

## 수박에서 목화바둑명나방(*Palpita indica*)의 월동과 발생소장

최동철\* · 노재종<sup>1</sup> · 이기권<sup>1</sup> · 김홍선<sup>2</sup>

전북농업기술원 작물연구과, <sup>1</sup>전북농업기술원 고창수박시험장, <sup>2</sup>농업과학기술원 농업해충과

### Hibernation and Seasonal Occurrence of the Cotton caterpillar, *Palpita indica* (Lepidoptera: Pyralidae), in Watermelon

Dong Chil Choi\*, Jae Jong Noh<sup>1</sup>, Ki Kwon Lee<sup>1</sup> and Hong Sun Kim<sup>2</sup>

Crop Research Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Republic of Korea

<sup>1</sup>Gochang Watermelon Experiment Station, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Gochang 585-863, Republic of Korea

<sup>2</sup>Entomology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Republic of Korea

**ABSTRACT :** The population density of the Cotton caterpillar, *Palpita indica* (Saunders) larvae was gradually increased until 10th October and then decreased rapidly after that time at the watermelon culture of rain sheltered house. After 15th October, many larvae went to soil and molted to pupae for the hibernation. Most of pupae were found in pF 2.4 soil moisture condition, but none in pF 1.5 hydro-morphic soil. Most of the pupae were found below 5cm and there was no pupa below 10cm from the soil surface. The sex ratio of the overwintering pupae was 1.09 : 1.00. For the monitoring of the cotton caterpillar adults using sex pheromone compounds, different mixture ratios of each pheromone compound were investigated with (E)-11-hexadecenal and (E, E)-10, 12-hexadecadienal. Seven versus three ratio of (E)-11-hexadecenal and (E, E)-10, 12-hexadecadienal was more attractive than any other ratio, and then followed by 6 : 4, 8 : 2, 9 : 1, and 5 : 5 mixtures. As a result of monitoring with 7 : 3 mixture of (E)-11-hexadecenal and (E, E)-10, 12-hexadecadienal, occurrence peaks of cotton caterpillar adults showed 4 times per year. The first time of adult appearance was late July in 2000 and middle July in 2001 and the highest number was collected on late September.

**KEY WORDS :** Cotton caterpillar, Hibernation, Seasonal fluctuation, Sex pheromone, Korea

**초 록 :** 수박재배 하우스에서 목화바둑명나방은 유충이 10월 10일까지 높은 밀도로 유지하다가 10월 15일부터 급격히 밀도가 낮아지기 시작하고 번데기는 10월 15일 이전에는 수박잎이나 과실이 땅과 접촉하는 부위에 있으나 그 이후부터는 지하부로 이동하여 토양속에서 월동하였다. 월동 번데기는 토양의 습도가 pF 2.4 정도인 토양에서 대부분이 발견되었으며, 건조한 토양이나 과습한 토양에서는 거의 발견되지 않았다. 하우스내 월동번데기의 분포는 수박덩굴의 상위엽이 위치해 있던 부분의 토양내에서 가장 많은 번데기가 발견되었다. 또한 토양 내 수직분포는 지중 5 cm 이하에서 대부분이 발견되었으며, 지하 10 cm 이상에서는 전혀 발견되지 않았다. 전체 월동번데기의 암수 성비는 1.09 : 1.00으로 성간에 큰 차이가 없었다. 목화바둑명나방 발생예찰을 위한 성페로몬은 (E)-11-hexadecenal과 (E, E)-10, 12-hexadecadienal을 7 : 3으로 혼합했을 때 가장 유인량이 많았다. 가장 유인효과가 좋았던 (E)-11-hexadecenal : (E, E)-10, 12-hexadecadienal 7 : 3의 페로몬을 이용한 시기별 발생소장 조사에서는 4회의 발생성기를 보였는데 7월 중하순에 처음으로 유인되었고 9월 하순에 가장 유인량이 많았다.

**검색어 :** 목화바둑명나방, 월동, 발생소장, 성페로몬

\*Corresponding author. E-mail: cdc725@hanmail.net

수박의 재배 작형은 축성, 반축성, 조숙, 노지, 억제 작형으로 구분하며 조숙재배는 생육 초기에만 터널형태로 비닐을 씌워 서리와 저온을 회피하는 작형으로 넓은 의미의 노지재배에 속하고, 축성, 반축성, 억제재배 작형은 비닐하우스에서 재배하므로 시설재배로 분류할 수 있다(Chon *et al.*, 1998). 노지재배는 착과후 과실의 비대기가 여름철 장마기와 겹쳐 덩굴마름병, 탄저병, 역병 등의 병해로 인하여 매년 큰 피해를 받고 있어 최근에는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 비가림재배 등과 같은 시설재배형태로 전환되면서 시설재배 면적이 1990년에는 5,404 ha였으나 2001년에는 20,500 ha로 3.8배나 증가하였다(Ministry of Agriculture & Forestry, 2001).

시설재배에서 많이 발생하는 병해충은 흰가루병, 응애, 진딧물, 온실가루이, 목화바둑명나방, 파밤나방, 총채벌레 등이며 응애, 진딧물, 온실가루이, 파밤나방 등은 작형에 관계없이 피해를 주고 있으나, 흰가루병, 목화바둑명나방은 주로 억제작형에서 피해를 주고 있다(Choi *et al.*, 2001; Choi, 2002).

