

林分構造の推定について (I)

—理論分布による直径階別本数の推定に関する検討—

九州大学農学部 山崎英祐
西沢正久

1. はじめに

林分調査で最も基礎的な資料は樹種ごと、胸高直径階ごとまたは樹高階ごとの本数分布である。なかでも胸高直径階ごとの本数分布（直径階別本数）の推定は林分の施業を行なう場合における林分構成因子（平均胸高直径、平均樹高など……）の推定、間伐の計画、利用材積の推定および収益の見積りなどを行なうために必要である。従来、直径階別本数は毎木調査によってのみ知ることができたが、西沢は²⁾ワイブル分布によって直径階別本数を推定することを発表した。ワイブル分布に限らず、他の理論分布でもパラメーターさえわかれば、ワイブル分布と同様に直径階別本数を推定することは可能である。そこで本報は収穫時にあるスギ人工林61林分、ヒノキ人工林12林分、スギ・ヒノキ混交林9林分について、一般によく用いられる理論分布、すなわち正規分布(N)、ガンマ分布(G)、ベータ分布(B)、対数正規分布(L)、ワイブル分布(W)とJohnson's S_B 分布(S_B)を用いて直径階別本数の推定を行ない、これらのうちのどの理論分布が最も良好な直径階別本数の推定値を与えるかを、適合度に関してはKolmogorov - Smirnovの検定を用い、また推定された直径階別本数から推定される林分構成因子に関しては材積について検討した。

2. 資料

資料は大分県玖珠郡九重町にある九州電力社有林の50年度～54年度において収穫調査されたスギ人工林61林分、ヒノキ人工林12林分、スギ、ヒノキ混交林9林分で、スギ人工林については、林令が38年生～54年生で林分の面積が0.16 ha～9.58 haの林分であり、ヒノキ人工林については、林令が42年生～56年生で、林分の面積が0.58 ha～5.83 haの林分であり、スギ、ヒノキ混交林については、林令が44年生～55年生で、林分の面積が0.15 ha～3.96 haである林分を使用した。

3. 研究方法

研究方法は各林分の収穫調査の結果よりha当り直径階別本数を算出し、これらをもとにして前述のそれぞ

れの理論分布のパラメーターを求め、直径階別本数を推定して、Kolmogorov - Smirnovの検定を用いて適合度を検定した。次に推定された各林分の直径階別本数の直径階に対する樹高を収穫調査の結果より求め、材積表を用いてha当り材積(\hat{V})を推定し、各林分の収穫調査によるha当り材積(V)とそれぞれの理論分布によって推定されたha当り材積の差の検定を行なった。

Kolmogorov - Smirnovの検定とは³⁾標本分布関数 $S_n(x)$ の値から母集団分布関数 $F_0(x)$ の値を差し引いて、その差の絶対値の最大のものを検定統計量 D_n とし、データ数 n と有意水準 α とで表から $D_n(\alpha)$ を求め、 $D_n < D_n(\alpha)$ であれば $S_n(x)$ は $F_0(x)$ と有意な差はないとする検定法である。

また、各林分の収穫調査によるha当り材積(V)とそれぞれの理論分布によって推定されたha当り材積(\hat{V})との差の検定は

$$d_i = V - \hat{V} \quad : \text{データの差}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad : \text{差の平均}$$

$$s_d = \sqrt{\left\{ \sum_{i=1}^n d_i^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \right)^2 / n \right\} / (n-1)} \quad : \text{差の標準偏差}$$

$$s_{\bar{d}} = s_d / \sqrt{n} \quad : \text{差の標準誤差}$$

$$t = |\bar{d}| / s_{\bar{d}}$$

このようにして t を求め、自由度 $f = n - 1$ 、有意水準 α なる t 分布表の限界値を求め、 t と比較し、

$$t < t(f, \alpha)$$

であれば収穫調査によるha当り材積と理論分布によって推定されたha当り材積の差は0とみなすことができる。

4. 計算結果

収穫調査によるha当り直径階別本数とそれぞれの理論分布によって推定された直径階別本数の適合度はKolmogorov - Smirnovの検定においては、すべての林分において、どの理論分布に対しても有意な差は認められなかった。

