



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

고설재배 딸기에서 황색점착트랩의  
설치높이에 따른 해충과 천적의 유인특성

Attraction characteristics of insect pests and natural enemies  
according to the vertical installation position of yellow sticky traps in high  
bed cultivation of strawberry

濟州大學校 産業大學院

親 環 境 農 學 科

신 용 균

2020年 2月

고설재배 딸기에서 황색점착트랩의  
설치높이에 따른 해충과 천적의 유인특성

指導教授 金 桐 淳

申 龍 均

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2019年 11月

申龍均의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長	_____	㉠
委 員	_____	㉠
委 員	_____	㉠

濟州大學校 産業大學院

2019年 11月

# 목 차

LIST OF TABLES .....	ii
LIST OF FIGURES .....	iv
ABSTRACT .....	v
I. 서론 .....	1
II. 연구사 .....	2
III. 재료 및 방법 .....	4
1. 장소 및 환경 .....	4
2. 트랩설치 .....	4
3. 트랩조사 .....	5
4. 곤충동정 .....	5
5. 자료분석 .....	6
IV. 결과 및 고찰 .....	7
1. 해충 및 천적의 총유살수(포획수)경향 .....	7
2. 해충의 종류별 유살위치의 분포.....	11
2-1. 진딧물류 .....	11
2-2. 검정날개버섯파리 .....	13
2-3. 총채벌레류 .....	15
2-4. 가루이류 .....	17
2-5. 매미충류 .....	19
3. 천적류 유살위치의 분포특성 .....	21
3-1. 천적전체 .....	21
3-2. 좀벌상과 .....	23
3-3. 진디벌아과 .....	25
V. 적요 .....	30
VI. 인용문헌 .....	31

# LIST OF TABLES

Table 1. Total number of insects (insect pests and natural enemies) attracted to each yellow sticky card (traps) during the study period (Oct. 7 to Oct. 28 in 2018 and Mar. 21 to May 30 in 2019) .....	8
Table 2. Total number of aphid species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	11
Table 3. Average ranking of each yellow sticky trap in the number of aphid species, (mean $\pm$ SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	12
Table 4. Total number of Sciarid species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	13
Table 5. Average ranking of each yellow sticky trap in the number of Sciarid species, (mean $\pm$ SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	14
Table 6. Total number of Thrips species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	15
Table 7. Average ranking of each yellow sticky trap in the number of Thrips species, (mean $\pm$ SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	16
Table 8. Total number of white flies species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	17
Table 9. Average ranking of each yellow sticky trap in the number of white fly	

species, (mean $\pm$ SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	18
Table 10. Total number of leaf hoppers species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	19
Table 11. Average ranking of each yellow sticky trap in the number of leaf hopper species, (mean $\pm$ SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	20
Table 12. Total number of natural enemies species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	21
Table 13. Average ranking of each yellow sticky trap in the number of natural enemies (Staphylinids, Lacewings, Aphidinae, Chalcidoids, Cecidomyiids), (mean $\pm$ SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation. ....	22
Table 14. Total number of Chalcidoids species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	23
Table 15. Rank for trap catches (in descending order) of Chalcidoids for each location of trap card placed around the strawberry bed. ....	24
Table 16. Total number of Aphidinae for each location species caught on each yellow sticky trap1), which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation .....	25
Table 17. Rank for trap catches (in descending order) of Aphidinae for each location of trap card placed around the strawberry bed .....	26
Table 18. The distribution of yellow sticky cards that are within the 3rd ranking in each insect pests and natural enemies .....	27

# LIST OF FIGURES

Fig. 1. The diagram for trap installation around bed-bench in high bed system of strawberry cultivation. Yellow sticky cards in size of 12.7 x 7.5 cm were used in only one sticky side. .... 5

Fig. 2. The total number of insects caught on yellow sticky cards which were installed in different height. The vertical bars on the graphs indicate standard error(SE) Please see Fig. 1 for the details of trap position and height. .... 9

Fig. 3. The total number of insect pest species caught on yellow stick traps during study period. .... 10

Fig. 4. The total number of Natural enemies species caught on yellow stick traps during study period. .... 10

## ABSTRACT

The optimal installation position of yellow sick trap (YST) according to insect pest species and the types of crop cultivation is essential to increase the efficacy. This study was conducted to evaluate the vertical space where insect pests are attracted to YST in a strawberry farm with high-bed system. A small size of YST (12.7 x 7.5 cm, single side) was installed vertically around the bed-bench of high-bed system in a dimension of 3 x 7 (column x row). The first layer of YST (namely horizontal row traps with denoted by the center = B, the right = A and the left = C) was installed at 70 cm height from the ground, which was located below the bed-bench (27 cm width and 90 cm height). The position of trap B was arranged at the center line of bed-bench, and A and B were away 50cm from C to both sides. The traps for the second to seventh layer were arranged from 30 cm above the bed-bench to 180 cm by 30 cm intervals; resulting in 3 columns of A, B, C and seven rows of 1 to 7 (total 21 YSTs). The dimension of 3 x 7 was separated into two data sets of A-B and B-C (each 14 YSTs) for the purpose of data analysis. In each data set, finally, the ranking of a YST in the number of pests or natural enemies was assigned to find YST positions within the third ranking. The positions with high ranking were A1, B3, B4, C1 and C3 in aphids, A1, A2, B3 and C1 in thrips, A1, A2, A3, B3, C1 and C2 in white flies, A1, A3, A4, B2, B3, C2 and C3 in Cicadellids and B1 in Sciarids. Common position that has high ranking for all insect pest surveyed was B3. There were no YST positions within the third ranking above the fourth layer. Natural enemies were mainly attracted to the A1, B2 and C1 in total, A1, A2, B2, C1 and C2 in Chalcidoids, A1, B1 and C1 in Aphidinae. In overall natural enemies were frequently attracted to 1A and 1C. In conclusion, the optimal position of trap placement for monitoring or controlling pests with the least damage to natural enemies in the cultivation of high-cultivated strawberries was determined to be 30 ~ 60 cm height (B3) directly above from the bed. In this study, the proper locations of YST monitoring for natural enemies as well as the pests were verified. If desired, it is also possible to select positions to kill less natural enemies and attract more pests. This result can be presented appropriate guideline for the use of YST in the strawberry farm with high-bed system.



## I. 서론

농업에서 지구온난화와 교통의 발달은 새로운 병해충의 유입으로 이어지며 (Ladanyi and Horvath, 2010), 반복되는 약제 살포와 약제저항성 문제 등은 인간의 건강과 주변 환경 등에 영향을 끼치게 되었다(Zhu et al. 2016). 이에 따라 농업은 생산성을 높이면서도 약제 살포 횟수는 줄여야 하는 명제에 직면하게 되었다. 이를 가능하게 하는 것은 적시에 적절한 방제를 하는 것이다. 적시에 적절한 방제를 위해서는 병해충이 언제 어떠한 환경에서 어떠한 밀도로 들어오는지 등을 알아야 할 필요가 있다. 해충을 예찰하는 데에는 육안조사, 포충망조사, 타락법, 쿼트라트법, 유살등, 페로몬트랩, 공중포충망, 수반트랩, 끈끈이판(점착트랩) 등 이용 방법이 있다(APQA, 2016).

현재 시설채소 재배 농가에서는 흔히 황색점착트랩을 이용한 예찰을 많이 실시하고 있다(Pinto-Zevallos and Vänninen, 2013). 황색점착트랩은 사용이 간단하고 비용이 저렴하므로 시설재배 환경에서는 방제 의사결정이나 방제에 유용하게 활용할 수 있다(Gillespie and Quiring, 1987; Yano, 1987; Kim et al., 2001; Park et al., 2011). 국내에서 황색점착트랩은 일반적으로 키가 큰 작물은 150cm 높이에, 배추 등 높이가 낮은 밭작물은 50cm 높이에 설치한다(농림수산검역검사본부 예규 제112호). 그러나 점착트랩의 설치는 해충만을 대상으로 유인하는 것이 아니라 천적이 되는 곤충들까지 유인 포살하게 되어 경제적인 손실을 야기하며 어떤 경우에는 해충이 많이 있음에도 불구하고 예찰용 점착트랩에 포획되지 않는 경우도 있을 수 있다. 또한 해충의 비래높이가 다를 수 있어 작물의 위치에 따른 예찰을 실행할 필요가 있다. 즉, 공간적으로 수직위치에 따라 해충의 유인량이 달라질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 고설재배 딸기에서 베드 주변에 수직 높이에 따라 황색점착트랩을 설치하고, 최적 유인위치를 구명하고자 수행하였다.

