

## 소나무류 천공충의 천적종류 및 북방수염하늘소 주요천적의 발생소장

김종국<sup>1\*</sup> · 원대성<sup>1</sup> · 박용철<sup>2</sup> · 고상현<sup>3</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 산림환경과학대학, <sup>2</sup>강원대학교 의생명과학대학, <sup>3</sup>국립산림과학원

### Natural Enemies of Wood Borers and Seasonal Occurrence of Major Natural Enemies of *Monochamus saltuarius* on Pine Trees

Jong Kuk Kim<sup>1\*</sup>, Dae-Sung Won<sup>1</sup>, Yong Chul Park<sup>2</sup> and Sang-Hyun Koh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Environment Protection, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Bio-Health Teachonology, College of Biomedical Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

<sup>3</sup>Division of Forest Insect Pests and Disease, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

**요 약:** 소나무와 잣나무 이목이 설치된 장소에서 채집된 천공성곤충은 모두 4과 45종이었으며, 하늘소과 21종, 바구미과 9종, 왕바구미과 2종, 나무좀과 13종이었다. 기생 및 포식천적의 종류는 총 6목 15과 36종이었다. 소나무재선충을 매개하는 북방수염하늘소에 기생, 포식하는 주요천적으로는 *Dolichomitus nakamurai*와 *Echthrus reluctator*, 큰쌀도적, 개미붙이 4종이었으며, 기생포식천적(parasitoids)인 *Dolichomitus nakamurai* 와 *Echthrus reluctator*는 4월 상순부터 5월 상순까지 발생하며, 주로 충방을 형성하고 그 안에 서식하는 북방수염하늘소의 유충이나 용에 기생하였다. 포식성 천적(predator)인 큰쌀도적, 개미붙이는 4월-10월에 발생되어 천공성 곤충의 유충과 성충을 포식하였다.

**Abstract:** Wood boring insects collected around bait logs of *Pinus densiflora* and *Pinus koraiensis* were 45 species from 4 families, which were composed of 21 species of Cerambycidae, 9 species of Curculionidae, 2 species of Rhynchophoridae, and 13 species of Scolytidae. Parasitic or predatory insects were 35 species from 15 families in 6 orders. Among the natural enemies, 2 parasitoids of *Dolichomitus nakamurai* and *Echthrus reluctator*, and 2 predators of *Trogossita japonica* and *Thanassimus lewisi*, were observed frequently attacking a vector insect, *Monochamus saltuarius*, which has been known to transmit pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. Adults of *D. nakamurai* and *E. reluctator* emerged during early April and early May. Both parasitoids laid eggs on *M. saltuarius* prepupa and pupa, which passed winter inside the pupal chamber. The general predators, *T. japonica* and *T. lewisi*, preyed actively during April and October, and attacked almost all of developmental stages of wood borers.

**Key words :** wood boring insects, *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis*, parasitoid, predator

## 서 론

1988년 부산 금정산 소나무림에 처음 발생한 소나무재선충병은 주로 남부지역에 발생하여 소나무에 피해를 주고 있었으나(Yi et al., 1989; Choi et al., 2003), 2006년에는 경기도 광주, 2007년에는 강원도 춘천지역의 잣나무림에도 피해가 발생하였다(KFRI, 2007). 2009년도 현재 전국 11개도 57개 시군구에 발생되어(국립산림과학원, 2009), 국내 전 지역의 소나무와 잣나무림의 피해가 우려

된다.

소나무재선충병은 소나무재선충이 수체 내에서 영양분과 사상균(*Botrytis cinerea*)을 섭취하며 증식하여 기주수목의 가도관을 막아 수분의 상승을 차단하고 독소인 Cellulase를 분비하여, 조직을 파괴시킴으로써 임목이 고사되는 병으로 알려져 있다(鈴木和夫, 1979; Oku et al., 1980; Sasaki et al., 1984).

