

무늬수중다리좀벌 *Brachymeria lasus* (Walker) (벌목:수중다리좀벌과) 의 숙주식별에 영향을 미치는 요인

Factors Influencing the Host Discrimination by *Brachymeria lasus* (Walker)
(Hymenoptera: Chalcididae)

이 해 풍 · 이 장 훈¹

Hai Poong Lee and Jang Hoon Lee¹

ABSTRACT A female *Brachymeria lasus* (Walker) was exposed to one or four pupae of host *Hyphantria cunea* Drury for 20 minutes within a petri dish (1.5×9 cm) to learn factors influencing the host discrimination by the parasitoid. It rejected the parasitized host with its rejection ratio 73.3% for the one pupal exposure vs 100% for the four pupal exposure scheme. The parasitoid could discriminate the parasitized host by its antennal drumming and ovipositor probing due to a pheromone-like external marking which is effective only for a certain period of time, and a host quality associated with the parasitoid development, respectively.

KEY WORDS *Brachymeria lasus*, superparasitism, discrimination

초 록 숙주인 미국흰불나방 번데기의 기생여부와 밀도에 따른 무늬수중다리좀벌의 숙주식별행동을 조사하기 위하여 페트리 접시(1.5×9 cm)내에서 무늬수중다리좀벌의 숙주 번데기에 기생시켰다. 무늬수중다리좀벌의 중복산란률은 낮은 숙주 밀도에서 높게 나타났다. 무늬수중다리좀벌은 숙주에 산란여부를 촉각탐색과 산란관탐침에 의하여 식별할 수 있는 것으로 나타났다. 촉각탐색에 의해서 인식되는 물질은 기생벌이 숙주에 산란할 때 숙주표면에 표지되는 물질로써 일정시간 후에는 소멸되는 것으로 나타났다. 또한 무늬수중다리좀벌은 산란관 탐침으로 기생된 숙주의 내부변화를 식별하여 산란여부를 결정하는 것으로 조사되었다.

검색어 무늬수중다리좀벌, 숙주식별, 중복기생

숙주식별은 보통 기생곤충이 이미 기생된 숙주와 기생되지 않은 숙주를 구별하는 능력을 말한다. 벌목에 속하는 곤충종 150~200여종이 숙주식별능력을 갖고 있는 것으로 추산 되었다 (van Lenteren 1981).

기생곤충은 숙주에 산란할 때 숙주 내 또는 외부에 일종의 페로몬으로 표지하여 중복기생을 피하기 위한 수단으로 이용한다. 여러종류

의 알기생봉들이 외부표지(external marking)와 내부표지(internal marking)등을 인식하는 것으로 보고된 바 있다(Strand 1986). *Telenomus nitidulus*는 *Leucoma salicis* 알에 산란한 후 중복산란을 피하기 위하여 알표면에 산란관으로 표지물질을 분비하며 (Grijpma와 van Leteren 1986), *Caraphractus cinctus*는 표지 페로몬을 기주알 내부에 주입하는 것으로 보고된 바 있다(Jackson 1968). 한편 숙주내 기생곤충의 발생상태를 인식하여 중복기생을 회피

¹ 동국대학교 농업생물학과(Dept. of Agrobiolgy, Dongguk University, Seoul, Korea)

하는 경우는 *Microplectron fuscipennis* (Ullyett 1936)에서 알려져 있으며, *Aphelinus semiflavus*는 산란시 생기는 상처구멍에서 유출되는 어떤 물질을 인식하여 증복산란을 회피하는 것으로 보고된 바 있다(Wilbert 1964).

외부표지물질을 촉각탐색반응에 의하여 인식하여 산란을 기피하는 경우는 *Ephedrus cerasicola* (Hofsvang 1988, Hofsvang과 Hågvar 1986)에서 알려졌다. 한편 *Pseudeucoila bochei*(van Lenteren 1972)는 숙주내의 표지물질을 산란관의 감각모로 인식하는 것으로 보고된 바 있다(Lammers 와 van der Starre 1978). 이와 같이 촉각과 산란관이 이미 기생된 숙주를 인식하는데 중요한 역할을 하는 것으로 다른 기생곤충인 *Campolitis perdistinctus* (Guillot와 Vinson 1972), *Encarsia formosa* (van Lenteren et al. 1976), *Vantura canescence* (Rogers 1972)등에서 알려졌다. 이러한 기생곤충의 숙주 식별능력은 기생곤충의 난이나, 숙주의 소모등을 방지하는데 중요한 기능을 하는 것으로 보고된 바 있다(van Lenteren 1981). 또한 숙주식별은 기생곤충으로 하여금 다른 장소로 이주하여 효율적인 산란을 할 수 있도록 하는데 중요한 역할을 하는 것으로 van Lenteren (1981)은 여러 연구자의 결과를 정리하여 보고한 바 있다.

