

벼 신품종 및 계통의 지역별, 년도별 도열병 발병 차이(III)

라동수* · 오정행¹ · 한성숙 · 김장규
농업과학기술원 병리과, ¹단국대학교 농과대학 농학과

Temporal and Spatial Blast Incidence in New Cultivars and Elite Lines of Rice in Korea (III)

Dong Soo Ra*, Jeung Haing Oh¹, Seong Sook Han and Chang Kyu Kim
Department of Plant Pathology, Agricultural Science and Technology Institute, Suweon 441-707, Korea
¹Department of Agronomy, College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-180, Korea

ABSTRACT : Incidence of blast caused by *Pyricularia grisea* on five new cultivars and four elite lines (C/L) of rice was investigated at different locations, Icheon, Chuncheon, Jecheon and Naju, from 1992 to 1994. Disease indices of leaf blast on the tested C/L except Juanbyeo and Keumnabyeo ranged from 0 to 6 in the blast nursery. Under the field conditions, percentages of diseased leaf area of Keumnabyeo were 6.5% in Jecheon and 2.8% in Icheon in 1993. The incidence of panicle blast on the C/L except Suweon 394 and Milyang 117 differed depending on the locations and years. In case of Unjangbyeo, panicle blast was rarely observed in the fields in Icheon and Naju, but the disease incidences were 21.8% in Jecheon in 1993 and 16.4% in Chuncheon in 1994. Race distribution of the blast fungus was variable according to the locations. The major race in the Jecheon site was KI-197, which was recently identified.

Key words : *Pyricularia grisea*, resistance, rice, regional distribution.

벼 재배지역에서 벼에 발생하는 여러 가지 병해 중에서 도열병만큼 중요하고 장기간에 걸쳐 광범위하게 연구가 된 식물병은 없다. 도열병은 *Pyricularia grisea*에 의해 벼 발아 후부터 잎, 마디, 이삭목, 이삭 가지 및 벼알 등 식물체의 전 부위에 발병되는데, 잎에는 방추형 병반이 형성되어 심하면 식물체가 위축 고사하며 이삭목에 발병되면 발병부위가 부패하여 이삭으로 가는 양분의 통로가 차단되어 미질의 손상 및 수량 감소를 초래하는 주요인이 되고 있다(11).

이 병의 방제법으로는 저항성품종의 이용, 시비조절 및 재식밀도 등을 통한 경종적인 방제법, 살균제에 의한 화학적인 방법이 있고 최근에는 한국과 국제미작연구소 등 동남아시아 일부에서 생물학적 방제연구가 시도되고 있다. 이들 방제법 중에 저항성품종의 이용에 의한 방제는 식물체를 식재한 후 별도의 방제행위가 요구되지 않고 농약에 의한 환경오염, 생태파괴 등의 문제를 야기하지 않아 현재 우리나라 여건상 가

장 바람직한 방제법이라 할 수 있겠다. 그러나 저항성 품종으로 선발 혹은 육성된 품종들이 재배 2~3년이 경과한 후 도열병이 발생한 사례들이 국내외에서 많이 보고되고 있다(2, 4, 8, 16). 이의 원인은 지역별로 재배 및 기상환경이 다르기 때문이며, 도열병균의 변이에 의한 새로운 레이스의 출현(1, 9, 15)과 소수로 존재하던 레이스가 증식에 알맞는 품종재배로 급속히 증가하여 이들 품종들을 침해하는 것 때문으로 보고되어 있다. 따라서 도열병에 대한 저항성 유전인자를 갖는 품종의 육성과 아울러 도열병균 레이스의 분포를 추적하고 지역 적응시험을 충분히 수행하여 지역별로 적절한 품종안배 연구가 계속 수행되어야 할 것이다.

본 연구에서는 1992년부터 1994년까지 3개년 동안 지역을 달리하여 작물시험장, 호남 및 영남농업시험장에서 육성중인 계통중 지방적응력시험에 3개년 동안 공시되어 신품종으로 명명된 품종과 계통들을 토대로 하여 자연상태하에서의 년도별, 지역별 도열병 발병차이를 분석하여 품종안배에 필요한 기초자료

*Corresponding author.

를 제공코자 하였다.

