

# 잠재해충 파리허리노린재(*Acanthocoris sordidus*, Coreidae, Hemiptera)의 무리군 형성에 따른 생태적 특성

강찬영 · 류태희 · 권혜리 · 유용만 · 윤영남\*

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

## The Ecological Characteristics of the Winter Cherry Bug *Acanthocoris sordidus* (Hemiptera) and the Effects of Colony Formation on its Potential as an Insect Pest

Chan Yeong Kang, Tae Hee Ryu, Hye Ri Kwon, Yong Man Yu and Young Nam Youn\*

Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

**ABSTRACT:** The winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus* (Thunberg), is an insect pest that damages plants from Solanaceae and Convolvulaceae. The developmental period from egg to adult averages 76 days at 25°C. Adult egg-laying occurred irregularly via spawning, averaging 195 (up to 468) eggs per individual on the abaxial leaf surface of the host plant. Results of linear regression indicated that the lower developmental threshold temperature was 13.9°C and the effective accumulated temperature was 526.3 DD. Data from a pepper field in 2015 indicated that overwintering adults first appeared during late June (daily average temperature = 25.7°C), reaching maximum density by early September. A choice test examining colonization preferences using a net cage and a Y-tube olfactometer revealed that females gravitated toward conspecifics (other females, males, or both), whereas males moved toward empty areas. Finally, we found that communal breeding results in a longer developmental period and higher eclosion rates than solitary breeding. Developmental periods and eclosion rates were also for colonies in a large space than for those in a small space. This outcome suggests that colonization effects on insect development are stronger in a smaller area.

**Key words:** Winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus*, Ecological characteristic, Development, Spatial distribution

**초 록:** 파리허리노린재는 가지과 및 메꽃과 기주에 피해를 주는 해충이다. 파리허리노린재는 실내의 25°C 조건에서 1세대는 평균 76일정도 소요되며, 성충으로 월동하기 때문에 수명이 길고, 일정한 주기 없이 알을 덩어리로 산란한다. 주로 잎 뒷면에 산란하며, 암컷 한 마리당 평균 195개, 최대 468개까지 산란하는 것으로 나타났다. 또한, 온도가 높아질수록 부화율은 높아지며, 발육기간은 짧아졌지만, 25°C를 제외한 다른 온도에서는 탈피율이 30%이하를 나타냈다. 위 결과를 토대로 선형모델로 추정된 결과 발육영점온도는 13.9°C, 유효적산온도는 526.3DD를 나타냈다. 고추재배지에서 월동 성충이 6월 말 평균기온 25.7°C에서 나타나기 시작하여, 9월초에 가장 높은 밀도를 나타내었다. 부화한 개체들은 성충이 될 때까지 이동성이 적었으며 밀집하여 분포하였다. 집단을 형성하는 요인을 알아보고자 Net cage와 Y-tube olfactometer를 이용한 행동실험 결과, 암컷은 수컷과 암컷이 모두 있는 곳을 선택하였지만, 수컷은 암컷과 수컷이 모두 없는 곳을 선택하였다. 수컷이 새로운 기주를 찾아 정착하면, 암컷은 기주를 독점한 동종이 많이 있는 기주를 찾아가는 교미와 관련된 행동을 나타냈으며, 통신화합물의 영향은 알 수 없었다. 집단이 미치는 영향을 알아본 결과 파리허리노린재는 좁은 공간에서 집단으로 사육시 약충의 발육기간이 길고 우화율이 높아지는 반면, 개체 사육시 발육기간이 짧고, 우화율이 낮게 나타났다. 반면에 넓은 공간에서는 집단으로 사육 시 약충의 발육기간은 짧고 우화율은 낮게 나타났다.

**검색어:** 파리허리노린재, 생태적 특성, 발육, 공간분포

파리허리노린재(*Acanthocoris sordidus* Thunberg; winter

cherry bug)는 노린재목 허리노린재과에 속하는 해충으로서 주로 고추, 파프리카, 구기자, 까마중 등의 가지과 작물과 고구마 등의 메꽃과 작물을 가해하며(Choi and Seo, 2012; Ryu et al., 2014; Tomokuni, 1993), 기주식물의 체관부를 흡즙하여 생육

\*Corresponding author: [youngnam@cnu.ac.kr](mailto:youngnam@cnu.ac.kr)

Received May 3 2016; Revised June 8 2016

Accepted June 17 2016



**Fig. 1.** Photographs of the winter cherry bug on peper plant (left), Chinese boxthorn plant (center) and stylet tip injected to peper leaf (right).

을 저해 시키는 것으로 알려져 있다(Nakajima and Fujisaki, 2012b)(Fig. 1). 파리허리노린재는 한국, 대만, 일본에 분포한다고 알려져 있으며(Tomokuni, 1993), 1996년에 일본에서는 가지과에 속하는 *Duboisia leichhardtii*의 줄기에 대량 발생하여 큰 피해를 주었다는 보고가 있다(Kitamura et al., 2004). 우리나라에서 파리허리노린재는 2008년에 발생한 내용이 노린재 도감에 실려 있고(Ahn, 2010), 2012년 순천에서 까마중에 발생한 사례가 있으며(Choi and Seo, 2012), 2014년에는 구기자에서 피해가 보고된 바 있다(Ryu et al., 2014). 일본에서는 1령 약충 행동(Fujisaki, 1975)과 성충의 교미(Fujisaki, 1980, Fujisaki, 1981), 파리허리노린재의 인공먹이(Kitamura et al., 2004), 천적 기생봉(Nakajima et al., 2012), 산란습성 및 산란전략(Nakajima and Fujisaki, 2012a, b) 등 다양한 연구들이 보고되고 있다.

