

밤바구미(*Curculio sikkimensis*)의 발육단계별 형태측정 및 비교

김영재 · 문상래¹ · 윤창만¹ · 김길하^{1*}
충남산림환경연구소, ¹충북대학교 식물외과

Measurement and Comparison of Morphology of Developmental Stages of Chestnut Weevil, *Curculio sikkimensis* (Coleoptera: Curculionidae)

Young-Jae Kim, Sang-Rae Moon¹, Changmann Yoon¹ and Gil-Hah Kim^{1*}

Chungnam Institute of Forest Environment Research, Gongju-si;

¹Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, 361-763, Republic of Korea

ABSTRACT: Measurements were made on morphology of each developmental stages of the chestnut weevil, *Curculio sikkimensis*, reared in the laboratory and field from 2003 to 2006. The size of egg was 0.8 ± 0.03 mm. The escaping larvae were measured, in average, as 98 mg in body weight, 10.65 and 3.99 mm in body length and width, and 1.70 mm in head width. Pupal size of female and male was 7.01 and 6.53 mm, respectively. The fresh weight (0.343 g), body length (7.76 mm) and width (3.38 mm), and head width (1.60 mm) of female adults were significantly bigger than those (0.268 g, 7.14 mm, 3.01 mm and 1.37 mm, respectively) of male adults. Proboscis length (6.53 mm) and antennal length (5.47 mm) of female was also significantly longer than those (3.56 and 4.63 mm, respectively) of male. The larvae of *C. sikkimensis* overwintered for 1~3 years and their body weight, body length, and body width were decreased. The ratio between proboscis length and body length, the basipodite position attached to the proboscis, and shape of the sex organ on the abdominal end could be used to discriminate sexes.

Key words: *Curculio sikkimensis*, Chestnut weevil, Developmental stage, Numerical measurements

초 록: 2003년부터 2006년까지 실내 및 실외에서 사육하여 얻어진 밤바구미의 발육단계별 형태측정을 하였다. 알의 크기는 0.8 ± 0.03 mm이었다. 탈출유충은 평균 생체중이 98 mg, 체장은 10.65 mm, 체폭은 3.99 mm, 두폭은 1.70 mm이었다. 번데기의 크기는 암컷이 7.01 mm, 수컷이 6.53 mm으로 측정되었다. 암컷과 수컷 성충의 생체중, 체장, 체폭, 두폭, 주둥이 길이와 더듬이 길이를 조사하였다. 암컷의 생체중, 체장, 체폭과 두폭은 수컷보다 큰 것으로 유의성이 있으며, 암컷의 주둥이 길이와 더듬이 길이도 수컷보다 긴 것으로 유의성이 있었다. 암컷과 수컷 성충의 평균 생체중은 0.343과 0.268 g, 체장 7.76 과 7.14 mm, 체폭 3.38 과 3.01 mm, 두폭 1.60과 1.37 mm, 주둥이 6.53과 3.56 mm, 더듬이 5.47과 4.63 mm로 각각 조사되었다. 유충은 1~3년까지 월동하면서 생체중, 체장, 체폭이 줄었다. 이러한 형태를 비교한 결과 주둥이 길이와 체장의 비율, 주둥이에 붙은 기절의 위치, 미부 생식기의 모양으로 암수를 구분할 수 있었다.

검색어: *Curculio sikkimensis*, 밤바구미, 발육단계, 형태측정

임산업 농가의 주요 소득원인 밤나무의 재배에 있어서 각종 병해충에 의한 생산량의 감소가 증가하고 있고 그 가해해충도 217종에 이른다고 보고된 바 있다(KFRI, 1995). 이 중에서 밤바구미(*Curculio sikkimensis* Heller)에 의한 피해가 가장 크며(Kang et al., 1975; KFRI, 2003), 복숭아명

