

호박과실파리 [*Bactrocera (Paradacus) depressa* (Shiraki)] 성충의 야외 망사상 내 짝짓기 행동

김태흥* · 전성욱

전북대학교 농업생명과학대학 농생물학과

Mating Behavior of the Pumpkin Fruit Fly [*Bactrocera (Paradacus) depressa* (Shiraki)] in a Field Cage

Tae-Heung Kim* and Sung-Wook Jeon

Faculty of Biological Resources Science, College of Agriculture and Life Sciences, Chonbuk National University Chonju Chonbuk 561-756, Republic of Korea

ABSTRACT : Field collected larvae inside the pumpkin fruit in Jinan, Chonbuk Province were kept in the laboratory at $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, RH $65\pm 5\%$, and 14L:10D until they pupated and eclosed. Adults were fed with dry-milk based diet. Mating behavior was observed when they were 40 days old in a field cage at dusk in July and October, 2008. Wing vibration in male took place under the light intensity of 200 lux-20 lux, however, most commonly under 30 lux. Mounting between male and female was observed under 150 lux-30 lux after the act of wing vibration, also most frequently under 30 lux. Copulation occurred under 150 lux-20 lux. Females approached face to face to males which had been engaged in wing vibration and the copulation was successful for up to 64%. Copulation never occurred when a female positioned in front or at side of the male that was not engaged in wing vibration.

KEY WORDS : Pumpkin fruit fly, Wing vibration, Mounting, Copulation

초 록 : 호박과실파리의 유충은 전북 완주군 진안의 호박 피해과에서 채집하였다. 실내 사육실 $24\pm 2^{\circ}\text{C}$, RH $65\pm 5\%$, 14L:10D에서 용화를 유도하였으며 번데기에서 우화한 성충은 전지분유를 기본으로 한 diet를 제공하였다. 호박과실파리 짝짓기 관련 행동의 관찰은 우화 후 40일의 암, 수 성충을 대상으로 야외 케이지를 이용하여 2008년 7월과 10월 초 오후 자연광 아래에서 실시하였다. 성충 수컷 날개 떨림의 광 조건은 200 lux-20 lux였고, 30 lux에서 활발하였다. 날개 떨림 후 성충 암, 수의 올라타기는 150 lux-30 lux 사이에서 관찰 되었으며, 올라타기도 30 lux에서 빈도가 높았다. 교미의 경우 올라타기 광 조건과 유사한 150 lux-20 lux에서 관찰되었다. 날개 떨림 중의 수컷은 암컷과 교미 성공률이 64% 수준으로 날개 떨림 행동을 통해 이끌려 날아온 암컷이 수컷의 앞쪽에 있을 때 대부분 교미가 이루어졌다. 날개 떨림을 하지 않은 경우 앞쪽, 옆쪽, 그리고 어느 쪽에 암컷이 있어도 교미가 이루어지지 않았다.

검색어 : 호박과실파리, 날개 떨림, 올라타기, 교미

*Corresponding author. E-mail: bandy@chonbuk.ac.kr

우리나라 과실파리류는 45속 85종이 보고(Han and Kwon, 2000)되어 있다. 이러한 과실파리류 중 박과작물을 가해하는 과실파리로는 호박과실파리 [*Bactrocera (Paradacus) depressa* (Shiraki)]와 호박꽃과실파리 [*Bactrocera (Zeugodacus) scutellatus* Hendel] 두 종이 있다.

호박과실파리는 우리나라, 일본, 대만에 발생이 보고되어 있는 해충으로 우리나라의 경우 주로 산간지대(해발 300~399 m)에서 발생한다(Han *et al.*, 1994). 1974년 전남 장성 백양산에서 처음 채집 기록 되었고(Kim and Kim, 1974), 전남 보길도와 자개도(Kim and Chang, 1982), 강원도(Kwon, 1985), 전북(Kim *et al.*, 1999)에서 기록되었다. 생태적 가해 특성으로는 주로 호박의 꽃에 산란하여 피해를 입히는 호박꽃과실파리와는 달리 호박과실파리 성충이 어린 호박의 과육에 산란, 유충이 호박 내부를 가해하며 (Yoshifumi, 1952; Kim *et al.*, 1999), 호박과실의 상품성을 낮추고 저장력을 떨어뜨린다.

현재까지 호박과실파리에 대한 실험실내 계대사육에 관한 연구는 보고되어 있지 않다. 기존의 문헌 자료로는 호박과실파리의 분포와 생활사(Kim *et al.*, 1999)에 국한되어 있으며 산간지방은 물론, 과실의 운송경로에 따라 발생 지역이 전국으로 확산 일로에 있으나 아직 호박과실파리의 효율적인 관리방안이 마련되어 있지 않은 실정이다.

이에 대비 본 연구는 호박과실파리 암, 수의 짝짓기 행동 관찰을 통해 성충의 생태적 특성을 구명하는 일환으로 실시하였다.

