

하우스고추에서 *Orius strigicollis* Poppius를 이용한 총채벌레류 방제효과

Effects of Minute Pirate Bug, *Orius strigicollis* (Hemiptera: Anthocoridae) on Control of Thrips on Hot Pepper in Greenhouse

송정흡* · 강상훈 · 이광석 · 한원탁

Jeong-Heub Song*, Sang-Hoon Kang, Kwang-Seok Lee and Weon-Tak Han

Abstract - Biological control of thrips with *Orius strigicollis* Poppius was evaluated in a hot pepper greenhouse. To study the biological control strategy of thrips on hot pepper grown in greenhouse, three plots were established: natural enemy removed plot (CNT), pesticide treated plot (PAT) and *O. strigicollis* released plot with no pesticide application (NRT). The nymphs of *O. strigicollis* were found on the leaves of lower stratum in CNT and NRT at 13 days after the first release. The density of thrips was suddenly dropped and maintained at low level since 15 days after transplanting in NRT. The densities of thrips on hot pepper flowers was also maintained at much less level in NRT than in CNT. The thrips and *O. strigicollis*, which were aggregated in flowers, may have resulted in improved predator searching. Average damage indices of CNT, PAT and NRT were 0.31, 0.05 and 0.08 and the percentage of damaged fruit were 80.0, 17.1 and 24.8%, respectively. The damage index and percentage of damaged fruit of NRT was slightly higher than PAT, but very lower than CNT. The introduction of the adults of *O. strigicollis*, which was the biological control agent for the control of thrips, was effective on hot pepper.

Key Words - Hot pepper, *Orius strigicollis*, Biological control, Thrips

초 록 - *Orius strigicollis* Poppius를 이용한 총채벌레의 생물적 방제 방법을 구명하기 위하여 하우스 고추에서 천적제거구(CNT), 약제처리구(PAT)와 천적방사구(NRT)의 세처리를 하여 처리구별로 총채벌레와 *O. strigicollis*의 밀도변동 및 고추 열매의 피해도 조사를 실시하였다. NRT에서 *O. strigicollis*의 약충은 최초 방사일로부터 13일후에 고추의 하부 잎에서 조사되었으며, 총채벌레의 밀도는 정식 15일후부터 급격히 낮아진 후 CNT보다 매우 낮은 밀도로 유지되었다. 총채벌레와 *O. strigicollis*가 꽃에 더 많이 분포하기 때문에 포식자 탐색을 증진시키는 결과를 가져왔다. CNT, PAT와 NRT에서 고추 열매의 피해도 지수는 각각 0.31, 0.05와 0.08이었고, 피해과율은 각각 80.0, 17.1과 24.8%로 NRT의 피해도 지수와 피해과율은 PAT보다는 높았으나 CNT에 비해서는 매우 낮아 고추에서 *O. strigicollis*를 이용하여 총채벌레를 방제할 수 있을 것으로 조사되었다.

