丸太に比べ心材含水率は低く、乾燥の低コスト化に期待できる

コウヨウザンの原木丸太について

■国内のコウヨウザン林分で試験的な伐採を行い、原木丸太を採取しました(表-1)。

【産地】

- 原木丸太を採取したのは以下の林分<sup>4)</sup>です。
  - ・広島県庄原市(民有林)<sup>6)</sup>
  - ・京都府京都市(大学演習林)<sup>7)</sup>
  - ・千葉県鴨川市(大学演習林)<sup>7)</sup>
  - ・茨城県日立市(育種センター)<sup>8)</sup>

【密度、ヤング係数、含水率等】

■丸太密度は太いほど低くなる傾向があります(表-2)。太い丸太では、含水率の低い心材の割合が多くなるためと推察されます(図-1)。

■「曲がりにくさ(剛性)」の指標となるヤング係数を縦振動法で計測しました。林齢が高いと丸太のヤング係数は高い傾向がありました。

■伐採した丸太の含水率を調べてみたところ、辺材部では平均 200%を超えていましたが、心材部では平均 54~73%で、比較的含水率が低いことが分かりました(表-3)。



写真-8 原木丸太の計測(縦振動ヤング)

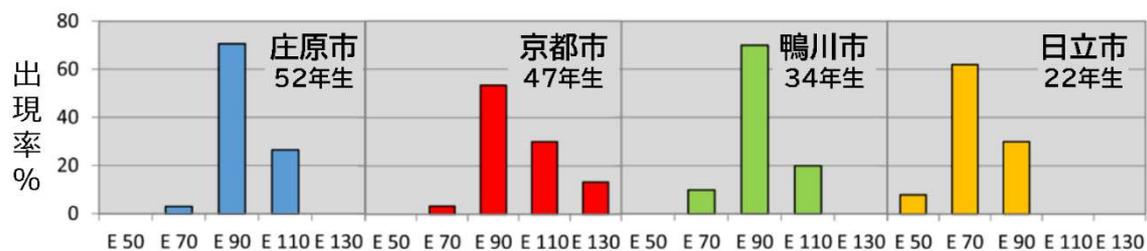


図-2 産地別の原木丸太の縦振動ヤング等級区分ごとの出現率

表-1 原木丸太の産地と製材品

産地	伐採林齢	作製した製材品
広島県庄原市	53年生	L V L
	52年生	平角材、ラミナ
京都府京都市	47年生	正角材、ラミナ、集成材
千葉県鴨川市	34年生	正角材、ラミナ
茨城県日立市	25年生	L V L、合板、平パレット
	22年生	正角材、ラミナ

表-2 原木丸太の詳細(平均値)

産地	伐採林齢	丸太末口径 (cm)	材積 (m <sup>3</sup> /本)	丸太密度 (kg/m <sup>3</sup> )	縦振動ヤング (kN/mm <sup>2</sup> )
庄原市	53年生	28.4	0.32	729	9.93
	52年生	33.9	0.44	676	9.37
京都市	47年生	30.4	0.34	733	9.97
鴨川市	34年生	25.3	0.25	752	8.99
日立市	25年生	29.1	0.35	684	6.70
	22年生	21.6	0.20	825	7.43

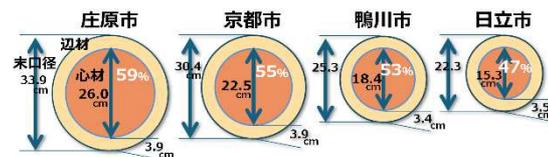


図-1 丸太木口面の心材面積率(平均値)

表-3 含水率と絶乾密度(平均値±標準偏差)

産地	伐採林齢	含水率 (%)		絶乾密度 (kg/m <sup>3</sup> )		備考
		心材	辺材	心材	辺材	
庄原市	53年生	54.6 ± 23.0	209.2 ± 34.6	321 ± 34	335 ± 46	2個体分、根元から先端部まで
京都市	47年生	60.7 ± 19.6	216.8 ± 118.6	316 ± 45	332 ± 44	11個体分、根元から先端部まで
鴨川市	34年生	73.1 ± 31.7	257.9 ± 31.3	308 ± 48	307 ± 42	10個体分、丸太採材部(2玉)の上部で計測
日立市	22年生	180.3 ± 29.2	—	—	—	25個体分、丸太採材部(2玉)で計測

