

タネ繁殖の場合の スギの樹高と胸高直径の遺伝力

戸 田 良 吉⁽¹⁾

I は じ め に

林木が成長量その他に示すバラツキのうち、そのどれだけが環境によつて定められ、どれだけが遺伝によるものであるかは、遺伝力という概念によつて示される。遺伝力とは、簡単にいえば、集団の全分散の中に占める遺伝分散の割合であつて、選抜の効果を推定したり、適切な選抜法を定めたりする上の基礎として、欠くことのできぬ重要性をもっている。著者³⁾は、さきに約 40 年生のミシヨウのスギ林とサシスギ品種の林分とのそれぞれの分散の比較を行つて、数種の量的形質についてミシヨウスギ林の遺伝力をおおまかに推定したが、そのときにもべたように、遺伝力には、全遺伝分散による広い意味のものと、タネによる繁殖の場合に直接には子供に伝えられない部分を全遺伝分散から除いた、いわゆる相加的遺伝分散による狭い意味のものとがある。広い意味の遺伝力は、精英樹をサシキで繁殖しようという場合の選抜効果を推定するには有効なものだが、ツギキにより採種園をしたててそのタネを造林用に使うような場合には適用できず、この場合には狭い意味の遺伝力を用いなければならない。さきの報告に用いた材料では広い意味の遺伝力だけしか求めることができなかったので、狭い意味のそれは、ドイツにおけるヨーロツパアカマツの例から大ざつぱな推定を行つて代用しておいた。

スギの場合、選ばれた精英樹は普通サシキによつて増殖され、クローンの混合物として実地造林に用いられることとなるので、遺伝力も広い意味のものだけで普通には実用上さしつかえない。だから、狭い意味の遺伝力を知ることはほとんど必要がないようなものだが、しかし、選ばれた精英樹の中にはサシキの発根がきわめて悪いものもあり、また、とひとつた母樹からのサシキ苗は必ずしも遺伝的素質とおりに生育しない場合も予想されるので、もしこのような例が多ければ、採種園によるミシヨウ繁殖も当然考慮されなければならない。さらに、精英樹の子供からの再選抜のためにも、精英樹の間のミシヨウ苗をかなり植えておかなければならないから、これらがどの程度の生育を示すものであるか、あらかじめ知つておきたい。そのほか、品種改良を効果的に推進するための基礎である、主要形質の遺伝現象を解くカギのひとつとしても、広い意味、狭い意味両方の遺伝力を知る必要がある。

狭い意味の遺伝力を推定できるだけの材料は現在日本にはごくわずかしかないが、さいわい東京大学千葉県演習林にあるスギの母樹別試験地がほぼこの目的にかなつているので、測定値が得られている樹高および胸高直径だけについて、遺伝力の推定をおこなつた。この材料はかならずしも満足できるものではないが、研究材料のきわめて乏しい今日、概数なりとも知ることが大切であると考えて、計算の結果をひとつの推定値として報告しておく。

この研究は、上記の試験地を設定された中村賢太郎教授と茅野弘氏の御努力と、さらに風害によつてこの試験地が破壊されてしまつていゝ今となつては、佐藤大七郎助教授と郷正士博士とによる測定値によつ

(1) 熊本支場育種研究室長

てはじめて可能となつたものであつて、そのデータの使用を許された中村教授、佐藤助教授をはじめ上記の各氏に心からの感謝をささげる。また計算にあたつて助力をたまわつた林業試験場熊本支場の職員 津代篤男、梶野篤子の両氏にお礼を申しあげる。

Ⅱ 材料および方法

この試験地についてはすでに 3 回の報告が出されているので詳細はのべないが、1931 年春にまきつけた苗を 1934 年春にヒノキノダイおよびサクラガオの両試験地に単木的に混植したもので¹⁾、測定は 1951 年 4 月に行われた。すなわち、苗木の年齢を入れて 20 年生のときの測定値であつて、第 3 回報告²⁾に用いられたのと同じものである。第 3 回報告では、ミヨウケンヤマ、サクラガオ、カジサカの 3 林分で選ばれた母樹 10 本の子供群について互に比較が行われたが、その結果によつて判定すれば、カジサカの母樹群には他の 2 群との間にかかなり大きな遺伝的素質の差があることが見いだされるので、今回の材料からはこれらを除外した。残りの 2 林分は、それらの年齢にかかなりの差はあるが、ともに 100 年生以上の旧時代の造林地であり、また、子供群の成長経路の比較においてもだいたい同じ傾向を示しているので、まとめて同じ母集団に属するものとしてとりあつた。すなわち、両林分 3 本ずつ計 6 本の母樹の子供群 294 本が材料としてとりあげられた。

年齢の異なる 2 林分をひとつの遺伝集団と仮定したこと、母林分が比較的小さく他からの花粉がかなり影響したと考えられること、母樹数の少ないこと、母樹選択の根拠がだいたいランダムと考えられるが確実ではないことなどは、推定に誤差を導入する原因となるであろう。しかし、以上の原因のそれぞれに対して補正を行うという手段も別にないので、これらはいつさい無視するほかはない。ただし、推定の精度は、このためにかかなりそこなわれるものと思わねばならない。

