

イチゴにおける炭そ病抵抗性の遺伝と選抜反応

森 利樹

バイオテクノロジー・新品種開発グループ

要 旨

試験1では、種子親5品種と花粉親5品種間の交配による25組合せの全きょうだい家系を供試し、分散分析の結果から遺伝母数を求めた。優性分散が0.22であったのに対し相加的遺伝分散は1.60と大きく、狭義の遺伝率 ($h^2=0.76$) と広義の遺伝率 ($H^2=0.86$) はともに高かった。親品種と F_1 の間で親子回帰を調査した結果、見かけ上、抵抗性の低い側にわずかに優性の傾向が認められるものの、相加的遺伝効果が高いことが明らかになった。

試験2では、3組の交配後代で、それぞれ F_2 集団から抵抗性の高い上位16%を選抜し、それらから育成した F_3 集団と比較し遺伝率を求めた。抵抗性の低い‘女峰’と高い‘宝交早生’の交配後代で最も高い遺伝率0.61が得られた。‘女峰’と抵抗性中程度の‘とよのか’の後代では遺伝率は0.30と比較的高く、抵抗性が最も高いレベルの実生が3.3%得られた。これは、抵抗性品種を母本として用いなくても抵抗性の改良が可能であることを示している。‘とよのか’と‘宝交早生’の後代では遺伝率は0.04と低かったが、最も高いレベルの実生が18.0%得られた。

以上の結果から、炭そ病抵抗性は相加的効果を持つ複数の遺伝子に支配されていると推測でき、遺伝率は高い。このような形質では、淘汰圧を加えた種子繁殖による世代更新によって、大きな遺伝的改良効果が期待できる。

キーワード：イチゴ、炭そ病、病害抵抗性、育種、遺伝

緒 言

イチゴ炭そ病は、ランナーや葉柄に病斑を生じるだけでなく、根冠部を侵害し株の萎凋枯死を招き、深刻な苗不足を引き起こす²⁵⁾。そればかりでなく、外見上健全な苗であっても潜在感染した株を本圃に定植した場合には、本圃での萎凋枯死が12月ころまで続く¹⁹⁾。このことは、経済的な被害だけでなく、収穫開始目前に株が枯死することになるため、心理的にも大きな打撃を生産者に与えることになる。

日本における炭そ病の発生は、1969年に徳島県の「芳玉」で初めて確認され、*Colletotrichum fragariae*による病害として山本・福西²⁶⁾によって報告された。その後、1987年に岡山²¹⁾が発病株の根冠部および培地上で子のう殻の形成を認め、栃木県や九州地域でも確認された。このことから、現在では、イチゴ炭そ病の病原菌は、完全世代が *Glomerella cingulata*、分生胞子世代が

Colletotrichum gloeosporioides とされている²⁰⁾。

1980年代になり、「麗紅」、「女峰」、「とよのか」や「アイベリー」などの品種が全国的に普及するにしたがって、本病は急速に蔓延した。その後に育成された「章姫」²²⁾、「とちおとめ」⁵⁾、「さちのか」¹⁵⁾、「さがほのか」⁷⁾、「濃姫」⁴⁾、「ピーストロ」²³⁾や「紅ほっぺ」²⁴⁾など期待される新品種は、いずれも抵抗性が低く、炭そ病対策は依然としてイチゴ栽培で最も重要な課題になっている。この原因について、小林⁶⁾は、産地や市場関係者が高品質で収量の多い品種を重視するため、イチゴの育種もそれらに主眼をおき、病害抵抗性は副次的なものとして評価されてきたためであると指摘している。

しかし、炭そ病抵抗性育種は比較的早い段階から試みられており、野口らは、葉柄を用いた抵抗性の簡易検定法を開発し^{16,18)}、抵抗性育種素材2系統を育成した¹⁷⁾。今後、これらを利用した抵抗性育種の発展が期待される。

