イネのいもち病抵抗性の遺伝に関する研究 (1)

誌名	農業技術研究所報告. D, 生理・遺傳・作物一般
ISSN	00774855
著者名	山崎,義人 清沢,茂久
発行元	農林省農業技術研究所
巻/号	14号
掲載ページ	p. 39-69
発行年月	1966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

イネのいもち病抵抗性の遺伝に関する研究

第Ⅰ報　いもち病菌の数種の系統に対する日本稲品種の抵抗性の遺伝

山　崎　義　人*・清　沢　茂　久

目　　次

Ⅰ　緒　　論……39
Ⅱ　研　究　史……39
Ⅲ　実験材料および方法……42
　1　品種の抵抗性検定……42
　2　遺伝子分析……44
Ⅳ　実験結果……45
　1　品種の抵抗性検定……45
　2　遺伝子分析……45
Ⅴ　考　　察……63
Ⅵ　摘　　要……65
Ⅶ　引用文献……66
　Summary……68
　図　　版……69

Ⅰ　緒　　論

いもち病はほとんどすべての稲作国において，最も顕著な被害をもたらす病害の1つである。そしてこの病害に対処する最も効果的な方法として抵抗性品種の育成をあげることができる。しかし，いもち病抵抗性育種の可能性を知り，さらにはその効率を判断するに必要な抵抗性に関する遺伝学的知見はきわめて少ない。1960年以前に行なわれた遺伝学的研究はすべて圃場条件かあるいは菌の純粋性に十分注意が払われずに行なわれた実験が多い。このような実験はもちろん，菌の純粋性に関して十分考慮されている実験でさえも，生理的 race（菌型）の知られている現在，race の分化の観点から再検討を要する。

本報では，任意に選んだ日本稲品種に，適当に選んだいもち病菌7系統を接種し，その抵抗性を検定するとともに，そのうちの1部の品種について遺伝子分析を行なった結果について報告する。

Ⅱ　研　究　史

イネのいもち病抵抗性の遺伝子分析は，他の作物の抵抗性の遺伝研究に比べ相当遅れている。

佐々木は1922年に抵抗性品種の剣を中心とした数組合せのF_2と1部のF_3について，噴霧法を用いて遺伝子分析を行ない，抵抗性は優性で，F_2において抵抗性個体と罹病性個体とは

*　現日本大学農獣医学部

3：1の分離比を示すことを報告した。

中富（1926）は抵抗性親同志の交雑の F_2 はつねに抵抗性強く，弱い親同志の交雑の F_2 はつねに弱いことをみ，抵抗性は遺伝的であることを明らかにするとともに，強い品種と弱い品種との組合せのF_2から9：3：4と9：7の分離比をえた。

中森(1936)は計96品種を用いて岐阜県農試の本場（本巣郡七郷村）と分場（飛弾古川町）において抵抗性検定を行ない，(1)両地で抵抗性，(2)両地で罹病性，(3)本場においてのみ抵抗性，(4)分場においてのみ抵抗性，の4群の存在を明らかにした。そして(3)と(4)の代表的な品種（それぞれ丹後中稲と京旭）の交雑 F_3 の抵抗性検定を両地において行ない，両地における抵抗性は互いに独立な1遺伝子により支配されることを明らかにした。また，脱粒性難と本場における抵抗性遺伝子との間に連鎖関係があることを認めた。彼はこの抵抗性表現の地方的変異の原因について，温度・土壌条件および菌の系統の差の可能性を考慮して検討したが，一定の結論をうるにいたらなかった。

鍬塚（1942）は種々な程度のいもち病抵抗性品種と罹病性品種の交雑 F_2 における抵抗性の分離をみて，分離の状態が抵抗性の親品種により異なることを観察したが，関与遺伝子の推定までにはいたらなかった。

中森・小里（1949）は外国稲の抵抗性の日本稲への導入を連続もどし交雑法により達成しようと試み，その過程で両親（中生旭×戦捷）の抵抗性の違いは戦捷中の2優性抵抗性遺伝子の存在によることを暗示する結果をえた。

橋岡（1950 a.b）は台湾において多くの外国稲と日本稲の間で交雑を行ない，その F_2 世代における葉いもち病・節いもち病・穂首いもち病に対する分離を噴霧法によって検定し，葉いもち病については，抵抗性が優性であり，F_2 において2遺伝子性と考えられる分離比（9：3：3：1）をえた。穂首いもち病に関しても抵抗性が優性で，F_2において3：1および9：3：3：1の分離比をえた。抵抗性品種同志の組合せのF_2は自然感染下で大多数が高度抵抗性を示した。節いもち病については，9：3：3：1に適合するかそれに近い分離比をえた。また，F_3系統を用いて，その葉いもち病に対する罹病率から分離比をみた結果，9：3：4，12：4，15：1などの2遺伝子性分離比を示す場合のあることを認めた。また葉・穂首・節の各部分の抵抗性が一致しない品種の交雑F_2では抵抗性の違った部分に関してのみ分離が認められた。

高橋（1951 a.b）は日本稲の抵抗性を異にする品種間の交雑を行ない，F_2植物について葉鞘裏面接種法で検定することにより抵抗性の遺伝様式を検討した。その結果，抵抗性は優性であり，3：1，9：6：1，27：27：9：1の分離比を示すことを認めた。彼はこの結果から3対の抵抗性遺伝子を推定した。鐙谷（1959）はその後，葉鞘裏面接種法を分離比の検定に用いるのは危険であることを指摘した。

氏原・西尾・田辺（1955）は外国稲系の抵抗性品種に種々の罹病性日本稲を交雑して，ガラス室内で前年の被害わらを用いて接種し，F_2において3：1あるいはそれに近い分離比を示す場合のほか，15：1および9：6：1，あるいはそれに近い分離比を示す場合を観察した。

岡田・前田（1956）は鳥尖・茘支江・藤坂5号・陸羽132号・亀ノ尾の間で可能な全組合せを作り，F_1，F_2，B_1F_1，F_3世代で抵抗性検定を行なった結果，5品種の間の抵抗性の違いを3対の抵抗性遺伝子により説明した。彼らは抵抗性は優性で各遺伝子は加算的に抵抗性を

大きくすると考えた。

Oka and Lin(1957) は台湾のインド型の品種Pei-kuと日本型の品種 Taichung No. 65の F_2, F_3 を用いて圃場の自然感染条件下での抵抗性について遺伝子分析を試み，Pei-ku の抵抗性は1劣性遺伝子により支配されるとした。

鐙谷（1959）は抵抗性を侵入抵抗性と進展抵抗性とに分け，特に進展抵抗性について，彼(1955）の案出した感染型による判定方法を用いて，遺伝子分析を行ない，抵抗性に関与する遺伝子を推定したが，抵抗性の優劣は条件により異なるとした。

Hsieh, Chien and Huang (1961), Hsieh(1965) は，台湾・日本・アメリカ合衆国から集めた多くの品種の相互の組合せの F_2 を用いてガラス室内では噴霧法による芽生抵抗性について，また，圃場条件では自然感染による葉いもち病抵抗性と穂首いもち病抵抗性について分析を行ない，葉いもち病に関しては3：1，9：7，9：3：4，1：3などの分離比をえ，穂首いもち病に関しては3：1，9：7，9：3：4，9：3：3：1，27：37などの分離比をえた。しかし，各品種の遺伝子型を同定するにいたらなかった。なお，Oka and Lin (1957) により使用され，罹病性優性遺伝子を持つとされた Taichung No. 65を片親にした場合，Wu-liap（抵抗性）との組合せでは1：3，Taichung No. 130 との組合せで9：7の分離比がえられた。

北村（1962）は多くの外国稲をもどし交雑して高度抵抗性品種を育成する過程で，種々の組合せについて遺伝研究を行ない，Te-tep, Lua Rong および Tadukan は共通の抵抗性遺伝子(Pi_1) をもつと推定し，また，Tadukan の遺伝子(Pi_1) と関東51号の P-2b 菌に抵抗性の遺伝子とをあわせもった個体の選抜に成功した。

以上に引用した論文は，すべていもち病菌の race に関して十分知られていない時代に発表されたものであり，したがって，race に関する考慮が全く払われずに行なわれたものである。とはいえ，いもち病菌の病原性の分化について全然知られていなかったわけではない。

佐々木（1922 a,b, 1923）はいもち病菌に病原性の異なった系統が少なくとも2つあることを報告した。しかし，その後の研究の進展は必ずしも順調でなく，日本においては1955年以降共同研究が行なわれるにいたってはじめてその大要が明らかにされた。最近アメリカ合衆国（Atkins 1965, Latterell *et al.* 1965), 台湾 (Chien *et al.* 1963) や韓国(Ahn and Chung 1962）においてもこの方面の研究に力がそそがれている模様である。現在日本においては16の race が知られている（後藤 1964,1965)。

このように race の分化についての広範な研究が進められたのはごく最近のことであり，したがって，特異的病原性の明瞭な race を用いて行なわれた抵抗性の遺伝研究はきわめて少ない。

新関（1960）は，関東54号×愛知旭と関東54号×綾錦のF_2に，関東54号に非病原性，他の2品種に病原性を示す系統 54-20 とその逆の反応を示す系統 55-64 を注射接種して，関東54号中に 54-20 に対して抵抗性の1優性遺伝子の，そして愛知旭や綾錦中に 55-64 に対して抵抗性の1優性遺伝子の存在を見いだし，その2遺伝子が独立に行動することを明らかにした。ここで用いられた関東54号は中国稲荔支江の抵抗性遺伝子を日本稲に導入した品種である（香山，1952)。

岩田・成田（1961）は農林15号・走坊主・ハッコウダ・トワダ・農林19号・早生錦に非病原性で，新栄・豊光・農林20号に病原性をもつ当時のCⅡ型に属する系統長89を用い，上記

品種間の種々の組合せの F_2 に噴霧接種した。抵抗性品種×罹病性品種ではつねに3：1の分離比をえ，抵抗性品種間の組合せ（ハッコウダ×早生錦のみ）では罹病性個体の出現をみなかった。

以上を要するに，いもち病抵抗性の遺伝に関する報告は決して少なくないが，raceの分化に関する研究が遅れていたことも原因して，用いた接種源の遺伝的純粋性についても疑問の余地を残す実験がきわめて多い。このために同一品種でも異なった実験では異なった結果がえられており，したがって，上記の結果からは統一的結論を引き出すのはきわめて困難といわざるをえない。

Ⅲ 実験材料および方法

1. 品種の抵抗性検定

供試品種は主として農業技術研究所生理遺伝部遺伝科遺伝第7研究室保存の日本稲（1部中国品種を含む）を用い，1部は各地の地域農業試験場から分譲を受けた。いもち病菌の系統としては農業技術研究所病理昆虫部病理科糸状菌病第2研究室より分譲を受けた7系統を用いた。この7系統は本実験開始当時知られていた14 race のなかから，比較的病原性が安定しており，しかも，14 race の病原性をできるかぎり代表しうるよう選ばれたものであ

Table 1. Pathogenicity of fungus strains used in the experiments.