樹高の測定は竹ざおにつけた巻尺を用いて 0.1 m 単位で読み、胸高直径は輪尺で 2 方向をはかり、0.1 cm 単位とされている。

こうして測定されたナマのデータには、立地条件のマクロな変動の影響がふくまれている。測定された個体の位置は第 1 図に示されているが、見るとおり、その配列はきわめて不規則な単木混交であるから、マクロな立地差を除くための簡単な方法は見いだされない。そこで、両試験地のそれぞれを 10 m 幅の方眼にくぎり、その行および列ごとに一定の立地効果を示すものと仮定し、また、両試験地のおのおのはそれぞれ一定の立地効果をもち、さらに各母樹よりの子供群は遺伝的素質の差によつてそれぞれ総平均からのフレを示すものとすれば、各単木の測定値は、

$$x_{ind.} = \mu + \tau_i + \pi_j + \rho_{jk} + \gamma_{ji} + e_{ind.}$$

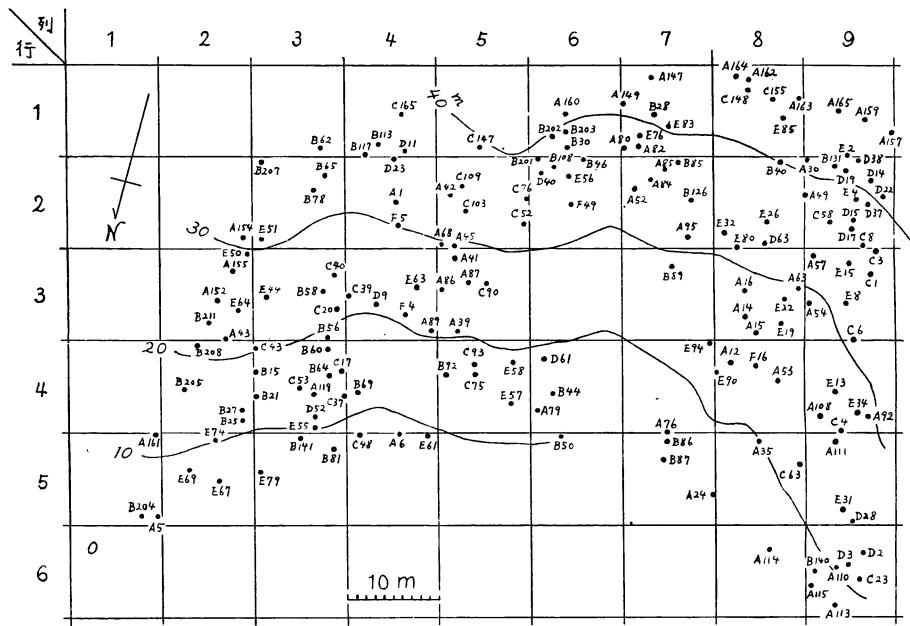
ただし μ : 総平均 τ_i : 母樹によるフレ、

π_j : 試験地によるフレ ρ_{jk} : 行による試験地平均からのフレ

γ_{ji} : 列による試験地平均からのフレ $e_{ind.}$: 個体ごとのフレ

というモデルであらわされ、これらのパラメーターの推定値は最少自乗法によつて求められる。

測定値を、立地条件に関するパラメーターの推定値を用いて補正した値は、立地条件をほぼ一様とした場合に各個体が示すであろう生育の期待値であつて、これらから、分散分析によつて、分散の母樹成分を求めることができる。ただし、実際には、計算の便宜のため、母樹によるフレまでを補正してしまつていきなり個体による平均平方を求め、母樹による平均平方はパラメーターの推定値から直接に求めることと



第1図 a. 試験木の配置 ヒノキノダイ試験地

した。

一方、自然集団からランダムに取った多数母樹の自然交雑による子供群は、全体として親集団とはほぼ同じ遺伝的構成を示すので、立地条件のマクロな変動を除いた残りの分散は

$$\sigma_{P^2} = \sigma_g^2 + \sigma_d^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2 + \sigma_j^2$$

ただし σ_g^2 : 相加的遺伝分散

σ_d^2 : 優劣性による遺伝分散

σ_i^2 : 上位性による遺伝分散

σ_e^2 : 環境条件に比例的な分散

σ_j^2 : 環境と遺伝子型との比例的でない相互作用による分散

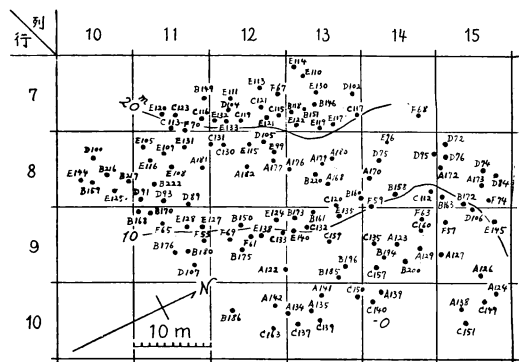
であらわれ、分散の母樹成分、すなわち母樹別に子供群をまとめた場合に群間にあらわれる分散は、模型 F_2 集団を作つて容易に検証できるように

$$\sigma_{m^2} = \frac{1}{4} \sigma_g^2$$

となる。したがつて、分散分析により子供集団の分散の母樹成分をとりだせば、

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_{P^2}} = \frac{4 \sigma_{m^2}}{\sigma_{P^2}}$$

によつて容易に遺伝力を推定することができる。



第1図 b. 試験木の配置 サクラガオ試験地

Ⅲ 計 算

1. 立地差および母樹差の推定

樹高と胸高直径の測定値とその方眼区画にしたがった集計とは、付表 I, II に示す。

測定値の構成モデルに従つてパラメーター ($\mu, \tau_i, \pi_j, \rho_{jk}, \gamma_{jl}$) の推定値をそれぞれ, $m, t_i (i=A, \dots, F), p_j (j=1, 2), r_{jk} (jk=1, \dots, 6; 7, \dots, 10), c_{jl} (jl=1, \dots, 9; 10, \dots, 15)$ とすれば, これらの数値は最少自乗法により

$$\sum (x_{ind.} - m - t_i - p_j - r_{jk} - c_{jl})^2 = \sum e_{ind.}^2$$

を最少にするように定められる。すなわち, この式の左辺を各未知数について順次微分した式をゼロに等しいとして得られる次の正規方程式を解けばよい。

$$\sum (m + t_i + p_j + r_{jk} + c_{jl}) = \sum x_{ind.}$$

ただし, この際の和は, 微分したその未知数をふくむ測定値すべてについてとる。未知数の総数は 34 であるから, 付表 III に示すとおり, 34 の正規方程式が得られる。しかし, この連立方程式を解く途中で, 6 式が両辺ともゼロとなつて消滅するので, モデルの設定条件にもとづいて次の 6 式を仮定し補充する。

