

감귤원에 발생하는 귤응애에 대한 3종 이리응애의 포식량 비교

Comparison of Predation Rates of Three Phytoseiid Mite Species on Citrus Red Mite (*Panonychus citri* McGregor) on Citrus Tree

김동환* · 김광식 · 현재욱 · 정순경

Dong-Hwan Kim*, Kwang-Sik Kim, Jae-Wook Hyun and Soon-Kyung Jeong

Abstract – Predation amount and density suppression ability of three species of phytoseiid mites (one native, *Amblyseius womersleyi* Schica; two introduced species, *Amblyseius fallacis* Garman and *Typhlodromus occidentalis* Nesbit) on *Panonychus citri* McGregor were examined in laboratory condition ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH $65 \pm 5\%$, 16L : 8D). *A. fallacis* and *T. occidentalis* consumed 20.1 and 9.1 eggs of *P. citri*, respectively, whereas *A. womersleyi* consumed 1.1 eggs. When each larva, protonymph and deutonymph of *P. citri* were supplied as prey for 24 hours, *A. womersleyi* consumed 23.8, 16.5 and 9.0, and *A. fallacis* consumed 26.1, 18.2 and 7.4, respectively. However, *T. occidentalis* consumed only 7.8, 4.2 and 4.2, respectively. Density suppression ability of *A. womersleyi* and *A. fallacis* against *P. citri* was very high at the release ratios of 20 : 1 (prey : predator). However, *T. occidentalis* did not regulate *P. citri* population effectively. Developmental periods from egg to adult of *A. womersleyi* and *A. fallacis* was 6.1 and 5.9 days at 25°C , respectively.

Key Words – *Panonychus citri*, *Amblyseius womersleyi*, *Amblyseius fallacis*, *Typhlodromus occidentalis*, Predation, Development

초 록 – 국내 자생종인 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi* Schica)와 도입종인 *Amblyseius fallacis* Garman, *Typhlodromus occidentalis* Nesbit 등 3종 이리응애의 감귤원 귤응애에 대한 포식능력과 피식자에 대한 밀도억제효과를 사육실(25°C , RH 65%, 16L : 8D)에서 조사한 결과는 다음과 같다. 귤응애 알에 대한 포식량은 *A. fallacis* 20.1개, 긴털이리응애와 *T. occidentalis*는 각각 1.1개와 9.1개였다. 귤응애 유충과 제1약충 그리고 제2약충에 대해 긴털이리응애는 각 23.8, 16.5, 9.0마리, *A. fallacis*는 각 26.1, 18.2, 7.4마리 그리고 *T. occidentalis*는 각 7.8, 4.2, 4.2마리를 포식하였다. 20 : 1의 비율에서 귤응애 밀도억제효과는 긴털이리응애와 *A. fallacis*는 효과가 좋았으나 *T. occidentalis*는 효과가 매우 낮았다. 25°C 에서 알에서 우화까지의 발육기간은 긴털이리응애는 6.1일, *A. fallacis*는 5.9일로 두 종간에 유의차는 없었다.

검색어 – 귤응애, 긴털이리응애, *Amblyseius fallacis*, *Typhlodromus occidentalis*, 포식량, 발육

*Corresponding author. E-mail: donghwan@rda.go.kr

제주농업시험장 감귤시험장(Citrus Experiment Station, Jeju Agricultural Experiment Station, RDA, Jeju 699-800, Republic of Korea)

제주도에서 감귤 재배시 문제가 되고 있는 해충으로는 귤응애(*Panonychus citri* McGregor), 조팝나무진딧물(*Aphis citricola* van der Goot), 목화진딧물(*Aphis gossypii* Glover), 귤굴나방(*Phyllocnistis citrella* Stainton) 그리고 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* Pergande) 등이 있는데 그 중 가장 문제시되고 있는 것이 귤응애이다. 귤응애는 감귤이 제주도에서 본격적으로 재배되기 시작한 1960년대 말부터 현재까지 농가에 가장 큰 방제부담을 안겨주고 있는 해충으로 연간 3~5회의 방제를 요하고 있는데(Kim and Kim, 1999), 대부분 유기합성농약을 방제수단으로 이용함으로써 약제저항성 증가 등과 같은 부작용이 발생함에 따라 효율적인 방제가 더욱 어려워지고 있다.

