

최근 경북지역 사과원에서 잎말이나방과 해충 발생동향

최경희* · 이순원 · 이동혁 · 김동아 · 서상재¹ · 권용정²

농촌진흥청 원예연구소 사과시험장, ¹상주대학교 농생물학과, ²경북대학교 농생물학과

Recent Occurrence Status of Tortricidae Pests in Apple Orchards in Geoungbuk Province

Kyung-Hee Choi*, Soon-Won Lee, Dong-Hyuk Lee, Dong-A Kim, Sang-Je Suh¹ and Young-Jeong Kwon²

Apple Experiment Station, NHRI, RDA, Gunwi 716-812, Republic of Korea

¹Department of Horticulture, SangJu National University, SangJu 742-711, Republic of Korea

²Department of Agricultural Biology, Geoungbuk National University, Daegu 702-701, Republic of Korea

ABSTRACT : This study investigated the species of leafrollers in apple orchards and nursery farms in Gyeongsangbuk-do for three years from 1998 to 2000, and also examined the occurrence and damage of leafrollers in commercial apple orchards in 5-6 cities and districts for 10 years from 1992 to 2001. Total seven species of tortricidae were found in the apple orchards, which were *Adoxophyes orana*, *Archips breviplicanus*, *Rhopobota unipunctana*, *Choristoneura longicellana*, *Acleris fimbriana*, *Ptycholoma lecheana circumclusna* and *Archips subrufanus*. Among them, *A. orana* was dominant species every year, and *A. breviplicanus* and *R. unipunctana* occurred with a high density in one or two farms in some years. The dominant species in the 1980s were *A. breviplicanus* and *R. unipunctana*, but it was considered that dominant species have been changed in the late 1990s. According to the result of leafroller damage in commercial apple orchards for 10 years, the mean fruit damage rate was 0.67%. Fruit damage was observed frequently between August and October by third-generation larvae.

KEY WORDS : Apple, Leafrollers, Species, Occurrence status

초 록 : 1998년부터 2000년까지 3년간 경북사과주산지 사과원과 묘목원을 대상으로 잎말이나방류 종을 조사하였으며, 1992년부터 2001년까지 10년간 5-6개 시군의 관행사과원과 폐원에서 잎말이나방 발생동향과 피해정도를 조사하였다. 사과원에 발생하는 잎말이나방으로는 애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*), 사과무늬잎말이나방(*Archips breviplicanus*), 매실애기잎말이나방(*Rhopobota unipunctana*), 사과잎말이나방(*Choristoneura longicellana*), 복숭아잎말이나방(*Acleris fimbriana*), 감나무잎말이나방(*Ptycholoma lecheana circumclusna*), 한국잎말이나방(*Archips subrufanus*) 등 총 7종이 조사되었다. 이중 애모무늬잎말이나방이 매년 단연 우점종이었으며, 사과무늬잎말이나방과 매실애기잎말이나방은 특정 해에만 1-2농기에서 다발생하였다. 1980년대 우점종은 사과무늬잎말이나방과 매실애기잎말이나방이었으나, 1990년대말 우점종 변화가 이루어진 것으로 조사되었다. 10년간 관행사과원의 잎말이나방 피해정도를 조사한 결과, 평균 피해과율은 0.67%였다. 과실 피해는 3세대 유충에 의해 8-10월에 집중적으로 이루어졌다.

검색어 : 사과, 잎말이나방, 종류, 발생동향

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

잎말이나방은 분류학상으로 나비목(Lepidoptera), 잎말이나방과(Tortricidae)에 속한다. 지금까지 우리나라 사과나무에 발생하는 잎말이나방의 종류와 우점종에 대한 조사 보고를 정리하면 다음과 같다.

