



## 우리나라 주요 항구주변에서 매미나방 발생과 령기별 약제 반응 비교

류동표<sup>1</sup> · 이동운<sup>2\*</sup><sup>1</sup>상지대학교 산림과학과, <sup>2</sup>경북대학교 생태과학과Occurrence of Gypsy Moth, *Lymantria dispar* Around Pier in Korea and Comparison of Insecticide Response Depending on InstarDongpyo Lyu<sup>1</sup> and Dong Woon Lee<sup>2\*</sup><sup>1</sup>Department of Forest Sciences, Sangi University, Wonju, 26339, Republic of Korea<sup>2</sup>Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, 37224, Republic of Korea

(Received on December 12, 2018. Revised on December 20, 2018. Accepted on December 27, 2018)

**Abstract** Gypsy moth (*Lymantria dispar*) do not cause much damage in Korea forests, but they are managed as quarantine pests in non-distribution areas including North America. As a result, inflows through ship or cargo are also monitored. This study was conducted to investigate the distribution and occurrence of gypsy moths at major ports in Korea to obtain basic information on the occurrence of the gypsy moths. In addition, insecticide response to 8 insecticides (Chlorantraniliprole, Flubendiamide + Thiacloprid, Metaflumizone, Spinetoram, Pyridalyl, Acetamiprid + Lufenuron, Chlorfluazuron, and Fenitrothion) was investigated by developmental stage. Trapping at 19 ports for three years from 2013 using gypsy moth pheromone trap, the gypsy moths were captured in all surveyed areas. There were differences in the number of attractions for each year, but the amount was large in Dangjin and Sinseondae Pier. The gypsy moth was attracted from mid-June to late September in trap. The insecticidal response of the gypsy moths to 8 different insecticides varied depending on the insecticides, and the susceptibility to insecticides decreased with instar. It is recommended to strengthen the incidence of gypsy moth in the port and to control them in young instar.

**Key words** Asia gypsy moth, control, instar, pier, quarantine

&lt;&lt; ORCID

Dong Woon Lee

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

## 서 론

북아프리카 일부와 유라시아 지역이 원산인 매미나방 (*Lymantria dispar*)은 다양한 수종(활엽수와 침엽수 포함)의 잎을 폭식하여 가해하는데 사과나무와 오리나무, 피나무, 산사나무, 참나무, 자작나무 등을 선호한다(Houge and Pimentel, 1978; Giese and Schneider, 1979; Johnson and Lyon, 1991).

매미나방은 암컷 성충의 비산력 차이에 따라 유럽매미나방과 아시아매미나방으로 구분하는데 유럽매미나방은 1868

년 프랑스로부터 미국 매사추세츠주로 우연히 유입되어 북미 지역에 광범위한 지역으로 확산되어 산림에 심각한 피해를 주고 있는데 매년 300,000 ha 이상의 산림이 피해를 보고 있다(Liebhold et al., 1992; see Liebhold et al., 1995; Liebhold et al., 2008; Lyu, 2015). 또한 북미지역에서는 암컷 성충의 비산력이 강한 아시아매미나방도 1990년대 초반 미국 워싱턴주의 타코마항과 오리건주의 포틀랜드, 캐나다 브리티시컬럼비아주의 벤쿠버 항에서 발견되어 1992년부터 박멸 프로그램을 시행하고 있다(Wallner et al., 1995).

우리나라에서 매미나방은 전국적으로 분포하면서 오래 전부터 발생해온 것으로 추정되고 있으나 매미나방 개체군 발생환의 특성인 무해기, 증가기, 폭발기, 감소기의 발생환 중

\*Corresponding author

E-mail: whitegrub@knu.ac.kr

증가기에서 무해기까지의 기간이 짧아 피해규모가 작다(Lee and Lee, 1999; 2000; Lyu, 2015). 아울러 우리나라의 경우 다양한 생물적 비생물적 인자들 특히 기생 및 포식천적들이 풍부하여 매미나방이 대발생하는 경우는 국지적이거나 일시적인 경우가 대부분이다(Pemberton et al., 1993).

반면 미국이나 캐나다와 같은 북미지역의 경우 1860년대에 우연히 도입된 유럽매미나방의 피해가 현재까지도 방제되지 않고, 확산되고 있는 실정이며 통상 800m이내의 근거리 비행만 가능한 유럽매미나방(Cameron, 1981)에 비하여 하루에 100Km까지 이동이 가능한 아시아매미나방(Reineke and Zebitz, 1998)의 유입은 매미나방에 의한 기존의 피해 확산을 더욱 조장할 우려가 높기 때문에 북미식물보호기구(North America Plant Protect Organization)는 매미나방을 검역해충으로 지정해서 관리하고 있는데 유럽매미나방의 경우 확산방지 프로그램을, 아시아매미나방은 박멸프로그램을 실시하고 있다(Wallner et al., 1995; Lyu, 2015).

