

철모각지벌레(*Saissetia coffeae*)에 대한 애홍점박이무당벌레(*Chilocorus kuwanae*)의 포식능력

진혜영 · 안태현 · 이봉우 · 전해정¹ · 이준석¹ · 박종균² · 함은혜^{1,2*}

국립수목원, ¹(주)오상킨섹트 생물자원연구소, ²경북대학교 생태과학과

Predatory Capability of *Chilocorus kuwanae* (Silvestri) (Coleoptera: Coccinellidae) for *Saissetia coffeae* (Walker) (Hemiptera: Coccidae)

Hye Young Jin, Tai Hyeon Ahn, Bong Woo Lee, Hye Jeong Jun¹, Jun Seok Lee¹, Jong Kyun Park² and Eun Hye Ham^{1,2*}

Korea National Arboretum, Pocheon, 12001, Republic of Korea

¹Institute for Bioresources, Osangkinsect Co., Ltd., Guri, 11921, Republic of Korea

²College of Ecology & Environmental Sciences, Kyungpook National University, Sangju, 37224, Republic of Korea

ABSTRACT: This study, examined *Chilocorus kuwanae* for biological control of *Saissetia coffeae*. We measured basic developmental characteristics of *C. kuwanae* and its capability to prey on the second-instar larvae of *S. coffeae* by indoor breeding under the following conditions: 25°C ± 2°C, humidity 70% ± 5%, and day length 16L : 8D. The average daily consumption of the second-instar larvae of *S. coffeae* by *C. kuwanae* adults was approximately 77.5 larvae/day, which was significantly 2.8 and 2.9 times higher than consumption by *Chrysoperla carnea* and *Cryptolaemus montrouzieri*, respectively. During the nymphal period, *C. kuwanae* consumed a total of 659.0 second-instar larvae of *S. coffeae*. The interaction between *C. kuwanae* and the second-instar larvae of *S. coffeae* varied according to their densities, with the increase in *C. kuwanae* consumption rate noted to decelerate and gradually level off at the maximum, resembling Holling's Type II functional response. Duration of egg to adult development varied from 21.1 days to nearly 27.9 days at temperatures of 25°C ± 2°C. Hatchability, pupation rate, and adult emergence were greater than 72.3%, 77.8% and 83.3%, respectively.

Key words: *Saissetia coffeae*, *Chilocorus kuwanae*, Mealy bug, Natural enemy, Biological control

초록: 철모각지벌레의 생물적 방제를 위한 애홍점박이무당벌레의 포식능력과 기초 생태특성을 25°C ± 2°C, 70% ± 5%, 16L : 8D로 설정된 사육실에서 검정한 결과, 애홍점박이무당벌레 성충은 하루에 77.5마리의 철모각지벌레를 포식하여, 각지무당벌레 포식력의 2.9배, 어리줄잠자리 포식력의 2.8배 이상의 뛰어난 포식능력이 관찰되었다. 1령 ~ 4령 유충 기간 동안 659.0마리의 철모각지벌레를 포식하였고, 애홍점박이무당벌레와 철모각지벌레의 밀도 별 상호작용을 조사한 결과 Holling (1959)의 기능반응곡선 제 II 형과 유사한 포식반응을 확인하였다. 애홍점박이무당벌레는 철모각지벌레를 먹이로 공급했을 때 알에서 성충까지 21.1일 ~ 27.9일이 소요되었으며, 72.3%, 77.8%, 83.3%의 높은 부화율, 용화율과 우화율을 보였다.

검색어: 철모각지벌레, 애홍점박이무당벌레, 각지벌레, 천적, 생물적방제

세계적으로 각지벌레는 7,355종이 보고되어 있으며(Miller et al., 2005), 한국산 각지벌레에 대해서는 Paik (2000)이 159종을 종합 정리하였으나 아직도 다른 나라의 보고에 비해 극히 미

비한 실정이다(Kwon et al., 2005). 일반적으로 각지벌레는 줄기, 잎, 과실 등 식물의 다양한 부위에 기생하면서 단시간에 식물을 고사시켜 과수류, 화훼류에 문제가 되는 주요 난방제 해충이다. 또한 왁스를 분비하여 몸을 덮고 있어 약제 살포를 통한 방제가 어렵고(Jeon et al., 1996), 배설물로 인해 그늘음병을 유발하여 식물의 광합성과 상품성을 저해하기도 하고, 천적의 위협으로부터 보호해주는 개미를 유인하기도 한다(Hayashi and

*Corresponding author: ehham@k-insect.com

Received September 7 2015; Revised October 7 2015

Accepted November 11 2015

Nomura, 2014).

