

토마토녹응애의 형태, 생태 및 방제

김동근 · 박덕기¹ · 김승한 · 박인숙 · 최성국

경북농업기술원 환경농업연구과, ¹(전)충남농업기술원 생물환경과

Morphology, Biology and Chemical Control of Tomato Russet mite, *Aculops lycopersici* Massee (Acari: Eriophyidae) in Korea

Dong G. Kim, Deok G. Park¹, Seong H. Kim, In S. Park and Seong K. Choi

Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Daegu, 702-708, Republic of Korea

¹Former Chungnam Agri. Tech. Admin., Daejeon, Republic of Korea

ABSTRACT : Tomato russet mite, *Aculops lycopersici* Massee (Acari: Eriophyidae) was recorded in Korea and their SEM observations, distribution, host range, development on different temperature, and chemical control method were studied. Tomato russet mite is a microscopic animal (134.9 μm) with 2 pairs of legs which had 4 rays of feathered claw. Infected leaf turn reddish brown, stem loss hair, become shiny or surface cross-cracked, and shoot wilted or shrunk. Surface of fruit around fruit stalk appeared rusted or cross-cracked. It was found in glass greenhouse at Buyeo and Yuseong in Chungnam Province, Pyeongchang in Gangwon Province, and Chilgok and Guryongpo in Gyeongbuk Province. Convolvulus, black nightshade, chinese lanternplant, eggplant, morning glory, petunia, potato, pepper, tobacco and tomato were confirmed as a host plant in inoculation test. It could develop at temperature around 15-30°C; it took 6-11 days from eggs to adult, higher temperature shorten its life cycle. Female lived longer than male and it lived as long as 12 days at 25-28°C. Among acaricides tested, fenazaquin and cypermethrin were most effective.

KEY WORDS : Biology, Distribution, Host range, Identification, Morphology, Russet mite, Tomato, Scanning electron microscopy

초 록 : 토마토녹응애(개칭)에 대해 주사전자현미경 관찰, 국내 분포, 기주식물, 온도에 따른 발육상, 약제 방제법에 관하여 연구하였다. 토마토녹응애는 2쌍의 다리를 가진 길이 134.9 μm 의 미소동물로 feathered claw는 4줄이었다. 피해증상으로, 피해엽은 적갈색으로 변하고 줄기에는 털이 없어지고 광택이 나거나 표면이 그물형으로 갈라지며, 새순은 시들거나 위축된다. 과일은 과경 부근에 그늘음이나 녹이 낀 것 같이 되고, 그물형으로 갈라진다. 충남의 부여와 유성, 강원도 평창, 경북의 칠곡, 구룡포의 유리온실에서 발견되었으며, 한국에서 기주로는 메꽃, 까마중, 가지, 파리, 나팔꽃, 페투니아, 감자, 고추, 담배, 토마토 등이 확인되었다. 이 응애는 15-30°C에서 발육이 가능하였고, 한 세대는 6-11일로 높은 온도일수록 발육기간이 짧아지는 경향이었으며, 암컷이 수컷보다 수명이 길었는데, 25-28°C에서 12일로 가장 수명이 길었다. 살비제 중에서 fenazaquin과 cypermethrin의 효과가 가장 좋았다.

검색어 : 기주식물, 분류 및 동정, 분포 및 생태, 녹응애(혹응애과), 방제, 주사전자현미경, 토마토

*Corresponding author. E-mail: kimdgkr@naver.com

2002년 봄 경북 구룡포의 온실재배 토마토에서 녹응애에 의한 피해가 발생하였다. 이 녹응애를 동정하고 그 방제법에 대한 국내 자료를 검색하는 중, 이 종이 1995년 충남농업기술원 박덕기에 의하여 처음 발견되었고, 그 후 2-3년간 생태, 방제에 관하여 연구가 되었으나, 그의 연구가 학술지에는 보고가 되지 않은 것을 알게 되었다(Park *et al.*, 1996; Park and Park, 1997). 이 응애는 2001년에는 경북 칠곡, 2002년에는 경북 구룡포에서 발견되는 등 앞으로 온실해충으로 문제가 될 가능성이 있고, 박의 연구자료가 사장될 우려가 있으므로, 생태 및 방제는 박의 연구 결과를 중심으로, 박의 연구에서 미진한 형태적 연구는 전자현미경 관찰을 중심으로 하여 여기에 보고한다.