아시아매미나방의 수컷은 나무의 주간이나 건물의 벽면과 같은 수직적 구조물을 선호하며(Cannon et al., 2004) 암컷의 경우 방사한 곳으로부터 3.5 Km 거리의 수은등에 유인(Baranchikov, 1989) 될 정도로 주광성과 이동력이 높다. 따라서 항구 주변의 자연림에 서식하던 아시아매미나방이 항구에 정박중인 배나 화물에 산란을 하고, 산란된 난괴가 북미지역이나 매미나방 미발생 지역으로 도입 될 가능성이 있다. 이로 인하여 북미식물보호기구는 우리나라를 비롯하여 일본, 중국과 같은 아시아매미나방 발생지로부터 출발 또는 경유 선박에 대하여 아시아매미나방이 부착되지 않았다는 검역증명서의 제출을 요구하고 있다(Lyu, 2015).

우리나라에서 매미나방의 분포는 전국적인 것으로 파악되고 있으나 검역적으로 문제가 될 수 있는 항구주변에서 발생 여부와 발생밀도에 대한 연구는 수행된 바 없다. 또한 매미나방이 발생은 하고 있으나 농업적으로 큰 피해를 입히고 있지 않아 수출검역용 목재류와 수목류에 대해서만 소수의 약제만 등록되어 있다(KCPA, 2018). 따라서 본 연구는 우리나라 주요 항만에서 매미나방의 발생밀도 조사와 매미나

방의 령기별에 따른 약제반응을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 항구주변에서 매미나방 발생 예찰

항구지역의 매미나방 예찰을 위하여 전국의 주요 19개 항구에서 조사를 수행하였다. 신전대부두, 감만부두, 감천부두, 부산신항, 마산항, 인천항, 평택항, 당진항, 동해항, 포항항, 옥계항, 영일만항, 울산항, 온산항, 광양항, 여수항, 군산항, 목포항, 대산항에서 조사를 실시하였는데 사용한 매미나방 페로몬 트랩은 USDA의 우유팩형 표준트랩(Milk-Carton Trap, Scentry biologicals, USA)을 사용하였으며 페로몬은 (+)-disparlure (gypsy moth Dispensers, Farm Tech. International, Fresno, CA)를 사용하였다. 각각의 Milk-Carton Trap은 항만주변 2km이내에 활엽수가 분포하는 지역에 설치하였는데 각 조사지역별로 항만의 크기 등을 고려하여 트랩간 거리를 50미터 이내로 5개에서 30개까지로 다양하게 설치하여 조사 하였다(Table 2). 트랩의 설치 및 조사시기는 선행연구에서 우리나라에서 페로몬 트랩 이용 시 7월에서 8월에 매미나방이 유인된다는 보고가 있어(Lee and Lee, 1999) 2013, 2014, 2015년 6월 1일부터 9월 30일까지 3개월간 조사 하였다(Table 2). 트랩에 유인된 매미나방 조사는 매년 조사시기인 6월부터 9월까지 일주일 단위로 조사하였으며, 루어의 교체는 한 달에 한번씩 하였다. 각 조사지역에서 전체적인 포획 수와 최초 및 최종 포획 일, 발생기간을 조사하였다.

### 매미나방 령기별 약제반응

#### 공시약제

매미나방 유충 방제에 효과적인 살충제 탐색을 위하여 나방류를 대상으로 등록되어 있는(KCPA, 2018) 다양한 계통의 농약을 선별하였는데 디아미드계통과 세미카바존, 스피노신, 벤조일우레아 및 유기인계 계통의 단제와 두 종의 혼합제를 포함하여 8종의 약제를 이용하였다(Table 1). 각각

**Table 1.** Insecticides used in this study

Common name	Chemical group	Content (%) of active ingredient, formulation <sup>a)</sup>	Dilution (X)
Chlorantraniliprole	Diamide	5, WG	2,000
Flubendiamide + Thiacloprid	Diamide+chloronicotini	10+10, SC	2,000
Metaflumizone	Semicabazone	20, EC	1,000
Spinetoram	Spinosin	5, SC	2,000
Pyridalyl	Unclassified	10, EW	1,000
Acetamiprid + Lufenuron	Neonicotinoid + benzoyluria	8+5, WP	2,000
Chlorfluazuron	Benzoyluria	10, SC	3,000
Fenitrothion	Organophosphate	50, EC	1,500

<sup>a)</sup> WG: water dispersible granule, SC: suspension concentrate, EC: emulsifiable concentrate, EW: emulsion in water, WP: wettable powder.

