

차응애 야외개체군의 살비제 저항성

Acaricide Resistance in Field-Collected Populations of
Tetranychus kanzawai (Acarina: Tetranychidae)김상수 · 유상선 · 백채훈¹Sang Soo Kim, Sang Sun You and Chae Hoon Paik¹

Abstract - Tea field-collected populations of the tea red spider mite (*Tetranychus kanzawai* Kishida) from five different locations in the southern region of Korea were assessed for resistance to seven acaricides using leaf spray method. There were considerable differences in susceptibility depending on the tested acaricides and the location from which the population was collected. The populations showing high resistance ratio of more than 20 with respect to certain acaricide were as follows: the Sungjun and Cheju populations to azocyclotin, tebufenpyrad, fenpyroximate, pyridaben, propargite, and fenpropathrin; the Haenam population to propargite and fenpyroximate; the Bosung population to propargite; the Youngam population to pyridaben. Therefore, the use of other alternative acaricides against the Sungjun and Cheju populations is needed. However, careful selection of the appropriate acaricide against the Haenam, Bosung and Youngam populations of the tea red spider mite might be maintained in effective control.

Key Words - *Tetranychus kanzawai*, Acaricide, Resistance

초 록 - 남부지방의 5개 차재배지에서 차응애 (*Tetranychus kanzawai* Kishida)를 채집하여 7종 살비제에 대한 저항성 수준을 leaf spray 방법으로 검정한 결과 살비제의 종류 또는 지역 계통별로 상당한 감수성 차이를 나타내었다. 성전과 제주 계통은 azocyclotin, tebufenpyrad, fenpyroximate, pyridaben, propargite와 fenpropathrin에 대해, 해남 계통은 propargite와 fenpyroximate에 대하여, 보성 계통은 propargite에 대해, 영암계통은 pyridaben에 대하여 저항성비 20 이상의 높은 수준을 나타내었다. 따라서 성전과 제주 계통에 있어서는 다른 대체살비제들의 사용이 요망된다. 그러나 해남, 보성, 영암 계통들에 대해서는 적절한 살비제의 선택적 이용으로 차응애를 효과적으로 방제할 수 있을 것으로 생각된다.

검색어 - 차응애, 살비제, 저항성

서 론

우리나라 녹차는 근래 그 소비량이 증가하면서 재배 적지인 남부지방에서 재배면적이 확대됨에 따라 보다 체계적인 증수재배가 강구되고 있지만, 실제 재배가들

에게는 년중 다양한 발생양상을 보이는 해충류에 대한 방제가 큰 문제로 대두되어 있다(Kim *et al.*, 1993). 그 중에서도 차응애 (*Tetranychus kanzawai* Kishida)는 년중 발생 세대수가 많고 번식력이 강하여 그 발생피해가 해마다 늘어나 재배가들에게 큰 타격을 주고 있는 주요해충이며, 기주식물도 광범위하여 배, 감 등의 과수

*이 논문은 1997년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

순천대학교 응용생물원에학부 (Faculty of Applied Biology and Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Kcrea)

¹ 전남 농촌진흥원 시험국 (Research Bureau of Chonnam P.R.D.A., Naju 523-830, Korea)

는 물론 원예, 전작, 특작물 등에도 상당한 발생피해를 나타내고 있다(Lee *et al.*, 1988; Kondo, 1990; Tsutsumi and Yamada, 1993; Kim *et al.*, 1993).

녹차 재배가들은 차응애의 방제대책으로 년중 지속적이고 무절제한 약제방제에만 의존한 결과 근래에는 약제를 살포한 후 단기간에 나타나는 차응애의 재발현 현상으로 인해 재배가들은 여러가지 약제의 살포회수와 살포량을 늘리고 있지만 충분한 방제효과를 얻지 못하는 경우가 많다(personal observation).

