

## 뽕나무각지벌레(*Pseudaulacaspis pentagona* T.)의 生態의 特性 및 藥劑防除에 關한 研究

朴仁均·金永澤·尹馨珠·李英仁\*

農村振興廳 蠶絲昆蟲研究所, \*安東大學校 自然大學

### Some Ecological Characteristics of the Mulberry Scale, *Pseudaulacaspis pentagona* T., and Its Control with Insecticides

In Gyun Park, Yong Teak Kim, Hyung Joo Yoon and Yong In Lee\*

National Sericulture & Entomology Research Institute, RDA, Suwon, Korea

\*College Of Natural Science, Andong National University, Andong, Korea

#### Abstract

A study was conducted to provide some basic data for controlling the Mulberry scale insect (*Pseudaulacaspis pentagona* T.). Experiments were carried out with checking their field-life, and a few selected insecticides were tested when mulberry leaves were not in use. About 57% of female were survived from the overwintering attached to the bark. Over 80% of the scale were distributed within the range of 30 cm from the base of each stem. One hundred percent and 96.7% of eggs were hatched under 25°C and 27°C respectively. Eighty percent of pupae emerged both under 25 and 27°C. The Mulberry scale require about 33 days under 25 °C and 30 days under 27°C. This species had 2 generations each year in mulberry field in Suwon. Overwintered as a mated female only. Oviposited about 170 eggs under their scale starting from the late April (in 1994) through the mid May (in 1993). Phenthoate EC sprayed in the mid June against the larvae was very effect with over 96% of control value.

Key words : Mulberry scale, ecology, control

#### 緒 論

뽕나무를 加害하는 각지벌레類에는 이세리아 각지벌레 (*Icerya purchasi* Maskell)와 13種이 報告되어 있지만(菊地, 1987; 韓國植物保護學會, 1986) 그 가운데에서도 특히 뽕나무각지벌레 (*Pseudaulacaspis pentagona* T.)는 뽕나무 뿐만 아니라 복숭아, 매실, 살구 등 31種의 寄主植物을 加害(韓國植物保護學會, 1986)하는 寄主範圍가 광범위한 難防除 害蟲으로 알려져 있다(青木, 1969; 백 등, 1992; 伊庭 등, 1975; 菊地, 1971; 桑名, 1911; 丹羽, 1916). 현재 본 種에 대한 分類學的 位置는 다음과 같다(韓國應用昆蟲學會, 1994).

Order Homoptera(매미목)

Superfamily Coccoidea(각지벌레 상과)

Family Diaspididae(각지벌레과)

Tribe Diaspidini(각지벌레족)

*Pseudaulacaspis pentagona* Targioni Tozzetti(뽕나무각지벌레) 高木(1967)에 의하면 각지벌레상과(Coccoidea)에 속하는 20개과(Family)중 본 種이 속해있는 각지벌레과(Diaspididae)가 세계적으로 가장 많이 분포한다고 하였다.

본 害蟲은 뽕밭내에서 80년대 중반까지만 하더라도 뚜렷한 被害樣相을 보이지 않았지만 최근에 와서 多收穫을 위한 密植多肥栽培 등 여러 諸般要因의 변화에 따라 시급히 防除를 要하는 이른바 問題害蟲으로 등

장하게 되었고 農藥撒布量의 증가는 각종 環境公害를 誘發함은 물론 天敵의 密度減少로 인하여 급격히 그 발생이 증가하는 趨勢에 있다(白雲夏, 1992; 菊地, 1987). 따라서 본 種에 의한 뽕밭의 被害는 상상의로 심각한 상태이며 본 種의 發生時期가 누에의 飼育時期와 重複됨으로 인하여 防除適期 選定에도 대단히 어려운 상태에 있다(伊庭 등, 1975).

國內에서는 1928년에 農業經濟上 主要害蟲으로 기록되어 있으며(中山, 1928) 그 이후 본 害蟲에 대한 뽕밭내에서의 生態 및 防除에 관한 精確한 報告資料가 없는 실정이다. 그러나 뽕나무이외에 全南 일부지역의 매화나무에 60% 이상의 被害를 일으키며 년중 3세대 발생한다는 報告가 있다(全南振興院, 1988). 본 種의 生態 및 形態에 關하여 松村(1920) 및 桑名(1911)에 의하면 뽕나무각지벌레의 암컷은 圓形의 橙黃色이고 수컷은 體色이 橙赤色이며 알은 橢圓形으로 白色 또는 橙色으로 년중 3회 發生하며 1회 애벌레는 5月, 2회 애벌레는 7月, 3회 애벌레는 9월에 發生한다고 기술하고 있는 반면 橫山(1929)은 臺灣에서는 年 5세대까지 연속적으로 발생하며 各 態別 經過日數에서 암컷의 경우 産卵부터 羽化까지 3週~4週가 소요되고 수컷의 경우 번데기기간 약 1週일을 경과하여 羽化가 된다고 하였다.

또한 石井(1968)에 의하면 뽕나무각지벌레는 일본에서 보통 年 3세대를 경과하지만 暖地에서는 4세대를 경과하는 경우도 있다고 하였고 마지막 世代 암컷成蟲의 形態로 越冬한다고 하였으며 보통 암컷 애벌레 기간은 30~35日 정도 所要되는데 비하여 수컷애벌레 기간은 16日 정도 라고 하였다.

일반적으로 뽕나무각지벌레의 뚜렷한 生態的 特徵은 암컷의 경우 번데기과정을 거치지 않고 3령 若蟲에서 곧 바로 羽化되는 不完全變態를 하는 반면에 수컷의 경우는 알→애벌레→번데기→成蟲으로 이어지는 完全變態를 하며(青木, 1969; 鮎澤 등, 1980; 伊庭 등, 1975; 石井, 1968; 河合, 1967; 菊地, 1971; 金, 1978; 橫山, 1929) 반드시 암컷成蟲으로 越冬한다고 알려져 있다. 그러나 是永(1967)에 의하면 산호제각지벌레의 경우에는 애벌레로, 가루각지벌레는 알로 越冬한다고 하였고 朴 等(1993)은 주머니각지벌레의 경우 알 및 애벌레로 越冬한다는 보고로 보아 각지벌레류의 越冬態는 種에 따라 서로 다른것으로 생각된다.

또한 뽕나무각지벌레는 陰濕하고 通風이 불량한 氣象條件을 選好하기 때문에(菊地, 1987) 뽕나무의 基部 근처에 集中分布하는 傾向을 보이며 애벌레期間 동안 移動距離는 극히 짧지만 바람, 寄生蜂 등에 의한 移動으로 부근의 뽕밭에 擴散分布되는 傾向을 나타낸다(中村, 及川, 1965). 繁殖力 또한 대단히 강해서 암컷 한마리당 平均 150~200개 정도 産卵하며 애벌레 및 암컷이 모두 口器를 樹皮에 插入하여 즙액을 흡수하기 때문에 심할 경우 被害가지는 바로 生育이 정지되고 枯死해버리는 심각한 被害 樣相을 나타내기도 한다.

