

벼 시골가시허리노린재, 우리가시허리노린재의 온도별 발육 및 산란반응

백채훈* · 최만영 · 서흥렬 · 김재덕

작물과학원 호남농업연구소

Effects of Temperature on The Development and Reproduction of *Cletus punctiger* Dallas and *Cletus schmidtii* Kiritshenko (Heteroptera : Coreidae) on Rice

Chae-Hoon Paik*, Man-Young Choi, Hong-Yul Seo and Jae-Duk Kim

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080

ABSTRACT : The two species of rice bugs causing pecky rice, *Cletus punctiger* and *Cletus schmidtii* are often observed coexisting in the rice fields of nearby fallow land. Direct feeding damage to rice by *C. punctiger* and *C. schmidtii* can lead to a reduction in grain quality and quantity. These studies were carried out to investigate the development of *C. punctiger* and *C. schmidtii* at various constant temperatures ranging from 20 to 30°C, 65% RH, and a photoperiod of 16L:8D. Egg hatchability of *C. punctiger*/*C. schmidtii* at the temperatures of 20, 25 and 30°C were 80.6/88.0, 91.7/96.3, 96.4/96.2 %, respectively. The development periods of eggs of *C. punctiger*/*C. schmidtii* at the temperatures of 20, 25, and 30°C were 16.4/18.4, 9.4/10.2 and 6.4/7.3 days, respectively. Mean developmental periods of 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th nymphs of *C. punctiger*/*C. schmidtii* at 30°C were 2.1/2.0, 3.5/4.0, 3.3/5.6, 3.2/4.8 and 5.8/6.9 days, respectively. Oviposition began 8.1 days after emergence at 25°C, and the longevity of female and male were 120.0 and 117.3 days, respectively. Total number of eggs through the life of female were 245.5 laying 2.2 eggs a day in average at 25°C. The development periods of egg and nymphs of *C. punctiger* were relatively shorter than those of *C. schmidtii*. Availability of male had affected the egg hatchability greatly that laid at 30th day after 60 days period of oviposition in the presence of adult male of *C. punctiger*. The fertile eggs laid by the female together with male was 92.1% but those without male was only 9.6%.

KEY WORDS : *Cletus punctiger*, *Cletus schmidtii*, rice, Morphological characteristics, Development

초 록 : 휴경지 인근 벼에 발생하여 반점미를 유발하는 등 미질에 영향을 주는 시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재의 생물학적 특성을 구명하였다. 시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재 알의 부화율은 20, 25 및 30°C에서 각각 80.6/88.0, 91.7/96.3 및 96.4/96.2%이며, 평균발육기간은 각각 16.4/18.4, 9.4/10.2 및 6.4/7.3일이었다. 약충의 발육기간은 30°C에서 1령, 2령, 3령, 4령 및 5령이 각각 평균 2.1/2.0, 3.5/4.0, 3.3/5.6, 3.2/4.8 및 5.8/6.9일이었으며, 시골가시허리노린재가 우리가시허리노린재에 비하여 약충의 발육기간이 짧았다. 시골가시허리노린재의 산란전기장은 25°C에서 8.1일, 성충수명은 암컷이 120.0일, 수컷이 117.3일로 약 4개월 정도였고, 암컷이 수컷에 비하여 수명이 약간 길었다. 성충 한 마리의 총 산란수는 245.5개였고, 일일 산란수는 평균 2.2개였다. 시골가시허리노린재는 산란기간 중 여러 번 교미하며, 교미한 후 90일이 경과한 뒤 산란된 알의 부화율은 수컷과 같이 넣어둔 경우에는 92.1%였으나,

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

30일 동안 수컷을 넣어주지 않은 경우에는 9.6%로 낮게 나타났다. 또한 두 종의 형태적 특징을 현미경하에서 관찰하여 기술하였다.

