

복숭아심식나방 越冬幼虫의 發育에 關한 研究

李順遠* · 玄在善** · 朴重秀*

Studies on the Developments of the Overwintering Peach Fruit Moth, *Carposina niponensis* Walsingham

S.W. Lee* J.S. Hyun** J.S. Park*

ABSTRACT

The developments of overwintering larvae of the peach fruit moth, *Carposina niponensis* Walsingham, were studied in Suweon.

Among fully grown larvae leaving from apple fruit, the earliest diapause larva was observed late July, about 50%-diapause in middle August and 100%-diapause in early September. Induction of the diapause seemed to have relationships with the time of oviposition: the incidents of the diapause started with the larvae grown from the eggs which had been laid in late June or late July depending on the prevailing weather condition.

The termination of the diapause seemed to be in early December, and almost all of the larvae incubated after January were pupated. For the breakage of the diapause, it required chilling period more than one month, and the most effective temperature seemed to be 5~10°C, while the temperature lower than 0°C seemed to be inhibitory, if not at all.

The overwintered larvae started to pupate in middle May, and the developments of the overwintered larvae were affected by the temperature as well as the moisture contents of soil in the spring. The dry condition of soil increased the mortality of the developing larvae.

緒 論

복숭아심식나방(*Carposina niponensis* Walsingham)은 韓國·日本·中國 等地에 分布하고, 우리나라에는 南部보다는 中部以北 地方에 많이 發生하며, 사과·배·복숭아·살구·대추 등의 果實을 加害하므로 收量 減少에 直接影響을 주는 重要害虫이다.¹⁾ 그리고 過去에는 6월과 8~9월에 걸쳐 年 2회 發生하며 寒地에서는 年 1회, 暖地에서는 年 3회 發生한다고 알려져 왔

으나,²⁾ 最近 金과 任(1981) 및 李 等³⁾(1982)에 의하면 水原地方에서 1化期는 6月上旬~8月上旬(最盛期 6月下旬), 2化期는 7月中旬~9月中旬(最盛期 8月上中旬)으로 發生이 不規則하고, 1化期 成虫은 복숭아 등 生育이 빠른 果實에 주로 産卵하나, 2化期 成虫은 사과에 주로 産卵한다고 하였다. 또한, 李 等³⁾(1982)은 發育 零點溫度는 6°C이며 이때의 有效積算溫度量 및 豫察 式을 推定한 바 있다.

本 害虫은 果實에 産卵하며, 孵化幼虫은 곧 果皮를 齧고 들어가 果肉을 중蠶무진으로 加害한다. 老熟幼虫

*農業技術研究所(Institute of Agricultural Sciences, Suweon, 170 Korea)
**서울大學校 農科大學(College of Agriculture, Seoul National University)

되던 脫果하여 地面에 떨어져서, 成虫으로 되는 것은 흙으로 楕圓形의 成형한 蛹化고치를 짓고, 그 속에서 蛹化하여 羽化한다. 그러나, 越冬에 들어가는 것은 楕圓形의 단단한 越冬고치를 짓고, 樹冠內的 주로 2~3cm 土壤 속에서 越冬한 뒤 이듬해 다시 羽化하기 위해서는 越冬고치에서 나와 蛹化고치를 짓는다.^{9,12)}

自然條件에서 昆虫의 休眠誘起는 日長·溫度·먹이 등의 條件과 關係가 있으나 日長이 主要因이며 生育期中에 溫度條件은 日長의 影響을 限定된 範圍內에서 變動시킬 수 있다고 한다.^{3,15,18)} 또한, 休眠이 終了되기 위해서는 一定期間 低溫이나 日長變化 등의 要求條件이 있는데, 이 期間을 'Latent 또는 Diapause Development'라 하며, 低溫을 벗어나는 것중 溫帶種은 0~10°C가 適當하다 하였다.^{16,20)} 休眠終了後 發育은 溫度·濕도 및 日長 등의 條件이 複合되어 作用하는 것으로 알려져 있는데,¹⁷⁾ 북송아심식나방의 경우 溫度 및 土壤 濕도에 따라 發育에 影響을 받고,^{4,8,10,13)} 前年度 休眠이 들어간 時期·越冬地域 및 越冬깊이 등에 따라시도 차이가 있다고 한다.^{5,16,19)}