나방(*Dichocrocis punctiferalis* Guenee), 밤애기잎말이나방(*Cydia kurokoi* Amsel)과 함께 주요 3대 종실해충으로 알려졌다(Lee and Chung, 1997). 국내에서 밤바구미에 대한 연구는 경제성 분석(Choi et al., 2006; Park et al., 2007), 재배특성(Son et al., 2004; Rhee et al., 1977)과 숙기별 밤바구미의 피해율 조사(Shin et al., 1998)가 이루어졌고 분류연구로 밤바구미아과 분류(Kwon and Lee, 1990)와 밤바구미류 유충의 비교형태 연구(Lee, 1992) 그리고 밤바

*Corresponding author: khkim@chungbuk.ac.kr
Received January 28 2010; revised March 23 2010;
accepted March 22 2010

구미의 유충과 성충의 발생소장(Kim *et al.*, 2008)들이 이루어졌다. 그 외에는 주로 방제법 방제에 대한 연구로서 시판되는 39종의 살충제로 밤바구미에 대해 높은 방제효과를 나타낸 약제선발(Kim *et al.*, 2004)과 감마선과 methyl bromide 처리가 해충에 미치는 영향(Kwon *et al.*, 2004) 등이 연구되었다.

최근 들어 밤바구미에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으나 생태 및 형태에 관한 연구는 많이 미흡하여 효과적인 방제가 어려운 실정이다. 따라서 이번 연구는 밤재배원에서 발생하는 밤바구미를 발육단계별로 체중, 체장 등의 형태측정과 성비 등을 조사하여 그 특성을 파악하고 방제 연구에 기초자료로서 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충 및 사육방법

밤바구미(*Curculio sikkimensis*) 유충은 2003년 공주, 부여, 청양지역에서 9월에 수확한 벌레 먹은 만생종 밤 1,000 kg을 구입하여 밤 종실에서 탈출하는 유충을 이용하였고 탈출유도는 사육상자(60 × 40 × 15 cm) 위에 0.5 cm 간격의 틈이 있는 플라스틱 용기를 올려놓고 그 안에 밤을 넣어 탈출하는 유충이 아래 상자로 떨어지도록 하였다. 실내사육은 사육상자에 산림토양을 채취하여 100 mm 채로 이물질 제거하고 넣었으며 그 위에 톱밥을 3 cm 깔고, 탈출한 유충을 채취하여 사육상자 12개에 각각 1,000마리씩 넣어 주었다. 우화하는 성충의 탈출을 막기 위해서 사육상에 맞게 망사(40 mesh)로 된 덮개를 씌워 주었으며 주기적으로 물을 뿌려 습도를 유지해 주었다. 야외에는 실내 사육상과 동일한 것을

같은 방식으로 10개 설치하되, 깊이만은 자연 그대로 놓아두었다.

발육 단계별 알, 유충, 번데기의 형태 측정

밤바구미 유충은 2003년 9월에 공주시 반포면 도남리 밤나무에서 밤송이가 벌어지기 전 밤톨이 열린 녹색에서 열린 갈색의 상태일 때 채취하여 산란 자국이 선명한 부위를 예리한 칼로 도려내어 현미경 Leica Zoom 2000 (Leica Microsystems Inc., Buffalo, NY)으로 관찰하여 측정하였다.

월동기간 동안, 유충의 연간 형태변화를 측정하기 위하여 2003년에서 2006년까지 실내 조건에서 사육하며 밤에서 탈출하는 유충을 포획하여 측정하였으며 2003년 10월에 야외 사육상 10개에 각각 1,000마리씩 사육하여 2004년 10월에 12개월 월동 유충을, 2005년 9월에 23개월 월동 유충을, 2006년 4월에 30개월 월동 유충을 꺼내어 생체중과 체장, 체폭, 두폭 등을 측정하였다. 번데기는 2003년 유충을 실내 사육하여 2004년 8월에 얻어진 번데기 50마리를 이용하였다.

