

아까시잎혹파리(*Obolodiplosis robiniae*)의 생물학적 특성 및 약제 살충 효과박지두 · 신상철 · 김철수¹ · 전문장² · 박일권*국립산림과학원 산림병해충연구과, ¹산림청 산림인력개발원, ²대구대학교 생명환경대학 산림자원학과Biological Characteristic of *Obolodiplosis robiniae* and Control Effects of Some InsecticidesJi-Doo Park, Sang-Chul Shin, Chul-Su Kim¹, Mun-Jang Jeon² and Il-Kwon Park*

Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute, Seoul, 130-712,

¹Forest Human Resources Development Institute, Namyangju, Kyounggido,²Department of Forest Resources, College of Life and Environment, Daegu University, Kyeongsan 712-714, Republic of Korea

ABSTRACT : Biological Characteristic of *Obolodiplosis robiniae* and insecticidal activity of some insecticides against larvae of *O. robiniae* were investigated. Egg was in oval shape, and its color was light orange and became red when close to hatch. Length of the major axis and the minor axis of egg was 0.4 mm and 0.1 mm, respectively. Larval color was milky and size was 2.6 mm. Pupa was deep brown and its size was about 3.2 mm. Wing and abdomen of adult was black and reddish, respectively. Size of female adult was about 3.3 mm, and larger than male adult. Number of eggs in the ovary was 192.3 ± 50.7 . First emergence was from late April to late May, and second from late May to late June. Third emergence was from late June to late July. Newly emerged adult escaped from soil, and second and third emerged adult escaped directly from gall of *Robinia pseudoacacia* leaf. Egg parasitoid was identified as *Platygaster robiniae* and parasite rate was 51.6%. Among test insecticides, imidacloprid 10% WP and thiacoprid 10% FL showed very strong insecticidal activity against larvae of *O. robiniae* at 48h later after treatment.

KEY WORDS : *Obolodiplosis robiniae*, yellow locust midge, biological characteristic, seasonal occurrence, life cycle, insecticides

초 록 : 아까시잎혹파리의 형태, 생태적 특성 및 몇 가지 살충제의 살충활성을 조사하였다. 알은 길쭉한 타원형으로 연한 노란색을 띠다가 부화할 시기가 가까울수록 붉은색이 되며, 장경은 0.4 mm, 단경은 0.1 mm 이었다. 유충은 유백색을 띠고, 평균 크기는 2.6 mm 이었다. 번데기는 붉은 기운을 띤 갈색이며 체장은 3.2 mm 내외이었다. 성충의 날개는 검고 배 부분은 붉은색을 띠었다. 암컷의 체장은 3.3 mm 내외로 수컷보다 컸다. 1화기 성충은 땅속에서 우화하여 아까시나무 어린 잎에 산란을 하고, 2화기 성충부터는 아까시나무 잎의 벌레 혹에서 바로 우화한다. 암컷 성충의 포란수는 192.3 ± 50.7 개 이었다. 1화기는 4월말부터 5월말, 2화기는 5월 말부터 6월 말까지로 약 1개월간 이었고 최성기는 6월 상순이었다. 3화기는 6월 말부터 7월 말까지였다. 알기생봉인 *Platygaster robiniae*가 동정되었으며, 기생율은 51.6%에 이르렀다. 살충활성을 검정한 결과, 침투이행성 약제인 이미다클로프로프리트 10% 수화제와 치아클로프로프리트 10% 액상수화제가 높은 살충활성을 나타내었으며, 특히 치아클로프로프리트는 꿀벌에 대한 독성이 낮아 유효한 약제로 판단되었다.

검색어 : 아까시잎혹파리, 생물적 특성, 우화, 생활사, 살충제

*Corresponding author. E-mail: parkik1@forest.go.kr

아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)는 1910년대에 황폐 임지 복구를 위해 대량으로 전국에 식재되기 시작하였으며, 1940년대까지 주요 조림수종의 하나였다. 아까시나무는 입지적응성이 뛰어나 척박지에서 생장이 왕성하여 산림 조기 녹화와 황폐지 복구를 위해 그동안 32만ha에 걸쳐 조림되었다. 초기에 아까시나무는 연료림 조성과 사방조림 등의 목적으로 식재되었지만 이후 밀원자원으로서 크게 각광을 받아왔다. 그러나 2002년부터 아까시잎혹파리 피해가 나타나기 시작하여 2006년 조사에서는 전국적으로 아까시잎혹파리 피해 및 분포가 확인되었다(Korea Forest Research Institute, 2006).

