

# 人工林の作業法に関する研究 —スギ立木の個体別直径成長量の推定— 昭和60年度～平成元年度（単県）

菱 田 重 寿  
加 藤 龍 一

## 要 旨

数値の比較的得易い胸高直径、樹冠長（最も長い枝の位置から上部の長さ）を用いて、即時的に個体毎のスギの直径成長量を推定することを試みた。調査林分は林齢が12～60年の範囲にあるが、主に31年生以下の林分（ほぼ閉鎖）である。調査木は伐倒後諸調査を行った。その結果単木の直径成長量は直径あるいは樹冠長に対して直線の関係があることが認められた。とくに直径成長量と直径の関係は林分の成長とともに一定の変化を示すように思われた。さらに調査木に関する限り、80%の信頼度であれば、両者のどちらの方法でもほぼ1mmの誤差の範囲内で年輪幅が推定されたまた幹材積成長量は両者に対してより高い相関が認められたが、さらにそこから直径成長量を推定する場合、より大きな誤差が生じ、実用性が低いと思われた。

### I はじめに

年輪幅は木材の価格を左右する因子の1つであり<sup>(1)</sup>、比較的コントロールがし易いという性質を持っていると言える。従って年輪幅をコントロールする技術は良質材生産を行う上で欠かせない技術であり、それは主に枝打ちや本数密度を適正に管理することで実行されている。

しかし実生苗による一斉林は個体差が大きく、個体毎の成長を予測し管理するところまでは至っていない。今後複層林の上木の成長量を予測する等、優良木の単木的な予測が必要になってくると思われる。

また単木の成長の予測が可能となれば、例えばいろいろな間伐方法に対する成長の違いを比較する手掛りとなりうることが予想される。

単木的成長予測には大きなメリットがあり、従って個体毎に直径成長量が推定できないか検討した。

陽樹冠表面積を用いた方法によると「陽樹冠表面と直接的に対応するのは幹材積成長量であって、直径の成長量と直接的に対応させることには疑問」という報告がある<sup>(2)</sup>。

ここではスギについて、比較的測定の容易な胸高直径と樹冠の長さを用いて、直径成長量を推定することを試みた。

### II 方 法

調査は当センターの試験林とその周辺の私有林で行った。調査区域内の全ての立木について胸高直径を毎木調査し、その中からなるべく広い直径範囲で調査木を選び伐倒した。樹高、枝下高（最も長い枝の付け根の高さ）を測定し、さらに樹幹解析して直径成長量、幹材積成長量を調べるため円板を採取した。

#### 1. 調査林分の概要

調査は11林分で行った（表-1）。林齢は12年生2林分、17～23年生5林分、31年生3林分、60

表-1 調査林分一覧表

| 調査地<br>No. | 場 所                 | 調査<br>年月 | 樹種       | 林 齢<br>(年) | 面 積<br>(HA) | 立 木<br>数<br>(本)    | 平 均<br>樹 高<br>(m) | 平 均<br>胸 高<br>直 径<br>(cm) | 平 均<br>枝 下<br>高<br>(m) | 平 均<br>樹 冠<br>長<br>(m) | H A 当 たり |                      |
|------------|---------------------|----------|----------|------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|----------|----------------------|
|            |                     |          |          |            |             |                    |                   |                           |                        |                        | 本数 (本)   | 材積 (m <sup>3</sup> ) |
| 1          | 山吉田財産区<br>(11林9小)   | 1986     | スギ       | 23         | 0.275       | 634                | 14.7              | 16.9                      | 10.2                   | 4.5                    | 2,305    | 386                  |
| 2          | 林業公社<br>(城山)        | "        | "        | 20         | 0.278       | 450                | 15.0              | 17.7                      | 9.9                    | 5.1                    | 1,618    | 291                  |
| 3          | 試験林<br>(林床ワザ)       | 1987     | "        | 21         | 0.120       | 250                | 16.2              | 18.2                      | 8.9                    | 7.3                    | 2,083    | 435                  |
| 4          | "<br>(炭坑上)          | "        | "        | 17         | 0.074       | 258                | 10.8              | 11.9                      | 7.7                    | 3.1                    | 3,486    | 234                  |
| 5          | "<br>(公社遊林<br>入り道下) | "        | "        | 20         | 0.033       | 85                 | 11.2              | 14.2                      | 7.4                    | 3.8                    | 2,576    | 237                  |
| 6          | "<br>(間伐展示<br>林)    | "        | "        | 31         | 0.37        | 393                | 17.2              | 22.1                      | 11.6                   | 5.6                    | 1,062    | 337                  |
| 7          | "<br>(中)            | "        | "        | "          | 0.98        | 546                | 17.0              | 21.5                      | 12.0                   | 5.0                    | 1,437    | 428                  |
| 8          | "<br>(密)            | "        | "        | "          | 0.34        | 676                | 15.4              | 18.1                      | 10.9                   | 4.5                    | 1,988    | 394                  |
| 9          | "<br>(作業小屋<br>下)    | "        | スギ<br>ヒキ | 60         | 0.055       | スギ48<br>ヒキ12<br>60 | 21.7              | 27.6                      | 16.2                   | 5.5                    | 1,091    | 665                  |
| 10         | 山吉田財産区<br>(8林9小)    | 1988     | スギ       | 12         | 0.054       | 183                | 10.9              | 12.7                      | 5.8                    | 5.1                    | 3,388    | 257                  |
| 11         | "<br>( )            | "        | "        | "          | 0.049       | 216                | 10.6              | 11.3                      | 5.9                    | 4.7                    | 4,408    | 247                  |

枝下高：最も長い枝の付4根の高さ

年生1林分であり、31年生以下に片寄ってしまった。31年生の3林分は隣合せにあり、間伐後の収量比数がおよそ0.65、0.75、0.80にそれぞれ管理されている。

調査時の林冠は全ての調査林分においてほぼ閉鎖状態にあった。

## 2. 樹冠長の測定

樹冠長は伐倒後、樹高と最も長い枝の付け根の高さを測定し、樹高から差し引くことにより算出した。

なお一部の調査林分(No.6、7、8)で、最も長い枝の高さ(最長枝高)を測定すると同時に、最も下に位置する生枝の高さ(最下枝高)と最も太い枝の高さ(最太枝高)も測定し、3種類の樹冠長の比較を行った。

その結果3者の枝の位置関係は高い方から最太枝高、最長枝高、最下枝高の順であった(表-

2)。それらに基づく樹冠長と幹材積成長量(下記Ⅱ-3の項参照)との関係をそれぞれ調べてみると、最太枝に基づく樹冠長が最も相関が高く、以下最下枝、最長枝の順であった。データの散らばり方も小さい方から同様の順であった(表-3)。しかし最下枝はまとまった樹冠からとび離れて位置することもあり、また最太枝は立木状態での把握が難しいこともあって、実用的と思われる最長枝に基づく樹冠長を用いて調べることとした。

## 3. 直径成長量および幹材積成長量の測定

樹幹解析は最近の3年間については年輪毎に測定し、調査当年、前年、前々年の3か年間の直径成長量を測定し、幹材積成長量もその3年間は年毎に求めた。

樹幹解析に供された調査木は、被圧木も含まれており、そのため急激に成長が低下したものがな

いか調べた。最近3年間の幹材積成長量を年毎に比較すると、有意な水準で差が認められる林分があった。しかしその傾向は前々年、前年、調査当年と言うような順に一定しておらず、また個々の樹幹解析木を調べても3年間の成長量は安定しており、調査木の成長と樹冠との間にはほぼ安定した関係があったと思われる(表-4)。

従って調査時の樹冠の長さに対応する調査当年の直径成長量、幹材積成長量の値を用いて調べることとした。

#### 4. 胸項直径成長量の推定方法

まず樹冠長(C<sub>L</sub>)を用いた推定方法を考えた。伐倒後測定した樹冠長と、伐倒調査木の樹幹解析によって得られた直径成長量及び幹材積成長量との相関を調べ、回帰直線式を求めて、その式から直径成長量を推定することを試みた。以下3つの方法で推定する式を作成した。

- (1) 全調査木の樹冠長と直径成長量の関係から
- (2) 調査林分別の樹冠長と直径成長量の関係か

表-2 測定枝の位置関係

| 測定枝 | 平均高              | データの95%信頼幅         |
|-----|------------------|--------------------|
| 最下枝 | 9.1 <sup>m</sup> | ± 3.4 <sup>m</sup> |
| 最長枝 | 11.1             | ± 3.2              |
| 最太枝 | 11.6             | ± 2.7              |

調査木の樹高(95%信頼区間)  
15.5±3.9m

表-3 樹冠長測定枝の比較

| 樹冠長の基準 | △V = a + b × CL |         | 相関係数 | データの95%信頼幅(x = $\bar{x}$ の点) |
|--------|-----------------|---------|------|------------------------------|
|        | a               | b       |      |                              |
| 最下枝    | -0.0092         | 0.00296 | 0.83 | ±0.0095 m <sup>3</sup>       |
| 最長枝    | -0.0083         | 0.00412 | 0.78 | ±0.0107                      |
| 最太枝    | -0.0089         | 0.00486 | 0.87 | ±0.0084                      |

