

## 콩 종실비대성기에 툽다리개미허리노린재 가해에 의한 피해 해석

정진교\* · 서보운 · 윤종탁<sup>1</sup> · 박종호<sup>2</sup> · 조점래<sup>2</sup>

\*국립식량과학원 작물환경과, 경기도 수원시 서둔동 209, <sup>1</sup>농촌진흥청, 경기도 수원시 서둔동 249,  
<sup>2</sup>국립농업과학원, 경기도 수원시 서둔동 249

### Injury of Full Seed Stage Soybeans by The Bean Bug, *Riptortus pedestris*

Jin Kyo Jung\*, Bo Yoon Seo, Jong-Tag Youn<sup>1</sup>, Jong Ho Park<sup>2</sup> and Jum Rae Cho<sup>2</sup>

\*National Institute of Crop Science, 209 Seodun-dong, Suwon 441-857;

<sup>1</sup>Rural Development Administration, 249 Seodun-dong, Suwon 441-857;

<sup>2</sup>National Academy Agricultural Science, 249 Seodun-dong, Suwon 441-857, Korea

**ABSTRACT:** Soybean seed injury was analyzed in the experiments in which the bean bug, *Riptortus pedestris*(Hemiptera: Alydidae), was released into screen-caged pots containing full seed stage(R6) of soybean. When the different stages of insects, from the 3rd instar nymphs to adults, were released into pots during 8 days in soybean R6 stage, soybean seeds with injury marks (B-type seeds) increased. The weight reduction ratio in B-type seeds was highest in the injury by the 5th instar nymphs, while the daily-produced number ratio of B-type seeds was small in the treatment. In the injury by the different number of adult released into pots, 4, 8, 16 adults caused a significant increase of B-type seeds, while 16 adults caused the significant increase of the deformed (C-type) seeds. In the injury by the different release period of adults, the total number of pods was not significantly different among treatments, while the total seed number harvested was significantly small in the release for 48 days. The release for 8 and 16 days caused a significant increase of B-type seeds, while the release for 48 days caused the increase of C-type seeds. The results indicated that injury of soybean R6 stage by the bean bug produced soybean seeds with distinct injury marks at relatively low density and during short term attack period, while it produced deformed seeds at high density and during long attack period.

**Key words:** Soybean, Full seed stage, *Riptortus pedestris*, Inoculation, Seed injury

**초 록:** 콩 종실비대성기에서 툽다리개미허리노린재(노린재목: 호리허리노린재과)에 의한 콩 피해 정도를 파악하고자 망사로 씌운 콩 포트에 실험곤충을 접종하여 수확기에 피해를 조사하였다. 콩 종실비대성기에 실험곤충 2령부터 성충까지 접종하였을 때, 수확된 종자 수와 기형종자(C형)의 비율은 대조구에 비해 차이가 없었으나, 2령을 제외한 다른 모든 발육태들은 흡즙 흔적이 있는 종자(B형)를 많이 생성하였다. B형 종자 생성 수는 2령과 5령 약충에서 적었으나, B형종자의 무게감소율은 5령 약충에 의한 피해에서 가장 컸다. 성충 수를 증가시켜 접종하였을 때, 수확된 종자수는 대조구에 비해 차이가 없었으나, B형종자의 생성비는 4, 8, 16마리 접종구에서 유의하게 컸으며, C형종자 비율은 16마리 접종구에서만 대조구에 비해 컸다. 곤충 접종기간을 달리하였을 때는 전체 꼬투리 수는 대조구와 차이가 없었으나 수확된 종자 수는 실험곤충을 수확기까지 방치한(48일) 처리구에서 현저하게 적었다. 이중 B형종자 비율은 8일과 16일간 접종된 것들이 대조구에 비해 유의하게 높았고, C형종자 비율은 수확기까지는 장기간 실험곤충을 방치한 처리에서 그 값이 대조구에 비해 높았다. 결과적으로 종실비대성기의 피해는 흡즙흔이 있는 종자를 주로 생성하면서, 곤충 밀도와 가해 기간이 어느 한계 이상으로 증가할 때 기형종자가 생성되고 때로는 종자들이 탈락하는 것으로 추정되었다. 피해입률은 곤충 수와 접종기간 각각에 대해 정의 상관관계로 증가하는 것을 보였다.