재료 및 방법

관찰 대상곤충

호박과실파리 [*B. (P.) depressa*]의 유충을 전북 완주군 진안의 호박 피해과에서 수집하였다. 전북대학교 농업곤충학 사육실 24±2℃, RH 65±5%, 14L:10D에서 용화를 유도하였으며 번데기에서 우화한 성충은 ♀, ♂를 격리하여 전지분유를 기본으로 한 다이어트(전지분유 20 : yeast hydrolysate 20 : 설탕 60)와 물을 채운 flask(100 ml)를 솜으로 막아서 수분을 제공하였다. 호박과실파리 짝짓기 관련 행동의 관찰은 우화 후 40일의 암, 수 성충을 대상으로 2008년 7월과 10월 오후 자연광 아래에서 실시하였다. 성충의 동정은 연세대학교 한호연교수의 도움을 받았다.

행동 관찰

호박과실파리의 행동 관찰을 위해 야외에 흰색 1.6×1.6×2.0 m(Drew, 1987)의 망사상을 준비하였다. 망사상

안에는 호박과실파리가 선호하는 횃대나무(roost host) 중 하나인 참나무를 놓았으며 성충 ♂, ♀ 각 각 50마리를 풀어놓았다. 그리고 해지기 1시간 30분 전부터 해가 완전히 질 때까지 망사상 내에서 호박과실파리의 짝짓기 관련 전, 후 행동을 관찰하였다. 관찰시 먹이공급은 없었다. 자연광에 대한 적응을 위해 실험 3일 전부터 오전 9시에 야외에 설치된 망에 풀어놓은 후 해가지면 모두 수거하기를 3반복 한 후 실험을 하였다.

관찰은 육안으로 하였으며, 무작위로 한 쌍에 관해 최대 5분간 실시하였고, 결과를 기록하였다(Kuba and Koyama, 1985). 수컷의 행동은 주로 영역다툼, 날개 떨림을 관찰하였고, 암컷의 반응은 수컷의 날개 떨림 행동 후에 수컷과 암컷의 올라타기 및 교미를 위주로 이루어졌다.

결과 및 고찰

행동 관찰

호박과실파리의 야외 행동 관찰은 200 lux에서부터 시작하여 해가진 후 0 lux까지 관찰을 하였다(Fig. 1). 결과 호박과실파리는 짝짓기 전 행동인 날개 떨림을 200 lux에서 처음 시작하여 20 lux까지 계속하였고, 수컷이 날개 떨림을 할 때 암컷이 수컷에 이끌려 수컷의 근처로 날아왔다. 이러한 반응은 근연인 oriental fruit fly가 빛에 반응하여 짝짓기가 이루어지며(Roan *et al.*, 1954) melon fruit fly의 경우도 날개 떨림 후 pheromone에 의해 성충 암컷이 끌려온다는 기록(Kobayashi *et al.*, 1979)이 있어, 호박과실파리도 이와 같은 현상으로 보인다.

Table 1은 호박과실파리의 무작위 관찰을 통해 날개 떨림을 하는 수컷 20개체의 관찰 결과이다. 날개 떨림의 반응은 조도가 낮아질수록 대부분의 수컷이 빛에 반응하여 날개 떨림을 하였고, 이를 통해 암컷이 유인되었다. 날개 떨림의 가장 활발한 광도는 50-30 lux로 판단되었다(Table 1). 20 Lux에서도 몇몇 수컷이 날개 떨림을 멈추지 않았고 이 광도에서 처음 시작하는 개체가 있었으나, 대부분 수컷은 날개 떨림을 멈추고, 잠자리를 위한 몸치장을 하였다. 0 lux의 경우 날개 떨림을 모두 그쳤으며, 호박과실파리 암, 수 모두 움직임이 멈추었다.

관찰된 20쌍 중에서 교미가 이루어진 것은 10쌍이었다. 교미의 경우 완전히 성공한 것만을 기록하였고, 대체적으로 30 lux에서 성공적으로 이루어 졌다. 특히 200 lux-150 lux의 경우 교미가 이루어 지지 않은 것은, 수컷의 날개 떨림에 암컷이 반응하는 시간적 차이가 있는 것으로 보여 지



Fig. 1. A field cage (1.6x1.6x2.0 m) with a roost host (oak) and various mating behaviors of the pumpkin fruit fly.

Table 1. Number (%) of males engaged in wing vibration (in a batch of 20 males) at various light intensities in a field cage, July, 2008, Chonju, Chonbuk

Behavior	No. observed	Light intensity (lx)							
		200	150	100	50	30	20	10	0
Wing vibration	20	1(5)	1(5)	2(10)	6(30)	8(40)	2(10)	0(0)	0(0)
Copulation	10	0(0)	0(0)	1(10)	2(20)	4(40)	2(20)	1(10)	0(0)

며, 자연광의 경우 인위적 시간을 설정한 항온실과 달리 150 lux에서도 교미가 잘 이루어 지지 않는 것으로 판단된다. 또한 0 lux 이전에 이루어진 couple의 경우 해 진후에도 짝으로 남아 있었으나, 본 실험에서는 0 lux에서 copulation 행동이 이루어진 것으로 볼 수 없어 숫자에서는 제외시켰다.

