

거베라에서 아메리카잎굴파리의 가해양상, 발생소장 및 색상별 유인량

Damaged Aspects, Seasonal Fluctuations, and Attractivity of Various Colors on *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) in Gerbera

박종대* · 구용수 · 최덕수 · 김상수¹

Jong-Dae Park*, Yong-Soo Ku, Duk-Soo Choi and Sang-Soo Kim¹

Abstract – The rate of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus.) leaf damaged by *Liriomyza trifolii* larvae was lower than that by adults. The adults began to be attracted to yellow sticky trap immediately after transplanting and increased gradually up to early August followed by low population density from middle to late August. In the second year, adults began to be attracted from late April after transplanting and increased abruptly from middle May and the high density was maintained till early July. The density decreased, however, from middle July, and then followed by the high density again early September and late October. The seasonal fluctuations of larva and pupa were similar to that of adults and the peaks of pupa occurred one week later than that of larvae. Larva infected by parasitoid were observed 4 weeks after transplanting. Parasitism was 65% in average from early July to late August but decreased to 50% from early September. Number of trapped adults was the highest in the yellow sticky trap among the five different colour traps. Catches at 30~60 cm above soil surface were significantly greater than that at 90 cm.

Key Words – Gerbera, *Liriomyza trifolii*, Damaged aspect, Parasitism, Sticky trap

초 록 - 전남지역에서 아메리카잎굴파리에 의한 거베라 피해엽율은 정식후 1년차에 89.7%, 2년차에 85.5%이었다. 피해주에서 갱도에 의한 피해엽율과 흡즙흔에 의한 피해엽율은 각각 44.7%와 55.3%이었다. 황색끈끈이트랩에 유인된 성충은 5월 하순에 정식한 경우 정식 1년차에는 초기부터 성충이 포획되어 8월 상순까지 포획량이 계속 증가하였으나 이후 8월 하순까지는 밀도가 감소하다가 9월 상순부터 다시 포획량이 증가하였다. 정식 2년차에는 4월 하순부터 성충이 포획되기 시작하여 5월 중순부터 급격히 증가하고 7월 상순까지 높은 밀도를 유지하다가 7월 중순부터 점차 밀도가 감소하여 7월 하순부터는 낮은 밀도를 유지하였으나, 포충망에 의한 조사는 9월 상순과 10월 하순에 높은 밀도를 유지하였다. 유충과 번데기 밀도변동은 성충발생과 비슷하였으나 번데기 발생 peak가 유충보다 일주일 가량 늦었다. 거베라에서 기생봉에 기생당한 유충수는 정식 5주째부터 많아지기 시작하여 8월 하순까지 기생율이 평균 65%로 높았으나 9월 상순부터는 50% 수준이었다. 유색끈끈이트랩에 유인량은 황색에서 가장 많았으며, 트랩의 설치위치는 지상 30~60 cm 범위에서 포획량이 많았다.

검색어 - 거베라, 아메리카잎굴파리, 가해양상, 발생소장, 기생율, 끈끈이트랩

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

전남농업기술원 식물환경연구과(Dept. of Plant Environment, Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju-si 520-715, Republic of Korea)

¹ 순천대학교 농과대학 농생물학과(Dept. of Agrobiolgy, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Republic of Korea)

