

## 벼 이삭마름병에 관여하는 진균의 검출

심홍식\* · 홍성기 · 홍성준<sup>1</sup> · 김용기 · 예완해 · 성재모<sup>2</sup>농업과학기술원 식물병리과, <sup>1</sup>영남농업연구소 식물환경과, <sup>2</sup>강원대학교 농생물학과

## Detection of Fungi Associated with Rice Ear Blight from Rice Seeds in Korea

Hong-Sik Shim\*, Sung-Gi Hong, Sung-Jun Hong<sup>1</sup>, Yong-Ki Kim, Wan-hae Ye and Jae-Mo Sung<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>Plant Environment Division, Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Milyang 627-803, Korea<sup>2</sup>Division of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Received on October 8, 2005)

In order to detect casual agents associated with ear blight of rice, seed samples of 'Ilmi-byeo' and 'Daesan-byeo', susceptible cultivars were collected from 28 regions on a nationwide scale. Finally 23 fungi including *Bipolaris oryzae* (10.3%), *Alternaria alternata* (10.2%), *Cladosporium* sp. (7.5%), *Nigrospora oryzae* (5.2%) and *Phoma sorghina* (6.3%) from seeds of 'Ilmi-byeo', and 13 fungi including *N. oryzae* (15.1%), *A. alternata* (9.6%) and *Curvularia lunata* (2.2%) from seeds of 'Daesan-byeo' were detected. In case of discolored seeds caused by rice ear blight, *B. oryzae* (15.5%), *A. alternata* (5.5%), *Fusarium graminearum* (8.0%), *N. oryzae* (5.2%) and *P. sorghina* (4.5%) were detected even from the hulled rice of Ilmi-byeo.

**Keywords :** Discoloration, Rice ear blight, Rice quality

벼에 발생하는 병해가 국내에서는 현재 38종이 보고되어 있으며(한국식물병리학회, 2004), 그 중 벼 생육기 중에 피해가 심각하여 수량 감소를 야기하는 것으로 도열병, 앞집무늬마름병, 흰잎마름병, 세균성벼알마름병 등이 알려져 있다(Shim 등, 2003). 그러나 출수 이후부터 수확기까지도 다양한 병원균들에 의하여 벼 이삭 및 벼알을 변색시키거나 등숙불량의 원인 및 원전미율을 저하시켜 품질이 떨어지게 하는 경우가 많이 있는데 이러한 여러 병원균들의 침해를 받은 경우 흔히 이삭마름병이 발병되었다고 한다. 이삭마름병은 최근 출수기 이후 고온화 현상과 더불어 피해가 증가하는 경향이며, 현재 11종(한국식물병리학회, 2004)의 병원균이 관여하는 것으로 보고되어 있다. 국내에서 이삭마름병과 관련한 연구는 강과 김(1972)이 당시 장려 품종인 팔달벼, 진흥, 관옥벼 및 통일계 벼를 대상으로 28종의 병원균을 분리하였고, 권 등

(1985)은 30여종의 균들이 벼알에서 분리하였으나 이들이 모두 병원성이 있는 것은 아니며 출수기 이후 부생적으로 부착되어 있는 것들이 상당수 있다고 하였다. 일본의 佐藤徹과 西澤正洋(1969)은 벼알에서 *Helminthosporium* sp. 외 10종의 균을 분리하였고, 이삭가지 및 이삭목에서 13종의 균을 검출하였다고 보고하였으며, Amin 등(1974)과 Khan 등(1997)과 Pucci 등(1999)도 벼 이삭마름에 관여하는 병원균들에 대하여 보고하였다. 또한 이삭마름병을 일으키는 병원균들이 벼알까지 침입할 경우 반점미, 갈색미 등 쌀을 변색시키므로 품질을 저하시키는 것으로 알려져 있으나 국내에서는 아직 이러한 구체적인 연구가 없는 실정이다. 본 연구에서는 출수 이후 발병되어 벼 품질에 관여하는 진균의 종류와 그 피해를 구명하고자 전국 28개 시군에서 수확한 일미벼 및 대산벼와 이천시험지포장에서 재배한 대산벼를 대상으로 연구를 수행하였다.

