

## 땅강아지(*Gryllotalpa orientalis* Burmeister)의 실내 누대사육 기술개발

박영규\* · 이영보<sup>1</sup>

(주)한국유용곤충연구소, <sup>1</sup>국립농업과학원 곤충산업과

### Development of continuous indoor rearing technique of mole cricket, *Gryllotalpa orientalis* Burmeister (Orthoptera: Gryllotalpidae)

Young-Kyu Park\* and Young-Bo Lee<sup>1</sup>

\* Korea Beneficial Insects Lab. Co. Ltd., Soryong-ri, Okgwa-myeon, Gokseong-gun, Jeollanam-do 516-912, Korea

<sup>1</sup>Division of Applied Entomology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju-gun, Jeollbuk-do 565-851, Korea

(Received September 29, 2014, Accepted October 24, 2014)

#### ABSTRACT

The present study was conducted for two years to develop the indoor breeding system of mole cricket, *Gryllotalpa orientalis* Burmeister. In 2013, the total mean number of progenies was  $43.0 \pm 20.0$  (mean  $\pm$  SE); 15.3  $\pm$  25.8 of 2nd-3rd instars, 28.8  $\pm$  24.0 3rd-5th and 2.4  $\pm$  2.7 6th-8th. In 2014, the rearing yielded similar result to that of 2013; 43.5  $\pm$  31.0 in total with 25.8  $\pm$  25.6 of 2nd-3rd instars, 23.6  $\pm$  21.3 3rd-5th and 2.9  $\pm$  2.3 6th-8th. The successful breeding rate using indoor cages was 46.9% in 2013 and 50.0% in 2014. In total 147 individuals were successfully reared in an outdoor rearing cage with 25 females released and 78 individuals in an indoor rearing cage with 100 females and 50 males released. 86.4% and 89.7% of the nymphs reared were collected within 25cm depth of the soil in the outdoor and indoor cage, respectively.

**Key words :** *Gryllotalpa orientalis*, Indoor rearing, Breeding rate, Rearing cage

#### 서 론

땅강아지(*Gryllotalpa orientalis* Burmeister, 1839)는 메뚜기목(Orthoptera) 땅강아지과(Gryllotalpidae)에 속하는 곤충으로 우리나라를 비롯한 아시아와 전 세계에 걸쳐 넓게 분포하고 있으며 잡식성으로 잔디뿐만 아니라 토마토, 딸기, 양배추, 당근, 가지 등 다양한 농작물의 뿌리를 갉아 먹어 피해를 주는 해충으로 알려져 있다. 우리나라에서는 인삼의 주요해충으로 보고되었으며 방제를 위한 연구들이 수행되어졌고(Kim et al. 1989) 개체군 연령 분포의 계절적 변화와 성충의 산란 수(Kim 1995) 등이 연구되어져 왔다. 최근 골프장 및 작물에 대한 피해를 줄이기 위해 다양한 살충제가 활용되어 방제되고 있다. 미국의 플로리다에서는 3종의 땅강아지가 알려져 있으며 모두 잔디와 농작물의 해충으로 방제의 대상이다(Walker 1985).

하지만 땅강아지는 옛 부터 약용곤충(루고, 螻蛄)으로 잘 알려져 있는 유용한 곤충이기도 하다. 예로부터 한의학에서는 갑상선, 편도선 등의 염증치료와 항산화작용, 혈액순환 및 결석, 불면증 등에 사용하였고 약리적으로 항히스타민 작용이 있다고 보고되기도 하였다(Heo et al. 2008). 그러나 최근 들어 도시의 증가 및 서식처의 파괴 등으로 도시림지역에서 땅강아지가 줄어들고 있다. 서울시에서는 2000년도부터 보호곤충으로 지정하기도 하였다. 이처럼 땅강아지는 농작물해충으로서 방제의 대상일 뿐만 아니라 약용 및 보호자원, 관심대상의 곤충자원으로서 연구되어져야 할 유용한 곤충자원으로 인식되어 연구되고 있다(Choi et al. 2002, Park 2005). 이처럼 땅강아지의 새로운 가치를 인식하여 인공사육을 통한 활용에 대한 관심이 높아지고 있다. 곤충의 산업화에는 인공사육기술이 필요하며 자연먹이 및 인공먹이를 활용한 누대사육을 비

