

# 감귤원과 그 주변 기주식물에서 볼록총채벌레의 연중발생 양상

송정흠\* · 김창석<sup>1</sup> · 양영택 · 홍순영 · 이신찬

제주특별자치도농업기술원 친환경연구과, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과

## Annual Occurrent Pattern of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on Citrus Trees and Surrounding Host Plants

Song Jeong Heub\*, Kim Chang Seog<sup>1</sup>, Yang Young Taek, Hong Soon Yeong and Lee Shin Chan

Division of Sustainable Agricultural Research, Jeju Agricultural Research and Extension Services, Jeju 697-800, Korea

<sup>1</sup>Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT:** The damage of citrus by *Scirtothrips dorsalis* Hood appears to have increased since 2007 in Jeju, although the characteristics of seasonal abundance are not clear. This study was conducted to investigate the relationship between host plants and the seasonal abundance of *S. dorsalis*, observing plants distributed around citrus orchards. The host plants of *S. dorsalis* surrounding citrus orchards were determined to include 32 families, 54 species: 39 woody plant species and 15 herbaceous plant species. The host plants which related to the occurrence of 1st generation of *S. dorsalis* were *Lonicera japonica*, *Clematis apiifolia*, *Hedera rhombea*, and *Viburnum awabuki*. The occurrence of 1st generation *S. dorsalis* was estimated to be due to overwintered female adults having laid eggs into those plants from late March to early April, and the new adults having emerged from late April to late May. The host plants which were associated with fruit damage of citrus were *Mallotus japonicus*, and *Camellia japonica*, as well as creeping plants such as *Clematis apiifolia*, *Paederia scandens* and *Cayratia japonica*. The adult phase density of *S. dorsalis* caught on yellow-color sticky traps placed on the citrus trees on the edge of the citrus orchard. *S. dorsalis* were predominantly 3rd generation from late of June to early of July, and 6th generation from late of August to early of September, and their numbers were directly related to the degree of damage caused to the citrus fruit. The density of *S. dorsalis* depended on the number of new growing shoots of host plants, which indicated that the immigration of adults of *S. dorsalis* to the citrus was based in the suitability of host plants surrounding the orchards.

**Key words:** Citrus, *Scirtothrips dorsalis*, Host plant, Seasonal abundance

**초록:** 제주지역 노지감귤에서 2007년부터 볼록총채벌레 *Scirtothrips dorsalis* Hood에 의한 피해가 증가하고 있으나 시기별 발생특성에 관한 연구는 명확하지 못한 실정이다. 본 연구에서는 감귤원 주변에 분포하고 있는 볼록총채벌레의 기주식물 종류와 이와 연관된 발생특성을 구명하였다. 감귤원 주변에서 조사된 볼록총채벌레의 기주식물은 수목류 23과 39종, 초본류 10과 15종으로 총 32과 54종이었다. 조사된 기주식물 중 볼록총채벌레 제1세대 발생과 관련된 것은 인동덩굴과 사위질뽕, 송악, 아왜나무였으며, 이들 식물에 월동성충이 3월 하순~4월 상순에 산란하여 성충이 4월 하순~5월 하순에 발생하는 것으로 추정되었다. 감귤 피해와 관련된 기주식물은 에덕나무와 동백나무 그리고 사위질뽕, 개요등, 거지덩굴 같은 덩굴성 식물이었다. 황색끈끈이트랩을 감귤나무와 감귤원 경계에 설치하여 볼록총채벌레의 시기별 발생밀도를 조사한 결과 비슷한 발생양상을 보였으며, 연간 7세대를 경과하는 것으로 추정되었다. 감귤 열매에 피해를 주는 시기는 6월 하순~7월 상순과 8월 하순~9월 상순으로 어린 열매와 성숙 초기 2회에 걸쳐 피해를 주며, 이는 각각 볼록총채벌레 제 3세대와 제 6세대 성충 발생 최성기와 일치하였다. 볼록총채벌레 발생밀도는 기주식물의 새순 발생량에 따라 차이가 컸으며, 감귤원 주변 기주식물에서 번식한 후 감귤나무로 이동하여 피해를 주는 것으로 나타났다.

**검색어:** 감귤, 볼록총채벌레, 기주식물, 발생특성

\*Corresponding author: sjheub@korea.kr

Received February 25 2013; Revised April 22 2013

Accepted May 28 2013

볼록총채벌레 *Scirtothrips dorsalis* Hood는 아시아 동남부, 아프리카, 오세아니아 지역 등에서 여러 원예작물을 가해하는 경제해충이며(Ananthakrishnan, 1993), 그 기주범위가 넓어 최소한 40과 112종의 식물에서 발생하는 것으로 알려져 있다(Venette and Davis, 2004). 또한 초본류보다 목본류에 발생이 많으며, 장미과, 콩과, 운향과, 포도과 등의 식물에 발생이 많으며(Nishino and Kodomari, 1988), 국내에서는 주로 차나무와 포도에 피해를 주는 것으로 알려져 있다.

