

실내사육에서 광대노린재(*Poecilocoris lewisi* Distant)의 생식행동

김남정* · 설광열

농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부

Laboratory Studies on the Reproductive Behavior of Red-Striped Golden Stink-Bug, *Poecilocoris lewisi* Distant (Hemiptera: Scutelleridae)

Namjung Kim* and Kwang-Youl Seol

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-853, Republic of Korea

ABSTRACT : Reproductive behavior of the red-striped golden stink-bug, *Poecilocoris lewisi* Distant, was investigated in a room at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ R.H. and the 16L:8D photo regimen. Mating of adults started on the 9th day after emergence, peaked 84.5% on the 21st day. Mating behavior of this insect was observed as follows : approach, antennal contact, mount, abdominal approach and copulation (end-to-end position). Males were quite active and produced by rubbing their body with the cages while searching for the females. However, the females responded passively during mating. Studies were further carried to see the response of virgin pairs under controlled conditions. It was observed that 69% of pairs succeeded in mating within one hour after the lights were switched on. Females remained unreceptive for 7 days of first mating, however, males were very much positive subject to the availability of virgin females. Although the remating frequency of female was positively correlated with fertility, but a male showed lower fertility as its frequency increased.

KEY WORDS : *Poecilocoris lewisi*, Mating behavior, Remating

초 록 : 광대노린재(*P. lewisi*)의 실내 계대사육법을 확립하기 위해 먼저 실내에서의 생식행동을 구명하였다. 고온장일조건(25°C , 16L·8D)의 사육실에서 사육하면서 교미행동과 다중교미가 산란성에 미치는 영향에 대해 조사하였는데 광대노린재 성충의 교미는 성충 일령별로 9일째부터 시작되어 17일 이후는 교미율이 증가(60% 이상)하여 성충 21일째 84.5%로 피크를 이루었다. 광대노린재의 교미행동과정은 탐색배회, 접근, 더듬이접촉, 올라타기, 복부말단접근, 교미(끝에 끝 자세)를 취하는 것으로 조사되었다. 수컷은 교미행동 전과정에서 능동적이었으며 또한 암컷에게 올라타기를 하기 전까지 마찰음을 내었으나 대부분의 암컷은 교미에 수동적이었다. 교미가 이루어지는 시간은 조명 후 1시간 내에 69%, 2시간 8%, 3시간 6%, 4시간 16%, 5시간 1%로 거의 4시간 내에는 교미가 이루어지는 것으로 관찰되었다. 암컷의 재교미는 첫 교미 후 7일 동안 20% 정도 이루어졌으나 수컷의 재교미율은 암컷보다 월등히 높았다. 한편 암컷은 1회 교미 후 시간이 경과함에 따라 산란된 알의 부화율이 감소하였으나 재교미를 함으로서 산란된 알의 부화율이 향상되었고 수컷은 교미횟수가 증가할수록 산란된 알의 부화율이 감소하였다.

검색어 : 광대노린재, 교미행동, 재교미

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

광대노린재(*Poecilocoris lewisi* Distant)는 노린재목(Hemiptera) 광대노린재과(Scutelleridae)에 속하는 곤충으로 각종 식물의 잎이나 과실의 즙액을 빨아먹는 흡즙성 해충이지만 아름다운 금속광택을 띠는 종으로 몸의 등면에는 영롱하게 광택이 나는 금속색의 바탕에 붉은 무늬를 갖고 있는 개체와 광택이 없고 암청색 또는 흑색 바탕에 주황색이나 붉은색 줄무늬를 가진 개체가 있다(Kwon and Heh, 1998). 그러나 지금까지 광대노린재에 관한 연구는 단지 분류학적 연구와 실내 인공사육에 의한 발육특성, 기주 및 산란선호성(Kim and Seol, 2003)뿐이고 생식행동에 대해서는 거의 조사되어 있지 않다. 노린재류의 생식행동은 주로 콩 재배의 해충과 각 종 과수의 열매에 구기를 찢어 흡즙 가해하는 주요 해충들에 관한 것이다(Gamboia and Alcock, 1973; Mau and Mitchell, 1978; Kawada and Kitamura, 1983; Sakurai, 1996). 본 연구는 노린재류에서 아름다운 금속광택을 띠는 광대노린재가 도시화·산업화되면서 자연생태계의 파괴로 점차 찾아보기 힘들어지고 희귀화 되고 있어 광대노린재의 생식행동 구명으로 실내 연중 사육법이 체계화된다면 사라져 가는 곤충자원을 보전하고 상품화 개발로 새로운 곤충산업의 창출효과를 얻을 수 있을 것으로 생각하여 연구를 실시하게 되었다.

