



ORIGINAL ARTICLES

침엽수 채종원에서 구과해충의 발생소장과 수종별 구과 피해 및 화학적 방제

강진택¹ · 이석준² · 김태수³ · 송진선⁴ · 이채민⁵ · 이동운^{6*}¹국립산림과학원 산림산업연구과, ²동방아그로 기술연구소, ³한국생물안전성연구소, ⁴농협케미컬 연구소,⁵한국임업진흥원, ⁶경북대학교 생태환경관광학부

The Occurrence of Insect Pests, Damage Rates and Chemical Control at Coniferous Seed Orchards

Jin Taek Kang¹, Suk Jun Lee², Tae Su Kim³, Jin Sun Song⁴, Chae Min Lee⁵ and DongWoon Lee^{6*}¹Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science, Seoul, Korea²Technical Research Institute, Dongbang Agro Corp. Puyo, Chungcheongnam-do 33216, Korea³Korea Bio-safety Institute Co. Ltd. Eumseong, Chungcheongbuk-do 27600, Korea⁴Research Institute, NongHyup Chemical, Okcheon, Chungcheongbuk-do 29008, Korea⁵Korea Forestry Promotion Institute, Daejeon 35209, Korea and ⁶School of Environmental Ecology and Tourism,

Kyungpook National University, Sangju, Gyeongsangduk-do 37224, Korea.

(Received on September 22, 2019. Revised on September 23, 2019. Accepted on October 8, 2019)

Abstract Seed orchards are designed for the production of genetically superior seeds and are affected by various cone pests. This study was conducted to collect basic data for pest control in conifer seed orchards. Cone damage rates were investigated by tree (*Larix kaempferi*, *Pinus densiflora*, *P. koraiensis*, *P. thunbergii*, *P. rigida*, and *P. rigida* × *P. taeda*) in the conifer seed orchards of Chuncheon, Chungju, and Taean. In Chungju conifer seed orchards, in the Chungju orchard, we examined the seasonal prevalence of cone insects by tree species and the effects of chemical control methods such as spraying, granulating, and tree injection. The cone damage rate of conifers was the highest in Japanese larch (*L. kaempferi*), and the cone damage rate of *P. koraiensis* varied by region. The species, populations and dominant species of cone insects attracted to light traps in conifer seed orchards in Chungju differed by tree species. *Dioryctria abietella* was predominant in *P. koraiensis* and *D. pryeri* was predominant in *L. kaempferi* and *P. rigida* × *P. taeda*. Several pesticides were sprayed in *P. densiflora* seed orchard in May and July, and the control effect of cyfluthrin 5% EW (emulsion in water) was over 50% in both periods. There were no statistically significant differences in the control of cone insects after tree injection treatment on Japanese larch. The ground treatment of granulated insecticides was effective in carbofuran 3% and clothianidin 1% granules, but the control value was lower than 15.6%. The control of coniferous cone insects by tree injection and granulation was low, but in the case of crown spraying, the control effect was relatively high. Therefore, it is thought that the control effect can be improved by adjusting the intervals and the number of treatments of pesticides according to the ecology of cone insects that damage each conifer species.

Key words Cone insect, Control, *Dioryctria abietella*, *D. pryeri*, seed orchard

<< ORCID

Dong Woon Lee

<http://orcid.org/0000-0001-9751-5390>

*Corresponding author

E-mail: whitegrub@knu.ac.kr

서론

우리나라의 산림면적은 2017년 6,318,007 ha로 전체 국토면적의 63.6%를 차지하고 있다(KFS, 2018). 이들 산림에는 2015년 기준 2,339,022 ha의 침엽수와 2,028,855 ha의 활엽수가 자라고 있는데 침엽수림에는 소나무(*Pinus densiflora*)와 곰솔(*P. thunbergii*)이 1,262,843 ha로 가장 많고, 일본잎갈나무(*Larix kaempferi*) 272,800 ha, 리기다소나무(*P. rigida*) 259,355 ha, 잣나무(*P. koraiensis*) 170,905 ha의 순이다(KFS, 2018).

산불피해지역이나 산림 훼손지와 같은 지역에서는 우량임분을 조성하기 위하여 인공조림을 실시하고 있는데 2017년 조림면적은 삼나무(*Cryptomeria japonica*), 편백(*Chamaecyparis obtusa*), 곰솔, 소나무, 잣나무, 일본잎갈나무 같은 침엽수가 14,562 ha였으며 고로쇠나무(*Acer pictum* subsp. *mono*), 느티나무(*Zelkova serata*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 벚나무(*Prunus serrulata* var. *spontanea*), 상수리나무(*Quercus acutissima*), 자작나무(*Betula platyphylla*)와 같은 활엽수가 2,028,855 ha였는데 조림면적은 꾸준히 증가하고 있다(KFS, 2018).

이러한 조림을 위하여 사용되는 수종들은 묘목으로 생산되어 식재되고 있는데 묘목 생산을 위한 종자생산은 2017년 채종임분에서 25톤, 채종원에서 13.9톤, 채종림에서 1톤이 생산되었다(KFS, 2018). 이들 중 채종원은 유전적으로 우수한 나무들을 선발하여 열등한 유전인자를 지니고 있는 외부의 나무들과 화분오염을 방지하면서 종자를 생산하기 위하여 관리하고 있는 곳으로 우리나라에서는 1968년 7수종, 750 ha의 채종원을 조성한 이래 충주를 비롯하여 춘천, 안면도, 강릉지역에서 운영하고 있다(KFRI, 2004).

채종원을 비롯한 채종림이나 채종임분과 같은 종자 생산을 목적으로 하는 곳에서는 고품질의 종자를 다량 수확하는 것이 중요한데 다양한 구과(=종실)해충들이 가해하여 종자의 충실도를 떨어트리거나 종자 수확량의 감소를 유발시키고 있다(Bates et al., 2000; Prévost, 2002; Rosenberg and Weslien, 2005).

침엽수 구과를 가해하는 해충들은 수종에 따라 다양하며 피해 정도도 수종이나 해충 종류, 서식지에 따라 다양한데 Seifert et al. (2000)은 스위스 29개 조사지역에서 구과해충에 의한 독일가문비나무(*Picea abies*) 구과 피해율을 조사한 결과 36-100%로 차이가 있다고 하였으며 Prévost (2002)는 캐나다 Ontario지역 잎갈나무류(*Larix laricina*)의 구과해충에 의한 구과 피해율이 100%라고 하여 매우 높은 피해율을 보고하였지만 알프스 지역 네 개 국가에 자생하고 있는 잣나무류(*Pinus cembra*)에서는 구과해충에 의한 피해율이 40%를 넘지 않는다고 하였다(Dormont and Roques, 1999).