특히 본 種은 몸체를 둘러싸고 있는 蠟質의 각지 때문에 蟲體에까지 藥劑를 接觸시키기 어려워 높은 藥效를 기대하기 힘든 것으로 알려져 있다(田中, 1967; 玉木, 1967).

현재 본 種의 防除藥劑로서는 Machine oil EC, Methidathion EC 등 數種의 藥劑가 사용되고 있지만 뽕밭에서는 이들 藥劑의 撒布時期를 결정하기가 대단히 어렵다. 즉 각지벌레류의 효과적인 防除時期는 1齡 애벌레의 發生時期로 알려져 있으나(伊庭 등, 1975; 全南振興院, 1989) 본 種이 뽕밭에서 1세대 애벌레가 發生하는 時期가 누에의 飼育時期와 重複되기 때문에 누에에 대한 農藥의 安全日數를 고려하면 藥劑撒布를 하기 어렵기 때문이다.

따라서 본 試驗은 뽕나무각지벌레의 뽕밭내 精確한 發生時期와 各 態別 經過習性 및 密度 등 몇가지 生態的 特性究明을 基礎로 누에에 대한 安全成을 고려한 효과적인 藥劑選拔 및 防除時期를 결정할 수 있는 基礎資料를 얻고자 수행하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 越冬後 生蟲率 및 가지部別 密度

越冬 후 生蟲率 및 가지의 部別 密度를 조사하기 위한 試驗圃場은 蠶業試驗場內(水原所在)에 密植으로 植栽된 개량뽕밭으로 選定하였으며 이곳 뽕나무에 寄生하고있는 뽕나무각지벌레를 供試蟲으로 하였다.

가지에 있는 越冬 후 암컷成蟲의 生蟲率을 조사하기 위하여 3월中旬부터 한 그루당 1가지씩 9그루를 대상으로 조사하였다. 조사주의 選定은 肉眼으로 보아 일정한 寄生密度를 유지하고 있는 그루를 選定하였으며 調査部位는 寄生分布가 고르게 배열된 部位의

3 cm 길이를 채취하였다.

生死判別은 解剖顯微鏡 (15×4×0.7倍) 하에서 가지의 表皮에 固着되어 있는 각지를 떼어내고 그속에 있는 成蟲의 體色(生蟲: 黃色, 死蟲: 黑色)을 기준으로 生死與否를 判定하였다.

한편 가지의 部位別 分布調査는 비교적 密度가 높은 10개의 가지를 채취하여 가지基部로부터 10 cm 單位로 나누어서 조사하였으며 寄生하고 있는 암컷成蟲의 生死與否에 關係없이 寄生되었거나 寄生하고 있는 全個體數를 조사하여 部位別 平均을 算出하였다.

## 2. 각 態別 크기

각 態別 크기는 第1世代 알, 애벌레, 번데기, 암컷成蟲 및 越冬 후 암컷成蟲別로 조사하였다. 調査方法은 解剖顯微鏡에 裝着된 micrometer를 이용하여 알의 경우 孵化直前 암수 구별없이 100개씩 측정된 뒤 平均을 算出하였고 애벌레는 孵化 직후 이동하고 있는 個體와 이동 후 樹皮에 固着하고 있는 2齡蟲을 각각 구분하여 각 10個體(또는 20個體)를 조사하였다.

번데기는 橢圓形의 흰각지를 형성하고 있는 다 자란 수컷애벌레를 매일 관찰하여 완전한 번데기 모양을 하고 있는 20個體를 무작위로 抽出하여 조사하였고 암컷成蟲은 試驗圃場內에서 분포된 가지를 채취하고 가지에 붙어있는 각지를 떼어낸 후 解剖顯微鏡하에서 長徑 및 短徑을 조사하였으며 수컷成蟲의 경우에는 20個體를 무작위로 抽出하여 75%알콜에 넣은 뒤 體長과 體幅을 측정하였다.

## 3. 溫度別 孵化率 및 羽化率

處理溫度는 뽕나무가지벌레의 生育適溫이 25~27℃인 점을 감안하여 22℃, 25℃, 27℃, 30℃, 35℃의 5개로 하고 알을 接種하기위하여 溫度別로 3개의 샤레(직경 18 cm, 높이 5 cm)에 5 cm 크기의 감자를 1개씩 넣었다.

시험에 供試된 알은 越冬 후 암컷成蟲이 産卵을 시작할 시기에 시험포장에서 채취한 가지에서 각지를 떼어낸 뒤 매일 산란된 알을 收去하여 사용하였으며 溫度別로 incubator에 넣어 매일 孵化狀況을 관찰하였다. 溫度別 羽化率을 조사하기 위한 試料는 圃場에서 수컷이 흰橢圓形의 각지를 形成하면서 蛹化되는 時期에 맞춰 寄生하고있는 가지를 채취하였다. 대부분의 個體가 거의 蛹化될 때 解剖顯微鏡하에서 흰색이

선명하고 비교적 깨끗한 5個體씩을 골라 샤레속의 감자에 接種하였으며 溫度別로 3反復 처리하였다.

羽化調査는 經過日數에 關係없이 매일 解剖顯微鏡 하에서 羽化 탈출하고 남은 빈 각지의 數를 조사하여 최종 羽化率을 算出하였다.

## 4. 溫度別 態別 發育經過

溫度別로 각 態의 發育經過를 조사하기 위하여 寄生중인 암컷成蟲을 무작위로 각지를 떼어내면서 産卵口에서 연속으로 산란하기 시작하는 알을 채취하여 샤레속의 감자에 接種하였다.

處理溫度는 22℃, 25℃, 27℃, 30℃, 35℃로 하였으며 處理당 알 10개씩 接種하는 것을 1反復으로 하여 3反復 처리하였다. 그러나 35℃에서는 사육도중 死亡 個體를 고려하여 處理당 20개씩을 接種하여 3反復 조사하였다. 각 處理溫度別로 incubator에서 사육하면서 매일 孵化狀況을 관찰하고 孵化時點을 기준으로 日數 累計를 計算하여 總 日數를 算出하였다.

애벌레期間은 全齡을 合算하였으며, 孵化直後의 移動幼蟲을 준비된 샤레속의 감자에 接種하여 각 22℃, 25℃, 27℃, 30℃의 incubator속에서 사육하였다. 조사 방법은 매일 解剖顯微鏡으로 조사하여 마지막 脫皮後 蛹化까지의 日數를 누계하여 算出하였다.

한편 번데기期間은 포장에서 채취한 가지에서 白色숨모양인 長橢圓形의 각지를 형성하고 있는 수컷애벌레의 蛹化與否를 解剖顯微鏡 밑에서 확인한 다음 준비된 샤레속의 감자에 각 處理溫度別로 10個體씩 接種하였다. 處理溫度는 알의 경우와 동일하게 하였으며 處理당 2反復으로 1反復당 5개씩씩 接種하여 incubator속에서 사육하였다. 번데기期間은 接種日로부터 羽化脫出 當日까지의 所要日數로 하였으며 羽化狀況은 하루 세차례씩 解剖顯微鏡 밑에서 확인하였다.