\*Corresponding author. E-mail: entomo@kbil.co.kr

로하여 사육용기의 개발 및 대량사육 시스템을 구축하는 것이 매우 중요하다. 우리나라에서 땅강아지가 속한 메뚜기목의 곤충 중 왕귀뚜라미에 대한 인공증식(Kim et al. 2005)은 이미 성공한 바 있으며 최근 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*)를 사료용으로 활용하기 위하여 사육밀도 및 섭식량과 사망률 등 기초연구들이 수행되어졌다(Park et al. 2013). 하지만 땅강아지는 최근에 인공먹이와 발육기간조사에 대한 연구가 일부 이루어졌으나(Lee 2008) 산업적 활용으로의 본격적인 연구는 2010년부터 농촌진흥청에서 연구과제로 수행된 것이 최초이다. 농촌진흥청 연구과제의 결과로서 2011년에는 땅강아지의 생물학적 특징과 인공사료를 이용한 연구를 통하여 실내누대사육에 성공한 바 있다(Kim et al. 2011). 또한 실내 대량인공사육을 위한 모충(母蟲)의 채집 및 사육용기의 활용에 대해서도 연구가 수행되어졌다(Park and Lee 2012). 본 연구는 땅강아지의 산업적 활용을 위하여 안정적인 사육시스템을 구축할 수 있도록 하기 위하여 2013년부터 2014년까지 실내의 표준사육상자와 실내, 외의 대량사육상에서 땅강아지를 누대사육하여 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험곤충

본 연구에 사용한 땅강아지는 초지, 퇴비장 및 농경지

와 인접한 주택가의 가로등과 야간채집용 유아등(수은등, 200W mercury arc lamp)에서 2010년 4월부터 2012년 9월까지 채집하여 누대사육한 성충을 사용하였다. 실내사육조건은 비가림이 되는 비닐하우스 조건에서 사각 플라스틱상자에 수분함량이 70~90%인 흙과 원예용상토를 충분히 채워 넣고 입자가 1.9~2.1 mm로 작은 양어사료(피쉬타입 특허, 우성사료)를 먹이로 공급하면서 사육하였다.

### 2. 실험용 사육상자

본 연구에서는 표준사육상자로 흔히 리빙박스라고 불리는 플라스틱재질의 상부가 개방된 사각용기(36×51×28.5 cm<sup>3</sup>, 50 L)를 선정하였다(그림 1). 누대사육한 땅강아지 성충을 암컷과 수컷으로 구분하여 실험에 사용하였다. 모든 실험은 4월경 우화한 성충을 대상으로 4월과 5월에 각각의 표준사육상자에 암컷 2~4개체와 수컷 1~2개체를 투입하여 교미할 수 있도록 하였다. 토양배지는 일반 사양토(모래와 점토가 섞인 흙)와 원예용상토를 사용하였으며 사양토를 넣고 원예용상토를 덜거나 혼합하여 사용하였다. 배지의 토양 함수량은 70~90% 정도로 유지하기 위하여 뚜껑을 덜거나 1~2 cm 개방한 상태로 사육하였고 각각의 표준사육상자에는 은신처로 활용할 수 있도록 밀폐용기에 흙을 담아 눌러 놓았다(그림 1). 먹이는 양어사료를 은신처의 밑에 놓아두어 먹을 수 있도록 하였다.

야외 사육실험은 조립식판넬을 이용하여 (1.5×2×1 m<sup>3</sup>)



Fig. 1. Breeding containers (36×51×28.5 cm<sup>3</sup> each) and shelter of mole cricket (*G. orientalis*).



Fig. 2. Outdoor breeding containers (1.5×2×1 m<sup>3</sup> each) and indoor mass breeding containers (1×3×1 m<sup>3</sup> each).

로 제작하여 설치하였고 상부 25 cm에는 원예용상토를 넣고 그 아래로는 사양토를 넣었다(그림 2). 실내 사육상자와 마찬가지로 은신처를 제공하였으며 직사광선과 외부의 동물이 침입하는 것을 막기 위해서 차광막을 덮었다. 먹이는 양어사료를 1주일에 2~3회 은신처 밑에 투입하였고 야외 사육상의 수분 공급은 자연적 조건에 따라 이루어지도록 하였다.

