

藥用作物寄生線蟲에 관한 研究

Nematodes Associated with Medicinal Herbs

朴小得¹·秋淵大¹·鄭琦塚¹·朴善道¹·崔大雄²·崔永然³

So Deuk Park¹, Yeon Dae Choo¹, Ki Chae Jung¹, Sun Do Park¹,

Dae Woong Choi², and Young Eoun Choi³

ABSTRACT To investigate identification of species distribution state, population density of plant parasitic nematodes and damaged state by parasitism of nematodes with soil samples taken from major cultivating area of medicinal herbs in Kyungbuk districts are summarized as follow; total species belonging to genera in families were identified from 43 different medicinal herbs. The dominant nematode species on medicinal herbs was *Meloidogyne hapla* by 55.6% of field infection. Damaged state by parasitism of Root-knot nematode, *M. hapla*, *M. incognita* are severer 15 medical plant except *P. japonica*, infected field were in 54.5~88.0%, and highered in population densities of 2nd larvae, Gall, Egg sac. Percentage of yield-decrease were 57.8% in *A. gigas*, 49.1% in *P. japonica*. Lighten effect of *M. spp.* by cropping system were lowered in population density in Rice+Paeony than Paeony+Paeony in paddy field, and also lowered in Sesame+Paeony or one year fallowing after harvest Paeony than Red pepper+Paeony, Paeony+Paeony in upland field.

KEY WORDS Medicinal herb, nematode identification, *Meloidogyne hapla*, cropping system

초 록 약용작물에 대한 기생선충의 분포상황 및 선충에 의한 약용작물의 피해상황, 작부체계에 따른 선충의 기생정도 등을 구명하기 위하여 시험한 결과는 다음과 같다. 기생식물별 선충기생상황은 작약의 25개 작물중에서 총 10과 15속 25종의 식물기생선충이 검출되었으며, 가장 밀도가 높은 것은 *Meloidogyne hapla* 였고, 다음이 *Tylenchus sp.*, *Ditylenchus dipsaci.*, *Aphelenchoides sp.*, *Tylenchorhynchus claytoni* 등의 순으로 많이 검출되었는데, 바이러스 매개충인 *Xiphinema sp.*과 *Trichodorus sp.* 도 검출되어 바이러스 감염도 우려되었다. 선충 기생에 의한 피해조사에서 작약, 防風, 白芝, 川芎, 人蔘, 當歸, 柴胡가 *Meloidogyne hapla*, *M. incognita*에 의해 심하게 기생당하였으며, 포장감염율은 54.5~88%였고 재배년수가 경과 할수록 선충기생에 의한 뿌리혹(Gall), 난낭(Egg mass), 유충(2nd larvae)의 밀도가 높았는데, 지하부 뿌리의 분지수는 뿌리혹선충의 기생이 많을수록 높았다. 뿌리혹선충 기생에 의한 약용작물별 감수율을 조사한 결과 건전주의 근중에 비해 당귀에서는 57.8, 작약은 49.1, 柴胡는 27.9%의 감수율을 보였으며, 피해도는 23.2~88%로 작물별 차이가 컸고, 감염된 포장에서는 피해가 컸으며, 뿌리혹선충 유충의 밀도는 토양 300 g당 50~1890마리로 밀도 범위가 컸다. 작약포장에서 작부체계에 따른 선충증식정도를 조사한 결과 논포장에서 비재배후 작약재배나, 밭에서 참깨재배후 작약재배한 것이 고추나 작약연속 재배한 포장보다 선충의 밀도가 훨씬 낮았다.

검 색 어 약용작물, 선충분류동정, 뿌리혹선충, 작부체계

1 경북농촌진흥원(Kyung Pook Provincial RDA, Taegu, Korea)
2 농업기술연구소(Agricultural Sciences Institute, RDA, Suwon, Korea)
3 경북대학교 농과대학 농생물학과(Department of Agricultural Biology, College of Agriculture Kyung Pook National University, Taegu, Korea)

농산물의 수입개방화에 따른 대체작물 재배 기술이 절실히 요구됨에 따라 고소득 작물이면서 국제경쟁력이 있는 작용작물재배가 유망시 되고 국내에서도 경제성장과 더불어 생활수준이 향상됨에 따라 한약재의 수요가 급증하고 있다. 약용작물의 국내 재배 면적은 1981년의 3,354 ha에서 1988년도에는 7,637 ha로 28%가 증가되었고, 생산량은 5,755M/T에서 17,584M/T으로 19%가 증가 되었으며, 수출은 1989년도에 3,156만톤, 210,064 \$로 지속적으로 증가하고 있으며 주요 경쟁대상국인 중국, 대만, 태국산보다 품질이 우수한 것으로 인정되고 있다 (농촌진흥청 1991).

현재 재배 면적이 계속늘고 있지만 야생생약의 수입을 국내재배면적 확대로 대처해야겠는데 약용작물은 재배 특성상 한포장에서 수년간 재배해야 함으로서 최근에는 병해충의 피해가 상당히 증가 되어 가고 있다(Park 1990). 그중에도 선충기생과 다른병원과의 협력작용에 의한 근부증상, 생육불량, 위축증상, 뿌리혹선충에 의한 근류형성 및 이상비대증상이 증가하는 경향이어서 수량감소와 품질저하로 상품가치를 상실하는 일까지 허다하였다(Park et al. 1990, Kim et al. 1990, Choi et al. 1991).

식물기생선충은 주로 지하부 식물체의 내외부에 기생하여 피해를 주기 때문에 실지로 뿌리를 뽑아 보거나 식물체를 분석 하지 않고 외관상으로 양분 결핍 증상으로 판단하는 예가 허다하다. 그래서 외국의 선진농업국가에서는 식물기생선충을 일명 “농부들의 숨은 도적”이라고 표현하고 있다(Sasser 1989).

약용작물에 기생해서 피해가 큰 선충에 대한 연구는 세계적으로 적다. 외국에서는(Buhrer 1939) 작약에 뿌리혹선충(*Meloidogyne* sp.)의 감염을 발표했고, 헝가리에서 蒺苲藥의 선충을 조사한 결과 28속 35종을 분류동정 하였으며 *Meloidogyne hapla*에 의해서 많은 흑이 형성되었다고 하였다(Farkas et al. 1984). 목단에서는 *Aphelenchoides fragariae*의 피해가 심하다고 보고 했고(Goffart 1932), 일본북해도에서 민작

약에 기생하는 *Meloidogyne hapla*의 생태를 발표 했으며(Ichinohe et al.1956), 울무에서는 *M. incognita acrita*가 기생 한다는 것을 발표했다고(Luc et al. 1960) 중국간수도에서 당귀에 *Fusarium*병과 *Ditylenchus* spp.의 종합방제를 제안 하였으며(Zhang et al. 1987), 우리나라에서의 약용작물에 대한 연구는 인삼에 기생하는 환충 중에서 *M. incognita*의 피해가 크다고 하였고(Choi 1976) 화훼 및 약용작물 포장의 기생선충 발생 상황 조사에서 역시 뿌리혹선충류와 *Pratylenchus*속의 선충이 많이 발견되었다고 보고한(Kim et al. 1987) 것 외에는 피해상황, 감수율등에 관하여 깊이 조사한 내용은 현재까지 없는 실정이다.

재료 및 방법

약용작물 기생 선충 분포 상황

작약외 25종의 약용작물 재배지역을 대상으로 시료는 작물생육기에서 수확기에 걸쳐, 토양은 포장내 10개지점씩 무작위로 채취하여 한곳에 모은후 혼합하여 1 kg정도 채취하였고, 선충분리는 300 g씩 평량한후 Baermann funnel 및 centrifugal sugar floatation method로 분리하여 80°C로 가열한 F.G.4-1 고정액으로 고정후 실체현미경(30_x)으로 밀도를 조사하였다. 선충을 seinhorst rapid glycerin법으로 탈수하여 glycerin으로 선충을 옮겨서 Paraffin ring method, aluminum double cover glass로 영구표본을 만들어 광학현미경(1,000_x)으로 분리동정하였으며 Deman의 측정식을 사용하였다.

식물체에 있어서의 분리는 뿌리혹선충 종류를 주로 동정하기 위하여 감염된 식물체의 뿌리를 50 cm정도씩 잘라서 tapwater와 혼합하여 mixer에서 30초간 분쇄한 후 원심분리하여 실체현미경하에서 선충을 선별한후 45%의 lactic acid에 넣어 보관하면서 현미경하에서 perineal pattern을 제작하여 광학현미경으로 동정하였다.

선충에 의한 약용작물의 피해상황조사

조사대상은 작약의 6개 약용작물에 대해서, 조사지역은 의성, 안동, 봉화, 울릉, 영풍 등 주요 약용작물 재배지에서 수확시에 조사포장수를 작목당 7~24포장씩 선정해서 이병 및 건전포장으로 구분하여 이병주울 및 피해도, 감수율, 선충밀도를 조사하였고, 식물체 뿌리에 대한 gall 및 egg mass 조사는 식물체를 20주씩 실험실에 옮겨서 gall수를 조사하였는데 egg mass 조사는 Phloxine B를 사용해서 염색하여 조사하였다.

