

九州地域で栽培されてきた主要稲品種の白葉枯病抵抗性

和佐野喜久生・鹿島 泰¹⁾・豊釜 安樹²⁾・城戸 康博³⁾

広田 雄二⁴⁾・尾路 悟・中山 信也⁵⁾

(熱帯作物学研究室)

昭和62年4月30日 受理

Varietal Resistance to Bacterial Leaf Blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) of the Leading Rice Varieties Cultivated in Kyushu Island of Japan

Kikuo WASANO, Yasushi KASHIMA, Yasuki TOYOKAMA, Yasuhiro KIDO,

Yuji HIROTA, Satoru ORO, and Shinya NAKAYAMA

(Laboratory of Tropical Crop Science)

Received April 30, 1987

Summary

Varietal differences of the resistance to bacterial leaf blight disease (*X. campestris* pv. *oryzae*) of 23 leading rice varieties cultivated in Kyushu island of Japan during about a century were compared. Some of the F_8 polygenic lines selected and F_5 combined lines with both major gene, $Xa-w$ and polygenes were also used for the comparison of the resistance with the leading cultivated varieties. Most of the varieties which had been bred during about two decades from 1957, the year when the resistant variety 'Asakaze' was at first released in Japan, have the resistance major gene originated from the variety 'Zensho 26' except the variety 'Asominori' and showed the complete resistance to the strains belonging to the bacterial group I. On the other hand, the levels of polygenic resistance to the disease of the leading varieties were found to show no fixed tendency of becoming stronger in the newer varieties. Considering these facts a proposal of how to show the resistance levels of rice varieties was presented and some problems on the situations of prevalence of the rice disease in Kyushu island of Japan were also discussed.

緒 言

従来、稲の白葉枯病 (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) は、いもち病、紋枯病に次いで稲の重要病害の一つであった。ところが、田植機の導入に伴う箱育苗法の採用及び圃場基盤整備・河川水の管理機能の充実等による稲の浸冠水害の減少、薬剤防除及びイネ科雑草(サヤヌカグサ等)の発生源の除去の徹底化によって、稲白葉枯病はもはや稲の主要病害ではなくなったと言われている。

以上のような状況の下で、稲白葉枯病耐病性品種の育成に対する考え方にも変化がみられ

1) 現・愛媛県立宇和高校, 2) 現・福岡県立粕屋高校, 3) 現・福岡県築上農業改良普及所,

4) 現・佐賀県神埼農業改良普及所, 5) 現・佐賀県西松浦農業改良普及所

た¹⁰⁾。そして従来からの最大の育種目標の一つであった病害抵抗性が、玄米の品質及び食味改善に取って替られたようである。その結果、最近の九州地域で普及に移された育成品種が白葉枯病に罹病性を示すものが多くなったと聞く。

本実験は、以上のことを確かめるために、九州で今までに栽培されてきた水稻主要品種の白葉枯病抵抗性を比較し、その耐病性育種法についての検討を行うことにした。また、白葉枯病耐病性品種の選抜と育成の実をあげるための一方法として、品種抵抗性の表示法を提案した。

全国及び九州の水稻の作付及び病害発生状況の推移

第 1 図は1950年から35年間の全国の水稻の総作付面積及び玄米収量 (kg/0.1ha)²⁾の推移を示した。水稻の作付面積は1970年(昭.45)からの作付制限により、その後10年間に310万ha台から220万ha台までに激減した。しかし、10a当たりの玄米収量は戦後の300kg台から1950年(昭.25)代後半には400kg前後に増収し、その後総生産量1,445万トンを記録した1967年(昭.42)の大豊作以来、450kg前後推移しながら1978年(昭.53)の499kg、1984年(昭.59)の512kgまでに上昇するに至った。

以上のように、過去35年間の水稻の総作付面積及び10a当たりの収量は大きく変化してきたが、玄米の総生産量は1959年(昭.34)に1,200万トンに達して以来、1979年(昭.54)までの20年間は同じような生産量を維持してきた。しかし、1980年代には1,000万トン前後までに減少した。

第 2 図は1955年(昭.30)から約30年間の全国での稲の病害発生状況を被害率(玄米平年生産量に対する減収量の割合)²⁾で示したものである。図から分かるように、過去30年間の稲の病害発生には年次的増減の一定の傾向はみられず、病害全体としては4%前後の被害率をくり返している。しかし、この30年間に被害率が5%を越えた年が5回あり、平均すると5~6年に一度は6%前後の病害による減収がみられることになる。ただ、この大被害はすべてがいもち病の大発生によるものであり、紋枯病及びその他の病害はそれぞれ1%前後の被害率で、平年は病害全体のおおよそ4分の1ずつを占めている。

第 3 図に1961年から1985年までの九州7県における水稻の作付面積及び稲白葉枯病の発生・防除(延面積)の状況¹⁾を作付総面積に対する割合によって示した。図から明らかなように、白

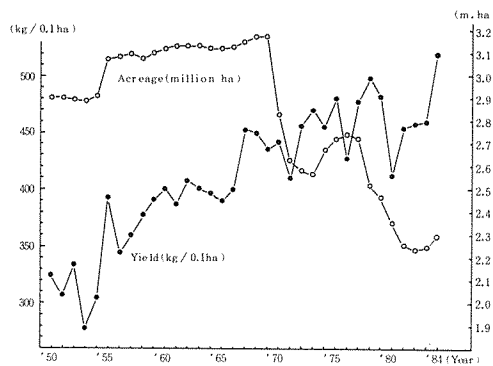


Fig. 1 Average rice yields(kg/0.1ha) based on brown rice and total acreage(ha) of paddy fields planted in Japan from 1950

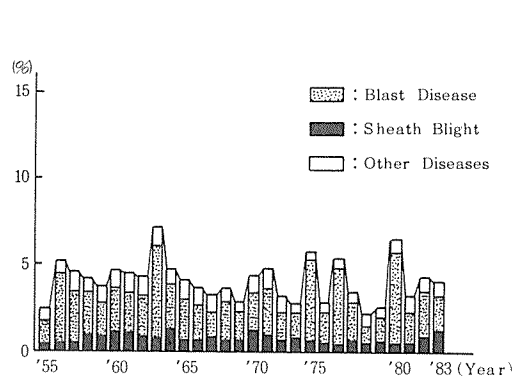


Fig. 2 Ratios in percent of reduced production caused by rice diseases to average total rice production in Japan during past 30 years