무리군 생활을 하는 곤충들의 개체간 발육의 차이성에 대해서는 많은 보고가 있는데, 바퀴벌레의 경우 어린 령기부터 개체 사육을 하면 정상발육을 못하고 대부분 죽게 되며(Izutsu et al., 1970), 이러한 현상은 다른 노린재에서도 보고된 바 있다(Kiritani, 1964; Kiritani and Kimura, 1966; Ralph, 1976). 노린재목에서 통신화합물을 이용해 무리군을 형성하는 예로는 *Lygus hesperus*, 톱다리개미허리노린재, 호리허리노린재 등이 알려져 있다(Blackmer et al., 2004; Huh et al., 2008; Leal et al., 1996, 1998; Plimmer et al., 1982). 이중 톱다리개미허리노린재의 경우는 수컷이 집합페로몬을 방출하여 동종을 유인한다는 보고가 있다(Lim, 2013). 파리허리노린재의 경우에도 무리군을 형성할 수 있는 주된 요인으로 통신화합물질이 추정되고 있다(Nakajima and Fujisaki, 2012a).

본 연구에서는 온도별 발육기간과 야외에서의 발생양상 조사를 바탕으로 파리허리노린재의 발육 및 군집특성을 알아보기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험곤충 및 기주

파리허리노린재는 2014년 4월 말 대전광역시 서구 정립동 인근 고추재배지에서 성충 및 약충과 알을 채집하여  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , RH 60-70%, 16L:8D의 사육실 조건에서 계대사육 하였다. 기주로는 파종한지 3주 이상 된 고추(*Capsicum annuum*)를 사용하였다. 산란된 알은 고춧잎과 함께 Petri dish(60 × 15 mm)에 물에 적신 탈지면에 올려놓아 부화를 유도 하였고, 부화한 1령 약충은 고추 유묘가 있는 아크릴케이지(30 × 30 × 50 cm)에 넣어 사육하였다. 갓 우화한 성충은 약충이 있는 아크릴케이지에서 수시로 골라내어 교미하지 않은 상태로 격리 사육하면서 실험에 이용하였다.

### 온도별 발육기간

파리허리노린재의 온도에 따른 발육을 조사를 위해  $15^\circ\text{C}$ 와  $20^\circ\text{C}$ 는 A형 생장상(JSCC-150CP, JSR, Korea)을,  $25^\circ\text{C}$ 는 식물생장상을,  $30^\circ\text{C}$ 는 B형 생장상(HB-301LP-T, HANBaeK SCIENTIFIC CO., Korea)을 사용하였는데, 이때 온도는 편차  $\pm 2^\circ\text{C}$ , 상대습도는 30-60%, 광조건은 16L:8D이었다. 알은 아크릴 사각형 곤충사육통(SPL,  $\Phi 100 \times 40$  mm)에 물을 적신 헨드타올(유한김벌리, 215 mm × 215 mm)을 깔고 그 위에 알덩어리가 있는 고춧잎을 넣고 수분이 마르지 않도록 매일 공급하였다. 1령 약충은 사각형 곤충사육통에 반복당 10마리씩을 넣고 3반복으로 수행하였다. 발육특성은 충체의 크기와 탈피각을 매일 확인하면서 발육기간을 조사하였다. 온도와 발육기간의 관계를 알아보기 위한 선형모델은 최소자승법(Campbell et al., 1974)을 참고하였으며, 온도에 따른 알과 약충의 령기별 발육률은 각 발육단계마다 발육기간의 역수로 표현하였다. 선형



Fig. 2. The front view of pepper plant field (left) and satellite view (right) at university farm in Daejeon, 2015.

모델을 구하기 위한 식은  $r(Tc) = aTc + b$ 로 여기서  $r(Tc)$ 는 발육률을,  $a$ 는 회귀계수를,  $Tc$ 는 온도를,  $b$ 는 상수를 나타낸다. 따라서 발육영점온도는 직선회귀식으로부터 발육률이 0이 되는 온도를 추정하여 계산하였다. 유효적산온도는 추정한 회귀식의 역수 값으로 계산하였다.

### 야외 발생 및 분포특성

파리허리노린재의 야외에서 발생 및 분포특성 조사는 2015년에 대전광역시 유성구 충남대학교 부속농장의 고추 포장(17.7 × 9.6 m)에서 수행하였다. 5월 4일에 정식하여 자연 발생하는 파리허리노린재의 개체수를 매달 10일 간격으로 조사하였다(Fig. 2). 4-5주를 하나의 조사지점으로 설정하고 지점별 파리허리노린재 약충과 성충 모두를 조사하였다.

### 곤충무리군을 위한 행동특성 분석

파리허리노린재가 무리군을 형성할 수 있는 요인으로 통신 화합물의 존재 및 이용여부를 알아보기 위해 직사각형의 망사 케이지(32×32×28 cm, BioQuip, USA)에 파리허리노린재 10마리의 암컷 또는 수컷 성충을 넣은 원통과 빈 원통을 넣어 선택여부를 조사하였다(Fig. 3). 원통 내부에는 3주 이상 키운 고추 묘를 넣고, 파리허리노린재 성충 1마리를 넣은 뒤 어느 쪽의 원통으로 이동하는지 조사하였다. 처리구는 Test A와 Test B로 나누어, Test A는 원통에 수컷 10마리를 넣고, 암컷 1마리를 넣은 것, Test B는 원통에 암컷 10마리를 넣고, 수컷 1마리를 넣은 것으로 하였다. 이동 여부는 투입 1시간 후 조사하였다.