목화바둑명나방(*Palpita indica* Saunder)은 작은각시 들명나방이라고도 하며 중국에서는 瓜螟 또는 瓜絹野螟이라고도 불리우고(Yi *et al.*, 1989), 미국 등에서는 cotton caterpillar, 일본에서는 ワタヘリクロノメイガ 등으로 불리운다.

수박에 있어서 목화바둑명나방은 80년대 중반 이전까지만 해도 비경제해충으로 생각할 수 있었으나, 80년대 중반 이후 수박의 연중생산이 이루어지면서 가을과 겨울에 소비되는 억제작형에서 목화바둑명나방은 관건해충으로 인식되고 있다(Rural Development Administration, 2002).

목화바둑명나방의 휴면에 대해서는 Fukuzawa (1987)가 월동충태와 장소에 대해서 언급한 바가 있으나 국내에서 이에 대한 구체적인 연구가 미흡한 실정이며 발생예찰에 관한 연구는 성페로몬을 이용한 예가 있다(Wakamura *et al.*, 1998; Choi and Boo, 2000).

본 연구는 목화바둑명나방에 대한 월동상황과 발생소장에 대하여 조사 연구하여 목화바둑명나방의 종합적 관리 시스템을 구축하는데 기여하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 수박재배하우스에서의 월동상황

전라북도 고창군 대신면 소재 고창수박시험장의 비닐하우스(W8 m×L20 m)에 수박(품종: 달고나)과 접목용 대목(참박)을 각각 1999년 7월 8일과 7월 12일 파종하여 7월 15일에 접목하고 30일간 육묘하여 8월 16일 정식하였다. 시비는 정식전 10a당 퇴비를 2,500 kg, 밀거름으로 질소 5 kg/10 a, 인산 4.9 kg/10 a, 칼리 4.4 kg을 사용하고 경운하였으며, 추비는 질소 8 kg/10 a, 칼리 4.3 kg/10 a를 2회로 나누어, 1차는 착과후 5일째인 9월 10일에, 2차는 과실비대기인 9월 25일에 사용하였다. 수박에 자연발생한 목화바둑명나방에 대하여 살충제를 전혀 살포하지 않고, 목화바둑명나방이 계속 증식하도록 하였다.

월동장소와 충태를 파악하기 위해 10월 10일부터 5일 간격으로 수박에 서식하고 있는 목화바둑명나방의 수와 토양 속에 잠입해 들어간 개체수를 조사하였다. 또한 월동번데기의 잠복장소와 토양수분과의 관계를 조사하기 위해 각각 pF 3.0, pF 2.4, pF 1.5 상태로 구

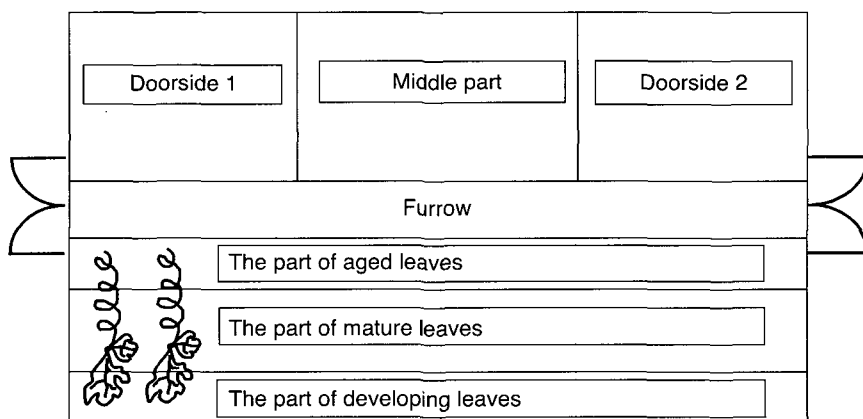
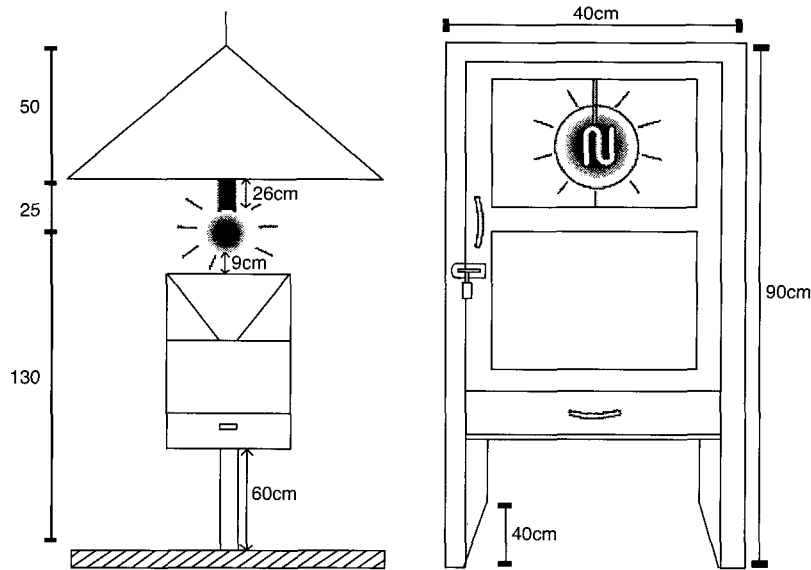


Fig. 1. A diagram of survey part at the polyethylene house for the overwintering pupa in the soil.