그러나 수목고사의 직접적인 원인이 되는 소나무재선충 자체는 임목간 이동, 분산능력이 없고, 매개충인 솔수염하늘소와 북방수염하늘소 등에 의존하여 이동, 분산하는 것으로 확인되고 있다(Mamiya and Enda, 1972;

\*Corresponding author  
E-mail: jongkuk@kangwon.ac.kr

Morimoto and Iwasaki, 1972; 遠田, 1972; 岸 洋一, 1978; Edward and Linit, 1992; 문일성 등, 1995). 따라서 소나무 재선충을 매개 할 수 있는 곤충의 개체군밀도의 증감은 수목피해와 밀접한 상관성을 가지므로 이들 주요 매개충의 개체군밀도를 조절하는 메커니즘을 확인 하는 것이 무엇보다도 중요하다. 일반적으로 이들 매개충의 개체군밀도증가는 임내에 방치된 무육, 간벌목, 바람에 의하여 피해 받은 임목, 1차 해충에 피해 받은 쇠약목, 소나무재선충병에 의한 고사목 등에 의존하는 것으로 추정되나, 상당부분은 각종 천적생물의 기생, 포식, 경쟁, 간섭 등에 의하여 자연적으로 조절되는 것으로 판단된다.

현재 소나무재선충 피해방제를 위하여 피해목을 벌채하여 훈증, 소각하거나 솔수염하늘소의 우화기간 동안 임지에 약제를 공중살포하는 화학적인 방제방법을 주로 사용하고 있으며(大久保浪治, 1976; 이상명 등 2003a; 2003b), 이러한 방제방법 가운데 일부 방법은 소나무재선충병방제에 효율적인 것으로 파악되고 있다. 그러나 약제방제방법은 건전한 산림생태계 유지에 불리한 영향을 미치고, 경제적인 측면에서도 방제비가 과다하게 지출되는 문제를 내포하고 있어 최선의 구제방법이라 말하기 어렵다. 이에 소나무재선충의 매개충밀도를 자연적으로 조절하는 생물인자를 탐색하고, 각종 생물인자에 대한 생태적 특성을 조사하여 친환경적인 방제방법을 개발하는 것이 필요하다.

본 연구는 소나무류에 서식하는 천공성 곤충과 천적 곤충을 파악하여 상호관계를 확인하고, 특히 잣나무림 내에서 소나무재선충을 매개하는 북방수염하늘소의 천적곤충들에 대한 생물적방제의 가능성을 모색하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 소나무류의 천공충과 천적의 채집

#### 1) 유인목을 이용한 천공충 및 천적곤충채집

강원도 홍천지역의 산림 내에서 천공충과 천적곤충을 유인하기 위하여 소나무와 잣나무 식이목을 설치하였다. 소나무와 잣나무(수고 10-13 m, 흉고직경 5-20 cm)를 4월에 9분을 벌채하여, 1 m 길이로 조제한 후, 지면에 땅사를 놓고 그 위에 우물정자(井)형으로 쌓았다. 이후 7일 간격으로 산란 혹은 기생, 포식을 위하여 식이목에 유인되는 천공충과 천적곤충을 채집하여 종별로 분류하고, 개체수를 조사하였다. 천적곤충의 채집은 포충망과 흡충관을 이용하였으며, 종의 동정, 분류를 위하여 70%알코올에 액침 표본 하였다.

#### 2) 우화상을 이용한 천적곤충의 채집

북방수염하늘소가 기생된 잣나무를 3월에 채취하여 2



Figure 1. Emergence cages.

종류의 우화상(목재: 45 cm×45 cm×45 cm, 철제망살: 1.8 m×1.0 m×1.0 m)에 넣고, 11월 하순까지 10일 간격으로 기생목에서 이탈하는 천적곤충을 채집하였으며, 종류별로 건조표본을 제작하였다.

#### 3) 기타방법에 의한 천적곤충의 채집과 천적곤충의 기생패턴, 식이행동관찰

각 조사지에서 고사된 소나무, 잣나무를 대상으로 수피 내부와 목재 내에 형성된 갱도, 용실 등에 기생하고 있는 천적곤충을 채집하였다. 유충태로 채집된 천적은 실내에서 사육하여 우화한 성충을 확인하였다. 한편 천공성해충별 기생 및 포식곤충의 종류를 파악하기 위하여 기주별 천적의 기생양식을 관찰하였으며, 포식천적은 실내에서 사육하며 포식여부 및 식이행동을 관찰하였다.

