

경북지역 사과원의 은무늬굴나방(*Lyonetia prunifoliella*) 발생동향

최경희* · 이순원 · 이동혁 · 김동아 · 서상재¹

농촌진흥청 원예연구소 사과시험장, ¹상주대학교 원예학과

Recent Increase of Apple Leafminer, *Lyonetia prunifoliella* (Hübner) on Apple Orchards in Gyeongbuk Province

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

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

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

ABSTRACT : Leaf damage by apple leafminer, *Lyonetia prunifoliella*, was surveyed on Fuji apple orchards with seedling rootstock from 1992 to 2001 and with M.9 rootstock from 1999 to 2001. The damage was negligible in apple orchards with seedling rootstock as 0.15% in 1992 and 0.06% in 1993. However it sharply increased to more than 3.39% since 1994, reaching at peak damage of 6.28% to 7.78% in 1996 to 1998. Damages on apple orchards with M.9 rootstock from 1999 to 2001 were higher as 6.09% to 15.3%, compared with those with seedling rootstock in the same years. In seedling rootstock apple, the damage was highest on september but in M.9 rootstock apple, the difference was not significant. Leaf damage showed no differences between cultivars including 4 Korean cultivars and Fuji. These results may explain that increase of M.9 rootstock apple orchards is responsible for the recent outbreak of the leafminer in Korea.

KEY WORDS : Apple, Apple leafminer, *Lyonetia prunifoliella*, Seasonal occurrence, M.9 rootstock

초 록 : 1992년부터 2001년까지 10년간 경북 사과주산지 4-6개 시군의 일반대목 사과원과 1999-2001년까지 3년간 5-6개 시군의 M.9왜성대목 사과원에서 은무늬굴나방의 발생동향과 피해정도를 조사하였다. 1992년과 1993년의 발생과원율은 각각 10%와 25%, 피해엽율은 0.15%와 0.06%로 매우 경미하였다. 그러나, 1994년부터 2001년까지는 피해엽율이 급증하여 조사된 모든 일반대목 사과원에서 발생하였으며, 특히, 1996-1998년의 피해엽율이 6.28%-7.78%로 가장 높았다. M.9왜성대목 사과원에서는 3년 모두 발생과원율이 100%였으며, 누적피해엽율은 99년은 15.3%로 같은 해의 일반대목 사과원의 3.68%에 비해 높았으며, 2000년과 2001년은 통계적 유의성은 없었으나 M.9왜성대목 사과원의 발생밀도가 높았다. 일반대목 사과원의 월별 발생과원율과 피해엽율을 조사한 결과, 9월의 발생밀도가 가장 높았으며, M.9왜성대목 사과원에서는 통계적 유의성이 없었다. 국내에서 육성된 홍로, 감홍, 추광, 화홍 등 4개 품종과 후지의 은무늬굴나방에 의한 피해정도는 차이가 없었다. 이상의 결과로 보아 M.9왜성대목 사과원의 증가가 최근의 은무늬굴나방의 다발생과 관련이 클 것으로 판단된다.

검색어 : 사과, 은무늬굴나방, 발생상황, M.9왜성대목

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

1980년대까지 우리나라 사과원의 주요 굴나방류는 사과굴나방(*Phyllonorycter ringoniella*) 한 종으로 사과나무와 사과나무속 식물인 해당류의 잎을 가해하며 사과재배 전지역에 널리 분포하였다. 또한 1980년대에는 사과굴나방이 사과원에 문제가 되어 발생생태 및 방제에 관한 많은 연구가 이루어졌다(Oh *et al.*, 1983; Lee *et al.*, 1985a, b). Park *et al.* (1977)은 사과원의 굴나방류로 사과굴나방, 복숭아굴나방(*Lyonetia clerkella*), 은무늬굴나방(*Lyonetia prunifoliella*), *Caloptilia* sp. 등 4종을 보고하였으며, 사과굴나방을 제외한 3종은 발생이 극히 경미하다고 하였다. Park *et al.* (1990)은 1987-1989년까지 3년 동안 대구지역의 사과 주요 해충의 발생밀도를 조사하였으며, 굴나방류로 사과굴나방의 피해엽율을 조사하였으며, 은무늬굴나방에 대한 언급은 없었다. 이상과 같이 은무늬굴나방은 1990년 이전까지 국내에서 사과원의 주요 해충으로 인식되지 않았다. 그러나, 1990년대 중반부터 발생밀도가 증가하기 시작하여 사과원의 주요 해충으로 등장하였다.

