

호랑나비(*Papilio xuthus*)의 생육특성에 관한 연구

이상현* · 김세권 · 김남이 · 배경신 · 최영철¹
(주)선유, ¹국립농업과학원 곤충산업과

Studies on biological characteristics of *Papilio xuthus*

Sang-Hyun Lee*, Se-Gwon Kim, Nam-ee Kim and Kyoung-sin Bae, Young-Cheol Choi¹

*Sunyou co. Ltd, Jidun-ri 214, Sudong-myeon, Namyangju-si, Gyeonggi-do, 441-100, Republic of Korea

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-853, Republic of Korea

(Received September 23, 2013, Accepted October 17, 2013)

ABSTRACT

This study was investigation for primary biological characteristics, emergence rate of wintering type pupa and oviposition preference, of *Papilio xuthus*. The emergence rate of wintering type pupa stored at cold chamber(4 ± 1°C) was 85%, after 10 months. The average emergence rate of wintering type pupa during storage was 89.6%, and the emergence periods were 7.9 ± 1.9 days in room temperature. Mating ratio in large oviposition room, 6,000 × 6,000 × 3,500 mm(W × L × H), was 86.7 ± 5.8% higher than 63.3 ± 15.3% in small room, 2,500 × 3,000 × 2,000 mm(W × L × H). But the number of eggs in the large room were 137.0 ± 16.5 fewer than 141.7 ± 20.4 in the small room. As a result of oviposition preference experiment on three different host plants, 10 mated female laid 141.7 ± 27.8 on the leaves of *Phellodendron amurense* more than 67.7 ± 20.6 on *Zanthoxylum schinifolium* and 77.0 ± 21.8 on *Citrus unshiu*. The egg periods were 4.4 ± 0.8 days after oviposition, and the hatchability was 92.2% in 25°C room condition. The larval period were 19.9 ± 2.1 days in the high temperature, long day condition(25°C, 14L : 10D). The headwidth of each developmental larval stage were 0.72 ± 0.02(1st), 1.19 ± 0.02(2nd), 1.65 ± 0.05(3rd), 2.43 ± 0.07(4th), 3.21 ± 0.12(5th). The pupal ratio was 91.6%. The pupal period were 8.8 ± 0.9 days, and the emergence rate was 92.2%.

Key words : *Papilio xuthus*, Biological characteristics, Wintering type pupa, Oviposition room size, Hatchability, Emergence rate

서 론

호랑나비는 나비목(Lepidoptera), 호랑나비과(Papilionidae)에 속하는 곤충으로 우리나라 전역에 분포하며 중부 이남에서는 봄형이 4~5월, 여름형이 6~7월, 8~10월에 걸쳐 연 3회 출현한다. 그러나 중부 이북 지방에서는 여름형이 6~10월에 걸쳐 1회만 출현하므로 연 2회 만 발생한다고 한다(Ju et al. 1997, Kim 2002, Seol et al. 2005a, Kim 2005, Kim and Lee 2006, Kim and Seo 2012). 우리나라 외에도 일본, 중국, 타이완, 아무르 지방에 분포하는데 따뜻한 지방에서는 3월부터 10월까지 연 5~6회나 발생한다(Seol et al. 2005a). 호랑나비는 예로부터 우리와 매우 친숙하여 인가 근처에서도 자주 볼 수 있었으나 최근

에는 도시화로 인한 서식지 파괴로 주위에서 점차 사라지고 있다. 4~5월경 보이는 개체들은 번데기로 월동을 하고 우화한 개체들로 봄형이라 부른다. 거기에 비해 봄형 개체들이 낳은 알에서 성장한 나비들을 여름형이라 부르며, 봄형과 여름형간에는 크기나 날개의 무늬면에서 차이가 많다. 여름형은 크고 날개의 무늬가 짙어서 강렬한 느낌이 들며, 봄형은 작고 색채감이 옅고 희미하다(Kim and Lee 2006).

예전에는 알록달록한 무늬가 있는 나비를 범나비라는 이름으로 통칭하였는데 고 석주명박사가 호랑나비라 명명하여 지금까지 이르고 있다. 하지만 북한에서는 아직도 범나비라 불린다. 호랑나비의 속이름 '*Papilio*'는 린네가 명명한 이름으로 '나비'를 지칭한다. 세계적으로는 6아속 222종이 분포하는 것으로 알려져 있다(Kim and Lee 2006).