감귤원에 발생하는 총채벌레는 꽃노랑총채벌레 *Frankliniella occidentalis*, 대만총채벌레 *Frankliniella intonsa*, 볼록총채벌레 등 11종이 발생하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2000). 2000년대 중반까지 제주지역에서 볼록총채벌레에 의한 농작물 피해는 차나무 이외에는 문제가 되지 않고 있었다. 볼록총채벌레에 의한 감귤 피해는 2007년에 서귀포시 남원읍을 중심으로 노지재배 감귤 열매가 검붉게 변하는 이상증상이 발생하였다. 이 원인을 구명하기 위하여 2008년 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 볼록총채벌레에 의한 피해인 것으로 처음 확인되었으며, 서귀포시 남원읍을 중심으로 그 피해가 점차도 전역으로 확대되고 있다(Hyun et al., 2012). 또한 2008년 무가온 하우스 재배 만감류에서도 피해가 발생되고 있으며, 도 전역에서 그 피해가 확인되고 있다. 볼록총채벌레에 의한 감귤피해에 대해 일본에서는 1970년대에 보고되어 있으며(Nishino, 1972), 감귤의 주요 해충으로 취급되고 있다(Tatara, 1994; Masui, 2007b). 또한, 볼록총채벌레는 감귤 잎에서 발육시험 결과 다른 식물에 비해 성충수명과 산란수가 매우 적은 것으로 보고되어 있으며(Tatara, 1995), 감귤이 볼록총채벌레의 발육에 좋은 기주는 아닌 것으로 판단되고 있다.

볼록총채벌레는 일본 감귤재배지역에서 연간 7~8 세대를 경과하며, 감귤 열매에 심각한 피해를 주는 해충으로 관리되고 있는데 주 피해 시기는 6월부터 10월까지인 것으로 알려져 있다(Nishino and Kodomari, 1988; Tatara and Furuhashi, 1992). 이 해충은 일반적으로 감귤원 주변의 적합한 기주에서 번식한 후 감귤원으로 이동하는 것으로 보고되고 있으며(Okubo, 2001), 볼록총채벌레 성충의 발생예찰은 황색끈끈이트랩을 이용하고 있다(Masui et al., 1995; Tatara, 1995).

제주지역에서 볼록총채벌레의 발생예찰을 위하여 감귤나무에 황색트랩을 설치하여 조사하고 있으나 노지재배 감귤에서 트랩에 잡힌 밀도와 감귤 피해와의 연관성이 부족한 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 감귤원 내외부에서 자라고 있는 볼록총채벌레의 기주식물 종류와 발생정도를 조사하였으며, 감귤나무와 감귤원 주변 기주식물에서 볼록총채벌레의 발생특성을 비교하여 볼록총채벌레 종합관리체계에 이용코자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 볼록총채벌레 기주식물 조사 및 총채벌레 채집

감귤원과 그 주변에 분포하고 있는 식물을 대상으로 2010~2011년 2년 동안 4월부터 10월까지 월 1~2회 조사하였다. 조사장소는 2010년에는 제주시 애월읍과 조천읍, 서귀포시 남원읍과 토평동 지역, 2011년에는 서귀포시 남원읍과 효돈동, 토평동 지역에 위치한 감귤원에서 실시하였다. 기주식물의 분포는 제주시 애월읍과 조천읍, 서귀포시 남원읍 등 감귤 주재배 지역에서 해당식물의 발생포장률(+ : 1% 이하; ++ : 2~10%; III : 30%; +++ : 31~50%, ++++ : 51~70%, +++++ : 71% 이상)을 이용하여 분포정도를 구분하였다. 조사식물은 새순을 중심으로 10~20개 내외를 지퍼백에 넣고 실험실로 가져온 후 세척법에 의하여 총채벌레를 채집하였다. 채집된 총채벌레 성충은 PVA mounting medium (BioQuip<sup>®</sup>)을 이용하여 슬라이드 표본을 제작한 후 총채벌레 종류를 구분하였다. 자료는 채집일과 채집지역, 식물별로 총채벌레 종류별 발생수를 정리하였다. 채집된 유충은 종을 구분할 수 없어 조사에서 제외하였다. 채집한 식물의 종 동정은 한국의 잡초도감(Guh et al., 2002)과 잡초 I, II, III 권(Kim and Park, 2009a; b; c)을 참조하였다.

### 볼록총채벌레 시기별 발생특성

감귤원과 그 주변 기주식물에서 볼록총채벌레의 발생특성을 2011년 3월부터 11월까지 서귀포시 효돈동과 남원읍 위미리 지역 농가포장에서 황색끈끈이트랩(10×15 cm, Green Agro Tech, Korea)을 이용하여 조사하였다. 황색끈끈이트랩은 감귤원 경계의 기주식물과 그로부터 약 10m 정도 떨어진 감귤나무에 설치하였다. 볼록총채벌레의 트랩별 발생밀도는 6~8일 간격으로 랩필름을 씌워 교체하였으며, 실험실로 가져온 후 실체현미경(×10) 하에서 볼록총채벌레 암컷과 수컷 성충을 구분 조사하였다. 또한 가을철 감귤순과 열매에서의 볼록총채벌레 분포를 조사하기 위하여 서귀포시지역의 감귤원에서 감귤나무당 10개의 감귤순(잎 5~8매)과 열매에 대해 털어잡기를 통해 밀도를 조사하였다.

