



## 분재에서 살충제를 이용한 유리알락하늘소(*Anoplophora glabripennis*) 방제

이상명 · 정영학 · 박민구<sup>1</sup> · 김동수<sup>2</sup> · 이동운<sup>3\*</sup>

(주) 에스엠바이오테크, <sup>1</sup>농림축산검역본부 식물방제과, <sup>2</sup>국립산림과학원 남부산림자원연구소, <sup>3</sup>경북대학교 생태환경관광학부 생물응용전공

### Control of Asian Longhorned Beetle, *Anoplophora glabripennis* using Insecticides in Bonsai

Sang Myeong Lee<sup>1</sup>, Young Hack Jung<sup>1</sup>, Min Ku Park<sup>2</sup>, Dong Soo Kim<sup>3</sup> and Dong Woon Lee<sup>4\*</sup>

SMBioVision Co, Jinju, Gyeongnam 52828, Republic of Korea

<sup>1</sup>Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Gyeongbuk 39660, Republic of Korea

<sup>2</sup>Southern Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Seoul 52828, Republic of Korea

<sup>3</sup>Major of Applied Biology, School of Environmental Ecology and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk 37224, Republic of Korea

(Received on July 0, 2017. Revised on August 0, 2017. Accepted on September 0, 2017)

**Abstract** Insecticidal activity of 5 insecticides against adult Asian longhorned beetle (ALB), *Anoplophora glabripennis* and 3 granule type insecticides against both larva and adult stages were tested in laboratory and on bonsai trees in attempts to achieve ALB free bonsai production method. Thiamethoxam SC and Acetamiprid SL showed higher mortality on adult ALB by body dipping treatment and Thiamethoxam SC persisted for 19 days after spraying in bonsai trees of *Carpinus turczaninowii* and *Acer palmatum*. Death of adult ALB occurred 4 days after application of granule type insecticides (Acetamiprid, Imidacloprid and Tiamethoxam) on surface of bonsai trees, and efficacy persisted up to 16 days after treatment. The feeding ability of adult ALB ceased from the 4<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> day after treatment in each granule type insecticide treated bonsai tree. Larval frass excretions were evident until the 3<sup>rd</sup> day after treatment, after which no more frass excretion was observed from the 4<sup>th</sup> to the 40<sup>th</sup> day on bonsai tree trunks. Larval mortality equally doubled in a two-fold dosage treatment. Thus, Acetamiprid and Tiamethoxam can be used for control of bonsai insect pest, larvae and adults of ALB.

**Key words** *Acer palmatum*, Acetamiprid, *Carpinus turczaninowii*, Persistence, Quarantine, Thiamethoxam

## 서 론

유리알락하늘소(*Anoplophora glabripennis*)는 우리나라를 비롯한 일본, 중국에 분포하는 종으로(Xiao, 1992; Williams et al., 2004) 인위적 전파에 의하여 1996년 미국 New York 주에서 발생되었고(Haack et al., 1997), 유럽에서는 2001년 오스트리아에서 처음 본 종이 보고 된 이래(Tam et al., 2002) 근래에는 2011년 스위스(Pluess, 2013), 2014년 터키(Ayberk et al., 2014) 등으로 발생지역이 확대되고 있는 검

역적으로 중요한 해충이다(Ali et al., 2017).

유리알락하늘소는 유충이 생육하던 나무 속에서 우화 탈출한 성충이 활엽수의 가지 꺾질을 갉아먹으면서 성숙하여 수간 또는 수관에서 짝짓기를 한 다음 건전한 나무의 수피 밑에 알을 낳고, 부화한 유충은 자라면서 목질부속으로 들어가 충방을 형성하는 천공성 해충의 일종이다(Xiao, 1992).

유리알락하늘소는 넓은 기주범위를 가지고 있는데 36종 이상의 기주식물들이 알려져 있고, 사시나무속(*Populus* spp.), 버드나무속(*Salix* spp.), 단풍나무속(*Acer* spp.) 등이 주요 기주 속들인데 종별로는 단풍나무속의 노르웨이단풍(*A. platanoides*), 은단풍(*A. saccharum*), 네군도단풍(*A. negundo*) 등

\*Corresponding author  
E-mail: whitegrub@knu.ac.kr

이 빈번한 피해를 받는 수종으로 알려져 있다(Sjman et al., 2014). 우리나라에서는 11과 18종의 기주식물이 알려져 있다(Lim et al., 2014).

유리알락하늘소를 비롯한 알락하늘소류는 자연림을 비롯한 조경수와 가로수로 식재되어 있는 기주 수종들에 대해 광범위한 피해를 주고 있으며 이로 인해 막대한 경제적 손실이 초래되고 있다. 미국의 경우 1996년 New York주에서 최초 발생확인 된 이후 1997년도에 66,000그루의 피해목 제거와 2억\$의 제거비용이 발생되었는데(<http://extension.umd.edu/ipm/pest-threats>, 2017) Nowak et al. (2001)은 유리알락하늘소에 의해 기주수종의 30.3%의 피해와 이로 인해 6,690억\$의 경제적 손실을 추정하였다.

