林学に於ける統計数理的省察

——苗畝に対する農業用ビニールによる温床処理試験に就いて（Ⅰ）——

藤本　熙

(1954 年 4 月 受付)

On the Effectiveness of the Treatment by Warm-shades Has Been Made by the Agricultural Vinyle over the Nurseries

Hiroshri FUJIMOTO

The object of the experiment is to measure the effectiveness of the warm-shades having been made by the Agricultural vinyle set over the nurseries of Japanese cedars and Japanese cypresses. We used the method be well known as randmize-blocks. These comprize 2 distinct treatments with the contral for young plants and 3 distinct trentments having 2 distinct hight of warm-shades and contral for seeds. But I wish to describe the illustration for the nursery of seeds in (Ⅱ) of this subject.

The experiments was laid out in 3 neighbouring blocks of 2 plots at the nursery of young plants.

We have done surveys two time, and we have the effectiveness to hights but no to weights for young plants.

Institute of Statistieal mathematics

§1　まえがき

ここに取上げようとする試験の目的は，昨春播種し今春床替えた杉及檜苗，及今春あらたに播種したそれの農業用ビニールによる温床処理の，苗の生長に関する効果の有無，又その程度を検べようとするものである．更にまた我々の立場よりすれば，一般に実験計画法の斯かる応用に対する実際的な問題点乃至は或種の解明の方法を準備するものでなければならないが，試験に於ける物的な制限や，斯かる問題に対るす筆者の不慣れがはじめの意途を充す迄には至らなかつた．然し引続いて行おうとしている今後の実験の準備に於ける段階の試みとしてここに記述しようと思う．（Ⅰ）の記述に於ては床替後の温床処理に就いてのみ記述した．

処で，播種は通常この附近（東京）では3月乃至4月上旬迄に行はれ，11月霜の掛らぬうちに床にしまい，翌年の春床替えするのであるが，温床による処理が苗の生長を促進させ床におく期間を短縮するのが目的であるなら，土地利用の期間の問題にも引掛つてゆくことになり，播種，床替の時期そのものも実験の課題の一部となり得る．尚これは結果論になるが，温床処理の効果という様な漠然とした条件だけでなく，出来得るならばその様な大きな規定より生ずる環境条件の変化，例えば温度，湿度等のあらかじめ予想出来得る具体的な条件の組合はせから，或は現実の結果はその様な予想からはみ出して来るかも知れないが，兎に角試行錯誤的に条件のきいている処を探してゆく

様に試験を組んでゆくことがより積極的な方法とならう．この試験はこの様な観点から再度試行する積りでいる．

苗畝に於ける割付けの方法は通常の randomized block design の型式にならつているが，これを用いた理由は既成の知識として何も持合はせていないので，分析が便利で簡単な方法を選んだ訳であるが．然しこの程度の規模に於ける試験では一層複雑な割付けを行つても恐らく顕著な効果を得るには至らない様にも思はれる．割付けは今春床替えの分に対しては2処理(温床処理と control)の組の3反復（計画は4反復であつたが，実際には1反復は用いられなかつた)，(Ⅱ)に於て述べようとする播種の分に対しては3処理（温床の高さに規準を設けて2処理とし，それと control）の組の6反復とした．

処で一般に randomized block design に於ける構成というのは次の様に考える訳なのであろうが，——即ち

block の数 r，処理即ち 1 block 内の plot の数 s とし，j-block, k-plot を (j, k) で示すと．処理 T_i を同一条件下で (j, k)-plot に施した繰反しの pattern を π_{ijk} とし，π_{ijk} の population mean X_{ijk} と observed valueb x_{ijk} との差

$$\varepsilon_{ijk}=x_{ijk}-X_{ijk}$$

$$\text{但し}\quad i, k=1, \cdots, s \qquad j=1, \cdots, r$$

の ε_{ijk} が i, j, k によらず同一の分布 $N(o; \sigma^2)$ に従うものと仮定する．そして

$$X_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_{ij}+\gamma_{ijk}$$

$$\text{但し}\quad X_i=\frac{1}{rs}\sum_j^r\sum_k^s X_{ijk}=\mu+\alpha_i$$

$$\beta_{ij}=X_{ij}-X_i, \qquad X_{ij}=\frac{1}{s}\sum_k^s X_{ijk}$$

$$\gamma_{ijk}=X_{ijk}-X_{ij}$$

とおくと

$$x_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_{ij}+\gamma_{ijk}+\varepsilon_{ijk}$$

更に各 block 内の s 個の plot に対しては s 個の処理を random に割当て，処理 i, i' の差 $\Delta(i, i')=\alpha_i-\alpha_i'$ を x_i-x_i' によつて unbiased に estimate しようとする．即ち，$\gamma_{ij1}, \cdots, \gamma_{ijs}$ を等確率でとる確率変数 η_{ij} を導いて

$$x_{ij}=\mu+\alpha_i+\beta_j+\eta_{ij}+\varepsilon_{ij}$$

としている．但しこの場合条件 β_{ij} は二つの処理の効果の差は凡ての block で異ならないとしてしまつている．然しこれは必ずしも実際的には言えないいとではある．

処で前記の模型に於ける実験誤差と言はれる ε_{ij} は多くの場合仮定を充しているとは限らないし，又判明しないのが通常だと考えられる．又 η_{ij} の variance は ε_{ij} の variance にくらべて多分小さいであらうとして F 一分布を用いている．然し ε_{ij} の仮定の不分明であることは，寧ろ実験計画法に於ける，例えば前記の模形構成の積極的な意味を与えることになつているのであるかもしれない．即ち前記の条件 β_j というのは，ε_{ij} の仮定になるべく近付けるための操作的な作用を示しているものであると解せられる．然し他面 β_j というのは思考の過程に於て固定されていて，然も現実に実現した値ですり替えられる訳であるから，これによつて得られた効果というのはあく迄固定されたこの条件下に於ける実験の結果を示すに過ぎず，それから直ちにこの実験に於ける一般的結

論とはなり得ない.（Ⅰ）の記述に於ける分析に於ては条件β_jは検当の結果落してしまつてある. その間の事情は後述するが，従つて test は級内及級間分散の釣合だけを見ながら処理の効果を test している恰好になつている.

