

ケヤキ人工林の生育に関する研究 (I) *

—— 現況の解析 ——

森 田 栄 一**

I. はじめに

人類の森林に対する期待や理解は、ようやく地球規模のスケールで再認識されつつあるが、我が国においても林政審の中間答申にも見られるように、国民・行政の要請は、戦後約40年間の針葉樹人工林の拡大造林時代から森林のもつ公益的機能・広葉樹・複層林さらにはバイオテク等々、育林の目的も樹種も再び多岐にわたる時代を迎えつつある。これに呼応して、当然、研究サイドもこれらの問題に答えなければならない。

本報告では、このような社会情勢に熊本営林局がいち早く対応し、調査・収集されたケヤキ人工林の資料を用いて、現在、九州地域に生育するケヤキ林の現況について以下のことを解析した。

- 1 ケヤキ人工林の地位指数曲線の検討
- 2 林分因子間の関係の予備解析

II. 資料

資料には熊本営林局「人工広葉樹林の現況調査」の調査原表のうち、以下の条件にかなう林分を用いた。

- 1 面積は、0.2ha以上とした。
- 2 林分の平均胸高直径D・平均樹高H（以下、単に直径D・樹高Hという）は、単木の調査表（d：2cm括約，h：1m括約）を再計算し、いずれも単位少数以下2位まで求めた。
- 3 材積は、広葉樹I類の立木幹材積式（38熊経第4074号，s39.4.1）により、少数以下3桁までに再計算した。
- 4 標準地調査のうち、一部の樹高だけが測定され、しかも直径階別樹高曲線が計算されていない林分については、1m括約の樹高曲線を求めた。
- 5 標準地の全木の調査野帳のみ添付されている資料については、直径階別樹高階別の本数表を集

* Eiichi MORITA : A Study on the Growth of Artificial Forest of *Zelkova serrata* Mak. (I)

—— analyses of actual stand condition ——

** 林業試験場九州支場：Kyushu Br., For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860

計の上、各林分因子を計算した。

6 資料に示された混交率は、材積混交率であったが、将来ケヤキ林の林分管理のための情報として望ましい本数混交率に改めた。なお、混交する樹種は、主として広葉樹であるが、一部には針葉樹を含み林分見られ、その樹種構成も一定していない。

以上の条件を満たした林分数は76林分となった。

本報告の中で解析に用いた林分因子は、林齢 t 、直径 D 、樹高 H 、本数密度 N 、本数混交率 $N\%$ 、直径の標準偏差 SD 、最小直径 D_{\min} 、最大直径 D_{\max} であり、さらに、新たな補助因子として、 D/H 比、蓄積比 VR （詳細は後述）、 $\Delta D_{\min}(D - D_{\min})$ 、 $\Delta D_{\max}(D_{\max} - D)$ 、地位指数 $S. I.$ である。

その中の主な林分因子の平均・分布または範囲を以下に示す。

1) これらの林分の総面積は、約 130ha。その面積の構成は、平均1.76ha、1ha以下が50%以上を占め、5ha以上は僅かに4林分(5.3%)である。

面積	~ 1ha~	2ha~	5ha~	10ha~	計	
林分数	38	16	18	1	3	76

2) 林齢の構成は、平均58年。林齢55~70年(15~56年植栽)が72.4%を占めているが、一部に林齢28~36年(525~33年植栽)の若い林分が含まれている。

林齢	~30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~	100年
林分数	1	4	7	34	21	7	1	1

3) 本数混交率($N\%$)の構成は、平均53%。70%以上31.6%、50%以上52.6%と本数混交率の低い林分がかなり多い。

$N\%$	~19~	29~	39~	49~	59~	69~	79~	89~	99	100
林分数	11	14	7	4	9	7	4	3	1	16

4) 本数密度(本/ha)の構成(平均約500本)は、かなり散らばっている。

本数密度	~199	200~	300~	400~	500~	600~	700~	800~	900~	1000~
林分数	4	15	9	11	11	9	7	3	3	4