調査木本数: 35本(31年生)  
△V: 調査当年の幹材積成長量(m<sup>3</sup>)  
CL: 樹冠長(m)

表-4 幹材積成長量の最近3力年の比較

| 調査林分 No. | 本数 | 調査木                           |                               | 幹材積成長量(m <sup>3</sup> /本 × 10 <sup>-4</sup> ) |       |        |     | 有意差 |     |     |
|----------|----|-------------------------------|-------------------------------|---|-------|--------|-----|-----|-----|-----|
|          |    | 樹高 m                          | 胸高直径 cm                       | 前々年(2)  | 前年(1) | 調査年(0) | 平均  | 2-1 | 1-0 | 2-0 |
| 1        | 14 | $\frac{14.4}{13.3 \sim 15.8}$ | $\frac{15.6}{12.1 \sim 20.9}$ | 81  | 98    | 87     | 89  | **  | *   | -   |
| 2        | 10 | $\frac{13.6}{11.7 \sim 15.9}$ | $\frac{14.4}{11.6 \sim 17.4}$ | 88  | 104   | 99     | 97  | *   | -   | *   |
| 3        | 26 | $\frac{15.8}{12.5 \sim 18.1}$ | $\frac{17.8}{9.2 \sim 30.3}$  | 163   | 165   | 159    | 162 | -   | -   | -   |
| 4        | 18 | $\frac{12.0}{7.3 \sim 15.5}$  | $\frac{12.7}{5.8 \sim 21.3}$  | 86  | 82    | 85     | 84  | -   | -   | -   |
| 5        | 23 | $\frac{11.1}{7.0 \sim 15.4}$  | $\frac{12.9}{5.2 \sim 24.6}$  | 79  | 80    | 86     | 82  | -   | -   | -   |
| 6        | 16 | $\frac{17.0}{13.5 \sim 20.1}$ | $\frac{19.8}{13.4 \sim 27.2}$ | 146   | 131   | 133    | 137 | **  | -   | **  |
| 7        | 15 | $\frac{16.5}{12.9 \sim 21.0}$ | $\frac{18.7}{13.4 \sim 29.3}$ | 112   | 98    | 100    | 103 | **  | -   | *   |
| 8        | 19 | $\frac{15.2}{11.3 \sim 18.4}$ | $\frac{15.9}{10.6 \sim 24.9}$ | 88  | 81    | 83     | 84  | -   | -   | -   |
| 9        | 5  | $\frac{20.9}{19.2 \sim 22.8}$ | $\frac{24.0}{16.4 \sim 32.1}$ | 162   | 164   | 177    | 168 | -   | -   | -   |
| 10       | 16 | $\frac{10.8}{8.8 \sim 12.6}$  | $\frac{12.3}{7.2 \sim 17.8}$  | 96  | 97    | 95     | 96  | -   | -   | -   |
| 11       | 16 | $\frac{10.4}{8.0 \sim 13.3}$  | $\frac{11.0}{6.0 \sim 16.6}$  | 71  | 71    | 72     | 71  | -   | -   | -   |

有意水準: \*\* (1%), \* (5%)

