

사과원 관리 및品種에 따른 사과굴나방의被害와寄生率變動

李順遠¹ · 金錫煥¹ · 任明淳² · 李文弘¹ · 玄在善³

LEE, SOON-WON, SEOK-HWAN KIM, MYONG-SOON YIEM, MOON-HONG LEE, AND JAI-SUN HYUN: 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. Plant Prot. 24(3) : 157~162(1985)

ABSTRACT Leaf damage rate and actual damaged leaf area by the apple leaf miner (ALM), *Phyllonorycter ringoniella* (Matsumura), and its parasitism were investigated in 1982 and 1983 in apple orchards.

Percent leaf damage was higher in the occasionally sprayed orchards than in the periodically sprayed orchards from May to August, but the trend was reversed after September. Seasonal changes of the leaf damage seemed to be different with the varieties of apple trees. A few species of Eulophidae and *Holcothorax testaceipes* R. of Encyrtidae were the predominant parasites of the ALM. Overall percent parasitism was highest in the 5th (overwintering) generation, and conspicuously decreased in the 3rd-4th generation (July-August) when insecticides were sprayed periodically. Actual damaged leaf area per mine of the ALM was apparently different with the generations; 0.67cm² for the 1st, 0.8~0.9cm² for the 2nd-4th on the first growth shoot, and 1.49cm² for the overwintered generation on the second growth shoot. When ALM leaf damage rate was about 53~73%, the decrease in the photosynthetic area to the damaged leaf was about 6~8%.

緒 論

사과굴나방은 사과나무 및 그 近緣植物의 잎을 加害하는 潛葉性 害虫으로^{3,16)} 果實을 直接 加害하는 心喰虫類나 잎말이나방類에 比하면 거의 問題가 되지 않았던 害虫이었다. 그러나, 最近에 大發生하는 傾向이 있어 農村振興廳 및 慶北능금組合 等の 사과害虫 防除曆에 主要 防除對象 害虫으로 取扱되고 있다.

사과굴나방은 잎 뒷면에 1粒씩 産卵하고 孵化 幼虫은 곧 葉組織 속으로 潛入한다. 幼虫期의 前半은 無脚幼虫態로 葉脈 사이의 表皮를 들뜨게 하여 水泡 모양의 tunnels을 만들고 다니며, 幼虫期의 後半은 有脚幼虫態로 無脚幼虫期에 確保한 tunnels 안쪽의 表皮를 실로 휘감아서 立體的인 橢圓形의 蛹(dome)을 만들고, 柵狀組織을 加害하

므로 잎 겉면에서도 被害를 確認할 수 있다.^{2,12)} 사과굴나방의 有脚幼虫期에 形成된 蛹의 部分에 該當되는 面積은 光合成 作用을 할 수 없게 되는데, 한 마리의 加害面積은 加害時期 및 品種에 따라 差異가 있으며,¹⁰⁾ 光合成을 할 수 있는 葉面積의 減少率은 葉當 加害虫數에 따라서 다르다.^{5,11)}

사과굴나방의 年中 被害發生消長은 殺虫劑를 자주 撒布하는 慣行防除園에서는 봄~여름 被害 葉率이 대체로 낮게 維持되나, 殺虫劑를 더 이상 撒布하지 않는 9月以後에는 급격히 增加하는 반면, 管理疎忽園 및 無防除園에서는 初期被害는 比較的 높으나 後期被害는 심하지 않은 傾向이 있다.^{6,15)} 이러한 被害樣相은 寄生蜂類에 의한 寄生率의 變動과 어느 程度 關係가 있는 것으로 보는 見解가 있는데, 殺虫劑等 農藥撒布의 影響을 받지 않은 無防除園의 寄生率은 慣行防除園보다 높았고,^{2,7)} 慣行防除園에서도 殺虫劑撒布가 끝난 가을에는 寄生率이 높다고 한다.^{6,17)}

本 研究는 사과굴나방의 被害發生樣相과 効果의 防除對策 樹立에 必要한 基礎資料를 얻고자,

- 1 農村振興廳 農業技術研究所(Agricultural Sciences Institute, Suweon 170, Korea)
- 2 農村振興廳 園藝試驗場(Horticultural Experiment Station, Suweon 170 Korea)
- 3 서울大學校 農科大學(Dept. of Agr. Biol., College of Agriculture, Seoul Nat. University, Suweon 170, Korea)

