

인삼 병해충의 경종적 방제법 개발연구 동향

Review on the Cultural Control Methods of Disease and Pest on Ginseng(*Panax ginseng*) in Korea

조대휘

KT&G 중앙연구원 인삼연구소

Dae-Hui Cho

Ginseng Research Center, KT&G Central Research Institute

I. 서론

병해충의 경종적인 방제는 작물보호제를 사용하지 않는 예방적 성격의 방법으로 저항성 품종을 개발하거나 작물을 건전하게 재배시켜 병해충에 대한 저항력을 증대시키는 방법, 그리고 병해충이 발생하는 시기와 기주(寄主)작물의 생육시기와의 상호관계를 단절시킴으로서 병해충의 발생을 억제하는 방법이다. 예를 들어 병해류의 경종적 방제는 중간 기주식물이나 병든 식물체를 제거하거나 윤작을 통해 감소시켜 병원균의 전염원을 감소시키는 방법이 있다. 그리고 재배포장과 농기구를 위생적으로 관리하여 식물체나 생산물을 통해 병원균이 전파되는 것을 방지하는 방법이 있으며 병원균 생육에 불리한 환경을 조성하는 방법으로 포장내 통풍촉진 및 토양배수 관리 등을 이용하는 것이 있다.

인삼은 '80년대부터 본격적으로 이러한 경종적 방제방법이 개발되어 포장에서 활용되고 있으며 지속적으로 기존 방법의 수정 및 보완과 새로운 방법을 개발하여 산지에 적용하

고 있다. 인삼은 반음지 식물로서 햇빛이나 빗물에 대해 장기간 노출될 경우 생육이 심하게 저해될 뿐더러 각종 병해에 의해 고사 된다. 과거 개성을 중심으로 인삼이 대규모로 인공재배가 이루어진 것은 햇빛과 동시에 빗물을 차단하는 경종적 방법인 해가림 재배법이 개발되었기 때문이다. 과거 인공재배 성공을 시작으로 현재는 청정 원료삼 생산의 필요성에 따라 작물보호제 사용을 제한하고 경종적 방제법을 중심으로 연구개발된 방법을 실용화하는데 주력하고 있다. 그러나 이러한 경종적인 방법이 수행되었더라도 병해충 종류에 따라서는 방제에 한계가 있는 실정이다. 더구나 지구온난화 등 기상요인 변화와 점차 비옥화된 토양에서의 재배는 병해충 발생양상이 달라지고 예기치 않은 신종 해충도 계속 관찰되고 있어서 모니터링을 통해 항상 예의주시하고 있다. 과거 화학적 방제가 보편화되었던 시기는 경종적 방제법에 대한 관심이 비교적 낮았으나 근래에 청정 원료삼 생산의 필요성이 대두되면서 기존 경종적 방제법이 더욱 권장되고 새로 개발된 방법이 즉시 산지에 반영되도록 하고 있다. 경종적 방제수단과

Corresponding author : Dae-Hui Cho
Ginseng Research Center, KT&G Central Research Institute
302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea
Tel : +82-42-866-5386, H.P : +82-16-238-9066
E-mail : daehui99@ktng.com



더불어 최근에는 특히 생물학적 방법으로 길항균과 천연물 유래의 친환경경제 적용과 새로운 천연물질을 스크리닝하여 실용화 하려는 방향으로 연구가 진행되고 있다. 경종적 방제의 실효성 증진은 현재의 변화된 병해충 발생양상을 정확히 파악하여 지속적으로 기존 개발된 경종적 방법을 수정하여 보완하고 환경변화에 따른 보다 효과적인 방제법을 개발하여야 한다. 따라서 지금까지 개발된 경종적 방법을 병해충별로 구분하여 장단점을 검토하고 현재 병해충 발생과 기상요인 등 환경변화에 따른 병해충 발생특성을 함께 분석하였다.

II. 본론

1. 토양병해의 경종적 방제법 개발

묘포에서 발생하는 모잘록병의 병원균은 *Rhizoctonia solani*로서 균사와 균핵이 전염원으로 작용하여 인삼 출아기에 유묘의 줄기를 쓰러뜨리면서 원형으로 병을 확산시키는 토양병원균이다. 이와 동시에 모잘록병균은 토양내 유기물을 분해하여 증식이 가능한 강력한 부생균으로 알려져 있다(그림 2, 3). 발병정도와 토양의 비옥도를 비교한 결과 무병지는 유기물과 전질소 함량이 각각 0.4, 0.03% 로 낮으나 발병 포지는 유기물과 전질소 함량이 각각 1.0~1.4%, 0.1%로서 무병지에 비해서 유기물은 2.5~3.5배, 전질소는 3.3배 높다. 따라서 모잘록

병을 최소화하려면 유기물 및 질소성분이 과다하지 않은 예정지를 선정하여 재배하여야 한다. 비옥도가 높고 병원균 오염 가능성이 높은 토직재배를 지양하여 병원균이 거의 존재하지 않는 마사토를 활용한 양직재배는 발병이 최소화되는 경종적 예방 수단이 된다(표 1). 실제로 현재 경기도 양주와 포천지역은 전통적으로 양직묘포로 재배하여 모잘록병을 최소화하고 있으며 생산된 양질의 묘삼은 홍삼 원료삼 재배포지에 이식되어 활용되고 있다. 이러한 특수 재배지역외에 일반적으로 재배되는 토직묘포는 표 2와 같이 예정지 선정과정 중 모잘록병균의 기주인 십자화과 작물 및 상치 아욱등이 전작물로 재배된 곳은 가능한한 회피하고 선정된 예정지 중 토양의 비옥도가 높은 경우 녹비작물을 재배하여 과다한 비옥도를 개선하여 재배하는 것이 바람직하다(표 1). 본포 잘록병(입고병)은 묘포 모잘록병과 동일한 병원균인 *Rhizoctonia solani* AG(Anatomosis Group) 2-1 이므로 모잘록병에 준한 경종적 방제법을 활용할 수 있다. 묘포와 본포의(모)잘록병 방제를 위한 친환경적인 방법으로 길항균제제를 활용하여 발병 억제를 시도하였으나 만족할 만한 결과를 얻지 못했다. 단, 향후 토양별로 다른 지역별 고착 미생물상 및 기타 토양성분과 길항균과의 관련성을 연구하여 길항균의 활성을 높힐 수 있는 방안이 개발되면 활용이 가능할 것이다. 모잘록병은 그림 1과 같이 출아 전 모잘록병은 4월 초순경 그리고 출아 후 모잘록병은 4월 중순경

표 1. *Rhizoctonia solani*에 의한 모잘록병의 경종적 방제법 개발상황

관련 연구사항	적용방법	참고 문헌
· 토양내 질소과다 발병심화	· 양직묘포는 약토 시비량 준수 / 토직묘포는 녹비작물 재배준수	오 등 1982
· 발병은 파종 깊이에 비례	· 파종깊이 1cm 권장	오 등 1984
· 토양전염성으로 발병 후 균사 및 균핵으로 토양내 월동	· 원야토의 양직묘포 재배는 전염원 부재로 발병을 회피하여 재배가능	오 등 1982
· 병원균은 <i>Rhizoctonia solani</i> AG 2-1 동정, 십자화과 작물 동일기주	· 예정지 선정시 십자화과 작물재배지 회피	오 등 1982
· 출아기 이병초기 개체별 제거시험 수행	· 출아기 병확산 억제를 위 발병초기 이병개체 주변 9cm 제거 방법	현재 연구 중
· 토직 재배지 마사토 객토깊이별 병원균 접종시험 수행	· 토직토양 마사토 40cm 객토 후 예정지 관리시 발병억제	현재 연구 중
· 토양내 병원균 존재여부 확인을 위한 생물검정법(Bioassay) 연구	· 아욱종자 활용 토양내 병원균 존재 유무 확인 생물검정법	현재 연구 중
개발 건	7	

표 2. (모)잘록병균 *Rhizoctonia solani* (AG 2-1) 의 기주 및 병원성(Kim, 1996)

국명	학명	기주 별 병원성 ¹⁾					
		잘록병	밑동 썩음병	관부 썩음병	눈마름병	뿌리썩음병	잎마름병
배추	<i>Brassica campestris</i> <i>L. ssp. pekinensis</i>	++	++	-	-	-	-
양배추	<i>Brassica oleracea</i> <i>L. var. botrytis</i>	+++	-	-	-	-	-
고추냉이	<i>Eutrema wasabi</i>	-	-	+++	-	-	-
무우	<i>Raphanus sativus</i>	+	-	-	-	+	+
상치	<i>Lactuca sativa</i>	-	+++	-	-	-	-
아욱	<i>Malva verticillata</i>	++	-	-	-	-	-
미나리아재비	<i>Ranunculus asiaticus</i>	-	-	-	-	++	-
딸기	<i>Fragaria x ananassa</i>	-	-	-	++	-	-
튤립	<i>Tulipa gesneriana</i>	-	-	-	-	-	++
고추	<i>Capsicum annum L.</i>	+	-	-	-	-	-
인삼	<i>Panax ginseng</i>	++	-	-	-	-	-

1) 병원성 정도: - 없음, + 약함, ++ 보통, +++ 강함.

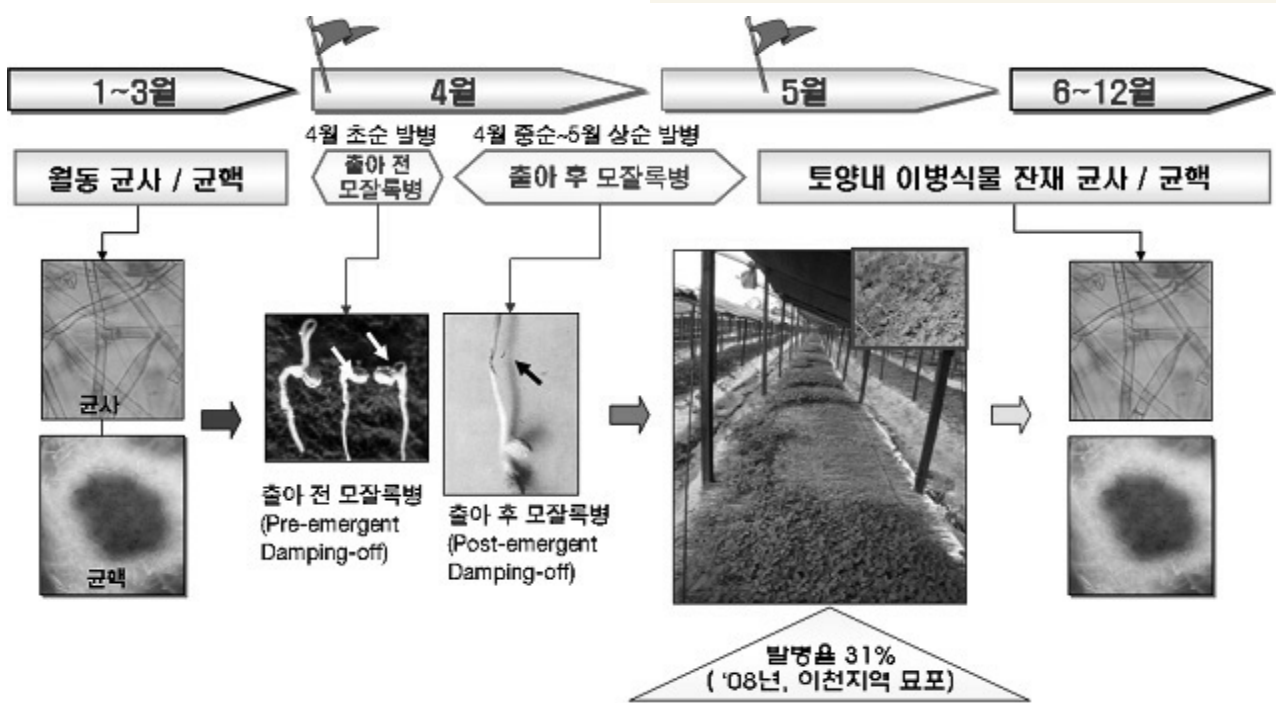


그림 1. 모잘록병 전염원인 군사와 균핵에 의한 출아전, 후 발병특성

지온이 17℃가 되는 시기부터 발병이 시작되어 5월 상순까지 진행된다. 최근 그림 2와 같이 모잘록병이 대발생한 포지가 조

사되어 기상요인을 분석한 결과, 그림 3과 같이 2008, 2009년의 4월 중순 기온이 각각 평년대비 3.8, 2.8℃ 상승되어 과거보



그림 2. 모질록병이 원형으로 확산되어 대발생한 묘포(2008년 이천지역, 발병면적율 24%)