## 5. 年中 生活史

'93, '94 2個年度에 걸쳐 蠶業試驗場(水原) 試驗圃場에서 각 蟲態別로 야외에서의 發生經過를 調査하였다.

4月上旬부터 寄生가지를 채취하여 100個體를 基準으로 각지를 떼어낸 뒤 매일 解剖顯微鏡下에서 産卵狀況을 조사하였고 産卵후 부터 孵化까지 매일 100個體씩의 각지를 떼어낸 뒤 알의 孵化與否를 조사하였다.

**Table 1.** Insecticides applied in field

Common name	Formula-tion	Chemical name	Active ingredient	Dilution rate
Machine oil	EC		95.0%	×20
Phenthoate (PAP)	EC	S- $\alpha$ -oxycarbonylbenzyl-0,0-dimethyl	47.5%	×1,000
Trichlorfon (DEP)	WP	Dimethyl-2,2,2-trichloro-1-hydroxyethyl phosphate	80.0%	×1,000

매 世代마다 孵化에서부터 羽化까지를 5日 간격으로, 매 조사시마다 9개의 寄生가지를 채취하여 解剖顯微鏡하에서 態別 狀況을 조사하였다.

**6. 藥劑防除時期 및 藥效試驗**

試驗圃場은 事前豫察을 통하여 選定하였다. 즉 肉眼으로 보아 일정수준의 寄生密度를 유지하고 있는 것으로 判斷되는 그루를 試驗區로 選定하였으며 藥劑處理는 누에飼育期와의 重複을 피하기 위하여 越冬直後인 3月中旬, 産卵直前인 4月中旬, 그리고 봄누에 飼育이 끝나는 6月中旬 등 3회로 정하였으며 處理 25日後 일정길이당 生蟲數를 조사하였다.

處理區配置는 난괴법 3反復으로 하였으며 藥劑選定은 撒布 후 殘留毒性, 人畜에 대한 危害性 등 農藥品目告示 選定基準을 고려하여 有機磷系 2種, 機械油乳劑 1種 등 모두 3種의 藥劑만을 選擇하였다 (表 1).

**結果 및 考察**

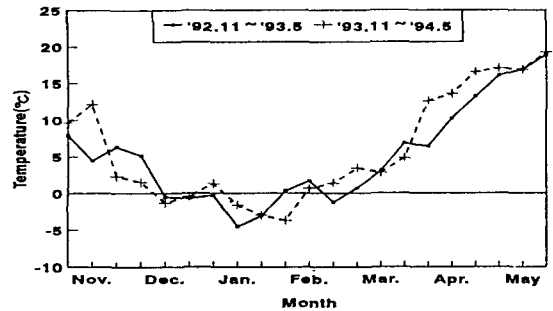
**1. 越冬 후 生蟲率 및 가지部位別 分布**

寄生된 가지의 樹皮에 固着된 상태로 越冬한 암컷 成蟲은 이듬해 봄 氣溫이 올라감에 따라 樹液을 흡수하기 시작하면서 産卵준비를 하게 된다. 樹皮에 固着하여 겨울을 난 調査株 전체 암컷成蟲의 生蟲率은 表 2와 같다.

'93년의 경우 生蟲率이 48.16% 이었으며 '94년은 65.9%로 2個年 平均 57.03%의 生蟲率을 보였다. 이

**Table 2.** Survival rate of *Pseudaulacaspis pentagona* females after the overwintering

Year	No. of female adults examined	No. survived	No. dead	Survival rate (%)
'93	768	1,333	1,395	48.16
'94	2,404	1,625	779	65.90
Average	5,172	2,958	2,174	57.03



**Fig. 1.** Mean temperature from November through following May in 1992, 1993 and 1994 of Suwon.

와같이 '94년에 비해 '93년의 生蟲率이 낮았던 것은 越冬중의 氣溫 및 樹勢, 각종 天敵의 寄生 및 病原微生物에 의한 感染 등 諸般要因의 複合作用에 의한 것으로 思料되며 가장 크게 영향을 미치는 要因은 그림 1에 나타난 것처럼 겨울동안의 氣象變化 즉 低溫에 의해 凍死한 個體가 많았을 것으로 생각된다.

이것은 大串,西野(1966)가 蝨각지벌레에 있어서 冬期死亡의 주요 原因가운데 하나가 겨울철 氣溫變化라고 추측된다는 보고를 한 바 본 種의 死亡要因도 같은 傾向으로 思料된다.

또한 본 種의 圃場豫察에 있어서 精確한 生蟲率의 調査는 일정한계 被害程度를 豫測하는 것이 가능함과 아울러 豫防驅除를 위한 사전대비에도 중요한 資料가 될 것으로 생각된다.

결론적으로 '94년은 예년에 비해 뽕나무각지벌레에 의한 높은 被害發生이 예상되며 産卵하기 전에 越冬蟲을 사전에 防除함으로써 그 피해를 어느정도 줄일 수 있을 것으로 思料된다.

越冬 후 암컷成蟲의 가지部位別 分布調査結果는 그림 2와 같다.

'93, '94 2個年에 걸쳐 조사한 結果 가지 基部에 1부 從 30 cm 이내 部位에 각각 82.01%, 88.00% 分布

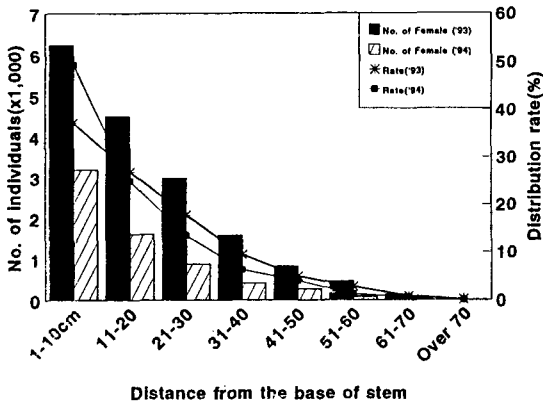


Fig. 2. Density of *Pseudaulacaspis pentagona* female after the overwintering ('94,3) within mulberry stem.

하였다. 이것은 대부분의 個體가 가지 基部 근처에 集中 分布하는 傾向으로 이는 조사일 현재 가지에 寄生하고 있는 個體가 羽化하기 전 移動幼蟲期 때 通風이 不良하고 陰濕한 環境을 選好하는 傾向(菊地, 1987)과 일치하며, 樹勢가 약하고 비교적 햇빛을 잘 받을 수 있는 가지 뒷쪽에는 거의 分布하지 않았다. 또한 가지의 表皮中에도 주로 凹凸이 심한 葉柄痕部位 등에 集中分布하는 傾向을 보였으며 葉脈이나 葉柄部位에는 거의 分布하지 않았다.

