

큰이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky))의 생태적 특성 및 강릉지역 발생소장

권 민* · 김주일 · 김점순
농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터

Ecological Characteristics of 28-spotted Larger Lady Beetle, *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) (Coleoptera: Coccinellidae) and Its Seasonal Fluctuation in Gangneung, Korea

Min Kwon, Ju-il Kim and Jeom-Soon Kim

Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

ABSTRACT: The seasonal fluctuation of the large 28-spotted lady beetle, *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky), was observed in potato fields of Gangneung region, Gangwondo Province. The effects of their leaf consumption over a 24 hour period and developmental periods by different temperatures were investigated, and then the developmental threshold (DT) and effective cumulative temperature (ET) of each stage were calculated. Various developmental stages of *H. vigintioctomaculata* were captured in the fields from May to September, with three peaks in late May, late June, and late August. Leaf consumption by larval stages increased with the development of instar. The 4th instar larvae consumed potato leaves much more than other stages. Egg hatchability and emergence rate of *H. vigintioctomaculata* were lower at 10°C and 30°C, but higher at around 20~23°C. The developmental periods of each stage became shorter as temperature increased; 90 days at 10°C, 40 days at 20°C and 25 days at 25°C. Base on developmental velocity to temperature, calculated DT and ET were 7.3°C and 83.

Key words: *Henosepilachna vigintioctomaculata*, seasonal fluctuation, leaf consumption, developmental period, developmental threshold

초 록: 큰이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky))의 강릉지역 발생소장과 발육단계별 감자잎 섭식량 및 온도별(10, 15, 20, 25, 30°C) 발육소요기간을 조사하였다. 큰이십팔점박이무당벌레는 연 3회, 즉 5월 하순, 6월 하순 및 8월 하순에 발생하였으며, 특히 5월 하순부터 7월 중순까지 높은 밀도로 발생하여 감자 식물체를 집중적으로 가해하였다. 발육단계별 감자잎 섭식량은 유충의 영기가 진전될수록 많았으며, 4령 유충기에 가장 많은 섭식량을 보였다. 큰이십팔점박이무당벌레 부화율과 우화율은 각각 10°C 및 30°C에서는 매우 낮았고 20~23°C에서 가장 높았다. 알에서 성충으로 우화되기까지 발육단계별 생육기간은 온도가 증가함에 따라 감소하였는데, 10°C에서 90일 정도로 매우 느렸으며 20°C에서는 40여일, 25°C에서는 25일이 소요되었다. 또한 발육영점온도와 유효적산온도는 알에 대해서 7.3°C와 83.3 DD, 유충에 대해서 5.2°C와 294.1 DD, 번데기에게 대해서 6.2°C와 97.1 DD이었다.

검색어: 큰이십팔점박이무당벌레, 발생소장, 섭식량, 발육기간, 발육영점온도

무당벌레는 대부분 육식성에 속하지만, 큰이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctomaculata* Motschulsky)는 초식성으로서 딱정벌레목(Coleoptera), 무당벌레과(Coccinellidae), 무당벌레붙이아과(Epilachninae)에 속한다. 국내에

보고된 무당벌레붙이아과에 속하는 곤충은 모두 다섯 종으로서, 그 가운데 큰이십팔점박이무당벌레와 이십팔점박이무당벌레(*H. vigintioctopunctata* (Fab.))가 감자, 가지, 토마토, 구기자 등 가지과(Solanaceae) 식물을 가해하는 주요 해충이다. 특히 이 해충의 기주범위에 관해서 Hoshikawa (1983)는 인삼의 일종인 죽절삼(*Panax japonicus*)도 가해하며 이는 논란의 여지가 있는 부수적 현상이라고 보고한

*Corresponding author: mkwon@korea.kr

Received July 16 2010; revised August 1 2010;
accepted September 8 2010

바 있다. 성충과 유충이 대부분 가지과 식물의 잎을 가해하는데, 그물 모양의 규칙적인 식흔을 잎에 남겨 표피가 이빨자국 모양처럼 보인다. 피해가 심하면 엽맥만 남게 되며, 특히 많이 발생한 경우 살충제를 처리하지 않으면 밭 전체가 붉게 보이기도 한다.