검색어 : 시골가시허리노린재, 우리가시허리노린재, 벼, 형태적 특징, 발육

휴경지에 발생하는 잡초류는 거미류 등 다양한 유용생물자원의 서식지로 중요하지만 미질에 영향을 미치는 노린재류의 중간기주가 되기도 한다(Hayashi, 1997). 일본에서 노린재류에 의한 벼 피해가 문제화 된 시기는 1970년 쌀 생산조정정책 시행에 따른 휴한지 증가 시기와 일치하고 있고(Nakasuji, 1973; Hayashi, 1997), 우리나라에서는 1985년 경북, 충북지방의 산간지에서 노린재 피해로 인한 반점미가 대량 발생되어 쌀의 상품가치가 떨어짐으로서 문제가 되었다(Han, 1987; Cho *et al.*, 1991). 미질과 관련이 있는 노린재류는 벼 만을 가해하면서 주로 줄기에서 즙액을 흡즙하는 다식성 종과 잡초와 벼에서 증식하는 다식성 종이 있다. 반점미를 유발하는 노린재류는 대부분 다식성 종에 속하며, 반점미 유발 다식성 노린재류는 잡초에서 서식하다가 벼의 출수기 이후에 논에 나타난다(Goh *et al.*, 1988). 이들 노린재류는 벼알의 배유를 흡즙하여 구침에 찢린 곳을 중심으로 누런 반점이 있는 쌀이 되도록 한다(Douglas and Tullis, 1950). 시골가시허리노린재(*Cletus punctiger*)와 우리가시허리노린재(*C. schmidtii*)는 잡초와 벼에서 증식하는 다식성 종에 속하며, 특히 벼 이삭을 흡즙하면 쌀의 품질을 저하시키는 반점미의 원인이 된다(Iwata and Yoshihara, 1976; Ito, 1984a; Kwon and Huh, 1998). 시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재는 노린재목(Hemiptera) 허리노린재과(Coreidae)에 속하며, 시골가시허리노린재의 기주식물은 유자나무(*Citrus junos*), 귀리(*Avena sativa*), 보리류(*Hordeum* spp.) 및 벼(*Oryza sativa*) 등으로 과수에서 식량작물에 이르기 까지 기주범위가 매우 넓다(Kwon *et al.*, 2001). 반면에 우리가시허리노린재는 주로 화본과 식물에 서식하고, 벼, 보리 등 작물을 가해한다(Kwon and Huh, 1998). 미국에서는 노린재의 벼 피해형태와 곱팡이와의 관계 및 샘플 채취방법이 구명되었고(Hollay *et al.*, 1987; Rashid *et al.*, 2006), 일본에서는 시골가시허리노린재와 다른 유사 종과의 교잡 및 휴면 후 먹이섭식(Ito, 1984a,b, 1988), 미질에 영향을 미치는 노린재 종류 및 피해증상

(Takeuchi *et al.*, 2004a,b) 등이 연구되었다. 국내에서는 벼 미질에 영향을 미치는 노린재 종류 및 가해양상(Goh and Lee, 1988; Goh *et al.*, 1988; Cho *et al.*, 1991), 벼잎선충의 피해 및 흑점미 발생에 미치는 영향(Kim and Han, 1989; Lee *et al.*, 2003) 등에 관한 연구가 이루어지고 있으나 주요 노린재류에 대한 생물학적 특성에 대한 연구가 미진한 실정이다. 따라서 본 연구는 휴경지 인근에 서식하면서 인근 벼 포장으로 이동하여 피해를 주는 시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재의 온도별 발육기간, 산란수 등의 생물학적 특성을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

형태적 특징

시골가시허리노린재(*C. punctiger*)와 우리가시허리노린재(*C. schmidtii*)의 형태적 특징을 조사하기 위하여 2005년 4~5월에 전남·북 일원 쌀 생산조정을 위해 휴경하고 있는 논에서 성충을 채집하여 사육실(온도 23~27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%)에서 산란시켰고, 벼(품종: 동진1호)를 먹이로 공급하면서 사육한 개체들을 대상으로 실체현미경(모델명: Stereo Discovery V12, 칼자이스)하에서 사진을 촬영하여 형태적 특징을 총태별로 비교하였다.

기주식물 재배 및 실험곤충 사육

유리온실(온도 27~30°C)에서 1주일 간격으로 못자리용 모판에 벼를 파종한 후 14일 된 벼를 고무포트(40×48×24 cm) 내에 논흙을 넣고 포기 당 4주씩 8포기의 벼를 이식하였다. 2종의 노린재 먹이를 지속적으로 공급하기 위하여 2주일 간격으로 벼를 재배하였고, 벼 생육시기가 유숙기 이후일 때 이삭이 붙어 있는 벼를 잘라 먹이

로 이용하였다. 휴경지에서 채집된 시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재 성충은 사육실(온도 23~27°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%)에서 1세대를 경과한 개체들을 이용하였다. 이삭이 붙어 있는 벼를 약 10주씩 물을 채운 500 ml 삼각플라스틱 유리병(회사명: 동성과학)에 꽂은 후 아크릴 케이싱(35×35×50 cm) 안에 넣어 주었고, 유리병 속에는 물을 채워 벼 이삭이 마르지 않도록 하였으며, 물 속으로 노린재가 빠지는 것을 막기 위하여 탈지면으로 막아 주었다.