이상의 結果로 보아 耕種的인 方法으로 本種을 防除하는데는 限界가 있는 것으로 생각된다. 즉 봄누에 飼育 때 4, 5齡 큰누에를 대상으로 한 가지뽕 收穫法은 가을누에 飼育 때의 收穫法과는 달리 가지基部에서 부터 잘라 가지째 給桑하지만(大韓蠶絲會, 1989) 대부분 農家에서 작업의 편의상 가지의 基部 끝까지 자르지 않기 때문에 뽕나무가지의 伐採 그자체를 防除의 手段으로 이용하기는 어려울 것으로 생각된다.

즉 만약 가지에서 中間以上の 部位에 分布가 集中 되었다면 봄누에 가지뽕 收穫時에 대부분의 個體가

伐採에 의해 자연적으로 除去 되겠지만 20 cm 以下에 60% 以上 分布하기 때문에 단지 가지伐採라는 收穫法만으로는 전 個體를 除去 하기가 불가능하기 때문이다. 따라서 봄누에 가지뽕 收穫시 기부 밑부분까지 잔가지를 남기지 않고 깨끗하게 伐採하는 것이 本種에 의한 被害 및 擴散을 抑制하는 手段이 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 各 態別 形態 및 크기

가. 알: 越冬한 암컷成蟲이 産卵한 100개의 알을 조사한 結果는 표 3과 같이 長徑 0.22 mm, 短徑 0.10 mm인 橢圓形으로 표면이 매끈하며 윤기가 있다.

알의 表面은 粘性이 강하기 때문에 처음 産卵시에는 한줄로 연이어 産卵하며 시간이 경과할 수록 粘性이 약해진다.

알은 白色과 朱黃色의 2系統이 있으며 한 個體의 암컷에서 産卵되는 알은 거의 같은 系統의 색이지만 드물게 양쪽 색 모두 産卵하는 경우도 있다. 그러나 이때 둘 중의 한가지 색의 比率은 극히 낮게 나타나는 傾向을 보였다 (그림 3. A).

나. 애벌레: 孵化 당시의 體色은 알의 색과 동일한 白色 또는 朱黃色을 띄며 孵化直後 벌어진 각지의 틈사이를 기어나와 이동하기 시작한다.

한쌍의 觸角과 크고 검은 1쌍의 楕圓이 있으며 가슴에는 3쌍의 다리가 있다. 몸은 항아리모양으로 양쪽 끝보다는 中間 部位가 넓은 편이며 몸전체에 가는 털이 조금씩 分布하고 있다.

하루정도 지나면 일정한 장소에서 이동을 멈추고 固着하게 된다 (그림 3. B). 주로 凹凸이 심한 部位에 集中固着하나 때로는 葉柄部位에도 일부 分布하는 傾向이 있다. 이때부터 암수의 구분이 가능하다. 즉 수컷의 경우 흰 物質을 分泌하여 긴 橢圓形의 각지를 形成하기 시작는 반면 암컷은 灰色을 띄는 짧은

Table 3. Size of eggs and larvae of *Pseudaulacaspis pentagona*

Stage	No. of individuals measured	Length (mm)		Width (mm)	
		mean ± SD	range	mean ± SD	range
Egg	100	0.22 ± 0.014	0.19~0.26	0.10 ± 0.011	0.07~0.13
Larva					
1st instar	10	0.23 ± 0.015	0.20~0.26	0.13 ± 0.008	0.12~0.15
2nd instar	20	0.24 ± 0.011	0.23~0.28	0.13 ± 0.007	0.12~0.15

S.D: standard deviation.

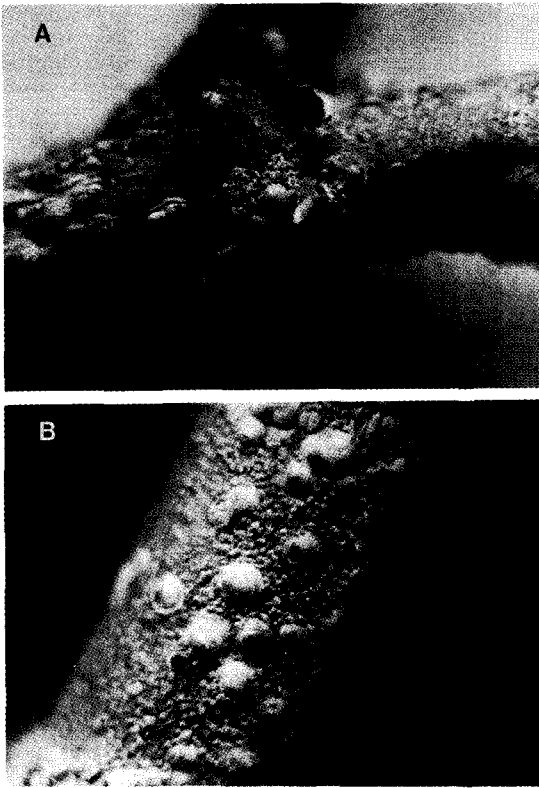


Fig. 3. A: Eggs of *Pseudaulacaspis pentagona* oviposited by overwintered female adult. B: Larvae of *Pseudaulacaspis pentagona* on the mulberry stem.

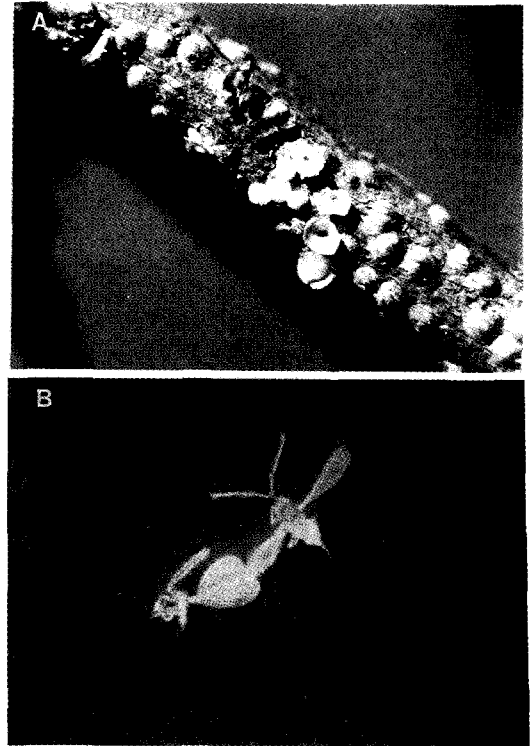


Fig. 4. A: Female adults of *Pseudaulacaspis pentagona* under their scales (some scales removed). B: Male adults of *Pseudaulacaspis pentagona* with a pair of large black compound eyes, wings and 3 pairs of legs.

橢圓形의 각지를 형성한다.

移動形과 固着形으로 구분한 애벌레의 크기는 表 3과 같으며 移動形의 경우 長徑 0.23 mm, 短徑 0.13 mm, 固着形의 경우 長徑 0.24 mm, 短徑 0.13 mm로서 별 차이가 없었다.

다. 번데기: 짙은 黃色을 띠고 있으며 검고 둥근 1쌍의 눈을 가지고 있다. 1쌍의 날개와 觸角이 몸에 밀착해 있고 배에는 주름이 있으며 크기는 표 4와 같이 體長이 0.65 mm이고 體幅이 0.32 mm이다.