## II. 연구사

해충을 예찰하는 이유는 해충이 작물에 미치는 피해정도와 그에 따른 수확량의 감소 상품성 문제를 들 수 있다. 해충의 밀도에 따른 경제적 피해허용수준을 설정하고 예측하여 해충을 경제적 피해 허용수준 이하로 관리하기 위한 것이다. 이를 위해서는 곤충을 유인하여 곤충들의 존재유무와 개체수를 확인할 필요가 있다. 이를 통하여 방제시기를 결정하고 손실을 최대한 줄여 나갈 수 있는 것이다. 곤충들이 가지는 감각기관을 이용하는 연구는 시각, 후각, 촉각 등의 감각생리적 반응과 곤충의 기주인식(平野千里, 1971)에 대한연구와 곤충이 선호하는 광과장에 대한 연구들을 들 수 있다. Tsuchiya et al.(1995)는 볼록총채벌레 (*Scirotothrips dorsalis*)는 분광반사율의 피크가 540 nm 인 황록색 점착트랩에 가장 잘 유인되었다고 했으며 이는 볼록총채벌레가 선호하는 온주밀감(*Citrus unshiu*)의 신초와 어린 과실의 색상과 가장 유사한 광과장을 보였다. 이러한 곤충들의 특별한 광과장을 선호한다는 결과를 이용하여 곤충의 모니터링 기술에 적용하는 것으로 유색 점착 트랩의 사용을 들 수 있다(Pinto-Zevallos and Vänninen, 2013) 또한 각 해충 종마다 다른 광과장을 선호하는 경향으로 인하여 주로 가루이(Yano and Koshihara, 1984; Gillespie and Quiring, 1987), 나무이(Hall et al., 2010), 잎굴파리류(Ferro and Suchak, 1980; Tryon et al. 1980; Parrella and Jones, 1985) 볼록총채벌레가 *Scirotothrips* spp. 황색점착트랩에서 유인력이 높다(Moreno et al., 1984; Samways, 1986). 흰색은 주로 코드링나방의 예찰에 이용되고 있으며 청색은 주로 총채벌레 예찰 및 방제에 사용되고 있으나 국화(*Chrysanthemum morifolium*)와 같이 많은 해충 종에 의해서 영향을 받는 식물에서는 황색점착트랩이 효율적이다(Dreistadt et al., 1998). 트랩의 유인효율을 높이기 위해서는 식물체 정단부의 15-30cm 아래를 기준으로 50 cm 이하의 거리를 이격하여 황색점착트랩을 설치하는 것을 권장(Webb et al., 1985; Quiring, 1986; Gillespie and Quiring, 1992; Shen and Ren, 2003; Qiu and Ren, 2006; Hou et al., 2006) 하기도 한다. 또한 점착트랩의 설치각도에 따른 연구에서는 (kim et al, 2019) 총채벌레류와 뿌리파리류의 경우, 45도로 설치된 트랩의 윗면과 수직, 그리고 수평으로 설치된

윗면에서는 45도 아랫면이나 수평 아랫면보다 많은 수가 유인되었다. 매미충류는 수직 또는 45도 윗면 트랩에서 많은 수가 유살되었다고 했다.

### Ⅲ. 재료 및 방법

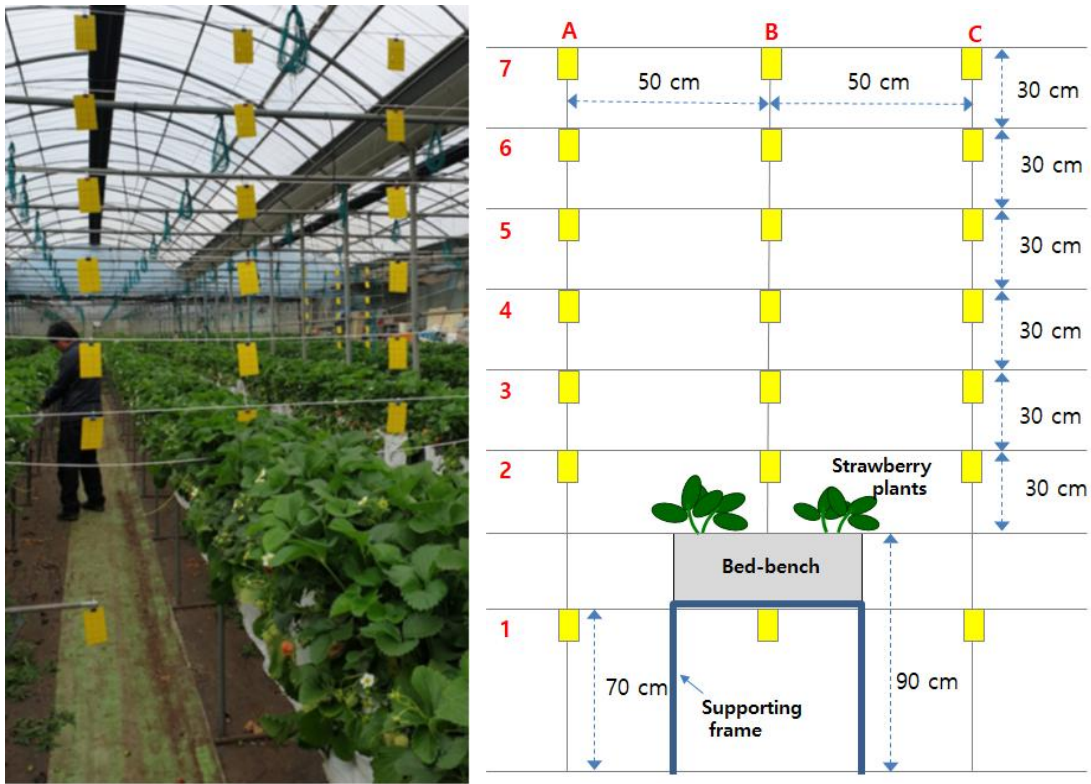
#### 1. 장소 및 환경

본 연구는 서귀포시 대정읍 상모리 1440번지의 딸기 무농약 재배용 고설배드 온실에서 실행하였다. 온실은 폭5.5m에 길이가 70~88m인 10연동 비닐하우스로 조성되었으며 외부에 천창과 측창개폐기가 설치되었다. 내부에는 보온커튼과 공기 대류용 팬이 설치되었다. 배드의 높이는 지상에서 70cm위치에 설치되었으며, 배드의 자재는 높이 20cm, 넓이 30cm인 스티로폼 베드이며, 코코넛 코이어와 펄라이트를 혼합하여 배지로 사용하였다. 무농약 재배를 위하여 기본적으로 진디벌, 칠레이리응애, 뿌리이리응애, 애꽃노린재가 투입되었다.

#### 2. 트랩설치

해충예찰용으로 사용되는 황색점착트랩(25.4cm×15cm)을 높이 12.7cm, 넓이 7.5cm 크기로 절단하여 기본 황색점착트랩으로 사용하였으며 점착트랩의 관리 및 동정의 효율성을 위하여 한쪽면만 이용했다. 설치는 지상에서 70cm 높이에 3장의 트랩을 수평으로 설치하였는데(1단), 베드중앙 바로 밑 트랩을 기준으로 50cm 이격하여 양쪽에 트랩을 설치하여 배치하였다(Fig 1 : A, B, C 열). 두 번째 단은 베드 윗부분에서 30cm 높이에 1단과 같은 열(즉 A, B, C 열)에 트랩을 설치하였다. 같은 요령으로 2단에서 7단까지 각 30cm 간격을 유지하면서 지면에서 수직으로 270cm 높이까지 트랩을 설치하였다. 최종적으로는 3열 7단으로 총 21장의 트랩이 1개 구역에 배치되었다.

온실 내부의 창 측에 가까운 임의의 지점에 첫 번째 구역을 정하고, 첫 번째 구역이 다음 구역에 영향을 주는 것을 피하기 위하여 5m 이상의 거리를 두고 안쪽으로 두 번째 구역을 설치하였으며, 같은 방법으로 세 번째 구역을 안쪽으로 정하여 3반복으로 설치하였다. 따라서 1회당 트랩 설치 개수는 21장\*3구역으로 총 63장이 되었다.



**Fig. 1.** The diagram for trap installation around bed-bench in high bed system of strawberry cultivation. Yellow sticky cards in size of 12.7 x 7.5 cm were used in only one sticky side.

