

トウモロコシすす紋病圃場抵抗性の自殖系統間差異と遺伝解析

誌名	北海道立農業試験場集報
ISSN	04410807
著者名	高宮,泰宏 千藤,茂行
発行元	北海道立農業試験場
巻/号	78号
巻号補足	
掲載ページ	p. 59-67
発行年月	2000年3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



トウモロコシすす紋病圃場抵抗性の 自殖系統間差異と遺伝解析*¹

高宮 泰宏*² 千藤 茂行*³

十勝農試で育成または導入したトウモロコシ自殖系統を用いて、圃場接種検定により、すす紋病圃場抵抗性の系統間差異と遺伝様式の検討を行った。自殖系統の早晩性と発病程度の間には、統計的に有意な相関関係は見られなかった。発病程度と子実重無接種区対比の間には $r = -0.793^{**}$ の相関関係が見られた。本病圃場抵抗性には、大きな系統間差異が認められ、北海道在来種由来の北方プリント種に比較的強い系統が多く、「W401」、「To15」、「RB262」、「To45」および「To50」が抵抗性強と判定された。圃場抵抗性の異なる6自殖系統を供試したダイアレル分析の結果、相加効果とともに優性効果が関与していると考えられ、一般および特定組合せ能力はともに1%水準で統計的に有意であった。抵抗性の強い方向が優性で、部分優性であると考えられた。関与する遺伝因子数は2.369と推定され、すす紋病圃場抵抗性には2個以上の因子が関与していると考えられた。遺伝率は高い値であった。

緒 言

トウモロコシすす紋病 (*Setosphaeria turcica*) は、北海道のトウモロコシ栽培における重要病害の一つである。本病の発病適温は18~20℃とされ⁹⁾、北海道の気象条件は本病の発生しやすい環境が多い。近年、サイレーン用の早生品種を中心に本病抵抗性が弱い品種が多く作付けされ、気象的に本病が発生しやすい環境と考えられる十勝地方や胆振地方の太平洋沿海部などの一部地域では、しばしば多発生の被害が見られる。本病は適正な肥培管理や輪作によってある程度発生を抑制できるが¹⁵⁾、十分ではない。また、登録薬剤としてトリフルミゾールがあるが、植物体が大きいため、生育中期以降には薬剤防除が十分できない状況にあり、抵抗性品種の利用が有効である。

広瀬³⁾は、本病抵抗性に関する詳細な研究を行い、①抵抗性検定上の問題、②抵抗性の系統間差異と遺伝、③抵抗性系統の選抜・育成などについて検討を行った。その中で広瀬は、罹病度の増加と罹病時期の遅速が収量形質に及ぼす影響を検討し、罹病度が増加するほど、また、罹病時期が早いほど、子実収量の減少が大きいことを明らかにした。また、山川と井澤¹⁴⁾は、すす紋病

罹病葉を用いて発病程度と飼料成分の関係を検討し、発病程度が増すと細胞内容物が失われ、難消化性のADF(酸性デタージェント繊維)やリグニンが増加し、飼料成分が低下することを示した。北海道での飼料用トウモロコシが、ほとんどホールクロップサイレーン利用であることを考慮すると、抵抗性品種の利用は子実重と飼料品質の両面から有効であると考えられる。

すす紋病抵抗性には、単一優性遺伝子により病斑周辺部が過敏反応を起こし、壊死症状を示す真性抵抗性と、病斑は生じるがその拡大を抑えることによる圃場抵抗性の存在が知られている^{3, 4, 6, 7)}。本病抵抗性の主働遺伝子を有する単交配と微働遺伝子を有する単交配を用いて、その減収に対する効果を検討した研究では、後者の方が減収が少なく、すす紋病抵抗性品種育成における圃場抵抗性の有利性が示唆された¹³⁾。また、すす紋病抵抗性の主働遺伝子は病原菌レースに対応したHt1, Ht2, Ht3, Ht4の4つと高度抵抗性を示すHtN1, HtM1の合計6つが知られているが⁹⁾、抵抗性を犯すレースが出現する可能性や高度抵抗性が無効になることがあり、圃場抵抗性の利用が効果的と考えられる。

本試験では、北海道立十勝農業試験場(以下、十勝農試と略す)で育成または導入した自殖系統を用い、すす紋病圃場抵抗性の遺伝様式を明らかにし、抵抗性品種育成に資することを目的に、その系統間差異を調査し、更に、これらの中の抵抗性の異なる自殖系統間でダイアレル交雑を行い、本病圃場抵抗性の遺伝解析を行ったのでここに報告する。

1999年10月12日受理

*1 本報の一部は、1996年度および1997年度日本育種学会、作物学会北海道談話会講演会で発表した。

*2 北海道立十勝農業試験場(現北海道立植物遺伝資源センター, 073-0013 滝川市南滝の川)