*Corresponding author. E-mail: sunyou1992@naver.com

호랑나비는 우리나라 전역에 분포하며 마을이나 경작지 주변의 낮은 산지에 산다. 그 수도 다른 나비에 비해 많은 편이어서 발생지의 축축한 물가에 가면 무리지어 물을 먹는 장면을 쉽게 볼 수 있다. 암수 모두 무꽃, 복숭아꽃, 진달래꽃, 아카시아꽃에 날아와 꿀을 빨아 먹는다. 우리나라에서도 주로 분포하는 곳은 따뜻한 제주도나 남부 지역으로 먹이식물인 굴나무나 탕자나무 등이 많이 분포되어 서식에 유리한 조건을 갖추고 있다. 제주도의 감귤 재배 농가에서는 굴나무 잎을 가해하는 해충으로 농민들이 꺼려하는 대상이기도 하다. 특히 감귤나무의 어린 잎이나, 어린 나무를 가해하는 것으로 알려져 있다(Kim and Lee 2006).

작짓기를 마친 호랑나비의 암컷은 먹이식물인 산초나무, 황벽나무, 굴나무, 탕자나무 등의 잎 위나 새싹, 작은 가지 등에 한 개씩 알을 낳는다(Seol et al. 2005a, Kim 2005, Kim and Lee 2006, Kim and Seo 2012). 부화한 애벌레는 먼저 자신의 알껍질을 먹고, 먹이식물을 먹는다. 1~4령까지의 어린 애벌레는 검은색 몸에 흰 띠를 두른 듯한 무늬가 있는데 얼핏보면 새똥과 같은 모양을 하고 있어 천적의 공격으로 자신을 지키기 위해 의태행동을 하는 것이다. 애벌레의 몸색깔은 종령인 5령 애벌레가 되면 녹색으로 바뀌는데, 몸의 양 옆에는 검은색의 띠줄이 2개 있다. 애벌레의 몸에는 가슴에 있는 세 쌍의 다리 외에도 배끝 부분에 2차적인 배다리가 있어 줄기를 잘 잡고 이동할 수 있다. 가슴의 세 번째 마디에 있는 뱀눈 모양 무늬로 천적을 위협하여 물리친다(Kim and Lee 2006). 또 호랑나비 애벌레는 1령애벌레때부터 머리와 가슴사이에 냄새뿔(취각, 육각돌기)이 있어 건드리면 더듬이와 같이 냄새뿔을 내민다. 냄새뿔에서는 고약한 냄새가 나 천적을 물리치게 된다. 다 자란 호랑나비의 애벌레는 먹이식물에서 벗어나 주변의 지형지물을 이용해 은신하고 실을 내어 몸을 고정시키고 번데기가 된다. 호랑나비는 번데기의 상태로 겨울을 난다. 호랑나비의 성충은 날개를 편 길이가 105 mm에 이를 정도로 우리나라에 사는 나비 중에는 대형중에 속하나, 봄형의 경우에는 75 mm 내외로 다소 작은 편이다. 날개는 옅은 노란색 바탕에 검은색 줄무늬와 주황색 점무늬 등이 화려하여 마치 호랑이의 무늬를 닮은 듯 아름답다. 축축한 땅이나 축사의 배설물이 흐르는 곳에서 무리지어 앉아 물을 빠는 습성이 있는데 이는 땅에 있는 미네랄을 섭취하기 위한 행동이라고 한다. 호랑나비는 먹이식물을 따라 주변의 탁트인 밝은 곳을 중심으로 상당히 먼거리까지 비행하며 생활한다. 주변의 지형지물이나 기류를 파악하여 일정한 길로만 날아다니는 습성이 있는데 이 길을 나비길이라고 부른다.

호랑나비는 전세계적으로 분포하는 유사종 산호랑나비와 달리 주로 극동아시아에만 분포하는 동양계의 나비로

우리와는 오랜 기간 매우 친숙한 나비 중의 하나이다(Kim and Lee 2006). 최근에는 전국적으로 다양한 곤충관련 행사와 곤충생태관이 운영되면서 나비전시의 주를 이루고 있는 종이기도 하다. 또 그에 따른 수요의 증가로 인공적인 대량사육의 필요성이 대두되고, 다양한 연구를 통해 사육기술이 날로 발전해 가고 있으며, 농가수준에서의 사육과 산업화의 가능성도 보여지고 있다. 하지만 곤충의 산업화를 위한 체계적인 사육기술의 정립과 안정적인 대량사육을 위한 생육특성에 대한 연구가 필요하다는 요구가 있어 보다 구체적이고 정확한 생육특성을 확인하고자 본 연구를 진행하였다.

