

참다래의 주요 병

고영진

순천대학교 식물학과

<연락처 : 061-750-3865(연구실); 011-9615-3865(휴대 전화)>

<□□고박사네식물병원□□ 홈페이지 : <http://plantdoctor.sunchon.ac.kr>>

1. 궤양병(潰瘍病, bacterial canker)

1) 발생 현황

참다래 궤양병은 참다래의 주산지인 뉴질랜드에서는 발생되지 않고 있으나 일본에서 1980년경 시즈오카현에서부터 발생하기 시작하였으며, 시즈오카현과 가나가와현 등에서 엄청난 피해를 입힌 것으로 보고되었다. 최근에는 이탈리아, 이란 등에서도 궤양병이 발생하는 것으로 보고되었다.

우리나라에서 궤양병은 제주도에서 1980년대 중반부터 발생하기 시작한 것으로 추정되는데, 1987년 해발 100~200 m 높이에 위치한 한라산 중산간 지역의 일부 과수원이 궤양병에 의해 폐원되고 북제주군 전역에서 발생하여 큰 피해를 초래하였다.

1991년에는 제주도와 지리적으로 가장 근접한 전라남도 해남군에서 육지부에서는 최초로 궤양병의 발생이 조사되었다. 그 이듬해부터 완도군과 고흥군 등 남해안 일대에 걸쳐 궤양병이 대발생하였고, 1993년에는 궤양병의 발생지역이 경상남도 서부해안 지역까지 확산되었다. 지금은 참다래 재배지 전역에서 궤양병이 발생하고 있으나 발병 및 피해 정도는 지형적 또는 지리적 조건에 따라 다르다.

2) 진단

① 줄기 병징에 의한 진단

- ✓ 참다래 궤양병은 감염된 가지 또는 주간부에 생기는 크고 작은 균열과, 이 균열된 부위로부터 흘러나오는 세균유출액(bacterial ooze)에 의해 쉽게 식별할 수 있다.
- ✓ 보통 1-2월경에는 우유빛 또는 누런색을 띤 세균유출액 방울들이 상처 부위 또는 전정부위 등으로부터 조금씩 스며 나온다.
- ✓ 3월경부터는 수액의 이동이 매우 활발하여 병든 가지를 전정하였을 경우 다량의 세균을 함유하는 누런 수액이 심하게 흘러나온다.
- ✓ 병이 진전됨에 따라 피층부가 죽으면서 수피가 벗겨져 나가고 4-5월에는 수피 조직의 색소와 섞여서 붉은색 내지 검붉은색으로 변한 세균유출액이 마치 줄기가 피를 흘리고 있는 것처럼 흘러내린다.
- ✓ 새로 나온 순에는 세로로 수많은 균열들이 생기거나 피목을 통해 우유빛 세균유출액 방울들이 스며 나오기도 한다.
- ✓ 5월이 지나 대기의 온도가 점차 올라감에 따라 증산작용이 활발해지면서 세균유출 증상은 사라지며 6월 하순경부터는 장마에 의해 세균유출액이 씻겨 내려 그 흔적조차 찾기 힘들게 되지만 주간에 병징이 남아있는 채로 월동하기도 한다.
- ✓ 참다래 결실수(암나무)인 Hayward 품종에 비해 수분수(숫나무)인 Matua 품종에서는 이러한 세균유출액을 관찰할 수 없거나 경미한 세균유출액만 어린 가지부위에서 간혹 관찰되었다.

