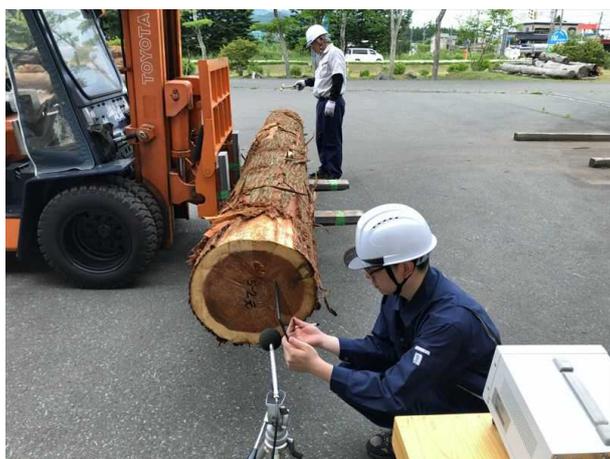


# 簡易的な丸太測定方法の手引き

～スギ大径材を用途に応じて選別し、効率的に製材するために～



令和6年1月 改訂版



地方独立行政法人

青森県産業技術センター林業研究所

# はじめに

現在、本県のスギ人工林は成熟・高齢級化が進んでいます。それに伴って、今後、大径材（末口径が30cmを超える丸太）の生産量が増加すると見込まれています。

大径材の利用では、丸太の断面サイズが大きいことから、梁・桁などの大断面の平角材を製材できるほか、多様な材種・サイズの製材が可能です。一方、丸太の材質は、立木の個体差を反映してバラツキがあるとともに、丸太断面の内部においても心材・辺材、あるいは成熟材・未成熟材の違いなどによる差異があります。このため、大径材を製材するときは、丸太1本1本の材質を把握し、その材質に合った製材方法と製品（何を作るか）を選択することが望ましいと考えられます。

主要な用途となる柱、梁・桁などの構造用製材の場合は、強度や含水率などの性能・品質が重要になります。特に公共建築物の部材においては、要求される強度等級や含水率の基準を満たす必要があります。製材工場においてこれらを製造する場合、製材、乾燥、仕上げまで進めてから要求される強度や含水率を満たさないことになれば、その分が出荷できないロス（損失）になります。

強度の高い丸太からは強度の高い製材品を得られる傾向のあることが知られていますので、ロスを減らして効率的に生産するためには、丸太の強度（材質）を把握し、丸太を選んで製材作業を進めることは有効です。

しかし、製材工場の生産現場では、丸太の材質を把握するための丸太の測定は、通常行われていません。従来から丸太1本1本の管理が必要とされていない上、作業の手間や測定機器の導入、計算・分析の専門知識を要するためです。

そこで、当研究所では、生産現場で取り組みやすいような測定方法を検討しました。その方法は、フォークリフト荷重計による重量測定やスマホアプリによる固有振動数測定によって、おおよその強度や含水率を把握するものです。また、計算式を入れたデータ管理シートを作成することで、強度（縦振動ヤング係数）と含水率を計算し、データ共有も可能になります。

本手引きは、生産現場での丸太測定技術の普及を目的に、この検討した方法をまとめ、解説したものです。

（令和4年3月）

## <改訂版作成>

令和4年3月に発行した初版に、その後の研究成果による新たな内容を加えるとともに、構成や文章表現等の内容を精査し、改訂版として作成しました。

主な変更箇所は、次のとおりです。

- ・ 「直径測定の簡易化」（木材検収アプリによる測定方法）を追加
- ・ 「丸太の選別」に「集成材ラミナの強度の範囲」を追加
- ・ 「丸太の材積計算と寸法測定」を再整理
- ・ 「測定データの処理」を再整理

（令和6年1月）

# 目次

1	丸太測定について	ページ
	(1) 丸太測定の目的	・・・ 3
	(2) 丸太の強度	・・・ 4
	(3) 含水率の推定	・・・ 5
2	一般的な丸太測定方法	
	(1) 測定の流れ	・・・ 6
	(2) 重量測定	・・・ 7
	(3) 固有振動数測定	・・・ 8
	(4) 生産現場で実施するときの課題	・・・ 9
3	簡易的な丸太測定方法	
	(1) 測定の流れ	・・・ 10
	(2) フォークリフト荷重計を利用した重量測定	・・・ 11
	(3) スマホアプリを利用した固有振動数測定	・・・ 13
	(4) 簡易的な測定方法の効率性	・・・ 15
4	直径測定の簡易化	・・・ 16
5	丸太の材積計算と寸法測定	・・・ 17
6	測定データの処理	
	(1) データ管理シートの作成	・・・ 19
	(2) データの項目	・・・ 19
	(3) データの入力と共有	・・・ 20
7	丸太の選別	
	(1) 強度の高い製品を製造するための選別	・・・ 22
	(2) 効率的に乾燥するための選別	・・・ 23
	(3) 用途に応じた選別	・・・ 23
	(4) 集成材ラミナの強度の範囲	・・・ 24
	参考文献	・・・ 24

# 1 丸太測定について

## (1) 丸太測定の目的

- 丸太の材質を把握し、用途に応じて選別すること。
- 特に強度と含水率を推定し、適切な製材方法（木取り、乾燥方法）や用途（強度を要する製材向けかどうか）などを見出すこと。
- 公共建築物等の主要な構造部材の場合は、要求性能（強度等級）を満たす製材品を得られるかどうかを見極めること。

### 丸太測定のメリット

丸太段階で強度や含水率を把握することで、製材品に要求されている性能（強度・含水率）に合った丸太を選んで利用できる。



**性能を満たす製材品の割合が増加 = 効率的な製材につながる**

丸太測定では、寸法、重量、固有振動数を測定し、おおよその強度と含水率を把握します。

※ 強度や含水率は、同一丸太であっても部位によって差があり、**完全に把握することは難しい**ものです。そのため、**丸太測定で把握する強度と含水率は大まかな数値**となります。

本手引きで扱う丸太測定は、特に大径材の製材利用を想定しています。大径材は、小・中径材より1本当たりの材積が大きく、また、大断面の角材や構造用集成材に使うラミナ等を生産できることから、丸太段階でどのように製材するかを見極めることが重要と考えられるからです。

## (2) 丸太の強度

丸太測定で把握する強度は、縦振動ヤング係数になります。縦振動ヤング係数 ( $E_f$ ) は、材の木口をハンマーで打撃したときの音の振動数 (周波数)、材の密度、材長を用いて把握することができる強度の指標です。

丸太を挽いて得られる製材品 (構造用製材) は、日本農林規格1152 (製材JAS) において、曲げヤング係数を基準とした強度性能 (等級) で区分されます。曲げヤング係数は、材を加力したときの荷重と変形量から把握されるものですが、縦振動ヤング係数と正の相関があります。製材品の縦振動ヤング係数は、丸太の縦振動ヤング係数とも正の相関があることから、丸太の縦振動ヤング係数を把握すれば、製材品の縦振動ヤング係数、さらには曲げヤング係数を推定することができるということになります。

