

온도조건에 따른 틱다리개미허리노린재의 발육 및 산란

배순도* · 김현주 · 박정규¹ · 이건휘 · 박성태작물과학원 영남농업연구소 식물환경과, ¹경상대학교 농업생명과학연구원The Development and Oviposition of Bean Bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at Temperature ConditionsSoon-Do Bae*, Hyun-Ju Kim, Chung Gyoo Park¹, Geon-Hwi Lee and Sung-Tae Park

Nat. Yeongnam Agricul. Expt. Station, RDA, Milyang 627-130, Korea

¹Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National Univ. Jinju, 660-701, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to determine the effect of temperatures on the egg and nymphal development, adult longevity and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg, using Saekalong seed as food sources in fibrous nylon-tube at four different temperatures (20, 24, 28 and 32°C). Hatchability showed the highest value of 100% at 28°C and decreased with increasing temperature. Egg duration ranged from 7 days at 32°C to 16.7 days at 20°C. Instar duration was longer with increasing instar stage. Nymphal duration was 38 days at 20°C, 30 days at 24°C, 23 days at 28°C, and 18 days at 32°C. Emergence rates to adult were 16, 41, 72 and 68% at 20, 24, 28 and 32°C, respectively. Female adult longevity ranged from a minimum 20 days at 20°C to a maximum 63 days at 28°C, while the longevity of male ranged from 19 days at 20°C to 60 days at 28°C. Preoviposition duration was shorter with increasing temperature and ranged from 11 days at 20°C to 5 days at 32°C. Total number of eggs laid per female ranged from a minimum 21 eggs at 20°C to a maximum 67 eggs at 28°C. Consequently, the estimated lower threshold temperatures of each developmental stage were 10.3°C for egg, and 9.3, 12.7, 10.0, 11.0 and 8.7 for the 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th instar, respectively.

KEY WORDS : *Riptortus clavatus*, Development, Oviposition, Threshold temperature, Temperature

초 록 : 망사시험관을 이용하여 20, 24, 28 및 32°C에서 틱다리개미허리노린재의 난 및 약충발육과 성충수명 및 산란수를 조사하였다. 부화율은 28°C에서 100%였으며, 이 온도에서 떨어질수록 부화율은 낮아졌다. 난기간은 32°C에서 7일 이었으며, 온도가 낮아질수록 난기간이 길어져 20°C에서 16.7일 이었다. 영기별 발육기간은 1령에서 1.7~3.5일로 가장 짧았으며, 영기가 증가할수록 발육기간이 점점 길어져 5령에서 5.0~10.1일로 가장 길었다. 약충기간은 20, 24, 28 및 32°C에서 각각 38, 30, 23 및 18일 이었다. 우화율은 20, 24, 28 및 32°C에서 각각 16, 41, 72 및 68% 이었다. 암컷 및 수컷성충의 수명은 28°C에서 각각 63 및 60일로 가장 길었고, 20°C에서 각각 20 및 19일로 가장 짧았다. 산란전기간은 20°C에서 11일로 가장 길었으며, 온도가 높아질수록 현저하게 짧아져 32°C에서 5일로 가장 짧았다. 산란수는 28°C에서 67개로 가장 많았고, 20°C에서 21개로 가장 적었다. 발육임계온도는 알의 경우 10.3°C였고, 1, 2, 3, 4 및 5령충은 각각 9.3, 12.7, 10.0, 11.0 및 8.7°C였다.

검색어 : 틱다리개미허리노린재, 발육, 산란, 발육임계온도, 온도

*Corresponding author. E-mail: baesdo@rda.go.kr

툽다리개미허리노린재는 노린재목 (Hemiptera) 호리허리노린재과 (Alydidae)에 속하며, 한국, 일본 및 대만에만 발생하는 종으로 (Ito, 1982; Bae *et al.*, 2004b), 현재 국내의 두류 및 과수에 가장 크게 피해를 주는 노린재의 하나로 알려져 있다 (Chung *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 1997; Kang *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2004).

