

## 하우스가지에서 애꽃노린재 *Orius sauteri* Poppius를 이용한 총채벌레류 방제 및 두 개체군의 공간분포와 공존분석

### Analysis of Spatial Coincidence of Thrips and *Orius sauteri* on Greenhouse Eggplants

송정흡\* · 김수남 · 이광석 · 한원탁

Jeong-Heub Song\*, Su-Nam Kim, Kwang-Seok Lee and Weon-Tak Han

**Abstract** – Biological control of thrips with a predatory bug species, *Orius sauteri* Poppius, was evaluated in an eggplant greenhouse. To study the biological control strategy of thrips, three plots were established: *O. sauteri* released plot without pesticide treatment (NRT), pesticide treated plot (PAT), and natural enemy removed plot (RNT). The nymphs of *O. sauteri* were found on the upper side of leaves in NRT at 21 days after the first release of *O. sauteri*. The density of thrips were dropped and maintained at lower level in NRT than in RNT. Average damage index of NRT, PAT and RNT was 1.35, 1.21 and 2.90 and the percentage of damaged fruit ratio of those was 70.3, 68.6 and 99.0%, respectively. The damage index and percentage of damaged fruit in NRT were slightly higher than those of PAT, but much lower than in RNT. Taylor's  $b$  and Iwao's  $\beta$  were greater than 1 for both populations, indicating aggregated distribution. Spatial coincidence index of *O. sauteri* was high most of the time even at low densities of both populations. The refuge index for thrips decreased as *O. sauteri* density increased. Results of this study suggest that *O. sauteri* is a promising natural enemy for thrips control on eggplant.

**Key Words** – Eggplant, *Orius sauteri*, Biological control, Thrips, Spatial coincidence index, Refuge index

**초 록** – 애꽃노린재를 이용한 총채벌레의 방제효과를 구명하기 위하여 하우스 가지에서 천적방사구(NRT), 농약살포구(PAT)와 천적제거구(RNT)의 세 처리를 하여 처리구별 총채벌레와 애꽃노린재의 밀도변동 및 가지 열매의 피해도 조사를 실시하였다. NRT에서 애꽃노린재의 약충은 최초방사후 21일부터 상위엽에서 조사되었으며, 총채벌레의 밀도는 정식 42일 후부터 낮아지기 시작하여 RNT보다 매우 낮은 밀도로 유지되었다. NRT, PAT와 RNT에서 가지 열매의 피해도 지수는 각각 1.35, 1.21과 2.90이었으며, 피해과율은 각각 70.3, 68.6, 99.0%로 NRT의 피해도 지수와 피해과율은 PAT보다는 높았으나, RNT에 비해서는 낮았다. 총채벌레와 애꽃노린재의 공간분포 양상은 Taylor의  $b$ 와 Iwao의  $\beta$ 값이 모두 1보다 커 집중분포를 하는 것으로 나타났다. 애꽃노린재의 공존지수는 총채벌레와 애꽃노린재의 밀도에 관계없이 매우 높았으며, 총채벌레의 도피지수는 애꽃노린재의 밀도에 따라 변동하였다. 본 연구 결과 하우스가지에서 총채벌레를 방제하는데 천적으로 애꽃노린재를 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

**검색어** – 가지, *Orius sauteri*, 생물적 방제, 총채벌레, 공간공존지수, 도피지수

\*Corresponding author. E-mail: sjheub@hanmail.net

제주도농업기술원 농업환경과(Agricultural Environment Division, Jeju-do Agricultural Research and Extension Services, Jeju 690-815, Republic of Korea)

총채벌레류는 1990년 이전에는 파총채벌레 *Thrips tabaci* Lindeman와 대만총채벌레 *Frankliniella intonsa* (Trybom)만이 경제해충으로 인식되고 있었으나(Woo and Choo, 1986), 1993년에 꽃노랑총채벌레 *Frankliniella occidentalis* (Pergande)와 오이총채벌레 *Thrips palmi* Karny가 제주에서 처음 발견되면서 주요 해충으로 등장되고 있다(Han et al., 1998; Hong et al., 1998). 특히 꽃노랑총채벌레는 화학약제에 대한 저항성 계통의 출현과 더불어 농산물의 국제교역을 통해 광범위한 지역으로 확산되면서 총채벌레가 전 세계적인 시설원예작물의 주요해충군으로 자리잡게 되었다(van Lenteren and Loomans, 1998). 총채벌레의 생물적 방제에는 포식응애인 *Amblyseius cucumeris* Oudemans와 *A. barkeri* (Hughes)가 파총채벌레를 방제하기 위하여 처음 알려진 후 1981년부터 상업적으로 이용되었다(Ramakars and van Lieburg, 1982). Sabelis와 van Rijn (1997)은 총채벌레 포식자로 8목 25과 172종이 있는 것으로 보고하였으며, 그 중 *Orius*종이 포함된 노린재목이 가장 유력하다고 하였다.