아까시나무(*Robinia pseudoacacia*) 해충인 아까시잎혹파리(*Obolodiplosis robiniae*)는 20세기까지는 북미 동부지역에만 분포하는 종이였으나 2002년에 우리나라와 일본에서 처음으로 피해가 확인되었다(Kodoi et al., 2003; Woo et al., 2003). 유럽에서는 2003년에 이탈리아에서 처음으로 이종의 분포가 확인된 이래(Duso and Skuhrová, 2004) 슬로베니아, 체코, 헝가리, 슬로바키아, 크로아티아, 세르비아, 독일, 몬테네그로, 우크라이나, 네델란드, 오스트리아, 스위스, 프랑스, 영국, 폴란드에서 발견되는 등 급속히 확산되고 있다(Duso et al., 2005; Hoffman et al., 2007; Wermelinger and Skuhrová, 2007; Skuhrová et al., 2007; Olszanowska-Kuńka, 2008).

아까시잎혹파리는 아까시나무만을 가해하는 단식성으로, 1년에 수세대를 경과하며(Gagné, 1989) 유럽에서는 1년에 3세대로 1세대 유충은 5월에서 6월초, 2세대 유충은 6월 중순에서 8월초, 3세대 유충은 9~10월에 관찰된다(Duso et al., 2005). 일본에서는 1년에 최소한 2회 이상 세대를 반복하는 다화성(Multivoltin)종으로 아까시나무가 개엽하는 6월경부터 우화와 산란을 반복하며 구주지방에서는 6월부터 7월에 걸쳐 우화한다. 2화기 성충부터는 벌레혹에서 직접 우화하고, 마지막 세대 노숙유충은 벌레혹에서 빠져나와 땅에서 월동한다(Uechi et al., 2005). 유럽에서는 노숙 유충이 벌레혹에서 탈출하여 땅속에서 고치를 짓고 월동 한다는 보고도 있다(Skuhrová and Skuhrová, 2005).

아까시잎혹파리는 유충이 아까시나무의 어린잎의 가장자리를 말아 혹을 만들고 그 안에서 흡즙 하며 피해를 준다. 유럽에서의 아까시잎혹파리의 피해상황은 피해 엽은 1세대 20%에서 2세대에는 98%로 증가하며 심하게 피해를 받은 잎은 낙엽의 원인이 되며(Duso et al. 2005), 아까시나무의 97%가 피해를 받고 있고, 벌레혹이 형성된 소엽의 비율이 22.8%, 소엽당 1~5개 벌레

혹이 있다는 보고도 있다(Olszanowska-Kuńka, 2008). 아까시잎혹파리의 천적으로는 아까시잎혹파리 알 기생봉인 *Platygaster robiniae* (국내미기록종) 1종이 보고되었다(Duso and Skuhrová, 2004; Duso et al., 2005; Wermelinger and Skuhrová, 2007; Buhl and Duso, 2008).

본 연구는 아까시잎혹파리의 발육단계별 형태적 특성 파악과 성충의 성비, 우화소장, 생활사 등 생태적 특성, 천적 및 몇 가지 약제의 살충효과를 조사하여 방제의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

발육단계별 형태적 특성

서울 홍릉수목원에서 알, 유충, 및 번데기를 2007~2009년도 4~7월까지 채집하여, 발육단계별로 실제현미경을 이용하여 형태적 특성 및 크기를 조사하였다.