### 縦振動ヤング係数の計算

$$E_f = (2 L f)^2 \rho \quad \text{単位: GPaまたはkN/mm}^2$$

L: 材長    f: 固有振動数     $\rho$ : 見かけの密度 (重量 / 材積)

$\rho$  は密度の記号 (ギリシャ文字) で、ローと読む。



< 参考 > 構造用製材の機械等級区分

等級	曲げヤング係数 (GPaまたはkN/mm <sup>2</sup> )	
E 50	3.9以上	5.9未満
E 70	5.9以上	7.8未満
E 90	7.8以上	9.8未満
E 110	9.8以上	11.8未満
E 130	11.8以上	13.7未満
E 150	13.7以上	

### (3) 含水率の推定

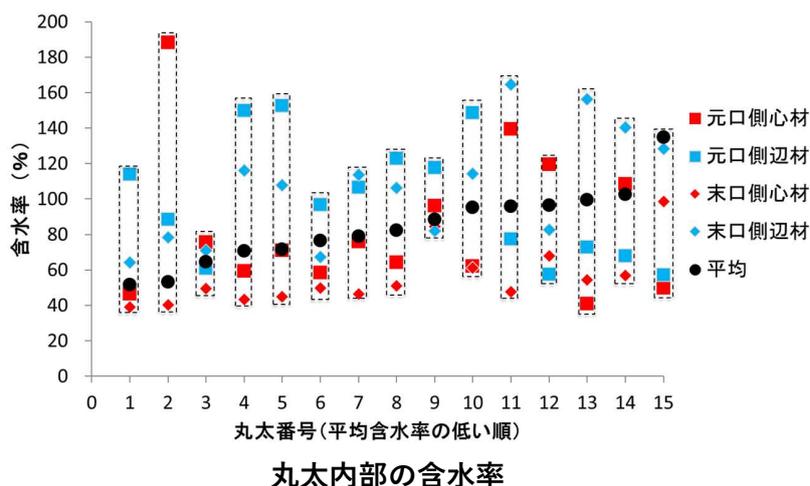
丸太の含水率を測定する標準的な技術や機器はありません。また、丸太の含水率は、部位によって異なります。具体的には、心材と辺材で差があるほか、材長方向（元口側と末口側）においても差が見られます。このため、一概に丸太の含水率を決めることは困難です。

そこで、おおよその含水率を推定して、丸太の選別に利用していくという考えになります。含水率の推定方法としては、見かけの密度から計算する方法があります。

丸太の含水率は、部位によって差がある。

丸太データ

- ・材長 4m
- ・末口径 35~46cm
- ・重量 230~470kg/本



#### 含水率の計算

木材の含水率 (U) は、水分を含んだ重量 (含水率U%の状態の重量 $W_u$ ) と水分を含まない重量 (全乾状態の重量 $W_o$ ) から計算されます。

$$U = (W_u - W_o) / W_o \times 100 \quad \text{単位: \%}$$

丸太は全乾状態の重量を測定することはできませんが、全乾状態の密度は樹種ごとの数値が分かっていることから、重量を密度に置き換えることで、おおよその含水率を推定できます。

$$\text{推定含水率 (\%)} = (\text{見かけの密度} - \text{全乾密度}) / \text{全乾密度} \times 100$$

## 2 一般的な丸太測定方法

丸太の縦振動ヤング係数を算出するときに通常行われている手順を説明します。

この方法は、日本農林規格1052（素材 J A S）における縦振動ヤング係数試験の測定方法（吊り下げ式）を行う場合の手順になります。

<主な手順>

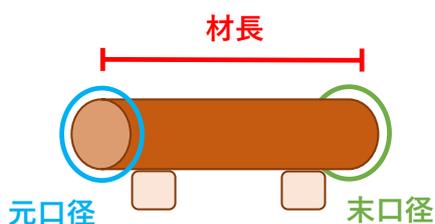
- 巻尺（コンベックスまたはメジャー）で元口径、末口径、材長を測定
- 吊り秤で重量を測定
- 測定器（FFTアナライザ等）で、木口をハンマーで打撃して発生する音（振動）から固有振動数を測定
- 計算シートを使って縦振動ヤング係数や含水率を算出

### （1）測定の流れ

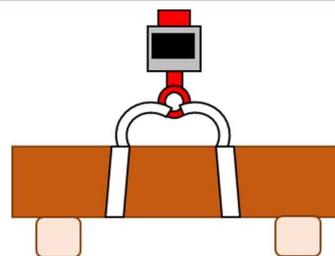
① 丸太を並べる



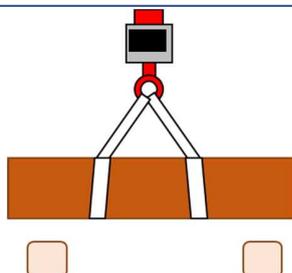
② 元口径、末口径、材長を巻尺で測定



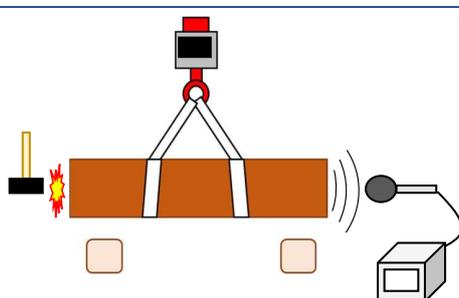
③ ベルト（吊具）を掛けてクレーンで吊る（玉掛け作業）



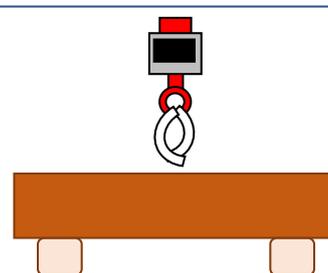
④ 吊り秤で重量を測定



⑤ 吊った状態で、木口をハンマーで叩き、発生する音から固有振動数を測定



⑥ ベルトを外す



## ⑦ 丸太を移動（製材または別用途へ）



スギ	試験体番号	元口径	中央径	末口径	材長	重量	固有振動数	
		計測値	次数					
		db cm	dm cm	dt cm			L mm	W kg
1	元玉	53.5	-	45.7	4432	570.6	624	2
2	元玉	51.5	-	44.0	4405	491.6	376	1
3	元玉	50.8	-	42.3	4415	404.6	390	1
4	元玉	50.0	-	45.0	4417	544.2	344	1
5	元玉	49.4	-	45.4	4403	402.6	408	1