이와 같은 문제점은 귤응애 뿐만이 아니라 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch), 차응애(*Tetranychus kanzawai* Kishida) 등과 같은 대부분의 식식성 응애류에서도 문제가 되고 있는 것으로서 이러한 문제점을 해결하기 위해 근래에는 생물적방제기술을 근간으로 한 응애류의 종합관리체계를 수립하고자 하는 연구가 이루어지고 있다. 자생천적인 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi* Schica)와 외국산 이리응애인 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot), *Amblyseius fallacis* Garman, *Typhlodromus occidentalis* Nesbit 등이 주요 연구 대상이 되고 있으며, 이들에 대한 생태적 특성과 먹이 밀도 조절능력에 관한 연구와(Lee, 1990; Cho *et al.*, 1995; Kim and Lee, 1996; Kwon *et al.*, 1998; Kim and Paik, 1999a, b; Kim, *et al.*, 1999) 농약의 선택독성에 관한 연구(Lee, 1990; Park *et al.*, 1996; Cho *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 2000)가 보고되어 있다.

외국의 과수에서도 천적과 농약을 조화시킨 종합관리기술로서 미국의 서부에서는 *T. occidentalis* (Hoyt, 1969), 동부에서는 *A. fallacis* (Croft, 1975)가 사과원의 점박이응애 방제를 목적으로 이용되고 있으며, 호주에서는 감귤원과 사과원의 점박이응애 방제를 목적으로 칠레이리응애와 *T. occidentalis*가 이용되고 있다(Smith *et al.*, 1997).

귤응애의 천적이용에 관한 국내 연구로는 자생천적의 종 조사(Kim, 1997; Kim and Choi, 2000)와 더불어 전남 고흥의 유자원에서 발생하는 귤응애에 대한 이리응애 5종의 포식량 조사를 통하여 국내 자생천적인 긴털이리응애의 포식능력이 우수한 것으로 보고된(Kim and Paik, 1999c) 정도로 귤응애의 생물적방제에 관한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 그리고 귤응애에 대한 포식량에 관한 조사가 수행된 적은 있으나 먹이 밀도 억제능력이나 귤응애를

먹이로 하였을 때의 발육기간 등이 조사되지 않았으므로 본 시험에서는 제주도 감귤원 귤응애의 생물적 방제인자로서 유용한 이리응애를 선발하고자 국내 자생천적인 긴털이리응애와 외국에서 널리 이용되고 있는 이리응애인 *A. fallacis*와 *T. occidentalis*의 감귤원 귤응애에 대한 포식능력과 피식자에 대한 밀도 억제효과 그리고 귤응애를 먹이로 했을 때의 발육기간을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

시험 이리응애의 확보 및 사육

시험에 이용된 이리응애는 국내 자생종인 긴털이리응애와 도입종인 *A. fallacis*, *T. occidentalis* 등 3종이며, 긴털이리응애는 2000년 4월에 대구사과연구소에서 누대사육 중인 개체를 분양 받았고, *A. fallacis*와 *T. occidentalis*는 2000년 8월에 미국의 천적회사인 EC-Giger company로부터 수입하였다.

이리응애의 사육은 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld)에서 증식된 점박이응애를 먹이로 하였다. 점박이응애 기주식물인 강낭콩은 직경 10 cm, 높이 9 cm의 비닐포트에 원예용 상토를 담아서 2~3립씩 파종하여 온실에서 재배하였고, 본엽이 완전히 전개된 후에 점박이응애를 접종하여 증식시켰다.

이리응애 3종은 모두 같은 조건(온도: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도: $65 \pm 5\%$, 조명: 16L:8D)에서 사육하였으나, 종간의 혼재를 방지하기 위해 각기 다른 사육실을 이용하였다. 사육방법은 $35 \times 40 \times 4$ cm의 받드에 사각플라스틱 바구니를 얹어놓고 그 위에 알미늄 쿠킹호일을 깔 뒤 가장자리를 키친타올로 둘러서 물을 공급함과 동시에 이리응애의 이탈을 방지하였다. 그리고 그 위에 점박이응애가 증식된 강낭콩 잎을 엽병채 꽃아서 사육하였다.

