

배 과원에 발생하는 애모무늬잎말이나방 성페로몬 조성의 지리적 변이

양창열* · 전흥용 · 부경생¹

원예연구소 원예환경과, ¹서울대학교 농생명공학부

Geographical Variation in Sex Pheromone Composition of *Adoxophyes* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) in Pear Orchards

Chang-Yeol Yang*, Heung-Yong Jeon and Kyung-Saeng Boo¹

Horticultural Environment Division of National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Republic of Korea

¹School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-742, Republic of Korea

ABSTRACT : *Adoxophyes* spp. are the major pests of a pear. The larvae attack both leaves and fruits. (Z)-9-tetradecenyl acetate (Z9-14:Ac), (Z)-11-tetradecenyl acetate (Z11-14:Ac), (E)-11-tetradecenyl acetate (E11-14:Ac) and 10-methyldodecyl acetate (10me-12:Ac) have been reported as the sex pheromone components of the genus *Adoxophyes*. Our objective was to determine the difference in sex pheromone composition of three different *A. spp.* populations each from Cheonan, Sangju, and Naju area orchards in Korea. Gas chromatography (GC) analyses of pheromone gland extracts of virgin females confirmed the presence of two compounds (Z9-14:Ac and Z11-14:Ac) in Cheonan and Sangju populations, and four compounds (Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac and 10me-12:Ac) in Naju population. The Z9-14:Ac and Z11-14:Ac were detected in the ratio of 80:20 in the Cheonan population and 3:97 in the Sangju population. Females of Naju population produced sex pheromone blend consisting of Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac and 10me-12:Ac at a ratio of 31:62:6:1. Field trapping tests in pear orchards with Z9-14:Ac and Z11-14:Ac indicated that maximum captures of the male were obtained with traps baited by 80:20 in Cheonan, 10:90 in Sangju, and 30:70 in Naju. These results suggest that there are remarkable geographical variations in the sex pheromone composition of *A. spp.* in pear orchards in Korea, and taxonomic classification of these species must be carefully assessed.

KEY WORDS : *Adoxophyes*, Sex Pheromone, Geographical Variation, Pear

초 록 : 애모무늬잎말이나방은 배의 주요 해충으로서 유충이 잎과 과실을 가해한다. *Adoxophyes* 속의 성페로몬은 4가지 성분(Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 10me-12:Ac)이 보고되어 있다. 본 연구는 3개 지역(천안, 상주, 나주)의 배 과원에서 발생하고 있는 개체군들 간에 성페로몬 조성의 차이를 구명하기 위해 실시하였다. 처녀 암컷의 성페로몬 샘에서 추출한 물질을 GC로 분석한 결과, 천안과 상주 개체군에서는 2가지 성분(Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac)이 검출된 반면, 나주 개체군의 경우에는 4가지 성분이 모두 검출되었다. 천안 개체군에서는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac가 80 : 20의 비율로 검출되었으나 상주 개체군에서는 3 : 97의 비율로 검출되었다. 한편 나주 개체군의 경우에는 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 10me-12:Ac가 31 : 62 : 6 : 1의 비율로 검출되었다. 야외에서 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 혼합비율을 달리한 트랩에 유인된 수컷 수를 조사한 결과, 천안, 상주, 나주 지역의 배 과원에서 가장 효과적인 성분조성은 각각 80 : 20, 10 : 90, 30 : 70이었다. 이러한 결과들은 배 과원에서 발생하고 있는 애모무늬잎말이나방의 성페로몬 조성이 지역에 따라 상당한 변이가 존재하는 것으로 보아 이들 개체군간의 분류학적 위치에 대한 면밀한 검토가 필요함을 보여주고 있다.

