

최 종
연구보고서

저농약 고효율 배 병 방제체계 개발

Development of highly efficient spray
program for pear production with reduced
fungicide spray frequency

경 북 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “지농약 고효율 배 병 방제체계 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007 년 12월 12일

주관연구기관명 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 엄 재 열

세부연구책임자 : 엄 재 열

협동연구기관명 : 농촌진흥청 원예연구소 나주배시험장

협동연구책임자 : 최 용 문

협동연구기관명 : 울산광역시 농업기술센터

협동연구책임자 : 박 언 기

요 약 문

I. 제 목

저농약 고효율 배 병 방제체계 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 우리나라에는 26종의 배나무 병이 보고되어 있으나 그 중 경제적 중요성을 갖는 것은 검은별무늬병과 붉은별무늬병의 2종에 불과하다. 그럼에도 불구하고 연간 평균살균제에 살포회수는 약 11회나 되고 많을 경우에는 20회 이상 살포하는 농가도 적지 않다. 이와 같은 과도한 살균제 살포는 필연적으로 저항성 문제를 야기하고, 또 농가의 농약 살포 관행으로 볼 때 살균제 살포시에 살충제 또는 살비제를 필요 유무와 관계없이 혼용하는 경우가 많으므로 과수원의 생태계가 교란되어 꼬마배나무이와 같은 잠재해충의 피해가 증가하고 있다. 따라서 살균제의 살포회수를 줄이면 살충제의 살포회수는 저절로 줄어지게 될 것으로 생각된다. 그리고 경제 살회적 측면에서도 우리나라의 소비자는 잔류농약에 대해 매우 예민한 반응을 보이므로 국내시장의 선점을 유지하기 위해 농약의 사용을 최소화한 안전농산물의 생산이 절실하다. 앞으로 FTA 체결국의 증가는 거스를 수 없는 대세이므로 외국 농산물과의 경쟁을 위해서라도 농약의 사용량을 줄여 경영비를 낮추는 것이 필요하다.

III. 연구개발 내용 및 범위

이 연구의 궁극적 목표는 살균제의 살포회수를 연간 6회 이내로 줄이고 검은별무늬병에 의한 피해를 5% 이내로 줄이는 것이다. 이를 위해 우리나라 주요 배 재배 지역의 병해충 발생 상황, 배재배 농가에서의 농약 사용실태의 조사, 배 재배 지역에서 병원균을 채취하여 검은별무늬병의 방제에 불가결한 EBI 살균제에 대한 저항성을 검정, 그 결과에 의거하여 사용가능 살균제를 선발, 선발된 살균제의 보호효과 지속기간 및 치료효과 발현 기간을 조사, 그에 근거하여 살포체계를 개발, 이를 농가에 실증하는 등의 단계별로 접근하도록 되어 있다. 그러나 이는 어디까지나 논리적 기술일 뿐 실제에는 3년간의 짧은 기간에 살포체계를 개발하기 위해서는 모든 실험을 동시에 진행 할 수밖에 없었다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

우리나라의 주요 배 산지에서 병발생상황 농약사용실태를 조사한 결과 검은별무늬병이 가장 중요한 병해이고 지역에 따라 붉은별무늬병도 상당한 정도의 피해를 주는 것으로 나타났다. 농약의 사용실태 조사에서는 살균제는 연간 9-16회 살포하며 많은 경우에는 20회 이상 살포하였다. 특히 주목할 만한 사실은 사용하는 살균제의 50%이상이 저항성 발달 위험이 높은 EBI제였다.

배 재배 역사가 길고 검은별무늬병이 상습적으로 발생하는 울산과 나주에서 병원균을 채취, 5종의 EBI 함유 배지에서 저항성을 검정한 결과, 일부의 약제에 대해서 EC₅₀ 값의 평균치를 10배 이상 초과하는 균주가 산발적으로 발견되어 저항성 또는 감수성이 저하한 균주가 존재한다는 사실이 발견되었다. 저항성 검정 방법을 바꾸어 권장사용농도의 EBI를 처리한 배나무 묘목에 병원균을 인공접종한 결과, 2종의 살균제에 대해 고도 저항성 균이 발견되었다.

살균제 살포체계 개발에 이용 가능한 약제를 선발하여 그들 약제의 검은별

무늬병에 대한 보호효과 최대지속기간 및 치료효과 유지기간을 조사, 이들 중 우수 약제를 선발하여 살포체계 개발에 활용하였다.

검은별무늬병 포자의 사과 생육시기별 비산 양상 조사와 감염 시기를 3년간 조사했는데, 연차간 지역간에 매우 큰 차이가 있었다. 또 2006년도 조사에서는 검은별무늬병은 개화전부터 감염되고 과실에도 병반을 형성하는 것으로 밝혀져 감염시기조사 및 포자분산 소장 양상의 조사는 살포체계 개발에 활용될 여지가 없는 것으로 판단되었다. 그러나 그 조사를 앞으로 수년간 계속하여 데이터가 집적되면 기상조건과 연계하여 검은별무늬병의 발생 예측이 가능할 것으로 생각되었다.

살균제 살포체계를 개발하기 위한 실험은 2004년 연구개시 이전부터 시작했는데, 2004년도에는 6월 중순 봉지씩우기까지 살균제를 4회 살포하는 체계 8개를 검토했는데, 가장 발병율이 낮은 것은 검은별무늬병을 1.2%까지 억제했으므로 4회 살포체계의 개발 가능성이 시사되었다. 2005년도의 실험에서는 4회 살포체계 5개와 5회 살포체계 3개를 검토했는데, 4회체계를 적용한 황금배 품종에서 검은별무늬병의 발병율은 최저 2.3%에서 4.4%까지로 당초의 목표범위내에 들어 가는 것으로 판단되었다. 그러나 신고품종에서 4회 살포체계를 적용한 경우, 발병율은 최저 4.1%에서 최고 11.2%로 다소 불안한 것으로 판단되었다. 그런데 5회 살포체계를 적용한 시험구에서 황금배 품종은 최저 1.6%로 비교적 우수한 결과가 얻어졌고 신고품종에서도 최저 3.0%로 목표범위에 들어 갈 수 있는 것으로 판단되었다. 2006년도에는 5회 살포체계를 작성하여 시험했는데, 당해연도에는 전반적으로 병 발생이 매우 많아 검은별무늬병 발병율이 최저 12.4%에서 최고 48.7%로 목표 범위를 크게 벗어났다. 특히 2006년도의 실험에서는 개화전 살포약제가 병 방제에 결정적 역할을 했는데, 이 시험에서는 당일 바람이 강하여 약제가 제대로 부착하지 못한 것도 한 원인일 것으로 생각되었다. 2007년도의 실험에서는 약제살포 회수를 1회 더 늘려 6월 중순 봉지씩우기까지 6회 살포하는 체계를 작성하여 시험했다. 2007년도에는 전반적으로 병이 많이 발생했으나 발병율을 2.4%까지 줄일 수 있었다. 따라서

당초의 목표에 부합하기 위해서는 6월 중순 봉지씌우기까지의 약제 살포회수는 최소한 6회는 되어야할 것으로 판단되었다. 배 과실에서는 일단 봉지를 씌운 후에는 병원균이 부착할 수 없으므로 더 이상 문제가 될 것이 없으나 8월 경에 잎에 흰가루병이 발생하는 경우가 있으므로 이를 방제하기 위해 EBI를 한차례 더 뿌릴 필요가 있는 것으로 생각되었다.

2007년도에 울산광역시 울주군의 3개면에 각각 1농가씩을 선정하여 봉지씌우기까지 살균제를 6회 살포하는 체계의 실증시험을 수행했는데 두 농가에서는 2007년도 울산지방의 평균치 이하로 발병이 억제되어 대체로 만족할 만한 수준이었다. 그러나 한 농가에서는 발병율이 79.3%나 되어 농약을 전혀 살포하지 않은 무처리구 보다 더 높았다. 그 원인을 구명하기 위해 당해 과수원에서 채집한 균으로 그 과수원에 적용한 살포체계에 포함되어 있는 EBI에 대한 저항성을 검정한 결과, 검은별무늬병 감염 최성기인 낙화직후에 살포한 flusilazole에 대한 고도의 내성균이 발견되었다. 따라서 실증시험에서 방제 부진 의 원인은 병원균의 약제에 대한 저항성인 것으로 판단되었다.

이 연구에서 얻어진 결과는 농민교육으로 농가에 보급해야 할 것이나 현재로서 우리나라의 모든 농가에 광범위하게 적용하기는 어렵다. 배 생산에 있어서 가장 큰 난점은 검은별무늬병인데 이 병의 방제를 위해서는 침투성 살균제로 치료효과가 있는 EBI 살균제의 사용을 피할 수 없다. 그러나 이 연구에서는 울산과 나주에 EBI 저항성 또는 감수성이 저하한 균이 광범위하게 존재한다는 사실이 발견되었고, 그 양상이 과수원 마다 차이가 있다는 사실도 발견되었다. 따라서 이 연구에서 개발한 살포체계를 모든 농가에 적용하면 일부의 과수원에서 문제가 생길 것이 거의 확실하다. 따라서 현재로는 이 연구에서 개발된 살포체계를 각 농가에서 부분적으로 적용하도록 하여 문제가 발생하지 않으면 전체에 확대하고, 만약 문제가 생기면 당해 과수원에 서식하고 있는 병원균의 약제에 대한 저항성을 검정해야한다. 또 이 연구에서는 현재 농가에서 가장 빈번하게 쓰이고 있는 5종의 EBI에 대한 저항성을 검정했는데, 현재 우리나라에서 배나무에 등록되어 있는 EBI는 2004년 현재 모두 13종이나 되므로

그들 모두에 대한 저항성 검정을 수행하고 그 결과로 살포체계를 재개발한다면 훨씬 광범위하게 적용할 수 있는 살포체계를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 이 연구에서 얻어진 결과의 교육은 농민뿐만 아니고 전국의 배 재배 지역에 근무하는 기술직 공무원을 대상으로 검은별무늬병균에 대한 저항성 검정 기술을 교육하여 각자의 지역 농민에게 저항성 검정 결과를 제공 하도록 하는 것이 가장 현실적 방법으로 생각된다.

SUMMARY

A serious experiments were conducted to develop a spray program for pear production which can control pear scab and rust with reduced fungicide spray frequency.

To obtain basic information, the status of disease occurrence in major pear production area and actual state of chemical spray in the farm were investigated. Pear scab caused by *Venturia nashicola* and rust caused by *Gymnosporangium asiaticum*, the latter were not in all area, were of economic importance and require chemical spray for controlling them among the 27 parasitic diseases described in Korea. It was revealed that farmers spray fungicides 9 to 16 times, in some farm more than 20 times annually.

The spore dispersal of scab during pear growing season and time of infection were quite variable by the year and by the region. In some year infections were occurred as early as before blooming and the infection of those stage produced lesion on the fruit.

To select the suitable EBIs which is essential for control of scab, a series of experiments to detect the possible drug resistance with the scab fungus collected in Ulsan and Naju where the pear has been grown for long time were conducted, In the test on the medium amended with various concentration of EBIs, the strains of resistance or of reduced susceptibility were frequently observed. In another test to detect any possible resistance conducted by artificial inoculation of the spores collected in orchards on the potted pear seedlings to which EBIs were sprayed with manufacturer's recommendation concentration, some fungal isolates showed resistance to two EBIs out of five tested.

The maximum durations of protective and curative efficacy of the selected fungicides against scab and rust fungi were investigated. On the

basis of the results of the experiment to detect the properties of fungicides, a series of trials to develop a spray program that can control pear scab and rust with high efficiency was conducted. At first, the programs of 4 spray from prebloom stage to middle of June when the fruits are bagged were tried, but was not of satisfactory. In the second trial, 5 spray program of 4 spray and 3 programs of 5 spray were tested, It was revealed that the programs of 4 spray were unsuccessful but some of the 5 spray program produced good control. In the 3rd trial, however, no efficient controls were achieved even with the programs of 5 spray owing to the heavy epidemics in 2006. On the basis of the results of the trials of the previous year indicating that no good controls are obtainable with the 5 spray program under a heavy epidemic condition, 6 spray programs were tested in the 4th trial. A good control with incidence of less than 3.0% were obtained by several programs under a severe epidemical condition..

A spray program which tentatively prepared by the experimental results obtained until 3rd trial was adopted to actual farm orchards at three different region in Ulsan. Control of scab in the two farms was successful, but not in one orchard, showing 79.3% of incidence. To elucidate the cause of the failure, the fungus collected in the orchard were inoculated on potted pear seedlings on which the EBIs that used in the spray program were sprayed 3 hrs before. The fungus showed high resistance to flusilazole which was applied at petal fall stage when the pear leaves and fruits were most susceptible to the attack of the scab fungus.

Even though an efficient spray program which can control scab and rust of pear was developed, but it cannot be widely adoptable, as the fungus showed a diverse resistance to EBIs which are essential for the control of scab.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	14
Section 1. The purpose of study	14
Section 2. Aim of study and contents	16
Chapter 2. Status of technical development	18
Section 1. Domestic	18
Section 2. Foreign	18
Section 3. Future prospect	18
Chapter 3. Contents and results of research	20
Section 1. Collection of basic information	20
Section 2. Survey for distribution of drug resistance in causal fungus of pear scab	23
Section 3. Survey for spore dispersal of scab fungus	44
Section 4. Examination of the time of infection in pear scab and rust during the pear growing season	47
Section 5. Elucidation of relationship between spore dispersal and micrometeorology in orchard	60
Section 6. Examinations for detection properties of selected fungicides for control of scab and rust	61
Section 7. Development of fungicidal spray program	76
Section 8. Evaluation of contribution level of each fungicide on the control of diseases	98
Section 9. Farm demonstration for control efficiency of spray program	

developed in this study against scab and rust	101
Section 10. Conclusion	105
Chapter 4. Evaluation of accomplishment and contributions in related field	106
Chapter 5. Intension for application of research outcome	108
Chapter 6. Foreign technical information collected during the course of research	108
Chapter 7 References	109

목 차

제1장	연구개발과제의 개요	14
제1절	연구개발의 필요성	14
제2절	연구개발 목표와 내용	16
제2장	국내외 기술개발 현황	18
제1절	국내	18
제2절	국외	18
제3절	앞으로 전망	18
제3장	연구개발수행 내용 및 결과	20
제1절	기초정보의 수집	20
제2절	검은별무늬병균의 살균제 저항성 분포조사	23
제3절	검은별무늬병 자낭포자비산 조사	44
제4절	배 생육기간 중의 검은별무늬병 및 붉은별무늬병의 감염소장 조사.	47
제5절	과수원의 미기상의 포자비산과 감염과의 관계 구명	60
제6절	검은별무늬병 방제를 위한 살균제의 선발	61
제7절	살균제 살포체계의 개발	76
제8절	살포체계 구성 개별 살균제의 병 방제 기여도 평가	98
제9절	농가 실증시험	101
제10절	결론	105
제4장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	106

제5장	연구개발결과의 활용계획	108
제6장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	108
제7장	참고문헌	109

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

우리나라에서는 1990년 이후 배 재배 면적이 급격히 증가하여 1992년 현재 약 25,000ha가 되었고 약40만M/T이 생산되고 있으며 1992년 현재 미국을 위시한 30개국으로 약 17,000M/T이 수출 되고 있다. 1990년대 이후 성과기까지의 도달 기간을 대폭 줄이고 배의 생육 환경을 획기적으로 개선한 Y형 재배법이 확산되고 있다.

우리나라에서 배에 발생하는 기생성 병해는 26종이 기재되어 있으나 그 중 경제적 피해를 입히는 병은 붉은별무늬병과 검은별무늬병의 2종이나 붉은별무늬병은 2차감염이 되지 않으므로 생육초기의 한시기에 한정하여 감염되며 방제 약제가 검은별무늬병과 동일하므로 대부분 경우 검은별무늬병과 동시 방제된다. 따라서 배 재배에 있어서 문제가 되는 병해는 검은별무늬병 한 종 뿐이다. 특히 배는 봉지를 씌워 재배하기 때문에 살균제의 필요량은 사과 등의 무대재배 과수에 비해 크게 낮을 것으로 생각되나 현재 우리나라의 배과수원에서의 연간 살균제 살포회수는 나주지방에서는 평균 15회, 울산 지방에서는 평균 13회에 이르고 있다. 이러한 빈번한 살균제의 살포에도 불구하고 2003년도에는 검은별무늬병이 전국적으로 대발생하여 수출물량의 확보에 차질이 있을 정도였다.

또 대부분의 경우 살균제와 살충제를 혼합 살포하기 때문에 살균제의 과다 살포는 살충제 및 살비제의 과다 살포로 이어져 과수원의 생태계가 크게 교란되어 있을 것으로 생각된다. 필자는 일부 농가의 살포력을 조사한 바 있는데 합리성이 결여되어 있고 심지어는 방제대상 병과 무관한 살균제가 포함되어 있는 경우가 많았고, 특히 사용하고 있는 살균제 중에 영용하면 저항성 발달이 용의한 EBI 약제가 많았다. 무분별한 농약살포는 과수원의 생태계를 교란하여 병해충의 돌발적 발생과 저항성 발달로 약제방제를 어렵게 하고 수질과

토양의 오염, 생산 과실의 안전성 저하 등의 문제를 제기 하기에 이르렀고, 이러한 실정에 대한 반성과 안전 농산물에 대한 소비자의 요구가 높아지면서 환경친화적 저농약 재배에 대한 열망이 높아지고 있다. 그러나 아직 배에 발생하는 각종 병의 발생생태와 살균제의 특성을 적극 활용한 방제체계는 개발된 바 없다

2. 경제·산업적 측면

농림업에서 과수산업이 차지하는 비중은 날로 높아져 7.8%에 이르고 있어 농가의 주 소득원이 되고 있다. 그러나 재배체계가 낙후되어 있고 경영구조가 취약한데다, 최근에는 외국농산물의 수입이 급증하면서 과수산업 전체가 어려움에 처해 있다. 특히 미국과는 FTA가 체결되어 있고 EU와의 체결이 진행되고 있으며 일본 중국 등과의 체결도 체결이 피할 수 없는 것으로 생각되므로 앞으로 외국산 과실의 국내 시장 잠식은 더욱 가속화될 것으로 예상된다. 그러한 상황에서 국내 과실의 생산은 과잉 상태인데 외국산 과실의 수입증가로 수급불안은 지속될 것으로 추정된다. 특히 최근 수년 사이에 배는 생산과잉으로 인한 가격하락으로 생산비를 줄이는 일이 배 산업의 존속을 위해 필수적 과제이며 배 산업이 살아남기 위해서는 저비용 고품질의 안전과실을 생산하여 소비자들의 요구에 부응하고 수입과실과 차별화하는 전략이 필요하다.

3. 사회·문화적 측면

최근 소비자들의 안전 농산물에 대한 관심이 크게 높아져 있고, 농산물의 농약 잔류에 대해 거의 신경질적 반응을 보이고 있으므로 소비자들의 이러한 성향은 자칫 외국산 농산물을 선호할 우려가 있다. 농민들도 과도한 농약사용의 문제점을 깨닫기 시작하여 이를 자제하거나 대체방법을 찾으려는 인식이 확대되고 있어 유기농법, 자연농법 등이 대두되고 있으나 그 효과가 검증되지 않은 채 과대평가 되어 경제성이 무시되는 경우가 많다. 따라서 농약의 사용량을 줄이는 것은 생산비 절감, 환경보존 이외에 직접 농약을 취급하는 농민들의 건강 유지에 크게 기여할 것이며 농약의 사용을 줄임으로 농민은 환경오염과 생태계 파괴의 주역이 아니라 안전농산물을 생산과 국토 환경 보존의 주

역이라는 인식을 갖게 할 필요가 있다.

제2절 연구개발 목표와 내용

당초의 목표는 살균제의 살포회수를 현재의 10-13회를 6회 이내로 줄이고 검은별무늬병에 의한 과실 피해를 1% 이내로 억제하는 것으로 되어 있으나, 이 연구의 초기 단계에서 검은별무늬병의 발생 실태를 조사한 결과 1%는 무리한 목표인 것으로 밝혀져 2년차 연차보고에서 이를 5%로 상향 조정했다.

이 연구는 크게 3개의 단계로 나누어져 있는데 1차년도에는 살포체계 개발을 위한 기초 정보의 확보하는 단계로 아래의 여러 실험을 수행했다.

- 주요 배 재배 단지의 농약 사용 실태 및 병 해충 발생 상황 조사.
- 검은별무늬병균 등의 살균제 저항성 분포조사
- 검은별무늬병 포자비산 조사
- 배 생육기간 중의 검은별무늬병 감염소장 조사.
- 보호살균제의 검은별무늬병에 대한 보호효과 최대 지속기간 조사
- 감염 후 시간의 경과에 따른 살균제의 치료효과 검정.
- EBI의 검은별무늬병 과실감염 저지효과의 최대 지속기간 조사.
- 기본 살포체계의 작성

2년차의 연구 목표는 살포체계의 개발을 위한 기초 정보의 확충과 살균제 살포체계의 개발인데 이들 목표를 위해 아래의 실험을 수행했다.

- 검은별무늬병 포자비산 조사
- 배 생육기간 중의 검은별무늬병 감염소장 조사.
- 보호살균제의 검은별무늬병에 대한 보호효과 최대 지속기간 조사
- 감염 후 시간의 경과에 따른 살균제의 치료효과 검정.
- 살포체계의 1차 개선개선

3차년도에는 살포체계를 pilot test 하여 이를 보완하는 단계로 다음의 실험을

수행했다

-검은별무늬병 포자비산 조사

-배 생육기간 중의 검은별무늬병 감염소장 조사.

-살포체계의 개선

제 2 장 국내 외 기술개발 현황

제1절 국내

배는 유과기에 봉지를 씌우므로 과실 병해는 검은별무늬병과 붉은별무늬병을 제외하면 그리 문제될 것이 없고 잎에 발생하는 병 중에도 붉은별무늬병과 검은별무늬병을 제외하면 문제가 되는 병은 별로 없으나 농약의 살포회수는 연간 10회 이상이나 되고 일부 지역에서는 20회 이상 살포하고 있다. 이러한 현상은 지금까지 확실한 실험적 근거 위에 수립된 방제체계가 없고 농민들이 농약 공급자의 상업적 고려에 의해 작성된 방제체계에 의존하고 있기 때문인 것으로 추정된다. 근년 농촌진흥청 나주배연구소에서 배 종합생산을 위한 살균제 살포체계가 제안 된 바 있는데, 사용되는 살균제가 전부 EBI이고 이를 연용하면 약효의 저하 또는 저항성균의 출현 위험이 있어 그대로 농가에 적용하기에는 무리가 있을 것으로 판단되었다. 그 외 배에서의 방제체계 개발을 위한 연구는 거의 없고, 토착미생물이나 목초액 등을 이용한 병해충 방제 등 농약을 대신할 수 있는 방법들이 모색되고 있으나 그 효과에 대한 과학적 검증은 아직 미진한 수준에 있다.

제2절 국외

배나무검은별무늬병은 전 세계에서 배가 재배 되는 지역 어디에나 동양배, 서양배를 불문하고 발생하나 서양배에 기생하는 균과 동양배에 기생하는 균은 병원성이 서로 달라 상호 감염의 위험은 없다. 이 들 병의 방제는 대부분 정기적 살균제 살포에 의존하고 있으며 사과 검은별무늬병에서와 같은 IPM은 확립되지 않고 있다. 배 품종조성이 우리나라와 비슷한 일본의 경우에도 정기적 살포에 의존하고 있으며 연간 살균제 살포회수는 10회 전후이다.

제3절 앞으로 전망

전 세계에서 동양배가 재배되는 나라는 한국, 중국, 일본 정도인데, 중국

의 WTO 가입 및 한국과의 FTA 체결 등으로 중국산 배의 국내 시장 유입이 크게 우려되고 있으며, 우리나라의 일부 농민은 한국시장에의 수출을 위해 이미 중국에서 배 생산에 착수하고 있는 상태이다. 따라서 우리 시장을 지키기 위해서는 중국산 배와의 차별화가 필수적인 과제이다. 국산 과실의 외국산 과실과의 차별은 우수한 품질은 물론 환경친화적 농법에 의해 생산되는 안전 농산물이라는 국민적 신뢰를 확보할 때만 가능하다고 판단된다.

또 건강에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 농산물의 안전성은 가장 중요한 품질 요건이 되고 있으며 한국원예학회에서 조사한 바에 의하면 우리나라의 소비자가 과실을 구입할 때 가장 신경이 쓰이는 부분이 농약 잔류라고 하는 사람이 49.5%나 되었다. 그리고 앞으로 기후변화 협약, 생물다양성 협약 등이 체결되면서 환경에 관한 국제적 관심과 압력이 높아질 것이므로 환경 친화적 지속 가능 농업에 대해 노력을 해야 할 것으로 생각된다. 그 뿐만 아니고 국제적 기준을 능가하는 환경친화적 종합생산체계하에 생산된 고품질의 안전과실이라는 인증을 확보할 경우 해외 고급시장의 개척이 용이하여 수출도 증가할 것으로 전망된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 기초정보의 수집

1. 주요 배 재배 단지의 농약 사용 실태 및 병 해충 발생 상황 조사.

우리나라 주요 배 재배 단지에서 발생하는 병해충의 발생실태, 농약살포회수, 사용농약 등의 정보를 수집하기 위해 나주, 울산 등 전국의 6개의 배 재배 단지에서 1ha 이상의 과수원을 경작하는 농가를 선정, 2003~2004년의 2년간의 병해충 발생상황, 농약사용에 대한 설문 조사를 수행하였다.

우리나라에서 배나무에 기재된 병은 총 27종인데 그 중에서도 방제 대상이 되는 병은 검은별무늬병, 붉은별무늬병의 2종이고 품종에 따라 겹무늬병도 상당 정도 발생되는 것으로 알려져 있다 (한국식물병리학회, 2004). 검은무늬병은 품종에 따라 감수성 차이가 매우 크며 우리나라에서는 감수성이 높은 20세기나 신수와 같은 품종은 거의 재배되지 않으므로 발생이 거의 없을 것으로 생각되었는데, 이 병이 심하게 발생하는 것으로 응답한 농가가 경북에서 36.4%나 되었는데 (Table 1) 이는 바이러스에 의한 잎검은점병의 가능성이 있는 것으로 판단되었다. 또 울산지방의 많은 농가에서 검은별무늬병을 *Alternaria kikuchiana*에 의한 검은무늬병으로 잘못 인식하고 있는 농가가 이외로 많아 이 병의 방제에 주요 장애 요인으로 생각되었다. 전국의 주요 배 재배 지역에서 발생하는 이들 4종 병의 발생 정도를 Table 1에 나타내었다.

검은별무늬병은 어느 지역에서나 발생했는데, 전남과 경기의 일부 농가에서는 전혀 발생하지 않는 것으로 나타났고, 심하게 발생하는 농가가 경기도를 제외하고 모두 10% 이상으로 나타났으며, 경북지방에서는 18.2%의 농가에서 심하게 발생하는 것으로 나타났다 (Table 1). 붉은별무늬병과 검은무늬병이 심하게 발생하는 농가는 그리 많지 않았다. 특히 경남에서는 80%의 농가에서는 붉은별무늬병이 전혀 발생하지 않는 것으로 나타났고 심하게 발생하는 농가도 없었다. 겹무늬병은 전남지방에서 많이 발생하는 것으로 나타났는데 이는 황금품종의 편중 재배에 의한 것으로 판단된다 (Table 1).

설문조사에 응답한 146개 농가 중 농약살포력을 보내온 농가는 78개 농가로 영농일지를 기록하고 있는 농가는 절반 정도에 지나지 않는 것으로 추정되었다. 이들 78개 농가로 농약의 사용실태를 조사하기에는 다소 부족한 것으로 생각되나 대략적인 경향은 파악할 수 있을 것으로 판단되었다. 농가에서 수집된 각 농가의 방제력에서 농약의 살포회수를 살균제, 살충제 및 살비제로 나누고, 각 지역별 최고 및 최저 살포회수와 평균살포회수를 Table 2, 3에 나타내었다.

Table 1. Incidence of major pear disease (2003~2004)

Region	No. of farm	scab			rust		
		-	+	++	-	+	++
Jeonnam	26	0	84.6	15.4	38.5	57.7	3.8
Chungnam	34	24.2	60.6	15.2	39.4	57.6	3.0
Kyungnam	30	0	86.7	13.3	80.0	20.0	0
Kyunggi	45	22.2	71.1	6.7	35.6	60.0	4.4
Kyungbook	11	0	81.8	18.2	27.3	63.6	9.1

Region	No. of farm	leaf spot			black rot		
		-	+	++	-	+	++
Jeonnam	26	11.5	80.8	7.7	26.9	57.7	15.4
Chungnam	34	15.1	78.8	6.1	54.6	42.4	3.0
Kyungnam	30	23.4	73.3	3.3	36.7	60.0	3.3
Kyunggi	45	28.9	66.7	4.4	60.0	40.0	0
Kyungbook	11	9.1	54.5	36.4	54.5	36.4	9.1

- : not occur, +: slight epidemic with no economic impact, ++: severe epidemic with considerable loss

살균제의 연간 평균 살포회수는 2003년의 경우에는 지역 간 큰 차이가 없었고, 9~12회 살포한 것으로 나타났는데, 최고 및 최저 살포회수에 있어서는 지역 간에 상당한 차이가 있었다 (Table 2). 최고 살포회수로는 2003년에 충남의 한 농가에서는 연간 22회를 살포했고, 2004년 역시 충남의 한 농가에서 31회를 살포한 것으로 나타났는데 (Table 2, 3), 이들 농가에서는 개화기부터 봉지씌

우기 전까지 심한 경우에는 3~4일마다 살균제를 살포했고 봉지를 씌운 후에도 정기적으로 살균제를 살포한 것으로 나타났다.