우리나라에서는 1968년 수형목 선발에 의한 채종원 조성

5개년 계획에 의해 채종원이 조성되어 관리되고 있고, 채종원의 침엽수에 다양한 구과해충에 의한 피해가 발생하고 있으며 채종원의 종자생산효율 증대를 위해서는 구과해충 관리 필요성이 중요하게 인식하고 있음에도 불구하고(Han et al., 1999; KFRI, 2004) 침엽수 구과해충에 대한 연구는 매우 제한적으로 이루어져 소수의 연구결과들만이 있는데 Lee (1994)는 춘천지역의 시험림 내 소나무속 5종[잣나무, 소나무, 리기다소나무, 방크스소나무(*P. banksiana*), 리기테다소나무(*P. rigida* × *P. taeda*)]의 구과에 발해하는 구과해충을 조사하여 4종의 종실해충 발생율을 조사하였고, 잣나무 넓적잎벌(*Acantholyda posticalis*) 피해로 인한 잣나무 구과형성이나 종자생산에 관한 연구(Chung and Shin, 1994)도 같은 시기에 수행되었다.

한편 침엽수의 주요 구과해충으로는 솔애기잎말이나방(*Petrova cristata*), 큰솔알락명나방(*Dioryctria sylvestrella*), 애기솔알락명나방(*Dioryctria pryeri*), 백송애기잎말이나방(*Gravitarmata margarotana*), 솔알락명나방(*Dioryctria abietella*) 등이 알려져 있는데(Lee and Chung, 1997) 체계적인 조사자료는 없는 실정이다. 아울러 이러한 구과해충 방제는 carbofuran 3% 입제를 근부처리 하고 있는데 방제효과가 낮아 Chung et al. (2006)은 스프링클러시스템을 이용하여 잣나무 채종원에서 구과해충 방제 연구를 수행하여 대체 방제 방법을 제시하였으나 침엽수 구과해충에 등록 된 약제는 없어(KCP, 2019) 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)나 솔나방(*Dendrolimus spectabilis*), 잣나무넓적잎벌 방제 약제 등을 활용하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 우리나라 침엽수 채종원에 발생하는 구과해충 방제의 기초자료를 확보하기 위하여 구과해충의 발생소장 조사와 수종별에 따른 구과해충 피해율 및 몇 가지 화학적 방제제를 이용한 방제효과를 조사하였다.

재료 및 방법

조사지역

침엽수 채종원의 구과해충과 방제 시험은 국립산림품종관리센터에서 수행하였는데 충남 태안군 안면읍에 위치한 안면 채종원과 강원도 춘천시에 위치한 춘천지소 포지, 충주시 수안보면에 위치한 국립산림품종관리센터 채종원에서 수행하였다. 국립산림품종관리센터 채종원은 1966년부터 조성된 채종원으로 북위 36°51', 동경 127°58'에 위치하며 채종원의 규모는 잣나무, 일본잎갈나무, 리기다소나무, 리기테다소나무 등 62수종 875 ha로 해발고도는 130-550 m, 경사도는 5-40°의 사양토 토성 지역이다(<http://www.forest.go.kr>). 춘천지소에서는 잣나무 클론보존원에서 구과해충 피해율을 조사하였는데 잣나무, 전나무(*Abies holophylla*), 굴참나무(*Quercus variabilis*) 등 13수종 17 ha의 규모로 도심 내 위

치하고 주변은 농경지로 사양토 지역이다(<http://www.forest.go.kr>). 안면 채종원은 1977-1981년 조성된 채종원으로 북위 36°27', 동경 126°22'에 위치하며 채종원 규모는 소나무, 곰솔 등 99 ha의 규모로 해발고도는 40-50 m, 경사도는 0-5°의 사양토 토성 지역이다(<http://www.forest.go.kr>).

구과해충 피해를 조사

구과해충 피해를 조사는 충주와 태안의 채종원과 춘천지소에서 2007년 수행하였는데 충주에서는 낙엽송과 리기다소나무, 리기테다소나무, 잣나무 채종원에서 5월 21일, 6월 21일, 7월 23일, 8월 28일 조사하였다. 태안에서는 소나무와 곰솔 채종원에서 6월 1일, 6월 21일, 7월 29일, 8월 31일 조사하였고, 춘천에서는 잣나무 채종원에서 5월 31일, 6월 26일, 7월 24일, 9월 7일 조사하였다. 각 수종별로 10주를 임의로 선정하여 각 나무별로 전체 구과수와 구과해충의 배설물이 구과 밖으로 나와 있거나 침입 흔적이 있는 피해 구과수를 조사하였는데 채종원의 채종목들이 수고가 높아 굴삭기나 장비에 탑승하여 조사를 하여 각 조사 나무별로 전체 구과를 조사하지는 못하고, 일부 관찰 가능한 구과를 대상으로 건전 구과와 피해 구과수를 조사하였다. 춘천의 잣나무와 충주의 낙엽송, 태안의 소나무와 곰솔 조사지는 구과해충 방제를 하지 않았었고, 충주의 잣나무와 리기다, 리기테다소나무는 4월 초순에 carbofuran 입제를 흉고 직경 당

50 g씩 지면에 살포한 곳을 대상으로 조사하였다.

구과해충 발생소장 조사

침엽수 채종원에서 수종별에 따른 구과해충의 종류와 발생소장 조사를 위하여 충주의 국립산림품종관리센터 채종원의 잣나무와 리기테다소나무, 일본잎갈나무에서 2009년 유아등을 이용하여 유인되는 구과해충을 조사하였다. 잣나무 채종지의 유아등 설치장소는 북위 36°52'14.1", 동경 127°59'06.1", 해발 365 m 지점이었으며 리기테다소나무 채종지의 유아등 설치장소는 북위 36°51'56.2", 동경 127°58'30.8", 해발 232 m 지점이었고, 낙엽송 채종지의 유아등 설치장소는 북위 36°52'28.8", 동경 127°58'26.8", 해발 189 m 지점이었었다. 유아등은 Kim et al. (2011)이 골프장에서 나방류 조사를 위해 사용한 것과 동일한 것을 사용하였는데 200 W 무색 고압수은등을 발전기에 연결하여 외부를 천으로 둘러싼 직육면체 구조물의 내부에 설치하여 천 표면에 유인되는 나방류 구과해충을 채집하였다. 조사시기는 일몰 후부터 저녁 11시까지 수행하였으며 5월 22일부터 10월 15일까지 일주일 간격으로 조사를 하였는데 강우와 기상상황을 고려하여 조사 날짜를 조절하였다. 2009년 잣나무 채종지의 유아등 조사결과 조사 첫날이었던 5월 22일 조사에서 유인되는 구과해충이 존재하여 2010년에는 한 달 정도 조사시기를 빠르게 하여 4월 20일부터 조사하였는데 2009년 조사에서 9

