

アテ択伐林に関する研究

5. マアテ一斉林の生長

安井 鈞[※]・藤江 勲[※]

Hitoshi YASUI and Isao FUJIE

Studies on the Selection Forest of Ate (*Thujaopsis dolabrata*
SIEB. et ZUCC. var. *hondai* MAKINO).

5. The Growth of Maate even-aged uniform forest.

緒 言

公益的機能を損なわずに、しかも高い生産を持続するよう森林を経営するには、極力自然に順応した施業をすべきであるが、非皆伐作業を積極的に取り入れていく必要があると考えられ、特に択伐作業法を採用するのが理想であろう。我国では択伐作業林は極めてまれで、従って既往における研究も多くないが、本作業法についての実証的研究が推進され、蓄積されていく必要がある。

能登地方のアテ林は、抜き伐りが広く行われていることで著名であるが、過去数年間に輪島市を中心として、マアテ択伐林の調査を行ない、施業法と経済性などについて研究してきた。今回はアテ林の択伐作業法を評価するために必要なマアテ一斉林の生長特性などを解明する目的で、1971年10月輪島市において調査を実施し考察を行なった。

この調査に御協力頂いた輪島林業事務所各位、輪島木材市場の谷川勇氏、輪島市町野町の南昭三氏、三井町の久保由雄氏および多数の専攻生諸君に厚く御礼申し上げますとともに、かつて協同研究者であった成田恒美先生に深甚の謝意を表す。なおこの報告は昭和46年に配分を受けた文部省科学研究費によって行った研究の一部である。

生 長

マアテ林の収穫予想表については、既に1969年に輪島市三井町で収集した29個の標準地資料により作成を試みたりが、この地区は全般的に地位が低いことがその後の調査で明らかになってきたので補正する必要が生じた。

1970年から1971年にかけて深見町・町野町・南志見町・山本町・二俣町の各地区で、マアテ一斉林の標準地33個を得たので、前回の資料と併せて計62個の資料によって、一斉林の生長を考察した。

1. 標準地

三井地区の調査の場合と同様に、林冠が単層で閉鎖しており、下木が存在しない、密度中庸の林分を選んだ。林冠構成をみて外観は同令一斉林のようであっても、伐採調査をしてみると、異令林であった経験もある。この判定が困難な場合もあり、同令一斉林を選定するようにつとめた。この結果の概要を第1表に示す。

2. 生長曲線式

第1表資料により、収穫予想表の諸数値を林令の関数として、種々の実験式の係数を最小自乗法によって求めて比較し、適合のよいものを採択するようにした。しかし変動が大きくこれら生長曲線のあてはめによるとりまとは無理であるため、今後更に地位や諸数値相互間の関連など検討した上で取りまとめた。

一応ここで採択した林令(A)に対する平均直径(D)、平均樹高(H)、ha当りの本数(N)、断面積(G)および材積(V)の実験式は、(1)式～(5)式のような。

$$\log D = \bar{1}.90629 + 0.792453 \cdot \log A \quad (1)$$

$$\log H = 1.55455 - 18.7453 \cdot \frac{1}{A} \quad (2)$$

$$\log N = 4.81426 - 0.940550 \cdot \log A \quad (3)$$

$$\log G = 1.92507 - 13.1865 \cdot \frac{1}{A} \quad (4)$$

$$\log V = \bar{2}.31604 + 3.656852 \cdot \log A - 0.677204 \cdot (\log A)^2 \quad (5)$$

(5)式によると、平均生長量の最大は85～100年で

※ 森林計画学研究室

Table 1. Data of sample plots.

