

긴날개여치 실내 대량 사육을 위한 발육 및 산란특성 분석

임주락* · 문형철 · 박나영 · 이상식 · 유영진

전라북도농업기술원 잠사곤충시험장

Analysis of the Developmental and Ovipositional Characteristics for Interior Mass-Rearing of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung

Ju-Rak Lim*, Hyung-Cheol Moon, Na-Young Park, Sang-Sik Lee and Young-Jin Yoo

Sericulture and Entomology Experiment Station, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Buan 56339, Korea

ABSTRACT: From 2017 to 2019, the ovipositional and the developmental characteristics of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in the Buan area of Jeonbuk Province were examined. *G. ussuriensis* were mostly found in the weeded areas around the reservoir, where the adults first appeared in mid-July, showed up where by the early September, and overwintered in eggs. Nymphs appeared in early April to mid-July the next year. The nymphs hatched from early April and adults appeared after molting five times. The ovipositional period of *G. ussuriensis* was approximately 58 days. The total number of eggs per female was 124. The mean longevity of adults was 95.6 days for females and 84.8 days for males. Ovipositional mats were best with mixed Masato and Coco-Pitt at a ratio of 7:3. Developmental period of *G. ussuriensis* nymphs was 64.1 days at 24°C and was longer than at different temperatures. The higher the temperature, the shorter the developmental period. The survival rate of nymphs was the best at 32°C in 77.8%. The higher the density while rearing, the lower the survival rate, and the faster the development and molting velocity.

Key words: *Gampsocleis ussuriensis*, Tettigoniidae, Characteristics of oviposition, Characteristics of development

초록: 2017년부터 2019년까지 전북 부안지역에서 채집한 긴날개여치의 발육 및 산란특성을 조사하였다. 긴날개여치(*Gampsocleis ussuriensis* Adelung)는 저수지 주변 잡초가 우거져 있는 곳에서 주로 발견되었고, 야외에서는 성충이 7월 중순 출현하여 9월 상순까지 나타났다. 알 상태로 겨울을 보내고 이듬해 4월 상순부터 7월 중순까지 약충이 출현하는 것으로 나타났다. 실내에서는 4월 상순 이후 부화한 약충은 5회 탈피를 하고, 성충이 되었다. 긴날개여치 산란기간은 약 58일 정도 소요되었다. 암컷 한 마리당 총평균산란수는 124개였으며, 성충수명은 암컷 95.6일, 수컷 84.8일이었다. 산란매트로는 마사토와 코코피트를 7:3으로 섞은 것이 가장 좋았다. 온도별 발육기간은 24°C에서 64.1일로 가장 길었고, 온도가 높을수록 발육기간이 짧아지고, 생충률은 32°C에서 77.8%로 가장 좋았다. 긴날개여치 약충 사육밀도는 사육밀도가 높을수록 생존율은 떨어지고, 발육속도가 빨라지며, 영기별 탈피속도가 빨라지는 경향이 있었다.

검색어: 긴날개여치, 여치과, 산란특성, 발육특성

긴날개여치(*Gampsocleis ussuriensis* Adelung)는 메뚜기목 여치과에 속하는 곤충으로 일본(홋카이도), 극동 러시아에 분포하며, 국내에서는 전국적으로 분포하고 있다. 여치(*Gampsocleis sedakovi obscura* Walker)와 비슷하지만 날개가 훨씬 길고, 계곡이나 강변, 해변, 섬 등 주로 저지대 물가 근처의 풀밭에 많이 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim, 2013). 한국산 여치과

는 한국곤충명집(Ryu, 1994)에 실베쟁이아과, 철썩기아과, 베쟁이아과, 썩새기아과, 어리썩새기아과, 여치아과 등 6아과에 29종이 기록되어 있고, 국가생물종목록집(Lee, 2019)에는 어리여치과 3종, 여치과 47종이 기록되어 있다. 긴날개여치의 생태에 대해서는 보고된 것이 없으나, 경남 진주에서 긴날개여치와 유사한 여치가 1년에 1세대 발생하며, 성충의 몸길이는 암컷이 60 mm 정도이며 수컷은 50 mm 정도로 몸의 색깔은 녹색 또는 암갈색의 두 종류가 있다고 하였다. 또한, 땅 속에서 알 상태로 월동하며, 야외에서 3월 상순부터 약충을 볼 수 있고, 성충의 우

*Corresponding author: gocond0617@korea.kr

Received October 14 2019; Revised November 18 2019

Accepted November 25 2019

화 최성기는 7월 상순이라고 보고한 바 있다(Yoon and Park, 2010). 중국에서는 여치(*Gampsocleis gratiosa* Brunner) 성충이 주로 8월부터 10월에 많이 발생한다고 보고되어 있다(Oh, 2006).

