

사과원에서의 사과무늬잎말이나방(*Archippus breviplicanus*)의 성페로몬 조성파 활성화

Composition and Activity of the Asiatic Leafroller, *Archippus breviplicanus* (Lepidoptera: Tortricidae) Sex Pheromone at Apple Orchards in Korea

정총렬 · 한경식 · 정진교¹ · 최경희² · 이순원² · 부경생*

Chung Ryul Jung, Kyeung Sik Han, Jin Kyo Jung¹,
Kyung Hee Choi², Soon Won Lee² and Kyung Saeng Boo*

Abstract – To identify the composition and ratio of the sex pheromone in the asiatic leafroller, *Archippus breviplicanus* (Walsingham), which is a major pest on apple leaves, and to develop a monitoring system using this sex pheromone, abdominal tips of their virgin female during the calling period were extracted and analysed. The GC/GC-MS analysis revealed the following three compounds; (*E*)11-tetradecenyl acetate (*E*11-14: Ac), (*Z*)11-tetradecenyl acetate (*Z*11-14: Ac), and tetradecyl acetate (14: Ac) with the ratio of 56 : 22 : 22. Electroantennogram (EAG) assay was also conducted to examine biological activity of the components. The three components evoked significantly higher responses than hexane or air but there was no significant differences between the mixtures made by components. Field trapping experiments for determining the optimum blend, seasonal fluctuation and the optimum amount for male attracting were carried out over 4 years from 1997 to 2000. Although male moths were attracted to 8 : 2 and 7 : 3 between *E*11-14: Ac and *Z*11-14: Ac, their 7 : 3 blend was found to be the most effective. *Archippus breviplicanus* appears to occur three times a year in Korea. The optimum amount for monitoring was found to be 1mg per trap. 14 : Ac, the third component, did not show synergistic effect on male moth attraction.

Key Words – *Archippus breviplicanus*, Sex pheromone, *E*11-tetradecenyl acetate (*E*11-14: Ac), *Z*11-tetradecenyl acetate (*Z*11-14: Ac), EAG, Field trapping, Monitoring

초 록 – 사과잎을 가해하는 주요 해충 중의 하나인 사과무늬잎말이나방(*Archippus breviplicanus*)의 성페로몬 성분과 조성을 규명하고 성페로몬을 이용하여 발생예찰을 하기 위해 서 구애시기동안 미교미 암컷의 복부말단을 추출하고 분석하였다. GC/GC-MS 분석 결과 *E*11-tetradecenyl acetate : *Z*11-tetradecenyl acetate : tetradecyl acetate = 56 : 22 : 22의 비율로 세가지 성분이 확인되었다. 각 성분들의 생물적 활성을 검정하기 위해 EAG을 실시한 결과 세 가지 성분 모두 헥산이나 공기보다 높은 반응을 유도하였지만 성분들의 혼합물간에 유의성은 없었다. 1997년부터 2000년까지 4년에 걸쳐서 최적의 유인 조성비와 년 중 발생 횟수 그리고 예찰을

*Corresponding author. E-mail: ksboo@plaza.snu.ac.kr

서울대학교 농생명공학부 곤충생리학실(Lab. Insect Physiol., Graduate School of Agric. Biotechnol., Seoul Natl. Univ., Suwon 441-744, Republic of Korea)

¹농업과학기술원 잠사곤충부(Dept. Sericulture & Entomology, NIAST, RDA, Suwon 441-100, Republic of Korea)

²대구사과연구소(Taegu Apple Research Institute, RDA, Kunwi 716-810, Republic of Korea)

위한 적정량을 야외 포획 실험을 통해 확인하였다. E11-14: Ac와 Z11-14: Ac의 8:2와 7:3의 비율에서 많은 수컷들이 유인되었지만 7:3의 조성이 페로몬샘 추출 결과와 더불어 최적의 조성으로 확인되었다. 국내에서 사과무늬잎말이나방은 1년에 3회 발생하는 것으로 보이며 예찰을 위한 적정량은 1 mg이 효과적이었다. 세번째 성분인 14: Ac는 수컷 유인에 있어 상승효과를 보이지 않았다.

검색어 - 사과무늬잎말이나방, 성페로몬, E11-, Z11-tetradecenyl acetate, 촉각전도반응, 야외포획, 예찰

사과무늬잎말이나방(*Archippus breviplicanus*) (Asiatic leafroller) (Lepidoptera: Tortricidae)은 사과 애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*)과 더불어 열매와 잎을 동시에 가해하는 잎말이나방 해충으로써(Park *et al.*, 1977; Sugie *et al.*, 1977; Woo *et al.*, 1980; Ahn *et al.*, 1989), 심식나방류 등과 함께 사과의 대표적인 해충들 중의 하나이다.