**Table 2.** Number of attracted moth and attraction period in Gypsy moth pheromone trap in major port of Korea

Survey site	2013					2014					2015							
	Trap	Number of		Date		Total catch day	Trap	Number of		Date		Total catch day	Trap	Number of		Date		Total catch day
		Attracted adult	First catch	Last catch	Attracted adult			First catch	Last catch	Attracted adult	First catch			Last catch				
Busan New Port	20	37	20-Jun	16-Jul	26	20	31	27-Jun	5-Aug	32	35	77	18-Jun	5-Aug	48			
Daesan Port	10	39	27-Jun	16-Aug	50	10	20	7-Jul	11-Aug	35	10	14	14-Jul	7-Aug	24			
Dangjin Port	10	608	9-Jul	25-Aug	47	10	217	20-Jun	19-Aug	60	15	283	7-Jul	27-Aug	51			
Donghae Port	16	108	24-Jun	7-Aug	44	20	85	7-Jul	12-Sep	67	24	79	3-Jul	10-Sep	69			
Gamcheon pier	10	108	24-Jun	5-Aug	42	10	65	23-Jun	14-Aug	52	11	87	29-Jun	17-Aug	49			
Gamman pier	5	92	25-Jun	30-Jul	35	5	23	23-Jun	31-Jul	38	5	35	22-Jun	3-Aug	42			
Gunsan Port	20	10	9-Jul	29-Jul	20	20	4	8-Jul	15-Jul	7	20	12	15-Jul	4-Aug	20			
Gwangyang Port	20	52	24-Jun	23-Jul	29	12	6	24-Jun	13-Aug	50	17	4	6-Jul	13-Aug	38			
Incheon Port	30	738	4-Jul	25-Aug	52	30	257	25-Jun	13-Aug	49	20	228	24-Jun	24-Aug	61			
Masan Port	5	9	24-Jun	17-Jul	23	5	8	8-Jul	24-Jul	16	15	48	6-Jul	5-Aug	30			
Mokpo Port	20	449	24-Jun	13-Aug	50	20	76	26-Jun	23-Jul	27	20	108	23-Jun	5-Aug	43			
Okgye Port	5	102	4-Jul	6-Aug	33	5	61	8-Jul	19-Aug	42	10	91	7-Jul	11-Sep	66			
Onsan Port	10	65	30-Jun	30-Jul	30	10	202	24-Jun	6-Aug	43	24	271	16-Jun	11-Aug	56			
Pohang Port	20	9	4-Jul	22-Jul	18	20	14	7-Jul	25-Jul	18	20	21	1-Jul	21-Jul	20			
Pyeongtak Port	20	333	9-Jul	14-Aug	36	20	43	7-Jul	6-Aug	30	18	24	5-Jul	27-Aug	53			
Sinseondae Pire	10	410	20-Jun	16-Aug	57	10	137	25-Jun	25-Aug	61	11	273	23-Jun	11-Aug	49			
Ulsan Port	20	104	21-Jun	26-Aug	66	26	254	24-Jun	6-Aug	43	30	204	1-Jul	7-Aug	37			
Yeosu Port	25	445	20-Jun	20-Aug	61	30	64	3-Jul	6-Aug	34	30	91	23-Jun	17-Aug	55			
Youngilman Port	10	4	9-Jul	27-Jul	18	10	11	4-Jul	30-Jul	26	15	5	8-Jul	21-Jul	13			

의 약제는 시중에서 구입하여 이용하였다.

#### 공시충

실험에 사용 한 매미나방 유충은 전국 다발생 지역에서 채집된 난괴를 이용하였다. 저온저장( $6 \pm 1^\circ\text{C}$ ) 중인 난괴를 사육용기( $\phi 120 \times 80 \text{ cm}$ )에 넣어  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도 50% 이상 인 실험실에서 가온하여 유충을 부화시킨 후 미농무성(USDA)의 방법을 활용한 인공먹이를 이용하여(Lyu, 2015) 실험에 이용될 영기까지 사육하였다. 실험에 사용한 공시충은 각각 2령, 3-4령, 5-6령의 세 집단으로 구분하여 실험하였는데 령기의 구분은 Lyu(2015)의 방법으로 구분하였다.