次に収穫調査によるha当り材積(V)とそれぞれの

理論分布によって推定されたha当り材積(\hat{V})の差の検定を先ず全林分について行ない、次に樹種別に行なったところ、表-1(a)~(d)に示すとおりであった。表-1(a)~(d)によれば、全体において、ガンマ分布、対数正規分布とJohnson's S_B 分布によって推定されたha当り材積と収穫調査によるha当り材積との差は0とみなすことができなかつた。その内訳を(b)~(d)でみると、スギ人工林においてガンマ分布と対数正規分布によって推定されたha当り材積と収穫調査によるha当り材積との差に有意な差が認められ、ヒノキ人工林とスギヒノキ混交林において、Johnson's S 分布によって推定されたha当り材積が同様に有意な差が認められることがわかる。

表-1. V と \bar{V} との差の検定結果

(a) 全体 $t(81, 0.05) = 1.990$

	W	G	B	L	N	S_B
\bar{d}	-0.22	1.45	-0.23	1.56	0.34	-2.52
s_d	4.32	5.12	4.04	4.76	5.69	8.22
$s_{\bar{d}}$	0.48	0.57	0.46	0.53	0.63	0.91
t	0.46	2.57 [×]	0.51	2.96 [×]	0.53	2.78 [×]

(b) スギ人工林 $t(60, 0.05) = 2.000$

	W	G	B	L	N	S_B
\bar{d}	0.04	1.72	0.03	1.99	0.83	-2.06
s_d	4.69	5.68	4.31	5.16	6.11	9.03
$s_{\bar{d}}$	0.60	0.73	0.55	0.66	0.78	1.16
t	0.70	2.37 [×]	0.06	3.01 [×]	1.06	1.78

(c) ヒノキ人工林 $t(11, 0.05) = 2.201$

	W	G	B	L	N	S_B
\bar{d}	-0.01	0.62	0.32	0.61	0.62	-1.70
s_d	1.08	1.21	0.80	1.30	1.75	1.04
$s_{\bar{d}}$	0.31	0.35	0.23	0.38	0.51	0.30
t	0.04	1.76	1.37	1.61	1.22	5.63 [×]

(d) スギ・ヒノキ混交林 $t(8, 0.05) = 2.306$

	W	G	B	L	N	S_B
\bar{d}	-2.30	0.74	-2.70	-0.10	-3.38	-6.74
s_d	4.17	4.43	4.13	4.57	5.07	6.92
$s_{\bar{d}}$	1.39	1.48	1.38	1.52	1.69	2.31
t	1.66	0.50	1.96	0.07	2.00	2.92 [×]

5. 考 察

Kolmogorov-Smirnovの検定により、それぞれの理論分布によって推定された直径階別本数の適合度は有意な差がなかったにもかかわらず、ガンマ分布、対数正規分布とJohnson's S_B 分布によって推定された直径階別本数をもとにして推定されたha当り材積と収穫調査によるha当り材積との差は0とみなすことができなかつた。今後、直径階別本数の適合度を適確に示す検定法を見出すことが必要であろう。

次に表-1をみてもわかるように、今回用いた資料について、理論分布を用いて直径階別本数を推定する良好な理論分布はワイブル分布、ベータ分布、正規分布であることがわかり、差の標準誤差 $S_{\bar{d}}$ の値からみてワイブル分布とベータ分布を用いて推定されたha当り材積は同様なバラツキであるが、正規分布を用いて推定されたha当り材積は前の2つに比べて少しバラツキが大きいと考えられる。

しかし、問題点として、ワイブル分布には最小直径限界、ベータ分布には最小直径限界と最大直径限界が必要であるので、サンプリングにより得られたデータをもとにして、これらを如何にして求めるか、またこれらの理論分布のパラメーターを推定し、直径階別本数を推定した場合の推定値と真値との差はどうかなどがあり、今後さらに直径階別本数を推定する際に用いる理論分布のパラメーターをサンプリングによって推定するためにはどのような調査法が必要か、また空中写真を用いて直径階別本数を推定する際に、直径階別本数を推定する過程の中で、どこに、どのように用いるかなど問題点とともに検討していくつもりである。

参考文献

- (1) HAFLEY, W. L. and H. T. SCHREVDER:
Can. J. For. Res. 7, 481 - 487. 1977
- (2) 西沢正久: IUFRO Bucharest Romania 1978
- (3) 応用統計ハンドブック: PP. 827 養賢堂, 東京 1978
- (4) 山崎英祐, 長正道, 西沢正久: 91回日林講, 印刷中, 1980