1990년대 중반까지 크게 문제되지 않던 노린재류가 농작물의 수량감소 및 품질을 저하시키는 가장 주요한 해충으로 인식되기 시작한 것은 1990년대 후반부터라 할 수 있다 (Kang *et al.*, 2003; Bae *et al.*, 2004b; Lee *et al.*, 2004). 근년에 노린재류의 발생량이 예전에 비해 크게 증가하게 된 이유를 정확하게 설명할 수 없으나, 대체적으로 산림생태계와 농업생태계의 변화가 그 원인이라고 추측하고 있다. 즉, 식민통치, 한국전쟁 및 경제개발 등의 내외적 요인에 의한 황폐화된 산림의 조기복구를 위한 낙엽활엽수 등의 속성수 중심의 조림, 그리고 1모작 및 2모작 중심의 노지농업에서 노지와 시설을 포함하는 다양한 작부체계 및 양식으로 인한 농업생태계의 변화를 들 수 있다. 또한 최근의 친환경 농업으로 인한 휴경지의 증가 등이 지구온난화와 더불어 노린재류의 월동율 제고 및 월동한 노린재류의 초기생존에 유리한 다양한 기주식물로 노린재류 증식에 유리해진 것으로 여겨진다 (Bae *et al.*, 2004b; Lee *et al.*, 2004).

툽다리개미허리노린재의 기주식물은 장유콩, 강낭콩, 팥, 자운영, 알팔파 등의 두과작물, 단감 및 사과 등의 과실, 벼 및 피 등의 화본과 작물을 들 수 있지만 (Kobayashi, 1954; Kamano, 1978; Kadosawa & Santa, 1981; Ito, 1982; Kikuchi & Kobayashi, 1986; Chung *et al.*, 1995; Bae *et al.*, 2004b; Lee *et al.*, 2004), 노지에서 본종의 생활사가 완전하게 이루어지며, 실험실내에서 증자로 누대사육이 가능한 것은 장유콩 및 녹두뿐인 것으로 여겨지고 있다 (Kobayashi, 1976; Ito, 1982; Kidokoro, 1978). 그 밖의 작물은 이동성이 강한 본 노린재의 일시적인 기주로만 작용하는 것으로 여겨진다.

툽다리개미허리노린재가 월동에서 깨어나는 시기는 대체로 4월 상순경으로 주변의 다양한 열매맺는 식물로부터 영양원을 섭취하여 기력을 회복후 점차 왕성하게 활동하다가 개화기의 콩포장에 침입하여 본격적인 증식을 시작한다 (Numata & Hidaka, 1982; Numata, 1990; Kobayashi & Numata, 1995). 콩포장에서 본격적인 밀도형성은 착엽기부터라 할 수 있으며, 실제적인 피해는 착엽기부터 수확기까지 지속적으로 콩꼬투리를 흡즙하여 수량감소 및 품질저하를 야기하게 된다 (Natuhara, 1985; Ha *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2004). 따라서 노린재의 흡즙으로부터 콩피해를

최소화하려면 착엽기, 립비대기 및 립비대성기의 3회에 걸쳐 약제를 살포해야만 만족할만한 방제효과를 거둘 수 있다 (Lee *et al.*, 2004).

툽다리개미허리노린재의 누대사육은 두류종자를 이용한 Kamano (1978)에 의해 시도되었고, Kadosawa and Santa (1981)는 두류종자에 따른 툽다리개미허리노린재의 발육에 관해 기술하였으며, 그 후 Kikuchi and Kobayashi (1986)는 16L:8D의 광조건에서 두류종자의 조합과 상부 급수법으로 본 노린재를 처음으로 대량사육하게 되었다. 특히 Bae *et al.* (2004b)은 불량한 환경에서 자신이 방출하는 냄새로 인해 동일한 먹이와 온도조건에서도 발육용기의 통기성에 따라 생물적 발육특성에 큰 차이를 나타내게 됨으로 공기유통이 원활한 용기를 이용하는 것이 중요하다고 하였다.