（Ⅱ）の記述に於ては播種に関する分析，発芽本数に関して area sampling にまつわる二三の点，其の他今後の見通し等に関聯した事柄，及 non-parametrctest. 特に H. B. Mann and D. R. Whitney の U-test に就いて気附いた点等を記すべく予定している.

尙この試験は東京営林局造林課より苗畝，杉及檜苗其の他各般の便宜が与えられたもので，特に同課の寺本氏の好意に深謝します. 同時にこの課題は第一部主任研究員松下所員より与えられたものであり，数値計算は第一部室員相原和子に負つた.

§2. この試験に供せられる試料の処理以前の状況

はじめに処理以前の状況として床替時に於ける杉及檜苗の地表よりの苗長に対する標本推定量を示せば次の通りである. 標本は杉，檜共に sampling ratio 1/5 の random sample である.

［樹種］ 杉，標本数 $n=211$ 本

標本平均値	$\bar{x}=10,038$
〃 分 散	$S^2=2,804$
	$S=1,675$
歪度係数	$m_3/(S^2)^{3/2}=0.461$
超過度〃	$m_4/(S^2)^2-3=0.349$
変動係数	$c=S/\bar{x}=0.167$（以上単位 cm）

［樹種］ 檜，標本数 $n=199$

$\bar{x}=8.912$

$S^2=1.737$

$S=1.318$

$m_3/(S^2)^{3/2}=0.652$

$m_4/(S^2)^2-3=0.882$

$c=0.148$（以上単位 cm）

以上地表の苗長に対する分布の型を Gauss 分布を以て近似することに支障を生ずることはないと思はれる. 尙これは χ^2-test に対して有意な結果を与えない.

従つて床替時に於ける平均苗長に対する sampling error は，信頼度 95% を以て

杉に対して $\bar{x}\pm 2S(\bar{x})=10.038\pm 0.231$

檜に対して $=8.912\pm 0.187$ 但し $S^2(\bar{x})=S^2/n$

略ゝ杉に対しては 10 cm，檜に対しては 9 cm が平均苗長となる. 尙標本数は

杉に対して $S(\bar{x})/\bar{x}=0.1$ として $n=12$

$=0.05$ として $n=43$

檜に対して $=0.1$ として $n=9$

$=0.05$ として $n=34$

程度となる.

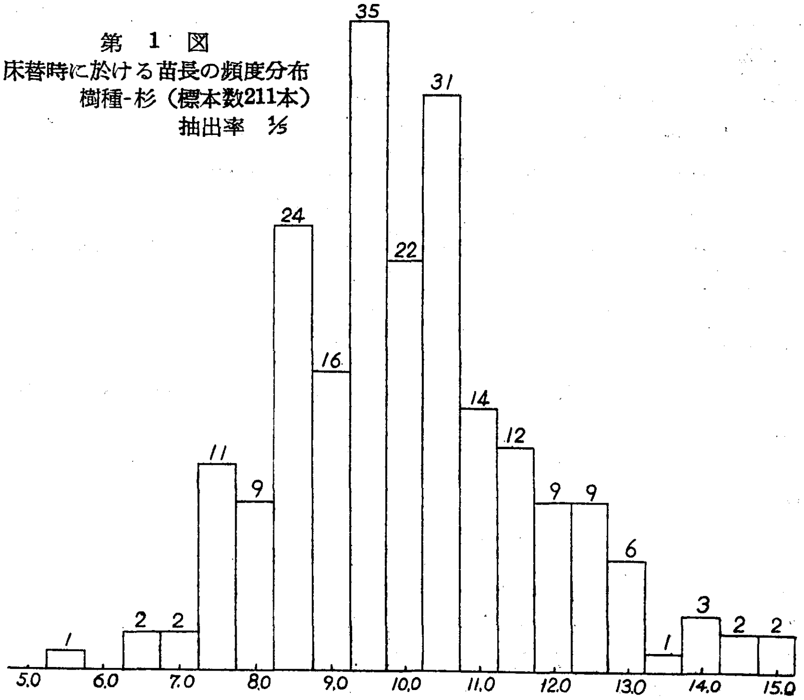
尙この場合杉及檜に対する分散 S^2 は杉の方が檜より稍ゝ多目である. 即ち Snedecor's *F*-test に従えば (200, 200) d.f. の1% 点 1.39 よりすれば有意となる.

