韓應昆誌 46(1): 79~85 (2007)
Korean J. Appl. Entomol.

알락수염노린재의 알 기생벌 *Trissolcus nigripedius*의 지역적 분포와 다른 콩 노린재류에 대한 기생

임언택* · 박경수 · 알리 마흐무드 · 정철의
경상북도 안동시 송천동 388번지 안동대학교 생명자원과학부

Areal Distribution and Parasitism on Other Soybean Bugs of *Trissolcus nigripedius* (Hymenoptera: Scelionidae), an Egg Parasitoid of *Dolycoris baccarum* (Heteroptera: Pentatomidae)

Un Taek Lim*, Kyung Soo Park, Ali M.A. Mahmoud and Chuleui Jung
School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong

ABSTRACT : From the surveys of 2005 and 2006 in Korea, *Trissolcus nigripedius* was found in four locations, i.e., Andong, Miryang, Namhae, and Suwon, and one of the major egg parasitoids of *Dolycoris baccarum*. *T. nigripedius* was also found to parasitize two other soybean bugs, *Riptortus clavatus* and *Piezodorus hybneri*, from the field collection in 2005. Host acceptance behaviors of *T. nigripedius* consisting of drumming, oviposition, and marking were observed and compared on five species of soybean bugs. *T. nigripedius* showed the complete host acceptance behaviors on the eggs of *D. baccarum*, *P. hybneri*, and *Halyomorpha halys*. But *T. nigripedius* emerged only from the eggs of *D. baccarum* (96%) and *P. hybneri* (75%) after 24 hours of exposure. *T. nigripedius* did not mark on the eggs of *R. clavatus* and *Nezara antennata* during the observation of behavior, hence no egg deposition was made. However, *T. nigripedius* parasitized 20% and killed 30% of the eggs of *R. clavatus* when 24 hours were given for parasitization. *T. nigripedius* would be a potential biological control agent of *D. baccarum* and *P. hybneri* with ability of giving additional mortality on *R. clavatus* in soybean field.

KEY WORDS : *Riptortus clavatus*, *Piezodorus hybneri*, *Halyomorpha halys*, *Nezara antennata*, Biological Control

초 록 : 2005-2006년 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*)의 알 기생천적 조사에서 *Trissolcus nigripedius*가 안동, 밀양, 남해, 수원의 4지역에서 분포하고, 알락수염노린재의 주요 알 기생천적임을 알 수 있었다. 또한 2005년 밀양과 안동에서 채집한 가로줄노린재와 톱다리개미허리노린재의 알이 *T. nigripedius*에 의해 기생되어 있음을 발견하고, 알락수염노린재 외 4종의 콩 노린재류에 대한 기생여부를 확인하기 위해 기주수용행동을 관찰하였다. *T. nigripedius*는 알락수염노린재, 가로줄노린재, 썩덩나무노린재의 알에 대해서만 3가지 기주수용행동(촉각으로 더듬기 [drumming], 산란관으로 찌르기[oviposition], 표지[marking]) 모두를 보여주었다. 가로줄노린재의 경우 24시간 동안 알을 공급한 후 기주 알에서의 기생벌 우화율이 75%이고, 공급한 기주 알에 대해 3가지 기주수용행동을 보인 비율에서는 원래 기주인 알락수염노린재와 차이가 없었다. 그러나 썩덩나무노린재의 알에서는 52%에서만 표지행동을 관찰할 수 있었고, 기생벌은 우화하지 못하였다. 톱다리개미허리노린재나 풀색노린재의 알에서는 더듬기와 산란관으로 찌르기를 했지만 표지를 하지 않은 것으로 보아 산란 그 자체를 하지 않았으며 기생벌이 우화하지도

*Corresponding author. E-mail: utlim@andong.ac.kr

않았다. 하지만 톱다리개미허리노린재의 경우에는 알을 24시간 동안 기생벌에 노출시켰을 때 약 20%가 기생되었고 30%가 치사하였다. 따라서 알락수염노린재와 가로줄노린재의 생물적 방제뿐만 아니라 톱다리개미허리노린재의 밀도억제에도 유효한 천적이 될 것이다.