재료 및 방법

형태적 조사

경북 구룡포읍 후동리 온실 토마토에서 채집한 (2002. 6. 5) 녹응애를 70% 알코올에 담아두었다가 탈수, critical point drying, sputter coating 과정을 거쳐 (Eisenback, 1986), 주사전자현미경(Leo 1450VP, Carl Zeiss) 15 kV에서 관찰하였다.

토마토녹응애 생태 및 방제

1995-1997년 사이 충남 부여를 중심으로 전남 보성, 광양, 강원도 평창 등지에서 분포 조사를 실시하였고 가지, 토마토, 피망, 감자, 페튜니아, 메꽃을 대상으로 기주 시험 및 피해 증상을 조사하였다. 또 온도에 따른 토마토녹응애의 발육기간, 번식력 등을 조사하기 위하여 15, 20, 25, 28, 30도에서 각 충태별로 30개체를 조사하였다. 방제 약제를 선발하기 위하여 Firanica 외 7약제를 250, 500, 1,000 ppm으로 토마토 cv. '서광'에 처리하여 방제 효과를 검사하였다.

결과 및 고찰

토마토녹응애의 형태적 기재

토마토녹응애는 응애목 흑응애과에 속하는 미세한 해충으로 다른 응애와는 달리 단지 2쌍의 다리를 가

지고 있으며 일반적으로 기주식물에 특수하게 적응한 종류이다. 이 종은 원래 Australia와 New Zealand에서 처음 보고 되었으나 지금은 세계적 분포를 보인다 (Jeppson, *et al.*, 1975). 지금까지 국내에 보고된 흑응애는 토마토녹응애를 포함하여 모두 7속 15종이다 (Kim, 1989; Na *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 1999).

암컷의 모양은 앞부분이 넓고 뒤로 갈수록 가늘어지는 원뿔모양이고 색은 약간 노란 크림색이며(Fig. 1. B, Fig. 2. A) 암컷 길이는 134.9 μ m (114.4-173.3)로 원기재보다 약간 짧고(200 μ m in Masee, 1937; 150.6-167.3 μ m in Park *et al.*, 1996), 폭은 42-48.1 μ m으로 원기재보다 더 넓다(40 μ m in Masee, 1937; 51.1-65.7