**검색어:** 콩, 종실비대성기, 툽다리개미허리노린재, 접종, 피해입률

\*Corresponding author: jungik@korea.kr

Received October 25 2010; revised December 1 2010;  
accepted December 15 2010

국내 콩 밭에서 관찰되는 노린재 종들 가운데 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris* (Thunberg))는 십여 년 전부터 콩 종자 생산량 감소에 심한 영향을 미칠 정도로 야외에서의 밀도가 증가되었다(Son *et al.*, 2000). 야외에서는 성충으로 월동하고 이듬해 봄에 다시 활동하는데 가을철에 수확하는 콩 포장에는 7월말과 8월초 사이의 개화기와 착엽기에 걸쳐 성충이 침입하여 포장 내에서 개체군을 증식시키면서 이후 수확기까지 서식한다고 알려져 있다(Higuchi, 2001; Huh *et al.*, 2005; Numata *et al.*, 1988; Sakurai, 1996). 이 곤충은 노린재과(Pentatomidae) 곤충들처럼 콩 꼬투리 안 종자 안으로 주둥이를 찌러 넣은 후 종자 내용물을 외부 소화한 후 액체상태로 흡즙하여 영양분을 흡수하는 방식으로 섭식한다고 추정되는데(McPherson *et al.*, 1994; Miles, 1972), 잎이나 줄기보다 꼬투리를 섭식하는 비율이 커(Suzuki *et al.*, 1991), 이 흡즙행동으로 콩 착엽기에 야기된 주 피해로 종자가 아예 발달하지 못하거나 기형으로 되고, 종실비대기에서의 주 피해로는 종자 표면에 뚜렷한 섭식흔적이 남는 것이 보고되어 있다(Jung *et al.*, 2005). 또 콩 생식생장기 피해받은 종자들은 발아력이 현저하게 떨어진다(Lee *et al.*, 2004). 동 해충은 콩 포장에 이입 후 여러 발육단계의 약충과 성충이 혼재하여 존재하게 되는데, 알을 제외한 섭식 가능한 발육단계의 개체들 밀도는 종실비대기에 최대가 된다(Jung *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004). 이 종실비대기의 포장 내 해충밀도와 영기구형은 콩 피해에 직접적인 영향을 줄 것으로 추정되었기 때문에, 본 연구에서는 콩의 종실비대기에 톱다리개미허리노린재가 줄 수 있는 콩 피해를 정량화하기 위해 포트에 식재된 콩에 실험곤충을 접종하는 방식을 택해 실험곤충의 발육단계별과 식물체별 밀도, 가해기간에 따른 수확기 콩 피해를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 톱다리개미허리노린재와 콩

콩 포장에서 채집한 톱다리개미허리노린재 성충 및 약충들을 이용하여 아크릴상자(가로 26 × 세로 31 × 높이 30 cm)안에서 태광콩 종자와 유묘를 공급하면서 25°C와 16:8(L:D)의 장일 조건에서 누대사육하여 실험에 사용할 집단을 유지하였다. 성충을 접종할 때에는 우화 후 10일 이내의 곤충을 사용하였고, 교미여부는 구별하지 않았다. 약충을 접종하는 경우에는 접종하는 날에 사육상자로부터 사용하고자 하는 발육단계에 있는 곤충들을 채취하여 사용

하였다. 실험에 사용한 콩 품종은 태광콩으로 포트(지름 25, 높이 30 cm)에 파종하여 적당한 시기에 이용하였다. 개화기 바로 전에 모든 포트에 망사봉투를 씌워 다른 해충의 침입을 방지하였고, 포트는 비닐 온실 안에서 관리하였고, 콩의 발육단계가 종실비대성기(R6)가 되었을 때 실험에 사용하였다.

### 실험곤충 접종

톱다리개미허리노린재 발육태별 피해를 관찰하기 위해 콩 포트별로 실험곤충 2, 3, 4, 5령 약충 4마리씩 (각 발육태별로 4포트씩 반복)과 성충 2쌍 (8포트)을 8일간 접종하였다. 실험곤충 밀도별 피해 관찰에서는 콩 포트별로 암수 성충 각 1마리(전체 8포트), 암수 1(4포트), 2(8포트), 4(3포트), 8쌍(4포트)의 성충을 각각 8일간 접종하였다. 접종기간별 피해 관찰에서는 포트별로 2(4포트), 4(3포트), 8(8포트), 16일(4포트) 동안 성충 암수 2쌍씩 R6 단계에 접종하였다. 별도로 4개의 포트에는 역시 암수 2쌍을 접종하되 곤충을 제거하지 않고 수확기까지 두어 포트 안에서 생식이 가능하도록 하여 자손들과 함께 기해하도록 하였다. 대조구는 5포트를 만들어 망사봉투를 씌운 채 아무 처리를 하지 않았다.