재료 및 방법

1. 시험곤충

휴면형 번데기의 우화율을 확인하기 위하여 이용된 시험곤충은 2012년 8월말~9월초에 야외에 채집한 호랑나비 암컷으로부터 채란하여 저온단일조건에서 사육하여 9월 ~ 10월 중순까지 생산된 휴면형 번데기 600개를 공시하여 시험하였으며, 용화된 번데기가 완전히 경화된 후 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 저온저장고에 보관하면서, 주기적으로 꺼내어 실험에 이용하였다.

작짓기와 산란선호도 조사를 위한 실험에는 휴면형 번데기에서 정상적으로 우화한 호랑나비 암컷과 수컷을 각각 무작위로 선정하여 이용하였으며, 부화율 및 애벌레의 생육특성을 구명하기 위해서는 황벽나무에 산란한 알 167개를 공시하여 실험하였다.

2. 휴면형 번데기의 우화를 조사

저온저장고에 보관중인 휴면형 번데기를 2012년 12월부터 2013년 4월까지 2개월에 1회씩 총 3회에 걸쳐 1회당 100개의 번데기를 꺼내어 우화율을 조사하였으며, 2013년 5월 이후로 번데기 저장 기간이 10개월째인 8월까지 4개월간 매월 1회씩 1회당 100개의 번데기를 꺼내어 우화율을 조사하였다. 번데기의 보관은 일반 가정용 냉장고를 이용하였으며, 저장기간 동안 온도는 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 비교적 균일하게 유지되었다. 우화시까지의 소요기간은 번데기를 꺼낸 후부터 각 개체의 우화일수를 평균하여 계산하였으며, 우화한 총 개체수를 확인하여 우화율을 계산하였다. 마지막 개체의 우화 후에도 약 1주일간 추가로 관찰하여 늦게 우화하는 개체의 여부를 확인하였다. 번데기를 꺼낸 날짜는 매월 10일로 정하여 규칙적으로 시행하였다. 생산된 일자별로 분리하여 보관중인 번데기는 선입선출법에 의하여 먼저 생산된 번데기를 먼저 꺼내어 우화시키는 방법으로 추출하였으며, 순서대로 전수추출하여 시험하였다. 저온저장고에서 꺼낸 번데기는 용기에 담긴 채



Fig 1. Oviposition room of two different shape and size.
^aSize: 6,000 × 6,000 × 3,500 mm(W × L × H).
^bSize: 2,500 × 3,000 × 2,000 mm(W × L × H).

로 25°C의 항온실에 1일간 적응시킨 후 목공용 본드를 사용하여 우드락에 가지런히 붙이고, 우화여부를 매일 확인하여 기록하였다.

3. 산란실의 크기에 따른 짝짓기 성공률 및 산란수량

산란실의 크기에 따른 짝짓기 성공률을 확인하기 위해 두 가지 형태의 산란실을 설치하고 각각의 산란실에 부화한 호랑나비 암수 각 10마리씩을 넣은 후 매일 짝짓기 여부를 관찰하였다. 짝짓기가 확인된 개체는 따로 분리하여 중복하여 계수되지 않도록 하였다. 관찰은 주간에만 실시하였으며, 총 3반복으로 실험을 진행하였다.

산란실은 대형 산란실과 소형 산란실로 구분하여 실험하였으며, 대형 산란실은 야외에 6,000 × 6,000 × 3,500(W × L × H)mm 크기로 농업용 비닐하우스 형태로 골조를 설치하고 전체에 망을 설치하였으며, 앞부분 약 1.5m 구간에는 차광망(차광율 95%)과 비닐을 겹으로 설치하여 우천시이나 광선이 뜨거울 때 나비가 쉴 수 있는 공간을 확보하였다. 실험기간 동안 별도의 조명은 하지 않았다. 실험군으로 설치한 소형 산란실은 2,500 × 3,000 × 2,000(W × L × H)mm 크기로 차광망이 설치된 2중 비닐하우스내에 나무를 이용해 틀을 짜고 전체에 망을 씌운 형태로 설치하였다. 두 산란실 모두 실험기간 중 별도의 인공조명을 하지 않았으며, 흡밀식물 화분과 10%농도의 꿀물을 공급하였다(Fig. 1).

산란실의 크기에 따른 산란수량의 차이를 비교하고자 두 종류의 산란실에 짝짓기를 마친 호랑나비 암컷 10마리를 방사한 후, 3종의 먹이식물 화분을 넣고 1일 경과 후 꺼내어 산란된 알의 수를 확인하였으며, 3회 반복실험하여 산란율을 조사하였다. 실험기간 중 별도의 조명은 하지 않았으며, 소형 산란장의 경우에는 오전 9시부터 오후 6시까지 외부 비닐하우스의 창을 개폐하여 실내온도가 27 ± 3°C 정도가 되도록 조절하였다. 실험기간중 외부온도는 21 ~ 32°C의 범위에 있었으며, 비는 오지 않았다.

