

## 담팔수깍지벌레의 蟲態別 生育 特性과 樹上分布樣式

金 鍾 國<sup>1)</sup>

### Developmental Characteristics and Spatial Distribution of Mango Shield Scale, *Protopulvinaria mangiferae* (Green) (Homoptera : Coccidae) on *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.)

Jong - Kuk Kim<sup>1)</sup>

#### 要 約

담팔수깍지벌레(신칭)는 雌蟲만이 존재하는 産雌性 單位生殖을 하며 孵化한 幼蟲은 3령을 경과하여 成蟲이된다. 本 깍지벌레는 1년에 2世代 경과하고 第 1世代 分散幼蟲은 5月初旬 부터 6月中旬까지, 第 2世代는 8月上旬부터 10月上旬까지 발생하였으며 最성기는 발생초기에 나타났다. 1齡 分散幼蟲은 10時부터 14時 사이에 가장 많이 成蟲體 腹部로부터 이탈하였으며 분산한 1齡幼蟲은 8時間 이내에 90%이상의 個體가 담팔수 잎에 정착하였다.

本 種은 담팔수 잎 裏面에 주로 分布하였으며 樹間別의 個體群 密度의 分布差가 크게 나타났다. 成蟲기의 경우 樹冠下部의 密度가 높았으며 方向間의 密度差는 나타나지 않았다. 葉單位의 分布는 약한 colony性を 갖는 集中分布型으로 判明 되었다.

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigated the developmental characteristics and spatial distribution of mango shield scale, *Protopulvinaria mangiferae* injuring to *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) This mango shield scale is parthenogenetic. The oviparous female have three larval stages and adult. This species has two generation a year. The crawlers of the 1st generation emerged from late may to middle July, and those of the 2nd generation from early August to early October. Their emergence reached its peak in early part of the occurrence period.

The crawlers disperse from 10 to 14 o'clock from ventral side of the adult and more than 90% had settled with in 8 hours on the leaves of *E. sylvestris*.

The larvae and adults were distributed contagiously between trees. The adult densities

1) 江原大學校 林科大學 森林資源保護學科 : Dept. of Forest Resources Protection, College of Forestry, Kangwon National University

were higher in the lower part of the crown than those in the middle or upper parts. But differences in densities were not significant among four directions. The distribution of the adult scales per leaf cluster showed an aggregation with a slightly colonized pattern.

*Key words* : *Protopulvinaria mangiferae*, Life cycle, Development, Distribution.

## 緒 論

담팔수각지벌레(신칭) *Protopulvinaria mangiferae* (Green)는 노린재목(Hemiptera) 각지벌레상과 Coccoidea, 각지벌레과 Coccidae로 분류되며 Takahashi(1959)에 의해 *Platyoccus acuminatus* (Signoret)로 기록되었다. 그후 河合(1980)은 이를 *Kilifia acuminata* (Signoret)로 보고한 바 있다. 본 연구에서 사용된 담팔수에 기생하는 각지벌레는 河合省三博士에 의해 上記 學名의 種으로 재 동정된 것이다. 本種의 분포 지역은 동남아시아, 이집트, 인도 이스라엘 등이며(De Letto, 1957) 寄主樹木은 감귤, 담팔수, 팔손이나무, 노린재나무, 망고나무가 확인되었다(Takahashi, 1959. 河合, 1980). 각지벌레는 발육하면서 甘露를 배출함으로써 본 종이 기생된 수목의 잎은 그을름병 발생이 용이하다. 그을름병이 발생한 수목은 早期落葉되어 林木이 쇠약해지며 높은 밀도의 각지벌레가 기생한 수목은 枯死된다. 망고나무의 경우는 과실에 기생하여 품질의 저하 및 생산량이 감소되는 등(Othanes, 1936. Avidov and Zaitzov, 1960) 삼림 및 정원목의 중요한 害蟲이다.