재료 및 방법

시험에 이용한 *P. lewisi*는 농업과학기술원 농업생물부 곤충자원개발연구실에서 사육실 온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $60 \pm 5\%$ R.H., 16L:8D 광주기 조건하에서 누대 사육되어온 계통이다. 먹이로는 한국산 신선한 생땅콩을 구입하여 5°C 냉장실에 보관하여 사육 시 3-4일마다 교체 급여하였고 증류수를 $3 \times 3 \text{ cm}$ 정도로 자른 탈지면에 흐르지 않을 정도로 적셔서 넣어주어 사육하였다.

교미행동

광대노린재의 교미행동 특성을 구명하기 위해 성충이 된 후 분리하여 사육하였다. 먼저 성충 일령별로 대형 페트리접시($\phi 150 \times 25 \text{ mm}$)에 1쌍씩 30구를 공시한 후 교미율을 조사하여 최적 교미시기를 구명하였다. 교미행동과정은 최적교미시기에 1쌍씩 아크릴케이지($40 \times 30 \times 30 \text{ cm}$)에 투입하여 50회 관찰하였다. 교

미가 이루어지는 시간대 즉 교미 일일리듬은 최적교미시기에 1쌍씩 83구를 페트리접시($\phi 150 \times 25 \text{ mm}$)에 공시한 후 1시간 간격으로 교미율을 조사하였다. 그리고 교미시간은 성충이 된 후 17-21일째의 미교미성충을 1쌍씩 페트리접시($\phi 150 \times 25 \text{ mm}$)에 공시한 후 교미한 80구에 대해선 14시간동안 30분 간격으로 교미시간을 조사하였고 교미가 끝난 암컷은 분리하여 사육하면서 산란된 알에 대해 부화율을 조사하였다.

다중교미가 산란성에 미치는 영향

암컷의 다중교미가 산란성에 미치는 영향을 알기 위해 먼저 첫 교미 후 암컷의 재교미시기를 조사하였다. 재교미시기는 첫 교미 후 1일, 7일, 14일, 21일, 28일째의 암컷과 최적교미시기의 미교미수컷을 페트리접시($\phi 150 \times 25 \text{ mm}$)에 1쌍씩 30구를 공시한 후 재교미율을 조사하였다. 암컷의 교미횟수가 산란수 및 부화율에 미치는 영향에 대해서는 1회 교미한 암컷과 최적의 재교미시기에 교미한 암컷(2번 교미한 암컷)을 페트리접시($\phi 150 \times 25 \text{ mm}$)에 1마리씩 20구를 공시한 후 최적교미시기의 미교미수컷을 투입하여 교미 후 분리하여 사육하면서 부화율을 조사하였다.

수컷의 다중교미가 산란성에 미치는 영향을 조사하기 위해 성충이 된 후 19-21일째 미교미암수를 1쌍씩 페트리접시($\phi 150 \times 25 \text{ mm}$)에 투입한 후 교미유무를 확인하고 수컷의 처리 구는 3그룹으로 나누었다. 1그룹은 재교미를 시키지 않고 2그룹은 첫 교미 후 7일째 교미시켰으며 3그룹은 2회 교미한 후 7일째 교미시켰다. 그리고 암컷은 교미 후 분리하여 사육하면서 교미율, 산란수 및 부화율을 조사하였다.