| Age | Mean | | per Ha | | | Age | Mean | | per Ha | | |
|-----|---------------|------------|----------------|------------------------------|--------------------------|-----|---------------|------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| | Diameter (cm) | Height (m) | Number of tree | Basal area (m ²) | Volume (m ³) | | Diameter (cm) | Height (m) | Number of tree | Basal area (m ²) | Volume (m ³) |
| 45 | 12.4 | 9.5 | 2890 | 37 | 209 | 45 | 21.2 | 20.5 | 1010 | 43 | 486 |
| 45 | 10.3 | 9.2 | 3780 | 35 | 212 | 65 | 27.9 | 21.7 | 940 | 59 | 733 |
| 71 | 19.9 | 21.3 | 1560 | 54 | 530 | 68 | 25.7 | 20.4 | 1020 | 58 | 706 |
| 71 | 24.6 | 18.2 | 1010 | 54 | 556 | 52 | 27.1 | 22.2 | 1040 | 61 | 693 |
| 67 | 13.9 | 12.4 | 2730 | 50 | 401 | 52 | 21.5 | 17.8 | 1330 | 56 | 686 |
| 50 | 15.9 | 12.6 | 2250 | 44 | 320 | 48 | 26.4 | 21.6 | 1040 | 58 | 637 |
| 49 | 15.1 | 13.3 | 2390 | 46 | 299 | 40 | 21.4 | 16.1 | 1480 | 54 | 502 |
| 63 | 14.1 | 11.1 | 2200 | 43 | 331 | 35 | 19.9 | 14.2 | 1510 | 49 | 377 |
| 63 | 14.4 | 11.9 | 2180 | 38 | 277 | 70 | 28.1 | 25.6 | 880 | 56 | 766 |
| 46 | 15.8 | 12.7 | 2010 | 40 | 286 | 40 | 17.8 | 16.3 | 1980 | 50 | 460 |
| 40 | 13.1 | 9.6 | 2460 | 34 | 192 | 37 | 19.6 | 14.2 | 1340 | 43 | 368 |
| 24 | 10.2 | 8.1 | 3280 | 28 | 135 | 83 | 28.7 | 24.8 | 910 | 63 | 884 |
| 50 | 14.9 | 12.9 | 2240 | 40 | 302 | 80 | 32.9 | 25.9 | 740 | 63 | 824 |
| 62 | 14.2 | 11.2 | 2610 | 43 | 277 | 37 | 20.6 | 14.5 | 1490 | 51 | 394 |
| 80 | 25.5 | 22.2 | 1320 | 72 | 864 | 60 | 22.5 | 19.9 | 1280 | 61 | 807 |
| 80 | 24.3 | 23.6 | 1240 | 58 | 746 | 35 | 19.0 | 15.8 | 1140 | 33 | 261 |
| 54 | 11.0 | 8.0 | 3380 | 36 | 197 | 43 | 22.1 | 18.9 | 1020 | 42 | 357 |
| 47 | 15.0 | 11.8 | 1950 | 36 | 232 | 32 | 16.0 | 14.4 | 2090 | 44 | 303 |
| 42 | 11.4 | 8.4 | 2320 | 26 | 142 | 35 | 18.9 | 14.8 | 1800 | 53 | 380 |
| 48 | 9.5 | 10.3 | 3710 | 30 | 203 | 68 | 24.6 | 23.2 | 940 | 46 | 575 |
| 34 | 9.9 | 7.0 | 2860 | 26 | 138 | 55 | 20.6 | 20.4 | 1440 | 55 | 622 |
| 27 | 8.2 | 5.8 | 3570 | 22 | 107 | 93 | 19.4 | 19.2 | 1690 | 54 | 586 |
| 34 | 12.0 | 7.8 | 2570 | 30 | 139 | 72 | 31.3 | 22.8 | 690 | 54 | 578 |
| 40 | 11.8 | 9.4 | 3140 | 35 | 193 | 63 | 25.2 | 19.6 | 1050 | 51 | 500 |
| 85 | 25.8 | 20.6 | 1130 | 69 | 845 | 41 | 16.7 | 13.4 | 1730 | 40 | 273 |
| 113 | 27.3 | 23.3 | 980 | 60 | 705 | 69 | 31.5 | 23.2 | 830 | 69 | 738 |
| 30 | 11.2 | 8.2 | 2700 | 28 | 141 | 77 | 30.5 | 24.3 | 860 | 59 | 746 |
| 30 | 8.2 | 6.1 | 4270 | 28 | 132 | 59 | 21.6 | 18.6 | 1320 | 53 | 506 |
| 56 | 10.5 | 9.4 | 3270 | 42 | 347 | 143 | 46.2 | 29.1 | 500 | 89 | 1094 |
| 69 | 38.9 | 23.6 | 480 | 58 | 623 | 62 | 25.0 | 19.3 | 1000 | 51 | 486 |
| 76 | 31.4 | 24.4 | 670 | 58 | 784 | 60 | 20.2 | 16.1 | 1130 | 38 | 313 |

