

## 長野県産カラマツ大径材からの集成材ラミナ採材シミュレーション

研究期間：令和元年度～5年度

小池直樹

長野県産カラマツのヤング係数分布モデルを用いて大径材から採材できる集成材ラミナのラミナ等級推定分布図を作成した。

キーワード：カラマツ，集成材，ラミナ，大径丸太，強度推定

## 1 緒言

近年、松本ら<sup>1)</sup>がカラマツの樹心（髄）からの距離とヤング係数の関係を示すモデル式を提案しており、丸太の縦振動ヤング係数と採材位置によりラミナのヤング係数が推定可能になった。今回、各径級ごとに期待できるラミナの等級区分と枚数について簡易なシミュレーションを行い、その一例を示すことで大径材の利用促進を図ることとした。

なお、本研究は県単課題「大径A材丸太を活用した高剛性・高強度梁桁材の開発とその性能評価」（令和元年度～5年度）の一部として実施した。

## 2 推定方法

丸太横断面内のヤング係数分布モデルは松本らが提唱した次式<sup>1)</sup>を用いた。

( $r < B$  のとき)

$$E_{fr-timber} = a \times \left( r - B + \frac{B^3}{3R^2} \right) + b \times \left( B - \frac{2R}{3} - \frac{B^3}{3R^2} \right) + E_{fr-log}$$

( $r \geq B$  のとき)

$$E_{fr-timber} = \frac{a \times B^3}{3R^2} + b \times \left( r - \frac{2R}{3} - \frac{B^3}{3R^2} \right) + E_{fr-log}$$

ここで、 $E_{fr-timber}$ ：製材品のヤング係数推定値 ( $\text{kN/mm}^2$ )、 $a$ ：未成熟材部の回帰直線の傾き ( $\text{kN/mm}^2/\text{mm}$ )、 $r$ ：樹心（髄）から製材品までの距離 ( $\text{mm}$ )、 $B$ ：境界値 ( $\text{mm}$ )、 $R$ ：丸太の半径 ( $\text{mm}$ )、 $b$ ：成熟材部の回帰直線の傾き ( $\text{kN/mm}^2/\text{mm}$ )、 $E_{fr-log}$ ：丸太の縦振動ヤング係数 ( $\text{kN/mm}^2$ )

$E_{fr-log}$  について、今井ら<sup>2)</sup>の報告に一般に購入できる県産カラマツの「36cm 上の直材，製材用A材丸太」の縦振動ヤング係数区分<sup>3)</sup>について、Ef130が最も多いと報告されており、今回のシミュレーションでは  $E_{fr-log}$  を  $13.00\text{kN/mm}^2$  に固定し径級と木取りを変化させた場合の推定結果を一例として示すこととした。 $a$ 、 $b$ 、 $B$  の値は木曽郡産カラマツ丸太

10 本分の髄を含む板材から半径方向に連続して採取された小試験体曲げ試験結果より  $a = 0.0592$ 、 $b = 0.0187$ 、 $B = 86$  とし、 $r$  を決定するため加藤らが考案した 0.5mm 間隔の点群法<sup>4)</sup>を用いた。計算された  $E_{fr-timber}$  の値を集成材の日本農林規格<sup>5)</sup>のラミナ等級区分ごとの曲げヤング係数の平均値と比較し推定ラミナ等級を決定した。

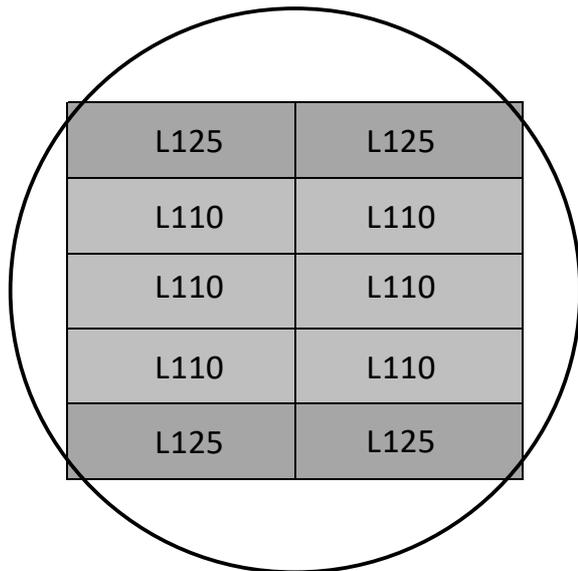
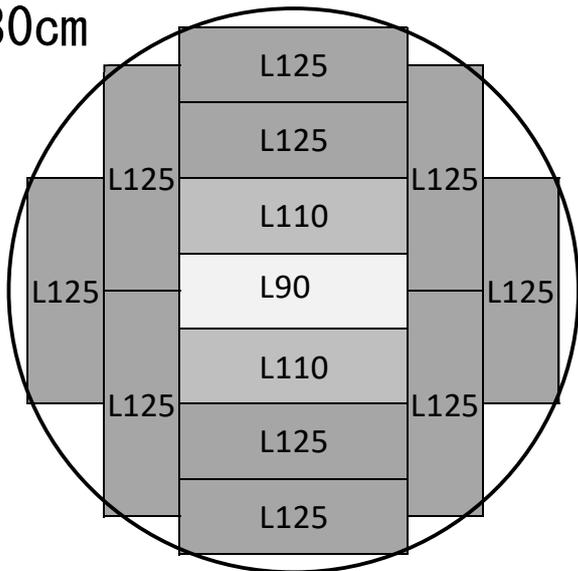
採材方法は心持ちタイコ材を製材したのち小割する方法（以下「心持ち採材」とする）と最初に樹心（髄）で割る方法（以下「心去り採材」とする）をそれぞれ検討した。推定対象のカラマツ大径丸太は末口直径 30cm から 60cm とし、ラミナ断面寸法は幅 120mm 厚さ 40mm とした。