우리 나라는 외국으로부터 천적도입이 제한되고 있기 때문에 국내 토착천적의 종류조사와 이용 가능한 천적의 선발을 통한 생물적 방제 기술개발이 필요한 실정이다. 국내에 분포하는 총채벌레류 천적 중에 애꽃노린재류는 *Orius sauteri* Poppius (애꽃노린재), *O. minutus* Linnaeus (멋애꽃노린재), *O. strigicollis* (Poppius) (남방애꽃노린재), *O. nagaii* sp. nov. 4종, 포식응애로 *A. barkeri* (Hughes), 기생봉으로 총채민좀벌 *Ceranisis menes* (Walker) 등이 알려져 있다(Kim et al., 2001). 특히 애꽃노린재와 남방애꽃노린재(*O. strigicollis*)는 일본에서 오이총채벌레에 대해 생물농약으로 등록되어 있으며, *O. strigicollis*가 더 큰 잠재력을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(Yano, 1999). 효율적인 천적이 가져야 할 중요한 요소 중의 하나는 먹이를 찾는 능력이다(Huffaker et al., 1976). 이 탐색능력은 먹이 밀도와 분포 뿐만 아니라 기주식물에 의해서도 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Coll et al., 1997).

본 연구는 제주도농업기술원에서 누대사육하고 있는 애꽃노린재를 이용하여 하우스 가지에서 총채벌레 방제효과와 애꽃노린재와 총채벌레의 공간분포 및 공존을 분석하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

제주도농업기술원 상귀시험포장의 PC온실에 2001

년 4월 27일 가지(품종: 가락장가지)를 65×130 cm (열×줄)간격의 일렬로 정식하였다. 처리구는 천적 제거구(RNT), 약제처리구(PAT), 천적방사구(NRT) 3 처리로 하였으며, 처리구별 면적(정식주수)은 각각 100 m<sup>2</sup> (60주), 110 m<sup>2</sup> (66주)와 150 m<sup>2</sup> (84주)이었다. 처리구간에는 1 m의 간격을 두었으며, 총채벌레 및 천적의 처리구간 이동을 억제하기 위하여 가는 망사를 이용 1.8 m 높이로 막았다.

### 총채벌레 방제 효과

NRT에서 천적의 방사는 총 4회 855마리를 방사하였는데, 생육초기에 가지 주당 *O. sauteri* 성충 3마리를 기준으로 방사하였다. 1차 방사는 정식 14일 후(5월 11일), 2, 3, 4차 방사는 정식 후 21(5월 18일), 29일(5월 26일)과 39일(6월 5일)에 실시하였다. PAT에서 약제 처리는 Table 1과 같았으며, 잎 또는 꽃당 총채벌레 밀도가 5마리 이상시 약제를 살포하여 총 4회 방제하였다. RNT에는 애꽃노린재를 제거하기 위한 살충제 살포를 제외하고 어떤 처리도 실시하지 않았다. RNT와 PAT에서 애꽃노린재가 발생한 경우 이를 제거하기 위하여 총채벌레에는 거의 영향이 없으나, 애꽃노린재에는 치명적인 것으로 알려진 fenpropathrin 수화제 1000배액(Song et al., 2001)을 애꽃노린재 성충과 약충이 관찰된 정식 후 54일에 1회 살포하였다.

앞에서의 밀도조사는 완전히 전개된 상위엽 1매에서 총채벌레와 애꽃노린재를 조사하였고, 애꽃노린재는 작물높이에 따라 61 cm 이상(Upper), 41~60 cm (Middle), 40 cm 이하(Lower)의 3단계로 구분하여 조사하였다. 다만, 작물높이가 40 cm 이하일 때에는 모두 Upper, 작물높이가 60 cm 이하일 때에는 Upper와 Lower로 구분하여 조사하였다. 조사시에는 각 처리구에서 무작위로 10주를 선정하여 부위별로 잎 1개씩 앞뒷면의 총채벌레와 애꽃노린재 수를 육안으로 조사하였다. 꽃에서의 밀도조사는 각 처리구를 3구획을 나눈 후 구획당 임의로 꽃 3개를 선정하여 70% 알콜이 들어있는 바이엘병(25 ml)에 넣고 실험실로 가지고 온 후 실체현미경 하에서 총채벌레 및 애꽃노린재의 수를 조사하였다.