Fungus strain / Race / Rice variety	P-2b	Ken 53-33	Ina 72	Hoku 1	Ken 54-20	Ken 54-04	Ina 168
	N-2	T-1	C-3	N-1	N-2	N-3	N-4
Te-tep	R	R	R	R	R	R	R
Tadukan	R	S	R	R	R	R	R
Usen	M	S	R	R	R	R	R
Chokoto	R	S	R	R	R	R	R
Yakeiko	R	S	S	R	R	R	R
Kanto 51	R	S	S	R	R	R	R
Ishikari Shiroke	R	S	R	S	R	R	R
Homare Nishiki	S	S	R	S	S	R	R
Ginga	M	S	S	S	S	R	S
Norin 22	S	S	S	S	S	S	S
Aichi Asahi	S	S	R	S	S	S	R
Norin 20	S	S	S	S	S	S	S

Inoculation of fungus (spraying method) and evaluation of the symptom were carried out in the Second Laboratory of Fungal Disease, Division of Plant Pathology, Department of Plant Pathology and Entomology, National Institute of Agricultural Sciences. The method of evaluation was different from that used by the present authors.

る。供試7系統の病原性については病理科糸状菌病第2研究室にその検定を依頼した。結果は第1表のとおりである。

菌の系統はいずれも馬鈴薯寒天斜面培地に移して生育させ，それに流動パラフィンを入れて保存菌株とした。

供試菌の培養中における病原性の変化をさけるために，前述の病理科糸状菌病第2研究室から分譲を受けた原菌株の病原性を検定した後，その1部を接種源として馬鈴薯寒天斜面培地に培養し，1部の斜面培養を菌株(I)として接種用に使用し，他の斜面培養に流動パラフィンを入れて長期保存用とした。原菌株がなくなった場合には，保存菌株から2回馬鈴薯寒天斜面培地に移したものを菌株(II)とするか，あるいは菌株(I)の菌を罹病性品種に接種し，できた病斑から単胞子分離し，病原性を確かめて後，菌株(III)として用いた。このような方法は培養中病原性が変化することを防ぐため，培地に移植する回数をできるかぎり少なくするように考案されたものである。保存菌株から2回移植を続けるのは，1回の移植では，流動パラフィンの存在のために正常な培養基上の性質をみることができないためである。

病原性検定のための判別品種としては関東51号・石狩白毛(あるいは藤坂5号)・愛知旭および農林22号を用いた。

45cm×60cm×9.5cm の木製苗箱に畑土を入れ，初期の実験では硫安 15g，過石2g，硫加6gを，後期の実験ではチッソホスカ（混合肥料）40g を加え，前者では5列，後者では6列(各列32～33粒)に播種した。苗は冬期は暖房，夏期は冷房によって極端な高低温を避けるようにしたガラス室内で管理した。ガラス室内の温度は冬期は10～35°C，夏期は25～30°Cの間を変動した。とくに湿度についての考慮は払われなかった。当研究所（平塚）においてはいもち病の自然発病はきわめて少なく，外部からのいもち病菌の混入はほとんどないとみられ，ガラス室内においては，外からはもちろん近くの罹病植物から感染したと考えられる例は梅雨期を除いてはほとんどみられなかった。苗が3.2～4.2葉期に達したとき，あらかじめ大麦穀粒培地を用いて準備された7系統の胞子を 2×10^4 spores/ml の濃度の浮遊液として栗林・寺沢（1953）の方法により注射接種した。菌の1系統に対して各品種16個体が使用された。調査は原則として接種1週間後に行ない，病斑を次の4階級にわけて各病斑数を数えた。

1)　b型　褐点のみで中央に崩壊部のない病斑。
2)　bg型　中央部は白色ないし灰色，周辺褐色で，中央白色部の長径が 2mm 未満の病斑。
3)　bG型　同上，中央白色部の長径が 2mm以上の病斑。
4)　pG型　中央部が白色ないし灰色で周辺部が褐変を始めないで無色か紫色の病斑。

この病斑型の分類方式は，鐙谷（1955）の方式を遺伝研究に適するように簡略化したものである。中央部のg あるいはG（灰色）は当研究所（平塚）では白色に乾いた場合が多く，梅雨期かあるいは長雨の後にのみ灰色となる。

抵抗性は主として，上記各病斑の頻度により，R^h，R，MR，M，MS とSの6段階に分けて判定された（図版I）。すなわち

1)　$^2/_3$以上の個体が無病斑の場合……R^h
2)　b型病斑が大多数（全病斑の$^2/_3$以上）を占める場合……R
3)　b型病斑のbg～pG型病斑に対する比率が1以上，2未満の場合……MR

4) bg型病斑が大多数か，あるいはｂ型から pG 型までほぼ均等に分布する場合… M
5) bG型病斑が大多数か，あるいはpG型の頻度が最も多いが，その数がｂ～bG型の合計よりも少ない場合…… MS
6) pG 型が過半数の場合…… S
7) なお上記の方法で MR～S と判定された場合でも，１個体当りの病斑数が７以下の場合にはそれぞれ１階級上げて判定した（MR→R，M→MR，MS→M，S→MS)。

なお，文中ではしばしばR^hとRを高度抵抗性，MRとMを中度抵抗性，MS とＳを罹病性と表現した。

2. 遺伝子分析

抵抗性検定が行なわれた品種のうち，抵抗性の異なる種々の群に属する品種を選び，それらの間の雑種の F_2 あるいは F_3の芽生に胞子浮遊液を接種し，分離比の検定が行なわれた。１部の材料は当研究所生理遺伝部遺伝科遺伝第６研究室において交配されたものであるが，他の大部分は筆者らの手により交配採種された。特に記載のない場合には抵抗性検定のために注射法が用いられたが，噴霧法が適当と考えられた場合には噴霧法が採用された。

注射法の場合には，品種の抵抗性検定の場合と同じ方法を用いたが，この場合，１個体に１週間間隔で菌の２系統を接種し，両系統に対する抵抗性遺伝子の異同を検討した。

噴霧法の場合には，4 cm×14cm×10cmのブリキ製苗箱（１回に49箱）を用い，それにチッソホスカを加えた畑土を均等につめた。各箱には18粒播種し，3.2～4.2葉期にあらかじめ大麦穀粒培地を用いて準備した胞子を，５～10×10^4 spores/ml の浮遊液として噴霧し，１昼夜温度28°C，湿度96～100%の接種箱中に保った後ガラス室中にもどした。

抵抗性検定結果の検討は次のようにして行なった。抵抗性品種と罹病性品種の F_2 分析の場合には，強い方の親と同じ程度の抵抗性を示す個体をｒ，弱い方の親と同じ程度の反応を示す個体をｓとし，両親の中間の抵抗性を示す個体が現われた場合にはそれをmとして記載した。しかし，多少中間のものが現われてもそれとｒ集団との間が連続的で，ｓ集団との間が不連続的である場合には，中間型個体もｒとして示した。また，抵抗性品種同志の交雑の場合には，親型をともにｒとするか，抵抗性にある程度の差がある場合にはそれぞれをｒとｍにして，F_2 に生じた両親よりも罹病性の個体をｓとした。注射接種の第１回目は一般に95%以上接種に成功するが，第２回目の成功率はかなり落ちる場合が多い。特に第１回接種で強く罹病した個体は，１部は枯死のため，１部は異常発育のため第２回接種の反応を見ることができない場合が多かった。このような個体は－として表記した。

分離比の検討は，菌の第１系統を接種した場合には，接種成功個体全部について行なったが，第２系統を接種した場合には，第１系統にｒとして判定された個体についてのみ行ない，第１系統にｒで第２系統にｒ（以後rrと記す）の数とrsの数の比が３：１に適合するときには両系統に対する抵抗性遺伝子は異なるものと考え，適合しない場合には関与遺伝子が同じか連鎖していることを示すものとして検討した。

F_3分析の場合には，一般に菌の第２系統に対する分離を供試全系統についてみることが可能であったため，両系統に対する分離比を検討した。

本研究は終始当研究室の小山田ヒロさんの助力のもとに行なわれた。記して厚くお礼申し上げる。また，交配材料を提供された農業技術研究所生理遺伝部遺伝科遺伝第６研究室ならびに，種子の使用を許可された第７研究室の諸氏，および菌の系統を分譲してくださり，ま

た，その系統の病原性の検定をこころよく引き受けてくださった病理昆虫部病理科糸状菌病第2研究室の方々に厚くお礼申し上げる。

IV 実 験 結 果

1. 品種の抵抗性検定

若干の中国稲を含めた日本稲は，菌の7系統に対する抵抗性反応から，第2表のような品種群に分けられる。

Table 2. Grouping of Japanese varieties of rice (including some Chinese varieties) on the basis of their resistance to seven strains of the blast fungus. 1.

Type \ Fungus strain	P-2b	Ken 53-33	Ina 72	Hoku 1	Ken 54-20	Ken 54-04	Ina 168	Group
Shin 2	S*	S	S	S	S	S	S	1
	S	S	S	S	S	M	S	2
Aichi Asahi	S	S	R	S	S	S	R	3
	S	S	R	S	S	M	R	4
Kanto 51	M	S	S	R^h	R^h	R^h	R^h	5
Ishikari Shiroke	M	S	M	S	M	M	M	6
To-to	M	S	R	R^h	R^h	R^h	R^h	7

* See Plate I.

これらのうち，研54-04に対するM反応とS反応の差は条件によって明瞭な場合と不明瞭な場合とがある。また，M反応が明瞭に現われる場合にもMとSの中間の品種があり，明瞭な分類は困難であった。したがって，1群と2群とをいっしょにして仮に新2号型と名づけ，3群と4群とをいっしょにして愛知旭型と名づけ，他にはそれぞれ代表的な品種名を冠して品種のいもち病抵抗性に関する分類を行なった結果は第3表のようである。

以上のうち，新2号型・愛知旭型と石狩白毛型の大部分は日本在来種かあるいは在来種間の交雑により生じたものであり，関東51号型と杜稲型は中国品種かそれと日本在来種との交雑の結果育成されたものである。

2. 遺伝子分析

(1) 愛知旭型品種の遺伝子分析

最初に愛知旭型に属する農林17号・金南風・千本旭・農林41号・綾錦・豊千本を用い，一方では新2号型品種と交雑すると同時に，他方では愛知旭型品種同志で交雑して，それらのF_2に愛知旭型品種に非病原性を示す系統稲72と稲168を接種して分離の状態をみた(第4表，第5表)。供試品種の系譜関係は第1図のとおりである。

ここに用いた愛知旭型品種は稲72と稲168に対して，ほとんどb型病斑のみからなる抵抗性(R)を示し，罹病性品種の反応との差が判然としていたので，明瞭な分離がみられた。

農林25号（新2号型）×農林17号に関しては，第1系統として稲72を接種したとき（実験1）も，稲168を接種したとき（実験2，3）もいずれも3：1の分離を示し，各系統に対して抵抗性を示す1優性遺伝子の存在を示している。第1系統に抵抗性の個体はすべて第2系

Table 3. Grouping of Japanese varieties of rice (including some Chinese varieties) on the basis of their resistance to seven strains of the blast fungus. 2.