또한 툽다리개미허리노린재의 발육영점에 대해서도 Kidokoro (1978)은 대두와 현미를 제공하여 사육한 결과 난에서 산란전기까지의 발육영점온도가 15.3°C로 보고하였으며, Kikuchi and Kobayashi (1983)은 레드클로바 종자를 제공한 사육에서 난은 14.8°C, 약충은 13.7°C라고 하였고, Lee *et al.* (1997)은 강낭콩 종자를 제공하여 사육한 결과 난은 12.9°C, 약충은 15.4°C 그리고 알에서 성충까지는 15.1°C라고 하였다. 이러한 결과는 현재 실내에서 툽다리개미허리노린재를 가장 안정적으로 사육하는 데 이용되는 대두와 땅콩종자를 제공한 경우와는 상당히 다른 것이라 할 수 있다. 즉, 현미, 레드클로바 및 강낭콩은 툽다리개미허리노린재가 정상적으로 발육하기엔 부적합한 기주종자 임으로 노린재의 발육속도가 실제보다 지연되어 발육영점이 높게 나타났을 가능성이 매우 높다고 여겨진다. 그리하여 본 연구는 툽다리개미허리노린재의 사육에 가장 적합한 먹이조합으로 밝혀진 대두와 땅콩종자 (Bae *et al.*, 2004a)를 양호한 통기성으로 노린재의 정상적인 발육에 유리한 망사시편관 (Bae *et al.*, 2004b)에 제공하여 온도에 따른 발육특성을 구명하여 금후 친환경 노린재 관리에 필요한 기초자료를 제공코자 하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용된 툽다리개미허리노린재는 2001년 3월 호남농업시험장에서 분양받아 영남농업시험장에서 해충 사육실 (16L:8D, 26±2°C)에서 대두와 땅콩종자, 개화전의 콩식물체 및 스폰지내장 급수통을 이용하여 투명한 아크릴사육상 (90×60×65 cm)에서 알, 약충 및 성충이 혼재된 상태로 누대사육한 것을 이용하였다. 본 실험에선

2001년에 수확한 새알콩과 대광땅콩의 종자를 식이용 먹이로 공급하였다.

모든 발육실험은 양호한 통기성으로 노린재가 발산한 냄새를 쉽게 시험관 밖으로 배출할 수 있는 망사시험관(구멍크기 0.1×0.1 mm, 백색, 차광율 17%)을 이용하여 (Bae et al. 2004b)에 식이용 먹이와 급수통(높이 25 mm, 내경 20 mm)을 내장하여 20, 24, 28 및 32°C에서 개체사육으로 각 단계별 발육특성을 조사하였다.

난발육 조사는 누대사육중인 암수성충 2쌍을 망사시험관에 넣어 1일 산란후 성충을 제거하여 부화일까지의 기간을 조사하여 난기간으로 계산하였고, 같은 날에 산란된 난의 초부화후 5일이 경과하여도 부화되지 않는 것은 미부화란으로 처리하여 부화율을 계산하였다.

약충발육은 난기간조사에서 부화된 1일 이내의 약충을 미세한 붓으로 먹이와 급수통이 내장된 망사시험관에 1마리씩 집종하여 약충의 탈피 및 사망유무를 매일 조사하면서 영기별 발육기간 및 사망률, 약충기간 및 우화율을 조사하였다.

성충의 산란전기간, 성충수명 및 산란수 조사는 약충발육에서 같은 날에 우화된 암수성충 1쌍을 망사시험관에 접종하여 성충 사망시까지 산란 및 사망유무를 조사하면서 암컷성충의 초산란일까지 기간을 산란전기간으로, 성충수명은 산란전기간에 사망한 충을 제외하고 산란후 기간에 사망한 암수성충 수명을 계산하였다. 발육임계온도는 20, 24, 28 및 32°C에서 발육한 난 및 약충의 발육속도를 기준으로 계산하였다. 온도조건에 따른 난, 약충 및 성충의 발육에 차이는 SAS (statistical analysis system) 통계프로그램을 이용하여 분산분석 (analysis of variance; ANOVA)하여 처리간의 평균값을 비교하였다.

결과 및 고찰

난발육

20, 24, 28 및 32°C의 정온조건에서 툽다리개미허리노

린재의 부화율 및 난기간은 Table 1에 나타내었다. 부화율은 28°C에서 100%로 가장 높았으며, 온도가 낮아질수록 부화율이 낮아져 20°C에서 약 36%로 가장 낮았고, 32°C에서 부화율도 약 92%로 28°C보다 낮은 부화율을 나타내었다. 한편, 난기간은 20°C에서 약 17일로 가장 길었으며, 온도가 높아질수록 발육이 촉진되어 32°C에서 7일로 가장 짧았다.

