韓應昆誌 36(3): 237 ~ 242 (1997)
Korean J. Appl. Entomol.

점박이응애와 천적인 3종 이리응애의 접종수준별 밀도 변동

Density Fluctuation of *Tetranychus urticae* and Three Predatory Mite Species (Phytoseiidae) by the Differently Infested Levels

이영인 · 권기면 · 이순원[1] · 류하경 · 류언하[1]

Young In LEE, Gi Myon KWON, Soon Won LEE[1], Ha Kyung RYU and Oun Ha RYU[1]

ABSTRACT Comparative studies on suppression possibility with three phytoseiid mite species (*Amblyseius womersleyi* Schicha, *A. fallacis* Garman and *Typhlodromus occidentalis* Nesbit) to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on kidney bean leaves in field and greenhouse were carried out. In the field experiments with the initial prey-predator ratio of 4 : 1, 10 : 1 and 20 : 1, *A. fallacis* suppressed successfully the prey populations at all three ratios 17 days after the initial infestation. *A. womersleyi* suppressed the prey population only at the ratio of 4 : 1, while *T. occidentalis* was unable to suppress the prey population at all tested ratios. In the greenhouse experiments with the initial prey-predator ratio of 10 : 1, *A. fallacis* could suppress the prey population continuously during the infestation period. *A. womersleyi* could suppress the prey population for 13 days after the initial infestation, while *T. occidentalis* could suppress the prey population for 8 ~ 23 days after the initial infestation.

KEY WORDS *Tetranychus urticae, Amblyseius womersleyi, A. fallacis, Typhlodromus occidentalis*, Biological control, Natural enemy

초 록 풋트 재배한 강낭콩에서 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)를 먹이로 제공하여 야외와 온실에서 3종 이리응애에 의한 점박이응애 밀도 조절 작용에 대해 조사한 결과는 다음과 같다. 6 ~ 7월 야외에서 *A. fallacis*는 점박이응애와 이리응애의 접종밀도 비율이 4 : 1, 10 : 1, 20 : 1 수준에서 접종 17일 후에 점박이응애의 밀도억제가 가능하였으나, *A. womersleyi*는 4 : 1에서만 밀도억제가 가능하였고, *T. occidentalis*는 4 : 1에서 접종 30일 후와 10 : 1, 20 : 1의 비율에서는 점박이응애 밀도억제가 전혀 불가능하였다. 9월에 온실에서 점박이응애와 이리응애의 밀도를 10 : 1로 접종하였을때 *A. womersleyi*는 초기 점박이응애 밀도억제가 가능하였으나 13일 이후에는 불가능하였고, *A. womersleyi*는 접종밀도보다 감소하였다. *A. fallacis*는 초기부터 안정된 밀도가 유지되어 점박이응애 밀도억제 효과가 지속적이었다. *T. occidentalis*는 후기에 밀도가 증가하여 점박이응애 후기 밀도억제가 가능하였다.

검색어 점박이응애, 긴털이리응애, *Amblyseius fallacis, Typhlodromus occidentalis*, 생물적방제, 천적

서 론

사과원에서는 살균제와 함께 예방위주의 광범위 살충제를 사용하여 천적이 감소되고 약제저항성의 증가로 응애약을 년 4 ~ 5회 살포할 정도로 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)가 문제해충으로 등장하였다(박, 1988; 이 등, 1996). 이러한 사과원의 응애문제를 해결하기 위해 미국 등에서는 이리응애

안동대학교 농생물학과(Dept. of Agrobiology, Andong Nat'l University, Andong, 760-380, Korea)
[1]농촌진흥청 대구사과연구소(Taegu Apple Research Institute RDA, Kunwi, 716-810, Korea)
이 논문은 1995 ~ 1997년도에 수행한 농림수산특정연구사업의 연구결과의 일부임.

를 이용한 생물적방제의 연구가 시작되었고, 해충종합관리에서 중요한 역할을 차지하게 되었다(Hoyt, 1969; Croft, 1975; Hoyt & Caltagirone, 1976; Meyer, 1974, Sekita & Kinota, 1990). 이태리 등 유럽에서도 이리응애에 의한 생물적방제가 사과원에서 성공적으로 수행되어 응애약 사용이 급격히 감소되었다(Blommers, 1994).