실내 대량사육을 위해서는 운반이 가능하도록 바퀴를 설치한 조립식판넬 (1×3×1 m<sup>3</sup>)로 제작하여 설치하였고 사육상 내부의 상부 25 cm에는 원예용상토를 넣고 그 아래 50 cm에는 사양토를 넣었다. 실내 사육상자와 마찬가지로 은신처를 제공하였으며 기주식물로 보리, 클로버를 심었다(그림 2). 먹이는 양어사료를 1주일에 2~3회 은신처 밑에 투입하였다. 실내 조건이므로 배지와 기주식물의 수분유지를 위하여 1주일에 1~2회 물을 주어 사육배지의 수분함량이 70~90% 정도 유지되도록 하였다.

### 3. 실내사육 및 증식을 조사

4월과 5월초에 표준사육상자에 토양 배지를 넣고 전년도에 접종하여 발육한 땅강아지 암컷 2~4마리와 수컷 1~2마리를 각각의 표준사육상자에 넣어 접종하였다. 땅강아지 성충을 접종한 후 5~6개월이 지난 9월에 사육통속의 부화 약충을 조사하였다. 부화 약충의 조사는 사육상자의 토양배지를 조심스럽게 꺼내어 넓은 비닐위에 붓고 배지속의 성충, 난괴나 부화 약충의 개체수를 확인하였다. 부화 약충의 령기의 조사를 위하여 개체의 크기를 10 mm 이하(2~3령), 10~25 mm(3~5령), 25 mm(6~8령) 이상으로 나누어 조사하였다.

증식성공의 판단은 땅강아지 성충을 접종한 표준사육상자에서 증식된 자손이 10개체 이상인 경우를 성공적으로 증식되었다고 판단하였고 10개체 미만으로 증식된 것은 증식되었다고 조사하였다. 전혀 증식되지 않은 사육상은 증식에 실패한 것으로 조사하였다.

## 결과 및 고찰

2012년 5월~9월까지 야외 서식처 채집 및 등화 채집 방법을 통해 총 600여 개체를 채집하였다. 채집한 개체를 표준사육상자에 넣어 사육하고 성충으로 우화한 암컷과 수컷을 함께 넣어 누대사육하였다. 땅강아지는 성충시기에만 비상하므로 약충시기에는 사육상자의 높이가 높지 않고 뚜껑이 없어도 사육이 가능하므로 리빙박스를 표준사육상자로 선정하였다. 표준사육상자는 사각의 불투명한 플라스틱 통으로 높이는 투입할 토양배지를 고려하여 28.5 cm 정도가 적합하며 토양배지의 무게를 고려하여

**Table 1.** Percentage of successful breeding of *G. orientalis* reared in breeding container (36 × 51 × 28.5 cm<sup>3</sup>) in May of both 2013 and 2014.

Date	No. of breeding containers	Breeding success rate (%)		
		Failure	Mediocre success <sup>1</sup>	Success <sup>2</sup>
Sep. 2013	32	18.8	34.4	46.9
Sep. 2014	32	18.8	31.3	50.0

<sup>1</sup>bred less than ten progenies.

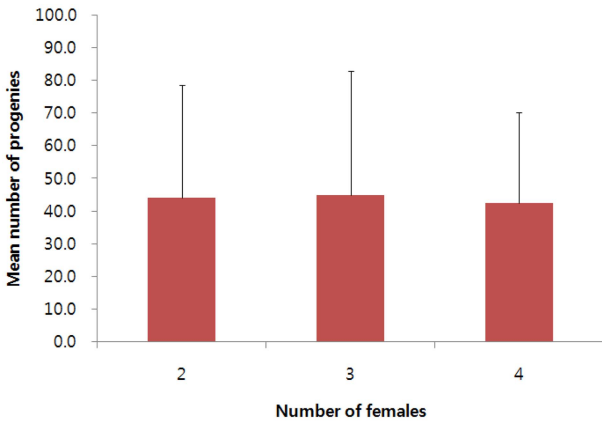
<sup>2</sup>bred more than ten progenies.

50 L 용량의 상자를 표준상자로 하였다. 표준사육상자에 투입할 배지의 성상 및 함량은 사육목적에 따라 달리 할 수 있으나 일반적으로 흙을 50% 이상 주배지로 하여 부엽토나 원예용상토 등을 혼합하여 전체의 50~70%를 채우는 것이 효과적이었다.