유리알락하늘소 유충은 기주식물의 목질부 내에서 섭식하며 생활하는데 생목이나 가공된 목재내에서도 생존한다. 유리알락하늘소의 분포지 중 하나인 중국으로부터 수입된 상품의 포장용 목재에서도 검출된 바 있어(Ren et al., 2006) 유리알락하늘소의 기주식물들은 국가간 교역에서 매우 중요한 검역대상이다.

알락하늘소류의 기주식물들은 목재가공류 이외에도 분재나 분재소재 형태로 국가간에 거래되고 있어 네덜란드에서는 1980년대부터 일본이나 중국으로부터 수입되는 분재류에서 알락하늘소(*Anoplophora chinensis*)를 검역하고 있다(Loomans et al., 2013).

분재는 우리나라의 주요 수출 임산물의 하나로 1970년대 경제발전과 더불어 서서히 취미생활의 한 분야로서 그 자리를 차지하게 되면서 상업적 재배농가가 등장하게 되었다(Korea Forest Research Institute, 2009). 분재는 주로 일본을 중심으로 동양권에서 머물고 있었고, 주거 형태가 단독주택에서 공동주택으로 바뀌면서 재배환경이 불리하게 되어 국내 분재시장이 위축하게 되었으나 분재시장이 세계화되면서 미국, 영국, 캐나다, 호주 등으로 점차 확대되어 2015년 국내 분재소재와 완재 생산액은 212억 원대로 추산되고 있으며 분재소재나 완재를 포함한 묘목류의 수출은 470,000\$에 달하고 있다(Korea Forest Service, 2016).

지금까지 알락하늘소류에 의한 분재 등 수목에 대한 피해의 심각성은 부각되지 않아 방제에 관해 관심을 가지지 않았다. 그러나 최근에는 고로쇠나무(*Acer pictum* subsp. *mono*), 단풍나무 등 활엽수에 알락하늘소류의 피해가 발생하고 있어 방제방법에 대한 문의가 빈번하게 발생하고 있다(S. M. Lee, personal communication). 또한 우리나라에서 주로 생산되고 있는 다양한 분재소재목들은 유럽연합이나 미국, 캐나다 등의 검역 대상 품목으로 관리(Choi, 2009)되고 있으며 근래에는 한국산 분재류의 대 EU수출을 위한 수출검역요건이 고시된 바 있다(APQA, 2016).

알락하늘소류를 포함하여 천공성 해충을 대상으로 하는 방제에 관한 연구는 우리나라 소나무림에 심각한 피해를 주

고 있는 소나무재선충병 매개충인 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*)와 북방수염하늘소(*M. saltuarius*)에 대한 방제연구가 대부분이며(Lee et al., 2003a, 2003b; Han et al., 2008; Cho et al., 2017) 표고원목을 가해하는 털두꺼비하늘소(*Moechotypa diphysis*)에 대한 식물정유들의 방제 효과에 관한 연구(Kim et al., 2006)들이 수행된 바 있다. 하지만 이들 방법은 분재소재나 분재목에 피해를 주고 있는 알락하늘소를 방제하는 데는 비실용적 방법이다.

따라서 본 연구는 수출분재에 있어서 유리알락하늘소 무감염 분재생산을 위한 재배적 측면에서의 실용적 방법을 강구하기 위하여 효과적인 살충제의 선발과 처리방법별 효과를 조사하였다

## 재료 및 방법

### 유리알락하늘소 성충과 유충

유리알락하늘소 성충은 수양버들(*Salix babylonica*)에서 우화탈출한 성충을 채집하여 아크릴케이지에 넣어 분재재배 온실로 가져와 분재실에서 재배하고 있는 4~10년생 소사나무(*Carpinus turczaninowii*)와 단풍나무(*Acer palmatum*) 분재에 방사하여 사육하면서 필요할 때마다 성충을 채집하여 실험에 이용하였다. 분재실의 관수는 매일 오전 10시와 오후 2시에 20분간 실시하였다.

유리알락하늘소 유충은 4~10년생 소사나무와 아그배나무(*Malus sieboldii*) 분재가 있는 분재 온실에 경남 남해와 진주, 사천지역의 참죽나무(*Cedrela sinensis*)와 단풍나무에서 채집한 유리알락하늘소 성충을 방사하여 산란하게 한 다음 유충의 섭식흔이 발생하는 분재를 선별하여 실험에 이용하였다.

### 공시살충제

실험에 사용된 약제는 Table 1과 같이 클로로니코티닐계 3종, 네오니코티노이드계 1종, 유기인계 1종, 클로로니코티닐계와 곤충성장조절제계의 혼합제 1종으로 시중에 판매하고 있는 약제를 작물보호제 판매처에서 구입하거나 농약회사로부터 공급받아 이용하였다. 수관살포용 실험 약제인 티아메톡삼 입상수화제와 아세타미프리트 액제, 아세타미프리트뷰프로페진 유제, 페니트로티온 유제, 티아클로프리트 액상수화제는 솔수염하늘소 성충 방제를 위해 등록된 약제와 유효성분이 같은 약제를 선발하여 사용하였으며 입제 지면 처리 효과 검정을 위해 사용한 약제들은 침투이행성이 있는 약제들 중에 선발하였는데 티아메톡삼, 아세타미프리트 입제는 다른 제형의 약제들이 솔수염하늘소 성충 방제용으로 등록되어 있어 선발하였고, 이미다클로프리트 입제는 소나무의 솔잎혹파리 방제용으로 등록되어 있어 선발하였다(KCPA, 2016).