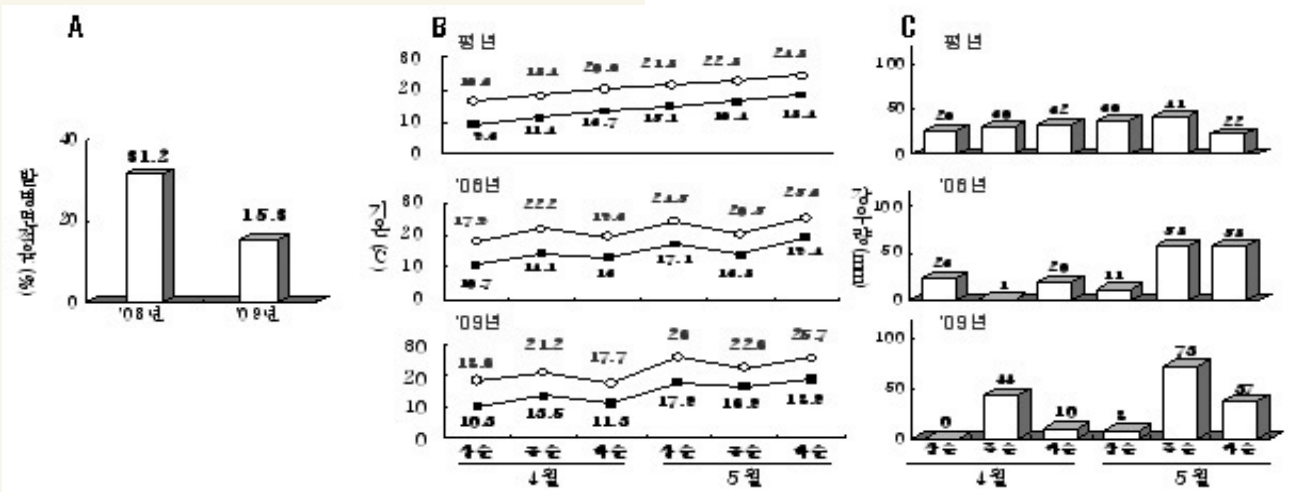


그림 3. 모질록병 발병과 출아기 강수량 및 기온(2008, 2009년도)
 A : 모질록병 발병면적율 ; '08년 여주/고창 3개소 평균, '09년 홍천/당진/괴산 4개소 평균
 B : 4~5월 기온 (○ 최고기온, ■ ; 평균기온), C : 4~5월 강수량

다 병이 조기에 시작되면서 대규모로 병이 확산된 것으로 판단된다. 따라서 4월 중순의 기온이 증가하고 비옥도가 과다한 토양은 병 확산에 주의하여 발병 초기에 이병개체의 주변 건진개체 직경 약 9cm 부위를 제거하여 병 확산을 최대한 억제하는 방법이 개발되었다(그림 4).

본포 잘록병은 2~6년생에서 발생하여 결주의 원인이 된다. 90년대 중반부터 잘록병 발병이 증가된 것은 토양의 비옥도 증가뿐 아니라 전작물 재배시 비료과다에 의한 토양 산성화도

영향을 준 것으로 판단되는데 실제 그림 5와 같이 산성조건 배지에서 병원균의 군사생육이 조장된다(조 등 2004). 발병시기는 5월 상순~6월 상순이고 그림 6의 A와 같이 지체부 줄기가 잘록해지고 심하게 연부되어 쓰러지게 되는데 이것은 세포벽을 cutinase로 분해하여 침범하기 때문이다. 그림 6의 B 중 a, b, c 개체는 잿빛곰팡이병 증상으로서 5월 중순부터 발생하므로 잘록병과 오인할 수 있으나 병 증상은 전혀 다르다. 잿빛곰팡이병은 뇌두에 접한 줄기부위를 갈색으로 약간 연부시키고

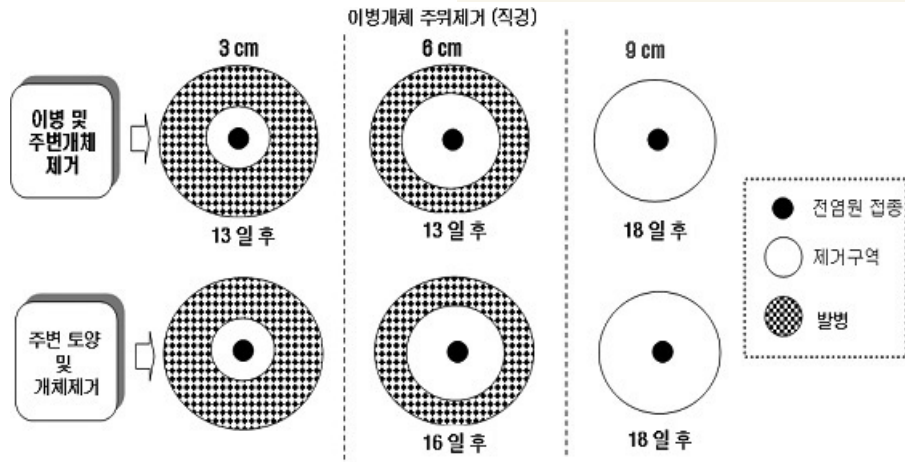


그림 4. 발병초기 주변개체 및 토양 제거에 의한 발병확산 억제(묘포)
 전염원 접종 : '07. 4/9, 주변 개체제거: 4/18, 조사 : '07. 5. 1~15, 재배품종 : 연풍

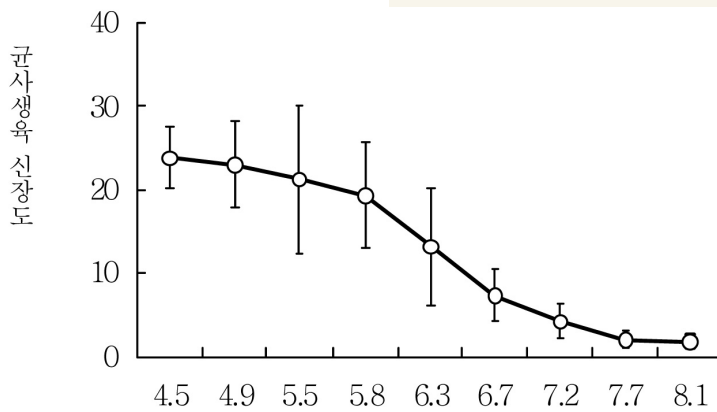


그림 5. 배지 pH별 질록병균 *Rhizoctonia solani*의 균사생육 신장도(5개 균주의 평균) 시험균주 5종별 채취포장 : Rh 9801: 수원 2년생, Rh 0201: 서산 4년생, Rh 0202: 이천 4년생, Rh 0203: 부여 5년생, pH 값 : 배지 멸균 후 pH, pH별 생육배지: Citrate-phosphate(McIlvane) buffer로 조제한 Czapek solution agar 배지, (조 등 2004).



그림 6. 질록병 대발생 포지(김제 6년생, A)와 질록병 발병개체(B의 a~c) 및 잿빛곰팡이병 발병개체(B의 e~h), 화살표 : 병원균 침입부위(조 등 2004).

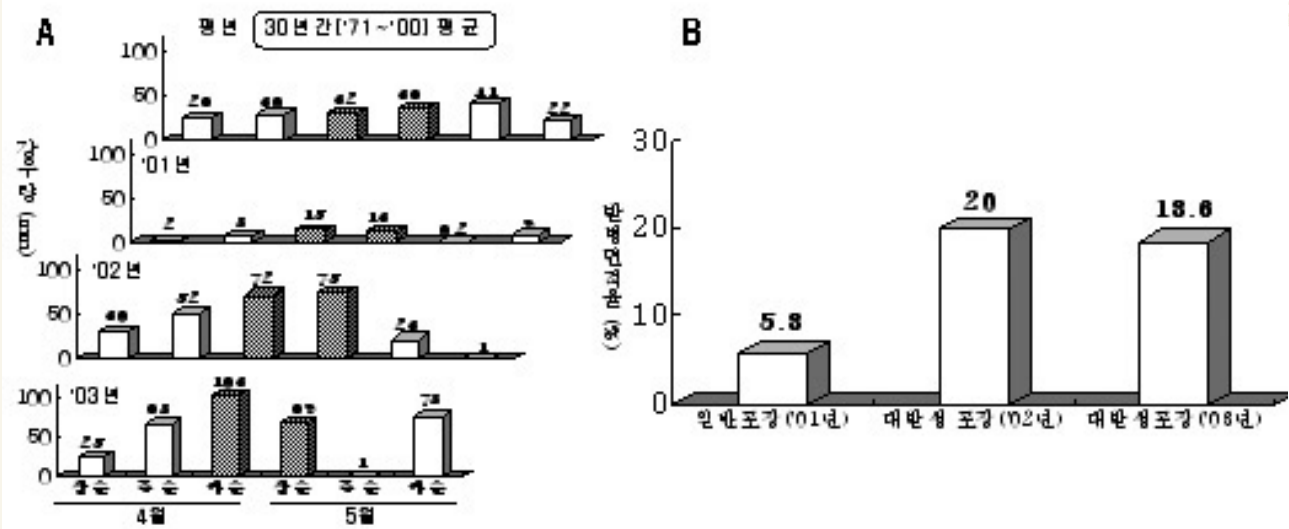


그림 7. 연도별 출아기(4~5월) 강우량(A)과 본포 잘록병 발병율(B), 4년생 포지 A의 평년값 산정은 1971~2000년 30년 평균임 (조 등, 2004).

