

## 육묘장내 작은뿌리파리의 발생과 피해

### Occurrence and Damage of *Bradysia agrestis* Sasakawa (Diptera: Sciaridae) in Propagation House

김형환 · 추호렬 · 이흥수<sup>1</sup> · 조성래<sup>1</sup> · 신현열<sup>1</sup> · 박정규 · 추영무<sup>2</sup>

Hyeong Hwan Kim, Ho Yul Choo, Heung Su Lee<sup>1</sup>, Sung Rae Cho<sup>1</sup>

Hyun Yul Shin<sup>1</sup>, Chung Gyoo Park and Young Moo Choo<sup>2</sup>

**Abstract** – Insect pests of eggplant, pepper, Chinese cabbage, watermelon, cucumber, melon, and tomato seedlings were surveyed in eleven propagation houses from 1998 to 1999. Ten species of insect pests of nine genera in eight families, two species of mites of one genus in one family, and three species of slugs or snails in three genera belonging to two families were found from the observed seedlings but *Bradysia agrestis* was the most serious pest out of them. Thus, occurrence and damage of *B. agrestis* were investigated in two propagation houses all the year round. In the observation of seedling mortalities of seven crops in May, July, October and the following February, only watermelon seedlings were withered and dead by the larva of *B. agrestis* with different mortality depending on time representing 81.9%, 41.3%, 54.9%, and 79.1%, respectively. All the developmental stages of *B. agrestis* were found every month throughout the year. Larval density and adult density were different according to season with the highest numbers in May showing 34.9 and 407.4, respectively. Mortality of watermelon seedlings was higher in April and May than the other months showing 83.3% in April and 82.4% in May. The number of adults attracted to sticky trap was also different depending on card colour. The number of adults was much higher on yellow sticky card (326.2) than blue sticky card (20.2). In the investigation of the number of adults on yellow sticky card at 25 cm and 120 cm above the bench and 10 cm under the bench, more numbers of adults were caught at 25 cm above the bench (273.7) and 10 cm under the bench (320.1) than 120 cm above the bench (27.9). Mortalities of cucumber, pepper, and watermelon seedlings after transplanting in greenhouses were not significantly different depending on culture method.

**Key Words** – Propagation house, *Bradysia agrestis*, Larval density, Adult density, Seedling mortality

**초 록** – 1998년부터 1999년까지 11곳의 육묘장에서 육묘 중이던 가지, 고추, 배추, 수박, 오이, 참외, 토마토유묘를 가해하던 해충을 조사한 결과, 8과 9속 10종과 응애류 1과 1속 2종, 달팽이류 2과 3속 3종이 발견되었으며 그 중 가장 문제가 되었던 해충은 작은뿌리파리였다. 그리하여 작은뿌리파리의 피해가 심하였던 2곳의 육묘장에서 작은뿌리파리의 년중 발생과 피해상황을 관찰하였다. 5월, 7월, 10월 그리고 이듬해 2월의 작물별 피해조사에서는 7 작물 중 수박유묘만이 작은뿌리파리 유충에 의하여 고사되었으며, 고사율은 각각 81.9%, 41.3%, 54.9%, 79.1%였다. 육묘장에서 작은뿌리파리는 알, 유충, 번데기, 성충 등 모든 발육단계가 년중 매달 관찰되었다. 그러나 작은뿌리파리의 유충밀도와 성충밀도는 조사시기에 따라 차이가 있었다. 즉, 밀도가 가장 높았던 시기는

경상대학교 농과대학 농생물학과 (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, Gyeongnam, 660-701, Korea)

<sup>1</sup> 경남농업기술원 (Division of Plant Environmental, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Service, Chinju, Gyeongnam, 660-360, Korea)

<sup>2</sup> 동아대학교 생명자원과학대학 응용생물학과 (Department of Applied Biological Science, College of National Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan, 604-714, Korea)

5월로서 유충밀도는 34.9마리였고, 성충밀도는 407.4마리였다. 한편, 수박유묘 고사주율이 높았던 달은 4월과 5월로서 각각 83.3%와 82.4%였다. trap별 작은뿌리파리 성충의 유인수는 blue sticky card보다는 yellow sticky card에서 훨씬 많았는데, 각각 20.2마리와 326.2마리였다. yellow sticky card를 설치한 후 높이별로 성충 유인수를 조사한 것에서는 bench 위 25 cm card에서는 273.7마리, bench 아래 10 cm의 card에서는 320.1마리로 bench 위 120 cm card의 27.9마리보다 유인수가 많았다. 육묘장에서 육묘중이던 오이, 고추, 수박유묘를 재배방법이 다른 시설하우스에 이식한 후 작은뿌리파리에 의한 고사주율을 조사한 것에서는 재배법에 따른 유의적인 차이는 없었다.

