
碩士學位論文

濟州道內 굴응애의 發生生態에 關한 研究

濟州大學校 大學院

園藝學科



1997年 12月

濟州道內 蝟應애의 發生生態에 關한 研究

指導教授 文 斗 吉

金 東 煥

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

1997 年 12 月

金東煥의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

濟州大學校 大學院

1997 年 12 月

**Studies on Ecology of *Panonychus citri*
(McGregor) in Cheju Island**

Dong-Hwan Kim

(Supervised by Professor Doo-Khil Moon)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
AGRICULTURE



DEPARTMENT OF HORTICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1997. 12

目 次

Summary	1
I. 緒 言	4
II. 研 究 史	6
III. 材 料 및 方 法	10
1. 發 生 消 長 과 棲 息 習 性	10
가. 發 生 消 長	10
(1) 畚 翁 애 의 發 生 消 長	10
(2) 季 節 別 發 育 段 階 別 構 成 比	10
(3) 天 敵 의 種 類 및 發 生 消 長	10
나. 棲 息 習 性	11
(1) 樹 冠 部 位 別 密 度 比 率	11
(2) 葉 齡 및 葉 面 別 密 度 比 率	11
2. 溫 度 가 畚 翁 애 의 發 育 에 미 치 는 影 響	12
가. 溫 度 別 發 育 期 間	12
나. 溫 度 別 性 比	13
IV. 結 果 및 考 察	14
1. 發 生 消 長 과 棲 息 習 性	14
가. 發 生 消 長	14
(1) 畚 翁 애 의 發 生 消 長	14
(2) 季 節 別 發 育 段 階 別 構 成 比	17
(3) 天 敵 의 種 類 및 發 生 消 長	18
나. 棲 息 習 性	21
(1) 樹 冠 部 位 別 密 度 比 率	21
(2) 葉 齡 및 葉 面 別 密 度 比 率	23
2. 溫 度 가 畚 翁 애 의 發 育 에 미 치 는 影 響	28
가. 溫 度 別 發 育 期 間	28
나. 溫 度 別 性 比	30
V. 摘 要	32
VI. 引 用 文 獻	34

Summary

In order to obtain basic information necessary for the establishment of the integrated pest management, the population fluctuations of citrus red mite and its natural enemies and the percent distribution of the citrus red mite by the region in satsuma mandarin canopy were observed. The effect of temperature on the developmental periods of the citrus red mite was also investigated.

The results obtained are summarized as follows :

1. The population fluctuation of the citrus red mite in 1996 showed the 1st peak in mid July, and the 2nd peak higher than the 1st in mid October. In 1997, 3 peaks with low density appeared in early and mid April, early June, and early August.

2. Among the developmental stages, egg showed the highest density ratio with great difference especially in winter which decreased with increasing temperature in spring, while adult the least all the year.

3. Natural enemies of 6 species belonged to 4 families of 4 orders (*Agistemus terminalis*, *Oligota yasumatsui*, *Coccinella septempunctata*, *Stethorus punctillum*, *Chrysopa spp.*, *Orius sauteri*) were found in satsuma mandarin groves. Population fluctuation of *O. yasumatsui* (most frequently observed) and *A. terminalis* showed the same features as those of the citrus red mite.

4. Among the regions by height of canopy, the highest ratio of the citrus red mite population was observed in the middle by the average of the whole year and in spring(40%) and winter(41%), while in the lower region in summer(41%) and autumn(45%).

The higher density of the citrus red mite was observed in the internal region of canopy in spring and winter, while in the external in summer and autumn. Among the directions of canopy, the highest density of the citrus red mite was found in the southern region in March(42%), in the western in May, in the northern in July(26%), and in the eastern in Sept.(28%).

5. The ratios of density in the old leaf and new leaf were observed to be 32 : 68 in egg, 33 : 67 in larva+nymph, 40 : 60 in adult, and 35 : 65 by the average with higher density in the new leaf.

6. The 95% of eggs of the citrus red mite occurred on the underside of the leaf in Jan. to March, and on the upperside in June to Aug.. The more adults were observed in the underside in March and April and in the upperside in July and August.

7. Distribution of adults by the leaf surface was not significantly correlated to the directional regions of canopy.

8. Days of developmental period of egg were 11.2 at 21℃ and 4.9 at 30℃, those larva 3.4 and 1.6, and those of nymph 6.6 and 2.9, indicating less days with increasing temperature. Developmental speeds of individuals were more variable at lower temperature.

9. The range of developmental threshold temperature were calculated to be 9.88 ~13.33°C. Effective degree days were 102.54 for egg, 29.87 for larva, 27.82 for protonymph, 28.08 for deutonymph and 188.71 from egg to adult.

10. Sex ratio of citrus red mite (female : male) showed 2 : 1 in both laboratory and field.



I. 緒 言

오래전부터 在來柑橘이 제주도에서 생산되어왔으나 제주도 감귤의 주종을 이루고 있는 温州蜜柑의 본격적인 재배가 시작된 것은 1968년 이후부터이며 그후 재배면적이 급속히 증가되어 1996년 현재 25,422ha에서 514,053톤이 생산되어(農林部, 1997), 제주도 農業所得의 63%를 차지하는 기간산업으로 발전되었으며 국내 과수 생산량의 26.7%를 차지하는 우리나라 제2의 과수로 부상되었다(농협, 1997).

그러나 WTO 출범으로 인해 1997年 7월부터는 오렌지의 수입이 자유화되어 제주 감귤산업이 어려움에 직면하게 되었다. 이러한 상황을 극복하기 위해서는 高品質의 감귤을 생산하여 국제 경쟁력을 키워나가야 할 것으로 생각된다. 고품질의 과실을 생산하기 위해서는 品種育成과 栽培技術의 향상이 필수요건이지만 病害蟲의 防除技術 개발 또한 중요한 과제라 할 수 있다.

최근 제주도 감귤원에 발생하는 病은 35種(송과 권, 1996), 害蟲은 55種(김과 권, 1996)이 보고되어 있으며 主要害蟲으로는 귤응애, 조팝나무진딧물, 목화진딧물, 이세리아각지벌레, 꽃노랑총채벌레, 귤굴나방, 노린재 등이 있으나 그중에서도 귤응애는 방제가 어려워 가장 중요한 해충이다.

귤응애는 거미綱 응애目に 속하며 암컷의 체장은 0.45mm內外, 수컷은 0.36mm內外 정도(江原, 1980)의 미소한 害蟲으로 1년에 8~13世代를 경과하며(김, 1978) 연중 감귤나무의 잎과 과실에 달라붙어 즙을 빨아먹음으로써 피해를 입힌다. 귤응애의 피해를 받은 잎은 엽록소가 파괴되어 기능이 저하되고 早期落葉이나 樹勢弱화 등이 초래되며, 과실은 착색이 지연되거나 불량하게 되어 상품가치가 떨어지는 원인이 되기도 한다(田畑, 1972).

현재 감귤의 해충을 방제하기 위해 가장 많이 사용되고 있는 농약은 귤응애 방제약제로서 농가에 따라 차이는 있으나 연간 4~5회 이상 살포하고 있음에도 충분한 방

제효과를 거두지 못하고 있는 실정인데 이는 굴용애의 발육기간이 짧아 연간 發生世代數가 많으므로 약제에 대한 저항성이 발현되기 쉽기 때문이다. 특히 기온이 낮고 건조한 가을철에는 굴용애의 發生密度가 높아져 잎과 과실을 가해하기 때문에 가을철 용애를 철저히 방제하지 못하면 과피의 착색이 불량하게 되고 따라서 과실의 상품가치가 저하된다. 그러므로 일반농가에서는 수확기에 근접한 시기에도 농약을 살포하고 있어 과실의 農藥殘留性의 문제가 대두될 수 있고 한편으로는 감귤 수출산업의 진흥에도 걸림돌이 될 위험을 내포하고 있다.

굴용애 방제는 과실의 성숙기 이전에 이루어져야 하며 방제횟수를 줄여 노력과 경비를 줄이고 식품 위생상 안전한 과실을 생산할 수 있는 방제기술의 개발이 중요하다. 그러나 굴용애의 生態 특성상 농약에 대한 抵抗性이 증대될 수 있어 化學的인 防除만으로 방제횟수를 줄이는 것은 어려운 것으로 생각된다. 그러므로 化學的 防除와 더불어 天敵을 이용한 生物的 防除, 그리고 굴용애의 生態 등을 고려한 栽培的 防除 등이 혼합된 종합적인 방제기술 개발이 절실히 요구되고 있다. 그러나 굴용애의 發生樣相이나 棲息習性 등 종합방제 기술개발의 기초자료가 제주도 감귤원에서는 충분히 조사되어 있지 않은 실정이다.

따라서 이 연구에서는 害蟲綜合防除體系 확립을 위한 기초자료를 얻고자 굴용애의 연중 發生密度의 變動과 天敵의 종류 및 발생량 그리고 樹冠部位別 密度比率과 葉面別 密度의 日變化 등을 조사하였고, 아울러 굴용애의 發育期間에 미치는 온도의 영향 등을 조사하였다.

II. 研究史

제주도에서 柑橘을 가해하는 害蟲은 1978년에 42종이 보고된 이래(김 등, 1978) 1996년에는 55종이 보고 되었으며(김과 권, 1996), 그중 귤응애(*Panonychus citri* McGregor), 조팝나무진딧물(*Aphis citricola* van der Goot), 목화진딧물(*Aphis gossypii* Glover), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* Pergande), 귤굴나방(*Phyllocnistis citrella* Stainton), 이세리아각지벌레(*Icerya purchasi* Maskell)등이 主要害蟲이다. 특히 귤응애는 연간 8~13世代를 경과하며(김, 1978) 柑橘의 잎과 과실에서 吸汁하기 때문에 엽록소를 파괴시켜 同化産物의 생산을 감소시키므로 早期落葉이나 樹勢弱화 등을 초래하고 과실은 착색이 지연되므로 상품가치가 저하되는 원인이 되기도 한다(田畑, 1972). 그리고 古橋(1978)는 잎당 귤응애 성충 10마리가 1개월간 加害하면 食害斑點이 葉面積의 60%이상이 되므로 被害 許容密度를 잎당 0.5마리로 해야한다고 하였다.

