

콩포장에서 노린재류의 밀도조사법 개발

배순도* · 김현주 · 이건휘 · 박성태

작물과학원 영남농업연구소 식물환경과

Development of Observation Methods for Density of Stink Bugs in Soybean Field

Soon-Do Bae*, Hyun-Ju Kim, Geon-Hwi Lee and Sung-Tae Park

Yeongnam Agricul. Res. Inst., NICS, RDA, Milyang 627-130, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to develop the observing methods for density of stink bugs in soybean reproductive stage. The adults and nymphs of bean bug, *Riptortus clavatus*, red-banded shield bug, *Piezodorus hybneri*, green stink bug, *Nezara antennata*, Sole bug, *Dolycoris baccarum*, and brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* were observed by three observing methods such as beating, sweeping net, and visual counting methods in the full bloom (R2), full pod (R4) and beginning maturity (R7) of soybean. As a result, total number of stink bugs observed was the highest with 5,214.2 by beating method, and then was 2,581.8 by visual counting method, and was the lowest with 103.1 by sweeping net method. Total number of stink bugs observed by the beating and visual counting methods was *P. hybneri*, followed by *N. antennata*, *H. halys*, *R. clavatus* and *D. baccarum* with clear difference in observed number of each stink bugs while total number of stink bugs observed by sweeping net method was very low in the range of 18 to 23. Accordingly, the observed density of stink bugs exception of *R. clavatus* adult by beating method was generally high. However, the number of *R. clavatus* adult was more observed by flushing method than that by beating method from the beginning bloom (R1) to full maturity (R8), and was more observed at morning time than that at afternoon time. Therefore, two observation methods that flushing method for *R. clavatus* and beating method for the other stink bugs were recommended for the occurring density of stink bugs in soybean because both bean bug and pentatomidae stink bugs have distinct behavior characteristics such as flying and dropping.

KEY WORDS : Soybean field, Stink bugs, Observation method, Observed quantity

초 록 : 콩의 생식생장기에 노린재류의 밀도조사법을 개발하고자 하였다. 타락법, 포충망법 및 달관법으로 콩의 개화기(R2), 결협기(R4) 및 성숙기(R7)에 발생하는 톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재의 성충과 약충의 밀도를 조사한 결과 노린재류의 총 조사량은 타락법에서 5,214.2마리로 가장 많았으며, 다음은 달관법에서 2,581.8마리였으며, 포충망법에서 103.1마리로 가장 적었다. 타락법과 달관법에 의한 노린재류의 총 조사량은 가로줄노린재 > 풀색노린재 > 썩덩나무노린재 > 톱다리개미허리노린재 > 알락수염노린재의 순서로 많았고, 발생량의 차이도 분명하였으나, 포충망법에 의한 노린재류의 총 조사량은 18-23마리로 발생량의 차이가 분명하지 않았다. 따라서 타락법에 의한 주요 노린재류의 조사밀도는 톱다리개미허리노린재 성충을 제외하곤 대체로 높았다. 하지만 타락법보다 불출법으로 콩의 개화시부터 성숙까지 톱다리개미허리노린재의 성충을 더 많이 조사할 수 있었고, 일중 조사량은 오후시간대보다 오전시간대에 많았다. 그러므로 콩포장에서 노린재류의

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

밀도조사법으로 톱다리개미허리노린재는 불출법으로, 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재는 타락법이 추천되었다. 이러한 2가지 조사법의 적용은 노린재류의 중간 행동적 특성 차이 때문이다.

검색어 : 콩포장, 노린재류, 조사법, 조사량

농작물에 발생하는 해충의 밀도를 조사하는 방법 개발은 대상해충의 정밀한 발생예찰, 생태 구명 및 종합관리를 위한 경제적 피해수준 설정 등에 필요한 기초자료 확보를 위해 매우 필요하다고 할 수 있다(Hollingsworth *et al.*, 2001; Thorbek *et al.*, 2002). 더욱이 친환경 농업이 강조되고 고품질 안전농산물의 안정생산 기술 개발이 절실히 요구되는 오늘날 재배작물의 수량감소 및 품질저하를 크게 야기하는 주요 해충의 합리적 조사법은 친환경 해충관리를 위한 가장 기본적인 전제조건인 하나라 할 수 있다(Zink & Rosenheim, 2004).