검색어 : 톱다리개미허리노린재, 가로줄노린재, 썩덩나무노린재, 풀색노린재, 생물적 방제

알락수염노린재(*Dolycoris baccarum* L. [Heteroptera: Pentatomidae])는 구북구와 지중해 지역에서는 밀 등의 곡류, 담배, 해바라기를(Panizzi, 1997; Hodková *et al.*, 1989), 일본에서는 콩, 목화, 참깨, 당근, 쌀, 우엉을(Nakamura and Numata, 2006), 한국에서는 콩, 국화, 단감, 유자(Kang *et al.*, 2003) 등 여러 작물을 가해하는 이동성 해충이다. 한국에서는 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus* Thunberg), 가로줄노린재(*Piezodorus hybneri* Gmelin), 풀색노린재(*Nezara antennata* Scott), 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* Stål) 등과 함께 콩에서 꼬투리를 흡즙하여 수량감소와 품질저하를 일으키는 해충으로 알려져 있다(Son *et al.*, 2000; Kang *et al.*, 2003; Bae *et al.*, 2005; Jung *et al.*, 2005; Paik *et al.*, 2005). 유럽 및 일본에서는 알락수염노린재의 환경적응성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(Nakamura and Numata, 2006; Nakamura, 2003).

콩 노린재 방제를 위해서 살충제 사용이 가장 일반적이지만 노린재가 이동력이 강해 그 효과가 낮을 수 있다(Son *et al.*, 2000; Wada *et al.*, 2006). 최근에는 집합페로몬을 이용한 유인트랩이 이용되고 있지만(Huh and Park, 2005; Huh *et al.*, 2005), 콩에서 천적을 이용한 방제의 시도나 연구는 상대적으로 적다. 하지만, 최근 정부의 친환경 농업 육성 정책과 소비자의 안전한 농산물에 대한 수요의 증가와 인식의 전환 등에 의해 전국적으로 친환경 작물 재배면적이 1999년 875 ha에서 2006년 68,536 ha로 급격하게 증가하고 있다(NAQS, 2006). 따라서 콩에서도 노린재류의 천적에 대한 연구나 정보의 수요가 증가할 것으로 생각된다.

알락수염노린재의 알 기생 천적으로는 *Trissolcus nigripedius* Nakagawa (Hymenoptera: Scelionidae)가 알려져 있다. *T. nigripedius*는 일본에서 1900년에 최초로 보고되었으며, 한국에서는 경북지방에서 1971년 K. Yamagishi에 의해 채집된 종이 1984년에 보고되어 그 분포가 확인되었다(Ryu and Hirashima, 1984). 이외에도 일본에서는 알락수염노린재의 기생벌로 *T. mitsukurii*가 보고되어 있다(Ryu and Hirashima, 1984). 한국에서는 경북지방에서 발견되었다는 것 외의 *T. nigripedius*에 대한 정보가 전무하기 때문에 본 연구에서는 *T. nigripedius*의 분포를 2005년과 2006년 6지역에서 알락수염노린재 알을 채집하여 조사하였다. 또한 알락수염노린재 외 4종의 콩 노린재에 대한 기생 가능 여부를 기주수용행동 및 기생률을 통해 조사하였다.

재료 및 방법

노린재와 천적 기생벌의 사육

*T. nigripedius*는 2005년 경북 안동시 송천동 소재의 참깨 재배지에서 채집한 알락수염노린재의 알에서 우화한 것을 같은 곳에서 채집한 후 실험실에서 누대 사육한 알락수염노린재의 알을 이용하여 증식하였다. *T. nigripedius*는 Ryu and Hirashima (1984)을 따라 동정하였으며, Kenzou Yamagishi (Meijo University, Japan)가 동정 확인을 하였다(그림 1). 알락수염노린재의 약충 및 성충은 곤충사육용기(#310102, SPL, 경기 포천)에 물과 건조된 콩(백태)을 공급하면서 사육하였다. 알은 난괴별로 수집하여 곤충사육용기에 넣고 한 쌍의 *T. nigripedius*이 하루 동안 산란하게 한 다음, 산란된 알을 항온기(28.1±0.5℃, 46±10% 상대습도, 18L : 6D 광주기)에 우화할 때 까지 두었다. 우화한 성충은 원심분리용 플라스틱 튜브(50 ml)로 옮기고, 튜브벽면에 가는 붓으로 꿀을 도포하고, 물에 적신 솜을 넣어주어 영양 및 수분을 섭취할 수 있게 하였다. *T. nigripedius*의 다른 콩 노린재에 대한 기생

