

이삭도열병 발병정도가 벼 수량 및 품질에 미치는 영향

심흥식* · 김용기 · 홍성준 · 한성숙¹ · 성재모²농업과학기술원 식물병리과, ¹작물시험장 환경생명공학과, ²강원대학교 농생물학과

Assessments of Yield and Quality of Rice Affected by Rice Panicle Blast

Hong-Sik Shim*, Yong-Ki Kim, Sung-Jun Hong, Seong-Sook Han¹ and Jae-Mo Sung²

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

¹Crop Environment & Biotechnology Division, National Crop Experiment Station, Suwon 441-707, Korea²Division of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences,

Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

(Received on September 5, 2003)

Correlation between the rice panicle blast and the rice quality and yield was evaluated in field experiments. Results showed that there were high positive correlations between the disease incidence and the rice yield and quality. The correlation coefficients between the disease incidence and the yield of Jinnibyeyo, an early maturing cultivar and Juanbyeyo, an middle maturing cultivar were $R^2=0.6518$ and $R^2=0.7977$, respectively. As the disease incidence increased weight of 1,000 grains of the two cultivars decreased showing coefficients $R^2=0.6848$ and $R^2=0.7841$, respectively. Percentage of matured grains in healthy plots were 95 and 98%, however, as the disease incidence increased percentage of matured rice grains decreased showing $R^2=0.4745$ in Jinnibyeyo and $R^2=0.703$ in Juanbyeyo. As the disease increased, rate of the damaged rice also increased, showing $R^2=0.6607$ in Jinnibyeyo and $R^2=0.6706$ in Juanbyeyo, respectively.

Keywords: panicle blast, rice quality, yield loss, grain filling, 1,000 grains weight

벼를 재배하면서 각종 병해 및 재해로 인한 손실을 최소화하고 수량을 극대화하는 것이 일반 재배자의 목적이다. 수량 손실의 원인에는 비료와 같이 작물의 영양을 제대로 공급하지 못할 경우(Kamiji, 1993; Cha, 1982), 생육기 이상 저온이 오는 경우(Jacobs, 1993), 태풍 등에 인한 도복, 염해(Yamamoto, 1996) 등 여러 원인이 있으나 병에 의한 피해는 수량과 품질에 직접적인 피해를 미치게 된다(Shinzo, 1993). 병 발생은 벼의 생육에 지장을 주어 벼가 정상적으로 성장하지 못하게 할 뿐만 아니라 벼를 재배하여 얻고자 하는 생산물의 저하 즉 수량의 감소를 가져오고, 생산물의 품질을 떨어뜨리는 주요한 요인이 된다. 벼에서 가장 심각하게 피해를 주는 병해로는 도열병을 꼽을 수 있고, 도열병 중에서도 이삭도열병에 의하여

수량 및 품질이 현저히 저하된다. 이삭도열병 발병은 이삭도열병과 달리 수량에 직접적인 영향을 미치며 가장 큰 감수의 원인이 된다. Kang(1979) 등은 밀양23호를 대상으로 출수 21일 후 발병조사에서 발병정도별 감수율이 가장 높았다는 보고가 있으나, 도열병균 레이스의 변동 및 신품종의 육성 등에 따라 도열병 발생양상이 변화되었으며(Han, 1994; 2001), 최근에는 친환경 농법, 유기농법의 도입으로 도열병 방제를 소홀히 하는 농가가 늘어나고 있어 도열병에 의한 감수피해가 증가하고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 이삭도열병의 피해를 계량화하기 위하여 포장에서 이삭도열병 발병정도를 조사하였고, 통계분석을 통하여 발병정도가 벼 수량, 등숙 및 품질에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하였다. 그리하여 이삭도열병 피해를 최소화하고, 고품질 쌀 생산을 위하여 방제의 중요성을 부각하고, 방제의사 결정에 도움을 주고자 한다.