### 유효적산온도 계산

감귤원에서 피해가 발생하는 시기를 추정하기 위하여 2011년 1월 1일부터의 일일 최고-최저온도를 이용 (1)에서 (3)의 식에 의해 유효적산온도를 계산하였다. 계산에 이용한 값은 Tatara (1994)가 보고한 발육영점온도와 발육한계 최고온도를 각각

9.7°C와 33.0°C로 고정하였으며, 기상자료는 제주지방기상청 서귀포기상대(33°14'N, 126°34'E) 자료를 이용하였다.

$$D = \frac{(T_{\max} - 9.7)^2}{2 \times (T_{\max} - T_{\min})} \quad (1)$$

$$D = \frac{(T_{\max} + T_{\min} - 2 \times 9.7)}{2} \quad (2)$$

$$D = \frac{(33 - T_{\min}) \times (30 + T_{\min} - 2 \times 9.7)}{2 \times (T_{\max} - T_{\min})} \quad (3)$$

## 결과 및 고찰

### 볼록총채벌레 기주식물 조사

감귤원과 그 주변에서 조사된 볼록총채벌레 기주식물은 수목류는 23과 39종, 초본류는 10과 15종으로 총 32과 54종이 조사되었다(Table 1). 감귤재배지역에서 흔하게 볼 수 있는 기주식물은 환삼덩굴 *Humulus japonicus*과 사위질빵 *Clematis apiifolia*, 예덕나무 *Mallotus japonicus*, 송악 *Hedera rhombea*, 거지덩굴 *Cayratia japonica*, 제요등 *Paederia scandens*, 하늘타리 *Trichosanthes kirilowii* 등이었으며, 예덕나무를 제외하고

**Table 1.** Host plants of *Scirtothrips dorsalis* and their distribution level in citrus orchards and surrounding areas on Jeju island in 2010 ~ 2011

Family	Species	Distri. <sup>1</sup>	Family	Species	Distri.
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea septemloba</i> <sup>†</sup>	++++	Vitaceae	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> <sup>†</sup>	++++
	<i>D. japonica</i> <sup>†</sup>	+++		<i>Vitis thunbergii</i> <sup>†</sup>	+++
Ulmaceae	<i>Celtis sinensis</i>	++		<i>V. amurensis</i> <sup>†</sup>	++
Moraceae	<i>Morus alba</i>	+		<i>Cayratia japonica</i> <sup>†</sup>	+++++
	<i>Ficus erecta</i>	++++		<i>Parthenocissus tricuspidata</i> <sup>†</sup>	+++
Cannabaceae	<i>Humulus japonicus</i> <sup>†</sup>	+++++	Sterculiaceae	<i>Corchoropsis tomentosa</i>	+++
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	+	Theaceae	<i>Camellia japonica</i>	+++
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca americana</i>	++++		<i>C. sinensis</i>	+
Ranunculaceae	<i>Clematis apiifolia</i> <sup>†</sup>	+++++		<i>Eurya japonica</i>	+++
	<i>C. terniflora</i> <sup>†</sup>	+		<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	+
Menispermaceae	<i>Cocculus trilobus</i> <sup>†</sup>	+++	Punicaceae	<i>Punica grantum</i>	+
Magnolia	<i>Kadsura japonica</i> <sup>†</sup>	+	Ericaceae	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	+
Lauraceae	<i>Litsea japonica</i>	+++	Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i>	+
	<i>Neolitsea sericea</i>	++++	Symplocaceae	<i>Symplocos chinensis</i>	+
	<i>Machilus thunbergii</i>	++++	Oleaceae	<i>Forsythia koreana</i>	++
Saxifragaceae	<i>Hydrangea macrophylla</i>	++	Apocynaceae	<i>Trachelospermum asiaticum</i> <sup>†</sup>	+++
Hamamelidaceae	<i>Distylium racemosum</i>	++	Convolvulaceae	<i>Ipomoea lacunosa</i> <sup>†</sup>	++
Rosaceae	<i>Malus spp.</i>	+		<i>I. triloba</i> <sup>†</sup>	++
	<i>Rubus crataegifolius</i>	++++		<i>Quamoclit angulata</i> <sup>†</sup>	++
	<i>Photinia glabra</i>	+++	Verbenaceae	<i>Clerodendron trichotomum</i>	++
Euphorbiaceae	<i>Mallotus japonicus</i>	+++++	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	++++
Aquifoliaceae	<i>Ilex rotunda</i>	+		<i>Physalis angulata</i>	++
Celastraceae	<i>Celastrus orbiculatus</i> <sup>†</sup>	+	Rubiaceae	<i>Paederia scandens</i> <sup>†</sup>	+++++
	<i>Euonymus japonicus</i>	+		<i>P. scandens var. angustifolia</i> <sup>†</sup>	++
Araliaceae	<i>Aralia elata</i>	++	Caprifoliaceae	<i>Viburnum awabuki</i>	+
	<i>Hedera rhombea</i> <sup>†</sup>	+++++		<i>Lonicera japonica</i> <sup>†</sup>	++++
	<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	+	Cucurbitaceae	<i>Trichosanthes kirilowii</i> <sup>†</sup>	+++++

<sup>1</sup>Distribution level : + very rare; ++ rare; +++ usual; ++++ often +++++ abundant.