Table 1. Information of insecticides used in this study

Common name	Fomulation ^{a)}	Content (%) of active ingredient	Amount of treatment ^{b)}	Classes	Application method
Abamectin	EC	1.8	1 ml/DBH	Biotic pesticide	Trunk injection
Acetamiprid	G	1.5	10 g/DBH	Chloronicotinoid	Surface treatment
Acetamiprid	SC	5	1 ml/DBH	Chloronicotinoid	Trunk injection
Carbofuran	G	3	10, 50 g/DBH	Carbamate	Surface treatment
Chlorpyrifos	G	2	10 g/DBH	Organophosphate	Surface treatment
Clothianidin	G	1	20 g/DBH	Chloronicotinoid	Surface treatment
Clothianidin	SC	20	1 ml/DBH	Chloronicotinoid	Trunk injection
Cyfluthrin	EW	5	2000 fold	Pyrethroid	Spray on crown
Diflubenzuron	WP	25	4000 fold	Benzoylurea	Spray on crown
Fenitrothion	EC	50	1000 fold	Organophosphate	Spray on crown
Pyridalyl	EW	10	1000 fold	-	Spray on crown
Spinetoram	SC	5	2000 fold	-	Spray on crown
Thiacloprid	GC	1	10 g/DBH	Chloronicotinoid	Surface treatment
Thiacloprid	SL	10	1000 fold	Chloronicotinoid	Spray on crown
Thiacloprid	SC	10	0.5 ml/DBH	Chloronicotinoid	Trunk injection
Thiamethoxam	DC	15	0.5 ml/DBH	Neonicotinoid	Trunk injection
Thiamethoxam	G	1.5	10 g/DBH	Neonicotinoid	Surface treatment
Thiamethoxam	WG	10	2000 fold	Neonicotinoid	Spray on crown

^{a)}EW; emulsion oil in water, DC; dispersible concentrate, EC; emulsifiable concentrate, G; granule, SC; suspension concentrate, SL; soluble concentrate, WG; water dispersible granule, WP; wettable powder.

^{b)}DBH; amount of treatment per cm diameter at breast height.

월말 이후 유인되는 구과해충이 없어 2010년에는 9월 30일 까지 조사하였다. 채집된 구과해충은 실험실로 가져와 각종 도감류를 이용하여 분류, 동정하였다.

수관살포 방제시험

구과해충에 대한 수관살포 방제시험은 충남 태안군 안면읍에 위치한 국립산림품종관리센터 안면채종원의 소나무 채종원에서 수행하였다. 임의로 선정한 소나무 채종목을 대상으로 산림해충 방제 약제로 등록되어 있거나 나방류에 효과가 있는 것으로 알려진 7종의 살충제를 선정하여 시험을 수행하였다. 시험 약제의 일반명과 제형, 처리 약량은 Table 1과 같았다. 약제 살포 시험은 서로 다른 시기에 걸쳐 3회 동안 수행하였는데 1차 시험은 2007년 6월 7일 약제 살포 후 6월 22일 약효를 조사하였으며 6월 22일 효과 조사 후 2차 시험을 수행하여 7월 29일 약효를 조사하였다. 3차 시험은 7월 29일 약제를 살포한 후 8월 31일 효과를 조사하였다. 각 시험 차수 별 약제 살포 당일과 다음날의 기상상황은 Table 2와 같았다. 1차 시험 때는 처리 당일 강우가 있었지만 약제 처리 4시간 이후 동안에는 강우가 없었으나 2차 시험 때는 처리 당일과 다음날 2.0 mm와 19.0 mm의 강우가 있었고, 이후 10일 중 8일동안 강우가 있어(http://www.weather.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp?stn=129&yy=2007&mm=6&obs=1&x=27&y=11) 다른 2번의 시험에 비하여 약효가 현저히 떨어져 결과 분석에서는 2차 시험의 결과는 배제하였다. 두 주의 나무를 한 반복으로 3반복 처리하였으며 무처리구는 아무 처리도 하지 않았다. 효과조사는 약제 처리전과 처리 후 피해 구과율을 조사하여 무처리 대비 상대적 피해 증가율을 방제가로 환산하였다. 약제 처리 전 각 시험 대상목의 구과 수와 종실해충 피해 구과수를 조사한 뒤 1차 시험에서는 15일 후, 3차 조사 때는 33일 후에 처리 전 조사와 동일한 방법으로 전체 구과수와 피해 구과수를 조사하여 구과 피해율을 조사하였다. 약제 살포는 등짐분무기를 이용하여 키 높이에 있는 가지 부분을 대상으로 약제를 살포하였으며 효과 조사도 동일한 가지를 대상으로 조사하였다.

입제 지면 처리 시험

입제 처리 시험은 춘천지소의 잣나무를 대상으로 시험하

였다. 시험약제는 산림해충 방제용으로 등록되어 있는 약제들에서 임의로 선정하였는데 carbofuran 3% 입제를 제외한 다른 약제들은 입제 제형이 아닌 타 제형의 약제가 산림해충 방제용으로 등록되어 있는 약제(KCPA, 2019)로 계통과 약제 처리량은 Table 2와 같았다. Carbofuran 3% 입제는 솔잎혹파리 방제용으로 소나무 흉고직경 1 cm 당 50 g이 권장량인데 10 g 처리를 병행하여 시험을 수행하였다. 나머지 약제들은 수목류에 대한 사용기준이 없어 acetamiprid와 chlorpyrifos, thiamethoam 입제는 흉고직경 당 10 g씩 처리하였으며 clothianidin의 경우 1.8%와 1.0%의 제품이 있는데 1.0%의 제품을 이용하여 20 g씩 처리하였다. 처리는 2008년 4월 21일 춘천지소의 잣나무 채종원에서 흉고직경을 잴 후, 흉고직경별에 따라 각각의 약제를 뿌리 주변 1 m 이내에 고루 살포하였다. 한 주를 한 반복으로 10반복 처리하였다. 무처리구는 약제를 처리하지 않았다. 약효 조사는 6월 2일(약제처리 42일 후)과 7월 11일(약제처리 81일 후) 전체 구과수와 구과해충에 의한 피해 구과수를 조사하여 구과 피해율을 산출하여 무처리구의 피해율과 비교하여 조사하였다.

수간주사 처리 시험

수간주사 시험은 충주 채종원의 낙엽송을 대상으로 시험하였다. 시험약제는 산림해충 방제용으로 등록되어 있는 약제들에서 임의로 선정하였는데 계통과 약제 처리량은 Table 2와 같았다. 시험에 사용한 모든 약제들이 구과해충에 대해 수간주사 약량이 설정되어 있지 않아 솔잎혹파리나 소나무 재선충에 대한 처리 약량을 고려하여 Table 2와 같이 설정하였다. 처리는 2008년 4월 21일 흉고직경을 측정 후, Lee et al. (2008)의 곰솔에서의 수간주사 방법과 동일한 방법으로 직경 7 mm 드릴로 천공하고, 각각의 약제를 피펫으로 주입하였다. 한 주의 나무를 한 반복으로 3반복 처리하였으며 나무주사 후 55일째와 90일째에 전체 구과수와 종실해충 피해 구과의 수를 조사하여 구과 피해율을 산출하였다.