このような状況にある中で、筆者ら¹³⁾は、炭そ病抵抗

本研究の概要は、近畿大学で開催された園芸学会秋季大会(1999)¹⁰⁾およびフィンランドで開催された第4回国際イチゴシンポジウム(2000)¹²⁾で発表した。

性と優れた品質を兼ね備えた品種の育成に取り組み、新品种「サンチーゴ」の育成に成功した。本報では、その育種を効率的に進める過程で得られた抵抗性の遺伝に関する知見を報告する。

材料および方法

試験1：遺伝母数の推定と親子回帰

種子親に「サンチーゴ」、「女峰」、「とよのか」、「章姫」および「とちおとめ」を、花粉親に「さちのか」、「宝交早生」、「Dover」、「あかしやのみつこ」および「サマーベリー」を用いた。これらの間の交配から25組の全きょうだい家系を得た。各家系18株の実生を供試したが、データは平均17.5株から得られたものである。1998年4月8日に播種し、5月8日に容量360mlの黒色ポリエチレンポット（商品名ウェルポット）に鉢上げした。各親品種のランナー苗はそれぞれ10株を供試した。ランナー苗は7月7日に実生苗と同種のポットに植え、以後、実生苗とランナー苗は同じ条件で管理した。

8月24日、実生苗と親品種ランナー苗の間にクラウン径および展開第4葉の葉柄汁液の硝酸態窒素濃度に有意な差がないことを確認し、 5.0×10^5 個/mlに調製した炭そ病菌胞子懸濁液を株当たり約50ml噴霧接種した。気温28℃、相対湿度100%の室内に1昼夜置いた後、気温26℃の人工気象室内で管理した。1週間ごとに枯死株を調査した。6週後の生存株には指数7を、それ以前に枯死した株は枯死までの週数をそれぞれ抵抗性指数とした。

得られたデータの分散分析の結果から、前報¹⁾で用いたHallauer・Miranda³⁾の方法によって遺伝母数を推定した。また、各家系の実生苗の平均値とそれぞれの間親との間で親子回帰を求めた。

試験2：選抜反応

(1) F₁世代での抵抗性系統の選抜

「女峰」x「とよのか」、「女峰」x「宝交早生」および「とよのか」x「宝交早生」の3組の交配後代で試験を行った。以下の試験は、全て、3つの交配ごとに別々に実施した。

1996年8月に播種し、各交配75株の実生を育成し越冬させた。翌年、各実生からそれぞれ3株のランナー苗を栄養的に増殖し、10.5cm径の黒色ポリエチレンポットで育成した（同一実生由来のランナー株の集団は遺伝的に同一であり、以下、これを系統という）。

各F₁系統から1株ずつ選び3ブロックに分けた。ブロックごとに、1997年7月30日、7月31日および8月13日に、それぞれ 5.0×10^5 個/mlに調製した炭そ病菌胞子懸濁液を株当たり約20ml噴霧接種し、気温28℃、相対湿度100%

の室内に1昼夜置いた。その後、ガラス温室内で管理し、試験1と同様に抵抗性指数を求めた。

各交配75のF₁系統の中で、それぞれ、抵抗性指数が上位16%にあたる12系統ずつを選抜した。

(2) F₂世代の育成

1998年3月に、選抜された12のF₁系統内で任意交配を行った。任意交配の方法は、各系統の花粉を等量ずつ混合し、それぞれに交配して母本系統ごとに別々に採種および播種を行い、得られた実生の中からランダムに各5株を選んで混合するものとした。ただし、各1株を混合して保存していた予備集団の中から、「女峰」x「宝交早生」で2株が、「とよのか」x「宝交早生」で1株がそれぞれ混入してしまった。そのため、「女峰」x「とよのか」の後代では60株、「女峰」x「宝交早生」の後代では62株、「とよのか」x「宝交早生」の後代では61株をF₂実生集団とした。

(3) 抵抗性の評価と遺伝率の算出

母本である「女峰」、「とよのか」および「宝交早生」の3品種は各9株を供試した。F₁実生は、「女峰」x「とよのか」が59株、「女峰」x「宝交早生」が68株、「とよのか」x「宝交早生」が60株を、F₂実生は、前述の育成株数を供試した。