농작물에 발생하는 병해충의 발생량을 정밀하게 예찰하여 그로 인한 피해를 최소화 하기 위하여 농촌진흥청에서 식량작물, 원예작물, 특용작물, 과수 등의 병해충 발생예찰 요강을 정하여(RDA, 1999) 그 기준에 따라서 작물별 병해충의 발생량과 시험연구를 수행하고 있다. 농작물에서 발생하는 해충을 일반적으로 조사하는 방법은 타락법, 포충망법, 달관법, 유아등 및 수반법 등을 들 수 있다(Sevacherian & Stern, 1972; Byerly *et al.*, 1978; Fleischer & Allen, 1982; Ellington *et al.*, 1984; Larson *et al.*, 1999; RDA, 1999). 하지만 대상작물에서 발생하는 해충을 가장 효과적으로 조사하는 방법은 작물의 생육단계 및 해충의 종류에 따라서 달리 적용되어야 한다. 더욱이 근년에 다발생 되어 문제되는 해충에 대한 조사방법과 기준은 설정되어 있지 않아 조사자마다 서로 다른 조사법의 적용으로 대상해충의 발생량에 관한 일관성 있는 자료생산이 어려운 실정이다(Yasunaga *et al.*, 1995; Bae *et al.*, 2004; Rosenheim *et al.*, 2004; Zink & Rosenheim, 2004).

1990년대 후반부터 국내에서 두과작물 및 과수작물의 신문제 해충으로 노린재류를 들 수 있다(Chung *et al.*, 1995; Kang *et al.*, 2003; Bae *et al.*, 2004; Huh *et al.*, 2005). 월동한 노린재류는 콩의 개화기에 침입하여 성숙까지 지속적으로 발생되며, 특히 콩포장에서 대량증식된 노린재류가 과수 및 원예작물에 이르기까지 심각한 피해를 주게

됨으로(Ha *et al.*, 1998; Higuchi, 2001) 무엇보다 콩포장에서 발생하는 노린재류의 시기별 밀도를 정밀하게 조사할 수 있는 방법 개발이 시급하다고 할 수 있다. 더구나 콩에 다발생 되는 주요 노린재류는 호리허리노린재과(Alydidae)의 톱다리개미허리노린재와 노린재과(Pentatomidae)의 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재를 들 수 있는데, 이들 노린재의 과간에는 그 행동학적 특성이 상이하게 달라 어떤 한가지 조사법으로 5종의 주요 노린재류의 발생밀도를 정밀하게 조사하기 어려운 형편이다(Race, 1960; Sevacherian & Stern, 1972; Ellington *et al.*, 1984; Fleischer & Allen, 1982; Fleischer *et al.*, 1985; Zink & Rosenheim, 2004). 즉, 톱다리개미허리노린재는 말벌처럼 날렵한 몸체로 비행성이 뛰어나 작물 및 포장간 이동이 용이하나, 노린재과 노린재류는 형태적 특성상 비행성보다는 채집을 시도하면 밑으로 떨어지는 특성을 가지고 있다.