큰이십팔점박이무당벌레는 한국, 일본, 대만, 중국, 사할린, 시베리아 동부에 분포하며, 우리나라에서는 중부 이북 지역에 주로 분포하는데 야산과 인접한 밭에서 흔히 발생한다. 그러나 이십팔점박이무당벌레는 동남아시아를 거쳐 오스트레일리아까지 분포하며 우리나라에서는 중부 이남 지역의 평난지 밭에 주로 발생하는 경향이 있다. 형태적으로는 두 종이 매우 비슷하여 야외에서 두 종을 구별하기는 쉽지 않으나, 이십팔점박이무당벌레에 비해 큰이십팔점박이무당벌레의 몸집이 좀 더 크다(Zhang *et al.*, 2002). 큰이십팔점박이무당벌레와 근연종인 이십팔점박이무당벌레의 분포 지역이 아시아대륙인 까닭에 대부분의 연구도 일본, 중국 등 아시아 국가에서 많이 이루어졌다. 개체군동태(Hirano, 1985; Shirai, 1987a)와 생식력(Shirai, 1987b), 살충제 작용 기작(Izawa *et al.*, 1986; Rao *et al.*, 1992) 및 무당벌레붙이아과에 속하는 종들에 대한 분자생물학적 분류(Kobayashi, 1998), 기생봉 천적(Cheong and Huang, 1988; Venkatesha, 2006) 및 품종별 저항성 정도(Rajendran, 1998)가 보고된 바가 있다.

이 해충은 국내에서는 매년 산간지 근처의 감자, 가지, 토마토, 고추, 피망, 까마중, 구기자나무(RDA, 1978; Choi *et al.*, 1990) 등에 발생하여 피해를 주고 있음에도 이에 관한 연구는 매우 적다. Nakayama(1929)가 수원에서 연 3세대 발생한다고 보고(Han, B.H., personal communication) 한 아래, 1960년대 이후 우리나라에서 씨감자 생산과 보급이 본격화되면서 대관령에 위치한 농촌진흥청 고령지시험장에서 약제선발시험(Kim *et al.*, 1963) 및 고랭지에서의 발생소장(Choi *et al.*, 1965)을 조사하였다. 당시 고랭지 감자밭에서는 이 해충이 가장 문제해충이어서 약제방제에 많은 노력을 기울였다. 또한 이후 큰이십팔점박이무당벌레에 대한 토착천적으로 *Nothoserphus afissae*, *Uga menoni*, *Pediobius foveolatus* 등 3종의 기생봉이 보고되었고(Lee *et al.*, 1988), 실내사육 조건에서의 감자품종별 섭식정도가 비교(Kwon and Hahn, 1998)된 바가 있다. 연속된 약제방제에 따른 농업생태계의 변화로 1980년대 중반 이후부터 산간지에서 발생은 줄어들고 산간지와 인접한 평난지에서의 발생이 많아지는 추세를 보이고 있다. 본 연구는 큰이십팔점

박이무당벌레의 생활사를 파악하여 친환경적인 방제의 기본 자료로 이용하고자 평난지에서 발생소장을 조사하고, 실내조건에서 발육단계별 감자 잎 섭식량과 온도별 발육소요기간을 조사하였다.

재료 및 방법

실험곤충 실내사육

큰이십팔점박이무당벌레 난괴를 최초 1997년 6월 강릉 소재 고령지농업연구센터 시험포장에서 채집 후 실내에서 감자(조풍 품종) 식물체를 급여하면서 연속 사육하였다. 감자는 실내사육에 용이하도록 플라스틱 포트($\varnothing 20 \times 20$ cm)에 재배하여 실험곤충에게 제공하였다. 사방면과 윗면에 망사 환기창을 갖춘 투명아크릴 곤충사육상(50×50×80 cm)에 감자포트 두 개를 넣고 실험곤충을 접종하였으며, 1-2주 간격으로 감자포트를 교체하였다. 장기사육에 따른 자식열세를 피하기 위해 매년 동일 지역에서 난괴를 채집하여 누대사육 개체와 섞어 사육하였다. 실내사육실 조건은 온도 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 10\%$, 광주기 16:8(L:D)을 계속 유지하였다.