대부분의 잎말이나방류 성페로몬 성분은 (E)11-tetradecenyl acetate (E11-14: Ac)와 (Z)11-tetradecenyl acetate (Z11-14: Ac)로 구성되어 있으며(Booij and Voerman, 1985), 사과무늬잎말이나방의 성페로몬 성분 또한 Sugie *et al.* (1977)에 의해 E11-14: Ac와 Z11-14: Ac로 보고되었다. Song *et al.* (1978)은 외국으로부터 페로몬 유인제를 도입하여 사과무늬잎말이나방과 사과잎말이나방(*Choristoneura (Hosinoa) longicellana*) 등의 유인효과를 조사한 바 있으며, 현재 이 해충은 한국에서는 1년에 3~4회 발생하는 것으로 알려져 있으나(Lee, 1962; Ahn *et al.*, 1985), 일본에서는 1년에 2~3회 발생하는 것으로 보고되어 있다(Honma, 1975).

같은 곤충종이라 하더라도 지역에 따라서 성페로몬 조성이 다르게 보고된 바 있는데(Guerin *et al.*, 1984; Bailey *et al.*, 1986; Cork *et al.*, 1992; Sorenson *et al.*, 1992), 국내에서 조사된 경우로는 사과굴나방(*Phyllonorycter ringoniella*)과 조명나방(*Ostrinia furnacalis*) 및 사과애모무늬잎말이나방 등이 지역적으로 성페로몬 조성에 있어 차이를 보일 뿐만 아니라 예찰용으로 사용하는 외국산 성페로몬 유인제에 대해 국내 곤충종이 전혀 유인되지 않는 문제점이 발생하고 있다(Boo, 1998; Boo and Jung, 1998; Boo and Park, 1998). 이것은 성페로몬이 종 특이성을 갖고 있음에도 불구하고 해충 종에 따라 지역적 격리가 심한 장소에서는 지역 간에 성페로몬 성분의 조성비가 다른 것에서 그 원인을 찾을 수 있으며, 사과굴나방과 사과애모무늬잎말이나방의 성페로몬 조성이 일본 및 중국의 그것과 다름이 보고되었다(Boo *et al.*, 1996; Boo, 1998). 그러므로 성페로몬을 국내에서 활용하기 위해서는 반드시 국내에서 서식하

는 해충에 대한 성페로몬 연구가 필요하다.

본 연구는 사과무늬잎말이나방에 대한 예찰 수단이 필요하게 됨에 따라 성페로몬을 이용하여 발생을 예찰하며 교미교란 방제를 하기 위해 이 해충의 성페로몬 조성과 활성을 구명하고자 실시되었다.

재료 및 방법

실험곤충

대구사과연구소 사과원에서 채집한 사과무늬잎말이나방 유충들을 사육실(26±1°C, 15L:9D, R.H. 60~70%)로 옮긴 후 일부 변형된 애모무늬잎말이나방 인공사료(Ankersmit, 1985)를 이용하여 사육하였다. 용화된 후 암수를 분리하였으며, 성충으로 우화한 후 10% 설탕액을 공급하였다. 모든 실험은 우화 후 1~3일 사이의 미교미 암·수컷을 사용하였다.

교미행동 관찰

15L:9D의 광주기 및 온도(26±1°C), 습도(R.H. 60~70%)조건에서 불 꺼지기 3시간 전에 500 ml 비이커에 암수 한쌍씩을 넣고 10% 설탕액과 증류수를 솥에 적셔 넣어주었다. 이때 비이커는 비닐랩으로 덮어주었으며 비닐랩에다 구멍을 뚫어 공기가 통하도록 하였다. 적색등 밑에서 관찰하였는데 적색등은 불 꺼지기 1시간 전부터 켜 놓아 불빛에 대한 실험곤충의 반응을 최소화하도록 적응시켰다. 명기에는 1시간 간격으로 관찰하였고 암기에는 불 켜질 때까지 30분 단위로 관찰하였다.

성페로몬 추출 및 조성 확인

우화 후 1~3일 된 미교미 암컷 성충 5마리의 복부 끝을 불 켜진 후 1시간 내에 자른 후 *n*-hexane 20 µl에 한시간 동안 담구어 성페로몬 성분들을 추출하였다. 추출물은 가스크로마토그래피(HP6890, Hewlett-Packard, USA) (Column: DB 255 (35 m × 0.25 mm I.D.), 컬럼 온도: 120°C에서 2분 유지 후 190°C까지 분당 5°C씩 상승, 운반기체: He, 흐름속

도: 1.5 kg/cm², 주입구 온도: 200°C, 검출기: FID, 검출기 온도: 250°C)에서 분석하였고 이를 (E)11-tetradecenyl acetate (E11-14: Ac), (Z)11-tetradecenyl acetate (Z11-14: Ac), tetradecyl acetate (14: Ac) (IPO-DLO, The Netherlands)과 머무름 시간(retention time)을 비교하였다. 물질 확인을 위해 암컷 성충 복부추출물을 GC-MS (Hewlett-Packard, JHX-AX505WA)로 분석하였다.

촉각전기전도 반응(EAG)

사과무늬잎말이나방 수컷 촉각의 기부를 잘라 EAG (Syntech, The Netherlands) 기준전극에 연결하고 촉각 끝 부분을 자른 후 기록전극에 연결시켰다. 촉각과 전극 사이에는 전기젤(electric gel) (Spectra 360, Parker Laboratories, Inc., NJ, USA)을 묻혀주어 촉각내의 혈림프가 건조되는 것을 막는 동시에 전류가 흐르도록 하였다.