근년에 톱다리개미허리노린재를 비롯한 몇 종의 노린재류에 관한 집합페로몬을 개발하여 노린재류의 정밀예찰 및 대량포획에 의한 친환경 관리 기술 개발을 위해 많은 노력을 기울이고 있으나(Leal *et al.*, 1995; Witzgall, 2001; Huh *et al.*, 2005), 아직은 개발되지 않은 노린재류의 페로몬이 많아 콩에 발생하는 주요 노린재류 전체를 예찰할 수 없는 실정이다. 또한 콩 생육기별 노린재류의 밀도조사는 무엇보다 신속한 적용성과 조사결과의 정밀도가 요구되는데(Pedigo *et al.*, 1982; Wada & Kobayashi, 1985; Hollingsworth *et al.*, 2001; Zink & Rosenheim, 2004), 이런 점에서 환경조건에 많은 영향을 받는 페로몬 트랩은 취약하다고 할 수 있다. 따라서 콩의 개화기부터 성숙까지 노린재의 종류별 발생밀도를 정밀하게 조사하여 노린재의 예찰 및 종합적 관리를 위한 기초자료 확보를 위하여 무엇보다 노린재류의 밀도조사법이 개발되어야 한다고 할 수 있다.

재료 및 방법

콩의 생식생장기에 발생하는 주요 노린재류의 밀도조사법을 개발하고자 포충망법(sweeping method), 타락법(beating method), 달관법(visual counting method) 및 불출법(flushing method)으로 노린재류의 밀도를 조사하였다. 포충망법은 포충망(직경 37 cm, 망길이 80 cm, 대길이 1 m)을 이용하여 2002년에 노린재류의 밀도를 반복당 10회 왕복 조사하였다. 타락법은 사각플라스틱 용기(46×33×20 cm)를 콩 이랑 사이에 놓고 콩 식물체를 손으로 흔들어 용기내에 떨어진 노린재류의 밀도를 조사하는 것으로, 반복당 총 조사면적은 2002년에 2.3 m²(총 15회 타락조사), 2005년에 11.0 m²이었다. 달관법은 콩식물체에 부착된 노린재류의 밀도를 눈으로 직접 조사하는 것으로, 반복당 조사면적은 2002년에 15.0 m², 2005년에 11.0 m²이었다. 불출법은 비행성이 강한 노린재의 밀도를 조사하기 위한 것으로 1 m 길이의 대자로 콩 식물체를 가볍게 두드려 비행하는 충수를 조사하는(Pedigo et al., 1982; Wada & Kobayashi, 1985) 것으로 2005년에 적용하였다. 2002년에 적용된 포충망법, 타락법 및 달관법에 의한 조사성적은 66.0 m²로 환산하여 표기하였다. 2005년에 적용된 타락법, 달관법 및 불출법에 의한 조사성적은 11.0 m²에서 조사된 밀도를 나타내었다. 타락법, 포충망법 및 달관법은 콩의 개화기(R2), 결협기(R4) 및 성숙기

(R7)에 노린재의 종류별 발생밀도 조사를 위해 적용되었으며, 타락법과 불출법간의 톱다리개미허리노린재의 밀도조사는 콩의 개화시(R1)부터 성숙(R8)까지 적용하였고, 불출법에 의한 일중 톱다리개미허리노린재의 밀도조사는 개화기(R2), 착협기(R4), 립비대성기(R6) 및 성숙(R8)에 적용되었다. 모든 밀도조사는 영남농업연구소의 전작포장에 태광콩을 5월 하순에 표준재배법에 따라 파종하여 무방제 상태로 관리하면서, 3반복으로 조사되었으며, 각 조사법에 따른 노린재의 조사밀도에 미치는 영향을 알아보고자 Duncan의 다중검정으로 평균값을 비교하였다.

결과 및 고찰

타락법, 포충망법 및 달관법에 의한 노린재류의 발생 밀도

콩의 생식생장기에 타락법, 포충망법 및 달관법으로 주요 노린재류의 성충과 약충의 발생밀도를 조사하여 Table 1에 나타내었다. 개화기에는 알락수염노린재, 가로줄노린재, 풀색노린재 및 썩덩나무노린재의 성충만 조사되었으며, 3가지 조사법에 따른 발생밀도는 타락법에서 가장 많았으나, 조사된 노린재는 알락수염노린재 1종이었다. 개화기는 노린재가 콩포장에 침입하는 시기로 약충은 전

Table 1. Comparison of densities of the stink bugs adults and nymphs observed by three observation methods in soybean reproductive stages

