

밤바구미(*Curculio sikkimensis*) 유충과 성충의 발생소장김영재¹ · 윤창만 · 신상철² · 최광식² · 김길하*충북대학교 식물의학과, ¹충청남도산림환경연구소, ²국립산림과학원Seasonal Occurrence of the Larvae and Adults of Chestnut Weevil,
Curculio sikkimensis (Coleoptera: Curculionidae)Young-Jae Kim¹, Changmann Yoon, Sang-Chul Shin², Kwang-Sik Choi² and Gil-Hah Kim*

Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, 12 Gaesin-dong, Cheongju, Chungbuk, 361-763, Korea

¹Chungnam Institute of Forest Environment Research, Gongju-si, Korea²Division of Forest Disease and Insect Pests, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the seasonal occurrence of chestnut weevil, *Curculio sikkimensis*. The chestnuts infected by the weevils were collected from Gongju, Buyeo, and Cheongyang in Chungnam Province, Republic of Korea. Investigation was focus on the escape period of chestnut weevil larvae from the fruits, invading time and vertical distribution in soil, survival rates of larvae during overwintering, emergence period, emergence rate, and sex ratio and longevity of adults. For precocious species, larvae escaped the chestnut from the mid-September to the early-October, middle species and slow species, were escaped from the late-September to the mid-October and from the early-October to the mid-November. After escaping from the chestnut fruits all of the larvae burrowed into the soil within 35 minutes. Overwintering larvae inhabited in the range of 0~48 cm from the soil surface and highly distributed in the range of 18~36 cm. The 74.1% of wintering chamber were distributed within 18~36 cm from the surface. Survival rates observed were 38.0% in 1st year, 16.0% in 2nd years, and 2% in 3rd years, respectively. Seasonal occurrence period of *C. sikkimensis* was from the early-Aug. to early-Oct. and the optimal occurrence period was the early and mid-Sept. Emergence rate decreased to 8.4% in 1st year, 3.6% in 2nd years, and 0.8% in 3rd years, respectively. Sex ratio was showed in the range of 0.51-0.55. It is female biased ratio. Longevity of adults was 9.9 days for female and 8.9 days for male.

KEY WORDS : *Curculiosikkimensis*, Seasonal occurrence, Overwintering, Chestnut fruit

초 록 : 2003년부터 2006년까지 충남 공주, 부여, 청양 지역에서 구입한 밤에서 탈출하는 밤바구미(*Curculio sikkimensis*) 유충의 탈출시기, 토양으로 잠입시간, 토중 분포상황 및 월동유충의 생존율과 성충의 우화시기 및 우화율, 성비 및 생존일수를 조사하였다. 밤바구미 유충의 탈출 시기는 조생종이 9월 중순부터 10월 초순, 중생종이 9월 하순부터 10월 중순, 만생종이 10월 초순부터 11월 중순에 탈출하였고, 탈출 후 35분 내에 100% 토양 속으로 잠입하였다. 밤바구미의 월동 유충은 지표면으로부터 48 cm 이내의 깊이에서 서식하였고, 18-36 cm의 깊이에서 74.1%의 분포를 보였다. 월동 유충의 생존율은 1년차에 38.0%, 2년차에 16.0%, 3년차에 2%로 조사되었다. 밤바구미 성충의 우화시기는 8월 초순부터 10월 초순까지로 우화최성기는 9월 초·중순이었다. 우화율은 1년차에 8.4%, 2년차에 3.6%, 3년차에 0.8%로 감소하였다. 성충의 성비는 0.51~0.55 범위로 나타났고 암컷의 비율이 높았다. 생존일 수는 암컷이 평균 9.9일로 수컷의 8.9일보다 길어 암컷의 수명이 더 긴 것으로 나타났다.