우선 단일 성페로몬 성분에 대한 EAG 반응을 조사하였으며, 두 가지 성분들을 각각 혼합하거나 (E11-14: Ac와 Z11-14: Ac, E11-14: Ac와 14: Ac, Z11-14: Ac와 14: Ac), 세 성분을 혼합하여(E11-14: Ac와 Z11-14: Ac와 14: Ac) EAG 반응을 조사하였다. 이때 혼합한 성분비는 1:1 또는 1:1:1이었으며 각 성분의 양은 100 ng이었다. 성페로몬 성분은 거름종이에 묻힌 후 파스테르 피펫에 넣어 처리하였다.

야외 포획

성페로몬 미끼는 성페로몬 성분 E11-14: Ac와 Z11-14: Ac의 비율 10:0에서부터 0:10까지와, 대조구로 헥산을 고무격막(rubber septum)에 침적시켜 제조하였으며 산화방지제로 BHT (butylated hydroxytoluene, Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 첨가하였다.

1997년에 0.5 mg의 양이 처리된 트랩을 경북 군위 소재 대구사과연구소 내 사과원에 5월초에 설치하여 10월말까지 3~5일 간격으로 조사, 확인하였다. 사용된 윙트랩(Pherocon® IC trap, Trécé Inc., CA, USA)은 지상으로부터 약 1.5 m 높이의 사과나무 가지에 설치하였다. 방향의 영향을 방지하기 위하여 조사시마다 트랩 위치를 바꾸어 주었다. 미끼는 한 달을 주기로 새것으로 교체하였다.

1999년도의 경우, 1 mg의 양이 처리된 트랩을 수원 지역의 세 곳(서울대 농생대 부속 사과원, 수원시 여기산 소재 원예연구소 사과원, 수원시 이목동 원예연구소 사과원)에 설치하고 조사하였다. 2000년도에 14: Ac의 유인력을 검증하고자 14: Ac를 E11-

14: Ac와 Z11-14: Ac의 7:3 조성에 다양한 비율로 첨가한 후(7:3:1, 7:3:3, 7:3:5, 7:3:10, 7:3:20), 수원 지역 세 곳의 사과원에 설치하고 조사하였다.

발생예찰

1998년과 1999년도에 성페로몬 성분 E11-14: Ac와 Z11-14: Ac의 7:3 조성 1 mg과 산화방지제로 BHT를 첨가하여 고무격막에 침적시킨 성페로몬 미끼를 윙트랩에 달아 연중 발생 상황을 조사하였다. 성페로몬 미끼는 60일 간격으로 교체하였으며 포획 수 조사는 5일 간격으로 실시하였다. 또한 예찰을 위한 적정량을 확인하기 위해 2000년도에 수원 지역의 세 곳에 0.5 mg과 1 mg이 처리된 미끼를 설치하고 조사하였다. 성페로몬 미끼는 30일 간격으로 교체하였다.

결 과

교미행동 관찰

구애행동을 보이는 암컷들과 교미하는 쌍들을 관찰한 결과 구애행동은 불 켜지기 1시간 전부터 불 켜질 때까지 8.2%, 불 켜진 후 1시간 뒤까지는 87.9%, 1시간 이후부터 2시까지는 3.8%의 개체들이 구애행동을 보였다. 한편 교미행동에서는 불 켜기 전에는 8.3%만이 교미한 반면 91.7%는 불이 켜지고 나서부터 2시간 이내에 교미하는 모습을 보였다 (Fig. 1). 교미가 활발히 이루어지는 시간대에서 성페로몬이 가장 많이 분비되므로 사과무늬잎말이나방은 불 켜진 후 1시간 정도에 많은 성페로몬을 분비할 것으로 여겨진다. 따라서 향 후 성페로몬샘 추

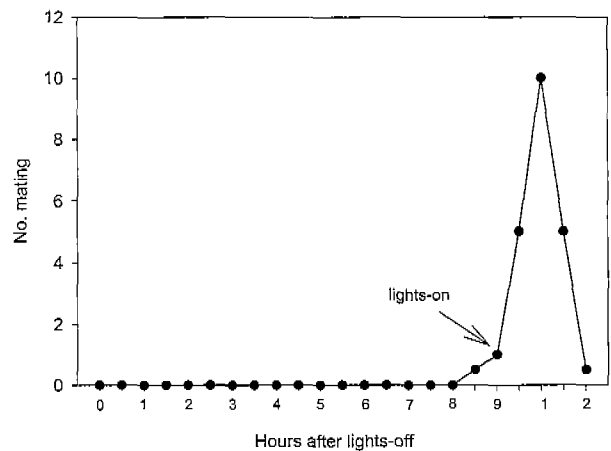


Fig. 1. Mating rhythm of Archippus breviplicanus.