$$72 t_A + 64 t_B + 51 t_C + 31 t_D + 61 t_E + 15 t_F = 0$$

$$171 p_1 + 123 p_2 = 0$$

$$27 r_1 + 45 r_2 + 35 r_3 + 35 r_4 + 21 r_5 + 8 r_6 = 0$$

$$28 r_7 + 44 r_8 + 37 r_9 + 14 r_{10} = 0$$

$$3 c_1 + 14 c_2 + 24 c_3 + 16 c_4 + 18 c_5 + 14 c_6 + 19 c_7 + 24 c_8 + 39 c_9 = 0$$

$$6 c_{10} + 25 c_{11} + 28 c_{12} + 32 c_{13} + 16 c_{14} + 16 c_{15} = 0$$

第 1 表 平均値および立地差, 母樹差によるフレの推定値

	樹 高	胸高直径		樹 高	胸高直径
総 平 均 m	7.728	10.791	ヒノキノダイ試験地		
母 樹 による フレ			列		
t_A	+0.071	+0.120	C_4	+1.093	+1.417
t_B	-0.670	-1.356	C_5	-0.835	-1.049
t_C	+0.786	+1.264	C_6	-0.390	-0.941
t_D	-0.335	-0.919	C_7	+0.815	+0.615
t_E	+0.053	+0.455	C_8	+0.107	+0.267
t_F	+0.322	+0.961	C_9	-0.557	-0.608
ヒノキノダイ試験地			サクラガオ試験地		
試 験 地 p_1	-0.391	-0.372	試 験 地 p_2	+0.543	+0.517
行 r_1	-1.766	-2.244	行 r_7	-2.443	-3.409
r_2	-0.261	-0.232	r_8	+0.138	+0.070
r_3	+0.734	+0.445	r_9	+1.467	+2.097
r_4	+0.973	+1.474	r_{10}	+0.575	+1.056
r_5	+0.072	+0.280	列 C_{10}	-1.669	-1.499
r_6	-0.229	-0.252	C_{11}	-0.306	+0.306
列 C_1	+2.200	+4.673	C_{12}	-0.383	-0.345
C_2	+0.917	+1.828	C_{13}	+0.962	+0.963
C_3	-0.533	-1.025	C_{14}	+1.343	+1.504
			C_{15}	-1.493	-2.740

以上の連立方程式を解いて、第 1 表の推定値が得られる。解を求める順序の前後によつて生ずる誤差の集積をなるべく小さくするため、推定値は小数第 3 位まで求めた。

2. 遺伝力の推定

分散分析により、分散の母樹成分を求める。しかしながら、試験地の方眼区画に対する材料の配分はきわめて不均一であるから、試験地、行および列による分散を計算しても、これらの変動因による平方和は加法則を満足しないものと考えられる。したがつて、個体による平方和は、測定値を立地差および母樹差によつて補正した値から求め、母樹による平方和は t_i から求めた。すなわち、

個体による平方和

$$\sum (m + e_{ind.})^2 - \frac{\{\sum (m + e_{ind.})\}^2}{N} = \sum e_{ind.}^2$$

母樹による平方和

$$\sum k_i t_i^2$$

ただし、N: 総個体数 294 k_i : 各母樹ごとの個体数

補正値は小数点下 2 位にとどめた。

この際、自由度は、総体の自由度 $294-1=293$ のうちから、p に対する自由度 $2-1=1$ 、r に対する自由度 $10-2=8$ 、c に対する自由度 $15-2=13$ がすでに除かれているから、その残りを母樹に対する自由度 $6-1=5$ と個体に対する自由度 $293-(1+8+13+5)=266$ とに分割する。

第 2 表 樹高の分散分析。マクロな立地変動は除外する。

変動因	自由度	平方和	平均平方
母樹間	5	65.81	13.161
個体間	266	809.17	3.042
全 体	271	874.98	3.229

第 3 表 胸高直径の分散分析。マクロな立地変動は除外する。

変動因	自由度	平方和	平均平方
母樹間	5	252.86	50.572
個体間	266	3156.02	11.865
全 体	271	3408.88	12.579

計算の結果、第 2, 3 表の分散分析表が得られる。ここに、全体の平均平方は、マクロな立地差を除いた場合の集団全体の分散 σ_{μ}^2 の推定値となり、母樹間および個体間の平均平方はそれぞれ

$$k_0 \sigma_m^2 + \sigma_o^2 = \frac{1}{4} k_0 \sigma_g^2 + \sigma_o^2$$

$$\sigma_o^2 = \frac{3}{4} \sigma_g^2 + \sigma_{ii}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2 + \sigma_j^2$$

の推定値となる。ただし、ここに k_0 は各母樹内個体数の代表値であつて、

$$k_0 = \frac{1}{n-1} \left(\sum k - \frac{\sum k^2}{\sum k} \right) = 47.38$$

$$n = 6$$

$$\sum k = 294$$

$$\sum k^2 = 72^2 + 64^2 + 51^2 + 31^2 + 61^2 + 15^2 = 16788$$

したがつて、分散の母樹成分 $\frac{1}{4} \sigma_g^2$ の推定値は

$$\frac{\text{母樹間の平均平方} - \text{個体間の平均平方}}{k_0}$$

によつて求められ、樹高については、

$$\frac{13.161 - 3.042}{47.38} = 0.214$$

胸高直径については

$$\frac{50.572 - 11.865}{47.38} = 0.817$$

となる。

したがつて遺伝力は、樹高については

$$\frac{0.214 \times 4}{3.229} = 0.265$$

胸高直径については

$$\frac{0.817 \times 4}{12.579} = 0.260$$

と推定される。

Ⅳ か ん が え

著者は前の報告³⁾のなかで、ドイツで発表されたヨーロッパアカマツについての簡単なデータ、すなわち、母樹別の子供群の樹高の標準偏差が、母樹をまぜた子供群のそれより約 3 % 小さいという事実から、この場合の遺伝力が約 24 % であることを推定した。そして、スギのサシキ繁殖による場合の樹高の遺伝力が約 70 % であるから、狭い意味の遺伝力がスギでもヨーロッパアカマツでのそれとほぼ同等の値をとるものとすれば、精英樹をサシキでなく採種園として利用する場合の選抜効果は、サシキによる場合の約 1/3 程度であろうとのべた。

