韓應昆誌 44(3): 231~235 (2005)
Korean J. Appl. Entomol.

제주도 벚나무에 발생하는 벚나무깍지벌레 월동성충의 산란시기 및 부화약충 이동시기

김동순*
제주대학교 아열대원예산업연구센터

Oviposition Time of Overwintered Females and Migration of Crawlers of *Pseudaulacaspis prunicola* (Homoptera: Diaspididae) on Cherry Trees in Jeju Island

Dong Soon Kim*
Subtropical Horticultural Research Center, Cheju Natl. Univ., Cheju 690-756, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to obtain the optimal spray time for *Pseudaulacaspis prunicola* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) in early seaon in Jeju. Oviposition time of overwintered females and activity of hatched nymphs of *P. prunicola* were monitored, and the phenology data were compared with the outputs estimated by a degree-days model of *P. pentagona* (Targioni-Tozzetti)). Overwintered females of *P. prunicola* began to lay eggs from mid to late April, and the eggs started to hatch from early May followed by the active migration of the hatched nymphs during mid May. The phenological events of *P. prunicola* in early season were likely comparable with those of *P. pentagona* reported in southern Korea and in central Japan. A degree-day model, which predicts the proportion of >50% hatched egg batches of *P. pentagona* ($y=1/[exp(-(-a+bx))]$; y, proportion; x, degree-days based on 10.5℃ from 1 January; a=-18.80 and b=0.073), accurately described the migration time of *P. prunicola* hatched nymphs. Thus, it is considered that the degree-day model can be used for predicting the optimal spray time for *P. prunicola* in early season.

KEY WORDS : *Pseudaulacaspis prunicola*, *Pseudaulacaspis pentagona*, Oviposition, Hatched nymphs, Degree-days

초 록 : 본 연구는 제주지역에서 계절초기 벚나무깍지벌레 방제적기를 구명하고자 월동성충의 산란시기 및 부화약충의 이동시기를 조사하였으며, 이 자료를 기존에 보고된 뽕나무깍지벌레 적산온도 예찰 모형에 적합하여 비교 검토하였다. 벚나무깍지벌레 암컷 월동성충은 4월 중하순부터 산란을 시작하여 5월 상순에는 그 알이 부화하기 시작하였으며, 5월 중순경 부화약충의 이동이 가장 활발하였다, 이와 같은 봄철 벚나무깍지벌레 발생시기는 우리나라 남부지역 및 일본 중부지역에서 보고된 뽕나무깍지벌레 발생시기와 대체적으로 일치하였다. 또한 봄철 뽕나무깍지벌레의 >50% 부화 난괴 발생비율(y) 추정 적산온도 모형($y=1/[exp(-(-a+bx))]$; a=-18.80, b=0.073; x=적산온도, 1월 1일부터 발육영점온도 10.5℃ 적용)은 벚나무깍지벌레 부화약충 이동시기와 일치하여 봄철 벚나무깍지벌레 방제적기 추정에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단되었다.

검색어 : 벚나무깍지벌레, 뽕나무깍지벌레, 산란, 부화약충, 적산온도

*Corresponding author. E-mail: dongsoonkim@cheju.ac.kr

벚나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis prunicola*(Maskell))는 더듬이가 둥글고 끝이 약간 뾰족하며 밑판의 샘가시 끝이 뾰족한 형태로서 더듬이와 밑판 샘가시 끝이 갈라져 있는 뽕나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis pentagona*(Targioni-Tozzetti))와 형태적으로 구별된다(NIAST, 2002). 그 동안 우리나라에서는 두 종의 생태 및 형태가 유사하고 육안으로 두 종을 구별하기 어려웠기 때문에 복숭아나무, 벚나무, 매실나무 등 핵과류에 발생하는 종이 뽕나무깍지벌레로 취급되었으나, 최근에 이들 핵과류에 벚나무깍지벌레가 주로 발생하는 것으로 보고되었으며(Kwon and Han, 2003), 외국에서도 핵과류 과수에 뽕나무깍지벌레 한 종이 발생하는 것으로 취급하다가 두 종이 혼재하여 발생하는 것으로 보고되었다(Davidson *et al.*, 1983 ; Roddes *et al.*, 1985). 이와 같은 혼동으로 국내외적으로 벚나무깍지벌레에 대한 생태자료를 찾아보기 힘들며(Yukinari, 1989 ; NIAST, 2002), 주로 뽕나무깍지벌레에 대한 연구자료 뿐이다(Park and Kim, 1990a ; Park and Kim, 1990b ; Meyer and Nalepa, 1991 ; Tatara, 1999 ; Takeda, 2004).