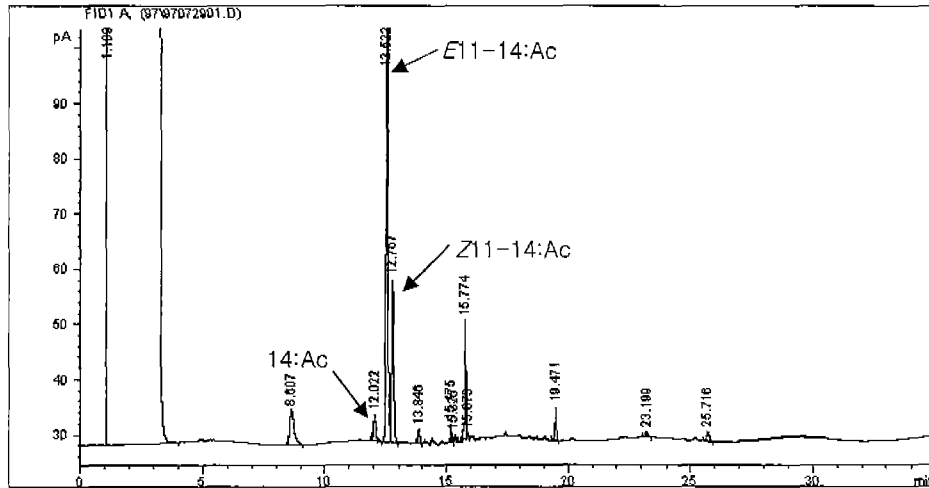


Fig. 2. GC profile of *A. breviplicanus* pheromone gland extract.

Table 1. Comparison of retention time between sex pheromone components of *Archippus breviplicanus* and standard compounds (min)

Origin/Compound	E11-14: Ac	Z11-14: Ac	14: Ac
Standard	12.505	12.750	11.975
Gland extract	12.522	12.767	12.022

출은 이 시간대에 실시되었다.

성페로몬 성분 및 조성 확인

불 켜진 후 1시간 내에 추출한 성페로몬샘 추출물을 GC로 분석하여 표준화합물과 머무름 시간을 비교한 결과 E11-14: Ac, Z11-14: Ac, 14: Ac의 성분들로 추정되었다(Table 1, Fig. 2). 이 성분들을 확인하기 위해 GC/MS 분석을 실시하여 라이브러리 및 표준화합물을 비교한 결과, 분석된 E11-14: Ac, Z11-14: Ac, 14: Ac 등 세 가지 성분간의 비율이 55.3 : 22.4 : 22.3이었다.

촉각전도(EAG) 반응

성페로몬샘 추출물에서 확인된 성분 E11-14: Ac, Z11-14: Ac, 14: Ac에 대한 수컷 성충 촉각 전기전도반응은 대조구인 헥산이나 공기에 비해 현저히 높아 수컷 성충 촉각에 이들 성분에 대한 수용체가 존재함을 확인하였다. 이들 성분을 두 가지 또는 세 가지씩 혼합하여 처리한 경우, 단독 성분들보다는 상대적으로 전기전도반응이 높았으나 그들간에 유의성은 없었다(Fig. 3).

야외 유인력 검정

1997년도 경북 군위 소재 대구사과연구소 포장

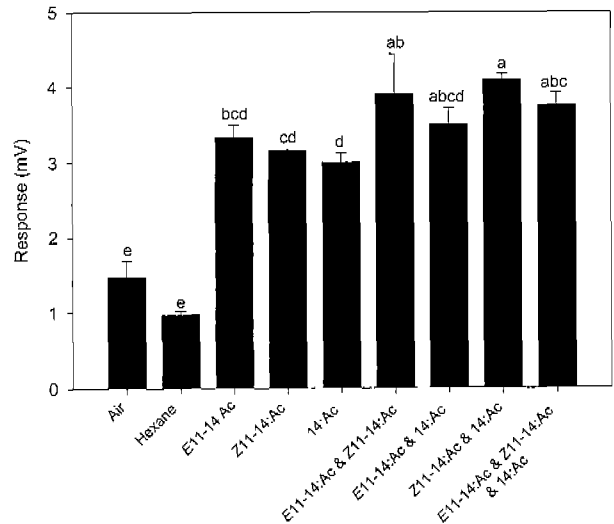


Fig. 3. EAG response of male antenna to various sex pheromone components and their mixtures. One hundred ng of each component was applied singly or as mixtures with the ratio of 1 : 1 or 1 : 1 : 1, respectively. The different letters above the standard error bar indicate significant difference between means ($N=3$) (DMRT at $\alpha=0.05$).

내에 실시된 야외포획 실험에서 두 가지 성분 E11-14: Ac, Z11-14: Ac의 8:2와 7:3 비율에서 많은 수컷들이 포획되어 성페로몬샘 추출물 분석 결과와 유사함을 보여주었다(Fig. 4A). 이를 좀 더 세분화시켜 85:15의 비율에서부터 55:45의 비율까지 8월 한달 동안 설치하고 조사한 결과 역시 70:30의 비율에서 가장 많이 포획되었다(Fig. 4B). 계속되는 실험으로 75:25, 70:30, 65:35의 비율로 9월 상순에 조사한 결과 유인된 수컷 수에서 유의차는 찾을 수