사과원의 응애류 천적으로 가장 많이 활용되고 있는 이리응애과(Phytoseiidae)는 1,000여종 이상이 알려져 있는데, 이중 40여종이 응애류의 생물적방제에 중요한 것으로 보고되었다(McMurtry, 1982; Hoy *et al.*, 1982). 또한 섭식량이 비교적 많으며 먹이응애보다 발육기간이 짧을 뿐 아니라 사과나무와 같이 살충제 살포가 필수적인 경우에 주요농약에 대한 저항성인 계통이 나타날 수 있는 장점이 있다(이, 1990; Croft & Strickler, 1983; Hoy, 1986). 우리나라에서도 최근에 차응애(*Tetranychus kanzawai* Kishida)와 점박이응애를 먹이로 공급하여 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi* Schicha)의 접종수준별 밀도억제에 대한 연구가 수행되었다(이, 1990; 김과 이, 1996; 부 등, 1996).

본 논문에서는 사과원에서 문제가 큰 점박이응애의 천적으로 유망한 국내 자생종인 긴털이리응애와 미국에서 활용되고 있는 *Amblyseius fallacis* Garman과 *Typhlodromus occidentalis* Nesbit 2종을 공시하여 이들의 점박이응애에 대한 접종수준별 밀도억제 능력을 야외와 온실조건에서 조사하였다.

재료 및 방법

공시충 확보 및 유지

시험에 이용한 공시 이리응애중 국내 자생종은 긴털이리응애(*A. womersleyi*)로서 1994년 농업기술연구소(현재 농업과학기술원)에서 분양 받은 것으로 이전에도 오랜 기간 누대사육 되어온 감수성 계통이다. 도입종은 *A. fallacis*와 *T. occidentalis*로서, 1995년에 일본 아오모리 사과시험장에서 도입하였는데 이들은 뉴질랜드에서 도입되어 실내에서 계속 사육해오고 있던 계통이다(Sekita & Kinota, 1990).

이들 공시 이리응애는 사육실(온도: 24～32°C, 습도: 50～85%, 조명: 16L 8D)에서 강낭콩잎에 점박이응애를 증식시키고, 물을 채운 밧드(35×40×4 cm)에 점박이응애가 증식하고 있는 강낭콩잎을 엽병채 꽂고서 이리응애를 접종하여 누대사육하였다.

이리응애 종별 점박이응애 밀도 억제

점박이응애와 이리응애의 밀도변동은 6～7월과 9월, 2차례에 걸쳐 폿트(직경: 20 cm, 높이: 25 cm)시험으로 실시하였다. 6～7월에는 야외조건(평균 온도: 21.5°C, 온도 범위: 13～34°C, 평균 습도: 89.9%, 습도 범위: 55～100%)에서 강낭콩을 폿트당 2개씩 파종한 뒤 한포기만을 잘 키워서 20일 후(키: 25 cm, 잎길이: 9 cm)에 점박이응애 숫컷과 각태가 혼합된 상태에서 암성충 수가 20, 50, 100마리씩 되게 하고 3수준 3반복으로 잎전체에 고루 접종하였다. 그리고 4일 후에 숫컷과 각태가 혼합된 상태에서 이리응애 암성충 수가 폿트당 5마리씩 되게 하여 점박이응애가 접종된 가장 아래 잎에 접종하였다. 따라서 점박이응애와 긴털이리응애의 최초 접종비율은 4:1, 10:1, 20:1과 이리응애를 무접종한 것으로 구분하였다. 이리응애 접종후 7, 17, 30일째에 폿트내 강낭콩 전부위에서 점박이응애와 이리응애의 밀도를 조사하였다. 시험기간중 거미류, 애꽃노린재(*Orius sauteri-Poppius*), 응애총채벌레(*Scolothrips takahashii* Priesner), 깨알반날개(*Oligota yasumatsui* Kistner) 등의 천적이 일부 나타났으나 5～6일에 한번씩 손으로 제거하므로서 점박이응애 밀도에는 영향을 주지 않도록 하였다.