검색어 : 애모무늬잎말이나방, 성페로몬, 지리적 변이, 배

*Corresponding author. E-mail: cyyang@rda.go.kr

애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes* spp.)은 잎말이나방과(Tortricidae)에 속하며 사과, 배, 복숭아 등의 낙엽과수와 차나무에 피해를 주는 해충이다(Lee *et al.*, 1993; Han, 2002). 본 해충은 2~3령의 어린유충으로 월동하며 연 3~4회 발생하는 것으로 알려져 있다. 그러나 기주, 발생 지역 및 해에 따라 발생시기가 불규칙하고 발생회수도 차이가 있어 생육기 중에 약제방제 시기를 결정하는 것이 쉽지 않은 실정이다(Lee, 1998; Choi, 2002; Yang, 2002). 또한, 유충이 말린 잎 속이나 과실봉지 속과 같이 약제가 도달하기 어려운 곳에서 가해하기 때문에 약제 살포시기에 따라 방제효과가 크게 좌우된다. 일반적으로 유충이 피해를 주는 나방류 해충의 방제는 어린 유충이 알에서 부화하는 시기에 약제를 살포하는 것이 가장 효과적이다. 그러므로 성충의 예찰수단을 이용하여 발생시기와 발생량을 파악하는 것은 방제효과 증진과 불필요한 살충제 사용을 줄이는 데 있어 매우 중요하다.

성페로몬 트랩은 다루기가 쉽고 대상 해충만 선택적으로 유인할 수 있기 때문에 개별 농가 수준에서 문제해충의 발생정도를 조사하여 방제적기를 탐색하는 예찰수단으로 널리 이용되고 있다. 성페로몬 트랩을 이용한 발생예찰의 구성요인 중 가장 중요한 것은 미끼로 이용되는 화합물의 조성이다. 일반적으로 곤충의 성페로몬은 종 특이성이 매우 강하기 때문에 예찰하고자 하는 대상해충에 대한 중 동정을 먼저 실시한 후에 유인력이 가장 우수한 성분조성을 미끼로 이용해야 효과적인 예찰이 가능하다.

애모무늬잎말이나방의 성페로몬 성분은 Tamaki *et al.* (1971)에 의해 (Z)-9-tetradecenyl acetate (Z9-14:Ac)와 (Z)-11-tetradecenyl acetate (Z11-14:Ac)라고 처음으로 보고되었으나, 그 이후에 계속된 연구에서 이 해충의 성페로몬은 위의 두 가지 성분 이외에 (E)-11-tetradecenyl acetate (E11-14:Ac)와 10-methyldodecyl acetate (10me-12:Ac)가 추가로 포함된다는 사실이 밝혀졌다(Tamaki *et al.*, 1979; Hsiao, 1990). 현재 일본, 중국, 대만에 분포하고 있는 애모무늬잎말이나방의 성페로몬은 발생지역이나 기주에 따라 성분 종류와 조성에 큰 차이가 있어 본 종의 성페로몬 성분과 조성에 관한 정보가 명확하지 않은 실정이다(Sugie *et al.*, 1984; Kou *et al.*, 1990; Fu *et al.*, 1999).

최근 우리나라에서도 과수원과 차밭에 발생하고 있는 애모무늬잎말이나방의 성페로몬 조성을 조사한 결과, 발생지역과 기주에 따라 사과형(apple type)과 차형(tea type)의 두 가지 생태형이 존재하는 것으로 보고되었다(Han, 2002). 중부와 일부 남부지역에서 주로 사과와 복숭아를 가해하는 사과형은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 5:95

일 때 가장 많은 수컷이 유인되는 반면, 남부 지역에서 주로 배와 차를 가해하는 차형의 경우에는 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac 및 10me-12:Ac의 조성이 60:40:20일 때 가장 유인력이 높은 것으로 알려져 있다.

이와 같이 애모무늬잎말이나방은 발생지역과 기주에 따라 성페로몬 조성에 차이가 있기 때문에 농가에서 성페로몬 트랩으로 성충을 예찰하고자 할 경우에는 미끼를 선택함에 있어 세심한 주의가 필요하다. 실제로 최근 천안의 배과원에서 애모무늬잎말이나방의 발생이 급증하여 예찰방제를 위해 현재 시판되고 있는 성페로몬 트랩을 이용하고 있으나 트랩에 유인되는 성충의 수가 극히 적어 효과적인 이용이 곤란한 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라의 배 주산지에서 발생하고 있는 애모무늬잎말이나방 성페로몬 조성의 지역적 변이를 분석하기 위하여 천안, 상주, 나주지역 배과원에서 채집한 암컷 성충의 성페로몬 샘플 추출물의 성분을 분석하고 야외에서 성분조성이 다른 미끼에 대한 수컷 유인수를 지역별로 조사하였다.

