사과굴나방 및 그寄生蜂類의 發生消長과 加害葉位

李順遠[1]·金仁洙[1]·金貞煥[1]·李文弘[1]·玄在善[2]

LEE, SOON-WON, IN-SOO KIM, JEONG-HWAN KIM, MOON-HONG LEE, AND JAI-SUN HYUN: Seasonal Occurrences of the Apple Leaf Miner, *Phyllonorycter ringoniella* (Matsumura) and Its Parasites and Damaging Leaf Position

Korean J. Plant Prot. 24(3) : 151~156(1985)

ABSTRACT Apple leaf miner(ALM), *Phyllonorycter ringoniella*(Matsumura), occurs 4~5 generations a year in Suweon; adult emergence peaks being in mid April, early June, early July, mid August, and mid September with the highest one in the 4th generation. Numbers of days required to complete the development(egg to adult emergence) were different with oviposited dates; 43days for late May, 32~37 days for June to July, and 39days for early August. ALM larvae oviposited after late August did not emerge and went into diapause. Sites of the infested leaf on the shoot seemed to be somewhat different with the ALM generations; the preferred leaf sites being the 1st-6th leaf for the 1st, the 4th-9th for the 2nd, the 4th-18th for the 3rd or 4th, and the terminal leaves of the first growth shoot or the leaves of the secondary shoot for the 5th generation.

Parasites of three families emerged from the mines of ALM in Suweon. The encyrtid (*Holcothorax testaceipes* Ratzelburg) occurs 4 generations and the eulophids 5 generations a year. A small number of the braconid(*Apanteles* sp.) occcrred only in September.

緖 論

사과굴나방은 最近 사과園에서 問題가 되고있는 潛葉性 害虫으로서, 主要 사과栽培團地의 15個 園藝組合 指導技師를 對象으로 1983年 個人設問調査에 依하면, 점박이응애 다음으로 防除가 어려운 害虫으로 指摘되고 있다.

사과굴나방은 가는나방科(Gracillariidae)에 屬하는 微小나방으로 從來에는 *Lithocolletis*屬으로 分類되었으나, 1973年 Kumata에 依해 *Phyllonorycter*屬으로 再分類되었다.[8] 分布地域은 우리나라를 비롯하여 日本(四國 除外)·中國 等이며,[9] 主로 *Malus*屬의 植物을 加害하고, 程度는 극히 적으나 甘果양앵두(*Prunus avium* L.)도 加害한다.[11]

사과굴나방은 사과잎의 被害部 속에서 蛹化하며, 羽化時는 被害部 先端을 뚫어 蛹殼을 반쯤 내놓고 빠져 나온다. 越冬은 蛹態로 被害落葉속에서 하며, 幼虫態로는 越冬이 不可能하다고 한다[5]. 年 5世代를 거치는 日本의 長野縣에서는, 越冬蛹은 1月에 休眠이 打破되나 發育은 3月頃부터 始作하여, 4月上~中旬에 1化期 成虫이 發生한다. 年間 世代數는 地域에 따라 큰 差異가 있어서 北海道에서는 3回 發生하지만, 九州地方에서는 6~7回까지 發生한다고 한다,[7,11]

사과굴나방의 寄生性 天敵으로 우리나라에서는 좀벌科(Eulophidae)의 5種, 깡충좀벌科(Encyrtidae)의 1種 및 고치벌科(Braconidae)의 1種 等 모두 3科 7種이 알려져 있으나[2], 日本에서는 좀벌科의 26種 等 모두 5科 38種이 報告되어 있다[8,10].

우리나라에서 사과굴나방에 관한 硏究는 被害消長과 藥劑防除를 위한 藥劑選拔試驗이 一部 이루어졌을 뿐,[3,4] 生活史를 비롯한 發生生態가 거의 밝혀져 있지 않다. 우리들은 1982~1983年 水原地方에서 사과굴나방에 대하여 年中 發生消長, 世代別 加害葉位 및 産卵時期別 發育期間과, 사과굴나방에 寄生하는 寄生蜂類의 發生消長을 調査하였기에 그 結果를 報告하는 바이다.