### 피해측정과 분석

피해조사는 성숙기 말에 포트의 식물체 밑등을 잘라 실험실 내에서 꼬투리를 하나씩 벗겨가면서 종실의 피해를 육안으로 조사하였는데, 꼬투리의 종자형태를 Jung *et al.*(2005)의 분류기준에 따라 종자를 A(피해흔적이 없는 정상인 종자), B(모양은 거의 정상이나 표면에 흡즙흔적이 뚜렷한 종자), C(수확이 될 정도의 크기이나 모양이 기형이거나 미숙한 종자), D(수확되지 않는 전혀 발육하지 못한 종자)로 분류하였다(Table 1). 이때 본 실험이 R6 단계에서 행해졌기 때문에, D형 종자에 관한 해석은 하지 않았고, 모든 처리에서 수확된 종자 수와 각 종자형태별로 그 비율을 분석하였다. 곤충 발육단계별 접종실험에서는 B형과 C형 종자에 대한 개체의 곤충이 하루당 만든 종자 수도 분석되었는데, 이때 곤충을 접종하지 않은 대조구는 곤충을 접종한 것으로 가정하여 계산하고 분석하였다. 또 수확된 종자는 그늘에서 20일 이상 건조시켰는데, 종자형태별로 건전한 종자(A형 종자)는 20개를 무작위로 골라 무게를 측정하였고, B형과 C형 종자는 모든 수확된 종자의 무게를 측정하였는데, 종자형태별로 각각의 무게를 단위무게로 환산하여 이를 같은 식물체 내 건전한 종자에 대한 상대비, 즉 각 피해종자의

**Table 1. Injury types of soybean seeds attacked by the bean bug, *Riptortus pedestris* (Recited from Jung *et al.*(2005))**

Type	Injury phenomena
A seed	Healthy, non-injury, completely normal shape, harvested
B seed	Almost completely normal shape, but distinct injury marks, harvested
C seed	Completely deformed shape or immature seed, harvested
D seed	Completely immature and undeveloped seed, unharvested

**Table 2. Soybean seeds injured by each instar of the bean bug, *R. pedestris*. (mean±standard deviation)**

Analyzed contents	Control (No insects)	Insect Stage				
		2nd nymphs	3rd nymphs	4th nymphs	5th nymphs	Adults
Total seed number <sup>1</sup>	118±13	124±8	140±17	106±15	93±4	118±19
Ratio (%) of B-type seed <sup>2</sup>	1.7±2.1b	13.4±5.1ab	25.0±13.4a	26.8±5.9a	15.8±3.3ab	24.3±9.4a
Ratio (%) of C-type seed <sup>2</sup>	7.9±4.2a	4.7±5.0a	3.8±2.9a	3.6±3.7a	7.3±4.0a	7.6±6.0a
Daily number of B-type seed produced by one insect <sup>2</sup>	0.06±0.08b <sup>3</sup>	0.52±0.23ab	1.07±0.54a	0.88±0.15a	0.46±0.11ab	0.92±0.44a

<sup>1</sup>Significance in difference between treatment means and control was tested with Dunnett's *t*-test at  $\alpha=0.05$ .

<sup>2</sup>Difference of means among treatments was compared with Tukey test at  $\alpha=0.05$ .

<sup>3</sup>The value was calculated on the assumption that the control had the same number of insects during the release period.

상대적인 무게감소율로 계산하여 분석하였다. 한편 곤충수에 따른 실험에서 1마리 암수 성충이 접종된 것은 분석에서 암수를 합쳐서 계산하였다. 곤충 접종기간에 따른 실험에서는 수확된 종자수에 유의한 차이가 나타나 별도로 꼬투리수의 차이를 분석하였다. 각 처리들 사이의 평균 차이는 SAS프로그램을 이용하여 검정하였는데, 종자수와 꼬투리수에 대해서는 대조구와 유의한 차이를 밝히는 Dunnett의 *t*-검정을 하였고, 다른 비교항목들은 모두 Tukey검정을 하였다. 또, 곤충수에 따른 B형 종자의 생성비의 관계는 곤충수의 제곱근 값을 취해 선형회귀분석을 하였고, B형종자와 C형종자 비율을 합한 피해입률과 곤충수와 접종기간 각각의 관계는 원자료를 이용하여 선형회귀분석을 하였다. 회귀분석은 Sigmaplot 10.0(Systat Inc.)을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 곤충 발육단계별 피해