벚나무깍지벌레는 수정된 성숙한 암컷 상태로 월동하여 다음해 봄에 온도가 올라감에 따라 깍지 밑에 산란하고, 여기서 부화한 약충이 발육하여 연 2세대를 경과하는 등 뽕나무깍지벌레와 유사한 생활사를 갖고 있기 때문에(Semel, 2003) 벚나무깍지벌레 방제시 뽕나무깍지벌레 생태자료를 이용할 수 있다. 하지만 이들 깍지벌레의 방제는 약충이 정착하여 깍지를 형성하기 전인 부화약충 발생기에 실시해야 좋은 효과를 기대할 수 있기 때문에(Tatara, 1999 ; Takeda, 2004), 실제 벚나무깍지벌레의 발생생태를 근거로 한 방제시기를 검토할 필요가 있다고 생각된다. 특히 깍지벌레에서 월동세대의 알 부화시기의 방제는 연간 방제체계에서 매우 중요한 요소라 할 수 있다(Jeon *et al.*, 1996).

따라서 본 연구는 계절초기 벚나무깍지벌레 방제적기를 구명하고자 월동성충의 산란시기 및 부화약충의 이동시기를 조사하였으며, 이 자료를 기존에 보고된 뽕나무깍지벌레 적산온도 예찰 모형에 적합하여 비교 검토하였다.

재료 및 방법

월동성충의 산란 및 알 부화시기 조사

실험은 제주대학교(제주시 아라동) 구내에 실험용으로 식재한 벚나무(3～4년생, 0.1 ha) 밭에서 수행하였다. 조사를 시작하기 전에 실험대상 깍지벌레를 채집하여 더듬이 및 밑판 샘가시 끝의 형태를 관찰한 결과 벚나무깍지벌레로 확인되었고(NIAST, 2002), 이 실험 표본은 제주대학교 곤충학실험실에 보관되어 있다. 2005년 4월 중순부터 5월 하순까지 암컷이 깍지 밑에 산란한 알 및 부화된 약충수를 5일 간격으로 조사하였다. 시기별로 주당 10마리, 총 5～8주에서 암컷을 채집하여 해부 현미경(10～20x)을 이용하여 조사하였다. 기생 또는 포식 당했거나 말라죽은 개체는 분석에서 제거하였으며 최종적으로 분석에 이용된 표본수는 표 1과 같다.

부화약충(crawlers) 이동조사

암컷 깍지 밑에서 부화한 약충이 이동하는 시기를 구명하기 위하여 2004년과 2005년에 실험에 사용한 벚나무에 끈끈이 밴드를 설치하여 포획된 약충수를 기록하였다. 폭 5 cm의 비닐 필름을 직경 약 4 cm인 벚나무의 지상 약 1～1.5 m 부위에 실리콘을 이용 설치하고, 겉면에 tangle foot(Tanglefoot Co., Grand Rapids, MI, USA)를 도포하였다. 총 5반복으로 수행하였으며 5일 간격으로 10～20배 확대경을 이용 조사하였고, 조사기기 마다 포획

Table 1. Number of *P. prunicola* eggs and hatched nymphs (mean±SE) found under the shell of females in early season in 2005, Jeju