Table 2. Status of chemical spray in major pear growing region (2003)

Region	No. farms	fungicide			insecticide			acaricide		
		Max	Min	Avr	Max	Min	Avr	Max	Min	Avr
Jeonnam	18	19	6	12	19	1	12	5	0	2
Chungnam	19	22	6	12	17	4	9	5	1	3
Kyungnam	10	16	7	11	15	4	9	3	0	2
Kyungbook	7	14	4	9	9	4	7	4	0	3
Kyunggi	24	18	7	12	16	5	10	7	1	3

Table 3. Status of chemical spray in major pear growing region.(2004)

Region	No. farms	fungicide			insecticide			acaricide		
		Max	Min	Avr	Max	Min	Avr	Max	Min	Avr
Jeonnam	19	22	4	11	19	3	9	4	0	2
Chungnam	12	31	8	15	19	6	11	9	1	5
Kyungnam	28	15	4	9	18	4	11	6	1	3
Kyungbook	6	10	8	9	15	7	10	4	1	3
Kyunggi	24	24	8	13	16	5	10	5	1	3

2004년도 평균 살포회수는 전년도와 거의 차이가 없었으나 충남과 경기에서 전년도보다 각각 3회와 1회가 증가하였고 전남과 경남에서는 각각 1회와 2회가 감소했다 (Table 3). 또 이번 조사에서는 대부분의 농가에서 봉지를 씌운 후에도 지속적으로 살균제를 살포한 것으로 나타났는데 그 유용성에 대해 검토할 필요가 있는 것으로 판단되었다.

한편 살충제의 살포회수도 매우 많았는데 살균제의 살포회수와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 배의 경우 방제대상 해충으로는 응애, 진딧물, 꼬마배나무이, 가루깍지벌레와 복숭아 순나방 및 잎말이나방으로 방제대상 해충의 수가 비교적 많지만 봉지를 씌워 재배하므로 그리 많은 살충제가 필요 없을 것으로 생각되나 실제 농가에서는 매우 빈번히 살포하는 것으로 나타났다. 이는 해충

에 대한 예찰 체계가 실용화되지 않아 살균제 살포시에 기계적으로 살충제를 혼합살포하기 때문인 것으로 판단되었다. 또 살비제의 살포회수도 비교적 많았으며, 2004년도충남지방의 평균 살포회수가 5회나 되었다는 점은 유의할 필요가 있는 것으로 생각되었다.

각 지역별로 사용된 살균제를 계열별로 분류한 결과, EBI가 전체 살균제 중에 50% 이상을 차지하는 것으로 나타났으며, 특히 전남 지방에서 그 사용빈도가 높았다 (Table 4). 또 각 계열 살균제의 연차 간 사용빈도를 보면 EBI의 사용빈도는 연차 간에는 거의 차이가 없었으나 benzimidazole과 포리옥신과 같은 항생제의 사용빈도는 다소 낮아진 경향이 있고 strobilulin은 약간 증가한 것으로 나타났다 (Table 4).

Table 4. Type of fungicide sprayed in each region. (2003~2004)

Region	Type of fungicides(%)									
	EBI		benzimidazole		strobilulin		antibiotics		others	
	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04	'03	'04
Jeonnam	57.2	59.8	12.6	11.3	4.1	5.4	5.4	2.9	20.7	20.6
Chungnam	48.1	46.7	19.9	19.4	1.9	2.4	8.8	4.8	21.3	26.7
Kyungnam	54.2	53.8	17.8	6.9	0.9	6.1	8.4	5.7	18.7	27.5
Kyungbook	47.6	49.1	12.7	11.3	1.6	1.9	6.3	3.8	31.7	34.0
Kyunggi	51.6	55.3	19.7	13.5	1.4	2.3	12.5	9.9	14.9	19.0

제2절 검은별무늬병균의 살균제 저항성 분포조사

현재 검은별무늬병의 방제는 대부분 살균제의 정기적 살포에 의존하고 있는데, 2003년 및 2004년 전국의 146호의 배재배 농가에서 2년간의 살균제 살포력을 수집하여 살균제의 사용 실태를 분석한 결과 (Table 4), 살포회수는 연간 9회에서 12회에 달했고 그중 50% 이상이 침투성 살균제인 ergosterol biosynthesis inhibitor (EBI) 였다. EBI가 우리나라에서 본격적으로 사용되기 시작한 1980년대 후반이었으므로 이미 20년 이상 사용되어 왔으며, 현재 우리나라에서 배나무 검은별무늬병 및 붉은별무늬병 방제 약제로 등록되어 있는

EBI 및 EBI함유 혼합제가 약20종에 달하고 있다. EBI는 일반적으로 저항성 발달이 용의하지 않고 또 감수성 저하도 급격히 이루어지지 않는 것으로 알려져 있으나 이미 세계적으로 오이 흰가루병, 사과 검은별무늬병, 오렌지의 과란 곰팡이병, 포도의 흰가루병 등에서 저항성균이 발견되었고 일본에서도 배나무 검은별무늬병균의 fenarimole에 대한 감수성 저하균이 발견되었다. 따라서 일본에서는 저항성 발달 위험이 있으므로 EBI는 한 작기당 3회 이상을 초과하지 않도록 권장하고 있으나 일본에서도 연간 7~10회 살포하는 농가가 많은 것으로 알려져 있다 우리나라에서도 EBI를 연간 5~6회 살포하고 있으며, 연간 10회 이상 살포하는 농가도 적지 않다. 따라서 우리나라에서도 배나무 검은별무늬병균이 EBI에 대해 저항성이거나 감수성저하 현상이 있을 것으로 생각되어 재배역사가 길고 또 검은별무늬병이 상습적으로 발생하는 울산광역시와 전남 나주시에서 이병 표본을 채집, 병원균을 분리하여 EBI에 대한 저항성을 검정했다.

Table 4. Details of EBI fungicides used in the assessment of resistance

Common name	a.i.(%)	Formulation	Recommended dilution(×)	Abbreviation ^a
Difenoconazole	10	WG	4,000	Dif
Fluquinconazole	10	SC	1,000	Flq
Flusilazole	20	WG	8,000	Fls
Fenarimol	12	WP	3,000	Fen
Hexaconazole	5	WP	5,000	Hex

^aChemical names were abbreviated in the article.

가. 배지상에서의 배나무 검은별무늬병균의 EBI에 대한 저항성 검정

1) 재료 및 방법

가) 공시약제

전년도의 실험에서는 difenoconazole등 4종의 EBi를 사용했는데 2007년도 실험에서는 hexaconazole을 추가하여 5종의 EBI에 대해 검정했다. 검정에 사용한 5종 EBI의 상제 기술은 Table 5와 같다.

나) 배나무 검은별무늬병균의 분리

울산지역에서는 2007년 5월에 서생면, 온양읍 및 청량면에서 20필지의 농가 과수원에서 이병엽, 이병과실 등의 이병 재료를 수집하였고 나주에서는 2007년 6월에 봉황면, 금천면의 11농가로부터 이병 재료를 수집하였다. 수집한 이병 재료의 병반상에 형성된 포자를 우선 멸균수에 현탁하였다. 병원균의 분리 시 세균의 발육을 막기 위해 penicillin G potassium salt와 streptomycin sulfate를 각각 50ppm이 되도록 첨가한 PDA에 포자현탁액을 스트리킹 한 다음, 20℃ 배양기에서 48시간 배양한 후 실체 현미경 하에서 발아한 단포자를 PDA 배지에 치상, 역시 20℃에서 약 60일간 배양하였다. 한 농가로부터 3 균주씩을 분리하였는데, 2006년과 2007년에 병원균을 분리한 과수원의 수 및 분리균주의 수를 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Number of *Venturia nashicola* isolates subjected to the tests

Year	Region	Number of orchards	Number of isolates
2006	Naju	18	51
	Ulsan	12	51
2007	Naju	11	31
	Ulsan	20	60

또 단일 과수원내에서 분리된 병원균의 EBI에 대한 저항성을 검정하기 위해 2007년도 울산과 나주에서 심하게 병이 발생한 농가를 2농가씩 선정, 이병엽을 각각 50엽씩을 채취, 엽당 1균주씩을 전술의 방법으로 별도로 분리 배양하였다.

한편 EBI에 대한 baseline sensitivity를 조사했는데, 이를 위해서는 아직 한 번도 EBI에 노출된 적이 없는 균주가 필요했으나 그러한 균주는 국내에서는 구할 수 없었으므로 일본 농업환경연구소의 Dr. Hideo Ishii로부터 60균주를 분양 받아 사용했는데, 균주의 수입을 위해서 국립식물검역소의 허가를 받았다

(허가번호 : 2007-27).

다) 배지상에서의 EBI에 대한 저항성 검정

우선 base-line sensitivity data를 얻기 위해 일본 환경농업연구소로부터 분양받은 균주를 PDA에 치상, 20°C에서 40일 간 배양한 후 사용하였다. 고압멸균한 PDA에 5종의 EBI를 0.0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 50, 100mg a.i. liter⁻¹ 가 되도록 10가지 농도로 첨가하고 PDA에서 배양한 각 균주의 균사 선단을 지름 2.5mm의 borer로 잘라 여러 가지 농도의 EBI가 함유된 배지에 치상, 20°C, 암흑하에서 3주간 배양한 후, 개별 균주의 colony 지름을 측정하여 EBI 살균제에 대한 preventive value를 구한 뒤, Microsoft Excel의 EXP함수를 이용하여 EC₅₀을 산출하였다. 검정대상 5종의 EBI에 대해 산출된 EC₅₀ 으로 그래프를 그려 약제 저항성 또는 감수성 저하 여부를 판단하였다. 이와 같은 방법으로 2006년도와 2007년도에 울산과 나주에서 수집한 균주에 대한 실험을 수행했다.

라) 배나무 잎에의 직접 접종에 의한 EBI 저항성 검정

(1) 접종전 EBI처리에 의한 검정

(가) 공시약제

배지상에서의 저항성 및 감수성저하 검정 실험에 사용한 5종의 EBI를 사용했다

(나) 사용 균주

2007년 5월과 6월에 울산과 나주에서 채취한 이병재료 상에 형성된 분생포자를 0.1% sucrose용액에 농후하게 현탁, Effendorf tube에 분주, -70°C의 deepfreezer에 보관했다. 실험에 앞서 보관된 재료를 용해, 세균의 번식을 막기 위해 penicillin G potassium salt와 streptomycin sulfate를 각각 50ppm 이 되도록 첨가한 PDA에 병원균 현탁액을 도말, 발아율을 조사하여 울산지역에서 5필지의 과수원, 나주지역에서는 4필지의 과수원에서 채집한 균을 선발했다.

(다) 접종식물

직경 30cm pot에 재식한 3년생 배나무 (품종 : 신고) 묘목을 사용했는데, 검은별 무늬병균은 경화된 잎에는 침입하기 어려우므로 실험개시 3주전에 잎을 모두 제거하고 옥외에 방치하여 새잎이 돋아나게 하였다. 이 실험은 9월에 수행했는데 8월경의 기상조건에서는 3주 정도면 새잎이 완전히 전개되었다. 병원균의 접종에 앞서 각 포트에서 전형적인 형태를 갖는 40엽만 남기고 나머지 잎은 모두 제거했다.

(라) 살균제의 처리

검정대상 5종 EBI를 권장사용 농도로 희석하고 전착제 spreader-sticker (상표명 : 레이트론)를 250ppm이 되도록 첨가, 소형분무기로 식물체에 약액이 흘러내릴 때까지 고루 살포했다. 농약이 처리된 식물체는 그늘에서 3시간 동안 방치하여 약액이 완전히 건조 되도록 했다.

(마) 접종 및 결과 조사

동결보존 중인 포자현탁액을 일단 4℃의 냉장고에서 24시간 보존하여 해동 시킨 후 포자의 밀도가 $\sim 10^4/\text{ml}$ 가 되도록 멸균 증류수로 희석하여 접종원으로 사용하였다. 살균제 처리 후 약액이 완전히 건조한 배나무 잎의 중앙엽맥을 따라 3개소에 $5\mu\text{l}$ 씩 점적하고, 포자의 분산과 습윤상태의 유지를 위해 초소형분무기로 멸균수를 분무하였다. 접종이 완료된 pot는 20~21℃의 포화습도 챔버에서 48시간 보존, 그 후 같은 온도에서 3주간 보존, 이병엽율과 엽당 병반의 수를 조사했다.

(2) 병원균 접종 후 EBI의 처리에 의한 저항성 및 감수성 저하 검정

EBI를 처리하고 병원균을 접종하여 저항성 또는 감수성저하를 검정한 결과, 일부의 균주가 flusilazole과 hexaconazole에 대해 고도의 저항성을 나타내어 무처리에서 보다 훨씬 더 심한 발병을 보였다. 따라서 이와 같은 현상을 설명하기 위해 미리 병원균을 접종하고 EBI를 살포하는 방법으로 저항성 또는 감수성 저하 정도를 검정했다.

(가) 검정 약제

EBI 살포후 병원균을 접종하여 저항성 및 감수성저하 검정 실험에서 사용된 5종의 EBI를 사용했다 (Table 5.)

(나) 사용균주

EBI 살포후 병원균을 접종한 실험에서 hexaconazole에 대해 고도 저항성을 보인 N2, 및 N5의 2개 과수원에서 채집한 균과 flusilazole에 대해 고도 저항성을 보인 U10과 flusilazole에 감수성을 보인 U4 과수원에서 채집한 균을 사용했다.

(다) 처리방법

전항의 실험에서와 마찬가지로 pot에 재식된 3년생 사과나무 묘목의 잎을 제거하고 약 3주후 새로 돌아난 신엽에 공시균을 전술한 방법으로 점적접종 하고 포화습도에서 48시간 보존하여 감염을 유도했다. 그 후 다시 24시간 동안 20~21℃에 보존한 후 5종의 EBI를 권장 사용농도로 살포, 같은 온도에서 3주간 보존 후 이병엽을 및 평균병반수를 조사했다.

2) 결과 및 고찰

가) 검은별무늬병균의 EBI에 대한 baseline sensitivity

이 실험에 사용된 각종 EBI에 대한 배나무 검은별무늬병균의 baseline sensitivity를 조사하기 위해 아직 EBI에 한번도 노출된 적이 없는 60균주의 5종 EBI에 대한 EC₅₀ 값을 산출한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 이들 균주는 대체로 EBI에 대해 대단히 민감하여 difenoconazole의 경우 60균주중 11균주가 0.01mg liter⁻¹ 이하에서 발육이 거의 완전히 억제되었고, EC₅₀ 값의 평균은 0.017 mg liter⁻¹ 이었다. 그런데 fenarimol에서는 0.01mg liter⁻¹이하에서 발육이 억제된 균은 1균주 뿐이었고 EC_{50c} 값이 비교적 넓게 분포하고 있었으며 평균은 0.086mg liter⁻¹로 타 약제에 비해 크게 높았다. Fluquinconazole에 대해서

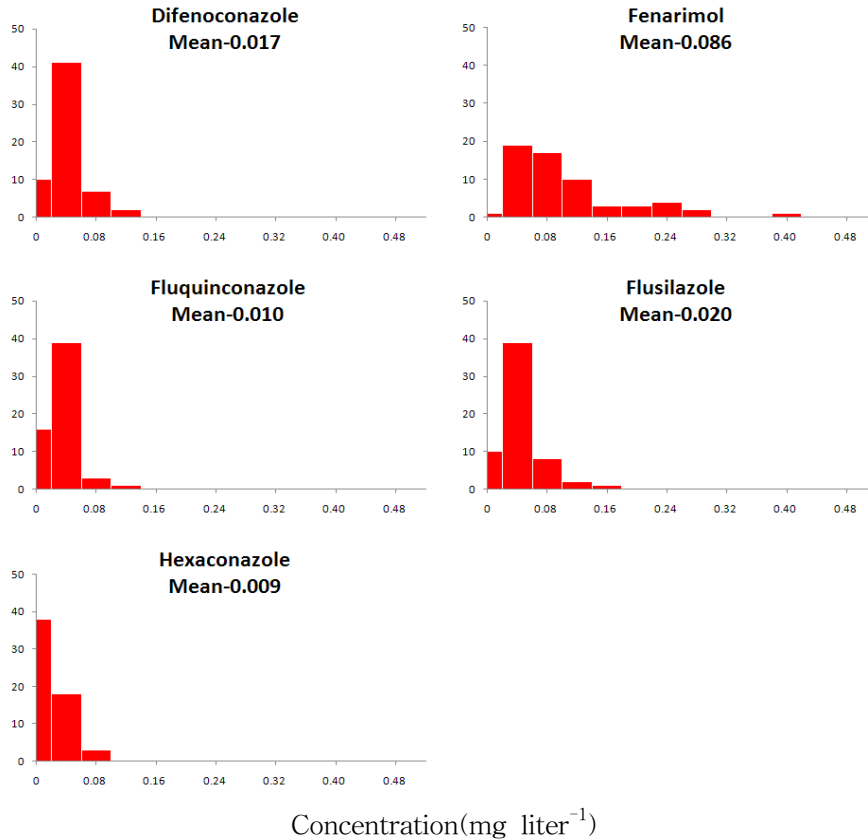


Fig. 1. Frequency distribution of the baseline sensitivity of *Venturia nashicola* strains to EBIs.

는 비교적 민감하여 60균주중 17균주가 0.01 mg liter⁻¹ 이하에서 발육이 거의 완전히 억제되었고, 평균은 0.010mg liter⁻¹ 이었다. Flusilazole에 대해서는 60균주 중 11균주가 0.01mg liter⁻¹ 이하에서 발육이 거의 완전히 억제되었고, 평균은 0.02mg liter⁻¹ 로 difenoconazole이나 fluquinconazole 보다 높게 나타났다. 한편 공시균주는 hexaconazole에 대해서도 대단히 민감하여 39균주가 0.01mg liter⁻¹ 이하에서 발육이 거의 완전히 억제되었으며 평균은 0.009mg liter⁻¹ 로 5종의 약제 중 가장 낮았다. 이상의 결과로 본다면 EBI에 노출된 적이 없는 균주는 대체로 민감하였으나 fenarimole에 대해서만 EC₅₀ 값의 분포가 넓었으며

로 자연 상태에서 이 약제 대해서 감수성이 낮은 균주가 존재했던 것으로 판단되었다.

나) EBI 함유 배지상에서의 배나무 검은별무늬병균의 저항성 또는 감수성 저하 검정

(1) 2006년도 수집 균주

2006년도에 울산과 나주에서 114균주의 단포자계통을 분리하여 EBI에 대한 저항성을 검정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

Difenoconazole의 경우, 나주에서 채집된 균주 중에 EC_{50} 값이 평균치를 15배 이상 벗어난 균주가 발견되었으므로 이는 감수성 저하 또는 저항성 균으로 생각되었으며, 그 외에도 일부의 균주는 평균치에서 상당한 정도는 벗어난 균주가 있었다. 한편 울산에서 채집된 균주의 EC_{50} 값도 평균치에서 상당정도 벗어난 균주가 발견되어 감수성이 낮아지고 있는 것으로 생각되었다. Fenarimole에 있어서는 EC_{50} 값이 널리 분포하고 있었는데, 이는 base line activity test에서도 나타난 현상으로 그 약제의 일반적 특성으로 생각되었다. 그러나 울산에서 채취한 균주 중에 EC_{50} 값이 $2.49 \text{ mg liter}^{-1}$ 로 평균값의 7.8배나 되었으므로 저항성이 발달한 균주로 판단되었다. 나주에서 채집한 균주 중에도 EC_{50} 값이 $1.0 \text{ mg liter}^{-1}$ 를 넘는 균주가 3균주 발견되었다. Fluquinconazole에 있어서 두 지역 균주의 EC_{50} 평균값을 비교하면 울산이 $0.077 \text{ mg liter}^{-1}$ 로 나주의 $0.054 \text{ mg liter}^{-1}$ 보다 높았고 평균치에서 벗어난 균주의 수도 많았다. 특히 울산에서 채집된 한 균주의 EC_{50} 값은 $0.71 \text{ mg liter}^{-1}$ 로 평균치에서 크게 벗어나 있으므로 감수성저하균으로 판단되었다. Flusilazole에서는 양지역 균 모두 평균치에서 상당정도 벗어난 균주가 발견되어 감수성 저하가 우려되었다. 또 hexaconazole의 경우, 나주에서 채집한 균주의 EC_{50} 값이 비교적 넓게 분산되어 있어 감수성저하가 우려되었으나 울산에서 채집한 균주 중에는 그러한 균주가 적었다.

(2) 2007년도 수집 균주

2007년에 울산에서는 20개 과수원에서 나주에서는 11개의 과수원에서 이병 표본을 채취했는데, 채취 장소로 전년도와 다른 과수원을 선정했다. 2007년도에는 앞에서의 발병이 매우 적어 대부분의 경우 과수원의 가장자리에 약제가 도달하기 어려운 부분에서 이병표본을 채취했으나 일부과수원에서는 상당한 정도로 발병한 경우도 있었다. 채취한 이병표본상에 형성된 포자로 단포자계통을 분리하여 전항의 실험에서와 마찬가지로 5종의 EBI에 대한 저항성 또는 감수성 저하 현상이 있는지를 검토했다. 각 균주의 5종의 EBI EC_{50} 값의 분포 상황을 Fig. 3에 나타내었다. 2007년도에 양지역에서 채취한 균주의 EC_{50} 값의 분포범위는 2006년도에 채취한 균주보다 훨씬 더 좁았다 (Fig. 2, 3)

전반적으로 각 약제의 EC_{50} 값의 평균치는 나주지역이 울산 지역 보다 더 높았으나 fluquinconazole에 대해서만 울산 지역의 균주가 더 높았다. 2007년도에 수집한 균주의 difenoconazole, fluquinconazole 및 hexaconazole에 대한 EC_{50} 값은 대부분 평균치 근처에 군집해 있어 저항성이나 감수성 저하로 볼 만한 균주는 없었다. 그러나 fenarimole에 대한 EC_{50} 값은 넓게 분포되어 있는데 이러한 현상은 base line sensitivity 실험에서도 관찰되었으므로 이 약제의 특성으로 생각되었다. 그러나 일부균주의 fenarimole에 대한 EC_{50} 값은 평균치에서 크게 벗어나 있었으므로 그들 균주는 저항성 또는 감수성 저하로 판단되었다. 또 flusilazole에 있어서도 울산과 나주에서 채취된 각각 1주씩의 균주가 평균치로부터 크게 벗어나 있었다.

이상과 같이 2007년도에 수집한 균의 5종 EBI에 대한 EC_{50} 값은 2006년도에 수집한 균주와 다소의 차이를 보였는데, 이는 균주를 수집한 과수원이 다르기 때문인 것으로 생각되었다.

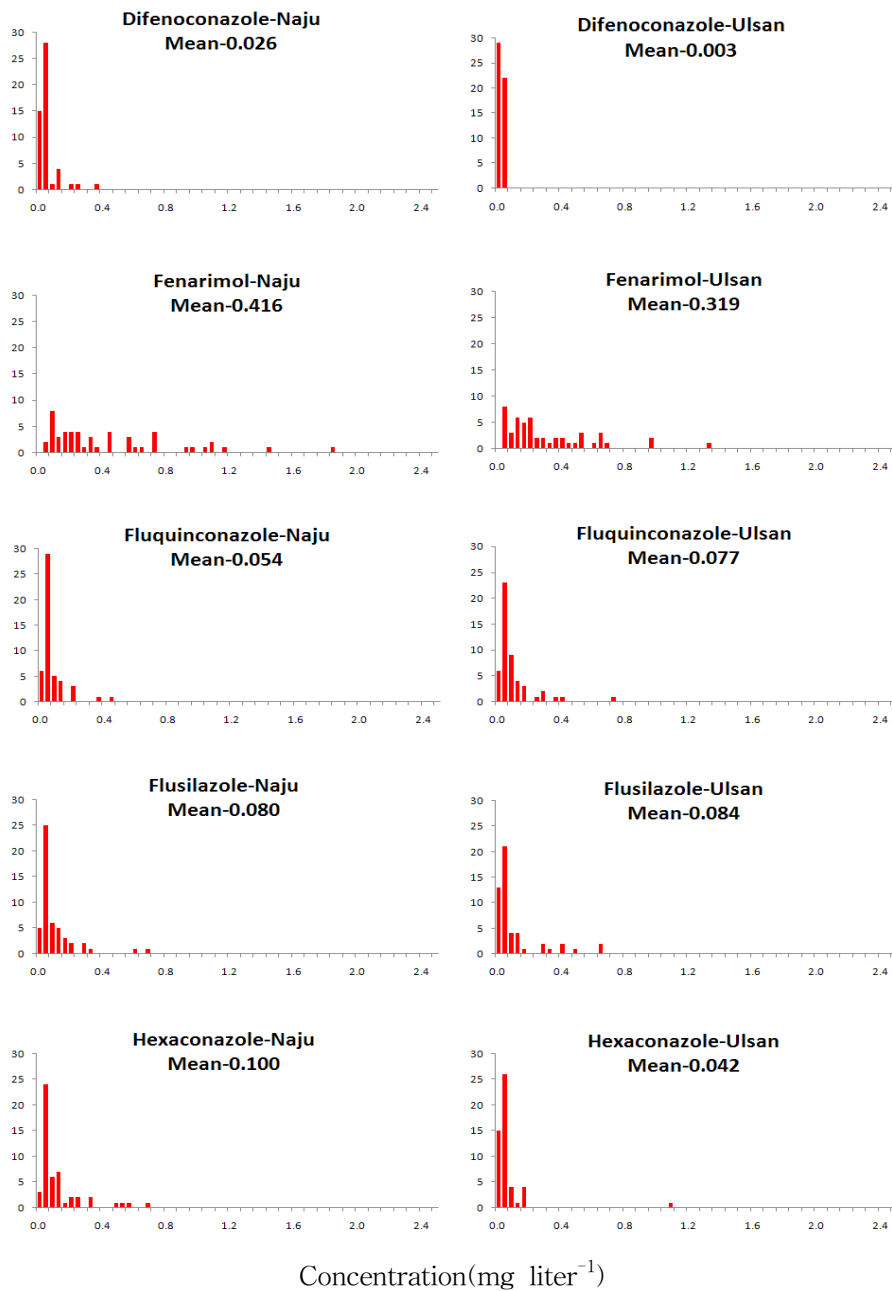


Fig. 2 Distribution of EC_{50} values of EBIs to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2006)

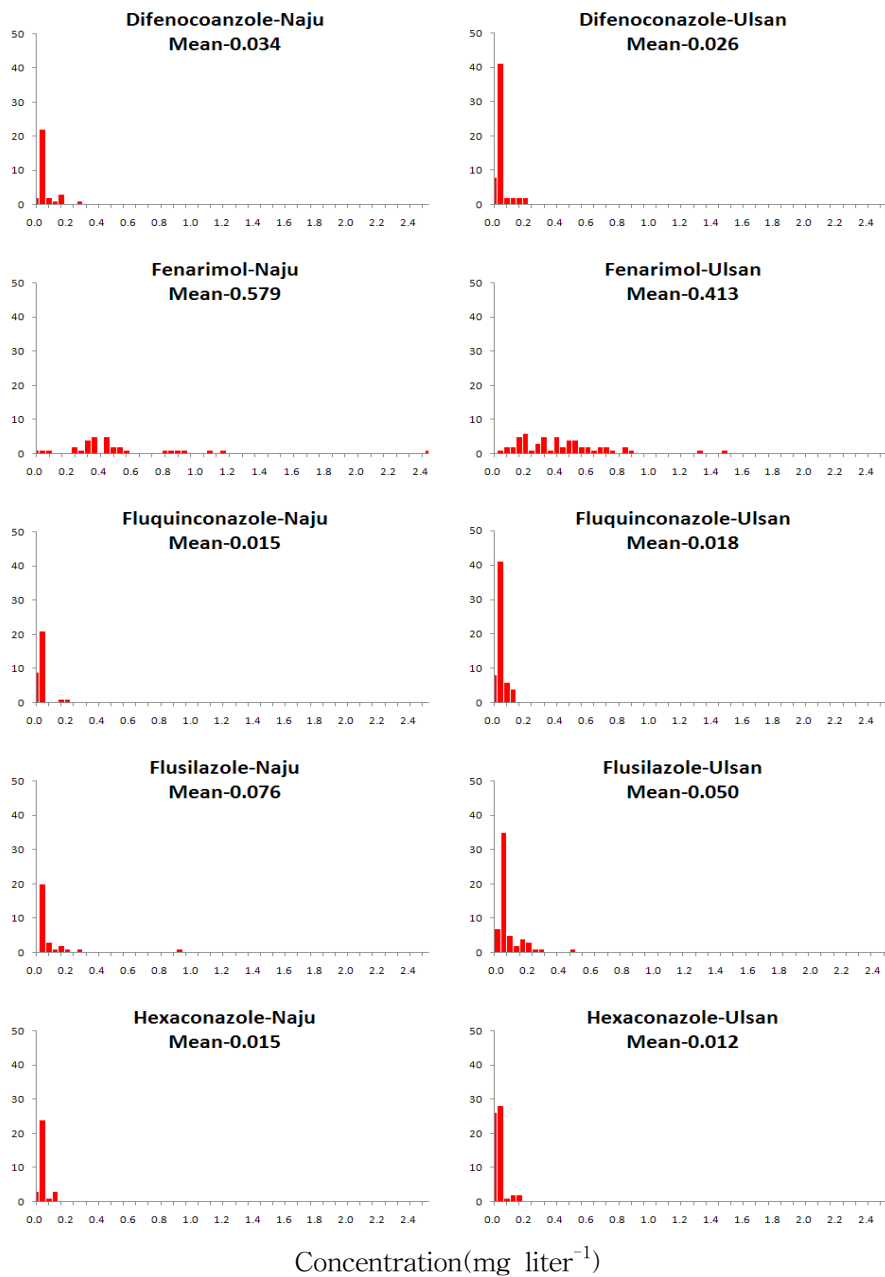


Fig. 3 Distribution of EC_{50} values of EBIs to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2007)

(3) 개별 농장내에서의 EBI에 대한 저항성 및 감수성 저하 균주의 분포

울산과 나주에서 수집한 다수 균주의 EBI에 대한 EC₅₀값을 조사한 결과 일부 균주의 EC₅₀ 값이 평균치에서 크게 벗어나 있었으므로 그러한 현상이 동일 과수원에서 분리한 균주 중에서도 일어날 가능성이 있을 것으로 생각되어 2007년에 울산과 나주에서 병이 심하게 발생한 과수원을 2필지씩 선정하여 각 과수원에서 50잎의 이병엽을 무작위로 채취, 개개의 잎에서 1균주씩을 분리하여 전향의 실험에서 사용한 EBI에 대한 EC₅₀ 값의 분포를 조사한 결과를 Fig 4~8에 나타내었다. 전번적 EC₅₀값의 분포양상은 지역별로 다수의 과수원에서 분리한 균주에서의 양상과 거의 차이가 없었다.

