

## 느티나무벼룩바구미의 생물학적 특성 및 약제 살충 효과

김철수<sup>1</sup> · 김종국<sup>2</sup> · 신상철<sup>3</sup> · 최광식<sup>3</sup> · 전문장<sup>4</sup> · 박일권<sup>3\*</sup><sup>1</sup>국립산림과학원 남부산림연구소, <sup>2</sup>강원대학교 산림자원학부, <sup>3</sup>국립산림과학원 산림병해충과, <sup>4</sup>대구대학교 생명환경대학 산림자원학과Biological Characteristics of *Rhynchaenus sanguinipes* (Coleoptera: Curculionidae) and Control Effects of some InsecticidesChul-Su Kim<sup>1</sup>, Jong-Kuk Kim<sup>2</sup>, Sang-Chul Shin<sup>3</sup>, Kwang-Sik Choi<sup>3</sup>, Mun-Jang Jeon<sup>4</sup>  
and Il-Kwon Park<sup>3\*</sup><sup>1</sup>Southern Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju, 660-300, Republic of Korea<sup>2</sup>Department of Forest Resources Protection, Kangwon National University<sup>3</sup>Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute, Seoul, 130-012, Republic of Korea<sup>4</sup>Department of Forest Resources, College of Life and Environment, Daegu University, Kyeongsan 712-714, Korea

**ABSTRACT :** This study was carried out to clarify the biologies and morphological characteristics of *Rhynchaenus sanguinipes*. Also some chemicals were tested to screen the effective insecticide for the control of the species. Up to date, *Zelkova serrata* has been known as host plant of *Rhynchaenus sanguinipes*, which shows serious damage in this country. In the present study, *Ulmus pumila* was first found as host plant in this study. Body lengths of larvae, pupa and adult were 4.53±0.30 mm, 3.30±0.42 mm and 2.96±0.12 mm, respectively. The overwintered adult of the species emerged on early April to late April, and adult of next generation emerged on early May to late May. Pupal periods were 10, 7.2, 5.1 and 4 days on 16, 20, 24 and 28°C, respectively. The lower developmental threshold temperature was 5.8°C. Four braconid parasitoids were found as natural enemies, which emerged mainly on late April to early June. Insecticidal activities with treatments of fenitrothion 50% EC, indoxacarb 30% WG, ethofenprox 20% EC and thiacloprid 10% SC was investigated against adult of *R. sanguinipes*, and they showed >90% mortality.

**KEY WORDS :** *Rhynchaenus sanguinipes*, *Zelkova serrata*, seasonal occurrence, natural enemy, insecticides

**초 록 :** 본 연구는 최근 대량으로 발생하여 느티나무에 큰 피해를 주고 있는 느티나무벼룩바구미 (*Rhynchaenus sanguinipes*)의 생활사 및 발육단계별 형태특징을 조사하고 성충의 우화소장 등의 생태적 특성을 파악하여 효율적인 방제를 위한 기초자료를 작성하기 위해 수행되었다. 또한 몇 가지 약제를 공시하여 살충효과 조사를 통해 방제를 위한 기초자료를 수립하였다. 현재까지 느티나무벼룩바구미의 국내 기주식물로서 느티나무만 기재되었으나 본 조사에서 비솔나무가 추가되었다. 느티나무벼룩바구미의 유충, 용, 성충의 체장은 각각 4.53±0.30 mm, 3.30±0.42 mm, 2.96±0.12 mm이었다. 월동성충의 출현 시기는 4월 상순부터 4월 하순까지 약 1개월 내외였으며, 신성충 우화기간은 5월 상순부터 5월 하순까지였다. 외부의 기온과 비슷한 20°C에서의 용 발육기간은 약 7.2일이었으며 16°C에서는 10일, 24°C 5.1일, 28°C 4.0일로서 기온이 상승함에 따라 발육속도가 빠르게 나타났으며 발육한계온도는 5.8°C이었다. 천적종류는 기생성천적으로서 고치벌류 4종이 조사되었고, 4월 하순부터 우화하기 시작하여 6월 초순에 종료하였다. 페니트로치온, 인독사카브, 에토펜프록스 그리고 치아클로프리트드의 느티나무벼룩바구미 성충에 대한 살충활성을 조사한 결과, 모든 약제가 90% 이상의 높은 살충율을 나타내었다.

