

# 林分シミュレーションに対する生長モデルの研究 (VI)

— 林分構造の推定と予測 —

九州大学農学部 西 沢 正 久  
木 梨 謙 吉  
柿 原 道 喜  
長 正 道

1. まえがき III報<sup>1)</sup>において報告したように1つの林分において平均直径( $\bar{d}$ ), 断面積平均直径( $\bar{d}_b$ ), および最小直径限界( $a$ )の推定または予測が可能であれば, ワイブルのパラメーター,  $b, c$ を求めることができる。 $a, b, c$ がわかれば直径確率分布が計算でき, 樹高曲線, 材積表を用意すれば平均樹高, 平均材積が求められ, 更に $ha$ 当り本数または総本数がわかれば $ha$ 当り材積または総材積が求まり, 林分構造を明らかにすることができる。この方法を用いて九大粕屋演習林に1949年に設定されたスギ固定プロットの林分構造の予測を行ない良好な結果を得たので報告する。

2. 予測式の作成 粕屋演習林の過去の資料を用い, 1949年設定当時の林齢18年の固定プロットBについては直径予測式に修正指数曲線を用い, 同じ団地に属する27年生のD, 65年生のEの2つのプロットについてはミッチャーリッヒ式の定数を導く定差式を用いた。それぞれの予測式は次の通りである。

B:  $\bar{d} = 29.697 - 17.5128 (0.9275)^t$  (1)  
ここに  $t = 0$  は18年を表わし,  $0.2$ が1年間隔を表わす。

D, E:  $\bar{d}_t = 0.2732 + 1.0039 \bar{d}_{t-1}$  (2)  
ここに  $t$  は林齢を表わし, 初期の平均直径がわかれば翌年の平均直径が予測できる。

樹高曲線式はVI報<sup>2)</sup>において報告した粕屋演習林のスギについて作成した次式を用いた。

$$h = -10.2641 + 5.7800 \log t + 7.3927 \log d + 4.6025 \log d \log t \quad (3)$$

ここに  $h$  は樹高,  $t$  は林齢である。

$ha$ 当り本数については今回は固定プロットの本数をそのまま用いた。

断面積平均直径( $\bar{d}_b$ )を平均直径( $\bar{d}$ )から求めるために, それぞれ固定プロットが属する林分の過去の資料を用い次式を計算した。

$$\left. \begin{aligned} B: \bar{d}_b &= -0.0248 + 1.0270 \bar{d} \quad (r=0.9996) \\ D: \bar{d}_b &= -0.2602 + 1.0327 \bar{d} \quad (r=0.9996) \\ E: \bar{d}_b &= -1.4169 + 1.0833 \bar{d} \quad (r=0.9996) \end{aligned} \right\} (4)$$

括弧内の  $r$  は相関係数であり, 非常に高い値を示している。

3. パラメーターの計算 (1)または(2)式で推定された $\bar{d}$ を用いて, (4)式より $\bar{d}_b$ を計算し,  $E(x^2) = \frac{\bar{d}^2}{b^2} - 2a\bar{d} + a^2$ ,  $E(x) = \bar{d} - a$ から $E(x^2)/E(x)^2$ を求め, III報で報告した $E(x^2)/E(x)^2 = \Gamma^2/\Gamma_1^2$ の表から, この値に応ずる $C$ の値および $\Gamma_1$ を見出し,  $b = E(x)/\Gamma_1$ によってパラメーターを推定することができる。

以上のようにして3つの固定プロットの1949年現在, 1954年, 1959年と5年おきに予測した平均直径および $a, b, c$ の値を実際の直径分布から計算された実測値と対比したものが表1であり, 予測値が実測値とよく適合していることがわかる。この場合, 初期の平均直径は実測値を用いており, 括弧内の数字は実測値である。

4. 林分構造の予測  $x = d - a$ としたとき, 前述の方法で予測した $b, c$ を用いて, ワイブル分布

$$f(x) = (c/b) (x/b)^{c-1} \exp\{-(x/b)^c\} \quad (5)$$

から, 直径階別の確率密度  $f(x)$  を計算した。直径階を2cmの幅にしたので, (5)式の右辺を2倍した値を用い, これにプロット本数を乗じて, 直径階別本数を求め, (3)式から林齢と平均直径に応ずる樹高を求め, 直径階別本数に乗じて合計して総本数で割って平均樹高を求めた。これは確率密度に樹高を乗じて合計して求めてもよい。また熊本営林局立木材積表(戦前使用されたもの)を用いて, 直径と樹高から材積を求め, これに直径階別本数を乗じて合計してプロット材積を求め, これをプロット面積で割って $ha$ 当り材積とした。表-2に固定プロットBの28年の林分構造を予測した直径階別の本数, 樹高, 材積の結果を示す。