재료 및 방법

온실 유묘검정에서의 도열병균 레이스에 대한 반응. 1995년도 신품종으로 명명된 주안벼 등 5개 품종과 수원394호 등 4계통을 공시하여, 논흙을 담은 15×5×10 cm의 플라스틱 포트에 각각의 종자를 2줄 5립씩 파종한 후 격리된 온실에서 4-5엽기까지 육묘하였다. 기비로는 유안 0.5 g, 중과석 0.5 g, 염화加里 0.2 g을 사용하였고, 접종 1주일 전에 유안 0.5% 수용액을 준비하였다. 도열병균 접종 및 발병조사는 병반에서 분리한 KJ-101등 10개 레이스를 감자배지(감자 200 g, 설탕 20 g, 찬천 20 g/중류수 1000 ml) 40 ml를 담은 사레에 이식하여 26°C 항온기에서 7일 동안 배양한 후 고무부러쉬로 배지표면의 기중균사를 제거하고 2개의 BLB 형광등이 켜진 정온기에서 3일 동안 포자를 형성시켰다. 포자형성에 필요한 광의 유효파장을 고려하여 사레 뚜껑은 열고 형광등과의 거리는 약 30 cm로 조절하였다. 포자현탁액은 살균수에 Tween 20(5000 배액)을 혼합하여 포자가 형성된 사레에 20 ml씩을 붓고 고무부러쉬로 포자를 배지로부터 이탈시켜 두점의 거저로 현탁액을 여과하였다. 포자농도를 현미경 150배 시야당 포자수 10~20개로 조절하였으며 육묘된 유묘에 분무접종하고 접종 후 25~27°C의 포화습도 접종상에 24시간 정지한 후 온실에 옮겨 접종 7일 후에 품종당 5주씩 발병여부를 조사하여 레이스별로 저항성과 감수성으로 구분, 표기하였다.

밭곳자리에서의 잎도열병 발병정도. 폭 1.2 m, 길이 10 m의 밭곳자리에 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. 온실 유묘검정과 동일한 공시품종을 10 cm 간격으로 파종하였고 공시품종 주위에 감수성 품종인 진홍과 낙동벼 및 유신을 혼합, Spreader로 파종하고 IRBN 밭곳자리 표준검정법(3)에 준하여 발병정도를 조사하였다.

본답에서의 잎 및 이삭도열병 발병정도. 이천 시험지에서는 온실유묘검정과 동일한 공시품종을 3줄 100주씩 2반복으로, 춘천, 제천, 나주에서는 지역의 포장 형편에 따라 3줄 50~100주씩 27×15 cm 간격으로 손이양하였다. 질소질 비료는 100% 증시(22 kg/10 a) 하였으며, 도열병 방제 약제를 살포하지 않은 상태에서 자연발병에 의하였다. 잎도열병은 발병 최성기인 7월 중, 하순에, 이삭도열병은 출수 35일 후에 각 구에

서 25주를 임의로 선정하여 병반면적을 및 이병수율을 조사하였다.

지역별 도열병균 레이스 분리 및 동정. 각 지역의 벼 재배포장에서 자연발병된 잎도열병 병반을 임의로 채집하였다. Water agar(찬천 20 g/중류수 1000 ml)를 담은 사레에 병반을 옮겨 실온에 3일간 유지한 후 병반에서 형성된 단포자를 분리한 다음 쌀겨배지(쌀겨 20 g, 설탕 20 g, 찬천 20 g/중류수 1000 ml)에서 배양하였다. 한국 도열병균 판별품종을 논흙을 담은 15×5×10 cm의 플라스틱 포트에 2줄 5립씩 파종하고 비료는 온실 유묘검정에서와 동일하게 사용하였다. 격리된 유리온실에서 4~5엽기까지 육묘, 각 균주의 포자현탁액을 분무접종하고 7일후에 발병 조사한 후 레이스 판별체계에 따라 판정하였다.

결 과

온실 유묘검정에서의 도열병균 레이스에 대한 반응. 공시된 9개 품종 및 계통의 KJ-101 등 10개 레이스에 대한 온실 유묘검정 결과는 Table 1과 같다. 전 공시 레이스에 대하여 모두 저항성 반응을 보인 것은 금남벼, 운장벼 및 밀양117호였고, KJ 레이스에는 저항성이면서 KI 레이스에는 이병성인 것은 주안벼, KI-313에만 이병성인 것은 양조벼 및 수원394호였으며, KJ-105 레이스에만 이병성인 것은 진부17호였다.