은무늬굴나방은 굴나방과(Lyonetiidae)에 속하는 해충으로, 기주식물은 사과, 모과, 서양자두, 뽕나무, 자작나무, 능금나무속 식물 등이 있다(Hansin and Koutou, 1995; Hogmire, 1997). 성충은 새로 자라는 어린 잎 뒷면의 조직 속에 한개씩 알을 낳으며, 부화한 유충은 1령 때는 선모양으로 굴을 파면서 가해하고 2령, 3령 유충은 점차 넓게 무정형으로 확장하여 가해한다. 밀도가 높으면 2, 3령 유충은 밀도가 낮은 다른 잎으로 이동한다. 자라난 노숙유충은 굴 밖으로 나와서 입에서 실을 토해내어 나뭇잎 뒷면에 거미줄 모양의 하얀 고치를 만들고 그 속에서 번데기가 되며 성충으로 우화한다(Frost, 1924; Sekita and Yamada, 1979). 성충은 여름형과 가을형으로 구분되며, 여름형은 체색이 희고 가을형은 짙은 무늬를 띤다(Chang, 1965). 비휴면세대는 온도에 따라서 대체로 2-5주에 1세대를 경과한다(Chang, 1965; Maier, 1988; Sekita, 1991).

본 연구는 1992년부터 2001년까지 경북 사과주산지 4-6개 시군의 일반대목 사과원에서 은무늬굴나방의 발생동향과 피해정도를 파악하였다. 또한 최근 재식면적이 증가하는 M.9왜성대목 사과원과 국내에서 육성된 4개 품종에서의 은무늬굴나방의 발생정도도 조사하였다.

재료 및 방법

일반대목 사과원의 은무늬굴나방 발생정도 조사

경북 사과 주산지에서 1992년부터 2001년까지 4월-9월에 걸쳐 월 1회 군위, 안동, 영주, 영천, 의성, 청송 등에서 시군당 1-5곳의 사과원을 선정하여 은무늬굴나방의 발생정도를 조사하였다(Table 1). 조사대상 사과원은 각 시군농업기술센터의 추천으로 선정하였고, 연도별로 일부 조사대상 과원이 변경되었다. 조사 사과원의 대목은 대부분이 일반대목으로 교목성이었으며, 1-2농가는 반왜성 대목이었다. 품종은 후지이었고, 수령은 대개 10-20년 내외로 농가간에 다소 차이가 있었다. 한 사과원에서 5주를 임의로 선정하고, 1주에서 8개의 신초씩(동서남북 4방향에서 각각 2개 신초씩 임의로 선정), 총 40개의 신초에서 총잎수와 은무늬굴나방에 의한 피해잎수를 조사하였다.

M.9왜성대목 사과원의 은무늬굴나방 발생정도 조사

최근 재식면적이 계속 늘어나고 있는 M.9왜성대목을 이용한 저수고 밀식재배 사과원에서 은무늬굴나방의 발생상황을 조사하였다. 1999년부터 2001년까지 군위, 안동, 영주, 영천, 의성, 청송 등 5-6개 시군에서 시군별로 1개 사과원(2000년 군위에서는 2개 사과원을 조사)을 조사하였다. 품종은 3-6년생의 후지이었다. 조사방법은 일반대목 사과원과 동일하였다.

