

콩 가로줄노린재(*Piezodorus hybneri*)의 형태적 특징 및 온도별 발육특성

백채훈* · 이건휘¹ · 최만영 · 서홍렬 · 김재덕
작물과학원 호남농업연구소, ¹작물과학원 영남농업연구소

Morphological Characteristics and Effects of Temperature on the Development of *Piezodorus hybneri* (Gmelin) (Hemiptera: Pentatomidae) on Soybean

Chae-Hoon Paik*, Geon-Hwi Lee¹, Man-Young Choi, Hong Yul Seo and Jae Duk Kim

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Republic of Korea

¹Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Milyang 627-130, Republic of Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate morphological characteristics and effects of temperature on the development of *Piezodorus hybneri* on soybean. The unibanded stink bug, *Piezodorus hybneri*, is a serious insect pest in soybean fields giving damage to seeds in pod and leaves of soybean lowering both quality and yield. Eggs were spherical and laid in two rows on the leaves and pods of soybean plants. Body lengths of females and males were 9.8 mm and 8.7 mm, respectively. Egg hatch rates were better in higher temperature within the range of examined temperatures, which ranged in 81.2~93.2 %. The development periods of eggs at the temperatures of 20, 25, 30 and 35°C were 10.7, 5.0, 4.0, and 3.0 days, respectively. Mean developmental periods of 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th nymphs at 25°C were 3.2, 3.4, 3.4, 3.3 and 5.9 days, respectively. Development threshold and effective accumulative temperature were 13.3°C and 65.5 DD (day degree) for egg stage, 9.9°C and 322.8 DD for nymph stage, 10.7°C and 386.4 DD from egg to adult, respectively. Oviposition began from 10 days after emergence at 25°C, and the longevity of female and male were 52.5 and 38.2 days, respectively. Total number of eggs and egg masses laid by a female at 25°C were 496 and 21.3, respectively. The longevity of adult female was shortened with increasing temperature, whereas the total numbers of eggs laid by a female were decreased.

KEY WORDS : *Piezodorus hybneri*, Unibanded stink bug, Soybean, Morphological characteristics, Development

초 록 : 콩에 큰 피해를 주는 가로줄노린재의 형태적 특징 및 온도별 발육특성을 조사하였다. 알은 2줄씩 콩잎이나 꼬투리에 산란하고 원형에 가까우며, 암컷 성충의 체장은 9.8 mm, 수컷 성충은 8.7 mm로 암컷이 수컷에 비하여 크다. 부화율은 20, 25, 30 및 35°C에서 81.2~93.2%로 온도가 증가함에 따라 높아졌으며, 알의 평균발육기간은 20, 25, 30 및 35°C에서 각각 10.7, 5.0, 4.0 및 3.0일이다. 25°C에서 1령, 2령, 3령, 4령 및 5령 약충의 평균발육기간은 각각 3.2, 3.4, 3.4, 3.3 및 5.9일로 온도가 증가할수록 발육기간이 짧아졌다. 각 태별 발육영점온도와 유효적산온도는 알은 13.3°C와 65.5일도, 약충은 9.9°C와 322.8일도, 알에서 약충까지는 10.7°C와 386.4일도였다. 25°C에서 산란전기간은 10.0일, 성충수명은 암컷이 52.5일, 수컷이 38.2일로 암컷이 수컷에 비하여 수명이 길었으며, 이때 성충 한 마리의 총 산란수는 496개였고, 난괴수는 21.5개였다.