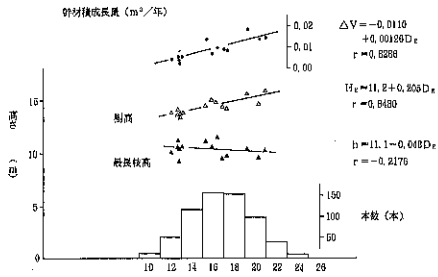


図-1 調査林分No.1

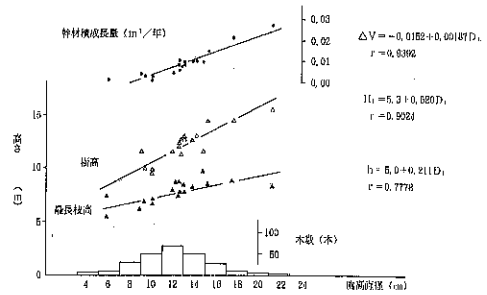


図-4 調査林分No.4

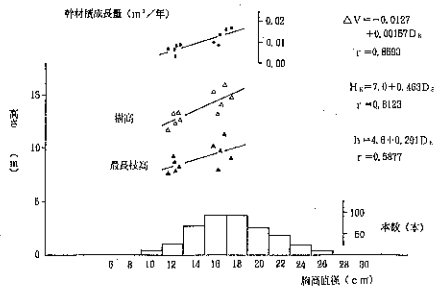


図-2 調査林分No.2

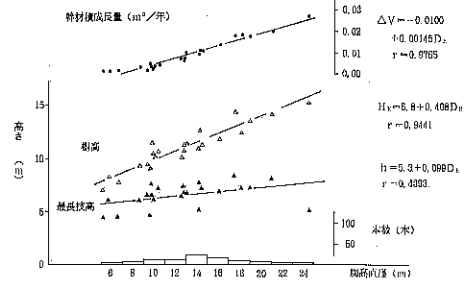


図-5 調査林分No.5

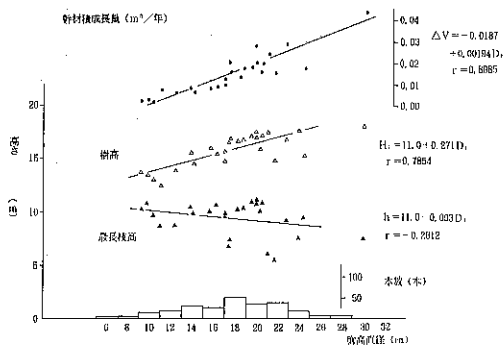


図-3 調査林分No.3

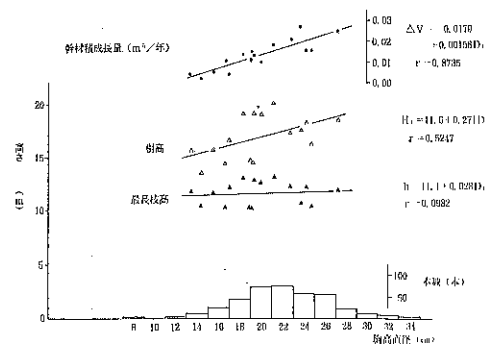


図-6 調査林分No.6

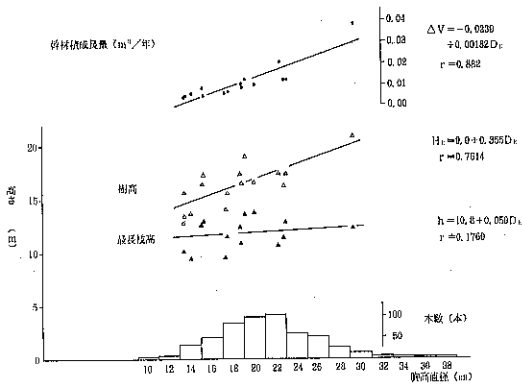


図-7 調査林分No.7

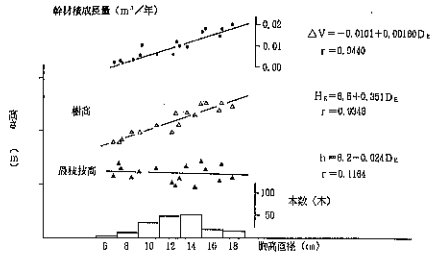


図-10 調査林分No.10

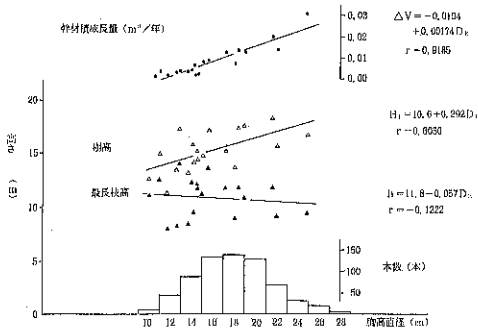


図-8 調査林分No.8

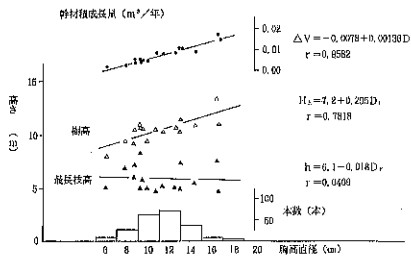


図-11 調査林分No.11

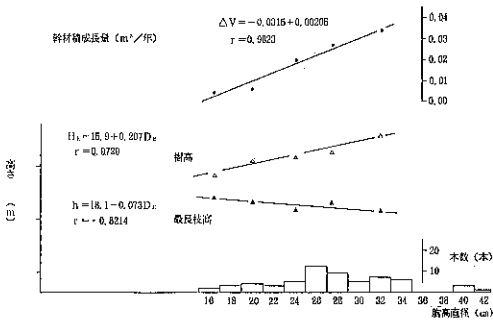


図-9 調査林分No.9

ら

林分毎に回帰式を求め、さらに林分の平均樹高とその回帰式の定数との関係を調べ、その結果を推定式に組み込んだ。

(3) 調査林分別の樹冠長と幹材積成長量の関係から

上記(2)と同様の方法で幹材積成長量を推定する式を求め、さらにその材積を用いて胸高直径成長量を算出した。

また同齢単純林において、単木の直径成長量は直径に対して直線的関係を示す傾向が認められている。(3)このことから、さらに以下の3つの方法で推定式を作成した。

(4) 全調査木の胸高直径と直径成長量の関係から

(5) 調査林分別の胸高直径と直径成長量の関係から

上記(2)と同様の方法による。

(6) 調査林分別の胸高直径と幹材積成長量の関係から

上記(3)と同様の方法による。

### III 結果及び考察

#### 1. 調査林分毎の調査木の測定結果概要

樹幹解析木の胸高直径、樹高、最長枝高を図に落とした(図-1~図-11)。さらに同図中に幹材積成長量及び調査林分の直径分布状態を示した。樹冠解析を行う調査木の胸高直径は、調査林分の直径範囲の全域から選ぶよう試みたが、多少本数的には径級の小さい方へ片寄った林分がみられる。またNo.2の林分では平均以下の径級に片寄ってしまった。

樹幹解析木の胸高直径と樹高の関係は正の相関が認められた(相関係数0.52~0.97)が、一方胸高直径と最長枝高との関係についてはほとんどの調査林分で相関は認められなかった(相関係数-0.82~0.77)。さらに同図から樹高と最長枝高と

の差の樹冠長は、胸高直径と正比例する傾向が読みとれる。

また幹材積成長量は胸高直径との間に極めて高い正の相関が認められる(表-8参照)。

#### 2. 直径成長量推定式

(1) 樹冠長と直径成長量の関係からの推定式

全調査木の樹冠長( $C_L$ )と胸高直径成長量( $\Delta D$ )の関係は図-12のとおりであり、その回帰式

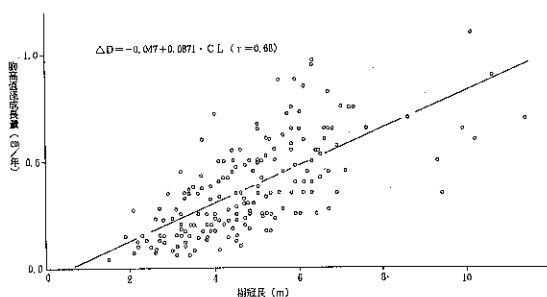


図-12 調査林分No.12

は

$$\Delta D = -0.047 + 0.0871 \cdot C_L \quad (1)式$$

となり、相関係数は0.68であった。

(2) 調査林分別の樹冠長と直径成長量の関係からの推定式

各調査林分の樹冠長( $C_L$ )と直径成長量( $\Delta D$ )の回帰式を表-5、図-13に示した。林齢の低いNo.4、10、11の調査林分が他の林分と異なった傾向を示した。大半の林分で相関が認められ、各林分の定数aと平均樹高(H)との関係を調べたところ、その回帰式は $a = -0.081 - 0.00066 H$ (相関係数 -0.03)となった。一方定数bについては $b = 0.153 - 0.00386 H$ (相関係数 -0.69)となり、5%の水準で相関が認められた。

従ってaは平均値で表わし、直径成長量を推定する式を

$$\Delta D = -0.090 + (0.153 - 0.00386 \cdot H) \cdot C_L \quad (2)式$$

とした。

表-5 樹冠長から直径成長量への回帰直線

| No. | 調査林分<br>平均樹高 | 定数    |       | 相関係数 | 有意水準 |
|-----|--------------|-------|-------|------|------|
|     |              | a     | b     |      |      |
| 1   | 14.7m        | -0.02 | 0.076 | 0.50 | +    |
| 2   | 15.0         | -0.08 | 0.090 | 0.40 | -    |
| 3   | 16.2         | -0.11 | 0.086 | 0.77 | **   |
| 4   | 10.8         | -0.20 | 0.192 | 0.85 | **   |
| 5   | 11.2         | -0.00 | 0.087 | 0.74 | **   |
| 6   | 17.2         | -0.10 | 0.087 | 0.57 | *    |
| 7   | 17.0         | -0.15 | 0.093 | 0.91 | **   |
| 8   | 15.4         | -0.13 | 0.086 | 0.79 | **   |
| 9   | 21.7         | -0.06 | 0.081 | 0.81 | +    |
| 10  | 10.9         | -0.04 | 0.116 | 0.70 | **   |
| 11  | 10.6         | -0.10 | 0.127 | 0.68 | **   |

有意水準: \*\* (1%), \* (5%) + (10%)  
 回帰式:  $\Delta D = a + b \cdot CL$ ,  $\Delta D(\text{cm})$ ,  $CL(\text{m})$

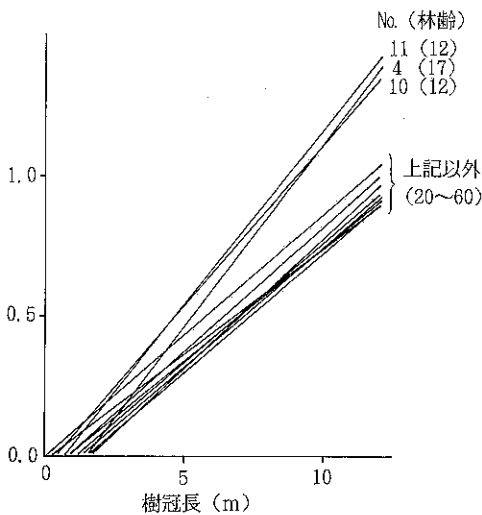


図-13 樹冠長と直径成長量の調査林分別回帰直線

(3) 樹冠長と幹材積成長量の関係からの推定式  
 樹冠長 ( $C_L$ ) と調査当年の幹材積成長量 ( $\Delta V$ ) の回帰式を求めたところ、 $\Delta V = -0.00775 + 0.00376 \cdot C_L$  (相関係数0.80) を得た。しかしデータの散らばり方を調べたところ、調査木の平均樹冠長  $C_L = 4.84$  における95%信頼幅は  $\pm 0.0094 \text{ m}^3$  となり、かなり大きな誤差が認められた。

さらに樹高の変化に伴う定数 a、b の動きを調べるため、調査林分毎に樹冠長と幹材積成長量の回帰式を求めた。その結果は表6、図-14のとおりであり、大半は高い相関が認められた。定数 a、b の H との回帰式は  $a = -0.0025 - 0.000394 \cdot H$  (相関係数 -0.50、10% 有意水準)、 $b = 0.0008 + 0.000220 \cdot H$  (相関係数0.72、5% 有意水準) となった。

一方、幹材積成長量から直径成長量を算出するのに、図-15中の  $\Delta V$  を表わす式を変形して得られる

表-6 樹冠長からの幹材積成長量への回帰直線

| No. | 調査林分<br>平均樹高 | 定数      |         | 相関係数 | 有意水準 |
|-----|--------------|---------|---------|------|------|
|     |              | a       | b       |      |      |
| 1   | 14.7m        | -0.0040 | 0.00315 | 0.61 | *    |
| 2   | 15.0         | -0.0074 | 0.00368 | 0.56 | +    |
| 3   | 16.2         | -0.0073 | 0.00359 | 0.78 | **   |
| 4   | 10.8         | -0.0101 | 0.00439 | 0.85 | **   |
| 5   | 11.2         | -0.0093 | 0.00396 | 0.90 | **   |
| 6   | 17.2         | -0.0102 | 0.00440 | 0.76 | **   |
| 7   | 17.0         | -0.0119 | 0.00488 | 0.88 | **   |
| 8   | 15.4         | -0.0068 | 0.00352 | 0.77 | **   |
| 9   | 21.7         | -0.0124 | 0.00657 | 0.91 | *    |
| 10  | 10.9         | -0.0072 | 0.00337 | 0.83 | **   |
| 11  | 10.6         | -0.0045 | 0.00256 | 0.74 | **   |

有意水準: \*\* (1%), \* (5%), + (10%)  
 回帰式:  $\Delta V = a + b \cdot CL$ ,  $\Delta V(\text{cm}^3)$ ,  $CL(\text{m})$