국내에 발생하는 깍지벌레를 대상으로 천적을 활용한 연구는 열대 관상식물을 가해하는 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki* (Kuwana))와 오미자를 가해하는 식나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis cockerelli* (Cooley))에 대한 신규 토착천적(*Chrysoperla nipponensis* (Okamoto))의 적용 가능성 연구(Ham et al., 2013a; Ham et al., 2013b; Ahn et al., 2014), 뽕나무깍지벌레(*Pseudaulacaspis prunicola* (Maskell))에 대한 애홍점박이무당벌레(*Chilocorus kuwanae* (Silvestri))의 포식능력을 확인한 연구(Kim et al., 2010)와 곰솔에 만연된 솔껍질깍지벌레(*Matsucoccus thunbergiana* Miller and Park)의 포식천적에 관한 연구(Kim and Lee, 1998) 외에는 거의 이루어지지 않고 있다.

*Chilocorus*속 무당벌레는 난방제 해충인 깍지벌레류의 유용한 천적으로 알려져 있다(Ponsonby and Copland, 1998; Kim et al., 2007). 이중 애홍점박이무당벌레는 1980년대 미국 워싱턴 D.C 전역에 발생한 사철깍지벌레(*Unaspis euonymi* (Comstock))의 방제를 위해 한국에서 최초 도입하여 성공적으로 방제한 사례도 있다(Drea and Carlson, 1987). 최근에도 사철깍지벌레와 거북밀깍지벌레(*Ceroplastes japonicas* Green)의 방제인자로 중국, 미국, 유럽 등지에서 지속적으로 사용되고 있으며(Xia et al., 1986; Driesche and Nunn, 2003), 주로 저온에서 높은 활력을 보이는 것으로 알려져 있다(Nohara, 1962; Podoler and Henen, 1983; Drea and Carlson, 1987). 국내에서는 애홍점박이무당벌레에 대한 자연상태에서의 생활사와 뽕나무깍지벌레에 대한 밀도 억제 효과 확인(Kim et al., 2010) 외에는 추가 연구가 미진한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 난방제 철모깍지벌레의 생물적 방제를 위한 애홍점박이무당벌레의 포식능력을 규명하고 수목이

식재된 온실환경에서의 생물적 방제기반 구축을 위한 종합적 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

공시 해충(깍지벌레)

경기도 포천시 소흘읍에 위치한 국립수목원내 열대식물자원연구센터 유리온실에 발생하는 난방제 깍지벌레를 채집하여 서울대학교 곤충계통분류실에 동정을 의뢰하였다. 깍지벌레 기주식물은 총 3종으로 각각(*Sanchezia parvibracteata* Sprague and Hutch, *Brillantaisia lamium* (Nees), *Pseuderanthemum atropurpureum* (W. Bull))이었다(Fig. 1).

애홍점박이무당벌레의 포식능력 비교

애홍점박이무당벌레의 대상 깍지벌레에 대한 포식능력을 확인하고자 깍지벌레 포식성 천적 2종(어리줄풀잠자리(*Chrysoperla carnea* (Stephens)), 깍지무당벌레(*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant))과 함께 철모깍지벌레에 대한 포식능력을 비교하였다.

애홍점박이무당벌레는 2015년 6월 경기도 남양주시 불암로 109번길 옆 공터의 수목에 집단 서식하고 있는 성충과 번데기를 채집해서 사육실(25 ± 2°C, 70 ± 5%, 16L : 8D)에서 발육시켜 실험에 사용하였고 어리줄풀잠자리와 깍지무당벌레는 (주)오상킨섹트의 제품을 사용하였다.

측면에 지름 3 cm의 환기구가 있는 투명 플라스틱 사육상자(22 × 15 × 10 cm)에 철모깍지벌레 60 ~ 100 마리와 천적 1 마리씩 접종하여 온도 25 ± 2°C, 습도 70 ± 5%, 광주조건 16L : 8D로 설정되어 있는 실험실에서 24시간 경과 후 현미경(Dino-Lite



Fig. 1. Mealy bug on *Brillantaisia lamium*, *Sanchezia parvibracteata*, and *Pseuderanthemum atropurpureum* in an experimental glasshouse.