### 3. 트랩조사

2018년10월 7일부터 10월 28일 까지 3회를 1주일 간격으로 실시하였다. 이후 온실환경의 온도 저하로 곤충 발생양상이 현저히 떨어져서 3월 13일까지 중단하였으며, 온도가 높아지는 2019년 3월 14일부터 5월31일 까지 11회를 1주일 간격으로 조사하였다. 매 조사 때 마다 새로운 트랩으로 기존트랩을 교체하였다.

### 4. 곤충동정

1회에 63매씩, 14회에 총 882매에서 채집된 32종 29,420개체의 곤충(해충 및 천적)을 분류 동정하였으며, 20~80배의 해부현미경(OLYMPUS SZ51)을 이용하였다. 농업과 관련이 없는 종을 제외하고, 분류 동정된 종은 총채벌레류(대만총채벌레,

과충채벌레, 꽃노랑총채벌레), 가루이류(온실가루이, 딸기가루이), 애매미충류(경희애매미충, 괴테애매미충), 진딧물류(목화진딧물, 복숭아혹진딧물), 검정날개버섯파리와 등의 해충과 좀벌류 진디벌류, 꽃등애류, 무당벌레류, 파리매류, 풀잠자리류 등 천적들이었다.

## 5. 자료분석

고설재배 딸기의 베드-벤치를 기준으로 수직의 공간적 위치에 따른 해충과 천적의 유인특성을 구명하기 위하여 점착트랩의 위치별(3열 7단) 유인수를 비교하였다. 우선 날짜별 각 트랩 위치에 포획된 해충과 천적의 수를 정리하였다. 계절과 종에 따라 낮은 포획수를 보이는 경우가 있었으므로 자료 활용성을 위하여 세 구역의 자료를 모두 합계하여 분석에 사용하였다. 베드-벤치 중앙에 설치한 B열을 중심으로 양쪽의 A와 C열은 논리적으로 동등한 확률의 포획 위치에 있다. 따라서 동일한 날에 수집한 자료를 B-A열과 B-C열로 분리하여 포획수를 기준으로 각 점착트랩의 순위를 결정하였다. 결과적으로 하나의 자료단위는 각각 14의 점착트랩으로 구성되며, 1~14까지 순위가 배당되었다. 포장상태에서는 조사일자에 따라 해충과 천적의 포획수가 변동하게 되므로 동일한 조사일 단위로 점착트랩별 순위를 할당함으로써 자료가 표준화될 수 있었다.

포획수가 너무 적은 조사일자의 자료(즉 포획수가 주로 0과 1로 구성)는 순위가 중첩되어 현실성이 없으므로 분석에서 제외하였다. 최종적으로 분류군별로 3~7회의 조사 자료를 반복으로 활용하였다. 그리고 각 위치별 점착트랩의 평균 순위가 3보다(즉 3순위) 적은지를 검정하였다. 즉 단일평균에 대한 t-검정의 단측 검정을 실시하였다(SAS Institute, 1999).

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 해충 및 천적의 총 유살 수(포획 수) 경향

조사 때마다 수거한 황색점착카드(트랩, 63매씩 총 882매)에서 채집된 32종 29,420개체의 곤충(해충과 천적)을 분류하여 곤충들이 포획된 위치를 비교한 결과는 Table 1과 같다. 창 측 구역에 설치한 트랩에 많은 수가 포획되었으며 딸기 포장의 안쪽으로 들어갈수록 적게 잡히는 경향을 보였다.

베드 기준으로, 높이에 따른 포획 수는 전체적으로 아래 부분(1단)에서 가장 많은 수가 포획되었으며, 다음으로는 베드의 위 30cm에 설치된 트랩(2단)에서 많이 포획되는 경향이였다(Fig. 2). 이 위치는 식물의 크기에 따라서 트랩이 식물체와 부분적으로 접촉할 수 있는 공간으로 트랩 설치 시 유의할 필요가 있는 위치이다. 트랩 위치가 위쪽으로 올라갈수록 포획되는 숫자는 감소하였다.

각 구역에서는 높이에 관계없이 식물의 중앙부위에서 많이 포획되었으며(B열), 베드 위 30cm의 좌우 50cm인 곳에서는 베드 위 60cm인 곳 보다 많이 포획되었다(Table 1).

조사기간에 포획된 개체 중 해충으로 분류된 숫자는 **12,072** 개체이고 포획한 곤충 전체의 41%를 차지했다. 천적으로 분류할 수 있는 개체는 7,672개체로 전체 포획곤충의 26.07%를 차지했다. 포획된 해충 중에서 가장 많이 포획된 종류는 총채벌레류로서 포획된 전체 곤충의 26.34%를 차지했다., 그 다음으로는 검정날개벼룩파리류로 전체의 9.33%, 진딧물류 2.00%, 가루이류 1.6%, 애매미충류 1.35% 순이었다(Fig. 3).

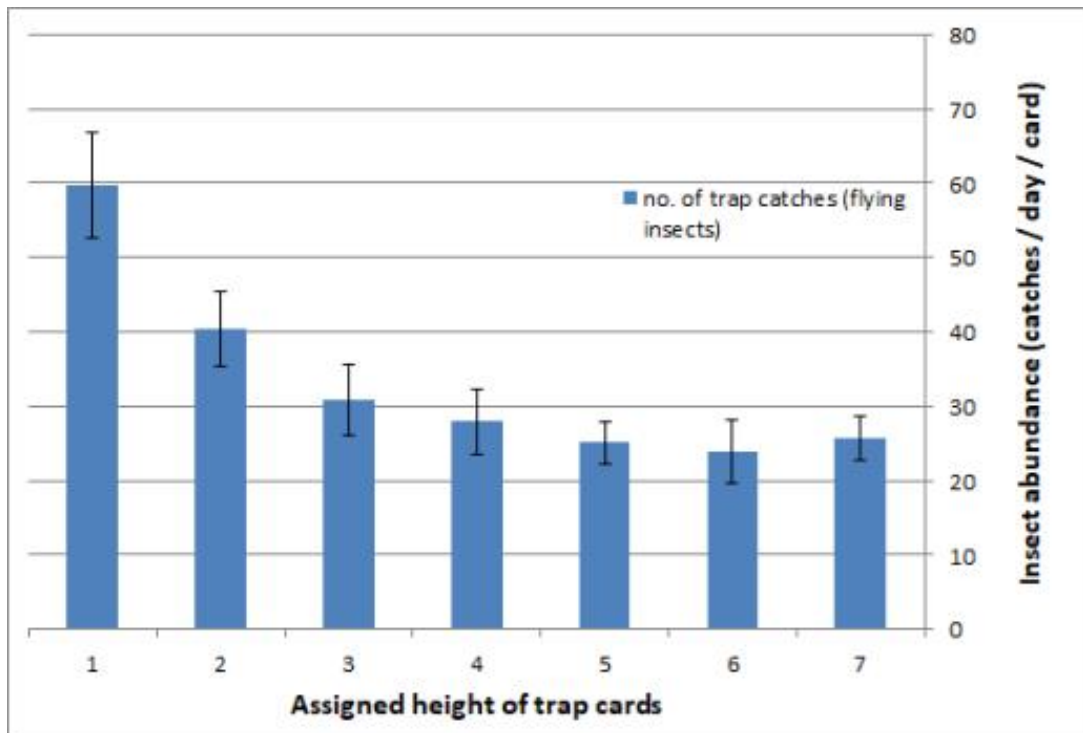
7,672개체가 포획된 천적류의 대부분은 좀벌레류로서 전체 비율로는 16.30%를 차지했다. 흑파리 3.40%와 진디벌레류 2.70%가 그 뒤를 이었다. 등애류와 풀잠자리류는 숫자가 적었다(Fig. 4).

