

## 왕사슴벌레(*Dorcus hopei*)의 대량사육 기술개발을 위한 생태특성 조사

김철학 · 이준석 · 정 근<sup>1</sup> · 박규택<sup>1\*</sup>

(주) 킨섹트 c/o 강원대학교 생물환경학부, 춘천시 효자동 700-201, <sup>1</sup>강원대학교 생물환경학부

## Ecological Characteristics of *Dorcus hopei* (E. Saunders) for the Development of Mass-rearing Technique in Korea

Cheol-Hak Kim, Jun-Seok Lee, Keun Chung and Kyu-Tek Park<sup>1\*</sup>

K-insect. Co., Ltd. c/o Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Republic of Korea, <sup>1</sup>Division of Biological Environment

**ABSTRACT :** This study was carried out to review the distributional data of *Dorcus hopei* in Korea and to investigate ecological characteristics to develop a mass rearing technique of the species. The coupling period of the male and female was needed at least 2 weeks in condition of 6 months after emergence, and the optimal sex ratio for oviposition was 2♀ : 1♂. Eggs were laid singly, up to 27.3 per female. The pre-oviposition period was average 147.3 days, egg-period was 15.6 days on the average, and oviposition period was at least 120 days. The optimum size of oviposition room was 55 × 40 × 35 cm with 3-4 oviposition-trees cut in size of 15 × 15 cm. *Quercus acutissima* was highly preferred for the oviposition. Developing period of each instar in the insectary (25°C, 75% R.H., 16L : 8D) was 24.1 days for the 1st instar, 29.8 days for the 2nd, and 131.2 days for the 3rd instar, and 28.9 days for the pupa. The longevity of adults was longer than 35 months. The period of induced dormancy was needed at least 3-4 months.

**KEY WORDS :** Oviposition, Development, Longevity, Dormancy

**초 록 :** 본 연구에서는 왕사슴벌레의 국내 분포지가 재검토되고 이들의 대량사육기술 개발을 위한 생태적 특성이 조사되었다. 산란수를 최대화하기 위해서는 우화 후 6개월이 지난 암, 수 성충에게 2주 이상의 교미기간이 허용되어야 하며 성비는 암 : 수 = 2 : 1이 이상적이었다. 산란수는 암컷 한 마리당 최대 27.3개이고 알은 한 개씩 산란된다. 산란전기간은 평균 147.3일, 산란기간은 최소 120일 이었으며 난기간은 평균 15.6일이었다. 산란상은 직경 15 cm × 길이 15 cm인 산란목이 3-4개 들어 있는 55 × 40 × 35 cm 크기의 산란상이 이상적이었다. 산란목으로는 상수리나무가 선호되었다. 사육실조건(25°C, 75% R.H., 16L : 8D)에서 1령기간은 24.1일, 2령은 29.8일, 3령에는 131.2일이 소요되었으며 용기간은 28.9일이 소요되었다. 성충수명은 35개월 이상이었다. 산란수를 증가시키기 위해서는 최소 3-4개월의 휴면기간이 필요한 것으로 밝혀졌다.

**검색어 :** 산란, 발육특성, 수명, 휴면

왕사슴벌레(*Dorcus hopei*)는 딱정벌레목(Coleoptera)의 사슴벌레과(Lucanidae)에 속하는 곤충으로 우리나라에는 왕사슴벌레 외에 사슴벌레, 톱사슴벌레, 넓적사

슴벌레, 애사슴벌레, 다우리아사슴벌레 등 14종이 분포하고 있다(Kim, 2000). 왕사슴벌레는 일본, 중국, 그리고 우리나라에 분포하는 것으로 알려져 있으나 이들