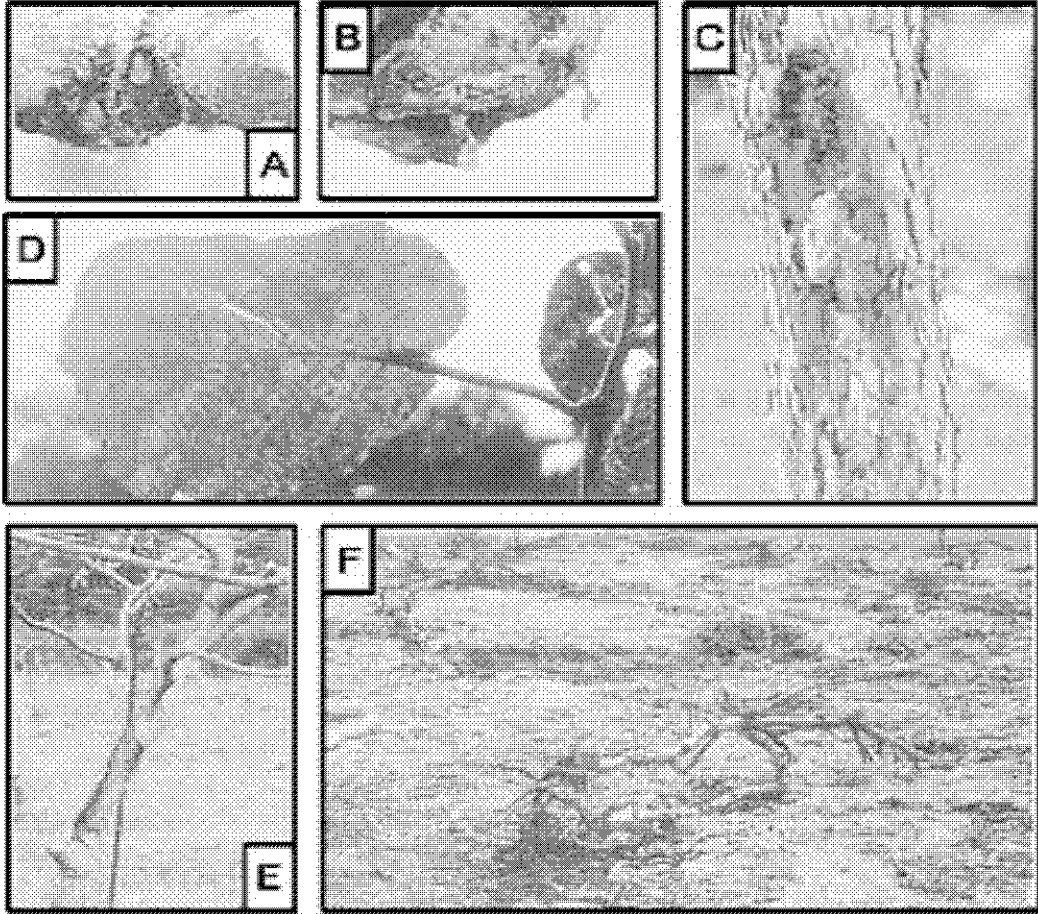
② 잎 병징에 의한 진단

- ✓ 궤양병에 감염된 참다래의 새로 나온 잎에는 4월 초부터 연두색 내지 노란색의 작은 무리(chlorotic halo)가 나타나서 점차

- 확대되어감에 따라 가운데에 갈색의 작은 점무늬가 만들어진다.
- ✓ 5월경 작은 점무늬는 새 순이 생장해 감에 따라 지름 0.5~1 cm 정도의 부정형의 암갈색 무늬로 바뀌며, 이 갈색 무늬의 둘레에는 여전히 두께 0.2~1 cm 정도의 노란 띠가 뚜렷이 나타난다.
 - ✓ 습한 날씨에는 노란 띠가 없이 다각형 점무늬만을 생성하거나 잎의 뒷면에 세균유출액 방울이 스며 나오기도 한다.
 - ✓ 이렇게 잎에서 나타나는 참다래의 전형적인 병징은 보통 장마기까지 병징이 지속되고 대기의 온도가 높은 7월 이후에는 거의 발견되지 않지만 가을까지 노란 띠가 있는 갈색 점무늬 병징이 잎에 뚜렷하게 남아있는 경우도 있다.

③ 꽃 병징에 의한 진단

- ✓ 감염된 꽃은 갈변하고 꽃잎의 발육이 불량해져 꽃썩음병의 병징과 비슷한데 궤양병 감염 초기에는 꽃받침이 먼저 갈변되고 외관상 꽃잎은 건전해 보이는 반면에 꽃썩음병 감염 초기에는 꽃잎이 먼저 갈변되고 꽃받침이 건전해 보이는 것으로 구분할 수 있다.
- ✓ 심하게 감염된 꽃봉오리 또는 꽃잎으로부터도 줄기나 가지에서 나타나는 우유빛 세균유출액이 스며 나온다.



<그림> 참다래 궤양병의 병징. A~C: 초기 병징; D: 잎 병징;
E: 궤양병에 의해 고사한 나무; F: 궤양병에 의해 폐원된 과수원

3) 병원균

원핵생물인 *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*라는 단세포 세균이 참다래 궤양병의 병원균으로 밝혀졌다. 또한 매실나무와 자두나무 등에 궤양병을 일으키는 *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*도 참다래에 병원성을 나타내는 것으로 보고되었으나, 매실 궤양병이 참다래 궤양병의 전염원 역할을 하지 않는 것으로 보고되었다. 감귤 궤양병을 일으키는 *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*와는 세균의 분류학적 속부터 다르다.

4) 병 환

참다래 궤양병균이 월동, 전반, 침입, 감염을 되풀이 하는 병환을 요약하면 그림 13과 같다. 식물체 주간부 또는 가지 내부의 병든 조직에서 잠복하여 여름과 가을 고온기를 이겨낸 참다래 궤양병균은 11월 이후 겨울철이 되면서 기온이 낮아지면 활동을 재개하여 왕성하게 증식을 개시한다.

낙엽이 진 상태에서 생장이 멈춘 채 월동하는 참다래의 감염된 가지 또는 주간부에는 세균 증식에 의해 도관이 팽창하기 때문에 크고 작은 균열이 생기고 이 균열된 부위에서 보통 1~2월경부터 우유빛 또는 누런색을 띤 세균유출액 방울들이 조금씩 스며 나온다. 상처 부위 또는 전정부위 등으로부터 세균유출액은 훨씬 왕성하게 나오고, 3월경부터는 수액의 이동이 매우 활발하여 병든 가지를 전정하였을 경우 다량의 세균을 함유하는 누런 수액이 심하게 흘러나온다.

참다래 궤양병균이 잎에서 생육에 적합한 온도는 10일 평균 기온이 12~18°C이고 엽육의 길이가 2 cm일 때 참다래 잎은 궤양병에 대해 가장 감수성을 나타낸다. 따라서 4월부터 참다래 잎이 나온 후 궤양병균은 비바람이나 관개수에 의해 잎으로 전반된 후 잎이나 줄기에 있는 상처, 수공, 기공 또는 피목을 통하여 잎 속으로 침입하여 연두색 내지 노란색의 작은 무리(chlorotic halo)가 나타나고 점차 확대되어감에 따라 가운데에 갈색의 작은 점무늬가 만들어지는 전형적인 병징을 일으킨다.

잎이 성숙해가고 기온이 20°C 이상인 여름의 고온기에 이룰수록 궤양병균의 밀도가 급격하게 감소하며 기온이 25°C 이상일 때는 잎에 병징이 나타나지 않는다. 32°C 이상 고온에서는 궤양병균이 사멸할 정도로 고온에 약하기 때문에 잎 속의 궤양병균은 중륜 또는 엽병을 통해 가지 또는 주간부 내부 깊숙이 잠복한 상태로 여름을 지내고 다시 생육에 적합한 10일 평균 기온이 12~18°C가

되는 10~11월부터 다시 세균의 밀도는 계속 증가하기 시작한다.

주로 가을부터 겨울사이에 생긴 상처 또는 전정 부위를 통하여 침입한 세균은 2월부터 세균유출액과 균열 등 전형적인 병징을 나타내기 시작하면서 봄에 세균의 밀도가 최대에 도달하고 가지와 줄기에 많은 세균유출액을 보이고 상당 기간 그 흔적을 남기기는 하지만 5월이 지나 대기의 온도가 점차 올라감에 따라 증상이 사라지며 6월 하순경부터는 장마에 의해 병징이 씻겨 내려 그 흔적조차 찾기 힘들게 되지만 주간에 병징이 남아있는 채로 월동하기도 한다.

줄기의 병징은 기온이 다시 내려가는 이듬해 늦겨울부터 이른 봄에 걸쳐서 재발생하며 주간부위까지 심하게 감염된 성목은 1~2년 내에 대부분 고사하며, 심하게 감염된 과수원은 폐원에 이르게 된다.