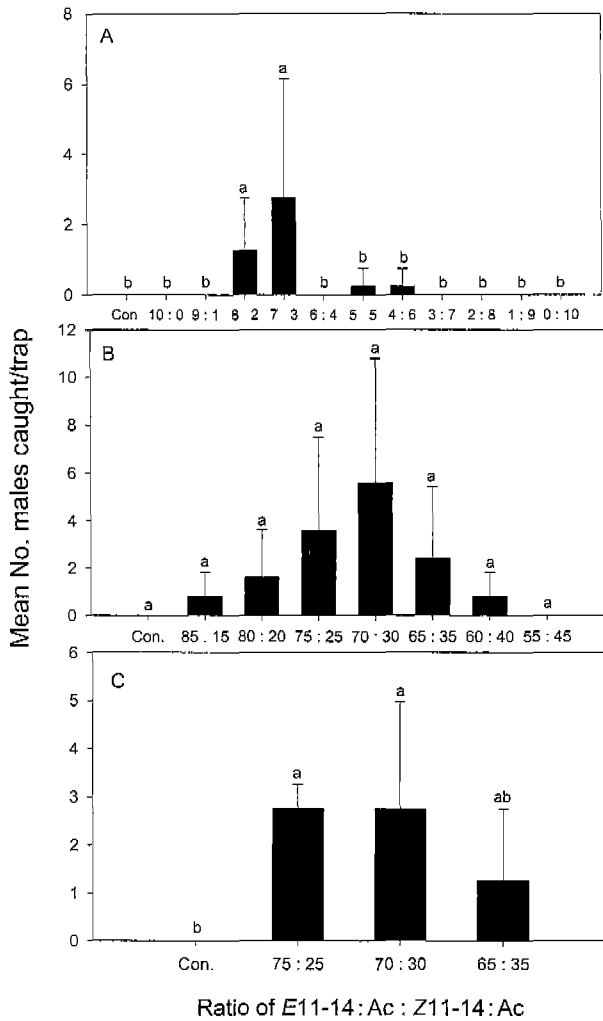


Fig. 4. Mean number of *A. breviplicanus* males caught in traps baited with the blends of *E11-14: Ac* and *Z11-14: Ac* at apple orchards in Tageu Apple Res. Ins., 1997. The observation periods were Jul. 18~Aug. 11 (A), Aug. 14~Aug. 28 (B) and Sep. 1~4 (C), respectively. Total amount of components loaded in each rubber septum was 0.5 mg and four traps were used for each treatment. The different letters above the standard error bar indicate significant difference between means (DMRT at $\alpha=0.05$).

없었다(Fig. 4C). 1999년도 수원 세 곳의 사과원에 트랩을 설치하고 조사한 결과, 7:3의 비율에서 가장 많은 수컷이 포획되어 페로몬샘 분석 결과와 일치하였다(Fig. 5). 또한 미끼의 양은 7:3의 비율에서 0.5 mg보다는 1 mg이 적합한 것으로 나타났으며 (Fig. 6), 14: Ac의 소량 첨가시 유의차는 없지만 포획수가 조금 증가되었다(Fig. 7).

발생예찰

사과무늬잎말이나방 성페로몬 트랩을 이용하여 연중 발생상황을 조사한 결과 사과무늬잎말이나방

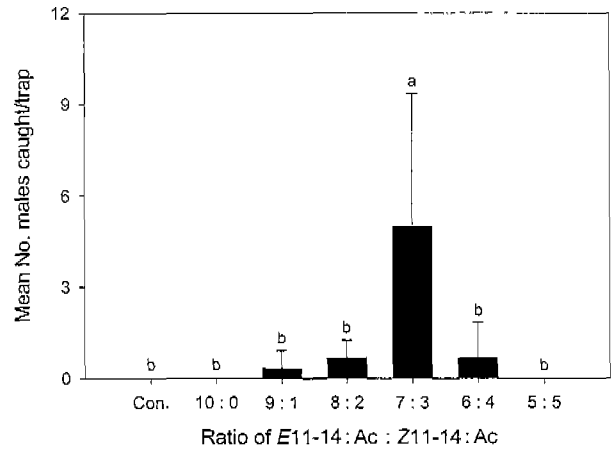


Fig. 5. Mean number of *A. breviplicanus* males caught in traps baited with the blends of *E11-14: Ac* and *Z11-14: Ac* at apple orchard in Suwon during the period from Aug. 6 to Sep. 2, 1999. Total amount of components loaded in each rubber septum was 1 mg and three traps were used for each treatment. The different letters above the standard error bar indicate significant difference between means (DMRT at $\alpha=0.05$).

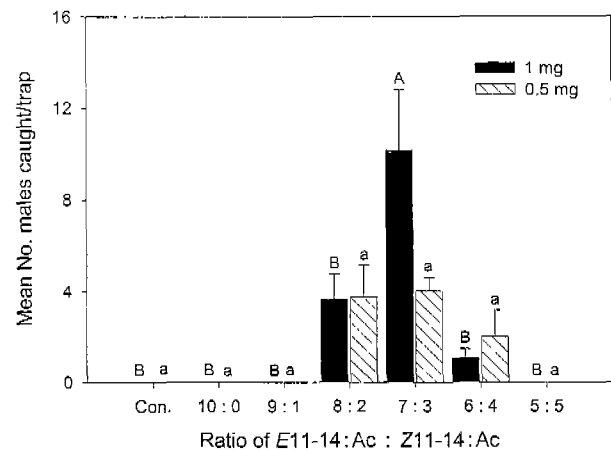


Fig. 6. Comparison in the mean number *A. breviplicanus* male moths caught in traps baited with the blends of *E11-14: Ac* and *Z11-14: Ac* at apple orchards in Suwon during May. 2 to Jul. 17, 2000. Total amount of components loaded in each rubber septum was 1 mg or 0.5 mg, respectively, and three traps were used for each treatment. The same letters above the standard error bar indicate insignificant difference between means (DMRT at $\alpha=0.05$).