**Table 1.** Total number of insects (insect pests and natural enemies) attracted to each yellow sticky card (traps) during the study period (Oct. 7 to Oct. 28 in 2018 and Mar. 21 to May 30 in 2019)

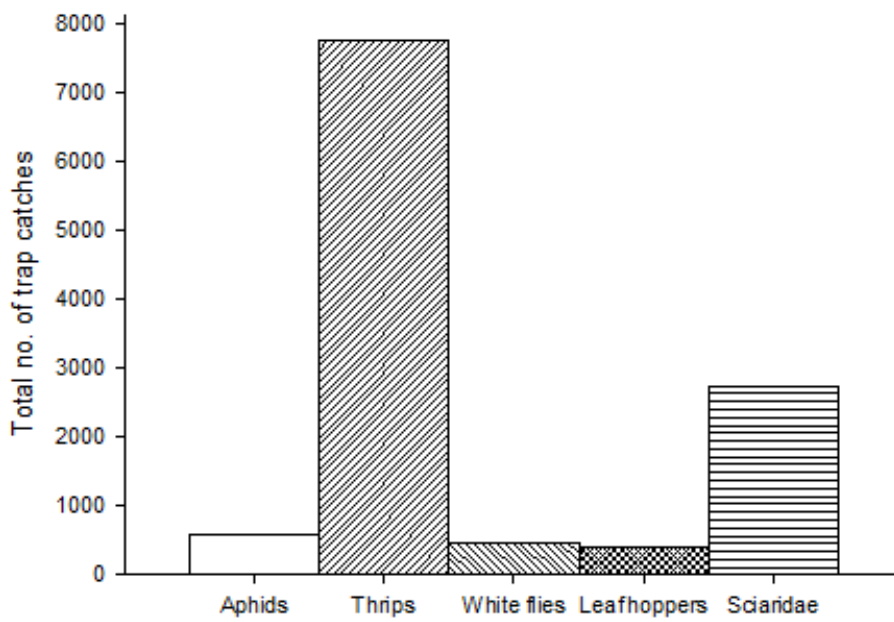
Trap position <sup>1)</sup>	Replication 1				Replication 2				Replication 3				Sum
	A	B	C	Total	A	B	C	Total	A	B	C	Total	
1	839	1161	876	2,876	1172	680	872	2,724	645	718	563	1926	7,526
2	522	746	597	1,865	662	798	479	1,939	380	461	438	1279	5,083
3	513	416	532	1,461	546	584	394	1,524	279	338	284	901	3,886
4	454	421	545	1,420	426	462	393	1,281	332	224	258	814	3,515
5	433	353	455	1,241	422	301	371	1,094	335	203	286	824	3,159
6	465	422	466	1,353	349	265	271	885	281	230	260	771	3,009
7	424	430	425	1,279	417	302	401	1120	338	220	285	843	3,242
Sum	3,650	3,949	3,896	11,495	3,994	3,392	3,181	10,567	2,590	2,394	2,374	7,358	29,420

<sup>1)</sup>See Fig. 1 for the details of trap installation.

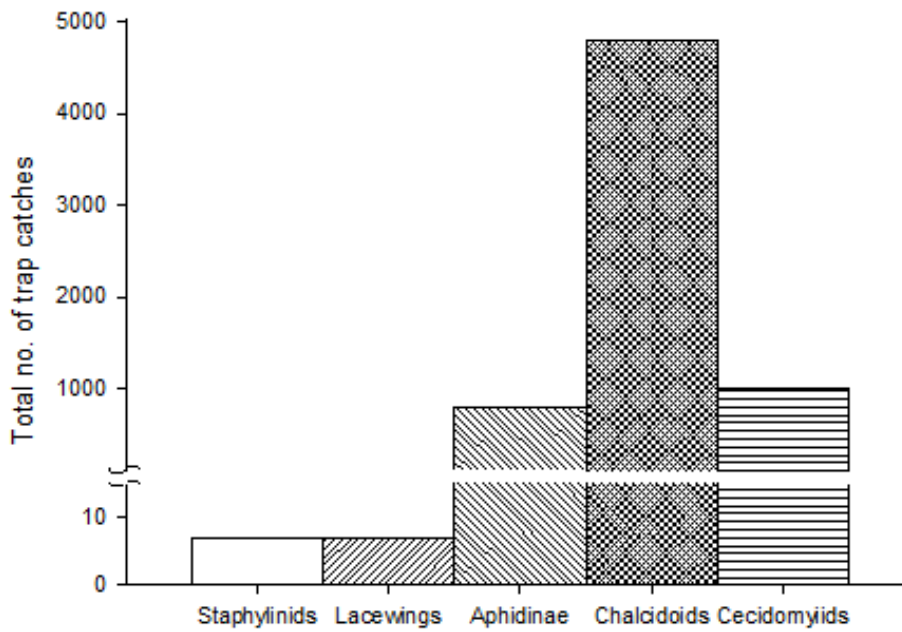




**Fig. 2.** The total number of insects caught on yellow sticky cards which were installed in different height. The vertical bars on the graphs indicate standard error(SE) Please see Fig. 1 for the details of trap position and height.



**Fig. 3.** The total number of insect pest species caught on yellow stick traps during study period.



**Fig. 4.** The total number of Natural enemies species caught on yellow stick traps during study period.

## 2. 해충의 종류별 유살위치의 분포

2-1. 진딧물류 : 조사기간 동안 각 공간적 위치의 황색점착트랩에 포획된 진딧물류의 총 수는 589개체였으며 316개체가 1-3단에서 포획되어 포획된 진딧물류 개체 중 53.65%를 나타냈다. 각각의 위치별 포획 수는 Table 2와 같다. 베드 양쪽에 배치한(A와 C열) 1단 위치에서 가장 많은 수의 진딧물류가 포획되었으며, 위쪽으로 갈수록 감소하는 경향이였다. 중앙 열에서는 3단과 4단 즉 베드로부터 60~90cm 높이에서 포획수가 많았다. 각 트랩위치별 포획수가 높은 지점을 결정하기 위하여 조사일별 진딧물 포획수의 크기에 따라 각 지점(트랩위치)에 순위를 배당하여 분석한 결과(재료 및 방법의 분석방법 참조), 순위의 평균값은 Table 3과 같았다. 이는 총 15회의 조사 성적 중 진딧물 유인수가 유의미한 7회의 자료만 분석에 사용되었다.

포획 순위가 3과 같거나 3위 이내인 위치는 B열 3과 4단, 그리고 A열과 B열의 1단에 위치한 지점이였다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 4에 나타나 있다.

**Table 2.** Total number of aphid species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	28	15	17
6	16	20	18
5	21	16	24
4	22	36	40
3	14	34	26
2	38	22	27
1	70	15	70

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

**Table 3.** Average ranking of each yellow sticky trap in the number of aphid species, (mean  $\pm$  SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	Column B	Column B	Column C
7	4.0 $\pm$ 0.58 ** <sup>2)</sup> (t = 4.58, df = 6)	7.4 $\pm$ 1.91 ** (t = 6.12, df = 6)	7.7 $\pm$ 1.87 ** (t = 6.66, df = 6)	7.1 $\pm$ 1.18 ** (t = 9.26, df = 6)
6	7.0 $\pm$ 1.29 ** (t = 8.20, df = 6)	5.1 $\pm$ 0.70 ** (t = 8.05, df = 6)	5.9 $\pm$ 1.03 ** (t = 7.31, df = 6)	6.4 $\pm$ 1.48 ** (t = 6.14, df = 6)
5	5.9 $\pm$ 0.80 ** (t = 9.45, df = 6)	7.4 $\pm$ 1.29 ** (t = 9.09, df = 6)	7.6 $\pm$ 1.41 ** (t = 8.57, df = 6)	7.1 $\pm$ 1.22 ** (t = 8.96, df = 6)
4	6.9 $\pm$ 1.06 ** (t = 9.66, df = 6)	3.1 $\pm$ 0.86 NS (t = 0.44, df = 6)	3.3 $\pm$ 0.81 NS (t = 0.94, df = 6)	3.7 $\pm$ 1.36 NS (t = 1.39, df = 6)
3	8.6 $\pm$ 0.95 ** (t = 15.56, df = 6)	2.9 $\pm$ 0.94 NS (t = -0.40, df = 6)	3.0 $\pm$ 0.90 NS (t = 0.00, df = 6)	5.9 $\pm$ 0.88 ** (t = 8.55, df = 6)
2	5.4 $\pm$ 1.00 ** (t = 6.45, df = 6)	8.4 $\pm$ 1.04 ** (t = 13.77, df = 6)	9.4 $\pm$ 1.25 ** (t = 13.60, df = 6)	6.0 $\pm$ 1.27 ** (t = 6.24, df = 6)
1	4.3 $\pm$ 1.76 NS (t = 1.94, df = 6)	8.3 $\pm$ 1.48 ** (t = 9.48, df = 6)	8.7 $\pm$ 1.61 ** (t = 9.37, df = 6)	3.1 $\pm$ 1.12 NS (t = 0.34, df = 6)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).

2-2. 검정날개버섯파리류 : 조사기간 포획수는 2,745개체였으며 1,858개체가 1-3단에서 포획되어 포획된 개체 중 67.68%를 나타냈다. 각각의 위치별 포획 수는 fig.3과 같으며 평균 순위 값은 배드의 아래 B열 1단에서만 3위 이내로 나타났으며 다른 위치에서는 3순위를 벗어났다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 5에 나타나 있다.