아메리카잎굴파리는 미국으로부터 퍼져나와 전세계의 여러 곳에 전파되었고(Saito, 1993), 기주식물도 400여종으로 극히 다식성이며(Parrella, 1987), 노지보다는 대부분 시설재배 작물에서 피해가 크다. 전염원이 된 식물은 유럽과 아시아국가를 막론하고 대부분 거베라 유묘에 묻어 들어와서 전파되었으며 피해가 많은 작물은 토마토, 국화, 셀러리 등을 보고하고 있다(Bogs and Braasch, 1988; Ilovai *et al.*, 1989; Kozarzhevskaya and Martinez, 1990; Wang and Lin, 1988). 국내에서는 1994년 1월에 광주광역시 송정동 거베라 재배 비닐하우스에서 처음 발견되었고 당시 피해엽율은 80% 수준이었으며(Park, 1996), 전국적으로는 17.9~63.3% 정도이었다(Hong *et al.*, 1996). 아메리카잎굴파리는 일단 침입하여 발생하면 급격히 높은 밀도를 형성하는데 이 해충이 경제적으로 중요한 우점해충이 된 이유로는 검역과정에서의 실패, 잘못된 종의 동정 등이고, 특히 침입하여 발생한 후 저항성을 무시한 살충제 사용은 방제를 더욱 어렵게 하였다(Parrella and Clifford, 1984). 이러한 현상은 거베라에서도 광범위한 살충제를 계속 사용한 포장에서 방제에 어려움이 증가하고 있으며(Calabretta *et al.*, 1987), 특히 오이, 토마토, 파프리카 등 시설내에서 계속적으로 수확하는 작물에서는 살충제에 대한 저항성 뿐만 아니라, 수확시기에는 살충제의 사용이 제한되기 때문에 급격히 밀도가 높아지게 된다(Ilovai *et al.*, 1989). 따라서 아메리카잎굴파리의 밀도를 억제하기 위해서는 해충을 종합적으로 관리할 수 있는 체계가 필요하며, 효과적인 방법중의 하나로 저항성품종의 재배는 살충제의 사용을 줄일 수 있는데(Vrie *et al.*, 1986), 거베라의 일부 품종에서 저항성이 발견되기도 하였다(Iacob *et al.*, 1986). 황색끈끈이트랩은 국화와 수박 등에서 아메리카잎굴파리의 발생을 예찰하는데 효과적으로 사용되고 있고(Parrella and Jones, 1985; Robin and Mitchell, 1987), 살충제 살포후에 황색끈끈이판의 포획량을 비교하여 약제의 저항성 여부를 판단하는데 이용하기도 하며(Sanderson *et al.*, 1989), 트랩설치 위치를 달리하여 성충의 비산활동을 조사하기도 하였다(Chandler, 1985). 한편 끈끈이 트랩에 의한 포살효과를 이용한 물리적인 방제방법으로는, 황색끈끈이트랩을 지표면으로부터 0.2~0.5 m 부위에 설치하여 유인된 성충을 잡아 죽이면(Tatara and Furuki, 1994) 발생초기부터 개체군의 밀도형성을 억제시키는 반면 *Diglyphus isaea* 등과 같은 기생봉의 밀도를 증가시킬 수 있다(Nucifora and Calabretta, 1986). 생물적 방제인자로는 Eulophid parasitoid가 충의 밀도 억제에 중요한 역할을 하는데, 살충제를 자주 살포하는 관행재배의 경우 기생율

은 0~1.3%로 극히 낮지만 살충제 살포를 중단하면 굴파리의 개체군이 증가에 이어서 토착천적들의 기생율도 증가한다(Ohno *et al.*, 1999).

따라서 거베라 재배 시설하우스를 중심으로 아메리카잎굴파리를 효과적으로 관리하기 위하여 발생과 가해양상, 기생봉에 의한 기생율 그리고 유색끈끈이 트랩의 유인량 등을 조사한 결과를 보고한다.

재료 및 방법

발생 및 가해양상

아메리카잎굴파리의 발생과 가해양상 등을 조사하기 위하여, 1997년에 광주시 송정동 거베라 재배 능가 포장에서 폭 6 m 길이 100 m의 비닐하우스에 재식거리는 폭 70 cm에 포기사이는 35 cm, 줄사이는 40 cm 2열로 거베라 유묘를 5월 27일에 정식하고, 10일 간격으로 100주에 대한 초장과 피해엽수를 3 반복으로 조사하였으며, 피해엽율은 총엽수에 대한 피해엽수를 백분율로 환산하여 표시하였다. 또한 시기별로 성충의 흡즙흔에 의한 피해엽과 유충의 가해에 의하여 갱도가 형성된 피해엽수를 각각 총 피해엽수에 대한 백분율로 환산하였다.

성충의 발생소장은 크기 32×8.5 cm의 황색끈끈이 트랩을 5곳에 설치하고 10일 간격으로 트랩을 교체하면서 포획된 충수를 합하여 성충 밀도로 하였다. 한편, 유충과 번데기의 발생밀도는 총 100주의 잎위에 존재하는 유충과 번데기수를 조사하였다.

1998년에는 4월부터 7월 간격으로 전년과 동일한 방법으로 트랩당 유인된 성충수, 피해엽수 그리고 거베라 100주당 유충수를 조사하였고, 성충에 의한 흡즙흔과 유충에 의한 갱도 역시 앞서 기술한 동일한 방법으로 조사하였다.