결과 및 고찰

교미행동

P. lewisi 성충의 최적 교미시기를 조사한 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 우화 후 1주일 정도는 거의 움직임이 없었으며 교미도 하지 않았고 1주일 후부터 수컷은 활발히 움직이기 시작한 반면에 암컷은 거의 움직임 없이 숨어 있는 경우가 많았다. 교미의 시작은 성충 9일째부터 시작되어 17일째 이후는 교미율이 60% 이상 증가하여 21일째 교미율이 84.5%로 가장 높았으나 이후 다시 감소하다가 증가하기도 하는

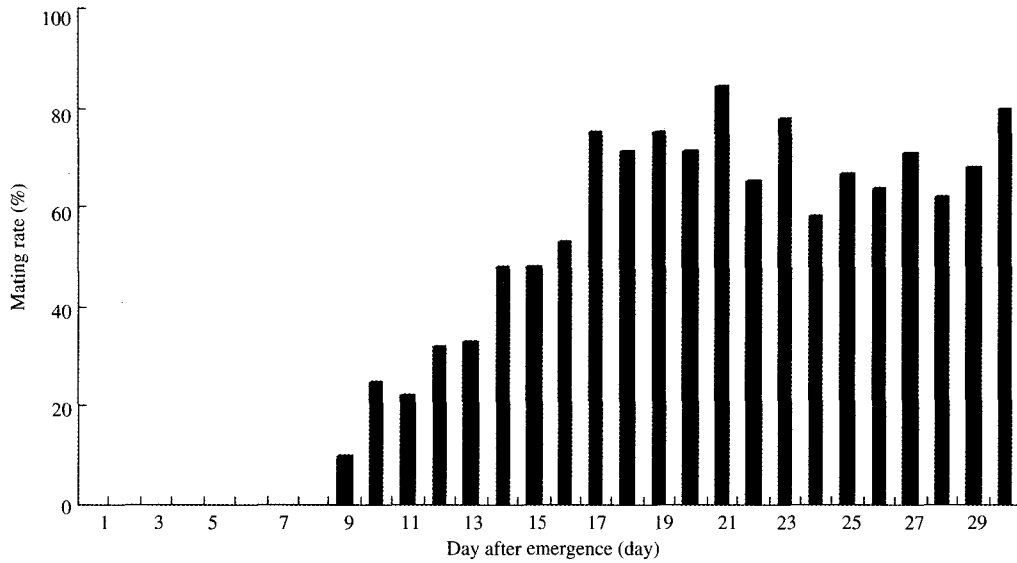


Fig. 1. Changes in the mating rate of *P. lewisi* after emergence.