검색어 : 밤바구미, 발생소장, 월동, 밤

* Corresponding Author. E-mal: khkim@chungbuk.ac.kr

밤나무(*Castanea crenata* Siebold et Zucc.)는 참나무과 밤나무속에 속하는 낙엽활엽교목으로 전국의 표고 100-1,100 m에 자생하고, 지리적으로는 일본, 만주에 분포하며, 보통 수고 15-20 m, 흉고직경 1 m까지 자란다(Korea Forest Research Institute, 1987). 밤나무는 연평균 12°C의 등온선을 중심으로 아열대 중앙부에서 온대 북부까지 분포하고 있으며, 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등 아시아 지역과 북미, 이탈리아, 프랑스, 호주 등에서 재배되고 있다(Choo et al., 2001).

밤 재배원을 산림으로 간주하고 있는 우리나라에서는 밤나무에 기생하는 217종의 해충 중에 밤바구미(*Curculio sikkimensis* Heller), 복숭아명나방(*Dichocrocis punctiferalis* Guenée), 밤애기잎말이나방(*Cydia kurokoi* Amsel)이 주요 3대 종실해충이다(Lee and Chung, 1997). 이 중 밤바구미에 의한 피해가 가장 큰 것으로 보고되었다(Kang et al., 1975; Korea Forest Research Institute, 2003). 밤바구미는 또한 참나무과에 속하는 갈참나무, 종가시나무, 참나무류 등에도 피해를 주는 것으로 보고되었다(Lee, 1977).

밤바구미에 대한 연구는 생태에서 우화 및 월동에 관한 연구(Kim and Kim, 1984; Park et al., 1984)가 국내에서 유일하지만 일본에서는 월동과 생태에 대해서 小林과 竹谷(1994)가 보고하였다. 방제에 대한 연구로서 시판되는 39종의 살충제로 밤바구미에 대해 높은 방제효과를 나타낸 약제를 선별하였고(Kim et al., 2004), 감마선과 methyl bromide 처리가 해충에 미치는 영향에 대하여 보고하였다(Kwon et al., 1998, 2004). 그 외에 유충의 휴면타파에 대한 연구(Higaki, 2005)와, 기초연구로서 밤바구미 유충에 DNA 손상을 유도하는 전자빔의 정량법(Todoriki et al., 2006) 등이 보고된 바 있다.

한국산 밤바구미류는 지금까지 총 5속 28종으로 보고되었다(Kwon and Lee, 1990). 우리나라에서 밤에 피해를 주는 밤바구미류는 *C. sikkimensis* (밤바구미), *C. camelliae* (동백밤바구미), *C. robustus* (상수리밤바구미) 3종으로 확인되었고, 밤바구미와 상수리밤바구미는 2년 1세대, 동백밤바구미는 1년 1세대로 발생된다고 보고하였다(Shin et al., 1998). 이 중 밤바구미는 일본에서 1년 1세대 또는 2년 1세대로 발생하는 것으로 알려졌다(小林と 竹谷, 1994). 밤바구미를 방제하는데 있어 발생생태는 매우 중요하나 전 세계적으로 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 우리나라 중부지방에서의 밤바구미 유충의 탈출시기, 토중 분포상황과 월동습성 및 성충의 우화시기, 우화율, 성비 등을 조사하여 기초 생태연구와 방제전략 수립의 기초자료로 제공코자 한다.

재료 및 방법

유충의 발생 생태

밤 종실에서 유충의 탈출시기

밤바구미 유충은 2003년 10월에 벌레 먹은 밤을 숙기별(조생종, 중생종, 만생종)로 공주, 부여, 청양지역에서 구입하고 구멍(직경 5 mm)이 뚫린 플라스틱 용기(가로 40 × 세로 30 × 높이 10 cm)에 넣고 사육상자(가로 60 × 세로 40 × 높이 15 cm)에 걸쳐 놓았다. 사육은 밤에서 탈출하여 아래 상자로 떨어지는 유충을 매일 조사하였다. 채집된 유충은 가온하지 않은 실내조건에서 사육하였다.

토양 속으로 잠입시간

피해 종실로부터 탈출한 유충을 채집하여 2003년 10월에 공주시 반포면 도남리에 야외 사육상(가로 60 × 세로 40 × 높이 15 cm)의 테두리를 토양 속에 넣기 위해 지면에서 30 cm 정도 흙을 파고 사육상을 설치한 다음 흙을 다시 덮어주었다. 그리고 사육상자 1개당 유충 300마리씩 넣고 토양 속으로 들어가기 시작하여 미부가 보이지 않는 시점의 시간을 계산하였으며 3반복으로 하였다.