귤응애의 生態와 계절에 따른 密度變動에 대하여 西野와 古橋(1965), 森(1966), 眞梶(1959)등은 지역이나 해에 따라 차이가 있으나 일반적으로 7, 8월에 發生 最盛期를 보인후 일시적으로 발생이 감소되었다가 11월부터 재발생하여 두 번째 피크를 나타내며 연간 8~14世代를 경과한다고 하였다. 또한 여름철(7월하순-8월상순)의 발생피크와 11월이후의 발생피크를 귤응애 밀도와 기온 그리고 기상환경등으로 해석한 바 있다(眞梶, 1962).

제주도 柑橘園에서의 귤응애의 발생소장에 대해 김 등(1978)은 無防除區에서 7~8월에 1회의 피크를 보였고 防除區에서는 7~8월과 9~11월 2회의 피크를 보였다고 했으며, 권(1979)은 5월중순부터 6월상순에 1회의 높은 발생피크를 보였으며 9월하순부터 10월하순경에 다소 작은 2차 피크를 보였다고 하여 조사자에 따라 다소 다른 결과를 보였다.

굴응애는 卵(egg), 幼蟲(larva), 第1若蟲(protonymph), 第2若蟲(deutonymph), 成蟲(adult)으로 발육하고 각 發育段階 사이에는 protochrysalis, deutochrysalis, teleiochrysalis라고 불리는 停止期가 있으며, 非活動期에는 寄主植物의 표면에 붙어 있으면서 허물을 벗기 전에 새로운 큐티클이 생성된다(江原과 眞梶, 1996). 그리고 수컷은 암컷보다 먼저 성숙되어 암컷이 성충으로 탈피할 때까지 第2若蟲 停止期(teleiochrysalis)의 암컷 가까이에 위치하였다가 갓 탈피한 암컷성충과 교미를 한다(Crooker, 1985).

응애도 昆蟲과 마찬가지로 부적당한 환경조건에 대해 休眠이라는 형태로 적응하는데 休眠을 억제하는 요인에는 光周期, 溫度, 營養條件 등이 있고(高藤, 1981), 일본의 경우 배, 복숭아 등에서 서식하는 굴응애는 휴면계통이며 온주밀감 나무에서의 굴응애는 비휴면계통에 속한다(Osakabe, 1987). 그리고 알이 휴면중인지 아닌지는 알의 색과 크기로 구별 할 수 있는데 休眠卵은 색이 어둡고 크기가 크며 25℃(일장 16시간)에서 10일 이내에 부화하지 않으면 休眠卵으로 판단한다(Fujimoto 등, 1986).

각 發育段階別 比率은 알 66.3%, 若蟲 22.4%, 成蟲 11.3%로 알의 비율이 가장 높으나 타계절에 비해 여름에는 알의 비율이 낮은 것으로 알려졌다(김 등, 1978).

田中(1963)는 굴응애의 천적으로 16종이 있음을 보고하였고 그중 *Stethorus vapanicus* 와 *Oligota Feavicornis*는 굴응애 密度와 正의 相關이 있고, *Amblyseius largoensis*는 負의 相關이 있다고 하였다. 그리고 응애의 天敵에는 捕食性 종류가 많으며 그중 *Stethorus japonicus*가 응애의 天敵으로 가장 適合하다고 하였다.

김 등(1978)도 제주도 柑橘에 발생하는 害蟲을 총 40여종으로 동정 분류한 후 主要害蟲인 굴응애, 굴굴나방, 루비각지벌레에 대한 29종의 天敵을 조사 보고하였는데 그중 깨알반날개(*Oligota yasumatsui*), 무당벌레류, 풀잠자리류 등의 天敵密度가 높았고, 굴응애의 天敵으로는 깨알반날개, 풀잠자리붙이류, 애꽃노린재류, 마름응애, 捕食性응애 등 총 10종을 보고한 바 있으며, 井上와 田中(1983)에 의하면 굴응애의 천적인 마름응애(*Agistemus terminalis*)의 一日평균 굴응애 捕食量은 15℃, 20℃, 25℃, 30℃에서 각각 1, 2.4, 6.1, 3.4 마리였으며 20℃에서는 굴응애의 自然增加率과 거의

비슷하여 被食者와 捕食者의 比率이 5:1이상으로 捕食者를 放飼했을 때 蝻애 밀도를 잎당 3.4마리 이하로 抑制했다고 하였다. Osakabe 등(1987)은 이리응애科의 *Agistemus sojaensis*는 蝻애와 함께 차나무 화분을 공급했을 때 個體群이 형성되어 防除에 이용 가능 하였다고 하였다.

蝻애의 계절적인 發生消長과 棲息活動에 대하여 감귤묘목과 성목을 이용하여 조사한 결과 葉溫이 낮은 겨울에는 日射를 받는 곳이든 그늘진 곳이든 90%이상이 잎의 뒷면에서 棲息하고 온도가 상승함에 따라 잎의 앞면에서의 棲息比率이 높아졌다. 그리고 雌成蟲의 溫度選好性은 生育環境에 의해서 변화하고 生育하고 있던 온도 이상에서는 低溫點을 선호하며 활동온도 범위는 8~9℃부터 46~47℃이고, 온도별 광 자극 시험결과 蝻애는 밝은 것을 선호하는데, 그 경향은 특히 20℃ 정도에서 매우 현저하였다(眞梶, 1959, 1961).

蝻애 雌雄의 性比는 약 2:1로 암컷의 숫자가 수컷의 배정도로 많은데 性比는 잎의 質(Wrensck 와 Young, 1983), 蝻애의 密度(Wrensck와 Young, 1978) 그리고 溫度(Hazan, 1973)에 따라 달라진다. 또한 많은 內的要因도 영향을 미쳐 交尾時間이나 공급된 精자의 양에 좌우되어 아주 나이가 든 암컷의 경우 대부분이 수컷을 생산하며 결국에는 전부 수컷을 생산하는데 이는 정자의 공급이 안되기 때문이다 (Wrensck, 1985).

온도가 發育에 미치는 영향을 분석하여 발생시기에 대한 예측과 防除에 응용하려는 시도가 많은 곤충학자들에 의해 이루어졌으며 (Pruess, 1983 ; Curry와 Feldman, 1987), 온도와 發育速度와의 관계를 직선으로 파악하여 發育零點溫度를 구하고 다시 발육영점온도와 실제온도와의 차이를 發育期間과 곱하여 구한 有效積算溫度를 통해 昆蟲種의 발생시기를 예측할 수 있다(Arnold, 1959 ; Baskerville 등, 1969 ; Allen, 1976).

온주밀감의 蝻애는 卵~成蟲까지의 發育期間이 20℃, 22℃, 25℃, 28℃, 30℃, 32℃에서 각각 21.9일, 18.1일, 14.5일, 11.7일, 10.3일, 9.1일로 온도가 높아질수록 發育期間이 짧아졌고(福田과 眞梶, 1954 ; 眞梶, 1959), 유자나무를 가해하는 蝻애의 경

우에도 15℃에서 41.1일, 20℃에서 15.5일, 25℃에서 11.0일, 30℃에서 9.4일로 역시 온도가 높을수록 굴응애의 發育期間이 짧아졌다(최, 1997). 그러나 제주도 감귤원의 굴응애에 대한 溫度와 發育期間과의 관계를 조사한 결과는 보고된 바 없다.



Ⅲ. 材料 및 方法

1. 發生消長과 棲息習性

가. 發生消長

(1) 귤응애의 發生消長

이 실험은 1996년 1월부터 1997년 11월까지 2년간 남제주군 남원읍 소재 제주감귤연구소 시험포장에서 수행하였다. 살비제를 살포하지 않은 온주밀감 성목을 이용하여 귤응애의 발육단계별 밀도의 연중 변화를 15일 간격으로 조사하였다. 수관형태가 고른 나무 5주를 선정하여 고정하여 놓고 매 조사시마다 주당 40엽씩 총 200엽을 채취하여 Handscope (10×) 및 해부현미경(30×)하에서 알, 유충·약충, 성충수를 조사하였다. 그리고 귤응애의 발생소장을 분석하기 위하여 주요 천적인 깨알반날개와 마름응애를 합한 천적의 밀도와 감귤연구소의 기상관측 시설로부터 얻은 강수량 자료를 이용하였다.



(2) 季節別 發育段階別 構成比

귤응애의 발생소장 조사에서 얻은 성적을 이용하여 알, 유·약충 및 성충으로 구별된 관측치를 계절(3개월)별로 수합한 것을 態別比率로 계산하여 계절별 발육단계별 구성비로 나타내었다.

(3) 天敵의 種類 및 發生消長

천적의 종류는 귤응애의 밀도조사시 발견되는 捕食蟲을 육안으로 조사하였으며, 주요천적인 깨알반날개의 밀도는 귤응애 조사시 발견되는 것과 더불어 직경 10mm 내외의 가지 40개를 별도로 임의 선정하여 조사하였고, 마름응애는 귤응애의 소장조사

시 발견되는 것을 조사하였다.

나. 棲息習性

(1) 樹冠部位別 密度比率

樹冠의 높이별(上, 中, 下) 굴응애 성충의 棲息比率을 알아보기 위해 매 조사시마다 동일한 나무를 이용하였고, 각 부위별 10엽씩(주당 30엽) 5주에서 총 150엽을 선정하여 성충의 밀도를 조사하였으며, 조사시기 및 장소는 굴응애의 발생소장 조사와 같다. 그리고 樹冠 내부와 외부에서의 棲息比率 조사는 樹冠 높이별 조사에서 얻은 데이터를 평균하여 외부로 하였고, 내부조사는 동일한 나무의 樹冠 중앙부에서 주당 30엽씩 5주에서 총 150엽을 조사하였다.