Table 1. Insecticide application schedule for thrips control in the pesticide treated plot (PAT)

Days after transplanting	Insecticide	Concentration (ppm)
14	Spinosad 10% WG	50
29	Spinosad 10% WG	50
42	Fipronil 5% SC	50
56	Emamectin benzoate 2.15% EC	10.8

총채벌레에 의한 열매의 피해정도 조사는 각 처리구별로 열매를 20개 이상씩 수확하여 피해 정도를 조사하였다. 총채벌레의 식흔이 있는 피해열매수를 조사하여 조사일별로 피해과율(=피해열매수/조사열매수×100)과 열매별 피해정도를 계산하였다. 피해정도는 열매 표면적대비 피해면적을 육안으로 관능조사하였으며, 무(피해정도 0%), 극소(0.5%이하), 소(0.6~2%), 중(2.1~6%), 다(6.1~10%), 심(10.1%이상)의 6단계로 구분하여 피해정도별 열매수를 조사하였다. 또한 피해정도별 열매수를 이용하여 다음식에 의거 피해도지수를 계산하였다:

$$\text{피해도지수} = \frac{5E+4D+3C+2B+A}{5N}$$

이때, A: 피해정도 극소인 열매수, B: 소인 열매수, C: 중인 열매수, D: 다인 열매수, E: 심인 열매수, N: 총조사 열매수이다.

### 애꽃노린재와 총채벌레의 공간분포 및 공존 분석

총채벌레와 애꽃노린재의 공간분포 양상은 Iwao (1968)와 Taylor (1961)의 방법에 의해 분석했다. Iwao는 평균군집도  $m^* = m + (s^2/m - 1)$  (Lloyd, 1967)와 평균밀도( $m$ )가 많은 개체군에서 선형관계를 나타내는 것을 보여주었다:  $m^* = \alpha + \beta m$ , 이 때,  $\alpha$ 는 표본단위(본 시험에서는 잎)에 존재하는 다른 개체의 수,  $\beta$ 는 개체군 분포의 측정으로 분포형태(<1, 일정; =1, 임의; >1, 집중)를 나타낸다. Taylor는 평균밀도( $m$ )에 대한 분산( $s^2$ )의 관계로  $s^2 = am^b$ 이다. 이 때,  $a$ 는 표본크기에 관계된 크기요인,  $b$ 는 종 집중도를 측정하며,  $b$ 가 증가하면 집중도도 증가한다. 회귀식에서 얻어진 기울기는 F-test (Sokal and Rohlf, 1995)로 총채벌레와 애꽃노린재의 차이를 평가하였다.

하우스 가지에서 총채벌레와 애꽃노린재의 공간공존유형은 Griffiths (1969)의 방법에 의해 총채벌레와 애꽃노린재의 공간공존지수( $I_c$ )는 다음의 공식을 이용하여 산출하였다.

$$I_c(\text{Orius}) = \frac{\sum_{i=1}^n OT(i)}{\sum_{i=1}^n O(i)}$$

여기서 OT는 1마리 이상의 총채벌레가 발생한  $i$ 번째 잎에서의 애꽃노린재 수, O는  $i$ 번째 잎에서의 애꽃노린재 수이다. 이는 발생한 애꽃노린재중 총채벌레와 동일한 잎에 존재하는 애꽃노린재의 비율로써 애꽃노린재의 총채벌레 탐색능력을 나타낸다.

$$I_c(\text{Thrips}) = \frac{\sum_{i=1}^n TS(i)}{\sum_{i=1}^n T(i)}$$

여기서 TS는 1마리 이상의 애꽃노린재가 발생한  $i$ 번째 잎에서의 총채벌레 수, T는  $i$ 번째 잎에서의 총채벌레 수이다. 이는 발생한 총채벌레 중 애꽃노린재와 동일한 잎에 존재하는 총채벌레의 비율로써 잎에서 애꽃노린재와 총채벌레간의 공존 결핍은 도피지수  $IR = 1 - I_c(\text{Thrips})$ 로 나타낸다. 즉, 애꽃노린재와 함께 공존하지 않는 총채벌레의 비율로 총채벌레가 애꽃노린재의 탐색범위를 벗어난 것을 의미한다.