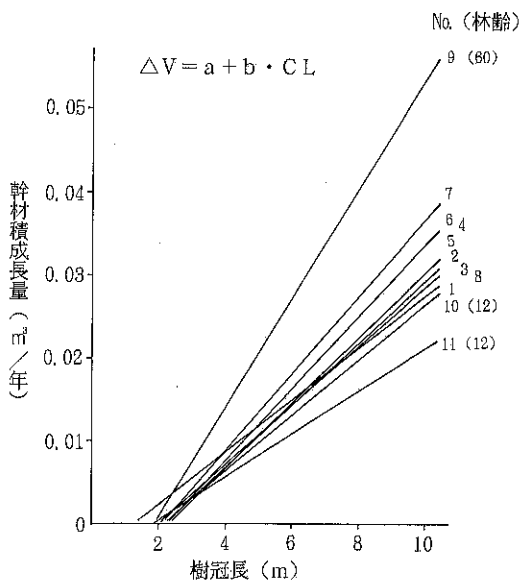
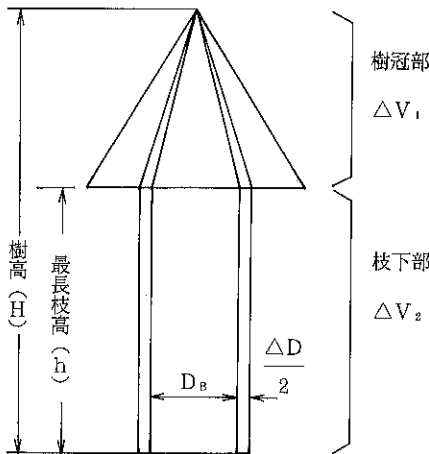


図-14 樹冠長と幹材積成長量の調査林分別回帰直線



$$\Delta V_1 = \frac{1}{6 \times 10^4} \pi \cdot D_B \cdot \Delta D \cdot (H-h)$$

$$\Delta V_2 = \frac{1}{2 \times 10^4} \pi \cdot D_B \cdot \Delta D \cdot h$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$= \frac{1}{6 \times 10^4} \pi \cdot D_B \cdot \Delta D \cdot (H+2h)$$

図-15 材積成長量を表わす式

$$\Delta D' = \frac{6 \times 10^4 \cdot \Delta V}{\pi \cdot D_B \cdot (H+2h)} \quad (3-2) \text{式}$$

を用いた。さらにこの式で得られた $\Delta D'$ は樹幹解析によって得られた観測値の直径成長量( $\Delta D$ )とどれ程の誤差があるのか、相関を調べ修正式を求めた。 $\Delta D'$ から $\Delta D$ への回帰直線式は

$$\Delta D = 0.001 + 0.9110 \Delta D' \quad (3-3) \text{式}$$

となった。相関係数は0.92であった。因にその回帰式に対する観測値の95%信頼幅は $\pm 0.17$ cmであった。

以上から幹材積成長量を

$$\Delta V = (-0.0025 - 0.000394 \cdot H)$$

$$+ (0.0008 + 0.000220H) \cdot C, \quad (3) \text{式}$$

で求め、さらに(3-2)式で $D'$ 、(3-3)式で修正をして直径成長量を推定した。

(4) 胸高直径と直径成長量の関係からの推定式

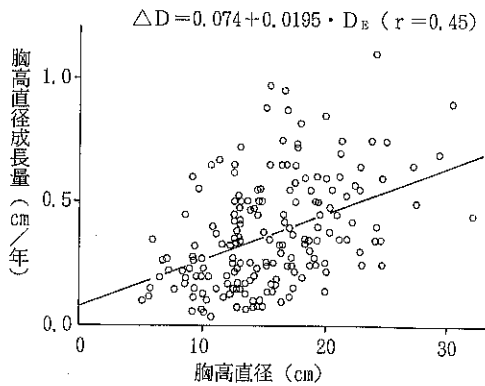


図-16 胸高直径( $D_B$ )と胸高直径成長量( $\Delta D$ )の関係

全樹幹解析木の、調査当年末の胸高直径( $D_B$ )とその年の胸高直径成長量( $\Delta D$ )の関係は図-16のとおりであり、その回帰式は

$$\Delta D = 0.074 + 0.0195 \cdot D_B \quad (4) \text{式}$$

であった。相関係数は0.45であった。

(5) 調査林分別の胸高直径と直径成長量の関係からの推定式

それぞれの調査林分の胸高直径( $D_B$ )から直径



成長量(ΔD)への回帰式を表-7、図-17に表わした。ほとんどの林分で高い水準の相関が認められた。回帰直線の林分別の傾向をみると、回帰式の傾きは若い林分ほど急な傾向が見うけられる。

上記(2)で行ったと同様、林分毎の回帰直線の定数と林分の平均樹高との関係を調べた。その結果、回帰式  $a = 0.004 - 0.0174 \cdot H$  (相関係数 - 表-7 胸高直径から直径成長量への回帰直線

| 調査林分<br>No. | 定 数   |        | 相関係数 | 有意水準 |
|-------------|-------|--------|------|------|
|             | a     | b      |      |      |
| 1           | -0.21 | 0.0318 | 0.71 | **   |
| 2           | -0.21 | 0.0388 | 0.61 | +    |
| 3           | -0.29 | 0.0408 | 0.77 | **   |
| 4           | -0.29 | 0.0519 | 0.85 | **   |
| 5           | -0.04 | 0.0333 | 0.82 | **   |
| 6           | -0.29 | 0.0327 | 0.69 | **   |
| 7           | -0.32 | 0.0516 | 0.84 | **   |
| 8           | -0.40 | 0.0404 | 0.88 | **   |
| 9           | -0.34 | 0.0269 | 0.91 | *    |
| 10          | -0.15 | 0.0561 | 0.80 | **   |
| 11          | -0.22 | 0.0634 | 0.82 | **   |

有意水準：\*\* (1%)、\* (5%)、+ (10%)  
回 帰 式： $\Delta D = a + b D_E$  (cm、当年末値)  $\Delta D$  (cm)

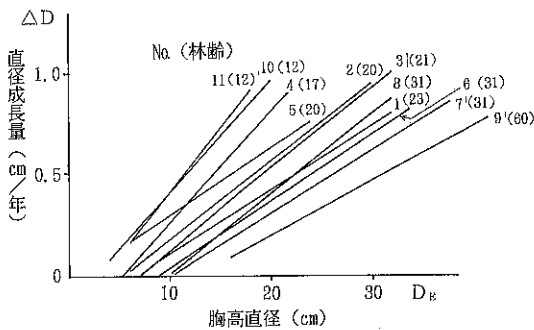


図-17

0.61、5%有意水準)、 $b = 0.078 - 0.0252 \cdot H$  (相関係数-0.75、1%有意水準)が得られた。従って直径成長量を

$$\Delta D = (0.004 - 0.0174 \cdot H) + (0.078 - 0.0252 \cdot H) \cdot D_E \quad (5)式$$

で推定した。

(6) 胸高直径と幹材積成長量の関係からの推定式

全調査木の調査当年末の胸高直径 ( $D_E$ ) とその年の幹材積成長量 ( $\Delta V$ ) との関係から得られた回帰式は  $\Delta V = -0.0100 + 0.001329 \cdot D_E$  であった。相関係数は0.84であり、上記(3)の樹冠長を用いた場合よりいくらか相関が高かった。観測値の95%信頼幅についても  $\pm 0.0086 \text{ m}^3$  (平均胸高直径において) と多少誤差幅は小さかった。

さらに、直線回帰式の定数が樹高の変化によってどのように動くのかを調べるため、林分毎に胸高直径と幹材積成長量の回帰式を求めた。その結

表-8 胸高直径から幹材積成長量への回帰直線

| 調査林分<br>No. | 定 数     |         | 相関係数 | 有意水準 |
|-------------|---------|---------|------|------|
|             | a       | b       |      |      |
| 1           | -0.0110 | 0.00126 | 0.82 | **   |
| 2           | -0.0127 | 0.00157 | 0.85 | **   |
| 3           | -0.0187 | 0.00194 | 0.89 | **   |
| 4           | -0.0152 | 0.00187 | 0.93 | **   |
| 5           | -0.0101 | 0.00145 | 0.97 | **   |
| 6           | -0.0179 | 0.00158 | 0.87 | **   |
| 7           | -0.0239 | 0.00182 | 0.88 | **   |
| 8           | -0.0194 | 0.00174 | 0.91 | **   |
| 9           | -0.0315 | 0.00205 | 0.98 | **   |
| 10          | -0.0101 | 0.00160 | 0.94 | **   |
| 11          | -0.0078 | 0.00136 | 0.95 | **   |

有意水準：\*\* (1%)  
回 帰 式： $\Delta V = a + b \cdot D_E$ 、 $\Delta V$  (m<sup>3</sup>)  
 $D_E$  (cm、当年末値)

果は表-8、図-18のとおりであり、全ての林分において高い水準で相関が認められた。それぞれの定数 a、b と林分の平均樹高との関係を調べた。その結果  $a=0.0098-0.00178 \cdot H$  (相関係数-0.88、1%有意水準)、 $b=0.00109+0.0000387 \cdot H$  (相関係数0.54、10%有意水準) が得られた。

従って胸高直径から幹材積成長量を推定するのに

$$\Delta V = (0.0098 - 0.00178 \cdot H) + (0.00109 + 0.0000387 \cdot H) D_E \quad (6) \text{式}$$