5) 방 제

① 경종적 방제

- ✓ 묘목을 통한 전염을 예방하기 위하여 궤양병에 감염되지 않은 건전 묘목을 엄선하여 재배한다.
- ✓ 궤양병균은 상처를 통해서 감염을 일으키므로 겨울철 찬 바람을 막을 수 있는 방풍림과 방풍망 등 방풍 조치를 취하거나 비가림 시설을 하고 주간부위를 짚이나 비닐 등으로 감싸 동해를 방지함으로써 상처를 통한 감염을 예방한다.
- ✓ 특히 겨울철 가뭄과 동해의 우려가 높은 제주도의 해발 100 m 이상의 높은 지대와 겨울철 북서풍을 직면하게 되거나 냉기류가 머무는 야산의 북사면에서는 저온을 선호하는 궤양병 발생의 적지가 되므로 참다래 재배를 지양한다.
- ✓ 참다래 과수원 토양에 적절한 배수 및 비배 관리 등을 통하여 수분부족과 영양부족에 의한 수세의 약화를 방지하고 동해와

궤양병에 대한 저항성을 증대시킨다.

- ✓ 참다래 과수원 내부에 통풍이 잘 되도록 적절한 전정을 통하여 가지의 도장과 잎이 지나치게 무성해지는 것을 방지하여 건강한 수형을 유지시킨다.
- ✓ 겨울철 전정은 궤양병균이 왕성하게 활동을 시작하기 전인 1월 중순 이전에 끝내도록 한다.
- ✓ 전염원이 될 수 있는 전정한 줄기 또는 가지와 낙엽 등을 철저히 제거하여 과수원을 청결하게 유지시킨다.
- ✓ 심하게 감염된 나무의 병든 주간을 절단하였을 때 절단부위에는 세균유출액이 대량으로 흘러나오고 절단된 땅가 부위로부터 수많은 새 순들이 나오지만 이것들 또한 곧 감염되어 계속적으로 궤양병의 전염원 역할을 하므로 뿌리채 뽑아 소각시켜버려야 한다.

② 외과적 처치

- ✓ 궤양병균은 감염부위로부터 2 m까지 진전되기 때문에 감염 초기의 병든 나무에서는 세균유출액이 흘러나오는 가지 부위에서 2 m정도 주간 부위쪽을 절단하여 반드시 소각하고 전정 부위와 상처 부위에는 도포제인 톱신페스트(thiophanate-methyl)를 처리한다.
- ✓ 겨울철 전정 후에는 전정 부위에 도포제를 처리하여 전정 상처를 통한 감염을 예방한다.
- ✓ 전정에 사용하는 가위, 칼, 톱 등은 번거로울지라도 매번 사용시마다 에틸알코올 또는 클로락스 등에 담궈 소독함으로써 전정기구를 통한 궤양병의 전염을 예방한다.

③ 약제 살포

- ✓ 우리나라에서 참다래 궤양병 약제로 등록고시된 아그리마이신

수화제를 포함하여 코스아이드 수화제, 농용신-쿠퍼 수화제, 가스신 액제, 농용신 수화제 등이 참다래 궤양병 예방 약제로 선발되었다.

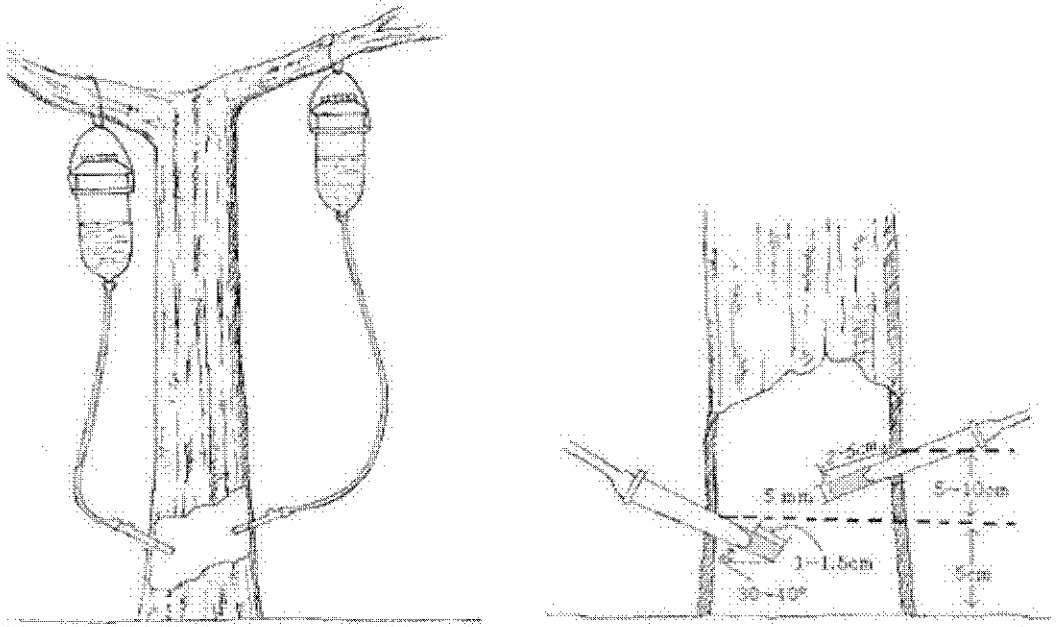
- ✓ 코스아이드 수화제(1,000배)와 농용신-쿠퍼 수화제(1,000배)의 방제 적기는 전정 직후인 1월 중순부터 2월 초순이다.
- ✓ 가스신 액제(1,000배)의 방제 적기는 신초소생기인 3월 하순부터 4월 초순이다.
- ✓ 농용신 수화제(1,000배)와 아그리마이신 수화제(650배)의 방제 적기는 전엽기인 4월 중순부터 5월 초순이다.
- ✓ 동일 약제의 연용을 삼가하고 각 약제들의 살포적기에 따라 서로 다른 약제들을 교대로 살포하면 참다래 궤양병에 대한 예방 효과를 증대시키고 약제저항성균의 출현은 지연시킬 수 있다.
- ✓ 코스아이드 수화제와 농용신-쿠퍼 수화제를 잎이 나와 있는 4월 중순 이후에 살포하면 잎에 약해를 나타낸다.
- ✓ 일본에서는 아그리마이신 수화제(650배), 농용신 수화제(1,000배), 아다킹 수화제(700배) 및 가스신 액제(400~500배) 등의 항생물질제와 6-6식 보르도액, 코스아이드 수화제(2,000배), 코스아이드-보르도액제(2,000배) 및 가스신-보르도액제(1,000배) 등의 동제 및 혼합제가 참다래 궤양병에 대한 유효약제로 보고되었다.
- ✓ 그러나 참다래 궤양병은 세균성 병해이기 때문에 곰팡이 병해와는 달리 약제방제 효과가 낮고 약제 살포에 의해서만 이미 감염된 식물체의 완치는 불가능하다.