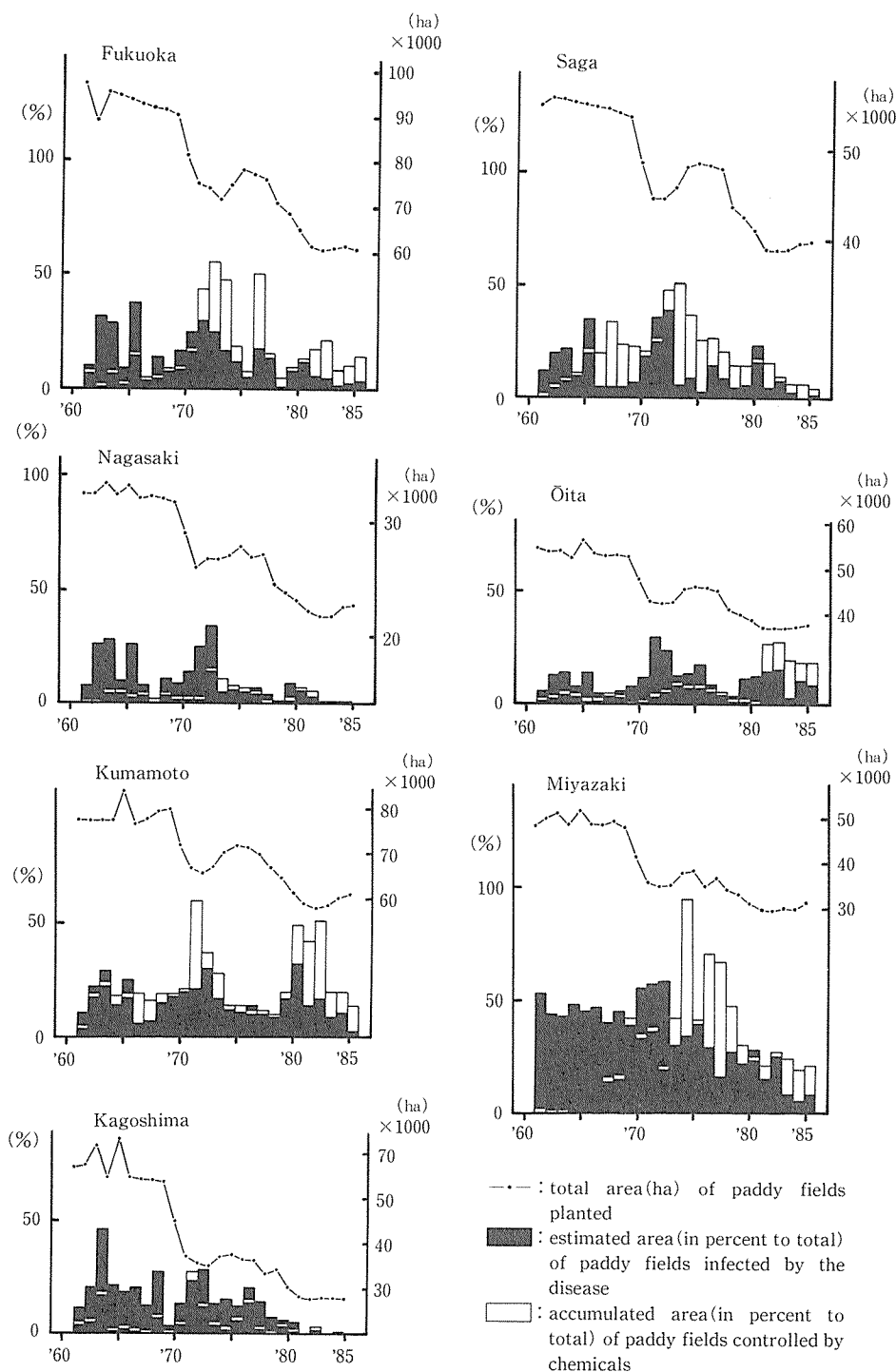


Fig. 3 Ratios of the area (in percent) infected by bacterial leaf blight disease to total paddy fields planted and the accumulated ones controlled by chemicals during past 25 years in Kyushu, Japan

葉枯病の発生状況は県によって著しく異なり、長崎及び鹿児島両県の最近の3～4年は発生がほとんどなく、また、宮崎県では1970年代の後半から漸減している。他の県では年次的増減の一定傾向はみられず、不規則な年次変動のくり返しと7～8年毎の大きな周期変動がみられる。

防除面積は全般的には、1960年代の半から増加し始め1970年代の前半には急上昇している。なお、「ホウヨク」などの短稈・穂数型の多収品種が普及に移されたのも1960年代の半³⁾であった。

第1表は本実験の供試品種の中から、1941年以降に育成され九州で広く栽培された水稻品種の各県での白葉枯病耐病性の評価⁶⁾を示した。品種の育成年次は第3表に示している。

第1表に示した「アサカゼ」以前の供試4品種はすべて「金南風群」に属する。「農林18号」と「農林22号」の耐病性は「強」か「中庸」に、「金南風」と「黄金錦」はほとんどが「弱」に評価されている。「黄金錦」が「弱」に評価されながらも現在まで栽培され続けたのは玄米品質が優れているからである。

「アサカゼ」以降に育成された「ホウヨク」から「ニシミノリ」にいたるまでの品種は、第3表に示したように、「日本晴」「クジュウ」「フクマサリ」以外はすべて抵抗性主働遺伝子(第I群菌には免疫性を示す)が導入されている。この主働遺伝子は、「あそみのり」以外はすべて「全勝26号」に由来する。これらの品種のうち最も評価が高いのは「あそみのり」の「極強」から「強」で、次いで「日本晴」が多くの県で「強」から「中庸」の評価を受けている。他の品種

Table 1 Variations of the resistance to bacterial leaf blight of the main rice varieties cultivated since 1968, in Kyushu island of Japan. The resistance evaluations were conducted by each of the prefectural agricultural experiment stations.

