

열매생장 저해로 수량감소 초래

가지과작물의 뿌리혹선충



한 상 찬
안동대학교
농생물학과 조교수

고 추, 토마토, 가지 등 가지과 작물에 기생하는 선충으로 뿌리혹선충류, 뿌리썩이선충류, 위축선충류, 나선선충류와 주름선충류가 병원성(기생성)이 강한 선충이다. 참선충류, 둥근꼬리선충류 및 잎선충류는 발생빈도와 그 밀도가 높지만 토양중에서 주로 균류를 먹고살기 때문에 작물기생선충으로는 크게 중요시 되지 않는다.

주요 기생선충중 발생빈도와 밀도가 가장 높은 뿌리혹선충류는 당근뿌리혹선충(*Meloidogyne hapla*), 고구마뿌리혹선충(*M. incognita*)와 자바뿌리혹선충(*M. javanica*)인데 그 중 당근뿌리혹선충이 우점종이다.

1. 뿌리혹선충의 발생상황

지역별 발생상황을 보면 경기도의 정부의 경우 조사지역 전체에 분포하고 있다. 그 밀도도 높아서 조사포장의 50%는 피해가 예상된다(토양 1g당 1마리 이상 검출). 전남 광주에서는 조사포장의 60%에 분포하고 있다. 그 중 상당수는 피해가 예상되고 있으며 가장 밀도가 높은 곳은 토양 300ml당 6,700마리나 검출되었다. 경남 밀양은 조사지역의 90%정도에 분포했다. 창녕군 남지의 시설재배지에는 조사지역 전체에서 검출되었고 그 중 73%의 포장은 피해가 예상되며 밀도가 높은 곳은 5,100마리나 되었다.

이 선충의 발생이 많은 곳은 시설재배를 시작하지가 10여년 이상이고 좋아하는 기주식물인 오이, 고추,

토마토 등이 년중 계속 재배되고 있는 경우이다.

2. 당근뿌리혹선충의 생활사

당근뿌리혹선충은 추운 날씨에도 잘 견딜 수 있는 종이다. 이 선충이 생활하는데 알맞은 온도는 부화에는 25℃, 활동에는 20℃, 기주침입은 15~20℃, 발육은 20~25℃이다.

기주식물의 뿌리속으로 잠입한 암컷성충은 젤라틴화된 주머니안에 알을 낳는다. 알주머니당 알수는 25~1,337(평균 467)개이다. 유충으로의 탈피는 처음에는 알 속에서 일어나고, 그 속에서 감염력있는 2기 유충의 모습을 드러내기 시작한다. 제 2기 유충이 기주뿌리에 침입한다. 일단 기주식물에 침입한 선충은 움직이지 않는채로 머리 부근에 발달된 거대 세포들을 먹기 시작한다. 이러한 유충의 계속된 자극으로 거대 세포는 점차 커지게 된다. 유충은 3번의 탈피후에 애벌레모양에서 벗어나서 양배 모양의 암컷성충이 된다.

땅콩의 경우 낮에 28℃, 밤에 20℃의 온도하에서 당근뿌리혹선충의 유충이 접종후 5일까지 보통 선충형인 실지렁이 모양을 하고 있으며, 6일째 부터 몸이 뚱뚱해지기 시작하고, 8일째 부터는 점점 반구형의 형태로 된다. 최초의 발육은 유충이 2,3번 탈피한 11일, 12일째 날에 일어나는 편이고, 13일째에는 몇몇 선충이 4번째 탈피를 하고 벗겨진 겹질에서 빠져 나온다. 다시 새로운 '알의 출현'은 접종후 23일이 지나

서야 있으며, 그 알에서 부화한 제 2기유충의 식물체감염은 39일이 지나야 가능해진다. 두번째의 산란과 채침입은 아주 짧은 기간내에서 이루어지는 것으로 토마토의 경우 39~63일이 소요된다.