온도별 발육기간

온도별 발육기간은 벼에 산란된 알을 매일 수거하여 각 온도별(20, 25, 및 30°C)로 조정된 항온기(16L:8D, RH 60~70%)에 넣은 후 부화 및 탈피한 약충을 매일 조사하여 기록하였다. 노린재의 먹이를 공급해 주기 위하여 20 ml 소형 병(직경: 위(2 cm), 아래(2.5 cm), 높이: 6 cm)에 증류수와 함께 이삭이 붙어있는 벼를 약 3주씩 넣고 병의 물 속으로 노린재의 유입을 방지하기 위하여 파라필름으로 밀봉하였다. 갓 부화한 1령 약충을 먹이와 함께 곤충 사육용 케이싱(6.3×6.3×19.5 cm, 위, 아래: 직경 4 cm 통사부착) 내에 1마리씩 총 30~35마리를 접종한 다음 각 온도별 항온기에서 알기간, 부화율 및 약충기간 등을 조사하였다.

온도별 성충수명 및 산란수

시골가시허리노린재의 성충수명 및 산란수는 25 및 30°C 항온기(광주기 16L:8D, 상대습도 60~70%) 내에서 성충 각각 1쌍씩(<24 h)을 총 10~15쌍을 곤충 사육용 케이싱 내에 접종한 후 24시간마다 육안으로 조사하였다. 성충의 수명은 우화 후 치사할 때까지의 일수로 하였고 10~15반복을 관찰하였다. 먹이는 이삭이 붙어 있는 동진 1호를 2일 간격으로 교체 공급해 주었다.

암수 교미 후 수컷 유무에 따른 산란된 알 부화율

시골가시허리노린재를 대상으로 교미 후 수컷 유무에 따른 암컷 성충이 산란한 알의 부화율은 25°C 항온기(광주기 16L:8D, 상대습도 60~70%) 내에서 조사하였다. 암컷과 수컷 성충 1쌍씩 총 20쌍을 60일까지 정상적으로 같이 있게 한 후 약 30일 동안 암컷과 수컷이 같이 있는 처리구와 수컷 없이 암컷 성충만 있는 케이싱 처리구에 대해 90일째에 산란된 알에 대하여 부화율을 조사하였다.

자료분석

약충의 발육기간, 성충수명, 산란수 등에 대한 결과는 Student's t-tests (SAS Enterprise Guide 3.0)에 의해 $P < 0.05$ 범위에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

형태적 특징 관찰 및 행동습성

시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재의 발육단계별 형태적 특징을 살펴보면(Fig. 1), 2종 모두 알은 타원형에 가까우며 갓 산란된 알은 투명하지만 부화 직전에는 검은색으로 변하면서 두개의 검붉은 점이 육안으로 보인다(Fig. 1B). 알은 기주식물체 벼 이삭이나 잎에 하나씩 산란한다. 시골가시허리노린재 1령 약충의 체색은 연한 초록색이며 등판에 작은 진한 붉은색 무늬가 있는데 반해, 우리가시허리노린재는 연한 회색바탕에 등판에는 붉은색 무늬에 검은색 돌기가 형성되어있어 2종간에 구분이 된다(Fig. 1D). 이처럼 2종 모두 1령에서 5령 약충까지 형태적으로 쉽게 구분이 되지만(Fig. 1DEF), 알과 성충은 형태적으로 비슷하여 구분이 쉽지 않다. 5령 약충의 특징은 모두 등판쪽에 날개딱지가 길게 늘어져 있으며, 시골가시허리노린재는 앞가슴등판에서 생식기쪽으로 긴 타원형이며, 우리가시허리노린재의 체색은 검은 갈색이며 원형에 가깝고 바깥 가장자리 밖으로 돌기가 형성되어 있다(Fig. 1F). 성충은 시골가시허리노린재에 비하여 우리가시허리노린재가 약간 크며(Fig. 1G), 시골가시허리노린재의 수컷은 배끝 생식마디의 형태가 뚜렷한 차이를 보여 육안으로 간단히 구별할 수 있다(Fig. 1H). 짝짓기에 성공한 암컷과 수컷은 각각 머리를 반대편으로 향하고 있으며, 짝짓기를 여러 회 하는 것이 관찰되었다(Fig. 1I).