라. 成蟲: 成蟲의 경우 암컷과 수컷은 전혀 다른 모양을 하고 있다.

암컷의 몸은 灰色을 띠고 있는 圓形의 각지속에 완전히 감싸여 있다. 體色은 연노랑색 혹은 짙은 黃色을 하고 있으며 가슴아래쪽에 있는 실같이 가늘고 긴 口器를 樹皮속에 넣어 樹液을 흡수한다(그림 4. A).

越冬 암컷成蟲과 제1세대 암컷成蟲의 體長 및 몸

체를 둘러싸고 있는 각지의 크기를 조사한 결과는 表 4 및 5와 같이 體長은 越冬蟲의 경우 長徑 1.19 mm, 短徑 0.94 mm였고 몸체를 감싸고 있는 각지의 지름은 1.67 mm 였으며 第 1세대 암컷成蟲의 크기는 長徑 1.46 mm, 短徑 1.14 mm로서 1세대 암컷이 越冬암컷보다 조금 큰 편이었다. 이는 1세대 成蟲의 경우 겨울철 低溫期를 거치지 않고 계속 성장 하였고 寄主植物(뽕나무)의 生育이 旺盛하여 營養供給이 잘되기 때문일 것으로 생각된다.

수컷의 경우 각지는 흰색의 긴 橢圓形이며 體色은 짙은 黃色을 하고 있고 1쌍의 날개와 觸角, 검고 큰 圓形의 겹눈을 가지고 있다. 3쌍의 다리로 기어다니기도 하며 날개를 이용하여 날아다니기도 하지만 移動距離는 1 m 未滿인 것으로 思料된다(그림 4. B).

石井(1968)에 의하면 수컷成蟲의 경우 平均壽命이 10~20時間으로 羽化한 후 바로 交尾한 뒤 죽는다고 하였으며 口器가 없기 때문에 寄主植物을 加害하지는

**Table 4.** Size of pupae and adults of *Pseudaulacaspis pentagona*

Stage	No. of individuals measured	Length (mm)		Width (mm)	
		mean±SD	range	mean±SD	range
Pupae	20	0.65±0.067	0.56~0.76	0.32±0.026	0.27~0.38
Adults					
Overwintered F.	100	1.19±0.098	0.99~1.5	0.94±0.098	0.74~1.18
1st generation F.	50	1.46±0.118	1.25~1.82	1.14±0.09	0.96~1.31
Male	20	0.61±0.042	0.54~0.68	0.22±0.015	0.19~0.23

F.: Female adults, S.D: standard deviation.

**Table 5.** Scale size of *Pseudaulacaspis pentagona*

Sex	No. of individuals measured	Length (mm)		Width (mm)	
		mean±SD	range	mean±SD	range
Female	100	1.67±0.185	1.02~2.24	—	—
Male	20	1.30±0.122	0.96~1.51	0.40±0.238	0.35~0.53

S.D: standard deviation, Male: pupal scale.

**Table 6.** Hatching rate of *Pseudaulacaspis pentagona* eggs under 5 constant temperatures

Temperature (°C)	No. of eggs examined	No. of eggs hatched	Hatching rate (%)
22	30	27	90.0
25	30	30	100.0
27	30	29	96.7
30	30	21	70.0
35	60	3	5.0

못한다고 하였다. 수컷의 몸체 및 번데기를 감싸고 있는 각지의 크기는 表 4 및 5와 같이 體長 0.61 mm, 體幅 0.22 mm이고 각지의 크기는 긴지름이 1.30 mm, 짧은지름은 0.40 mm였다.

### 3. 溫度別 孵化率 및 羽化率

가) 孵化率 : 産卵期를 지나 孵化期를 前後하여 각지를 떼어낸뒤 解剖顯微鏡下에서 孵化狀況을 관찰한 결과 일부 個體는 孵化하지 못하고 죽는 경우가 관찰되었는데 정확한 死亡原因은 알수 없으나 孵化 당시 外氣溫度에 상당한 영향을 받은 것으로 思料된다.

溫度別 알의 孵化率을 조사한 결과는 表 6과 같이 25°C와 27°C에서 각각 100% 및 96.7%의 孵化率을 보임으로써 이 두 溫度가 孵化適溫으로 思料되며 22

**Table 7.** Emergence rate of *Pseudaulacaspis pentagona* under 5 constant temperatures

Temperature (°C)	No. of pupae examined	No. of pupae emerged	Emergence rate (%)
22	15	9	60.0
25	15	12	80.0
27	15	12	80.0
30	15	10	66.7
35	15	5	33.3

°C에서도 90%의 높은 孵化率을 나타냈다. 그러나 30°C에서 70%, 35°C에서 5%로서 高溫으로 갈수록 孵化率이 현저히 낮아지는 경향을 나타냈다. 특히 35°C에서 孵化한 幼蟲은 몇시간 이내 바로 死亡하는 것으로 보아 그 이상의 溫度에서는 생존 자체가 불가능할 것으로 思料된다.

나) 羽化率: 긴 橢圓形의 각지를 형성하고 있는 번데기를 溫度別로 처리하여 羽化率을 조사한 결과는 表 7과 같다.

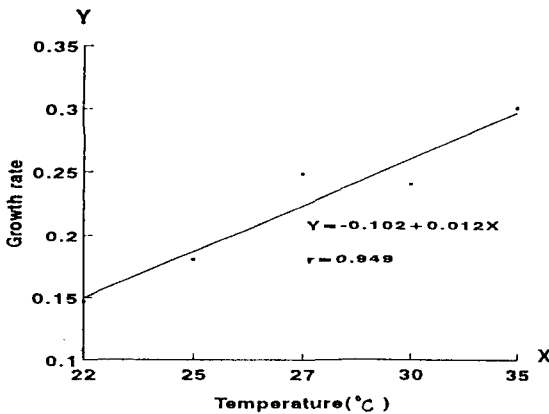
25°C와 27°C에서의 羽化率이 각각 80%로 높은것으로 보아 羽化適溫으로 思料된다. 그러나 같은 溫度에서의 孵化率과 비교하여 羽化率이 현저하게 낮았다. 이것은 羽化되는 과정에서 또는 羽化탈출직전 사망하는 個體가 많이 발견되는 것으로 보아 羽化過程이 孵化過程보다 훨씬 복잡한 것 때문으로 思料된다.

