

신선초에서 칠레이리응애에 의한 차응애의 생물적 방제 예비실험

A Preliminary Study on the Biological Control of *Tetranychus kanzawai* Kishida in *Angelica utilis* Makino by *Phytoseiulus persimilis* Anthias-Henriot (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae)

김용현 · 김정환 · 한만위

Yong Heon Kim, Jeong Hwan Kim and Man Wi Han

Abstract - Biological control of *Tetranychus kanzawai* by *Phytoseiulus persimilis* on the *Angelica utilis* was done in 'walk-in' plastic tunnels. The population of *T. kanzawai* nymphs and adults per 4 cm² in damaged leaf decreased from 25 mites on July 22 after 25 predatory mites per m² were released on July 23 to 0.4 mites on September 9 and then rose to 9.3 mites on October 16, 1997. *Phytoseiulus persimilis* could suppress *T. kanzawai* to low population level from August 13 to October 1.

Key Words - *Phytoseiulus persimilis*, *Tetranychus kanzawai*, *Angelica utilis*, Biological control

초 록 - 칠레이리응애 (*Phytoseiulus persimilis*)의 방사에 의한 차응애 (*Tetranychus kanzawai*)의 방제효과를 비닐하우스 재배 신선초 (*Angelica utilis*)에서 조사하였다. 칠레이리응애 약성충을 7월 23일 m²당 25마리 방사했을 때 피해잎 4cm²당 차응애 밀도는 7월 22일 25마리에서 9월 9일 0.4마리로 감소했으나 다시 10월 16일에는 9.3마리로 증가했다. 차응애의 밀도는 8월 13일부터 10월 1일까지 낮았다.

검색어 - 칠레이리응애, 차응애, 신선초, 생물적 방제

최근 건강에 대한 관심이 고조되면서 신선초 재배가 늘어나고 있다. 이 작물은 수입식물로 신선초라고 일반적으로 하지만 명일엽 또는 함초라고도 부른다. 신선초 재배에서 가장 문제되는 해충은 차응애, 점박이응애 등 응애에 의한 피해로 알려졌다. 응애가 신선초의 잎을 갉아 흡즙하면 잎은 황변하고 피해가 심하면 잎은 말라 버리게 된다. 신선초는 생식 또는 생즙으로 이용되기 때문에 이 작물에서 농약 사용은 농약 잔류의 위험이 있어 제한 받고 있다. 최근 신선초는 응애 피해가 너무 심해 농약 이외의 방제 수단이 요구되고 있다. 따라서 농약 대체 천적이용 응애는 해충

방제 효과뿐만 아니라 농약 잔류의 위험이 없는 식품을 생산한다는 점에서 그 중요성이 매우 크다.

우리나라에서는 긴털이리응애 (*Amblyseius womersleyi* Schicha)가 (Lee, 1990), 미국에서 *Amblyseius fallacis* (Garman)와 *Thyphlodromus occidentalis* (Nesbit)가 (Meyer, 1974), 이탈리아에서 *T. pyri* (Scheuten)가 (Blommers, 1994) 잎 응애류의 토착천적으로 각각 이용되고 있고, 칠레이리응애가 유럽, 북미 등에서 대량 증식되어 상업적으로 많이 이용되고 있다 (Driesche and Bellows, Jr, 1996; van Lenteren, 1988). 칠레이리응애의 효과는 국내에서도 장미, 딸기, 오이에 발생하는

점박이응애에 대한 실내 실험에서 좋은 결과를 얻은 바 있다(Cho *et al.*, 1995; Driesche and Bellows, Jr.). 칠레이리응애를 이용한 차응애의 방제 효과는 딸기(Shibao *et al.*, 1995; Zhang *et al.*, 1996), 가지와 콩(Yangziqi *et al.*, 1990), 유리온실 포도(Ashihara, 1995), 차(Ho, 1990; Ashihara *et al.*, 1992) 등에서 보고되었다. 아직까지 신선초 재배에서 차응애 방제를 위해 칠레이리응애를 이용하였다는 보고는 없었다. 본 연구는 차응애가 발생하는 신선초재배 비닐하우스에서 칠레이리응애를 이용하여 차응애 방제 가능성을 조사하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 신선초 재배