9월에는 온실내(평균 온도: 19.5°C, 온도 범위: 7～30°C, 평균 습도: 78.5%, 습도 범위: 33～100%)에서 강낭콩을 폿트당 2개씩 파종하고 20일 후에 2포기에 점박이응애 수컷과 각태가 혼합된 상태에서 암성충 100마리씩을 3반복으로 잎전체에 고루 접종하였다. 2일후 수컷과 각태가 혼합된 상태에서 이리응애 암성충을 기준으로 폿트당 10마리씩 점박이응애가 접종된 가장 아래 잎에 접종하였다. 따라서 점박이응애와 이리응애의 최초 접종비율을 10:1인 것과 이리응애를 무접종한 것으로 구분하였다. 이리응애 접종 3일후 부터 5일 간격으로 5차례에 걸쳐 점박이응애와 이리응애의 밀도를 조사하였다. 이때 천적은 응애총채벌레와 거미류가 극히 일부의 포트에 조사되었으나 점박이응애 밀도에는 영향을 주지 못하였다. 접종 23일째는 각 접종수준별 강낭콩잎의 피해엽율을 조사하였는데, 강낭콩잎을 겉에서 보아 점박이응애의 흡즙으로 대부분의 면적에 흰반점이 나타나는 잎을 피해잎으로 계산하였다.

접종수준별 3종 이리응애에 의한 점박이응애 밀도억제효과를 비교하기 위하여 Kaakeh 등(1992)이 사용한 CSAD(Cumulative spirea aphid-days)의 증식에 따라 조사기간중 각 접종수준별 점박이응애의 누적 암컷 성충 밀도(CMD: Cumulative mite days)를 계산하였다. 밀도억제효과는 이리응애 무접종구의 CMD를 기준으로 각 접종수준의 CMD에의하여 방제가 계산공식을 이용하였다.

$$\text{즉 밀도억제효과(방제가)} = \frac{\text{무접종구의 CMD} - \text{접종구의 CMD}}{\text{무접종구의 CMD}} \times 100$$

으로 하였다. 다만, 야외시험에서 이리응애 무접종구의 경우 접종 17일을 전후하여 강낭콩잎의 피해엽에서 점박이응애의 분산 이동이 나타났기 때문에 이후 밀도감소가 있었는데, 이는 밀도억제효과 비교에서 방제효과를 과대평가하는 것이 아니므로 고려하지 않았다.

결과 및 고찰

6~7월에 야외 강낭콩 폿트에서 점박이응애와 이리응애의 접종비율을 다르게 하였을 때의 경시적 밀도를 나타낸 것은 그림 1, 2, 3과 같다.

접종비율이 4:1인 경우를 보면 이리응애를 무접종하였을때 점박이응애 밀도가 꾸준히 증가하여 17일째에 300마리 이상으로 피크였고, 이후는 강낭콩잎의 피해 때문에 점박이응애의 밀도가 감소하였다. *A. womersleyi*와 *A. fallacis* 접종구에서는 30일까지 점박이응애의 밀도억제가 지속되었고, *T. occidentalis* 접종구에서는 17일까지 점박이응애 밀도가 억제 되었으나 그 이후에는 증가 추세에 있었다. 이리응애의 밀도는 *A. womersleyi*는 7, 17일째에 밀도가 약간 감소하였으나, 30일째에는 밀도가 회복되었고, *A. fallacis*는 7일째에는 밀도가 감소하였으나, 그 이후에는 계속 증가하여 30일째에는 20마리 이상이 되었다. *T. occidentalis*는 계속 감소하여 접종 당시 보다 낮은 밀도를 보였다.