1962년에 사과를 가해하는 잎말이나방과에는 사과잎말이나방 등 13종이며, 애기잎말이나방과(Eucosmiidae)에는 6종이었다. 또한, 이들 중 피해와 발생이 심한 종은 모무늬잎말이나방(*Archips xylosteanus*), 사과잎말이나방(*Choristoneura longicellana*), 사과무늬잎말이나방(*Archips breviplicanus*) 등 이라고 보고하였다(Lee et al., 1962). Park et al. (1977)은 사과원에 발생하는 잎말이나방류 중 가해상황이 직접 확인된 종으로는 14종이며, 이들 중에서 검모무늬잎말이나방(*Archips fuscupreanus*)과 사과잎말이나방이 우점종이라고 하였다.

1984년 조사에서 사과 잎을 말거나 철하는 습성을 가진 종류는 15과 17종이고, 이들 중 진정한 잎말이나방류는 9종이며, 주요 우점종은 사과무늬잎말이나방과 매실애기잎말이나방이었다(Ahn et al., 1989). Ahn et al. (1985)은 사과를 가해하는 나비목 해충 중 23과 73종을 확인하였고, 잎말이나방과의 우점종은 사과무늬잎말이나방이라고 하였다.

최근 Byun et al.(1998)은 한국의 잎말이나방과를 정리하였으며, 이 중에서 사과를 기주로 하는 잎말이나방과에 32종을 보고하였다. 우리나라 사과원 우점 잎말이나방류 변천사를 시대별로 요약하면 Table 1과 같다.

하지만, 1980년대 이후 사과원에서 잎말이나방류의 우점종 변화와 잎말이나방에 대한 발생상황 및 피해 정도에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 사과원 잎말이나방의 종류와 우점종을 파악하고 잎말이나방 발생동향과 피해 정도를 조사하여, 잎말이나방의 효과적인 관리체계를 확립하기 위한 기초자료로 이용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

사과원 잎말이나방류의 종 조사

사과원 잎말이나방류의 종 조사는 1998년부터 2000년까지 3년간 매년 안동 등 경북지역 사과주산지 9개 지역 50여개 사과원을 대상으로 실시하였다. 사과원의 잎말이나방 주 발생시기인 4월부터 10월에 걸쳐 사과 잎, 화총 및 과실을 가해하는 유충을 채집하였다. 채집한 유충은 20°C, L16:D8 조건의 사육실로 옮겨 페트리디쉬(직경 9 cm, 높이 3 cm)에 담은 후 신선한 사과 잎을 공급하면서 사육하였으며, 우화된 성충으로 종을 분류·동정하였다.

관행사과원과 폐원의 잎말이나방류 발생 및 피해 정도

1992년부터 2001년까지 4월-10월에 걸쳐 매월 하순에 1회씩 경북지역 사과주산지인 군위, 안동, 영주, 영천, 의성, 청송 등 4-6개 시군을 대상으로 시군당 1-5개 사과원씩 총 12-30개 사과원에서 잎말이나방류 발생과 피해 정도를 조사하였다(Table 2). 조사대상 사과원 선정은 각 시군 농업기술센터 과수담당지도사의 추천을 받아 이루어졌으며, 연도에 따라 일부 조사대상 농가가 변경되기도 하였다. 조사 품종은 후지이며, 수령은 대개 10-20년내외로 농가간에 다소 차이가 있었다. 조사는 잎말이나방의 피해엽률과 피해과율을 조사하였다. 피해엽률 조사방법은 한 사과원에서 5주를 임의로 선정하고, 한주당 각각 8개 신초씩(4방향 각 2개신초), 총 40신초에서 총잎수와 피해잎수를 조사하여 피해엽률로 환산하였다. 피해과율은 한 사과원에서 총 1,000개 과실을 관찰하여 피해여부를 확인한 후 피해과율로 환산하였다.