수관방향별 굴응애 성충의 밀도는 1997년 3월부터 9월까지 격월로 총 4회에 걸쳐 발생소장조사와 같은 감귤원에서 3주를 고정하여 수관을 동, 서, 남, 북 4방향으로 구분하여 수관의 중부(지상 1.2m부위)에서 각 방향별 10엽씩 총 120엽을 선정하여 조사하였다.

(2) 葉齡 및 葉面別 密度比率

舊葉과 新葉에서의 굴응애의 발육단계별 밀도비율은 1997년 8월부터 10월까지 3회에 걸쳐 발생소장조사와 같은 감귤원에서 조사하였다. 매 조사시마다 試驗樹를 달리 하였으며, 5주에서 葉齡別로 주당 40엽(방향별 10엽)씩 총 200엽을 임의 채취한 후 발육단계별 개체수를 해부현미경(30×)하에서 조사하여 각 발육단계별 비율을 %로 환산하였다. 이때의 구엽은 '96년 봄에 발생한 잎 중에서, 신엽은 '97년 봄에 발생한 잎 중에서 각각 선정하였다.

그리고 시기에 따른 굴응애 알의 앞면별(表面, 裏面) 부착비율 조사는 1997년 1월부터 11월까지 월 1회 총 11회에 걸쳐 실시하였으며, 온주밀감 성목 3주에서 주당 40엽(방향별 10엽)씩 총 120엽을 채취하여 해부현미경(30×)하에서 조사하였다. 그리고 試驗樹는 조사시마다 동일한 나무를 이용하였다.

잎의 표면과 이면에서 굴응애 성충밀도의 日變化는 1997년 3월, 4월, 7월, 8월 4회에 걸쳐서 조사하였으며, 역시 조사시마다 동일한 나무를 이용하였다. 매월 온주밀감 성목 3주에서 조사시간마다 주당 40엽(방향별 10엽)씩 총 120엽을 임의 선택하여 07시부터 19시까지 2시간 간격으로 조사하였다.

2. 溫度가 굴응애의 發育에 미치는 影響

가. 溫度別 發育期間

온도에 따른 굴응애의 發育段階別(알, 유충, 제 1약충, 제 2약충, 성충) 발육기간을 조사하기 위해 물에 적신 스폰지(18×22×2cm)를 스텐레스 용기(20×25×4cm)에 깔고 그 위에 감귤잎을 직경 3cm 원형으로 잘라 잎뒷면이 위로 향하도록 하였으며 온도별로 48개의 잎절편을 공시하였다. 미세붓을 이용하여 굴응애 암컷 성충을 잎당 5마리씩 접종한 다음 처리예정 온도인 21, 24, 27, 30, 33℃ 항온기(14L:10D)에서 5시간 동안 産卵시킨 후 충실한 알 1~2개를 남기고 굴응애 성충과 나머지 알은 모두 제거하여 온도별로 알기간을 조사하였고, 孵化된 유충은 잎당 1마리씩 남기고 12시간 간격으로 알에서 성충이 될때까지 각 발육단계별 기간을 해부현미경(30×)하에서 조사하였으며 시들은 잎은 새로운 잎으로 교체하였고, 실종된 개체는 반복에서 제외하였다. 그리고 사육온도(X)를 獨立變量으로 하고 각 태별 발육기간의 逆數(1/일)인 發育速度(Y)를 從屬變量으로 하여 直線回歸式을 구하고 발육속도가 0이 되는 온도를 산출하여 각 태별 發育零點溫度를 산출하였고, 發育積算溫度는 Leibee(1984)가 사용한 發育積算溫度 = (飼育溫度 - 發育零點溫度) × 發育期間(日數)의 공식을 이용하여 산출하였다.

나. 溫度別 性比

온도별 性比는 발육기간 조사시에 제 2약층 停止期에서 탈피한 성충을 해부현미경(30×)하에서 암컷과 수컷으로 구분하여 조사하였다. 그리고 발육기간 조사시의 성비와 비교하기 위해서 1997년 8월부터 10월까지 총 4회(8월 22일, 9월 8일, 9월 30일, 10월 6일)에 걸쳐 제주감귤연구소 시험포장의 온주밀감 성목 5주에서 주당 40엽(방향별 10엽)씩 총 200엽을 채취한 후 해부현미경(30×)을 이용하여 총 4회에 걸쳐 굴응애 성충의 성비를 조사하였다.



IV. 結果 및 考察

1. 發生消長과 棲息習性

가. 發生消長

(1) 蝻애의 發生消長

無防除區에서 蝻애의 연중 발생밀도를 조사한 결과를 주요천적의 발생소장 및 강수량과 함께 그림1(1996년)과 그림2(1997년)에 나타냈다. '96년과 '97년 모두 알의 비율이 높았고, 특히 기온이 낮은 겨울철에 월등히 높았다. 그리고 겨울철에 알과 若·成蟲의 밀도변동이 크지 않았던 것은 기온이 낮아서 蝻애의 발육기간이 길어졌기 때문이며, 기온이 상승하는 봄철이 되면서 알의 비율은 감소하였고, 반면 若蟲과 成蟲의 비율이 증가하였다.

蝻애 若蟲과 成蟲은 1996년에는 7월중순경에 1차 피크를 보인후 고온기인 여름에는 밀도가 차츰 감소하였다가 9월중순 이후부터 급증하여 11월상순경에 7월보다 훨씬 높은 2차 피크를 보였고(그림 1), '97년에는 3월중순부터 증가하기 시작하여 4월상순에 1차 피크를 보인후 감소하였다가 6월중순에 2차피크를 보였으며, 8월상순경에 3차피크를 보인후 감소하였다가 10월하순 이후 증가하는 경향을 보였다(그림 2).

이상과 같은 결과는 7월중순~8월중순에 1회의 큰 피크를 나타냈다는 김 등(1978)의 보고와 5월중순~6월상순에 높은 1차 피크를 보였고 9월하순~10월하순에 다소 낮은 2차 피크를 보였다는 권(1979)의 보고와는 다소 다른 경향을 보였다. 그리고 일본의 경우 1차 피크는 7월하순~8월상순 2차피크는 11월~12월에 발생했으며 7월하순~8월상순의 밀도는 5월의 평균기온, 6월하순 이후의 강수량과는 깊은 연관이 있으나 7월상순 이전의 蝻애 밀도와는 관련이 없으며, 11월~12월의 밀도는 10월의 蝻애밀도, 하계 피크시의 蝻애밀도와 8월상순의 최고기온, 그리고 10월의 강수량

과 연관이 있다는 眞尾(1962)의 보고와 '96년의 발생소장은 비슷한 경향을 보였으나 '97년의 경우에는 다른 경향을 보였다. 이처럼 조사시기와 장소에 따라 귤응애의 발생소장이 다른 것은 기온이나 강우, 태풍 등의 기상환경과 年初의 귤응애 밀도 그리고 천적 등의 요인이 종합적으로 작용하기 때문인 것으로 사료되며, 이 시험결과 강수량의 경우는

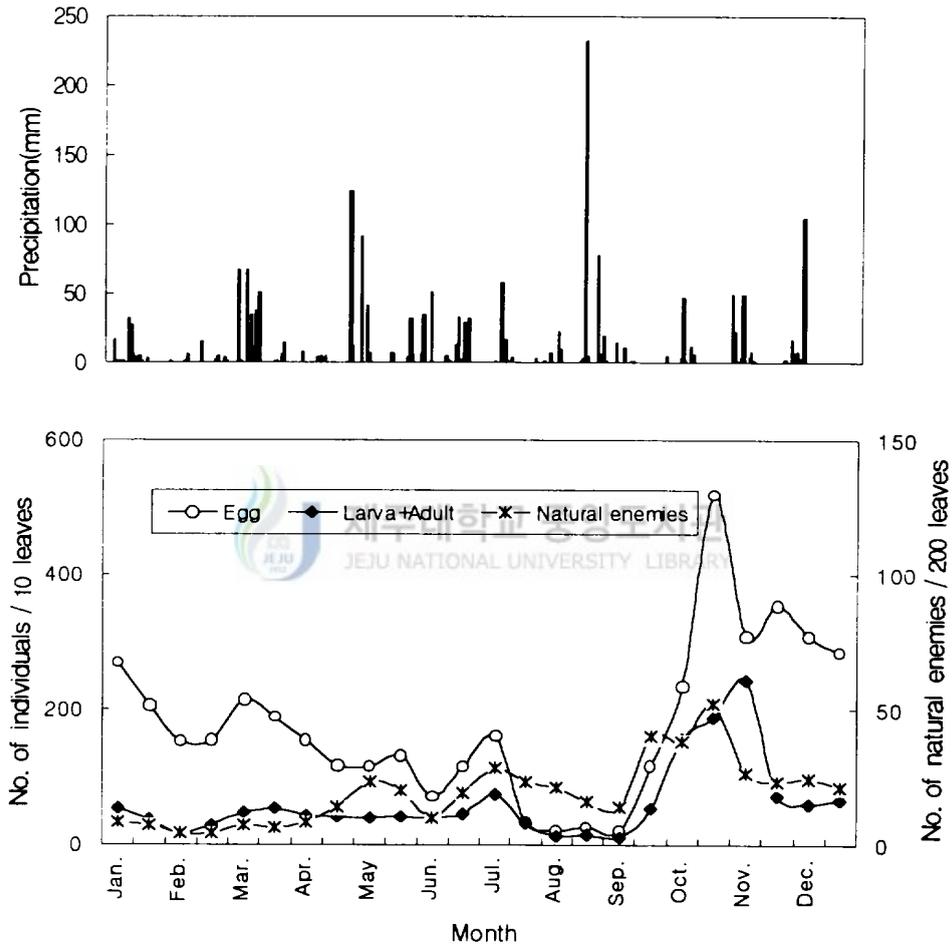


Fig. 1. Precipitation(above), and population fluctuation(lower) of *P. citri* and their natural enemies (*O. yasumatsui* + *A. terminalis*) in citrus orchard(1996).