Variety	1968	1972	1976	1980	1983
	F+ S N K O M Ka	F S N K O M Ka	F S N K O M Ka	F S N K O M Ka	F S N K O M Ka
Norin 18	1 1 1	1	3*		
Norin 22	1 1 3 1 1	1 3 5 1	1 1	3 3	3 3
Kinmaze	5	5			
Koganenishiki	5 5 5 1	3 5 3	5 5 5 3	4 5 3	5 5 3
Hoyoku	5 3 3 3 3				
Nipponbare	3 1 1 1 1	1 1 1 3 1 1	1 1 1 3 1 3*	1 1 3 1 1	3 1 1 3 1 4
Shiranui	3 1 1 3 3		3		
Kuju	3	3		3	3
Toyotama		3 1 3 1 1 3	3 1 3	3	
Reiho		3 3 3 3 3 3 1	3 3 3 3* 3 3 3	3 1 4 2 3 3	3 3 1 4 3* 3 3
Fukumasari		3	3	4	4
Tsukushibare		3 1	3 1 3* 1		
Asominori			1 0 1 1	1 0 1 1	0 1
Nishiminori			1	1	1
Koganebare				3 3	3 3 4 3
Shinrei				4	4 4
Nishihomare				4 3 3	4 3 5 3
Nishihikari					1

+ (Prefecture) : F; Fukuoka, S; Saga, N; Nagasaki, K; Kumamoto, O; Oita, M; Miyazaki, Ka; Kagoshima

Levels of the resistance evaluated : 0; extremely resistant, 1; resistant, 2; moderately resistant, 3; intermediate, 4; moderately susceptible, 5; susceptible, 3*; 1-3

はほとんど「中庸」とされている。最も新しい品種のうち「黄金晴」「シンレイ」「ニシホマレ」の3品種は、いずれも抵抗性主働遺伝子の導入は行われていない(第3表)。これらの品種に対する各県の評価は「中庸」から「やや弱」になっている。

以上のように、九州各県の水稲品種の白葉枯病耐病性に対する評価からは、新しい育成品種の耐病性が改良されたという傾向は全くみられない。

第2表は1965年から1984年までの20年間の九州各県の作付上位水稲3品種の作付面積率、総作付面積及び10a当たり玄米収量²⁾の推移を5年間隔(1980年以降は4年)で示した。これは、

Table 2 Planted acreages in percent of the top three rice varieties, total paddy fields planted and rice yield (kg/0.1ha) based on brown rice in the seven prefectures of Kyushu of Japan from 1965

*Prefecture	1965	1970	1975	1980	1984
Fu.	45% Hoyoku 9 Ariake 5 Kinmaze	28% Hoyoku 25 Reiho 9 Kinmaze	42% Reiho 21 Nipponbare 19 Tsukushibare	41% Nishihomare 27 Nipponbare 20 Reiho	43% Nishihomare 19 Koganebare 18 Nipponbare
×1000ha	93.5 ^{ha} 444 ^{kg}	81.6 ^{ha} 431 ^{kg}	77.6 ^{ha} 494 ^{kg}	65.1 ^{ha} 418 ^{kg}	61.7 ^{ha} 509 ^{kg}
Sa.	30% Hoyoku 27 Kokumasari 7 Tachikara	45% Reiho 15 Toyotama 12 Nipponbare	40% Reiho 31 Tsukushibare 24 Nipponbare	53% Reiho 25 Nipponbare 11 Hiyokumochi	30% Koganebare 26 Reiho 15 Nipponbare
×1000ha	54.9 ^{ha} 512 ^{kg}	48.6 ^{ha} 461 ^{kg}	48.5 ^{ha} 530 ^{kg}	41.1 ^{ha} 421 ^{kg}	39.7 ^{ha} 541 ^{kg}
Na.	14% Norin 18 13 Norin 22 11 Hoyoku	21% Reiho 11 Koshihikari 10 Koganenishiki	30% Nipponbare 24 Reiho 14 Koganenishiki	28% Shinrei 18 Koshihikari 17 Nipponbare	31% Nipponbare 28 Shinrei 13 Koshihikari
×1000ha	32.1 ^{ha} 378 ^{kg}	29.0 ^{ha} 355 ^{kg}	27.2 ^{ha} 418 ^{kg}	23.1 ^{ha} 362 ^{kg}	22.5 ^{ha} 449 ^{kg}
Ku.	34% Hoyoku 18 Ariake 7 Norin 18	36% Reiho 25 Hoyoku 10 Nipponbare	27% Toyotama 22 Nipponbare 15 Reiho	33% Minaminishiki 23 Nipponbare 10 Toyotama	42% Minaminishiki 19 Nipponbare 17 Nishihomare
×1000ha	76.3 ^{ha} 412 ^{kg}	71.7 ^{ha} 418 ^{kg}	71.9 ^{ha} 501 ^{kg}	61.5 ^{ha} 430 ^{kg}	60.1 ^{ha} 505 ^{kg}
Oi.	34% Norin 18 23 Norin 22 12 Kinmaze	50% Kuju 20 Reiho 9 Kinmaze	51% Kuju 23 Reiho 16 Mineyutaka	38% Kuju 32 Mineyutaka 17 Nishihomare	26% Kuju 24 Mineyutaka 23 Koganebare
×1000ha	53.5 ^{ha} 376 ^{kg}	47.6 ^{ha} 387 ^{kg}	46.2 ^{ha} 446 ^{kg}	38.7 ^{ha} 357 ^{kg}	37.3 ^{ha} 490 ^{kg}
Mi.	23% Norin 18 21 Zuiho 15 Koshihikari	28% Reiho 20 Koshihikari 8 Miyazaki 7	31% Koshihikari 18 Mizuho 16 Reiho	38% Koshihikari 19 Minaminishiki 16 Koganemasari	44% Koshihikari 24 Minaminishiki 13 Koganemasari
×1000ha	48.8 ^{ha} 354 ^{kg}	41.9 ^{ha} 371 ^{kg}	38.6 ^{ha} 412 ^{kg}	31.3 ^{ha} 400 ^{kg}	30.6 ^{ha} 452 ^{kg}
Ka.	44% Norin 18 20 Zuiho 11 Koshijiwase	15% Sendai 11 Reiho 10 Norin 18	20% Koganenishiki 18 Mizuho 17 Reiho	29% Koganemasari 22 Nishihomare 15 Koshihikari	28% Koganemasari 23 Nishihomare 20 Koshihikari
×1000ha	64.9 ^{ha} 345 ^{kg}	55.0 ^{ha} 365 ^{kg}	47.6 ^{ha} 401 ^{kg}	40.3 ^{ha} 399 ^{kg}	38.5 ^{ha} 446 ^{kg}