1 農村振興廳 農業技術硏究所(Agricultural Sciences Institute, Suweon 170, Korea)
2 서울大學校 農科大學(Dept. of Agr. Biol., College of Agriculture, Seoul Nat. University, Suweon 170, Korea)

材料 및 方法

1. 사과굴나방의 成虫 發生消長

1化期 사과굴나방 및 寄生蜂類에 대한 羽化調査는 1982年 3月初에 京畿道 安城郡 西雲面 '오하農場'에서 落葉(約 5,000 잎, 被害葉率 60.6%)을 農技研으로 가져와, 野外에 設置한 羽化箱(180×60×60 cm, 網糸 30 mesh) 속에 넣고 羽化成虫數를 2~3 日 間隔으로 調査하였다.

2化期 以後의 發生消長은 1983年 5月中旬부터 10月中旬까지 園藝試驗場의 殺虫劑 無撒布區의 사과나무(品種 Starkrimson) 5株에 株當 10個의 新梢, 合計 50個의 新梢를 選定하여 表識하고 이를 對象으로 週 1回 새로 發生하는 被害葉의 數와 그 被害葉의 各 被害痕을 對象으로 하여 個體別 羽化日을 蛹殼을 보고 確認하였다.

2. 産卵時期에 따른 사과굴나방의 發育期間調査

1982年과 1983年 兩年에 農技研 構內에 심어 놓은 사과나무 1年生 苗木에 網糸를 씌워 놓고, 갓 羽化한 成虫을 10雙 정도씩 接種하여 3日間 産卵시킨뒤 成虫을 除去하였다. 以後 個體別 사과굴나방의 羽化日을 2~3日 마다 被害部의 蛹殼으로 確認하여 各各의 發育期間을 調査하였다.

3. 사과굴나방의 世代別 加害葉位 調査

世代別 加害葉位에 대한 調査는 上記의 成虫發生消長을 밝히기 위한 羽化調査時 有脚幼虫(Tissue-feeder)[12]에 依한 新梢內의 加害葉位를 調査하였다.

4. 寄生蜂類 成虫의 發生消長 調査

上記 사과굴나방 成虫의 羽化調査時에 寄生蜂類의 羽化는 成虫의 脫出구멍을 確認後 그 被害部를 分解하여 蛹殼의 모양에 따라서 좀벌科·깡충좀벌科 및 고치벌科로 區分하였다.

結果 및 考察

1. 사과굴나방의 成虫 發生消長

屋外에 設置한 羽化箱 내의 被害落葉에서 羽化한 1化期의 成虫數와, 標識된 50個의 新梢에서 調査한 2化期 以後의 成虫發生消長은 그림 1과 같다. 사과굴나방 1化期의 羽化初는 3月 5半旬, 羽化末은 5月 3半旬으로 羽化期間은 50日 以上의 長期間에 걸쳐 있으며, 羽化最盛期는 4月 2半旬으로 대체로 單蜂型의 正規分布 樣相을 보이고 있다. 2化期는 5月下旬~6月中旬, 最盛期는 6月上旬으로 化期 區分이 비교적 뚜렷하였으나, 3化期 以後는 發生이 重複되어 明確히 區分되지 않았다. 대체로 3化期는 6月下旬~7月中旬, 最盛期는 7月上·中旬이며, 4化期는 7月中旬~8月下旬, 最盛期는 8月上·中旬으로 이때