강릉지역 발생소장 조사

강원도 강릉지역에서 큰이십팔점박이무당벌레는 봄감자 재배기간(4월~7월)과 가을감자 재배기간(8월~11월) 동안 발생하는데, 2007년 4월부터 10월까지 격주 간격으로 강릉시 송정동 소재 고령지농업연구센터 강릉시험지 감자밭을 중심으로 감자 식물체 10주에 발생하는 유충, 성충, 난괴의 수를 계수하는 방법으로 발생밀도를 조사하였다. 다만 7월 하순부터 8월 중순 사이의 고온기에는 감자가 심겨지지 않기에, 포장 주변의 또 다른 기주식물인 까마중에 발생하는 밀도를 동일한 방법으로 조사하였다.

발육단계별 섭식량 비교

감자밭에서 채집한 난괴를 실내에서 부화시킨 후 감자(조풍 품종) 잎을 먹이로 공급, 사육하면서 발육단계별 섭식량을 비교하였다. 발육일수별 섭식량 편차를 줄이기 위해 모든 유충은 해당 영기에서 3일 경과된 유충을 실험에 이용하였고, 성충은 우화 후 3일 경과된 개체를 대상으로 하였다. 뚜껑 중앙에 직경 4 cm 네트가 부착된 투명 아크릴 사육통(9×4 cm, SPL Co.) 안에 물에 적신 키친페이퍼를 깔고 그 위에 감자 잎을 얹었다. 이 때 감자잎은 장축 8 cm 크기(잎

면적 ca. 100 cm²를 기준으로 하였고, 섭식 전에 미리 엽면 적측정기(LI-3100 Areameter LI-COR, Inc.)로 엽면적을 측정하였다. 각 사육통마다 발육단계별 5마리씩을 넣었고, 24시간 후 총섭식면적을 측정하여 한 마리당 섭식량으로 환산하였다. 모든 실험은 4반복으로 수행하였다.

온도별 발육소요기간 조사

온도별(10, 15, 20, 25, 30°C) 발육소요기간 산출을 위해 섭식량 비교실험과 동일한 방법으로 감자잎을 급여하였고 8연실 생육상(DS-8CL, 다솔과학)을 이용하였다. 여기서 얻어진 발육소요기간을 근거로 Pruess(1991)의 방법으로 발육영점온도와 유효적산온도를 구하였다. 난기간은 20개 난괴를 대상으로 조사하였는데, 최초 산란부터 50% 부화율을 보이는 시기까지를 난기간으로 삼았다. 영기별 유충과 번데기는 각각 20마리를 대상으로 온도별 소요기간을 산출하였다. 유충의 탈피 여부는 탈피각 존재 유무로 판단하였고, 먹이 감자잎은 매일 새로운 잎을 넣어 주었다. 온도별(10, 15, 20, 23, 25, 30°C) 난괴 부화율($n=120\sim151$)과 번데기 우화율($n=10\sim30$)도 동일한 방법으로 조사하였다.

결과 및 고찰

큰이십팔점박이무당벌레 발생소장

본 조사에 따르면 강원도 강릉지역에서 큰이십팔점박이 무당벌레는 5월초부터 9월말까지 발생하였으며, 성충의 발생 추이로 볼 때 1회 5월28일, 2회 6월25일, 3회 8월20일 각각 발생 피크를 보여 연 3회 발생하는 것으로 나타났다. (Fig. 1). 특히 유충은 5월 하순부터 7월 중순까지 높은

밀도로 발생하여 감자 식물체를 집중적으로 가해하는 바이 시기에 방제 대책을 집중하는 것이 효과적이며, 그 이후로는 성충과 유충의 발생밀도가 낮으므로 큰 피해는 없는 것으로 생각된다. 이 해충의 국내 발생소장에 관한 연구는 매우 미미한데, Nakayama(1929)는 수원지역에서 5-6월의 고온과 8-9월의 장일조건 및 야생기주식물의 분포 등으로 인하여 연 3세대 발생한다고 하였다. 북한에서 나온 자료에 의하면 평양부근에서 큰28점벌레(큰28점박이무당벌레의 북한 이름)는 1년에 3세대를 보낸다고 하였다(Park and Lee, 2001). 그러나 평지보다 상대적으로 저온이고 일조시간이 짧은 대관령 고랭지에서는 연 2회 발생하였다(Choi et al., 1965).

