

벼도열병에 대한 품종의 지속저항성 발현요인에 관한 연구 1. 벼도열병에 대한 지속저항성 품종 선발

라동수* · 오정행¹ · 류재당
농업과학기술원 병리과, ¹단국대학교 농과대학 농학과

Factors Affecting the Expression of Durable Resistance of Rice Cultivars to Blast Caused by *Pyricularia grisea* Sacc. 1. Selection of Durably Resistant Cultivars for Rice Blast

Dong Soo Ra*, Jeung Haing Oh¹ and Jae Dang Ryu

Department of Plant Pathology, Agricultural Science and Technology Institute, Suwon 441-707, Korea
¹Department of Agronomy, College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-180, Korea

ABSTRACT : In order to develop a rapid selection method of durably resistant cultivars of rice to blast, this experiment was conducted from 1985 to 1994. Resistant cultivars were selected based on results of greenhouse tests and field observations. Durable resistance of the selected cultivars was evaluated by responses of rice to the rice blast pathogen, *Pyricularia grisea*, cultivation areas and cropping period. As a result, three cultivars Seomjinbyeo, Palgongbyeo and Dongjinbyeo showed lower disease severity than other cultivars for all the races tested. Incidence of leaf and panicle blast of the three cultivars during the past 10 years was below 0.5~5% in average. Especially, Dongjinbyeo showed stable resistance during the past 10 years, even though it has been grown widely in more than 20% of rice fields in Korea, indicating that it may have durable resistance to the rice blast disease.

Key words : *Pyricularia grisea*, durable resistance, rice blast.

벼 도열병은 *Pyricularia grisea* Sacc.에 의해 벼의 발아 후부터 성숙기까지 전생육기에 걸쳐 잎, 마디, 이삭목, 이삭가지 및 벼알에서 발생한다. 잎에 감염되면 방추형의 병반이 형성되어 심하면 식물체가 고사되고, 이삭목에 감염되면 발병부위를 부패시킴으로써 이삭으로 가는 양분의 통로를 차단하여 백수가 되거나 미질의 저하 또는 수량감수를 초래하는 주요인이 된다(13).

도열병에 의한 피해를 줄이기 위한 방법으로는 저항성품종의 육성 이용, 시비 조절 등 재배법 개선을 통한 경종적 방제 방법 및 살균제 살포에 의한 화학적 방제 방법 등이 있으나 어느 한 가지 방법으로 완벽을 기하기란 매우 어려운 실정이다(3, 21, 22).

병에 대한 기주식물의 저항성은 Van der Plank(18, 19)에 의하여 수직저항성과 수평저항성으로 나누어 정의되었다. 저항성 품종을 육성 이용하는 방법은 특

정한 균계에 저항성인 단인자 저항성을 도입하여 이용하는 방법(3), 한 품종 내에 여러 가지 유전자를 집적시키는 방법(5, 12), 작물학적인 특성은 동일하나 저항성 유전자는 각기 다른 isogenic line을 혼합한 multi-line을 개발하여 이용하는 방법(2, 10) 등이 제시되고 있으나 현재로서는 실용성이 희박한 것으로 생각된다.

최근에는 지속저항성(durable resistance)이라는 용어가 빈번히 사용되고 있는데 학자에 따라서 용어의 정의에 다소의 차이는 있다. 정의된 내용들을 열거해 보면 병에 대한 저항성이 타품종에 비하여 장기간 효과를 유지한 경우(9), 여러 균형들에 대한 특이적 저항성을 나타내는 질적저항성의 범위가 넓은 반면에 친화성을 가지는 것(1, 11, 20), 병 발생빈도가 높은 지역에서 장기간 대면적에 걸쳐 한 품종이 재배되었음에도 불구하고 타품종에 비하여 부분저항성이 오래 지속되었을 때 그 품종은 지속저항성을 갖는 것으로 간주하였으며(7), 이것은 과거의 경험적 관찰이나 소급되어

*Corresponding author.

밝혀진 사실들에 근거를 두고 있다.

본 연구에서는 한국의 주 재배품종에 대하여 1985년부터 1994년까지 10년 동안의 재배면적과 재배기간 및 저항성 정도를 종합, 검토하여 지속저항성 품종을 선발하였다.

