단일약제에 의한 방제는 금물

한국인삼연초연구소 경작시험장 증평지장
이 순 구

묘포병중 모잘록병 피해 가장커

우리나라 인삼은 국제적으로 널리 알려져 있으며 건강식품으로 옛날부터 유명하다. 특히 우리나라는 세계적인 삼재배산지이며, 매년 많은 양의 홍삼제품을 수출함으로써, 국익에 큰 보탬을 주고 있다. 또한 인삼은 고가(高價)의 환금작물(換金作物)로 농가소득에도 큰 몫을 차지함은 주지의 사실이다. 최근 전매청자료에 의하면, 1982년 당년에 식부한 인삼재배면적이 홍백삼포 모두 합쳐 3,577ha로 77년에 비해 무려 201%나 급증한 추세이며, 1983년의 경우에는 홍삼포 695ha, 백삼포 2,590ha, 묘포 578ha로 82年의 식재과열(植栽過熱)현상이 진정됨을 보였다고 한다. 인삼 경작인도 82년 현재 61,250명으로 예년에 비해 늘어나는 추세이다.

지난해 재배면적 77년의 2배

인삼은 열매에서 종자를 채종하여 최아(催芽, 開匣)시키는 과정이 3개월(약 100일) 걸리고 그것을 대개 그해 가을(11월 초중순)에 파종하거나(秋播), 이듬해 이른 봄(3월말이나 4월초순)에 파종한다(春播), 4월초중순경부터 발아하기 시작해서 약 7~8개월의 묘상기 동안 재배하게 되는데 이기간 동안에도 여러가지 병

해에 의해 피해를 많이 입는다. 이렇게 재배된 묘삼을 다시 이듬해 3월말~4월초순에 채굴(採掘)하여 본포에 이식(移植)된다. 이식한 묘삼(苗蔘 혹은 種蔘)을 백삼포는 3~4년 재배하며 홍삼포의 경우에는 5~6년 정도 재배하는 것이 보통이다.

묘상기, 1년~1년 6개월정도

다른 작물의 묘상기는 대개 20일에서 60일 남짓한 것이 보통인데 비해 인삼은 적어도 1년 내지 1년 6개월이 소요되며 분포면적의 약 10% 이상이 묘포로 충당되고 있다.

인삼병(人蔘病)은 본포 이식후에 생기는 병과 묘포 생육기중의 병으로 크게 구분할 수 있다. 본포에서는 지하부 뿌리를 부패시키는 뿌리썩이병(根腐病)이 가장 중요한 병으로서 연작장애의 주원인으로 알려져 있으며, 다음으로는 지상부 잎과 줄기를 침입하여 조기낙엽과 경엽고사를 가져오는 점무늬병(斑點病)인데, 약제살포를 기하고 있다. 묘포의 경우에는 거의 대부분 모잘록병(立枯病)에 의한 피해가 가장 크다.

모잘록병의 피해현황과 병징

인삼의 모잘록병(立枯病)은 옛날부터 인삼경작인들을 가장 괴롭혀온, 묘삼생육기에 생기는 병으로 '모조리병', 번대증(繁大症), 습증(濕症), 청도병(靑倒病), 수부병(水腐病), damping-off(美國), 立枯病(日本) 등 여러가지 병명으로 불리워져 왔다. 1908년(隆熙 2年) 삼정국(蔘政局) 보고(인삼예찰시험성적)에 이병의 병원균으로 '리조구도니아'라고 속명(屬名)이 한글로 기재되어 있는데, 이는 우리나라에서 기재된 식물병원균의 학명으로서는 최초의 것이다. (그림 1 참조).

지금까지 조사된 이병에 의한 피해율은 대개 5~50%(鄭厚燮, 1972) 10~20%(洪淳根, 1964, 허근, 1965), 19~39%(이경휘, 정하원 1965), 10~30%(김홍진, 1979)로 되어 있으며, 장소나 시기에 따라 그 발생을 예상하기 어려워 방제상의 혼돈을가져오기 쉽다. 대개 5월 상중순경에 발병이 많은데 병세(病勢)가 매우급격하여 한번 발생하여도, 큰 피해를 가져오기 쉽상이다.

병세급격해 발병되면 큰 피해

모잘록병에 의한 병징은 발아전입고(發芽前立枯, preemergence damping-off)와 발아후입고(發芽後立枯, postemergence damping-off)로 나눌 수 있는데, 인삼의 경우 발아전입고는 그다지 많지 않지만 충분히 개갑

人蔘病害及豫防治療法

當國에在ᄒᆞᆫ人蔘의病害ᄂᆞᆫ方言赤病、繁大病、燥黃病、屈病、頭腐病、皮黃病、中虛病、白浸病等多種에涉ᄒᆞᄂᆞᆫ者와如ᄒᆞ나是等各種의病害總히就ᄒᆞ야ᄂᆞᆫ아즉充分의研究를遂ᄒᆞ에至치못ᄒᆞ나赤病（赤腐病）及繁大病（青倒病）의二種을除ᄒᆞᆫ外에ᄂᆞᆫ異名同病이라又其被害도僅少ᄒᆞᆫ者多ᄒᆞᆫ

