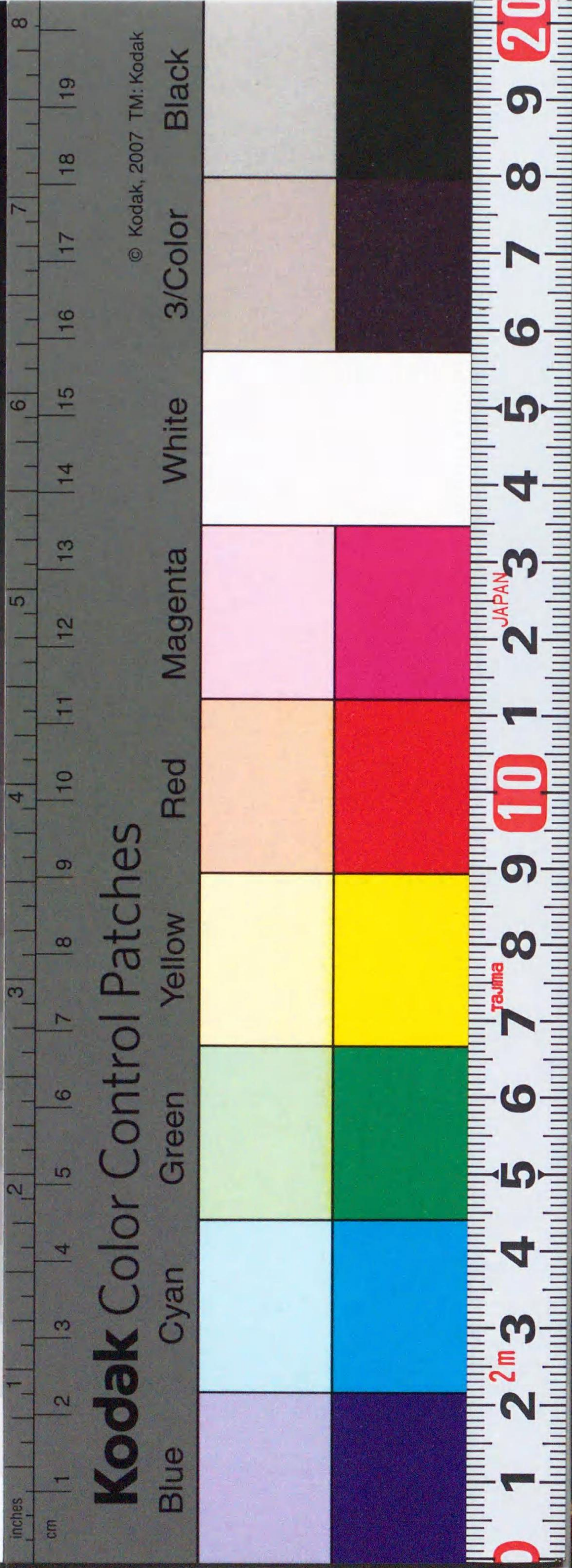


Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



Kodak Color Control Patches

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

© Kodak, 2007 TM: Kodak

55.2
12

S655.2
Sa12
7

測 樹 概 要

農 林 省 山 林 局

林野庁資料室

Y994-J6849



I 種
W



1200800686513

測 樹 概 要

目 次

緒 論	1
測樹及測樹學の意義	1
測樹上の單位	1
材 種	3
樹 幹 の 形 狀	3
第一 伐材木の材積測定	4
I、丸太の材積測定	4
1、求 積 公 式	4
(1) 簡單なる幾何學的立體の求積式	4
(2) フーベル氏公式	6
(3) スマリアン氏公式	6
(4) リーケ氏公式	6
(5) 末口自乘法	6
(6) 五分周公式	7
(7) 區分求積法	7
2、求積實行法	8
(1) 長さの測定	9
(2) 直徑の測定	9
(3) 周圍の測定	10

(4) 斷面積計算	11
(5) 計算補助表	12
II、製材の材積測定	13
(1) 角材の材積測定	13
(2) 板材の材積測定	13
III、枝葉、根株等の材積測定	14
(1) 測容法	14
(2) 重さの比例に依る方法	16
IV、層積測定法	16
第二、立木單材積測定法	18
I、樹幹の材積測定方法	18
1、求積方法	18
(1) 丸太材積求積式の應用	18
(2) 形數法	19
(3) 望高法	20
(4) 立木材積表に依る方法	21
(5) 目測法	22
2、直徑、樹高測定實行法	23
(1) 胸高直徑の測定	23
(2) 樹高の測定	24
II、枝條、樹皮、根株の材積測定	27
(1) 枝條材積	27
(2) 樹皮の體積	27
(3) 根株材積	27

第三、林木材積測定法	28
I、林木材積測定法の種類	28
II、實測標準木法	29
1、每木調査	29
2、標準木	31
(1) 標準木の意義、標準木法	31
(2) 標準木の大きさ	32
(3) 標準木材積測定	34
(4) 標準木選定上の注意	34
3、各種標準木法	35
(1) 單級法	35
(2) 階級法	38
A、直徑級法	38
B、直徑階法	45
III、每木法	48
IV、標準地法	49
V、目測法	50
第四、生長量測定法	51
I、年齢査定法	51
1、單木の年齢(樹齡)	51
(1) 伐採木の場合	51
(2) 立木の場合	51
2、林木の年齢(林齡)	53
(1) 同齡林の林齡	53

(2) 異齡林の林齡	54
II、生長量測定法	55
1、生長量の種類	55
A、現實生長量	55
B、平均生長量	56
2、單木生長量	57
(1) 立木の場合	57
(2) 伐採木の場合	57
(3) 樹幹解析法	59
3、林木生長量測定	70
4、生長率	70

測 樹 概 要

緒 論

測樹及測樹學の意義

測樹とは單木（丸太又は立木）又は林木の全部或は一部分の材積、年齢、生長量を測定することを云ひ、測樹に關する理論及實行方法を研究する學を測樹學といふ。

林業の基礎は普通の場合木材の生産にあるのであるから、一樹又は一林の材積及生長量を測定する方法を知ることの必要なることは云ふ迄もないことで、従つて測樹は林業經營の基礎的業務の一つである。

測樹上の單位

物の大さ、量を測定せんとするには、先づその測定の單位を確立する必要がある。測樹に就ては獨特の慣習的單位がある。

大正十三年七月一日より度量衡法が改正せられてメートル法が採用せられ、將來メートル法に統一實施せられることになつたが、過渡期に於ては舊度量衡法が併用し得ることになつてゐて實際上此兩制度の單位が用ひられてゐる。従つて測樹上の單位として此兩制度の單位を知る必要がある。

本邦に於て普通に用ひられてゐる單位を述べる前に材積の單位として實積と層積との區別を述べると、實積とは木材の實際の體積を云ひ、層積とは薪炭材の如く形狀不規則で、而も價值低き材の多數材積を測定する場合に限り用ひられるもので木材を一定の長さに切り之を一定の幅、高さに積み重ねた時にその全體の占有する容積即ち長さ、幅、高さの相乗積に相當する空間の容積を云ふ、層積に於ては材と材との隙間をも含むが故に、木

材の實際の體積即ぬ實積は常に層積より小さいがその度合は樹木の大小、曲直、積み方等に依つて異なる。原則としては材積は實積を以て測るべきで何れとも明示せざる場合は、實積であることは云ふ迄もない。

石 十立方尺を一石と云ふ。由來北海道、樺太、青森地方に於ける地方的單位であつたのであるが、大正年代に至つて國有林、御料林の標準單位として採用せられ、従つて全國一般的に尺 \times に代へられるに至つたものである。

尺 \times 廣く民間に用ひられてゐる單位であつて十二立方尺を云ふ。而し地方に依つては例へば飛騨、木曾地では十五立方尺、紀州地方では十四立方尺、東京地方では十三立方尺を以て一尺 \times と云ひ、地方に依りその内容を異にするから、この單位名稱で測られる材に就てはその内容を一應確める必要がある。

才 一寸角二間の角材の有する材積を一歳と云ふ。即ち百二十立方寸で一尺 \times の百分の一に相當する。貴重材の賣買の際に用ひられる單位である。一歳の内容が地方的に異なる所があるからその内容に付注意を要する。

棚 層積の單位で薪炭材の材積を表はすに用ゐられる。

棚の寸法は地方的に種々の慣行がある。政府では以前 $3 \times 6 \times 6$ (=108立方尺) を以て棚の寸法としてゐたが、大正三年以降 $2 \times 5 \times 10$ (=100立方尺) に變更し、現時では、一立方メートルを以て一棚としてゐる。

束 薪炭材、粗朶材、樹皮、竹材に用ひられる單位で、その大さは地方に依り區々であるが、普通三尺の繩を以て結束し之を三尺繩 \times 一束といふ。

坪 板材又は樹皮に用ふるもので長さ一間又は三尺のものを幅一間に並べて一坪と云ふ。

参考 國有林で用ひられる單位は、國有林野事業規程第二條の二に、“材積中用材=在リテハ立方メートル、薪材=在リテハ立木ハ立方メートル、其ノ他ハ層積立方メートル、枝條、粗朶及竹=アリテハ束(一メートル繩 \times)ヲ單位トス”と規程されてあるが、昭和十五年三月二十九日山林局長通牒に依り“昭和十五年以降ノ斫伐豫定案及斫伐豫定案總括表ハ、立木ノ材積單位ハ從來通り立方メートルトシ素材及製材=アリテハ石、薪材=在リテハ棚、枝條、粗朶及竹=アリテハ束(三尺繩 \times) 樹皮=在リテハ坪トスルコト”となつた。

材 種

測樹上樹木の部分に依り幹材、枝條及根株材に分ち、又用途に依つて用材、燃材(又は薪炭材)及粗朶材に區別する。之等を材種と云ふ。

樹 幹 の 形 狀

樹幹の形狀は樹種に依り、又同じ樹種でも年齢周圍の狀況に依り必ずし

も一様でない。例へば潤葉樹の如きは甚だ不規則である。然るに針葉樹に於ては第一圖に示す如く規則的な形状を呈し而も全體としては複雑な形であるが、之を分解して見ると簡単なものとなる。即ち、その大部分を占める中央部（第一圖のⅡの部分）は圓柱に近く、根際部分（Ⅰの部分）は、ナイロイド（ナイル拋物線體）に近く、先端部（Ⅲの部分）は拋物線體で極先端（Ⅳの部分）は圓錐體に近い。

又何れの部分でも樹幹を横斷して見ると、圓に近い形状を呈する。嚴密に云へば寧ろ橢圓に近いものであるが、普通には凡て圓と見做す。

第一 伐採木の材積測定

I 丸太の材積測定

丸太即ち樹幹材は完頂體と缺頂體の場合がある。完頂體とは梢端部の存する完全な樹幹を云ひ、缺頂體とは梢端部を切り除いたものである。何れにもせよその材積を測定するには樹幹の長さ及び或る部分の横斷面の面積（斷面積）知りを種々な求積公式に依つて計算するのである。

1 求積公式

(1) 簡單なる幾何學的立體の求積式

前述の如く樹幹の各部分は簡單な幾何學的立體と見做し得る。今之等の求積公式を示せば、

圓 柱

最も簡單であつて、任意の位置の斷面積

(G) に高さ (L) を乗すればよい。

$$V = GL$$

圓錐體

完頂體に對しては元口斷面積 (r) と高さ (L) を知れば

$$V = \frac{1}{3}GL, \text{ 若くは } V = \frac{4}{3}rL$$

缺頂體に對しては末口面積を (g) とすると、

$$V = \frac{1}{3}(G + \sqrt{Gg} + g)L$$

拋物線體

完頂體に對しては元口斷面積又は中央斷面積と高さを知れば、

$$V = \frac{1}{2}GL \text{ 若くは } V = rL$$

缺頂體に對しては元口斷面積或は中央斷面積と高さを知れば、

$$V = \frac{1}{2}(G + g)L \text{ 若くは } V = rL$$

ナイロイド

完頂體に對しては元口斷面積若くは中央斷面積と高さを知れば、

$$V = \frac{1}{4}(G + \sqrt{G^2g} + \sqrt{Gg^2} + g)L$$

然しながら普通はかくの如く樹幹を各部分に分つて夫々上式に依り材積を測定するが如きことは行はぬ。

實用に適する求積公式は

- (イ) 測定計算簡便なるもの即測定を要する斷面の數が成る可く少きもの
- (ロ) 成る可く多數の立體形に同時に誤差なく適用出来るもの
- (ハ) 完頂體、缺頂體何れにも適用出来るもの以上の條件に適するものが宜い。斯かる意味で普通に用ひられてゐる求積を述べると、

(2) フーベル氏公式

中央断面積 (r) と長さ (L) とを知り
次式に依り全材積を計算する。

$$V = rL$$

本式は最も簡単である爲に林業上最も廣く用ひられる。

然しながら本式は完満なる樹幹に適用すれば過大なる結果が得られ、又梢殺な樹幹に適用すれば過少の結果が得られる。多數の木材々積合計を測定する場合には正負反對の誤差あるを以て總計に於ては可成正確なものである。又本式は完頂體缺頂體何れにも同一形で適用される。

(3) スマリアン氏公式

元口断面積 (g_0) 末口断面積 (g_n) 長さ (L) とにより。

$$V = \frac{1}{2}(g_0 + g_n)L$$

短材にありては、可成正確な結果が得られるが、概して過大な材積が得られる。短かき丸太材を多數積み重ねた儘測定する場合には之を動かさず測定し得る故本式に依るを便とす。本式を完頂體に適用するには $g_n = 0$ と置けば宜い。

(4) リーケ氏公式

元口断面積 (g_0)、中央断面積 (r)、
末口断面積 (g_n) と長さ (L) とにより

$$V = \frac{1}{6}(g_0 + 4r + g_n)L$$

本式は前二者に比し正確な結果が得られるが測定及計算が煩雜なる故に一般には餘り用ひられない。

(5) 末口自乘法

$$V = d^2L \quad (d \text{は末口直径})$$

本式は我國に於て丸太積積測定に從來廣く用ひられて來たもので末口直径に等しい邊を有する正方角柱の容積を以て丸太材積に代へんとするものである。之方法は長さ2米位なる時は稍々正確であるが、これより短材に對しては過大、長材に對しては過少なる結果を與へる。