상치의 경우 온도가 선충발육에 영향이 있음이 알려져 있다. 15.5/21.1℃(밤/낮)의 온도하에서의 산란은 접종후 54일이 지나서였으나, 보다 높은 온도인 26.7/32.2℃(밤/낮)에서는 산란까지 20일 밖에 소요되지 않았다. 결과적으로 일년에 한 세대 또는 그 이상의 세대를 거치게 되는데, 우리나라의 경우는 두 세대 경과가 일반적이고, 겨울이 온난한 지역이나 여름이 긴 지역에서는 여러세대(10~14세대) 경과된다. 새로운 뿌리에로의 침입도 한겨울의 두

사진1. 뿌리혹내의 서양배 모양의 암컷성충

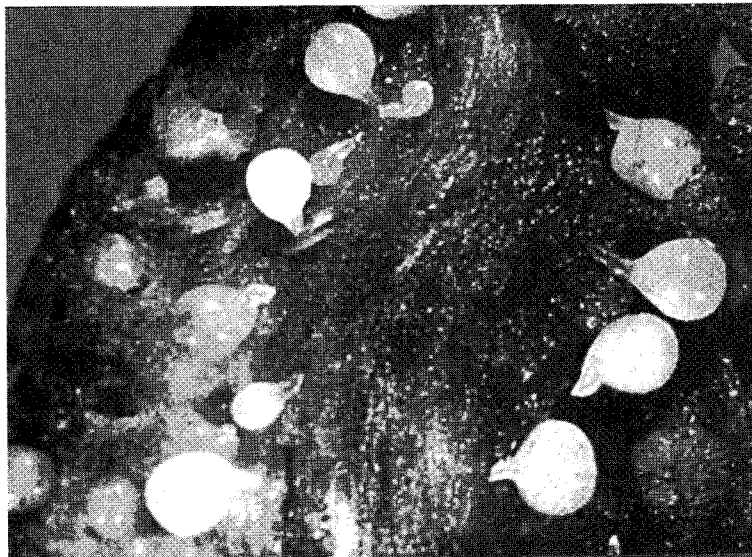


표1. 당근뿌리혹선충이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향

선충접종수 (마리)	생육(g)		수량(g)	근류지수	선충수 (토양300ml)
	줄기무게	뿌리무게			
0	40	41	419	0	0
500	37	39	381	20	186
5,000	27	35	334	80	900
10,000	26	33	214	85	1,092
20,000	27	33	219	100	1,011
L.S.D.(5%)	8.21	3.42	97.50	-	-

어달 정도만 제외하고 끊임없이 계속된다. 이때 월동형은 알이나 알덩어리 혹은 기주속에서 3번째 탈피단계에 있는 암컷형태이다.

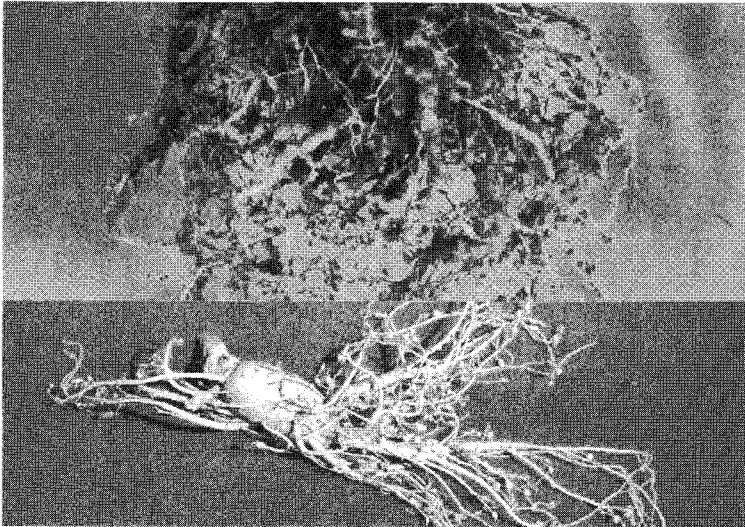
당근뿌리혹선충의 대부분은 개체가 15, 16 또는 17개의 염색체를 가지고 있는 반수체로서 감수분열형 단성생식을 취하거나 또는 수컷이 있을 경우에는 양성생식을 하기도

한다. 몇몇 불리한 조건하에서는 수컷의 생산비율이 높아진다. 즉 제2기 유충중 암컷에 성전환이 일어나 전체적인 수컷의 수가 증가하는 양상을 보인다.