**Fig. 2.** Light traps used for the attraction of the adult cotton caterpillar, roof type (left) with an incandescent bulb and box type (right) with a fluorescent bulb.

분 조사하였다.

하우스내의 월동번데기의 분포는 남북방향하우스에서 남쪽 문 부근과 북쪽 문 부근, 그리고 중앙부분으로 구분하여 1 m<sup>2</sup>씩 3반복으로 조사하였다(Fig. 1). 수박에서 잎 착생 부위에 따른 분포를 하위엽이 있는 부위인 통로 부근과 중위엽이 있는 멀칭부분, 그리고 상위엽 착생부위를 구분하여 1 m<sup>2</sup>씩 3반복으로 조사하였다.

월동 번데기의 토양내 수직분포를 포토에서 5 cm, 6-10 cm, 11 cm 이상 깊이로 구분하여 1 m<sup>2</sup>에 서식하고 있는 총 수를 3반복으로 조사하였다. 또한 월동번데기의 암수 구별은 해부현미경(SZ-PT, Olympus, Japan)으로 성기를 관찰하여 분류하였다.

### 유아등에 의한 발생조사

목화바둑명나방의 발생조사는 수박시험장 포장내에 Fig. 2와 같이 지붕형과 박스형의 유아등을 설치하였으며, 각각의 형태에 100 w의 백열전구와 23 w의 형광전구를 광원으로 하였다. 1998년부터 2000년까지 3년간 6월 1일부터 10월 30일까지 일몰시 부터 다음날 일출시까지 유아등에 유살된 해충수를 조사하였다.

### 성페로몬에 의한 발생조사

성페로몬을 이용한 목화바둑명나방의 발생조사는

1998년도에는 (E)-11-hexadecenal과 (E)-11-hexadecenyl acetate를 1:1비율로 혼합한 성페로몬 1 mg이 담긴 고무담체(擔體)를 이용하였고, 1999년도에는 (E)-11-hexadecenal과 (E)-11-hexadecenyl acetate를 5:5, 9:1, 10:1비율로 혼합비를 달리하여 역시 1 mg씩 넣은 담체들을 사용하였다. 한편, 2000년에는 서울대학교 곤충생리실험실에서 제조한 (E)-11-hexadecenal과 (E,E)-10,12-hexadecadienal를 각각 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10의 비율로 조성하여 총 1 mg의 양이 담긴 담체가 설치된 트랩을 각각 1개씩 설치하였다.

페로몬트랩은 전북 고창군 대신면 소재 전라북도 농업기술원 고창수박시험장내 하우스포장 주변에 11개를 설치하고 노지포장에는 남서풍이 부는 지역에서 바람방향에 목화바둑명나방의 유인량에 영향을 미치는지를 검토하기 위해 남북방향과 동서방향으로 구분하여 6월 초에 5 m 간격으로 각각 11개를 설치하였고(Fig. 3), 사용된 윈트랩(Pherocon<sup>®</sup> IC, Trece Inc., CA, USA)은 하우스 기둥에 지상으로부터 약 1.5 m 높이로 설치하였다. 담체는 60일 간격으로 교체하였으며, 포획수는 5일 간격으로 조사하였다. 2001년도에는 2000년도에 가장 효과적인 (E)-11-hexadecenal과 (E,E)-10,12-hexadecadienal의 비율을 7:3으로 하여 2000년도와 같은 방법으로 조사하였다.



Fig. 3. Photograph shows wing pheromone traps in the watermelon field contained sex pheromone for catching the adult cotton caterpillar in Gochang Watermelon Experiment Station.

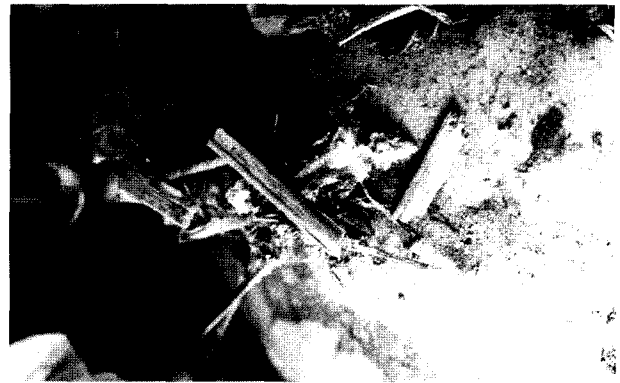


Fig. 4. Some Pupae of the cotton caterpillar found at the bottom of the watermelon fruit.

### 결과 및 고찰

#### 수박재배 하우스에서의 월동상황

가을 억제 작형의 수박에서 목화바둑명나방의 월동 시기와 월동충태를 파악하기 위하여 시기에 따른 충태와 서식지별 밀도를 조사한 결과 유충은 식물체상에서만 발견되고 10월 10일까지는 높은 밀도를 유지하였으나 10월 15일부터 유충밀도가 급격히 낮아지기 시작하여 11월 1일에는 전혀 관찰되지 않았다.