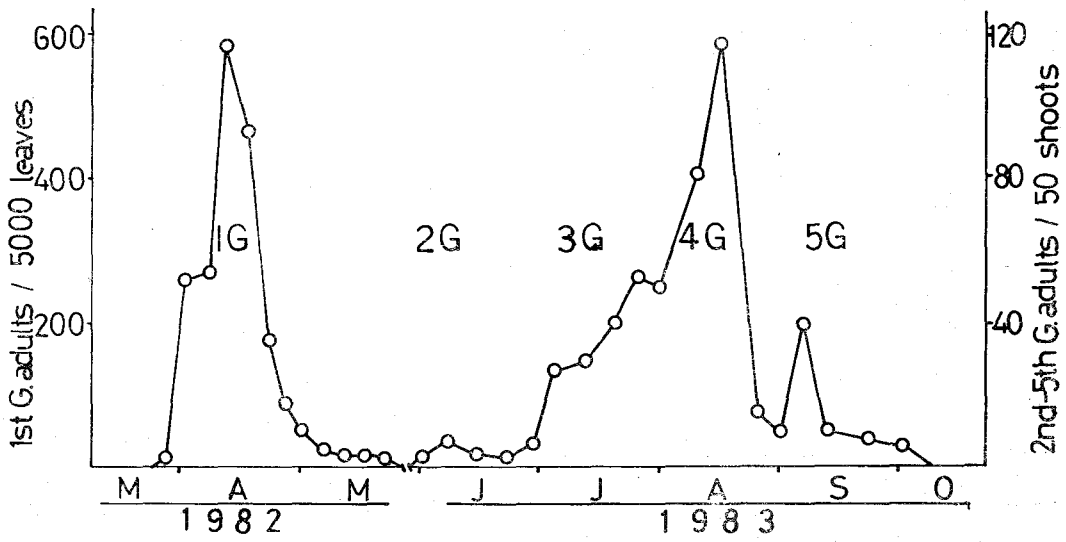

Fig. 1. Seasonal fluctuation of the ALM adult in Suweon. The 1st generation adults emerged from the fallen apple leaves in 1982 and the 2nd-5th generation adults from the marked apple leaves in 1983.

의 發生이 가장 많았으며, 5化期는 8月下旬~9月下旬, 最盛期는 9月上旬이었다.

氏家(1973, 1983)와 山田等(1970)에 依하면 사과굴나방 越冬蛹의 發育零點溫度는 7°C 內外이고 有效積算溫度는 約 120日度로서 1化期의 羽化時期는 長野縣에서 3月 6半旬~5月 1半旬, 盛岡縣에서 4月 3半旬~5月 3半旬이었고, 年間 發生回數는 北海道에서 3~4回, 岩手縣과 靑森縣 4回, 長野縣 5回 및 福岡縣 6~7回로서 우리나라 京畿地方은 日本의 長野縣의 發生時期와 비슷한 것으로 나타났다.

사과굴나방의 發生量은 世代 進展에 따라 增加한다고 하며[13], 우리나라에서도 9月에 被害가 가장 많은 것으로 알려져 있으나[3], 本調査에서는 5化期 發生量이 4化期보다 적은 것으로 나타났다. 이것은 表 1에서와 같이 8月下旬 以後에 產卵된 個體는 羽化하지 않고 越冬蛹으로 되기 때문이며, 또한 9月에 寄生蜂의 羽化가 많은 것도 사과굴나방 5化期 發生量 減少의 한 要因이 되는 것 같다.

2. 產卵時期에 따른 사과굴나방의 發育期間

사과굴나방은 年間 發生回數가 많아 世代間 重複이 나타나므로 世代의 區分이 쉽지 않다. 表 1은 產卵時期에 따른 世代期間과 언제 產卵된 것이 越冬에 들어가는지를 究明하기 위해 苗木에 產卵시켜 發育期間을 調査한 結果이다. 發育期間은 產卵時期에 따라 差異가 있어서 5月下旬에 產卵된 것은 平均 43.2日로 길었고, 6月中旬에 37日, 7月에는 32~34日로 짧아졌으나, 8月上旬에 產卵된 것은 39日로 다시 길어졌고 8月下旬 以後에 產卵된 個體들은 羽化하지 않고 越冬蛹이 되거나 幼虫態로 남아 있었다. 이것은 圃場條件(그림 1)에서 各 化期別 最盛期의 間隔이 1化期와 2化期가 約 50日, 2化期와 3化期가 約 40日이며, 以後는 約 30日 程度로서 苗木에서의 調査結果(表 1)와 비슷한 傾向을 보였다.

사과굴나방은 幼虫期의 短日條件에 感應하여 休眠에 들어가며 臨界日長은 15~20°C에서 13時間 30分으로 8月中旬~9月上旬에 產卵된 것은 모두 休眠蛹으로 되고 8月中旬 以前에 產卵된 것은 9月 3日 以前에 有脚幼虫이 되면 모두 羽化하나, 이보다 發育이 늦으면 休眠蛹이 된다고 하였다.[12] 우리나라 水原地方의 日長(Civil twilight 包含)은 8月 30日이 14時間, 9月 10日이 13時間 30分, 9月 20日이 13時間 10分으로서 9月 10日이 사과굴나방의 臨界日長에 該當된다. 따라서, 水原地方에서 8月下旬에 產卵된 것은 9月中旬이 幼虫期에 該當되므로 羽化하지 않고 越冬에 들어가기 위해서 休眠蛹이 되는 것으로 생각된다.

