

# 戦捷のいもち病抵抗性遺伝子の自然感染 における相加効果 (予報)

## いもち病抵抗性の遺伝 第Ⅶ報

後藤岩三郎・バルチ アフメッド アリ\*  
(山形大学農学部植物病理学研究室)  
(昭和58年9月1日受理)

Genetic Studies on Resistance of Rice Plant to Blast Fungus. VI.  
Additive effect of blast resistance genes of Sensho under  
natural infection. (Preliminary report)

Iwasaburo GOTO and Ahmed Ali BALUCH\*

Laboratory of Phytopathology, Faculty of Agriculture,  
Yamagata University, Tsuruoka, Japan  
(Received September 1, 1983)

### I 緒 論

著者らは葉鞘検定法により、陸稲品種戦捷のいもち病抵抗性遺伝子を追跡して来た(78)9)10)11)。そして *la* に密接に連鎖する *Pi-se* と相加効果を持つ2個の同義遺伝子が、戦捷のいもち病抵抗性を支配すると推察した。自然感染下では、*la* 連鎖抵抗性遺伝子の他にも、数個の抵抗性遺伝子と標識遺伝子との連鎖関係が報告されている<sup>14)</sup>。特に *Ph* 連鎖抵抗性遺伝子の存在は、戦捷だけでなく、子孫陸稲品種にも確認されている<sup>19)23)</sup>。

本報告は葉鞘検定により *Pi-se* を分析した材料を用い、連鎖分析によって自然感染下における、戦捷の葉いもち病抵抗性を観察したものである。自然感染の観察には、事例を重ねる必要があるので、今後の指針を求め、予報として報告する。

### II 実験材料

#### 供試系統の来歴

もつれ (*la*) の同質遺伝子系統もつれ亀の尾、もつれ戦捷<sup>9)</sup> を用い、交配A (♀もつれ戦捷 × ♂亀の尾) と交配B (♀もつれ亀の尾 × ♂戦捷) の後代系統を育成した。F<sub>2</sub> でもつれ個体を選び、各個体から F<sub>3</sub> 系統を採種した。その後代も1系統から1系統を育成し、F<sub>6</sub> および F<sub>7</sub> を供試した。F<sub>3</sub> 以後諸形質について無作意に選んだ。

#### 供試系統の形質

\* パキスタン クエッタ農業試験場

現 九州大学大学院農学研究科育種学研究室

Agriculture Research Institute, Sariab-Quetta, Pakistan

Present address: Plant Breeding Lab. Faculty of Agriculture Kyushu University Fukuoka, Japan.

供試系統について、籾の石炭酸着色性、脱粒性、葉鞘接種による菌系研53—33に対する反応を調査した。

(1) 籾の石炭酸による着色性  $F_7$  系統の  $F_8$  種子を用い、1%石炭酸液に対する反応を観察した。戦捷は明瞭に着色し、亀の尾は着色しない。対照品種の陸稲農林糯4号、同26号は着色し、銀河は着色しない。着色はフェノール反応遺伝子 ( $Ph$ ) による反応<sup>22)24)25)</sup>で、第1表にあげた各交配の  $Ph:Ph^+$  は1:1の分離比に適合する。

(2) 脱粒性 材料系統、品種は1/5000 aポットに1株宛植え、屋外で育成された。開花後はガラス室に搬入し、採種した。戦捷は脱粒し易い品種である。交配系統のなかに、完熟期に手でさわると容易に脱粒するものがある。戦捷と同程度、あるいはより容易に脱粒する系統を脱粒性「易」とし、亀の尾程度の系統を「難」と判定した。判定は立毛中完熟期に行った。戦捷×亀の尾あるいはその逆交配の  $F_1$  は難と判定された。 $F_6$ 、 $F_7$  の比較を第2表にあげた。両世代の判定が、多くの系統で一致し、 $F_7$  系統の易:難が1:1に分離する。この脱粒性は、劣性の1遺伝子に支配されることが推察された。交配A、Bで1:1に分離することは  $la$  と連鎖がないことを示す。 $la$  と連鎖する脱粒性遺伝子とは異なる<sup>25)30)</sup>。対照品種の陸稲農林糯4号、同26号は、亀の尾と銀河よりも脱粒し易い。

石炭酸反応と脱粒性との組合せにより、材料系統を4群に区分し、第3表を得た。各群同数の仮定と一致し、 $Ph$  と脱粒性遺伝子とは独立である。したがって、 $la \cdot Ph \cdot$  脱粒性遺伝子は独立である。

(3) 葉鞘接種に対する抵抗力  $F_7$  系統の菌系研53—33に対する抵抗力を検定した。検定は既に報告されている方法<sup>7)</sup> によった。検定本数が多いので、苗箱 (75cm×120cm×深さ15cm) に480本の苗を植えた。1系統14個体を供試し、戦捷と同程度の最高伸展度を