<sup>†</sup>Means a creeping plant.

나머지는 모두 덩굴성 식물이었다. 기주식물 중 덩굴성 식물은 계요등, 사위질빵, 참마 *Dioscorea septemloba*, 거지덩굴 등 22 종이었다. 일본에서 볼록총채벌레 기주식물은 사가현에서는 28과 50종(Muraoka, 1988), 나가사키현에서는 61과 197종(Okubo, 1995)이 보고되어 있다. 일본에서 볼록총채벌레 기주식물 중 방풍수로 많이 이용되고 있는 아왜나무와 나한송에서 발생이 많은 것으로 보고되고 있다. 그러나 제주지역에서는 방풍수로 주로 삼나무가 이용되고 있으며, 일부 동백나무와 참식나무, 까마귀쪽나무 등이 있으나 이를 이용하는 감귤원은 많지 않다. 그러나 일본과 달리 제주지역에서는 감귤원이나 방풍수 주변에 예덕나무와 계요등, 사위질빵 등이 자라고 있는 경우가 많아 이들

기주식물이 볼록총채벌레 번식에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

감귤원 주변에서 흔히 볼 수 있는 기주식물에 발생한 총채벌레는 볼록총채벌레 외에 꽃노랑총채벌레, 콩어리총채벌레 *Mycterothrips glycines*, 하와이총채벌레 *Thrips hawaiiensis*, 파총채벌레 *T. tabaci* 등이었다(Table 2). 감귤원 주변 기주식물 중 볼록총채벌레 비중이 80% 이상으로 높았던 식물은 사위질빵, 덩대이덩굴 *Cocculus trilobus*, 까마귀쪽나무 *Litsea japonica*, 후박나무 *Machilus thunbergii*, 갈퀴나물 *Vicia amoena*, 예덕나무, 개머루 *Ampelopsis brevipedunculata*, 까마귀머루 *Vitis thunbergii*, 거지덩굴, 동백나무 *Camellia japonica*, 두릅나무 *Aralia elata*,

**Table 2.** Thrips species abundance on surrounding plants of citrus orchards

Host plant	N <sup>1</sup>	Thrips species <sup>2</sup>								%S.d <sup>3</sup>
		S.d	M.g	F.o	T.t	T.h	T.c	T.p	Others	
<i>Machilus thunbergii</i>	44	339	0	1	0	0	0	0	0	99.7
<i>Hedera rhombea</i>	40	98	0	1	0	0	0	0	0	99.0
<i>Camellia japonica</i>	39	266	1	4	1	0	0	0	0	97.8
<i>Symplocos chinensis</i> <sup>†</sup>	19	110	0	3	0	0	0	0	0	97.4
<i>Cocculus trilobus</i>	14	69	0	1	0	0	0	1	0	97.2
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	39	189	1	8	0	1	0	0	1	94.5
<i>Lamium amplexicaule</i>	11	85	0	1	2	0	0	0	2	94.4
<i>Aralia elata</i>	14	115	0	0	6	1	0	0	0	94.3
<i>Litsea japonica</i>	26	48	0	1	1	1	0	0	0	94.1
<i>Galium spurium</i> <sup>†</sup>	9	50	1	0	3	0	0	0	0	92.6
<i>Vitis thunbergii</i>	34	171	0	9	6	0	0	1	2	90.5
<i>Cayratia japonica</i>	43	271	4	24	3	0	0	0	0	89.7
<i>Lonicera japonica</i>	42	190	0	10	6	5	1	0	0	89.6
<i>Paederia scandens</i>	112	852	2	10	2	64	15	0	26	87.7
<i>Mallotus japonicus</i>	121	1,143	60	89	20	21	5	11	9	84.2
<i>Clematis apiifolia</i>	96	195	2	14	3	14	0	2	6	82.6
<i>Vicia amoena</i> <sup>†</sup>	10	90	10	8	0	0	0	0	4	80.4
<i>Corchoropsis tomentosa</i>	11	17	1	0	4	0	0	0	0	77.3
<i>Viburnum awabuki</i>	51	145	0	31	10	6	0	0	0	75.5
<i>Phytolacca americana</i>	12	70	1	2	19	1	0	2	1	72.9
<i>Ficus erecta</i>	45	59	3	10	12	0	0	1	1	68.6
<i>Trichosanthes kirilowii</i>	17	55	16	36	1	0	0	1	0	50.5
<i>Dioscorea japonica</i>	35	58	56	0	3	0	4	1	1	47.2
<i>Humulus japonicus</i>	24	51	7	0	1	1	0	8	95	31.3
<i>Crassocephalum crepidioides</i> <sup>†</sup>	11	2	0	28	12	0	0	0	12	3.7

<sup>1</sup>Number of sample.