(6) 五分周公式

$$V = \left(\frac{u}{5}\right)^2 2L \quad (u \text{は中央の周圍})$$

本式はフランスに於て用ひられるものでフーベル氏公式の近似式と見做され得るが直径に代へるに周圍を以てする關係上稍々大なる材積を與へる。

(7) 區分求積法

以上の諸公式は何れも二、三の断面積を用ひて材積を計算するもので、短材に對しては相當正確な結果を與へるが長材に對しては精密に材積を計算することが出来ない。故に長丸太なる場合、その樹幹の體積を精密に計算せんと欲せば區分求積法に依り樹幹を一又は二メートルの假想的區分に分ち、各區分に對し、前述の公式を適用し、その材積を求め之を合計して全幹材積を求める。斯の如き方法を區分求積法と云ふ。

(イ) フーベル氏公式の應用

測定を實行する場合には先づ元口より區分の長さの半分の所に印を附

し、その直径を測り、以後は一區分の長さ毎に印を附し、その直径を測り最後に亦區分の長さの半分の所に印を附し、その直径を測る。

丸太の全長が一區分の長さの倍数ならざる時は最後に半端の區分を生ずる。この場合にはこれ丈別途に計算せねばならぬ。完頂體なる場合には梢端部は圓錐體として $V = \frac{1}{3}gl$ に依り計算する

上圖に於ける計算式を示せば、

$$V = (r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6)l + \text{梢端部材積}$$

一般には

$$V = (r_1 + r_2 + \dots + r_n)l + \text{梢端部材積}$$

(ロ) スマリアン氏公式應用

全樹幹を n 等分し各斷面積間の距離を l とし、各斷面を夫々 $g_0, g_1, g_2, \dots, g_{n-1}, g_n$ とすれば、スマリアン氏公式に依り

$$v_1 = \frac{l}{2}(g_0 + g_1)$$

$$v_2 = \frac{l}{2}(g_1 + g_2)$$

$$v_3 = \frac{l}{2}(g_2 + g_3)$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$v_n = \frac{l}{2}(g_{n-1} + g_n)$$

故に求むる區分求積式は上式を合計し

$$V = \frac{1}{2} \{ g_0 + g_n + 2(g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{n-1}) \} l$$

$$= \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{n-1} \right) l$$

若し初め n 等分せず最後に半端の區分を生じたる時は別途計算することフーベル氏式の場合の如し。

2 求積實行法

以上の如き方法により材積を求むるには、丸太の長さ、斷面積又は直径及び周圍を測定するを要す。次に之等の測定に要する器具とその使用法等を説明する。

(1) 長さの測定

長さの測定をなすには測竿、測鏈等を使用することあるも、最も普通には測量用の巻尺を使用する。特に精密なるを要する場合には鋼鐵製巻尺を使用するが、普通は麻布製のものをを用ひる。嚴密に云へば樹幹の中心軸の長さを測定すべきであるがその誤差僅少なるを以て樹幹の表面に沿ひ、丸太の中心軸の方向の長さを測定すれば充分である。

(2) 直径の測定

直径を測定するには普通輪尺を使用する。その構造種々あるも、最も普通で簡単なものは尺度(A)、固定脚(B)、遊動脚(C)の三部より成るものである。固定脚は尺度の一端に取付けられ、遊動脚は尺度に嵌め込まれ、滑車にて自由に動き得る様作らる。携帯に便ならしめんが爲、固定脚に遊動脚を折疊み、尺度に重ね、捻じにて止める様工夫されたものもある。

輪尺の構造上、重要な點は、

- (イ) 固定脚及び遊動脚の内邊は尺度にて直角なるべきこと。
- (ロ) 尺度は乾濕に依り伸縮、反張せず、常に正確なる値を示すべきこと。

(ハ) 軽くして且つ堅牢なるべきこと。

(ニ) 携帯に便なること。

尙之を使用して直径を知るには、兩脚にて樹幹を挟み、その間の距離即ち直径の大きさを尺度の度盛にて讀むのであるが、次の諸點に注意するを要す。

(イ) 尺度は幹軸に直角に當てねばならぬ。

(ロ) 尺度及兩脚は幹に觸れさせねばならぬ。

(ハ) 尺度の度盛を讀むには、必ず尺度を幹に當てた儘でなすべきこと。樹幹から尺度を引離し、又は全然引抜いて度盛を讀めば誤差を生ずる。

(ニ) 測定すべき位置が枝節、瘤等の部分にあたる時は、その上下を測り平均する。

(3) 周圍の測定

周圍を測定するには卷尺を用ひる。特に測樹用に作られたものは直径割卷尺とも云ひ、小型で、先端に針を附し幹に刺し込み、使用を便ならしめる。尺度の一面には周圍を讀む爲普通の度盛りを施し、反面には周圍に對する直径を直ちに知り得る様、直径値の度値りを施す。その値は $d = \frac{u}{\pi}$ なる公式にて計算するものである。

周圍を測定するにつき特に注意すべき點は卷尺は幹軸に斜めに巻き易きものなれば、これに直角なる様なすべきこと及び瘤其の他の凸凹ある部分を避くべきこと等である。

卷尺は輪尺にて測定し得ざる如き大なる幹の材積を測定する場合に必要

で、又携帯に便なる故旅行の際に用ひらるゝ。

(4) 斷面積計算

上述の如く、材積を測定するには斷面積を知るを要す。然るに普通の場合斷面積を直接斷面に付測定することは困難なるか或は不可能(例へば中央斷面積の如き)である。故に直径又は周圍を測定して之より斷面積を計算する。

直径から斷面積を計算するには、若し斷面の形が正しき圓であるならば、公式

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 = 0.7854 d^2 \dots \dots (1)$$

(但し、 $\pi = 3.1416$ とす)

に依り算出し得る。

然るに前述の如く、樹幹斷面は、嚴密には圓でない。故に直径は一方向のみでなく、二つ若くは夫れ以上多數を測定し、之に基き種々なる方法で成る可く眞に近い斷面積を求めねばならぬ。

普通に用ひらるゝ方法は、最大最小の二直径(これは普通互に直角なる方向にある)を測定し、平均しこれより斷面積を算出する。この方法を平均直径法といふ。

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$g = \frac{\pi}{4} D^2 \dots \dots (2)$$

或は次式に依ることもある。

$$g = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{4} d_1^2 + \frac{\pi}{4} d_2^2 \right) = \frac{1}{2} (g_1 + g_2) \dots \dots (3)$$

之を平均斷面法と云ふ。本法は單木の場合にはあまり用ひられず、主として林分材積測定の際に應用される。

(5) 計算補助法

上述の如き各種計算を簡便ならしむる目的を以つて、豫め之等の計算を行ひ、その結果を表示したものを計算補助法と云ふ。その重なるものを示せば、

(イ) 圓面積表

種々なる直径又は周囲に對する圓面積を公式に依り算出せる結果を表示したものである。

(ロ) 圓面積合計表 (圓柱表)

本表は主として林木材積測定の際に使用さるゝものであるが、便宜上ここに説明する。

例 直径 15 cm に對する斷面積 20 個の合計を知らんとせば、15 cm の縦行と、個數 20 の横行との交叉するところの數字を見るべし、若しこの場合 150 個の斷面積合計を求めんとせば、100 のところの數字と 50 に對する數字とを合計すればよい。

又本表は圓柱體積表としても利用出来る。即ち個數を圓柱の高さと考へればよいわけである。かくの如きものと解すれば、フーベル氏求積式を應用して材積を求める場合幹材積が直ちに得られる。即ち中央直径 20 cm 長さ 5 m なる場合、直径 20 cm の縦行と 5 横行との交はる欄の數字より材積が直ちに得られる。

又後述する形數法に依り材積を計算する場合にも本表を利用し得るわけである。

(ハ) 丸太材積表

種々なる末口直径及び長さに對する丸太材積を示した表である。これを利用すれば最も簡単に材積を知り得るわけである。

本表は同一直径及び長さを有する多數の丸太につき材積を求め、これを平均修正し、末口直径及び長さの大小の順に依り配列して示せるものである。然るに丸太の材積は、同じ末口直径、長さを有するものでも、樹種に依り又生産せられた地方に依り異なる故、丸太材積表は地方別樹種別に作らねばならぬ。

個々の丸太材積を求むる場合には、相當の誤差を生ずるは免れぬが、多數丸太の材積合計を求むる場合には、個々の誤差は或程度まで打消し合ふ故、可成正確な結果が得られる。

II. 製材の材積測定

木材はその用途に従つて種々なる形に製材せらるゝが、角材及び板材の測定法を知れば他は自ら了解し得らるゝであらう。

(1) 角材の材積測定

角材の材積は其の厚さ幅及び長さを測定し、之を相乗すればよい。

$$V = abl$$

普通厚さ幅は cm 單位、長さは m 單位、材積は m^3 にて表はすを以て

$$V = \frac{a(cm)}{100} \times \frac{b(cm)}{100} \times l(m) m^3$$

實際上角材に多少丸味を有するもの多きも、普通之を正角材として材積を定む。

(2) 板材の材積測定

板材の材積も、同様に幅及厚さの相乗に長さを乗すればよい。

算式は $V = abl$ である。

Ⅲ、枝葉、根株等の材積測定

枝葉、根株及び濶葉樹の樹幹の如く不規則な形狀を呈するものに對して、上來述べし如き方法で材積を求むる事困難、殆んど不可能に近い。

かくの如きものには、簡単な物理學上の原理を應用し、形狀の如何に拘はらず測定し得る方法をとる。これを物理學的測定法と云ふ。

その最も普通に用ひらるゝ方法は測容法である。

(1) 測 容 法

原理 或る物體を一定容積の水の中に入るときは、水の容積はその物體の容積丈増加する。依つてその増加量を測定すれば、間接に物體の容積を知り得るわけである。測容法はかくの如き簡單なる原理を應用せるものに外ならぬ。

測容器 本法を實行するには、この目的のために作られた測量器(キシロメーター)を用ひるが便利である。その構造は直徑0.5 m、高さ1.5 m位の亞鉛製圓筒形の水槽であつて、その筒腹に沿ひ、度盛せる硝子管を壁に竝行に取り着け、(或は圖に示す如く、直接硝子管に度盛を刻まず、側に度盛せる尺度を取り付ける)その管底は内部と連絡し、槽内の水位高まると同時に硝子管の水位も同じ様に高まる如くす。

●硝子管の度盛は、槽の水量が、一立増す毎に水位がその一度宛高まる様刻まれてある。即ちその度盛 n 度高まれば、槽内の水は n 立増すことを示す。

使用法 先づ成る可く平なところに器を据ゑ適宜に水を充たし、水面の

静まるを待つて、硝子管の水位を度盛にて見、次に測定すべき材片を徐々に水中に没入せしめ、水面静止せば再び高まりたる水位を読む、最初の度盛り a 、次の度盛り b とすれば、1度は1立の水量増加を示す故、材積 V は

$$V = (b - a) \text{リットル}$$

測容器使用上の注意

(イ) 硝子管内の水面は毛細管現象に依り凹形を呈する故、常に一定の面、例へば m の水位にて度盛を読むべし、

(ロ) 度盛を読む目の位置を一定すべきこと。即ち視線が読み點に於て硝子管に直角なるやうに保つを可とす。

(ハ) 度盛りを讀むは、水面の静かな時ならざるべからず。若し容易に静止せぬときは、掌又は板にて之を抑ふべし。

(ニ) 測定すべきものが、粗朶、針葉樹の枝葉の如く隙間多きものなるときは、水中にてこれを揺り動かし、隙間にある空氣をよく驅逐すること。

(ホ) 最初入るゝ水量は測らんとするものゝ容積に應じて加減すべく、大なるものを測らんとせば水を少量入るべく、普通は約三分の二位とす。

簡易測容器 キシロメーターを有せざる場合次の如き簡易法も行はれる。

圖の如き樽其他適宜の器の上部に排水管を設け、之に達するまで水を充し置き、徐々に測定せん

とする材片を水中に没入せしめる。同時に排出せらるゝ水を他の器にて受け、その水量を測れば材積を知り得る。

(2) 重さの比例に依る方法

測容法を多數木材につき實行することは、長時間を要するを以て、普通はその中より標準として全體の平均比重に等しき比重を有すべきもの少量を選び出し、これについてのみ測容法にて材積を測定し、全材積は重さの比重に依つて算出する。

今全體の重量 G 、標準のものゝ重量 g 、その材積 v とすれば、求むる V は、

$$V = \frac{G}{g} \times v$$

として得らる、何となれば、標準のものゝ比重は $\frac{g}{v}$ 、全體のそれは $\frac{G}{V}$ 、この兩者を等しとすれば、

$$\frac{G}{V} = \frac{g}{v}$$

$$V = \frac{G}{g} v$$

本法を實行するには、標準材の選定に特に注意するを要す。即ち全體のうちから中庸の比重を有すと思はるゝものを選び出さねばならぬ。

IV、層積測定法

薪炭材は、材質の代りに重量又は束を以てその量を測ることが多い。材積を以てする場合と實積を測らずに層積を用ふる。これはその形状不規則で實積を測ること困難、加ふるにその價值低きを以て、多大の時間と經費を拂ひ實積を測定するに値しないからである。

層積測定法 平坦なる土地に於て一定の内幅及び高さを有する枠を作り、測定せんとする木材を一定の長さに伐り、枠内に均等に積み重ねその高さを測定すればよい。即ち木材の長さ枠の内幅及び測定した高さを相乗すれば層積が得られる。