툽다리개미허리노린재가 발육단계별로 각각 8일간 접종되었을 때, 모든 곤충 접종구들에서 수확된 전체 종자수는 곤충이 접종되지 않은 대조구의 수확종자수에 비해 유의한 차이는 나지 않았다(Table 2). 수확된 종자 중 기형종자(C형) 비율은 3~8%로 실험곤충을 접종한 모든 처리들은 대조구에 비해 유의한 차이는 없었다. 이 결과는 종실비대성기가 종자 형태를 대부분 형성한 상태로, 실험에서 주어진 조건

아래서는 기형종자가 생성되는 것이 어렵다는 것을 나타낸 것이고, 이는 착엽기때의 피해에서 종자들은 C형과 같은 기형으로 되거나 아예 D형과 같이 종자로 발달하지 못하고 종실비대기에서의 피해는 주로 흡즙흔이 있는 종자들이 나타난다는 기존(Jung *et al.*, 2005)의 연구 결과와 같았다. 그러나 흡즙흔적이 있는 B형종자는 2령 약충 접종의 경우 대조구와 유의한 차이는 없었으나 다른 모든 처리구들에서는 대조구에 비해 그 비율이 유의하게 높았다. 이와 유사하게 콩 종실비대기 초기 동충해충의 발육단계별로 접종한 실험에서 1령과 2령을 제외한 다른 발육단계에 의해 콩 종자피해율이 현저하게 증가한다는 보고(Kono, 1989)가 있다. 한편, 한 마리 곤충이 하루에 가해한 B형종자의 수는 3령과 4령 약충, 성충이 접종된 처리들이 하루당 약 한 개에 가까운 피해종자를 생성하면서 대조구에 비해 유의하게 많았고, 2령과 5령 약충이 접종된 처리구들은 약 0.5개로 대조구에 비해 많았으나 통계적으로 유의한 차이는 나지 않았다. Kono(1989)는 2령과 5령에 의한 콩 종자의 일일 피해수가 적은 것을 보고하였는데 본 연구결과와 유사하였다. 또 같은 식물체 안에서 정상종자(A형)에 대한 B형종자의 상대적인 무게 감소율은 5령 약충 접종구에서 대조구에 비해 유의하게 높아 (Fig. 1), 5령 약충의 경우 이동성이 상대적으로 작으나 섭식량이 상대적으로 많을 것으로 추정되었다. 그러나 이 추정은 앞으로 행동을 직접 관찰하는 방법을 통해 증명해야 할 것이다.

Table 3. Soybean seeds injured by different number of the bean bug, *R. pedestris*, adults (mean±standard deviation)

Analyzed contents	Control (No insects)	Insect number				
		1	2	4	8	16
Total seed Number <sup>1</sup>	118±13	135±25	136±26	118±19	142±8	119±9
Ratio (%) of B-type seeds <sup>2</sup>	1.6±2.1d	6.1±7.6d	12.9±9.9cd	24.3±9.4bc	35.7±7.1ab	41.2±5.9a
Ratio (%) of C-type seeds <sup>2</sup>	7.9±4.2bc	4.3±3.5bc	2.5±3.7c	7.6±6.0bc	17.3±8.9ab	26.6±14.4a

<sup>1</sup>Significance in difference between treatment means and control was tested with Dunnett's *t*-test at  $\alpha=0.05$ .

<sup>2</sup>Difference of means among treatments was compared with Tukey test at  $\alpha=0.05$ .

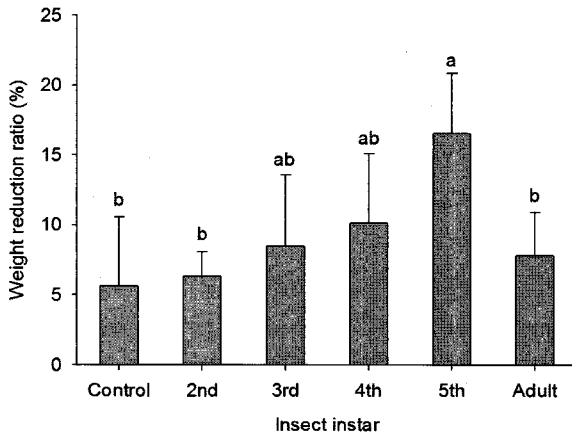


Fig. 1. Weight reduction ratio of B-type seeds relative to normal seeds in soybean injuries produced by each instar of the bean bug, *R. pedestris*. Different letters above the bars indicate significant difference among the means by Tukey test at  $\alpha=0.05$ .