재료 및 방법

실험곤충

천안, 상주 및 나주지역의 배 과원에 발생하는 애모무늬잎말이나방 유충(Choi, 2002; Han, 2002; Yang, 2002)을 채집하여 항온기(25±1°C, 14L:10D) 내에서 배나무 잎을 먹이로 공급하면서 사육하였다. 번데기가 되면 암수를 따로 구별하여 사육용기에 개별적으로 옮겼으며 우화한 후에는 시험에 사용할 때까지 10% 설탕 용액을 먹이로 공급하였다.

화합물

애모무늬잎말이나방 성페로몬 성분으로 알려진 4가지 화합물 즉, Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 그리고 10me-12:Ac는 Pherobank(Wageningen, the Netherlands)에서 구입하였다. 실험에 사용할 화합물의 순도는 가스크로마토그래피(GC)로 확인한 결과 99.5% 이상이었다.

성페로몬 성분의 추출 및 GC분석

암컷의 유인 행동이 가장 활발한 것으로 알려진 항온기의 불이 꺼진 8시간 후에(Tamaki *et al.*, 1979; Kou *et*

al., 1990), 우화한지 2~3일된 처녀 암컷을 CO₂를 이용하여 마취시켰다. 현미경 하에서 성페로몬 샘이 있는 복부 끝마디를 가위로 잘라 헥산(hexane) 5 μl가 담긴 작은 원추형 유리병(Wheaton, USA)에 담가 30분 동안 추출한 후 미량주사기로 1 μl를 뽑아내 GC로 분석하였다. 분석은 천안, 상주 및 나주 개체군별로 암컷 한 마리의 추출물을 1반복으로 하여 각각 5반복으로 실시하였다.

추출물의 분석에 이용된 GC는 Agilent 6890N이었으며 DB-WAX 컬럼(길이 30 m, 직경 0.25 mm, J&W Scientific, USA)과 불꽃이온화검출기(FID)를 사용하였다. 오븐온도는 50℃에서 2분간 유지한 후 150℃까지 분당 10℃씩 올려주고 1분을 유지, 그리고 200℃까지 분당 5℃씩 올려준 후 200℃에서 12분간 유지하였다. 주입기와 검출기의 온도는 각각 210℃와 230℃로 설정하였으며 운반기체인 헬륨(He)은 30 ml/min의 속도로 흘러주었다. 성페로몬 샘에서 추출된 성분은 합성된 성분의 머무름시간(retention time)과 비교하여 동정하였으며 각 성분의 추출 비율은 검출된 신호의 넓이(area)를 근거로 계산하였다.

야외 포획시험

국내 배 주산지에서 애모무늬잎말이나방 수컷 유인에 가장 효과적인 성페로몬 조성을 조사하기 위한 포획시험을 2004년 7월부터 9월에 걸쳐 천안시 성환읍, 상주시 사벌면, 나주시 금천면에 소재하고 있는 배 과수원에서 실시하였다. 성페로몬 미끼는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac를 0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10, 100:0의 비율로 혼합하여 고무격막(Wheaton, USA)에 1 mg 씩 침적시켜 제조하였다. 성페로몬 미끼가 처리된 트랩(Green Agro Tech, Korea)을 지상 약 1.5 m 높이의 배나무 가지에 설치하였는데, 트랩간의 거리가 최소 10 m 이상이 되도록 하여 완전임의배치법으로 배치하였다. 지역별로 3개 과수원에 각각 처리하여 트랩에 유인된 성충수를 조사하였다. 유인된 성충 수는 log(유인수+1)로 변환시켜 Tukey test로 처리 평균간의 유의성을 P < 0.05 범위에서 검정하였다(SAS Institute, 1999).

