

# 合板材における層積検知の活用について

東北森林管理局 米代東部森林管理署 上小阿仁支署 鈴木 諒  
西周 真宏  
山田 淳

## 1 背景と目的

製品生産事業における東北森林管理局での検知業務は、二つの方法を使い分けています。一つ目は毎木検知です。毎木検知は製品生産された素材の径級を一つずつ測定し、それらを合計して極の材積を求める方法で、一般材を対象に適用されます。もう一つが層積検知です。層積検知は極を一つの直方体としてとらえ、極の高さ・横幅・長級から材積を求める方法で、低質材を対象に適用されます。

表-1 材区分別における評定単価と検知方法の一覧表

	一般材	合板材	低質材
材の検知方法	毎木検知	毎木検知	層積検知
材の評定単価	径級別	一律	一律

表-1は材区分別の検知方法と評定単価についてまとめたものです。径級別に単価が異なる一般材は毎木検知、一律である低質材は層積検知が適用されています。しかし、合板材は単価が一律(平成27年2月時点)ですが毎木検知を行っています。本調査では、単価が一律ならば合板材でも層積検知が可能ではないかと考え、検証しました。

層積検知を適用することによる利点を整理します。一つ目に作業効率の向上が挙げられます。層積検知では測定が簡潔に済むので、効率向上が期待できます。二つ目に層積検知の方が毎木検知に比べて請負単価が低いため、低コスト化にも貢献することが可能です。三つ目に毎木検知のような高所作業が省略され、作業の安全面も改善すると考えられます。

合板材を層積検知していく上で不可欠なものについて述べます。層積検知は、極の高さ・横幅・長級に、実績換算率(以下、換算率という)をかけて材積を算出します。現在適用されている換算率は、秋田杉低質材に限られたものであり、合板材に適用される換算率は未定です。

よって本調査の目的は、上小阿仁支署管内における合板材の換算率を求めると同時に、作業時間やコストについて試算を行い、合板材における層積検知の活用の可能性について検討を行いました。

## 2 調査方法

### (1)換算率の算出方法

検知請負者が通常通り毎木検知し、検知野帳から材積の数値を取得します(式-1の $V$ )。その極を職員が層積検知し、高さ・横幅・長級の測定を行います(式-1の $H$ 、 $W$ 、 $L$ )。材積から測定値を差し、換算率を逆算する方法としました(式-1の $k$ )。

#### 式-1 換算率の算出式

$$k = \frac{V}{H \times W \times L}$$

$k$  : 換算率  
 $V$  : 材積( $\text{m}^3$ )  
 $H$  : 高さ(m)  
 $W$  : 横幅(m)  
 $L$  : 長級(m)

## (2)層積検知の測定方法

層積検知要領と検知請負者の助言に従って測定を行いました。

- 高さ(m)はアルミスケールを使用(小数点以下第3位四捨五入)。桧の上底から下底までの間隔を測定しますが、測定する地点によって差が生じるため3カ所を測定し(写真-1)、平均します。
- 横幅(m)はメジャーを使用(小数点以下第3位四捨五入)。桧の形状が直方体ならば、両端の間隔を測定します。しかし、本調査では層積検知することを前提にした桧を対象としていないため、桧の形状が台形または半円形をしているものが多くあります。検知請負者からの助言を図にしたものが図-1です。両端を上部に積み上げて直方体にするを仮定し、イメージした直方体の横幅を測定しました。この方法は測定者の知識と経験が問われます。そのため、誤差を減らせるよう測定者2人が交代で2回測定し(写真-2)、平均します。
- 長級(m)は抽出検査のため測定はしますが、従来の層積検知に従い2.00m採材ならば2.00m、4.00m採材ならば4.00mとします。

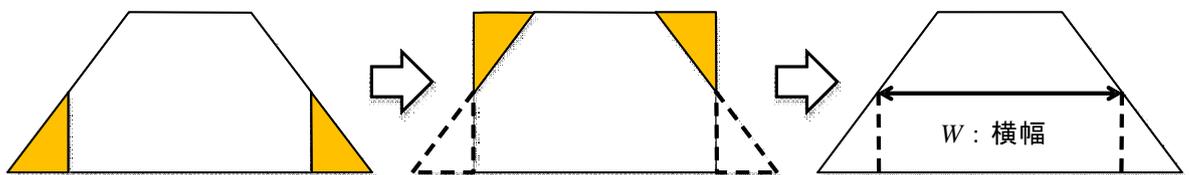


図-1 層積検知における横幅の測定概念



写真-1 高さ測定の様子



写真-2 横幅測定の様子

## (3)検知業務の作業時間計測と比較

検知請負者が毎木検知、職員が層積検知で同一桧を測定し、それぞれ作業時間を計測します。そこから1人あたりの作業効率を比較します。

## (4)検知業務の請負経費算出と比較

検知業務は作業内容に基づき表-2のように分類され、材区分ごとに適用される作業内容も異なります。現在の合板材は作業内容Ⅰに該当しますが、層積検知となれば作業内容Ⅲに該当し、請負単価が安くなります。本調査では合板材が作業内容Ⅰと作業内容Ⅲである場合とで経費を試算し、比較します。