かくの如き測定を棚積みと云ふ。

棚積の注意

層積は、棚積の仕方に依つてその大き著しく異なる故、注意せねばならぬ。

曾て東京營林局にて試験したるところに依れば同一材にて一は6棚強に、一は5棚弱に積みたることありと云ふ。

測定上注意すべき事項を擧ぐれば、

(イ) 成るべく平坦地に木枠を設くべきこと、若し傾斜地に積むならば

枠の底を圖の如く平らにすること。

(ロ) 木材の長さ及び枠の幅を一定せしむる

こと。長さ大なれば、層積大となる。幅廣

ければ、高さ低くなり層積は大となる。メ

ートル單位に依る場合、長さ1m、幅1m、高さ1mに積みたるものを以て標準とする。

(ハ) 太きもの及び細きものを、全體に均等に配布すべきこと。若し太

きものを集めて下部に細きものを上部に積み、層積大となり、反對

にすれば、細きものは強く壓せらるゝを以て層積小となる。

層積と實積との關係

統計上其の他種々の必要に依り、層積からその實積を知りたいことが多い。かくの如き場合には普通所謂實積係數なるものを利用して算出する。

實積係數とは實積の層積に對する比を云ふ。

$$\text{實積係數} = \frac{\text{實積}}{\text{層積}}$$

故に若し實積係數が與へられれば、之れに層積を乗じ實積を得るわけである。この係數値は豫め實驗的に調査して置くのであるが、その値は種々

なる事情に依つて異なる。即ちその重なるものを擧れば、

(イ) 木材の太さ 最も影響あるもので、棚積みする材の太い程係數値は大である。

(ロ) 形 状 木材の形狀は樹種に依り、又樹の部分(幹、枝等)に依り異なる。針葉樹は濶葉樹に比し整形なるを以て、係數大であり、濶葉樹に比し屈曲甚しからざるを以て係數値大である。

(ハ) 棚の積み方 即ち前述の如く、先づ棚の幅木の長さに依つて異なる。即ち長さ大なれば各材の形狀不規則となり、従つて係數小に、幅廣ければ、高さ低くなるを以て係數小となる。又大小の配置に依つても異なる。即ち太いものを上部に積み、實積係數は大となる。

最後に積み方の丁寧さも影響する。隙間の尠くなるやう注意して積みめば實積係數大となる。

以上の如く、種々なる事情に依つて實積係數の値異なるも、普通の幹材なれば大約0.6乃至0.7の値を有するものと見做し得る。

第三 立木單材積測定法

I. 樹幹の材積測定方法

立木に於ても、丸太材積求積公式を應用すること不可能ではないが、普通は立木の場合に限り應用すべき特殊な方法に依る。

1. 求 積 法

(1) 丸太材積求積式の應用

前述丸太材積求積式を應用すること必ずしも不可能ではない。然しながら根元の斷面は根張りの影響で甚しく不整形であり、又直接測定し得ざる

上部直徑を測定せんが爲には測徑器に依り間接に測定せねばならず、而も之が爲には多大の時間を要し結果は正確なるを期し難い。

普通には以下述ぶる如く、胸高直徑と樹高の測定のみにて足りる簡便法を行ふのである。

(2) 形 數 法

本法は立木材積測定法として最も廣く用ひらるゝ方法である。

形數及形數法の意義 樹幹の或位置に於ける斷面積に樹高を乗すれば、其の斷面積に等しき底面積を有し、且つ樹高と等しき高さを有する圓柱の體積を得べし。かくの如き圓柱を比較圓柱と稱する。

樹幹の材積(v)とこの比較圓柱の體積(C)との比を形數(f)と云ふ。然らば、樹幹材積は比較圓柱體積に形數を乗することに依つて得られる。

$$f = \frac{v}{C}$$

$$\therefore v = Cf = ghf$$

かくの如く、比較圓柱の體積即ち樹幹の或る部分の斷面積と樹高を測定し、之に對する形數を知つて立木材積を査定する方法を一般に形數法と云ふ。

形數の種類 比較圓柱の斷面の位置を胸高にとりたるものを樹幹胸高形數と云ふ。

$$f = \frac{v_s}{gh} \quad \left(\begin{array}{l} v_s = \text{樹幹材積} \\ gh = \text{胸高斷面積} \end{array} \right)$$

比較圓柱の斷面の位置を樹高の或る整數分(普通二十分の一又は三十分の一とす)にとりたる場合樹幹正形數と云ふ。

$$f'' = \frac{v_s}{g \frac{1}{n} h} \quad \left(g \frac{1}{n} = \text{樹高の } n \text{ 分の一の斷面積} \right)$$

比較圓柱の斷面の位置を、樹幹の底面にとりたるものを樹幹絶對形數と云ふ。

$$f'' = \frac{sv}{goh} \quad (go = \text{樹幹底面斷面積})$$

正形數、絶對形數は胸高係數の改良案として提出せられたものであるが、實用上反つて不便なる故利用せらるゝこと尠い。故に單に形數といへば普通胸高形數を指す。

形數に依る材積測定法 形數法を實行するには先づ形數値を知らねばならぬ。然るに之れを個々の場合實測すること困難なるを以て、形數表を利用するのである。形數表は豫め多數の材料を用ひ、種々なる直徑又は樹高を有する伐採樹幹につきその材積を精密に測定し、形數値を算出し、これを平均修正して作製する。

形數値は同じ樹高又は直徑を有するも、樹種に依りその値を異にするを以て、形數表は樹種別に作らねばならぬ。又其の地方の材料に依つて作つたものを利用すれば、良好なる結果を得べきである。

形數表に依り形數値を知れば、樹高と胸高直徑を測定し

$$v = Cf = gbhf$$

に依り立木幹材積を算出し得る。

本法は平均値を利用する故、多數樹木の材積合計を求むる場合には結果が正確である。然しその方法簡單なるを以て單立木材積測定にも利用さるゝのである。

(3) 望 高 法

本法は獨逸國プレツスラー氏の考案にかゝるものである。
氏は胸高直徑の半分の直徑を有するところを望點

と云ひ、伐採點より望點までの高さを望高 (K) と名付けた。

今立木に於て、望點を定め望高を測定することを得れば、伐採點以上の立木幹材積は下式に依り求めらるゝ。

$$V = \frac{2}{3} gb \left(h + \frac{m}{2} \right) \quad \left(\begin{array}{l} gb = \text{胸 高 斷 面 積} \\ h = \text{望 高} \\ m = \text{伐採點より胸高までの高さ} \end{array} \right)$$

本法を實行するには、先づ望點を求めねばならぬ、プレツスラー氏はこの目的の爲に望筒と稱する望點測定器を考案したが、使用簡便ならず、又測徑器を應用して望點を決定し得るが、何れも簡便でない。故に普通は目測にて定めるのである。望點が決定すれば、望高は樹高と同様に測定し得る。

形數法と異り、本法は平均數値を利用せず各個樹の實測値に依つて求積することに特色がある。

然し望點の決定が形數法に比し煩なるを以て今日廣く行はれぬ。

(4) 立木材積表に依る方法

立木材積表 丸太材積表の如く、同一胸高直徑、樹高を有する樹幹の材積を精密に測定し、之れを平均修正したものを、直徑樹高の太小の順に依り配列して示した表である。

材積は同じ胸高直徑、樹高を有しても、樹種に依り異なる故、材積表は各樹種毎に作らねばならぬ。

材積表に依る材積測定 胸高直徑、樹高を測定すれば、表に依り計算を要せずして直ちに材積を知り得る故最も簡便である。

形數法と同様に平均値に依るもの故、多數樹木材積測定に適用すべきものであるが、測定最も簡單なるものを以て、單木の場合にも屢々應用され

る。

材積表の種類 立木材積表には、単に樹幹材積のみならず、枝條材積、根株材積等をも示したものがあつた。即ち樹幹材積表、枝條材積表、根株材積表及び之等の總材積を示したものとて樹木材積表等がある。然し普通樹幹材積表を材積表と呼ぶ。

又材料を集めた地方範圍の廣狹に依り、一般的材積表、地方的材積表と區別することもある。材積測定には、成る可くその地方の材料で作られた所謂地方的材積表を利用するがよい。

(5) 目 測 法

目測法とは器具機械を用ひず、測者の熟練せる目分量に依り材積を測定する方法を云ふ。

これに二方法あり。

(イ) 直径、樹高、形數等の諸要素を目測し、計算に依り材積を定める。

(ロ) 直接その材積を見積る。

後者の方が、前者より困難である。故に先づ第一法より練習するを可とす。

何れを行ふにせよ、必要なることは、自己の腦中に目測の單位を作りおくことである。例へば胸高直径 50 cm 又は 1 m、樹高 10 m、20 m 材積 0.5m^3 、 1.0m^3 等の大きさに眼を慣らしておく、而して實地目測を行ふに當り、この腦中にある自己の單位とその大きさを比較し適當に増減して決定するのである。

なほ、目測を練習する際に、適當なる補助手段を利用するも差支ない。例へば形數法を行ふに當り胸高直径、樹高を目測し、形數は形數表に依り

求め、又斷面積は計算補助表を利用する等である。又直径樹高を目測し、材積表を利用するもよい。

目測實行上注意すべき點は、

(イ) 樹よりの距離は、常に略ぼ一定とすること例へば直径は約 8 歩の距離に於て行ふがよい。

(ロ) 天候良好なるときは、明瞭に見え位置を近く感じ、從つて小さく見積り易い。曇天の場合は之に反する。

(ハ) 傾斜地に於て樹を上方より見下すときは、大きく見え、下方より見上げれば小さく見える。

(ニ) 樹皮平滑にして明るい色なれば、大きく見える。

其の他樹形、林の疎密度、林齡等の情況に依り意外の誤認を生じ易きものなる故、各種の事情を考慮し、誤りなきやう心掛けねばならぬ。

2、直径、樹高測定實行法

立木幹材積を實測するには、胸高直径及び樹高の測定を必要とする。

(1) 胸高直径の測定

胸高直径の測定は、伐採木の場合と同様に、輪尺又は卷尺にて行ふ。既に述べたる使用上の注意は、この場合にも適用される。

胸高の位置は、獨逸にては、地上 1.3 m であり日本では從來地上四尺 (1.21 m) であつた。メートル法施行せられてより、山林局では地上 1.2 m と改めた。

平地に於ては、この位置を定めるにつき何等の問題はないが、傾斜地に於ては、傾斜面の上方を基點とするか、或は下方を基點とするかを決めねばならぬ。普通は測定の便宜上、上方を基點とする。

次に直径測定の方法は、傾斜地に於ては、傾斜面の方向に平行の方向

と、之に直角なる方向（即ち傾斜の方向）との二つについて測定するを可とする。

平地では輪尺をあてた儘最大直径を示す方向を求めて測り、なほ之れに直角なる第二の直径を測定する。

立木にあつては、屢々測定個所に蔓、苔を附着する故、よく之れを除去してから測定せねばならぬ。

(2) 樹高の測定

樹高は、普通巻尺、測竿等に依り直径測定すること難きを以て、測高器と稱する特殊の器械に依り間接に測定する。

測高器には二種あり、幾何學に於ける相似三角形の理論を應用したるものを幾何學的測高器と云ひ、三角術の理論を應用して測定するものを三角術的測高器と云ふ。後者は計算を要し煩なるを以て普通用ひられず、故に本書に於ては、前者の中にて實際に利用されるもの二三につき、その構造使用法を説明するに止める。

ワイゼ氏測高器

本器は、現今最も廣く利用されつゝある。

構造 圖に示す如く、直径2.5 cm、長さ22 cmの中空圓筒(A)でその兩端に見透し装置があり、その外腹には、見透し線に平行に

鋸齒狀刻み目を有する金屬製尺度(B)を取り付け、又之に直角に、稍々先端に近く、B尺度と同じ大きさの度盛を盛つた可動尺度(C)が嵌められその先端に重き金屬製垂鉛(D)が取付けられてある。但しその断面はB尺度の刻みに嚙み合ふやう三角形にしてある。

B尺度の度盛りの読み度は、可動尺度の中心を零度として兩方の方向に進行し、可動度の夫れは垂鉛の附着點を零度として下方に進行する。

使用法 樹の梢端及び根元を望み得る如き位置を求め測點とし、樹の中心までの水平距離を測る。その數値に等しく可動尺の度盛りを合はせる。(例へば水平距離10mとせば、度盛り10のところ合はせる。即ち圖Obの長さを水平距離に等しくするわけである)。

次に垂鉛が固定尺度より少しく離れ自由に垂下する如き位置を保ち、圓筒の見透し線を通じて梢端を望み、その儘筒を少くし傾けて垂鉛を尺度の刻み目に嚙ませ、そこの読み度を知る。これ水平距離と同じ單位にて示せる眼の高さ以上の樹高である。

眼の高さ以下の樹高も、同様に測定し得らるゝ。

クリステン氏の測高器

本器は測點より樹迄の距離の測定を必要とせることが特徴である。

構造 幅23 cm、厚さ1.5 mm、長さは約30 cmの眞鍮製尺度で、圖に示す如く、その兩端は釣狀に突起させてある。その間が有效尺度である。

尺度には上端より下端に向つて進行し、不同の距離に深く刻み込まれたる度盛がある。

なほ本器には一定の長さ(2m又は4m)の測竿を併せ要するもので、その長さは尺度の下部に示されてある。

使用法 先づ樹の根元に、所定の長さの測竿を立てる。次に二指にて尺度の上端にある孔を挟み尺度を垂直に垂下せしめ、圖に示す如く尺度の上下端 a 、 b にて樹の梢端及び根元を見透す如き位置を見出す。

次にそのまゝにて測竿の頂點を望み、その見透し線が尺度と切れ合ふ點即ち圖の D 點を見定めその度盛を読む。これ即ち測竿と同じ單位で示された樹高である。

樹高測定上の注意

- (イ) 梢端及び根元を明瞭に視得る測點を選ぶべきこと。あまり近ければ、枝條に遮ぎられ梢端を見ることを得ぬ。側枝を梢端と誤認し易い。
- (ロ) 傾斜地に於ては、樹の根元より高き位置をとること。

但し眼の高さが樹幹の中央より高くならぬやうにすべし。

- (ハ) 樹より測點までの水平距離は、平地に於ては略樹高と等しきやう、又傾斜地に於ては略樹高の半分位とすること。
- (ニ) 距離は、樹幹の中心軸までを成るべく正確に測定すること。
- (ホ) 正確なる樹高を得んとせば、種々な方向より測定し、結果を平均

すべし。

II、枝條、樹皮、根株の材積測定

之等の體積は立木のまゝ直接に實測する方法なきを以て、從來の經驗數を利用して見積りをなすのである。

(1) 枝條材積

枝條形數表又は枝條材積表あらば、之を利用して幹材積の場合と同様に測定し得る。

又屢々枝條率表も利用さるゝ。枝條率とは枝條材積の樹幹材積に對する百分率であつて、この數値を多數の樹木につき測定し、胸高直徑、樹高又は枝下高の大小の順に配列したものを枝條率表と云ふ。