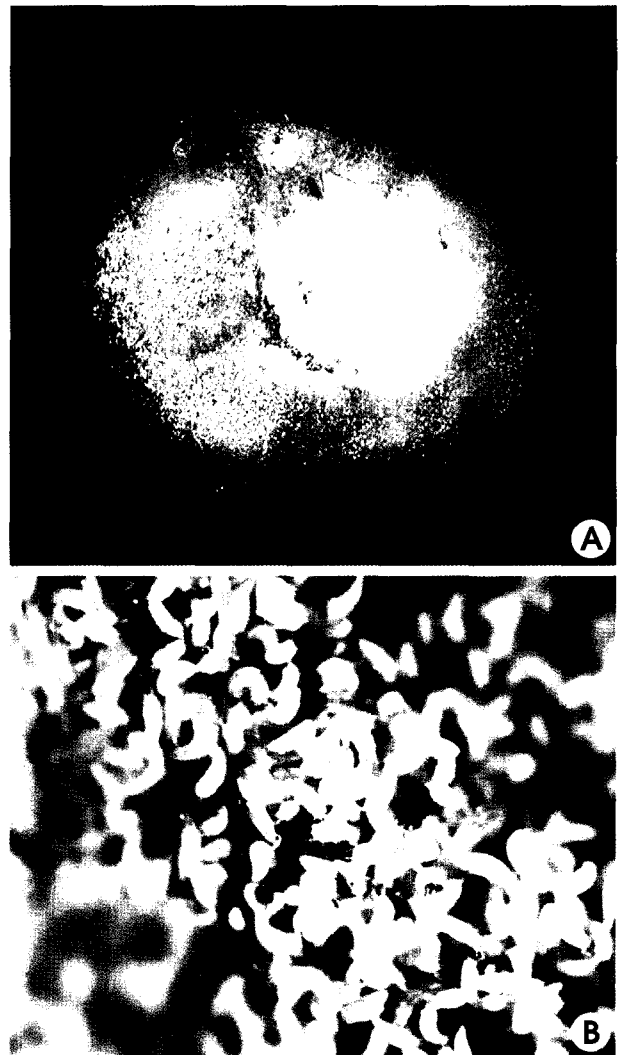


Fig. 1. A: Tomato fruit infested by tomato russet mite, *Aculops lycopersici*. Mites aggregated on fruit surface appeared as bronzed or russeted area, B: Magnified.

μm in Park *et al.*, 1996).

Rostrum (구부; 주둥이)는 짧고 굽어있으며($15.2\ \mu\text{m}$) 돌출되어 있다(Fig. 2. B).

배판(thoracic shield)은 둥근 삼각형이고, 폭은 $47.6\ \mu\text{m}$ 이며 Adnate median line (正中條)은 배판 중앙에서 접근하여 양손을 둥글게 모은 것 같은 모양의 원을 이룬다(Fig. 2. A, B, C). 암컷의 생식기에는 10개의 주름이 있다(Fig. 3. B).

다리는 2쌍으로, 부절($7.5\ \mu\text{m}$), feathered claw ($4.7\ \mu\text{m}$; 羽毛爪)가 있고, feathered claw 후방에 끝이 약간

넓고 둥글며 굽은 막대기 모양의 길이가 $7.6\ \mu\text{m}$ 인 1개의 발톱이 있다(Fig. 4. A-D). 녹응애류의 분류에서 중요한 특징의 하나가 feathered claw인데, Massee (1937)의 원 기록에는 3줄로 되어있으나, 최근의 연구자(Ehara and Shinkaji, 1996)에 의하여 4줄로 수정되었으며, 한국에서 발견된 토마토녹응애에는 4줄이 있었다(Fig. 4. C).

주름(tergites)은 등쪽에 27개, 배쪽에 56-60개가 있었는데(60-65 in Ehara and Shinkaji, 1996; 60 in Massee, 1937; 60 in Jeppson *et al.*, 1975), 등쪽의 주름