#### 검색어 - 육묘장, 작은뿌리파리, 유충밀도, 성충밀도, 유묘고사

지금까지 대부분의 시설원에 농가는 하우스 재배 작물의 묘를 개별적으로 생산하여 왔으나 최근에는 여러 가지 이유로 대규모 공정육묘장에서 생산된 모종을 구입하여 사용하고 있다. 공정육묘에 의한 모종은 1993년부터 종묘업체와 개인육묘장을 통하여 소규모로 보급되기 시작하여 1995년 말 현재 36개소의 공정육묘장에서(온실규모는 13.6 ha) 모종을 생산하고 있다(Lee et al., 1997). 공정육묘장은 육묘비용 절감과 육묘능률 향상 등의 이점도 있으나 새로운 해충의 전파 진원지도 되고 있다. 또한 육묘장의 생태적 조건과 일년 내내 공급되는 기주식물은 해충의 발생을 가중시키고 있다. 따라서 공정육묘장의 해충 방제를 위하여 적합한 기술 개발이 필요한 실정이다. 그럼에도 불구하고 육묘장의 해충에 관한 보고는 거의 없거나 단편적인 것에 불과하며 노지 해충과 구분없이 취급되고 있다. 그러나 1970년대부터 시설하우스나 육묘장이 발달한 영국, 네델란드, 미국, 일본 등에서는 육묘장의 중요성을 인식하여 해충에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 많은 종류의 해충 중 검정날개버섯파리과(Sciaridae)에 속하는 해충들이 육묘장이나 시설하우스내의 재배작물 뿌리를 가해하기 시작하여 그 피해가 매우 심각하였다. 작물의 뿌리를 가해하는 검정날개버섯파리과의 대표적인 종들로는 *Bradysia agrestis* (Sasakawa and Akamatsu, 1978; Ikeda et al., 1982), *B. hygida* (Bravo et al., 1993), *B. impatiens* (Kalb and Millar, 1986; Jarvis et al., 1993), *B. paupera* (Duso and Vettorazzo, 1996), *B. coprophila* (Harris et al., 1995; Zanuncio et al., 1996), *B. sexdentata* (Sasakawa and Akamatsu, 1978), *Bradysia* sp. (Lee et al., 1998; Springer, 1995a, b) 등이 알려져 있으며, 화훼류, 채소류, 목초류, 버섯류, 관상식물 등 수 많은 종류의 경제식물을 가해하여 경제적으로 막대한 손해를 입히고 있다(Springer, 1993; Lee et al., 1998). 작은뿌리파리(*B. agrestis* Sasakawa)는 일본의 시설하우스에 재배되고 있던 백합과 오이에서 1978년 처음으로 보고되었다(Sasakawa and Akamatsu, 1978). 우리 나라에서는 1998년 경남 진주의 한 육묘장내 수박유묘에서 처음으로 채집되어 보고되었다(Park et al., 1999). 작은뿌리

파리는 유충이 수박, 오이, 가지, 호박, 거베라, 참외, 메론, 드릅, 머위, 호박, 상치, 백합, 용담, 카네이션, 토란 등에 피해를 주고 있는 것으로 알려져 있다(Sasakawa and Akamatsu, 1978; Ikeda et al., 1982). 그리고 뿌리를 직접 가해하는 것 외에 알팔파에서는 *Fusarium oxysporum* f. sp. *medicaginis* (Gillespie and Menzies, 1993)와 *Verticillium albo-atrum* (Kalb and Millar, 1986), 오이에서는 *P. aphanidermatum* (Gardiner et al., 1990; Jarvis et al., 1993), 토마토와 콩에서는 *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* 균을 매개하기도 한다(Gillespie and Menzies, 1993). 우리 나라에서는 비록 1998년에서야 작은뿌리파리의 종 동정과 함께 피해의 심각성이 인식되긴 하였지만 안정된 육묘생산을 위하여 해결해야 할 최대의 문제해충이 되었다.

따라서 본 연구는 작은뿌리파리의 발생과 피해상황을 정확히 파악하여 효과적인 방제기술을 개발할 목적으로 육묘장에서 육묘중인 여러 종류의 유묘에서 발생과 피해를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 육묘장의 해충 조사

1998년 3월부터 1999년 8월까지 진주 4곳, 사천 1곳, 김해 1곳, 마산 2곳, 창원 2곳, 창녕 1곳 등 6개 지역 11곳의 육묘장에서 육묘 중이던 7 작물을 대상으로 가해해충의 종류와 피해를 조사하였다. 작물은 수박, 가지, 오이, 토마토, 고추, 참외, 배추였다. 현장에서 동정이 어려웠던 해충은 피해 잎이나 줄기 또는 작물 전체를 25×35 cm 플라스틱 백에 넣어 실험실로 가져와 해부현미경하에서 검정·동정하였다. 성충은 동력흡충기(Insect Vacs 2820A, BioQuip)와 mouth aspirator를 이용하여 채집하였고, 보다 정확한 동정을 요하였던 알이나 유충, 번데기는 실내에서 사육하여 성충으로 우화시킨 다음 분류하였다. 조사는 15일 간격으로 매월 2회 실시하였다. 또한 각 해충의 발생밀도와 피해는 Lee et al. (1992)의 방법에 따라 그 정도를 구분하였다.