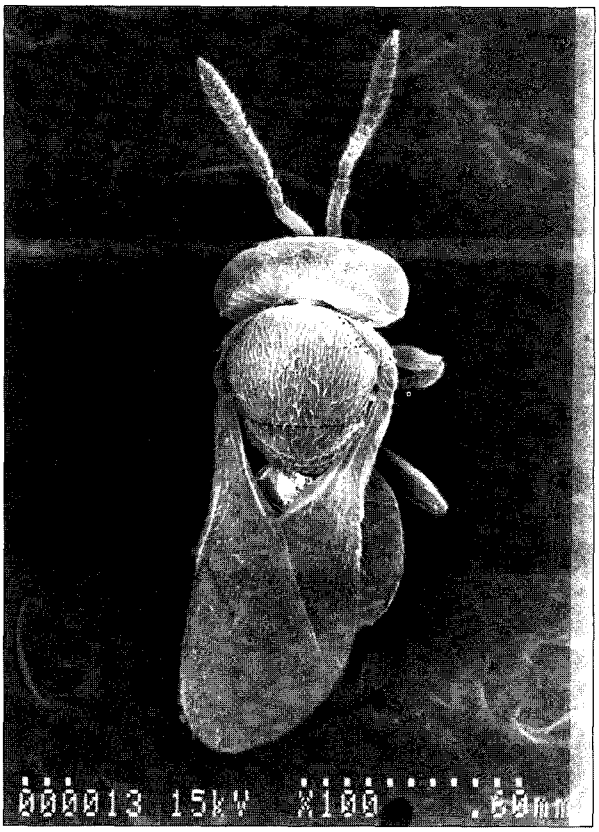

Fig. 1. SEM photo of female *Trissolcus nigripedius* collected from an egg mass of *Dolycoris baccarum* in Andong in 2005.

여부를 확인하기 위해 톱다리개미허리노린재, 풀색노린재, 썩덩나무노린재, 가로줄노린재도 위의 알락수염노린재와 같은 방법으로 사육하여 실험에 사용 하였다. 가로줄노린재는 경남 밀양시 상남면 소재의 콩 재배지에서, 다른 종들은 경북 안동시 송천동 및 도산면에서 채집하여 사용하였다.

*T. nigripedius*의 분포지역 조사

알락수염노린재의 알 기생벌 *T. nigripedius*의 기생률 조사를 위해 2005년 8월 경북 안동시 송천동, 밀양시 상남면, 남해시 상주면, 제주시 용담동, 수원시 서둔동 소재의 콩 및 참깨 재배지에서 알락수염노린재의 알을 채집하였다. 채집된 알은 실험실(26.4±1.1℃)에 두어 *T. nigripedius*의 우화율을 계산하였다. 2006년에는 5월에서 8월 사이 안동시 송천동, 밀양시 상남면, 포항시 흥해읍의 보리 및 콩 재배지에서 같은 방법으로 조사하였다.

*T. nigripedius*의 콩 노린재류에 대한 기생행동 및 기생률 조사

2005년 야외 조사에서 *T. nigripedius*가 알락수염노린재 외에 톱다리개미허리노린재와 가로줄노린재에서도 발견되어 실내에서 이들 3종의 노린재와 썩덩나무노린재, 풀색노린재를 추가하여 기생 가능성과 기주수용행동의 차이를 실험실에서 조사하였다. 기주수용행동은 촉각으로 더듬기(drumming), 산란관으로 찌르기(oviposition), 표지(marking)의 3가지 단계로 나누어 조사하였다(Agboka *et al.*, 2002; Higuchi and Suzuki, 1996; Strand and Vinson, 1983; Weber *et al.*, 1996; Wieldemann *et al.*, 2003) 각 노린재 종의 알을 수집한 후 24시간 전에, 하루 동안 28℃ 항온기에서 수컷과 함께 두었던 산란 경험이 없는 우화 후 1일에서 3일 된 암컷 기생벌에 공급하였다. 각 노린재 종에 대해 2-10마리의 기생벌을 사용하여 조사하였으며, 기생벌당 1난괴를 공급하였다. 단 톱다리개미허리노린재의 경우에는 낱개의 알을 5개씩 공급하였다. 최초 5개의 알에 대해 기생벌이 보여준 위의 3가지 기주수용행동을 해부현미경하에서 관찰하고 그 시간을 기록하였다. 기주수용행동을 한 비율은 각각의 행동에 대해 종간 분할표의 χ^2 검정을 실시하고 유의성이 있을 경우에는 Tukey형 다중비교를 하였다(Zar, 1996). 기주수용행동에 소요된 시간은 각 기주 종에 대해 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였고 유의성이 발견되었을 경우 Dunn 검정을 통해 다중비교를 하였다(Zar, 1996). 기주수용행동의 관찰 후에 알들을 실험실에 두어 각각의 알에서 기생벌의 우화여부를 기록하였다. 또한 24시간 동안 노출 시 기생벌의 우화율과 성비변화를 알아보기 위해 9-10마리의 암컷 기생벌에 알락수염노린재, 가로줄노린재, 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재 난괴 하나씩을, 톱다리개미허리노린재의 경우에는 평균 13-26개의 알을 공급하여 조사하였다. 우화율, 성비, 기생률은 분할표의 χ^2 검정을 실시하고 유의성이 있을 경우에는 Tukey형 다중비교를 하였다.