赤病（赤腐病）은其被害가最히多大ᄒᆞ야近年蔘圃主가病害에爲ᄒᆞ야苦心ᄒᆞᆫ은主로ᄒᆞ고此赤腐病으로其被害요此에亞ᄂᆞᆫ繁大病（青倒病）이라赤腐病은苗圃及本圃를侵ᄒᆞ고青倒病은恒常苗圃에發生ᄒᆞᆫ

茲에ᄂᆞᆫ此二病에就ᄒᆞ야研究의結果에基ᄒᆞ야其病徵及豫防治療法의一端을記述ᄒᆞ야人蔘耕作上의參考에供케ᄒᆞᆫ

一、青倒病（方言繁大病）

本病은「리조구도니아」屬의菌類의寄生에因ᄒᆞ야起ᄒᆞᄂᆞᆫ病害로本圃（卽二年生根以上）에在ᄒᆞ야ᄂᆞᆫ其發生이稀ᄒᆞ나苗圃ᄂᆞᆫ多少共其被害를不蒙ᄒᆞᄂᆞᆫ者無ᄒᆞᆫ狀況이나卽種子發芽後一二箇月以內의苗床에發生ᄒᆞᄂᆞᆫ者로其蔓延이頗히迅速ᄒᆞ야一時에全圃를犯ᄒᆞ야大害를及ᄒᆞᄂᆞᆫ事不尠ᄒᆞᆫ

病狀、種子發芽ᄒᆞ야漸히生長ᄒᆞᆫ지四、五月의前後에ᄭᅳᆺ지葉莖의外觀上何等의異狀이無ᄒᆞ든蔘苗도忽

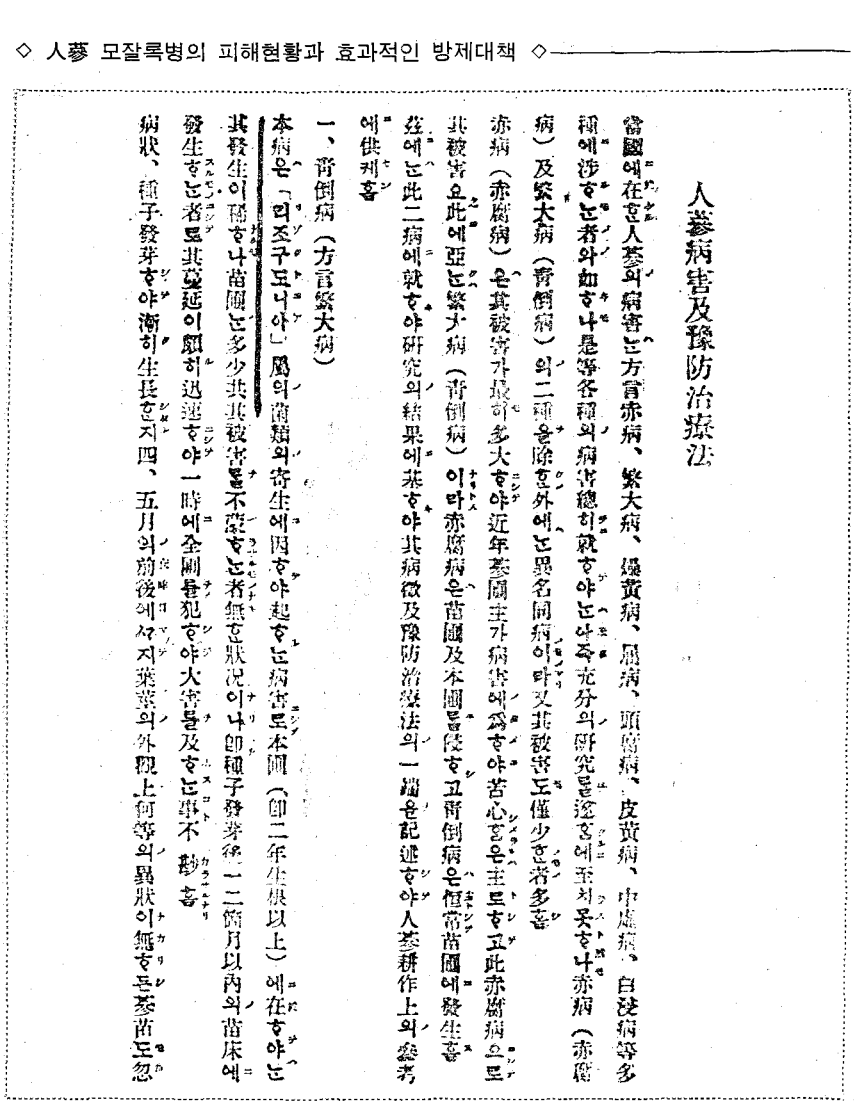

그림 1. 韓國蔘政局 隆熙 2年（1908年）人蔘 예찰시험성적에 나오는 묘삼의 모잘록병에 대한 기술

(催芽)시킨 종자를 파종했을 경우에도 발아가 부분적으로 불량할 때는 일단 이병에 의한 피해로 보아야 한다. 발아후입고는 흔히 눈에 띄는 인삼의 모잘록병으로, 대개 5월 상중순경 *Rhizoctonia solani*균에 의한

모잘록병이 가장 피해가 크다.