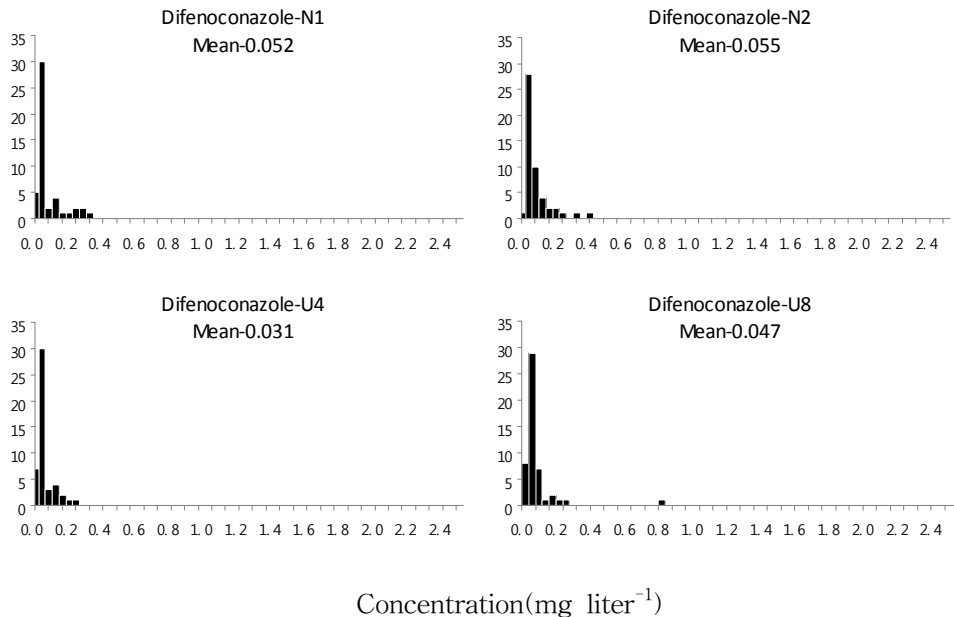


Fig. 4 Distribution of EC₅₀ values of difenoconazole to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2007)

Difenonazole은 배나무 검은별무늬병에 대해 가장 안정적인 효과를 나타내는 약제로 알려져 있으나 2006년도 나주에서 채집한 균주 중에 EC₅₀값이 평균치의 15배

를 상회하는 균주가 발견되어 감수성 저하 또는 저항성 균주의 존재가 우려되었는데, 이 실험에서도 울산의 U8과수원에서 채취한 50균주 중 difenoconazole에 대한 EC₅₀ 값이 평균치의 10배를 넘는 균주가 1균주 발견되어 (Fig. 4), 이 약제에 대해서도 저항성 또는 감수성 저하 균주의 존재가 우려되었다.

Fenarimole에 대한 EC₅₀ 값의 분포 양상은 base line sensitivity 검정에서와 마찬가지로 이 조사에서도 비슷한 양상을 보였으나 (Fig. 5), 2006년도와 2007년도에 여러 과수원에서 채집한 균주집단에 대한 조사에서 보다 좁은 범위에 분포하고 있었다. 그러나 나주의 N1과 N2에서는 EC₅₀ 값이 1.0 mg liter⁻¹를 초과하는 균주가 각각 1균주씩 발견되어 역시 감수성저하 우려가 있는 것으로 생각되었다.

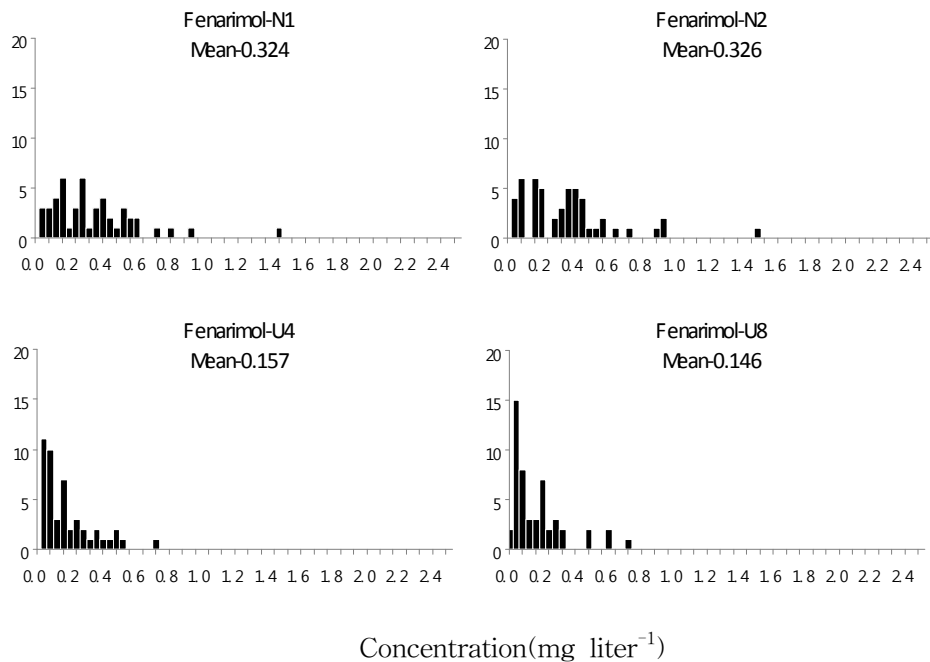


Fig. 5 Distribution of EC₅₀ values of fenarimol to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2007)

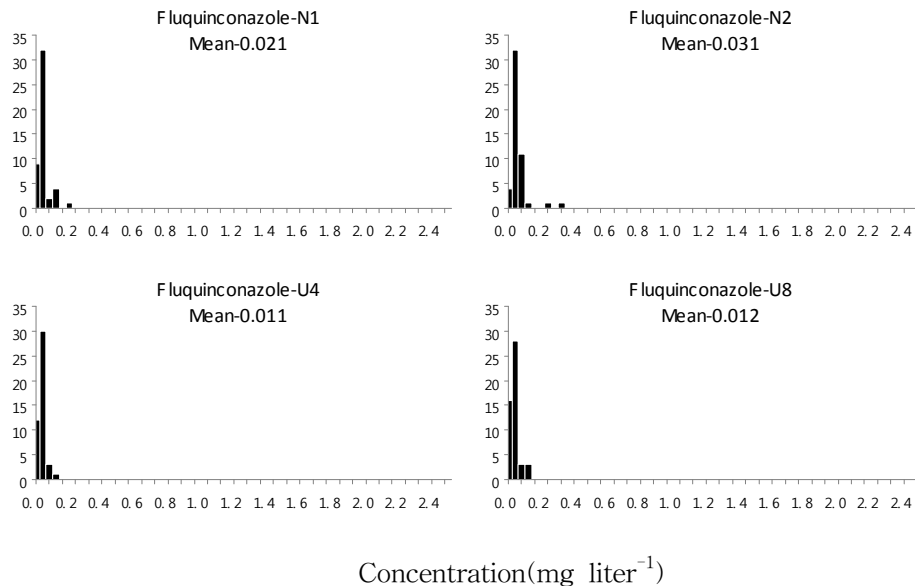


Fig. 6 Distribution of EC₅₀ values of fluquinconazole to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2007)

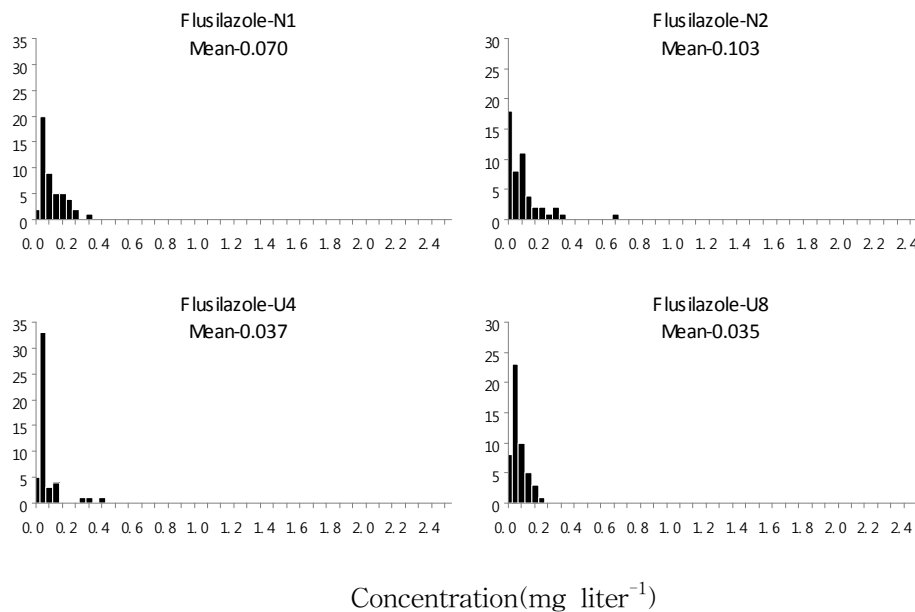


Fig. 7 Distribution of EC₅₀ values of flusilazole to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2007)

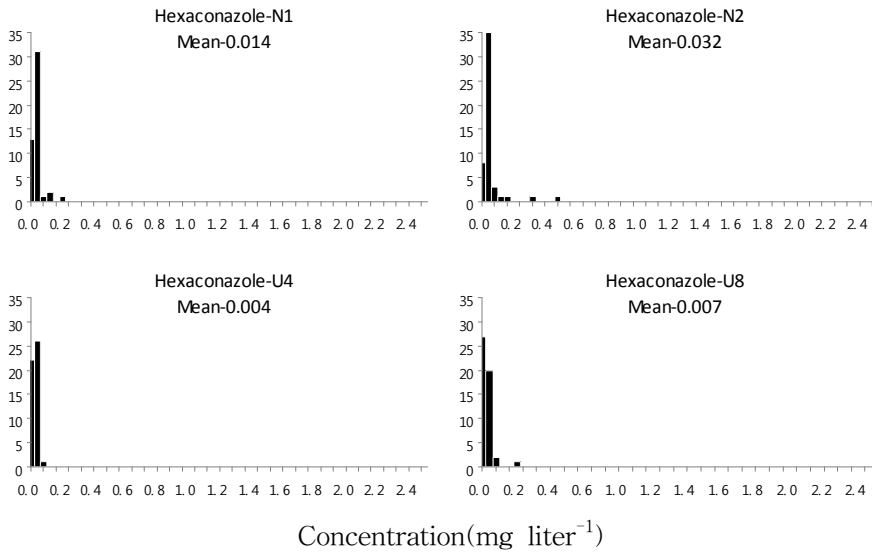


Fig. 8 Distribution of EC₅₀ values of hexaconazole to mycelial growth in *Venturia nashicola* monoconidial strains collected in Naju and Ulsan.(2007)

Fluquinconazole에 대해서는 2006년도에 울산지역에서 채집한 균주 중에는 EC₅₀값이 평균치에서 크게 벗어난 균주가 있었으나 이 조사에서는 EC₅₀ 값의 분포 양상은 4 과수원 모두 비슷하였으며 평균치에서 크게 벗어난 균주는 없었으나 나주의 N2에서 평균치에서 약간 벗어난 균주가 발견되었다 (Fig. 6).

Flusilazole 에 대해서는 2006년도와 2007년도에 채집한 균주 중에는 EC₅₀값이 상당히 높은 균주가 두 지역 모두에서 발견되었는데 (Fig. 7), 이 조사에서는 울산의 U4와 나주 의 N2에서 평균치를 벗어난 균주가 발견되었는데, 울산의 U4에서는 평균치를 10배 이상 초과하는 균주도 있었으므로 감수성 저하 또는 저항성 균주로 추정되었다(Fig. 7).

Hexaconazole에 대한 값의 평균치의 분포상황이 매우 넓어 U4의 0.004mg liter-1 인데 반해 나주 N2에서는 0.032mg liter-1로 8배에 달했으며 (Fig. 8) 각 농가마다 평균치의 10배를 넘는 균주가 발견되어 이 약제에 대한 감수성 저하 또는 저항성균주의 존재가 우려되었다

이상과 같이 한 과수원내에서도 EBI에 대한 감수성이 각각 다른 균주가 존재한

다는 사실이 발견되었는데 이러한 사실은 EBI를 연용할 경우 과수원 전체에 감수성저하 또는 저항성균이 급격히 확산될 위험이 있는 것으로 생각된다.

다) 배나무 잎에의 직접적 접촉에 의한 저항성 검정

(1) 약제살포 직후에 병원균의 인공 접종에 의한 저항성 및 감수성 검정

배나무검은별무늬병균은 배지상에서의 발육속도가 매우 늦어 배지 상에서의 약제 저항성 검정을 위해서는 최소한 3개월의 시간이 소요되고 또 농약을 함유한 배지에 치상하고서도 3주간은 지나야 colony의 직경을 측정할 수 있으므로 그 기간 중에 농약의 성분의 분해 등이 우려되므로 EBI를 권장사용농도로 살포한 배나무 잎에 병원균을 접종하여 병 발생 상황을 조사하여 in vitro 에서의 결과와 비교했다. 병원균 접종 후 약 1주후면 발병이 시작되나 그 후 지속적으로 병세가 진전되므로 접종 후 3주까지의 발병엽율을 Table 7에 나타내었다.

배지상에서의 검정에서 값의 분포스펙트럼이 가장 넓었던 fenarimol에서 발병율이 가장 높을 것으로 예상했으나 U10에서 채취한 균만 발병율이 50%로 DW처리구의 40% 보다 높았다 (Table 7). 그런데 fenarimole에 대한 EC₅₀ 값의 분포가 넓기는 했으나 평균치로부터 크게 벗어나지 않아 N1과 N2에서 EC₅₀값이 1.5mg liter⁻¹가 되는 균주가 각각 1균주씩 있었다. 그러나 이는 평균치의 4.6배에 지나지 않았으므로 실제 식물체 상에서는 발병이 적었던 것으로 판단되었다.

Difenoconazole을 처리한 경우의 발병율은 그리 높지 않아 N2에서 채취한 균의 발병율이 30%로 가장 높았고 N5와 U3에서 채취한 균은 발병이 전혀 없었다. 그런데 배지상의 검정에서는 울산의 U8에서 분리한 균주 중에는 EC₅₀값이 평균치의 10배를 상회하는 균주가 1균주 있었는데, U8에서 채집한 균을 접종한 배나무에서의 발병율은 15.0%에 지나지 않았다.

Fluquinconazole을 처리한 경우 발병율은 대체로 낮았는데, N2포장 균의 발병율이 30%로 가장 높았고, N5에서 채취한 균의 발병율은 0%였다. 울산의 U4 및 U5에서 채취한 균의 발병율도 5%에 지나지 않아 비교적 안정적인 것으로 나타났다. 또 fluquinconazole은 배지상의 검정에서도 EC₅₀ 값이 매우 낮고 N2를 제외하고는

평균치에서 크게 벗어난 균이 발견되지 않았다.

Flusilazole을 살포한 경우의 발병율은 균주를 채집한 포장에 따라 상당한 차이를 보였는데, N5와 U4에서 채취한 균의 발병은 완전히 억제된 반면 U10과 U13에서 채취한 균의 발병율은 100%로 무처리의 40%에 비해 월등히 높았고 (Table 7), Plate 1에서 보는 바와 같이 disease severity도 매우 심했다. 이 실험의 결과도 배지상에서의 검정결과와 상당한 차이가 있었는데, U4에서는 flusilazole에 대한 EC₅₀ 값이 평균치의 10배를 상회하는 균주가 발견되었으나, 같은 과수원에서 채집한 균의 접종에 의해서는 전혀 발병이 없었다 (Table 7). 그리고 N2에서는 전반적으로 EC₅₀값이 매우 높아져 있어, flusilazole의 경우 울산의 U4에 비해 평균값 자체가 3.4배나 높고 그 중에서도 EC₅₀ 값이 0.6mg liter⁻¹나 되는 균주가 있었으나, 접종 실험에서의 발병율은 5.0%로 매우 낮았다. 이처럼 flusilazole에 있어서는 병원균의 약제에 대한 감수성은 포장에 따라 크게 달라 지는 것으로 나타나났다.

Table 7. Effect of EBIs on the control of pear scab when the chemicals were applied just prior to inoculation

		Disease incidence of pear scab on leaf(%)					
Localities	Site	Plots					
		DW	Dif	Fen	Flq	Fls	Hex
Naju	N2	95.0	30.0	10.0	30.0	5.0	100
	N3	95.0	27.8	26.3	25.0	12.0	100
	N4	100	25.0	35.0	15.0	4.8	100
	N5	80.0	0.0	28.6	0.0	0.0	100
Ulsan	U3	61.5	0.0	10.5	15.0	21.1	80.0
	U4	71.4	17.6	21.4	5.0	0.0	50.0
	U8	85.7	15.0	10.0	5.0	25.0	78.9
	U10	40.0	10.0	55.0	20.0	100	100
	U13	40.0	20.0	25.0	20.0	100	94.4

Dif : difenoconazole, Fen : fenarimole, Fls : flusilazole, Flq : fluquinconazole, Hex : hexaconazole

Hexaconazole의 경우, U4와 U8을 제외한 모든 과수원에서 채취한 균은 증류수처

리 (무처리)보다 훨씬 더 높은 발병을 보였는데, 나주의 4과수원과 울산의 U10에서 채취한 균을 접종한 경우 발병율이 100%였고 병세도 매우 심하여 잎의 가장자리에 엽소현상까지 나타났다 (Plate 1). 울산의 U4와 U8에서 채취한 균을 접종한 나무에서의 발병율은 DW처리구에서의 발병율 보다 낮았지만 발병율이 각각 50%와 78.7%나 되어 결코 낮은 수준은 아니었다 (Table 7). 그런데 hexaconazole은

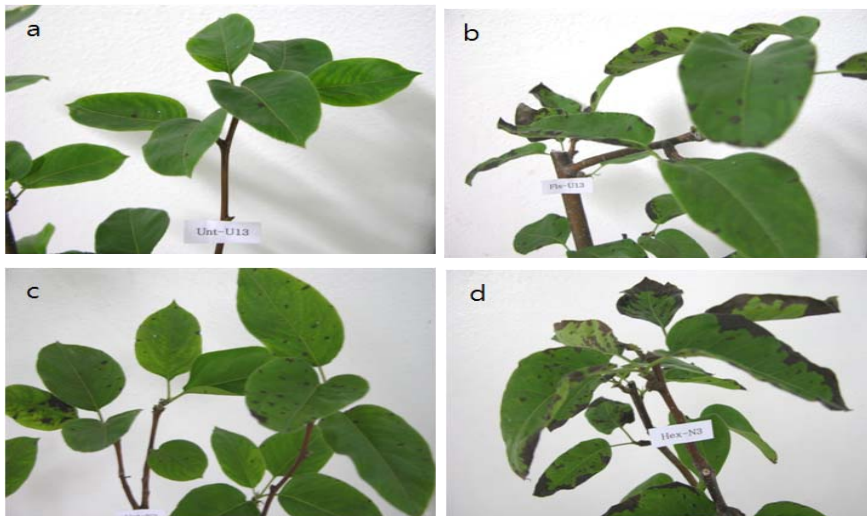


Plate 1. Lesions appeared on pear leaves on which the fungus harvested from sporulating lesions was artificially inoculated soon after the treatment of EBIs of manufacturer's recommended concentration.

a: U13-DW, b: U13-flusilazole, c: N3-untreated, d: 3-hexaconazole.

배지상에서의 검정 실험에서 비교적 높은 활성을 나타내어 EC_{50} 값의 평균치는 매우 낮았으나 개별과수원에서 채집한 균주에 의한 실험에서 4과수원 모두에서 EC_{50} 값이 평균치의 10배를 넘는 균이 발견되었다 (Fig. 8). 따라서 hexaconazole을 처리한 나무에서 유독 병이 많이 발생한 것으로 생각되었다. 또 나주의 N2에서의 EC_{50} 평균값은 U4의 8배나 되었고 N1에서는 U4의 3.5배나 되어 나주 균의 EC_{50} 평균치 자체가 울산 균보다 훨씬 높았다 (Fig. 8). 따라서 발병 정도 또한 나주에서 채집한 균주가 울산균주에 비해 훨씬 높은 것으로 생각되었다. 이상의 결과를 보면 울산

과 나주에서 채취한 검은별무늬병균의 hexaconazole에 대해 감수성은 크게 낮아진 것으로 추정되었다.

(2) 병원균 접종 후 EBI의 처리에 의한 저항성 및 감수성 저하 검증

EBI를 처리하고 병원균을 접종하여 저항성 또는 감수성저하를 검정한 결과, 일부의 균이 flusilazole과 hexaconazole에 대해 고도의 저항성을 나타내었으므로, hexaconazole에 대해 고도 저항성을 보인 N2, 및 N5의 2개 과수원에서 채집한 균과 flusilazole에 대해 고도 저항성을 보인 U10 균과 flusilazole에 대해 감수성을 보인 U4 균을 선정하여 어린잎에 전술한 방법에 따라 접종하고, 72시간 후에 5종의 EBI를 권장 사용농도로 살포하고, 3주후에 이병엽율과 이병엽상의 평균 병반수를 조사하였다.

이 실험의 결과는 약제를 먼저 살포하고 병원균을 접종한 실험 결과와 상당한 차이가 있었다. Difenoconazole의 경우 약제의 처리가 병원균의 접종에 선행할 경우 발병율이 전반적으로 매우 낮았으나 (Table 7) 병원균 접종후 약제를 살포한 경우에는 발병율이 전반적으로 매우 높았다 (Table 8). Fenarimole의 경우도 difenoconazole과 거의 비슷한 경향을 보였다. Flusilazole에 있어서는 접종 전에 약제를 살포한 경우 N2와 N5 균에서의 발병율은 5.0%와 0.0%로 비교적 강한 억제효과를 나타내었으나(Table 7) 이 실험에서는 72.0%와 100%로 저지 효과가 거의 없었다 (Table 8). 한편 U10에서 채집한 균은 flusilazole을 처리한 직후에 병원균을 접종한 경우 100%의 발병율을 보였는데 (Table 7), 이 실험에서도 100%의 발병율을 보였고, U4균 역시 U10과 마찬가지로 전자의 실험에서 100%의 발병율을 보였는데, 이 실험에서도 발병율이 68.2%나 되었다 (Table 8). Fluquinconazole에서도 발병율이 가장 낮은 N5 균에서 37.5%였고 나머지 3 과수원에서 채취한 균의 발병율은 50%대로 다른 약제에 비해 다소 낮았다. 그런데 hexaconazole의 경우, N2와 N5는 약제살포직후에 접종한 실험에서는 100%의 발병율을 보였고 잎의 가장자리에 소엽현상까지 관찰되었는데(Plate 1), 이 실험에서도 발병율이 각각 77.3%와 62.5%로 높은 편이었다 (Table 8). 그리고전자의 실험에서 hexaconazole에 대해 비

교적 저항성으로 50%의 발병율을 보인 U4 균은 이 실험에서 11.1%의 발병을 보여 역시 높은 억제효과를 나타내었다. 또 전자의 실험에서 100%의 발병율을 보인 U10 균의 이 실험에서의 발병율은 65.6%로 나주에서 채집한 균과 거의 비슷한 경

Table 8. Effect of EBIs on the control of pear scab when the chemicals were treated after inoculation.

Localities	Site	Disease incidence (%) on the EBI treated leaves					
		Dif	Fen	Fls	Flq	Hex	DW
Naju	N2	100	94.3	72.0	58.3	77.3	100
	N5	92.0	84.2	100	37.5	62.5	77.4
Ulsan	U4	95.8	76.5	68.2	55.6	11.1	100
	U10	75.0	85.7	100	52.0	65.6	64.7

Dif : difenoconazole, Fen : fenarimole, Fls : flusilazole, Flq : fluquinconazole, Hex : hexaconazole

향을 보였다. 이러한 점으로 본다면 U4를 제외한 세 과수원에서 채취한 균이 hexaconazole에 대해 저항성이 거나 아니면 감수성이 저하한 것으로 판단되었다.

이상과 같이 병원균 접종 후에 약제를 살포한 실험결과와 약제를 처리한 직후에 병원균을 접종한 실험 결과가 일치하지 않는 경우도 있었는데, 이는 병원균 접종 후 약제처리까지의 시간이 너무 길었기 때문인 것으로 추정되었다. 일반적으로 EBI를 위시한 침투성 살균제의 병 방제효과는 병원균 침입 후 가급적 빨리 처리해야만 방제효과를 나타내는 것으로 알려져 있는데 (Solel, 1977), EBI의 경우 사과 검은별무늬병에서는 침입후 3일 정도까지 치료효과를 나타내는 것으로 알려져 있고 (Yoder and Hickey, 1981), 배나무검은별무늬병에서도 감염후 3일정도까지는 치료효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다 (Seisaku et al, 2003). 따라서 이 실험에서의 약제 처리 시간을 접종 후 72시간으로 하였는데, EBI간에 방제효과에 있어서 차이가 크지 않는 점으로 본다면 약제처리시 병원균이 이미 식물의 엽조직 내에 정착한 것으로 판단되었다.

또 EBI가 병세의 진전에 미치는 영향을 검토하기 위해 발병엽에 나타난 병반의 수를 조사한 결과를 Table 9에 나타내었는데, 팔호안에는 잎의 가장자리에 엽소현

상이 발견된 잎의 숫자를 나타내었다. Difenoconazole에 있어서는 이병엽율은 매우 높았으나 나타난 병반의 수는 비교적 적은 편이었고 균의 채집한 과수원에 따라 병반수에 상당한 차이가 있어, N2에서는 9.2개로 엽소현상이 나타난 잎이 3엽이었으니 U10에서는 평균병반의 수가 2.0개로 엽소현상이 나타난 잎은 없었다 (Table 9). Fenarimole에서는 균을 채집한 과수원간에 뚜렷한 차이는 없었으나, flusilazole

Table 9. Effect of EBIs on the disease severity of pear scab on the leaves where the EBIs were treated 72hrs after inoculation

Localities	Site	Average number of lesion on diseased leaves					
		Dif	Fen	Fls	Flq	Hex	DW
Naji	N2	9.1 (3)*	10.0 (1)	3.9 (0)	3.3 (0)	3.6 (0)	43.1 (10)
	N5	5.5 (1)	32.9 (3)	35.8 (7)	5.1 (0)	13.9 (0)	14.2 (2)
Ulsan	U4	7.0 (1)	11.8 (0)	5.4 (2)	5.9 (0)	3.0 (0)	34.6 (7)
	U10	2.0 (0)	23.6 (1)	30.0 (5)	16.3 (2)	10.6 (1)	23.7 (3)

Dif : difenoconazole, Fen : fenarimole, Fls : flusilazole, Flq : fluquinconazole, Hex : hexaconazole
 ()+ : number of blighted leaves

에서는 N5와 U10이 N2나 U4에 비해 평균병반의 수가 훨씬 많았고 엽소 현상을 나타낸 잎의 수도 많았다 (Table 9). 그런데 flusilazole처리 후 병원균을 접종한 실험에서 N5에서는 발병이 전혀 없었으나 접종 후 약제를 처리한 경우에는 N5에서 이병엽율이 100%였고 평균병반수도 35.8개였으며 그중 7엽에서 엽소현상까지 발생했으므로 flusilazole은 보호효과가 강하고 치료효과는 매우 낮은 것으로 판단되었고, flusilazole에 대한 저항성으로 보기는 어려운 것으로 판단되었다. 한편 평균병반의 수가 많았던 U10에 있어서는 약제처리 후에 병원균을 접종한 실험에서 100%의 발병율을 보였고 (Table 7), 이 실험에서도 100%의 발병율을 나타내었으며 (Table 8) 평균병반수도 30.3개였고 5엽에 엽소가 나타나 두 가지 실험의 결과가 거의 일치했다 (Table 9). 따라서 U10에서 채취된 균은 flusilazole에 대해 저항성인 것으로 판단되었다. Fluquinconazole에 있어서는 특이 사항이 없으나 U10에서 병반의 수가 16.3개 이고 2엽에 엽소현상이 나타나 다른 과수원에서 채취한 균에서 나

타난 병반의 수 보다 높았으나 약제 살포 후에 방원균을 집중한 실험 결과와 관련시킬 수 없었다. 그러나 hexaconazole의 경우에는 전술한 바와 같이 이병엽에 있어서 약제살포 후에 병원균을 집중한 실험 결과와 거의 일치하며 병반수에 있어서도 N2를 제외하고 거의 일치했다. 따라서 이 실험에 사용한 4개 과수원에서 채집한 균주는 hexaconazole에 대해 저항성이거나 감수성이 저하된 것으로 추정되었다.

제3절 검은별무늬병 자낭포자비산 조사

검은별무늬병의 1차전염원은 자낭포자인데 이는 전년도의 이병엽에서 비산하며 그 비산 시기에 대한 정확한 정보는 방제체계 개발은 물론 통상적으로도 매년 자낭 포자 비산 정보를 농가에 제공해야 할 것으로 생각된다. 과수원에 포자채집기를 설치하고 비산되는 포자의 수를 조하했는데 전염원의 밀도가 너무 낮으면 data를 얻기 어려울 것으로 생각되므로 전년도의 이병엽을 수집, 그물 주머니에 넣어 과수원 바닥에 깔아 놓고 그 위에 포자채집기를 설치하도록 계획했다.

1. 재료 및 방법

2004년도에는 연구 시작일이 포자비산이 거의 종료된 시점이었고, 또 2003년도의 이병엽이 준비되지 않아 당초의 계획대로 수행할 수 없었다. 그러나 연구 개시 이전에 예비실험으로 나주배시험장 농약무처리포장에서 지상 40cm의 위치에 포자채집기를 설치하고 매일 오전 9시부터 20분간 운전, 포자채집기에 부착된 slide glass에 cover slip (18X18mm)을 덮고 그 내의 포자의 수를 현미경 (200X)하에서 계수했다.

