# 「幹形の表現，アメリカとヨーロッパの比較」

H. G. ENGHARDT

19世紀の後半，円錐，放物線体およびナイロイドのように，よく知られた回転体の体積に関する公式が測樹の分野に導入された。有名なPRESSLER（1865），SIMONY（1876），およびKUNZE（1891）の名前が，こゝに登場する。

世紀の変り目の頃には，樹幹全体の把握を可能にするような統計的関係を樹幹の縦断面の形状の表現のために見出すという目的でもって，経験的な公式がいくつも展開された。

スカンジナビア系の研究者では，樹幹の胸高より上の部分に対する相対直径列を計算したBEHRE（1923, 1927）の名前が挙げられるべきである。

幹曲線を表現する現在までの試みの例としてGREY（1956），NEWNHAM（1965），KOZAKおよびSMITH（1966）ならびにBRUCEおよびその共同研究者達（1968）を挙げたい。

多数の例から２例を選びだして，簡潔に説明したいと思う。

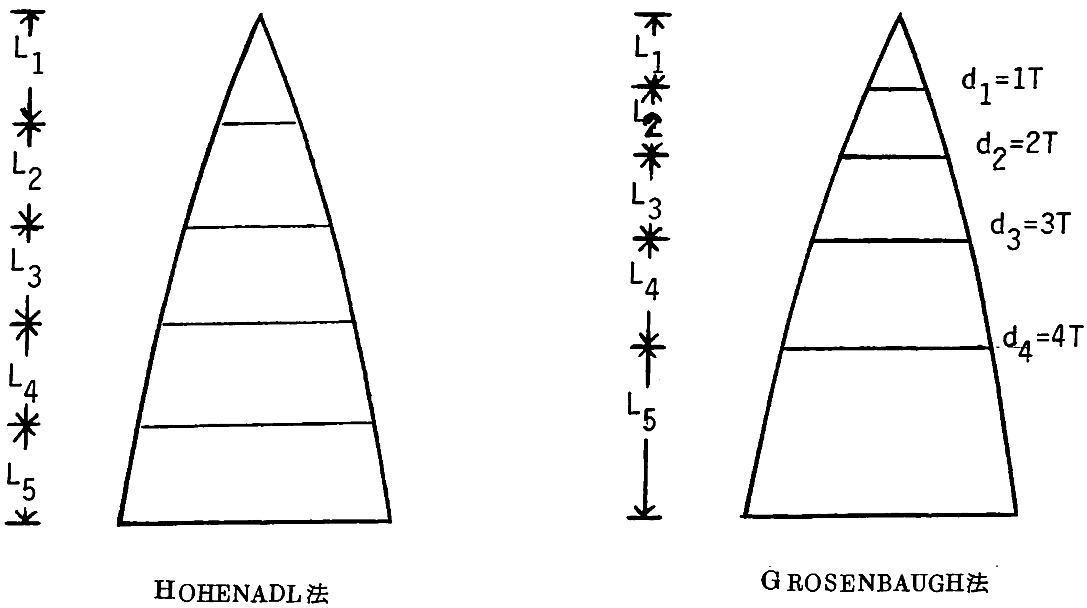
1950年代に，合衆国南部の林業試験機関において，上部樹幹を従来以上によく把握する１つの方法が開発された。

従来広く適用された材積評価の方法は，南部のマツについては，主として，GIRARD形状級による方法であった。これは，有皮胸高直径に対する，長さ16 ft（約4.80 m）の第一丸太の末口における無皮直径の百分率を記載したものである。したがって，立木あるいは伐例木の胸高直径および地上約5 mの直径が測定された。

新らしい方法とは，どんなものであっただろうか。L. GROSENBAUGHは，1950年代の初めにルイジアナ州，ニュー・オレルアンの林業試験場の部長であった。彼は，樹幹全体の把握という問題に関して，樹幹の上部直径の測定にもとづいて通直な樹幹の材積に接近する方法 ── 試験地に生育する樹幹材積の測定のためにも適当であるような方法 ── を展開した。GROSENBAUGHは，この方法を“Height Accumulation”と称し，1954年に公表した。

何が新らしかったか。従来は，区分求積法では等絶対区分長，あるいは等相対区分長が使用されていた（HOHENADL 1922 KRENNおよびPRODAN 1944）。GROSENBAUGHは，樹幹上の各断面の直径の減少分が等しくなるようにそれら断面の位置を選定した。したがって，この場合，各区分の長さは一定ではない。そして最も重要な回転体として円錐，放物線体およびナイロイドの欠頂体の体積計算から着手した。

GROSENBAUGHは，樹幹上の直径をT（Taper Step）の記号であらわした下部直径と上部直径の差によって表現した。計算方法の単純化のために，彼は，関係する各直径の減少分が，稍端に




