

ダイアレル分析によるトウモロコシのごま葉枯病抵抗性の 遺伝解析

誌名	草地試験場研究報告 : s ō chi shikenj ō kenky ū h ō koku = Bulletin of the National Grassland Research Institute
ISSN	03850196
著者名	濃沼,圭一 望月,昇
発行元	農林省草地試験場
巻/号	35号
巻号補足	
掲載ページ	p. 35-41
発行年月	1986年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ダイアレル分析によるトウモロコシ のごま葉枯病抵抗性の遺伝解析

濃 沼 圭 一・望 月 昇¹

育種部 育種第2研究室

¹現 企画連絡室

(昭和61年5月29日受理)

要 約

濃沼圭一・望月 昇 (1986): ダイアレル分析によるトウモロコシのごま葉枯病抵抗性の遺伝解析. 草地試研報 35: 35-41.

トウモロコシのごま葉枯病抵抗性のうち, ポリジーン系遺伝子に支配される抵抗性の遺伝様式を明らかにするため, 抵抗性の異なる8自殖系統とその間のダイアレル交雑 F_1 28 を供試して遺伝解析を行なった。Elliott と Jenkins の方法で評点した罹病指数は, 自殖系統では R 2040が, F_1 では R 2040×B 37 Ht が最小であった。また, 中間親に対するヘテロシスは-31.8%で抵抗性の方向であった。ダイアレル表の分散分析の結果は, 相加効果, 優性効果が共に関与していることを示した。遺伝子間相互作用の認められた W 452 と W 22 の2つのアレーを除いた6自殖系統のダイアレル分析の結果から, 優性は抵抗性の方向で, 優性程度は完全優性であり, 抵抗性遺伝子は R 2040 に最も多く分布することが示された。有効遺伝子数は3.12と推定された。さらに, 罹病指数に関して BP (抵抗性親) と MP (中間親) の中間値と F_1 との間に $r = 0.794^{**}$ の高い正の相関が認められた。これらの結果から, 抵抗性主働遺伝子を用いなくとも, 抵抗性の強い自殖系統を片親または両親に用いることにより, 強度抵抗性 F_1 品種の育成は十分に可能であると考えられた。

結 言

トウモロコシのごま葉枯病 [*Bipolaris maydis* (Nishikado & Miyake) Shoemaker] は, わが国では本州以南, 特に温暖地-暖地におけるトウモロコシ栽培の重要病害である。ごま葉枯病菌には, 従来からある O レースと, テキサス雄性不稔細胞質 (T 細胞質) をもつトウモロコシを特異的に侵す T レースの2つのレースが存在する。1970年, T レースの蔓延により, アメリカのトウモロコシ生産は壊滅的な打撃を受けた。しかし, これ以後 T 細胞質の大規模な利用は行なわれなくなり, ごま葉枯病による被害はアメリカではさほど重要なものではなくなった。

しかし, わが国の本州以南においては, トウモロコシ栽培期間中の高温, 高湿の条件のため, ごま葉枯病 O レースによる被害が非常に大きい。本病に罹病したトウモロコシは下葉から枯れ上がり, 子実の充実が低下して栄養収量と飼料価値の低下をもたらす。Fisherら⁴⁾ は罹病性 F_1 品種を用いてごま葉枯病 O レースに感染させ, 全葉面種の約50%が侵されると, 無発病に比べて子実

収量が25%以上低下することを示した。また, 井澤⁸⁾ は本病に罹病したトウモロコシ葉の飼料成分を分析し, 罹病程度の進展に伴う可溶性蛋白質の著しい低下など, 質的な面での被害を報告した。