<sup>2</sup>S.d: *Scirtothrips dorsalis*; M.g: *Mycterothrips glycines*; F.o: *Frankliniella occidentalis*; T.t: *Thrips tabaci*; T.h: *T. hawaiiensis*; T.c: *T. coloratus*; T.p: *T. palmi*.

<sup>3</sup>Percentage of *S. dorsalis*.

<sup>†</sup>Non-host plant of *S. dorsalis*

송악, 광대나물 *Symplocos chinensis*, 노린재나무 *Lamium amplexicaule*, 계요등, 갈퀴덩굴 *Galium spurium*, 인동덩굴 *Lonicera japonica* 등이었다. 볼록총채벌레의 감귤원 주변식물에서 발생상황을 조사한 결과 3~4월에 살갈퀴와 갈퀴나물, 광대나물 등 겨울 잡초에서 성충 발생이 확인되었으나 식물이 고사할 때까지 유충 발생이 확인되지 않아 기주식물 목록에서 제외하였다. 이 식물들은 볼록총채벌레 성충의 월동처로 이용되거나 산란식물을 찾기 전에 일시적으로 머물면서 섭식만 하는 것으로 판단된다. 월동 성충이 산란하여 세대번식을 확인한 식물은 인동덩굴과 사위질빵, 아왜나무, 송악으로 4월 중하순 조사에서 성충과 함께 유충도 발생되었다. 아왜나무(Tatara, 1994)와 포도나무(Shibao, 1996)에서 추정된 발육영점온도와 유효적산온도를 이용하여 역으로 추정한 산란시기는 3월 하순~4월 상순이었고, 일본에서 차나무와 나한송에서 볼록총채벌레 월동 성충의 산란시기에 대한 결과와 유사하였다(Masui, 2007a). 볼록총채벌레 주요 기주식물인 계요등과 예덕나무는 봄철 새순 발생시기가 4월 하순 이후부터였으며, 이들 식물은 제2세대 발생부터 번식식물로 이용되는 것으로 판단되었다.

### 볼록총채벌레 시기별 발생특성

감귤원에서 황색트랩을 감귤나무와 감귤원 외곽의 기주식물에 설치하여 볼록총채벌레의 시기별 발생밀도를 조사한 결과 감귤나무와 외곽에서의 볼록총채벌레 밀도변동은 상관계수( $r$ )가 0.8509 ( $P < 0.05$ )로 매우 유사한 경향이었다(Fig. 1). 볼록총채벌레가 황색끈끈이트랩에 잡힌 시기는 3월 하순부터였으며, 효돈포장에서는 감귤원 주변 기주식물에 설치한 트랩의 밀도가 더 높았으나 위미포장에서는 감귤나무에 설치한 트랩에서 더 높았다. 조사한 두 포장 모두 전년도 가을철 피해과율이 80% 이상으로 매우 높았으나, 가을순 발생량은 효돈포장보다 위미포장에서 많은 경향이였다. 또한 가을순에서 서식하고 있는 성충이 많았다. 따라서 볼록총채벌레의 월동은 감귤원 외부의 기주식물뿐만 아니라 감귤나무에서도 이루어지고 있다는 것을 의미한다.

볼록총채벌레 성충은 4월 상순에 1차 발생성기를 보였는데 이는 월동한 성충이 분산하는 것으로 판단되며, 연간 6세대가 경과하는 것으로 추정되었다. 각 세대별 성충 발생 시기는 제1세대 4월 하순~5월 상순, 제2세대 5월 하순~6월 상순, 제3세대 6월 하순~7월 상순, 제4세대 7월 중순~하순, 제5세대 8월 상순~중순, 제6세대 8월 하순~9월 상순, 제7세대 9월 하순~10월 상순이었으나 제2세대부터는 세대가 서로 겹쳐 세대구분이 불분명하였다. 감귤 열매 피해에 피해를 주는 세대는 제3세대와 제6세대인 것으로 추정되었다.

감귤 열매에 1차 피해가 발생하기 시작하는 7월 1일과 2차 피해가 발생하는 9월 1일까지의 유효적산온도는 각각 925DD와 1986DD이었다. 이 시기는 효돈과 위미 지역에서 황색끈끈이트랩에 유인된 볼록총채벌레의 발생이 급격히 증가한 시기와 일치하였다. 따라서 서귀포지역에서 감귤 열매에 피해가 발생하는 시기는 이 유효적산온도를 이용하여 대략적인 추정이 가능할 것으로 판단된다. 일일 유효적산온도를 이용하여 볼록총채벌레의 감귤원으로의 이동시기를 추정된 결과 제2세대부터 세대간 유효적산온도는 약 300DD로 나타났다(Masui, 2008). 본 연구에서는 세대간 유효적산온도가 약 350DD로 추정되었는데 이는 조사포장과 3~10 km 떨어져 있는 곳에서 측정된 기상자료를 이용했기 때문인 것으로 판단된다.

