

## 벼 이삭도열병의 발병시기에 따른 수량감소 비교

심홍식\* · 김용기 · 한성숙<sup>1</sup> · 성재모<sup>2</sup>

농업과학기술원 식물병리과, <sup>1</sup>작물시험장 환경생명공학과, <sup>2</sup>강원대학교 농생물학과

### Assessments of Rice Yield Loss According to Infection Time of Neck Blast

Hong-Sik Shim\*, Yong-Ki Kim, Seong-Sook Han<sup>1</sup> and Jae-Mo Sung<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>Crop Environment & Biotechnology Division, National Crop Experiment Station, Suwon 441-707, Korea

<sup>2</sup>Division of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences,

Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

(Received on April 14, 2003)

Correlation between rice yield loss and infection time of neck blast after panicle emergence was analyzed in paddy fields at Icheon in 1999 and 2000. As the neck blast occurred at early heading stage, the yield loss of a early maturity variety, Jinnibyeyo, ranged from 83.9% to 81.6%, while it ranged from 44.3% to 33.1% when the disease developed 30 days after heading. The regression equations of yield loss(y) caused by the neck blast infection time(x) in Jinnibyeyo were  $y = -1.2717x + 79.523(R^2 = 0.9487)$  and  $y = -1.6872x + 74.545(R^2 = 0.7993)$  in 1999 and 2000. In a mid-lately maturity variety, Chucheongbyeyo, yield loss ranged from 64.9% to 47.8% when the disease developed at early heading stage. While it ranged from 29.1% to 8.9% when the disease occurred 40 days after heading. The regression equations of yield loss caused by the disease in Chucheongbyeyo were  $y = -1.2717x + 79.523(R^2 = 0.9487)$  and  $y = -1.6872x + 74.545(R^2 = 0.7993)$  in 1999 and 2000. Weights of 1,000 rice grains of Jinnibyeyo and Chucheongbyeyo were also drastically decreased to 38.3% and 57.3%, respectively, compared to healthy control when the disease occurred at early heading stage. However, weights of the two cultivars were 87.6% and 92.9% compared to control when the disease developed after 40 days of heading. Results indicated that there is a highly negative correlation between rice yield loss and infection time of the neck blast.

**Keywords :** correlation, 1,000 grains weight, infection time, neck blast, yield loss

도열병은 벼 유효기부터 수확기까지 전 생육기에 걸쳐 발생하며, 도열병에 감염되면 다른 어떤 병해보다도 큰 피해를 받게 된다. 도열병은 모도열병, 잎도열병 및 이삭도열병으로 구분되고, 이 중 이삭도열병에 의한 피해가 가장 크다. 잎도열병에 의한 피해는 벼 생육 및 뿌리의 생장을 저해하고, 토양 중에서 뿌리의 부패를 일으키고 (Teng 1990, Tien 1975, Widawsky 1990, Yoshiyuki 1995), 또한 잎도열병이 발병되면 건물중이 감소하며, 광합성 속도를 떨어뜨린다. 이삭도열병은 이삭을 직접 가해하여 잎, 엽초, 줄기, 벼 알 등에 병징을 나타내며, 일반적으로 등

숙을 저해시키고 벼 병해 중에서 가장 심한 피해를 초래한다(Awoderu 1974, Pinnschmit 1994, Kang 1979, Katsbe 1970). 국내에서는 아직 이삭도열병 발병에 따른 수량 감소 등 피해에 대한 직접적인 연구가 거의 수행되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이삭도열병의 피해를 계량화하기 위하여 포장에서 이삭도열병 발병시기가 벼 수량에 미치는 영향을 조사하였고, 그 결과를 SAS 분석하여 발병시기별 벼 감수율 추정식을 만들었다. 본 연구의 결과는 직접 방제시기를 제안하여 이삭도열병의 피해를 최소화할 수 있을 것이다.