검색어 : 가로줄노린재, 노린재, 콩, 형태적 특징, 발육

*Corresponding author. E-mail: paikch@rda.go.kr

중요한 식량자원인 콩은 우리나라를 비롯하여 동북아시아 지역이 원산지이고, 약 2천 5백년 전부터 우리의 식생활 문화에 깊숙이 관여하여 단백질과 지방의 공급원으로서 중요한 역할을 해 왔다. 콩은 재배가 용이하고 넓은 환경에 적응할 수 있는 작물로서 우리나라에서는 단작 또는 다른 작물과의 전, 후작으로 재배되고 있다 (Park *et al.*, 2001). 또한 국가적으로 논에 콩재배를 권장하고 있고, 콩의 수량증대를 위한 대단위 재배단지의 조성 및 고온화의 영향으로 노린재류의 월동이 용이해지고, 다세대가 중복 발생함에 따라 피해가 급증할 것으로 추정하였다(Lee *et al.*, 2004). 노린재류는 세계적으로 벼, 콩 등 식량작물뿐만 아니라 참깨, 과수, 화훼, 약용작물까지 거의 모든 작물에 피해를 주는 것으로 알려져 있는데 (Theramoto and Nagi, 1983; Honda, 1986; Kono 1989a), 특히 콩(Son *et al.*, 2000)과 단감(Chung *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2001, 2002) 등에 큰 피해를 주고 있다. 우리나라에서 콩에 발생하는 주요 노린재류는 톱다리개미허리노린재(*R. clavatus*), 풀색노린재(*N. antennata*), 알락수염노린재(*D. baccarum*), 가로줄노린재(*P. hybneri*) 등 20종으로 알려져 있으며(Kang *et al.*, 2003), 일본에서는 6과 31종의 노린재류가 콩에 피해를 주고 있다고 보고되었다(Tomokuni, 1993). 이들 노린재류 중 톱다리개미허리노린재와 가로줄노린재의 피해는 콩의 수량 및 품질을 떨어뜨리는 주요인이 되고 있는데, 그 중에서 톱다리개미허리노린재는 대체로 기온이 높을 때, 가로줄노린재는 기온이 서늘할 때 많이 발생하여 주로 종실에 피해를 주는 것으로 보고되었다(Son *et al.*, 2000). 또한 콩의 주요 해충인 톱다리개미허리노린재에 대한 발생, 생리, 생태 및 방제법 등에 대한 연구 보고는 많지만(Ito, 1982; Lee *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2004; Natuhara, 1985; Son *et al.*, 2000), 가로줄노린재에 대한 기본적인 생태적 특성에 대한 연구가 거의 되어있지 않은 실정이다. 특히, 호남지방은 나물콩이 가장 많이 재배되는 지역으로 꼬투리 형성시기부터 가로줄노린재가 발생하여 큰 피해를 준다. 가로줄노린재를 효과적으로 방제하기 위해서는 발육영점과 유효적산온도를 근거로 연간 발생횟수와 포장상태에서 발생시기를 예측하는 것이 중요하다(Utida, 1957; Kidokoro, 1978; Kono, 1989b). 따라서 본 연구에서는 호남지방 나물콩에 발생하는 가로줄노린재의 형태학적 특징과 생물학적 특성 특히 발육영점온도와 유효적산온도를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

형태적 특징 및 총태별 크기

가로줄노린재(*Piezodorus hybneri*)의 형태적 특징에 대한 연구는 2005년 9월에 전북 김제시 나물콩 포장에서 채집한 성충과 알을 대상으로 하였고, 알, 약충, 성충의 총태별 크기는 나물콩 포장에서 채집된 알을 사육실(온도 23~27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%)에서 부화시켜 명주나물콩 꼬투리를 먹이로 공급하면서 사육한 개체들을 대상으로 실체현미경(모델명: Stereo Discovery V12, 칼자이스)하에서 30반복 측정하였다.

실험곤충 사육

2002년 전북 김제시 나물콩 포장에서 가로줄노린재 성충을 채집하여 사육실(온도 23~27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%)에서 누대사육한 개체들을 이용하였다. 아크릴 케이지(35×35×50 cm) 안에 강낭콩 떡잎, 나물콩(품종: 명주나물콩) 꼬투리, 파충 후 20일 된 나물콩을 먹이로 공급하면서 사육하였다. 강낭콩 떡잎과 나물콩 꼬투리는 소형 페트리접시(직경 5.5 cm, 높이 1.2 cm)에 증류수를 약간 적신 탈지면을 깔고 그 위에 올려 둠으로서 먹이가 마르지 않도록 하였다.

온도별 발육기간

온도별(20, 25, 30 및 35°C) 발육기간은 사육실 조건에서 나물콩에 산란된 알을 매일 수거하여 각 온도별 향온기(16L:8D, RH 60~70%)에 넣은 후 부화하는 약충을 매일 조사하였다. 갓 부화한 약충은 페트리접시(직경 9 cm, 높이 3 cm)에 명주나물콩 꼬투리와 수분을 공급하고 1마리씩 집종한 다음 각 온도별 향온기에서 약충기간 등 생태적 특성을 30반복 조사하였다.

