

多交配の圃場配置法

川村 公一・古谷 政道・下小路 英男・
中住 晴彦(北見農試)

Program of the polycross arrangement

Koichi KAWAMURA. Masamichi FURUYA.

Hideo SHIMOKOJI, Haruhiko NAKAZUMI

(Kitami Agric. Exp. Sta. Kunneppu, Hokkaido, 099-14, Japan).

緒 言

多交配では供試系統間の均一な交雑が要求される。この均一さに関する条件として、風、雨、虫、光などの環境条件、開花期や花粉量、草勢といった植物体の条件、そして本研究でとりあげた圃場配置の条件がある¹⁾。

てん菜を材料として詳細な研究を行った田辺の配置方法では、系統間の隣接回数を均一化する課程の多くの部分を手作業による入れ替えで行っている。これは、系統数が多くなると非常に煩雑である。

そこで、様々な系統数、反復数で配置を行うプログラムを作成し、これで作成した配置図の隣接回数の均一さを田辺の配置図と比較した。

さらに、このモデルの不備を補って、プログラムを完成させた。なお、モデルの不備についてご指摘とご助言をいただいた、北農試飼料資源部マメ科育種研究室、山口室長、同イネ科育種研究室、寺田室長に謝意を表す。

方 法

作成したプログラムは、NECのN88BASIC言語を用いた。手作業での入れ替えはプログラム化するのが困難なため、最初に配置する段階で隣接回数についての制限を加えた。隣接回数の計算は、田辺の合計隣接数の概念を導入した(図1)¹⁾。縦横位置での隣接組み合わせを隣接数1、斜めでの隣接組み合わせを隣接数0.5としている。これはてん菜での交雑率から導き出されたものである。同一系統間の隣接制限は田辺のB型¹⁾、すなわち同一系統間の隣接数が0となるようにした。

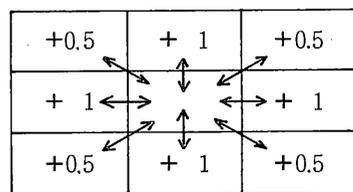


図1 隣接数の計算方法

プログラムのフローチャートを図2に示した。反復1はどのように配置しても同じなので番号順に配置した。その後の反復を隣接数が均一になるよう配置し、配置が終了すると、その配置図が今までで最良かどうかを検討して、次の試行へ移る。HELPキーでの割込みが入ると、それまでの試行結果と最良配置図とその隣接表を出力して終る。

反復2以降の配置方法を図3に詳しく示した。Xの位置が現在配置しようとする位置だとすると、その回りの個体 $D_1 \sim 8$ を調べ、Xとそれらの隣接数 $C(X, D_i)$ の総和Sを求める。このSが最小となる

Xを候補として選ぶ。さらに、このXを配置した際にC(X, D_i)の最大値が最小となるXを求めて、これを配置する。

このプログラムで作成した配置図と、田辺の配置図¹⁾ 2) との隣接数の均一さの比較を行った。

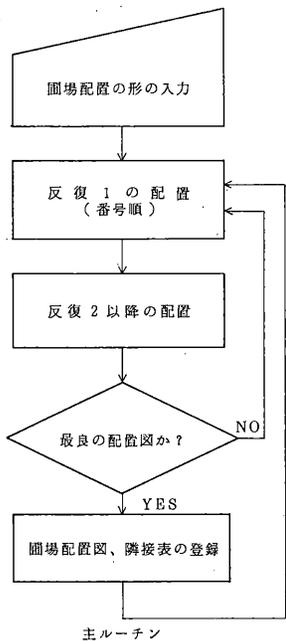
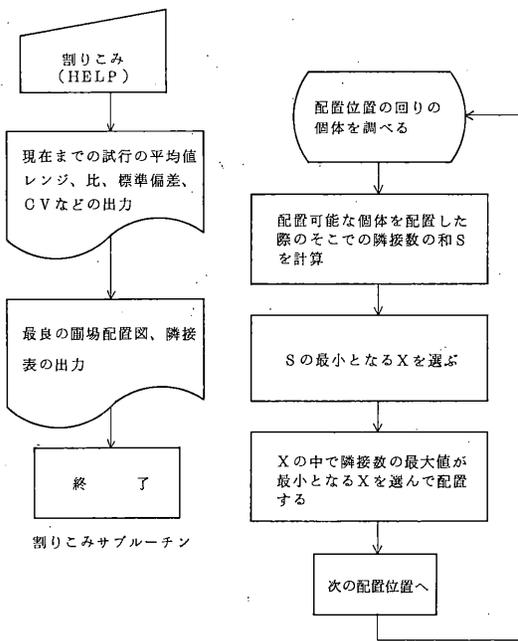