枝條率は樹種及び樹冠の位置に依つて異り、なほ鬱閉度、樹木の林内に於ける位置(林縁樹は枝條が多い)等に依つて異なる故、よく之等の事情を參酌せねばならぬ。

普通の場合、概略10-20%の間にある。

(2) 樹皮の體積

樹皮の體積は所謂樹皮率を利用する。樹皮率とは、樹皮體積の皮付樹幹材積に對する百分率を云ふのであつて、樹種に依つて大差あるも、枝條材積の如く著しく不定なるものではない。

その數値は杉に於ては約5-8%の範圍である。

(3) 根株材積

根株材積は、伐採點以下の樹幹と地下の部分を含む體積で、これの樹幹材積に對する百分率を根株率と呼ぶ。この値は樹種に依り又土地の深淺等に依り異なるも、概略15-20%の値を有すると云ふ。

大部分は地下に存するを以て、經驗數に依る見積りも、前者等より一層

不正確なるを免れ難い。

第三 林木材積測定法

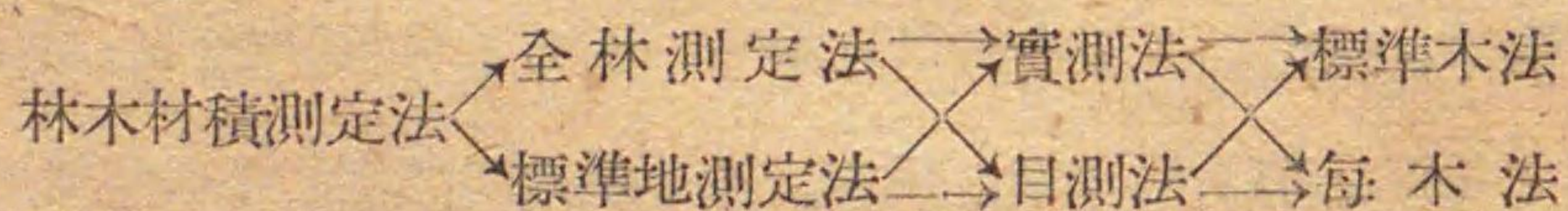
I、林木材積測定法の種類

樹木の集合體である林木材積の測定方法は種々あるも、先づこれを分つて、全林測定法と標準地測定法となす。前者は、名稱の示す如く、全區域に亘つて測定をなすものであるが、その面積小なる場合にしか實行されぬ。普通には、後者が行はれる。即ち全林中より適當なる小區域（之を標準地と云ふ）を選び、該區域内の材積を適當なる方法で測定し、その結果より全體の材積を算出するのである。

次に以上の各法は更に實測法と目測法とに分たれる。前者は材積計算に必要な因子即ち胸高直徑樹高形數等を一々器械にて實測する方法を云ひ、後者は目分量にて之等因子又は直接材積を測定する方法を云ふ。

以上の諸法は、更に又毎木法と標準木法とに分たれる。前者は林木を形成する各樹木一々につき材積を測定し、これを合計して林木材積を得る方法を云ひ、後者は一本宛材積を測定せず、普通胸高直徑丈を測り、その結果から代表的の樹木即ち標準木を選定し、これにつき材積を測定し以て林木材積を算出するのである。

以上の分類を總括して表示すれば



即ち八種類の組合せが出来る。その中全林實測毎木法が最も精密で、全林目測總材積法が最も不精密である。

その何れを選ぶべきは、

- 1) 測定の目的、換言すれば要求される正確度
- 2) 測定の爲に許されたる時間、經費の關係
- 3) 森林の狀態換言すれば、各樹木の大きさの不揃度等の諸事情を考へて決定せねばならぬ。

II、實測標準木法

本法は最も普通に行はれ、林木材積測定法の基幹をなす。與へられた面積小なれば全體について又その面積大なれば、その中より選ばれた標準地についてこの方法を行ふのである。

本法を行ふには、先づ各樹木の本數及びその胸高直徑を實測する。これを毎木調査と云ふ。この結果より適當な方法で標準木を選び、その材積を測定して求むる林木材積を算出するのである。

1、毎木調査

毎木調査は成るべく迅速に、而も同時に正確なる結果を得るやう一定の規律、順序の下に行はねばならぬ。

直徑の測定をなすに當り先づ決定せねばならぬことは、測定の精密度である。若し極めて精密に測らんと欲すれば、各樹木を殆ど一々直徑を異にするが故に、測定計算の手續が著しく面倒となる。故に林木材積測定の場合に限り、普通1 cm又は2 cm毎に直徑の端數を四捨五入して、前者の場合には1、2、3、4、……cmとし、後者の場合には2、4、6、8、10……cmとして測定するのである。かく端數を捨てた直徑列を直徑階と云ひ、又かく四捨五入することを括約（又は完約）すると云ふ。

かくの如く毎木調査を行ふに當つては、1 cm又は2 cmの直徑階を設け括約を行つて直徑を測定する。

而してこの括約を行ふには、輪尺に豫め括約をした度盛を施しておくのである。

即ち圖に示すが如く1 cm の直徑階に括約する場合は0.5 cm 乃至1.5 cm 以下のものはすべて2 cm として測る様度盛りする。

2 cm の直徑階に括約する場合には1 cm 乃至3 cm 以下のものはすべて2 cm として又3 cm 乃至5 cm 以下のものはすべて4 cm として測るやう作られてある。

輪尺の尺度には、一面に普通の尺度の度盛りを記し、反面には括約した度盛りが記されてある。

括約尺度は林木材積測定の場合に限つて利用さるべきことを俟たぬ。

次に注意すべきことは、直徑測定的位置及び方向である。胸高直徑は正しく地上四尺（又は1.2 m）の高さを測る。傾斜地では、傾斜の上方から測ること、單立木の場合と同様である。測定の方法は、最大最小二直徑で、傾斜地では前述の如く、傾斜に平行の方向と之に直角なる二方向を測る。

測定能率を擧ぐるには記帳者一人に、直徑測定者二人を配して一組となすがよい。

記帳者は先づ測定地を通覽して、即ち材種の混交せるや否や、その狀況（每木混交か、群狀混交か）樹高に著しき相異あるや否や、直徑の大小の範圍等を觀察して適當な野帳を準備する。

最も簡単な場合即ち樹種混交せず、樹高も不齊ならざる場合の例を示せば下圖の如く、若し樹種の混交2種又は3種程度ならば、これと同じもの

を、その數に應じて作ればよい。

直徑階	第何林班第何小班		樹種	
	本	數	合計	備考
10	正	一	6	
12	正	正 丁	12	
14	正	正 正 正 下	23	
:	:	:	:	
30	下		3	
32	丁		2	
合計			548	

直徑測定者は測定済の樹木にその印を附するため、チョーク、墨又は皮搔き器を用意する。又測定者熟練せざるときは測定位置を誤らぬやう、所定の長さの棒を用意し、一々測點を測るを可とする。

以上の準備を整へば、林内の一隅より、順序を定めて測定を開始する。傾斜地では、最低部から水平の方向に次第に上方に向ふ。

測定者は、傾斜の上方に立ち、輪尺を水平に保ち、之を樹幹に當てたまゝにて直徑の大きさを大聲に讀む。記帳者は誤記又は記入漏を防ぐため、

一々呼ばれた直徑を繰り返へし之に應へながら、該當直徑欄にその數を普通5本宛一纏めにし、合計本數を數へるに便利なる様記入する。（正五冊 ∴ ∴ 丑山等）

測定者は確實に測定結果の記入されたることを確め、測定済の符號を記帳者から見える方面に記し、（傾斜地では傾斜の上部へ）次の樹木に移る記帳者は、常に傾斜の上方に立ち、その印をよく監視しつゝ測定漏れを防ぐ。

2. 標準木

(1) 標準木の意義、標準木法

今 N 本の樹木を有する林木の材積を V とすれば平均一本の材積 v では次式にて示さる。

$$v = \frac{V}{N}$$

故に林木材積を査定せんとするに當り、若しかくの如き平均一本の材積と樹木本数とが與へらるゝならば求むる材積 V は

$$V = N \times v$$

として算出し得らるゝ。かくの如く或る林木の平均一本の材積に等しい材積を有す樹木を標準木と云ひ、標準木の材積と本数とを知つて林木材積を査定する方法を標準木法と云ふ。

然るに標準木材積は林木材積が知られざる以前直接知り得ぬ故、標準木の有する胸高直径樹高或は形數等の材積計算因子を毎木調査の結果から求め、之れに依り標準木材積を適當な方法で査定するのである。

故に標準木は單に林木の平均一本の材積を有するのみならず、胸高直径樹高形數等の値がその材積に應じ持たねばならぬ大きさを有せねばならぬ。

(2) 標準木の大きさ

標準木材積を知るには、前述の如く、材積計算因子たる胸高直径、樹高又は形數等の大きさを先づ毎木調査の結果から求めねばならぬ。

(イ) 標準木の胸高直径

今、一林木に於ける

直径階	$d_1 d_2 d_3 \dots d_x$
各直径階所属本數	$n_1 n_2 n_3 \dots n_x$
各直径階一本の材積	$v_1 v_2 v_3 \dots v_x$

とすれば、標準木材積 v は次の如く表はせる。

$$v = \frac{V}{N} = \frac{n_1 v_1 + n_2 v_2 + \dots + n_x v_x}{n_1 + n_2 + \dots + n_x}$$

之を形數式に直せば、

$$ghf = \frac{n_1 g_1 h_1 f_1 + n_2 g_2 h_2 f_2 + \dots + n_x g_x h_x f_x}{n_1 + n_2 + \dots + n_x}$$

然るに形數と樹高の相乗積（之を形状高と呼ぶ）は、直径の大小に依り大差なく、すべて相等しと假定するも大なる不都合はない。尠くともこれに依り生ずる誤差は大小互に或る程度打消し合ふものである。

依つて $hf = h_1 f_1 = h_2 f_2 = \dots = h_x f_x$ とすれば、

$$g = \frac{n_1 g_1 + n_2 g_2 + \dots + n_x g_x}{n_1 + n_2 + \dots + n_x} = \frac{G}{N}$$

となる。これ即ち標準木の有すべき胸高断面積である。かくして得たる断面積より、圓面積式に依り、直径を算出すれば、

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} g} = 1.1284 \sqrt{g}$$

これ求むる標準木の胸高直径である。

(ロ) 標準木の樹高及形數

標準木の樹高、形數の大きさも、直径と同様にして求めることを得る、然しその實行頗る煩なるを以て實際には行はぬ。普通は、直径のみを、上述の如く算出し、樹高、形數は、簡便法で定めるのである。

例へば樹高を求めるには、所謂樹高曲線を利用する。樹高線を描くには、大小種々なる直径を有する樹木成るべく多數を選び、その樹高を測定し、その結果を次圖の如くに示す。而して、その中間を縫う平滑なる曲線を描き平均的樹高を定めるのである。

かくて求める標準木胸高直径に對する平均的樹高を知る。

胸高直徑 (cm)	平均樹高 (cm)
6	5.60
8	6.70
10	7.62
12	8.60
14	9.40
16	10.20
18	10.95
20	11.55
22	12.15

(3) 標準木材積測定

標準木の材積は、その胸高直徑を毎木調査の結果から算出し、かくの如き直徑を有する樹木を實地林内に探し求め、その材積を伐採し又は立木のまゝ望高法、幾何學的求積法等にて實測するか、或は形數表、材積表等に於ける經驗的平均數を利用して決定するかの二法がある。

前者を現實標準木に依る方法、後者を假想標準木に依る方法と云ふ。

従來は多く前法が行はれた。即ち標準木を實地に求め、之れを伐採し、フーベル氏區分求積式を適用して、精密にその材積を測定したのである。

然るに近來假想標準木に依る方法を推奨する者もある。兩法夫々得失あるも、若し利用し得べき形數表、材積表あらば、測定も簡單且正確なる結果が得られる故、寧ろこれを利用するがよい。

(4) 標準木選定上の注意

實地に標準木を求めて求積する場合、その適否は、結果の正確度に影響すること大である。之れが選定には次の如き諸項に留意するを要す。

(イ) 選ばれるべき標準木は、計算上得た胸高直徑に成るべく近き直徑を有するものたるべきこと。

(ロ) 標準木の周圍の狀況に留意すべきこと。あまり鬱閉せる部分にある樹、又は林縁樹の如きを避けねばならぬ。

(ハ) 形狀中庸正常なるべきこと。二叉木、曲木の如きを避け、枝付中庸で、樹冠幹形的良好なるものを選ぶ。

(ニ) 標準木本數、現實標準木に依る場合、たゞ一本のみでは不確實なるを以て、數本選ばねばならぬ。理論上その本數多き程良好な結果が得らるゝ如きも、本數多ければ時間經費を要すること多く、又勢ひ多少不適當なものも標準木とせねばならぬことゝなる。故に許されたる時間、經費及林木の整齊度等の事情を考へて適當に定めねばならぬ。普通總林木本數の0.5乃至3%の範圍となる。

3. 各種標準木法

標準木は、標準木を全林木から選ぶか、又は全林木をその直徑の大小に依つて幾何かの樹群に分ち(直徑級又は直徑階に分ち)各群から標準木を選ぶかに依つて次の如く分類される。

I 單級法

II 階級法

- A 直徑級法
- B 直徑階法

以上の中、最も普通に行はれてゐるのは、單級法であり、特に精密を要する場合には直徑階法を行ふ。

(1) 單級法

全林から標準木を選ぶので、最も簡單従つて最も廣く行はれるが結果は稍々不正確なるを免れぬ。

計算式 標準木の定義に於て述べた如く、標準木材積 e 、全體本數 N 、
求むる材積を V とすれば

$$V = Ne$$

として、林木材積が得られる。然るに標準木の胸高斷面積 γ は、全體木の
胸高斷面積合計を G とすれば、前述の如く

$$\gamma = \frac{G}{N} \quad \therefore N = \frac{G}{\gamma}$$

之を上式に代入すれば

$$V = \frac{G}{\gamma} e$$

然るに現實標準木に依る場合には、數本 (ν) 選ぶを以て、夫々の合計
を、そのまま計算に用ひるが便である。即ち次の如く書き表はす。

$$V = \frac{G}{\nu \gamma} \nu e$$

之れを言葉で述べれば、單級法に依る林木材積は全林木胸高斷面積合計を
實際選定された標準木胸高斷面積合計にて除し、之れに選定された標準木
材積合計を乗ずることに依つて得られる。