図－1　HOHENADL 法とGROSENBAUGH 法の比較

向って最小直径d＝Tが成立する位置まで，Tの単純な数列を形成するように選定した。樹幹の個々の区分の末口直径は，したがって，直径減少分Tの倍数である。かくて，$d/T$ の商は簡単な整数で表現される。この誘導の過程は，究極的に、前述の主要な3種類の回転体に対する体積の1個の等式による表現を可能にする。

ついで，この式からすべての直径測定値が除去されるので，胸高直径測定値は1度も必要ではなくあらかじめ決定された直径をもつ断面までの高さのみが測定される。

樹幹の材積に対する最終的な式は，結局，

$$V=A(\Sigma H')+B(\Sigma H)+C(\Sigma L)$$

である。材積のためには，第1項および第3項のみが必要である。

係数Aは，種々の単位系別，および直径減少分Tにおける予定された間隔別に計算することができる。注目すべきことは，係数Aの計算に際し，区分の長さおよび直径の測定値を同じ材積単位で代入しなければならないことである。係数Cは，係数Aおよび選定された幹曲線から算定される。GROSENBAUGH は，円錐の幹曲線を受容できるものとみなし，使用されている各係数を、それにしたがって計算した。放物線体およびナイロイドは省いた。計算過程の1例を論文の終りに示す。

こゝで付言されるべきは，GROSENBAUGH は樹幹の表面積の推定のためにもこれらの係数を決定したということであるが，基本公式は，すべての計算において同一である。

この方法は元来立木材積の推定のために展開されたのではあるが，立木樹幹の上部直径の位置および高さの測定という形式に問題が変形されているとしても，それは奇異なことではない。

この方法は，1955年に，当時20年生のPinus palustris (Longleaf pine)の間伐試験地で樹高約12 m，平均胸高直径12～18cmの林分の材積測定のために初めて応用された。

計算過程は，以下の通りである。

GROSENBAUGH 法によれば，樹幹材積は

$$V=A(\sum H')+C(\sum L)$$

である。1本の樹幹について，有皮直径が20, 10, 5, 0 (cm)を示す各断面高が1, 4, 10, 13, 16 (m) であったとする。したがって，各区分長は1, 3, 6, 3, 3 (m)である。樹高，すなわち区分長の合計$\sum L=16$ (m)である。区分長の第1次累計の数列は1, 4, 10, 13, — である。これは区分長の累計の数列においては削除される，樹幹の最上部の区分長を含まないときの，減少する各直径までの高さによる単純な数列である。 区分長の第2次累計の数列は1, 5, 15, 28で，その合計$\sum H'=49$である。したがって，樹幹材積は，

$$V=0.003927(49)+0.000654(16)$$
$$=0.2029\ m^3 \text{（有皮材積）}$$

ある特定の末口直径（ただし，上記の数列に含まれていなければならない）までの材積が必要であるとすれば，その計算は次の通りでよい（例：末口直径を10cmとする）。

皮付直径が20, 15, 5, 0(cm)のとき，各区分長は1, 3, 6, 0, 0(cm)，その合計$\sum L=10$(m) 区分長の第1次累計の数列は1, 4, 10, 10, —，その第2次累計の数列は1, 5, 15, 25, —，その合計 $\sum H'=46$である。したがって，末口直径10cmまでの樹幹材積は

$$V_{10cm}=0.003927(46)+0.000654(10)$$
$$=0.1872\ m^3 \text{（有皮材積）}$$

樹幹全体についての区分長の第2次累計の数列の和は，たとえば同一胸高直径および同一樹高の複数の林木を比較するとき，その幹形を表現するための適当な指標でもある。

以 上

## あとがき

ここに抄訳した論文はENGHARDT，H. G.: Schaftform darstellung，amerikanishe und europäische Messverfahren. Forstw. Cbl. 97巻，第5号，1978 である。同号は1978年6月16日に西ドイツのフライブルク大学で開催されたForstliche Biometrie研究会の創立25周年記念学会の特集号で，訳者は，山形大学の北村，今永，東京大学の箕輪，信州大学の木平，九州大学の西沢，木梨の諸先生，アジア航測の富村氏と，幸運にもこの記念学会に参加した。同号を手にして，当日の状況を鮮やかに思い起こす。個人的な感概はさておき，この論文に引用されたGROSENBAUGH の求積式は既に1954年に発表されたものであるが，評価されないのか，又は訳者の不注意からか，わが国ではこの方法に言及された論文に気づかない。あえて抄訳を試みる次第である。詳細については原論文をご参照頂ければ幸いである。 宮崎大学 飯塚 寛