기생봉에 의한 기생율

1998년 6월 상순부터 11월 상순까지 거베라의 잎 갱도내에 아메리카잎굴파리의 건전한 유충수와 기생봉에 의해 기생당한 수를 30주당 총엽수에 대하여 조사하였다. 기생봉의 기생 유무는 유충의 색깔이 유백색이거나 노란색인 것은 기생당하지 않은 건전한 개체로, 갈색으로 변한 것은 기생당한 개체로 조사하여 기생봉에 의한 생물적방제의 가능성을 조사하였다.

끈끈이트랩의 색깔과 설치위치에 따른 성충의 유인량

2년째 거베라를 재배하고 있고 피해엽율이 85%수

준인 비닐하우스(폭 6 m×길이 100 m)에서, 가로 5 cm×세로 3 cm×길이 200 cm 크기의 각목에 가로 15 cm×세로 10 cm 크기의 황색, 백색, 투명, 적색, 청색 등 5종의 아크릴판에 끈끈이(Tangle foot Co, U.S.A.)를 도포하여, 지상부로부터 30, 60, 90, 120, 150 cm에 설치하였으며, 설치 간격은 반복간에는 1.2 m, 처리간에는 20 m로 하여 트랩 색깔과 높이에 대한 포획량을 각각 5반복으로 조사하였다. 트랩의 색깔은 색차계(Spectro Colorimeter Model JS555, Color Techno System Coporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 Lab (L; 밝기, a; 적색도, b; 황색도) 값을 표시하였다.

결과 및 고찰

가해양상 및 발생소장

거베라 정식 후 1년차에는 전생육기간동안 초장이 평균 24.5 cm이었고 피해엽율은 평균 89.7%로 정식 초기에는 31.3%이었으나 중기, 후기에는 피해엽율이 거의 90% 수준에 이르렀으며, 정식후 2년차에는 초장이 평균 33.2 cm (31.0~39.2)로 정식 1년차에 비하

여 8.7 cm가 컷으나 개체간에는 거의 차이가 없었고, 피해엽율은 85.6% (71.9~93.9%)로 생육기 내내 피해엽율이 높았다(Table 1). 우리나라에서 거베라는 숙근초로써 한번 정식하면 3년 정도 재배하는데 (Rural Development Administration, 1998), 거베라에 발생하는 아메리카잎굴파리 성충은 엽육의 조직내에 산란하고 부화한 후에는 잎의 표피 밑에서 엽육을 가해하며, 종령유충이 되면 표피를 뚫고 나와 땅에 떨어져 번데기가 되기 때문에, 한번 피해밀도를 형성하면 방제가 어렵다(Parrella, 1987). 본 조사에서도 정식후에 피해엽이 나타나면 당년에 피해엽율이 90% 이상으로 높아졌고, 재배 2년차에도 높은 피해엽율을 유지하였기 때문에 정식한 당년의 해충의 관리가 중요하였다.

또한 피해주에서 피해엽중 성충의 흡즙에 의한 피해와 유충의 굴에 의한 피해는 갱도율이 평균 44.7%이고, 흡즙흔율은 평균 55.3%로 흡즙흔율이 약간 높았다(Fig. 1). 성충은 주로 성장점 부근의 새로운 잎을 흡즙하여 가해하고 흡즙흔수 중 13% 정도에 산란하는데, 부화한 유충이 엽내에서 섭식하는 기간은 25°C의 경우 3일이고(Park, 1996), 성충의 수명은 12~16일로(Parrella, 1984) 유충이 한잎속에서 섭식하는 동안 성충은 새로운 잎에 산란활동을 계속하기 때문에, 흡즙흔에 의한 피해가 갱도 형성에 의한 피해보다 높은 것으로 판단된다.