記録用紙の例

### ●測定値の記録

記録用紙に測定の都度、記載する。

### ●必要人員 ※複数の作業のかけもちで2～3名必要。

- ・フォークリフト作業（有資格者）
- ・クレーン操作、玉掛け作業（有資格者）
- ・巻尺測定
- ・ハンマー打撃
- ・記録

## （2）重量測定

丸太をベルト（吊り具）で玉掛けし、吊り秤を取り付けたクレーンで吊って測定します。



重量測定の状況



<吊り秤> 林業研究所で使用しているもの

### ●チャンピオン CS-1000（八幡計器製）

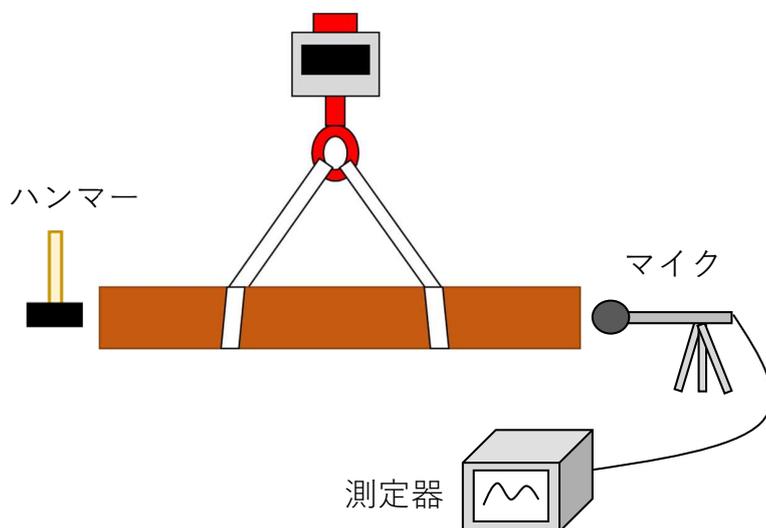
- ・最大吊り：1,000kg
- ・精度：0.5kg単位

### (3) 固有振動数測定

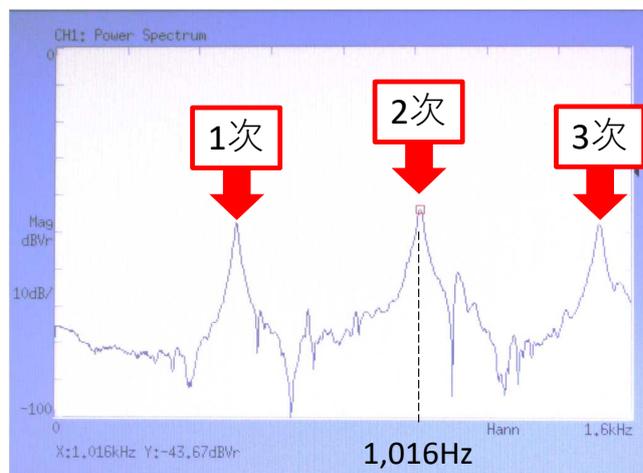
丸太を緩衝材等の上に置いた状態、あるいはクレーン等で持ち上げた宙吊り状態で木口をハンマーで打撃し、反対側の木口に設置したマイクで打撃音を拾い、FFTアナライザ等の測定器で固有振動数を測定します。



固有振動数測定の様況



FFTアナライザ



打撃時の周波数スペクトル波形

<測定器> 林業研究所で使用しているもの

●FFTコンパレータ CF-4500 (小野測器製)

- ・周波数スペクトル波形 (X軸に周波数Hz、Y軸に振幅をとったグラフ) を表示させ、振幅のピークとなる周波数をトリガー機能で抽出する。
- ・固有振動数は、振幅が最大となった周波数を、その次数で除した数値である。
- ・次数は、周波数スペクトル波形で現れる振幅のピーク数から把握する。

※右上画像の場合は、振幅が最大となった周波数が1,016Hzで、次数が2次であるため、固有振動数は508Hzとなります。

## (4) 生産現場で実施するときの課題

### ●時間や労力がかかる

- ・はい積み丸太を崩して、測定用に並べ直す必要がある。
- ・玉掛け作業が必要になる。
- ・いくつもの機械の準備や操作が必要になる。

### ●測定に用いる機材を揃える必要がある

- ・吊り秤、FFTアナライザ、マイクなど、経費がかかる。

### ●測定・分析に専門的知識を要する



現状、生産現場では、丸太測定が一般的に普及していない

### 3 簡易的な丸太測定方法

丸太を簡易に測定できるように、フォークリフト荷重計を利用した重量測定とスマホアプリを利用した固有振動数測定を検討しました。

生産現場において、丸太を用途に応じて選別するときなど、おおよその強度と含水率を把握したい場合に利用します。

<主な手順>

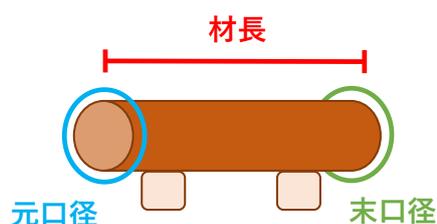
- 巻尺（コンベックスまたはメジャー）で元口径、末口径、材長を測定
- フォークリフト荷重計で重量を測定
- スマホアプリで、木口をハンマーで打撃して発生する音（振動）から固有振動数を測定

#### （1）測定の流れ

① はい積みから丸太を取り出す



② 元口径、末口径、材長を巻尺で測定



③ フォークリフト荷重計で重量を測定



④ スマホアプリで固有振動数を測定



⑤ 丸太を移動（製材または別用途へ）



## (2) フォークリフト荷重計を利用した重量測定

製材現場では丸太の移動にフォークリフトをよく使っていますが、フォークリフトには荷重計の取り付けが可能です。そこで、荷重計を取り付けたフォークリフトで丸太の重量を測定する方法を説明します。



重量測定の状態

### <メリット>

#### ●測定作業が省力的である

- ・フォークリフトに乗ったまま測定が可能。

#### ●作業の安全性が高い

- ・クレーン作業、玉掛け作業が不要。
- ・丸太が宙吊り状態にならない。

### <使用したフォークリフト荷重計>

#### ●DLSA-20 (白光機器(株)製)

- ・リフトシリンダーの油圧から荷物の重量を算出する仕組み。



フォークリフト荷重計

### <作業手順>

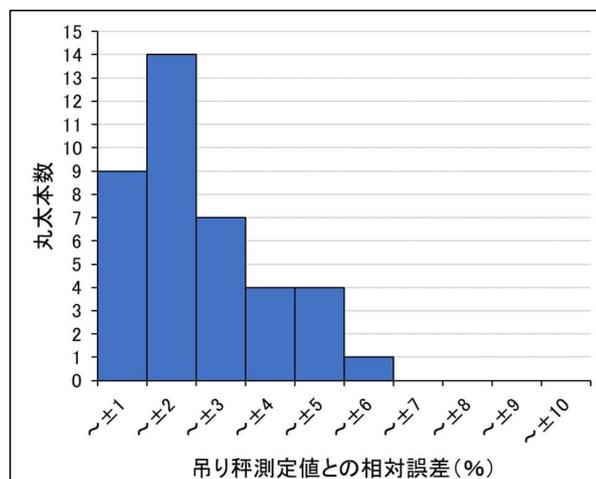
- ①丸太のはい積みの近くに、丸太を置くための台木を設置する。
  - ②はい積みから丸太1本をフォークリフトで取り出す。
  - ③丸太を台木に置く。
  - ④フォーク角度を地面と水平にした状態で、地面から高さ30cmくらいまで丸太をリフトする。
  - ⑤荷重計に表示される数値が固定されるまで待ち（約5秒間）、表示固定された数値を重量として読み取る。
- ※ 測定（③～⑤）は3回程度行い、安定した数値を採用する。
- ⑥丸太を移動させる（②と別の場所にはい積みする）。
- 2本目以降の丸太では、②～⑥を繰り返し行う。