툽다리개미허리노린재의 발육은 온도와 밀접한 관련이 있으며, 발육적온은 28°C 내외인 것으로 알려져 있고, 30°C 이상의 고온에서는 오히려 곤충의 발육이 촉진되기 보다는 저해를 받는 것으로 알려져 있다 (Lee et al., 1997; Bae et al., 2004b). 이러한 점을 고려해 볼 때 본 결과는 Lee et al. (1997) 보고와 상충되지 않고 비교적 잘 어울리는 것으로 여겨지나, 금후 더욱 세분된 온도조건 특히, 고온에서 부화율에 관한 보다 정밀한 조사가 요망된다 하겠다.

약충발육

약충의 영기별 발육기간 및 약충기간은 Table 2와 같다. 영기별 발육기간은 1령에서 1.7~3.5일, 2령에서 2.9~7.3일, 3령에서 3.8~8.3일, 4령에서 4.2~9.2일, 5령에서 5.0~10.1일로 주어진 모든 온도에서 영기가 증가할수록 발육기간이 길어졌으며, 온도조건에 따른 영기별 발육기간은 온도가 높아질수록 발육기간이 현저하게 짧아지는 경향을 나타내었다. 그리하여 20, 24, 28 및 32°C에서 약충기간은 각각 약 38, 30, 23 및 18일로 온도가 높아질수록 발육기간이 현저하게 단축되는 것을 알 수 있었다.

툽다리개미허리노린재의 부화약충은 외형적으로 개미와 매우 유사하여 쉽게 구분하기 어려우나, 촉각과 다리가 개미의 것보다 길게 발달되어 있는 점이 특이하며, 개미나 노린재과 노린재류의 부화약충과는 달리 군집하여 생활하지 않고 독립적으로 생활하는 특성을 가지고 있다. 툽다리개미허리노린재 약충의 활동성은 영기가 증가할수록 왕성한 것으로 여겨지며, 영기별 발육기간은 영기가 증가

Table 1. Hatchability and egg duration of *Riptortus clavatus* at various temperatures

Temp. (°C)	Eggs (No.) used	Hatchability (%)	Egg duration (mean±SD, days)
20	42	35.7(15) ¹	16.7±0.6a ²
24	53	98.1(52)	10.1±0.6b
28	67	100.0(67)	8.7±0.6c
32	78	92.3(72)	7.0±0.7d

¹ Values in the parentheses are the number of insects hatched.

² Means followed by the same letter are not significantly different (P=0.05; DMRT).

Table 2. Nymphal development of *R. clavatus* at various temperatures

Temp. (°C)	Instar duration (mean±SD, days)					Nymphal duration (mean±SD, days)
	1st	2nd	3rd	4th	5th	
20	3.5±0.6(160)a ¹	7.3±0.8(138)a	8.3±1.0(112)a	9.2±0.8(55)a	10.1±0.8(25)a	37.8±1.5(25)a
24	2.9±0.6(160)b	5.4±0.7(158)b	6.1±0.7(123)b	7.6±0.9(95)b	8.1±0.8(65)b	30.4±1.3(65)b
28	2.4±0.5(160)c	4.0±0.7(160)c	4.8±0.6(150)c	5.4±0.6(130)c	6.6±0.5(115)c	23.3±0.9(115)c
32	1.7±0.4(160)d	2.9±0.6(160)d	3.8±0.6(147)d	4.2±0.6(125)d	5.0±0.5(108)d	17.8±1.0(108)d

※ Values in the parentheses are the number of insects observed.

¹ Means followed by the same letter are not significantly different (P=0.05; DMRT).

할수록 현저하게 증가하는 양상을 나타내었는데, 이러한 결과는 일본과 한국의 여러 보고자(Kamano, 1978; Kadosawa & Sanata, 1981; Bae *et al.*, 2004a)에 의해 보고된 내용과 일치하는 경향이였다.

이러한 영기별 발육기간의 현저한 차이는 영기별 사망률과 밀접한 관련이 있음을 나타내었다 (Fig. 1). 즉, 영기가 높아질수록 사망률이 높아진 것은 발육기간이 길어져 체중증가와 더불어 자신의 몸에서 분비되는 휘발성 방어물질 등의 발산량의 증가로 자연히 사망률이 높아지게 된 것으로 여겨진다 (Kadosawa & Santa, 1981; Bae *et al.*, 2004b).