이러한 현상은 우리나라 과수응애류의 심각한 약제 저항성 발달과정과 매우 흡사하여 차응애에 있어서도 방제약제에 대한 저항성이 유발된 것으로 생각된다. 더구나 현재와 같은 양상의 방제가 계속된다면 지속적인 방제비용 상승, 노동력의 손실, 환경오염 등 많은 부작용이 야기될 것이다. 그러나 국내에서는 현재까지 차응애의 약제저항성 발달에 관한 연구가 전혀 이루어진 바 없지만, 차의 소비량이 우리나라보다 월등히 많은 일본에서는 이 종의 여러가지 방제약제에 대한 지역별 개체군의 저항성 발달 추이의 지속적 조사와(Osakabe, 1968a, b, 1973, 1984; Ozawa, 1994) 그 유전양식과 발현 기작의 구명(Ishiguro, 1988; Mizutani *et al.*, 1988) 및 효과적인 대체약제 선발시험(Kuwahara, 1977; Asano and Kamei, 1979; Ozawa, 1994) 등 차응애의 체계적 방제를 위해 많은 연구가 이루어져 왔다.

따라서 본 시험은 남부지방의 대표적인 차재배지의 차응애 개체군들을 수집하여 근래 재배농가에서 사용빈도가 높은 살비제에 대한 저항성 발달수준을 검정해, 차응애에 대한 보다 효과적인 방제 대책 수립에 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시충과 사육조건

감수성 차응애는 1989년부터 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 사육실(16L : 8D, RH 50~60%)에서 약제에 노출시키지 않고 강남콩(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld)을 기주식물로 하여 누대사육되어 온 것을 사용하였다. 지역별 차응애는 남부지방의 대표적 녹차 주산지인 성전(월남리), 해남(대운리), 제주(서광리), 보성(회촌리), 영암(미암리) 등에서 1997년 4~5월에 채집하였고 채집계통은 동일 환경조건하에서 격리재배된 강남콩에 증식하여 확보하였다. 공시 살비제에 대한 시험은 야외 채집 후 2~3개월 이내에 실시하였다.

살비제

본 시험에는 재배농가에서 사용빈도가 높은 살비제들을 선정하였다. 이들의 화학적 계통, 일반명, 유효성분 함량(A.I.) 및 제형은 유기주석제인 azocyclotin 25%

WP, 피라졸계인 tebufenpyrad 10% WP, 페녹시피라졸계인 fenpyroximate 5% SC, 아황산에스테르계인 propagite 30% WP, 피리다지논계인 pyridaben 20% WP, 합성피레스로이드계인 fenpropathrin 5% WP, 항생제인 abamectin 1.8% EC 등 모두 살약·성충제이고 tebufenpyrad와 pyridaben은 살란효과도 있는 약제이며, 시판제품을 사용하였다.

약제 처리방법

증류수를 채운 플라스틱 밀폐용기(14×5 cm, 직경×높이)의 덮개 중앙에 1 cm의 구멍을 뚫은 다음, 하부 중앙에 같은 크기로 구멍을 뚫고 탈지면을 깐 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)를 그 위에 놓고 탈지면으로 서로 연결해 계속하여 수분이 공급될 수 있도록 설치하였다. 이 페트리디쉬에 강남콩 leaf disc(직경 3 cm)의 뒷면이 위를 향하도록 1~2개씩 놓은 다음 가는 붓으로 각 leaf disc에 자성층 30마리씩을 점종하고 leaf disc 주위에는 물에 적신 탈지면을 배치해 차응애의 이탈을 방지하였다. 약제처리하는 각 살비제를 일련의 농도별로 희석하고 전술한 페트리디쉬의 차응애가 점종된 leaf disc를 대상으로 25 cm 정도의 거리에서 hand sprayer(Komax Co.)를 이용하여 강남콩 잎이 충분히 적실 정도로 5초동안 살포하는 leaf-spray 방법(Hoy *et al.*, 1988)으로 실시한 후 음건하였다. 처리된 leaf disc들은 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온항습기(16L : 8D, RH 50~60%)내에서 보관하고 48시간 후에 살비율을 조사하였다. 이 때 생사판별의 기준은 현미경하에서 가는 붓으로 총체를 접촉하여 몸길이 정도를 이동하지 못하는 개체는 죽은 것으로 간주하였다. 모든 실험은 공시 살비제의 각 농도당 3개의 leaf disc를 사용하여(3반복) 수행하였고 대조구는 동일한 반복으로 증류수를 이용하였으며, 그 결과는 probit 분석(Finney, 1971)으로 반수치사농도(LC₅₀, ppm)를 계산하였다.