3. 사과굴나방의 世代別 加害葉位

사과굴나방의 發生調査를 效果的으로 遂行하기 위한 基礎調査로서 一定 新梢에서 被害葉의 位置를 世代別로 調査한 結果는 表 2와 같다. 1世代(5月下旬 以前)는 주로 托葉等 6葉 以內의 일찍 展葉된 新梢 基部를 加害하였으나, 新梢가 生長함에 따라 점차 加害範圍가 넓어져서 2世代(6月上旬~7月上旬)는 4~9번째 잎, 3~4世代(7月中旬 ~9月上旬)는 4~18번째인 新梢의 中位葉을 많이 加害하였고, 越冬에 들어가는 5世代(9月下旬 以後)는 新梢上端과 8月以後 伸張하는 2次新梢의 잎을 주로 加害하였다.

Table 1. Number of days required for adult emergence from the eggs laid on different dates in the caged apple seedlings (Fuji variety) in Suweon.

Date oviposited	Number of adults emerged	Date emerged	Duration($\bar{X}$±S.E.)
1982. June 15	63	July 16-July 30	36.9±0.40
July 20	66	Aug. 19-Aug. 29	31.7±0.30
Aug. 25	0[a]	—	—
1983. May 27	145	June 30-July 13	43.2±0.16
July 5	71	July 31-Aug. 16	34.2±0.50
Aug. 4	25	Sept. 5-Sept. 20	39.2±0.96
Aug. 30	0[b]	—	—

[a,b] : Numbers of overwintering pupae were 97, 28 respectively

Table 2. Number of ALM mines in each generation in relation to the leaf orders on the shoots of apple tree(Starkrimson variety), Suweon, 1983.

Shoot	Leaf order	No. of mines/Generation				
		1	2	3	4	5
1st growth shoot	1~3[a]	18	2	0	0	0
	4~6	23	105	115	31	0
	7~9		54	89	53	2
	10~12		8	44	56	0
	13~15		4	22	34	1
	16~18		2	26	24	0
	19~21			2	2	4
	22~24			1	4	7
	25~27				5	12
	28~30				2	8
	31~33					4
	34~36					4
	37~39					3
	40~42					3
2nd growth shoot	1~12					16
	13~24					12

[a]Stipule

이같은 結果는 伊藤 等[1]의 結果와도 一致하는 것으로, 사과굴나방은 未成熟된 잎을 除外한 새로 成熟된 잎을 좋아하는 것으로 보이며, 生長點의 약간 아래에 새로나온 잎을 주로 加害하였다. 上記 調査結果로 보아 사과굴나방의 發生調査를 위해서는 時期別로 調査部位를 달리하는 것이 效果的일 것으로 생각된다. 즉, 1~2化期에 該當하는 5~6月에는 新梢 基部葉을, 3~4化期(7~8月)에는 新梢中位葉을, 그리고 9~10月 越冬前 密度 調査를 위해서는 新梢上端과 2次生長新梢를 對象으로 하여 調査하는 것이 效果的일 것이다.

4. 사과굴나방 幼虫寄生蜂의 種類와 發生消長

本 調査에서 發見된 사과굴나방의 寄生蜂에는 그림 2에서와 같이, 깡충좀벌科·좀벌科 및 고치벌科의 3個科의 寄生蜂이 있었으며, 깡충좀벌科에는 *Holcothorax testaceipes*, 고치벌科에는 *Apanteles* sp. 單一種이 發見되었으나, 좀벌科에서는 數種이 發見되어 現在 種을 確認 中이다.

