

벼깨씨무늬병균의 월동과 발병조건에 관한 연구

예완해* · 이훈섭 · 김용기 · 심홍식 · 지형진 · 남기웅

농업과학기술원 식물병리과

Overwintering of the Pathogen and Factors Affecting Disease Development of Rice Brown Spot Caused by *Cochliobolus miyabeanus*Wan-Hae Yeh*, Hoon-Seop Lee, Yong-Ki Kim, Hong-Sik Shim,
Hyeong-Jin Jee and Ki-Woong NamPlant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Suwon 441-707, Korea

(Received on February 13, 2004)

This study was carried out to investigate factors affecting disease development of rice brown spot caused by *Cochliobolus miyabeanus* in the field and under the greenhouse conditions. In normal paddy fields, the pathogen was more frequently isolated from dried rice straws than wet straws after overwintering. The pathogen was also readily isolated from wet rice straws of salty paddy fields although infection rate of the fields was low. The disease symptom was first observed at 2 to 3 days after inoculation when the seedlings were kept for 6 hours in dew chamber. The number of lesions peaked at 14 hr incubation in cultivars Chucheongbyeon and 24 hr incubation in cultivar Daesanbyeon and Tetep. Sixty three-d-old seedlings were more susceptible than 21 to 49-d-old seedlings regardless of cultivar. There was some difference in number of lesions observed, but the lesions were evenly spread regardless of leaf position. Light on the rice seedlings at 3,000 lux or 6,000 lux showed more severe symptoms than those in the dark.

Keywords : *Cochliobolus miyabeanus*, Ecology, Overwintering, Seedling age, Leaf position, Rice brown spot

벼깨씨무늬병은 1900년 Breda de Haan에 의해 최초로 보고된 병으로, 깨씨무늬병균은 *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kuribayashi) Drechs. ex Dastur이고 불완전세대명은 *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker이다. 깨씨무늬병균은 인공접종에서는 약 23속의 종들과 20종의 벼를 침해한다고 보고되었으나, 자연상태에서는 야생벼 (*Zizania aquatica*)를 제외하고는 거의 침해하지 못하는 것으로 알려졌다(Webster 등, 1992). 깨씨무늬병은 유묘기에는 잎에 작은 원형의 갈색반점을 만들며, 초엽은 띠를 형성하고 1,2차 엽에는 뒤틀림이 일어나기도 한다. 성체기에는 잎에 암갈색에서 흑갈색 타원형의 반점을 일으키고, 영을 침입하면 흑변을 일으키며 벼알도 침입한다. 깨씨무늬병은 영양의 불균형에서 야기되는 병으로 알려

져 있으며 양분이 유실되기 쉬운 사질토, 황화수소의 발생이 심한 환원토양, 낮은 CEC(Cation exchange capacity) 값을 가진 토양, 질소, 가리, 철 등이 용탈한 노후답, 양분보지력이 적은 토양에서 많이 발생한다(Baba 등, 1965, Tanaka 등, 1970). 국내에서는 1960년대까지 발생이 심하여 피해가 큰 병해로 알려졌으나, 70년대부터 1998년 이전까지 발생이 매우 적었다가 근년에 점차 증가되고 있는 추세에 있다(김, 2003). 벼깨씨무늬병의 발생이 증가됨에 따라 미질 및 수량 저하의 중요한 장애요인이 되고 있으나, 국내에서는 이에 대한 연구가 거의 이루어져 있지 않은 실정이다. 그러므로 깨씨무늬병을 효율적으로 방제하기 위하여는 병발생에 미치는 환경, 기주저항성 및 병원균의 특성을 먼저 이해하여야 할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 2001년부터 2002년까지 깨씨무늬병방제에 필요한 병원균의 월동과 생리 및 발생조건에 관하여 얻은 결과를 보고한다.

*Corresponding author

Phone)+82-31-290-0429, Fax)+82-31-290-0406

E-mail)why0626@rda.go.kr

재료 및 방법

포장에서 병반의 잔존상태에 따른 병원균 검출율. 포장에서 벼깨씨무늬병균의 월동양태를 조사하기 위하여 전년도에 깨씨무늬병의 발병이 심했던 간척지 염해답과 보통답 포장에서 이병벼짚을 완전히 젖은 상태, 반정도 젖은 상태, 마른 상태로 나누고, 또한 경운등에 의한 매몰 정도에 따라 무경운상태의 논표면에 있는 벚짚, 경운에 의하여 완전히 매몰된 벚짚, 경운에 의하여 반정도 매몰된 벚짚으로 구분하여 이병벼짚을 2002년 4월 하순경에 능가포장에서 채집하였다. 이병벼짚의 병반을 1% Sodium hypochloride 희석액으로 표면살균, 물한천(WA) 배지에 치상한후 26°C 항온기에서 3일간 배양한 다음, 균총끝에서 한가닥의 균사절편을 취하여, Sucrose Proline Agar(SPA) 배지에 이식하고, 실온 형광등하에서 10일간 포자를 형성시켜 깨씨무늬병균을 ×100 광학현미경으로 확인하였다.