귤응애의 밀도에 크게 관여하지 않았으며, 기존의 성적과는 달리 '97년 봄의 밀도가 높았던 것은 3월과 4월의 기온이 예년보다 높았기 때문이며 이후에는 귤응애의 밀도가 높았던 시기에 주요 천적인 깨알반날개와 마름응애의 밀도도 높았던 것으로 미루어 귤응애의 발생에는 기상환경의 요인보다는 천적의 영향이 더 크게 작용한 것으로 생각된다.

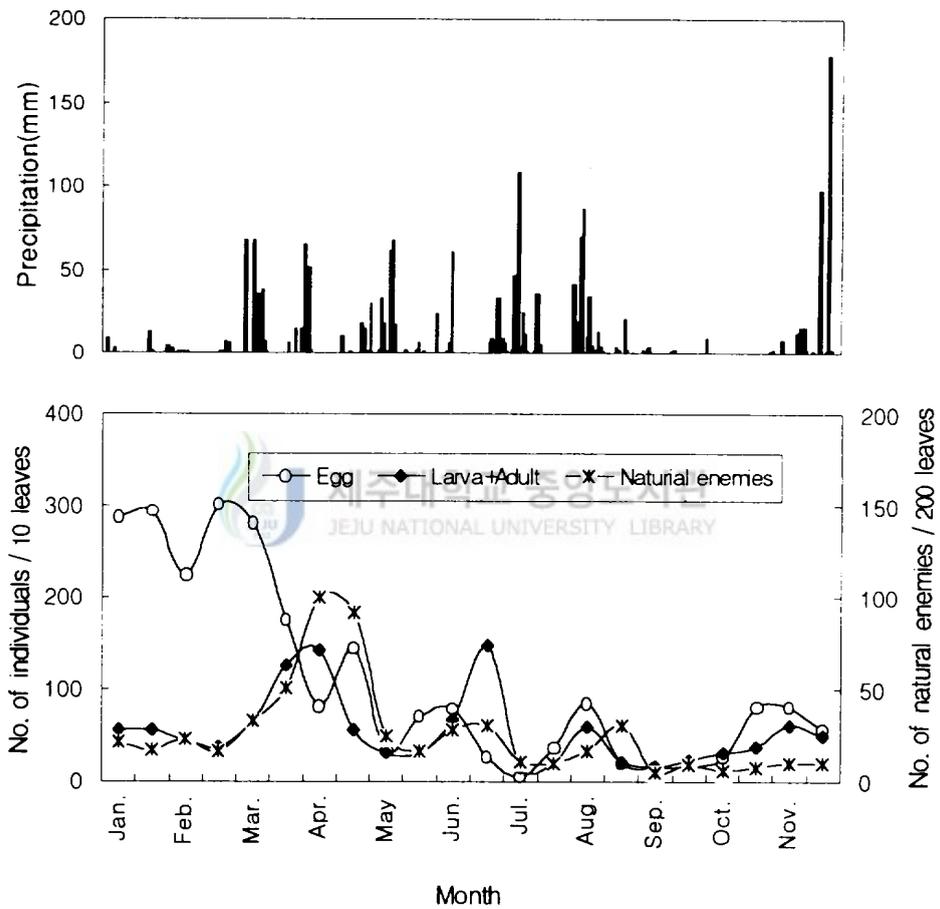


Fig. 2. Precipitation(above), and population fluctuation(lower) of *P. citri* and their natural enemies (*O. yasumatsui* + *A. terminalis*) in citrus orchard(1997).

(2) 季節別 發育段階別 構成比

1996년부터 '97년에 걸쳐 계절에 따른 귤응애의 發育段階別 밀도를 조사한 결과(표1, 2) '96년과 '97년 모두 알의 비율이 가장 높았으며 다음은 幼·若蟲과 成蟲의 순이었다. 특히 온도가 낮은 겨울철에 알의 비율이 월등하게 높았으며, 온도가 높은 봄, 여름, 가을에는 알의 비율이 감소하였고 幼·若蟲과 成蟲의 비율은 높아졌다.

알의 비율은 '96, '97년 겨울이 각각 86.7, 84.8%로 가장 높았으며, 여름과 가을에는 낮은 비율을 보였다. 그리고 幼·若蟲은 '96년에는 가을이 19.3%로 높았으나 봄, 여름과의 유의성은 없었고, '97년에는 여름이 45.5%로 가장 높았다. 성충은 '96년에는 여름이 14.9%로 제일 높았으나 가을과의 유의성은 없었고, '97년에는 여름이 12.1%로 높았으나 봄, 여름, 가을간에 유의성은 없었다.

Table 1. Seasonal changes in the density of each developmental stages of *P. citri*(1996)

Season	No. of individuals / 900 leaves			Total
	Egg	Larva + Nymph	Adult	
Winter	13,705 (86.7)a ²⁾	1,544 (9.8)b	553 (3.5)b	15,802 (100)
Spring	8,292 (77.4)b	1,811 (16.9)a	610 (5.7)b	10,713 (100)
Summer	3,802 (66.1)c	1,092 (19.0)a	858 (14.9)b	5,752 (100)
Autumn	15,013 (69.0)c	4,194 (19.3)a	2,539 (11.7)b	21,746 (100)

Numbers in parenthesis are percentages.

²⁾ Means in same column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) by Duncan's multiple range test.

이상과 같이 꿀응애의 發育段階別 구성이 알, 幼蟲, 成蟲 순으로 대부분이 알의 구성비가 높은 상태였고, 또한 겨울철에 높은 구성비를 나타내어 타계절에 비해 여름에는 알의 구성비가 낮았다는 문 등(1978)의 조사결과와 일치하였다.

Table 2. Seasonal changes in the density of each developmental stages of *P. citri*(1997)

Season	No. of individuals / 900 leaves			Total
	Egg	Larva + Nymph	Adult	
Winter	33,998 (84.8)a ²⁾	3,400 (8.5)c	2,713 (6.7)b	40,111 (100)
Spring	13,802 (62.7)b	6,126 (27.8)b	2,073 (9.5)ab	22,001 (100)
Summer	5,017 (42.4)c	5,383 (45.5)a	1,423 (12.1)a	11,823 (100)
Autumn	5,460 (55.9)c	3,589 (36.7)ab	722 (7.4)ab	9,771 (100)

Numbers in parenthesis are percentages.

²⁾ Means in same column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) by Duncan's multiple range test.

(3) 天敵의 種類 및 發生消長

감귤원에 발생하는 꿀응애의 天敵을 조사한 결과(표 3), 응애目 마름응애科에 속하는 *Agistemus terminalis* Quayle, 딱정벌레目的 깨알반날개(*Oligota yasumatsui* Kistner)와 칠성무당벌레(*Coccinella septempunctata* L.) 꼬마무당벌레(*Stethirus punctillum* Weise), 풀잠자리目的 풀잠자리류(*Chrysopa* spp.), 노린재目的 애꽃노린재(*Orius sauteri* Poppius)등 6種이 발견되어 田中(1963)가 보고한 16種, 김 등(1978)이 보고한 10種보다는 적었다. 천적의 종류별 발생량은 깨알반날개가 가장 많았고, 다음은 마름응애, 칠성무당벌레, 풀잠자리였으며 꼬마무당벌레와 애꽃노린재의 발생은 매우 미미한 정도였다. 그리고 깨알반날개와

마름응애는 주로 귤응애를 포식하지만 그외의 천적은 귤응애 보다는 다른 곤충을 포식하는 경우가 많기 때문에 깨알반날개와 마름응애가 귤응애의 生物的 防除에 보다 유용할 것으로 사료되었다.

Table 3. A list of predator species of *P. citri* during citrus growing season

Order and Family	Scientific name	Korean name	Frequency of occurrence ²⁾
Acarina			
Stigmaeidae	<i>Agistemus terminalis</i> Quayle	마름응애류	+++
Coleoptera			
Staphylinidae	<i>Oligota yasumatsui</i> Kistner	깨알반날개	++++
Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	칠성무당벌레	++
	<i>Stethorus punctillum</i> Weise	꼬마무당벌레	-
Neuroptera			
Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> spp.	풀잠자리류	++
Hemiptera			
Anthocoridae	<i>Orius sauteri</i> Poppius	애꽃노린재	-

²⁾ -, very light ; +, light ; ++, medium ; +++, severe ; +++++, very severe.

그림 3은 귤응애의 主要天敵인 깨알반날개와 마름응애의 發生消長으로 두 種 모두 연중 발생하였으며 깨알반날개는 4월중순에 큰 피크를 그리고 6월중순과 8월상순에 다소 작은 피크를 보였고, 마름응애도 같은 경향을 보였으나 깨알반날개에 비해 발생량이 다소 적었다. 이러한 결과는 귤응애의 발생피크가 역시 4월중순, 6월중순, 8월중순인 것과 일치하여 天敵의 密度는 귤응애의 밀도증감에 매우 민감하게 반응하였다. 귤응애밀도와 천적밀도간의 상호관계를 알아본 결과(그림 4), 田中(1963)가 보고한 것과 마찬가지로 귤응애의 밀도와 천적의 밀도간에는 고도의 正의 相關이 인정되었다.

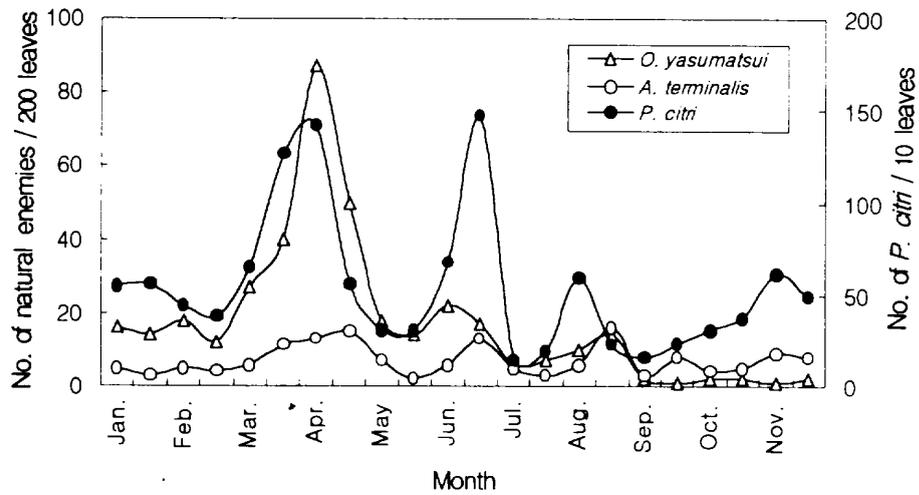


Fig. 3. Population fluctuation of major natural enemies (*O. yasumatsui* and *A. terminalis*) of *P. citri*.