第1表 もつれ戦捷×亀の尾、もつれ亀の尾×戦捷の  $F_7$  系統の石炭酸着色反応における分離

Tab. 1 Segregation of  $F_7$  line of the two crosses in phenol reaction

Cross Reaction	A $la$ -Sensho×Kamenoo No. of line	B $la$ -Kamenoo×Sensho No. of line	Total
	Colored	37	
non colored	33	23	56
Total	70	62	132

Fitness to 1:1 of  $Ph$  to  $Ph^+$  Cross A  $p=0.7-0.5$ , Cross B  $p=0.05-0.02$ , Total  $p=0.10-0.05$

第2表 材料系統の  $F_6$ 、 $F_7$  における脱粒性の分離

Tab. 2 Segregation of  $F_6$  and  $F_7$  material lines in shedding character

Shedding character		Number of line		Total of $F_7$
$F_7$	$F_6$	Cross A	Cross B	
persistent	persistent	33	30	68
persistent	easily	2	3	
easily	persistent	5	8	64
easily	easily	30	21	

第3表 石炭酸反応遺伝子 (*Ph*) と脱粒性遺伝子との独立性

Tab. 3 Independency of *Ph* from shedding character in material lines

Phenol reaction	Shedding character	Number of line		Total
		Cross A	Cross B	
<i>Ph</i>	persistent	17	18	35
<i>Ph</i>	easily	20	21	41
+	persistent	18	11	29
+	easily	15	12	27
Total		70	62	132

Independency of *Ph* from shedding character of controlled one gene  $\chi^2=3.6363$ ,  $df=3$ ,  $p=0.50-0.30$  calculated with total number

第4表 研53-33による葉鞘検定に対する材料系統の反応と *Pi-se-la* の組換え価の推定

Tab. 4 Reaction of material lines to isolate Ken 53-33 inoculated by the sheath method, and the estimation of recombination fraction between *Pi-se* and *la*

Cross	Phenotype	Theoretical frequency	Number of line		
			expected at $p=0.105^*$	observed	
A	<i>la</i> -Sensho × Kamenoo	R S	3-3p 1+3p	29.9 14.6	34 10
	B	<i>la</i> -Kamenoo × Sensho	R S	3p 4-3p	3.5 41.0
Total			8	89.0	89

\* $\chi^2=2.7036$ ,  $df=3$ ,  $p=0.50-0.40$

示す系統をRとした。系統内での分離は認められなかった(第4表)。前年行った  $F_6$  系統の場合も同じ結果が得られた。

R : S = 3 : 5 とし, *Pi-se*, *Rb<sub>2</sub>*, *Rb<sub>3</sub>*<sup>7)11)</sup> による8遺伝子型を, 区分した(第1図)。この図から交配A, BにおけるR : Sの理論比を第4表のように求めた。組換え値10.5%で, *Pi-se* と *la* とは連鎖する。これまでの報告<sup>7)9)11)</sup>と一致する。また第5表で明らかのように, 本報告の検定結果は *Ph*, 脱粒性遺伝子と関連せず, 独立している。

### III 実験方法

材料種子はベンレート0.2%液に浸漬された。雑草・雀害防除のため, 苗箱で育苗の後, 本学部附属農場の畑地苗床に移植した。苗箱は30cm×60cm×深さ3cmで畑

Genotype	<i>Rb<sub>2</sub>Rb<sub>3</sub></i>	<i>rb<sub>2</sub>Rb<sub>3</sub></i>	<i>Rb<sub>2</sub>rb<sub>3</sub></i>	<i>rb<sub>2</sub>rb<sub>3</sub></i>
<i>Pi-se</i>	R	R	R	S
<i>Pi-se</i> <sup>+</sup>	S	S	S	S

R and S stand for resistant and susceptible reaction

第1図 材料系統に推定されたいもち病抵抗性遺伝子型と, 研53-33による葉鞘検定に対する反応

Fig. 1 The genotypes assumed for material lines and their reaction to the sheath test with Ken 53-33.