2005년에는 나주배시험장과 울산농업기술센터 2곳에서 조사했으며 나주에서는 전년도 이병엽을 그물주머니에 넣어 과수원 바닥에 깔아 놓고 그위에 포자채집기를 설치했으나 울산에서는 전년도 병엽을 구할 수 없었고 또 농약무

처리 포장이 설치되어 있지 않아 일반 포장에 포자채집기를 설치했다. 지상에 떨어진 전년도의 병엽에서 분산되는 포자와 인편에서 월동한 병원균이 형성하는 포자를 모두 포집하기 위해 포자채집기의 설치 높이를 각각 40cm와 150cm로 하는 두 종류를 설치하였고 포자채집기의 운전을 처음에는 1시간으로 늘렸으나 꽃가루 등의 협잡물이 너무 많아 포자를 계수할 수 없었으므로 운전시간은 다시 20분으로 하였다. 2006년부터는 나주배시험장에서만 조사했다.

2 결과 및 고찰

2004년도에는 4월 25일에 처음으로 검은별무늬병의 포자가 포착되었고 4월 하순에서 5월 중순까지 포자의 비산이 고원상태를 이루었고 5월 중순 이후에 감소하여 6월 하순에 거의 종료되었다 (Fig. 9). 이러한 결과로도 포자의 비산소장을 파악하기에는 충분할 것으로 생각되나 포자채집기가 지상 40cm의 위치 한 곳만 설치되었으므로 전년도의 낙엽에서 비산되는 포자가 포착되었을 것으로 생각된다. 그런데 검은별무늬병균은 가지의 인편에서도 균사상태로 월동하여 제1차전염원을 분산하는 것으로 알려져 있으므로 이를 포착하기 위해서는 지상 150cm 정도의 위치에 포자채집기를 설치해야 할 것으로 생각되었다.

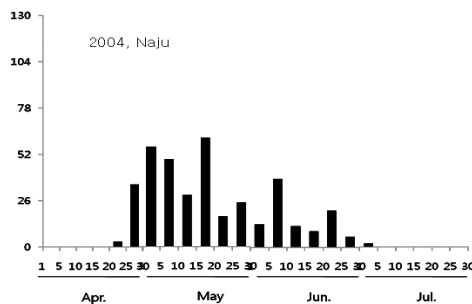


Fig. 9 Spore dispersals in pear scab during the pear growing season in Naju (2004)

2005년도 나주지방에서는 지상 150cm에 설치한 포자채집기에서는 포자가 거의 포착되지 않았고 40cm에 설치한 포자채집기에서는 자낭포자가 포착되

었는데, 2005년도에는 4월 28일에 처음으로 검은별무늬병의 포자가 포착되었고 5월 상순에서 6월 중순까지 포자의 비산이 고원상태를 이루다가 그 후에 감소하여 7월 상순에 거의 종료되었다 (Fig. 10). 한편 울산에서는 지상 40cm의 포

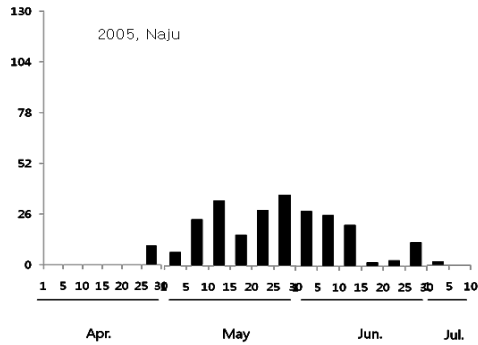


Fig. 10 Spore dispersals in pear scab during the pear growing season in Naju (2005)

자채집기에서는 포자가 거의 포착되지 않았고 지상 150cm의 채집기에서는 소량의 포자가 포착되었는데, 4월 1일에 이미 포자의 비산이 확인되었다 (Fig. 11) 그런데 울산에서는 4월 1일부터 포자채집기를 가동했는데 4월 1일 첫날 포자의 비산이 확인되었으므로 실제 비산의 시작은 그 보다 더 빨랐을 것으로 추정되었다. 그런데 울산에서 지상 40cm에 설치한 포자채집기에는 포자가 거

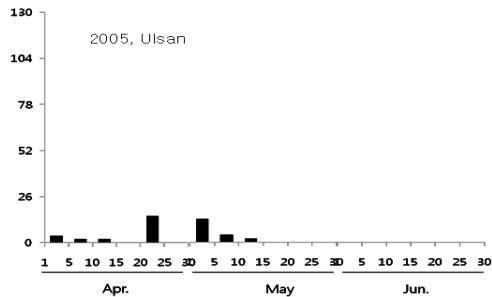


Fig. 11 Spore dispersals in pear scab during the pear growing season in Ulsan (2005)

의 포착되지 않았던 것은 앞에서는 병반이 거의 보이지 않았던 것과 관련이 있어 보였다.

2007년 나주지방에서의 포자비산 시작은 4월 17일로 2005년도 보다 다소 빨리 시작되었고, 그 후 비산량이 급격히 증가하여 4월 하순을 정점으로 점차 감소하여 6월 말경에 종료되었다 (Fig. 12).

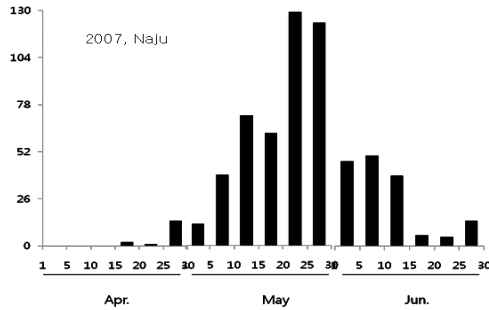


Fig. 12 Spore dispersals in pear scab during the pear growing season in Naju (2007)

제4절 배 생육기간 중의 검은별무늬병 및 붉은별무늬병의 감염소장 조사.

배에 발생하는 병 중에 약제 살포에 의한 방제대상 병은 붉은별무늬병과 검은별무늬병의 2종인데, 붉은별무늬병은 생육초기에 한정된 시기에만 발생하고 배나무에서 배나무에로의 2차전염은 일어나지 않으므로 발생초기에 한차례만 방제하면 된다. 또 이 병은 EBI 살균제에 의해서 간단히 방제되므로 대부분 검은별무늬병과 동시방제 한다. 그러나 검은별무늬병의 방제에 EBI만 사용할 수 없으므로 이 병의 감염 시기를 조사할 필요가 있는 것으로 생각되었다. 그런데 나주지방에서는 중간기주인 향나무가 존재하지 않으므로 붉은별무늬병이 발생하지 않는다.

검은별무늬병은 월동 전염원으로부터 1차 감염에 의해 발병하면 2차감염이

수회 반복되므로 1차감염시기를 파악하여 방제하는 것이 매우 중요하다. 따라서 이 실험은 3년간의 연구기간 중에 지속적으로 수행했다.

1. 재료 및 방법

잎과 과실로 나누어 실험했는데, 잎에서의 실험은 배나무 묘목을 pot (직경 40cm)에 심고 감염을 차단하기 위해 이들을 하우스 내에 보관 해두고 붉은별무늬병 및 검은별무늬병 감염 가능기간 중에 3개씩의 pot를 5일간씩 자연감염에 노출시켰다가 다시 하우스 내에 보관하고, 새로운 포트의 노출과 차단을 반복하면서 잎에 나타난 두 가지 병의 이병엽율을 조사했다. 과실에 대한 실험은 살균제 무처리 포장에서 봉지를 씌울 수 있는 가장 이른 시기인 5월 초에 대상 과실 전체에 일단 소봉지 (7X8cm, Nihon soda, Japan) 를 씌우고 그로부터 5일 간격으로 100개씩의 과실의 봉지를 벗겨 자연감염에 노출시킨 후 다시 소봉지를 씌우고, 6월 중순에 다시 대봉지를 바꿔 씌워 수확기에 이병과율을 조사했다. 이 실험은 지역과 연차간의 변동을 보기 위해 2005년부터 2007년까지 나주와 울산에서 각각 수행했는데, 배나무묘목을 자연감염에 노출시킨 날짜 과실에 봉지를 씌우기 시작한 날짜는 연차간 지역간에 약간씩 달랐는데, 이들은 각 지역의 결과에서 기술해 두었다.

2. 결과 및 고찰

가. 2005년

1) 울산

병의 감염에는 기상조건이 매우 중요하므로 2005년 실험포장이 위치한 울산광역시 기상대에서 발표한 기상 순보를 이용하여 병 발생에 직접적으로 관여하는 평균기온, 강수량, 강우일수, 연속강우 횟수를 검은별무늬병이나 붉은별무늬병의 감염이 시작될 것으로 추정되는 4월 중순경부터 봉지씌우기가 시작되는 6월 상순까지 매 5일간을 한 구간으로 하여 정리하였다.(Table 10)

검은별무늬병의 병원균은 눈의 비늘속에서 월동하며 자낭각의 형성은 2월

하순경부터 시작되며 자낭포자는 4월에 성숙되기 시작하여 4월 중순이후에 비가 오면 비산되어 제 1차 전염원이 되는데 5월 상순이 되면 끝난다 (사과·배의 병 진단과 방제, 1997). 검은별무늬병의 잎에 대한 감염적온은 15~20℃이며 최저 8℃, 최고는 25℃ 정도로서 물이 있을 때 48시간 이내에 침입이 끝나며 잠복기간은 10~35℃에서 15~16일이나, 전엽 후 1개월이 지난 잎에는 발병되지 않는다고 보고되었다 (사과·배의 병 진단과 방제, 1997). 붉은별무늬병의 병원균은 4~5월에 비가 오면 향나무의 겨울포자가 발아하여 소생자를 형성하고 이 소생자가 1~2km 이내의 배나무로 옮겨져 어린 잎, 햇가지 및 열매 등의 각피 또는 기공을 통해서 침입, 발병하는 것으로 알려져 있다..

Table 10. Weather status during the experiment period. (2005)

Period	Mean of temp(℃)	Precipitation (mm)	No. of rainy days	No. of successive rain(days)		
				2	3	4<
4.18~22	16.0	12.1	3		1	
4.23~27	16.0	0.0	0			
4.28~5. 2	20.1	4.5	1			
5. 3~7	16.8	24.1	3		1	
5. 8~12	16.0	3.0	1			
5.13~17	16.6	0.0	0			
5.18~22	20.4	0.0	0			
5.23~27	18.8	0.0	0			~
5.28~6. 1	19.4	13.5	1			
6. 2~6	19.7	9.5	2	1		
6. 7~11	21.4	32.0	2	1		

검은별무늬병의 감염과 관련된 환경조건을 보면 2005년에는 4월 중순 이후부터 5월 상순까지 강우일수가 7일이며 40mm밖에 되지 않아 검은별무늬병의 감염이 적을 것으로 판단되었다(Table 10). 붉은별무늬병은 4~5월에 비가 오면 감염이 이루지지기 때문에 2005년의 강우일수는 13일이어서 붉은별무늬병

이 어느 정도 감염될 것으로 판단되었다.

2005년도 울산 실험에서 배나무 묘목을 심은 포트를 자연감염에 노출은 4월 18일부터 6월 6일까지 수행했고, 감염차단을 위해 전체 과실에 봉지를 씌운 것은 5월 3일 이었다 (Fig. 14).

포트에 재식한 묘목의 앞에서는 검은별무늬병이 전혀 발생하지 않아 감염 시기를 결정할 수 없었고, 과실에 대한 실험을 수행하기 위한 살균제 무처리 포장에서도 극히 적은 수의 이병엽만 관찰되었다. 그러나 붉은별무늬병은 pot에 재식한 묘목에서 충분한 발병을 보였는데, 그것도 5월 3일에서 7일 사이에 노출시킨 묘목에서 79.5%의 이병엽율을 보였으며, 그 외의 기간 중에 노출된 묘목에서는 거의 발병하지 않았다. 그런데 붉은별무늬병도 감염유도를 위해서 강우가 필요한데, 시험 기간 중의 강우 상황과 발병율을 보면 4월 18일에서 22일 사이에 3일간에 걸쳐 12.1mm의 강우가 있었는데도 이병엽율은 0.5%에 불과했고, 4월 28일에서 5월 2일 사이에는 강우가 1회 있었으나 이병엽율은 역시 0.5%에 불과했다. 그런데 5월 3일에서 5월 7일 사이에 3일간에 걸쳐 24.1mm의 비가 내렸는데 (Table 10) 무려 79.5%의 이병엽율을 나타내었다. (Fig. 13) 그리고 5월 8일과 12일 사이에도 3.0mm의 강우가 있었으나 발병율은 0.8%로 미미한 수준이었다. 그 후 5월 13일부터 6월 7일 사이의 노출 기간 중에도 세 차례 강우가 있었으나 감염은 거의 없었다. 따라서 붉은별무늬병은 5월 3일에서 7일 사이에만 감염되었고 그 외의 시기에는 강우가 있어도 감염되지 않는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 매우 흥미로운 사실로 붉은무늬병의 방제를 위한 약제 살포시기를 결정하는 중요한 단서가 되는 것으로 생각되었다.

그런데 붉은별무늬병의 과실감염은 다소 다른 양상을 보였는데, 5월 3일 봉지를 씌우고 수확기까지 봉지를 유지시킨 과실에서의 발병율이 8.3%였다 (Fig. 14). 과실에 봉지를 씌우면 병원균의 접촉이 불가능하므로 봉지를 씌운 후에는 감염은 거의 없을 것으로 생각되므로 그들 과실에서의 발병은 5월 3일 이전에 감염된 것으로 볼 수 있는데, 5월 3일 이전에 감염을 유도할 만한 강우

는 4월 18일부터 22일 사이에 3일간에 걸친 연속강우가 있었다 (Table 10). 그런데 그 시기는 개화기에 해당되므로 과실에서는 아주 이른 시기에도 감염이

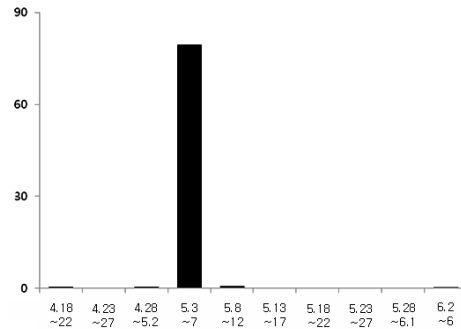


Fig 13. Time of infection of pear rust on the leaves determined by exposure of potted pear seedlings to natural inoculum for every 5-day interval from middle of April to late May. (Ulsan 2005)

가능한 것으로 나타났다. 또 2005년도에는 그 후 4월 23일부터 5월 2일 사이에는 강우가 거의 없었으므로 감염이 없었을 것으로 생각되나 만약 그 시기에 강우가 있다면 충분히 감염될 수 있을 것으로 생각되었다. 그런데 잎에서의 감염은 대부분 5월 3일부터 7일 사이에 일어났고 그 외의 시기에는 강우가 있어도 감염은 없었다는 점으로 본다면 과실과 잎에서의 감염 양상은 크게 다른 것으로 판단되었다.

한편 5월 3일부터 6월 11일까지의 기간 중에 봉지를 벗기고 5일간씩 자연감염에 노출시킨 과실에서의 발병율이 처음부터 봉지를 씌워둔 과실에서의 발병율보다 오히려 낮게 나타난 경우가 있었는데 (Fig. 14) 이는 과실봉지에 처리된 chlorothalonil의 영향으로 판단되었다. 만약 과실 봉지에 처리된 chlorothalonil의 영향이 없다고 한다면 5월 3일 봉지를 씌우기 전에 이미 8.3%의 과실이 감염되어 있었으므로 그 후 봉지를 벗겨 자연감염에 노출 시키면 누적감염이 되므로 발병율은 모두 8.3%이상일 것으로 생각되나 일부의 구간에 노출 시킨 과실에서의 발병율은 그와 차이가 없거나 오히려 낮아지는 경

우도 있었다 (Fig. 14). 따라서 2005년도의 실험에서는 봉지에 처리된 살균제의 영향으로 인해 구간별 감염율의 변동은 파악하기 어려웠다. 그러나 과실감염은 앞에서의 감염과는 달리 아주 이른 시기부터 감염이 가능하고 감염 가능기간도 훨씬 길다는 사실이 밝혀졌다.

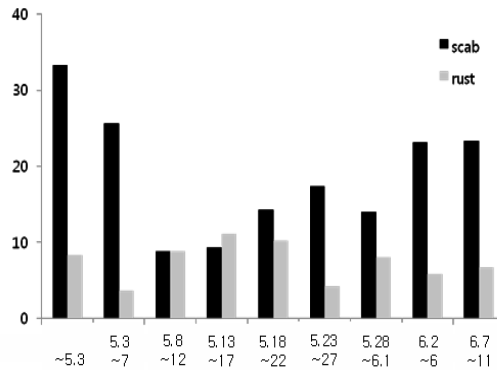


Fig 14. Time of infection in pear rust and scab on fruit determined by exposure of the pear fruits to natural inoculum by unbagging for every 5-day interval from early May to mid-June (Ulsan 2005).

검은별무늬병은 앞에서는 거의 발생하지 않았으나 과실에서는 비교적 높은 발병율을 보여 5월 3일에 봉지를 씌우고 수확기까지 봉지를 유지한 과실에서 33.3%의 발병율을 보였는데 (Fig. 14), 이들은 모두 5월 3일 이전에 감염된 것으로 추정되었다. 검은별무늬병은 결로에 의해서도 감염이 가능한 것으로 알려져 있으나 (梅本清作, 1993) 대량 감염을 위해서는 강우가 필요할 것으로 생각되므로 5월 3일 이전의 감염은 붉은별무늬병과 같이 4월 18일부터 22일 사이의 강우에 의한 것으로 판단되었다. 또 5월 3일부터 6월 11일까지의 기간 중에 5일간씩 자연감염에 노출시킨 과실에서의 발병율을 보면 붉은별무늬병의 경우에서와 마찬가지로 모두 처음부터 수확기까지 봉지를 유지시킨 과실에서의 발병율 보다 낮았으며 (Fig. 14), 이 또한 봉지에 처리된 살균제의 영향으로 판단되었다. 특히 검은별무늬병의 경우 감염직후에는 보호살균제에 의해서도 치료

효과가 나타나는 이른바 kick back 현상이 알려져 있다 (深谷雅子 1991). 5월 3일에서 5월 7일 사이에 노출 시킨 과실에서의 발병율이 25.6%로 다른 구간보다 높게 나타났는데, 이는 5월 3일에 일단 모든 과실에 봉지를 씌우고 이어서 10주의 나무로부터 각각 10개씩의 과실에서 봉지를 벗기고 5일간 노출 시킨 후 다시 봉지를 씌웠으므로 농약의 영향을 1회만 받았기 때문인 것으로 추정되었다. 그 후 5월 8일부터 5월 12일까지 노출 시킨 경우는 처음 봉지를 씌웠다가 5일 후에 다시 봉지를 씌웠으므로 봉지의 농약에 두 번씩 노출되었기 때문에 발병율이 낮아졌을 것으로 추정되었다. 5월 13일부터 17일까지 노출 시킨 경우도 비슷한 설명이 가능하고, 그 후부터 발병율이 점차 증가했는데, 이는 감염으로부터 시간이 경과함에 따라 병원균이 과실의 표피 조직에 침입 정착하므로 농약의 영향을 적게 받았을 것으로 판단되었다. 따라서 2005년도의 실험에서는 검은별무늬병의 구간별 감염 정도를 판단하기는 어려웠으나 5월 3일 이전에 대량감염 된다는 사실이 확인되었으므로 이 사실은 이 병의 방제를 위한 살균제 살포체계 개발에 활용될 수 있을 것으로 생각되었다.

2) 나주

2005년도 나주에서 묘목이 심겨진 pot를 자연감염에 노출시킨 기간은 4월 18일부터 6월 3일까지였고 (Fig. 15) 과실감염시기를 조사하기 위해 봉지를 씌운 날짜는 5월 10일 이었다 (Fig. 16). 나주에서는 붉은별무늬병이 전혀 발생하지 않았는데 이는 인근에 중간숙주가 없었기 때문인 것으로 판단되었다. 나주에서는 pot에 재식한 묘목의 잎에서도 검은별무늬병이 발생했으나 발병율은 그리 높지 않았다 (Fig. 15). 이 실험은 배나무의 잎이 어느 정도 전개하는 4월 10일부터 시작했는데, 그로부터 5일간 노출 시킨 묘목에서 2.8%가 발병했다는 점으로 본다면 노출을 그 보다 더 빨리 시작해도 발병이 있었을 것으로 추정되었다. 감염최성기는 4월 하순에서 5월 상순의 기간으로 추정되며 그 시기가 이병의 방제에 가장 중요한 시기로 판단되었다.

나주 지방에서의 시기별 과실 감염율 조사는 3곳에서 수행했는데, 금천면과

왕곡면에서는 신고품종에서, 그리고 배 시험장에서는 황금배에서 조사했다. 황금배에서의 발병율이 신고품종에서의 발병율 보다 크게 낮았는데 (Fig. 16), 이는 품종간의 감수성의 차이에 인한 것으로 판단되었다. 감염을 차단하기 위한

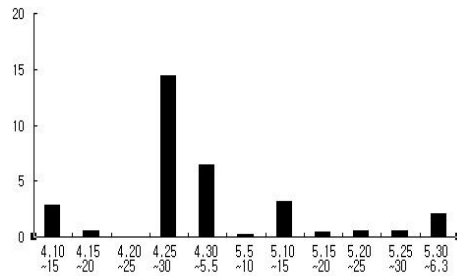


Fig. 15. Transition of infection of scab on pear leaves determined by periodical exposure of potted seedlings to natural inoculum in Naju(2005)

봉지씌우기는 5월 10일에 수행했는데 그날부터 수확기까지 봉지를 유지한 과 실에서의 발병율이 금천, 왕곡 및 시험장에서 각각 17.2%, 24.8% 및 3.8%로 5월 10일 이전에 이미 상당정도의 비율로 감염된 것으로 나타났다 (Fig. 16). 그 후의 증가 양상은 울산지방의 경우와 거의 유사하였는데 5월 30일 이후의 급격한 증가는 2차감염에 의한 것으로 판단되었다.

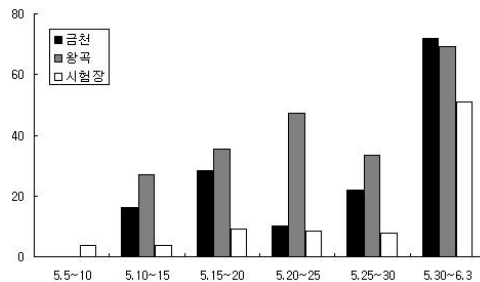


Fig. 16. Transition of infection of scab on pear fruits determined by periodical exposure of potted seedlings to natural inoculum in Naju(2005)

나. 2006년

1) 울산

앞에서는 붉은별무늬병만 발생했고 검은별무늬병 이병엽은 거의 보이지 않았다. 각 노출 기간 중의 붉은별무늬병의 발병 상황을 Fig. 17에 나타내었는데, 2006년도 실험에서는 매우 특이한 양상이 나타났다. 일반적으로 붉은별무늬병은 소생자가 비산하는 짧은 기간 중에만 감염되며, 울산지방에서 2005년도는 5월 3일에서 5월 7일간의 5일 중 어느 한 시점에만 감염되었으나 (Fig. 13), 2006년의 경우에는 시험기간 중 지속적으로 감염된 것으로 나타났다 (Fig. 17). 그런데 2006년의 경우 처음부터 한 번도 노출시키지 않는 묘목에서도 22.7%가 발병한 점으로 본다면 하우스 내에서도 감염이 일어난 것으로 추정되었다 (Fig. 17). 하우스에는 온도의 과도한 상승을 막기 위해 측창을 열려 두었는데,

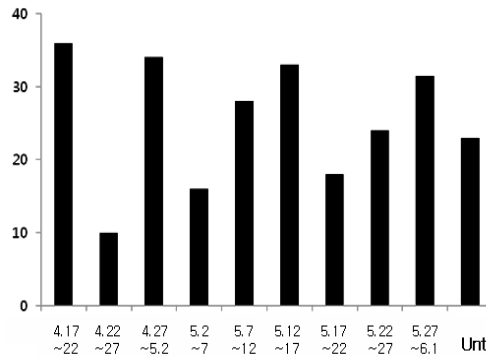


Fig. 17. Transition of infection of rust on pear leaves determined by periodical exposure of potted seedlings to natural inoculum in Ulsan (2005)

그곳으로 통해서 소생자가 유입되어 감염원으로 작용한 것으로 판단되었다. 따라서 2006년도의 시험에서는 감염시기를 알 수는 없으나 4월 17일부터 5월 간 노출 시킨 묘목에서 35.7%가 발병되었는데, 실제로는 이보다 더 빠른 시기의 어느 시점에서 감염되었을 가능성이 매우 높을 것으로 생각되었다. 전년도의 감염시기가 5월 상순이었다면 2006년도의 감염시기는 전년도보다 20일 이상 앞당겨진 것으로 판단되었다.

그런데 2006년도의 이 실험에서 정확한 감염 시기를 결정할 수는 없었으나 붉은별무늬병의 감염조건에 대한 중요한 정보가 얻어졌다. 대부분의 식물병에 있어서 감염을 위해서는 일정한 기간 동안의 습윤 상태가 요구되는데, 붉은별무늬병은 그러한 조건이 구비되지 않아도 감염이 가능한 것으로 나타났다. 이 실험에서 전술한 바와 같이 대조구로 시험기간 동안 한번도 하우스 밖에 내놓은 적이 없는 묘목에서도 22.7%의 잎이 이병되었는데, 이들 묘목은 강우에 노출된 적이 없었고 어느 정도의 습윤 상태가 있었다면 주야간의 온도차에 의한 결로현상이 있었을 것으로 추정되었다.

한편 과실에서는 5월 4일에 봉지를 씌웠는데, 그 시기까지 이미 99.0%의 과실이 검은별무늬병에 감염되어 있었으므로 그 후의 조사는 생략했다 (데이터 미제시). 그런데 붉은별무늬병은 5월 4일까지 6.3%만 감염되었고 5월 4일에서 9일까지 노출시킨 과실에서 15.2%가 발병했다.

2) 나주

2006년도 나주에서는 4월 5일부터 6월 9일까지 pot를 노출 시켰는데, 4월 5일에서 9일까지의 노출에서는 발병엽이 없었으므로 감염이 없었던 것으로 추정되며(Fig. 18), 그 후부터 발병엽율이 서서히 증가하여 4월 25일부터 30일까지의 노출에서는 이병엽율이 9.8%로 증가했고, 5월 5일부터 5월 9일 까지의 노출에 의해서는 이병엽율이 11.5%로 증가하여 최고조에 이르렀다 (Fig. 18). 그 후의 노출에서는 이병엽율이 감소하여 6월 5일에서 9일 사이의 노출에 의해서는 0.7%만 발병했다.

그런데 나주에서는 묘목의 수령이 높아 과실이 착과했으므로 과실에서의 발병율을 Fig. 19에 나타내었는데, 발병율이 잎에서의 발병보다 크게 높았다. 4월 5일에서 9일까지의 노출에 의한 발병율은 12.7%에 달했고, 4월 10일에서 14일 까지의 노출에 의한 발병은 76.1%로 매우 높았다 (Fig. 19). 그 후의 노출에 의해서는 발병율이 급격히 줄어 5월 1일 이후에 노출한 과실에서는 발병이 없었다. 또 4월 5일부터 5월 14일까지 지속적으로 노출시킨 pot에 착과된 과실

에서는 86.9%의 과실이 발병했다. 그런데 2006년도 나주 지방의 만개일이 4월 17일 경이었는데, 이 실험에서는 pot를 하우스에 보관했으므로 개화일이 노지보다 다소 빨랐는데, 4월 5일에는 개화가 시작된 시기였는데도 과실에 다량으로 감염되었다는 점은 이 병의 감염생태를 이해하는 데에 매우 중요한 단서가 되는 것으로 생각되었다.

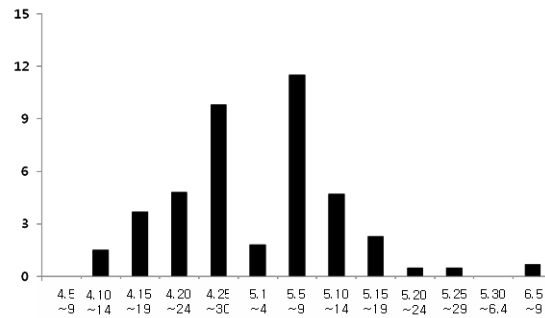


Fig. 18. Transition of infection of scab on pear leaves determined by periodical exposure of potted seedlings to natural inoculum in Naju (2006)

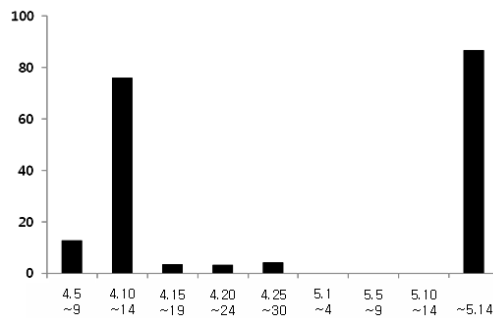


Fig. 19. Transition of infection of scab on pear fruits determined by periodical exposure of potted seedlings to natural inoculum in Naju (2006)

2006년도 나주에서는 농약 무처리원에서 과실봉지를 이용한 시기별 감염추이를 조사하여 그 결과를 Fig. 20에 나타내었다. 전체 과실에 봉지를 씌운 날짜는 5월 4일 이었는데, 그 때까지의 감염에 의한 발병율은 3.4%였고, 그 후 5월

13일까지의 노출에서는 발병이 거의 증가하지 않았으나 5월 15일부터 19일까지의 노출에서 발병율이 9.0%로 증가하여 5월 28일까지 거의 고원 상태를 이루었다 (Fig. 20). 이와 같은 현상은 pot에 심겨진 묘목에 달린 과실에서는 개화기간 중에 감염최성기가 있었다는 점과 매우 다른데, 그 원인은 현재로써 설명하기 어렵다. 또 2006년도에는 발병이 심하여 5월 28일까지 지속적으로 노출시킨 과실에서의 발병율이 51.1%에 달했다 (Fig. 20).

이상과 같이 2006년도 나주에서 수행한 실험 결과는 대단히 다양하여 같은 나무에서도 잎에서의 감염과 과실에서의 감염 시기가 다르고 또 성목이 된 과수원에서의 감염 시기 또한 다른 것으로 나타나 그 양상이 대단히 복잡한 것으로 판단되었다. 그러나 이 실험에서 개화기 이전에 전염원에 노출된 경우에도 과실에 병이 발생한다는 점이 밝혀져 이 병의 방제 대책 수립에 활용될 수 있을 것으로 생각되었다.