병원균이 침범한 줄기내부는 소실된 채 토양에 힘없이 꽃혀 있고 조기낙엽 형태가 된다. 잣빛곰팡이병에 대해서는 뒤에 세부적으로 기술하고자 한다. 잘록병 발생율이 20%(4년생), 18.6%(6년생)로 대발생된 포지가 각각 2002, 2003년에 관찰되어 기상요인을 조사한 결과 4월 하순~5월 상순의 강우량이 평년대비 각각 2.1, 2.5배 많았다(그림 7). 따라서 이시기의 강우량 과다는 상면과습을 유발하여 모잘록병을 심화시킨 것으로 판단된다. 모잘록병 발병은 4월 중순기온이 영향을 주나 동일한 병원균에 의한 본포 잘록병은 4월 하순~5월 상순의 강우량이 발병에 영향을 주는 요인으로 판단되나 더욱 검토가 필요하다. 잘록병을 최소화하기 위해서는 특히 4월 하순~5월 상순 기간 중 해가림을 철저히 관리하여 상면누수가 되지 않도록 주의해야 한다. 2003년 잘록병 발병율이 18.6% 발생한 김제

의 6년생 포지는 고추를 전작물로 재배한 포지로 2년생부터 모잘록병이 발생한 포장이다. 따라서 표 2와 같이 병원균의 동일 기주인 고추외에 십자화과 작물과 상치, 아욱, 딸기등을 재배한 포지는 가능한 한 재배포지 선정에 제외하여야 한다.

토양 병원균인 *Cylindrocarpon destructans*는 연작장애의 원인균으로 뿌리썩음병을 일으킨다. 인삼을 수확 한 재작지의 재활용을 위해 토양훈증제를 처리하는 방법이 개발되어 실용화되고 있다(유등 1999). 백삼 원료삼 4년생 생산지역을 포함해서 홍삼 원료삼 6년생 생산지역인 파주 적성일대에서는 답전윤환에 의하여 재작지 활용을 하고 있는데 현지 경작인 의견에 의하면 2회 이상 답전윤환으로 재배할 경우 고년생에서 뿌리썩음병이 발생하는 문제가 애로사항으로 조사되었으나 실제 1회 답전윤환 재배시 연작장애에 의한 지상부 홍염증상이

표 3. 산지 재작지 답전윤환 재배포장 생육조사¹⁾

연생별	수확 후 경과년수	면적(칸)	출아율	지상부 홍염 증상 발생율 ²⁾
3	5	1,500	86.7 ± 3.0	1.0 ± 0.8
4	5	1,600	67.3 ± 3.9	0.6 ± 1.1
5	5	1,700	66.0 ± 13.7	5.9 ± 0.5
6	6	4,000	48.1 ± 9.7	0
평균	-	-	-	1.9

1) 파주 적성지역 답전윤환 1회 재배지, 생육조사는 7칸씩 3반복 조사의 평균 및 표준편차, 생육조사일 : '09. 7월 30일

2) 연작장애 뿌리썩음병에 의한 지상부 증상

표 4. 토양병해별 경종적 방제법 개발상황

병해별(병원균 학명)	관련 연구사항	적용방법	참고문헌
뿌리썩음병 (<i>Cylindrocarpon destructans</i>)	· 병원균 동일기주는 작약, 목단	· 전작물 작약, 목단재배지 회피	Hirosawa 1980, 유연현 등 1999
균핵병 (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	· 발병개체로 부터 전염억제 강원도 고랭지 발병주의	· 발병개체 주변 두둑을 1m 제거 · 발병부위 흑색비닐로 덮어서 병 확산 억제	오승환 등 1982
개발 건수	2		

표 5. 뿌리썩음병균 *Cylindrocarpon destructans*의 기주식물

Host	Disease	Reference
American ginseng	Root rot(Rust)	Zinssmeister, 1918
Alfalfa	Root rot	Cormack, 1937.
Sweet clover	Root rot	Cormack, 1937.
Arrowhead	Dry rot	Nisikado & Miyawaki, 1944
Lotus	Dry rot	Nisikado & Miyawaki, 1944
Cyclamen	Root rot	Scholten, 1964
Oak	Root rot	Hart, 1965
Carrot	Storage rot	Creelman, 1960
Potato	Storage rot	Booth, 1966
Conifer	Decay of wood seedling	Booth, 1966
Japanese ginseng	Root rot	Matuo, 1969
Korean ginseng	Root rot	Chung, 1975
Tree peony	Black Root rot	Hirosawa, 1980
Chinese peony	Black Root rot	Hirosawa, 1980
Parsnip	Root canker	Channon & Thomson, 1981

시작되는 것이 관찰되었다(표 3). 따라서 특히 홍삼 원료삼 재배포지 중 답전윤환이 가능한 곳에 대해서는 보다 건전재배가 가능하도록 토양훈증 등 별도의 방법을 강구해야 할 것으로 판단된다. 현재 재작지 활용시 토양훈증방법이 가장 탁월하다는 것은 여러시험으로 입증되었으며 효과증진을 위해 토양훈증과 길항균제제의 복합처리에 의한 효과 증진방법을 모색하고 있다. 초작지라 하더라도 이 병원균은 인삼외에 생약재계통인 작약, 목단등도 침범하기 때문에 이러한 전작물이 재배된 토양은 회피하여야 한다(표 4, 5).

균핵병은 과거 강원도 고랭지에서 문제가 되었으며 현재도 강원도 일부지역에서는 폐포의 원인으로 작용하고 결주가 심

화되는 포장이 관찰되고 있다. 발병기간은 4월 하순부터 5월 중순까지로서 4월 하순의 발병초기에 표 4와 같이 이병개체를 제거하고 주변으로 확산이 되지 않도록 하는 소극적인 경종적 방법을 사용하고 있으나 이러한 문제를 근본적으로 해결 할 수 있는 대책이 필요한 실정이다.

2. 지상부 병해의 경종적 방제법 개발

지상부 병해중에서 줄기점무늬병은 4월 하순부터 5월 중순까지 발병하며 본포에서 가장 이른시기에 발생하는 공기전염성 병해다. 병원균인 *Alternaria panax*의 전염원인 분생포자는 병든 식물체 등에서 비산하여 침범하게 된다. 출아기의 국지

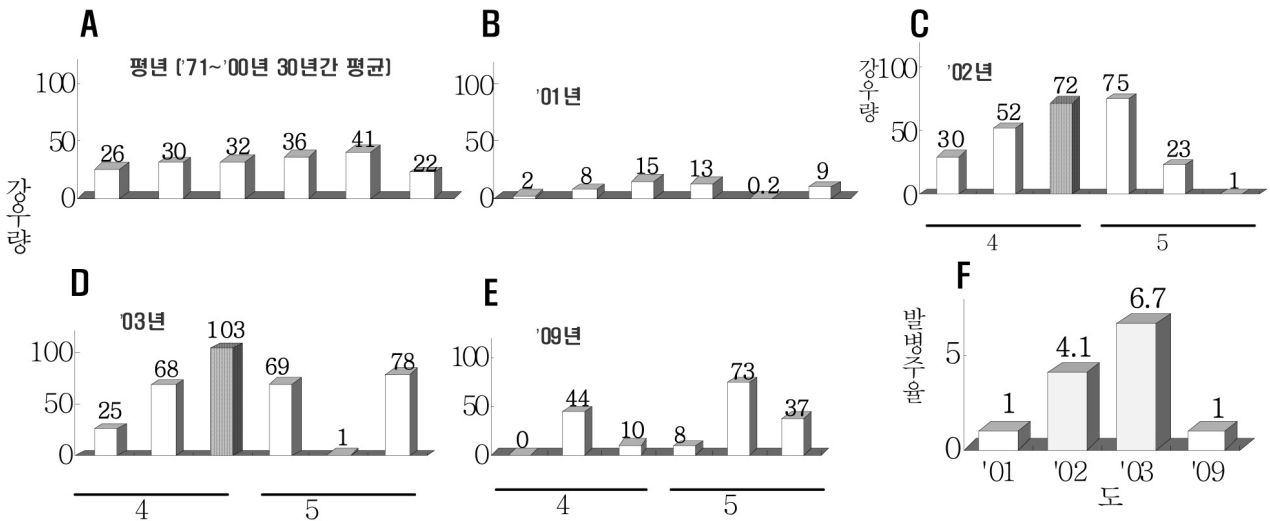


그림 8. 연도별 출아기 강우량(A~E)과 줄기점무늬병 발병율(F) (조 등 2003)

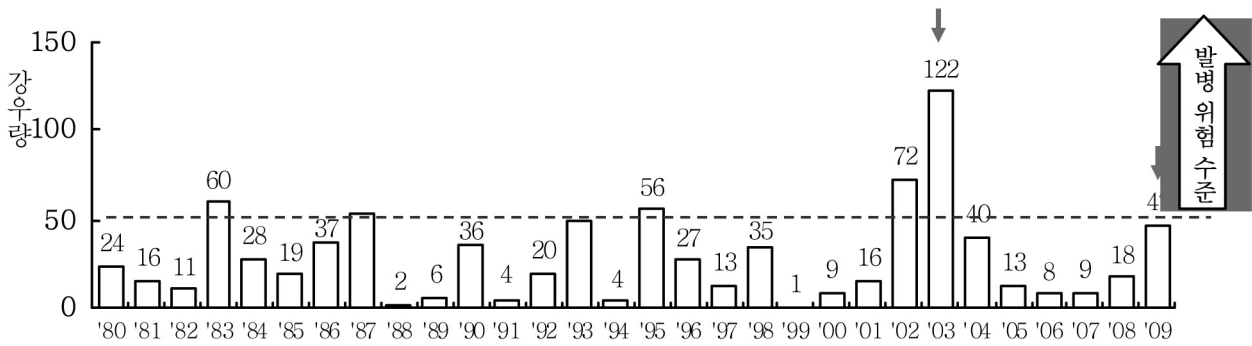


그림 9. 연도별 4월 하순의 강우량 및 줄기점무늬병 방제경보, 강우량 : 전국 5개 지역(이천/서산/홍천/정읍/해남) 평균, ↓ : 강우과다로 적기 방제 경보 발령연도 표시

적 돌풍과 같은 강풍으로 발생한 줄기부위 상처에 발병하며 4월 하순부터 5월 중순까지 강우과다는 발병의 원인으로 작용한다. 특히 출아 시작 후 줄기신장 완료기인 4월 하순의 강우과다는 가장 중요한 발병의 원인으로 2002, 2003년도 4월 하순의 강수량 95, 103mm는 평년대비 각각 2.3, 3.2배 수준으로 과다하여 각각 발병율 4.1, 6.7%의 대발생 원인이 되었다(그림 8의 A~E). 따라서 4월 하순 기간의 강수량 합이 50mm 이상인 경우 해가림과 방풍울타리 점검으로 누수와 강풍에 의한 줄기점무늬병 발생이 일어나지 않도록 특별히 주의해야 한다(표 6). 2002년에 이러한 기상요인의 영향으로 전국에 줄기점무늬병 발병율이 평균 4.1%로 대발생하였다. 따라서 이후 본 연구원에서는 매년 4월 하순의 강우량을 예의주시하여 강우

량이 과다했던 2003년과 2009년 병발생 경보 발령을 산지에 전달하였다(그림 9). 산지 경작인은 병발생 주의경보를 전달받자 바로 경종적인 방제대책을 강구하여 발병을 최소화함으로써 소기의 목적을 달성하였으나 2003년도의 일부 재배관리가 소홀했던 포지에서 발병율이 6.7%로 조사되어(그림 8의 F) 산지에서는 항상 경보발령에 따른 주의사항을 철저히 지켜야 한다. 경종적 방제는 평상시 포장내 위생관리로서 잎/줄기부위 병발생 개체를 제거하고, 특히 출아전인 4월 상순부터 미리 해가림의 누수방지와 방풍울타리를 포지주변에 설치해야 한다(표 6).

