

국내에 서식하는 쥐똥밀깍지벌레 (*Ericerus pela*)의 분포 및 생태에 관한 연구

Studies on the Regional Distribution and Some Ecological Characteristics of Chinese White-wax Scale in Korea

박인균 · 마영일 · 윤형주 · 양성열

In Gyun Park, Young Il Mah, Hyung Joo Yoon and Seong Yeol Yang

Abstract – The regional distribution and some ecological characteristics of Chinese white-wax scale, *Ericerus pela* Chavannes, were investigated from 1996 to 1997. It was found that 10.8% of the stems of the privet, *Ligustrum obtusifolium* infested with the scale in Chŭngpyŏng, whereas only 1.1% of them infested in Yŏngwol and Pyongtaek. The average survival rate of the female adult marked 85.3% after it hibernated on the privet, *Ligustrum obtusifolium*. A female laid 7,783.5 eggs in average and 36.7% of females fell on the range of 7,000~10,000 eggs. It sized 0.40 mm in length and 0.21 mm in width. The hatchability was highest at 27°C with 66.8% and it seemed the optimum temperature for incubation. The pupation rate was lower than 50.0% at the above experimental temperatures and the emergence rate marked 67.3% at 25°C. When the egg was preserved at the various low temperatures, it was found that the egg could be preserved at 15°C for 50 days in maximum.

Key Words – *Ericerus pela*, Distribution, Egg-laying, Development, Cold preservation

초 록 - 국내에 서식하고 있는 쥐똥밀깍지벌레 (*Ericerus pela* Chavannes)의 지역별 분포 및 월동, 산란 등 몇가지 생태적 특성을 조사한 결과, 본 종의 분포는 중평지역이 조사가지 대비 10.8%의 밀도율을 보여 가장 높았고 영월과 평택지역에서는 각각 1.1%로 가장 낮았다. 암컷성충의 월동후 생존율은 평균 85.3%로서 비교적 높은 경향이었고 월동직후에서 산란직전까지 암컷성충은 약 3.5배의 성장율을 보였다. 암컷 1개체당 평균 산란수는 7,783.5개로서 조사개체의 36.7%가 7,000~10,000개의 범위내에서 산란하였으며 난의 크기는 장경 및 단경이 각각 0.40 mm, 0.21 mm, 1령유충은 0.52 mm, 0.29 mm, 2령유충은 0.97 mm, 0.60 mm이었다. 난의 부화율은 27°C에서 66.8%로 가장 높았고 용화율은 조사온도 모두 50.0% 미만으로 낮았으며 우화율은 25°C에서 67.3%로 가장 높았다. 본 종의 총 발육기간은 25°C, 27°C, 30°C에서 각각 93.27일, 76.83일, 65.42일로서 고온하에서 발육기간이 짧아지는 경향이였다. 한편 난을 일정기간 저온에 보존한 후 부화율을 조사한 결과 15°C에서 최대 50일간 보존이 가능함을 알 수 있었다.

검색어 - 쥐똥밀깍지벌레, 분포, 산란, 발육, 저온보존

서 론

분류학적으로 매미목 밀깍지벌레과에 속해 있는 (Check List of Insects from Korea, 1994) 쥐똥밀깍지벌

레 (*Ericerus pela* Chavannes)는 한국을 비롯하여 일본, 중국남부, 유럽등지에 분포하며 쥐똥나무 (*Ligustrum obtusifolium* Siebold et Zuccarini) 및 광나무 (*Ligustrum japonicum* Thunberg), 물푸레나무 (*Fraxinus rhynchophylla* Hance), 이팝나무 (*Chionanthus retusa* Lindley et

농업과학기술원 잠사곤충부 환경곤충과 (Department of Sericulture and Entomology, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-100, Korea)

Paxton), 라일락(*Syringa vulgaris* Linnaeus) 등을 기주식물로 하여 1년에 1회 발생하는 종으로 알려져 있다(Lee and Jung, 1997; Paik, 1978; Miyatake, 1987; Watanabe, 1982). 국내에서는 부산, 수원, 진도 및 완도 지방에서 분포한다고 보고되어 있지만(Paik, 1978), 경제작물을 가해하는 해충으로는 인식되지 않았기에 지금까지 본 종에 대한 체계화된 연구자료는 거의 없는 실정이다. 위의 두 기주식물은 우리나라의 산야지에 자생하는 수종으로서 주로 관상용 및 한방용으로 쓰이고 있으나(Kim, 1996), 현재에는 도심지역을 중심으로 도로 및 중대형 건물의 경계수종으로 대량으로 식재가 되어있는 실정이다.