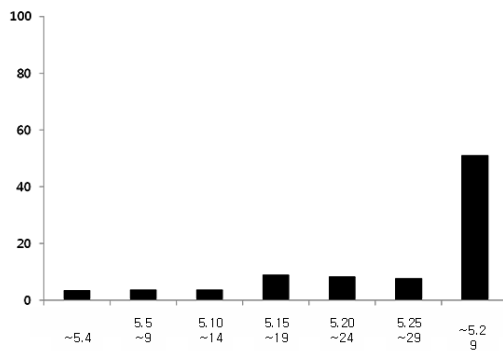


Fig. 20. Transition of infection of scab on pear fruits determined by periodical exposure of bagged fruits to natural inoculum in Naju (2006)

다. 2007년

1) 울산 2007년도에는 pot에 심은 묘목을 자연감염에 노출시키는 실험은 수행하지 않았다. 우선 울산지방에서는 잎에서 검은별무늬병을 찾기가 대단히 어려워 지난 2년간의 실험에서도 한번도 발견되지 않았다. 또 2006년도의 실험에서 붉은별무늬병은 하우스 내에서도 측창을 통해 유입된 소생자에 의해서 감염이

일어나므로 노출시험은 별로 의미가 없는 것으로 판단했다. 그러나 과실감염의 양상을 조사하기 위한 실험은 전년도와 같이 수행했다.

2005년도에는 5월 3일에 전체 과실에 소봉지를 씌웠는데, 6월 5일 대봉지를 씌우기까지의 감염율을 조사하기 위해 처음부터 소봉지를 씌우지 않고 6월 5일에 대봉지를 바로 씌우는 시험구를 설정했다. 따라서 이 시험구는 검은별무늬병에 대해 실질적인 무처리구에 해당되며 발병율은 57.3%로 그리 높은 편이 아닌 것으로 생각되었다 (Fig. 21). 전년도에는 5월 4일에 봉지를 씌운 과실에서 99.0%가 이미 감염되어 있었는데 (테이타미제시) 2005년도에는 감염이 비교적 늦어 5월 3일에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율이 34.1%에 지나지 않았다 (Fig. 21) 그 후 매회 노출시에 감염 증가율은 5월 14일에서 18일까지의 기간을 제외하면 거의 비슷하였다 (Fig. 21).

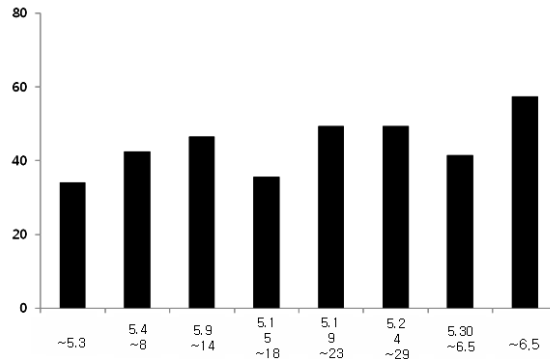


Fig. 21. Transition of infection of scab on pear fruits determined by periodical exposure of bagged fruits to natural inoculum in Ulsan (2007)

2) 나주

2007년 나주에서는 검은별무늬병의 발병율이 매우 낮아 살균제 무처리구에 서 6월 10일 봉지씌우기 까지의 감염에 의한 발병율이 2.9%에 불과하여 울산 지역과 큰 대조를 이루었다 (Fig.21). 나주에서는 울산보다 훨씬 빨라 4월 20일 봉지를 씌웠는데 그 시기까지 감염은 없었던 것으로 나타났다. 그 후 5일 간격으로 봉지를 벗기고 자연감염에 노출 시킨 경우, 발병이 없거나 1.5% 정도였

으므로 발병한 과실은 전체 과실 중에 1개 정도에 불과했다. 따라서 이는 우발적인 감염으로 생각되며 농약을 살포하지 않는 무처리구에서 이처럼 낮은 발병을 보인 경우는 매우 이례적인 것으로 생각되었다.

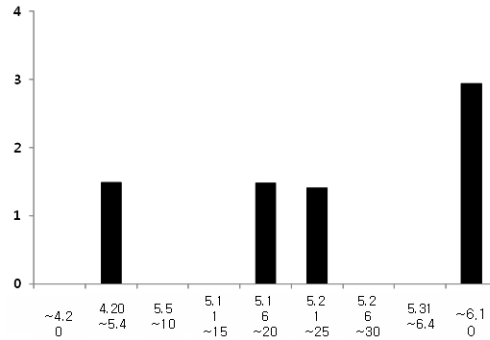


Fig. 22 Transition of infection of scab on pear fruits determined by periodical exposure of bagged fruits to natural inoculum in Naju (2007)

제5절 과수원의 미기상의 포자비산과 감염과의 관계 구명

과수원에 자동 기상 측정 장비를 설치, 온도, 습도, 강수량 및 엽면습윤 시간을 조사하고, 이로써 포자비산 및 감염에 대한 데이터를 분석할 계획이었으나 이는 당초부터 매우 무리한 계획이었던 것으로 생각되었다. 우선 지난 3년간의 조사 결과를 보면 연차간에 지역간에 감염시기 및 감염율에 있어서 엄청난 차이를 보였으므로 고작 3년간의 조사 데이터로 그러한 작업을 하는 것은 큰 의미가 없고, 이들 데이터를 분석하기 위한 전산프로그램을 개발해야하는데, 그 개발비용이 이 연구비의 범위에서는 전혀 불가능하였다. 따라서 포자의 분산 및 감염시기에 관한 데이터는 앞으로 수년간 더 수집하여, 별도의 연구 과제를 개발해야할 것으로 판단되었다.

제6절 검은별무늬병 방제를 위한 살균제의 선발

배 검은별무늬병의 생태로 볼 때 약제 살포 시기는 개화전 5일경, 낙화직후, 그리고 6월 상순 봉지 씌우기 전까지 1-2회가 필요할 것으로 보이며 봉지 씌우기가 끝난 이후에는 기온이 상승하므로 감염 위험이 낮아지고 또 과실에는 이미 봉지를 씌웠으므로 과실감염에 의한 직접적 피해는 없으므로 살균제는 제한적으로 살포해도 될 것으로 생각된다. 이들 각 시기별 살균제의 종류는 다음과 같이 생각할 수 있다.

① 개화전 살포 : 개화 전 살포로부터 낙화직후 살포까지의 기간은 20일 정도인데 이 시기에는 우선 보호살균제가 적합할 것으로 생각되나 아직 잎이 전개하지 않으므로 사용 살균제의 종류는 세밀한 검토가 필요하며 낙화직후에 살포하는 약제의 치료효과 정도에 따라 생략도 가능할 것으로 생각된다.

② 낙화직후의 살포 : 개화기간 중에 이미 얼마간의 감염이 있을 수도 있고, 또 붉은별무늬병도 방제해야하므로 이 시기에는 치료효과가 있는 EBI를 선정해야 할 것으로 생각된다.

③ 낙화 2주 후의 살포 : 낙화직후의 살포로부터 봉지씌우기 직전의 살포까지의 기간은 약 25-30일 정도이므로 그 중간에 1회 정도의 살포가 필요할 것으로 생각되나 전 후 약제의 선정 여하에 따라 생략도 가능할 것으로 생각된다. 이 시기의 약제로는 보호살균제가 합리적일 것으로 생각된다.

④ 봉지씌우기 직전의 살포 : 이 시기에는 직전에 보호살균제가 살포되었고 봉지 씌우기 전에 감염된 과실을 전부 치료해야하므로 EBI를 선정 할 수밖에 없다.

이상의 원칙에 따라 이 연구에서 사용할 살균제를 선정하고 그들의 병 방제효과를 검정하였다.

1. 보호살균제의 검은별무늬병에 대한 보호효과 최대 지속기간 조사

농약의 살포회수를 줄이기 위해서는 살포간격을 넓혀야 하므로 배 재배에서 사용될 수 있는 6종의 살균제를 선정하여 검은별무늬병 및 붉은별무늬병에

대한 보호효과 최대 지속기간을 조사했는데, 이 실험은 살균제의 종류 및 방법을 약간씩 달리하여 2005년부터 2년간 수행하였다.

가. 2005년도 실험

1) 재료 및 방법

2005년도에는 iminoctadine-tris(albesilate)를 위시하여 6종의 살균제를 선정하였는데 보호살균제로 iminoctadine-tris(albesilate), pyrimethanil의 2종, 보호살균제와 EBI 합제인 아미스타답 (azoxystrobin + difenoconazole)과 금모리 (pyrimethanil + fluquinconazole) 그리고 EBI인 difenoconazole과 flusilazole을 선정했다. 이들 중 EBI는 기본적으로 치료제이나 보호효과도 겸하고 있으므로 이들 두 약제도 선정했다. 선정된 살균제의 상세 기술은 Table 11과 같다.

Table 11. Details of EBI fungicides used in the experiment for examining protective and curative activity against pear rust and scab (2005).

Common name	a.i.(%)	Formulation	Recommanded dilution(×)	Abbreviation
Azoxystrobin+ difenoconazole	17+10.	SC	5,000	AMT
Pyrimethanil+ fluquinconazole	6+30	Lq	1,000	KMR
Iminictadine-tris(albesilate)	30	SC	1,000	Ita
Pyrimethanil	30	WP	1,000	Pyr
Difenoconazole	10	WG	4,000	Dif
Flusilazole	20	WG	8,000	Fls

선정된 살균제의 보호효과 지속기간 검정은 잎과 과실에서 각각 수행했는데, 잎에서는 pot에 재식된 배나무 묘목에 5월 8일 6종의 살균제를 권장 사용농도로 처리한 후 살균제 무처리 포장에 10, 15, 20, 25일간씩 방치한 후 발병율을 조사했고, 과실에서는 만개직후인 4월 23일에 6종의 살균제를 역시 권장사용농도로 살포한 후 10, 15, 20, 25일 후에 매회 100개씩의 과실에 봉지를 씌우고

수확기에 발병율을 조사했다.

2) 결과 및 고찰

앞에서의 살균제 보호효과를 검증하기 위한 시험에서 검은별무늬병은 무처리구에서조차 전혀 발병이 없었다 (데이터 미제시). 또한, 붉은별무늬병도 살균제 무처리 포장에 방치한 무처리구에서 4.2%의 이병엽율만을 보였고, 그 외의 살균제를 처리한 시험구에서는 발병율이 너무 낮아 조사를 생략했다. 이는 붉은별무늬병의 발생 시기 검증 실험에서와 마찬가지로 5월 7일 이후로는 강우가 있어도 붉은별무늬병이 발생하지 않는다는 사실을 뒷받침해 주는 것으로 생각되었다. 따라서 2005년도 앞에서의 살균제 보호효과 검증 시험은 결과를 얻을 수 없었다.

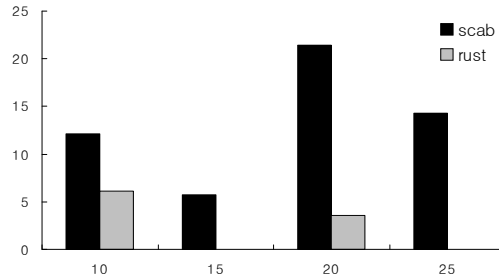


Fig. 23. Transition of infection of scab and rust on pear fruits in fungicide untreated plot determined by periodical exposure of bagged fruits to natural inoculum in Ulsan (2005)

그러나 과실에서의 보호효과 검증에서는 불안정하나 얼마간의 결과를 얻을 수 있었다. 살균제 무처리구에서 시험 개시 10일후에 봉지를 씌운 과실에서 검은별무늬병이 12.1% 발생했고 붉은별무늬병도 6.1%의 이병과율을 나타내었다 (Fig. 23). 그런데 약제를 살포하는 시점으로부터 봉지 씌우기까지의 시간이 길어질수록 분해 등으로 농약이 소실되므로 발병율이 높아질 것으로 기대되는데,

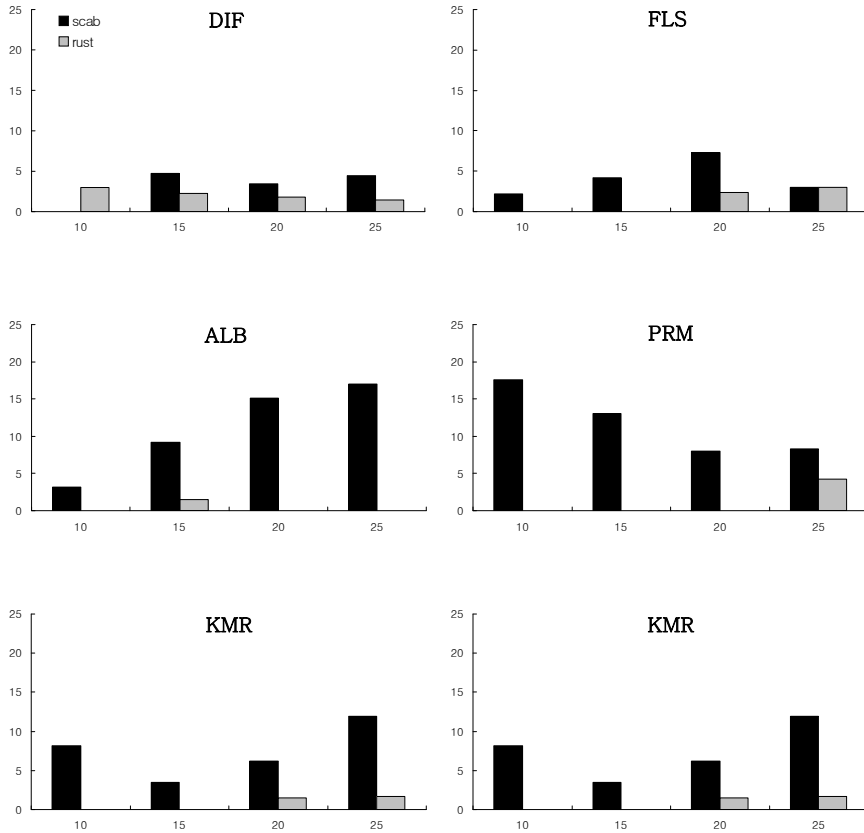


Fig 24. Protective efficacy of selected fungicide against pear scab and rust as determined by bagging of the fruit on 10, 15, 20 and 25 days after application of chemicals (Ulsan 2005).

*AMT: Azoxystrobin+difenoconazole ; KMR: Fluquinconazole+pyrimethanil ; ALB: Iminoctadine tris(albesilate) ; PRM: Pyrimetamil ; DIF: Difenoconazole FLS: Flusilazole

대부분의 약제 처리구에서 발병율이 일정한 경향을 보이지 않았다. 무처리구에서도 검은별무늬병의 발병율이 25일 후에 오히려 감소했고, 붉은별무늬병은 15일 후에는 완전히 소실되었다가 20일 후에 봉지를 씌운 과실에서 다시 3.6%가 발생하는 등의 불규칙한 경향이 나타났는데 (Fig. 24), 이는 봉지에 처리된 농약의 영향으로 추정되었다. 따라서 그러한 불규칙성으로 인해 공시한 살균제의

보호효과지속기간을 정확히 조사하기는 어려웠으나 대략적인 경향은 파악할 수 있었다.

우선 검은별무늬병에 대한 보호효과 지속기간을 보면 약제 살포 10일 후에 봉지를 씌운 difenoconazole 살포구에서는 발병이 전혀 없었고 flusilazole 역시 2.2%에 불과했으므로 비교적 높은 보호효과가 인정되었다 (Fig. 24). 그러나 pyrimethanil 처리구에서는 무처리구보다 오히려 병이 더 많았고 azoxystrobin 과 difenoconazole합제 처리구에서는 무처리구와 거의 차이가 없었다. 그런데 이 실험에서 약제를 처리한 4월 23일은 만개기를 약간 지난 시점이고, 감염시기를 조사하기 위한 실험에서 그 시기가 감염최성기인 것으로 나타났으므로 약제 살포 10일 후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율은 각 약제의 치료효과가 반영된 것일 수도 있으므로 이를 확인하기 위해서는 약제처리 후 2~3일에 봉지를 씌우는 실험이 필요할 것으로 생각된다. 따라서 이 실험에서 얻어진 결과를 보호효과로 단정하기는 어려우나 약제 살포 15일 후 까지 발병율을 감소시킬 수 있는 약제는 difenoconazole과 flusilazole의 2종인 것으로 나타났다.

한편 붉은별무늬병에 대한 각 약제의 보호효과를 검정하기는 더욱 곤란했다. 무처리구에서 10일 후에 봉지를 씌운 과실에서 발병율이 6.1%였으나 15일 후에 봉지를 씌운 과실에서는 발병이 전혀 없었고, 20일 후에는 발병과가 3.6%로 증가했으나 25일 후에 다시 소멸되었다 (Fig. 24). 이처럼 무처리구에서 일관된 경향이 없었으므로 약제의 보호효과를 논의하기는 어려운 것으로 판단되었다.

나. 2006년도 실험

1) 재료 및 방법

2006년도의 실험에서는 8종의 살균제를 사용했는데, 전년도의 실험에서 별로 붉은별무늬병에 대해 특별히 뚜렷한 효과가 보이지 않았던 pyrimethanil을 제외하고 kresoxim-methyl, fluazinam의 2종 보호살균제와 EBI로 fluquinconazole을 추가했다. 이들 각 살균제의 상제 기술은 Table 12와 같다.

또 전년도의 실험에서는 앞에서의 보호효과검정을 위해 5월 8일에 약제를 처리했는데 처리시기가 너무 늦어 결과를 얻지 못했으므로 2006년도의 실험에서는 4월 16일에 pot에 재식된 묘목에 약제를 처리했다. 약제처리한 pot를 살균제 무처리구에 10, 15, 20, 25일간 각각 방치하여 자연감염에 노출시킨 후 발병율을 조사하여 그 결과를 Table 13 에 나타내었다. 이 실험에서는 약제를 처리한 묘목을 일정기간 자연감염에 노출시킨 후 추가감염을 차단하기 위해 비닐하우스에 보존했는데, 감염시기 조사의 경우와 마찬가지로 하우스 내에서도 감염이 일어난 것으로 추정되므로 그 결과에 있어서도 일정한 경향을 보이지 않는 경우가 있으므로 신뢰도에 다소 문제가 있을 것으로 생각되나 대략적인 경향은 파악할 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 12. Details of EBI fungicides used in the experiment in 2005.

Common name	a.i.(%)	Formulation ^a	Recommended dilution(×)	Abbreviation ^b
Azoxystrobin+ difenoconazole	17+10.7	SC	5,000	AMT
Pyrimethanil+ fluquinconazole	6+30	Lq	1,000	KMR
Iminictadine-tris(albessilate)	30	SC	1,000	Ita
Kresoxim-methyl	42	SC	3,000	Krx
Fluazinam	50	SC	2,000	Flz
Difenoconazole	10	WG	4,000	Dif
Flusilazole	20	WG	8,000	Fls
Fluquinconazole				Flq

2) 결과 및 고찰

약제처리 후 10일간 노출시킨 결과, 치료효과가 없는 Krx, Ita 및 Flz 에서의 발병율이 치료효과를 갖는 EBI 또는 EBI와 다른 약제의 혼합제 처리구에 비해 발병율이 월등히 높다는 점으로 본다면 약제처리 당시에 이미 상당한 정도로 감염이 있었던 것으로 추정되었다 (Table 13). 또 무처리구에서의 발병율

의 추이를 보면 10일간 노출시킨 경우 9.0%이었으나 15일 후에는 발병율이 19.6%로 증가했고 그 후에는 거의 증가가 없었다는 점으로 본다면 약제처리 후 15일까지의 기간 동안에도 어느 정도 감염이 있었던 것으로 추정되었다 (Table 13). 따라서 당초 이 실험은 이들 8종 약제의 보호효과를 검정할 계획이었으나 2006년도에 감염 시기가 전년도에 비해 약 20일 이상 앞당겨 졌으므로 치료효과와 보호효과를 동시에 검정할 수 있게 되었다. 그런데 약제처리 후 10일간의 노출 기간 중에 두 차례 강우가 있었으므로 그 기간 중에도 감염이 계속되었을 가능성이 있다. 따라서 약제 처리 10일 후의 결과는 치료효과와 보호효과 모두를 반영하는 것으로 볼 수 있으나 그 이후의 결과는 주로 보호효과를 반영하는 것으로 볼 수 있다.

Table 13. Protective efficacy of selected fungicides against pear rust on the leaf determined by periodical exposure of pear seedlings sprayed with the fungicides to natural inoculum

Fungicides	Disease incidence of pear rust on leaf(%)			
	Periods of exposure(days)			
	10	15	20	25
Kresoxim-methyl (Krx)	15.9	18.0	16.3	9.9
Iminoctadine-tris albesilate (Ita)	9.4	10.9	12.1	13.4
Fluazinam (Flz)	10.6	8.4	5.0	6.6
Amistartop ^a (AMT ¹)	2.6	1.7	1.8	3.0
Kumtori ^b (KMR)	5.7	5.0	6.7	7.4
Flusilazole (Fls)	2.9	2.3	5.0	4.8
Fluquinconazole (Flq)	1.8	4.9	5.3	12.0
Difenoconazole (Dif)	0.0	4.6	3.6	5.7
Untreated	9.0	19.6	20.7	20.6

^a Combined formula of azoxystrobin and difenoconazole

^b Combined formula of pyrimethanil and fluquinconazole

검정약제를 처리하고 10일간 자연감염에 노출시킨 결과, Krx 처리구에의 발병율이 15.9%로 무처리의 9.0%보다 더 높게 나타났는데 (Table 13), 이는 전술한 바와 같이 자연감염에의 노출 후 하우스내에서의 감염 때문인 것으로 추정되었으나 pyrimethanil + fluquinconazole (KMR) 처리구에서 전반적으로 발병율이 높았으므로 그 약제는 붉은별무늬병에 대해 감수성이 낮은 것으로

판단되었다. 한편 EBI제인 Dif 처리구에서는 이병엽이 전혀 없었으므로 그 약제는 붉은별무늬병에 대해 높은 치료효과와 함께 보호효과도 나타낸 것으로 판단되었으며, Fls 와 Flq 에서는 발병율이 각각 2.9%와 1.8%로 Dif 보다 방제효과가 낮은 것으로 판단되었다 (Table 13). 또 혼합제 중에 azoxystrobin + difenoconazole (AMT) 처리구에서의 발병율이 2.6%로 비교적 높은 방제효과를 나타내었으나 KMR에서는 5.7%로 방제효과가 다소 낮은 것으로 나타났다 (Table 13).

한편 10일에서 15일 사이에 발병율의 증가 양상을 보면 Krx., Fls, Flq, Dif 의 4종 살균제에서는 발병율이 증가했으므로 보호효과가 다소 낮은 것으로 판단되었고, Flz, AMT, KMR, Fls 처리구에서는 거의 증가하지 않았거나 오히려 약간 감소했으므로 높은 보호효과를 나타낸 것으로 판단되었다. 그리고 무처리구에서 15일 이후에는 발병율이 증가하지 않았으므로 그 이후의 결과는 그리 큰 의미가 없는 것으로 판단되었다. 또 이 실험에서는 검은별무늬병은 거의 발견되지 않았으며 무처리 20일 및 25일구에서 각각 1일씩 발견되었다 (테이타미제시).

과실에서의 보호효과 검정은 과수원에서 수행했는데, 4월 24일에 살균제를 살포하고 10일 후인 5월 4일부터 5일 간격으로 약제처리일로부터 25일까지 매 회 100개씩의 과실에 봉지를 씌우고 수확기에 그들 과실에서의 붉은별무늬병과 검은별무늬병 발병율을 조사한 결과를 Table 14와 15에 나타내었다. 그런데 이 실험에서도 잎에서의 검정과 마찬가지로 약제를 처리한 4월 16일 이전에 붉은별무늬병은 이미 상당 정도 감염되어 있었을 것으로 추정되므로 이 실험에서도 최초 10일 간 노출 시킨 과실에서의 이병과율은 치료효과와 보호효과를 동시에 나타내는 것으로 생각되었다.

약제처리 10일 후에 봉지를 씌운 과실에서의 이병과율을 보면 치료효과가 없는 KMR, Fls와 Flz에서의 이병과율이 침투성살균제인 Flq이나 Dif 또는 그들과의 합제에 비해 높게 나타난 점으로 본다면 과실에서도 잎에서와 마찬가지로 약제 처리 시점에 이미 상당정도 감염된 것으로 추정되었다. 한편 Flq과

Dif에서는 이병과율이 각각 8.1%와 8.9%로 높은 방제효과를 나타내었으나, Fls은 EBI계이면서도 이병과율이 18.6%로 방제효과가 낮았다 (Table 14). 또 EBI와 타 약제의 혼합제인 AMT나 KMR에서도 비교적 높은 방제효과를 나타내었다 (Table 14).

한편 무처리구에서의 발병율을 보면 약제처리일인 4월 16일부터 10일 후에 봉지를 씌운 과실에서 29.4%가 발병했는데, 그 후 25일까지 시일이 경과하여도 이병과율에는 거의 변화가 없었다 (Table 14). 이러한 점으로 본다면 2006년도에 붉은별무늬병은 4월 26일 이전에 감염이 종료된 것으로 판단되었다, 그런데 약제 살포구에서는 15일 이후에 봉지를 씌운 과실에서 모두 이병과율이 감소했는데, 이러한 현상은 과실에서 만큼 뚜렷하지는 않았으나 잎에서도 관찰되었다. 이병과율의 감소폭은 약제에 따라 다양하였는데, 10일간의 노출에서 가장 이병과율이 높았던 KMR의 경우 25일간 노출시킨 과실에서의 이병과율이 15.4%로 10일간 노출시킨 과실에서의 이병과율보다 크게 감소했고, Flz와 Fls에서도 크게 감소했다 (Table 14). 일반적으로 농약은 살포 후에 시간이 경과함에 따라 햇빛이나 미생물에 의해 분해 되는 것으로 알려져 있는데, 이처럼 약제를 살포하고 봉지를 씌우지 않는 상태로 방치한 경우 발병율이 점차 낮아지는 현상은 현재로서 설명하기 어렵다.

검은별무늬병은 잎에서는 거의 찾아 볼 수 없었으나 과실에서는 상당한 정도가 발병하여 무처리구에서 10일간 노출시킨 과실에서 19.8%가 발병했고, 붉은별무늬병과는 달리 노출 기간이 길어질수록 발병율이 높아져 25일간 노출시킨 과실에서는 26.4%가 발병했다 (Table 15). 2006년도 검은별무늬병의 정확한 감염시기는 알 수 없으나 살균제 무처리 포장에서 수행한 감염시기 조사 실험에서 5월 4일에 봉지를 씌운 과실에서 99.0%가 감염되었다는 점으로 본다면 상당히 일찍부터 감염이 시작되었을 것으로 생각되었다. 이 실험에서도 약제처리 후 10일간 노출시킨 과실에서의 이병과율을 보면 KMR 등 3종의 보호 살균제 처리구에서의 이병과율이 치료효과가 있는 EBI제나 EBI 합제 처리구에 비해 훨씬 높다는 점으로 본다면 4월 16일 약제 살포 시점에 이미 상당 정

도의 과실이 감염되었을 것으로 판단되었다.

Table 14. Protective efficacy of selected fungicides against pear rust on fruit determined by periodical bagging of the fruit treated with the fungicides

Fungicide	Disease incidence of pear rust on fruit(%)			
	Periods of exposure(days)			
	10	15	20	25
Kresoxim-methyl (Krx)	26.2	23.3	21.2	15.4
Iminoctadine-tris albesilate (Ita)	17.6	17.2	16.3	15.7
Fluazinam (Flz)	15.7	16.5	10.4	7.9
Amistartop ^a (AMT)	11.1	7.4	7.8	9.9
Kummori ^b (KMR)	12.8	5.5	7.3	8.6
Flusilazole (Fls)	18.6	16.5	12.6	10.5
Fluquinconazole (Flq)	8.1	7.6	5.6	6.4
Difenoconazole (Dif)	8.9	6.0	6.4	5.5
Untreated	29.4	26.7	28.7	28.1

약제처리 후 10일간 노출시킨 과실에서의 이병과율을 보면 전술한 바와 같이 KMR, Fls 그리고 Flz의 3 약제 처리구에서 이병과율이 높았는데 (Table 15), 이는 약제 처리시점 이전에 감염된 과실이 이들 보호살균제에 의해 치료되지 않았기 때문인 것으로 추정되었다. 특히 Flz 처리구에서 이병과율이 높았고 25일간 노출시킨 과실에서는 29.6%나 되어 배 검은별무늬병의 방제약제로는 적절하지 못한 것으로 판단되었다. 그런데 KMR의 경우 10일 이후 노출기간이 길어져도 이병과율의 증가폭이 다른 약제에 비해 크게 낮아 (Table 15) 보호효과가 높은 약제로 판단되었다. 한편 치료효과를 나타내는 EBI나 EBI 합제 처리구에서는 보호효과 처리구에 비해 상대적으로 이병과율이 낮았는데, 10일간의 노출에 있어서 Dif이나 이와 azoxystrobin의 합제인 AMT 처리구에서 이병과율이 특히 낮았다 (Table 15). 그런데 AMT 처리구에서는 노출기간이 길어질수록 발병율이 높아졌으므로 치료목적으로 살포간격을 짧게 할 경우에 유용성이 있을 것으로 생각되었다. 그리고 Flq과 pyrimetanil의 합제인 KMR 살포구에서는 10일간 노출시킨 과실에서의 발병율이 9.2%나 되어 AMT보다 크게 높았고 보호효과도 낮아 25일간 노출시킨 과실에서는 발병율이 24.6%나

되었다 (Table 15). 한편 EBI인 Flq도 처음 10일간의 노출 후의 발병율이 6.1%로 비교적 낮았으며 보호효과 역시 매우 높아 약제 살포 후 20일 간 노출에 있어서도 발병율이 7.4%로 비교적 낮은 발병율을 보였으며 Dif 역시 비슷한 방제효과를 보였다 (Table 15). 그리고 EBI 중에 Fls은 처음 10일 간의 노출에서는 발병율이 6.8%로 비교적 높았고 보호효과 또한 다른 EBI에 비해 크게 높지 않았다 (Table 15).