포자현탁액유지 시간에 따른 병발생. 포자현탁액 유지시간과 병발생과의 관계를 구명하기 위하여 감수성품종인 대산벼와 추청벼, 저항성반응을 보인 Tetep 품종을 사용하였다. 균주는 본 실험실에서 분리한 균주중 지역과 분리품종이 다른 균주중 포자 형성능과 병원력이 우수한 균주 CM01-11, CM01-13, CM01-21를 선발하여 사용하였다. 깨씨무늬병의 접종원은 실온의 형광등하의 SPA 배지에서 10일간 병원균을 배양한 후, 0.02% Tween20 용액으로 포자를 수확한 후 2×10⁶개/ml의 농도로 조정하여 사용하였다. 파종 후 42일된 유묘에 포자현탁액을 분무접종한 후 각각 6, 8, 10, 12, 14, 20 그리고 24시간 동안 습실상(95~98%, 26°C)에서 처리한 후 꺼내어 유리온실(24°C~32°C)에서 7일간 발병을 유도하여 병반면적율을 조사하였다.

벼의 생육단계에 따른 병 발생. 벼의 묘령이 깨씨무늬병 발병에 미치는 영향을 구명하기 위하여 대산벼, 추청벼, Tetep의 3품종을 14일 간격으로 파종하여 21, 35, 49, 63일간 각각 온실에서 육묘하였다. 접종원의 준비 및 접종방법은 전항에서 기술한 방법에 준하여 수행하였으며, 접종 후 습실상에서 24시간 처리 후 온실에서 7일간 발병시켜 병반면적율을 조사하였다.

벼엽위에 따른 병발생. 벼엽위별 깨씨무늬병의 발병 정도를 구명하기 위하여 대산벼, 추청벼, Tetep의 3개 품종을 공시하여, 5엽기의 묘에 3개 균주를 전항에서 기술한 방법에 준하여 접종하고, 유리온실에서 7일간 발병을 유도한 후 벼 엽위별 병반수를 조사하였다.

광조사량에 따른 병발생. 광의 조사량과 깨씨무늬병 발생과의 관계를 조사하기 위하여 대산벼, 새추청벼, 안

성벼, 화영벼, 해평벼등 5품종을 42일간 재배하여, 환경조절생육상에서 각각 암처리, 3,000 lux, 6,000 lux의 광처리를 하였으며, 3,000 lux, 6,000 lux 광처리는 07시~20시까지(13시간)처리하였고, 20시~익일 07시까지(11시간)는 암상태로 유지하여 28°C에서 7일간 처리하였다. 대조구는 유리온실에서 재배하였다. 병원균 접종은 전항에서 기술한 방법으로 행하였으며, 접종 7일 후 병반면적율을 조사하였다.

결과 및 고찰

포장에서 병반의 잔존상태에 따른 병원균 검출율. 답종류(염해답, 보통답)와 이병벼짚의 잔존상태에 따라 깨씨무늬병균을 분리한 결과, 염해답에서의 균분리 비율이 평균 71.6%로 보통답의 46.4% 보다 약 1.5배 정도 더 높았다(Table 1). 보통답의 경우 건조상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벚짚과 경운에 의하여 반정도 매몰된 벚짚에서 분리비율이 각각 96.2%, 88.0%로 높은 균분리비율을 나타내는데, 이 결과는 중간 젖은 상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벚짚, 완전히 젖은 상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벚짚 그리고 완전히 젖은상태의 경운에 의하여 반정도 매몰된 벚짚에서 각각 11.5%, 9.1%, 14.1%로 병원균이 분리된 것 보다 현저히 높았다. 건조상태의 무경운 논표면의 벚짚과 중간정도 젖은 상태의 경

Table 1. Percentage of isolated rice brown spot pathogen, *Cochliobolus miyabeanus* according to the different conditions of rice straw after overwintering in the lowland field

Field type	Straw condition	Location of rice straw ^{a)}	Detected rate (%) ^{a)}	Average (%)
Normal paddy field	Dry	Surface	57.6	46.4
	Dry	Half exposed	88.0	
	Dry	Under ground	96.2	
	Medium wet	Half exposed	48.1	
	Medium wet	Under ground	11.5	
	Wet	Half exposed	14.1	
	Wet	Under ground	9.1	
Salty paddy field	Dry	Surface	73.0	71.6
	Medium wet	Half exposed	96.0	
	Medium wet	Under ground	41.7	
	Wet	Half exposed	55.6	
	Wet	Under ground	91.5	

^{a)}Surface : Not plowed.