1982~1983년에 사과원管理에 따른 被害葉率 및 寄生率의 變動과 主要 品種別 被害葉率, 그리고 虫密度와 被害葉面積과의 關係를 調査하였기에 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 管理狀態別 被害葉率 및 寄生率 調査

사과원의 管理基準은 殺菌劑·殺虫劑 및 殺蟬劑를 防除曆에 따라 撒布하는 慣行防除園(1983年 13個 사과원의 平均 撒布回數는 殺菌劑 14回, 殺虫劑 9回, 殺蟬劑 6回)과, 管理를 疎忽히 하거나 試驗事業을 위하여 農藥을 적게 撒布하여 心喰虫類의 被害가 다소있는 管理疎忽園으로 區分하였다.

1982년에는 水原·淸州·忠州·南原·漆谷의 各 1個園씩 5個 管理疎忽園과, 安城 2個園·禮山·全州·月城의 各 1個園씩 5個 慣行防除園에서 年 3時期(5~6月, 7~8月, 9月下旬~10月)에 不定期的으로 調査하였고, 1983년에는 水原의 1個 管理疎忽園과 安城·禮山の 各 3個園, 金泉의 2個園 및 水原·月城·永川의 各 1個園씩 11個 慣行防除園에서 年 3時期(1982년과 同一)에 調査하였으며, 本文의 表는 兩年の 結果를 時期別로 綜合한 것이다. 被害葉率은 사과園別로 5株에서 株當 4個 新梢씩 總 20個 新梢를 任意로 選定하여 調査하였고, 寄生率은 被害葉率 調査時에 50~200個의 被害葉을 採取하여 室內에서 被害部를 分解하여 1·2世代에는 老熟幼虫·蛹 및 蛹殼을, 3世代以後는 前世代와의 區分이 困難하므로 老熟幼虫과 살아있는 蛹에 대해서만 寄生率을 調査하였다.

2. 品種別 사과굴나방 被害葉率 調査

1982년과 1983年 比較的 사과굴나방 發生이 많은 2個의 사과園에서 스퍼어리브레이즈(早生種), 골덴테리셔스(中生種) 및 후지(晚生種)의 3品種에 대하여 各 品種別로 5株에 株當 4個씩 總 20個의 新梢에서 時期別 被害葉率을 調査하였다.

3. 被害 葉面積 調査

사과굴나방 1마리의 世代別 加害面積은 水原의 尹氏 사과園에서 1世代는 스퍼어리브레이즈, 2世代以後는 후지品種에서 蛹이 確認된 被害葉

을 各各 20엽씩 採取하여 관관하게 펴서 乾燥시켰고, 또 時期別·品種別 被害面積은 同一園에서 新梢單位로 被害葉을 採取하여 乾燥한 뒤, 이들 被害葉을 複寫紙에 複寫하여 잎모양을 올려낸 것을 葉面積 測定機(Hayash, ANN-7)로 調査하였다.

結果 및 考察

1. 管理狀態別 被害葉率 및 寄生率 變動

사과원의 管理狀態에 따른 사과굴나방의 被害葉率과 寄生率의 變動을 알아보기 위하여, 管理疎忽園과 慣行防除園으로 區分하여 年 3時期에 걸쳐 累積被害葉率과 世代別 寄生率을 調査한 結果는 表 1, 2와 같다. 被害葉率은 時期가 進展됨에 따라 各 사과園間에 그 差異가 커지나, 平均的으로 볼 때 管理疎忽園에서 5~6月과 7~8월에 各各 4.2, 16.0%로 慣行防除園의 1.0, 13.2% 보다 높았으나, 9~10월에는 管理疎忽園이 30.7%로 慣行防除園의 41.1%서 比하여 오히려 낮은 傾向이었다. 반면, 寄生率은 5~6월에 管理疎忽園에서 21%로 慣行防除園의 35.0% 보다 낮았으나, 7~8月 및 9~10월에는 管理疎忽園에서 22.7, 60.7%로 慣行防除園의 10.4, 41.9%보다 높은 傾向이었다. 寄生率을 寄生蜂別(科別)로 區分하여 보면 表 2와 같이, 蓐벌科(Eulophidae)와 강충蓐벌科(Encyrtidae)가 大部分이었고, 고치벌科(Braconidae)는 극히 낮았으며, 특히 강충蓐벌은 *Holcothorax testaceipes* 單一種으로 構成되어 있어서 種別로 볼 때는 가장 寄生率이 높았다. 各科의 寄生率 變動樣相을 管理狀態別로 보면 蓐벌科는 管理疎忽園에서 慣行防除園보다 3 時期에서 모두 寄生率이 높았으나, 강충蓐벌은 비슷하거나 오히려 1~2世代에는 慣行防除園에서 管理疎忽園보다 寄生率이 높았다.