온도별 성충수명 및 산란수

가로줄노린재의 성충수명 및 산란수는 25, 30 및 35°C 향온기(광주기 16L:8D, 상대습도 60~70%) 내에서 성충 각각 1쌍씩(<24 h)을 페트리접시 내에 집종한 후 24시간마다 육안으로 조사하였다. 성충의 수명은 우화 후 치사할 때까지의 일수로 하였고 24~48반복을 관찰하였다. 먹이는 명주나물콩 꼬투리를 2일 간격으로 교체 공급해 주었다.

자료분석

약충의 발육기간, 성충수명 및 산란수에 대한 결과는 SAS Institute(1996)의 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중검정으로 비교하였다. 또한 평균 발육기간의 역수값과 온도간 구한 직선회귀식을 통해 각 발육단계별 발육영점과 유효적산온도를 구하였다.

결과 및 고찰

형태적 특징 관찰, 총체 크기 및 행동습성

가로줄노린재의 발육단계별 형태적 특징을 살펴보면

(Table 1, Fig. 1), 알은 길이가 0.8 mm, 폭이 각각 0.5 mm(長徑), 0.4 mm(短徑)로 원형에 가까우며 갓 산란된 알은 검은색이지만 부화직전에는 검붉은색 이었다. 알은 2줄씩 콩 잎이나 꼬투리에 산란하며(Fig. 1A), 마지막 알은 항상 가로로 붙여 산란하는 특징을 가지고 있었다. 갓 부화한 1령 약충은 연한 빨간색으로 알 옆에 움직이지 않고 붙어 군집생활을 하며(Fig. 1B), 2령 약충부터 먹이를 찾아 분산하기 시작하였다. 약충의 길이와 폭을 조사한 결과, 1령 약충은 각각 1.1 mm, 0.8 mm, 3령 약충은 각각 4.2 mm, 3.2 mm, 5령 약충은 각각 7.9 mm, 5.1 mm로 성장할수록 움직임이 매우 빨라졌다. 2령 약충의 형태는 등판에 가로로 4개의 띠를 가지고 있으며, 가운데 2개의 띠가 매우 두꺼웠다. 암컷 성충의 체장과 체폭은 각각

Table 1. Sizes of egg, nymph and adult of *P. hybneri*

Stages	Body size (mm)				
	Length(Mean±SD) ¹	Range	Width (Mean±SD)	Range	
Egg	0.8±0.02	0.7~0.8	0.5±0.02, 0.4±0.02	0.4~0.5	
Nymph	1st	1.1±0.13	0.8~1.2	0.8±0.07	0.7~0.9
	2nd	1.6±0.08	1.5~1.8	1.3±0.08	1.1~1.4
	3rd	4.2±0.61	3.7~4.6	3.2±0.35	3.0~3.5
	4th	6.8±0.66	6.1~7.3	4.8±0.08	4.8~4.9
	5th	7.9±0.17	7.6~8.0	5.1±0.20	4.9~5.3
Adult	Female	9.8±0.32	9.3~10.2	5.8±0.21	5.4~6.2
	Male	8.7±0.52	7.4~9.8	5.2±0.19	4.9~5.5