- 正角材・平角材の曲げ強度は産地により差はあるが、スギと同等以上、ヒノキ未滿
- 乾燥は最高 120℃の高温乾燥で内部割れが発生 最高 80℃の中温乾燥が適する
- めり込み強度がスギ・ヒノキに比べ低いため、無垢材として使う場合は注意が必要

### コウヨウザンの製材(正角材、平角材)

#### 【材料と製材】

■庄原市(52年生)、京都市(47年生)、鴨川市(34年生)、日立市(22年生)を使用し、製材長は全て4m、庄原市産を平角材(心去2丁取り、150×105mm)、京都市・鴨川市産を正角(心持ち、120×120mm)、日立市産を正角(心持ち、105×105mm)で製材しました。



写真-9 コウヨウザンの平角材(庄原市産)

#### 【乾燥】

■庄原市産平角材は最高80℃の中温乾燥と120℃の高温乾燥、京都市、鴨川市、日立市産正角材は最高120℃の高温乾燥を行いました。  
 ■高温乾燥では内部割れが発生し、中温乾燥では抑制されたため、コウヨウザン材の乾燥は中温が適していると考えられます(写真-10)。



写真-10 平角材の乾燥(左:中温 右:高温)

#### 【強度性能】

■曲げ強度と曲げヤング係数の相関を図-3、曲げ、縦圧縮、せん断、材中央めり込み強度の試験結果を表-4に示します。産地により強度、ヤング係数に差があり、庄原産はヒノキに近く、日立市産はスギと同等程度の性能でした。  
 ■ただし、どの産地でもめり込み強度が低いので、用途や施工方法には注意が必要です。



写真-11 曲げ強度試験

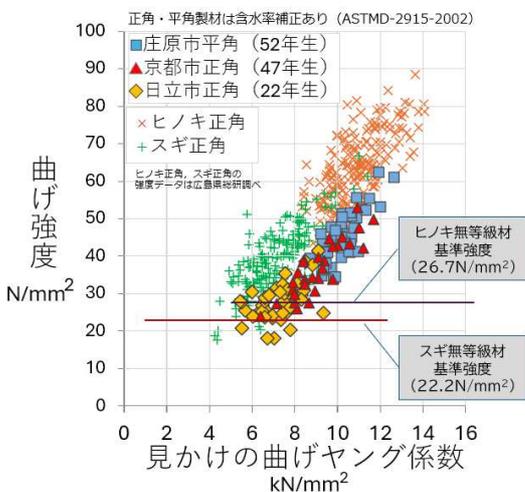


図-3 曲げ強度と曲げヤング

表-4 強度試験の結果概要 (上段:平均、下段:5%下限値)

産地	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )	見かけの曲げヤング (kN/mm <sup>2</sup> )	縦圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	せん断強度 (N/mm <sup>2</sup> )	めり込み強度 (N/mm <sup>2</sup> )
庄原市 (52年生)	41.5 29.5	9.69 8.21	25.5 21.3	4.02 2.82	5.45 4.12
京都市 (47年生)	31.7 20.9	8.27 6.31	25.4 20.5	4.22 2.09	5.75 3.99
鴨川市 (34年生)	27.1 18.4	7.04 5.39	23.2 17.4	4.88 2.85	5.25 3.74
日立市 (22年生)	23.3 16.6	6.34 4.83	16.0 12.4	5.62 3.82	4.24 3.10
基準強度	スギ 22.2 ヒノキ 26.7	4.5 6.0	17.7 20.7	1.8 2.1	6.0 7.8

- 曲げ、縦圧縮基準強度は建設省告示第1452号第6の無等級材基準強度
- み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縦方向特性値の基準弾性係数 E0.05
- 材中間部めり込み強度は国土交通省告示1024号第1第2号口の Fcv

- 正角材・平角材の密度は 0.36～0.40でスギと同等～やや軽い
- 辺材は白褐色、心材は薄い黄褐色 材表面等に点状の「休眠芽」の痕跡が見られる
- 心材や節に含まれているテルペン化合物「セドロール」の結晶が析出することがある

【材の比重】

■コウヨウザン正角材・平角材の比重を表一5に示します。平均的な気乾比重はスギで 0.38、ヒノキで 0.41<sup>9)</sup>であり、コウヨウザン材の密度はスギと同等またはやや軽い値でした。

