

## 벼 도열병에 대한 품종의 지속저항성 발현요인에 관한 연구 2. 도열병에 대한 지속저항성 품종의 저항성 구성요소

라동수\* · 오정행<sup>1</sup> · 김장규

농업과학기술원 병리과, <sup>1</sup>단국대학교 농과대학 농학과

### Factors Affecting the Expression of Durable Resistance of Rice Cultivars to Blast Caused by *Pyricularia grisea* Sacc

#### 2. Components of the Resistance of Durably Resistant Cultivars for Rice Blast

Dong Soo Ra\*, Jeung Haing Oh<sup>1</sup> and Chang Kyu Kim

Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea

<sup>1</sup>Department of Agronomy, College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-180, Korea

**ABSTRACT:** Etiological components of the rice cultivars possessing durable resistance to rice blast were evaluated. In the greenhouse test by artificial inoculation, number of leaf blast lesion in Dongjinbyeo was not increased by any race of the pathogen, while the lesion number on the resistant cultivar Palgongbyeo and susceptible cultivar Jinmibyeo was increased rapidly. Size of the lesion in Dongjinbyeo was smaller and progressed more slowly than the resistant cultivar Palgongbyeo until 11 days after inoculation. Latent period in Dongjinbyeo was intermediate. However, the period was significantly variable depending upon the races. Least amount of conidia was produced in Dongjinbyeo by race KJ-107 and the number of conidia was decreased rapidly from 11 days after inoculation.

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

우리나라의 벼 도열병 발생은 1917년 황해도에서 이삭도열병의 대발생이 있었다는 보고를 시작으로 많은 피해를 입었다는 기록들이 있다(4, 9, 12, 15). 도열병에 의한 피해를 줄이기 위해 육종 및 병리분야에서 많은 노력을 기울여 왔고, 현재에도 계속해서 연구를 수행하고 있으나 도열병에 의한 피해는 지속되고 있다.

최근 들어 우리나라의 벼농사는 국내외적으로 매우 어려운 여건에 놓여 있다. 특히 국내적으로는 농촌 인구의 노령화 및 부녀화로 병 방제를 위한 노동력과 기술 인력 부족 및 임금 상승으로 별도의 병 방제가 필요없이 도열병에 대해 안정적으로 저항성이 지속될 수 있는 지속저항성 품종의 활용도는 더욱 고조되고 있다.

저항성 품종을 육성, 이용하는 방법은 많은 연구가 이루어져 제시되고 있으나(2, 5, 6, 16, 17), 어느 한 가

지 방법으로 완벽을 기하기란 매우 어려운 실정이다. 실례로 우리나라 벼 품종개량사업이 시작된 이래 도열병 저항성 품종의 육성을 위한 노력으로 다수의 품종이 육성, 보급되었으나 농가에 보급된지 불과 1~2년내에 도열병이 격발되어 장려품종에서 제외되거나 농민으로부터 소외된 사례는 많이 경험한 바 있다. 이러한 원인은 새로운 도열병균 레이스의 출현 및 소수로 존재하던 레이스가 증식에 알맞는 품종의 재배로 증가되어 일어나는 것으로 알려져 있다(7, 11, 14, 20).

따라서 본 연구는 지속저항성 품종을 사전에 선별하기 위한 방법의 일환으로 병원학적 측면에서 지속저항성을 나타내고 있는 품종의 저항성 구성요소들을 구명코자 수행하였다.

### 재료 및 방법

벼 유묘재배. 지속저항성 품종으로 알려진 동진벼, 부분저항성이 강한 팔공벼 및 감수성 품종인 진미벼

\*Corresponding author.

를 공시하여 15×15×10 cm의 플라스틱 포트에 논흙을 담아 유안 0.5 g, 중과석 0.5 g, 염화加里 0.2 g씩을 기비로 주고 2줄 5립씩 파종한 후 격리된 온실에서 4-5엽기까지 육묘하였으며 접종 1주일 전에 유안 0.5% 수용액을 추비로 주었다.