Type	Variety
Shin 2	Shin 2 (65-0290), Omachi (65-0294), Norin 25 (65-0300), Norin 1 (65-0289), Rikuu 132 (65-0322), Tozan 38 (65-0231), Norin 22 (65-0260), Norin 8 (65-0259), Wase Sen-ichi (10-0450), Aichi Wase Asahi (10-0812), Kyushu 8 (10-0864), Zenkoku Wase, Kamenoo (10-0456), Aikoku 1 (10-0830), Koshiji Wase (65-0917), Takenari (65-0976), Gin Bozu (10-0341), Toyosato, Mokoto (15-0197), Shin Yamabuki, San-in 45, Sachi-watari (10-1243), Kanto 60, Tokai 11, Wase Aikoku 3 (65-0986), Gin Bozu Chusei (65-0899), Aichi Wase 1, Ta Sensho, Shinju, Wase Asahi 2, Togo, Kokuryo Miyako (10-0086), Sen-ichi (65-0962), Murasaki Daikoku (10-0345), Shirogane (65-0971), Bozu 6
Aichi Asahi	Aichi Asahi (65-0223), Senbon Asahi (65-0228), Ayanishiki (65-0578), Yutaka Senbon (65-0582), Norin 17 (65-0285), Kinmaze (65-0580), Norin 18 (65-0274), Norin 41 (65-0938), Okute Eiko (10-1113), Tsurugi (10-0932), Towada (10-1161), Shinriki 11 (65-0245), Koganemaru (65-0229), Haruta Asahi (65-0901), Chikara Senbon (65-0226), Sasashigure (65-0959), Tokai Senbon (65-0981), Jukkoku (10-1347), Shuho (65-0230), Kyoto Asahi (10-1306), Eiko (65-0874), Futaba (65-0227), Tokai 15, Takara (65-0277), Kaori (10-1000), Tokai 9, Norin 27 (10-1276), Mikawa Nishiki (10-0133), Chusei Honen (65-0896), Takane Asahi, Shiro Senbon, Asakaze (10-1282), Fujiminori (10-1355), Zuiho (65-0287)
Kanto 51	Kanto 51 (65-0914), Reishiko (65-1111), Kusabue, Fukei Mochi 57
Ishikari Shiroke	Ishikari Shiroke(65-0249), Norin 34 (10-1125), Sekiyama 2 (65-0961), Fujisaka 5 (10-1160), Fukei 59
To-to	To-to (15-0191), Kongo, Kanto Mochi 63, Hokushi Tami

Figures in parenthesis are genetic stock number in Division of Genetics, National Institute of Agricultural Sciences. Out of them, four figures which follow 65- correspond to FAO genetic stock number.

統にも抵抗性を示し，第1系統に r，第2系統に s（以後 rs と記す）の個体は出現しなかった。これは両系統に対して同一遺伝子が働いていることを示すものである。金南風・千本旭・農林41号・綾錦・豊千本を抵抗性親品種として用いた場合にも，千本旭×東山38号においてわずかな rs 個体が観察された（実験5）ことを除いては同様な結果をえた(実験4，6～10)。この2個体の rs の出現は第1系統の接種の失敗によるものと思われる。注射接種の成功率は平均約98%とみられるので，この程度の誤認は避けられない。また，第2系統に対する判定の信頼度はあまり高くないが，sr 個体は存在しないか，または存在してもごく少数であるから，これらの品種ではいずれも優性の1抵抗性遺伝子が両系統に対する抵抗性を支配しているとみてよいように思われる。

また，わずか1回しか用いなかったが，race N-5 に属する北61-101に対して新2号×豊千本の F_2 が3：1の分離を示し，北61-101に抵抗性の全個体が稲72に対しても抵抗性であ

Table 4. F_2-analysis in hybrids between Aichi Asahi type varieties and Shin 2 type varieties.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –*	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	P
1	P_1 Norin 25	① Ina 72	r						14			1	15	195			10	205	
			m																(3 : 1)
	P_2 Norin 17	② Ina 168	s			14	2	16								27	48	75	0.3～0.5
			Total			14	2	16	14			1	15	195		27	58	280	
2	P_1 Norin 25	① Ina 168	r						13			3	16	196			9	205	
			m																(3 : 1)
	P_2 Norin 17	② Ina 72	s			16		16								13	53	66	0.7～0.8
			Total			16		16	13			3	16	196		13	62	271	
3	P_1 Norin 25	① Ina 168	r						13			1	14	89				89	
			m																(3 : 1)
	P_2 Norin 17	② Ina 72	s				14	14						1		5	21	27	0.5～0.7
			Total				14	14	13			1	14	90		5	21	116	
4	P_1 Rikuto Norin Mochi 26	① Ina 72	r						16				16	55	15		1	71	} (3 : 1)
			m											17	8			25	
		② Ina 168	s			13	2	15							1	14	16	31	0.8～0.9
	P_2 Kinmaze		Total			13	2	15	16				16	72	24	14	17	127	
5	P_1 Senbon Asahi	① Ina 168	r	16				16						122		2	1	125	
			m																(3 : 1)
	P_2 Tozan 38	② Ina 72	s								11	4	15			17	18	35	0.3～0.5
			Total	16				16			11	4	15	122		19	19	160	

6	P_1 Rikuto Norin Mochi 26	① Ina 72	r						14		14	42	33		2	77	} (3:1)
			m							1	1	11	15		1	27	
	P_2 Norin 41	② Ina 168	s			13	3	16					1	6	15	22	0.05～0.10
			Total			13	3	16	14	1	15	53	49	6	18	126	
7	P_1 Ayanishiki	① Ina 72	r	10	2			12				174			26	200	} (3:1)
			m												2	2	
	P_2 Rikuto Norin Mochi 26	② Ina 168	s							15	15				86	86	0.05～0.10
			Total	10	2			12		15	15	174			114	288	
8	P_1 Shin 2	① Ina 72	r						16		16	111			11	122	(3:1)
			m														
	P_2 Yutaka Senbon	② Ina 168	s	2		5	9	16						11	26	37	0.5～0·7
			Total	2		5	9	16	16		16	111		11	37	159	
9	P_1 Shin 2	① Hoku 61-101**	r						13	2	15	92			15	107	(3:1)
			m														
	P_2 Yutaka Senbon	② Ina 72	s			9	7	16						6	36	42	0.3～0.5
			Total			9	7	16	13	2	15	92		6	51	149	
10	P_1 Ayanishiki	① Ina 168	r	16				16				117			1	118	(3:1)
			m														
	P_2 Bozu 6	② Ina 72	s							16	16			6	41	47	0.3
			Total	16				16		16	16	117		6	42	165	

* –, Seedlings on which symptom by the second fungus strain can not be evaluated due to abnormal development of plant by heavy infection of the first fungus strain or due to failure of injection of the second fungus strain.

** Hoku 61-101 belongs to race N-5.

Table 5. F_2-analysis in hybrids among Aichi Asahi type varieties.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	P
11	P_1 Norin 17 P_2 Kinmaze	① Ina 72 ② Ina 168	r	16				16	15				15	154				154	(1:0) 1
			m																
			s																
			Total	16				16	15				15	154				154	
12	P_1 Senbon Asahi P_2 Norin 41	① Ina 168 ② Ina 72	r	15			1	16	16				16	151	9			160	(1:0) 1
			m																
			s																
			Total	15			1	16	16				16	151	9			160	
13	P_1 Norin 41 P_2 Yutaka Senbon	① Ina 72 ② Ina 168	r	9			2	11	15			1	16	122			3	125	(1:0) 1
			m																
			s																
			Total	9			2	11	15			1	16	122			3	125	
14	P_1 Norin 41 P_2 Norin 17	① Ina 72 ② Ina 168	r	11				11	7			1	8	131				131	(1:0) 1
			m																
			s																
			Total	11				11	7			1	8	131				131	
15	P_1 Kinmaze P_2 Senbon Asahi	① Ina 72 ② Ina 168	r	14				14	13				13	139			2	141	(1:0) 1
			m																
			s																
			Total	14				14	13				13	139			2	141	

16	P_1 Kinmaze P_2 Yutaka Senbon	① Ina 72 ② Ina 168	r	14		1	15	15		1	16	137		2	139	(1:0) 1
			m													
			s													
			Total	14		1	15	15		1	16	137		2	139	
17	P_1 Ayanishiki P_2 Yutaka Senbon	① Ina 72 ② Ina 168	r	15			15	7		1	8	149		8	157	(1:0) 1
			m													
			s													
			Total	15			15	7		1	8	149		8	157	

Table 6. F_2-analysis in hybrid between Norin 17 and Kanto 5I.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	$P_{①}$*
18	P_1 Norin 17 P_2 Kanto 51	① Ina 168 ② Ken 54-20	r			8		8	14			1	15	169		51	25	245	(15:1) 0.05～0.10
			m																
			s														23	23	
			Total			8		8	14			1	15	169		51	48	268	
			$P_{②}$** (4:1)											0.2～0.3					
19	P_1 Norin 17 P_2 Kanto 51	① Ina 72 ② Hoku 1	r			13	4	17						150		61	2	213	(3:1) 0.8～0.9
			m																
			s						13			3	16			1	68	69	
			Total			13	4	17	13			3	16	150		62	70	282	
			$P_{②}$** (3:1)											0.1～0.2					

20	P_1 Norin 17 P_2 Kanto 51	① Hoku 1 ② Ken 54-20	r m s Total		15 15		15 15	15 15	1 1	16 16	193 20 213	1 50 51	12 12	194 82 276	(3 : 1) 0.05～0.10
21	P_1 Norin 17 P_2 Kanto 51	① Ken 54-20 ② Ken 54-04	r m s Total		15 15	1 1	16 16	15 15		15 15	210 15 225	1 30 31	22 22	211 67 278	(3 : 1) 0.7～0.8

* P value for the first inoculation.
** P value for the second inoculation (rr : rs). (See the text).