$$F=\frac{2.804}{1.739}=1.61$$

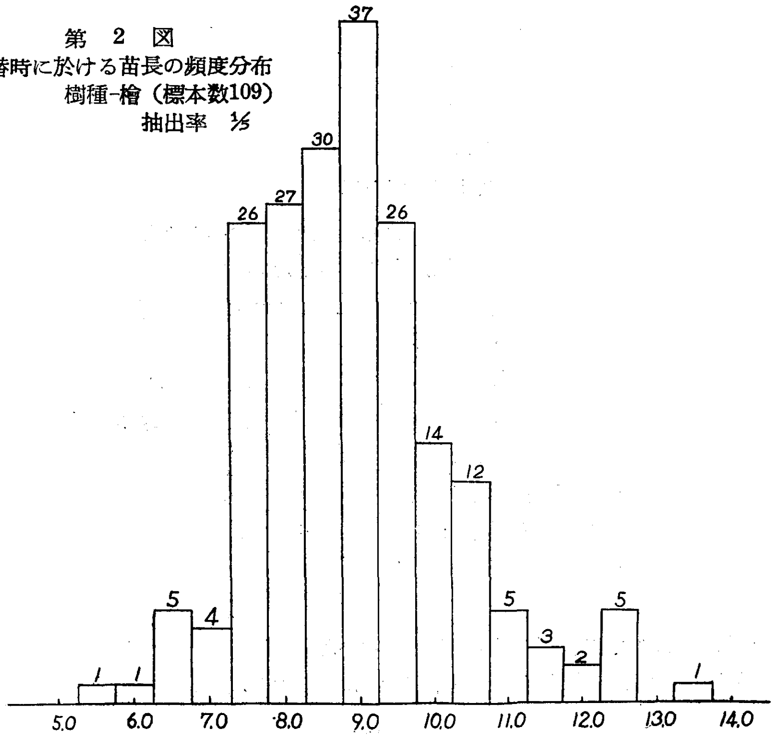
これは杉の方が木質が軟かいから，散らばりが大きいとする一般的観点を説明している様に見える.

平均値に対しても明らかに 1 cm 程度の差を示している．

第 1 図
床替時に於ける苗長の頻度分布
樹種-杉（標本数211本）
抽出率 1/5



第 2 図
床替時に於ける苗長の頻度分布
樹種-檜（標本数109）
抽出率 1/5



試験圃場の各区劃は南北に 1 m，東西に 4 m の細長い区劃で，南北に 2，東西に 3 区劃が各樹種毎に 6 区画宛割当てられている．その割付けの模様は第 6 図の通りである．図中 A は無処理

(Control), B は農業用ビニール処理を示している．割付けは今迄の資料として何も持合はせていず，処理の為に附随しておこる種々な変化に対する対策を予想し得ないので，なるべく簡単な割付けを行い，その替り必要以上に多くの sample をとることにした．先づ今迄行つている通常の植付けの方法に従い同一種類の樹種に対しては，各区劃内に於て等間隔，同本数になる様に配置した．その後南北に隣合つた2区劃で処理と control と組となる様に，然もその間では random に割当てた．配置の模様は第6図参照．

農業用ビニールによる温床は高さ 1m のカマボコ型の屋根を以て，処理の区劃を掩つた．然しこの場合幾種類かの形式の型に温床をして見るべきであつたのを試験中に気付いた．これは換気に関係するのであるが，処理によつて外気を遮断してしまうことは余り生長に対して好結果を与えぬ様に見えるが，余り開けてしまつたのでは処理の効果を失つてしまう恐れがある．この間の兼合が問題とならうが，今の場合には適時換気を与えることにした．

§3. 農業用ビニール処理撤去直後の杉及檜苗の状況

処理は6月下旬撤去されている．これは後述する今春播種した分の苗に立枯れの気配並に病菌の発生の恐れがあつたからであるが，残念ながら撤去時の状況をば見るを得なかつた．処理は4月下旬(——処理の時期は通常の床替にくらべて稍遅れている)に行はれたから，この効果というのはこの約2ケ月間の効果と見られる．尚この測定は7月上旬行つている．

測定に用いた標本は次の様にして得ている．即ち杉及檜苗夫々の6区劃は，各区劃共杉に於ては7列，各列は 28 本，檜は8列，各列 30 本の配列になつているので，各列より夫々2本宛，杉は檜は 16 本を任意に抽出した．抽出された標本の苗長に対する処理別の分布は第4図及第5図に示計 14 本,した．従つて処理別にすると，杉苗に対する標本数は 42 本，檜苗に対しては 48 本となる．尚標本抽出の際抽かれたものの中で，檜では無処理 (control) の中より1本，処理の分から1本宛2区画で立枯れが抽かれたが，その場合それの当つた列より更に1本を抽いて操作している．杉の場合抽かれたものの中に立枯れはなかつた．——立場としてはこの程度の不均一を無視しても支障を来すまいと考え，その為に周囲の苗木の生育に影響なからうと見做している．

処で前述の模形に於ける条件 β_j の estimate

$$b_j=\frac{\sum\limits_{i}\overline{x}_{ij}}{2}-\overline{x},\quad i=A,B,\ j=1,\cdots 3$$

を杉及檜に就いて7月調査の分と，11 月調査の分に就いて比較して見ると，一定の傾向は全く見られない．——例えば檜に就いては全く逆に並んでしまう．即ち処理撤去直後とその後との間の関係が逆になるということは考えられぬし，実際に条件 β_j を入れて計算した分散分析の結果はその自由度の減少に克てないので block 効果はないものと見做した．然しこの事柄はあらかじめ variance が何らかの意味で判明しているか，estimate 出来，然もそれが実際に test の結果を判らないものにしてしまう様なものでなければ問題ないと考えられるが．更に又第6図及第9図の区画配置図より各区画の sample mean を処理別樹種別に平均値の高いものから ranking すると次の様になる (第 3a 図)．樹種別，処理別，調査期日別に①②③を与えてある．これからでも大略の目当はつく．左様な訳で，これを次の様に操作して見る．即ち各区劃を図の様に縦線で2等分して，夫々前の類別に従つて6区劃にした．標本の抽出は縦の列 (東西の向) より各列夫々独立に抽かれているから，この様な操作が許されると考えている．その様にして樹種別，処理別調査期日別に平均値の高いものから ranking して再び前の図に示した．M. G. Kendall の順位相関係数 τ を求めて見ると，

