

次代検定林の樹高生長量について —電子計算機処理による—

小坂営林署鹿山担当区 水谷完治

1. はじめに

次代検代林とは、精英樹や抵抗性個体の素質を遺伝的に受け継ぐかどうか次代の子供をテストするもので、その子供の苗木は採種園からの種や採穂園からのさし穂によってそれぞれつくり、一定年数を経たときに生長量や被害などの調査を行い検定の資料とする。そして、その資料をもとに新しい品種が決定され検定済の種苗が普及されるわけである。

このほど、関東林木育種場より表-1に示す名古屋管内の次代検定林の樹高生長量について電算結果が送られてきたが、どの系統の生長量がよいか解析困難なため、本研究では再び表-2に示す様な計算を行い名古屋管内で適する系統を決定しようとするものである。なお、新しく処理した事は、樹高生長量の優れた順に並びかえ、正規分布に従い偏差値を求め、さらに確率計算したことである。

2. 計算方法

樹高生長量は樹齢により格差が出てくるため、また生長量の度合いをみやすくするため、偏差値を計算した。偏差値を求めるにあたりまず分散を求めると、

$$\text{分散: } \alpha^2 = E(x^2) - \bar{x}^2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{ここで } E(x^2) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^i \bar{x}_i^2$$

\bar{x}_i を規準化し、確率変数 z_i を求めると、

$$z_i = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{\alpha} \quad \dots\dots\dots(2)$$

したがって、偏差値 $Q(z_i)$ は

$$Q(z_i) = z_i \times 10 + 50 \quad \dots\dots\dots(3)$$

となる。

また、この樹高生長量の系統別分布を図-1に示すような正規分布とみなし、斜線部分の確率 $O(z_i)$ を求めると、

$$O(z_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_i}^{\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

となる。そして、この偏差値 $Q(z_i)$ および確率 $O(z_i)$ を出力させた。

次に、表-2(2)分散分析の意味及び計算方法を述べる。分散分析とは、各系統の生長量を全体的に把握し、有意の差があるかどうかを検定することである。

表-2(2)における変動因の反復とは、 B_1, B_2, \dots, B_k のことで、誤差とは偶然に起こりうる誤差のことをいう。全体とは反復、系統、誤差のすべてをいう。 S_A, S_B とは反復及び系統間の変動の大きさを表わし、 S_E は単なる偶然誤差による変動の大きさを表わす。また不偏分散とは α の不偏推定量であり、不偏分散比とは字のごとく不偏分散間の比で、 $W_A = \text{反復} / \text{誤差}$ 、 $W_B = \text{系統} / \text{誤差}$ のことである。そして、反復及び系統の不偏分散が誤差の不偏分散に比べ著しく大きいとき、すなわち、 W_A, W_B の値が著しく大きいとき、反復及び系統間に有意の差があるとみなされる。

次に、分散分析の計算方法は以下のようである。

$$S_A = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^K T_j^2 - \frac{1}{KL} T^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$S_B = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^L T_i^2 - \frac{1}{KL} T^2 \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$S = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^K \alpha_{ij}^2 \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$S_E = S - S_A - S_B \quad \dots\dots\dots(8)$$

また

$$W_A = \frac{S_A}{K-1} \bigg/ \frac{S_E}{(K-1)(L-1)} = \frac{(L-1)S_A}{S_E} \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$W_B = \frac{S_B}{L-1} \bigg/ \frac{S_E}{(K-1)(L-1)} = \frac{(K-1)S_B}{S_E} \quad \dots\dots\dots(10)$$

W_A は $F_{(K-1)(L-1)}^{K-1}$ 分布に従い、 W_B は $F_{(K-1)(L-1)}^{L-1}$ 分布に従うが、ここにおいて $K-1, L-1, (K-1)(L-1)$ は自由度である。したがって、F分布統計表により確率変数 $L_{\alpha A}, L_{\alpha B}$ を求め、 $W_A > L_{\alpha A}$ のとき反復間の有意の差があるとみなされ、 $W_B > L_{\alpha B}$ のとき系統間に有意の差があるとみなされる。なお、有意水準においては絶対的基準がないので、

5%、2.5%、1%、0.5%の4種類で検定し、有意の差がある場合下記のように表示した。

5*

2.5**

1***

0.5****

ここでは、系統間に有意の差があるかないかが特に重要である。もし、有意の差がなければ、各系統間で生長量の差を比べても意味がなく、有意の差があれば比べる必要がある。

表-3は、電子計算機で出力させた計算結果の1例である。系統の不偏分散比の値は、F分布統計表による $F_{22}^{11} = 3.70$ より大きいので有意の差があることになる。

3. 計算結果

有意の差があるデータより、樹高生長量の偏差値55以上の系統をまとめ、図-2に示した。

ヒノキについては段戸国有林の次代検定林の南設楽4、恵那8、大正1の生長がよく、小川長洞では益田1、小坂1、付知2が、裏木曾では岡崎1が、今谷では小坂1、益田1がよい。