온도별 발육기간

시골가시허리노린재와 우리가시허리노린재의 온도별 알 기간 및 부화율을 조사한 결과(Table 1), 알기간은 20, 25 및 30°C에서 각각 16.4/18.4, 9.4/10.2, 및 6.4/7.3일로, 20°C에서 가장 길었고 30°C에서는 20°C에 비해 알 발육기간이 10일정도 짧아졌다. 부화율은 20, 25 및 30°C에서 각각 80.6/88.0, 91.7/96.3 및 96.4/96.2%로 본 실험의 모든 온도조건에서는 2종 모두 90% 이상으로 나타나 25°C와 30°C가 부화에 적합한 온도임을 알 수 있었다. 시골가

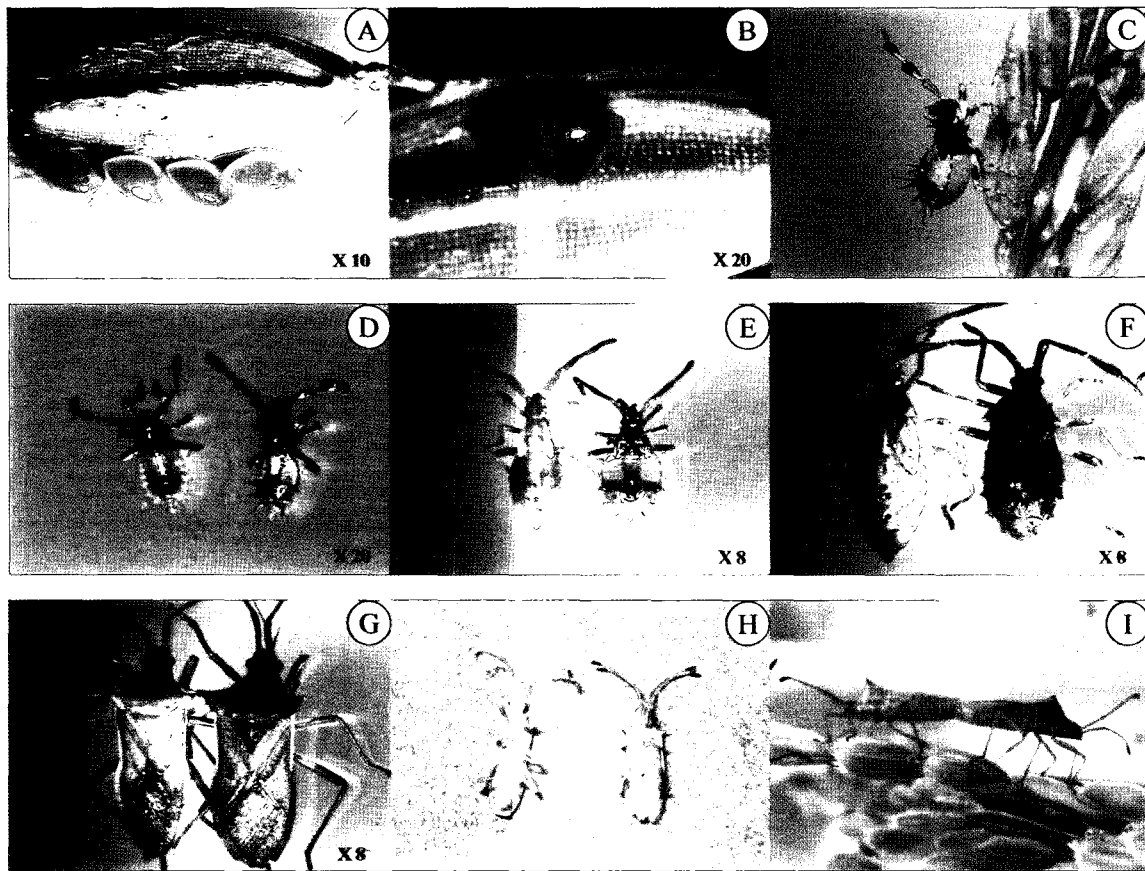


Fig. 1. Photographic illustration of each stage of *C. punctiger* and *C. schmidtii*.