결과 및 고찰

약용작물 기생선충 분포상황

약용작물에 기생하는 선충을 조사코자 주요

약용작물이 집단적으로 재배되고 있는 안동, 봉화, 영풍, 의성, 울릉, 울진, 영덕, 칠곡, 대구 등 31개 지역에서 地黃, 桔梗, 白芝, 牧丹, 芍藥, 人蔘, 川芎, 杜沖, 山藥, 木香, 柴胡, 五味子, 황기, 防風, 當歸, 牛膝, 莎蔘, 何首烏, 山棗仁, 黃芩, 獨활, 산수유, 麥門冬, 枸杞子, 藜蘆, 澤瀉, 형개 등 43개 약용작물을 대상으로 조사한 결과(표 1)을 보면 기생선충종류는 인삼에서 11종으로 가장 많고, 다음으로 작약, 황기에서 10종, 천궁, 두충에서 9종, 桔梗, 藜蘆에서 8종, 白芝, 牧丹, 柴胡, 防風, 當歸에서 7종, 地黃, 山藥, 莎蔘, 白何首烏, 형개에서 6종, 五味子, 地母, 麥門冬에서 5종, 黑丑, 枸杞子, 澤瀉등에서 4종, 산수유, 치자등에서 3종, 木香, 牛膝, 白丑, 大黃, 黃芩, 연교, 生薑등에서 2종, 山棗仁, 半夏, 蒼朮, 獨活등에서 1종의 순으로 나타났다.

Table 1. Collected place of soil and plant for medicinal herbs

No	Localities	Host Plant	
Kyung-sangbuk-do			
Andong-gun			
1	Pookhu-myeon Osan 1-ri	<i>Rehmannia glutinosa</i> LIBOSHITZ	(지황)
2		<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
3		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
4		<i>Ledebouriella divaricata</i> UEKI	(방풍)
5		<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
6	Osan 2-ri	<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
7	Dochon-ri	<i>Paeonia suffruticosa</i> ANDER	(목단)
8		<i>Astragalus membranaces</i> NUNGE	(황기)
9		<i>Acanthopanax sessiliflorus</i> S.	(오가피)
10		<i>Caragana sinica</i> REHDER	(골담초)
11		<i>Rubus coreanus</i> MIQ	(복분자)
12		<i>Bupleurum chinense</i> DC	(시호)
13		<i>Dioscorea polystachya</i> TURCZ	(산약)
14	Seohu-myeon Geogeon ri	<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE	(황기)
15		<i>Achyranthes bidentata</i> BLUME	(우슬)
16		<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
17		<i>Schizonepeta tenuifolia</i> B.	(형개)
18	Gwangpyung ri	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
19		<i>Dioscorea polystachya</i> TURCZ	(산약)
20		<i>Ledebouriella divaricata</i> UEKI	(방풍)
21		<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
22		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
Bonghwa-gun			
23	Chunyang myeon Aedang 1 ri	<i>Panax ginseng</i> MEYER	(인삼)
24		<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)

Table 1. Continued

No	Localities	Host Plant	
25		<i>Ligusticum tenuissimum</i> H.	(고본)
26	Aedang 2 ri	<i>Angelica tenuissima</i> NAKAI	(당귀)
27		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
28	Euiyang 4 ri	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
29	Beopjeon myeon Beopjeon 1 ri	<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
30		<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
31	Punggeong 1 ri	<i>Inura helenium</i> L.	(목향)
32		<i>Schizandra chinensis</i> BAILL	(오미자)
33		<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)
34	Sojj ri	<i>Rehmannia glutinosa</i> LIBOSHITZ	(지황)
35		<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)
36	Chunyang myeon Seobeok ri	<i>Panax ginseng</i> MEYER	(인삼)
	Yung Pung Gun		
37	Pungki up Baek sin 1 ri	<i>Panax ginseng</i> MEYER	(인삼)
38	Sun ne ri	<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE	(황기)
39		<i>Panax ginseng</i> MEYER	(인삼)
40		<i>Pleuropterus multiflorus</i> TURCZ	(하수오)
41	Bonghyun myeon Oheon 1 ri	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
42	Pyung eun myeon Gangdong ri	<i>Dioscorea polystachya</i> TURCZ	(산약)
43	Yung ju si Gaheung 2 ri	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
44		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
45		<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
46		<i>Dioscorea polystachya</i> TURCZ	(산약)
47		<i>Codonopsis lanceolata</i> BENTH	(사삼)
48		<i>Ledebouriella divaricata</i> UEKI	(방풍)
49		<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE	(황기)
50	Yung ju si in Heung 2 ri	<i>Codonopsis lanceolata</i> BENTH	(사삼)
51	Tae gu si buk gu Donghodong	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
52		<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE	(황기)
53		<i>Teucrium veronicoides</i> MAX.	(곽향)
54		<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
55		<i>Acorus calamus</i> BESS	(창포)
56		<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)
57		<i>Scutellaria baicalensis</i> GEORGI	(황금)
58		<i>Eucommia ulmoides</i> OLIVER	(두충)
59		<i>Aralia corolata</i> OLIVER	(독활)
60		<i>Cornus officinalis</i> S. ET Z.	(산수유)
61		<i>Bupleurum chinense</i> DC	(시호)
62		<i>Forsythia suspensa</i> VHAL	(연교)
63		<i>Coix lachryma</i> VAR.MAYUEN STAPE	(외이인)
64		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
65		<i>Ledebouriella divaricata</i> UEKI	(방풍)
66		<i>Pharbitis nil</i> CHOISY	(백출)
67		<i>Achyranthes bidentata</i> BLUME	(우슬)
68		<i>Moutan cortex</i> RADICIS	(목단)
69		<i>Ziziphus jujuba</i> MILLER	(산조인)
70		<i>Anemarrhena asphodeloides</i> BUNGE	(지모)
71		<i>Rheum undulatum</i> L.	(대황)
72		<i>Chrysanthemum indicum</i> L.	(감국)

Table 1. Continued

No	Localities	Host Plant	
73		<i>Atractylodes japonica</i> KOIDZ.	(창출)
74		<i>Pinellia ternata</i> (thunb.)BREIT.	(반하)
75		<i>Dioscorea polystachya</i> TURCZ	(산약)
76		<i>Liriope platyphylla</i> WANG ET TANG	(맥문동)
77		<i>Perilla frutescens</i> BRITTON	(자소)
78		<i>Pharbitis nil</i> CHOISY	(흑축)
79		<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
	Euisung Gun		
80	Euisung up Yongyeon 1-ri	<i>Eucommia ulmoides</i> OLIVER	(두충)
81		<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
82		<i>Moutan cortex</i> RADICIS	(목단)
83		<i>Bupleurum chinense</i> DC	(시호)
84		<i>Ailisma canaliculatum</i> ALL.BR	(택사)
85	Sagok myeon Singam 1-ri	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
86	2-ri	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
87	Yang gi 1-ri	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
88	Eum gi-ri	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
	Ulneung Gun		
89	Ulneung up Sadong	<i>Bupleurum chinense</i> DC	(시호)
90		<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
91		<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE	(황기)
92		<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
93	Jeodong	<i>Scutellaria baikalensis</i> GEORG	(황금)
94		<i>Codonopsis lanceolata</i> BENTH	(사삼)
95		<i>Rehmannia glutinosa</i> LIBOSHITZ	(지황)
96		<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)
97		<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)
98		<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
99	Buk myeon Cunbu 1-ri	<i>Codonopsis lanceolata</i> BENTH	(사삼)
100		<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
101	Cun bu 4-ri	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
	Uljin Gun		
102	Uljin up Up ne 1-ri	<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE	(황기)
103		<i>Rehmannia glutinosa</i> LIBOSHITZ	(지황)
104		<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)
105		<i>Eucommia ulmoides</i> OLIVER	(두충)
106		<i>Codonopsis lanceolata</i> BENTH	(사삼)
107		<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	(천궁)
108		<i>Cardenia jasminoides</i> MAKINO	(치자)
109		<i>Anemarrhena asphodeloides</i> BUNGE	(지모)
110		<i>Paeonia moutan</i> AITON	(목단)
111		<i>Lycium chinense</i> MILLER	(구기자)
112		<i>Ledebouriella divaricata</i> UEKI	(방풍)
113		<i>Platycodon grandiflorum</i> DC	(길경)
114		<i>Polygonum multiflorum</i> THUNBERG	(하수오)
115		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
116		<i>Liriope platyphylla</i> WANG ET TANG	(맥문동)
117		<i>Zingiber officinale</i> ROSC.	(생강)
118		<i>Ostericum koreanum</i> KITAGAWA	(강활)

Table 1. Continued

No	Localities	Host Plant	
	Yung Duk Gun		
119	Yung duk up Whagae dong	<i>Eucommia ulmoides</i> OLIBER	(두충)
120		<i>Angelica dahurica</i> BENTH	(백지)
121		<i>Accchyranthes bidentata</i> BLUME	(우슬)
122		<i>Astragalus membranaceus</i> BUNGE	(황기)
123		<i>Scutellaria</i> BAIKALENSIS	(황금)
	Chill Gok Gun		
124	Dongmyeong-myeon Hak myeong dong	<i>Angelica gigas</i> NAKAI	(당귀)
125		<i>Paeonia japonica</i> MIYABE	(작약)
126	Keumam-4 dong	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET	(작약)