진균의 종류를 조사하기 위하여 일미벼는 전북의 전주, 함안 등 5개 지역, 전남의 화순, 구례 등 5개 지역, 경남의 김해, 밀양 등 7개 지역, 경북의 상주, 고령, 대구의 3

\*Corresponding author

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

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

**Table 1.** Detection of fungi from seeds of rice, Ilmi-byeo collected in Korea in 2002

Fungi	% Detection of fungi						Average
	JB <sup>a</sup>	JN	GN	GB	CN	KW	
<i>Alternaria alternata</i>	8.0 <sup>b</sup>	8.0	9.7	11.7	19.1	14.0	10.2
<i>Alternaria padwickii</i>	0.9	9.5	0.5	0.3	- <sup>c</sup>	1.0	5.2
<i>Alternaria</i> sp.	0.2	-	0.1	0.3	-	-	0.1
<i>Bipolaris oryzae</i>	6.3	3.0	11.2	32.9	0.8	-	10.3
<i>Ceptosporia</i> sp.	-	0.2	2.3	-	0.4	1.0	0.9
<i>Cladosporium</i> sp.	1.5	3.4	0.9	5.2	7.1	-	2.8
<i>Curvularia affinis</i>	1.3	0.2	0.1	-	0.4	-	0.4
<i>Curvularia intermedia</i>	-	-	0.1	-	-	-	0.04
<i>Curvularia lunata</i>	2.7	6.9	3.7	1.8	3.6	2.0	4.0
<i>Curvularia</i> sp.	2.9	1.7	1.2	1.2	-	-	1.6
<i>Fusarium fujikuroi</i>	4.0	1.5	1.9	-	-	1.0	1.9
<i>Fusarium semitectum</i>	-	-	0.1	-	-	-	0.04
<i>Fusarium solani</i>	-	-	0.1	-	-	-	0.04
<i>Fusarium</i> sp.	1.9	3.6	2.8	2.2	2.2	5.0	2.9
<i>Melanospora zamiae</i>	0.8	0.6	0.5	0.3	1.3	-	0.6
<i>Nigrospora oryzae</i>	1.9	4.8	7.2	2.5	10.7	2.0	5.2
<i>Penicillium</i> sp.	0.2	0.2	-	-	-	-	0.1
<i>Phoma sorghina</i>	2.3	4.8	11.7	2.5	6.2	-	6.3
<i>Pinatubo oryzae</i>	-	0.2	0.1	-	-	-	0.1
<i>Pyricularia grisea</i>	-	0.2	0.3	0.6	-	-	0.2
<i>Sarocladium oryzae</i>	0.6	0.4	-	0.9	-	-	0.3
<i>Tilletia barclayana</i>	-	-	-	-	-	1.0	0.04
<i>Ustilaginoidea virens</i>	1.7	-	-	0.3	-	-	0.4

<sup>a</sup>JB: Jeonbuk (Jeonju, Haman, Damyang, Jeongeub, Namwon), JN: Jeonnam (Goheung, Guryeu, Wando, Yungam, Hwasun), GN: Gyeongnam (Euryeong, Kimhae, Milyang, Geojea, Hamyang, Ulsan, Changwon), GB: Gyeongbuk (Goryung, Daegu, Sangju), CN: Chungnam (Seosan, Yeasan), KW: Kangwon (Donghae).

<sup>b</sup>Data value represent the percentage of infected seeds on 250 seed samples.

<sup>c</sup>Not detected.

개 지역, 충남은 서산과 예산, 강원 동해 등 총 23개 지역에서, 대신벼는 경북 의령, 합천, 하동에서, 전남 여수, 충남 금산 등 총 5개 지역에서 2001년산 벼를 각각 500 g 씩 수집하였으며, 수집된 벼 종자는 저온실에 보관하면서 시험에 사용하였다. 또한 농업과학기술원 이천 재배포장에서 재배한 대신벼를 수확하여 탈곡한 후 도정하기 전과 현미로 도정한 후 병원균을 검출하고 그 빈도를 조사하였다.

진균의 검출을 위해서, 각각의 샘플에서 무작위로 250립씩을 취하여 국제미작연구소(Mew와 Gonzales, 2002)에서 종자 병해 검정법으로 사용하는 블로터법을 사용하였다. 벼 종자를 1% 차아염소산나트륨을 이용하여 표면을 살균한 다음, 9 mm 플라스틱 페트리디쉬에 멸균수를 붓고, 여과지를 2매씩 넣고 그 위에 25립씩을 치상한 다음 20°C 항온기에 7일간 배양하였다. 배양 후 해부 현미경하

에서 각 페트리디쉬 상의 벼알에 형성된 병원균의 포자 형태를 관찰하여 병원균을 동정하였다.