**Table 4.** Total number of Sciarid species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	94	94	76
6	104	79	85
5	65	57	55
4	67	44	67
3	83	65	73
2	83	98	54
1	158	1073	171

**Table 5.** Average ranking of each yellow sticky trap in the number of Sciarid species, (mean  $\pm$  SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	column B	Column B	column C
7	6.3 $\pm$ 1.51 ** <sup>2)</sup> (t = 5.77, df = 6)	6.4 $\pm$ 1.53 ** (t = 5.95, df = 6)	6.1 $\pm$ 1.44 ** (t = 5.78, df = 6)	7.7 $\pm$ 1.32 ** (t = 9.43, df = 6)
6	7.1 $\pm$ 2.03 ** (t = 5.40, df = 6)	7.1 $\pm$ 1.24 ** (t = 8.82, df = 6)	6.3 $\pm$ 1.04 ** (t = 8.36, df = 6)	6.4 $\pm$ 1.11 ** (t = 8.17, df = 6)
5	7.6 $\pm$ 1.57 ** (t = 7.70, df = 6)	9.3 $\pm$ 1.04 ** (t = 15.99, df = 6)	9.0 $\pm$ 0.87 ** (t = 18.19, df = 6)	8.7 $\pm$ 1.36 ** (t = 11.13, df = 6)
4	7.3 $\pm$ 1.25 ** (t = 9.08, df = 6)	11.0 $\pm$ 1.02 ** (t = 20.68, df = 6)	10.0 $\pm$ 1.00 ** (t = 18.52, df = 6)	8.6 $\pm$ 1.56 ** (t = 9.47, df = 6)
3	6.7 $\pm$ 0.94 ** (t = 10.41, df = 6)	9.3 $\pm$ 1.19 ** (t = 13.98, df = 6)	8.3 $\pm$ 1.15 ** (t = 12.17, df = 6)	7.7 $\pm$ 1.19 ** (t = 10.49, df = 6)
2	8.0 $\pm$ 0.90 ** (t = 14.70, df = 6)	6.4 $\pm$ 1.41 ** (t = 6.43, df = 6)	5.7 $\pm$ 1.15 ** (t = 6.25, df = 6)	8.3 $\pm$ 1.86 ** (t = 7.52, df = 6)
1	5.4 $\pm$ 1.59 ** (t = 4.05, df = 6)	1.0 NS <sup>3)</sup>	1.0 NS <sup>3)</sup>	5.0 $\pm$ 1.48 ** (t = 3.58, df = 6)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).

<sup>3)</sup> All ranking was assigned to “1”, thus regarded as NS.

2-3. 총채벌레류 : 7,751개체가 포획되었으며 3,832개체가 3단 이하에서 포획되어 포획된 개체 중 49.43%를 기록했으며 대체로 4단 이하에서 많은 포획수를 기록했다. 각각의 위치별 포획 수는 Table 6에 있으며, 4단 B열과 A열의 1,2단 그리고 C열의 1단에서 평균 순위가 기준순위인 3위 이내에 들었다. (NS로 표시) 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 7에 나타나 있다.

**Table 6.** Total number of Thrips species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	225	183	250
6	272	239	281
5	396	241	417
4	462	440	513
3	461	476	478
2	513	276	357
1	684	92	495

**Table 7.** Average ranking of each yellow sticky trap in the number of Thrips species, (mean  $\pm$  SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	Column B	Column B	Column C
7	10.0 $\pm$ 0.79 ** <sup>2)</sup> (t = 16.81 df = 6)	11.9 $\pm$ 0.34 ** (t = 30.26 df = 6)	11.9 $\pm$ 0.55 ** (t = 20.58 df = 6)	9.6 $\pm$ 0.90 ** (t = 19.91 df = 6)
6	8.0 $\pm$ 0.79 ** (t = 16.81 df = 6)	10.4 $\pm$ 0.65 ** (t = 23.14 df = 6)	10.0 $\pm$ 0.90 ** (t = 20.58 df = 6)	9.7 $\pm$ 0.89 ** (t = 19.91 df = 6)
5	6.9 $\pm$ 0.91 ** (t = 11.20 df = 6)	9.6 $\pm$ 0.75 ** (t = 5.95 df = 6)	9.3 $\pm$ 0.68 ** (t = 24.45 df = 6)	4.9 $\pm$ 0.51 ** (t = 9.66 df = 6)
4	4.1 $\pm$ 0.59 ** (t = 5.08 df = 6)	5.0 $\pm$ 1.07 ** (t = 4.95 df = 6)	4.1 $\pm$ 0.88 ** (t = 3.42 df = 6)	4.3 $\pm$ 1.13 ** (t = 3.02 df = 6)
3	5.0 $\pm$ 0.82 ** (t = 6.48 df = 6)	3.1 $\pm$ 0.91 NS (t = 0.41 df = 6)	3.6 $\pm$ 1.11 NS (t = 1.36 df = 6)	4.1 $\pm$ 0.74 ** (t = 4.10 df = 6)
2	3.3 $\pm$ 0.84 NS (t = 0.90 df = 6)	8.7 $\pm$ 1.29 ** (t = 11.76 df = 6)	9.0 $\pm$ 1.23 ** (t = 12.86 df = 6)	6.1 $\pm$ 0.91 ** (t = 9.13 df = 6)
1	3.1 $\pm$ 1.18 NS (t = 0.32 df = 6)	13.4 $\pm$ 0.43 ** (t = 64.38 df = 6)	13.1 $\pm$ 0.70 ** (t = 38.08 df = 6)	2.6 $\pm$ 0.84 NS (t = -1.35 df = 6)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).



2-4. 가루이류 : 471개체가 포획되었다. 그 중 296개체가 3단 이하에서 포획되어 전체 가루이류 포획 개체 중 62.84%를 기록했다. 각각의 포획 수는 Table 8에 나타나 있다. B열 2단인 배드 위 30cm 위치와 C열 3단 위치 및 B열 1단 위치인 배드의 아래쪽을 제외하고, 3단 이하에서 산출된 평균 순위 값이 기준 값 3위 이내에 들었다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 9에 나타나 있다.

**Table 8.** Total number of white flies species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	14	8	7
6	8	9	12
5	19	10	18
4	23	21	26
3	33	36	21
2	36	17	38
1	56	10	49

**Table 9.** Average ranking of each yellow sticky trap in the number of white fly species, (mean  $\pm$  SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	Column B	Column B	Column C
row 7	7.8 $\pm$ 1.28 **1) (t = 8.38 df = 4)	8.6 $\pm$ 1.72 ** (t = 7.28 df = 4)	9.4 $\pm$ 1.60 ** (t = 8.94 df = 4)	10.0 $\pm$ 0.55 ** (t = 28.58 df = 4)
row 6	10.2 $\pm$ 0.73 ** (t = 21.91 df = 4)	9.0 $\pm$ 1.55 ** (t = 8.66 df = 4)	9.4 $\pm$ 1.21 ** (t = 11.84 df = 4)	7.2 $\pm$ 0.97 ** (t = 9.69 df = 4)
row 5	6.8 $\pm$ 0.66 ** (t = 12.81 df = 4)	8.8 $\pm$ 0.49 ** (t = 26.47 df = 4)	8.6 $\pm$ 0.75 ** (t = 16.73 df = 4)	5.4 $\pm$ 0.24 ** (t = 21.91 df = 4)
row 4	5.4 $\pm$ 1.29 ** (t = 4.17 df = 4)	6.0 $\pm$ 0.84 ** (t = 8.02 df = 4)	6.2 $\pm$ 0.97 ** (t = 7.38 df = 4)	4.0 $\pm$ 0.89 ** (t = 2.50 df = 4)
row 3	2.6 $\pm$ 0.24 NS (t = -3.65 df = 4)	3.0 $\pm$ 1.00 NS (t = 0.00 df = 4)	3.0 $\pm$ 0.71 NS (t = 0.00 df = 4)	5.6 $\pm$ 2.16 ** (t = 2.69 df = 4)
row 2	4.4 $\pm$ 1.54 NS (t = 2.04 df = 4)	7.6 $\pm$ 1.75 ** (t = 5.88 df = 4)	6.8 $\pm$ 2.08 ** (t = 4.08 df = 4)	3.0 $\pm$ 1.26 NS (t = 0.00 df = 4)
row 1	1.8 $\pm$ 0.80 NS (t = -3.35 df = 4)	10.8 $\pm$ 1.74 ** (t = 10.00 df = 4)	11.4 $\pm$ 1.44 ** (t = 13.09 df = 4)	3.6 $\pm$ 1.33 NS (t = 1.01 df = 4)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).