*Corresponding author

Phone)+82-31-290-0404, Fax)+82-31-290-0453

E-mail)hsshim@rda.go.kr, shim2385@hotmail.com

재료 및 방법

포장관리. 도열병을 제외한 모든 관리는 일반 농가의 방법을 따랐다. 잡초 방제를 위하여 이앙 7일 후에 물리네이트입제(4 kg/10a)를 살포하였다. 병해충 방제를 위해서는 도열병 조사구에서는 도열병을 방제하지 않고 자연발병을 유도하였으며, 잎집무늬마름병을 방제하기 위해 펜시쿠론수화제를 1회 살포하였으며, 멸구류와 흑명나방 방제를 위하여 각각 적용약제를 1회씩 살포하였다. 대조구에는 도열병 조사구와는 달리 도열병 방제 전용약제인 트리졸수화제를 살포하였으며, 잎집무늬마름병과 해충방제를 위해서는 도열병 조사구와 동일하게 약제를 살포하였다. 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 주안벼를 사용하였다. 진미벼는 조생종으로 도열병에 대한 감수성이 높아 자연발병이 가장 잘되고 출수시기가 빨라 일찍부터 이삭도열병의 발생을 관찰할 수 있으며(Choi, 1991), 주안벼는 중생종으로 양질미이며 진미벼보다는 도열병 감수성이 약간 강한 품종으로(Choi, 1996) 늦게까지 이삭도열병 발생추이를 조사할 수 있는 장점이 있다.

이삭도열병 발병정도가 수량 및 천립중 감소에 미치는 영향 조사. 이삭도열병 발생조사는 품종별로 이병수율을 조사하였으며, 각각 11주씩 3반복으로 총 33주씩을 조사하였다. 조사주는 색테이프로 발병정도를 표시하였다가 수확기에 일시에 수확하였다. 수확한 벼는 수분함량을 동일조건으로 맞추고자 7일간 음건 시킨 후 탈곡하여 포기당 벼의 총 무게를 측정하였으며, 무발병 포기의 수량을 기준으로 하여 발병정도별 수량을 대비하여 감수정도를 조사하였다. 천립중은 발병정도별로 벼 1,000립씩을 계수하여 3반복으로 무게를 조사하였고, 통계처리는 SAS를 이용하여 분석하였다.

이삭도열병 발병정도가 벼 등숙에 미치는 영향 조사. 이삭도열병 발병정도가 벼 등숙에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수확 직전에 발병정도별로 색테이프로 표시해 두었던 포기에서 가장 큰 이삭을 선택하여 11주씩 3반복으로 벼 알이 성숙된 것과 미성숙된 것을 구분 조사하여 등숙율을 산출하고, 발병정도와 등숙과의 관계를 분석하였다.

이삭도열병 발병정도가 벼 품질에 미치는 영향 조사. 발병정도별로 수확한 벼에서 각각 20 g씩을 평량하여 3반복으로 현미로 도정하였다. 현미는 다시 외관상 품질을 Fig. 4와 같이 완전립, 피해립, 청미, 설패미로 구분하고, 각각의 곡립수를 계수하였으며, 총립수에서 완전립, 피해립,

청미, 설패미가 차지하는 비율을 백분율(%)로 산출하였다. 이 비율을 이용하여 발병정도와 현미 품질과의 관계를 통계분석함으로써 발병정도가 벼 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

결과 및 고찰

이삭도열병 발병정도가 수량 및 천립중 감소에 미치는 영향. 조생종인 진미벼는 8월 11일에 출수가 완료되었고, 이삭도열병은 출수 10일 후부터 나타나기 시작하여 9월초까지 계속 진전되었다. 발병조사는 9월 11일에 하였으며, 9월 28일에 일시에 수확하였다. 중생종인 주안벼는 8월 16일에 출수가 완료되었고, 출수 직후부터 발병되기 시작하였으며, 발병조사는 9월 18일에 하고 수확은 9월 28일에 하였다. 진미벼는 무발병된 것부터 포기 전체가 발병된 것도 있었으며, 무발병된 경우의 포기당 평균 수량은 39.4 g이었다. 주안벼는 진미벼 보다는 발병이 적었으며 무발병 포기의 평균수량은 47.5 g으로 진미벼 보다 전체적인 수량이 높았다. 이삭도열병 발병정도와 포기당 수량과의 관계를 통계분석 한 결과, 발병이 심할수록 수량이 현저하게 감소되었으며, 발병정도에 따른 감수 정도