Table 7. F_2-analysis in hybrid between Shin 2 and Kanto 51.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	$P_①$
22	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① Ken 54-04 ② P-2b	r m s Total			12 12		12 12	16 16				16 16	140 38 178		48 20 68	9 13 22	197 71 268	(3 : 1) 0.5～0.7
			$P_②$ (3 : 1)													0.8～0.9			
23	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① P-2b ② Ken 54-20	r m s Total			15 15		15 15	15 15				15 15	162 34 196		27 29 56	18 2 20	207 65 272	(3 : 1) 0.5～0.7
			$P_②$ (3 : 1)													<0.01			
24	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① Ina 168 ② Ken 54-20	r m s Total			15 15	1 1	16 16	14 14			1 1	15 15	191 6 197		1 22 23	8 46 54	200 74 274	(3 : 1) 0.3～0.5

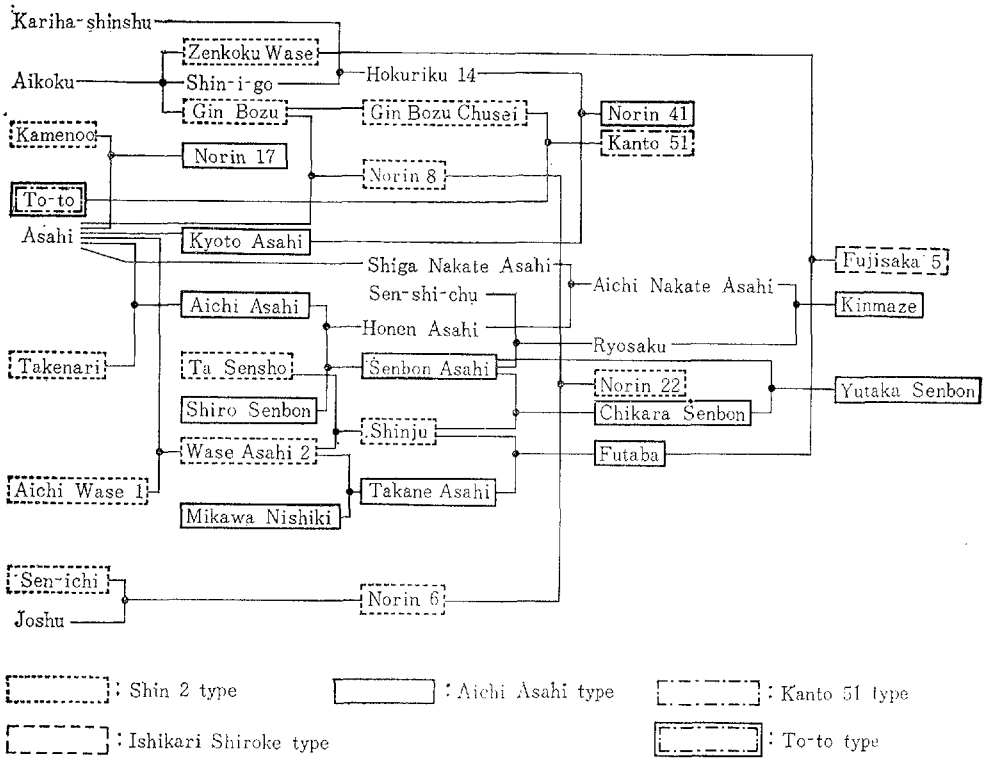

Fig. 1. Genealogical relationship among Shin 2 type, Aichi Asahi type, Kanto 51 type and Ishikari Shiroke type varieties, and their resistance to blast fungus.

った事実は，稲168と稲72に対して働いている抵抗性遺伝子が北61-101にも働いていることを示している。

上記の愛知旭型品種間交雑の F_2 は稲72と稲168に対してすべて抵抗性であり，罹病個体を分離しない（第5表）。この事実は，その系譜からもうかがえるように，これらの愛知旭型品種の，ここに用いた菌の系統に対する抵抗性は，同一の1優性遺伝子により支配されていることを示している。この遺伝子に *Pi-a* の記号が与えられた。

(2) 関東51号の遺伝子分析

関東51号は杜稲（中国稲）と銀坊主中生の交雑によって育成された品種である（香山，1952）。

この関東51号に関する遺伝子分析は，農林17号（愛知旭型）×関東51号(第6表)，と新2号×関東51号（第7表）の F_2 について行なわれた。関東51号は一般には北1，研54-20，研54-04，稲168に対し R^h 反応を示し，その場合には罹病性品種との判別に困難を感じなかったが，まれにM反応を示す場合があるばかりでなく，F_2 においては中間型の個体が比較的多く現われる場合があるため，F_2 における判別はあまり容易でなかった。したがって，実験によっては結果の信頼度が低かった。

農林17号×関東51号の F_2 に稲168を接種した場合（実験18）には2遺伝子性の分離比を示

した。そのr個体は第2系統研54-20に対し4：1の理論比に適合する分離を示した。4：1は第1系統稲168に対する抵抗性を支配する2遺伝子中の1遺伝子が研54-20に対する抵抗性をも支配すると考えたときに，稲168に対しrの個体群に期待される分離比である。同じF_2は稲72（実験19），北1（実験20）および研54-20（実験21）に対して3：1の分離を示した。しかし，第1系統(①)に対する反応と第2系統(②)に対する反応との関係は用いた菌の系統により異なる。すなわち，①稲72・②北1（実験19）の場合にはrr：rsは3：1に適合し，①北1・②研54-20（実験20）および①研54-20・②研54-04（実験21）の場合にはほとんどがrrでrsは1個体みられたに過ぎない。したがって，後2者の場合には同一遺伝子が菌の両系統に対する抵抗性を支配しているものと考えられるが，前者の場合には二つの独立の遺伝子が関与していることを示すものと考えられる。稲72に対する抵抗性反応は，農林17号のもつ *Pi-a* 遺伝子に依存し，また，北1に対しては関東51号のもつ抵抗性遺伝子が働いていることを示している。さきに述べたように実験18では稲168と研54-20の両系統に対して共通な1抵抗性遺伝子が作用していることを暗示する結果がえられたが，rr：rs＝169：51は3：1にも適合するため，証明はなお不十分である。したがって，次に新2号×関東51号のF_2について，この点を確かめるとともに，研54-04，P-2b，研54-20，稲168の4系統に対する抵抗性遺伝子間の関係が検討された（第7表）。

実験24では，稲168と研54-20とが接種されたが，稲168に対して3：1の分離を示し，稲168に抵抗性の個体は，1個体を除く全個体が研54-20にも抵抗性を示した。実験22と23では，研54-04，P-2b，研54-20に対する分離が検討されたが，関東51号はP-2bには常に中度抵抗性を示すため，新2号のS反応との差が必ずしも明瞭でなく，また，研54-04に対して新2号が相当数の抵抗性病斑（b・bg・bG型）を含むS反応を示すため，F_2における判別はかなり困難であり，したがって信頼度もかなり低いものと考えられる。このF_2集団は研54-04（実験22）とP-2b（実験23）に対し3：1の1遺伝子性の分離を示し，rr：rsは①研54-04・②P-2b（実験22）では3：1に適合し，①P-2b・②研54-20（実験23）では適合しなかった。このような信頼度の低い実験において，F_2の結果のみから判断することは危険であるため，次に上記の実験22のなかのrsおよびsr個体のうち約半数を任意に選んで，次代のF_3世代について再検討を試みた。

第8表実験25は前記の実験22において，①研54-04・②P-2bに対してrsと判定された個体

Table 8. Reaction in F_3-strains derived from F_2-plants which were evaluated to be r and s to fungus strains Ken 54-04 and P-2b respectively.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	②／①	r	seg	s	Total
25	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① Hoku 1 ② P-2b	r seg s		15		15
			Total		15		15
26	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① Ken 54-04 ② P-2b	r seg s		15		15
			Total		15		15

から採種した F_3系統に①北1・②P-2bを接種した結果である。ここで北1を研54-04のかわりに用いたのは，研54-04のような抵抗性病斑(b～bG型）を多く生ずる系統より，北1のように大多数の病斑が pG 型を示す系統のほうが，P-2b との関係をみるのに適しているものと考えられたからである。研54-04と北1に対する抵抗性が同一遺伝子により支配されていることはすでに実験20と21の結果から明らかにされている。

実験25の結果は F_3 の全系統が菌の両系統に同じ反応を示すことを明らかにしている。実験26でも同じ15系統に①研54-04・②P-2b を接種したが，この場合も実験25と同様にF_3の全系統が菌の両系統に対し抵抗性個体と罹病性個体を分離することを示した。すなわち，F_2で①研54-04・②P-2b に rs と判定された個体は，本当は，rr であり，これが rs と誤って判定されたことを示している。

Table 9. Reaction in F_3-strains derived from F_2-plants which were evaluated to be s and r to fungus strains Ken 54-04 and P-2b respectively.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	②\①	r	seg	s	Total
27	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① P-2b ② Hoku 1	r				
			seg		4	1	5
			s			23	23
			Total		4	24	28
28	P_1 Shin 2 P_2 Kanto 51	① P-2b ② Ken 54-04	r				
			seg		5	3	8
			s			18	18
			Total		5	21	26*

* Two out of twenty eight strains in Exp. 27 were not tested because of shortage of seeds.

第9表はF_2において①研54-04・②P-2bにsrと判定された個体のF_3に，それぞれ①P-2b・②北1（実験27）と ①P-2b・②研54-04（実験28）を接種した結果を示す。ただ，実験28では実験27に用いた系統のうち，種子量の多い26系統のみが供試された。実験27では1系統を除いて菌の両系統に対して同一反応を示し，実験28では3系統を除いて同一反応を示した。実験27の場合 P-2b に対して分離を示した系統は5系統であるにもかかわらず，実験28ではそれは8系統であり，両者の間で一致がみられなかった。したがって，次には P-2b，北1，研54-04の3系統に対して異なった反応を示したF_3の8系統のうち，種子の十分にある4系統についてそれぞれ64個体を播種し，その半分に① P-2b・②研54-04（第1区）を，他の半分に①研54-04・② P-2b（第2区）を接種した。その結果，4系統とも菌の両系統に対して分離を示すことが明らかになった(第10表)。種子不足のため他の4系統については十分確認できなかったが，上の結果は，F_2において①研54-04・②P-2b（実験22）に対し sr と判定された個体の大部分は実際には ss であり，他の1部は rr であったことを示している。

以上の諸結果から，F_2 において①研54-04・②P-2bに rs あるいは sr の反応を示すべき個体は全く存在しなかったことが推察される。したがって，関東51号の P-2b に対する中度抵抗性と，北1，研54-20，研54-04，稲168に対する高度抵抗性は同一の遺伝子により支配されているものと考えられる。この遺伝子に *Pi-k* の記号が与えられた。

Table 10. Re-test of blast resistance in F_3-strains which did not show the same reaction to 3 fungus strains in Exp. 27 and Exp. 28.