무늬수중다리좀벌 *Brachymeria lasus* (Walker) (별목: 수중다리좀벌과)은 매미나방과 미국흰불나방 번데기에 기생하는 단독기생곤충이며 이 기생곤충의 숙주수락행동과 여기에 관여하는 여러 요인등도 이미 조사 보고된 바 있다(이 등 1898a, 1989b). 따라서 본 연구에서는 이미 산란된 숙주와 정상적인 숙주에서 나타내는 무늬수중다리좀벌의 숙주수락행동을 비교 분석하고, 무늬수중다리좀벌이 이미 기생된 숙주를 식별하는데 관여하는 요인과 인식방법을 조사 하였다.

재료 및 방법

실험에 사용한 미국흰불나방 (*Hyphantria*

cunea Drury)(나비목: 불나방과)은 실험실(26 ± 2°C, 60%RH, L16 : D8)에서 플라타너스 (*Platanus* spp.)잎을 먹이로 하여 사육하였다. 용화 3~4일 후 4°C냉장고에 보관하면서 필요할 때마다 꺼내 사용하였는데 미국흰불나방 번데기는 냉장고에 넣은 후 20일에서부터 60일이 경과된 것이었다. 무늬수중다리좀벌 (*Brachymeria lasus* (Walker)) (별목: 수중다리좀벌과)은 기생된 미국흰불나방 번데기를 야외에서 채집하여 얻었으며 미국흰불나방을 숙주로 하여 제대사육하였고 우화한 성충은 플라스틱 페트리디쉬(9×1.5 cm)에 암수를 같은 비율로 약 10마리씩 넣어 물과 10%의 꿀을 먹이로 공급하였다.

무늬수중다리좀벌의 숙주밀도에 따른 숙주식별행동을 조사하기 위하여 한 개체의 기생벌을 미국흰불나방 번데기 한 개체 또는 네 개체에 20분동안 노출시켰을 때 무늬수중다리좀벌이 나타내는 숙주방문횟수, 숙주방문에 소요되는 시간 및 숙주수락반응의 주요단계인 촉각탐색, 천공, 산란반응등을 조사하였다. 한 개체의 숙주에 대한 기생벌 숙주수락반응은 9×1.5 cm 플라스틱 페트리디쉬에 여과지를 깔고 여과지 중앙에 숙주번데기를 Elmer 접착제로 고정시킨 후, 실험전 이미 산란경험을 가진 무늬수중다리좀벌 한 마리를 페트리디쉬에 옮겨 일어나는 일련의 반응을 관찰 기록하였다. 네 개체의 숙주에 대한 기생벌의 반응을 조사하기 위하여 네 개체의 미국흰불나방 번데기를 여과지에 같은 간격 (2.5 cm)으로 고정시킨 후 일어나는 일련의 반응을 조사하였다.

이미 기생된 숙주에 대한 숙주식별행동을 관찰하기 위하여 기생된 후 2일 또는 7일 경과한 숙주를 기생되지 않은 숙주와 같이 기생벌에 노출시켜 기생된 숙주와 기생되지 않은 숙주에서 나타나는 반응을 비교 관찰하였다. 위에서와 마찬가지로 이와 같은 4개의 숙주(기생된 숙주와 정상적인 숙주 각 2개씩)를 여과지에 고정시킨 후 20분동안 기생벌에 노출시켰다. 실험에 사용된 무늬수중다리좀벌은 실험

Table 1. Superparasitism of *B. lasus* to 1 or 4 host pupae for 20 minutes

	4 pupae	1 pupa
Replications	10	15
No. host encountered	3.6 ± 0.15	1 ± 0
No. host parasitized	3.4 ± 0.15	1 ± 0
No. host encountered after first parasitization (A)	1.9 ± 0.09 (47.9%)	1 ± 0 (100%)
No. host rejected (B)	1.9 ± 0.09	0.73 ± 0.11
Avoidance rate (B/A)	100%	73%
No. host superparasitized (C)	0	0.27 ± 0.11
Superparasitism (C/A)	0%	27%
Mean time (sec.) for host visit	2.75 ± 0.5	10.7 ± 0.63

약 20분 전에 산란안된 정상적인 숙주에 산란 경험을 가지도록 하였다.