결과 및 고찰

*T. nigripedius*의 분포지역

2005년과 2006년 *T. nigripedius*의 분포지역 조사 결과에 의하면 조사된 6지역 중 안동, 밀양, 남해, 수원의 4지역

에서 *T. nigripedius*가 발견되었으며, 이들 지역에서 5, 6월에는 보리에서 8월에는 콩, 강낭콩, 참깨에서 발견되었다. 우화한 전체 기생벌들 중 *T. nigripedius*의 비율이 시기에 따라 높게는 100%를 보이는 곳도 있었다(Table 1). 다만 같은 지역에서도 *T. nigripedius*이 차지하는 비율의 변화가 발견되었지만 전체 10회의 조사 중 6회에서 *T. nigripedius*이 50% 이상을 차지했다는 사실로 보아 *T. nigripedius*가 알락수염노린재의 주요한 기생천적 종임을 알 수 있다. 하지만 2006년 6월 안동에서 채집한 알락수염노린재 알의 경우 전년에 비해 *T. nigripedius*보다는 다른 종의 비율이 훨씬 높음을 발견하였다. *T. nigripedius*외에도 알락수염노린재의 알에서 다른 기생벌들이 우화하는 것을 발견할 수 있었으며, 이들은 *Trissolcus* 속의 1종, *Telenomus*속의 1종, 그리고 *Ooencyrtus nezarae* Ishii 등이었다. 특히 *O. nezarae*는 9종의 노린재를 기생하는 것으로 알려져 왔으며(Zhang *et al.*, 2005), 알락수염노린재 알에도 기생한다는 것이 본 연구에서 처음으로 조사되었다.

*T. nigripedius*의 콩 노린재류에 대한 기생행동 및 기생률

2005년 밀양시 상남면 소재의 콩 재배지에서 채집된 가로줄노린재 난괴와 안동시 송천동 콩 재배지에서 채집된 톱다리개미허리노린재의 알 한개가 *T. nigripedius*에 의해 기생되어 있음을 발견하였다. *T. nigripedius*는 조사한 노린재류 중 가로줄노린재와 썩덩나무노린재에서만 3가지 기주수용행동 모두를 보여주었다(Table 2). 하지만 썩덩나무노린재의 알에 대해 52%만 표지행동을 하는 것이 관찰되었으며, 표지행동에 소요된 시간을 제외한 다른 두 행동의 소요 시간이 알락수염노린재와 가로줄노린재에 비해 길었다. 또한 썩덩나무노린재의 알에서는 기주수용행동 관찰 실험에서와(Table 2) 24시간 기주알 공급 실험에서(Table 3) 모두 *T. nigripedius*가 우화하지 못해 기주로는 적합하지 않았다.

가로줄노린재의 경우 기주수용행동에 있어서 알락수염노린재와의 비교에서 기주수용행동을 보인 기주 알의 비율이나 성충 기생벌의 우화율에 있어서는 차이가 없어 실제 기주로 이용될 것으로 생각된다(Table 2). 하지만 산란관으로 찌르기 행동에서 유의성 있는 차이를 보여 기주탐색 시간의 증가로 인한 기생효율에 있어서는 알락수염노린재에 비해 떨어질 것이다. 또한 24시간 동안 기주 알을 공급했을 때 알락수염노린재에 비해 기생벌 성충의 우화율이 낮았다.