## 2. 주요 천적의 우화 소장

### 1) 맵시벌류의 우화소장

잣나무림 내에서 3월 상순에 북방수염하늘소와 맵시벌에 기생된 임목을 수거하여 길이 1 m로 조제한 후 우화상(철제망살:100 cm×100 cm×150 cm)에 넣었다(Figure 1). 이후 4월 중순부터 8월 중순까지의 기간 동안 5일 간격으로 통나무로부터 이탈하는 천적의 성충을 채집하여 종류와 개체수를 조사하였으며, 분류를 위하여 건조표본을 제작하였다.

### 2) 큰쌀도적과 개미붙이의 우화소장

잣나무(흉고직경 5-20 cm)를 시기별(4월 초순, 6월 중순, 8월 초순)로 3분씩 벌채하여 임분 내에 우물정자(井)형으로 설치하였다. 산란 혹은 포식을 위하여 식이목으로 유인되는 큰쌀도적과 개미붙이를 2주 간격으로 오후 2-4시경에 2시간 관찰하였다. 포충망과 흡충관을 이용하여 채집한 후, 종별 개체수를 조사하였다.

결 과

1. 소나무류의 천공충 종류

소나무와 잣나무 이목에서 채집된 주요 천공충 분류군인 하늘소과(Cerambycidae), 바구미과(Curculionidae), 왕

바구미과(Rhynchophoridae), 나무좀과(Scolytidae)의 종구성과 개체군밀도지표는 Table 1과 같다. 천공성곤충은 모두 4과 45종이었으며, 하늘소과 21종, 바구미과 9종, 왕바구미과 2종, 나무좀과 13종이었다. 하늘소과는 소나무 이목에서 20종, 잣나무 이목에서 7종이 채집되었고, 바구미

Table 1. List of wood boring insects on *Pinus densiflora* and *P. koraiensis*.

Family	Species	<i>P.densiflora</i>	<i>P. koraiensis</i>
Cerambycidae	<i>Prionus insularis</i> Motschulsky	+	+
	<i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus)	+	
	<i>Arhopalus coreanus</i> (Sharp)	+	
	<i>Asemum striatum</i> (Linnaeus)	+	+
	<i>Rhagium pseudojaponicum</i> Podany	+	
	<i>Gaurotes</i> ( <i>Carilia</i> ) <i>thalassina</i> (Schrank)	+	
	<i>Gaurotes</i> ( <i>Carilia</i> ) sp.	+	
	<i>Gaurotes</i> ( <i>Paragaurotes</i> ) <i>ussuriensis</i> Blessig	+	
	<i>Anastrangalia sequensi</i> (Reitter)	+	
	<i>Leptura aethiops</i> Poda	+	
	<i>Corymbia succedanea</i> Lewis	+	
	<i>Xylotrechus salicis</i> Takakuwa et Oda	+	
	<i>Xylotrechus rufilius</i> Bates	+	
	<i>Rhaphuma savioi</i> (Pic)	+	
	<i>Rhagium inquisitor</i> Linne	+	+
	<i>Mesosa myops</i> (Dalman)	+	+
	<i>Monochamus saltuarius</i> (gebler)	+	++
	<i>Acanthocinus sacalinensis</i> Matsushita	+	
<i>Acanthocinus sacalinensis</i> Matsushita	+		
<i>Acanthocinus aedilis</i> (Linnaeus)	+	+	
<i>Saperda interrupta</i> Geler		+	
Curculionidae	<i>Pissodes nitidus</i> Roelofs	+++	+
	<i>Pissodes obscurus</i> Roelofs	+	+
	<i>Niphades variegatus</i> (Roelofs)	++	
	<i>Hylobitelus haroldi</i> (Faust)	++	+
	<i>Dyscerus elongatus</i> (Roelofs)	+	
	<i>Magdalis takizawai</i> Kono	+	
	<i>Shirahoshizo rufescens</i> (Roelofs)	+++	+
	<i>Asphalmus japonicus</i> Sharp	+	
<i>Asphalmus</i> spp.	+		
Rhynchophoridae	<i>Siphalinus gigas</i> (Fabricius)	++	+
	<i>Sitophilus zeamais</i> Motschulsky	+	
Scolytidae	<i>Hylurgops interstitialis</i> (Chapuis)	+++	+
	<i>Hylastes plumbeus</i> Blandford	+	
	<i>Hylastes ater</i> (Paykull)	+	+
	<i>Hylastes parallelus</i> Chapuis	+	
	<i>Pityogenes chalcographus</i> (Linne)	+	+
	<i>Tomicus piniperda</i> (Linnaeus)	+++	++
	<i>Tomicus minor</i> (Hartig)	+	+
	<i>Tomicus</i> sp.	+	
	<i>Cryphalus</i> sp.	+	
	<i>Cryohalus fulvus</i> Nijima	+	+
<i>Xyleborus varidus</i> Eichhoff	+		
<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	+	+	
<i>Orthotomicus suturalis</i> (Gyllenhal)	+	+	