발병개체 부근부터 동심원상

5월 상중순경 어린묘가 발아하여 입지(立地)되고 난 후 급격한 위조도복(萎凋倒伏)을 나타내며, 일단 발병된 개체 부근에서부터 무더기로 만연(蔓延)되어 동심원상(同心圓狀)으로 집단적으로 퍼져 쓰러진다.

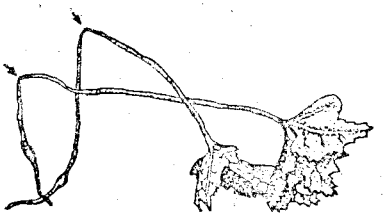

그림 2. Rhizoctionia Solani Kühn 에 의한 묘삼의 모잘록병(Van Hook, 1904)(→표는 이병부위)

도복가지부위 각도 예리해

쓰러진 어린 묘의 지제부위에 해당되는 줄기는 가늘어지고 수침상(水浸狀)으로 연화(軟化)되는데 구부러진 각도가 예리한 것이 특색이다. (그림 2 참조), 또 줄기가 쓰러지지 않고 잎도 녹색을 유지하지만 잡아당기면 쉽게 빠져나와 땅밑의 뿌리부위나 자엽(子葉, 뇌두부위)이 이병에 걸려 있는 것도 있다. 병걸린 줄기를 습실(濕室)처리한「샤레」에 넣고 관찰해 보면 줄기조직의 세포간극(細胞間隙)에 견사(絹絲) 모양의 황갈색~적갈색 균사(*Rhizoctonia solani*)가 보이며, 이것이 조직을 무르게 하여 붕괴를 가져오는데, 세포막이 분리되면서 세포내용 물을 잃게된다. 나중에는 내부의 유조직(柔組織)이 모두 소실되어 버리고 표피조직만 남아 그것이 다시 *Blternaria* 등의 부생균에 의해 새까맣게 말라버리는 것이 보통이다.

6월초순 이후 부터 발병시작

5월 중순에서 6월 초순이후에 발생하는 모잘록병은 대부분 땅밑의 줄기나 뿌리가 병에 걸리거나 땅가부분(地際部位)이 병에 걸려 모잘록증상을 나타낸다. 병걸린 땅가나 땅밑의 줄기부위, 뇌두부위 및 뿌리는 갈색으로 변색되어 있으며 그것이 확대되면 지상부의 잎이나 줄기가 생기를 잃고 쇠약고사한다. 대부분 땅가부위와 땅밑부분이 이병되며 뿌리도 부패되는 것이 특징인데, 이때 가장 많이 관여하는 병원균은 *Pythium*균이다. *Fusarium*균에 의한 모잘록증상은 뿌리가 황갈색으로 부패되면서 나타나는데, 잎이 붉게 단풍든 것 처럼 보인다.

여러균에 의한 복합증상보여

5월 중순에서 6월이후에 나타나는 모잘록증상은 어느 특정한 균에만 의한 것이 아니라, 여러가지 병원균에 의한 복합증상(disease complex)으로 나타나는데, 5월상중순의 경우처럼 저습지에서 광범위하게 급격하게 발병되어 퍼져나가는 경우에는 *Pythium*균이나 역병균(疫病菌, *Phytophthora cactorum*)에 의한 것이며 만성적으로 개체단위로 병걸리며 옆으로 번지는 속도가 느리며, 잎에 붉은 반문이 생기고, 7~8월 고온기에 특히 더 많은 것은 대개 *Fusarium*균에 의한 피해증상이라 할 수 있다 이렇게 생육후기에 나오는 모잘록병에 걸린 식물은 그 구부러진 각도가 매우 완만하며 점점이 나타나는 것이 특징이다.

모잘록병의 여러가지 병원균

Rizoctonia solani菌

인삼 모잘록병의 병원균으로 가장 중요시 되고 있는 것은, 5월상중순의 묘삼 생육초기에 급격한 발병양상을 나타내는 *Rhizoctonia Solani*균이다(그림 3, 참조) *Rhizoctonia Solani* Kühn은 균사융합형, 배양기상의 균총 및 균핵형성 모양, 세포내 핵수(核數), 병원성 등에 따라 여러가지 생태형(生態型, 菌系)으로 나누어져 있는, 인삼에 병원성인 *Rhizoctonia Solani*는 저온계(低溫系)에 속하는 일종으로서, 배양기상에 암갈색의 균총을 나타내며, 우틀우틀한 조면(粗面)의 작은 균핵(菌核)을 많이 형성한다. 자연상태에서는 매우 드물게 담포자(擔胞子)를 생성하며, 주로 균사의 상태로 식물체를 침입한다.