위의 몇 가지 보고서와 본 조사를 비교할 때 주목해야 할 점은 과거와 현재의 현저한 개체수 차이이다. 1963~1965년 고랭지에서 발생밀도는 감자 식물체 1주당 평균 4.0마리(Choi et al., 1965)였지만, 2007년 강릉에서는 최대 1.5마리 수준이었다. 해발 고도에 따른 생태적 차이를 감안 하더라도 과거 40년 전에 비해 현저히 이 해충의 발생량이 줄었음을 알 수 있다. 그 이유로서 농생태계내 광범위한 살충제 살포를 주요인으로 들 수 있다. 실제로 acephate 수화제, pymetrozine 수화제, thiamethoxam 입상수화제 등 6종의 살충제에 대한 큰이십팔점박이무당벌레 유충 및 성충의 치사율을 조사한 결과 기준량 이하에서도 현저한 살충 효과를 보였다(Kwon M., unpublished observation). 이로 미루어 볼 때 감자밭 뿐 아니라 주변 채소밭에 뿌려진 살충제가 이 해충의 발생밀도에 지속적으로 영향을 끼친 것으로 추정할 수 있으며, 최근 유기농재배 감자밭에서 이 해충의 발생이 점차로 늘어나고 있음도 이를 반증한다.

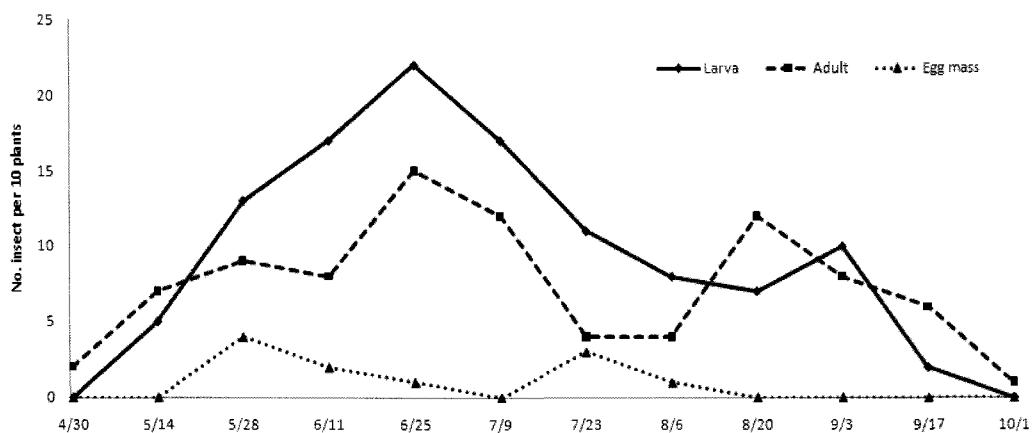


Fig. 1. Seasonal fluctuation of *Henosepilachna vigintioctomaculata* in potato fields at Gangneung, Gangwondo, in 2007.

발육단계별 섭식량 비교

큰이십팔점박이무당벌레 발육단계별 감자잎 섭식량은 유충의 영기별 진전될수록, 즉 유충의 몸 크기 증가에 따라 많아졌다(Fig. 2). 섭식량이 가장 많은 영기는 4령 유충기로서 탈피 이후부터 전용에 들어가기 전까지 섭식량이 크게 증가하였다. 그 다음은 성충기로서 산란을 위한 영양공급에 필요한 섭식의 증가로 생각된다. 영기별 정확한 섭식량을 구명하기 위해서는 해당 영기 전체에 걸쳐 섭식량을 조사하는 것이 필요하나 본 시험에서는 해당 영기마다 탈피 후 3일이 경과한 유충과 성충을 대상으로 24시간 동안의 섭식량을 측정하였다. 이는 각각의 영기에서 절반 정도 경과한 기간에 해당한다. 그러나 4령 유충의 경우 실내 사육온도 23°C에서 발육기간이 평균 6.3일이 소요되고 전용 직전에 섭식량이 폭발적으로 늘어나는 것을 감안한다면 다른 영기의 유충보다 훨씬 많은 섭식량을 보일 것으로 생각된다. 본 실험에서 제시한 각 영기의 섭식량을 해당 영기의 평균 섭식량으로 보기엔 충분하지 않은데, 이는 영기 후반기로

갈수록 몸이 커지므로 섭식량도 크게 증가하기 때문이다. 따라서 해당 영기별 정확한 섭식량을 산출하기 위해서는 전 기간 동안의 섭식량을 각각 구하는 실험이 요구된다.