ごま葉枯病 O レースに対する抵抗性の遺伝には, 劣性主働遺伝子 *rh_m*^{20,19)} とポリジーン系の遺伝子が関与していることが知られている⁷⁾。しかし, 主働遺伝子による抵抗性は, 病原菌のレースの分化による罹病化の危険をはらんでいることが多くの病害で知られており¹⁷⁾, *rh_m* 遺伝子に関してもその危険性を否定することはできない。さらに, *rh_m* 遺伝子の抵抗性の効果は絹糸抽出期直後までしか持続しないという報告もある。したがって, *rh_m* 遺伝子を利用せずに抵抗性 F_1 品種を育成することができれば, トウモロコシ生産の安定化に役立つものと考えられる。

ポリジーン系の抵抗性の遺伝様式に関する研究は, 主として T レースに対する抵抗性について行われてきた^{9,12,18)}。これらの結果は, T レースに対する抵抗性の遺伝では相加効果が大きく, 抵抗性遺伝子は部分優性を示すという点で一致していた。一方, Lim¹³⁾ は O レー

スに対する抵抗性に関して Gardnar と Eberhart の方法によりダイアレル分析を行ない、抵抗性の方向へのヘテロシス効果があり、系統のヘテロシス、特定ヘテロシスが共に重要であることを示した。また、Caunter ら¹⁾ は同質遺伝子系統を用いて正常細胞質と T 細胞質それぞれのダイアレル交雑 F_1 を養成し、T レースおよび O レースに対する抵抗性遺伝子はほとんど共通のものであり、相加効果が重要であるが優性効果も関与していること、抵抗性は部分優性であることを示した。これは、Lim の結果とほぼ一致していた。

しかし、これらのダイアレル分析は母数模型に基づいて行なわれたものであるため、得られた結論はその分析に用いた系統についてのみ適用し得るものである。さらに、わが国の高温多湿の気候の下では、上記の報告における試験条件に比べ一層激しい発病が起ると考えられ、そのような条件下では抵抗性が異なった遺伝様式を示す可能性もある。だが、これまで本病抵抗性の遺伝解析を行なったわが国での研究報告はない。

このような理由から、本報ではごま葉枯病 O レースに対するポリジーン系抵抗性遺伝子の遺伝様式を明らかにするために、*rh*m 遺伝子をもたずポリジーン系遺伝子のみによって抵抗性を異にする自殖系統を用いて、ダイアレル分析の手法により抵抗性の遺伝解析を行なった。さらに、わが国における高度抵抗性 F_1 品種育成の可能性についても検討した。

材料および方法

遺伝解析のための材料として、*rh*m 遺伝子をもたずポリジーン系遺伝子のみで抵抗性を異にする 8 自殖系統（抵抗性強：R 2040, H 84, B 37 *Ht*；抵抗性中程度：W 452, Oh 514；罹病性：A 637, W 22, B 14 *Ht*），及びその間の逆交雑を含まないダイアレル交雑 F_1 28 を供試した。供試系統はいずれも米国より導入されたデント自殖系統であり、わが国では本州におけるサイレージ用トウモロコシ品種の親系統として最も利用度の高い熟期の系統である。また、供試した F_1 の抵抗性の程度を検討するための対照品種として、H 95 *rh*m × N 28 *Htrhm*（実験 F_1 品種、抵抗性極強）、FlaFSHmR（合成品種、抵抗性極強）、P 3424（市販 F_1 品種、抵抗性強）、P 3732（市販 F_1 品種、抵抗性やや強）、BSSS（合成品種、罹病性）の 6 品種を供試した。

これら供試系統は、1982 年ごま葉枯病抵抗性圃場において、1 区 10 個体（畦間 80 cm × 株間 25 cm, 1 畦）、2 回反復乱塊法で栽培した。また、感染源品種（スプレッダー）として罹病性合成品種 BSSS を供試系統 2 畦