Table 1. Dominant leafrollers in apple orchards in Korea

Year	Dominant species	No. species recorded	Literature
1960s	<i>Archips xylosteanus</i> , <i>Choristoneura adumbratana</i> , <i>Archips breviplicanus</i>	19	Lee et al. (1962)
1970s	<i>Archips fuscupreanus</i> , <i>Choristoneura longicellana</i>	14	Park et al. (1977)
1980s	<i>Archips breviplicanus</i> , <i>Rhopobota unipunctana</i>	9	Ahn et al. (1989)
1990s	-	32	Byun et al. (1998)

Table 2. Number of orchards surveyed in Gyeongbuk province, 1992-2001

Year	Gunwi	Andong	Yeongju	Yeongcheon	Uiseong	Cheongsong	Total
'92-'93	5	5	5	5	-	-	20
'94-'95	5	5	5	5	-	5	25
'96	5	5	5	5	5	5	30
'97	4	4	4	4	4	4	24
'98	4	3	3	3	3	3	19
'99-'00	4	3	3	3	4	3	20
'01	2	2	1	2	3	2	12

폐원된 사과원의 잎말이나방 피해과율을 조사하기 위하여, 1998년 10월에 경북 군위 3개소와 의성, 봉화, 대구 각 1개소의 폐원에서 조사과실 1,000개당 피해 과실수를 조사하여 피해과율로 환산하였다. 이 때 복숭아심식나방 및 복숭아순나방 피해과일도 같이 조사하였다.

통계분석

사과원에서 채집한 잎말이나방의 우점종 비교는 연도별로 채집한 총수를 가지고 각 종별로 비율을 계산하여 One way ANOVA로 분산분석한 후, Tukey 검정으로 분석하였다. 관행사과원의 연도간 잎말이나방 피해엽률의 비교는 각 과원에서 4월부터 10월까지 조사한 자료 중에서 최고 발생시기의 자료를 반복으로 하여 One way ANOVA로 분산분석한 후, Scheffe 검정을 실시하였다. 또한 잎말이나방의 월별 발생과원율과 피해엽률 및 피해과율 비교는 먼저 %의 값을 아크사인으로 변환하여, 연도를 집구로 두고 Two way ANOVA로 분산분석한 후, Tukey 검정으로 분석하였다 (SAS Institute, 1999).

결과 및 고찰

사과원 잎말이나방류의 종 조사

1998년부터 2000년까지 3년간 사과원에서 채집한 잎말이나방은 Table 3과 같다. 1998년은 애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*), 사과무늬잎말이나방(*Archips breviplicanus*), 매실애기잎말이나방(*Rhopobota unipunctana*), 사과잎말이나방(*Choristoneura longicellana*), 복숭아잎말이나방(*Acleris fimbriana*) 등 5종이 조사되었다. 1999년에는 애모무늬잎말이나방, 사과무늬잎말이나방, 매실애기잎말이나방, 사과잎말이나방, 감나무잎말이나방(*Ptycholoma lecheana circumclusna*) 등 5종이 조사되었으며, 2000년에는 애모무늬잎말이나방, 사과무늬잎말이나방, 매실애기잎말이나방, 사과잎말이나방, 복숭아잎말이나방, 한국잎말이나방(*Archips subrufanus*) 등 6종이 조사되었다. 2000년에는 사과무늬잎말이나방과 매실애기잎말이나방의 점유비율이 1998년과 1999년에 비하여 상대적으로 높았으나, 이는 특정 사과원에서 대 발생하였기 때문이다.

Table 3. No. of leafroller larvae collected in apple orchards in Gyeongbuk province, 1998-2000

Species ^a	No. of larvae collected			Relative abundance (%)			
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	Mean ± SED
<i>Adoxophyes orana</i>	2,351	1,409	1,110	97.6	97.2	75.4	90.1 ± 12.70 ^a
<i>Archips breviplicanus</i>	44	20	184	1.8	1.4	12.5	5.2 ± 6.30 ^b
<i>Rhopobota unipunctana</i>	3	2	153	0.1	0.1	10.4	3.5 ± 5.95 ^b
<i>Choristoneura longicellana</i>	9	17	24	0.4	1.2	1.6	1.1 ± 0.61 ^b
<i>Acleris fimbriana</i>	1	0	1	0.0	0	0.1	0.0 ± 0.06 ^b
<i>Ptycholoma lecheana circumclusmac</i>	0	1	0	0	0.1	0	0.0 ± 0.06 ^b
<i>Archips subrufanus</i>	0	0	1	0	0	0.1	0.0 ± 0.06 ^b
Total orchards collected	11	12	13				

Means sharing the same letter are no significantly different (P=0.05, Tukey's Studentized Range Test).