재료 및 방법

온실 유묘검정. 한국의 농가 포장에서 주로 재배되고 있는 섬진벼, 팔공벼, 동진벼, 오대벼, 화성벼, 추청벼, 낙동벼 및 진미벼를 공시하여 논흙을 담은 15×5×10 cm의 플라스틱 포트에 각각의 공시종자를 2줄 5립씩 파종한 후 격리된 온실에서 4-5엽기까지 육묘하였다. 기비로는 포트당 유안 0.5 g, 중과석 0.5 g, 염화加里 0.2 g을 사용하였고, 접종 1주일 전에 유안 0.5% 수용액을 준비하였다. 접종원은 병반에서 분리한 KJ-101 등 10개 레이스를 쌀겨배지(쌀겨 20 g, 설탕 20 g, 한천 20 g/중류수 1 liter) 40 ml를 담은 샤페에 이식하여 26°C 항온기에서 7일 동안 배양한 후, 고무부러쉬로 배지 표면의 기중균사를 제거하고 2개의 BLB 형광등이 켜진 정온기에서 3일 동안 포자를 형성시켰다. 포자형성에 필요한 광의 유효과장을 고려하여 샤페 뚜껑은 열고 형광등의 거리는 약 30 cm로 조절하였다. 포자현탁액은 살균수에 Tween 20(5000배액)을 혼합하여 포자가 형성된 샤페에 20 ml씩을 붓고 고무부러쉬로 포자를 배지로부터 이탈시켜 두 겹의 거즈로 현탁액을 여과하였다. 포자농도를 ml당 15,000~25,000개로 조절하였으며, 회전접종상에서 atomizer를 사용하여 분무접종하였다. 접종 후 25~27°C의 포화습실상에 24시간 정치한 후 온실에 옮겼다. 발병은 접종 7일 후에 품종당 5주씩 레이스별로 개체당 병반수를 조사하였다.

밭못자리검정. 온실유묘검정과 동일한 공시품종을 경기도 이천 소재 농업과학기술원 작물보호부 병리과 시험지에서 폭 1.2 m, 길이 10 m의 밭못자리에 10 a당 성분량으로 질소 24 kg, 인산 9 kg, 가리 9 kg을 사용하였으며, 인산과 가리는 전량 기비로, 질소는 50%는 기비로, 50%는 파종 2주일 후 추비로 사용하였다. 공시종자를 10 cm간격으로 8줄씩 파종하였고, 공시품종 주위에 상호간섭을 막기 위하여 저항성품종인 Tetep과 태백벼를 혼합, 3줄씩 파종하고 IRBN 밭못자리표준검정법(6)에 준하여 파종 5주 후 구당 5줄의 발병정도를 조사하여 평균치를 구하였다.

본답에서의 저항성 검정. 경기도 이천 소재 농업과학기술원 작물보호부 병리과 시험지에 구당면적 20

m²에 30×12 cm 간격으로 손 이양하여 표준경종법에 준하여 재배하였다. 단 도열병 방제 약제는 사용하지 않았으며 질소질 비료를 100% 증시하였다. 발병조사는 잎도열병은 발병최성기인 7월 중순에 병반면적율을, 이삭도열병은 출수 30일 후에 각각 구당 20주씩 임의 선정하여 이병수율을 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(16)에 따라 조사하였다.

지속저항성 품종의 선발. 병 발생빈도가 높은 지역에서 장기간 대면적으로 걸쳐 한 품종이 재배되었음에도 불구하고 타품종에 비하여 부분저항성이 오래 지속되었을 때 그 품종은 지속저항성을 갖는다는 Johnson(7)의 정의에 따라 1985년부터 1994년까지 10년 동안의 년도별 재배면적, 재배기간을 조사하고 도열병균 레이스에 대한 품종별 반응, 밭못자리 및 본답의 잎 및 이삭도열병 발생정도를 조사하여 재배면적이 많고 장기간 재배된 품종 중 부분저항성을 지속적으로 나타내는 품종을 선발하였다.

결과 및 고찰

온실유묘검정. 온실에서 유묘를 대상으로 10개 레이스에 대한 품종의 반응을 보면(Table 1), 섬진벼, 팔공벼 및 오대벼는 4개, 화성벼 및 진미벼는 5개, 동진벼 6개, 추청벼 및 낙동벼는 거의 모든 공시 레이스에 의해 침해되었다. 개체당 병반수는 섬진벼 및 팔공벼가 15개 이하, 오대벼 및 동진벼가 23개 이하, 화성벼 및 진미벼는 12~59개, 추청벼 및 낙동벼는 최고 240개까지 많은 수의 병반을 나타내었는데 이러한 원인은 기주와 병원균 특정 레이스와의 친화성에 의해 기주 선택적인 병원균 레이스의 높은 적응력에 의해 기인된 것으로 풀이된다.

