

利用材積の直接測定に関する研究 (IX)

九州大学農学部 増谷利博
西沢正久

1. はじめに

上部直径測定器械としては、英国製Barr&Stroud デンドロメーターおよびBitterlich のテレ・レラスコープが精密であるといわれている。第IV報²⁾ではデンドロメーターの測定間による個人誤差について検討を行ない、測定者間による差はなく、いずれも真値0を含んでいるということを報告したが、本報ではこの二測定器の測定誤差の分布および偏りについて検討し、またその誤差が利用材積算出に及ぼす結果について報告する。なお資料は実験計画法に基づき採られたものではないため、予備的検討に用いられるノンパラメトリックな検定を用いている。

2. 資料

福岡県筑紫野市にある県営林6林班ろ小班43年生ヒノキ 5.8haが昭和53年6月伐採される機会を利用し、ラインサンプリングの両側でのカウント木27本をデンドロメーターおよびテレ・レラスコープで胸高部位および任意の上部直径を5~6点測定し、伐倒後伐採された計 113本の丸太の末口皮付・皮内直径を 0.1cm括約丸太長を 0.1m括約で測定した。これらの測定器では丸太の末口高ではなく任意の上部直径を測定しているので末口高の皮付直径は第II報¹⁾での方法により二測定間の線型補間により求めた。

3. 測定誤差の分布

デンドロメーター (以下略して Dendro) およびテレ・レラスコープ (以下略して Tele) の測定値と実測値の差を測定誤差とし、3σ以上の測定誤差を棄却すると二測定器の棄却測定誤差はそれぞれ2であり、検定資料数は 111となる。

表-1 に二測定器の測定誤差の絶対値の分布および測定誤差の平均とその母平均の95%信頼区間を示す。Dendro の場合測定誤差の平均は約0.1cm、95%信頼区間は 0~0.19cm、Tele の場合それぞれ 0.2cm、-0.01~0.49cmであり、いずれも真値0を含んでおり、林業用測定器械のなかではきわめて精密であるといえる。

表-1 測定誤差の分布

測定誤差 cm	標本数		
	Dendro	Tele	
± 0.5 以内	85	37	Dの平均
± 0.6~ 1.0	19	25	0.09cm
± 1.1~ 1.5	7	24	95%信頼区間
± 1.6~ 2.0	0	8	0~0.19cm
± 2.1~ 2.5	0	9	Tの平均
± 2.6~ 3.0	0	3	0.20cm
± 3.1~ 3.5	0	3	95%信頼区間
± 3.6 以上	0	2	-0.01~0.49cm
計	111	111	

これらの誤差の分布は正規分布からとられたものであるかどうかを検定するためにノンパラメトリックな検定方法であるKolmogorov-Smirnov検定を行なった。この検定は母集団分布関数Fo(x)を想定し、標本分布関数Sn(x) がこれに適合するかどうかを検出しようとするものである。

次にこの検定方法の手順を示す。

帰無仮説Ho を表-1の測定誤差は正規分布からとられたものであるとする。有意水準D=0.05とする。

誤差の平均値と標準偏差を求める。各誤差から平均値を引き、標準偏差で割って標準化した値をxとする。この分布関数をSn(x)とする。

標準正規分布のパーセント点の表から各xの値に対応した累積(下側)確率を正規分布表から読みとる。これがFo(x)の値である。D=S_n(x)-Fo(x)を計算し、Dの正值のうち最大の値をD⁺、負値のうち絶対値が最大のものをD⁻としD⁺と|D⁻|のうちの大きい方をDnとする。

Kolmogorov-Smirnovの検定の有意点(1標本)の表からnおよびDの値Dn(α)を得る。

Dn ≥ Dn(α) ならHoは棄却される。

Dendroの差の検定統計量Dn = 0.172

Tele の誤差の検定統計量Dn = 0.075

標本数 n = 111, α = 0.025 (両側検定である)でのDn(α)の値は表から、D_{111(0.025)} = 0.129である。}

Dendro の場合Dn > Dn(α)であるからHoを棄却、Teleの場合Dn < Dn(α)であるからHoを採択する。

すなわち、Tele の測定誤差の分布は正規分布である

が Dendro の場合正規分布ではないことがわかった。Dendro の場合 0.5cm 以内に約 70% が、±1.5cm 以内に約 94% が集中しており、いわゆる ±1.0cm 以内の集中分布であるといえるであろう。