Stink bug	Stage	Density (mean±SD, No.) of stink bugs/66.0 m ²								
		R2 ¹⁾			R4 ²⁾			R7 ³⁾		
		Beating	Sweeping net	Visual counting	Beating	Sweeping net	Visual counting	Beating	Sweeping net	Visual counting
R-c ⁴⁾	Adult	0.0±0.0b ⁹⁾	0.0±0.0b	0.0±0.0b	220.3±66.7c	5.3±1.5gh	41.1±15.5efgh	210.5±43.8ij	12.3±2.1m	111.5±19.8kl
P-h ⁵⁾		0.0±0.0b	0.0±0.0b	5.7±2.5b	356.6±68.0a	5.3±1.5gh	52.8±17.6ef	239.2±43.8hi	10.3±2.5m	256.7±26.9hi
N-a ⁶⁾		0.0±0.0b	1.3±0.6b	0.0±0.0b	266.1±52.0b	4.0±1.0gh	48.4±13.2efg	210.5±43.8ij	9.3±1.5m	208.3±17.8ij
D-b ⁷⁾		38.3±16.6a	1.3±0.6b	5.9±2.5b	139.0±60.0d	5.3±2.1gh	19.1±9.2efgh	95.7±43.8l	3.3±1.5m	67.5±11.1ml
H-h ⁸⁾		0.0±0.0b	1.3±0.6b	0.0±0.0b	57.0±16.5e	3.3±1.2gh	10.3±2.5fgh	411.4±92.3ef	8.3±2.1m	142.3±22.1jkl
R-c	Nymph	0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0b	18.9±5.5efgh	0.0±0.0h	10.3±5.1fgh	574.0±103.5bc	4.3±1.2m	181.9±28.6ijk
P-h		0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0b	26.1±8.6efgh	0.0±0.0h	14.7±6.7efgh	746.2±75.9a	5.3±1.5m	481.1±42.3de
N-a		0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0b	30.5±8.1efgh	0.0±0.0h	19.1±6.7efgh	641.0±92.3b	4.3±1.5m	362.3±28.6fg
D-b		0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0b	14.1±5.3efgh	0.0±0.0h	10.3±5.1fgh	382.7±43.8f	13.3±1.5m	230.3±22.6hi
H-h		0.0±0.0b	0.0±0.0b	0.0±0.0b	9.9±3.1fgh	0.0±0.0h	5.9±2.5gh	526.2±116.0cd	5.3±2.1m	296.3±24.2gh

1, 2 and 3) The letter were full bloom (R2), full pod (R4) and beginning maturity (R7), respectively.

4, 5, 6, 7 and 8) The letter were *Riptortus clavatus*, *Piezodorus hybneri*, *Nezara antennata*, *Dolycoris baccarum* and *Halyomorpha halys*, respectively.

9) Means followed by the same letter within a column are not significantly different (P=0.05; Duncan's multiple range test).

혀 발생되지 않았으며, 성충의 발생밀도도 대체로 매우 낮은 시기라 할 수 있다. 착협기에는 개화기에 조사되지 않았던 톱다리개미허리노린재를 포함한 5종의 주요 노린재류 성충과 약충이 모두 조사 되었는데, 조사법에 따른 노린재류의 발생밀도는 노린재의 종류에 관계없이 타락법 > 달관법 > 포충망법의 순으로 많았다. 하지만 포충망 조사에서 5종의 노린재류의 약충이 전혀 채집되지 않았는데, 이는 착협기에 콩 식물체는 많은 잎으로 무성하여 포충망으로 스위핑을 하게 되면 식물체의 위에 있는 노린재류 성충만 채집됨으로 꼬투리나 줄기에 위치한 노린재류의 약충이 채집되기 어려웠던 여건 때문으로 여겨진다. 성숙시에 조사방법에 따른 노린재류의 발생밀도는 타락법 > 달관법 > 포충망법의 순으로 많았으며, 성충과 약충의 발생밀도는 타락법과 달관법 조사에서 모두 성충보다 약충의 발생량이 현저히 많았다. 이러한 결과는 콩잎이 많이 떨어진 성숙시에 그동안 증식된 노린재류의 성충과 약충이 꼬투리나 식물체의 줄기에 많이 부착되어 있고, 가을철에 낮은 온도로 노린재의 활동성이 여름철보다 낮아 조사하기가 용이했던 점이 함께 작용한 것으로 여겨진다.

