

유자에서 귤응애의 발생소장, 온도별 발육특성 및 방제밀도별 피해정도

Population Fluctuation, Developmental Character of *Panonychus citri* and Damage Degree as its Control Density on Young Yuzu (*Citrus junos*)

최덕수 · 김규진¹

Duck-Soo Choi and Kyu-Chin Kim¹

Abstract – Experiments were conducted to investigate the population fluctuation, developmental periods, fecundity, hatching rate and damage of Citrus red mite (*Panonychus citri* M.) on Yuzu trees (*Citrus junos* T.) from 1996 to 1997. Citrus red mite occurred from May to November and made two peaks. The first peak was in July to August and the secondary peak was in October. Density of the second peak was higher (9.5 mites/leaf) than that of the first peak. In the constitution rate of each developmental stage of citrus red mite on Yuzu leaves, egg stage occupied 85%. At the four constant temperature (15, 20, 25, 30±1°C, RH 60±10%, 14L-10D) conditions, the developmental period from egg to adult was 41.1, 15.5, 11.0 and 9.4 days; Mean longevity of adult was 23.3, 8.3, 6.3, and 6.1 days; Mean number of egg laid per female per day was 1.6, 3.2, 4.5, 4.0 eggs; Mean hatching rate was 66.6, 85.7, 90.7 and 94.7% at above temperature, respectively. When sprayed acaricide at different density of Citrus red mite, the growth of young Yuzu tree were better at low density. Defoliation rate during winter was 13.5, 20.6, 53.1, 72.6% at 4 control density 1, 3, 6 mites per leaf and uncontrolled (10<). When every time spray acaricide under 3 mites per leaf, defoliation rate during winter suppressed above 50% compare to uncontrol 72.6%.

Key Words – *Citrus junos*, *Panonychus citri*, Population fluctuation, Developmental period

초 록 – 유자 (*Citrus junos* T.) 과원의 주요 해충인 귤응애 (*Panonychus citri* M.) 의 발생소장, 온도별 발육기간, 산란수, 부화율 및 유자유목의 생육에 미치는 영향을 구명하고자 1996년부터 1997년까지 2년간 조사한 결과, 귤응애는 5월부터 11월까지 발생하였는데 년 2회의 발생최성기를 이루었다. 1차 발생최성기는 7~8월이고, 2차 발생최성기는 10월이었다. 2차 발생최성기에는 잎당 밀도 9.5마리로 연중 최대발생량을 보였다. 유자 잎에서 귤응애의 각 태별 구성비는 난, 약충, 성충이 각각 85, 9, 6%로 난의 비율이 월등히 높았다. 15, 20, 25, 30±1°C (RH 60±10%, 14L-10D) 의 항온조건에서 난부터 성충까지 발육기간은 각각 41.1, 15.5, 11.0, 9.4일이고 성충수명은 23.3, 8.3, 6.3, 6.1일로 온도가 높을수록 발육기간과 성충수명은 짧아지는 경향이고 부화율은 30°C에서 94.7%로 가장 높았다. 일평균 산란수는 25°C에서 4.5개로 가장 많았다. 또, 귤응애 방제밀도에 따른 유자유목의 생육상황은 방제밀도가 낮을수록 간주 및 수관용적 증가량이 많았고 엽록소함량도 많았다. 월동후 낙엽율은 1, 3, 6마리/잎, 무방제에서 각각 13.5, 20.6, 53.1, 72.6%로 잎당 성충밀도 3마리 이하에 방제하는 것이 낙엽율이 낮았다.

검색어 – 유자, 귤응애, 발생소장, 발육기간

전남농촌진흥원 고흥유자시험장 (Koheung Yuzu Experiment Station, Chonnam PRDA, Koheung, 548-910, Korea)

¹ 전남대학교 농과대학 농생물학과 (Dept. of Agrobiolgy, College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Korea)

서 론

유자는 오래 전부터 약용이나 다용도로 재배되어 온 우리 나라 전통 과실수이며 '80년대 후반에 비싼 고소득 작목으로 부각되면서 재배면적이 급증하였다('87:622⇒'96:5120 ha).