### <測定の精度>

今回使用した荷重計は10kg単位で表示され、丸太を数回持ち上げて数値を確認することで、安定的な数値を得ることができました。

実際に測定した事例（右図）では、吊り秤で測定したものとの差は10kg以下が多く、最大でも約20kg（最大相対誤差-5.1%）でした。

このことから、大径材の重量測定の場合は、フォークリフト荷重計でも十分実用性があると考えられます。



相対誤差で見たときの度数分布

丸太データ

材長 4m、直径 37～53cm、重量 280～580kg、39本

## (3) スマホアプリを利用した固有振動数測定

近年、スマートフォンやタブレット用の周波数測定アプリケーション（以下、スマホアプリ）が数多くリリースされています。無料のものもあり、手軽に導入しやすいのが特徴です。そこで、スマホアプリで固有振動数を測定する方法について説明します。



固有振動数測定の様状

### <メリット>

#### ●測定機器を安価に導入しやすい

- ・スマートフォンまたはタブレットがあれば、安価なアプリケーションをインストールして使える。

#### ●省スペースで、電源が不要である

- ・FFTアナライザのように設置スペースや電源がいらぬ。

### <スマホアプリ>

- ・スマートフォン等の内蔵マイクで音を拾い、音の波形や周波数を表示できるもの。

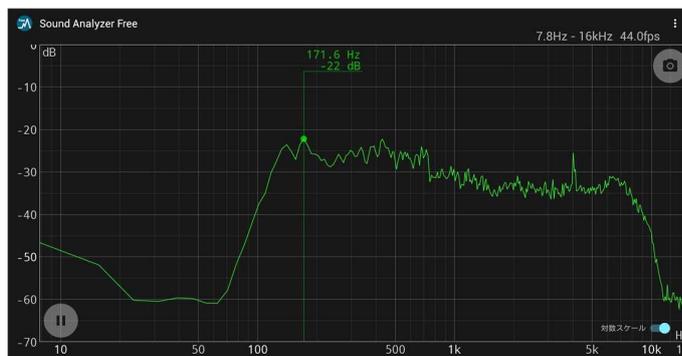
### <使用したアプリ>

#### ●Sound Analyzer Basic

(アンドロイドOS、無料版)

### <設定>

- ・アプリが処理落ちしない、動作が重くならない範囲で高精度（分解能等）にする。
- ・最大振幅の周波数を画面に表示させる。



スマホアプリの画面

### <測定方法>

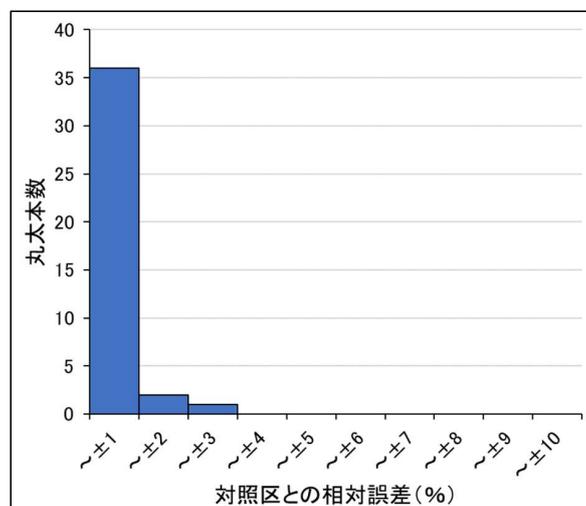
- ・丸太の木口にスマートフォン等の内蔵マイクを近づけ、木口をハンマーで打撃し音を拾う。
- ・画面に表示される振幅が最大となった周波数から、固有振動数を特定。

### <作業手順>

- ①はい積みから丸太1本をフォークリフトで取り出す。
  - ②木口をハンマーで打撃し、その音をスマートフォン等の内蔵マイクで拾い、スマホアプリでピーク周波数から固有振動数を特定する。  
※ 打撃は1回のみでなく連続して行い、安定したピーク周波数の数値を採用する。
  - ③丸太を移動させる（①とは別の場所で桎積みする）。  
※ 打撃する木口及び振動数を測定する木口は、元口でも末口でもよい。また、同じ木口で打撃と測定をしてもよい。
- 2本目以降の丸太でも①～③を繰り返し行う。

### <測定の精度>

丸太を数回打撃して数値を確認することで、安定的な数値を得ることができます。実際に測定した事例では、FFTアナライザで測定したものとの差は5Hz以下が多く、最大でも約9Hz（最大相対誤差2.3%）でした。このことから、固有振動数測定は、アプリでも十分実用性があると考えられます。



相対誤差を見たときの度数分布

丸太データ

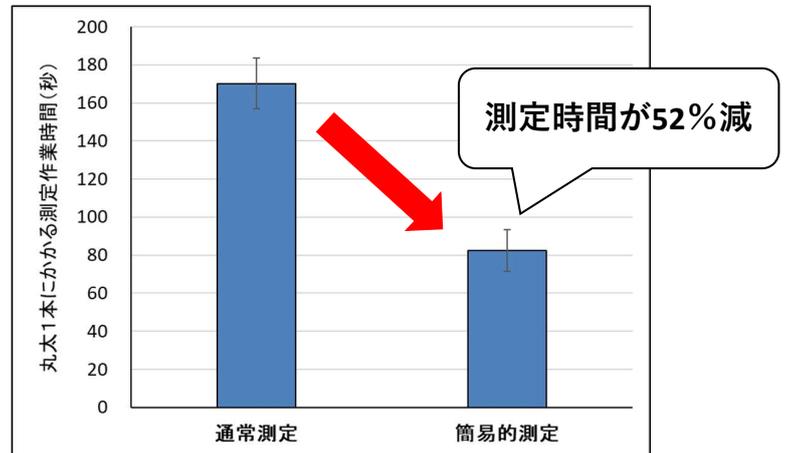
材長 4m、直径 37～53cm、固有振動数 313～454Hz、39本

## (4) 簡易的な測定方法の効率性

フォークリフト荷重計を利用した重量測定とスマホアプリを利用した固有振動数測定は、一連の作業として実施することで、効率性が高まります。丸太をフォークリフトに載せたまま、重量と固有振動数を測定できるため、作業の負担も軽減されます。

丸太1本あたりにかかる測定時間は、通常測定（吊り秤+FFTアナライザ）では約170秒だったのに対し、簡易的測定（フォークリフト荷重計+スマホアプリ）では約80秒でした。

簡易的な測定方法では、  
一般的な測定方法の半分の  
時間で丸太を測定できる



通常測定と簡易的測定の丸太測定時間の比較

丸太データ  
材長4m、直径37~53cm、39本

## 4 直径測定の簡易化

直径の測定について、丸太を写真画像やレーザーで認識して直径を自動で計測するスマホアプリ（以降、「木材検収アプリ」という。）を使用して、直径測定を効率的に行うことを検討しました。