## 3 結果

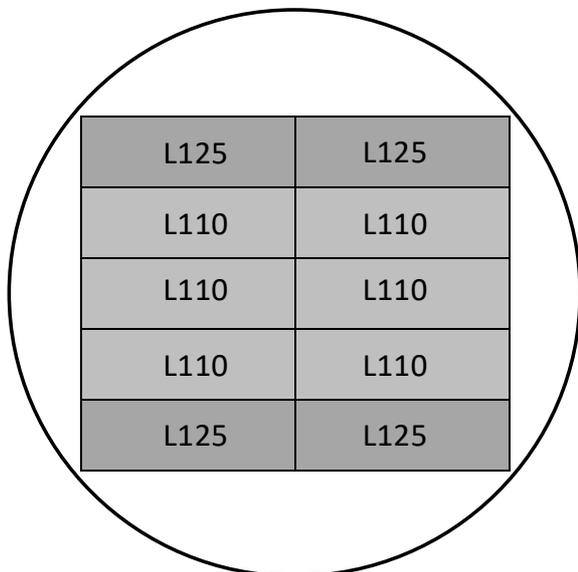
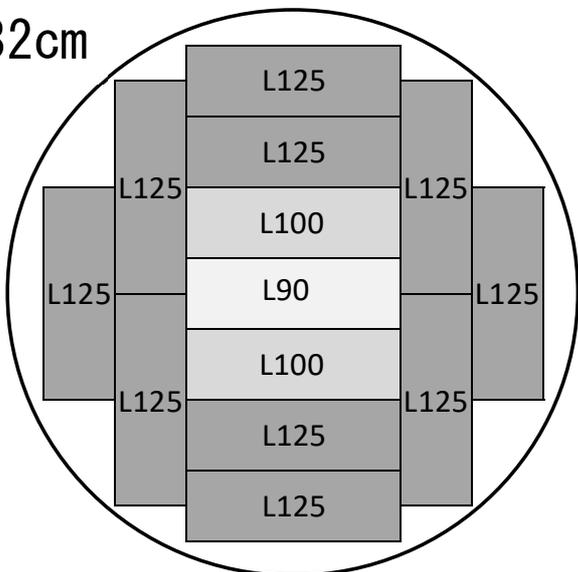
ラミナ等級推定分布図を図-1～6に、シミュレーション結果の総括を表-1に、採材方法別のラミナ総数を図-7に、採材方法ごとの推定ラミナ等級分布を図-8、9に、採材方法ごとのL125及びL140の数を図-10、11に示す。なお、表-1に示した最大製材率とはラミナ木口面積合計を丸太木口面積で割ったものである。

図-1～6では心持ち採材では中心部のラミナに未成熟材が集中することでラミナ等級が著しく低くなることが可視化された。また図-7より末口直径 40cm 以上では採材方法間でラミナ総数に違いがなくなることがわかり、図-8、9からは同じヤング係数の丸太であっても径級が異なれば得られるラミナ等級も異なることがわかった。さらに、図-10よりL125の数を増やしたい場合末口直径 44cm 以下では心持ち採材の方が有利であり、図-11よりL140の数を増やしたい場合、より大きな材のほうが有利であること、また径級ごとに細かく採材方法を検討する必要があることがわかった。

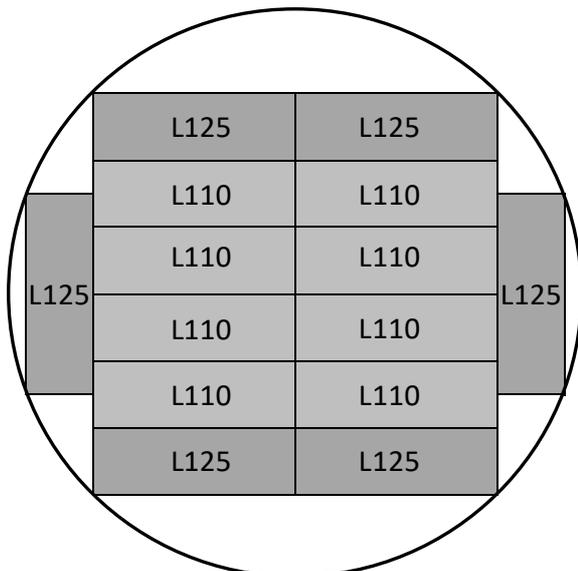
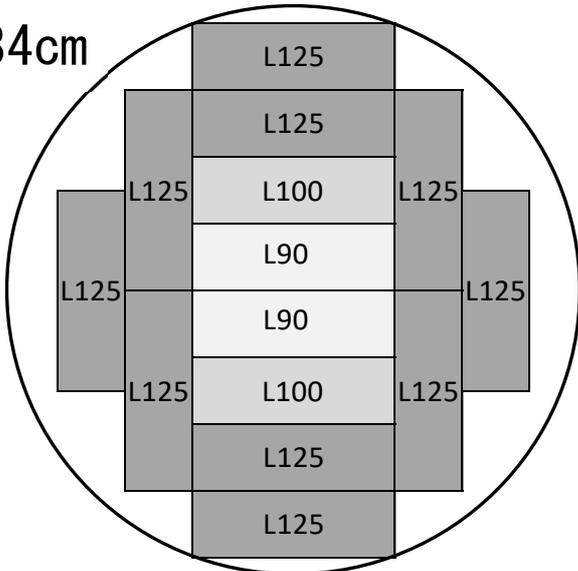
φ 30cm



φ 32cm



φ 34cm

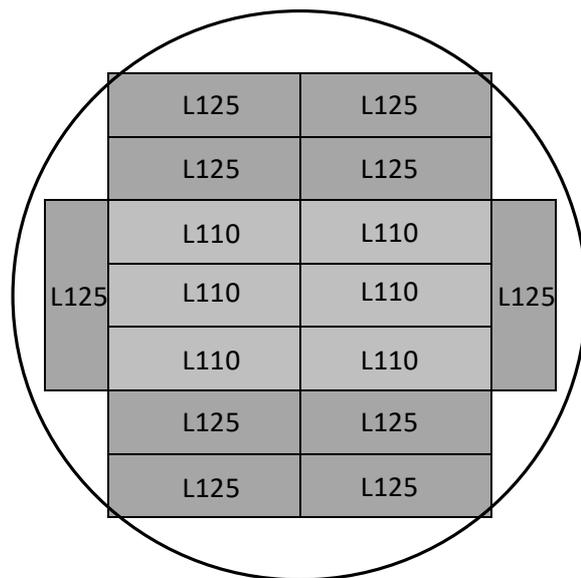
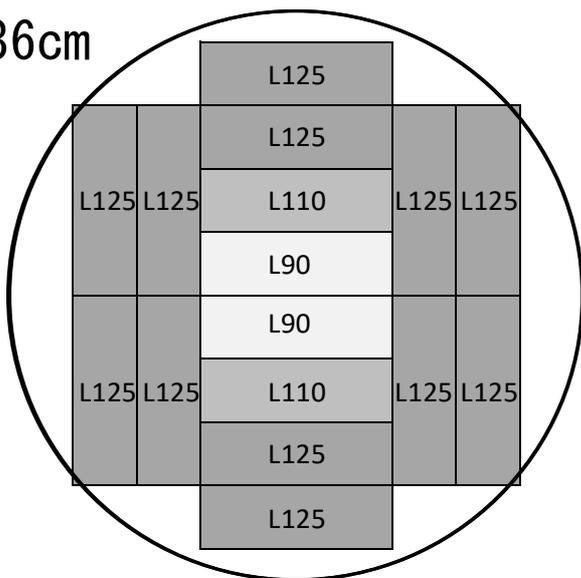