성충의 형태측정

성충의 형태측정을 위하여 실내사육에서 얻어진 성충을 그림 1과 같이 암수를 우선 구분하였고, 생체중은 암컷 320마리와 수컷 254 마리를, 체장, 체폭, 두폭, 주둥이 길이, 더듬이 길이는 암컷 270마리와 수컷 166마리에서 측정하였다. 체장은 머리끝부터 시초(날개)의 끝부분까지, 체폭은 시초를 접었을 때의 가슴부분의 폭, 두폭은 양쪽 눈 가장자리 바깥쪽 너비, 주둥이는 양쪽 눈 사이 이마 끝 돌출 부위부터 주둥이 끝까지 측정하여 더듬이 기절이 붙은 안쪽을

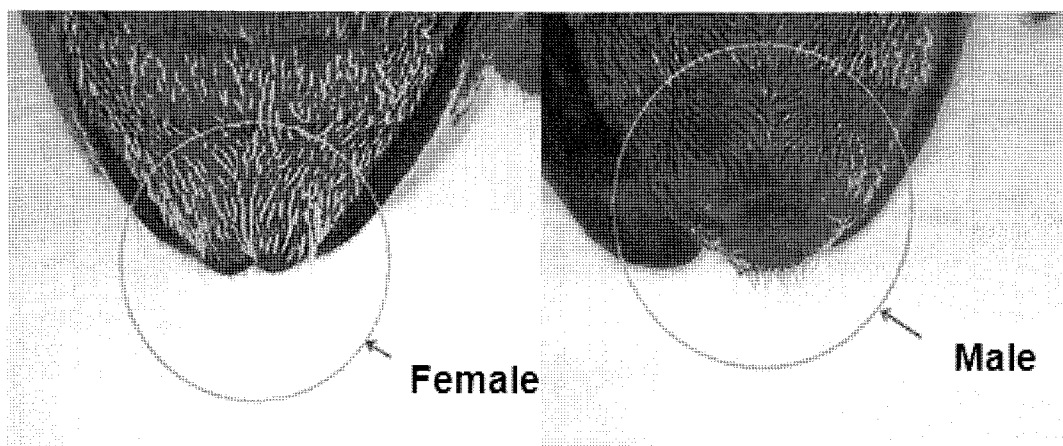


Fig. 1. Comparison of external sex organs between *C. sikkimensis* female and male adults.

A, 기절이 붙은 자리부터 주둥이 맨 끝 바깥쪽을 B로, 더듬이는 주둥이 중간 부분에 붙은 기절에서 편절의 끝부분까지를 측정하였고 측정기구는 디지털저울(OHAUSTS400A)과 디지털캘리퍼스(CD-20CP)를 이용하였다. 성별에 따른 형태측정의 차이는 t-test로 비교하였다 (SAS Institute, 2003).

결 과

알, 유충, 번데기의 형태측정

투명 빛이 나는 백색인 알은 밤 외피와 과육 사이에 산란되며, 타원형 모양으로 한쪽의 폭이 다른 쪽의 폭보다 약간 크고 둥글며, 크기는 0.8 ± 0.03 mm이었다(Fig. 2A). 유충은 2003년 밤 종실 내에서 탈출한 것을 형태 측정하였는데, 생체중은 평균 0.09g (0.023~0.119g)이었고, 체장은 평균 10.65 mm (6.68~13.42 mm), 체폭은 평균 3.99 mm (2.59~5.76 mm), 두폭은 평균 1.70 mm (1.28~2.11 mm)였다(Fig. 2B). 번데기는 유충이 생활하는 흙집 안에서 성충의 모양을 갖춘 유백색으로 용화하는데, 머리 체장은 암컷 7.01 ± 0.65 mm, 수컷 6.53 ± 0.48 mm 이었다 ($F=4.2005$, $df=98$, $P=0.0001$) (Table 1; Fig. 2C).