성충 우화 및 성비, 수명 및 포란수

서울 홍릉수목원내 시험림에서 우화시기를 조사하였다. 2008~2009년에 말레이즈 트랩(black polyester no-see-um fabric, 96×26 mesh/square inch, 165 by 110 centimeter, 500ml collecting bottle, MegaView)을 4월 20일경에 설치하고 7월 하순 까지 아까시잎혹파리 성충을 포획하였다. 아까시혹파리의 1일중 시간대별 우화상황은 번데기를 페트리디쉬(87 mm)에 옮긴 후 조사하였다. 성충의 성비는 벌레혹이 있는 아까시잎을 채집하여, 플라스틱 사육상(45×45×45 cm)에 넣고 우화하는 성충의 암수를 구분하여 성비를 조사하였다. 성충 수명은 페트리디쉬(87 mm)에 옮긴 번데기에서 갓 우화한 성충에 수분을 먹이로 공급하면서 조사하였고, 포란수는 갓 우화한 성충의 복부를 절개하여 조사하였다. 실내실험조건은 25±1℃, 상대습도 70%이었다.

유충발육경과 및 번데기 기간

아까시잎 속에서 유충이 생활하기 때문에 정확한 유충발육 상황을 조사하기 위하여, 1세대 유충을 대상으로 같은 장소에 식재된 아까시나무에서 5월 7일, 15일, 21일에 유충을 채집하여, 체장을 측정하였다. 번데기 기간은 페트리디쉬 내에서 노숙유충을 사육하여 번데기가 된 것을 골라 별도로 사육하여 조사하였다.

천적조사

아카시잎혹파리의 가해시기에 관찰 및 벌레혹을 채취하여 천적종류와 기생율을 조사하였다.

피해조사

1세대 및 2세대 유충에 의한 충영형성 소엽수, 소엽당 벌레혹수, 벌레혹당 유충 수를 조사하였다.

방제약제 선발 시험

이미다클로로프로리드 10% 수화제, 치아클로프로리드 10% 액상수화제 및 인독사카브 30% 입상수화제 2,000배액, 인독사카브-에토펜프록스 11.5% 수화제 및 페니트로치온 50% 유제 1,000배액, 그리고 트리므론 25% 수화제 6,000배액을 6월 중순에 살포하고 48 시간 후의 살충율을 조사하였다.

결과 및 고찰

발육단계별 형태적 특성

아카시잎혹파리의 발육단계별 형태적 특성은 Fig. 1, 크기는 Table 1에 나타내었다. 알은 길쭉한 타원형으로 연한 노란색을 띠다가 부화할 시기가 가까울 수록 붉은색이 된다. 장경은 평균 0.4 mm, 단경은 0.1 mm 이었다. 갓 부화한 유충은 붉은 기운이 도나 점차 성장할수록 유백색을 띤다. 번데기는 유백색을 띠다 점차 붉은 기운을 띤 갈색이 되며 번데기 체장은 3.2 mm 내외이었다. 성충의 날개는 검고 배 부분은 붉은색을 띠었다. 암컷의 체장은 3.3 mm 내외로 수컷보다 컸다.

