

흰불나방의 性誘引과 Trap 型에 關한 研究

崔 承 允* · 宋 裕 漢*

Field Studies on the Sex Attraction of the Fall Webworm Moths
(*Hyphantria cunea* D.) and the Development of Sex-Attractant Trap

Seung Yoon Choi* · Yu Han Song*

Summary

This study was conducted to find out the evidence of a sex attraction in the fall webworm moths, *Hyphantria cunea* D., in the field conditions. The study dealt with the sex attraction between the sexes, selection of effective trap type, effect of moth age on the sex attractiveness, sex attractiveness after copulation, and the time of the sex attraction in the day.

The trap was baited with a living moth in the cylindrical screened cage 4 cm. in long and 2.7 cm. in diameter. The traps were attached on the tree in a horizontal position at the height of about 3m. on the ground.

A sex pheromone was evident in the female moth which attracted the male to the lure, and the modified sticky trap was most effective in this experiment. The trap consisted of a cylindrical powder milk can 11.5 cm. in long and 10 cm. in diameter with the entry hole 4.8cm. in diameter at both ends of the can, and the inside of can was lined with paper coated with acri-soil(sodium polyacrylate) to catch them. Males were mostly attracted to females during their first 2 days of life, and its attractiveness decreased with moth age. No males were attracted to females more than five days old, and no females lived for more than six days. After copulation, sexual attractiveness was decreased swiftly. Sexual attractiveness was found to be greatest between 4 and 6 A.M.

Living females can be used as effective baits for luring the males to the field trap.

緒 論

有機合成殺蟲劑의 출현은 해충방제에 획기적 전환기를 이룩하였으나 이는 抵抗性系害蟲의 誘發, 有用天敵의 殺害 및 人畜에 대한 독성등 많은 문제점을 야기시키기에 이르렀다. 이로 인하여 응용곤충학 분야에서는 이의 대책에 관한 연구와 더불어 새로운 害蟲防除法의 개발연구에 박차를 가하고 있는데 그중 특히 害蟲의 性誘引劑의 개발 및 이용에 관한 문제가 최근 큰 흥미를

끌게 되어 殺蟲劑 또는 化學不妊劑와의 혼용 및 發生豫察機具로서의 이용에 관한 연구가 활기를 띠고 날로 발전하고 있다.

昆蟲의 性誘引物質에 관한 문헌은 Karlson과 Butenandt¹⁷⁾, Jacobson^{18) 14)} 武藤¹⁸⁾ 및 齊藤²³⁾들에 의하여 종합적 고찰이 보고 된바 있는데 특히 Jacobson¹³⁾에 의하면 암컷이 수컷을 유인하는 곤충이 150여종이고 수컷이 암컷을 유인하는 곤충이 .50여종이나 보고 되었다고 하였다. 이들중 특히 나비目 곤충의 性誘引에 관한 연구 보고가 많은데 그중 짐시나방^{11) 12) 11) 15)}, 밤나방科의 일

*서울大學校 農科大學

*College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea

중 *Trichoplusia ni* (Hb.)³⁾, 목화다래나방⁴⁾¹⁰⁾¹⁹⁾, 일말이 나방의 일종 *Argyrotaenia velutinana* (WIK.)²²⁾ 및 밤나방과의 일종 *Spodoptera frugiperda* (Smith)²⁴⁾에서는 性誘引物質이 抽出되어 化學的 分類와 同定이 가능하게 되었으며 짙시나방²⁾¹⁵⁾¹⁶⁾, *T. ni*³⁾, *S. frugiperda*²⁴⁾들의 해충에서는 性誘引物質의 합성에 성공하여 이들에 의한 發生豫察, 發生密度의 추정 및 방제에 실용을 보게 되었다.

그러나 흰불나방의 性誘引에 관한 연구는 전혀 보고된 바 없다. 필자는 흰불나방을 재료로 性誘引物質의 개발 및 이용에 앞서 그의 기초가 되는 性間性誘引, Trap型, 나방의 日晷에 따른 性誘引力의 변화, 교미후 性誘引力의 감퇴 및 性誘引時刻들에 관하여 野外實驗을 꾀하여 그 結果를 報告하는 바이다.