월동기간 동안 유충의 연간 형태변화

밤바구미 유충이 월동 후 피해 밤 종실 속에서 탈출시 형태와 1, 2, 3년 후 생체중을 포함한 형태 변화를 측정된 결과 Table 2와 같다. 생체중은 월동 당년 0.09g에서 1, 2, 3년 후 각각 0.082g, 0.075g, 0.066g로 측정되어 생체중이 계속 감소하는 경향을 보였고, 체장은 당년 10.65 mm, 1, 2, 3년 후 각각 10.52 mm, 8.76 mm, 8.42 mm로 측정되어

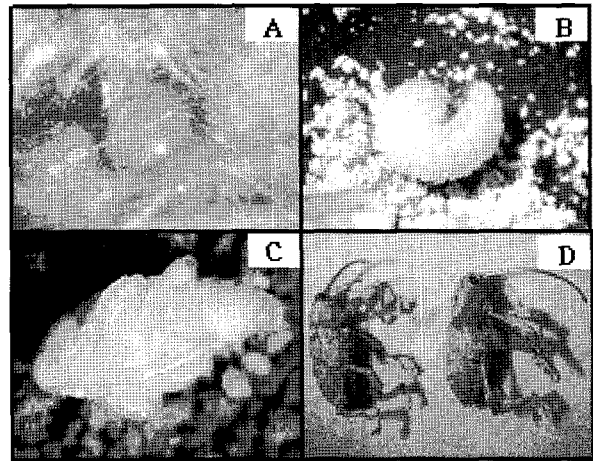


Fig. 2. Each developmental stage of *C. sikkimensis* [A: egg, B: larva, C: pupa, D: adult male (left), adult female (right)].

Table 1. Numerical measurements of *C. sikkimensis* in the stage of egg, larva and pupa

Stage	N	Measurement	Unit	Average (Range)
Egg	20	length	mm	0.8 ± 0.03
Larva ^a	532	body weight	g	0.09 (0.023~0.119)
	532	body length	mm	10.65 (6.68~13.42)
	532	body width	mm	3.99 (2.59~5.76)
	532	head width	mm	1.70 (1.28~2.11)
Pupa	50	body length	♀/mm	7.01 ± 0.65
			♂/mm	6.53 ± 0.48^b

^aOverwintering larva escaped from chestnut fruit.

^bSignificant differences between male and female were analyzed by t-test, $P=0.05$ (SAS Institute, 2003).

Table 2. Variation of morphology and body weight of overwintering larvae escaped from soil during 2003 to 2006

Year ^a	Fresh weight (g)	Body length (mm)	Body width (mm)	Head width (mm)
2003	0.090	10.65	3.99	1.70
2004	0.082	10.52	4.01	1.71
2005	0.075	8.76	3.96	1.70
2006	0.066	8.42	3.69	1.68

^aOverwintering larva escaped from chestnut fruit.

Sample size, n=532 larvae.

Table 3. Morphological measurements of *C. sikkimensis* adults

Measurement	N	Sex	Mean±SD	Range	
				Maximum	Minimum
Fresh weight (mg)	320	Female	34.3±11.0a ^a	98.0	10.3
	254	male	26.8± 9.0b	63.8	7.6
Body length (mm)	270	Female	7.76±0.67a	9.68	5.50
	166	male	7.14±0.61b	8.51	5.62
Body width (mm)	270	Female	3.38±0.31a	4.04	2.48
	166	male	3.01±0.26b	3.85	1.85
Head width (mm)	270	Female	1.60±0.18a	2.11	1.18
	166	male	1.37±0.16b	1.92	1.04
Proboscis length (mm)	270	Female	6.53±0.83a	8.50	4.55
	166	male	3.56±0.43b	5.16	2.38
Antennal length (mm)	270	Female	5.47±0.66a	6.97	3.77
	166	male	4.63±0.56b	6.02	2.93

^aSignificant differences between male and female were analyzed by *t*-test, $P=0.05$ (SAS Institute, 2003).