**접종원.** 농업과학기술원 병리과에 보존하고 있는 도열병균 균주 중 공시품종에 병원성이 있으면서 비교적 분포밀도가 높은 race KJ-101(KA90-059), KJ-107(KA88-066) 및 KI-1113(KA94-281)을 쌀겨배지(쌀겨 20 g, 설탕 20 g, 찬천 20 g/증류수 1000 ml)를 담은 사레에 이식하여 26°C 항온기에서 7일 동안 배양한 후 고무부러쉬로 배지 표면의 기증균사를 제거하고 2개의 BLB형광등이 켜진 정온기에서 3일 동안 포자를 형성시켰다. 포자형성에 필요한 광의 유효파장을 고려하여 사레뚜껑을 열고 형광등과의 거리는 약 30 cm로 조절하였다. 포자현탁액은 5000배액의 Tween 20을 포자가 형성된 사레에 20 ml씩 붓고 고무부러쉬로 포자를 배지로부터 이탈시켜 두겹의 거즈로 현탁액을 여과하였다. 포자농도를 현미경 150배 시야당 포자수 10~20개로 조절하였다.

**접종 및 조사.** 회전접종상에서 분무기를 사용하여 균주별로 분무접종하였으며 접종 후 25~27°C의 포화 습실상에서 24시간 정지한 후 온실에 옮겨 6일 동안 발병시킨 후 상위 1~3엽에 형성된 감수성 병반수를 조사하였고, 병반크기는 접종 후 4일째에 품종당 5개체를 임의 선정하여 상위 2엽에 형성된 감수성 병반 가운데 타 병반과 3 cm 이상 떨어진 병반을 1개씩 선정, 유성매직으로 표시하고 접종 6일 후부터 3일간격으로 3회에 걸쳐 최대 길이와 최대 폭을 측정하여 곱하고 이를 2등분하여 크기를 구한 후 5개체의 평균치를 구하였다. 잠복기 측정을 위해서는 접종 후 3일째부터 품종별로 5개체씩 감수성 병반 출현 여부를 관찰하여 병반의 출현시로부터 24시간을 빼 시간을 잠복기간으로 하였다(13). 포자형성량을 조사하기 위하여 접종 6일 후부터 3일 간격으로 3회에 걸쳐 각 엽에서 병반이 타 병반으로부터 2~3 cm 이상 떨어진 유사크기의 병반 1개씩을 택하여, 이미 형성된 포자를 씻은 거즈로 닦아 제거한 후, 0.5 ml의 살균수가 담긴 유리병(2×6 cm)에 넣고 유리병을 파라필름으로 봉한 후 25±1°C 상태의 항온기에 24시간 두어 포자를 형성시켰다. 0.02% Tween 20액을 0.5 µl을 다시 첨가하고, Thermomixer로 1분간 진탕시켜서 병반상에 형성된 분생포자를 이탈시켜 Thoma's 혈구계로 조사하고 병반길이를 측정하였다.

**밭못자리 검정.** 밭못자리에서의 병 진전 정도를

구명하기 위하여는 동일한 공시 품종을 경기도 이천 소재 농업과학기술원 병리과 시험지에 폭 1.2 m, 길이 20 m의 밭못자리를 만들어 1995년 6월 29일에 5반복으로 파종하였다. 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. 발병을 조장하기 위하여 공시 품종 주위에 감수성 품종인 진흥 및 낙동벼를 혼합, spreader로 파종하고 IRBN 밭못자리 표준검정법(11)에 준하여 파종 4주 후부터 5일간격으로 3회 발병정도(0~9)를 조사하였다.

## 결과 및 고찰

**병반수.** 품종별 병반수를 보면(Table 1) 동진벼는 20개, 저항성이 강한 팔공벼는 12개, 감수성 품종인 진미벼는 50개였다. 팔공벼나 진미벼는 시일이 경과함에 따라 병반수도 증가하였으나 동진벼의 경우는 공시 race에 대하여 변동이 거의 없었다. 팔공벼와 진미벼는 race간에도 고도의 유의성이 있었으나 동진벼의 경우는 3개의 race에 각각 19개, 18개 및 20개로 차이가 없었다. 한편 품종과 race간의 상호작용에는 고도로 유의성이 있어 접종 후 경과일수에 관계없이 품종의 병반수는 race에 따라 달랐다.

