

## 利用材積の直接測定に関する研究 (II)

—デンドロメトリーとミニコンピュータリゼーション—

九州大学農学部 西 沢 正 久

関 屋 雄 偉

1) 前報<sup>1)</sup> においてテレ・レラスコープとラインサンプリングを併用した利用材積推定法を報告した。本年8月福岡県嘉穂郡穂穂町大字平塚字シル谷県有林2林班に小班の45年生ヒノキ林に10個のラインを設定してラインの両側でカウント木の調査を行ない、その中から抽出された標本木を英国製デンドロメーターで上部直径の測定を行ない69本を伐倒して採材し各丸太の皮付直径、皮内直径を測定した。本報ではデンドロの測定と丸太材積の推定の精度を検討する前にデンドロとミニコンピュータを組合せた利用材積測定法を報告しよう。本調査にあたって福岡県緑化推進課長中島義光氏、同課長補佐伊藤美昭氏、飯塚農林事務所林務課長森和彦氏を始め穂穂町森林組合の方々に多大の御援助を戴いた。ここに厚く御礼を申し上げる。

デンドロメトリー デンドロメーターを使用して上部直径を測定して丸太材積を推定する測樹法をデンドロメトリーという。デンドロで測定木の任意の高さの直径をのぞき右端のダイヤルをまわし、図-1 a に示すような像になったときの目盛をTGS (True Grade Scaling) 更にダイヤルをまわしてb に示すような像になったときの目盛をFGS (False Grade Scaling) とし、左上方に立っている丸い筒をまわして水準器の気泡が水平になったときの目盛を読むとそれが直径測定位置のサインの値になっている。換算表によりTGS に応じたX値に対して測定点までの斜距離、TGS とFGSの和(X+Y) 値に対して直径がわかり、斜距離にサインの値を乗ずることによって測定点までの高さが求まる。この方法は換算表を使用するので現場で測定値をチェックする場合、多大の労力と時間を必要とする。

2) Space は3Pサンプリングにおいてデンドロと大型電子計算機を組合せて上部直径、丸太表面積、丸太材積の計算を行なうプログラムを発表している。しかし最近関数型をくみこみ、プログラミングが可能なミニコンピュータが市販されるようになった。これとデンドロメトリーとを組合せれば上部直径と丸太材積の計算労力は大いに軽減されるであろう。

デンドロメトリーの理論とミニコンピュータのプログラミング。直径測定の読みを一般に $Z_i$  とする。TGSのときは $Z_t$ 、FGSのときは $Z_f$  である。これを用いてまず次式で $Z_i$  と $\delta_i$  を計算する。

$$Z_i = c \cos 0.9 Z_i \quad (1)$$

$$\delta_i = L Z_i - M \quad (2)$$

ここにL, Mは光学的にきまる定数で $L = 0.03932$ ,  $M = 0.02080$ である。測定高までの斜距離をRとすると

$$R = (B / \delta_t) / 100 \quad (3)$$

ここにBは器械の横の長さであり20.32cmである。測定点の直径をdとすると

$$d = B \{ 1 - (\delta_f / \delta_t) \} \quad (4)$$

Rとdが換算表のXおよび(X+Y) に応ずる値である。測定点でのサインの読みを $P_1$ 、その上の測定点でのサインの読みを $P_2$  とすると、1と2の間の長さは

$$\ell_1 = R_2 P_2 - R_1 P_1 \quad (5)$$

ここに $R_2$  はTGS<sub>2</sub>、 $R_1$  はTGS<sub>1</sub> に応ずる $\delta_t$  を用いて(3)から計算された値で $P_1$ 、 $P_2$  は1より大きい時は1を引き、1より小さい時は1から引いた値である。

横川ビューレットパックカードYHPモデル67ミニコンピュータはプログラムメモリ224、自動メモリ式スタックレジスタは表示をいれて5、番地指定レジスタは26あり、殆んどすべての関数型が組み込まれており、プログラムのブランピング、サブルーチンが組み込めるという機能をもっている。上記の計算をプログラミングするには、まず最初のTGSの値 $Z_{t1}$  を読みこみ、サブルーチンの中で(1)で $Z_{t1}$ 、(2)で $\delta_{t1}$ 、(3)で $R_1$  を計算し、 $\delta_{t1}$  と $R_1$  をストアし、メインにもどして $\delta_{t1}$ 、 $R_1$  を呼び出し、別に番地にストアしておく。次にFGSの値 $Z_{f1}$  を読みこみ同じサブルーチンの計算で $\delta_{f1}$  をストアし、メインでこれを別な番地にストアする。次の上部直径のTGSの値 $Z_{t2}$  を用いて再び同じサブルーチンの中で $\delta_{t2}$ 、 $R_2$  を計算しストアし、メインで呼び出し、別な番地にストアする。 $\delta_{t1}$ 、 $\delta_{f1}$  を呼び出し(2)で直径 $d_1$  が計算され、 $R_2$ 、 $R_1$  を呼び出し、 $P_2$ 、 $P_1$  をいれると(4)で $\ell$  が計算される。このプログラムを磁気カー