各供試株は栄養的に増殖した各3株のランナー株によって系統とした。

1999年5月13日に 5.0×10^5 個/mlに調製した炭そ病菌胞子懸濁液を株当たり約20ml噴霧接種し、気温28℃、相対湿度100%の室内に1昼夜置いた。その後、気温25℃の人工気象室内で管理し、試験1と同様に抵抗性指数を求めた。ただし、接種7週間まで調査を継続し、7週後の生存株には指数8を与えた。

系統ごとにランナー株3株の平均値を求めて当該する供試株の抵抗性指数とした。

F₁実生集団の中で全体の平均値と上位16%の平均値との差を選抜差(i)とし、F₁実生集団の平均値とF₂実生集団の平均との差を遺伝獲得量(ΔG)とした。遺伝率(h^2)は、選抜差に対する遺伝獲得量の比率($\Delta G/i$)として算出した。

結果および考察

試験1：遺伝母数の推定と親子回帰

(1) 交配親の品種間差

表1に交配親品種の抵抗性指数を示した。指数は連続的に分布しており、分離は認められなかった。このことは、野口¹⁰⁾による葉柄を用いた検定結果と一致する。

各品種の抵抗性は、「サンチーゴ」、「宝交早生」および

「Dover」が高く、「とよのか」、「あかしやのみつこ」、「さちのか」および「とちおとめ」が中程度で、「サマーベリー」、「女峰」および「章姫」が低かった。小林⁶⁾は1994年頃までの各研究者による検定結果を総括している。これによると、抵抗性中程度の品種では評価のばらつきがみられるが、抵抗性の高い品種と低い品種はほぼ一致する評価が得られている。本試験の結果も既往の報告と比較して矛盾はない。

したがって、種子親にも花粉親にも、抵抗性程度の異なる品種がそれぞれ含まれていたことになる。

(2) 分散分析の結果

供試の交配を種子親と花粉親による2因子要因試験とみなして分散分析を行った結果、種子親間・花粉親間と

もに1%水準で有意な差がみられた。また、交互作用にも5%水準の有意差が認められた(表2)。

表2の結果から、分散の種子親間成分、花粉親間成分、交互作用成分および家系内分散成分を求めた。これらから、Hallauer・Miranda³⁾の方法に従って、表3に示した式により相加的遺伝分散と優性分散を求めた。優性分散が0.22であったのに対して、相加的遺伝分散は1.60と大きかった。

分散分析から求めた狭義の遺伝率は0.76、広義の遺伝率は0.86でともに高かった(表3)。

これらの結果は、炭そ病抵抗性が主として相加的効果の高い遺伝に支配されており、優性効果が小さいことを示している。

Table 1. Resistance indexes to anthracnose of strawberry cultivars used as female (above) and male (below) parents (Expt. 1)

Cultivars	Disease resistance index ¹
Sanchiigo	5.2 a ²
Toyonoka	4.0 bc
Tochiotome	3.3 c
Nyoho	2.2 d
Akihime	2.2 d

Hokowase	4.6 ab
Dover	4.6 ab
Akashanomitsuko	3.8 bc
Sachinoka	3.6 c
Samahberi	3.1 cd

¹ The resistance index 7 was given when plants had survived for 6 weeks after inoculation. The smaller numbers of index were given the numerical weeks of survival period.

² Different letters indicate significant difference by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. Analysis of variance for resistance indexes to anthracnose.

Source	df	Mean square	Composition of mean square
Females	4	39.21**	$\sigma_w^2 + 17.5 \sigma_{fm}^2 + 88 \sigma_f^2$
Males	4	35.65**	$\sigma_w^2 + 17.5 \sigma_{fm}^2 + 88 \sigma_m^2$
Females x males	16	2.21*	$\sigma_w^2 + 17.5 \sigma_{fm}^2$
Within-family	414	1.26	σ_w^2

*** Statistical significance at P=5% and 1%, respectively.

Table 3. Estimated components of variance and heritabilities for resistance index to anthracnose.