* : Fu.;Fukuoka, Sa.;Saga, Na.;Nagasaki, Ku.;Kumamoto, Oi.;Oita, Mi.;Miyazaki, Ka.;Kagoshima

1973年佐藤ら^{4) 5)}によって行われた九州地域でのイネ白葉枯病原菌の菌型分布 (第4図) との関係を検討するために示したものである。平坦・肥沃地帯を広く抱える福岡・佐賀・熊本の3県の水稲品種は、戦後約20年間にわたって広く作付けされてきた「農林18号」に替って、1965年以降は短稈・多収品種の「ホウヨク」が急激に普及した。続いて1970年代は良質でいもち病耐病性品種の「レイホウ」へ急激に切り替り、1980年代にはさらに新しく育成された2, 3の品種に移り変わっていった。特に、菌型分布の調査が行われた直前の1970年の3県の品種の作付状況をみると、黄玉群に属する「ホウヨク」, 「レイホウ」, 「トヨタマ」の3品種のうちの2品種の組合せで、全県の約60%が占められた。このことを第4図の菌型分布と比較すると、3県の菌型分布は佐賀県の2箇所 (I群菌) を除いてすべてII群菌であったことは興味あることである。

一方、第I, 第II及び第III群の菌型が混在している大分, 宮崎の両県の品種分布は、黄玉群の「レイホウ」が大分県で20%, 宮崎県で28%を占めるのみで、他は金南風群の「クジュウ」, 「コシヒカリ」などとなっている。また、第II, 第III及び第IV群の菌型がみられた長崎県では、多くの品種が作付される傾向があり、1970年における上位の3品種の作付率も全作付面積の3分の1にも満たない。

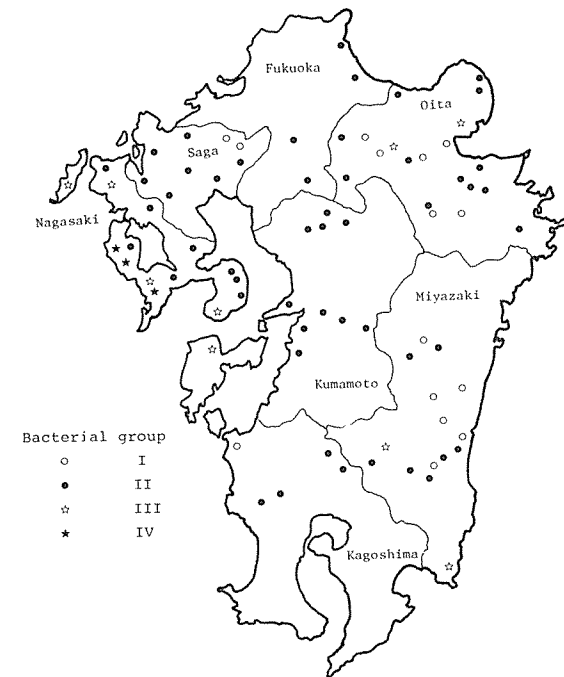


Fig. 4 Geographical distribution of the bacterial groups (I-IV) of isolates of *X. campestris* pv. *oryzae* in Kyushu region, Japan, reported by T.Sato (1978)

材料及び方法

本実験には、第3表に示したように、九州地方の明治以降現在までの23の主要品種、本研究室で選抜してきた白葉枯病ポリゾーン抵抗性の3F₃系統^{8) 9) 10) 12)}及び主・微働遺伝子併用型抵抗性の5F₃系統¹⁰⁾, 交配親及び菌型判別用の7品種を供試した。また、供試菌系の所属菌群の確認には、第3表に示した8判別品種 (No. 3, 6, 33~38) を用いた。

接種菌系は、M-27菌 (I群), S-8菌 (II群), O-16菌 (III群) 及びN-512菌 (IV群) の4菌群の4菌系を供試した。これらの供試菌は、九州農業試験場, 病害第一研究室より1976年に分譲を受けたものである。接種には、PSA斜面培地上にパラフィンで油浸して5°Cの低温下で保存した病原菌を、感受性品種の「金南風」に接種し、罹病葉から再分離したのを用いた。接種原には、PSA斜面培地に28°Cの恒温下で48時間培養し、10mlの蒸留水で懸濁液 (10⁹ cells/ml) としたのを用いた。供試菌の接種は、4針法による人工接種で出穂期前後に1個体当たり3枚の止葉に行った。

Table 3 Heading dates and disease scores on 4 weeks after inoculation for different four bacterial strains belonging to I-IV bacterial groups of leading rice varieties (No. 1-23), some selected lines (No. 24-31) and differential varieties for checking the bacterial strains inoculated