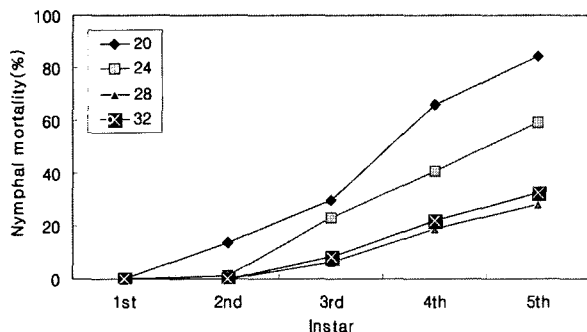


Fig. 1. Accumulated nymphal mortality of *R. clavatus* at various temperatures.

성충수명 및 산란

4가지 온도조건에서 발육한 톱다리개미허리노린재 약충의 우화율, 성충수명, 산란전기간 및 총 산란수는 Table 3과 같다.

약충의 우화율은 28°C에서 약 72%로 가장 높았으며, 온도가 낮아질수록 우화율이 낮아져 20°C에서 약 16%로 가장 낮았고, 32°C 고온에서 약 68%의 우화율로 28°C보다 약 4% 낮았다. Kamano (1978)는 25°C의 16L:8D에서 대두를 이용한 사육에서 우화율은 개체사육시 70~90%, 집단사육시 25~30%라고 하였으며, Kadosawa and Santa (1981)는 대두종자를 이용하여 유충 10마리로 집단사육시 우화율은 79%라 하였고, 잠두콩, 자운영, 헤아리베취 등 11종의 두과작물 종자와 생식물을 이용한 사육시 우화율은 65~95%로 급여종자 및 식물체의 종류에 따라 차이가 있다고 하였다. Lee *et al.* (1997)은 강낭콩 종자를 급여한 경우 우화율은 20°C에서 약 80%, 25 및 30°C에서 약 84%, 15°C에서 우화하지 못하였다고 하였으며, Bae *et al.* (2004a, b)은 26°C, 16L:8D의 유리시험관에서 우화율은 급여한 종자에 따라 3.5~65%로 현저한 차이가 있었고, 또한 유리시험관보다 망사시험관에서 우화율이 약 8% 높다고 하였다. 따라서 우화율은 용기의 종류 및 재질, 급여종자의 종류, 발육온도 및 밀도 등이 복합적으로 작용

Table 3. Adult longevity and total number of eggs laid by *R. clavatus* at various temperatures

Temp. (°C)	Emergence (%)	Adult longevity (Mean±SD, days)		Preoviposition duration (Mean±SD, days)	Total eggs laid (Mean±SD, No./female)
		Female	Male		
20	15.6(160) ¹	20.4±6.5(14)c ²	19.2±7.5(11)c	10.4±1.2a	21.1±11.2(14)c
24	40.6(160)	48.9±33.2(33)ab	47.8±30.6(32)ab	6.3±0.8b	51.5±35.5(33)ab
28	71.8(160)	62.7±35.6(60)a	60.3±31.8(55)a	5.4±0.7c	67.0±37.3(60)a
32	67.5(160)	41.2±22.1(56)b	38.6±21.1(52)b	4.7±0.7d	43.3±24.5(56)b

¹ Values in the parentheses are the number of insects observed.

² Means followed by the same letter are not significantly different (P=0.05; DMRT).

하는 것으로 여겨진다.

성충수명은 암컷이 약 20~63일, 수컷은 약 19~60일로 암컷이 수컷보다 약간 긴 경향이였으며, 온도별로는 28°C에서 가장 길었고, 20°C에서 가장 짧았다. Kamano (1978)는 대두종자로 25°C, 16L:8D에서 개체사육한 경우 성충수명은 암컷이 약 80일, 수컷이 약 74일 이라고 하였으며, Kadosawa and Santa (1981)는 25°C에서 대두종자로 사육한 경우 수명은 약 94일 이라고 하였고, Kikuchi and Kobayashi (1986)는 28°C에서 1종류 및 2종류의 먹이로 집단사육한 경우 성충수명은 41~113일로 먹이종류 및 조합에 따라 현저한 차이가 있다고 하였다. 이러한 결과로 보아 톱다리개미허리노린재의 성충은 발육의 어느 단계보다 상대적으로 수명이 매우 긴 것으로 판단되며, 수명은 먹이종류, 발육밀도 및 온도가 복합적으로 작용하여 나타나는 것이지만, 온도와 관련해선 대체로 28~30°C 사이에서 가장 긴 수명을 나타낼 것으로 추측된다.

