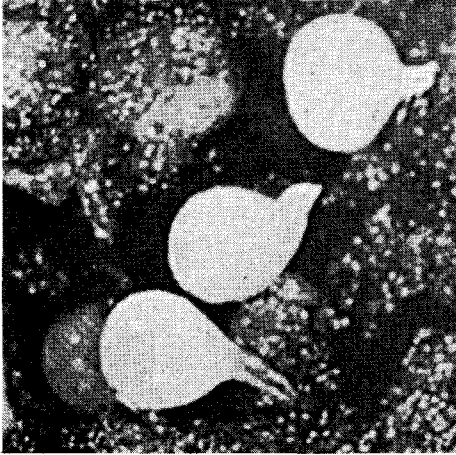




뿌리혹선충 어떤 피해를 주나?



우리나라 전
재배작물에 발생
작물생육에 큰 피해.
수량 감소시키고
병해발생 조장기도

발생 생태와 방제대책을 알아본다.

한 상 찬 박사
농업기술연구소

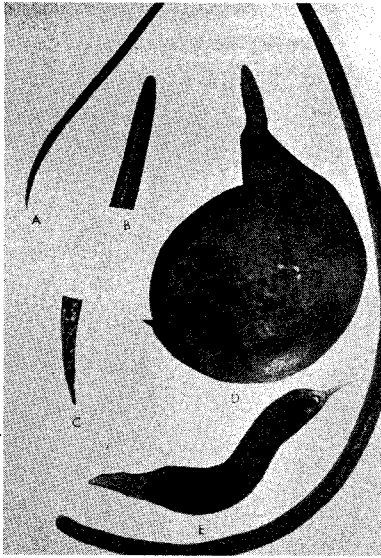
뿌리속세포 이상비대로 혹형성

뿌리혹선충은 씨스트선충, 뿌리썩이 선충과 함께 세계 3대 기생선충으로 다른 어떤 선충보다 분포지역이 넓으며 기주식물의 범위도 대단히 광범위하여 거의 모든 작물에 피해를 주고있다.

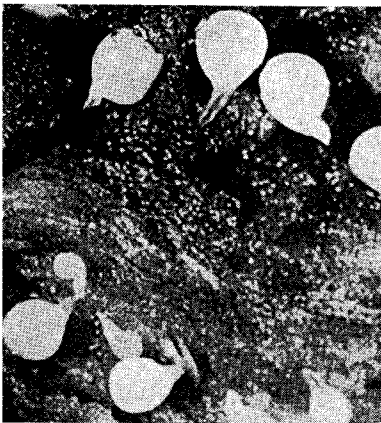
이 선충은 유충이 기주식물의 뿌리 속에 들어가 발육함에 따라 세포가 이상 비대하여 뿌리에 혹이 형성되므로 뿌리혹선충이라는 이름을 갖게 되

었다. 현재 40여종이 알려져 있으며 우리나라에는 당근뿌리혹선충, 고구마뿌리혹선충등 4종의 뿌리혹선충이 알려져 있다.

이 선충은 실처럼 길게 생긴 일반적인 모양과는 달리 암컷과 수컷의 모양이 같지 않다. 즉 암컷은 서양배 모양으로 몸통이 둥글고 목이 돌출되어 있으며 구침의 기부 부근에서부터 표피가 갑자기 두꺼워져 있다. 몸길이는 0.4~0.8mm, 폭이 0.3~0.5mm 가



A: 2기유충 E: 탈피직전의 2기유충
D: 여성충 F: 남성충



뿌리혹 내의 여성충

<사진 1>뿌리혹선충의 모양

량이다. 수컷의 몸길이는 1.0~1.9mm로 실모양의 보통 선충이며 구침의 크기는 17~32 μ m이고 교점낭이 없다. 유충은 0.3~0.5mm정도의 가늘고 길게 생긴 보통 선충형으로 꼬리는 뾰족하며 구침의 길이는 9~12 μ m이다.

1. 발생상황

뿌리혹선충은 기주범위가 대단히 넓어 우리나라에서 재배되고 있는 모든 작물에 발생하고 있으며 주요작물의 발생상황은 표 1과 같다.