但し形數表、材積表等を利用し、所謂假想標準木に依る場合、當然標準
木は一つとなり、又 γ は計算上得た値そのものである。

實行順序

- (イ) 毎木調査に依り、全林木の胸高斷面積合計を求めらる。
- (ロ) 標準木胸高直徑を算出する。即ち斷面積合計を林木本數にて除
し、標準木胸高斷面積を得。之より圓面積式を利用し、標準木胸高直
徑を算出する。
- (ハ) 標準木材積を査定する。若し假想標準木に依るならば、直ちに表
より材積が得られる。この場合樹高を必要とするならば、胸高曲線に
依るか、或はもつと簡単に求めんとせば、標準木直徑に等しい直徑を

有する樹木數本を實地に探し、その樹高を測高器にて測定し平均する
のである。

現實標準木に依らんとするならば、算出標準木直徑になるべく近い
直徑を有する樹木を前述の如き注意の下に選び、その材積を伐採し又
は立木の儘にて前述實測法中適當な方法で測定する。

(=) かくて、上掲の如き計算式に依り林木材積を算出するのである。

計算例

標準木直徑計算

直徑階 (地上1.3m) (cm)	本數	斷面積合計 (m ²)	直徑階 (地上1.3m) (cm)	本數	斷面積合計 (m ²)
15	18	0.318	31	18	1.359
16	9	0.181	32	27	2.171
17	9	0.204	33	27	2.309
18	63	1.603	34	36	3.269
19	27	0.766	35	-	-
20	36	1.131	36	9	0.916
21	54	1.870	37	9	0.963
22	45	1.711	38	9	1.020
23	63	2.611	39	-	-
24	63	2.850	40	-	-
25	63	3.093	41	9	1.188
26	45	2.389	42	-	-
27	81	4.638	43	-	-
28	27	1.663	44	9	1.368
29	36	2.378			
30	27	1.909	計	819	43.890

$$\gamma = \frac{43.890}{819} = 0.0536\text{m}^2 \quad d = 26.1\text{cm}$$

標準木及林木材積計算

番 號	胸 高 直 徑 (地上1.3m) (cm)	斷 面 積 (m ²)	材 積 (m ³)
1	25.6	0.0515	0.6629
2	25.7	0.0519	0.8225
3	26.3	0.0543	0.6334
4	26.6	0.0556	0.6988
5	26.6	0.0556	0.7092
計		0.2689	0.5268

$$\frac{G}{\nu} = \frac{43.890}{0.2689} = 163.22$$

$$\text{林木材積} = 3.5268 \times 163.22 = 575.65\text{m}^3$$

(2) 階 級 法

單級法は、大小種々なるものから標準木を選ぶ故、標準木直径計算に際し形状高を等しと假定する誤差の影響が大で、結果は正確でない。

この場合全林木を幾個かの樹群に分ち、詳言すれば順次数個の相隣れる直径階を集めて直径級を作り、各直径級から標準木を選ぶことゝすれば、正確度が高められる。これを最も細かくしたものは、各直径階から標準木を選ぶ方法である。前者を直径級法と云ひ、後者を直径階法と云ふ。

A、直 径 級 法

直径級法は、その直径級の作り方に依つて種々なる方法に分たれるが、その代表的なもの二つを次に説明する。

(イ) ウイリツヒ氏法

こゝに述べるものは、ウーリツヒ氏第二法と呼ばれるもので、全林木を

mケの直径級に分ち、各直径級の本数を等しくし、且つ各直径級から同数宛の標準木を選出するものである。

計 算 式

各直径級の本数を $N_1 N_2 \dots N_m$ 、標準本数を $\nu_1 \nu_2 \dots \nu_m$ 本宛とする。

又各直径級の標準木材積を $e_1 e_2 \dots e_m$ とすれば、各直径級の材積は、單級法の場合に準じ

$$\frac{N_1}{\nu_1} \nu_1 e_1, \quad \frac{N_2}{\nu_2} \nu_2 e_2, \dots, \quad \frac{N_m}{\nu_m} \nu_m e_m$$

で之等を合計したものが、求むる全林木材積である。

$$V = \frac{N_1}{\nu_1} \nu_1 e_1 + \frac{N_2}{\nu_2} \nu_2 e_2 + \dots + \frac{N_m}{\nu_m} \nu_m e_m$$

然るに各直径級の本数及び標準木本数を等しくする故

$$\frac{N_1}{\nu_1} = \frac{N_2}{\nu_2} = \dots = \frac{N_m}{\nu_m} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_m}{\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_m} = \frac{N}{\nu}$$

故に上式を變じて

$$V = \frac{N}{\nu} (\nu_1 e_1 + \nu_2 e_2 + \dots + \nu_m e_m) = \frac{N}{\nu} [\nu e] \dots \dots \dots (1)$$

然るに $\frac{N}{\nu}$ は、單級法の場合と同様 $\frac{G}{\nu \gamma}$ と置き換ふることが出来る。

何となれば、各直径級の標準木断面積を $\gamma_1 \gamma_2 \dots \gamma_m$ 、又標準木の形状高を $h_1 f_1, h_2 f_2, \dots, h_m f_m$ とすれば、

$$V = Ghf = N_1 \gamma_1 h_1 f_1 + N_2 \gamma_2 h_2 f_2 + \dots + N_m \gamma_m h_m f_m$$

こゝに $hf = h_1 f_1 = h_2 f_2 = \dots = h_m f_m$ と假定すれば

$$G = N_1 \gamma_1 + N_2 \gamma_2 + \dots + N_m \gamma_m$$

$$= \frac{N_1}{\nu_1} \nu_1 \gamma_1 + \frac{N_2}{\nu_2} \nu_2 \gamma_2 + \dots + \frac{N_m}{\nu_m} \nu_m \gamma_m$$

$$= \frac{N}{(\nu)} [Vr]$$

$$\therefore \frac{N}{(\nu)} = \frac{G}{[Vr]} \dots \dots \dots (2)$$

故に求むる計算式 (1) は (2) の関係を入れ

$$V = \frac{G}{[Vr]} [Vr]$$

となし得る。

即ち之を言葉で云へば、全林胸高断面積合計を選定されたる各直径級の標準木胸高断面積合計にて除し、之に選ばれたる各直径級の標準木材積合計を乗すればよい。

即ちこの場合、全林材積合計は各直径級毎に計算するを要せず、直ちに全林につき算出される。

實行順序

- (イ) 全林木を、その本数に應じ數ヶの直径級に分つ。普通5個位とす。これより各直径級に屬すべき本数を定め、小なる直径級より次第に本数を累加し、一直径級の所定本数に達すれば締め切つて直径級を作る。かくて順次豫定数の直径級を得る。この場合本数の都合にて一直径階に屬するものが分割され、別の直径級に分配されることもある。
- (ロ) 各直径級毎に、單級法の場合と同様にして標準木胸高直径を算出する。
- (ハ) 現實標準木に依る場合には、適當本数 (各直径級同様宛) の標準木を選び、その材積を測定する。
- (ニ) かくて、各直径級からの標準木材積を合計し、之れに全林胸高断

面積合計を、選ばれたる各直径級標準木胸高断面積合計にて除したる商に乗すれば、全林木材積合計を得る。

計算例

標準木直径計算

級の数を5とし各級より三本の標準木を伐るものとす。

即ち $\nu=3$ とす。各級本数は $\frac{819}{5} = 163.8$

直径級	直径級 (地上1.3m) (cm)	本数	断面積 合計 (m ²)	直径ノ計算
I	15	18	0.318	$g_1 = \frac{4.238}{163} = 0.0260 \text{ m}^2$ $d_1 = 18.2 \text{ cm}$ $3g_1 = 0.0780 \text{ m}^2$
	16	9	0.181	
	17	9	0.204	
	18	63	1.603	
	19	27	0.766	
	20	36	1.131	
	21	1	0.035	
		163	4.238	
II	21	53	1.836	$g_2 = \frac{6.300}{164} = 0.0384 \text{ m}^2$ $d^2 = 22.1 \text{ cm}$ $3g_2 = 0.1152 \text{ m}^2$
	22	45	1.711	
	23	63	2.617	
	24	3	0.136	
		164	6.300	
III	24	60	2.714	$g_3 = \frac{7.984}{164} = 0.0487 \text{ m}^2$
	25	63	3.092	

III	26	41	2.177	$d_3=24.9\text{ cm}$
		164	7.984	$3g_3=0.1461\text{ m}^2$
IV	26	4	0.212	$g_4=\frac{10.022}{164}=0.0611\text{ m}^2$
	27	81	4.638	
	28	27	1.663	
	29	36	2.378	
	30	16	1.131	
		164	10.022	$d_4=27.9\text{ cm}$ $3g_4=0.1833\text{ m}^2$
V	30	11	0.778	$g_5=\frac{15.347}{164}=0.0936\text{ m}^2$
	31	18	1.359	
	32	27	2.171	
	33	27	2.309	
	34	36	3.269	
	35	-	-	
	36	9	0.916	
	37	9	0.968	
	38	9	1.021	
	39	-	-	
	40	-	-	
	41	9	1.188	
	42	-	-	
	43	-	-	
44	9	1.368		
		164	15.347	$d_5=34.5\text{ cm}$ $3g_5=0.2808\text{ m}^2$
總計		819	43.891	$[g]=0.8034\text{ m}^2$

標準木及林木材積計算

番 號	胸 高 直 徑 (地上1.3cm) (cm)	斷 面 積 (m ²)	材 積 (m ³)
1	18.0	0.0254	0.2998
2	18.4	0.0266	0.3237
4	18.4	0.0266	0.2971
I 級		0.0786	
4	21.8	0.0373	0.4733
5	22.1	0.0384	0.5545
6	22.3	0.0391	0.5472
II 級		0.1148	
7	24.7	0.0479	0.6955
8	24.8	0.0483	0.7913
9	24.9	0.0487	0.5988
III 級			
10	27.5	0.0594	0.7624
11	27.9	0.0611	0.8124
12	28.3	0.0629	0.7957
IV 級		0.1834	
13	33.7	0.0892	1.3055
14	34.4	0.0929	1.4375
15	36.3	0.1035	1.6114
V 級		0.2856	

計		0.8073	11.3059
---	--	--------	---------

$$\frac{G}{\nu\gamma} = \frac{43.891}{0.8073} = 54.37$$

$$\text{林木材積} = 11.3059 \times 54.37 = 614.70\text{m}^3$$

(ロ) ハルチツヒ氏法

本法は、前同様全林木を適當數の直徑級に分つ、但し各直徑級の胸高断面合計を成るべく等しくし、各直徑級から同様宛の標準木を選ぶのである。

計算式

前同様

$$V = N_1 e_1 + N_2 e_2 + \dots + N_m e_m$$

各直徑級から ν 本宛の標準木をとるとすれば、

$$V = \frac{N_1}{\nu_1} \nu_1 e_1 + \frac{N_2}{\nu_2} \nu_2 e_2 + \dots + \frac{N_m}{\nu_m} \nu_m e_m$$

各直徑級に於て形状高等しと假定すれば、前同様次の關係が成立する。

$$N_1 = \frac{G_1}{\gamma_1}, N_2 = \frac{G_2}{\gamma_2}, \dots, N_m = \frac{G_m}{\gamma_m}$$

故に上式を變じて

$$V = \frac{G_1}{\nu_1 \gamma_1} \nu_1 e_1 + \frac{G_2}{\nu_2 \gamma_2} \nu_2 e_2 + \dots + \frac{G_m}{\nu_m \gamma_m} \nu_m e_m$$

之を言葉で云へば、各直徑級毎に、單級法の如く各級断面合計を選定せる標準断面合計にて除し、選定せる標準木材積を乗じて各直徑級材積を計算し、之を總計して全林木材積を得る。

實行順序

(イ) 前法と同様に、普通約5個位の直徑級を設けることとし、各直徑級の断面合計が成るべく等しくなるやう、小なる直徑階の断面合計を累次合計して、直徑級を編成する。

各直徑級の断面合計を成るべく等しくするため、同一直徑階に屬するものも、分離して別の直徑級に分配することを要す。然し本數と異り、各直徑級断面合計を全く等しくすることは困難である。

(ロ) 各直徑級の材積を算出し總計する。

かくの如く本法は、前諸法の如く全林木材積を直接一括して算出する能はず、計算手續煩なるを以て結果は比較的正確なるにも拘らず、應用せらるゝこと廣くない。

B、直徑階法(ドラウト氏法)

本法は、樹群の分け方を、一層細かくし、各直徑階より直ちに標準木を選ぶのである。

計算式

ウーリツヒ氏法と似てゐる。即ち各直徑階の本數を $n_1 n_2 \dots n_x$ 、標準木材積を $\iota_1 \iota_2 \dots \iota_x$ とすれば、

$$V = n_1 \iota_1 + n_2 \iota_2 + \dots + n_x \iota_x$$

各直徑階より、 $\nu_1 \nu_2 \dots \nu_x$ 宛の標準木を選ぶこととすれば、

$$V = \frac{n_1}{\nu_1} \nu_1 \iota_1 + \frac{n_2}{\nu_2} \nu_2 \iota_2 + \dots + \frac{n_x}{\nu_x} \nu_x \iota_x \dots \dots \dots (1)$$

今各直徑階から選ぶべき標準木本數の各直徑階所屬本數に對する比を、全直徑階を通じて皆同一ならしめれば

$$\frac{n_1}{\nu_1} = \frac{n_2}{\nu_2} = \dots = \frac{n_x}{\nu_x} = \frac{n_1 + n_2 + \dots + n_x}{\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_x} = \frac{N}{(\nu)} \dots \dots (2)$$