실험은 경기도 이천시 호법면에 있는 신선초 재배 단지의 농가포장에서 실시했다. 비닐하우스(폭 6×길이 80m)에 차광망을 씌우고, 중앙에 폭 50cm의 통로를 설치하고, 재식거리 25×25 cm로 6,140주를 4월 20일 정식하고, 스프링클러로 관수하면서 무 가운데로 재배하였다. 비닐하우스는 천적방사구(6×80 m) 1동과 무방사구(6×80 m) 1동을 실험에 이용하였다. 모든 실험구에서 농약은 전혀 사용하지 않았다. 실험기간 중 온도는 차광망을 비닐하우스 위에 설치하고 측창을 열어 놓아 최고기온이 32°C를 넘지 않았고 10월중순의 최저 기온은 12°C이었다.

2. 칠레이리응애 방사

칠레이리응애는 1996년 네덜란드의 Koppert사로부터 입수하여 농업과학기술원에서 점박이응애를 먹이로 누대 사육한 계통이었다. 증식한 칠레이리응애는 갈매기로 유인하여 질석과 함께 500 ml 유리병에 넣은 후 5°C에 3~7일간 보관하였다가 천적방사구에 7

월 23일 12,000마리(25마리/m²)를 고르게 살포하였다.

3. 밀도 및 피해조사

천적방사 후 밀도조사는 해충인 차응애와 천적인 칠레이리응애의 약충과 성충과 알을 대상으로 하였다. 약충과 성충은 30개 지점에서 지점 당 1개 피해 잎 씩, 피해 잎 당 4 cm²에서 발견된 약충과 성충수, 알수를 10× 루페로 조사하였다. 피해 조사는 중앙통로에 인접한 한쪽 40 m²(0.5×80 m)와 다른 한쪽 40 m²(0.5×80 m)에서 이루어 졌으며, 조사 주수는 1,228주(307열×2주/열×2반복)였다. 약·성충과 알의 밀도는 7월 22일부터 10월 16일까지 7회 조사하였고, 피해는 7월 30일부터 10월 16일까지 7회 조사하였다. 피해주 여부는 육안으로 발견 가능한 식흔을 대상으로 판정하였다.

결 과

신선초에서 차응애를 방제하고자 차응애의 천적인 칠레이리응애를 방사하고 그 효과를 천적방사구와 대조구인 무방사구에서 조사하였다. 표 1은 천적방사 후 차응애와 칠레이리응애의 약충·성충 밀도를 조사한 결과로서, 피해 잎 4 cm²당 차응애 밀도가 천적을 방사한 처리구에서 방사 전 25마리(7월 22일)가 천적방사 후 점차 감소되어 9월 9일에는 0.4마리로 낮아졌다. 한편, 무방사구에서는 7월 22일 5마리로 천적방사구에 비하여 낮았으나 8월 13일 7.9마리, 8월 26일 3.4마리, 10월 16일 17.5마리로 천적방사구에 비하여 높은 밀도를 나타냈다. 천적방사구에서 방사후기 차응애 밀도는 증가하였으나 무방사구 보다는 절반 정도 낮았다.

천적방사구에서 피해 잎 중 약충·성충이 존재하는

Table 1. Changes in density of *Tetranychus kanzawai* and *Phytoseiulus persimilis* on *Angelica utilis* leaves growing in vinyl-houses after the release of *P. persimilis*

Date	No. of nymphs and adults/4 cm ² (% of leaves with nymphs and adults)			
	Released*		Control	
	<i>T. kanzawai</i>	<i>P. persimilis</i>	<i>T. kanzawai</i>	<i>Persimilis</i>
July 22	25.0±30.1 (92.2)	0.0±0.0 (0.0)	5.2± 8.3 (85.0)	0.0
Aug. 06	22.0±36.5 (90.0)	0.3±1.5 (10.0)	6.0± 7.1 (95.0)	0.0
Aug. 13	4.1± 7.2 (33.3)	0.2±0.5 (6.6)	7.9± 6.2 (100.0)	0.0
Aug. 26	1.2± 3.1 (20.0)	0.2±0.5 (13.3)	3.4± 2.7 (76.6)	0.0
Sep. 09	0.4± 2.8 (26.6)	0.3±0.9 (13.3)	4.7± 6.3 (70.0)	0.0
Oct. 01	1.3± 2.7 (30.0)	0.1±0.3 (10.0)	5.6± 6.6 (80.0)	0.0
Oct. 16	9.3±13.2 (50.0)	0.2±0.9 (13.3)	17.5±17.5 (86.7)	0.0