### 육묘장에서 작은뿌리파리에 의한 주요작물의 피해조사

육묘장에서 작은뿌리파리에 의한 주요작물의 피해율은 피해가 가장 심하였던 진주의 육묘장 2곳에서 1998년 5월과 7월, 10월 그리고 1999년 2월에 가지, 고추, 배추, 수박, 오이, 참외, 토마토를 대상으로 조사하였다. 조사 당시의 각 작물 평균 육묘일은 가지(접목)와 고추가 50일, 배추는 25일, 수박(접목)은 35일, 오이(접목)와 참외는 40일, 토마토(접목)는 60일이었다. 이와 같이 육묘일에 차이가 있는 점을 고려하여 각 작물의 파종부터 출하까지 작은뿌리파리에 의한 육묘의 고사율을 직접 육안으로 조사하였으며, 매 조사시 임의로 선정된 32주의 각 작물을 1반복으로 하여 10반복씩 조사하였다.

### 육묘장에서 작은뿌리파리의 총태별 밀도 및 피해조사

1998년 4월부터 1999년 3월까지 1년 동안 진주에 있는 육묘장 2곳에서 시기별로 작은뿌리파리의 유충과 성충 밀도, 그리고 피해율을 조사하였다. 조사방법은 유충의 경우 육묘장내 1.5×40 m (12,000주) 크기의 철재 bench를 고정조사구로 지정하고 조사 때마다 임의로 8 m 간격으로 구를 만든 다음, 각 구당 10주를 임의로 선정하여 하나의 tray cell (직경 6 cm×높이 5 cm) 내에 있는 상토와 작물체를 조심스럽게 뽑아 25×35 cm 플라스틱 백에 넣어 실험실로 가져왔다. 실험실로 가져 온 육묘에서의 유충밀도 조사는 Lee et al. (1999)의 방법에 따랐다. 성충은 1.5×40 m 크기의 bench마다 15.5×17.5 cm 크기의 yellow sticky card (Bugscan: Netherlands) 5개를 bench 중앙으로부터 25 cm 높이에 설치하고 15일 간격으로 교체하면서 조사하였다. 조사시 육묘는 2~3일의 차이를 두고 파종한 수박육묘를 대상으로 하였고, 시기별로 재배품종에 차이가 있었기 때문에 경남지역에서 선호하는 꿀수박(홍농종묘), 금로(홍농종묘)와 맛수박(동부한농)을 대상으로 조사하였다. 피해율 조사는 수박 32주를 1반복으로 하여 10반복으로 조사하였으며, 완전하게 고사한 수박육묘를 피해주로 결정하여 피해율을 계산하였다.

### 육묘장에서 sticky card별 작은뿌리파리 성충의 유인수 비교

육묘장내의 작은뿌리파리 성충의 sticky card별 유인수는 맛수박 품종에서 다음과 같은 두가지 방법으로 조사하였다. 즉, 색깔에 따른 작은뿌리파리 성충의 유인수 비교는 bench 위 25 cm 위치에 15.5×17.5 cm 크기의 yellow sticky card와 blue sticky card를 완전임의배치법으로 설치하여 card에 유인된 성충수를 헤아

려 비교하였다. 작은뿌리파리 성충의 높이별 유인수 비교는 1.5×40 m 크기의 bench 위 25 cm와 120 cm 그리고 bench 아래 10 cm에 설치한 15.5×17.5 cm 크기의 yellow sticky card에 유인된 성충수로 결정하였다. sticky card는 8 m 간격으로 5개를 하나의 bench에 설치하였으며 1.5×40 m 크기의 bench를 한 반복으로 하여 4반복으로 조사하였다. 조사는 1999년 2월, 3월, 4월, 5월에 각각 15일 간격으로 card를 교체하면서 조사하였다. 첫 조사시의 수박 육묘일은 15일이었다.

### 시설하우스에서 작은뿌리파리에 의한 피해조사

육묘장에서 육묘한 수박, 오이, 고추를 토양재배와 암면재배를 하던 시설하우스에 이식했을 때의 작은뿌리파리에 의한 피해조사는 시설하우스에 이식한 15, 30, 60, 90, 120일 후 수박은 진주의 토양재배지 (3,966.96 m<sup>2</sup>; 1,200평)에서, 오이는 진주의 토양재배지 (3,305.8 m<sup>2</sup>; 1,000평)와 암면재배지 (3,305.8 m<sup>2</sup>; 1,000평)에서, 고추는 진주의 암면재배지 (3,305.8 m<sup>2</sup>; 1,000평)와 마산의 암면재배지 (3,305.8 m<sup>2</sup>; 1,000평)에서 행하였다. 조사는 각 조사지에서 임의로 선정한 100주를 한 반복으로 하여 6반복으로 완전히 고사한 작물체를 대상으로 하였으며, 병에 의한 피해와 구별이 어려운 경우에는 작물체를 실험실로 가져와 해부현미경 하에서 작은뿌리파리 유충에 의한 피해여부를 명확히 구분하였다.

### 통계분석

작은뿌리파리 유충과 성충의 년중밀도와 수박육묘 고사주율은 Duncan의 다중 검정을 이용하여 시기에 따른 차이를 구하였고, 상관분석을 통하여 세 요인간의 상관관계를 분석하였다 (SAS Institute, 1996). 그리고 sticky card의 색깔과 trap의 설치 위치에 따른 작은뿌리파리 성충의 유인수는 각각 T-test와 Tukey student test로 처리한 유의성을 검정하였다 (SAS Institute, 1996).