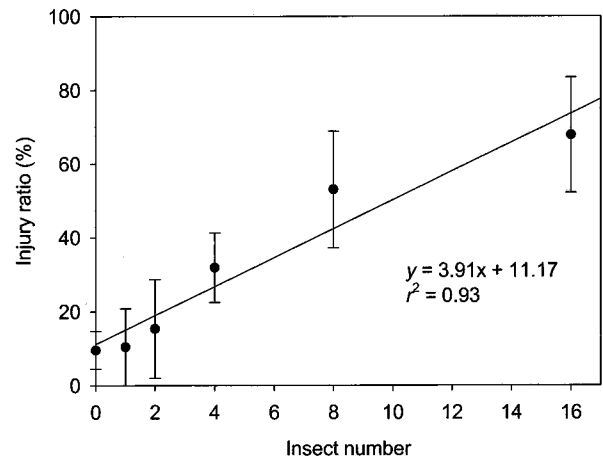


Fig. 2. Seed injury ratio of soybean according to release number of the bean bug, *R. pedestris* and the regression relationship between those ones. Bars indicate standard deviations.

### 곤충 수에 따른 콩 피해

톱다리개미허리노린재 성충의 수에 따른 피해 결과에서, 수확된 종자수는 처리 간에 유의차가 없었다(Table 3). 그러나 수확된 종자 중 B형종자가 생성된 비율은 4마리 성충이 접종될 때부터 대조구에 비해 유의한 차로 증가하는 경향이었고, 곤충 수에 따른 B형 종자의 생성비는  $y = 11.1\sqrt{x} - 0.51$  ( $r^2=0.95$ )의 회귀 관계가 있었다. 한편 C형종자의 생성비율은 16마리 접종구에서 대조구에 비해 유의한 차이가 있었다. 이 결과는 콩 종실비대성기에서 해당 해충이 가해하였을 때 해충 밀도가 증가함에 따라 흡즙흔적이 있는 종자의 수가 뚜렷하게 증가하는 것을 나타내는 한편, 그 밀도가 어느 한계를 초과하였을 때는 기형종자도 발생할 수 있다는 것을 나타내었다. 결과적으로 곤충 밀도에 따른 피해입률은  $y=3.91x+11.17$  ( $r^2=0.93$ )의 회귀관계로 나타났다(Fig. 2). 이와 관련하여 유사한 실험에서 곤충 접종수와 피해입률 사이가  $y=24.21\log x+26.1$  ( $r=0.96$ )의 관계로 나타난다고 보고한 적이 있다(Kono, 1989).

### 곤충 섭식기간별 콩 피해

콩종실비대성기에서 톱다리개미허리노린재 성충을 접종한 후 섭식기간을 늘릴 때, 곤충이 접종된 처리들의 꼬투리 수는 곤충을 접종하지 않은 처리에 비해 유의한 차이가 없었다. 특히 수확기까지(접종 후 48일 경과) 곤충을 방치하여 자손들이 있었던 처리에서 조차 꼬투리 수는 대조구에 비해 유의한 차이가 없었다(Table 4). 수확된 종자 수는 16일까지 접종된 처리들은 대조구에 비해 차이가 없었으나, 수확기까지 방치된 처리에서는 대조구에 비해 유의하게 적은 수의 종자만이 얻어졌다. 한 식물체 내에서 B형종자가 생성된 비율은 8일과 16일 동안 성충이 접종된 처리들이 대조구에 비해 유의하게 높았고 증가하는 경향으로, 이 범위 내에서 접종기간과 B형종자 비율의 관계는  $y=2.90x+1.91$  ( $r^2=0.98$ )의 회귀식으로 구해졌다. 그러나 장기간 접종된 처리는 오히려 대조구와 차이가 없었는데, 이 처리에서는 C형 종자가 생성된 비율이 대조구에 비해 유의하게 높았다. 이 결과는 톱다리개미허리노린재에 의해 종실비대성기 이

**Table 4. Number of pods and seeds produced in soybean according to the release-period of the bean bug, *R. pedestris* (mean±standard deviation)**