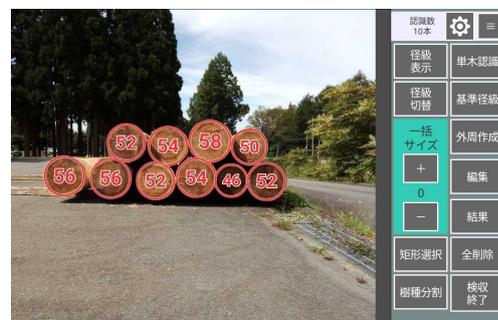
### <使用した木材検収アプリ>

- 木材検収システム（株ビーシステム）
  - ・データをCSVファイルにして転送可能
- mapry木材検収（株マプリー）
  - ・クラウドサービスと連携し情報共有可能

以下、**木材検収システム**の使用例を紹介します。

### <検収手順>

- ①はい積みされた丸太の中から1本を選び、巻尺で直径を測定する(基準径級)
- ②丸太を写真撮影する
- ③解析画面を開き、丸太認識で外周(円)を作成
- ④基準径級を入力して直径を識別
- ⑤結果を保存



木材検収システムの解析画面



mapry木材検収の計測画面

### <測定時間の比較>

丸太10本（直径40cm以上）の寸法、重量、固有振動数を測定したときの合計測定時間は、一般的な測定方法（巻尺・クレーン・FFT）から約60%減少し、簡易的な測定方法（巻尺・フォークリフト荷重計・スマホアプリ）からは約14%短縮されました。

### <測定の精度>

丸太9本の元口径と末口径について、木材検収アプリの測定値と巻尺の測定値の差は、全て3cm未満でした。計算される縦振動ヤング係数で比較すると、最大で0.5kN/mm<sup>2</sup>の差でした。

以上のことから、直径測定において巻尺との差は小さく、丸太選別を行う場合のように、おおよその縦振動ヤング係数を把握する場合においては、十分実用的なレベルにあると考えられます。

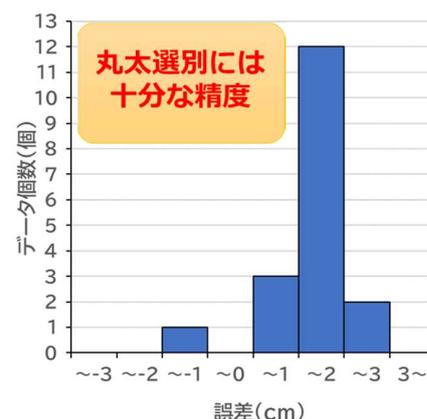
### <精度を確保するために>

木材検収アプリで写真撮影するとき、次のことに注意して行うと良いことが分かりました。

- ・はい積みの木口面は出来るだけ凹凸がでないように揃えること
- ・撮影距離は離れすぎないようにすること（今回は8m以上離れると誤差が大きくなった。）



丸太測定時間の比較



木材検収システムによる測定値の誤差範囲

## 5 丸太の材積計算と寸法測定

丸太の縦振動ヤング係数や推定含水率の計算には、材の密度（見かけの密度）が重要になります。材の密度は、重量を材積で除して算出しますが、材積の計算方法（求積法）には、いろいろなやり方（計算式）があります。丸太の生産現場でよく用いられる方法は、末口二乗法です。一方、縦振動ヤング係数や推定含水率の計算には、平均直径法を用います。

### 末口二乗法

$$V = D_t^2 L$$

### 平均直径法

$$V = (\pi / 4) \{(D_t + D_b) / 2\}^2 L$$

← 縦振動ヤング係数や推定含水率の計算に使う

V：材積 D<sub>t</sub>：末口径 D<sub>b</sub>：元口径 L：材長

本手引きの丸太測定では、丸太の径（末口径、元口径）と材長の測定は、センチメートル単位を基本としています。丸太の生産現場でよく用いられている2cm割約の最小径や0.2m単位の材長を使うと、ある程度の誤差が生じます。

**縦振動ヤング係数を求める場合、  
径と材長の測定はセンチメートル単位で行う。**

## <参考> 日本農林規格（JAS）における丸太の測定

日本農林規格 JAS1052（素材 J A S）には、標準的な材積計算方法として末口二乗法が示されています。ただし、材長6m以上のものは補正式によることとされています。

### <材積計算方法>

材長6m未満  $V = D^2 L / 10000$  単位：m<sup>3</sup>

材長6m以上  $V = \{ D + (L' - 4) / 2 \}^2 L / 10000$

- D (cm)： 丸太の径  
(樹皮を除いた最小径。最小径14cm以上のものは2cm単位とし、端数は切り捨て。)
- L (m)： 材長 (樹皮を除いた両木口を結ぶ最短直線。20cm単位とし、端数は切り捨て。)
- L' (m)： 材長 (m) で1に満たない端数を切り捨てたもの

素材 J A S には、丸太を縦振動ヤング係数で区分する場合の規格が示されています。

区分	縦振動ヤング係数 (GPaまたは10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	
Ef 50	3.9以上	5.9未満
Ef 70	5.9以上	7.8未満
Ef 90	7.8以上	9.8未満
Ef 110	9.8以上	11.8未満
Ef 130	11.8以上	13.7未満
Ef 150	13.7以上	

この場合の縦振動ヤング係数の計算方法は次のとおりです。

→ 本手引きによる丸太測定 of 計算方法 (4ページ) と同様

$$E_f = \{ (2 \times f \times L)^2 \times \rho / n^2 \} / 10^9 \quad \text{単位: GPaまたは} 10^3 \text{N/mm}^2$$

L (m) : 材長 (実測値とし、1cmに満たない端数は切り捨て。)

f (Hz) : 縦振動のn次の固有振動数

ρ (kg/m<sup>3</sup>): 見かけの密度 →  $\rho = W / (D^2 \times \pi / 4 \times L / 10000)$  ← 材積は平均直径法の計算  
 W(kg): 重量 (0.1kg単位)      π : 円周率 = 3.14  
 D(cm): 両木口の最大径と最小径の平均値 (1cmまで計測し、端数は四捨五入。)

n : 固有振動数の次数

## 材積計算方法の違いによる差

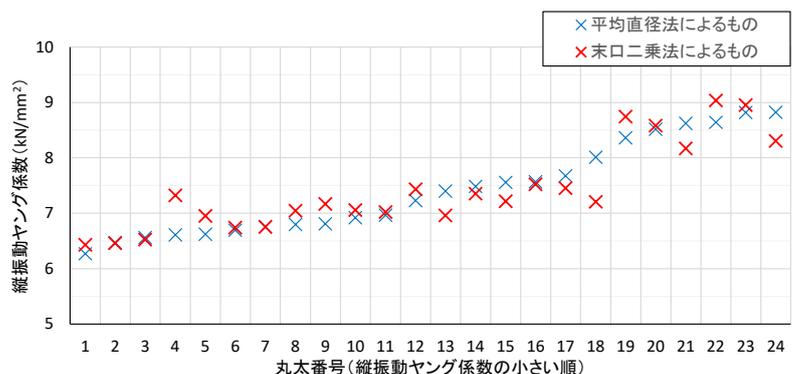
末口二乗法で求めた材積を使って密度を算出し、縦振動ヤング係数を計算すると、平均直径法で計算したものと差が出ます。実際にその差を確認したところ、材長4mの丸太 (下記の事例) の場合、概ね0.26kN/mm<sup>2</sup> (最大0.95kN/mm<sup>2</sup>) の差がありました。