온도별 발육소요기간

온도 조건별 큰이십팔점박이무당벌레 부화율과 우화율은 10°C 및 30°C 부근 온도에서는 급격하게 낮았다. 온도별 반응을 2차항식 회귀추세선으로 분석한 결과, 모두 20~23°C 부근에서 가장 높은 경향을 나타내었다(Fig. 3). 큰이십팔점박이무당벌레는 이십팔점박이무당벌레와는 달리 고온지역이나 고온기에는 발생이 적은 것으로 알려져 있는데(RDA, 1978), 야외에서 유충 발생밀도와 산란량이 점차 낮아지는 시기가 7월 하순부터 시작되는 것(Fig. 1)도 이 시기가 여름철 고온기에 해당하기 때문으로 판단된다.

각 발육단계별 생육기간은 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다(Table 1). 앞에서 성충으로 우화되기까지

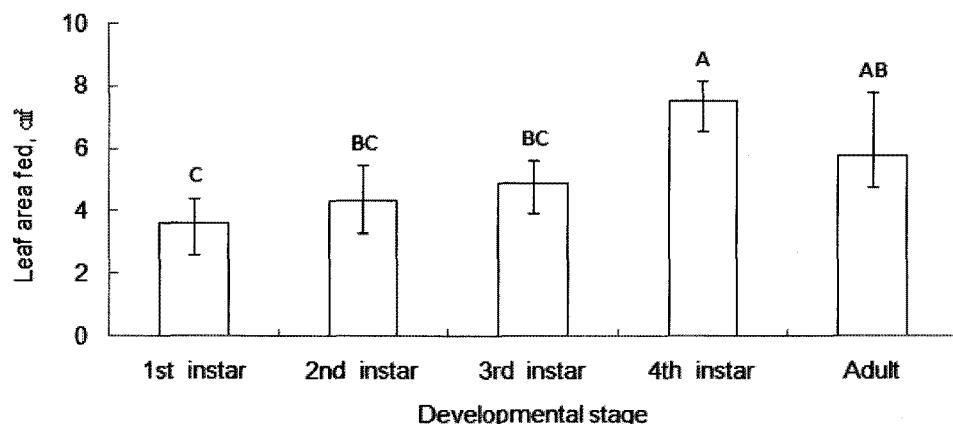


Fig. 2. Comparison of leaf consumption by larval stages and adult of *Henosepilachna vigintioctomaculata* after 24 hours feeding. Tested with 3-day passed larvae after molting at each stage. Duncan's multiple range test (5%) adopted.

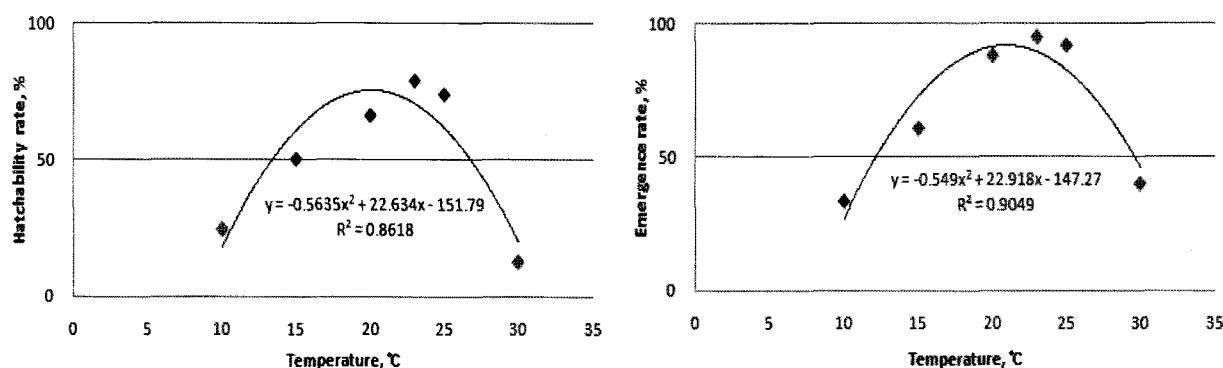


Fig. 3. Regression analysis between temperature and hatchability rate of egg mass (left) and emergence rate of pupae (right) of *Henosepilachna vigintioctomaculata* fed on potato leaves in the laboratory. n=120~151 for egg, and 10~30 for pupa.