Premier Digital Microscope AM-7013MZT4)하에서 포식량을 조사하였다. 애홍점박이무당벌레와 깍지무당벌레는 성충을 대상으로, 성충기간에는 해충을 포식하지 않는 어리줄풀잠자리는 3령 유충을 대상으로 실험하였다. 이때 철모깍지벌레가 서식하는 식물체줄기의 신선도를 유지하기 위하여 절단면은 물에 적신 휴지로 감싸주었다. 통계분석은 Microsoft Office Excel 2007을 사용하여 평균 ± 표준편차 값을 도식화하고, 처리 효과를 판별하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 모든 처리 평균은 Type I error = 0.05에서 최소 유의차검정에 의해 비교하였다.

애홍점박이무당벌레의 기초 생태조건 규명

측면에 지름 3 cm의 환기구가 있는 투명 플라스틱 사육상자(22 × 15 × 10 cm)에 선발된 애홍점박이무당벌레의 알을 하나씩 접종하여 령기별 철모깍지벌레를 충분히 공급하면서 25 ± 2°C, 습도 70 ± 5%, 광주조건 16L : 8D로 설정되어 있는 실험실에서 부화율과 유충 발육기간, 용화율, 우화율, 성충수명 등 생태특성을 조사하였다. 또한 발육기간 동안 철모깍지벌레의 포식량을 확인하기 위해 매일 신선한 줄기의 깍지벌레(1령: 50마리, 2령: 80마리, 3령이상: 150마리)로 교체 공급해 주었다. 유충 령기는 탈피각 확인으로 구분하였고 이때 깍지벌레의 먹이 식물이 마르지 않도록 절단면을 물에 적신 휴지로 감싸주었다. 포식량은 24시간 경과 후 먹이 식물을 교체하면서 현미경하에서 조사하였다.

기능반응

애홍점박이무당벌레의 천적으로서 포식자의 가치를 평가하기 위해 포식자와 피식자의 상호작용을 조사하였다. 애홍점박이무당벌레 성충과 4령충을 포식자로 하고, 철모깍지벌레 2령충(0.5 ~ 1 mm)은 피식자로 하여 *B. lamium* 앞에서 먹이 기능반응을 조사하였다. 철모깍지벌레 2령충의 밀도는 60, 90, 120, 150, 190마리의 5개 수준으로 설정 하였다. 측면에 지름 3 cm의 환기구가 있는 투명 플라스틱 사육상자(22 × 15 × 10 cm)에 철모깍지벌레를 밀도 별로 접종 한 후, 애홍점박이무당벌레 성충과 4령충을 한 마리씩 접종하여 온도 25 ± 2°C, 습도 70 ± 5%, 광주조건 16L : 8D로 설정되어 있는 실험실에서 24시간 경과 후 현미경하에서 처리 별 포식량을 조사하였다.

결과 및 고찰

대상 깍지벌레 분류동정

서울대학교 곤충계통분류실에서 암컷 성충을 슬라이드 표본으로 제작하여 광학현미경하에서 왁스를 분비하는 미세형질의 특징적인 부분을 문헌과 비교하여 동정한 결과 철모깍지벌레로 확인되었다(Fig. 2).

애홍점박이무당벌레의 포식능력 비교

본 연구는 수목이 식재된 온실환경에서 철모깍지벌레 방제를 위한 애홍점박이무당벌레를 활용한 가능성을 확인하는데 목적을 두었다. 이를 위해 먼저 철모깍지벌레 2령 약충에 대한 애홍점박이무당벌레의 포식능력을 확인하였다. 깍지벌레 천적으로 보고된 어리줄풀잠자리와 깍지무당벌레를 대상으로 철



Fig. 2. Adult and nymphs of *Saissetia coffeae* on different plants in an experimental glasshouse. A, B: *Saissetia coffeae* on *Brillantaisia lamium*, C, D: *Saissetia coffeae* on *Pseuderanthemum atropurpureum*.

Table 1. Number of *Saissetia coffeae* consumed per day in the laboratory by three natural enemies

Treatment ¹⁾	N ²⁾	Prey density	No. of prey consumed/day ± SE ³⁾
Adult of <i>C. montrouzieri</i>	3	103	26.0 ± 8.1
Adult of <i>C. kuwanae</i>	8	100	77.5 ± 3.0
3-instar of <i>C. carnea</i>	5	60	27.2 ± 1.2

¹⁾ At 25 ± 2°C, 70 ± 5%, 16L : 8D.

²⁾ Number of individuals tested.

³⁾ Standard Error (Type I error = 0.05).