국내 육성된 4개 품종에서 은무늬굴나방 발생정도 조사

1998년에 국내에서 육성된 홍로, 감홍, 추광, 화홍

Table 1. Number of apple orchards in each county and city in which damage level by apple leafminer was surveyed in Gyeongbuk province, 1992-2001

Year	Gunwi	Andong	Yeogju	Yeongcheon	Uiseong	Cheongsong	Total
1992-1995	5	5	5	5	0	0	20
1996	5	5	5	5	0	5	25
1997	5	5	5	5	5	5	30
1998	4	4	4	4	4	4	24
1999	4	3	3	3	4	3	20
2000	4	3	3	3	4	3	20
2001	2	2	1	2	3	2	12

* The apple trees were with seedling rootstock.

등 4개 품종과 후지품종의 은무늬굴나방에 의한 피해 정도를 조사하였다. 경북 군위군 소보면 위성리에 있는 사과시험장 내의 실험포장에서 조사하였다. 수령은 모두 5년생으로 동일한 조건하에서 일반적인 관리가 이루어졌다. 품종당 5주를 임의로 선정하고, 주당 8개 신초에서 총잎수와 은무늬굴나방에 의한 피해잎수를 조사하였다.

통계분석

일반대목 사과원의 연도간 은무늬굴나방 피해엽율의 비교는 SAS를 이용하여 One way ANOVA로 분산분석한 후, Scheffe 검정을 실시하였다. 월별 은무늬굴나방 발생과원율과 피해엽율의 비교는 Two way ANOVA로 분산분석한 후, Tukey 검정으로 분석하였으며, 품종간 피해엽율 비교는 One way ANOVA로 분산분석한 후, Tukey 검정을 실시하였다. 일반대목 사과원과 M.9대목 사과원의 발생밀도 비교는 T-Test를 이용하여 수행하였다(SAS Institute, 1999).

결 과

연도별 일반대목 사과원과 M.9왜성대목 사과원의 은무늬굴나방 발생상황

일반대목 사과원의 은무늬굴나방 발생과원율과 피해엽율은 Table 2와 같다. 1992년과 1993년에 은무늬굴나방이 발생한 과원율의 비는 각각 10%와 25%로 낮았으나, 1994년부터 2001년까지는 모든 포장에서 발생하여 100% 발생과원율을 나타내었다. 누적피해엽율은 연도간에 뚜렷한 차이를 보였다($F = 9.91$, $df = 9, 205$, $P < 0.0001$). 1992년과 1993년의 누적피해엽율은 각각 0.15%와 0.06%로 그 피해가 매우 경미하였으나, 1994년부터 2001년의 누적피해엽율은 3.39-7.78% 높게 나타났으며, 특히 1996-1998년이 다발생하였다.

1999년부터 2001년까지 3년간 M.9왜성대목 사과원과 일반대목 사과원의 은무늬굴나방 발생정도를 비교한 결과(Table 3), 1999년의 M.9왜성대목 사과원의 은무늬굴나방 피해엽율이 15.3%로 일반대목 사과원의 3.68%에 비해 높았다($t = 3.47$, $P = 0.0153$). 2000년과 2001년의 M.9왜성대목 사과원의 피해엽율은 각각 6.09, 8.53%로 같은 시기 일반대목 사과원의 피해엽율 4.43, 4.53%에 비해 피해가 다소 많았으나, 통계적

Table 2. Orchards and injured leaves (mean±SD) damaged by *Lyonetia prunifoliella* in 'Fuji' apple orchards with seedling rootstock in Gyeongbuk, 1992-2001

Year	No. of orchards surveyed	Damaged orchards (%)	Accumulated leaf damage(%)*
1992	20	10	0.15±0.58b
1993	20	25	0.06±0.12b
1994	20	92	3.39±6.56ab
1995	20	100	4.96±2.67ab
1996	25	100	7.78±3.91a
1997	30	100	6.28±4.02a
1998	24	100	7.71±5.69a
1999	20	100	3.68±3.30ab
2000	20	100	4.43±3.53ab
2001	12	100	4.53±3.97ab

* Leaf damage (%) of each month was accumulated from April to September.