월동하고 난 본 종의 암컷성충은 산란량이 대단히 많고 부화유충 또한 행동력이 활발하여 갓 부화한 유충은 곧바로 이동하여 엽맥을 따라 군집하여 정착해 있다가 일정기간이 지난후 다시 가지로 내려와 2차적인 정착을 하는 습성을 가지고 있다(Umeya, 1996). 일반적으로 각지벌레류는 한 곳에만 정착하는 생태적인 특성이 있기 때문에(Jenaka, 1967) 기주간 이동이 쉽지 않을 것으로 판단되나 본 종의 경우 유충기에 두 번의 이동기가 있고 기주식물의 식재 특성상 대단히 초밀식으로 식재되어 있기 때문에 미세한 환경변화(바람, 비 등)에도 기주간 수평적 이동능력이 대단히 높을 것으로 사료된다. 따라서 본 종은 기주식물이 전국적으로 보급되는 추세로 보아 빠르게 확산될 것으로 추정되며 앞으로 문제해충으로 등장할 가능성도 매우 높은 것으로 사료된다.

한편 옛부터 중국 및 일본에서는 본 종의 수컷유충이 집단적으로 분비하는 흰색의 납물질을 충백납(蟲白蠟)이라고 하여 의약 및 산업용으로 널리 이용되었고, 최근들어 일본에서는 이들의 새로운 용도개발 및 산업화 가능성에 대해 많은 관심을 보이고 있다(Tamaki, 1967; Umeya, 1996; Watanabe, 1982).

따라서 본 시험은 본 종을 해충이 아닌 유용곤충자원 탐색연구의 일환으로 국내분포 및 발육생태 등 대량 증식에 필요한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

서식지 분포 및 월동 후 생존율 조사

지역별 분포조사는 '96년 3월부터 '97년 7월까지 수원을 비롯한 전국 11개 지역에서 도로 및 건물주위에 경계수종으로 식재되어 있는 쥐똥나무를 대상으로 실시하였다. 기주식물의 가지에 고착된 상태로 월동한 암컷성충 및 수컷이 분비한 백색 분비물의 가지 내 존재 유무로 본 종의 기생여부를 판정했으며 가을 낙엽이 진 이후부터 이듬해 새싹이 나기 전까지 육안으로 식별이 용이한 시기를 택해 분포조사를 실시하였다. 밀도

조사는 육안 조사한 지역의 단위 면적당 조사가지에 대한 기생가지의 백분율로 환산하여 밀도산정을 하였다. 수원, 증평, 용인 3개 지역에서의 암컷성충의 월동 후 생존율은 암컷성충이 월동하고 난 3월 중순부터 육안으로 보아 가지길이 10cm당 5두 이상 기생밀도를 유지하고 있는 그루에서 1가지씩 채취하여 모두 3반복 3회로 9그루를 조사하였으며 생존여부는 각지의 체색(생충: 연회색, 사충: 주황색) 및 각지 내 생체의 존재 유무로 판정하였다.

사육 및 발육조사

2~3월에 채집한 암컷성충을 기생가지채로 삼각플라스틱(5×16×26 cm)를 이용, 삼수육으로 실온에서 사육한 후 산란한 알을 채취하여 사레에 넣어 부화를 유도하고, 여기서 부화된 유충을 화분에 삼목된 기주에 1,500두씩(300두/반복) 접종하여 25°C, 27°C, 30°C항온실(14L:10D)에서 사육하였다. 유충발육은 엽맥을 따라 집단 고착된 상태에서 다시 줄기로 이동하는 시점을 2령시점으로 판정하였으며 유충 종료시기는 백색의 분비물 속에서 용화직전 까지를 종료시기로 산정하였다. 용기간은 용화직후의 번데기를 처리온도별로 20개체씩 3반복으로 사레에 접종하여 항온기(14L:10D)내에서 사육하면서 접종일로부터 우화탈출 당일까지의 소요일수로 산정하였고, 우화상황은 매일 세 차례씩 해부현미경하에서 확인하였다.

