

벼 누른오갈병 (*Sclerophthora macrospora*) 발생이 벼 생육에 미치는 영향 및 병 저항성 품종 검정

이용환* · 차광홍 · 고숙주 · 박기범¹ · 김영철²

전남농업기술원 식물환경연구과, ¹신젠타코리아, ²전남대학교 응용식물학부

Effect of Rice Downy Mildew (*Sclerophthora macrospora*) on Rice Growth and Screening of Disease Resistance of Cultivars

Yong-Hwan Lee*, Kwang-Hong Cha, Sug-Ju Ko, Ki Beum Park¹ and Young Cheol Kim²

Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

¹Syngenta Korea, Gwanju 502-280, Korea

²Applied Plant Science Division and Agricultural Plant Stress Research Center,

College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University, Gwanju 500-757, Korea

(Received on March 8, 2003)

It was conducted to investigate the effect of rice downy mildew (RDM) infection to plant growth and yield components in water seeding stage, and to screen of varietal resistance to downy mildew. Being infected by rice downy mildew, chlorotic spot appeared in the leaf and leaf length was shortened. As the infected rice was growing, internode was not elongated properly and was deformed, and then panicle was not arised or mal-formed. Plant height of infected rice was shortened at all growth stage, and while the number of tillers of infected rice was more decreased than that of healthy plant before maximum tillering stage, and that of infected rice was more increased after heading stage. While the number of internode of infected tiller was much increased than that of healthy tiller, internode length of infected tiller was shorter. As the rice infected by RDM severely, the number of panicles per square meter and ripening of rice was more decreased and yield of rice was extremely much decreased. As result of the varietal resistance screening with rice seedling, Geyh-wabyeo and Donjinbyeo were resistant varieties to downy mildew.

Keywords : rice downy mildew (RDM), *Sclerophthora macrospora*, plant growth, cultivar resistance, yield

벼 누른오갈병은 1912년(山田) 일본에서 처음으로 보고되었는데, 우리나라에서는 1959년에 발생하였다는 기록이 있다(박 등, 1981). 1966년 경기 김포지역의 못자리에서 발견된 이후 통일계 품종에서 일부 발생하였는데, 1974년는 전국적으로 발생이 확인되었다(정 등, 1974). 1977년 전남 광산, 나주 지역 등의 못자리 말기에 117 ha 발생하였는데, 4월 하순 집중강우에 의한 침수가 그 원인이었다(박 등, 1981). 1980년대 이후 기계화로 못자리 면적이 줄어들고 기간이 단축됨에 따라 누른오갈병 발생이 감소하였으나, 90년대 이후 담수직파 면적이 증가하면서 4

월 하순이나 5월 상순의 강우로 침수된 담수직파 벼에서 발생되고 있다(Jee et al., 2002).

일본에서는 이 병에 대한 발생생태 및 재배법 개선, 저항성 품종 육성 등의 연구가 50~60년대 집중적으로 이루어졌고(山仲 등, 1954; 赤井·福夫, 1959; 島田 등, 1974), 인도에서는 이 병에 대한 밀(Pakash & Sharma, 1987)이나 귀리(Singh et al., 1987)의 저항성 품종이 보고되었으나, 국내에서는 발생환경(박 등, 1981) 및 방제 연구(강·이, 1987), 간단한 유주자 형성방법(Jee et al., 2002) 등이 보고되었다. 이 연구에서는 누른오갈병 발생이 벼의 생육 및 수량구성요소에 미치는 영향을 조사하였고, 저항성 육종의 기초자료 및 상습침수지에서 경종적 방제 일환으로 전남지방의 주요 재배 품종에 대한 품종저항성 검정을 실시하였다.