Exp. no.	Fungus strain inoculated / Variety	Plot I		Plot II	
		① P-2b	② Ken 54-04	① Ken 54-04	② P-2b
29	P_1 Shin 2	s	s	s	s
	P_2 Kanto 51	r	r	r	r
	F_3-strains (4)*	seg	seg	seg	seg

* Number of F_3-strains tested.

Table 11. Blast resistance in F_1-plants between Shin 2 and Kanto 51.

Exp. no.	Fungus strain inoculated / Variety	Plot I		Plot II	
		① P-2b	② Hoku 1	①Ken 54-04	②Ken 54-20
30	P_1 Shin 2	S	S	S	S
	F_1	M	MR	MR	MS
	P_2 Kanto 51	R^h	R^h	R^h	MR

上述の関東51号の遺伝子分析において，しばしば両親の中間の抵抗性を示す個体が F_2 や F_3世代に現われることが注目された。これらの個体は罹病性親品種の病斑とは明らかに異なる抵抗性病斑を示し，その分布は抵抗性親品種（関東51号）の側に片寄っていたため以上の実験ではrとして判定されている。これらの結果は，*Pi-k*遺伝子が条件により不完全優性を示す場合があるためと考えられる。この点を確かめるために新しく交雑された F_1 の抵抗性が両親と比較された（第11表）。その結果から，*Pi-k* 遺伝子は条件により完全優性から不完全優性まで変化するものと考えられる。

(3) 石狩白毛型品種の遺伝子分析

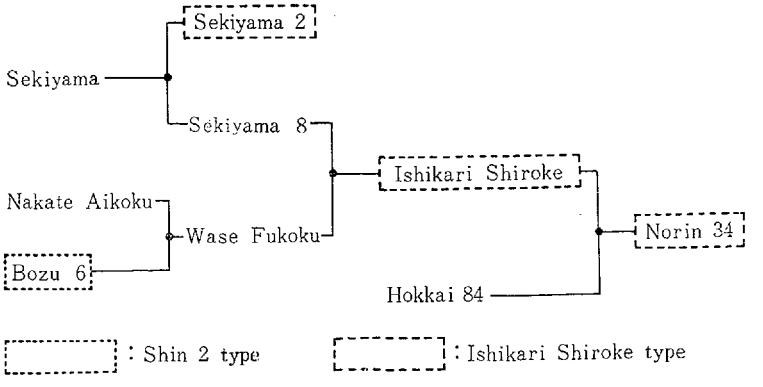

Fig. 2. Genealogical relationship among Ishikari Shiroke type varieties and their resistance to the blast fungus.

この実験では石狩白毛と，それと同型に属する藤坂5号の遺伝子分析が行なわれた。この2品種の系譜的関係は第1図と第2図に示すとおりであるが，系譜の示す限りでは，両品種の間には深い関係はない。

両品種は P-2b，稲72，研54-20，研54-04，稲168に中度抵抗性を示す。いずれも bg 型病斑が大部分ではあるが，わずかの b・bG・pG 型病斑を含むため，大部分が pG 型で少数の b～bG型病斑をもつS型との間の区別はなしうるが，完全に不連続的でなく判別にある程度の誤りがあることに留意せねばならない。

藤坂5号について，まず分析が行なわれた。藤坂5号×新2号の F_2 に①研54-04を接種した（第12表実験31）場合，中間の抵抗性を示す個体(m)が相当数現われたが，それを s に入れると3：1に適合する分離比がえられた。この場合，r：m：s が12：3：1にほぼ適合するので，藤坂5号が，研54-04にやや抵抗性を示す別の遺伝子をもつことを示すかもしれない。第2系統の北1に対しては藤坂5号も罹病性を示し，F_2において抵抗性個体は現われなかった。

Table 12. F_2-analysis in hybrids between Fujisaka 5 and Shin 2 and between Fujisaka 5 and Norin 8.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 −	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 −	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 −	F_2 Total	P
31	P_1 Fujisaka 5	① Ken 54-04	r			16		16								203		203	
			m													49		49	(3：1)
		② Hoku 1	s								16		16			13		13	
	P_2 Shin 2		Total			16		16			16		16			265		265	0.5～0.7
32	P_1 Fujisaka 5	① P-2b	r	9		1		10						54	23	14	4	95	
			m											9	10	5		24	(3：1)
		② Ina 72	s						1	15			16	3	2	26	5	36	
	P_2 Norin 8		Total	9		1		10	1	15			16	66	35	45	9	155	0.5～0.7

藤坂5号×農林8号の F_2 に ①P-2b・②稲72を接種した場合（実験32）には，P-2b に対しては3：1に分離したが，菌の2系統に対しては rs 個体が現われた。抵抗性親品種と罹病性親品種との間に明瞭な抵抗性の差がみられない場合には，F_2分析の結果のみから菌の両系統に対する抵抗性遺伝子が異なると結論することは危険である。

したがって，次には新2号型品種である農林22号と藤坂5号との雑種のF_3を用いて分析が進められた（第13表）。①P-2b・②稲168を接種した場合（実験33）には，1系統を除いて菌の両系統に対して同じ反応を示した。これと同じ46系統を用いて研54-20のみを接種して，実験33の結果と対応させてみた場合(実験35)，10系統が異なった反応を示した。この場合，研54-20に対して藤坂5号がMS反応を示し，農林22号のS反応とあまり明瞭な差を示さなかったことによるものと考えられる。次に上記2実験で菌の3系統に対して一致した結果を示さなかった10系統中種子量の多い9系統を用いて，1系統内個体数を33個体として，1区では①P-2b・②研54-20を，他の区では順序を逆に①研54-20・②P-2b を接種した結果（第14表），菌の2系統に対して4系統は s 反応を，5系統は分離を示し，まったく同じ反応を

Table 13. F_3-analysis in hybrid between Norin 22 and Fujisaka 5.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	r	seg	s	Total	$P_①$
33	P_1 Norin 22	① P-2b	r	10	1		11	(1:2:1) 0.95～0.98
			seg		24		24	
			s			11	11	
	P_2 Fujisaka 5	② Ina 168	Total	10	25	11	46	
			$P_②$	(1:2:1) 0.8～0.9				
34	P_1 Norin 22	① P-2b	r	12			12	(1:2:1) 0.2～0.3
			seg	1	26		27	
			s			7	7	
	P_2 Fujisaka 5	② Ina 72	Total	13	26	7	46	
			$P_②$	(1:2:1) 0.3～0.5				
35	P_1 Norin 22	① P-2b (Ina 168)*	r	10	1(0)*		11(10)	(1:2:1) 0.95～0.98
			seg	2	21(22)	1	24(25)	
			s		4	7	11	
	P_2 Fujisaka 5	② Ken 54-20	Total	12	26	8	46	
			$P_②$	(1:2:1) 0.3～0.5				

In Exp. 35, the same strains as in Exp. 33 were used and only Ken 54-20 was inoculated; the reaction of these strains to P-2b and Ina 168 shown here is that obtained in Exp. 33.
* Figures within the parenthesis show the number of strains showing the reaction to Ina 168.

Table 14. Re-test of blast resistance in F_3-strains which did not show consistent reactions to 3 fungus strains in Exp. 33 and Exp. 35.

Exp. no.	Variety and strain \ Fungus strain inoculated	Plot I		Plot II	
		① P-2b	② Ken 54-20	① Ken 54-20	② P-2b
36	P_1 Norin 22	s(MS)	s(S)	s(S)	s(MS)
	P_2 Fujisaka 5	r(M)	r(M)	r(M)	r(M)
	4 F_3-strains	s	s	s	s
	5 F_3-strains	seg	seg	seg	seg

することが確かめられた。

上と異なった46系統を用いて ① P-2b・②稲72を接種した結果（第13表実験34），1系統を除いた全系統が菌の両系統に対して同じ反応を示した。両品種の抵抗性程度の差があまり大きくないため，ある程度誤って判定される可能性は避けられないので，これらの結果は，菌の両系統に対する抵抗性遺伝子が同じであることを示すものと考えられる。

以上の実験はまた P-2b，稲72，研54-20，稲168の4系統に対し1：2：1の1遺伝子性の

Table 15. Summarized results of F_3-analysis in hybrid between Norin 22 and Fujisaka 5.

	Reaction to P-2b, Ina 72, Ina 168 and Ken 54-20			
	r	seg	s	Total
Observed	22	52	18	92
Expected	23	46	23	92
P		(1:2:1) 0.3～0.5		

分離をすることを示している(第15表)。したがって,上の実験によって,藤坂5号は P-2b, 稲72, 研54-20, 稲168に対する抵抗性を支配する1遺伝子をもっていることが推定される。また, F_2 および F_3 の分離の状態からみて, この遺伝子は完全優性かあるいはそれに近いものと考えられる。

次に, この遺伝子と *Pi-a* 遺伝子との連鎖関係をみるために, 千本旭×藤坂5号の分析が行なわれた(第16表)。千本旭と藤坂5号がともに抵抗性を示す稲168を接種した場合, 両遺伝子が独立であるとして期待される15: 1あるいは12: 3: 1の分離比はみられなかった。しかし, 稲168に対する, r 個体群中に P-2bに対する s 個体が多数含まれることは, 両遺伝子は独立であることを暗示している。しかし, 最後的な結論は F_3 世代での検定にまたなければならない。

藤坂5号の遺伝子と *Pi-k* 遺伝子との連鎖関係は, 関東51号×藤坂5号の F_2 に①P-2b・②稲72を接種することにより求められた(第17表)。その結果, 相当はっきりした2遺伝子性の分離がみられた。これも結論は F_3 分析によらなければならないが, 両遺伝子は独立に行動することを示しているものとみてよいであろう。

上の実験で藤坂5号は, P-2b, 稲72, 研54-20, 稲168に対して1つの抵抗性遺伝子をもっていると考えられる結果がえられたが, ここでは藤坂5号と同じ抵抗性を示す石狩白毛が, これらの菌の4系統に研54-04を含めた5系統に対して抵抗性を示す1遺伝子を含んでいるという作業仮説をたて, これが正しいか否かを検討するために実験が行なわれた。さきの藤坂5号に関する実験はすべて注射法を用いて行なわれたが, 注射法では両親の反応が接近していて分離を見にくいので, 両親の差がよりはっきり現われる噴霧法を用いた。

石狩白毛×新2号の F_2 に ①P-2b・②稲168が接種され (第18表), P-2b に対してはほぼ 3: 1の分離がみられた。噴霧法では石狩白毛型の抵抗性はR型であるので, s と誤認されるおそれはなかったが, 新2号型は pG 型病斑とともに多くの b～bG 型病斑を含むため個体当りの病斑数が少ない場合には s であるべき個体を r と誤認する可能性は少なくない。したがって, 2系統に対して若干の rs 個体が現われたがその数は少なく, 特に上記の作業仮説を否定するにはいたらなかった。

次に2つの F_2 集団に稲72と研54-20が別々に接種された (第19表)。その結果いずれも 3: 1に近い分離比がえられた。

これらの結果は, 石狩白毛の P-2b, 稲72, 研54-20に対する抵抗性は, 1優性遺伝子により支配されていることを示すに十分と思われるが, 異なった菌の系統に対して働いている遺

Table 16. F_2-analysis in hybrid between Senbon Asahi and Fujisaka 5.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	P①
37	P_1 Senbon Asahi	① Ina 168	r			9		9						133	12	42	19	206	(15:1)
			m						12				12	40**	–	–	–	40	<0.01
			s											36**	–	–	–	36	(3:1)
	P_2 Fujisaka 5	② P-2b	Total			9		9	12				12	209	12	42	19	282	0.3～0.5
			P② (3:1)											0.3～0.5*					

* rr : (rm+rs)=3:1

** These seedings were discarded after examining the results of inoculation of the first fungus strain, Ina 168.

Table 17. F_2-analysis in hybrid between Kanto 51 and Fujisaka 5.