Parameter		Estimate
Additive genetic variance	σ_A^2	1.60
Dominance variance	σ_D^2	0.22
Narrow-sense heritability	h^2	0.76
Broad-sense heritability	H^2	0.86

$$\sigma_A^2 = 2(\sigma_f^2 + \sigma_m^2)$$

$$\sigma_D^2 = 4(\sigma_{fm}^2)$$

$$h^2 = 2(\sigma_f^2 + \sigma_m^2) / (\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{fm}^2 + \sigma_w^2)$$

$$H^2 = [2(\sigma_f^2 + \sigma_m^2) + 4(\sigma_{fm}^2)] / (\sigma_f^2 + \sigma_m^2 + \sigma_{fm}^2 + \sigma_w^2)$$

(3) 親子回帰

抵抗性指数に関する各家系の平均値とそれぞれの中間親との関係を図1に示した。この図においても、大きな相加的遺伝効果が認められ、分散分析で得られた結果と一致した。また、全体に中間親の値よりも実生の平均値がわずかに小さくなり、見かけ上、抵抗性の低い側に優性の傾向が認められた。この影響によって、分散分析の結果、交互作用が有意になったものと推測できる。

Falconar²⁾によると、任意交配集団における親子回帰係数は広義の遺伝率に一致する。イチゴはヘテロ性の高い栄養繁殖作物であるため、本試験では交配親とF₁の間で親子回帰を調査したが、25組の全きょうだい家系はそれぞれの親の任意交配集団とみることができる。そこで、親子回帰から求められる広義の遺伝率は親子回帰係数と一致して1.20であると推定される。森下¹⁰⁾は、同様の方法によって推定した遺伝率が理論上あり得ない1以上になる原因について、標本誤差が含まれるためとしている。本試験でも、遺伝率が1以上になった原因は標本誤差の影響と考えられるが、炭そ病抵抗性の遺伝率が高いことは明らかである。

試験2：選抜反応

交配親の抵抗性指数は、表4に示したとおり、「女峰」が2.44、「とよのか」が3.67、「宝交早生」が6.22で、試験1と同じ順位であった。

F₁実生の平均値は、「女峰」x「とよのか」が3.59、「女峰」x「宝交早生」が4.12、「とよのか」x「宝交早生」が5.40であった。これらはいずれも、それぞれ両親の間に位置する値であった。このことは、相加的遺伝効果が高い試験1の結果と矛盾はない。

選抜反応から推定した遺伝率は、「女峰」x「宝交早生」

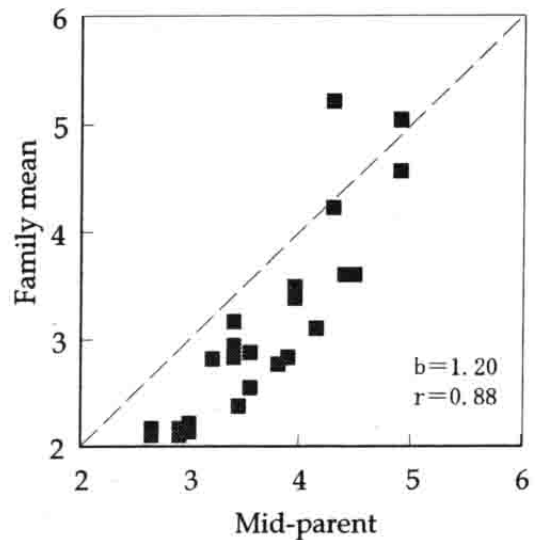


Fig.1. Relationship of resistance index to anthracnose between mid-parent and family mean.

b:Mid-parent offspring regression coefficient

r:Mid-parent offspring correlation coefficient

後代で最も高く0.61であった（表4）。抵抗性の低い「女峰」と高い「宝交早生」との間の交配は、両親の差が最も大きく、その後代で選抜の効果が最も大きくなった。

抵抗性の低い「女峰」と中程度の「とよのか」との間の交配後代でも遺伝率は0.30で、比較的大きな選抜の効果が認められた。また、最も高い抵抗性指数8を示した実生が3.3%得られた（表4）。このことは、抵抗性品種を母本として用いなくても、炭そ病抵抗性の改良が可能であることを示している。

抵抗性中程度の「とよのか」と高い「宝交早生」との間の交配後代では遺伝率は0.04と低かった（表4）。これ

Table 4. Selection responses in the upward direction from F_1 to F_2 for resistance to anthracnose in three crosses.