これは本数混交率の影響もあるので、林齢 t ・本数密度 N ・混交率 $N\%$ の図に改めてみると、図-1に示すように、本数混交率の低い林分が本数密度 500本/ha以下に集中しているものの混交率の高い林分であっても本数密度 500/ha以下にかなり点在し、明確なちがいは認められない。

5) 蓄積(ha当り・ケヤキのみ)の構成は、平均で約 $170m^3$ 、 $100m^3$ 台が57.9%と圧倒的に多く、 $300m^3$ 以上の林分は僅かに7林分 9.2%に過ぎない。

蓄積	~100	100~	200~	300~	(m^3 /ha)
林分数	13	44	12	7	

6) 土壌型の分類

ケヤキの適地¹⁾は、「空気の流通・水分透過の良好な砂質壤土の適地地で地層の深い場所が良く、

石灰質を好み、酸性土壌・粘土質土壌では生育が良くない」とされている。今回の資料を土壌型別に分類してみると、 $B_E \cdot B_D$ 土壌は54%と半分を占め、ついで $B_{D(d)} \cdot B_{I_{D(d)}}$ 土壌が約38%、残る約8%が B_C 土壌とかなり良い立地に植栽されている（残った?）。これまで数ヶ所の現地を見たが、道路の整備も進んでいない大正・昭和初期の時代に「よくこれだけ山を歩いて適地を選んだものよ」と、当時の先達諸氏に敬意を表したい。

以上のように、ケヤキ林の現況は、長期間放置されていたこともあって、あまり良い林相とは言えない林分も含まれているが、目標伐期の120~160年までに果してどれだけ改良できるか、どんな保育の手を打つか、その方法を求めるのが本研究の課題である。

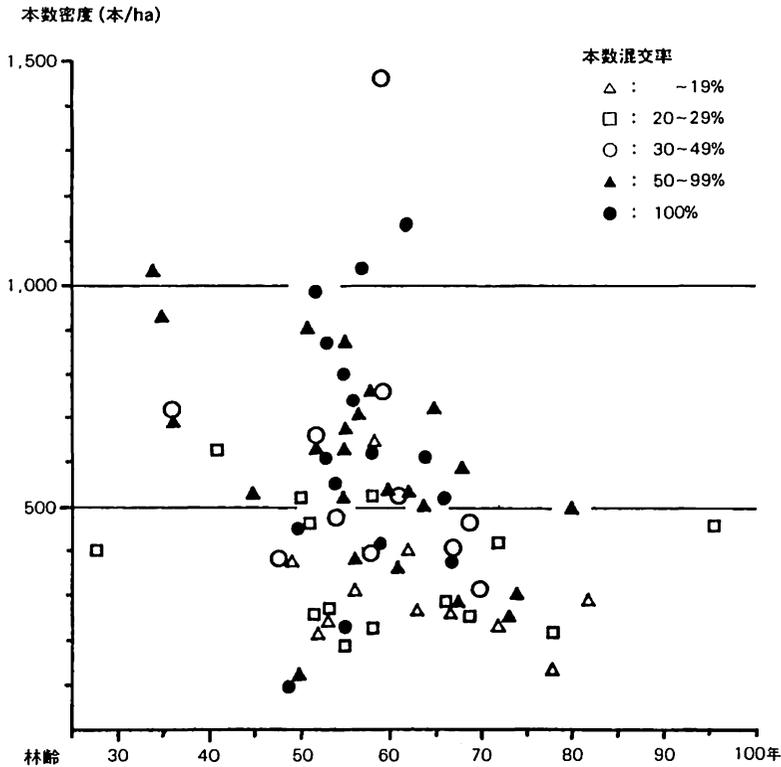


図-1 本数密度 N に対する林齢 t ・本数混交率 $N\%$ の関係

Ⅷ. 結果と考察

1 地位指数曲線

地位指数曲線には、西沢⁶⁾が提唱した修正指数曲線式を用いた。この方法では樹幹解析木が必要であるが、数少ない貴重なケヤキを大量に樹幹解析木として伐採することはできない。そこで、コジイ林の研究に際して作成した個別林分資料による修正指数曲線式のプログラム³⁾を用いた。その結果、全資料（林齢96年を除く75林分）によるガイドカーブでは、林齢55年以上においてほとんど生長しない曲線となった。この原因には高齢でありながら樹高がかなり低い林分が含まれているためと考えられたので、これら9林分を除き、残る67林分によって再計算し、次式より図-2の地位指数曲線図と