### 결과 및 고찰

잎에서의 처리구별 총채벌레 밀도변동은 Fig. 1과 같았다. RNT에서는 정식 후 42일(6월 8일)까지는 계속 증가하다가 그 이후 밀도가 약간 낮아졌는데, 이는 NRT에서 애꽃노린재가 이동하면서 나타난 것으로 판단되며, 정식 54일에 fenpropathrin 수화제를 살포하여 제거한 후에는 총채벌레 밀도가 급격히 상승하여 매우 높은 밀도를 보였다. 잎당 최저, 최고와 평균밀도는 각각 7.9, 84.5와 25.1마리였다. PAT에서 정식 후 14일부터 2주 간격으로 4회 약제를 살포하였는데, 약제 살포 7일 후 조사에서는 잎당 총채벌레 밀도가 0.6~1.7마리로 매우 낮았으나, 약제살포 후 14일이 경과하면 다시 잎당 10마리 수준으로 증가하는 경향을 보였다. 잎당 총채벌레 최저, 최고 평균밀도는 각각 0.6, 37.7과 9.6마리였다. NRT에서는 정식 후 42일까지는 RNT와 비슷하게 밀도가 상승하여 이 때의 밀도가 시험기간 중 최고밀도

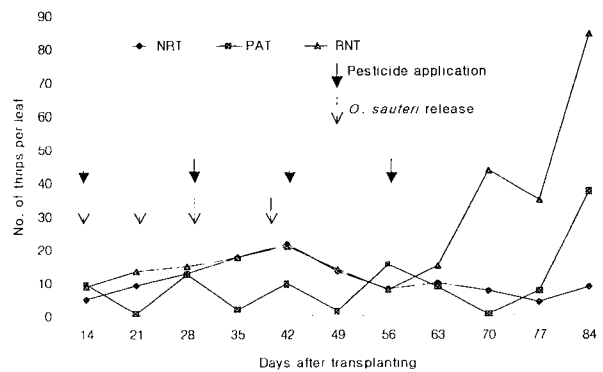


Fig. 1. Changes of population densities of thrips on eggplant leaves. NRT, PAT and RNT indicate the *O. sauteri* released plot with no pesticide application, pesticide treated plot and the natural enemy removed plot, respectively.

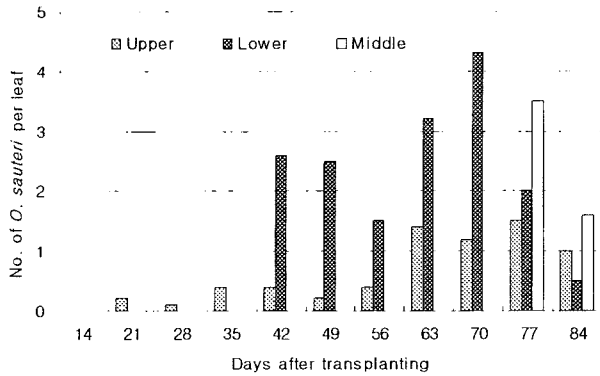


Fig. 2. Changes of population densities of *Orius sauteri* on eggplant leaves at three different plant strata in *O. sauteri* released plot with no pesticide applied. Upper, middle and Lower indicate plant strata.

인 잎당 21.6마리였다. 그 이후는 잎당 평균밀도가 10마리 이하로 낮았다. 애꽃노린재를 최종 방사하여 14일이 경과한 후부터 다른 처리구에 비해 총채벌레의 밀도억제 효과가 뚜렷하였으며, RNT의 26%수준으로 매우 낮았다.