유자는 연평균기온이 15°C 이상이고, 최저극기온이 -9°C 이상인 곳이 안전생산지역인데 우리나라의 주생산지인 고흥을 비롯한 대부분 재배지역의 기후조건이 부적합하여 상록수임에도 불구하고 겨울철에 낙엽 및 고사지 발생이 심해 정상적인 생육이 어렵다(Kim, 1993). 더구나 재배면적의 급증으로 해충의 종류가 다양해지고 그에 따른 피해도 증가하고 있다.

유자를 가해하는 해충은 총 5목 21과 40종이며, 그 중에서 굴응애와 굴굴나방이 가장 피해가 심하다(Lee *et al.*, 1992). 현재 일반 유자재배 농가는 년 4~6회 농약살포를 하며 대부분이 굴응애 방제를 대상으로 한다. 굴응애(*Panonychus citri*)는 연 10~13세대 발생하며, 잎과 과실에서 엽록소 등 세포내 즙액을 흡즙하여 광합성 작용을 감소시키고 피해가 심할 경우 잎이 하얗게 변하여 조기낙엽을 초래한다(Lee *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 1978).

또, Yasuda(1972)는 굴응애의 피해가 심한 감귤엽은 전전엽에 비해 동화량이 50% 이하였고, 엽록소 함량은 20% 정도라고 하였는데 이와는 다르게 Hare *et al.*(1992)은 레몬에서 잎당성충밀도 19마리 이상으로 발생최성기를 이루지만 과일의 크기나 수량, 품질에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 국내에서는 감귤과 유자에서 굴응애의 발생생태와 방제에 대해 일부 시험 조사한 바 있으나 밀도별 피해정도는 연구결과가 미흡하다. 따라서 본 시험은 주산지인 고흥지역에서 유자 재배시 가장 문제가 되는 해충인 굴응애의 발생소장, 온도별 발육기간, 산란수 및 부화율 그리고 방제밀도를 달리하여 유자유목의 피해정도를 구명하여 방제의 기초자료로 활용코자 수행한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 발생소장 및 각 태별 구성비

굴응애의 시기별 발생량 조사는 유자 집단 재배지인 전남 고흥군 풍양면에 소재한 고흥유자시험장의 병해충 무방제 포장에서 '96년과 '97년의 2년동안 조사하였다. 병해충 무방제 포장에서 접목 5년생 유자나무 5주를 선정하여 생육기인 5월부터 11월까지 10일 간격으로 년 21회 조사하였다.

조사는 각 주를 4방위로 분할하여 각 방위당 5잎씩 주당 20잎 총 100잎을 채취하여 비닐봉지에 넣어 운반

후 실내 해부현미경하에서 약충과 성충으로 구분하여 조사하였다. 이 때 시기에 따른 각 태별 구성비를 알아보고자 매일 하순에는 난, 약충, 성충을 구분하여 조사하였다. 한편 굴응애의 발생량과 기상과의 관계를 알아보고자 본 조사지역과 약 4km 거리에 있는 고흥기상관측소의 기상통계자료를 입수하여 분석하였다.

2. 온도별 發育期間, 産卵數 및 孵化率 調査

본 시험에 사용한 공시충은 고흥군 풍양면 유자집단 재배지에서 채집하여 비닐하우스 내에 식재한 고흥재래 유자를 기주로 누대사육하며 이용하였다. 플라스틱 페트리 디쉬(직경 9×높이 2.5 cm)의 뚜껑 중앙에 직경 3cm의 구멍을 뚫고 가는 망사를 붙여 통기가 가능하도록 하였으며 바닥에는 증류수로 충분히 적신 탈지면을 깔고 그 위에 유자잎의 뒷면이 위를 향하도록 배치하여 잎의 건조 및 잎에서 충의 이탈을 방지하였다. 또 항온기 내부에는 타이머가 부착된 형광등을 설치하여 14시간 조명하였으며 15, 20, 25, 30±1°C의 항온조건에서 실시하였다. 이 때 항온기내 습도는 60±10%였다.