本 研究는 年中 發生이 不規則한 북송아심식나방의 休眠生態를 調査하여, 効果的인 發生豫察에 基礎資料를 제공코자 日長 및 溫度에 따른 年度別 休眠誘起時期를 調査하였고, 休眠終了時期 및 休眠打破에 미치는 低溫效果, 그리고 越冬後 幼虫의 蛹化時期와 이에 關係되는 降雨條件의 影響을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

材料 및 方法

1. 休眠 誘起 時期

被害사과를 1980년과 1981년에는 水原市 園藝試驗場, 1982년에는 華城郡 梅松面 金谷里에서 7月上旬~8月下旬에 걸쳐 15日 間隔으로 20~30個씩 수집하여 室內에 두고 半旬別로 脫果하는 老熟幼虫을 濕한 砂壤土를 담은 紗籠(直徑 9cm, 높이 3cm)에 넣어 蛹化 및 越冬고치를 짓는 것에 따라 休眠 여부를 調査하였다. 또, 室內에서 1化期 成虫을 어린사과에 時期別로 接種·產卵시켜 여기서 脫果하는 老熟幼虫에 對해서도 休眠 여부를 調査하였다.

2. 休眠終了時期 및 休眠打破에 미치는 低溫效果

10月下旬에 越冬고치를 採集하여 1980년에는 野外에 3cm 깊이로 100마리씩 保管해 놓고 1980년 11월~1981년 1월에는 月 2회, 2~5월에는 月 1회에 걸쳐 總 10회를 20, 25°C의 恒溫器에서 加溫飼育 하였고, 1981년에는 1980년과 마찬가지로 野外에 保管한 외에, 低溫處理가 休眠打破에 미치는 影響을 調査하기 위하여 --2~

0°C, 5°C 및 10°C의 恒溫器에서 越冬고치를 砂壤土를 담은 紗籠에 50마리씩 넣어 保管해 놓고, 1981년 11월~1982년 5월에 걸쳐 前年과 同 한 時期 및 溫度에 加溫飼育하였다. 加溫飼育은 加熱消毒한 砂壤土를 담은 紗籠에 各 處理別로 50마리 内外를 넣고 2~3日마다 분무기로 適當한 水分條件을 유지하면서 越冬고치에서 脫出하는 幼虫數를 調査하여 休眠에서 終了되는 時期를 調査하였다.

3. 越冬後 幼虫의 蛹化

5月中旬부터 園試의 被害果樹(1980년은 북송아 晚生種, 1981~1982년은 사과나무) 밑 土壤 4cm 以內를 제 (3×3mm)로 쳐서 越冬고치를 채집하여 이미 고치에서 脫出한 것은 蛹化個體로 하고, 脫出하지 않은 것중 살아있는 것만을 越冬幼虫으로 하여 蛹化率을 調査하였다.

越冬幼虫의 降雨條件別 蛹化調査는 5個의 밀이 없는 圓筒型 罫트(直徑 20cm, 높이 50cm)를 땅에 묻은 뒤, 毛細管作用이 안되도록 밀에 板子를 깔고 砂壤土를 채우고 1982년 3月下旬 園試의 사과나무 밑에서 채집한 越冬幼虫을 120~160마리씩 3cm 깊이로 넣었다. 1處理는 自然降雨條件에 두고, 나머지 4處理는 지붕(높이 50cm)을 한 뒤 4월부터 7월 15日까지 半旬別로 水原地方의 平年 降雨量(1965~1981년의 平均値)의 0, 0.5, 1.0 및 1.5倍의 물을 加한 뒤 7월 20日에 越冬고치에서 脫出여부를 調査하여 蛹化率을 求하였다.