Table 2. Nematode species and population densities on medicinal herbs

Medicinaaal herbs and nematodes	Localities
지황 (<i>Rehmonnia glutinosa</i> LIBOSHITZ)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	1(****) 34(**) 95(**) 103(*) 144(****)
<i>Tylenchus sp</i>	34(*) 91(*) 103(*)
<i>Helicotylen digonichus</i>	1(****) 133(*)
<i>Aphelenchoides sp</i>	1(***) 91(*)
<i>Ditylenchus acutus</i>	1(*)
<i>Ditylenchus citri</i>	144(*)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	93(*) 103(**) 144(****)
길경 (<i>Platycodon grandiflorum</i> DC)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	2(****) 29(****) 45(****) 92(****) 113(*) 156(*)
<i>Aphelenchoides sp.</i>	2(**) 21(**) 29(*)
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	2(**) 29(*) 45(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	2(*) 113(*) 156(*)
<i>Aphelenchus avenae</i>	21(*) 45(*)
<i>Pratylenchus thornei</i>	156(*)
<i>Tylenchus sp.</i>	29(*) 45(*) 79(*) 92(*) 113(*)
<i>Rotylenchus sp.</i>	2(*) 21(*) 29(*) 79(*)
<i>Xiphinema americanum</i>	29(*)
<i>Xiphinema sp.</i>	156(*)
백지 (<i>Angelica dahurica</i> BENTH)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	3(****) 22(****) 25(**) 27(****) 131(*)
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	136(*)
<i>Rotylenchus sp.</i>	44(****)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	147(****)
<i>Aphelenchus avenae</i>	22(*) 64(**) 131(**)
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	64(*) 131(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	22(*) 64(*) 147(*)
<i>Aphelenchoides sp.</i>	22(****) 120(****)
<i>Tylenchus sp.</i>	22(*)
<i>Trichodorus sp.</i>	147(*)
목단 (<i>Paeonia moutan</i> AITON)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	7(*) 82(**) 110(*)
<i>Scutellonema bracyurus</i>	7(****) 82(****)
<i>Aphelenchus avenae</i>	110(*)
<i>Heterodera sp.</i>	82(*)
<i>Tylenchus sp.</i>	68(****) 82(*)

Table 2. Continued

Medicinal herbs and nematodes	Localities
<i>Pratylenchus neglectus</i>	110(*)
<i>Trichodorus cedarus</i>	110(*)
작약(<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	16, 81, 125, 126(****) 41, 97(**) 86(***) 87(*) 148(*) 155(****)
작약(<i>Paeonia japonica</i> MIYABE ET)	
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	16, 41(*) 81(**)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	41(*) 81(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	16(*) 51(*) 81(****)
<i>Hirschmanniella oryzae</i>	86(**) 87(****)
<i>Psilenchus hilarulus</i>	51(*)
<i>Criconemella informis</i>	81(*) 97(*) 128(*)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	81(****)
<i>Trichodorus</i> sp.	51(**)
<i>Pratylenchus neglectus</i>	81(*) 97(*) 155(*)
인삼(<i>Panax ginseng</i> MEYER)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	23, 37(****) 39(***) 141(***)
<i>Meloidogyne incognita</i>	23(***) 39(****) 159(****)
<i>Heterodera</i> sp.	39(****)
<i>Hirschmanniella oryzae</i>	23(*) 37(*) 39(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	36(*) 37(*) 159(**) 160(**)
<i>Aphelenchus avenae</i>	39(*)
<i>Aphelenchoides</i> sp.	37(**)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	37(*) 160(***)
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	37(*) 39(*)
<i>Criconemella informis</i>	37(**) 159(*)
<i>Paratylenchus</i> sp.	39(*)
천궁(<i>Cnidium officinale</i> MAKINO)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	28(***) 30,43(**) 54,90,100,101(*) 98(****) 140(**)
<i>Heterodera</i> sp.	28(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	18,54,90,100,101(*), 28(****) 30(***)
<i>Aphelenchus avenae</i>	43(*) 90(*)
<i>Aphelenchoides</i> sp.	43(*) 101(*)
<i>Xiphinema americanum</i>	30(*) 43(*)
<i>Ditylenchus</i> sp.	30(*) 100(*)
<i>Ditylenchus citri</i>	140(**)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	30(*) 98(*) 101(*) 107(*) 140(*)
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	98(*) 107(*)
두충(<i>Eucommia ulmoides</i> OLIBER)	
<i>Meloidogyne incognita</i>	80(*) 157(**)
<i>Aphelenchus avenae</i>	80(**) 105(**) 119(**) 157(**)
<i>Ogma serratum</i>	157(*)
<i>Tylenchorhynchus nudus</i>	80(****)
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	154(*)
<i>Xiphinema americanum</i>	80(**) 28(*) 157(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	58(**) 119(*) 154(*) 157(***)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	58(**) 119(*)
<i>Pratylenchus neglectus</i>	58(**) 80(*) 157(*)
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	80(**)
<i>Merinius nothus</i>	80(*) 157(***)

Table 2. Continued

Medicinal herbs and nematodes	Localities
산약(<i>Dioscorea polystachya</i> TURCZ)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	13(***) 19(****) 42(**) 46(**)
<i>Tylenchus dubius</i>	13(*) 19(**) 42(**) 75(*)
<i>Scutellonema unum</i>	42(*)
<i>Helicotylenchus digonichus</i>	75(*)
<i>Aphelenchoides</i> sp.	13(*) 19(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	13(*)
목향(<i>Inura helenium</i> L.)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	31(***)
<i>Tylenchus</i> sp.	31(****)
시호(<i>Bupleurum chinense</i> DC)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	83(***) 89(****)
<i>Aphelenchus avenae</i>	83(***) 89(*) 134(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	83(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	89(*)
<i>Rotylenchus pruni</i>	61(*)
<i>Criconemoides</i> sp.	83(****)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	83(***) 134(*)
오미자(<i>Chizandra chinensis</i> BAILL)	
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	152(*) 158(**)
<i>Meloidogyne hapla</i>	32(*)
<i>Criconebella macrodora</i>	32(*) 158(**)
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	32(*) 152(**)
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	32(*)
<i>Xiphinema</i> sp.	32(*) 152(*) 158(***)
황기(<i>Astragalus membranaces</i> BUNGE)	
<i>Criconebella informis</i>	8(**) 91(**) 135(*) 137(**)
<i>Meloidogyne hapla</i>	8(****) 49(**) 52(****) 91(****) 135(***) 137(*)
<i>Ditylenccchus dipsaci</i>	8(*)
<i>Ogma serratum</i>	49(*) 137(*)
<i>Rotylenchus</i> sp.	52(****)
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	102(**)
<i>Xiphinema americanum</i>	102(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	124(*)
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	8(*)
<i>Criconemoides</i> sp.	8(****) 49(*) 70(*) 91(*)
오가피(<i>Acanthopanax sessiliflorus</i> S.)	
<i>Tylenchus</i> sp.	9(*)
방풍(<i>Ledebouriella divaricata</i> UEKI)	
<i>Meloidogyne incognita</i>	4,48,112(****) 20(**) 65(**)
<i>Tylenchus</i> sp.	4(*) 20(**) 65(**)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	20(**) 65(*)
<i>Tylenchohrynchus nudus</i>	20(*) 65(*)
<i>Aphelenchoides</i> sp.	4(*) 20(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	4(*)
<i>Xiphinema americanum</i>	20(**)
당귀(<i>Angelica gigas</i> NAKAI)	
<i>Aphelenchoides</i> sp.	143(**)
<i>Meloidogyne hapla</i>	24,26,33,96(****) 56,104(**)
<i>Scutellonema brachyurus</i>	26(**) 56(*) 96(*)

Table 2. Continued

Medicinal herbs and nematodes	Localities
<i>Paratylenchus</i> sp.	56(**)
<i>Xiphinema americanum</i>	56(*) 104(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	104(*) 143(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	33(*) 96(*) 104(**) 124(*) 143(***)
<i>Tylenchorhynchus nudus</i>	104(*)
우슬 (<i>Achyranthes bidentata</i> BLUME)	
<i>Tylenchus</i> sp.	15(*) 67(*) 121(*)
<i>Aphelenchus</i> sp.	67(**)
사삼 (<i>Codonopsis lanceolata</i> BENTH)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	50(**) 94(****) 99(****) 151(***)
<i>Tylenchus</i> sp.	47(**) 99(*) 151(***)
<i>Rotylenchus</i> sp.	106(*)
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	106(*)
<i>Criconemoides</i> sp.	106(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	94(*) 99(*)
백하수오 (<i>Pleuropterus multiflorus</i> TURCZ)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	40(**) 94(*) 114(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	40(*)
<i>Aphelenchus</i> sp.	40(*)
<i>Aphelenchoides</i> sp.	40(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	114(*)
<i>Criconemella informis</i>	114(**) 149(***)
골담초 (<i>Caragana sinica</i> REHDER)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	10(**)
복분자 (<i>Rubus coreanus</i> MIQ)	
<i>Heterodera</i> sp.	11(*)
<i>Meoidogyne hapla</i>	11(**)
<i>Tylenchus</i> sp.	11(**)
<i>Rotylenchus</i> sp.	11(*)
산조인 (<i>Ziziphus jujuba</i> MILLER)	
<i>Trichodorus</i> sp.	69(*)
지모 (<i>Anemarrhena asphodeloides</i> BUNGE)	
<i>Aphelenchus avenae</i>	109(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	70(**) 109(*)
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	109(*)
<i>Psilenchus</i> sp.	70(**)
<i>Xiphinema americanum</i>	109(*)
백축 (<i>Pharbitis nil</i> CHOISY)	
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	66(****)
<i>Xiphinema americanum</i>	66(**)
흑축 (<i>Pharbitis nil</i> CHOISY)	
<i>Helicotylenchus dhystera</i>	78(****)
<i>Rotylenchus</i> sp.	78(****)
<i>Aphelenchus avenae</i>	78(**)
<i>Scutellonema bracyurus</i>	78(***)
대황 (<i>Rheum undulatum</i> L.)	
<i>Rotylenchus</i> sp.	71(**)
<i>Patylenchus</i> sp.	71(*)
감국 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)	
<i>Pratylenchus neglectus</i>	72(*)