心持ち採材

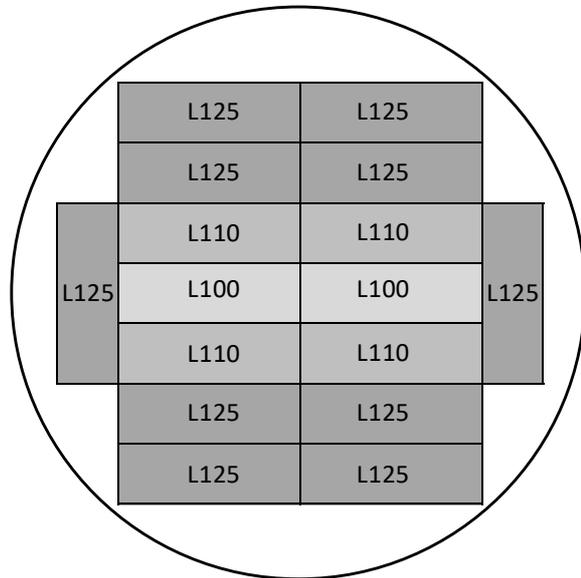
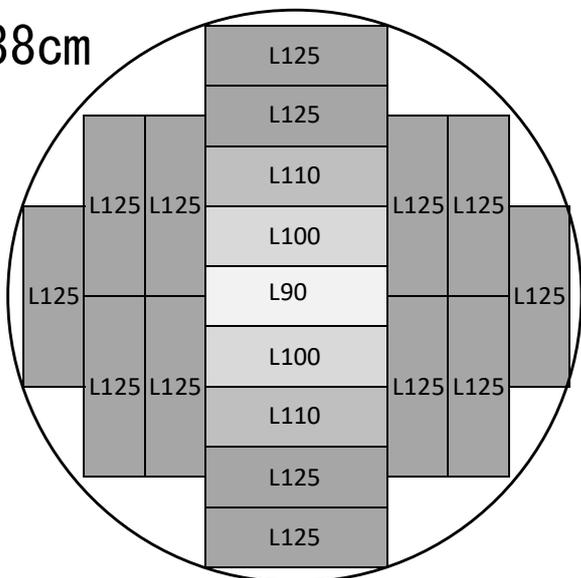
心去り採材

図-1 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級分布図 1

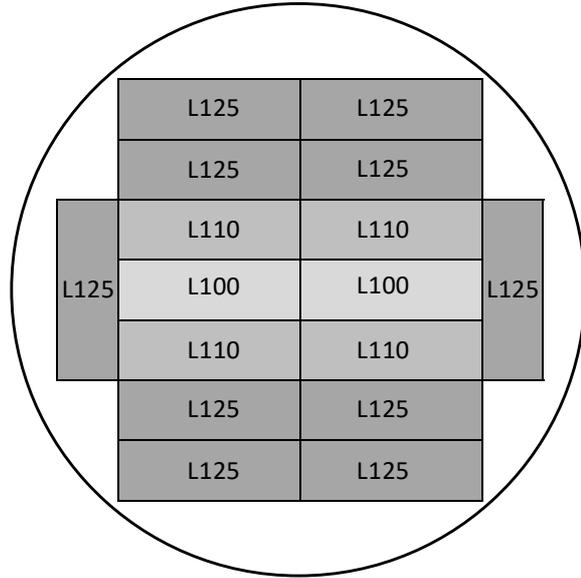
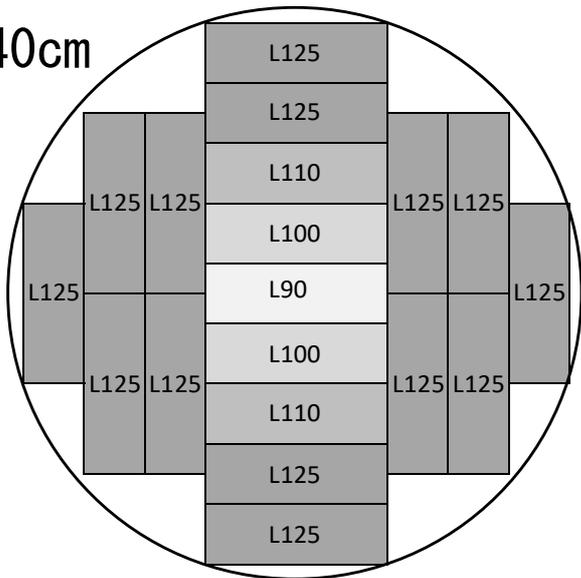
φ 36cm



φ 38cm



φ 40cm

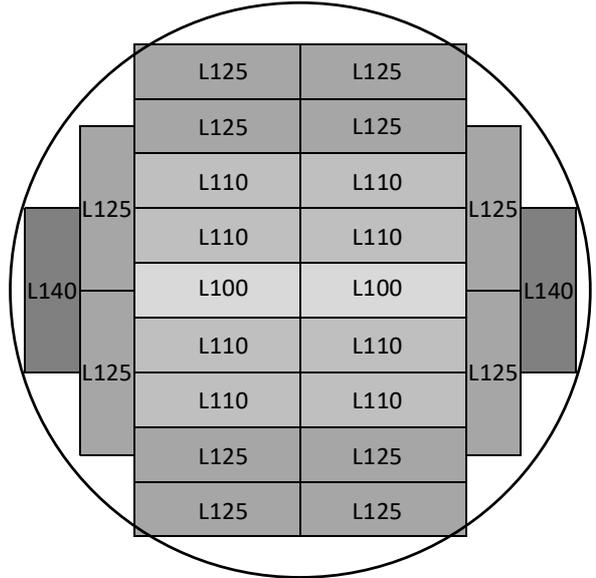
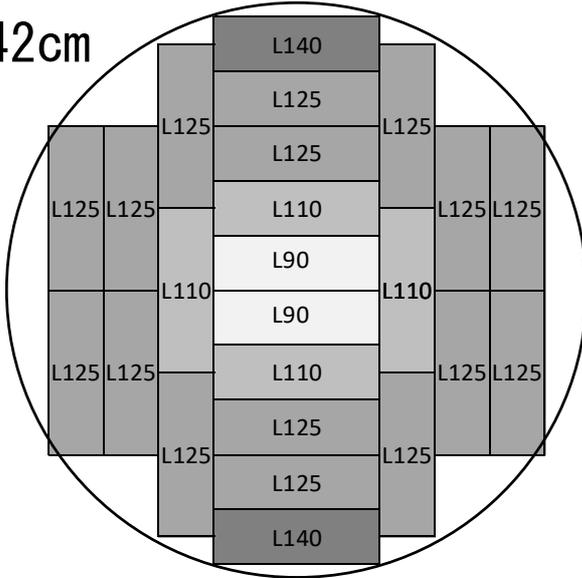