Table 15.. Protective efficacy of selected fungicides against pear scab on fruit determined by periodical bagging of the fruit treated with the fungicides

Fungicide	Disease incidence of pear scab on fruit(%)			
	Periods of exposure(days)			
	10	15	20	25
Kresoxim-methyl (Krx)	11.8	12.5	14.3	14.2
Iminoctadine-tris albesilate (Ita)	10.1	13.0	18.5	26.3
Fluazinam (Flz)	16.1	21.8	22.7	29.6
Amistartop ^a (AMT ¹)	5.3	13.1	19.9	17.8
Kummori ^b (KMR)	9.2	14.8	20.3	24.6
Flusilazole (Fls)	6.8	9.0	13.5	11.6
Fluquinconazole (Flq)	6.1	6.7	7.4	14.0
Difenoconazole (Dif)	5.1	5.0	6.3	15.0
Untreated	19.8	26.1	27.0	26.4

2. 배나무 잎에서의 붉은별무늬병 및 검은별무늬병에 대한 살균제의 치료효과 검정

과실에서의 살균제의 붉은별무늬병 및 검은별무늬병에 대한 보호효과 검정을 위한 실험에서 4월 24일에 검정 살균제를 살포했는데, 5월 4일에 붉은별무늬병이 다발한 사실이 관찰되었다. 그런데 2006년도 배나무 묘목을 이용한 구간별 노출법으로 붉은별무늬병과 검은별무늬병의 감염 시기를 조사하기 위한 실험에서 4월 16일부터 5일간 노출 시킨 묘목에서 붉은별무늬 병이 발생했으므로 포장에서 5월 4일에 발견된 발병율로 4월 24일에 살포한 약제의 치료효과를 검정할 수 있을 것으로 생각되어 조사 결과를 Fig. 25에 나타내었다.

과실에서의 실험 결과와 대동소이 했는데, 3종의 보호살균제, Krx, Ita 및 Flz 처리구에서 붉은별무늬병의 발병율이 무처리와 거의 비슷하였으므로 (Fig. 25) 4월 24일 약제 살포 이전에 감염된 것으로 판단되었다. 그런데 EBI나 EBI 합제 살포구에서의 발병율은 보호살균제 살포구에 비해 상당정도 낮았으며 그 중에서도 Dif 살포 구에서 가장 낮았고 Flq 살포구에서는 다른 EBI 또는 EBI 합제 살포 구에서 보다 발병율이 높았다 (Fig. 25). 따라서 붉은별무늬병이 이미 감염되었을 가능성이 있는 시기에는 보호살균제는 피해야할 것으로 판단되었다.

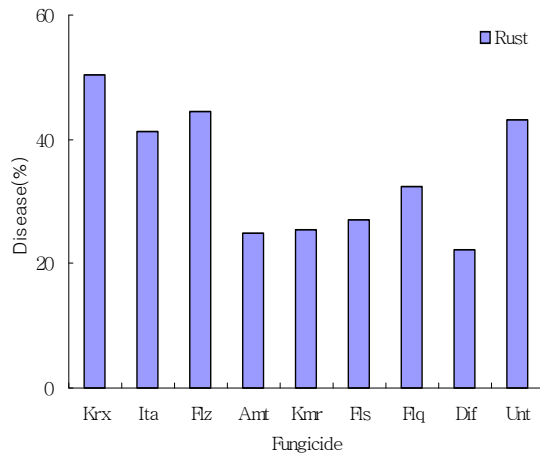


Fig. 25. Curative efficacy of selected fungicides against pear rust on leaf of cv. Niitaka.

Refer to Table 4 for abbreviation of the name of fungicides

3. 살균제의 붉은별무늬병 및 검은별무늬병에 대한 치료효과 및 EBI의 연속처리에 의한 치료효과의 제고

EBI는 침투성 살균제로 치료효과를 기대할 수 있는데. 병원균의 침입으로부터 치료효과를 나타낼 수 있는 기간을 알 수 있다면 살균제 살포간격을 늘릴 수 있을 것으로 생각했다. 즉 보호살균제를 살포하고 그 다음에 치료효과를 나타내는 침투성 살균제를 살포할 경우, 보호효과 최대지속기간에다 치료효과

최대 발현 기간을 더하여 살포간격을 결정할 수 있을 것으로 생각했다. 따라서 Dif, Flq 및 Fls의 3종의 EBI를 선정하여 치료효과를 검정했다. 또 사과 검은 별무늬병의 경우, EBI를 7일 이내의 간격으로 연속살포하면 치료효과를 크게 높일 수 있다는 보고가 있으므로 (Szkolnik, 1981) 배 검은별무늬병에서도 이의 적용이 가능한지를 검토했다.

가. 재료 및 방법

울산기술센터 실험포장에서 황금배품종을 대상으로 실험했는데, 3종의 EBI살균제의 경우에는 각각 6주의 나무를 선정하였으며 무처리구에도 3주의 나무를 배정했다. 자연 감염을 유도하기 위해 시험 시작까지 이들 나무에 대해 살균제를 살포하지 않았으며, 5월 4일 공시약제를 권장 사용농도로 살포하고 약액이 건조한 후 각구에서 100개의 과실에 소봉지를 씌웠다. EBI의 연속살포에 의한 치료효과의 변화를 검정하기 위해 3종의 EBI를 처리한 구에는 5월 9일에 1차처리에서와 다른 EBI를 처리했는데, 이들 처리 약제의 조합을 Table 16에 나타내었다. 5월 9일 2차 처리 후에도 각 구 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠고, 무처리구에도 1차 2차 모두 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠으며 보호효과 최대 지속기간의 실험에서와 마찬가지로 6월 10일에 대봉지로 교체했고 9월 13일에 배를 수확하여 검은별무늬병 및 붉은별무늬병의 이병과율을 조사했다. 5월 4일에 1차 약제를 살포했는데, 그 시기에 이미 소수의 검은별무늬병 방반이 확인되었다. 5월 4일 1차 살포 직후에 수확기까지 봉지를 씌워둔 과실에서의 검은별무늬병과 붉은별무늬병의 발병율을 Fig. 26에 나타내었고, 5월 9일 2차 살포후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율을 Fig. 27에 나타내었다.

Table 16. Combination of EBIs for detecting the curative efficacy against pear scab by successive spray of EBIs with short interval.

Date sprayed	Experimental plots						
	W1	W2	W4	W5	W6	W7	W8
5.4	Fls	Fls	Unt	Flq	Flq	Dif	Dif
5.9	-	Flq	-	-	Dif	-	Flq

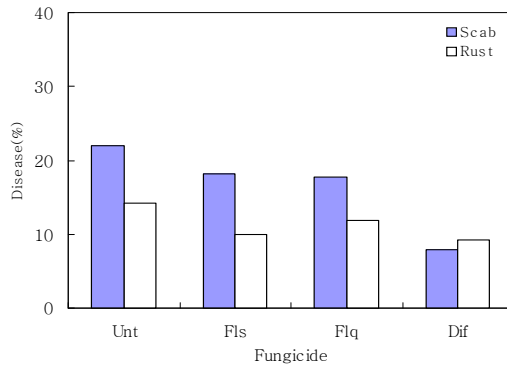


Fig. 26. Curative efficacies of selected fungicides against pear scab and rust with single application.

나. 결과 및 고찰

일차 약제 처리일에 봉지를 씌운 무처리구에서의 검은별발병율은 22.0% 이었는데, Fls 처리구에서의 발병율은 18.1%, Flq 처리구에서의 발병율은 17.8%로 무처리에 비해 약간 감소하는 데에 그쳤다 (Fig. 26). 그러나 Dif 처리구에서의 검은별무늬병 발병율은 7.9%로 무처리에 비해 크게 감소했다 (Fig. 26). 그런데 2차 처리시의 무처리에서의 발병율은 37.7%로 1차 처리 시에 비해 불과 5일간의 기간 동안에 크게 증가했다 (Fig. 27). 그러한 증가에도 불구하고 EBI의 연속살포에 의해 검은별무늬병의 발병율은 현저히 감소했다. 1차에 Fls을 처리하고 2차에 Flq를 처리한 구에서의 발병율은 18.1%에서 13.3%로 감소했고, 1차에 Flq를 처리하고 2차에 Dif을 처리한 경우에는 발병율이 17.8%에서

5.6%로 크게 감소했고, 1차에 Dif을 처리하고 2차에 Flq을 처리한 구에서는 검은별무늬병의 발병율이 7.9%에서 3.4%로 감소했다 (Fig. 26, 27).

한편 붉은별무늬병도 EBI의 처리에 의해 발병율이 감소한 것으로 나타났는데, 5월 4일 1차 처리시에 봉지를 씌운 무처리구에서는 14.2%의 과실이 발병했다 (Fig. 26). 1차 처리에서 Fls을 처리한 구에서는 붉은별무늬병의 발병율이 9.9%로 감소했고, Flq 처리에 의한 발병율이 11.9% 약간의 감소에 그쳤으며, Dif 처리구에서는 9.2%가 발병하여 그리 높은 치료효과를 나타내지 못했다. 그런데 무처리구에서 붉은별무늬병은 검은별무늬병과는 달리 1차와 2차 처리 간의 5일 동안 불과 2.5%가 증가했다 (Fig. 26, 27). 1차에 Fls을 처리하고 2차에 Flq을 처리한 구에서의 붉은별무늬병 발병율은 9.8%로 1차의 9.9%에 비해 거의 감소하지 않았다 (Fig. 27). 다음으로 1차에 Flq, 2차에 Dif을 처리한 구에서는 발병율이 5.6%로 1차의 11.9%에 비해 크게 감소했고, 1차에 Dif, 2차에 Flq을 처리한 구에서는 발병율이 4.7%로 1차의 9.2%에 역시 크게 감소했다 (Fig. 27).

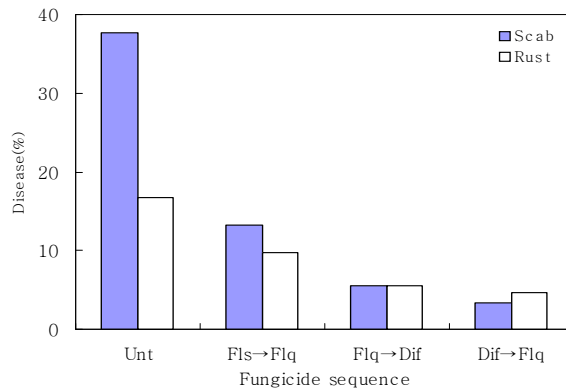


Fig. 27. Effect of successive spray of EBIs with short interval on the cure of scab and rust

이상과 같이 배에서도 사과에서와 마찬가지로 EBI를 짧은 기간 내에 연속 살포하면 검은별무늬병은 물론 붉은별무늬병까지 상당한 정도로 줄일 수 있는

것으로 나타났다. 그런데 EBI의 연속 살포는 결코 바람직하지는 않지만 기상 조건이 나빠 대량감염의 위험이 있고 실제로 앞에서 병징이 확인되는 경우에는 1회 정도는 이행해 볼 수 있을 것으로 생각되었다.

제7절 살균제 살포체계의 개발

이 연구의 최종 목표는 살균제의 살포회수를 줄이고 검은별무늬병 등에 의한 피해를 줄일 수 있는 살포체계를 개발하는 데에 있으며 이를 개발하기 위해서는 병의 감염시기, 사용가능 살균제의 탐색 및 그들의 작용상의 특성 등에 대한 정보가 필요하다. 그러나 3년간의 짧은 기간 동안 살포체계를 개발하기 위해서는 모든 일을 동시에 수행해야만 했으므로 살균제 살포체계를 개발하기 위한 시험은 연구 개시년부터 시작했다.

1. 2004년도 실험

2004년도에는 살포체계를 개발하기 위한 살포간격과 시기별 살균제의 종류를 탐색하기 위한 실험을 수행했는데, 검은별무늬병만 방제대상으로 하고 붉은별무늬병은 동시방제효과를 검증하도록 했다. 검은별무늬병은 개화기 전후부터 감염이 시작되고 낙화기 전후에 감염위험이 가장 높으며 5월 중순 이후에는 감염 위험이 낮아지는 것으로 알려져 있다 (深谷雅子, 1991). 또, 6월 상순경에는 봉지를 씌우므로 5월 하순까지만 방제를 하면 그 후부터는 거의 문제가 되지 않을 것으로 생각되었다. 따라서 이 연구에서는 이와 같은 검은별무늬병의 감염 생태와 살균제의 작용상의 특성에 근거하여 살균제 살포간격과 살균제의 종류를 약간씩 달리하는 8종의 살포체계를 작성했다.

가. 재료 및 방법

2004년도 시험은 울산광역시 농업기술센터 포장에서 수행했는데, 그 포장에는 6년생의 신고, 황금, 추광등의 품종이 Y자 수형으로 재식되어 있었고 검은별무늬병과 붉은별무늬병이 상습적으로 발생하는 포장이었다. 이 실험에는 검

은별무늬병에 대해 감수성이 높은 신고품종과 황금배품종만 이용했다. 사용약제로는 보호살균제로 azoxystrobin (Azx), kresoxim-methyl (Krx), iminoctadine- tris(albesilate)(Ita) 의 3종, EBI로 difenoconazole (Dif) 및 fluquinconazole (Flq) 의 2종, 그리고 EBI 혼합제로 azoxystrobin과 difenocnazole의 합제인 아미스타탑 (AMT)을 사용했다. 이들 약제를 사용하여 Table 17과 같은 8종의 체계를 작성했다. 4월 3일은 개화직전에 해당하고 4월 17일은 만개 5일 후, 4월 21일은 낙화 직후, 그 가음부터는 각 체계에 따라 살포 간격을 10일에서 20일까지 다양하게 배치했다. 04-1, 04-2, 04-3의 3종 살포체계는 4월 3일 개화전과 4월 21일 만개기, 그리고 그로부터 15일 후인 5

Table 17. Fungicide spray sequence for control of scab and rust of pear (2004)

plot	Date sprayed						
	4. 3	4.17	4.21	5. 6	5.11	5.31	6.23
04-1	Azx	-	Dif	Ita	-	Flq	Ita
04-2	Krx	-	Dif	Ita	-	Flq	Ita
04-3	-	-	Dif	Ita	-	Flq	Ita
04-4	Azx	-	Dif	-	Krx	Flq	Ita
04-5	Azx	-	Dif	-	Ita	Flq	Ita
04-6	Krx	-	Dif	-	Azx	Flq	Ita
04-7	-	AMT	-	-	Ita	Flq	Ita
04-8	-	Dif	-	-	Azx	Flq	Ita

월 6일과 다시 25일 후인 5월 31일에 살균제를 살포하도록 했는데, 04-1과 04-2는 4월 3일의 약제만 달리했고, 04-3에서는 개화 전 약제를 생략하였다 (Table 17). 따라서 이들 3종의 살포체계에서는 개화 전 약제가 병 방제에 미치는 영향을 검토하도록 했다. 04-4, 04-5 및 04-6의 3종 살포체계는 개화 전, 만개기, 그리고 그 후부터는 5월 31일까지 20일 간격으로 살균제를 살포하도록 했는데, 개화 전 약제와 5월 11일의 약제를 약간씩 달리했다 (Table 17). 04-7

과 04-8에서는 개화 전 약제를 생략하고 만개 5일 후인 4월 17일에 살균제를 살포했으며 그 후 25일 후인 5월 11일과 그로부터 20일 후인 5월 31일에 살균제를 살포하도록 했는데, 4월 17일과 5월 11일의 약제에 변이를 주었다 (Table 17). 봉지썩우기 전의 살포에 해당하는 5월 31일의 살포에는 감염된 과실의 치료를 위해 전 시험구에 fluquinconazole을 살포했고, 6월 23일은 봉지썩우기가 완료된 시기인데 마무리 방제를 위해 iminoctadine-tris albesilate를 살포했다 (Table 17).

나. 결과 및 고찰

방제체계의 병 방제효과 검정은 조생종인 황금배와 만생종인 신고배에 대해 수행했다. 황금배에서는 붉은별무늬병이나 검은별무늬병은 거의 발생하지 않았으나 겹무늬병이 최저 0.5%에서 최고 6.3%의 발병율을 나타내었다 (Table 18). 그런데 겹무늬병의 발병율과 살균제 살포체계 간에 관계는 대단히 복잡한 것으로 생각되었다. 04-1과 04-2에서의 발병율은 각각 6.3%와 2.7%인데, 두 체계간의 차이는 개화전인 4월 3일에 azoxystrobin과 kresoxim-methyl을 각각 살포한 것 이외에 차이가 없으므로 azoxystrobin으로 인해 발병율이 증가한 것으로 보이나, 04-2와 04-3을 비교하면 발병율에 있어서는 거의 차이가 없었으며, 04-3에서는 개화 전 약제가 생략되었으므로 04-1에서의 발병율의 증가 원인을 azoxystrobin으로 돌리기는 어려운 것으로 생각된다. 그리고 04-4와 04-5에서의 발병율은 각각 0.8%와 3.8%인데 살포체계에서의 차이는 5월 11일에 kresoxim-methyl과 iminoctadine-tris albesilate를 각각 살포한 것 이외에는 차이가 없으므로 이들 두 약제의 차이가 겹무늬병의 발병율과 관련이 있을 것으로 생각될 수 있다 (Table 18). 그러나 04-7에서는 5월 11일에 iminoctadine-tris albesilate가 살포되었지만 발병율은 0.5%로 크게 낮았는데, 이 구에서는 개화기간 중에 azoxystrobin과 difenoconazole의 합제가 살포되었으므로 직접 비교는 곤란하다. 따라서 이 실험에서는 당초 겹무늬병의 방제를 고려하지 않았으므로 살포체계와 발병율의 관계를 논의하기는 어려울 것으로

생각되나 이 병의 특성상 개화 전 또는 개화기간 중의 약제가 병 방제에 영향을 미치는 것으로 보기 어려우므로 낙화기 이후의 약제의 종류가 크게 관여할 것으로 추정된다.

신고품종에 있어서 검은별무늬병과 붉은별무늬병의 방제를 위해 개화 전 살포의 필요성과 약제를 선정하기 위한 04-1, 04-2 및 04-3의 3종 살포체계를 적용한 각 구에서의 검은별무늬병의 발병율에 거의 차이가 없었으므로 (Table 18) 그 시기의 약제는 병 방제에 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

Table 18. Control of pear disease by different fungicidal spray scheme (2004).

Plots	Disease incidence at each plots(%)				
	Whanggum			Niitaka	
	scab	rust	black rot	scab	rust
04-1	1.7	0.0	6.3	4.8	1.0
04-2	1.1	0.0	2.7	4.4	1.6
04-3	0.0	0.0	3.2	5.1	0.8
04-4	0.4	0.4	0.8	3.0	3.3
04-5	2.4	0.0	3.8	2.7	0.0
04-6	1.2	0.0	3.7	6.8	0.0
04-7	0.5	0.5	0.5	1.2	0.0
04-8	0.0	1.1	2.7	5.0	0.8

만개 후 20일에 살포한 살균제의 병 방제효과를 검정하기 위해 kresoxim-methyl과 iminoctadine-tris albesilate를 각각 살포한 04-4와 04-5에서의 검은별무늬병의 발병율은 각각 3.0%와 2.7%로 양자간에 차이가 없었다 (Table 18). 그러나 붉은별무늬병의 발병율에 있어서 04-4에서는 3.3%이었고 04-5에서 0.0%로 후자가 우수한 것으로 나타났으므로 두 가지 병의 방제를 동시에 고려한다면 그 시기의 약제로는 iminoctadine-tris albesilate가 적합한 것으로 나타났다. 그리고 04-6에서는 만개 20일 후에 azoxystrobin을 살포했는데, 한

살포체계 내에서 azoxystrobin의 중복을 피하기 위해 개화 전에 kresoxim-methyl을 배치했다. 따라서 04-6은 04-4나 04-5와 직접 비교하기는 곤란하나 개화 전 약제를 검정하기 위한 04-1, 04-2 및 04-3에서 개화 전 약제는 병 방제에 거의 영향이 없는 것으로 나타났으므로 04-6에서 개화 전 약제의 영향을 무시한다면 04-4나 04-5와 비교가 가능하다. 그러한 관점에서 본다면 04-6에서의 검은별무늬병의 발병율이 6.8%로 유난히 높았으므로 (Table 18) 그 시기의 약제로 azoxystrobin은 적합하지 못한 것으로 판단되었다.

한편 만개기 살포의 유용성을 검정하기 위해 04-7과 04-8에서는 개화 전 살포를 생략하고 만개기에 difenoconazole과 azoxystrobin의 합제인 AMT와 difenoconazole 단제를 각각 배치하고 그로부터 25일 후에 보호살균제인 iminoctadine-tris albesilate와 azoxystrobin을 각각 배치한 방제체계의 병 방제효과를 검정했다 (Table 18). 만개기에 AMT를 살포한 04-7에서 검은별무늬병의 발병율이 1.2%로 매우 낮았고 그 시기에 difenoconazole만 살포한 04-8에서는 발병율이 5.0%로 높으나 (Table 18) 이들 두 살포체계에서 5월 11일에 살포한 약제가 또 다르므로 이들 체계를 적용한 시험구에서의 발병율의 차이가 만개기 살포 약제의 차이에서 유래된 것으로 단정하기는 어렵다. 그런데 04-5와 04-6에서 같은 시기에 iminoctadine-tris albesilate와 azoxystrobin을 살포했는데 발병율에 있어서 큰 차이가 있었다는 점으로 본다면 04-7과 04-8에서의 차이도 5월 11일에 살포한 약제의 종류에 의한 영향이 매우 컸을 것으로 생각되었다. 그러나 04-7에서 검은별무늬병의 발병율이 1.2%로 가장 낮았다는 점으로 본다면 만개기의 살포가 매우 중요할 것으로 판단되었다.

2. 2005년도 실험

가. 재료 및 방법

2005년도 실험도 울산광역시 농업기술센터의 포장에서 수행했는데, 사용약제를 2004년도의 실험과 약간 달리했다. 2005년도의 실험에서는 지난해에 사용한 저항성 발달 우려를 고려하여 azoxystrobin, kresoxim-methyl의 단제 그리

고 EBI로 fluquinconazole을 제외하고 비교적 저항성 발달 위험이 적을 것으로 생각되는 pyrimethanil + fluquinconazole의 합제 (상표명: 금모리)와 pyrimethanil 단제를 사용했다 (Table 19). 2004년도의 실험에서 만개기의 방제가 매우 유효한 것으로 나타나 2005년도에는 21일의 만개기에 살균제를 살포하고, 그로부터 5월 31일까지 20일 간격으로 살균제를 살포하는 5종의 살포체계와, 만개기전인 4월 17일부터 15일 간격으로 살포하는 3종의 살포체계를 작성했다 (Table 19). 개화 전 살포 약제로는 침투성이 없는 보호살균제로 iminoctadine-tris albesilate를 선정했는데 그 살포 시기는 4월 3일로 하였고,

Table 19. Fungicide spray sequence for control of scab and rust on pear (2005)

Plot	Date sprayed								
	4. 3	4.17	4.21	5. 2	5.11	5.17	5.31	6. 2	6.23
05-1	Ita	-	Amt	-	Kmr	-	Dif	-	Ita
05-2	-	-	Amt	-	Kmr	-	Dif	-	Ita
05-3	Ita	-	Amt	-	Ita	-	Dif	-	Ita
05-4	Ita	-	Dif	-	Ita	-	Dif	-	Ita
05-5	Ita	-	Kmr	-	Ita	-	Dif	-	Ita
05-6	Ita	Amt	-	Kmr	-	Prm	-	Dif	Ita
05-7	-	Amt	-	Kmr	-	Prm	-	Dif	Ita
05-8	Ita	Amt	-	Kmr	-	Ita	-	Dif	Ita

05-2, 05-7 구역은 살균제를 생략하였다. 만개기전인 4월 17일에는 침투성 살균제로 strobilulin 계인 azoxystrobin과 역시 침투성으로 EBI인 difenoconazole과의 합제인 아미스타탑을 배치하였고, 만개기인 4월 21일에는 azoxystrobin과 difenoconazole과의 합제인 아미스타탑, EBI인 fluquinconazole과 보호살균제인 pyrimethanil의 합제인 금모리를 배치했으며, 05-4에서는 difenoconazole 단제를 배치했다. 그 후부터는 strobilulin의 연속 배치를 피하기 위해 금모리 또는

iminocytadine-tris albesilate 단제, 보호살균제인 pyrimethanil을 배치했다. 그리고 5월 31일과 6월 2일의 살포는 봉지썩우기 전의 살포에 해당하는데 그 시기에는 감염과실의 치료를 위해 침투성인 difenoconazole을 배치했다. 그리고 6월 23일 봉지썩우기가 끝난 후에는 2004년도와 마찬가지로 비교적 spectrum이 넓은 iminocytadine-tris albesilate를 전 시험구에 살포했다 (Table 19).

나. 결과 및 고찰

2005년도에는 강우 일수가 적어 검은별무늬병의 발병이 적을 것으로 예상했으나 무처리구에서의 검은별무늬병의 발병율을 보면 황금배에서 29.8%, 신고배에서 33.3%로 비교적 높은 발병율을 보였고, 붉은별무늬병도 황금배와 신고배에서 각각 9.2%와 8.3%로 나타났다 (Table 20). 앞에서는 검은별무늬병이 거의 발생하지 않았지만 붉은별무늬병은 무처리구에서 70% 이상의 높은 발병율을 보였다 (테이타미제시)

2005년도의 실험에서는 만개기의 살포가 중요하다는 전년도의 실험 결과에 의거하여 만개기에 살균제를 살포하고 그로부터 15일 간격과 20일 간격으로 살균제를 살포하는 체계를 작성했다 (Table 19).

우선 20일 간격 살포체계인 05-1, 05-2, 05-3, 05-4, 05-5에서의 황금배에 있어서의 검은별무늬병과 붉은별무늬병의 발병율을 보면 황금배에서는 검은별무늬병의 발병율이 체계간 차이가 거의 없었으나 05-4에서 붉은별무늬병의 발병율이 2.7%로 다른 시험구에 비해 높게 나타났다 (Table 20). 2005년도 붉은별무늬병 감염시기를 조사한 실험에서 집중감염기가 5월 3일에서 7일 사이로 밝혀졌으므로 이들 살포체계에서 붉은별무늬병의 방제에 영향을 줄 수 있는 약제는 4월 21일과 5월 11일에 살포한 것으로 볼 수 있다. 그런데 4월 21일에 05-4에서만 difenoconazole이 살포되었고, 05-1, 05-2, 05-3의 시험구에서는 AMT, 그리고 05-5에서는 kresoxim-methyl이 살포되었다 (Table 19). 그리고 5월 11일에는 05-1과 05-2에서는 KMR이 살포되었고, 나머지 구에서는 모두 iminocytadine-tris albesilate가 살포되었다 (Table 19). 그런데 05-1과 05-3에서

는 5월 11일의 약제만 다르고 나머지는 전부 동일 한데 붉은별무늬병의 발병율에 있어서 차이가 없다는 점으로 본다면 붉은별무늬병의 방제에 있어서 5월 11일에 살포한 살균제의 영향은 거의 없었던 것으로 볼 수 있다. 따라서 05-4에서의 높은 발병율은 4월 21일에 살포한 difenoconazole의 보호효과가 낮았기 때문인 것으로 판단되었다.

한편 신고배에 있어서는 붉은별무늬병의 발병율은 20일 간격의 5종 살포체계간에 거의 차이가 없었으나 검은별무늬병의 발병율에 있어서는 상당한 정도의 차이가 나타났다. 05-1과 05-2 간에는 개화 전 살포의 유무만 차이가 있고 나머지 시기의 약제의 종류에서는 차이가 없는데, 발병율은 각각 4.1%와 6.7%로 상당한 차이가 있어 개화 전 살포가 검은별무늬병의 방제에 유효한 것으로 나타났다. 이는 개화 전 살포가 검은별무늬병의 방제에 영향이 없었다는 전년도의 결과와 (Table 18) 배치된다. 이러한 연차간의 차이는 검은별무늬병의 감염시기의 연차 간 차이를 반영하는 것이므로 이 병의 방제를 위해서는 개화 전 살포를 생략할 수 없는 것으로 판단되었다. 05-1과 05-3에서는 5월 11일의

Table 20. Control of pear disease by different fungicidal spray scheme of 15-day spray interval and 20-day spray interval (2005).

Plots	Disease incidence at each plots(%)			
	Whanggum		Niitaka	
	scab	rust	scab	rust
05-1	3.3	0.7	4.1	0.8
05-2	2.6	1.0	6.7	2.0
05-3	2.6	0.7	9.1	1.2
05-4	2.3	2.7	11.2	1.8
05-5	4.3	0.0	9.2	0.4
05-6	2.5	2.5	10.1	0.8
05-7	6.1	3.6	3.0	1.3
05-8	1.6	0.7	3.6	2.4
Untreated	29.8	9.2	33.3	8.3

약제만 서로 다르고 나머지 시기의 약제는 모두 동일한데 검은별무늬병의 발병율은 각각 4.1%와 9.1%로 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 05-1에서는 fluquinconazole과 pyrimethanil의 합제가 살포되었고 05-3에서는 iminoctadine-tris albesilate가 살포되었는데, 후자의 경우에 발병율이 전자에 비해 훨씬 높았으므로 (Table 20) 20일 간격 살포체계에서 iminoctadine-tris albesilate는 그 시기의 약제로 적합하지 못한 것으로 판단되었다. 그리고 05-3, 05-4 및 05-5의 3중 살포체계에서는 4월21일 만개기의 약제만 다르고 나머지 시기의 약제는 전부 동일한데, 발병율에 있어서 거의 차이가 없었다 (Table 20). 따라서 20일 간격 살포체계에서 검은별무늬병의 방제는 만개기 이후 5월 중순의 약제의 종류에 의해 크게 좌우되며 만개기의 약제의 종류는 거의 영향이 없는 것으로 나타났다.

한편 15일 간격 살포체계를 적용한 경우에는 20일 간격 살포체계에서와 약간 차이가 있었다. 우선 05-6과 05-7에서는 개화 전 살포의 필요성을 검정했는데, 검은별무늬병 방제에 있어서는 배 품종간에 다른 결과가 얻어졌다. 황금배의 경우 개화 전 살포의 생략이 검은별무늬병의 증가를 가져왔으나 신고배에서는 반대의 결과가 얻어졌는데 (Table 20), 그 원인을 설명하기 어렵다. 그러나 붉은별무늬병의 방제에 있어서는 개화 전 살포의 생략해도 병 방제효과에 있어서는 두 품종 모두 차이가 없었다.