本實驗을 위해 조력해 준 金榮洙씨와 金鶴基君에게 謝意를 表한다.

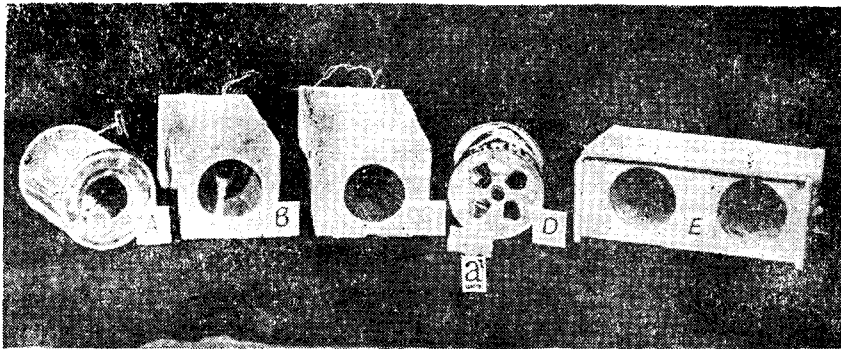


Fig. 1. The trap types used.

Trap A와 Trap D의 내면은 土壤粘着劑인 acrilic (sodium polyacrilate)을 바른 종이를 대어 誘引된 나방의 포획을 꾀하였으며 철사망 깔대기를 낸 것은 粘着劑를 사용하지 않았다. 공시된 나방은 그림 1의 a에서 보는 바와 같은 直徑 2.7 cm, 높이 4 cm의 원통상 합석통에 넣고 양쪽은 망사로 막아 각 Trap 안 중앙에 매어달았다.

완성된 Trap은 서울大學校 農科大學構內 푸라타나스를 임의로 선정하여 지상으로부터 약 3 m 높이에 Trap을 平行으로 나무가지에 매어 달았다. Trap은 午後 8時頃에 설치하고 다음날 午前中 Trap별 포획된 나방의 수를 조사하였고 誘引時刻에 관한 시험만은 Trap 설치후 매시간마다 유인된 나방의 수를 調査하였다.

性間性誘引實驗은 앞에는 각 Trap에 羽化 1日후 암컷 또는 숫컷을 각각 한마리씩 넣었으며 Trap型의 선별실험도 같은 方法으로 암컷을 한마리씩 넣어 포획된 숫놈

材料 및 方法

7月 上旬경 野外에서 老熟幼蟲을 채집하여 室內에서 飼育 蛹化시키고 蛹은 암수를 가려 분리시켜 그로부터 羽化하는 나방을 공시하였다.

Trap의 종류는 그림 1에서 보는 바와 같은 5가지형을 使用하였다.

Trap A: 直徑 10cm, 높이 11.5cm의 원통상 분유통 통 양쪽 중앙에 4.8cm의 등근 구멍이 있는 형.

Trap B: 10cm×10cm×20cm의 합석상자 양쪽에 철사망 깔대기(口徑 1.3cm)를 낸 형.

Trap C: 12cm×10cm×25cm의 합석상자 양쪽에 철사망깔대기(口徑 2cm)를 낸 형

Trap D: Trap A와 같은 크기의 분유통 양쪽에 구경 2cm 구멍을 5개씩 만든 형.

Trap E: 24cm×9cm×12cm의 합석상자 한쪽에 철사망깔대기(구경 2cm)를 2개 붙인 형.

의 수에 의하여 Trap의 우열을 검토하였다. 日晷이 유인력에 미치는 영향을 실험하는데 있어서는 羽化 1일후 나방을 공시하여 매일 다음날 오전중 유인된 나방을 6일까지 조사하였다. 또한 교미후 성유인력의 변화에 관한 실험은 1회 交尾한 우화 1日후 개체를 사용하여 미교미한 그것과 비교하였다. 誘引時刻에 관한 실험에 있어서도 우화 1일후 암컷을 사용하였다. 특히 Trap型의 선별 시험에 있어서는 나방을 넣지 않은 빈 트랩을 설치하였으나 빈 Trap에서는 전혀 유인되지 않아 다른 실험에 있어서는 이를 사용하지 않았다.