寄生蜂의 發生消長을 그림 2에서 보면, 깡충좀벌(*H. testaceipes*)은 1化期가 사과굴나방의 1化期終半에 該當되는 4月 6半旬이 羽化初, 5月 4半旬이 羽化末이고, 發生期間은 約 25日, 最盛期는 5月 2半旬으로 單峰型이었다. 2化期는 6月 中旬~7月上旬, 3化期는 7月下旬~8月下旬 및 4化期는 9月上旬~9月下旬으로 年 4回 發生하였다. 그림 2에서 깡충좀벌의 發生量은, 1化期는 個體數이고 2化期 以後는 mummy의 數이어서 2~4化期의 實際 羽化個體數는 사과굴나방 mummy當 10~12마리가 多胚生殖되어 나오므로

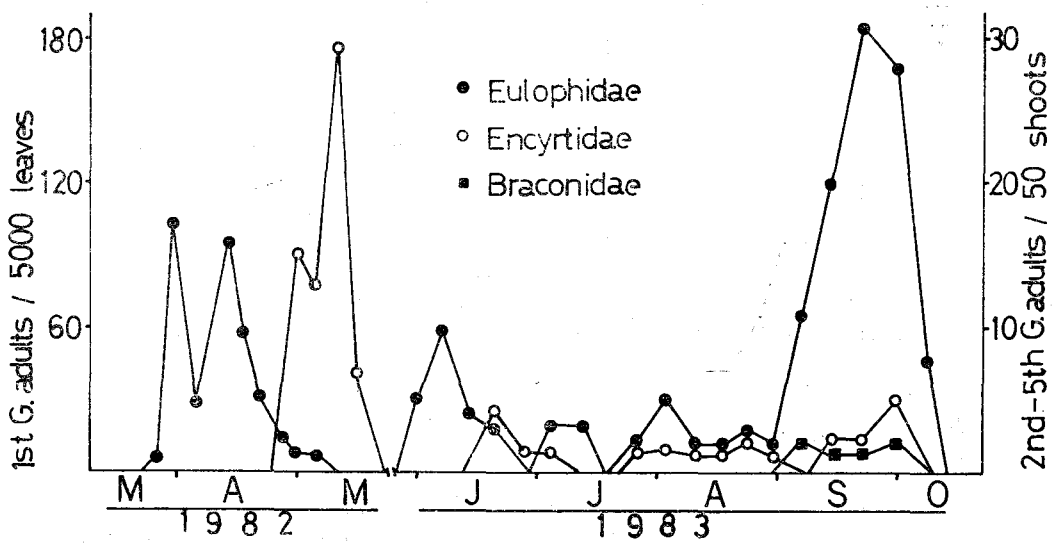

Fig. 2. Seasonal fluctuations of the ALM parasites in Suweon. The 1st generation adults emerged from the fallen apple leaves in 1982 and the 2nd-5th generation adults from the marked apple leaves in 1983.

그림 2의 發生量 보다 10여배 많다고 볼 수 있다.

좀벌類의 1化期 羽化는 羽化初가 3月 5半旬, 羽化末이 4月 6半旬으로 發生期間은 約 45日이었고, 雙峰型의 羽化最盛期를 보였다. 氏家(1976)와 筆者 等의 觀察에 의하면 좀벌類의 越冬態는 蛹 및 幼虫으로서 種에 따라 달랐는데, 本 調査에서 最盛期가 雙峰型으로 나타난 것이 2種 以上의 좀벌이 混在되어 있는 때문인지, 또는 그림 1에서 4月 1半旬에 사과굴나방의 增加가 鈍化되는 것으로 보아 이때의 氣象要因에 의한 때문인지 不明하다. 2化期 以後는 사과굴나방과 비슷한 發生消長을 보여 2化期는 5月下旬~6月中旬, 最盛期는 6月上旬이었고, 3·4化期는 各各 6月下旬 ~7月中旬, 7月下旬~ 8月中旬이었으나 發生量이 적어 뚜렷한 最盛期는 나타나지 않았고, 5化期는 8月下旬~10月上旬이며 最盛期는 9月上中旬이었고 이때의 發生量이 가장 많았다. 고치벌科인 *Apanteles* sp.는 8月 以前에는 發生이 없었고 9月에만 少量이 發生하여 發生消長의 究明이 不可能하였다.