모각지벌레에 대한 애홍점박이무당벌레의 포식능력을 비교 검증한 결과 깍지무당벌레의 2.9배, 어리줄풀잠자리의 2.8배 이상의 뛰어난 포식능력이 관찰되었다($F=42.8$; $df=2$; $P=0.0003$) (Table 1).

Kaur et al. (2010)은 깍지무당벌레 성충이 하루 평균 19.7마리의 *Phenacoccus solenopsis* 2령 약충을 포식한다고 발표하 바 있는데, 이는 본 실험의 결과(26마리)와 비슷한 경향이였다. 애홍점박이무당벌레의 깍지벌레 포식량에 대한 연구는 전무한 실정이나 Kim et al. (2010)은 벚나무깍지벌레의 천적으로 애홍점박이무당벌레를 도입했을 때 약 80%의 밀도 억제 효과를 보였음을 보고한 바 있으며, Van Driesche et al. (1998)과 Drea and Carlson (1987)은 노지 수목의 사철깍지벌레 방제인자로 적용했을 때 효과적으로 정착하여 천적의 역할을 수행하는 것으로 보고한 바 있어, 유리온실 수목에 대한 적용도 가능할 것으로 사료된다.

애홍점박이무당벌레의 기초 생태조건 규명

갇춘 탈바꿈을 하는 애홍점박이무당벌레(Fig. 3)는 알에서 성충까지 24.5일이 소요되며, 령기별(1 ~ 4령) 포식량은 46.2, 103.4, 129.2, 382.0마리로 4령 유충의 포식량이 가장 많았고 (전체 유충 기간 포식량의 58%), 유충 발육 기간 동안 659.0마리의 철모깍지벌레를 포식하였다(Table 2). 철모깍지벌레를 먹이로 공급하면서 애홍점박이무당벌레의 기초 생태조건을 규명한 결과 72.3, 77.8, 83.3%의 높은 부화율, 용화율과 우화율을 확인하였다(Table 3).

일반적으로 천적이 갇추어야 하는 가장 기본이 되는 요건은 대상해충을 먹이로 건전한 발육이 이루어져야 한다는 것이다 (Kaur et al., 2010). 본 연구에서는 애홍점박이무당벌레의 모든 유충 령기와 성충에서 철모깍지벌레의 포식이 확인되었고, 발육이 진행되면서 먹이 포식량도 증가하는, 무당벌레과의 발육



Fig. 3. Developmental stages of *C. kuwanae* (from left: egg, larva, pupa, and adults).

Table 2. Development period and number of *S. coffeae* second-instars consumed per day in the laboratory by different stages of *C. kuwanae*

Stage ¹⁾	Development period (days \pm SE ²⁾)	No. of prey consumed \pm SE
Egg	6.0 \pm 0.6	
First-instar	2.3 \pm 0.2	46.2 \pm 5.0
Second-instar	2.6 \pm 0.2	103.4 \pm 5.7
Third-instar	2.0 \pm 0.0	129.2 \pm 12.0
Fourth-instar	5.2 \pm 0.2	382.0 \pm 32.1
Pupae	6.4 \pm 0.2	
Total (egg to pupae)	24.5 \pm 1.3	659.0 \pm 41.6

¹⁾ At 25 \pm 2°C, 70 \pm 5%, 16L : 8D.

²⁾ Standard Error.

Table 3. Summary of the overall performance of *C. kuwanae* in the laboratory when fed *S. coffeae*

N ¹⁾	Overall performance of <i>C. kuwanae</i> (Mean \pm SE ²⁾) ³⁾		
	Hatchability (%)	Pupation rate (%)	Adult emergence (%)
11	72.3 \pm 2.7	77.8 \pm 11.1	83.3 \pm 16.7

¹⁾ Number of individuals tested

²⁾ Standard Error.

³⁾ At 25 \pm 2°C, 70 \pm 5%, 16L : 8D.