*3 同上, 082-0071 河西郡芽室町

材料および方法

1. 自殖系統間差異の検討

試験は、1984年～1986年の3カ年、十勝農試隔離圃場で行った。供試系統はいずれもすす紋病抵抗性に関する主働遺伝子を持たない。供試系統数は、1984年が28系統（フリント種11，デント種17），1985年が24系統（フリント種8，デント種16），1986年が36系統（フリント種15，デント種21）であり、3カ年で48系統（フリント種19，デント種29）であった。試験は、乱塊法2～3反復，1区1畦9個体で当場の標準耕種法（ただし，1986年は $N=8.5\text{kg}/10\text{a}$ ）により行った。すす紋病の発病は，前年採集した罹病葉の粉碎懸濁液（水1リットル当たり粉碎葉10g）5ccをトウモロコシ上部捲葉内に接種して行った。1984年～1985年の2カ年は直接検定個体に，1986年はスプレッターとして2畦毎に配置した罹病性品種「ジュビリー」に接種した。接種は7月上～下旬に3回行った。

調査方法は，飼料作物特性検定試験実施要領¹⁰⁾に準拠し，1区5個体の全生葉について発病程度を病斑面積率により，0（無発病）～5（病斑面積率50%以上）に指数化し，次式により算出した。

$$\text{発病程度} = \{ \sum (\text{指数} \times \text{各指数に属する葉数}) / (5 \times \text{調査総葉数}) \} \times 100$$

発病調査は，絹糸抽出後30日目頃を目途とし，調査は，1984年が8月16日，1985年が9月3日，1986年が8月25日に全系統一斉に行った。1984年～1985年の2カ年は無接種区を設け，子実重を調査した。

2. 圃場抵抗性の遺伝解析

試験は1987年，十勝農試隔離圃場で行った。供試材料は，「W401」，「To15」，「RB262」，「To45」，「EA49」，「To9」

および「W79A」の7自殖系統と正逆交雑に差がないものと仮定してその片側ダイヤレル交雑21F₁である。用いた自殖系統の由来および特性は，表1に示すとおりである。

試験は，乱塊法3反復，1区1畦9個体で，当場の標準耕種法（ただし， $N=8.2\text{kg}/10\text{a}$ ）により行った。すす紋病の発病は，罹病性品種「エマ」をスプレッターとして2畦毎に配置し，これに1と同様の罹病葉粉碎懸濁液5ccをトウモロコシ上部捲葉内に接種して行った。接種は7月上旬に3回行った。調査方法は，1と同様で，調査日は8月20日であった。なお，ダイヤレル分析は，Griffing¹⁾，Hayman²⁾，Morley-Jones⁹⁾の方法を用い，その計算には，パソコン用プログラム「DIALL」¹²⁾を用いた。

結 果

1. 自殖系統間差異の検討

自殖系統の早晩性とすす紋病発病程度との関係を図1に示した。早晩性は絹糸抽出期迄日数で示したが，年次による生育の遅速を補正するために，供試材料の中でほぼ中間の熟期で，本病の発生が少ない「W401」を基準系統とし，絹糸抽出期迄日数の各系統との差で示した。その範囲は1984年が-14～+5日の19日間，1985年が-7～+10日の17日間，1986年が-10～+7日の17日間であった。早晩性と発病程度との相関係数は，1984年が $r=0.321$ ，1985年が $r=-0.062$ ，1986年が $r=0.127$ で，3カ年こみでは $r=0.194$ と密接な関係は見られなかった。各年とも本病の発生は抵抗性を評価するのに十分と考えられ，調査時の発病程度には，図1に示すとおり，大きな系統間差異が認められた。

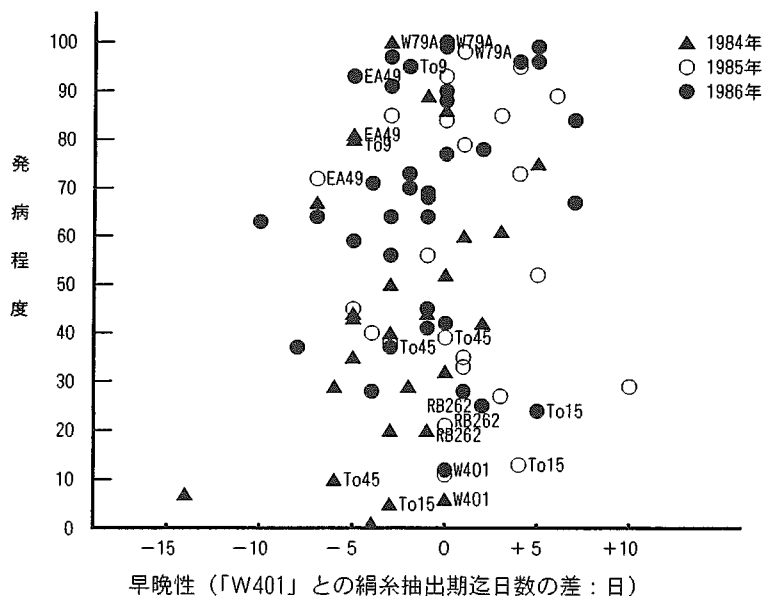


図1 早晩性とすす紋病発病程度の関係

無接種区の乾子実重は、1984年が39～268kg/10a、1985年が116～348kg/10aであり、子実重の無接種区対比は、1984年が0～101%、1985年が23～99%であり、共に大きな系統間差異が見られた。発病程度と子実重の無接種区対比との関係を図2に示した。発病程度が高くなるほど子実重は低下した。年次毎で見ると $r = -0.855^{**}$ (1984年), -0.876^{**} (1985年) と高い負の相関関係が見られた。年次をこみにすると $r = -0.793^{**}$ で、 $Y = -0.701X + 97.1$ (Y:子実重無接種区対比, X:

発病程度)の回帰式で示された。

複数年供試した系統の発病程度と子実重無接種区対比との関係を図3に示した。両者の関係から各系統の抵抗性を判定すると、「W401」、「To15」、「RB262」、「To45」および「To50」の5系統が抵抗性強と判定され、また、「W79A」は特異的に弱く、抵抗性極弱と判定された。

複数年供試した28系統の由来並びに発病程度と子実重無接種区対比の調査結果およびそれらから判断した

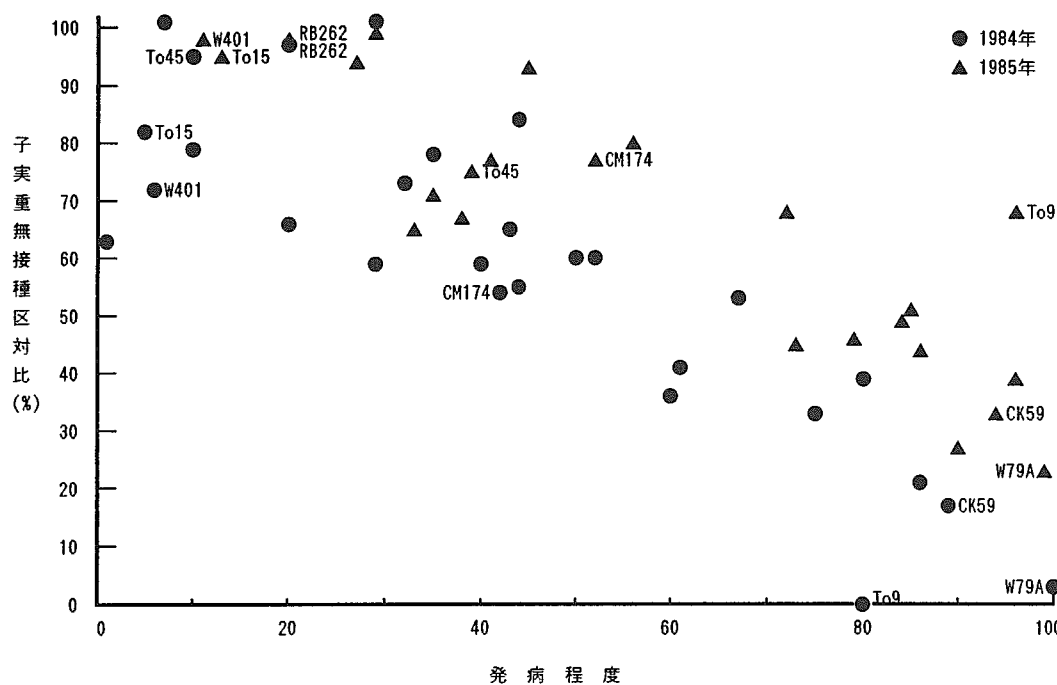


図2 すす紋病発病程度と子実重無接種区対比の関係

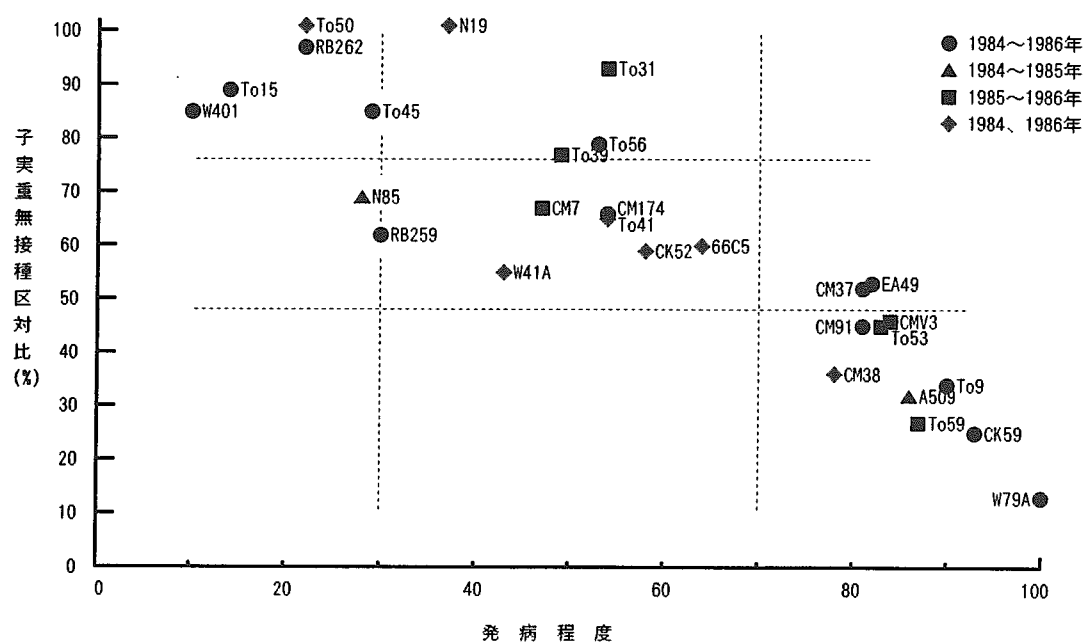


図3 すす紋病発病程度と子実重無接種区対比の関係 (年次平均)

すす紋病圃場抵抗性の判定を表1に示した。粒質の違いによる抵抗性の違いは見られず、北海道在来種から育成された北方プリント種自殖系統に抵抗性の比較的高いものが多く見られた。

2. 圃場抵抗性の遺伝解析

供試した自殖系統は、「W401」、「RB262」(デント種),「To15」、「To45」(プリント種)が抵抗性強に,「EA45」,「To9」(プリント種),「W79A」(デント種)が抵抗性やや弱から極弱に分類される。

全供試材料の系列内の分散(Vr)と系列と非共通親との共分散(Wr)のグラフから,WrのVrに対する回帰係数が1から統計的に有意に異なり,非対立遺伝子間相互作用(エピスタシス)の存在が考えられた。「W79A」の系列を除いたところ,回帰係数は1と有意に

異ならず,ダイアレル分析法の前提条件の一つである「エピスタシスがない」という条件に適合したため,「W79A」の系列を除いて分析を行った。

ダイアレル表の分散分析結果と一般および特定組合せ能力の分散分析結果を表2と表3に示した。a(相加分散)およびb1,b2,b3(優性分散)は1%水準で有意であり,相加効果とともに優性効果が関与していることが示された。一般および特定組合せ能力はともに1%水準で有意であり,一般組合せ能力の分散は特定組合せ能力の分散より大きかった。

すす紋病の発病程度と一般および特定組合せ能力の解析結果を表4に示した。発病条件は自殖系統で見ると,弱系統は発病程度100,強系統は40~60で多発生であった。自殖系統では「W401」が最も強く,「To9」と

表1 供試自殖系統のすす紋病抵抗性検定成績(年次平均)

系統名	粒 ¹⁾ 質	由 来 ²⁾	絹 糸 抽出期 迄日数	発 病 程 度	子実重 無接種区 対比(%)	抵抗性 判 定	試験 ³⁾ 年次