**Table 8.** Egg period of *Pseudaulacaspis pentagona* under 5 constant temperatures

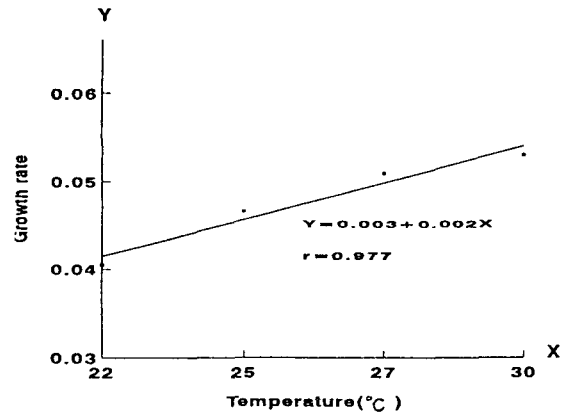
Temperature (°C)	No. of eggs examined	Egg period (days)						
		3	4	5	6	7	8	9
22	30			7	3	10	3	4
25	30		2	17	5	4	2	
27	30	4	22	1	2			
30	30		17	4				
35	30	2	1					

**Table 9.** Larval period of *Pseudaulacaspis pentagona* under 4 constant temperatures

Temperature (°C)	No. of larvae examined	Larval period (days)										
		18	19	20	21	22	23	24	25	26		
22	20									3	2	1
25	20				6	2	1					
27	20			10	1	1	2					
30	20	4	2	0	1							



**Fig. 5.** Correlation between temperature and growth rate (1/growth period) of eggs of *Pseudaulacaspis pentagona*.



**Fig. 6.** Correlation between temperature and growth rate (1/growth period) of *Pseudaulacaspis pentagona* larvae.

22°C와 30°C에서의 羽化率은 각 60.0%, 66.7% 수준으로 낮았고 또한 35°C에서의 羽化率은 33.3%였으며 羽化후 바로 사망하는 것으로 보아 그 이상의 온도에서는 羽化成蟲 또한 生存이 불가능한 것으로 추측된다.

이상의 결과로 보아 緒論에서도 언급이 되었지만 본 種은 外氣溫도의 變化에 민감한 반응을 보이며 羽化 및 孵化에 있어서도 溫度變化에 따라 많은 영향을 받으며 氣象變化에 따라 포장내에서 발생하는 個體群의 密度變動에도 영향을 받는 것으로 思料된다.

**4. 溫度別 態別 發育經過**

가) 알: 일정한 溫度 조건하에서 정확한 알期間을 究明하기 위하여 溫度別로 알을 接種處理하였으며 그 결과는 表 8 및 그림 5와 같다.

發育適溫으로 思料되는 25°C에서는 供試個體의 56.7%가 5일을 경과하였고 27°C에서는 73.3%가 4일을

경과하여 溫度가 높을수록 卵期間은 짧아지는 경향이었으나 30°C에서는 全體個體의 30%, 35°C에서는 90%가 發育도중 사망하는 것으로 보아 일정溫度 이상의 高溫에서는 정상적인 發育이 불가능한 것으로 思料된다. 石井(1968)은 年중 世代別 알期間을 조사하여 第 1世代에서는 10~11日, 第 2世代에서는 5日, 3世代에서는 6~7日을 경과하는 個體가 많았음을 보고한 바 이는 각 世代別로 孵化時期의 氣溫差異에 의한 것으로 思料된다.

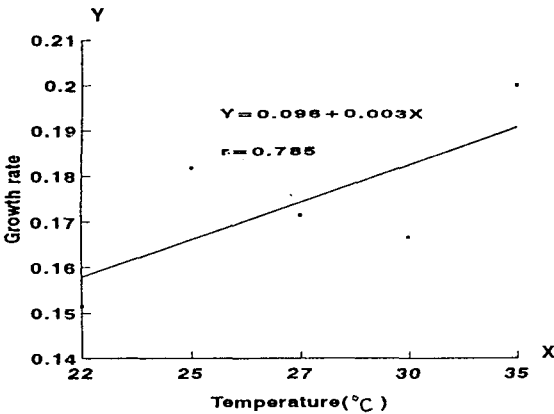
나) 애벌레: 수컷애벌레를 孵化直後부터 蛹化직전까지 溫度別로 사육하면서 애벌레期間을 조사한 결과는 表 9 및 그림 6과 같다.

25°C에서는 21일째에 peak를 이루었고 27°C에서는 19일째 peak를 이루는 것으로 보아 發育適溫에서의 애벌레期間은 19~21日 사이로 推定되며 이는 石井(1968)가 보고한 第 1世代 22.1日, 第 2世代 16.0日과 비슷한 경향을 보였다. 이것은 암컷애벌레 發育期間이



**Table 10.** Pupal period of *Pseudaulacaspis pentagona* under 5 constant temperatures

Temperature (°C)	No. of pupae examined	Pupal period (days)					
		4	5	6	7	8	9
22	10			3	1	1	
25	10	1	3	3	1		
27	10		2	3	1		
30	10		1	2	1		
35	10		1				



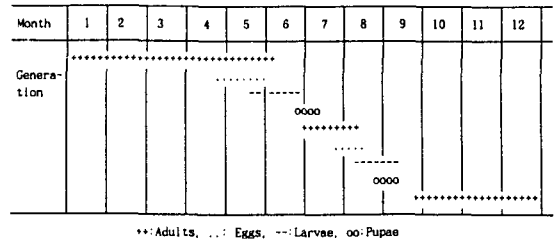
**Fig. 7.** Correlation between temperature and growth rate (1/growth period) of *Pseudaulacaspis pentagona* pupae.

숫컷의 期間보다 항상 2週정도 길며 숫컷의 번데기 期間中에도 암컷은 애벌레상태를 維持하다가 비슷한 날짜에 암수 成蟲이 동시에 羽化함으로써 서로 交尾의 기회를 갖도록 하려는 것으로 思料된다.

또한 全 애벌레기간 가운데 숫컷의 경우 1齡 애벌레가 全期間의 半以上을 占有한다고 하였다.

다) 번데기: 蛹化 直後부터 羽化直前까지의 번데기 期間 조사결과를 表 10 및 그림 7과 같다.

25°C의 경우 5日 및 6日이 Peak를 나타냈으며 27°C에서는 6日이 Peak를 이루었다. 全體 範圍는 4~8日이었으며 5~6日이 36%로 가장 많았다.



**Fig. 8.** Life cycle of *Pseudaulacaspis pentagona* in field.

**5. 蟲態別 년중 經過習性**

본 種에 대한 개괄적인 년중 經過를 보면 겨울을 지낸 암컷成蟲은 4月下旬에서 5月上旬에 産卵하여 5月中旬에서 6月中旬까지의 若蟲期를 거쳐 6月下旬에서 7月上旬에 第 1世代 成蟲이 羽化하며 第 2世代 成蟲은 8月中下旬, 3世代 成蟲은 9月下旬에 羽化하여 越冬하는 등 년중 3世代를 經過하는 것으로 알려져 있다(青木, 1969; 鮎澤 등, 1980; 伊庭 등, 1975; 菊地, 1971).

石井(1968)에 依하면 본 種은 보통 3世代를 경과하나 빠른 것은 4世代를 경과하며, 佐藤(1978) 및 安田(1981)은 氣溫이 낮은 日本 東北地方에서는 2世代를 經過한다고 하였고 横山(1929)에 의하면 臺灣에서는 5世代를 經過하는 것도 있다고 하였다. 따라서 본 種은 地域別 氣溫差에 따라 世代數가 달라질 수 있으며 또한 각 態別 發生時期도 다르게 나타나는 것으로 思料된다.

본 試驗에서 조사된 '93, '94 2個年에 걸친 각 蟲態別 發生時期 및 년중 發生經過는 각각 表 11 및 그림 8과 같다.