【材の色と表面】

- コウヨウザン材の色は、辺材部が白褐色、心材部が薄い黄褐色で、人工乾燥の温度が高くなるほど濃くなります。天然乾燥した材は色味が薄く白色に近くなります(表紙写真を参照)。
- かんながけを行った材の表面は滑らかで、柔らかい触り心地です。光の当たる角度によっては、絹糸状の光沢が見えます(写真一12)。
- 年輪はスギのように明瞭ではなく、早材部と晩材部の密度差は大きくありません。

【節と髓、休眠芽痕跡】

- コウヨウザンの節はマツ類の輪生枝ほどではありませんが、やや集中する傾向があります。
- 材の中心部には褐色の「髓」が見られます。
- 材表面や節の近くに「休眠芽」の痕跡が小さな点として観察されることがあります。コウヨウザンの特徴の一つに伐採などで休眠芽が伸び始める「萌芽再生」がありますが、材表面の点は、休眠芽が樹皮の裏側に繋がって生き続けたものの痕跡と考えられます<sup>10)</sup>。

【含有成分セドロール】

■コウヨウザン製材品の表面や節部分に微細な白色の針状結晶が見られることがあります。これは「セドロール」と呼ばれるテルペン化合物の一種で、特に心材に多く含まれている成分です<sup>11)</sup>。セドロールは防蟻や睡眠効率向上など色々な作用があり<sup>12,13)</sup>、抽出成分として将来の利用が期待されます。

表一5 正角材・平角材の比重と含水率  
(平均値±標準偏差)

産地	伐採林齢	製材	本数	比重	含水率* (%)
庄原市	52年生	平角	56	0.378±0.024	18.3±1.3
京都市	47年生	正角	30	0.355±0.027	20.8±2.6
鴨川市	34年生	正角	20	0.355±0.029	18.0±2.5
日立市	22年生	正角	42	0.404±0.057	37.4±16.9

\*曲げ強度試験時の含水率  
\*\*日立市正角材は計測時の含水率が高いので注意



写真一12 コウヨウザン材の光沢



写真一13 材表面に現れる休眠芽の痕跡



写真一14 節に析出したセドロールの結晶

- 正角材製材後の側取りラミナを製材、縦振動法で等級ごとに区分
- L90、L110、L125の同一等級ラミナで集成材を作製、曲げ強度試験を実施
- 安定した強度を発揮しており、集成材はコウヨウザンの主要な用途として期待できる

### コウヨウザンの製材品 集成材

#### 【集成材について】

■集成材は「ラミナ」と呼ばれる板材を並行に接着して作ります。節などの欠点が分散されるため安定した強度性能を発揮し、柱や梁・桁などの用途に使用されます。

#### 【材料と作製】

■集成材を作製するため、京都市産の47年生の丸太から、心持ちの正角材(120 mm角)を製材後に側取りラミナを製材しました。

■縦振動法による等級区分を行い、L90、L110、L125を使用しました(図-5)。

■厚さを30 mmに仕上げ、同一等級のものを5枚ずつ接着剤(レゾルシノール系)を塗布して、コールドプレスで圧着しました。

■作製した集成材は、L90、L110、L125がそれぞれ3本ずつの計9本、サイズは長さ4m、幅120 mm、厚さ150mmです。

#### 【強度性能】

■集成材のJASに準じて実大材の曲げ試験を行いました(写真-15)。その結果、同じ京都市産の正角よりも高い曲げ強度を示していました<sup>14)</sup>(図-6、表-6)。

■曲げヤングは材料として用いたラミナのヤング等級区分に応じ、安定した値を示しています。

#### 【評価】

■曲げ破壊試験時に接着面での剥離は無く、コウヨウザンの集成材は、問題なく作製できることが分かりました。集成材はコウヨウザン材の主要な用途の一つになると期待されます。

表-6 集成材強度試験結果(平均±標準偏差)

項目	L125	L110	L90
曲げ強度N/mm <sup>2</sup>	64.5 ± 7.5	53.2 ± 6.0	37.1 ± 6.9
曲げヤングkN/mm <sup>2</sup>	12.18 ± 0.13	10.32 ± 0.08	8.62 ± 0.12