*T. nigripedius*는 톱다리개미허리노린재나 풀색노린재의 알에서는 더듬기와 산란관으로 찌르기의 기주수용행동을 했지만 표지행동을 하지 않았다(Table 2). *T. nigripedius*의 기생행동에 관한 사전 실험에서 산란관으로 찌른 후 표지행동을 한 알에서만 항상 기생벌이 우화하였으며, 이러한 표지 행동의 유무에 의해 기생여부를 판단한 것은 검정알벌과의 다른 종에서도 제안된 바 있다(Higuchi and Suzuki, 1996; Rabb and Bradley, 1970; Weber *et al.*, 1996). 따라서 *T. nigripedius*가 톱다리개미허리노린재나 풀색노린재의 알에는 산란을 하지 못했을 것으로 생각되며 결과적으로 성충 기생벌이 우화하지 않았다. 다만 실제 야외에서 채집한 톱다리개미허리노린재

Table 1. Areal distribution *Trissolcus nigripedius*, an egg parasitoid of *Dolycoris baccarum* in Korea

Sampling Location	Host Plant	Date	No. of egg mass	No. of eggs	Total egg parasitism	Proportional parasitism by *T. nigripedius*
Andong	Soybean	Aug 2005	51	882	0.32	0.85
	Red kidney bean	Jun 2006	15	379	0.98	0.19
Jeju	Soybean	Aug 2005	5	113	0.24	0.00
Miryang	Soybean	Aug 2005	7	136	0.41	0.00
	Barley	May 2006	10	340	0.59	0.70
	Barley	Jun 2006	23	621	0.66	1.00
	Sesame	Aug 2006	34	442	0.33	0.53
Namhae	Soybean	Aug 2005	1	13	1.00	1.00
Pohang	Barley	June 2006	21	561	0.20	0.00
Suwon	Soybean	Aug 2005	21	354	0.47	0.60

의 알에서 *T. nigripedius*가 발견되었기 때문에 기생 가능성이 아주 없다고는 할 수 없으며, 이는 노린재 알을 24시간 동안 기생벌에 공급한 후의 기생벌의 우화율을 조사한 실험에서 톱다리개미허리노린재 알의 13%에서 *T. nigripedius*가 성공적으로 우화함이 확인되었다(Table 3).

또한 톱다리개미허리노린재의 알에서 기생벌이 우화하지 않았거나 기주인 노린재가 부화하지 못한 알에 대해서는 해부를 실시하였고 그 중 11개의 알에서는 *T. nigripedius*이 유충 상태 혹은 성충 상태로 죽어 있는 것을 발견하였다. 그래서 이들까지 포함한 전체 기생률은 20%였다. 그럼에도 불구하고 기주수용행동 관찰 실험에서 표지 행동을 보이지 않았고 따라서 기생벌로 우화하지도 않은 것은 최초 5개의 알에서만 조사했기 때문으로 24시간 동안 기주 알을 공급했을 때는 기생벌의 기주 탐색 시간이 늘어났지만 적합한 기주 알의 발견속도가 낮아져 기주 탐색 후반부에 산란할 확률이 커졌기 때문일 것이다. 또한 24시간 동안 산란한 톱다리개미허리노린재의 알에서 우화한 기생벌의 수컷의 비율이 37%까지 증가한 것은 벌목 기생벌이 기주의 질이 떨어질 경우 수컷 알을 더 많이 산란하기 때문일 것이다(Van Driesche and Bellows, 1996). 이와 같이 더듬기나 산란관으로 찌르기에 소요된 시간이 다른 노린재에 비해 가장 길어서 *T. nigripedius*를 톱다리개미허리노린재의 천적으로 이용하기에는 적합하지 않을 것으로 생각한다.

하지만 앞서 24시간 동안의 기주 공급 실험에서 기생되지 않은 톱다리개미허리노린재 알 중 47개가 부화하지

Table 2. Host acceptance behavior of *T. nigripedius* on soybean bugs

Host species	No. of female parasitoids tested	Total no. of host eggs provided	Proportion of eggs on which parasitoid showed host acceptance behavior[1]			Mean duration (second) of host acceptance behavior on the first five eggs (SD)[2]			Emergence Rate[3]
			Drum-ming	Ovipo-sition	Mark-ing	Drum-ming	Ovipo-sition	Mark-ing	
Dolycoris baccarum	9	45	1.00a	1.00a	0.98a	4.9 (3.1)a	112.3 (37.5)a	24.3 (15.0)	0.93a
Piezodorus hybneri	10	50	1.00a	1.00a	0.94a	8.3 (3.6)b	175.2 (184.0)b	19.5 (6.9)	0.82a
Halyomorpha halys	5	25	1.00a	1.00a	0.52b	36.2 (26.6)c	296.0 (179.3)c	19.2 (3.2)	0.00b
Nezara antennata	2	10	1.00a	1.00a	0.00c	34.7 (25.4)c	312.8 (184.3)bc	-	0.00b
Riptortus clavatus	5	25	0.60b	0.60b	0.00c	60.1 (47.2)c	319.2 (366.6)b	-	0.00b