산란 및 난 저온보존

야외에서 채집한 월동후 암컷성충을 가지에 고착된 상태로 25°C 항온에서 삼수육을 하면서 산란을 유도하였다. 산란기 비대성장한 암컷성충을 가지에서 떼어내고 다시 사레에 넣어 매일 해부현미경하에서 산란을 조사하였다. 또한 조사가 끝난 알을 다시 사레에 넣어 각각 5°C, 7.5°C, 15°C 보존온도별 600개씩(200개/반복) 항온 조건에 두면서 일정기간이 지난 후 꺼내어 다시 25°C 항온에서 부화를 유도하여 부화율을 조사하였다.

각 태벌 크기

알의 크기는 해부현미경에 Micrometer를 부착하여 산란 2일후의 난을 암수 구분없이 200개씩 3반복으로 측정된 뒤 평균을 산출하였고 유충은 엽맥에 고착된 1령충과(그림 2B) 다시 이동하여 내려와 가지에 고착된 2령충을 구분하여 각각 200개씩 크기를 측정하였다. 용은 흰색의 분비물 속에서 완전한 모양을 갖춘 100개체를 무작위로 추출하여 조사하였으며, 수컷성충(그림 2C)은 50개체를 무작위로 추출하여 75% 알콜에 넣어 죽인 후 체장과 체폭을 조사하였다. 암컷성충(그림 2C)은 발육시기별로 월동직후(3월 18일)를 기준으로 약 10일간격 4회 체장을 조사하여 각각 시기별 성장속도

를 산출하였다.

결과 및 고찰

조사지역별 분포 및 밀도조사

본 종의 기주식물인 쥐똥나무는 일본, 대만 및 우리나라 전국 각지의 해발 50~70m 산야지 계곡에 자생하며, 광나무는 일본, 대만 및 우리나라의 제주도, 남부지역의 해발 150~1,100m 산야지, 해변산록 및 저지대에 자생하고 있는 것으로 알려져 있으나 (Kim, 1996), 1996~1997년 2년간의 조사결과 전국에 자생하는 기주식물의 자생지가 한정되어 있고 위에서 언급한 산야지에서는 자생지역을 찾기가 매우 어려웠다. 한편 최근 쥐똥나무는 중북부지역을 중심으로 도로 및 각종 건축물의 경계수종 또는 관상수종으로 대량 식재되어 있어 이런 곳을 중심으로 밀도조사를 실시하였다. 문경의 10개지역에서의 조사결과는 표 1 및 그림 1에서 보는 바와같이 중평지역이 조사가지 대비 채집가지수가 46개로서 10.8%의 기생율을 보여 가장 높았고 수원, 문경, 용인지방에서는 각각 5.2%, 3.3%, 2.1%로 발생하였으며 영월과 평택지역에서는 각각 1.1%로 가장 낮았다. 또한 밀양, 원주, 오산, 보은지방에서는 조사 기간 중 분

종을 확인할 수 없었다. 지역적으로 다소의 차이는 기주식물의 서식지가 자생지역이 아니고 인위적인 조성지역이기 때문에 식재당시 묘목에서의 기생여부가 많은 영향을 미친 것으로 사료된다.

월동 후 암컷의 생존율

교미한 암컷성충은 기주식물의 가지에 고착된 상태로 겨울을 나고 이듬해 봄에 다시 수액을 흡수하며 성장하기 시작한다 (Umeya, 1996). 가지에 고착하여 겨울을 난 암컷성충의 월동후 생존율은 표 2와 같다. 수원의 2개지역 전체 조사충수 대비 생충수의 비율로 산정

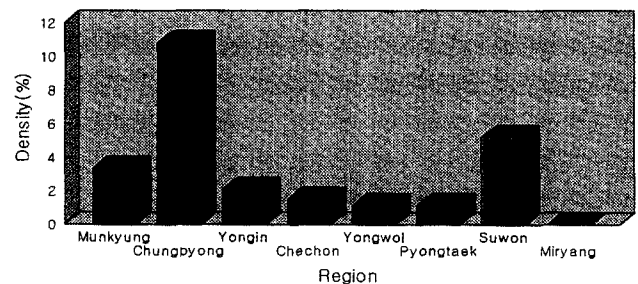


Fig. 1. Density of *Erioceris pela* in the surveyed region.