\*Corresponding author. E-mail: cispa@kangwon.ac.kr

이 동일종인지 또는 아종 내지는 다른 별개의 종인지에 대해서는 아직도 이견이 많은 상태이다. Cho (1931, 1957)가 우리나라 분포종을 *D. hopei* 로 보고하였으나 Kim *et al.* (1974)는 국내 분포종을 중국남부와 동남아 지역에 분포하는 *D. curvidens*로 보고하였으며, 최근 Kim (1993, 2000)과 Kim *et al.* (1998)은 다시 *D. hopei*로 정정 보고하고 있다. 최근 Mizunuma (2000)는 *D. hopei*가 *curvidens*의 아종으로 취급되어 왔으나 중국 광서성(Guangxi Prov.)의 Dayao산에서 이들이 동시에 채집된 사실을 근거로 이들 두 종은 별개의 종이라는 결론을 내리고 있으며, 우리나라와 일본, 중국의 중북부 지역산을 아종인 *ssp. binodulosus* Waterhouse, 1874로 취급하였다. 그러나 2001년에 발간된 Mizunuma의 The Lucanid Beetels of the world 제4판에는 이 아종의 분포지역을 일본과 한반도에 국한시키고 있다. 국내에서는 중부 내륙지방의 참나무류나 버드나무류가 있는 야산 어디서나 흔히 발견되었던 종이었으나 최근 발생밀도가 크게 감소세를 보여 지금은 야외 채집이 쉽지 않은 종이다. 최근 환경부가 자연보존협회를 통해 조사한 “멸종위기야생동식물 및 보호야생동식물의 지정현황 분석 및 개선방안에 관한 연구 (2001)”에 따르면 왕사슴벌레는 취약종으로 앞으로 새로이 분류될 보호대상 II급종으로 관리될 종이다.

왕사슴벌레는 사슴벌레들 중 가장 우람하고, 성충의 수명이 3년 이상이나 되는 특징을 가지며, 야외에서 쉽게 발견되지 않는 희귀종으로 일본에서는 이미 지난 30여년전 부터 애완(pet)곤충으로 애호가들로부터 가장 인기를 얻고 있을 뿐 아니라 일본 곤충시장의 주도적 역할을 하고 있는 종이다. 일본에서 왕사슴벌레가 애완용 곤충시장을 주도해 오면서 일반인들의 관심이 커져온 데에는 우선 자연의 소중함을 알고 곤충 등 자연생물에 관심이 큰 일본인들 특유의 자연보호 정신과 전통적인 유년충의 호기심에 따른 곤충사육 열풍, 그리고 멸종위기를 맞고 있는 희귀종들의 보호에 동참하려는 일본인들의 성숙된 자연사랑에서 비롯된 것이라 생각된다. 국내의 경우 아직 일본과 같은 사육 열풍이나 시장형성은 활발하지 않지만 최근 몇 년 전부터 장수풍뎅이를 비롯하여 사슴벌레류를 대상으로 한 매니아층이 급격히 늘어나고 있는 실정이다. 왕사슴벌레의 대량사육 기술개발은 감소 추세중의 생태계 복원이라는 일차적 목적 이외에 일본 등지에서 산업화에 성공한 전례에 비추어볼 때 어린이들의 교육교재나 애완 및 지역특성화를 위한 관광상품, 자연

생태원이나 농촌 어메니티사업의 콘텐츠 개발 등 국내 곤충산업의 활성화를 위한 기반 조성에 크게 기여할 것으로 기대된다. 그러나 대량사육을 위한 기본적인 생태특성 등 기초자료가 전혀 없는 실정에서 이를 단계적으로 밝혀 나가는 것이 무엇보다 우선적인 일이라 생각한다.

## 재료 및 방법

### 1. 국내 분포조사 및 공시충 확보

#### 1) 문헌 및 표본 조사

왕사슴벌레의 국내 분포 및 채집지에 관한 문헌, 국내 관련기관에 보관된 표본자료에 의해 정리된 최근의 자료, 그리고 그 동안 채집된 표본들을 대상으로 국내 분포상황을 재정리하였다.

#### 2) 채집조사

문헌과 표본조사로 확인된 강원, 경기, 충청, 전남권 등을 중심으로 왕사슴벌레의 분포실태를 조사하기 위해 성충 발생기인 6-8월에 걸쳐 300 W 수은 등을 이용하여 야간채집을 실시하고, 실험에 소요되는 공시충을 확보하였다.

### 2. 산란 특성

성충의 교미 및 산란행동을 포함하여 산란실의 조건에 따른 산란수의 비교 등을 조사하기 위하여 25°C, 16L:8D 조건의 인공사육실에서 아래 실험을 진행하였다. 실험에 사용한 산란목은 표고버섯을 재배한지 3년이 된 상수리나무를 직경 15 cm, 높이 15 cm 크기로 잘라 24시간 물에 침지한 후 24시간 음지에서 물기를 말려 산란목으로 사용하였다.

