

고사목에서 분리된 선충과 곤충의 종류 및 솔수염하늘소 부위별 소나무재선충 밀도조사

Nematodes and Insects Associated with Dead Trees, and Pine Wood Nematode Detection from the Part of *Monochamus alternatus*

이 상 명¹ · 추 호 렬² · 박 남 창¹ · 문 일 성¹ · 김 준 범³

Sang Myeong Lee¹, Ho Yul Choo², Nam Chang Park¹, Yil Seong Moon¹, and Joon Bum Kim

ABSTRACT Nematodes and insects associated with dead trees were surveyed on the 238 dead trees belonging to 19 tree species in Pusan, Gyeongnam, Gyeongbuk, Chunnam, and Chonbuk provinces from April to September of 1989. Pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* was found only in Pusan but *B. mucronatus* was collected at Chinju and Chinhae. The 13 nematode species in 9 genera were identified. Out of them, *Diplogasteroides dimidius*, *Rhabdontolaimus adaphagus*, *R. janae*, *Mikolitzkya diluta*, *M. ruminis*, *M. langcauda*, *Parasitorhabditis hylurgi*, *Panagrolaimus concolor*, *Panagrodontus dentatus*, *Prothallonema intermedium*, and *Macrolaimus canadensis* were recorded for the first time in Korea. Insects collected from dead trees were 5 orders, 9 families, 25 genera, and 27 species. Of them, the Coleoptera were the most collected insects by the 3 families, 19 genera and 22 species. The Scolytidae were 12 species in 10 genera. *Hypothenemus eruditus* was firstly collected from *Campyloptropis macrocarpa*, *Lespedeza maximowizii*, *Forsythia ovata*, *Meliosma oldhami*, *Securinega suffruticosa*, *Broussonetia kazinoki*, and *Cornus walteri*. The maximum number of pine wood nematode was separated from the abdomen of *Monochamus alternatus*, the pine wood nematode vector. The maximum number of nematodes per an adult of *M. alternatus* was 127,535, minimum 2,616, and average 42,817.

KEY WORDS pine wood nematode, nematode, insect distribution

抄 錄 부산, 경남, 경북, 전남, 전북 22개 지역 19수종 238본의 고사목에서 1989년 4월부터 9월까지 선충류와 곤충류를 조사한 결과, 소나무 재선충은 부산지역에서만 검출되었으며, 어리소나무 재선충은 진주와 진해에서 분포가 확인되었다. 고사목에서 분리·동정된 선충류는 9속 13종이었으며 6속은 미동정되었다. 동정된 선충 중 *Diplogasteroides dimidius*, *Rhabdontolaimus adaphagus*, *R. janae*, *Mikolitzkya diluta*, *M. ruminis*, *M. langcauda*, *Parasitorhabditis hylurgi*, *Panagrolaimus concolor*, *Panagrodontus dentatus*, *Prothallonema intermedium*, *Macrolaimus canadensis*는 우리나라 미기록종이다. 한편, 고사목에서 채집된 곤충은 5목 9과 25속 27종이었는데 딱정벌레목이 3과 19속 22종으로 가장 많았다. 그중 나무좀이 10속 12종으로 빈번히 채집되었으며, *Hypothenemus eruditus*가 꽃싸리, 싸리, 조록싸리, 만리화, 닥나무에서 채집되어 새 기주로 추가되었다. 소나무 재선충의 매개충인 솔수염하늘소는 복부에서의 선충 검출수가 가장 많았으며, 성충 한마리당 선충 보유수는 최대 127,535마리, 최소 2,616마리, 평균 42,817마리였다.