Table 1. Developmental periods (days) of *Henosepilachna vigintioctomaculata* fed on potato leaves in laboratory

Stage	Developmental periods (days), M±SE				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
Egg	20.5±1.1	9.8±1.0	8.1±1.0	5.8±0.7	3.2±0.7
Larva	50.9±6.3	28.3±2.8	24.7±2.5	14.7±1.1	11.3±0.5
1st instar	8.8±1.6	5.1±0.9	4.1±0.8	2.5±0.5	2.1±0.3
2nd instar	10.2±1.5	5.7±1.4	5.3±0.9	4.1±0.8	3.0±0.6
3rd instar	9.8±1.3	6.3±1.3	5.7±1.1	3.1±0.7	3.0±0.8
4th instar	22.1±2.9	11.3±2.0	9.7±1.5	5.1±1.2	3.3±1.1
Pupa	20.6±1.9	12.2±1.5	7.9±1.1	4.9±1.2	4.1±0.9

Table 2. Regression equation of developmental velocity to temperature, developmental threshold (DT) and effective cumulative temperature (ET) of each stage of *Henosepilachna vigintioctomaculata*

Stage	Regression equation	DT (°C)	ET (degree day)
Eggs	$Y = 0.0120X - 0.0873$ ($r^2=0.8903$)	7.3	83.3
Larvae	$Y = 0.0034X - 0.0177$ ($r^2=0.9576$)	5.2	294.1
Pupae	$Y = 0.0103X - 0.0641$ ($r^2=0.9806$)	6.2	97.1

는 10°C에서 석 달 정도로 매우 느리게 진행되었으나, 20°C에서는 40여일, 25°C에서는 25일이 소요되었다. 15°C에서의 각 태별 발육기간은 25°C에서보다 두 배 정도 길었다. 종령 유충의 생육기간은 다른 영기의 유충보다 모든 온도조건에서 현저히 길었는데, 이는 전용단계까지를 4령 유충으로 간주한 때문이라고 생각된다. 또한 큰이십팔점박이무당벌레의 알, 유충, 번데기의 발육영점온도와 유효적온도는 Table 2와 같다. 큰이십팔점박이무당벌레가 감자밭에서 주로 피해를 주는 5월에서 7월 사이의 야외온도가 20~25°C임을 감안한다면 새로운 성충이 우화하는 6월을 전후하여 포장밀도가 가장 높을 것으로 추정된다. 실제 야외 발생소장 조사에서도 6월말을 전후하여 유충과 성충의 밀도가 가장 높았다(Fig. 1).

큰이십팔점박이무당벌레는 주로 낙엽, 풀뿌리 부분, 자봉 및 가옥의 판자 사이 등에서 성충태로 월동하다가 봄부터 출현하여 작물을 가해한다(Choi *et al.*, 1965). 따라서 월동성충이 활동하기 시작하는 초기에 적절한 방제조치를 취하는 것이 효과적이다. 현재 우리나라에 등록된 방제약제로는 carbaryl (sevin®) 수화제가 유일하여 지금까지 거의 40년 이상 연용하고 있다. 또한 최근 친환경농업지역을 중심으로 이 해충의 발생밀도가 점차 높아지고 있지만 천적곤충인 식충성 무당벌레류와 혼동하여 방제를 소홀히 하는 경향이 있기 때문에 향후 효과적인 해충관리를 위해서 정확한 피해 진단과 다양한 약제의 추가등록이 필요할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Cheng H.L. and D.W. Huang 1988. Note on the *Pediobius foveolatus* (Crawford) (Hymenoptera: Eulophidae) parasiting on *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Mots.) (Coleoptera: Coccinellidae) from the mountainous area of Luli. Journal of Shanxi University (Natural Science Edition). 3: 100-104.
- Choi, J.I., S.B. Kim and J.K. Ahn. 1965. Study on ecology of potato larger lady beetle. pp. 250~258. In Annual Report of Agricultural Research, 527 pp. Alpine Agriculture Experiment Station, Rural Development Administration.
- Choi, K.M., S.C. Han, M.H. Lee, W.S. Cho, S.B. Ahn and S.H. Lee. 1990. Ecology and management of insect pests on vegetables. 224 pp. Sammi Press, Seoul.
- Hoshikawa, K. 1983. Mass exploitation of *Panax japonicus*, an allochthonous food plant, by the ladybird *Henosepilachna vigintioctomaculata*: A curious epiphenomenon in food preference (Coleoptera: Coccinellidae). Appl. Entomol. and Zool. 18(4): 495-503.
- Hirano, K. 1985. Study on the movements of the 28-spotted lady-beetle, *Henosepilachna vigintioctopunctata* by the mark-recapture method. JapJ. of Appl. Entomol. Zool. 29: 7-13.
- Izawa, Y., M. Uchida and M. Yasui. 1986. Mode of action of buprofezin 2-tert-butylmino-3-isopropyl-5-phenyl-perhydro-1,3,5-thiadiazin-4-one on the twenty eight-spotted ladybird, *Henosepilachna vigintioctopunctata* Fabricius. Agricultural and Biological Chemistry. 50: 1369-1371.
- Kim, W.K., S.B. Kim and E.H. Kang. 1963. Study on chemical control of larger lady beetle in potato. pp. 45~52. In Annual Report of Agricultural Research, 175 pp. Alpine Agriculture Experiment Station, Rural Development Administration.
- Kobayashi, N. 1998. Molecular phylogeny of twelve Asian