감귤나무에서 볼록총채벌레 발생이 확인된 시기는 열매에서는 2차 생리적 낙과기인 7월과 감귤 열매 비대기 직후인 9월이었다(Hyun et al., 2012). 잎에서는 봄순 발생기인 4~6월에는 발생이 없었고, 여름순 발생기인 8월부터 가을순 발생기인 9~11월에 발생이 확인되었다(Song, J.H., unpublished observation). 따라서 감귤나무에서는 제3세대 시기부터 발생이 되며, 감귤 열매에 피해가 나타나는 주시기는 7월 상중순과 9월 상중순 2회분이었다. 감귤열매에 피해가 나타나는 두 시기에 감귤나무보다

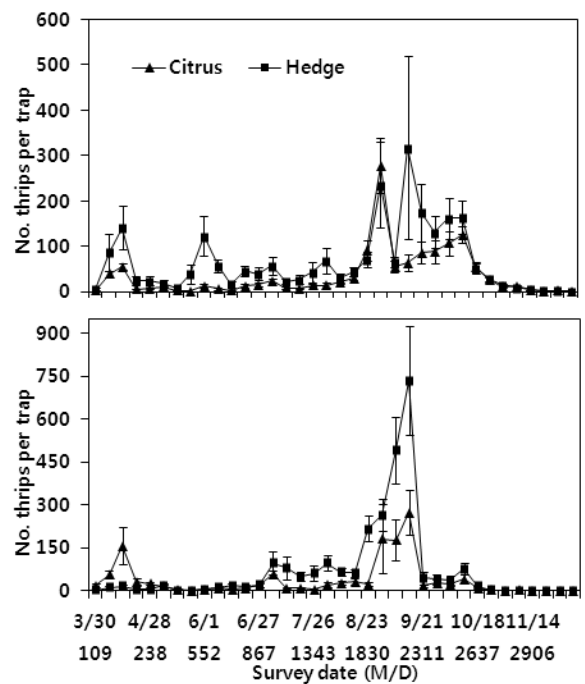


Fig. 1. Seasonal abundance of *Scirtothrips dorsalis* trapped on yellow-color sticky trap on citrus trees and citrus orchard hedge in two different fields (upper: Hyodon; lower: Wimi), 2011. Bars indicate the standard error. The number below the survey date indicates the total effective temperature (degree-days) accumulated from January 1.

감귤원 경계에서의 밀도가 시간적으로 빠르게 상승하는 경향이 있으나 대체적으로 유사한 밀도변동을 보이고 있는 것은 감귤원 주변에서 볼록총채벌레 성충이 우화함과 동시에 감귤원으로 이동하기 때문인 것으로 판단된다(Masui, 2007b).

효돈포장에서 9월 상순에 볼록총채벌레를 방제하기 위하여 농약을 살포한 직후 밀도가 급격히 낮아졌다. 그 후 감귤원 경계 기주식물에서 2주 후에 볼록총채벌레 밀도가 농약 살포 전으로 급격히 회복된 반면, 감귤나무에서는 서서히 증가하는 경향을 보였다. 감귤나무에서 이와 같이 밀도가 증가한 것은 가을순 발생과 관련이 있다.

가을철(9월 하순) 털어잡기를 이용하여 가을순과 열매에서 볼록총채벌레 밀도를 조사한 결과 열매보다 가을순에서 발생밀도가 매우 높았다(Fig. 2). 가을순에서의 밀도는 0.4~3.3마리였으나 열매에서는 0.0~0.3마리로 매우 낮았다. 가을순에서 발생한 볼록총채벌레 유충은 11월까지 지속적으로 발생되고 있었으며, 여기서 우화한 성충이 감귤나무에서 월동하는 것으로 추정된다.

감귤원 주변에 발생되고 있는 기주식물에서 황색끈끈이트랩으로 볼록총채벌레 밀도를 조사한 결과로부터 시기별 상대적 밀도변동을 조사하였다(Fig. 3). 조사한 기주식물 중 덩굴성 식물은 계요등과 인동덩굴, 송악, 개머루이었고, 나무류는 아왜나무와 예덕나무, 감나무, 동백나무이었다. 조사한 기주식물마다 시기별 상대적 밀도변동에 차이를 보였는데, 이는 볼록총채벌레가 번식할 수 있는 새순 발생과 관련이 있는 것으로 보인다(Dev, 1964; Seal et al., 2006; Shibao et al., 1993). 그러나 전체적으로는 5월 하순~6월 상순, 8월 하순~9월 상순에 밀도가 높아지는 경향이 있었다. 월동한 성충이 이동하는 시기인 3월 하순~4월 상순에 상대적 발생비율이 1% 이상인 기주식물은 계요등과 인동덩굴, 송악, 감나무, 동백나무였으며, 특히 인동덩굴과 감나무에서 5% 이상으로 높았다. 또한, 볼록총채벌레 제 1세대

가 발생하는 것으로 확인된 인동덩굴에서만 제 1세대 성충 발생기(4월 중하순)에 밀도가 증가하였다.