중국은 이미 여치사육기술을 확립하였고, 여치를 식용으로 활용하고 있으며, 싸움 놀이하는 여치는 중국 민간의 중요한 민속놀이로 여치협회, 여치구락부 등 여치의 연구, 개발, 이용, 관상, 오락 등을 목적으로 하는 모임이 설립되어 있다. 또한, 여치과 곤충의 건조제품은 약용으로 주로 소변장애, 수종(水腫/부종), 창만(脹滿症), 신장병(腎腸), 발기부전 및 소아야뇨증 등에 치료제로 쓰이며, 당연히 여치의 현재 용도는 휴식, 레저용의 제품으로 자리매김하고 있다(Lieu, 2008). 또한, 꿩, 진주계(guinea fowl), 남색공작(*Pavo cristatus*), 두꺼비, 도마뱀, 건갈, 지네, 관상어 등 특수 가금류 및 귀한 동물의 먹이로도 활용되고 있다. 최근에는 여치 정세포와 정자 세포핵 관찰과 메뚜기목 곤충 정자형성 분자메카니즘 분석(Su et al., 2017), 전사체 데이터 검색 등 유전자 분석 연구(Zhou et al., 2016) 등 여치에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

한국에서는 여치 인공사육방법(Yoon, 2013)과 장식용으로 음향 발생 장치가 구비된 여치집과 관련하여 특허 기술로 4건이 등록(2001~2003)되어 있고, 여치를 포함한 굼벵이, 메뚜기, 거저리, 누에, 귀뚜라미, 지렁이, 달팽이, 우렁이, 지네, 미꾸리 등을 활용한 벅스푸드, 곤충 스프, 곤충막걸리, 분말 혼합물, 환제조방법, 곤충국수 등이 개발되어 있다.

기타 과수원 돌발해충인 갈색여치에 대한 기초적인 생태 연구(Bang et al., 2009; Jung et al., 2009; Moon et al., 2009; Shim, 2012; Yoon et al., 2014)와 방제와 관련된 연구(Noh et al., 2008)가 이루어져 있고, 메뚜기목의 분류학적 연구(Kim, 2007)와 메뚜기 생태도감(Kim, 2013)에 여치과의 분류검색표와 기초적인 생태가 보고되어 있을 뿐이다.

최근 인구 고령화, 1인 가구 확대, 여가 활동 증가 등에 따른 반려동물 시장 규모의 확대와 곤충을 이용한 정서 치유 효과 등이 구명되면서 정서곤충에 대한 관심이 증가하고 있는 상황에서 아름다운 노래를 부르는 여치가 우리나라에서는 환경오염과 서식지 파괴로 점차 사라져 가고 있는 실정이라고 한다. 따라서, 이 종을 보존하고 나아가 관상 및 정서 곤충으로 개발하기 위해서는 이 종의 기초 생태에 관한 정보가 필수적일 것이다. 그래서 본 연구에서는 긴날개여치의 대량 사육체계를 확립하기 위하여 년중 발생경과, 각 발육 단계별 발육기간과 성충의 산란특성 등 기초 생태에 대하여 연구하였다.

재료 및 방법

정서곤충으로써 긴날개여치에 대한 연중 대량생산기술을 확립하고, 이용 확대를 위하여 전북 부안지역에서 채집한 긴날개여치의 발생경과 조사와 온도별 발육특성 및 적정 사육밀도와 산란특성 등을 조사하였다.

