

작약재배지 뿌리혹선충의 발생생태에 관한 연구

Annual Phenology of Root-knot Nematode in the Medicinal Herb (*Paeonia lactiflora*) Field

박소득¹ · 박선도¹ · 최부술¹ · 최영연²

So Deuk Park¹, Sun Do Park¹, Boo Sull Choi¹ and Young Eoun Choi²

ABSTRACT An ecological study of the root-knot nematode, *Meloidogyne hapla* on medicinal herbs in Eui-sung area was performed seasonal occurrence of *M. hapla* on *Paeonia lactiflora* showed four peaks in a year at the field: early April, mid June, late July, late August. Soil characteristics affected nematode distribution and population Juvenile population of the nematode was the highest in sandy and sandy loam soil. The number of the nematode larvae was 1064~1486 per 300 ml of soil within 15 cm from the surface at *P. lactiflora* field. The nematode was distributed even under 50 cm.

KEY WORDS Root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*, seasonal occurrence, nematode population

초 록 경북의성 약용작물재배지에서 뿌리혹선충에 대한 발생생태를 조사하기 위하여 시기별 발생소장과 토성에 따른 선충의 증식정도, 토양심도에 따른 뿌리혹선충의 서식밀도를 1991년부터 1992년까지 2개년간 조사한 결과는 다음과 같다. 뿌리혹선충(*M. hapla*)의 발생소장을 조사한 결과 유충발생 최성기는 4월초순, 6월중순, 7월하순, 8월하순 등 4회였다. 토성과 뿌리혹선충과의 관계를 보면 사토와 사양토에서 뿌리혹선충의 난과 유충이 가장 많았고 식토에서는 밀도가 낮았다. 토양 심도별 *M. hapla* 유충밀도는 작약포장에서 토심 15 cm까지가 1,064~1,486마리로 가장 높았으며 50 cm 이상에서도 검출되었다.

검색어 뿌리혹선충, 발생소장, 선충밀도

뿌리혹선충은 전세계에 광범위하게 분포되어 있고, 기주범위가 매우 넓은 뿐만 아니라 곰팡이, 박테리아, 바이러스 등과 밀접한 관계가 있으며, 생산물의 품질을 저하시키므로 매우 중요한 식물기생선충 중의 하나이다(Sasser & Cartter 1985).

뿌리혹선충에 의한 피해는 Jobert(1987)가 브라질 커피나무 뿌리에서 gall을 발견한 이후 Coldi(1887)는 커피나무에서 *Meloidogyne exiqua*를 보고하였고 Chitwood(1949)는 *M. incognita*, *M. hapla*, *M. javanica*, *M. arenaria*의 4종의 선충을 동정하였으며 이들은 직접적인 피해 외에도 곰팡이병과 세균병을 유발시키는 소인이라고 하였다. 우리나라에서는 박과 최(1963)에 의해 *M. incognita*, *M. hapla* 등 4종의

기생선충을 발견하였으며, 현재에도 많은 피해를 주고 있다. 뿌리혹선충의 발생생태를 보면 *M. hapla*의 경우에는 북미, 캐나다 남부, 북유럽, 북아시아에 분포하며 추울 때의 온도가 0°C 이하이고 더울 때의 온도가 15°C이상의 지역에 많이 분포한다.

우리나라에서는 전국적으로 분포되며 뿌리침입 및 생존에 알맞는 온도는 20~25°C이고 *M. incognita*와 *M. javanica*는 열대지역, 호주, 남부아시아에서 잘 서식하고 *M. arenaria*는 남위 35도, 북위 35도 열대 및 북남미 지역에서 잘 생존한다. 현재 우리나라에 많이 분포하는 뿌리혹선충의 우점종은 *M. hapla*와 *M. incognita*로서 그 피해가 매우 심하다.(최 등 1982). *M. hapla*는 40°C이상과 5°C이하에서는 활

¹경북농촌진흥원(Kyung Pook Provincial RDA, Taegu, Korea)

²경북대학교 농과대학 농생물학과(Department of Agricultural Biology, College of Agriculture Kyung Pook National University, Taegu, Korea)

동이 급격히 둔화되는데 26°C에서 1세대를 요하는 시간은 21일 정도이며 14°C에서는 50일정도 소요된다. 그런데 이들 선충들은 현재 야외에서의 정확한 발생소장이 밝혀져 있지 않아 1990년부터 3개년간 약용작물 포장에서 *M. hapla*에 대한 발생생태를 조사하여 방제의 기초자료를 얻고자 관련시험을 수행하여 얻은 결과를 발표하는 바이다.