무늬수중다리좀벌이 숙주에 산란할 때는 독특한 동작을 보여준다(이 등 1989a). 즉 숙주를 산란관으로 천공한 후 산란관을 상하좌우로 움직이면서 숙주내부를 탐침한다. 이러한 산란관탐침 반응 후 산란관 길이의 1/3정도를 숙주에 넣은 상태에서 복수를 안쪽으로 약간 구부리게 되며, 동시에 복부수축과 경련이 나타날 때 기생벌의 알이 숙주내로 배출되는 것으로 나타났다.

결과 및 고찰

한마리의 무늬수중다리좀벌을 20분 동안에 한 개체 또는 네 개체 미국흰불나방 번데기에 각각 노출시켰을 때의 산란반응과 기피반응등을 비교하였다(표 1). 한 개체의 숙주에 대한 실험에서 무늬수중다리좀벌은 실험에 사용된 숙주 모두를 방문하였으며 또한 방문한 모든 개체에 산란하였다. 산란 반응 후 다시 방문되는 경우는 이미 산란된 숙주의 73%였으며, 이중 2.7%의 숙주에 중복 산란되는 것으로 나타났다. 네 개의 숙주에 대한 무늬수중다리좀벌의 숙주수락반응에서는 평균 3.6개의 숙주가 무늬수중다리좀벌에 의해서 공격되었고, 평균 3.4개의 숙주에 산란반응이 관찰되었다. 이렇게 이미 산란된 숙주의 47.9%의 숙주가 무늬수중다리좀벌에 의해서 다시 공격되었으며 이 모든

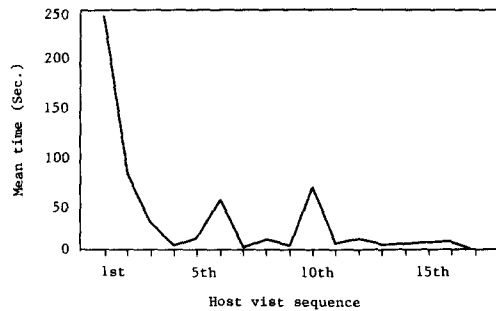


Fig. 1. Mean time spent for a host visit by *B. lasus* during 20 minutes (n=15).

경우에 중복산란은 나타나지 않았다. 한 마리의 무늬수중다리좀벌을 4개의 숙주에 노출시켰을 때는 1개의 숙주가 같은 시간동안 1마리의 기생벌에 노출 되었을 때 보다도 공격받는 횟수와 시간이 상대적으로 적은 것으로 나타나 기생벌에 노출되는 시간이 길면 중복산란이 나타날 수 있는 확률이 높은 것으로 조사되었다. 이와 같은 사실은 van Lenteren(1981)등의 보고에서와 같이 산란에 적합한 여분의 산란대상이 없을 때 숙주에 오래 노출된 기생벌은 중복산란을 보인다는 보고와 유사한 경향을 보였다. Bakker 등(1985)에 따르면 제한된 수의 숙주에 오래동안 기생벌을 가둬 놓았을 때는 이미 기생된 숙주를 식별한 수 있는 능력은 밀도조건에 따라 영향 받을 수 있다고 보고 한 바 있고, 이와 유사한 경우가 *Ooencyrtus kuvanae*에서도 관찰 된 바 있다(Lee와 Lee 1989).

그림 1은 한 마리의 무늬수중다리좀벌을 한

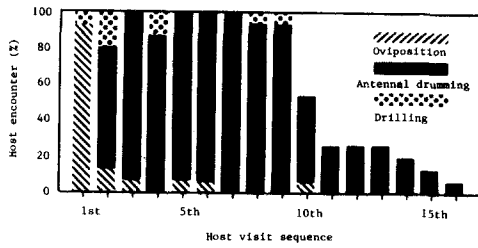


Fig. 2. Behavioral responses of *B. lasus* when one parasitoid was exposed to one host pupa for 20 minutes. All hosts were encountered by the parasitoids in first host visit ($n=15$).

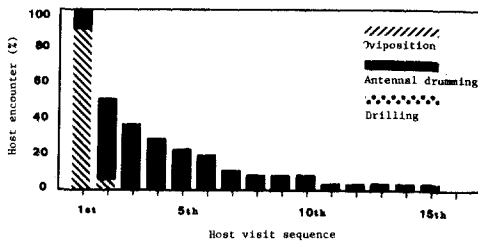


Fig. 3. Behavioral responses of *B. lasus* when one parasitoid was exposed to four host pupae for 20 minutes. Thirty six out of forty hosts were encountered by the parasitoids in first host visit ($n=10$).