$$\tau=\frac{2(p-Q)}{n(n-1)}=\frac{2S}{n(n-1)}$$

但し n; 標本数

第 3a 図 区劃当り平均に対する樹種別調査別処理別の rank

〔檜〕

B ①		A ③	
1	2	6	3
B ③		A ①	
4	5	4	1
A ②		B ②	
2	5	6	3

（7月 調 査）

B ③		A ②	
5	6	6	2
B ①		A ③	
3	1	5	4
A ①		B ②	
1	3	2	4

（11月 調 査）

〔杉〕

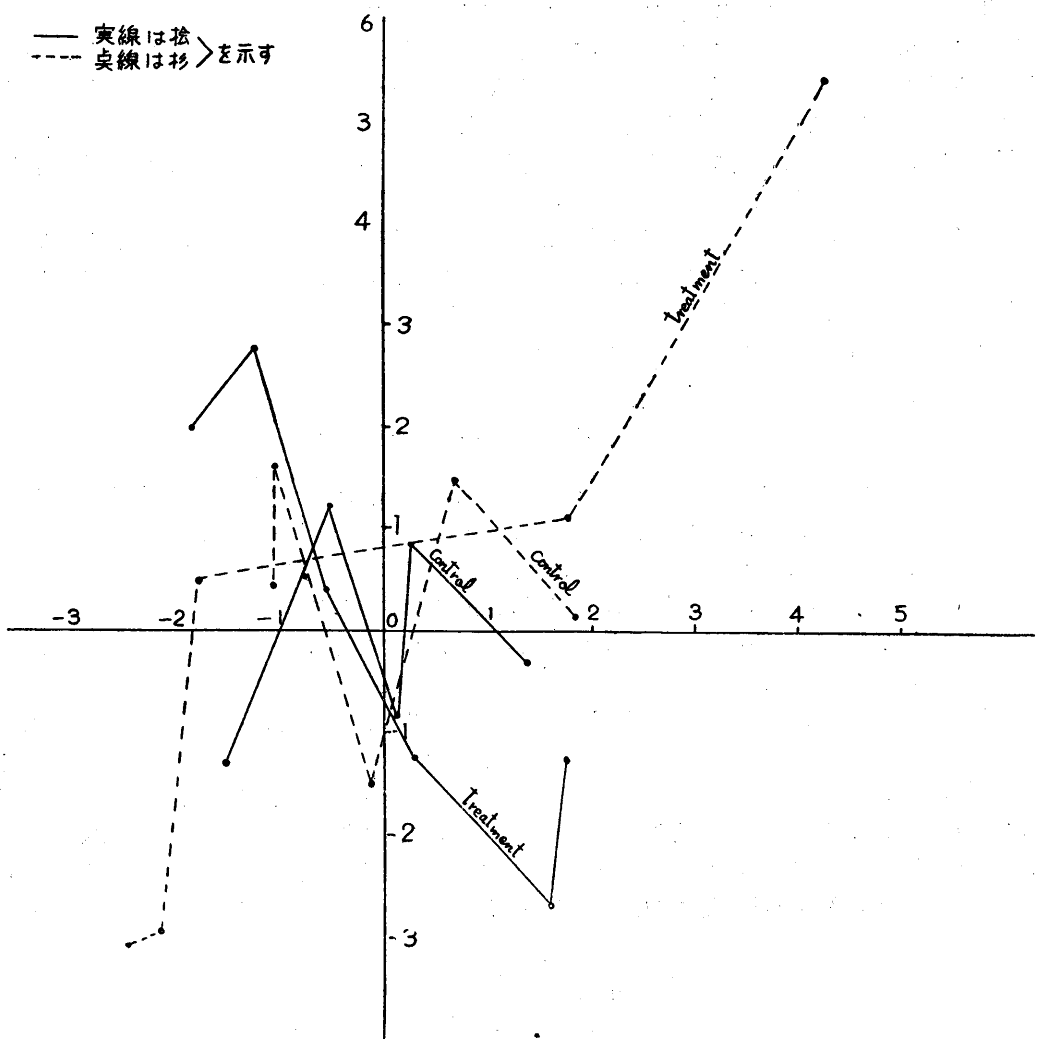
A ②		B ②	
2	4	3	5
B ①		A ③	
2	1	5	3
B ③		A ①	
6	4	6	1

（7月 調 査）

A ②		B ②	
2	5	3	5
B ①		A ③	
2	1	3	6
B ③		A ①	
6	4	1	4

（11月 調 査）

第 3b 図 7 月調査の区劃平均と処理平均との差と 11 月調査のそれとの相関図



P; $+1$ を与える対の数

Q; -1 を与える対の数

は

温床処理を施した檜苗の7月調査のものと 11 月調査のものの間では $\tau=-11/15$

無処理（control）に対しては $\tau=7/15$

同様にして杉苗に対して

温床処理 $\tau=15/15$

無 処 理 $\tau=-5/15$

M. C. Kendall: Rank Correlation methods. Appendix Table 1. の S の表より $n=6$ の場合 $S=-5,\ 7,\ -11,\ 15$ のを超える prob. は夫々 $p=0.765,\ 0.136,\ 0.972,\ 0.0014$ である。但しこの場合片側のみをとつている．第 3b 図ではこれを $(\bar{x}_{ij}-\bar{x}_i)$, $i=A, B$ 即ち夫々杉，檜に就いて処理別に区画平均と処理平均との差をとり，7月と 11 月の調査の間の相関を示しているが，恐らく前の τ で調べた場合と傾向は変らない．又全部をこみにして相関を求めてもそれは高い傾向を示さない．要するにこれらの事柄からは，杉苗に対する処理の不均一が傾向を示しているとしか思はれない．これは又後述する同一処理の m.s./個体の m.s. が杉の場合稍ゝ有意となる原因でもあらう．