고추 주산단지의 평균포장검출율은 76%이나 괴산·의성지방의 경우는 85%에 달하고 있다. 또한 토양 100ml당 100마리 이상의 선충이 검출되어 선충의 피해가 예상되는 포장도 선충이 발생된 포장의 46%를 차지하고 있다.

땅콩의 경우는 평균 포장검출율이 72%이며 주산지인 여주와 선산지역은 95%이상의 포장에서 뿌리혹선충이 기생하고 있다. 또 피해가 예상되는 포장도 선충이 발생된 포장의 44%에 이르고 있다.

한편 오이나 토마토는 선충의 포장검출율은 낮으나 선충발생 포장의 50%와 83%가 밀도가 높아 피해를 받고 있음이 밝혀졌다. 그러나 배추와 감자는 선충의 발생률도 높지 않고 그 밀도도 낮으므로 뿌리혹선충의 문제가 없을 것으로 생각된다.

<표 1>작물별 뿌리혹선충류의 발생상황('83. 농기연)

작물	발생율 (%)	선충밀도별 발생분포비율 (토양 100ml)			
		100마리미만	100~200	200~500	500마리이상
배추	36	95%	4%	1%	0%
고추	76	54	14	14	18
오이	34	50	21	17	12
토마토	33	17	17	25	42
딸기	69	64	18	18	0
포도	39	59	18	14	9
땅콩	72	56	17	11	16
감자	12	88	5	5	2

당근 뿌리혹선충이 우점종

대부분의 주산지와 비닐하우스지대에서는 연작을 하고 있는 실정인데 고추의 경우를 보면 연작년수가 많아짐에 따라 뿌리혹선충의 밀도가

높아졌으며 5년연작시 6월에 토양100ml당 1,250마리로 피해허용 한계밀도를 훨씬 상회하고 있다(비닐 하우스지대). 또 노지의 경우도 증가 경향은 마찬가지이다(표3).

<표 2>고추경작년수에 따른 뿌리혹선충의 발생상황('82. 농기연)

조사시기	선충수/토양 100ml			
	1년	3년	5년	10년
4월	0	8	4	15
6월	18	43	1,250	3,770
9월	18	64	220	505

우리나라에 발생하고 있는 뿌리혹선충은 표4와 같이 당근뿌리혹선충이 절반 이상으로 우점종이며 경기, 경북지방 등 중부이북에서 많이 발생하고 있다. 그래서 영어로는 wothern root-knot nematode (북방뿌리

<표 3>경작년수별 뿌리혹선충의 발생상황('86. 포장)

경작년수	선충밀도(마리/토양300ml)		
	중원	임실	의성
10년이상	55마리	59	188
5~10년	25	45	115
5년미만	8	51	17

혹선충)이라고 부른다. 다음으로 많이 발생하는 것은 고구마뿌리혹선충으로 제주도와 경남의 남부 즉, 따뜻한 지역에 발생하여 심한 피해를 주는 선충이다. 그러므로 Southern root-knot nematode라 불리고 있다.

<표 4> 뿌리혹선충의 종류별 분포상황 ('78. 최영연)

선충종류	지역				계	분포비율 (%)
	경기	경북	경남	제주		
당근뿌리혹선충	12	14	7	—	33	50.0
땅콩뿌리혹선충	4	2	1	—	7	10.6
자바뿌리혹선충	1	2	1	—	4	6.0
고구마뿌리혹선충		1	6	15	22	33.3

2. 생활사

종류에 따라서 발육에 알맞는 온도는 다르지만 거의 비슷한 생활사를 가지고 있다. 알에서 부화한 2령유충이 뿌리의 성장점 부근으로 침입하여 뿌리속에서 세번 탈피하여 성충이 된다. 뿌리속에서 영양액을 흡즙할때 선충의 식도에서 분비하는 물질로 인하여 식물세포가 이상비대되고 이것이 점차 융합되면 뿌리에 혹이 형성된다. 또 이곳에는 선충이 흡즙할 영양분이 모여 식량창고 역할을 한다.

암컷은 발육함에 따라서 차츰 서양배 모양으로 된다. 노숙하면 몸의 후부를 뿌리의 겉쪽으로 향하고 음문근처의 분비선에서 제라틴같은 물질을 뿌리겉으로 분비하여 알주머니를 만든다. 알은 이 알주머니속에 500~1,000개를 낳는다.