結果 및 考察

1. 休眠 誘起 時期

脫果하는 老熟幼虫의 經時的 休眠率 變化는 表 1과 같다. 脫果幼虫중 最初로 休眠個體가 發見된 時期·50%休眠期·100%休眠期는 年度에 따라서 다소의 差異는 있었으나, 대체로 各各 7月下旬·8月中旬·9月上旬이었다. Toshima와 Honma²⁴⁾는 日本 青森地方에서 8月中旬頃을 50%休眠期, 8月末에는 100%가 休眠한다고 하여 水原地方의 休眠時期와 거의 일치하고 있다. 이들은 또 日長에 對한 感受性 試驗에서 卵期는 無關하나, 幼虫은 全期間에 걸쳐 有關하다고 하였는데 이것은 野外에서 產卵되는 時期에 따라 幼虫의 生育期가 決定되는 故로 產卵時期別 休眠率 變動을 調査하여 表 2와 같은 結果를 얻었다. 1980년은 6월 5半旬에 產卵된 個體에서 最初의 休眠個體를 發見할 수 있었으며 7월 5半旬에 50%, 8월 3半旬 以後 產卵個體는 모두 休眠하였으나, 1981년은 7월 3半旬까지 產卵된 個體는 休眠하지 않았고, 8월 3半旬 以後에는 모두 休眠하는 個體였다.

Table 1. Changes in the percent diapaused larvae in relation to the date left from apple fruits, at Suweon

Date left	1980		1981		1982	
	No. of larvae	Percent diapause	No. of larvae	Percent diapause	No. of larvae	Percent diapause
July	15~20	107	0	—	—	—
	21~25	135	13.5	—	—	51 3.9
	26~31	54	14.8	65	0	65 12.3
Aug.	1~5	72	25.0	14	7.1	—
	6~10	50	40.0	25	16.0	57 14.0
	11~15	97	44.3	—	—	—
	16~20	41	73.2	12	25.0	85 68.9
Sept.	21~25	130	93.1	—	—	—
	26~31	153	98.0	57	91.2	—
	1~5	75	100.0	—	—	35 100.0
	6~10	—	—	61	100.0	—

Table 2. Changes in the percent diapaused larvae which were reared from the eggs in the laboratory

Date oviposited	1980		1981	
	No. of larvae	Percent diapause	No. of larvae	Percent diapause
June	21~25	23 4.3	10	0
	26~30	12 0	—	—
July	1~5	64 6.3	—	—
	6~10	82 29.3	75	0
	11~15	160 25.3	49	0
	16~20	37 43.3	—	—
	21~25	24 50.0	—	—
Aug.	26~31	17 88.2	12	25.0
	6~10	—	38	71.0
	11~15	31 100.0	68	100.0

休眠型 分類에 의하면, 북승아심식나방은 제 IV형 'Long day-short day response type'로서 21°C의 15~18시간 日長條件에서만 休眠하지 않고 이외의 日長에서는 休眠한다고 하는데^{2,24)} 이 日長은 Twilight를 포함해야 한다. 水原地方에서 Civil twilight를 포함한 日長은 7월 30일에 15時間 7분이었다. 따라서, 7월 30日以前에 脫果한 幼虫은 대부분 休眠하지 않고 蛹化하는 것으로 보이며 8月以後 즉, 15時間 以內의 日長이 되면서 급격히 休眠率이 增加하는 것 같다. 그러나, 日長은 緯도에 따라 一定하고 特定地域에서 年度別 日長變動이 없는데, 1980년이 1981年보다 休眠時期가 빠른 傾向이 있는 것은 1980年の 7~8月이 異常低溫으로 旬別 平均氣溫이 21~23°C인 반면, 1981年은 22~27°C

로 差異가 있어서 1980年 夏節의 低溫은 幼虫의 發育을 遲延시킴으로써 短日性 日長에 接하는 幼虫期間의 延長을 갖어왔을 것으로 推測된다. 또한 Toshima와 Honma²⁴⁾는 25°C以下의 暗相에서 飼育하면 거의 全體가 休眠에 들어가나, 30°C以上에서는 30.2~39.7%만이 休眠에 들어간다고 하여서 溫度의 休眠에 對한 日長效果에 影響이 있음을 報告하였고, Riedl과 Croft¹⁹⁾는 *Laspeyresia pomonella*는 平均氣溫이 2.5°C 높아진 경우 0.2時間의 休眠誘起日長이 短縮되었다고 하였다. 그러므로, 이와같은 日長效果는 高溫에서 弱化되며 低溫에서 促進되는 것이 아닌가 생각된다.