Means followed by the same letter within a column are not significantly different by Scheffe's Test ($P = 0.05$).

Table 3. Orchards and leaves(mean±SD) damaged by *Lyonetia prunifoliella* in 'Fuji' apple orchards with M.9 rootstock in Gyeongbuk, 1999-2001

Year	Damaged orchards (%)	Accumulated leaf damage (%)
1999	100	15.3±7.97
2000	100	6.09±5.40
2001	100	8.53±7.11

*Leaf damage (%) of each month was accumulated from April to September.

유의성은 인정되지 않았다(2000년: $t = 0.89$, $P = 0.3811$, 2001년: $t = 1.59$, $P = 0.1310$).

월별 은무늬굴나방 발생밀도

일반대목 사과원에서 1992년부터 2001년까지 조사한 월별 은무늬굴나방의 발생과원율과 피해엽율을 평균한 결과는 Figs. 1, 2와 같다. 조사기간 4월-9월 중에서 발생과원율과 피해엽율 모두 9월이 가장 높았다(발생과원율: $F = 4.18$, $df = 14, 45$, $P = 0.0033$, 피해엽율: $F = 3.60$, $df = 14, 45$, $P = 0.0080$). M.9왜성대목 사과원에서 1999년부터 2001년까지 조사한 월별 은무늬굴나방의 발생과원율과 피해엽율은(Figs. 3, 4) 통계적 유의성은 없었으나, 5월의 발생과원율이 가장 높았으며($df = 7, 10$; $F = 1.06$, $P = 0.4365$), 피해엽율은 일반대목 사과원과 같이 9월이 가장 높았다($df = 7, 10$; $F = 1.49$, $P = 0.2634$).

국내 육성된 품종간 은무늬굴나방 발생밀도

국내에서 육성된 홍로, 화홍, 감홍, 추광 4개 품종과

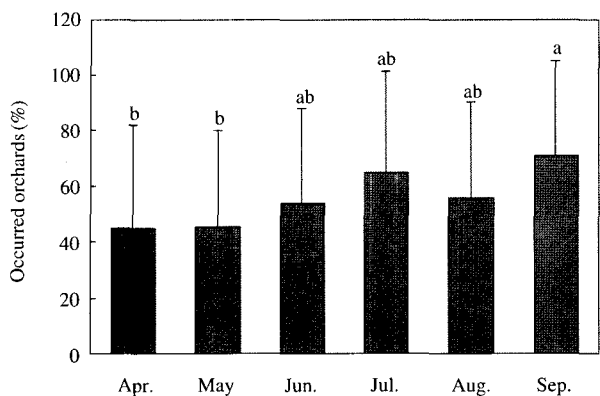


Fig. 1. Monthly changes in orchards damaged by *Lyonetia prunifoliella* on 'Fuji' apple tree with seedling rootstock in Gyeongbuk provinces.

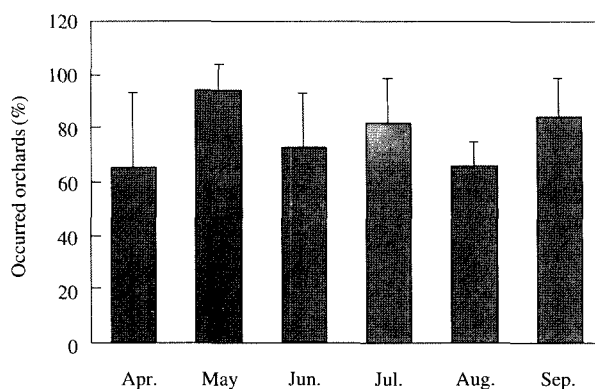


Fig. 3. Monthly change in orchards damaged by *Lyonetia prunifoliella* on 'Fuji' apple tree with M.9 rootstock in Gyeongbuk provinces.