블로터법으로 벼의 오염 정도를 조사한 결과, Table 1과 같이 일미벼에서 총 23종의 진균이 검출되었다. *Alternaria alternata*가 10.2%, *Alternaria padwickii*가 5.2%, *Bipolaris oryzae*가 10.3%, *Curvularia lunata*가 4.0%, *Nigrospora oryzae*가 5.2%가 검출되어 병원균이 전 지역에서 심하게 감염되어 있었다. 도열병균인 *Pyricularia grisea*(0.2%)와 키다리병균인 *Fusarium fujikuroi*(1.9%) 등도 일부 종자에서 검출되었다. 도열병균의 분리비율이 낮은 것은 출수기를 전후하여 포장에서 이삭도열병 방제가 철저히 이루어지기 때문으로 생각된다.

대산벼에서는 Table 2와 같이 *A. alternata*가 9.6%, *B. oryzae*가 2.2%, *C. lunata*가 2.2%, *N. oryzae*가 15.1%가 검출되었으며 총 13종의 병원균을 검출할 수 있었다. 본 연

**Table 2.** Detection of fungi from seeds of rice, Daesan-byeo collected in Korea in 2002

Fungi	% of fungi detection			
	GN <sup>a</sup>	JN	CN	Average
<i>Alternaria alternata</i>	6.2 <sup>b</sup>	14.4	15.0	9.6
<i>Bipolaris oryzae</i>	2.2	4.0	- <sup>c</sup>	2.2
<i>Ceptosphaera</i> sp.	4.6	1.6	1.0	3.3
<i>Cladosporium</i> sp.	7.4	4.8	11.0	7.5
<i>Curvularia lunata</i>	2.2	3.2	1.0	2.2
<i>Fusarium fujikuroi</i>	0.3	-	-	0.2
<i>Fusarium semitectum</i>	0.3	-	-	0.2
<i>Fusarium</i> sp.	2.5	3.2	-	2.2
<i>Melanospora zamiae</i>	0.6	5.6	1.0	1.8
<i>Nigrospora oryzae</i>	9.2	36.8	7.0	15.1
<i>Penicillium</i> sp.	0.3	0.8	-	0.4
<i>Phoma sorghina</i>	9.2	4.0	-	6.4
<i>Pyricularia grisea</i>	0.6	-	-	0.4

<sup>a</sup>GN: Gyungnam (Euryeong, Habcheon, Hadong), JN: Jeonnam (Yeosu), CN: Chungnam (Geusan).

<sup>b</sup>Data value represent the percentage of infected seeds on 250 seed samples.

<sup>c</sup>Not detected.

**Table 3.** Detection of fungi from healthy seeds and discolored seeds of rice, Ilmi-byeo harvested at Icheon Experimental Station in 2003

Fungi	% of fungi detection			
	Healthy seeds		Discolored seeds	
	Rough rice	Hulled rice	Rough rice	Hulled rice
<i>Alternaria alternata</i>	7.0 <sup>a</sup>	- <sup>b</sup>	54.5	5.5
<i>Bipolaris oryzae</i>	10.0	4.0	38.0	15.5
<i>Cladosporium</i> sp.	-	0.5	21.5	3.0
<i>Phoma sorghina</i>	2.0	1.0	18.5	4.5
<i>Nigrospora oryzae</i>	6.0	1.0	38.5	4.5
<i>Curvularia</i> sp.	2.5	-	4.5	0.5
<i>Tilletia barclayana</i>	1.0	-	12.5	1.0
<i>Fusarium</i> sp.	-	1.0	10.0	17.0
<i>Fusarium graminearum</i>	-	-	0.5	8.0
<i>Fusarium fujikuroi</i>	-	-	2.0	-
<i>Melanospora zamiae</i>	-	-	2.5	-
<i>Sarocladium oryzae</i>	-	-	1.0	0.5
<i>Alternaria padwickii</i>	-	-	-	0.5
<i>Ceptosphaeria</i> sp.	-	-	1.5	0.5
<i>Alternaria</i> sp.	-	-	0.5	0.5
<i>Curvularia affinis</i>	-	-	-	1.0
<i>Pyricularia oryzae</i>	0.5	-	0.5	-

<sup>a</sup>Data value represent the percentage of infected seeds on 250 seed samples.