W401	D	(W33×W25) × W67C	88.0	9.5	84.6	強	I
To15	F	黄早生*×(坂下*,山本種*)	90.0	14.2	88.6	強	I
RB262	D	フランス,リマグラン社	88.3	21.9	97.2	強	I
To45	F	Gra. co. mar×交4号自殖系統*	85.0	28.7	85.2	強	I
To50	F	To38*×ハニー極早生	75.0	21.9	100.7	強	IV
N19	F	坂下種*	82.5	37.0	100.9	やや強	IV
To56	D	OP419	85.7	53.3	79.0	やや強	I
To31	F	黄早生*	84.5	54.2	93.4	やや強	III
N85	F	岩内在来A*	86.5	27.5	68.5	中	II
RB259	D	フランス,リマグラン社	88.0	30.1	61.8	中	I
CM7	F	W85 × V3	87.5	47.0	67.4	中	III
To39	F	黄早生*×(坂下*,山本種*)	86.0	49.8	77.2	中	III
CM174	D	V3 × B14 ²	92.7	53.5	65.7	中	I
W41A	D	(WN×WJ)2nd cycle	83.5	43.1	55.2	中	IV
To41	F	松田種*open	82.0	53.6	65.3	中	IV
CK52	D	(W15×M13)×(CM7×CM14)	83.5	56.7	59.3	中	IV
66C5	F	INRA258	85.5	64.0	60.0	中	IV
CM37	D	KE3	83.7	80.9	51.9	やや弱	I
EA49	F	フランス,リマグラン社	82.3	81.9	53.3	やや弱	I
CM38	D	カナダ,マニトバ大学より	88.5	77.8	35.8	弱	IV
CM91	D	V3 × B14 ²	90.7	81.1	44.8	弱	I
CMV3	D	A21 × W185	91.0	83.5	45.8	弱	III
To53	D	Ida. Hybrid 330	95.0	84.2	44.5	弱	III
A509	D	A78 × A109	89.0	85.6	32.4	弱	II
To59	D	W79A × Q22	97.0	86.6	27.3	弱	III
To9	F	山本種*	85.0	89.8	33.8	弱	I
CK59	D	A556 × CM37	86.7	92.9	25.2	弱	I
W79A	D	Minnesota #13	87.3	99.5	12.8	極弱	I

