

次代検定林に関するデータ解析 プログラムの開発

次代検定林に関するデータ解析プログラムの開発

I 試験担当者

造林部遺伝育種第1研究室

明石 孝輝

大庭 喜八郎

川村 忠士

II 試験目的

次代検定林データは、多方面にわたり活用されなければならないので、データバンクとして保存されるしきみとなっている。また、検定林調査後、ただちにデータ解析を急ぐものもある。このような検定林データの解析は、データを収集した対象の検定林が異なるだけで、共通の手法が用いられる場合が多い。そのため、一度、各種の解析プログラムを開発しておけば、利用者にとって大変便利となる。そのため、本課題では、検定林データの分析に必要となるのであらう解析手法を、それぞれ独立したプログラムとして開発した。将来、このようなプログラムは、データバンクと直結するなどして、効率よく利用されるであろう。

III 試験の経過と得られた成果

5年ごとに実施されている次代検定林の調査は、すでに3回目の10年時の調査が完了したものもある。これらデータの解析には、現在、主に本課題の出発以前に開発した2元分類の分散分析が用いられている。しかし、この分析だけではなく、また、この分析が適用できないデータもあり、さらに、地域差検定林などの複数検定林と一緒にした分析も必要となっている。本課題で開発したプログラムの中には、地域差検定林の分散分析など、開発と同時に現在すでに利用されているものもある。なお、以下に述べるプログラムは、応用範囲の広い15種についてであるが他にも開発途中のプログラムもあり、また、必要であるが現在着手していないプログラムもある。したがって、育種実行面との綿密な打合せ等を含め、今後さらに開発をすすめる必要がある。

1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析（作製者、明石・川村）

(1) 計算内容

一般的な一元分類の分散分析と、とくに異なる点はない（表-1）。ただし、本プログラムは、系統別データ数の異なる分散分析に利用しやすく作製されている。また、分散分

表-1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待成分
系統	$s-1$	$S_1 = \sum X_{ij}^2/m_i - (\sum X_{ij})^2/\sum m_i$	$\sigma^2 + m_0 k_s^2$
誤差	$\sum m_i - s$	$S_2 = \sum X_{ij}^2 - \sum X_{ij}^2/m_i = S_3 - S_1$	σ^2
全体	$\sum m_i - 1$	$S_3 = \sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2/\sum m_i$	

X_{ij} : i 番目の系統の j 番目のデータ

σ^2 : 誤差分散

k_s^2 : 系統効果

m_0 : 系統ごと本数代表値

析のほか、印刷結果に示すような各統計値が求められる。

(2) 印刷結果

a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。

b 系統別本数とデータ。

c 系統ごとの本数、合計、平均値、分散、標準偏差、変動係数。

d 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-1参照)

a 表題カード(40A4) : 2行にわたりデータ識別のための任意の表題を記入する。

b 系統数カード(110) : 10カラムに右詰として、整数で系統数を記入する。

c 系統名カード(10A8) : 8カラムに1個ずつ、系統名を順次記入する。

d 系統別本数カード(16A5) : 5カラムに1個ずつ右詰として、整数で系統別本数を順次記入する。

e データカード(8F10.0)10カラムに1個ずつ実数で記入するが、次の系統のデータへ移るときには改行する。

2 欠測値のある2元分類データの分散分析(作製者、明石)

乱塊法で植栽された検定林データの解析において、各プロットの平均値を用いて2元分類の分散分析を行うとするとき、あるプロットが全部枯損し、平均値が得られなくなり、予定した分析ができなくなることがある。本プログラムは、この欠測値を補正して、分散分析を実行する。

(1) 計算内容

一般に、ある処理とプロックとの交互作用は、誤差とみなすべきものである。この前提

をもとに、ある検定林から得られたデータ(プロット別平均値) X_{ij} を、 i 番目の系統の j ブロックの測定値(平均値)とするとき、その数学的モデルは次の式によって示される。

$$X_{ij} = m + C_i + R_j + e_{ij}$$

この式において、 m は、その検定林全体に通する平均値であり、 C_i は、 i 番目の系統の効果で、 R_j は、 j ブロックの効果である。 e_{ij} は、 i 番目の系統の j ブロックの測定データにともなう誤差である。本プログラムは、この誤差項 e_{ij} が最小となるような m 、 C_i 、 R_j の値を最小2乗法によって求め、その3者の和を欠測箇所の補正值とした。さらに補正後の全データについて、2元分類の分散分析を実行した。なお、誤差の自由度は、欠測値の数だけ減らした。なお、後述するように最小2乗法の計算の精度を確かめるため、単位行列を印刷した。すなわち、この行列の対角要素が1と印刷されたとき、この分散分析は正しいと判定される。

(2) 印刷結果

a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。

b 入力したデータの系統数(行数)、ブロック数(列数)、欠測値の数。

c データの一覧表。

d 単位行列。

e 全データについての推定値一覧表。

f 補正值を挿入したデータ一覧表。

g 系統(行)ごとの平均値。

h ブロック(列)ごとの平均値。

i 総平均値。

j 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-2参照)

a 表題カード(16A5) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。

b 系統数、ブロック数、欠測値数カード(3110) : 10カラムに1個ずつ右詰として、整数で系統数(行数)、ブロック数(列数)、欠測値数を順次記入する。

c データカード(8F10.0) : 10カラムに1個ずつ、1番目の系統(行)の各ブロック(各列)のデータ(平均値)を順次、実数で記入し、1番目の系統が終れば改行し、次の系統へ移り同様の方法で記入する。

3 各ブロックに植栽された系統グループが異なる2元分類データの分散分析(作製者、明石、川村)

次代検定林は、基本的に乱塊法を用いるように定められている。いうまでもなく、乱塊法は、ブロック間に立地差が大きく生じ、ブロック内の立地差が小さくなるようにしなければならない。しかし、生長調査の結果、この条件が不十分で、各系統の平均値が精度よく推定されない場合がある。このようなデータの精度を良くする方法の一つとして、ブロックの再区分が考えられる。しかし、この再区分によって、各ブロックの系統構成は異なるものとなる。ブロック内系統構成の異なるデータの分散分析については畠村らが報告している。計算手法は、かなりやっかいであるが本プログラムの開発によって、能率良く分析できる。

(1) 計算内容

前述したように、この分散分析は非常にやっかいであり、同時に、この分析の数学的証明も難解である。したがって、本文では、畠村らが最終的に集約して示した分散分析の手法と、推定系統平均値の算出過程および、系統平均値相互間差検定のための差の分散の算出過程だけを示す。

v : 系統数、 b : ブロック数、 p : ブロック内プロット数、 r_i : i 系統のプロット数、従がって、プロット総数は、 $N = bp = \sum_{i=1}^v r_i$

λ_{ik} : i 系統と k 系統を共に含むブロック数

i 系統が j ブロックにあるとき $\epsilon_{ij} = 1$

i 系統が j ブロックにないとき $\epsilon_{ij} = 0$

$$\lambda_{ik} = \sum_{j=1}^b \epsilon_{ij} \epsilon_{kj}$$

X_{ij} を i 系統の j ブロックにおけるデータとすれば、

$$Y_i = \sum_{j=1}^b \epsilon_{ij} X_{ij} : \text{系統合計}$$

$$B_j = \sum_{i=1}^v \epsilon_{ij} X_{ij} : \text{ブロック合計}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^b \epsilon_{ij} B_j : i \text{ 系統を含むブロック合計}$$

$$D_i = PV_i - T_i \dots \dots \left(\sum_{i=1}^v D_i = 0 \text{ を検算に用いる} \right)$$

$$G = \sum_{j=1}^b B_j = \sum_{i=1}^v V_i = \sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^b \epsilon_{ij} X_{ij} = \sum X_{ij} : \text{総合計}$$