		Resistance index ²						Mean	Selection differential (i)	Genetic gain (ΔG)	h^2 ³
		2	3	4	5	6	7				
Parent	'Nyoho' (S)	5	4	0	0	0	0	0	2.44		
	'Toyonoka' (M)	2	2	2	3	0	0	0	3.67		
	'Hokowase' (R)	0	0	0	2	4	2	1	6.22		
'Nyoho'x'Toyonoka' (SxM)	F_1	9	22	16	9	2	1	0	3.59	1.83	
	F_2 [*]	5	19	14	11	8	1	2	4.15		0.30
'Nyoho'x'Hokowase' (SxR)	F_1	4	23	15	14	11	1	0	4.12	1.97	
	F_2	1	7	12	14	16	3	9	5.32		0.61
'Toyonoka'x'Hokowase' (MxR)	F_1	1	4	12	14	16	8	5	5.40	2.12	
	F_2	3	9	6	9	17	6	11	5.48		0.04

¹ The resistance index 8 was given when plants had survived for 7 weeks after inoculation. The smaller numbers of index were given the numerical weeks of survival period.

² $h^2 = \Delta G/i$ i: selection differential, ΔG : genetic gain.

³ S, M and R are abbreviations of susceptible, medium and resistant, respectively.

^{*} F_2 was derived from random mating among resistant seedlings of the top of 16% in F_1 .

は、この交配組合せが選抜限界に近いことを示している。しかし、抵抗性指数の最大値8の出現率は18.0%と高く、抵抗性遺伝子を高度に集積した実生を得るために有効であったと考えられる。

まとめ

Gupton・Smith¹⁾は、炭そ病抵抗性に関して相加的遺伝分散に比べ優性分散が大きく、また、発病指数の頻度分布が不連続で分離がみられることから、主働遺伝子が関与していると推測している。しかし、野口¹⁰⁾による葉柄接種の検定結果からは、抵抗性の変異は連続的であると考えられる。また、本試験の結果でも、わずかに抵抗性の低い側に見かけ上の優性が認められるものの、明らかに相加的効果の大きい遺伝を示している。このようなことから、Gupton・Smith¹⁾の結果と異なる原因は明らかでないが、炭そ病抵抗性は相加的効果を持つ複数遺伝子に主として支配されていると推測できる。

集団育種法を除く種子繁殖作物の交雑育種では、選抜と世代更新の繰り返しによって目的形質が固定されてゆく。このような、淘汰圧を加えた種子繁殖による世代更新は、相加的効果の高い遺伝形質において関与遺伝子の集積に非常に有効である。そして、イチゴの炭そ病抵抗性については、試験1の分散分析の結果、狭義の遺伝率が0.76と高い推定値が得られたことから、大きな効果が期待できる。

しかし、イチゴはヘテロ性の高い栄養繁殖性作物であ

るので、交雑育種では、分離を生じた F_1 の中から優良個体を選抜し栄養的に増殖するだけでよい。そのため、種子繁殖による世代更新によって、時間をかけて改良を進めようとする試みは非常に少ない。

試験2では、炭そ病抵抗性の分離がみられる F_1 世代において、抵抗性の高い上位16%を選抜した。それらの間の任意交配によって F_2 世代を育成し、上位方向への選抜反応を調べた。この結果、罹病性の「女峰」と抵抗性の「宝交早生」との交配後代で、0.61という高い遺伝率が得られた。選抜反応試験の操作は淘汰圧を加えた種子繁殖による世代更新そのものであることから、実用的にみても、このような操作は炭そ病抵抗性の遺伝的改良に非常に有効である。