Table 2. Continued

Medicinal herbs and nematodes	Localities
<i>Hirschmanniella oryzae</i>	72(**)
곽향 (<i>Teucrium veronicoides</i> MAX)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	53(***)
<i>Rotylenchus</i> sp.	53(***)
<i>Tylenchorhynchus nudus</i>	53(**)
창포 (<i>Acorus calamus</i> BESS)	
<i>Tylenchus</i> sp.	55(***) 142(**)
<i>Trichodorus</i> sp.	55(**)
황금 (<i>Scutellaria baikalensis</i> GEORG)	
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	123(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	57(**)
<i>Rotylenchus</i> sp.	93(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	93(*)
독활 (<i>Aralia corolata</i> THUNB.)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	59(*) 132(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	132(*)
<i>Rotylenchus</i> sp.	59(**)
<i>Trichodorus</i> sp.	132(**)
연교 (<i>Forsythia suspensa</i> VHAL)	
<i>Helicotylenchus</i> sp.	62(**)
<i>Paratylenchus</i> sp.	62(*)
산수유 (<i>Cornus officinalis</i> S. ET Z.)	
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	60(*)
<i>Meloidogyne hapla</i>	60(*)
<i>Trichodorus</i> sp.	60(*)
반하 (<i>Pinellia ternata</i> (thunb.)BREIT.)	
<i>Scutellonema bracyurus</i>	74(*)
맥문동 (<i>Liriope platyphylla</i> WANG ET TANG)	
<i>Aphelenchoides</i> sp.	146(**)
<i>Aphelenchus avenae</i>	146(**)
<i>Ditylenchus equalis</i>	130(**)
<i>Rotylenchus pini</i>	76(**)
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	116(**) 146(*)
<i>Pratylenchus neglectus</i>	146(*)
<i>Trichodorus</i> sp.	146(*)
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	116(*) 130(**)
<i>Tylenchus</i> sp.	130(**)
<i>Meloidogyne hapla</i>	116(*) 146(****)
<i>Ditylenchus destructor</i>	116(*)
자소 (<i>Perilla frutescens</i> BRITTON)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	77(***)
<i>Tylenchus</i> sp.	77(*)
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	77(*)
창출 (<i>Atractylodes japonica</i> KOIDZ.)	
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i>	73(***)
의이인 (<i>Coix lachryma</i> VAR.MAYUEN STAPE)	
<i>Tylenchus</i> sp.	63(*)
치자 (<i>Gardenia jasminoides</i> MAKINO)	
<i>Tylenchus</i> sp.	108(*)
<i>Xiphinema americanum</i>	108(*)

Table 2. Continued

Medicinal herbs and nematodes	Localities
<i>Scutellonema</i> sp.	108(*)
구기자 (<i>Lycium chinense</i> MILLER)	
<i>Aphelenchus</i> sp.	111(*)
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	111(*)
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	12227(**)
<i>Tylenchorhynchus nudus</i>	111(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	127(***)
<i>Meloidogyne hapla</i>	111(*) 127(***)
생강 (<i>Zingiber officinale</i> ROSC.)	
<i>Aphelenchus avenae</i>	117(*)
<i>Tylenccchus</i> sp.	117(*)
강활 (<i>Ostercicum koreanum</i> KITAGAWA)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	118(****) 129(*)
<i>Trichodorus</i> sp.	129(**)
고본 (<i>Ligusticum tenuissimum</i> H.)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	26(****)
<i>Meloidogyne incognita</i>	26(****)
<i>Rotylenchus</i> sp.	26(*)
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	26(*)
<i>Tylenchorhynchus nudus</i>	26(*)
<i>Criconemoides</i> sp.	26(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	26(*)
<i>Ditylenchus</i> sp.	26(*)
택사 (<i>Ailisma canaliculatum</i> ALL.BR)	
<i>Tylenchus</i> sp.	84(*)
<i>Helicotylenchus dihystera</i>	84(*)
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	84(*)
<i>Hirschmanniella oryzae</i>	84(**)
<i>Criconemoides</i> sp.	84(*)
형개 (<i>Schizonepeta tenuifolia</i> B.)	
<i>Meloidogyne hapla</i>	17(***)
<i>Helicotylenchus digonichus</i>	17(*)
<i>Tylenccchorhynchus claytoni</i>	17(*)
<i>Aphelenchoies</i> sp.	17(*)
<i>Aphellenchus avenae</i>	17(*)
<i>Tylenchus</i> sp.	17(**)

작물별 주요선충의 지역간 발생상황을 조사한 결과 지황에서는 *Meloidogyne hapla*와 *Helicotylenchus digonichus*, *Aphelenchoides* sp. 이 많이 기생하고 있었는데 *M. hapla*는 경상북도 안동군 북후면 오산1리에서 많이 기생하여 건전주에 비해 감염주는 뿌리의 이상증상과 함께 생체중이 아주 적었으며(Plate 5), 법전면 소지리와 울릉읍 저동에서도 다소 검출되었으나 작물체의 피해는 경미하였다. *H. digonichus*와 *Aphelenchoides* sp. 역시 안동군 북후면 오

산1리 길경에서는 *Meloidogyne hapla*가 우점하고 있었는데, 특히 많이 검출된 지역인 경북 안동군 북후면 오산1리, 봉화군 법전면 법전1리, 영주시 가흥2리, 울릉읍 사동에서는 토양 300 g당 100마리 이상 검출되고 있고 뿌리에는 뿌리혹 및 난낭이 많이 부착해 있었으며 외관상으로도 보기 좋았다. 울진읍 읍내1리에서는 기생정도가 경미 하였으며 작물체의 피해는 거의 없었는데 이곳은 안동이나 영주, 봉화지역과 달리 재배연수가 2년밖에 되지 않아 선충의

증식이 적었다.

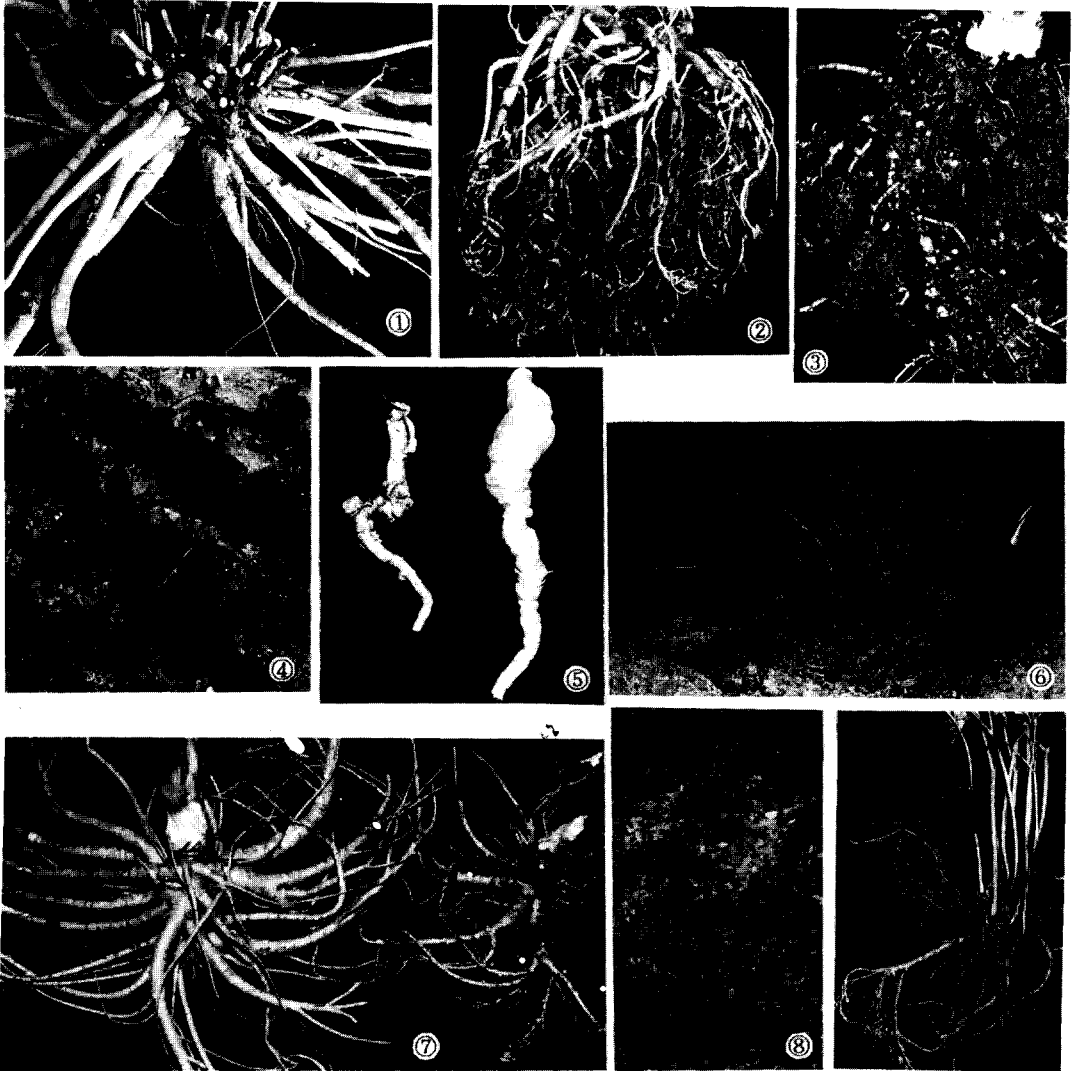
그리고 법전면 법전 1리에서는 바이러스를 매개하는 *Xiphinema americanum*도 소량 검출되었다. 백지에서는 *Meloidogyne hapla*와 *Aphelenchoides* sp.의 기생밀도가 매우 높았는데 *M. hapla*는 안동군 북후면 오산1리, 안동군 서후면 광평1리에서 밀도가 특히 높았으며, 봉화군 춘양면 의양4리와 애당1리에서도 다소 검출되었는데 조사지역 모두 뿌리혹선충 기생에 의한 뿌리혹과 난낭이 많이 부착해 있었다(Plate 3). *Aphelenchoides* sp.는 서후면 광평리에서 아주 밀도가 높았고 영덕읍 화개동에서도 다소 검출되었다.