9m³ 前後となるが、(log A)² への回帰は有意でない。
これを第1図～第5図に示すが、それぞれ95%の信頼限界

$$\pm t \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{sx^2}\right) \cdot \sigma^2}$$

を付してある。

一斉林の林分解析例

マアテー斉林の特性を解明するため、輪島市深見町一乗字カゲ畑の37年生林分(北山忠佐氏所有、以下一乗試験地という)および輪島市町野町東大野の35年生の林分

(南昭三氏所有、以下東大野試験地という)において伐採調査を行なった。

一乗試験地(面積 0.0239ha)は標高約 400m の山腹上部に位する東に面した傾斜 25~35° の林分内に設け、東大野試験地(面積 0.0376ha)は日本海の大川浜に近い位置にあり、標高約 30m の東面の傾斜 35° の林分に設定した。

1. 林分構成

両試験地とも、まず毎木の胸高直径を測定した。これを 1cm 括約で示すと、第2表のとおりである。一乗試験地はまだ除間伐がされたことがないが、東大野試験地

は過去数回にわたって間伐されたといわれ、立木と同数の伐根が試験地内に存在する。また枝打もよく行なわれており、直径の変動が小さい。

後述する伐採木資料によって樹高曲線を求め、(6)式(7)式を得これを第6図に示すが、両式間に1%水準で有意差が認められた。

$$\text{一乗} \quad H = 1.2 + D^2 / (0.79 + 0.2390 \cdot D)^2 \quad (6)$$

$$\text{東大野} \quad H = 1.2 + D^2 / (1.05 + 0.2066 \cdot D)^2 \quad (7)$$

また平均樹高を推定すると、各 14.2m, 15.8m となり、平均直径とは逆に東大野がやや高い。

2. 林分生長

両試験地とも伐採木測定をして林分解析調査を実施した。諸種の事情で多数の伐採資料を得ることは出来なかったが、造材は市場へ出荷することを前提とした玉切りをすることにし、その両端で円板をとった。また枝条および葉は 2m の階層ごとに秤量し、乾物量算出のための試料も採取した。樹幹解析の結果の詳細は省略するが、標本木測定資料の概要は第3表のようである。

まず第3表資料により単木材積式について考察した。

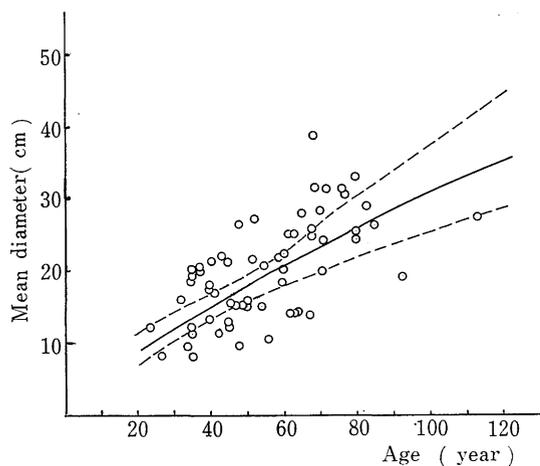


Fig. 1. Relation between age and mean diameter.