번데기는 10월 10일까지는 수박의 잎을 말고 들어가거나 수박과실 밑에 있었으며(Fig. 4) 10월 15일 이후 토양내에서 발견되기 시작하여 11월 1일에는 지상부의 수박 식물체에서는 전혀 발견되지 않았고 모두 비닐하우스 가장자리 부분의 토양내에서만 발견되었다(Table 1). 곤충은 발육정지(quiescence), 아휴면(oligopause)과 같은 방법으로 저온에 반응하며(Mansingh, 1971) 곤충의 월동에는 온도가 중요한 요인이 되고(Danks, 1978), 기주식물은 월동에 관여하는 중요한 요인으로 작용하는데(Anthrewartha and Birch, 1954) 수박식물체를 섭식하던 목화바둑명나방 유충이 번데기가되어 10월 중순 이후부터 월동을 하기 위하여 토양속으로 들어가는 것으로 생각된다. 억제작형으로 수박을 재배하여 수확 후 덩굴과 피복 필름을 제거하지 않은 상태로 월동하면 다음해에 덩굴과토양에서 유충이나 성충 및 알은 전혀 발견되지 않고 토양에서 번데기만 발견되는 것으로 보아(Table 1, Fig. 5), 목화바둑명나방은 번데기로 월동하는 것으로 생각된다.



Fig. 5. Photograph show overwintering pupae of the cotton caterpillar in the soil cultivated watermelon.

Table 1. Population density of larva and pupa of the cotton caterpillar on the watermelon plant and in the soil in 1999

| Investigation date | Location | Individuals/m <sup>2</sup> |        |      |
|--------------------|----------|----------------------------|--------|------|
|                    |          | Larva                      |        | Pupa |
|                    |          | Immature                   | Mature |      |
| October 10         | Plant    | 109                        | 13     | 12   |
|                    | Soil     | 0                          | 0      | 0    |
| October 15         | Plant    | 60                         | 46     | 7    |
|                    | Soil     | 0                          | 0      | 2    |
| October 20         | Plant    | 14                         | 33     | 18   |
|                    | Soil     | 0                          | 0      | 50   |
| October 25         | Plant    | 4                          | 4      | 8    |
|                    | Soil     | 0                          | 4      | 92   |
| November 1         | Plant    | 0                          | 0      | 0    |
|                    | Soil     | 0                          | 0      | 97   |

Fukuzawa (1987)는 목화바둑명나방이 건물이나 나무줄기의 벌어진 틈새의 고치 안에서 번데기로 월동한다고 하였는데 본 결과에서는 월동충태는 같았으나

**Table 2.** Influence of soil moisture on inhabit of the overwintering pupae

| Soil moisture        | Individuals/m <sup>2</sup> |        |        |
|----------------------|----------------------------|--------|--------|
|                      | pF 3.0                     | pF 2.4 | pF 1.5 |
| No. of pupae in soil | 14                         | 59     | 1      |

**Table 3.** Distribution of the overwintering pupa population according to the soil part below different leaf stage in polyethylene house in 1999

| Soil part <sup>z</sup> | below aged leaves <sup>y</sup> | below mature leaves <sup>x</sup> | below developing leaves <sup>w</sup> |
|------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Pupae collected        | 4b <sup>v</sup>                | 4b                               | 66a                                  |

<sup>z</sup>Soil part below different leaf stages.

<sup>y</sup>The parts of middle in the house.

<sup>x</sup>The part of vinyl mulching area.

<sup>w</sup>The part that upper leaves were grown.

<sup>v</sup>In a row means followed by common letter are not significantly different at the 5% level.

**Table 4.** Distribution of the overwintering pupa in the part of watermelon at the doorside and middle part in polyethylene house in 1999

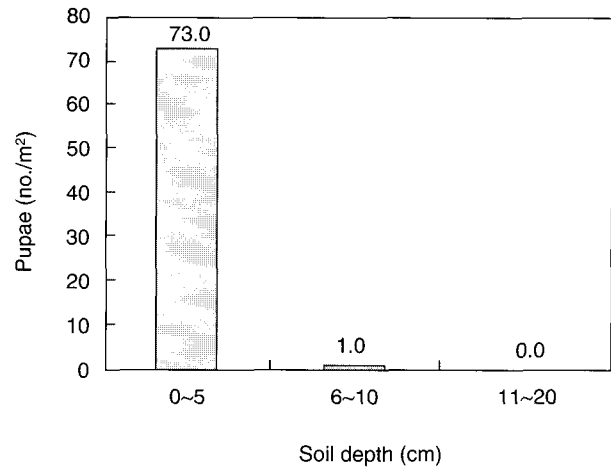
| Part in the house | Doorside 1       | Middle part | Doorside 2 |
|-------------------|------------------|-------------|------------|
| Pupa collected    | 26a <sup>z</sup> | 13b         | 27a        |

<sup>z</sup>In a row, means followed by common letter are not significantly different at the 5% level.

월동장소는 다른 경향을 보였는데 이는 조사장소가 노지와 하우스 내로서, 차이가 있기 때문으로 생각된다.

월동번데기가 서식하고 있는 토양의 습도를 조사한 결과 주로 pF 2.4 정도의 토양에서 59마리로 가장 많이 발견되었으며 pF 3.0의 건조한 토양에서는 14마리가 발견되었고 pF 1.5의 과습한 토양에서는 거의 발견되지 않았다(Table 2).

