

흰등멸구에서 약충기생벌(*Pseudogonatopus nudas* Perkins)의 발육기간과 산란수 조사

Developmental Period and Oviposition of *Pseudogonatopus nudas* Perkins
(Hymenoptera : Dryinidae), a Nymphal Parasitoid of the Whitebacked
Planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera : Delphacidae)

金正富¹
Jung Bu Kim¹

ABSTRACT A study was carried out to investigate some biological characteristics of *Pseudogonatopus nudas*, a nymphal parasitoid of the whitebacked planthopper(WBPH) under laboratory conditions(26~28°C). Developmental periods of eggs, larva, prepupa and pupa were 2.5, 7.8, 2.7, and 14.2 days in average, respectively. Total developmental period from egg to adult emergence was average of 27.2 days. More than 83.5% of the wasps emerged in the morning between 6 and 10 o'clock, while very few emerged in the afternoon. The average longevity of female and male were 11.8 and 3.4 days when honey and WBPH nymphs were supplied as food. Female laid an average of 25.3 eggs and the oviposition period was 5.4 days. The parasitoid seemed to prefer the 3rd instar nymphs as the host for oviposition with 68.8%, followed by the 2nd(19.6%), 4th(11.05) and 5th instar(0.6%). And no parasitism was recorded from the 1st instar nymphs and in adults.

KEY WORDS Whitebacked planthopper, nymphal parasite, development, oviposition

초 록 흰등멸구 약충에 기생하는 *Pseudogonatopus nudas*벌의 생태를 실내(26~28°C)에서 조사하여 앞으로 약충기생벌의 인공사육 및 벼 해충의 생물적 방제를 위한 기초자료로 활용할 목적으로 수행하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다. 평균 난기간, 유충기간, 전용기간 및 용기간은 2.5일, 7.8일, 2.7일 및 14.2일 이었으며, 난에서 성충기까지 발육기간은 27.2일 이었다. 성충의 우화는 83.5%가 아침인 6~10시 사이에 이루어 졌으며, 오후에는 거의 이루어지지 않았다. 성충의 평균수명은 꿀물과 흰등멸구 약충을 먹이로 함께 넣어 주었을 경우 수컷은 3.4일, 암컷은 11.8일이었고, 암컷의 평균산란수는 25.3개 였다. 성충의 산란기간은 5.4일 이었다. *P. nudas*는 기주인 흰등멸구 약충 1령과 성충에는 산란을 하지 않았으며 3령충에 68.8%, 2령충 19.6%, 4령충 11.0% 및 5령충에 0.6%로 각각 나타났다.

검 색 어 흰등멸구, 약충기생벌, 발생기간, 산란수

Pseudogonatopus nudas Perkins는 벼의 해충인 흰등멸구, 벼멸구 총체내에 기생하면서 이들 멸구류를 죽게하는 천적으로 알려져 있다. (Chandra 1980, 金等 1987).

이 종은 벌목의 집계벌과에 속하며 유충기에 는 기주인 흰등멸구 및 벼멸구약충의 등쪽에 둥근 흑모양의 집을 만들고 그 속에서 기주의

체액을 흡즙하며 발육한 후 노숙유충기에 흑으로부터 탈출하여 벼의 줄기나 엽에 고치를 만들고 그 속에서 용기간을 경과한 뒤 성충으로 우화한다. 성충의 체장은 암컷이 4 mm내외의 수컷이 3.5 mm이다. 체색은 암컷의 몸 전체가 갈색이며 다리는 황색이다. 수컷은 흑갈색으로 날개가 있으나 암컷은 없다. 암컷의 모양은 개미와 비슷하며 앞다리 발톱은 집계모양을 하고

1 경남농촌진흥원(Gyeongnam Provincial Rural Development Administration, Chinju, 660-370, Korea)