④ 수간 주입

- ✓ 항생제 또는 동제 또는 항생제-동제 합제의 살포는 참다래 궤양병 예방 효과를 나타내지만 항생제의 수간 주입에 의해 50% 이상의 치료 효과를 얻을 수 있다.
- ✓ 참다래 궤양병 치료를 위한 수간 주입은 일본에서 시판 중인

아그레토 액제 1,000배액을 사용한다.

- ✓ 참다래 궤양병 예방 약제로 등록고시된 아그리마이신 등의 수화제는 물에 완전하게 녹지 않아 침전물이 생기거나 수간 주입구를 막아 버리기도 하므로 수간주입용으로 사용할 때에는 물에 희석시켜 완전하게 녹인 후 수화제에 함유되어 있는 보조제를 가라앉히고 난 상등액만 수간주입시켜야 한다.
- ✓ 중력식 수간주입기를 사용할 경우는 수확 후부터 낙엽 직전까지 지상 10~30 cm 높이의 주간 중심부위에 직경 5 mm 크기로 반대측 피층 가까이까지 드릴로 구멍을 뚫은 후 연질고무로 막아서 만든 구멍을 통하여 약제를 주입한다.
- ✓ 나무의 수령과 수관의 크기에 따라 그루당 약 3,000~5,000 ml 약제를 주입한다.
- ✓ 중력식 수간주입이 어려운 시기에는 압력식 수간주입기(모제, mauget)를 사용하여 주당 2개씩의 모제로 약량 0.5 g씩의 항생제(streptomycin 또는 oxyteracycline)를 10 ml 의 물에 녹여 주입시킨다.
- ✓ 수간 주입은 약제 살포에 비해 치료효과가 높은 편이지만 궤양병 감염초기에 주입해야 완치가 가능하다.
- ✓ 2~3년 이상 궤양병 감염이 진행된 나무에서는 수간 주입 설치하기가 번거로울지라도 수년간 되풀이 해야 치료가 가능하고 치료기간 중 약제 살포를 겸해야 치료효과를 높일 수 있다.



<그림> 중력식 수간주입 모식도

2. 꽃썩음병(花腐病, bacterial blossom blight)

1) 발생 현황

참다래 꽃썩음병은 꽃봉오리, 꽃 그리고 어린 과실에서 5월 초순부터 6월초까지 발병하며, 주로 개화기인 5월 중순부터 만개기인 5월 하순 사이 2주간에 걸쳐 집중적으로 발병하는 양상을 보인다.

참다래 재배자들은 꽃썩음병이 발생할지라도 궤양병처럼 수세에는 큰 영향을 미치지 않을 뿐만 아니라 이듬해 수량에도 거의 영향을 미치지 않기 때문에 매년 10~20% 정도의 꽃썩음병 발생은 자연스런 적화 또는 적과 수단으로 여기고 방제를 하지 않는 경향이 있다.

그러나 개화기에 강우가 겹칠 경우에는 꽃썩음병이 격발하여 조기낙화와 낙과 또는 기형과를 발생시켜 엄청난 수량감소를 일으킨다. 또한 꽃썩음병의 격발은 과수원에 전염원을 양산시킴으로써

해마다 꽃썩음병의 발생이 심하게 되는 꽃썩음병 재격발의 악순환을 제공하게 된다.

1997년부터 1999년까지의 꽃썩음병 발병은 순천지역에서 13.0~31.5%의 발생율을 보였고, 고흥지역에서는 20.7%~36.2%의 발생율을 보였다. 순천과 고흥지역에서의 평균 발병율은 1997년에 25.8%, 1998년에 31.6%, 1999년에 17.4%로 조사되었다. 강우가 겹치면 강우량에 비례하여 꽃썩음병 발병율도 증가함을 나타낸다.

2000년부터 2002년까지의 보성군과 고흥군을 대상으로 꽃썩음병 발생을 조사한 결과 보성지역에서는 50.5%~84.5% 발병율을 보였고, 고흥지역에서는 60.1%~83.2%의 발병율을 보였다. 보성과 고흥지역에서의 평균 발병율은 2000년에 56.7%, 2001년에 67.5%, 2002년에 72.3%로 조사되어 최근에 꽃썩음병 발생율은 갈수록 증가하는 추세를 나타낸다.

2) 진 단

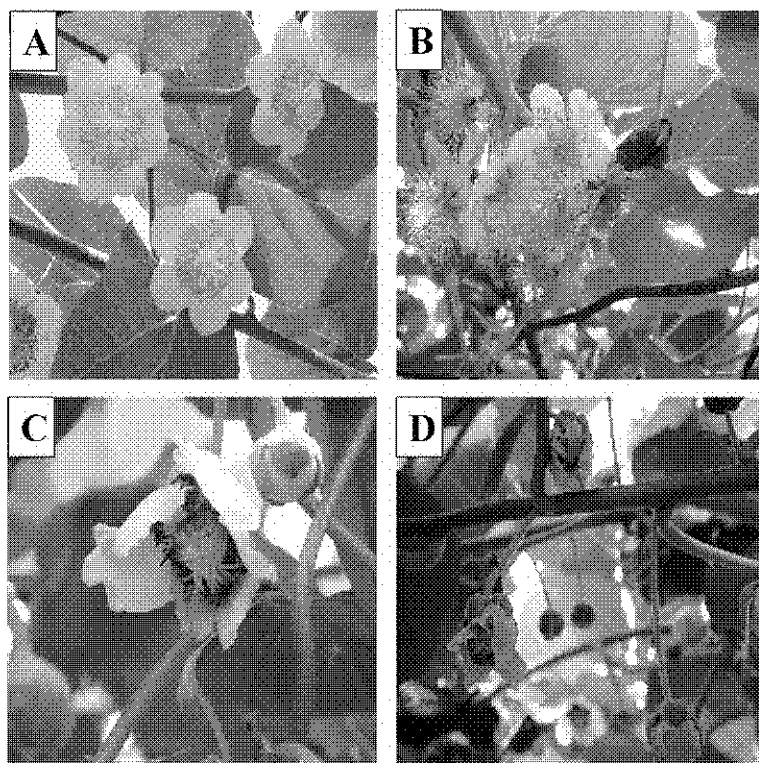
① 꽃 병징에 의한 진단

- ✓ 꽃썩음병의 병징은 참다래 포장 전체에서 고르게 관찰할 수 있고, 꽃썩음병은 꽃봉오리가 벌어질 무렵부터 건전한 꽃들 사이에서 군데군데 다양한 병징을 나타낸다.
- ✓ 꽃썩음병에 감염된 초기에는 꽃잎이 가장자리로부터 수침상으로 갈변되기 시작하고 암술도 또한 갈변되며, 꽃잎에서 수침상의 병징이 진전됨에 따라 일부 꽃잎이 떨어져 나가기도 하지만 꽃받침이 건전해 보이는 것으로 궤양병과 구분할 수 있다.
- ✓ 꽃썩음병 발병 후기에는 꽃잎, 암술, 꽃받침까지 꽃전체가 짙은 초콜릿빛 갈색을 띠면서 말라 죽으며, 수꽃에서도 비슷한 병징을 나타낸다.
- ✓ 꽃썩음병이 심하게 감염된 경우에는 꽃잎이 전개되기 전 꽃봉오리 상태에서 암술, 꽃잎, 꽃받침, 꽃자루까지도 갈색으로 변