통계분석

구과해충 피해율 조사 결과는 각 조사시기별로 지역과 수종별로 구분하여 Duncan's Multiple Range Test로 평균간

Table 2. Weather data for pesticide treatment and next days

Weather element	Chuncheon		Chungju				Seosan			
	4/21	4/22	4/21	4/22	6/7	6/8	6/22	6/23	7/29	7/30
Mean temperature (°C)	17.1	16.0	18.1	17.6	19.5	19.3	22.8	20.8	24.5	24.9
Maximum temperature (°C)	24.2	20.9	23.8	26.2	23.0	21.8	27.6	23.8	27.7	30.7
Minimum temperature (°C)	10.6	12.7	10.9	12.7	16.7	17.5	19.3	17.2	22.2	20.2
Precipitation (mm)	-	4.0	-	2.0	3.5	0.5	2.0	19.0	-	-

This weather data is a compilation of data from the Korea Meteorological Administration (<http://www.weather.go.kr>). Weather data of Taean is replaced by data from Seosan, an adjacent region.

차이를 분산분석 하였으며, 농약의 수관살포 시험과 입제 지면처리 시험, 나무주사 시험의 결과도 처리 약제별로 구분하여 Duncan's Multiple Range Test로 평균간 차이를 분산분석 하였다(Cho, 2006).

결 과

구과해충 피해율

침엽수 채종원에서 구과해충에 의한 구과 피해율은 수종과 지역별에 따라 차이가 있었다(Table 3). 5월 조사에서는 춘천 채종원의 잣나무 구과 피해율이 93.3%로 가장 높았는데 충주지역의 잣나무에서는 4.0%의 낮은 피해율을 보여 차이가 많았으며 동일한 충주의 채종원 내에서도 수종별로

피해율에 차이를 보여, 리기테다소나무의 구과 피해율이 다른 수종에 비하여 높았다(df=6, 63, F=188.6, P<0.0001). 6월 조사에서는 충주지역 낙엽송의 구과 피해율이 100%로 이전 달에 비하여 급격히 증가하였으며 충주지역의 리기테다소나무와 태안의 곰솔 구과 피해율도 이전 달에 비하여 4배 이상 증가하였다(df=6, 63, F=107.83, P<0.0001). 7월 조사에서는 이전 달에 비하여 약간 피해율이 증가하였으며(df=6, 63, F=56.12, P<0.0001) 8월 조사에서는 충주 채종원의 잣나무 구과 피해율이 이전 달에 비하여 3배 가량 증가하였다(df=6, 63, F=67.6, P<0.0001).

구과해충 발생소장

충주의 채종원에서 수종별에 따라 유아등에 유인되는 나

Table 3. Cone damage rate (%) by cone insect pests in coniferous seed orchards

Locality	Tree species	Cone damage rate (%) ± standard deviation			
		May	June	July	August
Chuncheon	<i>Pinus koraiensis</i>	93.3 ± 7.3a ^{a)}	90.6 ± 6.0a	90.6 ± 13.5a	98.3 ± 2.4a
	<i>Larix kaempferi</i>	1.2 ± 1.9c	100a	100a	100a
Chungju	<i>P. koraiensis</i>	4.0 ± 4.2c	3.1 ± 4.1c	7.0 ± 7.2d	22.0 ± 10.2c
	<i>P. rigida</i>	8.2 ± 6.4c	33.0 ± 19.6b	40.5 ± 20.9b	31.5 ± 21.1bc
	<i>P. rigida</i> × <i>P. taeda</i>	17.8 ± 16.2b	38.4 ± 15.9b	48.0 ± 20.8b	30.2 ± 11.7bc
Taeon	<i>P. densiflora</i>	4.4 ± 3.8c	13.0 ± 5.9c	22.3 ± 9.0c	37.2 ± 10.2b
	<i>P. thunbergii</i>	6.4 ± 3.6c	30.0 ± 13.1b	27.3 ± 18.5c	39.5 ± 18.6b

^{a)}Means with the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (P<0.05).

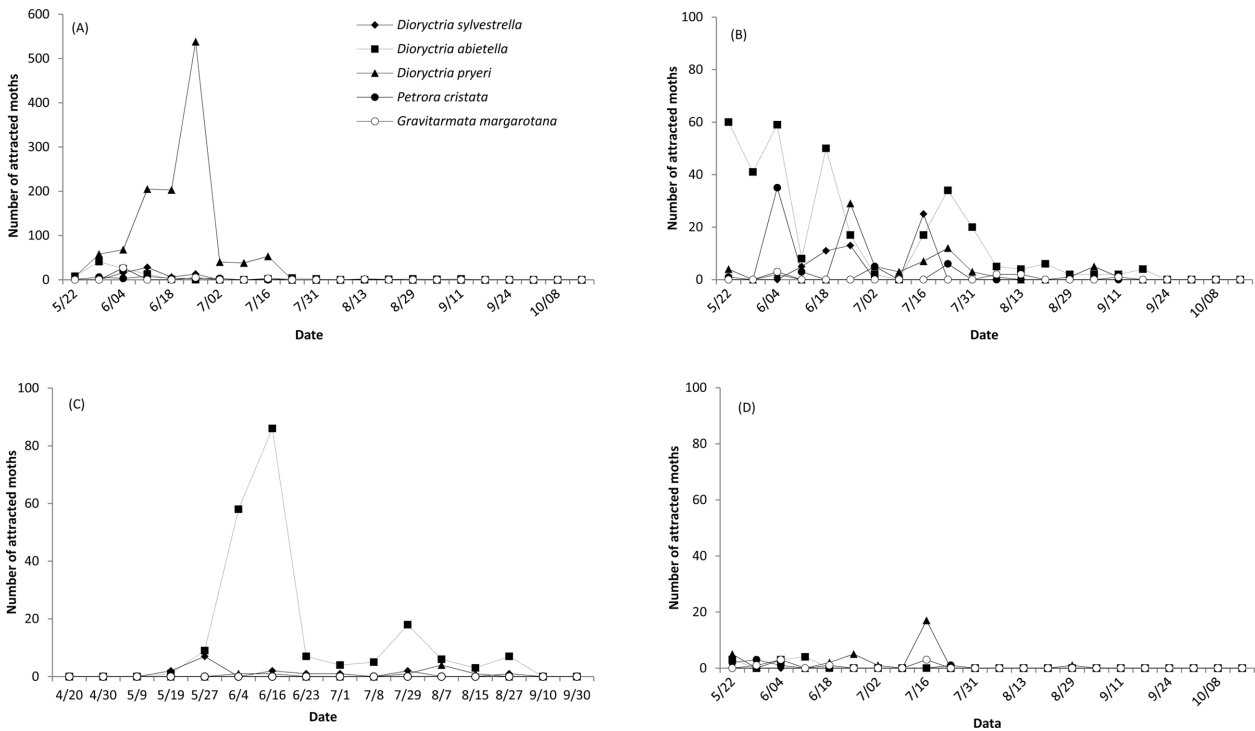


Fig. 1. Attracted number of cone lepidopteran insects in light trap depending on tree species in coniferous seed orchard of Chungju. (A); *Larix kaempferi* at 2009, (B) and (C); *Pinus koraiensis* at 2009 and 2010, (D); *Pinus rigida* × *P. taeda*.