성충 우화 및 성비

2008~2009년도에 말레이트랩을 사용하여 성충을 포획하여 우화시기를 조사한 결과는 Fig. 2에 나타내었

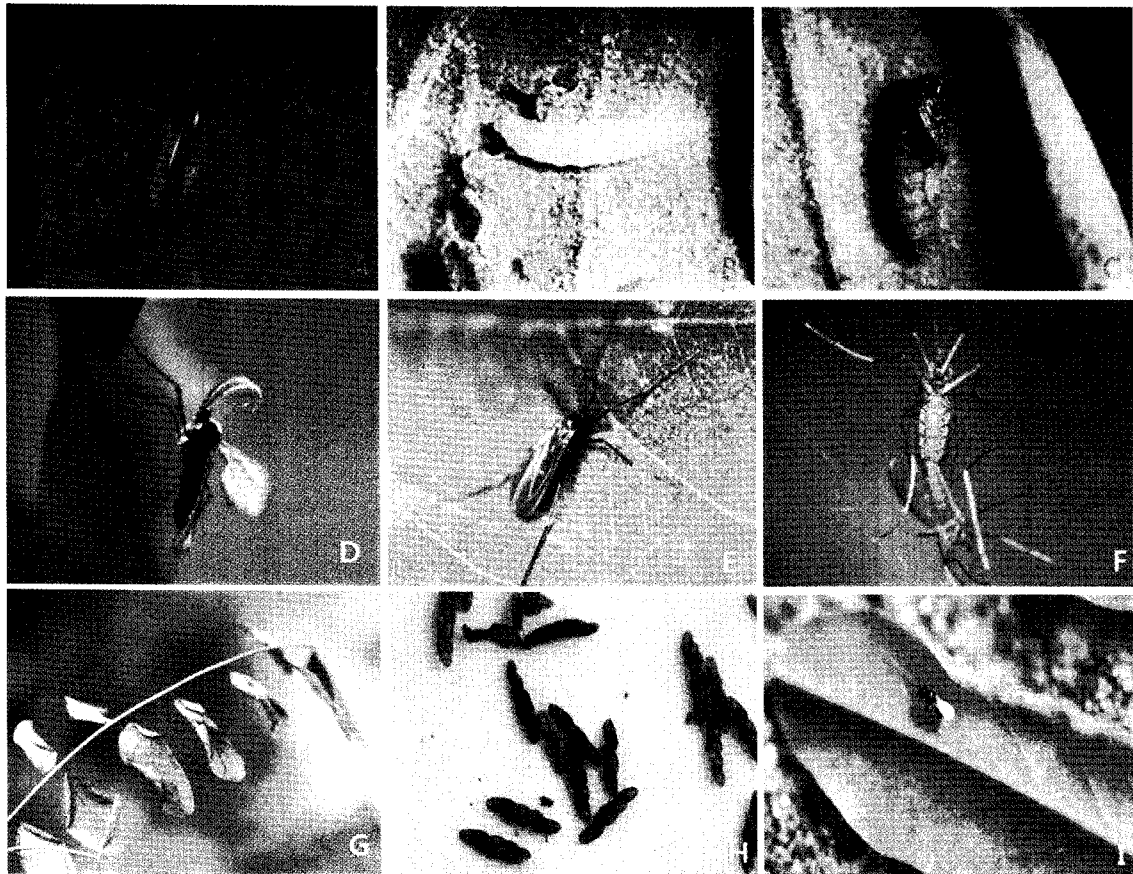


Fig. 1. Developmental stages of *Obolodiplosis robiniae*. A: egg, B: larva, C: pupa, D: male adult, E: female adult, F: copulation, G: damaged leaves, H: parasitized pupae, I: parasitoid.

Table 1. Size of egg, pupa and adult of *Obolodiplosis robiniae* collected in the field in Seoul

Development Stages		Size (Mean±SE, mm)	Body color	No. Insects tested
Egg	Lengths	0.4±0.1	Light orange	50
	Widths	0.1±0.0		
Larva	Lengths	2.6±0.9	Milky	112
Pupa	Lengths	3.2±0.3	Deep brown	50
Adult	F (♀)	Lengths	Light brown	50
	M (♂)	Lengths	Light brown	50