결 과

성페로몬 샘 추출물 분석

배 과원에서 발생하는 애모무늬잎말이나방 처녀 암컷의 성페로몬 샘에서 추출된 성분 종류와 조성은 조사지역에 따라 상당한 차이가 있었다(Fig. 1, Table 1). 나주지역에서 채집한 암컷에서는 본 해충의 성페로몬 성분으로 알려진 4가지 성분(Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 10me-12:Ac)이 모두 검출되었다. 그러나 천안과 상주 개체군의 경우에는 두 가지 성분(Z9-14:Ac, Z11-14:Ac)만 검출되었다.

조사지역별로 검출된 성페로몬 성분의 비율도 매우 달라 천안 개체군의 경우에는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac가 80.4 : 19.5의 비율로서 Z9-14:Ac가 주성분이었으나, 상

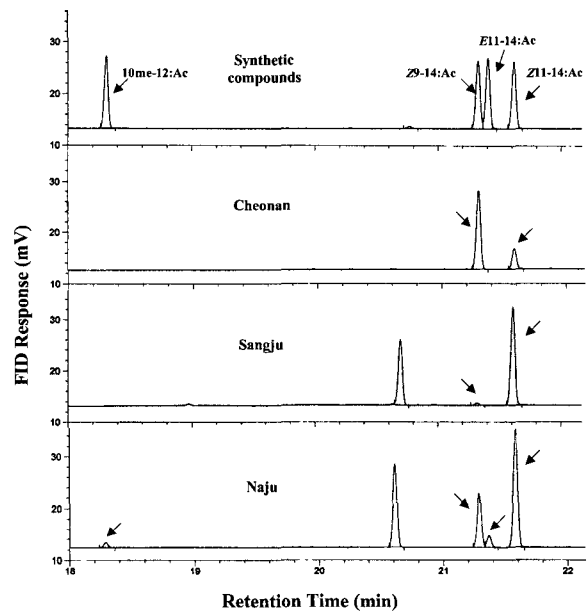


Fig. 1. GC analyses of sex pheromone gland extracts of females from the three populations of *Adoxophyes* spp. and synthetic standards. GC was fitted with a fused silica column (30 m×0.25 mm ID) coated with DB-wax; temperature program: 50℃ (2 min), 10℃/min to 150℃, then 5℃/min to 200℃ (12 min).

Table 1. Relative amount (mean±SD) of sex pheromone gland compounds from three populations of *A. spp.* in Korea (N = 5)

Population	Relative amount (%)			
	Z9-14:Ac	Z11-14:Ac	E11-14:Ac	10me-12:Ac
Cheonan	80.4±3.1	19.5±3.1	0.0±0.0	0.0±0.0
Sangju	3.2±0.8	96.8±0.8	0.0±0.0	0.0±0.0
Naju	31.4±6.8	62.3±7.1	5.5±1.5	0.9±1.1

주 개체군의 조성비율은 3.2 : 96.8으로 Z11-14:Ac가 주 성분이었다. 나주 개체군의 경우에는 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 그리고 10me-12:Ac가 31.4 : 62.3 : 5.5 : 0.9의 비율로 검출되었다. 한편, 성페로몬 샘에서 검출된 성분의 개체간의 편차는 나주 개체군이 다른 지역에 비해 상대적으로 더 높았다(Table 1).

야외 유인력 검정

배 과수원에서 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 혼합비율을 달리한 미끼를 트랩에 설치하여 수컷의 유인수를 조사한 결과(Fig. 2), 천안 지역에서는 80 : 20의 비율로 혼합한 미끼에 가장 많이 유인되었으며 혼합비율이 60 : 40, 90 : 10 그리고 70 : 30인 트랩에도 상당수가 유인되었다. 그러나 Z11-14:Ac 성분의 비율이 70% 이상으로 높은 경우에는 유인수가 크게 감소하였으며 한 가지 성분만을 처리한 트랩에는 전혀 유인되지 않았다.

상주지역의 배과원에서는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 10 : 90인 트랩에 가장 많이 유인되었으며, 천안지역의 경우와는 반대로 Z9-14:Ac 성분의 비율이 높을수록 유인수가 감소하는 경향을 나타내었다. 나주 지역의 경우에는 두 성분의 비율이 30 : 70인 트랩에 가장 많이 유인되

었으나 40 : 60, 50 : 50 및 60 : 40의 비율로 혼합한 미끼에도 많은 성충이 유인되었다.