以上の様な訳で，次の分散分析の結果には条件 β_j は落してしまつてある．又 $\gamma_{ijk}=0$ と考えている．従つて分散分析の表は処理と級間及級内分散の関係のみを問題にしていつている訳である．試みに計算のすじみちを示すと，

全体に対する平方和 $(6(m-1)\text{ d.f.})$ $\displaystyle\sum_{j,k}(x_{Ajk}^2+x_{Bjk}^2)-\frac{\left[\sum_{j,k}(x_{Ajk}+x_{Bjk})\right]^2}{6k}$

処理に対する平方和 1d.f.　同一処理の群に対する平方和 4 d.f.　個体に対する平方和 $6(m-1)$ d.f.

$$=\frac{3m(\bar{x}_A-\bar{x}_B)^2}{2}+m\Big\{\sum_j(\bar{x}_{Aj}-\bar{x}_A)^2+\sum_j(\bar{x}_{Bj}-\bar{x}_B)^2\Big\}+\sum_{j,k}\{(x_{Ajk}-\bar{x}_{Bj})^2+(x_{Bjk}-\bar{x}_{Bj})^2\}$$

但し m; 1 区劃内標本数

x_{Ajk}, x_{Bjk}; 処理及 control に対する杉及檜の苗長，j は区劃番号，k はその区劃の標本番号，$j=1, 2, 3$, $k=1, \cdots, 14$ 杉に対して，$1, \cdots 16$ 檜に対して

以上の手続に従つて，

樹種—杉，区画数 6，一区画内のサムプル数 14

変　動　因	自由度 d.f.	平　方　和 s.s.	平　均　平　方 m.s.
処　理	1	229.6818	229.6818
同一処理の区画	4	209.23	52.3075
個　体	78	1083.1722	13.8868
全　体	83	1522.084	18.3383
同一処理の区劃＋個体	82	1292.4022	15.761

樹種—檜．区画の数 6，一区画間の標本数 16

変　動　因	自由度 d.f.	平　方　和 s.s.	平　均　平　方 m.s.
処　理	1	433.499	433.499
同一処理の区画	4	82.698	20.675
個　体	90	1343.919	14.932
全　体	95	1860.116	19.580
同一処理の区画＋個　体	94	1426.617	15.177

試みに上記の表より次の様な test を行つて見ると，

$$\frac{\text{同一処理の区劃の m.s.}}{\text{個体の m.s.}}=3.7667\ (\text{杉に対して})$$

$$=1.3845\ (\text{檜に対して})$$

これは Snedecor's 下の表より，(4, 80) d.f. の5%点及1%点 2. 46, 3. 51 に比較して杉は1%点で稍有意となり，檜は5%点でも有意とならないという結果になる．従つて檜に対して

$$(\text{同一処理の区劃＋個体})\text{の平方和}$$
$$=\sum[(x_{AJk}-\bar{x}_A)^2+(x_{BJk}-\bar{x}_B)^2] \qquad \text{自由度 } 2(3m-1)$$

を用いて処理に対する test を行つてゆこう．即ち

$$\frac{\text{処理の m.s.}}{(\text{同一処理の区劃＋個体})\text{の m.s.}}=28.5633$$

(1, 80) d.f. のFの5%点及1%点 3.96, 6.96 に比較して極めて有意な結果を与える．又檜の場合，個体に対する m.s. が

$$\sum_{j,k}\{(x_{AJk}-\bar{x}_{AJ})^2+(x_{BJk}-\bar{x}_{BJ})^2\}/6(m-1)=14.932$$

は
$$\sum_{j,k}\{(x_{AJk}-\bar{x}_A)^2+(x_{BJk}-\bar{x}_B)^2\}/6m-2=15.177$$

となつて殆んど変らないが，

$$\frac{\text{処理の m.s.}}{\text{同一処理の m.s.}}=20.9678$$

となり1%に稍ゝ充たない．これは恐らく自由度，即ちこの場合反復数の足らない故であらうが，この様な点有意性の test のもつ危う気な処がある．例えば次第に自由度が増してゆくと何でも有意になるという様な？ 結局その様な点は実際的要求との嚙合はせから意味がある様なものを探してゆくということにならうが，その様な訳で一般の実験計画法の書物に見る“分類表”という様なものは相当な経験を通して得られた妥当な線を示しているので，鵜のみに何にでも使用することは危険である様だ．

杉に対して

$$\frac{\text{処理の m.s.}}{\text{同一処理の m.s.}}=4.3910$$

これは (1, 4) d.f. のFの5%点及1%点は夫々 7.71 及 21.20 で有意とはならない．然しこれは前述の様な事情がきいて来ているのだらうと考えて，従つて

$$\frac{\text{処理の m.s.}}{(\text{同一処理の個体＋個体})\text{の m.s.}}=14.5728$$

は有意となる．

然し或は処理の為に平均値のみでなく分散をも変化させてしまうのが一般であるかも知れぬ．念のため A(contral) 及 B(処理) の分散に対して F-test を用いてみると，杉に対しては

$$F_{39}{}^{39}=\frac{S_B{}^2}{S_A{}^2}=\frac{19.0596}{8.7125}=2.188$$

檜に対しては，

$$F_{35}{}^{45}=\frac{20.8737}{8.9934}=2.321$$

この F_{40}^{40} の2％点は夫々 1.69 及 1.83 であるから，A, B 夫々の分散に有意な差があるらしく考えて test をやり直して見ると，Student's の t を用いて

$$t=\frac{\overline{x}-\overline{y}}{\sqrt{\dfrac{\sum\{(X_{ij}-\overline{x})^2+(Y_{ij}-\overline{y})^2\}}{3k(3k-1)}}}$$