現場では、このような差があることを理解した上で、取り組みやすい方法を工夫することが必要です。

材積の計算方法が異なると、  
同じ丸太でも得られる縦振動  
ヤング係数に差が生じる。

丸太データ

- ・材長 4m
- ・末口径 37~47cm
- ・重量 280~580kg/本



材積計算の方法を変えたときの縦振動ヤング係数

## 6 測定データの処理

### (1) データ管理シートの作成

縦振動ヤング係数や推定含水率の計算などには、Microsoft Excelなどの計算シートを用います。

計算シートにおいて、丸太毎に、直径、材長、重量及び固有振動数等の測定値を入力し、縦振動ヤング係数と推定含水率を計算します。

1	2	3	径			材長	材積	重量	密度	固有振動数			縦振動ヤング係数	全乾密度	含水率
			元口径	末口径	平均					計測値	次数	1次振動数			
4	5	6	cm	cm	cm	mm	m <sup>3</sup>	kg	kg/m <sup>3</sup>	Hz	n	Hz	kN/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	%
1	2	3	48.0	45.4	46.7	4115	0.705	387.8	550	426	1	426	6.76	320	72
4	5	6	60.2	52.0	56.1	4125	1.020	589.6	578	370	1	370	5.39	320	81
7	8	9	55.2	49.6	52.4	4116	0.888	517.8	583	394	1	394	6.14	320	82
10	11	12	49.7	44.2	47.0	4103	0.710	420.4	592	422	1	422	7.10	320	85
13	14	15	51.5	48.0	49.8	4090	0.795	472.6	594	420	1	420	7.02	320	86

### (2) データの項目

項目	単位	説明
丸太番号 (No)		測定前に番号付け (ナンバリング) した丸太の番号
元口径 (D <sub>b</sub> ) 末口径 (D <sub>t</sub> )	cm	直径巻尺で測定した元口径と末口径 直径巻尺が無い場合は、コンベックスを用いて短径と長径を測定したときの平均値
平均直径 (D)	cm	元口径と末口径の平均値 計算式 = (D <sub>b</sub> +D <sub>t</sub> ) / 2
材長 (L)	mm	コンベックスで測定した材長を入力
材積 (V)	m <sup>3</sup>	平均直径法で計算される値 計算式 = (D / 2) <sup>2</sup> × π × L ※ 単位をm <sup>3</sup> に合わせるように、計算式に適切な10のべき乗数を掛ける。 直径cm、材長mmのとき、×10 <sup>-7</sup>
重量 (W)	kg	荷重計で測定された重量
密度 (ρ)	kg/m <sup>3</sup>	見かけの密度 計算式 = w / V
固有振動数 (f <sub>n</sub> ) 次数 (n) 1次振動数 (f)	Hz	固有振動数：測定された最大振幅の振動数 (ピーク周波数) 次数：表示された波形から読み取る 1次振動数の計算式 = f <sub>n</sub> / n

項目	単位	説明
縦振動 ヤング係数 ( $E_f$ )	kN/mm <sup>2</sup> (GPa)	計算式 $= (2Lf)^2 \rho$ ※ 単位を合わせるように、計算式に適切な10のべき乗数を掛ける。 材長mm、固有振動数Hz、密度kg/m <sup>3</sup> のとき、 $\times 10^{-15}$
全乾密度 ( $\rho_0$ )	kg/m <sup>3</sup>	含水率を推定するために設定するもの 文献等を参考にして、樹種に応じて設定 スギの場合、299~333kg/m <sup>3</sup>
推定含水率 ( $\mu$ )	%	見かけの密度と全乾密度から推定するもの 計算式 $= (\rho - \rho_0) / \rho \times 100$

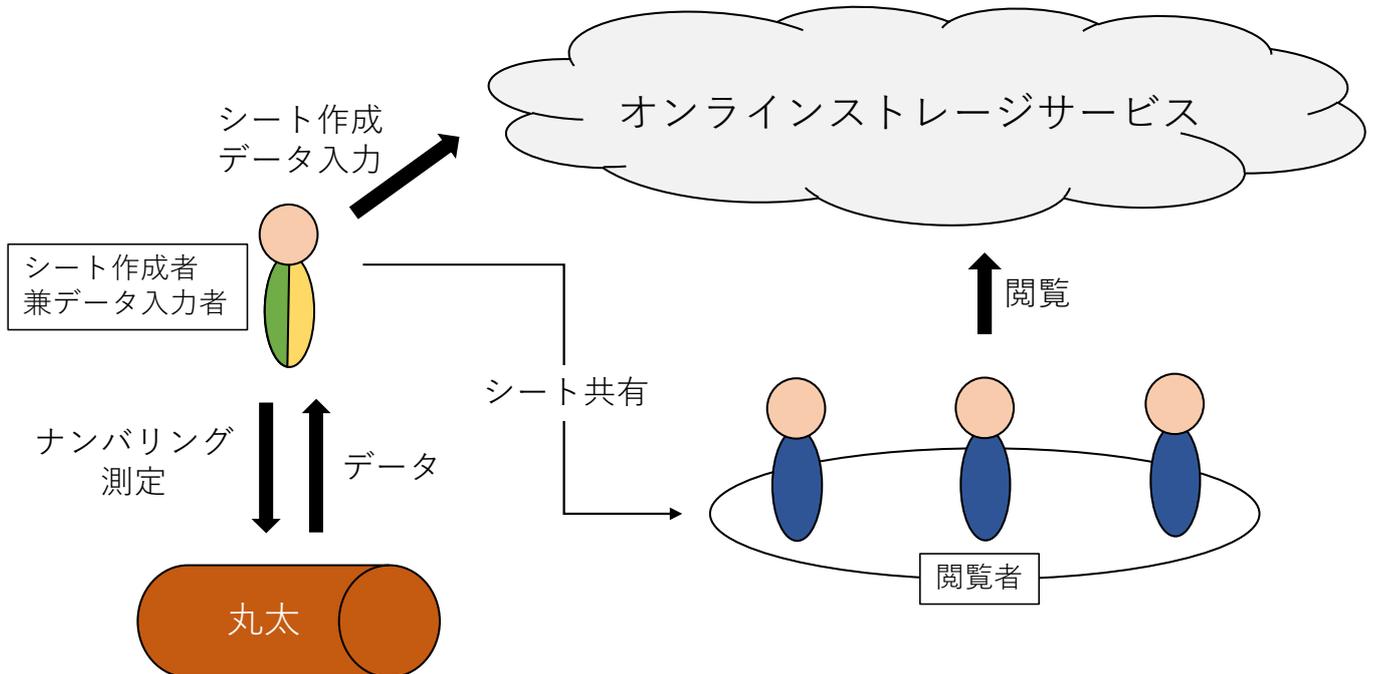
### (3) データの入力と共有

現場では、測定したときに、測定値を野帳（データ管理シートの項目を空欄にして印刷したもの）に記録します。若しくは、ノートパソコンやタブレット端末で入力していきます。