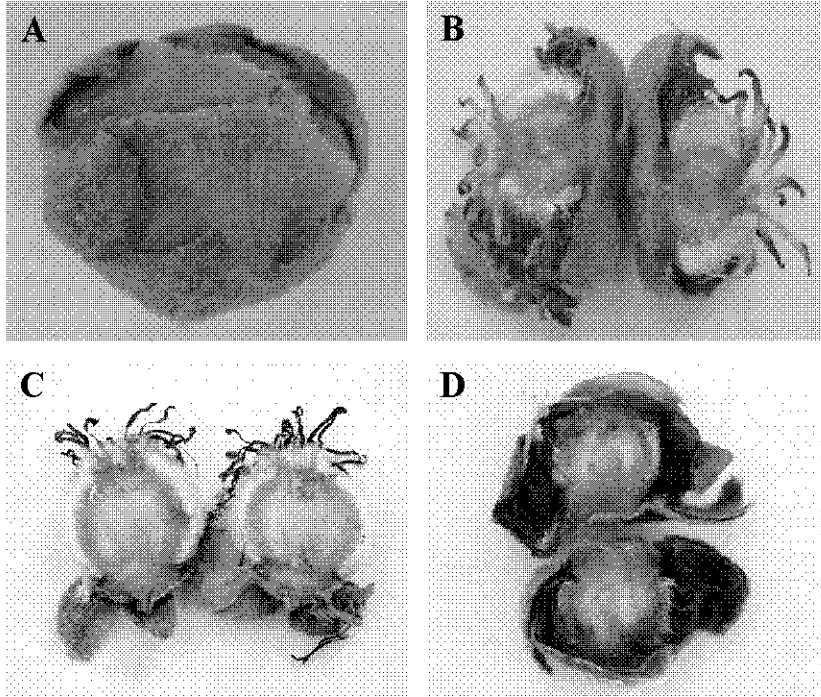
하거나, 개화가 되더라도 수분이 이루어지지 못한 상태에서 꽃이 갈색으로 변하여 낙화되고 꽃자루만 남는다.

② 과실 병징에 의한 진단

- ✓ 감염된 꽃은 수분이 이루어지더라도 과실까지 감염되고 감염된 과실은 씨방 발육이 불량하여 크기가 작거나 기형으로 되고 과실 표면이 갈색으로 변한다.
- ✓ 감염된 과실을 절단했을 때 건전한 과실의 내부 과육조직은 연두색을 띠는 반면에 감염된 열매는 표면 뿐만 아니라 내부 과육조직도 갈색으로 변하고 말라 죽는다.



<그림> 참다래 꽃썩음병의 꽃 병징. A: 건전한 암꽃 B: 건전한 수꽃과 감염된 수꽃 C: 감염 초기의 암꽃 D: 심하게 감염된 암꽃



<그림> 참다래 꽃썩음병의 과실 병징. A: 감염된 꽃봉오리; B: 감염된 과실 내부; C: 건전한 과실 내부; D: 감염된 과실 표피(2005, 순천대학교)

3) 병원균

원핵생물인 *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*라는 단세포 세균이 참다래 꽃썩음병의 병원균으로 밝혀졌다. 따라서 우리나라에서 꽃썩음병은 께양병균과는 병원형(pathovar)만 다른 동일한 종의 병원 세균에 의해 발생한다. 뉴우질랜드에서는 꽃썩음 증상을 포함하는 세균성 마름병의 병원 세균이 *Pseudomonas viridiflava*로 보고된 반면에, 일본에서는 *Pseudomonas syringae*를 비롯하여 *Pseudomonas viridiflava*, *Pseudomonas marginalis*도 꽃썩음병을 일으킨다고 보고되었다.

4) 병 환

참다래 꽃썩음병의 병환은 그림 18과 같다. 10월 하순에 참다래를 수확하고 남아있는 죽은 전년도의 과경지는 전정 전까지 결과

지에 계속해서 붙어 있어 지속적으로 참다래 꽃썩음병을 일으킬 수 있는 가장 중요한 월동처이다. 또한, 포장 내 잔존물인 전정가지, 낙엽, 참다래 나무의 주간, 가지, 주지에서서도 병원균이 월동하고, 과수원 토양에서도 참다래 꽃썩음병원균이 낮은 밀도로 존재한다.

각 부위에서 월동한 병원균은 2월에서 4월이 되면서 점진적으로 밀도가 증가하고, 5월부터 급속하게 병원균 밀도가 높아진다. 특히, 참다래 개화기인 5월에서 6월에 참다래 꽃썩음병원균의 증식 밀도가 가장 높고 7월까지 5월~6월의 밀도를 유지한다. 참다래 과수원에서 병원균의 밀도는 최소발병농도 보다 항상 높게 존재하지만, 꽃썩음병 발병율은 개화기에 내린 강우량과 밀접한 관련이 있어 개화기에 주로 참다래 나무의 선단부에 높은 밀도로 증식한 결과지의 병원균이 개화기 강우에 따른 비바람에 의하여 전반되거나 관개수에 의하여 전반된다.

참다래 꽃썩음병원균은 꽃봉오리가 형성되고 꽃이 피는 시기에 먼저 핀 꽃이나 꽃봉오리에 전반되면 수공이나 상처를 통하여 감염되어 1차적으로 꽃썩음병을 일으킨다. 재배 환경 또는 기상 조건이 발병에 적합하면 꽃썩음병은 급속하게 진전되고, 병원균 급격하게 증식하면서 빗물이나 관개수에 의해 주변에 있는 꽃이나 꽃봉오리 또는 어린 과실로 전반되어 개화기 동안 지속적으로 발병을 일으킨다.