<sup>b</sup>Not detected.

구를 통하여 이삭마름병의 병원균으로 한국식물병명목록(한국식물병리학회, 2004)에 기록되어 있는 *A. alternata* 등 11종 외에도 10여종이 직·간접적으로 이삭마름병에 관여함을 알 수 있었다.

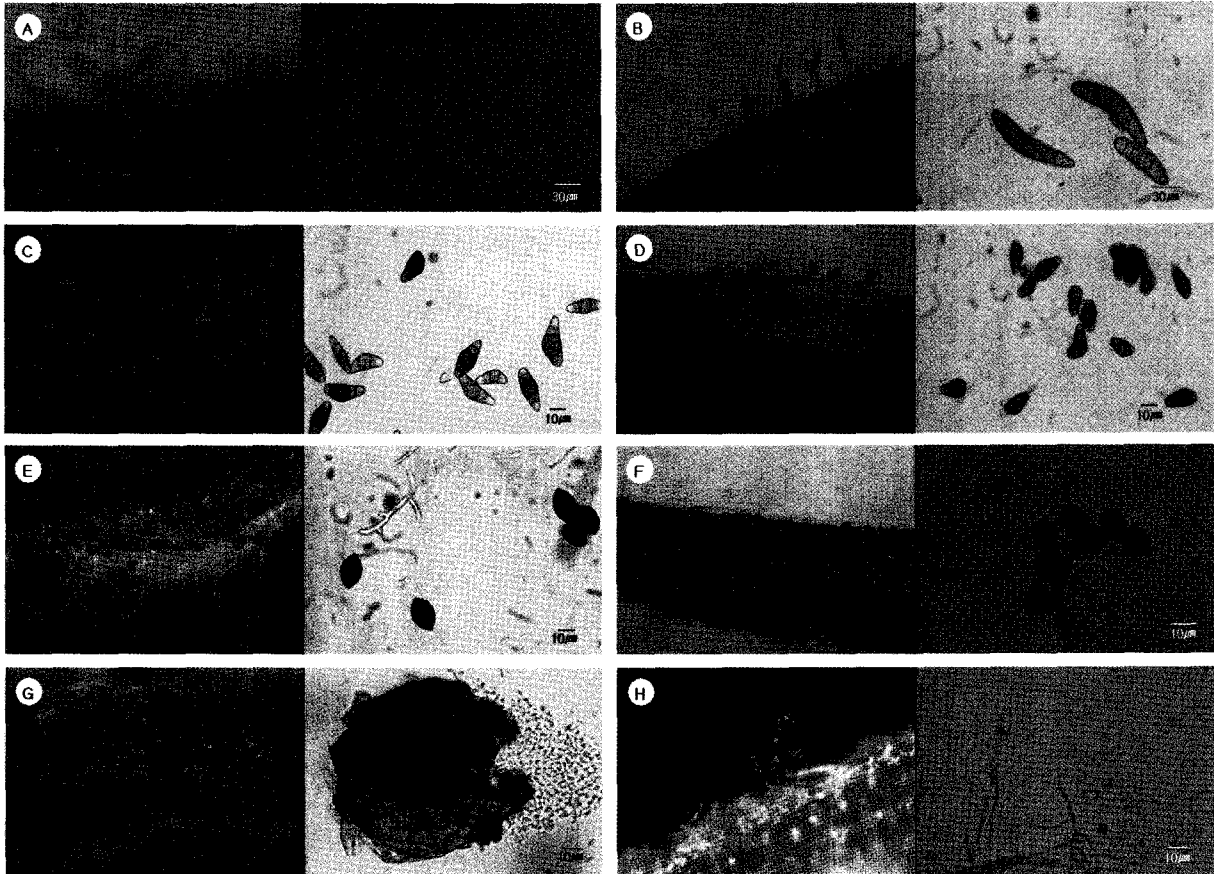
이천 재배포장에서 이삭마름병이 발병된 일미벼를 수확하여 변색정도에 따라 구분하여 벼알과 도정 후 현미에서 균을 검출한 결과, Table 3과 같이 건전한 것보다는 변색된 것에서 병원균에 심하게 오염되어 있는 것을 알 수 있다. *A. alternata*, *B. oryzae*, *N. oryzae* 등의 병원균은 건전한 벼알에서도 6.0~10.0%가 감염되어 있었을 뿐만 아니라, 건전한 벼를 도정한 현미에서도 *B. oryzae*가 4.0%, *N. oryzae*가 1.0%나 검출되었다. 엽초부패병을 일으키는 *Sarocladium oryzae*도 변색이 심한 벼알에서 1.0%와 현미에서 0.5%가 분리되었는데, 이 병원균은 종자전염성 병원균으로 벧짚이나 그루터기에서 월동하여 이듬해 전염원이 되는 것으로 알려져 있으며, 또한 갈색미를 유발하는 것으로 알려져 있다(Ngala, 1983; Nasu, 2004).