Date	No. female shells	No. eggs	No. hatched nymphs	Total no. of eggs and nymphs		
				Average	Minimum	Maximum
April 15	60	0.0	0.0	0.0	0	0
22	60	3.7±0.67	0.0	3.7±0.67	0	13
27	31	17.5±3.13	0.0	17.5±3.13	0	56
May 2	53	73.2±4.27	0.5±1.42	73.7±4.31	0	169
7	45	63.1±4.39	14.0±1.25	77.1±5.01	10	140
12	31	13.2±3.10	10.8±1.38	24.0±3.32	1	70
17	37	2.9±0.97	0.7±0.35	3.6±1.16	0	30
23	42	0.9±0.21	0.3±0.11	1.2±0.31	0	12
28	30	0.1±0.07	0.2±0.08	0.3±0.10	0	7

된 약충을 제거하였다. 또한 같은 시기에 벚나무 주당 5엽씩 총 10주에서 50엽을 채취하여 정착한 부화약충수를 조사하였다.

계절초기 부화약충 이동시기 예측

적산온도에 따른 벚나무깍지벌레 부화약충 이동시기를 예측하기 위하여 끈적이 트랩에 포획된 약충의 누적분포를 작성하였다. 벚나무깍지벌레에 대한 기존 보고된 자료가 없기 때문에 뽕나무깍지벌레 생태자료를 이용하여 추정한 로지스틱 모형(Takeda, 2004)을 적용하여 비교하였다.

$$y=1/[exp(-(-a+bx))]$$

여기서 y는 적산온도(degree-days) x에 대응하는 깍지벌레 해당 발육단계의 누적 발생비율이며, a와 b는 매개변수이다. Takeda(2004)는 뽕나무깍지벌레에 대하여 산란을 시작하는 월동성충의 비율(산란개시 성충비율) 및 50% 이상 부화된 난괴의 비율(>50% 부화 난괴 발생비율)을 추정하고자 1월 1일부터 발육영점온도 10.5℃ 이상의 온도를 적산하여 각각 a=-13.82, b=0.093 및 a=-18.80, b=0.073의 매개변수 값을 제시하였다. 제주도 제주시 기상대의 일별 평균온도를 이용하여 뽕나무깍지벌레 산란개시 성충비율 및 >50% 부화 난괴 발생비율을 추정하고 벚나무깍지벌레 부화약충 이동시기(끈적이 트랩 포획수)의 실제 관측 값과 비교 하였다.

결 과

월동중인 벚나무깍지벌레는 2005년의 경우 4월 22일부터 산란이 관측되었으며 깍지 밑에서 발견된 알 수는 5월 2일 최고에 도달하였고 5월 7일 이후에는 급격히 감소하였다(Tale 1). 부화약충은 5월 2일 처음 발견되어 5월 7일 가장 높았고 5월 12일까지 높은 상태를 보이다가 5월 17일에는 급격히 감소하였다. 5월 2일부터는 암컷 깍지 밑에 알과 부화약충이 혼재하여 발견되었다. 깍지 밑에서 발견된 알 및 부화약충의 총 수는 5월 7일 최고에 도달하였고(평균 77.1개체), 그 후에는 급격히 감소하였다. 5월 12일에 발견된 알 및 부화약충의 총 수는 5월 7일 개체수의 약 30% 정도로 Fig. 1(2005년)의 부화약충 이동수 증가시기와 일치하여 감소하였다. 즉 끈적이 트랩에 5월 2일부터 벚나무깍지벌레 약충이 포획은 되었으나 그 수는 적었고 5월 12일 조사에서 급격히 증가하였다. 또한 이시기에 벚나무 잎에서 벚나무깍지벌레 약충 밀도가 증가하였다. 이와 같은 부화약충 발생 양상은 2004년에도 유사한 형태를 보였다.