포식량

귤응애의 알에 대한 1일간 포식량 조사는 지름 9 cm, 높이 3 cm의 소형 샤페에 물에 적신 탈지면을 깔고 그 위에 감귤나무 잎의 절편(3×3 cm)을 뒷면이 위로 향하도록 올려놓은 뒤 귤응애 암컷성충 15~20마리를 접종하여 1일간 산란시킨 다음 각각 30개씩만 남기고 제거한 후 이리응애 암컷성충(탈피후 3일 경과한 개체) 한 마리를 접종하여 24시간 후에 포식된 난수를 조사하였다. 귤응애의 유충, 제1약충, 제2약충에 대한 포식량 조사도 같은 방법으로 하였으며, 각 발육단계별 먹이공급량은 30마리로 하

였다. 모든 시험은 온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $65 \pm 5\%$, 조명 16L:8D의 조건에서 15반복으로 수행되었고, 실험 중에 이리응애가 물에 빠져 죽거나 자연사한 개체는 성적에서 제외시켰다. 그리고 전라남도 고흥의 유자에 서식하는 굴응애 알에 대한 포식량 조사는 고흥 유자시험장의 유자에서 굴응애가 서식하고 있는 유자 잎을 채취하여 본 실험실에 가져온 개체를 온주밀감 잎에 산란시켜 이용하였으며, 시험은 위와 같은 방법으로 수행되었다.

굴응애 밀도억제효과

이리응애의 굴응애에 대한 밀도억제효과는 항온항습기(온도: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도: $65 \pm 5\%$, 조명: 16L:8D) 내에서 주당 20~30잎이 달린 접목 1년생 감귤묘목을 이용하여 조사하였다. 이리응애 접종 2주전에 굴응애 암컷성충을 주당 20마리씩 30주에 접종한 후 21주(7처리×3반복)를 선정하여 시험에 이용하였으며, 접종비율(굴응애: 이리응애)은 20:1로 하였다. 이리응애 접종 전의 굴응애(유충과 약충) 밀도는 주당 61~95마리였으며, 이리응애 접종 전에 굴응애의 성충과 유충수를 전수 조사한 후 탈피하여 3일 경과한 이리응애 암컷성충을 주당 3~5마리씩 접종한 후 2주 후부터 1주 간격으로 3회 육안에 의하여 모든 잎에서의 굴응애 성충과 유충의 수를 조사하였다.

발육기간

굴응애를 먹이로 했을 때의 발육기간 조사는 굴응애에 대한 포식량과 밀도억제효과가 우수한 2종의 이리응애(긴털이리응애, *A. fallacis*)를 대상으로 온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $65 \pm 5\%$, 조명 16L:8D의 조건에서 수행되었다. 긴털이리응애가 굴응애 알에 대한 포식능력이 낮기 때문에 두 종 모두 굴응애의 알과 유충을 먹이로 공급하였다. 시험방법은 지름 10 cm, 높이 3 cm의 샤프에 탈지면을 깔고 그 위에 감귤잎 절편(지름 3 cm)을 뒷면이 위로 향하도록 올려놓은 후 굴응애를 접종하여 4일간 산란시켜 알과 유충이 충분히 확보된 다음에 이리응애 산란 암컷성충을 24

시간 산란시켜 얻은 이리응애 알을 각각 1개씩 접종하였다. 매일 24시간 간격으로 오전 10~12시에 현미경하에서 발육상황을 조사하였으며, 조사가 완료될 때까지 먹이공급을 위해 굴응애를 매일 20마리씩 접종하여 난과 유충을 확보하였다. 시험 반복은 15반복으로 하였으나 시험도중 물에 빠져 죽거나 자연사한 개체는 제외시켰으며, 최종적으로 성충이 된 개체만의 성적을 이용하였다.

통계분석

굴응애의 알, 유충, 제1약충, 제2약충에 대한 이리응애 3종의 1일간 포식량 비교와 이리응애 종류(긴털이리응애와 *A. fallacis*)간의 발육기간 비교는 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중검정으로 유의성을 검정하였고, t-검정으로 제주도 감귤원의 굴응애 알과 고흥 유자의 굴응애 알에 대한 긴털이리응애의 포식량을 비교 분석하였다.