**Table 1.** Insecticides used in the experiment

Insecticide	Formulation	% active ingredient
Acetamiprid	Granule	1.5
Acetamiprid	Soluble concentrate	20
Acetamiprid+buprofezin	Emulsifiable concentrate	4+15
Fenitrothion	Emulsifiable concentrate	50
Imidacloprid	Granule	2.0
Thiacloprid	Suspension concentrate	10
Thiamethoxam	Granule	1.5
Thiamethoxam	Water dispersible granule	24.49

### 유리알락하늘소 성충에 대한 실내 생물검정

유리알락하늘소 성충에 대한 살충제의 살충효과를 알아보기 위하여 5종의 약제(티아클로프리드, 아세타미프리트, 티아메톡삼, 페니트로티온, 아세타미프리트·뷰프로페진)를 선택하여 실험에 이용하였다. 각각의 약제들은 1,000배, 2,000배, 4,000배, 8,000배, 16,000배액으로 500 ml를 희석하였다. 100 × 40 mm breeding dish (SPL, 한국)에 수양버들(*Salix babylonica*) 2년생 가지를 5 cm 길이로 잘라 1개씩 넣고, 약제 희석액에 2초간 침지한 유리알락하늘소 성충을 1마리씩 넣은 다음 25 ± 3°C 실험실에 보관하였다. 하늘소의 치사유무는 처리 3, 6, 12, 24, 48시간 후에 조사하였는데 하늘소의 다리가 조금이라도 움직이는 증상을 나타내면 아치사로 판정하였고, 움직임이 전혀 없는 경우 치사로 판정하였다. 10개의 breeding dish를 1반복으로 3반복하였다.

### 수관처리 효과 및 약제 지속성

솔수염하늘소 성충방제용으로 등록되어 있는 3종 약제를 이용하여 소사나무, 단풍나무, 아그배나무 분재에 유리알락하늘소 성충을 접종하여 하늘소의 치사유무를 조사하였다. 시험에 사용한 약제들은 권장농도로 희석하여 사용하였는데 페니트로티온 유제는 500배, 아세타미프리트·뷰프로페진 유제와 티아클로프리드 액제는 1,000배액으로 희석하여 가정용 분무기(아폴로, 한국)를 이용하여 약액이 흘러내릴 정도로 수관 살포하였다. 약제가 처리된 분재는 차광이 70% 되는 분재 온실에 두면서 살포 후 1, 5, 12, 19일 뒤에 유리알락하늘소 성충을 분당 10마리씩 접종하여 치사유무를 조사하였으며 해당 조사일에 분재에 나타나는 외관상 약해 유무를 조사하였다. 분재의 물 관리는 매일 오전 10시와 오후 2시에 20분씩 공중 살수장치를 이용하여 공급하였다. 분재 1분을 1반복으로 3반복 처리하였다.