心持ち採材

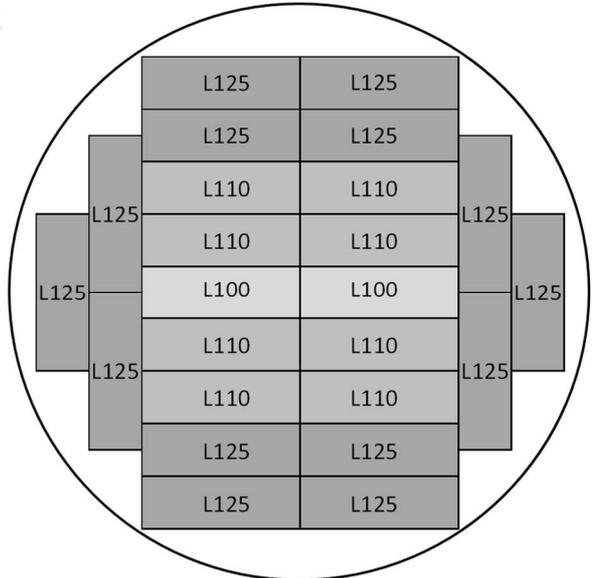
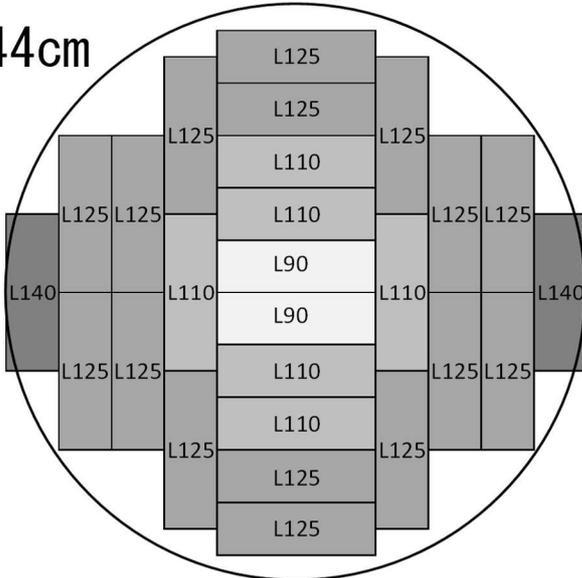
心去り採材

図-2 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級分布図 2

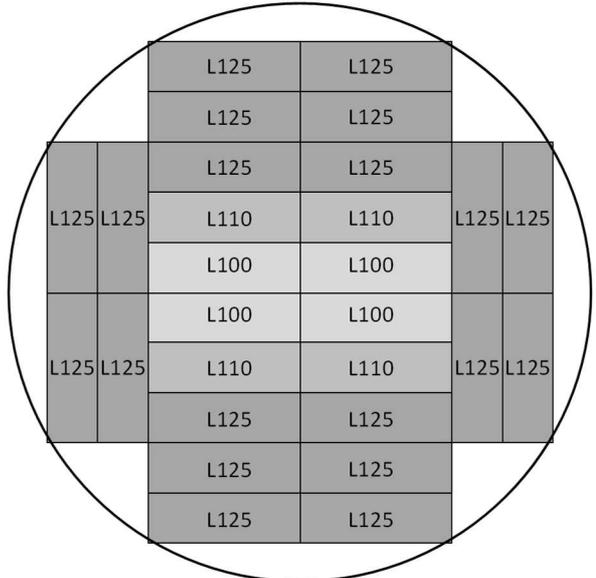
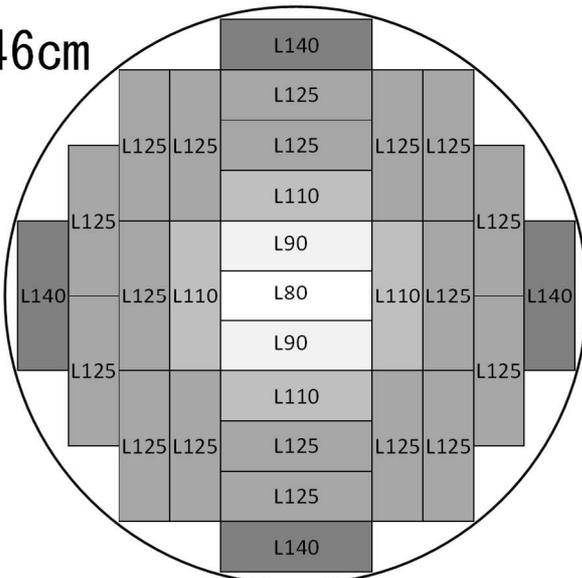
φ 42cm



φ 44cm



φ 46cm

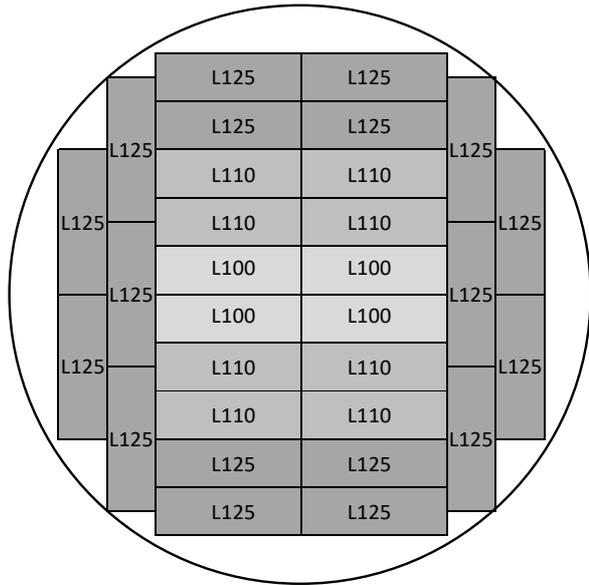
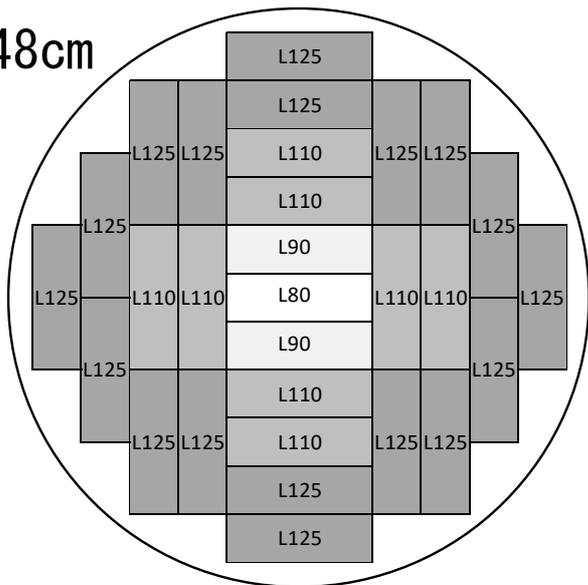