방류 종실해충의 종류와 발생소장을 조사한 결과는 Fig. 1 과 같았다.

수종별로 우점인 나방류 구과해충의 종류는 차이가 있었는데 낙엽송에서는 애기솔알락명나방이 우점하였고, 잣나무에서는 솔알락명나방이 우점하였으며 리기테다소나무에서는 애기솔알락명나방이 우점하였으나 유인 개체수는 낙엽송에 비하여 현저히 적었다(Fig. 1).

솔알락명나방은 5월 하순에서 7월 중순까지 채집되었는데 6월 하순에 최대 유인수를 나타내었고, 솔알락명나방은 2009년 조사에서 조사 개시 시점인 5월 하순부터 9월 중순까지 발생하였으나 조사시기를 한 달 앞당긴 2010년 조사에서는 5월 중순에서 8월 하순까지 채집되었는데 발생 최성기는 2009년 조사의 경우 5월 하순에서 6월 중순까지 혼재되어 나타났으나 2010년 조사의 경우 6월 중순에 최성기를 나타내었다(Fig. 1).

수관살포 방제시험

몇 가지 살충제를 이용하여 소나무 채종원에서 6월과 7월에 구과해충 방제 시험을 수행한 결과 약제별로 효과의 차이가 있었다(Table 4). 6월 처리에서는 fenitrothion을 제외한 모든 약제 처리가 무처리구에 비하여 통계적으로 유의한 방제효과가 있었지만 방제가는 40.2-68.7%로 높지는 않았다(df=7, 16, F=3.13, P<0.0277). 7월 처리에서는 thiamethoxam 처리구에서 66.7%의 가장 높은 방제가를 보였다(df=7, 16, F=4.12, P<0.0091).

입제 지면 처리 시험

춘천의 잣나무 채종원에서 입제 지면 처리에 의한 구과해충 방제효과를 조사한 결과 처리 42일 후에는 처리간에 통계적인 차이가 없었으며(df=7, 72, F=1.4, P<0.2205) 처리 81일 후에는 carbofuran 50g 처리구에서만 구과 피해율이 낮게 나타났지만(df=7, 72, F=3.06, P<0.007) 방제가는 15.9%

Table 4. Efficacy of some insecticides on damage rate by cone insects in *Pinus densiflora* seed orchard in Anmyeondo

Treatment	Damage rate by corn insects (%) ± SD		Increasing damage rate (%) ± SD	Control efficacy (%) ± SD	Damage rate by corn insects (%) ± SD		Increasing damage rate (%) ± SD	Control efficacy (%) ± SD
	7. June (0 DAT)	22. June (15 DAT)			29. July (0 DAT)	31. August (33 DAT)		
Cyfluthrin 5% EW	5.3 ± 2.3	8.1 ± 0.8	170.3 ± 68.6bc ^{a)}	52.9 ± 19.0	19.0 ± 1.1	15.9 ± 6.8	82.6 ± 30.5cd	55.4 ± 16.5
Diflubenzuron 25% WP	4.3 ± 2.3	7.6 ± 0.5	213.7 ± 102.8bc	40.9 ± 28.4	9.9 ± 2.0	16.6 ± 5.3	171.6 ± 58.1ab	7.4 ± 31.4
Fenitrothion 50% EC	3.1 ± 0.9	8.1 ± 1.5	273.7 ± 62.6ab	24.2 ± 17.3	16.0 ± 5.2	15.0 ± 2.4	104.7 ± 52.7bcd	43.5 ± 28.5
Pyridalyl 10% EW	5.9 ± 1.0	6.6 ± 0.7	113.2 ± 6.3c	68.7 ± 1.7	16.7 ± 4.6	23.3 ± 5.6	143.8 ± 41.5abc	22.3 ± 22.4
Spinetoram 5% SC	4.1 ± 0.8	6.9 ± 2.4	182.8 ± 103.5bc	49.4 ± 28.6	17.1 ± 2.2	14.2 ± 4.2	81.7 ± 15.4cd	55.9 ± 8.3
Thiacloprid 10% SC	6.0 ± 0.1	9.8 ± 2.2	163.1 ± 36.1bc	54.9 ± 10.0	19.3 ± 2.8	19.8 ± 4.7	101.9 ± 12.9bcd	45.0 ± 7.0
Thiamethoxam 10% WG	4.0 ± 2.7	6.4 ± 1.8	197.0 ± 88.3bc	45.5 ± 24.4	25.1 ± 6.1	14.2 ± 3.6	61.7 ± 32.6d	66.7 ± 17.6
Control	3.5 ± 1.2	12.2 ± 1.2	361.3 ± 76.7a	-	20.9 ± 5.7	37.4 ± 5.0	185.2 ± 39.6a	-

EC; emulsifiable concentrate, EW; emulsion in water, SC; suspension concentrate, WG; water dispersible granule, WP; wettable powder.
^{a)}Means with the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (P<0.05).

Table 5. Efficacy of some granule type insecticides on damage rate by cone insects in *Pinus koraiensis* seed orchard in Chuncheon

Treatment with amount of treatment per cm diameter at breast height	Cone damage rate (%) ± standard deviation	
	42 days after treatment	81 days after treatment
Acetamiprid 5% G 10g	77.5 ± 20.0	97.0 ± 5.7a ^{a)}
Carbofuran 3% G 10g	78.0 ± 12.8	97.9 ± 3.6a
Carbofuran 3% G 50g	80.7 ± 17.7	79.9 ± 15.9c
Chlorpyrifos 2% G 10g	78.6 ± 25.1	91.3 ± 11.6ab
Clothianidin 1.0% G 20g	70.5 ± 22.4	84.7 ± 17.4bc
Thiacloprid 1.0% G 10g	92.0 ± 6.0	95.6 ± 8.8ab
Thiamethoxam 1.5% G 10g	87.2 ± 15.2	91.7 ± 12.0ab
Untreated control	81.4 ± 12.5	95.0 ± 9.4ab

Insecticides are sprayed on the surface of April 21.

42 days after treatment was no statistical significance for each treatment.

^{a)}Means with the same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (P<0.05).

Table 6. Trunk injection efficacy of some insecticides on damage rate by cone insects in *Larix kaempferi* seed orchard in Chungju

Treatment with amount of injection per cm diameter at breast height	Cone damage rate (%) \pm standard deviation	
	55 days after treatment	90 days after treatment
Abamectin 2.0% EC 1 ml	2.7 \pm 3.5	48.0 \pm 28.4
Acetamiprid 5.0% SL 1 ml	1.8 \pm 3.1	29.3 \pm 11.8
Clothianidin 20.0% SL 1 ml	1.8 \pm 0.6	16.3 \pm 14.7
Spinetoram 5.0% SC 0.5 ml	1.7 \pm 1.5	58.9 \pm 8.9
Thiacloprid 10.0% SC 0.5 ml	0.7 \pm 1.5	39.0 \pm 37.1
Thiamethoxam 15.0% DC 0.5 ml	1.5 \pm 0.8	28.4 \pm 16.9
Untreated control	1.2 \pm 1.0	62.8 \pm 8.0

Insecticides are injected in the trunk at April 2.