+ less than 10 individuals, ++between 11 and 50, +++more than 100

과는 소나무 이목에서 9종, 잣나무 이목에서 4종, 나무좀과는 소나무 이목에서 13종, 잣나무 이목에서 8종이 채집되었다. 천공성곤충은 잣나무보다 소나무 이목에 다양한 종이 기생하는 것으로 확인되었으며, 과별 상대적 밀도지표는 하늘소과의 경우, 잣나무에서 북방수염하늘소 (*Monochamus saltuarius*)가 다소 높았으며, 그 외 종들은 낮았다. 바구미과(Curculionidae)는 소나무 이목에서 노랑무늬솔바구미(*Pissodes nitidus*)와 솔흰점바구미(*Shirahoshizo rufescens*)가 가장 높았고, 검정흑바구미(*Niphades variegatus*)와 솔곰보바구미(*Hylobitelus haroldi*) 순으로 관찰되었다. 그러나 잣나무 이목에서는 밀도지표가 낮았다. 나무좀과는 소나무 이목에서 소나무줄나무좀(*Hylurgops interstitialis*) 과 소나무좀(*Tomicus piniperda*)이 높았고, 잣나무 이목에서는 소나무좀을 제외한 모든 종이 낮았다.

## 2. 잣나무에서 확인되는 천적종류

잣나무 식이목, 우화상, 기타방법을 이용하여 채집한 기생 및 포식천적의 종류는 Table 2와 같다. 채집된 천적종류는 총 6목 15과 36종이었다. 기생성 천적곤충은 벌목의 맵시벌과 *Dolichomitus elongatus*, *Dolichomus nakamurai*, *Dolichomus* sp., *Echthrus reluctator*, *Perithous* sp., Ichneumonidae spp., *Spathius generous*, *Spathius* sp., Braconidae spp., Eurytomidae spp., *Sclerodermus harmandi*, *Sclerodermus* sp., Formicidae sp. 와 *Medetera* sp.이 채집되었고, 포식성 천적곤충은 집게벌레목의 집게벌레과 Anisolabididae sp., 노린재목의 침노린재과 *Velinus nodipes*, *Sphedanolestes impressicollis*, 풀잠자리목의 약대벌레과 *Inocellia japonica*, 딱정벌레목의 풍뎅이붙이과 *Platysoma lineica*, 개미붙이과 *Thanassimus lewisi*, *Stigmatium pilosellum*, 쌀도적과 *Trogossita japonica*, 방아벌레과 *Paracalais berus*, *Tetrigus lewisi*, *Steragostus* sp., Pectocera sp., 머리대장과 *Cucujus coccinatus*, 반날개과 Staphylinidae spp.이 채집되었다.

## 3. 천적곤충의 기생과 포식특성

잣나무에 기생하는 천공성곤충과 이를 이용하는 천적의 종류는 다양하며(Table 1, 2), 천공성곤충은 수피 밑과 목질부에 서식하므로 각 곤충별 관련 천적곤충을 확인하는 일은 용이하지 않다. 본 연구결과를 곤충채집 후 실내에서 포식실험과 채집시에 기생양식 및 기주와의 공존여부 관찰, 기주를 기재한 문헌을 기초로 하여 확인된 종에 대하여 천공성 곤충별 천적곤충을 분류하였다. 기주별로 천적곤충을 분류한 결과는 Table 3과 같다.