2, 3년차의 경우 크게 감소하였고 특히 3년차의 경우 당년에 비해 2.23 mm이 줄었다. 체폭은 당년 3.99 mm, 1, 2, 3년 후 각각 4.01 mm, 3.96 mm, 3.69 mm으로 다소 변동하였다. 두폭은 당년 1.70 mm, 1, 2, 3년 후 각각 1.71 mm, 1.70 mm, 1.68 mm으로 소폭으로 감소하였다.

성충의 형태측정

성충은(Fig. 2D) 2005년 사육 2년 차에 사육상에서 우하한 성충의 생체중과 형태를 측정된 결과 Table 3과 같다. 성충의 생체중은 암컷이 평균 34.3mg (10.3 ~ 98.0 mg)이고, 수컷은 평균 26.8mg (7.6~63.8mg)으로 암컷이 수컷보다 무거웠다 ($F=8.7807$, $df=672$, $P=0.0001$). 체장은 암컷 성충이 평균 7.76 mm (5.50~9.68 mm)이고 수컷은 평균 7.14 mm (5.62~8.51 mm)으로 암컷이 수컷보다 길었다 ($F=9.7032$, $df=434$, $P=0.0001$). 체폭은 암컷이 평균 3.38 mm (2.48~4.04 mm)이고, 수컷은 평균 3.01 mm (1.85~3.85 mm)으로, 암컷이 수컷보다 체폭이 넓었다 ($F=12.8472$, $df=434$, $P=0.0001$). 두폭은 암컷이 평균 1.60 mm (1.18~2.11 mm)이고, 수컷은 평균 1.37 mm (1.04~1.92 mm)으로 두폭 또한 암컷이 수컷보다 넓었다 ($F=13.5053$, $df=434$, $P=0.0001$). 이와 같이 밤바구미 성충의 형태적인 비교에 있어서는 체장, 체폭, 두폭에서 모두 암컷이 수컷보다 길다는 것을 알 수 있었다. 주둥이는 암컷이 평균 6.53 mm (4.55~8.50 mm)이고, 수컷은 평균 3.56 mm (2.38~5.16 mm)으로 나타났고 전체 주둥이 길이는 암컷이 수컷보다 1.8배 이상 길었다 ($F=42.7017$, $df=434$, $P=0.0001$). 주둥이 기절

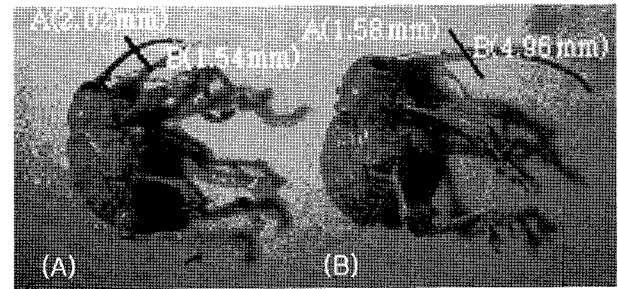


Fig. 3. Proboscis length of *C. sikkimensis* male (A) and female (B) adults. A (inner) and B (outer)part are different in length by dividing proboscis basipodite (black bar).

이 붙은 자리에서 안쪽부분(Fig. 3A)의 길이는 암컷이 1.58 mm, 수컷은 2.02 mm로 수컷이 길었으며, 바깥쪽부분(Fig. 3B)은 암컷이 4.96 mm 수컷이 1.54 mm로 암컷이 훨씬 길었다(Fig. 3). 더듬이는 암컷이, 평균 5.47 mm (3.77~6.97 mm), 수컷은 평균 4.63 mm (2.93~6.02 mm)으로 암컷이 수컷보다 길게 나타났다 ($F=13.6514$, $df=434$, $P=0.0001$).

