

토마토에서 *Hemiptarsenus zilahisebessi*에 의한 아메리카잎굴파리 기생율

Parasitism of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by *Hemiptarsenus zilahisebessi* (Hymenoptera: Eulophidae) on Tomato

문형철* · 최정식 · 황창연¹

Moon Hyung Cheol*, Choi Jeong Sik and Hwang Chang Yeon¹

Abstract – This study was conducted to investigate percentage of parasitism and control effect of *Liriomyza trifolii* by *Hemiptarsenus zilahisebessi* on tomato. Percentages of parasitism on *L. trifolii* larva by ectoparasitoids were 26~45%. Among them the parasitism by *H. zilahisebessi* was highest as 47~75% in tomato. The parasitoids preferred 1st to 3rd instar of host larvae. In laboratory test, the parasitoids showed high parasitism on 3rd instar larvae of host by 89.8~93.1% when the female parasitoids were introduced by the ratios of 1 : 10, 1 : 20, and 1 : 30. In field test, 3 or 5 female parasitoids were introduced per plant. In the case, the parasitism increased to 80% 4 weeks after introduction of the parasitoids. This increased parasitism was resulted from density reduction of the host larvae. There were no significant differences in parasitism, density of alive host, and percentage of damaged leaf between inoculation density.

Key Words – *Liriomyza trifolii*, *Hemiptarsenus zilahisebessi*, Parasitism, Tomato

초 록 – 토마토에서 *Hemiptarsenus zilahisebessi*에 의한 아메리카잎굴파리의 밀도억제 효과를 실내와 온실에서 확인하였다. 토마토에서 외부기생봉류에 의한 아메리카잎굴파리의 기생율은 26~45%이었으며 이 중 *H. zilahisebessi*의 비율은 47~75%이었다. 암컷 성충의 기주체액섭취율이 기주 1령유충과 3령유충에서 각각 40.4%와 37.9%이었으나 1령과 3령유충을 동시에 접종할 때 1령보다는 3령유충을 주로 체액섭취하였다. 사육실에서 *H. zilahisebessi* 암컷과 기주 3령유충을 1:10, 1:20, 1:30으로 접종시 기주 사망율은 각각 93.1%, 92.1%, 89.8%이었다. 토마토 포장에서 주당 암컷 3마리, 5마리를 접종한 결과 접종 4주째에 80% 정도의 기생율을 나타냈으며 시간이 경과됨에 따라 아메리카잎굴파리의 유충밀도도 감소되는 경향을 보였다. 피해엽률 또한 접종 4주후부터 무접종구에 비하여 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 접종밀도에 따른 기생율, 기주 유충 생존율 및 피해엽률의 차이는 없었다.

검색어 – 아메리카잎굴파리, *Hemiptarsenus zilahisebessi*, 기생율, 토마토

아메리카잎굴파리는 미국 플로리다가 원산지로서 광주의 거베라 포장에서 최초로 발생이 확인된 이
알려진 광기주성 해충으로 국내에는 1994년 전남 후 전국적으로 확산되어 시설재배지 뿐만 아니라

*Corresponding author. E-mail: hch0808@hanmail.net

전북농업기술원 식물환경연구과(Department of Plant Environment, Jeonbuk ARES, Iksan, 570-140, Republic of Korea)

¹ 전북대학교 농업과학기술연구소(Institute Agricultural Science and Technology, Chonbuk National University, Chonju, Republic of Korea)