검출된 주요 병원균의 형태적 특징은 Fig. 1과 같다. 이 들은 벼의 중요한 병해의 병원균으로 이삭마름병에는 *A. alternata*, *B. oryzae*, *Cl. cladosporoides*, *C. lunata*, *Fusarium fujikuroi*, *F. semitectum*, *N. oryzae*, *Pyricularia grisea*가 관여하며, 이삭누룩병은 *Ustilaginoidea virens*, 깨 씨무늬병은 *Bipolaris oryzae*, 갈색무늬병은 *N. oryzae*가 관여하여 벼의 생육기에 발병을 일으키게 된다(Imolehin, 1983).

1970년대의 이삭마름병과 관련하여 강과 김(1972)은 변색된 벼알에서 진균을 검출한 결과, 당시의 장려 품종인 팔달, 진흥, 관옥에서는 *Alternaria tenuis*가 27~38%로 가장 많이 검출되었으며, *Cladosporium cladosporioides*, *Phoma* spp., *Pyricularia oryzae* 순이었으며, 통일계인 수원 213, 수원 214, 수원 215, 수원 213-1에서는 *Trichoconis padwickii*(=*Alternaria padwickii*)가 14~34%로 가장 많이 검출되었으며, *Fusarium dimerum*, *N. oryzae*, *Cl. cladosporioides* 순이었으며, 장려 품종과 통일계 품종간에도 우점하는 병원균의 차이가 있었다.

1980년대의 이삭마름병과 관련하여 권 등(1985)은 벼 종자의 변색 정도에 따라 진균을 조사한 결과, 일반계 4품종과 통일계 4품종에서 *Fusarium semitectum*이 24~49%로 가장 많이 검출되었고, *T. padwickii*(=*A. padwickii*), *A. tenuis*, *Phoma* sp, *Gerlachia oryzae*, *Cladosporium cladosporioides* 순이었다.

본 연구와 비교하여 1970년대와 1980년대에 발생이 많았던 *A. tenuis*, *T. padwickii*(=*A. padwickii*), *Cl. cladosporioides*는 최근에는 발생이 적은 반면, *A. alternata*,



**Fig. 1.** Morphological features of some fungi detected from rice seeds. Habit characters on seeds by stereo microscopy (left) and conidial features (right) of *Alternaria padwickii* (A), *Bipolaris oryzae* (B), *Curvularia affinis* (C), *Curvularia lunata* (D), *Melanospora zamiae* (E), *Nigrospora oryzae* (F), *Phoma sorghina* (G) and *Sarocladium oryzae* (H).

*B. oryzae*, *N. oryzae*, *C. lunata* 등의 검출이 많았고, *A. padwickii*는 최근에도 발생이 많았다. *Phoma* sp.는 *Phoma sorghina*일 것으로 추정되며, 권 등(1985)이 균 검출에 미치는 온도 실험에서 *Phoma* sp., *T. padwickii* 등이 고온에서 많이 검출된다는 보고와 같이 일미벼와 대산벼 모두 전남과 경남지역의 경우 *P. sorghina* 등의 고온성 균의 감염율이 높았는데 이는 지역적 환경요인이 작용한 것으로 추정된다. 특히 Table 3에서와 같이 이천의 건전한 일미벼의 현미에서도 이삭마름병을 야기하는 몇 종류의 병원균이 분리되는 것은 당해연도의 쌀 생산과 품질에 영향을 미칠 수도 있지만 이듬해 종자로 사용될 경우 육묘상에서도 발병의 원인이 될 수 있으므로(Pucci, 1999; Suzuki와 Yamaguchi, 1972) 관리를 해야 할 것으로 생각되며, 병원균의 분포 변화는 벼 재배 품종 변화 및 방제약제의 변천에 따른 부가적인 효과로 추정된다. 현재 농가의 본답의 병해 방제체계는 출수기를 진후하여 이삭도열병을 방제하는 것 외에 별도의 이삭마름병에 관

한 방제는 실시하지 않고 있는 실정이라 출수후기에 감염되는 이삭마름병에 대한 피해는 정확히는 알 수 없는 형편이므로 이에 대한 연구가 더 있어야 할 것으로 생각된다.