表-1 ケヤキ林の地位指数早見表 (基準齢 60年)

林齢	地位指数 (S. I.)								
	12	13	14	15	16	17	18	19	20 m
35年	7.8	8.4	9.1	9.7	10.4	11.0	11.7	12.3	13.0
40	9.1	9.9	10.6	11.4	12.1	12.9	13.7	14.4	15.2
45	10.1	11.0	11.8	12.7	13.5	14.3	15.2	16.0	16.9
50	10.9	11.8	12.7	13.6	14.6	15.5	16.4	17.3	18.2
55	11.5	12.5	13.4	14.4	15.4	16.3	17.3	18.3	19.2
60	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
65	12.4	13.4	14.4	15.5	16.5	17.5	18.6	19.6	20.6
70	12.7	13.7	14.8	15.8	16.9	17.9	19.0	20.0	21.1
75	12.9	13.9	15.0	16.1	17.2	18.2	19.3	20.4	21.5
80	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.7
85	13.2	14.3	15.4	16.5	17.6	18.7	19.8	20.9	22.0
90	13.3	14.4	15.5	16.6	17.7	18.8	19.9	21.0	22.2

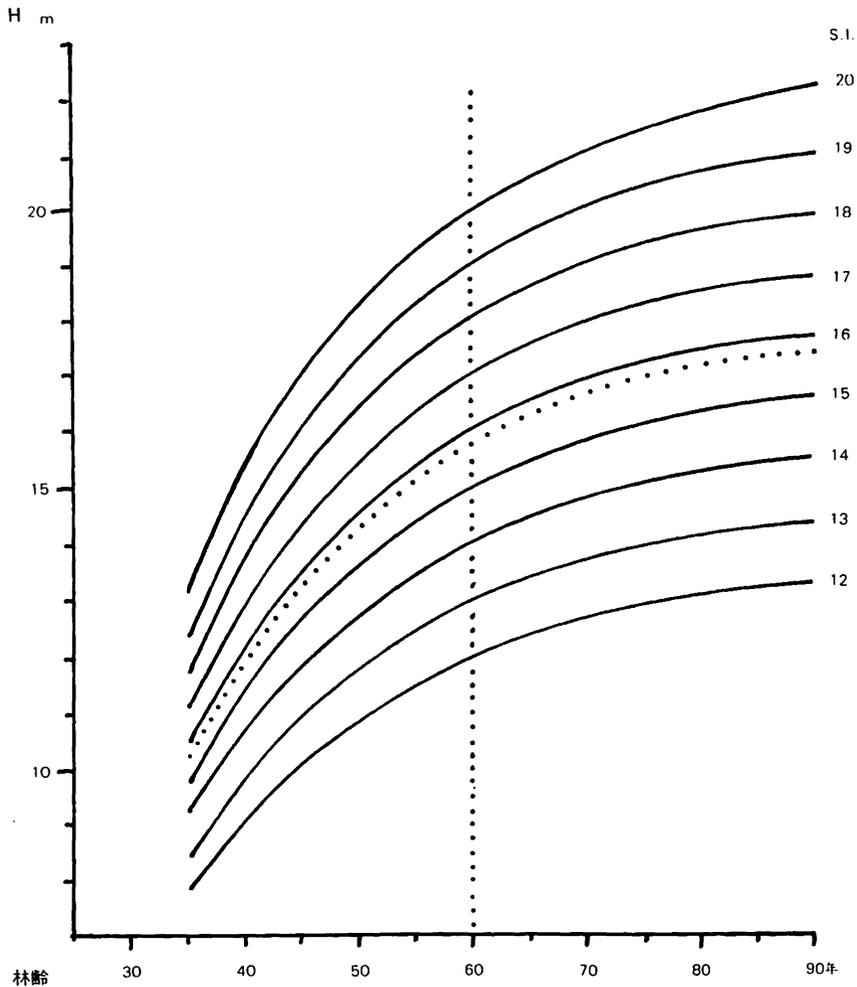


図-2 ケヤキ林の地位指数S. I. 曲線

..... : ガイドカーブ (67林分)

