

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
농작물 병해충 발생예측 모델 개발		작물보호	'09	농업기술원 환경농업연구과	홍순성
벼 키다리병 발생생태 및 종합방제법 개발		작물보호	'09	농업기술원 환경농업연구과	홍순성
색인용어	벼, 키다리병, 발생생태, 방제				

ABSTRACT

These experiments were conducted to study ecology and control strategy of rice bakanae disease in the paddy field. The infection rates of distributing rice seeds in 2008 collected from paddy field was 5.2% by *in vitro* selective medium method and 2.4% by young seedling method in greenhouse. However, the infection rates of bakanae disease after careful selection of rice seeds got lower than direct collection from rice farm because of careful removing of pathogen. Infection rates made no difference depending on distance in 100m of diseased fields with bakanae disease, while infection rates of cultivar "Odaebyeo" and "Daeanbyeo" was more higher than other cultivars. The conidia of *Gibberella fujikuroi* were dispersed from mid of July to mid of Oct. and the amount of conidia was most highest at early and middle of Sep. Dispersion of conidia was highest after the next of rainy day. In the survey of seedling box, diseased plants of single treatment of prochloraz was 14.3% while mixed treatment of prochloraz with fludioxonil and seed coating of carpropamid + fludioxonil + imidacloprid was 0.04% and 0.09%, respectively. In the survey of rice field, diseased plants of single treatment of prochloraz was 42.3% while mixed treatment of prochloraz with seed coating of carpropamid + fludioxonil + imidacloprid was 6.2% to 8.1%. These results were also similar to late transplanting of young rice seedlings. So, in the survey of seedling box, diseased plants of single treatment of prochloraz was 7.5% while mixed treatment of prochloraz with fludioxonil and seed coating of carpropamid + fludioxonil + imidacloprid was 0.1% and 0.03%, respectively. In the survey of rice field, diseased plants of single treatment of prochloraz was 44.9% while mixed treatment of prochloraz with seed coating of carpropamid + fludioxonil + imidacloprid was 4.0% to 4.3%.

Key words : Rice, Bakanae disease, Fungicide, Seed disinfection

1. 연구목표

최근 벼 키다리병(*Gibberellia fujikuroi*)이 전국적으로 발생하여 영농에 심각한 영향을 끼치고 있다. 이 병에 감염되면 육묘기에는 벼가 도장하며, 심하면 말라 죽기도 한다. 벼 키다리병에 감염된 묘를 이앙할 경우 본답후기까지 생육에 영향을 미쳐 수량감소와 쌀의 품질을 떨어뜨릴 뿐만아니라 1차 전염원인 포자를 생성한다. 키다리병은 주로 종자로 전염되어 종자소독을 할지라도 완벽하게 방제가 곤란하고 상토의 종류나 최아 및 육묘방법 등에 따라서도 발병차이가 심하다(차 등, 1983).

벼 키다리병에 대한 연구는 주로 1980년대에 이루어졌으며 그 당시에 주로 재배하던 벼 43품종에 대한 저항성정도를 검정한 결과 태백벼 등 7품종은 저항성, 추청벼 등 17품종은 중정도, 그리고 한강찰벼 등 19품종은 감수성으로 분류되었다(양 등, 1985). 키다리병은 prochloraz 등 효과가 우수한 침투이행성 종자소독제가 개발되면서 발생이 현저히 줄어 최근까지 문제가 되지 않았다. 그러나 최근 간편한 종자소독법으로 완전한 종자소독이 되지 않고 있으며, 또한 벼 종자 출아처리 할 때 키다리병 병원균 발육에 적합한 28~30°C에서 육묘함에 따라 키다리병 발생에 유리하게 되고(인 등, 1985) 또 벼 수확시 콤바인의 탈곡회전수 증가로 생긴 상처와 이병벼대 혼입으로 종자전염빈도가 증가하고 있다. 따라서 최근 육성된 일부 양질다수성 품종에서 종자소독을 정밀하게 했음에도 불구하고 벼 키다리병 발생이 많아지고 있어 이에 대한 방제대책이 시급히 요구되고 있다.