## 결과 및 고찰

### 육묘장의 해충 조사

육묘장에서 작물의 육묘에 피해를 주고 있었던 해충은 작은뿌리파리 (*B. agrestis*), 꽃노랑총채벌레 (*Frankliniella occidentalis*), 오이총채벌레 (*Thrips palmi*), 아메리카잎굴파리 (*Liriomyza trifolii*), 담배거세미나방 (*Spodoptera litura*), 파밤나방 (*Spodoptera exigua*) 등 8과 9속 10종이었으며 기타 응애류 1과 1속 2종, 달팽이류 2과 3속 3종이었다 (Table 1). 확인된 해충 중 작은뿌리파리와 아메리카잎굴파리, 온실가루이 (*Trialeurodes vaporariorum*)는 년중 발생하면서 피해를 주

Table 1. List of insect pests of seedlings in propagation house

Insect pest	Damage degree*	Damage season	Damage part	Host crop**
<b>Orthoptera</b>				
Pyrgomorphidae				
<i>Atractomorpha lata</i>	+	late April to late August	Leaf	Chinese cabbage
<b>Thysanoptera</b>				
Thripidae				
<i>Frankliniella occidentalis</i>	+	late April to late September	Leaf	Cucumber, eggplant, melon, Pepper, tomato, watermelon
<i>Thrips palmi</i>	+	late April to late September	Leaf	Cucumber, eggplant, melon, Pepper, watermelon
<b>Homoptera</b>				
Aphididae				
<i>Aphis gossypii</i>	+	early June to early August	Leaf	Cucumber, eggplant, melon, Tomato, watermelon
Aleyrodidae				
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	+	All the year round	Leaf	Cucumber, eggplant, melon, Tomato, watermelon
<b>Diptera</b>				
Sciaridae				
<i>Bradysia agrestis</i>	+++	All the year round	Root, Stem	Cucumber, eggplant, melon, Watermelon
Agromyzidae				
<i>Liriomyza trifolii</i>	+	All the year round	Leaf	Chinese cabbage, cucumber, Eggplant, melon, tomato, Watermelon
<b>Lepidoptera</b>				
Yponomeutidae				
<i>Plutella xylostella</i>	+	late April to early August	Leaf	Chinese cabbage
Noctuidae				
<i>Spodoptera exigua</i>	+	late April to late August	Leaf, Stem	Chinese cabbage, eggplant, Melon, pepper, watermelon
<i>Spodoptera litura</i>	+	late April to late August	Leaf, Stem	Chinese cabbage, eggplant, Melon, pepper, watermelon
<b>Acarina</b>				
Tetranychidae				
<i>Tetranychus kanzawai</i>	+	late May to late September	Leaf	Cucumber, eggplant, melon, Pepper, watermelon
<i>Tetranychus urticae</i>	+	late May to late September	Leaf	Cucumber, eggplant, melon, Pepper, watermelon
<b>Stylommatophora</b>				
Philomycidae				
<i>Incilaria confusa</i>	+	early May to early October	Leaf	Chinese cabbage, pepper
<i>Deroceras varians</i>	+	early May to early October	Leaf	Chinese cabbage, pepper
Bradybaenidae				
<i>Acusta despecta</i>	+	early May to early October	Leaf	Chinese cabbage sieboldiana

\* Damage degree: +, Mild; ++, Moderate; +++, Severe

\*\* Chinese cabbage; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis* Makino, Cucumber; *Cucumis sativus* L., Eggplant; *Solanum melongena* L., Melon; *Cucumis melo* var. *makuwa* Makino, Pepper; *Capsicum annuum* L., Tomato; *Lycopersicon esculentum* Mill., Watermelon; *Citrullus vulgaris* Schrad.

Table 2. Seedling mortality of seven crops by the larva of *Bradysia agrestis* in propagation house

Plant	% seedling mortality ± SD			
	1998			1999
	May 30	July 31	October 30	February 27
<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.	81.9±6.0	41.3±8.8	65.3±12.9	79.1±5.3
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i> Makino	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Capsicum annuum</i> L.	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Cucumis melo</i> var. <i>makuwa</i> Makino	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Cucumis sativus</i> L.	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Solanum melongena</i> L.	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

Stages	Cultivation time (month)											
	1998										1999	
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Egg	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1st instar larva	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2nd instar larva	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
3rd instar larva	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
4th instar larva	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Pupa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Adult	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

Fig. 1. Developmental stage of *Bradysia agrestis* on watermelon in propagation house from 1998 to 1999

는 종이였으며, 나머지 종들은 주로 4월 하순에서 10월 중순에 발생하여 피해를 주고 있었다. 이들 중 가장 심각하게 피해를 주고 있었던 문제해충은 작은뿌리파리였다. 작은뿌리파리는 최근에 우리 나라에서 문제화 된 해충으로서 육묘장에 대단히 큰 경제적 손실을 입히고 있다 (Park et al., 1999). 작은뿌리파리의 정확한 유입시기와 유입경위는 아직 알려져 있지 않지만 새로운 해충이기 때문에 효과적인 방제 약제가 없다.