수박을 통로쪽에 재식하였을 경우 덩굴의 자라는 방향이 하우스측 창쪽으로 통로쪽은 하위엽, 측창쪽은 상위엽이 착생하게 되는데 월동번데기의 비닐하우스 내 분포를 작물을 기준으로 했을때 사람이 다니는 통로와 필름 피복부분에서 각각 4마리가 발견되었고, 수박상위엽이 위치해 있었던 곳에서 가장 많은 66마리가 발견되었다(Table 3). 그 원인은 사람이 다니는 통로의 경우 계속적으로 답압이 되어 표면이 단단하고 생육후기가 되면서 하위엽이 경화되어 유충이 섭식하기가 좋지 않거나 잎이 고사되어 유충의 밀도 또한 낮아지기 때문이며, 필름피복부분은 온도가 낮아짐에 따라 일교차가 커지며 특히 야간의 온도가 많이 떨어지기 때문에 표면이 부드럽고 필름표면에 비하여 온

**Fig. 6.** Vertical distribution of the pupa population according to the soil depth.**Table 5.** Sex ratio of the overwintering pupae collected on 26th October, in 2000

| Sex of pupa | No. of pupa in the soil/m <sup>2</sup> |
|-------------|--|
| Female      | 75 (1.09 <sup>z</sup> )                |
| Male        | 69 (1.00)                              |

<sup>z</sup>The data was based on the male pupae was 1.00.

도변화가 적은 수박 상위엽이 위치해 있었던 부분으로 유충이 이동한 후 번데기가 되어 토양 속으로 들어갔기 때문으로 생각된다.

또한 상위엽 착생부분을 기준으로 조사했을 때에는 하우스의 중간부분보다 양쪽 문방향의 모서리 부분에서 주로 발견되었다(Table 4).

토양내 월동번데기의 수직분포(Fig. 6)는 대부분 토양깊이 5 cm 이하에서 분포하였으며, 5-10 cm 깊이에서는 단지 1마리만 발견되었고 10 cm 이상에서는 전혀 발견되지 않았다. 토양깊이 5 cm 이하에서도 주로 지표면 바로 아래에 조그마한 구멍을 만든 후 땅속으로 들어가 있었다. 조사한 전체 월동번데기의 암수 성비를 조사한 결과(Table 5) 1.09 : 1.00로 성비에는 큰 차이가 없었는데, Jackson et al. (1998)이 같은 속인 *P. unionalis*를 조사했을 때의 1.16 : 1.00과 비슷한 경향이였다. 해충 개체군 밀도변화는 유전적 구성, 성비, 연령구성, 생물자원의 양 등에 의해 영향을 받게 되는데 (Romoser, 1981), 특히 암수의 성비가 개체군의 증가와 감소에 있어 주요 인자로 작용하므로 월동충의 성비는 다음 해 재배하는 작물의 피해 및 수량과 밀접한 관계가 있기 때문에 중요하게 다뤄져야 할 것이다.

**Table 6.** The number of cotton caterpillar captured by different light traps in watermelon grown-field of the Gochang Watermelon Experiment Station in 1998

| Investigation date | Roof type        |                 | Box type |    |
|--------------------|------------------|-----------------|----------|----|
|                    | IEL <sup>z</sup> | FL <sup>y</sup> | IEL      | FL |
| July 26            | 1 <sup>x</sup>   | 1               | 1        | 1  |
| August 1           | 0                | 0               | 0        | 1  |
| August 6           | 0                | 1               | 2        | 2  |
| August 11          | 0                | 0               | 0        | 0  |
| August 16          | 0                | 0               | 0        | 0  |
| August 21          | 0                | 0               | 1        | 1  |
| August 26          | 0                | 1               | 1        | 1  |
| September 1        | 0                | 0               | 0        | 0  |
| September 6        | 0                | 0               | 0        | 0  |
| September 11       | 0                | 0               | 0        | 0  |
| September 16       | 0                | 0               | 1        | 1  |
| September 21       | 1                | 1               | 0        | 1  |
| September 26       | 1                | 2               | 2        | 3  |
| October 1          | 0                | 0               | 1        | 1  |
| October 6          | 0                | 0               | 0        | 0  |
| October 11         | 0                | 0               | 0        | 0  |
| October 16         | 0                | 0               | 0        | 0  |
| October 21         | 0                | 0               | 0        | 0  |
| October 26         | 0                | 0               | 0        | 0  |
| Total              | 3                | 6               | 9        | 12 |

<sup>z</sup>Incandescent electric lamp.

<sup>y</sup>Fluorescent lamp.

<sup>x</sup>Number of the cotton caterpillar per trap.

### 유아등에 의한 발생 조사

지붕형의 유아등에 백열전구와 형광전구를 부착하여 매일 일몰시부터 다음날 일출시까지 유아등에 유살된 해충수를 조사한 결과 백열전구의 3-9마리에 비해 형광전구에서 6-12마리가 유살되었고, 지붕형(3-6마리)보다는 box형(9-12마리)에서 유살량이 다소 많았으나 전체적으로 유살량이 적어 발생조사를 위한 방법으로 유아등을 이용하기는 곤란하였다(Table 6).

벼멸구에 있어서는 유아등의 전구에 따라 유인량에 큰 차이를 보여 형광전구를 이용할 경우 벼멸구 예찰에 효과적이었고 특히 청색 또는 주광색에서 효과적이었던 보고(Choi *et al.*, 1992)와 violet light 트랩설치가 효과적이었던 보고(Ke *et al.*, 1988; Weiss *et al.*, 1944)와도 차이가 있어 유아등에 의한 목화바둑명나방의 발생조사는 추후 좀더 정밀한 검토가 필요한 것으로 생각된다. 트랩형태에서는 Jackson *et al.* (1998)이 수행한 시험에서 여러 가지 트랩 중 박스형 트랩과 wire cone 트랩이 효과적이라고 했으나 이 트랩들은 페로몬성분을 담체(lure)로 하였기 때문에 효과적이었던 것으로 생각된다.