結果 및 考察

1. 性間 性誘引

雌雄間 性誘引을 조사하기 위해 羽化 1日후 나방을 5가지 Trap에 각각 한마리씩 넣어 성별 유인된 나방의

수를 조사한 결과 (表 1) 숫컷은 암컷에 誘引되었으나 암컷이 숫컷에 유인되는 현상은 전혀 관찰할 수 없었다. 일반적으로 곤충의 性誘引은 숫컷이 암컷에 誘引되는 것이 많으나 암놈이 숫놈에 유인되는 경우 또는 兩性이 서로 誘引力을 갖는 것도 있다. Jacobson¹³⁾에 의하면 숫놈이 암놈에 誘引되는 곤충은 150 여종 알려져 있으며 암놈이 숫놈에 誘引되는 昆蟲은 50 여종이라 하였다. 또한 그는 숫놈이 性誘引物質을 분비하는 것은 메뚜기목, 딱정벌레목 및 밀들이목의 몇몇 곤충에서 볼 수 있다고 하였다¹⁴⁾. 나비목 곤충에서 숫놈이 性誘引物質을 분비하는 경우는 좀처럼 찾아보기 어려운 것 같다.

Table 1. Sexual attraction between sexes in the fall webworm moths, *Hyphantria cunea* D. The figures refer to the total number of moths captured (two repl.)

Trap Types	No. of males attracted to female	No. of females attracted to male
A	18	0
B	7	0
C	7	0
D	4	0
E	2	0

또한 Trap 型에 따라 숫놈이 포획된 수에 현저한 차이가 있는데 表 1에서 보면 Trap A가 18마리로서 가장 많은 수가 잡혔고 기타 다른 Trap에서는 7마리 이하로서 Trap A에 비하여 그 효과가 낮았다. 그것은 나방의 유입이 용이한데서 온 결과로 본다.

2. Trap의 種類와 그의 效果

供試된 5가지 Trap에 대하여 효과적인 Trap 型을 선택하여 羽化 1日 후 未交尾한 암컷을 Trap 型별로 암놈 한마리씩 넣어 제 2회기 흰불나방의 發生最盛期 7月 28日 부터 7月 30日 까지 日別 誘引된 숫놈을 調査한바 그 結果는 表 2에 表示한바와 같다.

Table 2. Total number of male fall webworm moths captured in five different traps (six repl.).

Trap types	Date of trap experiment			Total No.
	July 28	July 29	July 30	
A	49	65	98	212
B	13	26	39	78
C	6	31	49	86
D	8	17	36	61
E	8	9	28	45
Empty trap	0	0	0	0

Trap 型에 따라 誘引된 숫놈수에 현저한 차이가 있다. 즉 3일간 6개 Trap에서 포획한 총수를 보면 Trap A 型 212마리에 대하여 Trap B 型은 78, Trap C 型은 86, Trap D 型은 61 및 Trap E 型은 45마리로서 A 型이 가장 유인효과가 좋았는데 그것은 앞에서 언급한바와 같이 나방이 들어갈 입구가 커서 誘入이 용이한데서 온 결과가 아닌가 본다. 그리고 빈 Trap에서는 전혀 어느 경우나 한마리도 誘引되지 않았다.