하늘소류의 천적곤충류는 8과 14종이 관찰되었으며, 이 가운데 북방수염하늘소의 주요천적으로는 기생포식성 천적 2종, *Dolichomitus nakamurai*, *Echthrus reluctator*와

**Table 2. List of natural enemies of wood boring insects around *Pinus koraiensis*.**

Order	Family	Species
Dermaptera	Anisolabididae	Anisolabididae sp.
Hemiptera	Reduviidae	<i>Velinus nodipes</i> <i>Sphedanolestes impressicollis</i>
Neuroptera	Inocelliidae	<i>Inocellia japonica</i>
	Histeridae	<i>Platysoma lineica</i>
	Cleridae	<i>Thanassimus lewisi</i> <i>Stigmatium pilosellum</i>
	Trogossitidae	<i>Trogossita japonica</i>
	Coleoptera	<i>Paracalais berus</i> <i>Tetrigus lewisi</i> <i>Steragostus</i> sp. <i>Pectocera</i> sp.
Cucujidae	<i>Cucujus coccinatus</i>	
Staphylinidae	Staphylinidae sp.1.2.3	
Ichneumonidae		<i>Dolichomitus elongatus</i> <i>Dolichomitus nakamurai</i> <i>Dolichomus</i> sp. <i>Perithous</i> sp. <i>Echthrus reluctator</i> Ichneumonidae sp.1.2
	Hymenoptera	<i>Spathius generous</i>
	Braconidae	<i>Spathius</i> sp. Braconidae sp.1.2.3.4
	Eurytomidae	Eurytomidae sp.1.2
Bethylidae		<i>Sclerodermus harmandi</i> <i>Sclerodermus</i> sp.
	Formicidae	Formicidae sp.1.2
Diptera	Dolichopodidae	<i>Medetera</i> sp.1

포식성 천적 2종 개미붙이, 큰쌀도적(*Trogossita japonica*)이 확인되었다.

바구미와 나무좀류의 천적곤충은 14과 25종이 조사되었다. 중요한 포식천적으로는 집게벌레 *Anisolabididae* sp.(Anisolabididae), 검적침노린재(*Velinus nodipes*), 다리무늬침노린재(*Sphedanolestes impressicollis*), 약대벌레(*Inocellia japonica*), 큰쌀도적(*Trogossita japonica*), 개미붙이(*Thanassimus lewisi*), *Stigmatium pilosellum*, 긴풍뎅이붙이(*Platysoma lineicollis*), 주홍머리대장(*Cucujus coccinatus*)이었다. 중요한 기생천적으로는 *Spathius generous*외 고치벌류 수종과, 개미침벌(*Sclerodermus harmandi*), 개미 Formicidae sp., 장다리파리 *Medetera* sp.1(Dolichopodidae) 등이었다.

## 4. 북방수염하늘소에 기생하는 주요천적 4종의 우화소장

북방수염하늘소에 기생하거나, 포식하는 주요 천적종은

Table 3. Field survey on host acceptance of natural enemies in *Pinus koraiensis*.

Natural enemies		Accepted as a host	
Family	Species	Cerambycidae	Curculionidae & Scolytidae
Anisolabididae	<i>Anisolabididae</i> sp.	+	+
Reduviidae	<i>Velinus nodipes</i>	+	+
	<i>Sphedanolestes impressicollis</i>	-	+
Histeridae	<i>Platysoma lineica</i>	-	+
Cleridae	<i>Thanassimus lewisi</i>	+	+
	<i>Stigmatium pilosellum</i>	-	+
Trogossitidae	<i>Trogossita japonica</i>	+	+
Elateridae	<i>Paracalais berus</i>	-	+
	<i>Tetrigus lewisi</i>	-	+
	<i>Steragostus</i> sp.	-	?
	<i>Pectocera</i> sp.	-	?
Cucujidae	<i>Cucujus coccinatus</i>	-	+
Staphylinidae	<i>Staphylinidae</i> sp.1.2.3	-	+
Ichneumonidae	<i>Dolichomitus elongatus</i>	+	-
	<i>Dolichomitus nakamurai</i>	+	-
	<i>Dolichomus</i> sp.	+	-
	<i>Perithous</i> sp.	+	-
	<i>Echthrus reluctator</i>	+	-
	<i>Ichneumonidae</i> sp.1.2	-	+
Braconidae	<i>Spathius generosus</i>	-	+
	<i>Spathius</i> sp.	+	-
	<i>Braconidae</i> sp.1.2.3.4	-	+
Eurytomidae	<i>Eurytomidae</i> sp.1.2	-	+
Bethyliidae	<i>Sclerodermus harmandi</i>	+	+
	<i>Sclerodermus</i> sp.	+	+
Formicidae	<i>Formicidae</i> sp.1.2	+	+
Dolichopodidae	<i>Medetera</i> sp.	-	+