Table 1. The regional distribution of *Erioceris pela* in Korea

Region	Area (m ²)	No. of branches surveyed(A)	No. of branches collected(B)	No. of female adult collected	Percentage (B/A)
Munkyoung	281	786	26	318	3.3
Chungpyong	205	425	46	666	10.8
Yongin	155	328	7	125	2.1
Chechon	561	1,850	27	625	1.5
Yongwol	429	1,236	13	147	1.1
Pyongtaek	198	465	5	85	1.1
Suwon	413	1,100	57	795	5.2
Miryang	109	250	0	0	0.0
Osan	370	1,150	0	0	0.0
Wonju	502	1,500	0	0	0.0
Poan	264	750	0	0	0.0
Total	3,487	6,440	181	2,761	2.8

Table 2. Survival rate of female adult of *Erioceris pela* after hibernation

Region	No. of female adult observed	No. of female adult dead	No. of female adult alive	Survival rate (%)
Suwon	150	18	132	88.0 ± 7.2
Yongin	150	15	135	90.0 ± 2.0
Chungpyong	150	33	117	78.0 ± 8.0
Mean ± SD	450	66	384	85.3 ± 6.4

Table 3. Relative growth rate of female adult of *Ericerus pela* after hibernation

Date	No. of adults observed	Width (mm) \pm SD	Growth rate (%)
Mar. 18 ^a	50	2.88 \pm 0.29	100.0
Apr. 1	100	4.69 \pm 0.79	162.8
Apr. 10	100	5.03 \pm 1.46	174.7
Apr. 22	100	6.46 \pm 2.40	224.3
May. 4 ^b	50	9.96 \pm 0.13	345.8

^a The time just after hibernation.

^b The time just before egg laying.

한 평균 생존율은 85.3%로서 비교적 높았으며, 이 결과는 자연조건하에서 기주 및 환경조건만 갖춰지면 본 종은 급속히 증가하여 대 발생될 가능성이 있음을 시사한다.

발육시기별 암컷의 성장속도

한편 월동하고 난 암컷성충은 산란 할 때까지 약 2개월 동안 대단히 빠른 속도로 성장하며 조사결과는 표 3과 같다. 월동직후인 3월 18일 암컷성충의 체폭은 2.88 mm였으나 산란직전인 5월 4일에는 9.96 mm로서 45일동안 약 3.5배의 성장률을 보임으로서 짧은 기간 동안 급속 비대성장하는 결과를 나타냈다. 또한 육안으로 관찰이 불가능한 다른 발육태와는 달리 산란직전의 암컷성충은 육안으로도 뚜렷이 확인할 수 있을 정도의 크기였다(그림 2A).

암컷의 산란성

월동하고 난 암컷성충은 4월 하순부터 산란이 시작되며 산란수 평균은 표 4와 같다. 전체 조사충수의 36.7%가 7,000~10,000개의 범위내에 산란하였으며 23.3%는 10,000개 이상 산란하였고 전체 평균산란수는 7,450개로서 150개 내외의 산란수를 가진 뽕나무각지벌레 (Ishii, 1968)와 1,000개 내외의 산란수를 가진 뽕밀각지벌레 (Park *et al.*, 1990) 등 다른 종에 비해 산란수가 대단히 많았다. 이 결과로 보아 본 종은 자연상태 하에서의 증식에 어려움은 없을 것으로 사료된다.

각 태별 크기, 형태 및 발육특징

난의 크기는 장경 및 단경이 각각 0.40 mm, 0.21 mm 이었고 1령유충은 0.52 mm, 0.29 mm, 2령 유충은 0.97 mm, 0.60 mm로서 (표 5) 육안으로는 관찰이 어려울 정도로 크기가 매우 작았다. 1령유충은 부화직후 엽맥을 따라 집단으로 정착하여 있다가(그림 2 B) 2령이 되면서 다시 가지로 이동하여 고착하는 습성을 보였다. 번데기의 크기는 장경 및 단경이 각각 2.22 mm, 1.21 mm 이었고 수컷성충은 2.20 mm, 0.78 mm였으며 (표 5), 2쌍