おきに 1 畦配置した。供試系統、対照品種、および感染源品種は共に 5 月 26 日に播種した。

ごま葉枯病菌の接種は岡部ら¹⁶⁾の方法により行なった。1981 年に同圃場で採取した罹病葉身を乾燥、粉碎して病葉粉末とした。この病葉粉末 10 g を水道水 1 l に加え十分攪拌して懸濁液としたものを、感染源品種の全個体の捲葉部に 1 個体あたり 10 cc ずつ滴下した。接種は 7 月 2 日から 7 月 14 日のあいだ、2—3 日おきに 6 回反復して行なった。罹病調査は Elliott と Jenkins³⁾ の罹病指数を用い、個体ごとに 0（無発病）から 5（止葉まで罹病）の評点を行ない、各区 10 個体の平均値をとった。8 月 12 日（供試系統の平均の絹糸抽出期）と 8 月 26 日の 2 回調査した。

ダイアレル表の分散分析は Jones¹⁰⁾の方法によって行なった。また、熊谷¹¹⁾の電算機プログラムを利用して Hayman⁶⁾の理論に基づく V_r （各アレー内の分散）および W_r （親のアレーと各アレーとの共分散）を求め、遺伝子の優性効果についての推定を行なった。

結 果

ごま葉枯病菌の人工接種により、第 1 回接種の 2 日後の 7 月 4 日には感染源品種に病徴が現われ、7 月 14 日の第 6 回接種終了時には、圃場全体にわたり供試系統に均一な発病が認められた。2 回の罹病調査の結果について分散分析を行なったところ、いずれも高い系統間差異が認められた。また、親自殖系統と F_1 の間に有意差があり、抵抗性に関してヘテロシスのあることを示した（Table 1）。2 回の調査の結果は系統間ではほぼ同様の傾向を示したので、系統間差異のより大きな第 2 回目の調査データを以下の分析に供した。

Table 2 は、供試系統の 2 つのブロックにおける罹病指数の平均値である。自殖系統の罹病指数を対角線上に、 F_1 の罹病指数を右上半に示した。自殖系統では R 2040 が罹病指数 1.13 で抵抗性が最も高く、W 22 は罹病指数 3.47 で抵抗性は最も低かった。 F_1 では、R 2040 × B 37 *Ht* が罹病指数 0.78 で最も抵抗性が高かった。また、最も抵抗性が低かったのは W 22 × B 14 *Ht* で、罹病指数は 2.37 だった。Table 2 の最右欄に一般組合せ能力（GCA effect）を、対角線下半に特定組合せ能力効果（SCA effect）を示した。R 2040 は罹病指数でみた GCA effect が最小で、抵抗性 F_1 の親系統として優れていることが示された。中間親に対するヘテロシス $\{[(\bar{F}_1 - \bar{MP}) / \bar{MP}] \times 100\}$ は抵抗性の方向で、その程度は -31.8% であった。

ダイアレル表の分散分析の結果を Table 3 に示した。

Table 1 Analysis of variance for disease ratings of 8 inbreds and 28 hybrids to southern corn leaf blight race O.

Source	d.f.	Date of disease rating			
		Aug. 12		Aug. 26	
		Mean square	F	Mean square	F
Total	71				
Lines	35	0.373	6.106**	0.641	19.845**
Between inbreds and hybrids	1	2.975	48.699**	6.545	202.694**
Within inbreds	7	0.661	10.822**	1.029	31.867**
Within hybrids	27	0.202	3.307**	0.321	9.954**
Blocks	1	0.308	5.042**	0.019	0.588
Error	35	0.061		0.032	

** Significant at the 0.01 level of provability.

Table 2 Disease ratings of diallel crosses among eight inbreds inoculated with *Bipolaris maydis* race O, and estimates of general (GCA) and specific (SCA) combining ability effect.