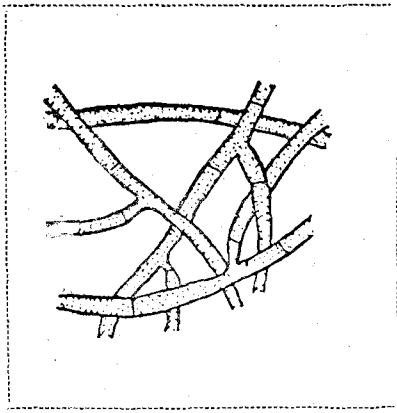

그림 3. 묘삼의 모잘록 병원균 Rizoctonia Solani Kühn의 (Van Hook, 1904)

5월 중순이후엔 균분리안돼

균의 발육적온(20°C~25°C)보다 낮은 지온(地溫, 15~21°C)조건 및 과습상태에서 식물체를 침입하며, 대개 5월중순이후에는 균이 거의 분리되지 않는다. 월동은 주로 균사 및 균핵 상태로 이병잔재물 혹은 토

양 중에서 행하며, 다음해의 일차전염원이 된다. 십자화과(배추, 무우, 사탕무우, 양배추), 가지과, 박과(수박, 오이) 및 양파, 당근, 녹두, 목화, 아마 등, 여러가지 작물에 병원성을 나타내는 다범성(多犯性)균으로, 생태형 Ⅱ형에 속하는 *Rhizoctonia Solani*균이 인삼에 가장 병원성이 높았다는 보고(1970, 일본 福島원예시험장 보고)가 있다. 필자의 경험으로는 2년생 인삼의, 식부후에 출아전 엽되면서 위조고사하는 병징에서 *Rhizoctonia Solani*균을 많이 이분리하였으며, 5~6년생의 인삼에서도 4월말~5월중순의 '녯증'의 병징에서 이균을 분리하였지만 이것은 매우 드문 현상이라고 할 수 있었다.

*Pythium*菌

*Pythium*균은 조균류에 속하는 균으로서, 균사생장속도가 매우 빠른 것이 특징이며, 영양원(榮養源, food base)에서 흡수된 영양분을 균사를 통해 이동시키는 대표적인 전류성(轉流性)균(*Rhizoctonia solani*도 마찬가지임)이다.

인삼모잘록병균으로서는 *Pythium debaryanum*으로 기재(Choi and Chung 1971, Whetzel 등 1912) 되어 있지만, 아직 확실하게 동정되어 있지는 않다. (그림 4 참조)

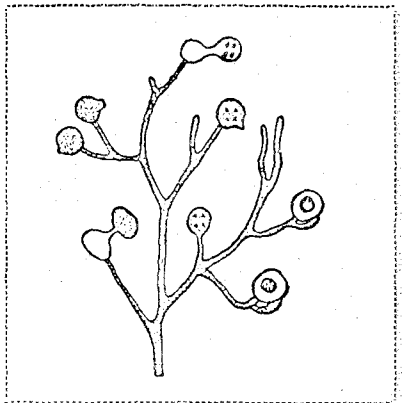

그림 4. 묘삼 묘잘록병 병원균 ***Pythium*** SPP의 모양(Bunkina, *1960*)

유주자 및 균사형태로 침입

PCNB 약제나 바리신제 등 *Rhizoctonia solani*균에만 선택적으로 효과적인 약제를 과용할 경우 이균에 의한 모잘록병 피해를 많이 보며, 대개 과습한 포장에 많고, 5월중하순경에서 6월초순에 많이 발병한다. 유주자(遊走子) 및 균사에 의해 식물체를 침입하며, 배양기상에서는 주로 균사와 유주자낭을 형성하지만 난포자(卵胞子)는 관찰하기 어렵다.

역병균 (Phytophthara cactorum Schröter)

역병균(*Phytophthara Cactorum Schröter*)에 의해서도 묘삼에 모잘록병이 발생하는 경우가 많은데, 발

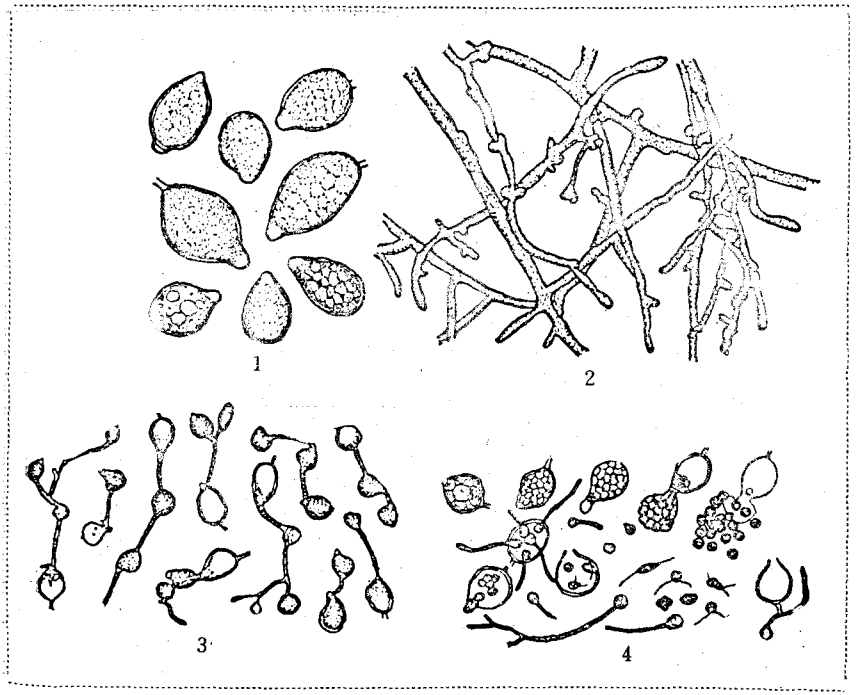

그림 5. 묘삼에 모잘록병을 일으키는 역병균 Phytophthara Cactorum Schröter 의 모양(Rosenbaum, 1915)
1. 유주자낭 2. 균사 3. 유주자낭의 직접 발아 4. 유주자낭의 간접발아