No.	Variety	Year released (generation)	Origin or Cross	Head. Date	Scores			
					M-27 (I)	S-8 (II)	O-16 (III)	N-512 (IV)
1.	Shinriki	(1877)	native	9.7	3.2	4.3	4.3	4.0
2.	Asahi	(1908)	native	9.7	3.2	3.7	4.0	3.9
3.	Jukkoku	(1930)	native	9.8	3.6	5.2	5.3	5.5
4.	Norin 18	1941	Oita-mii 120×Takara	9.10	3.0	4.0	3.5	3.5
5.	Norin 22	1943	Kinki 15×Kinki 9	8.28	2.6	5.9	5.0	4.9
6.	Kinmaze	1948	Ryosaku×Aichi-asahi	9.7	3.3	4.6	4.6	5.0
7.	Koganenishiki	1951	Shuho×Norin 22	8.29	3.0	6.4	6.6	6.4
8.	Benisengoku	1953	Tokai-asahi×Kinki 39	9.7	3.1	3.8	3.1	3.9
Mean					3.13	4.74	4.55	4.64
9.	Asakaze	1957	Takara×Norin 27	9.9	0	3.7	3.9	4.0
10.	Hoyoku	1961	Jukkoku×Zensho 26	9.5	0	4.6	6.1	4.3
11.	Nipponbare	1963	Yamabiko×Sachikaze	8.26	2.4	3.1	3.4	3.8
12.	Shiranui	1964	Jukkoku×Zensho 26	9.5	0	4.0	4.7	4.9
13.	Kuju	1965	Wakaba 7×Norin 29	8.26	2.5	5.7	4.9	5.3
14.	Toyotama	1969	Hoyoku×Yamabiko	9.5	0	3.5	3.1	3.1
15.	Reiho	1969	Hoyoku×Ayanishiki	9.8	0	3.2	3.9	4.7
16.	Fukumasari	1971	F ₄ 806×Kinmaze	9.2	3.2	3.4	3.7	3.7
17.	Tsukushibare	1972	Hoyoku×Toyosenbon	9.7	0	3.6	4.6	4.8
18.	Asominori	1973	*F ₁ ×Sachikaze	8.30	0	3.4	2.8	2.8
19.	Nishiminori	1976	Saikai 60×Hoyoku	9.6	0	5.0	5.7	5.5
Mean					2.70	3.93	4.25	4.26
20.	Koganabare	1979	Nipponbare×Kiho	8.26	2.9	5.2	4.0	4.1
21.	Shinrei	1979	Nankai 43×Koganenishiki	9.5	3.2	4.9	4.6	4.6
22.	Nishihomare	1979	Nankai 45×Chugoku 45	9.6	3.2	4.9	3.7	4.3
23.	Nishihikari	1981	Miyakei 322×Asominori	9.5	0	3.3	3.6	3.1
Mean					3.10	4.58	3.98	4.03
24.	L ₈ -223-1	(F ₈)	Norin 22×Caloro	9.9	2.4	3.4	3.3	3.0
25.	L ₈ -57-2	(F ₈)	Nipponbare×Caloro	8.26	2.1	2.6	2.6	2.2
26.	L ₈ -72-2(d)	(F ₈)	Norin 18×Reiho	9.8	0	2.2	2.9	2.6
27.	CA ₅ -1-1	(F ₅)	Chugoku 45×Asominori	8.30	0	0	0	2.5
28.	CA ₅ -11-7	(F ₅)	do.	8.31	0	0	0	1.9
29.	CA ₅ -48-48	(F ₅)	do.	9.1	0	2.9	2.5	2.4
30.	CA ₅ -49-49	(F ₅)	do.	9.2	0	2.5	2.8	2.4
31.	CN ₅ -43-17	(F ₅)	Chugoku 45×Nipponbare	9.1	0	0	0	3.3
Mean					2.25	2.72	2.82	2.54
32.	Caloro	1931	Early Wataribune	8.26	3.9	6.2	5.9	5.7
33.	Kogyoku	1933	Hakusenbon×Shobei	9.16	0	3.3	3.7	4.1
34.	Zensho 26	1930	Shoyu×Shiga-sekitori	9.9	0	4.2	5.0	5.0
35.	Rantai-Emas		native	9.7	0	0	3.3	4.4
36.	Zenith	1930	Blue Rose	9.10	0	0	2.3	5.5
37.	Chugoku 45	1968	Wase-aikoku×Kinmaze	8.31	0	0	0	5.6
38.	Nagomasari		native	9.10	0	0	0	3.2
L.S.D.(5%)					0.59	1.07	1.01	1.08

*F₁ : Saikai 85×Saikai 59

1品種又は系統の1プロットの接種個体数は1菌系当たり6個体(4菌系で24個体)とし、試験はすべて2回反復の乱塊法によって行った。

病斑調査は、接種後3, 4週目に0~7の病斑指数によって判読した。また、生産形質の調査は、1品種又は系統当たり1プロット8個体の2回反復について行った。

供試材料は6月29日に30日苗を本圃に移植した。株当たり1本を条間18cmと36cm, 株間18cmの2条並木植とした。施肥は緩効性化成肥料を10a当たり成分量でN, P₂O₅, K₂Oそれぞれ5kgを全量基肥として施用した。その他の栽培管理は佐賀県の耕種基準に準じた。

結果及び考察

第5図は供試した九州の23主要品種の稈長と1株穂数及び穂長との相関関係(穂長の長短は類別記号による)を示した。図中に付した数字は第3表の品種番号と符合し、若い番号がより古い品種である。

稈長と他の2形質との相関係数は図中に示したように、1株穂数とは負の、また穂長とは正の相関が認められ、いずれも有意な値が得られた。供試23品種の草型と育成年次の新旧との関係は以下のような傾向が見られた。長稈の品種は古い品種(図中の若い番号)がほとんどで、1株穂数が少なく穂長が長い、いわゆる穂重型品種であった。一方、品種番号、10の「ハウヨク」から19の「ニシミノリ」までの1960年代から1970年代の中頃に育成された品種群は、稈長が65~70cm, 1株穂数16~18本, 穂長は約21cmの、いわゆる短稈・穂数型品種であった。しかし、最近育成された短稈の3品種(No20~22)は1株穂数も13~14本と少なかった。

以上のように、水稻品種の草型に関する近年の育種の方向が短稈性にあることは従来と変わることはなかったが、分げつ性(1株穂数の多少)については品種によって著しく異なった。

第3表は全供試品種及び系統の白葉枯病抵抗性を、異なる菌群に属する4菌系に対する4週目病斑指数によって比較した。供試した九州の23の主要品種は上から古い順に配置し、その来歴及び出穂期を合わせて同表に示した。

白葉枯病に対する品種抵抗性は、既報^{10) 12)}で述べたように、抵抗性の主働遺伝子と微働遺伝子(ポリジーン)のいずれかの単独的作用か両者の共働的作用によって発現する。表中のゼロの病斑指数が品種の主働遺伝子抵抗性の存在を示している。ポリジーン抵抗性の有無多少は病斑指数の大小によって推定される。なお、供試材料の白葉枯病抵抗性の強弱の比較は、I菌群のM-27菌に対する病斑指数にはほとんど品種間差がみられなかった(保存中にややその病原力を失ったと考えられる)ので、主にI菌群以外の3菌系に対する病斑指数によって行う。