次の方程式を解く。

$$\begin{cases} D_i = \sum_{k=1}^v C_{ik} \mu_k & k = i \text{ のとき } C_{ik} = r_i (p-1) \\ G = \sum_{k=1}^v r_k \mu_k & k = i \text{ のとき } C_{ik} = -\lambda_{ik} \end{cases}$$

この解 μ_i が、推定系統平均値である。

表-2 各ブロックの系統が同じでない2元分類データの分散分析

要 因	自由 度	平 方 和	平均 平 方 の 期 待 値
系 統 (ブロック) を除く	$v-1$	$S_1 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^v \hat{\mu}_i D_i$ = $S_2 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^b B_j^2 - G^2/N$	$\sigma^2 + \frac{1}{v-1} \sum_{j=1}^b \sum_{i=1}^v E_{ij} (\mu_i - \frac{1}{p} \sum_{k=1}^v \epsilon_{kj} \mu_k)^2$
ブロック (系統を) 無視する	$b-1$		
誤 差	$N-b-v+1$	$S_3 = S_4 - S_1 - S_2$	σ^2
全 体	$N-1$	$S_4 = \sum X_{ij}^2 - G^2/N$	

(注) 1) は系統効果を含むので表示しない。

各系統平均値相互間の差の分散は次式によって求められる。

$$V(\hat{\mu}_i - \hat{\mu}_k) = P(C^{ii} - 2C^{ik} + C^{kk}) \sigma^2$$

従がって、系統平均値相互間の最小有意差は、この式で得られた分散と、各系統のプロット数、および、分散分析表の誤差の自由度に相当する t の値から算出される。ただし、 t 表の関係で、本プログラムでは最小有意差は計算できないので、利用者が別途求めなければならない。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。
- ブロックごとプロット別データ。
- 分散分析作製過程における連立方程式。
- 上記連立方程式の逆行列。
- 連立方程式の解の精度をみるための単位行列。
- 連立方程式の解、すなわち、各系統の推定平均値。
- ブロック別プロットごとの系統名、自由度、標準偏差、変動係数、平均値。
- 系統番号、系統名、系統ごとのプロット数、系統ごとの全データを通じる標準偏差、変動係数、平均値。ただし、変動量は、プロットごとの修正平方和の合計値をプロットごとの自由度の合計値で除した値であり、平均値は、プロットごとの平均値を再平均したものである。
- 分散分析表。
- 各系統の平均値および推定平均値および、各系統推定平均値相互間の差と、それに伴う分散。

(3) データシートの書き方(別表-3参照)

- a 表題カード(20A4)：データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 系統数, ブロック数, プロット数カード(3110)：10カラムに1個ずつ右詰として, 整数で系統数, ブロック数, ブロックあたりプロット数を記入する。
- c 系統名カード(20A4)：4カラムに1個ずつ横欄系統名を順次記入する。
- d 系統配置カード(1615)：ブロックごとプロット別の植栽配置に従い, 系統番号(系統名カードの記入順位)を5カラムに1個ずつ右詰として, 整数で記入する。なお, ブロック別に改行しない。
- e データ数カード(1615)：ブロックごとプロット別データ数を系統配置カードと同じ順序で, 5カラムに1個ずつ右詰に整数で記入する。系統配置カードと同様にブロックによって改行しない。
- f データカード(16F5.0)：dの系統配置で示したプロットの順序に従がい, プロットごとのデータを実数で, 5カラムに1個ずつ記入し, ブロックによって改行する。

4 複数検定林に共通の系統を植栽して得たデータの分散分析(作製者, 明石)

(1) 計算内容

複数の検定林に, いくつかの共通系統が植栽されている場合, 次のような情報が得られる。全検定林を通じて, どの系統が良いのか, 検定林によって系統の良悪に違いがあるのか, 検定林間の差があるかである。これらの検定のためのブロック別系統平均値をデータと

表-3 複数検定林に共通な系統の分散分析

要因	自由度	平均方和	平均平方の期待値
検定林	$f-1$	$S_1 = \sum X_{ijk}^2 / (rs) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_1^2 + rS\sigma_p$
1次誤差(検定林内反復)	$f(r-1)$	$S_2 = \sum X_{jk}^2 / s - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf) - S_1$	$\sigma_2^2 + r\sigma_1^2$
系統	$s-1$	$S_3 = \sum X_{i..}^2 / (rf) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{SF}^2 + r^f K_S^2$
検定林×系統	$(f-1)(s-1)$	$S_4 = \sum X_{ij.}^2 / r - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf) - S_1 - S_2$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{SF}^2$
2次誤差	$f(r-1)(s-1)$	$S_5 = S_6 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$	σ_2^2
全 体	$rsf-1$	$S_6 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	

X_{ijk} : i 系統の j 検定林における k ブロックの効果

σ_2^2 : プロット間にともなう誤差分散

σ_1^2 : 検定林内ブロック間にともなう誤差分散

σ_F^2 : 検定林間分散

σ_{SF}^2 : 検定林と系統との交互作用分散

K_S^2 : 系統効果

したときの分散分析は, 表-3に示すとおりである。この分散分析が, 一般に知られている副次級のある2元分類の分散分析と異なる点は, 検定林内がブロック区分されていることである。なお, 本プログラムは, 各検定林とも, 同数のブロックを保有する場合であり, 異なるものについては, 今後開発しなければならない。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 検定林ごとブロック別の各系統平均値。
- c 検定林ごとの各系統平均値と, 全検定林を通ずる各系統平均値。
- d 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-4参照)

- a 表題カード(20A4)：データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 検定林数, 系統数, ブロック数, 可変FORMATカード(4110)：10カラムに1個ずつ右詰として整数で, 検定林数, 系統数, ブロック数を記入する。つきの10カラムには, 可変FORMATを用いるときのみ, 同様の書式で1を記入する。
- c 可変FORMATカード(20A4)：可変FORMATを用いるときのみ, その書式を()で記入する。
- d データカード(16F5.0)：1番目の検定林の1番目の系統の1ブロックから最終ブロックまでのデータ(平均値)を5カラムに1個ずつ実数で順次記入する。次の行に, 1番目の検定林の2番目の系統のデータを同様の要領で記入する。1番目の検定林のデータが終れば, 2番目の検定林のデータについて, 全く同様の方で記入する。なお, 可変FORMATを用いる場合は, それに応じた1データあたりのカラム数が変化するだけで, 改行要領は同様である。

5 地域差検定林データの分散分析(作製者, 明石)

地域差検定林データを分散分析して, 最良と判定される育種区の区分は, 地域と系統との交互作用が, 地域内検定林と系統との交互作用に比較し, なるべく大きくなるようにした場合である。本プログラムは, 1回の入力データについて, 試行錯誤的に, いく種類もの地域区分に対し分散分析を行い, 両交互作用の相対的大きさを比較できるようにつくられている。

(1) 計算内容

表-4に示すような分散分析をおこない, その平均平方の期待成分から, 地域と系統の交互作用分散, および地域内検定林と系統との交互作用分散を求め, 両者の相対比率を求める。この両分散の分割を伴った分散分析は, 利用者が指定した, 色々な地域区分について行われる。