第5表 材料系統の葉鞘検定に対する反応の石炭酸着色反応および脱粒性からの独立性  
 Tab. 5 Independency of reaction to the sheath test from phenol reaction and shedding character among material lines

Phenol reaction	Shedding character	Number of line		Total
		R	S	
<i>Ph</i>	easily	10	14	24
<i>Ph</i>	persistent	16	15	31
+	easily	6	10	16
+	persistent	7	11	18

$\chi^2=1.2335$ ,  $df=7$ ,  $p=1.0$

土をつめ、10N : 10P : 10Kの合成肥料を20g施した。1条巾3cm×長さ30cmに3gずつ播種した。昭和57年5月26、27日供試89系統をガラス室内苗箱に播種した。内40系統は3条、12系統は1条、他は2条ずつ育成された。対照品種は4条ずつ用意された。

畑地苗床には基肥(14N : 7P : 11K)合成肥料を $m^2$ あたり62.5g施した。巾80cmの苗床に1列2条、列間を13cmとした。3~4葉期の苗を6月15、16日移植し、外周は発病源としてササニシキ(巾3cm)で囲んだ。7月22日、31日に硫酸を $m^2$ あたり30g、60gを追肥した。8月1日微細病斑が第7、8葉(頂葉)に認められ、その後急激に病斑数は多くなり、大型となった。8月5日浅賀<sup>5)</sup>の「畑苗代における圃場抵抗性調査基準」により、発病程度を検定した。

#### IV 実験結果

葉鞘検定による抵抗性・石炭酸着色反応・脱粒性の3形質によって、供試系統を8群に区分した。各系統、対照品種の平均発病程度を求めた後、各群の平均発病程度を計算し

第6-1表 3形質(葉鞘検定における抵抗性・石炭酸着色反応・脱粒性)により区分された材料系統8群の、自然感染による発病程度の比較

Tab. 6-1 Comparison of disease severity degree of leaf blast under natural infection among eight groups of material lines divided according to three characters

Group	Character			Number of line			Mean of disease severity degree	Duncan's range test
	Sheat test	Phenol reaction	Shedding character	Cross A	Cross B	Total		
1	R	<i>Ph</i>	easily	8	2	10	5.50±0.37	a
2	R	<i>Ph</i>	persistent	14	2	16	5.69±0.34	a b
3	R	+	easily	5	1	6	6.13±0.52	a b c
4	R	+	persistent	7	0	7	7.46±0.68	d e
5	S	<i>Ph</i>	easily	3	11	14	6.09±0.35	a b
6	S	<i>Ph</i>	persistent	1	14	15	6.87±0.36	b c d
7	S	+	easily	4	6	10	7.14±0.36	c d
8	S	+	persistent	2	9	11	8.03±0.34	e
Total				44	45	89	6.55±0.16	

第6-2表 第6-1表の対照品種の発病程度  
Tab. 6-2 Disease severity degree of blast of control varieties

Variety	Severity degree
Sensho	5.0
la-Sensho	5.0
Riku-mochi-4	4.0
Riku-mochi-26	3.3
Ginga	5.7
la-Ginga	7.0
Kamenoo	8.3
la-Kamenoo	8.7

第6-4表 変動因の発病度に対する寄与度  
Tab. 6-4 Contribution of variance sources to disease degree

Variance source	Score
Phenol reaction	1.15
Sheath test	0.86
Shedding character	0.80

第6-3表 要因分析：主効果の検定  
Tab. 6-3 Variance analysis of main effects

Source of variance	df	MS
Sheath test	1	19.2100**
Phenol reaction	1	32.0316**
Shedding character	1	8.3585*
Residual (error)	85	1.6970

\*\* significant at 1%, \* 5%

要因分析：交互作用の検定  
Variance analysis of interaction effects

Source of variance	p
Phenol reaction × Shedding character	0.40-0.20 n. s.
Sheath test × Phenol reaction	
Shedding character × Sheath test	0.50-0.40 n. s.

た. 第6-1表には各群の形質, 所属系統数, 平均発病程度とそのダンカン多重検定をあげた. 理解をたすけるため, 各群系統の発病程度分布とその平均値を, 対照8品種(第6-2表)と共に, 第2図にあげた.

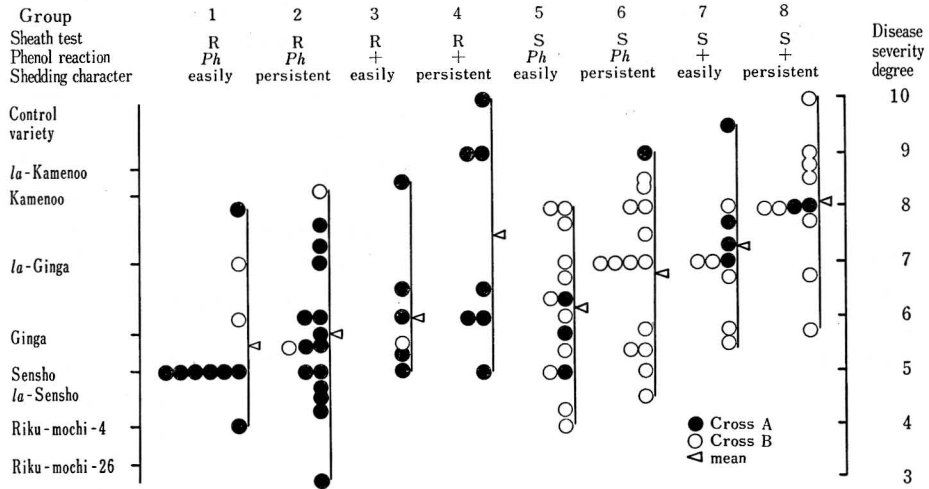
調査3形質を変動因とする分散分析を行った(第6-3表). 主効果は有意である. 各群の所属系統数が異なるため, スネデカー<sup>32)</sup>にしたがい, 2変動因づつの組合せで交互作用を検討した. こゝでも各変動因の主効果は有意であるが, 交互作用はすべて無意である.