밭곳자리에서의 잎도열병 발병정도. 온실 유묘검정에 공시했던 벼 9개 품종 및 계통에 대해 이천, 제천 등 4개 지역 밭곳자리에서의 잎도열병 발생정도는 Table 2와 같다. 1995년도 신품종으로 명명된 주안벼의 발병지수는 3~9, 금남벼는 0~8의 범위였으나 대부분이 이병성 반응을 보인 반면, 대안벼, 양조벼 및 운장벼와 특히 1995년도 신품종 선발에서 탈락된 수원394호 등 4계통은 0~6의 범위였으나 주로 4~6으로 중도저항성 반응을 보였다. 또한 온실 유묘검정 결과 전 공시 레이스에 저항성 반응을 보였던 금남벼는 지역과 년도에 따라 0~8의 범위로 상이한 반응을 보여 이 품종을 침해하는 레이스가 포장에 존재하고 있음을 알 수 있었다.

본답에서의 잎 및 이삭도열병 발병정도. 잎 및 이삭도열병에 대한 발병차이를 이천 등 4개 지역의 본답에서 검토하였다. 지역별, 년도별 잎도열병 발생정도를 보면 Table 3과 같다. 시험기간 동안 조사한 모든 지역에서 잎도열병 발생이 전혀 없었던 품종 및 계통은 운장벼, 진부17호, 상주14호 및 밀양117호였으며, 대안벼는 1993년 이천에서만 0.1%의 경미한 발생이

Table 1. Reactions of new cultivars/lines against several races of *Pyricularia grisea* in the greenhouse, 1995

Cultivar or line	Reaction									
	KJ Race							KI Race		
	101	105	107	201	301	401	313	409	1113	1117
Juanbyeo	R ^a	R	R	R	R	R	S	S	S	R
Daeanbyeo	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S
Keumnabyeo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Yangjobyeo	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Unjangbyeo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Suweon 394	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Jinbu 17	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R
Milyang 117	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Sangju 14	S	R	S	S	R	R	R	R	S	R

^a R : Resistant, S : Susceptible.

Table 2. Disease severity of *Pyricularia grisea* on new cultivars/lines in the blast nursery at four locations from 1992 to 1994

Cultivar or line	Disease index ^a											
	Icheon			Chuncheon			Jecheon			Naju		
	'92	'93	'94	'92	'93	'94	'92	'93	'94	'92	'93	'94
Juanbyeo	6	- ^a	-	9	-	4	-	-	9	3	-	8
Daeanbyeo	0	5	4	6	6	2	-	4	5	2	1	5
Keumnabyeo	0	8	7	7	8	2	-	8	7	2	0	3
Yangjobyeo	2	5	4	1	3	2	-	3	6	3	1	5
Unjangbyeo	0	5	0	1	2	2	-	3	2	3	0	2
Suweon 394	4	5	4	3	3	4	-	3	2	2	2	5
Jinbu 17	-	4	0	-	6	1	-	3	6	-	0	2
Milyang 117	0	3	0	1	2	1	-	3	1	2	0	6
Sangju 14	0	5	3	3	6	1	-	5	3	3	2	1

^a Based on the scoring system for rice in IRRI (3). 0 : no blast - 9 : severe blast

^b - : Not tested.

Table 3. Leaf blast incidence on new cultivars/lines in paddy fields at four locations from 1992 to 1994

Cultivar or line	Percent diseased leaf area											
	Icheon			Chuncheon			Jecheon			Naju		
	'92	'93	'94	'92	'93	'94	'92	'93	'94	'92	'93	'94
Juanbyeo	0	- ^a	0.1	0	-	0	0.8	-	0	0	-	0
Daeanbyeo	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Keumnabyeo	0	0.2	2.8	0.3	0.3	0.1	1.2	6.5	0.1	0	0	0
Yangjobyeo	0	0	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0
Unjangbyeo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suweon 394	0	0	0.1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
Jinbu 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Milyang 117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sangju 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^a - : Not tested.