작약에 있어서는 *Meloidogyne hapla*와, *Tylenchus* sp., *Scutellonema brachyurus*의 밀도가 높았으며, 地域間에는 *Meloidogyne hapla*는 안동군 서후면 저전리와 의성군 의성읍, 사곡면 일대에서 밀도가 특히 높았으며 감염주는 건전주에 비해 뿌리혹 및 난낭이 많이 부착해 있었고 세균도 많이 나서 약제로서의 가치가 상당히 저하되었다(Plate 1, 2).

영풍군 봉현면 오현1리와 울릉읍 저동, 사곡면 양지1리에서는 비교적 기생 밀도가 낮아 피해도 경미하였다. 또한 작약에서 의성의 양지1리와 의성읍 용연1리에서 각각 *Tylenchus* sp.과 *Hirschmanniella oryzae*의 밀도가 높았는데 *H. oryzae*의 밀도가 높았던것은 최근의 벼재배 상태에서 작약을 식재했기 때문에 벼기생선충이 많이 검출된것으로 생각된다.

인삼에 있어서는 *Meloidogyne hapla*와 *M. incognita*, *Heterodera* sp.이 주로 많이 기생하고 있었으며, *M. hapla*는 봉화군 춘양면 애당1리, 영풍군 풍기읍 백신1리, 풍기읍 선내리에서, *M. incognita*는 봉화군 춘양면 애당1리, 영풍군 풍기읍 선내리에서 공히 밀도가 높았으며 뿌리에는 잔뿌리가 많이 났으며 뿌리혹도 많이 형성되었다. 천궁에서는 울릉읍 저동에서 *Meloidogyne hapla*의 밀도가 높았고 뿌리의 혹도 다수 보였다(Plate 9). 봉화군 법전면 법전1리에서 *Tylenchus* sp.의 밀도가 높았으며

*Aphelenchus avenae*가 영주시 가흥2리와 울릉읍 사동에서 소량 검출되었다. 두충에서는 *Tylenchorynchus nudus*가 의성읍 용연1리에서 많이 검출되었으며 *Meloidogyne hapla*는 검출되지 않았고 *M. incognita*만이 소량 검출되었다. 산약에서는 *M. hapla*의 밀도가 높았는데, 안동군 서후면 광평1리에서 밀도가 아주 높아 산약이 다소 기형으로 도있고 Gall이 많이 부착되어 있었으며 산약의 외부에도 세균이 많이 나 있었다. 시호에서는 *M. hapla*와 *Criconemoides* sp.의 기생이 많았으며, *M. hapla*는 의성군 의성읍 용연1리 울릉읍 사동에서 밀도가 다소 높았고 뿌리혹과 난낭 그리고 세균도 건전주에 비해 많았다. 방풍에서는 *Meloidogyne incognita*의 밀도가 아주 높았으며, 지역간 기생정도를 보면 안동군 북후면 오산1리와 영주시 가흥2리, 울진군 읍내1리에서 밀도가 대단히 높았는데, 특히 영주시 가흥2리에서는 *M. incognita*에 감염이 되어 포장재로 매수한 상인이 그포장의 방풍을 모두 폐기처분하는 정도로 건전주에 비해서 모조리 세균만 남고 약제로 이용하는 뿌리는 거의 없었으며 gall이 무수히 형성되었다. 당귀에 대한 선충기생 정도를 보면 피해가 제일 심한 것이 *M. hapla*였는데, 지역별로는 봉화군 춘양면 애당1리, 애당2리, 울릉읍 저동에서는 밀도가 아주 높았으며 당귀 재배 전포장에 심하게 황화 고사하는 피해증상을 나타내었고, 뿌리에도 많이 혹이 형성되고 이상비대 증상이 심하여 농민이 수확후 선별시에 상품에서 제외시키는 수가 많아 수량이 떨어졌고 상품가치도 아주 하락되었었다(Plate 7,8). 황기에서는 *M. hapla*와 *Rotylenchus* sp., *Criconemoides* sp.의 기생밀도가 높았는데 지역별로보면 *M. hapla*는 안동군 북후면 도촌리, 영주시 가흥2리, 울릉군 사동에서 밀도가 높았고, *Rotylenchus* sp.은 대구시 북구 동호동에서, *Criconemoides* sp.은 안동군 북후면 도촌리에서 밀도가 높았는데 밀도가 높은 포장에서는 식물체의 생장이 억제되었고 고사주율도 높았다. 사삼에서는 *Meloidogyne hapla*가 단연 우점종이었으며 지역



Explanation of plate

1-2. *Paeonia japonica* infested with *Meloidogyne* spp., *M. hapla* and *M. incognita*.

① Healthy ② Infested

3. *Angelica dahurica* infested with *Meloidogyne hapla*.

4. *Ligusticum tenuissimum* infested field with *Meloidogyne incognita*.

5. *Rehmannia glutinosa* infested with *Meloidogyne incognita*.

Left : Infested Right : Healthy

6. *Ostericum koreanum* infested with *Meloidogyne hapla*.

7. *Angelica gigas* infested with *Meloidogyne hapla*.

Left : Healthy Right : Infested

8. Infested field with *Meloidogyne hapla*.

9. *Cnidium officinale* infested with *Meloidogyne hapla*.

별로는 영주시 가흥2리, 울릉읍 저동, 울릉군 북면 천부1리에서 기생밀도가 높아서 사삼의 끝이 몽뚝하거나 흑이 많이 형성되어 미관상 아주 나빴다. 백촉에는 *Helicotylenchus dihystrera*의 밀도가 높았고, 흑촉에는 *H. dihystrera*와 *Rotylenchus* sp., *Scutellonema brachyurus*의 밀도가 아주 높았으며 식물체의

왜화현상이 두드러 졌다. 독활에 있어서는 *Meloidogyne hapla*가 울진군 울진읍 읍내1리에서 아주 밀도가 높았으며 gall과 세균이 무수히 발생하였다(Plate 6).

고본에서도 *Meloidogyne incognita*와 *M. hapla*가 봉화군 춘양면 애당2리에서 기생이 많아 식물체는 피해가 심해서 황화 위축되었고 뿌리에

Table 3. List of nematodes species and percentage of infested field in medicinal herb

Nematode species	Infested field(%)
<i>Aphelenchoides besseyi</i> Christie, 19	12.7
<i>Aphelenchoides</i> spp.	1.6
<i>Aphelenchus avenae</i> Bastine, 1865	12.7
<i>Aphelenchus</i> spp.	0.8
<i>Criconemella informis</i> (Micoletzky, 1992)	4.0
<i>Criconemella macralora</i> (Taylor, 1936)	0.6
<i>Criconemoides</i> spp.	6.3
<i>Ditylenchus acutus</i> (Khan, 1965)N.comb	0.8
<i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn, 1857) Filip'ev, 1936	18.3
<i>Ditylenchus destructor</i> Thorne, 1945	0.8
<i>Ditylenchus</i> spp.	2.4
<i>Hirschmanniella oryzae</i> (Van Breda de Haan, 1902)Luc & Goody, 1964	5.6
<i>Helicotylenchus dihystrera</i> (Cobb, 1893) Sher, 1961	11.9
<i>Helicotylenchus digonichus</i> Darling & Thorne, 1959	0.8
<i>Helicotylenchus</i> spp.	0.8
<i>Heterodera</i> spp.	3.2
<i>Meloidogyne hapla</i> Chitwood, 1949	55.6
<i>Meloidogyne incognita</i> (Kofoid & White, 1991) Chitwood, 1949	3.2
<i>Merlinius nothus</i> (Allen, 1955) Siddiqui, 1970	0.8
<i>Ogma serratum</i> (Khan & Siddiqi, 1963)	0.8
<i>Paratylenchus</i> spp.	0.8
<i>Pratylenchus neglectus</i> Filip've & Schuurmanns Steckhoven, 1941	3.2
<i>Pratylenchus</i> spp.	0.8
<i>Psilenchus hilarulus</i> De Man, 1921	1.6
<i>Psilenchus</i> spp.	0.8
<i>Rotylenchus pruni</i> Rashid & Husain, 1972	2.4
<i>Rotylenchus</i> spp.	10.3
<i>Scutellonema brachyurus</i> (Steiner, 1938) Andrassy, 1958	13.5
<i>Scutellonema unum</i> Sher, 1964	0.8
<i>Scutellonema</i> spp.	13.5
<i>Tylenchorhynchus claytoni</i> Steiner, 1937	4.8
<i>Tylenchorhynchus dubius</i> (Butschli, 1873) Filip'ev, 1936	4.0
<i>Tylenchorhynchus nudus</i> Allen, 1955	4.0
<i>Tylenchus davaini</i> Bastian, 1865	12.7
<i>Tylenchus</i> spp.	28.6
<i>Tricodorus cedarus</i> Yokoo, 1964	2.4
<i>Tricodorus</i> spp.	1.6
<i>Xiphinema americanum</i> Cobb, 1913	8.7
<i>Xiphinema</i> spp.	0.8

는 gall과 난낭이 많이 부착되었다(Plate 4).