\*Corresponding author  
Phone)+82-31-290-0404, Fax)+82-31-290-0453  
E-mail)hsshim@rda.go.kr, shim2385@orgio.net

### 재료 및 방법

**포장관리.** 도열병을 제외한 모든 관리는 일반 농가 포

장에서 관리하는 방법을 따랐다. 잡초 방제는 이앙 7일 후에 몰리네이트입제(4 kg/10a)를 살포하였다. 도열병 조사구에서는 도열병은 방제하지 않고 자연발병을 유도하였으며, 잎집무늬마름병을 방제하기 위해 펜시쿠론수화제를 1회 살포하였으며, 멸구류와 흑명나방 방제를 위하여 각각 적용약제를 1회씩 살포하였다. 대조구는 도열병 조사구와는 달리 도열병 방제 전용약제인 트리졸수화제를 살포하였으며, 잎집무늬마름병과 해충방제를 위해서는 도열병 조사구와 동일하게 약제를 처리하였다. 시험구의 비배관리는 질소-인산-칼리를 각각 11-4.5-5.7 kg/10a 수준으로 시비하였다.

**시험 품종.** 이삭도열병에 대한 감수성 정도와 등숙 시기가 다른 두 품종 진미벼와 추청벼를 사용하였는데, 진미벼는 조생종으로 도열병에 대한 감수성이 높아 자연발병이 가장 잘되고 출수시기가 빨라 일찍부터 이삭도열병의 발생을 관찰할 수 있으며, 추청벼는 중만생종으로 양질미이며 진미벼보다는 도열병 감수성이 강한 품종으로 늦게까지 이삭도열병 발생추이를 조사할 수 있는 장점이 있어 두 품종을 시험에 사용하였다.

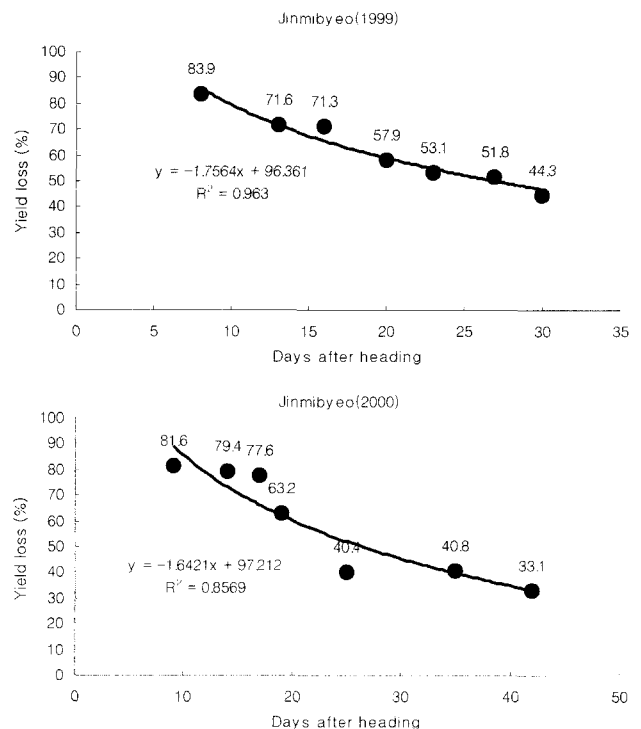
**이삭도열병 발병시기가 감수에 미치는 영향 조사.** 1999년부터 2000년까지 2년에 걸쳐 어린모를 기계이앙하여 재배하면서, 발병시기를 구분하기 위하여 이삭이 나오기 시작한 날부터 포장을 관찰하면서 이삭도열병이 자연 발병된 것을 각각 100줄기씩 색테이프를 발병일자를 표시하였다가 수확기에 일시에 수확하였다. 수확한 벼는 3일간 음건 시켜 손으로 탈곡하여 벼 알의 총 무게를 측정하였으며, 감수율은 건전처리구 수량을 100으로 하여 발병시기별로 감수율을 %로 환산하여 표기하였다. 친립중은 발병시기별로 벼 1,000립씩 계수하여 3반복으로 무게를 조사하였고, 데이터는 SAS를 이용하여 통계분석하였다.