그러나, 세계적으로 본 각지벌레의 생태 및 방제에 관한 연구가 보고된바 없다. 특히, 기주수목인 담팔수는 우리 나라 제주도의 삼림에 자생하고 있으며 가로수, 정원수로서 다수 식재되어 있다. 95年 3月 본 수목에 대한 해충종류를 조사하여 본 각지벌레가 낮은 밀도로 분포하는 것을 확인한 바 본 해충에 의한 수목의 피해가 우려된다. 따라서, 본 연구는 곤충 개

체군의 해충화 기구 해명 및 방제 전략 수립에 필요한 기초 자료인 생태적인 제특성, 즉, 生活環, 生育 特性, 樹上의 分布樣式등을 究明하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 生活環

각지벌레가 多數寄生하고 있는 담팔수 5本을 선정한 후 정기적으로 나무 1本당 3本の 側枝를 채집하고 각 측지로 부터 임의로 20葉을 추출하여 발육충태별 蟲態의 형태적 특징, 變態過程을 실제 현이경을 이용하여 조사 하였다. 分散幼蟲의 發生消長을 究明하기 위해 화분에 식재된 담팔수(樹高 60cm 内外) 5本の 供試樹로부터 成蟲 20個體를 選定하여, 성충 배면으로부터 第1世代 분산 유충이 이탈되기 전에 그 주위에 접착제 tanglefoot를 원형으로 塗布한 후 보행 및 정착한 개체 수를 24時間마다 調査하였다. 第2世代 성충에 대해서도 동일한 방법으로 조사하였다.

### 2. 分散 時刻 및 定着率, 移動 距離

#### 分散時刻

실내의 자연광 조건 에서 화분에 식재한 담팔수에 각지벌레를 접종하여 累代飼育 하던 개체군 가운데 성충 20개체를 선정하여 제1세대 1齡幼蟲(crawlers)의 분산 최성기인 5月下旬 ~ 6月初旬 성충 주위에 tanglefoot로 각 供試成蟲의 腹部로부터 이탈하여 分散하는 유충의 개

체수를 2時間 간격으로 4日間 조사하였다.

定着率

성충의 腹部로부터 탈출 직후의 1齡유충 (crawlers) 70個體를 담팔수 잎에 접촉한 후, 실제 현미경을 利用하여 分散中の 유충 수와 정착된 유충 수를 2時間마다 조사하였다. 定着의 判定은 葉上에서 보행 行동을 중지하고 측각, 다리의 움직임이 정지된 유충의 주위에 원형으로 마크한 다음 水插하였으며 24時間후 재차 관찰하여 원내에 존재하는 개체를 정착 개체로 算定하였다.

移動 距離

분산 1齡유충의 경우 성충 복부로부터 이탈 직후의 個體를 이용하였으며 2齡 및 3齡幼蟲, 未成熟 成蟲은 이동이 시작된 개체(本種이 기생하는 葉을 채취하여 두면 기주의 물리적, 생리적 조건 변화로 인하여 각지벌레는 寄主로부터 stylet를 뽑고 이동을 시작하는 습성을 이용)를 사용하였으며, 이러한 개체를 백색의 종이 위에 놓아 5분 동안의 이동 거리를 추적하였다.

3. 樹上 分布 樣式

야외에서 本 각지벌레가 착생하고 있는 5本の 담팔수를 선정후 供試木當 250葉을 임의로 채집하여 잎의 表面과 裏面에 정착하고 있는 각지벌레 개체 수의 季節的 消長과 실내 화분에 식재된 담팔수에 분산 1齡유충을 접종하여 정착후 성충으로 발육하는 기간동안 잎의 부위별 정착개체수를 10일 간격으로 조사하였다.