表-4 地域差検定林の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待値
地域内検定林	$p(f-1)$	$S_1 = \sum X_{ijk} \frac{2/(rsfp)}{(\sum X_{ijk})^2/(rsfp)}$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2 + r\sigma_{FS}^2 + rs\sigma_p^2 + rsfK_p^2$
1次誤差 (検定林内ブロック)	$p(f(r-1))$	$S_2 = \sum X_{ijk} \frac{2/(rs)}{(\sum X_{ijk})^2/(rsfp)} - S_1$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2 + r\sigma_{FS}^2 + rs\sigma_p^2$
系地域 × 系統	$s-1$	$S_3 = \sum X_{ijk} \frac{2/s - (\sum X_{ijk})^2/(rsfp)}{(\sum X_{ijk})^2/(rsfp)} - S_1 - S_2$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2$
地域内検定林 × 系統	$(p-1)(s-1)$	$S_4 = \sum X_{ijk} \dots \frac{2/(rsfp)}{(\sum X_{ijk})^2/(rsfp)}$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2 + rsfP\sigma_S^2$
2次誤差	$p(f(r-1)(s-1))$	$S_5 = \sum X_{ijk} \frac{2/(r)}{(\sum X_{ijk})^2/(rsfp)} - S_1 - S_4$ $S_6 = \sum X_{ijk} \frac{2/r - (\sum X_{ijk})^2/(rsfp)}{(\sum X_{ijk})^2/(rsfp)} - S_1 - S_2 - S_4 - S_5$ $S_7 = S_8 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5 - S_6$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2 + rsf\sigma_p^2$ $\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2$ σ_2^2
全 体	$rsfp-1$	$S_8 = \sum X_{ijk} \frac{2 - (\sum X_{ijk})^2/(rsfp)}$	

X_{ijk} : i 系統の j 地域の k 検定林における i ブロックのデータ (プロット平均値)

σ_2^2 : 検定林内ブロック内のプロット間にともなう誤差分散

σ_1^2 : 検定林内反復間にともなう誤差分散

σ_{FS}^2 : 検定林と系統との交互作用分散

σ_p^2 : 検定林間分散

K_p^2 : 地域効果

σ_S^2 : 系統分散

σ_{ps}^2 : 地域と系統との交互作用分散

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。
- b 試行数 (地域区分の回数), 検定林数, ブロック数。
- c 各検定林名。
- d 各系統名。
- e データ一覧表
- f 区分した地域の数。
- g 区分した地域ごとの検定林名。
- h 検定林別平均値。
- i 系統別平均値。
- j 検定林ごと系統別平均値。
- k 地域ごと系統別平均値。
- l 地域別平均値。
- m 分散分析表。
- n 地域と系統との交互作用分散値と, 地域内検定林と系統との交互作用分散値, および両分散の相対比率。
- o 以下, 2回目の分散分析から, h, i, j を除いた, f から n までの各項が印刷される。

(3) データシートの書き方 (別表-5 参照)

- a 表題カード (20 A 4) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 試行数, 検定林数, 系統数, ブロック数カード (4110) : 10 カラムに 1 個ずつ右詰として整数で, 試行数, 検定林数, 系統数, ブロック数 (検定林内ブロック数) を記入する。
- c 検定林名カード (16 A 5) : 5 カラムに 1 個ずつ検定林名を順次記入する。
- d 系統名カード (16 A 5) : 5 カラムに 1 個ずつ系統名を順次記入する。
- e データカード (16 F 5.0) : 5 カラムに 1 個ずつ検定林ごとブロック別の各系統平均値を実数で記入する。即ち, 1番目の検定林の 1 ブロックの系統別平均値の記入が終れば, 行を改め 2 ブロックの系統別平均値を記入する。1番目の検定林についての記入が終れば, 2番目の検定林について同様の要領で記入をくりかえし, 全検定林についての記入を行う。
- f 地域区分数カード (110) : 10 カラムに右詰として, 区分したい地域区分の数を整数で記入する。

- g 地域ごと検定林カード(16I5)：5カラムに右詰として、fで指定した地域の数に応じた、地域ごとの検定林数を整数で順次記入する。
- h 地域ごと検定林名カード(16A5)：5カラムに1個ずつ、gで指定した検定林数に応じた検定林名を順次記入する。1番目の地域の検定林名の記入が終れば、行を改め、2番目の地域の検定林名を同様の方法で記入し、順次、この方法で記入を行う。
- i 以上の記入が終れば、bで記入した試行の回数に基づいて、fに戻りhまでの記入をくり返す。
- 6 単木混交植栽で得られたデータの分散分析(著者、明石、川村)
単木混交で植栽した検定林のデータを系統別に集計するには、大きな手間を必要とする。本プログラムは、それを処理するためのものである。
- (1) 計算内容
単木混交植栽の図面をまず入力し、同様の配置で入力したデータを系統別に集計し、各統計値を算出する。同時に、一元分類の分散分析を実行する。なお、本プログラムは、植栽配置が方形となっていることを前提としてつくられている。もしも、方形でないものに用いるときには、植栽配置の行と列のはみ出した部分に合せその他の行と列を延長し、図面上で方形として取扱う。また、非植栽の部分には、実験上用いなかった系統が植栽されていたものとして取扱い、データは欠測値として取扱う。
- (2) 印刷結果
a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
b 実験上、用いなかったはずの所属不明の系統名。
c 系統名の記入された植栽配置図。
d 植栽配置図と同様のならびのデータ。
e 系統ごとの本数、合計値、平均値、分散、変動係数。
f 分散分析表。
- (3) データシートの書き方(別表-6参照)
a 表題カード(20A4)：データ識別のために任意の表題を第1行に記入する。
b 植栽配置の行列数、系統数カード(3I10)：10カラムずつに、右詰として植栽配置の行数と列数および植栽系統数を整数で記入する。
c 系統名カード(16A5)：植栽した各系統名を5カラムに1個ずつ順次記入する。
d 植栽配置カード(16A5)：系統名カードと同じ書式で、植栽配置に基づき第1行からの系統名を記入し、植栽行ごとに改行する。なお、未植栽の箇所があれば、cで記入した系統名以外の任意の系統名を記入する。

- e データカード(16F50)：dと全く同じ順序であり、5カラムに1個ずつ第1行からのデータを実数で記入し、植栽行ごとに改行する。なお欠測値には-1を記入する。
- 7 交配苗木を単木混交植栽して得たデータの交配組合せ別集計(著者、川村・明石)
交配苗木を単木混交で植栽して得たデータを交配組合せ別に集計するプログラムである。交配苗木のデータは、交配設計によって交配組合せ別平均値を用いた色々な分析があるので、本プログラムは、交配組合せ別の集計にとどめた。
- (1) 計算内容
単木混交植栽の図面を、両親の番号で入力し、同様の配置で入力したデータを両親別に集計し、交配組合せ別の本数および合計値、平均値、標準偏差、欠測数を求める。
- (2) 印刷結果
a 総本数
b メス親数
c オス親数
d 両親別のつけられたデータ一覧表
e 実験上用いなかったはずの所属不明の系統名とデータ
f 交配組合せ別の本数および合計値、平均値、標準偏差、欠測値の数
- (3) データシートの書き方(別表-7参照)
a 表題カード(A80)：データ識別のために任意の表題を第1行に記入する。
b 総本数と親数カード(3I10)：10カラムずつ総データ数、メス親数、オス親数を右詰として、整数で順次記入する。
c メス親番号カード(16I5)：各メス親に与えた番号を5カラムに1個ずつ右詰として、整数で順次記入する。
d オス親番号カード(16I5)：各オス親に与えた番号を5カラムに1個ずつ右詰として、整数で順次記入する。
e 配置図カード(16I5)：植栽配置における1番目の個体のメス親番号を最初の5カラムに、次の5カラムにオス親の番号を両者とも右詰に整数で記入する。次の5カラムに2番目の個体のメス親番号、次の5カラムにオス親番号をといったように、全個体についての両親の番号を順次記入する。
f データカード(16F50)：5カラムに1個ずつ実数で、配置カードと同じ順序でデータを記入する。なお、この記入順位において、1個でも記入もれがあると、それ以降のデータ全部に狂いが生じるので、配置カードの個体数と、このデータ数を良く照合して記入する必要がある。