表-1の地位指数曲線早見表を作成した。

$$H(t) = K - a \cdot b^{t'} \quad \dots (1)$$

$$H(t) = 17.9496 - 7.7052 \times 0.774436^{t'}$$

$$t' = (\text{林齢} \div 5) - 7$$

図において、80~90年の樹高生長はかなり緩慢に見える。ちなみに、ガイドカーブの林齢別樹高は、90年 17.49m、120年 17.85m、特に、150年は 17.93mとK = 17.95に近い。しかし、100年以上の高齢なケヤキが十分な占有領域を確保して上層木層を形成する状態に達した時、果たしてさらに旺盛な上長生長を続けるか、あるいは、枝の拡張によってある程度上長生長が緩慢になるかは、今後の資料を持つしかないが、少なくともスギ・ヒノキ人工林に比べてケヤキ高齢林の上長生長は劣るのではないかと考えられる。

2 林分因子間の関係

上述の資料により現在のケヤキ林における林分因子間の関係をしらべ、その主な結果を以下に示す。

1) 直径Dに対する林齢t、本数混交率N%、本数密度N、樹高Hの関係は、推定式として用いるほどの精度は期待できなかった。ちなみに、40年以下の若い林分を除いて、本数密度と直径の関係

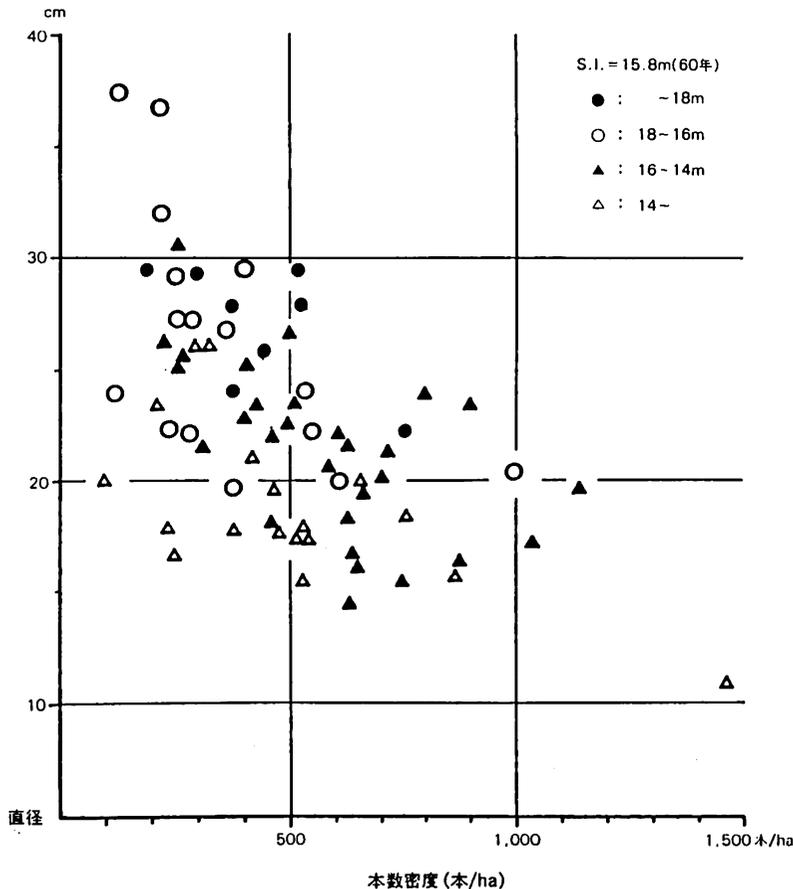


図-3 地位指数別の本数密度：直径の分布

をその林分の地位指数別に区分してみると、図-3に示すように、判然とした傾向は認められなかった。

$$D = a + b_1 t + b_2 N\% + b_3 N + b_4 H \quad \dots (2)$$

$$R = 0.8442 \quad s = 2.923 \quad CV = 13.3\% \quad \text{誤差10\%以上35林分}$$

$$D = a + b_1 t + b_3 N + b_4 H \quad \dots (3)$$

$$R = 0.8442 \quad s = 2.901 \quad CV = 13.2\% \quad \text{誤差10\%以上36林分}$$

ただし、R：相関関数 s：標準偏差 CV：変動係数

2) 直径の標準偏差SDに対する直径D, ΔD_{\min} , ΔD_{\max} の関係も推定式として用いるほどの精度期待できなかった。

$$SD = a + b_1 D + b_2 \Delta D_{\min} + b_3 \Delta D_{\max} \quad \dots (4)$$