心持ち採材

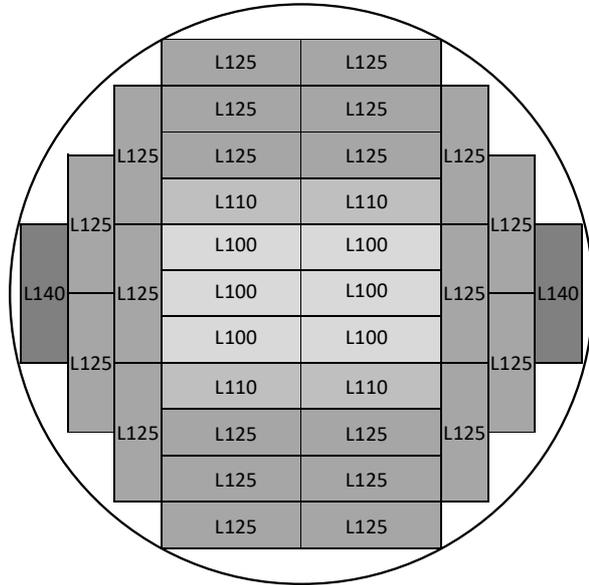
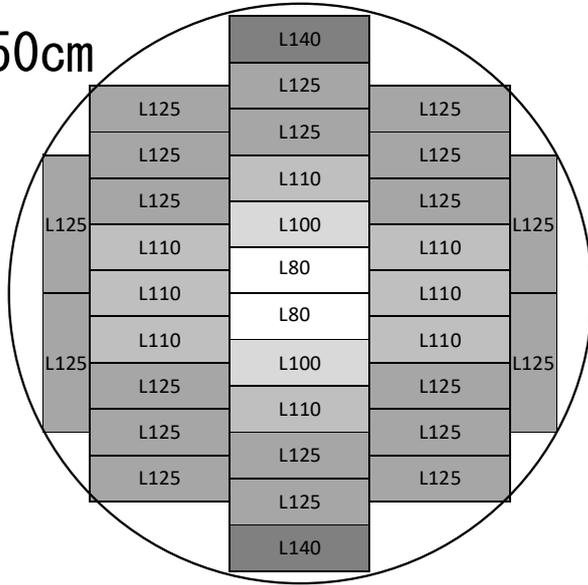
心去り採材

図-3 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級分布図 3

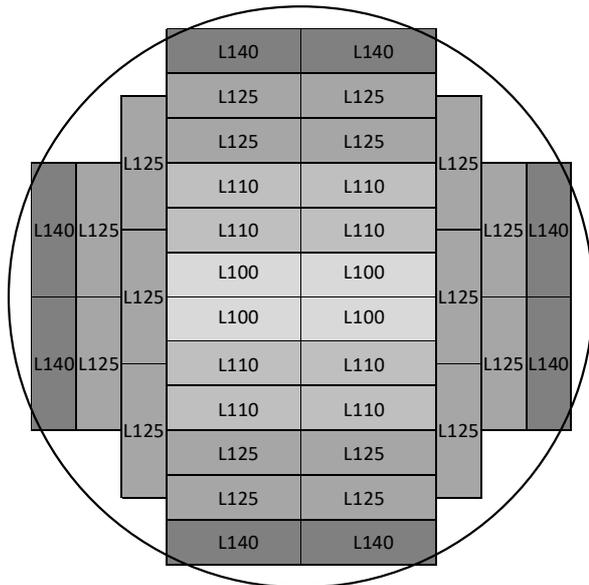
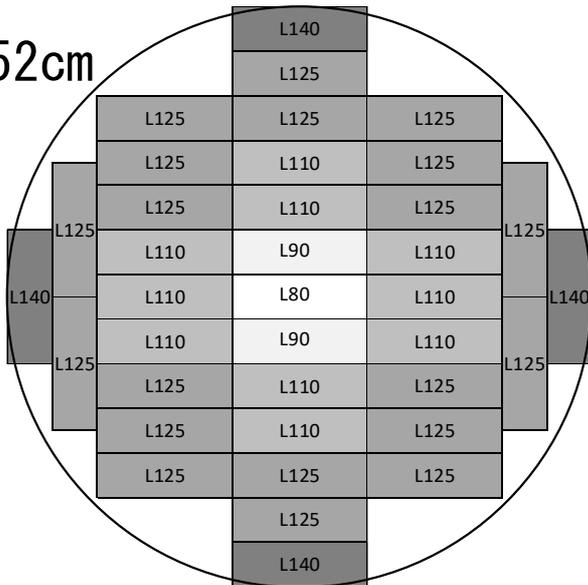
φ 48cm