+: Accepted as a host, -: Not accepted as a host

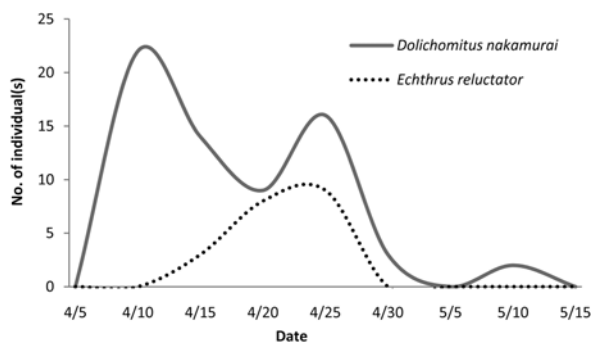


Figure 2. Adult emergence of the parasitoids, *Dolichomitus nakamurai* and *Echthrus reluctator*, of the beetle, *Monochamus saltuarius*.

*Dolichomitus nakamurai*와 *Echthrus reluctator*, 큰쌀도적과 개미불이 4종이었다. 이에 기생성천적인 *Dolichomitus nakamurai*와 *Echthrus reluctator*의 우화소장을 조사한 결과는 Figure 2와 같다. *Dolichomitus nakamurai*의 우화소장은 4월 상순부터 5월 상순까지 이었으며 최성기는 4월

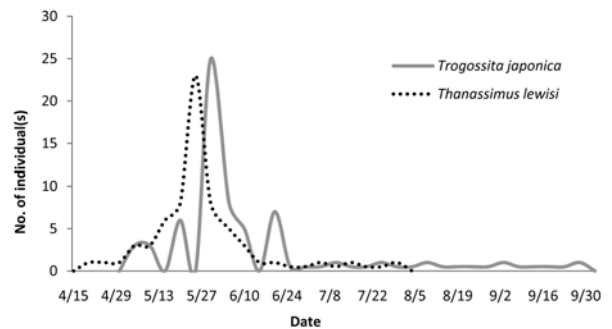


Figure 3. Adult emergence of the general predators, *Trogossita japonica* and *Thanassimus lewisi*, on wood borers.

중순이었다. *Echthrus reluctator*의 우화소장은 4월 중순부터 5월 상순까지이었고, *Dolichomitus nakamurai* 보다 단기간 내에 우화를 종료하였다.

포식성 천적인 큰 쌀도적과 개미불이의 우화소장을 조사한 결과는 Figure 3과 같다. 큰쌀도적의 성충은 4월 하

순부터 10월 초순까지 관찰되었으며, 최성기는 6월 초순이었다. 개미붙이 성충은 4월 중순부터 8월 하순까지 다수 관찰되었으며, 최성기는 5월 하순이었다.

## 고 찰

소나무와 잣나무에서 확인된 천공성 곤충(하늘소과, 왕바구미과, 바구미과, 나무좀과)의 종류는 45종이 확인되었다. 이찬용과 이상배(2000)는 같은 과(科)에 속하는 천공성곤충 종류를 조사하여 32종이 기생하는 것으로 보고하였는데 본 조사결과 13종이 추가되었다. 특히 잣나무 유인목에서 채집된 종류는 20종으로 *Saperda interrupta*를 제외한 19종이 소나무에도 기생하는 것으로, 소나무에서 서식하는 천공성 곤충류가 보다 다양한 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과는 천공성 곤충 종별 기주의 선호성과 서식처조건에 영향 받는 것으로 금후 임분조건별 존재양식에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 중부지방에서 소나무재선충을 매개하는 것으로 알려진 북방수염하늘소(KFRI, 2007)는 소나무에서보다 잣나무에서 다수 관찰되어 북방수염하늘소의 경우는 잣나무를 선호하는 것으로 사료된다.