[1,3] Analyzed by χ^2 test of a contingency table (Drumming χ^2=55.59, *d.f.*=4, P<0.0001; Oviposition χ^2=55.59, *d.f.*=4, P<0.0001; Marking χ^2=109.53, *d.f.*=4, P<0.0001; Emergence rate χ^2=114.07, *d.f.*=4, P<0.0001), and numbers with different letters were significantly different from Tukey-type multiple comparison test (P<0.05) (Zar, 1996).

[2] Analyzed by the Kruskal-Wallis single factor analysis of variance by rank (Drumming H_c=92.91, *d.f.*=4, 140, P<0.0001; Oviposition H_c=54.96, *d.f.*=4, 140, P<0.0001; Marking H_c=0.78, *d.f.*=2, 101, P=0.678), and numbers with different letters were significantly different from the Dunn test (P<0.05) (Zar, 1996).

Table 3. Parasitism on soybean bugs by *T. nigripedius* after 24 h exposure

Host species	No. of female parasitoids tested	Total no. of host eggs provided	Emergence Rate[1]	Proportion Male[2]
Dolycoris baccarum	10	249	0.96a	0.13a
Piezodorus hybneri	10	177	0.75b	0.17ab
Riptortus clavatus	9	151	0.13c	0.37b
Halyomorpha halys	10	229	0.00d	-

[1,2] Analyzed by χ^2 test of a contingency table (Emergence Rate χ^2=562.98, *d.f.*=3, P<0.0001; Proportion Male χ^2=8.38, *d.f.*=2, P=0.015) and numbers with different letters were significantly different from Tukey-type multiple comparison test (P<0.05) (Zar, 1996).

못하여(약 30%의 치사효과), *T. nigripedius*를 알락수염노린재와 가로줄노린재의 방제에 이용하면 톱다리개미허리노린재에 대해서도 추가적인 밀도억제 효과가 있을 것이다. 또한 가로줄노린재가 분포하는 남부 지방에서는 *T. nigripedius*를 이용한 생물적 방제가 더 효과적일 수 있을 것이다. 왜냐하면 알락수염노린재 혹은 가로줄노린재의 발생 소장의 차이에 따라 상호 *T. nigripedius*의 대체 기주의 역할을 해서 기생벌 개체군의 보존 및 유지에 유리할 것이기 때문이다. 실제로 알락수염노린재는 이른 봄에는 보리와 밀에서, 여름에는 참깨에서 흔히 발견할 수 있었으며, 가을에는 콩 및 단감 재배지로 이동하여 연중 내내 발생하지만(Kang *et al.*, 2003) 가로줄노린재는 콩에서만 발생되는 것(Bae *et al.*, 2005)으로 알려져 있다.

결론적으로 *T. nigripedius*는 2005년과 2006년 2년간의 조사에서 안동, 밀양, 남해, 수원에서 분포하고 있음을 확인하였으며, 알락수염노린재의 주요 기생 천적이었다. *T. nigripedius*는 또한 남부지방에서 콩의 주요 해충인 가로줄노린재뿐만 아니라 톱다리개미허리노린재도 기생할 수 있어 유효한 생물적 방제원으로서의 가능성이 있다 할 수 있다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업특정연구개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며, *T. nigripedius*의 동정을 확인해 주신 일본 Meijo대학의 Kenzou Yamagishi 박사님과 노린재 사육법에 대해 정보를 제공해 주신 영남농업연구소 배순도 박사님께 감사를 드립니다.

Literature Cited

Agboka, K., F. Schulthess, A.I. Chabi-Olaye, S. Gounou and H. Smith. 2002. Self-, intra-, and interspecific host discrimination in *Telenomus busseolae* Gahan and *T. isis* Polaszek (Hymenoptera: Scelionidae), sympatric egg parasitoids of the African cereal stem borer *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae). J. Insect Behav. 15: 1-12.