Table 4. No. of orchards infested with leafrollers in apple orchards in Gyeongbuk province, 1988-2000

Species ^a	No. of larvae collected			Relative abundance (%)			
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	Mean ± SED
<i>Adoxophyes orana</i>	11	11	11	100	91.7	84.6	92.1 ± 7.70 ^a
<i>Archips breviplicanus</i>	4	3	1	36.4	25.0	7.7	23.0 ± 14.44 ^b
<i>Rhopobota unipunctana</i>	1	1	1	9.1	8.3	7.7	8.4 ± 0.70 ^{cd}
<i>Choristoneura longicellana</i>	2	2	2	18.2	16.7	15.4	16.7 ± 1.40 ^{bc}
<i>Acleris fimbriana</i>	1	0	1	9.1	0	7.7	5.6 ± 4.90 ^{cd}
<i>Ptycholoma lecheana circumclusmac</i>	0	1	0	0	8.3	0	2.8 ± 4.81 ^d
<i>Archips subrufanus</i>	0	0	1	0	0	7.7	2.6 ± 4.44 ^d
Total orchards collected	11	12	13				

Means sharing the same letter are no significantly different (P=0.05, Tukey's Studentized Range Test).

3년간 채집한 유충수를 비교한 결과, 애모무늬잎말이나방이 90.1%로 가장 높았으며, 그 외 사과무늬잎말이나방 > 매실애기잎말이나방 > 사과잎말이나방 등의 순이었다(df = 6, 14, F = 99.41, P < 0.0001). 3년간의 채집 과원수에 대한 종별 발생과원율 역시(Table 4) 애모무늬잎말이나방이 92.1%로 가장 높았으며, 그 다음으로 사과무늬잎말이나방이었다(df = 6, 14; F = 130.00, P < 0.0001). 그외 매실애기잎말이나방과 사과잎말이나방이 극히 일부 과원에서 발생하였다.

이로써, 1960년대 우점종이 모무늬잎말이나방, 사과잎말이나방, 사과무늬잎말이나방(Lee *et al.*, 1962), 1970년대 검모무늬잎말이나방과 사과잎말이나방(Park *et al.*, 1977), 1980년대에는 사과무늬잎말이나방, 매실애기잎말이나방에서(Ahn *et al.*, 1989) 1990년 후반에는 애모무늬잎말이나방으로 바뀌었음을 확인하였다.

1980년대 우점종으로 보고되었던 사과무늬잎말이나방과 매실애기잎말이나방은 특정 사과원에서만 대발생하였다. 2000년 5월 6일 조사에서 매실애기잎말이나방이 일부농가에서 대발생하였다. 그 중 경북 상주의 사과원은 저농약재배를 하여 일년에 살충제를 1-2회 살포하는 농가였다. 경북 영주의 한 사과원은 2000년부터 2002년에 걸쳐 3년동안 교미교란을 이용한 나방류 방제를 하면서 연간 살충제를 1-2회 살포한 결과, 2002년 5월 매실애기잎말이나방이 다발생하였다(Choi, K.H., unpublished). 즉, 약제방제 체계가 달라질 경우 1980년대 우점종이었던 매실애기잎말이나방과 같은 잎말이나방류가 다시 문제될 수 있음을 시사하였다.

Gruys (1982)는 네덜란드에서 광범위 살충제를 살포하는 관행사과원에서 애모무늬잎말이나방은 가장 중요한 해충이며, 이들 광범위 살충제의 사용이 줄어들면 다른 종이 우세한 해충으로 될 것이라고 하였으며, Reissig (1978)도 살포농약 종류에 따라 종 구성이 다름을 보고하였다. Hirose (1969)는 사과원에서 잎말이나방과의 우점종 변화에 대하여 재배기술과 방제기술의 변화, 기생봉류의 감소, 저항성 개체의 출현 등이 요인이라고 하였다. Ahn *et al.* (1989)은 우리나라에서 과수원의 비배관리, 품종, 약제종류, 살포시기, 살포회수 등에서 많은 변화가 있어 왔으므로, 각각의 종에 대한 생태적 특성을 세밀하게 연구하여 우점종 변화 요인에 대한 검토가 이루어져야 할 것이라고 하였다. 본 결과에서 나타난 우점종의 변화는 농약살포 등과 같은 재배환경의 변화에 따른 것으로 생각되며, 추후 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