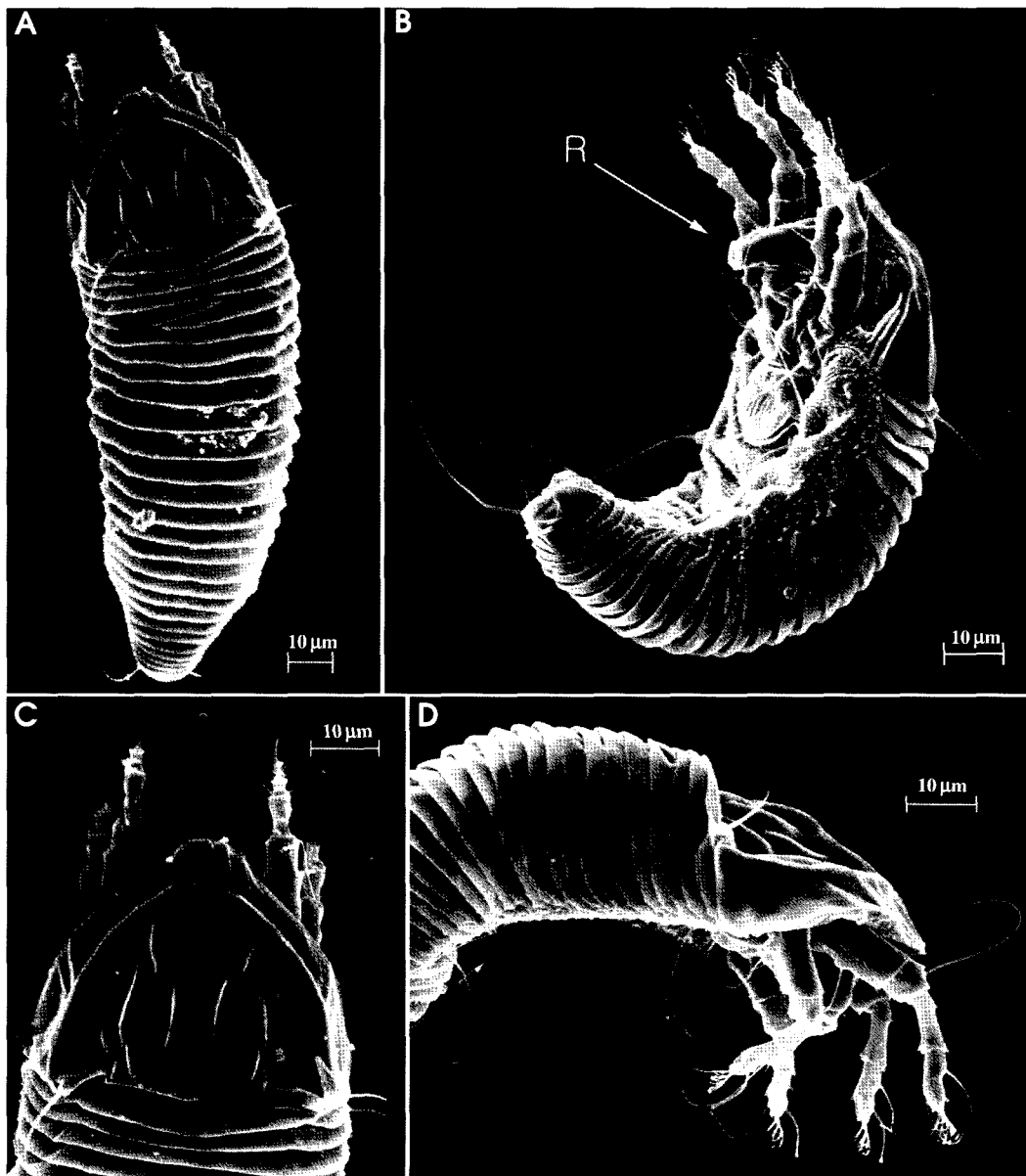


Fig. 2. Dorsal view of *Aculops lycopersici*: A: Dorsal view of entire female, B: Latero-ventral view of entire female (R = rostrum), C: Thoracic shield, D: Lateral view of upper part of female.