05-6과 05-8 사이에는 5월 17일 약제만 다르고 다른 시기의 약제는 전부 동일한데 (Table 19), 황금배에 있어서 검은별무늬병의 발병율이 각각 2.5%와 1.6%로 큰 차이가 없었으나 붉은별무늬병에 있어서는 각각 2.5%와 0.7%로 상당한 차이가 있었다 (Table 20). 그리고 신고배의 경우에는 검은별무늬병의 발병율에 있어서는 각각 10.1%와 3.6%로 05-8의 방제효과가 훨씬 우수했으나, 붉은별무늬병의 발병율은 각각 0.8%와 2.4%로 05-6의 방제효과가 더 우수했다 (Table 20). 따라서 5월 17일의 약제도 pyrimethanil보다 iminoctadine-tris albesilate가 대체로 우수한 것으로 판단되었다.

한편 20일 간격 살포체계 중에서 가장 방제효과가 높았던 05-1과 15일 간격

살포체계에서 가장 방제효과가 높았던 05-8에서의 검은별무늬병 및 붉은별무늬병 방제효과를 비교한 결과, 황금배의 검은별무늬병 방제효과에 있어서만 15일 간격 살포체계가 다소 우수한 것으로 나타났고, 그 외는 양자간에 큰 차이가 없는 것으로 밝혀졌다.

이상의 결과를 종합하면 개화 전, 만개기, 낙화기에 살균제를 살포하고 그 후에는 6월 상순 봉지를 씌우기까지 20일 간격으로 살포해도 경제적 방제가 가능할 것으로 생각된다.

3. 2006년도 실험

가. 재료 및 방법

2006년도의 실험은 울산광역시 삼남면 신화리의 농가포장을 임차하여 수행했는데, 당해 과수원에는 신고품종을 주 품종으로 하고 수분수로 화산품종이 2줄 재식되어 있었으며 수령은 8년생으로 관리는 비교적 양호한 편이었다. 그러나 그 지역 일대가 검은별무늬병 상습발생지로 시험포장으로는 매우 적합한 것으로 생각되었다. 2006년도 실험에서는 그때까지 수행한 살균제를 선발을 위한 각종 실험 결과에 의거하여 그 종류가 증가하였고 약제의 특성을 고려하여 Table 21과 같이 12종의 연간 5회 살포체계를 작성 했다.

1회차 살포는 개화전 살포이며 2회차 살포는 만개기로부터 5일 후, 3회차는 낙화직후로 했으며, 그 후에는 6월 상순 봉지씌우기 전까지 20일 간격으로 살포되도록 했다. 2006년도에는 6월 10일에 봉지를 씌웠는데 그 후에는 수확기까지 살균제를 살포하지 않도록 했다. 살포체계의 작성에는 우선 검은별무늬병의 감염시기에 대한 정보와 각 살균제의 작용상의 특성, 그리고 저항성 발달 위험을 줄이기 위해 동일 작용 기작의 약제가 연속하여 살포되지 않도록 주의했다. 이 연구에서 사용한 9종의 살균제 중에 AMT은 strobilulin계 살균제인 Azz과 EBI인 Dif의 합제이므로 strobilulin 계 살균제인 KMR과 연속을 피했고, EBI 중에 Flq은 다른 EBI와 작용기작이 다르므로 저항성 기작 역시 다를 것으로 생각되어 EBI를 연속 배치해야 할 경우에는 한쪽에는 Flq을 배치했다.

또 매 시기마다 가장 적절한 약제를 선발하기 위해 일부의 시험구에서는 어느 한 시기의 약제만 서로 다르게 배치했다. 6-1시험구 부터 6-4시험구까지는 2, 3회 차의 살균제를 EBI와 다른 계열의 살균제와의 합제를 배치하고 4, 5회차에 EBI를 배치했으며, 6-5시험구부터 6-8시험구까지는 그와 반대로 2,3회차에 EBI를 배치하고 4,5회 차에 합제를 배치했다. 6-2시험구와 6-3시험구는 개화 전 약제를 제외한 나머지 살균제는 동일하게 배열 하여 개화 전 약제의 효과를 검정할 수 있도록 했으며, 6-3과 6-4 시험구는 마지막 살균제를 달리 하여 서로 비교하도록 했다. 6-5, 6-6, 6-7시험구는 4회 차의 살균제의 효과를

Table 21. Fungicide sequence in each experimental plot at Ulsan in 2006

Date sprayed	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7	6-8	6-9	6-10	6-11	6-12
4. 5	Ita	Ita	Krx	Krx	Ita	Ita	Ita	Ita	Ita	Krx	Ita	Ita
4.16	AMT	KMR	KMR	KMR	Dif	Dif	Dif	Flq	KMR	Flq	Fls	Fls
4.28	KMR	AMT	AMT	AMT	Flq	Flq	Flq	Dif	Dif	Dif	KMR	KMR
5.15	Ita	Flq	Flq	Flq	Ita	Flz	AMT	KMR	Flq	KMR	AMT	Dif
6. 3	Dif	Dif	Dif	Fls	KMR	KMR	KMR	Krx	Krx	Azx	Flq	Flz

서로비교 할 수 있도록 배열하였다. 이들 12종의 살포체계를 삼남면 포장에서 3주씩의 나무에 적용했는데, 각 체계 간에 약제가 혼합될 우려가 있으므로 한 주씩 완충주를 설정했다. 그 후 과수원의 관리는 상법에 준하였고 9월 30일에 1차 수확을 하였고 10월 13일에 2차 수확 했는데, 이병과율은 각 나무마다 매 회 수확한 과실 전부에 대해 조사했다.

Table 22. Fungicide sequence in each experimental plot In Naju

Date sprayed	6N-1	6N-2	6N-3	6N-4	6N-5
4. 3	Ita	Ita	Ita	Krx	Krx
4. 17	Flq	KMR	Dif	KMR	Fls
5. 2	Dif	AMT	Flq	AMT	KMR
5. 20	KMR	Flq	Flz	Flq	Dif
6. 5	Krx	Dif	KMR	Dif	Fls

또 2006년도의 실험부터는 나주에서도 유사한 실험을 수행했으나 살포체계의 수를 Table 22와 같이 5개로 제한하였다..나주에서는 울산에서의 실험과 달리 살포체계 상호간에 비교는 고려하지 않았고 울산에서 적용한 5개의 체계를 나주에 적용하여 양지역간의 차이를 검토하도록 했으며 대상 품종은 신고와 황금배의 2종으로 하였다. 결과 조사는 5월 8일 적과기에 1차 조사했고, 9월 30일 수확기에 최종 발병율을 조사했다.

나. 결과 및 고찰

이 연구에서 농약살포 등의 처리는 대부분 4월 상순부터 6월 상순까지 수행되었으므로 울산지방의 그 기간 중의 일중 평균 온도 및 강수량을 Fig. 28에 나타내었다. 검은별무늬병의 감염 가능 온도는 8℃에서 28℃까지 이며 최적 감염온도는 15~20℃로 알려져 있다 (梅本 1993). 시험기간 중의 온도 조건은 검은별무늬병의 감염 가능온도 범위에 속하며 대부분의 경우 감염 최적 온도에 가까웠다 (Fig. 28). 강수일수는 4월 중에 7일간에 걸쳐 140.7mm가 내렸고 5월 중에는 9일간에 걸쳐 227.0mm가 내렸으며 6월에는 봉지 썩우기가 종료된 10일까지 2일간 15.0mm가 내렸다 (Fig. 28). 이러한 강수 조건으로 볼 때 병의 발생이 그리 많지 않을 것으로 생각되었으나 2006년에는 2003년 이후 가장 병이 많이 발생한 것으로 조사되었다.

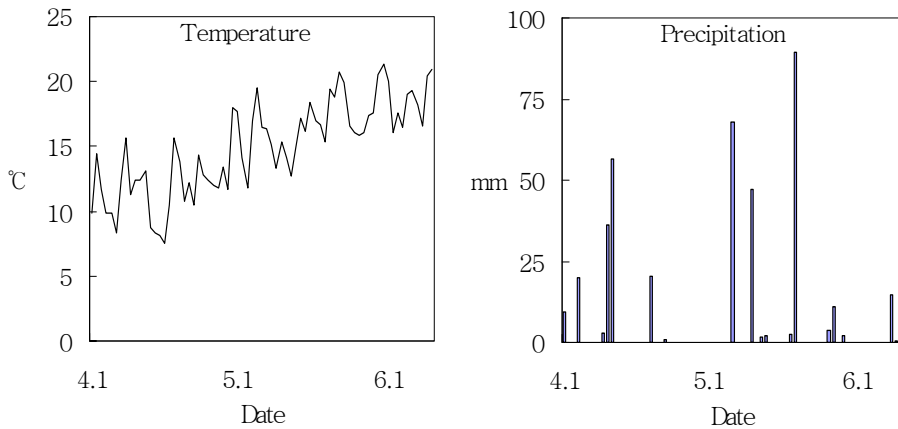


Fig 28. Weather status during the experimental period in Ulsan

개화 전부터 봉지씌우기 직전까지 살균제를 5회 살포하는 12개의 살포체계를 작성하여 울주군 삼남면의 농가 포장에 적용하여 얻어진 결과를 Table 23)에 나타내었는데, 전반적으로 병 방제효과가 2004년 및 2005년의 실험에 비해 열등한 것으로 나타났다. 2006년에는 개화기간 중인 4월 8일에서 13일까지 95.5mm의 강우가 있어 (Fig. 28), 검은별무늬병의 감염에 유리한 조건이었으므로 전반적으로 발병율이 전 2년에 비해 매우 높았다. 특히 2006년도 검은별무늬병의 발병은 개화직전 살포 약제가 크게 좌우한 것으로 나타났는데 (후술), 약제 살포 당일 바람이 강하게 불어 약제의 부착에 문제가 있었을 것으로 추정되었다. 또 붉은별무늬병의 감염 시기를 조사한 시험에서도 2006년의 감염 시기는 2005년에 비해 약 2주간 앞당겨진 것으로 나타났다.

우선 붉은별무늬병과 검은별무늬병의 이병엽율과 이병과율 간의 관계를 보면 대체로 이병엽율이 높은 구에서 이병과율도 높은 경향이 있으나 반드시 일치하지는 않았다. 붉은별무늬병의 경우, 이병엽이 전혀 없었던 6-2에서 이병과율이 1.1%였으나 이병엽율이 7.9%로 가장 높았던 6-9에서 이병과율이 0.6%로 6-3보다 오히려 낮았다 (Table 23). 또 검은별무늬병에 있어서도 이병엽율이 3.4%로 가장 낮았던 6-4에서의 이병과율은 20.6%였으나 이병엽율에 있어서

6-4와 거의 거의 차이가 없는 6-1에서의 이병과율은 43.1%로 매우 큰 차이를 보였다 (Table 23). 또 이병엽율이 9.0%로 가장 높았던 6-12에서 이병과율은 34.7%로 비교적 높았으나 이병엽율이 8.6%로 거의 차이가 없는 6-9에서의 이병과율은 22.2%로 큰 차이가 있었다 (Table 23). 따라서 이병엽율로 살포체계의 우열을 논의하는 것은 큰 의미가 없는 것으로 생각되었고 이병과율에 있어서도 붉은별무늬병은 발병율이 너무 낮아 처리간의 차이를 논의할 수 없는 것으로 생각되었다. 그러나 검은별무늬병의 이병과율은 시험구간에 매우 큰 차이를 보였으므로 각 시기별로 사용된 살균제의 방제에의 기여 정도를 논의할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 23. Effect of fungicide spray sequences on the control of rust and scab in pear(2006)

Plots*	Disease incidences (%)			
	Leaf		Fruit	
	Rust	Scab	Rrust	Scab
6-1	1.1	3.9	0.4	43.1
6-2	0.6	3.6	1.2	15.1
6-3	0.0	3.7	1.1	22.6
6-4	2.8	3.4	1.7	20.6
6-5	5.9	4.8	1.9	27.7
6-6	4.5	7.7	0.5	48.7
6-7	2.4	6.0	0.2	21.4
6-8	3.6	3.7	1.7	15.6
6-9	7.9	8.6	0.6	22.1
6-10	0.7	6.4	0.0	12.4
6-11	1.2	6.9	0.4	27.3
6-12	4.9	9.0	0.2	34.7

*Refer to Table 21 for fungicide sequence of each plot

우선 개화 전 약제만 다르고 나머지 약제는 모두 동일한 6-2와 6-3을 비교해 보면 (Table 21) 개화 전에 Ita를 살포한 6-2에서의 이병과율이 15.1%이고 같은 시기에 Krx를 살포한 6-3에서의 이병과율 22.6%였으므로 개화전 약제로 Ita가 더 우수한 것으로 나타났다 (Table 23). 또 6월 3일 5회차 약제만 다르고 그 외의 약제는 모두 동일한 6-3과 6-4를 비교해 보면 양자간에 거의 차이

가 없었으므로 (Table 23) 5회차에 EBI를 살포할 경우에는 약제 간에 차이가 없는 것으로 판단되었다. 한편 4회차의 살균제만 다르고 나머지 약제는 모두 동일한 6-5, 6-6 및 6-7의 세 시험구를 비교해 보면 4회차에 보호살균제인 Flz를 배치한 6-6에서 이병과율이 48.7%나 되어 그 시기의 약제로는 매우 부적절한 것으로 판단되었다. 또 같은 시기에 보호살균제인 Ita를 배치한 6-5와 EBI 합제인 AMT를 배치한 6-7을 비교해 보면 보호효과만 있는 Ita 배치구인 6-5에서 발병율이 높았다 (Table 23). 그뿐만 아니고 2회차와 3회차에 EBI합제를 배치하고 4회차에 역시 Ita를 배치한 6-1에 있어서도 발병율이 43.1%나 되었으므로 5월 중순경까지 보호살균제의 살포는 적절하지 못한 것으로 나타났다. 따라서 검은별무늬병의 감염이 진행되고 있는 만개기, 낙화기 및 낙화 20일후까지는 EBI 또는 EBI합제를 배치한 각 시험구에서의 발병율은 거의 차이가 없었는데 6-10에서 발병율이 12.4%로 다른 시험구 보다 크게 낮았다 (Table 23).

그런데 이를 개화 전 약제와 최종 약제만 다르고 그 사이의 세 약제는 모두 동일한 6-8과 비교해 보면 6-10에서의 발병율이 낮았는데, 이러한 차이는 개화 전 약제인 Ita와 Krx의 차이에서 유래한 것인지 마지막 약제인 Krx와 Azx와의 차이에서 유래한 것인지 분명치는 않다. 그러나 개화 전 약제를 비교한 6-2와 6-3에서의 결과를 보면 Ita가 더 우수한 것으로 밝혀졌으므로 6-10에서의 방제효과의 제고는 최종 약제인 Azx에 의한 것으로 생각된다. 그런데 이들 약제가 살포된 6월 상순에는 검은별무늬병의 감염은 거의 종료되었을 것으로 판단되므로 이들 두 약제의 차이는 치료효과에서의 차이로 생각되었다. Azx와 Krx는 strobilulin계 살균제로 양자 모두 침투성이 있으나 검은별무늬병에 대한 치료효과에는 차이가 있는 것으로 생각되었으므로 이 점에 대한 추가 확인이 필요할 것으로 생각되었다. 한편 2회차와 4회차의 약제만 다르고 나머지 약제는 모두 동일한 6-8과 6-9를 비교 해보면 발병율간의 유의적인 차이가 없었다 (Table 23). 그런데 이들 두 시험구에서 2회차와 4회차의 약제는 어느 것이나 EBI 또는 EBI의 합제였으므로, 검은별무늬병의 감염이 진행되고 있는

시기에 치료효과를 나타내는 약제를 배치한 각 시험구 6-2, 6-3, 6-4, 6-7에서의 병 방제효과에 거의 차이가 없다는 결과가 다시 확인되었다.

마지막으로 6-11과 6-12를 비교해 보면 4회차와 5회차의 약제가 서로 다른데, 발병율에 있어서 27.3%와 34.7%로 상당히 큰 차이가 있었다. 그런데 4회차에 사용된 AMT와 Dif는 EBI 또는 EBI 합제인데, 앞의 여러 시험구에서 본 바와 같이 그 시기에 EBI나 EBI 합제가 배치되면 최종적 방제효과에 차이가 없다는 사실이 반복적으로 확인된 바 있다. 따라서 6-11과 6-12에서의 방제효과와의 차이는 4회차의 약제에서의 차이로 보기는 어렵고 5회차의 Flq와 Flz의 차이에서 유래된 것으로 생각되었다. Flz는 침투성이 전혀 없는 보호살균제로 검은별무늬병이나 붉은별무늬병에 대해 치료효과가 거의 없다는 사실이 앞의 보호효과 최대 지속기간 조사를 위한 시험에서 확인된 바 있다.

이상의 결과를 요약하면 2006년도 개화전의 약제로 보호살균제인 Ita와 Krx를 비교했는데 전자가 더 우수한 것으로 나타났고, 검은별무늬병의 감염이 진행 중인 만개 5일 후, 낙화직후 및 낙화 20일 후까지의 약제는 치료효과가 있는 EBI나 EBI합제를 사용해야 하며, 6월 상순에는 감염이 이미 종료되었을 것으로 판단되나 이어서 봉지를 씌우게 되므로 그 시기까지 감염된 과실을 치료할 수 있는 약제가 필요할 것으로 생각되었다. 그러나 EBI나 EBI 합제는 이미 3회 연속 살포 되었으므로 6월 상순의 약제로는 치료효과를 검하고 있는 strobilulin 계 살균제가 적합할 것으로 생각되며, 실제로 2006년도에 검토한 12종의 살포체계 중에 가장 방제효과가 높았던 6-10에서 Azx를 사용했다. 그러나 2006년도에 Azx는 한 시험구에서 만 사용되었으므로 그 효과를 확인할 수 없었으므로 차 년도에 이에 대한 실험이 필요할 것으로 생각되었다. 2006년도에는 전반적으로 검은별무늬병의 발생이 많았는데, 이 실험에서 검토한 12개의 살포체계 중에 검은별무늬병의 발병율이 가장 낮았던 것이 12.4%였으므로 경제적으로 타당성이 충분한 방제효과로 평가하기 어렵다. 전술한 바와 같이 이처럼 병이 많은 원인으로 2006년도 병 방제에 가장 큰 영향을 미친 개화전 살포시에 강한 바람으로 인해 약제가 충분히 부착하지 못한 것도 한 원인

일 것으로 추정되었다. 그러나 이 실험에서 얻어진 결과를 충분히 활용하여 살포체계를 보완한다면 방제효과는 더욱 높일 수 있을 것으로 생각되었다.

한편 나주에서의 시험 결과를 Fig. 29와 30에 나타내었는데, 예년에는 적과기에 검은별무늬병의 병반을 확인하기 어려우나 2006년에는 나주지방에서도 감염시기가 앞당겨 5월 8일 적과기 병반을 확인 할 수 있었다. 5월 8일에 수행한 1차 조사에서는 방제 효과가 대체로 양호했고 특히 신고품종의 경우 6N-4에서는 발병율이 0.7%에 지나지 않아 6N-1의 23.6%보다 크게 낮았다 (Fig. 29). 그런데 검은별무늬병의 잠복기간을 약 10일로 본다면 5월 8일에 조사된 결과는 4월 17일까지 살포한 약제에 의한 결과로 볼 수 있다. 가장 방제 효과가 높았던 6N-4와 방제효과가 가장 낮았던 6N-1의 살포체계는 두 가지 약제 모두 다르므로 (Table 22) 직접 비교는 곤란했다. 그러나 6N-4와 5월 8일의 조사에서 발병율이 5.0%였던 6N-2를 비교하면, 개화전 약제로 ITA보다 Krx가 더 우수한 것으로 판단 할 수 있었다 (Fig. 29). 또 6N-4와 6N-5를 비교하면 만개 5일 후의 약제를 Fls보다 KMR이 더 우수한 것으로 판단 할 수 있었다 (Fig. 29).

유과기인 5월 8일의 조사에서 0.7%의 발병율을 보였던 6N-4에서 수확기에는 발병율이 23.2%로 급증했고, 그 외의 시험구에서도 발병율이 크게 증가했다 (Fig 29). 이러한 증가분에는 5월 8일 조사 시에 이미 감염은 되어 있었으나 병징이 나타나지 않았던 과실도 포함되어 있을 것으로 추정되었다. 그런데 6N-2와 6N-4를 비교해 보면 5월 2일 이후의 약제는 전부 동일한데, 6B-2에서의 발병율은 23.2%였는데에 반해 6N-2에서는 53.1%였으므로 이 차이는 4월 3일과 17일에 살포한 약제의 차이에서 유래된 것으로 판단되었다. 또 나주에서의 결과와 울산에서의 결과를 비교해 보면 나주에서 가장 우수한 방제효과를 보인 6N-4와 동일한 울산의 살포체계는 6-3인데 (Table 21), 이를 적용한 시험구에서의 검은별무늬병 발병율은 22.6%로 울산에서는 그리 높은 편이 아니었다. 그런데 나주에서 가장 낮은 방제효과를 나타낸 6N-1은 울산의 6-8과 동

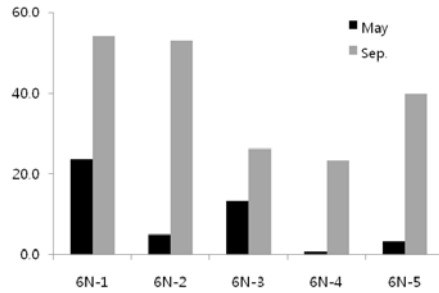


Fig. 29 Effect of fungicide spray sequence on the control of pear scab on cv. Nitaka (Naju, 2006). Refer to Table 21 for fungicide sequence

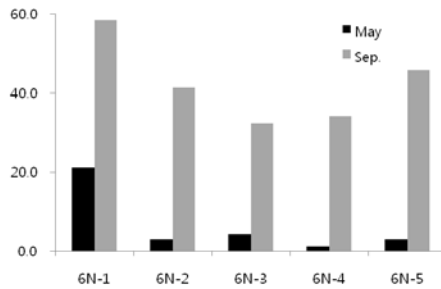


Fig. 30 Effect of fungicide spray sequence on the control of pear scab on cv. Whanggum (Naju, 2006)

일한테 울산에서의 발병율은 15.6%로 매우 우수한 편이었다. 이와 같은 차이는 양쪽 과수원에 서식하고 있는 병원균의 약제에 대한 감수성의 차이에서 기인한 것으로 추정되었다. 따라서 어떤 특정의 살포체계가 모든 과수원에 적용되기는 어려울 것으로 생각되었다.

한편 황금배에 있어서도 신고품종과 대동소이한 결과가 얻어졌는데, 유과기에는 신고품종에서와 마찬가지로 매우 높은 방제효과를 나타내었으나 수확기에는 발병율이 크게 높아져 신고품종에서 보다 발병율이 더 높았다 (Fig. 30). 각 살포체계간의 방제효과의 차이도 신고품종과 비슷하여 ^N-4에서 34.1%로 방제효과가 가장 높았다 (Fig. 30).

4. 2007년도 실험

가. 재료 및 방법

2007년도의 실험은 전년도와 같이 울산광역시 삼남면 신화리의 농가포장을 임차하여 수행했으며 전년도와 마찬가지로 나주시에서도 제한적인 실험을 수행했다. 전년도의 실험에서 병이 심하게 발생하는 경우에는 봉지씌우기 까지 5회 살포로는 무리가 있을 것으로 판단되어 2007년도에는 살균제의 살포회수를 1회 더 늘려 6월 상순 봉지씌우기 직전까지 6회 살포하는 체계를 7개 작성하여 병 방제효과를 검정했다 (Table 24). 전년도까지의 실험에서 대략적 윤곽이 잡혔고 개화전 살포의 중요성도 확인되었으므로 2007년도의 실험에서는 개화전에 살포약제 중 최선의 약제를 선정하는 일과 개화 전 약제의 변경에 따른 후

Table 24. Fungicide sequence in each experimental plot at Ulsan in 2007

Ser. No.	Date sprayed	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7
1	4. 5	Dif	Krx	Azx	Dif	Dif	Krx	AMT
2	4.18	KMR	KMR	KMR	KMR	KMR	Flq	Flq
3	4.28	Fls	Fls	Fls	Fls	Fls	Dif	Dif
4	5. 8	AMT	AMT	AMT	AMT	AMT	KMR	KMR
5	5. 19	Flq	Flq	Flq	Ita	Flq	Fls	Fls
6	6. 12	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr	Azx	Pyr	Pyr

속 약제의 영향을 검토했다. 또 2007년도의 살포체계에서는 약제 저항성 억제에 최대의 역점을 두고 저항성 또는 감수성 저하 위험이 있는 EBI 단제의 사용을 가급적 지양하고 합제를 사용하도록 했으며, 시작과 마지막에 strobilulin을 배치했다. 7-1에서 7-3까지는 개화전 살포 약제만 다르고 다른 시기의 약제는 모두 동일하게 하여 개화전 약제의 차이가 병 방제에 미치는 영향을 검토했다. 또 7-1, 7-4, 7-5는 개화전 약제를 Dif로 할 경우 5월 중순의 5회차 살포 약제를 달리하여 그 차이를 검토했다. 그리고 7-6과 7-7에서도 개화전 약제만 다르고 나머지 약제는 모두 동일하게 하여 두 가지 체계를 비교 할 수 있도록 했다.

나. 결과 및 고찰

이 실험은 농가포장을 임차하여 수행했으므로 무처리구를 둘수 없었으므로 정확한 병 발생 상황은 알 수 없으나 살포체계 구성 살균제의 병방제에의 기여도 평가를 위해 매회 약제살포를 생략한 시험구에서 6월 중순 6회차 약제를 생략한 경우 발병율이 49.3%나 되었으므로(Table 28) 2007년도 울산 지방에서는 검은별무늬병의 발생이 비교적 많았던 것으로 추정되었다. 2007년도의 실험에서는 Fig. 에서 보는 바와 같이 증상이 아주 경미하여 면장갑을 낀 손으로 문지르면 병반이 제거되어 상품으로의 가치에 전혀 손상이 없는 과실을 치료



Fig. 31 Cured scab lesion. Note that scab symptom was almost disappeared when the fruits were scrapped off.

병반으로 별도로 조사 했다. 7-1, 7-2 및 7-3에서는 1회차 약제만 다르고 나머지 약제는 전부 동일한데 발병율은 1회차에 Krx를 사용한 7-2에서 2.4%로 가장 낮았으므로 1회차의 살균제로는 Krx가 가장 우수한 것으로 전년도에 이어 재차 확인되었다 (Fig. 32). 7-1과 7-4를 비교해 보면 5회차의 약제가 7-1에서는 Flq이고 7-4에서는 Ita이데 발병율은 각각 7.9%와 3.5%로 7-4가 우수하였다. 따라서 5회차의 약제로는 Fig이 Ita 보다 더 우수한 것으로 판단되었다. 또 7-1과 7-5는 6회차의 약제가 각각 Pyr과 Azz으로 다른 것 이외에는 차이가 없는데 발병율에 있어서는 각각 7.9%와 4.7%로 차이가 있었다. 따라서

6회차의 약제도 Pyr보다 Azx가 우수한 것으로 나타났다 (Fig. 32). 그러나 7-4와 7-5는 1회차에 Dif가 배치되어 있으므로 이를 Krx로 바꾸게 되면 그 결과가 어떻게 될지 다시 검토해야 할 것으로 생각되었다. 특히 우리나라에서의 검은별무늬병균의 EBI에 대한 저항성 문제를 고려하면 7-4의 5회차에 사용된 Ita의 적용가능성은 재검토할 필요가 있는 것으로 생각되었다. 7-6과 7-7은 발병율이 발병율이 각각 9.0%와 10.9%로 7-2나 7-3에 비해 크게 높았는데, 이들 두 살포체계에 사용된 약제는 7-2나 7-3과 다르지 않지만 배열 순서에 따라 결과는 크게 달라지는 것으로 나타났다.

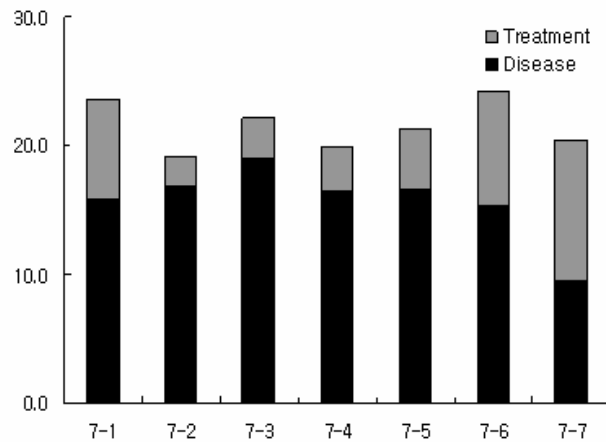


Fig. 32 Effect of fungicide spray sequence on the control of pear scab on cv. Nitaka (Ulsan, 2007). Refer to Table 23 for fungicide sequence

한편 이 실험에서는 초기에 발병되었다가 치료된 과실의 수도 조사했는데 발병한 과실보다 치료된 과실의 비율이 훨씬 높았다 (Fig. 32). 발병된 과실과 치료된 과실의 비율을 Fig 32에 나타내었는데, 이들 양자의 합은 감염율로 볼 수 있다. 그런데 이들 각 시험구의 감염율을 비교해 보면 약간의 차이는 있었지만 대부분 거의 비슷하였다. 이는 곧 감염 자체는 시험구 별로 큰 차이가 없고 치료효과의 차이가 발병율의 차이로 이어지는 것으로 볼 수 있다. 따라서 살포체계의 개선은 치료효과가 높은 약제를 어떻게 배열하느냐에 달린 것으로

생각되었다.

전술한 바와 같이 약제의 기여도를 평가하기 위한 실험에서 (후술) 살균제를 한차례 생략한 경우 발병율이 49.3%나 되었으므로 2007년도 이 실험을 수행한 과수원에서의 전반적인 검은별무늬병의 발생은 적지 않았을 것으로 추정되는데, 7-2 시험구에서의 발병율은 2.4%로 거의 당초의 목표에 근접한 것으로 볼 수 있다. 그러나 아직 개선의 여지는 더 남아 있을 것으로 생각되며 특히 약제저항성 우려가 높은 EBI나 strobilulin계 살균제의 합리적 사용이 중요할 것으로 생각되었다.