#### 령기별 약제반응실험

각각의 공시 약제에 대한 매미나방 유충의 약제반응은 접촉독 실험방법으로 수행하였는데 물에 희석 한 시험약제에 에어브러쉬(ABS-130, Bluetec, China)를 이용하여 3 ml씩 매미나방 애벌레에 직접 분무한 후 음건하였고, 이를 인공 사료가 든 직경 9 cm 페트리디쉬에 옮겼다. 12, 24, 48, 72, 96시간 후 사충수를 조사하였다. 치사유무는 뒤집어지고 움직임이 없거나 몸이 “C”형으로 말려드는 것을 죽은 유충으로 간주하였다. 실험은 처리군당 30마리를 한 반복으로 3반복으로 수행하였다.

#### 통계처리

약제반응 실험결과는 각각의 령기별 및 조사시간대별로 사충율을 구하여 처리평균간 차이를 Tukey test로 분산분석 하였으며 모든 결과는 평균  $\pm$  표준편차로 표기하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 항구주변에서 매미나방 발생 예찰

2013년부터 3년동안 우리나라 주요 항구 내에서 매미나방 페로몬트랩을 이용하여 예찰한 결과는 Table 2와 같았다.

19개 조사 항구들에서 매미나방이 채집되지 않는 곳은 한 곳도 없어 전체적으로 분포하고 있음이 확인되었다. 2013년 조사에서는 286개 트랩에 3722 개체가 포획되었는데 당진항에서 트랩 당 60.8마리가 포획되어 가장 밀도가 높은 것으로 나타났으며 부산의 신선대부두에서는 트랩 당 41마리로 두 번째로 높은 포획 밀도를 보였다(Table 2). 2014년 조사에서는 293개의 트랩에 1578마리의 매미나방이 포획되었는데 당진항에서 가장 높은 포획수를 보였고, 온산항이 두 번째로 많은 수가 포획되어 전년과 차이를 보였다(Table 2). 2015년 조사에서는 350개 트랩에서 1995마리의 매미나방이 포획되었는데 신선대부두에서 트랩 당 24.8마리로 가장 높은 발생밀도를 보였으며 당진항과 온산항 순이었다(Table 2).

트랩 설치 후 매미나방이 첫 번째로 포획된 날씨는 2013년에는 부산신항과 신선대부두, 여수항에서 6월 20일이었으며 2014년에는 당진항에서 6월 20일 이었고, 2015년에는 온산항에서 6월 16일이었었다(Table 2).

트랩에 매미나방이 마지막으로 포획 된 날씨는 2013년에는 울산항에서 9월 26일이었으며 2014년에는 신선대부두에서 9월 25일이었고, 2015년에는 당진항과 평택항에서 9월 27일이었었다(Table 2).

매미나방이 트랩에 유인되는 전체 기간은 조사지역에 따라 차이를 보였는데 2013년에는 평균 38.8일, 2014년에는 38.4일로 비슷하였고, 2015년에는 43.4일로 다소 차이를 보였으나 전체적으로 40여일 내외의 발생기간을 보였고, 가장 장기간에 걸쳐 발생된 곳은 2013년에는 울산항으로 66일이었으며 2014년에는 신선대부두로 61일, 2015년에는 동해항으로 69일 동안 발생하였었다(Table 2).

3년 조사기간동안 평균적으로 매미나방 포획량이 많았던 당진항의 경우 2013, 2014, 2015년에 각각 47, 60, 51일 동안 포획되었으며 신선대부두의 경우 57, 61, 49일 동안 포획되어 년도별로도 포획기간에는 차이를 보였었다(Table 2).

#### 령기별 약제반응실험

시판되고 있는 8종의 나방류 등록 살충제들을 이용하여 1-2령충을 대상으로 약제반응을 조사 한 결과는 Table 3 과 같았다. 처리 약제의 종류별에 따라 약효나 약효발현 시간에 차이를 보였는데 Fenitrothion과 Flubendiamide + Thiacloprid 합제의 약효가 처리 12시간 이후부터 93.3% 이상의 치사율을 보였으며( $df=8, 18, F=62.28, P<0.0001$ ) 96시간 후에는 Chlorantraniliprole과 Chlorfluazuron을 제외한 처리들에서 92.2%이상의 치사율을 보였었다( $df=8, 18, F=99.16, P<0.0001$ ).

3-4령충에 대한 약효도 약제의 종류에 따라 약효와 약효 발현 시기에 차이를 보였었다(Table 4).

처리 12시간 후에는 90%이상의 치사율을 보이는 약제

가 없었으며 Metaflumizone 처리에서 67.8%의 가장 높은 치사율을 보였었다( $df=8, 18, F=31.37, P<0.0001$ ). 1-2령충에 대하여 빠르고 높은 치사율을 보였던 Fenitrothion과 Flubendiamide + Thiacloprid 합제중 Flubendiamide + Thiacloprid 합제만이 처리 48시간 이후부터 96.7%이상의 치사율을 나타내었다( $df=8, 18, F=25.98, P<0.0001$ ). 96시간 후에도 90%이상의 치사율을 보인 약제는 Flubendiamide + Thiacloprid 합제와 Metaflumizone, Spinetoram 처리였다( $df=8, 18, F=19.27, P<0.0001$ ).