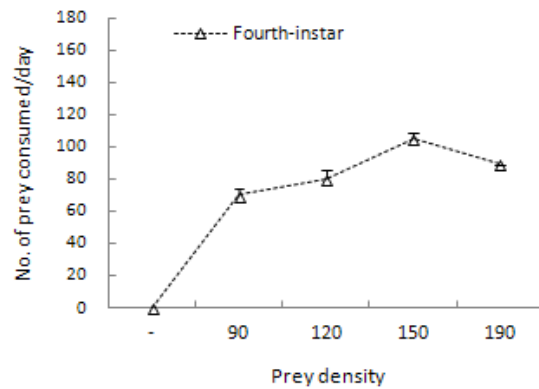
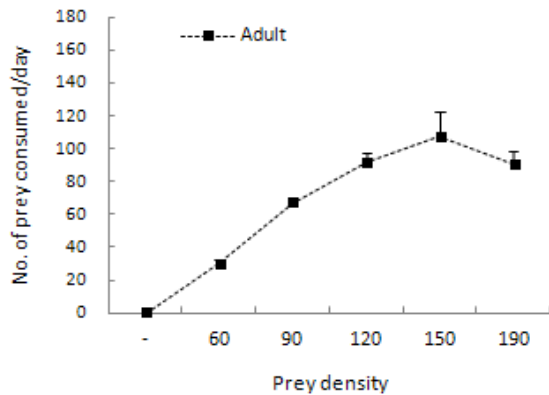


Fig. 4. Functional responses of adult and fourth-instar *C. kuwanae* on *B. lamium*.

단계별 먹이 포식량에 관한 선행 연구와 비슷한 경향을 보였다 (Ali and Rizvi, 2007; Babu, 1999). 또한 종령 유충 시기 포식량이 전체 유충 기간 동안 총 포식량의 60% 정도를 차지한다는 Fandi et al. (2010)과 Lucas et al. (2004)의 연구결과와도 일치하였다.

기능반응

철모꼭지벌레에 대한 포식성 천적으로 애홍점박이무당벌레의 가치를 평가하기 위해 포식자와 피식자의 상호작용을 조사한 결과, 먹이의 밀도가 낮을 때에는 밀도 증가함에 따라 포식량이 서서히 증가하고, 먹이 밀도가 높을 때에는 밀도 증가함에 따라 포식량이 점차 증가하나 그 증가율은 차차 감소하는 Holling (1959)의 기능반응곡선 제 II 형과 유사한 포식반응을 확인하였다(Fig. 4).

Drea and Carlson (1987)은 날개가 있는 성충은 방사 직후 방사지점을 벗어나는데 비해, 유충은 방사지점에 머물면서 포식활동을 하기 때문에 성충보다 유충 형태로 방사하는 것이 방사효율이 높다고 보고한 바 있다. 본 실험에서도 성충과 4령충의 철모꼭지벌레 포식량은 거의 차이가 없었으므로 유충 형태로 방사하는 것이 본 기술을 효과적으로 적용할 수 있을 것으로 사료되나, 방사시기나 방사횟수 등에 관한 추가 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한 *Chilocorus*속 무당벌레는 저온에서도 높은 활력을 보이는 것으로 알려져 있어(Nohara, 1962; Podoler and Henen, 1983; Drea and Carlson, 1987) 이른 봄 월동하는 암컷 성충을 대상으로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

사사

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원 수출전략기술개발

사업(과제번호: 114077-02)의 지원에 의하여 수행되었습니다. 각지벌레 동정에 도움을 주신 서울대학교 곤충계통분류실 이승환교수님과 최진영선생님께 감사의 뜻을 표합니다.

Literature Cited

- Ahn, T.H., Jin, H.Y., Ham, E.H., Lee, J.S., 2014. Biological control of *Pseudococcus comstocki* on *Phyllanthus acidus* and *Tetranychus urticae* on *Acalypha wilkesiana* using beneficial insects in tropical plants resources research center of Korea national arboretum. Korean Journal of Nature Conservation. 8(2), 193-199.
- Ali, A., Rizvi, P.Q., 2007. Development and predatory performance of *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on different aphid species. Journal of Biological Sciences, 7, 1478-1483.
- Babu, A., 1999. Influence of prey species on feeding preference, post-embryonic development and reproduction of *Coccinella transversalis* F. (Coleoptera: Coccinellidae). Entomon, 24, 221-228.
- Drea, J.J., Carlson, R.W., 1987. The establishment of *Chilocorus kuwanae* (Coleoptera: Coccinellidae) in eastern United States. Proc. Entomol. Soc. Wash. 89, 821-824.
- Driesche, R.G. van, Nunn, C., 2003. Status of euonymus scale in massachusetts fourteen years after release of *Chilocorus kuwanae* (Coleoptera: Coccinellidae). Fla Entomol. 86, 383-384.
- Fandi, B.B., Gautam, R.D., Suroshe, S.S., 2010. Effect of developmental stage and density of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on the predatory performance of four coccinellid predators. Journal of Biological control, 24, 110-115.
- Ham, E.H., Lee, J.S., Lee, B.W., Ahn, T.H., Jin, H.Y., Song, J.H., Choi, Y.C., 2013a. A study on application of *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) (Hemiptera: Pseudococcidae) by new native natural enemy (*Chrysoperla nipponensis* (Okamoto)) (Neuroptera: Chrysopidae) on tropical plant (*Trachycarpus fortune* (Hook)).