비닐하우스에서 황색끈끈이트랩에 유인된 아메리카잎굴파리 성충수는 정식후부터 10일동안 트랩당 72마리가 포획되었으며 평균 포획수는 170마리이었고 발생이 많은 시기는 6월 중순, 8월 상순 9월 하순

Table 1. Plant heights and rate of leaves damaged by *Liriomyza trifolii* on gerbera with cultivated year from 1997 to 1998

Years	Plant height (cm) ¹		% of damaged leaves	
	Mean ± SD ¹	Range	Mean ± SD	Range
1st year	24.5 ± 3.88	16.3~29.4	89.7 ± 15.77	31.3~99.0
2nd year	33.2 ± 2.45	31.0~39.2	85.5 ± 6.10	71.9~93.9

¹ Mean of 100 individuals ± standard deviation

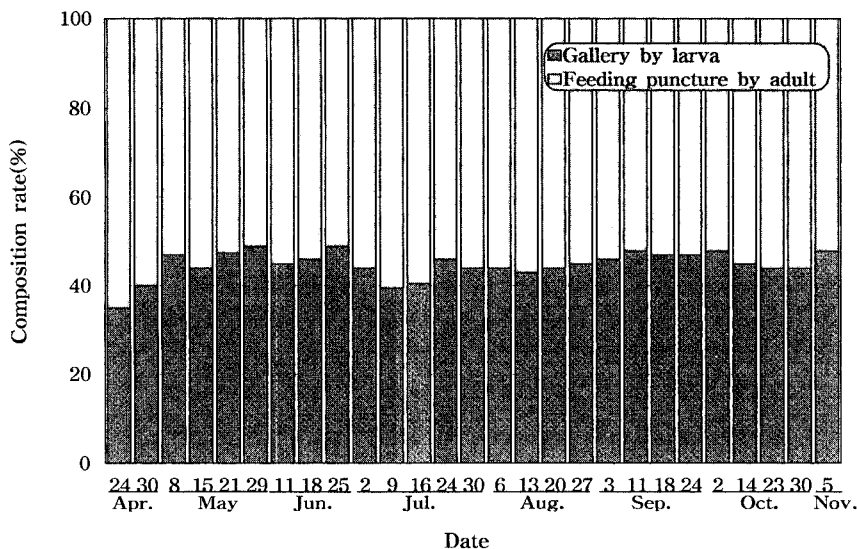


Fig. 1. Composition rate of leaves damaged by larva and adult of *Liriomyza trifolii* on gerbera in 1998.

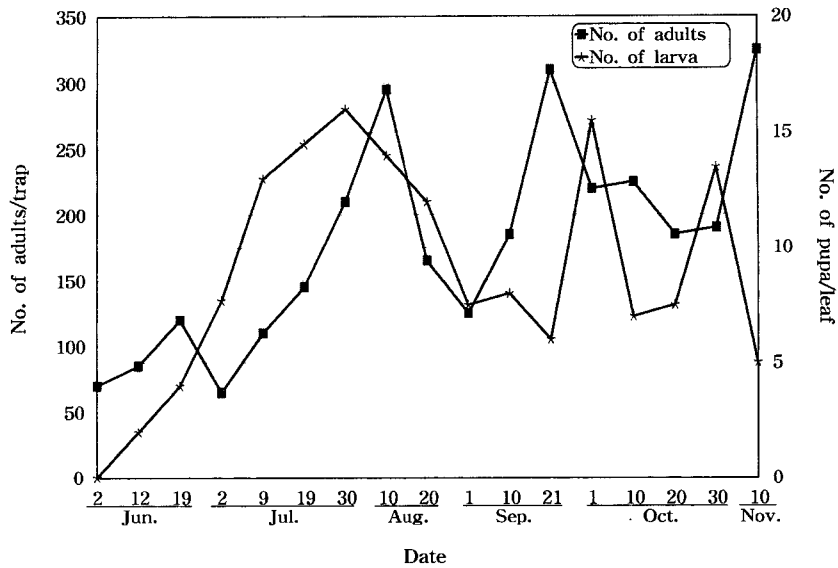


Fig. 2. Seasonal fluctuations of adults and larva of *Liriomyza trifolii* on gerbera in 1997.