밭못자리검정. 밭못자리에서는 Table 2와 같이 품종별 연차간 발병정도의 차이가 심하였다. 이천지역에서의 10년 평균 발병정도를 보면 섬진벼, 팔공벼, 오대벼 및 동진벼가 4.0~5.0으로서 중도저항성 반응을 보였고, 오대벼 및 진미벼는 5.8~6.6, 그외 품종은 8.7~9.0으로 감수성 반응을 보였다. 특히 연차간 가장 심한 발병차이를 보인 품종은 진미벼로 1~9의 범위를 나타내어 환경 및 병원균의 변화에 따라 가장 민감한 반응을 보이는 품종으로서 발병에 알맞은 조건이라면 아주 심한 발병이 예상된다.

본답에서의 저항성 검정. 잎도열병 발생정도는 Table 3과 같이 섬진벼 및 팔공벼는 10년 동안 병반면적율 0~0.2%의 범위로 평균 0.2% 이하의 낮은 발병정도를 보였으며, 오대벼, 동진벼, 화성벼 및 진미벼는

Table 1. Number of leaf blast lesions per plant developed on seedling of 8 major cultivars at the 5th leaf stage by spray inoculation of 10 races of the rice blast fungus under greenhouse conditions

Cultivar	Number of leaf blast lesions produced by races ^a									
	KJ-						KI-			
	101	105	107	201	301	401	313	409	1113	1117
Seomjinbyeo	3	13	0	6	0	0	0	0	6	0
Palgongbyeo	4	15	13	0	0	0	0	0	9	0
Odaebyeo	6	0	0	0	0	11	9	23	0	0
Dongjinbyeo	8	0	6	0	4	7	21	0	12	0
Hwaseongbyeo	10	34	0	59	0	0	12	0	0	49
Chucheongbyeo	42	161	38	119	10	0	13	17	21	91
Nagdongbyeo	29	240	3	102	14	20	29	6	18	64
Jinmibyeo	13	0	9	31	0	0	0	22	32	0

^a Five plants were examined for each cultivar 7 days after inoculation.

Table 2. Leaf blast severity on 8 rice cultivars in a blast nursery at Icheon in Korea during 1985 to 1994

Cultivar	Severity of leaf blast ^a										
	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	Mean
Seomjinbyeo	5	5	4	6	4	6	6	4	6	4	5.0
Palgongbyeo	4	4	4	5	4	5	5	0	5	4	4.0
Odaebyeo	5	8	4	7	1	8	9	4	5	7	5.8
Dongjinbyeo	1	7	9	5	5	9	1	3	6	4	5.0
Hwaseongbyeo	9	9	9	9	9	9	9	6	9	9	8.7
Chucheongbyeo	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9.0
Nagdongbyeo	8	9	9	9	9	9	8	9	9	9	8.8
Jinmibyeo	- ^b	-	4	5	4	9	9	4	9	9	6.6

^a Numbers are disease scales; 0 : no lesion, 9 : more than 75% leaf area infected, based on the scoring system for rice blast in IRRI (6). The disease severity was examined 5 weeks after planting.

^b - : Not tested.

Table 3. Leaf blast severity on 8 rice cultivars in paddy fields at Icheon in Korea during 1985 to 1994

Cultivar	% leaf area diseased ^a										
	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	Mean
Seomjinbyeo	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	- ^b	-	-	0.10	0.20	0.09
Palgongbyeo	-	0.06	0.12	0.01	0.00	-	-	0.00	0.00	0.16	0.05
Odaebyeo	0.20	0.80	0.10	-	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.16
Dongjinbyeo	0.00	0.50	0.70	-	0.60	2.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.46
Hwaseongbyeo	-	2.59	0.01	0.19	-	-	-	-	0.18	0.10	0.61
Chucheongbyeo	0.40	41.70	8.80	0.50	2.30	2.00	0.20	0.00	0.04	0.10	5.70
Nagdongbyeo	1.10	11.30	11.90	-	8.70	30.60	-	0.10	0.40	3.30	8.43
Jinmibyeo	-	-	0.00	-	0.52	0.00	-	0.00	1.10	0.54	0.36

^a The disease severity was examined in mid July every year.

^b - : Not tested.