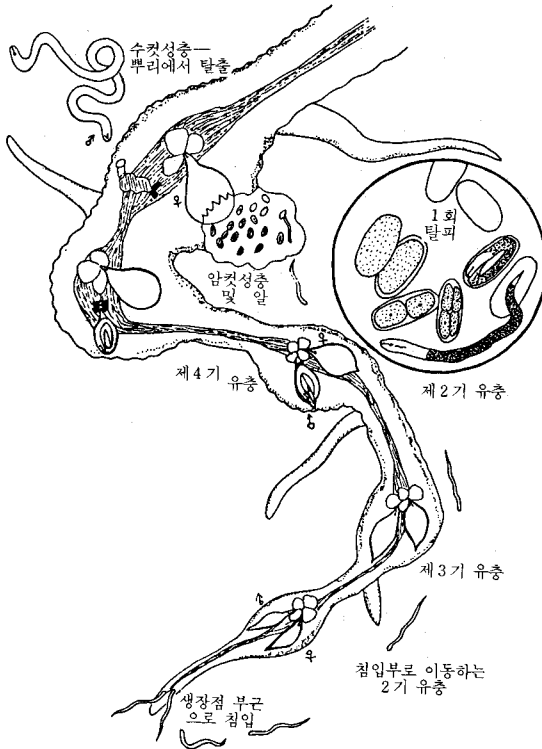
한편 수컷은 서양배 모양으로 변형되지 않고 콩꼬투리 같은 모양으로 되었다가 마지막 탈피를 하면 보통의 선충모양으로 된다. 수컷은 암컷보

다 약간 빨리 발육하여 토양중에 나온후 뿌리 겉으로 나온 암컷과 교미한다. 이렇게하여 산란된 알은 적당한 환경을 만나면 곧 부화하고 그렇지 않으면 휴면한다.

1세대를 완료하는데 요하는 기간은 종류에 따라 다르나 24~30°C에서는 약 4~5주가 소요되며 온도가 낮을 경우에는 50여일이 소요된다.

발육에 알맞는 온도는 20~30°C이며 10°C이하에서는 활동하지 않는다. 미국에서 뿌리혹선충의 종류별 발육 온도 조사 결과에 의하면 당근뿌리혹선충은 15°C에서 활동이 시작되며 20~25°C가 발육적온이고 30°C는 발육 한계온도이다. 고구마뿌리혹선충은 발육최적온도가 지방에 따라서 다르지만 26.8~37°C에서 번식력이 가장 왕성하다.

7월의 평균기온이 18°C되는 등온선이 북쪽 한계선이고 26.7°C 등온선이 남쪽 한계선으로 이러한 지역내에서 번식되고 있다. 고구마뿌리혹선충은 1월의 평균기온이 영하 1.1°C



〈그림 1〉뿌리혹선충의 생활사

등온선이 북쪽 한계선이다.

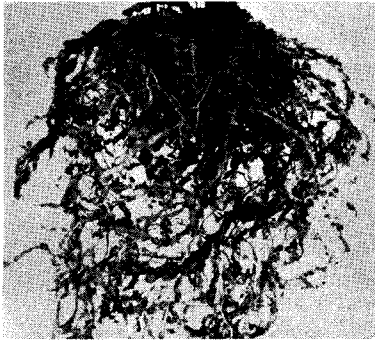
며 일찍 고사하게 된다.

3. 피 해

다른 기생선충과 달리 뿌리에 혹을 만들며 이 혹에서 다시 여러개의 뿌리가 형성되는 것과 여러개의 혹이 융합되어 전형적인 뿌리혹 증상을 나타내는 경우도 있다. 선충이 많이 기생하면 생장이 현저하게 떨어지고 시들

생육과 수량 현저히 감소시켜

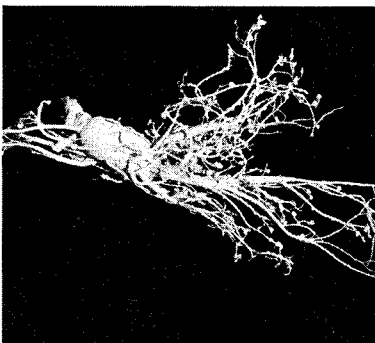
우리나라에서는 뿌리혹선충에 의한 농작물의 피해를 정확히 조사한 바가 없어 확실한 것은 알수 없으나 작물별 선충분포조사 결과와 고추, 토마토에 당근뿌리혹선충을 접종하여 시험한 결과, 또 린드세이(Lind sey), 비토(Vito) 등이 고구마뿌리혹선충을 고