5-6령충에 대한 처리 약제들의 치사율은 4령충 이하에서 보다 낮게 나타났다(Table 5).

3-4령충에서 96시간 후에도 90%이상의 치사율을 보인 약제들 중에서도 Spinetoram 처리에서만 72.2%의 낮은 치사율을 보였었다( $df=8, 18, F=5.56, P<0.0012$ ).

매미나방은 조사를 수행한 우리나라 주요 항구에서 모두 발생이 확인되었다. 특히 물동량이 많은 신선대부두나 인천항, 당진항 등지에서 높은 밀도를 보였다. 이들 항구주위에 서식하는 매미나방의 경우 주변의 트레일러나 화물로 비행하여 산란을 하거나 항구에 정박중인 배에 산란을 하여 경유하는 비서식지 항구에서 우화하여 현지의 기주식물로 유입되어 피해를 주게 되기 때문에 검역대상으로 관리되고 있는 실정인데 매미나방의 발생시기인 6월부터 9월 사이에 이들 항만 주변에서는 매미나방의 관리가 필요할 것으로 판단 된다.

매미나방의 발생은 1령충이 바람에 의해 날려 이동하거나 성충의 이동, 사람에 의한 우연한 유입에 의해 이루어지는데(Cannon et al., 2004) 항만의 배를 통한 이동은 정박 중인 배로 비행하여 온 암컷들이 배나 화물에 산란을 하거나 선적 전에 화물에 산란 된 난괴가 기항지 항구에서 부화 된 후 바람에 의해 주변 산림으로 분산될 수 있다(Wallner et al., 1995; Matsuki et al., 2001). 따라서 항구나 항구주변에 발생하고 있는 매미나방은 국가간 확산이 이루어 질 수 있는 실제적인 위협요인인데 본 조사의 결과처럼 우리나라 전

**Table 3.** Efficacy of some insecticides against 1-2nd instar of gypsy moth in laboratory

Treatment	Mortality (%) $\pm$ SD				
	12 h	24 h	48 h	72 h	96 h
Acetamiprid + Lufenuron	72.2 $\pm$ 12.6b <sup>a)</sup>	81.1 $\pm$ 10.7ab	98.9 $\pm$ 3.9a	98.9 $\pm$ 6.9a	100.0 $\pm$ 0.0a
Chlorantraniliprole	0.0 $\pm$ 0.0e	0.0 $\pm$ 0.0d	17.8 $\pm$ 3.9d	21.1 $\pm$ 1.9c	46.7 $\pm$ 20.3b
Chlorfluazuron	2.2 $\pm$ 3.9e	2.2 $\pm$ 3.9d	2.2 $\pm$ 3.9e	2.2 $\pm$ 7.9d	2.2 $\pm$ 3.9c
Fenitrothion	93.3 $\pm$ 8.8a	96.7 $\pm$ 5.8a	100.0 $\pm$ 3.0a	100.0 $\pm$ 8.0a	100.0 $\pm$ 0.0a
Flubendiamide + Thiacloprid	97.8 $\pm$ 1.9a	97.8 $\pm$ 1.9a	97.8 $\pm$ 3.9a	97.8 $\pm$ 2.9a	98.9 $\pm$ 1.9a
Metaflumizone	83.3 $\pm$ 5.8ab	98.9 $\pm$ 1.9a	100.0 $\pm$ 3.0a	100.0 $\pm$ 3.0a	100.0 $\pm$ 0.0a
Pyridalyl	40.0 $\pm$ 20.3c	62.2 $\pm$ 30.0bc	81.1 $\pm$ 3.1b	90.0 $\pm$ 5.8ab	92.2 $\pm$ 8.4a
Spinetoram	21.1 $\pm$ 7.0d	42.2 $\pm$ 17.1c	57.8 $\pm$ 3.4c	76.7 $\pm$ 4.3b	100.0 $\pm$ 0.0a
Control	0.0 $\pm$ 0.0e	1.1 $\pm$ 1.9d	1.1 $\pm$ 3.9e	1.1 $\pm$ 9.9d	1.1 $\pm$ 1.9c

<sup>a)</sup>Means followed by same letters within the column are not significantly different (Tukey Test,  $P<0.05$ ).