산란전기간은 20°C에서 10.4일로 가장 길었으며, 32°C에서 4.7일로 가장 짧아 온도가 높아질수록 현저하게 짧아졌다. 암컷성충의 마리당 총 산란수는 20, 24, 28 및 32°C에서 각각 약 21, 52, 67 및 43개로 암컷성충의 수명과 비슷한 경향을 나타내었다. 톱다리개미허리노린재의 산란수는 먹이종류, 발육밀도 및 온도와 밀접한 관련이 있는 것으로 특히 최적 발육조건에서 산란수는 식이한 먹이조합과 밀접한 관련이 있는 것으로, Kikuchi and Kobayashi (1986)는 먹이조합에 따라 산란수가 최저 47개에서 최고 448개로 심한 편차가 있다고 하였다. 하지만 본 연구에서 최고 산란수 67개는 Bae et al. (2004b)의 보고와 일치하였으나 연구자간 산란수의 현저한 차이는 금후 더욱 정밀한 산란관련 실험을 통해 구명되어야 할 것으로 여겨진다.

발육임계온도

20, 24, 28 및 32°C의 정온조건에서 발육한 톱다리개미허리노린재의 난 및 약충의 발육임계온도는 Table 4에 나타내었다.

톱다리개미허리노린재의 발육임계온도는 난의 경우 10.3°C였으며, 약충의 영기별 발육임계온도는 약 9~13°C 범위내에 있었고, 약충기간의 평균 발육임계온도는 10°C였다. 톱다리개미허리노린재의 발육임계온도에 관해 Kikuchi and Kobayashi (1983)는 난은 14.8°C, 약충은 13.7°C라고 하였고, Lee et al. (1997)은 난은 12.9°C, 약충은 15.4°C라고 하여 본 연구의 난 및 약충의 발육임계온도보다 높게 나타났는데, 이러한 이유는 발육용기의 종류 및 발육온도와 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다. 즉 동일한 온도에서도 발육용기의 통기성 정도에 따라 발육기간의 차이가 발육영점의 차이로 직결되기 때문으로 금후 노린재의 발육시험은 발육과정에서 냄새를 발산하는 생물적 특성을 고려하여 통기성이 양호한 용기를 이용하는 것이 보다 합리적일 것으로 여겨진다.

이상의 결과를 고려해 볼 때, 톱다리개미허리노린재의 난 및 약충의 발육과 성충수명 및 산란에 가장 적합한 온도는 28~32°C의 사이에 있는 30°C로 추측된다. 25°C 이하의 저온과 32°C 이상의 고온에서 본 노린재의 단계별 발육은 매우 불리해 지는 것으로 일반적인 곤충의 발육특성과 매우 유사한 온도반응 (Huffaker & Rabb, 1984)을 나타내는 것으로 여겨진다. 또한 10°C내외의 발육임계온도는 지구온난화로 겨울철 기온이 점점 따뜻해지는 것을 고려해 보면 근년의 노린재류 다발생은 월동율의 증가가 하나의 원인으로 여겨지기도 하지만 이에 대해선 보다 구체적인 실험이 요구되는 바이다. 따라서 본 연구에서 얻은 톱다리개미허리노린재의 난 및 약충발육과 성충수

Table 4. The estimated lower threshold temperature of the egg and nymph of *R. clavatus*

Stage	Regression equation ¹	Threshold temperature (°C)
Egg	Y = 0.0066X-0.0680 (r=0.99)	10.3
1st instar	Y = 0.0245X-0.2278 (r=0.97)	9.3
2nd instar	Y = 0.0172X-0.2181 (r=0.99)	12.7
3rd instar	Y = 0.0118X-0.1182 (r=0.99)	10.0
4th instar	Y = 0.0111X-0.1213 (r=0.99)	11.0
5th instar	Y = 0.0083X-0.0717 (r=0.99)	8.7
Nymph	Y = 0.0024X-0.0238 (r=0.99)	10.0

¹ Y=aX+b, where Y is the rate of development (1/days), and X is the temperature.