Half exposed : Partially exposed by plowing.

Under ground : Submerged by plowing.

운에 의하여 반정도 매몰된 벼짚에서는 각각 57.6%, 48.1%로 이들의 중간수준이었다.

염해답의 경우, 중간정도 젖은 상태의 경운에 의하여 반정도 매몰된 벼짚과 완전히 젖은 상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벼짚에서 각각 96.0%와 91.5%의 높은 균 검출율을 보였다. 중간정도 젖은 상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벼짚과 완전히 젖은 상태의 경운에 의하여 반정도 매몰된 벼짚에서 각각 41.7%와 55.6%의 비교적 낮은 검출율을 보였으며, 건조상태의 무경운 논표면의 벼짚은 73.0%로 중간수준의 검출율을 보였다. 벼깨씨 무늬병균의 월동양상을 구명하기 위한 실험에서 Seidel 등(1979)은 관개된 토양에서 15 cm의 깊이에 매몰된 것보다 30 cm 깊이에 매몰된 경우 병원균의 생존율이 높았다고 하였는데, 본 실험에서는 보통답에서 건조상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벼짚과 염해답에서 완전히 젖은 상태의 경운에 의하여 완전히 매몰된 벼짚에서는 더욱 높은 균검출율을 보여 유사한 결과를 나타냈으나, 그 외의 조건에서는 매몰되지 않은 상태의 벼짚에서 더 높은 비율의 균검출율을 보여 Seidel 등(1979)의 결과와는 약간 상이한 양상을 보였다.

Seidel 등(1979)은 병원균이 분생포자상태일 때 보다 감염된 식물체내에서, 토양의 표면에서보다 매몰되었을 때 더 월동에 유리하다고 하였으나, 본 실험에서의 경우 보통답에서 건조된 상태와 염해답에서 중간젖은상태 등의 경우와 같이 토양 표면에서 더 높은 병원균의 분리비율을 나타내는 경우도 있어, 위의 보고들과 일치하지 않은 않았으며, 포장에서의 매몰정도, 포장토양의 염농도, 병반과 포장의 수분함유 정도 등 복합적인 영향을 받는 것으로 판단되었다. 이상의 결과를 종합해 보면 깨씨무늬병균은 상당기간 동안 생존해서 전염원이 될 수 있기 때문에 전년도 이병벼짚은 제거하는 것이 1차 전염원을 차단하는 가장 효과적인 방법중의 하나로 사료된다.

포자현탁액 유지시간에 따른 병발생. 벼에 깨씨무늬병균의 포자현탁액을 분무 집중한 후, 습실상에서 6, 8,

10, 12, 14, 20, 24시간 동안 각각 처리하여 7일후에 병반면적율을 조사한 결과, 최대발병율을 나타내는 시간이 14~24시간이었다(Table 2). 품종에 따라 최대발병에 이르는 시간에 차이가 있었는데, 대산벼와 Tetep은 24시간에서 6.2%의 병반면적율을 나타내었고, 추청벼는 14시간에서 26.7%의 병반면적율을 나타내었다. 저항성 반응을 보이는 Tetep의 경우 24시간에서 최고의 발병율을 나타냈으나, 전체적으로 병반면적율이 낮아, 포자현탁액유지시간과의 관계를 나타내는데 어려운 점이 있었다. Lawrence 등(1994)은 벼에 깨씨무늬병균의 감염이 일어나기 위하여 86~100%의 상대습도를 8~24시간동안 유지하는 것이 필수적으로 필요하다고 하였고, Percich 등(1997)은 벼에 대한 깨씨무늬병균 접종 실험에서는 습도유지시간이 16~28 시간까지 시간이 증가할 수록 병발생이 증가한다고 하였으며, Oelke(1993)는 벼에 대한 깨씨무늬병균의 실험에서 11~16시간의 연속된 습도의 유지가 필요하다고 하여 본 실험에서와 유사한 결과를 나타냈다. 그러나 Percich 등은 습도유지 시간이 2~8시간일 경우 병발생이 일어나지 않았다고 했는데, 본 실험에서의 접종 후 6시간부터 발병이 이루어져 최고 발병율에 이르는 습도 유지시간은 14~24 시간인 것으로 나타나 차이가 있었다. 깨씨무늬병균은 비교적 맑은 날씨가 계속되는 기상에 발병이 많다고 하는데 이는 침입소요시간이 맑은날씨의 경로시간으로도 침입이 용이하기 때문인 것으로 사료된다.