개의 숙주에 노출시켰을 때 숙주 방문 횟수에 따른 방문시간을 나타낸 것이다. 대부분의 경우 처음 숙주공격에서 산란반응을 나타내기 때문에 평균 숙주방문시간이 긴 것으로 나타났다. 두번째 방문에서부터는 방문시간이 급격히 감소하게 되는데 이것은 이미 산란된 숙주를 다시 방문하게 되는 경우에 간단한 접촉 또는 촉각 탐색반응 후에 숙주를 떠나기 때문인 것으로 조사되었다. 또한 두번째 방문 이후도가끔 숙주방문 시간이 긴 경우가 나타나게 되는데 이 경우는 무늬수중다리좀벌이 처음에 산란되지 않은 숙주에 산란반응을 나타내었거나 또는 중복산란반응을 나타내어 평균 반응시간이 길어졌기 때문이었다. 이와 같이 방문횟수에 따른 반응시간에서 나타났듯이 무늬수중다리좀벌은 숙주를 식별한다는 사실을 알 수 있었다. 중복산란 기피율은 처음 숙주에 산란되는 시간과 이 숙주가 다시 공격될때까지의 경과 시간과 비례하여 높아지는 것으로 60분 동

안의 관찰 결과를 토대로 보고한 바 있는데 (Rogers 1975), 그림 1에서 나타났듯이 방문횟수가 증가함에 따라서 평균반응 시간은 감소하는 경향을 나타냈었다. 무늬수중다리좀벌을 여러번 숙주를 방문한 뒤에 숙주를 촉각으로 탐색함이 없이 근거리 (약 1~3 mm)에 접근하자마자 몸을 돌려 숙주를 떠나려는 습성과 불규칙하게 도약하는 동작등을 나타내, 산란후 시간이 경과함에 따라서 기피반응정도가 강해짐을 알 수 있었다. 이와 같은 기생벌의 중복산란기피에 기인한 유치(arrestment)반응의 변화는 이미 산란된 숙주에 투자하는 시간을 줄임으로써 더많은 새로운 숙주를 발견하고, 기생물을 향상시키는데 중요한 영향을 미칠 것으로 생각된다.

그림 2는 한 마리의 무늬수중다리좀벌을 한 개체의 숙주에 20분 동안 노출시켰을 때 연속적인 숙주방문에서 기생벌이 나타내는 숙주수락반응의 주요단계인 산란반응, 촉각탐색, 천공반응 등이 반복된 숙주공격에 따라 어떻게 달라지는가를 나타낸 것이다. 대부분의 경우 처음 숙주공격에서 산란반응을 나타내었고, 처음 공격에서 이미 기생된 숙주를 다시 방문하게 되는 경우 천공 후 숙주를 기피하는 경우와 중복산란도 관찰되었으나, 대개의 경우 간단한 촉각탐색반응 후에 숙주를 기피하는 것으로 나타났다. 이와 같이 *Ephedrus cersicola*도 촉각탐색반응에 의해서 이미 기생된 숙주를 관별하여 중복산란을 기피하는데, 기생 숙주의 어떤 표지를 촉각탐색과정에서 인식하는 것으로 알려져 있다(Hofsvang과 Hagvar 1986). 또한 *Telenomus nitidulus*도 숙주알에 산란한 후 알표면에 산란관으로 표지물질을 분비하는데, 이러한 표지물질이 촉각탐색과정에서 인식되면 기생벌은 산란활동을 기피하는 것으로 보고된 바 있다(Grijpma와 van Lenteren 1986). 이들의 경우와 같이 무늬수중다리좀벌이 기생된 숙주에 대하여 간단한 촉각탐색반응후 산란을 기피하는 현상은 이미 기생된 숙주에 어떤 표지를 인식하기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

한 마리의 무늬수중다리좀벌을 네 개의 숙주에 노출시켰을 경우에도 처음 숙주공격에서 대부분 산란반응을 나타내었고, 처음 공격에서 이미 기생된 숙주를 다시 방문하게 되는 경우는 촉각탐색반응 후에 산란을 기피하는 것으로 조사되어 한 마리 무늬수중다리좀벌 대 한 개체 숙주반응에서와 유사한 반응을 나타내었지만, 이 경우에서와는 달리 중복산란은 일어나지 않았다(그림 3). 한 개체의 기생벌이 한 개체의 숙주에 노출되었을 때는 실험에 사용된 숙주 모두 최소한 9회 이상 기생벌에 의해서 공격된 반면, 네 개의숙주가 기생벌에 의해서 공격되었을 경우 기생벌에 의해서 두번 이상 공격받은 숙주는 공격반응이 나타난 전체 숙주의 50%로써 상당한 차이를 나타내었다(그림 2,3). 이러한 사실은 기생벌의 중복산란은 공격횟수와 관련이 있음을 나타내는 것으로 생각된다.