잎 점무늬병을 4~6년생 중 어느 연생에서나 1년간 방제를 하지 않은 포지는 수확연도에 뿌리중량이 약 30% 감소하는

표 6. 점무늬병의 경종적 방제법 개발상황

병해별(병원균 학명)	관련 연구사항	적용방법	참고문헌
줄기점무늬병 (<i>Alternaria panax</i>)	· 출아기 강풍 혹은 국지적 돌풍은 줄기부위 상처발생으로 발병심화	· 4월초중순부터 5월 중하순까지 방풍울타리 설치	오승환 등 '87
	· 출아기 강우과다는 발병심화 누수방지 필요	· 출아기 (4월 중하순) 강우과다시 해가림 누수방지 관리 철저	유연현 등 '02
잎 점무늬병 (<i>Alternaria panax</i>)	· 7-8월 강우 과다시 토양에서 전염원인 포자가 공기 중으로 비산되어 잎에 발병심화	· 해가림 누수방지, 울타리 통풍조장	오승환 등 '84
개발 건수		3	

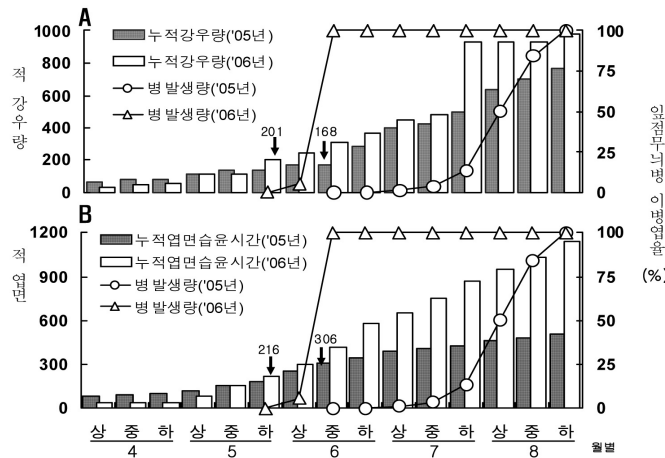


그림 10. 시·월별 강우 누적량 및 엽면습윤 누적시간과 잎점무늬병 발병율 A : 2005, 2006년 누적강우량과 발병율, B : 2005, 2006년 누적엽면습윤시간과 발병율, 누적 강우량 및 누적 엽면습윤시간 : 4월상순부터 누적량, 강우량 및 엽면습윤시간 측정 : 수원 4년생 포장에서 AWS(Automatic Weather Station)로 측정

표 7. 기타 지상부 병해별 경종적 방제법 개발상황

병해별(병원균 학명)	관련 연구사항	적용방법	참고문헌
역병 (<i>Phytophthora cactorum</i>)	· 사과, 복숭아는 병원균의 동일기주입	· 주변 사과, 복숭아 과수 재배지 회피	오 등 1982
	· 전염원인 병원균의 유주자가 오염된 빗물이 관개수로를 통해 발생	· 주변 타작물 재배지로부터 오염된 관개수 유입방지	오 등 1982
탄저병 (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)	· 상면과습 및 토양내 질소성분 과다토양에서 발병심화	· 상면 누수방지 및 토양내 질소성분 과다금지	오 등 1983
	· 고추, 포도, 사과는 병원균의 동일기주입	· 주변 고추, 포도, 사과 재배지 회피 혹은 기주작물 재배지에서 관개수 유입금지	오 등 1982
줄기속무름병 (<i>Erwinia carotovora</i>)	· 7-8월 강우 과다시 토양에서 전염원 포자 전파로 발병	· 해가림 누수방지	오 등 1984
	· 발병원인은 화경의 상처부위	· 화경제거시 5cm 이상 잔존	오 등 1992
잣빛곰팡이병 (<i>Botrytis cinerea</i>)	· 3년생 낙엽기 지체부 조기복토 방제가 50%	· 10월경 3년생 조기복토 방법	연구 중
개발 건수		7	



것으로 조사되었다. 일반적으로 무방제 포지에서는 5월 하순 부터 발병되어 7월의 장마기에 잎이 모두 고사된다. 5월 하순 경 가뭄으로 강우가 적을 경우 1~2주 발병이 지연된다. 실제로 05년도 4~6월의 가뭄에 의해 잎점무늬병은 6월 중순 경에 늦게 발병되어 8월 중순경에 잎 대부분이 고사되는 것으로 조사되었다(그림 10). 경종적 방제는 병발생 시기인 5~9월 중 해가림을 철저히 관리하여 상면누수를 방지하여야 하며, 통풍 조장을 위해 두둑은 최장 15칸 이내로 설치하고 포장주변을 개랑울타리로 설치하도록 한다(표 6).

역병은 토양전염성 병원균인 *Phytophthora cactorum*이 사과, 복숭아등을 기주로 침범하여 병을 일으키므로 인삼재배포지 주변에 이러한 과수원이 있을 경우 발병될 가능성이 높다. 따라서 이러한 기주작물이 인삼포지 주변에 존재할 경우 관개수로를 타고 전염원인 유주자가 포지내로 유입되지 않도록 배수로 관리를 철저히 하여야 한다(표 7).

탄저병 병원균 *Colletotrichum gloeosporioides*은 병든 조직에 분생자충을 형성하여 점액 물질내에 전염원인 분생포자를 갖고 있다. 따라서 발병은 빗물에 점액물질이 용해되어 분생포자가 배수로를 타고 포지내로 유입되어 발생한다. 그러므로 주변의 기주작물에서 전염원인 분생포자가 빗물을 통해 유

입되지 않도록 배수로 관리를 철저히 하여야 한다(표 7).

줄기부위의 잿빛곰팡이병은 공기전염성 병원균 *Botrytis cinerea*에 의해 5월 중순부터 7월 중순까지 발생하며 죽은 조직을 쉽게 침범하므로 염류과다에 의해 지하부 줄기와 뇌두가 상처를 입지 않도록 해야 한다. 실제로 염류과다시 뇌두로부터 갓 출아한 지하부 어린줄기는 조직이 괴사하여 이 상처부위에 병원균 포자가 쉽게 침입하게 된다(그림 11). 최근 연구결과에 의하면 잿빛곰팡이병은 낙엽기에 3년생 이상에서 발생하는 상면의 지제부 줄기 토양틈새가 발병의 주 원인으로 작용할 것으로 조사되었다(그림 12). 이러한 지제부 줄기의 토양틈새에 잿빛곰팡이병원균으로 오염된 잎에서 비산된 분생포자가 유입되어 고죽에 균핵을 형성한 후 이듬해 균핵이 뇌두에서 갓 출아한 지하부 어린줄기에 맞닿게 되면 발병 된다(그림 13, 15). 이러한 증상은 실제 병원성 균주의 균핵을 출아직전 뇌두 부위에 접종하면 병 증상이 관찰되며(그림 13, 표 8, 그림 15), 잿빛곰팡이병원균 중 병원성 균주의 균핵 표면은 비병원성 균주에 비해 주름이 잡혀 있는 특징이 관찰되었다(그림 14). 4년생 이상 어느 산지 포지에서나 잿빛곰팡이병이 고루 관찰되어 고년생 결구의 원인으로 판단된다. 따라서 낙엽기에 특히 발생하는 잎잿빛곰팡이병은 오염원으로 작용하여 지제부 줄기의

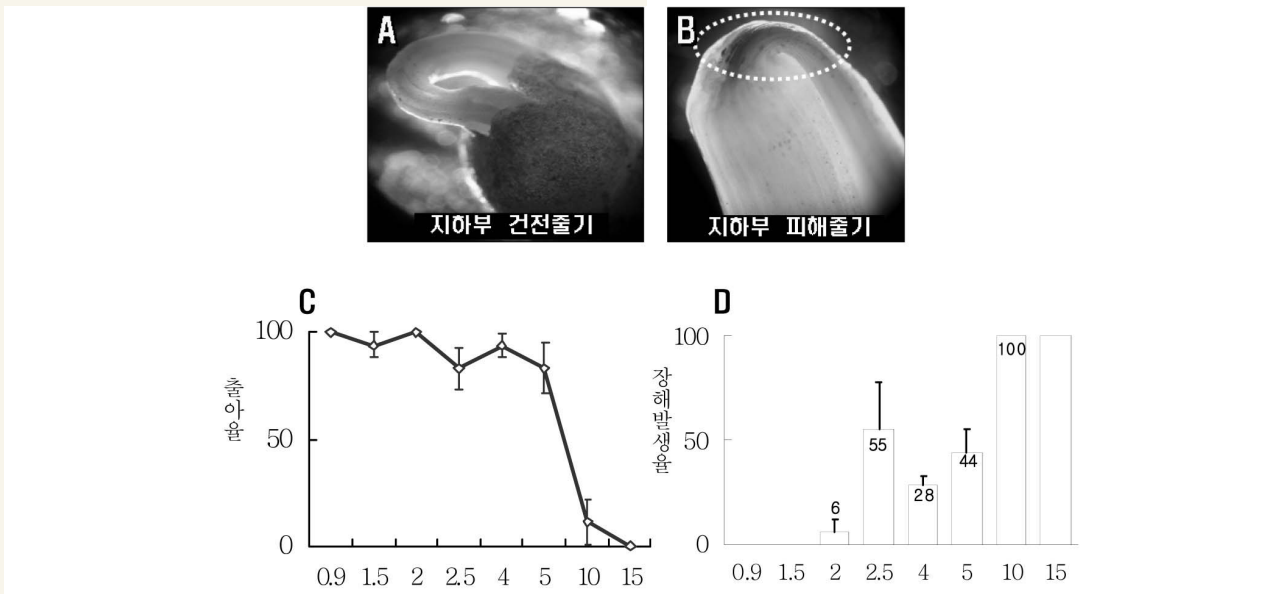


그림 11. 토양 염류농도(EC) 처리토양에서 묘삼의 생리장해 발생(실내시험) 12hrs 광 및 암조건/일 15 °C 배양. 묘삼이식 24일 후 조사. A : 묘삼 뇌두에서 발아되는 건전줄기, B : 묘삼 뇌두의 발아된 줄기가 토양염류 과다로 조직이 괴사된 염류장해 묘삼(원형점선), C : 묘삼의 뇌두층 토양염류 농도별 처리구 출아율, D : 묘삼에서 뇌두층 토양염류 농도별 처리구의 장해발생율 (조 등 2004)