있었다. 주안벼는 1992년도 제천에서 0.8%, 1994년 동안 계속 발병되는 양상을 보였다. 이삭도열병 발생 이천에서 0.1%의 발생을 보였고, 특히 금남벼는 나주 정도는(Table 4) 잎도열병 발생이 전혀 없었던 밀양 117호는 이삭도열병 발생도 없었으나 진부17호 및 상

Table 4. Panicle blast incidence on new cultivars/lines in paddy fields at four locations from 1992 to 1994

Cultivar or line	Percent diseased panicles											
	Icheon			Chuncheon			Jecheon			Naju		
	'92	'93	'94	'92	'93	'94	'92	'93	'94	'92	'93	'94
Juanbyeo	3.3	- ^a	10.4	0	-	1.1	12.9	-	0	-	-	0
Daeanbyeo	0	0.6	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
Keumnambyeo	0	3.2	7.5	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0
Yangjobyeo	0	2.6	13.1	0	1.3	0	0	0	0	0	0.1	0
Unjangbyeo	0	3.3	0	0.8	0.6	16.4	8.1	21.8	9.3	0	0	0
Suweon 394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jinbu 17	0	0.7	0	1.2	2.9	4.1	3.5	14.3	3.9	0	0	0
Milyang 117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sangju 14	0	0.7	0	0.5	0	0	0	15.3	0	0	0	0

^a - : Not tested.

Table 5. Race distribution of *Pyricularia grisea* at four locations in 1994

Race ^a	Icheon		Chuncheon		Jecheon		Naju	
	N ^b	F (%)	N	F (%)	N	F (%)	N	F (%)
KI- 197	6	5.4	4	6.0	21	21.6	2	2.2
209	0	0	1	1.5	0	0	1	1.1
305	0	0	0	0	0	0	1	1.1
309	0	0	1	1.5	0	0	0	0
313	5	4.5	1	1.5	1	1.0	3	3.3
315	0	0	2	3.0	1	1.0	0	0
325	0	0	0	0	0	0	1	1.1
329	2	1.8	0	0	0	0	1	1.1
401	1	0.9	3	4.5	1	1.0	1	1.1
405	1	0.9	1	1.5	1	1.0	0	0
409	20	18.0	7	10.5	1	1.0	10	11.0
413	5	4.5	0	0	0	0	1	1.1
1113	1	0.9	1	1.5	7	7.3	1	1.1
1117	1	0.9	1	1.5	0	0	2	2.2
KJ-101	12	10.8	4	6.0	12	12.4	5	5.5
103	0	0	1	1.5	0	0	5	5.5
105	14	12.6	8	12.4	22	22.7	13	14.3
107	0	0	0	0	0	0	13	14.3
201	13	11.7	11	16.5	7	7.3	12	13.2
203	2	1.8	1	1.5	0	0	2	2.2
205	0	0	1	1.5	0	0	0	0
301	23	20.7	19	28.3	20	20.6	6	6.6
401	5	4.5	0	0	3	3.1	11	12.1
Total	111	100.0	67	100.0	97	100.0	91	100.0

^a *Pyricularia grisea* races were determined by disease indices on Korean different cultivars.

^b N : number of isolates, F : frequency (%).

주14호는 1993년 제천에서 상당히 높은 발생율을 보였다. 운장벼는 춘천과 제천지역에서 매년 발병되었으며 대안벼 및 주안벼는 잎도열병 발생년도와 발생지역에서 대부분 발병되었다. 잎도열병 발생이 비교적 심했던 금남벼는 오히려 이삭도열병 발생이 적었으며 수원394호는 잎도열병은 약간 발생되었으나 이삭도열병 발생은 전혀 없었다.

지역별 도열병균 레이스 분포. 이천 등 4개 지역에서의 도열병균 레이스 분포비율을 보면 Table 5와 같다. 이천은 KI-레이스 9개, KJ-레이스 6개가 분포하였으며 KI-409 및 KJ-301의 분포가 가장 많았다. 춘천은 KI-197 등 17개 레이스가 분포하였으며 분포비율은 KJ-301, 201, 105 및 KI-409 순이었다. 제천은 KI-197 등 12개 레이스가 분포하였으며 KJ-301, 105, 101, 및 KI-197의 비율이 높았으며 특히 최근에 새로 판별된 KI-197의 분포가 21.6%로 타 지역과는 아주 다른 경향을 보였다. 나주는 KI-197 등 19개로 가장 많은 레이스가 분포하였으나 주로 KJ 레이스의 분포비율이 73.7%로 많았으며 KI-409도 11%로 비교적 높은 분포비율을 보였다.