一つの変動因だけを異にする2群間の平均発病程度の平均を, その変動因の発病程度に

第6-5表 3変動因を異にする2群間の平均発病程度の差, 変動因の差異および寄与度の和

Tab. 6-5 Difference between two Groups in mean disease severity degree and variance source and accumulation of score estimated to each source

Groups compared	Variance source			Difference of mean disease severity degree	Score accumulated
	Sheath test	Phenol reaction	Shedding		
Group 8-Group 1	+	+	+	2.53	2.81
Group 7-Group 2	+	+	-	1.45	1.21
Group 6-Group 3	+	-	+	0.74	0.49
Group 5-Group 4	+	-	-	-1.37	-1.09



第2図 3形質により区分された材料系統8群内における発病程度の頻度分布

Fig. 2 Frequency distribution of disease severity degree of material lines in respective eight groups divided according to three characters

対する寄与度とする。例えば、葉鞘検定の寄与度は次のように求める。

寄与度 = [(第1, 2, 3, 4群の平均発病程度の和) - (第5, 6, 7, 8群の平均発病程度の和)] / 4 = 0.86。同様に他の変動因にしたがって *Ph* 連鎖抵抗性遺伝子, 脱粒性連鎖遺伝子についても, 1.15, 0.80と求められた(第6—4表)。第6—5表には3変動因が全部異なる組合せの2群間の平均発病程度の差と, 3変動因の寄与度の和をあげた。両者は各組合せとも, よく似ていて, 戦捷のいもち病抵抗性遺伝子の相加効果を明確にしている。

## V 論 議

岩槻<sup>16)</sup>は圃場の自然発病を選抜手段として, 戦捷から田戦捷→真珠→双葉と実用的水稻品種を育成した。これらの品種は, 在来本邦品種よりもそのいもち病抵抗性の程度は高いが, 岩槻は一段階毎の抵抗性低下を認めている。双葉に由来する銀河は, 第6—2表にあるように, 戦捷よりも弱く, 亀の尾よりは強い。既報<sup>9)</sup>によれば, 戦捷の *la*-連鎖抵抗性遺伝子が, 銀河では失われている。本報告の *Pi-se* およびその同義遺伝子がそれである<sup>11)</sup>。これは戦捷が複数抵抗性遺伝子を持つことを示す。中森・小里<sup>27)</sup>は, 中生旭×戦捷の戻し交雑個体の自然発病による検定を行い, 2個の抵抗性遺伝子を推定した。このように早くから戦捷のいもち病抵抗性遺伝子構成の複雑なことが指摘されている。東・櫛淵<sup>13)</sup>は, 戦捷に由来する陸稲農林糯4号の派生系統を含む陸稲, その派生系統のダイアレル分析を行った。上記系統では, 自然発病に対する抵抗性に, 最少11の有効因子が報告されている。

高橋・後藤<sup>33)</sup>は, 葉鞘接種によって, 戦捷のいもち病抵抗性は3対遺伝子の相加効果に支配されていると推定した。後に Goto<sup>7)</sup>は, この点を明確にした。本報告の *Pi-se*<sup>11)</sup> 群が3遺伝子に相当する。Kiyosawa<sup>20)</sup>は, 注射接種法により, ほまれ錦, 銀河には一つの主働遺伝子と二つ以上の微働遺伝子との相加効果を推定した。噴霧接種法により, 阿部ら<sup>11)2)</sup>は陸稲農林糯4号, 同26号に3以上の複数遺伝子の相加効果を報告した。人工接種

法により指摘された遺伝子が、自然条件ではどのように効果をあらわすかを検討するため、その連鎖関係を用い追求した。同様な研究は既に、東・斎藤<sup>14)</sup>によって報告され、標識系統との交配  $F_3$  を用い、6連鎖群に抵抗遺伝子が認められている。

上記6連鎖群のなかに、第8連鎖群の  $la$ ,  $sp$  があげられている。また第8連鎖群には  $Pi-se$  があり、後藤・バルチ<sup>10)</sup>は  $la-Pi-se-sp$  の位置関係を報告した。文献<sup>10)</sup>の講演要旨予稿集によれば、 $la-Pi-se$ ,  $la-sp$ ,  $Pi-se-sp$  の組換え率は、4.2%、27.5%および21.6%である。