表-2 素材の検知業務における作業内容

	作業内容Ⅰ	作業内容Ⅱ	作業内容Ⅲ
長級・径級の測定	○	○	
品等格付		○	
木口表示	○	○	
指定野帳記入	○	○	○
巻立表示板の貼付	○	○	○
スプレー塗布	○	○	○
適用される材区分	合板材	一般材	低質材

(5)検知業務の安全性に関する聞き取り

当支署における検知請負者に、「合板材が毎木検知から層積検知になった場合に作業がどう変わるか」を聞き取り調査しました。

3 結果と考察

(1)換算率の算出

調査は平成27年7月21日から同年12月9日の期間で行いました。平成27年度の上小阿仁支署における合板材は420樺であり、本調査では179樺(約4割)を測定しました。換算率を平均したところ、0.725となりました。秋田杉低質材の換算率0.630と比べて高い数値でした。これは合板材が低質材と比べると通直であることから、間隙が低質材より少なかったためと考えられます。

前述した換算率の平均値は、あくまで抽出した標本の平均です。上小阿仁支署における合板材の換算率を求めるには、抽出した標本から母集団の平均値を推定する必要があります。そこで、t推定を用いて母集団の平均を区間推定しました。

表-3 t 推定に用いる各要素の算出値

	要素	数値
n	標本数	179
$\bar{x}$	平均	0.725
s	標準偏差	0.072
p	信頼区間	1%
$t_p(n-1)$	t値	2.842
$t_p(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}}$	標準誤差	0.015

式-2 t 推定の算出式

$$\bar{x} - t_{0.01}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}} < k < \bar{x} + t_{0.01}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

表-3が各要素の算出値、式-2が換算率の信頼区間を求める式です。以上より、上小阿仁支署全体の合板材における換算率の平均は、99%の信頼区間で $0.725 - 0.015 < k < 0.725 + 0.015$ となり、 $0.710 < \text{換算率} < 0.740$ となりました。図-2は換算率の正規分布とt推定による棄却域を表したものです。t推定より導かれた誤差は小さく、2%未満であったことから、今回の調査は母集団を十分に反映した抽出ができたと考えられます。また、小誤差かつ正規性が確認できたことから、合板材を無作為に積み上げた場合、材積と空隙の体積比、すなわち換算率は一定値に収束すると考えられます。

しかし、本調査における換算率の最小値は0.588、最大値は0.978でありました。今後、合板材を層積検知する場合、換算率にばらつきがある状態では、購入者は材積が過大評価された素材を購入させられるリスクを負ってしまいます。しかし、国有林から合板材を購入する者の多くが大規模経営をしているため、まとまった量を購入する傾向がみられます。その結果、大数の法則によって購入した桧における材積の過不足は0に収束すると考えられます。したがって、合板材を層積検知した場合に発生する購入者のリスクは小さいものであると考えられます。

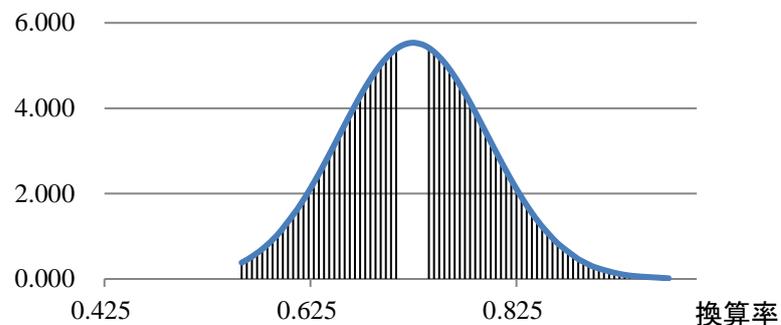


図-2 平均換算率の正規分布と棄却域

### (2)作業時間計測と比較

試験対象として556本、49.411m<sup>3</sup>の桧を用い、作業時間を計測しました。表-4が結果です。1人あたりの作業効率を比較すると、層積検知は毎木検知の約10分の1であり、大幅な効率向上が見込めることが分かりました。

表-4 時間計測結果

	径級測定・木口表示		指定野帳記入		作業効率
毎木検知	55分	1人	15分	2人	103秒/m <sup>3</sup> ・人
層積検知	-	-	4分	2人	10秒/m <sup>3</sup> ・人

### (3)請負経費試算と比較

平成27年度の当支署における合板材の生産量は全体の約45%を占めました。合板材を毎木検知した作業内容Ⅰとしての経費と、層積検知した作業内容Ⅲとしての経費とで比較したところ、請負経費を100万円以上削減できることが分かりました。局全体で考えると大幅なコスト削減が可能であると考えられます。