병시기는 대개 *Pythium*균에 의한 경우와 비슷하다. 이균은 요절병(腰折病)균으로 인삼에 보고되어 있는데(Hori, 1907), 묘상에서 뿐만 아니라 본포에서도 발병이 심한 경우가 많다. (그림 5 참조)

배양기 상에서는 *Pythium*균과 균총모양이 비슷하지만 균사생장속도가 느린 편이다. *Pythium* 균이나 *Rhizoctonia solani*균은 미분화기생균(未分化寄生菌, unspecialized fungi)인 반면에 이균은 分化寄生菌(specialized fungi)이기 때문에, 병징에서 균을 분리 배양하기가 매우 까다롭다.

분화기생균으로 분리어려워

주로 유주자에 의해 식물체를 침입하며, 일단 병걸린 식물체에서 이균을 관찰하기도 매우 어려운데, 균의 경쟁적부생능력(competitive sap-

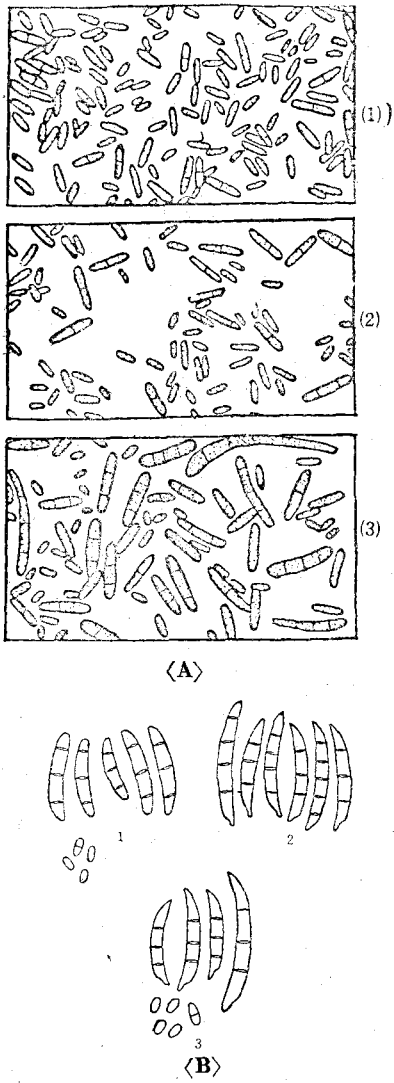

그림 6. 묘삼에 모잘록병 혹은 뿌리썩음병을 일으키는 병원균 ***Cylindrocarpon*** spp. (A)와 ***Fusarium*** spp. (B)의 모양(Bunkina, 1960)

rophytic ability)이 매우 낮기 때문이다. 묘포에서, 장마기를 즈음하여 갑자기 급격하게 유묘가 시들 경우에는 대개 이균에 의한피해로 보는 것이 좋다.

Fusarium菌

*Fusarium*균은 특히 인삼의 연작지(連作地)에 많으며, 그중 묘삼의 뿌리를 부패시키는 *Fusarium solani*균과 *Cylindrocarpon*균이 가장 중요하다(그림 6 참조).

묘상에서 뿐만 아니라, 본포에서의 뿌리썩음병도 대개 이들 균에 의해서 일어나는데, 6월하순이후 고온기에 특히 발병이 심한 편이다.

6월하순 고온기때 발병심한 듯

균의 생육적온도 대체로 30°C내외이다. 땅속에서 대개 후막포자 상태로 생존하여, 식물체를 침입하며 균의 부생능력도 매우 높아, *Phytophthora*균이나 *Pythium*균에의한 피해묘삼에 2차적으로 침입하여 발병을 조장시키기도 한다.

연작장애의 주원인으로 간주

특히 이균들은 인삼의 연작장애의 주원인으로 생각되고 있으며, 다른 균과 복합감염하는 것이 보통이다.

7~8월 후기에 발병되는 것도

*Fusarium solani*균이나 *Cylindrocarpon*균에 의한 묘삼의 모잘록병은 지상부 줄기가 급격하게 시들지 않으며, 서서히 시듬과 7~8월 고온기 즉 묘삼 생육후기에 많은 것이특색이다. 썩은 묘삼의 뿌리는 대개적갈색 내지 암갈색을 띠며, 뿌리썩음병에 걸린 묘삼의 잎은 처음에는 약간 담녹색을 띠지만 차차 병세가 진정됨에 따라 적갈색 혹은 붉은 색으로 단풍이 든 것처럼 되어 먼저 시들고 마르는 것이 보통이다.