4. 먹이식물의 종류에 대한 산란선호도 조사

호랑나비의 생육특성에 대한 조사를 위해 우선 먹이식

물의 종류와 특징을 살펴보았으며, 호랑나비의 각 먹이식물에 대한 산란 선호성에 대한 조사를 실시하였다. 먹이식물은 호랑나비의 사육을 위해 보유중인 3~4년생의 황벽나무와 산초나무 화분 및 4~5년생 굴나무 화분을 이용해 조사하였으며, 6,000 × 6,000 × 3,500(W × L × H)mm 크기의 산란실(비닐하우스 형태의 망실)에 짝짓기를 마친 호랑나비 암컷 10마리를 넣고, 3일간 충분히 흡밀을 제공하면서 적응기를 마친후 먹이식물 화분을 넣어 채란을 하였다. 3종의 먹이식물 화분을 동시에 넣고, 1일이 경과한 후 화분을 꺼내어 산란된 알의 수를 확인하였으며, 먹이식물의 위치에 따른 차이를 줄이고자 각각 위치를 바꾸어 3회 반복실험을 실시하였다.

5. 생육특성 조사

호랑나비의 생육특성을 조사하기 위해 기주식물인 황벽나무를 이용해 채란한 167개의 알을 공시하여 부화율, 알기간, 애벌레 발육기간, 용화율 및 우화율을 조사하였다. 공시한 알은 기주식물의 앞에서 부화할 때까지 매일 부화여부를 확인하였으며, 부화직후 알을 포함하여 절취한 후 직경 90 mm, 높이 50 mm의 애벌레 사육용기에 옮겨 개별 사육하였다. 사육기간중의 먹이공급은 7~11개의 소엽이 달린 황벽나무 겹잎을 잎자루부분에서 절취하여 잎자루부분을 젖은 솜으로 싸서 건조를 막은 후 공급하였다. 사육용기와 먹이는 매일 갈아주어 먹이의 건조와 애벌레의 분비물로 인한 오염을 막았다. 애벌레의 탈피여부는 탈피각의 존재여부로 확인하였으며, 각 애벌레의 영별 두폭을 측정하여 호랑나비의 영별 두폭기준을 정립하고자 하였다. 애벌레의 두폭은 사육중인 애벌레를 영별로 5마리씩 무작위로 꺼내어 95%의 알코올액에 침지하여 죽인 후 현미경하에서 두폭을 측정하였다. 호랑나비의 애벌레는 두부가 몸집에 비해 매우 작고, 가슴마디 밑에 가려져 있어 살아있는 상태로 관찰 및 측정이 불가능하였다. 두폭의 측정방법은 해부현미경(NSZ-606)하에서 현미경카메라(DCM 310)을 이용하여 촬영하고 길이측정 매뉴얼에 따라 측정하였다. 모든 사육과정은 25°C, 장일조건(14L:10D)으로 실험하였다.

결과 및 고찰

1. 휴면형 번데기의 저장기간별 우화율

호랑나비의 저장특성 및 장기저장 가능성을 확인하기 위해 2012년 9월하순 ~ 10월중순사이에 생산된 호랑나비의 휴면형 번데기를 4 ± 1°C의 저온저장고에 보관하면서 주기적으로 꺼내어 우화시킨 후 우화율을 조사하였다. 휴면형 번데기를 생산하기 위해서는 일반적으로 저온단일의 조건에서 애벌레를 사육하는데, Seol et al. (2005a)은 22°C

Table 1. Emergence rate and periods of wintering type pupa according to low-temperature storage periods

	Periods of low-temperature storage(at 4 ± 1°C)							Total
	2 ^a	4	6	7	8	9	10	
Emergence rate(%)	91	93	89	92	88	89	85	89.6
Emergence periods(days)	8.2 ± 1.2	8.2 ± 1.5	8.0 ± 1.9	8.0 ± 1.8	7.8 ± 1.5	7.7 ± 1.6	7.8 ± 1.7	7.9 ± 1.9

^aMonths after pupation.

이하의 온도에서 12시간이하의 조명으로 사육할 경우 휴면형 번데기가 된다고 하였다. 본 실험에 이용된 휴면형 번데기는 18°C, 10L : 14D의 조건에서 사육하여 생산하였다.