따라서 본시험은 벼 종자보급종의 키다리병 병원균 감염율, 본답에서 발생생태, 벼 종자 소독 방법 등을 구명하여 효율적인 벼 키다리병 방제방법을 찾고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 2008년산 벼 종자보급종 키다리병 조사

2008년산 종자보급종의 키다리병 병원균 감염율을 조사하기 위해 실내검정과 유묘검정을 실시하였다. 배지검정은 KOMADA 배지를 이용하였으며, 조성은 증류수 1L에 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ 1g, K_2HPO_4 1g, KCl 0.5g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0.5g, Fe-Na-EDTA 0.01g, D-galactose 20g, L-asparagine 2g, agar 15g, PCNB (Terraclor 75 % WP)(pentacloronitrobenzene) 1.0g을 녹여 넣고 121°C 고압멸균기에 10분간 멸균한 뒤에 55°C 정도 식힌 후 oxgall (Bile Bovine) 0.5g, streptomycin sulfate 0.3g을 넣고 고루 희석한 후 페트리디쉬에 부어 균혀 사용하였다. 보급종 시료 치상은 종자관리소에서 매일 농가별로 수매하는 종자를(중 발아검정을 한 후 남은 시료) 이용하여 3반복으로 배지 당 20개의 낱알을 치상하고 랩으로 밀봉한 후 28°C 항온기에 5일간 배양한 후 균총 색과 형태를 구분하여 계수하였다.

유묘검정은 환경농업연구과 육묘온실에서 실시하였으며 배지검정에 사용한 동일 시료를 이용하였고, 시험은 백색 플라스틱 통에 종자 30g을 넣고 같은 양의 물을 부은 후 28°C 항온기에 24시간 침중하였다. 그 후 2일 동안 매일 깨끗한 물로 갈아주고 28°C 항온기에 두어 충분히 종자를 불린 후 물을 빼고 30°C 항온기에 1일 동안 두어 최아를 시켰다. 과종은 직경 12cm 포트에 어린모상토(부농)를 담고

뽕씨를 뿌린후 상토를 덮었다. 3일 동안 출아를 시켜 치상후 녹화를 하고 매일 충분한 관수를 하여 관리를 하였다. 조사는 파종 30일후 포트내 전 포기를 조사하여 키다리병 발병주와 발병하지 않는 주의 비율을 계산하여 발병주율을 조사하였다.

나. 본논에서 키다리병 발생생태

시기별 키다리병균 비산현황을 조사하기 위하여 2007년부터 2009년까지 3년간 조사하였으며 조사 방법은 도열병 분생포자 채집기를 이용하여 7월 1일부터 10월 10일까지 매일 1시간 (01:00~02:00) 동안 채집기를 가동하여 포자를 강제로 흡착한 후 광학현미경 200배 시야에서 계수하였다. 또 KOMADA 선택배지를 이용한 채집기를 사용하여 2009년 동 시기에 포자 비산량을 조사하였다.

키다리병 발병 포장의 벼대에서 만들어진 키다리병 병원균이 출수한 벼알로 이동하는 거리를 조사하기 위해 2008년 10월 하순경 거리별로 벼 이삭을 채취하였다. 채취한 벼 이삭을 음건 한후 낱알만 정선하여 검정시료로 사용하였으며, 검정 방법은 배지검정과 유묘검정으로 하였다.

기상자료는 인터넷 www.epilove.com에 접속하여 농업기술원 예찰답에 설치한 자동기상관측기(CR10)에서 수집된 자료를 이용하였다.

다. 약제 체계처리에 의한 키다리병 방제 효과

종자 파종 전 농약 체계 처리에 의한 본답 키다리병 방제효과를 조사하기 위해 전년도 병이 심하게 발생했던 화성벼를 공시하여 시험을 하였다.

중묘이앙 재배에 의한 종자소독 효과를 조사하기 위해 4월 10일 스포탁 유제 2,000배액 단일 소독 처리와 스포탁 유제 2,000배 + 사파이어 액상수화제 2,000배액에 24시간 침중소독처리, 4월 10일 스포탁 유제 2,000배액 단일 소독하고 4월 16일 자바라 종자처리수화제를 10g/종자 1kg 습분의 한 후 종자를 파종한 처리를 무소독 처리와 대조하여 시험하였다. 본답 시험구 배치는 단구제로 하였으며 벼 이앙은 5월 13일 6조식 승용이앙기를 이용하여 주간 14cm 간격으로 이앙하였고 관리는 벼 표준재배 법으로 관리하였다. 조사는 5월 4일 이앙 직전에 발병주율을 조사하고 이앙 후 6월 26일, 7월 21일, 8월 10일에 발병 포기율을 조사하였다.