* Twelve thousands of *Phytoseiulus persimilis* nymphs and adults (25 predators/m²) were released on July 23, 1997

Table 2. Changes in density of *Tetranychus kanzawai* eggs on *Angelica utilis* leaves growing in vinyl-houses after the release of *Phytoseiulus persimilis*

Date	No. of eggs/4 cm ² (% of leaves with eggs)			
	Released*		Control	
	<i>T. kanzawai</i>	<i>P. persimilis</i>	<i>T. kanzawai</i>	<i>P. persimilis</i>
July 22	6.5 ± 8.2 (50.2)	0.0 ± 0.0 (0.0)	2.4 ± 4.3 (55.0)	0.0
Aug. 06	2.4 ± 6.4 (46.6)	0.2 ± 0.0 (10.0)	3.8 ± 5.0 (60.0)	0.0
Aug. 13	0.4 ± 4.4 (23.3)	0.1 ± 0.5 (6.6)	8.8 ± 5.2 (50.0)	0.0
Aug. 26	0.4 ± 2.4 (6.6)	0.2 ± 0.5 (13.3)	2.4 ± 6.8 (20.0)	0.0
Sep. 09	0.0 ± 0.0 (0.0)	0.0 ± 0.0 (0.0)	3.2 ± 6.8 (30.0)	0.0
Oct. 01	0.8 ± 2.8 (6.6)	0.1 ± 0.3 (6.6)	4.8 ± 6.0 (43.3)	0.0
Oct. 16	4.4 ± 6.4 (40.0)	0.2 ± 0.9 (10.0)	6.8 ± 5.6 (70.0)	0.0

* Twelve thousands *Phytoseiulus persimilis* nymphs and adults (25 predators/m²) were released on July 23, 1997

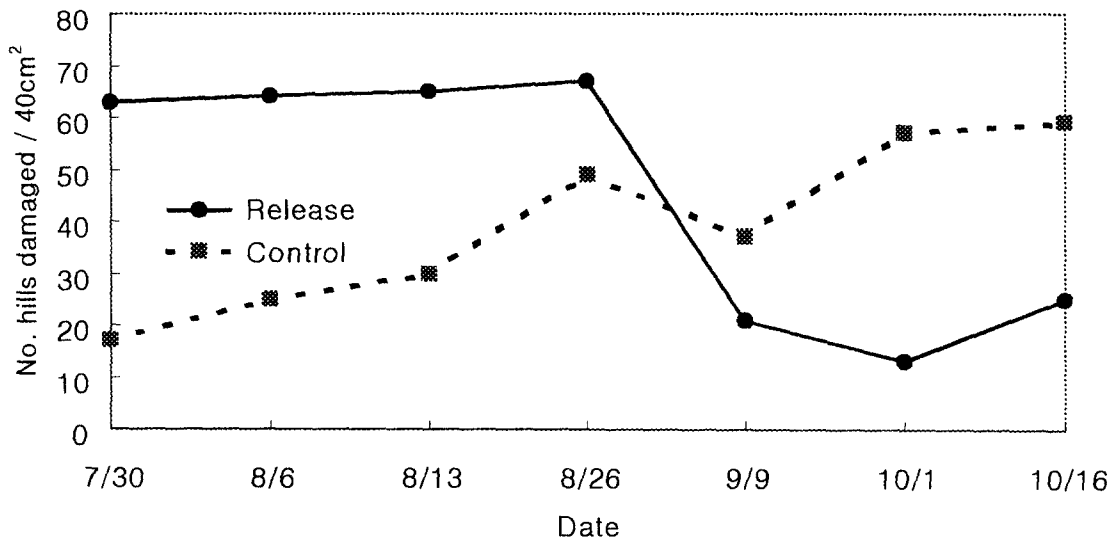


Fig. 1. Comparison of numbers of damaged *Angelica utilis* with or without *Phytoseiulus persimilis*.

잎의 비율은 천적의 방제효과가 나타나는 8월 13일 이후 10월 1일까지 30% 미만이었고 무방사구는 76.6% 이상으로 높았다. 천적방사구의 칠레이리응애 약충·성충 밀도는 4 cm²당 0.1~0.3마리였다. 피해 잎 중 칠레이리응애 약충·성충 발견율은 최저 6.6%, 최고 13.3%이었다. 칠레이리응애는 천적방사구에서만 발생했고 무방사구에는 발생 안 했다.