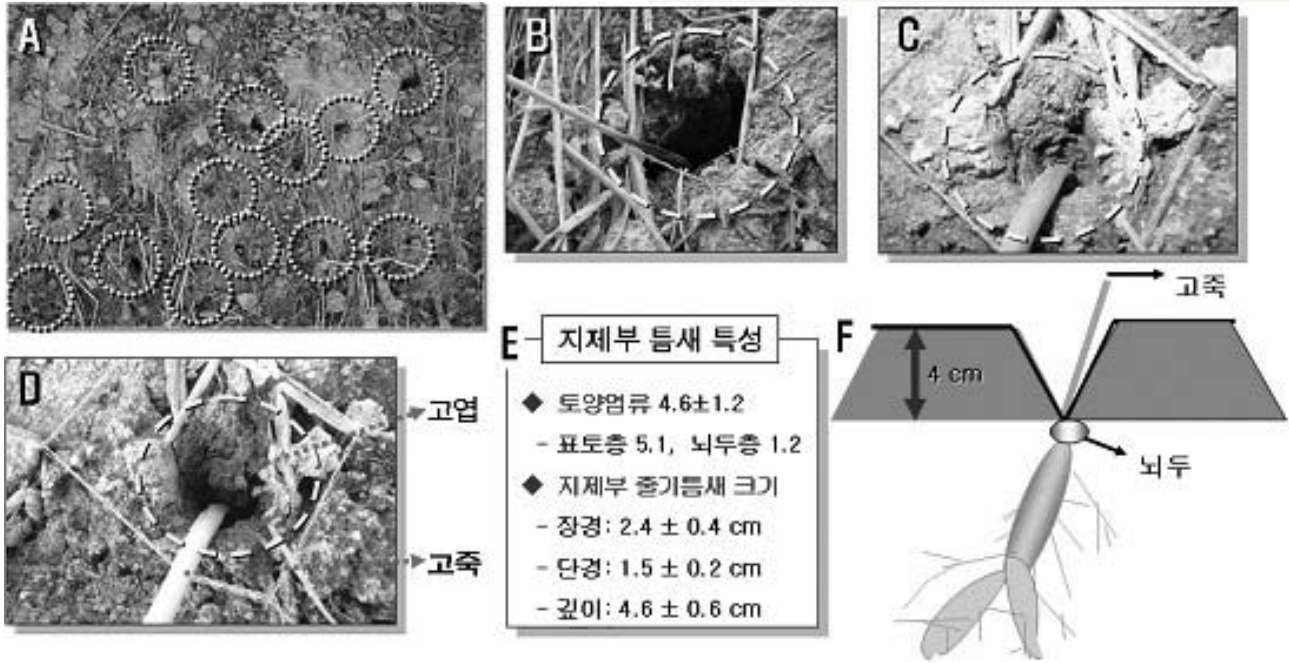


그림 12. 낙엽이 줄기 지제부에 형성된 토양틈새(수원 3년생, 연풍 재배포지)
 조사포장 및 조사일 : 연풍 3년생, 수원 시험포, 2006.10.13, A : 상면 지제부 줄기 주변 토양틈새(원형 점선), B, C, D : 줄기 주변 토양틈새 확대모습, E, F : 토양틈새의 형태

토양틈새에 유입된 포자가 균핵이 되어 이듬해 줄기와 뇌두가 접한 부위에 병을 일으켜 고사시킨다. 지제부의 토양 틈새는 묘포나 2년생에서는 나타나지 않고 토성에 따라 다르나 낙엽

기의 3년생 이상포지에서 쉽게 관찰된다. 따라서 표 7과 같이 3년생 포지에 10월 중 복토를 하여 지제부 틈새를 메우는 것이 경종적인 병 예방방법이 된다. 복토는 뇌두층의 토양염류를

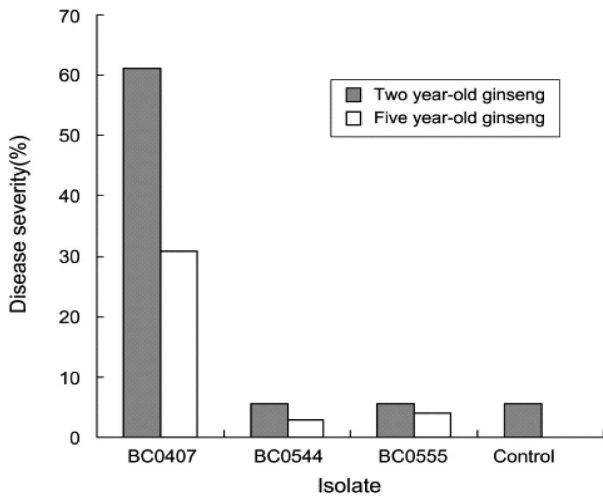


그림 13. 잣빛곰팡이병균 분리군주별 균핵접종에 의한 병원성 검정 및 분생포자 군주별 병증상 부위 분리내용 : BC0407 ; 수원 4년생 줄기부위, BC 0544 ; 여주 4년생 줄기, BC0555 ; 수원 6년생 줄기, (조혜선 등, 2008).

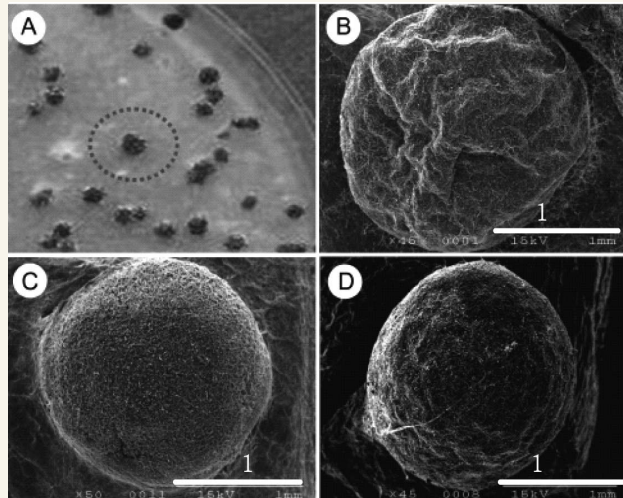


그림 14. 잣빛곰팡이병균 분리군주별 균핵의 표면(Scanning Electron Microscopy, 45배), A : PDA 배지에서 생성된 균핵(점선 원) B : 병원성 확인군주 BC0407, C : 비병원성 군주 BC 0544, D : 비병원성 군주 BC 0555, (조혜선 등 2008).



표 8. 잿빛곰팡이병균 균핵 및 분생포자 접종에 의한 묘삼의 발병율¹⁾

병원균 전염원별접종 구분	첨가 영양소	시기별 병발생율(%)			
		5/20(28)	6/4	6/10	6/17
균핵	무첨가	21	25	29	38
	20% Tomato Juice	23	23	23	32
	20% Tomato juice + 0.1M KH ₂ PO ₄	25	33	33	33
	2% Sucrose	18	55	55	55
분생포자	무첨가	0	0	0	0
	20% Tomato Juice	0	0	0	0
	20% Tomato juice + 0.1M KH ₂ PO ₄	0	0	0	0
	2% Sucrose	0	0	0	0
무처리	무첨가	0	0	0	0

1) 수원 4년생 묘지, 병원균 접종일: 05년 4월 22일(출아 전) (조 등 2005) 균핵접종: 지하부 뇌두에 균핵접종 후 각 영양소 용액 5ml 처리, 12개체씩 접종 분생포자 접종: 지하부 뇌두에 각 영양소가 첨가된 포자 수 107/ml 용액 5ml 첨가

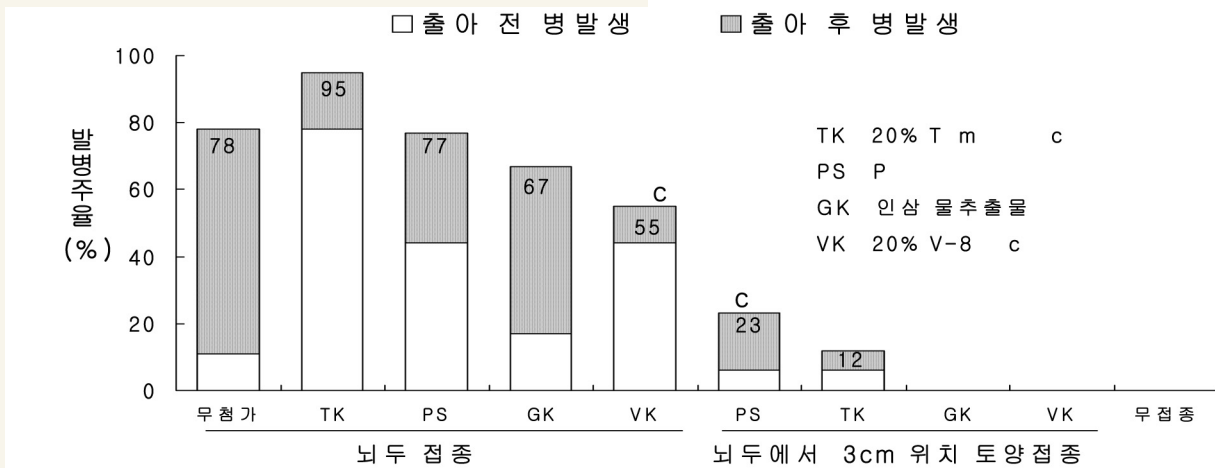


그림 15. 잿빛곰팡이병균 균핵 접종위치 및 영양소 첨가별 병발생 조사, 영양소 첨가 : 0.1M KH₂PO₄ 용액에 첨가하여 처리, 재배: 포트시험, 묘삼 6개씩 이식 3반복 처리, 하루 12시간 광조건, 15°C 재배, 조사 : 이식 47일 경과 후 측정 (조 등 2005)

희석시키는 효과와 월동시 뇌두부위의 냉해피해를 억제할 수 있는 부수적인 효과가 있다. 과거 인삼재배시 상면 벗짚 부초가 실시되기 전에는 골가토를 통해 지제부 줄기에 복을 돌아주었다는 것도 이러한 병해를 사전에 방지하려 했던 조상의 지혜로 판단된다. 이러한 복토방법은 이듬해 잿빛곰팡이병을 50% 방제하였으며 9월 이후 낙엽이 시작되는 시점에서 잿빛곰팡이병균의 활성을 억제하는 길항균제제를 함께 처리할 경우 병 예방 효과가 더욱 높아진다(그림 16). 잿빛곰팡이병균 B.

cinerea는 본래 부생적으로 생활하지만 죽은 조직이나 상처 부위 혹은 다른 조건에 따라서 병을 일으키는 임의기생체 (facultative parasite)이다. 직접적인 침입과 관련된 병원성과 관련해서는 세포벽 분해효소, 식물독소, 활성산소, 발병관련 특이 유전자에 대한 연구를 통해 병원성이 약하지만 스스로 병을 일으키는 균으로 보고되고 있다(표 9). Agrios(2006)도 B. cinera의 포자는 상처를 통해 침입하지만 이 균의 균핵은 발아하여 균사다발을 형성함으로써 직접 침입하는 경우가 많다고

표 9. 잣빛곰팡이병균 *Botrytis cinerea* 병원성 관련요인 연구보고

연도	병원성 관련요인	참고문헌
1976	큐티클층 침입은 기계적 상처 혹은 효소로 발생함	Clark와 Loreer 1976
1980	큐티클층 침입은 cutinase 일 가능성 제시	Rijkenberg 등 1980
1995	세포벽 분해효소 참여하나 침입과 조직사멸에는 다른 병원성 요인 필요	Staple과 Mayer 1995
1996	식물독소 생성하여 관여제시	Rebordinos 등 1996
1997	활성산소가 세포를 사멸하여 침입	Tiedemann 1997
1997	Cutinase가 필수요인은 아님	van Kan 등 1997
1998	Bcp1(Endopolygalacturonase gene) 은 완전한 발병에 한 요인으로 작용	Arjen ten Have 등, 1998
2000	BMP1 (Mitogen Activated Protein) gene은 필수 요인임	Li 등 2000