제주도 지역에서 뽕나무깍지벌레의 산란개시 성충비율 및 >50% 부화 난괴 발생비율 의 추정치는 Fig. 2(dotted line and solid line)와 같았다. 산란을 시작하는 뽕나무깍지벌레 월동성충의 비율과 50% 이상 부화된 난괴의 발생비율 간에는 약 15일의 차이가 있는 것으로 추정되었으며, 2004년과 2005년 봄에 관찰된 봄철 벚나무깍지벌레 부화약충의 활동시기(Fig. 2, solid circles)와 추정된 뽕나무깍지벌레의 >50% 부화 난괴 발생비율은 시기적으로 거의 일치하였다.

고 찰

벚나무깍지벌레는 복숭아, 매실, 벚나무 등 우리나라 핵과류 과수의 중요한 해충 인 것으로 밝혀졌으나(Kwon and Han, 2003), 아직까지 방제에 응용할 수 있는 기초생태자료가 거의 없는 실정으로 본 보고는 우리나라에서 처음으로 벚나무깍지벌레에 대한 기초 생태자료를 제공하는 것으로 의의가 있다.

벚나무깍지벌레 월동성충이 초기에 낳은 알이 먼저 부화하여 분산하기 때문에 Table 1 만으로는 월동성충의 총 산란수를 결정하기 어렵지만, 깍지 밑에서 발견된 알 및 부화 약충수의 평균이 최고 77개체를 나타낸 것으로 보아 월동성충은 평균 77개 이상의 알을 낳는 것으로 보이며, 최고 169개까지 알을 생산할 수 있는 것으로 판단된다. 이렇게 추정한 산란수는 Park and Kim(1990b)이 보고한 뽕나무깍지벌레 월동성충의 평균 산란수 75.7(알 수/암컷)개와 크게 다르지 않았으며, Takeda(2004)가 포장상태에서 관찰한 평균 산란수 범위(70～80개 내외)에 있었다. 또한 앞 결과에서 벚나무깍지벌레 암컷 월동성충은 4월 중하순부터 산란을 시작하여 5월 상순에는 알이 부화하기 시작하였으며, 5월 중순경 부화약충의 이동이 가장 활발하였는데, 이와 같은 봄철 벚나무깍지벌레 발생시기는 우리나라 남부지역 및 일본 중부지역에서 보고된 뽕나무깍지벌레 발생시기와 대체적으로 일치하였다(Park and Kim, 1990a; Takeda, 2004). 앞으로 두 종간 여름철 및 가을철 발생시기 차이 여부를 실험을 통하여 확인하는 것이 필요하겠지만, 봄철 두 종의 발생시기는 비슷한 것으로 판단된다.