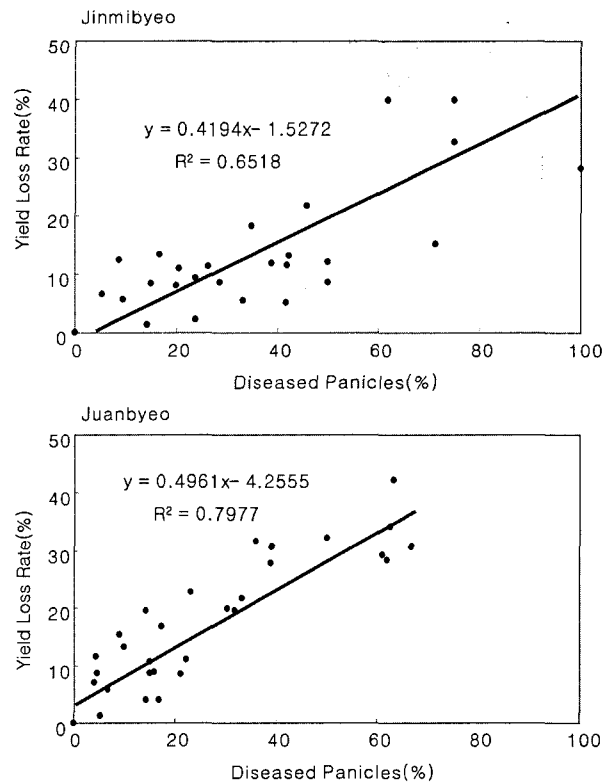


Fig. 1. Regression equation of rice yield loss according to the panicle blast incidence in Jinmibyeo and Juanbyeo at Icheon in 2001.

는 진미벼가 $y = 0.4194x - 1.5272 (R^2 = 0.6518, y = \text{수량}, x = \text{이병수율})$, 주안벼는 $y = 0.4961x - 4.2555 (R^2 = 0.7977, y = \text{수량}, x = \text{이병수율})$ 로 발병이 증가할수록 주안벼가 진미벼 보다 감수량이 많게 됨을 알 수 있었으며 두 품종 모두 발병정도와 수량과는 높은 상관관계가 있었다(Fig 1). 이삭도열병이 출수 후 바로 발생되면 벼이삭은 백수 현상을 보이며 거의 수확이 불가능 할 정도로 쭉정이만 남게 된다(Katsbe 1970). 발병이 지연되면 수량은 많이 감소되고, 일정부분은 수확이 가능하지만 손실은 크다(Shim, 2003; Goto, 1965). 또한 발병 포장의 경우 감수율 추정식을 이용하여 수량감수를 예측할 수도 있다(Teng, 1990; Shinzo, 1995; Padmanabhan, 1965). 본 시험에서 이삭도열병 발생이 천립중에 미치는 영향을 조사한 결과, 발병이 심할수록 비례하여 진미벼는 $y = -0.0962x + 22.803 (R^2 = 0.6848, y = \text{천립중}, x = \text{이병수율})$, 중생종인 주안벼는 $y = -0.1265x + 24.757 (R^2 = 0.7841, y = \text{천립중}, x = \text{이병수율})$ 과 같은 비율로 감소하였으며, 이삭도열병이 발병되지 않은 포기의 천립중은 주안벼가 진미벼 보다 높았고, 두 품종 중 발병이 증가할수록 천립중은 진미벼가 주

안벼 보다 더 감소함을 알 수 있었다(Fig. 2). 천립중의 감소는 수확량 감소와 직접적인 연관이 있으며, 벼 알이 충실하게 여물지 않으면 천립중이 적게되고, 벼 알이 충실하게 여물게 되면 천립중 또한 많게되어 포장의 전체 수확량은 천립중과 밀접한 관계가 있다고 하겠다(Ding, 1999). 그러나 이삭도열병 방제를 하지 않아 발병으로 인한 수량 손실이 크면 클수록 재배자는 경제적 손실을 초래하게 되므로 최소한의 방제를 실시하여 이삭도열병으로부터 피해를 최소화하는 노력이 필요하다.