노지작물에서도 발생하는 등 22종의 작물에서 발생되고 있으며, 특히 거베라, 방울토마토, 국화, 셀러리 등에서 피해가 큰 것으로 알려져 있다(Han *et al.*, 1996; Park, 1996). 이 해충에 의한 토마토의 피해는 주로 유충이 갱도를 형성하면서 엽육조직을 식해하는 것과 성충이 산란관으로 잎에 구멍을 뚫어 피해를 주는 두가지 형태가 있다. 피해가 심하면 광합성이 저해되고 조기낙엽되어 수량과 품질이 저해되기도 한다(Parella and Keil, 1984). 국내 토마토 시설재배지에서 아메리카잎굴파리에 의한 피해엽율이 최고 80%까지로(Park *et al.*, 2000) 이에 따른 생육 및 수량 감소가 우려된다. 그러나 아메리카잎굴파리는 약제에 대한 저항성 발달이 빠르므로 약제 방제가 어렵고, 살충제의 연용으로 천적 밀도가 감소됨에 따라 밀도가 증가되고 있다(Saito, 1997). 아메리카잎굴파리에 대한 기생봉으로 미국에서는 등 4과 19종(Johnson and Hara, 1987), 일본에서는 4과 29종(Konishi, 1998) 그리고 대만에서는 3과 7종이 알려져 있으며(Lin and Wang, 1992), 이 중 *Diglyphus isaea* Walker와 *Dacnusa sibirica* Telenga는 이미 상품화되어 있다. 일본에서는 상품화된 천적을 이용한 방제연구와 토착천적을 탐색 이용하고자 하는 연구를 하고 있다(Ozawa *et al.*, 1998, Saito, 1997).

*Hemiptarsenus zilahisebessi*는 아메리카잎굴파리의 유충 표피에 부착하여 흡즙하는 외부기생봉으로 이 속에 속하는 *H. varicornis* Girault는 일본과 대만에서 아메리카잎굴파리 방제에 효과적인 기생봉으로 알려져 있다. *H. zilahisebessi*는 아메리카잎굴파리 기생봉을 조사하던 중 전북 부안 거베라 포장에서 발생밀도가 높았던 종이었다.

따라서 아메리카잎굴파리의 외부기생봉인 *H. zilahisebessi*의 기생율을 조사하여 생물방제 체계를 수립하는데 기초자료로 활용하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

아메리카잎굴파리의 외부기생봉인 *H. zilahisebessi*는 1998년 2월 전북 부안의 거베라 포장에서 채집하여, 사육실에서 아메리카잎굴파리를 이용하여 누대 증식하며 실험에 이용하였다. 이 기생봉은 일본 농업환경기술연구소의 Kazuhiko Konishi 박사과 농업과학기술원 이관석 연구사에게 의뢰하여 동정하였다.

외부기생봉류에 의한 기생율 조사

1998년 8월 중순에 전북 농업기술원 온실(16×8

m)에 토마토를 정식하여 약제를 살포하지 않고 재배하면서, 외부기생봉류에 의한 기생율과 외부기생봉종 *H. zilahisebessi*에 의한 기생율을 조사하였다. 아메리카잎굴파리 유충의 피해를 받은 잎을 300엽씩 절취하여 구멍이 뚫린 플라스틱 용기(32×25 cm)에 담고 스테인레스 밧트(30×25 cm)를 받쳐 기생되지 않고 탈출하는 아메리카잎굴파리 유충을 모을 수 있도록 하여, 이를 사육상(35×35×50 cm)에 넣고 기생봉이 우화되도록 하였다. 매일 오전 11시와 오후 5시에 우화한 기생봉을 수거하여 이 중 *H. zilahisebessi*의 비율을 조사하였고, 번데기에서 우화되는 내부기생봉류를 제거하기 위하여 스테인레스 밧트에 모아진 아메리카잎굴파리 번데기를 제거하였다.

*H. zilahisebessi*의 기주체액섭취(host feeding) 선호성

아메리카잎굴파리 유충의 크기에 따른 *H. zilahisebessi*의 기주체액섭취 선호성을 조사하기 위하여 1령 유충을 평균 43.5마리, 3령 유충을 평균 33.6마리를 페트리디쉬(Φ9×3 cm)에 각각 넣고 우화 4일째인 암컷 1마리를 24시간 집중하였다. 또한 1령 유충과 3령 유충이 동시에 존재할 때의 선호성을 조사하기 위하여 1령 유충과 3령 유충을 각각 평균 36.7마리, 39.9마리를 하나의 페트리디쉬에 넣고 우화 4일째인 암컷 1마리를 24시간 집중하였다. 죽은 기주 유충은 해부현미경으로 관찰하여 기주체액섭취된 유충과 산란을 위해 성충이 마비시켜놓은 유충을 구별하였고 기주체액섭취율은 [집중유충수 - (생충수 + 산란된 유충수)] / 집중유충수 × 100으로 계산하였으며 실험은 25°C 항온기(14L:10D)에서 기생봉 암컷 8마리씩 3반복으로 수행하였다.