Inbred	R 2040	H 84	A 637	B 37Ht	W 452	Oh 514	W 22	B 14Ht	Average of array	GCA effect
R 2040	1.13	0.92	1.09	0.78	1.00	1.15	1.22	1.21	1.05	-0.50
H 84	0.05	1.71	1.60	1.03	1.32	1.25	1.71	1.75	1.37	-0.19
A 637	0.04	0.23	2.67	1.53	1.45	1.66	1.61	1.93	1.55	-0.01
B 37Ht	-0.28	-0.34	-0.03	1.89	1.98	1.78	1.83	1.98	1.56	0.00
W 452	-0.09	-0.09	-0.11	0.38	2.54	1.80	1.78	1.85	1.60	0.04
Oh 514	-0.01	-0.22	0.00	0.12	0.10	2.15	1.85	2.13	1.66	0.10
W 22	-0.04	0.13	-0.15	0.06	-0.03	0.02	3.47	2.37	1.77	0.21
B 14Ht	-0.18	0.05	0.04	0.09	-0.08	0.14	0.27	2.68	1.89	0.33

1) Disease ratings: 0(no infection) — 5(infection of entire plant).

2) Data of inbreds and hybrids are shown on and above the diagonal, respectively.

3) SCA effects are shown below the diagonal.

4) Disease ratings of check varieties: NX6 (0.56), FlaFSHmR (1.00), P3424 (1.25), P3732 (1.59), BSSS (2.86).

Table 3 Analysis of variance of 8×8 diallel table for disease ratings

Source	d.f.	Mean square	F
Block	1	0.019	0.588**
a	7	1.903	58.930**
b ₁	1	6.528	202.168**
b ₂	7	0.193	5.982**
b ₃	20	0.062	1.923*
Error	35	0.032	
Total	71		

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels of provability respectively.

a (相加効果), b₁ (平均優性効果), b₂ (特定の親系統における優性効果) の各成分は 1% 水準で有意であり, b₃ (各組合せに固有の優性効果) は 5% 水準で有意であった。相加効果と共に優性効果が関与していることが示された。

Fig. 1 に $Vr-Wr$ グラフを示した。ダイアレル表の各アレー (一定親系統の系列) について, Vr (各ア

レー内の分散) と Wr (各アレーと親アレーとの共分散) を求め, 各アレーに対応する点をグラフ上にプロットしたものである。図の回帰直線の傾き b が 1 との間に有意差をもたなければ, 非対立遺伝子間の相互作用 (エピスタシス) が無く, 各遺伝子が独立に分布しているという本分析のモデルに適合していることを示す。本実験においては, W 452 と W 22 の 2 つのアレーを除いたとき $b = 0.946 \pm 0.063$ となってモデルに良く適合した ($.40 < P < .50$) ので, これら 2 系統を除いた 6 自殖系統間で分析を行なった。Fig. 1 において, 回帰直線の Wr 軸切片の原点からの隔たりは遺伝子の優性程度を示し, 切片が正のとき部分優性, 0 のとき完全優性, 負のときは超優性である。この図では Wr 軸切片は正であるが 0 に極めて近く, t 検定によっても 0 との間に有意差は認められなかった ($P > .90$)。したがって, 優性程度は完全優性であると推定される。また, グラフ上の各アレーに対応する点の位置は, 親系統の間の優性, 劣性遺伝子の分布を示し, 左下方に位置する系統には優

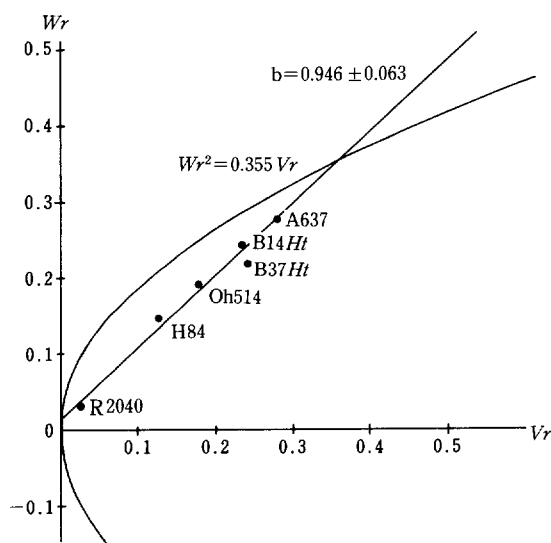


Fig. 1. V_r - W_r graph for rating of southern corn leaf blight race O in a diallel crosses of eight inbred lines of maize.