A: egg of *C. punctiger*, B: egg of *C. schmidtii*, C: 2nd nymph of *C. schmidtii*, D: 1st nymph, E: 4th nymph, F: 5th nymph, G: adult female (D-G: left: *C. punctiger*, right: *C. schmidtii*), H: adult male (left) and female (right) of *C. punctiger*, I: mating adults of *C. punctiger*.

Table 1. Hatchability of *C. punctiger* and *C. schmidtii* at different temperatures

Temp. (°C)	No. of eggs tested	Species ^a	Hatchability (%)	Egg period (days) ^b	Range
20	121	<i>C. p</i>	80.6	16.4±0.65	15.0~17.0
	27	<i>C. s</i>	88.0	18.4±0.89	17.0~20.0
25	67	<i>C. p</i>	91.7	9.4±0.66	9.0~10.0
	35	<i>C. s</i>	96.3	10.2±0.43	10.0~11.0
30	55	<i>C. p</i>	96.4	6.4±0.50	6.0~7.0
	53	<i>C. s</i>	96.2	7.3±0.44	7.0~8.0

^a C. p: *C. punctiger*, C. s: *C. schmidtii*

^b *: means for each species no significant difference by Student's t-test (P=0.05)

시허리노린재보다 우리가시허리노린재의 부화율이 약간 높은 경향이였다. 시골가시허리노린재 1령, 2령, 3령, 4령 및 5령 약충의 온도별 발육기간(Table 2)은 20°C에서 각각 5.5, 8.7, 9.0, 7.8 및 12.8일로 전체 41.2일이 소요되었고, 30°C에서는 2.1, 3.5, 3.3, 3.2 및 5.8일로 17.6일이 소요되어 20°C에 비해 23.6일 정도가 짧아졌다. 또한, 우

리가시허리노린재 1령, 2령, 3령, 4령 및 5령 약충의 온도별 발육기간(Table 2)은 20°C에서 1령, 2령 약충에서만 발육하였으나 3~5령 약충은 발육하지 않았고, 30°C에서는 각각 2.0, 4.0, 5.6, 4.8 및 6.9일로 전체 23.9일이 소요되었다. 우리가시허리노린재는 20°C에서 약충 발육을 완성하지 못하였는데, 대기온도가 20°C 이하로 떨어지는 10월

하순경에는 대부분의 중만생종 벼가 황숙기에 들어간다. 따라서 벼를 가해하지 못하고 상대적으로 늦게까지 기주로 이용될 수 있는 논 주변의 잡초를 먹이로 이용해 발육하는 것으로 추측된다. 또한, 노린재 2종 모두 각 태별 약충 발육기간은 실험 온도조건에서 1령, 2령, 3령, 4령보다 5령 약충의 발육기간이 다소 긴 경향이었으며, 시골가시허리노린재/우리가시허리노린재 1령에서 5령까지의 전체 약충 발육기간은 25와 30°C에서 각각 22.8/35.3과 17.6/23.9일로, 시골가시허리노린재에 비하여 우리가시허리노린재의 전체 약충 발육기간은 각각 1.6 및 1.4배 정도 길었다(Table 2).

시골가시허리노린재의 온도별 성충수명 및 산란수

시골가시허리노린재는 25°C에 비해 30°C에서 산란전기간, 성충수명 및 산란수가 전체적으로 감소하였다. 25°C에서 산란전기간이 8.1일로 가장 길었고, 온도가 높아짐에 따라 짧아져 30°C에서 6.7일로 우화 7일 후에는 암컷 성충이 대부분 산란하기 시작하였다. 성충수명은 암컷이 109.3일, 수컷이 87.3일로 암컷이 수컷에 비하여 수명이 길었으며, 이때 성충 한 마리의 총산란수는 224개이었고, 일일산란수는 2.2개였다(Table 3). Vernon and Borden

(1979)은 곤충의 성충수명 및 암컷의 산란전기간은 온도와 먹이조건과 깊은 관련이 있고, 특히 온도는 먹이조건보다 성충의 수명과 더 밀접한 관계가 있다고 하였다. 본 연구에서도 시골가시허리노린재의 산란전기간 및 성충수명에 대한 영향은 먹이조건보다 온도조건이 더 큰 것으로 나타났다.