토마토의 뿌리혹



지상부의 위조현상(오이)



인삼의 뿌리혹

<사진 2>뿌리혹선충의 피해증상

추에 접종하여 조사한 결과에서 보면 토양 500 g 당 선충이 500마리 이상이면 생육 및 수량이 현저하게 감소하였다. 이들 보고를 종합하여 볼때 고추, 땅콩, 토마토, 오이, 딸기 등의 작물에서는 5~25%의 감수를 받고 있다고 추정된다.

고추에 당근뿌리혹선충을 풋트당 500~10,000마리 접종한 후 생육과 수량을 조사한 결과 무접종구에 비하여 생육은 7~34%, 수량은 9~49% 감수된다는 사실을 알았다. 이와같이 뿌리혹선충의 기생은 작물의 생육과 수량을 현저하게 감소시키는 직접적인 피해를 줄 뿐 아니라 고추역병이나 오이덩굴쫄깃병과 같이 토양을 통하여 전염되는 병해의 발생을 조장시켜 주는 간접적인 피해도 중요시 해야 한다.

2중 3중 피해 수확못하는 경우도

땅콩의 경우도 선충의 밀도가 높아 감수가 우려되는 포장에 뿌리혹선충발생지의 44%나 되고 살선충제 처리에 의한 뿌리혹선충 방제로 50%의 증수를 가져올 수 있다는 경북에서의 실험 결과로 미루어 볼때 선충으로 인한 감수가 대단히 많으리라 생각된다. 또한 뿌리혹선충이 기생하면 땅콩혹새뿌리썩음병 (*Cylindrocladium crotalariae*)의 발생을 일으켜 2중,

<표 5> 당근뿌리혹선충이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향('83. 농기연)

처 리 (접종선충수)	줄기무게 (g)	뿌리무게 (g)	수 량		근류지수
			무게(g/주)	지 수	
무 접 종	39.9	41.2	418.8	100.0	0
500마리/포트	37.3	34.5	381.4	91.1	20
2,000마리/포트	33.0	35.9	375.8	89.7	55
5,000마리/포트	26.5	34.9	333.8	79.7	80
10,000마리/포트	26.4	32.9	214.2	51.1	85
LSD .05	8.21	3.42	97.50	—	—

3중의 피해를 가져온다.

경남 창녕군 남지읍 비닐하우스재배 단지의 고추와 오이에서도 피해가 극심하였고 전남 광주시 평동의 하우스재배 고추에서도 피해가 심한 농장이 나타나고 있다. 특히 제주도 서귀포시의 일부 비닐하우스에서는 오이나 토마토를 재배하여 수확을 전혀 못하는 농장도 있었다.

외국의 예를 보면 이탈리아에서는 토마토와 수박은 50%감수, 오이는 전멸하는 경우도 있었으며 미국 북캐롤라이나 지방의 토마토는 85%, 땅콩은 78%, 당근은 50%, 감자의 경우 46%의 감수를 가져왔다고 한다. 또 미국의 Sasser가 동남아시아에서 조사 보고한 작물별 감수율은 20여종의 작물에서 평균 11%나 되었다.

<표 6> 동남아시아의 뿌리혹선충에 의한 피해상황('79. Sasser)

작 물	감 수 율	작 물	감 수 율
강 남 콩	18%	파 파 야	15%
후 추	16	땅 콩	15
카 사 바	5	파 인 애플	10
배 추	16	벼	2
밀 감	4	콩	10
코 코 너트	2	수 수	4
가 지	17	사 탕 수 수	8
옥 수	6	고 구 마	6
메 룬	18	토 마 토	24
녹 두	15	얇	8

4. 방 제

선충방제는 재배조건과 작물의 종류에 따라 그 방법을 달리해야 한다. 시설재배의 경우는 집약관리를 하므로 뿌리혹선충의 기주가 되는 식물이 항상 존재하고 온도, 습도등 환경조건도 선충증식에 알맞는 조건이 되므로 노지에 비하여 선충의 피해를 받을 가능성이 많다. 그러므로 작물을 재식하기 전에 선충의 발생상황을 조사하여 문제시되는 선충이 많이 발견되면 훈증제(디디크린, 텔론)로 소독한 후 작물을 재배하여야 한다. 대부분 시설재배지의 선충 발생원은 묘상으로 부터 오는것이 많다. 그러