を用いることにした。得られた幹材積成長量から直径成長量への計算は、上記(3-2)式、(3-3)式を用いた。

3. 直径成長量の推定値と実測値との比較

前記の6つの方法でそれぞれ直径成長量を計算

表-9 直径成長率 ( $\Delta D$ ) の推定方法

| No. | 因子         | 推定式   |
|-----|------------|---|
| 1   | 調査当年末の樹冠長  | $\Delta D = -0.047 + 0.0871 \cdot C L$  |
| 2   | "          | $\Delta D = a + b \cdot C L$ ( $a = -0.090$<br>$b = 0.153 - 0.00386 \cdot H$ )  |
| 3   | "          | $\Delta V = a + b \cdot C L$ ( $a = -0.0025 - 0.000394 \cdot H$<br>$b = 0.0008 + 0.000220 \cdot H$ )<br>$\Delta D = \frac{6 \times 10^4 \cdot \Delta V}{\pi \cdot D_B \cdot (H + 2h)}$<br>$\Delta D = 0.001 + 0.911 \cdot \Delta V$ |
| 4   | 調査当年末の胸高直径 | $\Delta D = 0.074 + 0.0195 \cdot D_E$   |
| 5   | "          | $\Delta D = a + b \cdot D_E$ ( $a = 0.004 - 0.0174 \cdot H$<br>$b = 0.078 - 0.0252 \cdot H$ )   |
| 6   | "          | $\Delta V = a + b \cdot D_E$ ( $a = 0.0098 - 0.0178 \cdot H$<br>$b = 0.00109 + 0.0000387 \cdot H$ )<br>$\Delta D = \frac{6 \times 10^4 \cdot \Delta V}{\pi \cdot D_B \cdot (H + 2h)}$<br>$\Delta D = 0.001 + 0.911 \cdot \Delta V$  |

$D_E$ : 調査当年末の胸高直径 (cm、樹皮含む)  
 $D_B$ : 調査前年末の胸高直径 (cm、樹皮含まず)  
 $H$ : 調査当年末の林分平均樹高 (m)  
 $C_L$ : 樹冠長 (cm)、 $\Delta D$ : 直径成長量 推測値 (cm)、  
 $\Delta V$ : 幹材積成長量推測値 (m<sup>3</sup>)

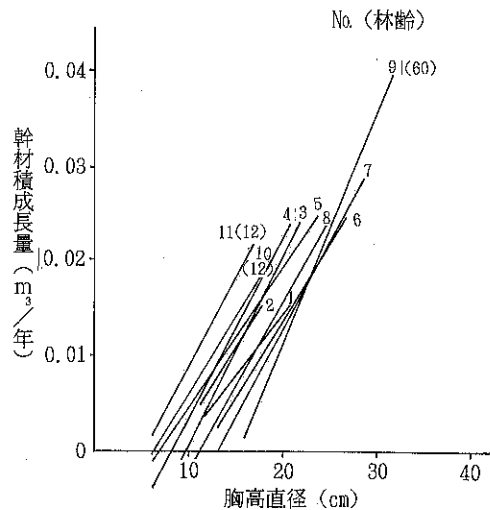


図-18 胸高直径と幹材積成長量の調査林分別回帰直線

し、樹幹解析によって得られた実測値と比較した。6つの方法を表-9にまとめた。それらの式を使って直径成長量 ( $\Delta D$ ) を推定し、6つの方法それぞれについて推定値の実測値に対する相関を調べた。その結果を表-10に表した。最も相関の高かったのは、樹冠長及び林分の平均樹高をもとに推定する3方法であった。この場合の95%信頼の誤差は $\pm 0.29\text{cm}$ であった。従って年輪ではほぼ $1.5\text{mm}$ の誤差範囲の推定ができたと考えられる。もし80%信頼で推定するとすれば、直径誤差は $0.19\text{cm}$ となり年輪幅ではほぼ $1\text{mm}$ の誤差範囲となる。

その他に80%の信頼で年輪幅がほぼ $1\text{mm}$ の誤差範囲で推定できる方法は、胸高直径と林分の平均樹高から推定する方法と、樹冠長のみから推定する方法があげられる。樹冠長のみからの推定が、他の方法と劣らぬ水準であったことは以外であったが、これには単に樹冠の大きさだけでなく、着葉状態が林齢の変化と共に微妙に変化しているこ

表-10 推定値の信頼幅

| No. | 回帰式 ( $\Delta D = a + b \cdot \bar{D}$ ) |       | 相関係数 | 推定値の95%信頼幅                 |
|-----|--|-------|------|----------------------------|
|     | a  | b     |      |                            |
| 1   | - 0.001                                  | 1.002 | 0.68 | $\pm 0.32^{\circ}\text{m}$ |
| 2   | - 0.006                                  | 0.989 | 0.75 | $\pm 0.29$                 |
| 3   | 0.178                                    | 0.476 | 0.49 | $\pm 0.38$                 |
| 4   | 0.002                                    | 0.995 | 0.44 | $\pm 0.39$                 |
| 5   | 0.012                                    | 0.920 | 0.73 | $\pm 0.30$                 |
| 6   | 0.153                                    | 0.552 | 0.63 | $\pm 0.34$                 |

$\Delta D$  : 樹幹解析による観測値

$\bar{D}$  : 推定式からの値

とが一因と考えられる。測定は行わなかったが、No.9の60年生の調査林分において、葉の密生状況は他の林分と明らかに異っていた。

幹材積成長量を用いる方法は、それと胸高直径あるいは樹冠長との相関は高かったのではある

が、直径成長量の段階では今回の方法では大きな誤差が生じてしまった。

#### IV おわりに

数値の比較的得易い胸高直径、樹冠長(最長の枝の位置から上部の長さ)を用いて、スギの現時点の年輪幅が個体毎に推定できないか検討した。

その結果、数少ない今回の調査林分に限ってではあるが、80%の信頼度ならば胸高直径、樹冠長共に、ほぼ $1\text{mm}$ 以内の誤差で年輪成長幅を推定することができた。また両者共、幹材積成長量とは高い相関が認められたが、そこから直径成長量を推定するまでには至らなかった。

今回の調査は、主に31年生以下の比較的若いほぼ閉鎖状態の同齢一斉林で行なわれたため、林齢の高低、地位の上下、林分密度の高低等に絡む成長の解析が今後の課題として残された。また複層林施業等における孤立的状態での成長に関する課題も残った。成長を推定するに胸高直径を用いた方が良いのか、あるいは樹冠長を用いた方が良いのかははっきりしなかったが、このようなことも含め、さらに様々な条件下での調査及び両者の比較の積み重ねを必要とする。

また直径分布の遷移を検討することはできなかったが、その推定には単木の成長を明らかにすることの他に、樹冠の大きさと樹冠を制限する林分密度との関係も明らかにすることが必要とされる。

#### V 参考文献

1. 大内山道男：優良材の材質指標に関する調査 愛林試報No.16 (1980)、17 (1981)
2. 梶原幹弘：スギ、ヒノキ同齢林分内における単木の陽樹冠表面積と幹材積、胸高直径および樹高の各成長量との相関 京都府大演習林報第34号(1990)
3. 大隅眞一編著：森林計測学講義 (1987) 養賢堂