또한, 정원수로 식재되어 있는 供試木(D.B.H. : 10-15cm, 수고 : 5-8m) 10本을 選定하여 樹冠을 층위별(上層, 中層, 下層) 및 방향별(東, 西, 南, 北)로 구분하여 각 부위에서 3側枝를

임의로 추출한 후 側枝當 20葉을 채취하여 葉에 기생하는 각지벌레의 제1세대 및 제2세대의 성충 개체 수를 조사하였으며, 임의로 추출된 120부위에 대한 각지벌레 평균 개체 수를 조사하여 分布의 集中性을 파악하였다.

結果 및 考察

1. 各 發育 段階의 記載

담팔수각지벌레는 수컷이 발생하지 않는 產雌性單位生殖(thelytoky) 이며 卵, 1齡, 2齡, 3齡 幼蟲과 날개가 없는 성충의 각 발육 단계를 경과하는 不完全變態를 한다(Fig. 1). 각 발육 단계의 특징은 다음과 같다.

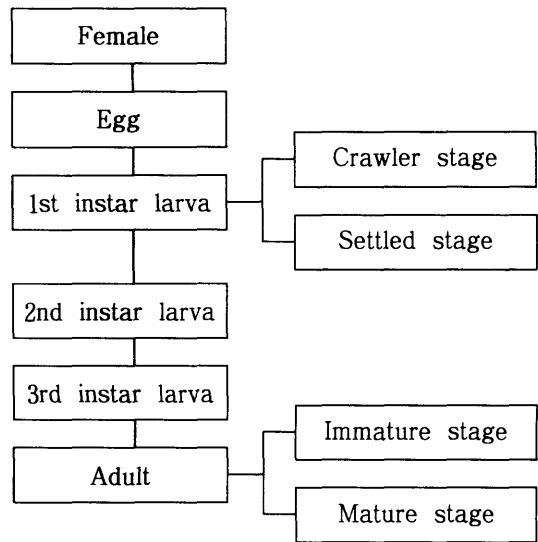


Fig 1. Metamorphosis of *Protopulvinaria mangiferae* (Green)

卵

본 종은 卵生(oviparity)으로 증식하며 抱卵(ovarian egg)數는 평균 493±109.4개이며, 卵은 충체의 복부밀면에 낳는다. 알의 형태는 兩端이 좁은 타원형이고 표면은 매끄러우며 광택이 있다. 산란 직후에는 유백색을 띠나 시간이



본 종은 1齡 정착유충대부터 2齡, 3齡幼蟲의 모든 유충대로 월동하며 월동(第2)세대 성충(미성숙, 성숙 성충)은 3월부터 6월까지 관찰되었다. 제1세대 분산 유충은 5月下旬부터 7月中旬까지 발생하며 성충은 8월에 관찰되었고 제2세대 분산 유충은 8月上旬부터 10月上旬까지 발생되며 분산 유충은 정착, 발육하여 월동한다. 그러나 발생초기에 분산한 유충 일부는 10月中旬에 성충으로 발육하여 10月下旬에 제3세대의 유충이 발생되었다. 제3세대 분산 幼蟲

은 곧 定着하며 제2세대 유충과 혼재하므로, 이시기에는 유충의 모든 단계가 관찰되었다. 따라서 월동하는 유충 단계에는 제2세대 및 3세대의 유충이 포함되며 개체군 대부분은 年 2世대를 經過하며 일부 少數 個體는 3世대를 經過하는 것으로 생각된다.

### 3. 幼蟲의 分散 및 定着

유충이 성충의 腹部로부터 이탈 분산하는 시각을 조사한 결과는 Table. 2와 같다.