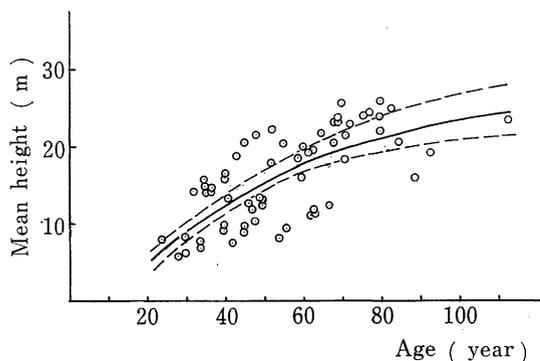


Fig. 2. Relation between age and mean height.

2変数式を最小自乗法で解くと(8)式(9)式のようになり、単木推定の誤差率は各4.3%と計算された。次いで共分散分析をしてみると、両者間に有意差はないので一

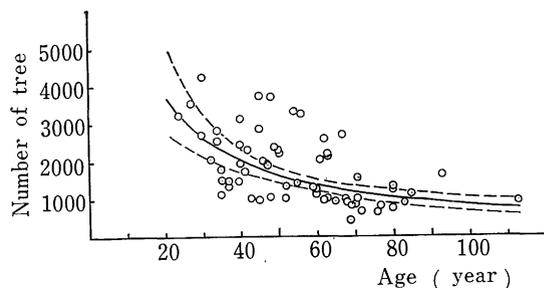


Fig. 3. Relation between age and number of tree per ha.

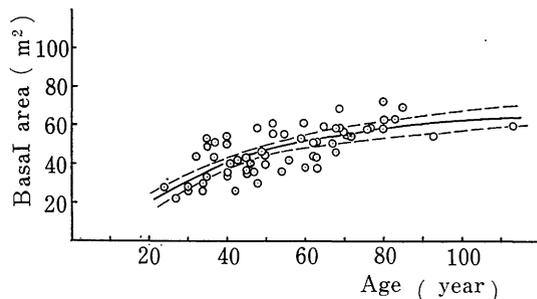


Fig. 4. Relation between age and basal area per ha.

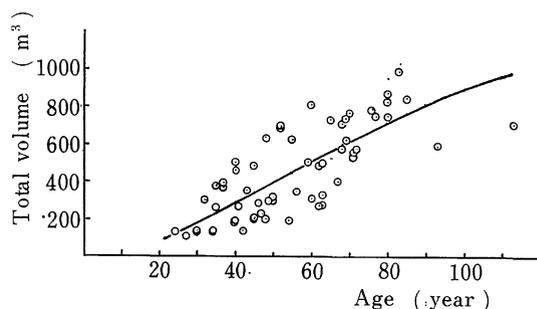


Fig. 5. Relation between age and total volume per ha.

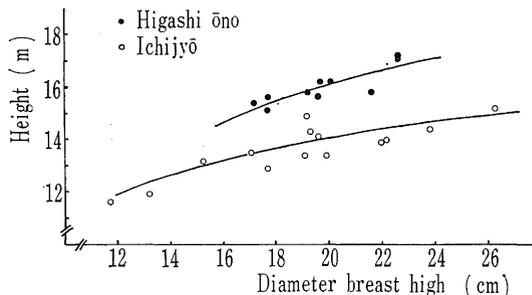


Fig. 6. The tree height curves.

Table 2. Diameter distribution.

| Diameter (cm) | Ichizyō | Higashiōno |
|---------------|---------|------------|
| 12 | 1 | |
| 13 | 1 | |
| 14 | | |
| 15 | 2 | 1 |
| 16 | 2 | 3 |
| 17 | 4 | 5 |
| 18 | 5 | 9 |
| 19 | 5 | 6 |
| 20 | 2 | 12 |
| 21 | 8 | 4 |
| 22 | 2 | 2 |
| 23 | 4 | 1 |
| 24 | 3 | |
| 25 | 4 | |
| 26 | 2 | |
| 27 | 1 | |
| 28 | | |
| 29 | 2 | |
| Total | 48 | 43 |
| Mean | 20.69 | 18.95 |
| Variance | 15.243 | 3.188 |
| c. v. (%) | 18.9 | 9.4 |