いまここに、われわれはスギについても樹高と胸高直径の狭い意味の遺伝力を推定することができたが、それらはどちらも約 26 % という値を示し、さきに求めたヨーロッパアカマツでの場合と非常に近いことがあきらかになった。実際、計算の基礎が不十分で推定の精度が高くないことを考えにいれると、これらの値はすべて約 25 %、すなわち 1/4 ということで一括できよう。そこで、現在の段階では、ミシヨウ繁殖の場合、スギの樹高と胸高直径の選抜効果は、さきにのべたとおり、選抜率が等しいならば、サシキ繁殖の場合の約 1/2～1/3 程度であると考えておいてよいであろう。

狭い意味の遺伝力の推定ができたことの利点は、選抜効果の推定ができるようになったことだけではない。狭い意味の遺伝力が広い意味のその約 1/2～1/3 だということは、全遺伝分散のうち、有効遺伝子の数のみで定まるいわゆる相加的遺伝分散が、優劣性や上位性による非相加的遺伝分散よりも小さく、その約半分にしか当たらないかもしれないことを示すものであつて、育種上後者を見るのがしてはならぬことを教えているといえよう。非相加的遺伝分散のうち、優劣性によるものと上位性によるものとがどのような割合になつているかは知るすべがないが、優劣性による部分がかなり大きいだろうと仮定することは不自然ではなく、したがつて、いわゆる雑種強勢の利用が著しく有効であろうと推察される。林木の育種では雑種強勢を利用すべきだということはこれまでにもしばしば述べられていたところだが、われわれはここに

このことが遺伝分散の構成上から見ても正しいことを強調しておきたいと思う。ただし、タネ繁殖を採用する場合に、これをどのように育種計画に組み入れるかについては、まだ問題が残されていることをつけ加えておく。

以上、スギの樹高と胸高直径の遺伝力について、広い意味、狭い意味のそれぞれに各ひとつの値を推定して、考えをめぐらしたが、ここに気がかりになるのは、これらを求めた材料が同じものでないことである。広い意味の遺伝力は、タネの出所はあきらかではないが宮崎県下に植えられた約 40 年生の林分について求められ、その平均樹高は約 23 m であつたのに対し、狭い意味の遺伝力は千葉県下の約 20 年生の林分について求められ、その平均樹高は約 8 m にすぎない。遺伝力が個別集団についての概念であり、集団の遺伝的構成が異なれば異なつた値をもつということをしばらく無視し、同じ樹種の自然集団はどこでもほぼ同等の遺伝力を示すと仮定しても、これが林分の年齢あるいは立木の大きさによつて変化しないかどうか、現在のところわれわれはこれについて何らの知識をもたない。この点に関し、このふたつの林分をくらべてみて気付くもうひとつの違いは、今回の材料の変異量が著しく大きいことである。前回の例³⁾では、ミシヨウスギの樹高の変動係数が 9.3 %、胸高直径（周囲）のそれが 18.3 %であつたのに対し、今回のそれらはそれぞれ 23.2 %、32.8 %となつている。この著しく大きい変動のなかには、マクロな立地差を除くために設定した方眼の行と列との相互作用による分が除かれないうで残つているものと考えられるが、それを考慮に入れても、ちがいはあまりに大きい。このちがいは、あるいはこれらふたつの集団の遺伝的構成のちがいであるかもしれないが、林木集団はその成長にともなつて、間伐によりしだいに劣勢木を失つてゆくのが普通であるから、その結果として変動係数は小さくなつてゆくのが当然であるのかもしれない。この仮定を検討するためには、遺伝的にはほぼ同等と考えられる年齢別あるいは樹高級別の森林について、その変動係数をしらべてみればよいから、その実行はさほど困難ではない。しかし、もしこの仮定が正しいとしても、このような変化が遺伝力の推定値の上にどんな変化を与えるかは、簡単には結論を下せない。集団の分散が小さくなるということは、遺伝力算定式の分母を小さくすることでありその限りでは推定値を大きくするように働くが、劣勢木を除くことは同時に分子すなわち母樹間分散をも小さくするように働くので、結局分数の大きさ、すなわち遺伝力の推定値はどちらに動くか、結論は見いだされない。

いろいろ考えてはみても、現在の段階としてはまだ材料が十分集まつていないので、こうして得られたふたつの値をそれぞれそのまま受入れておくほかはあるまいと考える。しかし、すでにのべたように、前報の広い意味の遺伝力はミシヨウスギとサシスギの各 1 林分についてそれらの分散を比較して得られたものであり、また、今回の狭い意味のそれは、その目的で設定されたものでない試験地、したがつて母樹の数やそれらの配置などにもきわめて不満の多い材料で推定されたものであつて、いずれもその信頼性はかなり低いものといわねばならない。はじめにものべたように、遺伝力の推定に利用できる材料はきわめて乏しいが、われわれは利用しうる材料のできるだけ多くを集め、推定の信頼性をたかめてゆきたいと思う。

あ ら ま し

1. 東京大学千葉県演習林にあるスギの母樹別試験地から、遺伝的にはほぼ同一母集団に属するとみなされる 6 母樹の系統を選び、立地条件のマクロな変動の影響を除外した上で分散分析を行い、樹高と胸高直

径の狭い意味の遺伝力を推定した。

2. 遺伝力の計算結果はともに約 26 %となり、まえに大まかな計算を行つたヨーロッパアカマツの場合ときわめてよく一致した。そして、さきに求めた広い意味の遺伝力との比較から、ミシヨウ繁殖の場合の選抜効果がサシキの場合の $1/2 \sim 1/3$ だろうことを推定した。