검색어 - 고추, *Orius strigicollis*, 생물적 방제, 총채벌레

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

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

하우스작물 중 오이, 고추, 가지, 거베라, 국화, 장미, 감귤 등은 총채벌레류에 의한 피해가 많은 작물들이다. 이들 작물에 피해를 주고 있는 총채벌레류는 주로 꽃노랑총채벌레 *Frankliniella occidentalis* (Pergande)와 오이총채벌레 *Thrips palmi* Karny 두종이다. 이들 총채벌레는 제주도에서 각각 1993년 9월과 11월에 하우스감귤과 하우스파리고추에서 처음 발견되었다(Ahn *et al.*, 1994; Woo *et al.*, 1994). 국내의 총채벌레류 토착천적 중 애꽃노린재속에 속하는 종은 모두 4종이 있는 것으로 보고되어 있으며(Lee *et al.*, 1995; Song *et al.*, 1997), 그 중 *O. strigicollis* Poppius는 온대성 애꽃노린재로 생식휴면 한 계일장이 다른 애꽃노린재류에 비해 짧아 시설재배에서의 이용이 유리한 것으로 알려져 있다. 외국에서는 애꽃노린재류를 총채벌레의 생물적 방제수단으로 대량사육기술을 개발하여 상업적으로 판매되고 있기도 하다(Malais and Ravensberg, 1992). 애꽃노린재류에 의한 총채벌레 밀도 억제 효과에 대해서는 온실재배 피망(van den Meiracker and Ramakers, 1991), 거베라 유묘(Br dsgaard, 1995), 딸기(Frescata and Mexia, 1995), 가지(Nagai, 1993; Song *et al.*, 1997, 1998) 호박(Letourneau and Altieri, 1983) 등 여러 작물에서 유효하다고 보고되어 있다. 그러나 연구된 애꽃노린재의 종을 보면 *O. insidiosus* Say, *O. sauteri* Poppius 등에 관한 것으로 *O. strigicollis*에 대한 연구는 매우 적다. 애꽃노린재 성충의 총채벌레 포식량은 오이총채벌레 2령유충은 1일 15마리이며, 총채벌레의 밀도가 높은 경우에는 성충을 선호하는 것으로 알려져 있다(Nagai, 1993). 또한, 애꽃노린재 5령 약충은 총채벌레를 1일 6.5마리 먹는 것으로 보고되어 있다(Wang, 1995).

총채벌레는 그 발육특성으로 인해 발생후 급속히 밀도가 증가할 뿐만 아니라 약제 저항성 발달이 빨라 방제가 어려운 해충 중의 하나이며, 요즘 문제가 되고 있는 안전한 농산물 생산에도 큰걸림돌로 작용하고 있다. 따라서 애꽃노린재류를 이용한 총채벌레의 생물적 방제는 이를 해결할 수 있는 한 방법이다. 본 연구는 제주도농업기술원에서 누대사육하고 있는 *O. strigicollis*를 이용하여 하우스 고추에서의 총채벌레 방제효과를 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

제주도농업기술원 상귀시험포장의 PC온실에 2000년 6월 19일 고추(품종: 향촌)를 70×100 cm (열×

줄)간격으로 한줄로 정식하였다. 처리구는 천적제거구(CNT), 약제처리구(PAT), 천적방사구(NRT) 3처리로 하였으며, 처리구별 면적(정식주수)은 각각 100 m² (96주), 110 m² (105주)와 150 m² (141주)이었다. 처리구간에는 1 m의 간격을 두었으며, 총채벌레 및 천적의 이동을 억제하기 위하여 가는 망사를 1.8 m 높이로 막았다.

천적의 방사 및 약제처리

NRT에서 천적의 방사는 총 5회 실시하였는데, 생육초기에는 주당 *O. strigicollis* 성충 2마리를 기준으로 방사하였고, 생육후기에 총채벌레의 밀도가 재차 상승했을 때 추가 방사시에는 주당 *O. strigicollis* 성충 5마리를 기준으로 하였다. 1차 방사는 정식 3일 후(6월 21일), 2와 3차 방사는 정식 후 8 (6월 27일)과 15일(7월 4일)에 실시하였고, 4와 5차는 정식 후 63 (8월 21일)과 81일(9월 8일)이었다.

PAT에서 약제 처리는 Table 1과 같았으며, 잎 또는 꽃당 총채벌레 밀도가 4마리 이상시 약제를 살포하여 총 4회 방제하였다.

CNT와 PAT에서 애꽃노린재가 발생한 경우 이를 제거하기 위하여 총채벌레에는 거의 영향이 없으나, 애꽃노린재에는 치명적인 것으로 알려진(미발표) fenpropathrin WP 1000배액을 정식 후 24, 29, 65와 75일 총 4회 살포하였다. 살균제는 탄저병을 막기 위하여 모든 처리구에 dimethomorph·dithianon WP를 정식 후 31과 49일 2회 살포하였다.