관행사과원의 잎말이나방류 발생 및 피해정도

1992년부터 2001년까지 10년간 관행사과원 잎말이나방류의 발생과 피해정도를 조사한 결과는 Table 5와 같다.

연도별 발생과원율은 30-91%로 연도간에 큰 차이를 보였고, 발생과원율이 가장 높은 연도는 1998년이었으며, 가장 낮은 연도는 1992년이였다. 4월부터 10월 중에서 피해최성기인 월의 피해엽률을 연도별로 비교한 결과, 피해엽률은 0.12-0.61%이였다. 연도간 피해엽률의 차이는 인정되지 않았으나(df = 9, 205; F = 1.91, P = 0.0520), 1993년이 가장 높았다. 연도간에 피해과율은 0.01-3.21% 범위였으며, 1998년의 피해과율이 3.21%로 가장 높았다(df = 9, 205, F = 5.25; P < 0.0001). 피해가 심한 사과원은 피해과율이 1998년에 20.0%, 1993년

Table 5. Degree of leafroller damage in commercial apple orchards in Gyeongbuk province, 1992-2001

Year	No. of orchards surveyed	Orchards infested (%)	Injured leaves (%) ^a		Damaged fruit (%) ^b	
			Mean ± SED	Max	Mean ± SED	Max
'92	20	30	0.3 ± 0.67 ^a	2.4	0.0 ± 0.09 ^b	0.4
'93	20	55	0.6 ± 0.84 ^a	2.8	0.8 ± 2.29 ^b	10.3
'94	25	60	0.2 ± 0.55 ^a	2.5	0.4 ± 0.65 ^b	2.7
'95	25	60	0.3 ± 0.80 ^a	3.8	0.2 ± 0.22 ^b	0.81
'96	30	73	0.3 ± 0.52 ^a	2.2	1.0 ± 1.40 ^{ab}	5.8
'97	24	71	0.0 ± 0.11 ^a	0.4	0.9 ± 1.23 ^{ab}	4.0
'98	19	91	0.4 ± 0.50 ^a	1.0	3.2 ± 5.29 ^a	20.0
'99	20	60	0.1 ± 0.20 ^a	0.7	0.1 ± 0.09 ^b	0.3
'00	20	40	0.2 ± 0.35 ^a	1.5	0.0 ± 0.03 ^b	0.1
'01	12	50	0.1 ± 0.25 ^a	0.8	0.1 ± 0.32 ^b	1.1

^a The percent of injured leaves was calculated on the peak month of leafroller occurrence during March to late October in each year.

^b The percent of damaged fruit was calculated to late October. Means followed by the same letter within a column are not significantly different (Proc GLM, P = 0.05, Scheffe's Test).

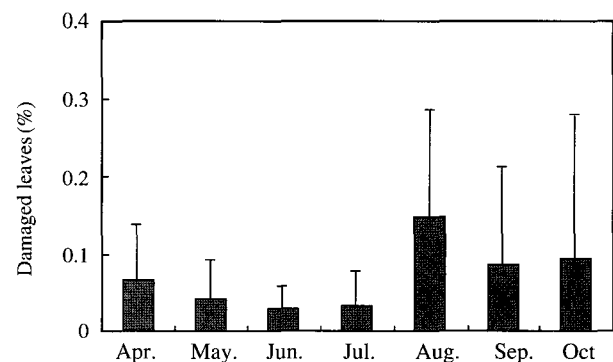


Fig. 1. Seasonal changes of damaged leaves by leafrollers in commercial apple orchards of Gyeongbuk provinces, 1992-2001. Bars are standard error (P = 0.05, Tukey's Studentized Range Test).

