

뿌리
혹
선
충

시설재배 면적이 매년 증가추세에 있고 각종 원예작물이 시설하에서 장기간 연작됨에 따라 토양 속의 미생물상이 단순화되고 식물기생선충의 밀도가 급격하게 증가되어 막대한 피해를 주고 있다.

뿌리혹선충에 감염된 식물체는 각종 병원균에 대한 저항성이 감소되어 다른 병원균이 침입하였을때 복합병을 일으키고 발병이 조장, 심화된다.

뿌리혹선충은 전세계적으로 분포

1. 뿌리혹선충의 생활사

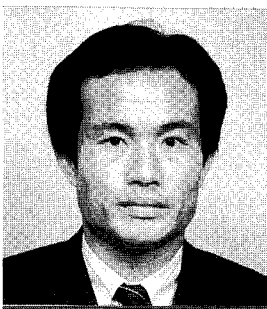
알에서 4번 탈피 후 성충이 되는데 암컷성충은 두부가 돌출된 원형으로 몸통전체가 뿌리속에 들어있다. 산란은 뿌리 밖의 알주머니 속에 하며 1개의 알주머니 속에 300~500개의 알이 들어있다. 알껍질속에서 한번 탈피한 제1기 유충은 구침을 이용하여 알껍질을 깨트리고 밖으로 나온다. 이 부화유충은 2기 유충이라고 하며 토양속에서 뿌리의 선단부쪽으로 이동한다. 침입

제주도 및 남부지방서 피해 더 크다

시들음병 역병등 복합병 피해도 심각
작물재배전에 적용약제 처리해야

하며 60여종이 보고되어 있지만 고구마뿌리혹선충, 자바뿌리혹선충, 땅콩뿌리혹선충, 당근뿌리혹선충이 가장 문제되고 있다. 국내에도 4종이 모두 분포하며 시설원예지에서는 고구마뿌리혹선충, 일반노지에서는 당근뿌리혹선충이 주로 많은 피해를 주고있다. (표1)

부위는 세포분열이 왕성한 선단부에서 3~5mm 정도 떨어진 특정한 부분이며 이 부분의 세포벽을 구침으로 뚫고 뿌리조직 속으로 들어간다. 침입한 유충은 이동 분산하며 머리부분이 중심주를 향하도록한 후 정착하여 머리 주위에 10여개의 거대세포를 만들어 식물의 영양분