#### 1) 교미 및 산란행동

성충의 교미 및 산란행동을 조사하기 위하여 가로, 세로, 높이가 각각 35×20×20 cm인 플라스틱 사육용기에 상:우을 각각 1:1, 2:1, 1:2의 비율로 넣고 교미특성을 파악하였다. 왕사슴벌레는 성충으로 우화한 후 4개월 이상이 되어야 성(性)적 성숙이 끝나 산란을 시작하는 것으로 알려져 있으므로(Kojima, 1998) 본 시험에서는 6개월이 경과된 성충을 사용하였다. 암수의 비율에 따른 산란율을 조사하기 위하여 1주, 2주, 4주 기간동안 암수를 함께 합방시키고 교미를 유

도한 뒤 수컷을 다시 분리시킨 다음 암컷의 산란을 유도 하였다. 대조구는 전 산란기간 동안 계속 암수를 함께 합방하였다. 조사 후에는 새로운 산란목으로 교체해주었으며, 2개월간 산란케 한 다음 산란수를 확인하였다.

#### 2) 산란수 및 난기간 조사

암컷 한 마리당 평균 산란수와 난기간을 조사하기 위하여 인공조건(25°C, 80% R.H.의 항온실)의 사육실에서 35×20×20 cm 크기의 산란용기에 미리 준비한 산란목을 1개씩 넣고 수분 60%의 참나무톱밥을 2개월간 발효시킨 먹이를 15cm 높이로 채운 후 성충으로 우화한지 6개월 된 암수 한 쌍씩을 넣은 다음 1개월 간격으로 5개월 동안 산란수와 난기간을 조사하였다.

#### 3) 산란전기(pre-oviposition period), 산란기간 및 성충의 수명 조사

산란전기 조사는 실내조건에서 성충으로 우화된지 3개월 된 암컷을 사용하였는데, 2)와 동일하게 준비한 산란상자내에 암수 한 쌍씩을 넣은 다음 1주일 간격으로 산란목을 교체하면서 산란여부를 확인하였다. 산란기간 및 성충의 수명조사는 동일한 크기의 용기에 1마리씩 넣고 상기 먹이를 15cm 높이로 채운 후 1개월 간격으로 성충의 생사유무를 확인하여 수명을 측정하였다. 휴면조건의 처리구는 6개월은 25°C 항온조건, 6개월은 4°C로 처리하여 자연상태와 유사하게 하였다. 25°C 처리구에서 4°C 처리구로 휴면을 유도할 때는 18°C에서 7일, 10°C에서 7일간을 처리한 후 4°C로 옮겼다. 휴면타파를 위해서 4°C에서 25°C로 변환할 때는 역순으로 처리하였다.

#### 4) 산란실 조건에 따른 산란수 비교

##### (1) 산란용기의 크기에 따른 산란수 비교

산란용기의 적정 크기를 선정하기 위하여 가로, 세로, 높이가 각각 25×15×17 cm, 35×20×20 cm, 55×40×30 cm인 3종류의 플라스틱 사육용기에 산란목 1개씩을 넣고 교미가 끝난 암컷(수컷과 2주간 교미시킨 개체)을 각각 처리구별로 1마리씩 넣어 60일이 경과한 후 산란수를 조사, 산란용기의 크기별로 비교하였다.

##### (2) 산란목의 밀도에 따른 산란수 비교

위의 실험결과를 토대로 가장 산란수가 많았던 55×40×30 cm 크기의 플라스틱 사육용기에 산란목을

1-6개씩 넣은 후 60일후 암컷 한 마리당 평균 산란수를 비교하였다.

#### (3) 산란목의 수종에 따른 산란 선호도 조사

왕사슴벌레 암컷의 산란목은 야외상태에서 주로 참나무류의 고사목이므로 표고버섯을 재배한지 3년이 된 나무 중 상수리나무, 신갈나무, 굴참나무의 3개 수종을 대상으로 산란 선호도를 조사하였다. 산란목을 55×40×30 cm 크기의 산란상에 6개씩 넣고 앞의 실험조건에서와 같이 교미가 끝난 암컷 5개체를 30일간 항온실(25°C, 80% R.H.)에 처리하였다. 처리 30일이 지난 후 성충과 산란목을 분리한 다음 다시 20일이 지난 후 산란목을 절개하여 알 및 유충을 채취하여 산란수를 측정하였다.

### 3. 유충의 발육특성과 용기간 조사

유충의 사육은 특별히 조제한 균사먹이(균사병으로 칭함)를 사용하였다. 균사병의 조제방법은 별도의 논문에서 취급할 것이다. 알에서 깨어난 부화유충은 참나무 생톱밥을 2개월 발효시킨 먹이를 사용하였으며, 사육용기는 지름 9 cm, 높이 1.5 cm 크기의 페트리접시를 사용하였다. 2령부터는 균사병(킨섹트사의 K-800균사를 사용)으로 옮겨 사육하면서 각 령기간을 조사하였다. 사육실은 상기 실험에서와 동일한 조건하에서 조사하였으며, 부화후 전 유충기간의 각 영기별 기간과 용기간을 조사하였다.