암수 교미 후 수컷 유무에 따른 산란된 알 부화율

25°C에서 시골가시허리노린재 성충 1쌍씩을 60일 동안 교미시킨 후 암컷과 수컷 성충을 30일 동안 교미시킨 처리구와 수컷을 접종하지 않고 암컷 성충만 있는 처리구를 대상으로 90일째에 산란된 알에 대하여 부화율을 조사한 결과(Table 4), 암컷과 수컷 성충이 같이 있는 처리구에서는 92.1%의 부화율을 보인 반면에 수컷 없이 암컷 성충만 있는 처리구에서는 9.6%의 부화율을 보였다. Sakurai (1996a)는 우화 후 7일 동안 톱다리개미허리노린재 암컷과 수컷 성충을 한 쌍씩 교미를 시킨 후 3가지 처리구(암수 한 쌍, 암컷, 처음부터 교미하지 않은 암컷 성충)에 대하여 산란수 및 우화율을 비교하였는데, 암컷 성충만 처리한 것이 우화 후 14일까지는 산란수는 많았고 부화율이 높았지만 17일 이후부터 급격히 감소하여 50일째에는 산란수

Table 2. Developmental periods of nymphs of *C. punctiger* and *C. schmidti* at the different temperatures under 60±5% RH and 16L:8D photoperiod

Temp. (°C)	No. of Individuals tested	Species ^a	Developmental periods of nymphs (days) ^c					Total
			1st	2nd	3rd	4th	5th	
20	35	<i>C. p</i>	5.5±0.51	8.7±0.76*	7.0±1.00	7.8±0.89	12.8±0.83	41.8±2.39
	33	<i>C. s</i>	4.9±0.57	9.0±0.00*	- ^b	- ^b	- ^b	- ^b
25	34	<i>C. p</i>	3.1±0.25*	4.0±0.93	3.9±0.35	4.6±0.52	7.0±0.71	22.6±0.92
	30	<i>C. s</i>	2.8±0.40*	6.0±0.82	7.0±0.00	9.3±0.96	9.8±1.30	34.9±2.08
30	30	<i>C. p</i>	2.1±0.29*	3.5±0.55*	3.3±0.52	3.2±0.45	5.8±0.96	17.9±0.89
	32	<i>C. s</i>	2.0±0.39*	4.0±0.78*	5.6±1.26	4.8±1.03	6.9±0.83	23.3±3.48

^a *C. p*: *C. punctiger*, *C. s*: *C. schmidti*

^b Not development

^c *: means for each species no significant difference by Student's t-test (P=0.05).

Table 3. Longevity and fecundity of adult female of *C. punctiger* at 25 and 30°C under 60±5% RH and 16L:8D photoperiod

Temp. (°C)	Pre-oviposition period (day) ^a	Longevity (day) ^a		Total no. eggs/female ^a	No. of egg /female ^a
		Female	Male		
25	8.1±1.07*	120.0±8.02*	117.3±11.7	245.5±56.33*	2.2±0.45*
30	6.7±0.58*	109.3±3.51*	87.3±3.51	224.3±31.21*	2.2±0.22*

^a *: means for different temperatures no significant difference by Student's t-test (P=0.05).

Table 4. Hatchability of eggs laid by *C. punctiger* 30 days later from 60th days after copulation depending on the availability of male mate at 25°C

Temperature (°C)	Availability of male mate	No. of eggs tested	Hatchability (%) ^a
25	Available	38	92.1
	Not available	83	9.6

^a *: means for different temperatures no significant difference by Student's t-test (P=0.05).