고 찰

수원 작물시험장과 호남, 영남 농업시험장에서 육성하여 1995년도 신품종으로 명명된 품종과 계통에 대해 지역 및 년도를 달리하여 재배하였을 때 도열병의 발병정도가 어떻게 다르게 나타나며 어느 정도의 저항성 반응을 보이고 있는가를 검토하였다. 온실검정에 의한 진성저항성 반응이 같고, 모든 공시레이스에 대해 저항성 반응을 보였던 계통이더라도, 지역간, 년도간 발병자리 및 포장에서의 잎 및 이삭도열병의 발병차이가 심하게 나타나는 것을 알 수 있었으며 저항성으로 판정된 품종은 없었다. Kim and Mogi(6)는 벼 도열병균이 엽신에의 침입과 발병에는 침입 전, 후의 온도에 따라 차이가 있어 침입전 보다는 침입후의 온도가 병반 형성에 더 큰 영향을 미치고 있음을 밝혔으며 30°C 이상의 온도에서는 도열병균의 활동이 억제된다고 보고하였다(7). 같은 품종을 같은 방법으로 재배하여도 지역 및 년차간 발병차이는 심하였으며 (13, 14) 동일 품종을 동일지역에서 물논과 밭논상태로 재배했을 경우 밭논상태에서 발병이 심하였다(5). 일반적으로 도열병의 다발생에는 재배품종을 침해하는 레이스의 존재와 고온 다습하고 강우빈도가 높으며 일조지수 및 일사량이 적은 기상과 질소질비료의 과다사용으로 식물체내 질소함량이 높아 도체가 연약

해진 상태가 필요하다.

본 시험에서는 1995년도 신품종으로 명명된 주안벼 등 5개 품종 및 4계통을 동일지역에서 같은 경종법으로 재배하였으나 지역간 년차간에 잎도열병과 이삭도열병의 발생정도에 차이가 있었는데 기본적으로는 지역간 도열병균 레이스의 분포가 달라(14)(Table 5) 각 레이스의 병원성 차이 즉 레이스와 기주의 친화성 정도에 따라 발병정도가 달라짐을 알 수 있다. 도열병균의 레이스는 년차간, 지역간 및 재배품종에 따라서 계속적으로 변하고(1, 15) 분포비율도 다르다(13, 14). 또한 도열병균의 가장 큰 특징은 온도 변화에 아주 민감하기 때문에 년차간 또는 지역간 기상환경의 상이성도 간과할 수 없었다. 예를 들면 제천지역의 경우 잎도열병 발병 최성기인 7월 중순 이후 '93년의 평균기온이 '92, '94년에 비하여 2~5°C 낮은 19.6~21.0°C(Fig. 1)로 유지되었는데 이 온도 범위는 도열병형 냉해를 받기에 알맞은 온도(10)로 기주 자체에도 영향을 미쳐 벼의 생리활성이 낮아 저항성 발현을 하지 못한 상태에서 침입한 도열병균은 급성형 병반으로 나타나고 병반수도 증가한다(6). 따라서 제천의 경우 잎도열병은 금남벼에서, 이삭도열병은 운장벼와 진부17호에서 '93년의 발생이 다른 해 보다 월등히 많았음을 알 수 있었다. 그러므로 도열병의 피해를 줄이고 저항성 품종을 이용한 방제효율을 높이기 위해서는 도열병에 대한 저항성 유전자를 지닌 품종의 육성이 우선적으로 이루어져야 하겠으며 지역별 도열병균의 새로운 레이스 분포를 추적하여 존재하는 레이스에 대해 저항성인 품종을 선발하고 지역별 기상조건과 토양의 물리 화학적 구조 등을 분석하여 도열병 발생과의 상호관계를 구명, 그 지역에 적용할 수 있는 품종을 재배하는 것이라 생각된다.