이삭도열병 발생정도가 벼 등숙에 미치는 영향. 진미벼와 주안벼 두 품종의 이삭도열병 발생정도가 등숙에 미치는 영향을 조사한 결과, 두 품종 모두 이삭도열병 발병이 심할수록 Fig. 3과 같이 등숙율이 현저히 떨어졌다. 조생종인 진미벼는 무발병구에서는 95% 이상의 벼 알이 완전하게 여물어 등숙율이 매우 높았으며, 이삭도열병 발생으로 인한 피해는 주안벼보다 적었던 반면, 중생종인 주안벼는 무발병구에서 약 88% 정도의 벼 알이 완전하게 여물어 등숙율이 비교적 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 Awoderu(1974)와 Pinnschmit(1994)에 의해서도 보고된 바 있다. 벼 등숙 저하의 원인은 이삭도열병에 의한 피해

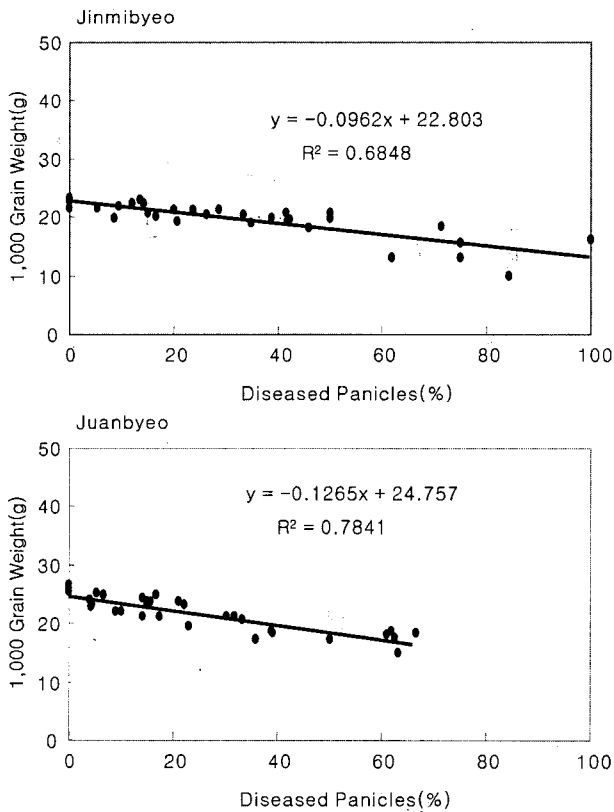


Fig. 2. Regression equation of 1,000 grains weight according to the panicle blast incidence in Jinmiby eo and Juanby eo at Icheon in 2001.

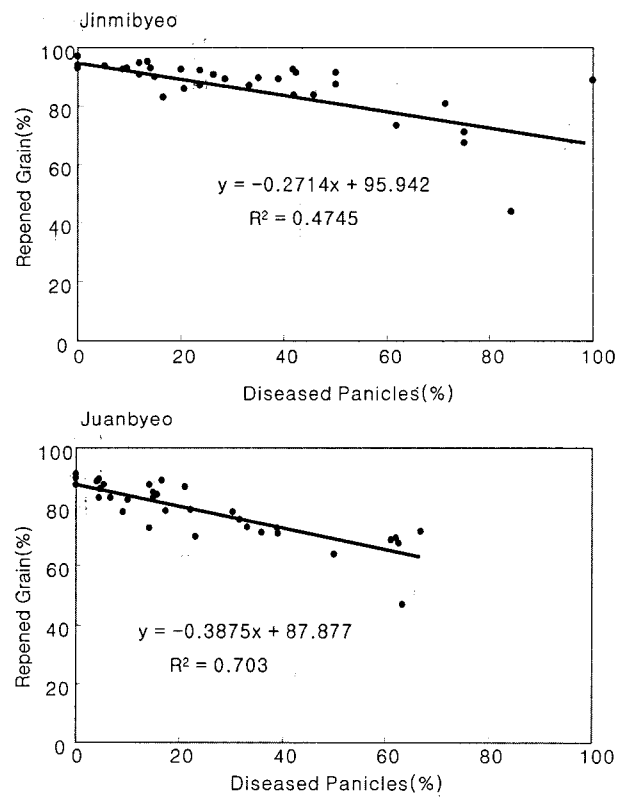


Fig. 3. Regression equation of rice ripened grain (grain filling) rate according to the disease incidence of the panicle blast in Jinmiby eo and Juanby eo at Icheon in 2001.