### 4. 최적 산란수 유도를 위한 휴면기간의 조사

3-4년의 수명을 가지고 있는 왕사슴벌레는 4계절이 뚜렷한 기후조건을 갖춘 우리나라의 경우 저온하에서의 자연 휴면조건을 가지는 것으로 추정되므로 항온 사육조건에서 이의 조건을 충족시키기 위해서는 인위적 휴면의 유도로 생육기간을 조절하는 것이 필요하므로 그 적정 기간을 다음과 같은 방법으로 조사하였다. 즉 성충으로 우화한지 6개월 된 암컷을 4개월간 산란케 하고 4°C 조건에서 각각 2, 3, 4, 5, 6개월간 휴면 처리를 한 다음, 25°C 항온조건에서 35×20×20 cm의 투명용기에 산란목을 넣은 후 산란목 사이를 발효톱밥으로 채우고 2개월간 산란케 하였다.

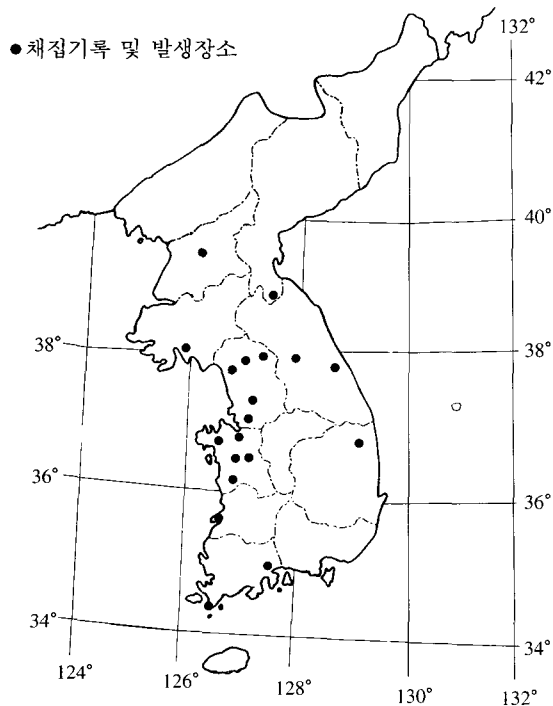


Fig. 1. Distribution of *Dorcus hopei* in Korea, based on literatures, specimens, and recent collecting data

## 결과 및 고찰

### 1. 국내 분포조사

#### 1) 문헌 및 표본조사

Cho (1947, 1957) 등에 의해 문헌상에 기록된 왕사슴벌레의 채집지는 북한지역의 순천, 평양, 해주, 금강산, 개성과 강원도의 치악산, 경기도의 광릉, 천마산, 전남의 백양산, 그리고 경북지역의 울릉도와 대구 등이었으며, Kim (2000)에 의해 국내(서울대, 성신여대, 농과원, 고려대 등)에 보관된 표본에 근거 정리된 최근의 자료에 의하면 북한의 금강산, 개성, 평양; 경기도의 광릉, 천마산; 강원도의 오대산; 충남의 아산; 경북의 백암산; 전남의 백양산, 순천 등지에서 채집된 표본들이 확인되었다. 제주도에서의 채집기록은 없었다.

#### 2) 채집조사

본 조사기간 동안 직접 왕사슴벌레가 채집된 곳은 강원도의 오대산, 강촌, 봉명리(춘천); 경기도의 가평, 안성, 용인, 장호원; 충남의 공주, 천안, 논산, 조치원; 전북의 부안, 선운사, 그리고 전남의 순천, 완도 등이었다.

### 2. 산란특성 조사

#### 1) 교미 및 산란행동

수컷 대 암컷의 비율이 1:1 처리구의 경우 1주일간 짝짓기를 한 처리구에서는 전체의 50%인 3개체가 산란하지 않았고 2주일간의 처리구에서는 1개체가 산란하지 않았으며, 나머지구에서는 모두 산란하였다 (Table 1). 수컷 대 암컷의 비율이 2:1 처리구의 경우 1주일간 짝짓기를 한 처리구에서는 전체의 33.3%인 2개체가 산란하지 않았으나 2주간의 처리구에서는 모두 산란하였다. 수컷 대 암컷의 비율이 1:2 처리구의 경우 1주일간 짝짓기를 한 처리구에서는 3개체가 산란하지 않았으며, 2주간의 처리구에서는 2개체가 산란하지 않았으나 나머지 구에서는 모두 산란하였다. 이상의 결과에서와 같이 1주간 교미를 시킨 처리구에서는 전체 18개체 중 8개체(44.4%)가 산란하지 않았으며, 2주간 교미를 시킨 처리구에서는 16.6%인 3개체가 산란하지 않았다. 즉 암수 짝짓기로 필요한 기간은 최소 2주 이상이 필요한 것으로 확인되었다.