φ 50cm



φ 52cm

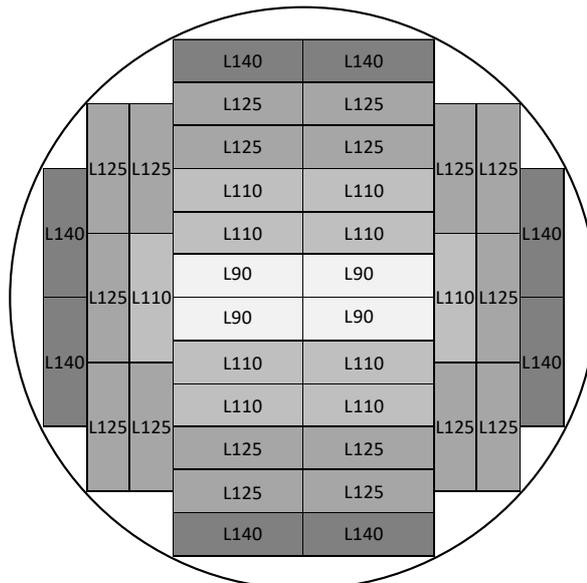
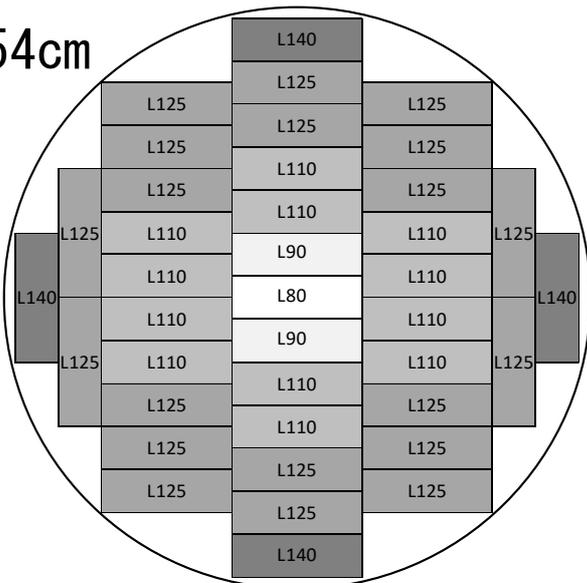


心持ち採材

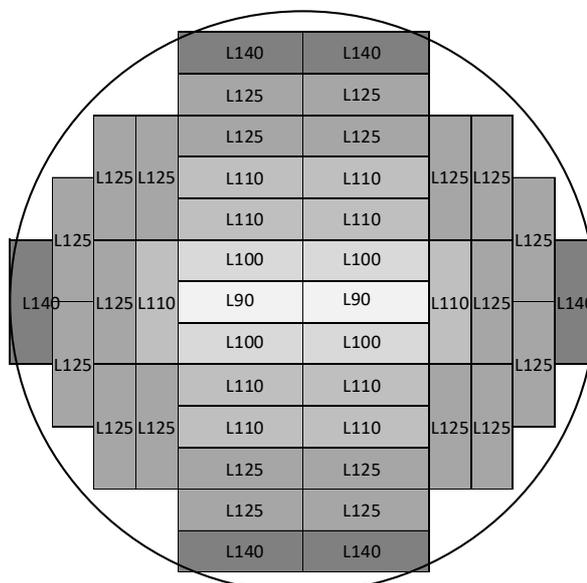
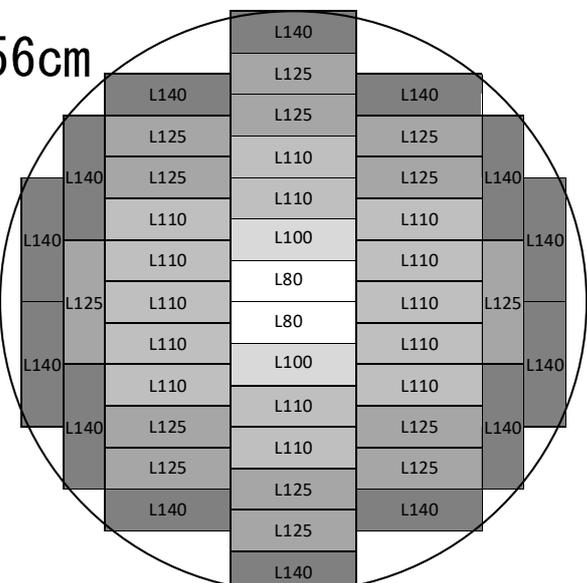
心去り採材

図-4 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級分布図 4

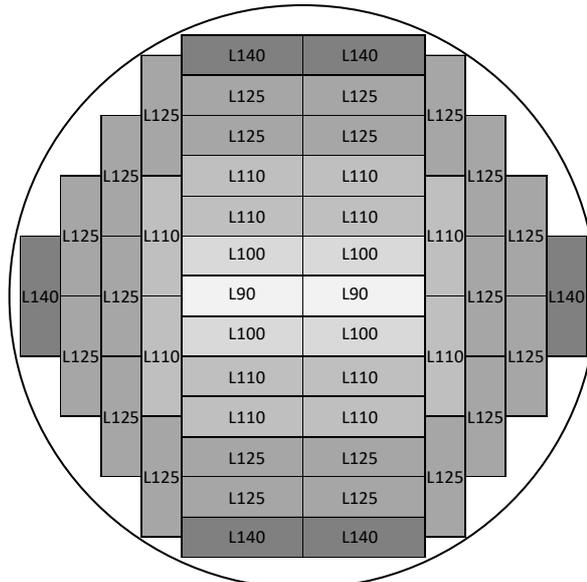
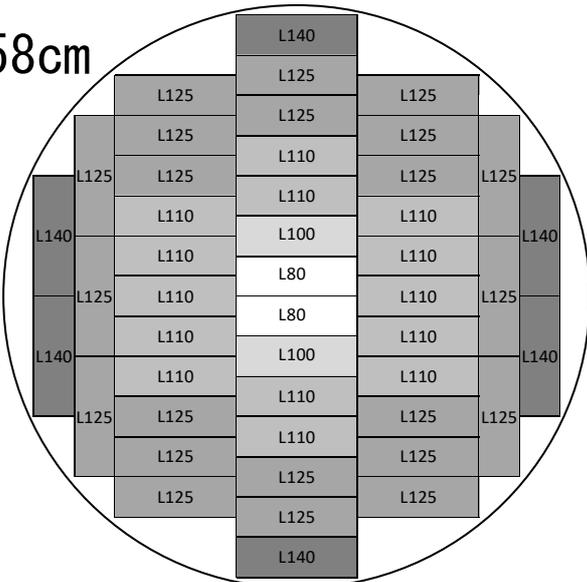
φ 54cm