재료 및 방법

뿌리혹선충의 발생소장조사

경북 의성군 사곡면에서 3개의 작약재배포장을 선정하여 1월부터 12월까지 15일간격으로 포장당 10개 지점씩 작약뿌리주위의 토양을 채취하여 잘 혼합한후 300 ml/씩 3반복으로 CSF(centrifugal sugar floatation)법으로 선충을 분리하여 난과 유충의 밀도를 조사하였다.

뿌리혹선충서식 밀도와 토양의 이화학적 특성

선충서식밀도와 토양의 이화학적 특성과의 관계를 알아보기 위해서 작약, 방풍, 산약, 백지, 당귀를 대상으로 선충밀도 100마리 이하구와 500마리 이상의 구로 나누어 토양 pH, 유기물함량, 인산함량을 조사하였으며 양이온치환 용량은 NH₄OAC 치환침출법 (pH 7.0)과 1N 초산암모늄법, 석회요구량은 중화적정법 그리고 EC는 백금전극법으로 분석하였다.

토성별 뿌리혹선충 발생

경북 의성지역의 작약재배 포장에서 표토(0~12 cm)와 심토(12~20 cm)로 나누어 선충의 밀도를 조사하였고, 토성별로는 당귀에 대해 pot에서 사토, 사양토, 양토, 식양토, 식토로 구분하여 조사하였으며 토양심도별 선충밀도조사는 5 cm 간격으로 50 cm 깊이까지 층위별 토양에서 선충을 분리하여 조사하였다.

결과 및 고찰

약용작물 뿌리혹선충의 발생생태

뿌리혹선충의 발생소장 : 의성지역의 작약포장에서 뿌리혹선충의 난과 2령유충의 시기별 발생소장을 조사한 결과 표 1에서 보는 바와 같이 알 또는 유

Table 1. Seasonal occurrence of *Meloidogyne hapla* larvae and eggs on *Paeonia lactiflora* in Eui-Seong area

Data	Life stage		
	Egg	Larva	
Jan.	9th	760	246
	22th	746	185
Feb.	4th	711	267
	21th	946	133
Mar.	13th	211	826
	22th	46	950
Apr.	4th	0	1660
	25th	42	411
May.	11th	1420	538
	28th	2040	435
Jun.	15th	655	1760
	24th	501	1203
Jul.	11th	1340	1011
	26th	440	1515
Aug.	13th	759	1063
	24th	611	1503
Sep.	4th	1850	1053
	20th	1630	655
Oct.	5th	1730	752
	21th	1100	321
Nov.	6th	455	250
	17th	417	350
Dec.	2nd	655	310
	17th	715	205

충으로 월동하며 유충의 밀도는 3월중순부터 증가되어 4월상순에 1차 peak를 보였고 그 후 점차 감소하다가 6월중순에 2차 peak를 보였으며 이때부터 9월상순까지는 유충의 밀도가 계속 높아져 세대가 중첩되는 양상을 보였다.

한편, 토양중 알의 밀도는 3월상순 이후 감소하다가 4월상순까지는 모두 부화하여 토양중에서 검출되지 않았다. 3월하순 이후 침입 성장한 암컷이 산란하므로 5월하순에는 1차 peak를 보이고 7월상순과 9월상순에 2, 3차의 검출 peak를 보였다. 그 후 10월하순까지 높은 밀도로 세대의 중첩양상을 나타내다가 11월 이후에는 감소 추세를 보였다

이로 미루어 보아 뿌리혹선충은 작약에서 최소한 3세대는 경과하며 빠른 것은 4세대까지도 경과하는 것으로 생각된다.

토성과 뿌리혹선충 발생과의 관계 : 토성에 따른

Table 2. Effect on the propagation of *Meloidogyne hapla* by soil texture in *Angelica gigas* (pot)*

Soil	No. of gall/root	No of mass/root	No. of 2nd larva/300 ml soil
Sandy soil A**	0	0	0
Sandy soil B	121	128	1,872
Sandy loam	98	101	1,764
Loam	76	81	974
Clay loam	37	39	420
Clay soil	11	10	125

*60 days after inoculation of 5,000 eggs per pot.