**육묘장에서 작은뿌리파리에 의한 주요작물의 피해조사**

육묘장의 유묘 관리방법은 시기에 따라 차이가 있다. 따라서 2월(겨울)과 5월(봄), 7월(여름), 10월(가을) 등 계절별로 수박, 가지, 오이, 토마토, 고추, 참외, 배추의 작은뿌리파리에 의한 피해율을 조사하였다. 그 결과 수박유묘는 2월에 79.1%, 5월은 81.9%, 8월은 41.3%, 10월은 54.7%의 고사주율을 나타내었다. 그러나 다른 6작물은 뿌리에서 피해흔적은 관찰할 수 있

었지만 출하하지 못할 정도로 생육이 부진하거나 고사되는 유묘는 없었다 (Table 2). 수박유묘가 작은뿌리파리에 의하여 피해가 심하였던 것은 수박뿌리의 형태적 특성과 뿌리로부터 발산되는 휘발성 화합물이 작은뿌리파리가 선호하는 물질이었기 때문일 것으로 생각된다. 실제로 콩과식물인 *Trifolium*속의 종에 따라 *Bradysia* sp. 파리에 의한 피해율이 차이가 있는데, 이는 종자나 곰팡이 발아시 분비되는 휘발성 물질에 의하여 결정된다고 보고된 바 있다 (Springer and Corlton, 1993).

**육묘장에서 작은뿌리파리의 충태별 밀도 및 피해조사**

육묘장에서 작은뿌리파리의 발육단계별 발생태를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 알, 유충, 번데기, 성충의 모든 발육단계가 매월 관찰되었으며 피해도 지속적으로 나타났다. 수박을 파종한 7일 후부터 tray cell에서 유충이 발견되었으며, 피해증상은 접을 붙인(파종 후 13~15일 사이) 5일 후부터 조금씩 나타나기 시작하여

파종 후 23~25일(접붙인 10~15일 후) 사이에 급격히 고사하는 양상을 보였다. 파종 23일 이후에는 모든 총태가 혼재하고 있었다. 이러한 현상은 6월에서 8월(여름)까지 피해증상이 2~4일 늦게 나타나는 것을 제외하고는 매월 유사한 경향이였다. 작은뿌리파리는 20~25°C에서 적어도 월 2회 발생이 가능하고(Sasakawa and Akamatsu, 1978), 육묘장에서는 선호식물인 수박을 년중 육묘하고 있으며, 온도와 습도 등 물리적인 조건도 작은뿌리파리에 적합하였기 때문에 모든 발육단계의 관찰이 가능하였으리라 본다.

한편, 작은뿌리파리의 유충과 성충의 년중 발생밀도는 조사시기에 따라 차이가 있었다(Fig. 2). tray cell (직경 6 cm×높이 5 cm)당 유충밀도는 1월~12월까지의 조사에서 21.8마리(7월)~34.9마리(5월)였으나 특히, 3월(33.1마리)과 4월(32.4마리), 5월(34.9마리)의 유충밀도가 다른 달에 비하여 높았다(F=8.56, df=11, 48, P<0.0001). sticky card당 성충의 밀도는 1월~12월까지의 조사에서 75.4마리(8월)~407.4마리(5월)였다. 그리고 유충에서와 마찬가지로 3월(344.0마리)과 4월(363.9마리), 5월(407.4마리)에 성충출현이 많았다(F=191.28, df=11, 24, P<0.0001). 월별 수박유묘 고사주율은 26.3(9월)~83.3%(4월)로서 1월과 2월, 3월, 4월, 5월, 12월 등 겨울과 봄에 높게 나타났다(F=63.23, df=11, 36, P<0.0001). 이는 육묘장내 상토의 수분과 밀접한 관련이 있는 것 같다. 즉, 6월부터 9월까지의 육묘장의 온도가 높아 환기를 자주해 주고 있으며, 직사광선에 의한 수분의 증발이 매우 심한 시기이기 때문에 오전 1회, 오후 1회 등 2회 관수하고 있는데 상토 중의 빠른 수분증발은 유충의 생존에 직접적인 영향을 미친다. 실제로 8월과 9월 육묘장내에서 수박유

Table 3. Correlation coefficients between larva and adult density of *Bradysia agrestis* and seedling mortality

Variance	Larva	Adult	Seedling mortality
Larva	1.00000	0.85332*	0.80836
Adult	-	1.00000	0.84289
Seedling mortality	-	-	1.00000

\*, \*\*, \*\*\*, Significant at the 0.0004, 0.0015, and 0.0006 probability levels, respectively

묘를 들어올려 보면 tray cell 바닥까지 수분이 거의 없는 것을 확인할 수 있었으며 cell 벽면에 말라죽어 붙어 있는 작은뿌리파리의 유충을 흔하게 볼 수 있었다. 반면, 겨울에는 오전 1회만 관수하여도 상토는 충분한 수분을 보유하고 있었다. 육묘장내 작은뿌리파리의 유충밀도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 년중 거의 비슷하지만 성충밀도는 여름에 낮아지는 것을 알 수 있으며 수박유묘 고사주율도 이시기에 낮았다. 한편, 작은뿌리파리의 유충과 성충밀도 그리고 수박유묘 고사주율간의 상호관계를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 유충밀도와 성충밀도, 유충밀도와 고사주율, 그리고 성충밀도와 고사주율간에는 높은 양의 상관관계가 있었으며, 가장 큰 상관성이 있었던 것은 유충밀도와 성충밀도였다. 따라서 작은뿌리파리의 유충밀도와 성충밀도는 육묘장내 수박유묘의 고사를 초래하는 중요한 상관인자로 확인되었다.