Means of 30 individuals

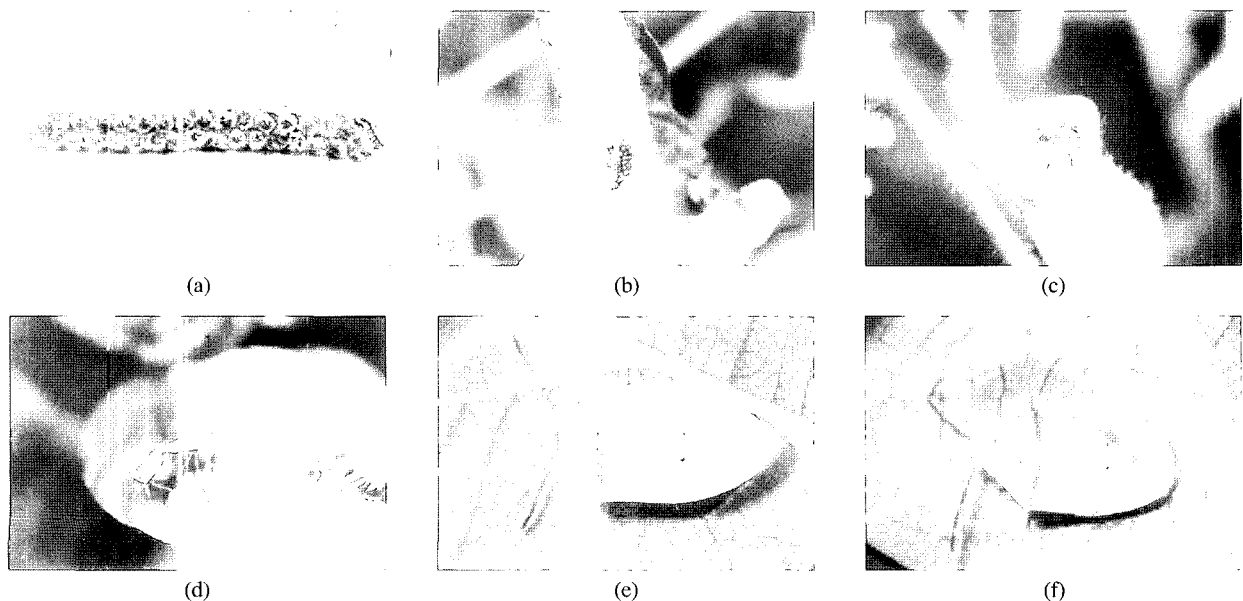


Fig. 1. Feature of each stage of *P. hybneri* (a: egg, b: hatching nymph, c: 4th nymph, d: mating adult, e: adult male, f: adult female).

9.8 mm와 5.8 mm이고, 수컷 성충은 각각 8.7 mm와 5.2 mm로 암컷이 수컷에 비하여 크며, 몸은 연한 황갈색 또는 연두색이고 광택을 띠었다. 암컷 성충의 앞가슴등판의 어깨모서리를 연결하는 능선부에는 빨간색의 가로띠가 있고, 수컷 성충은 흰색의 가로띠가 있으며, 등판에는 2개의 작은 흑갈색의 점이 있었다.

온도별 발육기간

가로줄노린재의 온도별 알 기간 및 부화율을 조사한 결과(Table 2), 알기간은 20, 25, 30 및 35°C에서 각각 10.7, 5.0, 4.0 및 3.0일로, 20°C에서 가장 길었고 온도가 높아질수록 알 발육기간이 짧아졌다. 부화율은 20, 25, 30 및 35°C에서 각각 81.2, 87.8, 93.2 및 81.6%로 본 실험의 온도조건에서는 30°C가 부화 최적조건이었다. Higuchi and Mizutani(1993)는 콩 포장에서 채집된 암컷 성충을 25°C를 유지한 실험실에서 사육하여 산란된 알을 사육일수별 부화율을 조사하였는데, 전체 알의 부화율은

83.7%였고, 사육을 시작한지 20일까지의 부화율이 85% 이상이었다고 보고하였다. 본 조사에서도 20°C에서 35°C까지 부화율이 80% 이상이었고, 25°C의 경우 87.8%로 거의 유사한 경향을 보였다. 가로줄노린재 1령, 2령, 3령, 4령 및 5령 약충의 온도별 발육기간(Table 3)은 20°C에서 각각 5.0, 7.0, 5.8, 6.5 및 11.9일로 전체 46.9일이 소요되었고, 35°C에서는 1.9, 2.5, 2.4, 2.6 및 3.8일로 13.2일이 소요되어 고온에서 발육기간이 짧아지는 경향을 보였다. 또한, 약충 각 태별 발육기간은 실험 온도조건에서 1령, 2령, 3령, 4령보다 5령 약충의 발육기간이 다소 긴 경향이었으며, 1령에서 5령까지의 약충 전체 발육기간은 20, 25, 30 및 35°C에서 각각 36.2, 19.2, 15.3 및 13.2일로, 35°C에 비하여 20, 25 및 30°C의 약충 발육기간은 각각 2.7, 1.5 및 1.2배 정도 길었다(Table 3). 또한, 가로줄노린재의 각 발육단계별 발육영점과 유효적산온도는 알이 13.3°C 및 65.5일도, 약충이 9.9°C 및 322.8일도, 알에서 약충까지는 10.7°C 및 386.4일도 이었다(Table 4). 온대지역 곤충의 발육영점은 보통 10°C 전후인 경우가 많은데,