φ 56cm



φ 58cm



心持ち採材

心去り採材

図-5 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級分布図 5

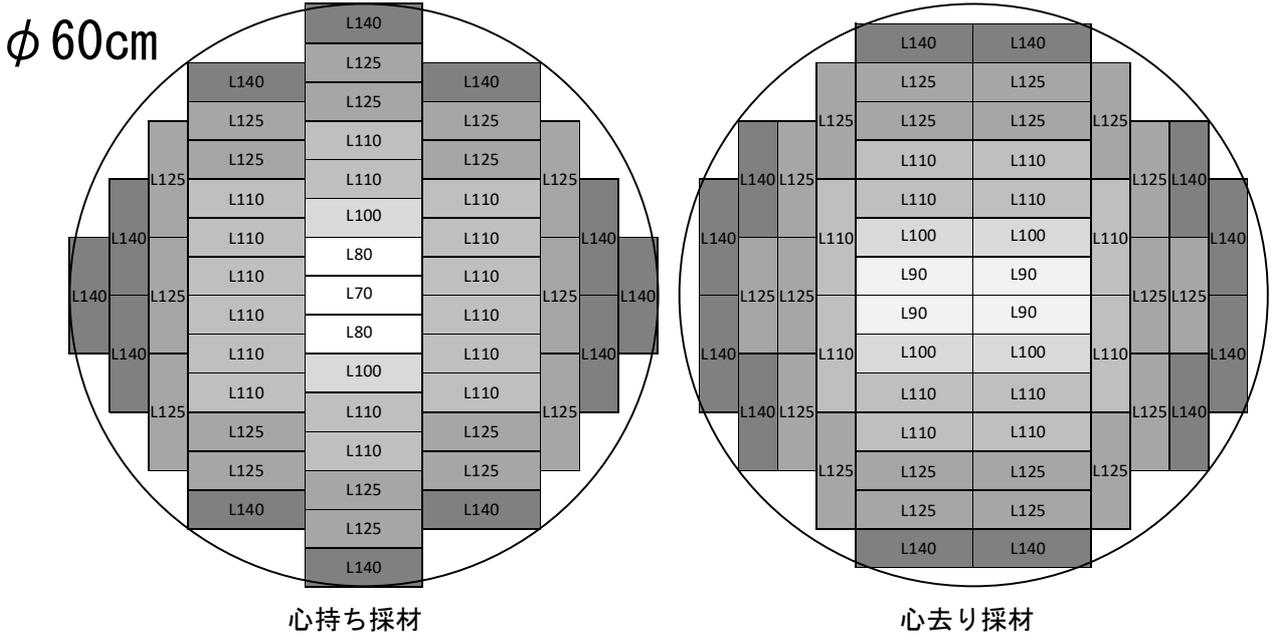


図-6 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級分布図 6

表-1 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合に推定されるラミナ等級と枚数一覧

	末口直径(cm)	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
心持ち採材	L70																1
	L80									1	1	2	1	1	2	2	2
	L90	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2		2	2			
	L100		2	2		2	2					2			2	2	2
	L110	2			2	2	2	4	6	4	8	8	10	12	14	14	16
	L125	10	10	10	12	14	14	16	16	18	18	20	20	20	14	22	18
	L140							2	2	4		2	4	4	14	6	12
	全ラミナ枚数	13	13	14	16	19	19	24	26	29	29	34	37	39	46	46	51
	最大採材率	88.3%	77.6%	74.0%	75.5%	80.4%	72.6%	83.2%	82.1%	83.8%	76.9%	83.1%	83.6%	81.7%	89.6%	83.6%	86.6%
	心去り採材	L70															
L80																	
L90														4	2	2	4
L100						2	4	2	2	4	4	6	4		4	4	4
L110		6	6	8	6	4	4	8	8	4	8	4	8	10	10	12	12
L125		4	4	6	10	10	12	12	14	20	18	22	18	18	22	22	20
L140								2				2	8	8	6	6	12
全ラミナ枚数		10	10	14	16	16	20	24	24	28	30	34	38	40	44	46	52
最大採材率		67.9%	59.7%	74.0%	75.5%	67.7%	76.4%	83.2%	75.8%	80.9%	79.6%	83.1%	85.9%	83.8%	85.6%	83.6%	88.3%