결 과

포식량

$25 \pm 1^\circ\text{C}$ 조건에서 굴응애의 알, 유충, 제1약충, 제2약충에 대한 이리응애 3종의 1일간 포식량 조사 결과는 Table 1과 같다. 굴응애 알에 대한 포식량은 *A. fallacis*가 20.1개로 가장 많았고, 긴털이리응애와 *T. occidentalis*는 각각 1.1개와 9.1개로 긴털이리응애는 알에 대한 포식량이 매우 저조하였다. 유충과 제1약충, 제2약충에 대한 포식량은 긴털이리응애는 각각 23.8, 16.5, 9.0마리, *A. fallacis*는 각각 26.1, 18.2, 7.4마리, *T. occidentalis*는 7.8, 4.2, 4.2마리로 3종 모두 굴응애의 발육단계가 진전됨에 따라 포식량이 감소하는 경향을 보였으며, *T. occidentalis*에 비해 긴털이리응애와 *A. fallacis*의 포식량이 현저히 높았다. 전남 고흥의 유자 재배지에 발생하는 굴응애의 알에 대한 긴털이리응애의 포식량이 13.3개였다는 Kim and Paik (1999c)의 보고와 제주도 감귤원 굴응애를 이용한 본 시험 결과가 큰 차이가 있기 때문

Table 1. Number of *Panonychus citri* (Mean \pm SD) consumed by female of three phytoseiid mite species on citrus leaf at 25°C

Species	n ²	No. of preys eaten / female ¹						
		Egg	n	Larva	n	Protonymph	n	Deutonymph
<i>A. womersleyi</i>	12	1.1 \pm 0.7 c	14	23.8 \pm 3.1 a	14	16.5 \pm 2.4 a	13	9.0 \pm 1.7 a
<i>A. fallacis</i>	14	20.1 \pm 2.9 a	15	26.1 \pm 2.7 a	14	18.2 \pm 2.2 a	12	7.4 \pm 2.0 b
<i>T. occidentalis</i>	11	9.1 \pm 2.3 b	12	7.8 \pm 1.9 b	10	4.2 \pm 1.5 b	11	4.2 \pm 1.5 c

Means in same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

¹ Prey eaten per female in 24 hours.

² Number of individuals tested.

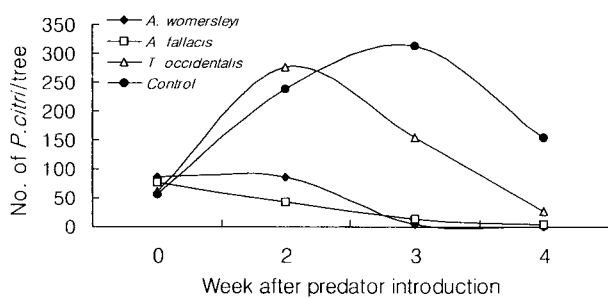
Table 2. Comparison of predation amount of *A. womersleyi* between Namjeju and Goheung population of *panonychus citri* eggs at 25°C

Region collected	Host plant	n ¹	No. of eggs supplied	No. of eggs eaten ² (Mean±SD)
Namjeju, Jeju	Satsuma mandarin	12	30	1.1±0.7
Goheung, Chonnam	Yuzu	13	30	16.0±2.3

¹ Number of individuals tested.² Prey eaten per female for 24 hours**Table 3.** Duration in days (Mean±SD) of each developmental stage of two phytoseiid mites when *P. citri* were supplied as prey in a growth chamber (25±1°C, RH 65±5% and L16:D8)

Species	n ¹	Egg	Larva	Protonymph	Deutonymph	Egg~Adult
<i>A. womersleyi</i>	10	1.8±0.4 a	1.1±0.4 a	1.5±0.5 a	1.7±0.5 a	6.1±0.5 a
<i>A. fallacis</i>	11	1.5±0.5 a	1.2±0.4 a	1.6±0.7 a	1.6±0.5 a	5.9±0.7 a

Means in same column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

¹ Number of individuals tested.**Fig. 1.** Density changes of *P. citri* (larvae and adults) on citrus tree introduced with 20:1 ratio (*P. citri*: phytoseiid mite) at 25±1°C, RH 65±5% and a photoperiod of L16:D8.

에 전남 고흥의 유자 재배지에서 귤응애를 채집하여 본 시험실에서 산란시켜 알에 대한 포식량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 감귤원의 귤응애 알과 유자원의 귤응애 알에 대한 긴털이리응애의 포식량은 각각 1.1개와 16.0개로 두 지역의 귤응애 알에 대한 긴털이리응애의 포식량 간에는 큰 차이가 있는 것으로 나타났다($t=3.184^{**}$, $P<0.01$).