2-5. 애매미충류 : 전체 400 개체가 포획되었으며, 포획된 개체 중 59%인 236개체가 3단 이하에서 포획되었다. 각각의 포획 수는 Table 10과 같다. A열 2단과 B,C열 1단을 제외하고 A열 4단과 배드의 위 30cm 와 60cm 위치인 2단과 3단 위치에서 순위 3위 이내를 벗어나지 않았으며 대체로 4단 이하에서 다수가 발견되었다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 11에 나타나 있다.

**Table 10.** Total number of leaf hoppers species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	11	7	7
6	10	14	12
5	14	18	17
4	20	14	20
3	27	60	29
2	18	49	17
1	19	9	8

**Table 11.** Average ranking of each yellow sticky trap in the number of leaf hopper species, (mean  $\pm$  SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	Column B	Column B	Column C
7	9.7 $\pm$ 3.33 ** <sup>2</sup> (t = 3.46 df = 2)	10.3 $\pm$ 1.67 ** (t = 7.62 df = 2)	10.0 $\pm$ 1.53 ** (t = 7.94 df = 2)	10.0 $\pm$ 1.73 ** (t = 7.00 df = 2)
6	9.0 $\pm$ 2.00 ** (t = 5.20 df = 2)	9.0 $\pm$ 1.00 ** (t = 10.39 df = 2)	7.7 $\pm$ 0.67 ** (t = 12.12 df = 2)	7.3 $\pm$ 2.03 ** (t = 3.70 df = 2)
5	8.7 $\pm$ 1.67 ** (t = 5.89 df = 2)	6.3 $\pm$ 0.67 ** (t = 8.66 df = 2)	5.3 $\pm$ 1.33 ** (t = 3.03 df = 2)	10.7 $\pm$ 1.20 ** (t = 11.05 df = 2)
4	4.7 $\pm$ 1.45 NS (t = 1.99 df = 2)	7.3 $\pm$ 1.45 ** (t = 5.17 df = 2)	6.3 $\pm$ 0.67 ** (t = 8.66 df = 2)	4.3 $\pm$ 0.33 ** (t = 6.93 df = 2)
3	2.7 $\pm$ 0.33 NS (t = -1.73 df = 2)	1.3 $\pm$ 0.33 NS (t = -8.66 df = 2)	1.3 $\pm$ 0.33 NS (t = -8.66 df = 2)	2.3 $\pm$ 0.33 NS (t = -3.46 df = 2)
2	7.0 $\pm$ 1.53 ** (t = 4.54 df = 2)	2.7 $\pm$ 0.88 NS (t = -0.65 df = 2)	2.7 $\pm$ 0.88 NS (t = -0.65 df = 2)	5.7 $\pm$ 2.03 NS (t = 2.28 df = 2)
1	8.0 $\pm$ 3.21 NS (t = 2.69 df = 2)	10.0 $\pm$ 2.52 ** (t = 4.82 df = 2)	10.3 $\pm$ 2.73 ** (t = 4.65 df = 2)	11.3 $\pm$ 2.19 ** (t = 6.60 df = 2)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).

### 3. 천적류 유살위치의 분포 특성

3-1. 천적 전체 : 천적이 되는 곤충들은 대체로 낮은 위치에서 발견되었다. 전체 7,672개체가 포획되었으며 그 중 69.03%인 5,317개체가 3단 이하에서 포획되었다(Table 12). 천적으로 분류 가능한 곤충들은 B열 2단에 해당하는 배드의 위 30cm위치에서 3순위 이내에 들었으며, 배드의 아래 좌우에 해당하는 1열에서도 3순위 이내에 들었다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 13에 나타나 있다.

**Table 12.** Total number of natural enemies species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	224	133	235
6	153	122	183
5	182	113	168
4	130	144	174
3	233	301	166
2	435	645	366
1	1156	377	967

**Table 13.** Average ranking of each yellow sticky trap in the number of natural enemies (Staphylinids, Lacewings, Aphidinae, Chalcidoids, Cecidomyiids), (mean  $\pm$  SE) which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	Column B	Column B	Column C
row 7	6.9 $\pm$ 1.08 ** <sup>2)</sup> (t = 9.46 df = 6)	11.1 $\pm$ 1.39 ** (t = 15.53 df = 6)	11.1 $\pm$ 1.35 ** (t = 15.93 df = 6)	5.9 $\pm$ 0.86 ** (t = 8.82 df = 6)
row 6	8.1 $\pm$ 0.94 ** (t = 14.53 df = 6)	10.7 $\pm$ 0.52 ** (t = 39.13 df = 6)	10.4 $\pm$ 0.69 ** (t = 28.69 df = 6)	7.4 $\pm$ 1.02 ** (t = 11.48 df = 6)
row 5	9.0 $\pm$ 0.69 ** (t = 23.00 df = 6)	11.7 $\pm$ 0.87 ** (t = 26.65 df = 6)	12.0 $\pm$ 0.76 ** (t = 31.50 df = 6)	9.4 $\pm$ 0.61 ** (t = 27.81 df = 6)
row 4	11.3 $\pm$ 0.61 ** (t = 36.17 df = 6)	10.9 $\pm$ 0.96 ** (t = 21.61 df = 6)	10.7 $\pm$ 1.21 ** (t = 16.88 df = 6)	8.7 $\pm$ 0.97 ** (t = 15.60 df = 6)
row 3	5.7 $\pm$ 0.64 ** (t = 11.15 df = 6)	4.1 $\pm$ 0.59 ** (t = 5.08 df = 6)	4.4 $\pm$ 0.90 ** (t = 4.22 df = 6)	9.4 $\pm$ 1.11 ** (t = 15.33 df = 6)
row 2	3.9 $\pm$ 0.80 ** (t = 2.84 df = 6)	3.1 $\pm$ 0.70 NS (t = 0.54 df = 6)	2.7 $\pm$ 0.57 NS (t = -1.34 df = 6)	3.9 $\pm$ 0.46 ** (t = 4.94 df = 6)
row 1	- <sup>3)</sup>	5.6 $\pm$ 0.81 ** (t = 8.38 df = 6)	5.3 $\pm$ 0.71 ** (t = 8.47 df = 6)	-

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).

<sup>3)</sup> All ranking was assigned to “1”, thus regarded as NS.

3-2. 좀벌상과 : 전체 4,798 개체가 포획되었으며 그 중 74.23%인 3,562개체가 3 단 이하에서 포획되었다(Table 14). B열 3단에서부터 1단까지, A,C열 1단과 2단에서 포획수가 많았으며 일별 순위에서는 B열의 1단을 제외하고 1단 2단에서 순위 3위 안에 들었다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 15에 나타나 있다.

**Table 14.** Total number of Chalcidoids species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	152	64	132
6	105	70	121
5	119	63	106
4	84	85	135
3	156	196	126
2	363	542	306
1	915	249	709

**Table 15.** Rank for trap catches (in descending order) of Chalcidoids for each location of trap card placed around the strawberry bed

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	Column B	Column B	Column C
7	7.0 ± 0.82 ** <sup>2)</sup> (t = 12.96 df = 6)	12.6 ± 0.97 ** (t = 26.04 df = 6)	12.4 ± 1.11 ** (t = 22.48 df = 6)	6.9 ± 0.67 ** (t = 15.23 df = 6)
6	8.0 ± 1.07 ** (t = 12.37 df = 6)	10.1 ± 0.70 ** (t = 26.82 df = 6)	10.3 ± 0.84 ** (t = 23.03 df = 6)	7.6 ± 1.07 ** (t = 11.35 df = 6)
5	8.7 ± 0.68 ** (t = 22.23 df = 6)	11.7 ± 0.71 ** (t = 32.28 df = 6)	11.6 ± 1.15 ** (t = 19.69 df = 6)	9.3 ± 0.84 ** (t = 19.87 df = 6)
4	9.7 ± 1.02 ** (t = 17.47 df = 6)	9.6 ± 0.81 ** (t = 21.40 df = 6)	10.0 ± 0.95 ** (t = 19.47 df = 6)	8.1 ± 1.08 ** (t = 12.62 df = 6)
3	5.7 ± 0.68 ** (t = 10.56 df = 6)	4.6 ± 0.65 ** (t = 6.40 df = 6)	4.7 ± 0.94 ** (t = 4.80 df = 6)	8.7 ± 0.84 ** (t = 18.06 df = 6)
2	3.9 ± 1.22 NS (t = 1.85 df = 6)	2.4 ± 0.48 NS (t = -3.14 df = 6)	2.1 ± 0.34 NS (t = -6.67 df = 6)	3.1 ± 0.40 NS (t = 0.94 df = 6)
1	1.3 ± 0.29 NS (t = -15.87 df = 6)	5.6 ± 0.72 ** (t = 9.46 df = 6)	5.3 ± 0.36 ** (t = 16.82 df = 6)	1.1 ± 0.14 NS (t = -34.39 df = 6)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).