$Ph$ (第2連鎖群所属)に連鎖するいもち病抵抗性遺伝子の存在は戦捷<sup>14)</sup>の他にも報告されている。陸稲農林糯4号は戦捷に由来し、 $Pi-se \cdot Ph$  を持ち、第6—2表にも知られるように、自然発病に対して戦捷よりやゝ強い<sup>3)</sup>。これと水稻との交雑後代の自然発病検定により、 $Ph$  と密接に連鎖する抵抗遺伝子が報告されている<sup>23)</sup>。鍬塚<sup>22)</sup>によれば、戦捷に由来する中戦1—2—2、田戦捷、真珠、双葉は  $Ph^+$  である。抵抗性を低下する過程と  $Ph \rightarrow Ph^+$  との関係は今後の問題の一つである。

篠田ら<sup>31)</sup>は戦捷の近縁品種黒禾の「強度は場抵抗性」を支配する遺伝子の一つが、第11染色体( $Ph$ 座上)にあることを報告している。Oka and Lin<sup>28)</sup>は Pei-ku の自然感染に対する抵抗性遺伝子が、 $Ph$  と連鎖することを推定した。Chang and Hsieh<sup>6)</sup>によれば、稗稗稻のいもち病抵抗性遺伝子  $Pi$  は、自然感染の場合  $lg$  と連鎖する。 $lg$  と  $Ph$  とは密接な連鎖関係にある。笠谷<sup>4)</sup>によれば、短広花螺、大毛香、二化に  $Ph$  と連鎖する抵抗性遺伝子が推察される。このように自然感染、あるいはそれに近い条件では、 $Ph$  連鎖抵抗性遺伝子の存在が認められる。しかし、人工接種による証明は報告されていない。本報告の葉鞘検定結果は  $Ph$  と独立である。Hsieh<sup>15)</sup>が戦捷に見出した台湾レース22, 25に対する抵抗性遺伝子は、 $Ph$  と独立である。篠田ら<sup>31)</sup>は黒禾において、研54—04の注射接種にM反応を示す遺伝子を、 $Pr$ (第2連鎖群)の近くに認めた。 $Ph$  と  $Pr$  との組換え率は、24%である。しかしこの抵抗性遺伝子は、自然感染に効果を持たないと報告された。Chang and Hsieh<sup>6)</sup>は  $Pi-lg$  の連鎖関係を、人工接種で確認出来なかった。

$Ph$  連鎖いもち病抵抗性遺伝子は多くの研究者が、これを自然感染においては確認している。またその抵抗効果は、第6—4表にあるように他の二つよりも大きい。 $Ph$  との組換え値、同義遺伝子の有無等を知るためには、人工接種による追跡が必要である。

陳ら<sup>17)</sup>によれば、脱粒性は複数の形態的特性と関連する。本報告の脱粒性の特性は検討されていない。「難」:「易」の比から、1対遺伝子を推定したが、今後の確認が望まれる。中森<sup>26)</sup>はおのおの1対遺伝子に支配される脱粒性と、自然感染に対するいもち病抵抗性とが、連鎖(組換え20%)する例を報告した。 $Ph$  と同様に人工接種による検討が必要である。

以上のように、戦捷のいもち病抵抗性が、複数の遺伝子に支配されている。本報告では  $Pi-se$ (その同義遺伝子2対)、 $Ph$  連鎖遺伝子、脱粒性連鎖遺伝子の3群が確認された。この他にも存在する可能性がある。この3群の抵抗性遺伝子が相加効果をあらわすことは、第6—4, 5表から知られる。

戦捷の自然感染における強抵抗性は、いわゆる「圃場抵抗性」<sup>21)</sup>として、菌系非特異性と考えられている。Ou<sup>29)</sup>によれば、戦捷を含む「圃場抵抗性」品種の多くが、IRRIの苗畑で激しく発病し、その非特異性に疑問が持たれた。銀河は戦捷に由来し、数段階の日本水稻との交配を経て育成された。この品種は戦捷の  $Pi-se$  を持たない<sup>9)</sup>。そのため葉鞘検

定において、戦捷より弱く<sup>8)</sup>、自然感染でも発病程度が高い(第6—2表)。この関係が日本産菌系の多くに認められるのは、「圃場抵抗性」の菌系非特異性の事例ともうけとられる。日米共同研究<sup>12)</sup>において、日本産菌系に戦捷が銀河よりも弱く判定されたものはない。一方米国産菌10レースのうち2は、銀河が強く判定されている。Ou<sup>29)</sup>によれば、International uniform blast nurseries において、戦捷が銀河よりも弱く判定される事例は少なくない。「圃場抵抗性」に菌系非特異性を厳密に条件づけると、実例を示すことは非常に困難と考えられる。ある相当広い地域で、現在まで長い期間有効な抵抗性を「durable resistance」<sup>18)</sup>とする提言がある。何故「durable」であり得るかの条件を規定していないので、新しく論議のおこるところと考えられる。