산란수는 전술한 페트리디쉬에 굴응애 암성충을 각각 5마리씩 접종하여 항온기 내에 온도별로 배치하여 24시간 간격으로 해부현미경하에서 관찰하였다. 부화율과 각 태별 기간은 전술한 페트리디쉬 한개당 굴응애 성충 15마리(암수성비 2:1)를 접종하여 항온기에 온도별로 배치하여 24시간 후 해부현미경하에서 가는 붓을 이용하여 성충을 제거하고 엽 위에 산란된 난을 이용하여 매일 부화된 유충을 제거하며 부화율과 난기간을 조사하였고, 이때 부화하여 나온 유충을 새로운 페트리 디쉬에 3마리씩 나누어 접종하여 매일 발육상황을 관찰하였다. 각 발육태의 구분은 탈피각으로 확인하였고 매 조사시 혼돈을 피하기 위하여 탈피각을 제거하였으며 옆면에서 이탈하거나 시험중 죽은 개체는 조사에서 제외하였다.

3. 굴응애 防除密度에 따른 柚子幼木의 被害정도

본 시험의 공시기주는 플라스틱 포트(직경 30×높이 29cm)에 간주 4.6~4.8cm의 접목유자 3년생을 '96년 3월에 1m간격으로 처리당 5주씩 식재하였고 처리간에는 2m를 격리하였다. 강수량에 의한 자연적인 밀도억제효과를 줄이고자 비가림 시설을 설치하였으며 살충제 살포를 제외한 기타 관리는 관행방법에 준하였다.

굴응애의 방제시기를 암성충 기준 잎당밀도 1, 3, 6마리 및 무방제로 하여 2~3일 간격으로 관찰하며 임의로 주당 10잎을 육안조사하여 각 주의 잎당 평균밀도가 방제밀도에 도달시 살비제를 살포하였다. 이때 무방제구에서 타 처리구로의 비산을 최소화하기 위해 가는 망사로 격리시켰다. 약제저항성 유발에 의한 약효 감소

를 줄이고자 살비제는 5가지 다른 약제를 이용하였는데 약효기간의 장단에 따른 오차를 최소화 하기위해 처리별 약제사용 순서는 동일하게 하였다. 굴응애의 피해정도를 알고자 각 처리별 수체의 생육상황, 엽내 엽록소함량 및 월동후 낙엽율을 조사하였다. 수체의 생육상황으로 봄가지 발생수, 간주 및 수관용적을 조사하였고, 엽내 엽록소함량은 Yoshida법에 의하여 생체시료 0.5 g을 1 cm 크기로 절단하여 Absolute Ethyl alcohol 25 ml에 침적하여 암소에서 24시간 방치후 UV-spectrophotometer (파장 645, 663 nm)로 측정하여 엽록소 a, b를 계산하였다. 월동후 낙엽율은 11월 하순에 각 주당 봄가지 5개씩 처리별 25가지를 임의로 선정하여 이듬해 3월까지 낙엽수를 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 發生消長 및 각 태별 構成比

유자 재배면적이 가장 많은 전남 고흥지역에서 굴응애는 5월 상순부터 11월까지 발생하였는데 2회의 발생최성기를 이루었다(그림 1). 1차 발생최성기는 '96년에는 8월, '97년에는 7월이었고, 2차 발생최성기는 '96년과 '97년 모두 10월로 잎당밀도 9.5마리에 이르는 연중 최대발생량을 이루었다.

또, 시기에 따른 각태별 구성비는 굴응애 발생 초기인 5, 6월에는 난의 분포비율이 다른 시기에 비해 상대적으로 낮았으나 그 후에는 80% 이상의 높은 점유율을 보였고 전체적으로 난, 약충, 성충이 각각 85, 9, 6%로 조사되었다.