括して再計算し、(10)式を得た。誤差率は4.0%で、立木材積は両試験地ともこれによって算出することにした。

$$\begin{aligned} \text{— 乗 } \log V &= 5.65046 + 1.442794 \cdot \log D \\ &\quad + 1.554909 \cdot \log H \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{東大野 } \log V &= 5.42970 + 1.496304 \cdot \log D \\ &\quad + 1.676585 \cdot \log H \quad (9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \log V &= 5.65165 + 1.459826 \cdot \log D \\ &\quad + 1.534333 \cdot \log H \quad (10) \end{aligned}$$

次に収穫された丸太を末口自乗法により材積を計算して、単木ごとに一括合計して利用材積(v)とし、同様の実験式を検討した。その結果(11)式(12)式を得たが、推定誤差率は各12.4%、8.1%である。

$$\begin{aligned} \text{— 乗 } \log v &= 6.15532 + 1.212910 \cdot \log D \\ &\quad + 2.946772 \cdot \log H \quad (11) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{東大野 } \log v &= 7.79603 + 0.650019 \cdot \log D \\ &\quad + 3.802532 \cdot \log H \quad (12) \end{aligned}$$

両試験地間の比較をすると、第4表のとおり1%水準で有意である。

なお単木材積(V)・利用材積(v)について、1変数式をあてはめてみると、(13)式(14)式(15)式(16)式のようになるが、推定誤差率は各8.0%、5.7%、18.1%、12.1%であり、また両試験地間の比較をした結果は、第5表の共分散分析表のとおり有意である。

Table 4. Table of covariance analysis.

| Source | SS | df | MS |
|----------------------|------------|----|---------------|
| Total regression | 0.73545054 | 2 | |
| between coefficients | 0.00140885 | 2 | 0.00070442 |
| Between levels | 0.22334339 | 1 | 0.22334339*** |
| Residual | 0.03642256 | 18 | 0.00202347 |
| Total | 0.99662534 | 23 | |

Table 5. Table of covariance analysis.

| Source | df | MS | |
|--------------------|----|--------------|---------------|
| | | total volume | log volume |
| Reduction | 1 | 0.68131362 | 0.84116526 |
| Between the slopes | 1 | 0.00040647 | 0.00020721 |
| Between the levels | 1 | 0.04194408** | 0.07237663*** |
| Residual | 20 | 0.00900661 | 0.00414381 |

Table 3. Data of sample trees.