**병반크기.** 품종간 고도의 유의성이 인정되어 전체 평균으로는 동진벼가 2.1 mm<sup>2</sup>로 오히려 저항성이 강한 팔공벼 3.0 mm<sup>2</sup>나 감수성인 진미벼 5.3 mm<sup>2</sup>보다 작았고 진전도 완만한 경향이었다. Race간의 차이에

**Table 1.** Number of leaf blast lesions on three rice cultivars at different days after inoculation with three races of *Pyricularia grisea*

Cultivars	Races	Days after inoculation		
		6	9	12
Palgongbyeo	KJ-101	4	7	7
	KJ-107	13	19	20
	KI-1113	9	14	16
Dongjinbyeo	KJ-101	18	20	20
	KJ-107	16	19	19
	KI-1113	22	23	23
Jinmiby eo	KJ-101	43	61	61
	KJ-107	19	25	28
	KI-1113	62	70	82
Cultivar (A)		64.76**	80.95**	102.92**
Race (B)		14.49**	10.25**	15.73**
A × B		14.20**	14.28**	17.57**

\*\*Significantly different at 1% level by DMRT.

**Table 2.** Size of leaf blast lesions(mm<sup>2</sup>) on three rice cultivars at different days after inoculation with three races of *Pyricularia grisea*

Cultivars	Races	Days after inoculation		
		6	9	12
Palgongbyeo	KJ-101	1.8	3.2	3.8
	KJ-107	2.5	4.4	4.4
	KI-1113	2.1	2.5	3.3
Dongjinbyeo	KJ-101	1.5	2.1	3.4
	KJ-107	1.2	1.7	2.8
	KI-1113	1.5	1.9	3.0
Jinmiby eo	KJ-101	3.1	4.7	5.8
	KJ-107	2.8	5.2	7.6
	KI-1113	3.4	6.2	8.4
Cultivar (A)		46.65**	45.03**	68.83**
Race (B)		0.65 <sup>ns</sup>	0.51 <sup>ns</sup>	2.01 <sup>ns</sup>
A × B		2.41 <sup>ns</sup>	3.33 <sup>ns</sup>	4.10**

\*: Significantly different at 5% level by DMRT.  
 \*\*: Significantly different at 1% level by DMRT.  
 ns: not significant.

는 유의성이 없었으나 접종 후 9일에는 5% 수준, 12일 후에는 1% 수준에서 고도의 유의성이 인정되었다(Table 2).

잠복기. 잠복기는 품종간에 고도의 유의성이 있어 팔공벼는 89시간 즉 접종 113시간 후에 감수성 병반이 관찰되었으나 동진벼는 80시간 즉, 접종 104시간 후에 감수성 병반이 관찰되었고, 감수성 품종인 진미벼는 76시간 후에 관찰되어 감수성 품종일수록 잠복기간이 짧았다. Race간에는 차이가 나타나지 않았으나 품종과 race간의 교호작용은 고도의 유의성이 인정되었다(Table 3).

포자형성량. 병반당 포자형성량은 품종간 현저한 차이가 있었다. 팔공벼와 동진벼는 병반당 각각 6,500

**Table 3.** Latent period(hr.) of leaf blast lesions in three rice cultivars after inoculation with three races of *Pyricularia grisea*

Cultivars	Races			Mean
	KJ-101	KJ-107	KI-1113	
Palgongbyeo	91	93	82	89 a
Dongjinbyeo	82	75	84	80 b
Jinmiby eo	71	84	73	76 b
Cultivar (A)				15.42**
Race (B)				2.02 <sup>ns</sup>
A × B				5.92**

\*\* : Significantly different at 1% level by DMRT.  
 ns: not significant.

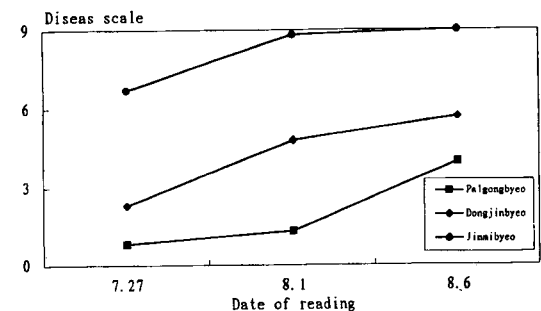
**Table 4.** Number of spores(1 × 10<sup>3</sup>/lesion) produced on a single lesion of three rice cultivars at different days after inoculation with three races of *Pyricularia grisea*

Cultivars	Races	Days after inoculation		
		6	11	16
Palgongbyeo	KJ-101	7.4	7.2	4.4
	KJ-107	7.8	8.8	5.0
	KI-1113	6.2	7.4	4.6
Dongjinbyeo	KJ-101	8.2	8.2	6.6
	KJ-107	6.6	4.8	3.8
	KI-1113	8.8	7.6	5.8
Jinmiby eo	KJ-101	13.2	12.4	10.2
	KJ-107	12.4	13.0	10.8
	KI-1113	12.6	11.2	8.4
Cultivar (A)		13.71**	24.12**	21.90**
Race (B)		0.17 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>
A × B		0.45 <sup>ns</sup>	2.31 <sup>ns</sup>	1.53 <sup>ns</sup>

\*\* : Significantly different at 1% level by DMRT.  
 ns: not significant.