모잘록병의 발생생태

인삼 모잘록병은 전형적인 토양전염성병으로, 장소나 시기에 따라 발병양상이 매우 다양하게 나타나지만, 일반적인 병발생 소장(消長)은 모식도로서 그림 7과 같이 나타낼 수 있다. 묘삼의 발아전엽 직후에는 주로 *Rhizoctonia solani*균에 의한 피해가 가장, 많으며, 5월중하순 이후에는 *Pythium*균에 의한 피해가 가장 많고, 7~8월 고온기 즉 묘삼의 생육후기에는 주로 *Fusarium solani*균에 의한 피해가 많다.

Rhizoctonia solani, *Pythium*, *Phytophthora*균은 대개 저온성 균으로 특히 과습한 포장에서 발병이 심한 반면, *Fusarium solani*균이나, *Cylindrocarpon*균은 고온성 균들이며 약간 건조하며, 모래가 많은 땅에서 발병이 더 심하다.

9월이후 다시 기온이 써늘해지고 흐리거나 비가 오는 날씨가 계속되면, 그동안 발병이 멈춰있던 모잘록

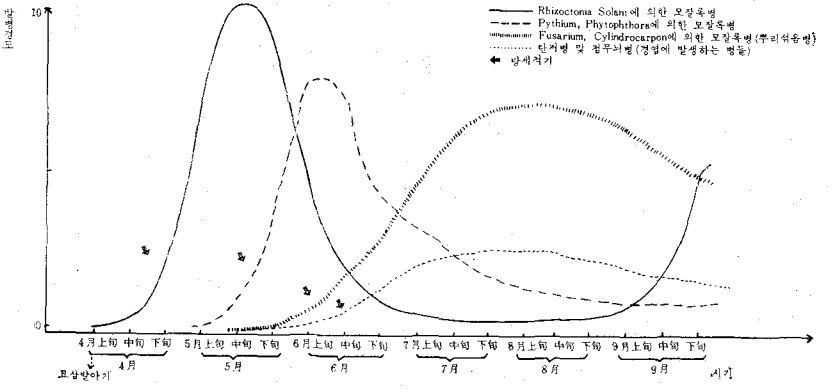

그림 7. 주요 묘포병의 묘삼생육기중의 발생소장 모식도와 약제방제적기

병 피해포장에서 다시 발병을 보이는 수가 간혹 있는데, 이는 주로 *Rhizoctonia solina*균에 의한 경우가 많다.

방제시 단일약제 사용은 금물

*Rhizoctonia solani*균에 방제 효과가 큰 PCNB제나 바리신제는 *Pythium*균이나 *Phytophthora*균 *Fusarium*균(뿌리썩음병)에는 오히려 역효과를 나타내는 경우가 많아서 큰 피해를 입는 예가 많다. 그러므로 매 약제살포시기마다 한가지 약제만 단용하는 것은 금물이며, 5월 중하순 이후에는 *Pythium*균에 효과적인 '다찌가렌'이나 '메타실' 약제를 살포관주시키며, 6월하순이후 고온기에는 *Fusarium*에 효과적인 '캡타폴' 약제나 '호마이', '캡탄' ''벤레이트' 등의 약제를 혼용 시켜 살포관주하는 것이 효과적이다.

잎·줄기에 점형성하는 탄저병

6월하순부터 고온기에 접어들면 모잘록병은 아니지만 잎이나 줄기에 반점을 형성하는 병들이 나타나는데 대개 탄저병균(*Colletotrichum*균)이나 점무늬병균(Alternaria spp) 등 공기전염성 병들이다. 이들 잎이나 줄기에 발생하는 병들은 보르도액이나 '캡타폴'제, '만코지' 약제 등의 살포에 의해 쉽게 방제가 가능하다.

모잘록병의 효과적 방제대책

인삼 모잘록병은 여러 종류의 병원균이 관여하고 있으며, 장소나 시기에 따라 발병양상이 매우 다르게 나타나서 발생을 예상하기가 매우 어려우며 방제에 혼돈을 가져오기 쉽다. 종자를 파종하기 전, 예정지 관리에서 부터 묘삼을 채굴 수확할 때까지 계속 병을 염두에 두고 재배관리를 해야하는 어려움이 따른다. 병방제에 만전을 기울이기 위한 몇가지 효과적인 방제대책을 기술해 보면 다음과 같다.

1) 경종적(耕種的)인 방제대책

인삼의 모잘록병은 전형적인 토양전염성 병해로, 될 수 있으면 병원균에 오염되지 않은 토양이나 병원균 밀도가 낮은 포장에 묘포를 만들어야 한다. 또한 원칙적으로 연작지에서의 재겨루는 피하는 것이 좋다.