NRT의 앞에서 정식 후 21일부터 애꽃노린재가 조사되었는데, 28일까지는 성충만 조사되었고, 그 이후부터 성충과 약충이 모두 조사되었다(Fig. 2). 이는 Song *et al.* (2001) 하우스고추에서 시험했을 때 약충 출현이 최초방사 후 13일 후에 된 것보다는 약 7일 정도 늦었는데, 이는 기주식물의 영향인 것으로 생각되며, Song *et al.* (1998)이 하우스가지에 애꽃노린재류를 방사했을 때 약충이 출현한 시기와는 비슷하였다. 상위엽에서 애꽃노린재의 밀도는 잎당 0.1~1.5마리의 범위였으며, 약충이 50~100%의 비율을 차지하였다. 중위엽과 하위엽 조사는 작물의 생육정도에 따라 상위엽과 동일한 시기에 실시하였다. 하위엽 조사는 정식 후 35일부터 실시하였으며, 처음 조사에서는 발생되지 않았으나, 그 이후에는 오히려 상위엽보다 높은 밀도를 나타냈다. 애꽃노린재의 밀도범위는 잎당 0.5~4.3마리였으며, 그 중 약충이 60~96%를 차지하였다. 중위엽에 대한 조사는 정식 후 77일과 84일 2회 조사하였는데, 애꽃노린재의 잎당 밀도는 각각 3.5와 1.6마리였고, 약충이 차지하는 비율이 각각 97.1과 87.5%였다. 하우스가지에서 애꽃노린재의 수직분포를 보면 중하위층에 많은 경향이었는데, 이는 애꽃노린재 약충이 중하위엽에 많이 분포했기 때문이며, 잎 위치별 애꽃노린재 밀도 차이는 인정되지 않았다( $F=0.75$ ; d.f. = 2, 27;  $P>0.1$ ).

하우스가지 꽃에 발생한 총채벌레 종류는 꽃노랑

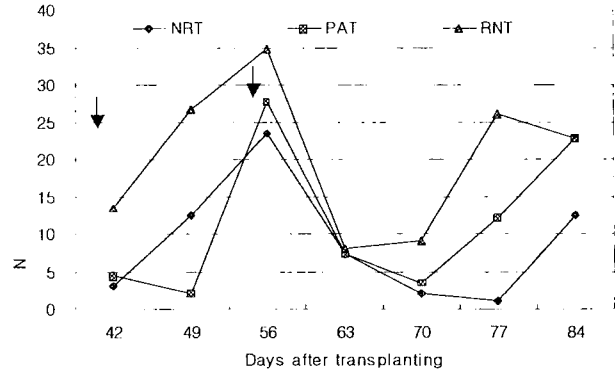


Fig. 3. Changes of population densities of thrips on eggplant flowers. Arrows designate the day when pesticide for control of thrips was treated (See Fig. 1. for explanation of NRT, PAT and RNT).

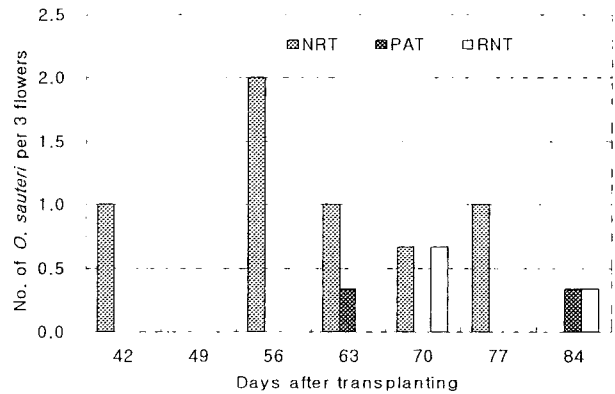


Fig. 4. Changes of population densities of *O. sauteri* on eggplant flowers (See Fig. 1 for explanation of NRT, PAT, RNT).

총채벌레, 오이총채벌레, 대만총채벌레였으며, 그 중 꽃노랑총채벌레가 채집된 총채벌레 성충의 79.2%로 우점하고 있었다. 꽃에서 총채벌레 밀도가 가장 높았던 시기는 정식 후 56일 조사였으며, 발생한 총채벌레 성충의 99.6%가 꽃노랑총채벌레였다. 이 시기에 3꽃당 밀도가 NRT, PAT와 RNT에서 각각 23.3, 27.7과 34.7마리로 모든 처리구에서 시험기간 중 가장 높았다(Fig. 3). NRT에서 총채벌레 밀도변동은 앞에서와 같이 가장 밀도가 높았던 정식 후 56일을 정점으로 그 이후는 3꽃당 7마리 이하로 낮게 유지되었다. 또한, 총채벌레의 밀도는 정식 49일 조사를 제외한 나머지 조사에서 PAT보다 낮거나 비슷한 밀도변동을 보였고, RNT에 비해서는 모든 조사시기에서 낮았다. PAT에서는 최종으로 약제를 살포하여 20일이 지난 후 총채벌레 밀도가 급격히 상승하였으나 NRT에서는 그 보다 7일 늦게 밀도가