Table 2. Emergence time of crawlers from mother scales.

| time          | Mean no. of crawlers emerged per female from |         |         |         | Average (%) |
|---------------|--|---------|---------|---------|-------------|
|               | 1st day                                      | 2nd day | 3rd day | 4th day |             |
| 06:00 - 08:00 | 2.2  | 0.5     | 1.1     | 4.4     | 2.1 (5.9)   |
| 08:00 - 10:00 | 11.4   | 1.8     | 3.7     | 9.1     | 6.5 (18.4)  |
| 10:00 - 12:00 | 15.6   | 1.8     | 10.9    | 7.5     | 9.0 (25.4)  |
| 12:00 - 14:00 | 4.6  | 13.6    | 16.8    | 8.4     | 10.9 (30.8) |
| 14:00 - 16:00 | 6.5  | 4.7     | 12.4    | 2.6     | 6.6 (18.6)  |
| 16:00 - 18:00 | 0  | 0       | 0.5     | 0.3     | 0.2 (0.6)   |
| 18:00 - 06:00 | 0.1  | 0       | 0       | 2.0     | 0.1 (0.3)   |

자연광 조건에서 부화 유충의 분산은 6시부터 시작하여 18시까지 종료되었다. 부화직후의 조사시기에 따라 蟲體腹部로부터 이탈하는 최성시간은 다소 차이가 있으나 10시부터 14시간 사이에 이탈 개체 수의 비율은 약 56%였으며, 18時以後 다음날 6時까지 이탈한 개체수 비율은 0.3%였다. 이는 부화 유충이 暗條件에서는 蟲體로부터의 이탈 행동을 하지않는 것을 示唆한다. 본 종과 같은 밀각지벌레科(coccidae)의 *Saissetia oleae*(Bernard)는 분산 유충이 母蟲의 腹部로부터 일출 시간에 이탈하며(Bibloin, 1958; Zvimendel and Roseon, 1984), 각지벌레科(Diaspididae)에 속하는 몇몇 종은 오전 중에 분산하는 개체가 많은 것으로 보고(桑名, 1911; 酒井 등, 1940; 金, 1987) 된바, 본 종과 다

소 차이가 나타났는데, 금후 광조건은 물론 기온과 기주의 조건등의 영향에 대한 검토가 필요하다.

成蟲 腹部로부터 이탈 분산한 후 경과 시간별 1齡幼蟲의 定着個體數를 조사한 결과는 Table. 3과 같다.

유충 이탈 2時間後 부터 정착 개체가 관찰되었으며 4時間後까지 약50%, 8時間後는 90%이상 정착하였다. 본 종과 同科인 *Saissetia oleae*의 경우 母蟲으로부터의 분산한 1齡幼蟲은 10-48時間에 정착하는 것이 보고(Flanders, 1942; Avidov and Harpaz, 1969; Zvimendel and Rosen, 1984)된바 본 종의 정착 시간은 매우 짧은 것으로 判明되었다.

또한 각 발육 단계의 개체에 대하여 5분동안

**Table 3. Establishment of *Protospulvinaria maniferae* after release.**

| Hours after release | No. of crawlers moving | No. of 1st instar larvae settled | Rate of establishment (%) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 2                   | 64.0±4.3               | 6.0±4.3                          | 8.6                       |
| 4                   | 34.8±2.6               | 33.0±1.6                         | 48.7                      |
| 6                   | 15.7±3.9               | 52.7±4.6                         | 77.1                      |
| 8                   | 7.0±2.2                | 63.0±0.8                         | 94.0                      |

**Table 4. Distance at which each stage of *Protospulvinaria maniferae* moved for 5 minutes on a horizontal paper.**

| Developmental stages | Distance in cm moved for 5 min. Mean±SD |
|----------------------|---|
| Crawler              | 13.1±0.87                               |
| 2nd instar larva     | 12.2±3.08                               |
| 3rd instar larva     | 21.5±5.00                               |
| Immature adult       | 23.0±3.70                               |