연작은 가급적 피하도록

한번 인삼을 심었던 밭에서는 식물체의 유체(遺體)들이 토양속에 많이 남아있어, 그만큼 병의 발생 위

험이 높다. 원야토(화강암의 풍화토로 농사짓거나 식물이 자라지 않았던 토양)와 약토(藥土 : 완전히 부숙시킨 부엽토)를 혼합하여 상토(床土)를 만드는 양적(養直)묘포는 우리선조들이 고안한 인삼 모잘록병 방제방법의 한 첩경이라 할 수 있다. 그러나 이러한 병원균의 오염을 전혀 생각할 수 없는 양적묘포에서도 간혹 모잘록병이 발생하는 경우가 있는데, 이는 종자를 개갑시키는 과정에서 병원균이 잠복되기도 하기때문이다. 또한 원야토를 쉽게 구하기도 어려울 뿐 아니라 경비가 많이 들어 경영상 어려움이 뒤따른다.

묘포예정지도 1년이상 묵혀야

묘포의 예정지 토양도 본포의 경우와 마찬가지로 적어도 1년정도는 묵혀야 하며 7~8월 고온기에 깊게 경운을 2~3번 한 후, 두둑을 짓고, 비닐을 덮어서 태양열로 토양을 소독하는 것도 매우 효과적이지만, 7~8월의 기상조건에 따라 효과가 안나타날 경우도 있다. 또 천수답같이 물이 잘 빠지고 수분이 정체되지 않는 논에다 묘포를 만드는 것도 매우 효과적이다. 침수시킨 논토양에서는 병원균의 밀도가 보통 밭토양보다 훨씬 낮기 때문이다.

과습되지 않토록 관리에 주의

인삼 모잘록병은 특히 토양수분이 많거나 발아후 식물체가 너무 밀식되어서 상면이 과습하고 식물체 간에 습기가 높을 때 발병이 많으므로 될 수 있는 한 과습을 피한다.

해가림 너무 낮으면 안좋아

묘포의 해가림(日覆)을 너무 낮추지 말아야 하며, 비올때 누수가 되지 않아야 한다. 피해묘를 발견시 신속하게 그것을 제거하여 병원균이 토양속으로 잠행(潛行)하는 것을 막아야한다. 그리고 피해묘 주위의 흙은 파엎어두거나 파내어 버려야 한다.

병발생되면 공기유통 돕도록

병의 발병시 빨리 해가림(日覆)주위를 개방, 공기유통을 좋게하여, 상면(床面)을 건조시킨다. 6월이후 묘포에 관수를 할때에도 너무 과습이 되게해서는 곤란하며, 관수시에 '캡탄' 수화제나 '캡타폴' 수화제를 1,000배정도 물에 타서 같이 뿌려주는 것도 좋다.

2) 화학적(化學的)인 방제대책

(1) 파종전 토양소독

〔훈증제 처리〕 최근 시판되고 있는 훈증제(Cylone등)를 파종하기 전 40~50일 경에 토양내에 주입시킨다. 대개 30cm²간격으로 4cc(싸이론 혹은 '클로르피크린') 정도씩 토양주입기를 사용하여 주입시킨 후 비닐(포리에치렌)막으로 잘 피복시킨다. 훈증제 처리후 20일후에 비닐을 제거하고, 경운을 하여 가스를 충분히 배출시켜 토양속에 남아있지 않게한다. 이때 간혹 토양속에 남아있는 훈증제 가스에 의해 파종후에, 묘삼의 발아불량이나 달랭이삼이 생기기도 하는데, 훈증제를 사용할 때는 이러한 약해를 주의해야 한다. 또한 처리시기가 늦어져, 기온이 15°C 이하일 때에는 약해를 입을 우려가 더 크다.

〔묘포예정지 관리시의 살선충제의 시용〕 묘포의 예정지 관리시(대개 7~8월 고온기에) 본포와 마찬가지로 살선충효과가 큰 살충제를 시용하는 것이 좋다.

토양살충제로 토양 선충방제

묘삼의 뿌리혹선충을 방제하기 위해서는 7~8월 고온기에 에토프입제 '모캡' 혹은 '카보입제'를 10a당 9~10kg씩 토양에 뿌리면서, 경운(대개 3~4회 경운한다.)하여 될 수 있는 한 약제가 땅속 깊이 도달되도록 한다. 특히 에토프입제(모캡)는 선충 뿐만 아니라 *Rhizoctonia solani* 균(모잘록병균)에도 억제효과가 있다고 한다.

〔파종직전(7일~10일전) 살균제의 토양혼합처리〕 *Rhizoctonia solani*균에 효과가 좋은 PCNB분제를 파종전 10a당 20kg정도로 표층 5~10cm토양에 혼화시키는 것이 좋지만, PCNB 농약은 유기염소계로 식물체 및 토양에 잔류성이 높아서, 인삼에는 그 사용이 금지되어 있다. 대신 바리신 분제를 권장하고 있는데 이 약제의 효과는 PCNB보다 오래가지 않는 것이 흠이라고 할 수 있다.

갭타폴제도 방제효과 좋은 듯

최근 필자의 경험으로는 토양혼합처리시 '갭타폴' 수화제나 '캡탄' 분제를 시용하여 PCNB제나 '바리신' 약제보다 더 좋은 방제효과를 나타내는 것을 보았다. 될 수 있는대로 적용범위가 넓은 약제를 파종 전에 처리하는 것이 좋은데, 몇가지 약제들을 혼용하여 동시에 토양에 혼화시키는 것도 좋다. 대개 '바리신' 약제에다 갭타폴과 벤레이트 약제를 섞어서 처리한 것이 효과적이었다.