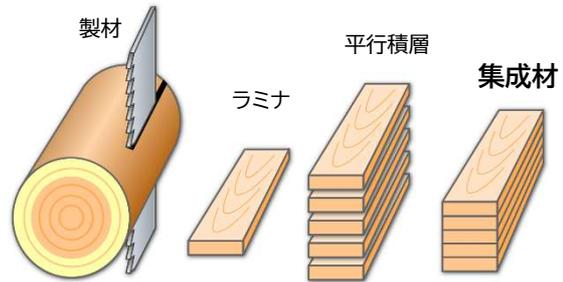


図-4 集成材の作製



図-5 集成材に使用したラミナ(京都市産)



写真-15 集成材の曲げ強度試験

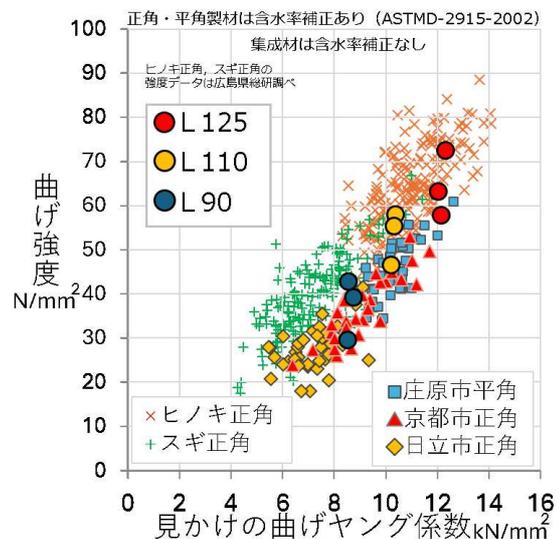


図-6 集成材の曲げ強度と曲げヤング

- 単板をヤング係数で3区分し、各区分で全並行14層45mm厚のLVLを作製
- 庄原市産 53 年生は「120E 曲げ強さ特級」～「90E 曲げ強さ1級」でヒノキ製と同程度
- 日立市産 25 年生は「80E 曲げ強さ特級」～「60E 曲げ強さ2級」でスギ製と同程度

## LVL(単板積層材 Laminated Veneer Lumber)

### 【LVLについて】

■LVL は丸太から単板(veneer)を切削・乾燥後、繊維方向を平行に積層・接着した製品で、強度や寸法品質が安定しており、形状の自由度が高く、梁桁と一体になった柱など、様々な用途に利用されています。

### 【材料と作製】

■庄原市産(53 年生)と日立市産(25 年生)の原木丸太を用いて LVL を試作しました。切削や乾燥、接着はスギと同様に行っています。

■作製した単板は枚数が概ね均等になるようにヤング係数で強中弱に3区分し、庄原市産は120E以上(強)、100～120E(中)、100E未満(弱)、日立市産は 90E 以上(強)、70～90E(中)、70E 未満(弱)で、同一ヤング区分ごとに、フェノール系接着剤を使用して全並行14層、45mm厚で作製しました(写真-16)。

### 【強度性能】

■平使い(フラットワイズ:FW)と縦使い(エッジワイズ:EW)で曲げ強度試験を行いました。

■材料となった単板の強度に応じて、安定した性能を示しています<sup>15,16)</sup>(図-8、表-7)。

### 【評価】

■強度試験の結果を「JAS 単板積層材(A 種構造用 LVL)」の基準強度で評価してみました。

■庄原市産では、作製単板区分強の製品が120E 曲げ強さ特級に、同様に中が100E 曲げ強さ特級、弱が90E 曲げ強さ1級となり、概ねヒノキ製と同程度でした。

■日立市産では、強の製品が80E 曲げ強さ特級、中が80E 曲げ強さ1級、弱が60E 曲げ強さ2級で、概ねスギ製と同程度となりました。

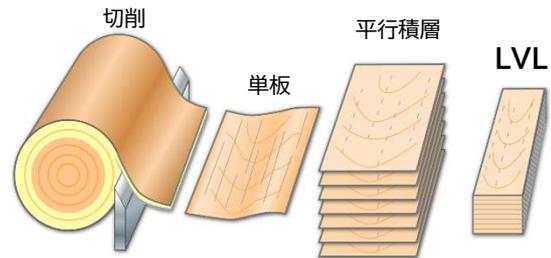


図-7 LVLの作製



写真-16 作製したLVL(庄原市産 53 年生)



写真-17 LVLの強度試験(フラットワイズ)