注: 1) Dはデント種, Fはプリント種を示す。

2) *は北海道プリント在来種またはそれら由来の系統を示す。

3) 試験年次はI:1984~1986年, II:1984~1985年, III:1985~1986年, IV:1984および1986年。ただし, 子実重無接種区対比はIおよびIIが1984~1985年の2カ年平均, IIIは1985年の成績, IVは1984年の成績。

4) 下線の系統は,「圃場抵抗性の遺伝解析」の供試系統。

表2 ダイアレル表の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値
a	5	7877.64	1575.53	204.96**
b	15	2135.65	142.38	18.52**
b1	1	1181.13	1181.13	153.66**
b2	5	302.75	60.55	7.88**
b3	9	651.78	72.42	9.42**
誤差	(40)		7.69	

注) Morley-Jones (1965) の方法による⁸⁾。

誤差は遺伝子型×反復の交互作用より評価。

aは相加分散, bは優性分散, b1は平均的優性偏差, b2は親に固定の優性偏差, b3は交配組合せに固定の優性偏差。

**は1%水準で有意であることを示す。

表4 すず紋病発病程度のダイアレル表と一般および特定組合せ能力

	W401	To15	To45	RB262	EA49	To9	一定親平均	GCA効果
W401	<u>42.3</u>	24.1	20.1	50.0	53.5	59.1	41.5	-2.5
To15	0.6	<u>55.3</u>	42.1	26.6	48.0	66.2	43.7	-2.5
To45	-12.6	9.3	<u>59.5</u>	43.1	64.2	74.6	50.6	-0.9
RB262	15.4	-8.1	-0.9	<u>62.7</u>	63.1	68.9	52.4	-0.6
EA49	0.5	-5.0	1.9	-1.1	<u>99.8</u>	96.3	70.8	2.4
To9	-3.9	3.2	2.3	-5.3	3.7	<u>100.0</u>	77.5	4.1

注) 表中の数値は、対角線(下線)が自殖系統の発病程度、右上がF₁の発病程度、左下が特定組合せ能力を示す。

集団平均=53.3, GCAの分散=262.2, SCAの分散=72.4

表5 W79Aを含むすず紋病発病程度のダイアレル表

	W401	To15	To45	RB262	EA49	To9	W79A	一定親平均
W401	<u>42.3</u>	24.1	20.1	50.0	53.5	59.1	89.7	48.4
To15		<u>55.3</u>	42.1	26.6	48.0	66.2	90.0	50.3
To45			<u>59.5</u>	43.1	64.2	74.6	96.2	57.1
RB262				<u>62.7</u>	63.1	68.9	87.4	57.4
EA49					<u>99.8</u>	96.3	100.0	75.0
To9						<u>100.0</u>	98.7	80.6
W79A							<u>100.0</u>	94.6

注) 表中の数値は、対角線(下線)が自殖系統の発病程度、右上がF₁の発病程度を示す。

「EA49」が弱く、1と同様の結果であった。一定親平均をみると、「W401」と「To15」が強く、「To9」と「EA49」が弱く、「To45」と「RB262」がその中間で、「W401」と「To15」が一般組合せ能力が高かった。F₁組合せの中では、「W401×To45」の組合せが最も特定組合せ能力が高く、発病程度が最も低かった。また、抵抗性強×強の組合せの中でフリント×デントの粒質の異なる組合せで顕著に発病程度が低かった。抵抗性極弱の「W79A」を加えたダイアレル表を表5に示した。「W79A」を用いた組合せでは、いずれも発病程度が87以上と高く、一定親平均は94.6と極めて高かった。

Hayman²⁾の方法により、遺伝分散から得られる遺伝パラメーターの推定値を表6に示した。平均優性度($\sqrt{H_1/D}$)は0.863と推定された。優性の平均的作用方向(h)が負であることから圃場抵抗性の強い方向が

表3 一般(GCA)および特定組合せ能力(SCA)の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値
GCA	5	5243.89	1048.78	14.48**
SCA	9	651.77	72.42	11.86**
誤差	(28)		6.11	