그림 4는 산란된지 이미 2일 경과한 번데기와 기생되지 않은 번데기들을 각각 2개씩 모두 4개체의 숙주를 동시에 한 마리의 무늬수중다리좀벌 암컷에 20분 동안 노출시켰을 때의 반응을 나타낸 것이다. 무늬수중다리좀벌은 이미 기생된 숙주에 대해서 중복산란반응을 나타내는 경우는 극히 적었고, 이미 기생된 숙주를 방문하게 되는 경우는 방문된 숙주의 90%가 천공반응 후에 산란이 기피되는 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과는 산란후 20분이 경과되지 않았던 숙주에서 무늬수중다리좀벌이 나타내었던 촉각탐색반응후 산란 기피(그림 2,3)와는 다른 유형의 기피반응이다. 이렇게 산란반응 없이 천공만 되었던 숙주를 무늬수중다리좀벌이 다시 공격하는 경우는 간단한 촉각탐색반응 후에 산란을 기피하였다. 그러나 기생되지 않은 숙주에 대해서는 정상적인 산란이 나타났으며, 이러한 숙주를 다시 방문하게 되는 경우는 간단한 촉각탐색반응 후에 산란기피현상을 나타내었다.

그림 5는 산란된 지 7일 경과한 숙주와 기생되지 않은 숙주를 동시에 무늬수중다리좀벌

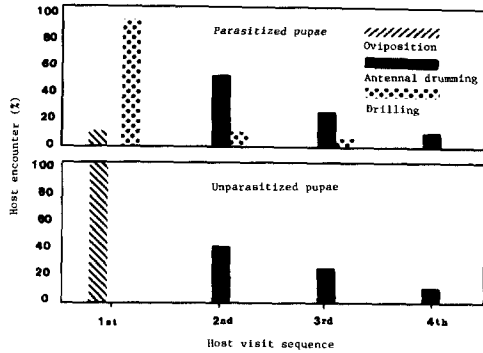


Fig. 4. Behavioral responses of *B. lasus* when a parasitoid was exposed to the combination of two parasitized (2 days after parasitization) and two unparasitized pupae for 20 minutes. Twenty parasitized and seventeen unparasitized pupae were encountered by the parasitoids (n=10).

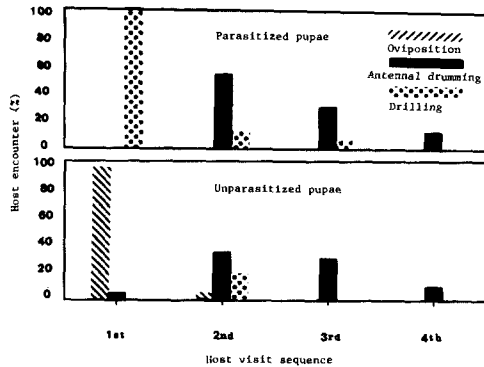


Fig. 5. Behavioral responses of *B. lasus* when one parasitoid was exposed to two parasitized (7 days after parasitization) and two unparasitized pupae for 20 minutes. Seventeen parasitized and twenty unparasitized pupae were encountered by the parasitoids (n=10).

한마리에 20분동안 노출시켰을 때의 반응을 나타낸 것으로 산란된지 2일 경과된 숙주에 대한 경우(그림 4)와 차이를 나타내지 않았다. 이와 같이 무늬수중다리좀벌은 이미 기생된지 2일 또는 7일 경과된 숙주에서는 천공반응후에 산란을 기피하였다. 무늬수중다리좀벌이 이러한 숙주를 다시 공격하는 경우는 촉각탐색반응 후에 산란을 기피하는 것으로 조사되었다. 따라서 무늬수중다리좀벌이 숙주를 천공할 때 숙

