

뽕밭에서 월동하는 뽕나무하늘소(*Apriona germari* Hope)의 생태적 특성

Ecological Characteristics of Mulberry Longicorn Beetle, *Apriona germari* Hope, at the Hibernation Stage in Mulberry Fields

윤형주 · 박인균 · 마영일 · 이상범 · 양성열

Hyung Joo YOON, In Gyun PARK, Young Il MAH, Sang Beom LEE and Seong Yeol YANG

ABSTRACT To study the ecological characteristics of the mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* Hope, mulberry branches with egg-laid scar were regionally collected from ten mulberry fields during the hibernation. It showed that its distribution was highest in Kyunggi province with 3.05% and lowest in Kyungnam province with 0.28%. The number of the egg-laid scar per branch was single with 87.7% of high frequency and its average size was 2.38 L×1.45 W×0.34D cm. The average diameter of scarred branch was 1.7 cm, ranging from 1.3 to 1.9 cm. The shape of egg was long elliptical with width of 2.32±0.33 mm and with length of 6.60±0.55 mm. The weight of egg was 16.6±2.94 mg and the color of the just-oviposited egg was milky white, changing into thick brown with time. The weight and length of the just-hatched larva was 16.6±2.4 mg and 6.36±0.66 mm, respectively. Most of the larvae moved downward inside the branch, showing that 94.2% of larvae for outdoor rearing and 87.9% of larvae for indoor rearing moved downward in the branch. As a result, it was found that it hibernated at egg stage with a higher rate than at larval stage by two or three folds in Kyunggi and Kyungbuk province and contrarily at larval stage with higher rate than at egg stage in Chunbuk, Chunnam and Kyungnam provinces. The survival rate for the egg after hibernation was significantly low with 6.6% and contrarily for the larva after hibernation remarkably high with 91.2%. Although the survival rate of the egg in this survey was relatively low, the result indicated that there were two types of hibernation of *A. germari* in Korea; egg and larval stage.

KEY WORDS *Apriona germari*, ecology, hibernation, egg laid scar, mulberry

초 록 우리나라에서 뽕나무 및 과수의 주요 穿孔性害蟲으로 알려진 뽕나무하늘소의 지역별 분포, 알 과 孵化幼蟲의 크기 및 越冬중 生存率, 그리고 越冬態 등 생태적인 특성을 조사하였다. 7개도의 뽕밭에서 뽕나무하늘소의 분포를 조사한 결과 경기지역이 3.05%로 가장 높았고 경남지역은 0.28%로 가장 낮았다. 가지당 産卵痕 수는 1가지에 1개가 87.7%로 가장 많았고, 産卵痕의 크기는 평균 2.38×1.45×0.34 cm였으며, 산란흔을 가지고 있는 가지의 직경은 평균 1.7 cm였다. 알의 크기는 단경 2.32±0.33 mm, 장경 6.60±0.55 mm로 긴 타원형이었으며, 무게는 16.6±2.94 mg이었다. 孵化幼蟲은 체중이 16.6±2.4 mg, 체장은 6.36±0.66 mm로 유백색이었다. 유충의 가지내 이동방향은 아래쪽으로 이동하는 것이 야외사육의 경우 94.2%, 실내가지육에서는 87.9%로 대부분 아래쪽으로 이동하였다. 수집한 가지의 産卵痕을 가지고 越冬態를 조사한 결과 경기, 경북지역에서 알의 비율이 유충비율보다 2~3배 많았으며 전북, 전남, 경남지역에서는 유충비율이 높았다. 越冬후 유충의 생존율은 91.2%로 매우 높은 반면 알의 생존율은 6.6%로 상당히 낮게 나타났다. 이상의 결과로 볼 때, 비록 낮은 비율이지만 뽕나무하늘소의 경우 알로도 월동함을 알 수 있었다.

검색어 뽕나무하늘소, 생태, 월동, 산란흔, 뽕나무

뽕나무를 가해하는 하늘소로서는 7종이 알려져 있으며(이 1987), 그 중에서 대표적인 것이 뽕나무하늘소(*Apriona germari* Hope), 호랑하늘소(*Xylotrechus chinensis* Chevrolat), 울도하늘소(*Pascothea hilaris* Pascoe) 이다(村上 1960, 石井 등 1963, 1964). 울도하

늘소는 日本에서 優占種으로 알려져 있으며, 이에 대한 생태학적 연구 및 방제법 등이 보고되어 있다(Kawakami와 Shimane 1986, 伊庭 1993). 한편 중국에서도 뽕나무하늘소는 뽕나무외에 삼림해충으로 보고되어 있다(Zhang과 Shen 1980, Hua 1982).