잣나무림 내에서 천공성해충의 기생성곤충으로 확인된 천적 가운데 고치벌과의 *Spathius generosus*, 침벌과의 *Sclerodermus harmandi*, 파리목의 장다리파리, 맵시벌과 *Dolichomitus elongatus*, *Dolichomitus nakamurai* *Dolichomitus* sp. *Echthrus reluctator*, *Perithous* sp. 등이 다수 관찰되었으며, 이 가운데 맵시벌류인 *Dolichomitus nakamurai*, *Echthrus reluctator* 는 소나무재선충을 매개하는 북방수염하늘소에 기생하는 것이 확인되었고, 개체수도 가장 많이 관찰되었다. 두 맵시벌 모두 4월-5월에 우화하며, 우화 직후 교미하여 기주의 종령유충이나 용에 산란하는 습성을 가지고 있는 것으로 관찰되었는데, 이러한 생태특성은 나무속에 용실을 형성하고 그 속에서 서식하는 북방수염하늘소의 밀도조절에 유효하게 작용할 것으로 사료된다. 금후 북방수염하늘소 천적으로서 *Dolichomitus nakamurai*는 *Echthrus reluctator*의 생태적인 제특성을 상세히 해명하여 이를 이용한 생물적 방제를 모색할 필요가 있을 것으로 생각된다.

고치벌과와 침벌과, 장다리파리과는 주로 나무좀이나 바구미를 가해하는 것으로 확인되었으며(Kishi, 1969; 岸, 1970a, 1970b; 野淵, 1980). 특히 중국에서 생물적 방제에 이용되고 있는 *Sclerodermus harmandi*(Zhang Lianqin *et al.*, 1991)가 채집되었으나 실제 북방수염하늘소가 형성한 충방 내에서는 전혀 관찰되지 않았다. 일본에서도 자연계에서 솔수염하늘소에 기생한 예는 거의 확인하지 못하여 실용화까지는 여러 가지 문제점이 있음을 확인한 바 있다(三浦香代子 등, 2000). 본 기생벌에 대하여는 금후 지역

별 기생여부에 대한 세밀한 조사가 필요하다.

잣나무림 내에서 다수 관찰된 개미붙이과 *Thamassimus lewisi*, *Stigmatium pilosellum*, 쌀도적과 *Trogossita japonica*, 방아벌레과 *Paracalais berus*, *Tetrigus lewisi*, 침노린재과 *Velinus nodipes*, *Sphedanolestes impressicollis*, 등 포식성 곤충이며, 이들 포식충은 여러 종류의 천공성곤충을 포식하는 것으로 확인되었다. 이 가운데 주로 북방수염하늘소의 종령기까지 포식하는 것은 큰쌀도적과 개미붙이로 관찰되었다. 큰쌀도적과 개미붙이는 유충과 성충이 천공충을 포식하며, 큰쌀도적은 년중, 개미붙이는 4월부터 8월 말까지 많은 개체가 발생되었다. 일본에서는 솔수염하늘소의 생물적방제를 위하여 기초실험을 실시한 바 있으나(岸, 1970a; 上田明良 등, 1997), 기주특이성이 강하지 못하고 실내 증식시 동종포식(cannibalism) 등이 원인으로 실용화하지 못하였다. 그러나 큰쌀도적은 산림 내에서 보편적으로 관찰되므로 북방수염하늘소와 솔수염하늘소의 밀도제어에 중요한 역할을 하는 천적으로 사료된다.

## 감사의 글

기생성천적곤충을 동정하여 주신 일본 고베대학의 Kaoru Maeto 박사와 북해도 농업연구센터의 Kazuhiko Konishi 박사에게 감사드린다. 이 연구는 2007년도 강원대학교 학술연구조성비의 지원을 받아 수행되었으며, 공동저자는 국립산림과학원 소나무재선충 발병시스템 연구과제 연구비를 지원받았다.