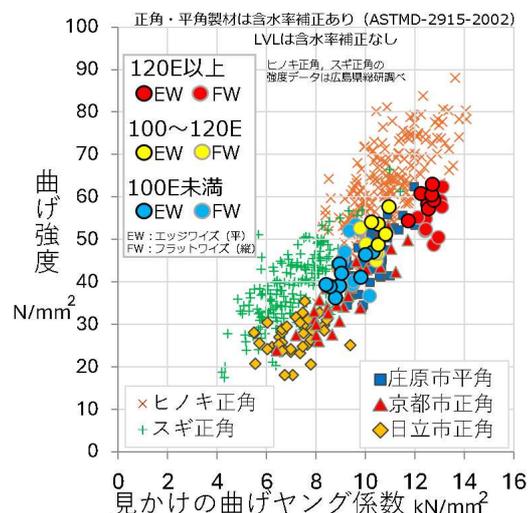


図-8 LVLの曲げ強度と曲げヤング(庄原)

表-7 LVLの曲げ強度とヤング(庄原平均値)

項目		120E以上	100-120E	100E未満
曲げ強度 N/mm <sup>2</sup>	EW	59.2	53.1	41.6
	FW	54.8	48.1	45.1
曲げヤング kN/mm <sup>2</sup>	EW	12.45	10.58	9.17
	FW	12.68	10.20	9.37

- 日立市産 25 年生の原木丸太で等厚単板5枚重ねの合板を作製
- 曲げ、曲げ剛性試験では JAS 構造用合板2級の基準を満たした
- コウヨウザンは比重が軽い割にヤング係数が高いため、合板の原料として適している

## 合板

### 【合板について】

■合板は原木丸太から削り出した単板を乾燥して、繊維方向が1枚ずつ直交するように貼り合わせたもので、壁材や床材のほか、コンクリート型枠などに多く用いられます。

### 【材料と作製】

■日立市産(25 年生)の丸太を蒸煮し、ロータリーレースで単板を作製し、乾燥機にかけた後、目視により節の多寡で表・裏板、心・中板に仕分けを行いました。

■等厚単板の5枚重ねとし、フェノール系の接着剤を塗布後、コールドプレス、ホットプレスで接着し、仕上げサイズは3×6(910×1820 mm)、厚さは12mmとしました。

### 【強度性能】

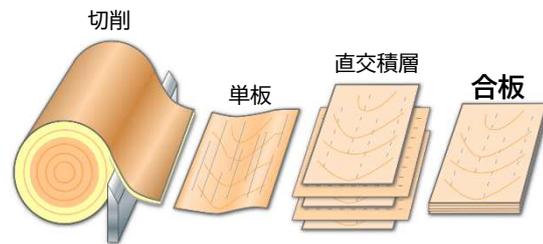
■曲げ、曲げ剛性試験を行ったところ、JAS 構造用合板2級の基準(曲げヤング係数 4.0kN/mm<sup>2</sup> 以上)をクリアしており、製品として問題の無い強度を持つことが分かりました。また、各試験の際には接着層の剥離など接着不良による破壊は生じませんでした。

■1類及び2類の浸漬剥離試験を行った結果、接着層の剥離などの不具合はなく、基準を満たしていることを確認しました。

### 【評価】

■日立市産 25 年生コウヨウザンで作製した合板は、比重が 0.36 と軽いのが特徴です。

■合板はヤング係数を製品の基準として重視していますが、コウヨウザン材はヤング係数が高めなので、コウヨウザンの利用の用途として合板は適していると考えられます。



図一9 合板の作製



写真一18 ロータリーレース



写真一19 接着剤塗布・積層



写真一20 コールドプレス



写真一21 作製した合板(日立市産 25 年生)

- 日立市産 25 年生コウヨウザンで流通量の多い T11 型、T14 型の平パレットを作製
- JIS の強度試験の結果、T11 型では積載質量 1.0、1.5 トンの基準を満たした
- コウヨウザン製の平パレットはスギ製の同サイズより 15～18% 軽量(有利)である

平パレット

【平パレットについて】

■ 平パレットは物資の流通に不可欠の資材で、様々な物を乗せてトラックなどで運ぶ際に木製の平パレットも多く使用されています。外板、中板、桁をスクリュー釘で接合・固定して作製します。多様な製品があり、流通量が多い代表的なもので T11 型(JIS Z0601、1100 mm幅、設計最大積載質量 1.0 トン)や T14 型(JIS Z0651-2002、1400 mm幅、同 1.5 トン)です。