토중 분포밀도 및 생존율

공주시 반포면 도남리 야외에서 10월에 사육상자 18개를 만들어 1개당 유충 300마리씩 넣어 토양 속으로 들어간 유충 수를 월별로 3반복씩 지표면으로부터 6 cm 간격으로(0-6 cm, 6-12 cm, 12-18 cm, 18-24 cm, 24-30 cm, 30-36 cm, 36-42 cm, 42-48 cm, 48-80 cm) 구분하여 조사하였다. 유충 생존율[(생존유충 수/전체유충 수) × 100]도 같은 방법으로 80 cm까지 조사하였고 사육은 2006년 10월까지 하였다. 실험은 3반복으로 하였다.

성충의 발생 생태

우화시기와 우화율

밤바구미의 성충의 우화시기는 2005년과 2006년에 공주, 부여, 청양지역 밤 재배원에서 자체 제작한 밤나무 주요해충 방제기기를 이용하여 포획되는 성충을 조사하였다. 방제기기는 본체, 갓, 수집통, 지지대, 안착대로 구성되어 제작하였다. 본체 크기는 360×1200×260 mm, 갓은 Ø 360 mm, 수집통은 260×300 mm, 전압은 220 v로, 재질은 포집부 상부포집망은 1 mm 크기의 PE성분의 미세한 망(Ø 400 × L 400)을 사용하였고 하부 포집망(Ø

400 × L 700)은 같은 재질로 만들었다. 상부포집망과 하부포집망 사이에 원뿔(Ø 400 × L 300 × Ø 100)모양으로 만들어 해충 탈출을 방지하였다. 지지부 지지대(Ø 26.5 × L 1500)는 쇠파이프를 이용하였고 보강대(3 T × H 30 × L 430)는 지지대 하부에 연결하였다. 지지대 맨 아래 부분은 3 T × 30 mm × 30 mm 크기의 사각형 철제를 부착하여 지지역할을 견고하게 하였으며 도장은 흑색으로 전착도장을 하였다. 유인 포획되는 시간은 타이머로 오후 7시부터 12시까지 자동으로 on/off 되도록 설정하였다. 우화율은 2003년 10월부터 2006년 10월까지 토중 분포밀도 및 생존율을 조사하기 위해 조성한 야외 사육상에서 우화하는 성충을 조사하였다.

성비 및 생존일 수

실내사육에서 얻어진 성충과 자체 제작한 방제기기에 유인 포획된 성충을 채집하고 현미경으로 외부생식기의 압수 외형상 차이를 근거로 성충의 성비를 조사하였다. 성충의 생존일 수는 아크릴 사육상자(가로 25 × 세로 25 × 높이 25 cm)에 밤송이와 잎이 달린 가지를 꺾어 비이커에 물을 담아 꽂아 주고 시들은 잎은 갈아 주었다. 먹이는 물과 꿀을 10 : 1로 섞어 주고 암수 따로 20 마리씩 넣어 3반복으로 조사하였다.

통계분석

밤바구미의 토양속으로 침투시간, 토중 분포밀도 및 생존율, 성충의 우화시기, 우화율의 비교분석은 Tukey's Studentized Range Test를 이용하였다(SAS, 1996)

결과 및 고찰

유충의 발생 생태

밤 종실에서 유충의 탈출시기

밤 종실 내에서 밤 숙기별 밤바구미 유충의 탈출시기를 조사한 결과 Fig. 1과 같다. 피해 밤에서 유충의 탈출시기는 조생종에서는 9월 중순부터 10월 초순까지였고, 중생종에서는 9월 하순부터 10월 중순이었다. 만생종에서는 10월 초순부터 11월 초순까지로 나타났다. 밤 종실 내에서 유충 탈출까지의 기간을 살펴보면 조생종은 24-25일, 중생종은 30-33일, 만생종은 31-36일로 나타나 밤 숙기가 늦을수록 유충 탈출기간이 길어지는 것을 알 수 있었다. 유충이 똑같은 밤 과육을 섭식하는데 숙기별 밤에 따라