고 찰

Adoxophyes 속 곤충 종들의 성페로몬 성분으로는 여러 가지 화합물이 보고되어 있으나 수컷의 유인에 직접적으로 관련된 화합물은 4가지 화합물, 즉 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac 및 10me-12:Ac인 것으로 알려져 있다 (Tamaki *et al.*, 1979; Sugie *et al.*, 1984; Hsiao, 1990). 국내 주요 배 재배지역에 발생하고 있는 개체군들의 성페로몬 샘에서 추출한 화합물을 분석한 결과, 나주 개체군에서는 4가지 성분이 모두 검출되었으나 천안과 상주 개체군에서는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac만 확인되었다(Fig. 1). 또한, 추출된 성분의 비율도 차이가 있어 천안 개체군은 Z9-14:Ac가 주성분인 반면, 상주와 나주 개체군에서는 Z11-14:Ac의 비율이 가장 높았다(Table 1). 이러한 성분 조성의 차이는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 혼합비율을 달리한 트랩을 배 과수원에 설치하여 유인수를 조사한 결과에서도 명확하였다. 즉 천안, 상주 및 나주 개체군에 대해 유인력이 가장 높은 조성은 각각 80 : 20, 30 : 70 및 10 : 90으로서 각 개체군의 암컷 성페로몬 샘에서 분석된 성분조성에 가까운 비율에서 유인수가 많았다(Fig. 2).

현재 국내에 기록된 *Adoxophyes* 속에 속하는 곤충은 애모무늬잎말이나방(*A. orana*) 뿐인 것으로 기록되어 있기 때문에 과수원과 차밭에서 발생하고 있는 개체군은 같은 종인 것으로 간주되고 있다(Entomol. Soc. Korea and Korean Soc. Appl. Entomol., 1994). 이러한 이유 때문에 성페로몬 트랩을 이용하여 본 종을 예찰하는 경우에는 모든 지역에서 성분조성이 동일한 미끼를 사용해도 문제가 없을 것으로 여겨질 수 있다. 그러나 본 연구의 결과로는 배 과원에 발생하는 개체군들의 성페로몬 성분 조성이 재배지역에 따라 큰 차이가 있으므로 페로몬 트랩 이용에 있어 세심한 주의가 필요하다고 판단된다.

Adoxophyes 속 곤충의 성페로몬에 관한 연구는 오래 전부터 진행되어 왔으며 발생 지역과 기주에 따라 다양한 결과들이 보고되었다(Table 2). Han(2002)은 우리나라의 과수원과 차밭에서 발생하는 애모무늬잎말이나방의 성페로몬 성분조성을 조사한 결과, 중부와 일부 남부지역에서 주로 사과와 복숭아를 가해하는 사과형(*A. orana* apple type)의 조성은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 5 : 95이며, 남부지역에서 주로 배와 차를 가해하는 차형(*A. orana*

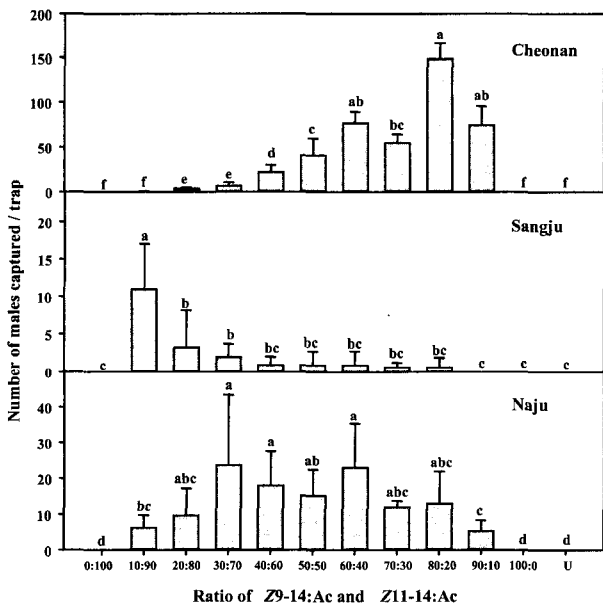


Fig. 2. Number (mean±SD) of *A. spp.* males captured in traps baited with lures containing different ratio of Z9-14:Ac and Z11-14:Ac at pear orchards of three locations in Korea; Aug. 19-Sep. 3 (Cheonan), Aug. 24-Sept. 21 (Sangju), Jul. 7-Aug. 7 (Naju), 2004. Bars with the same superscript letter are not significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test). U : unbaited control.

tea type)의 조성은 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 10me-12:Ac의 비율이 37 : 63 : 31 : 2이며, 일부 남부지역에서는 부분적으로 두 가지 유형이 공존하고 있다고 하였다.