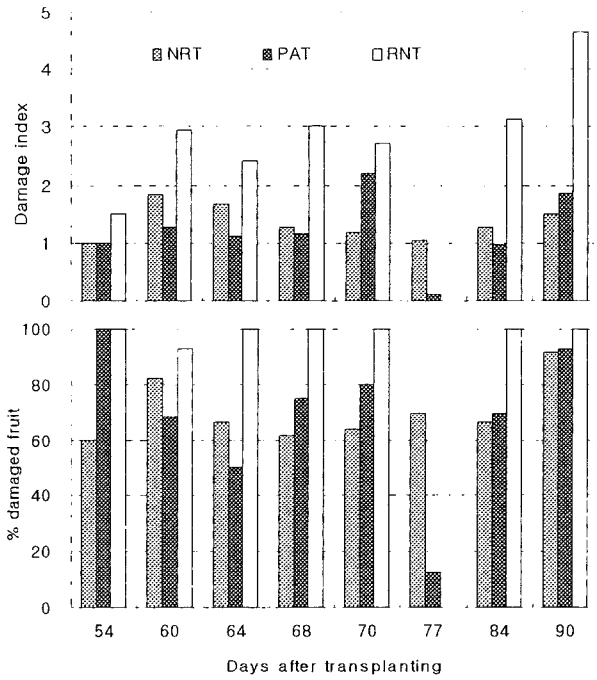


Fig. 5. Seasonal changes of damage index and percentage of damaged fruit in eggplant (See Fig. 1 for explanation of NRT, PAT and RNT).

상승하였다. 즉, 약제를 살포하면 7~14일 정도 약효가 유지되었던 PAT에 비해 NRT에서는 애꽃노린재에 의한 총채벌레 밀도 억제 효과가 늦게 나타나지만, 지속기간은 더 긴 것을 알 수 있었다.

가지 꽃에서 애꽃노린재는 NRT에서는 첫 조사시기인 정식 후 42일부터 조사되었으며, 정식 후 56일 조사에서 밀도가 가장 높았다(Fig. 4). 이 시기는 총채벌레의 밀도도 가장 높았던 시기였으며, 대체적으로 애꽃노린재와 총채벌레의 밀도 변동이 비슷한 경향이였다. NRT에서 3 꽃당 애꽃노린재의 밀도는 0.7~1.0마리였다. PAT와 RNT에서 애꽃노린재는 2회 조사 되었으며, 그 밀도는 3꽃당 0.3~0.7마리로 낮았다. 조사된 애꽃노린재의 총태는 NRT에서는 성충과 약충이 거의 1:1 비율이었으나, PAT와 RNT에서는 대부분 성충으로 이는 NRT에서 이동한 것으로 판단된다.

가지 열매의 총채벌레에 의한 피해도 지수와 피해과율은 Fig. 5와 같다. 정식 후 54일부터 수확하기

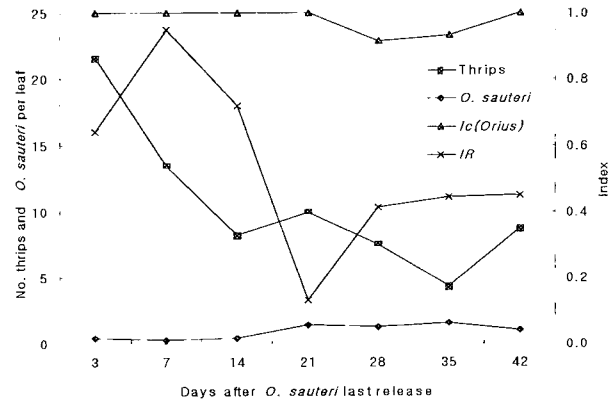


Fig. 6. Changes of population densities of thrips and *Orius sauteri* and spatial coincidence index,  $I_c(Orius)$ , and refuge index,  $IR$ , during the study period.