따라서 콩의 개화기, 결협기 및 성숙시에 주요 노린재류의 성충과 약충의 발생밀도를 가장 잘 조사할 수 있는 방법은 타락법으로 여겨졌다. 달관법에 의해서도 노린재류 성충과 약충의 밀도를 대체로 잘 조사할 수 있었으나, 조사량이 타락법에 의한 것보다 적어 발생밀도의 정밀도가 낮아지는 결과를 나타내었다.

타락법과 불출법에 의한 톱다리개미허리노린재 성충의 발생밀도

콩포장 발생하는 노린재류의 밀도조사는 타락법에 의

한 조사성적이(Table 1) 가장 양호한 것으로 나타났으나, 실제 포장에서 발생하는 노린재류의 상황을 고려하면 대체로 톱다리개미허리노린재 성충의 밀도가 낮은 것으로 여겨졌다. 이러한 결과는 톱다리개미허리노린재 성충의 조사시 활발한 이동성으로 실제 발생밀도보다 적게 조사되었을 가능성에 기인된 것으로 여겨졌다. 따라서 이러한 점을 보완하기 위하여 타락법과 불출법을 이용하여 콩의 개화시부터 성숙까지 각 생육단계별로 톱다리개미허리노린재 성충의 발생밀도를 비교하였다(Fig. 1).

타락법에 의한 톱다리개미허리노린재의 발생은 착협시부터 성숙까지로 조사되었으나, 불출법에 의해서는 개화시부터 성숙까지 발생하는 것으로 나타났다. 콩포장에서 톱다리개미허리노린재의 발생밀도는 조사법에 관계없이 성숙시까지 지속적으로 증가하였으나, 2가지 조사법간의 발생밀도는 타락법보다 불출법에서 현저히 많았다. 특히 타락법으로 개화기까지 톱다리개미허리노린재 성충의 발생을 확인할 수 없어 무엇보다 콩포장에서 노린재의 초기 발생밀도 확인이 어려웠다.

막대기로 식물체를 가볍게 두드려 비행하는 충수를 조사하는 불출법은 Wada and Shimajin (1978)이 Chikugo 지역의 벼 흑명나방을 조사하는 것에서 시작되었고, 그 후 Wada and Kobayashi (1985)가 벼논에서 흑명나방의 분포밀도를 추정하기 위한 조사법으로 활용되었다. 비록 교란후 비행충수조사법은 한꺼번에 대량으로 이동하여 나타나는 곤충의 경우 정밀도가 떨어지지만 흑명나방의 밀도추정을 위한 축차추출법으로 매우 간편하고 효율적인 방법으로 제시하였다. 이러한 방법은 Pedigo *et al.* (1982)이 미국에서 “Flushing technique”이란 용어로 콩의 녹색클로바나방을 표본추출법으로 사용하여 비행능력을 가진 성충의 밀도추출법으로 활용가능성을 제시하였

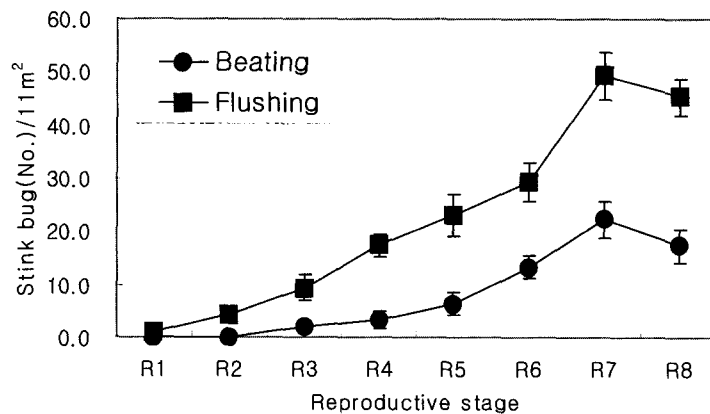


Fig. 1 Change of density of *R. clavatus* adult observed between beating and flushing methods in soybean reproductive stages.