$$R = 0.8465 \quad s = 0.851 \quad CV = 10.8\% \quad \text{誤差10\%以上29林分}$$

$$SD = a + b_2 \Delta D_{\min} + b_3 \Delta D_{\max} \quad \dots (5)$$

$$R = 0.8464 \quad s = 0.846 \quad CV = 10.8\% \quad \text{誤差10\%以上28林分}$$

3) D/Hに対する林齢t, 本数混交率N%, 本数密度N, 樹高Hの関係および本数密度Nに対する林齢t, 本数混交率N%, 地位S.I.の関係では、それぞれのR=0.5591, R=0.5646とかなり悪い。

4) 蓄積比VRに対する直径D, ΔD_{\min} , ΔD_{\max} の関係

VRとは、林分の平均直径D・平均樹高Hの単木材積Vに、本数密度Nを乗じて求めた「みかけの蓄積V'」を実蓄積Vで除した値である。このVRの特徴は、いかなる場合も必ず1.0より小さい。⁵⁾

$$VR = V' / V \quad VR < 1.0 \quad \dots (6)$$

しかも、この値は、林分の直径分布に支配される。したがって、多少の偏りはあっても平均値のまわりに多く集中している針葉樹人工林のスギ・ヒノキにおけるVRは、それぞれスギ0.935(+約5%)、ヒノキ0.954(+約4%)とかなり高い。これに対して、天然林広葉樹のコジイ林では、直径階別本数分布(以下、直径分布とよぶ)がL型分布を示し、VRの推定式はスギ・ヒノキほど単純ではなかった。²⁾一方、クヌギ萌芽林⁴⁾では、スギ・ヒノキよりも直径分布のとりがりが弱く、VRは0.857(+約8%)と幾分小さかった。

今回のケヤキ林においては、

$$\text{平均VR } 0.810 \quad (\text{最高} 0.959 \text{ } +18\%, \text{最低} 0.562 \text{ } -31\%)$$

$$s = 0.0819 \quad CV = 10.11\%$$

VRの分布	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	計
件数	12	33	23	5	3	76

クヌギ林よりもさらに大きな変動を示した。これらのちがいをVR < 0.7グループとVR > 0.9グループについて見ると、図-4・図-5に示すように、VR < 0.7では、小径木の多いL型分布に近く、