**육묘장에서 sticky card별 작은뿌리파리 성충의 유인수 비교**

sticky card의 색깔에 따른 작은뿌리파리 성충의 유

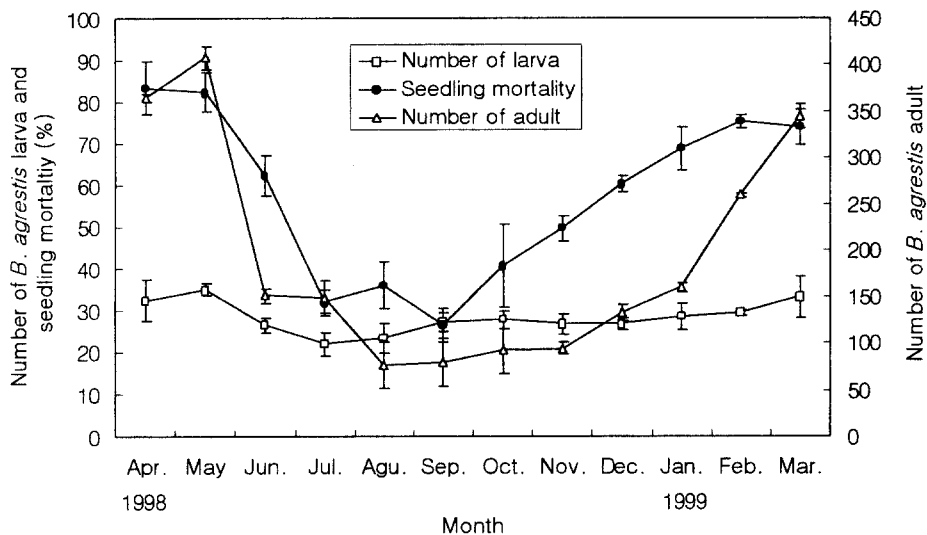


Fig. 2. Mean number of *Bradysia agrestis* larva and adult and watermelon seeding mortality in propagation house.

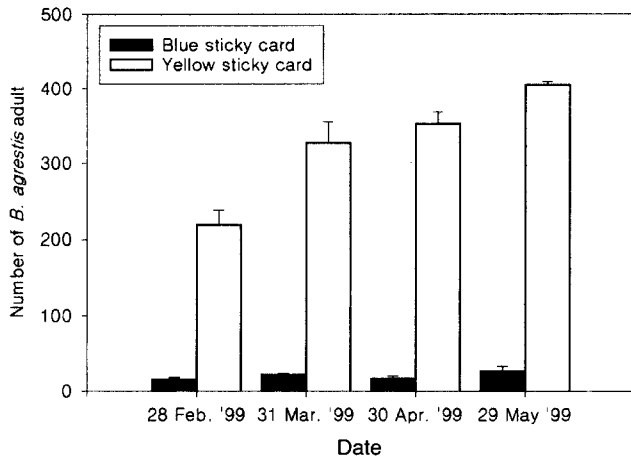


Fig. 3. Mean number of *Bradysia agrestis* adult on sticky card in propagation house.

인수는 blue card보다는 yellow card에서 훨씬 많았다 (Fig 3). 작은뿌리파리의 성충 발생최성기인 2월과 3월, 4월, 5월의 유인수 조사에서 yellow sticky card에 유인된 성충수는 각각 219.1, 327.8, 352.7, 405.1마리였으나 blue sticky card에 유인된 수는 15.4, 21.8, 16.8, 26.6마리였다 (2월;  $t=20.62$ ,  $df=6$ ,  $P<0.01$ , 3월;  $t=22.24$ ,  $df=6$ ,  $P<0.01$ , 4월  $t=41.50$ ,  $df=6$ ,  $P<0.01$ , 5월;  $t=97.95$ ,  $df=6$ ,  $P<0.01$ ). 따라서 육묘장에서의 작

은뿌리파리 성충의 발생 연구와 성충의 유살을 위해서는 yellow sticky card가 효과적인 수단이 될 수 있을 것으로 생각된다.