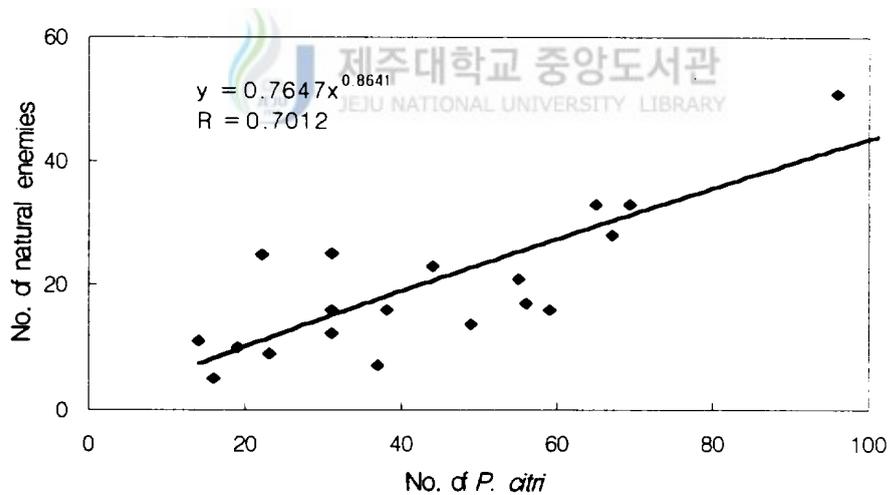


Fig. 4. Regression of the density of natural enemies(*O. yasumatsui* + *A. terminalis*) on that of *P. citri*.

나. 棲息習性

(1) 樹冠 部位別 密度比率

樹冠 높이별(上, 中, 下)·꺠웁애 성층의 계절별 밀도변화를 조사한 결과(그림 5), 봄과 겨울에는 樹冠中部에서 각기 40%, 41%로 가장 높았으며 다음은 상부와 하부 순이었다. 여름과 가을에는 樹冠下部에서 각기 41%, 45%로 가장 높았으며 다음은 중부와 상부 순이었고, 연평균은 樹冠上部에서 28%, 중부에서 38%, 하부에서 34%로 樹冠의 중부에서 제일 많이 棲息하고 있었다. 계절과 수관 높이별 꺠웁애 성층의 밀도비율간에 관련이 있는지를 알아보기 위한 독립성 검정결과 $\chi^2=18.74^{**}$ 로 고도의 유의성이 인정되었다. 이상의 결과로 볼 때 꺠웁애 성층은 온도가 낮은 겨울과 이에 이어지는 봄철에는 수관중부에서, 그리고 온도가 높은 여름과 이에 이어지는 가을에는 수관하부에서 많이 棲息함을 알 수 있었다.

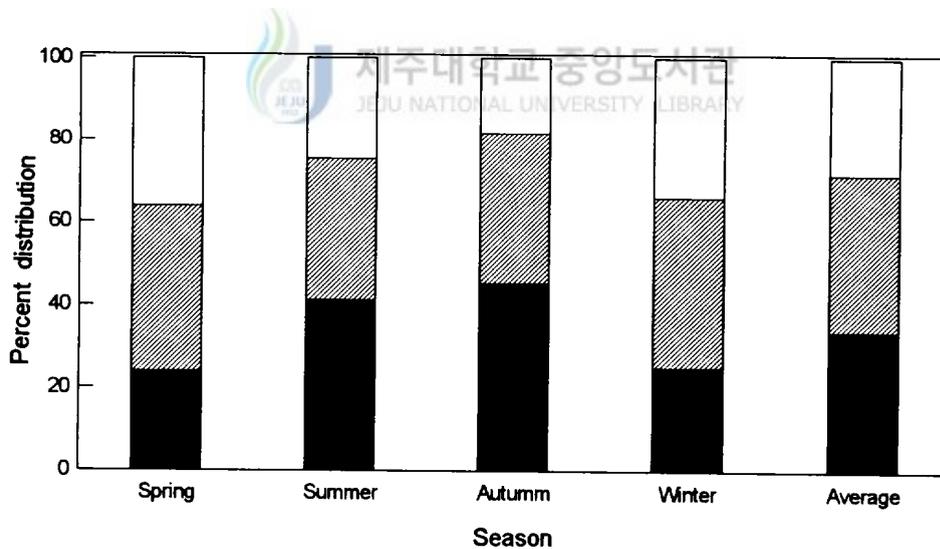


Fig. 5. Seasonal changes in percent distribution of *P. citri* adult by the relative height(□, upper; ▨, middle; ■, lower) of canopy in Satsuma mandarin tree.

그림 6은 樹冠内外에서의 귤응애 성충의 계절별 밀도변화를 조사한 것으로 내부와 외부의 棲息比率이 봄에는 60 : 40, 여름은 41 : 59, 가을은 32 : 68, 겨울은 63 : 37로 나타나 연중 평균은 내부가 49%, 외부가 51%로 외부의 서식비율이 약간 높은 경향을 보였으나 큰 차이는 보이지 않았다. 온도가 낮은 겨울과 봄에는 주로 내부에서 많이 棲息하였고 온도가 높은 여름과 가을에는 그와 반대의 경향을 나타냈으며, 독립성 검정결과 계절과 樹冠内外에서의 귤응애 성충의 밀도비율 사이에는 관련이 있는 것으로 나타났다 ($\chi^2=26.98^{**}$).

樹冠方向別(동, 서, 남, 북) 귤응애 성충의 시기별 밀도변화를 조사한 결과(그림 7), 대체로 기온이 낮은 3, 5월에는 햇빛이 많이 쬐이는 남쪽과 서쪽 방향에서 棲息密度가 높게 나타난 반면 7월과 9월에는 북쪽 방향의 서식밀도 비율이 높아지는 경향을 보였으나 독립성검정결과 계절과 방향별 귤응애 성충의 밀도비율간에 유의성은 인정되지 않았고, 평균적으로는 일사량이 많은 남쪽에서 약간 밀도가 높은 경향을 보였다.

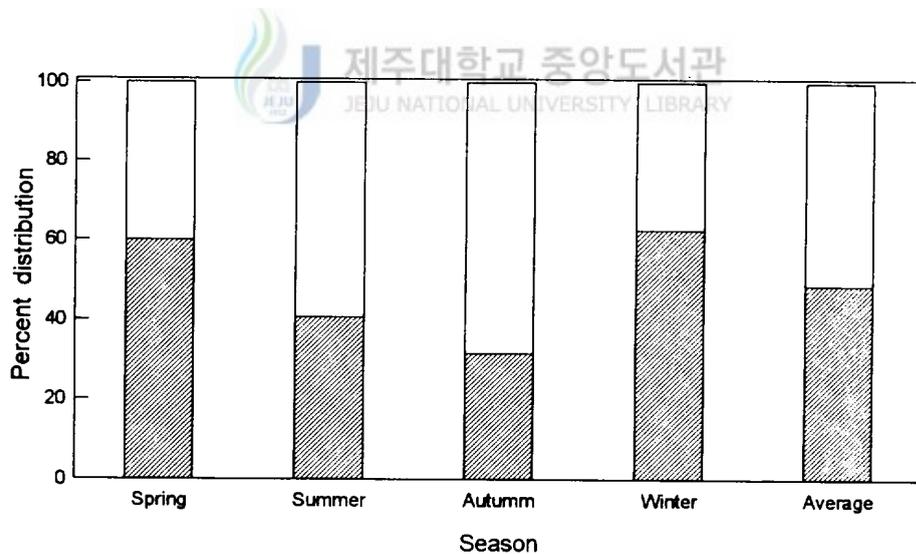


Fig. 6. Seasonal changes in percent distribution of *P. citri* adult by the depth(□, outside; ▨, inside) of canopy in Satsuma mandarin tree.

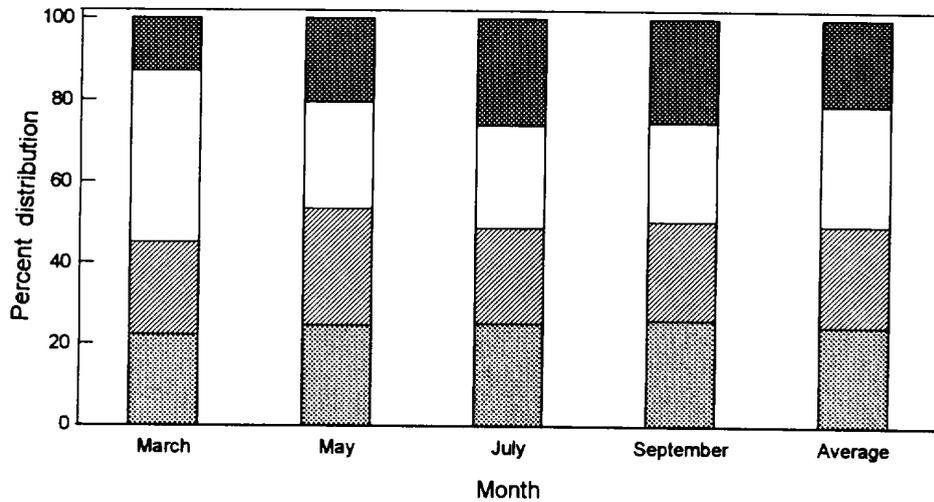


Fig. 7. Seasonal changes in percent distribution of *P. citri* adult by the direction(▨, east ; ▩, west ; □, south ; ▧, north) of canopy in Satsuma mandarin tree.