Table 3. Changes in the percent pupation* of overwintering larvae in relation to the date of incubation

Date incubated	% pupation at 20°C		% pupation at 25°C		
	1980	1981	1980	1981	
Nov.	1	0	3.3	0	3.1
	16	0	14.3	0	13.3
Dec.	1	73.3	65.3	69.2	56.5
	16	84.6	87.0	77.8	73.5
Jan.	1	100	93.6	93.8	89.6
	16	100	100	100	83.3
Feb.	16	100	96.7	95.8	74.5
March	16	100	100	100	100
April	16	100	100	100	100
May	16	100	100	100	100

*Percent pupation = $\frac{\text{No. of larvae pupated}}{\text{No. of larvae examined} - \text{No. of larvae dead}} \times 100$

able 4. Effect of chilling temperatures on the percent pupation of the overwintering larvae in relation to the dates of incubation

Date incubated		% pupation at 20°C			% pupation at 25°C		
		10°C	5°C	-2~0°C	10°C	5°C	-2~0°C
Nov.	16	13.3	18.2	2.9	6.5	8.0	2.9
Dec.	1	68.8	47.9	4.0	68.1	60.0	2.0
	16	87.2	85.7	0	92.1	88.0	0
Jan.	1	82.9	100	4.4	100	100	6.7
	16	100	100	8.3	100	100	0
Feb.	16	97.8	100	41.7	100	97.9	15.0
March	16	100	—	35.0	100	—	50.0
April	16	100	—	—	100	—	—

able 5. Changes in the days required for the initial, 50% and final pupation of the overwintering larvae in relation to the dates of incubation

Incubation		Overwintered in 1980			Overwintered in 1981			
Temp.	Date	Initial	50%	Final	Initial	50%	Final	
10°C	Nov.	1	—	—	—	—	—	
		16	—	—	—	69	—	116
	Dec.	1	34	47	78	30	90	108
		16	23	40	93	42	85	106
	Jan.	1	24	43	92	52	81	116
		16	22	40	93	46	83	100
15°C	Feb.	16	16	36	79	30	69	99
	March	16	20	39	78	33	68	85
	April	16	9	28	73	23	65	79
	May	16	3	16	52	18	45	66
	20°C	Nov.	1	—	—	—	—	—
			16	—	—	—	46	—
Dec.		1	23	30	67	26	63	81
		16	20	33	87	31	60	77
Jan.		1	19	34	76	25	59	77
		16	20	32	70	26	51	78
25°C	Feb.	16	13	30	63	26	55	71
	March	16	18	36	51	22	48	64
	April	16	9	28	52	23	51	65
	May	16	3	17	48	8	38	53

2. 休眠終了時期 및 休眠打破에 미치는 低溫效果
 野外에서 休眠이 終了되는 時期를 調査하기 위하여 冬中인 幼虫을 20°C와 25°C의 溫度에서 時期別로 加하여 表 3과 같은 結果를 얻었다. 表에서 보는 바와 이 休眠이 終了되어 蛹化하는 時期는 대체로 12월 1

旬頃이며 1月上旬에는 거의 모든 個體가 生理的 發生 (Physiogenesis)이 開始되고 있는 것으로 생각된다. Sato와 Ishitani²⁰⁾는 日本에서 10月下旬에 加溫한 個體는 거의 羽化하지 않고 11월 25日 以後에 加溫한 個體들은 70% 以上の 羽化率을 보여 休眠終了時期가 11월

下旬~12月下旬이었다고 하였다.