### 지면처리 방제효과 및 약제 지속성

#### 성충 방제효과

침투이행력이 있는 입제 3종(아세타미프리트, 이미다클로프리드, 티아메톡삼)을 분재 지면에 처리하여 유리알락하늘

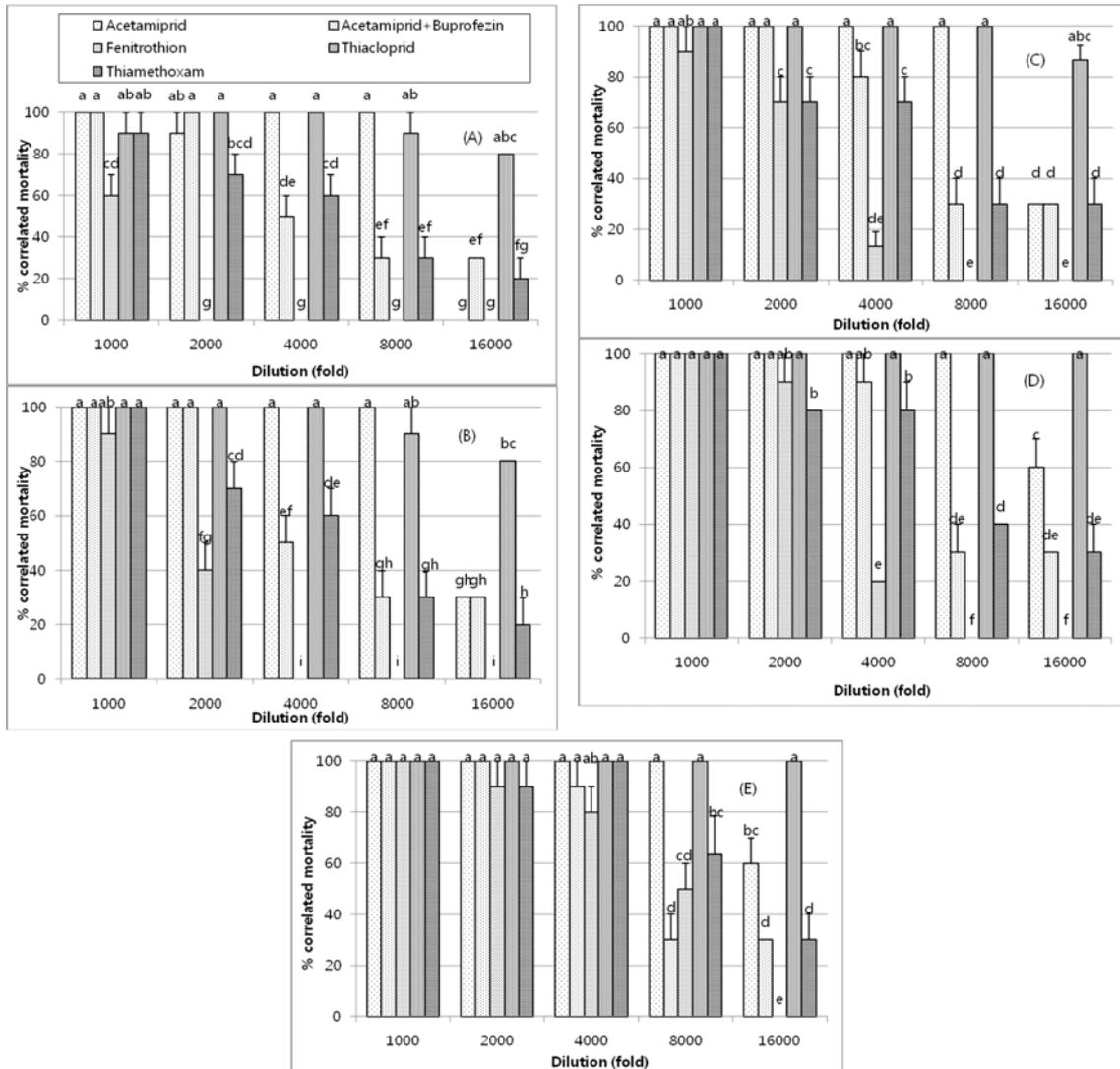


**Fig. 1.** Larval frass of *Anoplophora glabripennis* in bonsai tree.

소 성충의 방제 가능성을 알아보기 위하여 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 분재는 소사나무, 아그배나무, 단풍나무로 근원경의 크기는 소사나무가 2.3 ± 0.3 cm, 꽃사과나무가 4.4 ± 0.5 cm, 단풍나무가 2.3 ± 0.3 cm였다. 약제는 분당 10 g씩 처리하였으며 약해 발생여부 조사를 위하여 10 g과 20 g을 처리하였는데 각각의 약제는 분재 표토에 골고루 뿌렸다. 시험목은 분재원에 두면서 매일 오전 10시와 오후 2시에 20분씩 공중 살수장치를 이용하여 관수하였다. 약효는 입제를 처리 한 분재에 3, 5, 9, 16일 후 방충망을 씌우고 분재 1분당 유리알락하늘소 성충 10마리씩을 접종하여 매일 오전 10시에 성충의 치사유무를 조사하였으며 접종 시 분재에 나타나는 외관상 약해 유무를 조사하였다. 각 처리 마다 1주를 1반복으로 3반복 처리하였다.

### 유충 방제효과

침투이행성 살충제 3종을 분재 지면에 처리하여 유리알락하늘소 유충의 방제 가능성을 알아보기 위하여 티아메톡삼 입제, 이미다클로프리드 입제, 아세타미프리트 입제를 사용하였다. 유리알락하늘소 유충이 가해하여 유충의 배설물이 발생되고 있는 아그배나무(근원경 4.2 ± 0.4 cm)와 소사나무(근원경 2.5 ± 0.7 cm) 분재(Fig. 1)를 선정하여 실험에 이용하였다. 각 수종별로 세 농약을 각각 5 g과 10 g씩 두 처리 약량으로 분재의 지면에 고루 뿌려서 처리하였다. 처리 한 분재는 분재 온실에 두면서 매일 오전 10시와 오후 2시에 20분씩 공중 살수장치를 이용하여 관수하였다. 효과조사는 약제처리 1, 3, 5, 7, 21, 40일 후 각 분재목에서 배설물의



**Fig. 2.** Mortality of *Anoplophora glabripennis* adults by body dipping treatment on insecticide suspension at different time intervals. (A) 3 hours after treatment (HAT), (B) 6 HAT, (C) 12 HAT, (D) 24 HAT and (E) 48 HAT. Twig of *Salix babylonica* was supplied as adult feeds in insect breeding dish.

발생유무를 조사하였고, 유충의 치사여부는 약제 처리 21일과 40일 경과 후 가해부위를 절개하여 직접 유충의 치사를 조사하였다. 유충의 치사여부 조사 일자별로 10개의 분재에 대해 각각의 농약을 약량별로 처리하였다.

#### 통계처리

실험결과는 SAS 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중검정으로 처리평균간 차이를 분산분석 하였다.

## 결 과

#### 유리알락하늘소 성충에 대한 실내 생물검정

충체 약제 침지처리에 의한 유리알락하늘소 성충에 대한 실험 약제들의 치사율은 살충제 종류별에 따라 차이를 보였

는데 티아클로프리드 액상수화제, 아세타미프리트 액제처리에서 높게 나타났다(Fig. 2). 티아클로프리드 액상수화제와 아세타미프리트 액제 처리구에서는 처리 3시간 후에도 8,000 배 희석 처리까지 90% 이상의 치사율을 보였으며 티아클로프리드 액상수화제 처리에서는 1일 후 전 처리 농도에서 100% 치사율을 보였다(Fig. 2).