- species of epilachnine ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae) with notes on the direction of host shifts. *Zoological Science*. 15: 147-151.
- Kwon, M. and Y.I. Hahn. 1998. Comparison of potato leaf consumption by larger lady beetle, *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Mot.). Proceedings of Korean Society of Applied Entomology (Spring Meeting, Chungnam National Univ.). 106pp.
- Lee, J.H., D.K. Reed, H.P. Lee and R.W. Carlson. 1988. Parasitoids of *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky) (Coleoptera: Coccinellidae) in Kyonggido area, Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 27: 28-34.
- Park, L.L. and Y.G. Lee. 2001. Study on bio-ecological characteristics of larger lady beetle, *Henosepilachna vigintioctomaculata*, in North Korea. *Saengmulhak*, pp. 39-41. Science Encyclopedia Press, Pyeongyang.
- Pruess, K.P. 1991. Day-degree methods for pest management. *Environ. Entomol.* 12: 613-619.
- Rajendran, B. 1998. Screening and grading of brinjal (*Solanum melongena*) accessions for resistance to spotted beetle (*Henosepilachna vigintioctopunctata*). *Indian J. of Agricultural Sciences.* 68: 224-225.
- Rao, P.K., K.V.S. Reddy and K.C. Chitra. 1992. Comparative efficacy of chitin synthesis inhibitors diflubenzuron and penfluron on *Henosepilachna vigintioctopunctata* (Fab.). *J. Insect Sci.* 5: 159-160.
- RDA. 1978. Atlas of insect pests on food crops in Korea. Rural Development Administration. 86 p. Hanil Color Press, Suwon.
- Shirai, Y. 1987a. Ecological studies on phytophagous lady beetles, *Henosepilachna vigintioctomaculata* complex, (Coleoptera: Coccinellidae) in the Ina area, Nagano prefecture, 2: Population dynamics of the thistle-feeding *H. niponica*. *Japanese J. of Ecology*. 37: 209-218.
- Shirai, Y. 1987b. Ecological studies on phytophagous lady beetles, *Henosepilachna vigintioctomaculata* complex (Coleoptera; Coccinellidae) in the Ina area, Nagano prefecture, 1: Reproductive ability on potato plant of three species of Henosepilachna beetles feeding on wild native host plants. *Japanese J. of Appl. Entomol. Zool.* 31: 213-219.
- Venkatesha, M.G. 2006. Seasonal occurrence of *Henosepilachna vigintioctopunctata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) and its parasitoid on Ashwagandha in India. *J. Asia-Pac. Entomol.* 9: 265-268.
- Zhang, Y.C., H.J. Liu and Z.M. Zheng. 2002. Ultrastructure of *Henosepilachna vigintioctomaculata* and *H. vigintioctopunctata*. *Entomological Knowledge*. 39: 132-135.