어린모이앙 재배에 의한 종자소독 효과는 중묘이앙 재배와 동일한 처리로 5월 12일 스포탁 유제 2,000배액 단일 소독처리와 스포탁 유제 2,000배 + 사파이어 액상수화제 2,000배액에 24시간 침중소독처리, 5월 12일 스포탁 유제 2,000배액 단일 소독하고 5월 16일 자바라 종자처리수화제를 10g/종자 1kg 습분의 한 후 종자를 파종한 처리를 무소독을 대조하여 시험하였다. 조사는 6월 1일 이앙 직전에 발병주율을 조사하고 이앙 후 7월 21일, 8월 10일에 발병 포기율을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 2008년산 벼 종자 보급종 키다리병 조사

경기도 종자관리소에서 벼 종자 보급종으로 보급하기위해 생산농가별로 수매한 벼의 키다리병 발생을 조사한 결과 표 1과 같이 6개 품종 중 고시히카리벼와 추청벼가 배지검정에서 대체로 높은 병원균 검출율이 있었으며, 삼광벼는 상대적으로 낮은 검출율을 보였다. 유묘검정에서는 배지검정보다 전체적으로 낮은 검출율을 보였지만 평균 2.4%의 감염율을 보였고 경기도 주 보급품종인 추청벼가 1.8%의 감염을 나타내었다.

표 1. 2008년 벼 종자보급종의 정선 전 키다리병 발생상황

품종	조사점수	배지검정 (병원균 검출율(%))	유묘검정 (발병주율(%))
고시히카리벼	11	9.7	3.3
대안벼	46	4.3	3.3
삼광벼	16	1.1	0.8
수라벼	19	3.6	1.9
오대벼	10	3.1	3.1
추청벼	418	9.4	1.8
평균		5.2	2.4

종자관리소에서 농가로 부터 수매한 종자를 건조, 정선한 후 종자에 프로라즈코퍼클로라이드 종자처리액상수화제 농약을 습분의처리하여 포장하는데 이 단계에서 키다리병 병원균 감염율을 조사한 결과 표 2와 같이 습분의처리 하기 전 종자에서는 키다리병 발생주율이 최저 0.9%에서 최고 2.5% 발생하였으며 평균 1.6%로서 농가 수매 단계의 감염율보다 낮았다. 이는 정선단계에서 병에 걸린 쪽정이나 충실하지 않은 종자가 바람에 의해 걸러져 오염율이 낮아지는 것으로 생각된다. 그러나 프로라즈코퍼클로라이드 종자처리액상수화제로 습분의 처리하였을 때는 최고 0.4%, 평균 0.3%로서 키다리병 발병주율이 소독전보다 상당히 줄어들었으나 완전 방제 효과는 없어 생산지에서 오염되지 않은 종자를 생산하거나 추가적인 소독방법 도입이 필요하다.

표 2. 2008년산 벼 종자보급종의 정선 후 키다리병 발생 상황(유묘검정)

품종	조사점수	키다리병 발병주율(%)	
		종자 정선 후	종자 정선 및 농약분의처리 ¹⁾
고시히카리벼	19	1.2	0.3
대안벼	22	0.9	0.2
삼광벼	8	1.4	0.3
수라벼	9	1.7	0.2
오대벼	7	2.5	0.2
추청벼	250	1.6	0.4
평균		1.6	0.3

1) 종자소독방법 : 종자관리소에서 프로라즈코퍼클로라이드 종자처리액상수화제를 분의처리한 종자를 부피비율 1:1로 물에 침중하여 24시간 소독

나. 본논에서 키다리병 발생생태

키다리병은 병에 걸린 벳대에서 형성된 병원균이 비바람을 타고 출수하는 벳 이삭으로 날아가 왕겨 속이나 겉에 붙어 이듬해 접종원으로 작용하는데 이들 병원균이 얼마나 멀리 비산하는지 조사기위하여 발병포장부터 거리별로 벳 이삭을 채취하여 병원균 감염율을 조사한 결과 표 3, 4와 같다. 채취한 품종별 배지검정 조사한 결과 오대벼, 대안벼가 대체로 감염율이 높았고 추청벼, 고시히카리벼는 대체로 낮은 감염율을 보였다. 그러나 유묘검정에서는 대안벼가 높았는데 이는 접종원으로 작용한 화성벼가 중생종으로서 출수기가 비슷한 중생종인 대안벼가 감염율이 높은 것으로 사료되며 오대벼는 단순히 왕겨 겉에 많이 붙어 배지검정에서는 발현되었으나 침중하고 수세하는 단계에서 씻겨나가 접종원 역할을 못해 유묘검정에서 감염율이 낮아지는 것으로 생각된다. 거리별로는 대체로 발병포장으로부터 가까운 지점에서 감염율이 높으나 100m 거리에서도 감염율이 높아 비산거리가 100m 이상 될 것으로 생각된다.