### Y-tube olfactometer에서의 선택행동

곤충망사케이지에서의 선택행동실험을 바탕으로 하여 Y-tube olfactometer를 사용하여 선택행동을 확인하였다(Fig. 4). Y-tube

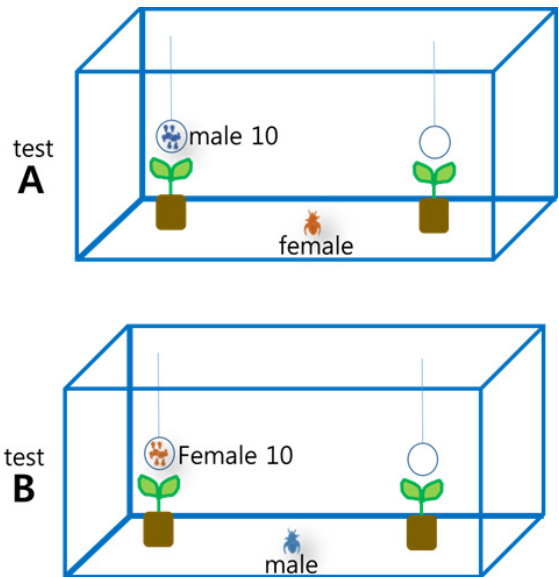
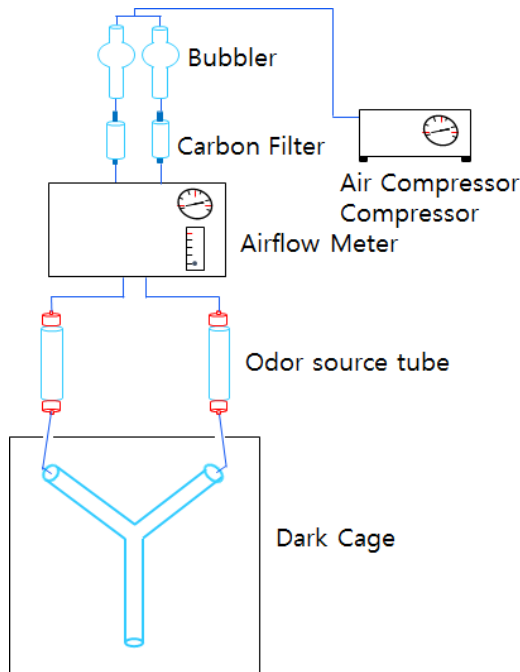


Fig. 3. Diagrams of behavioral choice experiments in insect net cages.

olfactometer는 공기압축기(air compressor, F.LLI GHIOTTO, Italy)와 밸브를 이용하여 공기를 이동시키며, 기포장치와 탄소 여과기((주)청운C&C)를 이용한 걸러진 공기를 통하게 하였고, 공기 유량계를 이용하여 일정한 유속이 흐르게 고안하였다. 처리구인 odor source tube(Φ4 × 21 cm)에는 파리허리노린재를 넣었으며, 다른 한쪽은 무처리로 아무것도 넣지 않았다. Y-tube는 직경 4 cm, 길이 27.5 cm로 2개 arm tube의 각도는 90°이다. 각 arm을 통해 공기는 stem으로 이동하여 stem 말단부에 파리허리노린재를 넣어 두었다. Y-tube test 1과 Y-tube test 2가 있으며, Y-tube test 1은 두 개의 odor source tube 중 하나는 아무것도 넣지 않고 다른 하나는 수컷 10마리를 넣었고, 암컷 1마리를 stem 말단부에 넣었고, Y-tube test 2는 두 개의 odor source tube 중 하나는 아무것도 넣지 않고 다른 하나는 암컷 5마리, 수컷 5마리를 같이 접종 한 후 각각 암컷 1마리, 수컷 1마리를



**Fig. 4.** Schematic of experimental apparatus comprising the Y-tube olfactometer and air delivery system.

stem 말단부에 넣어 선택여부를 확인하였다. 모든 실험은 45반복 하였으며, 30분 후 Y-tube 정 가운데에서 후에 완전히 벗어났을 때 선택하였다고 판단하였다.

### 무리군 생활이 발육에 미치는 영향

파리허리노린재의 단독으로 개체사육을 할 경우에는 이들이 죽거나, 발육기간이 길어지는 원인을 분석하기 위해 4가지 환경에서 파리허리노린재의 발육기간을 조사하였다. 상단에 망이 부착된 사각형 곤충사육통과 망사케이지 조건에서 갓 부화한 1령 약충을 각각 1, 10마리씩 넣어 총 4개의 처리를 두었으며, 각 10반복으로 발육상황을 조사하였다. 환경조건은 25±

2°C, RH 60-70%, 16L:8D이었으며, 매일 충체의 크기와 탈피 각으로 발육기간과 우화율을 조사였다.

### 통계분석

본 연구의 통계분석은 SPSS(IBM SPSS version 21.0) 일원 배치분산분석을 통해 각 결과 간  $p < 0.05$  범위에서 유의성 검정을 수행하였으며, Duncan 사후분석을 통해 처리구간의 유의차를 확인하였다.

### 결과

#### 온도별 발육기간

온도별 파리허리노린재의 발육특성을 조사한 결과, 부화율과 1령 탈피율, 2-4령 탈피율, 우화율은 25°C에서 각각 73.4, 96.6, 83.3, 83.3%로 가장 높게 나타났다. 15°C에서는 부화율이 15.8%로 낮았으며, 2령으로의 탈피율은 90%로 높았지만 이후 모든 개체들이 3령으로 발육하지 못하고 죽었다(Table 1). 부화기간, 발육기간은 온도가 올라감에 따라 발육기간이 짧아지는 경향을 보인 가운데 20°C의 경우 2령 기간이 평균 17일이 소요 되었지만, 이 기간이 길면 3령에서 개체가 죽는 현상이 나타났다. 부화 후 우화하지 못한 개체의 생존기간은 20°C에서 평균 31.4일로 가장 길었지만 최대 생존기간은 59일로, 25°C에서의 64일보다 짧았다. 생존기간이 길었던 개체들은 대부분 3령이 되지 못하고 치사하였으며, 25°C에서 생존기간이 최대 64일까지 길었던 개체들은 5령까지 탈피를 했지만 성충으로 우화하지는 못하였다(Table 2). 선형모형을 이용해 추정할 알의 발육영점온도는 1.2°C, 유효적산온도는 270.3DD이었다. 약충의 령기별 발육영점온도는 각각 1.2, 0.0, 12.0, 12.2, 13.9, 14.1°C였으며, 유효적산온도는 270.3, 91.7, 156.3, 84.7, 89.3, 185.2DD