檢 索 語 소나무재선충, 선충, 곤충, 분포

1 산림청 임업연구원 남부임업시험장(Southern Regional Branch Station, Forestry Research Institute, Chinju, Gyeongnam, 660-300, Korea)
2 경상대학교 농대 농생물학과(Dept. of Agricultural Biology, Col. of Agriculture, Gyeongsang Nat'l. University, Chinju, Gyeongnam, 660-701, Korea)
3 전북대학교 농대 농생물학과(Dept. of Agricultural Biology, Col. of Agriculture, Chonbuk Nat'l. University, Chunju, Chonbuk, 560-756, Korea)

인류는 지구상에 나타날때부터 산림과 밀접한 관계를 갖고 있으며 최근 수세기 동안의 급격한 인구증가는 무한한 자연자원의 보고인 산림에 끊임없는 관심을 갖게끔 하였고(Wood 1982), 오늘날의 일상용품 대부분이 셀룰로오스를 함유하고 있어, 우리는 석기, 청동기, 철기시대를 거쳐 셀룰로오스 시대에 살고 있다고 해도 과언이 아니다(Ruhle 1972). 또한 산림은 인간의 의식주에 필요한 재료를 공급해 왔을 뿐만 아니라, 환경 자원이치로서도 대단히 중요하다. 즉, 산림이 존재함으로써 기온 및 습도의 완화, 방풍 및 방설, 눈사태방지, 수자원함양, 홍수방지, 소음방지, 오염물흡착, 대기오염의 정화, 야생동물의 보호, 보건휴양, 환경지표, 풍치 등 공익적 기능효과도 실로 크다고 볼 수 있다(김 등 1983). 따라서 건전한 산림의 보호 육성은 산업적 측면에서나 공익적 측면에서 꼭 필요하다.

그러나 산림은 여러가지 요인에 의하여 직접, 간접으로 피해를 받고 있다. 즉, 사람을 포함한 동물에 의한 피해, 산불, 수병 및 해충에 의한 피해, 바람, 눈, 건조 등 기상재해에 의한 피해 등이다. 뿐만 아니라, 피해목들은 수병이나 해충의 잠복처로서 부수적인 제2, 제3의 수병이나 해충의 피해를 야기할 가능성이 높으며 또 다른 생물상도 이루고 있다.

일반적으로 고사목에서 발견되는 종류는 원생동물, 거미류, 응애류, 곤충류, 선충류 등 다양하다. 그러나 우리나라에서는 천공성 해충에 관한 연구를 제외하고는 고사목에서의 선충 및 곤충에 관한 조사는 거의 없는 실정이다. 최근, 우리나라에 있어서의 고사목 발생은 1960년대의 솔잎혹파리(임업연구원 1985), 1983년의 솔껍질깍지벌레(Park 1988), 1988년의 소나무재선충(遠田 1989)에 의한 전국적 또는 지역적인 소나무 고사를 비롯하여, 식엽성 해충에 의한 활엽수 고사, 기상재해에 의한 침엽수 및 활엽수 고사 등이 간헐적으로 발현되고 있다.

본 연구는 이들 고사목에서의 선충과 곤충의 종류와 분포를 밝힘과 동시에 고사원인도 규명하여 산림보호를 위한 기초 자료를 제공코자 행하였다.

재료 및 방법

기상재해, 산불, 수병, 해충 및 기타 요인에 의하여 치사·고사된 고사목에서 선충류와 곤충류를 조사하기 위하여 부산 5개소, 경남 13개소, 경북 1개소, 전남 5개소 전북 2개소에서 1989년 4월부터 9월까지 매월 수시로 총 19수종 238본의 고사목을 대상으로 선충과 곤충을 채집, 분리하였다. 선충은 직경 10 mm, 1,000 rpm 충전 drive drill로 5~10 cm 깊이의 목질부 50 g과, 수피하의 인피부 부분에 있는 frass 10 g을 각각 0.1 mm polyethylene bag에 넣어 실험실로 가져와서는 Baerman funnel법으로 분리하였다(Ayoub 1980). 분리된 선충은 순수 글리세린으로 탈수시킨 다음 영구 포본으로 만들어(Seinhorst 1959, Southey 1970) 1,500배의 광학현미경하에서 검경, 동정하였으며 곤충은 핀셋 또는 붓등으로 채집하여 75% 알콜에 보관하면서 분류·동정하였다. 미소곤충류는 동정에 이용되는 중요부위를 프레파라트로 만들어 함께 이용하였다(Choo 1983). 또한, 솔수염하늘소의 부위별 소나무 재선충 보유수를 알기 위하여 부산의 소나무 재선충 발생지에서 고사목을 채취한 후, 야외 망실에 보관하면서 우화, 탈출하는 성충을 즉시 채집하여 부위별(머리, 가슴, 배)로 선충을 분리하였다.