#### 수관처리 효과 및 약제 지속성

소사나무, 단풍나무, 아그배나무에 페니트로티온 유제와 아세타미프리트·뷰프로페진 유제 및 티아클로프리드 액상수화제를 수관 살포한 후 유리알락하늘소 성충을 집중하여 살충효과를 알아본 결과 집중 1일 후 100% 살충률을 보였다(Table 2).

약제살포 후 약제의 지속성을 알아보기 위하여 약제처리

**Table 2.** Efficacy of some trunk sprayed insecticides against *Anoplophora glabripennis* adult in each bonsai tree species

Treatment	Host	% mortality/days after treatment				Feeding at days after treatment	
		1	5	12	27	12	27
Fenitrothion EC	<i>Malus sieboldii</i>	100	100	100	0	None	Feeding
	<i>Carpinus coreana</i>	100	100	100	0	None	Feeding
	<i>Acer palmatum</i>	100	100	100	0	None	Feeding
Thiacloprid SC	<i>Malus sieboldii</i>	100	100	100	100	None	None
	<i>Carpinus coreana</i>	100	100	100	100	None	None
	<i>Acer palmatum</i>	100	100	100	100	None	None
Acetamiprid+ Buprofezin EC	<i>Malus sieboldii</i>	100	100	100	0	None	Feeding
	<i>Carpinus coreana</i>	100	100	100	100	None	None
	<i>Acer palmatum</i>	100	100	100	100	None	None
Control	<i>Malus sieboldii</i>	0	0	0	0	Feeding	Feeding
	<i>Carpinus coreana</i>	0	0	0	0	Feeding	Feeding
	<i>Acer palmatum</i>	0	0	0	0	Feeding	Feeding

**Table 3.** Efficacy of some soil treated insecticides against *Anoplophora glabripennis* adults in each bonsai tree species

Treatment	Host	% mortality at day after treatment ± SD				Feeding at day after treatment			
		3	5	9	16	3	5	9	16
Thiamethoxam GR	<i>Malus sieboldii</i>	3.3 ± 5.8	100	100	100	+ <sup>a)</sup>	-	-	-
	<i>Carpinus coreana</i>	3.3 ± 5.8	100	100	100	+	-	-	-
	<i>Acer palmatum</i>	0	100	100	100	+	-	-	-
Imidaclopride GR	<i>Malus sieboldii</i>	3.3 ± 5.8	100	100	100	+	-	-	-
	<i>Carpinus coreana</i>	3.3 ± 5.8	100	100	100	+	-	-	-
	<i>Acer palmatum</i>	3.3 ± 5.8	100	100	100	+	-	-	-
Acetamipride GR	<i>Malus sieboldii</i>	0	100	100	100	+	-	-	-
	<i>Carpinus coreana</i>	0	100	100	100	+	-	-	-
	<i>Acer palmatum</i>	0	100	100	100	+	-	-	-
Control	<i>Malus sieboldii</i>	0	0	0	0	+	+	+	+
	<i>Carpinus coreana</i>	6.7 ± 11.7	0	0	0	+	+	+	+
	<i>Acer palmatum</i>	3.3 ± 5.8	0	0	0	+	+	+	+

<sup>a)</sup>+, feeding, -, none feeding.

27일까지 유리알락하늘소 성충을 집중한 결과 12일까지는 시험약제 모두 100% 살충효과를 보였으나 27일 후에는 티아클로프리드 액상수화제 처리에서만 100%의 살충효과를 나타내었고, 아세타미프리드·뷰프로페진 유제 처리는 소사나무와 단풍나무 분재에서는 27일까지 효과가 있었으나 아그배나무에서는 27일째에 살충효과가 없었다(Table 2). 전체 조사기간 동안 외관상 나타나는 약해는 없었다.

#### 지면처리에 의한 유리알락하늘소 성충 방제효과 및 약제 지속성

소사나무, 단풍나무, 아그배나무 분재에 침투이행성 살충제 3종을 지면처리하여 유리알락하늘소 성충의 살충효과를 경시적으로 조사한 결과 약제처리 5일차부터 높은 살충효과를 보였고, 처리 9일차까지 모든 약제 처리구에서 집중 한

유리알락하늘소 성충이 100% 치사되었다(Table 3). 또한 티아메톡삼 입제와 이미다클로프리드 입제를 처리 한 아그배나무에 16일 후 유리알락하늘소 성충을 집중한 결과 각각 100% 살충효과를 보였다(Table 3). 한편 전체 조사기간 동안 외관상 나타나는 약해는 없었다.