3. ふたとおりの遺伝力の差が大きいことから、雑種強勢の影響が大きいことを推定し、育種上その利用に注目すべきことをのべた。

4. 遺伝力推定値の適合性について吟味した。

文 献

- 1) 中村賢太郎・茅野弘：スギの母樹年齢が子苗の開花結実並にその生長に及ぼす影響（第 1 回報告），東大演報，25，(1937)，p. 1～18
- 2) 中村賢太郎・佐藤大七郎・郷正士：スギの母樹が子苗の開花結実並にその生長に及ぼす影響，第 3 報，造林木の生長，東大演報，43，(1952)，p. 39～47
- 3) 戸田良吉：スギの林分内変異量と遺伝力，林試研報，100，(1957)，p. 1～21

**The Heritability of Tree Height and Stem Girth in
Cryptomeria through Sexual Reproduction**

Ryookiti TODA

(Résumé)

In a previous paper, the author has estimated the heritability in the broad sense of some quantitative characters in a *Cryptomeria* stand. But, at that time, he was unable to estimate heritability in the narrow sense, so he merely discussed it referring to a rough estimate made for Scots pine. In the present paper, the author presents a new estimation of heritability in the narrow sense in *Cryptomeria*, which quite agrees with that found for Scots pine.

The estimate was based upon 294 trees derived from six mother trees in two stands, which were apparently similar to one another in their genetic nature. The trees were 20 year old and have been grown on two experimental plantations in thorough mixture with each other.

The calculation has resulted in the following estimation: the heritability in the narrow sense of tree height and stem girth are both about 26 per cent. As the corresponding figures for heritability in the broad sense are ca. 70 and 60 per cent respectively, the expected effect of selection when sexual reproduction is employed must be only one-half or one-third of that obtained from vegetative propagation by cuttings.

The remarkable reduction of the heritability in the narrow sense compared with that in the broad sense suggests that heterosis must have a significant effect. It has often been stated that the utilization of heterosis must be one of the most fruitful methods of breeding forest trees, and a new support for the statement is presented here through the study of heritability.

(An English text of the same content is prepared and is to be sent to "Silvae Genetica".)

付表 I 測定値集計表 (1)

列 行	1	2	3	4	5
1			B 62= 4.8(5.2)	B 113= 5.4 (7.9) B 117= 7.7(11.8) C 165= 7.3(14.2) D 11= 7.5(11.3) 計 27.9(45.2)	C 147=4.6 (7.2)
2		A 154=8.8(13.3)	B 65= 5.4 (9.6) B 78= 5.8 (8.1) B 207= 3.1 (3.6) E 51= 9.0(15.9) 計 23.3(37.2)	A 1= 7.2 (8.8) D 23= 4.9 (6.7) F 5=10.0(15.6) 計 22.1(31.1)	A 42=7.1 (9.4) A 45=5.3 (5.2) A 68=7.3 (9.7) C 52=8.7(16.5) C 76=8.8(14.0) C 103=3.8 (3.9) C 109=4.3 (4.2) 計 45.3(62.9)
3		A 43=11.5(17.3) A 152= 8.4(14.7) A 155= 8.2(12.6) B 211=10.4(13.4) E 50= 6.9(10.0) E 64= 8.1(12.4) 計 53.5(80.4)	B 56= 9.3(11.6) B 58= 8.0(12.6) C 20=12.1(19.5) C 40= 8.9(10.3) E 44= 5.0 (4.3) 計 43.3(58.3)	A 89= 8.5(10.3) C 39=10.7(13.7) D 9=11.5(15.0) E 63= 6.5 (7.4) F 4= 9.5(12.0) 計 46.7(58.4)	A 39=8.3(13.5) A 41=7.3(13.2) A 86=7.0 (7.9) A 87=7.5 (9.6) C 90=7.3 (8.0) 計 37.4(52.2)
4		B 25= 7.4 (9.0) B 27= 8.0 (9.6) B 205= 8.8(13.2) B 208= 6.3 (7.6) 計 30.5(39.4)	A 119= 4.5 (4.0) B 15= 8.8(12.0) B 21= 5.8 (7.3) B 60= 7.9(11.6) B 64= 5.9 (7.7) C 17= 8.9(12.9) C 37= 7.2 (8.9) C 43=10.2(16.8) C 53= 7.2(10.9) D 52= 6.0 (7.4) E 55= 6.3 (6.7) 計 78.7(106.2)	B 69=9.6(13.4)	B 92=6.2 (6.1) C 75=9.1(15.6) C 93=6.9 (8.3) E 57=9.2(16.2) E 58=9.5(16.4) 計 40.9(62.6)
5	A 5= 8.4(14.8) A 161= 9.2(12.5) B 204=10.7(17.7) 計 28.3(45.0)	E 67=10.6(18.0) E 69=11.2(17.1) E 74= 6.4 (8.4) 計 28.2(43.5)	B 81=5.8 (7.5) B 141=8.3(10.6) E 79=7.5 (8.9) 計 21.6(27.0)	A 6= 7.8(10.5) C 48=10.8(15.6) E 61= 7.3(10.2) 計 25.9(36.3)	
6					
計	A …2…17.6(27.3) B …1…10.7(17.7) 計…3…28.3(45.0)	A …4…36.9(57.9) B …5…40.9(52.8) E …5…43.2(65.9) 計…14…121.0 (176.6)	A …1… 4.5 (4.0) B …12…78.9(107.4) C …6…54.5(79.3) D …1… 6.0 (7.4) E …4…27.8(35.8) 計…24…171.7 (233.9)	A …3…23.5(29.6) B …3…22.7(33.1) C …3…28.8(43.5) D …3…23.9(33.0) E …2…13.8(17.6) F …2…19.5(27.6) 計…16…132.2 (184.4)	A …7…49.8(68.5) B …1… 6.2 (6.1) C …8…53.5(77.7) E …2…18.7(32.6) 計…18…128.2 (184.9)