다른 나라에서 보고된 결과를 살펴보면, 유럽의 사과원에서 발생하는 *A. orana*의 성페로몬 조성은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 80~90 : 20~10인 것으로 보고되어 있다(Minks and Voerman, 1973; Ghizdavu et al., 1987). 일본의 경우 사과원에 발생하는 *A. orana fasciata*의 조성은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 84~90 : 16~10이며(Tamaki et al., 1971; Sugie et al., 1984; Noguchi et al., 1985), 차밭에 발생하는 *A. honmai*의 조성은 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac 및 10me-12:Ac의 비율이 63 : 31 : 4 : 2(Tamaki et al., 1979) 또는 68 : 25 : 4 : 3(Noguchi et al., 1985)인 것으로 보고되어 있다.

중국에서는 성페로몬 조성이 다른 두 가지 계통의 *A. orana*가 존재하는 것으로 보고되었는데, 북부의 사과와 복숭아 과수원에 발생하는 개체군은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 80 : 20이지만, 남부의 차밭과 목화포장에 발생하는 개체군은 25 : 75인 것으로 알려져 있다(Fu et al., 1999). 대만에서도 차밭에 발생하는 *A. sp.*의 성페로몬 조성에 대해 조사되었는데, Kou et al.(1990)은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 36 : 64라고 보고하였으나,

Hsiao(1990)은 Z9-14:Ac, Z11-14:Ac, E11-14:Ac 및 10me-12:Ac의 비율이 47 : 50 : 1 : 2라고 하여 명확하지 않은 실정이다. 한편, 최근에 베트남의 사과원에 발생하는 *A. privatana*는 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 10 : 90인 트랩에 많은 수컷이 유인되는 것으로 보고되었다(Hai et al., 2002).

우리나라 배 과원에 발생하는 애모무늬잎말이나방의 성페로몬 조성은 재배지역에 따라 명확한 차이가 있음에도 불구하고 이러한 현상을 분석하고 이해하는 것은 매우 어려워 보인다. 우선 국내에서 Han(2002)에 의해 조사된 자료와 본 연구의 결과를 분석해 보면, 상주 개체군은 애모무늬잎말이나방 사과형(apple type)이며 나주 개체군은 애모무늬잎말이나방 차형(tea type)인 것으로 판단된다. 그러나 천안 개체군의 경우에는 기존에 국내에 알려진 두 가지 유형의 조성과는 명백한 차이가 있다.

본 연구의 결과를 외국에서 보고된 자료와 비교해 보면, 천안 개체군의 성페로몬 조성은 Z9-14:Ac와 Z11-14:Ac의 비율이 80 : 20으로서 유럽의 *A. orana*, 일본의 *A. orana fasciata* 및 중국의 북부에 발생하는 개체군의 그것과 유사한 것으로 보인다. 상주 개체군은 유럽과 동북아시아에서 보고된 *Adoxophyes*의 조성과 완전히 반대이며, 오히려 베트남의 사과원에 발생하는 *A. privatana*와 유사한 것으로 볼 수 있다. 한편, 나주 개체군의 경우 성페로몬

Table 2. Composition of the sex pheromone for the genus *Adoxophyes* (Lepidoptera: Tortricidae)