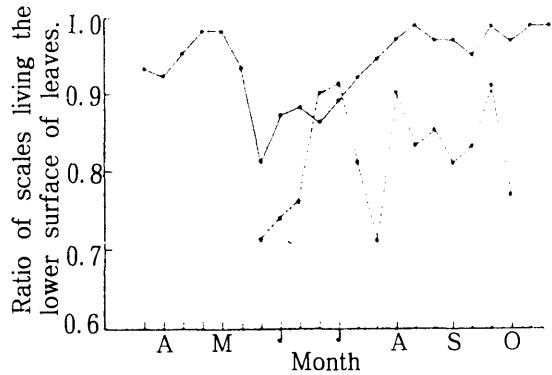
분산한 거리는 Table. 4와 같이 1齡 分散幼蟲과 2齡幼蟲 간에 차이가 없었고 3齡幼蟲과 成蟲은 1, 2齡幼蟲의 약2배의 거리를 이동했으며 모든 발육단계의 이동 행동은 불규칙하고 빈번히 圓을 그리며 보행하였다.

이상의 이동 거리와 정착 시간의 실험 결과로 보아 본 종은 長距離의 步行이 가능하나 실제로 기주식물에서는 대부분의 유충이 母蟲 가까이 정착하는 것이 관찰되므로, 樹幹의 이동은 本種 特有의 행동습성의 제약 때문에 불가능한 것으로 생각된다. Coccidae와 Diaspididae에 속하는 각지벌레 1齡 幼蟲은 주로 바람에 의해 분산하거나 (Johnson, 1957; Hoelscher, 1967; Greathead, 1972; Diane and Reissing, 1983) 물, 조류, 곤충 등에 의해 분산한다고 보고 (Brown, 1958) 되었다. 따라서 본 종의 경우도 원거리 이동은 바람 또는 다른 매

개물 (脊椎動物, 大形昆蟲)에 의해 이루어 지는 것으로 사료된다.

4. 樹上 分布 樣式

잎의 裏面に 정착한 개체의 계절소장은 Fig. 2와 같다.



**Fig. 2. Seasonal fluctuation of *Protospulvinaria maniferae* living on *E. sylvestris* (·-·-· : Field, -·-·-· : Room)**

本種은 담팔수 잎의 表面과 裏面に 寄生可能하나, 裏面に 定着하여 발육하는 개체수가 많았다. 잎 裏면에 정착한 계절소장은 1齡 分散幼蟲期인 6月上旬과 8月上旬에 가장 낮았으며 야외 실험의 경우 잎裏面の 정착 비율이 81-99%, 실내 실험의 경우 71-91%로 실내에서의 정착 비율이 낮게 나타났다. 이와같이 분산 1齡 幼蟲期 (crawlers)에 잎 裏面の 정착비율이 2령 유충기와 성충기의 정착비율보다 낮은 원인은

1齡유충기인 경우에는 表表面과 裏面의 영양 조건과 관련성이 있는 것으로 금후 상세한 검토가 필요하며, 이후 裏面に 정착충의 비율이 증가 한것은 본 종의 경우 기주식물의 영양 조건이 악화되면 각 유충이 Stylet를 뽑은 후 이동이 가능하므로 2齡이후 영양 조건이 유리한 裏面으로 自力移動하였을 가능성과 야외의

경우 自力移動을 포함한 表表面에 정착한 개체는 바람, 비 등 기상 요인에 의해 영향받았을 가능성이 있는 것으로 사료된다.

담팔수의 樹冠層位(上層, 中層, 下層) 및 方向(東, 西, 南, 北)에 따른 각지벌레 分布를 비교한 결과는 Table. 5, 6과 같다.

**Table 5. Analysis of variance on level and tree variability of *Protopulvinaria mangiferae* populations.**

| Source                     | Degrees of freedom | First generation |        | Second generation |         |
|----------------------------|--------------------|------------------|--------|-------------------|---------|
|                            |                    | MS               | F      | MS                | F       |
| Adult                      |                    |                  |        |                   |         |
| tree                       | 9                  | 0.61             | 9.20** | 0.54              | 9.24**  |
| levels                     | 2                  | 0.30             | 4.66*  | 0.27              | 4.63*   |
| error                      | 18                 | 0.06             |        | 0.05              |         |
| total                      | 29                 |                  |        |                   |         |
| Intermediate instar larvae |                    |                  |        |                   |         |
| tree                       | 9                  | 0.55             | 8.55** | 1.05              | 10.97** |
| levels                     | 2                  | 0.05             | 0.68   | 0.07              | 0.74    |
| error                      | 18                 | 0.06             |        | 0.09              |         |
| total                      | 29                 |                  |        |                   |         |