杉に対しては

$$t=3.817$$

は自由度 41 の t の5％点 2.014, 1％点 2.690 とくらべて有意となる．又檜に対しては，

$$t=5.344$$

も自由度 47 の t の 2.008 及 2.678 と夫々に対して有意となる．

そこで処理別の平均値の estimate は次の様に与えられる．檜に対しては，

処理を施したものの平均苗長 $\overline{x}_B=17.531$

contal の平均苗長 $\overline{x}_A=13.281$

その差の推定値 $\overline{x}_B-\overline{x}_A=4.250$

推定誤差は

$$S(\overline{x}_B-\overline{x}_A)=\sqrt{\frac{\sum(x_{AJk}-\overline{x}_A)^2+\sum(x_{BJk}-\overline{x}_B)^2}{3m(3m-1)}}=0.795$$

信頼度 95％ を以て

$$4.250\pm1.590$$

杉に対しては

$$\overline{x}_B=22.236$$
$$\overline{x}_A=18.929$$

3.307・・・・差

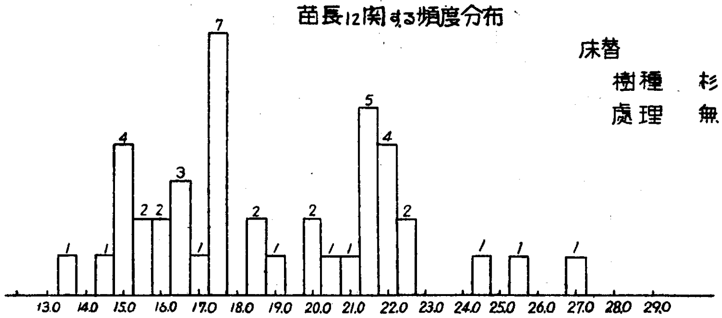
第 8 図

苗長に関する頻度分布

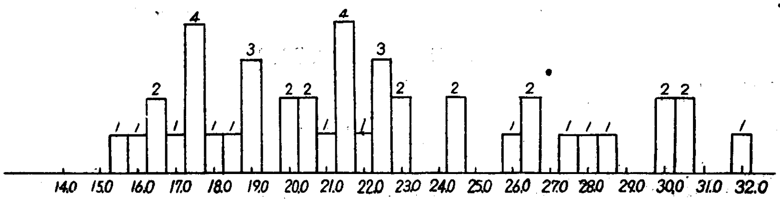
床替

樹種 杉

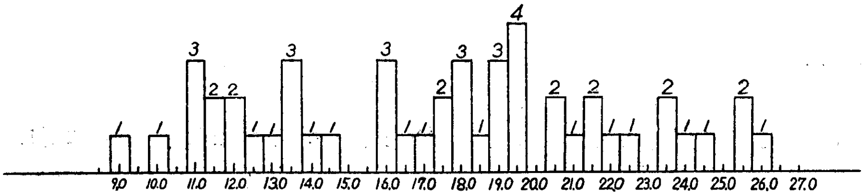
處理 無



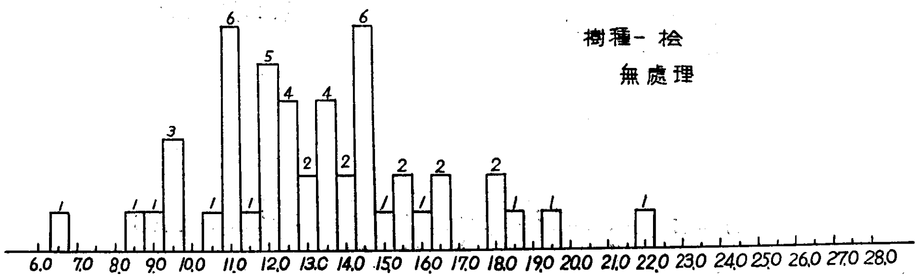
處理 ビニール



才5図
苗長に関する頻度分布
床替 樹種－桧
処理 ビニール



処理 無



才6図
区劃配置図 (床替)

桧		杉	
① B $\bar{x}$ 19.206 S^2 19.1264	⑥ A $\bar{x}$ 12.675 S^2 7.8193	⑦ A $\bar{x}$ 19.157 S^2 14.0235	⑫ B $\bar{x}$ 21.329 S^2 20.2031
② B $\bar{x}$ 16.625 S^2 16.2326	⑤ A $\bar{x}$ 14.031 S^2 9.27003	⑧ B $\bar{x}$ 25.257 S^2 24.8696	⑪ A $\bar{x}$ 18.343 S^2 5.8583
③ A $\bar{x}$ 13.137 S^2 9.8908	④ B $\bar{x}$ 16.763 S^2 27.2602	⑨ B $\bar{x}$ 20.121 S^2 6.2557	⑩ A $\bar{x}$ 19.286 S^2 12.1061

$$S(\bar{x}_B-\bar{x}_A)=0.8663$$

信頼度 95% を以て

$$3.307\pm1.733$$

尙前述の分散に対する Bartlett's test によつて，6区劃の標本分散 S^2 を用い

$$\chi^2=(\log e\,10)(m-1)(n\log \bar{S}^2-\sum_{i=1}^{n}S_i^2),\ (n-1)\ \mathrm{d.f.}$$

は 5 d.f. の χ^2 の 5% 点に稍充たない. Bartlett の式は近似式であるが, この結果は斯の様な処理が幾分分散をも変えてゆく傾向が実際にあるのかも知れないと思はせはするが, 上記の場合 F と t とをくらべて見ても結果的にはどうでも余り意味はない.