귤응애 밀도억제효과

사육실 조건(25±1°C, RH 65±5%, L16:D8)에서 귤응애(성충과 약충)와 이리응애의 비율을 20:1로 접종하였을 때 귤응애에 대한 밀도 억제효과를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. *T. occidentalis*는 접종 후 2주까지는 귤응애 밀도가 전혀 억제되지 않고 오히려 밀도가 급상승하였으며, 그 이후에는 밀도가 억제되기는 하였으나 무처리외의 귤응애 밀도도 3주 이후부터는 감소하는 경향을 보임으로써 *T. occidentalis*는 귤응애에 대한 밀도억제효과가 매우 낮은 것으로

나타났다. 긴털이리응애를 접종한 경우에는 귤응애의 밀도가 접종 후 2주까지는 접종시의 밀도를 유지하다가 2주 후부터는 밀도가 급감하여 3주 이후에는 귤응애 밀도가 완전히 억제되었다. *A. fallacis*의 경우에는 접종 직후부터 귤응애의 밀도가 감소하는 경향을 보였으며, 역시 3주 이후에는 귤응애 밀도가 완전히 억제되었다.

발육기간

귤응애에 대한 밀도억제효과가 인정되었던 긴털이리응애와 *A. fallacis*에 대해서 귤응애의 알과 유충을 먹이로 공급하여 25±1°C, RH 65±5%, L16:D8 조건하에서의 발육기간을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 알, 유충, 전약충, 후약충의 발육기간은 긴털이리응애는 각각 1.8, 1.1, 1.5, 1.7일이었고, *A. fallacis*는 각각 1.5, 1.2, 1.6, 1.6일로 두 종 모두 유충기간이 가장 짧았다. 알에서 우화까지의 기간은 긴털이리응애는 6.1일, *A. fallacis*는 5.9일로 *A. fallacis*의 발육기간이 다소 짧기는 했으나 두 종간의 유의차는 없었다.

고 찰

포식량

귤응애 알에 대한 3종 이리응애의 1일 포식량 조사 결과 긴털이리응애는 포식능력이 매우 저조한 것으로 나타났다. 그러나 본 시험 결과는 전남 고흥 지역의 유자 재배지에서 채집한 귤응애 알에 대한 긴털이리응애의 1일 포식량인 13.3개와 큰 차이를 보였다(Kim and Paik, 1999c). 수 차례의 재시험을

통해 긴털이리응애의 귤응애 알에 대한 포식량을 재확인 해보았으나 역시 같은 결과를 얻었다. 이와 같은 긴털이리응애의 귤응애 알에 대한 1일 포식량의 차이가 시험에 이용된 귤응애의 차이인지 또는 시험에 이용된 기주식물의 차이에서 비롯된 것인지를 확인하기 위해 전남 고흥의 유자 재배지에서 귤응애를 채집하여 본 실험실에 가져와 산란시킨 알에 대한 긴털이리응애의 1일 포식량을 조사한 결과 평균 16.0개를 포식함으로써 역시 감귤원 귤응애의 알에 대한 포식수(1.1개)와 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. Lo et al. (1984)과 Everson (1979)은 이리응애의 포식특성 조사시에 피식자를 올려놓는 substrate의 종류는 포식량에 큰 영향을 준다고 하였으나 본 시험에서는 같은 substrate(온주밀감 잎)를 이용했으므로 substrate에 의한 차이는 아니라고 생각된다. 그리고 본 시험자의 관찰 경험에 의하면 감귤원 귤응애 알에 대한 긴털이리응애의 공격빈도는 높았으나 포식수는 1일 2개를 넘지 못했다. 따라서 두 지역간 귤응애 알에 대한 긴털이리응애의 포식량의 차이는 시험에 이용된 substrate의 차이가 아니고, 귤응애 알의 물리적인 특성이 서로 다르기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 실제로 어떠한 원인에서 이러한 시험결과의 차이가 발생하는 것인가에 관해서는 보다 정밀한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