**Sandy soil-A: loam content 5%. B: loam content 12.5~25.0%.

뿌리혹선충의 증식상태를 당귀에서 조사한 결과는 표 2와 같이 점토 함량 5%인 사토에서는 선충과 유충이 전연 분리되지 않았으나 점토함량이 12.5~25.0%이상 포함된 사양토에서 선충의 유충밀도가 1,764~1,872마리, 뿌리혹은 98~121개, 난낭 101~128개로서 서식율이 높았고 양토에서는 선충 밀도가 사양토에 비하여 1/2정도였고 뿌리혹과 난낭의 수도 적었다. 그리고 식양토나 식토로 갈수록 선충의 증식율도 낮았는데 이와 같은 결과는 Claude 등(1981)의 보고에 의하면 토양의 이화학 특성에 따른 결과로 해석하였다. Shane & Barker(1986)는 대두포장에서, 토성과 콩의 생육기를 달리한 *M. incognita*의 발육 및 증식실험결과 사양토에서 증식이 가장 많았다고 하였으며 Claude 등(1981)은 토성과 *M. incognita*의 이동을 조사한 결과 사토에서는 전혀 선충이 움직일 수 없었고 점토가 다소 섞인 사양토에서는 그 활동이 많았다고 보고하였다. 이상의 결과로 보아 사토나 점질토는 토양의 이화학성이 나빠서 선충증식에 불리하다고 사료된다.

토양심도별 당근뿌리혹선충(*M. hapla*) 2령유충의 밀도를 조사하기 위하여 의성작약재배지의 5개 포장에서 시료를 채취하여 분리한 결과는 표 3과 같이 표토 5cm까지는 토양 300 ml당 425마리였고, 5~10 cm, 10~15 cm 깊이에서 각각 1,486, 1,064마리로 높은 밀도를 보였으며, 30 cm 이상 깊이에서는 선충 검출수가 급격히 떨어져 30~50 cm에는 105마리, 50 cm 이상에서는 7마리로 그 수가 아주 적었으나 토심에 따른 선충분포가 50 cm 이상의 깊이까지 분포하고 있음을 알 수 있었다.

Table 3. The larval populations of *Meloidogyne hapla* according to soil depth in *Paeonia lactiflora*

Soil depth(cm)	No of 2nd larva/soil 300 ml
<5	425
5~10	1,486
10~15	1,064
15~20	864
20~30	530
30~50	105
>50	7

뿌리혹선충 서식밀도와 토양의 이화학적 특성 :
 뿌리혹선충과 토양의 이화학적 특성의 관계를 조사한 결과 표 4와 같이 뿌리혹선충의 밀도 100마리구와 500마리구를 비교해 보면 pH는 4.9~5.7로 큰 차이가 없었고 유기물 함량은 100마리 이하에서는 다소 높았으나 선충밀도가 아주 높았던 곳에서는 오히려 적었으며, 인산함량 및 양이온 치환용량도 비슷한 경향이었다. 500마리 이상의 포장에서는 석회요구도가 매우 높았고 토양용액의 EC도 높은 경향이었다.

또한 선충밀도가 높을수록 양이온 치환용량 중에서 K시용구는 선충의 밀도가 다소 높은 곳에서 K 함량이 약간씩 높았으나 뚜렷한 차이는 인정할 수 없었는데 이와 같은 경향은 작약 뿐만 아니라 다른 약용작물에서도 비슷하였다. 그러나 이와 최(1964)는 일반포장에서 N, P, K 3요소의 시비를 달리하였을 때 각 토양선충 발생량은 K, N, P의 순인데 뿌리혹선충도 K시용시 먹이의 첨가효과가 있었다고 하였으며 증식에 유리하게 작용한 것으로 보고하였다. 작약포장에서 심도와 표토별로 뿌리혹선충 밀도와 토양의 화학적 특성과의 관계를 조사한 결과는 표 5에서와 같이 표토에서의 선충밀도는 459마리로 심토의 246마리보다 높았으며 pH는 표토가 5.8, 심토가 5.5, 유기물 함량은 표토가 1.6, 심토는 1.3, 인산함량은 표토가 432로 심토 289보다 훨씬 높았고 NH₄-N, NO₃함량도 표토가 심토보다 다소 높았으나 양이온 치환용량에서는 차이가 없었다 이상의 결과에서와 같이 경북 의성 지역 작약포장에서 당근뿌리혹선충(*M. hapla*)은 4세대를 경과하는 것으로 확인되었고 토성별로는 점질이 다소 있는 사양토에