므로 모든 작물의 묘를 기를 상토는 반드시 소독을 하여 묘를 통하여 전파되는 선충을 막아야 한다. 상토소독 방법은 열처리(건열소독·증기소독·태양열소독)와 훈증제소독 방법이 있다. 열처리소독중 건열소독과 증기소독은 기구가 있어야 되므로 손쉽게 할수 없고 태양열을 이용한 소독은 비닐필름(직경 90cm또는 180cm)에 상토용 토양을 넣고 10~15cm의 두께로 하여 햇볕에 10~15일간 소독하면 효과적이다(어름철 고온기에 한함).

가스 완전제거해 약해 막도록

훈증제를 이용한 토양소독은 묘상을

〈표7〉 국내고시된 뿌리혹선충 방제약제

농 약 명	품 목 명(상표)	작물명	사 용 적 기	10a(300평)당 사 용 량
토양선충약	디디크린(텔론) 훈 증 제	고 추 오 이	과종 또는 정식 2~3주전	10ℓ
	디크로로프로펜 훈 증 제	땅 콩	과종 또는 식부10일전까지 1회이내 사용	15ℓ
토양해충약	에 토 프(모캡) 입 제	땅 콩	과종전	전면 : 9kg
	타 보(카운타) 입 제	땅 콩	과종전	전면 : 6kg
멸 구 이화명나방약	카 보(후라단· 큐라델) 입제	당 근	과종전	2kg
잎말이나방약	아조포(호스타 치온) 유제	당 근	과종직전(물20ℓ당 사용약량 : 80mℓ)	500ℓ를 파구에 관주

만들기전, 작물을 파종 또는 이식하기 3~4주전에 처리해야 한다. 처리방법은 훈증제를 300평당 10~30ℓ씩 약제주입기로 15~20cm 깊이에 넣고 비닐이나 물을 뿌려 5~7일간 밀봉시켜 선충을 죽인 다음 비닐을 벗기고 4~5일 간격으로 3~4회 경운하여 가스를 완전히 제거한다. 그렇지 않으면 약해를 받을 염려가 있다. 일반 노지재배에 있어서는 인삼과 같이 소득이 높은 작물이라든지 선충의 밀도가 대단히 높아서 즉시 방제가 필요한 경우에만 훈증제를 상기와 같은 방법으로 처리하거나 표7과 같은 약제로 방제한다.

윤작, 기생균, 저항성품종 적용기도

비닐하우스의 경우는 여름철 작물이 없을때 하우스내에 비닐턴넬을 만들어 밀봉하고 다시 하우스를 비닐로

완전 밀봉시켜 4주간 방치하면 하우스내의 토양온도를 40℃이상 올려서 뿌리혹선충 등 유해선충과 식물병원균을 죽일수 있다(표8). 그외의 방법으로는 비기주작물로 윤작하거나 저항성 품종을 재배함으로써 선충의 피해를 막을수 있다. 뿌리혹선충 종류별 비기주작물은 고구마뿌리혹선충에는 땅콩, 옥수수과 담배이고 당근뿌리혹선충에는 목화, 땅콩뿌리혹선충에는 목화와 수박이고 자비뿌리혹선충에는 목화와 고추가 기주작물이 아니므로 지역별 주 발생 선충종류를 참고로 하여 윤작 가능한 작물을 선택할 수 있을 것이다.

또한 최근에는 기생균(*Paecilomyces lilacinus*)을 이용하여 뿌리혹선충, 감자씨스트선충, 감귤뿌리선충등 주요 기생선충의 방제에 적용하고 있다.

〈표 8〉태양열 이용에 의한 뿌리혹선충 방제('86. 농기연)

처리(비닐밀폐)	깊이별 뿌리혹선충 검출수(토양 300ml)		
	5cm	15cm	30cm
2 중 밀 폐*	0	1	2
단 일 밀 폐	4	28	49
무 처 리	109	77	57

* : 비닐하우스내에 비닐턴넬 설치후 하우스 밀폐
(처리전 선충수 : 135마리/토양 300ml)