긴날개여치 발생경과

2018년부터 2019년까지 3월부터 8월까지 전북 부안군 변산면 유유마을 유유저수지 주변 풀밭에서 포충망으로 여치류를 채집하였다. 채집한 여치는 종류별로 사육상자(40 × 40 × 60 cm)에 넣고, 배추 또는 케일과 갈색거저리 등을 먹이로 공급하여 주고, 사육을 실시하면서 종 동정을 하였다. 여치류 종 동정은 메뚜기생태도감(Kim, 2013), 한국곤충생태도감(Bae, 1998), 한국곤충명집(Ryu, 1994) 등 도감류 및 인터넷 자료를 이용하였다. 분류된 긴날개여치는 별도로 사육상자(40 × 40 × 60 cm)에 넣고, 배추 또는 케일과 갈색거저리를 먹이로 공급하면서 실험에 이용하였다. 배추와 케일은 포트에 파종하여 30일 정도 키운 어린 묘를 먹이로 하였다. 7~8월경 성충이 되면 분리하여 암수 한쌍씩 사육상자에 넣고, 산란매트로 마사토에 코코피트를 7:3 정도로 섞어 페트리디쉬(ø 10 cm, 높이 4 cm)에 넣고, 산란을 유도하였다. 산란된 알은 매일 산란수를 조사하고 별도로 보관하면서 온도별 발육특성 실험과 적정 사육밀도 실험에 이용하였다. 산란매트는 매일 교체하여 주었다.

긴날개여치 산란특성

긴날개여치 산란특성을 조사하기 위하여 야외에서 채집한 긴날개여치 약충을 사육상자에 넣어 사육하면서 갓 우화한 성충 암수 1쌍을 사육상자(40 × 40 × 60 cm)에 옮겨 넣고 산란수 및 성충 수명을 조사하였다. 또한, 동시에 산란매트를 선발하기 위하여 오아시스, 마사토와 코코피트를 7:3으로 섞은 것, 원예용 상토 등 3처리로 하여 각각 페트리디쉬(ø 10 cm, 높이 4 cm)에 담아 사육상자에 3가지를 함께 넣고, 산란을 유도하였다. 실험은 3반복하였다. 성충 먹이로는 케일 포트묘와 갈색거저리를 2~3일에 한 번씩 갈아주었다. 성충의 사망 여부를 매일 육안 관찰하였고, 성충 교미 후 매일 산란매트별로 성충의 수명이 다할 때까지 산란수를 조사하였다. 실험은 광조건 16L : 8D와 습도 60% ± 15%, 온도 25°C ± 2°C 조건의 항온항습기가 설치된 실내에서 수행하였다.

긴날개여치 온도별 발육특성

갓 부화한 1령 약충을 대상으로 성충이 될 때까지 온도별로 발육기간, 개체무게, 사망여부를 매일 조사하였다. 온도조건은 멀티룸인큐베이터(Multi-Room incubator; vs- 1203PFC-L)를 이용하여 24, 28, 32, 36, 40°C 5처리를 두고, 광조건은 16L : 8D로 하여 각각 9마리씩 사육을 하면서 관찰하였다. 약충은 한 마리씩 사육통(20 × 20 × 20 cm)에서 사육하였고, 먹이는 케일 포트묘와 갈색거저리를 공급하였으며, 수분이 마르지 않도록 페트리디쉬(Ø 10 cm, 높이 4 cm)에 물을 담아 인큐베이터 구석에 별도로 넣어두었다. 발육기간은 약충 영기별로 조사하였고, 개체무게는 영기별로 탈피 직후 무게를 측정하였다.

긴날개여치 적정 사육밀도

긴날개여치 대량 생산을 위한 약충 적정 사육밀도를 조사하기 위하여 갓 부화한 1령 약충을 대상으로 성충이 될 때까지 사육상자(40 × 40 × 60 cm)당 각각 10마리, 20마리, 30마리, 40마리씩 넣고 사육하며, 영기별 발육기간과 사망 여부를 매일 조사하였다. 먹이는 케일 포트묘와 갈색거저리를 공급하였으며, 실험은 광조건 16L : 8D, 습도 60 ± 15 %, 온도 25 ± 2°C 조건의 항온항습기가 설치된 실내에서 3반복으로 수행하였다.