결과 및 고찰

소나무 고사목에서 분리·동정된 선충류는 표 1과 같이 *Mikolitzkya*속이 진주, 총무, 고성 등 3개 지역에서 분리되었으며, *Diplogasteroides*속과 *Rhabdontolaimus*속은 부산에서, *Seinura*속과 *Parasitorhabditis*속은 총무에서, *Panagrolaimus*속은 진해에서, *Panagrodontus*속은 삼천포에서, *Aphelenchoides*속, *Cryptaphelenchus*속, *Dorylaimus*속, *Prothallonema*속, *Mononchus*속은 각각 고성, 거제, 보성, 장흥, 함평에서 분리되었는데, 6속은 미동정되었고 동정된 8속 11종 중 7속 9종(*)은 우리나라 미기록종이다. 한편, 소나무 재선충인 *Bursaphelenchus xylophilus*는 부산시 동래구 금정산 일대에서만 발견되었

Table 1. Nematodes separated from dead pine trees

Locality	Nematode species
Pusan	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> * <i>Diplogasteroides dimidius</i> * <i>Rhabdontolaimus adepagus</i>
Chinju	<i>B. mucronatus</i> * <i>Mikoletzkyia diluta</i>
Chungmoo	<i>Seinura</i> sp. * <i>M. ruminis</i> * <i>Parasitorhabditis hylurgi</i>
Chinhae	<i>B. mucronatus</i> * <i>Panagrolaimus concolor</i>
Samcheonpo	<i>Bursaphelenchus</i> sp. * <i>Panagrodontus dentatus</i>
Goseong	* <i>M. langcauda</i> <i>Aphelenchoides</i> sp.
Geoje	<i>Cryptaphelenchus</i> sp.
Boseong	<i>Dorylaimus</i> sp.
Changheung	<i>Prothallonema intermedium</i>
Hampyeong	<i>Mononchus</i> sp.

으나, 어리 소나무 재선충인 *B. mucronatus*는 진주와 진해에서 분포가 확인 되었다. 최와 문(1989)은 제주도 30개 지역을 중심으로 소나무

고사목을 조사한 결과, 소나무 재선충의 매개충인 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*)가 5개 지역에서 채집되었으나, 소나무 재선충은 발견되지 않았으며 어리소나무재선충이 2개 지역에서 발견되었다고 하였다.

소나무 이외의 고사목에서 분리된 선충은 표 2와 같다. 즉, 18수종에서 4속이 분리되었는데, 닳나무, 팔손이, 꽃싸리, 초록싸리, 합다리나무, 산뽕나무, 대왕송의 8개수종에서 *Panagrolaimus*속이 검출되었고, 다음이 *Macrolaimus*속으로 편백, 말채나무, 만리화, 싸리, 쥐똥나무, 살구나무, 중국굴피나무등 7개 수종에서 검출되었다. 그리고 *Aphelenchoides*속은 편백, 삼나무, 초록싸리, 능금나무, 합다리나무, 산뽕나무, 광나무에서 검출되었으며, *Rhabdontolaimus*속은 칠엽수에서, *Bursaphelenchus*속은 팔손이 나무에서 각각 검출되었다. 이들 중 *R. janae*와 *M. canadensis*도 우리나라에서는 처음으로 기록된다.