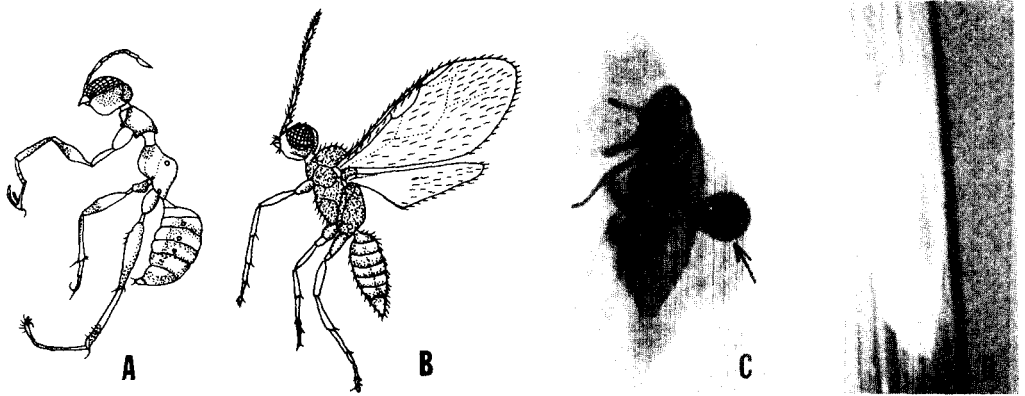


Fig. 1. A nymphal parasitoid, *Pseudogonatopus nudas* of the whitebacked planthopper. A: Female (4mm in body length. Brown body in color); B: Male (3.5mm in body length. Black body in color); C: Larvae of nymphal parasitoid in a sac on the abdomen of the host (arrow); D: Larva pupated in a whitish oval silken cocoon to cover the pupa on the plant.

날카로우며 이 발톱은 기주를 잡는데 편리하게 되어 있다. 수컷은 흰등멸구가 배설하는 감로만을 먹으나, 암컷은 감로와 흰등멸구 약충을 다 같이 먹으며 생존한다. 난은 기주의 등쪽 표피속에 바늘처럼 뾰족한 산란관을 꿰고 기주 한마리에 대부분 1개씩 알을 낳으나 가끔 2개도 낳는 수가 있다. 알에서 부화한 유충은 즉시 기주의 표피에 작은 혹을 형성하며, 특히 이 혹을 집게벌 유충이 발육함에 따라 함께 커진다(그림 1, 金等 1987).

멸구류 약충기생벌에 관한 연구는 Perkins (1905)가 최초로 시작한 이래 일본에서 Esaki & Hashimoto(1930~36, 1939~41)가 멸구매미충 약충 기생벌의 종류나 생태를 밝힌 바 있으며, Otake(1977)는 Sri Lanka에서 집게벌의 1종인 *Haplogonatopus orientalis* 가 벼멸구에 기생하는 사실을 보고한 바 있다. 특히 Chandra(1980)는 필리핀에서 *Pseudogonatopus nudas*종이 흰등멸구 및 벼멸구 약충에 기생하면서 이들 해충의 밀도를 최고 40%까지 (7월~10월 사이) 억제시킨다는 사실과 본 종의 멸구류 포식량, 산란기간, 산란량, 우화시기, 약충기간, 용기간 및 성충의 수명에 대하여 상세히 조사하여 보고한 바 있다.

우리나라에서는 金等(1987)이 *Pseudogona-*

topus nudas 종의 집게벌이 경남의 흰등멸구 다발생지역인 남해, 하동, 진주 등지의 벼 재배소에서 흰등멸구 약충에 기생한다는 사실을 밝혀내고 각 지역별 기생률과 분포에 관하여 조사 보고한 바 있으나 본 종에 대한 생태연구는 거의 이루어진 바가 없다. 따라서 본 연구는 실내 (26~28°C)에서 *Pseudogonatopus nudas*의 발육기간, 산란수, 우화기간 및 기주인 흰등멸구 약충의 발육단계별 산란선호성등을 조사하여 집게벌의 인공사육 및 멸구류 생물적 방제에 기초자료로 활용코자 수행하였다.