실험결과 휴면형 번데기 생산 후 10개월이 경과된 2013년 8월에도 85%의 우화율을 보여 생산 2개월 후인 2012년 12월의 91%와 우화율의 차이를 보이지 않았으며, 평균 우화율이 89.6%로 나타났다. 우화시까지의 소요기간은 평균 7.9 ± 1.9일로 나타났으며, 가장 일찍 우화한 개체는 7월에 우화시킨 처리구에서 5일이 소요되었고, 가장 늦게 우화한 개체는 2월에 우화시킨 처리구에서 12일이 소요되었다. 휴면형 번데기의 저장기간에 따른 우화 소요기간은 차이가 없는 것으로 나타났으며, 외부기온의 영향으로 12월과 2월에는 고온기에 비해 약 0.4일정도가 더 소요되는 것으로 나타났다(Table 1).

휴면형 번데기의 우화율에 미치는 영향은 여러 가지가 있을 수 있으나 가장 큰 영향을 미치는 요인은 애벌레의 생육시기의 건강상태와 누대사육으로 인한 유전적 퇴화가 가장 큰 영향으로 판단된다. 실제로 비공식적인 실험에서 애벌레의 생육시기에 건전하지 못한 기주식물을 급여한 경우에는 일반형 번데기의 우화율도 50%이하로 내려가는 경우를 확인한 바 있으며, 4대 이상의 누대사육시에도 우화율이 급격히 낮아지는 경우를 확인한 바 있다.

2. 산란실의 크기에 따른 짝짓기 성공률 및 산란수량

호랑나비와 같은 대형나비는 높게 멀리까지 나는 습성으로 인해 좁은 공간에서는 짝짓기와 산란이 잘 이루어지지 않는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 산란실의 크기에 따른 짝짓기 성공률 및 산란수량을 별도의 실험으로 진행하여 산란실의 크기가 짝짓기 성공률과 산란수량에 미치는 영향을 확인하고자 하였으며, 실험결과 짝짓기는 산란실의 크기에 영향을 받지만 산란수량은 산란실의 크기와 직접적인 상관관계가 없는 것으로 확인되었다.

실험결과 대형 산란실에서의 짝짓기 성공률이 86.7 ± 5.8%로 소형 산란실의 63.3 ± 15.3% 보다 높게 나타났다(Fig. 2). 짝짓기 여부는 주간에 육안관찰을 통해 확인하였다. 호랑나비는 날개의 색과 앞다리의 촉감으로 암컷을 확인하고 짝짓기를 시도하는 것으로 알려져 있으며, 그로 인해 야

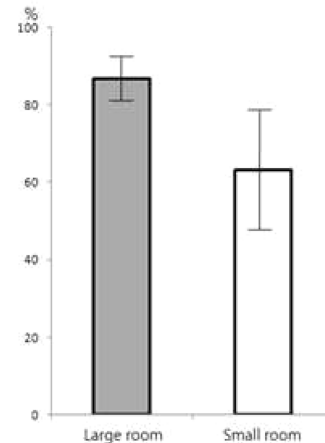


Fig. 2. Mating ratio according to two different size of oviposition room.

*Large room size: 6,000 × 6,000 × 3,500 mm(W × L × H).

Small room size: 2,500 × 3,000 × 2,000 mm(W × L × H).

Table 2. The number of eggs according to two different size of oviposition room

	No. of eggs per host plant pot			Total	Mean
	1 ^a	2	3		
Large room ^a	136	154	121	411	137.0 ± 16.5
Small room ^b	127	165	133	425	141.7 ± 20.4

^aSize: 6,000 × 6,000 × 3,500 mm(W × L × H).

^bSize: 2,500 × 3,000 × 2,000 mm(W × L × H).

간에는 짝짓기를 하지 않을 것으로 판단하였다. 실제 해질 무렵부터는 모든 호랑나비가 활동을 멈추고 앞뒷면이나 산란실의 그물망에 앉아 쉬고 있는 것을 확인할 수 있었다. Jeong (2007)에 의하면 6,000 × 1,200 × 800 mm크기의 산란장에서 호랑나비의 교미율이 95%에 이른다고 하였으며, Seol et al. (2005a)는 인공교배법(hand pairing)을 사용할 수도 있다고 하였다.

산란실의 크기에 따른 산란수량은 대형 산란장이 137.0 ± 16.5개, 소형 산란장이 141.7 ± 20.4개로 나타나 오히려 소형 산란장의 산란수량이 더 많은 것으로 나타났다(Table 2). 대형 산란장의 경우 실외에 설치되어 환경조절이 쉽지 않아 외부 온도와 빛에 의한 영향을 많이 받

기 때문인 것으로 보이며, 실제로 대형 산란장에서는 햇빛이 강하게 비치는 동안 나비들이 그늘에서 쉬거나 바깥쪽으로 나가려는 움직임을 보이는 등 산란외적인 행동을 보이는 개체들이 많았다.