#### 지면처리에 의한 유충 방제효과

침투이행성 입제형 살충제 3종을 소사나무, 단풍나무, 아그배나무에 지면 처리하여 유리알락하늘소 유충의 섭식흔 발생과 유충의 치사유무를 조사한 결과 약제처리 4일차에는 무처리구와 처리구에서 유충 섭식흔이 배출되었으나 처리 6일차 이후에는 차이를 보여 무처리구에서는 계속적으로 섭식흔이 관찰되었으나(Fig. 1) 처리구에서는 섭식흔이 관찰되지 않았다(Table 4). 유충 방제효과는 티아메톡삼과 이미다클로

**Table 4.** Efficacy of some soil treated insecticides against *Anoplophora glabripennis* larva in each bonsai tree species

Insecticides	Host	Dosage (g/pot)	Larval frass/DAT <sup>a)</sup>					% mortality/DAT <sup>a)</sup>		
			1	3	5	7	21	40	21	40
Thiamethoxam GR	<i>Malus sieboldii</i>	5	+ <sup>b)</sup>	+	-	-	-	-	0	40
		10	+	+	-	-	-	-	0	80
	<i>Carpinus coreana</i>	5	+	+	-	-	-	-	0	40
		10	+	+	-	-	-	-	0	80
Imidaclopride GR	<i>Malus sieboldii</i>	5	+	+	-	-	-	-	0	30
		10	+	+	-	-	-	-	0	80
	<i>Carpinus coreana</i>	5	+	+	-	-	-	-	0	40
		10	+	+	-	-	-	-	0	80
Acetamipride GR	<i>Malus sieboldii</i>	5	+	+	-	-	-	-	0	30
		10	+	+	-	-	-	-	0	70
	<i>Carpinus coreana</i>	5	+	+	-	-	-	-	0	30
		10	+	+	-	-	-	-	0	60
Control	<i>Malus sieboldii</i>	-	+	+	+	+	+	+	0	0
	<i>Carpinus coreana</i>	-	+	+	+	+	+	+	0	0

<sup>a)</sup>Days after treatment.

<sup>b)</sup>+; observed new larval frass in bonsai trunk, -; none observed new larval frass in bonsai trunk.

프리드 입제 10g 처리구에서는 수중에 관계없이 처리 40일 후에 80%의 치사율을 보였다(Table 4).

## 고 찰

분재는 일반 수목과 달리 크기와 형태, 모양 등이 중요한 상품성의 구성요소이다. 따라서, 일반적인 천공성 해충의 방제에 이용되는 유력한 방법인 수관주사 방법을 활용하기에는 제한점이 있다. 즉 나무의 수형을 최소화시키면서 나무의 직경성장을 최대화 시키기 때문에 주관에 구멍을 뚫고, 살충제를 주사하는 방법의 처리는 분재목의 미적 요인을 크게 손상시킬 수 있다. 따라서 분재소재목이나 화분에 심겨진 분재를 가해하는 유리알락하늘소의 방제를 위해서는 수관살포나 지면살포 또는 관주처리를 통한 방제법 강구가 현실적 방법이다. 그러나 기존의 유리알락하늘소를 비롯한 알락하늘소류의 방제는 목재 내 있는 유충방제를 위해 훈증제를 사용하거나(Ren et al., 2006) 이미다클로프로리드나 azadirachtin을 유충먹이나 성충 기주식물 가지에 처리한 후 효과를 조사한 연구(Poland et al., 2006a)가 있고, 중국에서는 비술나무(*Ulmus pumila*)나 양버들류(*Populus nigra* var. *thevestina*), 용버들(*Salix matsudana*)에서 이미다클로프로리드나 티아클로프로리드, azadirachtin의 수관주사 효과를 연구(Poland et al., 2006b)한 것만 있어 실제 분재를 대상으로 수행된 연구는 없다.

유리알락하늘소 성충에 대한 솔수염하늘소 방제용 등록 농약들의 효과는 모두 우수하였다. 총체 직접 침지법을 통한 실험에서는 페니트로치온을 제외한 모든 약제들이 처리

2일 후 90% 이상 유리하늘소 성충을 치사시켰으며 아세타미프리드와 티아클로프로리드는 처리 3시간 후에도 8,000배 처리까지 90% 이상의 치사율을 보였는데 이들 두 약제의 솔수염하늘소에 대한 권장 살포 농도는 1,000배이다. 한편 이들 두 약제의 솔수염하늘소에 대한 효과는 총체 분무법으로 처리 시 4,000배 이하의 희석 농도에서는 아세타미프리드 액제의 효과가 티아클로프로리드 액상수화제보다 높게 나타나(Cho et al., 2017), 본 실험의 결과가 유사한 경향을 보였다. 한편 아세타미프리드·뷰프로페진 유제는 아세타미프리드 액제 단제에 비하여 4,000배 이상 희석액에서는 약효에 큰 차이를 보였는데 Cho et al. (2017)도 솔수염하늘소에 대한 실내실험에서 동일한 경향을 보고하였다.

북방수염하늘소에 대해 총체 살포나 약제 내 기주 가지 침지법 실험 모두에서 1,000배액에서 높은 살충력을 가지는 것으로 보고되고(Han et al., 2008), 설당단풍나무(*Acer saccharium*)에서 관주처리 시 알락하늘소에 효과가 있는 약제로 알려져 있는 티아메톡삼(Cavalieri, 2013)도 1,000배액에서는 효과가 높았으나, 4,000배 이상에서는 다른 두 네오니코티닐계 약제에 비해서는 살충력이 떨어졌다.

분재 수관에 살포 한 페니트로치온 유제와 아세타미프리드·뷰프로페진 유제 및 티아클로프로리드 액상수화제는 모두 유리알락하늘소 성충에 대한 치사효과가 높았다. 특히 티아클로프로리드 액상수화제는 처리 27일째까지 실험에 이용한 분재수중에 상관없이 집중 한 유리알락하늘소를 100% 치사시켜 살용성이 높을 것으로 판단된다.