결과 및 고찰

긴날개여치 연중 발생 경과

전북 부안지역에서 긴날개여치의 연중 발생 경과 조사결과 야외에서는 성충이 7월 중순 출현하여 9월 상순까지 나타나며, 알 상태로 겨울을 보내고 이듬해 4월 상순에 약충이 출현하여 7월 중순까지 약충이 조사되었다. 실내에서는 4월 상순 채집한 긴날개여치를 사육하였을 때 6월 상순이면 성충이 되고, 6월 하순부터 산란을 시작하였으며, 알 상태로 11월부터 이듬해 2월까지 저온 보관(4~10°C) 후 3월 상순에 상온에 꺼내두면 4월 상순부터 부화를 시작하여 5월 하순까지 부화를 하였다(Table 1). 경남 진주에서 여치의 발생 경과는 성충이 5월 하순에 출현하여 9월 상순까지 나타나며 6월 중순부터 산란하기 시작하였으며, 알 상태로 겨울을 보내고 이듬해 3월 상순에 약충이 출현하여 5월 말까지 약충이 발생하는 것으로 보고된(Yoon and Park, 2010) 것과는 성충과 약충의 출현시기가 약간 다른 것으로 나타났다. 이는 조사지역의 차이도 있을 것으로 추정되나, 긴날개여치가 여치와는 다른 생활사를 나타내는 것으로 추정할 수 있고, 같은 과에 속하는 갈색여치가 우리나라에서 성충이 6~8월에 나타나고, 7~9월에 산란하며, 알로서 월동한 후 3월부터 약충이 나타난다는 보고(Bang et al., 2008)로 볼 때 여치과의 생

Table 1. Life history of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in Buan, Jeollabuk-do, Korea

Contents		Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
Location	Stage	E [†] M L	E M L	E M L	E M L	E M L	E M L	E M L
Field	Adult					++	+++	+
	Nymph		1st ~2nd	2nd ~4th	3rd ~5th	4th ~5th		
	Egg	+++	+++			+	+++	+++
Rearing room	Adult				+++	+++	+++	+++
	Nymph		1st ~2nd	2nd ~4th	3rd ~5th	4th ~5th		
	Egg	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++

[†]E: early, M: mid, L: late, + Collection and observation
1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th: Emergence stage of nymphs

Table 2. Size and weight on stages of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in Buan, Jeollabuk-do, Korea

Measurement	Egg	Nymph					Adult	
		1st	2nd	3rd	4th	5th	Female	Male
Length (cm)	0.6 ± 0.05	0.8 ± 0.11	1.6 ± 0.16	2.6 ± 0.38	3.2 ± 0.33	3.5 ± 0.41	5.6 ± 0.30	4.9 ± 0.37
Width (cm)	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.04	0.34 ± 0.05	0.46 ± 0.05	0.52 ± 0.05	0.56 ± 0.06	0.62 ± 0.05	0.54 ± 0.05
Weight (g)	0.01 ± 0.001	0.05 ± 0.005	0.2 ± 0.02	0.5 ± 0.06	1.4 ± 0.21	2.2 ± 0.23	2.6 ± 0.21	2.3 ± 0.18

Unit: Mean ± SD.

활사와 유사하지만 약간 다른 경향인 것으로 보이며, 추후 정밀한 분석이 필요할 것으로 보인다.

긴날개여치의 총태별 외부 형태조사 결과 알은 백색으로 길이 0.6 cm, 폭 0.2 cm 정도의 길쭉한 모양이며, 알에서 부화한 약충은 5회 탈피를 거쳐 성충이 되었다. 1령부터 3령까지는 몸의 크기만 커지고, 날개는 4령부터 나오기 시작하여 5령 때는 몸의 반절 정도로 길어지고, 성충이 되면서 몸보다 길게 형성되었다. 성충은 암컷이 5.6 cm, 수컷이 4.9 cm 정도이고, 몸무게는 암컷 2.6 g, 수컷 2.3 g으로 암컷이 크고 수컷이 작았다(Table 2). 긴날개여치의 탈피횟수나 크기에 대해서는 보고된 자료가 없고, 긴날개여치와 유사한 여치의 몸길이가 암컷 6.0 cm, 수컷 5.0 cm라는 보고(Yoon and Park, 2010)와 비교하여 몸 크기는 비슷하였고, 날개의 길이는 훨씬 길었다. 알에서 부화한 1령 약충의 체장은 평균 5.5 mm이었으나 7회의 탈피 과정을 거친 성충은 약 30 mm까지 성장했다는 갈색여치(Bang et al., 2009)보다는 크기가 크고, 탈피 횟수도 다른 것으로 나타났다.

긴날개여치 산란특성

긴날개여치는 7월 20일경 첫 산란을 하였고, 산란 기간은 약 58일 정도 소요되었으며, 암컷 한 마리당 총평균산란수는 124개였다. 성충수명은 암컷 95.6일, 수컷 84.8일로 암컷 수명이 수컷 수명보다 길었다(Table 3). 이는 Yoon and Park (2010)이 보고한 경남 진주에서 여치의 산란수 94개보다 많고, 성충수명은 유사한 것으로 나타났다.