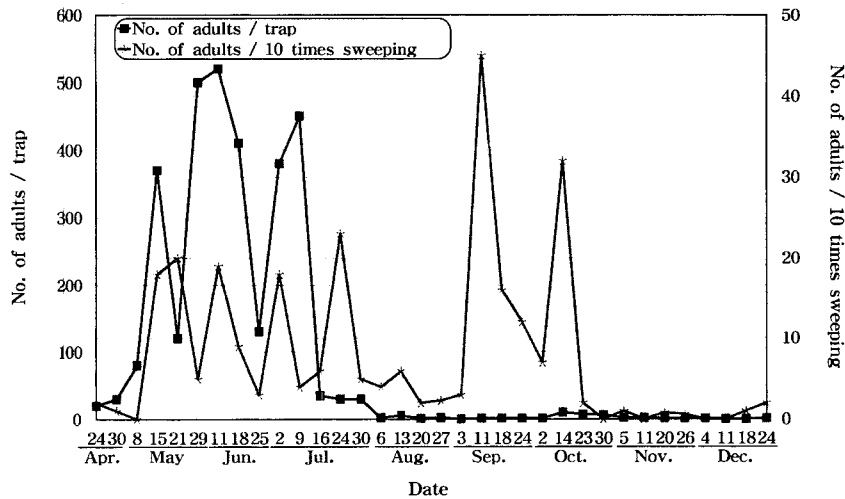


Fig. 3. Seasonal fluctuations of adults of *Liriomyza trifolii* on gerbera in 1998.

이었다. 유충은 정식후 2주째부터 발생하기 시작하여 3주째부터 급속도로 밀도가 증가하여, 두 번째 성충 발생최성기인 8월 상순보다 10일가량 빠른 7월 하순에 발생이 가장 많고 이후는 점차 감소하였으며 10월 1일, 10월 30일경에 발생 peak를 나타냈다(Fig. 2). 정식 2년째에는 성충이 4월 하순부터 황색끈끈이 트랩에 포획되기 시작하여 서서히 포획량이 증가하다가 5월 중순에 급격히 밀도가 증가하고, 7월 상순까지 높은 밀도를 유지하였으나 7월 중순부터 급격히 밀도가 감소하여 포획량도 극히 적었지만, 겨울 동안에도 시설내에서는 계속 성충과 유충을 관찰할 수 있었다(Fig. 3).

유충과 번데기에 의한 층의 밀도변화는 성충 발생소장과 비슷한 경향이었고 번데기의 발생 peak가 유충보다 일주일 가량 늦게 나타났으며, 7월 하순부터 밀도가 급격히 낮아져서 겨울기간까지 주당 층의 밀도는 1~3마리로 극히 낮았다(Fig. 4). 그러나 층의 발생소장은 거베라 정식 1년차와 2년차에서 모두 일정한 발생 양상을 나타내지 않았다. 재배 1년차 포장에서는 정식후 1주째에 성충이 황색끈끈이 트랩에 유인되었고 유충은 2주째부터 유인되었으나, 2년차 재배한 포장에서는 년중 계속해서 성충과 유충이 발생하였고 7월 중순이후에는 피해엽율이 거의 80% 이상 이면서 현저히 낮은 밀도로 급격히 올라가거나 내려

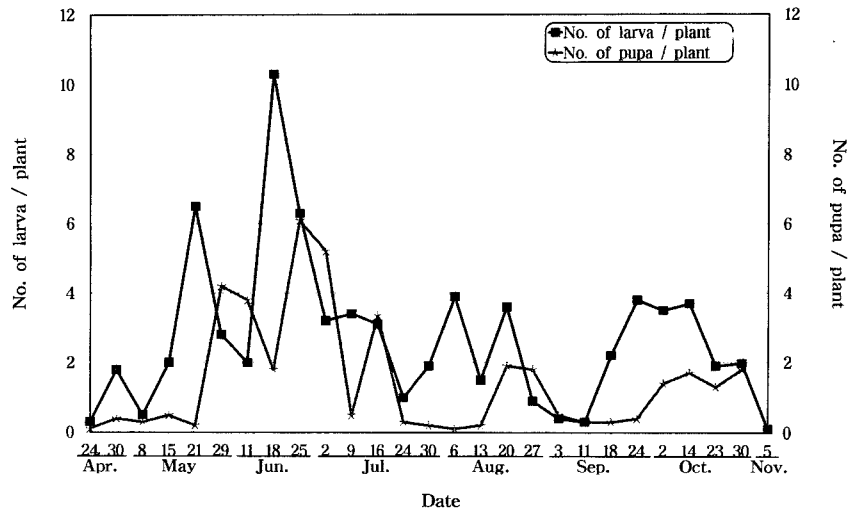


Fig. 4. Seasonal fluctuations of larva and pupa of *Liriomyza trifolii* on gerbera in 1998.