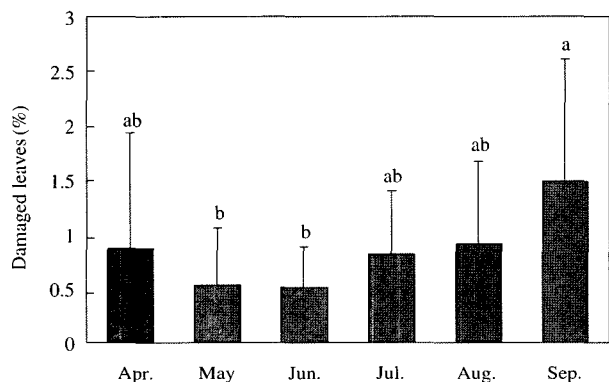


Fig. 2. Monthly changes in leaves damaged by *Lyonetia prunifoliella* on 'Fuji' apple tree with seedling rootstock in Gyeongbuk provinces.

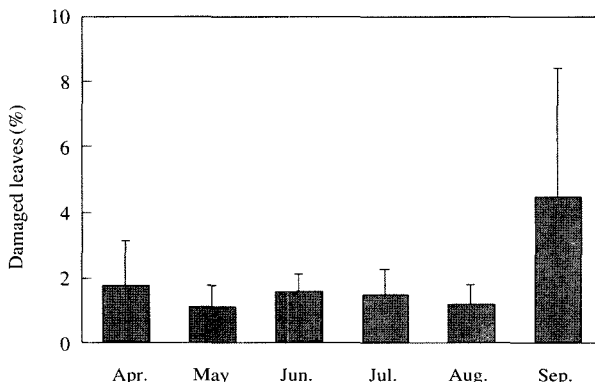


Fig. 4. Monthly change in leaves damaged by *Lyonetia prunifoliella* on 'Fuji' apple tree with M.9 rootstock in Gyeongbuk provinces.

Table 4. Damaged leaves (%) of 5 apple cultivars by *Lyonetia prunifoliella* in Gunwi, 1998

Apple Cultivar	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Accumulated leaf damage(%)
Hongro	0.80±0.45	0.44±0.66	0.00±0.00a	0.53±0.30	3.91±2.14	5.68
Hwahong	0.40±0.55	0.97±0.62	0.12±0.27b	0.25±0.34	3.33±1.67	5.07
Chukwang	0.20±0.45	1.09±0.76	0.13±0.29b	0.25±0.35	2.78±1.10	4.45
Gamhong	1.20±1.64	0.30±0.41	0.13±0.28b	0.13±0.30	2.84±1.45	4.60
Fuji	1.80±1.64	0.17±0.37	1.64±1.28b	0.59±0.59	2.55±1.14	6.75

*The cultivars were bred at National Horticulture Research Institute in Korea.

Means followed by the same letter within a column are not significantly different by Tukey's Studentized Range Test ($P=0.05$).

후지 품종간의 월별 은무늬굴나방의 피해율은 Table 4와 같다. 6월은 홍로 품종이 다른 품종에 비해 은무늬굴나방의 피해가 적었으나($F=6.40$; $df=4, 20$; $P=0.0017$), 그 외 4, 5, 7, 8, 9월은 품종간에 은무늬굴나방의 피해정도에 차이가 없었다(4월: $F=1.69$, $df=4, 20$, $P=0.1921$, 5월: $F=2.51$, $df=4, 20$, $P=0.0741$, 7월: $F=1.28$, $df=4, 20$, $P=0.3097$, 8월: $F=0.62$, $df=4, 20$,

$P=0.6562$).