결과 및 고찰

차응애의 감수성 계통에 대한 공시 살비제들의 LC₅₀ 값은 propagite가 20.36 ppm, pyridaben이 14.76 ppm, azocyclotin이 4.4 ppm, fenpropathrin이 3.08 ppm, tebufenpyrad가 3.04 ppm, fenpyroximate가 1.75 ppm, abamectin이 0.0008 ppm이었다(Tables 1-7).

차응애 지역별 개체군의 azocyclotin에 대한 독성을 시험하여 LC₅₀으로 감수성 계통과 저항성 수준을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 제주와 성전 지역 차응애의 LC₅₀ 값은 210.71 ppm과 109.95 ppm으로 감수성 계통에 비하여 각각 45.8, 25배의 저항성비를 나타내어, 이들 지역에서 azocyclotin의 조심스러운 사용이 필요한 것으로 생각된다. 그러나 영암, 보성, 해남 지역 차응애

Table 1. Toxicities of azocyclotin to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	720	109.95(71.90–164.60)	1.24 ± 0.01	25.0
Haeman	630	26.02(22.93–29.51)	2.45 ± 0.03	5.9
Cheju	720	201.71(143.84–275.12)	1.42 ± 0.01	45.8
Bosung	630	20.34(17.45–23.59)	1.87 ± 0.02	4.6
Youngam	630	9.72(7.35–12.72)	2.36 ± 0.03	2.2
Susceptible	450	4.40(3.83–5.07)	2.26 ± 0.03	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

Table 2. Toxicities of tebufenpyrad to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	630	289.73(245.41–344.35)	1.59 ± 0.01	95.3
Haeman	630	22.41(19.14–26.19)	1.73 ± 0.01	7.4
Cheju	630	286.03(243.67–337.67)	1.67 ± 0.01	94.1
Bosung	540	16.62(12.44–22.13)	2.42 ± 0.03	5.5
Youngam	630	13.53(11.67–15.70)	1.88 ± 0.02	4.5
Susceptible	540	3.04(2.62–3.53)	1.98 ± 0.02	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

의 LC₅₀ 값은 9.72~26.02 ppm (2.2~5.9배)으로 낮은 수준이었는데, azocyclotin의 과수응애류에 대한 국내 사용권장농도가 160 ppm 정도인 것을 감안하면 지역에 따라서는 이 살비제의 계속 사용이 가능할 것으로 생각된다.

Tebufenpyrad에 대해 성전과 제주지역의 차응애는 각각 95.3, 94.1배의 매우 높은 저항성비를 나타내었으나, 영암, 보성, 해남 지역의 차응애는 4.5~7.4배로 낮게 나타나 지역별 개체군에 따라 그 수준에 큰 차이가 있었다 (Table 2). 따라서 성전, 제주 지역의 차응애는 tebufenpyrad에 대한 저항성이 높은 수준으로 유발된 것으로 보여 가능한 이 살비제의 사용을 지양해야 할 것으로 판단된다. 그러나 다른 조사지역에서는 이 약제의 방제효과가 유지될 것으로 생각되는데, tebufenpyrad는 점박이응애 (*Tetranychus urticae* Koch), 사과응애 (*Panonychus ulmi* Koch), 차응애 등의 식식성응애류보다 이들의 포식성 천적인 이리응애류에 독성이 낮아 식식성응애류의 종합관리에 사용할 수 있는 선택성 약제로 보고되어 (Thwaite *et al.*, 1996; Kim and Paik, 1996), 다른 약제와의 교호살포나 사용농도 준수 등과 같은 신중한 사용이 요망된다.

Fenpyroximate를 처리한 결과 제주, 성전, 해남 지역의 차응애는 각각 57.9, 40.5, 38.8배의 높은저항성비를 나타내었으나, 보성과 영암 지역에서는 2배 정도로 아주 낮은 수준이었다 (Table 3). 이 살비제에 대한 차응애

의 저항성은 일본에서 이미 보고된 바 있고 (Ozawa, 1994), 국내에서도 사과원 점박이응애의 지역별 계통에 따라 높은 수준의 저항성이 보고된 바 있어 (Cho *et al.*, 1995), 앞으로 저항성비가 낮게 나타난 지역에서도 이 약제의 사용에 주의를 기울여야 할 것으로 보인다.