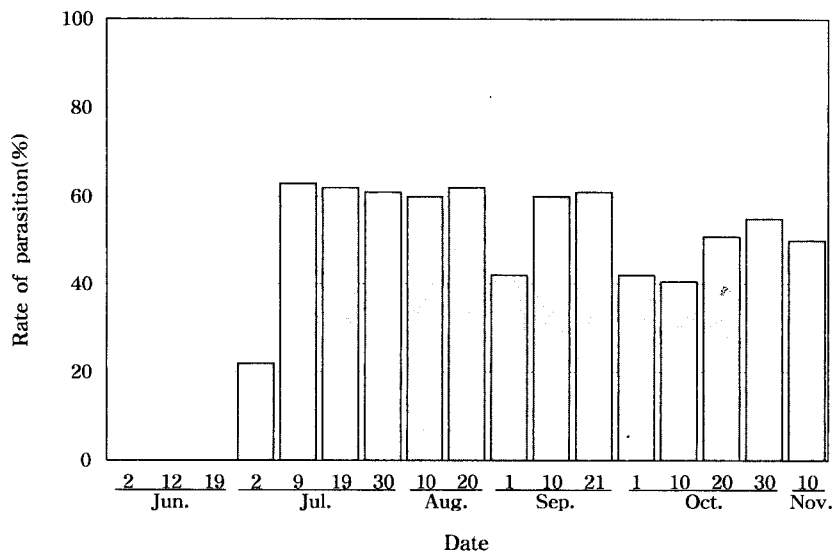


Fig. 5. The rate of *Liriomyza trifolii* larva parasitized by parasitoids on gerbera leaves in 1997.

가지 않았지만 지속적인 피해밀도를 형성하였다. 이는 아메리카잎굴파리의 번데기를 -10°C 에 2일간, -5°C 에 3일간 보관하는 경우 우화율이 각각 5.7%와 13.0%이고, 0, 5, 10°C 에 보관하면 41일 후에 우화율이 각각 4.2, 10.0, 21.1%이며 (Suenaga et al., 1999), 거베라의 생리적 발육영점이 5°C 이고 생육적 온은 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 로 비교적 서늘하고 낮은 온도조건에서 생육이 좋기 때문에 (Rural Development Administration, 1998), 이러한 환경조건이 충족되는 시설하우스내에서 충의 밀도에는 차이가 있었지만 년중 성충을 관찰할수 있었다.

기생봉에 의한 기생율

피해엽에 기생하고 있는 유충수와 기생봉에 기생당한 유충수는 발생초기부터 약 4주까지는 기생당하지 않은 유충의 밀도가 높았으나 5주째부터는 기생당한 유충수가 많아지기 시작하여 8월 하순까지 계속되었고 9월부터는 건전한 유충수와 기생당한 유충수가 비슷한 수준으로 유지되었다 (Fig. 5).

아메리카잎굴파리는 살충제에 대한 저항성을 쉽게 획득하면서 (Jones et al., 1986), 이러한 약제저항성 때문에 급속히 피해밀도를 형성하고 피해가 확산되기 때문에 기생봉을 이용한 종합방제가 필요하게 된다 (Ilovai et al., 1989). 선택성 살충제를 자주 살포하는

관행방제에서는 기생봉에 의한 기생율이 0~1.3%로 극히 낮고, 살충제 살포를 중단하면 아메리카잎굴파리 개체군은 증가 하지만 토착 기생봉에 의한 기생율도 증가하기 때문에 기생봉이 굴파리의 밀도를 억제하는데 중요한 역할을 한다(Ohno *et al.*, 1999). 따라서 거베라는 정식후 2주째부터 유충이 발생하기 때문에 정식초기부터 기생봉을 방사하는 생물적 방제가 기대되는 바이다. 금후에 유용한 토착천적의 신발과 대량증식 그리고 기생봉을 이용한 종합방제체계가 연구되어야 할 것이다.