긴날개여치 산란매트별 산란수는 오아시스 15개, 상토 54개, 마사토와 코코피트를 7 : 3으로 섞은 산란매트 69개로 마사토와 코코피트를 7 : 3으로 섞은 산란매트를 선호하는 것으로 나타났다. 시기별로는 7월 25일 전후와 8월 25일 전후에 2회 산란 피크를 보였는데, 산란 피크가 2회로 나타난 이유는 명확하지 않지만, 암수 한쌍을 산란기간 동안 같이 사육을 하였기 때문에 나타난 결과로 생각되며, 짝짓기에 관한 정밀한 관찰이 필요할 것으로 보인다. 산란기간은 60일 정도로 상기 결과와 비슷하였으며, 총산란수도 138개로 비슷하였다(Table 4). 여치류 산란매트에 대한 연구 결과는 없으나, 여치는 서식지 토양을 떠다가 산란을 유도하였고, 갈색여치는 수분을 함유한 질석을 활용한 보고는 있다(Yoon and Park, 2010; Moon et al., 2009). 여치류를 정서곤충으로 활용하기 위해서는 대량사육기술이 필요하며, 산란을 용이하게 받을 수 있는 산란매트에 대한 연구는 반드시 필요할 것으로 생각된다. 따라서, 마사토와 코코피트를 7:3으로 섞은 산란매트를 활용하는 것이 긴날개여치의 대량 생산에 유리할 것으로 판단된다.

긴날개여치 온도별 약충 발육특성

긴날개여치 적정 사육온도를 조사하기 위하여 온도별 약충의 발육기간과 사망률을 조사한 결과 발육기간은 24°C에서 64.1일로 가장 길었고, 온도가 높을수록 짧아지는 경향이며, 영기별 발육기간 역시 같은 경향이었다. 생충률은 32°C에서 77.8%로 가장 높았다. 영기별 발육기간은 28°C에서 1령이 12.0일, 2령 9.7

Table 3. Ovipositional characteristics and adult' longevity of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung

Year	Ovipositional period (days ± SD)	No. of eggs/female (± SD)	Longevity (days ± SD)	
			Female	Male
2018	56.3 ± 6.03	127 ± 26.6	96.8 ± 25.6	86.3 ± 8.59
2019	59.7 ± 7.51	121 ± 11.1	94.4 ± 17.4	83.3 ± 14.3
Mean	58.0 ± 6.77	124 ± 18.9	95.6 ± 21.5	84.8 ± 11.4

Unit: Mean ± SD.

Table 4. Number of egg-laying periods of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in different ovipositional mats

Ovipositional mats	No. of egg-laying periods(Month/day) (No. of eggs/female)						Total
	7/15	7/25	8/5	8/15	8/25	9/5	
Oasis	0	13	0	0	0	2	15 c
Media for horticulture	0	12	5	2	35	0	54 b
Mixed Masato and Coco-Pitt (7 : 3)	3	24	17	1	19	5	69 a
Total No. of eggs	3	0	0	0	0	0	138

DMRT (5%).

일, 3령 10.6일, 4령 10.8일, 5령 12.5일 정도로 총 55.5일이 소요되었고, 생충률은 55.6%였다(Table 5). 이는 갈색여치 1령 약충에 대해 종령 약충이 될 때까지 온도별 발육기간 조사결과 온도가 높아질수록 암수 모두 발육 기간이 짧아졌다는 보고(Noh,

2009)와 유사하였다. Bang et al. (2009)은 실내에서 부화한 갈색여치 약충은 25°C에서 사육한 경우에 1령 약충에서 성충까지는 49.2일이 소요되었다고 하였고, Moon et al. (2009)에 의하면 25°C에서 발육기간이 암컷은 66.0일, 수컷은 57.3일로 보고한 바

Table 5. Developmental periods and survival rate of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in different temperatures

Temperature (°C)	Developmental periods of nymph (days)						Survival rate (%)
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total	
24	13.6	9.7	11.8	13.0	16.0	64.1 a	44.4
28	12.0	9.7	10.6	10.8	12.5	55.5 b	55.6
32	10.5	9.0	9.4	8.5	11.1	48.5 c	77.8
36	9.7	8.0	7.5	8.8	12.3	46.2 c	43.4
40	9.3	6.5	8.0	9.7	11.0	44.5 c	0

DMRT (5%).