한편 굴응애의 발생량과 강수량과의 연관성을 살펴 보면(그림 1), '96년 6월부터 7월 중순에 이르러 굴응애 발생량이 적었던 시기에는 비교적 많은 강수량(466 ml)이 내렸고, 굴응애 밀도가 증가하여 1차 발생최성기를 이루었던 8월에는 다소 적은 경향이였다. 또, '97년에는 굴응애 발생이 시작되는 5월 하순부터 6월 중순 사이에 강수량이 적었고 그 후부터 8월 상순에 이르러 많은 강우를 보였다. 이는 6월의 굴응애 발생이 강우에 의해 억제된 것으로 판단된다. 9월과 10월에 굴응애 발생량은 점차적으로 증가하였는데 이 시기의 강수량은 매우 극미하였다. 그러므로 6월부터 8월까지의 강수량에 따라 굴응애 발생량이 좌우되므로 양자간에 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

Nakao(1962)는 굴응애가 강우 80 ml와 풍속 8m/sec에 의해 완전히 없어졌다고 하였으며, Kim *et al.*(1978)은 감귤원에서 굴응애의 주발생시기는 7월 중순부터 8월 중순이었고 9, 10, 11월에도 밀도가 높았다고 하여 본 조사결과와 대부분이 일치하였다. Lee *et al.*(1991)은 '90년과 '91년에 유자에서 굴응애 발생소장을 조사하였는데, 1차 발생최성기는 8월 하순과 9월 상순이었고 2차 발생최성기는 11월 중하순이었다는 내용과 시기적으로 약간의 차이가 있는데 이는 해에 따른 기상요인에 의한 차이라고 판단되며 2회의 발생최성기를 보인 점과 최성기 성충밀도는 거의 일치하였다.

2. 溫度別 發育期間, 産卵數 및 孵化率

굴응애의 난에서 성충까지 발육에 소요되는 기간은 표 2와 같이 15, 20, 25, 30°C에서 각각 41.1, 15.5, 11.0,

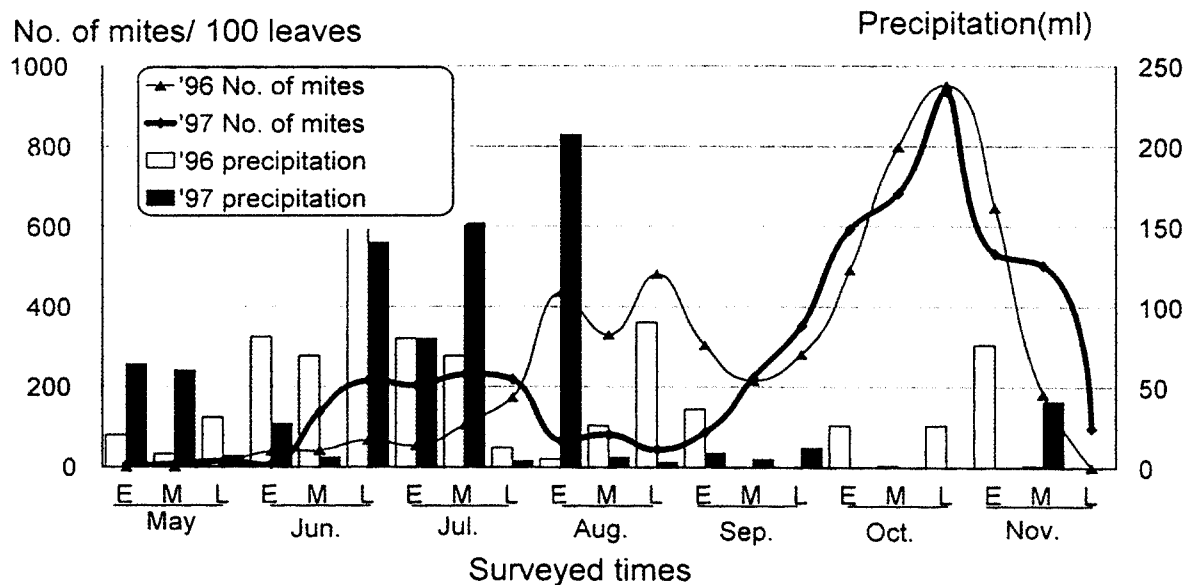


Fig. 1. Relationship between precipitation and Seasonal Fluctuation of *Panonychus citri* population in Koheung area ('96~'97).