그러나 우리나라에서 優占種으로 알려진 뽕나무하늘소는 뽕나무 뿐만 아니라 사과, 배, 감귤 및 무화과 등 과수의 주요 穿孔性해충으로 보고(백 1987, 김 등 1994) 되었을 뿐 현재까지 이의 지역별 분포, 월동태 등 생태적특성에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 실험은 우리나라 7개도 10개 지역의 임의로 선정된 뽕밭에서 뽕나무하늘소가 산란해 놓은 뽕나무가지를 수집하여 뽕나무하늘소의 지역별 분포, 알과 孵化幼蟲의 크기 및 越冬중 生存率, 越冬態, 알 및 유충의 생존율 등 생태적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

뽕나무하늘소의 지역별 분포조사

1994년 12월~1995년 4월에 걸쳐, 경기도(수원:2.5 ha, 용인:0.5 ha), 충청북도(청주:8 ha, 보은:2.5 ha), 충청남도(홍성:2 ha), 전라북도(부안:1.5 ha), 전라남도(장성:2.5 ha), 경상북도(칠곡:1 ha), 경상남도(진주:2 ha, 산청:2 ha) 등 7개도 10지역의 임의로 선정된 뽕밭에서 총조사가지수(1,667주/1 ha×5가지)중 뽕나무하늘소의 産卵痕이 있는 가지수비율로 지역별 분포조사를 행하였다.

가지당 産卵痕 수 및 크기

7개도에서 수집한 1,615개의 産卵痕이 있는 뽕나무가지를 이용하여 가지당 産卵痕 수를 조사하였고, 또한 알이 들어 있던 뽕나무가지와 孵化幼蟲이 들어 있던 가지를 구분하여 産卵痕의 길이, 너비, 깊이와 아울러 産卵痕이 있는 가지의 직경을 조사하였다

알 및 부화유충의 형태 및 크기

알의 형태는 지역별로 수집된 76개의 알을 해부현미경(15×4×0.7배)하에서 관찰하였으며, 알의 短徑과 長徑 및 무게를 조사하였다. 孵化幼蟲은 각각 체중과 체장을 조사하여 평균을 구했다.

유충의 가지내 이동방향

유충의 가지내 이동방향은 수집한 孵化幼蟲을 야외사육과 실내가지육으로 사육을 한다음 조사하였다. 야외사육은 가지의 직경이 1.6~1.7 cm 정도 되는 잠사곤충연구소의 뽕밭에 조각칼을 이용해서 뽕나무가지에 구멍을 낸 뒤 그곳에 孵化幼蟲을 넣고 뽕나무껍질을 덮은 다음 파라필름으로 봉하여 자연환경하에서 사육하였고 4달 후에 가지를 잘라 유충의 이동방향을 조사

하였다. 실내가지육은 뽕나무가지를 40~50 cm 길이로 잘라서 야외사육과 같이 孵化幼蟲을 접종한 다음 25°C항온기에서 장일조건(14L, 10D)하에서 사육하면서 가지교체시에 유충의 이동방향을 조사였다.

뽕나무하늘소의 越冬態 및 越冬 후 알과 유충의 生存率

越冬態는 1994년 12월~1995년 4월까지 수집된 가지를 이용하여 지역별 분포조사와 같은 방법으로 수행하였으며, 알越冬과 유충越冬으로 구분해서 그 비율을 조사하였다. 越冬 후 알의 생존율은 알로 월동하고 있는 산란흔의 가지를 25°C항온기에 두고 부화비율을 조사하였으며, 유충의 생존율은 조사유충수에서 생존충수의 비율로 계산하였다.

결과 및 고찰

지역별 뽕나무하늘소 분포조사

1994년 12월~1995년 4월까지 7개도 10개 지역의 임의로 선정된 뽕밭에서 산란흔이 있는 가지(Fig. 1A와 1B)를 수집하여 분포현황을 조사하였다(Table 1). 그