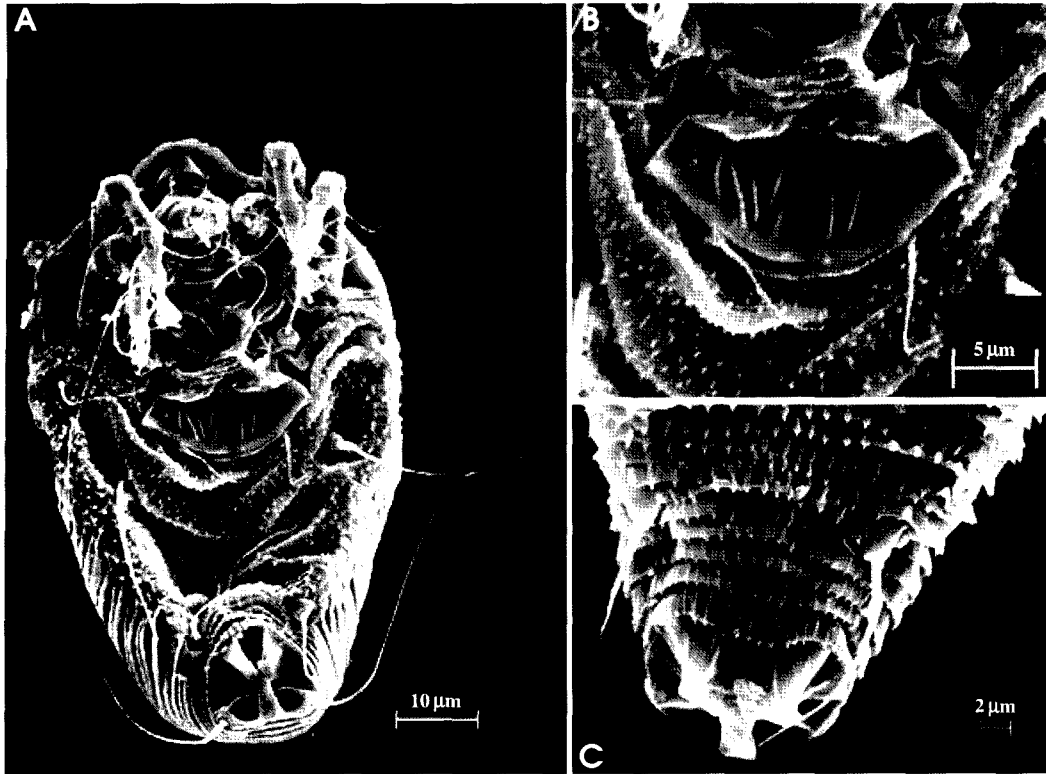


Fig. 3. Ventral view of *Aculops lycopersici*: A: Ventral view of entire female, showing projected stylet from rostrum, genital flap and caudal end, B: genital flap, C: Ventral view of posterior end, showing spine like projection on sternites and third pair of ventral seta.

은 끝이 부드러우나(Fig. 2. D) 배쪽의 주름에는 가시 같은 돌기가 나있다(Fig. 3. C). 꼬리끝 등쪽에 있는 꼬리털은 32.3-48.2 μm으로 원기체의 74 μm 보다 매우 짧았다(Fig. 3. A). 그 외 측모(17 μm), 제 1 복모(23-28 μm), 제 2 복모(10.6-11 μm), 제 3 복모(16-21 μm) 등이 있으며, subdorsal seta (亞背毛)는 없다.

참고사항: 한국에서 발견된 토마토녹응애는 Massee (1937)의 원기체와 비교하여 약간 다른 점이 있기는 하지만 대부분 일치하고 있다. 여기에 수록된 토마토 녹응애의 전자현미경 사진들이 앞으로의 국내의 다른 녹응애와의 비교연구에 도움이 될 것으로 생각되며, 한국에서 기록된 4종의 녹응애에 대한 검색표는 다음과 같다.

- 한국에서 기록된 녹응애 검색표
- 1. 가슴털 사이의 간격이 넓다 2
 - 가슴털 사이의 간격이 좁다 3
 - 2. Thoracic shield에 있는 median line은 뒤쪽에 있다 .
 - *A. pelekassi* (굴녹응애)
 - Thoracic shield에 있는 median line은 앞쪽에 있다

- *A. lycopersici* (토마토녹응애, “개칭”)
- 3. Thoracic shield에 있는 median line은 뒤쪽에 있다 .
- *A. chinonei* (붉나무혹응애)
- Thoracic shield에는 여러 줄의 warts가 있으며
- lattice 모양으로 보인다
- *A. niphocladae* (농수버들혹응애)

토마토녹응애 피해증상

토마토녹응애는 기주식물에서 즙액을 흡즙 함으로 토마토에 심각한 피해를 미치는데, 초기증상으로는 하엽이 은색을 띠게 되고 이들 잎은 점차 적갈색으로 변하는데 특이적으로 감자에서 엽병이 절단되는 현상이 나타난다(Table 1).