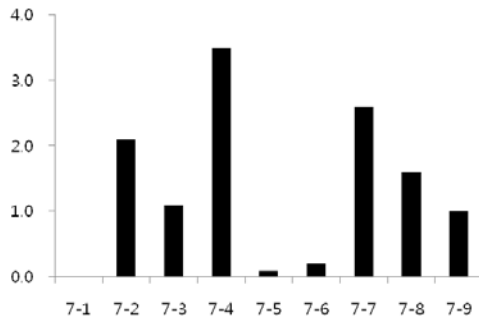


Fig. 33 Effect of fungicide spray sequence on the control of pear rust on fruit of cv. Nitaka (Ulsan, 2007). Refer to Table 23 for fungicide sequence

한편 2007년도의 붉은별무늬병 발병율을 Fig 33에 나타내었는데, 전반적으로 발병율이 매우 낮아 최저 7-1에서는 발병이 전혀 없었고 7-4에서는 발병율이 3.5%나 되어 검은별무늬병과 차이가 없었다. 7-4에서는 5회차에 ITark 사용되었는데 이 약제는 붉은별무늬병 방제효과가 낮은 것으로 밝혀져 있다 (Fig. 33). 따라서 Ita가 사용된 7-4에서 붉은별무늬병의 발병율이 유난히 높았을 것으로 판단되었다.

제8절 살포체계 구성 개별 살균제의 병 방제 기여도 평가

붉은별무늬병과 검은별무늬병은 개화기부터 감염되기 시작하나 봉지를 씌워 재배하므로 발병은 수확기에 가서 최종 확인되므로 봉지씌우기 전에 살포한 약제가 이들 병의 방제에 어느 정도 역할을 했는지를 추정 어렵다. 이 실험에서는 이를 추정하기 위해 매회 약제 살포 시에 당해 약제를 생략하고 나머지 시기에는 정상적으로 살균제를 살포하는 시험구를 설정하고, 그들 각 시험구에서의 발병율을 완전 살포구에서의 발병율과 비교하여 생략한 약제가 병 방제에 미치는 영향을 검토하였다. 이 실험은 2006년과 2007년 2년간 수행했다.

Table 25. Fungicide spray scheme to detect contribution level of each fungicide constituting a spray program on the control of pear scab (Ulsan, 2006)

Date sprayed	comp*	-Ita	-Flq	-Dif	-KMR	-Krx
4. 5	Ita	-	Ita	Ita	Ita	Ita
4.16	Flq	Flq	-	Flq	Flq	Flq
4.28	Dif	Dif	Dif	-	Dif	Dif
5.15	KMR	KMR	KMR	KMR	-	KMR
6. 3	Krx	Krx	Krx	Krx	Krx	-

* complete spray

1. 재료 및 방법

이 실험은 살포체계 개발시험과 병행해서 수행했는데, Table 25와 27에서 보는 바와 같이 시험구 전체에 기본 살포체계를 적용하고 매회 약제 살포시 한 구에 한하여 당해 회차의 약제를 생략하고 나머지 약제는 정상적으로 살포, 수확기에 약제를 생략한 시험구에서의 발병율이 완전살포구보다 유의적으로 높으면 생략한 약제는 당해 병의 방제에 정의 기여를 한 것으로 평가했고, 발병율이 완전살포구보다 낮으면 부의 기여를 한 것으로 평가했다.

2 결과 및 고찰

완전살포구에서 붉은별무늬병의 이병엽율은 3.6%이었는데, 살균제의 살포를 거르므로 병이 유의적으로 증가한 시험구는 4월 16일에 Flq를 거른 -Flq뿐이었고, 나머지 시험구에서는 완전살포구와 유의적 차이가 없었다 (Table 26).

Table 26. Effect of omission of a fungicide from the spray calendar^a on the outbreak of rust and scab on pear (2006)

Plots	Chemicals omitted	Date	Disease incidence (%)				LSD
			Rust		Scab		
			leaf	fruit	leaf	fruit	
Comp.	none	-	3.6	1.7	3.7	15.6	2.78
-Ita	iminocladine-tris (albessilate)	5, Apr	5.5	1.3	30.9*	71.0**	
-Flq	fluquinconazole	16, Apr	6.8*	1.1	7.9	34.1**	
-Dif	Difenoconazole	28, Apr	2.0	1.6	6.2	18.1	
-KMR	Kummori	15, May	4.1	0.6	15.7*	28.7	
-Krx	kresoxim-methyl	3, Jun	2.5	0.0	6.9	17.9	

따라서 붉은별무늬병의 방제에 정의 기여를 한 약제는 Flq 한 약제뿐인데, 그 시기가 2006년도 붉은별무늬병의 집중감염기로 추정되었다. 붉은별무늬병의 과실감염은 전반적으로 이병과율이 매우 낮아 완전살포구에서의 이병과율이 1.7%였으며 약제를 거른 각 시험구 중에 완전살포구와 유의적 차이를 보인 시험구는 없었다 (Table 26).

검은별무늬병의 경우 완전살포구에서 이병엽율은 3.7%였는데, 살균제를 거른 시험구 중에 완전 살포구보다 발병율이 높은 시험구는 -Ita와 -KMR 뿐이었으므로 잎 감염을 저지하는데 정의 기여를 한 약제는 4월 5일에 살포한 Ita와 5월 15일에 살포한 KMR의 두 약제뿐이었다 (Table 26). 한편 과실감염에 있어서는 완전살포구에서의 이병과율은 15.6%이었는데, 4월 5일 개화전 살포인 Ita를 생략한 -Ita에서 발병율이 71.0%로 고도의 유의적 차이를 나타내었고, 만개 5일 후인 4월 16일에 Flq를 생략한 -Flq에서의 발병율이 34.1%로 역시 고도의 유의적 차이를 나타내었다 (Table 26). 따라서 2006년도 검은별무늬

병의 방제에는 개화전 약제와 만개 5일후의 약제가 결정적인 영향을 미친 것으로 판단되었다. 그 외의 각 시험구에서는 완전살포구와 유의적 차이를 보이지 않았으므로 병의 방제에 기여하지 못한 것으로 나타났다. 그런데 이 실험의 결과는 약제의 병 방제효과가 반영된 것이 아니고 검은별무늬병의 과실 감염 시기를 반영한 것으로 판단되었다. 한편 잎에서의 감염에 있어서는 5월 15일에 살포된 KMR이 정의 기여를 한 것으로 나타났는데, 이는 2006년도에 1차감염 시기가 앞당겨졌다는 점으로 볼 때 KMR은 2차 감염을 저지한 것으로 판단되었다.

Table 27. Contribution level of each fungicide on the control of scab (2007)

Ser. No.	Date sprayed	compl.	-Dif	-KMR	-Fls	-AMT	-Flq	-Pyr	LSD
1	4. 5	Dif	-	Dif	Dif	Dif	Dif	Dif	2.03
2	4.18	KMR	KMR	-	KMR	KMR	KMR	KMR	
3	4.28	Fls	Fls	Fls	-	Fls	Fls	Fls	
4	5. 8	AMT	AMT	AMT	AMT	-	AMT	AMT	
5	5. 19	Flq	Flq	Flq	Flq	Flq	-	Flq	
6	6. 12	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr	Pyr	-	
cured (%)		15.8	11.8	12.3	8.9	5.8	8.8	5.2	
diseased(%)		7.9	8.3	10.1	18.8*	35.3**	35.7**	49.3**	

2007년의 실험의 설계 및 결과를 Table 27에 나타내었는데, 완전살포구에서의 발병율이 7.9%였는데, 낙화직후 약제부터 모두 유의적 차이를 보였고 특히 5월 8일 이후의 약제는 모두 고도의 유의적 차이를 보였다. 이 결과는 전년도 실험 결과와 다소 달랐는데, 이로서 2007년에는 감염이 늦게 시작되었으며 5월 8일 경에 감염 최성기에 달한 것으로 나타났다 (Table 27). 또 마지막 약제인 Pyr을 생략한 구에서의 발병율이 무려 49.3%나 되어 2007년도에도 전반적 병 발생이 많았던 것으로 나타났고, Pyr의 생략에 의해 치료된 병과의 비율이 5.2%로 가장 낮았다는 점은 그 약제의 치료효과가 높았던 것으로 해석될 수 있고, 또 AMT 생략구에서도 치료 병과율이 5.8%로 Pyr과 거의 비슷했다 (Table 27). AMP는 strobilullin과 EBI의 합제이고 Pyr이 역시 strobilullin

이므로 이들의 치료효과가 EBI인 Flq 이나 Fls 보다 높은 것으로 판단되었다.

제9절 농가 실증시험

1. 재료 및 방법

가. 실증시험 농가 포장의 선정

울산광역시 울주군에 위치한 농가들로 청량면, 서생면, 온양읍으로 세 농가를 선정하여 실험을 수행하였다. 세 농가는 각 각 멀리 떨어져 위치한 농가 포장으로 살균제 살포력에서 차이가 있을 것으로 판단했다. 세 포장 모두 Y자형 수형으로 재식되어 있었으며 신고, 황금 및 기타 품종이 혼식되어 있었다. 그 중에서 신고와 황금 품종에 대하여 실험을 수행하였다. 두 포장 모두 표준 관리법에 의해 관리하였다.

나. 기본 살포체계의 작성 및 실증농가 적용

2006년도까지의 실험 결과에 의거하여 기본 방제력을 작성했다. 개화전에 difenoconazole (상표명 : 보가드, 바이엘크롭사이언스), 만개5일 후 pyrimethanil 과 fluquinconazole의 합제 (상표명 : 금모리, 한국삼공), 낙화직후에 flusilazole (상표명 : 누스타, 동부하이텍), 낙화직후 살포로부터 10일 후에 azoxystrobin + difenoconazole 합제 (아미스타탑, Bayer 크롭사이언스), 그로부터 15일 과 25일 후에 fluquinconazole (상표명 : 파리스드, Byer크롭사이언스) 과 pyraclostrobin (상표명:카브리오에이, 영일화학)을 각각 살포하도록 했다. 또 배나무 흰가루병의 방제를 위해 8월 상순에 fluquinconazole을 살포하도록 작성했다.

이상과 같이 작성된 방제력을 전술의 3농가에 적용했는데, 약제의 배치 순서는 거의 원안대로 지켜졌으나 살포일자에는 약간의 차이를 보였고 서생면의 과수원에서는 6월 26일에 polyoxin이 한차례 더 살포되었다 (Table 28). 이는 이 지역에서 검은별무늬병을 검은무늬병이라고 하는 잘못된 견해가 팽배해 있었기 때문인 것으로 추정되었다. 2007년 9월 하순에 이들 실증시험 농가에서 3주씩의 나무를 임의 선정하고 검은별무늬병 이병과율과 제 7장에서 기술한 기준에 따라 치료된 병과율

을 조사했다.

Table 28. Fungicidal spray program for farms to demonstrate the control efficiency of the program against pear scab (Ulsan, 2007)

Ser. No.	Phenology	Chungryang		Seoseng		Onynang	
		Date sprayed	Fungicides	Date sprayed	Fungicides	Date sprayed	Fungicides
1	before bloom	4. 2	Dif	4. 5	Dif	4. 5	Dif
2	5-day after full bloom	4.14	Flq+Prm	4.18	Flq+Prm	4.20	Flq+Prm
3	petal fall	4.24	Fls	4.24	Fls	4.29	Fls
4	10-day after petal fall	5.14	Dif+Azx	5. 8	Dif+Azx	5. 9	Dif+Azx
5	25-day after petal fall	6. 24	Flq	5.23	Flq	5.23	Flq
6	before bagging	7. 4	Pyr	6. 3	Pyr	6.10	Pyr
7				6.26	Pol		

Dif : difenoconazole, Flq : fluquinconazole, Prm : pyrimethanil, Fls : flusilazole, Azx : azoxystrobin, Pyr : pyraclostrobin, Pol : polyoxin

다. 방제 부진 농가에서 채취한 균의 약제 대한 저항성 검정.

2007년 5월 말경 실증시험농가 포장에서 검은별무늬병 이병엽을 채취, 병반상에 형성된 포자를 0.1% sudrose 영액에 농후하게 현탁하여 -70℃의 deep freezer에 보관해 두었다. 2007년도 실증 시험 농가 중 온양읍 고산리 소재의 과수원에서 방제가 매우 부진했으므로 당해 포장에서 채취하여 보관 해둔 균의 약제에 대한 저항성을 검정했다.

2007년 10월 초순에 포트에 재식된 배나무묘목의 잎을 제거하고 약 3주간 온실에 보존, 새로 돌아난 잎이 완전히 전개된 후 살균제를 살포했다. 이들 농가포장에 적용한 살포체계에는 과실에 봉지씌우기 직전인 6월 중순까지 살균제를 6회 살포했는데 EBI가 difenoconazole, flusilazole 및 fluquinconazole의 3종이었고, 그 외에 금모리와 아미스타탑이 사용되었는데, 전자는 fluquinconazole과 pyrimethanil의 합제이고 후자는 difenoconazole과 azoxystrobin의 합제이므로 이들 두 약제는 검정

대상에서 제외했다. 또 봉지씌우기 직전인 6월 중순에 strobilulin계인 pyraclostrobin을 살포했는데, 그 시기에도 감염위험이 상존하므로 이도 검정대상에 포함시켰다. 약제 살포 후 3기산 후에 현탁액을 중앙엽맥을 따라 3개소에 적하하고 소형분무기로 표면에 멸균증류수를 가볍게 분무한 후, 20~21℃의 dew chamber에 48시간 보존하였다. 습실 보존 후 같은 온도 조건하에 3주간 보존, 이병엽울과 발병엽에 형성된 병반의 수를 조사했다.

2. 결과 및 고찰

실증시험에 참여한 세 농가에서는 검은별무늬병 이외의 병은 거의 발생하지 않았고 꼬마배나무이 및 순나방 피해가 산발적으로 있었다. 청량면 농가에서는 14.4%가 감염되어 그중 9.1%가 발병하였고 5.3%가 치료되어 2007년도의 울산지방의 평균발병율 이하인 것으로 나타났다. 서생면 포장에서는 14.9%가 감염되어 그중 7.9%가 발병하였고 7.0%는 치료되었다. 그런데 온양읍의 포장에서는 81.2%가 감염되어 3.7%만 치료되었고 77.5%가 발병하였다 (Fig.). 이는 별도의 실험에서 수행한 무처리구에서의 발병율 55.7% 보다 더 높았으므로(데이타 미제시) 그 원인을 구명하기 위해 5월 중순 당해 포장에서 채취하여 deep freezer에 보존 중인 균으로 2007년도에 사용한 살균제에 대한 저항성을 검정하였다..

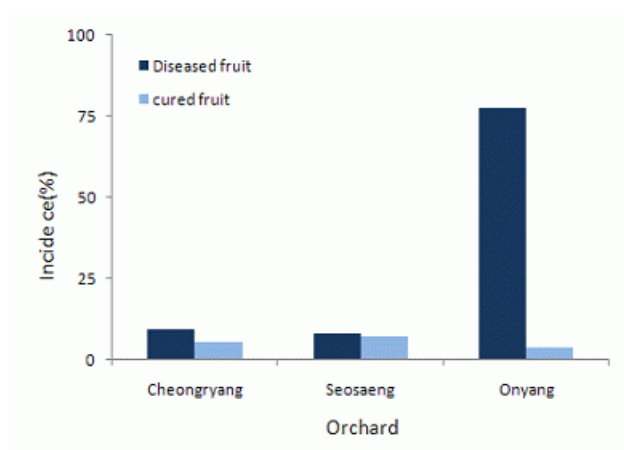


Fig. 34 Disease incidence and frequency of cured fruit at the farm where the program of six spray from preblossoming stage to the time of bagging was adopted.

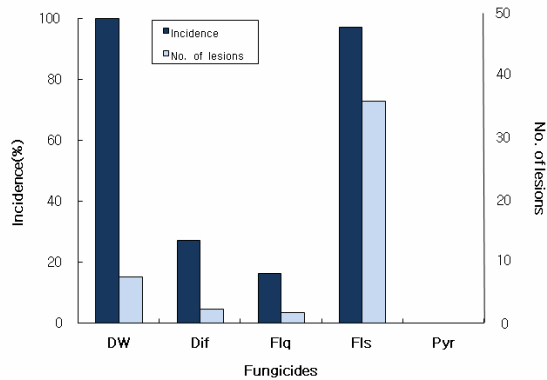


Fig. 35 Effect of chemicals constituting a spray program on the development and severity of pear scab by the pathogenic fungus collected in the orchard where a poor control was achieved

검정한 4종의 약제 중에 pyraclostrobin 처리구에서는 발병이 전혀 없었고 difenoconazole과 fluquinconazole 처리구에서의 이병엽율은 각각 26.9%와 16.2%였으며 평균 병반의 수도 각각 2.3개와 1.7개로 발병을 및 병반의 수는 비교적 경미한 편이었다 (Fig. 35). 그러나 flusilazole 처리구에서는 이병엽율이 97.1%에 달하여 무처리구의 100%와 차이가 없었다 (Fig. 35). 그러나 평균병반의 수에 있어서 flusilazole 처리구에서는 36.4개로 무처리의 7.5개 보다 훨씬 더 많았다 (Fig. 35). 따라서 이 과수원에서 채집된 검은별무늬병균은 flusilazole에 대해 저항성을 갖는 것으로 판단되었다. 또 flusilazole을 처리한 구에서의 병세가 무처리구에서 보다 더 심한 것으로 나타났는데, 이러한 현상은 울산과 나주에서 채집한 균으로 약제살포 후에 병원균을 접종한 실험에서 flusilazole과 hexaconazole 처리한 경우 일부의 시험구에서도 나타난바 있다. 이처럼 약제 처리에 의해 병이 더 심해지는 현상은 약제가 병원균의 발육을 억제할 수 없는 것이 일차 원인일 수 있고, 또 약제가 식물체표면의 미생물 flora를 교란하여 병원균에 대해 길항작용을 하는 미생물을 억제했기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 온양읍의 과수원에서 정상적으로 농약을 살포했는데도 불구하고 검은별무늬병의 발병과율이 77.5%나 되어 다른 포장에서의 무처리구보다 병이 더 많은 원인일 것으로 판단되었다. 특히 이 과수원에 적용

한 살포체계에서 flusilazole은 검은별무늬병 감염최성기인 낙화직후에 배치되어 피해가 더욱 커진 것으로 생각되었다.

제10절 결론

현재 우리나라의 배과수원에서는 연간 13~14회 많은 경우에는 20회 이상 살균제를 살포하고 있는데, 이 연구에서는 살균제의 살포회수를 6회 이내로 줄이고 검은별무늬병에 의해 피해과율은 5% 이내로 줄일 수 있는 살포 체계의 개발을 위해 검은별무늬병의 포자비산시기, 감염시기 등의 생태연구와 이 병의 방제에 사용될 수 있는 살균제의 보호효과 최대 지속기간 및 치료효과 지속기간 조사 등의 실험을 통하여 살포회수를 당초의 계획보다 1회 더 많은 7회 이내로 줄이고 검은별무늬병에 의해 피해과율을 병이 많이 발생하는 조건 하에서도 5% 이내로 억제할 수 있는 살포 체계가 개발되었다. 그러나 우리나라에서 배 재배 역사가 길고 검은별무늬병이 상습적으로 발생하는 울산과 나주에서 채취한 균으로 배검은별무늬병의 방제에 불가결한 EBI 살균제에 대한 저항성을 검정한 결과, 다수의 과수원에서 채취된 균이 EBI에 대해 저항성 또는 감수성 저하 현상을 보였다. 그리고 저항성 또는 감수성 저하 현상을 보인 EBI의 종류가 과수원에 따라 매우 다양하였으므로 이 연구에서 개발된 살포체계를 모든 농가에 일률적으로 적용할 수 없다. 따라서 현재로는 각 농가에 이 연구에서 개발된 살포체계를 부분적으로 적용하도록 하여 문제가 없으면 확대 적용하고, 만약 문제가 발생하면 저항성 검정을 거쳐 맞춤형 방제력을 개발할 수밖에 없을 것으로 생각된다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

당초의 계획에 의하면 이 연구에서는 우선 우리나라 주요 배 재배 지역의 병해충 발생 상황, 배재배 농가에서의 농약 사용실태의 조사, 배재배 지역에서 병원균을 채취하여 배검은별무늬병의 방제에 불가결한 EBI 살균제에 대한 저항성을 검정, 그 결과에 의거하여 사용가능 살균제를 선발하고, 선발된 살균제의 보호효과 지속기간 및 치료효과 발현 기간을 조사, 그에 근거하여 살포체계를 개발, 이를 농가에 실증하는 등의 단계별로 접근하도록 되어 있다. 그러나 이는 어디까지나 논리적 기술일 뿐 실제에는 3년간의 짧은 기간에 살포체계를 개발하기 위해서는 모든 실험을 동시에 진행 할 수밖에 없었다. 더욱이 이 연구의 시작이 2004년 5월 25일로 그 시기에는 배에 발생하는 붉은별무늬병 및 검은별무늬병에 대한 모든 조치가 종료된 시기였으므로 병 발생상황 및 농약 사용실태 조사 등의 일부 항목만 수행되었고 대부분의 실험은 차년도로 이월되었다. 그러나 연구개시 전부터 포자비산 상황 조사, 살균제 살포회수 경감 가능성 타진을 위한 잠정적 살포체계의 적용실험 등을 수행하였다.

제2차년도의 연구목표는 살포체계의 개발을 위한 기초 정보의 확충과 살균제 살포체계의 개발이었으나 전년도에서 밀린 항목도 대부분 수행하였으며 특히 살포체계 개발에 사용될 살균제의 보호효과 및 치료효과에 대한 다수의 정보가 얻어져 살포체계 개발에 활용하게 되었다. 또 EBI 살균제의 저항성 검정 실험에서 울산과 나주에 저항성 또는 EBI에 대한 감수성 저하 의심균이 광범위하게 존재한다는 사실이 밝혀졌다. 3차년도에도 살균제의 특성을 밝히기 위한 실험과 병원균의 EBI 저항성 실험, 살포체계 개발 실험이 진행되었는데, 저항성검정을 검정하는 새로운 방법이 채택되었다. 종래에는 농약함유배지에서 저항성을 검정했으나 이 연구에서는 EBI를 처리한 배나무 묘목에 병원균을 인공접종하는 방법으로 수행했다. 그 결과 검정한 5종의 EBI 중 flusilazole 과 hexaconazole에 대해 고도의 저항성을 갖는 균이 존재한다는 사실이 밝혀졌다. 또 3년차의 실험에서 검은별무늬병이 개화전부터 감염되며 그 시기에 적절한 약제를 살포하지 않을 경우 과실에도 병반이 생긴다는 사실이 밝혀졌다. 검은

별무늬병이 개화전부터 감염된다는 점으로 본다면 보아 포자분산 소장이나 감염시기를 조사하는 실험은 살포체계 개발에는 별로 유용성이 없어지게 되었다. 그러나 그들 실험은 계속 수행하였고 앞으로도 계속 수행할 계획인데 그에 대한 데이터가 더 집적된다면 검은별무늬병의 발생 양상을 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

이 연구는 2007년 5월 24일에 종료되도록 되어 있었으나 6개월을 더 연장하여 살포체계 개발 시험과 농가 실증시험을 수행했다. 그 결과 2007년도 울산지방에는 전반적으로 병이 심하게 발생했는데도 봉지씌우기까지 6회 살포로 발병율을 2.4%까지 낮출 수 있었다. 살포체계 개발 시험과 병행하여 울주군내에 3개면에서 한농가씩을 선정하여 살포체계의 실증시험을 수행했는데 두 농가에서는 비교적 높은 방제결과를 얻었으나 한 농가에서 비정상적으로 병이 발생했다. 그 원인을 구명하기 위해 방제 부진 농가에서 채취한 균으로 실증시험에 사용한 EBI에 대한 저항성을 검정한 결과, 검은별무늬병 감염위험이 가장 높은 낙화직후에 살포한 flusilazole에 대해 고도의 저항성 균이 분포했던 것으로 밝혀졌다. 따라서 방제 부진의 원인은 병원균의 EBI에 대한 저항성 획득인 것으로 확인되었다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

이 연구에서 얻어진 결과는 농민교육으로 농가에 보급해야 할 것이나 현재로서 우리나라의 모든 농가에 광범위하게 적용하기는 어렵다. 배 생산에 있어서 가장 큰 난적은 검은별무늬병인데 이 병의 방제를 위해서는 침투성 살균제로 치료효과가 있는 EBI 살균제의 사용을 피할 수 없다. 그러나 이 연구에서는 울산과 나주에 EBI 저항성 또는 감수성이 저하한 균이 광범위하게 존재한다는 사실이 발견되었고, 그 분포 양상이 과수원 마다 다르다는 사실도 발견되었다. 따라서 이 연구에서 개발한 살포체계를 모든 농가에 적용하면 일부의 과수원에서 문제가 생길 것이 거의 확실하다. 따라서 현재로는 이 연구에서 개발된 살포체계를 각 농가에서 부분적으로 적용하도록 하여 문제가 발생하지 않으면 전체에 확대하고, 만약 문제가 생기면 당해 과수원에 서식하고 있는 병원균의 약제에 대한 저항성을 검정해야한다. 또 이 연구에서는 현재 농가에서 가장 빈번하게 쓰이고 있는 5종의 EBI에 대한 저항성을 검정했는데, 현재 우리나라에서 배나무에 등록되어 있는 EBI는 2004년 현재 모두 13종이나 되므로 그들 모두에 대한 저항성 검정을 수행하고 그 결과로 살포체계를 재개발한다면 훨씬 광범위하게 적용할 수 있는 살포체계를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 이 연구에서 얻어진 결과의 교육은 농민뿐만 아니고 전국의 배 재배 지역에 근무하는 기술직 공무원을 대상으로 검은별무늬병균에 대한 저항성 검정 기술을 교육하여 각자의 지역 농민에게 저항성 검정 결과를 제공 하도록 하는 것이 가장 현실적 방법으로 생각된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

특별히 없음

제 7 장 참고문헌

Aldwinckle, H. S. 1990. Japanese pear rust : In Compendium of Apple and pear diseases

조래홍, 2002. 사과 병 방제체계 중 개별약제의 기여도 평가. 경북대학교 석사 논문.

Fiaccadori, R., Gielink, A. J. & Dekker, J., 1987. Sensitivity to inhibitors of sterol biosynthesis in isolates of *Venturia inaequalis* from Italian and Dutch orchards. Neth. J. Pl. Path., 93 285-7

한국식물병리학회, 1997. 사과·배의 병 진단과 방제

한국식물병리학회, 2004. 한국식물병명목록

Hideo Ishii, Yasunori Tomita. 1998. Reduced Sensitivity to Fenarimol in Japanese Field Strains of *Venturia nashicola*. Pestic. Sci. 1998, 54, 150-156.

Hideo Ishii. 2007. Occurrence of DMI resistance in *Venturia nashicola*, the scab fungus of Asian pears. The Phytopathological Society of Japan.

Ishii, H., VAn Raak, M., Inoue, I., Tomikawa, A. 1992. Limitations in the exploitation of *N*-phenylcarbamates and *N*-phenylformamidoximes to control benzimidazole-resistant *Venturia nashicola* on Japanese pear. Plant Pathol 41:543-553

Ishii, H., Udagawa, H., Nishimoto, S., Tsuda, T., Nakashima, H. 1992. Scab

resistance in pear species and cultivars. Acta Phytophologica et Entomologica Hungaria 27 (1-4), pp. 293-298.

深谷雅子. 1991. ナシ 黒星病の發生生態と最近の防除法. 今月の農業: 35 (4) 49-57

Jones, A. L., and Aldwinckle, H. S. 1990. Compendium of Apple and Pear Diseases. APS press.

김흥태, 2005. 보호용 살균제와 ergosterol 생합성 저해 살균제에 대한 고추 탄저병균의 약제반응 Res. Plant Dis. 11(2) : 185-192

北島 博. 1989. 果樹病害各論. 167-168. 養賢堂.Tokyo.

御園生 尹, 深津量榮. 1968. ナシ黒星病の傳染と 防除. 千葉農試研報 8:42 - 52.

Köller, W. 1992. Antifungal agents with target sites in sterol functions and biosynthesis. In : Target sites of fungicide action, ed by W. Köller, pp. 119-206. CRC Press, Florida, USA.

Köller, W., Wilcox, W. F., Barnard, J., Jones, A. L., and Braun, P.G. 1997. Detection and quantification of resistance of *Venturia inaequalis* populations to sterol demethylation inhibitors. Phytopathology 87:184-190.

Myresiotis, C. K., Karaoglanidis, G. S., and Tzavella-Klonari, K. 2007. Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxyanilide, benzimidazole, and dicarboxide fungicides. Plant Dis. 91:407-413.

박영섭, 송장훈, 홍경희, 윤석규. 1997. 과수 병해충 안전 방제법 연구. 농촌진흥청 나주 배연구소 연구보고서.

Seisaku Umemoto. 1991. Relationship between Japanese Pear Scab Development and Nutrient Content in leaves on Trees Given Different Amounts of Nitrogen Fertilizer. 日本病報 57 : 623 - 628

Solel, Z. (1977). Control of foliage and fruit diseases. *In* Antifungal Compounds. Vol. 1. Discovery, Development, and Uses (Siegel, M. and Sisler H.D., eds.). pp.225-267, Marcel Dekker, New York and Basel.

梅本清作. 1993. ニホンナシ黒星病の發生生態と防除に関する研究. 千葉農試特報 22 : 1-99

William E. MacHardy. 1996. Apple scab. Biology, Epidemiology, and Management. APS Press pp. 398-411.

Yano, K. and Kawada, Y. 2003. Occurrence of strobilurin-resistant strains of *Mycovellosiella natrassii*, causal fungus of leaf mold of eggplants. Jpn. J. Phytopathol. 69:220-223.

Yoder, K.S. and Hickey, K.D. (1981). Sterol-inhibiting fungicides for control of certain diseases of apple in the Cumberland-Shenandoah Region. Plant Dis. 65 : 998-1001.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.