최 동 로

강원도 농촌진흥원 식물환경과장

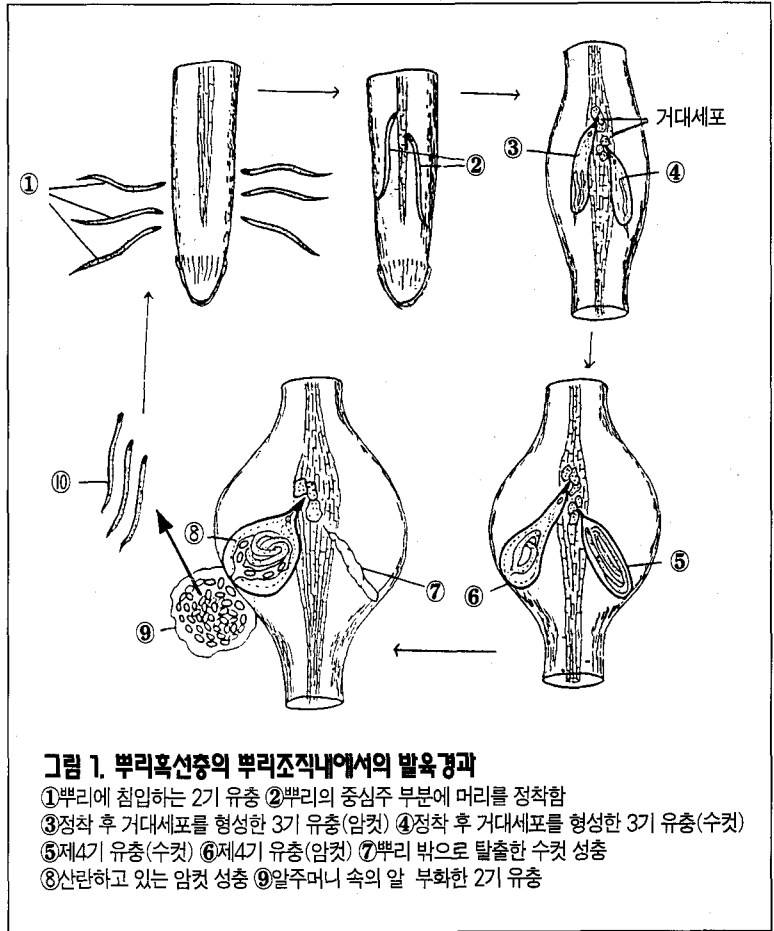
표 1. 주요 뿌리혹선충의 분포한계와 기주식물

선충종류	분포지역	검출률(%)	기주식물	비기주식물
고구마뿌리혹선충	북위35°~남위35°	59	700종	달기
자 바 "	북위35°~남위35°	28	770종	달기, 피망, 목화
땅 콩 "	북위35°~남위35°	4	350종	달기, 목화
당 근 "	북위50°~남위50°	8	550종	벼과, 수박, 오코라

을 흡수한다. 그래서 식물자체는 영양부족 현상이 나타나고 양수분의 흡수기능이 저하된다. 또한 기생부 위 외의 주변 조직에도 세포의 이상 비대나 세포수의 증가현상이 일어나면서 흑이 형성되어간다. 흑숙의 유충은 3회 탈피 후 성충이 되고 암컷은 뿌리속에 남아 있지만 수컷은 뿌리로부터 탈출하여 토양속에서 자유생활한다. 1세대 기간은 20℃~30℃ 범위내에서 50여일이 소요되며 일반 노지에서서는 년 2~3회 발생하고 알이나 유충상태로 토양속에서 월동한다. (그림 1)

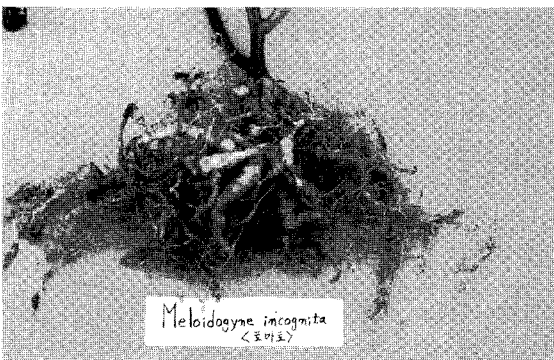
2 국내 뿌리혹선충의 발생과 피해증상

고구마뿌리혹선충과 자바뿌리혹선충은 제주도와 남부지방에, 당근뿌리혹선충 및 땅콩뿌리혹선충은 주로 중부 이북지방에 분포하지만 시설재배지에서는 중부 이북지방에서도 고구마뿌리혹선충이 검출된다. 뿌리혹선충에 의한 피해는 제주도가 가장 심하고 다음으로 경남 및 전남의 시설재배지이며 뿌리를 이용하는 약용작물 포장에서도 문제가 되고있다. 뿌리혹선충의 기주 범

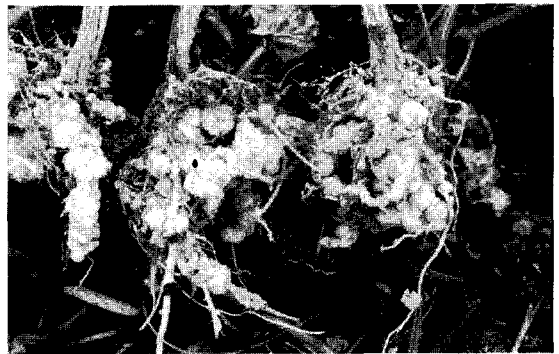


위는 대단히 광범위하며 500여종 이상의 식물에 기생하고 대부분의 원예작물이 기주이다. 뿌리혹선충 감염에 의하여 생성

된 뿌리혹은 일반적으로 염주 모양이며 박과류에서는 큰흑이 형성되지만 당근뿌리혹선충에 의한 흑은 기주작물에 관계없이 작은 흑이 많



▲토마토의 고구마뿌리혹선충의 피해증상



▲오이의 고구마뿌리혹선충 피해증상

이 발생하며 혹에서 잔뿌리가 방사선 모양으로 발생하는 것이 중요한 특징이다. 혹의 크기는 1~10mm까지 다양하고 뿌리에 많은 혹이 생기게 되면 잔뿌리의 발육이 나빠지고 넓고 깊게 뻗지 못하여 양수분의 공급이 저해되며 생육장해를 일으키게 된다.