3. 피해

당근뿌리혹선충이 고추의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하고자 선충을 밀도별로 접종하고 생육과 수량을 조사하였다. 그 결과 지상부의 무게는 무접종구가 40g에 비해, 5,000마리 이상의 접종구는 26~27g으로 34~35%정도 생육이 저하됨을 알 수 있었다. 뿌리는 건전구 4g에 비하여 5,000마리 이상에서는 33~35g으로 14~20%의 성장감소를 보였다. 또한 수확시 고추뿌리에 형성된 뿌리혹지수와 토양중의 선충수에 따른 고추생육을 비교하면 뿌리혹지수 20이하 및 선충수 200마리 이하의 접종구는 무접종구와 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 결과에서 선충 300마리 이상과 뿌리혹지수 50이상에서 고추생육에 영향을 주는 것으로 추정된다(표 1참조).

사진2. 뿌리혹선충에 의해 생긴 토마토(위)와 인삼(아래)의 뿌리혹



접종수준에 따른 고추의 수량면에서는 각 처리간에 별차이가 없었으나 과실무게는 무접종구 419g에 비하여 5,000마리 이상구는 334g, 214g 및 219g으로 나타나 20%, 49% 및 48% 감소되었다. 이와같이 당근뿌리혹선충은 열매수에는 영향이 없으나 선충수가 증가하면 열매의 비대생장을 저해하여 수량의 감소를 가져옴을 알 수 있다. 미국의 생물학자 바커 등은 초기의 밀도가 높을때 토마토에서는 10~25% 감소하며 경제적 피해 한계밀도는 토양 500g당 500~1,000마리라고 보고한 바 있다. 접종시험 결과와 외국의 보고자료를 토대로 생각하면 파종전 또는 생육초기에 토양 1g당 뿌리혹선충수가 1마리 이상 검출되면 작물의 생육 및 수량에 막대한

영향을 주는 것으로 추정된다.

당근뿌리혹선충의 전형적인 병징은 뿌리에 구형의 다소 작은 혹이 생기거나 지상부의 생육이 불량해지는 것이다. 이 선충이 다수 침입하게 되면 식물체에 심각한 위축현상이 나타나 생산량을 줄이게 되는데 문헌에 의하면 상치의 경우 36%, 땅콩은 70%, 당근은 50%, 사탕무 20%, 감자46%, 양파64%의 감수율을 보였다. 손해의 총액은 상황에 따라 다양하기 때문에 위의 비율은 심하게 손실된 경우의 것을 작물별로 나타낸 것이다.

직접적인 피해 이외에도 토양중에서 매개되는 병해의 발생을 도와주어 문제가 더욱 심각하다. 토마토의 세균병인 청고병(*Pseudomonas solanacearum*)과 이 선충이 동시감염

되면 시들음병 발생이 병원균만 있을때 보다 훨씬 심해진다(시들음 증상이 76%증가). 또한 곰팡이에 의한 시들음병(*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*)저항성인 토마토에 이 선충과 병원균이 동시 접종되면 저항성이 소실된다(60%이상의 시들음 증상 발현).

4. 방제 가. 물리적 방제

물리적 방제의 선택은 대상 선충이 토양생물에 비하여 물리적 억제작용에 보다 민감하다는 사실에 기초를 두고 있다. 화학적 방제와 마찬가지로 물리적 방제로도 선충밀도를 크게 감소시킬 수 있다. 이런 측면에서 토양의 열소독은 일반적으로 저온소독이 고온에 의한 것보다 선호되지만 선충의 적응이나 저항성의 발현을 방지코자 할 때는 보다 강력한 방법을 이용해야 한다.

시설재배지에서 뿌리혹선충을 방제하고자 비닐피복에 의한 태양열 소독을 하였던 바, 기온이 30℃일때 2중 피복된 곳의 최고지온은 5cm 깊이에서 48.7℃, 15cm에서 45.2℃, 30cm에서 36.0℃였다. 2중 피복하여 4주간 태양열 소독한 결과 뿌리혹선충의 밀도는 깊이 5cm에서 한 마리도 없었고 15cm에서 1마리, 30cm에서 2마리가 검출되어 무피복구에 비하여 방제효과가 양호하였다. 이로 보아 뿌리혹선충 등의 밀도가 높은 지역에서는 외부 기온이 높은 7월말

~8월말 사이에 하우스내 토양을 20~30일간 비닐로 피복한 후 하우스를 밀폐하여 온도를 상승시켜주면 매우 효과적인 방제를 할 수 있다. 이때 하우스를 밀폐하기 전에는 지력배양을 위해서 유기물을 넣고 갈아엎은 다음 작은 고랑을 만들고 고랑사이에 담수를 한 후 비닐로 전면피복해야 한다.