| Plot | Diameter (cm) | Height (m) | Total volume (m ³) | Annual increment (m ³) | Log volume (m ³) | Dry weight | |
|-------------|------------------|---------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|---------------|----------------|
| | | | | | | Branch (t) | Foliage (t) |
| Ichizyō | 11.7 | 11.6 | 0.0671 | 0.0034 | 0.034 | 1.28 | 3.57 |
| | 13.2 | 11.9 | 0.0845 | 0.0041 | 0.045 | 4.90 | 4.49 |
| | 15.3 | 13.2 | 0.1318 | 0.0067 | 0.084 | 4.24 | 6.87 |
| | 15.6 | 12.5 | 0.1265 | 0.0064 | 0.077 | 7.61 | 6.91 |
| | 15.7 | 12.9 | 0.1221 | 0.0054 | 0.073 | 4.73 | 7.22 |
| | 17.1 | 13.4 | 0.1600 | 0.0071 | 0.106 | 6.56 | 9.70 |
| | 17.2 | 14.9 | 0.1760 | 0.0099 | 0.116 | 6.60 | 11.82 |
| | 17.9 | 13.4 | 0.1521 | 0.0069 | 0.097 | 4.74 | 8.74 |
| | 18.6 | 14.1 | 0.1889 | 0.0091 | 0.144 | 8.16 | 13.26 |
| | 19.3 | 14.3 | 0.1956 | 0.0057 | 0.132 | 12.73 | 11.56 |
| | 22.0 | 13.9 | 0.2206 | 0.0122 | 0.116 | 12.56 | 16.38 |
| | 22.2 | 14.0 | 0.2410 | 0.0138 | 0.152 | 16.41 | 21.69 |
| | 23.8 | 14.4 | 0.2714 | 0.0122 | 0.179 | 19.40 | 21.05 |
| | 26.3 | 15.7 | 0.3553 | 0.0180 | 0.230 | 19.81 | 28.63 |
| Higashi ōno | 17.2 | 15.4 | 0.1776 | 0.0070 | 0.127 | 12.33 | 15.44 |
| | 17.7 | 15.1 | 0.1927 | 0.0082 | 0.138 | 16.85 | 16.50 |
| | 17.7 | 15.6 | 0.1964 | 0.0082 | 0.129 | 10.36 | 11.55 |
| | 19.2 | 15.8 | 0.2201 | 0.0117 | 0.138 | 13.78 | 20.64 |
| | 19.6 | 15.6 | 0.2441 | 0.0132 | 0.157 | 15.34 | 19.29 |
| | 19.7 | 16.2 | 0.2603 | 0.0129 | 0.177 | 17.13 | 18.82 |
| | 20.1 | 16.2 | 0.2583 | 0.0150 | 0.181 | 19.16 | 22.84 |
| | 21.6 | 15.8 | 0.2616 | 0.0137 | 0.155 | 17.25 | 17.72 |
| | 22.6 | 17.1 | 0.3379 | 0.0146 | 0.233 | 24.72 | 26.27 |
| | 22.6 | 17.2 | 0.3287 | 0.0151 | 0.242 | 24.90 | 26.44 |

Table 6. The growing stock and the biomass per Ha.

| Plot | Number of tree | Basal area (m ²) | Total volume (m ³) | annual increment (m ³) | log volume (m ³) | Dry weight (t) | | |
|-------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------------|----------------|--------|---------|
| | | | | | | Stem | Branch | Foliage |
| Ichizyō | 2003 | 69.7 | 448.9 | 21.8 | 288.1 | 202.0 | 26.9 | 33.2 |
| Higashi ōno | 1144 | 32.5 | 261.2 | 12.5 | 175.4 | 117.5 | 17.7 | 20.5 |

一乗 $\log V = 4.77416 + 1.948780 \cdot \log D$ (13)

東大野 $\log V = 4.64710 + 2.115018 \cdot \log D$ (14)

一乗 $\log v = 4.49974 + 2.171825 \cdot \log D$ (15)

東大野 $\log v = 4.55808 + 2.053277 \cdot \log D$ (16)

次に直径に対する最近5ヶ年間の連年生長量 (z) の関係も考察した。同様の指数曲線式をあてはめると、

(17)式(18)式のようになるが、共分散分析の結果5%水準で高さ間に有意差が認められた。

一乗 $\log z = 5.44021 + 1.963467 \cdot \log D$ (17)

東大野 $\log z = 5.30713 + 2.135410 \cdot \log D$ (18)