また、抵抗性母本を用いない交配組合せ「女峰」x「とよのか」においても、遺伝率が0.30と比較的高く、わずか3.3%であったが抵抗性が最も高いレベルの実生を得ることができた。これは、交配親に抵抗性品種を用いなくても、淘汰圧を加えた種子繁殖による世代更新だけで、抵抗性に関与する遺伝子の集積が可能であることを示している。

以上のように、淘汰圧を加えた種子繁殖による世代更新は、イチゴの炭そ病抵抗性の遺伝的改良に非常に有効であることが明らかになった。一方で、遺伝的固定が必要ない栄養系選抜は、種子繁殖作物の育種と比較して明らかに容易である。したがって、これら種子繁殖による世代更新と栄養系選抜を組み合わせ、育成集団から栄養

系選抜を行うと同時に得られた選抜株間の交配により次代の集団を得る。これを毎年繰り返す育種体系は非常に有効である。この育種体系によって、育成集団全体の抵抗性程度を向上させると同時に、育成集団からの栄養系選抜を毎年計画的に進めることができる。

このような育種体系に実生幼苗段階での抵抗性選抜^{8,9)}を組み込み、炭そ病抵抗性の高品質新品種「サンチーゴ」が育成された¹³⁾。

引用文献

- 1) Gupton, C. L. and B. J. Smith (1991) : Inheritance of resistance to *Colletotrichum* species in strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(4):724-727.
- 2) Falconer, D. S. (1996) : Introduction to quantitative genetics (4th ed.). 160-183. Longman, London.
- 3) Hallauer, A. R. and J. B. Miranda (1981) : Quantitative genetics in maize breeding. 64-72. Iowa State Univ. Press, U.S.A.
- 4) 長谷部健一・羽賀 豊・鈴木滋雄・越川兼行・加藤弘文・桑原輝夫 (1997) : イチゴ新品種「濃姫 (品種登録申請中)」について. 岐阜農総研報10:1-5.
- 5) 石原良行・高野邦治・植木正明・栃木博美 (1996) : イチゴ新品種「とちおとめ」の育成. 栃木農試研報. 44:109-123.
- 6) 小林紀彦 (1994) : イチゴ炭そ病の発生動向と品種の変遷. 植物防疫. 48(8):333-336.
- 7) 森 欣也・田中政信・中島寿亀・松尾孝則・田中龍臣・中村典義 (1997) : イチゴ新品種「佐賀2号」の育成. 佐賀農セ研報. 30:15-31.
- 8) 森 利樹・戸谷 孝 (1995) : イチゴの実生幼苗における炭そ病抵抗性選抜の効果. 園学雑. 64(別1):334-345.
- 9) 森 利樹 (1998) : 実生幼苗を利用したイチゴ炭そ病抵抗性の選抜に及ぼす管理温度の影響. 園学雑. 67(6):934-938.
- 10) 森 利樹 (1999) : イチゴにおける炭そ病抵抗性の遺伝. 園学雑. 68(別2)252.
- 11) 森 利樹 (2000) : イチゴの果実硬度に関する遺伝率と選抜の効果. 園学雑. 69(1):90-96.
- 12) Mori, T. (2000) : Inheritance and actual breeding of strawberry resistant to anthracnose. Acta Horticulturae (In press).
- 13) 森 利樹・戸谷 孝・藤原孝之 (2000) : 炭そ病抵抗性イチゴ新品種「サンチーゴ」の育成. 三重農技研報. 27:27-36.
- 14) 森下昌三 (1994) : イチゴの品質・収量に関する育種学的研究. 野菜茶試研報. A8:1-53.
- 15) 森下昌三・望月龍也・野口裕司・曾根一純・山川理 (1997) : 促成栽培用イチゴ新品種「さちのか」の育成経過とその特性. 野菜茶試研報. 12:91-115.
- 16) 野口裕司・望月龍也 (1990) : イチゴ炭そ病菌の葉柄接種による発病程度の品種間差異. 園学雑. 59(別2):472-473.
- 17) Noguchi, Y., T. Mochizuki and K. Sone (1998) : Breeding strawberry lines 'D8-4' and '8D-2' resistance to anthracnose (*Colletotrichum fragariae*). XV Eucarpia 1998 General Congress. Genetics and breeding for crop quality and resistance. Abstract:20.
- 18) Noguchi, Y., T. Mochizuki and O. Yamakawa (1994) : Petiole dip inoculation is convenient method for screening strawberry for resistance to anthracnose caused by *Colletotrichum fragariae*. Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Ornam. Plants & Tea, Japan. A9:13-26.
- 19) 岡山健夫 (1989) : 奈良県におけるイチゴ炭そ病の発生実態と薬剤防除について. 奈良農試研報. 20:79-86.
- 20) 岡山健夫・辻本 昭 (1994) : *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spaulding et Schrenk によるイチゴ炭そ病の発生とその病原性. 日植病報. 60:617-623.
- 21) 岡山健夫・辻本 昭・堀本圭一 (1988) : イチゴ炭そ病の子のう殻形成と伝染経路について. 日植病報. 54:153.
- 22) 斎藤明彦 (1994) : 「章姫」の特性と栽培技術. 今月の農業. 38(2):20-23.
- 23) 齋藤弥生子・菅原真治・坂森正博・櫻井雍三・青柳光昭・飯田孝則・落合秀彦 (1997) : イチゴ新品種「愛知4号」「愛知5号」の育成. 愛知農総試研報. 29:85-95.
- 24) 竹内 隆・藤浪裕幸・河田智明・松村雅彦 (1999) : イチゴ新品種「紅ほっぺ(仮称)」の育成経過と主特性. 静岡農試研報. 44:13-24.
- 25) 山本 勉 (1971) : イチゴの新病害「炭そ病」. 植物防疫. 25:61-64.
- 26) 山本 勉・福西 務 (1970) : イチゴ炭そ病について. 日植病報. 36:165-166.