DC; dispersible concentrate, EC; emulsifiable concentrate, SC; suspension concentrate, SL; soluble concentrate.

There was no statistical significance for each treatment.

로 매우 낮았다(Table 5).

수간주사 처리 시험

낙엽송에서 나무주사에 의한 구과해충 방제시험 결과 처리 55일째에는 전체적으로 0.7-2.7%의 낮은 구과 피해율을 보였으나 통계적 차이는 없었고(df=6, 14, F=0.25, P=0.9495), 처리 90일 후에는 clothianidin 처리에서 무처리 대비 74%의 방제효과를 보였으나 통계적 유의성은 없었다(df=6, 14, F=2.07, P=0.1235)(Table 6).

고찰

침엽수 채종원에서 구과해충 피해율은 수종별로 상이하였으며 동일 수종이라 할지라도 지역에 따라 차이를 보였고, 시기별로도 피해율에 차이를 보였다. 충주 채종원에서 4개 수종을 대상으로 조사 시 5월 조사에서는 리기테다소나무의 구과 피해율이 가장 높고, 낙엽송의 피해율이 가장 낮았으나 6월 이후에는 낙엽송 구과의 경우 모든 조사 구과가 해충의 피해를 받았고, 잣나무의 경우 6월에서 8월 조사 시까지 상대적으로 가장 낮은 피해 구과율을 보였다. 충주 채종원의 경우 비록 일본잎갈나무에 carbofuran 입제 처리를 하지 않아 상대적으로 구과해충 피해율이 높을 수 있으나 carbofuran 처리가 방제가가 높지 않은 점을 고려한다면 낙엽송 구과의 해충 피해가 다른 수종에 비하여 상대적으로 높은 편으로 이는 낙엽송에서 유아등 조사 시 다른 수종에 비하여 10배 가량 높은 구과해충 발생과 연관이 있을 것으로 생각된다. 낙엽송에서는 5월 하순부터 7월 중순까지 구과해충의 발생이 집중되었고, 특히 6월에 발생이 전체의 80%에 달하여 이러한 구과해충 발생의 집중이 6월 이후 피해를 급증과 관련이 있을 것으로 생각된다. 아울러 수종별 구과의 착과 시기의 차이도 구과별 발생 해충의 차이와 관련이 있을 것으로 생각된다.

잣나무의 경우 춘천 채종원에서는 5월부터 90% 이상의

구과 피해율을 보여 충주지역의 낮은 구과 피해율과는 큰 차이를 보였는데 이는 충주 채종원의 경우 carbofuran 입제 처리를 하고, 춘천의 경우 처리를 하지 않은 차이도 있지만 앞에서 언급한 carbofuran의 구과해충 방제효과가 높지 않은 점이나 충주와 동일한 처리를 한 춘천의 덕두원 잣나무 채종원의 경우 7월의 구과 피해율이 충주와 유사하였던 점을 고려한다면(D. W. Lee, observation data) 다른 부가적인 요인이 있을 것으로 생각된다. 춘천 채종원의 잣나무는 흉고직경이 12 cm 내외의 유령목으로 흉고직경이 30 cm 내외의 30년 이상 된 충주 채종원 잣나무에 비해 어린 나무였는데 구과 결실 초기단계로 구과해충 방제작업이 이전에 이루어진 적이 없어 상대적으로 피해가 집중되었거나 춘천지역의 잣나무 종실해충 밀도가 충주지역에 비하여 높았을 개연성도 있을 것으로 추정된다. *Pinus cembra* 잣나무의 경우 북부알프스 지역에서 지역간이나 해발 고도, 임분 내에 독립적으로 존재하거나 집단으로 서식하느냐에 따라서도 구과해충의 피해율이 달랐는데 고립되어 있는 나무들의 피해율이 임분 내에 집단으로 서식하는 나무들에 비해 피해율이 높았다(Dormont and Roques, 1999). 춘천지소의 잣나무 클론보존원의 경우 주변이 농경지로 싸여 있어 고립된 섬처럼 존재하기 때문에 발생 한 구과해충들이 다른 대체 기주로의 이주가 불가능한 상태로 계속 머물러 있어 상대적으로 구과해충의 밀도가 지역적으로 고립되어 증가되기 때문에 피해가 더 심하게 나타날 수도 있을 것으로 생각된다. 한편 Seifert et al. (2000)은 스위스에서 지역별로 독일가문비나무의 종실해충에 의한 피해율 차이와 각 지역별로 발생하는 종실해충의 종 조성과의 차이를 연구한 바 있는데 이러한 요인도 구과 피해율에 영향을 줄 것으로 생각된다.

충주 채종원에서 수종별로 발생하는 구과 나방류 해충은 발생하는 종 종류는 리기테다소나무에서 일본잎갈나무나 잣나무에 발생하는 큰솔알락명나방이 채집되지 않은 것을 제외하고는 차이가 없었으나 종 조성은 큰 차이를 보여 수종별로 유인되는 우점종은 차이가 있었다. Lee (1994)도 5종

의 *Pinus*속에 발생하는 종실해충의 종 조성이 차이가 있음을 보고하였는데 잣나무에서는 솔알락명나방이 우점하였고, 소나무와 리기다소나무, 리기테다소나무에서는 백송애기잎말이나방이 우점하여 피해를 준다고 하였다. 잣나무에서 2년에 걸쳐 구과해충 발생량을 조사한 결과 한 달 정도 조사를 일찍 시작한 2010년도가 2009년에 비하여 구과 해충의 전체 발생량이 적었는데 이는 구과해충의 발생량이나 피해율이 매년 차이가 있다는 있다는 다른 연구들과 유사한 양상으로(Lee, 1994; Dormont and Roques, 1999; Seifert et al., 2000) 구과해충의 발생량과 구과 결실량의 년도별 차이 등에 기인할 것으로 생각된다. 한편 Chung et al. (2006)은 본 조사지역인 충주의 잣나무 채종원에서 백송애기잎말이나방과 솔알락명나방의 우화소장 조사를 통해 백송애기잎말이나방은 4월 10일부터 7월 1일까지 발생하고, 우화 최성기는 4월 하순이라고 하였는데 본 조사에서는 백송애기잎말이나방의 유인 개체수가 매우 적거나 없어 차이를 보였다. 또한 솔알락명나방의 발생은 4월 24일부터 8월 9일까지 발생하고, 우화최성기는 5월 하순이라고 하였는데(Chung et al., 2006) 본 조사에서는 2009년의 경우 9월 중순까지 유인되었으며 2010년의 경우 5월 중순에서 8월 하순까지 유인되었고, 발생최성기도 6월 중순으로 차이를 보였다. 특히 2010년 조사의 경우 4월 20일부터 5월 9일까지는 유아등에 유인된 종실해충이 전혀 발견되지 않아 Chung et al. (2006)의 연구와 많은 차이를 보였는데 해충 발생의 년도별 차이에 의한 것인지 채집방법이나 유아등 조사 당일의 기상상황에 의한 차이인지 등에 관한 원인은 장기적인 예찰이 필요할 것으로 생각된다. 그러나 솔알락명나방의 생활사가 보통 토양에서 노숙유충으로 월동한 개체들의 경우 5월에서 6월에 우화하고, 알이나 어린 유충으로 구과에서 월동한 개체들의 경우 7월에서 9월에 우화하는 것을 고려하면(Lee and Chung, 1997) 본 조사의 결과가 부합되는 것으로 판단된다.