trap별 작은뿌리파리 성충의 수직적 비상활동에 따른 유인수는 bench 위 25 cm와 bench 아래 10 cm에 설치하여 놓았던 sticky card에서의 유인수가 bench 위 120 cm에 설치한 card에서의 유인수보다 많았다 (2월 28일:  $F=57.01$ ,  $df=2, 9$ ,  $p<0.0001$ ; 3월 31일:  $F=379.7$ ,  $df=2, 9$ ,  $P<0.0001$ ; 4월 30일:  $F=292.83$ ,  $df=2, 9$ ,  $P<0.0001$ ; 5월 29일:  $F=283.13$ ,  $df=2, 9$ ,  $P<0.0001$ ) (Table 4). 작은뿌리파리 성충의 밀도가 높은 시기인 2월과 3월, 4월, 5월에 조사한 유인수는 bench 아래 10 cm card에서 각각 200.4~389.6마리, bench 위 25 cm card에서는 151.8~331.0마리였으며 bench 위 120 cm card에서는 18.7~34.0마리였다. 일반적으로 검정날개버섯파리과의 성충들은 비상력이 약한 편이며 직사광선을 싫어하고, 습기가 많으면서 응달진 곳을 선호한다 (Wilkinson, 1970; Harris *et al.*, 1996; Gill and Dutky, 1997). 4월과 5월의 조사시에 bench 아래 10 cm card에 유인된 성충수가 bench 위 25 cm card에 유인된 성충수보다 많았던 것은 bench 아래는 빛이 들지 않고 습한 곳이었기 때문이라고 생각된다. 실제 여름에는 이러한 현상을 자주 관찰할 수 있었다. 그리고 작은뿌리파리 성충은 자주 날지 않으면서 상토나 수박 유묘의 아랫 잎 위를 걸어서 이동하고 있었던 것을

Table 4. Mean number of *Bradysia agrestis* adult on yellow sticky card depending on trap height

Height	Number of adult $\pm$ SD*			
	28 Feb. '99	31 Mar. '99	30 Apr. '99	29 May '99
Under 10 cm	200.4 $\pm$ 41.1a	324.0 $\pm$ 23.3a	389.6 $\pm$ 36.0a	366.5 $\pm$ 33.2a
Above 25 cm	151.8 $\pm$ 13.1a	294.4 $\pm$ 14.9a	331.0 $\pm$ 15.3b	317.5 $\pm$ 14.9b
Above 120 cm	18.7 $\pm$ 2.7b	34.0 $\pm$ 6.1b	24.9 $\pm$ 6.8c	34.0 $\pm$ 6.6c

\* Means with the same letter are not significantly different by Tukey's studentized range test

Yellow sticky cards were hung on the bench of watermelon seedlings

Observations were made two times every fifteen days.

Table 5. Plant mortality by *Bradysia agrestis* depending on cultivation system after transplanting in greenhouse

Days after transplanting	% plant mortality $\pm$ SD					
	Cucumber		Pepper		Watermelon	
	Rock-wool culture	Soil culture	Rock-wool culture	Soil culture	Rock-wool culture	Soil culture
15	0.5 $\pm$ 0.8	0.2 $\pm$ 0.4	1.5 $\pm$ 1.4	0.0 $\pm$ 0.0	-	0.0 $\pm$ 0.0
30	2.2 $\pm$ 1.5	1.5 $\pm$ 1.9	7.2 $\pm$ 2.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	0.0 $\pm$ 0.0
60	5.0 $\pm$ 3.6	2.8 $\pm$ 2.1	10.7 $\pm$ 2.8	0.0 $\pm$ 0.0	-	0.0 $\pm$ 0.0
90	8.0 $\pm$ 3.4	4.0 $\pm$ 2.4	16.5 $\pm$ 2.6	0.0 $\pm$ 0.0	-	0.0 $\pm$ 0.0
120	12.2 $\pm$ 3.2	4.7 $\pm$ 3.1	26.8 $\pm$ 7.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	0.0 $\pm$ 0.0

Observations were made at given date in greenhouse for four months. Watermelon was not cultivated by rock-wool culture in greenhouse.

관찰할 수 있었다.

#### 시설하우스에서 작은뿌리파리에 의한 피해조사

오이, 고추, 수박유묘를 시설하우스에 이식한 후 토양재배와 암면재배별 작은뿌리파리에 의한 식물의 고사주율을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 오이의 고사주율은 토양재배에서 0.2~4.7%였고, 암면재배에서는 0.5~12.2%로서 재배유형별 유의적인 차이는 인정되지 않았지만 이식 후 120일째는 토양재배보다 암면재배에서 고사주율이 높게 나타났다. 그리고 암면재배와 토양재배 모두 이식 후 작은뿌리파리 유충이 뿌리를 가해하여 뿌리털이 줄어들었고, 뿌리골무(root cap)를 통하여 줄기에까지 유충이 침입하여 열매가 맺힌 상태에서 식물이 고사하는 경우가 있었다. 이러한 현상은 암면재배에서 심하였으며 토양재배에서는 유기물 시용이 많았던 포장에서 나타나는 것을 알 수 있었다. 이것은 유기물 시용이 많은 시설하우스에서 특히 작은뿌리파리의 발생밀도가 높고 피해가 심하다는 Sasakawa and Akamatsu (1978)의 보고와 일치하였다. 고추는 암면재배에서 이식 후 15일째의 고사주율이 1.5%, 30일째는 7.2%, 60일째는 10.7%, 90일째는 16.5%, 120일째는 26.8%였고 토양재배에서는 피해가 발견되지 않았다. 한편, 수박은 육묘과정에서의 심한 피해와는 달리 이식 후 토양재배에서는 작은뿌리파리에 의한 피해가 관찰되지 않았다.

작은뿌리파리는 해를 거듭할수록 시설하우스나 육묘장에서 그 피해가 증가하고 있으며 피해 작물의 종류도 다양해져 시급한 방제기술 개발이 요구되고 있다. 따라서 작은뿌리파리를 비롯한 검정날개버섯파리류에 대한 보다 심도 깊은 생태적 관찰을 통하여 효과적인 방제법 개발을 위한 기초자료를 마련하여야 할 것이다.