九州の供試23主要品種のうち、1957年に育成された耐病性品種「アサカゼ」以前の8品種は、4菌系に対する病斑指数が示すように、ポリジーン抵抗性のみによっていることが分かる。これら8品種のうち、戦前に九州で最も広く栽培された「神力」「旭」「農林18号」などの古い品種は、供試3菌系に対する病斑指数(4.0前後)が示すように、中庸の耐病性を所有している。また、在来品種「十石」は肥沃な筑紫平野で栽培されていた短稈の多収品種³⁾であったが、白葉枯病に弱く、その改良については栽培者からの強い要望が出ていた。このような強い期待に答えて育成されたのが「ハウヨク」である³⁾。

「ハウヨク」は「全勝26号」の抵抗性主働遺伝子を「十石」に導入して育成された、白葉枯病耐病性の短稈で多収性の画期的品種であった。しかし、この白葉枯病耐病性品種も、供試4菌系に対する病斑指数が示すように、当時最も広く分布していたI菌群に対しては完全な抵抗性を獲得したが、他の菌群の菌系にはほとんど「十石」と同様な罹病性を示している。このよう

に、「ハウヨク」は主働遺伝子抵抗性品種の典型的な弱点を所有している。

「アサカゼ」以前の8品種の中では「ベニセンゴク」が最も安定した抵抗性を示し、いわゆるポリジーン抵抗性を所有する品種であると言えよう。

白葉枯病耐病性品種の育成は、既報¹²⁾でも述べたように、1957年の「アサカゼ」が始まるが、耐病性品種の普及によって病原性の異なる（従来菌系よりさらに寄生範囲の広い）菌系の病原菌の存在が明らかになり、耐病性品種の育成はますます困難なものになった。しかし、その後20年間に九州で育成された品種には、ほとんど交配母本に「ハウヨク」を用いたことから、「全勝26号」由来の抵抗性主働遺伝子による白葉枯病耐病性が付与されることになった。この間に九州で育成された主働遺伝子型抵抗性品種の中で

最も理想的な耐病性を所有している品種は、「トヨタマ」と「あそみのり」であろう。この2品種は、I群菌には抵抗性主働遺伝子によって完全な抵抗性を示し、さらに他の菌群の菌系にはポリジーン抵抗性によって実用的には十分な耐病性を獲得している。反対に、「ハウヨク」「ニシミノリ」などの主働遺伝子型抵抗性品種は、菌系による抵抗性反応が著しく異なることから、推奨できない抵抗性品種と言えよう。

一方、1963年に愛知県農試で育成された「日本晴」は、抵抗性主働遺伝子には依存しないポリジーンのみによる中庸の抵抗性を所有しており、現在でも日本で最も広く栽培されている水稻品種の一つである。

次に、最近九州で育成された4品種、「黄金晴」「シンレイ」「ニシホマレ」及び「ニシヒカリ」の白葉枯病抵抗性をみると、1981年に「あそみのり」を交配母本に用いて育成された「ニシヒカリ」が「あそみのり」とほぼ同程度の主・微働遺伝子併用型の抵抗性^{10) 12)}を獲得しているのに反し、他の3品種はかなりの罹病性を示している。

以上のように、「アサカゼ」以来4半世紀にわたる水稻品種の白葉枯病耐病性育種には一定の方向性は見出せなかった。このことは、既報^{7) 10) 12)}で指摘したように、作物の病害抵抗性に対する考え方に問題があると考えられる。

次に、表中の品種番号の24から31までに示した系統は、既報^{8) 9) 10) 12)}でその選抜経過及び異な

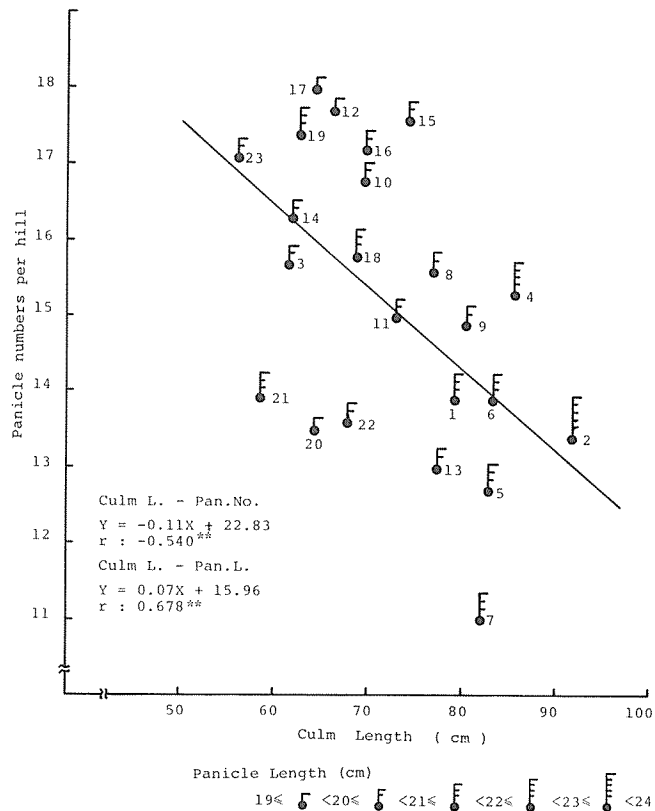


Fig. 5 Relations among culm length, number of panicles per hill and panicle length of leading rice varieties cultivated in Kyushu island of Japan. The variety numbers attached are same those shown in Table 3.

る菌系に対する抵抗性反応については述べたように、抵抗性のポリジーン又はポリジーンと主働遺伝子の共働による主・微働遺伝子併用型の選抜系統(既報の材料とは経過世代数が異なる)である。L₈-223-1及びL₈-57-2の2系統はポリジーン抵抗性の選抜系統であるが、供試4菌系に対する病斑指数は3.0前後であり、弱親品種(Caloro)の白葉枯病罹病性が著しく改良されていることが分かる。また、CA₅-1-1、CA₅-11-7及びCN₅-43-17の3系統は、「中国45号」の抵抗性主働遺伝子、X_{a-w}と「あそみのり」又は「日本晴」のポリジーン抵抗性を選抜によって合併させた系統である。I、II及びIII群の菌系には主働遺伝子、X_{a-w}によって完璧な抵抗性を示し、IV群菌系にはポリジーン抵抗性によって実用的には十分な抵抗性を所有していることが分かる。

