

벼 생육시기별 흰잎마름병 발병이 쌀 수량감소 및 미질에 미치는 영향

노태환* · 이두구 · 박종철 · 심형권 · 최만영 · 강미형¹ · 김재덕농촌진흥청 작물과학원 호남농업연구소, ¹전북농업기술원 남원고냉지화훼시험장

Effects of Bacterial Leaf Blight Occurrence on Rice Yield and Grain Quality in Different Rice Growth Stage

Tae Hwan Noh*, Du Ku Lee, Jong Chul Park, Hyeong Kwon Shim, Man Yeong Choi, Mi Hyung Kang¹ and Jae Duk Kim

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Korea

¹Namwon Horticultural Experiment Station, JARTS, Korea

(Received on November 28, 2006)

We investigated the first symptom emerging date of rice bacterial leaf blight disease during four years from 2002 to 2005. The disease occurrence date was earlier 20~30 days in 2005 than that of 2002. The damage in different rice growth stage by the bacterial disease on rice yield and grain quality in southern part of Korea was examined. The disease decreased rice yield following by increased infection rates. Slight loss in rice yield and brown head rice rate were observed at below 10% level of infected leaf area, while over 25% infected leaf area caused the significant decrease in rice yield and brown head rice rate. More than 50% of the infected leaf area rate caused 29% yield reduction in case of infection at panicle formation stage and 18% of brown head rice rate. Cooked rice quality was also affected in the diseased rice by damage in palatability score and viscosity.

Keywords: Bacterial leaf blight, Growth stage, Quality, Rice, Yield

벼 흰잎마름병은 세균에 의해서 발병되는 병으로 우리나라를 비롯하여 일본, 대만, 필리핀, 인도, 인도네시아 등 동남아의 벼 재배지에서 가장 큰 문제가 되고 있는 세균성 병해이다(Mizukami와 Wakimoto, 1969; Mew, 1989). 본 병은 잎의 수공이나 상처를 통해 감염되기 때문에 태풍에 의한 바람과 집중호우시 침관수가 있는 곳에서 많이 발생되며(Mizukami와 Wakimoto, 1969), 우리나라에서는 주로 전라남·북도를 중심으로 서남부지방에서 발생이 많다(Lee, 1975; Cho, 1978; Yun 등, 1985). 본 병은 1980년대를 많은 발병을 보였고, 1990년대에는 발생이 감소하는 경향을 보였으나, 최근 벼 흰잎마름병 저항성 품종인 Xa3 저항성유전자를 보유하고 있는 화영벼, 주남벼, 동진1호 등 최근 육성된 품종들이 이병화 되어가고 있으며, 발생면적 또한 급속히 증가하고 있다. 본 병의 피해

양상은 주로 잎에 발생되며 도관부에서 병원균이 증식하여 광합성 작용의 저해로 인한 임실을 및 등숙율의 저하로 쌀 수량 감소 및 미질에 막대한 피해를 주게 되며(Ezuka와 Kaku, 2000; Ou, 1985, Shin 등, 1992), 질소비료의 과용은 병 발생을 크게 조장한다(Reddy 등, 1979).

최근 들어 수입쌀의 밥쌀용 시판으로 국내 생산되는 쌀의 경쟁력확보가 중요한 현안으로 대두되고 있어 고품질 쌀 생산의 최대 저해요인인 벼 흰잎마름병을 억제하고 피해를 줄이고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

벼 흰잎마름병 초발병시기를 조사하기 위하여 2002부터 2005년까지 4개년 동안 전북지역은 군산, 부안, 정읍, 김제, 고창을 전남지역은 해남, 강진, 장흥, 영암, 나주 등 모두 10개 지역의 초발병일을 조사하였다. 초발병일 결정은 발병상습지역을 중심으로 최초로 병징이 확인된 날을 중심으로 결정하였다.

*Corresponding author

Phone) +82-63-840-2249, Fax) +82-63-840-2116

E-mail) pacc43@rda.go.kr

벼 생육시기별 벼 흰잎마름병 발병정도에 따른 피해양상을 조사하기 위해서 자포니카 품종이면서 이병성 품종인 남평벼를 6월 1일에 상습발병지인 전북 군산, 정읍, 김제에 각각 이양하였다. 병 발생은 자연 발병을 유도하였고, 벼 재배방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다. 병 발생시기 조사는 벼의 생육시기인 유수형성기, 수잉기, 유숙기로 나누어 병반면적율을 조사하였다. 병반면적율은 0%, 10% 이하, 11~25%, 26~50%, 50% 이상으로 구분하여 각각 발병시기별로 쌀 수량, 등숙율, 현미치립중, 현미 완전립율, 점도를 조사하였다. 점도는 TOYO midometer (Japan)를 이용하였다.