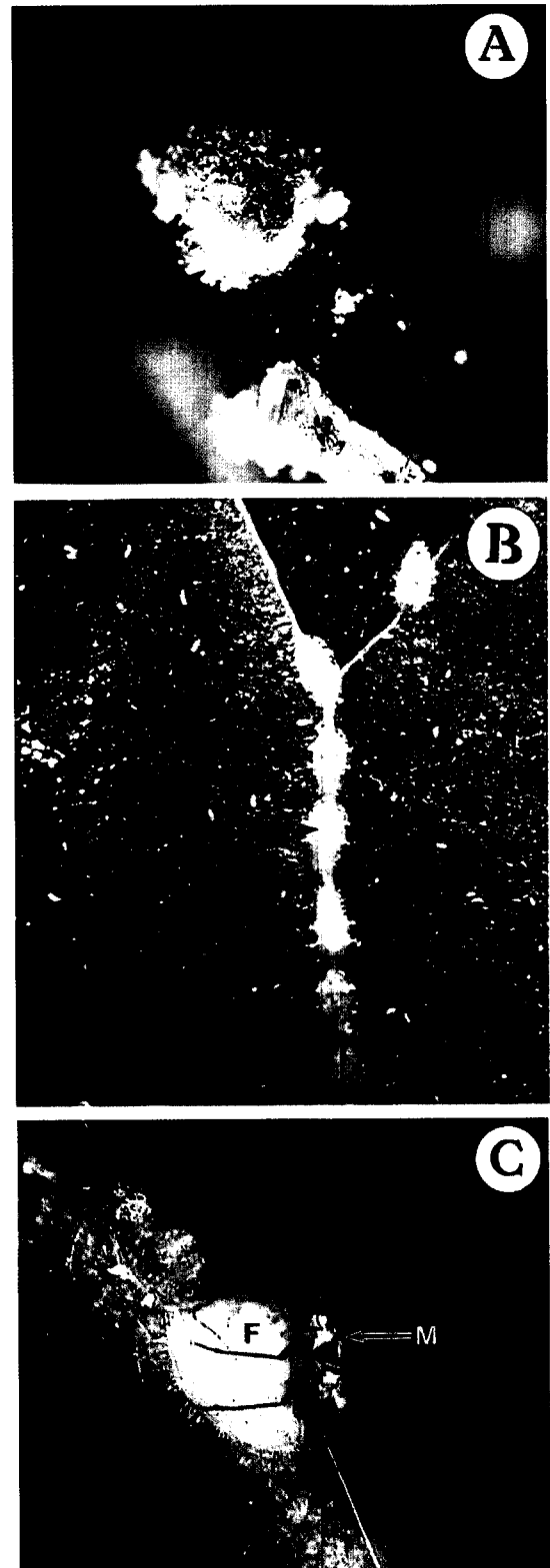


Fig. 2. A, Eggs of *Ericerus pela* oviposited by female adult on the stem ; B, First instar larvae of *Ericerus pela* clustered on the vein of the leaf ; C, Female (F) and male adult (M) of *Ericerus pela* under mating.

Table 4. The of number of eggs laid by female adult of *Ericerus pela*

	No. of eggs laid				Total
	Under 4,000	4,000~7,000	7,000~10,000	Over 10,000	
No. of female adult observed	3	9	11	7	30
Percentage	10.0	30.0	36.7	23.3	100.0

Table 5. Size of different stage of *Ericerus pela*

Stage	No. of individuals observed	Length(mm) ±SD	Width(mm) ±SD
Egg	100	0.40±0.02	0.21±0.02
1st instar	50	0.52±0.09	0.29±0.03
2nd instar	50	0.97±0.09	0.60±0.07
Pupa	50	2.22±0.11	1.21±0.06
Male adult	50	2.20±0.26	0.78±0.09

Table 6. Rate of hatching, pupation and adult emergence of *Ericerus pela* at the three constant temperatures

Temperature (°C)	Hatching rate (%)	Pupation rate (%)	Emergence rate (%)
25	62.9(900) ^a	49.7(348) ^b	67.3(55) ^c
27	66.8(902)	47.3(300)	64.0(75)
30	51.7(600)	45.0(302)	62.7(75)

^a Number of eggs observed.