표 3. 배지검정에서 발병포장 거리별 키다리병 병원균 검출율 (단위 : 발병립율(%))

처리내용	발병포장에서 떨어진 거리						평균
	5m	20m	40m	60m	80m	100m	
오대벼	33.3	33.3	40.0	37.8	68.9	37.8	41.9
고시히카리벼	40.0	13.3	13.3	8.9	13.3	17.8	17.8
대안벼	71.1	31.1	28.9	68.9	26.7	44.4	45.2
수라벼	11.1	26.7	11.1	31.1	33.3	26.7	23.3
추청벼	24.4	8.9	4.4	6.7	11.1	6.7	10.4

※ 발병포장 : 화성벼(발병립율 : 91.9%)

표 4. 유묘검정에서 발병포장 거리별 키다리병 병원균 검출율 (단위 : 발병립율(%))

처리내용	발병포장에서 떨어진 거리						평균
	5m	20m	40m	60m	80m	100m	
오대벼	16.6	23.1	19.2	16.3	24.8	10.7	18.4
고시히카리벼	27.0	2.2	2.5	1.6	2.4	1.9	6.3
대안벼	34.5	37.0	22.0	19.3	41.8	42.9	32.9
수라벼	14.9	23.7	15.4	18.6	22.6	16.4	18.6
추청벼	14.4	5.0	5.5	3.9	4.8	7.5	6.9

※ 발병포장 : 화성벼(발병립율 : 45.2%)

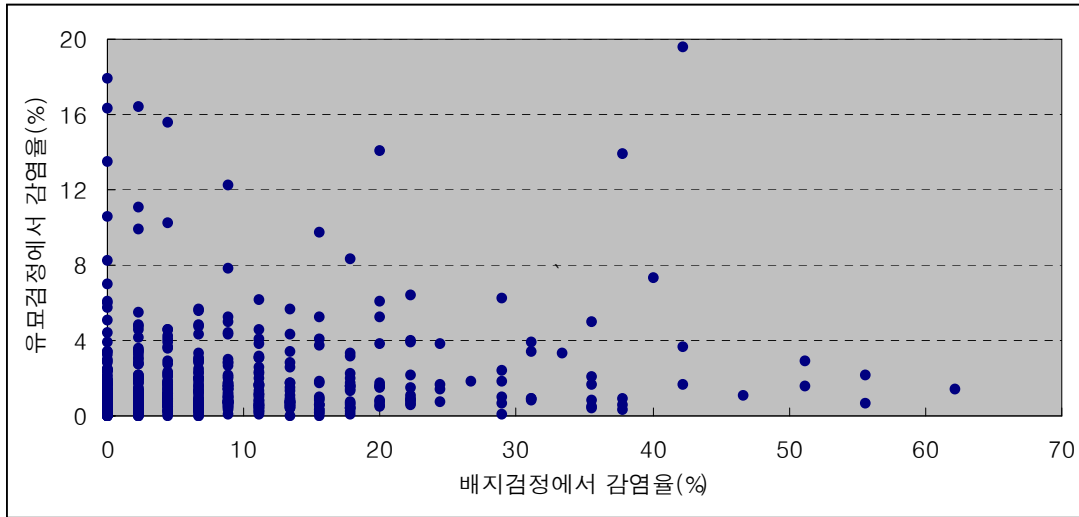
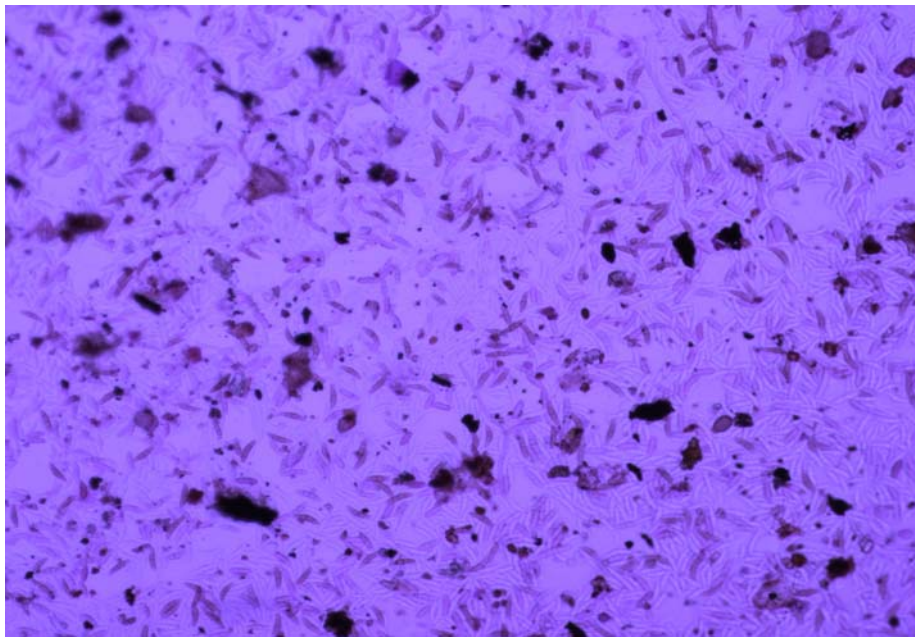


그림 1. 배지검정과 유묘검정의 키다리병 병원균 감염률 비교

키다리병 병원균 감염률 조사 방법을 30일 이상 걸리는 유묘검정 대신 7일 정도 걸리는 배지검정으로 대체하기 위해 배지검정의 효율성을 검토한 결과 그림 1과 같이 배지검정과 유묘검정의 상관계수 0.096으로 매우 낮아 실효성이 없는 것으로 판단되었다.