8 2段分割実験データの分散分析(作製者, 明石)

いくつかの产地から選抜されたものとして複数ずつに区分できる精英樹家系で、各個体からデータを得たときの分散分析に本プログラムは相当する。なお、このプログラムは、产地ごとの家系数が不揃いの場合や、家系ごとの個体の不揃いの場合にも、適用できるようつぐられている。

(1) 計算内容

1例として説明すると、要因に产地、产地内家系、家系内個体(誤差)をとり、分散分析を行うが、データ数不揃いについては、重みづけによって修正検定を行う(表-5)。

表-5 2段分割実験データの分散分析(例)

要因	自由度	平 方 和	平均平方の期待成分
产地	$p-1$	$S_1 = \sum X_{i..}^2/m_i - (\sum X_{ijk})^2/\sum m_{ij}$	$\sigma^2 + n_2 K_S^2 + n_1 K_p$
产地内系統	$\sum s_i - p$	$S_2 = \sum X_{ij.}^2/m_{ij} - \sum X_{i..}^2/m_i$	$\sigma^2 + n_3 K_S^2$
誤差(個体)	$\sum m_{ij} - \sum s_i$	$S_3 = S_4 - S_1 - S_2$	σ^2
全 体	$\sum m_{ij} - 1$	$S_4 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2/\sum m_{ij}$	

X_{ijk} : i 产地の j 系統の k 第目のデータ

σ^2 : 誤差分散

K_S^2 : 系統効果

K_p^2 : 产地効果

n_1 : 产地ごと個体数代表値

n_2 : } 系統ごと個体数代表値

n_3 :

p : 产地数

s_i : i 产地の系統数

m_{ij} : i 产地の j 系統の個体数

$$n_1 = \frac{1}{p-1} \left(\sum m_{ij} - \frac{\sum m_{i..}^2}{\sum m_{ij}} \right)$$

$$n_2 = \frac{1}{p-1} \left(\sum \frac{m_{ij}^2}{m_{i..}} - \frac{\sum m_{ij}^2}{\sum m_{ij}} \right)$$

$$n_3 = \frac{1}{\sum s_i - p} \left(\sum m_{ij} - \sum \frac{m_{ij}^2}{m_{i..}} \right)$$

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。
- b プロットごとの本数とデータ一覧表(プロットは上例の家系に相当する)。
- c 各分割区ごとの平均値、すなわち、NO1MEAN として印刷されるものは上例の产地ごとの平均値に相当し、NO2MEAN として印刷されるものは、同例の产地内の各家系平均値である。
- d 分散分析表。ただし、GROUP 1 は、上例の产地に相当し、GROUP 2 は、同例の产地内家系、GOSA は产地内個体に相当する。
- e 分散分析表の平均平方の期待成分から、各分散値を求めるのに必要な、各要因の本数代表値(3個)。上例で説明すれば、1番目に产地内の平均平方の期待成分中の家系ごと本数代表値、2番目に家系の平均平方の期待成分中の家系ごと本数代表値、3番目に产地の平均平方の期待成分中の产地ごと本数代表値である。

(3) データシートの書き方(別表-8参照)

- a 表題カード(20A4) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 分割区数、可変FORMAT 有無カード(5I10) : 10 カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区数(上例では产地数)、第2分割区の総数(上例では全家系数)、第1分割区の1区あたりの第2分割数(上例では产地あたり家系数)、ただし、不定のときには空白、第2分割区の1区あたりの試料数(上例では家系あたり個体数)、ただし、不定のときは空白、さらに、可変FORMAT カードを用いる場合にのみ任意の数字を順次記入する。
- c 第1分割区ごと第2分割区数カード(16I5) : 5 カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区ごとの第2分割区の数を順次記入する。ただし、第1分割区ごとの第2分割区の数が一定であれば、このカードは不要である。
- d 第2分割区ごとデータ数カード(16I5) : 5 カラム1個ずつ右詰として整数で、第2分割区ごとのデータ数を順次記入する。ただし、第2分割区ごとのデータ数が一定であれば、このカードは不要である。
- e 第1分割区名カード(10A8) : 8 カラムに1個ずつ、第1分割区の名前を順次記入する。
- f 可変FORMAT カード(20A4) : b のカードにおいて、可変FORMAT の使用を指示したときのみ、このカードは必要である。その場合は、データ入力の書式を()で1行内に記入する。
- g データカード(16F5.0) : 可変FORMAT を用いない通常の場合は、5 カラムに

1個ずつ実数で、第1分割区の最初の分割区の、第2分割区の最初の分割区のデータから記入し、この分割区単位に改行し、記入を続ける。可変FORMATを用いる場合も、順序と改行については同様である。

9 3段分割実験データの分散分析（作製者、明石）

前述の2段分割実験データを、さらに1段多く分割した実験データが対象となるので、前例を拡張して例にとると、前例の各個体についての1個であったデータが、今回は複数個あった場合である。本プログラムの分散分析は、各段階の分割区の数が一定の場合にのみ、正しい結果が得られ、不揃いのときは近似的な結果となる。なお、一定であるかどうかという意味を前例について説明すると、産地ごとの家系が同数、もしくは、家系ごとの個体が同数、各個体から得たデータが同数等である。

(1) 計算内容

1例として説明すると、要因に産地、産地内家系、家系内個体、個体内試料（誤差）をとり分散分析を行う（表-6）。

表-6 3段分割実験データ分散分析（例）

要因	自由度	平 方 和	平均平方の期待成分
産地	$p-1$	$S_1 = \sum X_{ijkl}^2 / n_{i..} - (\sum X_{ijkl})^2 / \sum n_{ijk}$	$\sigma^2 + \Pi_1 K_1^2 + \Pi_2 K_S^2 + \Pi_3 K_P^2$
産地内系統	$\sum s_i - p$	$S_2 = \sum X_{ij..} / n_{ij..} - \sum X_{i..}^2 / n_{i..}$	$\sigma^2 + \Pi_1 K_1^2 + \Pi_2 K_S^2$
個 体	$\sum m_{ij} - \sum s_i$	$S_3 = \sum X_{ijk..} / n_{ijk..} - \sum X_{ij..} / n_{ij..}$	$\sigma^2 + \Pi_1 K_1^2$
誤差(試料)	$\sum n_{ijk} - \sum m_{ij}$	$S_4 = S_5 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$	σ^2
全 体	$\sum n_{ijk} - 1$	$S_5 = \sum X_{ijkl}^2 - (\sum X_{ijkl})^2 / \sum n_{ijk}$	

X_{ijkl} : i 産地の j 系統の k 個体の ℓ 番目のデータ

σ^2 : 誤差分散

K_1^2 : 個体効果

K_S^2 : 系統効果

K_P^2 : 産地効果

p : 産地数

s_i : i 産地の系統数

m_{ij} : i 産地の j 系統の個体数

n_{ijk} : i 産地の j 系統の k 個体の試料数

Π_1 : 産地ごとの系統数

Π_2 : 系統ごとの個体数

Π_3 : 各個体ごとの試料数

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。
- b データ一覧表。
- c 各分割区ごとの平均値。前述の例にとると GROUP MEANS として印刷されるものは、産地ごとの平均値、PLOT MEANS として印刷されるものは、家系別平均値、SUB PLOT MEANS は、個体ごとの平均値である。
- d 分散分析表。この表における要因のうち、GROUPは、前例の場合の産地に相当し、PLOTは家系、SUB PLOTは個体、ERRORは試料に相当する。