以上の 結果로 볼 때 사과굴나방의 5~6月 被害는 9~10월에 比하여 극히 낮았는데, 이는 越冬世代의 寄生率이 높고 越冬中 低溫과 捕食者等에 의한 死亡率이 높으며^{3, 16)}, 1化期 羽化時期가 사과잎 展開時期보다 빨라 주로 台木類나 徒長枝等 일찍 展葉하는 잎에 集中 加害하기 때문이 아닌가 한다.⁸⁾ 그러나, 7月以後에 被害가 急增하는 것은 溫度等 環境條件이 사과굴나방發

Table 1. Seasonal change of ALM damage rate and its parasitism in the occasionally sprayed orchards, 1982~1983.

Month(Generation)	No. of orchards examined	Damaged leaf(%)		Parasitism(%)			
		Range	Mean	Total	Eulo.	Encyr.	Braco.
May-June(1st-2nd)	4	0~12.5	4.2	21.0	11.0	10.0	0
July-Aug.(3rd-4th)	6	0.9~47.3	16.0	21.5	16.6	4.9	0
Sept.-Oct.(Overwinter)	6	4.6~56.8	30.7	60.7	38.6	21.5	0.6

Table 2. Seasonal change of ALM damage rate and its parasitism in the periodically sprayed orchards, 1982~1983.

Month(Generation)	No. of orchards examined	Damaged leaf(%)		Parasitism(%)			
		Range	Mean	Total	Eulo.	Encyr.	Braco.
May-June(1st-2nd)	15	0~5.3	1.0	35.0	8.5	26.5	0
July-Aug.(3rd-4th)	16	0~75.3	13.2	11.6	6.8	4.7	0.1
Sept.-Oct.(Overwinter)	7	0.2~91.3	41.1	41.9	22.7	19.0	0.2

育에 適合하고 農藥撒布에 의한 寄生率의 低下도 重要因이 될 수 있을 것으로 생각한다. 특히 慣行防除園에서 越冬에 들어가는 世代에 의한 被害가 높아지는 것은 9月以後 殺虫劑 撒布가 中斷되는 同時에 管理疎忽園에 비해서 病 및 다른 害虫의 被害를 적게 받고, 또 生育期中 集約管理에 의해서 나무의 잎 狀態는 좋게 維持되는 때문이 아닌가 한다. 이는 日本과 北美에서 慣行防除區는 6~8월에 被害가 낮았으나 9月以後에 急激히 增加하는 반면, 無防除區에서는 봄~초여름에 被害가 比較的 높았으나 가을에는 낮게 維持된다는 報告와 一致하였다.^{2,3,15)}

좀벌科的 寄生蜂類는 單一種이 아니고 數種이 寄生하는 것으로 報告되어 있으므로,^{4,14)} 이에 對한 分類 및 優占度 調査가 이루어져야 할 것이다. 또한 1~2世代의 寄生率이 管理狀態와 關係없이 낮고, 특히 3~4世代의 寄生率이 管理疎忽園보다 慣行防除園에서 낮은 것으로 볼 때 사과園 周圍에 代替寄主의 存在여부도 確認되어야 할 것으로 본다.^{6,8)} 강충좀벌科인 *H.testaceipes* 는 慣行防除園에서도 1~2世代 및 越冬世代에는 寄生率이 높으나 殺虫劑가 定期的으로 撒布되는 3~4世代(7~8月)에는 현저히 낮은 것으로 보아 殺虫劑의 撒布에 의한 影響을 크게 받는 것으로 생각된다.⁹⁾