0~2.6%로 평균 0.6% 이하로 중간 정도, 추청벼 및 낙동벼는 0~41.7% 범위로 각각 10년 평균 5.7 및 8.4%의 심한 발병양상을 보였다.

이삭도열병 발생정도는 섬진벼, 팔공벼 및 동진벼가 0~11.2%의 범위로 10년 평균 2.6% 이하의 이병수율을 나타내어 저항성 반응을 보였고, 오대벼와 화성

Table 4. Panicle blast severity on 8 rice cultivars in naturally infested paddy fields at Icheon in Korea during 1985 to 1994

Cultivar	% panicles diseased ^a										
	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	Mean
Seomjinbyeo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	— ^b	—	—	0.0	0.0	0.0
Palgongbyeo	—	0.6	1.7	0.0	0.0	—	—	0.0	9.2	0.0	1.6
Odaebyeo	1.7	38.3	7.6	—	0.0	0.0	17.6	0.4	0.9	12.1	8.7
Dongjinbyeo	0.5	1.2	11.2	—	8.4	1.1	0.0	0.0	1.2	0.0	2.6
Hwaseongbyeo	—	0.9	0.2	30.7	—	—	—	—	10.1	0.0	8.4
Chucheongbyeo	2.4	32.1	86.1	—	100.0	11.6	0.0	4.3	2.3	0.0	26.5
Nagdongbyeo	2.0	8.5	22.8	89.8	90.1	—	—	2.9	16.0	0.0	29.0
Jinmibyeo	—	—	4.0	—	98.4	4.8	—	1.8	66.3	89.5	44.1

^a The disease severity was examined 30 days after earing.

^b — : Not tested.

Table 5. Annual cultivation acreage of 8 rice cultivars in Korea during the period of 1985 to 1994

Years	Total area (×1,000 ha)	Cultivation area (×1,000 ha)							
		Dongjin- byeo	Chucheong- byeo	Seomjin- byeo	Nagdong- byeo	Odae- byeo	Palgong- byeo	Hwaseong- byeo	Jinmi- byeo
1985	1,233	167	210	81	151	18	— ^a	—	—
1986	1,233	199	265	84	137	25	—	—	—
1987	1,259	217	271	111	65	42	—	—	—
1988	1,257	230	259	147	66	41	5	7	—
1989	1,254	261	243	160	55	39	8	21	—
1990	1,242	256	207	164	51	45	26	57	—
1991	1,208	326	215	109	47	45	30	87	—
1992	1,157	388	225	56	38	45	15	68	11
1993	1,135	362	203	36	33	43	8	67	11
1994	1,115	256	150	5	26	58	11	86	6
Mean	1,209	266(22.0) ^b	225(18.6)	95(7.9)	67(5.5)	40(3.3)	15(1.2)	56(4.6)	9(0.7)

^a — : Not cultivated.

^b % of cultivation area relative to the total area.

벼는 0~38.3% 범위으로써 각각 평균 8.7 및 8.4%로 중간 정도, 추청벼, 낙동벼 및 진미벼는 해에 따라 차이는 있지만 0~100% 범위로 평균 26.5%, 29.0% 및 44.1%의 높은 이병수율을 나타내어 고도의 감수성 반응을 보였다(Table 4).

품종별 재배기간 및 면적. 동진벼, 추청벼, 섬진벼, 낙동벼 및 오대벼는 10년 이상, 팔공벼 및 화성벼는 7년, 진미벼는 3년간 재배되었다. 재배면적은 동진벼가 10년 평균 266,000 ha로 전체면적의 22%, 추청벼가 225,000 ha로 18.6%, 섬진벼 95,000 ha로 7.9%, 낙동벼는 67,000 ha로 5.5%이었으며 그 외는 5% 미만이었다(Table 5).

품종의 저항성 구분. 이상의 결과를 종합하여 1993년 라 등(17)이 보고한 벼 품종의 도열병에 대한

부분저항성 평가기준에 따라 온실유묘검정에서는 개체당 병반수 20개 이내, 밭못자리검정에서는 발병정도 4~5, 포장에서의 잎도열병은 병반면적율 0.5% 이내, 이삭도열병은 이병수율 20% 이내인 섬진벼, 팔공벼 및 동진벼를 저항성품종으로 유별하였다. 지속저항성 품종으로는 1983년 Johnson(7)에 의한 durable resistance의 정의에 따라 저항성으로 분류된 품종 중 재배기간이 10년 이상, 재배면적은 전체 재배면적의 20% 이상이면서도 계속적으로 저항성을 발현하는 동진벼를 선발하였다. 그 외 오대벼 등 5품종들은 감수성 품종으로 유별하였다.