H. zilahisebessi 집중비율에 따른 기생율과 포장에서의 밀도억제 효과

아메리카잎굴파리에 대한 *H. zilahisebessi*의 기생율을 조사하기 위하여, 사육실에서 아메리카잎굴파리 3령 유충이 발육중인 토마토를 사육상(35×35×50 cm)에 넣고 우화 4일째인 암컷 성충을 24시간 동안 집중한 후 해부현미경(20배) 하에서 살아있는 기주유충수를 조사하였다. *H. zilahisebessi* 암컷 성충과 기주 유충의 집중비율은 1:10, 1:20, 1:30이었으며 3반복으로 수행하였다. 또한 포장내에서의 밀도억제 효과를 조사하기 위하여, 2000년 5월 하순에 전북농업기술원내 비닐하우스(150 m²)에 토마토를 정식한 후, 구당 50 m²에 60주 정도가 되도록 세구로 나누고 방충망을 설치하여 구 간의 해충과

기타 천적의 유입을 차단하였다. 각 구의 6월 10일에 각 구별로 아메리카잎굴파리 암컷 100마리씩을 접종하고 1주일 후에 *H. zilahisebessi* 암컷을 토마토 1주당 3마리와 5마리씩 접종하였으며, 밀도억제효과를 높이기 위하여 10일후에 같은 비율로 2차 접종하였다. 기생충 접종 1주일후부터 7일 간격으로 접종구당 300엽 정도를 절취하여 기생충을 조사하였으며, 기생충은 사망유충수/총유충수×100으로 계산하였다. 또한 피해엽률은 구당 5주를 선택하여 3회 조사하였다.

결과 및 고찰

외부기생충류에 의한 기생율

토마토에서 조사기간 중의 외부기생충에 의한 기생율과 *H. zilahisebessi*의 비율은 Fig. 1과 같다. 외부기생충류에 의한 기생율은 26~45%로 9월 20일 이후 감소되다가 10월 11일에 다시 증가되는 경향을 나타냈다. 이중 *H. zilahisebessi*의 비율이 47~75%로 우점종으로 조사되었다. Arakaki와 Kinjo (1998)는 일본에서 *H. varicornis* 등 12종의 기생충류에 의한 아메리카잎굴파리 기생율이 노지포장에서 19~44%, 하우스내에서는 20~46% 정도라고 보고하였으며, Palumbo 등(1994)은 상추를 가해하는 아메리카잎굴파리에 대한 기생충으로 *Chrysocharis parksi* Crawford 등 8종을 보고하였으며, 이들에 의한 최고 기생율이 가을 작형에서 43.2~50.1%, 봄 작형에서 28.9~50.9%로 매우 높다고 하였다. 아메리카잎굴파리 기생충의 우점종은 지역과 작물에 따라 다르게 나타나고 있는데, 일본과 대만에서는 *H. varicornis*의 비율이 높다(Lin and Wang, 1992; Saito et al. 1997) 이 종에 대한 연구를 진행하고 있다. Palumbo 등(1994)은 약제를 살포하지 않아도 기생

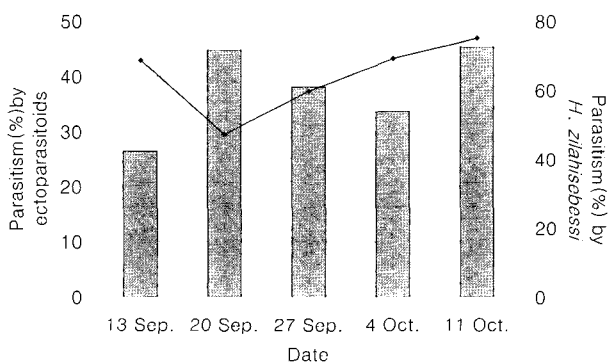


Fig. 1. Parasitism by ectoparasitoids (bars) and *Hemiptarsenus zilahisebessi* (line) on *L. trifolii* on tomato plant in greenhouse.