<포자채집기로 채집된 병원균>



<선택배지로 채집된 병원균>

그림 2. 포자채집기로 채집된 병원균 포자와 KOMADA 선택배지로 채집하여 배양된 병원균

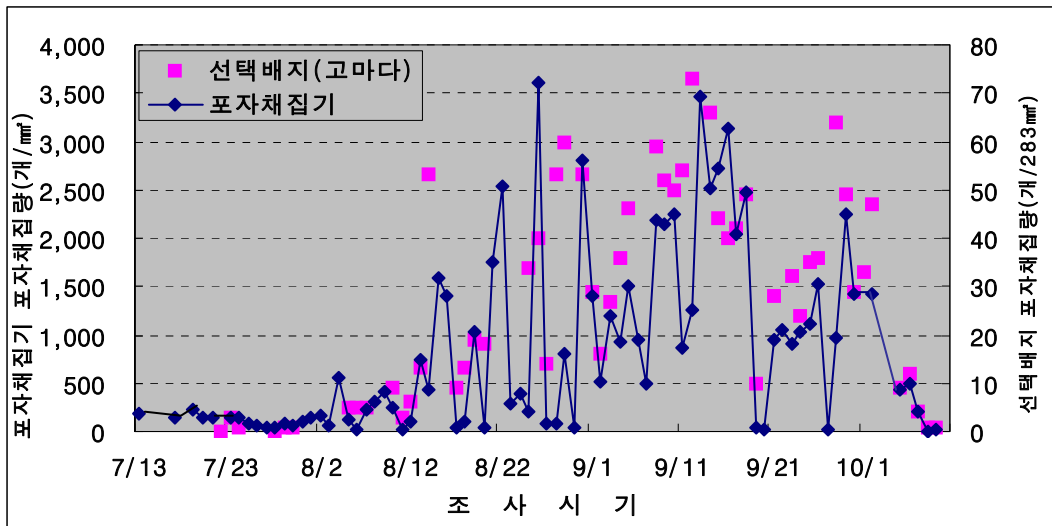


그림 3. 포자채집기와 선택배지와 병원균 비산포자 채집량 비교

키다리병 병원균의 시기별 비산 상황을 조사하기 위하여 도열병분생포자채집기와 KOMADA 선택배지를 이용한 채집량을 분석한 결과 포자채집기에 의한 채집량이 월등히 많았고 채집시기도 빨라 키다리병 발생상태에 연구에 효과적일 것으로 생각되었으며(그림 2,3), 도열병 분생포자 채집기에 의한 채집량 분석을 한 결과 그림 3와 같이 7월 초순부터 비산을 시작하여 벼를 수확할 때까지 비산을 하였다. 최고 비산시기는 8월 하순부터 9월 하순까지이며 2007년은 9월 중순경, 2008년은 상순경, 2009년은 8월 하순과 9월 중순에 최고의 비산시기를 보였다. 따라서 키다리병 병원균의 전반은 출수시부

터 유숙기까지 이루어지는 것으로 추정되었다. 기상요소와 포자비산량과 관계를 분석한 결과 그림 5와 같이 강우가 있을 경우에는 비산을 거의 하지 않았고 강우 다음날부터 비산량이 증가하는 경향을 보였다. 잎이 젖어있는 결로시간과 포자비산량 분석에서 결로시간이 너무 많거나 너무 적은 날에는 비산량이 적었고 6~12시간 전후에 비산량이 많아 비산포자가 며 낱알에 침투할 때에 적당한 습윤시간이 필요한 것으로 추정 되었다(그림 6).