대개 *Rhizoctonia solani*균에 효과적인 약제로는 PCNB제, 바리신약제, 다찌가렌, 지오람, 갭타폴, 캡

탄 등이며, *Pythium*균과 *Phytophthora*균에는 메타실 약제 및 갭타폴 디크론 등이 우수하며, *Fusarium*균과 *Cylindrocarpon*균에는 벤레이트 갭타폴 '캡탄', 지오람 등의 약제가 우수하였다.

약해에 특히 조심할 약제도 있어

간혹 파종전 약제처리에 의해 약해를 입는 수가 많은데 파종시에 특히 약해가 일어나기 쉬운 약제로서는 메타실 약제, 다찌가렌, 디크론 등인데 이러한 약제를 사용시에는 될 수 있는 한 약량을 줄여서(타작물의 1/2내지는 1/4 정도로) 처리하는 것이 좋다.

〔파종시 종자소독〕 파종시에 PCNB분제나 캡탄분제, 바리신 분제로 종자를 분의시켜 파종하는 것이 안전하다.

종자·토양소독 병행하여 실시

파종시 종자소독만 한것 보다는 파종직전에 토양소독한 것에서 모잘록병 방제효과가 더 좋았지만 토양소독을 한 후에도 파종시에 종자소독을 병행하는 것이 더 안전한 방법이라 할 수 있다.

〔묘삼 발아후 약제관주 및 살포처리〕 파종전에 토양소독이나 종자소독을 했을 경우에도, 모잘록병이 발생하기 쉽다. 묘삼의 발아전엽 직후에 *Rhizoctonia solani*균에 의한 피해를 입기 쉬운데, 대개 묘삼의 발아전엽 후 PCNB분제를 모래와 반반씩 섞어서 뿌려주거나, PCNB대신 바리신 분제나 액제 1,000배액을 뿌려주는 것이 좋다. 이때 잎이나 줄기에 농약(특히 PCNB제나 다찌가렌제)이 닿으면, 약해를 입기 쉬우므로 약제처리 후에 다시 물로 관수를 해 주거나, 캡탄 수화제(1,000배 희석액)를 탄물로 잘 씻어주어야 한다. 5월중하순 이후에는 7~10일 간격으로, 3~4회 더 약제 살포를 해야하는데 *Pythium*균이나 역병균(*Phytophthora cactnrum*)에 효과적인 메타실제나 다찌가렌, 갭타폴, 약제와 *Fusarium, Cylindrocarpon*균에 효과적인 벤레이트, 지오람, 갭타폴, 캡탄 수화제를 섞어서 살포하거나 교대로 살포하는 것이 좋다.

보르도액은 6월하순 이후 살포

대개 5월중하순 이후에는 농약에 의한 약해를 입는 경우가 거의 없지만, 보르도액은 6월이후에 살포하는 것이 안전하다.

3) 생물학적(生物學的)방제대책

이 방법은 최근 한국인삼 연초연구소 증평인 삼시험장에서의 金鴻鎭氏의 연구업적으로 주목되기 시작하였으며, 농약을 사용하지 않고 인삼의 토양병해를 방제하는 방법 및 철학으로서, 인삼병 방제대책의 새로운 차원을 제시하고 있다. 특히 인삼의 뿌리썩음병과 균핵병, 모잘록병에 대하여 포장에서의 방제효과가 우수하였으며, 살균제의 효과를 능가하였다.

대개 발병억제형토양(disease suppressive soil)에서는 병원균을 억제하는 길항미생물 밀도가 높게 나타난다. 인삼 모잘록병균에 길항작용이 높은 곰팡이로서는 *Trichoderma harzianum, Trichoderma viride, Trichoderma harmatum*등과 *Gliocladium, Chaetomium, Penicillium*등으로 셀루로우즈 분해능이 대단히 높고, 병원균의 균사에 기생하거나 항생물질을 분비하여 용균(溶菌)시키는 능력이 매우 크다.

길항미생물 이용한 방제

이들 곰팡이 이외에도 길항력이 높은 세균으로는 *Bacillus* spp. *Pseudomonas* spp.등이 있다. 이들 길항미생물들은 대개셀루로오즈 분해능이 높기 때문에, *C/N*율이 높은 유기물(혹은 토양첨가물 : 대개 볏짚 호밀짚, 보리짚 등)에, 선택적으로 부생적 정착능력(competivite colonizing ability)이 높게 나타난다.

볏짚등 유기물 시용후 길항미생물 접종토록

그러므로 이러한 유기물을 먼저토양속에 첨가시킨 다음, 길항미생물들을 인위적으로 種子(묘포의 경우)나 묘삼(본포의 경우)에 접종(침지 혹은 도말한다)하여 파종 혹은 이식하면, 인삼 근권 토양내에 길항균의 밀도가 높아져서 병원균을 억제시키거나 식물체를 침입할 수 없게 만들 수 있다는 것이다.

이러한 생물학적 방제대책은 현재 실용화 단계에 접어들고 있어서, 수년안에 농약을 사용치 않고 길항균으로써 인삼의 모잘록병을 방제할 수 있을 것이다.