§4. 冬期の準備に掛る際の杉及檜苗の状況

更に測定は 10 月下旬, その後の様子を検べている. これは処理を中止してから大分経過しているので, 或は処理の為の効果が平均されて失はれてしまつているかも知れないし, 立枯等の悪影響を与えることになつているかも知れない. 尚或は以前に知られなかつた異つた様相を示しているかも知れないからである. 然しこの比較は前述した.

前同様第 7 図及第 8 図に杉及檜苗の苗長に関する分布, 第 9 図に各区画別の $\bar{x}$ 及 S^2 が示してある. 分散分析の表を示すと次の如くである.

樹種—杉, 区画の数 6, 一区劃内の標本数 21

変　動　因	自由度 d.f.	平　方　和 s.s.	平　均　平　方 m.s.
処　理	1	853.841	853.841
同一処理の区劃	4	282.921	70.730
個　体	120	5751.238	47.927
全　体	125	6888.000	55.104
個体+同一処理の区劃	124	6034.159	48.663

樹種—檜, 区劃の数 6, 一区画内の標本数 20

変　動　因	自由度 d.f.	平　方　和 s.s.	平　均　平　方 m.s.
処　理	1	594.075	594.075
同一処理の区劃	4	153.592	38.398
個　体	114	3535.925	31.016
全　体	119	4283.592	35.697
個体+同一処理の区劃	118	3689.517	31.267

上記の表より前と同様に,

$$\frac{\text{同一処理の区劃の m.s.}}{\text{個体の m.s.}}=1.4758 \quad (\text{杉に対して})$$

$$=1.2830 \quad (\text{檜に対して})$$

Fの表より (4, 125) d.f. に対する 5% 点及 1% 点を見ると, 夫々 2.44 及 3.47 であるから有意とならない. 従つて

$$\frac{\text{処理の m.s.}}{(\text{同一処理の区劃}+\text{個体})\text{ の m.s.}}=17.5462 \quad (\text{杉に対して})$$

$$=19.0000 \quad (\text{檜に対して})$$

何れも有意な結果を示す (1. 125) d.f. の F の 5% 及 1% 点は夫々 3.92, 6.81 である. 尚夫々の推定値は, 杉に対して

$$\begin{array}{lr} \bar{x}_B & 33.270 \\ \bar{x}_A & 28.064 \\ \hline \bar{x}_B-\bar{x}_A & 5.206 \end{array}$$

その推定誤差は前と同様に考えて,

$$S(\bar{x}_B-\bar{x}_A)=1.2429$$

信頼度 95% を以て

$$5.206\pm2.486$$

檜に対しては，

$$\begin{aligned}\bar{x}_B&=23.617\\ \bar{x}_A&=19.167\\ \hline \bar{x}_B-\bar{x}_A&=4.450\\ S(\bar{x}_B-\bar{x}_A)&=1.021\end{aligned}$$

信頼度 95% を以て

$$4.45\pm2.042$$

である．前の場合にくらべてこの差の推定値は抽出誤差を除いて殆ど変つてはいず，差の効果というものは全く温床処理にのみ依存して，処理撤去後に迄影響を残していないということが判つた．尚この際は重量の測定をも行つたが，この結果にはおどろかされた．というのは重量の差を検出出来なかつたということである．実験の途中で苗の根本に於けるる周をミシン糸を用いて測定するということを試みたことがあつたが，測定された長さに対して測定値の誤差が相当に入つて来てしまうのと，苦労して測定して差を見出しても測定誤差に喰はれて意味をなさぬので中止したことがあつた．その折の見込では大体太い苗長に順応してゆくという見当であつた．処が重量の分析では期待に反してしまつたのである．結局処理の結果は苗を伸ばすという効果に対しては有効であるが，その変り本質の軟かい苗をつくる傾向を見せると解釈されるであらう．或は又短時日の処理というものが，生長に対しては相当にきいても，その重量を変化させる迄の効果を持ち得ないのであるかも知れない．分散分析の結果を表示すれば次の如くである．

樹種一杉，区劃の数 6，一区劃内の標本数 $m=21$，処理の数 $n=2$

変動因	自由度 d.f.	平方和	平均平方
処理	1	520.157	520.157
同一処理の区劃	4	143.159	35.790
個体	120	1,8601.143	155.010
全体	125	1,9264.429	154.115
同一処理の区劃＋個体	124	1,8744.302	151.164

$$\frac{\text{処理}}{\text{同一処理の区画}}=14.533 \quad \left\{\begin{array}{l}(1,4)\ \text{d.f. の } F\text{-table による}\\ 5\%\cdots\ 7.71\\ 1\%\cdots 21.20\end{array}\right.$$

$$\frac{\text{個体}}{\text{同一処理の区画}}=4.331 \quad \left\{\begin{array}{l}(100,\ 4)\ \text{d.f. の}\\ 5\%\cdots\ 5.66\\ 1\%\cdots 13.57\end{array}\right.$$

$$\frac{\text{処理}}{\text{同一処理の区画＋個体}}=3.441 \quad \left\{\begin{array}{l}(1,\ 125)\ \text{d.f.}\\ 5\%\cdots 3.92\\ 1\%\cdots 6.84\end{array}\right.$$