Table 2. Hatchability and egg period of *P. hybneri* at different temperatures

Temp. (°C)	No. of eggs tested	Hatchability (%)	Egg period (days) ^a	Range
20	85	81.2	10.7±0.44d	10.0~11.0
25	74	87.8	5.0±0.00c	5
30	88	93.2	4.0±0.00b	4
35	86	81.6	3.0±0.00a	3

a Means followed by the same letters are not significantly different (P=0.05; DMRT)

Table 3. Developmental periods of nymphs of *P. hybneri* at the different temperatures under 60±5% RH and 16L:8D photoperiod

Temp. (°C)	No. of Individuals tested	Developmental periods of nymphs (days) ^a					
		1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
20	31	5.0±0.43c	7.0±0.79d	5.8±0.33d	6.5±0.51d	11.9±0.75d	36.2±0.94d
25	42	3.2±0.50b	3.4±0.13c	3.4±0.52c	3.3±0.32c	5.9±0.47c	19.2±0.68c
30	48	2.0±0.00a	2.8±0.39b	2.8±0.33b	2.9±0.23b	4.8±0.39b	15.3±0.67b
35	24	1.9±0.01a	2.5±0.60a	2.4±0.50a	2.6±0.51a	3.8±0.43a	13.2±1.04a

a Means followed by the same letters are not significantly different (P=0.05; DMRT)

Table 4. Threshold temperature of development (DT) and total effective temperature (ET) for egg, nymphs, and egg-nymph of *P. hybneri*

Life stage	Regression equation (r ²) ^a	DT (°C)	ET (DD)
Egg	Y=0.0154X-0.2041 (r ² =0.99)	13.3	65.5
Nymph	Y=0.0031X-0.0311 (r ² =0.98)	9.9	322.8
Egg-nymph	Y=0.0026X-0.0281 (r ² =0.98)	10.7	386.4

a Y=aX+b, where Y is the rate of development (1/days), and X is the temperature.

발육영점이 낮은 온도에서 발생하는 종류는 북방계통이며, 높은 온도에서 발생하는 종류는 열대지역계통이 많은 것으로 알려져 있다(Utida, 1957). 본 연구에서 가로줄노린재의 발육영점온도가 10℃ 전후로 나타나 북방계통인 것으로 추정된다. Ito(1983)는 봄에 개화하여 종자를 갖는 4가지 식물체에 대하여 가로줄노린재가 콩으로 이동하기 전에 먹이로서 이용 가능성을 조사하였다. 사육실 조건에서 이 식물체들을 먹이로 공급하면서 2~5령 약충까지의 발육기간을 조사하였는데, 큰개불알풀(*Veronica persica* Poir)과 살갈퀴(*Vicia angustifolia* L.)에서는 발육하지 못하고, 자운영(*Astragalus sinicus* L.)에서는 암컷, 수컷 약충 발육기간이 각각 15.6일, 15.9일이었다. 본 조사결과와 비교하였을 때 같은 조건(25℃)에서 1령 약충 기간이 3.2일, 2~5령 약충 발육기간이 16.0일로 나타났는데, 자운영을 먹이로 공급하였을 때와 유사하였다.

온도별 성충수명 및 산란수

온도가 높아짐에 따라 산란전기간, 성충수명, 산란수 및 난피수 등이 전체적으로 감소하였다. 25℃에서 산란전기간이 10.0일로 가장 길었고, 온도가 높아짐에 따라 짧아져 35℃에서 5.4일로 우화 6일 후에는 암컷 성충이 대부분 산란하기 시작하였다. 35℃에서 산란전기간은 5.4일, 성충수명은 암컷이 25.9일, 수컷이 11.7일로 암컷이 수컷에 비하여 수명이 길었으며, 이때 성충 한 마리의 총산란수는 121개 이었고, 난피수는 7.8개 였다(Table 5). Vernon and Borden(1979)은 곤충의 성충수명 및 암컷의 산란전기간은 온도와 먹이조건과 깊은 관련이 있고, 특히 온도는 먹이조건보다 성충의 수명과 더 밀접한 관계가 있다고 하였다. 본 연구에서도 가로줄노린재의 산란전기간 및 성충수명에 대한 영향은 먹이조건보다 온도조건이 더 큰 것으로 나타났는데, 식량작물로서 콩 자급을 향상을 위한 정부의 정책적인 지원으로 대단위 재배면적이 증가하고 있고, 지구 온난화로 인한 콩 포장에서 고온성 해충인 각종 노린재류의 발생밀도가 증가되어 큰 피해를 줄 것으

로 예상된다.