図2 プログラムのフローチャート



D1	D2	D3
D4	X	D5
D6	D7	D8

$$S = \sum_i C(X, D_i)$$

$$\text{MAX}[C(X, D_i)]$$

図3 反復2以降の配置法

結果

田辺の、手作業による隣接数の均一化を行っていない配置図¹⁾との比較を表1に示した。表上段が10回の試行の平均値、下段が10回の試行の中で最良の配置図のものである。10回の試行の平均値、最良配置図のいずれでも、プログラムで作成した配置図の方が隣接数のレンジが小さく、より均一な配置であることがわかった。特に系統数が大きくなるに従って、その差ははっきりしていた。

表1 入れ替えなしの田辺の配置図との比較

系統×反復	隣接数								
	平均	田辺式				プログラム			
		最小	最大	レンジ	比	最小	最大	レンジ	比
6×12	12.1	95	146	51	0.65	10.6	13.5	3.0	0.78
		100	135	3.5	0.74	11.0	13.0	2.0	0.85
8×16	12.0	85	152	6.8	0.56	10.6	13.4	2.9	0.79
		90	140	5.0	0.64	11.0	13.0	2.0	0.85
12×24	12.0	77	16.9	9.2	0.46	10.6	13.9	3.3	0.76
		7.5	15.5	8.0	0.48	11.0	13.5	2.5	0.81
12×12	5.8	24	9.8	7.5	0.24	4.5	7.2	2.7	0.62
		3.0	8.0	5.0	0.38	5.0	7.0	2.0	0.71
30×12	2.3	0.0	6.6	6.6	0.00	1.1	3.9	2.8	0.28
		0.0	6.0	6.0	0.00	1.5	3.0	2.0	0.45

注) 比=最小隣接数 / 最大隣接数

次に、田辺の報告^{1) 2)}

表2 田辺の配置図(完成)との比較

で完成とされた、手作業での隣接数の均一化を行った配置図との比較を行った(表2)。プログラムの方は、10回の試行での最良の配置図のデータである。系統数が少ない場合、差は明確でないが、10以上の系統数では、プログラムの配置図での隣接数のレンジが2~2.5であるのに対して、田辺の配置図では3~3.5であり、プログラムの方が、より均一な配置図が得られた。

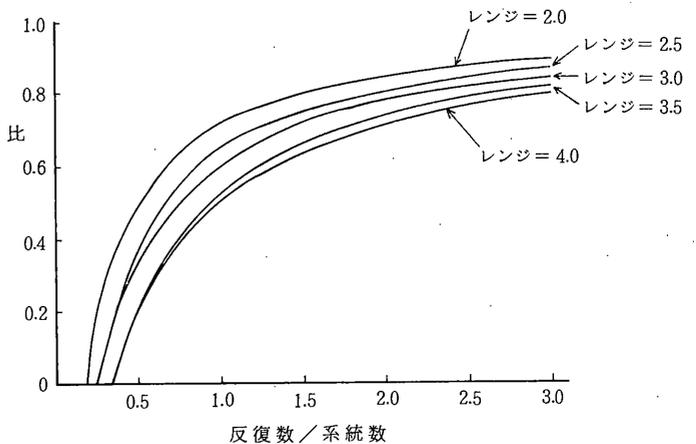
系統×反復	隣 接 数								
	平均	田 辺 式				プログラム			
		最小	最大	レンジ	比	最小	最大	レンジ	比
6×16	16.3	15.5	17.5	2.0	0.89	15.5	17.0	1.5	0.91
8×16	12.0	11.0	13.0	2.0	0.85	11.0	13.0	2.0	0.85
12×24	12.0	10.5	13.5	3.0	0.78	11.0	13.5	2.5	0.81
16×32	12.0	10.0	13.5	3.5	0.74	11.0	13.5	2.5	0.81
20×40	12.0	10.0	13.5	3.5	0.74	11.0	13.0	2.0	0.85
24×40	10.0	8.5	12.0	3.5	0.71	9.0	11.5	2.5	0.78
12×18	8.9	7.5	10.5	3.0	0.71	8.0	10.5	2.5	0.76
16×20	7.4	5.5	9.0	3.5	0.61	6.5	8.5	2.0	0.76
20×20	5.9	4.5	7.5	3.0	0.60	5.0	7.0	2.0	0.71
24×20	4.9	3.0	6.5	3.5	0.46	4.0	6.0	2.0	0.67