Table 1. Average number of eggs oviposited with various coupling periods (n=6)

		Coupling period			
		1 week	2 weeks	4 weeks	control
Sex ratio	1:1	4.0 (3)	9.2 (1)	11.0 (-)	11.3 (-)
	2:1	5.5 (2)	11.0 (-)	11.5 (-)	10.5 (-)
(♂:♀)	1:2	3.8 (3)	10.0 (2)	17.0 (-)	19.5 (-)

(-): number of females not oviposited eggs

왕사슴벌레는 교미가 끝나고 대개 2주 정도의 산란행동을 보인 다음 산란목(부후목)에 산란한다. 산란수를 측정하기 위해서는 산란목을 완전 절개하여 그 속에 낳은 알수를 조사하여야 하기 때문에 자주 산란목을 절개하거나 교환해주게 되면 이때 암컷이 받는 스트레스가 산란 저해요인으로 작용될 수 있으므로 최대 산란수를 얻기 위해서는 최소 1개월 이상 간격을 두고 산란수를 조사하는 것이 좋다. 당해년도에 교미를 하지 않은 암컷의 경우도 기온이 상승하면 전년도에 교미를 했을 때 수컷으로부터 받은 정자를 체내에 보관할 수 있는 기능이 있어 산란행동을 시작한다. 알은 한 개의 구멍에 한 개씩 표피근처 3-8mm 깊이 이내에 주로 낳으며, 처음엔 타원형을 나타내나 부화일에 가까워짐에 따라 주위의 수분을 흡수하여 구형(球形)으로 변한다.

## 2) 산란수와 난기간

상기 실험에서와 동일하게 준비한 산란목을 35×20×20 cm 크기의 산란상에 넣고 암수 한 쌍씩을 처리한 후 매 1개월마다 산란목을 교체하면서 기간별 산란수를 조사해 본 결과 산란은 1-2개월 사이에 가장 많이 이루어졌으며, 두 개체는 4개월째까지 산란을 계속하였다. 암컷 한 마리당 평균 산란수는 17.8±3.5개 이었다(Table 2). 본 실험에서 조사된 산란수는 우화후 1차 산란한 수를 조사한 것이며, 1차 또는 2차 휴면후의 산란수는 여기에 포함되지 않았다.

그러나 야외조건과 비슷한 환경 제공을 위해 차광막을 씌운 하우스내에서 일정시기별 조사과정을 그치지 않고 55×40×30 cm 크기의 플라스틱 사육용기에 산란목을 6개씩 넣은 다음 4개월간의 산란기간 중에 산란된 총 산란수를 조사한 결과 최고 41개, 평균 27.3±9.2개의 알을 낳는 결과를 얻었다(Table 3). 이런 차이는 조사과정에서 가중되는 스트레스의 영향 때문인 것으로 추정되며(Kojima, 1998), 따라서 산란기간 동안에는 외부적 스트레스가 가해지지 않도록 하는 것이 중요한 일인 것으로 생각된다. 본 실험을 통해서 볼 때 매 1개월마다 새로운 산란목을 교환해 주는 것이 산란에 크게 영향을 미치지 않는 적정기간으로 사료된다. 왕사슴벌레의 산란수(fecundity)는 첫 년도의 평균 산란수 27.3개와 4-5개월간의 1차 휴면 유도 후 13.2-15.4개(Table 11)의 산란이 이루어진 것들을 합하면 40.5-42.7개로 성충의 수명이 3년 이상임을 감안하면 총 산란수는 적어도 60개 이상으로 추정해 볼 수 있다.

난기간은 조건에 따라 다소 차이가 있긴 하지만 25°C 항온조건 하에서는 보통 15-16일로 평균 15.6±0.7일(n=20)이었다. 야외의 경우 기온이 높고 충분한 수분조건이 되면 빨라지고, 기온이 낮고 건조한 경우에는 다소 늦어져 때로는 2개월 이상이 걸리는 경우도 있다.

## 3) 산란전기간, 산란기간 및 성충의 수명

성충이 산란활동을 시작하기 위해서 필요로 하는 산란전기간은 111-160일로 평균 140.4±19.4일이었다(Table 4).