및 6,700개로 유사하였고, 감수성 품종인 진미벼에서는 11,600개로 많았다. 팔공벼와 진미벼는 접종 후 11일까지 계속 증가하였다가 16일째에 감소하는 증상을 보였으나 동진벼의 경우는 접종 11일째부터 감소하여 품종의 특이성을 나타내었다. 한편 race간 및 race와 품종과의 교호작용은 유의성이 인정되지 않았다(Table 4).

발못자리검정. 우리나라에서 발못자리 평가에 가장 적합한 시기인 6월 29일에 파종하여 4주째부터 5일 간격으로 발병조사한 결과(Fig. 1), 저항성이 강한 품종으로 알려진 팔공벼는 발병초부터 파종 후 40여 일까지 0.8~2.6의 발병정도를 보여 저항성 정도가 강하였고, 지속저항성 품종으로 선정된 동진벼는 발병초인 파종 후 4주째에 발병정도 2.3으로 저항성 반응을 보이다가 시간이 경과함에 따라 완전히 진전되어



**Fig. 1.** Leaf blast progressive pattern of three rice cultivars in the blast nursery, Icheon, Korea, 1995.

후기에는 4.9로써 중도저항성 반응을, 진미벼는 발병 초부터 높은 감수성 반응을 보였다.

현재까지 밝혀진 저항성 구성요소로서는 기주체의 생육시기, 개체당, 엽당, 엽의 단위면적당 병반수, 병반크기, 포자형성기간, 포자형성량, 잠복기, 감염빈도, 병 진전속도 등으로 요약되어 진다(1, 3, 8, 18, 19, 21). 다만 연구자에 따라서 이들 중 한 가지 혹은 몇 가지를 평가해야 한다고 주장하지만 본 연구에서는 많은 연구자들의 지배적인 견해를 근거로 병반수, 병반크기, 잠복기 및 포자형성량을 평가하였다. 본 연구 결과에서 동진벼의 경우 일반적으로 병원균 접종 후 시일이 경과하더라도 병반수의 증가가 없었고, 병반크기도 오히려 저항성이 강한 팔공벼보다 작았으며 병 진전도 완만하였다. 잠복기 또한 품종간 고도의 유의성이 인정되었고, 포자형성량에 있어서도 접종 후 11일째부터 감소하여 타 품종과는 다른 특이성을 나타내었다. 기존의 연구 결과에서는 저항성 품종은 대부분 병반수가 적고, 병반크기는 작으며, 잠복기간은 길고, 포자형성량은 적은 것이라 하였다. 그러나 본 시험 결과 지속저항성으로 선정된 동진벼는 저항성이 강한 팔공벼보다도 병반 크기가 작았으며, 병반수는 초기에는 팔공벼보다 많았으나 시일이 경과해도 거의 증가하지 않았다. 포자형성량도 팔공벼와 비슷하였으나 병반 발현 후 초기에 포자형성량이 떨어지는 특이성을 보였다. 따라서 품종의 지속저항성을 평가하는데 있어서는 반드시 접종 후 경과일수에 따른 병 진전상황을 고려한 병반수, 병반크기, 잠복기 및 포자형성량 등을 평가하여 병반수가 적고, 후기까지 진전되지 않으며, 병반크기는 작으면서 병 진전이 완만한 것, 잠복기는 길고 병반당 포자형성량이 적으면서, 형성된 병반은 초기에 포자형성능력을 저하시키는 품종을 선정해야 할 것으로 생각되었다.