Table 6. Weights of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in different temperatures

Temperature (°C)	Weight of nymphs(g)					Weight of adults (g)
	1st	2nd	3rd	4th	5th	
24	0.05	0.13	0.31	0.59 c	1.13	1.28 c
28	0.05	0.20	0.40	0.94 ab	1.66	2.30 b
32	0.04	0.23	0.45	1.12 a	1.64	2.75 a
36	0.05	0.14	0.47	0.88 b	1.26	2.30 b
40	0.05	0.11	0.39	0.91 ab	1.49	2.05 bc

DMRT (5%).

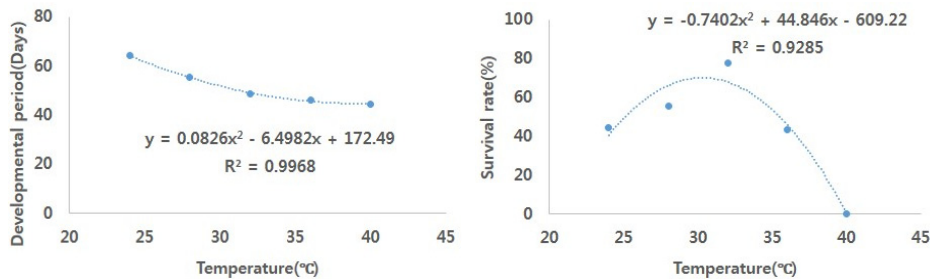


Fig. 1. Regressions of developmental periods, survival rates of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in different temperatures.

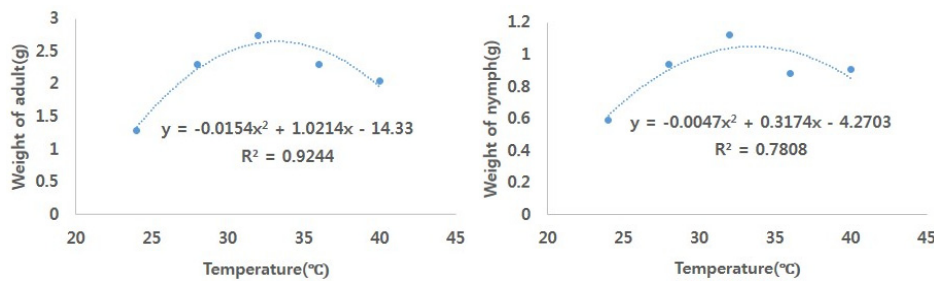


Fig. 2. Regressions of adult and nymph weights of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in different temperatures.

있으며, 이러한 갈색여치 발육기간의 차이는 같은 온도조건이더라도 먹이, 습도 및 사육상자 등과 같은 다양한 사육환경에 의하여 달라질 수 있음을 보여준다고 하였다. 또한, 조사기간중 24℃에서는 발육기간이 느리고, 3령 이내에 사망하는 개체가 많았으며, 36℃ 이상 고온에서는 먹이식물인 포트묘도 빨리 시들어 버리는 경향으로 긴날개여치 사육조건으로는 부적합한 것으로 판단되었다. 다만, 사망원인으로 대부분 탈피 직후 또는 탈피를 하면서 사망하는 것으로 조사되었고, 탈피가 잘 이루어질 수 있도록 녹나뭇가지와 같은 지지대를 설치하는 등의 사육환경에 대한 추가적인 조치가 필요할 것으로 판단된다.

사육온도에 따른 약충 영기별 무게 측정 결과 3령까지는 큰 차이가 없었으나, 급격히 무게가 증가하는 4령 이후 28℃와 32℃에서 무게가 다소 증가하였고, 성충 무게 역시 마찬가지였다(Table 6). 이상의 결과에서 긴날개여치의 적정 사육온도는 28℃와 32℃ 사이가 적합할 것으로 판단되며, 회귀식으로 추정하여본 결과 온도와 발육기간 및 온도와 생충틀간의 유의성이 인정되었고, 온도와 성충과 약충의 무게 사이에도 유의성이 인정되었다. 따라서, 생충률 및 무게로 볼 때 최적온도는 30℃ 전후로 추정되었다(Figs 1, 2).