3-3. 진디벌아과 : 진디벌아과는 공히 1열 전체에서 많은 유살수가 확인되었고 (Table 16), 일별 순위도 1열에서 순위 3위 이내에 들었다. 포획된 전체 795 개체 중 83.52%인 664 개체가 3단 이하에서 포획되었다. 순위 결정에 사용된 t-검정 통계량은 Table 17에 나타나 있다.

**Table 16.** Total number of Aphidinae for each location species caught on each yellow sticky trap<sup>1)</sup>, which was installed vertically around the bed-bench of high bed system for strawberry cultivation

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7	11	6	8
6	7	8	8
5	15	13	7
4	14	23	11
3	31	21	12
2	42	57	36
1	159	90	216

**Table 17.** Rank for trap catches (in descending order) of Aphidinae for each location of trap card placed around the strawberry bed

Trap position <sup>1)</sup>	Data set 1		Data set 2	
	Column A	column B	Column B	column C
7	9.0 ± 0.72 ** <sup>2)</sup> (t = 21.93 df = 6)	8.6 ± 1.04 ** (t = 14.13 df = 6)	7.7 ± 1.15 ** (t = 10.86 df = 6)	7.6 ± 1.04 ** (t = 11.59 df = 6)
6	8.7 ± 0.87 ** (t = 17.48 df = 6)	9.7 ± 0.47 ** (t = 37.49 df = 6)	8.6 ± 0.57 ** (t = 25.80 df = 6)	8.3 ± 0.42 ** (t = 33.25 df = 6)
5	7.1 ± 1.12 ** (t = 9.77 df = 6)	9.0 ± 1.27 ** (t = 12.48 df = 6)	8.6 ± 1.15 ** (t = 12.80 df = 6)	8.0 ± 1.15 ** (t = 11.46 df = 6)
4	8.0 ± 1.00 ** (t = 13.23 df = 6)	6.6 ± 1.29 ** (t = 7.33 df = 6)	6.0 ± 1.05 ** (t = 7.58 df = 6)	6.6 ± 1.36 ** (t = 6.95 df = 6)
3	4.3 ± 0.47 ** (t = 7.18 df = 6)	5.9 ± 0.88 ** (t = 8.55 df = 6)	4.3 ± 0.78 ** (t = 4.37 df = 6)	6.4 ± 0.84 ** (t = 10.78 df = 6)
2	4.6 ± 0.72 ** (t = 5.78 df = 6)	4.7 ± 1.13 ** (t = 4.02 df = 6)	3.6 ± 0.57 ** (t = 2.65 df = 6)	5.6 ± 1.36 ** (t = 5.00 df = 6)
1	1.6 ± 0.37 NS (t = -10.25 df = 6)	2.1 ± 0.34 NS (t = -6.67 df = 6)	2.0 ± 0.31 NS (t = -8.57 df = 6)	1.1 ± 0.14 NS (t = -34.39 df = 6)

<sup>1)</sup> See Fig. 1 for the details of trap installation.

<sup>2)</sup> A one-sample t-test was applied to test a null hypothesis that the average ranking is less than the 3<sup>th</sup> ranking (one-tailed test). The statistic for t-test was obtained as [(average ranking - 3)/Standard error]: Significantly more than 3 at  $P = 0.05$  (\*) and  $P = 0.01$  (\*\*), and not significant (NS).

본 연구에서 조사된 해충과 천적의 포획위치를 서로 비교하고자 3순위 이내에 있는 포획위치를 종합하여 분석하였다(Table 18). 그 결과 3종 이상의 해충이 3순위 내에서 동시에 포획되는 위치는 중앙 B열 3단, A열 1단, 그리고 B열 1단의 위치이었다. 또한 지상에서 1.2m 이상에서는 3순위 내에 드는 위치가 없었다. 예외적으로 검정날개버섯파리류의 경우 베드 아랫부분인 B열 1단에서 집중적으로 포획되었다. 천적은 베드에서 30cm 높이 이상에서는 3순위 내에 들어가는 점착 트랩이 존재하지 않았으며, 그 이하에서 형성되었고 A열과 B열의 1단 위치에서 가장 많이 유인되었다. 그러나 애매미충류의 경우는 A열의 1단과 4단 C열의 2단에도 3위 이내를 나타내는 NS로 표시되었으나 변이가 너무 커서 신뢰성에 문제가 있으므로 임의 제거하였다.

**Table 18.** The distribution of yellow sticky cards that are within the 3<sup>rd</sup> ranking in each insect pests and natural enemies

Position in layer (Vertical position)	Position in column (Horizontal position)		
	A	B	C
7			
6			
5			
4		Ap	Ap
3	Wf, Lh	Ap, Th, Wf, Lh	Lh
2	Th, Wf, <b>Ch</b>	Lh <b>Ne, Ch</b>	Wf, <b>Ch</b>
1	Ap, Th, Wf, <b>Ne, Ch, As</b>	Sc <b>As</b>	Ap, Th, Wf <b>Ne, Ch, As</b>

Abbreviation for insect pests = Ap (Aphids), Sc (Sciarid), Th (Thrips), Wf (White flies), and Lh (Leaf hoppers); and natural enemies = Ne (total), Ch (Chalcidoid spp., Chalcidoids), and As (*Aphidius* spp., Aphidinae).

해충 유인용 점착트랩의 유인력에 영향을 미치는 요인은 다양한 요인이 관여하는 것으로 알려져 있는데 직접적으로 트랩의 색깔, 크기, 위치뿐만 아니라 간접적으로 온도, 광도, 바람 등 복잡한 요인이 관여하고 있다(Biffi Urteaga, 2009; Riis and Nachman, 2006; Kim and Lim, 2011; Idris et al., 2012; Górski, 2004; Saleh et al., 2010). 따라서 본 연구에서 나타난 포획위치의 종별 변이는 해충과 천적의 종별 다양한 환경요인에 대한 반응과 더불어 딸기 작물의 재배구조와 상호작용의 결과로 보인다.

딸기가 아닌 오이나 토마토 같은 키가 큰 작물에서는 식물체와 황색점착트랩의 면이 평행하도록 수직으로 설치하는 것을 권고하고 있다(Gu et al., 2008; Zhang and Yu, 2009). 실제 오이의 경우 줄기를 유인하여 선단부가 높이 올라가도록 재배하기 때문에 식물체 정상으로부터 15~30cm 아래 지점에서 식물체와 50cm 이하로 떨어져서 평행하게 점착트랩을 설치한다(Webb et al., 1985; Qiu and Ren, 2006). 이러한 전략은 곤충이 물체에서 반사되는 자외선을 이용(Shimoda and Honda, 2013)하기 때문에 식물체와 트랩의 점착면을 수직으로 배치하여 시각적 유인력을 최대화 하려는 것이라 할 수 있다(Pinto-Zevallos and Vänninen, 2013). 하지만 고설재배 딸기에서는 재배구조상 식물체와 수평으로 설치하지 못하고 식물체 위쪽에 수직으로 설치하게 되며, 이런 경우 수직, 수평, 45도로 설치한 트랩 간 대부분 종류의 해충 유인력에 큰 차이가 없었다(Kim et al., 2019).

현재 채소재배에서 해충의 예찰이나 방제를 목적으로 점착트랩을 많이 이용하고 있으며, 본 결과는 고설딸기 재배에서 황색점착을 설치하려고 할 때 유용한 정보를 제공할 수 있다. 즉 가장 효율적으로 해충을 모니터링 하고자 할 때 가장 적절한 위치는 베드 중앙에서 30~60cm 위치가 될 것이다. 이런 경우 천적에 대한 피해를 가장 적게 하면서 해충을 조사할 수 있을 것이다. 생물적 방제를 적용하는 딸기농장에서는 천적이 많이 유인되는 베드 양쪽 아랫부분에는 점착트랩의 설치를 지양해야 한다. 기타 검정날개버섯파리의 방제나 모니터링을 하고자 할 때는 베드 아래쪽에 추가로 설치가 필요하다.