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	P①
38	P_1 Kanto 51	① P-2b	r			15		15						48	30	28	3	109	(15:1)
			m						6				6	3	5	10	3	21	0.2～0.3
			s												1	4	3	8	(12:3:1)
	P_2 Fujisaka 5	② Ina 72	Total			15		15	6				6	51	36	42	9	138	0.5～0.7
			P② (rr+rm+mr+mm) : (rs+ms)=(4:1) <0.01																

Table 18. F_2-analysis in hybrid between Ishikari Shiroke and Shin 2 (spraying method).

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	② / ①	P_1 r	P_1 m	P_1 s	P_1 –	P_1 Total	P_2 r	P_2 m	P_2 s	P_2 –	P_2 Total	F_2 r	F_2 m	F_2 s	F_2 –	F_2 Total	P①
39	P_1 Ishikari Shiroke	① P-2b	r	17				17						126		5	6	137	(3:1)
			m								16	1	17			1	1	2	
			s											4		50	8	62	0.05～0.10
	P_2 Shin 2	② Ina 168	Total	17				17			16	1	17	130		56	15	201	

Table 19. F_2-analysis in hybrid between Ishikari Shiroke and Shin 2 (spraying method).

Exp. no.		Ina 72				Ken 54-20			
		r	m	s	Total	r	m	s	Total
40	P_1 Ishikari Shiroke	6(R)			6	18(R)			18
	P_2 Shin 2			9(S)	9			17(S)	17
	F_2	93	8	39	140	129	15	30	174
	P	(3:1) 0.3~0.5				(3:1) 0.01~0.02			

Table 20. F_3-analysis in hybrid between Norin 25 and Ishikari Shiroke (spraying method).

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	②\①	r	seg	s	–	Total	P①
41	P_1 Norin 25	① Ken 54-04	r	11			3	14	(1:2:1) 0.3~0.5
			seg		19	2	3	24	
			s			8		8	
	P_2 Ishikari Shiroke	② P-2b	Total	11	19	10	6	46	
			P②	(1:2:1) 0.90~0.95					
42	P_1 Norin 25	① Ina 168	r	8	1			9	(1:2:1) 0.3~0.5
			seg		27		1	28	
			s			6	4	10	
	P_2 Ishikari Shiroke	② P-2b	Total	8	28	6	5	47	
			P②	(1:2:1) 0.05~0.10					
43	P_1 Norin 25	① Ina 72	r	15	1			16	(1:2:1) 0.05~0.10
			seg	1	25			26	
			s			5		5	
	P_2 Ishikari Shiroke	② Ken 54-20	Total	16	26	5		47	
			P②	(1:2:1) 0.05~0.10					
44	P_1 Norin 25	① Ina 168	r	10				10	(1:2:1) 0.02~0.05
			seg		28		1	29	
			s			4		4	
	P_2 Ishikari Shiroke	② Ken 54-04	Total	10	28	4	1	43	
			P②	(1:2:1) 0.02~0.05					

The same F_3-strains, except one strain, were used in Exps. 41 and 42.
The same F_3-strains, except 4 strains, were used in Exps. 43 and 44.

伝子が同じか否かの決定はやはり F_2 分析ではむずかしいことを示している。したがって，次には農林25号×石狩白毛の F_3 を用いて分析が進められた（第20表）。

結果はP-2b，稲72，研54-20，研54-04，稲168に対し，いずれもほぼ1：2：1の1遺伝子性の分離を示している。これらの結果は F_2 でえられた結果と一致している。

はじめの2実験（41と42）とあとの2実験（43と44）では，それぞれ46と43の共通な系統が用いられたが，その結果にはかなりの食い違いが見られた。噴霧法では石狩白毛型抵抗性をsと判定する可能性はないが，新2号型罹病性は b～pG の全病斑型からなる罹病性であるため，sをrと誤って判定される可能性は少なくないと考えられる。しかも1系統内個体数は16であるから，seg（分離）であるものをrと判定する危険もある。これらのことは不一致系統の率を高めることになる。

次に実験41および42において菌の3系統に，実験43および実験44において菌の4系統に対して異なった反応を示すか，あるいは再検討を要すると思われた計23系統に未検定の18系統を加えた41系統に ① P-2b・②稲72を接種した（第21表）ところ，38系統は一致した結果を示した。この実験で反応の一致しなかった3系統と判定に若干の疑問のもたれた計25系統について，系統内個体数を33個体にして，①研54-04・②稲72を接種した。その結果，23系統は

Table 21. Re-test of blast resistance in F_3-strains of which resistance reactions were doubtful or not evaluated in Exps. 41～44 (spraying method).

Exp. no.	Parental variety	Fungus strain inoculated	②／①	r	seg	s	Total	Remarks
45	P_1 Norin 25 P_2 Ishikari Shiroke	① P-2b ② Ina 72	r	22	2		24	Twenty three strains are those in which resistance reactions are doubtful or not evaluated in Exps. 41～44. Eighteen strains are those on which resistance tests had not been carried out.
			seg	1	12		13	
			s			4	4	
			Total	23	14	4	41	
46	P_1 Norin 25 P_2 Ishikari Shiroke	① Ken 54-04 ② Ina 72	r	11	1		12	All the strains are those in which resistance reactions to both fungus strains were doubtful or did not agree in Exp. 45.
			seg		11		11	
			s		1	1	2	
			Total	11	13	1	25	

Table 22. Summarized results of F_3-analysis in hybrid between Norin 25 and Ishikari Shiroke.

	Reaction to P-2b, Ina 72, Ken 54-20, Ken 54-04 and Ina 168			
	r	seg	s	Total
Observed	35	61	17	113
Expected	28.3	56.5	28.3	113.1
P	(1:2:1)　0.01～0.02			

菌の2系統に対して一致した反応を示した(実験46)。さらに反応の一致しない2系統について再検討が試みられたが，発芽力減退のため失敗した。しかし，この2系統は，菌の同一系統を用いての前後2回および4回の検定の結果から菌の両系統に対して seg seg と判定するのが適当と考えられるので，これを seg seg として全F_3分析の結果を総合すると第22表のような結果になる。すなわち，石狩白毛の P-2b，稲72，研54-20，研54-04，稲168に対する抵抗性は，単一の遺伝子によって支配されていることを示している。

農林25号×石狩白毛の F_3 を用いた一連の実験のなかで seg と判定された系統のうちには両親の中間型の抵抗性を示す個体(m)が多発した。このような個体は r 固定とみなされた系統には見られなかったので，この場合，石狩白毛のもつ抵抗性遺伝子は不完全優性であると考えられる。そしてこれが判定を困難にした大きな原因になっている。

次に藤坂5号と石狩白毛の抵抗性遺伝子が同じか否かを確かめるために，石狩白毛×藤坂5号のF_2の分析が行なわれた（第23表）。P-2b，稲72，研50-20，研54-04，稲168を注射法または噴霧法で接種した結果，F_2に罹病性個体は見いだされなかった。したがって，両品種の抵抗性は同じ遺伝子によって支配されているものと結論される。この遺伝子に *Pi-i* の記号が与えられた。この遺伝子は藤坂5号に関するF_3分析では完全優性と考えられ，石狩白毛のそれでは時に不完全優性と考えられたが，これは品種による差というよりもむしろ，実験時期の差（藤坂5号は1962年夏，石狩白毛は1963年の春および夏に実験が行なわれた）と考えた方がよいように思われる。藤坂5号を用いた実験でも不完全優性と考えられる結果もえられた（実験37および38)。

Table 23. F_2-analysis in hybrid between Ishikari Shiroke and Fujisaka 5.

Fungus strain inoculated	P-2b				Ina 72				Ken 54-20			
Inoculation method	Injection				Spraying				Spraying			
	r	m	s	Total	r	m	s	Total	r	m	s	Total
P_1 Ishikari Shiroke	15(M)			15	10(R)			10	14(R)			14
P_2 Fujisaka 5	17(M)			17	17(R)			17	15(R)			15
F_2	132			132	129			129	125			125

	Ken 54-04				Ina 168			
	Injection				Injection			
	r	m	s	Total	r	m	s	Total
P_1 Ishikari Shiroke	17(M)			17	15(M)			15
P_2 Fujisaka 5	17(M)			17	17(M)			17
F_2	133			133	134			134

V 考　　察

以上の結果を総合すると第24表がえられる。この表には各品種のいもち病菌の7系統に対する最も一般的な反応型およびこれらの品種間の雑種におけるいもち病抵抗性の分離を示した。これらの結果は，農林17号・金南風・千本旭・農林41号・綾錦・豊千本などの愛知旭型品種はすべて稲72および稲168に対して（北61-101に対しても同様）抵抗性を示す同一の優性遺伝子（*Pi-a*）を有することを示している。愛知旭型品種が1優性遺伝子をもつことは，すでに，新関（1960），岩田・成田（1961，1964）によって報告されている。

また，関東51号は1優性遺伝子（*Pi-k*）をもち，それはP-2bに対してM反応を示し，北1，研54-20，研54-04，稲168に対しては R^h 反応を示すものと考えられる。新関（1960）も関東51号と同型に属する関東54号は54-20に対する抵抗性を支配する1優性遺伝子をもつことを指摘している。

石狩白毛と藤坂5号に関しては，実験の進め方にやや論理性を欠く点があるが，両品種に関する実験結果を総合すると各品種についての分析上の欠点（使用系統が少ないこと，および同じ系統群に菌の5系統を接種しなかったこと）をある程度補うことができ，両品種はP-2b，稲72，研54-20，研54-04，稲168に対する抵抗性を支配する同一の1遺伝子をもつと結論してほぼ間違いないものと思われる。