지하부를 이용하는 약용작물에 대한 선충기생에 관한 보고를 보면 작약에서 *M. hapla*와 *M. sp.*의 감염으로 뿌리에 혹이 아주 많이 형성되었다고 하였으며 (Buhner 1939, Farkas & Meszner 1984), 작약의 9작목에 대해서 조사한 결과 거의 대부분의 약용작물에 *Meloidogyne*이 검출되었으며 *Meloidogyne*이 심하게 발생한 포장의 일부 천궁뿌리는 기생선충의 피해를 받아 품질이 떨어진다고 하였다(Kim et al. 1987). 조사된 43개 약용작물에서 발견된 선충종류는 총 12과 19속 25종이 발견되었다(표 3).

*M. hapla*는 전체 126개 포장중에서 70포장에서 검출되어 55.6%의 검출빈도로 가장 높았고, 다음이 *Tylenchus sp.*이 28.6%, *Ditylenchus dipsaci* 18.3%, *Scutellonema sp.* *S. brachyurus*가 13.5%, *Aphelenchoides besseyi*, *Aphelenchus avenae*, *Tylenchus davainei* 12.7%, *Helicotylenchus dihystera* 11.9%등의 순이었다.

그러나 *Aphelenchus avenae*는 균식성 선충으로 식물에는 피해가 없으므로 문제가 되지 않으며, 검출빈도가 비록 낮을지라도 *Ditylenchus sp.* *Helicotylenchus dihystera*, *Meloidogyne incognita*, *Partylenchus neglectus*, *Tricodorus sp.*, *Xiphinema americanum*등은 지역 또는 기주식물에 따라서 밀도가 높으므로 중요한 선충으로 사료되었다.

그리고 포장에서의 조사중에 작약과 산약, 방충, 당귀, 백지등에서 일부 뿌리썩음증상도 다소 발견되었는데 이들의 요인들에 대해서는

다른균과의 협력작용에 의한 복합증상으로 일어난다고 추정되며, 일부 포장에서 *Pratylenchus sp.*이 발견되는 작약포장등에서도 근부증상이 다소 일어나고 있는데 이들 선충과의 관련성도 크다고 사료된다. 전체의 약용작물중에서 현재 포장에서 제일 문제가 되는 주요기생 선충들은 *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Ditylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Aphelenchoides*, *Helicotylenchus* 등인데 이렇게 기생선충의 속이 다양한 것은 한 포장에서 당귀면 2년, 작약이면 4년정도 재배해야 수확이 가능하고 또 당귀면 봉화, 천궁이면 울릉, 작약이면 의성지역에서 재배해야 생육도 좋고 약초의 품질도 우수하다는 약요작물의 생리특성에서 오는 결과로 사료되어 특수한 방제법 연구가 시급하다고 생각된다.

뿌리혹선충 기생에 의한 약용작물의 피해 상황

작약의 6개 주요약용작물을 대상으로 피해상황을 조사한 결과(표 4), 작약등 7종은 *Meloidogyne sp.*에 의해 심한 피해를 받고 있었다. 작약은 2년차 재배포장중 17개포장을 조사한 결과 감염포장수가 11개로 64.7%의 포장감염율을 보였고 감염주율은 46.0%, 뿌리수는 건전주가 6개 감염주는 19개로 뿌리혹선충에 감염된 작약은 굵은 뿌리보다는 가는 뿌리가 많이 났으며 3년차, 4년차 재배포장에서는 감염 포장율, 뿌리혹수 그리고 선충밀도도 2년차보다 높았으며 4년차 재배에서는 포장감염율이 100%나 되었다(그림 1).

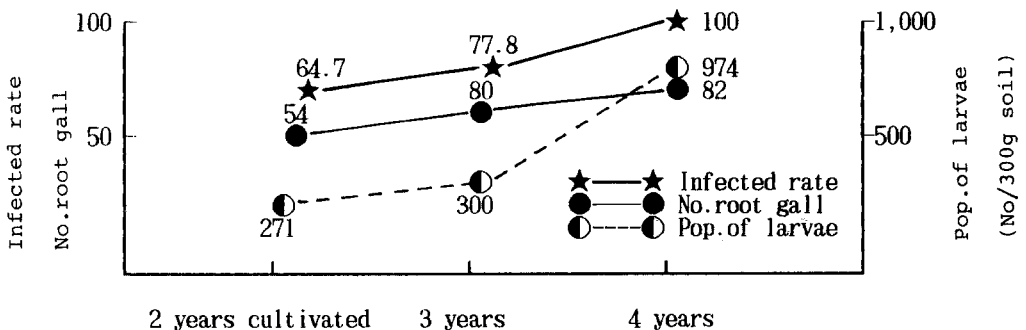


Fig 1. Infected degree of *Paeonia japonica* by *Meloidogyne hapla*.

Table 4. Damaged state of principal medicinal herbs by root knot nematodes

Medicinal herbs	Region	No. of survey field	No. of infected field	% of infected field	% of infected plant	No. of tillering		
						Health	Infection	
<i>Paeonia Japonica</i>	2years	Euisung	17	11	64.7	46	6	19
	3years	"	9	7	77.8	64	8	22
	4years	"	5	5	100	82	11	23
<i>Ledbouoriella divaricate</i>	Andong	8	6	75	46	7.1	28.8	
<i>Angelica</i>	Bongwha	25	22	88	75	13.7	20	
<i>Angelica dahurica</i>	Bongwha	7	5	71.4	58	7.2	32.7	
<i>Cinidium officinale</i>	Andong	10	5	50	11	21	42	
	Bongwha							
	Ulneung							
<i>Panax ginseng</i>	Bongwha	9	5	55.6	54.6	7.9	19	
<i>Bupleurum chinese</i>	Yungpoong							
	Euisung	11	6	54.5	55.0	7.9	19	
	Ulneung							

방풍 포장에서도 포장감염율이 75%로 높았으며 감염포장에서의 기생주율은 46%, 분근수도 정상이 7.1, 건전이 28.8개나 되며, 당귀는 25개 조사포장에서 22개포장이 감염되어 88.0%의 포장감염율을 보였으며 기생주율이 75%나 되었다. 백지, 천궁, 인삼도 비슷한 경향을 보였으며 시호는 의성과 울릉지역에서 11개 조사포장에서 6개포장이 감염되어 54.5%의 포장감염율을 보였으며 기생주율은 55.0%였다(그림 2,3). 뿌리혹수와 토양 300 g당 유충밀도, 피해

도를 보면 방풍에서는 감염포장에서의 각각 122, 784, 88로 높았고, 당귀, 백지에서 피해가 컸으며 천궁과 인삼은 뿌리혹수가 각각 48, 32, 유충이 250, 291, 피해도는 61.5, 46으로 다소 낮은 편이었으나 여전히 피해를 받고 있었다.

피해는 대체로 재배연수가 경과할수록 증가하였는데 울릉군의 약용작물 병해충 조사에서 사삼, 길경, 천궁, 시호등에 뿌리혹선충의 피해가 심하였다고 하는 보고(김 등 1990)와 일치하고, 뿌리혹선충에 식물이 감염되면 잔뿌리가

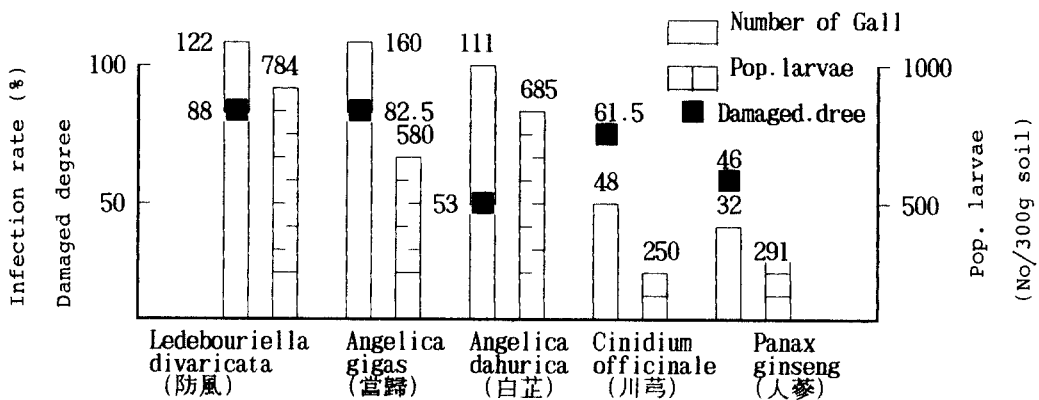


Fig. 2. Infection degree by *Meloidogyne sp.* for some medicinal herbs.