表の $\hat{f}(x)$ は

$$\hat{f}(x) = 2 f(x) \times 97 = 2 (2.4/86) (x/86)^{2.4} \exp\{-(x/86)^{2.4}\} \times 97$$

で求めたもので, 表-2から $\bar{h} = \sum \hat{f}(x) h / \sum \hat{f}(x)$

$=1376/97=14.2$ ,  $\sum \hat{f}(x) v = 12.1373$ ,  $\bar{v} = \sum \hat{f}(x) v / \sum \hat{f}(x) = 0.1251$ ,  $V = 12.1373/0.04 = 303.8$ である。 $V$ は $ha$ 当り材積で0.04は $B$ プロットの面積を表わす。

このようにして各プロットで5年おきに求めた平均直径, 平均樹高,  $ha$ 当り材積の予測値と対比したものが表-3であり, 予測がうまく行なわれていることがわかる。

5. むすび 平均直径, 断面積平均直径の予測式,

樹高曲線式が用意されれば, ワイブルのパラメーターの推定ができ, これを用いて現在および将来の林分構造がうまく推定または予測されることがわかった。今後精度のよい予測式の作成が各地方で必要であろうが, 間伐モデルと関連して平均直径や相対幹距から $ha$ 当り本数を予測する方法の検討が急がれよう。

参 考 文 献

- (1) 西沢正久他3名: 87回日林論, 87~88, 1976
- (2) 柿原道喜他3名: 同上, 89~90, 1976

表-1 平均直径およびワイブルのパラメーターの予測

プロット	林齢 (年)	$\bar{d}$	$a$	$b$	$c$
B	18	11.6	5	7.4 ( 7.4)	2.7 ( 2.8)
	23	13.4 (13.4)	5	9.5 ( 9.3)	3.0 ( 2.9)
	28	14.6 (14.4)	7	8.6 ( 8.4)	2.4 ( 2.3)
D	27	19.8	13	7.6 ( 7.7)	1.8 ( 2.0)
	32	22.2 (22.2)	13	10.4 (10.5)	2.1 ( 2.2)
	37	24.6 (24.6)	15	10.8 (10.6)	1.9 ( 1.6)
E	65	33.8	13	23.5 (23.5)	2.25 ( 2.3)
	70	36.0 (35.9)	13	26.0 (25.8)	2.25 ( 2.3)
	75	37.2 (36.8)	13	27.3 (27.0)	2.25 ( 2.2)

表-2 Bプロットの林分構造の予測

$d$ (cm)	8	10	12	14	16	18	20	22	合 計
$x$	1 ( 3)	3	5	7	9	11	13	15	
$\hat{f}(x)$	3 ( 3)	11 (15)	19 (19)	22 (23)	19 (10)	13 (17)	7 ( 7)	3 ( 3)	97
$h$ (m)	11	12	13	14	15	16	16	17	
$v$ (m <sup>3</sup> )	0.0282	0.0481	0.0735	0.1056	0.1448	0.1914	0.2362	0.3037	

表-3 固定プロットの実測値と予測値の対比

プロット	$\bar{d}$ (cm)			$\bar{h}$ (m)			$V$ (m <sup>3</sup> /ha)		
	1949	1954	1959	1949	1954	1959	1949	1954	1959
B	11.6	13.5	14.6	10.7	12.5	14.2	166.1	238.8	303.8
		(13.4)	(14.4)	(10.7)	(12.6)	(13.5)	(152.4)	(242.7)	(283.5)
D	19.8	22.2	24.6	15.9	17.5	18.8	289.3	371.7	312.8
		(22.2)	(24.6)	(16.5)	(17.5)	(18.0)	(306.5)	(362.9)	(315.0)
E	33.8	36.0	37.2	23.8	24.7	25.1	736.3	887.8	854.2
		(35.9)	(36.8)	(23.9)	(24.7)	(24.9)	(761.2)	(883.2)	(875.5)