산란기간은 Table 2에서 나타낸바와 같이 최소 120일 이상으로 추정되었다. 항온조건에서 사육되어 성충으로 우화한 개체를 대상으로 각 성별 평균수명을 조사한 결과 항온조건에서 평균 수명은 암컷의 경우 평

**Table 2.** Number of eggs oviposited per female *Dorcus hopei* per month after coupling (n=5, Mean±1SD)

	Month after coupling					Total
	1	2	3	4	5	
No. of eggs	5.6±3.1	7.8±2.1	3.2±2.3	1.4±2.0	0	17.8±3.5

**Table 3.** Number of eggs oviposited by female *Dorcus hopei* during 4 months of the oviposition period without monthly inspection of oviposition-trees (n=8)

	Individuals of female								Mean±1SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	
No. of eggs	20	28	13	20	36	31	41	29	27.3±9.2

**Table 4.** Length of pre-oviposition period(days) of *Dorcus hopei* (n=5)

	Individuals of female						Mean±1SD
	1	2	3	4	5		
Pre-oviposition period	153	132	146	111	160		140.4±19.4

**Table 5.** Variation in the longevity of adult *Dorcus hopei* with or without dormancy treatment (n=20, Mean±1SD)

	Longevity in month	
	Female	Male
Without dormancy (25°C incubator)	24.8±4.0	20.3±7.1
Dormancy induced	27.9±6.5	27.1±6.6

균 24.8±4.0개월로 최장 수명은 31개월이었으며, 수컷의 경우에는 평균 20.3±7.1개월로 최장 수명기간은 27개월로 나타났다. 한편 자연상태에서와 비슷한 휴면조건으로 처리한 후 6개월간 항온처리 한 경우에는 성충의 수명이 항온조건의 처리구보다 길어져 암컷 27.9±6.5개월, 수컷은 27.1±6.6개월이었으며, 최장 수명은 암컷 38개월, 수컷 35개월로 암컷이 약 3-4개월 이상 수명이 긴 것으로 나타났다. 휴면조건은 15일 정도의 예냉기간을 가진 후 4°C조건 하에서 4개월(120일)간 유도하였다. 이러한 결과로 미루어 보아 야외의 최적 자연조건에서는 성충의 수명이 3-4년으로 추정해 볼 수 있다.

## 4) 산란실 조건에 따른 산란수 비교

### (1) 사육용기의 크기에 따른 산란수

각각 크기가 다른 4가지 형의 사육용기에 교미가

**Table 6.** Number of eggs oviposited per female in the various chamber sizes (n=5, Mean  $\pm$  1SD)

	Chamber size (cm)			
	25 $\times$ 15 $\times$ 17	35 $\times$ 20 $\times$ 20	55 $\times$ 40 $\times$ 30	55 $\times$ 40 $\times$ 30
No. of eggs	9.4 $\pm$ 1.8	11.0 $\pm$ 3.2	12.6 $\pm$ 3.0	16.8 $\pm$ 4.0

**Table 7.** Number of eggs oviposited per female in various numbers of the oviposition-tree per chamber (n=5, Mean  $\pm$  1SD)

No. of eggs	Number of the oviposition-tree					
	1	2	3	4	5	6
	10.2 $\pm$ 1.9	13.0 $\pm$ 2.2	15.4 $\pm$ 2.1	15.6 $\pm$ 1.7	15.0 $\pm$ 3.5	15.4 $\pm$ 4.2

끝난 개체 1마리씩을 처리구별로 넣고 처리후 60일이 경과한 후의 암컷 한 마리당 산란수를 비교해 본 결과 용기가 클수록 산란수가 많게 나타났다(Table 6). 처리구 중 크기가 가장 큰 용기인 55  $\times$  40  $\times$  30 cm구에서의 암컷 한 마리당 산란수가 16.8개로 가장 많았으며, 가장 작은 처리구에서 가장 적은 산란인 9.4개를 보였다.

#### (2) 산란목의 밀도에 따른 산란수 비교

사육용기 당 적정 산란목의 개수를 알아보기 위해서 위의 실험결과를 토대로 가장 산란수가 많았던 55  $\times$  40  $\times$  30 cm의 플라스틱 용기에 산란목을 1-6개씩 넣은 후 60일후 산란수를 비교해 본 결과 3개 이상의 산란목을 넣은 처리구에서 산란수가 많은 경향을 나타내었다. 용기의 크기는 물론 산란목의 개수에 따라서도 산란수에 영향이 미친다는 것을 알 수 있었으며, 본 실험용기의 경우 적정 산란목수는 3-4개가 적절한 것으로 나타났다.