野帳に記録した場合は、後でパソコンからデータ管理シートに測定値を入力します。

データ管理シートは、OneDrive（マイクロソフト）やグーグルドライブ（グーグル）などのオンラインストレージサービスを用いることにより、他の者と共有することができます。

## データの入力と共有のイメージ



## 丸太管理の重要性

- 得られたデータを適切に整理・管理することで、在庫丸太の材質の確認、既に使用した丸太の把握、需要の把握などが可能。
- データを蓄積していくことで、産地ごとの特性把握が可能。
- 整理・管理したデータを事務所に留めず、工場（作業担当者）とも共有することで、事務所と工場（作業担当者）で認識を共有。

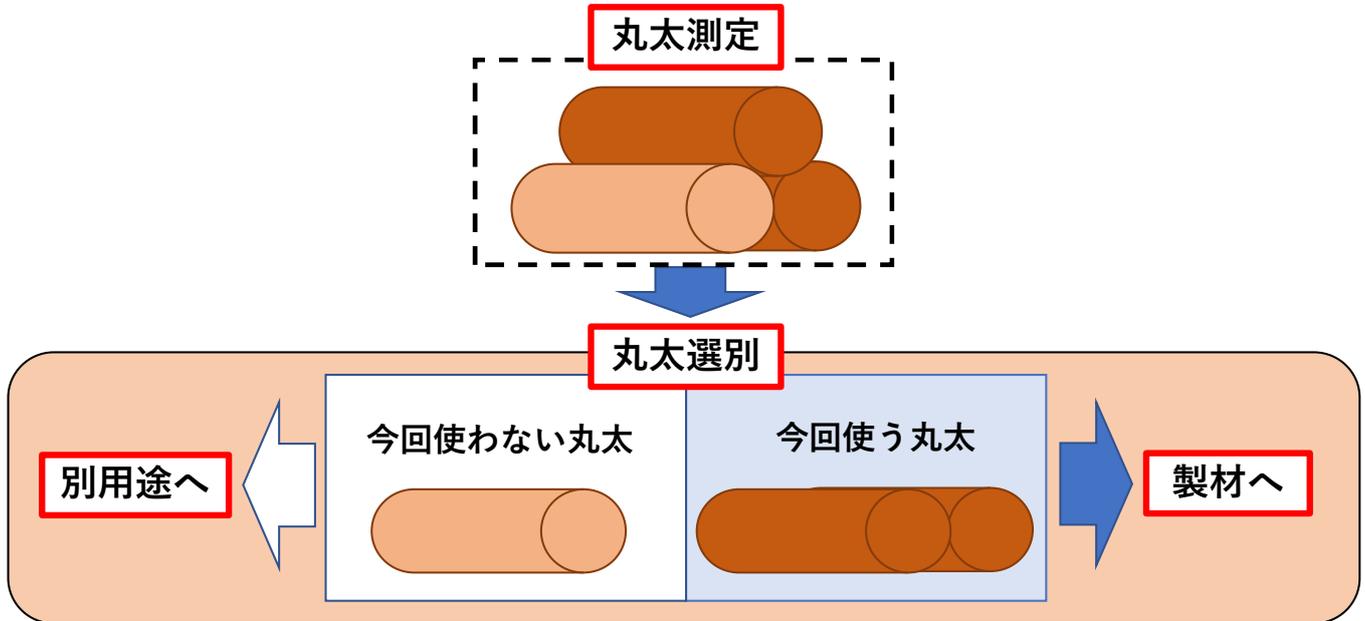


適切なデータ処理やデータ共有を実施することで、  
効率的な製材品生産体制を構築する

## 7 丸太の選別

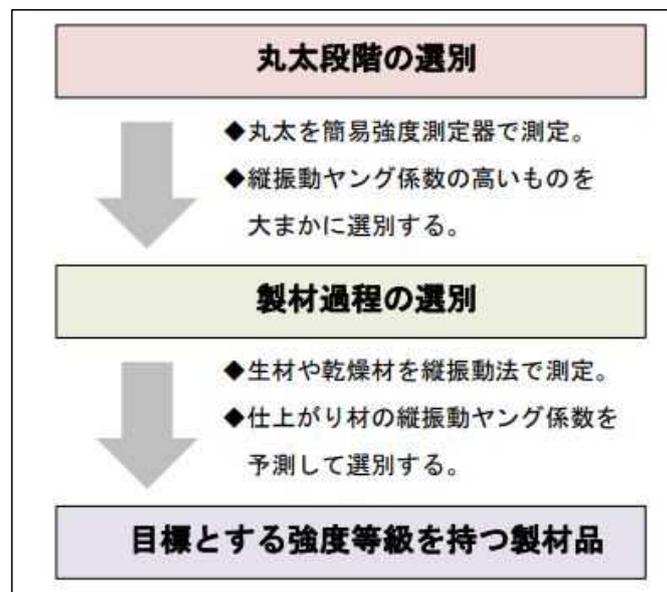
丸太選別は、**極力無駄をなくして製材品を生産し供給すること**を念頭に置き、実施します。丸太の選び方は様々ですが、基本的には、①**必要な強度を満たすか**、②**乾燥に時間をかけられるか**の2点がポイントになります。

特に、納期が短い場合は、乾燥に時間をかけられないことが多いため、含水率の低い丸太を選ぶなどします。



### (1) 強度の高い製品を製造するための選別

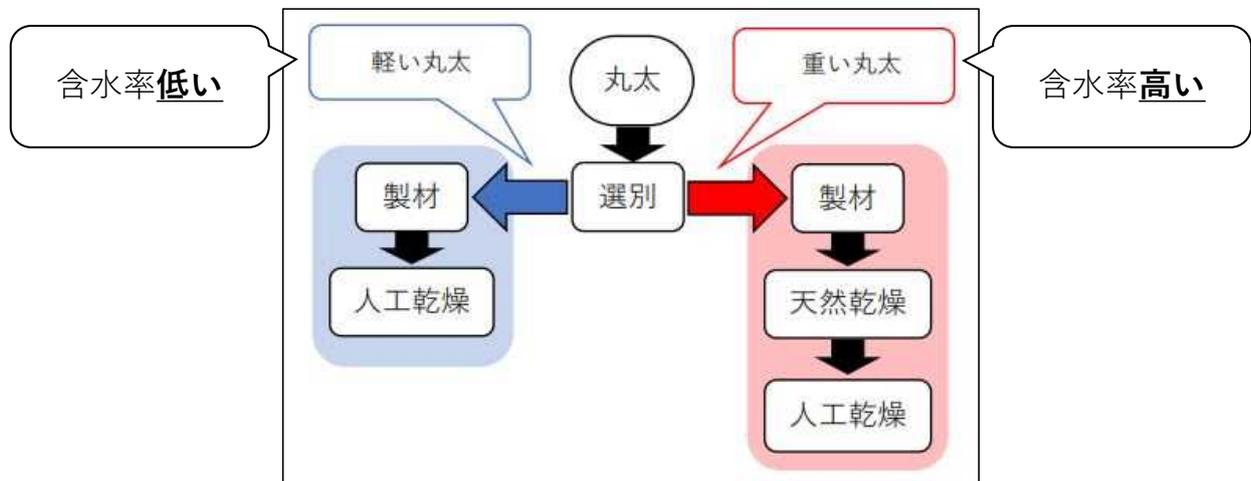
建築設計で求められる強度等級を満たす製品を効率的に製造するため、丸太段階や製材過程で縦振動ヤング係数を測定し、強度の高いものを選別します。