3. 뿌리혹선충과 다른 미생물과의 관계

뿌리혹선충 단독으로 일어나는 피해도 크지만 다른 병원균과 상호

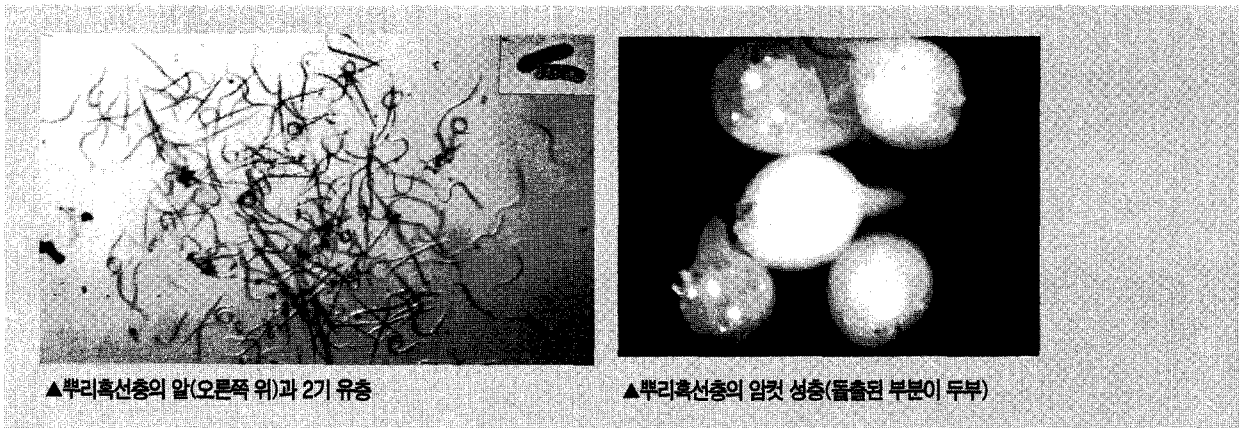
매우 약한 병원균도 뿌리혹선충과 복합 감염되면 병을 일으키는 경우도 있다. 또한 시들음병 발생이 심한 포장에 선충을 방제함으로써 병이 발생하지 않았다는 보고도 있다.

4. 선충과 기주식물과의 관계

5억년전 캄브리아기에 나타난 선충과 기주와의 관계는 장기간에 걸쳐서 진화되어 온 결과이다. 작물에 기생하는 선충은 곰팡이를 먹는 선충으로 부터 진화되었으며 식물뿌리 주변에 서식하고 있는 외부 기생

선충이 기생하고 있지만 연작지나 지력이 낮은 조건에서는 점점 힘이 강한 한 종류의 선충이 증가하여 문제를 일으키는 것이 보통이다. 윤작이 기본적으로 중요한 이유도 여기에 있다. 윤작은 기생선충이 선호하는 기주를 찾아가는 성질을 역 이용하는 것으로 기생선충의 단순화를 억제하는 방법이다.

작물은 원래 야생종으로 자연교잡에 의해서 태어난 품종이 이용되어 왔다. 그래서 선충에 약한 품종은 당연히 소멸되어 옛날에는 선충



▲뿌리혹선충의 알(오른쪽 위)과 2기 유충

▲뿌리혹선충의 입맛 성충(뭉클된 부분이 두부)

작용하여 발생하는 복합병의 피해도 무시할 수 없다. 뿌리혹선충은 시들음병, 역병, 입고병과 상호작용으로 큰 피해를 주고 있다. 이러한 복합병은 선충이 먼저 식물에 기생되어 있는 경우에 피해가 더 심하게 나타난다. 이것은 선충이 병원균의 감염을 조장하기도 하고 침입문호를 제공해주는 면도 있지만 선충기생에 의해서 기주 식물의 병원균에 대한 저항 메카니즘이 소실되고, 미생물의 2차 침입 및 증식에 알맞은 조건을 조성시켜주기 때문이다.

따라서 자연상태에서는 병원성이

균이나 근권균을 좋아하는 외부 기생선충이 뿌리에 침입한 것으로 생각된다.

자연계에서는 기생선충이 기주를 죽이는 경우는 매우 드물다. 왜냐하면 선충도 함께 죽기 때문이다. 기생선충은 좋아하는 기주만 선택하는 특성을 가지고 있지만 한 종의 선충이 한 식물을 독점하여 기생하는 경우는 매우 드물다. 가해하지 않는 선충까지 포함하면 딸기에 46종, 사탕무에 41종, 감자에 40종이 기생하는 것으로 보고되어 있다.