**Table 4.** Efficacy of some insecticides against 3-4th instar of gypsy moth in laboratory

Treatment	Mortality (%) $\pm$ SD				
	12 h	24 h	48 h	72 h	96 h
Acetamiprid + Lufenuron	34.4 $\pm$ 5.1cd <sup>a)</sup>	61.1 $\pm$ 12.6b	62.2 $\pm$ 13.9b	64.4 $\pm$ 15.4bc	82.2 $\pm$ 13.5ab
Chlorantraniliprole	0.0 $\pm$ 0.0e	0.0 $\pm$ 0.0d	32.2 $\pm$ 5.1c	55.6 $\pm$ 8.4bc	64.4 $\pm$ 15.8b
Chlorfluazuron	1.1 $\pm$ 1.9e	1.1 $\pm$ 1.9d	1.1 $\pm$ 1.9d	44.4 $\pm$ 15.4c	62.2 $\pm$ 13.9b
Fenitrothion	51.1 $\pm$ 16.4b	57.8 $\pm$ 20.4b	58.9 $\pm$ 19.0b	61.1 $\pm$ 19.5bc	64.4 $\pm$ 16.4b
Flubendiamide + Thiacloprid	43.3 $\pm$ 10.0bc	84.4 $\pm$ 8.4a	96.7 $\pm$ 3.3a	100.0 $\pm$ 0.0a	100.0 $\pm$ 0.0a
Metaflumizone	67.8 $\pm$ 5.1a	90.0 $\pm$ 5.8a	100.0 $\pm$ 0.0a	100.0 $\pm$ 0.0a	100.0 $\pm$ 0.0a
Pyridalyl	7.8 $\pm$ 10.7e	32.2 $\pm$ 13.5c	50.0 $\pm$ 20.3cb	57.8 $\pm$ 20.4bc	58.9 $\pm$ 22.2b
Spinetoram	22.2 $\pm$ 1.9d	34.4 $\pm$ 3.9c	53.3 $\pm$ 17.6cb	78.9 $\pm$ 7.7ab	98.9 $\pm$ 1.9a
Control	0.0 $\pm$ 0.0e	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0c

<sup>a)</sup>Means followed by same letters within the column are not significantly different (Tukey Test,  $P < 0.05$ ).

**Table 5.** Efficacy of some insecticides against 5-6<sup>th</sup> instar of gypsy moth in laboratory

Treatment	Mortality (%) $\pm$ SD				
	12 h	24 h	48 h	72 h	96 h
Acetamiprid + Lufenuron	0	0.0 $\pm$ 0.0b <sup>a)</sup>	2.2 $\pm$ 2.2bc	6.7 $\pm$ 5.8bc	16.7 $\pm$ 17.6bc
Chlorantraniliprole	0	0.0 $\pm$ 0.0b	0.0 $\pm$ 0.0c	7.8 $\pm$ 6.9bc	18.9 $\pm$ 16.8bc
Chlorfluazuron	0	0.0 $\pm$ 0.0b	0.00 $\pm$ 0.00c	6.7 $\pm$ 5.8bc	14.4 $\pm$ 8.4bc
Fenitrothion	0	0.0 $\pm$ 0.0b	0.00 $\pm$ 0.00c	0.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0c
Flubendiamide + Thiacloprid	0	0.0 $\pm$ 0.0b	1.11 $\pm$ 1.11bc	12.2 $\pm$ 3.9bc	24.4 $\pm$ 7.7bc
Metaflumizone	0	4.4 $\pm$ 4.4b	15.56 $\pm$ 15.56b	23.3 $\pm$ 29.1b	40.0 $\pm$ 23.3ab
Pyridalyl	0	0.0 $\pm$ 0.0b	0.00 $\pm$ 0.00c	0.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0c
Spinetoram	0	62.2 $\pm$ 8.4a	66.7 $\pm$ 10.0a	67.8 $\pm$ 11.7a	72.2 $\pm$ 8.4a
Control	0	1.1 $\pm$ 1.1b	1.1 $\pm$ 1.1bc	1.1 $\pm$ 1.9c	1.1 $\pm$ 1.9c

<sup>a)</sup>Means followed by same letters within the column are not significantly different (Tukey Test,  $P < 0.05$ ).

역의 주요항구에서 발생이 확인되어 농경지나 산림에 큰 피해를 주지 않기 때문에 특별한 관리를 하지 않는 우리나라의 현실에서는 수출항 주변의 매미나방 관리가 필요할 것으로 판단된다.