### 결과 및 고찰

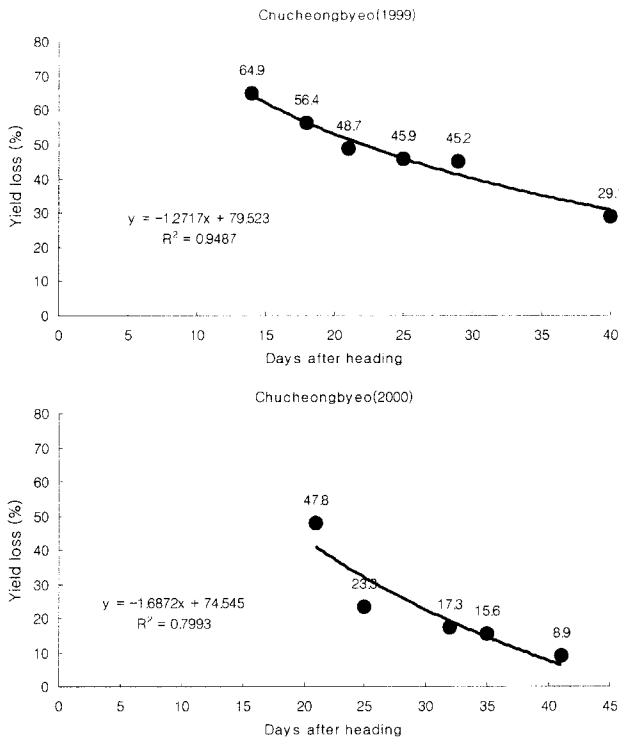
도열병은 벼 수량 감수에 매우 큰 피해를 주는 병해중의 하나임은 잘 알려진 사실이다(Ou 1985, Shinzo 1995). 그러나 병발생 시기가 벼 수량에 미치는 영향에 대한 평가는 그리 많지 않다. 따라서 본 시험에서는 발병시기가 벼 수량을 얼마만큼 감소시키는지에 대한 연구를 수행하였다. 조생종인 진미벼는 1999년에는 8월 10일에 출수가 완료되었으며, 출수 완료 6일 후부터 이삭도열병 병징이 나타나기 시작하였고, 2000년에는 8월 1일에 출수가 완료되어 출수완료 10일 후부터 병징이 나타나기 시작하였다. 중만생종인 추청벼는 1999년에는 8월 19일, 2000년에는 8월 17일에 출수가 완료되었으며, 이삭도열병 병징이

발현시기는 1999년은 출수 완료 14일 후부터, 2000년에는 출수 완료 21일 후부터 이삭도열병 병징이 나타났다. 두가지 품종의 이삭도열병 발생은 조생종인 진미벼가 중만생종인 추청벼 보다 최초발병 시기가 빨랐다. 또한 두가지 품종 모두 출수 초기에 발병된 벼는 수확기에 이르러 모두 백수현상을 보였으며, 수량은 초기에 발병된 이삭이 건전 이삭에 비해 현저히 떨어졌다. 조생종인 진미벼의 수량조사결과, 1999년 초기에 발병된 경우 벼의 수량이 83.9%가 감소되었으며, 2000년의 경우 81.6%가 감소되었다. 또한 출수 후기에 발병될 경우도 1999년에는 출수 30일 후에 44.3%, 2000년에는 출수 42일 후에 33.1% 감소되었다. 또한 진미벼의 경우 발병시기가 수량에 미치는 영향을 SAS를 이용하여 회귀분석을 한 결과, 1999년은  $y(\text{수량}) = -1.9729x(\text{발병시기}) + 71.878(R^2 = 0.9764)$ , 2000년은  $y = -1.6421x + 97.212(R^2 = 0.8569)$ 로 발병시기와 수량은 매우 높은 부의 상관관계가 있었다(Fig. 1).

중만생종인 추청벼의 경우는 진미벼에 비하여 최초 발병시기가 지연되고 발병도 그리 심한 편은 아니었으나 초기 발병으로 인한 감수율은 매우 높게 나타났다. 추청벼도 진미벼와 같이 출수 후 일찍 발병된 벼는 발병되지 않은 시험구의 수량보다 매우 떨어졌는데, 1999년 초기에



**Fig. 1.** Regression equation of rice yield loss according to infection time of the neck blast with Jinmibyelo in 1999 and 2000. x = days after heading, y = yield loss.



**Fig. 2.** Regression equation of rice yield loss according to infection time of neck blast with Chucheongbyeo in 1999 and 2000. x = days after heading, y = yield loss.