## 사 사

본 연구를 수행하는 동안 데이터 분석을 도와 준 이동운 박사, 그리고 원활한 조사가 이루어 질 수 있도록 협조해 준 육묘장 관계자분들에게 감사드린다. 본 연구는 한국학술진흥재단의 '98 신진연구인력 연구장려금으로 수행되었다.

## 인 용 문 헌

- Bravo, I.S.J., M.A.R. Alves, F.S. Zucoloto and L.A.M. Andrade. 1993. Aspects on alimentation and rearing of *Bradysia hygida* Sauaia & Alves (Diptera, Sciaridae) in laboratory. *Revta bras. Zool.* 10(2): 343~353.
- Duso, C. and E. Vettorazzo. 1996. Observations on the behaviour and damage of *Bradysia paupera* Tuomikoski (Diptera Sciaridae) in glasshouses. *Boll. Zool. agr. Bachic.* 28(1): 23~40.
- Gardiner, R. B., W.R. Jarvis and J.L. Shipp. 1990. Ingestion of *Pythium* spp. by larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Ann. appl. Biol.* 116: 205~212.
- Gill, S. and E. Dutky. 1997. Identification and control guide for fungus gnats and substrate-borne diseases. *FloraCulture International*. pp. 26~29.
- Gillespie, D.R. and J.G. Menzies. 1993. Fungus gnats vector *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Ann. appl. Biol.* 123: 539~544.
- Harris, M.A., R.D. Oetting and W.A. Gardner. 1995. Use of entomopathogenic Nematodes and a new monitoring technique for control of fungus gnats, *Bradysia coprophila* (Diptera: Sciaridae), in Floriculture. *Biological Control* 5: 412~418.
- Harris, M.A., W.A. Gardner and R.D. Oetting. 1996. A review of the scientific literature on fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in the genus *Bradysia*. *J. Entomol. Sci.* 31(3): 252~276.
- Ikeda, F., N. Fukazawa and Y. Kobayashi. 1982. Ecology of *Bradysia agrestis* Sasakawa (Diptera: Mycetophilidae) attacking on taro *Colocasia antiquorum*, damage by insect larvae during storage. *Bull. Shikoku Agric. Exp. Sta.* 27: 49~54.
- Jarvis, W.R., J.L. Shipp and R.B. Gardiner. 1993. Transmission of *Pythium aphanidermatum* to greenhouse cucumber by the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Ann. appl. Biol.* 122: 23~29.
- Kalb, D.W. and R.L. Millar. 1986. Dispersal of *Verticillium albo-atrum* by the fungus gnat (*Bradysia impatiens*). *Plant Disease* 70: 752~753.
- Lee, Y.M., I.J. Seol and J.C. Park. 1997. An economic analysis of plant seedling production. *J. Inst. Agr. Res. Util., Gyeongsang Nat'l Univ.* 31: 19~55.
- Lee, H.S., K.J. Kim and H.U. Lee. 1998. Effect of temperature on the development of sciarid fly, *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae). *Korean J. Appl. Entomol.* 37(2): 171~178.
- Lee, H.S., K.J. Kim, G.W. Song and J.H. Kim. 1999. Isolation method of mushroom infesting pests from mushroom-growing compost. *Korean J. Mycol.* 27(4): 289~292.
- Lee, S.C., S.S. Kim and D.I. Kim. 1992. An observation of insect pests on the citron trees in southern region of Korea. *Korean J. Entomol.* 22(3): 223~226.
- Park, C.G., J. Yoo, M. Sasakawa, H.Y. Choo, H.H. Kim and H.S. Lee. 1999. Notes on newly recorded insect pest, *Bradysia agrestis* (Diptera: Sciaridae). *Korean J. Appl. Entomol.* 38(1): 59~62.
- SAS Institute. 1996. "SAS 6.11 for Window" SAS Institute, Cary, NC.



- Sasakawa, M. and M. Akamatsu. 1978. A new greenhouse pest, *Bradysia agrestis*, injurious to potted lily *Lilium* and cucumber. *Gakujutsu hokoku Sci. Rep.* 30: 26~30.
- Springer, T.L. 1995a. Fungus gnat (Diptera: Sciaridae) feeding damage to legume seedlings. *Journal of the Kansas Entomological Society* 68: 240~242.
- Springer, T.L. 1995b. Vulnerability of pasture and range legumes to fungus gnats. *Crop Sci.* 35: 534~536.
- Springer, T.L. and C.E. Carlton. 1993. Oviposition preference of darkwinged fungus gnats (Diptera: Sciaridae) among *Trifolium* species. *J. Econ. Entomol.* 86(5): 1420~1423.
- Wilkinson, J.D. and D.M. Daugherty. 1970. The biology and immature stages of *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 63: 656~660.
- Zanuncio, J.C., J.B. Torres, T. Borssato and W.O. Campos. 1996. Biological cycle of *Bradysia coprophila* (Lintner) (Diptera, Sciaridae) on *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) Stakes. *Revta bras. Ent.* 40(2): 197~199.

(2000년 1월 13일 접수, 2000년 7월 7일 수리)