접종비율이 10:1인 경우는 4:1 접종에 비해 전체적으로 점박이응애 밀도가 높았고, 이리응애 무접종에서도 4:1 접종에 비해 강낭콩잎에 피해가 빨리 나타났다. *A. fallacis* 접종에서 점박이응애 밀도억제가 가장 효과적이어서 17일 이후 점박이응애 밀도가 감소되었다. *A. womersleyi*는 초기에는 점박이응애의 밀도를 억제 할 수 있었으나, 후기에는 밀도억제 효과가 미흡하였고, *T. occidentalis*는 초기부터 밀

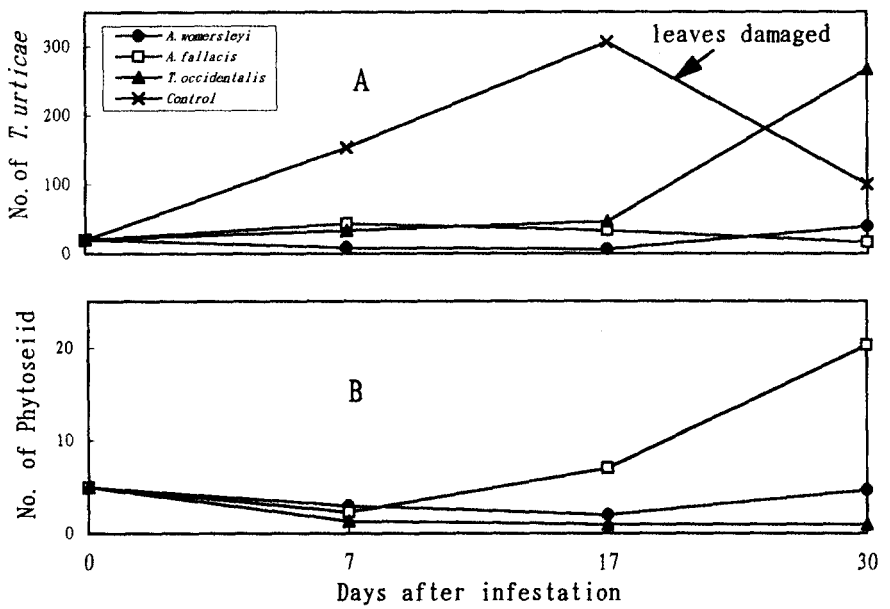

Fig. 1. Numbers of two spotted spider mite (A) and three predatory mite species (B) at the infestation level of 4 to 1 on kidney bean leaves in the field.

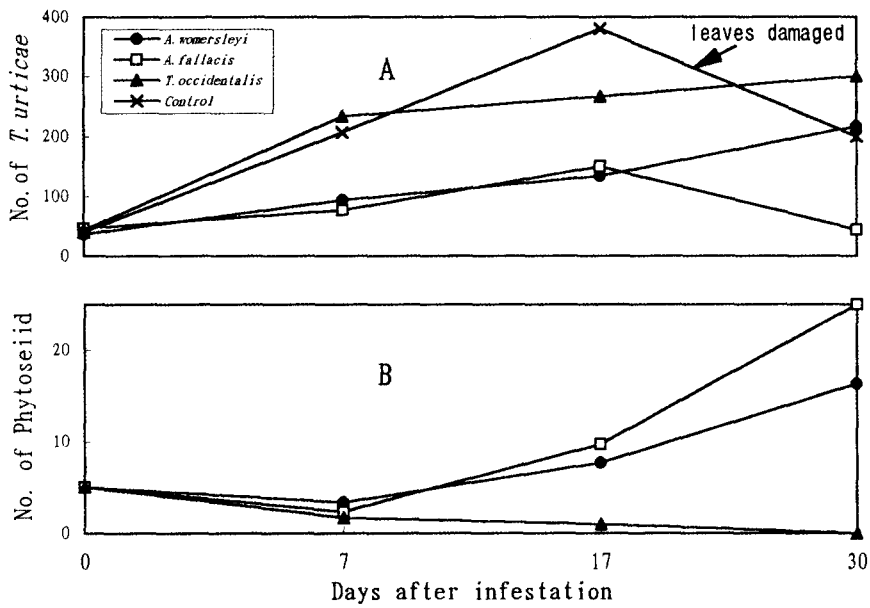

Fig. 2. Numbers of two spotted spider mite (A) and three predatory mite species (B) at the infestation level of 10 to 1 on kidney bean leaves in the field.