고찰

1992-2001년까지 10년간 은무늬굴나방의 발생동향을 조사한 결과, 1980년대까지 우리나라 사과원에서

문제해충으로 인식되지 않은 은무늬굴나방이 1994년 을 기점으로 밀도가 증가하여 1996-1998년에는 다발 생하였고, 그후 밀도가 다소 감소하였으나 사과굴나방 과 함께 주요 굴나방류로 정착되었음이 확인되었다. Sekita and Yamada (1979)는 일본에서 사과굴나방과 은무늬굴나방은 사과 재배전지역에서 통상적으로 발견되는 굴나방류이며, 사과굴나방은 높은 밀도로 유지 된다고 하였다. 반면, 은무늬굴나방은 1970년 중반까 지는 좁은지역에서 산발적으로 발생하여 해충으로 거 의 중요시 되지 않았으나 아오모리지방에서 1976년부터 해충이 될 수 있는 수준까지 밀도가 증가하였는데, 밀도 급증의 원인은 풍부한 먹이조건이라고 하였다. 즉, 1960년 후반부터 일본 사과산업의 불황으로 사과 원이 새로운 품종으로 대체되기 시작하였고, 그 결과 은무늬굴나방이 선호하는 어린 신초들의 공급이 연중 충분히 이루어졌기 때문이라고 하였다(Sekita, 1991). 1980년대 미국 북동부의 묘목원(Vally, 1982)과 유목 원(Mailer, 1988; Brown, 1989; Brown and Welker, 1992)에서도 *Lyonetia*속 굴나방이 다발생하여 중요한 해충이 되었다. 우리나라에서도 다른 경쟁과실에 비해 소득이 상대적으로 낮아지면서 사과 재배면적이 1994 년 기준 52,100ha에서 2002년 26,200ha로 급격히 감 소하면서(Lee, 2003), 폐원을 그대로 방치하는 농가가 많아졌으며, 일부 농가는 새로운 품종으로 전환하기도 하였다. 1997년부터는 M.9왜성대목 사과원을 개원하 는 농가가 증가하였으며, 이에 따라 묘목상도 급격히 증가하여 은무늬굴나방의 먹이 조건이 충분한데 그 원인이 있을 수 있다. Maier (1995)는 *Lyonetia* spp.의 기주식물과 밀도에 대한 연구에서 야생기주식물 가까 이에 묘상이나 사과원이 있을 때 피해밀도가 매우 높 았다고 하였다.

Maier (1995, 1996)는 사과나무의 2차 신초생장이 일어나는 8월과 10월 사이에 은무늬굴나방의 발생밀 도가 높았으며, 밀도가 가장 높은 시기는 9월 19일 이 었다고 하여 주 피해시기가 9월로 나타난 본 조사내 용과 일치하였다. 일반대목 사과원에 비하여 M.9왜성 대목 사과원에서 피해가 높은 것은 M.9왜성대목 사 과원이 재식 3-6년차의 유목으로 일반대목 사과원에 비하여 신초생장이 활발하여 은무늬굴나방이 증식하 기에 좋은 조건이었기 때문으로(Frost, 1924; Sekita and Yamada, 1979) 생각된다. 재식년도가 같은 국내 육성 4개 품종 간에는 발생밀도에 큰 차이가 없었는 데, 이는 은무늬굴나방의 발생밀도가 품종보다는 신초

성장 정도에 더 큰 영향을 받는다는 것을 보여주는 것이라고 생각된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 은무늬굴나방은 우리 나라 뿐만 아니라 다른 나라 사과원에서도 발생밀도 가 증가하는 주요 해충으로 발생추이를 지속적으로 관찰할 필요가 있다. 은무늬굴나방은 새로 자라는 신 초의 잎을 좋아하고, 최근 재식면적이 급격히 증가하 는 M.9왜성대목은 신초생장이 왕성하므로 이들 유목 원에서는 앞으로 적절한 은무늬굴나방 관리대책이 마 련되어야 할 것이다. 아울러 은무늬굴나방 다발생의 원인과 생태 및 방제에 대한 연구 등이 체계적으로 수행되어야 할 것이다.