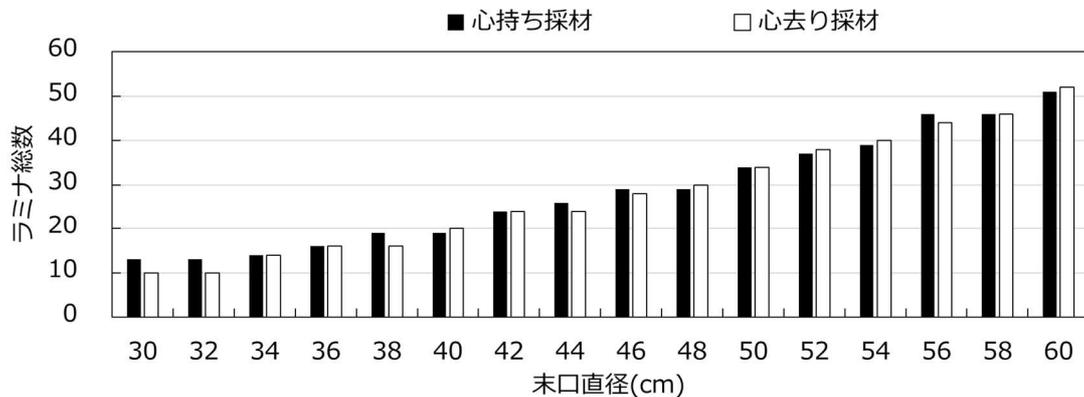


図-7 採材方法別のラミナ総数

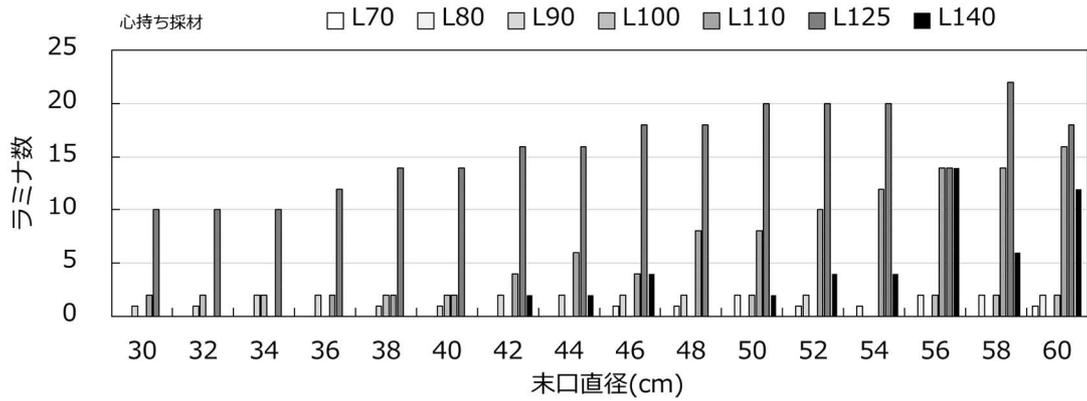


図-8 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合の心持ち採材の推定ラミナ等級分布

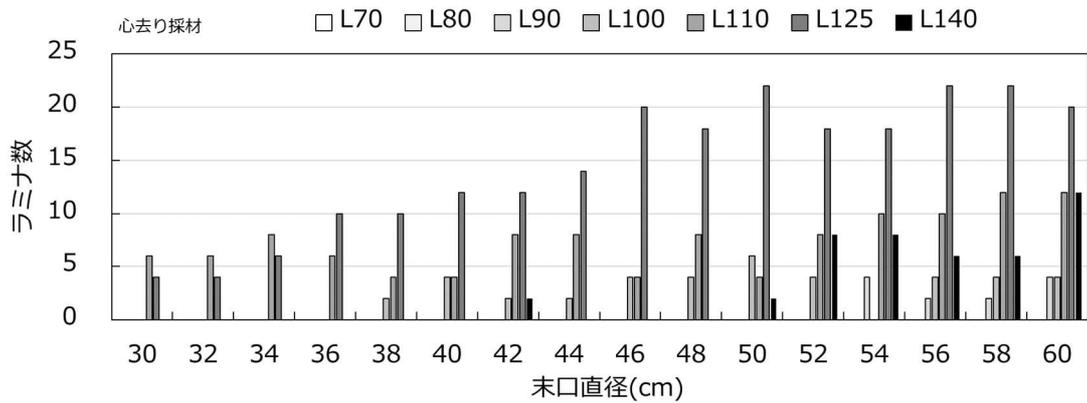


図-9 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合の心去り採材の推定ラミナ等級分布

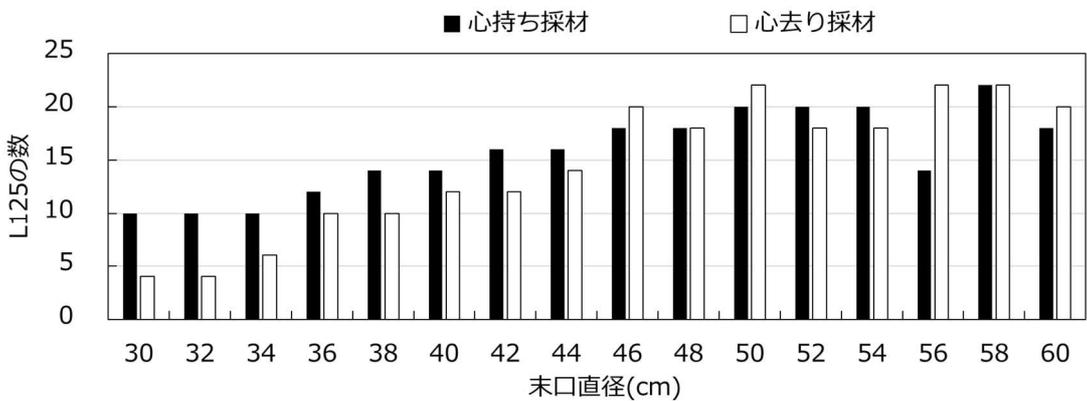


図-10 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合の採材方法別の L125 の数

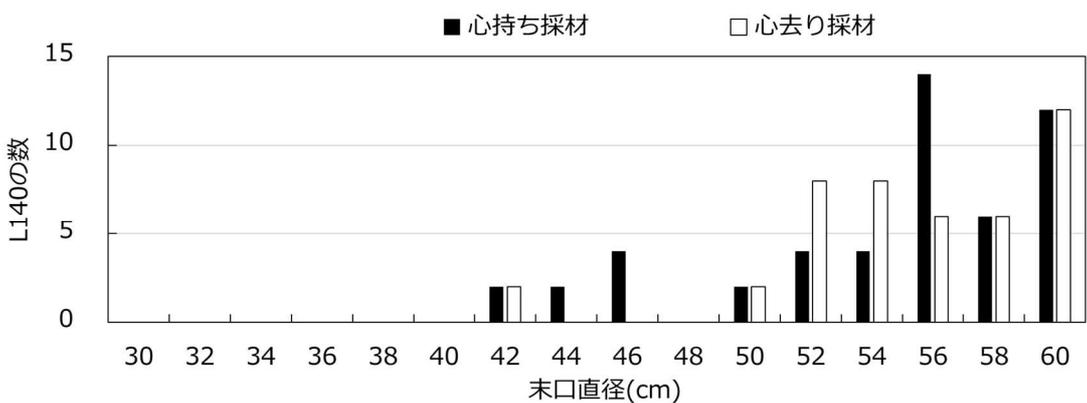


図-11 丸太 Efr が 13.00kN/mm<sup>2</sup> の場合の採材方法別の L140 の数

#### 4 考察

今回、計算された  $E_{fr-timber}$  の値とラミナ等級の値を補正せず比較したが、ラミナの抜き取り試験時には静的曲げ試験で曲げヤング係数を確認することとなっており<sup>4)</sup>、また乾燥による静的ヤング係数の増大や採材位置の変化による縦振動ヤング係数と静的曲げヤング係数の関係式の変化等を無視しているため、今回の結果の現場への適用にあたっては注意を要する。

今後は推定精度向上のため複数産地のカラマツ丸太の半径方向強度分布調査等を行ったうえで実際に採材したラミナの静的曲げヤング係数と  $E_{fr-timber}$  の関係を調査したい。また、カラマツ辺材部で疑われる曲げヤング係数の減少<sup>6)</sup>をモデル式に組み込むこと等も検討したい。

#### 引用文献

- 1) 松本和茂ほか5名(2021) 丸太段階で製材品のヤング係数を推定する技術の開発(カラマツ・トドマツ), 森林総合研究所編「大径材の使い方」, 19-20
- 2) 今井信・吉田孝久・奥原祐司・山口健太(2021) カラマツ・スギ大径A材丸太の戦略的製品開発に関する研究1 大径A材丸太の木取り方法と製材及び製品歩止まりの検討, 長野県林総セ研報, 35, 4-110
- 3) 農林水産省, 素材の日本農林規格, 農林水産省告示第1052号(平成19年8月21日制定), 農林水産省告示776号(令和4年4月15日改正)
- 4) 農林水産省, 集成材の日本農林規格, 農林水産省告示第1152号(平成19年9月25日制定), 農林水産省告示897号(令和5年7月31日改正)
- 5) 加藤英雄・長尾博文(2021) 混合木取りで採材したスギ製材品の縦振動法によるヤング係数の推定, 木材工業, 76, 11, 484-487
- 6) 重松頼生(1990) カラマツ造材木の材質, とくに生長と関連して(I)-カラマツ造林木の材質形成-, 木材工業, 45, 10, 2-8