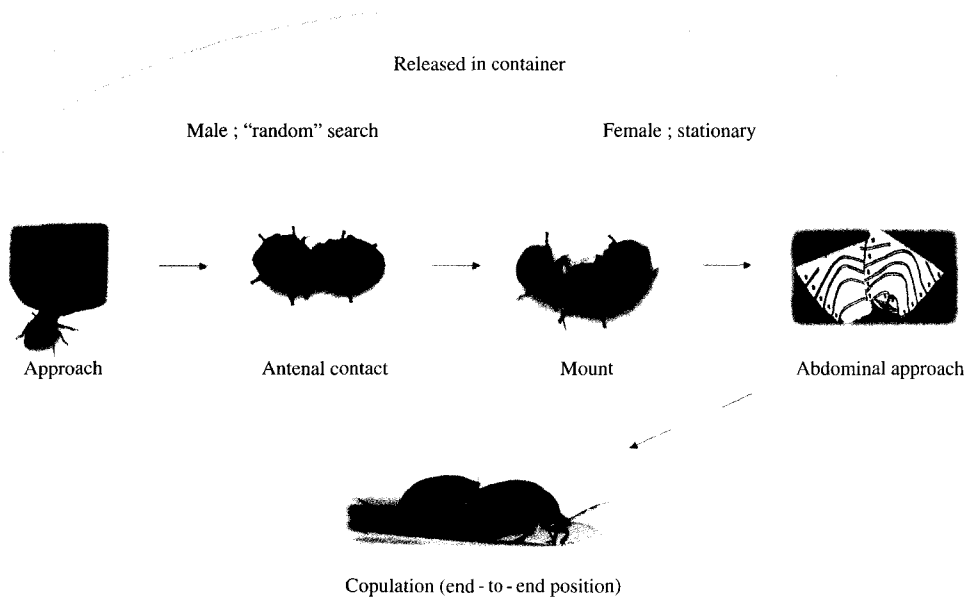


Fig. 2. Mating behavior of *P. lewisi* observed indoors. No. of insects tested: 50 pairs

일정하지 않은 교미패턴을 보였다. 한편 22일 이후부터는 교미전에 산란하는 개체가 증가하였다.

Fig. 2는 *P. lewisi*의 교미행동과정을 관찰한 것으로 먼저 탐색 단계에서 수컷은 암컷을 찾기 위해 자신의 몸 일부분을 특히 배면을 사육용기에 부딪쳐 나는 소리 “따따따” 즉 마찰음을 내면서 배회하였다. 이것은 곤충 중에 따라 여러 가지 소리 즉 교미하기 위한 배우자를 찾거나 교미직전에 내는 소리가 다양한 것을 보아(Henry, 1979; Shaw et al., 1990) 광대노린재가 몸

을 바닥에 부딪혀서 내는 소리를 내는 것은 수컷이 교미하고자하는 의사로 생각되어지며, 다른 노린재류 중 노린재과의 일종인 *Riptortus clavatus*의 교미행동 과정에서도 수컷이 암컷에게 올라타기를 하기 전에 진동한다고 하였다(Numata et al., 1986). 다음 단계에서 수컷은 암컷을 찾을 경우 열심히 뒤따라 다니며 접근한 후 더듬이로 암컷에게 몇 번 접촉한 후 재빨리 암컷의 뒤로 올라타기를 시도하였다. 이때 암컷은 거의 움직이지 않았으나 교미허락의 의사가 있을 경

우 수컷이 교미시도를 위해 배부분을 접촉했을 때 음경을 암컷 산란관에 삽입하기에 용이하도록 배말단 부위를 살짝 들어주었다. 이때 수컷이 재빨리 삽입하면 교미가 이루어지게 되고 수컷은 몸을 돌려 끝에 끝 자세로 교미가 이루어지게 되는 것을 관찰하였다. 이러한 교미행동은 노린재목의 다른 종 *Oncopeltus fasciatus* (Loher and Gordon, 1968), *Dysdercus fasciatus* (Brunt, 1971)에서도 볼 수 있으며 특히 노린재과에서는 대부분의 종들이 끝에 끝 자세로 교미가 이루어짐을 보고하고 있다(Gamboa and Alcock, 1973; Nilakhe, 1976; Lanigan and Barrows, 1977; Kawada and Kitamura, 1983). 수컷은 교미행동 전과정에서 능동적 이었으며 또한 암컷에게 올라타기를 하기 전까지 마찰음을 내었다. 한편 암컷은 때때로 더듬이 접촉, 올라타기를 하는 경우가 드물게 있지만 항상 수동적이었다.

Table 1은 1일중 점등 후 교미가 이루어지는 시간대 즉 교미 일일리듬을 알아보기 위해 최적의 교미시기에 한 쌍씩 투입하여 조사한 결과로 1시간 안에 69%, 2시간 8%, 3시간 6%, 4시간 16%, 5시간 1%로 거의 4시간 내에는 교미가 이루어지는 것으로 관찰되었다. Kim (2000, unpublished observation)이 조사한 바에 따르면 소등 후에도 일부가 교미를 하였으나 공시한 성충이 최적의 교미시기인 경우 성충은 조명 후 4시간 이내에 대부분 교미가 성립되는 것으로 나타났다.