考 察

多交配に供試される系統および反復の数は試験によって異なり、ある系統数、反復数でのモデル配置図があっても、それを利用できる場面は少ない。本研究では、この配置図を様々な系統数、反復数で簡便に得ることを目的としてプログラムを作成した。また、これで作成した配置図の系統間隣接数の均一性を検討した。この結果、プログラムで作成した配置図は、隣接数のレンジが2~2.5と均一な配置図が得られ、充分実用的であることが認められた。

ところで、表2でレンジは2~2.5とほぼ一定であるが、反復数が系統数の何倍であるかによって、最小隣接数と最大隣接数の比は異なっていた。よって、この比は反復数が異なる時に配置図の均一さを比較する指標となる。レンジが一定の値をとるときに、反復数によって、この比がどのように変動するかを図4に示した。横軸には反復数を系統数の何倍かで表し、縦軸に、配置図の均一さの指標である最小隣接数と最大隣接数の比をとった。

レンジが一定の時、反復数が系統数より小さい時には、反復数を増やすことで配置図の均一さは飛躍的に増大するが、系統数より反復数が大きくなると、反復数を増やすことで増大する配置図の均一さは鈍くなっ



注) 比=最小隣接数 / 最大隣接数

図4. 反復数による配置図の均一さの変動

ていくことがわかる。また、レンジが2倍になると、配置図の均一さを維持するためには、2倍の反復数が必要となることも読みとれる。

すなわち、配置図の均一さについては、反復数を増やすことで得られる効果は、反復数が系統数より小さい時に大きく、また、レンジを小さくできれば反復数を増やすことより大きな効果が得られる。

本研究のプログラムで作成した配置図は、田辺の配置図に比べてレンジがわずかに小さくなったが、これが配置図の均一さをかなり改善しているといえよう。

一方、配置図の四隅と辺に配置された個体は、内側に配置された個体より少ない数の個体としか隣接しないため、それぞれの交雑率は内側の個体間より高い割合となるはずである。これをモデルに組みこむには、次の二つの方法が考えられる。

①四隅と辺に配置される個体の隣接数を、隣接する個体数で補正する。

②花粉親のみの役割として、配置図の外側にさらに一列配置する。

①の方法でプログラムを変更すると、均一な配置図が得られなくなってしまった。これは、隣接数の単位が細かくなって、配置される個体の自由度が小さくなったためと考えられる。そこで②の方法でプログラムを変更した。これによって一列分、種子が利用できない個体を必要とするが、その分だけさらに配置図の均一さは増大した。

なお、このプログラムは希望があれば、コピーして配布する。

摘 要

様々な系統、反復数で多交配の圃場配置を行うプログラムを作成した。これを用いて作成した配置図は、隣接数のレンジが2~2.5となり、充分実用的であることが認められた。

引用文献

- 1) 田辺 秀男 (1973) てん菜の雑種強勢育種に関する基礎的研究——多交配による組合せ能力検定の誤差とその消去法。てん菜研究報告 17: 1-121
- 2) 田辺 秀男・園田 忠弘 (1973) てん菜の多交配における母株の配置図の作成
第13回てん菜技術連絡研究会発表論文集 201-210.

SUMMARY

We developed the computer program for making polycross arrangements in various number of strains and replications.

The arrangements obtained by this program were considered practical because of the number of the neighbouring combinations were in the range 2.0 to 2.5.