줄기에는 털이 없어지고, 광택이 나거나 표면이 그물형으로 갈라지며, 새순은 시들거나 위축된다. 이 응애가 감염되면 과일의 착과율이 떨어지고, 과실은 푸른색을 잃게되며, 응애의 밀도가 높으면 과경 부근에 그늘음이나 녹이 낀 것 같이 되거나 그물형으로 갈라진다(Fig. 1 A; Park *et al.*, 1996).

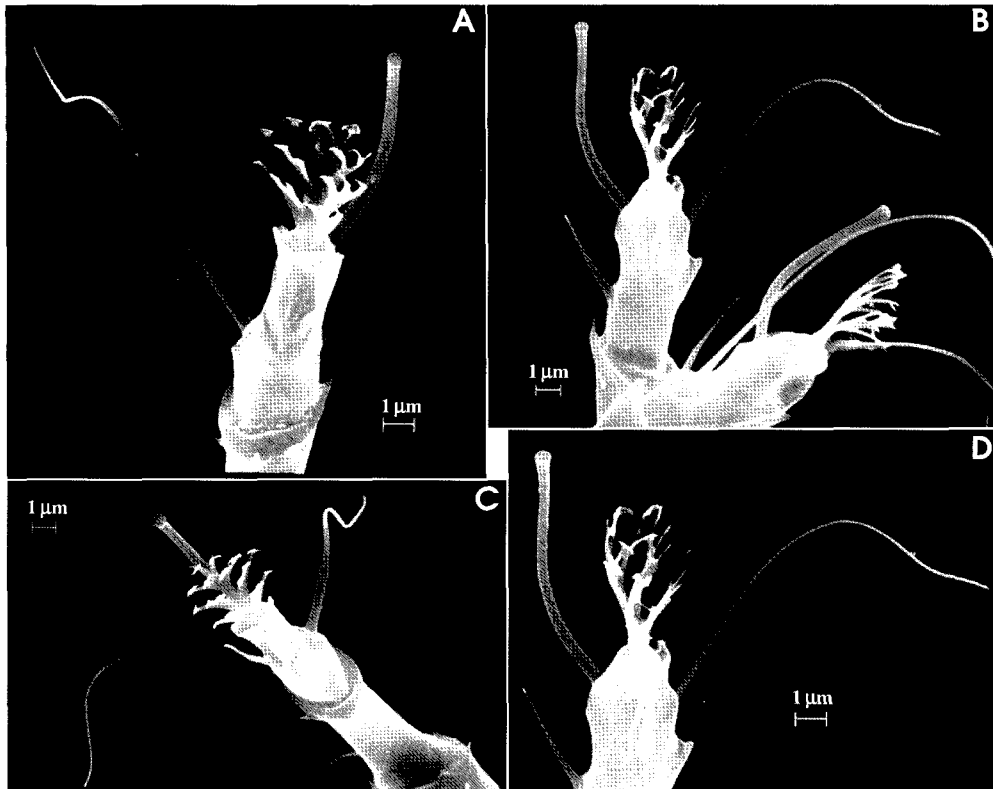


Fig. 4. Feathered claw of *Aculops lycopersici*: A: Ventral view of first leg, B: Two legs showing claw, feathered claw and seta on tarsus, C: Ventral view of second leg, D: Lateral view of first leg.

Table 1. Symptom of *Aculops lycopersici* on various parts of crops¹

Plants	Symptoms on			
	Stem	Shoot	Leaf	Fruit
Convolvulus	wilting	sudden wilt	reddish brown	—
Eggplant	hair loss	wilt	reddish brown	—
Pepper	—	wilt	"	—
Petunia	wilting	sudden wilt	reddish brown	—
Potato	hair loss	wilt, shrink	reddish brown petiole break	—
Tomato	shiny, cross-crack	wilt, shrink	"	sooty, cross-crack

¹ Artificially inoculated in a greenhouse.