Burgess⁵⁾는 질시나방 性誘引 Trap 실험에서 本實驗에 供試된 Trap B 型 및 Trap C 型과 비슷한 즉 入口를 잘대기 型으로 만들고 粘着劑를 사용하지 않는 Pott's 型 Trap 이나 Graham's 型 Trap에서 가장 좋은 결과를 얻었다고 보고하였으나 본 실험에서는 入口가 잘대기 型으로 된 Trap 보다는 入口가 큰 A 型에서 효과가 좋았다. Perez 와 Long²¹⁾은 원통상의 誘引통에 구멍을 내어 나방이 자유롭게 들어갈 수 있게 하고 내부에 粘着物質을 발포 사탕수수 명나방의 性誘引 Trap에 성공하였다. 이것으로 보아 나방이 자유롭게 들어갈 수 있게 입구를 만들고 粘着劑를 사용하는 것이 효과가 좋은 것 같다. Burgess⁵⁾의 실험에서도 이와같은 방법을 사용하였다면 보다 좋은 Trap 型을 발전시킬 수 있었지 않나 생각한다. 그리고 어느 Trap에서나 날자가 진행됨에 따라 많은 수의 나방이 誘引되었는데 그것은 흰불나방의 發生消長관계에서 온 결과로 본다.

3. 羽化후 암놈의 日齡과 性誘引力

흰불나방 암놈의 性誘引力이 日齡에 따라 어떻게 달라지는가를 알아보기 위해 羽化 1일 후부터 6일까지 매일 Trap A 型에 誘引된 숫놈의 수를 調査한 결과(表 3) 암놈의 日齡이 진행됨에 따라 性誘引力이 현저히 감소하였다.

흰불나방의 性誘引力은 羽化后 4일간 계속되는데 전체 誘引率중 우화후 1일에 44.6%, 2일에 39.6%, 3일에 14.7%, 4일에 1.1%를 나타내었고 5일 이후에는 誘引力이 상실되었다.

Choi⁶⁾는 흰불나방의 交尾習性에 관한 실험에서 羽化 당일에 交尾率은 72.0%, 1일 후에 42.3%, 2일 후에 38.7%, 3일에 26.9%, 4일에 9.1%이었다고 하였는데 이것은 본 실험결과와 一致하는 경향을 보였다. 즉 흰불나방의 性誘引力은 羽化后 일령에 따른 交尾活動力과 밀접한 관계를 나타내었다.

性誘引物質의 分泌 및 그의 유효기간은 곤충의 종류에 따라 현저한 차이가 있다는 사실은 여러 연구자들에 의하여 보고된바 있는데 그중 몇가지 곤충에 대한 예를 들면 다음과 같다. 사탕수수 명나방의 암놈은 羽化 직

후부터 性誘引物質을 분비하기 시작하여 약 8일간 誘引력을 나타내고²¹⁾ *Cacoecia murinana*(Hb)나방의 암놈은 羽化 직후부터 性誘引物質을 분비하기 시작하여 11일까지 誘引력을 갖는다고 하였으며⁸⁾ 이화명나방의 경우는 羽化 직후부터 性誘引物質을 분비하기 시작하여 1일후 가장 성유인력이 왕성하며 日수에 따라 性誘引력이 감소한다고 하였다²⁰⁾.

Table 3. Number of male fall webworm moths captured in traps baited with virgin females of different ages.

Trap No.	Ages of female moths in days					
	1	2	3	4	5	6
1	10	5	1	0	0	—
2	15	11	2	1	0	—
3	5	9	6	0	0	—
4	7	4	4	2	0	—
5	13	16	0	0	0	—
6	16	7	9	0	—	—
7	7	6	7	0	—	—
8	3	1	4	—	—	—
9	6	7	0	0	0	—
10	15	10	0	0	—	—
11	21	16	7	0	—	—
12	16	14	3	2	0	—
13	14	9	2	0	—	—
14	1	16	8	0	—	—
15	12	7	5	—	—	—
16	11	10	2	0	—	—
17	8	15	0	0	0	—
18	9	5	4	0	0	—
19	19	13	1	0	—	—
20	4	7	5	—	—	—
Total	212	188	70	5	0	—
Total percent captured	44.6	39.6	14.7	1.1	0	—

그러나 본 실험에 있어서는 羽化 24시간 이후의 나방이 供試되었기 때문에 羽化 24시간 이내의 性誘引력은 알 수 없지만 흰불나방의 交尾率이 羽化 직후 가장 높은 것으로 보아⁸⁾ 우화직후 性誘引력이 가장 왕성할 것으로 생각한다. 이에 대해서는 앞으로 재검토를 요한다.