\* : significant at 5% level

\*\* : significant at 5% level

**Table 6. Analysis of variance on direction and tree variability of *Protopulvinaria mangiferae* populations.**

| Source                     | Degrees of freedom | First generation |         | Second generation |         |
|----------------------------|--------------------|------------------|---------|-------------------|---------|
|                            |                    | MS               | F       | MS                | F       |
| Adult                      |                    |                  |         |                   |         |
| tree                       | 9                  | 0.62             | 4.39    | 0.66              | 11.03** |
| directions                 | 3                  | 0.34             | 2.42    | 0.15              | 2.61    |
| error                      | 27                 | 0.14             |         | 0.06              |         |
| total                      | 39                 |                  |         |                   |         |
| Intermediate instar larvae |                    |                  |         |                   |         |
| tree                       | 9                  | 0.70             | 10.42** | 0.95              | 4.83**  |
| directions                 | 3                  | 0.16             | 2.37    | 0.64              | 2.86    |
| error                      | 27                 | 0.06             |         | 0.22              |         |
| total                      | 39                 |                  |         |                   |         |

\* : significant at 5% level

\*\* : significant at 5% level

분석은 10本の 고정 조사목을 선정하여 各部位마다 4方位로 3側枝를 채취, 임의로 20葉을 추출하여 잎에 寄生하는 蟲數를 조사한 후 대수변환  $(\log(x+1))$ 하여 분석하였다.

제1세대 및 제2세대의 성충기, 유충기 모두 樹幹의 分散이 크며 유의적인 차가 인정되어 林木에 따른 서식 개체 수의 차이가 심하게 나타났으며, 層位間 分布는 유충의 경우 層間에 유의적인 차가 인정되지 않았으나, 성충의 경우 兩世代 모두 유의적인 차가 인정되었다. 즉, 성충의 경우 제1세대 및 제2세대의 下層 평균 개체수는 각 141.3 과 125.8마리로 상, 중층에 비해 유의적으로 높았다. ( $p < 0.01$ , F-test)

또한 담팔수 樹冠의 方位에 의한 깍지벌레의 분포에 대하여 方位別로 上, 中, 下層 密度를 평균하여 처리한 결과, 제1세대와 제2세대의 성충기, 유충기 모두 유의적인 차가 인정되지 않아 方向에 따른 密度分布의 變化가 없는 것으로 解釋되었다.

이상과 같이 제1세대와 제2세대 모두 유충기에는 담팔수의 樹冠 部位에 따른 密度差異는 없으나 성충기에 밀도 차이가 나타난 이유는 본 종의 경우 이동 능력이 1齡 분산 유충기 뿐만 아니라 담팔수의 生理的 條件에 따라 全發育段階를 통해 가능하기 때문에 이동중 바람, 비 등 기상 요인에 의해 落下한 多數의 個體가 樹冠 下部의 잎에 성공적으로 정착하여 생육한 결과라 생각된다. 따라서 本種의 경우 寄主 樹木에 대한 기생 부위의 선호는 수관의 層別 및 方位와 直接 關係하고 있는 것이 아니며 植栽되어 있는 環境에 影響을 강하게 받는 것으로 사료되며 금후 高密度群과 底密度群의 경우를 분리하여 개체군 밀도의 經時的 分布變動에 대한 검토가 필요하다.