다음으로 pyridaben에 대하여는 성전과 제주 지역의 차응애가 각각 246.5, 225.1배의 대단히 높은 저항성 수준을 나타내었다 (Table 4). 보성, 해남, 영암 지역의 차응애는 감수성 계통과 비교하여 4.8~28.2배로 성전, 제주 지역에 비해 상대적으로 낮은 수준이었으나, pyridaben의 과수응애류에 대한 국내 사용권장농도가 응애종에 따라 100~200 ppm인 점을 고려하면 충분한 방제효과를 얻는데에는 다소 어려움이 있을 것으로 생각된다. 또한 일본에서 fenpyroximate와 같이 이 살비제에 대해서도 차응애의 저항성 유발이 보고되었고 (Ozawa, 1994), 국내에서도 사과원 점박이응애에서 저항성 발현이 보고된 바 있어 (Cho *et al.*, 1995), 차재배원에서는 지속적인 저항성 유발정도의 조사가 강조된다.

Propargite의 경우는 성전, 제주, 보성, 해남과 영암 계통 차응애가 각각 168.5, 106.3, 35.4, 32.8과 5.7배의 저항성비를 보여, 영암을 제외한 다른 지역에서는 모두 상당히 높은 수준의 저항성이 유발된 것으로 나타났다 (Table 5). Hamamura (1984)는 이 약제에 대한 일본산 차응애의 저항성을 보고하였고, 국내에서는 Song 등

Table 3. Toxicities of fenpyroximate to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	540	70.89(56.78–88.44)	1.20 ± 0.01	40.5
Haeman	540	67.83(53.21–86.21)	1.09 ± 0.01	38.8
Cheju	540	101.39(77.95–136.33)	0.97 ± 0.01	57.9
Bosung	540	3.46(2.48–4.76)	2.53 ± 0.03	2.0
Youngam	540	3.30(2.86–3.79)	2.14 ± 0.02	1.9
Susceptible	450	1.75(1.55–1.98)	2.76 ± 0.05	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

Table 4. Toxicities of pyridaben to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	720	3637.77(2669.27–5003.88)	2.25 ± 0.02	246.5
Haeman	540	137.77(122.38–155.09)	2.79 ± 0.04	9.3
Cheju	720	3322.97(2214.60–5067.38)	1.92 ± 0.01	225.1
Bosung	540	70.96(62.64–80.39)	2.54 ± 0.03	4.8
Youngam	720	416.27(366.41–473.35)	2.36 ± 0.02	28.2
Susceptible	540	14.76(12.56–17.28)	1.78 ± 0.02	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

Table 5. Toxicities of propargite to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	810	3431.55(2670.33–4460.59)	0.86 ± 0.01	168.5
Haeman	720	667.38(516.31–880.81)	0.88 ± 0.01	32.8
Cheju	810	2164.49(1748.84–2711.72)	1.06 ± 0.01	106.3
Bosung	810	720.19(480.35–1092.51)	0.95 ± 0.01	35.4
Youngam	900	116.52(79.45–171.68)	1.04 ± 0.01	5.7
Susceptible	540	20.36(12.87–34.73)	2.14 ± 0.02	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

(1995)에 의해 사과원 점박이응애에서 저항성이 보고된 바 있다.

한편 fenpropathrin을 처리한 결과 성전, 제주, 해남, 보성, 영암 계통 차응애는 각각 57.7, 24.3, 13.4, 13.1, 5.4배의 저항성비를 나타내어, 지역별 개체군에 따라 그 수준에 상당한 차이가 있었다 (Table 6). 일반적으로 fenpropathrin과 같은 합성제충국계 약제들은 사용후 차응애의 재발현 현상과 포식성 천적인 이리응애류의 감소가 야기되므로, 이 계통 약제들의 사용은 재고할 필요성이 있다고 보고된 바 있다 (Kodomari, 1988; Kim *et al.*, 1997).