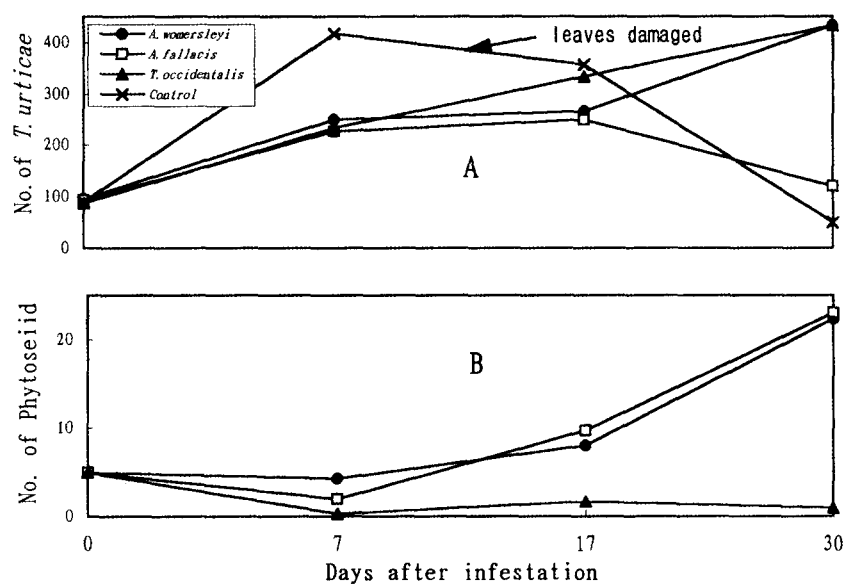

Fig. 3. Number of two spotted spider mite(A) and three predatory mite species(B) at the infestation level of 20 to 1 on kidney bean leaves in the field.

도억제를 할 수 없었다. 이리응애의 밀도증가도 정착후 *A. fallacis*가 가장 좋아서 30일째에는 강낭콩 포기당 25마리까지 증가하였다. 다음이 *A. womersleyi*였으며, *T. occidentalis*는 4:1의 접종수준과 마찬가지로 밀도가 회복되지 못하고 계속 감소하여 30일째에는 거의 조사 되지 않았다.

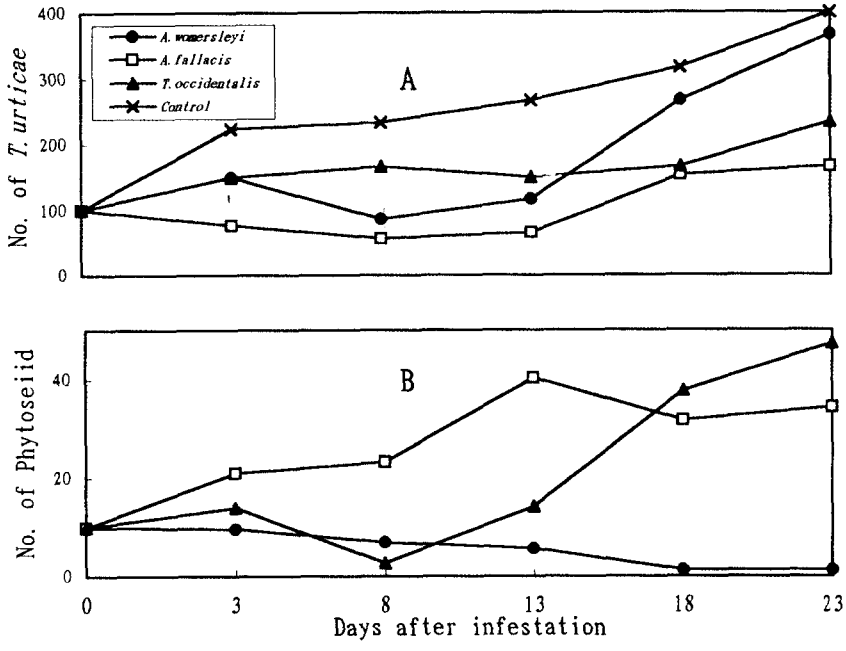

Fig. 4. Numbers of two spotted spider mite (A) and three predatory mite species (B) at the infestation level of 10 to 1 on kidney bean leaves in the greenhouse.