休眠打破에 미치는 低溫의 영향을 보기 위하여 休眠中인 越冬幼虫을 10.5 및 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ 의 低溫에 處理하였을 때 表 4와 같은 休眠打破效果를 얻었다. 10°C 와 5°C 에 保管한 것은 表 3의 野外保管 個體와 비슷한 傾向이나 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ 에 保管한 것은 1月까지는 10% 内外란 蛹化하였고, 2月과 3월에 加溫한 것도 20°C 에서 41.7, 35.0%, 25°C 에서 15.0, 50.0%로 5°C 와 10°C 에 保管했던 個體와는 큰 差異가 있었다. 이러한 結果는 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ 의 溫度는 12~2月の 野外土壤溫度에 比하면 그리 低溫이라 할 수 없으나 實際 休眠終了가 이루어지는 10~11월에 野外條件보다 낮은 $-2\sim 0^{\circ}\text{C}$ 條件에 갑자기 놓이게 되어 生理的인 休眠打破호르몬의 活性化를 阻害하는 것이 아닌가 推定되나, 앞으로 休眠打破호르몬 分泌에 미치는 溫度의 영향을 組織生理學的 側面에서 究明해야 할 것으로 생각된다. 이러한 結果는 休眠이 打破되기 위해서 $5\sim 15^{\circ}\text{C}$ 의 低溫에 一定期間 接觸되어야 하며, 일반적으로 零下의 溫度는 休眠發育을 抑制한다고 하는 것과 일치하는 것 같다.^{1), 20), 24)}

表 5는 野外에 保管된 越冬幼虫을 $20, 25^{\circ}\text{C}$ 에서 時期別로 加溫하여, 蛹化에 要하는 日數를 調査한 結果이다. 加溫開始부터 蛹化日까지의 期間은 加溫時期가 늦어짐에 따라 짧아지는 傾向이나 1980年の 것이 1981年에 比하여 짧았다. 그리고, 生理的 發生이 始作되는 1月以後부터 零下의 날씨가 계속되는 3月까지 加溫한 個體는 蛹化日數에 큰 差異가 없는 것은 이때는 低溫으로 發育이 抑制되고 있기 때문인 것 같다.

또한, 1980年은 4月 16日, 1981年은 5月 16日에 加溫한 경우에 그 以前에 比하여 蛹化日數가 短縮되어, 水原地方에서 복숭아십식나방의 1化期 發生豫察에는 4月以後의 氣溫을 考慮해야 되는 것 같다. 그러나, 年度別 蛹化日數 및 發育開始期의 差異는 採集圃場의 條件이나, 寄主에 따른 個體群의 差異 때문인지, 年度別 溫度·土壤濕度 等 環境要因의 差異에 의한 것인지는 좀더 研究되어야 할 課題라고 생각된다. *L. pomonella*에서는 사과·자두·호도의 寄主個體群別 Race¹³⁾分화가 報告된 바 있다¹³⁾.

3. 越冬後 幼虫의 蛹化

圃場에서 越冬幼虫의 年度別 蛹化率과 降雨量은 그림 1과 같다. 그림에서 보는 바와같이 1980年은 5月下旬에 蛹化가 始作되어 6月中旬까지 60%가 蛹化되었고 1981年은 5月中旬에 始作되어 6月下旬까지 65%, 1982年은 5月下旬에 始作되어 7月上旬까지는 30%内外란 蛹化되었으며, 7月中旬에 68.6%가 蛹化되었다. 이는 1980年은 4月~7월에 걸쳐 降雨가 比較的 高른 반면에 1981年은 蛹化時期인 5月下旬~6月中旬에 降雨가 적었

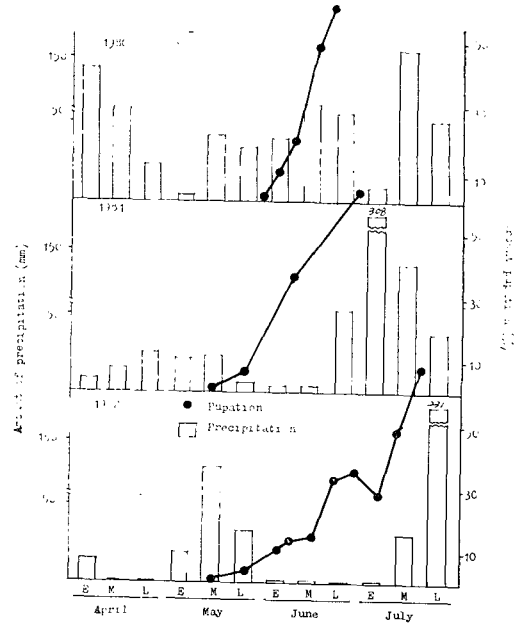


Fig. 1. The amount of precipitation during the ten day periods and the percent pupation of *C. niponensis* in the field.