過去の多くの抵抗性に関する研究では，「単一の遺伝子か，あるいは密接に連鎖した2つ以上の遺伝子か」を十分検討することを怠っているか，あるいは無視している。ここでもその点に関して十分な実験的考慮を払っていない。抵抗性検定は接種という操作を必要とするために，環境の影響などによって遺伝子型の表現がしばしば乱され，また，多数の系統を扱うのに相当な無理があるばかりでなく，中度抵抗性の遺伝子分析では，F_3系統の検定でも，なお，確実性が十分とはいえない場合がある。したがって，密接に連鎖した2つ以上の遺伝子か，単一の遺伝子かの決定は事実上困難といわざるをえない。それゆえ，ここでは，密接に連鎖している2つ以上の遺伝子が2つ以上の菌の系統に対する抵抗性を別々に支配しているかもしれないという可能性を一応無視して，1遺伝子によると表現した。

アマの銹病菌・麦類の黒穂病菌・麦類の銹病菌・大麦のうどんこ病菌・リンゴの黒星病菌などは有性生殖が見いだされているため，病原性の遺伝様式が研究されている（Johnson, 1960，日浦・部田・津島，1961）。しかし，いもち病菌ではまだ有性生殖が見いだされていないため，病原菌の交配による病原性遺伝子の決定は不可能である。アマの銹病の遺伝学的研究からgene-for-gene hypothesisが提唱され（Flor 1956，Person 1959），その後種々の植物寄生病〔大麦のうどんこ病（Moseman, 1959），小麦のうどんこ病（Powers and Sando 1960），小麦のなまぐさ黒穂病（Schaller *et al.* 1960）小麦の黒銹病（Loegering and Powers 1962）〕でこの仮説を適用しうることが明らかにされた。いもち病に対してもこの仮説を適用しうるであろうとの考えから，本実験の結果を考察した。愛知旭型品種に含まれると推定される抵抗性遺伝子 *Pi-a* に対して非病原性を示す菌の系統の遺伝子を v^A_{-a}とし，病原性を示す菌の系統の遺伝子を v^V_{-a} と定め，同様にして，関東51号のもつ抵抗性遺伝子 *Pi-k* に対応する非病原性ならびに病原性遺伝子をそれぞれ v^A_{-k} および v^V_{-k} とし，さらに石狩白毛型品種のもつ抵抗性遺伝子 *Pi-i* に対応するこれらの遺伝子を v^A_{-i} および v^V_{-i} とすれ

Table 24. Summarized results of gene analyses for blast resistance of rice.

Rice variety / Genotype of rice variety / Genotype of fungus strain / Fungus strain		Ina 168	Ina 72	P−2b	Ken 54−20	Ken 54−04	Hoku 1	Ken 53−33
		$\overset{A}{v}\text{-}a, \overset{A}{v}\text{-}k, \overset{A}{v}\text{-}i$	$\overset{A}{v}\text{-}a, \overset{V}{v}\text{-}k, \overset{A}{v}\text{-}i$	$\overset{V}{v}\text{-}a, \overset{A}{v}\text{-}k, \overset{A}{v}\text{-}i$	$\overset{V}{v}\text{-}a, \overset{A}{v}\text{-}k, \overset{A}{v}\text{-}i$	$\overset{V}{v}\text{-}a, \overset{A}{v}\text{-}k, \overset{A}{v}\text{-}i$	$\overset{V}{v}\text{-}a, \overset{A}{v}\text{-}k, \overset{V}{v}\text{-}i$	$\overset{V}{v}\text{-}a, \overset{V}{v}\text{-}k, \overset{V}{v}\text{-}i$
Norin 17	*Pi−a, pi−k, pi−i*	R	R	S	S	S	S	S
Kinmaze		R	R	S	S	MS	S	S
Senbon Asahi		R	R	S	S	S	S	S
Norin 41		R	R	S	S	M	S	S
Ayanishiki		R	R	S	S	S	S	S
Yutaka Senbon		R	R	S	S	M	S	S
Shin 2	*pi−a, pi−k, pi−i*	S	S	S	S	S	S	S
Norin 25		S	S	S	S	M	S	S
Norin 22		S	S	S	S	M	S	S
Bozu 6		S	S	S	S		S	S
Tozan 38		S	S	S	S	MR	S	S
Norin 8		S	S	S	S	M	S	S
Rikuto Norin		S	MS	S	S	MS	MS	S
Mochi 26								
Kanto 51	*pi−a, Pi−k, pi−i*	R^h	S	M	R^h	R^h	R^h	S
Ishikari Shiroke	*pi−a, pi−k, Pi−i*	M	M	M	M	M	S	S
Fujisaka 5		M	M	M	M	M	S	S

: Non-segregation　　: Monogenic segregation　　: Digenic segregation

ば，菌の各系統の遺伝子型は第24表のようになる。病原性と非病原性との優劣関係を調べえないので，このような表現形式が用いられた。このような遺伝子型を菌の各系統に与えることにより，遺伝子分析の結果を（関東51号の P-2b に対するM反応を除いて）よく説明することができる。関東51号では，北1，研54-20，研54-04，稲168の4系統に対しては同じR^h反応を示したが，P-2bに対してはM反応を示した。このM反応とR^h反応はともに同じ抵抗性遺伝子によることが確かめられているので，この差の原因は菌の系統のほうに求めなければならない。したがって，P-2b の $v^A_{-}k$ と北1ほか4系統の $v^A_{-}k$ とは異なるとみるべきか，あるいは，この遺伝子は同じであるが，他の遺伝的背景（genetic back ground）が違うとみなければならない。現在の段階では，このいずれが正しいかは明らかでないが，一応第24表に示したような遺伝子型を与えておくことにする。

上記の3抵抗性遺伝子のうち，*Pi-a* と *Pi-k* の間には連鎖関係がないことが明らかにされた。同じことは，関東51号と同型に属する関東54号の遺伝子と綾錦や愛知旭の遺伝子との間で，新関（1960）により見いだされている。*Pi-a* と *Pi-i* の間にも連鎖関係は存在しないことがほぼ明らかであるが，これについては今後さらに研究されなければならない。

VI 摘　　要

1．若干の中国品種を含む日本品種のいもち病抵抗性が，日本において知られていたいもち病菌の14 raceを代表すると思われる7系統を用いて検定され，供試した品種の範囲内で，日本品種は，新2号型・愛知旭型・関東51号型・石狩白毛型・杜稲型の5群にわけられた。

2．このうち，愛知旭型・関東51号型・石狩白毛型に属する若干の品種について遺伝子分析が行なわれ，次のことが明らかにされた。(1)愛知旭型品種中には稲72，稲168，北61-101に対して抵抗性を示す1優性遺伝子 *Pi-a* が存在する。(2)関東51号中には P-2b に中度抵抗性，北1，研54-20，研54-04，稲168に対して高度抵抗性を示す1遺伝子 *Pi-k* が存在する。(3)石狩白毛型品種は，P-2b，稲72，研54-20，研54-04，稲168に対して中度抵抗性を示す1遺伝子 *Pi-i* をもつ。

3．抵抗性遺伝子の優劣関係は絶対的なものでなく，*Pi-a*は比較的安定な完全優性を示すが，*Pi-k* と *Pi-i* は条件により完全優性から不完全優性までの変異を示す。

4．*Pi-a* と *Pi-k* の間には連鎖関係はなく，*Pi-a* と *Pi-i*および *Pi-k* と *Pi-i* の間にもおそらく連鎖関係はないものと考えられる。

5．以上の結果から，gene-for-gene hyrothesis に基づいて菌の7系統の遺伝子型は次のように推定された。

P-2b	$v^V_{-}a,\ v^A_{-}k,\ v^A_{-}i$	Ken 53-33	$v^V_{-}a,\ v^V_{-}k,\ v^V_{-}i$
Ina 72	$v^A_{-}a,\ v^V_{-}k,\ v^A_{-}i$	Hoku 1	$v^V_{-}a,\ v^A_{-}k,\ v^V_{-}i$
Ken 54-20	$v^V_{-}a,\ v^A_{-}k,\ v^A_{-}i$	Ken 54-04	$v^V_{-}a,\ v^A_{-}k,\ v^A_{-}i$
Ina 168	$v^A_{-}a,\ v^A_{-}k,\ v^A_{-}i$		

Ⅶ 引 用 文 献

1) 鐙谷大節 (1955)：葉稲熱病の感染型について，栃内・福士両教授還暦記論集 197-201.

2) 鐙谷大節 (1959)：稲熱病抵抗性品種育成に関する植物病理学的研究，葉イモチの進展抵抗性とその検定法並びに内外稲品種の抵抗性の遺伝について，東北農試研究報告 17：1-101.

3) Ahn, G. J. and H. S. Chung, (1962)：Studies on the physiologic races of rice blast fungus, *Piricularia oryzae*, in Korea. Seoul Univ. J. (D) 11：77-83 (in Korean).

4) Atkins, J. G. (1965)： Physiologic races of *Piricularia oryzae* in the western hemisphere. The Rice Blast Disease (IRRI). Johns Hopkins Press, Maryland 243-244.

5) Chien, C. C., S. Y. Lin and S. C. Jong (1963)：Studies on the physiologic races of *Piricularia oryzae* Cav. (II). Agr. Res. (Taipei) 12：29-39.

6) Flor, H. H. (1956)： The complementary genetic systems in flax and flax rust. Adv. Genetics 8：29-54.

7) 後藤和夫 (1964)：稲熱病菌の菌型に関する共同研究，第2集，総括，病害虫発生予察特別報告 18号：77-87.

8) Goto, K. (1965)： Physiologic races of *Piricularia oryzae* in Japan. The Rice Blast Disease (IRRI). Johns Hopkins Press, Maryland 237-242.

9) 橋岡良夫 (1950a)：稲熱病抵抗性の遺伝と育種—特に温熱帯稲間交雑に就いて，育種研究 4：1-12.

10) Hashioka, Y. (1950b)： Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. Tech. Bull. Taiwan Agr. Res. Inst. 8：1-237.

11) 日浦運治・部田英雄・津島孝宏 (1961)： オオムギのウドンコ病菌における交雑による病原性の変異，病原性の変異に関する研究 II，農学研究 48：107-115.

12) Hsieh, S. C. (1965)： Analysis of genes for blast disease resistance caused by *Piricularia oryzae*. Proc. Symposium of Studies on the Cause of Low Yield of Rice in Tropical and Sub-tropical Regions. Taiwan Agr. Res. Inst. Taipei, Taiwan 45-52.

13) Hsieh, S. C., C. C. Chien and S. C. Huang (1961)：Genic analysis in rice. II. Inheritance of resistance of rice seedlings to blast disease, *Piricularia oryzae*. J. Agr. Res. 10：1-6.

14) 伊藤博・内山田博士・蓑島正夫 (1961)：水稲主流品種の変遷とその系譜的考察，育雑 11：285-290.