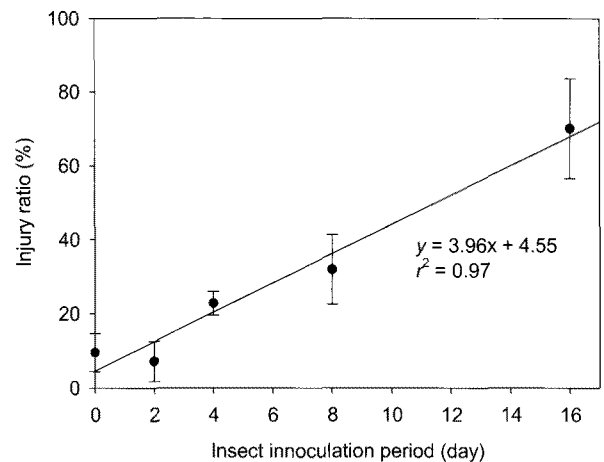
Observed contents	Insect inoculation period (day)					
	0 (Control)	2	4	8	16	Continuous (48)
Pod No. <sup>1</sup>	72±10	81±6	84±17	67±12	58±11	78±18
No. of harvested seeds <sup>1</sup>	118±13	141±5	145±11	118±19	101±6	28±28**
Ratio (%) of B-type seeds <sup>2</sup>	1.6±2.1c	4.5±4.9c	18.2±2.2bc	24.3±9.4b	48.0±9.0a	8.3±16.7bc
Ratio (%) of C-type seeds <sup>2</sup>	7.9±4.2b	2.7±0.9b	4.6±1.1b	7.6±6.0b	22.0±8.9b	75.0±50.0a

<sup>1</sup>Significance in difference between treatment means and control was tested with Dunnett's *t*-test at  $\alpha=0.05$ . The asterisk means that the value is significantly different with the control value by the test.

<sup>2</sup>Difference of means among treatments was compared with Tukey test at  $\alpha=0.05$ .

후 콩이 장기간 피해를 받았을 경우 흡즙흔적이 있는 종자가 증가하는데, 어느 기준 이상으로 계속 가해당했을 경우 그 피해 종자들이 기형종자로 변형된다는 것을 나타내었다. 결국 이와 같은 상태에서는 수확 후 종자 선별과정에서 수확이 안되는 종자가 급격하게 증가할 수 있다 것을 나타내는데, 이 수확 종자 수가 적어지는 것은 종자가 썩거나 코뚜리로부터 종자의 탈락 등이 원인으로 추정되었다. 0~16 일 사이 접종된 처리들과 콩 종자의 피해입률은  $y = 3.96x + 4.55$  ( $r^2 = 0.97$ )의 회귀관계가 있었다(Fig. 3).

콩에서 종실비대기는 종자의 부피를 증가시키고, 이후 성숙기까지 걸쳐 영양분을 집적하는 기간으로(Fehr *et al.*, 1971), 톱다리개미허리노린재나 남쪽폴색노린재와 같은 해충들의 생존에 더 유리한 먹이가 되는 시기이다(Jung *et al.*, 2005; Panizzi and Alves, 1993). 이 시기 노린재류에 의한 피해는 수확량을 크게 떨어뜨리지는 않으나, 피해흔적이 뚜렷한 종자를 많이 생성하거나 수확된 종자의 발아력을 떨어뜨린다고 알려져 있다(Boethel *et al.*, 2000; Corrêa-Ferreira and de Azevedo, 2002; Jung *et al.*, 2005; Musser *et al.*, 2011; Yeagan, 1977). 톱다리개미허리노린재는 알에서 갓 부화한 1령 약충을 제외하고 성충기를 포함한 모든 발육단계에서 콩 꼬투리로부터 양분을 흡즙할 수 있고 (unpublished data), 종실비대기에는 톱다리개미허리노린재의 모든 영기를 관찰할 수 있다(Jung *et al.*, 2004). 따라서 2령 이후의 모든 영기가 직접적인 피해를 야기했던 본 연구 결과로 부터 종실비대기 콩 포장에서 관찰되는 톱다리개미허리노린재 발육태의 대부분이 밀도와 가해기간에 따라 정의 상관관계 형태로 B형종자의 콩을 생성하는 것으로 추정되었다. 그러나 밀도별 피해에서 16마리 처리시나 가해기간별 피해에서 콩 수확기까지 지속적으로 가해당하는 경우, C형 종자가 유의하게 증가했거나 수확종자수가 감소