2. 品種別 被害葉率 變動

사과굴나방에 의한 사과나무의 品種別 被害의

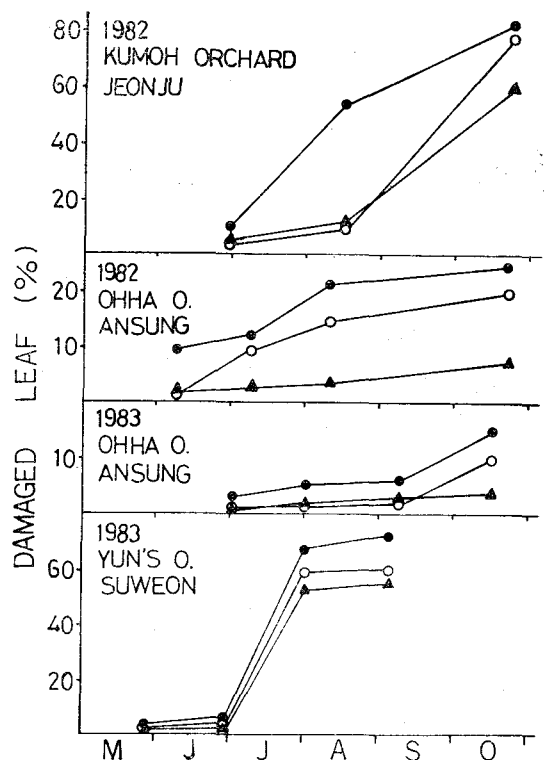


Fig. 1. Seasonal changes of ALM damage in the 3 varieties of apple trees (● Spur Earli Blaze, ▲ Golden Delicious, ○ Fuji)

差異를 調査하기 위하여, 同一園 내에 있는 早生種인 스퍼어리브레이즈, 中生種인 골덴데리셔스, 그리고 가장 栽植面積이 많은 主品種으로

晩生種인 후지 등 세品種에 대한 時期別 被害葉率을 調査한 結果는 그림 1과 같다. 세品種中 스퍼어리블레이즈가 時期에 關係없이 가장 被害가 높았으며, 골덴테리셔스와 후지는 5~6月の 被害가 낮은 時期에는 뚜렷한 差異는 없으나 7月以後 被害가 많아지면서 후지의 被害가 높아지는 傾向이었다.

사과굴나방에 의한 既存 品種들에 대한 被害 差異는, 初期에는 展葉時期가 重要하여서 國光等 發芽가 늦은 品種은 1世代 被害가 거의 없으나 2世代以後는 잎 뒷면 털의 多少 및 잎 두께가 重要하므로 델리셔스나 골덴델리셔스 보다는 紅玉·國光·祝·인도等の 品種에 被害가 많다고 하는 報告가 있다.^{3,10,12)} 그러나, 多發生하는 경우 品種間 被害差異는 명확치 않다는 報告도 있다.¹⁶⁾

따라서 早生種이며 잎 뒷면에 털이 많은 스퍼어리블레이즈가 初期부터 被害가 많고, 晩生種이며 털이 많고 두꺼운 傾向인 후지는 後期에 被害가 높아진 반면, 뒷면에 털이 적은 골덴델리셔스는 被害가 낮은 것으로 생각된다. 이러한 品種間 被害差異는 사과굴나방 發生豫察 및 防除時에 考慮되어야 할 것이다.

3. 被害葉面積

사과굴나방 1마리가 加害하는 사과잎의 面積을 世代別로 區分하여 調査한 結果는 表 3과 같다. 1次新梢 生長葉에서 1世代의 加害面積은 0.67cm²로 가장 적었고, 2~4 世代 및 越冬世代는 0.8~0.9cm²로 世代間的 差異가 없었으나, 2次新梢의 生長葉에서 越冬世代는 1.49cm²로 가장 넓었다.