にして、且各直径階の形状高を等しと假定すればウーリツヒ氏の場合と同様に

$$\frac{N}{[v]} = \frac{G}{[v\gamma]}$$

なる關係成立するを以て、(1) 式を

$$N = \frac{G}{[v\gamma]} (v\gamma) \dots \dots \dots (3)$$

と表はすことを得。

即ち、各直径階より實際選ばれたる標準木斷面積合計にて林木胸高斷面積を除したる商に選ばれたる標準木材積合計を乗すれば、林木材積合計を得る。即ち本法もウーリツヒ氏法の如く林木材積を直接算出し得る。

實行順序

(イ) 先づ第一に、各直径階から選べるべき標準木の總本數即ち [v] を決定する、その一般的標準は前述の如くであるが、本法に於ては普通よりも成るべく多くせねばならぬ。

(ロ) 次に各直径階より選べるべき標準木本數を (2) 式に依り與へられた關係式に基き、次の如く算出する。

$$v_1 = \frac{[v]}{N} \times n_1, v_2 = \frac{[v]}{N} \times n_2, \dots \dots v = \frac{[v]}{N} \times n$$

この場合、算出本數は四捨五入して決定せねばならぬ。例へば 0.4 なる値を得た場合には該直径階からは一本も取らぬ。2.6 なる場合には標準木 3 本とするが如し、標準木を一本も取り得ぬ直径階が多きことは成るべく避けねばならぬ故、標準木總本數は許す限り多くし、又同時に直径括約を大として (普通 2cm 位とす) 同一直径階に屬する本數を多くするを要す。

(ハ) かくして各直径階より選ぶべき標準木本數決定すれば、各直径より所定本數の標準木を選び、その材積を求め、計算式の如く林木材積を計算する。

(ニ) 但し假想標準木に依る場合、同じ材積を有する標準木を所定本數宛選びたるものとして計算せねばならぬ。

計算例

標準木本數計算

全林木本數 819 本あり、此の中より標準木 15 本伐るものとす。

$$\text{然るときは } \frac{[v]}{N} = \frac{15}{819} = 0.0183$$

直径階 (cm)	本 數	斷 面 積 合 計 (m ²)	各直径階に對する標準木の本數の計算	
			計 算	本 數
16	27	0.543	0.0183 × 27 = 0.49	0
18	81	2.061	◇ × 81 = 1.48	1
20	90	2.827	◇ × 90 = 1.65	2
22	90	3.421	◇ × 90 = 1.65	2
24	153	6.922	◇ × 153 = 2.80	3
26	90	4.778	◇ × 90 = 1.65	2
28	81	4.988	◇ × 81 = 1.48	1
30	72	5.089	◇ × 72 = 1.32	1
32	36	2.895	◇ × 36 = 0.66	1
34	54	4.903	◇ × 54 = 0.99	1
36	18	1.832	◇ × 18 = 0.33	1
38	9	1.021	◇ × 9 = 0.16	
40	-	-	-	
42	9	1.247	◇ × 9 = 0.16	1
40	9	1.368	◇ × 9 = 0.16	
總 計	819	43.895		15

番 號	胸 高 直 徑 (cm)	斷 面 積 (m ²)	材 積 (m ³)
1	18.0	0.0257	0.2998
2	19.7	0.0305	0.3466
3	19.9	0.0311	0.2963
4	21.8	0.0373	0.4350
5	21.8	0.0373	0.4733
6	24.0	0.0452	0.6425
7	24.4	0.0468	0.7133
8	24.4	0.0468	0.6139
9	25.6	0.0515	0.6629
10	25.6	0.0556	0.6988
11	28.3	0.0629	0.7957
12	30.3	0.0721	1.1148
13	32.3	0.0819	1.2471
14	34.4	0.0929	1.4373
15	41.0	0.1320	2.2071
計	-	0.8493	11.9844

$$\frac{G}{V} = \frac{43.895}{0.8493} = 51.69$$

$$\text{全林材積} = 11.9844 \times 51.69 = 619.47\text{m}^3$$

Ⅲ、毎 木 法

毎木法は、測定すべき林分内の各樹木一々につき材積を實測又は目測により測定し、之れを合計して林木材積を得る方法である。

各樹木の材積は前に述べたところを其のまゝ應用し得るを以て、重ねて

述べる必要はない。

實測法を行ふ時間、手数を要すること甚大なるを以て、その本數多からず且價值ある木材を賣買せんとする際等にのみ用ひられ、一般には行はれぬ。

Ⅳ、標 準 地 法

標準地は全林面積廣大なる場合、地勢峻険にして全林の踏査困難なる場合及び精密なるを要せざる場合等に行はるゝものにして、全林中より中庸なる材積を有する標準地を選び、標準地内の材積を實測又は目測法等にて測定し、全林木材積を、面積比例に依り算出するものである。今全林面積を F 、標準地面積 f 、その材積 v 、とすれば、全林材積 V は次式に依り得られる。

$$V = \frac{F}{f} \times v$$

本法の結果の正確度は、標準地選定の適否に懸ること大なるを以て、之が選定については次の諸事項に注意せねばならぬ。

(イ) 標準地は、全林の中庸なる状態即ち材積を有するところであらねばならぬ。

若し林相著しく異なる區域ならば之を分ち、各區毎に標準地を設け、各區域の材積を求め合計して全林木材積を算出するか、若し區域を分つこと困難なる場合には、標準地を各所より取り、その材積を合計して全林木材積を算出する。

傾斜地にあつては、山上より麓に狭長き帶狀標準地一個を設けることも推奨される。蓋し種々林相を包含し得るからである。

(ロ) 標準地の形狀、大さ

標準地の形は、測量に便で面積計算の容易なる形がよい。即ち普通

矩形又は正方形とするも、地形の如何に依つては、三角形又は四角形等とする。

各標準地の大きさは、林形年齢等に依り、一定せざるも、喬林にして年齢高き場合には、一箇所 0.1 乃至 1.0 ha、矮林又は幼齡の喬木では 0.1 ha 以下とする。而して各標準地面積の合計は全林面積の 2 乃至をとることが望ましい。

参考 國有林に對して天然更新を主とする森林に對する施業案に於ける蓄積及生長量に關する調査の標準を示せる山林局長通牒（昭和六年十月二十七日山第一三〇三號）参照のこと。

V、目 測 法

目測法は前述の如く種々なる仕方が存する。即ち目測法を全林又は標準地について行ひ、又更に之を毎木について行ふか、標準木について行ふか、直徑總材積に着目するか依つて都合六種類の方法を生ずる。

標準木法は單木法が採用さるべく、先づ目測に依つて本數（時には面積）及び標準木を決定し、標準木材積を目測し、之に本數を乗じて、該區域内の總材積を得る。

この際材積表、形數表又は收穫表等適宜補助表を利用するもよい。

目測法として最も普通に行はるゝ總材積法即ち全林又は標準地内の總材積を直接見積る方法を實行することは最も熟練を要する。

豫め、平常から自己の腦中に單位面積（即ち 1 ha 當り）の總材積單位を作り置くことが肝要である。例へば 1 ha 當り、100 m³ 又は、200 m³ 等の材積を有する林木状態を自己の目測單位として、腦中に明確に覚え置き、目測せんとする林木の状態に應じ、自己の單位より何割多きか或は尠なきかを判断し、増減を行つて該林の材積を決定するのである。

第四 生長量測定量

I、年 齡 査 定 法

年齢は、測樹上生長量測定の基礎、尺度となるものである。故に生長量を測定するに當つては、先づ樹齡及び林齡を査定する方法を知らねばならぬ。

1、單木の年齢（樹齡）

(1) 伐採木の場合

成るべく下部の断面について、その年輪數を數へるのである。若し断面が地上から或る高さを有するものであるならば、年輪數に、その断面の高さまでに生長するに要する年數を加へたものがその樹齡である。

針葉樹に於ては、年輪は多くの場合明瞭であるが、闊葉樹では不明瞭なことが多い。かゝる場合断面を鉋削して平滑ならしめ、水にて充分濕らすか或は色素を薄く塗つて明瞭ならしめる。

年輪極めて密なる場合には、断面を幹軸に斜めに切るか、又はルツベ（擴大鏡）を使用して檢すを可とす。

ヒノキ、サハラ其の他の樹種にあつては、往々偽年輪（假年輪）を有することがある。氣候の激變蟲害等に依り生長一時停止せる場合に生ずるものであるが、年輪數を數へるに當り、注意して眞の年輪と識別しなければならぬ。

(2) 立木の場合

立木にあつては、伐採木の場合の如く正確に査定することを得ぬ。

(1) 輻狀測枝の段階數に依る方法

マツ、モミ、タウヒ、カウヤマキ、ミツマタ、ミヅキ等特定樹種にあつては、前年の梢端部分より、毎年規則正しく周囲に向つて、即ち輻射状に枝を出す。かかる樹種にあつては、その段階數に依つて年齢を推知し得る。例へば圖に於ては4年生なるが如し。

但し森林をなす場合、その下部の枝は、次第枯死脱落し、長年間にはその痕跡をも止めざるに至る。かかる場合、附近に存する若き樹の枝に依り比較推定せねばならぬ。

(ロ) 生長錐を利用する方法

生長錐は元來立木の直徑生長量を測定するものであるが、之を利用して立木の年齢を測定し得る。

この構造は上圖に示すが如く中空なる筒錐(B)と之を樹幹中に捻じ込む把柄(A)と、筒錐中に入れる圓柱狀木片(D)を取り出すべき楔針(C)との三部よりなる。

携帯する際には、楔針を筒錐に入れ、筒錐はこれを把柄中に納めるのである。

生長錐にて年齢を査定するには、立木の成るべく地際に近きところにて

幹軸に向つて筒錐を捻ぢ込み、中心に達したる時少しくこれを捻ぢり戻す。

然るときは、筒錐中に入れる圓柱狀木片は樹體より離るゝ故、楔針を靜に筒錐と木片との間に押入して、木片を取り出すのである。かくて得たる木片につき、年輪數を數へれば、樹齡を知り得る。

然し樹幹の半徑が、筒錐の長さより大なる場合には、中心までの年輪數を加へねばならぬ。これ頗る困難なるを以て、かくの如き大なる樹木には生長錐の利用を行はざるを寧ろ可とする。

(ハ) 目測法

生育條件を等しくする場合、同一樹種に於ては一定年齢にて達し得る大きさに略々一定せる故、經驗を積あば、逆に大きさに依り年齢を推定し得るのである。

この場合樹高生長に依るが最も安全である。直徑の如きは、周囲の状況に依り、異り易きを以て用ひざるを可とす。

(ニ) 記録に依る方法

植栽されたるものなれば、その植栽年度の記録を調査することに依つて樹齡を知り得る。

2. 林木の年齢

(1) 同齡林の年齢

同齡林とは、各樹木の年齢等しきものを云ふ。従つてその林齡を定めるには、樹齡を調査すればよい。即ち、林内より中庸の大きさを有する林木を選び、立木樹齡査定法を應用してその樹齡を査定する。

但し植栽に依る同齡林と雖も、苗木の年齢多少不同で、尠くとも一、二年の差あるは免れ難い。故に數木の樹木につき調査するが安全である。

(2) 異齡林の林齡

異齡林とは、各樹木の年齢等しからざるものを云ふ。天然更新に依つて成立せる林は、多く之に屬する。

異齡林々齡の査定法については、從來多くの學者に依り研究せられてゐるのであるが、未だ完全なる方法がないのである。

今、その二三を掲れば

(イ) 各樹木の年齢の差大ならず、且つ各年齢樹木の本数が知られてゐる場合、

a_1, a_2, a_3, \dots 等の年齢の樹木が n_1, n_2, n_3, \dots 本宛ありとせよ、然らば林齡 A を次式に依り算出する。

$$A = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + n_3 a_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}$$

これをアンドレ氏の本數齡と云ふ。

(ロ) 各年齢の樹木の占領面積が與へらるゝ場合 a_1, a_2, a_3, \dots なる各年齢の樹木の占領面積を f_1, f_2, f_3, \dots とせよ。然らば求むる林齡は、

$$A = \frac{f_1 a_1 + f_2 a_2 + f_3 a_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}$$

之をギンベル氏の面積齡と云ふ。

(ハ) 各年齢の樹木の材積が與へらるゝ場合

a_1, a_2, a_3, \dots なる各年齢樹木材積合計が夫々 V_1, V_2, V_3, \dots ありとせよ。然らば

$$A = \frac{V_1 a_1 + V_2 a_2 + V_3 a_3 + \dots}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots}$$

之をブロッツク氏の材積齡と云ふ。

之等諸式は各年齢の樹木が区域内に混交せる場合には、實行必しも不可能でないが、散在的に混交せる場合には、甚だしく困難である。森林經理事業に於てはかくの如き場合、殊に樹齡が著しく異なる場合には、年齢の兩限界（最高齡、最低齡）及び最も多く存する年齢等を示すに止め、上記の如き平均林齡を求めぬのである。

II、生長量測定法

生長量の測定は林業上、殊に森林經理事業に必要である。實際上に於ては、過去の生長量よりも將來の生長量を査定する場合が多いのであるが、未來の生長量は、過去に於ける生長量を基礎として査定するが故に、専ら過去の生長量測定法を述べる。

材積生長量を知ることが主目的であるが、その手段として、直徑、斷面積、樹高等の生長量をも、査定するのである。

1、生長量の種類

生長量は之を次の如く區別する。

A、現實生長量

(イ) 連年生長量 (I)

或る特定の一年間の生長量を云ふ。今 n 年の始めに於ける大きさを M_n 、その年の終りに於ける大きさ（即ち $n+1$ 年の始めに於ける大きさ）を M_{n+1} とすれば

$$I = M_{n+1} - M_n$$

(ロ) 定期生長量 (Z)

一年以上數年間の生長量を云ふ。

今 n 年に於ける大きさを M_n 、それより p 年後の大きさを M_{n+p} とすれば p 年間の定期生長量は

$$Z = M_{n+p} - M_n$$

(ハ) 總生長量 (M_n)

樹木又は林木が、生立してから、或る特定年齢に達するまでの生長總量 n 年までの總生長量は n 年に於ける大きさ M_n そのものである。

B、平均生長量

前者は生長した量そのものであつたが、これは、現實生長量を一定年數にて除した計算的の量である。分つて次の三種となす。

(イ) 定期平均生長量 (θ_p)