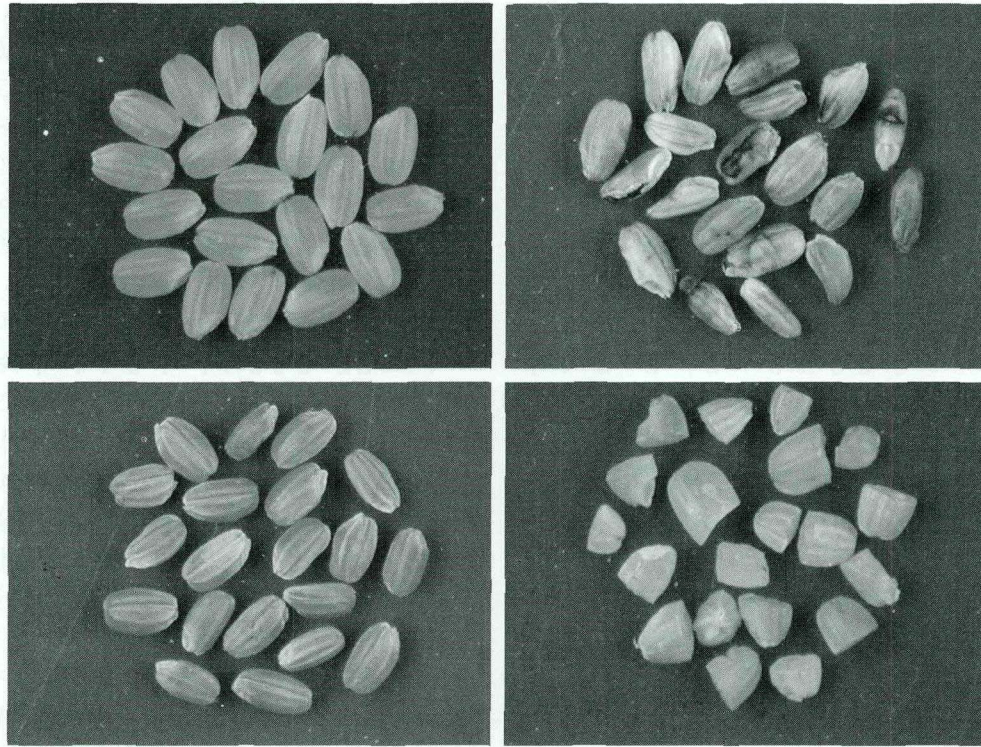


Fig. 4. Features of healthy (A), damaged (B), green-kerneled (C) and broken (D) rices affected by the panicle blast in Jimibyeo.

외에도 깨씨무늬병, 잎집무늬마름병, Rice Giallume Virus (RGV)가 발병된(Burnett, 1990) 경우에도 영향을 받으며, 등숙기의 저온(Ichii, 1988), 토양수분 스트레스(Kobata, 1979), 환경불량(Monma, 1993) 등으로 광합성이 불량할 경우 등숙 및 수량에 영향을 미치게 된다(Egdane, 2000; Ramesh, 2002).

이삭도열병 발병정도가 벼 품질에 미치는 영향. 이삭도열병에 감염되면 일반적으로 벼 알이 변색이 되거나 심하면 이삭이 백수가 되고 벼 알이 충실하게 여물지 않으며(Tatsuta, 1983), 도정하면 현미 중 사미, 변색미, 쇠미 등 피해립 발생이 늘어나게 된다. 이삭도열병 발생 정도에 따라 현미 중 피해립 발생율을 Fig. 4와 같이 구분하여 조사한 결과 이삭도열병 발생이 증가함에 따라 피해립 발생이 증가함을 알 수 있었으며, 조생종인 진미벼($R^2=0.6607$)와 중생종인 주안벼($R^2=0.6706$) 모두 일정한 비율로 피해립 발생이 증가하는 것을 알 수 있었다. 중생종인 주안벼가 진미벼보다 수량성과 벼 립수가 많은 품종이지만 같은 발병정도일 경우 오히려 피해립율은 더 증가하여, 방제를 소홀히 할 경우 품질저하를 가져올 수 있다고 생각된다(Fig. 5). 피해립 발생율이 높다는 것은 품질저하의 원인이 되며(Shinzo, 1993) 수량감소의 원인이 되기도 한다. 이삭도열병은 출수 직후부터 발병이 시작되며 출수기