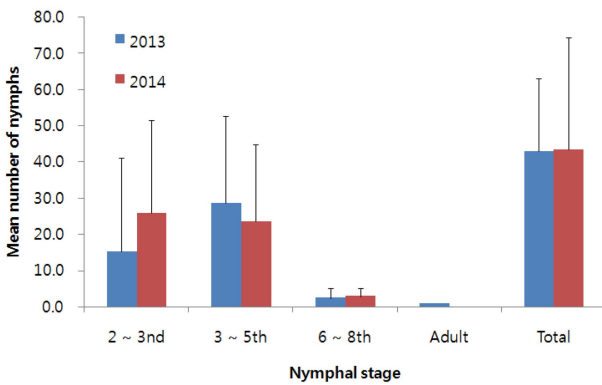
땅강아지는 8령까지 발육하며 알부터 성충까지 발육기간은 110일~126일로 조사되어 산란 후 4개월 정도 소요되는 것으로 알려져 있다(Kim et al. 2011). 본 실험에서 암컷과 수컷을 접종하여 교미, 산란, 발육이 충분히 이루어졌을 것으로 생각되어지는 5~6개월 후에 사육중인 사육상을 조사할 때에도 부화 약충 및 난괴가 발견되었는데 이것은 암컷 성충의 산란전 포란기간이 서로 다르기 때문인 것으로 생각되었다. 그 예로 2014년 32개의 사육상에서 5개월이 경과된 기간에도 3개의 사육상에서 난괴가 발견되기도 하였다. 대량증식을 할 때 산란된 난괴 및 부화 약충은 스트레스에 민감하므로 성충 접종 후 2~3개월은 배지를 훼손하지 않도록 주의하여야 한다.

2013년 4월 우화한 성충으로 비가림이 되는 비닐하우스에서 암컷 3쌍과 수컷을 표준사육상자 32개에 넣어 사육한 후 9월에 조사한 결과 46.9%에 해당하는 15개의 사육상에서 사육상당 평균증식수가 43.0 ± 20.0 (mean ± SE) 개체이었다. 증식은 되었으나 자손수가 10개체 미만은 34.4% 이었고 증식에 실패한 것은 18.8%로 6개 사육상이었다(표 1). 10개체 이상으로 양호한 증식 상태를 보인 사육상자의 총태별 약충 수는 2~3령이 15.3 ± 25.8, 3~5령이 28.8 ± 24.0, 6~8령이 2.4 ± 2.7개체였다(그림 4).

2014년 5월에 우화한 암컷 성충 2~4개체와 수컷 1~2개체를 총 32개 표준사육상자에 접종한 후 9월에 조사한 결과 10개체 이상으로 양호하게 증식에 성공한 사육상은 16개로 50.0%이었고 사육상당 평균 증식수는 43.5 ± 31.0 (mean ± SE) 개체이었다(그림 4). 증식은 되었으나 자손수가 10개체 미만으로 적은 사육상은 10개로 31.3%이었고 증식에 실패한 것은 18.8%로 6개 사육상이었다(표 1). 양호한 증식 상태를 보인 사육상자의 총태별 약충수 2~3



**Fig 3.** Mean number of progenies of *G. orientalis* produced by different number of females released in breeding containers (36 × 51 × 28.5 m<sup>3</sup>). The error bars indicate one SD of measured means.



**Fig. 4.** Mean number of nymphs of *G. orientalis* produced by three females released in a breeding container (36 × 51 × 28.5 m<sup>3</sup>). The error bars indicate one SE of measured means.

령이 25.8 ± 25.6, 3 ~ 5령이 23.6 ± 21.3, 6 ~ 8령이 2.9 ± 2.3개체였다(그림 4).

이처럼 표준사육상자를 이용하여 실내에서 증식하였을 때 증식성공률은 2013년과 2014년에 각각 46.9%와 50.0%

**Table 2.** Percentage of successful breeding of *G. orientalis* with the different numbers of females released.

Number of females	No. of breeding containers	Breeding success rate (%)		
		Failure	Mediocre success <sup>1</sup>	Success <sup>2</sup>
2	11	36.4	9.1	54.5
3	12	8.3	66.7	25.0
4	9	11.1	11.1	77.8

<sup>1</sup>bred less than ten progenies.

<sup>2</sup>bred more than ten progenies.