※ 詳細は、「公共建築部材製造方法の手引き」（林業研究所ホームページ掲載）をご覧ください。 ホームページURL：<https://www.aomori-itc.or.jp/docs/2019072600023/>

## (2) 効率的に乾燥するための選別

断面の大きい心去り平角材を効率的に乾燥するため、丸太段階の重量（見かけの密度）に基づいて丸太を選別し、製材後、それぞれに応じた工程で乾燥させます。



※ 詳細は、「スギ心去り平角材の効率的乾燥技術の解説」（林業研究所ホームページ掲載）をご覧ください。 ホームページURL：<https://www.aomori-itc.or.jp/docs/2021011400014/>

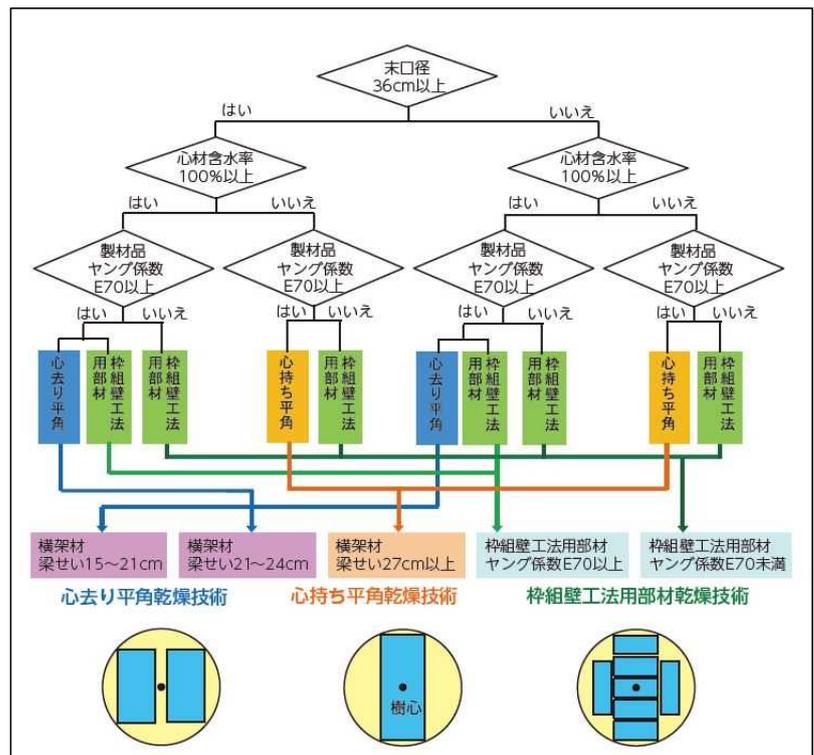
## (3) 用途に応じた選別

－ 森林総合研究所の研究成果 －

大径材から生産される心持ち平角、心去り平角、枠組壁工法用部材など、強度予測結果と含水率の推定結果に基づき、用途に応じた丸太を選別します。

※ 詳細は、「大径材の使い方」（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所、2021年）に掲載されています。

ホームページURL：  
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chu-kiseika/4th-chuukiseika35.html>



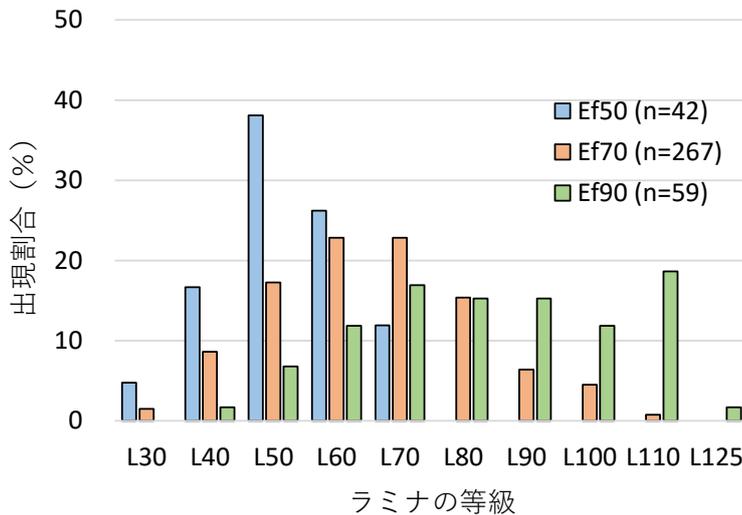
「大径材の使い方」（森林総合研究所、2021年）から引用

## (4) 集成材ラミナの強度の範囲

集成材ラミナを生産する場合、丸太の強度等級が高いほど、強度等級の高いラミナが得られる傾向にあります。

このことから、丸太を測定し、強度等級が分かれば、得られるラミナの強度等級のおおよその範囲について目安を立てることができます。

※強度等級：丸太の場合、素材 J A S における縦振動ヤング係数に基づく区分。  
ラミナの場合、集成材 J A S における曲げヤング係数に基づく区分。



この試験データ（左図）では、Ef50丸太からはL40～L60のラミナが多く得られ、同様にEf70丸太からL50～L80、Ef90丸太からL60～L110のラミナが多く得られることが分かる。

### 試験データ

丸太：末口径36.5～48.8cm、材長4m、38本  
ラミナ寸法：断面120×30mm、材長4m

丸太の強度等級別に見たラミナ等級の出現割合

## 参考文献

- (1) 木材工業ハンドブック改訂4版. 森林総合研究所監修 (2004). 丸善株式会社
- (2) 大径材の使い方. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 (2021).
- (3) 日本農林規格 JAS1052. 令和4年4月15日農林水産省告示第776号 (最終改正)
- (4) 日本農林規格 JAS1083. 令和元年8月15日農林水産省告示第661号 (最終改正)



発行・編集 地方独立行政法人 青森県産業技術センター林業研究所  
〒039-3321 青森県東津軽郡平内町大字小湊字新道46-56  
T E L : 017-755-3257 F A X : 017-755-4494  
メール : nou\_ringyou@aomori-itc.or.jp  
ホームページ : <https://www.aomori-itc.or.jp>

発 行 日 令和6年1月