| 調査林分 | 調査木<br>No. | 前 年 値                    |                | 当 年 値                   |                |            |         | 当年成長量      |           |                         |
|------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------|---------|------------|-----------|-------------------------|
|      |            | D <sub>B</sub><br>(樹皮なし) | H <sub>B</sub> | D <sub>E</sub><br>(樹皮含) | H <sub>E</sub> | 最長枝<br>高 h | 樹冠<br>長 | △D<br>(cm) | △H<br>(m) | △V<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 1    | 1          | 12.3                     | 13.1           | 12.8                    | 13.3           | 9.2        | 4.1     | 0.08       | 0.2       | 0.0027                  |
|      | 2          | 12.0                     | 13.4           | 12.8                    | 13.8           | 10.5       | 3.3     | 35         | 4         | 81                      |
|      | 3          | 11.7                     | 13.5           | 12.1                    | 13.8           | 10.1       | 3.7     | 17         | 3         | 42                      |
|      | 4          | 12.4                     | 13.4           | 13.0                    | 13.8           | 10.6       | 3.2     | 25         | 4         | 52                      |
|      | 5          | 12.1                     | 13.1           | 12.7                    | 13.6           | 10.6       | 3.0     | 23         | 5         | 53                      |
|      | 6          | 12.2                     | 13.8           | 12.7                    | 14.0           | 11.2       | 2.8     | 15         | 2         | 40                      |
|      | 11         | 14.6                     | 14.1           | 15.3                    | 14.5           | 11.1       | 3.4     | 35         | 4         | 132                     |
|      | 12         | 16.1                     | 14.0           | 16.9                    | 14.3           | 9.5        | 4.8     | 25         | 3         | 83                      |
|      | 13         | 15.4                     | 14.4           | 16.3                    | 14.8           | 11.5       | 3.3     | 33         | 4         | 97                      |
|      | 14         | 16.6                     | 13.9           | 17.2                    | 14.2           | 9.7        | 4.5     | 27         | 3         | 82                      |
|      | 15         | 15.4                     | 14.6           | 15.9                    | 15.0           | 10.6       | 4.4     | 18         | 4         | 64                      |
|      | 21         | 18.3                     | 15.3           | 19.2                    | 15.6           | 10.4       | 5.2     | 60         | 3         | 184                     |
|      | 22         | 19.5                     | 14.1           | 20.3                    | 14.6           | 9.6        | 5.0     | 38         | 5         | 136                     |
|      | 23         | 20.2                     | 15.5           | 20.9                    | 15.8           | 10.2       | 5.6     | 45         | 3         | 141                     |
| 2    | 1          | 11.0                     | 11.2           | 11.6                    | 11.7           | 7.6        | 4.1     | 33         | 5         | 66                      |
|      | 2          | 11.9                     | 12.2           | 12.6                    | 12.7           | 8.2        | 4.5     | 22         | 5         | 88                      |
|      | 3          | 11.5                     | 12.7           | 12.1                    | 13.2           | 9.3        | 3.9     | 32         | 5         | 64                      |
|      | 4          | 15.5                     | 13.6           | 16.4                    | 14.1           | 9.7        | 4.4     | 45         | 5         | 139                     |
|      | 5          | 16.4                     | 14.4           | 17.4                    | 14.8           | 9.0        | 5.8     | 58         | 4         | 166                     |
|      | 6          | 15.5                     | 12.5           | 16.2                    | 13.1           | 7.9        | 5.2     | 33         | 6         | 88                      |
|      | 7          | 15.9                     | 15.2           | 16.9                    | 15.9           | 11.3       | 4.6     | 55         | 7         | 160                     |
|      | 8          | 15.2                     | 14.9           | 15.8                    | 15.3           | 10.1       | 5.2     | 17         | 4         | 101                     |
|      | 9          | 11.9                     | 12.1           | 12.2                    | 12.4           | 8.6        | 3.8     | 13         | 3         | 35                      |
|      | 10         | 11.8                     | 12.7           | 12.3                    | 13.2           | 7.9        | 5.3     | 35         | 5         | 81                      |
| 3    | 1          | 21.5                     | 16.4           | 22.8                    | 16.9           | 9.3        | 7.6     | 65         | 5         | 288                     |
|      | 2          | 23.5                     | 14.8           | 24.5                    | 15.3           | 9.5        | 5.8     | 35         | 5         | 177                     |
|      | 3          | 22.2                     | 17.0           | 24.0                    | 17.7           | 7.6        | 10.1    | 1.10       | 7         | 403                     |
|      | 4          | 16.1                     | 16.1           | 17.4                    | 16.6           | 6.7        | 9.9     | 65         | 5         | 202                     |
|      | 5          | 16.5                     | 16.3           | 17.5                    | 16.8           | 7.5        | 9.3     | 50         | 5         | 161                     |
|      | 6          | 14.9                     | 15.7           | 15.6                    | 16.0           | 10.0       | 6.0     | 25         | 3         | 84                      |
|      | 7          | 8.9                      | 13.2           | 9.2                     | 13.7           | 10.3       | 3.4     | 6          | 5         | 15                      |
|      | 8          | 9.4                      | 13.0           | 9.8                     | 13.4           | 10.8       | 2.6     | 7          | 4         | 23                      |
|      | 9          | 9.9                      | 12.7           | 10.3                    | 13.0           | 9.7        | 3.3     | 10         | 3         | 16                      |
|      | 11         | 13.1                     | 15.1           | 13.8                    | 15.6           | 10.5       | 5.1     | 25         | 5         | 77                      |
|      | 12         | 11.9                     | 13.5           | 12.4                    | 13.9           | 8.7        | 5.2     | 25         | 4         | 60                      |
|      | 13         | 19.8                     | 17.0           | 21.1                    | 17.5           | 6.1        | 11.4    | 70         | 5         | 240                     |
|      | 14         | 13.6                     | 14.0           | 14.1                    | 14.5           | 9.9        | 4.6     | 10         | 5         | 60                      |
|      | 15         | 28.3                     | 17.6           | 30.3                    | 18.1           | 7.5        | 10.6    | 90         | 5         | 440                     |

| 調査林分<br>No. | 調査木<br>No. | 前 年 値                    |                | 当 年 値                   |                |            |         | 当年成長量      |           |                         |
|-------------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------|---------|------------|-----------|-------------------------|
|             |            | D <sub>B</sub><br>(樹皮なし) | H <sub>B</sub> | D <sub>R</sub><br>(樹皮含) | H <sub>L</sub> | 最長枝<br>高 h | 樹冠<br>長 | △D<br>(cm) | △H<br>(m) | △V<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 3           | 16         | 20.6                     | 14.3           | 21.7                    | 14.9           | 5.5        | 9.4     | 0.35       | 0.6       | 0.0152                  |
|             | 17         | 16.4                     | 14.2           | 17.0                    | 14.8           | 9.7        | 5.1     | 25         | 7         | 97                      |
|             | 18         | 17.3                     | 16.0           | 18.3                    | 16.6           | 10.3       | 6.3     | 35         | 6         | 141                     |
|             | 19         | 10.3                     | 12.0           | 11.0                    | 12.5           | 8.8        | 3.7     | 37         | 5         | 64                      |
|             | 20         | 16.1                     | 15.1           | 17.0                    | 15.7           | 9.8        | 5.9     | 40         | 6         | 126                     |
|             | 21         | 18.2                     | 16.4           | 19.9                    | 17.0           | 10.9       | 6.1     | 85         | 6         | 277                     |
|             | 22         | 19.3                     | 15.3           | 20.3                    | 16.0           | 10.1       | 5.9     | 48         | 7         | 168                     |
|             | 23         | 19.4                     | 16.7           | 20.5                    | 17.2           | 10.8       | 6.4     | 55         | 5         | 198                     |
|             | 24         | 18.8                     | 17.0           | 19.9                    | 17.5           | 10.9       | 6.6     | 60         | 5         | 197                     |
|             | 25         | 18.3                     | 16.6           | 19.5                    | 17.1           | 10.9       | 6.2     | 45         | 5         | 189                     |
|             | 26         | 17.4                     | 16.1           | 18.7                    | 16.8           | 10.4       | 6.4     | 55         | 7         | 182                     |
| 27          | 15.5       | 15.0                     | 16.2           | 15.5                    | 10.8           | 4.7        | 30      | 5          | 94        |                         |
| 4           | B-1        | 9.6                      | 9.6            | 10.0                    | 9.8            | 6.7        | 3.1     | 6          | 2         | 11                      |
|             | " 4        | 5.5                      | 7.1            | 5.8                     | 7.3            | 5.4        | 1.9     | 15         | 頂枯        | 9                       |
|             | " 10       | 8.7                      | 9.5            | 9.3                     | 9.9            | 6.8        | 3.1     | 15         | 4         | 27                      |
|             | " 6        | 12.0                     | 11.4           | 12.5                    | 12.0           | 8.6        | 3.4     | 15         | 6         | 56                      |
|             | " 12       | 11.4                     | 11.1           | 12.0                    | 11.5           | 8.0        | 3.5     | 20         | 4         | 42                      |
|             | " 14       | 11.9                     | 10.8           | 12.7                    | 11.3           | 7.7        | 3.6     | 35         | 5         | 77                      |
|             | " 16       | 12.0                     | 12.3           | 13.0                    | 12.8           | 8.5        | 4.3     | 42         | 5         | 80                      |
|             | " 18       | 13.9                     | 11.1           | 14.8                    | 11.6           | 7.7        | 3.9     | 38         | 5         | 92                      |
|             | " 20       | 9.5                      | 9.2            | 10.0                    | 9.5            | 7.1        | 2.4     | 13         | 3         | 21                      |
|             | " 23       | 12.8                     | 12.1           | 13.8                    | 12.7           | 8.2        | 4.5     | 47         | 6         | 97                      |
|             | " 31       | 11.6                     | 12.3           | 12.6                    | 12.7           | 8.6        | 4.1     | 50         | 4         | 79                      |
|             | " 33       | 12.0                     | 12.1           | 13.0                    | 12.9           | 7.8        | 5.1     | 42         | 8         | 90                      |
|             | " 34       | 11.6                     | 11.9           | 12.5                    | 12.3           | 7.4        | 4.9     | 45         | 4         | 96                      |
|             | " 35       | 13.1                     | 12.5           | 14.1                    | 13.0           | (欠 測)      |         | 48         | 5         | 98                      |
|             | 18         | 8.3                      | 11.0           | 8.9                     | 11.6           | 6.2        | 5.4     | 23         | 6         | 34                      |
| 30          | 19.9       | 14.8                     | 21.3           | 15.5                    | 8.3            | 7.2        | 75      | 7          | 271       |                         |
| 68          | 16.3       | 13.7                     | 17.6           | 14.5                    | 8.8            | 5.7        | 72      | 8          | 213       |                         |
| 96          | 14.1       | 13.9                     | 15.3           | 14.5                    | 8.5            | 6.0        | 65      | 6          | 148       |                         |
| 5           | 1          | 23.2                     | 14.8           | 24.6                    | 15.4           | 5.2        | 10.2    | 60         | 6         | 273                     |
|             | 2          | 5.4                      | 8.0            | 5.7                     | 8.2            | 6.0        | 2.2     | 12         | 2         | 9                       |
|             | 3          | 16.3                     | 13.7           | 17.6                    | 14.4           | 8.4        | 6.0     | 73         | 7         | 176                     |
|             | 4          | 9.2                      | 9.7            | 9.8                     | 10.4           | 6.5        | 3.9     | 20         | 7         | 22                      |
|             | 5          | 11.9                     | 10.2           | 12.7                    | 10.8           | 7.3        | 3.5     | 38         | 6         | 63                      |
|             | 6          | 9.7                      | 10.1           | 10.4                    | 10.7           | 7.2        | 3.5     | 20         | 6         | 40                      |
|             | 7          | 14.9                     | 11.3           | 16.2                    | 11.9           | 6.9        | 5.0     | 65         | 6         | 138                     |
|             | 8          | 8.0                      | 8.9            | 8.6                     | 9.3            | 6.0        | 3.3     | 17         | 4         | 25                      |