(3) データシートの書き方（別表-9参照）

- a 表題カード（20A4）：データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 分割区数、可変FORMAT有無カード（7110）：10カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区数（前例では産地数）、第2分割区の総数（前例では総家系数）、第3分割区の総数（前例では全個体数）、第1分割区の1区あたりの第2分割区数（一定でないときは空白）、第2分割区の1区あたりの第3分割区数（一定でないときは空白）。第3分割区の1区あたりの試料数（一定でないときは空白）、さらに、次の10カラムに可変FORMATを用いるときのみ、任意の数字を記入する。
- c 第1分割区ごと第2分割区数カード（1615）：5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区ごとの第2分割区の数を順次記入する。ただし、第1分割区ごとの第2分割区の数が一定であれば、このカードは不要である。
- d 第2分割区ごと第3分割区数カード（1615）：5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第2分割区ごとの第3分割区の数を順次記入する。ただし、第2分割区ごとの第3分割区の数が一定であれば、このカードは不要である。
- e 第3分割区ごとデータ数カード（1615）：5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第3分割区ごとのデータ数を順次記入する。ただし、データ数が一定であれば、このカードは不要である。
- f 第1分割区名カード（10A8）：8カラムに1個ずつ、第1分割区の名前を順次記入する。
- g 可変FORMATカード（20A4）：bのカードにおいて、可変FORMATの使用を指示したときのみ、このカードは必要である。その場合は、データ入力の書式を（ ）で1行内に記入する。
- h データカード（16F5.0）：可変FORMATを用いない通常の場合は、5カラムに1個ずつ実数で、第1分割区の最初の分割区、第2分割区の最初の分割区、さらに、第

3分割区の最初のデータから記入し、この分割区単位に改行する。以降のデータも同様の順序で記入を行う。なお、可変FORMATを用いる場合も、順序と改行については同様に行う。

10 単木混交植栽地から、2群のデータを得たとき、系統平均値を求め、両群データ間の相関係数を求める（作製者、明石）

ある単木混交植栽の検定林で、年次経過を通し、2度のデータが得られたとき、幼老相関を求めるときなどに、このプログラムは用いられる。

(1) 計算内容

図面と同時に入力された2群のデータについて、各系統の平均値を求め、両データ間の相関係数を求める。なお、このプログラムは基本的には、植栽配置において、各行とも同一数で、また、各列とも同一数であること、即ち方形であることを前提としている。方形でないものに対し、このプログラムを用いるときは、行および列の一端はみ出したところに林縁を合せ、方形データとして取り扱えば良い。この場合、図面上、未植栽となった箇所には実験上、用いなかつた任意の系統名を記入し、対応するデータには-1を記入すれば良い。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。
- b 各系統名。
- c 系統名の記入された植栽配置図。
- d 植栽配図と同様のならびの両群データ。
- e 系統別本数と群ごとの系統別平均値および両群を通じた系統別平均値。
- f 相関係数、回帰係数、回帰定数。
- g データの組数と、群別の合計値および群別平均値。

(3) データシートの書き方

- a データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 行列数、系統数カード（3110）：10カラムに1個ずつ右詰として整数で、植栽配置の行数、列数および植栽系統数を記入する。
- c 系統名カード（16A5）：5カラムに1個ずつ、植栽配置の第1行の系統名を順次記入し、植栽配置の行ごとに改行し記入を続ける。
- d データカード（16F5.0）：5カラムに1個ずつ実数で、植栽配置の第1行のデータを順次記入し、植栽配置の行ごとに改行し記入を続ける。欠測箇所には-1を記入する。

11 データを大きさの順にならべかえ棒状グラフを書く（作製者、明石）

精英樹家系別平均値などを大きさの順にならべかえ、その結果を印刷したり、図示するプログラムである。このプログラムは、XYプロッターを用いた場合の1列として示した。

(1) 計算内容

精英樹家系の平均値や、在来種の平均値などを入力し、大きさの順にならべかえ印刷する。また、XYプロッターを用いて、各平均値を棒状グラフで示す。この場合、必要に応じ、精英樹家系平均値と在来種の平均値の区分をして示すこともできる。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためつけた任意の表題。
- b データ一覧表。
- c 大きい順にならべかえたデータ一覧表
- d XYプロッターに大きい順に書いた棒グラフが描かれる。ただし、指示によって、データ入力の順に描くこともできる。

(3) データシートの書き方（別表-11参照）

- a 表題カード（20A4）：データ識別のみの任意の表題を第1行に記入する。
- b データ数、割数、特定系統数、入れかえ指示、Y軸名称カード（I10, F10.0, 2110, 2A5）：最初の10カラムに右詰として整数でデータ数を記入する。次の10カラムに実数でデータ縮尺のための割数を記入する。この割数は、棒状グラフの高さを10cmまでにとどめる条件となっているこのプログラムと、図化に際しての計算機の読みとりが、cm単位となっていることを考え合せ、入力データの最高値を割算した場合10cm以内になるような値を選ばなければならない。なお、10cm以内にとどめるのは、Y軸の刻みを10cmまでとったためであり、これにこだわらなければ14cmまでは高く画くことができる。次の10カラムに右詰として整数で、斜線を入れる系統数を記入する。しかし、斜線を入れる系統が必要でなければ空白とする。次の10カラムは、図化において、順位の入れかえが不要のときは空白とし、必要ならば、任意の整数を右詰に記入する。次の10カラムは、Y軸の名称を記入する。
- c 系統名カード（26A3, 2X）：3カラムに1個ずつ、系統名を記入する。なお、系統数26個ごとに改行する。
- d 特定系統名カード（26A3, 2X）：bのカードで、斜線を入れる指示を行ったときのみに、3カラムに1個ずつ、斜線を入れたい系統名を順次記入する。cカードと同様、系統名数26個で改行する。
- e データカード（8F10.0）：10カラムに1個ずつ実数で、系統名と同じ順序でデ

ータを記入する。

12 完全ダイアレルクロスの分散分析(作製者, 川村・明石)

(1) 計算内容

ダイアレルクロスの中で、もっとも完全な交配組合せをもつ交配計画であり、雌雄同株の個体を母樹および花粉親として片あたり交配を行う方法である。交配組合せ数は、 P 個の交配親の場合 P^2 個であり、この中には P ($P-1$) 個の他殖と P 個の自殖が含まれる。

この方法で得られる情報の種類は他の方法と比較し最高となる(図-1)。

完全ダイアレルクロス		自殖のないダイアレルクロス		片面ダイアレルクロス												
♀	♂	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	
2	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	
3	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	
4	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	
5	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	

図-1 ダイアレルクロスの交配様式

表-7 完全ダイアレルクロスにおけるデータ

♀	♂	1	2	3	j	p	
1		X_{11k}	X_{12k}	X_{13k}			$X_{1..k}$
2		X_{21k}	X_{22k}	X_{23k}			$X_{2..k}$
3		X_{31k}	X_{32k}	X_{33k}			$X_{3..k}$
i							$X_{i..k}$
					$X_{ijk..}$		
p							$X_{ppk..}$
		$X_{..1k}$	$X_{..2k}$	$X_{..3k}$	$X_{..jk..}$		$X_{..k..}$

$X_{ijk..}$: i 母樹と j 花粉親の交配組合せの k ブロックのデータ
 $i=j$ は自殖

完全ダイアレルクロスデータの一般的な表示は表-7に示すとおりである。この分散分析からは、一般組合せ能力、特定組合せ能力、一般的な正逆交雑の差、および特定組合せにおける正逆差が情報として得られる。これら各要因の自由度と平方和の計算、および平均平方の期待成分は表-8に示すとおりである。なお、この完全ダイアレルクロスの分散分析は、この方法よりも、さらに要因を分割する方法もあるが、林木のように交配親がホモ個体でない場合に用いることは疑問があるので、これを無視した。