페니트로치온은 약제가 살포 된 가지에서 10초만 활동하여도 솔수염하늘소가 4일 후에 100% 치사될 정도로 접촉독

성이 강하고(Lee et al., 2003a), 북방수염하늘소 성충에 대해서도 4,000배까지 총체 살포나 기주식물 가지 침피법 모두에서 높은 살충력을 보였는데(Han et al., 2008) 유리알락하늘소에 대한 분재목 수관살포 처리에 의한 접촉독성은 솔수염하늘소에 대한 권장사용 희석배수인 500배에서 12일간 지속되었으나 네오니코티노이드 계열의 두 약제에 비해서는 상대적으로 지속성이 낮았다. 따라서 티아클로프리트 액상수화제는 총체 침피실험에서도 낮은 농도에서 살충력이 우수하고, 분재에서 19일까지는 지속성이 있어 분재원에서 유리알락하늘소 방제를 위해 실용적으로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

침투이행력이 있는 입제를 분재에 지면 살포하여 유리알락하늘소 방제 가능성을 알아보기 위하여 실험한 결과 성충과 유충 모두 방제가 가능한 것으로 나타났다. 성충의 경우 처리 5일 후부터 16일째까지 섭식 저해와 치사가 이루어졌고, 유충의 경우 처리 21일 후에는 수체 내에 유충이 모두 살아있었으나 처리 5일째부터 배설물이 배출되지 않기 시작하여 40일째까지 배설물이 배출되지 않았으며 처리 40일 후에는 70% 이상의 수체 내 유충의 치사가 일어났다. 따라서 수체 내에 가해하는 유충의 경우 입제 지면 살포에 의한 치사효과는 더디게 나타나지만 입제 처리 5일째부터 40일째까지 섭식이 이루어지지 않아 실제적인 방제효과가 있는 것으로 판단된다. 본 실험 결과들을 종합해보면 티아메톡삼이나 이미다클로프리트, 아세타미프리트 입제의 경우 분재에서 유리알락하늘소의 배설물이 배출되는 피해가 발생할 경우 처리하거나 성충의 산란기 때 처리하여 분재에 산란하러 접근하는 성충이나 산란 된 알로부터 우화되어 목질부를 가해하는 유충을 방제 대상으로 처리 할 수 있을 것으로 생각된다. 또는 성충 발생시기에는 잔효성이 긴 티아클로프리트 액상수화제를 수관에 처리하고, 성충의 산란이 의심되는 나무가 발생할 경우 지면에 입제를 살포하는 방법도 유용할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 논문은 2014년~2016년도 농산물 수출검역축진사업과 제의 지원으로 수행되었습니다.

## Literature Cited

- Ali, S., S. Ali, Lina, W. Zhou, M. I. Waris, A. Ali and M. Q. Wang (2017) Chemical ecology of Asian long horned beetle (*Anoplophora glabripennis*)-a review. *Pakistan J. Zool.* 49(3):1093-1105.
- Animal and Plant Quarantine Agency (APQA) (2016) Methods of export quarantine of bonsai to EU. Notification No. 2016-101 of the Animal and Plant Quarantine Agency.
- http://www.qia.go.kr/yeongnam/html/bbs/viewWebQia8\_COMMEN.do?id=102965&type=10\_28tzgg. Access 29 August 2017.
- Ayberk, H., H. Ozdikmen and H. Cebeç (2014) A serious pest alert for Turkey: a newly introduced invasive longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae: Lamiinae). *Florida Entomologist* 97(4):1852-1855.
- Cavalieri, G. (2013) Summary of 2008-2011 trials on the possibility of controlling *Anoplophora chinensis* with pesticides. *Journal of Entomological and Acarological Research* 45(s1):23-24.
- Cho, W. S., D. H. Jeong, J. S. Lee, H. K. Kim, S. T. Seo and G. H. Kim (2017) Insecticidal activity of Japanese pine sawyer (*Monochamus alternates*) and toxicity test of honeybee (*Apis mellifera*) using 5 kinds of neonicotinoids. *Korean J. Pestic. Sci.* 21(1):33-41.
- Haack, R. A., K. R. Law, V. C. Mastro, H. S. Ossenbruggen and B. J. Raimo (1997) New York's beetle with the Asian longhorned beetle. *J. For.* 95:11-15.
- Han, J. H., J. H. You, E. H. Kim, J. O. Yang, D. J. Noh, C. Yoon and G. H. Kim (2008) Susceptibility of pine sawyer, *Monochamus saltuarius* adults (Coleoptera: Cerambycidae) to commercially registered insecticides. *Korean J. Pestic. Sci.* 12(3):262-269.
- http://extension.umd.edu/ipm/pest-threats (2008) Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae). University of Maryland Extension Entomology Bulletin. Access 29 August 2017.
- Kim, J. S., D. K. Seo, S. A. Jang, J. H. Han, Y. J. Kim and G. H. Kim (2006) Fumigant toxicity of 18 essential oils and their major compounds against adult oak longicorn beetle, *Moechotypa diphyis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 45(2):189-194.
- Korea Forest Research Institute (2009) Development of management technique and culture methods of bonsai. Korea Forest Research Institute: Seoul, Korea, pp. 3-5.
- Korea Forest Service (2016) Statistical year book of forestry 2016. Korea Forest Service: Daejeon, Korea, pp.310-345.
- Lee, S. M., Y. J. Chung, Y. S. Moon, S. G. Lee, D. W. Lee, H. Y. Choo and C. K. Lee (2003a) Insecticidal activity and fumigation conditions of several insecticides against Japanese pine sawyer (*Monochamus alternates*) larvae. *Jour. Korean For. Soc.* 92(3):191-198.
- Lee, S. M., Y. S. Moon, Y. J. Chung, S. G. Lee, D. W. Lee, H. Y. Choo and C. G. Park (2003b) Toxic effects of some insecticides on the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternates*. *Jour. Korean For. Soc.* 92(4):305-312
- Lim, J. O., S. Y. Jung, J. S. Lim, K. M. Kim, Y. M. Lee and B. W. Lee (2014) A review of host plants of Cerambycidae (Coleoptera: Chrysomeloidae) with new host records for fourteen Cerambycids, including the Asian longhorn beetle (*Anoplophora glabripennis* Motschulsky), in Korea. *Koan J. Appl. Entomol.* 53(2):111-133.