カツコ外は樹高 (m), カツコ内は胸高直径 (cm)。計の欄中, 母樹記号の次の数字は本数

ヒ ノ キ ノ ダ イ 試 験 地

6	7	8	9	計
A 160=3.8 (4.5) B 30=3.1 (4.1) B 202=4.2 (5.2) B 203=6.8 (9.4) 計 17.9(23.2)	A 80= 6.0 (5.8) A 82= 7.3(10.4) A 147= 4.7 (5.3) A 149= 5.8 (6.6) B 28= 3.7 (3.3) E 76= 4.3 (4.1) E 83= 6.9 (9.5) 計 38.7(45.0)	A 162= 4.0 (4.6) A 163= 7.6(13.5) A 164= 5.8 (9.2) C 148= 5.4 (6.6) C 155= 5.5 (7.1) E 85= 4.8 (6.3) 計 33.1(47.3)	A 157= 8.7(15.5) A 159= 5.9(12.0) A 165= 5.7 (8.0) E 2= 7.8(13.3) 計 28.1(48.8)	A...11...65.3(95.4) B... 7...35.7(46.9) C... 4...22.8(35.1) D... 1... 7.5(11.3) E... 4...23.8(33.2) 計...27...155.1(221.9)
B 46= 7.3(10.3) B 108= 2.0 (2.2) B 201= 4.6 (5.3) D 40= 5.0 (6.1) E 56= 8.0(12.9) F 49= 8.5(10.5) 計 35.4(47.3)	A 52=10.0(15.1) A 84= 8.9(13.1) A 85= 9.7(13.0) A 95= 9.7(13.2) B 85= 6.2 (8.8) B 126= 7.5(11.5) 計 52.0(74.7)	B 40=4.7 (5.7) D 63=5.2 (8.3) E 26=6.0 (6.8) E 32=7.8(12.0) E 80=7.1(10.7) 計 30.8(43.5)	A 30= 4.6 (6.6) A 49= 7.7(11.1) B 131= 6.9(10.1) C 8= 8.3(13.8) C 58= 7.1 (8.2) D 14= 7.5(10.1) D 15= 3.6 (3.0) D 17= 3.7 (3.3) D 19= 7.3(10.2) D 22= 9.0(13.1) D 37= 7.3 (9.3) D 38= 8.4(14.6) E 4= 7.8(12.1) 計 89.2(125.5)	A...11...86.3(118.5) B...10...53.5 (75.2) C... 6...41.0 (60.6) D...10...61.9 (84.7) E... 6...45.7 (70.4) F... 2...18.5 (26.1) 計...45...306.9(435.5)
	B 89= 6.9 (8.1)	A 14= 8.5(11.4) A 15= 7.2 (9.0) A 16= 6.5 (7.8) A 63= 7.8 (9.6) E 19= 9.7(13.5) E 22= 7.2 (8.7) 計 46.9(60.0)	A 54= 8.4(12.7) A 57= 6.4 (9.7) C 1= 6.6 (8.7) C 3= 7.7(14.2) C 6= 9.9(12.0) E 8= 7.9 (9.7) E 15= 6.8(10.4) 計 53.7(77.4)	A...14...111.5(159.3) B... 4... 34.6 (45.7) C... 7... 63.2 (86.4) D... 1... 11.5 (15.0) E... 8... 58.1 (76.4) F... 1... 9.5 (12.0) 計...35...288.4(394.8)
A 79= 9.3(12.9) B 44= 7.3 (9.0) D 61= 7.4 (8.7) 計 24.0(30.6)	A 76=11.0(15.2) E 94=11.8(23.3) 計 22.8(38.5)	A 12= 9.8(12.4) A 53=10.3(19.8) E 90=10.3(14.7) F 16=12.2(20.7) 計 42.6(67.6)	A 92=7.0 (8.4) A 108=6.3 (7.4) C 4=5.4 (6.7) E 13=8.5(13.8) E 34=6.0 (7.0) 計 33.2(43.3)	A... 7...58.2 (80.1) B...11...82.0(106.5) C... 7...54.9 (80.1) D... 2...13.4 (16.1) E... 7...61.6 (98.1) F... 1...12.2 (20.7) 計...35...282.3(401.6)
B 50=8.8(14.9)	A 24=6.0 (6.0) B 86=7.3 (9.6) B 87=7.0 (9.3) 計 20.3(24.9)	A 35=10.0(19.3) C 63= 7.2(10.1) 計 17.2(29.4)	A 111=1.8 (1.1) D 28=6.0 (7.9) E 31=7.1(11.9) 計 14.9(20.9)	A...6...43.2(64.2) B...6...47.9(69.6) C...2...18.0(25.7) D...1... 6.0 (7.9) E...6...50.1(74.5) 計...21...165.2(241.9)
		A 114=7.2 (9.9)	A 110=4.1 (5.4) A 113=7.3(11.4) A 115=7.0(10.3) B 140=7.6(11.4) C 23=5.4 (7.2) D 2=7.0 (9.6) D 3=7.2(10.7) 計 45.6(66.0)	A...4...25.6(37.0) B...1... 7.6(11.4) C...1... 5.4 (7.2) D...2...14.2(20.3) 計...8...52.8(75.9)
A...2...13.1(17.4) B...8...44.1(60.4) D...2...12.4(14.8) E...1... 8.0(12.9) F...1... 8.5(10.5) 計...14...86.1 (116.0)	A...10...79.1(103.7) B... 6...38.6(50.6) E... 3...23.0(36.9) 計...19...140.7 (191.2)	A...11...84.7(126.5) B... 1... 4.7 (5.7) C... 3...18.1(23.8) D... 1... 5.2 (8.3) E... 7...52.9(72.7) F... 1...12.2(20.7) 計...24...177.8 (257.7)	A...13...80.9(119.6) B... 2...14.5(21.5) C... 7...50.4(70.8) D...10...67.0(91.8) E... 7...51.9(78.2) 計...39...264.7 (381.9)	A...53...390.1(554.5) B...39...261.3(355.3) C...27...205.3(295.1) D...17...114.5(155.3) E...31...239.3(352.6) F... 4... 40.2 (58.8) 計...171...1250.7 (1771.6)

付表II 測定値集計表 (2)