**Table 7.** The number of cotton caterpillar moth caught in pheromone IC trap baited with (E)-11-hexadecenal (A) and (E)-11-hexadecenyl acetate (B) in the PE house grown watermelon in 1998

| Ratio of A to B | Sept. 6 | Sept. 16 | Sept. 26 | Oct. 6 | Oct. 16 |
|-----------------|---------|----------|----------|--------|---------|
| 1:1             | 0       | 1        | 1        | 1      | 0       |

**Table 8.** The number of cotton caterpillar moth caught in pheromone IC trap baited with (E)-11-hexadecenal (A) and (E)-11-hexadecenyl acetate (B) at first experiment in the open field in 1999

| Ratio of A to B | Sept. 6 | Sept. 16 | Sept. 26 | Oct. 6 | Oct. 16 |
|-----------------|---------|----------|----------|--------|---------|
| 5:5             | 1       | 0        | 1        | 2      | 2       |
| 9:1             | 0       | 1        | 0        | 1      | 1       |
| 10:1            | 1       | 0        | 0        | 1      | 1       |

**Table 9.** The number of cotton caterpillar moth caught in pheromone IC trap baited with different blends of (E)-11-hexadecenal and (E,E)-10, 12-hexadecadienal in Gochang Watermelon Experiment Station in 2000

| Rate <sup>z</sup><br>E11:E10, 12 | Site A <sup>y</sup> | Site B <sup>x</sup> | Site C <sup>w</sup> | Total<br>(±SD) |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| 10:0                             | 0                   | 0                   | 0                   | 0              |
| 9:1                              | 13                  | 7                   | 11                  | 31±2.4         |
| 8:2                              | 8                   | 16                  | 10                  | 34±2.3         |
| 7:3                              | 35                  | 15                  | 15                  | 65±5.8         |
| 6:4                              | 20                  | 11                  | 24                  | 55±6.4         |
| 5:5                              | 7                   | 12                  | 7                   | 26±2.3         |
| 4:6                              | 0                   | 2                   | 5                   | 7±1.0          |
| 3:7                              | 0                   | 1                   | 0                   | 1±0.2          |
| 2:8                              | 0                   | 0                   | 0                   | 0              |
| 1:9                              | 0                   | 0                   | 0                   | 0              |
| 0:10                             | 0                   | 0                   | 0                   | 0              |

<sup>z</sup>The rate between (E)-11-hexadecenal and (E,E)-10, 12-hexadecadienal.

<sup>y</sup>Around house-growing watermelon.

<sup>x</sup>In open field (direction: south to north).

<sup>w</sup>In open field (direction: east to west).

### 성페로몬에 의한 발생 조사

성페로몬을 이용한 목화바둑명나방의 발생조사를 위해 (E)-11-hexadecenal과 (E)-11-hexadecenyl acetate를 1:1로 혼합한 화합물을 사용하여 조사하였다. 그 결과 조사기간 중 수박재배하우스에서 목화바둑명나방 채집량은 3마리에 불과하였고(Table 7), 같은 방법으로 야외에 설치하여 (E)-11-hexadecenal:(E)-11-hexadecenyl acetate를 5:5, 9:1, 10:1로 혼합비를 달리하였을 때도 각각 4, 3, 3 마리가 채집되어 역시 같은 경향을 보였다(Table 8).

한편 (E)-11-hexadecenal과 (E,E)-10, 12-hexadecadienal를 각각 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10의 비율로 조성하여 시험한 결과 10:0, 2:8, 1:9, 0:10은 전혀 유인되지 않았고 7:3이 가

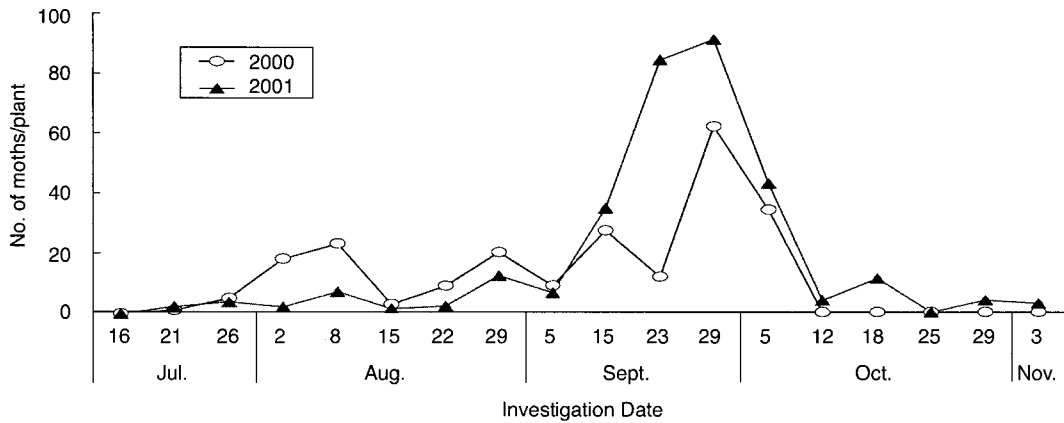


Fig. 7. Seasonal fluctuation of cotton caterpillar in Gochang, Jeollabuk-do in 2000 and 2001. The sum of cotton caterpillar was derived from pheromone traps that set up in the watermelon field.