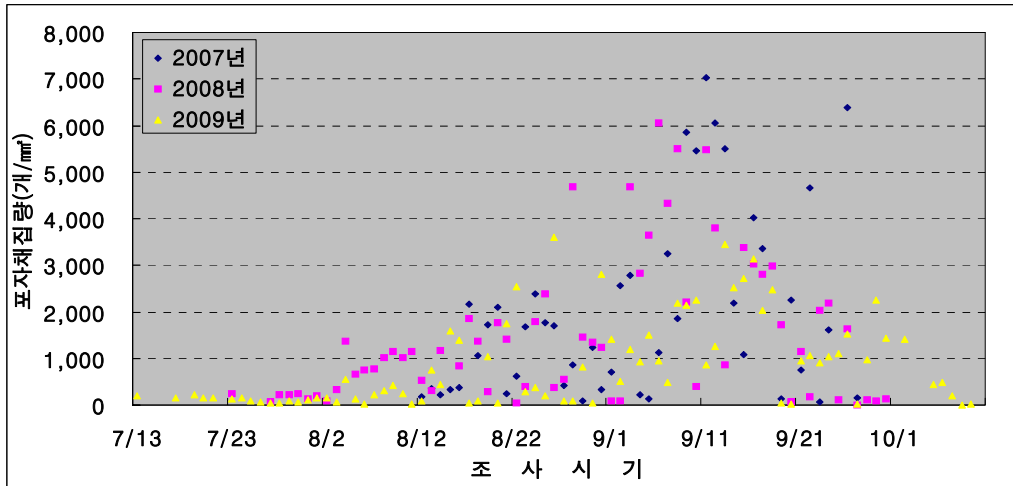


그림 4. 포자채집기를 이용한 병원균 비산포자 년도별 채집량

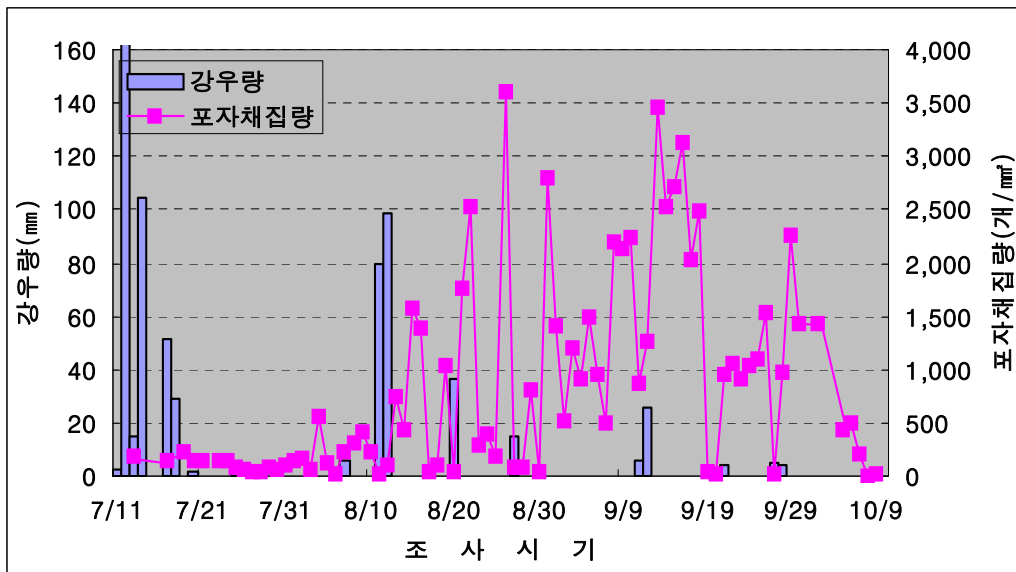


그림 5. 강우량과 병원균 비산포자 채집량 비교

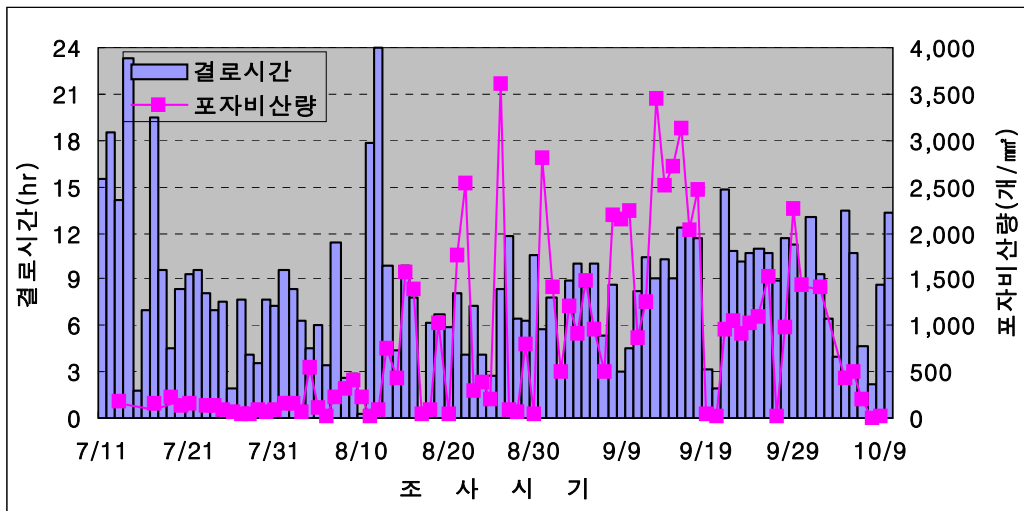


그림 6. 결로시간과 병원균 비산포자 채집량 비교

다. 약제 체계처리에 의한 키다리병 방제 효과

종자 파종 전에 종자소독 체계처리에 의한 못자리 및 본답에서 키다리병 방제효과를 조사한 결과 그림 7, 8과 같이 중묘 적기이앙에서 스포탁 유제 단일 소독을 할 경우 14.3%의 못자리 발병주율이 나타난 것에 비해 스포탁 유제와 사파이어 액상수화제 혼합처리 및 스포탁 유제에 침중소독을 하고 자바라 종자처리수화제로 분의처리할 경우 0.04%, 0.09%로 거의 발생하지 않았고 이앙 후 본답에서도 스포탁 유제 단독 소독보다 8.1% 6.2%의 발병 포기율로 발생율이 매우 낮아 방제효과가 우수하였다. 