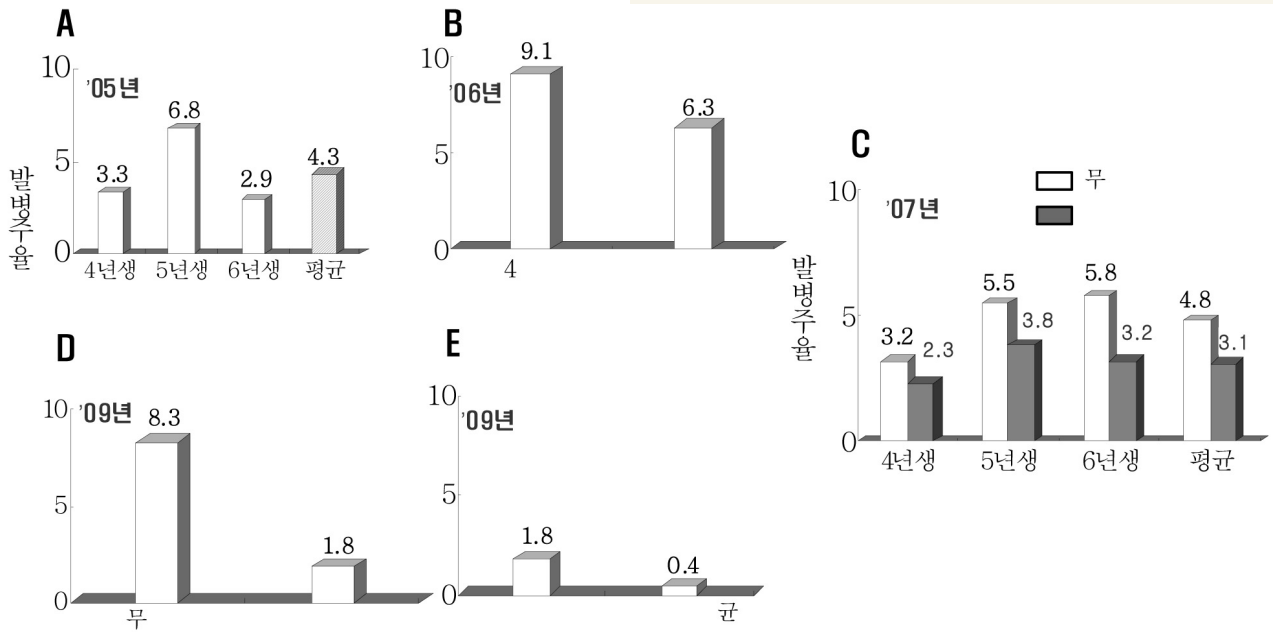


그림 16. 잣빛곰팡이병(줄기) 연도별 발병상황 및 경증적 방제시험 효과
 A : 연생별 발병율 조사(2005년), B : 해가림 피복물별 발병조사(4년생, 2006년), C : 3년생 시 복토 처리유무 연생별 발병율('07년 수원시험포),
 D : 복토 유무별 방제효과(4~6년생 평균, 산지실증), E : 복토+길항균 복합처리구 방제효과(5년생, 산지실증)

하였다. 실제로 잣빛곰팡이병균 전염원별로 인삼 4년생에 출
 아직전 인공접종 시험결과 균핵 접종 처리구에서 발병주율이
 38% 이나 포자접종 처리구에서는 병발생이 없었다(표 8). 실
 내포트시험으로 잣빛곰팡이병 균핵을 묘삼이식시 뇌두에 접
 종할 경우 영양소가 첨가되지 않아도 발병주율은 78% (출아
 전 잣빛곰팡이병 발병주율 11% 포함)이나 뇌두에서 3cm 떨
 어진 부위의 토양에 영양소와 첨가하여 접종할 경우 발병은 거

의 일어나지 않았다(그림 15). 따라서 고죽 추출물이나 분말이
 첨가된 배지에서 잣빛곰팡이병균은 균핵 무첨가에 비해 2.5배
 많이 형성하는 것이 조사되었는데 이것은 균핵은 자연상태에
 서 고죽에 의해 부생적으로 생성되고 이듬해 어린줄기나 뇌주
 부위에 생성된 균핵이 바로 접하게 되면 병을 일으킬 것으로
 판단된다.

잣빛곰팡이병의 연생별 발병주율은 4, 5, 6년생에서 각각



3.3%, 6.8%, 2.9%로 4~6년생 평균 4.3%의 발병율을 보이며 4~6년생의 산술적인 병발생 누적율은 13%로 고년생 결주의 원인으로 작용한다(그림 16의 A). 경종적 방제로서 지제부 줄기부위의 토양 틈새를 방지하기 위하여 출아기에 해가림 피복물을 차광지로 죽조림 처리하였을 경우 줄기가 수직으로 세워지면서 4중직 피복물에 비해서 잿빛곰팡이병 발생을 31% 경감시켰다(그림 16 B). 월동전인 10월중에 3년생의 지제부 틈새를 방지하기 위해 복토를 처리할 경우 4, 5, 6년생에서 발병이 감소하였으며 최종 6년생에서 발병은 45% 경감되는 것을 알 수 있었다(그림 14의 C). 월동전 10월 경 복토처리와 9, 10월 지상부 낙엽의 잿빛곰팡이병균의 오염을 억제하기 위한 길항균제제 복합처리 결과 무복토 및 길항균 무처리에 비해 발병을 최대 78% 경감할 수 있을 것으로 판단된다(그림 16의 D, E).

3. 해충 및 선충의 경종적 방제

해충의 경종적 방제는 해충이 예정지나 주변 잡초에 산란하

여 피해를 주게되므로 표 9와 같이 선충방제를 겸하여 예정지 관리 기간 중 특히 폭염기인 7~8월에 자주 기경을 하여 일광소독을 한다. 일광소독을 통해 예정지에서 최대한 해충과 선충의 알과 유충을 사멸시키고 예정지 관리기간을 포함하여 재배기간 동안 포지주변의 잡초를 제거하여 산란처를 없애는 방법을 수행하여야 한다(표 9). 이러한 기본적인 경종적 해충예방법외에 밀방아벌레는 피해포지에 생감자를 묻어서 유인포살하는 방법이 있다(김기황 2000년).

인삼줄기버섯파리는 1993년도에 처음 발생하였는데 당시 동정을 못하고 유충이 줄기내부를 섭식하여 갱도를 형성하는 피해증상으로 단순히 줄기굴파리류로 부르게 되었다. 그 뒤 본 연구원에서 2007년도에 피해포지에서 채집된 번데기로부터 우화된 성충을 국립검역소의 이홍식 박사가 검정날개버섯파리과(Sciaridae)의 인삼줄기버섯파리(Phytosciara procera)로 동정, 명칭을 변경하여 보고하였다(신정섭 등 2008년). 인삼줄기버섯파리는 경종적 방제법이 개발되기 전인 2006년도에 파주지역 6년생에서 10.7%의 피해주율이 관찰되어 조기수

표 9. 해충 종류 및 선충의 경종적 방제법 개발상황

병해별 (병원균 학명)	경종적 방제/예방 방법		개발 연도
	관련 연구사항	적용방법	
해충/선충 공통	· 예정지 관리시 일광소독	· 폭염기 7-8월 예정지 기경으로 토양표면, 해충 알 사멸	오 등 1987
큰검정풍뎀이 (Holotrichia morosa)	· 산란기 7,8월에 잡초에 산란	· 2, 3년생 7,8월 포지 내외 잡초 제거	오 등 1987
참검정풍뎀이 (H. diomphalia)	· 산란기 7,8월에 잡초에 산란	· 2, 3년생 7,8월 포지 내외 잡초 제거	오 등 1987
애우단풍뎀이 (Maladera orientalis)	· 산란기 7,8월에 잡초에 산란	· 묘포 2년생 7,8월 포지 내외 잡초 제거	오 등 1987
밀방아벌레 (Ectinus sericeus)	· 유인포살 시험수행	· 피해포지에 생감자 5-7cm 깊이로 묻어서 유인포살	김, 2000
썩이선충 (Pratylenchus subpenetrans)	· 사과를 전작으로 재배한 묘포에서 대발생	· 사과 과수원 전작으로 재배한 예정지는 묘포에서 제외	조, 2004
인삼줄기버섯파리 (Phytosciara procera)	· 화경제거 시기 및 방법 연구	· 5, 6년생 화경제거시 5월 하순, 측화경 잔존시켜 제거	연구 중
가루깍지벌레 (Phytosciara procera)	· 포지주변이나 전작물 배 재배지역은 피해가 극심하며 이외 살구나무 인근포지에 피해관찰	· 포지주변, 전작물 배, 살구나무 등 기주작물재배 지역 재배회피 · 포지주변 기주작물 존재 시 피해초기에 친환경경제제 처리	연구 중
개발 건 수	8		

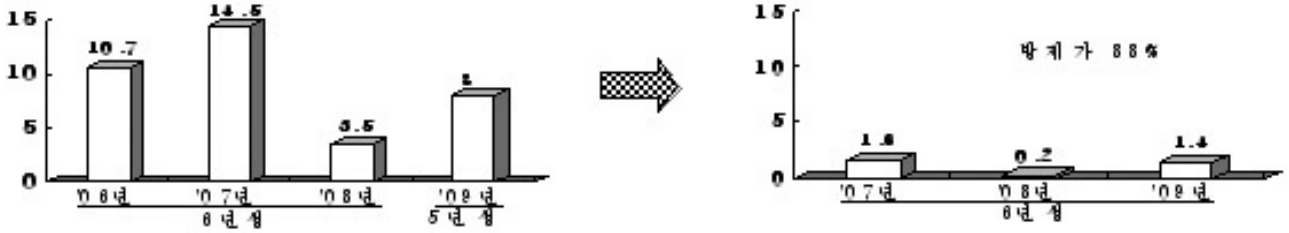


그림 17. 인삼줄기버섯파리 경종적 방제 유무 포장별 피해상황
A : 경종적 방제 미수행 포장, 피해주율 평균 9.2%, B : 경종적 방제 수행 포장, 피해주율 평균 1.1%

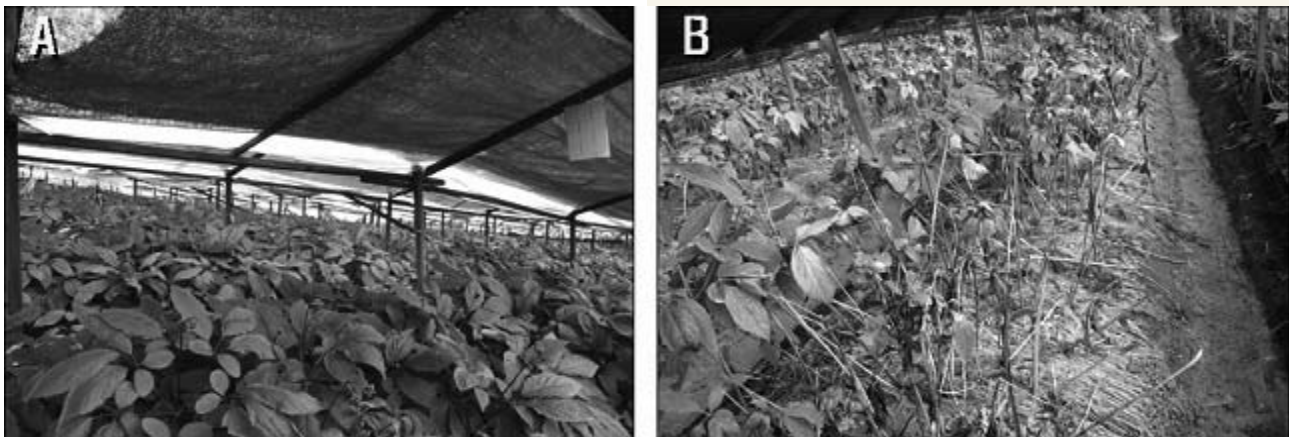


그림 18. 축화경 열매일부 잔존처리의 경종적 방법에 의한 인삼줄기버섯파리 방제효과
A : 경종적 방제수행 포장, 피해주율 2.6%, 축화경 열매 일부 잔존 개체를 65%, 철원 6년생, B : 무처리 포장, 피해주율 14.5%, 축화경 열매 일부잔존 개체를 2%, 파주 6년생 (신 등 2008).