^b Number of larvae observed.

^c Number of pupae observed.

의 날개와 1쌍의 더듬이 및 혼눈, 3쌍의 다리를 갖고 있고 우화초기에는 활발한 활동을 하다가 교미후에 곧바로 죽었다(그림 2C). 표 6은 부화율, 용화율 및 우화율을 나타낸 것으로 난의 부화율은 30°C에서 51.7%로 비교적 낮았으며 27°C에서 66.8%로 가장 높은 것으로 보아 부화적온은 27°C로 사료된다. 또한 용화율은 25°C에서 49.7%로 가장 높았으나 조사 온도별로 보면 모두 50.0%미만으로 낮았다. 한편 우화율은 25°C에서 67.3%로 가장 높았으며 27°C, 30°C에서 각각 64.0%, 62.7%로서 온도가 높을수록 낮은 경향이였다. 각 생육 단계별 발육기간은 표 7과 같다. 난의 발육기간은 25°C, 27°C, 30°C에서 각각 20.55일(16~28), 14.97일(6~24), 10.73일(8~14)로서 온도가 높을수록 난기간은 짧아지는 경향을 보였는데 특히 25°C에서는 30°C 발육기간의 약 두 배가 소요되었다. 그러나 Paik(1978)은 본 종의 난기간이 2개월이 소요된다고 하였는데 이것은 산란된 난이 자연온도하에서 배자형성 및 발육과정의 전 과정을 경과했기 때문에 항온조건에서 보호한 본 실험의 난기간과는 의미가 다른 것으로 사료된다. 1령 유충기간은 25°C, 27°C, 30°C에서 각각 23.93일, 20.72일, 18.03일 이었으며, 2령은 각 온도에서 34.29일, 28.84일, 25.16일로서 1령 보다 2령 기간이 다소 길었다. 용의 발육기간 역시 온도가 높을수록 짧아지는 경향을 보였으나 온도별로 큰 차이는 없었다. 수컷성충의 수명은 평균 2.47일로서 우화 후 1일~4일 내에 교미하고 난 후 모두 죽었다. 결론적으로 본 종의 총 발육기간은 25°C, 27°C, 30°C에서 각각 93.27일, 76.83일, 65.42일로 고온 하에서는 발육기간이 짧아지는 경향이였다. 또한 유충 총 발육기간이 50.32일로서 전 생육기간의 64.1%를 차지하고 있으며 이 결과는 수컷유충이 분비하는 흰 납물질(蠟白蠟)을 이용하고자 하는 측면

Table 7. Periods in days of the developmental stage of *Ericerus pela* at three constant temperatures

Stage	Temperature (°C)			Mean
	25	27	30	
Egg	20.55±2.10 (416) ^a	14.97±4.83 (617)	10.73±1.69 (310)	15.42±2.87
1st Larva	23.93±0.89 (400)	20.72±1.36 (400)	18.03±0.66 (400)	20.89±0.97
2nd Larva	34.29±0.38 (348)	28.84±0.28 (300)	25.16±0.23 (302)	29.43±0.30
Pupa	11.60±0.20 (39)	9.80±0.45 (48)	9.50±0.35 (47)	10.30±0.31
Male adult	2.90±0.42 (30)	2.50±0.64 (26)	2.00±0.85 (33)	2.47±0.64
Total	93.27±0.78	76.83±1.51	65.42±0.76	78.51±1.02

^a Number of individuals observed.

에서는 상당히 유리한 결과이지만 기주식물에게는 그만큼 가해기간이 길기 때문에 피해가 클 것으로 사료된다.

난 저온저장

한편 본 종의 난을 15°C의 저온에 저장하여 일정기간이 경과한 후 꺼내어 25°C에서 부화를 유도한 결과는 표 8에서 보는 바와 같다. 10일 간격으로 60일까지 저장하여 부화율을 조사한 결과, 40일까지의 부화율이 82.4%로서 대부분의 개체가 부화가 가능하였으나 60일 저장란은 27.8%로서 매우 낮았다. 또한 50일 이후에 부화한 대부분의 개체는 부화직후 행동이 둔화되고 곧이어 죽었다. 또한 저온 저장 온도별 부화율은 그림 3에서 보는 바와같이 5°C와 7.5°C의 저온에 20일간 저장한 난의 부화율은 각각 58.3%, 77.7%로 비교적 높았으나 50일간 저장한 개체는 14.7%, 17.0%, 60일은