*Corresponding author

Phone)+82-61-330-2563, FAX)+82-61-336-4076

E-mail)leeyh@jares.go.kr

재료 및 방법

벼 누른오갈병 발생이 벼 생육과 수량에 미치는 영향. 생육 및 수량조사는 1998년 나주시 남평읍의 누른오갈병이 발생한 농가 포장에서 실시하였다. 일미벼를 5월 10일에 답수직파를 하였다. 생육조사는 발병주와 건전주로 구분하여 각각 20주씩 7월 6일 및 7월 28일, 8월 26일에 초장, 분얼수를 조사하였다. 등숙기인 9월 19일에 출수하지 못한 줄기(미출수)와 기형으로 출수한 줄기(기형수)를 구분하여 마디수와 마디길이의 차이를 정상적으로 출수

한 줄기(건전수)와 비교하였다. 수량조사는 발병주율을 I(5%), II(25%), III(35%), IV(75%)로 구분하고 1 m² 내에서 줄기수, 이삭수, 기형이삭수, 수당립수, 등숙율, 현미천립중과 수량을 조사하였다.

품종저항성 검정. 전남지방에서 재배가 많이 되고 있는 동진벼, 일미벼, 대신벼 등 10개의 벼 품종을 대상으로 島田 등(1974)의 방법을 이용하여 품종저항성 검정을 실시하였다. 벼 종자를 48시간 침종한 후 최아하여 1 cm 정도 자란 벼를 150°C에서 3시간 건열 멸균시킨 수도용 상토를 1 cm 두께로 담은 페트리디쉬(φ15 cm×2 cm)에



Fig. 1. Symptoms of rice downy mildew caused by *Sclerophthora macrospora*. A: chlorotic spot of leaf, B: malformed culm and node, C: malformed spiklet, D: oospores E: pathogenicity test (a: Geyhwabyeo, b: Daesanbyeo).

100립씩 파종하였다. 누른오갈병이 걸린 벼 잎을 1 cm 크기로 잘라 파종한 벼가 보이지 않을 정도로 덮은 후 24 시간 침수처리 후 집종한 잎은 제거하고, 75% 차광망으로 덮어두고 20~25°C로 유지되는 온실에 치상하여 관리하였고 품종별로 3반복씩 시험하였다. 발병 조사는 집종 8일 후에 육안으로 발병주율을 조사하였고, 발병된 잎 조직에서 난포자 형성 여부를 광학현미경으로 관찰하였다.

결 과

벼 누른오갈병 발생이 벼 생육과 수량에 미치는 영향.

6월 1~2일의 집중 강우로 침수되어 6월 20일에 누른오갈병이 발생하였다. 누른오갈병이 발생하면 잎에 퇴록반점이 나타나고 엽장이 짧아지는 경향을 보인다(Fig. 1A). 벼의 생육이 진행되면서 심하게 걸린 줄기에서는 절간신장이 제대로 이루어지지 않아 마디 사이가 기형적으로 자라고(Fig. 1B) 출수를 하지 못하였다. 또한 출수를 하여도 기형으로 출수하거나 이삭이 제대로 맺히지 않는 증상을 보였다(Fig. 1C). 그리고 감염된 줄기나 잎에서 난포자를 관찰할 수 있었다(Fig. 1D).

누른오갈병이 발생한 후 생육시기별로 초장과 분얼수를 조사한 결과, 초장은 발병 초인 7월 6일에는 22 cm, 최고분얼기 이후인 7월 28일에는 17.5 cm 정도 짧았다.

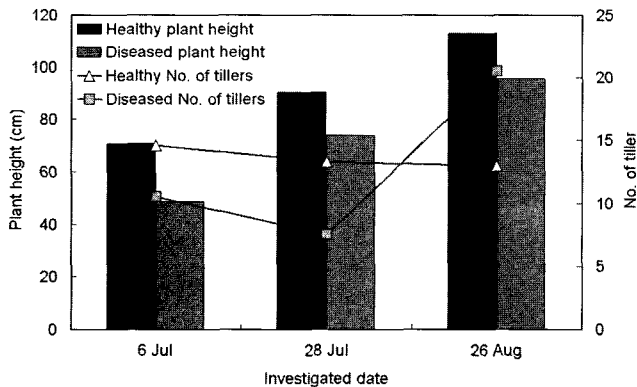


Fig. 2. Change of plant height and No. of tillers by the downy mildew infection as the rice growing stages.