성충 암수간 주둥이 길이 비율

밤바구미 성충의 형태측정에서 외관상 가장 큰 특징은 Fig. 4와 같이 수컷 성충의 주둥이 길이이나 4.6~5.5 mm 구간에서 암컷 성충의 길이와 극히 소수가 겹치는 경향이 일부 나타났다. 대체로 주둥이 길이만으로도 암수 구분이 가능하나 오판의 여지도 있어 정확한 판단을 위해서는 Fig. 1과 같이 미부의 생식기 모양으로 구별하여야한다.

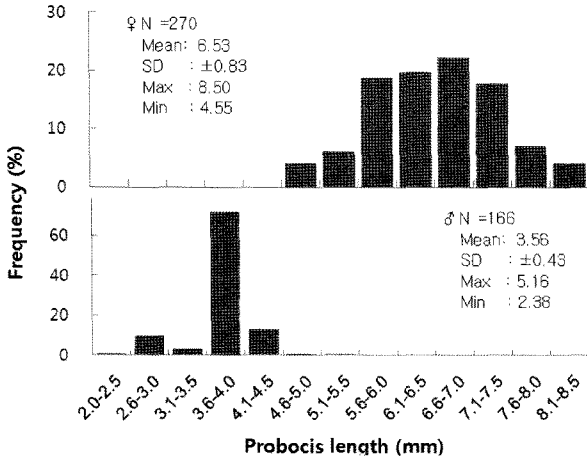


Fig. 4. Proboscis length of *C. sikkimensis* female and male adults.

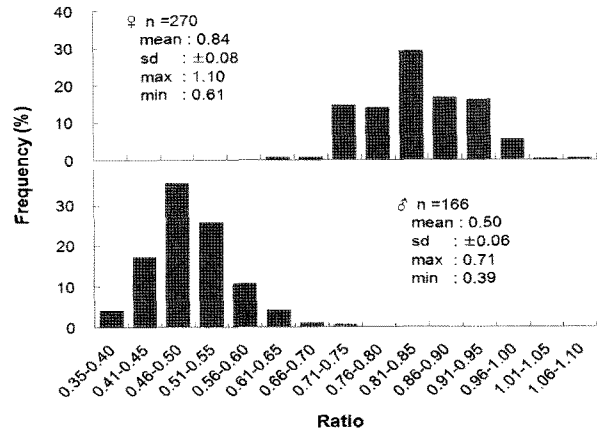


Fig. 6. Ratio of body length by proboscis length of *C. sikkimensis* female and male adults.

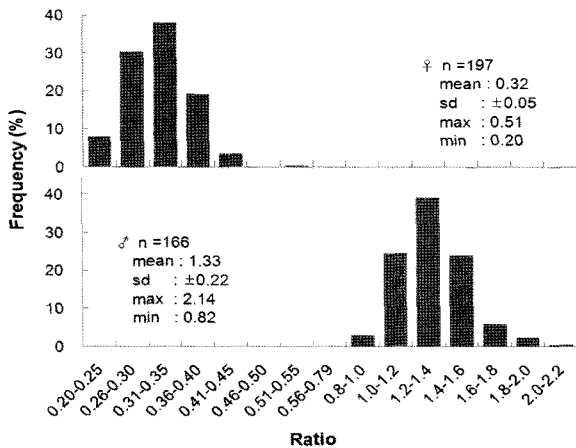


Fig. 5. Ratio of inner length by outer length divided by proboscis basipodite of *C. sikkimensis* male and female adults.

성충 암수의 주둥이 기절로 나눈 안쪽과 바깥쪽의 비율
 밤바구미의 주둥이는 주둥이에 붙은 기절을 기점으로 안쪽(A)과 바깥쪽(B)으로 나눈다(Fig. 3). 이 주둥이 기절로 나눈 안쪽과 바깥쪽의 길이의 비율은 Fig. 5와 같다. A의 길이가 암컷은 0.20~0.55의 범위 내에 있고 수컷은 0.8~2.2 범위 내에 있어 주둥이에 더듬이 기절이 붙은 위치로도 암수를 구분할 수 있었다.