접종비율이 20:1인 경우는 4:1이나 10:1에 비해 초기부터 강낭콩잎에 피해가 두드러지게 나타났는데 이리응애 무접종구의 점박이응애 밀도가 7일 후에 피크를 이루었고, 그 이후는 강낭콩잎의 피해로 감소하게 되었다. 이리응애 접종구에서는 3종 모두 초기 밀도억제 경향은 비슷하였으나, 30일째 조사에서 밀도억제는 *A. fallacis* 접종구에서만 나타났고, 나머지 2종은 밀도를 억제하지 못하였다. 이리응애 밀도는 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 비슷하게 증가하였으나, *T. occidentalis*는 접종 밀도 보다도 감소하였다.

9월에 온실에서 점박이응애와 이리응애의 밀도를 10:1의 비율로 접종하였을때 경시적 밀도변동을 나타낸 것은 그림 4와 같다. 이리응애 무접종구의 점박이응애는 조사기간중 계속 밀도가 증가하였는데, 23일째에 피해엽율은 거의 100(98.2)%에 이르렀다. 이리응애 접종구에서는 *A. fallacis, T. occidentalis, A. womersleyi* 순으로 점박이응애 밀도억제 경향을 보였고, 피해엽율은 각 43.0, 62.3, 86.7%였다. 이리응애 밀도는 *A. fallacis*가 초기에 높은 반면, *T. occidentalis*는 후기에 높았고, *A. womersleyi*는 접종밀도 이상으로 증가하지 않는 경향이었다.

Table 1. Control effect of three phytoseiid species against two-spotted spider mite under four levels of infestation

Introduction levels	CMD[a]	Control effect(%)		
		A. womersleyi	*A. fallacis*	*T. occidentalis*
(Field)				
4 to 1	5,550	91.5	83.2	52.7
10 to 1	7,567	48.9	62.7	5.5
20 to 1	8,283	0	28.7	0
(Greenhouse)				
10 to 1	5,877	33.4	62.8	38.9

[a] : CMD means cumulative mite days of two-spotted spider mites on the non-infested pot of predatory mites.

이상의 결과를 접종 수준별로 3종 이리응애의 밀도억제 효과를 비교하기 위하여 이리응애 무접종구의 점박이응애 누적가해 밀도를 기준으로 방제가를 계산(Kaakeh *et al.*, 1992)해 본 결과는 표 1과 같다. 야외 4:1 수준에서는 *A. womersleyi*가 91.5 %로 방제효과가 가장 높았고, 10 : 1, 20 : 1 수준에서는 *A. fallacis*의 방제효과가 다른 2종 보다는 높았다. 온실내 10:1 수준에서는 *A. fallacis*가 62.8%로 높았고, *T. occidentalis*는 온실조사에서 야외 보다도 방제효과

가 크게 향상되는 경향이었다.

야외와 온실에서 이리응애의 점박이응애에 대한 밀도억제 효과와 이리응애의 밀도변동에 차이가 있었던 것은 습도조건이 이리응애의 부화율과 사망율에 영향이 크다는 결과(이, 1990; Kramer & Hain, 1989; McMurtry & Scriven, 1965)로부터 습도조건이 비교적 높았던 야외와 강우가 차단된 온실에서 3종 이리응애의 증식에 차이가 있었을 것으로 생각된다. 그리고 *A. womersleyi*는 6~7월 비교적 습도가 높을 때 사과원에 정착하여 점박이응애 밀도억제 가능성이 높고(이, 1990), *T. occidentalis*는 미국의 서부지역 사과원과 같이 비교적 건조한 지대에서 적응된 종이며(Hoyt, 1967), *A. fallacis*는 필자들의 실내 사육과정에서 다른 두종에 비해 비교적 습도조건에 큰 영향을 받지 않고 증식이 안정된 양상을 보이는 것 등도 본 결과와 일치하였다. 또한 접종수준에 따라서도 밀도억제 효과에 차이가 있었는데, 김과 이(1996)는 25°C에서 16 : 1 (차응애 : 긴털이리응애)로 접종하였을때 16일 후에 긴털이리응애가 차응애 밀도를 완전히 억제한다고 하였다. 이것은 먹이 응애종이 다르며 항온항습기내의 환경조건이 본시험의 야외조건과는 달랐기 때문이라고 생각된다.