注) Griffing (1956) の方法による¹⁾。

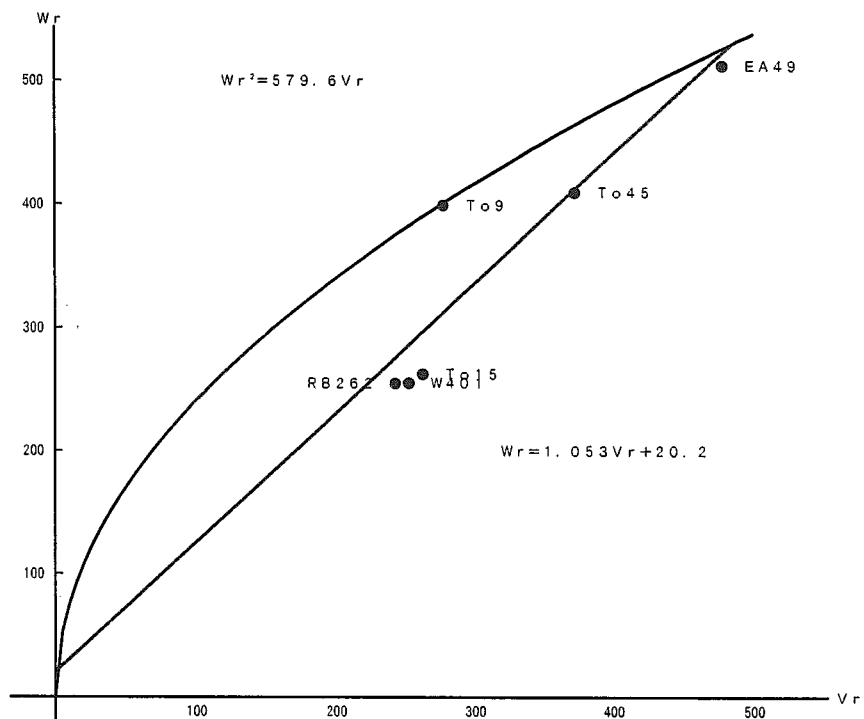
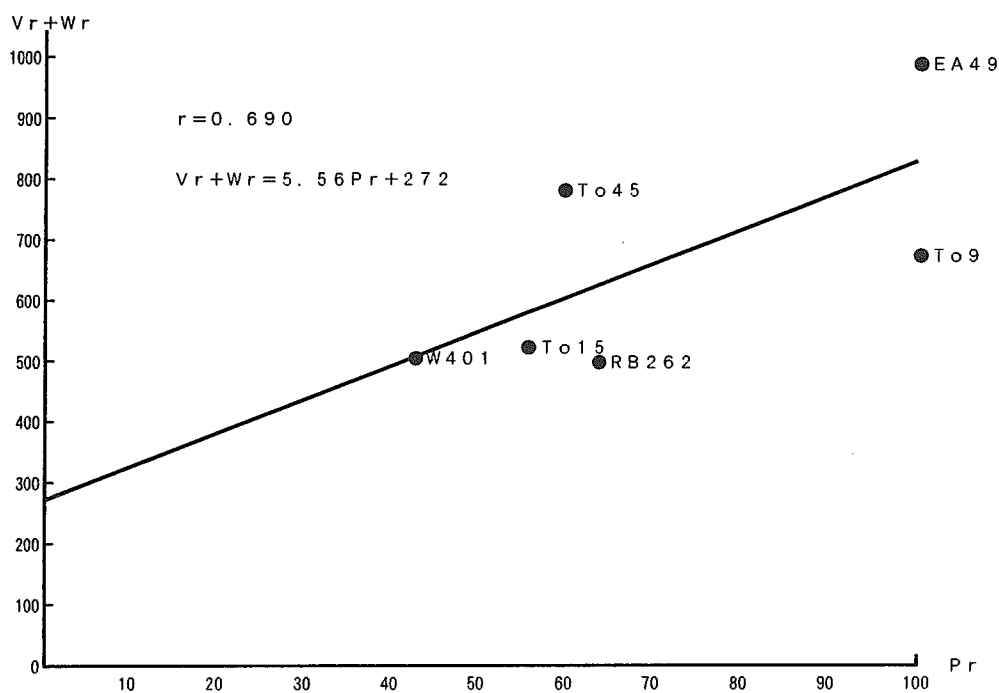
誤差は遺伝子型×反復の交互作用。F検定は、GCAがGCA/SCA, SCAがSCA/誤差による。

**は1%水準で有意であることを示す。

表6 すず紋病圃場抵抗性の遺伝パラメーターと遺伝変異成分の推定値

成分	推定値
D (相加分散)	579.6
F (優性遺伝子の作用方向)	-237.2
H ₁ (優性分散)	431.9
H ₂ (優性分散)	385.7
h ² (優性の平均的大きさ)	761.6
E (環境分散)	7.7
$\sqrt{H_1/D}$	0.863
(kD/(kD+kR))	0.381
(h ² /H ₂)	2.369
h (優性の平均的作用方向)	-27.67
uv (正負遺伝子の相対的割合)	0.223
D/(D+E)	0.987
遺伝率 (広義)	0.986
遺伝率 (狭義)	0.806

注) Hayman (1954b) の方法による²⁾。

図4 6 自殖系統の片側ダイアレル交雑におけるすす紋病発病程度の $V_r - W_r$ グラフ図5 自殖系統の発病程度 (P_r) と ($V_r + W_r$) の関係

優性であり、遺伝因子数 (h^2/H_2) は2.369で、すす紋病圃場抵抗性には2個以上の因子が関与していると考えられた。遺伝率は、狭義で0.806、広義で0.986と高い値であった。