スギについては、大正1の生長が特に優れている。

カラマツについては、池ヶ洞とウレ山国有林で南佐久5が、松谷国有林で南佐久16が優れている。

アカマツについては、西加茂4が特に優れている。

以上のような系統が名古屋管内の国有林で適するとみてよいであろう。

4. おわりに

電子計算機を用いて分散分析を行い、有意の差を調べ、偏差値を計算し、名古屋管内の国有林に適する系統を決定しようとしたが、ほぼ成功したといえる。しかし、今回は樹高生長量について検討しただけであり、今後次代検定林の被害に関しても合わせて検討すべきと考えている。

なお、計算は計画課のNEC9801パーソナルコンピューターで行った。

表-3 電子計算機で出力させた計算結果例

*** ファンファンセンキ オビヒ ヒョウシ ユンハンサ * 1983年7月 * COMPUTE BY MIZUTANI(キカク カカリ) ***

ス * 18-(1)

グイトクメイ	B1	B2	B3	B4	ゴウケイ	ハイキン	段戸国有林 ハンサチ	(新城) %
1 オオツキ 3	1.035	1.019	0.995	0.000	3.049	1.016	67.559	3.958
2 ツクハ 1	0.893	0.988	0.873	0.000	2.753	0.918	60.338	15.065
3 カミツカ 7	0.976	0.924	0.818	0.000	2.717	0.906	59.456	17.220
4 チンリュウ 11	0.829	0.856	0.789	0.000	2.474	0.825	53.513	36.270
5 イイトマ 9	0.792	0.851	0.827	0.000	2.469	0.823	53.406	36.671
6 アシカラシモ 9	0.849	0.790	0.806	0.000	2.445	0.815	52.821	38.894
7 イヒ 3	0.822	0.748	0.715	0.000	2.285	0.762	48.896	54.396
8 ゴウケイ 1	0.756	0.739	0.761	0.000	2.256	0.752	48.185	57.199
9 イウセ 1	0.791	0.787	0.657	0.000	2.234	0.745	47.663	59.236
10 カンヲ 1	0.753	0.656	0.628	0.000	2.038	0.679	42.856	76.247
11 ヒカシカモ 6	0.616	0.522	0.505	0.000	1.643	0.548	33.229	95.322
12 ニシカフ 7	0.531	0.576	0.489	0.000	1.596	0.532	32.078	96.343
ゴウケイ	9.644	9.454	8.861	0.000	27.960	0.777		
ハイキン	0.804	0.788	0.738					

ハントウイン ショウトク ハントウ(S) ファンファンセン ファンファンセン

ハンフク	2.0000	0.0278	0.0139	8.2798	****
グイトク	11.0000	0.6704	0.0609	36.3071	****
ゴウケイ	22.0000	0.0369	0.0017		
ヒンタイ	35.0000	0.7351			

ファンサン ヒョウシ ユンハンサ

0.0186 0.1365

表-1 関東林木育種場より送られてきた資料にもとづく次代検定林

樹種	国有林(営林署)	設定数	系統数
ヒノキ	段戸(新城)	1	53
	小川長洞(下呂)	1	46
	裏木曾(付知)	1	39
	今谷(高山)	1	50
スギ	川浦(岐阜)	1	24
	上小鳥(古川)	2	10,25
	段戸(新城)	3	12,18,22
アカマツ	恵那(中津川)	1	46
	久野川(下呂)	1	48
	大源(高山)	1	47
カラマツ	池ヶ洞(久々野)	1	27
	松谷(高山)	1	24
	ウレ山(神岡)	1	28

表-2 計算内容

平均樹高生長量 および その偏差値と確率

順位	系統名	B1	B2	.....	Bj	.....	Bk	合計	平均	偏差値	確率(%)
1	⋮	x ₁₁	x ₁₂	.....	x _{1j}	.....	x _{1k}	T ₁	\bar{x}_1	Q(z ₁)	O(z ₁)
2	⋮	x ₂₁	x ₂₂	.....	x _{2j}	.....	x _{2k}	T ₂	\bar{x}_2	Q(z ₂)	O(z ₂)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	⋮	x _{i1}	x _{i2}	.....	x _{ij}	.....	x _{ik}	T _i	\bar{x}_i	Q(z _i)	O(z _i)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
l	⋮	x _{l1}	x _{l2}	.....	x _{lj}	.....	x _{lk}	T _l	\bar{x}_l	Q(z _l)	O(z _l)
合計		T ₁	T ₂	.....	T _j	.....	T _k	T	\bar{x}		
平均		\bar{x}_1	\bar{x}_2	.....	\bar{x}_j	.....	\bar{x}_k				

分散分析

変動因	自由度	変動	不偏分散	不偏分散比
反復	k-1	S _A	S _A /(k-1)	W _A =(l-1)S _A /S _E
系統	l-1	S _B	S _B /(l-1)	W _B =(k-1)S _B /S _E
誤差	(k-1)(l-1)	S _E	S _E /(k-1)(l-1)	
全体	kl-1	S		

分散と標準偏差

分散	標準偏差
σ^2	σ

図-1 正規曲線