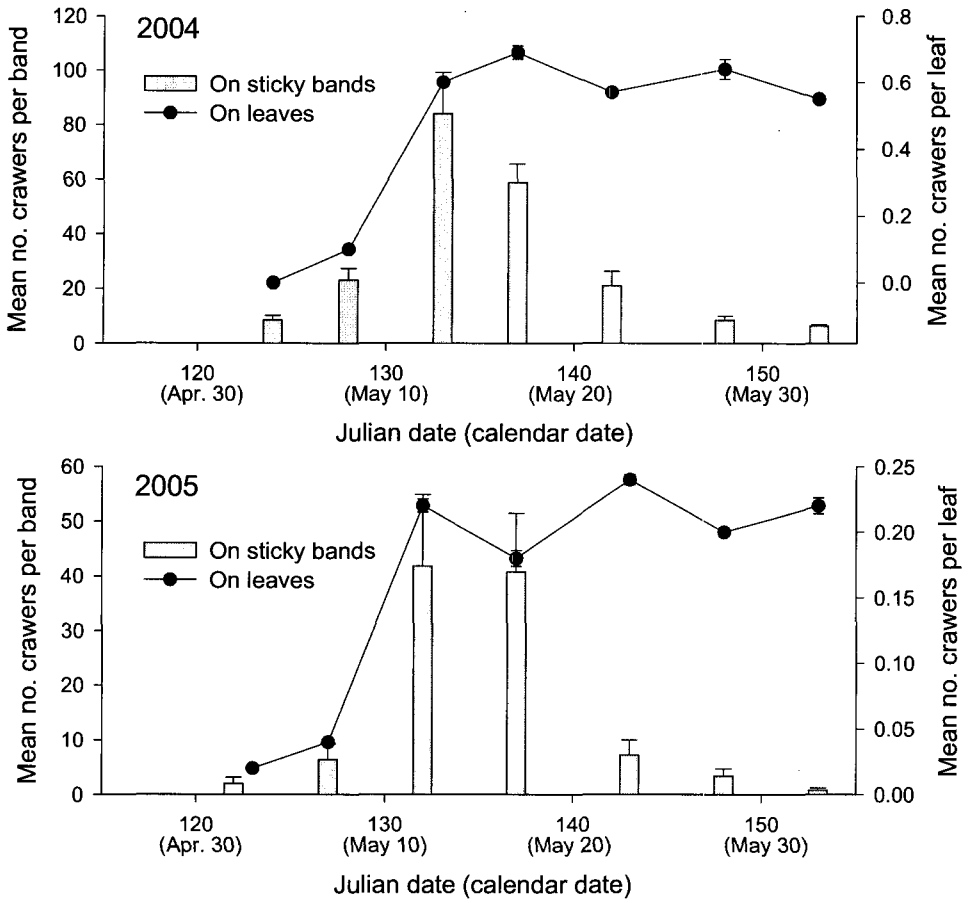

Fig. 1. Frequencies of *P. prunicola* crawlers (hatched nymphs) trapped on sticky bands and their densities on leaves in Jeju, 2004 and 2005.

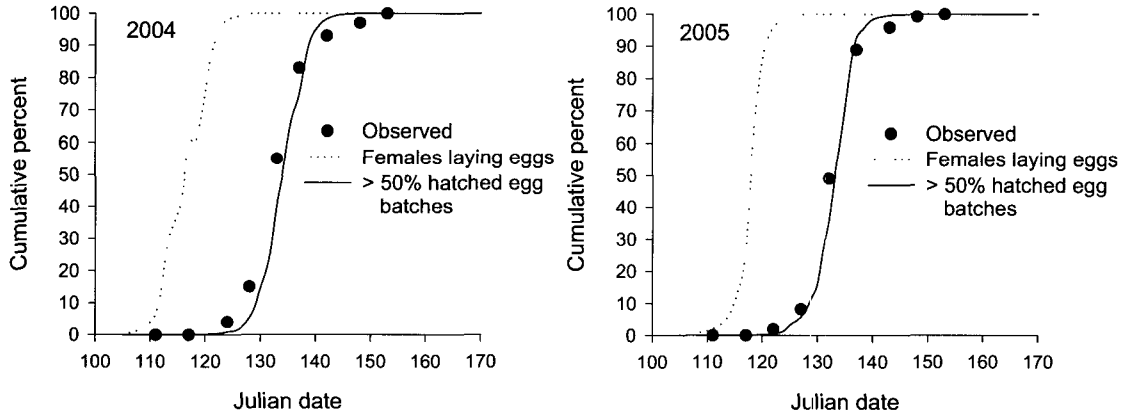

Fig. 2. Predicted cumulative curves of *P. pentagona* (dotted and solid lines) and observed data of *P. prunicola* (solid circles) occurrences. The curves for females laying eggs and >50% hatched egg batches were estimated using a logistic model, $y=1/[exp(-(-a+bx))]$, with parameters a=-13.82 and b=0.093, and a=-18.80, b=0.073, respectively (Takeda, 2004), where y is the cumulative proportion and x is degree-days based on 10.5℃ from January 1. The parameter values were originally obtained from the phenology data of *P. pentagona*. The observed values are *P. prunicola* crawlers caught on sticky bands.