벼의 생육단계에 따른 병발생. 벼의 묘령과 벼깨씨무늬병의 발병과의 관계를 구명하기 위하여 파종 후 21일, 35일, 49일, 63일된 유묘에 포자현탁액을 분무접종하여 병반면적율을 조사한 결과, 시험품종 모두에서 묘령이 증가할 수록 유의한 차이로 발병율이 높았다(Table 3). 시험 품종간에는 모든 처리에서 대산벼와 추청벼에 비하여 Tetep이 병반면적율이 현저히 적어 품종간에 뚜렷한 차이를 보였다. 본 실험에서 묘령이 증가할수록 병반면적율이 증가되는 것으로 나타났는데, Ohata 등(1972)은 벼에 있어 *Helminthosporium* sp.의 실험에서 엽신의 노령화가 단

Table 2. Effect of leaf wetness period on disease development of rice cultivars Desanbyeo, Chucheongbyeo and Tetep caused by *Cochliobolus miyabeanus*

Cultivar	% diseased leaf area by different wet period						
	6 hlw ^{a)}	8 hlw	10 hlw	12 hlw	14 hlw	20 hlw	24 hlw
Daesanbyeo	5.0G ^{b)}	14.2F	20.0D	18.3E	30.0C	36.7B	40.0A
Chucheongbyeo	5.0E	13.3D	18.3B	16.7C	26.7A	26.7A	26.7A
Tetep	0.2C	5.0B	5.0B	5.0B	5.0B	5.0B	6.2A

^{a)}hlw : hour leaf wetness.

^{b)}In a row, means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05level by DMRT.

Table 3. Effect of rice seedling age on disease development on three cultivars inoculated with *Cochliobolus miyabeanus*

Cultivar	% diseased leaf area ^{a)} on seedlings of			
	21 days	35 days	49 days	63 days
Daesanbyeo	9.8D ^{b)}	11.2C	19.6B	26.3A
Chucheongbyeo	8.8D	10.7C	14.0B	25.8A
Tetep	0.1C	0.3C	1.5B	4.2A

^{a)}Values are average of 3 isolates and 4 replications

^{b)}In a row, means followed by a common letters are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

백질 합성을 억제하거나 단백질 분해를 촉진하여 감수성의 증가를 가져온다고 보고하였으며, Klomp(1977) 역시 벼에 있어 식물체의 묘령에 따라 벼깨씨무늬병균에 대한 감수성이 증가한다고 하였으며, 藤井 등(1969)은 엽의 대형병반은 출수기 이전까지는 하엽에 많이 존재하나, 수확기경에는 지엽에 이르기까지 다수 나타난다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 경향이였다. 추후 벼의 묘령의 증가에 따른 엽의 생리적 변화와 감수성과의 관계에 대한 자세한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

벼 엽위에 따른 병발생. 5엽기 유묘에서 엽의 위치별 병반수를 조사한 결과, 품종과 균주에 따라 각각 차이가 있었는데, Tetep을 제외한 두 품종에서 대체적으로 상위엽으로 갈수록 병반수가 많아지는 경향을 나타냈다(Table

Table 4. Effect of rice leaf position on disease development at 7 days after inoculation with three isolates of *Cochliobolus miyabeanus*

Cultivars	Leaf position ^{a)}	No. of lesion per plant by different isolate		
		CM00-12	CM00-14	CM00-18
Daesanbyeo	5th leaf	15.1	16.7	21.7
	4th leaf	6.7	10.1	11.7
	3rd leaf	4.2	6.3	10.7
	2nd leaf	3.3	5.8	3.5
	1st leaf	2.5	10.1	-
Chucheongbyeo	5th leaf	10.1	10.1	11.7
	4th leaf	10.1	11.7	15.1
	3rd leaf	7.5	9.2	10.8
	2nd leaf	5.1	8.3	9.2
	1st leaf	2.5	5.1	7.5
Tetep	5th leaf	0.2	0.4	0.8
	4th leaf	0.2	0.7	0.5
	3rd leaf	0.5	0.6	1.3
	2nd leaf	0	1.5	0.6
	1st leaf	-	-	-

^{a)}The 5th leaf was partially extended.