| 調査林分 | 調査木<br>No. | 前 年 値                    |                | 当 年 値                   |                |            |         | 当年成長量      |           |                         |
|------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------|---------|------------|-----------|-------------------------|
|      |            | D <sub>B</sub><br>(樹皮なし) | H <sub>B</sub> | D <sub>E</sub><br>(樹皮含) | H <sub>E</sub> | 最長枝<br>高 h | 樹冠<br>長 | △D<br>(cm) | △H<br>(m) | △V<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 5    | 9          | 9.4                      | 9.6            | 10.0                    | 10.2           | 6.2        | 4.0     | 0.23       | 0.6       | 0.0031                  |
|      | 10         | 11.7                     | 9.6            | 12.6                    | 10.1           | 6.4        | 3.7     | 43         | 5         | 63                      |
|      | 11         | 13.2                     | 12.1           | 14.3                    | 12.7           | 7.7        | 5.0     | 50         | 6         | 106                     |
|      | 12         | 9.2                      | 11.0           | 9.7                     | 11.4           | 7.6        | 3.8     | 20         | 4         | 24                      |
|      | 13         | 19.8                     | 13.7           | 21.1                    | 14.3           | 8.2        | 6.1     | 60         | 6         | 198                     |
|      | 14         | 17.7                     | 13.0           | 19.0                    | 13.6           | 7.3        | 6.3     | 50         | 6         | 177                     |
|      | 15         | 11.8                     | 10.7           | 12.8                    | 11.3           | 6.8        | 4.5     | 35         | 6         | 72                      |
|      | 16         | 6.1                      | 7.6            | 6.6                     | 7.8            | 4.6        | 3.2     | 20         | 2         | 13                      |
|      | 17         | 11.9                     | 10.8           | 12.9                    | 11.4           | 6.7        | 4.7     | 48         | 6         | 94                      |
|      | 18         | 13.4                     | 10.8           | 14.5                    | 11.4           | 7.2        | 4.2     | 50         | 6         | 105                     |
|      | 19         | 16.9                     | 11.9           | 18.2                    | 12.5           | 7.2        | 5.3     | 60         | 6         | 182                     |
|      | 20         | 4.9                      | 6.9            | 5.2                     | 7.0            | 4.5        | 2.5     | 10         | 1         | 6                       |
|      | 21         | 8.7                      | 9.0            | 9.3                     | 9.4            | 6.6        | 2.8     | 12         | 4         | 18                      |
|      | 22         | 13.2                     | 10.4           | 14.2                    | 11.0           | 5.2        | 5.8     | 55         | 6         | 89                      |
| 23   | 8.5        | 8.4                      | 9.6            | 9.1                     | 4.7            | 4.4        | 55      | 7          | 46        |                         |
| 6    | 5-1        | 23.7                     | 15.9           | 24.7                    | 16.3           | 10.4       | 5.9     | 25         | 4         | 157                     |
|      | 2          | 13.9                     | 13.3           | 14.4                    | 13.5           | 10.4       | 3.1     | 10         | 2         | 26                      |
|      | 3          | 21.6                     | 16.9           | 22.7                    | 17.4           | 12.3       | 5.1     | 55         | 5         | 210                     |
|      | 4          | 18.2                     | 14.2           | 19.1                    | 14.6           | 10.2       | 4.4     | 50         | 4         | 149                     |
|      | 5          | 18.1                     | 14.4           | 19.0                    | 14.8           | 10.2       | 4.6     | 35         | 4         | 112                     |
|      | 6          | 15.7                     | 14.1           | 16.6                    | 14.4           | 10.2       | 4.2     | 42         | 3         | 107                     |
|      | 11-1       | 25.9                     | 18.2           | 27.2                    | 18.6           | 11.9       | 6.7     | 65         | 4         | 249                     |
|      | 2          | 19.3                     | 18.8           | 19.9                    | 19.1           | 12.7       | 6.4     | 25         | 3         | 100                     |
|      | 3          | 23.2                     | 17.9           | 24.2                    | 18.3           | 12.2       | 6.1     | 40         | 4         | 156                     |
|      | 4          | 18.2                     | 18.7           | 19.3                    | 19.2           | 12.9       | 6.3     | 40         | 5         | 133                     |
|      | 5          | 17.4                     | 18.6           | 18.3                    | 19.2           | 13.1       | 6.1     | 35         | 6         | 138                     |
|      | 6          | 20.0                     | 19.5           | 21.1                    | 20.1           | 13.2       | 6.9     | 35         | 6         | 177                     |
|      | 7          | 12.8                     | 15.3           | 13.4                    | 15.7           | 11.8       | 3.9     | 17         | 4         | 44                      |
|      | 8          | 14.8                     | 15.3           | 15.5                    | 15.7           | 11.7       | 4.0     | 17         | 4         | 55                      |
| 9    | 16.4       | 16.4                     | 17.0           | 16.7                    | 12.2           | 4.5        | 12      | 3          | 44        |                         |
| 10   | 22.5       | 17.2                     | 23.7           | 17.7                    | 10.7           | 7.0        | 75      | 5          | 268       |                         |
| 7    | 6-1        | 18.0                     | 16.8           | 18.7                    | 17.4           | 12.7       | 4.7     | 30         | 6         | 91                      |
|      | 2          | 14.7                     | 17.0           | 15.2                    | 17.3           | 13.0       | 4.3     | 14         | 3         | 35                      |
|      | 3          | 16.8                     | 13.9           | 17.3                    | 14.1           | 9.6        | 4.5     | 15         | 2         | 49                      |
|      | 4          | 18.2                     | 18.5           | 19.1                    | 19.0           | 13.7       | 5.3     | 25         | 5         | 115                     |
|      | 5          | 14.4                     | 16.3           | 15.1                    | 16.5           | 12.7       | 3.8     | 25         | 2         | 75                      |
|      | 10-1       | 22.0                     | 17.1           | 23.0                    | 17.5           | 13.0       | 4.5     | 25         | 4         | 116                     |
|      | 2          | 16.8                     | 15.5           | 17.5                    | 15.7           | 11.6       | 4.1     | 22         | 2         | 54                      |