표 2는 신선초에서 천적방사 후 차응애와 칠레이리응애의 알 밀도를 조사한 결과이다. 천적방사구에서 차응애는 cm²당 8월 26일 0.4개, 10월 16일 4.4개로 낮았다. 그러나 무방사구에서는 8월 26일 3.4마리, 10월 16일 17.5개로 천적방사구에 비하여 높은 밀도를 나타냈다. 천적방사구에서 피해 잎 중 알이 존재하는 잎의 비율은 천적의 방제효과가 나타나는 8월 13일

이후 급격히 떨어져 9월 9일에는 0%를 나타냈다. 무방사구는 8월 26일 20%로 낮았으나 그 후 다시 높아졌다. 천적방사구의 칠레이리응애 알 밀도는 4 cm²당 0.1~0.2마리였다. 피해 잎 중 칠레이리응애 발견율은 최저 0%, 최고 13.3%이었다.

천적방사구와 무방사구에서 차응애에 의한 신선초 80m²당 피해주 조사 결과는 그림 1과 같다. 천적방사구에서 피해주수는 7월 30일 63주에서 8월 26일 67주로 나타나 피해 주수 증가가 미미했고 그 이후에는 급격히 줄어들어 10월 2일에는 13주였으나 무방사구에서는 7월 30일 17주에서 점점 증가해 8월 26일 49주로 증가하였고 10월 16일에는 59주로 방사구 25주에 비하여 배 이상 많았다. 본 실험에서 약·성충 밀도조사, 알 밀도조사, 피해조사 등 3가지 조사에서 천

적방사구는 무방사구에 비하여 밀도가 낮고 피해도 적어 모두 일치하는 결과를 얻었다.

실험기간 중 칠레이리응애가 차응애 이외에 다른 생물에 영향을 주는 것을 발견할 수 없었다. 그리고 신선초에 문제가 되는 병의 발생은 전혀 없었으나 해충으로 주홍날개들명나방과 양배추가루진딧물이 일부 발생하였다.

고 찰

천적방사구에서 천적방사 전 차응애 밀도는 무방사구에 비하여 높았지만 천적방사 후 48일이 경과한 9월 9일에는 무방사구 보다 훨씬 낮았던 것은 칠레이리응애의 효과로 판단되나 10월 이후 차응애 밀도 증가는 칠레이리응애에 의한 효과가 떨어졌기 때문으로 판단된다. 천적방사구에서 차응애 밀도가 10월 1일 이후 급격히 높아진 것은 9월 9일 칠레이리응애의 먹이가 되는 차응애의 밀도가 극히 낮아 칠레이리응애가 먹이 부족으로 증식하지 못해 나타난 것으로 추정된다. 칠레이리응애는 다른 포식자에 비하여 포식력은 우수하지만 먹이 부족시 생존력이 떨어지는 것으로 알려져 있다(McMurtry, 1982). 이와 같은 이유로 칠레이리응애 방사는 단 한번의 방사로도 효과가 있지만 보통은 수 차례 방사해야만 지속적인 방제효과를 유지할 수 있다고 본다(McMurtry, 1982; van Lenteren, 1988). 무방사구에서도 8월 6일 이후 10월 1일까지 밀도증가가 거의 없었던 점은 비닐하우스 내의 고온 조건이 차응애 발생에 나쁜 영향을 미쳤던 것으로 생각된다.

천적의 밀도가 낮았던 것은 먹이인 차응애의 밀도가 높지 않았기 때문으로 본다. Strong 등(1996)은 호프에서 칠레이리응애를 이용한 차응애 방제에서 방사횟수는 점박이응애 방제효과에 크게 영향을 주었고 초기에 포식자와 피식자 비율을 가능하면 높게 정착시키는 것이 좋고, 너무 늦게 방사하면 효과가 지연되어 방제효과가 낮아질 수도 있다고 하였다. 시설 내에서 응애류 발생은 3월초부터 발육을 시작하므로 천적의 방사시기는 본 시험의 7월 하순은 늦은 것으로 생각된다. 천적 방사량은 해충 밀도에 의하여 결정되는데 (van Driesche and Bellows, Jr, 1996) 딸기에서 2마리/m²(Waite, 1988)에 비하여 본 실험의 방사량 25마리는 상대적으로 많았으나 딸기는 포복성 작물로 지면에 가까이 접해 있어 잎 뒷면의 습도는 높게 유지되므로 이 천적이 높은 습도에 잘 적응되는 것으로 알려져 있어(Begljarrow, 1967) 상대적으로 적게 방사하더라도 효과가 우수한 반면, 신선초는 직립성 작물로 딸기에 비하여 습도가 낮게 유지되므로 천적 투입량을 높여야 할 것으로 생각된다. 본 실험에서 방사횟수