Table 1. Insecticide application schedule for the control of thrips in the insecticide treated plot

Days after transplanting	Insecticides	Concentration (ppm)
4	Ethofenprox·penthaoate WP	370
8	Spinosad WG	50
39	Spinosad WG	50
59	Fipronil SC	50

총채벌레 및 천적 밀도조사

잎에서의 밀도조사는 고추의 작물높이에 따라 111 cm 이상(UP), 70~110 cm (MD), 70 cm 이하(LW)의 3단계로 구분하여 조사하였다. 다만, 작물높이가 70 cm 이하일 때에는 모두 UP, 작물높이가 110 cm 이하일 때에는 UP와 LW로 구분하여 조사하였다. 조사시에는 처리구별로 4구획으로 나눈 후 구획당 임의로 4주를 선정하여 부위별로 중간 위치의 잎 2개씩 앞뒷면의 총채벌레 및 애꽃노린재 수를 조사하여 처리별로 총 16잎을 육안으로 조사하였다. 꽃

에서의 밀도조사는 잎에서의 조사와 동일하게 구획을 나눈 후 구획당 임의로 꽃 5개를 선정하여 70% 알콜이 들어있는 바이엘병(25 ml)에 넣고 실험실로 가지고 온 후 실체현미경 하에서 총채벌레 및 애꽃노린재의 수를 조사하였다. 총채벌레와 애꽃노린재 성충의 시기별 밀도를 조사하기 위하여 꽃노랑총채벌레가 유인이 잘되는 것으로 알려진(Song et al., 1997) 황색끈끈이트랩을 직경 3 cm, 높이 10 cm의 원통형으로 만들어 이용하였으며, 처리구별로 임의의 3개 지점에 작물과 같은 높이로 설치하여 7일간격으로 교체, 조사하였다. 트랩을 교체할 때에는 랩 필름으로 씌워 회수한 후 실체현미경 하에서 총채벌레 및 애꽃노린재 수를 조사하였다.

피해도 지수

총채벌레에 의한 열매의 피해정도 조사는 각 처리구별 구획별로 임의의 열매를 50개 이상씩 수확하여 피해 정도를 조사하였다. 총채벌레의 식흔이 있는 피해열매수를 조사하여 조사일별로 피해과율 ($= \frac{\text{피해열매수}}{\text{조사열매수}} \times 100$)과 열매별 피해정도를 계산하였다. 피해 정도는 열매 표면적당 피해면적을 육안으로 조사하였으며, 무(피해 정도 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 다음 식에 의거 피해도지수를 계산하였다:

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

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

결과 및 고찰

부위별 잎에서의 총채벌레와 *O. strigicollis*의 밀도 변동은 Figs. 1-3과 같았다. 총채벌레는 부위별 잎 중에서 주로 상부에 많이 분포하는 것으로 나타났다($F = 18.89, df = 2, 21, P = 0.0001$). 상부 잎에서의 총채벌레 밀도를 보면 정식초기에는 잎당 0.8~0.9마리로 낮았으나 정식 8일 후 조사에서는 CNT, PAT와 NRT에서 각각 잎당 9.1, 4.3과 7.6마리로 높게 나타났다. 그러나 NRT에 방사한 *O. strigicollis*와 PAT에 살포한 약제에 의해 정식 15일 후 조사에서 총채벌레의 밀도가 급격히 낮아졌다. CNT에서 정

식 21일 후에 총채벌레 밀도가 낮아졌는데, 이는 NRT에 방사한 *O. strigicollis*가 CNT로 분산되었기 때문이다. NRT에서는 3차 방사 이후 총채벌레의 밀도는 상부잎에서 잎당 0.5마리 이하수준으로 유지되었으나, CNT에서는 천적을 제거하기 위해 fenpropathrin WP를 살포한 이후 잎당 총채벌레 밀도

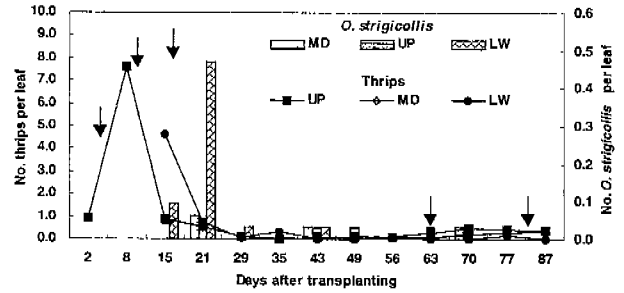


Fig. 1. Changes of population densities of thrips and *O. strigicollis* on hot pepper leaves at three different plant strata in natural enemy released plot. Arrows designate the day when *O. strigicollis* was released. UP, MD and LW indicate the upper, middle and lower strata, respectively.