많이 생기고 주근이 가늘어진다는 보고(Sasser 1989)에서도 알수 있듯이 약재는 대부분 뿌리를 쓰는데 너무 실뿌리가 많으면 상품가치가 떨어지게 된다. 뿌리혹선충에 감염된 약용작물들에 대해서 수확시에 감수율을 알아보기 위하여 작약의 8개작물에 대해 조사한 결과 (표 5) 작약에서는 뿌리의 생체중이 건전주는 1,069 g인데 반해 감염주는 544.5 g으로 49.1%의 감수를 보였고 방풍은 15.2%, 당귀는 57.8%의 감수율을 보여 약용작물중에서도 가장 피해가 심하였고, 그외 시호가 27.9%, 인삼이 17.2%, 천궁이 10.6%의 순으로 감수율을 보였다. 그리고 뿌리혹과 난낭의 지수를 보면 천궁은 4.4, 당귀 4.5, 방풍 4.4, 백지 4.3으로 높고 시호 3.8, 천궁 2.5, 인삼 2.1, 산약 1.8로 뿌리

혹과 난낭이 많이 부착되어 증식을 계속하고 있었으며 2령유충의 밀도를 조사한 결과 토양 300 g당 작약포장에서 120~1,890마리로 평균 974마리, 방풍이 368~1,864, 당귀가 255~1,589, 시호가 360~1,800, 산약이 80~711마리로 토양에도 유충이 밀도가 대단히 높았으므로, 이들선충의 피해를 줄이기 위해서는 윤작과 휴경이 불가피하다고 생각되고 또한 뿌리혹선충에는 최근 생물학적 방제법을 많이 시도하고 있는데(Jatala 1980, Mitchell 1987) 특히 농약을 함부로 살포치 않는 약용작물에 대해서는 미생물을 이용한 생물학적 방제법이 아주 적합하리라 본다.

작약포장에서 작년물 선충감염정도를 조사해본 결과 (표 6) 작약을 재배하기전에 고추를

Table 5. Percentage of yield-decrease and population of nematode in root for medicinal plant by infested *Meloidogyne* sp.

Medicinal plants	Plant weight(g)			No. of gall	No. of egg	Index		Dam- aged degree	Population of nematodes (soil 300g)
	Health	Infected	% y.d.			Gall	Egg		
<i>P.japonica</i> (작약)	1,069	544.5	49.1	82	88	4.4	4.4	84.5	974(120-1890)
<i>L.divaricata</i> (防風)	35.6	30.2	15.2	122	92	4.4	3.9	88	784(368-1864)
<i>A.gigas</i> (當歸)	260.7	110.0	57.8	160	166	4.5	4.5	82.5	580(255-1589)
<i>A.dahurica</i> (白芝)	75.6	68.7	9.1	111	122	4.3	4.4	52.9	685(404-1465)
<i>B.chinese</i> (柴胡)	4.3	3.1	27.9	48	50	3.8	3.8	37	550(360-1800)
<i>C.officinale</i> (川芎)	88.5	79.1	10.6	38	47	2.5	2.5	61.5	250(71-1055)
<i>P.ginseng</i> (人蔘)	35.5	29.4	17.2	32	30	2.1	2.0	46	291(96-1800)
<i>P.glaucum</i> (桔梗)	14.9	13.9	6.7	35	41	2.2	2.2	30	394(50-650)
<i>D.japonica</i> (山藥)	69.2	66.1	4.5	41	43	1.8	1.8	23.2	315(80-711)

* y.d : yield decrease.

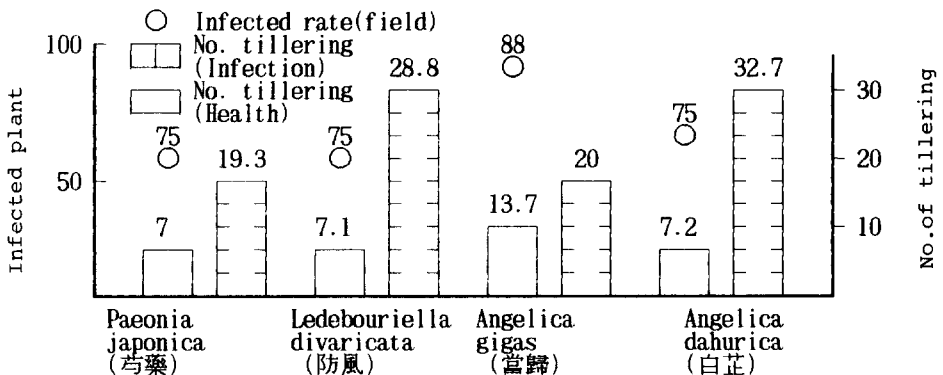


Fig. 3. Percentage of infected plant and no. of tillering by root knot nematodes.

Table 6. Population of *Meloidogyne* 2nd larvae in *Paeonia Japonica* after cultivated previous crops

Previous crops	Number of investigated field			
	Over 100	50-100	11-50	1-10 ^a
Red pepper	6	0	2	0
Sesame	0	1	2	4
Rice	0	0	0	6

^a Number of juveniles per 300ml soil.

심은 포장은 참깨나 벼를 심고 작약을 재배한 포장보다 훨씬 뿌리혹선충의 기생이 심하여 피해가 크다는 것을 알 수 있었는데 이것은 고추가 뿌리혹선충이 증식하는데 좋은 기주가 되고 고추가 뿌리혹선충에 대해서 감수성작물이라는 보고(한 등 1985, 박 등, 1986)와 일치하였다.

작부체계에 의한 뿌리혹선충의 피해경감에 관한 효과를 조사한 결과 (표 7) 논에서 벼+작약체계가 작약+작약체계보다 뿌리혹선충 밀도가 훨씬 감소되었고, 밭에서는 참깨+작약포장에서의 뿌리혹선충 2령유충 밀도는 95마리인데 반하여 고추+작약이나 작약+작약은 355~550마리로 3~5배이상의 선충의 증식이

많았으며, 작약 수확후 1년 휴한한 포장에서는 4분의 1수준으로 밀도가 떨어졌는데, 여기에서 알 수 있는 것은 고추와 작약은 뿌리혹선충의 증식에 아주 유리한 감수가 떨어졌는데, 여기에서 알 수 있는 것은 고추와 작약은 뿌리혹선충의 증식에 아주 유리한 감수성작물이고 벼와 참깨는 뿌리혹선충이 별로 서식하기를 좋아하지 않는것을 알 수 있는데, 이와 같이 작부체계에 의한 선충밀도 증식을 억제하는 효과에 대해서는 다수의 학자들에 의하여 보고한 바 있다(Barker 1991, 한 등 1985, 최 등 1982).

이상의 결과에서 알 수 있듯이 약용작물은 뿌리혹선충의 기생에 의한 피해가 실로 크다고 볼 수 있으며, 약용작물의 재배특성상 선충의 피해를 받는 것은 당연하지만 우리는 이 피해를 최소화 시켜야 하겠으며 앞에서도 언급했듯이 뿌리혹선충의 비기주 작물을 작부체계에 가져오고 생물적 방제 수단도 가미하여 선충의 밀도를 낮추도록 힘써야 하겠다.

Table 7. Lighten effect of damage of *Meloidogyne* sp. by cropping system

Cropping system			Population of nematodes			Tested field
			1991	1990	Mean	
Rice(벼)	+	Paeony(작약)	142	62	102	Rice field
Paeony(작약)	+	Paeony(작약)	481	419	450	
Sesame(참깨)	+	Paeony(작약)	86	104	95	Upland field
Red pepper(고추)	+	Paeony(작약)	411	299	355	
Paeony(작약)	+	Paeony(작약)	635	465	550	
I year fallowing after harvest Paeony			159	145	152	

인 용 문 헌

Barker, K.R., C.J. Nusbaum & L.A. Nelson. 1969. Seasonal population dynamics of selected plant-parasitic Nematodes as Measured by Three Extraction Procedures J. of Nematology. 1(3):232~238

Barker, K.R. 1991. Rotation and Cropping Systems for Nematode Control The North Carolina Experience. J. of Nematology. 23(3):342~343.

Benjamin Dube & Gwver C. Smart, JR. 1987. Biological Control of *M. incognita* by *P. lilacinus* and

Pasteuria penetrans. J. of Nematol. 19(2):222~227.

Buhrer, E.M. 1938. Additions to the list of plants attacked by the Root-knot nematode (*Heterodera marioni*). Pl. Dis. Repr. 22(12):216~234.

Byrd, D.W. JR, Howard Ferris & C.J. Nusbaum. 1972. A method for Estimation Numbers of Eggs of *Meloidogyne* spp. in ssoil. J. of Nematol. 4(4):266~269.

Bybd, D.W., JR. T. Kirk Patrick & K.R. Barker. 1983. An improved Technique for Clearing and Staining plant Tissues for detection of Nematodes. J. of Nematology. 15(1):142~143.