사과굴나방에 寄生하는 좀벌類는 우리나라에서 5種[2], 日本에서 26種이 알려져 있어[8,10] 本 調査의 좀벌類 發生量은 單一種에 의한 것이 아닐 수 있기 때문에 今後 發生種 및 優占種 究明과 함께 이들에 대한 發生生態 調査가 必要하다고 생각된다. 또한 이와같은 天敵들을 保護하기 위한 農藥의 最適 撒布時期를 決定하려면 優占寄生蜂에 대한 發生時期 等의 生態 및 藥劑感受性에 관한 硏究調査가 이루어져야 할 것으로 思料된다.

摘 要

사과굴나방에 대한 發生 및 防除의 基礎資料를 얻고자 1982~1983年에 水原地方에서 사과굴나방과 이에 寄生하는 寄生蜂類에 대한 發生消長, 사과굴나방의 産卵時期別 發育期間 및 世代別 加害葉位를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 水原地方에서 사과굴나방은 年 4~5回 發生하였고, 1化期는 3月下旬~5月上旬, 2化期는 5月下旬~6月中旬이었으나, 3化期 以後는 發生이 重複되어 9月下旬까지 繼續 羽化하였고, 4化期의 發生量이 가장 많았다.

2. 産卵時期別 사과굴나방의 發育期間은 5月下旬과 8月上旬에 産卵된 것은 40日 內外였고, 6~7月에 産卵된 것은 32~37日이었으며, 8月下旬 以後 産卵된 것은 羽化하지 않고 越冬에 들어갔다.

3. 世代別 사과굴나방의 新梢 加害葉位는 1世代에는 托葉等 1~6葉으로 新梢基部葉에, 2~4世代에는 4~18葉으로 新梢中位葉에 많았으며, 5世代에는 新梢上端葉과 2次生長 新梢의 葉에 主로 加害하였다.

4. 사과굴나방의 幼虫寄生蜂으로는 깡충좀벌科의 *H. testaceipes*, 좀벌科의 數種 및 고치벌科의 *Apanteles* sp.가 調査되었고, 깡충좀벌은 年 4回 發生하였으나, 좀벌類는 사과굴나방과 비슷하게 年 5回 發生하였고, 고치벌은 단지 9月에만 少量이 發生하였다.

引 用 文 獻

1. 伊藤喜隆・北村泰三・山田雅輝・小山信行・關田德雅・川嶋浩三・氏家武・1982. 果樹ハモグリガ類の發生豫察方法確立に關する特殊調査 Ⅰ, Ⅱ. 農作物有害動植物發生豫察特別報告 第33號：1~256.
2. 이순원・백종철・손상목・현재선. 1982. 원예해충천적상조사, 농기연시연보(생물부편)：648~668.
3. 오중열・김호열・윤재탁・이상백. 1983. 사과굴나방의 발생생태 및 약제방제에 관한 연구. 농시보고 25(토비・작보・균이・농가)：79~84.
4. 박종천・조진태. 1982. 사과굴나방 방제약제 선발시험. 충북진흥원시연보：450~454.
5. 豊島在寬. 1958. キンモンホソガの生態に關する硏究. 東北農試硏報 第14號：82~89.
6. 氏家武. 1969. リンゴのキンモンホソガ防除上の問題點. 植物防疫 第23卷第3號：120~123.
7. _____. 1973. キンモンホソガの生態と防除, 植物防疫 第27卷第5號：185~190.
8. _____. 1976. キンモンホソガの寄生性昆虫

に關する研究. 果樹試驗場報告C(盛岡) 第3號：51～77.

9. _____. 1979. リンゴにおけるキンモンホソガの分布. 果樹試驗場報告C(盛岡)第6號：121～125.
10. _____. 1980. わが國各地方におけるキンモンホソガ越多世代に對する寄生蜂の種類. 果樹試驗場報告C(盛岡) 第7號：117～151.
11. _____. 1982. 日本におけるキンモンホソガの生態. 植物防疫 第36卷第11號：505～509.
12. _____. 1983. キンモンホソガの發育零點および發育有效積算溫量. 果樹試驗場報告C(盛岡) 第10號：81～97.
13. 山田雅輝・小山信行・關田德雄・白崎將英・津川力. 1970. リンゴ園における害虫類の發生豫察. 第8報 キンモンホソガの津輕地方における生活史と青森縣平賀町における異常發生につこて. 青森縣りんご試驗場 報告 第14號：1～27.