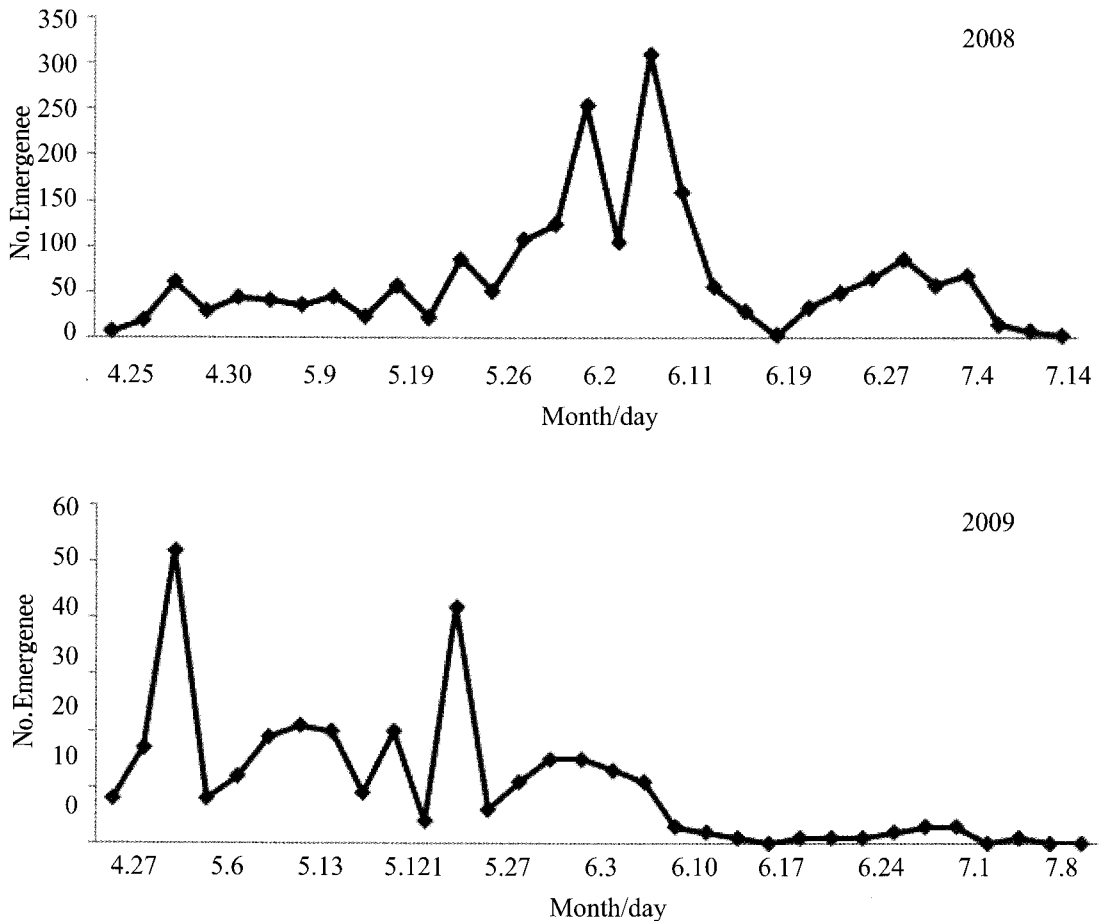


Fig. 2. Seasonal occurrence of *Obolodiplosis robiniae* in Hongreung arboretum, Seoul.

다. 아까시잎혹파리 우화기간은 4월 하순에서 7월 하순 까지 약 3개월이었다. 아까시잎혹파리는 1화기는 4월 하순부터 5월 중순 사이에 지중에서 우화하고 2화기부터는 잎의 벌레 혹에서 바로 우화한다.

2, 3화기의 우화시기는 Fig. 2에서와 같이 2화기는 5월 20일부터 6월 20일로 약 1개월간 이었고 최성기는 6월 상순이었다. 3화기는 6월 20일경부터 7월 14일 사이였다. 2008년도 아까시잎혹파리의 화기별 우화특성을 살펴보면 1화기의 포획량을 100으로 볼 때 2화기가

354, 3화기가 103으로 2화기의 아까시잎혹파리 밀도가 1화기에 비해 3.5배 증가한 후 3화기에는 1화기와 비슷한 밀도로 낮아졌다. 3화기에서 밀도가 급격히 낮아지는 원인으로서는 급격한 총 밀도 증가에 따른 먹이부족 현상, 천적인 *P. robiniae*의 영향, 아까시잎혹파리 유충의 하면(夏眠) 등이 원인이 될 것으로 생각 된다. 특히 하면(夏眠)은 2008년도 6월 20일경에 채집한 2화기 노숙유충 대부분이 용화되지 못하고 유충상태로 남아있는 것들이 확인되었고, 2009년에도 같은 현상을 보였