또한, 사과굴나방 被害에 의한 사과잎의 光合

成 面積 減少程度를 알아보기 위하여 同一 사과園에서 時期 및 品種別로 被害葉率 增加에 따른 被害葉面積率을 調査한 結果는 表 4와 같다. 被害葉面積率은 被害葉의 크기와 被害葉當 平均加害虫數에 따라 달라지므로, 5月下旬에는 被害葉率은 1.9%로 낮고 葉當 1마리가 加害하나, 이때는 主로 托葉等 新梢 基部의 작은 잎을 加害하여서 相對的으로 被害葉面積率이 높았다. 6月下旬에는 잎이 大部分 正常 크기로 된 반면 아직 被害葉率이 낮아 葉當 1마리가 加害하므로 被害葉面積率은 3~4%로 낮았다. 그러나, 7~8月에는 被害葉率이 급격히 增加하여 葉當平均 2~4마리가 重複加害하므로 被害葉面積率도 增加하였다. 本 調査結果만으로는 品種間 被害葉面積率의 差異를 論議할 수 없으나, 分명한 것은 세 品種 모두 7~8월에 被害葉率이 53~73%가 되고 葉當 平均 2~4마리가 加害하여도 被害葉面積率은 6~8%에 不遇하였다. 더욱이 本 結果는 被害잎만을 對象으로 하였는데 實際 사과나무 全體의 잎을 對象으로 한 光合成 面積의 減少率을 보면 이보다도 더 적은 量이 될 것이다.

時期別 虫當 加害面積의 差異는 季節에 따른 사과잎의 窒素·磷酸·加里 등의 成分含量 減少가 主要因이라는 見解도 있으나¹⁰⁾ 最近, 사과굴나방의 被害를 받은 사과잎은 昆蟲 hemolymph의 主成分인 칼슘과 마그네슘의 濃度減少가 顯著하다고 하여 이들 成分이 加害面積에 關聯된 것이 아닌가 하는 報告도 있다.¹¹⁾ 그리고, 사과굴나방에 의한 被害葉面積率은 葉當加害虫數에 따라 달라서, 平均 1~2마리가 加害時는 10%未滿이라고 하는 報告는 本 結果와 一致되는 것으로 생각되나, 被害가 甚하여 6~7마리가 重複

Table 3. Actual damaged leaf area per mine of ALM in relation to the generation in Yun's apple orchard, Suweon, 1983.

Generation	Variety	Area/mine	Shoot
1st	Spur Earli Blaze	0.67cm ²	1st growth shoot
2nd	Fuji	0.83	"
3rd	"	0.78	"
4th	"	0.89	"
5th(overwinter)	"	0.81	"
"	"	1.49	2nd growth shoot
LSD(5%)		0.14	
(1%)		0.19	

Table 4. Actual percent damaged leaf area by ALM in relation to the degree of leaf damages in Yun's apple orchard, Suweon, 1983.

Month	Variety ^a	Damaged leaf (%)	No. of mine/damaged leaf	Damaged leaf area(%)
Late May	E	1.9	1.0	8.5
Late June	E	4.7	1.0	4.1
	G	2.1	1.0	2.8
	F	1.1	1.0	4.1
Late July	E	67.1	2.3	5.8
	G	53.2	2.3	6.3
	F	56.6	2.4	7.9
Late Aug.	E	72.5	3.6	8.5
	G	62.0	3.3	8.5
	F	63.3	3.6	8.9

^aE : Spur Earli Blaze, G : Golden Delicious, F : Fuji

加害時는 39~52%에 달한다고 하는 報告도 있다. 그러나, 筆者等의 觀察에 의하면 이러한 程度로 甚한 被害를 받는 農家는 극히 드물었다.

따라서, 사과굴나방의 被害가 사과나무 生育에 미치는 影響을 調査하고 防除時期를 決定하기 위해서는 被害葉率과 아울러 被害葉面積率도 考慮되어야 할 것이다. 왜냐하면, 사과굴나방은 果實을 直接 加害하는 害虫이 아니므로 어느 程度의 葉面積을 喪失하여도 나무의 生育이나 收量에는 큰 影響을 주지 않을 것이기 때문이다.

摘 要

사과원의 管理狀態에 따른 사과굴나방 被害葉率, 寄生蜂類의 寄生率, 主要品種에 대한 被害葉率의 差異와 世代 및 被害程度에 따른 被害葉面積을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 사과굴나방의 5~6月, 7~8月 및 9~10月の 被害葉率은 管理疎忽園에서 各各 4.2, 16.0 및 30.7%였고, 慣行防除園에서 1.0, 13.2 및 41.1%로 初期에는 管理疎忽園의 被害가 높았으나 後期에는 慣行防除園에서 오히려 높았다.