분얼수는 발병 초부터 7월 28일까지는 정상주 보다 발병주에서 4~6개 적은 경향이었으나 출수 이후인 8월 26일에는 발병주가 정상주보다 7~9개 많은 경향을 보였다(Fig. 2).

출수 후 등숙기인 9월 19일에 정상적으로 출수한 줄기(건전수), 출수하지 못한 줄기(미출수), 기형으로 출수한 줄기(기형수)로 구분하여 마디수와 마디사이의 길이를 조사한 결과, 마디수는 건전수가 6.5개인 반면 기형수는 7.8개, 미출수는 9.0개를 보여 발생 정도가 심할수록 마디수가 증가하는 경향을 보였다. 반면에 마디사이 길이의 경우 건전수가 상위 5번째 마디부터 급격히 길어져 최상위 마디에서 평균 32.1 cm를 보였으나 기형수의 경우에는 10 cm를 넘는 마디가 없었고 미출수의 경우에는 최고 4.1 cm 밖에 되지 않아 발생 정도가 심할수록 마디길이가 짧아지는 경향을 보였다(Table 1).

누른오갈병 발생이 벼 수량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 발병 정도별 I(5%), II(24%), III(35%), IV(71%)로

Table 1. Change of number of internode, internode length and culm height of tillers by downy mildew symptoms at ripening stage of rice

Investigated items	Downy mildew symptoms			
	Healthy tiller	Not headed tiller	Malformed tiller	
1	32.1±3.3 ^a	0.5±0.6	8.2±5.7	
2	17.0±2.5	1.2±1.6	9.0±5.3	
3	12.1±2.0	1.7±1.1	7.2±2.2	
Internode length from uppermost internode (cm)	4	8.8±2.7	3.0±1.6	6.5±2.1
	5	3.0±2.0	4.1±2.0	5.2±2.4
	6	0.8±0.3	3.6±1.9	3.0±2.8
	7	0.6±0.0	3.9±2.3	1.4±1.7
	8	-	2.7±2.3	0.6±0.2
	9	-	0.7±0.6	-
	No. of internode	6.5 c ^b	9.0a	7.8b
Culm height (cm)	73.2±8.2	20.7±5.8	38.7±8.1	

^aMeans ± standard deviation.

^bMeans in a row followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test (P = 0.05).

Table 2. Number of malformed panicles, grain yield and its components of rice according to the diseased degrees of downy mildew

Diseased degree ^a	No. of malformed panicle/m ²	No. of panicle/m ²	Ratio of effective tiller/m ²	No. of spikelet/panicle	Ripened grain (%)	1,000 grainwt. (g)	Brown rice yield (kg/10a)
I	4	640	85.1	79.8	76.0	21.3	492
II	24	244	37.2	59.6	75.0	21.3	418
III	68	184	25.1	46.1	63.7	21.8	367
IV	23	136	15.4	57.2	59.7	21.7	222

^aDiseased degree :I(5%), II(24%), III(35%), IV(71%) as diseased tillers.

Table 3. Varietal resistance test to rice downey mildew

Varieties	Diseased plants ^a (%)
Geyhwabyeo	3.0 a ^b
Dongjinbyeo	7.3 a
Hwayeongbyeo	19.0 b
Dongahnbyeo	87.0 c
Keumobyeo	92.7 cd
Ilmibyeo	90.0 cd
Mankeumbyeo	91.7 cd
Shinsunchallbyeo	92.0 cd
Hwasinbyeo	95.3 cd
Daesanbyeo	97.7 d

^a It was investigated 8 days after inoculation.