Table 2. Density of *R. clavatus* adult observed by flushing method in soybean reproductive stages

Soybean reproductive stages	Density (mean±SD, No.) of adult/daily observed time		
	Morning time (09:00-10:00)	Lunch time (13:00-14:00)	Afternoon time (17:00-18:00)
R2	4.3±1.5a ¹	1.3±0.6b	2.3±1.2ab
R4	17.3±2.5a	6.3±2.5b	12.3±3.1a
R6	29.3±3.5a	21.3±3.5b	22.3±3.5ab
R8	45.3±3.5ns ²	44.0±3.6ns	40.3±3.5ns

¹ Means followed by the same letter within a column are not significantly different (P=0.05; Duncan's multiple range test).

² Non significant.

다. 따라서 콩에 발생하는 노린재류 중에서 비행능력이 뛰어난 호리허리노린재과에 속하는 노린재류의 밀도조사에 이러한 불출법을 충분히 적용할 수 있는 것으로 여겨졌다. 하지만 불출법에 의한 노린재 조사는 조사시의 기상조건 특히, 풍속에 영향을 받는 것으로 나타났다(Table 2). 콩포장에서 노린재가 다발생 하는 시기는 8월 이후로 이때의 기상조건은 일반적으로 오전과 오후에 온도와 풍속에 있어 현저한 차이가 있다. 즉, 오전에는 습도가 높고 바람이 잠잠한데 비하여 오후에는 온도도 높아지고 바람이 수시로 일어나게 된다. 따라서 이러한 기상조건의 차이는 이동성이 강한 톱다리개미허리노린재의 밀도조사시 어느 정도 조사량의 차이를 나타내는 것으로 나타났다(Table 2). 따라서 불출법에 의한 톱다리개미허리노린재의 밀도 조사는 바람의 세기가 상대적으로 센 점심시간대를 피하고 오전과 오후시간대에 조사하는 것이 노린재 개체군의 정확한 밀도조사에 보다 유리할 것으로 여겨진다.

한편, Zink and Roseheim (2004)는 목화포장에서 호리허리노린재과에 속하는 노린재류보다 크기가 작고 행동이 더욱 민첩한 장님노린재과에 속하는 *Lygus*속 노린재의 밀도추정을 위해 대형의 사각상자와 포충망을 이용한 방법을 제시하긴 했으나, 이는 *Lygus*속 노린재의 형태적 및 행동적 특성을 고려한 것으로 판단된다.

따라서 콩 생육시기별 주요 노린재류의 발생밀도를 조사하기 위해선 비행성이 뛰어난 톱다리개미허리노린재는 불출법으로, 비행성이 낮고 밀도로 잘 떨어지는 행동적 특성을 가진 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재와 같은 노린재과 노린재류는 타락법을 적용하는 것이 가장 좋은 것으로 여겨진다. 그러므로 금후 콩 포장에서 주요 노린재류의 밀도조사는 타락법과 불출법을 적용하여 시기별 및 연차별 자료를 누적해 나가면 지역별 노린재류의 발생생태 구명에 많은 도움이 될 것으로 생각되며, 이러한 누적자료는 두과 및 과수작물의

난방제 해충인 노린재류의 체계적 관리 기술 개발에도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 여겨진다.