#### (3) 산란목의 수종에 따른 선호도 조사

처리 30일이 지난 후 암컷 성충을 산란목으로부터 분리시키고 다시 20일이 지난 후 산란목을 절개하여 알 및 유충을 채취하여 산란수를 조사하였다. 이 경우 성충을 분리시킨 후 약 20일간의 부화기간이 지난 다음 부화 한 유충을 대상으로 조사한 것은 작업도중 나무속에 있는 작은 알을 상하게 하거나 놓칠 우려가 있을 뿐만 아니라 부화율에도 영향을 줄 수 있기 때문이었다. 실험결과 3종의 수종 중 상수리나무에서 가장 많은 산란이 이루어진 것으로 나타났으며, 신갈나무와 굴참나무 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 상수리나무의 경우 주로 우리나라 중남부권에 분포하며, 심재가 다른 수종에 비해서 약한 편으로 부후된

**Table 8.** Number of eggs oviposited by 5 females of *Dorcus hopei* on oviposition-tree of various species of Quercus.

	Tree species			Total
	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. variabilis</i>	
No. of eggs	57	36	24	117
Rate (%)	49	31	21	100

**Table 9.** Length of larval and pupal periods of *Dorcus hopei* (n=20, Mean  $\pm$  1SD)

Periods (days)	Larval stadium			Pupa
	1st	2nd	3rd	
	24.1 $\pm$ 1.2	29.8 $\pm$ 1.5	131.2 $\pm$ 3.6	28.9 $\pm$ 4.2

경우 가장 빨리 연해지기 때문인 것으로 사료된다. 수종별 산란 선호도의 차이는 부후가 진행된 이후의 물성에 가장 많이 의존하고 있는 것으로 판단되나, 대부분의 산란이 수피근처의 외부지역에 집중되는 경향이 나타나기 때문에 기타 수종에서도 상수리나무와 비슷한 물성을 나타낼 수 있도록 즉 균의 활착조건을 비슷하게 충족시켜 준다면 산란에는 큰 차이가 없을 것으로 판단된다. 굴참나무는 표피가 두꺼워 자연상태에서는 산란선호성이 크게 떨어지나 본 실험에서는 표피를 제거하여 사용한 결과 부숙이 이루어지면 나무결이 부서지는 경향이 있어 산란목으로는 적합성이 떨어지는 것으로 판단된다. 수종의 물리적 특성상 신갈나무나 굴참나무의 경우에는 최소 1년여 간의 추가 부숙기간이 필요할 것으로 판단된다.

### 3. 유충의 발육특성 및 용기간

Table 9에 나타난 바와같이 부화후 각 영기별 기간은 1령 24.1일, 2령 29.8일, 3령 131.2일로 전 유충기간은 184.1일이었다. 용기간은 평균 28.9일로 개체간에 차이가 큰 편이었다. 그러므로 성충기를 포함하지 않은 순수 발육기간은 총 230일 내외인 것으로 조사되었다. 실험결과로 볼 때 발육기간에 소요되는 230일 정도의 기간과 산란전기간을 포함할 경우 산란된 알이 성숙하여 부화하고 유충기간과 용기간을 거쳐 우화하여 산란활동을 할 수 있는 성충기에 이르기까지는 약 377일이 소요되어 일년 이상이 걸리는 것으로 나타났다. 알 껍질을 깨고 갓 부화한 어린 유충은 몸 전체가 반투명한 흰색으로 큰턱의 앞쪽과 기문에만 갈색을 나타내며, 시간이 지남에 따라 머리가 단단해

**Table 10.** Number of eggs oviposited per female without dormancy during the second oviposition period. Insects were kept at 25°C in incubator (n = 5, Mean ± 1SD)

	Months after first oviposition				
	2	3	4	5	6
No. of eggs	0	0	3.8±3.63	5.0±3.32	5.4±3.51

**Table 11.** Number of eggs oviposited per female after various periods of induced dormancy (n = 5, Mean ± 1SD)

	Periods of induced dormancy (months)				
	2	3	4	5	6
No. of eggs	6.60±4.28	10.2±1.93	13.2±3.27	15.4±2.71	14.2±3.03

지면서 황색으로 변한다. 부화유충은 처음에는 자기가 깨고 나온 난각(알껍질)을 먹은 다음 주변의 검게 부숙된 목질부를 먹기 시작한다. 1령유충이 탈피를 하고 2령, 그리고 3령이 되는 과정에서 영이 바뀔 때는 머리만 커지고 몸체는 전 령에서와 같지만 곧 바로 몸체가 몇 배의 크기로 성장된다.