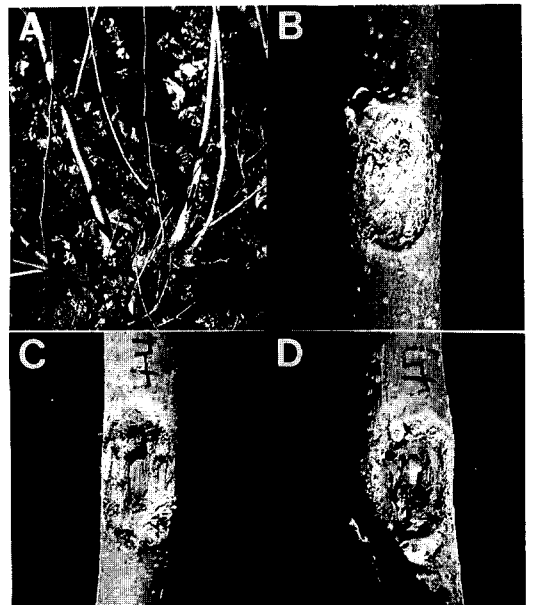


Fig. 1. Mulberry branch (A) with an egg-laid scar (B) and the egg (C) or larva (D) hibernation of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* Hope. The egg-laid scars are indicated by arrows.

Table 1. Provincial distribution of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari*

Surveyed items	Kyunggi	Choongbuk	Choongnam	Chunbuk	Chunnam	Kyungbuk	Kyungnam	Total
No. of branches surveyed	25,005	87,518	16,670	12,503	20,838	8,335	33,340	204,209
No. of branches scarred with egg laying	763	1,260	202	39	450	117	96	2,927
Distribution rate (%)	3.05	1.44	1.21	0.31	2.16	1.40	0.28	1.43

Table 2. Number of egg laid scars per branch of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari*

No. of egg laid scars per branch	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of branches surveyed (%)	1,416 (87.7)	136 (8.4)	40 (2.4)	12 (0.7)	5 (0.3)	3 (0.2)	0 (0.0)	3 (0.2)

Table 3. The size of egg laid scar of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* and the diameter of damaged branch

Hibernation type	Size of scar			Diameter of branch (cm)
	Length (cm)	Width (cm)	Depth (cm)	
Egg	2.45 ± 0.45	1.50 ± 0.38	0.35 ± 0.10	1.69 ± 0.43
Hatched larva	2.30 ± 0.49	1.39 ± 0.34	0.32 ± 0.11	1.62 ± 0.35
Mean	2.38 ± 0.47	1.45 ± 0.36	0.34 ± 0.11	1.70 ± 0.39

결과, 경기지역이 3.05%로 가장 높았고 그 다음이 전남, 충북, 경북 순이었으며 경남지역은 0.28%로 가장 낮게 나타났으며 평균 분포비율은 1.43%였다.

가지당 産卵痕 수 및 크기

수집된 가지에서 가지당 産卵痕 수를 조사한 결과, 1가지에 1개의 産卵痕이 87.7%로 가장 많았고, 2개의 産卵痕은 8.4%였으며, 1가지에 8개의 産卵痕이 있는 경우도 관찰되었다(Table 2). 이는 村上(1960)가 일본의 뽕나무하늘소인 *A. rugicollis*의 경우 1가지에서의 산란흔은 1개가 대부분이고, 그 다음이 2개 그리고 3~4개 정도가 1%라고 한 보고와 중국에 있어서 *A. germari*의 경우 산란흔이 가지당 1개가 대부분이라고 한 Zhang과 Shen(1980)의 보고와도 일치하였다. 이상의 결과로 뽕나무하늘소의 성충은 산란시 뽕나무가지에 대부분 1개씩 산란함을 알 수 있었다.

또한 수집한 1,615개의 産卵痕으로 부터 알이 들어있는 것과 孵化幼蟲이 들어 있던 가지를 구분하여(Fig. 1C와 1D) 産卵痕의 크기를 조사하였다(Table 3). 알이 들어있던 産卵痕의 크기는 2.45 × 1.50 × 0.35 cm였고, 孵化幼蟲이 들어있던 産卵痕의 크기는 2.30 × 1.39 × 0.32 cm였다. 또 산란흔이 있는 가지의 평균직경은 약 1.7

Table 4. The size of egg of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari*

No. of eggs surveyed	Length (mm)	Width (mm)	Weight (mg)
76	6.60 ± 0.55	2.32 ± 0.33	16.64 ± 2.94

cm였다. 이러한 결과는 Fig. 1A에서도 잘 나타나 있는 것 처럼, 산란가지의 크기는 가지의 높고 낮음에 관계없이 거의 동일한 직경의 가지에 산란한다(村上: 1960)는 것을 확인 할 수 있었다.