*P. lewisi*의 교미시간에 대한 부화율을 조사한 결과

Table 1. Changes of mating rate of *P. lewisi* as the time progressed after light-on.

	After light-on (hrs)				
	1	2	3	4	5
Mated pairs	57	7	5	13	1
Mating rate (%)	68.8	8.4	6.0	15.6	1.2

No. of insects tested : 83 pairs

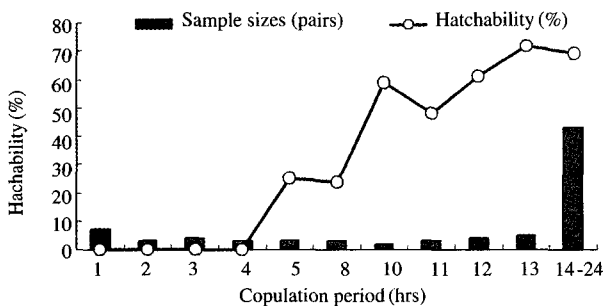


Fig. 3. Hatchability correlated with the copulation period (hrs) of *P. lewisi*.

는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. *P. lewisi*의 경우 교미시간은 몇 분부터 24시간 내로 조사되었다. 곤충종간의 교미시간은 상당히 다른 것으로 알려져 있다. 모기류에서는 교미시간이 몇 초안에 완료(Clements, 1963)하는 반면, 노린재과의 경우 *Podisus modestus*는 1-24시간 (Loher and Gordon 1968), *E. variolarius*는 24-77시간 (Rings and Brooks, 1958), *Plautia stali*는 몇 분-120시간(Mau and Mitchell, 1978), *Nezara viridula*의 경우는 1-165시간(Harris and Todd, 1980)이었으며 Loher and Gordon (1968)에 의하면 *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera : Lygaeidae)는 교미시간이 10-540분까지 광범위하지만 60분 미만의 교미시간의 경우 정자 운반은 단지 12% 전달되었다고 하였다. 그러나 *P. lewisi*는 교미시간 4시간 미만의 경우 산란된 알의 부화율이 0%로 전혀 정자가 운반되지 않은 것으로 추찰되었다. 한편 교미시간이 5시간에서 8시간내일 경우 부화율이 30% 미만이었지만 8시간 이후부터는 증가하여 교미시간이 13시간 이상의 경우는 부화율이 70% 전후로 나타났다. 따라서 이러한 결과로 *P. lewisi*는 첫 교미에 의해 충분한 수정력을 얻기 위해서는 10시간 이상의 교미시간이 필요한 것으로 추찰되었다.

다중교미가 산란성에 미치는 영향

암컷의 다중교미가 산란성에 미치는 영향에 대해 조사하기 위하여 먼저 첫 교미 후 암컷의 재교미시기를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 대부분의 암컷은 첫 교미 후 7일째 재교미율이 저조하였으나 14일 이후부터는 재교미율은 증가하였다. 그러나 암컷의 재교미율은 전반적으로 50% 이하로 낮았다. 재교미율은 한 번 교미한 후 28일째가 46.7%로 비교적 높게 나타났으며 이시기에 재교미를 함으로서 한 번 교미한 후 시간이 경과함에 따라 감소하던 산란수(평균 11.3개)가 재교미 후 평균 19.4개로 증가하였으며 산란된 알의 부화율은 53%에서 재교미 후에 86%로 증가하였다(Fig. 4). 이러한 결과는 다른 종에서도 조사된 바 있는데 집파리(*Musca domestica* L.)와 같은 몇몇 종은 일생동안 한번만 교미한다고 알려졌지만(Murvosh *et al.*,

Table 2. Remating rate of females as the day progressed after 1st mating.