【材料と作製】

■ 日立市産(25 年生)の丸太から、エッジボード、デッキボード、桁材を製材し、75 mm スクリュー釘で組立を行い、両面使用二方差しの T11 型、T14 型を作製しました。

【強度性能】

■ JIS Z0602-1988 にしたがって、脚部圧縮、曲げ、下面デッキボード、落下の各試験をコウヨウザンとスギで行いました<sup>17)</sup>(表-8)。

■ コウヨウザンの T11 型では積載質量 1.0 トン、1.5 トンの基準を満たしました。

■ 一方、T14 型では 1.5 トン(曲げ)が不適合で、1.0 トンの基準のみ満たしました。

【評価】

■ 若齢のコウヨウザンを用いた場合、強度的には T11 型の平パレットが製品として適していると考えられます。

■ また、作製したコウヨウザンの平パレットの重量をスギ材製と比較すると、T11 型でコウヨウザン 20.1 kg に対しスギ 23.7 kg、T14 型で 25.8 kg に対し 31.7 kg(いずれも平均値)と 15～18% 軽量であり、コウヨウザン材を用いる利点の一つと考えられます。

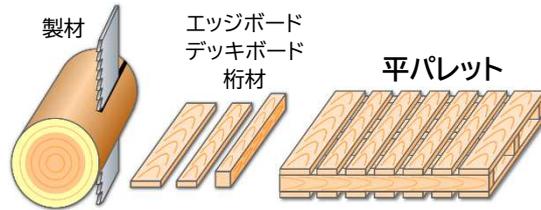


図-10 平パレットの作製



写真-22 平パレットの作製状況



写真-23 作製した平パレット  
右:コウヨウザン(手前 T11 型、奥 T14 型)  
左:スギ( // )

表-8 平パレットの試験ごとの JIS Z0602-1988 基準適合表

試験名	想定積載質量 / 落下距離	T11型		T14型	
		コウヨウザン	スギ	コウヨウザン	スギ
脚部 圧縮	1.0t	適合	適合	適合	適合
	1.5t	適合	適合	適合	適合
	2.0t	不適合	適合	不適合	適合
曲げ	1.0t	適合	適合	適合	適合
	1.5t	適合	適合	不適合	適合
	2.0t	適合	適合	不適合	不適合
下面 デッキ ボード	1.0t	適合	適合	適合	適合
	1.5t	適合	適合	適合	適合
	2.0t	適合	適合	適合	適合
落下	500mm	適合	適合	適合	適合
	1000mm	適合	不適合	適合	適合
	1500mm	不適合	不適合	不適合	不適合

## まとめ

- コウヨウザン材は、軽量で、心材含水率が低く、強度やヤングについては庄原産の52年生のコウヨウザンはヒノキに近く、若い日立産の22年生のコウヨウザンでも、概ねスギ同等の性能を示していることから、ヒノキ、スギと同じ使い方ができるとの結論に達しています。
- 課題としてコウヨウザン材は、めり込み強度が弱いということから、土台角としての利用や接合部において使用する場合は、注意が必要で、今後も更なる評価と工夫が必要です。
- また、構造用の無垢材や集成材として利用する場合は、JASにおける樹種の追加と国土交通省による強度設定が必要であり、その解決には多くの試験データを必要とすることから、今後、関係機関と連携して、課題解決に向けた取り組みを進めていく必要があります。
- 一方で、構造用の合板やLVLにはJASに樹種の指定がないため、JAS製品(合板)の原料として、現状においても利用が可能となっています。
- また、平パレットで最も多く使われているT11型の原料としても、軽量で強度があることから、用途として最適であると考えています。
- 当面は、このような用途を目指して、広島県ではコウヨウザン造林を進めるとともに、今後更なる利用拡大に向けた各種取り組みを進めてまいります。

### 実施した事業

本パンフレットに収録したコウヨウザン製材品の作製と強度試験については、以下の事業等で実施したものです。

- 平成 27～29 年度農林水産業・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」
- 平成 30～令和2年度イノベーション創出強化推進事業「木材強度と成長性に優れた早生樹コウヨウザンの優良種苗生産技術の開発」
- (株)オロチ、(一財)広島県森林整備・農業振興財団、鳥取県林業試験場、広島県総合技術研究所 平成 28～31 年度共同研究「コウヨウザンによる単板積層材の試作試験」