한편 고사목에서 채집된 곤충은 총 5목 9과 25속 27종이었다(표 3). 이들 중 딱정벌레목(Coleoptera)이 3과 19속 22종으로 가장 많았으며, 그

Table 2. Nematodes separated from dead trees except dead pine trees

Tree species	Nematode species
<i>Aesculus turbinata</i> (칠엽수)	* <i>Rhabdontolaimus janae</i>
<i>Chamaecyparis obtusa</i> (편백)	* <i>Macrolimus canadensis</i> <i>Aphelenchoides</i> sp. <i>Panagrolaimus concolor</i>
<i>Broussonetia Kazinoki</i> (닥나무)	* <i>M. canadensis</i>
<i>Cornus walteri</i> (말채나무)	<i>Aphelenchoides</i> sp.
<i>Cryptomeria japonica</i> (삼나무)	* <i>M. canadensis</i>
<i>Forsythia ovata</i> (만리화)	<i>P. concolor</i> <i>P. concolor</i> <i>Bursaphelenchus mucronatus</i>
<i>Fatsia japonica</i> (팔손이)	<i>P. concolor</i> <i>P. concolor</i> <i>Aphelenchoides</i> sp.
<i>Campylotropisacrocarpa</i> (꽃싸리)	* <i>M. canadensis</i>
<i>Lespedeza. maximowiczii</i> (초록싸리)	<i>Aphelenchoides</i> sp.
<i>L. bicolor</i> (싸리)	<i>P. concolor</i>
<i>Malus asiatica</i> (능금나무)	<i>Aphelenchus</i> sp.
<i>Meliosma oldhami</i> (합다리나무)	<i>P. concolor</i> <i>P. concolor</i> <i>Aphelenchoides</i> sp.
<i>Morus bombycis</i> (산뽕나무)	<i>P. concolor</i> <i>Aphelenchoides</i> sp.
<i>Pinus patustris</i> (대왕송)	<i>P. concolor</i>
<i>Prunus armeniaca var. ansu</i> (살구나무)	* <i>M. canadensis</i>
<i>Philadelphus schrenckii</i> (고광나무)	<i>Aphelenchoides</i> sp.
<i>Pterocarya stenoptera</i> (중국굴피나무)	* <i>M. canadensis</i>

Table 3. Insects collected from dead trees

Tree species	Insect			
	Order	Family	Species	
<i>Pinus thunbergii</i>	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Monochamus alternatus</i>	
			<i>Arhopalus rusticus</i>	
			<i>Spondylis buprestoides</i>	
		Curculionidae	<i>Acanthocinus griseus</i>	
			<i>Rhagium rugipenne</i>	
			<i>Pissodes obscurus</i>	
			<i>P. nitidus</i>	
			<i>Shirahoshizo insidiosus</i>	
			<i>Siphalinus gigas</i>	
			Scolytidae	<i>Cryphalus fulvus</i>
				<i>Tomicus piniperda</i>
				<i>T. minor</i>
			Buprestidae	<i>Orthotomicus angulatus</i>
		<i>Dryocoetes pini</i>		
		<i>Hylurgops glabratus</i>		
		<i>H. interstitialis</i>		
		Forficulidae	<i>Cyrtogenius brevior</i>	
<i>Xyleborus validus</i>				
Dermaptera	<i>Chalcophora japonica</i>			
	<i>Forficula auricularia</i>			
Hymenoptera	<i>Sirex sp.</i>			
	<i>Reticulitermitidae</i>			
Isoptera	<i>Reticulitermes speratus</i>			
	<i>Pseudococcidae</i>			
Homoptera	<i>Crisicoccus pini</i>			
	<i>Matsucoccus thunbergiana</i>			
<i>P. densiflora</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>C. fulvus</i>	
<i>P. palustris</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>C. fulvus</i>	
<i>Pronus serrulata</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>Xyleborinus saxeseni</i>	
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Moechotypa diphyssa</i>	
		Scolytidae	<i>Phloeosinus rudis</i>	
<i>Campylotropis macrocarpa</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>Hypothenemus eruditus</i>	
<i>Lespedeza maximowicaii</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>H. eruditus</i>	
<i>Securinea suffruticosa</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>H. eruditus</i>	
<i>Cornus walteri</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>H. eruditus</i>	
<i>Forsythia ovata</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>H. eruditus</i>	
<i>Meliosma oldhami</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>H. eruditus</i>	
<i>Broussonetia Kazinoki</i>	Coleoptera	Scolytidae	<i>H. eruditus</i>	