- Choi, Y.E. 1963. Studies on the important nematodes in Korea.1. Some nematodes in soil around the root of floral plants in the Greenhouse, Kor. J. Pl. Prot. 2:27~38.
- Choi, Y.E. 1972. A study on the plant parasitic nematodes (Nematoda: Tylenchida) in Korea, Kor. J. Pl. Prot. 11(2):69~84.
- Choi, Y.E. 1975. A taxonomical and morphological study of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Korea. Kor. J. Pl. Prot. 14(4):1~19
- Choi, Y.E. 1975. A taxonomical and morphological study of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Korea. Kor. J. Pl. Prot. 14(4)Suppl:1~19.
- 최영연. 1976. 인삼에 기생하는 선충에 관한 연구. 전매 인삼시험 연구용역 보고서. P:1~33.
- 최영연. 1976. 식물기생선충, 한식보호학회창립 15주년 기념. 한국식물보호연구논문.
- 최영연. 1978. 뿌리혹선충에 대한 기생식물 반응에 관하여. 경대논문집.26:611~615.
- Choi, Y.E. & H.Y. Choo. 1978. A study on the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) affecting economic crops in Korea. Kor. J. Pl. Prot. 17(2):89~98.
- 최영연, 추호열. 1978. 경제작물에 영향을 미치는 뿌리혹선충에 관한 연구. 한식보호지. 17(2):89~98.
- 최동로, 최영연. 1982. 시설원예에 있어서 식물기생선충조사. 한국식물보호학회지 21(1):8~14.
- 조현제, 한상찬, 백현준. 1982. 경제작물 주산단지 선충종류 및 피해조사. 714~729.
- 조현제, 한상찬. 1983. 당근혹선충이 고추와 토마토의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한식보호지. (1983, 220):15~20.
- 장계현, 한중환. 1985. 마선충방제시험. 경남농촌진흥원 시험연구보고서. 289~294.
- 최영연, 박소득. 1991. 주요약용작물의 기생선충 분류동분 및 방제에 관한 연구. 농시논문집. 33:61~68.
- Claude prot Jean & S.D. Van Gundy. 1981. Effect of soil Texture and the clay component on migration of *Meloidogyne incognita* second-stage juveniles. J.of Nematology 13(2):213~220.
- Eisenback, J.D., Hedwing Hirschmann & A.C. Traint Aphyllou. 1980. Morphological Comparison of *M. Female* head Structures, Perineal Patterns, and stylets. J. of Nematology. 12(4):300~312.
- Farkas, K. & K. Meszner. 1984. Nematological study of *Paeonia lactiflora* Pallas. A *Paeonia lactiflora* Pallas nematological vizsgalata. in *Novenyvrdelmi Tudomanyos Napok 84 Budapest, Hungary*: MAE *Novenyvedelmi Tarsasag*. 16 ISBN 936 03 1848 2.
- Coffart, H. 1932. Uber eine alchenkrankheit an paonien. Spec. Bull. Agric. Res. Stn. Rehovot 12:10pp.
- Hack Mey Riw & O.J. Dick Erxon.1975. Marigold, Casto Bean, and Chrgsanthemum as Controls of *M. incognita* and *Pratylenchus allenii*. J. of Ne. 9(1):84~89.
- 한상찬, 최동로. 1985. 작부체계에 따른 선충발생 동태연구. 농기연 시험연보. 460~467.
- Herman, R.S. Hussey & H.R. Boerma. 1991. Penetration and development of *M. incognita* on roots of resistant soybean genotypes. J. of Nematology 23(2):155~161.
- Helakeberhan M., H. Ferris, M.V. Mckenry & J.T. Gaspard. 1989. Overwintering stages of *M. incognita* in vitis vinifer. J. Ne. 21(1):92~98.
- Hussey. R.S. 1971. A technique for obtaining quantitis of living *Meloidogyne* feemales J. of Ne. 3(1):99~100.
- Ishibashi, N. & D.R. Choi. 1991. Biological control of soil pests by mixed application of entmopathogenic and fungivorus nematodes. J. of Nematology. 23(2):175~181.
- Ichinohe, M.& I. Yuhara. 1956. Ecology of the root-knot nematode in the northern part of Hokkaide. Jap. J. Ecol. 6(1):24~28.
- Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. Pl. Dis. Reprtr. 48:692.
- Johnsan. A.W, C.C. Dowler & E.W. Hauser. 1974. Seasonal population dynamics of selected plant-parasitie nematodes on four monocultured crops J. of Nematology. 6(4):187~189.
- Jatala, P. Kaltlnbavch, M. Bocangel, A.J. Devaux & R. Campos. 1980. Field application of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne incognita* on potatos: Journal of Nemltology.12(4).
- Karin Gerber & A.C. Trylor. 1988. A simple technique for mounting whole root-knot nematode femalls. J. of Ne. 20(3):502~503.
- 김지인, 최동로, 한상찬, 박동수. 1987. 화훼 및 약용식물 포장의 기생선충 발생상황. 농시논문집. 29(2):124~129.
- Kim, J.I., D.R. Choi, S.C. Han & J.S. Park. 1987. Survey on plant parasitic nematodes in fields growing ornamental plants and medical herbs, Ros. Rert. Rea(P.M & U). 29(2):124~129.
- 이의순, 최영연. 1964. 우리나라 농업상 중요한 선충류에 관한 연구는 토양에 시비한 N.P.K 3요소의 양이 토양선충 발생에 미치는 영향. 8:89~100.

- 이영배, 한상찬. 1976. 한국산 *Xiphinema*속 선충 (Dorylaimidae Longidoridae)의 분류. 한국식물보호학회지. 15(1):17~22.
- Luc, M. & G. DE Guiran. 1960. Les nematodes associes aux palntes de l'ouest Africanin. Liste preliminaire. Agron. Trop. Nogent. 15(4):434~449.
- Mayal, P.S. & G.B. Bergeson. 1970. The Role of secondary Invaders in *M. incognita* Infection. J. of Nematol. 2(1):80~83.
- Mojahedi, H., G.S. Santo & J.N. Pink Erton. 1991. Efficacy of Ethoprop on *Meloidogyne hapla* and *M. chitwoodi* and enhanced biodegradation in soil. J. of Nematol. 23(4):372~379.
- Michael a. MC clure, T.H. Kruk & I. Misagbi. 1972. A method for obtaining quantitis of dean M. egg. J. of Nematol. 13(1):230.
- Mitchell, D.J., M.E. Kannwischer-Mitchell & D.W. Dickson. 1987. A semi-selective Medium for the isolation of *P. lilacinus* from soil J. of Nematol. 19(2):255~256.
- No E, J.P, J.N. Sesser & J.L. Imbriani. 1991. Maximizing the potential of cropping Systems for nematodes management. J. of Nematology. 23(3):353~361.
- 오승환, 김영호, 이상호. 1986. 인삼의 주요병해충 방제연구:감자썩이선충에 관한 연구. 한국인삼연초연구 인삼보고서(재배분야). 170~198.
- 박중수. 1963. 우리나라 식물기생선충의 종류와 분포조사. 농시연보. 6집 1권 27~44.
- 박정규, 조동진, 이유식, 최동로. 1986. 시설원예단지의 기생선충조사. 경남농촌진흥원 시험보고서. 588~592.
- Sasser, J.N. 1977. Worldwide dessemination and importance of the root-knot nematodes. M. BPP. J. of Nematol. 9(1):26~28.
- Sasser, J.N. 1989. Plant-parasitic nematodes: The farmer's hidden enemy. 155pp.
- Sasser, J.N. & Grover uzzell, JR. 1991. Control of the soybean cyst nematode by crop rotation in combination with a nematicide. J. of Nematol. 23(3):344~347.
- Schneider, S.M. 1991. Penetration of susceptible and risitant Tobacco cultivars by *Meloidogyne* juveniles. J. of Nematology. 23(2):255~228.
- Seinhorst, J.W. 1959. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. Nematologica. 4:67~69.
- Seinhorst, J.W. 1962. On the Killing fixation and transferring to glycerin of nematodes. Nematologica. 8:29~32.
- Shane, W.W. & K.R. Barker. 1986. Effects of Temperature, plant age, soil texture, and *Meloidogyne incognita* on early growth of soybean. J. of Nematology. 18(3):320~327.
- Starr, J.L. & M.J. Jeger. 1980. Dynamics of winter survival of eggs and juveniles of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. J. of Nematol. 17(3):252~256.
- Taylor, D.P. & C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica 20(2):268.
- Taylor, A.L. & J.N. Sasser. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes. International Meloidogyne Project. 111pp.
- Viglierchio, D.R. & Richarel V. Schmitt. 1983. On the Comparixon of Methods for soil Extraction. Baermann Funnel Modifications. J. of Nematol. 15(3):438~444.
- Viglierchio, D.R. & Tom T. Yamashita. 1983. On the density flotation techniques. J. of Nematol. 15(3):444~449
- Viglierchio, David R. & Richard V. Schmirt. 1983. On the Methodology of Nematoble. Extrartion from Field Samples: Comparison of Methods for soil Extraction. J. of Nematol. 15(3):450~454.
- Wehunt, E.J. 1973. Sodium-containing detergents enhance the extrartion of nematodes. J. of Nematol. 5(1):79~80.
- Windham, G.L. & K.R. Barker. 1986. Effects of soil type on the damage potential of *M. incgnita* on soybean. J. of Nematol. Nematology. 18(3):331~338.
- Wong, T.K. & W.F. Mai. 1973. Effect of temperature on growth, development and reproduction of *M. hapla* in Lettus. J. of Nematol. 5(2):139~142.
- Zak, F.A. & D.S. Bhatti. 1990. In vivoparasitism of *Meloidogyne javanica* by an oviparasitic fungus, *Paecilomyces liacinus*. Nematol. Medit. 18:141~143.
- 유관희, 최영희, 이형환. 1981. Nematode에 기생하는 진균의 분리. 9(4):193~198.
- Zuckerman, B.M., F. MAI & L.R. Krusberg. 1990. Plant nematology laboratory manual revised edition. 252pp.