**검색어 :** 느티나무벼룩바구미, 느티나무, 발생시기, 천적, 살충제

\*Corresponding author. E-mail: parkik1@foa.go.kr

## 서 론

느티나무는 전국에 자생하는 낙엽활엽교목으로서 수형이 좋고 수관폭이 넓어서 정자목이나 녹음수로 아주 훌륭한 나무일뿐만 아니라 정원수 또는 가로수로도 많이 선호하는 수종이다(Lee, 1996). 느티나무를 가해하는 해충은 느티나무벼룩바구미를 비롯하여 진딧물류와 깍지벌레류 등 약 60여종에 달하는 것으로 밝혀져 있으나(Lee and Chung, 1997) 최근 문제가 되는 해충으로 느티나무벼룩바구미를 꼽을 수 있다. 본 해충은 우리나라와 일본에만 분포하고 있으며 우리나라에서는 1980년대부터 피해가 나타나기 시작하였으며, 1990년대 중반 이후에 심한 피해를 주고 있다(Lee and Chung, 1997). 특히, 중부지방을 중심으로 피해가 큰 것으로 조사되었다(Anonymous, 2002; 2003). 느티나무벼룩바구미의 성충과 유충 모두 잎을 가해하나 성충은 잎 표면에 구멍을 뚫고 가해하고 유충은 잎의 가장자리부터 터널을 형성하며 갉아 먹는 특성을 가지고 있다. 일본에서는 1957년 후쿠이현에서 약 2,300 ha에 달하는 산지, 산천, 도로 등의 느티나무에 대량 발생하고, 50그루의 고사목이 발생한 것이 최초의 피해보고이다. 그 후, 1972년 이바라기현에서는 평지지대에 있는 느티나무는 물론, 현의 북지대의 다이고마치의 인공식재 지역에서도 돌발적으로 발생하여 큰 피해가 발생하였다(Ebine *et al.*, 1973; Kishi, 1978). 피해를 받은 나무가 고사되는 경우는 드물지만 5월 이후 피해 받은 잎이 갈색으로 변하여 경관을 크게 해친다. 느티나무벼룩바구미에 대한 연구는 국내에서는 전무한 실정이고, 일본에서도 생활사나 약제방제와 같은 기본적인 조사만이 이루어져 있다. 따라서, 본 연구는 느티나무벼룩바구미의 발육단계별 형태적 특성파악과 성충의 성비, 우화소장, 생활사 등 생태적 특성, 천적 및 몇 가지 약제의 살충효과를 조사하여 방제의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 기주식물과 총태별 외부형태조사

느티나무벼룩바구미 고정시험지에서(양평군 용문산, 서울 홍릉수목원) 3월부터 11월까지 각 해충별 기주식물을 조사하고 채집된 성충, 유충, 용 등 발육단계에 따른 외부형태는 실체현미경하에서 조사하였고, image analyzer와 디지털캘리퍼스를 이용하여 총체 크기를 측정하였다.

### 월동성충 및 신성충의 우화시기 및 성비조사

고정시험지(양평군 용문산, 서울 홍릉수목원)를 선정하고 5일 간격으로 야외달관조사 및 스위핑 방법에 의하여 월동성충의 출현 시기를 조사하였다. 신성충의 경우, 본 해충이 발생한 기주식물의 피해 잎을 시기별로 채집하여 미리 제작한 우화상(목재제품 : 30×30×30 cm)에 넣고 매일 우화하는 개체수를 조사하고 채집된 성충은 해부현미경하에서 해부하여 Genitalia를 적출한 후 구조의 차이에 의하여 암수를 구별하였다.

### 온도별 용 발육기간

우화초기에 야외 피해임지에서 채집한 느티나무벼룩바구미의 용을 곤충사육병(플라스틱, Ø75×H84 mm)에 넣고 온도조건 16, 20, 24, 28°C, 광조건 14L:10D, 습도조건 70±5%의 항온항습기를 이용, 성충의 우화상황을 매일 일정한 시간에 관찰하여 온도조건별 용의 발육기간을 조사하였다.