この結果を有意とすることは明らかに躊躇する．

樹種一檜，区劃の数 6，一区劃間の標本数 $m=20$，処理の数 $n=2$

変動因	自由度 d.f.		
処理	1	4.602	4.602
同一処理の区画	4	54.234	13.492
個体	114	2450.063	21.492
全体	119	2508.898	21.083
同一処理の区画＋個体	118	2504.296	21.223

$$\frac{\text{同一処理の個体}}{\text{処　理}}=2.946$$

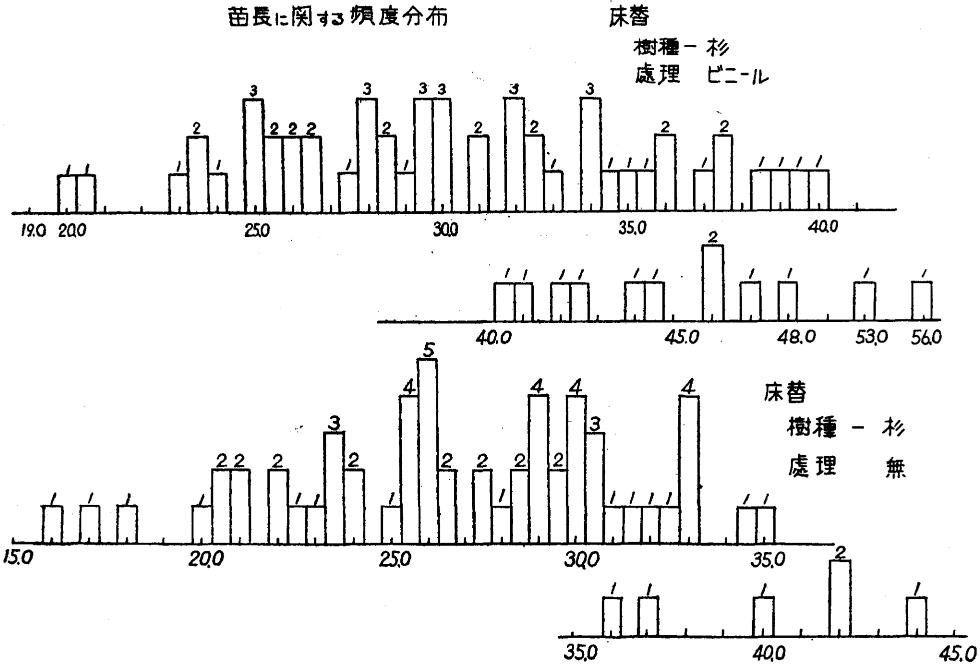
$$\frac{\text{個　体}}{\text{同一処理の区画}}=1.585$$

$$\frac{\text{同一処理の区画＋個体}}{\text{処　　理}}=4.612$$

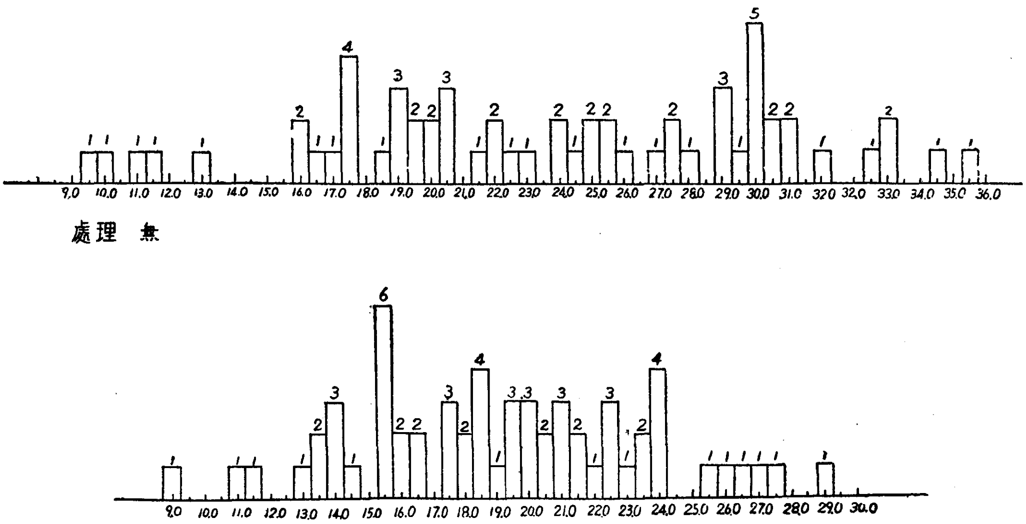
これは明らかである.

オ７図

苗長に関する頻度分布



第８図



第 9 図

桧		杉	
① B $\bar{x}$ 21.65 s^2 30.161	⑥ A $\bar{x}$ 18.9 s^2 15.489	⑦ A $\bar{x}$ 27.905 s^2 40.734	⑫ B $\bar{x}$ 31.95 s^2 56.003
② B $\bar{x}$ 25.2 s^2 45.774	⑤ A $\bar{x}$ 18.575 s^2 23.876	⑧ B $\bar{x}$ 36.12 s^2 80.412	⑪ A $\bar{x}$ 27.357 s^2 25.333
③ A $\bar{x}$ 20.025 s^2 19.565	④ B $\bar{x}$ 24.0 s^2 51.237	⑨ B $\bar{x}$ 31.74 s^2 45.077	⑩ A $\bar{x}$ 28.93 s^2 39.939

（統計数理研究所）