10.3%로 매우 높았다.

1992년부터 2001년까지 4월부터 10월까지의 월 1 회씩 관행사과원의 잎말이나방 피해엽률을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 월별간의 피해엽률 차이는 없었으나(df=6, 54; F=0.46, P=0.8330), 대체로 8월이 피해가 많은 경향이었다. 6월부터 10월까지 월별 피해과율은(Fig. 2) 8-10월이 높았다(df=4, 36; F=10.11; P<0.0001). 월별 발생과원율은(Fig. 3) 8-10월이 높은 경향이었으나 유의성은 없었다(df=6, 54, F=0.40, P=0.8726).

방치된 폐원 7개 사과원의 잎말이나방 피해과율을 조사한 결과(Table 6), 3.4%의 피해과율을 보였으며, 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 피해과율 각각 25.8, 15.4%와 비교하면 피해가 매우 적은 경향이었다.

이와 같이 관행사과원의 잎말이나방 주 피해시기는

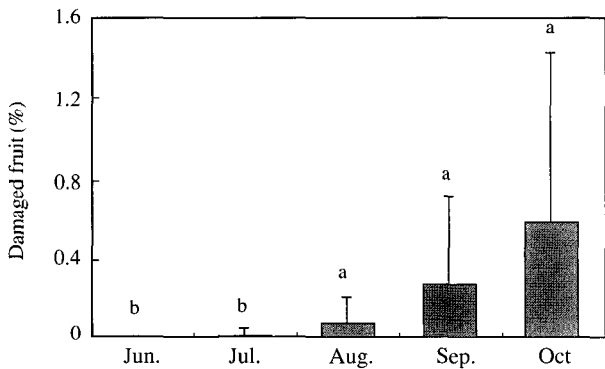


Fig. 2. Seasonal changes of fruit damage by leafrollers in commercial apple orchards of Gyeongbuk provinces, 1992-2001. Bars are standard error. Means sharing the same letter are not significantly different (Proc ANOVA, P=0.05, Tukey's studentied Range Test).

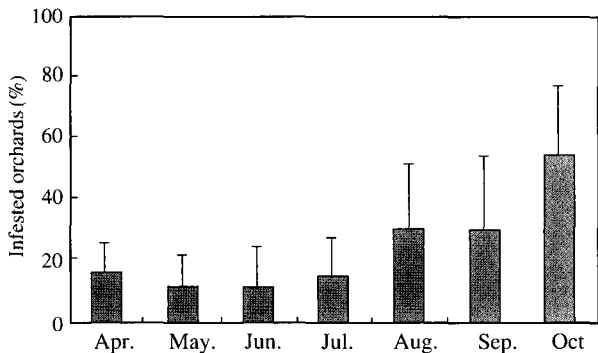


Fig. 3. Seasonal changes of apple orchards infested with leafrollers in commercial apple orchards of Gyeongbuk provinces, 1992-2001. Bars are standard error (P=0.05, Tukey's Studentied Range Test).

Table 6. The rate of fruit damage by leafrollers in abandoned apple orchards in Gyeongbuk province, 1998

County	Damaged fruit (%)		
	Leafrollers	<i>Carposina sasaki</i>	<i>Grapholita molesta</i>
Gunwi A	5	65	30
Gunwi B	5	35	15
Gunwi C	7	30	25
Uiseong	2	1	8
Bonghwa	0	0	20
Sangju	5	30	15
Daegu	0	20	5
Mean	3.4	25.8	15.4
Infested orchards (%)	71	86	100