Dにに入れておけば、現場でこの磁気カードを入れ  $Z_{t1}$ ,  $Z_{f1}$ ,  $Z_{t2}$  の順にキーをうつと  $d_1$  が表示され、 $P_2$ ,  $P_1$  をいれると  $\ell_1$  が表示される。表-1のようにPの値は括弧の値を用いる。最初は既知の地上高たとえば1.2mに次々の $\ell$ を加えると地上高hとなる。現場では胸高位置をデンドロで測定し、ついで任意の上部の位置を測定すると上の手順で胸高直径がわかり、実測値とチェックしてあとは機械的に上部直径の測定に移り、次々にTGS, FGSの値をいれてゆくとdおよび $\ell$ すなわちhが現場でわかり誤まった測定値は直ちにチェックできる。

以上の上部直径の計算が終ると次の段階で丸太の末口径および丸太材積の計算を行なう。表-1の地上高と直径の関係をみて採材長を決定し、その長さの丸太の末口径付直径をその上下のデンドロ測定直径と高さを用いて比例で計算し、それをdとすれば、その関係を用いて皮内直径  $d_{ib}$  に換算する。

$$d_{ib} = d(D_{ib}/D) = d \{ a + b(h/H) \} \quad (6)$$

aおよびbはあらかじめ伐倒木の資料で  $D_{ib}/D$  と  $h/H$  の関係から求めておく。ここにHは樹高、Dおよび  $D_{ib}$  は地上高hでの皮付および皮内直径である。飯塚の247個の計算例では  $a = 0.9690$ ,  $b = -0.0908$  であった。 $d_{ib}$  が14cm以上であれば2cm括約、13.9

表-1 上部直径および地上高の計算

TGS	FGS	SJNE	$\ell$	h	d
DBH 23.3( $Z_{t1}$ )	70.0( $Z_{f1}$ )	0.987 (-0.019)( $P_1$ )	1.2	1.2	24.1( $d_1$ )
24.7( $Z_{t2}$ )	68.5	1.107 (0.107)( $P_2$ )	1.6( $\ell_1$ )	2.8	23.1
25.7	63.3	1.254 (0.254)	2.0	4.8	19.8
28.4	60.3	1.583 (0.383)	1.9	6.7	17.3
32.4	57.1	1.919 (0.519)	2.5	9.2	14.7

0 H=15.6 0

注) (1)より  $Z_{t1} = \cos 0.9 \times 23.3 = 0.9338$   
 (2)より  $\delta_{t1} = 0.03932 \times 0.9338 - 0.2080 = 0.0159$   
 (3)より  $R_1 = (20.32 / 0.0159) / 100 = 12.77$   
 同様に  $Z_{f1}$  より  $\delta_{f1} = -0.0029$   
 $Z_{t2}$  より  $R_2 = 13.03$   
 (4)より  $d_1 = 20.32 \{ 1 - (-0.0029 / 0.0159) \} = 24.1$   
 (5)より  $\ell_1 = 13.03 \times 0.107 - 12.77(-0.013) = 1.6$

参 考 文 献

(1) 西沢正久ほか1: 87回日林論文集, 85~86, 1976  
 (2) J. C. Space: 3P Forest Inventory

以下であれば1cm括約にして  $d_{ib}$  に丸太の長さを乗ずると丸太材積が計算される。この計算もミニコンピュータでプログラミングしてあり、表-1の丸太の長さの上の直径、下の直径、上の高さ、丸太の長さ、下の高さの順にいれると丸太の末口径付直径が表示され、樹高をいれると皮内直径が表示される。これを2cmまたは1cmに括約していれば、丸太長をいれると1秒間丸太材積を表示し、ついで丸太の数が表示され、1本の木について同様な計算をくりかえせば丸太の数および丸太合計材積が計算される。この結果を表-2に示す。

むすび デンドロとミニコンピュータを組合せると複雑な表を引く手間がはぶけ、現場で直ちに上部直径、地上高が計算でき、丸太の末口径付直径、皮内直径も機械的に計算され、丸太長を乗ずることによって丸太材積とその数が計算される。この方法を用いると採材長を変えて丸太材積を計算し最適な採材方法を検討できる。われわれは利用材積の計算ばかりでなく、ライン調査などの平均直径、平均樹高、ha当り本数、断面積、材積を現場で直径、樹高をいれるだけで求めることができるプログラムも作製して実行している。今後はミニコンピュータと組合せた森林測定の時代となってくるであろう。

表-2 末口径および丸太材積の計算

丸太の長さ	h	d	$d_{ib}$ (括約)	丸太材積
伐採高は 0.4mとする				
6	6.4	17.7	16.5 (16)	0.1536
3	9.4	14.2	13.0 (13)	0.0507
3	12.4	7.4	6.6 (6)	0.0108
計3本				0.2151

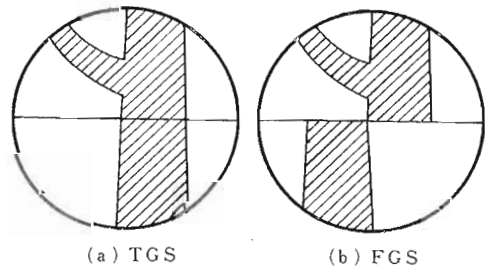


図-1 TGSとFGS

PP18 U. S. Forest Service, Atlanta, Georgia  
 30309 1974