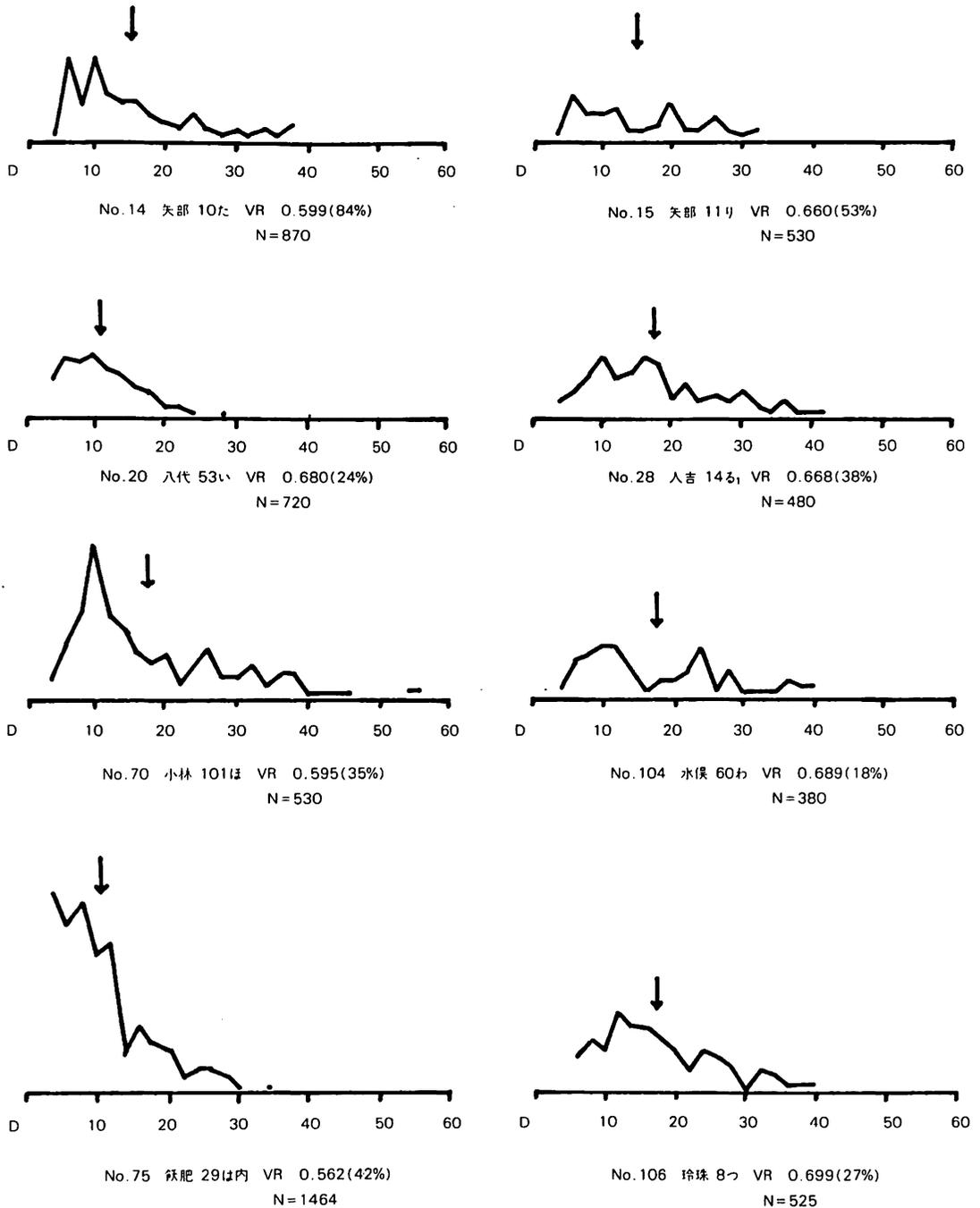


図-4 直径分布のちがいとVRの関係 (VR < 0.7 グループ)

↓ : 平均直径 \bar{D} (N%) : 本数混交率 N : 本数密度 (本/ha)