참다래 꽃썩음병의 감염 초기에는 꽃잎이 가장자리로부터 수침상으로 갈변되기 시작하고 암술도 또한 갈변되며, 꽃잎에서 수침상의 병징이 진전됨에 따라 일부 꽃잎이 떨어져 나가기도 한다. 발병 후기에는 꽃잎, 암술, 꽃받침까지 꽃전체가 짙은 초콜릿빛 갈색을 띠면서 말라 죽었으며, 수꽃에서 비슷한 병징을 나타낸다.

감염된 꽃은 또한 개화하여 수분이 이루어지더라도 씨방의 발달이 빈약하여 크기가 작거나 기형과가 된다. 보다 심하게 감염된 과실에서는 과실 표면이 갈색으로 변하고 병의 진전에 따라 과육

까지도 갈색으로 변하고 결국 낙과한다.

참다래 과수원에서 여름부터 이듬해 봄까지 참다래 꽃썩음병균은 참다래 나무 위나 참다래 과수원 포장에 존재하는 식물체 잔존물이나 토양 등에서 월동을 한 후 참다래 꽃봉오리가 형성되는 4월 중순 무렵부터 개화가 이루어지는 5월 하순 사이에 병원세균의 생장에 적합한 온도 조건이 갖추어지면 각종 월동 부위에서 참다래 꽃썩음병을 일으킬 수 있는 병원세균의 발병 최소농도 이상으로 급속한 증식이 이루어지고 증식된 병원세균은 개화 전에 참다래 꽃봉오리나 개화중인 꽃으로 전반되어 감염을 일으키고 꽃썩음병을 일으키는 병환을 되풀이 한다.

5) 방 제

① 경종적 방제

- ✓ 꽃썩음병균은 상처에 의해 감염이 되므로 방풍 조치를 통한 식물체의 상처를 방지함으로써 상처 감염을 예방한다.
- ✓ 개화기 전에 과수원 내부에 통풍이 잘 되도록 적절한 전정을 통하여 가지의 도장과 잎이 지나치게 무성해지는 것을 방지하여 건강한 수형을 유지시킨다.
- ✓ 개화기에 강우가 겹치는 해에는 꽃썩음병의 발병과 피해가 심각하므로 비가림시설을 하면 참다래 꽃썩음병의 발생을 효율적으로 경감시킬 수 있었다.
- ✓ 참다래 개화기 약 75일 전인 3월 10일경에 부분비닐피복식으로 비가림시설을 하면 참다래 꽃썩음병의 발생을 거의 완벽하게 방제할 수 있었다.
- ✓ 참다래 개화기 약 45일 전인 4월 10일경에 환상박피를 하면 꽃썩음병을 효과적으로 예방할 수 있었다.
- ✓ 주간부위에서 환상박피 높이에 상관없이 꽃썩음병 방제에 적합한 환상박피 폭은 20~30 mm 정도였다.

- ✓ 참다래 과수원에서 환상박피와 비가림시설은 꽃썩음병을 효과적으로 경감시켜주는 것으로 밝혀져 참다래 과수원에서 환경친화적인 꽃썩음병 방제방법으로 실용화할 수 있을 것으로 기대된다.
- ✓ 참다래 꽃썩음병균의 전염원이 되는 죽은 과경지나 참다래 포장 내에 방치해 있는 전정된 가지나 낙엽 등 식물체 잔존물들을 수거하여 소각함으로써 포장을 청결하게 유지한다.
- ✓ 참다래 궤양병균과 꽃썩음병균은 동일한 포장에 존재하므로 참다래 포장위생 관리는 참다래 꽃썩음병과 궤양병을 동시에 예방하는 효과를 거둘 수 있을 것이다.

② 약제 방제

- ✓ 우리나라에서 참다래 꽃썩음병 약제로 아그리마이신 수화제, 농용신·쿠퍼 수화제, 엠지스 수화제가 등록 고시되어 있다.
- ✓ 참다래 꽃썩음병 방제를 위하여 아그리마이신 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제의 최적 살포 회수는 참다래 개화기인 5월 초부터 10일 간격으로 3회로 판명되었다.
- ✓ 참다래 신초눈을 비롯하여 주간, 주지, 가지 등 식물체 상에서도 참다래 꽃썩음병균이 월동하므로 월동기에 참다래 나무에 약제를 살포하여 전염원을 제거한다.
- ✓ 월동기에 참다래 나무에 약제를 살포하는 것도 꽃썩음병과 궤양병을 일으키는 병원세균의 전염원을 동시에 제거하는 효과를 거둘 수 있을 것이다.
- ✓ 일본에서는 6-6식 보르도액과 아그리마이신 수화제가 등을 꽃썩음병 예방약제로 보고되었다.

3. 과실무름병(軟腐病, fruit rot)

1) 발생 현황

① 참다래 과실무름병의 발병율

2000년 전남과 경남 그리고 제주지역에서 수집한 16개 지역의 평균 참다래 과실무름병의 발병율은 32.0%로 나타났다. 전체 조사 과실 1,600개 중에서 32.0%의 과실이 병에 걸렸으며, 병에 걸린 과실 중에서 15.4%가 외부에만 병징을 나타내는 것이고, 내부에만 병징을 나타내는 것은 68.4%였으며, 외부와 내부 모두에 병징을 나타내는 것은 16.2%로 나타났다.

전남지역에서 수집한 참다래 과실무름병의 평균 발병율은 42.0%였는데, 지역별로는 전남 해남군 화산면에서 수집한 과실에서 68%로 가장 높은 발병율을 나타냈으며 고흥군 풍양면에서 수집한 과실이 25%로 가장 낮은 발병율을 나타내었다. 참다래 과실무름병에 걸린 과실 중에서 발생 부위별로 조사한 결과 과실 외부에만 병징이 있는 것이 17.3%였고, 내부에만 병징이 있는 것은 61.6%였으며, 외부와 내부에서 모두 병징이 있는 것은 21.1%였다.

경남지역에서 수집한 참다래 과실무름병의 평균 발병율은 17.6%였는데, 사천군 용현면이 35%로 가장 높은 발병율을 보였으며 최저 발병율은 고성군 회화면의 5%로 나타났다. 병든 과실 중에서 외부 병징이 13.8%, 내부 병징이 79.7%였고, 외부와 내부 병징이 6.5%였다.

제주지역에서는 북제주군 조천읍에서 수집한 참다래 과실무름병 발병율은 53%였으며, 외부 병징이 7.5%, 내부 병징이 84.9%였고, 외부와 내부 병징이 7.5%였다.