3. 먹이식물의 종류 및 특징

호랑나비의 애벌레는 운향과의 목본식물인 귤나무, 탱자나무, 산초나무, 황벽나무 등의 식물을 먹고 자란다. 귤나무(*Citrus unshiu*)는 일본원산으로 우리나라에 과수용으로 들어와 제주도에 많이 재배되고 있다.엽육이 두껍고, 줄기에는 굵은 가시가 있는 종도 있다. 잎의 표피가 두꺼워 오래된 잎은 애벌레가 먹지 않는다. 탱자나무(*Poncirus trifoliata*)는 우리나라 경기도 이남지방에서 울타리용으로 식재되어 있으며, 귤나무에 비해 잎이 작고 여러다. 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*)는 우리나라 전역에 분포하며, 잎은 복엽으로 소엽이 13~21개가 붙어 있다. 잎이 작고 가지에 가시가 많아 나비사육시 효율성이 낮다. 황벽나무(*Phellodendron amurense*)는 우리나라 산지의 해발 100~1,300 m 지역에 자생하는 낙엽성교목으로 수피에 코르크층이 잘 발달되어 있으며, 내피가 황색을 띠어 황벽나무가 불린다. 잎의 형태는 산초나무와 같이 우상복엽으로 소엽이 5~13개 정도 달리나, 잎이 크고 부드러운 나비사육에 적합하다. Jeong (2007)은 호랑나비과에 속하는 나비류의 대량 인공사육시 가장 좋은 기주식물이 황벽나무라고 하였다. 또 Seol et al. (2005a)는 탱자나무잎을 이

용한 인공사육의 개발 필요성에 대해 언급하기도 하였다.

본 실험에서는 호랑나비의 먹이식물 중 귤나무, 산초나무, 황벽나무를 선정하여 각각에 대한 산란선호도를 조사하였다. 조사결과 일반적으로 호랑나비의 사육에 가장 많이 이용되는 황벽나무에 대한 산란선호도가 141.7 ± 27.8 개로 가장 높게 나타났으며, 산초나무와 귤나무는 각각 67.7 ± 20.6 개와 77 ± 21.8 개로 비슷한 수치를 보였다(Table 3). 각 먹이식물 내에서도 큰 편차가 나타났는데 이는 먹이식물 화분이 놓인 위치에 기인한 것으로 보인다. 각 기주식물별로 보면 하루종일 해가 잘 드는 위치에 놓인 화분에서 가장 산란수량이 많았다. 먹이식물 종류별로는 먹이식물의 상태에 따라서도 차이가 나타난 것으로 보이는데, 귤나무의 경우에는 목은 잎에는 거의 산란하지 않고 새순과 주변 가지에만 산란하는 특징을 보였으며, 황벽나무와 산초나무의 경우에는 아래쪽의 잎에도 많은 수의 알을 산란하였다. 산초나무에 비해 황벽나무의 잎이 크고 풍성한 점이 총 산란수량의 증가에 영향을 미친 것으로 보인다.

4. 생육특성

기주식물인 황벽나무에 산란한 알 167개를 공시하여 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 사육하면서 생육특성을 조사하였다. 167개의 알에 대한 부화율을 조사한 결과 154개의 알이 부화하여 92.2%의 부화율을 나타내었다. 부화시까지의 소요된 기간은 3~7일로 나타났으며, 평균 부화 소요일수는 4.4 ± 0.8 일로 나타났었다(Table 4). 나비류 알의 부화율은 배추흰나비의 경우 89.2%의 부화율(Seol and Kim 2001)을 보인다고 하였으며, 암끝검은표범나비의 경우 82%(Seol et al. 2005b)라고 보고된 바 있다. 남방노랑나비의 경우 53.7%의 부화율을 보인다는 실험 결과가 있으나 누대사육에 의한 영향이라는 분석이 있다(Lee et al. 2012). 알기간의 경우 배추흰나비의 경우 3.9 ± 1.6 일로 보고되었으며(Seol and Kim 2001), 남방노랑나비의 알기간은 7일(Jeong 2007) 또는 5.1 ± 0.9 일(Lee et al. 2012)이 소요된다고 보고된 바 있다. 호랑나비의 경우 나비의 크기가 큰 대형종의 나비이지만 알기간은 소형나비와 비슷한 경향을 보이거나 오히려 빠른 양상을 나타내었다. 알기간에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 온도조건이다. 본 실험에서 알의 부화는 야외에 설치된 비닐 하우스 내에서 이루어졌으며, 온도는 $21 \sim 32^\circ\text{C}$ 의 범위였다.