Country	Species	Host plant	Composition of sex pheromone				Reference
			Z9-14:Ac	Z11-14:Ac	E11-14:Ac	10me-12:Ac	
Netherlands	<i>A. orana</i>	apple	90	10			Minks and Voerman (1973)
Romania	<i>A. orana</i>	apple	80	10			Ghizdavu et al. (1987)
	<i>A. orana fasciata</i>	apple	90	10			Tamaki et al. (1971)
	<i>A. orana fasciata</i>	apple	84	16			Sugie et al. (1984)
Japan	<i>A. orana fasciata</i>	apple	88	12			Noguchi et al. (1985)
	<i>A. honmai</i>	tea	63	31	4	2	Tamaki et al. (1979)
	<i>A. honmai</i>	tea	68	25	4	3	Noguchi et al. (1985)
China	<i>A. orana</i>	apple, peach	80	20			Fu et al. (1999)
	<i>A. orana</i>	tea, cotton	25	75			Fu et al. (1999)
Taiwan	<i>A. sp.</i>	tea	36	64			Kou et al. (1990)
	<i>A. sp.</i>	tea	47	50	1	2	Hsiao (1990)
Vietnam	<i>A. privatana</i>	apple, plum	10	90			Hai et al. (2002)
	<i>A. orana</i>	apple, peach	5	95			Han (2002)
	<i>A. orana</i>	tea, pear	37	63	31	2	Han (2002)
Korea	<i>A. sp.</i>	pear (Cheonan)	80	20			This study
	<i>A. sp.</i>	pear (Sangju)	3	97			This study
	<i>A. sp.</i>	pear (Naju)	30	63	6	1	This study

성분이 4가지라는 측면에서는 일본의 *A. honmai*와 대만의 *A. sp.*와 동일하지만, 각 성분의 조성비율로 비교해 볼 때 일본의 *A. honmai*보다는 대만의 *A. sp.*와 더 가까운 것으로 판단된다.