탈출 기간이 차이가 나는 것은 10월 이후부터 온도가 낮아지면서 유충의 성장이 늦어지는 것으로 판단되었다. 실제로 Korea Meteorological Administration (2006) 자료에 의하면 2004년 9월과 10월의 온도 차이는 7°C의 차이를 보였고 10월과 11월의 온도 차이는 6.2°C의 차이가 났다 (Data are not shown). 이와 관련하여 Lee and Chung (1997)은 밤 속에서 유충이 가해하는 기간은 20-25일이라 하여 조생종의 기간과 일치하였으며, Shin et al. (1998)의 조사에서는 10월 하순에 5.05%, 11월 상순에 9.01%, 11월 중순에 48.49%, 11월 하순에 15.40%, 12월 초순에 13.88%, 12월 중순에 5.94%, 12월 하순에 2.27%로 10월 하순부터 12월 하순에 탈출한다고 보고하였다. 또한 Kim and Kim (1984)은 10월 3일부터 탈출되기 시작하여 11월 2일까지 계속되었고 그 최성기는 10월 중·하순이라 하여 차이가 있었으나 이러한 결과는 지역에 따른 온도 등 환경 조건의 차이로 보인다.

토양 속으로 잠입시간

밤바구미 유충이 종실에서 노숙유충으로 탈출한 후에 월동을 위해 토양 속으로 들어가는 시간 및 침투율을 조사한 결과 Table 1과 같다. 밤 종실에서 탈출한 후에 10분에 50.6%, 15분까지 75.8%, 25분까지 90.6%, 35분까지 100%가 토양 속으로 잠입하여 월동 준비에 들어갔다. 이와 같이 밤 종실 속에서 먹이를 충분히 섭식한 후에 노숙유충으로 탈출하였기 때문에 100% 월동 준비에 들어간 것으로 판단된다.

토중 분포밀도

밤바구미 월동유충의 서식지 토양의 토성은 사질양토이고 산도(pH)는 5.2로 약산성이었으며 유기질 함량은 1.3%로 비교적 척박지에 속하며 양이온치환용량은 8.67/

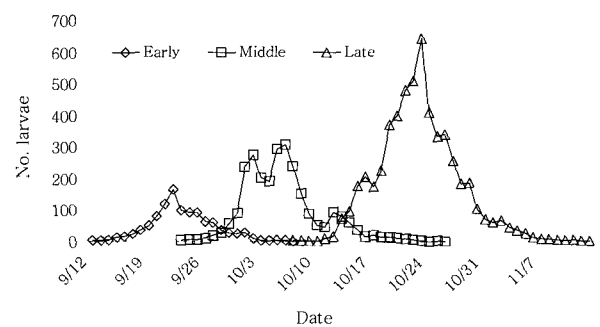


Fig. 1. Larval escape distribution of *C. sikkimensis* for overwintering from damaged chestnut fruit to the maturation type in 2006.

Table 1. Entrance time into soil of *C. sikkimensis* larvae^a escaped from damaged chestnut fruit for overwintering

Time after (min.)	No. of entrance larvae ^a (Mean±SD)	Entrance rate (%)
0	0	0.0
10	151.7±2.5	50.6
15	75.7±5.0	25.2
25	44.3±3.1	14.8
35	28.3±2.5	9.4

^aThree hundred larvae were examined with three replications.

Table 2. Distribution of larval overwintering in soil depth

Soil depth (cm)	No. of entrance larvae ^a (Mean±SD)	Distribution (%)
0-6	2.3±0.6 e	1.0
6-12	16.3±1.2 c	7.3
12-18	23.3±1.5 b	10.4
18-24	47.3±9.5 b	21.1
24-30	68.7±3.2 a	30.6
30-36	50.3±3.5 b	22.4
36-42	13.7±1.2 cd	5.9
42-48	3.0±1 de	1.3
48-80	0 e	0

^aThree hundred larvae were examined with three replications. Means followed by the different letter are significantly different at $P = 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 1996).