性遺伝子が多く、右上方に位置する系統には優性遺伝子が少ない。Fig. 1 における各アレーの点の位置から、優性遺伝子は R 2040 に最も多く、劣性遺伝子は A 637 に最も多く分布していることが示された。

次に、これら 6 自殖系統について、各アレーの W_r + V_r の値とそのアレーの一定親の罹病指数 P_r とを対比したのが Fig. 2 である。 W_r + V_r の値の大小は、そのアレーの一定親のもつ優性、劣性遺伝子の多少に関係し、この値が小さいほど優性遺伝子を多くもち、大きいほど

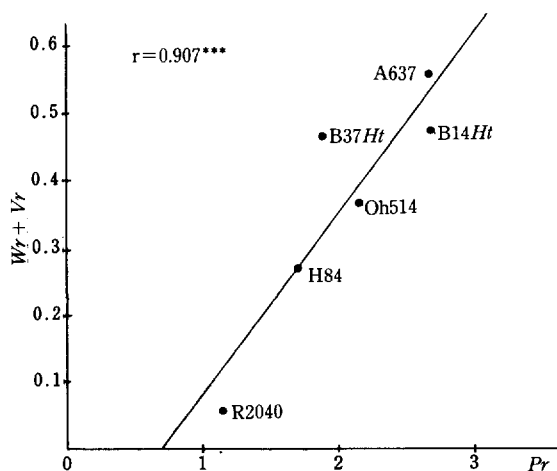


Fig. 2. $(V_r + W_r)$ plotted against disease ratings of parental lines (P_r).

劣性遺伝子を多くもつことを示す。Fig. 2 において W_r + V_r と P_r との間には $r = 0.907***$ の正の高い相関があり、優性遺伝子を多くもつ系統ほど罹病指数が小さく、抵抗性程度が高いこと、また、抵抗性が優性で罹病性が劣性であることが示された。ダイアレル分析による遺伝分散の推定値から、有効遺伝子数は 3.12 と推定された。

Table 4 に、ごま葉枯病罹病指数に関する親自殖系統と F_1 の間の相関係数を示した。ダイアレル分析で遺伝子間相互作用の認められた W 452 と W 22 の 2 つのアレーを除いた 6 自殖系統と 15 F_1 の間では、MP (中間親) と F_1 との相関が $r = 0.913***$ 、 $(BP + MP)/2$ (抵抗性の高い親と中間親との中間値) と F_1 との相関が $r = 0.912***$ と極めて高かった。W 452 と W 22 のアレーを加えた 8 自殖系統と 28 F_1 の間では、 $(BP +$

Table 4 Correlations between single cross hybrids and their parental lines for disease ratings.

Hybrids (number of crosses)	WP ¹⁾	MP ²⁾	BP ³⁾	$(BP + MP)/2$
Hybrids ⁴⁾ (15)	0.772***	0.913***	0.873***	0.912***
Hybrids (28)	0.544**	0.544**	0.760***	0.794***

, * Significant at the 0.01 and 0.001 levels of provability, respectively.

1) Worse parent 2) Mid parent 3) Better parent

4) Without W452 and W22 arrays

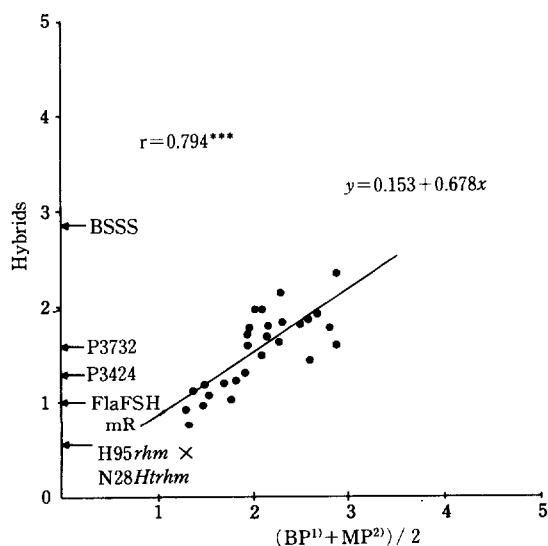


Fig. 3. Correlation between single cross hybrid and $(BP + MP)/2$ for disease ratings in diallel crosses among eight inbred lines.