表-8 完全ダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{i..k}^2 / p^2 - (\sum X_{ijk..})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + p^2 k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum (X_{i..} + X_{..i})^2 / (2rp) - 2(\sum X_{ijk..})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2 + 2rp\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-1)/2$	$S_3 = \sum (X_{ij..} + X_{..ij})^2 / (2r) + (\sum X_{ij..})^2 / r - \sum (X_{i..} + X_{..i})^2 / (2rp) + \sum (X_{ijk..})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$
一般的な正逆交雑の差 特定組合せにおける正逆交雑の差	$p-1$ $(p-1)(p-2)/2$	$S_4 = \sum (X_{i..} - X_{..i})^2 / (2rp)$ $S_5 = \sum (X_{ij..} - X_{..ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i..} - X_{..i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2 + 2rp\sigma_{GR}^2$ $\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$
組 差	$(p^2-1)(r-1)$	$S_6 = S_7 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5$	σ^2
全 体	rp^2-1	$S_7 = \sum X_{ijk..}^2 / (rp^2) - (\sum X_{ijk..})^2 / (rp^2)$	

$X_{ijk..}$: i 母樹と j 花粉親の交配で得られた k ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_{SR}^2 : 特定組合せにおける正逆交雑の差の分散

σ_{GR}^2 : 一般的な正逆交雫の差の分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

k_R^2 : ブロック効果

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためについた任意の表題。
- 交配組合せ表の様式でブロックごとに示したデータ。
- 全ブロックを通じて求められた交配組合せごとの平均値(家系平均値)。
- 母樹と花粉親を通じて求められた交配親別平均値および、母樹だけを基準として求め

た母樹別平均値、花粉親だけを基準として求めた花粉親別平均値。

e 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-12参照)

a 表題カード(20A4)：第1カラムから第2カラムには、完全ダイアレルクロスのデータであることの記号としてCDと記入する。第3カラムと第4カラムは空白とする。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。

b 交配親数とブロック数カード(215)：第1カラムから第5カラムには、交配親数を、第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。

c 交配親の名前カード(10A8)：8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序にしたがって記入する。

d データカード(8F10.0)：交配組合せ表の1ブロックの第1行について、1番目のデータ(1列目)から最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入する。第1行のデータが終ったら2行目のデータを行をかえ、同じ要領で記入する。2ブロックのデータに移る場合も、改行し、同じ要領で行をかえ、同様に記入をする。

13 自殖のないダイアレルクロスの分散分析(作製者、川村、明石)

(1) 計算内容

前述の完全ダイアレルクロスにおいて、自殖部分を含まないダイアレルクロスがこれに相当する。この交配組合せ数はP個の親の場合P(P-1)の他殖のみである。

自殖のないダイアレルクロスにおけるデータの一般的な表示は表-9のとおりである。

表-9 自殖のないダイアレルクロスにおけるデータ

$\frac{\text{♂}}{\text{♀}}$	1	2	3	4	j	p	
1	X_{12k}	X_{13k}	X_{14k}				$X_{1..k}$
2	X_{21k}		X_{23k}	X_{24k}			$X_{2..k}$
3	X_{31k}	X_{32k}		X_{34k}			$X_{3..k}$
4	X_{41k}	X_{42k}	X_{43k}				$X_{4..k}$
i				X_{ijk}			$X_{i..k}$
p							
	$X_{..1k}$	$X_{..2k}$	$X_{..3k}$	$X_{..4k}$	$X_{..jk}$		$X_{...k}$

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配組合せの k ブロックのデータ

この分散分析からは、一般組合せ能力、特定組合せ能力、および両組合せ能力における正逆差が情報として得られる。これら各要因の自由度、平方和の計算と平均平方の期待成分は表-10に示すとおりである。

表-10 自殖のないダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{..k}^2 / (p^2 - p)$ $- (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2 - p))$	$\sigma^2 + (p^2 - p) k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum (X_{i..} + X_{..i})^2 / (2r(p-2))$ $- 2 (\sum X_{ijk})^2 / (rp(p-2))$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$ $+ 2r(p-2)\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-3)/2$	$S_3 = \sum (X_{ij.} + X_{i..j})^2 / (2r)$ $- \sum (X_{i..} + X_{..i})^2 / (2r(p-2))$ $+ (\sum X_{ijk})^2 / (r(p-1)(p-2))$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$
一般的な正逆交雑の差	$p-1$	$S_4 = \sum (X_{i..} - X_{..i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$ $+ 2r(p-2)\sigma_{GR}^2$
特定組合せにおける正逆交雑の差	$(p-1)(p-2)/2$	$S_5 = \sum (X_{ij.} - X_{i..j})^2 / (2r)$ $- \sum (X_{i..} - X_{..i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$
誤 差	$(p^2 - p - 1)(r - 1)$	$S_6 = S_7 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5$	σ^2
全 体	$r(p^2 - p) - 1$	$S_7 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2 - p))$	

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配で得られた k ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_{SR}^2 : 特定組合における正逆交雑の差の分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

σ_{GR}^2 : 一般的な正逆交雑の差の分散

k_R^2 : ブロック効果

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

(2) 印刷結果

a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。

b 交配組合せ表の様式でブロックごとに示したデータ。

c 全ブロックを通じて求められた交配組合せ別平均値、即ち、正、逆別家系平均値および正逆に通ずる家系別平均値の一覧表。

d 前述の完全ダイアレルクロスで説明したのと同様に、交配親別平均値、両親別平均値の一覧表。

e 分散分析表。

f 分散分析の平均平方の期待成分から求められた、一般組合せ能力と特定組合せ能力、および両組合せ能力についての正逆差の各分散。

(3) データシートの書き方(別表-13参照)

- a 表題カード(20A4): 第1カラムから第4カラムには、自殖のないダイアレルクロスであることの記号としてCDNSと記入する。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親数とブロック数カード(215): 第1カラムから第5カラムには、交配親数を第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10A8): 8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序に従って記入する。
- d データカード(8F100): 交配組合せ表の1ブロックの第1行について1番目のデータ(1列目)から最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入するが、自殖でデータのないところは、0.もしくは空白とする。第1行目のデータの記入が終ったら第2行目のデータを行をかえ、同じ要領で記入する。2ブロックのデータに移る場合も改行し、同じ要領で記入を続ける。

14 片面ダイアレルクロスの分散分析(作製者、川村・明石)

(1) 計算内容

この交配におけるデータの一般的な表示は、表-11のとおりである。これは、自殖を

表-11 片面ダイアレルクロスにおけるデータ

♀	♂	1	2	3	4	<i>j</i>	<i>p</i>	
1		X_{12k}	X_{13k}	X_{14k}				$X_{1..k}$
2			X_{23k}	X_{24k}				$X_{2..k}$
3				X_{34k}				$X_{3..k}$
4								$X_{4..k}$
<i>i</i>						X_{ijk}		$X_{i..k}$
<i>p</i>								$X_{..k}$

X_{ijk} : *i*母樹と*j*花粉親の交配組合せの*k*ブロックのデータ

含めた対角線から右半分だけの交配を行う方法で、交配組合せ数は $P(P-1)/2$ である。各交配親の交配に関与する回数は、母樹と花粉親を別々に考えれば一定でないが、両親を通じてみると同一である。

この交配では片面だけのため、正逆交雑の差についての情報は得られないので、一般組合せ能力と特定組合せ能力が得られる。これら各要因の自由度と平方和の計算および平均平方の期待成分は表-12に示すとおりである。