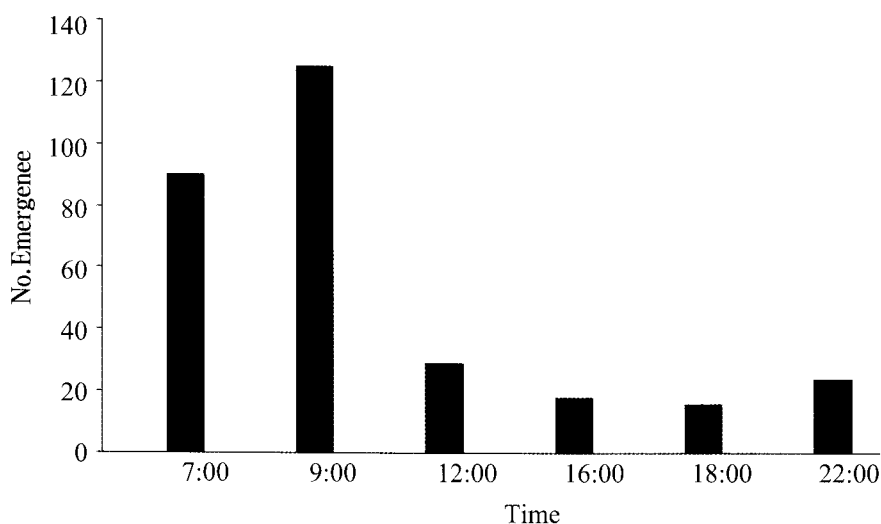


Fig. 3. Emergence time of *Obolodiplosis robiniae*.

다. 이런 결과로 볼 때 만일 우리나라에서 아까시잎혹파리가 년 2회 발생한다면 2화기 우화시기는 5월 하순에서 7월 하순이며, 3회 발생한다면 아까시잎혹파리의 2세대 유충은 하면으로 들어간 후 월동하는 개체와 3화기로 우화한 후 3세대 유충이 월동으로 들어가는 개체가 있게 된다. 이것은 앞으로 후속 연구로 밝혀져야 할 부분이다.

2009년도 우화특성은 2008년과는 달리 화기가 진행될수록 포획개체수가 급감하는 현상을 보였다. 이와 같은 아까시잎혹파리 밀도 안정화 요인으로 알기생벌인 *P. robiniae*를 들 수 있다. 2009년에 아까시잎혹파리 2세대 유충을 대상으로 기생율을 조사한 결과 *P. robiniae*의 기생율은 50%가 넘고 있는 것으로 보아 아까시잎혹파리 밀도 안정에 가장 큰 역할을 하고 있는 것으로 보인다. 아까시잎혹파리의 1일 중 우화 시간대는 Fig. 3에서와 같이 오전 9시 이전에 약 70%가 우화하였다. 성충의 성비는 ♂1:♀0.9, 수명은 2.5 ± 0.8 일이며 성충의 포란수는 113~322개(192.3 ± 50.7)였다. 새로 나오는 어린 알 뒷면에다 산란하였다.

유충발육경과 및 번데기 기간

5월 7일, 15일, 21일별로 유충의 체장을 측정하여 비교한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 5월 7, 15 그리고 21일에 채집한 유충의 크기는 각각 1.65 ± 0.62 , 2.62 ± 0.77 , 그리고 3.4 ± 0.49 mm로 시기별로 뚜렷한 차이를 보였다. 크기별로 분포를 나누어 보면 5월 7일에 채집한 유충은 1.5 mm의 비율이 36%, 1.5~3.4 mm 비율이 64%

이었다. 5월 15일 날 채집한 유충은 1.5 mm, 1.5~3.4 mm, 3.4 mm 이상의 비율이 각각 16, 65 그리고 19%이었다. 5월 21일 날 채집된 유충은 1.5~3.4 mm가 43%, 3.4 mm 이상이 57%이었다. 이상의 결과로 아까시잎혹파리 유충의 크기는 크게 3부분으로 나눌 수 있었으며, 3령 기를 거치는 것으로 추측되어지나, 령기에 대한 자세한 연구는 추후에 이루어 져야 할 것이다. 아까시잎혹파리의 번데기 기간은 4.8 ± 0.7 일, 알기간이 약 3일인 점을 감안할 때 아까시잎혹파리의 1세대기간은 (1, 2세대) 28일 내외일 것으로 판단된다.

천 적

개미들이 나무위의 벌레혹 안의 유충 및 지면에 낙하한 유충을 물고 가는 것이 관찰되어 개미가 가장 유력한 포식성 천적으로 보이며, 부화유충기에는 무당벌레, 풀잠자리 유충들이 공격하는 것도 관찰되었다.