결과 및 고찰

벼 흰잎마름병 초발병 조사결과 2002년에는 7월 하순에서 8월 상순에 발병이 확인되었으나, 매년 발병일이 빨라져 2005년에는 7월 중순에 발병이 확인된 전북 부안을 제외하고는 조사된 나머지 지역에서 7월 상순으로 조사되었고, 이는 2002년보다 초발병일이 20~30일 이상 빨라지고 있음을 확인하였다(Table 1). 최근 2002년부터 2005년까지 벼 흰잎마름병 발생면적을 조사한 결과 2002년 2,109 ha가 발병이 되었으나 급격하게 증가하여 2005년에는 27,479 ha에서 발병이 확인되었다(Fig. 1; 농촌진흥청,

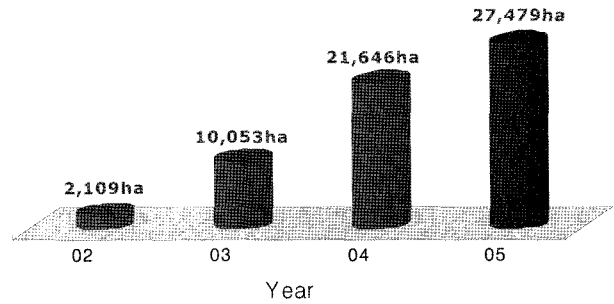


Fig. 1. The change of diseased field area by bacterial leaf blight during recent four years in Korea.

2006). 이렇게 병 발생면적이 급격하게 증가하고 있는 원인의 하나로 초발병이 빨라지는 것으로 추정된다.

벼 흰잎마름병 발병시기 및 병반면적률에 따라 수량이 감소하였는데, 병반면적률이 10% 이하는 무발병과 같은 수량 차이를 보이지 않아 피해를 인정할 수 없었다(Table 2). 그러나 병반면적률이 11% 이상부터 병반면적률이 증가함에 따라서 수량감소가 점점 많아졌고, 25% 이상일 때부터 수량감소가 현저하게 낮아지기 시작하여 병반면적율이 50% 이상이고 유수형성기 발병시에 최대 29%까지 수량 감소를 보였다. 이들 조사지역인 전북 정읍, 김제, 군산에서의 벼 흰잎마름병 초발병일은 7월 초순으로 발병된 후 약 20일 이상이 지나면 기상 조건에 따라서 최

Table 1. The first disease occurrence date of bacterial leaf blight on rice plant from 2002 to 2005 year

Region		First disease occurrence date (year)			
		2002	2003	2004	2005
Jeonbuk	Kunsan	Last of July	Last of July	Middle of July	Early of July
	Jeonju	-	Last of July	Middle of July	Early of July
	Kimje	-	Middle of July	Middle of July	Early of July
	Jeongub	Early of August	Last of July	Middle of July	Early of July
	Buan	Early of July	Middle of July	Middle of July	Middle of July
Jeonnam	Jangheong	Early of August	Middle of July	Middle of July	Early of July
	Sunchun	-	-	Middle of July	Early of July
	Yeongam	Early of August	Last of July	Early of July	Early of July
	Naju	Last of July	Middle of July	Early of July	Early of July

Table 2. Rice yield damage following by infection rate in different rice growing stage

Diseased stage	Disease index					LSD (5%)
	None	Less 10%	11-25	26-50	Over 50%	
Panicle formation	563(100)	555(99)	504(90)	483(86)	401(71)	10.0
Booting stage	443(100)	443(100)	425(96)	397(90)	349(79)	13.1
Milk stage	463(100)	454(98)	443(96)	413(89)	386(83)	6.6

The rice yield was calculated as kg/10a and a parenthesis means relative yield rate comparing to non infection rice yield.

Table 3. The ratio of perfect kernel of brown rice following by infection rate in different rice growing stage

Diseased stage	Disease index					LSD (5%)
	None	Less 10%	11-25	26-50	Over 50%	
Panicle formation	81	81	70	65	63	4.2
Booting stage	81	80	74	67	62	4.0
Milk stage	82	82	80	78	69	3.5

The perfect kernel means non damaged kernel ratio in total grain.

Table 4. The damage of 1,000 grain weight of brown rice following by infection rate in different rice growing stage

Diseased stage	1,000 grain weight of brown rice (g)				
	Healthy	0-10%	11-25%	26-50%	Over 50%
Panicle formation	20.6	20.4	19.5	19.2	18.3
Booting stage	21.1	21.2	21.0	19.9	19.6
Milk stage	21.5	21.5	20.9	20.3	19.4

Table 5. The highest viscosity rice following by infection rate in different rice growing stage

Diseased stage	Disease index				
	None	Less 10%	11-25	26-50	Over 50%
Panicle formation	253	237	236	223	221
Booting stage	212	211	206	203	198
Milk stage	231	214	207	204	201