**Table 1.** Hatching, molting, and eclosion rates of the winter cherry bug at 15, 20, 25, and 30°C

Temperatures	Hatching (1st instar)	1st molting (2nd instar)	2nd molting (3rd instar)	3rd molting (4th instar)	4th molting (5th instar)	Eclosion (Adult)
15°C	15.8	90.0	-	-	-	-
20°C	66.3	100.0	30.0	20.0	16.6	10.0
25°C	73.4	96.6	83.3	83.3	83.3	83.3
30°C	85.7	100.0	16.6	10.0	10.0	6.7
p	0.000*	0.193ns	0.002*	0.000*	0.000*	0.000*

The data was analyzed using Completely randomized one-way analysis of variance, ANOVA, Post Hoc Test by Duncan in SPSS(IBM SPSS version 21.0); \*  $p < 0.050$ , n.s. (not significant).

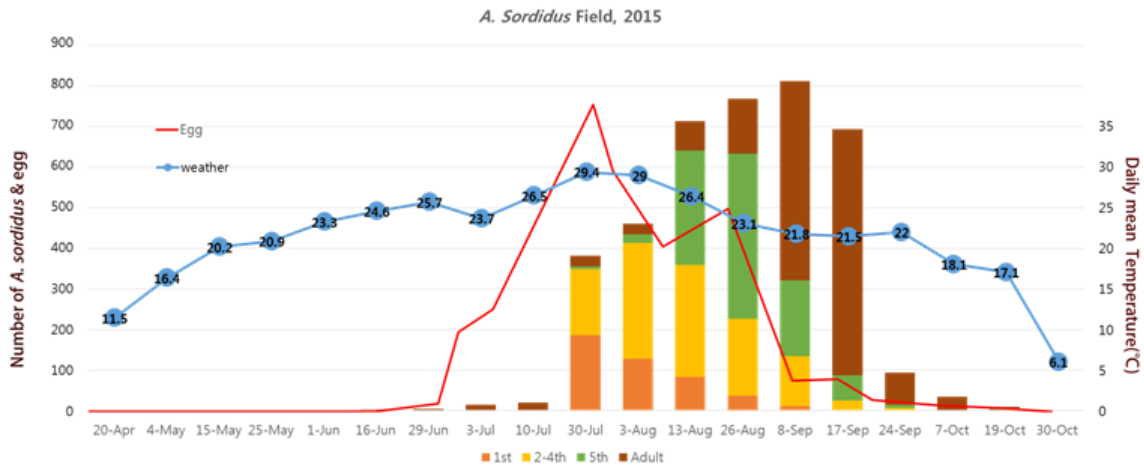
**Table 2.** The duration of each developmental stages in the winter cherry bug at different temperatures

Tem. (°C)	Developmental period (Mean ± SEM)							Non eclosion longevity (days)		
	egg to 1st instar	1st to 2nd instar	2nd to 3rd instar	3rd to 4th instar	4th to 5th instar	5th to adult	1st instar to adult	Mean	Min.	Max.
15	18.3 ± 11.8	6.4 ± 2.9	-	-	-	-	-	15.6	6	44
20	17.4 ± 1.4	5.0 ± 0.0	17 ± 10.3	9.5 ± 0.8	11.6 ± 1.1	21.0 ± 4.4	59.0 ± 3.4	31.4	5	59
25	10.0 ± 2.6	3.0 ± 0.0	7.7 ± 2.1	4.6 ± 0.6	8.5 ± 1.2	21.7 ± 4.1	45.5 ± 5.2	27.8	5	64
30	9.8 ± 0.4	3.4 ± 2.2	12.0 ± 7.6	6.3 ± 1.2	5.7 ± 0.3	11.0 ± 0.0	32.5 ± 0.7	17.2	4	33
p	0.000***	0.100 <sup>ns</sup>	0.184 <sup>ns</sup>	0.175 <sup>ns</sup>	0.570 <sup>ns</sup>	0.020*	0.059 <sup>ns</sup>			

Value represent by Mean±SD, Minimum and maximum days. The data was analyzed using Completely randomized one-way analysis of variance, ANOVA, Post Hoc Test by Duncan in SPSS(IBM SPSS version 21.0); \* p < 0.050, n.s. (not significant).

**Table 3.** Linear regressions analyzing the effects of lower threshold temperatures and on the winter cherry bug

Stages	Regression equation	r <sup>2</sup>	Lower threshold temperature (°C)	Degree days (DD)
egg to 1st instar	y = 0.0037x - 0.0046	0.8414	1.2	270.3
1st to 2nd instar	y = 0.0109x - 0.0002	0.7436	0.0	91.7
2nd to 3rd instar	y = 0.0064x - 0.0765	0.5876	12.0	156.3
3rd to 4th instar	y = 0.0118x - 0.1444	0.676	12.2	84.7
4th to 5th instar	y = 0.0112x - 0.1562	0.967	13.9	89.3
5th to adult	y = 0.0054x - 0.0759	0.8892	14.1	185.2
1st instar to adult	y = 0.0019x - 0.0264	0.9424	13.9	526.3