이와 같이 국내 배 과원에 발생하고 있는 개체군별 성페로몬 조성의 차이에 관한 정보는 재배지역에 따라 성분조성이 다른 미끼를 이용해야 발생예찰의 효율을 높일 수 있다는 현실적인 문제 이외에 각 개체군의 분류학적 위치에 대한 검토가 필요하다는 것을 보여주고 있다. 곤충의 성페로몬은 종 특이성이 매우 강하고 성충의 교미행동과 직접적으로 관련되기 때문에 종의 분화와 유지에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Klun *et al.*, 1975). 비록 같은 종이라도 발생 지역이나 기주 식물에 따라 성페로몬 성분조성에 변이가 존재하는 이른바 “성페로몬 다형현상 (polymorphism)”이 콩줄기명나방(*Ostrinia scapulalis*), European corn borer(*Ostrinia nubilalis*), obliquebanded leafroller(*Choristoneura roseceana*), 사과굴나방(*Phyllonorycter ringoniella*)을 비롯한 몇몇 곤충들에서 보고되어 있다(Klun *et al.*, 1975, 1975; Boo, 1998; Huang *et al.*, 2002; El-Sayed *et al.*, 2003). 이 현상은 같은 종 내에서 성페로몬의 성분들은 같지만 발생지역에 따라 성분의 비율이 다른 경우로서 천안과 상주 개체군간의 관계가 여기에 속한다고 볼 수 있다(Table 1). 그러나 나주 개체군에서는 천안과 상주 개체군에서 발견되는 성분 이외에 E11-14:Ac와 10me-12:Ac가 추가로 존재하기 때문에 다형현상으로는 설명이 불가능하며 서로 다른 종일 가능성이 높은 것으로 판단된다. 따라서 우리나라에 분포하고 있는 개체군들에 대한 형태, 발생생태 및 분자생물학적인 비교를 통하여 *Adoxophyes* spp.의 분류학적 위치를 재조명해야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Boo, K.S. 1998. Variation in sex pheromone composition of a few selected lepidopteran species. *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 17-24.
- Choi, K.H. 2002. Ecology and management strategy of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) on apple orchards in Korea. Ph. D. dissertation. 59-64 pp. Kyungpook National University, Taegu, Korea.
- El-Sayed, A.M., J.D. Delisle, N.D. Lury, L.J. Gut, G.J.R. Judd, S. Legrand, W.H. Reissig, W.L. Roelofs, C.R. Unelius and R.M. Trimble. 2003. Geographic variation in pheromone chemistry, antennal electrophysiology, and pheromone-mediated trap catch of North American populations of the obliquebanded leafroller. *Environ. Entomol.* 32: 470-476.
- Fu, W., S. Wu, J. Zhou, X. Xia and H. Qiu. 1999. Studies on the sex pheromone polymorphism and cytogenetics of the summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana* in China. Proceeding of the “First Asia-Pacific Conference on Chemical Ecology”. 71 pp. Shanghai, China.
- Ghizdavu, I., F.P. Hodosan and I. Oprean. 1987. Attractifs sexuels spécifiques pour *Adoxophyes orana* F. v. R. et *Archips crataegana* Hb. *Rev. Roum. Biol. Ser. Biol. Anim.* 32: 23-27.
- Hai, T.V., L.V. Vang, P.K. Son, S. Inomata and T. Ando. 2002. Sex attractants for moths of Vietnam: Field attraction by synthetic lures baited with known lepidopteran pheromones. *J. Chem. Ecol.* 28: 1473-1481.
- Han, K.S. 2002. Sexual isolation of two *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) types in Korea. Ph. D. dissertation. 39-71 pp. Seoul National University, Seoul, Korea.
- Hsiao, S.N. 1990. Bioassay of sex pheromone of the smaller tea tortrix, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae). *Chin. J. Entomol.* 10: 443-450.
- Huang, Y., T. Takanashi, S. Hoshizaki, S. Tatsuki and Y. Isikawa. 2002. Female sex pheromone polymorphism in adzuki bean borer, *Ostrinia scapulalis*, is similar to that in European corn borer, *O. nubilalis*. *J. Chem. Ecol.* 28: 533-539.
- Klun, J.A. and Cooperators. 1975. Insect sex pheromone: Intraspecific pheromonal variability of *Ostrinia nubilalis* in North America and Europe. *Environ. Entomol.* 4: 891-894.
- Kou, R., D.S. Tang, Y.S. Chow and H.K. Tseng. 1990. Sex pheromone components of female smaller tea tortrix moth, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) in Taiwan. *J. Chem. Ecol.* 16: 1409-1415.
- Lee, S.C, D.I. Kim and S.S. Kim. 1993. Ecological characteristics of *Adoxophyes* sp. at tea tree plantation. *Korean J. Appl. Entomol.* 32: 279-284.
- Lee, S.C. 1998. Studies on ecology of pear pests and integrated pest management programs on pear. 55-59 pp. The final report of special project of RDA.
- Minks, A.K. and S. Voerman. 1973. Sex pheromone of the summerfruit tortrix moth, *Adoxophyes orana*: trapping performance in the field. *Entomol. Exp. Appl.* 16: 541-549.
- Noguchi, H., H. Sugie, Y. Tamaki and Y. Oomasa. 1985. Sex-pheromone components and related compounds released by virgin females of *Adoxophyes* sp. and *Adoxophyes orana fasciata* (Lepidoptera: Tortricidae). *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.* 29: 278-283.
- SAS Institute. 1999. SAS version 8.1. SAS Institute. Cary, NC.
- Sugie, H., Y. Tamaki, S. Shirasaki and T. Kitamura. 1984. Further studies on the sex pheromone of the summer fruit tortrix moth, *Adoxophyes orana fasciata*. *Jap. J. Appl. Entomol. Zool.* 28: 156-160.
- Tamaki, Y., H. Noguchi, H. Sugie, R. Sato and A. Kariya. 1979. Minor components of the female sex-attractant pheromone of the smaller tea tortrix moth (Lepidoptera: Tortricidae): Isolation and identification. *Appl. Entomol. Zool.* 14: 101-113.
- Tamaki, Y., H. Noguchi, T. Yushima, C. Hirano, K. Honma and H. Sugawara. 1971. Sex pheromone of the summerfruit tortrix: Isolation and identification. *Kontyu.* 39: 338-340.
- Yang, C.Y. 2002. Monitoring and mating disruption of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) with sex pheromone at Korean pear orchards. Ph. D. dissertation. 41-71 pp. Seoul National University, Seoul, Korea.

(Received for publication 17 February 2005;
accepted 16 March 2005)