## 적 요

벼 이삭마름병에 관여하는 진균의 종류로 일미벼에서는 *Alternaria alternata*(10.2%), *A. padwickii*(5.2%), *Bipolaris oryzae*(10.3%), *Nigrospora oryzae*(5.2%), *Phoma sorghina*(6.3%) 등이 우점 하였으며, 총 23종의 진균이 검출되었다. 대산벼에서는 *A. alternata*(9.6%), *Cladosporium* sp.(7.5%), *Curvularia lunata*(2.2%), *N. oryzae*(15.1%) 등이 우점 하였으며, 총 13종의 진균이 검출되었다. 또한 이삭마름병으로 벼알이 심하게 오염된 경우에는 일미벼 현미에서도 *B. oryzae*(15.5%), *A. alternata*(5.5%), *Fusarium graminearum*(8.0%), *N. oryzae*(5.2%), *P. sorghina*(4.5%) 등이 높은 비율로 감염되어 있었다.

## 참고문헌

- Amin, K. S., Sharma, B. D. and Das, C. R. 1974. Occurrence in India of sheath rot of rice caused by *Acrocyliidium*. *Plant Dis. Repr.* 58: 358-360.
- Cofelice, G., Conca, G., Infantino, A., Riccioni, L., Porta-Puglia, A. and Russo, S. 2002. Observations on paddy mycoflora and discoloration of rice kernels. *Informatore Fitopatologico* (Italy) 52: 58-63.
- Imolehin, E. D. 1983. Rice seed borne fungi and their effect on seed germination. *Plant Dis.* 67: 1334-1336.
- Kang, C. S. and Kim, C. K. 1972. Studies on the fungi associated with ear blight of rice. *Korean J. Pl. Prot.* 11: 101-107.
- Khan, S. A. J., Jalaluddin, M. and Ghaffar, A. 1997. Detection of *Alternaria padwickii* the case of stack burn diseases of rice. *Pakistan J. Bot.* 29: 359-361.
- 권진숙, 박종성, 유승현. 1985. 벼 이삭마름병해에 관여하는 균류의 검출과 검출된 균류가 종자 변색 및 수량에 미치는 영향. *충남대 농업기술연구보고* 12: 199-203.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록 제4판. pp. 26-32.
- Mew, T. W. and Gonzales P. 2002. A Handbook of Rice Seedborne Fungi. International Rice Research Institute. 83 pp.
- Nasu, H. 2004. Seed transmission of sheath rot fungus of rice and its infection site. *Jpn. J. Phytopatol.* 70: 18-21.
- Nasu, H. 2004. Occurrence of discolored rice grain by sheath rot fungus, *Sarocladium oryzae*. *Jpn. J. Phytopatol.* 70: 106-114.
- Ngala, G. N. 1983. *Sarocladium attenuatum* as one of the causes of rice grain spotting in Nigeria. *Plant Pathology* 32: 289-293.
- Pucci, N., Di Giambattista, G., Infantino, A., Porta Puglia, A. and Russo, S. 1999. *Alternaria padwickii* on rice in Italy. *Sementi Elette* (Italy) 45: 29-31.
- 佐藤徹, 西澤正洋. 1969. 九州におけるイネ變色穂からの分離菌について. *日植病報* 35: 100.
- Shim, H. S., Kim, Y. K., Hong, S. J., Han, S. S. and Sung, J. M. 2003. Assessments of yield and quality of rice affected by rice panicle blast. *Res. Plant Dis.* 9: 183-188.
- Suzuki, H. and Yamaguchi, T. 1972. Causal fungi of rice ear blighting and the factors of its occurrence. *Bull. Hokuriku Agric. Exp. Sta.* 14: 63-90.