Table 1. The constitution rate of each developmental stage of *Panonychus citri* on Yuzu leaf in the monthly surveyed

stage	No. of individuals per 100 leaves							Total
	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	
Egg	25 (69)	140 (67)	1,372 (89)	3,876 (89)	1,950 (87)	3,964 (81)	327 (98)	11,654 (85)
Nymph	4 (11)	58 (28)	74 (5)	362 (8)	161 (7)	520 (11)	3 (1)	1,179 (9)
Adult	7 (20)	10 (5)	100 (6)	120 (3)	120 (6)	432 (8)	2 (1)	789 (6)

() Occupation percentage.

Table 2. Developmental periods of *Panonychus citri* at 4 constant temperatures (RH60±10%, 14L~10D) on Yuzu leaf

Temperature (°C)	Developmental periods (Days±SD*)			Total period (Days±SD)
	Egg	Larva	Nymph	
15	20.4±1.45	5.8±1.35	14.9±2.26	41.1±5.06
20	8.8±0.69	2.2±0.50	4.5±0.88	15.5±2.07
25	5.5±0.49	1.5±0.28	4.0±0.66	11.0±1.43
30	4.8±0.51	1.3±0.41	3.3±0.59	9.4±1.51

* Standard deviation.

Table 3. Mean longevity, fecundity, hatching rate of *Panonychus citri* at 4 constant temperatures (RH60±10%, 14L~10D) on Yuzu leaf

Temperature (°C)	Longevity (Days±SD*)	Fecundity (Eggs/Day±SD)	Hatching rate (%) (Mean±SD)
15	23.3±2.67	1.6±0.22	66.6±12.2
20	8.3±2.55	3.2±0.47	85.7±8.01
25	6.3±2.82	4.5±0.96	90.7±4.03
30	6.1±1.10	4.0±0.40	94.7±3.49

* Standard deviation.

9.4일로 온도간에 많은 차이가 있으며 온도가 높을수록 발육기간이 짧아지는 경향이었고, 특히 15°C의 경우는 발육이 현저하게 늦어 30°C에 비해 4배 이상 길었다. 또, 각 태별 기간은 난, 약충, 유충 순으로 길었으며 성충수명은 15, 20, 25, 30°C에서 각각 23.8, 8.3, 6.3, 6.1일로 온도가 높을수록 짧았고 부화율은 30°C에서 94.7%로 가장 높았으며 일평균산란수는 25°C에서 4.5개로 가장 많았다.

따라서 귤응애는 20°C부터 30°C까지 온도에서는 발육이 빠르며 산란수도 증가하여 개체군 증식이 용이하지만 15°C에서는 발육속도가 매우 느리며 산란수도 적어 개체군 증식이 빠르지 못했다.

Fukuda (1954) 등은 귤응애 난의 발육영점온도는 8.01°C라고 하였고, Norizumi (1959)는 감귤을 먹이로

알에서 성충까지 발육기간이 25°C에서 9.4일, 28°C에서 8.4일이라고 하였으며, Yasuda (1978, 1979)은 감귤을 먹이로 25°C, 16시간 명조건에서 난부터 성충까지 압컷은 10.86일, 수컷은 10.79일이라고 하였고, 귤응애의 부화율과 번식력을 고려하면 발육최적온도는 25°C라고 하였다. Hare (1988)는 26°C에서 레몬과 오렌지를 기주로 일평균 산란수가 2.5~5개로 기주간에 차이는 없었다고 한다.