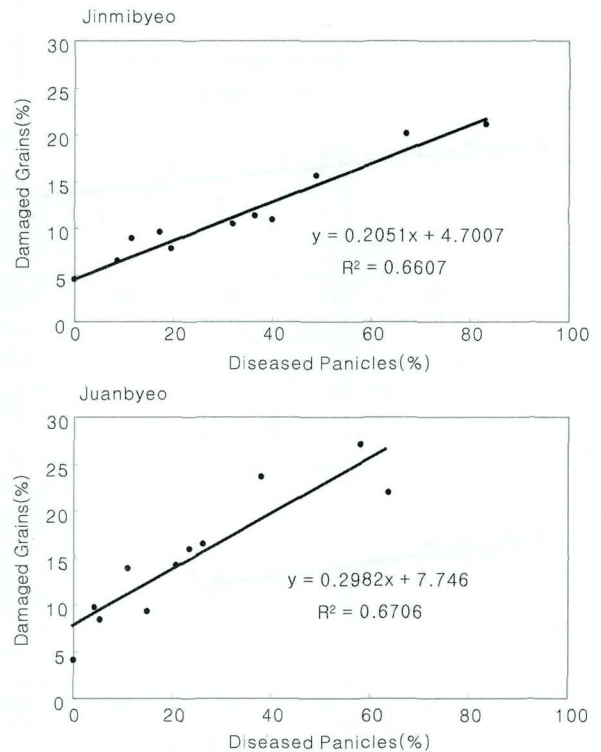


Fig. 5. Regression equation of the damaged grain rate according to the panicle blast incidence in Jinmibyeo and Juanbyeo at Icheon in 2001.

에 따라 발병 정도가 차이를 보이는데, 조생종은 일반적으로 출수기가 늦은 중생종 또는 만생종보다 발병이 빠르고, 잎도열병의 영향을 많이 받게되어 이삭도열병 발생이 많은 것이 일반적이다. 시험구의 포장 평균 발병율은 조생종인 진미벼는 33.2%, 중생종인 주안벼는 24.2%로 진미벼의 발병이 많았다.

요 약

이삭도열병 발생 정도가 벼 수량 및 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이삭도열병 발생정도별 포기당 수량, 천립중, 등숙율 및 피해립 발생율을 조사하였다. 이삭도열병 발생정도와 수량감소는 높은 정의 상관관계를 보였으며, 조생종인 진미벼($R^2=0.6518$)가 중생종인 주안벼($R^2=0.7977$)보다 발병도 심하고 수량감소도 많았다. 천립중도 발병정도가 심할수록 적었으며, 진미벼($R^2=0.6848$)와 주안벼($R^2=0.7841$) 모두 일정한 비율로 천립중이 감소하였다. 이삭도열병 발병 정도별 벼 등숙에 있어서는 무발병구의 등숙율이 진미벼 95%, 주안벼 88%인데 비하여 발병이 증가할수록 진미벼($R^2=0.4745$)와 주안벼($R^2=0.703$) 모두 등숙율이 떨어졌다. 또한 이삭도열병 발병이 벼 품질에 미치는 영향을 조사한 결과, 발병정도가 심할수록 완전미보다 피해립 발생율이 현저히 많았으며, 발병과 피해립 발생과의 관계는 진미벼는 $R^2=0.6607$, 주안벼 $R^2=0.6706$ 으로 정의 상관관계가 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.

Burnett, P. A. (ed.). 1990. Level of some nutrients in rice giallume virus infected plants. *World perspectives on barley yellow dwarf*. Mexico, DF (Mexico). CIMMYT. p. 334-335.

Cha, K. H., Kim, Y. S. and Kim, M. S. 1982. Effects of application levels of fertilizer on the susceptibility to bacterial leaf blight, yield and quality of grains in nineteen rice cultivars in Chunnam Korea. *Korean Journal of Plant Protection* 21(4): 216-221.

Choi, H. C., Cho, S. Y., Park, R. K., Kim, Y. G. and Park, N. K. 1991. A cold-tolerant and high yielding rice cultivar with high grain quality "Jinmibyeo". *Res. Rept. RDA(R)* 33(3): 9-16.