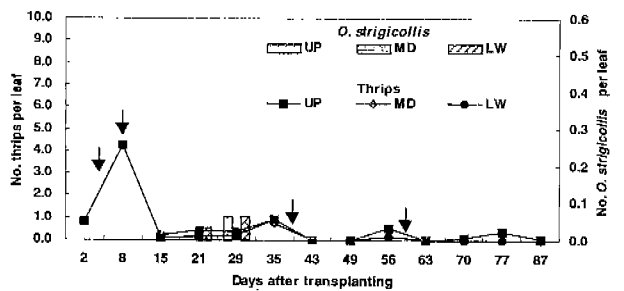


Fig. 2. Changes of population densities of thrips and *O. strigicollis* on hot pepper leaves at three different plant strata in pesticide treated plot. Arrows designate the day when pesticide for control of thrips was treated (See Fig. 1 for explanation of UP, MD and LW).

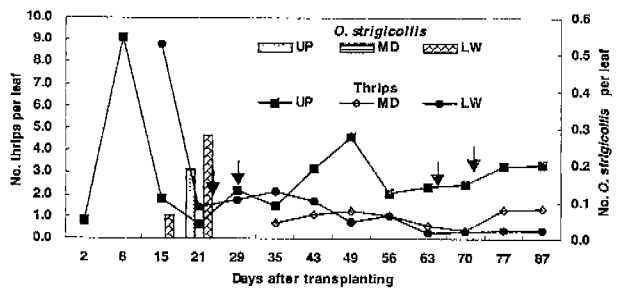


Fig. 3. Changes of population densities of thrips and *O. strigicollis* on hot pepper leaves at three different plant strata in natural enemy removed plot. Arrows designate the day when fenpropathrin WP was sprayed (See Fig. 1 for explanation of UP, MD and LW).

가 1.5~4.6마리로 높게 형성되었다. 또한 PAT에서는 약제를 살포하고 27일 후에 일당 밀도가 0.9마리로 상승했으며, 그 시기의 NRT와 CNT의 밀도는 각각 0.0과 1.5마리였다. 그리고 3차 약제 살포 후 17일이 지났을 때 PAT에서는 다시 일당 0.6마리로 상승했으며, 그 시기에 NRT에서의 밀도는 0.1마리로 매우 낮았고, CNT의 밀도는 2.1마리였다. *O. strigicollis*가 하부의 잎에서 처음 발견된 것은 최초 방사후 13일로 이 시기에 CNT와 NRT에서 약충이 조사되었으며, 일당 밀도는 각각 0.06과 0.09마리였다. 상부 잎에서 *O. strigicollis*가 조사된 것은 정식 21일 이후였으며, NRT에서 밀도가 일당 0.06마리 이하로 낮게 조사되었다. 그러나 상부 잎에서 3차 방사후부터 조사종료할 때까지 총채벌레의 일당 평균밀도가 CNT, PAT와 NRT에서 각각 2.58, 0.24와 0.25마리로 NRT의 평균밀도가 CNT의 9.7%수준으로 매우 낮아 *O. strigicollis*가 약제방제와 비슷하게 총채벌레 밀도를 억제하는 것으로 나타났다.