장 많은 유인량을 보였으며 6:4, 8:2, 9:1, 5:5순으로 유인량이 많았고, 수박이 재배되고 있는 하우스 주변이 노지 재배 지역보다 더 많이 유인되는 경향이였으며 노지재배 지역에서는 트랩설치방향에 따른 유인량의 차이는 보이지 않았다(Table 9).

페로몬 Compound의 조성비율에 따라 종의 유인력에 차이가 있다는 보고(Raina et al., 1986 ; Klun et al., 1986)가 있는데 본 시험에서는 (E)-11-hexadecenal과 (E, E)-10, 12-hexadecadienal을 7:3으로 혼합했을 때 효과가 있어 이 비율로 페로몬 트랩을 조제하여 시기별 발생소장을 조사하였다. 시기별 유인량을 보면 2000년에는 7월 하순에 처음 유인되었고, 9월 하순에 가장 많은 유인량을 보였다. 또한 2001년에는 7월 중순에 최초 유인된 성충을 확인하였고 역시 9월 하순에 가장 많은 발생량을 보였으며 11월 상순까지 유인되었다. 이는 2000년에 비하여 최초 유인시기가 늦었고 각 시기별 발생성기가 3-6일 정도 늦은 경향이였으나 발생량이 전반적으로 많았는데(Fig. 7), 이는 기상과 관련이 있는 것으로 추정된다. 즉 1999년 11월부터 2000년 2월까지의 습도가 낮고 강수량이 적었는데(Table 10) 해충의 발생량은 온도 등의 기상과 관련이 깊은 것으로 보고 되고 있어(Beck, 1965; Campbell et al., 1974). 목화바둑명나방의 발생과 기상과의 관계는 좀 더 깊은 연구가 필요한 것으로 생각된다. 중국 항주지방에서는 목화방독명나방의 발생시기는 5-11월이며 8-9월에 발생성기를 보이고 10월에는 서서히 감소하다가 11월 상순 또는 중순에 발생이 중지한다고 보고하였고(Yi et al., 1989), 인도에서는 6월과 8월에 발생이 가장 많고 피해가 심하다고 하였는데(Ravi

Table 10. Weather data in Gochang from 1999 to 2001

| Month | Year | Temperature (°C) |      |      | Humidity (%) | Precipitation (mm) |
|-------|------|------------------|------|------|--------------|--------------------|
|       |      | Mean             | Max. | Min. |              |                    |
| Jan.  | 2001 | -0.3             | 3.8  | -4.5 | 66           | 64.5               |
|       | 2000 | 0.8              | 5.1  | -3.2 | 68           | 27.8               |
|       | 1999 | 1.0              | 6.0  | -3.4 | 66           | 14.1               |
| Feb.  | 2001 | 2.0              | 7.4  | -2.6 | 62           | 80.4               |
|       | 2000 | 0.2              | 5.3  | -4.4 | 59           | 4.3                |
|       | 1999 | 2.0              | 7.4  | -2.8 | 68           | 31.2               |
| Mar.  | 2001 | 6.1              | 12.3 | 0.7  | 60           | 19.6               |
|       | 2000 | 6.9              | 13.5 | 1.1  | 59           | 30.0               |
|       | 1999 | 7.5              | 13.2 | 2.1  | 58           | 73.5               |
| Apr.  | 2001 | 13.7             | 21.4 | 6.6  | 54           | 25.4               |
|       | 2000 | 12.8             | 19.6 | 6.5  | 52           | 44.8               |
|       | 1999 | 13.4             | 20.3 | 7.7  | 63           | 75.8               |
| May.  | 2001 | 19.5             | 26.0 | 14.1 | 63           | 29.2               |
|       | 2000 | 18.1             | 24.7 | 12.6 | 65           | 37.3               |
|       | 1999 | 17.7             | 24.1 | 11.8 | 66           | 93.5               |
| Jun.  | 2001 | 23.0             | 27.9 | 19.0 | 72           | 238.9              |
|       | 2000 | 22.9             | 28.4 | 18.6 | 72           | 408.9              |
|       | 1999 | 23.1             | 29.0 | 18.6 | 73           | 88.5               |
| Jul.  | 2001 | 27.0             | 31.8 | 23.5 | 75           | 239.6              |
|       | 2000 | 26.9             | 31.9 | 23.3 | 76           | 334.9              |
|       | 1999 | 25.5             | 29.8 | 22.0 | 77           | 205.0              |
| Aug.  | 2001 | 26.7             | 31.8 | 22.6 | 70           | 85.0               |
|       | 2000 | 26.9             | 31.6 | 23.2 | 75           | 428.1              |
|       | 1999 | 26.1             | 30.5 | 22.5 | 79           | 241.3              |
| Sept. | 2001 | 22.6             | 28.9 | 17.2 | 64           | 78.2               |
|       | 2000 | 20.8             | 25.7 | 17.7 | 78           | 232.9              |
|       | 1999 | 23.6             | 28.2 | 20.2 | 81           | 302.1              |
| Oct.  | 2001 | 16.8             | 22.5 | 12.3 | 72           | 99.3               |
|       | 2000 | 15.6             | 21.9 | 10.5 | 69           | 37.3               |
|       | 1999 | 14.8             | 20.6 | 10.1 | 77           | 87.8               |
| Nov.  | 2001 | 7.9              | 13.7 | 3.0  | 66           | 15.9               |
|       | 2000 | 8.0              | 13.8 | 3.2  | 66           | 39.5               |
|       | 1999 | 8.9              | 14.3 | 4.4  | 71           | 16.1               |
| Dec.  | 2001 | 1.9              | 6.3  | -2.1 | 65           | 43.4               |
|       | 2000 | 2.7              | 8.5  | -2.2 | 61           | 14.5               |
|       | 1999 | 2.3              | 7.1  | -2.2 | 68           | 9.7                |

*et al.*, 1998) 이들 지역이나 국가는 우리나라보다 기후가 따뜻하기 때문에 조기에 발생하여 더 큰 피해를 주는 것으로 생각된다.