植松(1979)은 *Aenidiella taxus*의 樹幹分布 樣式에 대한 조사결과 *Podocarpus macrophylla*의 樹冠 上, 中部에 비해 下部에 높은 밀도로 분포하는 것은 분산 유충이 上, 中部 樹冠으로 부

터 落下하여 下部 樹冠에 定着하는 것이 주요인 의 하나라고 보고하였으며 Samarasinghe and LeRoux(1966) 와 大串等(1969)은 깍지벌레류의 경우 성충과 유충 밀도의 方位間 分布는 일반적으로 차이가 없는 것으로 보고한바 있다.

한편, Lloyd(1967)의 mean crowding  $(\bar{m}^*)$  (구획별 개체별 평균타개체수관계  $\bar{m}^* = m + (s^2/m - 1)$ )의 개념을 응용하여 Iwao(1968)가 제안한 평균과 mean crowding의 회귀관계,  $\bar{m}^* = \alpha + \beta m$  ( $\alpha$ 는 기본집합도지수 :  $\beta$ 는 밀도 - 집합 계수라 칭하며 기본단위에 대한 일정 공간의 분포 패턴을 나타냄)를 이용하여 分布의 集中性을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다.

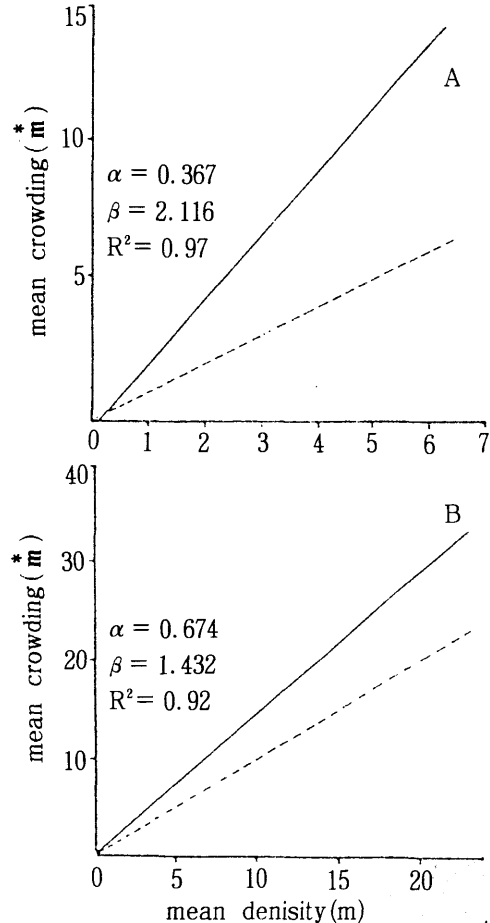


Fig. 3. Relationship of mean crowding ( $\bar{m}^*$ ) and mean density ( $m$ ) for *Protospulvinaria maniferae* counts (A : overwintering generation, B : First generation)



제1세대의 경우 성충의 葉當 평균 밀도는 1個體 以下인 것이 많았고 가장 높은 밀도는 6.8 개체였다. 葉에 기생하는 평균 밀도 ( $m$ ) 과 mean crowding ( $\bar{m}$ )을 산출하여 관련성을 해석한 회귀식은  $\bar{m} = 0.367 + 2.116m$  ( $R^2 = 0.97$ ) 이었다. 제2세대의 경우는 葉當 평균 밀도가 1個體 以下인 것이 많았고, 가장 높은 밀도는 20.8개체 였으며, 회귀식은  $\bar{m} = 0.674 + 1.432m$  ( $R^2 = 0.92$ ) 이었다. 따라서 담팔수 잎단위의 분포 패턴은 兩世代 모두 결정 계수의 적합성이 높고  $\alpha > 0, \beta > 1$  이므로 약간의 colony를 지닌 集中分布를 하며 생육하는 것으로 판정 되었다. 이는 본 종이 自力移動이 미약한 점과 분산 유충은 母蟲附近에 정착하는 점등 久野 (1968)가 지적한바 와 같이 분산을 동반하지 않는 개체군의 증식이 主要原因이라 사료된다.