1) Better parent 2) Mid-parent

MP)/2 と F_1 との相関が $r=0.794^{***}$ と高かった。

Fig. 3 に、28 F_1 組合せにおける (BP + MP)/2 と F_1 の、罹病指数に関する散布図を示した。両親の自殖系統の罹病指数から (BP + MP)/2 の値を求め、これを X としたとき、 F_1 の罹病指数は $Y=0.153+0.678X$ でよく推定できることが判った。また、図の縦軸には対照5品種の罹病指数を示した。この図で判るように、ごま葉枯病抵抗性強の市販品種 P 3424 よりも高い抵抗性をもつ F_1 が、本試験により 10 組合せ見出された。

考 察

今回の実験から、トウモロコシのごま葉枯病罹病指数に関してヘテロシスが存在し、その方向は抵抗性の方向であることが示された。これは、ごま葉枯病 O レースに対する抵抗性に関してダイアレル分析を行なった Lim¹³⁾ の結果と一致しており、抵抗性育種上有利である。ダイアレル表の分散分析の結果は、ごま葉枯病抵抗性には相加効果、優性効果が共に関与していることを示した。しかし、 b_3 項の有意水準は他の項に比べて低かった。 b_3 項は、Griffing⁵⁾ の親系統を含まない母数型モデルにおける SCA に相当する¹⁴⁾ ことから、本病抵抗性に関しては、SCA に比べ GCA の方がより重要であることを示している。この点では、SCA が GCA と同様に重要であるとした Lim の結果と若干異なっていた。しかし、ごま葉枯病 T レースに対する抵抗性の遺伝様式に関する報告の多くは、GCA が SCA よりも重要であるとしている^{12,18)}。さらに、Caunter ら¹⁾ は、T レースと O レースに対する抵抗性遺伝子は、大部分が同一のものであろうと述べている。本実験の結果は、これらの報告とよく一致していた。

Lim¹²⁾ は同質遺伝子系統を用いて、T 細胞質と正常細胞質それぞれのダイアレル交雑 F_1 の T レースに対する抵抗性について検討した。そして、 $Vr-Wr$ グラフによる分析から、抵抗性遺伝子は部分優性を示し、関与する遺伝子は比較的少数であると推定している。本実験における O レースに対する抵抗性の分析においても結果はほぼ同様で、抵抗性は優性であり、有効遺伝子数は 3.12 と推定された。ただし、本実験では優性程度が完全優性を示した点で異なっていた。これは、病原菌のレースと実験に用いた系統の違いによるものと考えられる。

本実験に供試した自殖系統のうち、B 37 *Ht* と B 14 *Ht* は Lim¹²⁾ の実験の供試系統 (B 37, B 14 A) と共通のものである。Lim は T レースに対する抵抗性の判定に、病斑長、病斑面積と共に 0—100 の罹病指数を用

いている。そして、T 細胞質をもつこれらの系統の罹病指数は B 37 : 36.0, B 14 A : 57.7, B 37 × B 14 A : 45.2 で、本実験の 0—5 の評点での 1.89, 2.68, 1.98 という罹病指数の 20 倍にほぼ等しい。これは本実験における正常細胞質系統の O レースによる罹病程度が、Lim の実験における T 細胞質系統の T レースによる罹病程度と同程度であることを示している。このことから、本実験における罹病の程度は、かなり激しいものであると考えられる。このような条件下での遺伝解析の結果が、アメリカでの試験と同様の結果を示したことは、ごま葉枯病抵抗性の遺伝様式が罹病程度の違いに影響されないことを示すものであろう。