**Fig. 3. Seed injury ratio of soybean according to the release period (day) of the bean bug, *R. pedestris* and the regression relationship between those ones. Bars indicate standard deviations.**

했던 결과처럼 어느 한계를 넘어서면 수확량 피해가 발생할 것으로 예측할 수 있다. 실제 포장에서는 개화기와 협신장기 본 해충의 유입이 시작되고 밀도가 증가하여 수확기까지 존재한다. 따라서 콩 포장 내 톱다리개미허리노린재 밀도 억제요인이 부족한 상태라면 증가된 밀도와 가해기간의 지속으로 인해 종실비대기와 그 이후에도 수확량 감소로 결과할 수 있는 피해를 가정할 수 있다. 이와 관련하여 동 해충에 대해 착형기와 종실비대기에 걸쳐 3번의 화학적 방제를 추천했던 한 보고(Lee *et al.*, 2004)는 종실비대기에서 해충관리가 중요할 수 있다는 것을 시사하였다. 앞으로 포장 내 톱다리개미허리노린재 방제 여부를 결정할 밀도 기준에 대해서는 시기와 개체군 동태를 고려하여 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각되며, 이와 더불어 콩 포장 안으로의 유입밀도를 낮추거나 포장 내에서 효율적으로 밀도를 낮추는 방법들도 강구되어야 할 것으로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 아젠다 사업으로부터 지원받아 수행하였다. 또 본 연구에 조언을 많이 주신 문중경 박사, 임대준 박사, 김육한 박사에게 감사를 드린다.

## Literature Cited

- Boethel, D.J., J.S. Russin, A.T. Wier, M.B. Layton, J.S. Mink and M.L. Boyd. 2000. Delayed maturity associated with southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) injury at various soybean phenological stages. *J. Econ. Entomol.* 93:707-712.
- Corrêa-Ferreira, B.S. and J. de Azevedo. 2002. Soybean seed damage by different species of stink bugs. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 145-150.
- Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Bernood and J.S. Pennington. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 11: 929-931.
- Higuchi, H. 2001. Occurrence and control of stink bugs attacking soybeans. *Plant Protection.* 55: 220-223.
- Huh, H.S., W. Huh, S.D. Bae and C.G. Park. 2005. Seasonal occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44: 199-205.
- Jung, J.K., J.T. Youn, D.J. Im and U.H. Kim. 2004. Population density of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) and soybean injury in soybean fields. *Treat. of Crop Res.* 5: 473-438.
- Jung, J.K., J.T. Youn, D.J. Im, J.H. Park and U.H. Kim. 2005. Soybean seed injury by the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) at reproductive stage of soybean (*Glycine max* Linnaeus). *Kor. J. Appl. Entomol.* 44: 299-306.
- Kono, S. 1989. Analysis of soybean seed injuries caused by three species of stink bug. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 33: 128-133.
- 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.
- McPherson, R.M., J.W. Todd and K.V. Yeargan. 1994. Stink bugs. pp.87-90. In *Handbook of soybean insect pests*, eds. by L.G. Higley and D.J. Boethel. 144pp. Entomological Society of America, Lanham, MD.
- Miles, P.W. 1972. The saliva of Hemiptera. *Adv. Insect Physiol.* 9: 183-225.
- Musser, F.R., A.L. Catchot, B.K. Gibson and K.S. Knighten. 2011. Economic injury levels for southern green stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in R7 growth stage soybeans. *Crop Protection.* 30: 63-69.
- Numata, H. and N. Matsui. 1988. Circadian rhythm of oviposition in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). *Appl. Ent. Zool.* 23: 493-495.
- Panizzi, A.R. and R.M.L. Alves. 1993. Performance of nymphs and adults of the southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to soybean pods at different phenological stages of development. *J. Econ. Entomol.* 86: 1088-1093.
- Sakurai, T. 1996. Multiple mating and its effect on female reproductive output in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 89: 481-485.
- 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.
- Suzuki, N., N. Hokyo and K. Kiritani. 1991. Analysis of injury timing and compensatory reaction of soybean to feeding of the southern green stink bug and the bean bug. *Appl. Ent. Zool.* 26:279-287.
- Yeargan, K.V. 1977. Effects of green stink bug damage on yield and quality of soybeans. *J. Econ. Entomol.* 70: 619-622.