성충 암수의 주둥이 길이 대 체장 비율

Fig. 6은 밤바구미 성충의 주둥이 길이와 체장 의 비율을 나타낸 것으로 암컷의 주둥이는 체장의 평균 0.84배 (0.61 ~ 1.10배), 수컷은 평균 0.50배 (0.39 ~ 0.71배)로 나타나 암컷은 주둥이 길이가 체장보다 긴 경우도 있었지만 평균적

으로는 몸길이 보다 짧았으며, 수컷은 주둥이 길이가 몸길이 보다 평균 절반 정도의 길이로 나타났다.

고 찰

종실가해해충인 밤바구미는 밤과실을 가해하여 직접적으로 경제적인 손실을 일으키는 밤과수원의 주요해충이다. 밤바구미는 예전부터 문제시되어 왔지만 최근에 해충조사가 보고된 바는 많지 않다. 밤바구미는 밤알의 외피와 속껍질 사이에 대부분 산란을 하고(Kim, 2007), 성충 역시 유아 등에 잘 유인이 되지 않는다. 따라서 이들의 밀도 추정은 피해과실의 관찰에 의존하여 왔으며(Shin *et al.*, 1998), 그로 인해 밤바구미의 발생을 조사한 연구는 많지 않았다.

이번 연구에서 형태적인 크기를 볼 때, 암컷은 측정할 모든 크기에서 수컷보다 컸는데(Tables 1 and 3), 이는 바구미류 뿐 만 아니라 딱정벌레목에 속한 하늘소류의 성충들에서도 마찬가지로 일반적인 현상이었다(Igarashi, 1985). 또한 지역별로도 개체 크기간의 차이가 있는데 Lee and Chung (1997)은 알의 장경이 1.5 mm이고 타원형으로 유백색이고, 유충은 몸길이가 약 12 mm이고 머리는 갈색이며 몸통은 유백색이라고 하였다. 또한 성충의 몸길이는 6~10 mm이며 5~8 mm의 긴 주둥이를 가지고 있다고 한 바 있다. 본 연구 결과와 이를 비교해 볼 때, Lee and Chung(1997)의 결과가 더 큰 것을 알 수 있는데 (Table 1), 이는 발생지역과 채집시기, 서식환경의 차이, 먹이공급의 상태에 따라서 다른 결과를 보였기 때문으로 판단된다.

유충은 처음 탈출했을 때는 유백색에 윤기가 났으나 1,

2, 3년 후 색깔은 누런빛을 띠고 있었으며, 1~3년까지 활동하면서 매년 생체중, 체장, 체폭 등이 줄었던 반면에 두폭은 1, 2, 3년차에서 그 크기가 비슷하게 나타났다 (Table 2). 이러한 생체중, 체장, 체폭이 감소하는 결과는 월동 중에 소비되는 에너지로 인한 것이 아닌가 추정되나 추가적인 생리연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

야외에서 노숙유충은 적당한 환경이 오면 충분히 먹이를 섭취하고 종실을 탈출하는 것으로 사료되나 그렇지 아닐 때에 발육중지로 머무는 것으로 판단된다. Shin *et al.* (1998)은 노숙유충의 휴면은 환경이 나쁘면 무조건 휴면에 들어가는 임의휴면이 아니고 충분히 자란 후 임계체중에 도달하여야 휴면에 들어가는 절대휴면을 거치는 것으로 보인다고 보고한 바 있기 때문이다.