列 行	10	11	12	13
7		B 149= 3.5 (3.7) C 113= 7.5 (8.6) C 116= 7.1(11.4) C 123= 10.0(14.2) E 120= 8.6(13.8) F 70= 6.9 (9.2) 計 43.6(60.9)	C 115= 6.6 (9.5) C 119= 4.4 (5.5) C 121= 4.3 (5.3) D 104= 4.6 (5.8) E 111= 5.3 (6.0) E 113= 2.3 (2.5) E 121= 5.9(10.2) E 132= 6.2(10.9) E 133= 4.0 (4.1) F 67= 6.7(10.6) 計 50.3(70.4)	B 146= 7.0 (8.8) B 151= 6.6 (8.6) C 117= 9.3(13.5) D 102= 6.8(10.7) E 110= 1.8 (2.2) E 114= 4.4 (5.9) E 117= 8.3(10.5) E 118= 7.0 (9.6) E 119= 9.0(13.5) E 122= 5.9 (8.5) E 130= 6.9 (9.6) 計 73.0(101.4)
8	B 159= 4.5 (6.5) B 216= 7.3 (9.5) B 217= 8.5(12.5) D 100= 6.8 (9.8) E 125= 8.1(13.4) E 144= 3.0 (3.5) 計 38.2(55.2)	A 181= 9.7(14.3) B 222= 10.0(15.8) D 89= 11.3(16.7) D 91= 9.3(13.2) D 93= 8.0(10.1) E 105= 8.7(12.6) E 108= 9.5(15.2) E 109= 5.4 (5.2) E 116= 10.5(15.2) E 131= 9.2(14.7) 計 91.6(133.0)	A 177= 7.0 (8.0) A 182= 8.7(11.3) C 130= 6.8 (8.7) C 131= 9.3(13.3) D 105= 7.8(11.8) E 99= 7.3 (9.9) E 115= 7.6(11.1) 計 54.5(74.1)	A 168= 11.1(14.9) A 176= 7.6(10.1) A 179= 7.0 (9.6) A 180= 8.6(11.5) B 160= 8.3(10.1) B 220= 7.2 (8.0) C 120= 9.7(11.2) 計 60.0(75.4)
9		B 168= 6.8 (9.3) B 170= 6.2 (8.3) B 176= 5.8 (8.0) B 180= 5.4 (8.8) D 107= 5.0 (6.3) E 127= 9.4(13.8) E 128= 8.8(15.0) F 53= 6.6 (9.1) F 65= 8.3(15.6) 計 62.3(94.2)	A 122= 11.7(17.4) B 150= 9.1(12.5) B 175= 7.4 (9.4) C 133= 12.3(16.6) E 124= 11.0(18.0) E 138= 11.5(13.5) F 61= 11.4(17.1) F 69= 9.6(15.6) 計 84.0(120.1)	B 161= 10.1(13.1) B 173= 10.9(13.8) B 185= 11.5(16.1) B 196= 12.0(16.7) C 132= 11.8(14.8) C 159= 10.8(16.5) E 135= 11.9(16.1) E 140= 12.1(17.3) 計 91.1(124.4)
10			A 142= 9.8(14.0) B 186= 7.4 (9.7) C 163= 9.4(15.4) 計 26.6(39.1)	A 134= 9.3(13.0) A 135= 9.9(12.3) A 141= 9.4(11.7) C 137= 9.7(12.3) C 139= 12.0(14.4) C 150= 11.1(15.9) 計 61.4(79.6)
計	B…3…20.3(28.5) D…1… 6.8 (9.8) E…2…11.1(16.9) 計…6…38.2(55.2)	A… 1… 9.7 (14.3) B… 6…37.7 (53.9) C… 3…24.6 (34.2) D… 4…33.6 (46.3) E… 8…70.1(105.5) F… 3…21.8 (33.9) 計…25…197.5(288.1)	A… 4…37.2(50.7) B… 3…23.9(31.6) C… 7…53.1(74.3) D… 2…12.4(17.6) E… 9…61.1(86.2) F… 3…27.7(43.3) 計…28…215.4(303.7)	A …7…63.4(83.1) B …8…73.6(95.2) C …7…74.4(98.6) D …1… 6.8(10.7) E …9…67.3(93.2) 計…32…285.5(380.8)

記載要領は付表 I に同じ。

サクラガオ試験地および総計

14	15	計	総計
F 68=7.0 (10.7)		B... 3...17.1 (21.1) C... 7...49.2 (68.0) D... 2...11.4 (16.5) E...13...75.6(107.3) F... 3...20.6 (30.5) 計...28...173.9(243.4)	
A 170= 9.9(14.3) B 158= 9.2(12.2) C 112=12.8(23.0) D 75= 8.0(10.9) D 95= 8.4 (9.1) E 96= 8.4(10.7) F 59= 6.2 (6.2) 計 62.9(86.4)	A 173= 8.6(10.6) B 163= 8.4(10.8) B 172= 6.9 (8.4) D 74= 4.8 (5.0) D 76= 8.7 (8.8) D 84= 6.0 (7.7) F 74= 4.9 (6.2) 計 48.3(57.5)	A... 9...78.7(104.6) B... 9...70.3 (93.8) C... 4...38.6 (56.2) D...10...79.1(103.1) E...10...77.7(111.5) F... 2...11.1 (12.4) 計...44...355.5(481.6)	
A 123=12.3(18.6) B 194=12.0(13.4) B 200=12.0(13.9) C 135=12.1(16.9) C 157=12.2(15.7) C 160=12.0(16.0) F 63=10.8(14.8) 計 83.4(109.3)	A 126= 7.2 (9.4) A 127= 9.3(11.2) D 106= 8.0(10.0) E 145= 7.0 (9.2) F 57=10.4(11.6) 計 41.9(51.4)	A... 4... 40.5 (56.6) B...12...109.2(143.3) C... 6... 71.2 (96.5) D... 2... 13.0 (16.3) E... 7... 71.7(102.9) F... 6... 57.1 (83.8) 計...37...362.7(499.4)	
C 140=12.3(15.4)	A 124= 6.4 (7.9) A 138= 8.3(13.3) C 149= 6.8 (9.8) C 151= 7.3(11.5) 計 28.8(42.5)	A... 6...53.1(72.2) B... 1... 7.4 (9.7) C... 7...68.6(94.7) 計...14...129.1(176.6)	
A... 2...22.2(32.9) B... 3...33.2(39.5) C... 5...61.4(87.0) D... 2...16.4(20.0) E... 1... 8.4(10.7) F... 3...24.0(31.7) 計...16...165.6(221.8)	A... 5...39.8(52.4) B... 2...15.3(19.2) C... 2...14.1(21.3) D... 4...27.5(31.5) E... 1... 7.0 (9.2) F... 2...15.3(17.8) 計...16...119.0(151.4)	A...19...172.3(233.4) B...25...204.0(267.9) C...24...227.6(315.4) D...14...103.5(135.9) E...30...225.0(321.7) F...11... 88.8(126.7) 計...123...1021.2 (1401.0)	A... 72...562.4 (787.9) B... 64...465.3 (623.2) C... 51...432.9 (610.5) D... 31...218.0 (291.2) E... 61...464.3 (674.3) F... 15...129.0 (185.5) 計...294...2271.9(3172.6)