2. 사과굴나방 寄生蜂類의 寄生率은 5~6月, 7~8月 및 9~10월에 管理疎忽園에서 各各 21.0, 22.7 및 60.7%였고, 慣行防除園에서 35.0, 10.4 및 41.9%로 管理疎忽園의 9~10月 越冬世代에서 寄生率이 가장 높았고, 慣行防除園에서 7~8月の 寄生率이 顯著히 낮았다.

3. 사과굴나방의 品種別 被害는 스퍼어리브레 이즈가 初期부터 가장 높았고, 후지는 後期에

높아졌으나, 골덴델리셔스는 세 品種中 가장 낮은 傾向이었다.

4. 사과굴나방 1마리의 加害面積은 1世代가 0.67cm²로 가장 적었고, 2~4世代는 0.8~0.9 cm²였으나, 越冬世代의 新梢 2次伸長葉은 1.49 cm²로 가장 넓었다.

5. 被害葉面積率은 잎의 크기와 葉當加害虫數에 따라 달랐으며, 7~8월에 被害葉率이 53~73%, 葉當 2~4마리의 加害時 被害葉에 대한 被害面積率은 6~8% 程度였다.

引用文獻

1. Bodnar, J.M., J.T.A. Proctor, J.E. Laing, and R.A. Cline. 1983. Nutrient changes in apple leaves due to the spotted tentiform leafminer. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(5) : 685~688.
2. Dutcher, J.D., and A.J. Howitt. 1978. Bionomics and Control of *Lithocolletis blancardella* in Michigan. J. Econ. Entomol. 71 : 736~738.
3. 伊藤喜隆·北村泰三·山田雅輝·小山信行·關田德雅·川嶋浩三. 1982. 果樹ハモグリガ類의 發生豫察法確立に關する特殊調査 I, II. 農作物有害動物發生豫察特別報告第33號 : 1~256.
4. 이순원·백종철·손상목·현재선. 1982. 원예해충의 철적상 조사. 농기연시연보(생물

- 부편) : 648~668.
5. Maier, C.T., 1981. Seasonal occurrence, abundance, and leaf damage of the apple blotch leafminer, *Phyllonorycter crataegella*, in Connecticut apple orchards. Environ. Entomol. 10 : 645~649.
 6. Maier, C.T., 1982. Parasitism of the apple blotch leafminer on sprayed and unsprayed apple trees in Connecticut. Environ. Entomol. 11 : 603~610.
 7. Maier, C.T., 1984. Abundance and phenology of parasitoids of the spotted tentiform leafminer, *Phyllonorycter blancardella*, in Connecticut. Can. Ent. 116 : 443~449.
 8. 關田徳雄・山田雅輝・1981. 廣域調査によるキンモンホソガの發生量の解析と發生豫察. 青森りんご試験場報告第19號 : 1~39.
 9. 立川哲三郎. 1966. リンゴ害虫キンモンホソガの有力天敵. 農薬および園藝. 第41卷 第2號 : 363~365.
 10. 高橋佑治・成田弘. 1964. キンモンホソガに對する研究. II. 加害様相について. 北日本病害虫研究會報 15 : 116~117.
 11. 豊島在寛. 1958. キンモンホソガの生態に關する研究. 東北農試研究報告 第14號 : 82~89.
 12. 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.
 13. 氏家武. 1976. キンモンホソガの寄生性昆虫に關する研究. 果樹試験場報告C(盛岡)第3號 : 51~77.
 14. 氏家武. 1980. わが國各地方におけるキンモンホソガ越冬世代に對するの寄生蜂の種類. 果樹試験場報告C(盛岡) 第7號 : 117~151.
 15. Ujiye, T. 1981. Bionomics of the apple leaf miner, *Phyllonorycter ringoniella* (M.) on apple tree in Japan. 1st Japan/Canada Joint Symp., on IPM; 13~19.
 16. 氏家武. 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.
 17. Weires, R.W., D.R. Davis, J.R. Leeper, and W.R. Reissig. 1980. Distribution and parasitism of Gracillariid leafminer on apple in the Northeast. Ann. Entomol. Soc. Amer. 73 : 541~546.