### 引用文献

- (1)林野庁(2017)平成28年度森林・林業白書、森林及び林業の動向、17-19
- (2)立花(2009)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
- (3)近藤ら(2017)コウヨウザンの研究の現状、森林遺伝育種6:143-147
- (4)近藤ら(2020)わが国におけるコウヨウザンの成長、林木遺伝育種9:1-11
- (5)渡辺ら(2018)コウヨウザン人工林における表土移動量、日本森林学会誌 100:178-181
- (6)渡辺ら(2017)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
- (7)渡辺ら(2021)京都府・千葉県で生育したコウヨウザンの強度性能、第 71 回日本木材学会大会研究発表要旨集 1-04-11

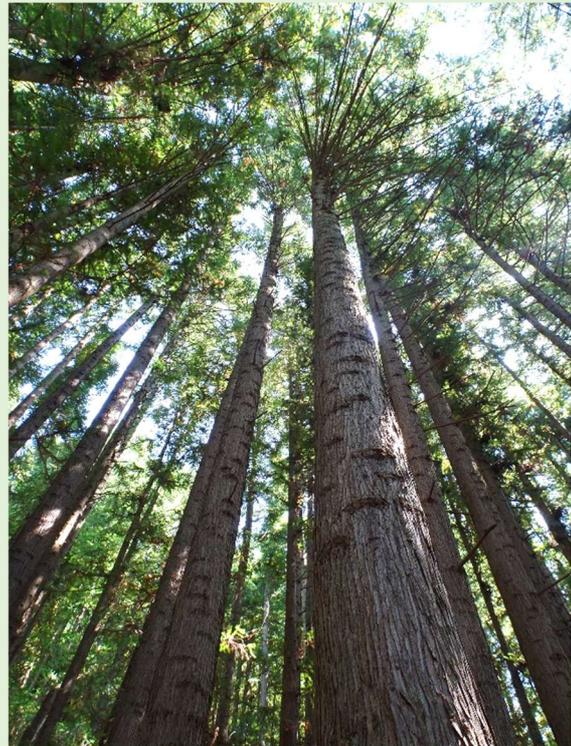
- (8)渡辺ら(2019)茨城県で生育したコウヨウザンの強度性能、第 69 回日本木材学会大会研究発表要旨集 D15-P-11
- (9)全国林業改良普及協会(1998)林業技術ハンドブック
- (10)玉泉、須崎(1989)コウヨウザンの休眠芽について、日林九支研論集 42:91-92
- (11)松井ら(2020)コウヨウザン材の精油とその構成成分について、第70回日本木材学会大会要旨集
- (12)齋藤ら(2022)コウヨウザン心材抽出物のヤマトシロアリに対する活性、木材学会誌 68(4):172-178
- (13)山本ら(2003)香気成分セドロールが睡眠に及ぼす影響、日本生理人類学会誌 8(2):25-29
- (14)渡辺、山本(2019)京都府産コウヨウザンラミナから作製した集成材の強度性能、日本建築学会大会学術講演梗概集(2011)
- (15)渡辺ら(2020)広島県産コウヨウザンLVLの強度性能、第 70 回日本木材学会大会研究発表要旨集 D17-P-22
- (16)渡辺ら(2021)茨城県産コウヨウザンLVLの強度性能、第 71 回日本木材学会大会研究発表要旨集 1P63
- (17)渡辺ら(2020)茨城県産コウヨウザン平パレットの強度性能、2020 年中国・四国地域木材関連学協会支部合同セミナー発表要旨集 17-18.

### 謝辞

- 広島県庄原市の八谷恭介様には、コウヨウザン林の調査や試験材の採取など、様々な面でご協力いただきましたことに深く感謝いたします。
- また、コウヨウザンの伐採、製材や製品の作製に関してご協力をいただいた企業や関係の皆様はこの場を借りて感謝を申し上げます。

## 取りまとめ

広島県農林水産局林業課林業技術担当  
広島県立総合技術研究所林業技術センター



お問い合わせ連絡先

広島県農林水産局林業課林業技術担当  
広島県立総合技術研究所林業技術センター

TEL:082-513-3711  
0824-63-5181(代表)