## 요 약

지속저항성 품종의 병원학적 구성요소를 평가한 결과 온실검정에 의한 동진벼의 병반수는 race별 차이는 있으나 적은 수의 병반을 나타내었고, 시일의 경과에 따른 증가도 타 품종에 비해 적었다. 병반크기는 도열병균 접종 후 12일째까지는 저항성이 강한 팔공벼보다도 동진벼에서 오히려 작았고 진전도 완만하였다. 그러나 저항성이 강한 팔공벼는 9일째부터는 진전이 거의 없었으나 감수성인 진미벼는 계속적으로 진전되었다. 잠복기는 동진벼의 경우 중간정도를 나타내었고, 품종 및 race간 차이가 인정되었으며, 특히 race가

지니는 병원성에 따라 차이가 뚜렷하였다. 포자형성량은 품종의 저항성 정도와 같은 경향이었으며, 접종 11일후부터 동진벼는 감소하였다.

## 참고문헌

1. Bonam, J. M., Bandong, J. M., Lee, Y. H., Lee, E. J. and Valent, B. 1989. Race specific partial resistance to blast in temperate Japonica rice cultivars. *Plant Disease* 73 : 496-528.
2. Browning, J. A. and Frey, K. J. 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. *Ann. Rev. Phytopathology* 7 : 355-382.
3. 趙正翼. 1973. 벼 잎에서의 稻熱病菌의 孢子形成 및 斑斑進展과 圃場抵抗性과의 關係. *韓國作物學會誌* 13 : 1-27.
4. 鄭鳳朝, 朴鍾聲. 1976. 水稻의 病. *韓國植物保護研究論考* 1-31. *韓國植物保護學會*.
5. Crill, P. and Khush, G. S. 1979. Techniques and procedures for effective and stable control of rice blast with monogenic resistance. Lecture meeting in rice blast disease. pp. 349-368, ASPAC/FFTC and ORD. Suweon, Korea.
6. 江塚昭典, 柚木利文, 櫻井義郎, 條田治躬, 鳥山國土. 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.
7. 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の稻熱病發病事例(講要). *日植病報* 33 : 76.
8. 堀内久滿, 清澤茂久. 1974. いもち病眞性抵抗性をもつ系統の圃場抵抗性檢定法に關する研究. *福井農試報* 11 : 63-73.
9. 指宿武吉. 1918. 大正年黃海道農事概況. *朝鮮農會報* 12(12) : 20-24.
10. IRRI(International Rice Research Institute), 1988. Standard Evaluation System for Rice. 3rd ed. pp. 14. Philippines.
11. 岩田和夫, 安部幸男. 1966. 新瀉縣におけるの稻熱病抵抗性品種(支那稻系品種)の罹病化について. *北陸病害蟲研報* 14 : 8-16.
12. 金寅權. 1968. 韓國에 있어서의 稻熱病菌의 生態品種과 水稻品種의 稻熱病 抵抗性에 關한 研究. *植物保護別冊* 3 : 1-23.
13. 金章圭, 茂木靜夫. 1985. 氣溫變動がイネいもち病菌の 葉身への侵入と發病に及ぼす影響. *九州農試報* 24 : 53-119.
14. 李銀鍾. 1972. 抵抗性品種인 關玉의 稻熱病 激發 原因. *韓植保護誌* 11 : 41-43.
15. 李根雄 · 朴淳直. 1979. 1978年度 稻熱病의 大發生 要因分析. *韓國作物學會誌* 24(1) : 1-10.
16. Levy, M., Ramao, J., Marchetti, M. A. and Hamer, J.

- E. 1991. DNA fingerprinting with a dispersed repeated sequence resolves pathotype diversity in the blast fungus. *Plant Cell* 3: 95-102
17. Nelson, R. R. 1978. Genetics of horizontal resistance to plant disease. *Ann. Rev. Phytopathology* 16: 359-378.
18. Parlevliet, J. E. 1993. What is durable resistance, a general outline. Proc. Semi. Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice. CIAT, Cali, Colombia. 23-39.
19. Van der Plank, J. E. 1975. Horizontal resistance: Six suggested projects in relation to blast disease of rice. Proc. Semi. Horizontal Resistance to the Blast Disease of Rice. CIAT, Cali, Colombia: 21-26.
20. 山田昌雄. 1965. 外國稻系稻熱病抵抗性品種の發病. 植物防疫 19(6): 231-234.
21. Yeh, Y. H. and Bonman, J. M. 1986. Assessment of partial resistance to *Pyricularia oryzae* in six rice cultivars. *Plant Disease* 35: 319-323.

(Received March 7, 1997)