채종원은 일반 산림과는 달리 종자 생산을 목적으로 하는 곳이기 때문에 유전적으로 우수한 종자의 다량생산을 목적으로 조성된 곳이다(Son et al., 2002). 따라서 채종원의 채종목들은 우리나라에서 유전적으로 우수한 형질을 가진 선발된 나무들로 단목 자체가 유전자원으로서 중요할 뿐만 아니라 이들로부터 생산되는 종자는 미래의 유전자원으로서 중요성이 높아 일반 산림의 나무들에 비하여 집약적 관리가 요구되고 있다. 채종목의 이러한 중요성으로 인해 종자 생산에 직접적인 영향을 미치는 구과해충의 관리는 채종원에서 가장 중요한 요소의 하나이다(Han et al., 1999). 이러한 구과해충 방제를 위한 방법들은 입제형 살충제의 근부 주변 지면 살포나(DeBarr et al., 1982) 수관살포(Wanner et al., 1999; Rosenberg and Weslien, 2005), 나무주사(Grosman et al., 2002; Rosenberg et al., 2012), 침투 이행성 살충제 캡슐 수간 착상(implant)(Stein et al., 1993; Sun et al., 1995;

Wanner et al., 1999) 등의 방법을 적용하고 있는데 우리나라에서는 솔잎혹파리 방제 약제로 등록되어 있는 carbofuran 입제를 지면 살포하고 있고, 구과해충 방제에 등록된 약제는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존에 적용되고 있는 수관살포, 입제살포, 나무주사 방법을 통해 구과해충 방제 효과를 검증하기 위하여 수행하였는데 태안지역 소나무에서 수관살포 처리의 경우 방제효과가 50-60%대로 높지 않았는데 이는 시험기간 동안 장마기와 겹쳐 잦은 강우로 인한 약효 저하와 안면 채종원에서 구과 해충 발생 조사 시 큰솔알락명나방과 솔알락명나방, 애기솔알락나방, 백송애기잎말이나방이 5월 초순부터 9월 중순까지 다양한 발생소장을 나타내어(D. W. Lee observation data) 여러 구과해충들이 혼재하여 지속적으로 피해를 주기 때문에 약제 살포 횟수나 주기를 조절할 경우 방제효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

입제 살충제의 구과해충 방제시험에서는 기존의 채종원에서 관행적으로 이용하고 있는 carbofuran처리를 제외하고는 무처리와 차이가 없었으며 carbofuran 처리도 방제효과는 매우 낮아 실용적인 측면에서 사용을 제고할 필요가 있을 것으로 생각된다. 즉 흉고직경 cm당 50 g씩 처리할 경우 30년 이상의 수령을 가진 채종목의 경우 1 kg 이상의 약제들이 살포되고 전체 채종림의 면적을 고려하면 많은 양의 약제들이 매년 지속적으로 투입되는 것으로 낮은 약효를 감안하면 대체 방법을 강구해야 할 것으로 판단된다.

낙엽송에서 나무주사 시험의 결과도 반복간의 편차가 심하여 통계적 유의성은 없었지만 thiamethoxam의 경우 70%대의 방제가를 보여 약량의 조절이나 처리시기의 조절을 할 경우 방제효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다. 한편 독일 가문비나무(*Picea abies*)에서 abamectin 나무주사는 구과해충인 솔알락명나방이나 *Eupithecia abietaria*나방에 의한 구과 피해를 억제하는 효과가 있고(Rosenberg et al., 2012), *Pseudotsuga menziesii* 전나무에 acephate 캡슐 수간 착상은 구과 나방류 해충 방제 효과가 있었는데(Stein et al., 1993) 침투 이행성이 있는 살충제의 수간 내 착상법도 효과 검증이 필요할 것으로 생각된다. 채종원의 나무들은 수고가 높고, 산지에 위치하여 경사도가 높아 작업 환경이 매우 불리하여 일반적인 지상 방제방법의 적용이 매우 제한적이고, 나무주사의 반복 시행도 나무자체의 생육에 영향을 미칠 수 있어 제한적이다. 따라서 각 지역별로 수종별로 해충 발생 예찰을 통해 적기방제가 중요할 것으로 생각되며 피해구과를 임내에 방치할 경우 다음 년도의 발생 밀도를 증가시키는 요인이 되기 때문에 발생원을 제거하는 것도 예방차원에서 필요한 조치로 생각된다. 본 시험에서 비록 90% 이상의 방제효과를 나타내는 처리는 없었지만 일부 수관주사 약제나 나무주사 처리제의 경우 추가적인 연구를 통해 방제효과를 높일 수 있는 방법을 모색하여야 할 것으로 생각된다. 아

올러 본 연구이후 침엽수 채종원에 피해를 주는 구과해충에 대한 피해 조사는 채종원 관리 측면에서 매년 종자생산량과 더불어 조사하고 있으나 발생해충에 대한 발생소장이나 방제에 대한 연구들은 수행되지 않고 있고, 침엽수 구과해충에 등록된 약제도 없어 근래에 개발되어 있는 신규약제의 적용 검토나 새로운 방제방법의 적용이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

채종원에서 구과해충 방제 시험과 피해율 및 발생 구과해충 조사에 도움을 준 경북대학교 잔디해충, 선충학 실험실원들과 국립산림품종관리센터의 관계자분들께 감사드립니다.