기생천적으로는 아까시잎혹파리 유충체내에 기생하는 *P. robiniae* (Fig. 1. I)이 발견되었다. 이종은 국내 미기록종으로 아까시잎혹파리 알에 산란하며 유충 1마리에 최소 2마리에서 최대 13 마리까지 다기생하였다. 유충 한 마리당 평균 기생수는 4.3 ± 1.2 마리였다. *P. robiniae*는 아까시잎혹파리 모든 화기에 기생하는 것으로 보이는데 2009년도 6월 20일경에 2세대 유충을 채집하여 페트리디쉬 내에서 사육하며 기생율을 조사한 결과 552 마리 중 285 마리가 기생하여 기생율이 51.6%에 달했다.

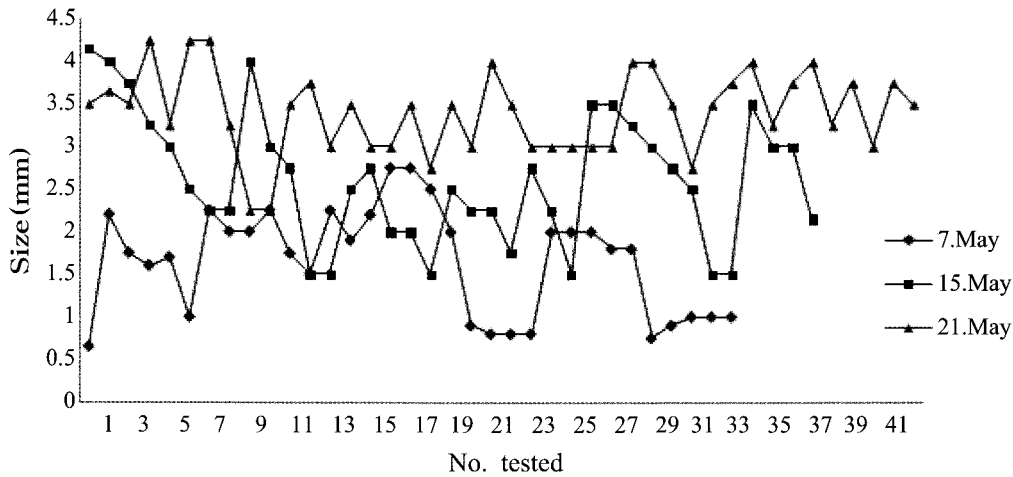


Fig. 4. Size of *Obolodiplosis robiniae* larvae collected at different days (7, 15, and 21 May, 2009).

Table 2. Damage of *Robinia pseudoacacia* by *Obolodiplosis robiniae* in 2008

Classification	First generation	Second generation
Gall formation (%) ¹	35.6±25.6 ²	91.4±18.8 ³
No. gall per leaflet	1.2±0.3 ⁴	2.4±0.6 ⁵
No. larva per gall	2.8±1.9 ⁶	4.7±3.6 ⁷

¹Number of leaflet with gall/total leaflet number, ²n=1248, ³n=1227, ⁴n=442, ⁵n=1129, ⁶n=601, ⁷n=2821.

Table 3. Control effect of some pesticides against larvae of *Obolodiplosis robiniae*

Insecticides	Conc.	n ¹	Insecticidal activity (mean±SE, %, 48 h after)
Imidacloprid 10% WP	×2,000	175	100a ²
Thiacoprid 10% FL	×2,000	170	100a
Etofenprox-Indoxacarb 11.5% WP	×1,000	153	68.0±6.9b
Fenitrothion 50% EC	×1,000	171	0c
Indoxacarb 30% WG	×2,000	176	0c
Control	-	165	0c

¹Number of insects tested, ²Scheffe's test at P=0.05.

피해

2008년도 1, 2세대의 아카시잎혹파리의 피해상황을 조사한 결과는 Table 2에 나타내었다. 벌레혹이 형성된 소엽은 1세대가 35.6%에서 2세대가 91.4%로 증가하였고, 소엽 당 벌레혹은 1.26개에서 2.44개로, 벌레혹 당 유충수는 2.89마리에서 4.71마리로 1세대 보다 2세대의 피해가 심했다. 새로 나오는 잎이 아카시잎혹파리의 많은 산란으로 인해 정상적으로 성장하지 못하고 심하게 꼬불꼬불 말린 형태로 변형되어 고사되고, 신초마저 고사되는 현상이 2007년에는 3화기 우화시기인 6월 하순부터 나타났는데 2008년부터는 이러한 현상이 나타나지 않고 있다. 한편 아카시잎혹파리의 피해도 한 가지

원인이라고 추정되고 있는 아카시나무잎 황화현상도 2008년 이후 현저히 줄어들고 있어, 2002년경에 피해가 처음 발생한 이후 5~6년이 경과하면서 급속이 증가하던 아카시잎혹파리의 밀도가 2008년 이후부터 안정화추세로 접어들었기 때문인 것으로 사료된다.