Caunter ら¹⁾ および Lim の実験における供試系統中、最も抵抗性が高いとされたのは Mo 17 であった。本実験において抵抗性の最も高かった R 2040 は、Mo 17 を交配母本として用い、交雑育種法によって育成された系統である。従って、ごま葉枯病に対する抵抗性は Mo 17 に由来するものと推定される。さらに、ここには示さなかったが、我々のこれまでの試験において、R 2040 は、Mo 17 *Ht* よりも強度の抵抗性を示している。Caunter らはごま葉枯病に対する抵抗性の遺伝因子を、比較的容易に他の系統に導入することができるであろうと推測している。上記の事柄はこの考えを裏付けるものであり、さらに、抵抗性系統を交配母本に用いてより強度の抵抗性を有する系統を育成し得ることを示している。

両親と F_1 の罹病程度の関係については、罹病指数あるいは病斑長と病斑面積に関して、中間親と F_1 の間に高い正の相関のあることが報告されている^{13,15)}。また、望月ら¹⁵⁾ は、(BP + MP)/2 [抵抗性の高い親 (BP) と中間親 (MP) との中間値] と F_1 の罹病指数の間に最も高い相関のあることを見出した。本実験では罹病指数に関し、供試した 28 F_1 組合せと (BP + MP)/2 との間には $r=0.794^{***}$ 、また、 $Vr-Wr$ グラフによる分析で遺伝子間相互作用の認められた 2 系列を除く 15 F_1 と (BP + MP)/2 の間では $r=0.912^{***}$ の正の高い相関が認められた。このことは単交雑 F_1 のごま葉枯病罹病程度には、罹病性の親よりも抵抗性の親の罹病程度が大きく影響することを示している。そしてこれは、ダイアレル分析で相加効果と共に優性効果が有意であったこと、抵抗性が優性を示したことから理解できる。さらに、ダイアレル表の分散分析で、SCA に相当する b_3 項の有意水準が他の成分に比べて低かったことを考慮すると、(BP + MP)/2 の値から F_1 の抵抗性の程度を予測することも可能と思われる。

本実験における分析は母数模型に基づいて行なったも

のであるため、得られた結果は厳密にはこの実験に用いた系統にのみ適用し得るものであり、そのまま一般化することは早計である。しかし、ごま葉枯病の T レースおよび O レースに対する抵抗性の遺伝様式に関する報告の多くは本実験と同様の結果を示しており、広く適用し得る可能性がある。

今回供試した抵抗性主働遺伝子 *rh*m を保有しない両親からなる 28 種類の F₁ の中には、抵抗性市販 F₁ 品種 P 3424 よりも罹病指数の低いものが 10 種類あった。このことから、*rh*m 遺伝子を用いなくとも、ポリジーン由来の抵抗性の自殖系統を片親または両親に用いることにより、ごま葉枯病強度抵抗性 F₁ 品種の育種は十分に可能であると考えられる。