물리적 방제에 의한 토양소독은 선충방제의 근본적인 대책이 될수 없다. 다만 기후, 농업기술, 경제적 여건 등이 적합한 조건에서 좋은 수단이 되거나 최소한의 살선충제를 함께 사용하는 종합방제 차원에서 큰 기여를 할 수 있을 뿐이다.

나. 경종적 방제

비기주 작물과의 윤작이나 저항성 품종을 재배하면 선충의 밀도를 낮추고 피해를 회피할 수 있다. 그러나 고추에 기생하는 뿌리혹선충은 기주범위가 대단히 넓기 때문에 윤작에 의한 방제는 거의 불가능하며 저항성품종의 이용도 현재로서는 기대할 수 없다. 현재까지의 조사결과 고추 품종중 극조생밀양꽃고추와 임실고추가 당근뿌리혹선충에 약간의 저항성을 보이고 있을 뿐이다.

미국의 Santo등에 의하면 뿌리혹선충이 심하게 감염된 토양에 유채(품종: 슈피터)등을 2개월간 재배후 예취하여 그 줄기와 잎을 녹비로 토양중에 넣으면 뿌리혹선충 방제효과가 양호하였다고 한다. 이는 잎과

그림1. 태양열을 이용한 뿌리혹선충 방제

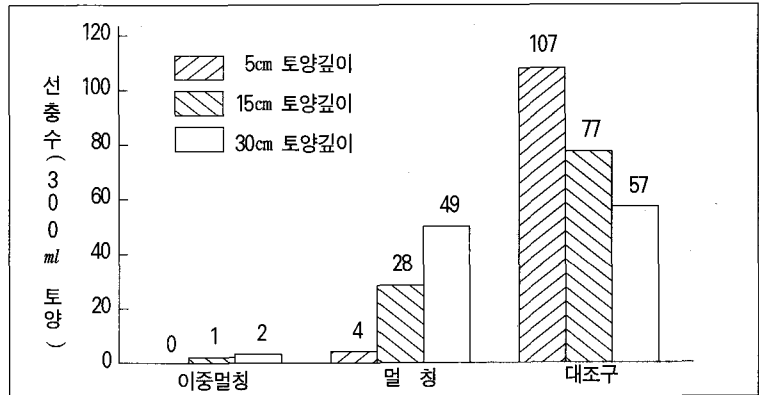


표2. 당근뿌리혹선충에 대한 입제농약의 효과

약 제 (4.5kg/300평)	선충수 (토양 250ml)			수량(붉은고추) (kg/20 m)
	처리전(마리)	처리 40일 후	처리 75일 후	
카 보	261	91	20	24.2
모 캡	208	25	46	24.4
무 처리	250	24	65	23.3

줄기에 있는 glucosinolate에 의한 것으로 식물체가 성숙함에 따라 그 성분은 감소된다. 그러므로 2개월된 것을 예취 이용해야 한다. 이와 같은 점을 이용하여 유채를 많이 재배하는 제주지역에서는 뿌리혹선충 방제에 적용해 보아도 좋을 것이다.

다. 화학적 방제

살선충제를 이용하는 화학적 방제는 증기소독과 같은 비용이 많이 드는 방법이지만 윤작과 같이 선충의 증식을 충분히 억제치 못하는 방법보다는 경제적인 방법이다. 살선충제(훈증제)는 고소득 원예작물에 적합

하다. 그러나 살선충제의 사용은 동식물에 대한 독성과 토양중의 잔류특히 수자원의 오염으로 인한 환경을 파괴한다는 단점이 있다. 중부이북지방의 고추 주산지에 많이 발생하는 당근뿌리혹선충을 입제형인 살선충제로 방제효과를 조사하였던 바 300평당 4.5kg의 골처리로서는 뚜렷한 방제효과를 얻을 수 없었다.

그러나 약량을 6~9kg/300평으로 하여 고추를 정식하려는 두둑에 혼합 처리하고 1주일쯤 후에 비닐을 피복하고 정식하면 효과가 있을 것으로 생각된다. **중의정보**