성충 암수간 주둥이 비율(Fig. 3)에서 Shin *et al.* (1998)은 수컷의 주둥이 감각기 위치 비율은 Upper: Lower = 2.4: 2.9로서 감각기가 주둥이 중간에 있고 암컷의 주둥이 감각기 비율은 Upper: Lower = 3.9: 2.1로 앞부분이 길어 산란공을 만들기에 적합한 형태를 지니고 있어 암수 구별은 육안으로도 간편하게 식별할 수 있다고 보고하였다. 암컷은 주둥이 중간에 붙은 기절자리가 이마로부터 주둥이 길이의 24% 부위에 붙어 있었으며 수컷은 57% 부위에 붙어 있었다. 위의 결과 암컷이 수컷보다 몸집이나 더듬이, 주둥이 등이 모두 큰 것을 알 수 있었다. 이러한 구조는 밤바구미가 산란을 위해 주둥이를 밤송이에 꽂을 때 암컷은 B 부분이 길어 산란활동에 유리하게 작용될 것으로 생각된다.

암컷과 수컷의 구분은 더듬이 길이 또는 더듬이 길이와 체장의 비율로 판단이 가능하나 암수 간에 극히 일부분의 범위에서 중복이 된다. 보다 정확한 판단을 위해서는 주둥이와 체장의 길이 비율, 주둥이에 붙은 기절의 위치, 미부 생식기의 모양을 보완하여 암수를 구분하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2009학년도 충북대학교 학술연구지원 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Choi, S.I., J.S. Kim, R.W. Joo and C.S. Kim. 2006. A study on the economic analysis of chestnut cultivation in Korea. J. Kor. For. Soc. 95: 274-281.
- Igarashi, M. 1985. Ecological characteristics of the pine sawyer in Tohoku District. Annu. Rep. Tohoku Branch Station of Forest Exp. Station. 26: 103-112.
- Kang, J.Y., B.Y. Lee and G.W. Nam. 1975. Pest control of chestnut fruit. Annu. Res. Rep. 25: 99-110.
- KFRI [Korea Forest Research Institute]. 2003. Chestnut agronomic technique. Korea Forest Research Institute. 380pp.
- KFRI [Korea Forest Research Institute]. 1995. Pest lists of Korea woody plants. Korea Forest Research Institute. pp, 216-219.
- Kim, Y.J. 2007. Seasonal occurrence and control strategies of the chestnut curculio, *Curculio sikkimensis* Heller and peach pyralid moth, *Dichocrocis punctiferalis* Guenee at chestnut orchards. Dissertation paper at Chungbuk National University.
- Kim, Y.J., C. Yoon, S.C. Shin, K.S. Choi and G.H. Kim. 2008. Seasonal occurrence of the larvae and adults of chestnut weevil, *Curculio sikkimensis* (Coleoptera: Curculionidae). Kor. J. Appl. Entomol. 47: 9-15.
- 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*). Kor. J. Pestic. Sci. 8: 347-352.
- Kwon, J.H., and S.M. Lee. 1990. Classification of the subfamily curculioninae from Korea (Coleoptera: Curculionidae). Kor. J. Appl. Entomol. 29: 83-103.
- 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. Radiat. Phys. Chem. 71: 41-44.
- Lee, B.Y. and Y.J. Chung. 1997. Woody plants pests of Korea. Seongandang. pp. 244-255.
- Lee, C.Y. 1992. Comparative morphology of the weevil larvae of the superfamily Curculionidae in Korea (Coleoptera) (I). Kor. J. Appl. Entomol. 31: 153-169.
- Park, Y.B., B.H. Jung and S.I. Choi. 2007. Beneficial analysis of chestnut cultivation. J. Kor. For. Soc. 96: 661-666.
- Rhee, Y.S., K.D. Kang, H.R. Kim and C.Y. Hong. 1977. A study on the cultivative characteristics of leading fifteen chestnut cultivars (Castanea Millers). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 18: 17-21.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT user's guide. SAS Institute, Cary, N.C.
- 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.
- Son, C.H., W.H. Jang and C.S. Jang. 2004. Actual cultivation conditions of chestnut and its political direction. Agric. Econ. 27: 73-86.