なお東大野試験地の資料により、伐根直径 (D_0) による単木利用材積式を計算して(19)式を得たが、誤差率

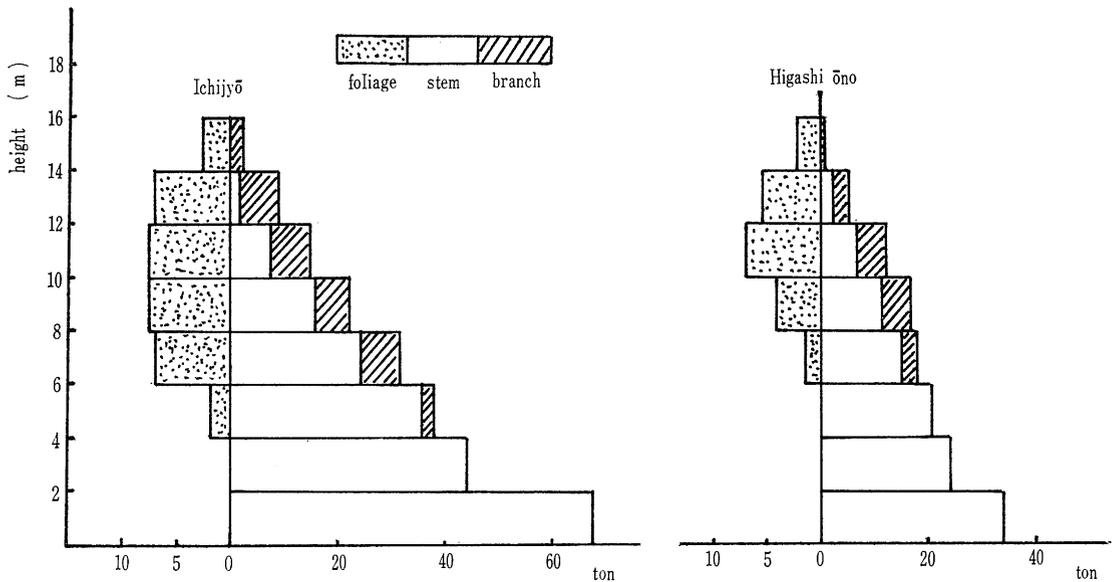


Fig. 7. The vertical distribution of stem, branch and foliage.

は13.6%である。

$$\log v = \bar{3}.16480 + 1.469274 \cdot \log D_0 \quad (19)$$

以上の実験式(10)式(11)式(12)式(17)式(18)式を用いて、ha 当り諸量を算出すると、第6表のようである。また(19)式により東大野試験地における過去の収穫量を推定すると、ha 当 121.3m² となる。一乗試験地は断面積で約2倍、材積・生長量とも1.7倍となっているが、この収穫量を考慮する必要がある。

3. 現存量

第3表資料により、直径に対する枝条乾重 w_B および葉乾重 w_L の関係を検討し、それぞれ(20)式(21)式(22)式(23)式を得た。誤差率は各28.6%、17.0%、12.2%、17.1%となり、両試験地間の比較をすると、枝条量

・葉量とも1%水準で有意である。

$$\text{一乗} \quad \log w_B = \bar{3}.11171 + 3.019483 \cdot \log D \quad (20)$$

$$\text{東大野} \quad \log w_B = \bar{2}.13200 + 2.388040 \cdot \log D \quad (21)$$

$$\text{一乗} \quad \log w_L = \bar{3}.74626 + 2.616491 \cdot \log D \quad (22)$$

$$\text{東大野} \quad \log w_L = \bar{2}.61984 + 2.057197 \cdot \log D \quad (23)$$

各式を用いて、現存量を推定すると第6表のとおりで、一乗試験地が約1.5倍多いことになる。幹重は円板を試料として乾物率を求め、それと幹材積から推定しているが、これらの垂直的の分布状態を示すと第7図のようになる。

引用文献

1. 安井鈞・成田恒美：島大農研報4：67-78, 1970.

Summary

The growing stock and the structure of 62 plots of Maate even-aged uniform forest were investigated at Wajima City, Ishikawa Prefecture. On the other hand, the increment and the biomass of two plots were studied at 35 and 37 years old stands.

The results of this study are as follows :

1. The growth curve was studied by various experimental equation. The mean stem increment of Maate forest amounted to about 9 m³ per ha.
2. The allometry of a single tree was calculated by sample trees, and the biomass of upper ground in plots was estimated by these equations.
3. The dry weight of the foliage per ha. at 37 years stand was amounted to 33.2 ton, and it seems that the value is larger than that of selection forest.