### 느티나무벼룩바구미의 생활환

고정시험지에서 조사된 결과 및 월동처로 판단되는 수피 또는 지피물(50×50 cm)을 조사한 결과를 토대로 느티나무벼룩바구미의 생활경과표를 작성하였다.

### 천적조사

유충기와 용화기에 야외에서의 달관조사와 피해 받은 잎을 실내에 이동하여 실체현미경 또는 사육상에서 우화되는 기생성천적류를 조사하는 방법으로 천적의 종류를 조사하였으며 2일 간격으로 기생성 천적류의 개체수를 조사하여 우화시기를 파악하였다.

### 약제 살충효과

살충제로는 시판되는 페니트로치온 50%유제(유기인계), 인독사카브 30%입상수화제(옥시디아진계), 에토펜프록스 20%유제(피레스로이드계) 그리고 치아클로프로이드 10%액상수화제(클로르니코터닐계)를 실험에 이용하였다. 느티나무벼룩바구미 성충을 야외에서 포충망으로 채집한 후, 키친타월을 깐 아크릴 사육상(35×35×40 cm)에 넣은 후, 소형분무기를 이용하여 추천농도로 희석시킨 약제를 약액이 흐르지 않을 정도로 살포하였다. 대조구인 무처리에는 물을 처리하였다. 살충율은 24시간 후에 조사하였고, 모든 실험은 3반복으로 실시하였다.

결과 및 고찰

기주식물과 총태별 외부형태조사

느티나무벼룩바구미의 국내 기주식물은 최근까지 느티나무만 기재되었으나 본 조사에서 비솔나무가 처음으로 추가되었으며 느티나무를 가해하는 바구미류는 느티나무벼룩바구미(*Rhynchaenus sanguinipes*)와 검정벼들벼룩바구미(*Rhynchaenus stigma*) 2종으로 밝혀졌다. 느티나무벼룩바구미의 외부형태 및 크기는 Fig. 1과 Table 1에 나타내었다. 알은 앞 뒷면의 주맥에 산란하고 긴 장타원형이며 투명한 유백색이고 장경은 평균 0.63 mm, 단경은 평균 0.30 mm이었다. 주맥에서 산란된 알은 부화하여 엽육을 먹고, 앞에 터널을 형성하였다. 2회 탈피하여 종령 유충이 되며, 제1령 유충의 체장은 0.75 mm, 제2령 유충은 1.67 mm, 제3령 유충은 4.03 mm이었다. 유충의 다리는 없고, 체절이 명료하며, 체색은 유백색이고 두부는 진한 갈색을 띠었으며 이마의 형태는 두정을 향한 역삼각형

이었다. 노숙유충은 주로 잎 가장자리의 엽육 내에 원형의 용실을 만들고 그 안에서 용화하며 용의 체색은 용화초기에는 진한 유백색이지만 시간이 지나면 갈색으로 변하고 구기와 촉각은 명료하게 돌출되어 있으며 구기는 뒷다리 기절에 이르고 초시는 빗살모양으로 발달되었으며 갈색으로 명료하다. 성충의 체장은 2.96 mm이며 체색의 갈색에서 흑갈색까지 변이가 다양하였다. 초시는 길쭉한 형태이며 끝으로 갈수록 좁아졌으며 뒷다리 퇴절은 크게 발달되어 있다. 일본의 경우, 성충의 체장은 3 mm 이내, 유충은 4~5 mm 이내이며, 번데기의 경우 체장은 3 mm 이내이며 체색은 처음에는 흰색이지만, 점차 담갈색으로 변한다고 보고하였으며(Kobayashi and Takeya, 1994) 본 조사와 큰 차이를 보이지 않았다.

월동성충 및 신성충의 우화시기 및 성비조사

느티나무벼룩바구미의 월동성충은 기주식물의 개엽 시기에 맞추어 월동처(지피물)로부터 수상으로 이동하는 것이 관찰되었다. 그 시기는 4월 상순부터 4월 하순까지