#### (4)検知業務の安全性に関する聞取り

調査日:平成27年9月18日

Q. 合板材が層積検知になった場合の作業について

- ① 径級測定や木口表示作業が減り、時間が短縮されるため、業務が簡潔になる。
- ② 桧が高いと毎木検知では脚立が必要だったが(写真-3)、層積検知ならば不要になる。
- ③ 高所作業が減るのは安全で安心。

など、検知請負者も層積検知の安全性を再認識したことが分かりました。



写真-3 毎木検知による高所作業の様子

#### 4 検証

3-(1)で述べたとおり、換算率は0.725となりましたが、図-2から、桧ごとに適正な換算率に差が生じています。このばらつきについて検証しました。私たちは桧の間隙と形状に着目しました。層積検知は直方体を前提とした検知方法であり、桧の長さ・横幅・長級から材積を確定するものです。そのため、直方体に近く間隙の小さい桧が、最も層積検知に適しています。しかし、今回の調査の合板材は毎木検知を前提に巻き立てられており、間隙が大きいものや(写真-4)、直方体と異なる形状のもの(写真-5)がありました。これらの点が換算率に影響を与えたのではないかと考えました。



写真-4 間隙が大きい桧



写真-5 直方体と異なる形状の桧

まず、間隙の大小と換算率の関係について検証しました。桧を撮影した写真から間隙の大小で判読・分類し、それらの換算率を比較しました(表-5)。間隙の大きい方が換算率が低いことが分かります。間隙の大小2グループ間の差を検討するためにスチューデントのt検定を行いました(表-6)。分類したグループ間に有意差が認められました( $t=2.270, df=177, p<0.05$ )。したがって、間隙の大小は換算率の大小に影響すると考えられます。

表-5 間隙の大小で分類した極のグループにおける統計量

	標本数	平均換算率	標準偏差
間隙が小さい	112	0.734	0.076
間隙が大きい	67	0.709	0.064

表-6 間隙の大小で分類した極のグループ差の t 検定

t値	自由度	有意確率(両側)
2.270	177	0.024

次に、極の形状と換算率の関係について検証しました。前述の通り、極を撮影した写真から直方体に近い形状と、異なる形状のものを判読・分類しました。図-3は2グループにおける換算率の正規分布です。直方体と異なるグループは直方体のグループと比べて値がばらつくことが分かります。これは直方体と異なる形状は測定しづらいため、高さおよび横幅の測定に誤差が生じたと考えられます。上底が下底あるいは地面に対して平行になっていないものは、高さを測定する地点を変更すると測定値が異なりました。また、横幅は図-1のような直方体をイメージする、いわば測定者の予測に基づく測定であるため、直方体から異なれば異なるほど、横幅の端を決定することが困難になりました。特に、上部が凸型の半円形や三角形の極は、高度な空間把握能力と経験を問われました。ばらつきの原因は上述した2点であると考えられます。

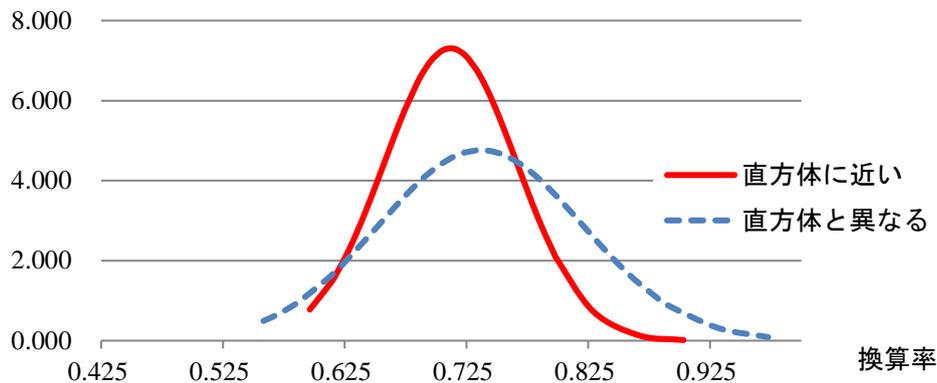


図-3 極の形状で分類した換算率の正規分布

## 5 課題と展望

本調査では換算率は0.725という結果になりましたが、これは毎木検知することを前提とした極で調査した、上小阿仁支署の換算率です。前述した検証で、極の形状や間隙が換算率に影響することが分かりました。よって、極を層積検知するのに適している直方体状に巻き立てて再検証する必要があります。そのためには製品生産請負受注者の協力が必要であり、同時に他署でも調査を行い、より信頼性のある換算率を求めることが大切です。また、層積検知した材の販売について購入者にご理解いただくことが重要です。

このように、合板材の層積検知には課題がありますが、それ以上に有益な点が多くあります。したがって、今後の国有林経営において十分に検討する価値があると考えられます。