꽃에서의 총채벌레 및 *O. strigicollis*의 밀도변동은 Figs. 4-5와 같았다. 조사된 총채벌레의 종은 꽃노랑총채벌레 *F. occidentalis*, 대만총채벌레 *F. intonsa*, 오이총채벌레 *T. palmi*가 조사되었으며, 꽃노랑총채벌레가 31%로 우점하였다. CNT에서 총채벌레의 밀도는 정식 후 21일까지는 5꽃당 30마리 수준이었으나 그 이후에 크게 증가하여 70마리 이상의 높은 밀도를 유지하였다. PAT에서 총채벌레의 밀도는 정식 후 35, 56과 77일 조사에서 각각 107.0, 35.3과 25.7마리로 높았으나, 그 이외의 조사에서는 20마리 이하의 낮은 밀도를 유지하였다. NRT에서는 정식 후 21일까지는 30마리 수준이었으나, 그 이후는 낮아져 20마리 이하로 낮게 유지되었다. 그러나 정식 63일 후부터 다시 증가하기 시작하여 *O. strigicollis*를 추가 방사를 실시하였으며, 추가방사 20일 후에 다시 밀도가 감소하는 경향을 보였다. NRT에서 *O. strigicollis*의 밀도는 정식 21일 후에 5꽃당 4마리로 가장 높았으며, 정식 후 60과 77일 조사를 제외한 모든 조사에서 발견되었다. *O. strigicollis*는 잎에서보다 꽃에서 더 많이 발견되었는데, 이는 Brødsgaard (1995)가 애꽃노린재류가 화분을 먹이로 생존할 수 있기 때문에 꽃에 많이 모여든다는 보고와 같았다. 이와 같이 꽃에서 더 많이 모인다는 것은 하우스 고추가 총채벌레 피해에 가장 민감한 시기인 개화기동안 총채벌레 방제에 *O. strigicollis*를 이용할 수 있다는 것을 보여주는 것이다.

황색 끈끈이 트랩을 이용한 총채벌레 및 *O. strigicollis*의 밀도변동은 Figs. 6-7과 같았다. 트랩에 잡

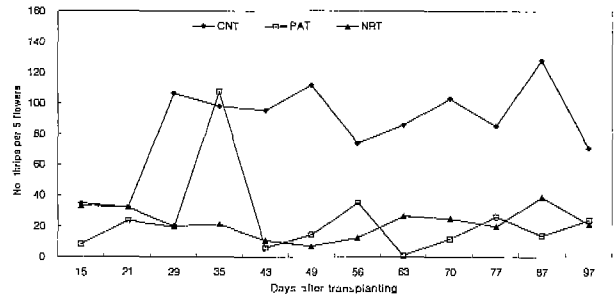


Fig. 4. Changes of population densities of thrips on hot pepper flowers. CNT, PAT and NRT indicate the natural enemy removed plot, pesticide treated plot and *O. strigicollis* released plot with no pesticide application, respectively.

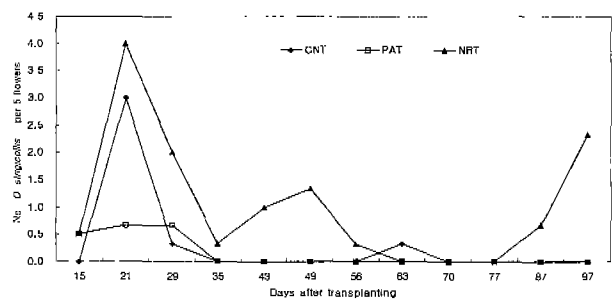


Fig. 5. Changes of population densities of *O. strigicollis* on hot pepper flowers (See Fig. 4 for explanation of CNT, PAT and NRT).

힌 총채벌레 종류는 꽃노랑총채벌레 *F. occidentalis*, 대만총채벌레 *F. intonsa*, 오이총채벌레 *T. palmi*, 볼록총채벌레 *S. dorsalis* 등이 잡혔으며, 꽃노랑총채벌레가 전체의 95%를 점유하여 가장 많이 잡혔다. PAT와 NRT에서는 정식 8일 후 조사시에 각각 트랩당 421.3과 568.3마리로 가장 높았으며, 그 이후는 밀도가 계속 낮아져 트랩당 300마리 이하로 잡혔다. 그러나, CNT에서는 정식 후 21~35일까지는 트랩당 300마리 이하로 낮았으나 그 이외의 시기에는 트랩당 400마리 이상으로 높게 나타났다. *O. strigicollis*의 밀도는 NRT에서 정식 15일 후부터 꾸준히 잡혔으며, 밀도가 가장 높았던 시기는 정식 21일 후로 트랩당 5.7마리였고 밀도가 가장 낮았던 시기는 정식 63일 후로 트랩당 0.3마리였다. Brødsgaard (1995)는 청색 끈끈이 트랩에 잡힌 *O. majusculus*와 총채벌레 마리수는 양(+)의 상관성이 있다고 하였으나, 본 시험에서는 상관성이 인정되지 않았다($F = 0.026, df = 1, 8, P > 0.1$).