戦捷の高度いもち病抵抗性は、本邦で60年以上続いている。その栽培は試験機関に限られているが、戦捷に由来する諸品種は陸稲を含め、相当の栽培面積が保持されていた。この間各品種は、附与された抵抗性を維持している。「圃場抵抗性」あるいは「durable resistance」の実態を研究する材料として、戦捷は適当な品種と考えられる。

葉鞘検定において、研53—33は *la* 連鎖の *Pi-se* を指摘しているが、*Ph*、脱粒性連鎖抵抗性遺伝子をみのがしている。しかし葉鞘検定は自然感染に対する抵抗性の一部分を指摘していると考えられる。*Pi-se* とその同義遺伝子 *Rb<sub>2</sub>*、*Rb<sub>3</sub>* は戦捷の抵抗性には必要であるが、それだけで充分とは云えない。Goto<sup>7)</sup>は、*Rb<sub>1</sub>(Pi-se)*<sup>11)</sup>、*Rb<sub>2</sub>*、*Rb<sub>3</sub>* が、研53—33、北1、北2にそれぞれ異なる効果を示すことを推定した。阿部ら<sup>12)</sup>は、陸稲農林糯4号、同26号の抵抗性遺伝子の相当部分が、噴霧接種した5菌系に対して、共通しないことを報告している。自然感染に対応する複数の抵抗性遺伝子群を、菌系非特異性であると規定して、特定1菌系・1接種法で検出するのは困難である。連鎖を利用し、戦捷の抵抗性を構成している各部分を順次探索する必要がある。

## VI. 摘 要

もつれ戦捷×亀の尾、もつれ亀の尾×戦捷の  $F_2$  でもつれ個体を選び、各体から  $1F_3$  系統を採種した。その後1系統から1系統を無作為に育成し、 $F_2$  を供試した。

籾の石炭酸着色反応、脱粒性および葉鞘接種による研53—33に対する反応の3形質によって、供試89系統を8群に区分した。晩播晩植・多肥畑苗代において、自然感染による葉いもち病発病程度を各系統に求め、各群の平均を求めた(第6—1表)。したがって *Ph* 連鎖、脱粒性遺伝子連鎖の抵抗性遺伝子、*Pi-se* を変動因とする分散分析によれば、3組の交互作用は無意であり、3主効果は有意である。供試8群の平均発病程度から、各変動因の発病程度に対する寄与度を求めた。2群間の平均発病程度の差は、寄与度の和とよく一致し、抵抗性遺伝子の相加効果を明確にした。

