

空中写真による林分構造の推定について (II)

九州大学農学部 山 崎 英 祐
長 正 道
西 沢 正 久

1. はじめに

林分の施業を行なう場合に、断面積 (G)、平均直径 (\bar{D})、平均樹高 (\bar{H})、本数 (N)、材積 (V) および直径階別本数などの林分構造因子を推定することは重要なことである。なかでも直径階別本数の推定は間伐計画、利用材積や収益の見積などに有用であると考えられる。本報は、空中写真と現地調査を併用して本数、平均直径、直径の変動係数 (CV_d)、最小直径限界 (a) を効率よく求め、ワイブル分布を用いて直径階別本数を推定し、これをもとにして上記の林分構造因子を推定する方法を検討したものである。

2. 調査と研究方法

研究対象林分は大分県湯布院町にある九州林産株式会社々有林平家山々林2.03haのスギ57年生人工林であり、1978年10月の全林毎木調査の結果は表-1に示すとおりであった。

調査方法は、調査地点の数と場所を決定するために空中写真上の研究対象林分に46点を落として本数を判読して、それらをグループ分けし、この結果をもとに信頼度95%、目標精度10%として、研究対象林分の林分構造の平均値を推定するために何点の調査地点をとればよいか次式によって計算した。

$$n_0 = \left(\frac{t \cdot c}{P} \right)^2 \quad n_0: \text{抽出個数} \quad t: \text{信頼度係数} \\ c: \text{変動係数} \quad p: \text{目標精度}$$

この結果、空中写真上に14点を抽出し、抽出された各点と一致する調査地点をポイントサンプリングと本数に関しては0.01haの円形プロットによって調査した。また、比較のためにランダムに14点をポイントサンプリングにより調査を行なった。これらの結果は表-1に示すとおりである。

次に空中写真と現地調査を併用して求められた \bar{D} 、 CV_d 、 a からワイブル分布のパラメーターを次のようにして求めた。

$\bar{X} = \bar{D} - a$ 、および $CV_x = CV_d \cdot (\bar{D}/\bar{X})$ を求め、別に用意した表を用いて CV_d に応ずる c 、 Γ を求め、 $b = X/\Gamma$ 、により b を求める。

この結果は表-1に示すとおりである。

さらに、調査結果より樹高曲線式 (1) を求めた。

$$h = 1.2 + \{b / (1.0604 + 0.1589 \cdot d)\}^2 \dots (1) \\ (r = 0.9762)$$

以上の結果を用いて、(A) 本数をポイントサンプリングで推定した値とする場合、(B) 本数を円形プロットで推定した値とする場合、(C) 本数を実測値とする場合について次の (2) 式により直径階別本数 \hat{f} を推定し、(1) 式を用いて樹高を推定した。

$$\hat{f} = 2N(c/b)(x/b)^{c-1} \exp\left\{- (x/b)^c\right\} \dots (2)$$

この結果は表-2に示すとおりであり、この結果をもとにして林分構造因子を推定した結果、表-3に示すように修正された。

3. 考 察

表-1に示すように、写真を用いた調査の結果、本数、断面積、材積の推定値は有意水準5%で実測値と差があり、ランダムな調査の結果は平均樹高と本数の推定値が実測値と差があった。どちらも同じ傾向の推定値を示しているが、ワイブル分布のパラメーター a 、 b 、 c の値に関しては写真を用いた調査の方が実測値に近い値を推定しているため、ワイブル分布を用いて直径階別本数を推定する際には写真を用いた調査の方が有効であるといえる。また、本数の推定に関してはポイントサンプリングより円形プロットによる推定の方が実測値により近い値を示しているため、本数の推定に関しては円形プロットによる推定が有効であろう。

次に、表-2に示すように、ワイブル分布による直径階別本数の推定の結果、各直径階ごとの本数の実測値と推定値の最大の差は(A)の場合、直径30cmのところ29本、(B)の場合、直径28cm、30cmのところ22本、(C)の場合、直径28cmと44cmのところ21本であり、実測値にきわめて近い推定値を示している。また、樹高曲線式による樹高の推定は直径22cm、30cm、54cmのところ実測値より1m過大に推定しているだけなので、写真を用いた14地点でのポイントサンプリングによる調査結果から求められた樹高曲線式はきわめてよい推定値を示していると考えられる。

表-2の結果をもとにして推定した林分構造因子の推定値の結果を示す表-3をみると、表-1に示す写真を用いた調査の結果がかなり修正されている。すなわち、ワイブル分布による直径階別本数の推定の際に

用いる全体の本数を実測値により近い値を用いれば、写真を用いて調査した平均直径、直径の変動係数と最小直径限界が実測値と近似、すなわちワイブル分布のパラメーター a, b, c が実測値と近似しているので直径階別本数の推定値の分布も実際の分布と近似して断面積や材積の推定値が実測値ときわめて近い値を示していることがわかる。

以上のように、林分構造因子を推定する方法として空中写真を併用して調査する地点の数と場所をきめ、推定された平均直径、直径の変動係数、最小直径限界本数および樹高曲線式を用いて、ワイブル分布により直径階別本数と直径に対する樹高を推定して、林分構造因子を推定する方法はきわめて効率的で、実測値に近い推定値が得られる方法であると考えられる。

参考文献

- (1) 西沢正久：森林測定, PP, 348, 農林出版, 東京 1972
- (2) 応用統計ハンドブック：PP827, 養賢堂, 東京 1978
- (3) 加賀英昭：日林九支研論, 32, 85~86, 1979
- (4) 山崎英祐, 西沢正久, 長正道：90回日林論, 75~76, 1979

表-2 ワイブル分布による直径階別本数の推定値

実測値			(A)	(B)	(C)	
d cm	f 本	h m	f _A 本	f _B 本	f _C 本	h m
20	1	23	2	3	3	23
22	8	24	13	14	14	25
24	25	25	28	30	31	25
26	61	26	47	51	51	26
28	94	27	66	72	73	27
30	114	27	85	92	94	28
32	119	28	101	110	111	28
34	143	29	113	122	124	29
36	121	29	119	129	131	29
38	132	30	119	129	131	30
40	106	30	113	122	124	30
42	96	31	102	111	112	31
44	76	31	88	95	97	31
46	86	31	72	78	79	31
48	50	32	56	61	62	32
50	48	32	42	45	46	32
52	40	32	30	32	32	32
54	19	32	20	21	22	33
56	8	33	13	14	14	33
58	7	33	8	8	8	33
60	5	33	4	5	5	33
62	6	33	2	3	3	33
64	2	34	1	1	1	34
66	1	34	1	1	1	34
68						
70						
72	1	34				
計	1369		1245	1349	1369	

表-1 調査結果

	毎木調査 (実測値)	写真を用 いた調査	ランダム な調査
\bar{D} cm	37.7	38.2	39.5
\bar{H} m	29.5	29.8	30.5
N 本	1369	1245*	1204
Nc 本		1349	
G m ²	159.9	149.1*	152.8
V m ³	2051.7	1903.4*	1976.7
CV _d %	21.4	20.7	19.3
a	19	19	19
b	21.1	21.7	23.0
c	2.5	2.6	2.9

(注) * = t (13, 0.05) 検定により差があるもの。

表-3 ワイブル分布を用いた林分構造の推定結果

	実測値	(A)	(B)	(C)
D cm	37.7	38.2	38.2	38.2
H m	29.5	29.6	29.6	29.6
N 本	1369	1245	1349	1369
G m ²	159.9	149.1	161.5	163.9
V m ³	2051.7	1889.1	2045.5	2076.0
CV _d %	21.4	20.7	20.7	20.7