조사결과 水原의 甯南에서는 본 種이 年間 2世代를 경과하는데 1世代는 6月下旬부터 成蟲이 羽化하였으며 2世代는 9月下旬부터 羽化하기 시작하여 加害하다가 越冬하였다. 이 결과는 7月上旬頃에 2世代成蟲이 産卵을 하였다는 朴等(1988) 및 石井(1968)의 보고와는 달리 본 조사에서는 이 時期에 産卵하는 個體를

**Table 11.** Developmental times of each stage of *Pseudaulacaspis pentagona*

Year	1st generation				2nd generation			
	Oviposition	Hatching	Pupation	Emergence	Oviposition	Hatching	Pupation	Emergence
'93	5.14~6. 1	5.26~6.8	7. 1~7. 5	7. 5~7.10	8. 1 ~8.9	8. 8~8.18	9.14~9.27	9.17~10. 2
'94	4.29~5.30	5.22~6.4	6.20~6.28	6.25~7. 3	7.24~8.5	7.28~8.10	8.29~9.16	9.12~ 9.20

**Table 12.** Number of eggs oviposited by overwintered female of *Pseudaulacaspis pentagona*

Year	No. of individuals measured	No. of eggs oviposited	
		mean±SD	range
1993	20	166.4±45.80	64~225
1994	20	181.9±45.03	107~257
Average	40	174.2±10.96	64~257

S.D: standard deviation.

발견하지 못하였고 1세대 成蟲이 7月下旬부터 第2세대 産卵을 시작하였다.

'93년의 경우 越冬 후 암컷成蟲이 第1세대 産卵을 開始하는 날은 5.14일이었고 孵化日은 5.26日, 産卵日 7.1日, 羽化日은 7.5일이었으며 '94년의 경우 初産卵日은 4月 29日, 孵化日은 5.22日, 羽化日은 6.25日이었다.

'94년이 '93년에 비해 15日以上 産卵時期가 빨랐던 것은 그림 1에 나타난 것처럼 본 種의 抱卵時期인 4月の 平均 氣溫이 '93년에 비해 '94년이 4℃ 이상 높았던 때문에 思料되며 계속된 發育에서도 世代의 經過時期가 다소 빠르게 나타났다.

産卵직전의 成蟲은 몸체가 매우 윤기있고 팽만한 상태를 보이며 産卵口는 흰색의 粉末狀으로 덮여있다.

個體別 産卵時期는 일정하지 않고 最大 25日의 간격을 두고 産卵하는 경우도 있었으며 따라서 한 世代내에서도 孵化期와 羽化期는 다소 차이가 있었다.

결론적으로 일정기간내에서 알과 애벌레가 서로 混在하는 樣相을 나타내고 있었으며 길게는 産卵前 암컷과도 混在하는 경우가 있었다. 越冬후 암컷의 平均 産卵數는 表 12와 같다.

'93년의 경우 平均 166.4개(64~225)였고 '94년의 경우 平均 181.9개(107~257)로서 2個年 平均 産卵數는 174.2개였다.

孵化日은 5月 22日부터 6月 8日까지 계속되었으며 갓 孵化된 애벌레는 이동이 매우 활발하지만 活動範圍는 대체로 5cm 未滿으로 극히 좁은 경향을 나타내었다.

移動하는 애벌레는 곧 樹皮에 固着하는데 한 곳에 密集하여 固着하는 特性을 가지고 있었으며 固着部位는 葉柄痕 部位나 가지의 밑면 즉 地面方向으로 집중하여 分布하는 경향을 보였고 그늘진 쪽을 選好

**Table 13.** Control effect of insecticides applied to larvae of *Pseudaulacaspis pentagona* in mid-June

Insecticides	No. of larvae tested	No. of larvae survived	Survival rate (%)	Control value (%)
Phenthoate EC	287	8	2.68	96.38
Tichlorfon WP	239	126	52.22	29.55
Control	220	162	74.12	-

C.V=9.5%.

**Table 14.** Control effect of insecticide applied to adults of *Pseudaulacaspis pentagona* in mid-March

Insecticide	No. of individuals tested	No. of individuals survived	Survival rate (%)	Control value (%)
Machine oil	3,818	1,421	37.22	45.49
Control	498	338	68.28	-

C.V=18.3%.

**Table 15.** Control effect of insecticides applied to adults *Pseudaulacaspis pentagona* in mid-April

Insecticides	No. of individuals tested	No. of individuals survived	Survival rate (%)	Control value (%)
Phenthoate EC	3,949	1,256	31.81	40.79
Tichlorfon WP	5,064	1,416	27.96	47.95
Control	1,141	613	53.72	-

C.V=16.1%

하는 경향을 나타냈다.

1세대 蛹化時期는 '93년의 경우 7月 1日~7月 5日, '94年은 6月 20日~6月 28日이었으며, 第1세대 成蟲의 羽化時期는 '93年 7月 5日, '94年 6月 25日이었으며 第2세대에서는 '93年 9月 17日, '94年 9月 12日로서 2세대 역시 '94年度에 다소 빠른 경향을 나타냈다.

**6. 藥劑處理時期 및 效果**

누에에 대한 直接毒 및 殘留毒性을 고려하여 Machine oil의 2種의 약제를 3回의 處理時期로 나누어 시험한 結果는 表 13, 14, 15와 같다.

藥劑處理後 生蟲率을 조사한 결과 3月中旬에 처리한 Machine oil EC의 경우 37.22%로서 무처리 68.28%와 比較하여 큰 差異가 없었으며 또한 越冬 암컷 成蟲의 抱卵期인 4月中旬에 처리한 Phenthoate EC

31.81%, Trichlorfon WP 27.96%의 生蟲率로서 역시 이 時期에도 무처리와 比較한 殺蟲力은 認定되지 않았다. 이상의 結果로만 볼 때 藥劑處理時期에 관계 없이 각지에 쌓여있는 成蟲期에는 藥劑處理效果에 있어서 一定限界이상의 약효는 기대하기 힘든 것으로 思料된다. 그러나 6月中旬 에벌레 孵化期(第 1世代 若蟲期)에 처리한 Phenthoate EC는 2.68%의 生蟲率로서 成蟲期처리와는 뚜렷한 차이를 보였으며 96.38%의 防除價로 藥效가 가장 優秀하였다. 이것은 有機磷系 藥劑의 경우 각 世代의 幼蟲期에 처리하면 매우 效果가 높다고 한 奧代(1967)의 報告와도 일치하는 傾向이었다.

그러나 본 種의 發生時期가 매년 氣象變化에 따라 다소 流動的임을 감안할때 특히 봄누에 飼育時期와의 重複등을 고려한 철저한 事前豫察을 통하여 第 1世代 幼蟲期를 정확하게 把握하는 것이 效率的 防除를 위한 前提條件이라 생각된다.

또한 이 時期는 봄누에 사육을 위하여 夏伐을 하 고난 뒤이기 때문에 防除作業이 훨씬 쉬울뿐만 아니라 經費節減에도 상당한 效果가 있으리라 思料된다.