100 g로 유기물 용탈 현상이 심한 토양이었다. 이와 같은 토양에서 사육한 유충의 분포밀도를 조사한 결과 Table 2와 같다. 토양 속의 유충분포는 전체 분포밀도 중 18-36 cm 깊이에 74.1%의 유충이 서식하여 가장 높은 밀도를 보였고 48 cm 이상 깊이에서는 유충이 보이지 않았다. 유충은 길이 10-20 mm, 폭 5-10 mm 크기의 흙집을 짓고 월동하는 것으로 관찰되었다. 밤바구미 유충의 토중 분포에 대하여 토중 16-26 cm에 많이 분포하였다는 보고(Kim and Kim, 1984; Kang *et al.*, 1975)와 본 실험결과는 비슷하였으나 30-36 cm에서도 높은 분포율을 보여 다소 다르게 나타났으며, 피해 과에서 탈출한 노숙유충이 땅속 15 cm 이내 깊이에 흙집을 짓고 월동하는데 10-15 cm 부위에 가장 많이 분포한다(Lee and Chung, 1997)는 보고와는 차이를 보였다. 30-50 cm에 많이 분포한다는(中垣と關國, 1980) 보고와도 본 조사에서는 30 cm 부근에서의 분포율은 비슷하였지만 48 cm 아래쪽 토양 속에 분포하는 유충은 없어 차이를 나타내었다. 이렇게 토양 속에서 밤바구미 유충의 서식 분포밀도가 연구자에 따라 차이를 보이는 것은 조사지역의 기후, 토양의 경도, 습도 등의 환경조건에 따라 좌우 된 것으로 판단된다.

월동 유충의 생존율

지표면으로부터 0-48 cm 범위 토양 속에서 월동하는 유충의 생존율은 Table 3과 같다. 월동 후 시간의 경과에 따라 생존율은 낮아지는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 유충의 월동 시험상의 조건에 따라 약간씩 차이가 있었지만 1년차 성충으로 우화하기 이전 생존율이 절반으로 감소한 것을 관찰할 수 있었다. 깊이에 따른 생존률에 있어서는 18-30 cm 깊이의 토양속에서 가장 많이 분포함을 관찰하였다.

연차별 생존율에 있어서 토양깊이 0-48 cm 범위에 1년차(2004년 7월) 38.0%, 2년차(2005년 7월) 16.0%, 3년차(2006년 7월) 2%로 3년까지 월동유충이 생존하였으며 2년차, 3년차도 1년차 서식밀도에서 가장 많은 분포를 보였던 18-30 cm 범위에서 가장 많이 분포하였다. Kim *et al.* (1984)은 밤바구미 월동 유충의 일수 경과에 따른 사충 수 조사 보고에서 일수 경과에 따라 사충률이 높아지는 직선적인 관계를 보여 고도의 유의성이 있음을 확인하였고, Shin *et al.* (1998)이 보고한 밤바구미류 월동유충의 연차별 생존율은 1995년도 조사 결과, 1년차 80%, 2년차 6.2%, 3년차 0%, '96년도 조사결과, 1년차 36.2%, 2년차 0%였다. 이렇게 조사 결과의 값에 차이가 나는 것은 사육

Table 3. Survival rate of overwintering larvae by 0-48 cm soil depth and larval period (month) under field condition