더 나아가 봄철 뽕나무깍지벌레의 >50% 부화 난괴 발생비율 추정 적산온도 모형은 벚나무깍지벌레 부화약충 이동시기와 거의 일치하였다. Tatara(1999)와 Takeda (2004)는 뽕나무깍지벌레 부화약충 이동시기와 >50% 부화 난괴 발생비율은 거의 일치하는 것으로 보고하였는데, 이로 보아 제주지역에서 두 종의 봄철 산란시기 및 부화약충 발생시기는 일치하는 것으로 판단된다. 따라서 Takeda (2004)의 적산온도 예찰모형은 제주 지역에서 왕벚나무 및 차에 발생하는 깍지벌레의 봄철 방제시기 결정에 유용하게 이용될 수 있을 것이다. Tatara(1999)는 茶원에서 뽕나무깍지벌레 방제적기가 >50% 부화 난괴비율이 60~90% 되는 시기라고 하였는데, 이 시기는 부화약충이 정착하는 초기로 판단된다. 벚나무깍지벌레 부화약충은 줄기뿐만 아니라 잎에도 그 밀도는 낮지만 정착하기 때문에 (Fig. 1), 발생밀도가 높은 경우는 잎 표본조사를 통하여 간접적으로 이들의 이동시기를 추정하여 방제시기를 결정할 수도 있을 것이다.

사 사

이 논문은 제주대학교 아열대생물산업 및 친환경농업 생명산업 인력양성 사업단의 지원에 의하여 연구되었음.

Literature Cited

Davidson, J.A., D.R. Miller and S. Nakahara. 1983. The white peach scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti), evidence that current concepts include two species. Proc. Entomol. Soc. Wash. 85: 753~761.

Jeon, H.Y., D.S. Kim, M.S. Yiem and J.H. Lee. 1996. Modeling temperature-dependent development and hatch of overwintering eggs of *Pseudococcus comstocki* (Homoptera: Pseudococcidae). Korean J. Appl. Entomol. 35: 119~125.

Kwon, G.M. and M.S. Han. 2003. Scale insects (Stenorrhyncha) occurred on fruit trees in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 42: 279~288.

Meyer, J.R. and C.A. Nalepa. 1991. Effect of dormant oil treatments on white peach scale (Homoptera: Diaspididae) and its overwintering parasitic complex. J. Entomol. Sci. 26: 27~32.

NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2002. The scales in horticultural crops in colors, pp.121. NIST, RDA, PN 11-1390093-000081-01.

Park, J.D. and K.C. Kim. 1990a. Host range, life cycle and natural enemies of mulberry scale (*Pseudaulacaspis pentagona*) on *Prunus mume* in southern Korea. Korean J. Appl. Entomol. 29: 104~112.

Park, J.D. and K.C. Kim. 1990b. Effects of temperature and distribution of mulberry scale, *Pseudaulacaspis pentagona*, within trees. Korean J. Appl. Entomol. 29: 238~243.

Roades, M.H., M. Kosztarab and E.G. Rajotte. 1985. Identification, hosts and distribution of *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) and *P. prunicola* (Maskell) in Virginia. Proc. Entomol. Soc. Wash. 87: 545~553.

Semel, M. 2003. White prunicola scale. Cornell Cooperative Extension, Suffolk County (accessed August, 2005 at http://www.cce.cornell.edu/suffolk/grownet/tree-insect/whprusca.html)

Takeda, M. 2004. Effects of temperature on oviposition in overwintering females and hatch in first-generation larvae of *Pseudaulacaspis pentagona* (Hemiptera: Diaspididae). Appl. Entomol. Zool. 39: 15~26.

Tatara, A. 1999. Determination of optimum spraying time for chemical control of mulberry scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) (Hemiptera: Diaspididae) in tea fields. JARQ 33: 155~161.

Yukinari, M. 1989. Seasonal prevalence of occurrence of first instar larvae of tree damaging insects, *Pseudaulacaspis prunicola* Maskell and *P. pentagona* Targioni (Hemiptera: Diaspididae), and their parasitoids. Bull. of Tokushima Hort. Exp. Stn. 17: 11~20.

(Received for publication 13 July 2005;
accepted 22 August 2005)