## 摘 要

寄主 範圍가 넓고 防除가 어려운 害蟲으로 알려진 뽕나무각지벌레의 주요 特性 및 防除法를 究明하기 위한 試驗에서 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 樹皮에 固着하여 겨울을 지낸 암컷成蟲은 '93年 48.16%, '94년 65.9%로서 平均 57.03%의 生蟲率을 보였다. 한편 越冬 후 암컷成蟲의 80% 이상이 가지 基部에서 30cm以內에 分布하였다.

2. 알은 長徑 0.22 mm, 短徑 0.1 mm의 짧은 橢圓 形으로 白色과 朱黃色의 2系統이 있다.

3. 갓 孵化한 移動形에벌레는 長徑 0.23 mm, 短徑 0.13 mm이었고 크고 검은 1쌍의 눈 및 觸角이 있으며 3쌍의 다리를 가지고 있다. 固着形 에벌레는 長徑 0.24 mm, 短徑 0.13 mm이며 體色은 부화당시 알의 색깔과 동일하였다.

4. 번데기는 體長 0.65 mm, 體幅 0.32 mm이고 體色은 黃色을 띄고 있으며 검고 둥근 1쌍의 눈이 있고 1쌍의 날개와 觸角이 몸에 밀착해 있다.

5. 越冬후 암컷은 長徑 1.19 mm, 短徑 0.94 mm이

었으며 1세대 암컷은 長徑 1.46 mm, 短徑 1.14 mm로 越冬후 암컷보다 다소 크며 體色은 연노랑색 또는 黃色이었다. 실처럼 가늘고 긴 口器를 가지고 있고 암컷의 각지 지름은 1.67 mm内外였다.

6. 수컷은 體長 0.61 mm, 體幅 0.22 mm 内外이고 體色은 黃色이며 1쌍의 날개와 3쌍의 다리가 있어 날거나 기어다닌다.

7. 알은 25℃와 27℃에서 각각 100%와 96.7%의 孵化率을 나타냈고 22℃에서는 90%가 孵化하였으며 35℃에서는 5%로서 매우 낮은 傾向이었다.

8. 번데기의 羽化率은 25℃와 27℃에서 각각 80.0%였으며 22℃와 30℃에서는 60.0%와 66.7%이었고 35℃에서는 33.3%였다.

9. 본 種의 總發育期間(알期間, 에벌레期間, 번데기期間)은 25℃에서 약 33日(5.57日, 21.44日, 5.50日)이었고 27℃에서는 30日(4.03日, 19.64日, 5.83日)이었다.

10. 본 種은 年間 2世代를 경과하는데 1세대成蟲은 6月下~7月上旬에, 2세대는 9月中旬~10月上旬에 각기 羽化하였으며 암컷成蟲形態로 越冬하였다. 越冬후 암컷은 平均 174.2개의 알을 각지밑에 산란하였으며 1세대 產卵開始日은 '93年 5月 14日과 '94年 4月 29日이었고 孵化開始日은 각 5月 26日과 5月 22日이었다.

11. 6月 中旬에 에벌레를 대상으로 처리한 Phenthoate EC가 96.38%의 防除價로 藥效가 가장 우수하였고 3月中旬 및 4月中旬 越冬후 암컷을 대상으로 처리한 Machine oil, Phenthoate EC 및 Trichlorfon WP는 비교적 藥效가 낮았다.

## 引 用 文 獻

- 青木 清 (1969) 蠶桑病害蟲論. 日本蠶絲新聞出版部, 77-79.
- 鮎澤千昂·菊地 實·小野松治·高橋幸吉 (1980) 蠶桑病害蟲ハンドブック. 全養連 蠶絲の光 出版部, 80-81.
- 白雲夏 等 (1992) 新稿害蟲學. 향문사, 331-333.
- 伊庭正樹 等 (1975) 蠶桑病害蟲事典. 全養連 蠶絲の光 編輯部, 108-112.
- 石井五郎 (1968) クワシロカイガラの外部形態ならびに生態について. 蠶絲試驗場 彙報. 92: 48-49.
- 全南農村振興院 (1988) 果樹害蟲에 관한 研究. 試驗研究 報告. 423-426.

- 全南農村振興院 (1989) 暖地果樹害蟲에 關한 研究. 試驗 研究報告. 373-374.
- 是永龍二 (1967) 카이가람시의 生態. 植物防疫. **21**(8): 9-12.
- 河合省三 (1967) 카이가람시의 生活史. 植物防疫. **21**(8): 13-17.
- 菊地 實 (1971) 桑의 病害蟲. 蠶絲科學と技術. **10**(12): 76-78.
- 菊地 實 (1987) 桑의 病害蟲. 蠶絲科學と技術. **26**(8): 55-57.
- 金文浹 (1978) 新稿 栽桑學. 향문사, 320-321.
- 韓國植物保護學會 (1986) 韓國植物病, 害蟲, 雜草名鑑. 305.
- 大韓蠶絲會 (1989) 새잠업기술과 경영. 101-102.
- 桑名伊之吉 (1911) 日本介殼蟲圖說 前篇. 青木嵩山堂, 101-102.
- 松村松年 (1920) 大日本害蟲全書前篇. 六盟館, 133-134.
- 中村雅隆, 及川英雄 (1965) クワカイガラムシ의 生態ならびに防除方法. 蠶絲科學と技術. **4**(1): 28-33.
- 中山昌之介 (1928) 朝鮮に於て 農業經濟上 重要なる害蟲調査(二). 朝鮮總督府 農事試驗場 彙報. **4**(5): 285-286.
- 大串龍一·西野敏勝 (1966) ヤノネカイガラムシ의 冬期 死亡率. 日本應用動物昆蟲學會誌. **10**(201): 13-16.
- 奥代重敬 (1967) 카이가람시의 化學的防除. 植物防疫. **21**(8): 39-41.
- 박중대·김용환·김상수·박인선·김규진 (1993) 주머니각지벌레의 발생소장, 기주선호성 및 부화습성. 韓國應用昆蟲學會誌. **32**(1): 83-89.
- 佐藤敏夫 (1978) 福島縣下におけるクワシロカイガラムシ의 寄生性天敵昆蟲による死亡率について. 蠶絲研究. **108**: 75-83.
- 安田壯平 (1981) クワシロカイガラムシ의 生殖について. 日本應用動物昆蟲學會誌. **25**(1): 39-46.
- 田中 學 (1967) 카이가람시 研究의 現狀と將來. 植物防疫. **21**(8): 1-2.
- 丹羽四郎 (1916) 桑樹病蟲害 驅除法. 報文社, 94-96.
- The Entomological Society of Korea, Korean Society of Applied Entomology (1994) Check List of Insect from Korea. 113-114.
- 玉木佳男 (1967) 카이가람시의 蟲體被覆物. 植物防疫. **21**(8): 13-16.
- 高木貞夫 (1967) 카이가람시의 分類. 植物防疫. **21**(8): 18.
- 橫山桐郎 (1929) 最新日本蠶業害蟲全書. 名文堂, 160-164.