인용문헌

Blommers, L. 1994. Integrated pest management in European apple orchards. Annu. Rev. Entomol. **39**: 213-241.

Croft, B.A. 1975. Integrated control of apple mites. Coperative extension service Michigan St. Univ. Eaten. Bull. **E**: 15-22.

Croft, B.A. & K. Strickler. 1983. Natural enemy resistance to pesticides: Documentation, Characterization, theory and application. In pest resistance to pesticides. G.P, Georghiou and T. Saito, eds., Plenum, Nuw York. pp. 669-702.

Hoy, M.A. 1986. Use of genetic improvement in biological control. Agric. Ecosystems and Environ. **15**: 109-119.

Hoy, M.A., S.C. Hoyt, J.A. Logan, J.A. McMurtry & L.K. Tanigoshi. 1982. Recent advances in knowledge of the phytoseiidae, Univ. of California. 92pp.

Hoyt, S.C. 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on apples in Washington. J. Econ. Entomol. **62**: 74-86.

Hoyt, S.C. & L.E. Caltagirone. 1976. The development of integrated control of pests of apples in Wa-shington and peaches in California. In biological con-trol, ed. by C.B. Huffaker. pp. 395-421.

Kaakeh, W., D.G. Pfeiffer & R.P. Marini. 1992. Combined effects of spirea aphid and nitrogen fertilization on shoot growth, dry matter accumulation, and carbohydrate concentration in young apple trees. J. Econ. Entomol. **85**(2): 496-506.

김도익, 이승찬. 1996. 긴털이리응애 (*Amblyseius womersleyi* Schicha)의 간자와응애에 대한 기능반응 및 개체군 억제에 관한 연구. 한응곤지. **35**(2): 126-131.

Kramer, D.A. & F.P. Hain. 1989. Effect of constant- and variable-humidity and temperature regimes on the survival and developmental periods of *Oligonychus ununguis* (Acarina: Tetranychidae) and *Neoseiulus fallacis* (Acarina: Phytoseiidae). Environ. Entomol. **18**(5): 741-746.

이순원. 1990. 사과원 해충상과 응애류 종합관리에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. pp. 87.

이순원, 서상재, 김동아, 최경희, 이동혁, 류언하. 1996. 사과원의 병해충 방제실태 및 방제의견 조사 연구. 농업논문집. **38**(1): 545-552.

McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: progress and future prospects. In: M.A. Hoy (Ed), Recent Advances in knowledge of the phytoseiidae, publication No. 3284. Division of Agricultural Sciences, University of California, Berkley, CA. pp. 23-48.

McMurtry, J.A. & G.T. Scriven. 1965. Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). Ann. Entomol. Soc. Am. **58**(1): 106-111.

Meyer, R.H. 1974. Management of phytophagous and predatory mites in Illinois orchards. Environ. Entomol. **3**: 333-340.

박용환, 최귀문, 이영인, 이문홍, 한상찬, 안성복, 박종수, 이순원. 1988. 원색도감 과수해충 생태와 방제. 농촌진흥청 농업기술연구소. pp. 28-36.

부경생, 송유한, 이준호, 이정운, 안용준. 1996. 사과해충 종합관리를 위한 기반기술 개발. 농촌진흥청 농업특정연구사업 제3차년도 완결보고서. pp. 286.

Sekita, N. & M. Kinota. 1990. Use of predatory mites to control spider mites (Acarina, Tetranychidae) on apple trees in Aomori prefecture, Japan Rept. Aomori Apple Exp. st. 156-165.

(1997년 3월 26일 접수, 1997년 9월 19일 수리)