すす紋病発病程度の $V_r - W_r$ グラフを図4に示した。回帰直線の切片は正であり、本抵抗性は部分優性であると考えられた。「W401」、「To15」および「RB262」は

回帰直線上で左下に位置し、優性遺伝子を多く持ち、「EA49」は劣性遺伝子を多く持ち、「To45」はその中間であった。また、「To9」は回帰直線から離れて限界放物線の近くに位置し、ヘテロ性が高いことが示唆された。

自殖系統の発病程度と $V_r + W_r$ の関係を図5に示した。 $V_r + W_r$ の大小は、その系列の一定親のもつ優性、劣性遺伝子の多少に関係し、「W401」、「To15」およ

び「RB262」がこの値が小さく、優性遺伝子を多く持つことが示された。また、両者の相関係数は有意ではないが正の関係にあり、抵抗性が優性であると考えられた。

考 察

1. 自殖系統間差異の検討

本報告では、十勝中央部で採種が可能な比較的熟期の早い自殖系統を用いており、すす紋病抵抗性の判定はあくまでもその熟期内の相対的なものである。F₁品種では一般的に熟期のおそい品種にすす紋病抵抗性の強いものが多い傾向が見られるが、本報告で用いた早～中生の自殖系統の中では熟期の差による抵抗性の違いは認められず(図1)、系統間差異には、熟期に関連する誤差は小さいものと考えられる。

すす紋病の発病が子実重に及ぼす影響を見ると、多数の自殖系統の無接種区と接種区の比較であるが、発病程度が高まるに従い、子実重が直線的に減収することが認められ、発病程度が10ポイント増加すると子実重の無接種区対比は7ポイント低下した。これは広瀬の報告⁹⁾とほぼ一致していた。

複数年供試した自殖系統の発病程度と子実重無接種区対比から判断したすす紋病抵抗性には明瞭な系統間差異が認められた。また、北海道在来種から育成された北方フリント種に抵抗性の比較的強い系統が多く、それらは「坂下」、「黄早生」などの在来種に由来していた(表1)。北方フリント在来種の中に本抵抗性の素材が存在することは、明治以降、北米から北海道に北方フリント種が導入され、子実用として各地で利用される中で、すす紋病圃場抵抗性について選抜され、抵抗性遺伝子が集積されてきたものと考えられる。

なお、現場での圃場抵抗性の判定には、発病程度と子実重の無接種区対比の両者を利用するのが望ましいが、①各系統の収量水準が大きく異なること、②発病程度と子実重の減収程度を同時に正確に判定するには労力を要することを考慮すると、発病程度に重点を置くべきと考えられる。

2. 圃場抵抗性の遺伝解析

すす紋病抵抗性は、単一優性遺伝子による真性抵抗性と、微働遺伝子による圃場抵抗性が知られている。広瀬と戸田¹⁾は、圃場抵抗性は分離世代の統計遺伝学的解析から、遺伝力が60～70%と比較的高く、最少有効因子数が3～12個の相加的な遺伝であると報告した。また、Hughes and Hooker⁷⁾は、ある特定の抵抗性系統と感受性系統の間の分離世代は連続的分布を示し、圃場抵抗性は相加効果と優性効果が認められ、そのうち相加効果が大きいこと、また、狭義の遺伝率は40～70%

で少数の遺伝子が関与することを示した。

本報告においても、本病圃場抵抗性は2～3個の比較的少数の優性因子による量的形質で、狭義の遺伝率が高く、相加効果とともに優性効果が高いことなどほぼ同様の結果を得ることができた。さらに、優性効果の分散は相加効果の分散に近く、また、特定組合せ能力も明瞭に認められ、すす紋病圃場抵抗性に関してヘテロシスが存在することが示された。これは、前述の限定された両親に基づく遺伝分析と異なり、比較的多くの遺伝子型を供試材料に用いたダイヤレル分析を行ったことにより明らかになったものと考えられる。

本試験の結果から、育種的には、①自殖系統育成において、初期世代での個体選抜が有効であり、②抵抗性の自殖系統を少なくとも片親に用いることによりF₁の抵抗性改良が可能であると考えられる。

しかし、本病抵抗性極弱の「W79A」は、ダイヤレル分析からエピスタシスの存在が考えられ、また、他の系統とはいずれの組合せにおいても特異的に抵抗性が弱いことから、本系統には大きな影響を及ぼす感受性因子の存在が示唆された。今後の品種育成に活用するために、この感受性因子の遺伝性について検討することが重要と考えられる。

北海道で利用可能な自殖系統は、本報告で用いた系統より広い熟期幅を有する。また、本報告で供試した系統は、北方フリント種とデント種が主であり、遺伝的背景の異なるヨーロッパフリント種やカリピアフリント種の材料はほとんど供試されていない。このため、本報告で得られた知見を一般化するためには、上記の遺伝変異を含む、多様な材料を加えて更に検討する必要がある。

佐藤と三浦¹¹⁾は、すす紋病の病斑発生時期の早晩と病斑数の進展速度について、ダイヤレル分析を用いて圃場抵抗性の遺伝様式の検討を行い、両者とも相加効果が高く、優性効果がみられると報告している。本報告では、一定の調査時期での病斑面積率から抵抗性の判定を行ったが、病原菌の進入や病斑の拡大からより詳しく本病圃場抵抗性の機作を検討する必要がある。謝 辞 本研究をとりまとめるにあたり、農林水産省北海道農業試験場草地部飼料作物育種研究室 佐藤尚氏には有益なご助言を頂いた。また、本稿の御校閲を北海道立植物遺伝資源センター研究部長 村上紀夫博士に頂いた。両氏に厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) Griffing, B. "A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance". *Heredity*. 10, 31-50 (1956).