15) 岩田勉・成田武四 (1961)：稲熱病菌の菌型に関する共同研究，第1集，長89菌株（C-Ⅱ菌型）に対する「坊主」および「旭」系統品種の抵抗性遺伝子の解析，病害虫発生予察特別報告 5号：77-80.

16) 岩田勉・成田武四 (1964)： 稲熱病菌の菌型に関する共同研究，第2集，イネ品種のいもち病抵抗性遺伝子の解析，病害虫発生予察特別報告 18号：60-61.

17) Johnson, T. (1960)： Genetics of pathogenicity. Plant Pathology (edited by J. G. Horsefall and A. E. Dimond). Acad. Press, New York and London 407-459.

18) 北村英一 (1961)：稲の日本型と印度型との交雑における雑種不稔性の遺伝学的研究，育種学最近の進歩，第2集：53-62.

19) 香山俊秋 (1952)：日本型の外国稲と日本稲との交配による高度イモチ病耐病性品種の育成，育雑 2：25-30.

20) 栗林数衛・寺沢祖 (1953)：胞子浮遊液の注射による稲熱病菌の接種に就て，北陸病虫害研報

3：9-10.

21) 鍬塚喜久治（1942）：稲籾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

22) Latterell, F. M., M. A. Marchetti and B. R. Grove (1965) : Co-ordination of effort to establish an international system for race identification in *Piricularia oryzae*. The Rice Blast Disease (IRRI). Johns Hopkins Press, Maryland 257-274.

23) Loegering, W. Q. and H. R. Powers, Jr. (1962) : Inheritance of pathogenicity in a cross of physiologic races 111 and 36 of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Phytopath. 52 : 547-554.

24) Moseman, J. G. (1959) : Host-parasite interaction of the genes for resistance in *Hordeum vulgare* and for pathogenicity in *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Phytopath. 49 : 469-472.

25) 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，農園　11：823-834.

26) 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.

27) 中富貞夫（1926）：稲熱病抵抗性の変異及び遺伝に就て，遺雑　4：31-38.

28) 新関宏夫（1960）：愛知旭に存在するイモチ病抵抗性遺伝子について，農園　35：1321-1322.

29) Oka, H. I. and K. M. Lin (1957) : Genetic analysis of resistance to blast disease in rice (by biometrical genetic method). Jap. J. Genetics 32 : 20-27.

30) 岡田正憲・前田浩敬（1956）：外国稲と日本稲間の葉稲熱病抵抗性の遺伝，東北農試研究報告 10：59-68.

31) Person, C. (1959) : Gene-for-gene relationship in host-parasite systems. Can. J. Bot. 37 : 1101-1130.

32) Powers, H. R., Jr. and W. J. Sando (1960) : Genetic control of the host-parasite relationship in wheat powdery mildew. Phytopath. 50 : 454-457.

33) 佐々木林太郎（1922a）：稲熱病に対する抵抗性の遺伝に就て，遺雑　1：81-85.

34) 佐々木林太郎（1922b）：稲熱病菌系統の存在に就て，(1)　病虫害雑誌　9：631-646.

35) 佐々木林太郎（1923）：稲熱病菌系統の存在に就て，(2)　病虫害雑誌　10：1-10.

36) Schaller, C. W., C. S. Holton and E. L. Kendrick (1960): The inheritance of the second factor for resistance to bunt, *Tilletia caries* and *T. foetida*, in the wheat variety Martin. Agron. J. 52 : 280-282.

37) 高橋喜夫（1951a）：稲熱病抵抗性の検定に関する植物病理学的並に育種学的研究，北海道農試報告3：1-61.

38) 高橋喜夫(1951b)：稲熱病耐病性品種の育成 (1) 主として抵抗性検定法に就て，農園　26：1043-1046, 1153-1156.

39) Takahashi, Y. (1965) : Genetics of resistance to the rice blast disease. The Rice Blast Disease (IRRI), Johns Hopkins Press, Maryland 303-329.

40) 氏原光二・西尾敏男・田辺潔（1955）：外国稲利用による高度稲熱病耐病性品種の育成に関する研究（予報），愛知農試彙報　10：135-144.

41) 山崎義人・清沢茂久（1962）：稲のいもち病耐病性の遺伝に関する研究(予報)，育雑 12：67.

Studies on Inheritance of Resistance of Rice Varieties to Blast

I. Inheritance of resistance of Japanese varieties to several strains of the fungus

Yoshito YAMASAKI and Shigehisa KIYOSAWA

summary

1. The blast resistance of Japanese rice varieties (including some Chinese varieties) was tested with seven strains representing fourteen races of the fungus hitherto identified in Japan, and these varieties were grouped into five types, such as Shin 2, Aichi Asahi, Kanto 51, Ishikari Shiroke and To-to types.

2. Gene analyses were carried out using some varieties belonging to Aichi Asahi, Kanto 51, and Ishikari Shiroke types and the following results were obtained.

(1) The varieties belonging to Aichi Asahi type carry one dominant gene *Pi-a* controlling the resistance to fungus strains Ina 72, Ina 168 and Hoku 61-101.

(2) Kanto 51 has one gene *Pi-k* controlling the medium resistance to fungus strain P-2b and the high resistance to fungus strains, Hoku 1, Ken 54-20, Ken 54-04 and Ina 168.

(3) The varieties belonging to Ishikari Shiroke type carry one gene *Pi-i* controlling the medium resistance to fungus strains, P-2b, Ina 72, Ken 54-20, Ken 54-04 and Ina 168.

3. Dominancy of these blast resistance genes is not absolute. Genes *Pi-k* and *Pi-i* show variation from complete dominance to incomplete dominance according to environmental conditions, although gene *Pi-a* shows complete dominance. It seems that the three genes behave independently.

4. From the above mentioned experiments, genotypes for pathogenicity of seven strains of the blast fungus were presumed according to the "gene-for-gene" hypothesis as follows.

P-2b	$v^{V}_{-}a,\ v^{A}_{-}k,\ v^{A}_{-}i$	Ken 53-33	$v^{V}_{-}a,\ v^{V}_{-}k,\ v^{V}_{-}i$
Ina 72	$v^{A}_{-}a,\ v^{V}_{-}k,\ v^{A}_{-}i$	Hoku 1	$v^{V}_{-}a,\ v^{A}_{-}k,\ v^{V}_{-}i$
Ken 54-20	$v^{V}_{-}a,\ v^{A}_{-}k,\ v^{A}_{-}i$	Ken 54-04	$v^{V}_{-}a,\ v^{A}_{-}k,\ v^{A}_{-}i$
Ina 168	$v^{A}_{-}a,\ v^{A}_{-}k,\ v^{A}_{-}i$		

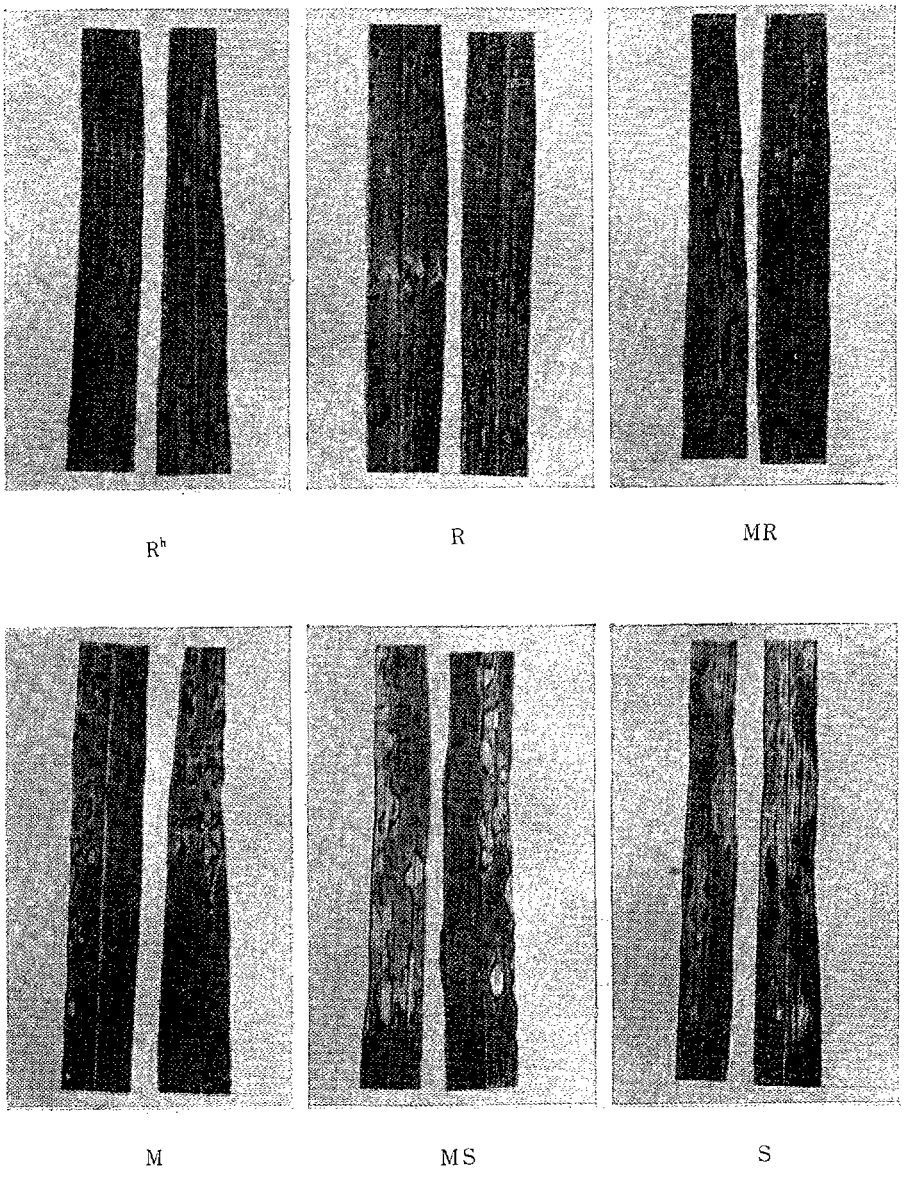

Plate I. Blast symptoms on rice leaves caused by injection method.

Rh : No symptoms.

R : Brown spots (b-type lesion) are predominant.

MR : b-Type lesions are predominant, but the number is less than twice the number of other types of lesions.

M : (i) Small lesions with brown margin (bg-type lesion)are predominant, or (ii) b-type lesions are predominant but the number is less than the total number of other types of lesions.

MS : (i)Large lesions with brown margin (bG-type lesion)are predominant, or (ii)large lesions with purple margin or without coloured margin (pG-type lesion)are predominant but the number is less than the total number of other types of lesions.

S : pG-Type lesions are predominant.