Literature Cited

- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 1995. Damages, occurrences and control of Hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. RDA. J. Agri. Sci. 37: 376~382.
- Higuchi, H. and N. Mizutani. 1993. Ovarian development state and oviposition of adult females of *Piezodorus hybneri* (Hemiptera: Pentatomidae) collected in soybean field. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 37: 5~9.
- Honda, K. 1986. Estimation of the number of damaged soybean seeds caused by the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. Tohoku Agricultural Research 39: 157~158.
- Ito, K. 1982. Possible host plants of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae) before immigrating into soybean fields. Proceed. of the Kanto Tosan Pl. Prot. Sci. 29: 125~126.
- Ito, K. 1983. Possible host plants of *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) before their immigration into soybean fields. Proceed. of the Kanto Tosan Pl. Prot. Sci. 30: 129~130.
- Kang, C.H., H.S. Huh and C.G. Park. 2003. Review on true bugs infesting tree fruits upland crops and weeds in Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 42: 269~277.
- Kidokoro, T. 1978. Rearing by dry seed and development of *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Coreidae). Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan 29: 5~10.
- Kono, S. 1989a. Analysis of soybean seed injuries caused by species of stink bugs. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 33: 128~133.
- Kono, S. 1989b. Number of annual generations of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae) estimated by physiological characteristic. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 33: 198~203.
- Lee, D.W., G.C. Lee, S.W. Lee, C.G. Park, H.Y. Choo and C.H. Shin. 2001. Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in Korea. The Kor. J. Pest. Sci. 5: 45~49.
- Lee, G.H., C.H. Paik, M.Y. Choi, Y.J. Oh, D.H. Kim and S.Y. Na. 2004. Seasonal occurrence, soybean damage and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. Kor. J. Appl. Entomol. 43: 249~255.
- Lee, K.C., C.H. Kang, D.W. Lee, S.M. Lee, C.G. Park and H.Y. Choo. 2002. Seasonal occurrence trends of Hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation pheromone

Table 5. Longevity and fecundity of adult female of *P. hybneri* at 25, 30 and 35℃ under 60±5% RH and 16L:8D photoperiod

Temp. (℃)	Pre-oviposition period (day) ^a	Longevity (day) ^a		Total no. eggs/female ^a	No. of egg mass/female ^a
		Female	Male		
25	10.0±1.41b	52.5±33.83b	38.2±22.65c	495.5±187.70b	21.5±6.56b
30	6.6±1.50a	30.2±14.73a	25.3±13.15b	236.6±115.22a	11.2±4.75a
35	5.4±0.55a	25.9±18.40a	11.7±4.42a	121.3±90.49a	7.8±4.79a

a Means followed by the same letters are not significantly different (P=0.05; DMRT)

- traps in sweet persimmon Kor. J. appl. Entomol. 41: 233~238.
- Lee, S.G, J.U. Yoo, C.Y. Hwang, B.R. Choi and J.O. Lee. 1997. Effect of temperature on the development of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae). RDA. J. Crop Protec. 39: 25~27.
- Natuhara, Y. 1985. Migration and oviposition in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera). Pl. Prot. 39: 153~156.
- Park, H.K., Y.J. Oh, H.S. Kim, K.H. Kim, S.K. Suh and D.Y. Suh. 2001. Future prospects for increase production of soybean. In International Symposium on "Development strategy for self-procution of soybean [*Glycine max*(L.) Merrill]". 79~121. September 18.
- SAS Institute. The SAS system for window. release 6.11. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Son, C.K., S.G. Park, Y.H. Hwang and B.S. Choi. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Kor. J. Crop Sci. 45: 405~410.
- Theramoto, S. and Nagai. 1983. Occurrence and control of stink bugs on autumn soybean crop in drained paddy field. Kyushu Agricultural Research 45: 124p.
- Tomokuni, M. 1993. A field guide to Japanese bugs. 380p. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Co. Ltd. Tokyo.
- Utida, S. 1957. Developmental zero temperature in insect. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 1: 46~53.
- Vernon, B.S. and J.H. Borden. 1979. *Hylemya antiqua* (Meigen): Longevity and oviposition in the laboratory. J. Entomol. Soc. Brit. Columbia 76: 12~16.

(Received for publication 16 October 2005;
accepted 22 November 2005)