충류에 의하여 아메리카잎굴파리 밀도를 피해허용 수준이하로 유지할 수 있다고 하였으며, 기주작물의 질과 기생충 상호작용 등의 요인에 대한 연구가 아메리카잎굴파리 밀도 조절에 중요하다고 하였다. Saito 등(1996)은 무방제시 아메리카잎굴파리의 기생충에 의한 기생율이 높으나 처리약제의 종류와 시기에 따라 기생율이 매우 낮아져 선택성약제의 사용이 중요하다고 하였다. 따라서 본 실험에서도 기생충류에 의한 아메리카잎굴파리 기생율이 높아 방제효과를 기대할 수 있을 것으로 생각하며, 특히 우점종으로 조사된 *H. zilahisebessi*는 생물방제 인자로서의 가치가 있을 것으로 생각한다.

*H. zilahisebessi*의 기주체액섭취(host feeding) 선호성

기주 유충의 크기에 따른 기주체액섭취 선호성을 조사하기 위하여 *H. zilahisebessi*의 암컷 성충에게 아메리카잎굴파리 1령 유충과 3령 유충을 각각 공급한 결과 1령과 3령에서의 기주체액섭취율은 큰 차이가 없었다(Table 1). 그러나 1령과 3령 유충을 동시에 제공하여 조사한 결과(Table 2), 3령 유충에 대한 체액섭취 비율이 1령 유충보다 5배 정도 높아 *H. zilahisebessi*는 각 충태를 모두 체액섭취하나 크기가 큰 유충태를 선호하는 것으로 생각된다. 일반적으로 좀벌류는 기주체액섭취 대상으로 크기가 작은 유충을 산란은 큰 유충을 선호하는 것으로 알려져 있으나(Saito, 1997), 본 종은 노숙유충을 선호하여 차이가 있었다. 기주 밀도억제에는 산란에 의한 기생 뿐만 아니라 산란관으로 기주를 찢어서 나오는 체액을 흡즙하는 기주체액섭취에 의해서도 이루어

Table 1. Percentages of host feeding of *Hemiptarsenus zilahisebessi* female* on the 1st and 3rd instar larvae of *Liriomyza trifolii* in individual test

Developmental stage	Host larva	
	No. larvae introduced	Host feeding (%)
1st instar	43.5 ± 1.25	40.4 ± 2.48**
3rd instar	33.6 ± 1.38	37.9 ± 1.75

* No. of females tested was 24. ** Mean ± SD.

Table 2. Percentages of host feeding of *Hemiptarsenus zilahisebessi* female on the 1st and 3rd instar larvae of *Liriomyza trifolii* in multiple-choice tests (mean ± SD)

Developmental stage	Host larva	
	No. larvae introduced	Host feeding (%)
1st instar	43.7 ± 1.07	8.2 ± 0.24
3rd instar	39.3 ± 0.97	40.2 ± 1.45

* No. of females tested was 24.

어지기 때문에, 기주체액섭취에 의한 밀도억제 효과를 간과해서는 않된다고 하였다(Bruce and Brunner, 1990). 본 실험에서도 *H. zilahisebessi*의 기주체액섭취 비율이 40% 정도로 기주의 밀도를 억제하는 주요인으로 작용할 것으로 생각한다.

***H. zilahisebessi*의 접종비율에 따른 밀도억제 효과**

사육실에서 기생봉 접종비율에 따른 아메리카잎굴파리 밀도억제 정도를 조사한 결과(Table 3), 1:10, 1:20, 1:30의 접종비율에서 각각 93.1%, 92.1%, 89.8%로 밀도억제 효과가 높았다.