4). 대산벼와 Tetep의 경우, CM00-14균주에 대하여 최하위엽인 제 1엽에서의 병반수가 제2, 3엽에 비하여 많은 것을 제외하고는 상위엽으로 갈수록 병반수가 증가되었다. 추청벼의 경우도 전공시균주에 대하여 상위엽으로 갈수록 병반수가 많았지만 CM00-14, CM00-18균주에 대하여는 부분전개된 제 5엽이 완전전개된 제 4엽에 비하여 병반수가 적었는데, 이 결과는 미전개된 잎부위에는 접종이 이루어지지 않았기 때문으로 생각된다. 저항성품종인 Tetep의 경우는 전반적으로 병반수가 적어 비교하기가 어렵지만, 대산벼와 추청벼와는 달리 CM00-12 균주와 CM00-18 균주에서는 제3엽에서 병반수가 가장 많은 것은 추후 검토가 요망된다. Ohata 등(1972)은 벼의 지엽에 있어서, 깨씨무늬병의 병반수는 초기에도 증가하지만 단백질대사의 쇠퇴에 따라 후반기에 병반의 확대가 이루어져 감수성이 엽령의 증가와 함께 증가하는 것으로 보고하여, 상위엽에 병반수가 더 많았던 본 실험의 결과와 차이가 있었다. 감수성 증가의 원인으로 엽의 노령화, 비절에 의한 단백질대사의 억제 및 단백질분해의 증가에 원인이 있다고 보고하였는데, 유묘기의 벼에 있어서의 생리적 변화에서도 영향을 미치는지에 대한 연구 결과는 추후 검토가 요망된다.

광조사량과 병 발생. 광이 벼깨씨무늬병의 발생에 미치는 영향을 구명하기 위한 실험에서 온실조건, 광처리구는 암처리구에 비하여 병반면적율에서 유의한 차이를 나타냈다. 광처리구인 3,000 lux, 6,000 lux와 온실 처리간에는 유의한 차이를 나타내지 않았으나, 반면 암처리구는 다른 모든 처리구에 비하여 병반면적율이 현저히 적었다(Table 5). Arase 등(2002)은 광조사가 병을 일으키는데 필요하다고 하였으며, Gray 등(1995)은 옥수수에 대한 *Cochliobolus carbonum*의 광에 대한 반응을 실험한 결과, 광이 없거나 감소된 상태에서 병의 발생 및 전반이 일어나지 않았으며, 상처에 의한 감염에 있어서도 병반의 전

Table 5. Effect of light intensity on the disease development of brown spot on five rice cultivars inoculated with *Cochliobolus miyabeanus*^{a)}

Cultivar	% diseased leaf area			
	Greenhouse	6,000 lux	3,000 lux	Darkness
Daesanbyeo	33.2A(a) ^{b)}	35.8A(a)	37.8A(a)	12.6A(b)
Saechucheongbyeo	33.5A(a)	36.0A(a)	36.5A(a)	11.6A(b)
Anseongbyeo	31.0AB(a)	36.2A(a)	34.7A(a)	11.7A(b)
Hwayeongbyeo	25.5AB(a)	34.5A(a)	31.0A(a)	10.3A(b)
Haepyungbyeo	19.3B(a)	21.3A(a)	28.0A(a)	9.5A(b)

^{a)}Values are average of 3 isolates and 4 replications.

^{b)}In a column (capital letter) and in a row (small letter), means followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level by DMRT.

반이 이루어지지 않았다고 한다. 이를 광처리한 작물에 적용하면 계속된 병반의 확대가 이루어졌다고 하였다. 이 결과는 맑은 날이 길었던 2001년도가 강우가 잦았던 2002년도, 2003년도에 비하여 병발생이 많았던 사실과도 일치하고 있으며, 광처리한 벼는 암처리한 벼 보다 병반면적율이 현저히 높았던 본 실험의 결과와도 같았다.

이상의 결과들을 종합하여 보면 깨씨무늬병균이 월동 후 높은 비율로 분리된다는 사실은 이병잔재물은 일차전염원으로서 작용할 수 있는 가능성이 높다. 광처리한 도체보다 암처리한 도체에서 발병정도가 높다는 결과와 침입소요시간이 불과 6시간이라는 사실은 맑은 날의 결로 시간으로도 충분히 침입할 수 있어 맑은 날이 계속되는 기상에서 병발생이 증대될 수 있을 것으로 추정된다.