### 謝辞

本研究に有益な討議をいただいた高橋喜夫先生に深甚の謝意を申し上げます。圃場整備などに御助力いただいた農場教職員、技官斎藤澄子さんに感謝いたします。

### 引用文献

- 1) 阿部祥治・清沢茂久・小野信一(1974)：陸稲のいもち病抵抗性の遺伝に関する研究。第1報。陸



- 稲農林糯4号のいもち病抵抗性の遺伝. 茨城農試報 15 : 47-64.
- 2) ——・須賀立夫・小野信一(1976) : 同上. 第2報 陸稲農林糯26号のいもち病抵抗性の遺伝. 同上17 : 67-76.
  - 3) ——・——・——(1976) : 同上 第3報 陸稲品種のいもち病真性抵抗性遺伝子の推定. 同上17 : 77-82.
  - 4) 笠谷大節(1959) : 稲熱病抵抗性品種育成に関する植物病理学的研究. 東北農試報 17 : 1-101.
  - 5) 浅賀宏一(1981) : イネ品種のいもち病に対する圃場抵抗性の検定方法に関する研究. 農事試研報 35 : 51-138.  
Asaga, K.(1981) : A procedure for evaluating field resistance to blast in rice varieties. J. Cent. Agr. Exp. St. 35 : 51-138.(in Japanese with English summary)
  - 6) Chang, T. M., and Hsieh, S. C.(1965) : Further studies on the inheritance of resistance to leaf and neck blast disease in rice. Jour. Taiwan Agr. Res. 14 : 1-10.(in Chinese with English summary)
  - 7) Goto, I.(1970) : Genetic studies on resistance of rice plant to blast fungus. I. Inheritance of resistance in crosses Sensho×H-79 and Imochi-shirazu×H-79. Ann. Phytopath. Soc. Japan 36 : 304-231.
  - 8) 後藤岩三郎(1973) : イネいもち病における寄主・病原菌の關係の因子分析法による研究. 日植病報 39 : 35-41.
  - 9) Goto, I.(1978) : Genetic studies on resistance of rice plant to blast fungus. III. Decline in the blast resistance of Ginga, a descendant variety of Sensho. Ann. Phytopath. Soc. Japan 44 : 447-455.
  - 10) 後藤岩三郎・バルチ アフメッド アリ(1982) : イネ品種戦捷のいもち病抵抗性の遺伝. 日植病報 48 : 341. (講演要旨)
  - 11) 後藤岩三郎・バルチ アフメッド アリ(1983) : 陸稲農林糯4号, 同26号に導入された戦捷のいもち病抵抗性遺伝子 *Pi-se*. いもち病抵抗性の遺伝. 第V報 山形大学紀要 (農学) 9 : 121-125.  
Goto, I. and Baluch, A. A.(1983) : Genetic studies on resistance or rice plant V. Introduction of *Pi-se* of Sensho to Rikuto-norin-mochi-No. 4 and No. 26. Bull. Yamagata univ., Agr. Sci., 9 : 121-125. (in Japanese with English summary)
  - 12) Goto, K. *et al.*(1967) : U. S.-Japan cooperative research on the international pathogenic races of rice fungus, *Pyricularia oryzae* Cav., and their international differentials. Ann. Phytopath. Soc. Japan 33(Extra Essue) : 1-87.
  - 13) 東 正昭・櫛淵欽也(1978) : イネの葉いもち病抵抗性の遺伝分析. 育種 28 : 277-286.
  - 14) ——・斎藤 滋(1982) : 陸稲戦捷の葉いもち圃場抵抗性の連鎖分析. 同上 32別冊 1 : 14-15.  
Higashi, T. and Saito, S.(1982) : Linkage analysis on field resistance of upland rice "Sensho" to leaf blast. Japan J. Breed. 32 Supl. 1 : 14-15.(in Japanese)
  - 15) Hsieh, S. H., Lin, M. H. and Liang, H. L.(1967) : Genetic analysis in rice. VIII. Inheritance to races 4, 22 and 25 of *Pyricularia oryzae*. Bot. Bull. Acad. Sinica 8 : 255-266.
  - 16) 岩槻信治(1942) : 稲熱病高度耐病性を有する水稻品種の育成顛末. 育種研究 1 : 25-41.
  - 17) 陳日斗・井之上準・大村 武(1982) : 日印交雜品種の脱粒性および離層形成の遺伝. 育種 32 : 290-295.
  - 18) Johnson, R.(1979) : The concept of durable resistance. Phytopathology 69 : 198-199.
  - 19) 菊池文雄・横尾政雄・小野信一・新妻芳弘(1976) : 水陸稲雜種集団における陸稲のいもち病抵抗性と他形質との關係. 育種22 別冊 2 : 205-206.

- 20) Kiyosawa, S.(1970) : Inheritance of blast resistance of the rice varieties Homare Nishiki and Ginga to the fungus strain Ken 54-04. Bull. Natl. Inst. Agr. Sci. D21 : 73-105.
- 21) 清沢茂久・榊淵欽也・渡辺進二(1975) : いもち病抵抗性育種および育種研究の現状と問題点. 農及園 50 : 25-30, 258-262, 377-380, 629-635.
- 22) 飯塚喜久治(1942) : 稲穂の石炭酸に依る着色性の品種間変異並に夫と稲熱病抵抗性との関係に就て. 育種研究 1 : 43-52.
- 23) 丸山清明・板倉 登・菊池文雄(1983) : 陸稲農林糯4号のいもち病圃場抵抗性の遺伝分析2. 水稲×陸稲農林糯4号の後代と水稲との  $F_3$  系統の分離. 育種 33別冊 1 : 260-261.
- 24) 盛永俊太郎・永松土巳・河原栄治(1943) : 稲に於ける石炭酸着色因子と他の1, 2因子との聯関. 遺種 19 : 206-208.
- 25) Nagao, S. and Takahashi, M.(1956) : Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 53 : 72-130.
- 26) 中森栄一(1936) : 水稲品種に於ける稲熱病抵抗性の地方的変異に就て. 農及園 11 : 823-834.
- 27) 中森栄一・小里運一(1949) : 稲に於ける育種方法としての Back-cross 育種法の理論的考察. 育種研究 3 : 10-18.
- 28) Oka, H. I. and Lin, K. M.(1957) : Genetic analysis of resistance to blast disease in rice. Japan J. Genet. 32 : 20-27.
- 29) Ou, S. H.(1979) : Breeding rice for resistance to blast -a critical review- In Proceedings of the rice blast workshop IRRI : 81-137.
- 30) Sastry, M. V. S. and Seedharaman, R.(1978) : Inheritance of grain shattering and lazy habit and their interrelationship in rice. Indian J. Genet. plant Breed. 38 : 318-321.
- 31) 篠田治躬・鳥山国土・柚木利文・江塚昭典・桜井謙郎(1971) : いもち病に対するイネ品種の抵抗性に関する研究. (第6報)いもち病抵抗性遺伝子の連鎖群. 中国農試報 A20 : 1-25.
- 32) Snedecor, G. W.(1956) : Statistical methods (5th Edition) 畑村・奥野・津村訳 (1962) 統計的方法 岩波書店 東京.
- 33) 高橋喜夫・後藤岩三郎(1967) : いもち病抵抗性の遺伝子解析と抵抗性品種の育成. 育種学最近の進歩 8 : 79-87.