로 조사되었다(표 1). 특히 사육상당 투입한 암컷의 비율이 2, 3, 4개체로 달라도 약충 증식수에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다(그림 3). 10개체 이상 양호하게 증식된 표준사육상의 증식된 약충수는 암컷 집중수가 2개체일 때 44.0 ± 34.6 (mean ± SD), 3개체일 때 45.0 ± 38.0 (mean ± SD), 4개체일 때 42.4 ± 27.7 (mean ± SD)이었다(그림 3). 10개체 미만으로 증식된 사육상을 포함한 증식에 성공한 총 사육상자는 집중한 암컷의 개체수가 2, 3, 4개체로 증가하면 63.6%, 91.7%, 88.9%로 증가하는 것으로 조사되었다. 하지만 10개체 이상 증식된 사육상은 54.5%, 25.0%, 77.8%로 일정한 경향을 보이지는 않았고 암컷 성충 3개체를 집중하였을 때 66.7%의 사육상은 증식수가 10개체 미만으로 증식효율이 매우 낮았다(표 2). 인공사육에서는 대량증식의 목적을 달성하기 위하여 경제적인 암컷 성충의 집중 밀도 선정이 매우 중요하므로 이러한 증식 효율의 저하원인을 밝혀내야 할 것으로 생각되었다.

결론적으로 땅강아지의 실내표준사육상자 사육에서는 모충(암컷 성충)의 밀도가 증가함에 따라 증식 성공률은 증가하나 최종적인 사육상당 평균 증식수는 증가하지 않으므로 사육상당 2개체의 암컷을 집중하는 것이 경제적인 것으로 판단되었다.

땅강아지는 토양속에 둥근 산실을 3 ~ 4개 만드는 것으

**Table 3.** Number of nymphs of *G. orientalis* reared in outdoor and indoor breeding containers with adult females were exposed in May 2013 and 2014.

Collection Date	Layer depth (cm)	Number of individuals in developmental stages					Total
		2nd ~ 3rd instar	3rd ~ 5th instar	6th ~ 8th instar	Adult		
					Female	Male	
Oct. 2013 <sup>a</sup>	Leaf mold layer (25)	10	54	25	27	11	127
	Soil layer (50)	0	10	5	5	0	20
Sep. 2014 <sup>b</sup>	Leaf mold layer (25)	34	24	12	0	0	70
	Soil layer (50)		4	4			8

<sup>a</sup>field breeding container (1.5 × 2 × 1 m<sup>3</sup>) with 25 females were exposed.

<sup>b</sup>indoor breeding container (1 × 3 × 1 m<sup>3</sup>) with 100 females were exposed.

로 알려져 있으며 산실당 알수는 평균 46개와 55.2개 정도로 조사되었다(Kim 1995, Lee 2008). 하지만 본 실험의 표준사육상에서의 평균 증식결과는 43.0, 43.5개체로 적었다(그림 4). 이러한 이유는 조사대상이 산실과 알이 아니라 5~6개월간 정상적으로 발육한 2령 이상의 약충을 조사하였기 때문이라 생각되었으며 발육 기간 동안 여러 가지 환경요인에 의하여 밀도가 감소하였을 것으로 생각되었다. 총 산란수만 조사한다면 좀 더 많은 산란수가 조사되었을 것으로 생각되었다. 실내표준사육상에서 땅강아지의 평균 산란수를 고려하여 증식률을 최대로 높일 수 있는 사육기술의 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

2013년 5월에 야외사육장(1.5 × 2 × 1 m<sup>3</sup>)에 암컷 25개체를 접종하고 9월에 증식된 약충을 조사한 결과 총 147개체가 증식되었다(표 3). 야외사육장은 햇빛을 가리는 차광막만 설치되어있어 외부로부터 다양한 해충이 침입할 수 있는 환경이고 조사당시 귀뚜라미, 딱정벌레 등을 발견한 바 있다. 따라서 표준사육상자에 비하여 증식수가 적은 요인이 해충 및 다양한 포식자를 포함한 환경요인으로 추측되었다. 그래서 2014년에 크기가 비슷한 대형사육상(1 × 3 × 1 m<sup>3</sup>)을 비가림이 되고 해충의 유입이 자유롭지 못한 실내 비닐하우스에 넣고 암컷 100개체와 수컷 50개체를 접종하여 9월에 조사한 결과 총 78개체가 증식되었다(표 3). 이처럼 실내, 외 대량사육상에서의 증식 실패요인은 첫째, 실내, 외 대량사육상에서 귀뚜라미, 그리마 등의 포식자들이 발견되었으며 이러한 포식자에 의해 산란된 알과 부화 약충이 포식당해 증식률에 영향을 주었을 가능성이 있고 둘째, 투입된 암컷 성충이 야간에 외부로 탈출하였을 가능성 셋째, 동종포식에 의해 사망률이 증가하였을 가능성 등이 추측되었다. 야외사육장과 실내 대량사육상에서의 땅강아지 분포는 상토를 넣은 25 cm 깊이의 표층에서 전체의 86.4%와 89.7%가 채집되어 대부분의 약충이 30 cm 이하의 깊은 토양으로 들어가지 못하는 것이 아닌가 생각되었고 이러한 요인으로 배지의 표면적과 토양배지 성분 및 수분함량이 증식률에 많은 영향을 준 것으로 예상되었다. 본 실험에서는 투입된 암컷 성충의 밀도에 관계없이 야외사육상과 실내 대량사육상에서의 증식률은 매우 낮았다(표 3).