저항성을 평가하는데는 여러 가지 방법이 있다. 즉 온실에서 3~5엽기의 유묘에 병원균을 접종시켜 전체 병반에 대한 감수성 병반을 조사하고(23), 밭못자리를

설치하여 다질소 상태에서 발병정도를 관찰하거나(5) 또는 일반 포장에서 자연감염에 의한 이병을 시기별, 지역별로 조사하는 방법(4) 등이 그것이다. 학자에 따라서는 온실 유묘검정 및 발못자리검정 결과를 본답 발병과 비교하여 반응이 일정하므로 온실유묘 및 발못자리 검정만으로 평가가 가능하다는 보고도 있다(8). Nelson(12)은 온실 유묘검정에서 크기가 작은 병반과 적은 병반수, 발못자리검정에서는 중간 정도의 발병, 포장에서의 잎 및 이삭도열병이 경미하게 발생되는 품종을, Parlevliet(14)는 보리 녹병에서 크기가 작은 병반과 적은 병반수, 잠복기가 긴 품종, 단위 병반면적당 포자형성량이 적은 품종 등이 부분저항성을 갖는 품종이라 하였다.

본 실험에서도 레이스별 온실 유묘검정에서 비교적 많은 레이스의 침해를 받으면서 적은 병반수를 나타내고, 발못자리에서는 발병정도 5 이하의 범위, 본답의 잎 및 이삭도열병 발생정도가 경미한 품종들을 저항성 품종으로 유별하였다. 지속저항성의 개념은 유전적 조성에 근거를 둔 예측보다는 한 품종이 얼마나 광범위하게 장기간 병발생이 적은 상태에서 재배되었는가에 중점을 두는 것이므로, 저항성이 지속적으로 발현되는 품종중 재배기간이 10년 이상이고, 재배면적이 전체면적의 20% 이상을 차지하는 품종을 지속저항성 품종으로 유별하였다. 즉 팔공벼 및 섬진벼는 발병정도가 경미하여 저항성품종으로 평가되기는 하였지만, 재배면적이 적고 재배기간이 짧았다. 반면에 추청벼는 재배기간이 길고 재배면적도 많으면서 침해 레이스의 수도 많지만 병 발생이 심하여 감수성품종으로 분류되었기 때문에 동진벼만을 지속저항성 품종으로 선발하였다. 다만 섬진벼 및 팔공벼가 장기간 동안 대면적에 재배되었을 경우에도 저항성이 지속적으로 발현된다면 이들 품종 또한 지속저항성 품종으로 유별할 수 있을 것이다. 현재까지 지속저항성과 비지속저항성을 구분할 수 있는 일정한 유전적 모형은 없고 단일 유효 주동인자에 의한 지속도가 짧은 경우는 종종 보고되어 왔다. Parlevliet(15)는 북미지역에서 아가가 대대적으로 재배되었던 1930년부터 1950년대에는 주동인자에 의한 녹병균 저항성의 평균 지속년도는 5년 정도였으나, 1950년대 후반부터 재배면적이 감소되자 지속년도는 10~13년이 되었다고 하였다. 따라서 품종의 재배면적 증감은 저항성의 지속성과 상반될 것으로 생각되며, 유전적 조성에 의한 평가보다는 자연기상과 연계한 포장에서의 저항성을 평가하고, 기존에 밝혀진 품종의 특이성을 도출, 지속저항성

을 평가하는데 참고하는 것이 효율을 높일 수 있는 것으로 생각된다.

요 약

한국에서 재배되고 있는 벼 품종의 도열병에 대한 지속저항성 품종을 조기에 선발, 보급할 수 있는 방법을 모색하기 위하여 1985년부터 1994년까지 온실 유묘검정, 발못자리 및 포장검정을 통하여 저항성 정도를 평가하고 재배면적과 재배기간을 참고로 하여 지속저항성 품종을 선발하였다. 도열병에 대한 저항성 품종으로는 다양한 레이스에 침해되면서 개체당 병반수 20개 이내, 발못자리검정에서는 평균 발병정도 5 이하, 본답에서의 잎도열병은 병반면적을 0.5% 이하, 이삭도열병 발생은 이병수율 5% 이내로 병발생이 비교적 적은 섬진벼, 팔공벼 및 동진벼를 선발하였고, 지속저항성 품종으로는 재배기간이 10년 이상 유지되면서 재배면적은 전체재배 면적의 20% 이상을 차지하고 있는 품종 중 장기간 동안 저항성을 발현하는 동진벼를 선발하였다.