注) 折線グラフの面積と本数密度とが対応しないのは
標準地面積のちがいによる。

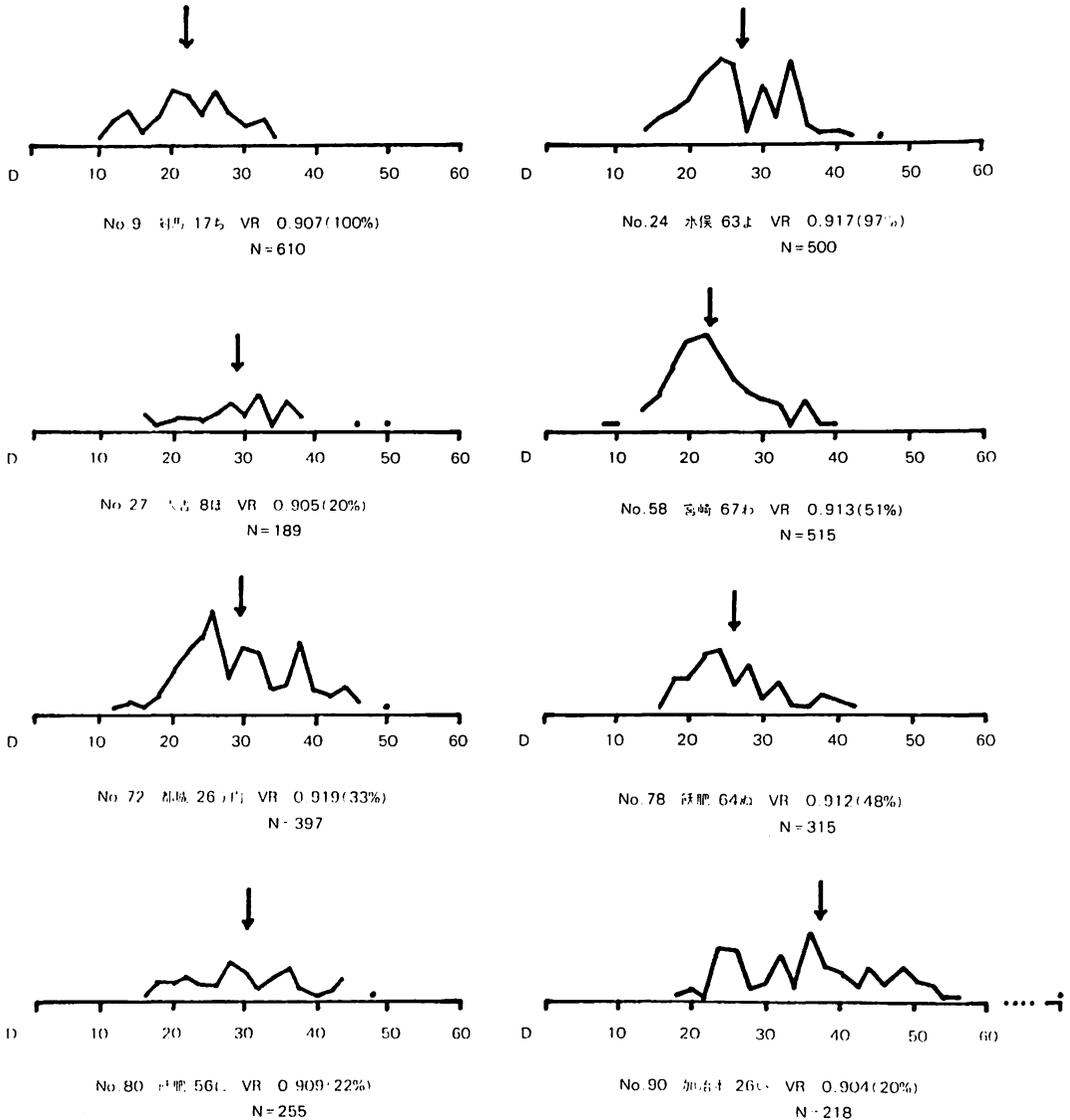


図-5 直径分布のちがいとVRの関係 (VR > 0.9 グループ)

↓ : 平均直径 cm (N%) : 本数混交率 N : 本数密度 (本/ha)

VR > 0.9 グループでは、小径木は割合に少なく、平均値の近くに分布の山が見られる。

これらの資料について一部には、「ケヤキは、人工林であるからスギ・ヒノキと同様に平均値のまわりに集中分布し、天然林広葉樹のような分布は考えられない」という意見もあったが、ケヤキ人工林と言っても数十年間も放置された結果、人工林よりもむしろ天然林広葉樹に近い林相になった林分

も存在していることがわかる。さらに、 $VR < 0.7$ グループの林分について、天然下種更新による小径木の有無をしらべたが、「天然下種が加わっているかも知れない」と回答された林分は、図-4の8林分中 No.70, No.75 の2林分のみであった。