발병된 경우 벼의 수량성이 64.9%가 낮았으며, 2000년의 경우 47.8%가 감소되었다. 또한 출수 약 40일이 지난 후에 발병될 경우도 1999년에 29.1%, 2000년에 8.9%가 감소되는 것으로 보아 이삭도열병 발생이 수량 감소에 매우 큰 영향을 주는 것을 통계적으로 확인할 수 있었다. 추청벼의 경우 발병시기가 수량에 미치는 영향을 SAS를 이용하여 회귀분석을 한 결과, 1999년은  $y = -1.2717x + 79.523 (R^2 = 0.9487)$ , 2000년은  $y = -1.6872x + 74.545 (R^2 = 0.7993)$ 로 발병시기와 수량은 매우 높은 부의 상관관계가 있었다(Fig. 2). 이러한 결과는 출수 후 초기에 이삭도열병이 발생할 경우 수확을 포기해야 할 정도로 수량감소가 심각함을 알 수 있다. 따라서 출수 후 이삭도열병 발병우려가 예상될 경우 기상정보에 의거 방제를 소홀히 한 포장은 출수 후라도 적용약제를 1회 정도 살포하면 이삭도열병에 의한 감수피해를 줄일 수 있을 것이다. 본 연구결과는 수량에 영향을 미치는 이삭도열병의 감염시기는 수전기 후 3주이며, 출수 후 감염시기가 빠를수록 피해가 크고, 발병증가와 아울러 백수가 많아져 품질도 떨어진다는 보고와 일치하였다(Ding 1999, Goto 1965, Padmanabhan 1965, Rodas 1975, Shinzo 1993).

출수 후 벼 이삭도열병 발병시기에 따른 천립중을 조

**Table 1.** Yield loss of Jinmibyeo according to infection time of the neck blast at Icheon in 2000

Date of symptom observed	Days after heading	Weight (g) of 1,000 grains	Comparative index (%)
Aug. 9	9	9.19	38.3
Aug. 14	14	8.03	33.5
Aug. 17	17	6.19	25.8
Aug. 19	19	12.54	52.3
Aug. 25	25	19.08	79.5
Sep. 4	35	20.02	83.5
Sep. 11	42	21.09	87.9
Control (Healthy)	-	23.99	100

\*Heading was August 1st and harvested on September 15th.  
\*\* $R^2 = 0.8956$ .

**Table 2.** Yield loss of Chucheongbyeo according to infection time of the neck blast at Icheon in 2000

Date of symptom observed	Days after heading	Weight (g) of 1,000 grains	Comparative index (%)
Sep. 7	21	13.78	57.3
Sep. 11	25	20.70	86.1
Sep. 18	32	22.39	93.1
Sep. 21	35	22.26	92.6
Sep. 27	41	22.33	92.9
Control (Healthy)	-	24.04	100

\*Heading was August 17th and harvested on October 5th.  
\*\* $R^2 = 0.6735$ .

사한 결과, 조생종인 진미벼는 출수 초기인 8월 9일에 발병된 것은 9.19 g으로 건전구의 23.99 g에 비하여 38.3%, 출수 19일 후는 건전구 대비 52.3%인 12.54 g으로 발병시기가 빠를수록 천립중 감소폭이 매우 크며, 발병시기가 늦을수록 천립중 감소폭이 작아짐을 알 수 있었다(Table 1). 중만생종인 추청벼는 출수 21일에 발병된 것은 천립중이 13.78 g으로 건전구의 24.04 g에 비하여 57.3%, 출수 32일 후는 건전구 대비 93.1%인 22.39 g으로 발병시기가 빠를수록 천립중 감소폭이 크며, 발병시기가 늦을수록 천립중 감소폭이 작아짐을 알 수 있었다(Table 2). 특히 진미벼와 추청벼의 경우 출수 20일 전후에 감염된 경우 건전구 대비 각각 52.3%, 57.3%로 천립중 감소율이 비슷한 경향을 보였다. 이는 우리나라 기후 특성상 9월 이후는 기온이 서서히 낮아져 도열병 발생이 적어지는 시기와 일치되기 때문인 것으로 생각된다. 하지만 추청벼도 진미벼와 같이 이삭도열병 발병시기가 벼 수량 및 천립중에 미치는 영향은 크며, 이삭도열병으로 인하여 벼 알이 충실하게 성숙되지 못함을 알 수 있다.