은 5월 말에서 6월 초, 7월 중·하순, 8월 중에 각각 발생밀도가 증가하여 1년에 3회 발생하는 것으로 확인되었다. 1998년도의 경우 월동 개체의 발생 시기인 5월에 가장 많은 수컷 성충이 포획된 반면 (Fig. 8A), 1999년도의 경우에는 5월보다는 8월, 즉 마지막 세대에서 많은 개체들이 페로몬 트랩에 포획되었다(Fig. 8B).

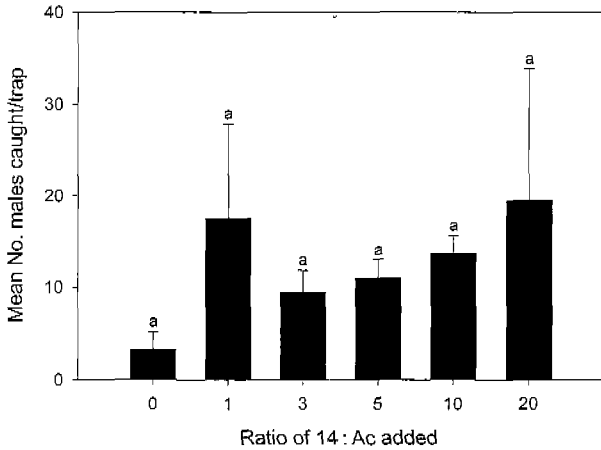


Fig. 7. Effect of the amount of 14: Ac added to the lure having 7 : 3 ratio of *E11-14: Ac* and *Z11-14: Ac* on attraction of *A. breviplicanus* male moths at apple orchards in Suwon during Jul. 7 to Oct. 14, 2000. Three traps were used for each treatment. The same letters above the standard error bar indicate insignificant difference between means (DMRT at $\alpha=0.05$).

고찰

본 연구에서 밝혀진 사과무늬잎말이나방의 성페로몬 성분들의 조성비 *E11-14: Ac* : *Z11-14: Ac* : 14: Ac = 55.3 : 22.4 : 22.3는 일본에서 보고된 비율 62.7 : 27.0 : 10.3과 약간의 차이를 보였다. 그러나 수컷 유인 효과가 있는 것으로 보고된 두 성분 *E11-14: Ac* : *Z11-14: Ac*의 비율의 경우, 71.2 : 28.8로 일본 개체군의 비율 69.9 : 30.1 (Sugie *et al.*, 1977)과 거의 유사하였다.

야외에서의 수컷 유인 실험을 통해 두 성분 *E11-14: Ac*와 *Z11-14: Ac*의 조성은 7:3의 비율이 국내 사과무늬잎말이나방을 유인하기에 적합한 것으로 여겨진다. 비슷한 경우로 Sugie *et al.* (1977)은 75 : 25부터 65 : 35 비율에서 강한 유인력을 제시한 바 있으며, 일본에 분포하는 사과무늬잎말이나방의 경우에서도 두 성분의 조성비 7:3에서 가장 많은 유인력을 나타내었다(Ando *et al.*, 1981). 그러나 9 : 1 및 8 : 2의 비율에서도 수컷들이 포획되는 경우가 있으며(미발표 자료), 5 : 5 조성에서도 유인을 보인 경우(Ando *et al.*, 1978)가 있어 지속적인 조사가 필요할 것으로 여겨진다.

본 연구에서는 트랩을 약 1.5m의 높이로 사과나무 가지에 설치하여 조사한 반면, Sato *et al.* (1987)은 2.4m의 사과 및 배나무 가지에 설치하였고 과수원 근처 포장에서는 1m로 설치하여 조사하였다고 보고하였다. 또한 Song *et al.* (1978)은 2m 높이에