토마토녹응애 생태 및 방제

토마토녹응애는 길이 135 μm 정도의 아주 미소한 해충으로 육안에 의한 피해가 진단되려면 감염후 약 1개월이 소요되며, 특히 육묘기때 많은 피해를 주고 있다. 이 응애는 날아다닐 수 없기 때문에 주로 바람, 기계, 사람, 동물, 곤충에 의해 전염되는데(Kay, 1986), 우리나라에는 일본, 미국, 네덜란드 등의 기 발생 지역으로부터 유입된 것으로 추정된다. 수입수분벌(Natupol) 및 종자에서 발견은 되지 않았다(Park and Park,

1997).

토마토녹응애는 충남 부여, 유성, 강원도 평창, 경북 칠곡, 구룡포 등지의 유리온실의 토마토, 피망에서 발견되었다(Table 3). 온실에서의 기주 실험결과, 메꽃, 까마중, 가지, 파리, 나팔꽃, 페투니아, 감자, 고추, 담배, 토마토가 기주로 확인되었으며(Table 3), 이상의 기주 외에 외국에서는 wild black currant, wild gooseberry, blackberry, Jerusalem cherry, horsenettle, Chinese thorn apple, amethyst, field bindweed 등이 기주로 알려져 있다(Perring and Farrar, 1986).

Table 2. Development and life stages of *Aculops lycopersici* by different temperature

Temp. (°C)	Development period (days)				Adult stage		Fecundity (per)	
	Egg	Nymph		Pre-oviposition	Female	Male	Day	Adult
		1st	2nd					
15	4.2	3.2	3.6	2.6	13.7	9.8	1.0	10.4
20	4.4	2.3	2.2	2.7	17.2	12.2	1.0	12.8
25	3.5	1.9	2.1	2.0	15.9	13.2	1.4	17.0
28	2.4	1.7	2.1	2.6	17.0	12.5	1.3	9.9
30	2.2	1.2	2.1	2.7	12.0	7.3	0.9	5.6

Thirty mites were examined for each temperature study. But only ten mites were used in preoviposition and life stage study.

Table 3. Host plants of *Aculops lycopersici* in Korea¹

Common name	Scientific name	Host status ²		
		Field obs.	in Lab.	Literature
Convolvulus	<i>Calystegia japonica</i>	-	+	+
Black nightshade	<i>Solanum nigrum</i>	-	+	+
Chinese lanternplant	<i>Physalis alkeengi</i> var. <i>francheti</i>	-	+	+
Eggplant	<i>Alanum melongena</i>	-	+	+
Morning glory	<i>Pharbitis nil</i>	-	+	+
Petunia	<i>Petunia hybrida</i>	-	++	++++
Potato	<i>Solanum tuberosum</i>	-	+++	++++
Pepper	<i>Capsicum annum</i>	-	+++	++++
Tobacco	<i>Nicotiana tabacum</i>	-	++	++++
Tomato	<i>Lycopersicon esculentum</i>	++	+++	++++

¹ Area examined were Buyeo and Yuseong in Chungnam, Boseong and Gwangyang in Jeonnam, Pyeongchang in Gangwon province.

² Degree of damage was examined in greenhouse by artificial inoculation: - : none, + : few, ++ : medium, +++ : severe. in Lab.: artificially inoculated.

이 응애는 15-30°C의 온도범위에서 발육이 가능하였고 성충이 되기까지의 일수는 5.5-11일로 높은 온도일수록 발육기간이 짧아지는 경향이였으며, 암컷이 수컷보다 수명이 길었고 25-28°C에서 12일로 가장 수명이 길었다(Table 2). 25도에서 알-성충까지의 발육기간은 가지에서 7.7일, 토마토 9.5일, 피망 9.1일이였다. 산란장소는 주로 잎뒷면의 응모 주위에 낳고 산란수는 25°C에서 최대 25개였다(Table 2). 이 종은 열대지역의 원산으로 겨울에 추운 지역에서는 몇 시간 내에 죽는다고 함으로(Jeppson *et al.*, 1975), 우리나라에는 주로 반영구적 구조를 가진 유리온실에서 피해를 미칠 것으로 생각된다.