| 調査林分<br>No. | 調査木<br>No. | 前 年 値                    |                | 当 年 値                   |                |            |         | 当年成長量      |           |                         |
|-------------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------|---------|------------|-----------|-------------------------|
|             |            | D <sub>B</sub><br>(樹皮なし) | H <sub>B</sub> | D <sub>E</sub><br>(樹皮含) | H <sub>E</sub> | 最長枝<br>高 h | 樹冠<br>長 | △D<br>(cm) | △H<br>(m) | △V<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 7           | 10-3       | 27.9                     | 20.5           | 29.3                    | 21.0           | 12.4       | 8.6     | 0.70       | 0.5       | 0.0382                  |
|             | 4          | 21.3                     | 17.1           | 22.3                    | 17.6           | 10.7       | 6.9     | 57         | 5         | 194                     |
|             | 5          | 21.7                     | 16.2           | 22.8                    | 16.4           | 11.5       | 4.9     | 30         | 2         | 115                     |
|             | 6          | 13.1                     | 15.2           | 13.5                    | 15.6           | 13.5       | 2.1     | 7          | 4         | 35                      |
|             | 7          | 19.3                     | 16.4           | 20.0                    | 16.7           | 13.9       | 2.8     | 22         | 3         | 91                      |
|             | 8          | 13.5                     | 13.6           | 14.1                    | 13.7           | 9.5        | 4.2     | 20         | 1         | 46                      |
|             | 9          | 13.1                     | 12.6           | 13.4                    | 12.9           | 10.2       | 2.7     | 13         | 3         | 29                      |
|             | 10         | 18.1                     | 16.2           | 18.8                    | 16.6           | 11.0       | 4.0     | 25         | 4         | 76                      |
| 8           | 7-1        | 12.5                     | 16.7           | 12.9                    | 17.2           | 14.0       | 3.2     | 15         | 5         | 37                      |
|             | 2          | 13.8                     | 15.4           | 14.1                    | 15.8           | 12.3       | 3.5     | 8          | 4         | 43                      |
|             | 3          | 10.2                     | 12.3           | 10.6                    | 12.6           | 11.1       | 1.5     | 4          | 3         | 12                      |
|             | 4          | 10.6                     | 14.4           | 11.1                    | 14.9           | 12.6       | 2.3     | 15         | 5         | 37                      |
|             | 5          | 15.0                     | 16.7           | 15.6                    | 17.2           | 13.6       | 3.6     | 14         | 5         | 84                      |
|             | 6          | 20.5                     | 17.7           | 21.6                    | 18.4           | 11.9       | 6.5     | 53         | 7         | 195                     |
|             | 7          | 14.2                     | 14.2           | 14.6                    | 14.4           | 11.8       | 2.6     | 8          | 2         | 22                      |
|             | 8          | 17.4                     | 16.8           | 18.4                    | 17.3           | 11.8       | 5.5     | 35         | 5         | 134                     |
|             | 9          | 17.9                     | 17.0           | 19.0                    | 17.6           | 10.9       | 6.7     | 27         | 6         | 126                     |
|             | 9-1        | 21.1                     | 15.3           | 22.1                    | 15.7           | 9.2        | 6.5     | 42         | 4         | 138                     |
|             | 2          | 13.8                     | 13.8           | 14.3                    | 14.2           | 9.5        | 4.7     | 23         | 4         | 62                      |
|             | 3          | 13.2                     | 13.0           | 13.7                    | 13.2           | 8.4        | 4.8     | 18         | 2         | 34                      |
|             | 4          | 12.1                     | 13.2           | 12.7                    | 13.5           | 8.2        | 5.3     | 17         | 3         | 34                      |
|             | 5          | 11.4                     | 11.1           | 11.8                    | 11.3           | 8.0        | 3.3     | 12         | 2         | 21                      |
|             | 6          | 14.1                     | 14.9           | 14.5                    | 15.1           | 12.1       | 3.0     | 8          | 2         | 22                      |
|             | 7          | 23.5                     | 16.4           | 24.9                    | 16.7           | 9.4        | 7.3     | 75         | 3         | 308                     |
|             | 8          | 17.4                     | 13.4           | 18.1                    | 13.7           | 9.0        | 4.7     | 20         | 3         | 73                      |
|             | 9          | 16.3                     | 14.8           | 17.3                    | 15.2           | 11.8       | 3.4     | 37         | 4         | 122                     |
| 10          | 14.4       | 14.5                     | 15.1           | 14.8                    | 11.2           | 3.6        | 25      | 3          | 79        |                         |
| 9           | 1          | 23.1                     | 20.3           | 24.1                    | 20.8           | 15.8       | 5.0     | 35         | 5         | 194                     |
|             | 2          | 26.2                     | 20.8           | 27.5                    | 21.2           | 16.4       | 4.8     | 50         | 4         | 262                     |
|             | 3          | 15.8                     | 18.8           | 16.4                    | 19.2           | 17.0       | 2.2     | 10         | 4         | 38                      |
|             | 4          | 30.8                     | 22.5           | 32.1                    | 22.8           | 15.7       | 7.1     | 45         | 3         | 333                     |
|             | 5          | 19.4                     | 20.1           | 20.0                    | 20.4           | 16.6       | 3.8     | 14         | 3         | 56                      |
| 10          | 1          | 6.7                      | 8.3            | 7.2                     | 8.9            | 6.8        | 2.1     | 27         | 6         | 23                      |
|             | 2          | 15.4                     | 11.4           | 16.6                    | 11.9           | 5.3        | 6.6     | 65         | 5         | 144                     |
|             | 3          | 8.1                      | 9.2            | 9.1                     | 9.8            | 6.1        | 3.7     | 60         | 6         | 53                      |
|             | 4          | 15.5                     | 11.9           | 16.8                    | 12.6           | 6.7        | 5.9     | 88         | 7         | 177                     |
|             | 5          | 12.6                     | 11.1           | 13.5                    | 11.6           | 6.6        | 5.0     | 50         | 5         | 95                      |
|             | 6          | 7.0                      | 8.5            | 7.4                     | 9.0            | 6.4        | 2.6     | 23         | 5         | 18                      |

| 調査林分<br>No. | 調査木<br>No. | 前 年 値                    |                | 当 年 値                   |                |            |         | 当年成長量      |           |                         |
|-------------|------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------|---------|------------|-----------|-------------------------|
|             |            | D <sub>B</sub><br>(樹皮なし) | H <sub>B</sub> | D <sub>E</sub><br>(樹皮含) | H <sub>E</sub> | 最長枝<br>高 h | 樹冠<br>長 | △D<br>(cm) | △H<br>(m) | △V<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 10          | 7          | 13.9                     | 12.0           | 15.3                    | 12.6           | 6.3        | 6.3     | 0.97       | 0.6       | 0.0178                  |
|             | 8          | 7.9                      | 9.2            | 8.4                     | 9.8            | 5.5        | 4.3     | 22         | 6         | 31                      |
|             | 9          | 6.2                      | 8.5            | 6.7                     | 8.8            | 5.7        | 3.1     | 27         | 3         | 20                      |
|             | 10         | 13.4                     | 10.8           | 14.3                    | 11.4           | 4.7        | 6.7     | 45         | 6         | 98                      |
|             | 11         | 9.9                      | 10.0           | 10.7                    | 10.4           | 6.3        | 4.1     | 40         | 4         | 59                      |
|             | 12         | 11.9                     | 10.1           | 12.8                    | 10.6           | 5.4        | 5.2     | 52         | 5         | 97                      |
|             | 13         | 11.5                     | 9.2            | 12.2                    | 9.8            | 5.0        | 4.8     | 25         | 6         | 54                      |
|             | 14         | 13.5                     | 11.8           | 14.9                    | 12.5           | 7.0        | 5.5     | 88         | 7         | 164                     |
|             | 15         | 16.5                     | 11.5           | 17.8                    | 12.2           | 5.5        | 6.7     | 82         | 4         | 198                     |
|             | 16         | 11.4                     | 10.8           | 12.5                    | 11.6           | 4.8        | 6.8     | 65         | 8         | 114                     |
| 11          | 1          | 8.8                      | 9.9            | 9.4                     | 10.5           | 5.8        | 4.7     | 32         | 6         | 46                      |
|             | 2          | 5.3                      | 7.6            | 6.0                     | 8.0            | 5.1        | 2.9     | 35         | 4         | 19                      |
|             | 3          | 11.9                     | 9.8            | 12.9                    | 10.4           | 5.0        | 5.4     | 50         | 6         | 102                     |
|             | 4          | 13.2                     | 10.2           | 14.3                    | 10.9           | 5.5        | 5.4     | 55         | 7         | 89                      |
|             | 5          | 8.7                      | 10.6           | 9.2                     | 10.9           | 8.2        | 2.7     | 28         | 3         | 37                      |
|             | 6          | 7.9                      | 8.6            | 8.6                     | 9.2            | 6.0        | 3.2     | 45         | 6         | 49                      |
|             | 7          | 11.5                     | 10.3           | 12.5                    | 10.7           | 5.1        | 5.6     | 62         | 4         | 80                      |
|             | 8          | 8.6                      | 10.2           | 9.2                     | 10.6           | 5.0        | 5.6     | 27         | 4         | 49                      |
|             | 9          | 10.4                     | 9.4            | 11.3                    | 10.2           | 5.2        | 5.0     | 67         | 8         | 81                      |
|             | 10         | 8.2                      | 9.8            | 8.7                     | 10.4           | 7.2        | 3.2     | 18         | 6         | 33                      |
|             | 11         | 7.4                      | 9.0            | 7.8                     | 9.5            | 6.8        | 2.7     | 15         | 5         | 20                      |
|             | 12         | 15.0                     | 10.5           | 16.6                    | 11.0           | 4.7        | 6.3     | 95         | 5         | 148                     |
|             | 13         | 11.7                     | 11.0           | 13.0                    | 11.5           | 7.5        | 4.0     | 72         | 5         | 104                     |
|             | 14         | 9.2                      | 8.8            | 9.8                     | 9.4            | 5.1        | 4.3     | 27         | 6         | 44                      |
|             | 15         | 9.5                      | 10.0           | 10.7                    | 10.5           | 4.7        | 5.8     | 65         | 5         | 80                      |
|             | 16         | 15.1                     | 12.7           | 16.4                    | 13.3           | 7.5        | 5.8     | 75         | 6         | 166                     |