### Summary

Genetic studies on blast resistance of Sensho have been reported by the sheath test, one of artificial inoculation methods<sup>7)9)</sup>, and advocated the important roll of *Pi-se*<sup>11)</sup> closely linked with *la* of the 8th linkage group. In the present paper, Sensho was analysed under natural infection on nursely bed with material lines tested by the sheath inoculation.

Near homozygous progeny  $F_7$  lines from two crosses, cross A of *la*-Sensho<sup>9)</sup> × Kamenoo and cross B of *la*-Kamenoo<sup>9)</sup> × Sensho, were established by promoting their lazy  $F_2$  plants in  $F_3$  and subsequent generation, raising an individual progeny plant from a selfed plant in each generation without practicing any selection for a particular trait. Those material lines were ascertained in the following three characters, phenol reaction of grain<sup>25)</sup>, shedding character and resistance to Ken 53-33 tested by the sheath method.

In phenol reaction, materials were classified into colored(*Ph*) and non colored

(*Ph*<sup>+</sup>) lines showing a good fitness to 1 : 1 segregation in the both crosses (Table 1). *Ph* belongs to the 2nd linkage group<sup>25)</sup>. As to shedding, it seemed that the present character was controlled by a recessive gene because F<sub>1</sub> plant of the both crosses were persistent and segregation of persistent : easily among F<sub>7</sub> showed a good fitness to 1 : 1 (Table 2). The present gene is different from *sh* previously reported as linked with *la*<sup>25)30)</sup>, and independent from *Ph* (Table 3). Forty four lines of cross A and 45 ones of cross B were tested by the sheath inoculation method with Ken 53-33. *Pi-se* (previously designated as *Rb*<sub>1</sub><sup>7)</sup>) presented a close linkage between *la* samely as reported with materials of F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> of Sensho × *la*-Kamenoo and other crosses<sup>7)9)</sup> (Table 4). The gene *la* is independent from *Ph* and gene of shedding as noted on Table 3, and the resistance to Ken 53-33 mainly controlled by *Pi-se* revealed the same relationship between the two characters (Table 5).

Eighty-nine material lines were classified into 8 groups according to three characters, phenol reaction which is controlled by *Ph*, shedding by one gene and response to Ken 53-33 mainly by *Pi-se*, were planted on heavily fertilized nursery bed with three or two replicates except few lines, and disease severity degree of leaf blast under natural infection of each line was scored after Asaga's scale<sup>5)</sup> briefly described in the Table below.

Score	% age of leaf area infected	Score	% age of leaf are ainfected
0	0	6	40
1	1	7	60
2	2	8	80
3	5	9	90
4	10	10	100
5	20		

The data of lines were plotted on Figure 2 in each group separately, and mean disease severity degree of each group and its Duncun's range test were noted on Table 6-1 with data of control varieties (Table 6-2). The variance analysis of those data presented significant effects of all three sources treated with not significant effects of their interaction (Table 6-3). From those results, three resistance gene(s) or gene groups; gene(s) linked with *Ph*<sup>14)</sup>, gene(s) linked with shedding gene and *Pi-se* linked with *la*; were expected to control the blast resistance of Sensho under natural infection on nursery bed with their additive effects. Contribution of *Ph* linked gene(s) to whole resistance effects was estimated as follows. Mean of disease severity degree [(Group 3 + Group 4 + Group 7 + Group 8) - (Group 1 + Group 2 + Group 5 + Group 6)]/4 = 1.15, of *Pi-se* of sheath test 0.86 and of shedding 0.80, respectively (Table 6-4). Those three contribution scores proved their additiveness in blast resistance in Table 6-5, in which the difference of mean disease severity degree between two Groups is approximately near to the sum of scores.

*Pi-se* has been assessed by the sheath test, but other two genes linked with *Ph* and shedding gene, in spite of their important role in natural infection, were not confirmed by any artificial inoculation method.