Literate Cites

- Bates, S. L., J. H. Borden, A. R. Kermod and R. G. Bennett (2000) Impact of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on Douglas-fir seed production. *J. Econ. Entomol.* 93(5):1444-1451.
- Cho, I. H. (2006) statistical consulting and SAS lecture. Youngjin.com. Seoul, Korea. pp.1-805.
- Chung, S. B. and S. C. Shin (1994) Studies on the effects of the black-tipped sawfly, *Acantholyda posticalis posticalis* Matsumura, on cone formation and cone and seed production of Korean white pine, *Pinus koraiensis* Siebold et Zuccarini. *Jour. Korean For. Soc.* 83(4):498-504.
- Song, B. -M., G. -H. Kwon and S. -B. Chung (2006) Application of sprinkler system for control of cone insects on Korean pine, *Pinus koraiensis* seed orchard. *Korean J. Plant Res.* 19(1):93-96.
- DeBarr, G. L., L. R. Barber and A. H. Maxwell (1982) Use of carbofuran for control of Eastern white pine cone and seed insects. *Forest Ecology and Management*, 4(1):1-18.
- Dormont, L. and A. Roques (1999) A survey of insects attacking seed cones of *Pinus cembra* in the Alps, the Pyrénées and Massif central. *J. Appl. Ent.* 123(2):65-72.
- Grosman, D. G., W. W. Upton, F. A. McCook and R. F. Billings (2002) Systemic insecticide injections for control of cone and seed insects in Loblolly pine seed orchards-2 year results. *Southern Journal of Applied Forestry*, 26(3):146-152.
- Han, S. -U., S. -K. Yoo and H. -G. Chung (1999) Estimates of seed production efficiency by cone analysis in Korean pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.) seed orchard. *FRI. J. For. Sci.* 61:27-32.
- Kim, J. J., S. J. Lee, Y. H. Jung, S. M. Lee, H. Y. Choo and D. W. Lee (2011) Moth (Lepidoptera) fauna of golf courses in Jinju, Gyeongsangnamdo, Korea. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(1):30-42.
- Korea Crop Protection Association (KCPA) (2019) A handbook on crop protection. <http://www.koreacpa.org>. Accessed 10 July 2019
- Korea Forest Research Institute (KFRI) (2004) Efficient management plan of seed orchard- Mechanized plan for improved seed production and seed orchard management. *Research Data* 219:1-137.
- Korea Forest Service (KFS) (2018) 2018 statistical yearbook of forestry. Korea Forest Service. Daejeon, Korea. Pp. 39-230.
- Lee, B. Y., and Chung, Y. J. (1997) Insect pests of trees in Korea. Seongandang, Seoul. Korea. Pp.459.
- Lee, K. Y. (1994) A study on the cone insects of some *Pinus*. Ms Diss., Kangwon National University. Pp.55.
- Lee, S. M., D. S. Kim, C. S. Kim, H. Y. Choo and D. W. Lee (2008) Possibility of simultaneous control of pine wilt disease and *Thecodiplosis japonensis* and or *Matsucoccus thunbergianae* on black pine (*Pinus thunbergii*) by abamectin and emamenctin benzoate. *Korean J. Pestic. Sci.* 12(4):363-367.
- Prévost, Y. H. (2002) Seasonal feeding patterns of insects in cones of tamarack, *Larix laricina* (Du Roi) K. Koch (Pinaceae). *For. Ecol. Manag.* 168(1-3):101-109.
- Rosenberg, O., C. Almqvist and J. Weslien (2012) systemic insecticide and gibberellin reduced cone damage and increased flowering in a spruce seed orchard. *J. Econ. Entomol.* 105(3):916-922.
- Resenberg, O. and J. Weslien (2005) Assessment of cone-damaging insects in a Swedish spruce seed orchard and the efficacy of large-scale application of *Bacillus thuringiensis* variety *aizawai* × *kurstaki* against lepidopterans. *J. Econ. Entomol.* 98(2):402-408.
- Seifert, M., B. Wermelinger and D. Schneider (2000) The effect of spruce cone insects on seed production in Switzerland. *J. Appl. Ent.* 124(7-8):269-278.
- Son, S. -G., K. -S. Kang, D. Lindgren and J. O. Hyun (2002) Quantification for the value of seed orchard considering breeding value and seed productivity. *Jour. Korean For. Soc.* 91(5):601-608.
- Stein, J. D., R. E. Sandquist, T. W. Koerber and C. L. Frank (1993) Response of Douglas-fir cone and seed insects to implants of systemic insecticides in a Northern California forest and a Southern Oregon seed orchard. *J. Econ. Entomol.* 86(2):465-469.
- Sun, J., A. Roques, X. Zhang, S. Xu, Y. Xu, H. Wang and C. Li (1995) Effectiveness of acephate implants in protecting cones from insect damage in some conifer forests of Northeastern China. *J. Northeast For. Univ.* 6(4):41-45.
- Wanner, K. W., B. C. Kostyk and B. V. helson (1999) Recommendations for control of cone and seed insect pests of black spruce, *Picea mariana* (Mill.) b. S. P., with insecticides. *The Forestry Chronical*, 75(4):685-691.

침엽수 채종원에서 구과해충의 발생소장과 수종별 구과 피해 및 화학적 방제

강진택¹ · 이석준² · 김태수³ · 송진선⁴ · 이채민⁵ · 이동운^{6*}

¹국립산림과학원 산림산업연구과, ²제주동방아그로 기술연구소, ³한국생물안전성연구소, ⁴농협케미컬 연구소, ⁵한국임업진흥원, ⁶경북대학교 생태환경관광학부

요 약 유전적으로 우수한 종자의 생산을 목적으로 조성된 채종원은 다양한 구과해충의 피해를 받고 있다. 본 연구는 침엽수 채종원에서 구과 해충 방제를 위한 기초자료를 수집하기 위하여 수행하였다. 이를 위하여 춘천과 충주, 태안의 채종원에서 수종별[일본잎갈나무(*Larix kaempferi*), 소나무(*Pinus densiflora*), 곰솔(*P. thunbergii*), 리기다소나무(*P. rigida*), 리기테다소나무(*P. rigida* × *P. taeda*)] 구과 피해율과 충주 채종원에서 수종별 구과해충 발생소장과 수관 살포나 입제 처리, 나무주사와 같은 화학적 방제 방법의 효과를 시험하였다. 침엽수 구과 피해율은 일본잎갈나무에서 가장 높았으며 잣나무 피해구과율은 지역에 따라 차이를 보였다. 충주의 잣나무와 일본잎갈나무, 리기테다소나무 채종원에서 유아등에 유인된 구과해충의 종류와 개체수, 우점종은 수종별로 차이가 있었는데 잣나무에서는 솔알락명나방(*Dioryctria abietella*)이 우점하였고, 리기테다소나무와 일본잎갈나무에서는 애기솔알락명나방(*Dioryctria pryeri*)이 우점하였다. 소나무 채종원에서 5월과 7월에 몇 가지 살충제를 수관살포 한 결과 cyfluthrin 5% 유탁제의 방제효과가 두 시기 모두 50% 이상으로 나타났다. 일본잎갈나무에 나무주사 처리 시 구과 해충 방제효과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 입제형 살충제의 지면 처리 시 carbofuran 3% 입제와 clothianidin 1% 입제 처리구에서 효과가 있었으나 방제가는 15.6% 이하로 낮았다. 나무주사와 입제처리에 의한 침엽수 구과해충 방제효과는 낮았지만 수관살포의 경우 상대적으로 방제효과가 높아 수종별로 피해를 주는 구과해충의 생태에 맞추어 살포 간격과 처리횟수를 조절한다면 방제효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

색인어 구과해충, 솔알락명나방, 애기솔알락명나방, 채종원, 방제