そこで、ケヤキ林のVR式についてしらべた。

i) 針葉樹人工林スギ・ヒノキに用いた(6)式と同様、平均VR 0.810 を用いた場合の誤差率は、実測のVRが0.9以上または0.7以下のすべての林分が誤差10%以上の中に含まれた。

誤差率	5%以上	5~10%	10%以上	計
林分数	29	25	22 (29%)	76

ii) VRに対する林齢t, 本数混交率N%, 本数密度N, 樹高H, 直径Dの関係式は、 $R = 0.7126$
 $s = 0.0599$ $CV = 7.4\%$ 誤差10%以上 14林分 (18.4%) と変数の数ほど良い精度とは認められなかった。

iii) 天然広葉樹林のコジイ林に用いた式と同様の(7)式

$$VR = a + b_1 D - b_2 \Delta D_{\min} + b_3 \Delta D_{\max} \quad \dots (7)$$

$$VR = 0.67367 + 0.01393D - 0.00584\Delta D_{\min} - 0.00413\Delta D_{\max}$$

$$R = 0.8508 \quad s = 0.0042 \quad CV = 5.5\% \quad \text{誤差10\%以上} \quad 5 \text{林分 (6.6\%)}$$

の場合には、誤差10%を越えた5林分はすべて $VR < 0.7$ の林分であった。

iv) 前述したように、VRが直径分布に支配されていることを証明するための新しい試みとして、直径の標準偏差SDを用いた。

$$VR = a + b_1 D + b_2 SD$$

$$R = 0.9360 \quad s = 0.0294 \quad CV = 3.6\% \quad \text{誤差10\%以上} \quad 1 \text{林分 (1.3\%)}$$

その結果、上記i), ii), に比べてはるかに高い精度を示し、VRが直径分布に支配されていることがよくわかる。しかし、この標準偏差を他の林分因子から推定する方法は、2-2)でのべたように、あまり良い結果を示していない。また、(8)式は統計的計算に慣れていない場合や現場では利用しにくいこともあって、多少精度は落ちてても(7)式の方がより実用的と思われる。

IV. おわりに

以上、新しい研究課題として取り上げられた広葉樹人工林のうちケヤキ林の現状について現在の資料を用いて、地位指数曲線式および林分因子間の2~3の関係式について検討した。今後の課題は、これらの結果に新しい情報を加えて、ケヤキ林の生長予測、特に、直径生長の管理方法について検討したい。

この研究に携わって感じることは、総じて実行官庁である営林局署にとっては、新しい問題が提起されれば明日にもその答えがほしい場合がしばしばである。このことは一面では至極当然のことでもある。しかし、現実林の生長は、人間が頭の中で考えるほど敏速ではなく、間違ひなく必要な時間が経過しなければその答えを示して呉れない。

本研究もすでにのべたように、現在その大部分の林齢は50～70年であり、その伐期は3代のちの世代に託する100年後であるにもかかわらず、研究期間はわずか2年しかない。しかし、指名された以上、将来、批判を受けないだけの内容をもって答えてみたい。問題の提起を受けて、改めて現実林を見てみると、すでに既存の研究手法だけでは解決できそうにない問題点に遭遇している。これまでも何度か、一人実験林の林の中に座り込んで山の木との対話の努力をしてきたつもりであるが、「山から学べ」と主張された元東京大学北海道演習林長・高橋 延清先生のご説のとおり、自然科学の研究者として山からも学びながら問題の解決を図りたい。

引用文献

- 1) 熊本営林局：主要樹種造林提要，熊本営林局叢書6，pp255，1942
- 2) 森田栄一：コジイ林分密度管理図の作成（Ⅰ），日林九支研論37，117～118，1984
- 3) ——：——（Ⅱ），日林九支研論38，33～34，1984
- 4) ——：中九州クスギ林分収穫表等の調製説明書，九州林試協，pp102，1965
- 5) ——：同齢単純林における蓄積推定の一方法，林統研会誌11，48～57，1986
- 6) 西沢正久・哀下育久・川端幸蔵：数量化による地位指数の推定法，林試研報 176，1～54，1965