Literature Cited

- Bae, S.D., H.J. Kim, C.G. Park, J.K. Jung and H.J. Cho. 2004. Effects of food combinations of leguminous seeds on nymphal development, adult longevity and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. Kor. J. Appl. Entomol. 43: 123-127.
- Byerly, K.F., A.P. Gutierrez, R.E. Jones and R.F. Luck. 1978. A comparison of sampling methods for some arthropod populations in cotton. Higaradia 46: 257-282.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 1995. Damage, occurrences and control of hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. RDA. J. Agri. Sci. 37: 376-382.
- Ellington, J., J.K. Kiser, G. Ferguson and M. Cardenas. 1984. A comparison of sweepnet, absolute, and insectovac sampling methods in cotton ecosystems. J. Econo. Entomol. 77: 599-605.
- Fleischer, S.J. and W.A. Allen. 1982. Field counting efficiency of sweep-net samples of adult potato leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) in alfalfa. J. Econo. Entomol. 75: 837-840.
- Fleischer, S.J., M.J. Gaylor and J.V. Edelson. 1985. Estimating absolute density from relative sampling of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae) from selected predators in early to mid-season cotton. Environ. Entomol. 14: 709-717.
- Ha, K.S., N.K. Heo, J.R. Kim, S.Y. Kim and S.H. Song. 1998. Effect of different seeding times and soybean varieties on damage and occurrence of hemiptera insect. RDA. J. Crop Protec. 40: 32-36.
- Higuchi, H. 2001. Occurrence and control of stink bugs attacking soybeans. Pl. Quarant. 55: 220-223.
- Hollingsworth, R.G., A.H. Hara and K.T. Sewake. 2001. Scouting for thrips in orchid flowers. Insect Pests. IP-8: 1-4.
- Huh, H.S., K.H. Park, W.D. Seo and C.G. Park. 2005. Interaction of aggregation pheromone components of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). Appl. Entomol. zool. 40: 643-648.
- 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.

- Larson, D.P., K.M. O'Neill and W.P. Kemp. 1999. Evaluation of the accuracy of sweep sampling in determining grasshopper (Orthoptera: Acrididae) community composition. *J. Agric. Urban Entomol.* 16: 207-214.
- Leal, W.S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono. 1995. Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): conspecific egg parasitoid nymphs *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. *J. Chem. Ecol.* 21: 973-985.
- Pedigo, L.P., G.D. Butin and E.J. Bechinski. 1982. Flushing technique and sequential-count plan for green cloverworm (Lepidoptera: Noctuidae) moths in soybeans. *Environ. Entomol.* 11: 1223-1228.
- Race, S.R. 1960. A comparison of two sampling techniques for *Lygus* bugs and stink bugs on cotton. *J. Econ. Entomol.* 53: 689-690.
- RDA. 1999. Criteria of the monitoring of agricultural insect pests. *Rur. Devel. Admin.* 295pp.
- Sevacherian, V. and V.M. Stern. 1972. Spatial distribution patterns of *Lygus* bugs in California cotton fields. *Environ. Entomol.* 1: 695-704.
- Thorbeck, P., C.J. Topping and K.D. Sunderland. 2002. Validation of a sample method for monitoring aerial activity of spiders. *Arachnol.* 30: 57-64.
- Yasunaga, T., M. Takai, I. Yamashida, M. Kawamura and T. Kawasawa. 1995. A field guide to Japanese bugs. *Ass. Nat. Rur. Edu.* 380pp.
- Wada, T. and M. Kobayashi. 1985. Distribution pattern and sampling techniques of the rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis*, in a paddy field. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 29: 230-235.
- Wada, T. and H. Shimajin. 1978. Seasonal occurrence of rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis*, in Chikugo. *Research Report of Insect Pests of Kyushu Agr. Expt. Sta.* 24: 77-79.
- Witzgall, P. 2001. Pheromone-future techniques for insect control?. *Pheromone for Insect Cont. Orchard and Vineyards. IOBC wprs Bull.* 24: 114-122.
- Zink, A.G. and J.A. Rosenheim. 2004. State-dependent sampling bias in insects: implications for monitoring western tarnished plant bugs. *Entomol. Exp. Appl.* 113: 117-123.

(Received for publication November 14 2006;
accepted February 16 2007)