**Fig. 5.** Occurrence pattern of the winter cherry bug in a pepper field during 2015.

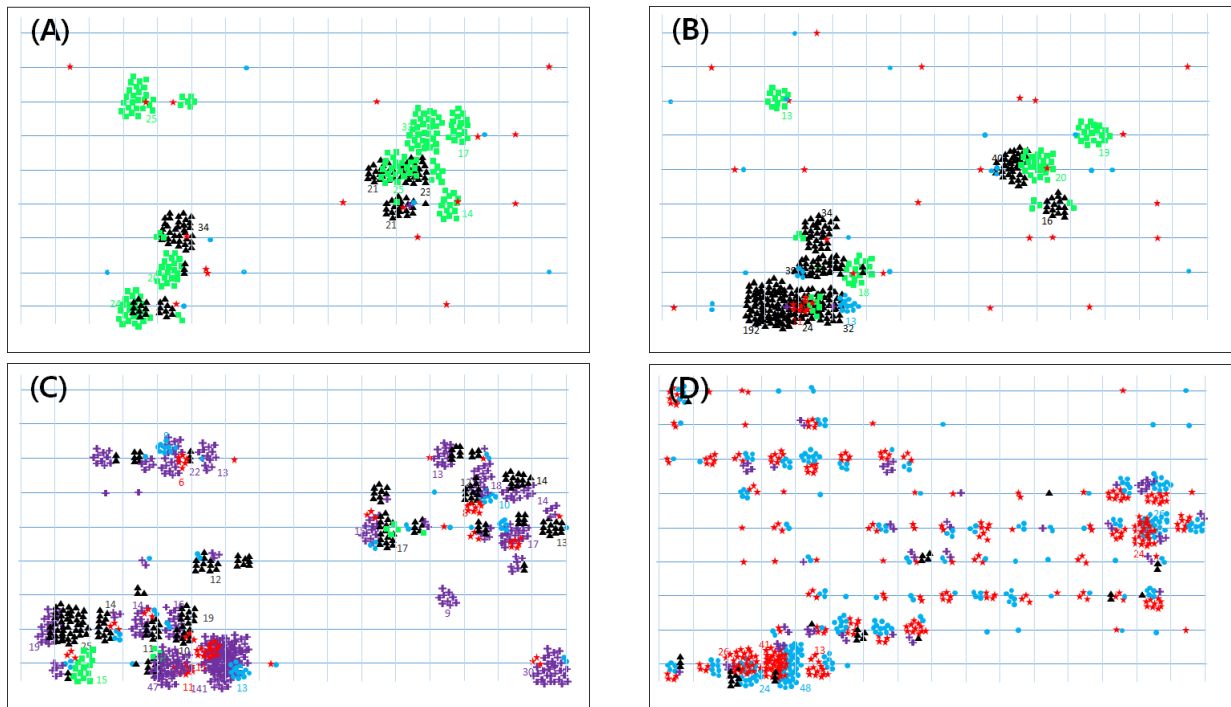
이었다. 1령에서 성충까지 발육하는데 필요한 전체 유효적산 온도는 526.3DD이었다(Table 3).

**야외 발생상과 분포**

야외 고추포장에서 파리허리노린재의 발생양상은 Fig. 5에서 보는 바와 같이, 정식(5월 4일) 1달 후부터 월동 성충이 출현

하였다. 고추 포장에서 파리허리노린재의 알을 전수 조사한 결과, 6월 중순부터 알의 수가 증가하기 시작하여 6월 말에는 최고 749개 알이 조사되었다. 1령 약충은 6월 말부터 9월 말까지 나타나는데, 최성기는 6월 말이었다. 제 2세대 성충은 8월 중순부터 개체수가 증가하여 9월 중순에 최고치를 보이다가 감소하는 경향을 보였다.

파리허리노린재의 포장 내에서의 공간분포 양상을 조사한



**Fig. 6.** Spatial distribution map of the winter cherry bug in a pepper field on July 30 (A), August 13 (B), August 26 (C), and September 17 (D) of 2015. ●: male; ★: female; ■: first nymph; ▲: second to fourth nymph; +: fifth nymph.

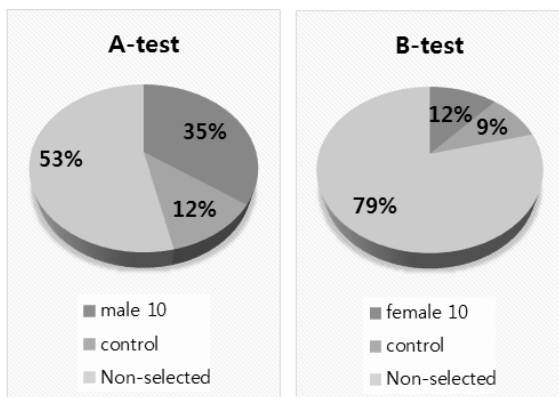
결과, 1명부터 5명 약충까지는 한 곳에서 군집생활을 하다가 성충이 되면 분산하는 것으로 관찰되었는데, 시간이 지날수록 포장 밖으로 이주하는 것으로 조사되었다(Fig. 6).

### 무리군을 위한 행동특성 분석

파리허리노린재의 무리군 형성과정에서 통신화합물의 이용 여부를 망사케이지에서 조사한 결과, 암컷은 수컷이 있는 기주

를 선호하였고, 수컷은 암컷이 있는 기주를 선호하는 경향을 보였지만 일반적으로 큰 차이는 없었다(Fig. 7). 또한 수컷은 망사케이지의 벽에서 배회하는 등 기주를 선택을 하지 않은 경우가 많았다.

Y-tube olfactometer를 이용한 행동분석 결과에서는(Table 4), 암컷 성충은 수컷 성충에 대해 35% 정도가 반응을 보였으나 수컷 성충이 없는 대조구를 선택하거나 처리시간 동안 선택 행동을 보이지 않은 암컷도 각각 36%, 29%로 나타나 처리간 차이가 없었다. 암컷과 수컷이 같이 있는 곳에 대하여 암컷은 42.2%, 수컷은 21%의 선택반응을 나타내었다. 오히려 수컷의 47%는 대조구를 선택하였다.



**Fig. 7.** Two behavioral choice tests were performed in insect net cage. For 1 hour, a single subject was given the option between 10 males (A-test) or 10 females (B-test) on pepper plant. Each test was repeated 45 times.