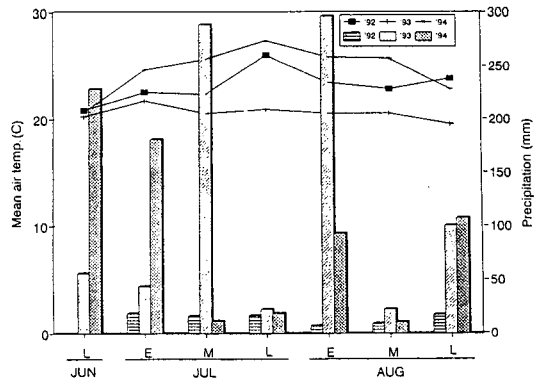


Fig. 1. Mean temperature and precipitation at Jecheon i Korea, 1992~1994 (Bar=precipitation. Line=temperature)

요 약

작물시험장 등 한국의 3개 시험장에서 육성하여 1995년도 신품종으로 명명된 주안벼 등 5개 품종과 수원394호 등 4계통을 공시하여 1992년부터 1994년까지 3년동안 이천 등 4개 지역에서의 도열병에 대한 발병정도 차이를 검토하였다. 발못자리검정 결과 주안벼 및 금남벼를 제외하고는 모든 공시품종 및 계통에서 대부분 발병정도 4~6으로 중도저항성 반응을 보였다. 본답에서의 잎도열병은 금남벼의 경우 1993년도에 제천에서 6.5%, 이천에서는 2.8%로 높은 발병정도를 보였고, 이삭도열병은 수원394호 및 밀양117호를 제외하고는 지역과 년도에 따라 발병정도가 달랐다. 특히 운장벼의 경우 이천과 나주에서는 경미하거나 전혀 발병되지 않았으나 1993년도에 제천에서 21.8%, 1994년도 춘천에서는 16.4%로 지역간, 년차간 발병정도의 차이가 심하였다. 또한 도열병균의 레이스 분포는 지역별로 다양하였으나 특히 제천에서는 최근에 판별된 레이스 KI-197의 분포비율이 높았다.

참고문헌

1. 한성숙, 유재당, 라동수. 1994. 한국의 벼도열병균 레이스의 지역 및 년차적(1986~1992) 분포 변동. 한식병지 10(1): 25-28.
2. 平野喜代人, 加藤公光, 橋本 晃. 1967. 高度抵抗性品種フクニシキ의 稻熱病 發病事例(講要). 日植病報 33: 76.
3. IRRI. 1988. *Standard Evaluation System for Rice*. 3rd ed. Philippines. 14pp.
4. 岩田和夫, 安部幸男. 1966. 新潟縣における稻熱病抵抗性品種(支那稻系品種)의 罹病化について. 北陸病害蟲研報 14: 8-16.
5. Kim, C. H. 1987. Effect of soil moisture on the pre-penetration activity of *Pyricularia oryzae* Cav. on rice leaf epidermis. *Korean J. Plant Pathol.* 3(2): 100-107.
6. Kim, C. K. and Mogi, S. 1985. Effect of temperature treatments on the penetration and disease development in the leaf epidermis by the rice blast fungus, *Pyricularia oryzae* Cavara (2). Difference in percent penetration, hyphal growth and lesion formation by pre and postdisposing temperature. *Korean J. Plant Pathol.* 1(2): 122-127.
7. Kim, C. K. 1994. Blast management in high input, high yield potential, temperate rice ecosystems, In: *Rice Blast Disease*, ed. by R. S. Zeigler., S. A. Leong, and P. S. Teng., CAB International, 451-463.
8. 이은종. 1972. 저항성 품종인 관옥의 도열병 격발 원인. 한식보호지. 11: 41-43.
9. 松本省平. 1974. レイホウに發生したいもち病菌の菌型について. 九州病蟲研報 20: 72-74.
10. 茂木靜夫. 1977. 最近の異常氣象といもち病多發生との關係(2). 農業および園藝 52(6): 25-29.
11. Ou, S. H. 1985. *Rice Disease*, 2nd edition. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England: 109-200.
12. 라동수, 류재당, 한성숙. 1993. 부분저항성 품종 선발재배에 의한 벼도열병 방제효과 증진. 한식병지 9(3): 206-212.
13. 라동수, 한성숙, 김장규. 1994. 수도 주요 품종 및 계통의 지역별, 년도별 도열병 발병차이(I). 한식병지 10(1): 47-53.
14. 라동수, 한성숙, 김장규. 1994. 수도 주요 품종 및 계통의 지역별, 년도별 도열병 발병차이(II). 한식병지 10(2): 123-128.
15. 류재당, 예완해, 한성숙, 이영희, 이은종. 1987. 한국의 벼도열병균 레이스의 지역 및 년차적(1978~1985) 변동. 한식병지 3(3): 174-179.
16. 山田昌雄. 1965. 外國稻系高度稻熱病抵抗性品種の發病. 植物防疫 19(6): 231-234.