감귤나무와 감귤원 경계와 주변 기주식물에 설치한 황색끈끈이트랩에 잡힌 볼록총채벌레 암컷성충의 시기별 비율 변화에서 봄철과 가을철에는 암컷 성충의 비가 매우 높은 경향이 있었다(Fig. 4). 황색끈끈이트랩에 잡힌 볼록총채벌레의 암컷 성충의 비와 밀도와의 상관정도를 조사한 결과 감귤나무와 감귤원 경계에서 각각 -0.3464와 -0.4114로 부(-)의 상관을 보였으며

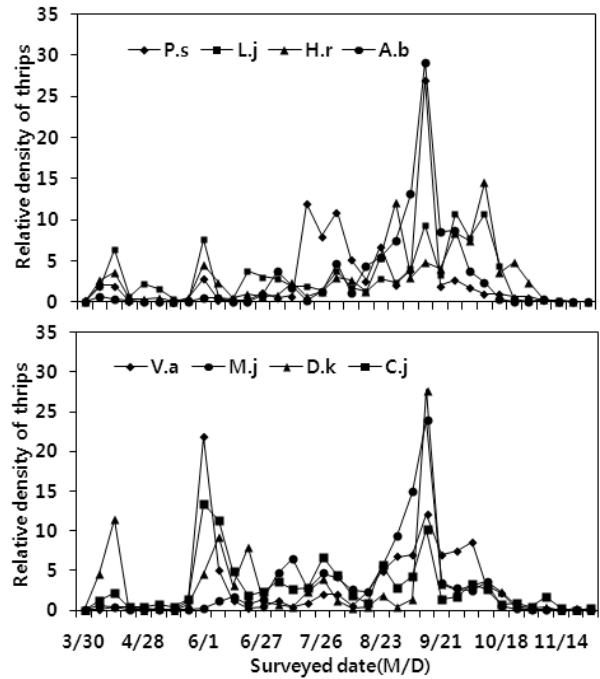


Fig. 3. Relative seasonal abundance of *Scirtothrips dorsalis* caught on yellow-color sticky trap on different host plants (upper: creeping plants; lower: trees). P.s: *Paederia scandens*; L.j: *Lonicera japonica*; H.r: *Hedera rhombea*; A.b: *Ampelopsis brevipedunculata*; V.a: *Viburnum awabuki*; M.j: *Mallotus japonicus*; D.k: *Diospyros kaki*; C.j: *Camellia japonica*.

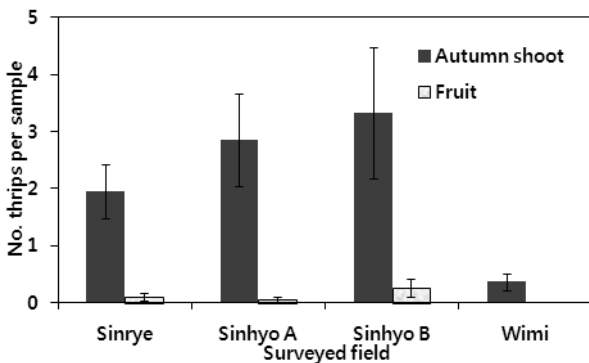


Fig. 2. Comparison of mean density of *Scirtothrips dorsalis* on shoot and fruit on late of September at different citrus orchards. Bars indicate the standard error.

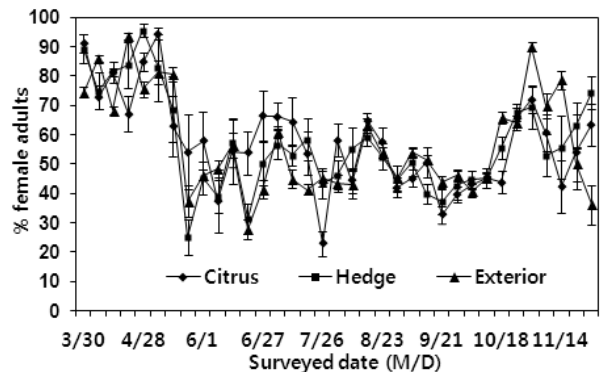


Fig. 4. Seasonal changes of percentage of female adults of *Scirtothrips dorsalis* caught on yellow-color sticky traps in Hyodon citrus orchards. Bars indicate the standard error.

( $P < 0.05$ ), 감귤나무보다 감귤원 경계에서의 상관정도가 더 높았다. 볼록총채벌레는 번식한 식물에서 밀도가 높아지면 주로 암컷 성충이 분산하는 것으로 알려져 있어 이를 이용하여 분산 시기를 추정할 수 있을 것으로 판단되었으나 본 연구에서 그 경향이 뚜렷하지는 않았다.