시작하였으며, 초기에는 NRT와 PAT 간에 차이가 없었으나 그 이후에는 PAT에서 약간 낮은 경향이였다. NRT에서는 정식 후 60일 조사에서 피해도 지수가 1.82로 가장 높았으며, 조사기간 동안 평균 피해도지수는 1.35였다. PAT에서는 피해도 지수가 정식 후 70일 조사에서 2.20으로 가장 높았으며, 평균 피해도 지수는 1.21로 가장 낮았다. RNT에서는 최초 수확일에 피해도 지수가 1.5로 가장 낮았고, 그 이후 조사에서는 피해도 지수가 2.40 이상이었으며, 평균 피해도 지수는 2.90으로 나타났다. 평균피해과율은 NRT, PAT와 RNT에서 각각 70.3, 68.6 그리고 99.0%로 총채벌레 피해가 RNT에서는 조사한 거의 모든 열매에 나타났으며, NRT와 PAT 간에는 비슷하게 낮은 경향이였다.

Table 2는 하우스가지 앞에서의 총채벌레와 애꽃노린재의 공간분포 양상을 나타낸 것이다.  $\alpha$ 값이 두 종 모두 0보다 컸는데, 이는 이들 개체군의 기본 구성이 균집을 이루는 것을 나타낸다. 또한  $\beta$ 값은 모두 1보다 크기 때문에 집중분포를 하는 것으로 나타났다. Taylor의 회귀식은 고도로 유의성이 있었으며,  $b$ 값이 1보다 컸다. 결정계수( $r^2$ )는 Iwao의 회귀식에서 총채벌레와 애꽃노린재가 각각 0.98과 0.61이었으나, Taylor의 회귀식에서는 각각 0.93과 0.84였다. 따라서 두 종간 공간분포의 연관성을 밝히는 데는 Taylor의 회귀식이 알맞은 것으로 판단되

Table 2. Dispersion indices for all motile stages of thrips and *Orius sauteri* on eggplant leaves

	n	Taylor's power law		Iwao's patchiness regression			
		log $a \pm SEM$	$b \pm SEM$	$r^2$	$\alpha \pm SEM$	$\beta \pm SEM$	$r^2$
Thrips	34	0.28 ± 0.18	1.50 ± 0.07	0.93	0.86 ± 0.52	1.21 ± 0.02	0.98
<i>O. sauteri</i>	11	0.49 ± 0.22	1.30 ± 0.19	0.84	0.32 ± 0.06	2.39 ± 0.63	0.61

었다. 총채벌레와 애꽃노린재 간의  $\beta$ 와  $b$ 값은 차이가 없었다( $F=0.06$ ; d.f. = 1,42;  $P>0.10$ ,  $F=1.49$ ; d.f. = 1,42;  $P>0.10$ ). 이는 하우스가지 앞에서 총채벌레와 애꽃노린재의 분포 양상이 비슷한 것을 의미한다.

앞에서 총채벌레와 애꽃노린재의 공간공존 및 도피지수는 Fig. 6과 같았다. 애꽃노린재의 총채벌레 탐색능력을 나타내는 공존지수의 경우 애꽃노린재와 총채벌레의 밀도에 관계없이 0.9~1.0으로 매우 높게 나타났다. 또한, 애꽃노린재가 없는 잎의 총채벌레 밀도와 전체 총채벌레 밀도의 비율인 도피지수는 애꽃노린재 밀도변동과 비슷한 양상으로 나타나 천적방사 초기에는 높았지만, 애꽃노린재 밀도가 높아지면서 낮아졌다. Greco *et al.* (1999)은 해충과 그 천적의 공간분포와 다른 생물적, 행동적 특성이 그들의 공간공존을 결정지으며, 이 공간공존이 높을수록 방제는 성공한다고 하였다. 따라서 본 연구 결과 하우스가지에서 애꽃노린재와 총채벌레 두 종간의 공간공존지수가 높은 것으로 나타났기 때문에 총채벌레 방제가 성공할 가능성이 높았다. 그러나 전체 공존지수와 일정한 양상의 공간분포는 먹이의 소멸과 함께 포식자가 사라질 수 있어 이에 대한 연구가 더 필요하다고 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 하우스가지에 발생하는 총채벌레를 방제하기 위해 애꽃노린재를 정식초기에 주당 3마리 기준으로 7일 간격 4회 방사하면 생육기간 동안 4회 약제를 살포한 것과 비슷하게 총채벌레 피해를 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 애꽃노린재와 총채벌레의 공간공존지수가 총채벌레와 애꽃노린재 밀도에 관계없이 높게 나타나 애꽃노린재의 총채벌레 탐색 능력이 매우 높으며, 하우스가지에서 애꽃노린재를 이용한 총채벌레 방제가 가능할 것으로 판단된다. 따라서 Ohno *et al.* (1995)이 애꽃노린재류와 선택성 농약의 조합에 의해 일반농가의 노지재배 가지포장에서 오이총채벌레를 효과적으로 방제할 수 있다고 보고한 것처럼 애꽃노린재의 보호 및 선택성 농약의 이용 등을 통한 하우스가지의 병해충종합관리프로그램에서 총채벌레를 방제하는데 애꽃노린재가 유용한 천적으로 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