8-10월이었으며, 과실의 피해는 애모무늬잎말이나방 3세대 유충이 가해를 하는 8월부터 시작하여 9-10월이 주 피해시기였다. 애모무늬잎말이나방 월동유충은 사과나무 발아와 동시에 가해를 시작하여 5월 중순-6월 초순에 1화기, 7월중하순에 2화기, 8월중순에 3화기를 나타내며(Lee et al., 1963), 3화기 유충은 과실의 표면을 갉아 먹어 해를 입힌다는 보고와 같이(Park et al., 1977), 본 조사에서도 과실 주 피해시기가 일치하였다. 1998년 폐원의 잎말이나방 피해과율이 3.4%인 것을 볼 때(Table 6), 재배수준이 높은 선정농가의 관행사과원에서 1998년 잎말이나방 피해과율이 3.2%인 것은 잎말이나방 등록약제의 약효저하가 원인일 수도 있다(Choi, 2003). 또한, 애모무늬잎말이나방 유충은 새로 자라나오는 신초잎을 선호하며, 신초가 다발생할 경우 밀도가 급증하고, 신초생장이 저조한 과수원에서는 발생밀도가 낮다(Charmillot and Brunner, 1990). 미국 사과원의 우점 잎말이나방인 *Choristoneura rosaceana* 유충도 사과 품종간에는 발육과 사망률에 차이가 없었다. 그러나, 사과나무 성엽보다 유엽에서 유충의 발육이 빨랐으며, 사망률도 낮았다(Onstad et al., 1986). 폐원의 경우 비배관리가 이루어지지 않기 때문에 신초생장이 부진한 반면, 일부 관행사과원은 과실 비대 등을 목적으로 질소비료를 과잉시비하여 신초가 과번무하는 경우가 있다. 그러므로, 매년 다발생하는 사과원의 경우 약제선택 뿐만 아니라, 과수원의 수세도 영향을 미치리라 판단된다. 그러나, 이러한 약제효과 및 시비관리 여부가 잎말이나방의 발생정도에 미치는 영향 등은 정확한 검토와 비교 실험이 앞으로 계속 이루어져야 할 것으로 생각된다.

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. of RDA (Crops Protection) 31: 27~33.
- Ahn, S.B., H.G. Goh and Y.I. Lee. 1985. The study of insect pests and natural enemys on apple trees. In Annual Report of Agricultural Sciences Institute, RDA: 417~428.
- Byun, B.K., Y.S. Bae and K.T. Park. 1998. Illustrated catalogue of tortricidae in Korea. 12~198. KRIBB and CIS, Korea
- Charmillot, P.J. and J.F. Brunner. 1990. La tordeuse de la pelure *Adoxophyes orana* F.v.R. (Capua): biologie, avertissement et lutte. Revue Suisse Vitic. Arboric. Vol. 22: 243~254.
- Choi K.Y. 2003. Ecology and management strategy of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) on apple orchards in Korea. 100pp. Ph. D. Thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Gruys, P. 1982. Hits and misses. The ecological approach to pest control in orchards. Entomol. Exp. Appl. 31: 70~87.
- Funayama Ken. 1992. Abundance factor and control strategy to summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana* occurring in Akita prefecture. Agriculture of this month. 36: 36~40.
- Hirose Kenyoshi. 1969. Control of apple leaf-rollers on apple trees. Plant protection 23: 30~33.
- Lee, S.C. 1963. The physiology and ecology of *Adoxophyes orana*. In Annual Report, Institute of Plant Environment, RDA. 2: 617~631.
- Lee, S.C. and D.H. Bae. 1962. Control effect of tortricidae on apple orchards. In Annual Report, Institute of Plant Environment, RDA: 735~749.
- Onstad, D.W., W.H. Reissig and C.A. Shoemaker. 1986. Influence of apple cultivar, tree phenology, and leaf quality on the development and mortality of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Ent. 118: 123~132.
- Park, K.T., K.Y. Choe, J.C. Paik and S.C. Han. 1977. Lepidopterous insect pests on apple tree. Korean J. Pl. Prot. 16: 33~39.
- Reissig, W.H. 1978. Biology and control of the obliqueanded leafroller on apples. J. Econ. Entomol. 71: 804~809.
- SAS Institute. 1999. SAS version 8.1. SAS institute. Cary, N.C.
- Oku Toshio. 1970. Studies on life-histories of apple leaf-rollers belonging to the tribe Archipsini (Lepidoptera: Tortricidae). Agric. Exp. Stn. 19: 3~51.

(Received for publication 21 July 2004;
accepted 7 September 2004)