② 참다래 주요 과실무름병균의 검출율

전남, 경남 그리고 제주에서 수집한 참다래 중 과실무름병에 걸린 과실들에서 주요 병원균의 평균 검출율은 *Botryosphaeria dothidea*가 83.3%, *Diaporthe actinidiae*는 11.9%, *Botrytis cinerea*가 1.4%였다. 그밖에 *Botryosphaeria dothidea*와 *Diaporthe actinidiae*가 동시에 검출되는 경우가 0.9%였으며, 나머지 2.5% 과실에서 *Collectotrichum* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp. 등이 드물게 검출되었다. *Botryosphaeria dothidea*는 전남, 경남 및 제주지역의 전체 채집 지역에서 모두 검출되었으나, *Diaporthe actinidiae*는 전남과 제주지역에서만 검출되고 경남지역에서는 전혀 검출되지 않았다.

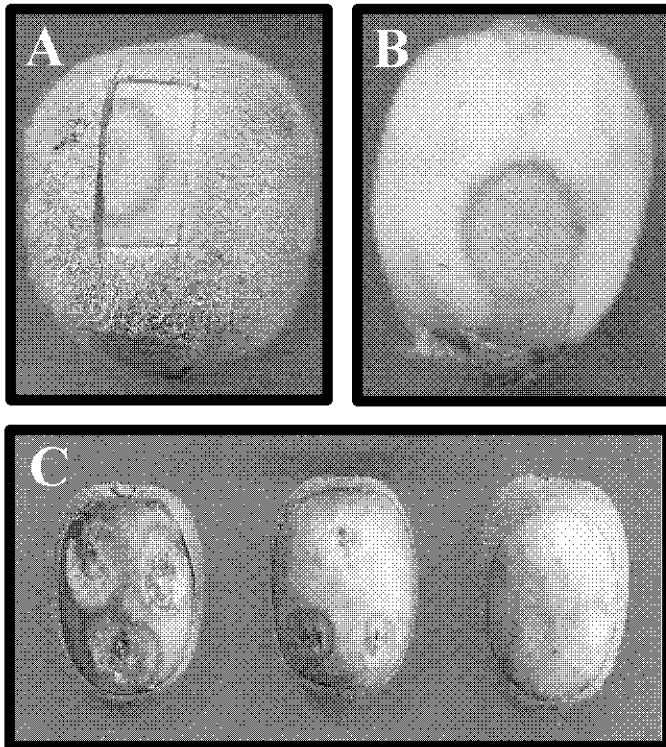
지역별로 주요 과실무름병균의 검출율은 전남지역에서는 *Botryosphaeria dothidea*가 79.7%, *Diaporthe actinidiae*는 14.2%, *Botrytis cinerea*가 1.4%였다. 그밖에 *Botryosphaeria dothidea*와 *Diaporthe actinidiae*가 동시에 검출되는 경우가 1.1%였으며, 기타 병원균의 검출율은 3.6%였다. 8개 조사지역 중에서 장흥군 대덕면에서만 *Diaporthe actinidiae*가 전혀 검출되지 않았다. 경남지역에서는 *Botryosphaeria dothidea*의 검출율이 97.1%, *Botrytis cinerea*가 1.9%, 기타 병원균이 1.0%인 반면에 *Diaporthe actinidiae*는 7개 조사지역 어느 곳에서도 검출되지 않았다. 제주지역에서는 *Botryosphaeria dothidea*의 검출율이 75.0%, *Diaporthe actinidiae*가 23.1%인 반면에 *Botrytis cinerea*는 검출되지 않았다.

따라서 참다래 과실무름병을 일으키는 주요 병원균은 *Botryosphaeria dothidea*와 *Diaporthe actinidiae*으로 밝혀졌으며, 두 병원균이 일으키는 과실무름병의 증상이 차이가 있으므로 *Botryosphaeria dothidea*에 의해 발생하는 과실무름병은 과숙썩음병(ripe rot), *Diaporthe actinidiae*에 발생하는 과실무름병은 꼭지썩음병(stem-end rot)이라고 구분한다.

2) 진 단

① 과숙썩음병(ripe rot)

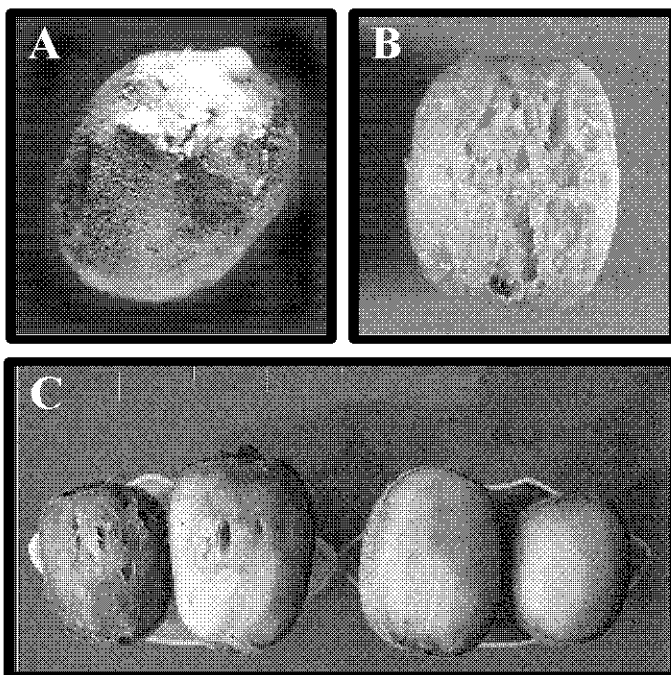
- ✓ 참다래 과숙썩음병은 참다래를 수확한 후 저장기간을 거쳐 유통과정이나 소비를 위한 후숙과정에서 주로 발생한다.
- ✓ 참다래 과숙썩음병은 과실 표면에 외부 병징이 종종 나타나지 않거나 병든 부위가 움푹 꺼지는 증상을 나타낸다.
- ✓ 움푹 패인 병든 부위의 표피를 벗기면 수침상, 진한 녹색으로 과육이 변색되는 전형적인 내부 병징을 관찰할 수 있다.
- ✓ 과실의 후숙이 진전됨에 따라 진한 녹색 가장자리 안에 나이테처럼 동심윤문을 이루며 중심부는 갈색으로 변하고 주변부는 유백색을 띠면서 과육이 물컹 썩어 들어간다.