一年以上の一定期間内に於ける平均一ケ年間の生長量、即ち定期生長量をその年數にて除したものを云ふ。

$$\theta_p = \frac{M_{n+p} - M_n}{p}$$

連年生長量は、實際上測定困難なるを以て普通短期間 (5年又は10年) の定期平均生長量を以て、連年生長量に代へる。

(ロ) 總平均生長量 (θ)

樹木又は林木が生立してより、特定年齢に至るまでの年平均生長量、即ち總生長量を年齢數にて除したるものを云ふ。

$$\theta = \frac{M_n}{n}$$

單に平均生長量と云へば、普通このものを指す。

(ハ) 伐期平均生長量 (θ_n)

伐期までの總平均生長量を云ふ。

$$\theta_n = \frac{M_n}{n}$$

2、單木生長量

(1) 立木の場合

立木のまゝにて生長量を測定することは極めて困難であり、限られたる種類の生長量しか測定し得ぬ場合が多い。

樹高生長量 輻狀側枝を有する樹類にあつては測高器を用ひ、各側枝附着點までの高さを測定することにより、總生長量は素より連年生長量、定期生長量、従つて平均生長量をも査定し得る。然しながら、輻狀側枝を有せざる樹種にあつては、現在の樹高即ち現在までの總生長量を測定し得るのみである。

又年々觀測を續行して査定し得るならば、樹種の如何を問はず、各種の生長量を測定し得ること云ふ迄もない。

直徑生長量 立木に於ては普通胸高に於ける樹皮無し直徑の生長量を査定するのである。若し生長錐を利用し得るならば、之れに依り各種の生長量を査定し得る。然らざれば、年々觀測を續けて測定する方法をとるべく、若し之が許されぬならば、現在の大きさ即ち現在までの總生長量従つて又總平均生長量を知り得るのみである。

材積生長量 現在の材積即ち現在までの總生長量は査定し得るが、連年生長量、定期生長量を立木のまゝ測定することは頗る困難である。

(2) 伐採木の場合

樹高生長量 次の如き原理を應用することに依り、定期生長量、連年生長量等各種の生長量を測定し得る。

圖に示すところに依れば、樹幹の或る二断面に於て、下部断面の年輪數と上部断面の年輪數との差は即ち樹木が二断面間の距離に相當する高さを生長するに要したる年數を示す。圖に依れば下部断面の年輪數は5個、上

部断面の年輪数は2個で、その差3であり、而も樹がな高るさを生長するに年を要したること圖に依り明らかである。

よつて例へば、最近5ヶ年間の定期生長量を測定せんとせば、梢端より目測により適當なる箇所に截面を入れるか

或は生長錐を用ひて年輪数を調べ、若しそれが5個以上あれば、それより少しく梢端に近く、又反對に5個より少き場合には少しく下部に截面を入れ、結局丁度年輪5個を有する位置を探し求め、梢端よりの長さを測れば、それが求むる最近5個年間の定期樹高生長量である。

かくの如き方法を樹高解析法と云ふ。

直徑生長量 測定せんとする断面につき、年輪間の距離を、尺度をあてゝ測定する。

その法、若し断面形が圓に近い場合には、甲圓に示す如く中心を通じ直角に二直線を引き、 r_1, r_2, r_3, r_4 の四半徑に添ひ尺度をあてゝ、中心から各年輪までの長さを測り、總生長量従つて又定期、連年生長量等を知り、四方向の値を平均したるものを以て求むる生長量とする。

断面形が、根元近くで木整形なる場合には、乙圖に示す如く、成るべく多數の半徑線を各方向に引き各線に沿ひ測定したる結果を平均する。

断面積生長量 断面積生長量は直徑生長量測定の結果より圓面積公式を應用して算出する。

材積生長量 例へば、最近 n 年間の定期生長量を測定せんとせば、圖に示す如く、現在の長さ L 、現在の中央直徑 Δ （皮を除く）及び前述の方法に依り、 n 年前の長さ s とその中央直徑 S を測る。

然らばフーベル氏求積式を應用し

$$Z = \frac{\pi}{4} (\Delta^2 L - S^2 L)$$

に依り、 n 年間の材積生長量が得られる。若し材積生長量を精密に測定せんとせば、次に述ぶる樹幹解析法を行ふ。

(3) 樹幹解析法

伐採木につき、その生立當初より生長量を精密に測定せんとせば、所謂樹幹解析法に依るを可とする。

樹幹解析法とは、與へられたる樹幹に於て、一定間隔に於ける各断面につき、夫々直徑生長量（従つて同時に断面積生長量）を測定し、その結果と各断面の地上高との關係に依つて樹幹解析圖を描き、之等の結果より、以上直徑、断面積の外、なほ樹高、材積、形數等の各因子につき、各種の生長量即ち一定年齢毎（普通5年なるも、樹齡若き時は毎年、又高齢なるときは10年毎）の總生長量定期生長量、平均生長量、生長率等を査定する方法を云ふのである。

樹幹解析は興へられた一樹の生長量を測定するのみならず、之を基礎として林木の生長量を査定し、又その生長の経過を知らんとする場合にも用ひられる故、極めて重要なものである。

樹幹解析實行法を説明するには、野業と内業とに分ち述べるを便とする。

野業 一木の生長量、生長経過を査定する目的にて行ふ場合には、林木標準木について行ふ故、その直径に成るべく等しき直径を有し且つ幹形、枝付量等正常なる樹木を選定せねばならぬ。其の他目的に應じて適當なる樹木を選定する。

(イ) 先づ伐採點を決定せねばならぬ。傾斜地に於いては、前述の如く傾斜上部に於て地上0.3m(日本尺なれば7寸)の高きを伐採點とするが便利である。

(ロ) 伐採點が定まれば、この位置に於て第一番目の断面を採る故、その少しく下部より樹木を伐倒する。

(ハ) 伐倒されたならば、先づ枝を拂ひ、断面をとるべき位置に白墨にて印を附す。その位置は、普通材積測定に、2mに區分せるラーベル氏區分求積法を行ふ故、伐採點より最初は1m以下2m毎にとり、最後に又1mとする。

かくて第二番目の断面は丁度胸高(地上1.3m、又は4尺)に相當することゝなる。

若し、所定の位置に分枝、節、瘤等あればこれを避け、少しくその位置を動かさねばならぬ。但し次の断面の位置は所定の位置から定め、動かした位置からは測らぬ。

(ニ) 断面の位置が定まれば、その點に於て幹軸に直角に截面を入れ、更にその約一寸上より之を切り離し、こゝに厚さ約1寸なる薄き圓板

を得る。圓板の下面は、直径生長を査定すべき断面なるを以て鉋削し面を平滑ならしめ、その上面には圓板番號を記し、又所定の位置より動かしたるものには、その移動の寸法をも記す。

内業 圓板を作製すれば内業即ち各種生長量査定に移る。

直径生長量 各断面即ち各圓板につき、直径生長量を査定する。

これが爲には、先づ樹齡を知るを要す。伐採點に於ける年輪數に、伐採點の高さまで生長するに要すべき年數を推定加算せるものが樹齡である。

伐採が地上0.3mならば、杉に於ては2年前後である。

然らば、各圓板に於て一番外側の年輪が現在の年輪に相當する年輪であるから、これを基點として、前述の如くにして設けたる各半径線に於て、内部に向つて年輪數を數へ、普通5の倍數に相當する年輪と半径線との交點に印を附する。

各半径線に印を附し終れば、尺度にて、中心から各點への距離即ち(各年齢の半径總生長量)を測り、之等の結果を平均し二倍して直径總生長量

を得る。これに依り、更に若し

必要とするならば、5年毎の定期

生長量、連年生長量(この場

合5年毎の定期平均生長量を以

て代用する)、平均生長量、生長率等を算出し得る。

各圓板につき同様の測定を行ひ、その結果を圓板調査表に取纏めて示す。

断面積生長量 直径生長量査定の結果より直ちに算出し得る。

樹高生長量 樹高生長量を査定するには種々なる方法がある。大別すれば、前述樹高解析法の原理を應用し、樹高生長曲線を描き、所定年齢の樹高を求むることに依る方法と、樹幹解析圖を描くと同時に畫法的に樹高

生長量を定める方法とがある。こゝでは前法を述べ、後法は解析圖作製法の説明の際に述べる。

樹高生長曲線を描くには、各圓板高と各圓板に於ける年輪數とを次表の如く並べ、樹齡より各年輪數を減ずれば、樹が各圓板高の高さに生長する

に要せる年數を得る。この結果より、直交坐標軸の横軸に年輪、縦軸に高さを取り、生長曲線を得る。若しこの曲線が高低不齊なれば適宜修正し、この圖から逆に所要年輪(5の倍數、即ち5年、10年、15年)の高さを知る。

材積生長量

樹幹解析圖 樹幹縱斷面圖)

を描き、各年輪材積をフーベル氏區分求積式にて計算するに必要なる直徑を圖上或は圓板測定表から求め、一定の表を作製し、算出するのである。

解析圖を描くには、方眼紙上に縦線(幹軸)を引きその長さを適當なる縮尺(樹高に依り異なるも普通二十五分の一)、

圓板高(m)	年輪數	圓する板高に達年輪	備考	年輪	修正樹高 m
0.3	63	1	年輪 64年 全高 17.1m	0	0
1.3	59	5		5	1.3
3.3	54	10		10	3.0
5.3	48	16		15	4.9
7.3	42	22		20	7.0
9.3	37	27		25	9.0
11.3	31	33		30	10.7
13.3	27	37		35	12.2
15.3	13	51		40	13.4
16.3	8	56		45	14.5
				50	15.3
			55	16.0	
			60	16.6	
			65	17.2	

にて全樹に等しく取り、各斷面の位置に水平線を引き、その上に各年齒の年輪の位置を適當なる縮尺(二分の一)或は現寸にて、直徑生長査定の結果に依り定める。かくして得たる、各斷面の同一年齡の年輪點を直線にて連結すれば、直ちに解析圖が殆ど完成する。たゞ下の斷面に存し次の斷面に

現はれざる年輪點)圖に於て、5年の年輪の如し)を如何にすべきかといふことが残された問題である。

この場合、かゝる年輪縱斷線は之等二斷面の中間に於て、幹軸に交はるわけであるが、若し前述の如く樹高生長曲線により、所定年齡の樹高が知られてゐるならば、その高さを幹軸上にとり、これと下の斷面の對應する年輪點とを結べばよい。然らざる場合には、こゝに解析圖を完成しながら同時に畫法的に樹高生長量をも査定するのである。

その法種々あるも、最も簡單なるものは、その隣接線(上圖に於て10年の年輪縱斷線)に平行線を引き、以て幹軸に交はらしめる。かくて解析圖と樹高の生長査定とが同時に完成する。

即ち樹幹との交點までの長さを尺度にて測り、各所定年齒の樹高即ち總生長量を知り得る。これより又各種の樹高生長量を算出し得るわけである。

さて、樹幹解析圖が完成すれば、これより普通フーベル氏の區分求積式を應用し、各所定年齡の材積即ち、その年齡までの總生長量を算出する。これが爲必要なる直徑は、大部分各圓板の直徑測定表より直ち得られるが、梢端部附近のものは、解析圖について尺度をあてゝ求めねばならぬ。

殊に梢端部材積は、圓錐體をなすものと假定し、求積するのであるが、その算定因子即ち、底直徑及び高さは、必ず圖から求めねばならぬ。

また、若し圓板の位置を、その截取に際し、枝節瘤等の故障により動かした場合は、所定位置の斷面の直徑は、圖上より、求めねばならぬ。

圓板調查表

圖板番號	断面高 (m)	年輪數	直徑 (m)	半徑番號	各 齡 階 直 徑 (cm)										備 考					
					(64)	60	55	50	45	40	35	30	25	20		15	10	5		
0	0.3	6.3		Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6	17.7 17.9 18.0 17.9 18.4 18.1	17.2 17.1 17.0 17.1 17.3 17.2	16.8 16.5 16.5 16.7 17.1 16.6	16.2 16.0 15.9 16.1 16.0 16.3	15.4 14.7 14.8 15.2 15.6 15.1	14.1 13.0 12.6 14.2 14.1 13.6	12.9 12.1 11.7 13.5 13.2 12.2	12.2 11.2 10.8 12.2 12.1 11.7	10.4 7.9 8.9 10.8 10.6 10.1	8.7 8.5 6.9 8.4 8.9 8.3	6.2 6.7 5.3 6.7 6.8 6.4	3.2 3.8 3.4 4.3 3.8 3.7	0.9 1.2 0.8 1.3 2.1 0.6	0.7 0.5 0.6 0.7 0.5 0.6	樹齡 6.4 年全高 171m (64) は皮付直徑を示す。	
1	1.3	5.9	d_0	Y1 Y2 Y3 Y4	36.07 14.8 14.1 11.2 14.5	34.30 14.0 13.5 12.6 13.4	33.40 13.6 13.0 12.1 12.7	32.17 13.2 12.4 11.6 12.4	30.27 12.3 11.5 10.7 12.0	21.20 10.9 10.4 9.7 11.6	25.20 10.0 9.6 9.0 9.4	23.40 9.0 8.8 8.3 8.5	20.23 8.0 7.7 6.9 7.1	16.57 6.4 4.7 5.3 5.6	12.70 5.0 4.7 3.9 4.2	7.40 2.3 2.7 2.3 2.1	2.50 0.9 0.5 0.6 0.3	1.20		
2	3.3	5.4	d_1	Y1 Y2 Y3 Y4	28.10 12.7 11.4 12.2 12.8	26.75 12.2 10.8 11.8 12.3	24.80 17.7 10.3 11.4 11.9	24.80 11.1 9.9 11.0 11.5	23.25 10.3 9.4 10.4 10.8	21.00 9.2 8.5 9.5 9.6	19.00 8.4 8.0 8.7 8.8	17.30 7.6 7.3 7.7 7.8	14.85 6.6 6.3 6.4 6.6	11.75 5.0 4.8 5.0 4.9	8.90 2.1 3.0 3.1 3.1	0.70 0.8 0.9 0.8 0.7	0.80			
3	6.3	4.8	d_2	Y1 Y2 Y3 Y4	24.55 11.0 12.0 10.8 11.0	23.56 16.6 11.5 10.4 10.5	22.65 10.3 11.7 10.1 9.5	21.75 10.0 10.7 9.7 9.6	20.40 9.4 10.1 9.5 8.9	18.40 8.3 9.2 8.3 9.4	16.95 7.6 8.1 7.8 7.1	15.20 6.5 7.1 7.0 6.3	12.95 5.3 5.9 5.7 5.3	9.85 3.6 3.8 3.9 3.6	6.15 1.0 0.9 1.2 1.1	1.60				
4	7.3	4.2	d_3	Y1 Y2 Y3 Y4	22.40 9.9 10.5 11.1 10.4	21.50 9.6 10.0 10.7 10.0	20.80 9.2 9.7 10.3 9.5	20.00 8.8 9.2 10.8 9.0	18.95 8.7 9.5 9.0 8.8	16.60 7.4 7.4 7.8 7.2	15.30 6.5 6.4 6.7 6.2	13.45 5.3 5.2 5.4 4.9	11.10 3.3 3.2 3.8 3.8	1.45 1.3 1.3 1.2 1.3	21.0					