Firanica 등 7가지 약제를 공시하여 녹응애에 대한 방제효과를 검정한 결과, 전반적으로 약제의 효과가 우수하였는데, 그 중에서도 Fenazaquin 및 Cypermethrin은 250, 500, 1,000 ppm 등 모든 농도에서 100% 방제가를 보여 가장 효과가 좋은 약제였다(Table 4).

Table 4. Effects of acaricides on population density of *Aculops lycopersici* on tomato, *Lycopersicon esculentum* cv. Seogwang

Chemicals	Application rate (ppm)	No. of mites		Control efficacy (%)
		Alive	Dead	
Firanica	250	53	170	74.1
	500	32	112	75.8
	1,000	0	209	100.0
Fenarimol	250	26	53	64.2
	500	10	105	90.5
	1,000	12	152	92.0
Methamidaphos	250	45	73	58.5
	500	29	80	71.0
	1,000	2	94	97.7
Monocrotopos	250	38	64	59.4
	500	54	97	61.1
	1,000	11	95	88.7
Fenazaquin	250	0	89	100.0
	500	0	105	100.0
	1,000	0	108	100.0
Cypermethrin	250	0	88	100.0
	500	0	100	100.0
	1,000	0	74	100.0
AC303630	250	5	60	91.6
	500	3	75	95.8
	1,000	2	67	96.8
Control	-	304	27	0.0

$$\text{Control efficacy (\%)} = \frac{\% \text{ alive in control} - \% \text{ alive in treatment}}{\% \text{ alive in control}} \times 100$$

감사의 말씀

경북농업기술원의 명예연구관으로 계신 전 경북대학교 최영연 교수님의 도움에 감사드립니다.

Literature Cited

- Ehara, S. and N. Shinkaji. 1996. Principles of plant acarology. 419 pp. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai. Tokyo.
Eisenback, J.D. 1986. A comparison of techniques useful for preparing nematodes for scanning electron microscopy. J.

- Nematol. 18: 479~487.
- Jeppson, L.R., H.H. Keifer and E.W. Baker. 1975. Mites injurious to economic plants. 614 pp. University of California Press, Berkeley, CA.
- Kay, I.R. 1986. Tomato russet mite: A serious pest of tomatoes. Queensland Agr. Jour. 11: 231~232.
- Kim, C.M. 1989. A systematic study of the superfamily Eriophyidae (Acari: Eriophyoidea) in Korea. 49 pp. M.S Thesis. Seoul Nat. Univ., Suwon.
- Lee, H.S., F. Kadono, S.W. Kang, C.G. Park and K.J. Kim. 1999. New record of pear rust mite, *Phyllocoptes pyrivagrans* Kadono, from Korea (Acari: Eriophyidae). Korean J. Appl. Entomol. 38: 19~21.
- Lillo, E. de and P. Fontana. 1996. New eriophyid mites (Acari, Eriophyoidea) from Italy. II. Entomologica 30: 135~146.
- Massee, A.M. 1937. An Eriophyid mite injurious to tomato. Bull. Entomol. Res. 28: 403.
- Na, S.Y., M.R. Cho, H.Y. Jeon, M.S. Yiem, D.G. Oh and K.W. Park. 1998. Damage of garlic gall mite, *Aceria tulipae* (Keifer), on stored garlic and its chemical control. Korean J. Appl. Entomol. 37: 81~89.
- Park, D.K., M.S. In and I.H. Park. 1996. Biology and control of newly found Eriophyid mite on tomato I. Res. Rept. of Chungnam Agr. Tech. Admin. 463~468.
- Park, D.K. and I.H. Park. 1997. Biology and control of newly found Eriophyid mite on tomato II. Res. Rept. of Chungnam Agr. Tech. Admin. 550~554.
- Perring, T.M. and C.A. Farrar. 1986. Historical perspective and current world status of the tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). Miscel. Publ. Entomol. Soc. Amer. 63: 1~9.

(Received for publication 30 October 2002;
accepted 4 December 2002)