Months after	No. of adults in soil depth (cm) (Mean±SD) ^a								Survival rate (%)
	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30	30-36	36-42	42-48	
2 (2003. 12)	2.0±1.0a	12.3±0.6a	15.7±2.1a	20.3±2.3a	22.3±3.1a	2.3±0.6ab	0.3±0.6a	0.0±0.0	75.3
4 (2004. 2)	1.3±0.6ab	11.3±0.6a	14.3±1.2ab	19.7±2.9a	21.0±1.0a	2.0±1.7ab	0.3±0.6a	0.0±0.0	70.0
6 (2004. 4)	1.0±1.0ab	5.7±1.2b	11.3±2.1bc	10.3±1.5b	12.3±2.5b	4.7±2.1a	0.3±0.6a	0.0±0.0	45.6
8 (2004. 6)	0.3±0.6ab	4.3±1.5b	8.7±1.5c	9.0±1.0bc	11.7±2.1bc	1.9±1.7ab	1.0±0.0a	0.0±0.0	38.0
22 (2005. 8)	0.0±0.0b	0.3±0.6c	2.7±0.6d	5.3±1.5cd	6.3±1.5c	1.3±1.5ab	0.3±0.6a	0.0±0.0	16.0
34 (2005. 8)	0.0±0.0b	0.3±0.6c	0.0±0.0d	0.7±0.6d	0.7±0.6d	0.3±0.6b	0.0±0.0a	0.0±0.0	2.0

^aThree hundred larvae were examined with three replications. Means followed by the different letter are significantly different at $P = 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 1996).

조건의 온도, 습도 등 사육환경의 차이와, 아마도 월동 중에 개미류, 설치류, 백강균 등의 외부적인 피해가 원인 일 것으로 생각된다. 실제로 재배상 중 1상에서 개미가 개미집을 짓는 것을 관찰하였고, 생존율 조사 시 백강균에 감염돼 일부 폐사된 유충을 발견할 수 있었다.

성충의 발생 생태

우화시기

밤 재배원에서 2003년부터 2006년까지 환경친화적방제기기를 이용해 조사한 밤바구미 성충 우화시기는 Fig. 2와 같다. 2003년 최초 우화일은 8월 11일이었고 10월 8일까지 우화하여 최성기가 9월 초순으로 나타났다. 2004년부터 2006년까지도 비슷한 시기에 우화하여 최성기가 9월 중순으로 나타났다. 2005년도에는 최초 우화일이 8월 2일로 8월 초순에도 일부 밤바구미 성충이 출현하는 것을 볼 수 있었다. 따라서 밤바구미 성충은 적은 수였지만 8월 초순에도 우화하는 성충이 있었으며 우화 최성기가 9월 초·중순이었다. 이와 관련하여 Lee and Chung (1997)은 밤바구미는 연 1회 발생하나 한 세대를 거치는데 2년이 걸리는 개체도 있고 우화초기의 성충은 땅속에 머무르다가 8월 중순부터 10월에 땅속에서 나오며 최성기는 9월 중·하순이라고 했다. 또한 Kim and Kim (1984)은 밤바구미 우화시기가 7월 중순부터 9월 중순까지이고 우화최성기는 8월 중순에서 9월 상순이라고 보고하여 본 연구와는 차이가 있었다.

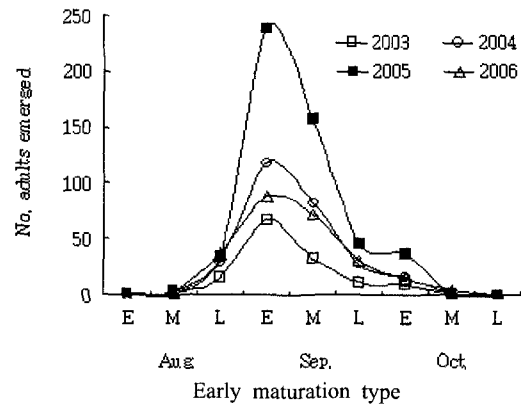


Fig. 2. Seasonal occurrence of *C. sikkimensis* adults from Aug. to Oct. in each year in chestnut orchards from 2003 to 2006.