재료 및 방법

집게벌(*Pseudogonatopus nudas*)의 발육기간 조사는 초차시험관(3 × 10 cm)에 벼 유묘(3엽)를 심고 시험관별 집게벌에 의하여 산란관격을 받은 흰등멸구 약충을 1마리씩 접종하여 사육하면서 기생당한 부위에 혹이 돌출하는 시기까지를 난기간으로 하였고, 유충기간은 혹속에서 발육한 유충이 기주를 탈출하는 시기까지이며 전용기간은 기주에서 탈출한 노숙유충이 고치속에서 복안이 형성되기 이전까지, 용기간은 고치속에서 복안이 형성된 이후부터 성충으로 우화되어 나오는 시기까지의 기간으로 하였다.

조사충의 반복수는 난기 50개체, 유충기 30개체, 전용기 20개체, 용기 20개체로 각각 하였다.

집계벌(*P. nudas*) 성충이 일일중 어느 시간에 가장 많이 우화하는지 알아보기 위하여 아크릴 케이지(30 × 40 × 15 cm)내에 집계벌의 용을 케이지당 40개체씩 넣은 후 아침 6시부터 오후 6시까지 2시간 간격으로 암컷과 수컷의 총 우화충수를 조사하였다.

산란기간과 산란수 및 성충의 수명조사는 pot (1/5000 a)에 벼 中 苗(60日 苗)를 재배한 후 망사가 부착된 아크릴케이지 (7 × 7 × 30 cm) 를 설치하고 우화후 1일이 경과한 집계벌의 성충을 케이지 당 1쌍씩 접종한 후 다시 이 속에 흰등멸구 약충(3령)을 日 別 30마리씩 교체로 넣어주면서 산란기간과 산란수 및 성충의 수명을 30%꿀물과 흰등멸구 약충을 다같이 제공하면서 생존기간을 조사하였다.

산란기간과 산란수는 케이지 내에서 기주로 제공하였던 흰등멸구 약충을 다시 수거하여 벼 유묘가 심어진 초자시험관 (3×10cm)내에 접종 사육하면서 산란공격을 받은 흰등멸구 약충의 등부위에 돌출되는 혹을 조사하여 산란여부와 산란수를 계산하였다. 집계벌의 흰등멸구에 대한 영기별 산란선호성은 pot(1/500 a)에 벼를 재배한 후 망사가 부착된 원통 아크릴 케이지(내경 30 cm×높이 57 cm)를 설치하고 이 속에 산란기에 접어든 집계벌 성충 2쌍과 기주인 흰등멸구 약충을 영기별로 각각 20마리씩 함께 접종하여 1일간 집계벌에게 산란공격을 받게 한 다음 흰등멸구 약충을 다시 각 영기별로

수거하여 벼 유묘가 심어진 초자시험관(3×10 cm)내에 사육하면서 조사하였다. Pot當 20개체씩 5반복으로 3일간 되풀이 하여 얻어진 결과를 합산하였다.

결과 및 고찰

실내(26~28℃) 에서 집계벌(*P. nudas*)의 발육단계별 평균 발육기간은 표 1과 같이 난기간은 2.5일, 유충기간은 7.8일, 전용기간은 2.7일 및 용기간은 14.2일로서 난기와 전용기간은 짧은 반면에 유충기간과 용기간은 긴 편이다. 따라서 난에서 용기간까지 전체 발육일수는 27.2일 이었고, 이 기간중에서 기주의 체내에서 발육하는 난~유충기간은 10.3일, 기주를 탈출하여 발육하는 용기간은 16.9일로 구분되어 진다. Chandra(1980)는 필리핀에서 *P. nudas* 집계벌의 난기간은 4일, 유충기간은 4~5일, 전용기간은 1일, 용기간은 14~17일 이었다고 보고하여 필자가 조사한 결과에서 용기간은 비슷하나 그외기간은 이보다 다소 길어졌거나 짧아졌다.