*H. zilahisebessi*를 포장에 방사한 결과 기생봉 1차 접종 1주일후의 기생율이 주당 3마리 접종구와 5마리 접종구에서 각각 55.7%와 70.0%이었고 1차 접종 5주째에 최고 80%정도의 기생율을 나타내었으며(Fig. 2), 살아있는 기주 유충수도 기생봉 접종 후 계속 감소되는 경향을 보였고(Fig. 3), 피해엽률 또한 기생봉 접종 4주후 부터 무접종구에 비하여 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 4). 그러나 접종비율에 따른 기생율, 기주생충수 및 피해엽률의 차이는 크지 않아 본 실험에서는 아메리카잎굴파리의 성충이

Table 3. Parasitism of *Liriomyza trifolii* larvae by *Hemiptarsenus zilahisebessi* at different inoculation ratios (mean \pm SD)

Noculation ratio (parasitoid: host)	No. of larvae parasitized	Mortality (%)
1 : 10 (25 : 250)	232.7 \pm 11.74	93.1 \pm 4.75
1 : 20 (25 : 500)	460.5 \pm 20.36	92.1 \pm 4.13
1 : 30 (25 : 750)	673.5 \pm 23.62	89.8 \pm 3.27
Untreated	0	0

주당 1~2마리 정도인 발생초기에 주당 *H. zilahisebessi* 암컷 3~5마리 정도의 접종으로 아메리카잎굴파리의 밀도억제 효과가 있는 것으로 조사되었다. Ozawa 등(1999)은 상품화된 *D. isaea*를 아메리카잎굴파리 발생초기에 토마토 1주당 0.13~0.19마리를 3~8회 접종할 때 기생율이 86.7~95.1%로 높다고 하여, 본 실험 중보다는 우수하였다. Saito (1997)는 일본 토착종인 *H. varicornis*를 1주일 간격으로 암컷 3.4마리/m², 1.7마리/m²씩 5회 접종하여 높은 밀도억제 효과를 얻었으며, 시기에 따라 상품화된 *D. isaea*와 *D. sibirica*가 토착기생봉과의 경쟁에서 패하여 효과가 높지 않다고 하였다. 따라서 아메리카잎굴파리의 생물적방제에 상품화된 기생봉 뿐만아니라 토착기생봉의 이용도 중요할 것으로 생각하며, *H. zilahisebessi* 이용한 아메리카잎굴파리의 생물적방제 가능성이 있을 것으로 생각된다. 천적을 방사할 때 방사시기, 방사량, 방사방법 등이 중요할 것으로 생각되며 특히 방사시기가 늦어지면 방제효율이 낮아지게 되므로(Saito, 1997), 앞으로 이에 대

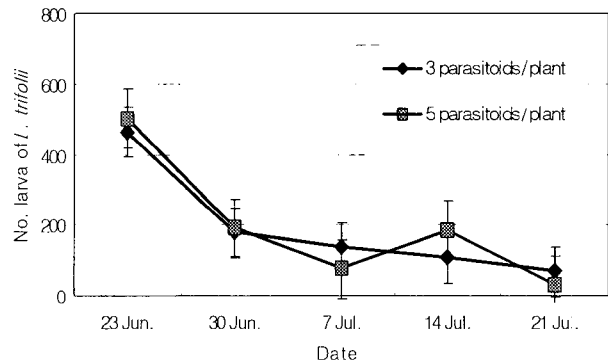


Fig. 3. Changes in density of *Liriomyza trifolii* larvae at tomato field introduced with *Hemiptarsenus zilahisebessi*.

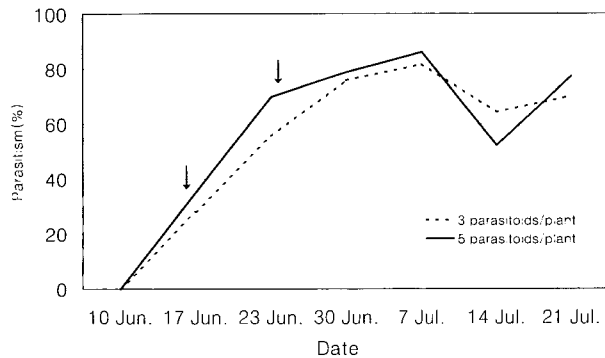


Fig. 2. Changes in parasitism of *Hemiptarsenus zilahisebessi* on *Liriomyza trifolii* in tomato grown in greenhouse (↓: parasitoids introduced on June 17, and 24, 2000).