어린모 만기이앙의 경우에서도 적기이앙과 같은 종자소독 체계처리로 우수한 방제 효과를 나타내었으며 특히 종자소독을 하지 않은 적기이앙에서는 못자리 발병율이 만기이앙에 비해 높았지만 본답에서 발병율은 만기이앙에서 높아 상대적으로 못자리 기간이 짧은 어린모의 경우 본답에서 키다리병이 많이 발현하는 것으로 추정되었다.

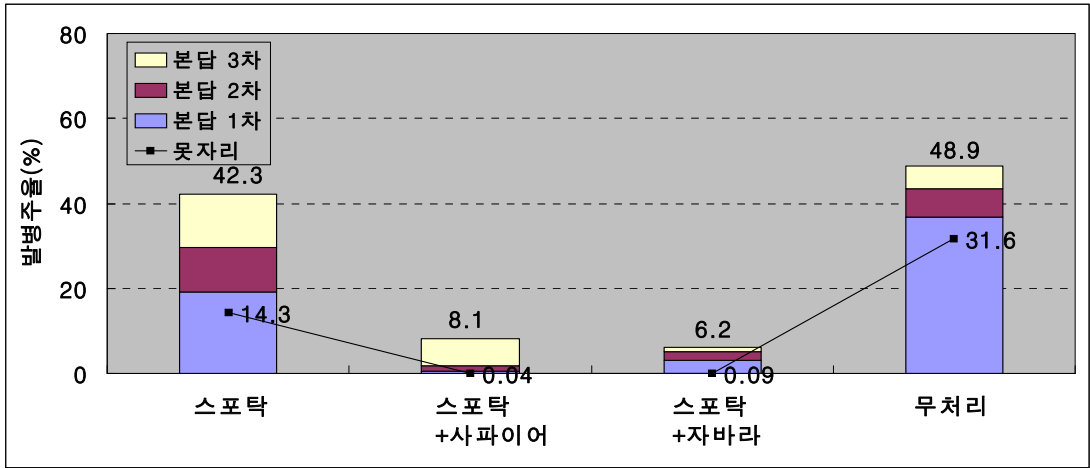


그림 7. 중묘 적기이양 재배에서 종자소독제 처리방법별 키다리병 발생 조사

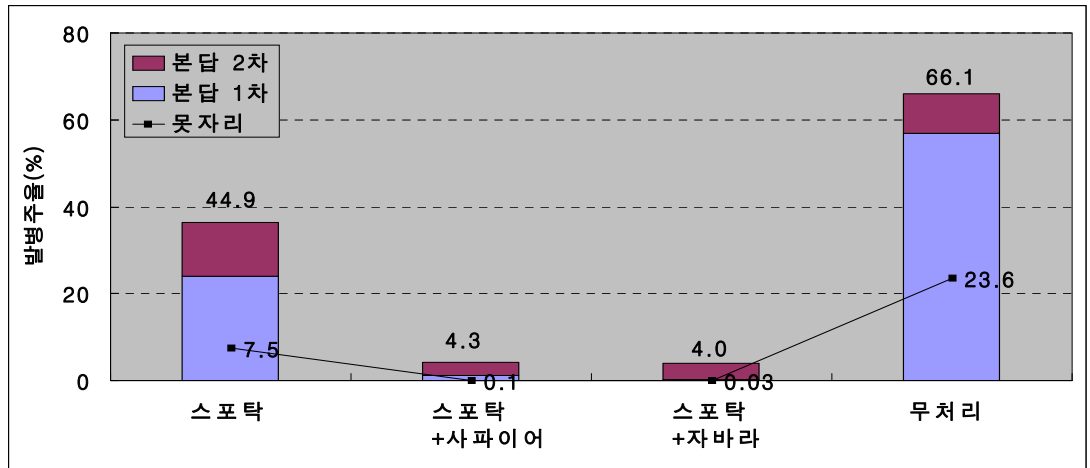


그림 8. 어린묘 만기이양 재배에서 종자소독제 처리방법별 키다리병 발생 조사

4. 적 요

최근 발생이 급격히 늘어나고 있는 벼 키다리병의 체계적 방제방법을 시험한 결과는 다음과 같다.