주 표면에 산란여부를 식별할 수 있는 화학물질을 표지하며 이러한 외부표지 물질은 기생벌이 숙주를 천공할 때 산란과 더불어 나오는 물질로 일정시간 후에는 분해되어 인식되지 않는 것으로 생각된다. *Nemeritis canescens*의 경우 이미 산란된 숙주를 식별할 때 산란 당시 기생벌의 Dufour's gland에서 나오는 표지에 의해서 기생된 숙주를 식별하며, 이러한 표지는 약 48시간 지속된다고 보고 된 바 있다. (Hubbard 등 1987). Dufour's gland는 알의 접촉물질, 알의 영양물질(Wigglesworth 1972), 산란관의 윤활제(ovipositor lubricant)(Spradberry 1973)로써 기능하는 것으로 알려져 있다. 진딧물의 기생천적인 *Ephedrus californicus*에 대한 Chow와 Mackauer(1986)의 연구에 따르면 이 기생벌은 처음 숙주를 공격할 때 페로몬과 같은 외부표지물질을 숙주에 표지한다. 이것은 기생벌이 숙주의 기생여부를 판별 하는데 중요한 역할을 하는데 0~9시간 정도 밖에 지속적 효력을 나타내지 못하며, 24시간 이후부터는 기생된 숙주자체의 질적변화에 의해서 산란여부가 식별되었다. 숙주의 질적 변화란 숙주체내에서 기생벌의 발생정도, 기생천적의 산란 또는 발생에 따른 숙주체액의 대사물질변화등을 의미한다. 무늬수중다리좀벌이 기생된지 2 또는 7일 경과한 숙주의 기피반응을 20분 이내에 기생된 숙주에서 나타내는 기피반응과 비교함으로써 알 수 있듯이 산란과정에서 표지되는 물질은 일정 시간이 경과하면 외부표지 기능을 상실하기 때문에 촉각탐색반응으로는 탐지가 불가능한 것으로 나타났다. 이와 같이 무늬수중다리좀벌은 기생된 지 2일 이상 경과한 숙주의 경우 천공후 산란관탐색으로써 내부표지를 인식하여 기생여부를 판별하는 것으로 나타났는데, 산란관의 감각수용기가 산란여부를 식별하는데 중요한 기능을 하는 것으로 생각된다. 이와 같이 기생된 숙주내부의 표지물질을 산란관으로 감지하는 곤충으로 초파리유충에 기생하는 *Pseudeucoila bochei*가 알려진 바 있다 (van Lenteren 1972).

이 등 (1990a, b)은 기생된 매미나방과 꿀벌 부채명나방 헬림프내의 총단백질과 총탄수화물 양은 대체로 기생되지 않은 것에 비해서 감소하는 경향을 나타내고, 유리아미노산량은 증가하는 경향을 나타낸다고 보고한 바 있다. 한편 무늬수중다리좀벌의 알은 미국흰불나방 번데기에 산란된 후 약 48시간 전후로 해서 1령유충으로 부화하고, 기생된지 7일 경과된 후에는 3령~4령초 기생벌 유충이 발생하고 있는 것으로 조사되었는데, 이때 숙주의 내용물질은 거의 고갈된 상태이다. 이러한 사실로 미루어볼 때 산란된 숙주에서 무늬수중다리좀벌이 나타내는 산란기피는 숙주내에서 기생벌의 발생에 따른 숙주의 생리적 변화 또는 Ulllyett(1936)에 의해서 생각되었던 것처럼 기생벌 발생에 따른 물리적변화가 내부표지로 작용하여 숙주 식별에 영향을 주는 것으로 생각되어진다.

한편 기생벌이 산란할 때 천공된 숙주 부위에서 유출되는 숙주체액의 표지기능도 생각할 수 있다. 기생벌이 기생된 후 7일 경과한 숙주 번데기를 다시 공격할 때는 보통 천공후 기피반응을 나타낸다. 이 숙주가 본 조사에서처럼 20분 안에 다시 공격될 때는 촉각탐색반응 후 산란을 기피하는 것으로 나타났다. 기생된 후 7일 경과한 숙주는 내부물질이 거의 고갈된 상태이므로 무늬수중다리좀벌이 천공할 때 숙주체액이 유출되지 않는다. 따라서 숙주체액보다는 천공시 산란관을 통해서 숙주로 유출되는 생식기관의 부속샘 등에서 나오는 물질이 표지 기능을 하는 것으로 생각된다.

본 실험에서와 같이 기생되지 않은 숙주에서 처음 산란경험을 한 무늬수중다리좀벌의 경우에는 산란된 숙주를 기피하는 경향이 뚜렷하지만, 실험전 이미 산란된 숙주에서 산란을 경험한 기생벌의 경우에는 이미 기생된 숙주와 기생되지 않은 숙주를 식별하지 못하는 것으로 나타났다. 이와 같이 무늬수중다리좀벌의 숙주 식별능력은 처음 산란경험 대상이 되는 숙주 상태에 따라 달라지는 것으로 조사되어 van Lenteren(1976)의 결과와 유사한 경향으로 나

타났다.

van Lenteren과 Bakker(1975)에 따르면, 산란경험이 없는 *P. bochei*의 경우 이미 기생된 숙주에도 쉽게 산란하지만 산란되지 않은 숙주에서 다시 산란을 경험한 후에는 중복산란을 기피한다고 하였다. 이와 같이 숙주식별능력여부는 산란경험에 따라 변할 수 있으며 이러한 경험은 일시적인 것으로, *Asobara tabida* (van Alphen과 Nell 1982)등에서도 조사된 바 있다. 본 실험에 사용된 기생벌은 실험직전 정상적인 숙주 즉 산란되지 않은 숙주에 산란 경험을 시킨 것들이다. 그러나 하루전 또는 여러 시간전에 산란경험을 시킨 기생벌의 경우에는 중복산란을 하여 이들의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 기생벌의 산란경험은 일시적으로 숙주식별능력에 관여하는 것으로 생각된다.