Table 6. Effect of watering on the percent pupation of overwintered larvae

Watering condition	No. of larvae	Percent pupation	Mortality of larvae
0*	120	39.2	22.5
0.5	120	95.8	6.7
1.0	120	89.2	8.3
1.5	120	95.8	10.8
Control (1982)	160	46.9	30.6

*The numbers indicate the watering conditions based on the average annual rainfall and watering was treated every five days from April to July.

고, 1982年은 5月下旬~7月上旬까지 例年에 드문 가뭄이 계속되어 土壤이 乾燥한 때문이 아닌가 생각된다. 즉, 복숭아십식나방의 越冬後 蛹化에 重要한 環境要因은 氣溫 및 土壤水分 等으로서, 統計的 豫察에는 4月以後의 溫度가 重要하며,^{25), 26)} 5月の 降雨量과 5~6月の 氣溫이 發生과 關係가 깊다고 한다.^{12), 18)} 그리고, 土壤이 乾燥한 경우 蛹化가 遲延되고, 따라서 1化期成虫의 産卵時期가 늦어져 2化期 成虫의 發生量이 적다고 하였다.¹¹⁾

表 6은 降雨가 越冬幼虫의 蛹化에 미치는 影響을 調査하기 위하여 越冬後 圃場에서 採集한 幼虫을 人爲的으로 調節한 降雨條件에 保管하였을 때, 7月 20日의

蛹化率이다. 平年 降雨量의 0.5, 1.0 및 1.5倍 降雨條件에서 蛹化率は 90% 内外였으나, 전혀 降雨가 없는 處理와 1982年 自然條件에서는 39.2, 46.9%였다. 반면 越冬幼虫의 死亡率은 無降雨 條件에서 22.5%, 自然條件에서 30.6%로 人爲的인 降雨에 의한 濕度維持率의 6.7~10.8%에 比하여 높았다. 따라서 그림 1과 表 6에서 볼 때, 북송아심식나방 越冬幼虫의 蛹化 最初의 早晚은 溫度가 重要한 要因이며, 蛹化率의 進展에는 降雨條件에 따른 土壤의 含水量이 重要한 것으로 생각된다.

以上과 같이 북송아심식나방幼虫의 越冬生理에는 日長·溫度·土壤含水量 그리고 아마도 營養 等과 같은 여러가지 要因이 複雜하게 作用하고 있으며 이것은 이 害虫의 發生時期에 있어서의 不規則性和 聯關되고 있다고 思料된다. 따라서 앞으로 이와 같은 生物學的 現象其類에 關與하는 各種因子의 相對的 評價는 이 害虫 發生 Model作成에 重要한 意味를 갖는다고 하겠다.

摘 要

북송아심식나방의 發生生態를 究明하기 위하여 休眠誘起 및 終了時期, 休眠打破에 미치는 低溫의 影響, 休眠後 越冬幼虫의 蛹化時期 및 이에 대한 降雨條件의 影響 等を 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 북송아심식나방의 休眠은 最初 7月下旬에 脫果하는 幼虫부터 始作되었으며, 8月中旬에 約 50%가 休眠하였고, 9月上旬以後 脫果하는 幼虫은 모두 休眠하였다.
2. 休眠誘起는 産卵時期와 關係가 있어서 6月下旬~7月下旬에 産卵되어 發育한 幼虫부터 休眠하기 始作하며, 年度別 發育期間中の 溫度에 따라서 差異가 있었다.
3. 休眠이 終了되는 時期는 12月上旬 頃이었으며, 1월以後에 加溫하는 個體는 거의 모두 蛹化하였다.
4. 休眠打破에는 5, 10°C의 低溫이 効果的이었으며 最低要求期間은 約 1個月以上이었다. 그러나, 0°C 以下の 低溫은 休眠打破를 抑制하였다.
5. 圃場에서 越冬後 幼虫의 蛹化는 5月中·下旬에 始作되었으나, 溫度條件 外에도 5월~7월의 降雨가 越冬幼虫의 發育에 重要한 要因으로서 土壤이 심히 乾燥한 경우 蛹化가 遲延되었으며 幼虫의 死亡率도 높았다.

引用 文 獻

1. Bartelt, R.J., H.M. Kulman and R.L. Jones. 1981. Effects of temperature on diapausing co-

coons of the yellow headed spruce sawfly, *Pickonema alaskensis*. Ann. Entomol. Soc. Am. 74(5) : 472~477.