가. 종자보급종 키다리병 발생분석

- 2008년 벼 종자보급종의 정선전 키다리병 발생율은 배지검정에서 감염율이 5.2%, 유묘검정에서 발병주율이 2.4%이었다.
- 정선 후 키다리병 발생율은 유묘검정 발병주율이 1.6%로 정선 전 2.4% 보다 낮아 벼 외피에 붙은

병원균이 정선과정 중 바람에 의해 상당히 제거되는 것으로 추정되었고 프로라즈코퍼클로라이드 중자처리액상수화제로 분의처리 했을 경우에는 0.3%의 발생주율을 보였다.

나. 키다리병 발생 생태

- 키다리병 발생포장 인근 거리별 키다리병 감염율 조사에서 100m까지 거리간에는 큰 차이가 없었으나 품종간 차이가 많았으며, 그 중 오대벼, 대안벼가 감염율이 높았다.
- 배지검정과 유묘검정의 키다리병 병원균 검출율의 상관계수는 0.096으로서 매우 낮았다.
- 도열병 분생포자채집기를 이용한 포자채집량이 선택배지에 의한 채집한 양보다 월등히 높고 채집 시기도 빨랐다.
- 시기별 키다리병 병원균 채집량은 7월 중순부터 시작하여 10월 중순 수확기까지 비산하였으며 특히 9월 초, 중순에 비산량이 높았다.
- 기상요인과 병원균의 비산량의 비교분석 결과 강우 후 다음날에 대체로 많았으며 결로시간이 너무 길거나 짧은 날에는 비산량이 적었다.

다. 키다리병 방제 체계

- 중묘 적기이앙에서 키다리병 발생율은 못자리 조사에서 스포탁 유제 단독 처리 14.3%보다 스포탁 유제 + 사파이어 액상수화제, 스포탁 유제+자바라 중자처리수화제 체계 처리가 0.04%, 0.09%로서 발생량이 적었으며, 본답 조사에서는 스포탁 유제 단독 처리 발병주율 42.3%보다 스포탁 유제 + 사파이어 액상수화제 등 2처리가 6.2~8.1%로서 약효 지속효과가 우수하였다.
- 어린모 만기이앙에서 키다리병 발생율은 못자리 조사에서 스포탁 유제 단독 처리 7.5%보다 사파이어 유제 + 사파이어 액상수화제, 스포탁 유제+자바라 중자처리수화제 체계 처리가 0.1%, 0.03%로서 발생량이 적었고, 본답 조사에서는 스포탁 유제 단독 처리 발병주율 44.9%보다 스포탁 유제 + 사파이어 액상수화제 등 2처리가 4.0~4.3%로서 약효가 지속효과가 우수하였다.

5. 인용문헌

- 박흥규, 신혜률, 이인, 김석언, 권오도, 박인진, 국용인. 2003. 벼 종자소독시 수온, 처리시간 및 약량이 벼 키다리병 발병에 미치는 영향. 한국농약과학회지 Vol. 7. No. 3. pp. 216-222
- 차광홍, 박공열, 이재휴. 1983. 벼 키다리병의 발생소장과 방제에 관한 시험. 전남농촌진흥원 시험연구보고서. pp. 633-641
- 양성석, 조의규, 김완규, 이은중, 성재모. 1985. 벼 키다리병 저항성 검정 및 모 입고병 발생원인에 관한 연구. 농업기술연구소 시험연구보고서 pp. 211-226
- 인무성, 이수찬, 정계영. 1985. 벼 키다리병 발생생태 시험. 충남농촌진흥원 시험연구보고서 pp. 282-285
- Komada, H. 1976. A new selective medium for isolating Fusarium from natural soil. Proceedings of the American Phytopathological Society 3:221

6. 연구결과 활용제목

- 종자체계소독을 통한 본답에서 벼 키다리병 발생억제(2009, 영농활용)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'09
벼 키다리병 발생생태 및 종합방제법 개발	책임자	농업기술원 환경농업연구 과	농업연구사	홍순성	세부과제총괄	○
	공동연구자	”	농업연구사	김진영	병해조사	○
		”	”	이진구	조사보조	○
”	”	”	이현주	조사보조	○	