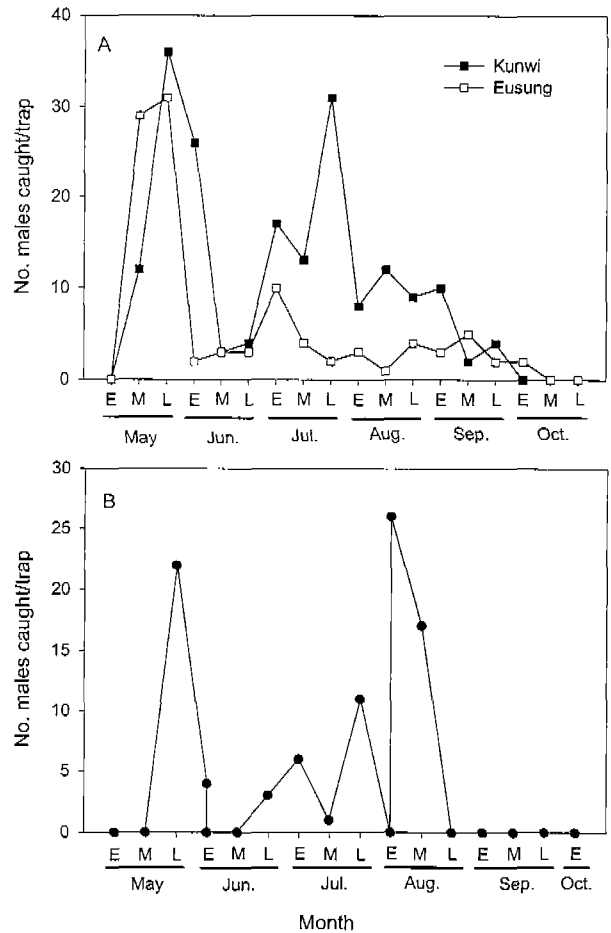


Fig. 8. Seasonal fluctuation of *A. breviplicanus* population at apple orchards in Kunwi and Eusung, 1998 (A) and apple orchards in Kunwi, 1999 (B). E: Early; M: Middle; L: Late. Total amount of components loaded in each rubber septum was 0.5 mg.

설치하여 조사한 바 있어 보다 정확한 설치 높이의 규명이 필요하다.

성페로몬샘 추출물의 세 번째 성분으로 검출된 14: Ac 성분의 유인력을 확인하고자 *E11-14: Ac*와 *Z11-14: Ac*의 7:3 조성 미끼에 5가지의 다른 비율 (1, 3, 5, 10, 20%)을 첨가하여 조사한 결과 처리된 비율간에 있어 유의성은 보이지 않았다. 그러나 14: Ac를 처리하지 않은 미끼보다 처리한 미끼에서 다소 포획 수에서 증가를 보여 14: Ac를 처리한 미끼를 사용하는 것이 예찰용으로 좋으리라 판단된다. Ando *et al.* (1981)은 7:3의 비율에다 1mg의 14: Ac를 처리하였을 때 미미한 수컷 유인력 증대효과가 있다고 보고한 바 있어 처리량을 증가시킨 후 조사해 볼 필요가 있으리라 생각된다.

페로몬 트랩을 이용한 연중 발생 예찰 결과 1년에 3회 정도 발생하는 것으로 보이지만, 년도별 및

포장별로 발생 양상이 다양하게 나타날 수 있으므로 각 지역과 포장별로 발생상황에 기초하여 적합한 방제 방법을 세울 필요가 있을 것으로 여겨진다. 7월 중순경에 발생 피크가 감소하는 경향이 있는데 이는 장마 기간 동안 내리는 비에 의해 비행하는 성충수가 감소한 것으로 판단된다.

1998년 및 1999년 연중 발생 예찰에 사용한 양은 0.5 mg이었으며 발생예찰이 가능하였다. 그러나 1 mg의 양에서 더 높은 유인력을 보여주어 국내에서 사과무늬잎말이나방의 예찰을 위해서는 7:3 비율의 1 mg이 적합할 것으로 판단된다.

1999년과 2000년에 실시된 사과무늬잎말이나방의 유인 실험에서 E11-14: Ac와 Z11-14: Ac의 3:7에서 1:9까지의 조성에서 사과잎말이나방(*Choristoneura longicellana*)이 유인되었으며 특히 2:8의 조성에서 가장 많이 유인되었다. 이는 일본에서 보고된 2:8의 조성과 유사하였다(Kozaki et al., 1984). 또한 한국잎말이나방(*Archips subrufanus*)의 경우에는 2:8과 1:9의 조성에서 많은 수가 유인되었다. 그리고 매실애기잎말이나방(*Rhopobota naebana*)은 10:0과 2:8의 조성에서, 솔잎말이나방(*Archips oporanus*)은 1:9와 0:10의 조성에서 유인되었다(미발표 자료). 일본의 경우 30종 이상의 잎말이나방류가 E11-14: Ac와 Z11-14: Ac 두 가지 성분 또는 한 가지 성분을 성페로몬으로 이용하는 것으로 보고되었다(Ando et al., 1981). 따라서 사과잎말이나방과 한국잎말이나방, 솔잎말이나방 등 국내에서도 상기 성분들을 성페로몬으로 이용할 가능성이 높으며 더 많은 잎말이나방류가 E11-14: Ac와 Z11-14: Ac를 성페로몬으로 이용할 것으로 여겨진다. 그러나 잎말이나방류는 유충은 물론 성충의 모양이 유사하여 정확하게 이를 분류 동정하기가 어려운 종들로 알려지고 있다. 따라서 향후 사과원에서 주요 해충으로 등장할 가능성이 있는 잎말이나방들에 대한 분류학적인 연구가 성페로몬 조성과 계통분류적인 분석에 기초하여 수행되어 정확한 종 분류와 진화에 대한 연구가 요망된다.