부화한 애벌레는 부화직후 수거하여 직경 90 mm의 곤충사육용기에 옮기고, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온사육실에서 14L : 10D의 장일 조건에서 사육실험을 수행하였다. 총 애벌레 기간은 19.9 ± 2.1 일이 소요되었으며, 각 영별 애벌레기간은 1령이 1.5 ± 0.3 일, 2령이 2.7 ± 0.4 일, 3령이 3.6 ± 0.6 일, 4령이 5.2 ± 0.8 일, 5령이 6.9 ± 1.8 일로 나타났었다(Table 5). 각 애벌레의 애벌레 기간은 비교적 편

Table 3. Oviposition preference of *Papilio xuthus* on three different host-plants

	No. of eggs per each host plant pot			Total	Mean
	1 ^a	2	3		
<i>Phellodendron amurense</i>	167	112	146	425	141.7 ± 27.8
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	66	48	89	203	67.7 ± 20.6
<i>Citrus unshiu</i>	67	102	62	231	77.0 ± 21.8

^aSerial number of host plant pot.

Table 4. Hatchability and egg periods of *Papilio xuthus* at 25°C

No. of eggs	No. of hatching						Hatchability(%)	Egg periods (days)
	3 ^a	4	5	6	7	Total		
167	22 ^b (14) ^c	67 (44)	48 (31)	15 (10)	2 (1)	154 (100)	92.2	4.4 ± 0.8

^aegg periods(days).

^bthe number of hatching eggs.

^cpercentage of hatching eggs per a day.

Table 5. Larval development and headwidth of *Papilio xuthus* at 25°C

	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total
Larval period(days)	1.5 ± 0.3	2.7 ± 0.4	3.6 ± 0.6	5.2 ± 0.8	6.9 ± 1.8	19.9 ± 2.1
Headwidth(mm)	0.72 ± 0.02	1.19 ± 0.02	1.65 ± 0.05	2.43 ± 0.07	3.21 ± 0.12	

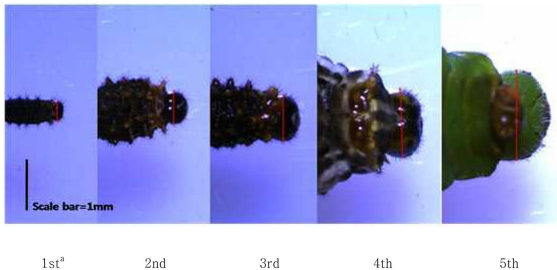


Fig. 3. Headwidth of each developmental larval stage of *Papilio xuthus*
^adevelopmental larval stage.

Table 6. Pupal development of *Papilio xuthus* at 25°C

Rearing conditions	Pupation development		
	Pupation rate(%)	Period (days)	Emergence rate ^a (%)
25°C 14L : 10D	91.6	8.8 ± 0.9	92.2

^aemergence rate to pupae.

차가 크지 않았으나, 5령 애벌레의 경우에는 비교적 변이 폭이 큰 것으로 나타났다. 배추흰나비의 경우 애벌레 기간이 18.1 ± 2.7일(Seol and Kim 2001)로 보고된 바 있으며, 남방노랑나비의 애벌레 기간은 12.1 ± 0.9일로 보고된 바 있다(Lee et al. 2012). 애벌레 기간의 경우에는 호랑나비가 소형나비류에 비해 다소 긴 것으로 나타났다.

호랑나비 애벌레의 영별 기준을 정립하기 위하여 애벌레의 두폭을 측정하였으며 측정결과 1령 애벌레의 평균 두폭은 0.72 ± 0.02 mm였으며, 2령 1.19 ± 0.02 mm, 3령 1.65 ± 0.05 mm, 4령 2.43 ± 0.07 mm, 5령 3.21 ± 0.12 mm로 각각 나타났다(Table 5, Fig. 3).