와 부화율이 거의 낮았다. 이밖에도 여러 가지 곤충들이 짝짓기를 많이 함으로서 자손의 번식과 건강한 충을 유지하는 습성을 보이는 것으로 알려져 있다(Nilakhe, 1976; Sakurai, 1996b; Arnqvist and Nilsson 2000). 일반 벼 포장이나 휴경지에서 시골가시허리노린재가 교미하는 모습을 종종 볼 수 있는데, 본 연구에서도 시골가시허리노린재의 종족보전을 위해서는 지속적인 짝짓기가 필요할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Arnqvist, G. and T. Nilsson. 2000. The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*. 60: 145-164.
- Kim, J.I. and S.C. Han. 1989. Survey on regional distribution of white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi* C., and incidence of blackened rice in Korea. *Res. Rept. RDA (C.P)* 31: 17-22.
- Cho, S.S., M.J. Han and J.S. Yang. 1991. Occurrence of bug species around paddy field and peckey rice. *Korean J. Appl. Entomol.* 30: 58-64.
- Douglas, W. A., E. G. Tullis. 1950. U. S. Dept. Tech. Bull. 1015. pp. 20.
- Goh, H.G. and J.O. Lee. 1988. Species of bugs from Mt. Yeogi in Suwon and their seasonal prevalence. *Res. Rept. RDA (C.P)* 30: 1-5.
- Goh, H.G., Y.H. Kim, Y.I. Lee and K.M. Choi. 1988. Species and seasonal fluctuation of rice ear injurious bugs and peckey rice. *Res. Rept. RDA. (C.P)* 30: 47-51.
- Han, S.C. 1987. The rice stink bug causing the pecky rice and control. *The Research and Extension*. 28: 29-31.
- Hayashi, H. 1997. Historical changes and control of rice stink bug complex causing the pecky rice. *Plant Protect.* 51: 455-461.
- Hollay, M. E., C. M. Smith and J. F. Robinson. 1987. Structure and formation of feeding sheaths of rice stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) on rice grains and their association with fungi. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 80: 212-216.
- Ito, K. 1983. Possible host plants of *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) before their immigration into soybean fields. *Proceed. of the Kanto Tosan Pl. Prot. Sci.* 30: 129-130.
- Ito, K. 1984a. Interspecific hybridization between *Cletus punctiger* Dallas and *C. rusticus* Stal (Heteroptera: Coreidae). *Appl. Ent. Zool.* 19: 142-150.
- Ito, K. 1984b. The effect of feeding on the subsequent starvation longevity in post-hibernating *Cletus punctiger* (Heteroptera: Coreidae). *Appl. Ent. Zool.* 19: 461-467.
- Ito, K. 1988. Effects of feeding and temperature on the hiding-behaviour of *Cletus punctiger* Dallas (Heteroptera: Coreidae) in Hibernacula. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 32: 49-54.
- Iwata, T. and T. Yoshihara. 1976. Stink bugs causing pecky rice. From arrangement of national questionnaires. *Shokubutsu Boeki* 30: 127-132.
- Kwon, Y.J. and E.Y. Huh. 1998. Insects' life in Korea. Hemiptera and Homoptera II. 57-59.
- Kwon, Y.J., S.J. Suh and J.A. Kim. 2001. Economic insects of Korea 18. Hemiptera. 313-317.
- Lee, J.K., D.R. Choi and B.Y. Park. 2003. Occurrence of the rice white tip nematode, *Aphelenchoides besseyi* Christies, and blackened rice appearance. *Res. Rept. RDA (C.P)*. 675-680.
- Nakasuji, F. 1973. The characteristics of occurrence of rice bugs and the control threshold. *Plant Protect.* 27: 372-378.
- Nilakhe, S.S. 1976. Overwintering, survival, fecundity, and mating behavior of the rice stink bug. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 69: 717-720.
- Rashid, T., D. T. Johnson and J. L. Bernhardt. 2006. Sampling rice stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in and around rice fields. *Environ. Entomol.* 35: 102-111.
- Sakurai, T. 1996a. Effects of male cohabitation on female reproduction in the bean bug, *Reptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 31: 313-316.
- Sakurai, T. 1996b. Multiple mating and its effect on female reproductive output in the bean bug, *Reptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 89: 481-485.
- Takeuchi, H., T. Watanabe and Y. Suzuki. 2004a. Species-specific feeding marks of stnk bugs on rice grain in *Leptocoris chinensis* Dallas (Hemiptera: Alydidae), *Lagynotomus elogatus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Cletus punctiger* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 39-47.
- Takeuchi, H., T. Watanabe and Y. Suzuki. 2004b. Ripening stages of rice spikelets selectively damaged by four species of rice bugs, *Leptocoris chinensis* Dallas (Hemiptera: Alydidae), *Lagynotomus elogatus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), *Cletus punctiger* (Dallas) (Hemiptera: Coreidae) and *Stenotus rubrovittatus* (Matsumura) (Hemiptera: Miridae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 281-287.
- Vernon, B.S. and J.H. Borden. 1979. *Hylemya antiqua* (Meigen): Longevity and oviposition in the laboratory. *J. Entomol. Soc. Brit. Columbia* 76: 12-16.

(Received for publication December 14 2006;
accepted January 4 2007)