Literature Cited

- Brown, M.W. 1989. Spatial dynamics and sampling of *Lyonetia speculella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), a leafminer of apple. *Environ. Entomol.* 18: 875-188.
- Brown, M.W. and W.V. Welker. 1992. Development of the phytophagous arthropod community on apple as affected by orchard management. *Environ. Entomol.* 21: 485-492.
- Chang, T.C. 1965. A preliminary study of *Lyonetia prunifoliella* Hübner. *Acta Entomol. Sin* 14: 103-105.
- Frost, S.W. 1924. Two little known leafminers of apple (Lepid.: Tineidae; Col.: Curculionidae). *Entomol. News* 35: 32-34.
- Hansin, T. and S. Koutou. 1995. A handbook of diseases and insect pests of fruit tree. 1st ed., 77 pp. Japan Plant Protection Association.
- Hogmire, H.W. 1997. Fruit insect focus for September, 1997. *Scaffolds Fruit Journal.* 6: 27.
- Lee, S.W. 2003. Cultural technique of high-quality apple for export. *Agricultural & Fishery Trade Information.* 152: 28-43.
- Lee, S.W., I.S. Kim, J.H. Kim, M.H. Lee and J.S. Hyun. 1985a. Seasonal changes of leaf damage and parasitism of the apple leaf miner, *Phyllonorycter ringoniella* (Matsumura) in relation to the management and varieties in apple orchards. *Korean J. Pl. Prot.* 24: 157-162.
- Lee, S.W., I.S. Kim, J.H. Kim, M.H. Lee and J.S. Hyun. 1985b. Seasonal occurrences of the apple leaf miner, *Phyllonorycter ringoniella* (Matsumura) and its parasites and damaging leaf position. *Korean J. Pl. Prot.* 24: 151-155.
- Maier, C.T. 1995. Hosts and density of *Lyonetia* spp. (Lepidoptera: Lyonetiidae) mining the foliage of woody ericaceous and rosaceous plants. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88: 738-747.
- Maier, C.T. 1996. Seasonal density and impact of mining of *Lyonetia prunifoliella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) on semidwarf apple trees in Connecticut. *J. Entomol. Sci.* 31: 440-452.
- Maier, C.T., 1988. A new leafminer, *Lyonetia speculella*, in Connecticut apple orchards. *Rep. Conn. Pomol. Soc.* 1987: 6-12.
- Oh, J.Y., H.Y. Kim, J.T. Youn and S.B. Lee. 1983. Studies on the seasonal occurrences and the chemical control of the apple leaf miner, *Lithocolletis reingoniella*. *Res. Rept. ORD* 25: 79-84.
- 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.
- Park, S.D., K.C. Jung, Y.D. Choo, J.T. Yoon, S.D. Park and D.W. Choi. 1990. Studies on occurrence prediction for apple trees major insect pest in Taegu apple orchards. *Res. Rept. RDA*

- (C.P). 32: 18~25.
- Sekita, N. 1991. Comparative population dynamics of two species of leaf miner *Phyllonorycter ringoniella* Matsumura and *Lyonetia prunifoliella malinella* Matsumura in apple orchards. Bull. Aomori Apple Exp. Stn. 27: 3~98.
- Sekita, N. and M. Yamada. 1979. Life history of *Lyonetia prunifoliella* Hübner subsp. *malinella* (Matsumura) (Lepidoptera: Lyonetiidae). Appl. Entomol. Zool. 14: 285~292.
- Valley, K. 1982. A leafminer, *Lyonetia* sp., on rhododendron (Lepidoptera: Lyonetiidae). Regul. Hortic. (Entomol. Circ. 70) 8: 25~26.

(Received for publication 1 October 2004;
accepted 16 February 2004)