호랑나비는 종령 말기가 되면 체내의 배설물을 묽은 형태로 모두 배설하고, 번데기가 될 자리를 찾아 주변으로 이동한다. 사육용기 안에서는 용기의 상단부를 배회하다가 용기의 벽면이나 뚜껑 또는 먹이식물의 줄기에 붙어 번데기가 형성되었다. 정상적으로 부화한 154개의 알을 이용하여 사육한 결과 141개의 번데기를 얻을 수 있었으며, 용화율은 91.6%로 나타났다. Seol and Kim (2001)에 의하면 배추흰나비의 용화율은 97.8%로 보고된 바 있으며, 남방노랑나비의 경우에는 81%(Lee et al. 2012)로 보고된 바 있다. 호랑나비의 우화까지 소요되는 기간은 8.8 ± 0.9일로 나타났으며, 141개의 번데기에서 130마리의 호랑나비가 정상적으로 우화하여 우화율은 92.2%

로 나타났다(Table 6). 배추흰나비의 경우 97.8%의 우화율을 보인다고 하며(Seol and Kim 2001), 남방노랑나비의 우화율은 79.9%로 보고된 바 있다(Lee et al. 2012).

적 요

본 연구는 호랑나비의 사육을 위한 기초적인 생육특성을 구명하고자 수행되었으며, 휴면형 번데기의 저장기간에 따른 우화율과 산란실의 크기에 따른 산란특성에 대한 연구와 호랑나비 애벌레의 일반적인 생육특성에 대한 조사를 실시하였다. 조사결과 휴면형 번데기의 저장기간에 따른 우화율은 4 ± 1°C의 저온저장고에서 약 10개월 저장후에도 85%의 우화율을 보였다. 휴면형 번데기의 저장기간별 평균 우화율은 89.6%였으며, 우화까지 소요시간은 상온에서 7.9 ± 1.9일이었다. 산란실의 크기에 따른 짝짓기 성공률을 조사한 결과 대형 산란실(6,000 × 6,000 × 3,500 mm)에서는 86.7 ± 5.8%로 소형 산란실(2,500 × 3,000 × 2,000 mm)의 63.3 ± 15.3%비해 짝짓기가 더 잘 이루어지는 것으로 보였다. 반면에 산란실의 크기에 따른 산란수량은 대형 산란실이 137.0 ± 16.5개, 소형 산란실이 141.7 ± 20.4개로 나타났다. 먹이식물에 대한 산란선호도는 황벽나무가 141.7 ± 27.8개로 67.7 ± 20.6개를 산란한 산초나무나 77 ± 21.8개를 산란한 꿀나무에 비해 산란선호도가 우수한 것으로 나타났다. 호랑나비 애벌레의 부화율은 92.2%로 나타났으며, 알기간은 4.4 ± 0.8일로 나타났다. 애벌레 기간은 총 19.9 ± 2.1일로 나타났으며, 5령 기간이 가장 길어 6.9 ± 1.8일이었다. 호랑나비 애벌레의 영별 두폭은 1령 애벌레가 0.72 ± 0.02 mm였으며, 2령 1.19 ± 0.02 mm, 3령 1.65 ± 0.05 mm, 4령 2.43 ± 0.07 mm, 5령 3.21 ± 0.12 mm로 각각 나타났다. 용화율은 91.6%로 나타났으며, 번데기 기간은 8.8 ± 0.9일이었고, 우화율은 92.2%였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다 사업인 ‘곤충의 사육기준 및 규격 설정 연구(PJ00897704)’ 지원금으로 수행되었습니다.

인용문헌

Ju H, Kim S, Son S (1997) A butterfly of Korea. Kyohaksa.

- Seoul. pp.50~51.
- Jeong H (2007) A study on artificial multiplication techniques and genetic variation of Korean butterflies. Andong Univ. pp 9~58.
- Kim J (2005) Simply search of Insect. Jinsun publisher. Seoul. pp.639.
- Kim S, Lee W (2006) A hundred butterfly of Korea. Hyeonamsa. Seoul. pp.476.
- Kim S, Seo Y (2012) Life histories of Korean butterflies. Sakyejul. Seoul. pp.539.
- Kim T (1998) Korean resources plants II. Seoul Nat. Univ. pp 321.
- Kim Y (2002) Illustrated book of Korean butterflies in color. Kyohaksa. pp.298.
- Lee S, Kim S, Nam G, Son J, Lee J, Park Y, Choi Y, Lee Y (2012) Studies on ecological environments and indoor-rearing conditions of the common grass yellow butterfly, *Eurema hecabe*. J Seric Entomol Sci **50**(2), 133~139.
- Seol K, Choi B, Kim H (2005a) Insect rearing method. Hanlimwon. pp.60~76.
- Seol K, Kim N, Hong S (2005b) Establishment of the successive rearing system of brush-footed butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). Korean J Appl Entomol **44**(4), 257~264.
- Seol K, Kim N (2001) Establishment of the successive rearing method of cabbage butterfly, *Pieris rapae* L. in a room condition. Korean J Appl Entomol **40**(2), 131~136.