이러한 이유는 무엇보다 조사기간중 온도의 차이가 충의 발육에 그 영향을 준 것이 아닌가 생각된다.

발육기간에 관하여 金 等(1988)은 *P. flavifemur* 종은 26~28℃에서 벼멸구 약충체에서 난, 유충기간 및 기주를 탈출하여 발육하는 용기간은 26.9일이라고 보고하여 *P. nudas*와 약간의 시간차이는 있으나 발육일수는 비슷한

Table 1. Developmental periods of *Pseudogonatopus nudas* under 26-28℃

Develomental stage	No. insects examined	Developmental period(days) ^a	Range
Egg	50	2.5 ± 0.2	2.1-2.9
Larva	30	7.8 ± 0.3	7.5-8.1
Prepupa	20	2.7 ± 0.5	2.0-3.8
Pupa	20	14.2 ± 0.8	13.0-15.0
Total	-	27.2	-

^a Mean ± standard deviation.

Table 2. Adult emergence of *Pseudogonatopus nudas* during different time of a day under a constant temperature

Group number	Number of adults emerged during different time period					
	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18
	a.m.	a.m.	a.m.	p.m.	p.m.	p.m.
1	7	10	2	1	0	0
2	11	13	4	1	0	0
3	10	15	2	2	1	0
Total	20	38	8	4	1	0
Percentage	35.4%	48.1%	10.1%	5.1%	1.3%	0%

Table 3. The ovipositional period, longevity and the number of eggs laid per female of *Pseudogonatopus nudas* under 26-28°C

Replication	No. insects examined	Longvity(days)		Ovipositional period(days) ^a	No. egg/female
		Male	Pemale		
1	30	3.2 ± 0.3	11.5 ± 3.2	5.4 ± 1.2	31.5 ± 6.1
2	30	4.0 ± 0.4	13.2 ± 3.8	4.6 ± 0.9	24.0 ± 7.1
3	30	2.9 ± 0.3	10.6 ± 5.1	6.1 ± 2.3	20.3 ± 4.3
Mean	30	3.4	11.8	5.4	25.3

^a Mean ± standard deviation.

Table 4. Percentage parasitism by the nymphal parasitoid, *Pseudogonatopus nudas*, to each instar of the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath, under laboratory condition

Replication	No. insects examined	% parasitism					
		1st instar	2nd instar	3rd instar	4th instar	5th instar	Adult
1	20	0	20	67	13	0	0
2	20	0	19	63	18	0	0
3	20	0	20	78	1	1	0
4	20	0	24	65	9	2	0
5	20	0	15	71	14	0	0
Mean	—	0	19.6	68.8	11.0	0.6	0

결과를 얻었다.

표 2는 집계별(*P. nudas*)이 1일중 우화하는 시간

을 아침 6시부터 오후 6시까지 2시간 간격으로 조사한 우화율이다. 전체 우화수 79마리 중에서 시간

별 우화율을 보면 6~8시에는 35.4%, 8~10시에는 48.1%, 10~12시에는 10.1%, 12~14시에는 5.1%, 14~16시에는 13%였고 특히 우화가 많이 이루어지는 시간은 아침 6~10시경이며 그 우화율은 전체의 83.5%를 차지 하였으나 오후에는 극히 적은 양의 우화율을 보였다. 따라서 *P. nudas* 집계벌은 아침 6~10시 사이에 대부분 우화가 이루어질 것으로 생각된다.

*P. nudas*의 평균 수명과 산란기간 몇 산란수는 표 3과 같다. 성충의 수명은 수컷이 3.4일, 암컷은 11.8일로서 암컷이 수컷보다 약 8일 더 오래 생존하였다.