는 1회였으나 방사 후기 차응애 밀도 증가를 볼 때 추가 방사가 필요한 것으로 판단된다.

신선초에 발생하는 차응애에 대한 칠레이리응애의 방제효과는 확인할 수 있었지만 앞으로 방사시기, 방사량, 방사회수 등 이용방법에 관한 더 많은 연구가 요구된다.

인 용 문 헌

- Ashihara, W. 1995. Studies on the occurrence of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina, Tetranychidae) and its biological control by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina, Phytoseiidae) on grapevine in greenhouses. Bulletin of the Fruit Tree Research Station, Extra. 1995, No. 6, 75~151.
- Ashihara, W., K. Inoue, M. Osakabe and T. Hamamura. 1992. Effectiveness of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina, Phytoseiidae) as a control agent for the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina, Tetranychidae) and occurrence of native natural enemies of the spider mite on grapevine in glasshouse. Bulletin of the fruit Tree Research Station. 1992, No. 22, 109~130.
- Begljarrow, G.A. 1967. Ergebnisse der Untersuchungen und der Anwendung von *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (1957) als biologische Bekämpfungsmittel gegen Spinnmilben in der Sowjetunion. Nachrichtenblatt des Pflanzenschutzdienstes 21(47): 197~200.
- Blommers, L. 1994. Integrated pest management in European apple orchards. Annu. Rev. Entomol. 39: 213~241.
- Ho, C.C. 1990. A preliminary study on the biological control of *Tetranychus kanzawai* in tea field by *Amblyseius fallacis* and *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). Journal of Agricultural Research of China. 1990, 39: 2, 133~140.
- Cho, J.R., K.J. Hong, B.R. Choi, S.G. Lee, G.S. 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 Journal of Agricultural Science 7(1): 340~347.
- Lee, S.W. 1990. Studies on the Pest Status and Integrated Mite Management in Apple Orchards. Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Seoul National University, pp.87.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control; Progress and future prespects, Div. Agric. Sci. Univ. Calif. Spec. Pub. 3284: 23~48.
- Meyer, R.H. 1974. Management of phytophagous and predatory mites in Illinois orchards. Env. Entomol. 3: 333~340.

- Shibao, M., M. Negoro and H. Tanaka. 1995. Control of Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida, on strawberry by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, and effects of smoking agents on both species. Proceedings of the Kansai Plant Protection Society No. 37, 5~8.
- Strong, W.B. and B.A. Croft. 1996. Release strategies and cultural modifications for biological control of twospotted spider mite by *Neoseiulus fallacis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on hops. Environ. Entomol. 25(2): 529~535.
- van Lenteren J.C. and J.W. Woets. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Ann. Rev. Entomol. 33: 239~69.
- van Driesche, R.G. and T.S. Bellows, Jr. 1996. Biological Control. Chapman and Hall. New York.
- Waite, G.K. 1988. Integrated control of *Tetranychus urticae* in strawberries in south-east Queensland. Experimental and Applied Acarology 5(1-2): 23~32.
- Yangziqi, F.T., H. Cao, and F. Chen. 1990. Field plot releases of *Phytoseiulus persimilis* for controlling *Tetranychus kanzawai* in egg plant and common beans. Chinese Journal of Biological Control (China). (May 1990). v. 6(2) pp.88~89.
- Zhang, Y.X., J.Z. Lin, Y.B. Chi, W. Chen, S. Lin, Y.X. Zhang, J.Z. Lin, Y.B. Chi, W. Chen and S. Lin. 1996. Using *Phytoseiulus persimilis* to control *Tetranychus kanzawai* on strawberry. Chinese Journal of Biological Control. 1996, 12: 4, 188~189.

(1998년 4월 2일 접수, 1999년 4월 27일 수리)