대 50% 이상의 병반면적률을 나타낼 수 있다고 여겨진다. 현미완전립률은 병반면적률이 증가함에 따라서 감소하였는데 병반면적률이 10% 이하에서는 차이가 없으나, 11% 이상부터 현미완전미의 비율이 감소가 되었으며 특히 50% 이상의 병반면적률에서는 18%까지 현미완전미율이 감소되었는데, 이는 등숙지연에 의한 피해립 및 기형립 등 불완전립의 발생이 원인으로 추정된다(Table 3). 현미천립중도 수량 및 현미완전미율의 감소와 같은 경향으로 현미천립중의 감소가 무발병보다 50% 이상의 병반면적률에서 2.3 g이 감소하여 감소비율이 가장 컸다(Table 4). 이 결과는 유수형성기에 벼 흰잎마름병이 발병되면 수량 및 입실률에 심각하게 영향을 준다는 보고(Rao와 Kauffman, 1977; Reddy 등, 1979)와 같은 경향이었다. 벼 흰잎마름병 발병은 벼의 광합성능력의 저하로 쌀의 수량뿐만 아니라 쌀의 품질을 떨어뜨리는 결정적인 원인으로 작용하고 있음을 알 수 있었다. 특히 밥맛의 기준이 되는 식미치인 점도에서도 병반면적률이 증가함에 따라 큰 차이를 보였는데 가장 피해가 컸던 유수형성기에서는 무발병의 식미치가 253이었으나, 50% 이상의 병반면적률에서는 221로 낮은 식미치를 보여 본 병이 밥맛을 저하시키는 원인으로 작용함을 확인하였다(Table 5). 이러한 결과에서 빠른 발병과 병반 면적률이 수량감소와 미질의 저하의 가

장 큰 요인임을 확인하였다. 그러나 발병이 가장 늦은 시기인 유숙기에는 수량, 현미천립중, 현미완전립률 등에서 감소비율이 작았다. 이러한 결과는 광합성 작용의 저해로 인한 입실을 및 등숙률의 저하로 쌀 수량 및 미질에 막대한 피해를 주게 된다는 보고(Ezuka와 Kaku, 2000; Ou, 1985; Shin 등, 1992)와 발병시기가 빠를수록 수량감수율이 크며 미발육립 증가 청미, 동할미의 발생이 많아지고 미질의 외관상 품위 뿐 아니라 곡립내의 화학적 조성분에 영향을 준다는 보고와 같은 결과를 나타내었다(Reddy 등, 1979; Shin 등, 1992).

따라서 벼 흰잎마름병의 초발병 발생시기를 늦추거나 빠르게 예측하여 병 발생을 억제하여야 고품질 쌀 생산을 할 수 있다.

적 요

2002년부터 2005년까지 4년간 벼 흰잎마름병 초발병 조사결과 2002년보다 초발병일이 20~30일 이상 빨라지고 있음을 확인하였다. 벼 흰잎마름병 발생시기 및 병반면적률에 따라 수량이 감소하였는데 병반면적률이 10% 이하에서는 피해가 적었으나, 병반면적률이 증가함에 따라서 수량감소가 점점 많아졌고, 25% 이상일 때부터 수량감소

및 현미천립중 등에서 현저히 낮아지고 병반면적율이 50% 이상이고 유수형성기 발병시 수량 29%, 현미천립중 2.3 g, 현미완전립률 18%까지 감소되었다. 밥맛의 기준이 되는 식미치인 점도에서도 병반면적율이 증가함에 따라 낮은 식미치를 보였다.

참고문헌

- Cho, Y.-S. 1978. Problems and prospect of bacterial leaf blight of rice in Korea. *Seoul Nat'l Univ. of Agric. Bull.* 3(2): 65-74.
- Ezuka, A. and Kaku, H. 2000. A historical review of bacterial blight of rice. *Bull. Natl. Inst. Agrobiol. Resour. (Japan)*. 15: 1-207.
- Lee, K. H. 1975. Studies on the epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice in Korea. *Korean J. Plant Prot.* 14: 111-131.
- Mew, T. W. 1989. An overview of the world bacterial blight situation. In: Bacterial blight of rice. IRRI. 154-166.
- Mizukami, T. and Wakimoto, S. 1969. Epidemiology and Control of Bacterial Leaf Blight of Rice. *Annual Review of Phytopathology* 7: 51-72.
- 농촌진흥청. 2006. 2005년도 농작물 병해충 예찰 방제보고서. 143 pp.
- Ou, S. H. 1985. Rice diseases (Second edition). Commonwealth Mycological Institute, 63-64.
- Reddy, A. P. K., Katyal, J. C., Rouse, D. I. and Mackenzie, D. R. 1979. Relationship between nitrogen fertilization, bacterial leaf blight severity, and Yield of rice. *Phytopathology* 69: 970-973.
- Reddy, A. P. K., Mackenzie, D. R., Rouse, D. I. and Rao, A. V. 1979. Relationship of bacterial leaf blight severity to grain yield of rice. *Phytopathology* 69: 967-969.
- Rao, P. S. and Kauffman, H. E. 1977. Potential yield losses in dwarf rice varieties due to bacterial blight in India. *Phytopath. Z.* 90: 281-284.
- Shin, M. S., Shin, H. T., Jun, B. T. and Choi, B. S. 1992. Effects of inoculation of compatible and incompatible bacterial blight races on grain yield and quality of two rice cultivars. *Korean Journal Breeding* 24: 264-267.
- Yun, M. S., Lee, E. J. and Cho, Y. S. 1985. Pathogenic specialization of the rice bacterial leaf blight pathogen, *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*: Race classification based on reactions of Korean differential varieties. *Korean J. Plant Prot.* 24: 1-7.