(2) 葉齡 및 葉面別 密度比率

표 4는 新葉(당년도 잎)과 舊葉(전년도 잎)에서의 꺾임에 發育段階別 棲息密度를 조사한 것이다. 알, 유·약충 및 성충 모두가 신엽에서의 밀도가 구엽에서보다 많았으며, 신엽과 구엽에서의 棲息比率이 알은 68:32%, 幼·若蟲이 67:33%, 成蟲이 60:40%로 나타나 성충 보다는 알, 유·약충의 경우 신엽에서의 棲息比率이 높은 경향이였다.

시기에 따른 꺾임에 알의 葉面別(表面, 裏面) 附着比率을 조사한 결과(그림 8) 1, 2, 3월에는 95%이상의 알이 잎의 裏面に 부착되어 있었고, 그후 점차 이면의 부착비율이 감소하였고, 6월에는 葉表面의 부착비율이 54%로 이면보다 높았으며, 이후 표면 비율이 9월까지 계속 증가하여 9월에는 62%가 되었다. 그리고 10월 이후에는 다시 표면비율이 감소하고 이면비율이 증가하기 시작하여 11월에는 89%가 이면에 부착되어 있었다. 이상과 같은 결과로 볼 때 꺾임에는 기온이 높은 6, 7, 8, 9월에는 잎의 표면에서 주로 棲息活動을 하고, 그외의 기온이 낮은 시기에는 잎의 이면에서 주로 棲息活動을 하며 産卵하고 있음을 알 수 있었다.

Table 4. Density of each developmental stages of *P. citri* as affected by leaf age in Satsuma mandarin tree

Leaf age ²⁾	Density ratio (new : old)			Total
	Egg	Larva+Nymph ³⁾	Adult	
New	7,765 (68.0)	7,090 (67.1)	1,671 (59.8)	16,526 (66.7)
Old	3,658 (32.0)	3,477 (32.9)	1,122 (40.2)	8,257 (33.3)
Difference	4,107**	3,613**	549**	8,269**

Numbers in parenthesis are percentages.

**Significant at 1% level

²⁾ New, grown in current year; Old, grown in previous year.

³⁾ Protonymph + Deutonymph.

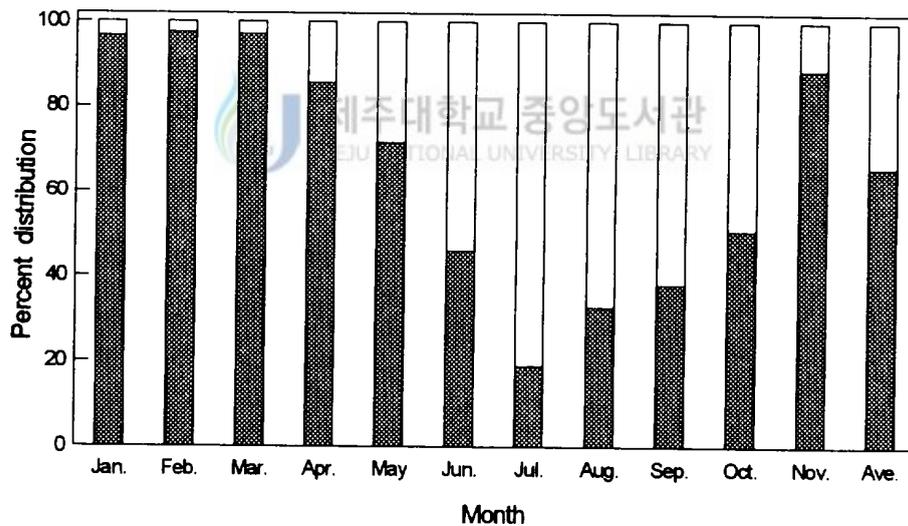


Fig. 8. Seasonal changes in percent distribution of *P. citri* egg by leaf surface(□, upside; ■, underside) in Satsuma mandarin.

잎의 表面과 裏面에서의 꿀응에 성충의 棲息密度의 日變化를 3, 4, 7, 8월 4회에 걸쳐 조사한 결과는 그림 9에 나타냈다. 3월의 경우 기온이 낮은 07시경에는 98%가 잎의 이면에 棲息하고 있다가 기온이 상승하면서 잎이면의 밀도가 감소하기 시작하여 15-17시경에는 약 65%정도로 감소하였고, 기온이 다시 낮아지면서 이면의 밀도가 증가하여 19시경에는 다시 98%로 높아졌다. 4월에는 07시경에 89%가 잎의 이면에서 서식하였으나 점차 감소하여 17시 이후에는 오히려 윗표면 棲息比率이 높아졌다. 7월과 8월에는 3, 4월의 조사 결과와는 정반대로 윗표면 서식비율이 높았고, 이와 같은 현상은 오전의 07시와 오후 17, 19시에 뚜렷하였으며 오히려 온도가 높은 13, 15시에 잎이면의 서식비율이 높은 경향을 나타내었다.

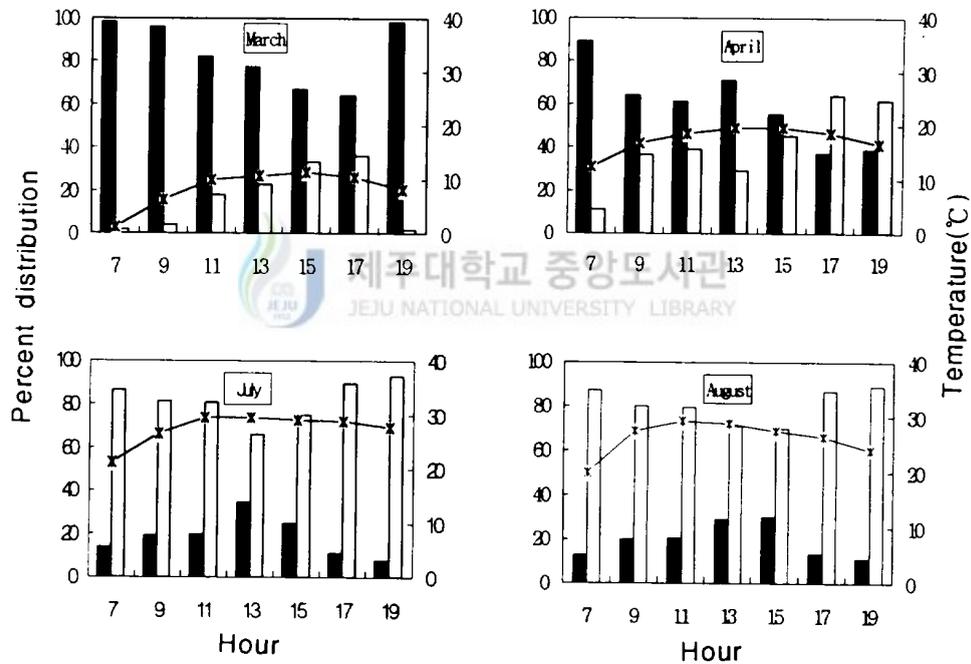


Fig. 9. Diurnal Changes in percent distribution of *P. citri* adult by leaf surface (▨, underside; □, upperside; -*- , Temperature) in *Satsuma mandarin* tree(1997).

日平均 잎의 表面과 裏面에 대한 棲息比率도 3월은 17:83, 4월은 41:59, 7월은 82:18, 8월은 80:20%로 기온이 낮은 3월과 4월에는 꺾꽂이에 성충은 이면에서 주로 서식하고 기온이 높은 7월과 8월에는 주로 표면에서 서식함을 알 수 있었다.

이와같이 기온이 낮은 3월과 4월의 경우 一日中 기온이 상승하면서 표면에서 밀도가 증가한 것은 日射量이 증가함에 따라 따뜻한 곳을 선호한 것으로 생각되며 반대로 기온이 높은 시기인 7, 8월에는 一日中 기온이 상승함에 따라 표면의 밀도가 감소되는 것은 일사량이 너무 많아서 그늘을 선호하기 때문인 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 겨울에는 그늘진 곳의 잎이든, 햇빛을 받고 있는 잎이든 꺾꽂이에 성충은 주로 이면에서 서식하였고 그 외의 시기에는 이면의 서식율이 대단히 낮다는 보고(眞椹, 1961)와 일치하였다.

꺾꽂이에 성충의 葉面別 棲息比를 조사한 결과 기온이 미치는 영향이 클 것으로 기대되어 기온과 꺾꽂이에 성충의 잎표면 서식비와의 관계를 알아본 결과(그림 10), 기온이 약 5~25℃ 범위에서는 기온이 올라감에 따라 잎표면 서식비가 증가하는 것으로 나타났으나 25℃ 이상에서는 기온이 증가함에 따라 잎표면 서식비가 다소 감소하는 경향을 보였다. 따라서 꺾꽂이에 성충의 잎표면 서식비의 변화를 구명하기 위해서는 꺾꽂이와 기상환경에 대한 보다 세밀한 연구가 있어야 할 것으로 생각되었다.

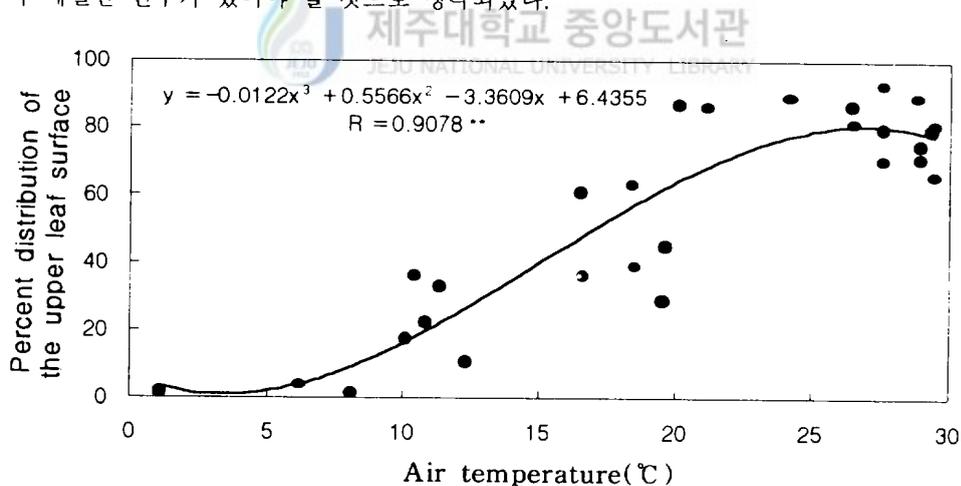


Fig. 10. Regression of the percent distribution of *P. citri* at the upper leaf surface on the air temperature in Satsuma mandarin tree.