이와 같이 동일 작물에 여러 종의

피해가 거의 발생되지 않았을 것으로 추정된다. 선충에 약한 작물의 피해 정도는 토양중의 선충 밀도에 따라 좌우되며 약한 작물을 연작하면 해마다 선충이 증가하여 심한 피해를 받게 된다. 처음에는 포장의 일부분에서 피해가 나타나고 점점 피해가 전 포장으로 확대된다.

5. 선충의 강점과 약점

뿌리혹선충은 알 또는 2기 유충으로 월동하고 저온건조 상태에서는 알 상태로 지내면서 불량환경에 견디는 강인함을 가지고 있다. 또한

선충의 알은 살아있는 상태로 동물의 소화관을 통과하여 다른 곳으로 전파되는 경우도 있다.

여담이지만 미국의 텍사스주에서 농민이 당근을 먹고난 후 인분에서 고구마뿌리혹선충의 알이 검출되어 기주가 사람으로 기록된 일화가 있다. 식물에 기생하는 선충이 사람으로 부터 검출된 예는 별로 알려져 있지 않지만 실제로는 상당수 있으리라고 생각된다. 그래서 건강진단할 때 당근, 무, 마 등의 근채류나 야채등을 날것으로 먹은 후는 피하

온도 및 습도조건에서 부화하는 특성을 가지고 있지만, 부화한 유충은 먹이가 없는 상태에서는 장기간 생존하지 못한다. 뿌리혹선충의 알은 지온이 25℃정도 유지되면 5~10일 간에 대부분 부화해서 2기 유충이 된다. 부화한 유충이 1개월 이상 식물체에 침입할 수 없게 되면 유충의 활력은 급속하게 떨어지는데 여름철에는 40~50일이 경과되면 기생능력이 완전히 상실되어 죽게 된다. 따라서 여름철에 나지상태로 방치하면 뿌리혹선충의 밀도가 현저하

특히 선충은 작물이 재배되기전에 토양조사와 아울러 방제대책이 수립되어야 한다. 옛부터 병해충 방제대책으로 여러가지 경종적 및 생태적인 방법이 농업에 도입되어 왔으나 경제적으로 효율이 높지 않기 때문에 우수한 효과가 기대되는 약제방제를 선호하게 되었다. 현재는 자연환경보전 문제가 전세계적으로 대두됨에 따라 선충의 종합적인 관리체계로 전환되고있다.

1) 살선충제의 이용

선충방제법으로 1세기 이상 가스



▲작물뿌리 속에서의 뿌리혹선충 기생상태



▲뿌리혹으로부터 생성된 뿌리혹선충의 알주머니

는 것이 좋다. 왜냐하면 뿌리혹선충의 알은 외견상 사람의 십이지장충 알과 구별이 곤란할 정도로 비슷하기 때문이다. 그러나 식물기생선충은 사람에게 기생하지는 못한다.

이와 같이 강한 생명력을 가진 선충이지만 물론 약점도 있다. 약점은 활동이 왕성한 유충기에 나타난다. 뿌리혹선충의 2기 유충은 이동력은 있지만 다른 자유생활 선충보다 느리고 약하기 때문에 토양내에서 포식성선충이나 미소동물의 공격을 쉽게 받는다.

선충의 알은 일반적으로 일정한

계 감소한다. 여름철의 장마는 부화를 진행시키지만 그 후 고온건조한 날씨가 계속되면 뿌리혹선충은 격감하게되고 발육이 늦거나 토양 깊숙히 들어있는 것은 생존하게 된다.

6. 뿌리혹선충의 방제 대책

많은 사람들이 평상시에는 건강에 별로 신경을 쓰지 않지만 병이 생겼을 때는 특효약을 찾는 것과 마찬가지로 대다수 농민들은 처음부터 충분한 병해충에 대한 예방 및 방제대책을 수립하지 않고 병해충이 발생된 후에 농약을 찾고 있다.

를 이용하는 토양훈증제가 선진국에서는 일반적으로 사용되어 왔지만 최근 전세계적으로 자연환경보전의 중요성이 인식됨에 따라 토양훈증제의 사용은 극히 제한되고 있다. 비훈연제는 어느 것이든 속효성과 직접 살충효과면에서 훈증제보다 떨어지며 완벽한 방제효과를 나타내지 못한다. 그래서 농민들은 효과가 높지 않다고 하지만, 적기에 처리하면 선충밀도 억제효과는 상당히 높다. 일반적으로 부화저해, 이동이나 침입저해, 발육이나 번식 억제 등 선충의 정상적인 기생활동

을 여러 단계에서 저해시킨다. 입제이기 때문에 사용이 간편하고 위험성이 거의 없다. 국내에 고시된 살선충제는 표 2와 같다.