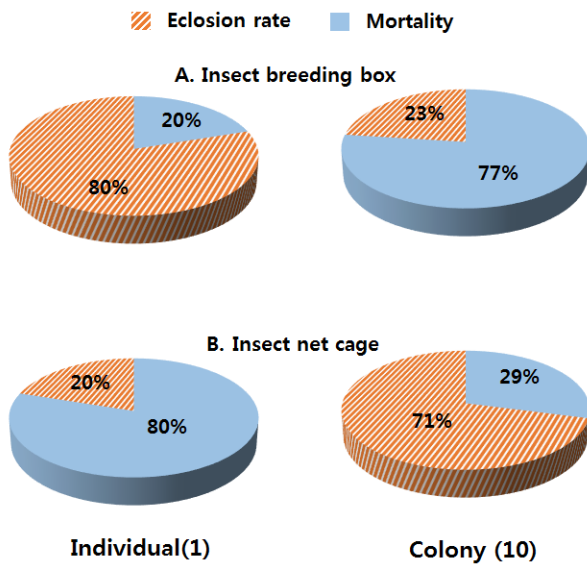
### 무리군이 발육에 미치는 영향

파리허리노린재는 실내에서 사각형 곤충사육통에서 개체 사육할 경우 80%정도가 성충이 되지 못하고 대부분 2령에서 죽는 양상을 보였다(Fig. 8). 그러나 10마리씩 집단사육할 경우에는 77%가 우화에 성공하는 것으로 조사되었다. 따라서 파리허리노린재는 좁은 공간에서는 개체로 있는 것보다 무리군을 이루는 것이 발육에 유리한 것으로 보인다. 반면에 망사케이지에서는 1마리씩 개체로 사육할 경우 우화율이 높다. 개체사육의 경우 우화율은 80%이었지만, 10마리씩 집단사육의 우화율

**Table 4.** Two-choice tests examining preferences for colony formation. Tests were performed in a Y-tube olfactometer for 30 minutes. Each test was repeated 45 times

Y-tube 1		10 males	Control	Non-selected	p
	Female	35%	36%	29%	0.819 <sup>ns</sup>
Y-tube 2		5 males and 5 females	Control	Non-selected	
	Female	42.2%	24.4%	33.3%	0.344 <sup>ns</sup>
	Male	21.0%	47.0%	31.5%	0.368 <sup>ns</sup>

The data was analyzed using Non-parametric chi-squared Test in SPSS(IBM SPSS version 21.0), n= 45, \* p < 0.050, n.s. (not significant).



**Fig. 8.** Eclosion rate and mortality of individual and colony experiments in insect breeding boxes (A) and insect net cages (B).

은 29%로 큰 차이를 보이고 있다.

파리허리노린재가 알에서 부화 후 성충으로 발육하기까지 발육기간을 비교 하였을 때(Table 5), 사각형 곤충사육통에서 1마리씩 개체 사육하는 경우에는 평균 31.0일이 소요되는 반면에 10마리씩 집단 사육하는 경우에는 평균 39.9일로 발육이 지연되었다. 망사케이지에서는 1마리씩 개체 사육에서 평균 46.8일이 소요되었지만, 10마리씩 집단 사육을 할 경우에는 40.4일로 발육기간이 짧아짐을 알 수 있다.

## 고찰

파리허리노린재는 가지과에 피해를 주는 해충으로 현재까지 우리나라에서 대발생한 사례는 없으나, 가지과와 메꽃과 작물 등 넓은 기주를 갖고 있어 돌발해충이 될 가능성이 크다. 파리허리노린재는 야외에서 주로 고추에서 많이 발생하는 것을 볼 수 있었으며, 이외에도 가지와 구기자, 파프리카, 고구마 등

에서 흡즙하는 것이 확인되었다. 실내에서는 토마토에서도 확인이 되었는데, 토마토와 고추가 같이 있는 경우 고추를 더 선호하고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 파리허리노린재는 *Duboisia leichhardtii* 나무에서 alkaloids atropine과 scopolamine을 섭취하는 것으로 알려져 있는데(Kitamura et al., 2004) 이러한 성분들은 기주식물에 대한 선호도에 영향을 미치거나 나아가 인공먹이원으로 이용할 수 있는 가능성이 있다.

파리허리노린재 1령 약충은 앞 뒷면에서 무리군을 형성하고 있으며, 따로 먹이를 섭식 하지 않는다. 2령으로 탈피 한 후부터 먹이를 찾기 위해 이동하기 시작하는데, Nakajima와 Fujisaki (2012a)에 따르면 파리허리노린재 2령 약충의 다리길이 비율이 상대적으로 다른 령기보다 길어 기주식물을 찾아 갈수 있는 운동능력을 갖게 된다. 파리허리노린재는 앞에서 잎맥을 흡즙하기도 하지만 대부분 줄기에서 무리를 지어 흡즙한다. 포장에서 관찰한 결과에 의하면, 파리허리노린재가 많은 고추는 전체적으로 시들음 증상이 나타나며, 피해가 심해지면 잎이 떨어지기도 한다. 그러나 파리허리노린재 발생 초기에는 식물에 피해가 거의 없는 것처럼 보이며, 세밀하게 관찰하지 않으면 육안으로 피해를 확인하기는 어렵다.