### Literature Cited

- Anthrewartha, H.G. and L.C. Birch. 1954. The distribution and abundance of animals (eds). 782 pp. University of Chicago Press, Chicago.
- Beck, S.D. 1965. Resistance of plants to insect. *Ann. Rev. Entomol.* 10: 207~232.
- Campbell, A., B.D. Frazer, N. Gilbert, A.P. Gutierrez and M. Mackauer. 1974. Temperature requirement of some aphids and their parasites. *J. Appl. Entomol.* 11: 431~438.
- Choi, D.C. 2002. Protection of disease and pest in export watermelon. Rural Development Administration (RDA). pp. 26~62. Suwon, Korea.
- Choi, D.C., J.S. Choi, J.S. Ra, N.P. Park and S.S. Choi. 1992. Studies on improvement of forecasting instrument to paddy rice pests. A collection of thesis of Man-Sang Lee's 60th anniversary. pp. 169~180.
- Choi, D.C., S.W. Kwon, Y.C. Hur, J.W. Lee, H.K. Chon, K.D. Choi, S.K. Lee and J.J. Noh. 2001. Cultivation of high quality watermelon. Rural Development Administration (RDA). Suwon, Korea. pp. 210~211.
- Choi, K.S. and K.S. Boo. 2000. Copulatory behavior and sex pheromone compound of the cotton caterpillar (*Diaphania indica*). Publishing Abstracts of the Korean Society of Applied Entomology in Autumn, 2000. 28pp.
- Chon, H.G., I. Jang, D.C. Choi and S.H. Kwon. 1998. Survey on the cultural situation and their characteristics in main producing regions of watermelon. RDA. *J. Horti Sci.* 40: 84~89.
- Danks, H.V. 1978. Modes of seasonal adaptation in insects. I. Winter survival. *Can. Entomol.* 110: 1167~1205.
- Fukuzawa, A.K. 1987. Colored Encyclopedia for vegetable pest and diagnostic control. cucumber · watermelon · melon · pumpkin (in Japanese). Corporation for Rural Culture Association. pp. 298~300.
- Jackson, D.M., J.A. Klun, A.P. Khiridian, A.M. Simmons and K.A. Sorensen. 1998. Monitoring pickleworm (Lepidoptera: Pyralidae) moths with pheromone-baited traps. *J. Econ. Entomol.* 91: 950~956.
- Ke, L.D., Z.J. Li, L.Z. Xu and Q.P. Zheng. 1988. Host plant preference and seasonal abundance of the melon worm, *Diaphania indica*. *ACTA Entomologica Sinica* 31: 379~386.
- Klun, J.A., B.A. Leonhardt, M. Schwarz, A. Day and A.K. Raina. 1986. Female sex pheromone of the pickleworm, *Diaphania nitidalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Chem. Ecol.* 12: 239~249.
- Mansingh, A. 1971. Physiological classification of dormancies in insects. *Can. Entomol.* 103: 983~1009.
- Ministry of Agriculture and Forestry. 2001. Survey Report for crop production (in Korean). pp. 1~5
- Raina, A.K., Klun, M. Schwarz, A. Day, B.A. Leonhardt and L.W. Douglass. 1986. Female sex pheromone of the melon-worm, *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera : Pyralidae), and analysis of male response to pheromone in a flight tunnel. *J. Chem. Ecol.* 12: 229~237.
- Ravi, K.C., Puttaswamy, C.A. Viraktamath, B. Mallik, P.P. Reddy, N.K.K. Kumar and A. Verghese. 1998. Seasonal incidence of insect pests of gherkins (*Cucumis anguria* L.). The First National Symposium on Pest Management in Horticultural Crops. pp. 132~136.
- Romoser, W.S. 1981. The Science of Entomology, 2nd Ed. 303pp. Macmillan Publishing Co. Inc. New York.
- Rural Development Administration (RDA). 2002. Bioassay method of crop protectant. Suwon, Korea. pp. 153~272.
- Wakamura, S., N. Arakaki, K. Kinjo and T. Yasuda. 1998. Sex pheromone of the cotton caterpillar, *Diaphania indica* (Saunders) (Lepidoptera: Pyralidae): Identification and field attraction. *Appl. Entomol. Zool.* 33: 429~434.
- Weiss, H.B., E.E. McCoy and W.M. Boyd. 1944. Group motor responses of adult and larval forms of insects to different wavelength of light. *J. Entomol. Soc.* 52: 27~43.
- Yi, S.S., Z.J. Li, L.X. Xu, G.Y. Zhu and Q.P. Zheng. 1989. Study on biological and chemical control of the cotton caterpillar. Chinese vegetable (China). pp. 14~17.

(Received for publication 11 April 2003;  
accepted 22 May 2003)