2. Beck, S.D. 1968. Insect photoperiodism. 288pp. Academic: New York.
3. Dickson, R.C. 1949. Factors governing the induction of diapause in the oriental fruit moth. Ann. Entomol. Soc. Am. 42 : 511~537.
4. Hukusima, S. and S. Takeda. 1966. Chemical and microscopical properties of cocoon in *C. nipponensis* W. (Lepidoptera; Carposinidae), with special reference to permeability of cocoon to hydrochloric acid and absorption of moisture. Kontyû 34(2) : 175~184.
5. Kajino, Y. and H. Nakao. 1977. Ecology of peach fruit moth, *C. nipponensis* W. I. Period of adult emergence of the 1st brood. Bull. Hokkaido Pref. Agri. Expt. Sta. 37 : 77~84. (In Japanese)
6. Kim, S.B. and M.S. Yiem. 1981. Studies on the control and ecology of peach fruit moth (*C. nipponensis* W.). Res. Rep. of ORD Vol. 23(Hort. & Seri.) : 56~61. (In Korean)
7. Lee, C.H., J.S. Hyun and K.H. Kim. 1982. Studies on the Effect of Temperatures on the Development of the Peach Fruit Moth, *C. nipponensis*. Seoul Nat'l Univ. Coll. of Agr. Bull. 7(2) : 139~151. (In Korean)
8. Lee, P.C., W.C. Woo and K.H. Hwang. 1963. A preliminary study on the effect of photoperiod and temperature on the induction of diapause in the peach fruit borer (*C. nipponensis* W.) Actaent. Sin. 12 : 423~431. (In Chinese with English summary.)
9. Lee, S.W., J.S. Hyun, S.H. Kim and S.B. Kim. 1982. Studies on the ecology of the peach fruit moth, *C. nipponensis* W. Ann. Rep. Ins. Agr. Sci., Suweon Part 2 : 523~546. (In Korean)
10. Miyashita, K., S. Ikeuchi and E. Kawamura. 1965. Studies on the seasonal prevalence of the peach fruit moth, *C. nipponensis* W. and chemical control experiments. Hokkaido Nat. Agr. Exp. Sta. Rep. No. 68 : 1~92. (In Japanese)
11. Muramatsu, S. 1927. Notes on the life-histories and habits of four fruit moths in Chosen Part I. J. Agr. Expt. Sta. Government-General Chosen 16 : 1~35. (In Japanese)

12. 中山昌之介. 1943. リンゴの栽培と病虫害 pp. 418 明文堂.
13. Narita, H. and A. Ôtake. 1979. Peach fruit moth, *C. niponensis* W.: Bionomics and control measures. Rev. Plant Protec. Res. 12 : 40~63.
14. Phillips, P.A. and M.M. Barnes. 1975. Host race formation among sympatric apple, walnut and plum populations of the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. Ann. Entomol. Soc. Am. 68 (6) : 1053~1060.
15. Riedl, H. and B. A. Croft. 1978. The effects of photoperiod and effective temperatures on the seasonal phenology of the codling moth (Lepidoptera; Tortricidae). Can. Ent. 110(5) : 455~470.
16. Sato, N. and M. Ishitani. 1976. The life cycle of the peach fruit moth, *C. niponensis* W. Aomori Field Crops and Hort. Exp. Sta. Rep. No. 1 : 1~16. (In Japanese)
17. Tauber, M.J. and C.A. Tauber. 1976. Insect seasonality: Diapause maintenance, termination and postdiapause development. Ann. Rev. Ent. 21 : 81~107.
18. Toshima, A. and K. Honma. 1961. Factors influencing the seasonal incidence and breaking of diapause in *C. niponensis* W. Jap. J. of Appl. Ent. and Zool. 5(4) : 260~269.
19. Tsugawa, C. 1972. Forecasting outbreaks of main destructive insects in apple orchards. Aomori Apple Exp. Sta. Rep. 16 : 1~73. (In Japanese).
20. Wigglesworth, V.B. 1972. The principles of insect physiology. 7th Ed. 827pp. Chapman and Hall.London.