## 요 약

이삭도열병 발병시기가 빠를수록 벼 수량은 비례하여 감소되는데 조생종인 진미벼의 경우 출수 초기에 발병된 벼는 2년간의 조사결과 83.9%와 81.6%가 각각 감수되었으며, 출수 30일과 42일 후에 발병될 경우에도 44.3%와 33.1%가 감수되었다. 이삭도열병 발생시기가 벼 수량에 미치는 영향을 추정하기 위하여 회귀분석을 한 결과, 1999년은  $y = -1.9729x + 71.878 (R^2 = 0.9764)$ , 2000년은  $y = -1.6421x + 97.212 (R^2 = 0.8569)$ 로 발병시기와 수량감소와는 매우 높은 부의 상관관계가 있었다. 중만생종인 추청벼의 경우에도 2년간의 조사결과 출수 초기에 발병된 벼는 64.9%와 47.8%가 감수되었으며, 출수 40일 후 발병된 경우 29.1%와 8.9%가 감수되었으며, 1999년은  $y = -1.2717x + 79.523 (R^2 = 0.9487)$ , 2000년은  $y = -1.6872x + 74.545 (R^2 = 0.7993)$ 로 발병시기와 수량감소와는 매우 높은 부의 상관관계가 있었다. 천립중 조사결과도 출수초기에 발병된 경우 백수가 많았으며, 건전구 대비 진미벼는 38.3%, 추청벼는 57.3% 정도였으며, 출수 40일 후 발병된 경우 건전구 대비 진미벼는 87.9%, 추청벼는 92.9%로 천립중이 가벼워 벼가 충실하게 성숙되지 않음을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- Awoderu, V. A. and Esuruoso, O. F. 1974. Reduction of grain yield of two rice varieties infected by the rice blast disease in Nigeria. *Nigeria Agricultural Journal* 11: 170-173.
- Ding, K., Tan, G. and Wu, J. 1999. A study on yield loss caused by rice blast. *Anhui Agri. Univ. Acta. Phytophyacica Sinica*. 26(1): 60-64.
- Goto, K. 1965. Estimating losses from rice blast in Japan. In: *The rice blast disease*. pp.195-202. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland.
- Kang, Chang-Sik and Lee, Sa-Jun. 1979. Yield loss assessment of neck blast by different severity. *Res. Rept. ASI*. 89-90.
- Katsbe, T. and Koshimizu, Y. 1970. Influence of blast disease on harvests or rice plants. 1. Effect of neck infection on yield components and quality. *Bulletin of the Tohoku Agricultural Experiment Station* 39: 55-96.
- Ou, S. H. 1985. Rice disease. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK, 380pp.
- Padmanabhan, S. Y. 1965. Estimating losses from rice blast in India. In: *The rice blast disease*. pp.203-221. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Press.
- Pinnschmidt, H. O., Teng, P. S. and Luo, Y. 1994. Methodology for quantifying rice yield effects of blast. In: *Rice Blast disease* pp.381-408. ed. by R. S. Zeigler and S. A. Leong and P. S. Teng, CAB international in association with the International Rice Research Institute.
- Rodas, C., J. E. and Rosero, M. J. 1975. Yield losses in rice due to neck rot infection caused by *Pyricularia oryzae* Cav. *Revista ICA* 10: 115-126.
- Shinzo, K. and Shin, I. F. 1993. Effect of blast disease on yield and quality of rice. *Res. Bull. Aichi Agric. Res. Ctr.* 25: 45-50.
- Shinzo, K., Toshio, T. and Shin, I. F. 1995. A simple method for estimating yield loss of rice caused by panicle blast under severe occurrence conditions of the disease. *Res. Bull. Aichi Agric. Res. Ctr.* 27: 95-99.
- Teng, P. S., Torres, C. Q., Nuque, F. L. and Calvero, S. B. 1990. Current knowledge on crop losses in tropical rice. In: *Crop Loss Assesment in Rice*. pp.39-54. IRRI. Los Banos, The Phillipines.
- Tien, C. M. and Huang, P. M. 1975. Report of the crop losses caused by rice blast disease(*Pyricularia oryzae*) in 1974 in Taiwan. *Taiwan Agriculture Quarterly* 11: 139-144.
- Widawsky, D. A. and O'Toole, J. C. 1990. Prioritizing the rice biotechnology research agenda for eastern India. *Research report of the Rockefeller Foundation*. 86pp.
- Yoshiyuki, H., Yafumi, S. and Tetsuyuki, K. 1995. Prediction of the rice yield loss estimated from the degree of leaf blast outbreak in hiroshima prefecture. *Res. Bull. Hiroshima Agric. Exp. Stn.* 62: 91-100.