Choi, H. C., Kim, Y. G., Cho, S. Y., Moon, H. P., Ahn, S. N., Shin, Y. S., Kim, K. W., Park, N. K., Choi, Y. G., Lim, M. S., Jun, B. T., Park, R. K. and Kim, Y. S. 1996. A new lodging resistant and high quality rice cultivar adaptable to direct seeding "Juanbyeo". *Res. Rept. RDA(R)* 38(1): 127-135.

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.

Egdane, J. A., Kubota, S., Saitoh, K., Holt, D. F. and Ito, O. 2000. Carbon trans location from the flag leaf of rice during grain filling. *Philippine Journal of Crop Science(Philippines)*. 25 (Supplement no. 1): 50.

Goto, K. 1965. Estimating losses from rice blast in Japan. In; *The rice blast disease*. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, pp.195-202.

Han, S. S., Ryu, J. D. and Ra, D. S. 1994. Regional and annual fluctuation of race distribution of rice blast fungus(*Pyricularia grisea* Sacc.) during 1986~1992 in Korea. *Korea Journal of Plant Pathology* 10(1): 25-28.

Han, S. S., Ryu, J. D., Shim, H. S., Lee, S. W., Hong, Y. K. and Cha, K. H. 2001. Breakdown of resistance of rice cultivars by new race KI-1117a and race distribution of rice blast fungus during 1999~2000 in Korea. *Res. Plant Dis.* 7(2): 96-92.

Ichii, M. and Tamai, K. 1988. Low temperature adaptability in red-kerneled rice [collected from Japan and India]. *Japanese Journal of Crop Science* 57(2): 281-286.

Jacobs, B. C. and Person, C. J. 1999. Growth, development and yield of rice in response to cold temperature. *Journal of Agronomy & Crop Science* 182: 79-88.

Kamiji, Y. and Hayashi, S. 1993. Nitrogen dynamics in soil-crop system and grain production processes in rice [*Oryza sativa*], 3: Panicle-to-panicle variation in spikelet number per panicle and percentage of ripened grain of rice plant grown under different nitrogen applications. *Journal of Agricultural Science Tokyo Nogyo Daigaku(Japan)* 37(3): 239-245.

Kang, C. S. and Lee, S. J. 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.

Kobata, T. and Takami, S. 1979. The effects of water stress on the grain-filling in rice. *Japanese Journal of Crop Science* 48(1): 75-81.

Monma, Y., Kudo, K. and Hukuju, H. 1993. Grain-filling of rice plants under the controlled environment during the ripening period. *Tohoku Journal of Crop Science* 36: 37-40.

Padmanabhan, S. Y. 1965. Estimating losses from rice blast in India. In; *The rice blast disease*, Baltimore, Maryland; Johns Hopkins Press, 203-221.

Pinnschmidt, H. O., Teng, P. S. and Luo, Y. 1994. Methodology for quantifying rice yield effects of blast. *Rice disease*. p381-408.

Ramesh, K., Chandrasekaran, B., Balasubramanian, T. N., Bangarusamy, U., Sivasamy, R. and Sankaran, N. 2002. Chlorophyll dynamics in rice(*Oryza sativa*) before and after flowering based on SPAD(chlorophyll) meter monitoring and

- its relation with grain yield. *Journal of Agronomy & Crop Science* 188: 102-105.
- 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.
- Shim, H. S., Kim, Y. K., Han, S. S. and Sung, J. M., 2003. Assessments of rice yield loss according to infection time of neck blast. *Res. Plant Dis.* 9(2): 68-71.
- Tatsuta, H., Namioka, M. and Nakahori, T. 1983. Studies on the forecast of rice grain quality in Aomori prefecture [Japan], 2: The relation between ripening conditions and decreasing rate of green-kerneled rice and increasing rate of rusty kernel rice. *Tohoku-Agricultural-Research* 33: 25-26.
- 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*. IRRI. Los Banos, The Phillipines, pp.39-54.
- Yamamoto, H., Hayakawa, S. and Suzuki, Y. 1996. Effects of salty wind on the yield and quality in rice [*Oryza sativa*] using a wind tunnel. *Japanese Journal of Crop Science* 65(2): 181-188.