4. 測定誤差の利用材積算出への影響結果

上部皮付直径より皮内直径を求める方法については第 VII 報³⁾で述べたが、二測定器による計 113 の皮付末口径はこの方法を用いて皮内末口径とし、日本農林規格の括約に基づき末口径を求めた。なお誤差が利用材積算出へ及ぼす影響を検討するため 113 の末口径を用いた。この末口径と実測による丸太の末口径との差を誤差とした。

この誤差は括約を行なったものであり母集団の分布は未知であるから、誤差が真値 0 に関して左右 50% ずつの割合で分布するかどうかについてはノンパラメトリックな検定方法である符号の順位和による Wilcoxon の検定を行なえばよい。

次にこの検定方法の手順を述べる。

誤差を d_i とし、 d_i の絶対値の小さい方から順に順位をつける。 d_i が正のもの、負のものと分けて、別々に順位和を求め、ふたつの順位和の小さい方の数を検定統計量 T とする。

符号の順位和による検定の有意点の表の値から n 、 α をみると T_α が得られる。 $T \leq T_\alpha$ ならば H_0 は棄却される。なお $d_i = 0$ は省き、 n を減らして検定する。

帰無仮説 H_0 : 誤差 d_i は十かーに偏りが無い。有意水準 $\alpha = 0.05$ とする。

Dendro の場合、正の $d_i = 152.5$ 、負の $d_i = 146.5 = T$ 、 $d_i = 0$ が 89 であるから、 $n = 24$ 、両側検定であるから $\alpha = 0.025$ となり表から $T_\alpha = 81$ を得る。 $T > T_\alpha$ であるから H_0 を採択する。

Tele の場合、正の $d_i = 1243$ 、負の $d_i = 1035 = T$ 、 $d_i = 0$ が 46 であるから、 $n = 67$ 、 $\alpha = 0.025$ での $T_\alpha = 89.2.66$ を得る。 $T > T_\alpha$ であるから H_0 を採択する。したがって、いずれの場合にも丸太末口径の誤差には十かー

の偏りはないといえる。

さらに利用材積で比較してみる。測定木 17 本の総丸太数 113 本を末口自乗法で算出すると実測値 = 5.602 m^3 、Dendro = 5.639 m^3 、Tele = 5.743 m^3 であり、Dendro では 0.7%、Tele では 2.5% の過大値となっている。

5. 考 察

Dendro および Tele で任意の上部直径を測定し、線型補間により末口径を算出し、これと実測値と比較した誤差の平均は Dendro で 0.1cm、Tele で 0.2cm であったが樹幹の細りの変化点を測定すればさらに誤差は小さくなると考えられる。

また Dendro の場合 ±1.0cm 以内に 94% が集中しており、利用材積では 0.7% の違いであった。このことは器械そのものの誤差よりもむしろ測定者の木の重なりなどによる視準の誤り、目盛の読み違い、測定値の誤記などの方が問題となるであろう。

Tele の場合 ±1.1cm 以上に約 44%、±2.1cm 以上に約 15% 誤差が分布しており、標本調査法あるは標本数が少ない場合に、このことは留意すべき点であろう。また利用材積では 2.7% の過大値となったが、このことは丸太材積は末口径の二乗に比例するため、2cm 以上の過大測定値が影響しているものと考えられる。誤差を少なくするためには水平距離を正確に測定し、胸高直径などにおける現場でのチェックを行ないながら測定することが必要であろう。

引用文献

- (1) 西沢正久：日林九支研論，30，45～46，1977
- (2) 増谷利博，西沢正久：日林九支研論，31，29～30，1978
- (3) 増谷利博，西沢正久：日林九支研論，32，81～82，1979