Fig. 8은 고추 열매에서의 시기별 피해도 지수와 피해과율의 변화를 나타낸 것이다. 정식 후 25일까지는 처리간에 차이가 없었으나 정식 38일 후 조사

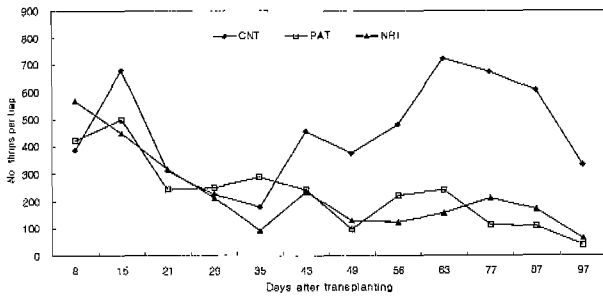


Fig. 6. Changes of population densities of thrips caught on yellow color sticky trap (See Fig. 4 for explanation of CNT, PAT and NRT).

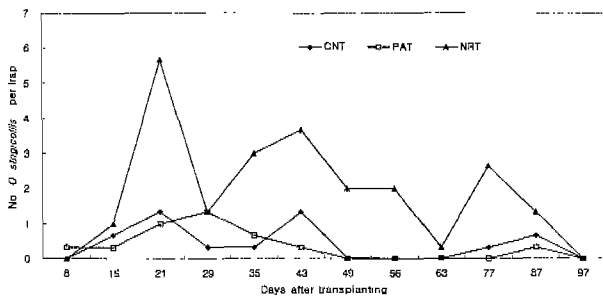


Fig 7. Changes of population densities of *O. strigicollis* caught on yellow color sticky trap (See Fig. 4 for explanation of CNT, PAT and NRT).

를 제외한 나머지는 CNT의 피해도 지수가 0.2 이상으로 다른 처리구에 비해 매우 높게 나타났다. 또한, PAT와 NRT 간에 피해도 지수의 차이는 없어 *O. strigicollis*를 방사하는 경우 약제방제와 같은 총채벌레 방제효과가 있는 것으로 판단되었다. 피해과율에 있어 CNT에서는 정식후 38일을 제외한 모든 조사에서 20% 이상으로 높게 나타났으며, 정식 43일 후부터는 80% 이상으로 거의 모든 열매가 총채벌레 피해를 받았다. 그러나 PAT와 NRT에서는 정식후 38~63일까지는 피해과율이 20% 이하로 나타나 총채벌레에 의한 피해가 매우 적은 것으로 나타났다. 그러나 정식 63일 후부터는 NRT에서 피해과율이 상승하였으며, 정식 후 70과 77일 조사에서 NRT의 피해도 지수와 피해과율이 PAT보다 더 높게 조사되었는데, 이는 그 이전까지 애꽃노린재의 밀도가 낮아 총채벌레의 밀도가 상승하였기 때문이라 판단된다. CAT, PAT와 NRT의 평균 피해도 지수는 각각 0.35, 0.05와 0.08이었으며, 평균 피해과율은 각각 80.0, 17.1과 24.8%였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 하우스고추에서 발생하는 총채벌레의 방제에 *O. strigicollis*를 정식 초기에 주당 2마리를 기준으로 7일 간격 3회 방사

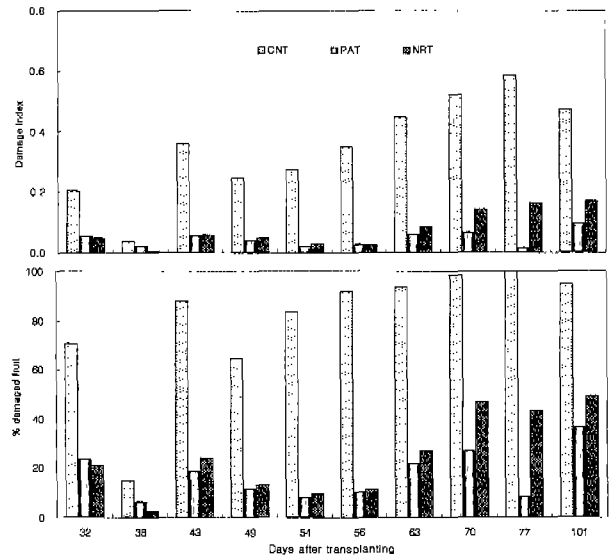


Fig. 8. Seasonal changes of damage index and percentage of damaged fruit in hot pepper (See Fig. 4 for explanation of CNT, PAT and NRT).