우화율

공주시 반포면 도남리에서 2003년 10월부터 2006년 10월까지 실외에서 사육한 밤바구미 성충 우화율은 Table 4와 같다. 밤바구미 성충의 우화율은 3년까지 우화함을 알 수 있었고 매년 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 지금까지 널리 알려진 연 1회 발생하나 한 세대를 거치는데 2년이 걸리는 개체도 있다(Lee and Chung, 1997)는 보고와는 차이를 보였으며, 월동유충은 1년 차에 약 3.33%가 우화되었고 2년 차에 22.80%, 그리고 3년 차에 1.67%가 계속 월동 중이었다(Kim and Kim, 1984)는 보고와도 연차별 우화에서 차이가 있었다. 하지만 3년까지 유충이 월동하고 있었다는 점에서는 같았다. 또한 월동유충으로부터 우화된 밤바구미류의 우화율 1.42%이었다는 보고(Shin et al., 1998)와도 차이가 있었다. 그러나 이러한 차이는 앞에서 언급했듯이 조사 연도나 지역의 기후조건

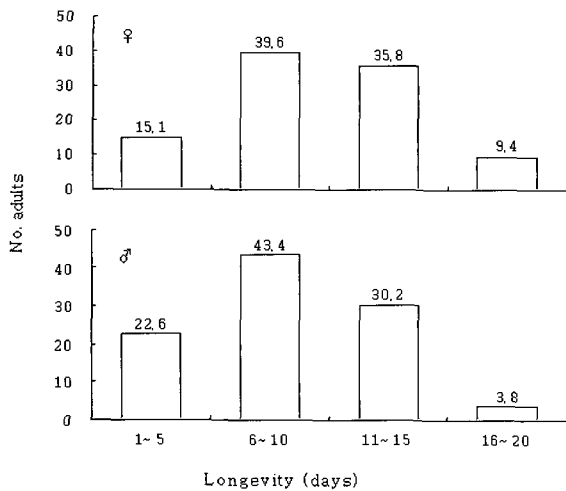
Table 4. Emergence of adult *C. sikkimensis* under field condition during 2003 to 2006

Year after	No. of adults emerged ^a	Emergence rate (%)
One	25.3±2.5 a	8.4
Two	10.7±1.5 b	3.6
Three	2.3±0.6 c	0.8

^aThree hundred larvae were examined with three replications. Means followed by the different letter are significantly different at $P = 0.05$ by Tukey's Studentized Range Test (SAS, 1996).

Table 5. Sex ratio of *C. sikkimensis* adults under laboratory condition from 2003 to 2005

Year	No. of adults		Sex ratio
	♀	♂	
2003	348	329	0.51
2004	825	752	0.52
2005	324	262	0.55

**Fig. 3.** Longevity of *C. sikkimensis* adults in the laboratory.

에 따라 상이한 결과를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 기후조건에 따라 4년차까지 우화하는지의 여부는 좀 더 연구해야 할 것이다.

성비 및 생존일 수

밤바구미 성충을 채집하여 현미경으로 미부를 검경하고 주둥이의 길이를 확인하여 암수 비율을 조사한 결과 Table 5와 같다. 2003년부터 2005년까지 사육상에서 우화한 성충의 성비는 해에 따라 0.51-0.55로 약간씩 차이를 보였고 암컷의 비율이 높았다. 이와 관련하여 木村 (1971)은 성충의 성비가 지역이나 해에 따라서 변이는 있으나 보통 1 : 1이며 누대에 걸친 사육을 하면 암컷이 많아지는 경향이 있다고 했다.

생존일 수는 암컷이 평균 9.9±4.0일로 3-18일 범위에서

생존하였으며 수컷은 평균 8.9±3.9일로 2-17일 범위에서 생존하였다. 생존일 수별 암수 생존율은 Fig. 3과 같이 암컷 성충의 생존율은 수컷 성충과 마찬가지로 6-10일 사이에 가장 많이 생존하였다. Kim *et al.* (1984)은 성충 수명이 암컷은 9.10일, 수컷이 7.03일이라 하였고, Shin *et al.* (1998)은 암컷 7.16일, 수컷 6.18일, 밤바구미류 *C. robustus*의 암컷 수명은 19.25일, 수컷은 9.13일, *C. camelliae*는 암컷이 5.83일, 수컷이 3.70일이라 보고하였다. 이러한 연구 결과, 공통적으로 암컷이 수컷보다 수명이 길었다.

이상과 같이 밤바구미 방제를 위하여 8월 초부터 발생예찰을 실시하고 종합적인 방제대책을 수립하여 밤 과실의 피해를 줄이고 앞으로 방제를 위한 기초적인 연구가 필요할 것이다.