최근에 사용되기 시작한 abamectin에 대하여는 각 지역별 계통에 따라 감수성 계통과 비교하여 3.9~15.1 배의 감수성 차이를 나타내었으나 (Table 7), 이 약제의

과수응애류에 대한 국내 사용권장농도가 6 ppm 정도로 사용시 만족할만한 방제효과를 얻는 데에는 지장이 없을 것으로 생각된다. 그러나 이 약제에 대해서도 식식성응애류의 저항성이 보고된 바 있어 (Hoy and Conley, 1987), 연속적으로 사용할 경우 다른 약제들과 같이 저항성 유발이 예상된다.

이와 같이 차응애의 지역별 계통들의 공시살비제에 대한 감수성 저하에 차이가 있는 것은 근본적으로 이들 약제의 연용 여부와 사용회수의 다소에 연유한 것으로 보여, 가능한 동일약제의 연용을 지양하고 차응애의 밀도변동과 수확기를 고려한 적기살포가 중요한 것으로 생각된다.

또한 지역별 계통들에서 성전, 제주 지역의 차응애가 그 수준에 차이는 있으나 대부분의 공시 살비제에 대

Table 6. Toxicities of fenpropathrin to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	810	177.71(146.73–214.86)	1.22 ± 0.01	57.7
Haeman	720	41.38(29.54–56.55)	1.51 ± 0.01	13.4
Cheju	900	74.86(60.59–91.67)	1.09 ± 0.01	24.3
Bosung	810	40.46(33.98–48.07)	1.39 ± 0.01	13.1
Youngam	810	16.72(12.82–21.19)	0.99 ± 0.01	5.4
Susceptible	540	3.08(2.67–3.57)	2.06 ± 0.02	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

Table 7. Toxicities of abamectin to six local populations of *Tetranychus kanzawai*

Population	n	LC ₅₀ (95% FL), ppm	Slope ± SE	RR ^a
Sungjun	630	0.0121(0.0104–0.0140)	1.92 ± 0.02	15.1
Haeman	540	0.0052(0.0046–0.0059)	2.57 ± 0.03	6.5
Cheju	720	0.0114(0.0100–0.0131)	2.04 ± 0.02	14.3
Bosung	540	0.0040(0.0035–0.0045)	2.53 ± 0.04	5.0
Youngam	630	0.0031(0.0027–0.0035)	2.34 ± 0.02	3.9
Susceptible	540	0.0008(0.0003–0.0014)	2.55 ± 0.04	1.0

^a Resistance ratio : LC₅₀ value of field-collected population/LC₅₀ value of susceptible strain.

한 높은 저항성 발달은 이들 살비제의 사용이 다른 지역보다 상대적으로 많았음에 기인한 것으로 생각되며, 이들 약제의 충분한 방제효과는 기대할 수 없는 것으로 판단되어 다른 대체살비제를 사용해야 할 것으로 보이지만, 다른 지역들의 경우는 저항성 유발이 높은 약제는 사용하지 말고 기타 살비제의 선택적인 사용으로 차용애를 효과적으로 방제할 수 있을 것으로 생각된다.

이와 같은 배경에서 앞으로 살비제의 화학적 계통과 약종의 범위를 확대하여 살비제 저항성수준의 지속적인 조사는 물론 약제간, 약제계통간의 교차저항성 존재여부의 검정과 아울러 차용애의 천적류에 독성이 낮은 선택성 약제의 선발시험 등을 통한 정보를 토대로 현행의 화학적 방제와 천적을 이용한 생물적 방제를 효율적으로 조화시키는 차용애 야외개체군의 관리기술을 개발해야 할 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

Asano, S. and M. Kamei. 1979. Ovicidal activity of cycloprate against miticide-resistant strains of *Tetranychus kanzawai* Kishida and *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae). Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 23: 113–114.
 Cho, J.R., Y.J. Kim, Y.J. Ahn, J.K. Yoo and J.O. Lee. 1995. Monitoring of acaricide resistance in field-collected populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in