5	9.3	3.7	d_4	Y1 Y2 Y3 Y4	20.95 9.2 9.9 8.8 8.8	20.15 8.7 9.5 8.4 8.1	19.35 8.2 9.0 7.9 7.5	18.90 7.7 8.1 7.5 7.1	18.00 7.0 7.8 6.8 6.4	14.90 6.0 6.7 5.7 5.3	12.90 4.3 5.4 4.5 4.3	10.40 3.3 3.8 3.4 2.9	7.65 1.0 1.3 1.3 1.1	2.55					
6	11.3	3.1	d_5	Y1 Y2 Y3 Y4	17.35 8.3 7.7 7.6 8.1	16.30 7.8 7.4 7.1 7.7	15.20 7.2 7.0 6.7 7.1	14.00 6.6 6.6 6.0 6.4	11.85 5.8 5.8 5.1 5.6	9.25 4.3 4.5 3.9 4.2	6.70 2.1 3.1 2.4 2.5	2.35 0.7 0.8 0.7 0.6							
7	13.3	2.7	d_6	Y1 Y2 Y3 Y4	15.85 6.4 6.6 6.4 6.2	15.00 5.9 6.1 6.0 5.8	14.00 5.1 5.5 5.5 5.2	12.80 4.2 4.9 4.8 4.2	11.15 3.2 3.8 3.8 3.2	8.45 1.7 2.0 2.0 1.8	5.35 0.3 0.4 0.4 0.4	1.40							
8	15.3	1.3	d_7	Y1 Y2 Y3 Y4	12.80 3.6 3.6 3.9 3.9	11.90 3.3 3.3 3.6 3.7	11.65 2.7 2.6 2.6 2.8	9.05 1.3 1.2 1.2 1.8	7.00	3.75	0.75								
9	16.3	8	d_8		7.50 2.3 2.2 1.9 2.0	6.95 2.1 2.0 1.7 1.1	5.35 0.9 0.9 0.8 0.8	2.75											
			d_9	1	42.0	3.75	1.79												
各齡階の全高 (m)					17.10	16.80	16.00	15.30	14.14	13.50	11.88	10.20	8.25	6.17	4.06	1.78	0.92		

材積生長量計算表

断面高 番號 (m)	各 階 齡 階 断 面 積													
	(64)	64	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
0	0.1022	0.0924	0.0816	0.0813	0.0720	0.0581	0.0499	0.0430	0.0321	0.0215	0.0127	0.0043	0.0005	0.0001
1	0.0620	0.0562	0.0519	0.0483	0.0425	0.0346	0.0284	0.0235	0.0173	0.0108	0.0062	0.0077	x 1.48	x 0.62
2	0.0473	0.0436	0.0403	0.0372	0.0328	0.0265	0.0226	0.0181	0.0132	0.0076	0.0030	(0.0004) x	(0.0004) x	0.62
3	0.0394	0.0363	0.0340	0.0314	0.0282	0.0216	0.0184	0.0142	0.0097	0.0044	(0.0014) x	(0.0014) x	1.76	
4	0.0345	0.0319	0.0294	0.0281	0.0254	0.0124	0.0131	0.0085	0.0046	(0.0020) x	1.87			
5	0.0260	0.0236	0.0209	0.0181	0.0154	0.0110	0.0067	0.0035	(0.0024) x	1.95				
6	0.0197	0.0179	0.0154	0.0129	0.0098	0.0056	0.0022	(0.0013) x	1.90					
7	0.0129	0.0111	0.0089	0.0064	(0.0665) x	(0.0030) x	(0.0007) x	58						
8	0.0044	0.0036	0.0022	(0.0027) x	3.00	1.84	1.20							
9	0.0014	0.0011	0.0002	1.70										
各階 全高 m	17.01	17.10	16.80	16.00	15.50	14.14	13.50	11.86	10.20	8.25	6.17	4.06	17.8	0.92
L (Y1+...+Yn) / n	0.4924	0.4488	0.4060	0.3648	0.3982	0.2336	0.1828	0.1356	0.0896	0.0456	0.0184	0.034	0.00025	0.0002
全幹材積 (m³)	0.00037	0.00029	0.0003	0.00053	0.0065	0.0104	0.0002	0.00066	0.00152	0.0015	0.40087	0.00023	0.00025	0.0002
	0.49277	0.44909	0.40603	0.36633	0.31470	0.23544	0.18312	0.13628	0.09112	0.04690	0.01927	0.00363	0.00025	0.0002

備考 1. 全材積は2m區分のフーベル區分積式に依つて算出せるものである
 2. 断面積に括弧を附したるは所要直径を樹幹解折圖より求めたるものにして、×なる附號を附して添加したる數字は梢端部の高さを示す。又断面0號の断面積は材積計算には大部不要なるも參考の爲附加せり。

各生長量總括表

年 齡	生 長 量											
	胸 高 直 徑 (cm)				樹 高 (m)				幹 材 積 (m³)			
	總 均	平 均	連 年	生 長 率 (%)	總 均	平 均	連 年	生 長 率 (%)	總 均	平 均	連 年	生 長 率 (%)
5	-	-	-	(%)	0.92	0.184	0.184	(%)	0.00002	0.00000	0.00000	(%)
10	0.80	0.080	0.780		1.78	0.178	12.6	0.00025	0.00003	0.00004	19.8	
15	4.70	0.313	0.840	16.7	4.06	0.271	11.0	0.00363	0.00024	0.00064	19.5	
20	8.90	0.445	0.570	8.6	6.17	0.309	6.8	0.01927	0.00096	0.00313	17.5	
25	11.75	0.410	0.620	5.0	8.25	0.330	4.9	0.04690	0.00188	0.00553	13.0	
30	14.85	0.495	0.490	3.8	10.20	0.340	3.6	0.09112	0.00304	0.00884	9.8	
35	17.30	0.494	0.340	2.5	11.88	0.339	2.8	0.13628	0.00389	0.00903	6.7	
40	19.00	0.475	0.400	1.9	13.50	0.337	1.7	0.18312	0.00458	0.00937	5.3	
45	21.00	0.467	0.450	2.0	14.14	0.314	1.3	0.23544	0.00523	0.01046	5.3	
50	23.25	0.465	0.310	1.7	15.50	0.306	1.2	0.31470	0.00629	0.01585	4.4	
55	24.80	0.451	0.180	1.0	16.00	0.291	0.9	0.36633	0.00666	0.01033	2.5	
60	25.70	0.428	0.263	0.8	16.80	0.280	0.7	0.40603	0.00677	0.00794	2.0	
64	26.75	0.418			17.10	0.267		0.44909	0.00702	0.00861		
(64)	28.10							0.49277				

備考 プレスラ公式 $p = \frac{M-m}{M+m} \times \frac{200}{n} \%$ によりて生長率を算出せり (但し n=10 とす)

3、林木生長量測定

林業實際上から云へば、樹木の生長量よりも、一林の林木生長量、殊に材積生長量を測定することが主として要求せられる。

林木材積生長量は、各樹木の生長量の合計なる故、各樹木の生長量を求め合計すれば可なるが如きも、林木材積測定の場合の如く、その實行は多くの場合不可能である。故に標準木法に依り、標準木の生長量を査定し、その結果から全體の生長量を査定するのである。但しこの場合の標準木は單級法に依らず、ドラウト氏法に依り各直徑階より選ばねばならぬ。

將來の林木生長量を査定するには、多く收穫表を利用する。

4、生長率

以上は一定期間に生長した量そのものゝ査定法であつた。然るに生長量査定はこれ丈では不充分で、一定年間に生長した量の、もとの大きさに對する割合即ち生長率を知らねばならぬ。

例へばこゝに二本の樹木あり、齊しく一年間に 1 m^3 宛生長したる場合、甲樹のもとの大きさは 25 m^3 、乙樹は 30 m^3 であるとするなら、前者は 4% 、後者は 3% の生長率を示す。即ち生長率に依つて初めて前者の方が比較的多く生長したことを知る。

生長率はかくの如く、生長の効果を比較判斷するに役立つのみならず、これにより過去又は將來の生長量を査定することにも利用出来る。

前述の如く、生長率は或る一年間に生長した量の、その生長開始前即ちもとの大きさに對する百分率を云ふ。今或る年度の初めの大きさを m 、終りの大きさを M 、生長率を p とすれば、一年間の生長量は $M-m$ なるを以て

$$p = \frac{M-m}{m} \times 100$$

として生長率を示し得る。

故に若し生長率が與へらるゝならば、生長量 Z は次の如く算出し得る。

$$Z = m \times 0.0 p$$

生長率計算式 生長率を求むるには、前述の如く一年間の生長量を知らねばならぬのであるが、これを實際上測定することは頗る困難である。故に普通一年以上の一定期間の平均生長量即ち所謂定期平均生長量を以て之に代へる。

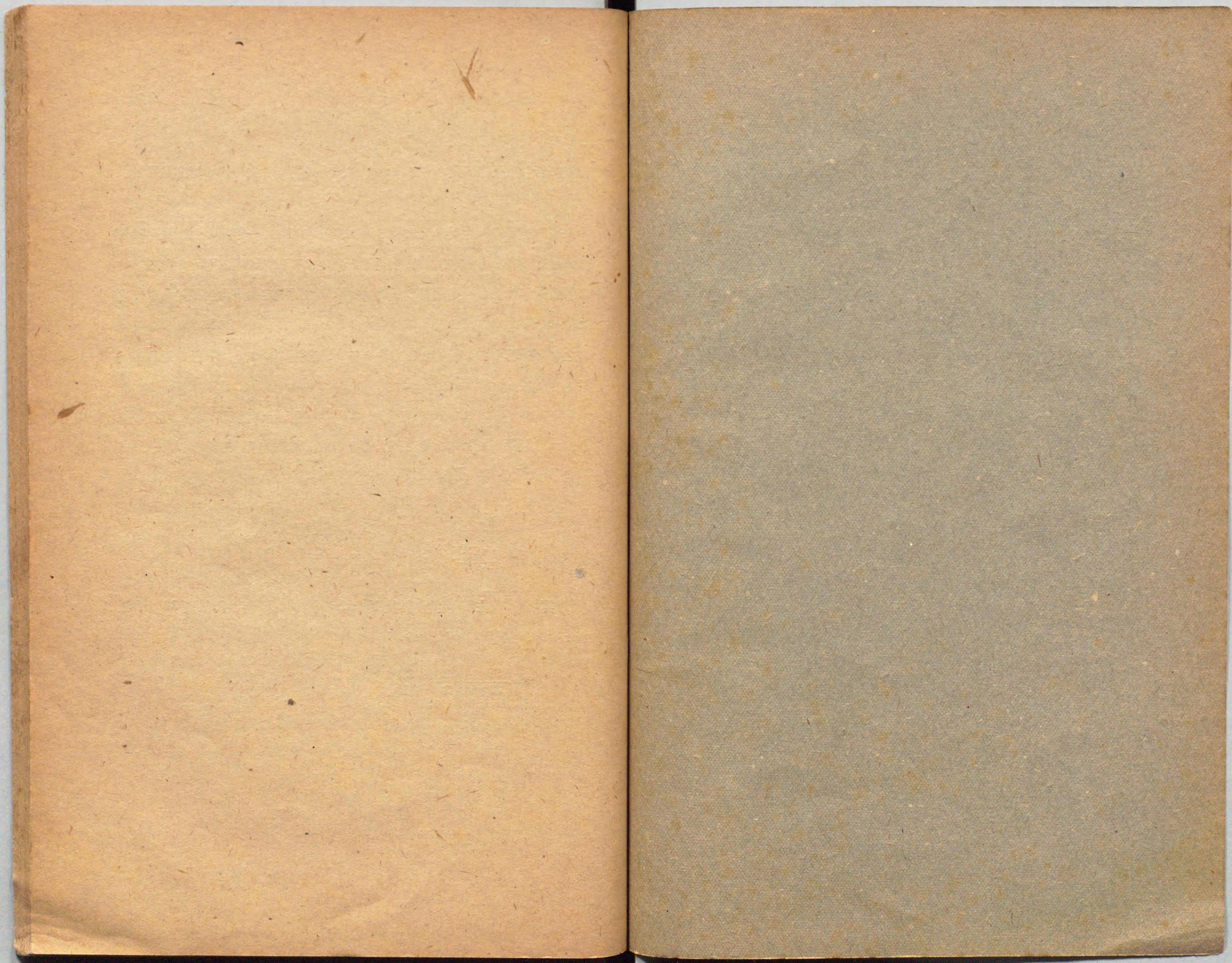
之れを計算するに種々なる方法あるも、普通ブレッツスラー氏の近似式が採用される。

本式は生長量を $M=m$ の代りに $\frac{M-m}{n}$ (但し n は期間、 M は期間の終り、 m は期間の初めの大きさ) 又もとの大きさは期間の中央の大きさ即ち $\frac{M+m}{2}$ を用ひる。然らば計算式は次の如し、

$$p = \frac{\frac{M-m}{n}}{\frac{M+m}{2}} \times 100 = \frac{M-m}{M+m} \times \frac{200}{n}$$

(計算例) 現在 1 ha 當り材積 152 m^3 の林木の 10 年後の材積 378 m^3 なりとせば、生長率幾何なりや。

$$p = \frac{378-152}{378+152} \times \frac{200}{10} = 8.53\%$$



Y994

J6849

林
S6
S6