付表Ⅲ 正 規

	未								知										
	m	t _A	t _B	t _C	t _D	t _E	t _F	p ₁	p ₂	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇	r ₈	r ₉	r ₁₀
係 数	294	72	64	51	31	61	15	171	123	27	45	35	35	21	8	28	44	37	14
	72	72	0	0	0	0	0	53	19	11	11	14	7	6	4	0	9	4	6
	64	0	64	0	0	0	0	39	25	7	10	4	11	6	1	3	9	12	1
	51	0	0	51	0	0	0	27	24	4	6	7	7	2	1	7	4	6	7
	31	0	0	0	31	0	0	17	14	1	10	1	2	1	2	2	10	2	0
	61	0	0	0	0	61	0	31	30	4	6	8	7	6	0	13	10	7	0
	15	0	0	0	0	0	15	4	11	0	2	1	1	0	0	3	2	6	0
	171	53	39	27	17	31	4	171	0	27	45	35	35	21	8	0	0	0	0
	123	19	25	24	14	30	11	0	123	0	0	0	0	0	0	28	44	37	14
	27	11	7	4	1	4	0	27	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45	11	10	6	10	6	2	45	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0
	35	14	4	7	1	8	1	35	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0
	35	7	11	7	2	7	1	35	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0
	21	6	6	2	1	6	0	21	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0
	8	4	1	1	2	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
	28	0	3	7	2	13	3	0	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0
	44	9	9	4	10	10	2	0	44	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
	37	4	12	6	2	7	6	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0
	14	6	1	7	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
	3	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	14	4	5	0	0	5	0	14	0	0	1	6	4	3	0	0	0	0	0
	24	1	12	6	1	4	0	24	0	1	4	5	11	3	0	0	0	0	0
	16	3	3	3	3	2	2	16	0	4	3	5	1	3	0	0	0	0	0
	18	7	1	8	0	2	0	18	0	1	7	5	5	0	0	0	0	0	0
	14	2	8	0	2	1	1	14	0	4	6	0	3	1	0	0	0	0	0
	19	10	6	0	0	3	0	19	0	7	6	1	2	3	0	0	0	0	0
	24	11	1	3	1	7	1	24	0	6	5	6	4	2	1	0	0	0	0
	39	13	2	7	10	7	0	39	0	4	13	7	5	3	7	0	0	0	0
	6	0	3	0	1	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
	25	1	6	3	4	8	3	0	25	0	0	0	0	0	0	6	10	9	0
	28	4	3	7	2	9	3	0	28	0	0	0	0	0	0	10	7	8	3
	32	7	8	7	1	9	0	0	32	0	0	0	0	0	0	11	7	8	6
16	2	3	5	2	1	3	0	16	0	0	0	0	0	0	1	7	7	1	
16	5	2	2	4	1	2	0	16	0	0	0	0	0	0	0	7	5	4	

方 程 式

数															常 数		
C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	=	樹 高	胸高直径
3	14	24	16	18	14	19	24	39	6	25	28	32	16	16		2271.9	3172.6
2	4	1	3	7	2	10	11	13	0	1	4	7	2	5		562.4	787.9
1	5	12	3	1	8	6	1	2	3	6	3	8	3	2		465.3	623.2
0	0	6	3	8	0	0	3	7	0	3	7	7	5	2		432.9	610.5
0	0	1	3	0	2	0	1	10	1	4	2	1	2	4		218.0	291.2
0	5	4	2	2	1	3	7	7	2	8	9	9	1	1		464.3	674.3
0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	3	3	0	3	2		129.0	185.5
3	14	24	16	18	14	19	24	39	0	0	0	0	0	0		1250.7	1771.6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	25	28	32	16	16		1021.2	1401.0
0	0	1	4	1	4	7	6	4	0	0	0	0	0	0		155.1	221.9
0	1	4	3	7	6	6	5	13	0	0	0	0	0	0		306.9	435.5
0	6	5	5	5	0	1	6	7	0	0	0	0	0	0		288.4	394.8
0	4	11	1	5	3	2	4	5	0	0	0	0	0	0		282.3	401.6
3	3	3	3	0	1	3	2	3	0	0	0	0	0	0		165.2	241.9
0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0		52.8	75.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	11	1	0		173.9	243.4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	7	7	7	7		355.5	481.6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	8	7	5		362.7	499.4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	1	4		129.1	176.6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		28.3	45.0
0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		121.0	176.6
0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		171.7	233.9
0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		132.2	184.4
0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		128.2	184.9
0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0		86.1	116.0
0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0		140.7	191.2
0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0		177.8	257.7
0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0		264.7	381.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0		38.2	55.2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0		197.5	288.1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0		215.4	303.7
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0		285.5	380.8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0		165.6	221.8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16		119.0	151.4