謝 辞

本稿の校閲を賜った吉山武敏育種部長および井上康昭育種第 2 研究室長に深く感謝する。

引 用 文 献

1. Caunter, I.G. and V.E. Gracen (1979): A comparative analysis of nuclear-determined resistance to *Helminthosporium maydis* race T and O in maize. *Crop Sci.* 19: 333-336.
2. Craig, J. and L.A. Daniel-Kalio (1968): Chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium maydis* in maize. *Plant Dis. Rep.* 52: 134-136.
3. Elliott, C. and M.T. Jenkins (1946): *Helminthosporium turcicum* leaf blight of corn. *Phytopath.* 36: 660-666.
4. Fisher, D.E., A.L. Hooker, S.M. Lim and D.R. Smith (1976): Leaf infection and yield loss caused by four *Helminthosporium* leaf disease of corn. *Phytopath.* 65: 10-15.
5. Griffing, B. (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust. J. Biol. Sci.* 9: 463-493.
6. Hayman, B.I. (1954): The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789-809.
7. Hooker, A.L. (1972): Southern leaf blight of corn—Present status and future prospects. *J. Environ. Quality* 3: 244-249.
8. 井澤弘一 (1983): 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究 Ⅲ. ヘルミントスポリウム病に感染した飼料作物の飼料成分の変化. *草地試験報* 24: 41-56.
9. Johnson, G.R. (1976): Analysis of nuclear genetic resistance in maize to race T of southern corn leaf blight. *Crop Sci.* 16: 340-343.
10. Jones, R.M. (1965): Analysis of variance of the half diallel table. *Heredity* 20: 117-121.
11. 熊谷甲子夫 (1967): 乱塊法で実験したダイアレル交配表の分散分析と遺伝的パラメーターの推定. *農林研究計算センター報告 A* 1: 273-296.
12. Lim, S.M. (1975): Diallel analysis for reaction of eight corn inbreds to *Helminthosporium maydis* race T. *Phytopath.* 65: 10-15.
13. Lim, S.M. (1975): Heterotic effect of resistance in maize to *Helminthosporium maydis* race O. *Phytopath.* 65: 1117-1120.
14. Mather, K. and J.L. Jinks (1982): *Biometrical genetics*. 3rd Ed. pp. 255-291 Chapman and Hall, London.
15. 望月 昇・濃沼圭一 (1982): トウモロコシのごま葉枯病抵抗性育種に関する研究 1. 罹病指数に関する親自殖系統と単交雑 F₁ との相関及びヘテロシス. *育種学雑誌* 32 別 1: 58-59.
16. 岡部 俊・長谷川春男・井上康昭・金子幸司 (1979): トウモロコシのごま葉枯病の簡易検定法に関する研究. 選抜法改善のための簡易検定法の確立に関する研究 pp. 37-43. 農林水産技術会議事務局.
17. 奥 八郎 (1979): 植物病原微生物・ウイルスの制御と管理. *基礎農学* 11. pp. 30-38. 学会出版センター.
18. Scott, G.E. and M.C. Futrell (1975): Reaction of diallel crosses of maize in T and N cytoplasm to *Bipolaris maydis* race T. *Crop Sci.* 15: 779-782.
19. Smith, D.R. and A.L. Hooker (1973): Monogenic chlorotic-lesion resistance in corn to *Helminthosporium maydis*. *Crop Sci.* 13: 330-331.
20. Thompson, D.L. (1982): A source of resistance to *Helminthosporium maydis* race O that prolongs monogenic chlorotic-lesion resistance in corn. *Phytopath.* 72: 1140.

SUMMARY

Diallel Analysis for Reaction of Eight Inbred Lines to
Bipolaris maydis Race O in MaizeKeiichi KOINUMA and Noboru MOCHIZUKI¹*Plant Breeding Division, National Grassland Research Institute*¹Research Planning and Coordination Office, National Grassland Research Institute
Nishinasuno, Tochigi, 329-27 Japan

Received May 29, 1986

Eight corn inbred lines that differed in their multigenic resistance to southern corn leaf blight (SCLB) race O, and 28 F₁ hybrids from diallel crosses among the inbred lines were evaluated for their reaction to SCLB race O. Plants were artificially inoculated by the ground leaf method in the field and disease ratings were made by the ELLIOTT & JENKINS' method.

Mean heterotic effect calculated by $(F_1/\text{mid-parent}) \times 100$ was -31.8%, in the direction of resistance. Inbred line R2040 was most resistant and had the least GCA effect (most heterotic effect for resistance). Analysis of variance of the diallel table showed that the disease resistance has both additive and dominant gene effect. The V_r-W_r graphic analysis was performed on six arrays while two arrays had to be rejected because they developed epistasis. The results indicate that the resistance is completely dominant and that R2040 has the most dominant genes. The number of effective genes is estimated at 3.12. Highly significant correlation coefficient ($r=0.794^{***}$) between disease ratings of parental lines and those of their F₁ hybrids was observed when the mid value of the better parent and the mid-parent was taken as the parental value.

Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 35: 35-41 (1986)