^b Means in a column followed by different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test ($P = 0.05$).

구분하여 m²당 수량구성요소를 조사한 결과는 Table 2와 같다. m²당 줄기수는 발병정도 II에서 656개로 가장 적었으나 IV에서 880개로 가장 많았다. 유효 줄기수는 발병정도 I에서 640개로 가장 많았으며, IV에서는 136개이었으며, 유효줄기율은 각각 85.1%와 15.4%로 발병정도가 심할수록 이삭수가 줄어드는 경향을 보였다. 기형이삭은 발병정도 III에서 68개로 가장 많았고, 수당립수는 발병정도 I에서 79.8개인 반면 III에서 46.1개로 가장 적었다. 등숙비율과 10 a 당 현미 수량은 발병정도 I에서 76%와 492 kg이었으며, IV에서 59.1%와 222 kg으로 발병정도가 심할수록 등숙비율과 수량이 낮아지는 경향을 보였다. 천립중은 처리간의 차이가 거의 없었다.

품종저항성 검정. 전남지방의 주요재배품종을 대상으로 품종저항성 검정을 한 결과 대부분의 품종이 90% 이상의 발병주율을 보였고, 화영벼는 19.0%를 나타냈으나 계화벼와 동진벼에서는 각각 3.0%와 7.3%의 발병주율을 보여 저항성으로 판단되었다(Table 3, Fig. 1E).

고 찰

赤井과 福富(1959)는 벼 누른오갈병 발생시 초장과 절간 신장이 저하되고 화부기관이 퇴화되는 등 생육이 저하되는 증상과 분얼수 증가와 엽폭의 증대 등의 증상으로 구분하였는데, 본 시험에서도 기형이삭이 되거나 출수를 하지 못하고, 초장과 마디 길이가 짧은데 비해 마디수와 분얼수는 증가하는 등 같은 결과를 보였다. 마디 길이의 신장은 건전줄기의 경우 상위 5절부터 이루어졌지만, 미출수한 줄기의 경우에는 상위 1~3절까지 신장이 2 cm 이하로 이루어지고 4~8절까지 3~4 cm 내외로 절간신장이

이루어졌다. 특히 이병주에서 분얼경이 주간의 상위 5~6 마디에서도 발생하는 것을 볼 수 있었다(자료 미 제시). 일반적으로 분얼경은 영양생장기에 불신장경부의 마디에서 나오고 신장경부에서는 나오지 않고 줄기의 신장은 상위 4~5절에서 이루어진다는 보고(조 등, 1995)와 밑에서 누른오갈병에 감염시 초기에는 식물체내에 엽록소와 질소성분이 감소하지만 생육 후기에는 증가한다는 보고(Singh & Bedi, 1990)와 비교해 볼 때, 누른오갈병 발병시 생육 전반기에 엽록소와 질소성분 감소로 생육이 저해되다가 후기에 이들이 증가하면서 마디신장이 이루어지지 않는 분얼마디의 신장이 이루어지고 분얼수가 급격히 증가하여 초기의 영양생장 부족으로 출수가 안 되거나 기형출수가 되는 것으로 생각되었다.

勝部(1973)는 발병주율이 2/3를 넘으면 극심하게 수량 감소가 되고, 勝部(1977)와 박 등(1981)은 수량감소의 원인은 출수부진 등의 원인에 의한 단위면적당 이삭수의 감소라고 보고하였는데, 본 시험에서도 이삭수의 감소가 가장 큰 원인이었고 등숙을 감소도 수량감소의 한 원인으로 생각되었다.