## 인용문헌

1. 국립산림과학원, 2009, 산림병해충 발생예찰조사 연보. 서울, pp. 153.
2. 문일성, 이상명, 박지두, 여운홍. 1995. 소나무재선충과 매개충인 솔수염하늘소의 분포 및 방제. 산림과학논집 51: 119-126.
3. 이상명, 정영진, 문일성, 이상길, 이동운, 이충규. 2003a. 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*) 혼충방제를 위한 수종 살충제의 살충활성 및 혼충조건. 한국임학회지 92(3): 191-198.
4. 이상명, 문일성, 정영진, 이상길, 이동연, 추호열, 박창규. 2003b. 솔수염하늘소에 대한 수종 살충제의 살충효과. 한국임학회지 92(4): 305-312.
5. 이찬용, 이상배. 2000. 소나무를 가해하는 천공성해충에 관한 연구. 한국임학회지 89(5): 609-617.
6. 遠田場男. 1972. マツのサイセンチュウの媒介昆虫と保持数. 日林關東支講要 24: 31
7. 三浦香代子, 岡本安順, 河部剛俊, 中島嘉彦, 2000. マツノマタラカミキリに對するクロアリガタバチとサビマダラオホソカタムシの寄生特性. 森林防疫 49: 225-230.
8. 岸 洋一. 1970a. 松くい虫捕食者オオコクヌスト(*Tem-*

- nochila japonica* Reitter)(鞘翅目:ヌスト科)について. 日誌 52: 215-217.
9. 岸 洋一 1970b. マツの穿孔性 ゾウムシ類 の寄生蜂 *Dolichomitus* sp.(膜翅目:ヒメバチ科)について. 日本應用動物昆虫學會 14(3): 122-126.
  10. 大久保浪治. 1976. マツ生立木にする予防撒布. 森林防疫 25: 198-202.
  11. 上田明良, 藤田和幸, 浦野忠久. 1997. マツノマタラカミキリ幼蟲の捕食者オオコクヌストその生態と天敵としての効果. 山林防疫 46(8): 142-148.
  12. 鈴木和夫. 1979. マツノ材線病の發見機作. 森林防疫 28: 90-94.
  13. 野淵 輝. 1980. 松くい虫の天敵昆蟲. 山林防疫 29: 23-28.
  14. Choi, K.S., Chung, Y.J., Shin, S.C. and Park, J.D. 2003. The distribution and infestation of the pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* in Korea. In Proceeding of Korea-Japan Joint Conference on Applied Entomology and Zoology. Busan, Korea.
  15. Edward, O.R. and Linit, M.J. 1992. Transmission of *Bursaphelenchus xylophilus* through oviposition wounds *Monochamus carolinensis* (Coleoptera; Cerambycidae). Journal of Nematology 24: 133-139.
  16. KFRI. 2007. Damage characteristics and control strategies of pine wood nematodes *Bursaphelenchus xylophilus* in Korea White Pine Forest. Korea Forest Research Institute, Seoul. pp 1-12.
  17. Kishi Y. 1969. A study on the Ability of *Medetera* sp. (Diptera: Dolichopodidae) to Prey upon the Bark and Wood Boring Coleoptera. Applied Entomology and Zoology 4(4): 177-184.
  18. Mamiya, Y. and Enda, N. 1972. Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoidae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycida). Nematologica. 18: 159-162.
  19. Morimoto, K. and Iwasaki, A. 1972. Role of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) as a vector of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoidae). Journal of Japanese Forestry 54: 177-183.
  20. Oku, H., Shiraishi, T., Ouchi, S, Kurozumi, S. and Ohta, H. 1980. Pine wilt toxin, the metabolite of a bacterium associated with a nematode. Naturwissenschaften 67: 198-199.
  21. Sasaki, S., Odani, K., Nishiyama, Y. and Hayashi, Y. 1984. Development and recovery of pine wilt disease studied by tracing ascending sap flow marked with water soluble stains. Journal of Japanese Forestry Society 66: 141-148.
  22. Yi, C.K., Byun, B.H., Park, J.D., Yang, S.I. and Chang, K.H. 1989. First finding of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle and its insect vector in Korea. Research Report of the Forest Research Institute 38: 141-149.
  23. Zhang, Lianqin, Shihan Song, Huanhua Huang and Junxiang Fan. 1991. Study on Control of *Monochamus alternatus* with Attractant and *Scleroderma guani*. Forest Research 4(3): 285-290.
- 
- (2010년 4월 29일 접수; 2010년 5월 13일 채택)