지금까지 채소 시설재배 환경에서 효과적으로 해충을 예찰하기 위한 트랩의 위치에 관한 연구는 많으나(Reviewed in Pinto-Zevallos and Vänninen, 2013), 천적

과 관련된 보고는 찾아보기 힘들다. 본 연구에서는 고설재배 딸기에서 해충예찰 또는 방제를 위한 트랩의 설치위치를 수립하였을 뿐만 아니라 천적의 포획 위치도 구명하는 등 이 분야에서 진전된 결과를 제시하였다. 따라서 본 결과는 고설재배 딸기에서 황색점착트랩의 사용지침으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

## V. 적요

황색점착트랩을 이용한 해충의 개체수 밀도관찰에서 해충의 종과 작물구조에 따라 효율적인 설치위치를 선정하는 것이 중요하다. 딸기고설재배시설 내에서 다양한 해충과 재래종을 조사하기 위해 황색점착트랩 (12.7 x 7.5 cm, 단면)을 딸기 베드 주변에 3 x 7 (열x단)으로 설치하였다. 황색점착트랩은 수평으로 50cm 간격으로 3열 (A,B,C)에 설치했고 2단에서 7단까지는 베드에서 수직으로 30cm 간격으로 설치하였다. (높이90 cm, 넓이 27 cm ). 1단의 황색점착트랩은 지상으로부터 70cm 위에 설치하였다. 그런 다음, 2열 (중간 (B)와 한쪽 (A 또는 C)) x 7단 레이어의 각 트랩에서 잡은 해충 또는 천적의 수에 따라 어느 위치가 3 순위보다 더 낮지 않은지 확인하기 위해 순위를 정하였다. 해충유인에서 고순위에 있는 위치는 진딧물류 A1, B3, B4, C1 and C3, 총채벌레류 A1, A2, B3 and C1, 가루이류 A1, A2, A3, B3, C1 and C2 , 매미충과 A1, A3, A4, B2, B3, C2 and C3, 검정날개버섯파리류 B1 이었다. 전반적으로 1.2m 위의 (4단 혹은 그 이상) 점착트랩의 해충포획수는 3위 안에 들지 않았다. 천적은 주로 A1, B2, C1에서 전체적으로 유인되었으며 A1, A2, B2, C1, C2에서는 좀벌레, A1, B1, C1에서는 진딧물류가 유인되었다. 그들은 주로 1단과 2단에서 유인되었다. (지상에서 90cm 이하) 결론적으로 고설딸기재배에서 천적의 피해를 적게 하면서 해충을 관찰하거나 통제할 수 있는 최적의 트랩설치 위치는 베드에서 바로 위로 30~60cm 높이로 (B3) 확인할 수 있다. 이 연구에서 황색점착트랩의 적절한 위치는 해충 뿐 아니라 천적의 관찰도 확인된다. 원하는 경우, 천적을 적게 죽이면서 해충을 유인할 수 있는 위치를 선택할 수 있다. 이것은 딸기고설재배에서 황색점착트랩의 사용을 위한 적절한 가이드라인을 제시할 수 있다.

## VI. 인용문헌

- APQA (Animal and Plant Quarantine Agency), 2016. The monitoring protocol of plant diseases and pests, Regulation 94 of APQA, Korea (Revised on June 11, 2016).
- Biffi Urteaga, U.A., 2009. Development of an autonomous flying insect scouting system for green house environments. MS Thesis, Ohio State University.
- Gillespie, D.R., Quiring, D., 1987. Yellow sticky traps for detecting and monitoring greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) adults on greenhouse tomato crop. J. Econ. Entomol. 80, 675-679.
- Górski, R., 2004. Effectiveness of natural essential oils in the monitoring of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Folia. Hortic. 16, 183-187.
- Gu, X., Bu, W., Xu, W., Bai, Y., Liu, B., Liu, T., 2008. Population suppression of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) using yellow sticky traps and *Eretmocerus* nr. *rajasthanicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on tomato plants in greenhouses. Insect Sci. 15, 263-270.
- Idris, A.B., Khalid, S.A.N., Roff, M.N.M., 2012. Effectiveness of sticky trap designs and colours in trapping alate whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Pertan. J. Trop. Agric. Sci. 35, 127-134.
- Kim, J.K., Park, J.J., Park, H., Cho, K., 2001. Unbiased estimation of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, mean density using yellow sticky trap in cherry tomato greenhouses. Entomol. Exp. Appl. 100, 235-243.
- Kim, S., Lim, U.T., 2011. Evaluation of a modified sticky card to attract *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) and a behavioural study on their visual response. Crop Prot. 30, 508-511.
- Kim, S.H., Kim, S.B., Kim, D.-S., 2019. A preliminary study on the attractiveness of yellow sticky trap for insect pests according to the installation angle of traps

- in strawberry farms. Korean J. Appl. Entomol. 58, 143-149.
- Ladanyi, M., Horvath, L., 2010. A review of the potential climate change impact on insect populations - general and agricultural aspects. Applied Ecology and Environmental Research 8, 143-152.
- Park, J., Lee, J., Shin, K., Lee, S.E., Cho, K., 2011. Geostatistical analysis of the attractive distance of two different sizes of yellow sticky traps for greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), in cherry tomato greenhouses. Aust. J. Entomol. 50, 144-151.
- Pinto-Zevallos, D.M., Vänninen, I., 2013. Yellow sticky traps for decision-making in whitefly management: What has been achieved? Crop Prot. 47, 74-84.
- Qiu, B.L., Ren, S.X., 2006. Using yellow sticky traps to inspect population dynamics of *Bemisia tabaci* and its parasitoids. Chin. Bull. Entomol. 43, 53-56.
- Riis, L., Nachman, G., 2006. Migration, trapping and local dynamics of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). Agric. For. Entomol. 8, 233-241.
- Saleh, S.M.M., Al-Shareef, L.A.H., Al-Zahrany, R.A.A., 2010. Effect of geomagnetic field on whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) flight to the cardinal and halfway directions and their attraction to different colors in Jeddah of Saudi Arabia. Agric. Biol. J. North Am. 1, 1349-1356.
- SAS Institute, 1999. SAS System for Window, Release 8.02. SAS Institute, Cary, NC.
- Shimoda, M., Honda, K.-I., 2013. Insect reactions to light and its applications to pest management. Applied Entomology and Zoology 48, 413-421.
- Webb, R.E., Smith, F.F., Affeldt, H., Thimijnn, R.W., Dudley, R.F., Webb, H.F., 1985. Trapping greenhouse whitefly with colored surfaces: variables affecting efficacy. Crop Prot. 4, 381-393.
- Yano, E., 1987. Quantitative monitoring techniques for the greenhouse whitefly. Bull. OILB/SROP. 10, 198-202.
- Zhang, N., Yu, L., 2009. Impact and control efficiency of yellow trap to *Bemisia tabaci* adults on tomato in greenhouse. Hubei Agric. Sci. 48, 1884-1886.



Zhu, F., Lavine, L., O'Neal, S., Lavine, M., Foss, C., Walsh, D., 2016. Insecticide resistance and management strategies in urban ecosystems. *Insects* 7, 2.

## 감사의 글

나이 들어 시작하는 공부라 늘 어려움의 연속이었습니다. ‘내가 젊었을 때는 말이야...’를 말하며 마치 천재였던 적이 있었던 듯 했지만 희어져가는 머리카락 만큼 그 속도 하얘져서 읽었던 구절을 읽고 다시 읽어야 했습니다. 방금 가르쳐 줬던 말을 다시 해야 했던 사람들은 어떤 생각을 했을까... 한유의 ‘사설’에 의지하여 ‘나이의 많고 적음이 무슨 소용이라’고 했지만 나 때문에 힘들었을 사람들을 생각하면 절로 미안하고 고마운 마음이 듭니다.

나이든 제자를 마다하지 않으신 김동순 교수님 감사합니다. 이렇게 공부하는 길도 있다는 것을 알려주신 송창길 교수님과 마이스터 대학에서부터 관심을 주시고 농담인 듯 격려하여주신 현해남 교수님 고맙습니다. 귀찮을 법한 질문에도 꼬박꼬박 정성을 다해 대답해주신 전용철 교수님과 언제나 웃음으로 맞이해주신 김주성 교수님, 학기를 다닐때 겹치지 않았지만 늘 유쾌하게 인사해주신 정용석 교수님 감사드립니다.

나 때문에 많은 시간을 허비해야 했던 김수빈 박사님과 문상호 박사님, 강소영 박사님 김태근 박사님, 연구에 도움 많이 주신 권순화 박사님과 현승용 박사님 고맙습니다. 아낌없이 가르쳐 주었던 우리 연구실 식구들, 박정훈 고경훈 오성오 김태옥 하영삼 김건 이수영 좌명은 김상희 허진우 현희정 모두모두 고맙습니다. 보잘 것 없는 성과지만 덕분에 이 만큼이라도 할 수 있었습니다.