Table 4. Relationship between soil physicochemical properties and propagation of root-knot nematode in medicinal plants

Medical plant	Population of root-knot nematode	pH (1 : 5)	OM (%)	P ₂ O (ppm)	Ex. cation(me/100 ml)			Lime require-ment(kg/10a)	EC mmhos per cm(1 : 5)
					Ca	Mg	K		
<i>Paeonia japonica</i>	>500	5.5	1.7	324	4.09	1.57	0.67	389	0.78
<i>Ledebouriella divaricata</i>	<100	5.5	2.0	272	4.70	1.60	0.50	233	0.60
<i>Dioscorea japonica</i>	>500	5.2	1.7	251	2.1	0.50	0.21	194	0.15
<i>Angelica dahurica</i>	<100	5.9	2.2	176	6.47	1.25	0.15	98	0.18
<i>Angelica gigas</i>	>500	5.6	1.3	301	2.71	0.76	0.54	195	0.57
	<100	5.8	1.6	357	2.91	0.53	0.40	98	0.36
	>500	5.9	2.1	386	3.18	0.44	0.59	389	0.14
	<100	6.0	1.4	304	4.22	0.74	0.32	146	0.30
	>500	6.1	2.5	215	3.05	0.75	1.36	195	0.61
	<100	5.6	2.8	464	3.96	0.94	0.99	535	0.41

Table 5. Population of *Meloidogyne hapla* 2nd larvae and chemical characteristics in soil surface soil and subsoil *Paeonia japonica* field

Soil division	No. of root-knot nematode	pH (1 : 5)	OM (%)	P ₂ O (ppm)	Ex. cation(me/100 ml)			NH ₄ (ppm)	NO ₃ (ppm)	SO ₄ ⁻² (ppm)	EC mmhos per cm
					Ca	Mg	K				
Surface soil*	459	5.8	1.6	432	6.48	1.66	0.50	5.18	11.28	23.19	17.89
Subsoil	246	5.5	1.3	289	6.40	1.60	0.63	4.13	9.71	18.64	20.98

Surface soil: Depth<12 cm, Subsoil: >12 cm. 9 replication
Nematode isolate: Soil 300 ml

서의 서식율이 가장 높고, 토양심도별로는 5~20 cm 범위가 생존에 가장 알맞았으며 근권이 있는 곳까지 생존하고 있고, 뿌리혹선충의 밀도와 토양의 이화학적 특성관계에서는 유기물과 석회의 양이 각각 부의 관계가 있었는데 표토와 심토에서는 12 cm까지의 표토에서 유기물 함량도 높고 선충의 밀도도 높은 경향인데 기타 요인과는 일정한 경향이 없었다.

인 용 문 헌

- Chitwood, B. G. 1949. Root-knot nematodes. I A revision of the genus *Meloidogyne* Coeldi 1987. *Proc Heminthol. Soc Wash* 16: 90-104.
- 최영연. 1963. 온실 화훼류의 근부에서 발생되는 수종의 선충에 관하여 한식보호지 2: 2-5
- 최영연. 1982. 시설원예에 있어서 식물기생선충 조사 한식보호지 21(1): 8-14.
- Claude, Prot J. & S. D. Van Gundy 1981. Effect of texture and the clay component on migration of *Meloidogyne incognita* second-stage juveniles *Journal of Nematology* 13(2): 213-220.

Goeldi, E. A. 1887 Relatoria sobre a molestia do cafeiro na provincia do Riode Janeiro Apparently an advance separate of *Arch Mus. Nac. Rio de Janeiro* 8: 7-121 Note. Correct spelling of the author's name is Goldi We have used the alternative spelling since it is more familiar to nematologists.

Jobert, C. 1878 Sunun maladie du cafeier observu au Bresil. comp. Rend hebdom semc. Acad. Sci. Paris 87: 941-943.

박중수. 1963. 우리나라의 식물기생선충의 종류와 분포 조사. 농사연보 6(1): 27-44.

Sasser, J. N. 1989. Plant-parasitic nematodes: The farmer's hidden enemy Department of plant pathology and consortium for International crop protection, 115 p.

Sasser, J. N. & Karter C. C. C. 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne*. volume I: Biology and Control. 166-193.

Shane, W. W. & K. R. Barker. 1986. Effects of temperature, plant age, soil texture, and *Meloidogyne incognita* on early growth of soybean. *Journal of Nematology* 18(3). 320-327

(1993년 12월 28일 접수)