Literature Cited

- Choo, H.Y., H.H. Kim, D.W. Lee, S.M. Lee, S.H. Park, Y.M. Choo and J.K. Kim. 2001. Practical utilization of entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* Poche on Strain and *Heterorhabditis bacteriophora* Hamyang strain for control of chestnut insect pests. Korean J. Appl. Entomol. 40: 69-76.
- Higaki, M. 2005. Effect of temperature on the termination of prolonged larval diapause in the chestnut weevil *Curculio sikkimensis* (Coleoptera: Curculionidae). J. Insect Physiol. 51: 1352-1358.
- Kang, J.B. Lim and B.Y. Lee. 1978. Pest control of chestnut fruit. Ann. Report of Korea Forest Res. 28: 90-102.
- Kang, J.Y., B.Y. Lee and G.W. Nam. 1975. Pest control of chestnut fruit. Ann. Res. Report 25: 99-110.
- Kim, K.C. and C.P. Kim. 1984. Studies on damage, emergence, and overwintering of the chestnut curculio, *Curculio sikkimensis* in Chonnam Province. Korean J. Plant Prot. 23: 132-136.
- Kim, Y.J., J.B. Han, D.K. Seo, Y.T. Kim B.K. Park, K.S. Choi, C.S. Kim, S.C. Shin, S.G. Lee and G.H. Kim. 2004. Selection of insecticides for controlling chestnut curculio (*Curculio sikkimensis*). Korean J. Pestic. Sci. 8: 347-352.
- Korea Forest Research Institute. 1987. Encyclopedia of Woody plants of Korea. pp. 496.
- Korea Forest Research Institute. 2003. Chestnut agronomic technique pp. 380.
- Korea Meteorological Administration. 2006. <http://www.kma.go.kr>. Archive of meteorological data (2000-2005)

- Kwon, J.H., S.J. Kim, H.W. Chung, Y.J. Kwon and M.W. Byun. 1998. Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on disinfestation and physicochemical quality of acorn. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 5: 199-206.
- Kwon, J.H., Y.J. Kwon, M.W. Byun and K.S. Kim. 2004. Competitiveness of gamma irradiation with fumigation for chestnuts associated with quarantine and quality security. *Radiation Phys. Chem.* 71: 41-44.
- Kwon, Y.J. and S.M. Lee. 1990. Classification of the subfamily Curculioninae from Korea (Coleoptera: Curculionidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 29: 83-103.
- Lee, B.Y. and Y.J. Chung. 1997. Woody plants pests of Korea. *Seongandang*. pp. 244-255.
- Lee, K.Y. 1977. *New advanced horticulture*, Hyangmoonsa., pp. 40-482.
- Park, J.D., K.N. Park and J.H. Ko. 1984. Oviposition period and its damage of chestnut weevil and the relation with the oak family. *Ann. Report of Korea Forest Res.* 31: 152-159.
- Shin, S.C., K.S. Choi, S.M. Lee, I.S. Moon, K.S. Boo, J.K. Jung, K.S. Han, C.H. Jung and J.W. Park. 1998. Development of attractant (s) for the chestnut weevils, *curculio* spp. *RDA*. pp. 2-38.
- Todoriki, S., M. Hasan, A. Miyashita, T. Imamura and T. Hayashi. 2006. Assessment of electron beam-induced DNA damage in larvae of chestnut weevil, *Curculio sikkimensis* (Heller) (Coleoptera: Curculionidae) using comet assay. *Radiation Phys. Chem.* 75: 292-296.
- 小林富士雄と 竹谷昭彦. 1994. 森林昆虫. 養賢堂. p. 499-511.
- 中垣至郎と 關國計主. 1980. クリシギゾウムシに関する調査. 落葉果樹に関する試験研究打合せ會議. pp. 218.
- 木村裕. 1971. クリシギゾウムシとワクミガの生態と防除. *大阪農技施研報.* 8: 107-112.

(Received for publication February 15 2008;
accepted March 7 2008)