#### 4. 최적 산란수 유도를 위한 휴면 기간

왕사슴벌레 암컷의 경우 최초산란은 우화 이후의 교미행동으로 인해서 자연적으로 진행되지만 이 후의 산란행동은 매우 불규칙하게 나타나기 때문에 인공사육과정에서 적정 산란을 유지시키기 위해서는 인위적 휴면유발과 최소 휴면일수에 대한 연구가 필요하다. 휴면일수가 짧을수록 증식효율은 높아지게 되지만 적정한 휴면기간을 경과하지 않을 경우에는 산란율이 급격히 떨어지는 현상이 일어나게 된다.

휴면을 유도하지 않고 25°C 항온조건 하에서 계속 사육할 경우에는 Table 10에서 나타난 바와 같이 1차 산란이 끝나고 4개월이 지난 다음에야 재 산란이 시작되었으나 산란이 불규칙하고 산란수도 훨씬 적었다.

그러나 인위적으로 휴면처리된 경우에는 Table 11에서 나타난바와 같이 3개월 처리구 이후부터 5개월 처리구까지 서서히 평균 산란수가 증가하여 2개월 처리구에 비해서 230% 이상의 산란율을 나타냈다. 실험 결과 2-3개월 정도의 휴면처리만으로도 어느 정도의 높은 산란율을 기대할 수는 있었으나 우리나라 중부 지역의 경우 실제 야외에서 약 5개월(150일) 이상의

휴면이 진행되는 점을 감안하면 적어도 4개월 이상의 인위적 휴면기간이 필요한 것으로 고찰되었다.

휴면이 끝난 이후에는 적정기간의 저온 완충기간이 필요한 것으로 예비시험을 통하여 10°C 조건하에서 최소 20일 가량의 완충기간이 반드시 필요하며, 35일 이상되는 처리구에서 치사율이 현저히 낮아지는 현상이 관찰되었으므로 본 실험에서는 이러한 결과에 따라 35일간의 완충기간을 적용하였다(이에 대한 실험은 계속되고 있으므로 결과는 별도의 보고서에서 밝혀질 것임).

## 사 사

본 연구는 환경부 차세대 핵심환경기술사업(2001-2004)의 일환으로 이루어진 결과의 일부로 재정적 지원을 해 주신 환경기술진흥원에 감사를 드리며, 실험에 협조해 주신 김현구군 등 강원대학교 곤충분류연구실 실원 모두의 도움에 감사를 드린다.

## Literature Cited

- Cho, B.S. 1931. A list of Lucanidae from Korea. J. Chosen Nat. Hist. Soc. 12: 56~61.
- Cho, B.S. 1957. A systematic catalog of Korean Coleoptera: Lucanidae. Hum. & Science, Korea Univ. 2: 115~116.
- Kim, C.H. and J.I. Kim. 1974. Insect fauna of National Park, Mt. Naejangsan in summer season. Rep. KACN, 8: 107~108.
- Kim, J.I. 1993. Specimen list of North Korean Scarabaeoidea conserved in Hungarian Museum of Natural History(II). J. Basic Sci. Sungshin Univ., 11:59~70.
- Kim, J.I. 2000. Scarabaeoidea(1). Economic Insects of Korea, 4. Ins. Koreana Suppl. 11. Jeungheng-sa, 151 pp. Seoul.
- Kim, J.I. and S.Y. Kim. 1998. Taxonomic review of Korean Lucanidae(Coleoptera, Scarabaeoidea). Korean J. Syst. Zool. 14(1): 21~33.
- Kojima H. 1998. Breeding technique of Lucanid Beetles, 2nd ed. Mushi-sha, Tokyo. 265pp.
- Mizunuma T. 2000. Endless collection series vol. 5. Stag beetles II. Lucanidae. Endless Science Information, Tokyo. pp. 101.
- Mizunuma, T. 2001. The Lucanid Beetles of the world. 4th ed. Mushi-sa. Tokyo. 337pp.
- Park, H.C., S.S. Kim and K.D. Han. 2001. Status and improvement plans of insects designated from Environmental law in: KACN, Designation status and improvement plans of endangered and protected wild plants and animals in Environmental law in Korea. The Korean Association for Conservation of Nature. pp. 91~114.

(Received for publication 3 April 2004; accepted 12 June 2004)