Inheritance and Selection Response of Resistance to Anthracnose in Strawberry

Toshiki MORI

Summary

Expt. 1 was conducted to estimate the genetic parameters in the inheritance of resistance to anthracnose caused by *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides* which is the synonym of *C. fragariae*) in strawberry. Ten strawberry cultivars different in the anthracnose resistance were used as parents, five for female and five for male, to produce 25 full-sib families. Disease resistance indexes of 16 to 18 seedlings in a family were evaluated after spraying conidial suspension of anthracnose. Results of factorial analysis of variance showed significant differences at 1% level in the sources of females and males and at 5% level in interaction sources of variance. The additive genetic variance(1.60) was large more than seven times compared with the dominance variance(0.22). Narrow and broad-sense heritabilities were estimated to be 0.76 and 0.86, respectively. In the parent-offspring correlation, a large additive genetic effect and a small dominance effect were also observed.

Expt. 2 was carried out to examine the selection responses in the upward direction from F_1 to F_2 . Three families were derived from half diallel crosses between susceptible(S), medium(M) and resistant(R) cultivars. The experiment was carried out individually in each family. F_2 population was derived from random mating among resistant seedlings of 16% in the top range of 75 seedlings of F_1 in each family. Selection differentials and genetic gains were evaluated for 59 to 68 seedlings of F_1 and 60 to 62 seedlings of F_2 . The heritabilities were calculated as the ratio of genetic gain to selection differential. The most effective selection was obtained in the offspring from $S \times R$ ($h^2=0.61$) with diverse variants. In the offspring from $S \times M$, the heritability was relatively high ($h^2=0.30$) and 3.3% of seedlings showed the highest level of resistance. It was shown that the use of resistant parents was not always indispensable to develop the cultivars with higher resistance.

These results suggest that additive genetic effect is important in the actual breeding of cultivars resistant to anthracnose and the resistance level could be increased by the combination of clonal selection and advancement of generation under selection pressure.

Key words: strawberry, anthracnose, disease resistance, breeding, genetic