유충과 약충에 대한 포식량은 *A. fallacis*는 각 26.1, 18.2마리, 긴털이리응애는 각 23.8, 16.5마리로 Kim and Paik (1999c)의 보고와 큰 차이가 없었다. 그러나 *T. occidentalis*는 Kim and Paik (1999c)의 유·약충에 대한 포식량 22.8마리보다 매우 적은 포식량을 보였다. 이는 시험조건의 차이와 시험에 이용된 먹이의 지역 계통간의 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다. 25°C에서 점박이응애에 대한 *A. fallacis*의 1일간 포식량이 알은 12.5개, 제1약충은 12.4마리였다는 보고(Kwon et al., 1998)와 비교해 볼 때 *A. fallacis*는 점박이응애보다 귤응애를 더 많이 포식하는 것으로 나타났다. 따라서 포식능력이 천적의 유용성을 측정하기 위한 여러 가지 방법중의 하나이지만, *A. fallacis*가 주로 점박이응애의 생물적 방제 인자로 이용되고 있는 천적(Croft, 1975; Hoyt and Caltagirone, 1976)임에도 귤응애에 대한 포식량이 점박이응애에 대한 포식량보다 오히려 많다는 것은 귤응애에 대한 생물적 방제시 이용가능성이 있음을 보여주는 것이라 생각된다.

귤응애 밀도 억제효과

포트묘를 이용하여 3종 이리응애의 귤응애에 대

한 밀도 억제효과를 조사한 결과 *T. occidentalis*는 낮은 밀도억제효과를 보였다. 반면, *A. fallacis*는 접종 초기부터 억제효과가 높았고, 3주 이후에는 귤응애 밀도를 완전히 억제시켰다. Pratt and Croft (1998)도 Rutacea과(科)에 속하는 식물인 *Skimmia japonica*에 기생하는 귤응애에 대한 *A. fallacis*의 밀도억제효과가 우수하였다고 한 바 있다. 긴털이리응애는 접종초기의 효과가 다소 낮기는 했으나 *A. fallacis*와 마찬가지로 접종 3주 이후에는 귤응애 밀도를 완전히 억제시켰다. 긴털이리응애의 간자와응애에 대한 억제능력은 25°C에서 32:1의 비율까지 억제가 가능하다는 Kim and Lee (1996)의 보고와 비교해 볼 때 긴털이리응애의 피식자에 대한 밀도 억제효과는 귤응애보다는 간자와응애에 대한 밀도 억제효과가 더 높은 것으로 판단된다. *A. fallacis*에 비해 긴털이리응애의 밀도억제효과가 다소 떨어지기는 하지만 긴털이리응애가 국내에 자생하는 토착천적이고 현재 제주도 감귤원에서는 유용한 이리응애가 발견되지 않는 점을 고려해 볼 때, *A. fallacis*와 함께 계속해서 연구되어야 할 필요가 있는 것으로 생각된다.

발육기간

25°C에서 귤응애를 먹이로 공급하였을 때 알에서 성충까지 발육기간은 긴털이리응애와 *A. fallacis*는 두 종간의 유의한 차이가 없었다. Kwon et al. (1998)은 25°C에서 점박이응애를 먹이로 공급하였을 때 알에서 우화까지의 기간이 긴털이리응애는 6.7일, *A. fallacis*는 5.8일이었다고 하였다. 그리고 25°C에서 차응애를 먹이로 공급하였을 경우에는 *A. fallacis*의 발육기간은 7.5일이었고(Kim et al., 1999), 긴털이리응애의 발육기간은 4.8일이었다고 하였다(Kim, 1994). 이러한 시험결과와 본 시험 결과를 비교해 볼 때 시험자에 따라 다소의 차이는 있지만 귤응애를 먹이로 제공할 경우에도 긴털이리응애와 *A. fallacis*의 발육기간은 점박이응애나 차응애를 제공한 경우와 큰 차이가 없었다.

이상의 시험 결과들을 종합해 보면, *A. fallacis*가 미국에서 귤응애에 대해 검토된 경우도 있지만(Pratt and Croft, 1998), 두 종(긴털이리응애와 *A. fallacis*) 모두 주로 점박이응애와 차응애를 대상으로 이용되고 있음을 고려해 볼 때, 제주도 감귤원의 귤응애에 대해서도 포식량이 우수하고, 점박이응애나 차응애를 먹이로 공급했을 때와 마찬가지로 정상적으로 발육이 가능하며, 또한 포트를 이용한 실내 시험이긴 하지만 20:1 접종시에도 귤응애에 대한 밀도억제 효과가 높았다는 것은 이들 두 종이