表-12 片面ダイアレルクロスデータの分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待成分
ブロック	$r-1$	$S_1 = \sum X_{..k}^2 / ((p^2-p)/2)$ $- (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2-p)/2)$	$\sigma^2 + ((p^2-p)/2)k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum X_{i..}^2 / (r(p-2))$ $- 4(\sum X_{ijk})^2 / (rp(p-2))$	$\sigma^2 + r\sigma_S^2$
特定組合せ能力	$p(p-3)/2$	$S_3 = \sum X_{ij..}^2 / r - \sum X_{i..}^2 / (r(p-2))$ $+ 2(\sum X_{ijk})^2 / (r(p-1)(p-2))$	$\sigma^2 + r\sigma_G^2$
誤差	$(r-1) / ((p^2-p)/2-1)$	$S_4 = S_5 - S_1 - S_2 - S_3$	σ^2
全體	$r(p^2-p)/2-1$	$S_5 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2-p)/2)$	

X_{ijk} : *i*母樹と*j*花粉親の交配で得られた*k*ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

k_R^2 : ブロック効果

(2) 印刷効果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b ブロックごとに示したデータ。
- c 交配組合せ表の様式で示したブロックごとのデータ。
- d 全ブロックを通じて求められた交配組合せ別平均値の一覧表。
- e 母樹および花粉親を通じる交配親別平均値の一覧表。
- f 分散分析表。
- g 分散分析の平均平方の期待成分から求められた、一般組合せ能力と特定組合せ能力の分散。

(3) データシートの書き方(別表-14参照)

- a 表題カード(20 A 4)：第1カラムから第2カラムには、片面ダイアレルクロスであることの記号として HD と記入する。第3カラムと第4カラムは空白とする。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親とブロック数カード(2 I 5)：第1カラムから第5カラムには、交配親数を、第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10 A 8)：8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序に従って記入する。
- d データカード(8 F 1 0.0)：表-11にみると、交配組合せ表の自殖を含めた対角線から下のデータがないので、各行とも最初のデータを1番目のデータとする。1ブロックの第1行の1番目のデータから最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入する。第1行目が終ったら第2行目のデータを行をかえて、同じ要領で記入する。2ブロックに移る場合も改行し、記入を続ける。

15 变数逐次選択方式の重回帰式による次代検定林の立地修正(作製者、大庭)

(1) 計算内容

九州地方の次代検定林の中にはマクロな立地変動を除去できるように設定されているものがある。この方法は、検定すべきクローンあるいは家系のブロック($5 \times 5 = 25$ 本あるいは $7 \times 7 = 49$ 本)を抉んで立地差を知るためのブロック(以下立地修正区といふ)が傾斜方向に沿って配置してある。立地修正区には1系統あるいは複数系統が用いられている。

計算プログラムの手順は検定林の個体位置を座標軸(図面の左上を原点(1, 1)とする)で決め立地修正区と検定区の別に系統番号、測定値を読み込み、系統別に生データの集計を行う。ついで立地修正区のデータのみを用い重回帰式を求める。なお、重回帰式の説明変数は、行(I), 列(J), 順斜行($K = I + J - 1$)および逆斜行($L = I + (J - J \text{ のうちの大きい方}) - J$)の1~4乗とそれらの交互作用の項を用いることとしている。

この重回帰式により、検定区、立地修正区についてマクロな立地変動を除去した個体修正値を計算し、系統別に集計を行う。この集計はブロック別に行い、以後の統計計算に必要な統計量も計算する。家系別に生データが、どのように修正されたかをみるため、表や検定林全体としての地力図を作製する。

(2) 印刷結果

集計あるいは計算途中の経過データを印刷するようにしているが、主な出力結果は次のような項目である。

- a 入力した全データについてのデータの組数、データ番号、形質数、ブロック数。

- b 立地修正区についての入力データのブロック別のブロック数、各ブロックの行、列数、系統数、系統番号など。
- c 検定区の入力データについての、ブロック別ブロック数、各ブロックの行、列数、検定系統数と同系統番号、対照系統数と同系統番号など。
- d 立地修正区の系統番号と測定値および検定区の系統番号と測定値をプロット毎に座標をつけた一覧表。
- e 重回帰式算出に用いた生データの系統別分類と集計値。
- f 検定区の生データの系統別分類と集計値。
- g 重回帰式の計算経過。
- h ブロック別個体修正値と生データの対照表。
- i 検定林全体について、個体の統平均値からの差値の地図上(座標)の表示。
- j 個体修正値について立地修正区、検定区別に系統分類を行い、集計値及び必要な統計量。
- k 各検定区がどのように修正されたかを知るための生データと修正データとを関連づけた表。

l その他の数表

(3) データシートの書き方

前記、(2)項の a ~ e のデータを所定の様式(省略)にしたがい記入する。なお、このほかに、入力データのチェックのための単純和や、地力図作製のための関連データを入力する。以上の記入方法については、その説明資料がはん難になるので、別途準備することとして、本文では省略する。

別表-1 系統別データ数の異なる一元分類の DATA SHEET

WRITTEN BY	PAGE	OF
No. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100		
1 HōNSUU Nō KōTENARU 1 GENBUNRUI Nō BUNSAMBUNSEKI ← 任意の表題		
2 系統数		
3 5		
4 AA1 AA2 AA3 AA4 AA5 ← 系統名(8カラムに1行記入する)		
5 5 3 4 3 4 ← 系統ごとの本数		
6 8.0 7.6 8.4 5.5 6.9		
7 3.2 4.1 3.8		
8 4.5 5.1 5.4 6.0		
9 2.3 2.9 1.9		
10 11.4 12.3 10.1 9.9		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

別表-2 欠測値のある2元分類データの DATA SHEET

WRITTEN BY	PAGE	OF
No. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100		
1 KETSUSOKUCHI Nō AR4 DATA ← 任意の表題		
2 行数(列元は系統数) 列数(例云々アロー) / 教数 ← 欠測の教数		
3 4 3 2 ←		
4 15.8 16.8 17.2		
5 14.6 15.1 -1.0 ← (8F/0.0) で記入し直裁行ごとに放行する		
6 21.4 -1.0 18.0		
7 23.4 25.6 22.9		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

別表-3 各プロックに植栽された系統が同じでない2元分類データの分散分析

No.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 30 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80
1	HANPUKU GÖTÖNÖ KELTÖH NÖ KÖTÖNARU BUNSANBUNSEKI .
2	系統数 ブロット数
3	5 3 4
4	AA BB CC DD EE ←系統数
5	3 2 1 5 1 3 4 2 3 5 1 4,
6	170,0のブロットの系統番号から最後のブロットの系統番号を順次読み出し、以降左せずに順次
7	ブロットの系統番号を170,0と同じ要領で順次記入する。
8	上記した系統番号に合せて、そのデータ数を順次記入する。
9	13
10	3 2 2 4 4 3 3 2 3 2 2 3,
11	14 4. 5 3. 8 5. 1
12	15 2. 6 3. 1
13	16 3. 5 3. 8
14	17 8. 4 7. 9 8. 3 9. 5 データ(ブロット数)とデータを順次記入し、プロットごとに区切る。
15	18 7. 4 6. 9 7. 5 5. 6
16	19 6. 1 5. 8 6. 4
17	20 7. 3 8. 1 8. 3
18	21 9. 6 10. 1
19	22 11. 5 12. 6 13. 4
20	23 5. 2 6. 3
21	24 2. 4 3. 9
22	25 4. 9 6. 1 5. 2