품종저항성 검정은 1~2엽기에 접종하였는데, 鳥田 등(1974)은 벼의 접종시기에 따라 저항성 반응이 다르다고 보고하여, 포장 저항성 검정 등 보다 자세한 검토가 필요할 것으로 생각되었다. 하지만, 계화벼와 동진벼는 다른 품종에 비해 현저히 적게 발병되는 경향을 보여 저항성 품종 육성시 참고하거나 담수직파시 침수가 잘되는 상습 발생지에서는 이들 품종을 재배하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

요 약

전남 나주의 벼 누른오갈병이 발생한 담수직파 포장에서 일미벼를 대상으로 병 발생이 벼 생육에 미치는 영향을 조사하고 품종저항성 검정을 수행하였다. 누른오갈병 발생시 앞에는 퇴록반점이 나타나고 엽장이 짧아지며 벼의 생육이 진행되면서 줄기의 절간신장이 제대로 이루어지지 않아 마디사이가 기형적으로 자라고 출수가 안 되거나 기형이삭이 되는 증상을 보였다. 벼 누른오갈병 이병시 초장이 짧아졌고, 분얼수는 최고분얼기 전에 발병주가 적었지만 그 이후에는 발병주가 많았다. 마디수는 발병줄기가 건전줄기에 비해 많은 반면에 마디길이는 짧았다. 발병정도가 심할 수록 단위면적당 이삭수가 적고 등숙율이 낮아 수량이 크게 감소하였다. 유묘를 대상으로 품종저항성 검정을 실시한 결과, 동진벼, 계화벼가 벼 누른오갈병에 대해서 저항성이었다.

참고문헌

- Jee, H. Y., Han, S. S. and Kweon, J. H., 2002. A simple method for sporangial formation of rice downy mildew pathogen, *Sclerophthora macrospora*. *Plant Pathol. J.* 18(2): 77-80.
- Parkash, V. and Sharama, S. C. 1987. Outbreak of *Sclerophthora macrospora* in wheat genotypes. *Annals of Biology.* 3: 115-116.
- Singh, P. J. and Bedi, P. S. 1990. Effect of *Sclerophthora macrospora* infection on chlorophyll and nitrogen content of wheat plants. *Plant Disease Research.* 5: 154-156.
- Singh, P. J., Bedi, P. S. and Sohi, H. S. 1987. Varietal reaction of oats to downy mildew. *Plant Disease Research.* 2: 122-123.
- 강수웅, 이경휘. 1987. 殺菌劑 Metalayl의 벼露菌病 防除效果. 한국식물병리학회지 3(1): 17-19.
- 島田尚光, 河合利雄, 高土祥助. 1974. 黃化萎縮病防除に關する研究. 慈賀縣農試特別報告 11-28pp.
- 박인선, 차광홍, 이돈길. 1981. 全南地方에 발생한 벼露菌病에 對하여. 한국식물보호학회지. 20(1): 67-68.
- 山田玄太郎. 1912. 稻黃化萎縮病. 官部博士記念植物學集說. 381-387pp.
- 山仲巖, 河合利雄, 大谷廣大. 1959. 稻黃化萎縮病の發生ならびに被害と栽植本數との關係. 稻黃化萎縮病に關する研究. 164-167pp.
- 勝部利弘. 1973. 水稻の黃化萎縮病罹病苗の混植率と收量との關係. 北日本病蟲研報 24: 32-35.
- 勝部利弘. 1977. 水稻の育苗様式と黃化萎縮病の發病との關係. 北日本病蟲研究報 28: 44-48.
- 赤井重, 福富雅夫. 1959. 黃化萎縮病罹病植物の外部形態變化. 稻黃化萎縮病に關する研究. 農林省振興局 植物防疫課. 61-74pp.
- 정봉조, 이순형, 이용선. 1974. 벼누른오갈병(Downy mildew of rice plant, *Sclerophthora macrospora* (Sacc.) Thirum., Shaw & Naras). 한국식물보호학회지. 13(4): 232-234.
- 조동삼, 고현관, 구연충, 박광호, 변종영, 송범현, 신진철, 양원하, 이변우, 이영희, 이은웅, 이철원, 정승근, 조용구, 허휘. 1995. 벼의 생리와 생태. 향문사. 357pp.