매를 하였으며 이 후 2007년도에도 파주 6년생에서 피해주율 14.5%로 대발생되었다(그림 17의 A, 그림 18의 B). 2007년부터 경종적 방제법 개발연구가 시작되어 화경제거방법이 도출되었고 이후 2008년도에 화경 제거시기가 보완되어 경종적 방제법이 완성되었다. 경종적 방제법은 5, 6년생 화경제거 시 5월 하순경에 축화경의 열매를 잔존시키거나 축화경이 없는 개체는 주화경의 열매를 일부 잔존시켜 제거하는 방법이다(표 8). 이러한 방법은 화경의 상처가 최소화 되도록 하고 화경을 계속 건전하게 생육시켜 줄기버섯파리가 산란하지 못하도록 하는 방법으로 실제 전년도 피해포지에서 처리결과 방제가는 88%로 조사되었다(그림 17의 B, 그림 18). 이러한 인삼줄기버섯파리의 경종적 방제법은 방제가 100%의 완벽한 방제법은 아니지만 피해를 거의 억제할 수 있다. 축화경이 존재하지 않은 경우 주화경의 열매를 일부 잔존시키고 더욱 방제가를 보다 높이기 위해서 경종적 방제법으로 화경을 제거한 직후 제거

부위에 친환경 유기농자재인 님오일(유효성분 Azadirachtin 0.5%)을 적정으로 희석하여 살포할 경우 방제가를 증진시키며 후술할 가루깍지벌레와 함께 동시에 방제되는 제제로 개발되었다.

가루깍지벌레는 6~9월까지 성충이 소화경, 잎 뒷면에 붙어서 흡즙하며 배설물인 당성분이 잎에 떨어지면 특정 균이 증식하여 그을음 증상으로 고사된다. 성충은 뇌두에 붙어서 월동하며 이듬해 산란한 후 유충이 다시 성충이 되는 생활사로 계속 피해를 주게된다. 2~6년생에서 피해가 고루 관찰되며(그림 17의 A) 연도별 피해주율은 1999년 0.5%, 2006년 0.5%, 2007년 0.8%, 2008년 7.1%, 2009년 3.6%로 점차 피해가 심화되고 있다(그림 19의 B). 지금까지 피해를 초기에 관찰하여 피해 부위를 해충과 함께 제거하는 방법으로 방제하였으나 전포지에 고루 발생하였을 경우 이러한 대책은 방제가 불가능하다. 따라서 경종적 방제대책은 표 9와 같이 기주작물이 전작물

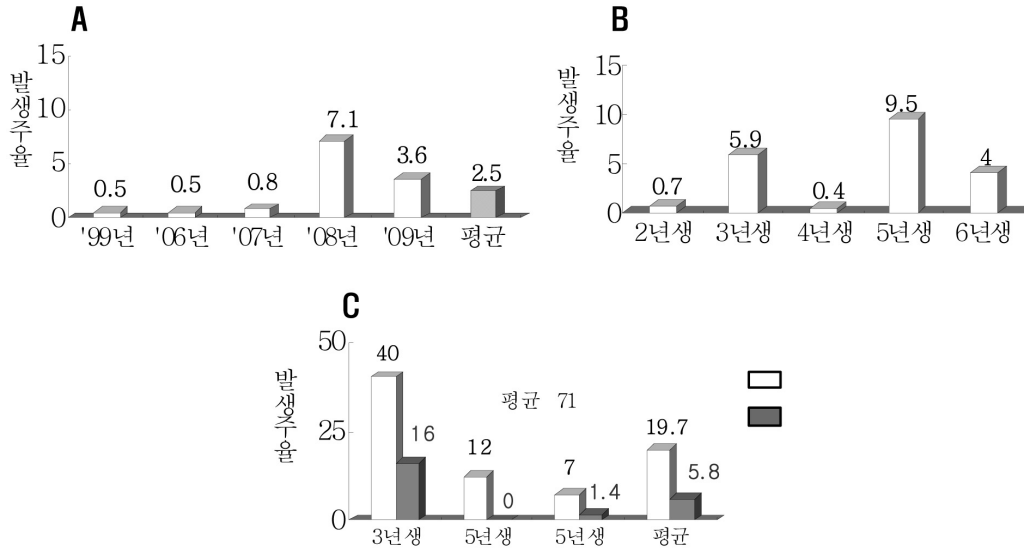


그림 19. 가루깍지벌레 연도별 / 연생별 피해상황 및 친환경 방제제 처리효과 A : 연도별 피해율, B : 연생별 피해율, C : 피해포장 친환경 방제제 처리에 의한 방제효과

로 재배된 곳은 예정지 선정에서 가능한 한 제외하도록 한다. 그리고 포지주변에 기주작물이 존재할 경우에 초기피해를 관찰하여 근래 산지보급한 인삼등록 친환경경제제 님오일(유효성분 Azadirachtin 0.5% 함유, 인삼 가루깍지벌레 방제용 친환경 경유기농자재, 2008년도 진흥청 등록)을 연 2회이내에서 처리 방법을 준수하여 방제한다. 친환경경제제 님오일 처리에 의한 방제가는 초기피해시 방제가 100%이며 피해가 진전되어 살포하면 방제가는 낮아지므로 피해 초기에 방제하는 것이 중요하다(그림 19의 C).

기타 신종 해충류는 2008년도에 해남지역 4, 5, 6년생 4개소에서 엽육을 섭식하는 나방류 유충을 관찰하여 내눈썹가이나 방으로 동정되었다. 이 해충은 국내 최초로 인삼을 가해하는 것으로 조사된 것이다. 피해면적율은 4.9%로서 매우 빠르게 잎을 가해하였다. 다행히도 2009년에는 발생되지 않았다. 이 밖에 세부동정은 못했으나 2009년도에 톱토기目の 둥근갈색알톡토기科의 한 종이 묘삽이식 후 출아기에 이친 및 공주 각 2년생 1개소서 5.5% 피해를 주었다. 이러한 신종 해충이 최근 계속 관찰되고 있으므로 유인트랩에 의한 모니터링으로 해충의 발생양상을 주시하고 해충의 생리, 생태를 연구하여 경종적 방제법을 연구해야 할 것이다.

신충류는 표 9와 같이 예정지 관리 시 일광소독으로 알을 사

멸하도록 하고 있으나 토양 깊숙이 존재하는 선충은 방제가 어렵기 때문에 새로운 효과적인 경종적 방제법 개발이나 친환경적인 방제제 개발이 필요하다. 2004년도에 신종 썩이선충이 묘포를 폐포시킬 정도로 발생한 포지가 안성에서 관찰되어 채집된 선충을 분류동정 전문가에 의뢰한 결과 국내 처음으로 *Pratylenchus subpenetrans*로 동정되었다(Z. Kahn 등 2006년, Kim Jung-Ho, 2006년). 이 신종 썩이선충은 안성과 풍기의 전작물로 사과를 재배한 묘포에서 공통적으로 발생하여 전작물 사과재배지는 되도록 묘포재배를 하지 않도록 주의해야 한다(표 9).

III. 향후 전망

1. 과거 개발내용 검토

과거 1982년부터 현재까지 27년간 병해충 방제 연구를 지속적으로 수행하여 얻어진 경종적 방제법은 총 27건으로 매년 평균 1건씩 개발되어 산지에 활용되었다(표 9). 병해충 방제를 위해 과거 수없이 행해진 경작인 대상방제기술 교육과 산지의 애로사항 해결은 홍삼 원료삼 생산포지의 면적보존율과 생산량을 향상시키는데 기여하였다. 그러나 향후 기존 경종적 방제법을 더욱 수정하여 보완하고 실효성이 증진된 새로운 경종

표 9. 경종적 방제법 개발 및 참여연구원 수

기간 (연도)	개발건수				연평균 개발건수 (건수/년)	참여연구원수			1인당 연평균 개발건수 (건수/년)
	병해	해충/선충	계	구성비율(%)		병해	해충/선충	계	
1982 - 1990	12	4	16	59.3	1.8	4	1	5	0.36
1991 - 2000	2	1	3	11.1	0.3	2	1	3	0.10
2001 - 2004	1	1	2	7.4	0.5	1	0	1	0.50
2005 - 2008	4	2	6	22.2	1.5	3	1	4	0.38
전체	19	8	27	100	1.0	-	-	-	1.00

표 10. 개발된 각 병해충의 경종적 방제법 특성별 개발 건 수

병해충별	경종적 방제 특성별 구분			계
	병해충과의 격리/회피	병해충 생육에 불리한 환경조성	건전재배에 의한 병해충 침입억제	
모잘록병	4	1	1	6
줄기점무늬병	0	2	0	2
잎점무늬병	0	1	0	1
역병	2	1	0	3
탄저병	2	1	0	3
젓빛곰팡이병	1	0	0	1
뿌리썩음병	1	0	0	1
균핵병	1	0	0	1
해충/선충 전체공통	0	1	0	1
큰검정풍뎠이	0	1	0	1
참검정풍뎠이	0	1	0	1
애우단 풍뎠이	0	1	0	1
밀방아벌레	1	0	0	1
가루깍지벌레	1	0	0	1
씩이선충	1	0	0	1
줄기속무름병	0	0	1	1
인삼줄기버섯파리	0	0	1	1
계	14	10	3	27
구성비율(%)	51.9	37.0	11.1	100

적 및 친환경적인 병해충 예방법을 연구하여야 할 것이다. 그리고 지금까지 병해충에 따라 개발된 경종적 방제법을 적용특성별로 구분하여 각각의 구성비율을 보면 병해충의 격리와 회

피에 의한 방법이 51.9%로 대부분을 차지하고 병해충 생육에 불리한 환경을 조성하는 방법이 37% 이며 인삼을 건전하게 재배하는 방법이 11.1% 로 개발되었다(표 10). 따라서 인삼을



병해충이 침입하지 못하도록 건전하게 재배하는 방법에 대한 연구가 매우 미진하였음을 알 수 있다. 향 후 인삼자체가 건전하게 재배되어 병해충 침입을 억제할 수 있는 방향으로 연구가 필요하며 이를 위해 인삼의 건강식품 기능도 유지하면서 내병성, 내충성인 품종을 연구 개발할 필요가 있다.