긴날개여치 적정 사육밀도 조사

긴날개여치 사육밀도별 발육기간은 10마리에서 69.1일, 20마리에서 66.8일, 30마리에서 63.3일, 40마리에서 62.7일로 사육밀도가 높을수록 발육기간이 빨라졌다. 즉, 영기별 탈피속도가 빨라지고, 영기별 누적탈피기간 역시 빨라져 사육밀도가 높을수록 발육속도가 빨라지는 경향이었다. 생존율 역시 14.5~37.5%로 사육밀도가 높을수록 떨어지는 경향이었다(Table 7). 이는 메뚜기의 경우 대발생하면서 먹이가 제한이 되면 동종포식이 일어나고, 이런 결과로 공포감을 느낀 다른 메뚜기들이 무리를 지어 이동하면서 메뚜기떼의 대이동이 시작된다는 보고(Bazazi et al., 2008; Noh, 2009) 에서와 같이 잡식성인 긴날개

여치가 좁은 공간에서 개체간에 서로 공격성을 띠고 있기 때문에 판단되나, 보다 정밀한 분석이 필요할 것으로 보인다. 따라서, 긴날개여치를 사육하기 위해서는 본 실험에 사용된 사육상자의 크기보다 큰 공간에서 재검토가 필요할 것으로 판단된다. 그러나, 비록 생존율은 낮지만, 10마리 처리와 20마리 처리에서 발육기간 및 생존율이 비슷한 것으로 보아 10~20마리 정도가 적정 사육밀도일 것으로 추정되는 되나, 보다 정밀한 검토가 필요하다.

여치는 같은 과(family) 내에서도 월동형태나 알 기간, 영기별 발육 기간 등이 다르고, 심지어 같은 종이라도 환경조건에 따라 알의 월동 유무, 날개 형태 등에 차이가 나는 등 다양한 특성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Alexander, 1968; Masaki, 1973; Harrison, 1979). 또한, 온도별 발육기간은 온도가 높아짐에 따라 발육기간이 짧아졌고, 다른 메뚜기목 곤충인 *Teleogryllus emma*에 대해 온도별 발육기간은 역시 온도가 높아질수록 발육기간은 단축되고, 적정온도보다 너무 낮거나 높은 경우에는 수명이 단축되거나 생존이 불가능한 것으로 보고되었다(Kim et al., 2007). 그리고, Na et al., (2007)은 산란수가 평균 110개(24~195)로 개체간에 산란능력에 차이가 큰 것으로 보고하였는데, 본 연구와도 일치하는 경향이었으며, 사육밀도에 따른 개체간의 공격성 부분은 메뚜기목 대발생 및 이동에 대한 간접적인 원인으로 해석할 수 있다.

그러나 긴날개여치를 정서곤충으로 활용하기 위해서는 대량으로 사육할 수 있는 기술 개발이 시급하고, 그에 따른 매뉴얼 개발이 필수적이다. 또한, 긴날개여치에 대한 알 휴면 타파 기술 등 또 다른 환경요인이나 생태적 요인에 대한 추가적인 연구가 반드시 필요하다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ013342)의 지원에 의해 수행된 과제입니다.

Table 7. Developmental periods and survival rates of *Gampsocleis ussuriensis* Adelung in different rearing densities

Density of rearing (No./box)	Developmental periods of nymph(days)						Survival rates (%)
	1st	2nd	3rd	4th	5th	Total	
10	12.7	13.7	13.0	14.0	15.7	69.1 a	37.5
20	11.7	11.7	13.7	15.0	14.7	66.8 ab	37.5
30	10.3	9.3	13.7	14.7	15.3	63.3 b	25.0
40	10.7	10.0	13.7	14.3	14.0	62.7 b	14.5

DMRT (5%).