	Days after 1st mating				
	1	7	14	21	28
Remating rate (%)	0	20.0	30.0	36.7	46.7

1964), 대부분의 종들은 1번 이상 교미를 한다(Parker, 1970; Thornhill and Alcock, 1983; Houck *et al.*, 1985). 그러나 암컷이 왜 다중교미를 하고자 하는지는 분명하지 않지만 암컷은 교미할 때마다 수컷으로부터 충분한 정액을 받는다면 다중교미에 의해 생식력이 증가한다고 하는 결과는 비교적 잘 알려져 있다(Thornhill, 1976; Mau and Mitchell, 1978; Boggs and Gilbert, 1979; Gwynne, 1981; Ridley, 1988; Fox, 1993). 본 연구에서 *P. lewisi* 암컷도 1회 교미 후 시간이 경과함에 따라 감소하던 산란수 및 부화율이 재교미 후 향상되는 결과를 나타냈다.

수컷의 다중교미가 산란성에 미치는 영향에 대해선 Table 3에서 나타난 바와 같이 수컷의 재교미율은 2

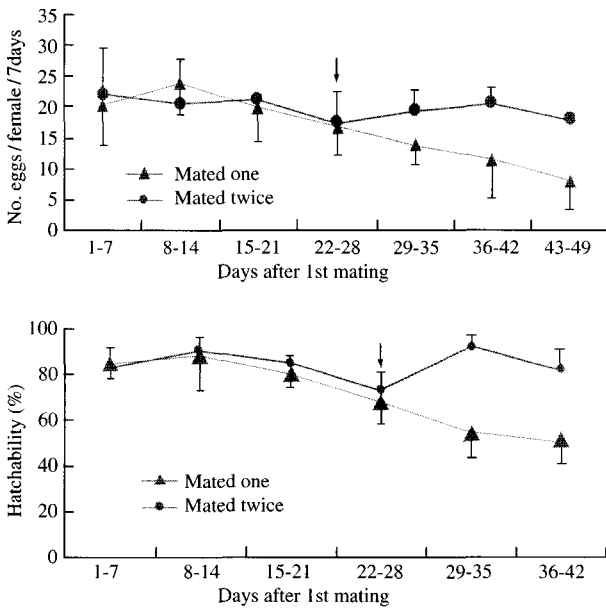


Fig. 4. Changes in daily fecundity and fertility of the females mated once or twice. After remating, significant difference between the 2 classes of females ($P < 0.05$, Duncan's multiple range test). Arrow indicates the time at which females remated after 1st mating.

Table 3. Hatchability correlated with the mating frequency of male.

	Mating frequency (time (s))		
	One	Two	Three
n	19	15	11
Mating rate (%)	88.9	72.7	75.0
Total no. eggs/female	97.3 ± 33.6a	92.5 ± 30.9a	69.2 ± 28.4b
Hatchability (%)	69.1	35.2	27.5

n : Sample sizes (pairs)

회 72.7%, 3회 75%로 1회 교미(88.9%)때와 대차 없었으나 암컷에 비해 재교미율이 월등히 높았다. 그러나 수컷의 교미횟수가 많아질수록 부화율은 1회 교미했을 때 69.1%였는데 비해 2회 교미 35.2%, 3회 교미 27.5%로 점차 격감하는 것으로 나타났다.

이상의 시험 결과들을 종합해 볼 때, *P. lewisi*의 교미행동 구명과 암컷의 재교미에 의해 산란수 및 부화율을 향상시킬 수 있는 결과를 얻어 앞으로 광대노린재류의 실내 계대 사육체계 확립에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Literature Cited

Boggs, C.L. and L.E. Gilbert. 1979. Male contribution to egg production in butterflies: evidence for transfer of nutrients at mating. *Science* (Washington, DC) 206: 83-84.

Brunt, A.M. 1971. The reproductive behaviour of *Dysdercus fasciatus* Signoret (Hemiptera : Pyrrhocoridae) in culture. *Ent. Mon. Mag.* 7: 18-23.

Clements, A.N. 1963. The physiology of mosquitoes. Pergamon Press, Oxford.

Fox, C.W. 1993a. Multiple mating, lifetime fecundity and female mortality of the bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). *Funct. Ecol.* 7: 203-208.