또, Lee *et al.* (1991)은 유자에서 난부터 성충까지 발육기간은 7, 8월에 8.6~10.9일, 6, 9월에는 11.0~14.2일, 5, 10월에는 16.6~24.2일이고 성충의 평균수명은 5, 6월에 11.4~18.9일, 7, 8월에 6.6~12.3일, 9, 10월에는 12.2~19.9일이었다고 보고한 바 있다. 월별 고흥지역 평년기온을 계산하면 5, 10월은 17°C, 6, 9월은 21°C, 7, 8월은

Table 4. Growth of 3 year old Yuzu tree at different density of *Panonychus citri*

Density (No. of adult/leaf)	Trunk girth (cm) 18 months after	Canopy volume* (m ³) 18 months after	No. of Spring shoot in the next year
1	9.1 a	0.97	113
3	8.6 ab	0.79	121
6	8.2 abc	0.67	90
Untreat (10 <)	7.2 c	0.57	103

* major axis (m) × minor axis (m) × height (m) × 0.7

Table 5. Change of chlorophyll amount on Yuzu leaf and Defoliation percentage during winter at different density of *Panonychus citri*

Density (No. of adult/leaf)	Total amount of Chlorophyll (mg/gF.W.)				Defoliation during winter (%)
	Ear. Jun.	Mid. Aug.	Lat. Sep.	Lat. Oct.	
1	1.49	1.78	1.43	1.28	13.5 a ^z
3	1.43	1.53	1.31	1.01	20.6 a
6	1.50	1.04	1.03	0.83	53.1 b
Untreat (10 <)	1.45	0.70	0.69	0.77	72.6 c

^z DMRT 0.05

25°C 내외인데 Lee *et al.* (1991)의 결과는 본 실험의 결과와 발육기간 및 성충수명이 거의 유사한 경향이였다.

3. 굴응애 防除密度에 따른 柚子幼木の 被害정도

굴응애 방제밀도를 다르게 하여 '96년과 '97년 2년 동안 관리 결과 연간 처리별 살비제 살포횟수는 1, 3, 6 마리/잎에서 각각 7, 5, 2.5회였다. 무방제의 경우 굴응애의 밀도는 점차 증가하여 10~16마리까지 이르나 일정한 밀도가 되면 더 이상 높아지지는 않았다. 엽내 엽록소가 거의 모두 흡수되어 잎이 백화현상을 나타내며 굴응애는 다른 곳으로 이동하거나 수명을 다해 밀도가 자연히 낮아지다가 다음순이 발생하거나 엽록소가 회복되면 밀도는 다시 증가하였다.

방제밀도에 따른 처리별 유자유목의 간주 및 수관용적은 방제밀도가 낮을수록 증가폭이 컸으며 봄가지 발생량은 90~121개로 처리간 유의성이 없었다(표 4).

처리별 엽내 엽록소함량은 표 5와 같이 굴응애 발생 초기인 6월 상순에는 1.50~1.43 mg/gF.W.이었으나 피해가 경과한 10월 하순에는 1.28~0.77 mg/gF.W.로 처리간에 차이가 많았으며, 방제밀도가 높을수록 엽록소함량은 적었다.

또한 월동후 낙엽율은 1, 3, 6처리, 무방제에서 각각 13.5, 20.6, 53.1, 72.6%로 처리간에 큰 차이가 있었으며 무처리에 비해 1, 3처리시 동계 낙엽율을 59~52% 억제시킬 수 있었다.

Tabada (1972)는 굴응애 피해가 심한 감귤잎은 건진 잎에 비해 동화량이 50% 이하였고 엽록소함량은 건진

잎 1.92 mg/gF.W. 대비 20%인 0.38 mg/gF.W.이라고 하였으며, Hurohasi (1978)는 굴응애 기생밀도가 증가하면 잎의 피해도가 높아지고 다음해 봄에 낙엽이 증가하며 유목에서는 기생밀도가 높으면 다음해 춘지발생량이 적어진다고 하였다. 이와는 반대로 Hare *et al.* (1992a, b)은 레몬에 잎당 암성충밀도 19마리 이상으로 발생최성기를 이루었지만 과일의 크기나 수량 및 품질에 영향을 미치지 않고 다음해에도 생육에 영향이 없었으며, 오렌지의 경우도 수량이 약간 감소할 뿐 가시적인 보상작용에 의하여 남아있는 과일크기가 증가하므로 큰 피해를 주지 않는다고 하였다.