하면 생육기간 동안 4회 약제를 살포한 것과 비슷한 총채벌레 방제효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 시험면적이 작아 *O. strigicollis* 성충을 방사했을 때 다른 처리구로의 이동이 있었으며, 총채벌레 역시 처리구간 이동을 차단하지 못해 PAT와 NRT에서 총채벌레 밀도의 상승이 빨리 일어나 넓은 면적에서의 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되며, 초기 *O. strigicollis*의 방사한 후 총채벌레 밀도에 따른 *O. strigicollis*의 추가방사 기준 설정을 위한 표본조사법 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., M.J. Han, J.Y. Choi and K.M. Choi. 1994. First record of *Thrips palmi* and its geographical distributions in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 33: 127~128.
- Brødsgaard, H.F. 1995. "Keep-down", a concept of thrips biological control in ornamental pot plants. pp. 221~224. In *Thrips biology and management*, eds. by B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. 636 pp. Plenum, New York and London.
- Frescata, C. and A. Mexia. 1995. Biological control of western flower thrips with *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae) in organic strawberries in Portugal. p. 249. In *Thrips biology and management*, eds. by B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. 636 pp. Plenum, New York and London.
- Lee, S.H., J.Y. Choi, J.O. Lee and S.H. Kang. 1995. Survey on the natural enemies of *Thrips Palmi* Karny. Ann. Res. Rep. NIAST (Dept. Crop Prot.): 517~521.
- Letourneau, D.K. and M.A. Altieri. 1983. Abundance patterns of a predator *Orius tristicolor* (Hemiptera: Anthocoridae) and its prey, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae):

- habitat attraction in polycultures versus monocultures. *Environ. Entomol.* 122: 1464~1469.
- Malais, M. and W.J. Ravensberg. 1992. The biology of glasshouse pest and their natural enemies. Koppert. pp. 45~48.
- Nagai, K. 1993. Studies on integrated pest management of *Thrips palmi* Karny. The Special Bulletin of the Okayama Prefectural Agricultural Experiment Station. 82: 12~14.
- SAS Institute. 1995. The SAS system for window. release 6.11. SAS Institute Inc. Cary, NC 27513, USA.
- Song, J.H., H.R. Han and S.H. Kang. 1997. Color preference of *Thrips Palmi* Karny in vinylhouse cucumber. *RDA. J. Crop Protec.* 39: 53~56.
- Song, J.H., J.S. O, S.H. Kang, S.E. Lim, S.W. Hyun and S.K. Jeong. 1997. The collection of *Orius* spp. and their characteristic occurrence in an open-field of eggplant in Cheju. *RDA. J. Crop Protec.* 39: 43~47.
- Song, J.H., S.H. Kang, S.Y. Hong, S.E. Lim and S.K. Jeong. 1998. Effects of *Orius* spp. on suppression of thrips density in a greenhouse eggplant. *RDA. J. Crop Protec.* 40: 71~75.
- van den Meiracker, R.A.F. and P.M.J. Ramakers. 1991. Biological control of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in sweet pepper, with the anthocorid predator *Orius insidiosus*. *Med. Fac. Lardbouw. Rijksuniv. cent.* 56.
- Wang, C.L. 1995. Predatory capacity of *Campylomma chinensis* Schuh (Hemiptera: Miridae) and *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae) on *Thrips palmi* pp. 259~262. *In* Thrips biology and management, eds. by B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. 636 pp. Plenum, New York and London.
- Woo, K.S., S.B. Ahn, S.H. Lee and H.M. Kweon. 1994. First record of *Frankliniella occidentalis* and its geographical distributions in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 33: 127.

(Received for publication 8 January 2001; accepted 4 July 2001)