끈끈이트랩의 색깔과 설치 위치에 따른

성충의 유인량

끈끈이트랩의 색깔에 따른 유인량은 트랩설치의 위치에 따라서 변이가 컸지만, 황색트랩에 52%, 흰색이 22.4%이었고, 적색과 청색은 8% 미만으로 유인량이 아주 적은 반면에 투명트랩에는 12.7%가 유인되었다. 이러한 경향은 트랩을 Spectro colorimeter로 조사한 결과 흰색은 밝기가 78.9, 황색은 68.6으로 밝은 편이었으나 적색과 청색은 각각 30.3, 9.6으로 어두운 편이었다. 반면에 투명한 트랩은 빛이 투과하기 때문에 15.7로 어둡게 나타나 밝은쪽을 선호하는 것으로 나타났으며, 밝은 것 중에서도 흰색과, 노랑색의 적색도는 각각 -0.86, -2.74인 반면 황색도는 -9.45, 87.9이었다. 따라서 아메리카잎굴파리 성충의 유인에 미치는 끈끈이트랩은 첫째 밝은쪽에 유인량이 많으며 둘째는 트랩의 황색도에 의하여 결정되는 것으로 판단되었다(Table 2). 색깔별 트랩의 높이에 따른 포획량은 지상으로부터 30 cm 부위까지는 황색에서 67.9%를 차지하였으며 나머지에서는 2.4~16.1%이었다. 60 cm 부위에서도 역시 56.5%로 황색에서 대부분을 차지하였다(Table 3). Chandler (1985)는 bell pepper에서 지상으로부터 30cm 높이에 설치한 트랩에서 가장 포획량이 많다 하였고, Yathom *et al.* (1988)은 거베라포장에서 황색끈끈이트랩을 45° 각도로 30 cm 높이에 설치하는 경우 70 cm보다 포획량이 많다고 하였으며, Tatara and Furuki (1994)는 거베라, 방울토마토, 셀러리 등에서 황색끈끈이트랩의 설치위치에 의한 유인량은 0.2~0.5 m에서 가장 많았다고 하였다. 본 연구에서는 황색끈끈이트랩에 유인량이 가장 많았고 트랩의 설치 위치도 지상 30~60 cm 범위에서 전체 포획수의 61.5%를 차지하여 같은 경향이었으며 90 cm 이상부터는 현저히 감소하였다. 따라서 작물의 종류나 생장에 관계없이 지상 30 cm 위치에 설치하는 것이 충을 유인하여 포획하는데 가장 효과적이었다. 한편 포획량이 뚜렷이 감소한 90 cm 이상의 높이에서 색깔간에 통계적 유

Table 2. Number of adults *Liriomyza trifolii* attracted to sticky traps of various color in gerbera of plastic house

Colors	Value of colorimeter ¹			No. of adults Mean ± SD ²	Composition rate (%) ³
	L	a	b		
Yellow	68.62	-2.74	87.90	71.4 ± 29.37	52.0
White	78.98	-0.86	-9.45	30.8 ± 12.86	22.4
Transparent	15.73	-0.45	-9.64	17.4 ± 8.55	12.7
Red	30.28	51.74	36.86	10.2 ± 3.92	7.4
Blue	9.62	36.18	-47.03	7.4 ± 4.13	5.4

¹ Spectro colorimeter Model JS555 (L, light; a, degree of red; b, degree of yellow)

² Mean of 5 replications ± standard deviation during every 7 days.

³ Number of adults per each color trap/total number of adults collected to every trap.

Table 3. *Liriomyza trifolii* adults trapped by different colors and height of sticky traps

Colors	Trap heights (cm)				
	30	60	90	120	150
Yellow	22.8 a ¹	17.4 a	10.2 a	6.2 a	8.8 a
White	2.8 b	5.2 b	6.6 a	6.0 a	10.2 a
Transparent	5.4 b	4.2 b	3.8 a	7.4 a	3.4 a
Red	0.8 b	2.2 b	1.6 a	3.2 a	2.4 a
Blue	1.8 b	1.8 b	1.8 a	1.8 a	2.0 a
Total	33.6	30.8	24.0	24.6	26.8

¹ Mean of 5 replications during every 7 days, number of adults in each column followed by the same letters are not significantly different at 5% levels of Duncan's multiple range test.

의성은 없으나 백색에 유인량이 많은 것은 트랩의 설치위치가 작물체에서 멀어질수록 색깔보다는 트랩의 밝기가 성충의 유인에 더 영향을 주는 것으로 판단되었다.