무늬수증다리좀벌은 산란이 동반된 숙주방문 동안에는 여러번의 중복산란을 나타냈으나 일단 숙주를 떠난 후 다시 이 숙주와 마주쳤을 때는 기피반응을 나타냈다. 이와 같이 숙주방문동안 나타나는 숙주식별능력의 미발현에 대해서 확실한 이유는 밝혀지지 않았지만, 산란욕구로 흥분된 상태가 숙주식별능력을 압도하였기 때문이라고 추측되어진다. 왜냐하면 숙주방문동안에 나타나는 중복산란의 경우는 처음 산란반응에서와 달리 촉각탐색과정을 거치지 않고 바로 숙주표면을 산란관으로 탐색한 후 천공 과정으로 돌입하는 경우가 관찰되었으며 일련의 산란과정이 정상적인 산란과정보다 상당히 빨리 진행되는 것이 관찰되었기 때문이다. 중복 산란이 나타나는 이유중 산란욕구가 중요한 역할을 한다는 보고는 여러 저자들에게 의해서 보고된 바 있다 (Doutt와 DeBach 1964, Carl 1976).

무늬수증다리좀벌은 산란여부 또는 산란경과 시간에 따라 촉각탐색후 또는 천공반응후에 숙주를 기피하는등 다른유형의 숙주기피반응을 나타내었다. 이렇듯 외부 또는 내부표지물질에 기인한 중복산란기피반응 이외에도 무늬수증다리좀벌은 산란후 다른장소로 이동하려는 도약,

날기, 걷기 반응이 페트리디쉬안에서 관찰되었다. 이렇게 숙주표지물질에 기인한 중복산란기피반응 또는 산란후 무늬수증다리좀벌이 나타내는 *orthokinensis*, *klinokinensis*, *klinotaxis* 등으로 설명될 수 있는 숙주유치반응의 변화는 중복산란을 회피함으로써 불필요한 난의 소모를 줄이며 기생벌로 하여금 활발한 탐색활동을 유도함으로써 기생율을 향상시키는 데 중요한 기능을 할 수 있을 것이다.

인용문헌

- Bakker, K., J.J.M. van Alphen, F.H.D. van Batenburg, N. van der Hoeven, H.W. Nell, W.T.F. H. van Strien-van Liempt & T.C.J. Turlings. 1985. The function of host discrimination and superparasitization in parasitoids. *Oecologia*. 67 : 572~576.
- Carl, K.P. 1976. The natural enemies of the pear-slug, *Caliroa cerasi* (L.) (Hymenoptera, Tenthredinidae), in Europe. *Z. angew. Entomol.* 80 : 138~161.
- Chow, F.J. & M. Mackauer. 1986. Host discrimination and larval competition in the aphid parasite *Ephedrus californicus*. *Entomol. exp. appl.* 41 : 243~254.
- Doutt, R.L. & P. DeBach. 1964. Some biological control concepts and questions. pp. 118~142. In P. DeBach(ed.), *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman and Hall, London.
- Grijpma, P. & J. C. van Lenteren. 1986. *Telenomus nitidulus* (Hymenoptera: Scelionidae) egg parasite of the stain moth, *Leucoma salicis* Lepidoptera, Lymantriidae pp. 181~189, in *Trichogramma and other egg parasites*, 2nd International Symposium, Guangzhou (China), Nov. 10~15 : Les Colloques de l'INRA n 43 (ed. INRA, Paris 1988).
- Guillot, F.S. & S.B. Vision. 1972. Sources of substances which elicit a behavioural response from the insect parasitoid *Compoletis perdistinctus*. *Nature*. 235 : 169~170.
- Hofsvang, T. 1988. Mechanisms of host discrimination and intraspecific competition in the aphid parasitoid *Ephedrus cerasicola*. *Entomol. exp. appl.* 8 : 233~239.
- Hofsvang, T. & E. B. Hågvar. 1986. Oviposition behavior of *Ephedrus cerasicola* (Hym.: Aphidiidae) parasitizing different insects of its aphid host. *Entomophaga* 31 : 261~267.