## Literature Cited

Coll, M., L.A. Smith and R.L. Ridgway. 1997. Effect of plants on the searching efficiency of a generalist predator: the importance of predator-prey spatial association. *Entomol.*

- Exp. Appl.* 83: 1~10.
- Greco, N.M., G.G. Liljeström and N.E. Sánchez. 1999. Spatial distribution and coincidence of *Neoseiulus californicus* and *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on strawberry. *Exp. Appl. Acarol.* 23: 567~580.
- Griffiths, K.J. 1969. The importance of coincidence in the functional responses of two parasites of the european pine sawfly, *Neodiprion sertifer*. *Can. Ent.* 101: 673~713.
- Han, M.J., I.S. Kim, S.B. Ahn, M.L. Lee and K.J. Hong. 1998. Distribution and host plants of recently introduced western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in Korea. *RDA. J. Crop Protec.* 40: 83~88.
- Hong, K.J., M.L. Lee, M.J. Han, S.B. Ahn, I.S. Kim, G.H. Lee and D.S. Ku. 1998. Distribution and host plants of recently introduced palm thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) in Korea. *RDA. J. Crop Protec.* 40: 89~95.
- Huffaker, C.B., R.F. Luck and P.S. Messenger. 1976. The ecological basis of biological control. *In Proceedings of the 15th International Congress of Entomology*, ed. by D. White, Washington D.C., pp. 560~586.
- Iwao, S. 1968. A new regression method for analysing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.* 10: 1~20.
- Kim, J.H., G.S. Lee, Y.H. Kim and J.K. Yoo. 2001. Species composition of *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) and their seasonal occurrence on several plants in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 40: 211~217.
- Lloyd, M. 1967. Mean crowding. *J. Anim. Ecol.* 36: 1~30.
- Ohno, K., H. Takemoto, K. Kawano and K. Hayashi. 1995. Effectiveness of integrated pest control program for *Thrips palmi* Karny on eggplants: a case study in a commercial field. *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14: 104~109.
- Ramakers, P.M.J. and van Lieburg, M.J. 1982. Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mckenziei* Sch. & Pr. (Acarina: Phytoseiidae) for the control of *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) in glasshouses. *Med. Fac. Landbouw. Rijksuniv. cent.* 47: 541~545.
- Sabelis, M.W. and van P.C.J. Rijn. 1997. Predation by insects and mites, pp. 259~354. *In Thrips as Crop Pests*, CAB International, ed. by T. Lewis, Wallingford, Oxon.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1995. *Biometry*. W.H. Freeman, New York.
- Song, J.H., S.H. Kang, S.Y. Hong, S.E. Lim and S.Y. Jeong. 1998. Effects of *Orius* spp. on suppression of thrips density in a greenhouse eggplant. *RDA. J. Crop Protec.* 40: 71~75.
- Song, J.H., S.H. Kang, K.S. Lee and W.T. Han. 2001. Effects of minute piratebug, *Orius strigicollis* (Hemiptera: Anthocoridae) on control of thrips on hot pepper in greenhouse. *Korean J. Appl. Entomol.* 40: 253~258.
- Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. *Nature* 189: 732~735.
- van Lenteren, J.C. and A.J.M. Loomans. 1998. Is there a natural enemy good enough for biological control of thrips? *Brighton Crop Protec. Conf.: Pests and Disease 1998 vol. 2: Proc. Int. Conf. Brighton UK*, 16~19: 401~408.
- Woo, K.S. and H.Y. Choo. 1986. Distribution and control of thrips on fruit and seasoning vegetables. *Res. Rept. RDA. (Agri. Institutional Cooperation)* pp. 163~167.
- Yano, E. 1999. Recent advances in the study of biocontrol with indigenous natural enemies in Japan. *Bull. IOBC/WPRS working group on integrated control in glasshouses* 22: 291~294.

(Received for publication 16 January 2002;  
accepted 12 March 2002)