한편 암컷의 산란기간은 5.4일이었고 이기간 동안 산란수는 25.3개였다. Chandra(1980)는 *P. nudas*의 수컷 수명은 꿀물을 먹이로 주었을 경우 3일이며, 암컷의 수명은 물과 벼멸구 약충을 다같이 먹이로 주었을 경우 평균 12일이며, 이때 산란기간과 산란수는 12.2일, 62.2개라고 보고하여 필자가 조사한 성충의 수명과 산란기간은 일치하였으나 산란수는 필자의 조사수보다 37.2개가 더 많은 알을 낳았다.

이러한 산란수의 차이는 기주가 흰등멸구와 벼멸구로서 서로 달랐으며, 조사중의 온도, 환경, 조사방법 등 여러가지 요인이 복합적으로 작용한 것이라고 생각된다.

P. nudas 집계벌 성충이 기주인 흰등멸구 약충의 각 영기별 산란율을 나타낸 것은 표 4와같다. 집계벌은 흰등멸구 약충 1령과 성충에는 산란을 하지 않았으나 약충 2령에는 19.6%, 4령에 11.0%, 5령에 0.6%의 산란율을 각각 보인 반면에 특히 약충 3령에는 68.8%의 높은 산란율을 나타내었다. 멸구류 약충기생벌의 산란선호성에 대해서는 흰등멸구뿐만 아니라 애멸구, 벼멸구에 대한 연구결과도 찾아볼 수가 있다. 金 등(1988)은 *P. flaxifemur* 종은 벼멸구 약충 3령에 주로 산란을 한다고 하였고, 金(1989)은 *Heplogonatopus flaxifemur* 종 역시 애멸구 약충 3령에 주로 산란을 한다고 보고한 바 있으므로

로 멸구류에 기생하는 집계벌은 대부분 산란기주가 멸구류 3령기라는 사실을 알 수 있다. 그러나 백(1974)에 의하면 흰등멸구 1~2령 약충은 집계벌에 의해 산란공격을 받을때 죽게되는 경우가 많다고 하므로 1령약충에 기생이 적게 평가되는 경우도 있을 것으로 생각되므로 앞으로 이 부분에 대해서는 좀더 명확한 조사가 필요할 것으로 보아진다.

인 용 문 헌

Chandra, G. 1980. Dryinid parasitoid of rice leafhoppers and planthoppers in the Philippines. Acta Ecologica Applic. Vol. 2, 161~172.

Esaki T. & S. Hashimoto. 1930~1936. Report on the leafhoppers injurious to the plant and their natural enemies (in Japanese). Ent. Lab. Agr., Kyushu Imp. Univ. Publ. Nos. 1~7 : 30~32, 40~42, 59.

金正富, 曹東進, 李抽植. 1988. 벼멸구 약충기생봉인 *Pseudogonatopus flaxifemur*의 생태에 관한 연구(1). 농진청농시논문집(작물보호) 30(1) : 42~46.

_____. 1989. 애멸구 약충기생봉(*Haplogonatopus atratus*) 발육기간과 월동세대기생물. 농진청농시논문집(작물보호) 31(1) : 31~35.

金昌皎, 金正富, 朴重錫. 1987. 벼멸구매미충류의 천적 자원이용에 관한 연구. 1. 남부지방에 있어서 멸구매미충 기생성 천적의 종류와 기생율에 관한 연구. 경상대농자원연보 21(2) : 63~80.

北村 憲以. 1989. 日本産力マバチ類の生態關する比較研究 6. クロハラカマバチの越冬と發育. 日本應用動物昆蟲學會誌 23(1) : 24~30

Otake, A. 1977. Studies on the natural enemies of the brown planthopper in SriLanka, ASPAC : 42~56.

Perkins, R. C. L. 1905. Leafhoppers and their natural enemies I. Dryinidae. Bull. Hawaii Sug. Pl. Assoc. Entomol. L : 1~69.

白雲夏. 1974. 멸구·매미충류의 천적곤충에 관하여. 韓殖保誌. 13 : 47~52.

(1990년 3월 9일 접수)