Literature Cited

- Alexander, R.D., 1968. Life cycle origins, speciation and related phenomena in crickets. *Quart. Rev. Biol.* 43, 1-41.
- Bae, Y.J., 1998. Insects' life in Korea I. Korean Entomol. Institute in Korea Univ. 118-153.
- Bang, H.S., Na, Y.E., Han, M.S., Kim, M.H., Roh, K.A., Lee, J.T., 2008. Ovipositional characteristics of the ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Korean J. Environ. Agr.* 27, 274-278.
- Bang, H.S., Na, Y.E., Han, M.S., Kim, M.H., Kang, K.K., Lee, D.B., Lee, K.Y., 2009. Effects of chilling and overwintering temperature conditions on the termination of egg diapause of the ussur brown katydid *Paratlanticus ussuriensis*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 48, 221-227.
- Bazazi, S., Buhl, J., Hale, J.J., Anstey, M.L., Sword, G.A., Simpson, S.J., Couzin, I.D., 2008. Collective motion and cannibalism in locust migratory bands. *Curr. Biol.* 18, 735-759.
- Harrison, R.G., 1979. Flight polymorphism in the field cricket *Gryllus pennsylvanicus*. *Oecologia.* 40, 125-132.
- Jung, M.P., Bang, H.S., Kim, M.H., Han, M.S., Na, Y.E., Kang, K.K., Lee, D.B., 2009. Response of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* to light-emitting diodes (LED). *Korean J. Environ. Agr.* 28, 468-471.
- Kim, N.J., Hong, S.J., Seol, K.Y., Kim, S.H., Ahn N.H., Kim, M.A., 2007. Effect of temperature on development and reproduction of the emma field cricket, *Eleogryllus emma* (Orthoptera: Gryllidae). *Int. J. Indust. Entomol.* 15, 69-73.
- Kim, T.W., 2007. A taxonomic review of the Korean Orthoptera (Insecta). Thesis for the doctoral degree in the graduate school, Sungshin Women's University. Korea.
- Kim, T.W., 2013. Ecological book of Orthoptera, Orthoptera of Korea. *Geobook.* 58-151.
- Lee, B.Y., 2019. National species list of Korea. III. insects. National institute of Biological Resources. 63-65.
- Lieu, O.S., 2008. High efficiency form and composite utilized technology of grasshopper. The Republic of China agr. A Publishing Company. p. 148.
- Masaki, S., 1973. Climatic adaptation and photoperiodic response in the band-legged ground cricket. *Evolution.* 26, 587-600.
- Moon, S.M., Yang, J.O., Yoon, C.M., Ahn, K.S., Kim, G.H., 2009. Seasonal occurrence and developmental characteristics of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* Uvarov (Orthoptera: Tettigoniidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 48, 11-19.
- Na, Y.E., Bang, H.S., Kim, M.H., Oh, Y.J., Han, M.S., Kim, M.K., Roh, K.A., Lee, J.T., Choi, D.R., 2007. The characteristic on egg-laying and vegetation grazing of *Paratlanticus ussuriensis*. *Korean J. Environ. Agr.* 26, 364-366.
- Noh, D.J., Yang, J.O., Moon, S.R., Yoon, C., Kang, S.H., Ahn, K.S., Kim, G.H., 2008. Attractants and trap development for Ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* (Orthoptera: Tettigoniidae). *The Korean J. Pest. Sci.* 12, 256-261.
- Noh, D.J., 2009. Biological characteristics and mating behavior of ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* Uvarov (Orthoptera: Tettigoniidae). Thesis for the degree of master's in the Agriculture School of Applied Biosciences, Major in Agricultural Biology Graduate School Chungbuk National University. 67 pp.
- Oh, K.J., 2006. Grasshoppers and crickets. Sanghai Old Book Publishing Co, Sanghai, China. ISBN 4-8329-8161-7, p. 282.
- Ryu, H.S., 1994. Check list of insects from Korea. Edited by The Entomological Society of Korea & Korean Society of Applied Entomology. Konkuk Univ. Press. 48-49.
- Shim, J.K., 2012. Temperature effect on the diapause of *Paratlanticus ussuriensis* and development of biocontrol techniques. Thesis for the degree of doctor in the Agriculture School of Applied Biosciences, Major in Agricultural Biology the Graduate School Kyungpook National Univ. p. 97.
- Su, C.X., Chen, J.S., Fu M.G., Ming S.C., Yan, L., 2017. Formation of the acrosome complex in the bush cricket *Gampsocleis gratiosa* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Arthropod Struct. Dev.* 46, 579-587.
- Yoon, C.H., 2013. An artificial breeding method of *Gampsocleis sedakovi* obscura. Korean Intellectual Property Office (KI 10-1333773).
- Yoon, C.M., Kim, H.K., Kim, G.H., 2014. Preliminary observation on the mating behavior and daily rhythm of the ussur brown katydid, *Paratlanticus ussuriensis* Uvarov (Orthoptera: Tettigoniidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 53, 177-183.
- Yoon, C.H., Park, C.G., 2010. Life cycle of *Gampsocleis sedakovi* obscura Walker (Orthoptera: Tettigoniidae) in Jinju, Gyeongnam. *J. Agr. Life Sci.* 44, 43-49.
- Zhou, Z.J., Kou, X.Y., Qian, L.Y., Liu, J., 2016. Transcriptome profile of Chinese bush cricket, *Gampsocleis gratiosa*: A resource for microsatellite marker development. *Entomol. Res.* 46, 197-205.