그림 11은 樹冠方向(동, 서, 남, 북)에 따른 곽응애 성충의 葉面別(表面, 裏面) 棲息比率을 조사한 것으로 3월에는 표면의 서식비율이 북쪽방향에서 21%로 가장 높은 반면, 남쪽방향에서 14%로 가장 낮았으며 4월에도 3월의 조사 결과와 마찬가지로 북쪽방향에서 52%로 가장 높은 표면 서식비율을 나타내었고, 남쪽방향에서 34%의 낮은 서식비율을 나타내어 3, 4월은 같은 경향을 보였다. 그러나 7, 8월에는 모든 방향의 표면 서식비율이 각기 81~83%, 76~85% 범위내로 방향간 차이가 크지 않았다. 이처럼 곽응애의 엽면별 서식비율이 방향에 따라 약간의 차이는 있었으나 독립성 검정결과 수관방향과 동일시기의 엽면별 서식비율은 독립적인 것으로 나타났다.

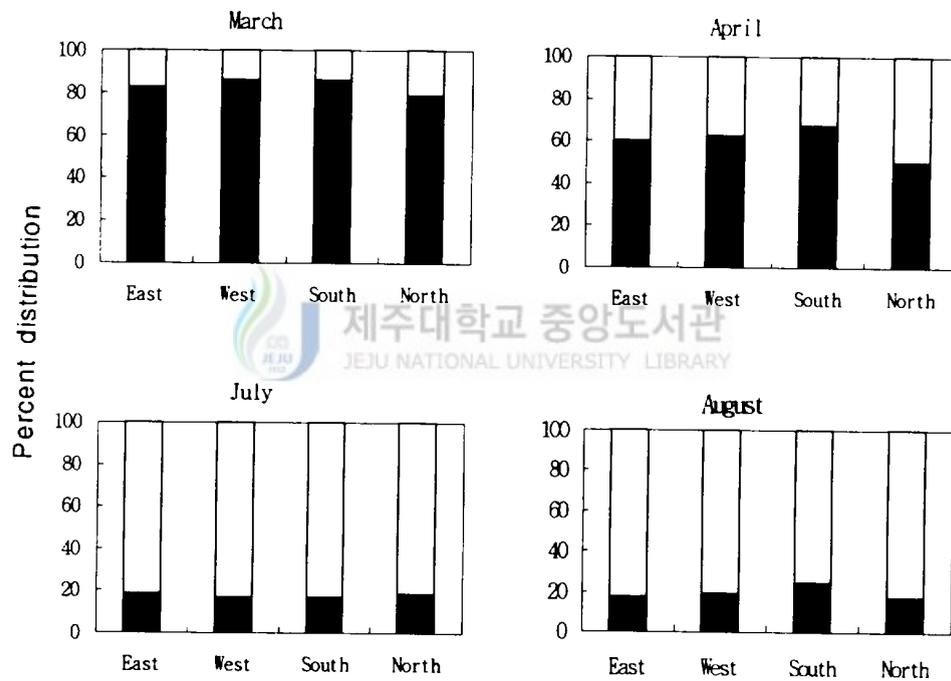


Fig. 11. Changes in percent distribution of *P. citri* adult by leaf surface(□, upperside; ▨, underside) in the different directions of canopy in Satsuma mandarin tree(1997).

2. 溫度가 굴응애의 發育에 미치는 影響

가. 溫度別 發育期間

굴응애의 각 태별 發育期間을 21℃부터 33℃까지 3℃간격으로 5수준에서 시험한 결과는 표 5에 나타났다. 모든 발육단계에서 온도가 높을수록 발육기간이 짧아지는 경향을 보였으며, 알~성충까지의 총 發育期間은 21, 24, 27, 30, 33℃에서 각각 20.7, 14.2, 11.0, 9.1, 9.1일이었다. 이는 福田 등(1954)과 眞梶(1959)가 보고한 결과와 유사하였다. 알의 발육기간은 온도별로 뚜렷한 차이를 보여 온도에 따라 총 발육기간의 단축에 영향을 크게 미쳤으며 幼蟲과 若蟲기간은 21℃~27℃에서는 온도상승에 따른 발육기간의 단축이 뚜렷하였으나 고온에서는 별 차이가 없었다. 이 실험에서 발육단계별 개체간 차이는 고온보다는 저온에서 더 변이가 심했는데 이는 김(1995), 최(1996)의 결과와 일치하였다.

Table 5. Developmental period(days) of *P. citri* under different temperatures

Temp. (°C)	Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Total ²⁾
	mean ± SD (n)	mean ± SD (n)	mean ± SD (n)	mean ± SD (n)	mean ± SD (n)
21	11.2 ± 0.59a ^{y)} (76)	3.4 ± 0.56a (43)	2.8 ± 0.38a (35)	3.8 ± 0.33a (32)	20.7 ± 1.35a (32)
24	7.7 ± 0.49b (77)	2.2 ± 0.34b (39)	2.1 ± 0.35b (36)	2.5 ± 0.48b (28)	14.2 ± 1.24b (28)
27	5.9 ± 0.39c (69)	1.9 ± 0.26c (37)	1.4 ± 0.35c (36)	2.2 ± 0.44c (32)	11.0 ± 1.60c (32)
30	4.9 ± 0.33d (67)	1.6 ± 0.26d (40)	1.4 ± 0.24c (31)	1.5 ± 0.25d (25)	9.1 ± 0.60d (25)
33	5.0 ± 0.33d (76)	1.4 ± 0.27d (35)	1.3 ± 0.28c (29)	1.5 ± 0.30d (26)	9.1 ± 0.75d (26)

Numbers in parenthesis are sample size.

²⁾ Total : egg ~ adult.

^{y)} Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) by Duncan's multiple range test.

표 6은 귤응애의 태별 발육속도의 온도에 대한 회귀직선식으로부터 얻어진 發育零點溫度와 有效積算溫度를 나타낸 것이다. 發育零點溫度는 알이 10.90℃, 幼蟲이 11.46℃, 제1若蟲이 9.88℃, 제2若蟲이 13.33℃, 알~성충까지는 11.31℃로 제2若蟲의 발육 영점온도가 가장 높았으며, 제1若蟲이 가장 낮게 나타났다. 그리고 有效積算溫度는 알이 102.54日度, 유충이 29.87日度, 제1약충이 27.82日度, 제2약충이 28.08日度, 알~성충까지는 188.71日도로 알의 유효적산온도가 특히 높게 나타났는데 이는 發育零點溫度가 8.01℃, 有效積算溫度가 116.27日度였다는 福田 등(1954)의 실험결과와 큰차이를 보였다. 이러한 차이점은 실험자간의 오차로 보기에 너무 커서 공시재료의 유전적인 차이에 기인한 것인지를 후에 보다 세밀히 검토할 필요가 있을 것으로 보인다.

Table 6. Developmental threshold temperature(DT) and effective degree days(DD) of each stage of *P. citri*

Stage	Regression equation ²⁾	r	DT	DD
Egg	$Y=0.0099X-0.108$	0.958	10.91	102.54
Larva	$Y=0.0337X-0.3862$	0.991	11.46	29.87
Protonymph	$Y=0.0354X-0.3498$	0.936	9.88	27.82
Deutonymph	$Y=0.0358X-0.4771$	0.967	13.33	28.08
Egg to female	$Y=0.0054X-0.0611$	0.976	11.31	188.31

²⁾ Y is the velocity of development expressed in terms of the reciprocal of days of developmental periods; X is temperature(℃).

나. 溫度別 性比

표 7은 온도별 사육실험에서 꿀응애 性比를 조사한 결과이다. 雌:雄의 비율은 21, 24, 27, 30, 33℃에서 각각 68.8 : 31.2, 67.9 : 32.1, 65.6 : 34.4, 64.0 : 36.0, 65.4 : 34.6으로 계산 되었는데, χ^2 검정 결과 온도가 꿀응애의 성비에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다. 그리고 평균 성비는 66.3 : 33.7로 Saito 등(1979)이 보고한 71.4 : 28.6에 비해 암컷의 비율이 약간 낮게 나타났다.

Table 7. Sex ratio of *P. citri* under different temperatures in laboratory

Temp.(℃)	Female	Male	Total
21	22 (68.8)	10 (31.2)	32 (100)
24	19 (67.9)	9 (32.1)	28 (100)
27	21 (65.6)	11 (34.4)	32 (100)
30	16 (64.0)	9 (36.0)	25 (100)
33	17 (65.4)	9 (34.6)	26 (100)
Total	95 (66.4)	48 (33.6)	143 (100)

Numbers in parenthesis are percentage.

표 8은 표 7의 실내실험 결과와 비교하기 위해 노지에서의 꿀응애 性比를 4회에 걸쳐 조사한 결과 雌:雄의 비율이 73.2 : 26.8, 60.0 : 40.0, 68.6 : 31.4, 69.6 : 30.4로 나타나 조사시기에 따라 꿀응애의 성비는 달랐으나($\chi^2=57.27^{**}$) 전체 평균이 67.9 : 32.1로 실내실험결과인 66.3 : 33.7와 거의 일치하여 꿀응애 雌:雄의 性比는 약 2 : 1정도인 것으로 판단되었으며 이는 김 등(1978)의 조사결과와도 일치하고 있다.