- 2) Hayman, B.I. "The theory and analysis of diallel crosses". *Genetics*. **39**, 789-809 (1954b).
- 3) 広瀬昌平. "とうもろこし煤紋病抵抗性に関する育種学的研究". 北海道大学審査学位論文. 1970, 182p.
- 4) 広瀬昌平, 戸田節郎. "とうもろこし煤紋病抵抗性に関する研究. II. 抵抗性の遺伝". 北海道農業試験場彙報. **96**, 40-46 (1970).
- 5) 北海道植物防疫協会編. "すす紋病". 病害虫防除提要. 北海道植物防疫協会. 1995, p. 156.
- 6) Hooker, A. L. "Inheritance of chlorotic-lesion resistance to *Helminthosporium turcicum* in seedling corn". *Phytopathology*. **53**, 660-662 (1963).
- 7) Hughes, G. R. and A. L. Hooker. "Gene action conditioning resistance to northern leaf blight in maize". *Crop Sci.* **11**, 180-184 (1971).
- 8) Maize Genetics Cooperation Newsletter. "MaizeDB, MNL GENELIST". <http://www.agron.missouri.edu/mnl/genelistindex.html>, (1997).
- 9) Morley-Jones, R.. "Analysis of variance of the half diallel table". *Heredity*. **20**, 29-40 (1965).
- 10) 農林水産省草地試験場, 農林水産省技術会議事務局. "飼料作物特性検定試験実施要領 (改訂版), I - A. とうもろこしすす紋病およびごま葉枯病抵抗性". 草地試験場 平成4-3資料, 13-14 (1992).
- 11) 佐藤 尚, 三浦康男. "トウモロコシすす紋病の病斑発生期と病斑増加におけるヘテロシス". 育種学雑誌. 46別 **1**, 111 (1996).
- 12) 鶴飼保雄. "量的形質のダイヤレル分析のためのパソコン用プログラムDIALLの作成". 育種学雑誌. **39**, 107-109 (1989).
- 13) Ullstrup, A. J.. "A comparison of monogenic and polygenic resistance to *Helminthosporium turcicum* in corn". *Phytopathology*. **60**, 1597-1599 (1970).
- 14) 山川政明, 井澤弘一. "すす紋病罹病トウモロコシ葉における飼料成分の変化". 新得畜試研究報告. **15**, 51-53 (1986).
- 15) 山下 勇, 村松安男, 大河内秀樹. "玉蜀黍煤紋病の耕種的防除法について". 静岡県農業試験場研究報告. **5**, 82-89 (1961).

Varietal Difference and Genetic Analysis of Field Resistance to Northern Leaf Blight in Maize Inbred Lines

Yasuhiro TAKAMIYA^{*1}, Shigeyuki SENDO^{*2}

Summary

Varietal differences of field resistance to northern leaf blight(*Setosphaeria turcica*:NLB) were evaluated with maize inbred lines by artificial inoculation in the isolated field of Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station. Genetic analysis of field resistance was also conducted with seven inbred lines and 21 F₁ combinations from half diallel crosses. All vivid leaves were classified into six grades by the ratio of NLB area(0:No-disease ~5:over 50%). The degree of NLB(X) was calculated by the following formula: $X = \sum (\text{the grade of the disease} * \text{number of the leaves that were classified into the grade}) / (5 * \text{total number of the leaves that were investigated}) * 100$.

Great varietal differences of the field resistance to NLB were observed among these inbred lines. There were some resistant lines that were bred from land races in Hokkaido. Five inbred lines, To45, To15, W401, RB262 and To50 were considered the resistant line. Analysis of variances in the diallel table showed that the resistance to NLB was caused by both an additive and dominant gene effect. General combining ability and specific combining ability were statistically significant. The results showed that the resistance was incompletely dominant. The number of effective genes was estimated at 2.369. Heritability was estimated at 0.806 (narrow sense) and 0.986 (broad sense). It was considered that individual selections in early generations were effective in breeding inbred lines. Also, it was possible to improve the resistance of F₁ hybrid by using one resistant inbred line at least.

* 1 Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, (present; Hokkaido Prefectural Plant Genetic Resources Center, Takikawa, Hokkaido 073-0013 Japan)

* 2 ibit, Memuro, Hokkaido 082-0071 Japan