- Korean Journal of Nature Conservation. 7(2), 147-150.
- Ham, E.H., Lee, Y.S., Lee, J.S., Park, J.K., 2013b. Biological control of Magnolia white scale; *Pseudaulacaspis cockerelli* (Cooley) (Hemiptera: Diaspididae) and yellow tea thrips; *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on five flavor berry orchards, using *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). Korean Journal of Nature Conservation. 7(2), 142-146.
- Hayashi, M., Nomura, M., 2014. Eggs of *Mallada desjardinsi* (Neuroptera: Chrysopidae) are protected by ants: the role of egg stalks in ant-tended aphid colonies. Environmental Entomology 43(4), 1003-1007.
- Holling, C.S., 1959. Some characteristics of simple type of predation and parasitism. Can. Entomol. 91, 385-398.
- Jeon, H.Y., Kim, D.S., Yiem, M.S., Lee, J.H., 1996. Modeling temperature-dependent development and hatch of overwintered eggs of *Pseudococcus comstocki* (Homoptera: Pseudococcidae). Korean J. Appl. Entomol. 35, 119-125.
- Kaur, H., Virk, J.S., Kaur, R., 2010. Biology of Australian ladybird beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant on *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. Journal of Biological control, 24, 123-125.
- Kim, D.G., Kim, J.W., Jong, E.H., Kim, D.S., 2010. A preliminary study on the life cycle of *Chilocorus kuwanae* (Coleoptera: Coccinellidae) and its predation ability on *Pseudaulacaspis prunicola* (Homoptera: Diaspididae). Journal of Asian Agriculture and Biotechnology 26(1), 7-13.
- Kim, D.S., Seo, Y.D., Choi, K.S., 2007. Seasonal development and population fluctuations of arrowhead scale, *Unaspis yanonensis* (Homoptera: Diaspididae), in citrus orchards in Jeju, Korea J. Asia-pacific Entomol. 10(4), 363-367.
- Kim, K.C., Lee, H.B., 1998. Natural enemies of the black pine bast scale (*Matsucoccus thunbergiana*) in the black pine forests. Korean J. Appl. Entomol 37(1), 79-80.
- Kwon, G.M., Han, M.J., Choi, D.R., 2005. Scale insects (Sternorrhyncha) Occuring on flowering plants in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 44(1), 51-59.
- Lucas, E., Labrecque, C., Coderre, D., 2004. *Delphastus catalinae* and *Coleomegilla maculate lengi* (Coleoptera: Coccinellidae) as biological control agents of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Pest management science, 60, 1073-1078.
- Miller, D., Ben-Dov, Y., Gibson, G., 2005. Scalent. <http://198.77.169.79/scaienet/scalenet.htm>[accessed on Jan. 2005].
- Nohara, K., 1962. On the overwintering of *Chilocorus kuwanae* Silvestri (Coleoptera: Coccinellidae). Sci. Bull. Fac. Agric. Kyushu Univ. 20, 33-39.
- Paik, J.C., 2000. Homoptera (Coccinea). Economic insects of Korea 6. National institute of agricultural science and technology, Suwon. pp.193.
- Podoler, H., Henen, J., 1983. A comparative study of the effects of constant temperatures on development time and survival of two coccinellid beetles of the genus *Chilocorus*. Phytoparasitica, 11, 167-176.
- Ponsonby, D.J., Copland, M.J.W., 1998. Environmental influences on fecundity, egg viability and egg cannibalism in the scale insect predator, *Chilocorus nigritus*. Biocontrol 43, 39-52.
- Van Driesche, R.G., Idoine, K., Rose, M., Bryan, M., 1998. Release, establishment and spread of asian natural enemies of *Euonymus scale* (Homoptera: Diaspididae) in new England. Florida Entomologist 81(1), 1-9.
- Xia, C., Zhang, Y., Shen, B.Y., 1986. Biology of *Chilocorus kuwanae* and its control of coccids in the field. Chin. J. Biol. Control. 2, 70-74.