<그림> 참다래 과숙썩음병의 병징(2000, 순천대학교)

② 꼭지썩음병(stem-end rot)

- ✓ 참다래 꼭지썩음병은 과숙썩음병처럼 수확한 참다래의 과실의 저장, 유통, 소비과정에서 발생한다.
- ✓ 참다래 꼭지썩음병의 무름 증상은 과실의 줄기 꼭지 부위에 주로 발생하고 배꼽부분에는 잘 발생하지 않는다.
- ✓ 참다래 꼭지썩음병은 과피 및 과육이 무름 증상을 보이면서 썩어 들어가고 과피 표면에 흰색 곰팡이 균사가 나타난다.
- ✓ 병든 부위는 주변부보다 옅은 갈색을 띠고 병환부에서 즙액이 흘러나와 건전한 과실 표피를 물들인다.
- ✓ 병환부의 표피를 벗기면 수침상, 연한 녹색을 띠는 과육 조직은 무르면서 붕괴되어 크고 작은 균열을 일으킨다.
- ✓ 썩은 과실은 후숙된 건전 과실보다 훨씬 부드워지고 종종 쓴 맛이 나며, 심하게 썩은 과실에서는 흔히 시큼하게 발효된 냄새를 풍긴다.



<그림> 참다래 꼭지썩음병의 병징(2000, 순천대학교)

3) 병원균

① 과속썩음병원균

자낭균류에 속하는 곰팡이 *Botryosphaeria dothidea*가 과속썩음병을 일으키는 병원균이다. *Botryosphaeria dothidea*는 감자한천배지에서 흰색 균총을 형성하며 배양기간이 경과하면 중심부부터 검게 변하기 시작하여 전체적으로 검은색 균총을 형성한다.

② 꼭지썩음병원균

*Diaporthe actinidiae*는 감자한천배지에서 순백색을 띠는 많은 기중균 사충을 형성하고, 시간이 지나면 일정한 간격으로 겹둥근무늬를 형성한다. 검은 구형 또는 둥근 삼각형 모양으로 $230 \times 500 \mu\text{m}$ 크기의 분생포자각과 균사충 도처에 α -분생포자와 β -분생포자를 형성한다.

그러나 *Diaporthe actinidiae*는 완전세대를 잘 형성하지 않으며 기주체에서는 자낭각 뿐만 아니라 분생포자각도 생성하지 않는다. 따라서 *Diaporthe actinidiae*는 불완전세대인 *Phomopsis* sp.로 더 잘 알려진 곰팡이다. *Phomopsis* sp.가 생성하는 β -분생포자는 퇴화된 형태의 무성포자이고, α -분생포자가 기주체의 침입, 감염에 관여한다. *Diaporthe actinidiae*는 사과, 배, 매실에도 병원성을 나타낸다.

4) 방 제

① 경종적 방제

- ✓ 과실무름병은 보통 참다래의 생육기부터 감염을 일으킬 수 있으므로 재배시에 지난 해의 과경지나 전정한 가지 등 전염원을 제거한다.
- ✓ 적절한 전정관리로 통풍 및 투광에 유의하여 건전하게 생육할 수 있도록 재배 관리를 철저히 한다.

- ✓ 과실의 상처는 수량에 직접적으로 영향을 미치게 되는데, 이 상처를 통하여 과실무름병균들이 침입을 할 수도 있으며, 표면에 남아있는 상처의 흔적 등으로 인하여 그 상품 가치가 떨어지는 경우도 있기 때문에 과실에 상처가 생기지 않도록 주의한다.
- ✓ 저장 후 출하 전에 적절한 후숙제의 선택 및 사용도 발병을 감소시키는데 중요한 요인으로 보고되었으므로 후숙 온도가 20°C 이상이 되지 않도록 후숙 기간을 무리하게 단축시키지 않는다.
- ✓ 참다래 과실을 17°C의 후숙 온도에서 20일 동안 후숙시키는 것이 최대 후숙율에 최소 과실무름병 발병율을 얻을 수 있는 가장 이상적인 후숙 조건으로 추정된다.
- ✓ 심하게 감염된 열매의 무름 증상으로부터 흘러나온 즙액을 통하여 동일한 상자 또는 저장고 속의 다른 열매로 손쉽게 전염되므로 주기적으로 저장 상태를 점검해야 한다.
- ✓ 병원균들은 습한 상태에서 감염과 전파가 쉽게 일어나므로 저장고와 저장상자의 통풍 등에도 유의해야 한다.

② 약제 방제

- ✓ 현재 우리나라에서 참다래 과실무름병 약제로 등록고시된 베노밀 수화제와 지오판 수화제 외에 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 후루실라졸 수화제도 참다래 과실무름병 방제 약제로 선발되었다.
- ✓ 참다래 과실무름병 방제를 위한 베노밀 수화제와 지오판 수화제의 적정 살포횟수는 6월 중순부터 10일 간격으로 5회 살포였다.
- ✓ 터부코나졸 수화제와 이프로 수화제는 모두 6월 중순부터 10일 간격으로 4회 살포했을 경우에도 베노밀 수화제와 지오판 수화제를 10일 간격으로 5회 살포했을 경우와 비등한 참다래 과실무름병 방제효과를 나타내었다.

- ✓ 후루실라졸 수화제는 6월 중순부터 10일 간격으로 5회 살포하면 베노밀 수화제와 지오판 수화제를 10일 간격으로 5회 살포했을 경우와 비등하거나 오히려 우수한 참다래 과실무름병 방제효과를 나타내었다.
- ✓ 따라서 참다래 과실무름병 방제를 위한 예방약제 최적 살포 프로그램은 예방약제별로 달리 시행하되 약제저항성균의 발생을 억제할 수 있도록 터부코나졸 수화제, 이프로 수화제, 베노밀 수화제, 지오판 수화제, 후루실라졸 수화제를 6월 중순부터 10일 간격으로 번갈아 살포하는 것이 참다래 과실무름병 방제효과를 나타낼 수 있는 최적 살포 프로그램이다.
- ✓ 약제는 전착제를 가용하여 잎, 가지 뿐만 아니라 과실 표면에도 약액이 충분히 부착하도록 살포한다.
- ✓ 장기 기상예보에 의하여 가을장마가 예상될 때에는 위 약제를 8월 말부터 9월 초에 1회정도 추가로 예방살포하는 것이 좋다.
- ✓ 참다래 개화기에 별도의 약제 살포는 잣빛곰팡이병 방제를 겸할 수 있다.