2) 유기물 사용

살선충제를 토양처리하면 선충의 밀도회복이 급격하게 빨라진다. 밀도의 급격한 회복 원인은 연작으로 인해 선충사식 부위가 깊어져 살선충제의 효과가 제대로 미치지 못하는 점과 천적에 대한 악영향이라고 할 수 있다. 유기물의 사용은 이와 같은 문제에 대한 한가지 해결책이 될 수 있다. 유기물의 사용이 적은 토양에서는 부식물의 공급원이 작물재배후 뿌리에 유일하게 남아있기 때문에 뿌리에 기생하고 있는 선충이 우점종을 이루게 된다. 화학비료만으로 재배한 포장에서는 토양 선충의 90%가 유해선충이다. 그러나 유기물 사용으로 비기생선충이 우점한 토양에서는 식물기생선충이

증식하기 어렵다.

① 선충의 이동저해

선충의 이동은 퇴비가 많으면 많을수록 장애를 받는다. 유충의 이동에 최적의 토양입경은 0.2~0.4mm인 점을 감안할때 모래땅에 퇴비를 사용하면 선충의 행동을 저해하는 효과가 있다.

② 천적미생물 및 비기생선충 증식

토양선충의 천적으로는 바이러스, 사상균, 세균, 톡토기, 응애 등이 있다. 유기물 사용구에서는 각종 토양 미생물이나 소동물의 증식이 촉진되고 선충의 천적미생물도 증가된다.

③ 분해산물의 살선충 효과

계분이나 가축 분뇨를 토양에 사용하면 분해되는 과정에서 살충력이 있는 저급지방산이나 페놀류가 생성되어 살충 효과를 나타낸다.

④ 작물의 선충저항성 향상

퇴비사용구 포장에서는 뿌리혹선

충이 기주에 침입한 기생수가 화학비료 처리구보다 적고 침입선충의 발육도 늦어지며 수컷의 출현율도 현저하게 높게 나타나서 선충의 밀도 증가를 억제시킨다.

3) 윤 작

선충이 감염된 포장에 비기주 작물 또는 저항성 품종으로 윤작하면 뿌리혹선충은 자연 치사율이 높기 때문에 선충 밀도가 저하되지만 뿌리혹선충의 기주 범위가 매우 넓고 저항성 품종이 적으므로 실제적으로 이용이 곤란하다.

4) 유묘기 관리

유묘기에 뿌리혹선충에 감염되면 치명적인 손상을 받지만 생육 후기에는 감염되더라도 심한 피해를 받지 않는다.

5) 태양열 소독

시설재배에서는 여름철 장마 후 작물재배가 불가능할때에 태양열로 소독하면 방제 효과가 매우 높다. 구체적인 방법으로 살충제를 포장 전면에 처리한 후 하우스를 밀폐하고 토양 표면에도 비닐을 피복하여 1개월간 방치하면 대부분의 선충은 사멸한다. 농가 포장에서 직접실험한 결과 방제효과가 우수했다.

(표 3)

6) 답전윤환

밭에 기생하는 뿌리혹선충은 침수 상태에서 장기간 생존이 불가능하기 때문에 답전윤환이 가능한 포장에서는 선충방제 방법으로 권장할만하다. 여름철 20일간의 침수로도 선충밀도 억제 효과가 뚜렷하지만 태양열 소독과 병행하는 것이 바람직하다. **농약정보**

표 2 우리나라 선충방제용 고시농약

약제명	적용선충	작 물	사용량(kg/300평)	비 고
후 라 단	뿌리혹선충	당 근	2 (파종전)	멸구약
호스타치온	"	"	500 l (250배액)	잎말이나방약
모 캡	"	고 추	6~9(정식전)	토양해충약
프리미시드	"	땅 콩	6~9(파종전)	"
카 운 타	"	"	6(파종전)	"
선 충 탄	"	시 호	"	선충약

표 3. 뿌리혹선충의 종합방제효과

처리 전 밀도		처리 후 밀도	
뿌리혹선충	비기생선충	뿌리혹선충	비기생선충
668 (100%)	1,519 (100%)	10.1 (1.5%)	32.5 (2.1%)

* 선충수 / 토양 300ml

* 처리내용 : 300평에 모캡 9kg을 살포하고 물을 관수한 후 1개월간 비닐 이중 피복