- Hubbard, S.F., G. Marris, A. Reynolds & G.W. Rowe. 1987. Adaptive patterns in the avoidance of superparasitism by solitary parasitic wasps. *Jour. Anim. Ecol.* 56 : 387~401.
- Jackson, D.J. 1969. Observation on the female reproductive organs and the poison apparatus of *Caraphractus cinctus* Walker (Hymenoptera: Mymaridae). *Zool. J. Linn. Soc.* 48 : 59~81
- Lammers, H. & H. van der Starre. 1978. Electrophysiological response of chemoreceptors on the ovipositor of the parasitic wasp *Pseudeucoila bochei*, involved in host discrimination. *Proc. 3rd Congr. European Chemoreception Research* : 115.
- Lee, H.P. & J.H. Lee. 1989. Oviposition behavior of *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae), egg parasitoid of *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 28 : 221~228.
- 이해풍, 이장훈, 고기수. 1989a. 무늬수증다리좀벌, *Brachymeria lasus* (Walker) (별목: 수증다리좀벌과)의 기주선택에 미치는 Kairomone의 영향. *한국곤충학회지* 19 : 247~254.
- 이해풍, 이장훈, 고기수, 김상훈. 1989b. 기주종과 카이로몬이 무늬수증다리좀벌, *Brachymeria lasus* Walker의 기주선택행동에 미치는 영향. *한국곤충학회지* 19 : 267~272.
- 이해풍, 고태용, 이경로. 1990a. 무늬수증다리좀벌 (*Brachymeria lasus* (Walker))에 의해 기생된 매미나방 (*Lymantria dispar* (L.))용의 혈림프 대사물질의 변화에 관한 연구. *한국곤충학회지* 20 : 23~31.
- Lee, H.P., T.Y. Ko & K.R. Lee. 1990b. Changes in the haemolymph metabolites, protein, carbohydrate, and free amino acid of *Galleria mellonella* L. parasitized by the pupal parasitoid, *Brachymeria lasus* Walker. *Kor. J. Zool.* 33 : 166~174.
- Rogers, D.J. 1972. The ichneumon wasp *Ventura canescens*: oviposition and avoidance of superparasitism. *Entomol. exp. appl.* 15 : 190~194.
- Rogers, D.J. 1975. A model for the avoidance of superparasitism by solitary insect parasitoids. *J. Anim. Ecol.* 44 : 623~638.
- Simmonds, F.J. 1956. Superparasitism by *Spalangia drosophilae*. *Ashm. Bull. Entomol. Res.* 47 : 361~376.
- Spradberry, J.P. 1973. Wasps. Univ. Washington Press, Seattle.
- Strand, M.R. 1986. The physiological interactions of parasitoids with their hosts and their influence on reproductive strategies. pp. 93~136, *In* J. Waage & D. Greathead(eds.), *Insect Parasitoids*. Academic Press. London.
- Ullyett, G.C. 1936. Host selection by *Microplectron fuscipennis* Zett. (Chalcididae, Hymenoptera). *Proc. R. Soc. London, Ser. B* 120 : 253~291.
- van Alphen, J.J.M. & Nell, H.W. 1982. Superparasitism and host discrimination by *Asobara tabida* Nees (Braconidae: Alysiinae), a larval parasitoid of Dorsophilidae. *Neth. J. Zool.* 32 : 232~260.
- van Lenteren, J.C. 1972. Contact chemoreceptors on the ovipositor of *Pseudeucoila bochei* Weld (Cynipidae). *Neth. J. Zool.* 22 : 347~350.
- van Lenteren, J.C. 1976. The development of host discrimination and the prevention of superparasitism in the parasite *Pseudeucoila bochei* (Hym.: Cynipidae). *Neth. J. Zool.* 26 : 1~83.
- van Lenteren, J.C. 1981. Host discrimination by parasitoids. pp. 153~179, *In* D.A. Nordlund, R.L. Jones & W.J. Lewis(eds.), *Semiochemical: Their role in pest control*. John Wiley & Sons, Lond.
- van Lenteren, J.C., H.W. Nell, L.A. Sevenster-van der Lelie & J. Woets. 1976. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporaribrium* (Homoptera: Aleyrodidae). III. Discrimination between parasitized and unparasitized hosts by the parasite. *Z. angew. Entomol.* 81 : 377~380.
- van Lenteren, J. C. & K. Bakker. 1975. Discrimination between parasitized and unparasitized hosts in the parasitic wasp *Pseudeucoila bochei*: a matter of learning. *Nature* 254 : 417~419.
- Wigglesworth, V.B. 1972. *The Principles of insect physiology*. Halstead Press, New York.
- Wilbert, H. 1964. Das Ausleseverhalten von *Aphelinus semiflavus* Howard und die Abwehrreaktionen seiner Wirte. *Beitr. Entomol.* 14 : 1~221.

(1991년 4월 9일 접수)