알 및 孵化幼蟲의 크기

수집한 76개 알의 형태 및 크기를 조사한 결과(Table 4), 短徑이 2.32 ± 0.33 mm, 長徑 6.60 ± 0.55 mm로 윗부분이 아래부분보다 넓은 긴타원형이었으며, 알의 무게는 16.6 ± 2.94 mg이었다. 색깔은 초기에는 유백색에서 시간이 경과함에 따라 짙은 갈색으로 변하고 난각은 얇고 불투명하였다. 이는 Zhang과 Shen(1980)이 *A. germari*의 경우 알은 장타원형이며, 길이가 5~7 mm이고 황백색이라고 한 보고와 김 등(1994)이 뽕나무하늘소의 알 크기를 조사한 결과 短徑이 2.64 mm, 長徑이 6.55 mm라고 한 보고와 거의 유사한 결과

Table 5. The weight and length of hatched larva of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari*

Province	Weight (mg)	Length (mm)
Kyunggi	14.8±2.2	5.97±0.54
Choongbuk	16.9±2.0	6.56±0.58
Choongnam	15.5±2.2	6.22±0.56
Chunbuk	14.4±3.4	6.28±0.42
Chunnam	17.1±3.2	6.43±0.63
Kyungbuk	16.2±1.6	6.46±0.75
Kyungnam	15.4±2.0	6.07±0.62
Total average	16.6±2.4	6.36±0.66

Table 6. Moving direction of larva of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* in branch

Rearing method	No. of larvae surveyed	Upward (%)	Downward (%)
Outdoor	52	3(5.8)	49(94.2)
Indoor	140	17(12.1)	123(87.9)

였다.

지역별로 수집한 孵化幼蟲의 체중과 체장을 조사한 결과(Table 5), 孵化幼蟲의 평균 체중은 16.6±2.4 mg 이었고, 체장은 6.36±0.66 mm이었으며, 지역별로 일정한 경향치를 나타내지는 않았다. 또한 체색은 초기에는 유백색이었으나 성장함에 따라 연한 황색으로 변하였다.

유충의 가지내 이동방향

야외사육과 실내가지육으로 사육을 하여 유충의 가지내 이동방향을 조사한 결과 야외사육의 경우에는 아래쪽방향으로 이동한 경우가 94.2%, 실내가지육에서는 87.9%였으며(Table 6), 배설물은 배설공을 통해서 분비하였다(Fig. 2). 이러한 결과에서 뽕나무하늘소 유충은 산란부를 중심으로 뽕나무가지의 목질부를 먹으면서 아래쪽으로 이동한다는 보고들(村上 1960, Zhang과 Shen 1980)과 일치하였다.

뽕나무하늘소의 越冬態

월동기간 중 수집한 가지의 産卵痕으로부터 관찰된 알과 부화유충으로 越冬態를 조사하였다(Table 7). 그 결과, 경기와 경북지역에서 알의 비율이 유충비율보다 2~3배 높게 나타났으며, 전북, 전남, 경남지역에서는 유충비율보다 낮게 나타나 지역별로 차이가 있었다. 이는 뽕나무하늘소의 경우 현재까지 알려져 있는 유충으로 越冬한다는 보고(蠶桑病害蟲事典 1975, Zhang과



Fig. 2. Indoor branch rearing of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* Hope. The excretive pores are indicated by arrows.

Shen 1980, 백 1984)와는 분명히 차이가 있었다. 그러나 울도하늘소의 경우 일본에서는 卵態로 越冬하는 東日本型和 幼蟲態로 越冬하는 西日本型の 2가지 生態型이 분포한다는 보고(伊庭 1984)를 참고할 때, 우리나라의 경우 겨울의 기온이 다소 낮은 중부지역에서는 알로 越冬하는 비율이 높고, 남부지방에서는 알보다 유충으로 越冬하는 비율이 높은 것으로 생각되어지며, 日本에 있어서 동서간에 생태의 變異가 있듯이, 韓國에서도 남부와 중부지방간에 생태의 차이가 있을 것으로 여겨지나, 이는 앞으로 지역간의 越冬態에 관한 상세한 연구가 요구되어진다.

越冬 후 알과 유충의 生存率

越冬態를 뒷받침하기 위한 실험으로 월동 후 알과 유충의 생존율을 조사하였다. 지역별로 수집한 알의 생존율은 상당히 낮게 나타났으며, 지역전체의 평균 알생존율은 약 6.6%였다(Table 8). 본 조사에서 死卵의 대부분은 기생병이나 곰팡이 감염, 미수정란 등이었다. 이에 반하여 越冬후 유충의 생존율은 지역별로 일정한 경향치를 보이지는 않았으나, 전반적으로 79~94%의 높은 생존율을 보였고 전체적으로는 평균 91.2%의 유충생존율을 나타내었다(Table 9).