참고문헌

1. Ahn, S. W. and Seshu, D. V. 1991. Blast reaction of durably resistant rice cultivar in multi location trials (abstr.). *Phytopathology* 81(10) : 1150.
2. Browning, J. A. and Frey, K. J. 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. *Ann. Rev. Phytopathol.* 7 : 355-382.
3. Crill, P. and Khush, G. S. 1979. Techniques and procedures for effective and stable control of rice blast with monogenic resistance. In : *Lecture Meeting in Rice Blast Disease*, pp. 349-368. ASPAC/FFTC and ORD, Suweon, Korea.
4. Ezuka, A. 1972. Field resistance of rice varieties to blast disease. *Rev. Plant Prot. Res.* 5 : 1-12.
5. 江塚昭典, 柚木利文, 櫻井義郎, 篠田治躬, 鳥山國士. 1969. いもち病に對するイネ品種の抵抗性に關する研究. 2. 本田および畑苗代におけるほ場抵抗性の檢定. *中國農試報* E4 : 33-53.
6. IRRI. 1988. *Standard Evaluation System for Rice*, 3rd ed. Philippines. 14pp.
7. Johnson, R. 1983. Genetic background of durable resistance. In : *Durable Resistance in Crops*. NATO, Advance Science Institute Ser. 54 : 5-26.
8. 李銀鍾, 朱元坡, 朴昌錫, 鄭鳳朝. 1975. 벼 稻熱病에 對한 水稻 品種의 圃場抵抗性 檢定方法에 關한 研究. *農試研報(土肥, 作保, 畝イ篇)* 17 : 81-86.

9. Lee, E. J., Zhang, Q. and Mew, T. W. 1989. Durable resistance to rice disease in irrigated environments. In : *Progress in Irrigated Rice Research*, pp. 93-100. IRRI, Manila, Philippines.
10. Levy, M., J. Ramao., Marchetti, M. A. and Hamer, J. E. 1991. DNA fingerprinting with a disperse repeated sequence resolves pathotype diversity in the rice blast fungus. *Plant Cell* 3 : 95-102.
11. Louvel, D. 1985. Heritability of resistance to blast in the field in varieties of upland rice in Ivory Coast. In : *Proceeding of the Symposium on Rice Resistance to Blast*, 18-21 March 1981, ed. by IRAT/GERDAT, pp. 331-34., Montpellier, France.
12. Nelson, R. R. 1978. Genetics of horizontal resistance to plant disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16 : 359-378.
13. Ou, S. H. 1985. *Rice Disease*, 2nd edition, pp. 109-200. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
14. Parlevliet, J. E. 1979. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17 : 203-222.
15. Parlevliet, J. E. 1993. What is durable resistance, a general outline. *Proc. Semi. Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice*, pp. 23-39. CIAT, Cali, Colombia.
16. 農村振興廳. 1995. 農事試驗研究調查基準(3). 83pp.
17. 라동수, 류재당, 한성숙. 1993. 부분저항성품종 선발 재배에 의한 벼 도열병 방제효과 증진. *한식병지* 9(3) : 206-212.
18. Van der Plank, J. E. 1963. *Plant Disease : Epidemics and Control*. Academic Press, New York. 349pp.
19. Van der Plank, J. E. 1968. *Disease Resistance in Plants*. Academic Press, New York. 206pp.
20. Wang, G. L., Mackill, D. J., Bonman, J. M., McCouch, S. R., Champoux, M. C. and Nelson, R. J. 1994. RFLP mapping of genes conferring complete and partial resistance to blast in a durably resistant rice cultivar. *Genetics* 136 : 1421-1434.
21. Yorinori, J. T. and Thurston, H. D. 1993. Factors which may express general resistance in rice to *Pyricularia oryzae* Cav. *Proc. Semi. Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice*, pp. 117-135. CIAT, Cali, Colombia.
22. 吉野嶺一. 1979. いもち病菌の侵入に関する生態學的研究. *北陸農試報* 22 : 163-221.
23. 柚木利文, 江塚昭典, 守中正, 櫻井義郎, 篠田治躬, 鳥山國士. 1970. いもち病に對するイネ品種の抵抗性に關する研究. (第4報). 圃場抵抗性の菌系による變動. *中國農試報* E6 : 21-41.