Gamboia, G. and J. Alcock. 1973. The mating behavior of *Brochymena quadrapustulata* (Fabricius). *Psyche*. 80: 265-270.

Gwynne, D.T. 1981. Sexual difference theory: mormon crickets show rolereversal in mate choice. *Science* (Washington, DC) 213: 779-780.

Harris, V.E. and J.W. Todd. 1980. Temporal and numerical patterns of reproductive behavior in the southern green stink bug, *Nezara viridula* (Hemiptera : Pentatomidae). *Ent. exp. appl.* 27: 105-116.

Henry, C.S. 1979. Acoustical Communication During Courtship and Mating in the Green lacewing *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of the entomol. society of america.* 72: 68-79.

Houck, L.D., S.J. Arnold and R.A. Thisted. 1985. A statistical study of mate choice: sexual selection in a plethodontid salamander (*Desmognathus ochrophaeus*). *Evolution* 39: 370-386.

Kawada, H. and C. Kitamura. 1983. The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler (Heteroptera : Pentatomidae) I. Observation of mating behavior and multiple copulation. *Appl. Ent. Zool* 18: 234-242.

Kim, N.J. and K.Y. Seol. 2003. Artificial rearing of red-striped golden stink bug, *Poecilocoris lewisi* Distant (Hemiptera : Scutelleridae) on raw peanut : developmental characteristics, host plant and oviposition preference. *Korean J. Appl. Entomol* 42: 133-138.

Kwon, Y.J. and E.Y. Heh. 1998. Red-striped golden stink bug, pp.78-80. *In Insects' life in Korea II* (Y. K. Kim eds). The Korean Entomological Institute, Korea University.

Lanigan, P.J. and E.M. Barrows. 1977. Sexual behavior of *Murgantia histrionica*. *Psyche* 84: 191-197.

Loher, W. and H.T. Gordon 1968. The maturation of sexual behavior in a new strain of the large milk-weed bug, *Oncopeltus fasciatus*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61: 1566-1572.

Mau, R.F.L. and W.C. Mitchell. 1978. Development and reproduction of the oriental stink bug, *Plautia stali* (Hemiptera: Pyrr-

- hocoridae). Ann. Entomol. Soc. Am. 71: 756~757.
- Murvosh, C.M., R.L. Fry and G.C. Labrecque. 1964. Studies on the mating behavior of the house fly, *Musca domestica* L. Ohio J. Sci. 64: 264~271.
- Nilakhe, S.S. 1976. Overwintering, survival, fecundity, and mating behavior of the rice stink bug. Ann. Entomol. Soc. Am. 69: 717~720.
- Numata, H., N. Matsui and T. Hidaka. 1986. Mating behavior of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg : Behavioral sequence and the role of olfaction. Appl. Ent. Zool. 21: 119~125.
- Parker, G.A. 1970. Sperm competition and its evolutionary consequences in the insects. Biol. Rev. 45: 525~567.
- Ridley, M. 1988. Mating frequency and fecundity in insects. Biol. Rev. 63: 509~549.
- Rings, R.W. and R.F. Brooks. 1958. Bionomics of the one-spot stink bug in Ohio. Ohio Agr. Expt. Sta. Res. Cir. 50: 1~16.
- Sakurai, T. 1996. Multiple mating and its effect on female reproductive output in the bean bug *Riptortus clavatus*. Ann. Ent. Soc. Am. 83: 481~485.
- Shaw, Kenneth C., Patrick L. Galliart and Brent Smith. 1990. Acoustic Behavior of *Amblycorypha parvipennis* (Orthoptera: Tettigoniidae). Annals of the Entomol. Society of America. 85: 617~625.
- Thornhill, R. 1976. Sexual selection and nuptial feeding behavior in *Bittacus apicalis* (Insecta: Mecoptera). Am. Nat. 110: 529~548.
- Thornhill, R. and J. Alcock. 1983. The evolution of insect mating systems. Harvard University Press, Cambridge, MA

(Received for publication 3 May 2004; accepted 9 June 2004)