중 나무좀과(Scolytidae)가 10속 12종으로 빈번히 채집되었고, 다음이 하늘소과(Cerambycidae)로서 5종이 채집되었으며, 솔수염하늘소는 부산에서만 채집되었다. 바구미과(Curculionidae)와 흰개미(*Reticulitermes speratus*)도 대부분의 지역에서 채집되었다. 전남의 장흥, 강진, 보성에서는 솔겹질까지벌레의 피해가 심하였는데 솔겹질까지벌레의 피해목에서는 소나무하늘소(*Rhagium rugipenne*), 바구미류 2종, 나무좀류 6종

이 채집되어 바구미류와 나무좀류의 복합적인 피해가 심한 것으로 나타났다. 진주지역의 꽃싸리, 조록싸리, 광대싸리, 말채나무, 만리화, 닥나무등에서 감나무좀(*Hypothenemus eruditus*)이 채집됨으로써 새 기주로 추가된다.

소나무 재선충은 솔수염하늘소에 의하여 매개되는데(Mamiya & Enda 1972, Yamane 1975, Togashi 1985) 솔수염하늘소의 부위별 선충 검출수는 표 4에서 보는 바와 같이 북부에서 25,063

Table 4. Number of '*Bursaphelenchus xylophilus*' detected from the different part of *Monochamus alternatus*

Replication	Head	Thorax	Abdomen	Total
1	167	1,358	1,683	3,208
2	2,179	23,467	25,769	51,415
3	73	1,169	1,374	2,616
4	1,237	7,693	32,186	41,116
5	1,782	17,395	19,538	38,715
6	167	62,795	64,573	127,535
7	357	43,865	59,382	103,604
8	1,327	27,493	31,475	60,293
9	173	25,732	37,583	63,488
10	723	23,517	29,167	53,407
11	196	11,938	24,528	36,662
12	1,253	7,735	32,154	41,142
13	2,235	23,168	25,794	51,198
14	372	8,259	12,357	20,988
15	471	5,862	32,572	38,895
16	235	2,174	2,893	5,392
17	327	1,375	5,493	7,195
18	218	9,273	11,796	21,287
19	849	18,731	25,893	45,473
Mean	754.8	17,000	25,063.7	42,817.9
Range	73-2235	1,169-62,795	1,374-64,573	2,616-127,535
S.E	169.4	4,005.2	5905.6	10,090.4

± 3,996.8마리로 가장 많았고, 다음이 흉부에서 17,000 ± 4,005.2마리였으며, 두부에서는 754.8 ± 169.4마리였다. 솔수염하늘소 한마리가 보유하고 있던 소나무 재선충의 수는 가장 많은 것이 127,535마리였으며, 가장 적은 것은 2,616마리였고 평균 보유수는 42,817마리였다. Mamiya와 Enda (1972)의 조사에서는 최고보유수 175,000마리, 평균 18,000마리였으며, 그외의 조사에서는 최고 보유수가 최소 5,053마리에서 최대 289,000마리, 평균보유수는 171마리에서 최대 19,590마리였다 (1988).