리응애의 꿀응애에 대한 이용가능성을 보여주는 것이라고 할 수 있다. 따라서 앞으로 계속해서 꿀응애의 생물적 방제를 위한 이들 두 종 이리응애의 이용방법에 관한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Cho, J.R., K.J. Hong, B.R. Choi, S.G. Lee, J.K. Yoo and J.O. Lee. 1995. The inhibition effect of the two-spotted spider mite population density by using the introduced predacious mite (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) and effect of several pesticides to the predacious mite. RDA. J. Agric. Sci. 37: 340~347.
- Croft, B.A. 1975. Integrated control of apple mites. Cooperative extension service. Michigan St. Univ. Eaten. Bull. E: 15~22.
- Everson, P. 1979. The functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) to various densities of *Tetranychus kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). Can. Entomol. 111: 7~10
- Hoyt, S.C. 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apples in Washington. J. Econ. Entomol. 62: 74~86.
- Kim, D.H. 1997. Studies on Ecology of *Panonychus citri* (McGregor) in Cheju island. 38 pp. M.S. thesis, Cheju Nat'l Univ.
- Kim, D.I. 1994. Ecological characteristics of *Tetranychus kanzawai* and *Amblyseius longispinosus* in integrated pest management of tea. 74 pp. Ph. D. thesis, Chonnam Nat'l Univ.
- Kim, D.I. and S.C. Lee. 1996. Functional response and suppression of prey population of *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae) to *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 35: 126~131.
- Kim, D.I., C.H. Paik, J.D. Park, S.S. Kim and S.G. Kim. 2000. Relative Toxicity of NeemAzal-T/S to the predacious mite, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae) and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 39: 53~58.
- Kim, K.C. and D.S. Choi. 2000. Natural enemies of citrus red mite, *Panonychus citri*, and seasonal occurrence of major predators on Yuzu tree. Korean J. Appl. Entomol. 39: 13~19.
- Kim, K.S. and D.H. Kim. 1999. Research on the actual condition and efficacy of control of citrus pest. 602 pp. Res. Rept. CAES. RDA.
- Kim, S.S. and C.H. Paik. 1999a. Biological characteristics of *Amblyseius fallacis* as a predator of *Tetranychus kanzawai* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Korean J. Tea Soc. 5: 99~109.
- Kim, S.S. and C.H. Paik. 1999b. Functional response of predatory mite, *Amblyseius fallacis* to *Tetranychus kanzawai* (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Korean J. Tea Soc. 5: 111~118.
- Kim, S.S. and C.H. Paik. 1999c. Predation of five species of Phytoseiid mites on *Panonychus citri* and *Aculops pelekassi*. Korean J. Entomol. 29: 261~264.
- Kim, Y.H., J.H. Kim and M.W. Han. 1999. A preliminary study on the biological control of *Tetranychus kanzawai* Kishida in *Angelica utilis* Makino by *Phytoseiulus persimilis* Anthias-Henriot (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). Korean J. Appl. Entomol. 38: 151~155.
- Kwon, G.M., Y.I. Lee, S.W. Lee and K.H. Choi. 1998. Development and prey consumption of Phytoseiid mites, *Amblyseius womersleyi*, *A. fallacis*, and *Typhlodromus occidentalis* under controlled environments. Korean J. Appl. Entomol. 37: 53~58.
- Lee, S.W. 1990. Studies on the pest status and integrated mite management in apple orchards. 87 pp. Ph.D. thesis, Seoul Nat'l Univ.
- Lo, K.C., H.K. Tseng and C.C. Ho. 1984. Biological control of spider mires on strawberry in Taiwan (I). J. Agric. Res. China 33: 406~417.
- Park, C.G., J.K. Yoo and J.O. Lee. 1996. Toxicity of some pesticides to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and its predator *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). Korean J. Appl. Entomol. 35: 232~237.
- Pratt, P.D. and B.A. Croft. 1998. *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) on ornamental *Skimmia* in Oregon, with assessment of predation by native phytoseiid mites. Pan-Pacific Entomologist 74: 163~168.
- Smith, D., A. Beattie and R. Broadley. 1997. Citrus pests and their natural enemies. 272 pp. DPI, Australia.

(Received for publication 26 November 2001;
accepted 28 February 2002)