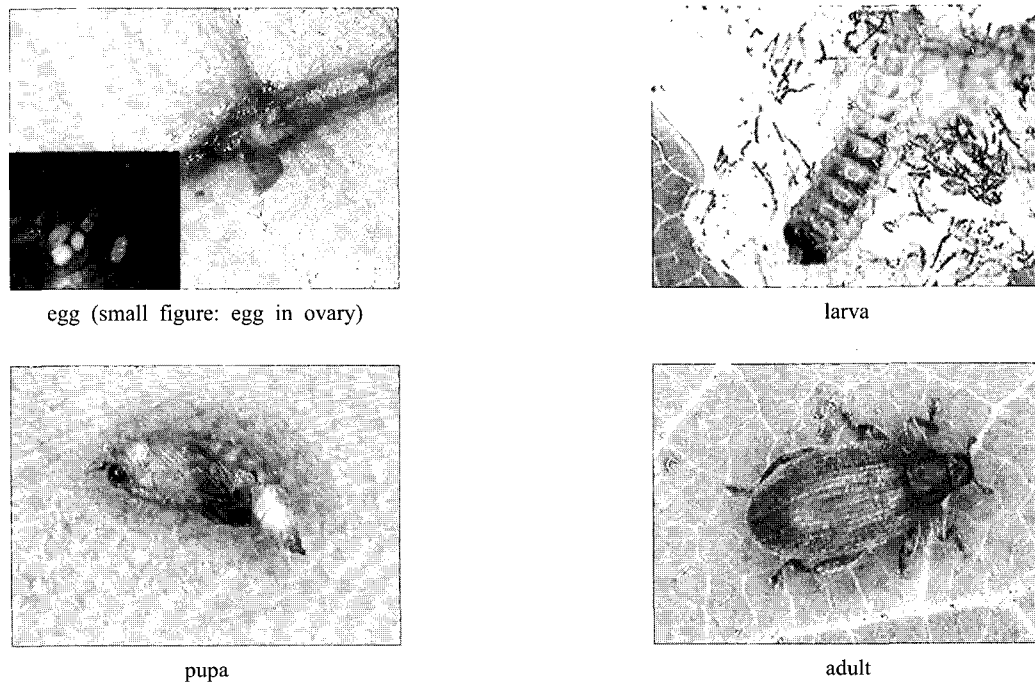


Fig. 1. Each stage of *Rhynchaenus sanguinipes*.

Table 1. Size of *Rhynchaenus sanguinipes* on each stage.

Stage	Eggs	Larvae			Pupae	Adults
		First	Second	Third		
Size (mm)	0.63±0.02	0.75±0.04	1.67±0.04	4.03±0.13	3.44±0.21	2.96±0.12

약 1개월이었으며 최다출현일은 4월 15일경이었다(Fig. 2). 느티나무벼룩바구미의 신성충 우화기간은 5월 상순부터 5월 하순까지였으며 50% 우화일은 2002년도에는 5월 12일이고 2003년도에는 5월 13일이었다(Fig. 3). 따라서, 본종의 신성충 발생시기와 최성기간은 조사년도에 관계없이 비슷한 것으로 나타났다. 일본의 경우, 월동성충이 4월 하순부터 5월 중순까지, 신성충은 5월 하순에 발생한다고 보고되었는데(Kishi, 1978) 성충 출현 시기는 본 조사에서 더 빠른 것으로 관찰되었다.

느티나무벼룩바구미의 성비는 2002년도의 경우 우화시기에 관계없이 암수의 개체수비는 유사한 것으로 나타났으며 다소 암컷의 비율이 많은 경향을 보였다. 2003년도에는 성충발생기간 중 초기(5월 5일~5월 10일)에 우화한 개체의 수컷비율이 높고, 후기(5월 25일~5월 30일)에 우화한 개체는 암컷비율이 높아 시기별 성비의 차이가 나타났다. 이는 암수의 우화소장에서 수컷이 다소 빠르게 우화하는 습성이 반영된 결과로 사료된다. 그러나 조사년도 모두 전체적으로 암수비의 차이는 나타나지 않아

( $P>0.1$ ,  $\chi^2$ -검정) 본종의 성비는 1:1인 것으로 파악되었다 (Table 2).

온도별 용 발육기간

온도별 용의 발육기간은 Table 3에 나타내었다. 노숙유충은 잎 가장자리의 잎 내에 용실을 만들고 용화하는 데, 용의 발육기간은 외부의 기온과 비슷한 20°C에서 약 7.2일이었고 16°C 10.0일, 24°C 5.1일, 28°C 4.0일로서 기온이 상승함에 따라 발육속도가 빠르게 나타났으며 발육한 계온도는 5.8°C이었다( $Y=-2.01+11.6$ ,  $r^2=0.9653$ ).