파리허리노린재는 5월말부터 성충이 출현하여, 10월에는 성충의 개체수가 현저히 줄어든다. 성충은 실내 사육시 수명이 다할 때까지 계속해서 산란하나, 산란횟수와 주기는 일정하지 않다. 암컷 성충은 주로 앞 뒷면에 산란하지만 앞면과 동종 성충의 등판에 산란하기도 한다. 파리허리노린재는 온도가 올라갈수록 알과 약충의 발육기간이 빨라지는데, 우화율이 높았던 25℃에서 알에서부터 종령 약충까지의 발육기간은 45.5일이었다. 알에서의 부화율은 30℃에서 가장 빠른 9.8일이 소요되었다. 전체적인 발육기간을 25±2℃의 조건에서 살펴보면, 톱다리개미허리노린재(Bae et al., 2005), 시골가시허리노린재, 우리가시허리노린재(Paik et al., 2007)보다 파리허리노린재의 발육기간이 약 10일정도 느렸다. 야외에서 파리허리노린재는 연 1세대 발생하지만, 실내에서는 최대 4-5세대까지 확인이 가능했다. 이러한 특성은 향후 지구 온난화 등 기후변화에 따라

**Table 5.** Comparisons of winter cherry bug developmental periods from egg to adult between individual and colony cultures, as well as between breeding boxes and net cages

		Developmental period (days)							Non eclosion longevity of <i>A. sordidus</i> (days)	
		Egg to 1 <sup>st</sup> Instar	1 <sup>st</sup> to 2 <sup>nd</sup> instar	2 <sup>nd</sup> to 3 <sup>rd</sup> instar	3 <sup>rd</sup> to 4 <sup>th</sup> instar	4 <sup>th</sup> to 5 <sup>th</sup> instar	5 <sup>th</sup> to adult	1 <sup>st</sup> to adult (Total)		
Breeding box	Individual	Max.	9.0	25.0	7.0	4.0	6.0	13.0	33.0	25.0
		Min.	9.0	3.0	7.0	3.0	6.0	10.0	29.0	3.0
		Mean ± SD	9.0 ± 0.0	9.8 ± 9.0	7.0 ± 0.0	3.5 ± 0.7	6.0 ± 0.0	11.5 ± 2.1	31.0 ± 2.8	11.2
	Colony	Max.	11.0	3.0	18.0	5.0	13.0	37.0	63.0	31.0
		Min.	9.0	1.0	3.0	2.0	5.0	4.0	28.0	1.0
		Mean ± SD	10.2 ± 0.6	2.8 ± 0.4	6.9 ± 1.9	4.3 ± 0.7	7.0 ± 1.6	18.4 ± 7.0	39.9 ± 7.9	10.0 ± 0.0
	p	0.000*	0.023*	0.000*	0.098 <sup>ns</sup>	0.000*	0.000*	0.000*	-	
Net cage	Individual	Max.	10.0	4.0	13.0	8.0	14.0	27.0	53.0	4.0
		Min.	10.0	3.0	5.0	3.0	4.0	15.0	38.0	4.0
		Mean ± SD	10.0 ± 0.0	3.1 ± 0.3	7.8 ± 2.5	6.0 ± 1.9	7.0 ± 3.2	20.0 ± 3.5	46.8 ± 5.1	4.0
	Colony	Max.	10.0	20.0	43.0	16.0	26.0	24.0	63.0	67.0
		Min.	9.0	2.0	1.0	4.0	4.0	12.0	32.0	1.0
		Mean ± SD	10.1 ± 2.6	3.6 ± 1.9	15.2 ± 11.6	5.8 ± 2.4	7.5 ± 4.6	17.0 ± 2.9	40.4 ± 7.3	24.3 ± 0.0
	p	0.951 <sup>ns</sup>	0.335 <sup>ns</sup>	0.141 <sup>ns</sup>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	-	

Values are minimum and maximum number of days, mean ± SD. Means with different lowercase letters in the same column are significantly different, according to one-way ANOVA (ns: not significant; \*P < 0.05).

세대수가 증가하여 결국 농작물에 피해를 줄 수 있다는 가능성을 내포하고 있다.

파리허리노린재의 가장 큰 특징 중 하나는 무리군을 이루어 생활하는 것이다. 성충이 되기까지 모여 서식하는데, 같은 기주 내에서는 움직이기는 하지만 무리를 벗어나는 경우는 적다. 1령때부터 군집생활을 하는 습성은 일본에서의 선행연구에도 기록되어 있다(Fujisaki, 1975). 이러한 무리는 주로 천적과 같은 다른 생물체의 방해로 해체되고 주변이 안정되면 다시 무리군을 형성하는데, 이 과정에서 처음에 무리를 지었던 개체들이 아닌 가까이 있는 새로운 개체들로 무리를 재형성하는 것이 쉽게 관찰된다.

노린재목에서 통신화합물을 이용하여 무리군을 형성하는 사례는 많은 보고가 되어 있다(Leal et al., 1996). 톱다리개미허리노린재의 경우 수컷이 집합페로몬을 사용하여 무리군을 형성하고, 이러한 습성은해충으로써의 예찰과 방제에 이용되기도 한다(Leal et al., 1995). 파리허리노린재가 무리군을 형성하는 것은 통신화합물로 추정될 수 있지만(Nakajima et al., 2012), 본 연구의 행동실험 결과는 통신화합물이 아닌 수컷 성충의 교미행동과 관련된 행동습성이 더 큰 요인일 것으로 사료된다. 선택행동 반응 실험에서 파리허리노린재 암컷은 주로 수컷을 선택하는 경향을 보인 반면, 수컷은 성비와 상관없이 배회

하는 행동특성을 보였다. 이러한 결과는 Fujisaki (1981)의 결과와도 유사하다. 하지만 통신화합물이 무리군 형성에 관여한다는 가능성을 배제할 수 없으며, 추후 파리허리노린재에 대한 통신화합물 분석과 군집 형성에 미치는 영향 등 후속 연구가 필요하다.

파리허리노린재 약충의 경우 비교적 좁은 공간에서 무리군 형성 여부에 따라 발육이 달라지는 특성을 보였다. 알에서 부화 후 성충이 되기까지 개체사육 보다는 군집으로 사육할 경우 생존율이 높고 발육기간이 짧아지는 경향을 보였다. Fujisaki (1980)에 의하면 약충은 적절히 붐비는 조건에서 더 좋은 발달을 할 수 있다 하였다. 군집 형성 여부에 따른 발육특성의 차이는 다른 종류의 노린재와(Kiritani, 1964; Kiritani and Kimura, 1966; Ralph, 1976) 바퀴벌레에서 보고된 사례가 있다(Chu, 1991). 하지만 곤충사육통 약 6배 크기의 넓은 공간에서는 개체사육과 집단사육 여부에 따라 발육특성의 차이를 보이지 않은 것으로 보아 군집 형성 여부 못지않게 서식 공간의 확보 정도에 따라 발육의 차이를 보이는 것으로 사료된다.