본 연구결과 감귤원에서 볼록총채벌레의 발생은 감귤나무뿐만 아니라 주변 기주식물에 의해 영향을 많이 받고 있어 볼록총채벌레의 관리체계에서 감귤원뿐만 아니라 주변에 발생되고 있는 기주식물 관리가 중요한 것으로 나타났다. 볼록총채벌레는 감귤나무에서의 발육보다 외부에서 발생한 성충이 감귤원 내로 이동되고 있어 이에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 생각된다. 볼록총채벌레의 발생예찰에 주로 이용되고 있는 황색끈끈이트랩은 감귤원 가운데와 함께 경계 부근의 기주식물에도 설치하는 것이 조사의 정확도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ009194)의 지원으로 수행한 결과입니다.

## Literature Cited

- Ananthakrishnan, T.N. 1993. Bionomics of thrips. *Annu. Rev. Entomol.* 38, 71-92.
- Dev, H.N. 1964. Preliminary studies on the biology of the Assam thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood, on tea. *Indian J. Entomol.* 26, 184-194.
- Guh, J.O., Kim, C.S., Lee, D.J., Im, I.B., Kwon, O.D., Kuk, Y.I., Chon, S.U., Han, S.U., 2002. Weed flora of Korea, Han'guk Nongŏp Sisŭtem Hakhoe.
- Hyun, J.W., Hwang, R.Y., Lee, K.S., Song, J.H., Yi, P.H., Kwon, H.M., Hyun, D.H. Kim, K.S., 2012. Seasonal occurrence of yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) in citrus orchards and its damage symptoms on citrus fruits. *Kor. J. Appl. Entomol.* 51, 1-7.
- Kim, D.H., Kwon, H.M., Kim, K.S., 2000. Current status of the occurrence of the insect pests in the citrus orchard in Cheju island. *Korean J. Appl. Entomol.* 39, 274-276.
- Kim, D.S., Park, S.H., 2009a. Weeds of Korea: Chloripetalae I, *Rijeon Agri. Res. Pub.*
- Kim, D.S., Park, S.H., 2009b. Weeds of Korea: Sympetalae II, *Rijeon Agri. Res. Pub.*
- Kim, D.S., Park, S.H., 2009c. Weeds of Korea: Monocotyledoneae/ Pteridophyta III, *Rijeon Agri. Res. Pub.*
- Masui, S. 2007a. Oviposition time of overwintered adults of yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 51, 289-291.
- Masui, S. 2007b. Synchronism of immigration of adult yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) to citrus orchards with reference to their occurrence on surrounding host plants. *Appl. Entomol. Zool.* 42, 517-523.
- Masui, S. 2008. Estimation of the immigration time of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) adults in citrus orchards as a function of the total effective temperature. *Appl. Entomol. Zool.* 43, 511-517.
- Masui, S., Ishigami, S., Yamamoto, Y., Isozumi, T., Ueno, N., Inoue, N., 1995. Role of local forecasting for occurrence of citrus pest. *Plant Prot.* 49, 318-321.
- Muraoka, M. 1988. Host plants of yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood. *Bull. Saga Fruit Tree Exa. Stn.* 10, 91-102.
- Nishino, M. 1972. Damage and control of *Scirtothrips dorsalis* on perennial crops. *Plant Prot.* 26, 429-438.
- Nishino, M., Kodomari, S., 1988. *Scirtothrips dorsalis* Hood, in: Umeya, K., Kudo, I., Miyazaki, M.(Eds.), *Pest thrips in Japan* eds. Zenkoku Nonson Kyouiku Kyokai, Tokyo, pp. 192-233.
- Okubo, N. 1995. Host plants of yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood and Annual occurrence on them. *Bull. Nagasaki Fruit tree Exp. Stn.* 2, 1-15.
- Okubo, N. 2001. Host preference and infestation process on citrus of yellow tea thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood. *Bull. Nagasaki Fruit Tree Exp. Stn.* 8, 1-13.
- Seal, D.R., Cimoperlik, M., Richards, M.L., Klassen, W., 2006. Comparative effectiveness of chemical insecticides against the chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on pepper and their compatibility with natural enemies. *Crop Protect.* 25, 949-955.
- Shibao, M. 1996. Effects of temperature on development of the chillie thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), on grape. *Appl. Entomol. Zool.* 28, 35-41.
- Shibao, M., Tanaka, F., Fujisaki, K., Nakasuji, F., 1993. Effects of lateral shoot cutting on population density of the chillie thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on grape. *Appl. Entomol. Zool.* 28, 35-41.
- Tatara, A. 1994. Effect of temperature and host plant on the development, fertility and longevity of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae). *Appl. Entomol. Zool.* 29, 31-37.
- Tatara, A. 1995. Bionomics, monitoring and control of *Scirtothrips dorsalis* Hood (yellow tea thrips) in citrus groves. *Special Bull. Shizuoka Citrus Exp. Sta.* 7, 1-98.
- Tatara, A., Furuhashi, K., 1992. Analytical study on damage to satsuma mandarin fruit by *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), with particular reference to pest density. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 36, 217-223.
- Venette, R.C., Davis, E.E., 2004. Chilli thrips/yellow thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) mini pest risk assessment. *Univ. of Minnesota, St. Paul. MN.*