느티나무벼룩바구미의 생활사

느티나무벼룩바구미는 기주식물로부터 10월~11월 사이에 성충으로 낙하하여 지피물 혹은 토양 내에서 월동한다. 익년 4월에 기주식물(느티나무, 비술나무)의 가지에서 개엽초기에 월동처에서 앞으로 이동하기 시작한다. 앞으로 이동한 성충은 어린잎을 원형으로 가해하며 암수

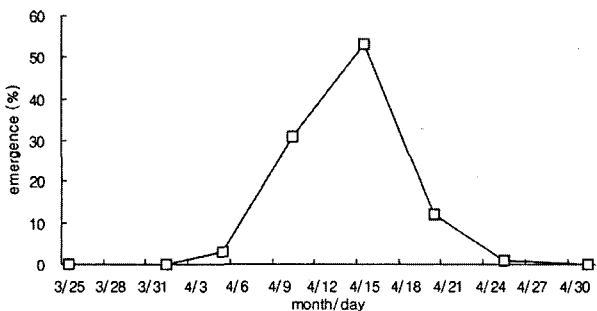


Fig. 2. Seasonal occurrence of overwintering *Rhynchaenus sanguinipes* in 2002.

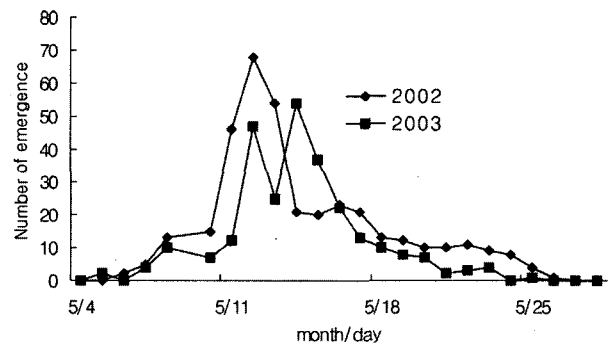


Fig. 3. Seasonal occurrence of newly emerging *Rhynchaenus sanguinipes*.

Table 2. Sex ratio of newly emerged *R. sanguinipes*.

Date	Sex ratio (♀/♂+♀)	
	2002 <sup>a</sup>	2003
5. May - 10. May	0.55	0.45
15. May - 20. May	0.52	0.53
25. May - 30. May	0.56	0.60
Total	0.54	0.52

<sup>a</sup>year of investigation

Table 3. Development period of *R. sanguinipes* pupae on different temperature.

Stage	Development period (day)			
	16°C	20°C	24°C	28°C
Pupa	10.0±1.3	7.2±0.7	5.1±0.4	4.0±0.8

가 조우하여 교미하는 행동이 관찰되었다. 4월 하순부터 산란된 알에서 부화한 유충은 급속히 발육하여 5월 상순에 용화하며 동시에 신성충이 출현한다. 이후 수상에서 잎을 가해하다가 10월 중순경부터 월동에 들어간다(Fig. 4).

**천적**

느티나무벼룩바구미는 갓 부화한 어린 유충기부터 성충 우화 전까지 약 60%의 개체가 사망하는 것으로 조사되었다. 주요 사망원인은 기생성천적인 기생벌과 포식충인 노린재류, 병원미생물인 백강균 등이었으나 기생벌이 가장 큰 요인으로 작용하였다. 이들 기생성천적은 고치벌류 4종(미동정)이었으며 4월 하순부터 우화하기 시작하여 6월 초순에 종료하였는데 5월 20일~5월 24일에 우화

피크에 달하였으며 이후 급격하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 5). 이러한 천적우화시기는 기주인 본 해충의 유충기에서부터 신성충 발생시기와 일치하는 것으로서 약제 방제시기를 결정할 때 천적보호에 유의하여야 한다. 일본에서는 좀벌과에 속하는 *Chrysocharis* sp., *Entedon* sp., *Pnigalio* sp.의 기생이 관찰되었고, 유충의 10~20% 이상이 위 3종에 기생당한다고 보고하였다(Kishi, 1978).