사 사

본 연구는 한국과학재단 핵심전문연구사업(981-0303-012-2)과 BK 21 지원으로 수행되었다. 잎말이나방 종 동정에 도움을 준 농업과학기술원 작물보호부 농업해충과 곤충분류연구실 박영미씨께 감사드린다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., D.J. Im, I.S. Kim and W.S. Cho. 1989. Foliage-feeding lepidopterous pests on apple trees in Suwon. Res. Rept. RDA (C. P). 31: 27~33.
- Ahn, S.B., H.W. Koh and Y.I. Lee. 1985. Study on apple pests and natural enemy. Res. Rept. RDA (C. P). 417~428.
- Ando, T., H. Huroko, S. Nakagaki, O. Saito, T. Oku and N. Tabahashi. 1981. Multi-component sex pheromone attractant in systematic field tests of male Lepidoptera. Agric. Biol. Chem. 45: 487~495.
- Ando, T., H. Kuroko, S. Nakagaki, O. Saito, T. Oku and N. Takahashi. 1978. Two-component sex pheromone for male moths of the subfamily tortricinae (Lepidoptera). Agric. Biol. Chem. 42: 1081~1083.
- Ankersmit, G.W. 1985. Artificial diet for *Adoxophyes orana*. pp. 65-176. In Handbook of insect rearing. Vol. 2. eds. by P. Singh and R.F. Moore. 514 pp. Elsevier, Amsterdam.
- Bailey, J.B., L.M. McDough and M.P. Hoffmann. 1986. Western avocado leafroller, *Amorbia cuneana* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae). Discovery of populations utilizing different ratios of sex pheromone components. J. Chem. Ecol. 12: 1239~1245.
- Boo, K.S. 1998. Variation in sex pheromone composition of a few selected lepidopteran species. J. Asia-Pacific Entomol. 1: 17~23.
- Boo, K.S. and C.H. Jung. 1998. Field test of synthetic sex pheromone of the apple leafminer moth, *Phyllonorycter ringoniella*. J. Chem. Ecol. 24: 1939~1948.
- Boo, K.S. and J.W. Park. 1998. Sex pheromone composition of the Asian corn borer moth, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) in South Korea. J. Asia-Pacific Entomol. 1: 77~84.
- Boo, K.S., J.K. Jung and K.S. Han. 1996. Field-trapping of three lepidopteran fruit pests with sex pheromone traps in Korean apple and peach orchards. pp. 87~101. In Proceedings of the '96 International Symposium on "Insect Pest Control with Pheromones" eds. by K.S. Boo, K.C. Park and J.K. Jung. Korean Society of Applied Entomology, Suwon, Korea.
- Booij, C.J.H. and S. Voerman. 1985. New lepidopteran sex attractants found by systematic field screening of blends containing (Z)-11- and (E)-11-teradecenal. J. Chem. Ecol. 11: 1333~1339.
- Cork, A., K.S. Boo, E. Dunkelblum, D.R. Hall, K. Jee-Rajunga, M. Kehat, J.E. Kong, K.C. Park, P. Tepgidagarm and X. Liu. 1992. Female sex pheromone of oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae): Identification and field testing. J. Chem. Ecol. 18: 403~418.
- Guerin, P.M., W. Baltenswiler, H. Arn and H.R. Buser. 1984. Host race pheromone polymorphism in the larch bud moth. Experientia. 40: 892~894.
- Honma, K. 1975. The ecology of tortricid moths to feeding apples. Plant Prot. 29: 1~6.
- Kozaki, J., S. Nakagaki, R. Sato and M. Yukinari. 1984. Sex pheromone of Common apple leafroller, *Hoshinoo longicellana* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae): Isolation and identification. Appl. Entomol. Zool. 19: 382~388.
- Lee, S.C. 1962. Study on the control of asiatic leafroller. Pl. Environ. Res. Rep. RDA. 735~749.
- Park, K.T., K.Y. Choe, J.C. Paik and S.C. Han. 1977. Lepidopterous insect pests on apple tree. Korean J. Plant Prot. 16: 33~39.
- Sato, R., K. Yaginuma and H. Sugie. 1987. Use of pheromones for monitoring of the Asiatic leafroller, *Archippus brevipliicanus* (Lepidoptera: Tortricidae). I. Effect of trap height,

- flight activity and population density on male catches. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 31: 103~109 (In Japanese).
- Song, Y.H., H.Y. Song, H.K. Kim, Y.D. Chang and P.C. Lippold. 1978. Studies on the synthetic pheromones of striped rice borer and tortricid insect pests. Korean J. Plant Prot. 17: 41~47.
- Sorenson, G.E., G.G. Kennedy, W. Van-Duyn, J.R. Bradley Jr. and J.F. Walgenbach. 1992. Geographical variation and pheromone response of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* in North Carolina. Environ. Entomol. 64: 177~185.
- Sugie, H., K. Yaginuma and Y. Tamaki. 1977. Sex pheromone of the asiatic leafroller, *Archippus breviplicanus* Walsingham (Lepidoptera: Tortricidae): Isolation and identification. Appl. Entomol. Zool. 12: 69~74.
- Woo, K.S., W.H. Paik, J.S. Hyun and S.Y. Choi. 1980. Study on the fruit tree insect pests in Korea. Annu. Rept. Agric. Develop., SNU. 1: 118~160.

(Received for publication 21 February 2001; accepted 4 May 2001)