묘령이 증대될수록 발병정도가 높고, 또한 엽위에 관계 없이 병반이 골고루 분포되어 하위엽에도 발병정도가 높은 결과는, 대다수의 타병에 비하여 성체저항성에 의한 발병이 감소되지 않고, 수확기까지 발병이 증대될 수 있는 것으로 생각된다.

요 약

보통답에서 마른상태의 잔재벼짚이 젖은 상태의 벚짚에서 보다 병원균의 분리빈도가 높았고, 염해답에서는 중간정도 젖은 상태의 벚짚과 완전히 젖은상태의 벚짚에서 병원균의 분리빈도가 높았으며, 보통답보다는 염해답에서 병원균의 분리빈도가 대체적으로 높았다. 벼깨씨무늬병균은 벼에 포자현탁액을 접종한 후 습실상에서 6시간 유지시키면 침입이 되어 발병이 되었으며, 추청벼에서는 14시간, 대산벼와 Tetep에서는 24시간에 최대 발병율을 나타냈다. 엽령이 많은묘(63일묘)가 엽령이 어린묘(21일-49일묘)보다 병에 대해 감수성이었다. 병반은 품종과 엽위에 관계 없이 비교적 고르게 분포되었으며, 대산벼와 추청벼에서 상위에 있는 제 5엽이 하위에 있는 잎들보다 감수성이 높은 경향이었으며, Tetep에서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았으나, 하위엽에서 병반수가 많은 경향이었다. 광의 조사와 발병과의 관계에서는 암처리한 벼가 온실조건 3,000 Lux와 6,000 Lux의 광을 조사한 벼보다 발병정도가 현저히 적은 경향이었다.

참고문헌

- Arase, S., Zhao, C., Akimitsu, K., Yamamoto, M. and Ichii, M. 2002. A Recessive lesion mimic mutant of rice with elevated resistance to fungal pathogens. *J. of General Plant Pathology* 68(2): 109.
- Baba, I., Inada, K. and Tajima, K. 1965. Mineral nutrition and physiological diseases. In: *The mineral nutrition of rice plant*. Proceedings of Symposium at IRRI, February 1964, John Hopkins Press, Baltimore, Maryland, pp.173-195.
- 藤井 博 · 渡邊 康正 · 堀野 修. 1969. こま葉枯病による穂枯れの發生機構, とくに分生胞子の空中飛散と發病との關係. 日植病報, 35(2): 101.
- Gray, J. 1995. Characterization of the maize *lls1* mutation. *Maize Genetics Conference Abstracts* 37: 75.
- Kim, C. H. 2003. 2002년 농작물 병해발생개황. *식물병연구* 9(1): 10-17.
- Klomp, A. O. 1977. Early senescence of rice and *Drechslera oryzae* in the Wageningen Polder, Surinam. WAU dissertation no. 674.
- Lawrence, E. D. and Richard, S. L. 1994. Brown spot in florida rice. A series of the plant pathology department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 128pp.
- Oelke, E. A. 1993. Wild rice: Domestication of a native north american genus. In: Janick J. and Simon J.E. (eds.), *New crops*. Wiley, New York: 235-243.
- Ohata, K., Kubo, C. and Kitani, K. 1972. Relationship between susceptibility of rice plants to *Helminthosporium* blight and physiological changes in plant. *Bull. Shikoku Agric. Exp. Stn.* 25: 1-19.
- Percich, J. A., Nyvall, R. F., Malvick, D. K. and Kohls, C. L. 1997. Interaction of temperature and moisture on infection of wild rice by *Bipolaris oryzae* in the growth chamber. *Plant Dis.* 81: 1193-1195.
- Seidel, D. and Herrera, L. 1979. Survival of *Cochliobolus miyabeanus* in the soil. *Wentralbl Bakteriell Naturwiss* 134(1): 40-42.
- Tanaka, A. and Yoshida S. 1970. Nutritional disorders of rice plant in Asia. *Int. Rice Res. Inst. Tech. Bull.*, no. 10.
- Webster, G. N. and Gummell, P. S. 1992. *Compendium of rice disease*. APS press. 62 pp.
- 예완해, 남영주, 심홍식, 김용기, 남기웅. 2003. 2003작물보호연구(인쇄중), 농업과학기술원.