우리나라에서 아시아매미나방의 발육은 온도별로 차이를 보여 20°C에서는 73.95일, 25°C와 30°C에서는 각각 44.075와 40.425일이 소요되는 것으로 조사되었는데(Lyu, 2015) 먹이가 없는 조건에서 화물이나 배에 산란 된 난괴에서 알이 부화하여 기항지 주변의 산림으로 확산 될 확률은 낮지만 산란 된 난괴에서 부화한 1령충이 기항지에서 바람에 날려 인근 산림으로 유입될 개연성은 높다(Cannon et al., 2004). 매미나방 1령충의 유충기간은 15°C에서는 13일 내외, 20°C에서는 11일 내외, 25, 30°C에서는 6일과 7일 내외로(Lyu, 2015) 일주일이나 2주일 사이에 다른 기항지로 이동이 완료 될 경우 바람에 의한 1령충의 분산이 가능하다. 따라서 6월 중순경부터 9월 하순 사이에 우리나라의 주요 항구에서 출발하는 선박의 경우 매미나방 유입에 대한 모니터링을 강화해야 할 것으로 생각된다.

매미나방 유충에 대한 몇 가지 살충제들의 살충 효과는

약제들간에 차이가 많았으며 특히 령기별로 약제 반응에 차이가 많았다. 어린 유충들의 경우 대부분의 약제들에서 높은 치사율을 보이고, 속효적 약효발현도 보였으나 노숙 유충에 대해서는 대부분의 약제에서 어린 유충에 비하여 살충력이 50%이상 감소하여 비록 실제 실험의 결과이기는 하지만 매미나방 유충 방제를 위해 약제를 사용할 경우 이러한 령기별 약제 감수성의 차이를 충분히 고려 하여야 할 것으로 생각된다. 노숙 유충에서 약제에 대한 감수성의 감소는 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)과 같은 밤나방과 유충에서도 보고되고 있는데 반수치사능도가 1령충에서 0.5-5.6 ppm에서 4령충에서는 24.3-546.6 ppm으로 현저히 높아졌다(Bae et al., 2003). 이러한 약제 감수성의 차이는 약제의 계통이나 종류에 따라 다르게 나타나는 것으로 알려져 있는데 령기별 약제 반응의 차이는 섭식량이나 령기별 약제 무독화 능력의 차이, 체 내 침투력의 차이 등 다양한 요인들이 관여하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 1998). 이러한 령기별 약제 감수성 차이를 극복하기 위해서는 방제시기의 설정이 중요하며 포장에서 다양한 령기가 혼재되어 있는 경우에는 접촉독과 소화중독 작용기작을 가진 약제 사용이 바람직할

것으로 추천하고 있는데(Bae et al., 2003) 매미나방 방제 시에도 고려 할 사항의 하나로 생각된다. 아울러 현재 우리나라에서 수출입검역용으로 등록되어 있는 약제들의 경우도 이러한 점을 고려하여 적용하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산검역본부 학술연구용역과제(과제번호 Z-1541785-2013-15-04)연구비를 지원받아 수행되었습니다. 야외조사에 도움을 주신 농림축산검역검사본부 식물검역기술개발센터의 이홍식 박사님과 실내 실험에 도움을 주신 이광수님께 감사를 포함합니다.