以上のように、交配親品種が所有する抵抗性遺伝子の特性をよく把握し、その有効な利用と適切な選抜を行うことによって、強く、しかも安定した抵抗性品種の育成が可能となる。

第6図は、供試材料の中で主働遺伝子、X_{a-w}を所有しない品種及び系統(第II及び第III群のいずれの菌系にも罹病性を示す)のS-8菌(II群)及びO-16菌(III群)に対する病斑指数の相関図によって、供試材料の抵抗性を強、中、弱及び極弱の4群に分類した。図から明らかのように、育成年次の新しい品種(N_o19-23)は1品種を除いて弱品種群に属した。

Table 4 Correlations among the resistances to the different four bacterial strains

	M-27(I)	S-8(II)	O-16(III)	N-512(IV)
M-27(I)	(0.41 ^{n.s})	0.43 ^{n.s}	0.50*	0.54*
S-8(II)		(0.96**)	0.82**	0.83**
O-16(III)			(0.90**)	0.89**
N-512(IV)				(0.91**)

Coefficients in parenthesis show the correlation coefficients between the disease scores on 3 and 4 weeks after inoculation for the same bacterial strain.

異なる菌系に対する品種抵抗性間の相関関係は第4表に示した。第I菌群のM-27菌と他の3菌系との間には高い相関関係はみられなかった。これは第3表からも分かるように、M-27菌に対する品種の病斑指数間の変異幅が、菌系の病原力の低下によって著しく小さくなったことによる。しかし、他の3菌系間には0.82から0.89という高い有意な正の相関関係がみられた。なお、3週目と4週目の病斑指数間には括弧の中の係数によって示したように、第I菌群のM-27菌以外の3菌系では0.90から0.96の高い正の相関関係がみられた。

第5表は、白葉枯病に対する品種抵抗性の表示法についての一提案(第48回九州病害虫研究会で講演発表した¹¹⁾)を示した。まず、表に示した3例について説明すると以下のようになる。

例1の「ニシホマレ」は「日本晴」を対象品種とし、抵抗性品種群は「金南風」群(Km.の略号で示す)に所属する。対象品種「日本晴」のS-8菌(第II菌群)に対する病斑指数は3.1で、「ニシホマレ」の同菌に対する病斑指数は4.9で、対象品種のそれとの間には1%水準で有意差(**で示す)がみられた。以上のように、当該品種の白葉枯病耐病性は、対象品種「日本晴」よりは明らかに弱くなっていると判断された。

例2の「ニシヒカリ」は「レイホウ」を対象品種とした。抵抗性品種群は「黄玉」群(Kg.の略号で示す)に所属するため第I菌群の菌系には完全な抵抗性を示し、第III菌群のO-16菌に対する病斑指数によってポリジーン抵抗性を示した。対象品種「レイホウ」のO-16菌に対する病斑指数は3.9(括弧内に示す)で、「ニシヒカリ」のそれは3.6になり、両者の間には有意差はみられなかった。以上のように、「ニシヒカリ」は主・微働遺伝子併用型の抵抗性品種で、対

象品種の「レイホウ」と同程度のポリジーン抵抗性をも所有する品種と判断された。

例3の選抜F₅系統は「日本晴」を対象品種とし、抵抗性主働遺伝子、X_{a-w}を所有していることから、第I、II及びIII菌群のすべての菌系には完全な抵抗性を示す。ポリジーン抵抗性は第IV菌群の菌系によって判別した。対象品種「日本晴」のN-512菌(第IV群)に対する病斑指数は3.8で、当該系統のそれは1.9となり、両者間には1%水準で有意差がみられた。以上のように、CA₅-11-7は主働遺伝子、X_{a-w}による第I、II及びIII群菌に対する完全な抵抗性を所有し、さらに対照品種「日本晴」より明らかに強いポリジーン抵抗性を所有する主・微働遺伝子併用型の抵抗性品種と判断された。上記の3つの表記例で示したように、対象品種の抵抗性と当該品種のそれとの優劣関係を数量的に明示し、さらに品種抵抗性の遺伝的支配を記入することによって、当該品種の白葉枯病抵抗性の具体的内容が明確に把握されることになる。

以上に述べたように、日本の過去30数年間の水稻品種の生産力は着実に向上してきたが、病害による稲の被害率には、年とともに減少してきたという年次的な一定の方向性は全くみられなかった。病害は不規則な年次変動と平均5~6年の周期をもって大発生をくり返している。九州7県での過去20数年間の白葉枯病の発生状況も、ほとんど全国の稲病害の発生パターンと同様である。九州の白葉枯病については延防除面積を示したが、農薬による防除面積は全体的にはほぼ発生面積の2~3倍に達している。このことは、今まで

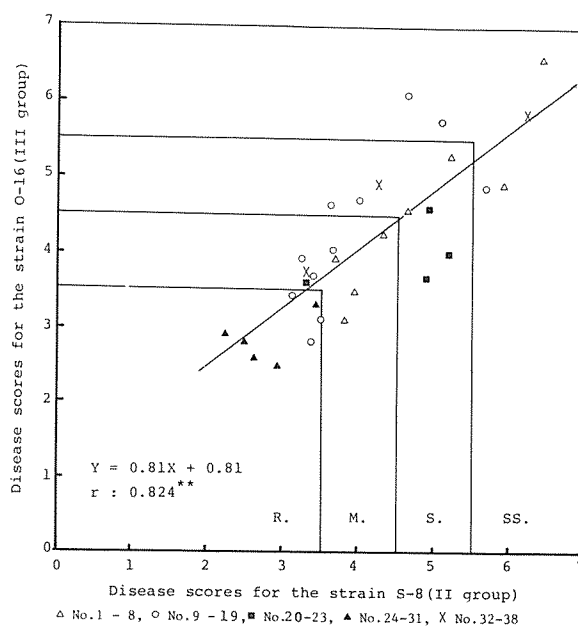


Fig. 6 Relation between the disease scores on 4 weeks after inoculation for the strain S-8 and O-16, and variety groups arbitrarily classified due to the scores. The variety numbers are same as those shown in Table 3.