Korea. Korean J. Appl. Entomol. 34: 40~45 (in Korean with English abstract).
 Finney, D.J. 1971. Probit analysis (3rd ed.). Cambridge University Press, London.
 Hamamura, T. 1984. Susceptibility of two strains of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae) collected from tea plant and glory-bower to specific acaricides. Nat'l. Res. Inst. Tea. 66: 26~32.
 Hoy, M.A. and J. Conley. 1987. Selection for abamectin resistance in *Tetranychus urticae* and *T. pacificus* (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 80: 221~225.
 Hoy, M.A., J. Conley and W. Robinson. 1988. Cyhexatin and fenbutatin-oxide resistance in pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. J. Econ. Entomol. 81: 57~64.
 Ishiguro, T. 1988. Physiological and ecological characters in the organotin-compounds resistance strains of *Tetranychus kanzawai* Kishida. Plant Protec. 42: 27~30.
 Kim, D.I., J.D. Park, S.S. Kim, I.J. Park and S.C. Kim. 1997. Biological control of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai*, by predacious mite, *Amblyseius womersleyi* in tea fields. RDA. J. Agric. Sci. 38: 203~210 (in Korean with English abstract).
 Kim, S.S. and C.H. Paik. 1996. Relative toxicity of tebufenpyrad to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acarina: Phytoseiidae) and the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Entomol. 26: 373~380 (in Korean with English abstract).

- Kim, S.S., C.H. Paik, D.I. Kim, J.D. Park and S.C. Lee. 1993. Some ecological characteristics of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina, Tetranychidae). Korean J. Entomol. 23: 261~266 (in Korean with English abstract).
- Kodomari, S. 1988. Resurgence of the synthetic pyrethroids on kanzawa spider mite and tea tortricids. Proc. Int. Symp. Rec. Devel. Tea Produc. pp. 161~169.
- Kondo, A. 1990. Biology and problems in control of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida in grapevine glasshouses. Plant Protec. 44: 19~23.
- Kuwahara, M. 1977. The toxicity of chlordimeform to five strains of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Appl. Ent. Zool. 12: 190~195.
- Lee, S.C., S.S. Kim and B.C. Park. 1988. Chemical control of *Tetranychus kanzawai* and *Adoxophyes orana* at the tea-tree plantations. Res. Pept. RDA. 31: 143~154 (in Korean with English abstract).
- Mizutani, A., F. Kumayama, K. Ohba, T. Ishiguro and Y. Hayashi. 1988. Inheritance of resistance to cyhexatin in the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae). Appl. Ent. Zool. 23: 251~255.
- Osakabe, M. 1968a. Studies on the insecticide resistance of the tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida. II. The mite resistance to phenkapton, estox, and kelthane in the tea growing areas in Japan. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 12: 18~22.
- Osakabe, M. 1968b. Studies on the insecticide resistance of the tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida. III. The toxic effects of various insecticides and acaricides on the resistant mites to phenkapton and estox. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 12: 70~75.
- Osakabe, M. 1973. Studies on acaricide resistance of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida, parasitic on tea plant. Bull. Nat'l. Res. Inst. Tea. 8: 1~95.
- Osakabe, M. 1984. Induction of plictran-resistant strain of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida, by the individual selection to adult female mite. Nat'l. Res. Inst. Tea. 66: 22~25.
- Ozawa, A. 1994. Acaricides susceptibility of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae) collected from tea fields in Chuen and Ogasa district in Shizuoka prefecture. Bull. Nat'l. Res. Inst. Tea. 79: 1~14.
- Song, C., G.H. Kim, S.J. Ahn, N.J. Park and K.Y. Cho. 1995. Acaricide susceptibilities of field-collected populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from apple orchards. Korean J. Appl. Entomol. 34: 328~333 (in Korean with English abstract).
- Thwaite, W.G., C.C. Bower, A.M. Hatley and D. Swist-Swirski. 1996. Tebufenpyrad: compatibility with integrated mite control on apples. Exp. Appl. Acarol. 20: 177~191.
- Tsutsumi, T. and K. Yamada. 1993. Biology and control methods of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida. Plant Protec. 47: 83~85.

(1998년 1월 16일 접수, 1998년 6월 15일 수리)