2. 향후 경종적 방제법 개발 사항

경종적 방제법으로 그동안 인삼에 적용되어 개발된 방법은 병해충의 격리와 회피, 병해충 생육에 불리한 환경조성, 건전 재배에 의한 병해충의 침입억제 등 세가지로 크게 나뉜다 (표 10). 그러나 매우 어려운 문제이지만 향후 내병성, 내충성 품종 개발연구가 이루어져 주변의 병해충을 극복하는 품종이 실용화 되었으면 한다.

세부적으로 향후 추구해야할 경종적 방제법 연구로 토양전염성 병원균류에 의한 병해는 전작물로 재배된 각종 작물이나 예정지 관리 중의 녹비작물 중 근권에서 병원균의 생육을 억제하는 특정 작물을 선발하는 것이 필요하다. 그리고 재배토양의 병원균 집락을 불활성화 시키는 미생물상을 조사하고 그러한 기작을 증진시키는 재배환경을 구명하여 활용하는 생태적이고 경종적인 병해 예방법이 연구되어야 할 것이다. 또한 경종적 방법의 효율성 증진과 발병 혹은 건전토양을 구분하여 재배가능 지역을 선정해 줄 수 있도록 병원균의 분자생물학적 marker를 개발하여 토양내 병원균의 밀도측정 방법을 개발하여야 한다. 공기전염성 병원균인 점무늬병균, 탄저병균, 잣빛곰팡이병균 등은 고년생이 되면서 병든 식물체에 의해 점차 포장내 전염원의 밀도가 누적되어 증가될 것으로 판단된다. 따라서 효과적인 포장의 위생관리 방법이 개발될 필요가 있다. 그리고 병 예방대책을 수립할 수 있는 재배시기 및 기상요인별로 비산되는 병원균의 포자 수를 확인하는 방법을 적용하거나 개발하여야 한다. 그리고 지상부의 잎, 줄기, 열매표면의 병원균 침범을 보호하는 왁스, cuticle 층 등의 발달을 증진시키는 재배환경을 개발하거나 이러한 보호막 역할의 세포벽을 두껍게 형성하는 품종을 개발하는 것이다. 잣빛곰팡이병의 경우에는 줄기 지제부의 토양틈새가 발생하지 않는 상면 부초역활의 신소재 개발이 필요하다. 그리고 전염원 유입의 원인이 되는 지제부 틈새 발생을 최소화하기 위해 해가림 내 전, 후열 전체 인삼이 일정한 수광량을 받아 줄기가 수직으로 생육되는 해가림

방법을 연구하여야 한다. 해충방제는 해충별로 생리와 생태를 구명하여 경종적 방제법을 개발하는 지금까지의 수행방법을 다른 해충에 적용할 필요가 있고 경종적 방법과 병행하여 사용 가능한 천연물 유래의 친환경제제 선별연구를 계속하여 방제가를 증진시켜야 한다. 친환경제제의 원료인 천연물은 경작인에게 비용면에서 부담이 적은 소재를 개발하여 공급하는 것이 또한 필요하다.

병해충의 경종적 방제법 개발은 병해충의 원인, 발병기작, 생리 및 생태를 구명한 후 최종 개발되어야 하며 이후 산지실증에 의한 문제점 보완 등을 수행하여 최종 보급되어야 함으로 시간과 노력이 많이 소요된다. 따라서 병해충별로 원인분석과 관련된 기초연구를 심도 있게 추진한 만큼 비례하여 실효성 있는 경종적 방제대책이 개발될 것으로 판단된다. 그리고 근래 지구 온난화 등에 따른 기후변화로 병해충이 대발생되거나 신종 해충에 의한 피해가 보고되고 있으므로 기상을 예의주시하면서 피해를 최소화하는 경종적 방제대책을 지속적으로 검토해야 한다.

references

참고문헌

1. Arjen ten Have, Wietse Mulder, Jaap Visser and Jan, A. L., van Kan, 2000. *MPMI*(Mol. Plant-Micrbe Interact.) 2(10) 1009-1016.
2. Booth G. 1966. The genus *Cylindrocarpon*. Commonwealth Mycology papers No. 104:1- 56.
Channon A. G., Thomson, M. C. 1981. Parsnip canker caued by *Cylindrocarpon destructans*. *Plant Pathol.* 30: 181-181.
3. Chung, H. S. 1975. Studies on *Cylindrocarpon destructans* (Zins) Scholten causing root rot of ginseng. Rept. Tottori Mycol. Inst.(Japan) 12:127-138.
4. Clark, C. A., and Lorbeer, J. W. !976, Comparative histopathology of *Botrytis squamosa* B. cinerea on onion leaves. *Phytopathology* 66, 1279-1289.
5. Cormack, M. W. 1937. *Cylidrocarpon eheenbergi* and other species, as root parasites of alfalfa and sweet clover in Alberta. *Can. J. Res.*, SECT. C,15, 403-424.
6. Creelmann, D. W. 1960. A summary of the prevalence of plant disease in Canada. A Rep. Can. Pl. Dis. Surv. 38, 1-123.

7. Hart, J. H. 1965. Root rot of oak associated with *Cylindrocarpon radicolica*. *Phytopathology* 55, 1154-1155.
8. Hirosawa, T. 1980. 호탄, 샤크야크의 신병害 根黑斑病について. *Kongetu no Noyaku* 24:22-26.
10. Kim, Jeong-Ho, Jeon, Yong-Ho, Park, Hoon, Lee, Byung-Dae Lee, Cho, Dae-Hui, Park, Byung-Yong, Khan, Zakullah and Kim, Young Ho, 2006. The root rot lesion nematode, *Pratylenchus subpenetrans*, on ginseng(*Panax ginseng*) in Korea. *Nematology* 8(4) 637-639.
11. Kim, Wan Gyu 1996. Pathogenicity of anastomosis groups and cultural types of *Rhizoctonia solani* on crops. *Korean J. Plant Pathol.* 12(1):21-32.
12. Li Zheng, Mathew Campbell, Jennifer Murphy, Stephen Lam, And Jin-Rong Xu. 2000. The *BMP1* gene is essential for pathogenicity. *MPMI* 13(7), 724-1732.
13. Matsuo T. and Miyazawa Y. 1969 *Cylindrocarpon panacis* sp. nov. causing root rot of ginseng. *Trans. Mycol. Soc. Japan.* 11, 109.
14. Nicikado, Y. and Miyazaki, Y. 1944. クワ井及ひハスの乾腐病菌に就いて *ogaku-Kenkyu* 36, 365-379.
15. Rebordinos, L., Cantoral, J. M., Prieto, M. V., Hanson, J. R., Collado, I. G., 1996. The Phytotoxic activity of some metabolites of *Botrytis cinerea*. *Phytochemistry* 42, 383-387.
16. Rijkenberg, F. H. J., de Leeuw, G. T. N., and Verhoeff, K. 1980, Light and microscopy studies on the infection of tomato fruits by *Botrytis cinerea* *Can. J. Bot.* 58, 1394-1404.
17. Scholten G. 1964. *Nectria radicolica* en *Thielaviopsis basicola* als parasiten van *Cyclamen ercicum*. *Neth. J. Plant Path.* 70. Suppl. 2:61-68.
18. Staples R. C., and Mayer A. M., 1995. Putative virulence factors of *Botrytis cinerea* acting as a wound pathogen. *FEMS Microbiology Letters* 134, 1-7.
19. von Kan, J. A. L., van't Klooster, J. W., Wagenmarkers, C. A. M., Dees, D. C. T., van der Vlugt-Bergmans, C. J. B., 1997. Cutinase A of *Botrytis cinerea* is expressed, but not essential during penetration of gebera and tomato. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 10, 30-38.
20. von Tiedemann. A., 1997. Evidence for a primary role of active oxygen species in induction of host cell death during infection of bean leaves with *Botrytis cinerea*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 50, 151-166.
21. Z. Khan, Byung-Yong Park, Tae-Ok Lee, Yong-Ho Jeon, Dae-Hui Cho, Sung-sik Lee, Jeong Ho Kim, Hoon Park, and Young Ho Kim, 2006. Decription of an unrecorded root rot-lesion nematode, *Pratylenchus subpenetrans*(Nematode: Tylenchida) from ginseng in Korea, *J. Asia-Pacific Entomology* 9(4) 397-399.
22. Zinssmeister, C. L. 1918. Ramularia root rot of ginseng. *Phytopathology* 8, 557-571.
23. 오승환, 유연현, 정영륜, 이순구, 이장호. 1982. 인삼의 역병 방제연구, 인삼연구 보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소. 64-80.
24. 오승환, 유연현, 이순구, 박규진, 이장호. 1983. 인삼의 병해충 방제연구, 4. 묘 포병해 방제연구 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소. 103-158.
25. 오승환, 유연현, 조대휘, 이장호. 1984. 인삼의 주요 병해 방제연구, 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소. 103-158.
26. 오승환, 유연현, 김상석, 이일호, 김영호, 김기황, 이장호. 조대휘 1985. 인삼의 주요 병해충 방제연구 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소. 103-158.
27. 오승환, 유연현, 김영호, 김기황, 이장호. 1987. 인삼의 주요 병해충 방제연구 인삼연구보고서(재배분야 환경 및 육종편), 한국인삼연초연구소. 143-159.
28. 오승환, 유연현, 김기황, 김영호, 조대휘, 이장호. 1990. 인삼의 주요 병해충 방제연구, 인삼연구 보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소. 184-225.
29. 오승환, 유연현, 김기황, 조대휘. 1992. 인삼 토양 병해충 방제 및 농약개발 연구 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소. 121-184.
30. 유연현, 백종운, 김기황, 조대휘. 1999. 근부관련 인삼 연작장해 해소 실용화 및 주요 병해충 방제 연구. 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구원. 77-150.
31. 김기황, 2000. 인삼포장에서 해충 및 쥐의 비농약적 또는 저농약적 방제법, 한 국응용곤충학회지 39(4) 281-286.
32. 조대휘. 2003. 인삼의 병해 방제연구보고서, KT&G 중앙연구원
33. 조대휘, 강제용, 유연현. 2004. 인삼 잘록병균 *Rhizoctonia solani*의 균사융합과 병발생 및 생육특성. *J. Ginseng Res.* 28(4) 183-190.
34. 조대휘, 조혜선, 신정섭. 2005년, 인삼 병해충 방제연구보고서, KT&G 중앙연구원
35. 조혜선, 전용호, 도경란, 조대휘, 유연현. 2008. 인삼 잿빛곰팡이병균 *Botrytis cinerea*의 균학적 특성. *J. Ginseng Res.* 32(1) 26-32.
36. 신정섭, 조혜선, 조대휘, 김황용, 이흥식, 2008. 인삼줄기버섯파리(신칭) *Phytosciara procera*에 대한 피해실태 보고. *J. Ginseng Res.*32(4) 275-278.