Table 2는 날개 떨림이 올라타기와 교미로 이행하는 과정을 보여주는데, 날개 떨림을 하는 수컷의 절반이 날개 떨림에 의해 날아든 암컷과 올라타기를 하였으며, 이어서 교미가 이루어졌다. 실험실내 사육상의 경우, 재료가 아크릴인데다 벽에 붙어있는 과실파리의 분비물의 영향 등으로 수컷이 올라타기를 시도할 때, 암컷이 미끄러져 교미가 잘 이루어 지지 않는 경우가 있었다. 야외 땅은 교미가

수월하게 이루어졌고, 대체적으로 광도가 낮아질수록 성공사례가 많았다.

호박과실파리 수컷의 날개 떨림 후 암컷 위치에 따른 교미 시도는 수컷이 날개 떨림을 한 것과 하지 않은 것으로 나누어진다. 날개 떨림을 한 것의 경우 대부분의 교미의 성공은 날개 떨림을 하는 수컷의 전방에 있는 암컷에 대한 성공률이 높았고, 그 외 옆이나 그 밖의 방향에 있는 암컷과도 일부 교미가 이루어 졌다. 날개 떨림을 한 것의 교미 성공률은 64% 수준이었고, 날개 떨림을 하지 않은 수컷의 경우 교미의 시도는 있었으나, 성공률은 0%였다 (Table 3). 이것은 항온실에서 성충을 성적으로 성숙할 때까지 40일간 작은 사육상(25x25x50 cm) 공간에서 생활한 사실과, 날개 떨림을 하는 수컷 근처에 암컷이 위치

Table 2. Ranges of light intensities when wing vibration, mounting and copulation of single occurred in a field cage, July, 2008, Chonju, Chonbuk

Behavior	No. observed	Light intensity (lx)	
		Mean	Range
Wing vibration	20	56.1	30-200
Mounting	10	47.1	30-150
Copulation	10	37.7	10-150

Table 3. Record of observed activities of object females and counterparts when encounters occurred in a field cage, October, 2008, Chonju, Chonbuk

Object: counterpart	Copulation attempt of counter- part male	No. observed	Counterpart male engaged in wing vibration (%)	Direction of counterpart relative to object females when encounter occurred (%)			Successful copulation (%)
				Front	Rear	Other	
Female:	Yes	22	22(100)	15(68)	3(14)	4(18)	14(64)
Male	No	15	6(40)	3(50)	2(33)	1(17)	0

하여 날개 떨림을 하지 않고도 수컷이 교미를 시도한 것이 아닌가 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청에서 지원한 2006-2008년 국책사업에 의해 수행되었습니다.

Literature Cited

- Drew, R.A.I. 1987. Behavioural strategies of fruit flies of the genus *Dacus* (Diptera: Tephritidae) significant in mating and host-plant relationships. *Bull. Entomol. Res.* 77: 73-81
- Han, H.Y. and Y.J. Kwon. 2000. Economic Insects of Korea 3. pp.113.
- Kim, C.W. and J.I. Kim. 1974. Insect fauna of national park, Mt. Naejangsan in summer season. *Rep. Kor. Ass. Cons. nat.* 8: 85-126.
- Kim, J.I. and K.S. Chang. 1982. On the summer seasonal insects from the group of islands Soan, Wando-Gun (Gem. Rep. Nat. Cond.). 2: 161-184.
- Kim, T.H., J.S. Kim and J.H. Mun. 1999. Distribution and bionomics of *Bactrocera (Paradacus) depressa* (Shiraki) in Chonbuk Province. *Korean J. Soil Zool.* 4: 26-32.
- Kwon, T.J. 1985. Classification of fruit fly-pests from Korea. *Insecta Koreana* 5: 49-112.
- Kobayashi, R.M., K. Ohinata, D.L. Chambers and M.S. Fujimoto. 1978. Sex pheromones of the oriental fruit fly and the melon fly: Mating behavior, bioassay method, and attraction of females by live males and by suspected pheromone glands of males. *Environ. Entomol.* 7(1): 107-112.
- Roan, C.C., N.E. Flitters and C.J. Davis. 1954. Light intensity and temperature as factors limiting the mating of the oriental fruit fly. *Ann. Entomol.* 47: 593-594.
- Yoshifumi, T. 1952. On ecology of pumpkin fruit fly. *Appl. Entomol.* 8(1): 14-18.

(Received for publication November 7 2008;
revised November 10 2008; accepted December 5 2008)