## Literature Cited

Ahn, S.J., 2010. Hemiptera of Korea, Piltong Publ. Seoul. pp 76.



- Bae, S.D., Kim, H.J. Park, C.G. Lee, G.H., Park, S.T., 2005. The development and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at temperature conditions. Kor. J. Appl. Entomol. 44, 325-330.
- Blackmer, J., Rodriguez-saona, C., Byers, J., Shope, K., Smith, J., 2004. Behavioral response of *Lygus hesperus* to conspecifics and headspace volatiles of alfalfa in a Y-tube olfactometer. J. Chem. Ecol. 30, 1547-1564.
- Campbell, A., Frazer, B.D., Gilbert, N., Gutierrez, A.P., Mackauer. M., 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11(2), 431-438.
- Choi, S.K., Seo, K.G., 2012. Studies on growth characteristics and yield of *Solanum nigrum* L. Kor. J. Plant Res. 25(5), 596-602.
- Chu, J.G., 1991. Communal behavior of insect (ed.). Minumsa, Seoul, 86-90.
- Fujisaki, K., 1975. Breakup and re-formation of colony in the first-instar larvae of the winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus* Thunberg (Hemiptera: Coreidae), in relation to the defense against their enemies. Res. Popul. Ecol. 16, 252-264.
- Fujisaki, K., 1980. Studies on the mating system of the winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus* Thunberg (Hemiptera: Coreidae) I. Spatio-temporal distribution patterns of adults. Res. Popul. Ecol. 21, 317-331.
- Fujisaki, K., 1981. Studies on the mating system of the winter cherry bug, *Acanthocoris sordidus* Thunberg (Hemiptera: Coreidae) II. Harem defence polygyny. Res. Popul. Ecol. 23, 262-279.
- Huh, H.S., Yun, J.E., Takashi, W., Nobuo, M., Park, C.G., 2008. Composition of the aggregation pheromone components of Korean bean bug and attractiveness of different blends. Kor. J. Appl. Entomol. 47(2), 141-147.
- Izutsu, M., Ueda, S., Ishii, S., 1970. Aggregation effects on the growth of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Blattaria: Blattellidae). Appl. Entomol. Zool. 5, 159-171.
- Kiritani, K. 1964. The effect of colony size upon the survival of larvae of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Appl. Entomol. Zool. 8, 45-54.
- Kiritani, K., Kimura, K.K., 1966. A study on the nymphal aggregation of the cabbage stink bug, *Eurydema rugosum* Motschulsky (Heteroptera: Pentatomidae). Appl. Entomol. Zool. 1, 21-28.
- Kitamura, Y., Tominaga, Y., Ikenaga, T., 2004. Winter cherry bugs feed on plant tropane alkaloids and de-epoxidize scopolamine to atropine. J. Chem. Ecol. 30, 2085-2090.
- Leal, W.S., Higuchi, H., Mizutani, N., Nakamori, H., Kadosawa, T., Ono M., 1995. Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): Conspecific nymphs and egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. J. Chem. Ecol. 21, 973-985.
- Leal, W.S., Kuwahara, S., Shi, X., Higuchi, H., Marino, C.E., Ono, M., Meinwald, J., 1998. Male-released sex pheromone of the stink bug *Piezodorus hybneri*. J. Chem. Ecol. 24, 1817-1829.
- Leal, W.S., Ueda, Y., Ono, M., 1996. Attractant pheromone for male rice bug, *Leptocorisa chinensis*: semiochemicals produced by both male and female. J. Chem. Ecol. 22, 1429-1437.
- Lim, U.T., 2013. Occurrence and control method of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae): Korean perspectives. Kor. J. Appl. Entomol. 52, 437-448.
- Nakajima, Y., Fujisaki, K., 2012a. Comparison of relative growth patterns of nymphal legs in relation to the oviposition habits of three heteropteran species. Appl. Entomol. Zool. 47, 61-65.
- Nakajima, Y., Fujisaki, K., 2012b. Interpopulation variation in egg size in the winter cherry bug relative to oviposition site selection. Entomol. Exp. Appl. 144, 317-325.
- Nakajima, Y., Nakagawa, R., Fujisaki, K., 2012. Interactions between the winter cherry bug *Acanthocoris sordidus* (Hemiptera: Coreidae) and its egg parasitic wasps. Appl. Entomol. Zool. 47, 35-44.
- Paik, C.H., Choi, M.Y. Seo, H.Y. Kim, J.D., 2007. Effects of temperature on the development and reproduction of *Cletus punctiger* Dallas and *Cletus schmidtii* Kiritshenko (Heteroptera: Coreidae) on rice. Kor. J. Appl. Entomol. 46(1), 51-56.
- Plimmer, J.R., Inscoc, M.N., McGovern, T.P., 1982. Insect attractants. Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. 22, 297-320.
- Ralph, C.P., 1976. Natural food requirements of the large milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Hemiptera: Lygaeidae), and their relation to gregariousness and host plant morphology. Oecologia. 26, 157-175.
- Ryu, T.H., Kang, C.Y., Jung, Y.B., Ko, N.Y., Kwon, H.R., Seo, M.J., Yu, Y.M., Youn, Y.N., Kim, Y.G., 2014. Occurrence patterns of insect pests in the field of *Lycium chinense* under environment-friendly management. CNU J. Agricul. Sci. 41(4), 341-350.
- Tomokuni, M., 1993. A field guide to Japanese bugs: Terrestrial heteropterans, Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Publishing. 350pp.