引用文獻

- Andrassy, I. 1983. A taxonomic review of suborder Rhabdtina(Nematoda : Secernentia). O.S.T.O.M. Paris. 241pp.
- Ayoub, S. M. 1980. Plant nematology, an agricultural training aid. NemAid Pub. California. 195pp.
- Bastian, H. C. 1865. Monograph on the Anguilluidae, on free nematodes, marine, land, and freshwater, with description of 100 new species. Tr. Linn. Soc. London 25 : 73~184.
- Cheng, H. R. 1986. A study on the morphological diagnosis and the pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus*. Journal of Nanjing Agricultural Univ. 2 : 55~61.
- 최영연, 문일성. 1989. 한국에 있어서 소나무재선충(*Bursaphelenchus xylophilus*)의 분포와 병원성. 한국식물보호학회지 5 : 227~286.
- 최영식, 최영연. 1987. 한국에 있어서 포식성선충(Mononchs)의 분류형태학적 연구. 한국식물보호학회지 26 : 209~219.
- Choo, H. Y. 1983. Taxonomic studies on the Platypodidae and Scolytidae(Coleoptera) from Korea. Ph. D. dissertation, Seoul National University. Seoul. 128pp.
- 遠田鴨男. 1989. 한국의 소나무 재선충병 피해현황과 그 대책. 한국임학회지 78 : 248~353.
- 임업시험장. 1985. 솔잎혹파리연구백서. 啓文社, 서울. 278pp.
- Fuchs, A. G. 1931. *Seinura* gen. nov. Zool. Anz. 96 : 226~228.
- 김갑덕, 박태식, 신동소, 임경빈, 정희석. 1983. 임학개론. 한국방송통신대학출판부. 서울. 413pp.

- Mamiya, Y. & N. Enda. 1972. Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda : Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera : Cerambycidae). *Nematologica* 18 : 159~162.
- Mamiya, Y. & N. Enda. 1979. *Bursaphelenchus mucronatus* n. sp. (Nematoda : Aphelenchoididae) from pine and its biology and pathogenicity to trees. *Nematologica* 24 : 353~361.
- Massey, C. L. 1962. New species of Diplogasteridae (Nematoda) associated with bark beetles in the United States. *Pro. Hel. Soc. Wash.* 29 : 67~75.
- Massey, C. L. 1966. The genus *Mikolletzkyia* (Nematoda) in the United States. *Pro. Soc. Wash.* 33 : 13~19.
- Massey, C. L. 1974. Biology and taxonomy of nematode parasites and associates of bark beetles in the United States. USDA Forest Service. Agriculture Handbook No. 446 : 433p.
- 岸洋一. 1988. マツ林 線虫病 一松 くム虫一精説 トーアスカソバニ一. 東京 292pp
- Nickle, W. R., A. M. Golden, Y. Mamiya & W. P. Wergin. 1981. On the taxonomy and morphology of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1984) Nickle. 1990. *Journal of Nematology* 13 : 385~392.
- Park, S. C. 1988. Biology and pheromone mediated behavior of *Matsucoccus thunbergianae* in Korea with reference to *M. resinosa* in the United States (Homoptera : Coccoidea : Margarodidae). Ph. D. dissertation, New York Univ. 166pp.
- Ruehle, J. L. 1972. Nematodes of forest trees, pp. 312~333. In J. M. Webster (ed). *Economic nematology*. New York Academic Press.
- Seinhorst, J. W. 1959. A rapid method of the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin. *Nematologica* 4 : 67 : 69.
- Southey, J. F. 1970. Laboratory methods of the work with plant and soil nematodes. Technical Bulletin. London Her Majesty's Stationary Office. 147 pp.
- Togashi, K. 1984. Transmission curves of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda : Aphelenchoididae) from its vector, *Monochamus alternatus* (Coleoptera : Cerambycidae), to pine trees with reference to population performance. *Appl. Ent. Zool.* 20 : 246~251.
- Tarjan, A. C. & C. B. Aragon. 1982. An analysis of the Genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937. *Nematologica* 12 : 121~144.
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of north and central America (Coleoptera : Scolytidae), a taxonomic monograph, Great Basin Naturalist Memoirs 1359pp.
- Yamane, A. 1975. Dispersal of the Japanese pine sawyer and its role in the spread and invasion of the pine wood nematode. *Proc of 2nd IUFRO Conf. on Dispersal of forest insects. Evaluation, theory and management implications.* *Canusa* 153~163.
- Yin, K., Y. Fang & A. C. Tarjan. 1988. A key to species in the genus *Bursaphelenchus* with a description of *B. hunanensis* sp. n. (Nematoda : Aphelenchoididae) found in pine wood in Hunan Province, China *Proc. Helm. Soc. Wash.* 55 : 1~11.

(1990년 1월 22일 접수)