- Loomans, A. J. M., B. F. Wessels-Berk, P. Copini, N. J. B. Mentink, M. B. de Hoop and W. G. S. A. den Hartog (2013) Import-inspections, surveys, detection and eradication of the longhorn beetles *Anoplophora chinensis* and *A. glabripennis* in The Netherlands. *Journal of Entomological and Acarological Research* 45(s1):8.
- Nowak, D. J., J. E. Pasek, R. A. Sequeira, D. E. Crane and V. C. Mastro (2001) Potential effect of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) on urban trees in the United States. *J. Econ. Entomol.* 94(1):116-122.
- Pluess, T. (2013) First findings of *Anoplophora glabripennis* in Switzerland. *Journal of Entomological and Acarological Research* 45(s1):21.
- Poland, T. M., R. A. Haack, T. R. Petrice, D. L. Miller and L. S. Bauer (2006a) Laboratory evaluation of the toxicity of systemic insecticides for control of *Anoplophora glabripennis* and *Plectrodera scalator* (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Econ. Entomol.* 99(1):85-93.
- Poland, T. M., R. A. Haack, T. R. Petrice, D. L. Miller, L. S. Bauer and R. Gao (2006b) Field evaluations of systemic insecticides for control of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in China. *J. Econ. Entomol.* 99(2):383-392.
- Ren, Y., Y. Wang, A. V. Barak, X. Wang, Y. Liu and H. A. Dowsett (2006) Toxicity of ethanedinitrile to *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) larvae. *J. Econ. Entomol.* 99(2):308-312.
- Sjöman, H., J. Östberg and J. Nilsson (2014) Review of host trees for the wood-boring pests *Anoplophora glabripennis* and *Anoplophora chinensis*: an urban forest perspective. *Arboriculture & Urban Forestry* 40(3):143-164.
- Williams, D. W., H. P. Lee and I. K. Kim (2004) Distribution and abundance of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in natural *Acer* stands in South Korea. *Environ. Entomol.* 33(3):540-545.
- Xiao, G. (1992) *Forest insects of China*. China Forestry Publishing House: China, p. 455.

## 분재에서 살충제를 이용한 유리알락하늘소(*Anoplophora glabripennis*) 방제

이상명 · 정영학 · 박민구<sup>1</sup> · 김동수<sup>2</sup> · 이동운<sup>3\*</sup>

(주) 에스엠바이오비전, <sup>1</sup>농림축산검역본부 식물방제과, <sup>2</sup>국립산림과학원 남부산림자원연구소, <sup>3</sup>경북대학교 생태환경관광학부 생물응용전공

**요약** 수출용 분재에 대한 유리알락하늘소 미 감염 분재 생산을 위한 살충제의 실용적 사용방법을 수립하기 위하여 5종의 살충제를 이용하여 유리알락하늘소 성충에 대한 실내 생물 검정과 3종의 입제 지면처리에 의한 유리알락하늘소 성충과 유충에 대한 살충효과를 조사하였다. 유리알락하늘소 성충을 살충제 희석액에 직접 침지 처리하였을 경우 티아메톡삼 액상수화제와 아세타미프리트 액제의 살충 효과가 가장 우수하였으며 3종 살충제의 수관살포 처리에서는 단풍나무와 소사나무 분재에서 티아메톡삼 액상수화제의 효과가 19일차까지 지속되었다. 입제형 살충제를 분재 화분에 지면 처리한 후 약효의 지속성을 조사한 결과 성충은 처리 4일째부터 치사가 시작되어 16일 이상 지속되었으며 섭식도 관찰되지 않았다. 유충의 경우 입제 처리 3일차까지는 배설물이 나타났으나 4일째부터 배설물이 나타나지 않았고, 처리 40일 후 70% 이상의 살충 효과가 나타났다. 아세타미프리트와 티아메톡삼은 분재를 가해하는 유리알락하늘소 성충과 유충방제에 모두 활용이 가능할 것으로 판단된다.

**색인어** 검역, 단풍나무, 소사나무, 아세타미프리트, 지속성, 티아메톡삼