명 및 산란에 관한 자료는 콩포장에서 노린재 개체군의 발생예찰, 증식 및 관리에 관한 기초자료로 활용되어 금후 톱다리개미허리노린재의 종합관리에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 여겨진다.

Literature Cited

- Bae, S.D., H.J. Kim, J.K. Park, J.K. Jung and H.J. Cho. 2004a. Effects of food combinations of leguminous seeds on nymphal development, adult longevity and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. Kor. J. Appl. Entomol. 43: 123~127.
- Bae, S.D., H.J. Kim, J.K. Park and J.K. Jung. 2004b. Comparison of the nymphal development, adult longevity and oviposition of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) in fibrous nylon and glass-tube. Kor. J. Appl. Entomol. 43: 275~279.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 1995. Damages, occurrences and control of hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. RDA. J. Agri. Sci. 37: 376~382.
- Ha, K.S., N.K. Heo, J.R. Kim, S.Y. Kim and S.H. Song. 1998. Effect of different seeding times and soybean varieties on damage and occurrences of hemiptera insects. RDA. J. Crop Protec. 40: 32~36.
- Huffaker, C.B. and R.L. Rabb. 1984. Growth and development of insects. pp. 54~77. In: ecological entomology. John Wiley and Sons Inc. 844pp.
- Ito, K. 1982. Possible host plants of *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae) before immigrating into soybean fields. Proceed. of the Kanto Tosan Pl. Prot. Soc. 29: 125~126.
- Kadosawa, T. and H. Santa. 1981. Growth and reproduction of soybean pod bugs (Hemiptera) on seeds of legumes. Res. Report of Chugoku Agr. Expt. Sta. E: 75~97.
- Kamano, S. 1978. A sample method for rearing bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 22: 285~286.
- Kang, C.H., H.S. Huh and C.G. Park. 2003. Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 42: 269~277.
- Kidokoro, T. 1978. Rearing by dry seed and development of *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Coreidae). Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan. 29: 5-10.
- Kikuchi, A. and T. Kobayashi. 1983. A basic bionomics of three species of stink bugs by a simple artificial rearing method. Proceed. of the Kanto Tosan Pl. Prot. Soc. 30: 125~127.
- Kikuchi, A. and T. Kobayashi. 1986. A simple rearing method of *Piezodorus hybneri* Gmelin and *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Pentatomidae, Alydidae), supplying dried seeds. Bulletin of the National Agriculture Research Center 6: 33~42.
- Kobayashi, T. 1954. Rearing lecture: rearing of bugs. New Insect. 7: 11~14.
- Kobayashi, T. 1976. The mass rearing method of insects. VIII. Bugs. Pesticide. 23: 44~48.
- Kobayashi, S. and H. Numata. 1995. Effects of temperature and photoperiod on the induction of diapause and the determination of body coloration in the bean bug, *Riptortus clavatus*. Zool. Sci. 12: 343~348.
- Lee, G.H., C.H. Paik, M.Y. Choi, Y.J. Oh, D.H. Kim and S.Y. Na. 2004. Seasonal occurrence, soybean damage and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. Kor. J. Appl. Entomol. 43: 249~255.
- Lee, S.G., J.K. Yoo, C.Y. Hwang, B.R. Choi and J.O. Lee. 1997. Effect of temperature on the development of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae). RDA. J. Crop Protec. 39: 25~27.
- Natuhara, Y. 1985. Migration and oviposition in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae). RDA. J. Crop Protec. 39: 25~27.
- Numata, H. 1990. Photoperiodic induction of the first and the second diapause in the bean bug, *Riptortus clavatus*: a photoperiodic history effect. J. Comp. Physiol. A. 167: 167~171.
- Numata, H. and T. Hidaka. 1982. Photoperiodic control of adult diapause in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Coreidae). Reversible induction and termination of diapause. Appl. Entomol. Zool. 17: 530~538.
- SAS Institute. 2004. SAS user's. SAS Institute, Cary, N. C.

(Received for publication 28 October 2005;
accepted 9 December 2005)