Table 8. Sex ratio of *P. citri* in Satsuma mandarin tree

Month	Female	Male	Total
22-Aug.	327 (73.2)	120 (26.8)	447 (100)
8-Sep.	1,327 (60.0)	913 (40.0)	2,240 (100)
30-Sep.	590 (68.6)	270 (31.4)	860 (100)
6-Oct.	564 (69.6)	246 (30.4)	810 (100)
Mean	2,808 (67.9)	1,549 (32.1)	4,357 (100)

Numbers in parenthesis are percentage.



V. 摘 要

감귤원의 害蟲綜合管理體系 확립에 필요한 기초자료를 얻기 위해 귤응애의 연중 發生密度의 변동과 天敵의 종류 및 발생량, 귤응애의 樹冠部位別 밀도, 葉面別 밀도의 日變化 그리고 온도가 發育에 미치는 영향 등에 대하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 幼·若·成蟲의 發生消長은 '96년에는 1차 피크가 7월중순, 2차 피크가 10월중순이었으며, 특히 10월중순에 발생량이 많았다. 그러나 '97년에는 4월상·중순과 6월상순, 8월상순경에 3회의 피크를 보였으나 발생량은 적었다.

2. 발육단계별 구성비는 알의 비율이 가장 높았고, 다음은 幼·若蟲, 成蟲 순이었다. 특히 겨울철에 알의 비율이 높았지만 온도가 상승함에 따라 낮아지고 반면 若蟲과 成蟲의 비율은 높아졌다.

3. 天敵으로는 마름응애류(*Agistemus terminalis* Quayle), 깨알반날개(*Oligota yasumatsui* Kistner), 칠성무당벌레(*Coccinella septempunctata* L.), 꼬마무당벌레(*Stethirus punctillum* Weise), 풀잠자리류(*Chrysopa* spp.), 애꽃노린재(*Orius sauteri* Poppius) 등 총 4목 4과 6종이 발견되었으며 이중 깨알반날개의 발생량이 가장 많았다. 주요 천적인 깨알반날개와 마름응애의 發生消長은 귤응애의 발생 피크와 일치하여 상호 밀접한 관계가 있었다.

4. 성충의 수관 높이별 서식비율은 봄과 겨울에는 중부에서 각각 40, 41%로 높았고, 여름, 가을에는 하부에서 각각 41, 45%로 높았으며, 연평균으로는 중부에서 37%로 가장 높았다. 봄과 겨울에는 수관내부에서 여름과 가을에는 수관외부에서 棲息密度가 높았다. 그리고 수관의 방향별로는 3월에는 남쪽이 42%, 5월에는 서쪽이 29%, 7월에는 북쪽이 26%, 9월에는 동쪽이 26%로 가장 높았으나 조사시기와 방향별 밀도비율 사이에 유의성은 없었다.

5. 發育段階別 葉齡別 棲息比率(구엽 : 신엽)은 알은 32.0 : 68.0, 유·약충이 32.9 : 67.1, 성충이 40.2 : 59.8로 나타났고, 전체 평균은 33.3 : 66.7로 신엽에서의 棲息比率이 높았다.
6. 월별 알의 葉面別 附着比率은 1, 2, 3월에는 95%이상이 앞의 裏面에 부착되어 있었고, 6, 7, 8월에는 表面의 부착비율이 높았다. 성충의 葉表面 棲息比率은 3, 4, 7, 8월에 각각 17, 41, 82, 80%로 저온기인 3, 4월에는 裏面에서 고온기인 7, 8월에는 表面에서 더 많이 서식하고 있었다.
7. 성충의 葉面別 棲息比率은 수관방향에 따라 약간의 차이는 있었으나 유의성은 없었다.
8. 각 태별 발육기간은 21℃의 경우 알기간이 11.2일, 유충기간은 3.4일, 약충기간은 6.6일이었으나 30℃의 경우에는 알기간 4.9일, 유충기간 1.6일, 약충기간 2.9일로 온도가 높을수록 발육기간이 단축되었으며, 개체간 변이는 저온에서 큰 경향이였다.
9. 각 태별 發育零點溫度는 9.88℃~13.33℃였고, 有效積算溫度는 알이 102.54日度, 유충이 29.87日度, 제1약충이 27.82日度, 제2약충이 28.08日度, 알~성충이 188.71℃日度로 알의 有效積算溫度가 특히 높게 나타났다.
10. 雌:雄의 性比는 사육시험과 포장조사에서 약 2 : 1로 나타났다.

引用文獻

- Allen, J. C.. 1976. A modified sine wave method for calculating day degrees. Environ, Entomol. 5 : 388-396.
- Arnold, C. Y.. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 74 : 430-435.
- Baskerville, G. L. and P. Emin. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. Ecology. 50 : 514-517.
- 최덕수. 1997. 귤응애(*Panonychus citri*)의 생태 및 천적에 관한 연구. 전남대학교 농생물학과 석사학위논문. 10-18.
- Crooker, A. 1985. Embryonic and juvenile development. pp.149~163 in Spider mite their biology, natural enemies and control, vol 1A, eds. by W. Helle and M. W. Sabelis. 405pp. Elsevier, Amsterda.
- Curry, G. L. and R. M. Feldman. 1987. Mathematical foundations of population dynamics. Texas A&M Univ. Press, College Station. pp. 240.
- 江原昭三. 1980. 日本ダニ類圖鑑. 全國農村教育協會. 笹德印刷工業株式會社. p. 274.
- 江原昭三, 眞梶德純. 1996. 植物ダニ學. 全國農村教育協會. 城北印刷所. 81-84.

- Hazan, A. , U. Gerson and A. S. Tahori. 1973. Life history and life table of the carmine spider mite. *Acarologia*. 15 : 414-440.
- Hiroaki F. and Akio T.. 1986. Photoperiodic Sensitivity of various stages of the Diapausing strain of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (McGregor) *Appl. Ent. Zool.* 21(4) : 582-588.
- 福田仁郎, 眞梶徳純. 1954. ミカンハダニの發育に及ぼす温濕度の影響. I. 卵の發育に及ぼす温濕度の影響. *東海近畿農試研報*. 2 : 160-171.
- 古橋嘉一. 1978. ミカンハダニの要防除密度. *植物防疫*. 32(8) : 29-34.
- 井上晃一, 田中學. 1983. ミカンハダニの天敵としてのケホソナカヒシタニの生態的特性. *日本應用動物昆蟲學會誌*. 27(4) : 280-288.
- 김동환, 권혁모. 1996. 감귤해충종류조사. 원예연구소 시험연구보고. 1262-1265.
- 김홍선, 문덕영, 박중수, 이승찬, P. C. Lippold, H. D. Catling. 1978. 감귤해충 종합방제에 관한 연구. *농기연시보*. 525-565.
- 김정수. 1995. 사과원에서의 점박이응애 개체군동태. *서울대학교 농생물학과 석사학위논문*. 42-45.
- 권혁모. 1979. 귤응애 방제에 관한 시험. *제주시험장. 시험연구보고*. 150-160.
- Leibee, G. L. 1984. Influence of temperatre on development and fecundity of *Liriomyza trifolii*(Burgess) (Diptera : Agromyzidae) on celery. *Environ. Entomol.* 13(2) : 497-501.

- 眞梶徳純. 1959. ミカンハダニの發育に及ぼす温濕度の影響, II. 孵化以後の發育形態に及ぼす温濕度の影響. 東海近畿農試研報. 5 : 129-142.
- 眞梶徳純. 1961. ミカンハダニの生息活動について. 農林城園藝試験場研究報告. B 第1號. 192-205.
- 眞梶徳純. 1962. ミカンハダニの季節的發生消長する研究 II. Peak時の 生殖數と環境因子と相關關係. 園試報. B1 : 182-191.
- Pruess, K. P.. 1983. Day-degree methods for pest management. Environ. Entomol. 12 : 613-619.
- Saito, Y and J. Ueno. 1979. Life history studies on Schizo tetranychus celarius (Banks) and Aponychus corpuzae Rimando as compared with other tetranychid mite species (Acarina : Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 14 : 445-452.
- 송장훈, 권혁모. 1996. 제주도 감귤병해 종류조사. 원예연구소 시험연구보고. 1226-1270.
- 高藤晃雄. 1986. ミカンハダニの系統間の生殖隔離. 植物防疫 40(9) : 23-28.
- 高藤晃雄, 芦原 亘, 森本信生. 1981. ハダニ類の休眠に關する研究の現状と問題點. 植物防疫 35(11) : 13-19.
- 田畑 前. 1972. ミカンハダニによる温州ミカンの被害. 農業および園藝. 47(9) : 103-104.

田中學. 1963. 農藥と天敵の組合せによる害蟲防除. 農業及園藝. 38(10) : 67~70.

Wrench, D. L. 1985. Reproductive parameters. pp. 165-170. in spider mites their biology, natural enemies and control, Vol. 1A, eds. by W. and M. W. Sabelis. 405pp. Elsevier, Amsterdam.

Wrench, D. L. and S. S. Y. Young. 1978. Effects of density and host quality on rate of development, survivorship, and sex ratio in the carmine spider mite. Environ. Entomol. 7 : 499-501.

Wrench, D. L. and S. Y. Young. 1983. Relationship between primary and tertiary sex ratio in the two-spotted spider mite(Acarina : Tetranychidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 76 : 786-789.



感 謝 의 글

본 논문이 완성되기까지 세심한 지도를 하여주신 문두길 지도교수님께 깊은 감사를 드리오며, 바쁘신 가운데도 세심하게 논문을 바로잡아 주신 한해룡, 권오균 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

그리고 본 연구를 수행할 수 있도록 여건을 마련해 주신 감귤연구소 문덕영 소장님과 바쁘신 가운데도 많은 조언과 교정을 도와주신 권혁모 연구관님을 비롯한 모든 동료직원들께도 감사를 드리며 아울러 연구수행과 원고정리에 수고를 아끼지 않은 강혜경, 진매옥 씨에게도 심심한 감사를 표합니다.

마지막으로 이 자그마한 실현을 물심양면으로 도와주고 염려해 주신 사랑하는 어머니와 아내 그리고 모든 형제들과 함께하고자 합니다.