그러나 우리나라 남해안 일대에 재배되고 있는 유자는 감귤류 중 내한성이 가장 강한 상록과수이지만 생육기에 굴응애 방제를 하지 않을 경우 동계낙엽율이 50% 이상 높아지고 이듬해 생육을 저해 받는다는 결론을 얻을 수 있었다. 따라서, 이런 피해를 최소화하기 위하여 유자 재배에는 굴응애 방제가 필수적이며 잎당 성충밀도 3마리에 방제하는 것이 살포 노동력 및 방제 비용을 줄이며 수체생육에 미치는 영향도 적어 경제적인 방제밀도라 판단된다.

인 용 문 헌

Fukuda, J. and N. Shinkaji. 1954. Experimental studies on the influence of temperature and relative humidity up on the development of the Citrus red mite. 1. On the influence of temperature and relative humidity upon the development

- of the egg. Bull. Hort. Stn. Tokai-kinki Agric. Exp. Stn. 2: 160~171.
- Hare, J.D. 1988. Egg production of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* MCGREGOR (Acari: Tetranychidae) on Lemon and Mandarin Orange. Environ. Entomol. 17: 715~721.
- Hare, J.D. and P.A. Phillips. 1992a. Economic effect of the Citrus red mite (Acari: Tetranychidae) on Southern California Coastal Lemons. J. Econ. Entomol. 85: 1926~1932.
- Hare, J.D., J.E. Peherson, T. Clemens, J.A. Menge, C.W.JR. Coggins, T.W. Embleton, and J.L. Meyer. 1992b. Effect of Citrus red mite (Acari: Tetranychidae) and cultural practices on total yield, fruit size, and crop value of 'navel' orange : years 3 and 4. J. Econ. Entomol. 85: 486~495.
- Hurohasi, K. 1978. Density of Citrus Red Mite (*Panonychus citri* M.) need for control method, Plant protection. 32: 335~340.
- Kim, E.B. 1993. The cultivation technique of Yuzu. 36, 336 pp. Osung press. Seoul.
- Kim, H.S., D.Y. Moon, P.C. Lippold, Y.D. Chang, and J.S. Park. 1978. Studies on the integrated control of citrus pests. I. Bionomics of citrus red mite and natural enemies. Kor. J. Pl. Prot 7: 7~13.
- Lee, S.C., S.S. Kim and D.I. Kim. 1990. Ecological characteristics and control of *Phyllocnistis citrella* and *Panonychus citri* at the citron plantation. Res. Rept. RDA (Agri. institution cooperation). 33: 37~48.
- Lee, S.C., S.S. Kim, and D.I. Kim. 1991. Ecological characteristics and control of *Phyllocnistis citrella* and *Panonychus citri* at the citron plantation. Res. Rept. RDA (Agri. institution cooperation). 34: 125~138.
- Lee, S.C., S.S. Kim, and D.I. Kim. 1992. An observation of insect pests on the citron trees on southern region of Korea. Korean J. Entomol. 22: 223~226.
- Nakao, S. 1962. Distributions of eight injurious insects and one Citrus red mite on citrus tree (Ecological studies on the insect community of citrus groves. III) Kontyu 30: 30~40.
- Norizumi, S. 1959. Studies on seasonal fluctuation of Citrus red mite, Tokai-kini National Agricultural Experiment Station. Horticulture 5: 143~166.
- Tabada, M. 1972. Damage degree of Satsuma mandarin by citrus red mite (*Panonychus citri*). Agriculture and Horticulture. 47(9): 1327~1328.
- Wataru, A. 1987. Infestation and Reproduction of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (MCGREGOR) (Acarina: Tetranychidae) on Leguminous plants. Appl. Ent. Zool. 22: 512~518.
- Yasuda, M. 1978. Reproduction and factors influencing dispersal of the citrus red mite, *Panonychus citri* (MCGREGOR) under laboratory conditions. Appl. Ent. Zool. 22: 12~17.
- Yasuda, M. 1979. Ecological studies on the reproduction and dispersal of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (MCGREGOR). Appl. Ent. Zool. 14: 310~318.

(1997년 7월 3일 접수, 1998년 10월 12일 수리)