**약제 살충효과**

느티나무벼룩바구미 성충을 대상으로 약제방제시험을 한 결과, 페니트로치온(유기인계), 인독사카브(옥시디아진계), 에토펜프록스(피레스로이드계), 치아클로프리드(클로르니코티닐계)가 모두 96.6% 이상의 우수한 살충효

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Egg				○								
Larva				◎	◎							
Pupa					●●							
Adult	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●

Fig. 4. Life cycle of *Rhynchaenus sanguinipes*.

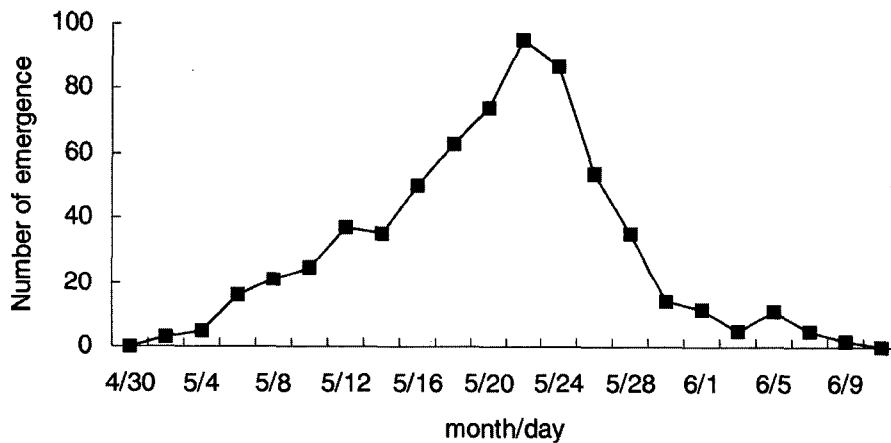


Fig. 5. Seasonal occurrence of parasitic natural enemies of *Rhynchaenus sanguinipes* in 2002.

Table 4. Insecticidal activity of some pesticides against *R. sanguinipes* adult.

Insecticide	N <sup>a</sup>	Dilution	Mortality (Mean±S.E.)
fenitrothion 50% EC	75	×1,000	100
indoxacarb 30% WG	97	×2,000	98.2±1.8
ethofenprox 20% EC	89	×1,000	97.8±1.2
thiacloprid 10% SC	86	×2,000	96.6±1.9
control	122		6.7±1.1

<sup>a</sup>Number of insets tested

과를 보였다(Table 4). 느티나무벼룩바구미의 경우, 유충기에는 잎 속에서 터널을 형성하며 가해하는 생태특성 때문에 약제방제는 성충을 대상으로 실시하는 것이 효율적이며 주요한 천적인 기생벌의 성충우화시기가 본 해충의 유충기부터 신성충 발생시기까지인 점을 감안하면 월동성충이 수상으로 이동하여 서식하고 있는 4월 중·하순이 방제적기로 생각된다.

본 연구결과는 느티나무에 큰 피해를 주고 있는 느티나무벼룩바구미의 형태 및 생태적 특성 그리고 방제를 위한 약종 선정을 수행함으로써 방제를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 앞으로 느티나무벼룩바구미와 기주식물과의 관계, 천적의 종류 및 기생율 등 좀 더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

## Literature Cited

- Anonymous. 2002. Annual report of Korea Forest Research Institute. 600pp. Korea Forest Research Institute, Seoul.
- Anonymous. 2003. Annual report of Korea Forest Research Institute. 631pp. Korea Forest Research Institute, Seoul.
- Ebine, S., Y. Kishi and H. Kondo. 1973. Occurrence of *Rhynchaenus sanguinipes* and chemical control in 1973. Forest Pests. 22:11-13.
- Kishi, Y. 1978. Life history of *Rhynchaenus sanguinipes*. Forest Pests. 27:12-14.
- Kobayasi F. and A. Takedani. Forest Insect. 567pp. Yokendo Ltd., Tokyo.
- Lee, B.Y. and Y.J. Chung. 1997. Insect Pests of trees and shrubs in Korea. 459pp. Sungandang. Seoul.
- Lee, Y.N. 1996. Flora of Korea. 1236pp. Ko-Hak Publishing Co., Ltd. Seoul.

(Received for publication 29 June 2006;  
accepted 10 August 2006)