Literature Cited

- Bogs, D. and D. Braasch. 1988. Biology, monitoring and elimination of the Florida mining fly (*Liriomyza trifolii* Burgess), a greenhouse pest. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR*. 41: 236~240.
- Calabretta, C., A. Nucifora and M. Calabro. 1987. Present state of the control of *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) with chemical, biotechnical, biological methods on protected gerbera crops in Sicily. *Difesa delle Piante*. 10: 87~95.
- Chandler, L.D. 1985. Flight activity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper. *J. Econ. Entomol.* 78: 825~828.
- Hong, K.J., M.J. Han, I.S. Kim, S.B. Ahn and M.H. Lee. 1996. Damage by American Serpentine Leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) and its host plants. *RDA Journal of Agricultural Science*. 38: 539~544.
- Iacob, N., V. Posoiu and H. Manolescu. 1986. Reaction of some cultivars of gerbera and chrysanthemum to attack by the greenhouse leaf-mining fly, *Liriomyza trifolii* Burgess. *Analele Institutului de Cercetari Plantelor*. 19: 155~162.
- Ilovai Z, C. Budai, Z.I. Hatala and P. Szabo. 1989. The occur-

- rence of *Liriomyza trifolii* Burgess on gerbera in Hungary: Possibilities of integrated control. *Novenyvedelem*. 25: 403~408.
- Jones, V.P., M.P. Parrella and D.R. Hodel. 1986. Biological control of leafminers in greenhouse chrysanthemums. *California Agriculture*. 40: 1~2.
- Kozarzhevskaya, E.F. and M. Martinez. 1990. A dangerous pest of vegetables and ornamentals. *Zashchita Rastenii*. 7: 41~42.
- Nucifora, A. and C. Calabretta. 1986. Advances in integrated control of gerbera protected crops. 176: 191~197.
- Ohno, K.T. Ohmor and H. Takemoto. 1999. Effect of insecticide applications and indigenous parasitoids on population trends of *Liriomyza trifolii* in gerbera greenhouses. *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.* 43: 81~86.
- Park, J.D. 1996. Host ranges and temperature effects on development of *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 35: 302~308.
- Parrella, M.P. 1984. Effect on temperature on oviposition, feeding, and longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *Can. Ent.* 116: 85~92.
- Parrella, M.P. and B. Keil Clifford. 1984. Insect pest management: The lesson of *Liriomyza*. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 30: 22~25.
- Parrella, M.P., V.P. Jones. 1985. Yellow traps as monitoring tools for *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum greenhouses. *J. Econ. Entomol.* 78: 53~56.
- Parrella, M.P. 1987. Biology of *Liriomyza*. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 201~224.
- Robin, M.R. and W.C. Mitchell. 1987. Sticky trap for monitoring leafminers *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and their associated hymenopterous parasites in watermelon. *J. Econ. Entomol.* 80: 1345~1347.
- Cultural Technique for Perennial Flowers. 1998. Rural Development Administration. 165: 170~171.
- Saito T. 1993. Recent occurrence and control of the serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* Burgess. *Plant Protection*. 47: 123~124.
- Sanderson, J.P., M.P. Parrella and J.T. Trumble. 1989. Monitoring insecticide resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) with yellow sticky cards. *J. Econ. Entomol.* 82: 1011~1018.
- Suenaga, H., H. Tsutsui and T. Hamamura. 1999. Effects of low and high temperatures on longevity and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Research report of Vegetables · Tea Experiment Station Japan*. 14: 1~8.
- Tatara, A. and T. Furuki. 1994. Efficiency of yellow flat sticky trap for monitoring the legume leafminer, *Liriomyza trifolii* Burgess, in greenhouses. *Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society* 41: 235~237.
- Vrie, M. Van de, J.F. Price and J. de Jong. 1986. Behavior of *Liriomyza trifolii* leafminer flies and responses to host plants and insecticides. *Mededelingen Van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*. 51: 879~884.
- Wang, C.L. and F.C. Lin. 1988. A newly invaded insect pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. *Journal of Agricultural Research of China*. 37: 453~457.
- Yathom, S., R. Marcus, M. Chen and S. Tal. 1988. Comparison of different positions and heights of yellow sticky traps for sampling populations of the leafminer, *Liriomyza trifolii*. *Phytoparasitica*. 16: 217~224.

(Received for publication 15 December 2000; accepted 28 March 2001)