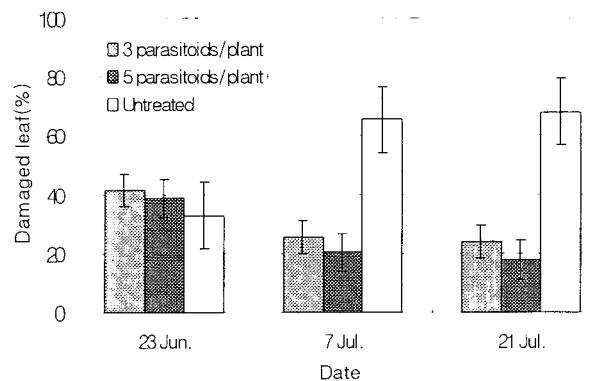


Fig. 4. Percentage of damaged leaf by *Liriomyza trifolii* at tomato field introduced with *Hemiptarsenus zilahisebessi*.

한 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Arakaki, N. and K. Kinjo. 1998. Notes on the parasitoid fauna of the serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Okinawa, southern Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 33: 577~581.
- Bruce, A.B. and J.F. Brunner. 1990. Types of parasitoid-induced mortality, host stage preference, and sex ratios exhibited by *Pnigalio flavipes* (Hymenoptera: Eulophidae) using *Phyllonorycter slmaella* (Lepidoptera: Gracillariidae) as a host. *Environ. Entomol.* 19: 803~807.
- Johnson, M.W. and A.H. Hara. 1987. Influence of host crop on parasitoids (Hymenoptera) of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). *Environ. Entomol.* 16: 339~344.
- Han, M.J., S.H. Lee, J.Y. Choi, S.B. Ahn and M.H. Lee. 1996. Newly introduced insect pest, American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera : Agromyzidae) in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 35: 309~314.
- Konishi, K. 1998. An illustrated key to the Hymenopterous parasitoids of *Liriomyza trifolii* in Japan. *Misc. publ. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci.* 22: 27~76.
- Lin, F.C. and C.L. Wang. 1992. The Occurrence of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Taiwan. *Chinese J. Entomol.* 12: 247~257.
- Ozawa, A., T. Sairo and M. Ota. 1999. Biological control of American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii*, on tomato in greenhouse by parasitoids. I. Evaluation of biological control by release of *Diglyphus isaea* in experimental greenhouse. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 43: 161~168.
- Palumbo, J.C., C.H. Mullis and F.J. Reyes. 1994. Composition, seasonal abundance and parasitism of *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) species on lettuce in Arizona. *J. Econ. Entomol.* 87: 1070~1077.
- Park, J.D. 1996. Host ranges and temperature effects on the development of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Korean J. Entomol.* 35: 302~308.
- Park, J.D., K.B. Uhm, J.G. Yoo and S.G. Kim. 2000. Occurrence, injury aspects and effect of insecticide applications of *Liriomyza trifolii* Burgess on tomato cultivated in plastic house. *The Korean J. Pesticide Sci.* 4: 50~55.
- Parrella, M.P. and C.B. Keil. 1984. Insect pest management : The lesson of *Liriomyza*. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 30: 22~25.
- Saito, T. 1997. Rearing methods of native natural enemies in Japan: *Hemiptarsenus varicornis*, parasitoid for *Liriomyza trifolii*. *Plant Protection* 51: 530~533.
- Saito, T., A. Ozawa and F. Ikeda. 1997. Developmental time of ectoparasitoid, *Hemiptarsenus varicornis*, on *Liriomyza trifolii* and *L. bryoniae*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 41: 161~163.
- Saito, T., F. Ikeda and A. Ozawa. 1996. Effect of pesticides on parasitoid complex of serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Shizuoka prefecture. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 40: 127~133.

(Received for publication 30 October 2001;
accepted 7 March 2002)