Bae, S.D., H.J. Kim, C.G. Park, G.H. Lee, S.T. Park and Y.H. Song. 2005. Reproductive rate of one-banded stink bug, *Piezodorus hybneri* Linnaeus (Hemiptera: Pentatomidae) in various rearing cages. Korean J. Appl. Entomol. 44: 293-298.

Higuchi, H. and Y. Suzuki. 1996. Host handling behavior of the egg parasitoid *Telenomus triptus* to the egg mass of the stink bug *Piezodorus hybneri*. Entomol. Exp. Appl. 80: 475-479.

Hodková, M., I. Hodek and L. Sømme. 1989. Cold is not a prerequisite for the completion of photoperiodically induced diapause in *Dolycoris baccarum* from Norway. Entomol. Exp. Appl. 52: 185-188.

Huh, W. and C.G. Park. 2005. Seasonal occurrence and attraction of egg parasitoid of bugs, *Ooencyrtus nezarae*, to aggregation pheromone of bean bug, *Riptortus clavatus*. Korean J. Appl. Entomol. 44: 131-137.

Huh, H.S., K.H. Park, W.D. Seo and C.G. Park. 2005. Interaction of aggregation pheromone components of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 40: 643-648.

Jung, J.K., J.T. Youn, D.J. Im, J.H. Park and U.H. Kim. 2005. Soybean seed injury by the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) at reproductive stage of soybean (*Glycine max* Linnaeus). Korean J. Appl. Entomol. 44: 299-306.

Kang, C.H., H.S., Huh and C.G. Park. 2003. Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 42: 269-277.

Nakamura, K. 2003. Effect of photoperiod on development and growth in a pentatomid bug, *Dolycoris baccarum*. Entomol. Sci. 6: 11-16.

Nakamura, K. and H. Numata. 2006. Effects of photoperiod and temperature on the induction of adult diapause in *Dolycoris baccarum* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) from Osaka and Hokkaido, Japan. Appl. Entomol. Zool. 41: 105-109.

NAQS (National Agricultural Products Quality Management Service). 2006. Current status of environment-friendly agricultural product certification. http://www.naqs.go.kr.

Paik, C.H., G.H. Lee, M.Y. Choi, H.Y. Seo and J.D. Kim. 2005. Morphological characteristics and effects of temperature on the development of *Piezodorus hybneri* (Gmelin) (Hemiptera: Pentatomidae) on soybean. Korean J. Appl. Entomol. 44: 277-282.

Panizzi, A.R. 1997. Wild hosts of pentatomids: ecological significance and role in their pest status on crops. Ann. Rev. Entomol. 42: 99-122.

Rabb, R.L. and J.R. Bradley. 1970. Marking host eggs by *Telenomus sphingis*. Ann. Entomol. Soc. Am. 63: 1053-1056.

Ryu, J. and Y. Hirashima. 1984. Taxonomic studies on the genus *Trissolcus* Ashmead of Japan and Korea (Hymenoptera, Scelionidae). J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 29: 35-58.

Son, C.K., S.G. Park, Y.H. Hwang and B.S. Choi. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Korean J. Crop Sci. 45: 405-410.

Strand, M.R. and S.B. Vinson. 1983. Host acceptance behavior of *Telenomus heliothidis* (Hymenoptera, Scelionidae) toward *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 781-785.

Van Driesche, R.G. and T.S. Bellows. 1996. Biological Control, Chapman & Hall, New York. pp. 322-325.

Wada, T., N. Endo and M. Takahashi. 2006. Reducing seed damage by soybean bugs by frowing small-seeded soybeans and delaying sowing time. Crop Prot. 25: 726-731.

Wiedemann, L.M., C.R. Canto-Silva, H.P. Romanowski and L.R.

Redaelli. 2003. Oviposition behaviour of *Gryon gallardoi* (Hym.; Scelionidae) on eggs of *Spartocera dentiventris* (Hem.; Coreidae). Braz. J. Biol. 63: 133-139.

Weber, C.A., J.A. Smilanick, L.E. Ehler and F.G. Zalom. 1996. Ovipositional behavior and host discrimination in three scelionid egg parasitoids of stink bugs. Biol. Control 6: 245-252.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis, 3th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Zhang, Y.Z., W. Li, and D.W. Huang. 2005. A taxonomic study of Chinese species of *Ooencyrtus* (Insecta: Hymenoptera: Encyrtidae). Zool. Stud. 44: 347-360.

(Received for publication January 23 2007;
accepted March 1 2007)