Table 7. The hibernation type of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari*

Province Surveyed items	Kyunggi	Choonbuk	Choongnam	Chunbuk	Chunnam	Kyungbuk	Kyungnam	Total
No. of hatched larva surveyed	534	619	107	20	233	84	78	1,675
Egg (A)	354	289	33	6	86	63	34	865
Larva (B)	180	330	74	14	147	21	44	810
A/B	1.94	0.88	0.45	0.43	0.59	3.0	0.77	1.07

Table 8. The survival rate of egg of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* after hibernation

Province Surveyed items	Kyunggi	Choongbuk	Choongnam	Chunbuk	Chunnam	Kyungbuk	Kyungnam	Total
No. of eggs surveyed	354	289	33	6	86	63	34	865
No. of survival eggs	9	38	6	0	0	4	0	57
Survival rate(%)	2.5	13.1	18.2	0	0	6.3	0	6.6

Table 9. The survival rate of larva of mulberry longicorn beetle, *Apriona germari* after hibernation

Province Surveyed items	Kyunggi	Choongbuk	Choongbuk	Chunbuk	Chunbuk	Kyungbuk	Kyungnam	Total
No. of eggs surveyed	180	330	74	14	147	21	44	810
No. of survival eggs	170	303	60	11	138	17	40	739
Survival rate(%)	94.4	91.8	81.1	78.6	93.9	81.0	90.9	91.2

유충생존율에 관한 보고는 伊庭 (1976)이 울도하늘소에 있어서 실험실조건하에서의 경우이지만 어느 齡期の 유충에 있어서도 越冬중에 죽는 것은 거의 보이지 않았다고 하였다. 이러한 결과로 볼 때 뽕나무하늘소의 越冬態는 본 실험에서 卵態越冬과 幼蟲態越冬이 거의 1:1의 비율로 나타났지만, 越冬후 알의 생존율이 10%이하로 상당히 낮았기 때문에 유충으로 越冬한다고 보고(백, 1984)된 것이 아닌가 사료된다.

그러나 본 조사에서 뽕나무하늘소의 경우 지금까지 알려진 유충태 월동뿐만 아니라 비록 월동후 생존율은 낮지만 분명히 알로 월동하는 경우도 관찰되었다. 따라서 앞으로 우리나라에 있어서 뽕나무하늘소의 월동태에 대한 계속적인 연구와 아울러 그에 따른 생태적인 특성 연구가 요구되어 진다.

인용문헌

Hua, L. 1982. A check list of the longicorn beetles of China Coleoptera:Cerambycidae. pp. 67. China Zhongshan University. Guangzhou.
 伊庭正樹. 1976. 키보시카미키리의生態學的研究. II. 産

卵時期による周年経過の相違. 日蠶雜 45(5): 443-447.
 伊庭正樹. 1984. 桑の害蟲防除. 蠶絲科學と技術 23: 27-31.
 伊庭正樹. 1993. 桑園におけるキボシカミ키リの生態ならびに防除に關する研究. 蠶絲昆蟲研報 8:1-119.
 石井五郎·江森京·樋田幸夫. 1963. ヒゲナガカミ키リ *Psacothea hilaris* Pascoe について(1). 蠶絲研究 46: 39-49.
 石井五郎·江森京·樋田幸夫. 1964. キボシヒゲナガカミ키リ *Psacothea hilaris* Pascoe について(3). 蠶絲研究 52: 28-39.
 Kawakami, K. & T. Shimane. 1986. Microbial control of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacothea hilaris* Pascoe(Coleoptera; Cerambycidae), by entomogenous fungus, *Beauveria tenella*. J. Seric. Sci. Jpn. 55(3): 227-234.
 김선곤·박종대·박공열·김규진. 1994. 무화과를 가해하는 뽕나무하늘소(*Apriona germari* Hope)의 발생소장 및 생물적 특성. 한국응용곤충학회 추계학술발표요지. pp. 30.
 李承模. 1987. 韓半島하늘소(天牛科 甲蟲誌. pp. 8-212. 국립과학관. 대전.

村上美左男. 1960. クワかみきり *Apriona rugicollis* Chevrolatの食害生態と防除について. 蠶絲試験場彙報 77: 25-40.

蠶絲の光編輯部. 1973. 蠶桑病害蟲事典. pp. 104-105. 蠶絲の光編輯部. 東京.

백운하. 1987. 신고해충학 pp. 367-368. 향문사. 서울.

Zhang, S. & Y. W, Shen. 1980. *Apriona germari* (Hope), pp. 461-463. In Xiao G. [ed.], Forest Insects of China. China Forestry Publishing House. Beijing.

(1996년 8월 26일 접수)