R. Resistant, M. Moderate, S. Susceptible, SS. Highly susceptible

Table 5 Some examples showing a level of the varietal resistance to bacterial leaf blight

1. Nishihomare [Km, (3.1), 4.9**] Nipponbare, S-8(II)
2. Nishihikari [Kg, (3.9), 3.6^{n.s}] Reiho, O-16(III)
3. CA₅-11-7 [X_{a-w}, (3.8), 1.9**] Nipponbare, N-512(IV)

Explanation of the rule how to show the varietal resistance to disease

Name of the variety or the line [Variety group classified or the name of resistance gene identified, (Disease score of the target variety inoculated with a bacterial strain)]

Disease score of the variety inoculated with the strain,

** : the asterisks showing the significance level between the scores of the two varieties] Name of the target variety, Bacterial strain inoculated(bacteria group)

Km : Kinmaze group, Kg : Kogyoku group

Disease scores in the table are those on 4 weeks after inoculation.

に九州で育成されてきた白葉枯病抵抗性品種のほとんどが、第I群菌のみに抵抗性を示す主働遺伝子型抵抗性品種であったことから、第II群菌が最も多く分布する九州でのこれらの品種抵抗性はほとんど機能しなかったと考えられる。最近の育成品種に白葉枯病感受性のものがみられるようになった原因には、抵抗性の選抜方法の外に、水稻品種の育種目標の重点が米の品質・食味に偏り過ぎているのではないかと考えられる。確かに、生産過剰の時代では米の食味の改良が重要な育種目標になるのは当然のことではあるが、食糧には品質・食味の他に安全性が伴わなければならない。品種の耐病性は、生産費の節減と同時に安全な食品生産に貢献することを銘記しておくべきである。

また、育成品種の中に短稈・短穂で分けつ性に劣るものがみられたが、これらの品種で多収を得るためには、多肥栽培と多量の農薬散布を必要とするだろう。安全でより低価の米を生産するためには、品種の草型についても再考する必要があるのではなかろうか。

摘 要

過去30数年にわたる日本の水稻の作付・生産及び病害発生状況、九州各県でのこの4半世紀間の稲白葉枯病の発生・防除、水稻品種の作付状況及び白葉枯病病原菌の菌型分布(文献引用)を示し、九州の水稻品種の白葉枯病耐病性及びその品種育成法についての総合的な検討・考察を行った。

実験には、過去約1世紀の間に九州で栽培されてきた23の主要水稻品種、ポリジーン抵抗性及び主・微働遺伝子併用型の抵抗性選抜系統を供試し、品種及び系統の稲白葉枯病(*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*)抵抗性を比較した。

1) 過去30数年の間に、日本の水稻品種の10a当たり玄米生産量は300kg台から500kg台まで上昇したが、稲病害の発生率には年次的な一定の方向性はみられなかった。

2) 九州7県での過去25年間の稲白葉枯病の発生及び延防除面積は、県によってやや傾向は異なったが、全般的には稲病害は周期的な大発生をくり返し、病害防除には薬剤散布の役割が大きいことが推察された。

3) 九州の最近の育成品種の白葉枯病耐病性に対する各県の評価は劣るものが多かった。

4) 九州7県の水稲品種の作付状況と病原菌の菌型分布との関連性について検討した。

5) 九州の主要水稻品種の白葉枯病抵抗性は、耐病性品種「アサカゼ」の出現によって著しく変化した。

6) 「アサカゼ」以前に九州で広く栽培された水稻品種は、ポリジーン抵抗性によって中庸の抵抗性を所有するものが多く見られた。

7) 「アサカゼ」以後20年間に九州で育成された主要水稻品種の白葉枯病抵抗性は、「全勝26号」由来の主働遺伝子に依るもので菌系によってその強弱が変動した。ただ「あそみのり」は主・微働遺伝子併用型の安定した抵抗性を獲得していた。

8) 最近の九州の育成水稻品種は「ニシヒカリ」を除いて白葉枯病には感受性であった。

9) ポリジーン抵抗性及び主・微働遺伝子併用型抵抗性選抜系統の供試4菌系に対する抵抗性反応を示し、現行の白葉枯病耐病性品種の育種法についての再検討を示唆した。

10) 白葉枯病耐病性品種に対する考え方、選抜法及び育種法を明確にするための一つの方法として、品種抵抗性の遺伝的内容を明示する表示法を提案した。

引用文献

1. 九州病害虫研究会, 九州農業試験場 環境第1部(1961~1986), 病害虫の発生と防除の概要, 九病虫研究会報 7—32.
2. 農林水産統計報告, 農林省農林経済部統計局 (1950~1984).
3. 岡田正憲・山川寛・藤井啓史・西山寿・本村弘美・甲斐俊二郎・今井隆典 (1967). 水稻品種ホウヨク, コクマサリ, シラヌイならびに両親品種の選定と母本品種十石の来歴について, 九州農試報告 12, 211—214.
4. 佐藤徹・崔庸哲・岩崎真人・渡辺文吉郎 (1976). 九州におけるイネ白葉枯病菌の菌型の分布, 日植病報 (講要) 42, 357.
5. 佐藤徹 (1978). 白葉枯病に対するイネ品種のほ場抵抗性, 植物防疫 32, 7—12.
6. 水陸稲, 麦類奨励品種特性表, 農林省農政局農産課 (1968~1983).
7. 和佐野喜久生・M・P. ダナパラ・山川寛 (1979). イネ白葉枯病ポリジーン抵抗性の選抜に関する遺伝・育種学的研究 第1報 ポリジーン抵抗性の特性, 日作九支報 46, 21—26.
8. ———・—————・井本清明 (1979). 同上 第2報 ポリジーン抵抗性の選抜効果について, 同上 46, 27—32.
9. Wasano, K and M.P.Dhanapala (1982). Genetic analysis and selection for the polygenic resistance to bacterial leaf blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) of rice. Japan. J. Trop. Agr. 26, 130—139.
10. 和佐野喜久生 (1982). イネ白葉枯耐病性品種の育成法について, 日作九支報 49, 7—14.
11. ———・鹿島泰 (1983). 九州地域で栽培されてきた主要イネ品種の白葉枯病抵抗性とその表示法に対する一提案, 九病虫研究会報 (講要) 29, 176.
12. ———・井本清明 (1986). 稲白葉枯病ポリジーン抵抗性の選抜効果と選抜系統の異なる菌系に対する抵抗性反応, 佐賀大農彙 62, 59—78.