別表-4 漢数字定林に共通の系統を種類して得 DATA SHEET
WRITTEN BY

たデータの分散分析	
1	FUKUSUU KENTEIRIN DATA NO. BUNSANBUNSEKU ← 14意の表題
2	→ 値定数 系統数 ← 7意の数 → 6意の書式のとせり、1を記入し、可変FORMATへカタチ表示
3	4
5	6 (8E+0.0) ← 可変FORMAT
6	7 1.700,700テーブル 2.700,700テーブル 3.700,700テーブル ← ABC10テーブル
7	8 6 7.8 7.4 7.9 ← ABC11テーブル
8	9 4 8.1 8.9 ← ABC12テーブル
9	10 5.3 4.8 6.4 ← ABC13テーブル
10	11 7.6 6.9 8.1 ← ABC14テーブル
11	12 9.1 8.5 10.1 ← ABC15テーブル
12	13 4.6 3.8 5.4 ← ABC16テーブル
13	14 8.4 7.9 8.6 ← ABC17テーブル
14	15 7.4 6.9 7.9 ← ABC18テーブル
15	16 8.6 7.6 7.8 ← ABC19テーブル
16	17 4.6 4.9 7.4 ← ABC20テーブル
17	18 8.2 7.1 8.5 ← ABC21テーブル
18	19 8.5 7.4 9.4 ← ABC22テーブル
19	20 5.2 4.1 6.1 ← ABC23テーブル
20	21 7.6 8.0 7.9 ← ABC24テーブル
21	22 7.6 8.0 7.9 ← ABC25テーブル
22	23 7.6 8.0 7.9 ← ABC26テーブル
23	24 7.6 8.0 7.9 ← ABC27テーブル

DATA SHEET

別表-5 地域差検定林データの分散分析

WRITTEN BY	PAGE	OF
No. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80		
1 CHIKKSAKENTEIRIN BUNSANBUNSEKI ← 任意の表題		
2 試行の数 検定林数 系統数 検定林内プロセス数		
3 2 5 4 2		
4 PL1 PL2 PL3 PL4 PL5 ← 検定林名(5カラムに1個ずつ記入する)		
5 ST1 ST2 ST3 ST4 ← 系統名(5カラムに1個ずつ記入する)		
6 4.2 5.1 4.9 5.6 ← 1番目の検定林の1プロセスを系統名の1個序で記入する		
7 3.4 4.6 7.2 8.4 ← 1番目の検定林の2プロセスを系統名の1個序で記入する		
8 5.2 6.5 6.8 5.9 ← 2番目の検定林の1プロセスを系統名の1個序で記入する		
9 3.6 4.5 5.4 4.1 ← 2番目の検定林の2プロセスを系統名の1個序で記入する		
10 7.1 6.3 6.6 6.8 ← 3番目の検定林の1プロセスを系統名の1個序で記入する		
11 5.4 4.9 4.0 6.3 ← 3番目の検定林の2プロセスを系統名の1個序で記入する		
12 8.1 7.4 7.7 8.1 ← 4番目の検定林の1プロセスを系統名の1個序で記入する		
13 3.9 4.5 6.1 5.2 ← 4番目の検定林の2プロセスを系統名の1個序で記入する		
14 4.9 5.4 6.4 7.3 ← 5番目の検定林の1プロセスを系統名の1個序で記入する		
15 7.5 6.4 8.1 8.2 ← 5番目の検定林の2プロセスを系統名の1個序で記入する		
16 2 ← 5分(5)とする地域の数		
17 2 3 ← 2分(2)とする地域の数(5カラムに1個ずつ記入する)		
18 PL1 PL2 ← 2分(2)とする検定林名(4カラムに1個ずつ記入する)		
19 PL3 PL4 PL5 ← 2分(2)とする検定林名(4カラムに1個ずつ記入する)		
20 3 ← 3分(3)とする地域の数		
21 2 2 1 ← 2分(2)とする地域の数(5カラムに1個ずつ記入する)		
22 PL1 PL3 ← 2分(2)とする検定林名(4カラムに1個ずつ記入する)		
23 PL2 PL4 ← 2分(2)とする検定林名(4カラムに1個ずつ記入する)		
24 PL5 ← 2分(2)とする地域の数		
25		

別表-6 単木混交林で得られたデータの
分散分析

WRITTEN BY	PAGE	OF
No. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80		
1 TANBOKUKONGO DATA NO. BUNSANBUNSEKI ← 任意の表題		
2 行の数 列の数 直列系統数		
3 3 4 6		
4 AA BB CC DD EE FF ← 系統名(5カラムに1個ずつ記入する)		
5 BB CC DD EE		
6 AA AA GG FF ← 並置(系統名と同様の書式)とし、行ごとに記入する		
7 EE CC BB SS		
8 12.0 7.0 4.0 7.0		
9 0.0 6.0 5.0 6.0 ← データ(5カラムに1個ずつ記入する)		
10 15.0 13.0 8.0 4.0		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

別表-7 文配苗木を単木混交植栽に得たデータ DATA SHEET

No.	WRITTEN BY										PAGE	OF
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	KÔÔHAI DATA Nô RYÔSHINBETSU SYUKEI ←性の表題											
2	テ株数×性の表題											
3	30	3	5									
4												
5	18	20	31	メス親に付かれて番号								
6												
7	14	22	31	58	65	オス親に付かれて番号						
8												
9	18	22	18	65	20	14	20	22	18	58	20	58
10	20	22	20	31	31	22	31	65	20	31	65	31
11	31	65	20	31	18	14	18	14	31	58	20	58
12	18	22	18	65	20	58	31	58	20	72	31	58
13												
14												
15												
16	4.2	5.3	4.9	8.6	9.1	7.4	5.3	3.9	4.6	7.2	8.1	5.4
17	5.6	3.1	9.0	8.4	5.6	7.8	3.4	7.1	6.9	5.1	6.6	4.9
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												

文配木の配置位置を10カラムに分けて記入するか左側の5カラム×親見番号、

右側にオズ親見番号を記入する。

16	4.2	5.3	4.9	8.6	9.1	7.4	5.3	3.9	4.6	7.2	8.1	5.4
17	5.6	3.1	9.0	8.4	5.6	7.8	3.4	7.1	6.9	5.1	6.6	4.9
18												

データが四四箇面の順序で5カラムに4個ずつ記入する。

19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												

DATA SHEET

No.	WRITTEN BY										PAGE	OF
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	BUNKATSU JIIKEN DATA Nô BUNSANBUNSEKIKI ←性の表題											
2	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数	半分割近の数		
3	3	2	3	7								
4	4	3										
5	2	2	3									
6	5	2	4	6	3	4	2					
7	Nô1A	Nô3B	Nô4C									
8												
9	12.0	13.2	15.1	11.1	10.6							
10	10.2	14.1										
11	4.8	6.4	5.7	6.0								
12	0.6	10.2	9.8	8.9	9.3	6.3						
13	4.9	5.6	3.8									
14	9.6	10.3	11.0	9.8								
15	5.8	6.1										
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												

DATA SHEET

別表-9 3段分割データの分散分析

WRITTEN BY

PAGE

No	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
1 3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題	
2	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
3	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
4	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
5	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
6	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
7	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
8	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
9	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
10	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
11	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
12	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
13	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
14	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
15	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
16	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
17	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
18	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
19	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
20	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
21	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
22	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
23	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
24	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題
25	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事、収題

別表-10 単相文電流がから2段のデータを用 DATA SHEET

たとき系統平均値を求める、両割合を用

OF

No	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
1 TANBOKU SYOKUSAINTOKERU DATAKANN 5OKAN ← 仕事の収題	
2	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
3	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
4	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
5	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
6	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
7	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
8	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
9	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
10	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
11	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
12	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
13	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
14	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
15	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
16	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
17	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
18	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
19	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
20	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
21	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
22	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
23	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
24	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題
25	3DAN BUNKATSU JIKKEN ← 仕事の収題

別表-13 自種のないダイアレルクロスの
分散分析 DATA SHEET
WRITTEN BY _____

100