### 引用文獻

1. Avidov, Z. and L. Harpaz, 1969. Plant pests of Israel. Israel university press. Jerusalem. 150. pp
2. Avidov, S. and A. Zaitzov, 1960. On the biology of the mango shield scale *Coccus mangiferae* (green) in the Israel. Ktavim. 10 : 125-137
3. Bibolimi, C. 1958. Contribute alla conoscenza della Coccinigli dell' olivo. II. *Saissetia oleae* Bernard (homoptera : Cocc.). Frustula Entomologia. 1 : 1-94.
4. Brown, C. E. 1958. Dispersal of the pine needle scale, *Phenacaspis pinifoliae* (Fitch) (Diaspididae). Can. Ent. 90 : 685-690.
5. De Lletto, G. 1957. On some Ethiopian species of the genus Coccuss (Hom. Cocc.). J. Ent. Soc. Sth. Afr. 20 : 295-314.
6. Diane, L. M. and W. H. Reissing. 1983. Airborne dispersal of san jose scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera : Diaspididae), crawlers infesting apple. Environ. Entomol. 12 : 692-696.
7. Flanders, S. E. 1942. Biological observations on the citricola scale and its parasites. J. Econ. Ent. 35 : 830-837.
8. Greathead, D. J. 1972. Dispersal of the suger-cane scale *Aulacaspis tegalensis* (Zhnt) (Hom. : Diaspididae) by air currents. Bull. Ent. Res. 61 : 547-558.
9. Hoelscher, C. E. 1967. Wind dispersal of brown soft scale crawlers, *Coccus hesperidum* (Homoptera : Coccidae), and Texas citrus mites, *Entetranychus banksi* (Acarina : Teranychidae), from Tex-as. Ann. Ent. Soc. Amer. 60 : 673-678.
10. Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern in animal population. Res. Popul. Ecol. 10 : 1-20.
11. Johnson, C. G. 1957. The distribution of insects in the air and the empirical relation of density to height. J. Animol. Ecol. 26 : 479-494.
12. 河合省三. 1980. 日本原色 カイガラムシ 圖鑑. 全國農村教育協會. 455. pp
13. 金鍾國. 1987. 카트라マル카이ガラムシ와 그 捕食蟲 김네타마키스의 生態에 關する 研究. 島根大學學位論文集, 131 pp.
14. 久野英二. 1968. 水田におけるウンカヨコバイ類 個體群の動態に 關する 研究. 九州農試報告, 14 : 131-246.

- 試報告, 14 : 131-246.
15. Lloyd, M. 1967. Mean Crowding. J. Animol. Ecol. 36 : 1-30.
  16. 大串龍一, 官原美, 山田健一, 河野通詔, 牧野普. 1969. ヤノネカイガラムシ. 「カンキツ病害蟲の共同防除の合理化する研究」. 日本植物防疫協會. 九州果樹病害蟲共同防除研究協會 : 47-56.
  17. 酒井久馬, 春田傳一, 池田米男 1940. 赤丸介殼蟲 *Anidiella aurantii* (Maskell) の生態および防除に関する研究. 鹿見島 農試特別報告. 1 : 1-145.
  18. Samarasinghe, S. and E. J. LeRoux. 1966. The biology and dynamics of the oystershell scale, *Lepidosaphes ulimi* (L.) (Homoptera : Coccidae), on apple in Quebec. Ann. Ent. Soc. Quebec. 11 : 206-292.
  19. Takahashi, R. 1959. Two new genera of Coccidae (Homoptera). Kontyu. 27 : 74-76.
  20. Zvimendel, H. P. and D. Rosen. 1984. Population dynamics of Mediterranean black scale, *Saissetia oleae* (Olivier), on citrus in Israel. 5. The crawlers. J. Ent. Soc. Sth. Afr. 47 : 23-34.