방제약제 선발 시험

아카시잎혹파리 유충을 대상으로 약제방제시험을 실시하고 살충효과를 조사한 결과, 침투이행성 살충제인 이미다클로프리드 10%수화제와 치아클로프리드 10%액상수화제 처리구에서 100%의 살충효과를 보였다 (Table 3). 인독사카브·에토펜프록스 11.5%액상수화제

는 68%의 살충율을 보였으나, 페니트로치온 50%유제와 인톡사카브 30%입상수화제는 살충활성을 보이지 않았다. 시험 약제 중, 치아클로프리드는 꿀벌에 미치는 영향이 거의 없어 본 해충방제에 매우 효과적인 약제로 판단되었다.

Literature Cited

- Buhl, P.N. and C. Duso. 2008. *Platygaster robiniae* n.sp. (Hymenoptera: Platygasteridae) parasitoid of *Obolodiplosis robiniae* (Diptera, Cecidomyiidae) in Europe. Ann. Entomol. Soc. Am. 101: 297-300.
- Duso, C. and M. Skuhrová. 2004. First record of *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera, Cecidomyiidae) galling leaves of *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae) in Italy and Europe. Frustula Entomol. 25: 117-122.
- Duso, C., P. Fontana and P. Tirello. 2005. Diffusione in Italia e Europa di *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman), dittero cecidomiide neartico dannoso a *Robinia pseudoacacia*. Inf. Fitopatol. 55:30-33.
- Gagné, R.J. 1989. The plant-feeding gall midges of North America. Cornell University Press, Ithaca and London, 356pp.
- Hoffman, D., T. Lichtenberger and R. Beiderbeck. 2007. Die amerikanische Gallmücke *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman,1987) an Robinien in Deutschland. Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie - Nachrichten 21: 86-87.
- Kodoi, F., H.S. Lee, N. Uechi and J. Yukawa. 2003. Occurrence of *Obolodiplosis robiniae* (Diptera, Cecidomyiidae) in Japan and South Korea. Esakia 43: 35-41
- Korea Forest Research Institute. 2006. Investigation of factor causing chlorosis of *Robinia pseudoacacia* and establishment of management system. Korea Forest Research Institute. 150pp.
- Olszanowska-Kuńska, K. 2008. The gall midge *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman,1847) (Diptera: Cecidomyiidae) - the new invasive species in the Opole Province. Opole Scientific Society Nature J. 41: 59-62
- Skuhrová, M. and V. Skuhrový. 2005. Does the gall midge *Obolodiplosis robiniae* occur in England? Cecidology 20: 34-35.
- Skuhrová, M., V. Skuhrový and G. Csóka. 2007. The invasive spread of the gall midge *Obolodiplosis robiniae* in Europe. Cecidology 22: 84-89.
- Uechi, N., J. Yukawa and S. Usuba. 2005. Recent distributional records of an alien gall midge, *Obolodiplosis robiniae* (Diptera, Cecidomyiidae) in Japan, and a brief description of its pupal morphology. Kyushu Pl. Port. Res. 51: 89-93
- Wermelinger, B. and M. Skuhrová. 2007. First record of the gall midge *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) (Diptera, Cecidomyiidae) and its associated parasitoid *Platygaster robiniae* Buhl and Duso (Hymenoptera: Platygasteridae) in Switzerland. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 80: 217-221.
- Woo, K.S., H.J. Choe and K.J. Kim. 2003. A report on the occurrence of yellow locust midge *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman,1987) from Korea. Korean J. Appl. Entomol. 42: 77-79.

(Received for publication August 14 2009;
revised August 28 2009; accepted September 3 2009)