3.0%, 3.7%로서 60일 저장이후에는 거의 부화를 확인할 수 없었다. 특히 저장일수가 30일을 시점으로 30% 이하로 부화율이 낮았으며 15°C에는 앞서서도 언급한 바와 같이 저장일수 40일까지는 80% 이상이 부화하는 결과를 보였다. 그러나 본 종은 1년에 1회 발생하여 교미한 암컷성충태로만 월동하기 때문에 자연상태에서 5~6월에 발생하는 알의 경우 인공월동 저온저장에 의한 난의 부화유도는 불가능할 것으로 판단되었으나 본 시험의 결과 15°C에서 50일간 저온저장으로 난의 부화유도가 가능함을 알 수 있었다. 이 결과는 서로 발생 시기가 다른 암수난을 저온에서 일정기간 동안 발육을 억제시켰다가 필요한 시기에 동시 사육하여 우화 및 교미를 하게 함으로서 차후 대량증식수단으로서의 활용이 가능함을 시사하고있다.

인 용 문 헌

Ishii, G. 1968. On the morphological & ecological characteristics of the mulberry scale (*Pseudaulacaspis pentagona* TARGIONI). J. seric. Bull. Jpn. 92: 41~62.
 Jenaka, T. 1967. Ecology of scale insects. Plant prevention. 21(8): 9~12.
 Kim, T.J. 1996. Korean resources plants. pp. 256~258. Seoul National Univ Press. Seoul.
 Lee, B.Y and Y.J Jung. 1997. Insect pests of trees and shrubs in Korea. pp. 182~183. Sungandang, Seoul.
 Miyatake, R. 1987. Gakken illustrated nature encyclopedia (The insects of Japan). 5th ed., pp. 206~207. Gakken. Tokyo.
 Paik, W.H. 1978. Illustrated encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. 22 (Insecta VI). pp. 237~239. the Ministry of Education.
 Park, J.D., I.S. Park and K.C. Kim. 1990. Host range, occurrence and developmental characteristics of *Ceroplastes pseudoceriferus* (Homoptera: Coccidae) on persimmon trees. Korean J. Appl. Entomol. 29(4): 269~276.
 Tamaki, K. 1967. The covering materials of scale insect body. Plant prevention. 21(8): 18~23.
 The Entomological Society of Korea, Korean Society of Applied Entomology. 1994. Check List of Insects from Korea. pp. 111~112. Kon-Kuk Univ Press. Seoul.
 Umeya, K. 1996. Production of Chinese white-wax scale in China. The research data of National Institute of Sericultural and Entomological Science. 21: 98~100.
 Watanabe, T. 1982. Cultural book of medical insects. pp. 124~127. Tokyooseowon. Tokyo.

(1998년 2월 25일 접수, 1998년 11월 2일 수리)

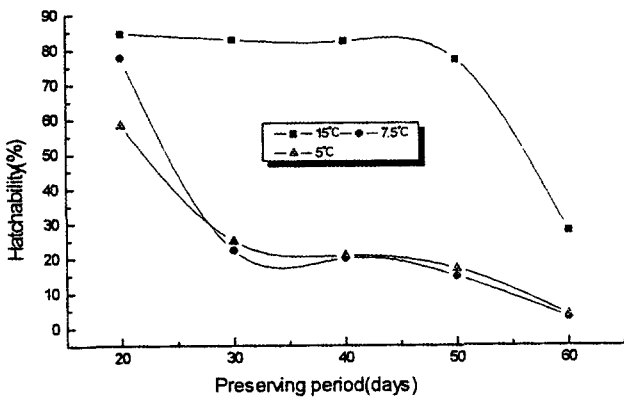


Fig. 3. Hatchability of egg of *Ericerus pela* with the various preserving period at the low temperature.

Table 8. Hatchability of the eggs in relation to the preserving periods at 15°C

Preserving period at 15°C (days)	No. of eggs stored	No. of hatched eggs	Hatchability (%)
10	435	386	88.7
20	579	490	84.6
30	723	599	82.8
40	677	558	82.4
50	543	418	77.0
60	413	115	27.8