## Literature Cited

- Bae, S. D., B. R. Choi, Y. H. Song and H. J. Kim (2003) Insecticide susceptibility in the different larva of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) collected in the soybean fields of Milyang, Korea. Korean J. Appl. Entomol. 42(3):225-231.
- Baranchikov, Y. N. (1989) Ecological basis of the evolution of host relationships in Eurasian gypsy moth populations. In Proceedings, Lymantriidae: A comparison of features of new and old world Tussock moths. USDA-Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall, PA. pp. 319-338.
- Cameron, E. A. (1981) Pheromones, In The gypsy moth: research toward integrated pest management; Doane, C. C., Eds; USDA: Washington DC, USA, pp. 531-596.
- Cannon, R. J. C., D. Koerper, S. Ashby, R. Baker, P. W. Bartlett, G. Brookes, R. Burgess, S. Cheek, H. F. Evans, R. Hammon, J. Head, G. Nettleton, J. Robinson, D. Slawson, M. C. Taylor, C. A. Tibury and M. Ward (2004) Gypsy moth, *Lymantria dispar*, outbreak in northeast London, 1995-2003. Int. J. Pest Manage. 50(4):259-273.
- Giese, R. L. and M. L. Schneider (1979) Cartographic comparisons of Eurasian gypsy moth distribution (*Lymantria dispar* L.; Lepidoptera: Lymantriidae). Ent. News 90(1):1-16.
- Hough, J. A. and D. Pimentel (1978) Influence of host foliage on development, survival, and fecundity of the gypsy moth. Environ. Entomol. 7(1):97-102.
- Johnson, W. T., and H. H. Lyon (1991) Insects that feed on trees and shrubs. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Kim, Y. G., J. R. Cho, J. I. Lee, S. Y. Kang, S. C. Han, K. J. Hong, H. S. Kim, J. K. Yoo and J. O. Lee (1998) Insecticide resistance in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). J. Asia-Pacific Entomol. 1(1):115-122.
- Korea Crop Protection Association. (2018) 2018 pesticide manual. Korea Crop Protection Association. Seoul, Korea.
- Lee, H. P. and H. M. Lee (1999) Seasonal occurrence and monitoring of gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) by sex pheromone trap in Mt. Namsan, Seoul. Korean J. Ecol. 22(5):299-303.
- Lee, J. H. and H. P. Lee (2000) Characteristics of Korean gypsy moth populations at different phases and trapping of males by disparlure baited milk carton trap. Korean J. Ecol. 23(1):65-70.
- Liebhold, A. M., J. A. Halverson and G. A. Elmes (1992) Gypsy moth invasion in North America: a quantitative analysis. J. Biogeogr. 19(5):513-520.
- Liebhold, A. M., J. S., Elkinton, C. Zhou, M. E., Hohn, R. E. Rossi, G. H., Boettner, C. W., Boettner, C. Burnham and M. L. McManus (1995) Regional correlation of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) defoliation with counts of egg masses, pupae, and male moths. Environ. Entomol. 24(2):193-203.
- Liebhold, A. M., T. Marek and K. Naoto (2008) Inference of adult female dispersal from the distribution of gypsy moth egg masses in a Japanese city. Agr. Forest Entomol. 10(1):69-73.
- Lyu, D. (2015) Temperature-dependant development of Asian gypsy moth (*Lymantria dispar* Linn.). J. Agricultural Life Sci. 49(3):75-80.
- Matsuki, M., M. Kay, J. Serin, R. Floyd and J. K. Scott (2001) Potential risk of accidental introduction of Asian gypsy moth (*Lymantria dispar*) to Australasia: effects of climatic conditions and suitability of native plants. Agr. Forest Entomol. 3(4):305-320.
- Pemberton, R. W., J. H. Lee, D. K. Reed, R. W. Carlson and H. Y. Han (1993) Natural enemies of the Asian gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) in South Korea. Ann. Entomol. Soc. Am.. 86(4):423-440.
- Reineke, A. and C. P. W. Zebitz (1988) Flight ability of gypsy moth females (*Lymantria dispar* L.)(Lep., Lymantriidae): a behavioural feature characterizing moths from Asia? J. Appl. Entomol. 122(1-5):307-310.
- Wallner, W. E., L. M. Humble, R. E. Levin, Y. N. Baranchikov and R. T. Carde (1995) Response of adult Lymantriid moths to illumination devices in the Russian Far East. J. Econ. Entomol. 88(2):337-342.

## ● ..... ● 우리나라 주요 항구주변에서 매미나방 발생과 령기별 약제 반응 비교

류동표<sup>1</sup> · 이동운<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>상지대학교 산림과학과, <sup>2</sup>경북대학교 생태과학과

**요 약** 매미나방은 우리나라 산림에서는 큰 피해를 주고 있지 않지만 북미지역을 비롯한 미분포지역에서는 검역해충으로 관리되고 있다. 이로 인하여 배나 선적 화물을 통한 유입도 감시하고 있다. 본 연구는 검역대상 해충의 기초 정보를 얻기 위하여 우리나라 주요 항구에서 매미나방의 분포와 발생시기를 조사하였으며 8종의 살충제(Chlorantraniliprole, Flubendiamide + Thiacloprid, Metaflumizone, Spinetoram, Pyridalyl, Acetamiprid + Lufenuron, Chlorfluazuron, Fenitrothion)에 대한 약제반응을 령기별로 조사하였다. 2013년부터 3년동안 19개 항구를 대상으로 매미나방 페로몬 트랩을 이용하여 예찰한 결과 모든 조사지역에서 매미나방이 포획되었다. 연도별로 유인수에 차이는 있었으나 당진항과 신선대부두에서 많은 발생량을 보였다. 트랩에 유인되는 시기는 6월 중순부터 9월 하순까지였다. 8종의 살충제에 대한 매미나방의 약제반응은 약제에 따라 다양하게 나타났으며 노숙화 될수록 약제 감수성이 급감하였다. 항구에서 매미나방의 발생예찰 강화와 어린 유충 때 방제를 추천한다.

**색인어** 아시아매미나방, 검역, 항구, 방제, 령기

● ..... ●