앞으로 대량증식을 위해서는 실내, 외 대량사육상에서의 증식 실패 요인에 대한 추가적인 실험을 통하여 땅강아지를 대량으로 사육할 수 있는 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

## 적 요

본 연구는 땅강아지의 실내 증식기술 개발을 위해 2년

동안 수행되었다. 2013년 증식수는 43.0 ± 20.0 (mean ± SE) 개체이었고 총태별로 2~3령이 15.3 ± 25.8, 3~5령이 28.8 ± 24.0, 6~8령이 2.4 ± 2.7개체였다. 2014년의 증식수는 43.5 ± 31.0 (mean ± SE)개체이었고 총태별로 2~3령이 25.8 ± 25.6, 3~5령이 23.6 ± 21.3, 6~8령이 2.9 ± 2.3개체였다. 실내사육용기의 증식성공률은 2013년과 2014년에 각각 46.9%와 50.0%로 조사되었다. 야외사육장에 암컷 25개체를 접종하였을 때 총 147개체가 증식되었고 실내 대형사육상에 암컷 100개체와 수컷 50개체를 접종하였을 때 총 78개체가 증식되었다. 야외사육장과 실내 대량사육상에서는 상토를 넣은 25 cm 깊이의 표층에서 전체 유충의 86.4%와 89.7%가 채집되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ008977) '사료용, 환경정화곤충의 사육기준 및 규격설정연구'의 지원에 의해 이루어진 것임. 논문의 초록을 검토해주신 김일권 박사님과 실험을 도와주신 한옥순, 박현옥 여사님, 최명호군에게 감사드립니다.

## References

- Choi J, Ahn MY, Lee YB, Ryu KS (2002) Insect crude drugs. Shinil. pp. 32.
- Heo JC, Lee DY, Son MS, Yun CY, Hwang JS, Kang SW, Kim EH, Lee SH (2008) Effects of mole crickets (*Gryllotalpa orientalis*) extracts on anti-oxidant and anti-inflammatory activities. Journal of Life Science 18(4), 509~514.
- Kim KW (1995) Seasonal changes in age structure and fecundity of the african mole cricket (*Gryllotalpa africana*) population in suwon, Korea. Korean J Appl Entomol 34(1), 70~74.
- Kim KW, Kim SS, Son JS (1989) The oviposition period, emergence period, and flight activity of the african mole cricket (*Gryllotalpa africana* Palisot de Beauvois) adult damaging ginseng plants. Korean J Ginseng Sci 13(1), 119~122.
- Kim NJ, Hong SJ, Seol KY, Kwon OS, Kim SH (2005) Egg-forming and preservation methods of the emma field cricket eggs, *Teleogryllus emma* (Orthoptera: Gryllidae). Korean J Appl Entomol 44(1), 61~65.
- Kim WK, Lee YB, Lee JG, Lee SH, Park YK (2011) Studies on the biology and artificial rearing of mole cricket, *Gryllotalpa orientalis* (Orthoptera: Gryllotalpidae). Kor J Soil Zool 15(12), 31~35.
- Lee GE (2008) Comparative efficiency of artificial diets on the developmental stages of *Gryllotalpa orientalis* Burmeister (Orthoptera: Gryllotalpidae). master dissertation. Cheju National University. pp. 1~25.
- Park HY (2005) Successful examples of development of

- beneficial insect resource for human life. KSBB, proceeding of current biotechnology and bioengineering (XVII). pp. 28~30.
- Park YK, Lee HG, Choi YC (2013) Effects of rearing density on food consumption, adult mortality and mean number of hatchlings of *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae). J Seric Entomol Sci **51**(2), 89~94.
- Park YK and Lee YB (2012) Studies on the artificial rearing of mole cricket, *Gryllotalpa orientalis* (Orthoptera: Gryllotalpidae). Int J Indust Entomol **25**(2), 175~179.
- Walker TJ (1985) Mole cricket in florida. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin **846**, pp. 54.