4. 交尾後 性誘引力

交尾後 성유인력이 어떻게 변하는가를 실험하기 위해 Trap A型에 미교미한 암놈과 교미한 암놈을 한마리씩 넣어 각각 유인된 숫놈을 조사한바 그 결과는 表 4에 表示한 바와 같다.

Table 4. Number of male fall webworm moths captured in traps baited with mated or unmated female

Trap No.	Unmated female	Mated female
1	14	4
2	4	0
3	11	4
4	16	4
5	7	0
6	4	3
7	13	0
8	16	6
9	14	2
10	19	5
11	14	4
12	20	6
13	16	0
14	5	1
15	5	5
Total	178	43
Total percent captured	80.5	19.5

表 4에서 보는 바와 같이 交尾後 암놈의 성유인력이 급격히 감소하는데 미교미한 암놈에 대한 숫놈의 誘引率 80.5%에 비하여 交尾한 암놈은 19.5%에 불과하다. 즉 交尾를 함으로서 性誘引物質의 활력이 약화 또는 소실되는 것으로 나타났다. 일반적으로 교미가 끝나면 성유인물질의 생성이 급격히 감소한다고한 Karlsson과 Butenandt¹⁷⁾의 보고와 일치함을 알 수 있다.

5. 性誘引 時刻

암놈에 대하여 숫놈이 性誘引되는 時間을 실험하기 위해 Trap A型에 羽化 1日후 미교미한 암놈을 넣어 Trap 설치후 매시간마다 유인된 숫놈을 조사한 결과(表 5) 誘引時間의 범위는 오전 3~7시이었으나 대부분 오전 4~6시에 誘引되었다. 즉 전체 잡힌 숫놈의 수 148 마리중 4~5시에 78마리 5~6시에 57마리로서 각각 57%, 41%인데 그것은 약 98%가 4~6시에 誘引된 셈이다.

Table 5. Number of male fall webworm moths captured during different hours of the day (total number of 20 repl.)

No. of male moths captured	The time intervals observed (o'clock)								
	24-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-24
	0	0	0	2	78	57	1	0	0

Choi⁶⁾가 흰불나방의 交尾習性에서 밝혀바로는 대부분 오전 5~6시에 交尾가 이루어진다고 하였는데 본실험에서 한시간 정도 앞으로 당겨진 것은 交尾習性에서 나타난 수치는 교미된 시각부터 조사된 것이며 본실험에서의 유인된 수치는 교미이전의 활동을 표시한 것을 감안한다면 이 두 결과는 일치하는 것으로 생각한다. 즉 흰불나방의 性誘引은 그의 交尾活動時間에 한하여 유인된다고 볼 수 있다.

性誘引時刻 또는 交尾時刻은 곤충의 종류에 따라 차이가 있음을 여러 연구자들에 의하여 밝혀진바 있다⁶⁾⁷⁾ (9:12) 20) 21).

本實驗遂行중 앞에서와 同一한 方法으로 網室(2.5m×2.5m×2m)내에서 性誘引실험을 시도하였으나 실패로 끝났는데 그 이유에 대해서는 아직 밝혀내지 못하였다.

또한 이상의 야외실험에서 바람, 온도, 습도 및 기타 환경조건이 성유인력에 미치는 영향에 대해서는 검토되어 있지 않은데 그것은 앞으로 상세한 실험을 요하는 문제이며 나아가 性誘引物質의 抽出方法, 化學的同定 및 合成 등 많은 흥미있는 문제점들이 계속 연구되어야 하겠다.

摘 要

흰불나방의 性間性誘引, Trap 型의 개발, 日晷에 따른 性誘引의 변화, 交尾후 性誘引力의 감퇴 및 誘引時刻들에 관한 실험을 행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 암놈에 대해서 숫놈은 誘引되거나 암놈에 대하여 암놈은 誘引되지 않았다.

2. Trap A 型(直徑 10cm, 높이 11.5cm 원통형분유통 양쪽에 直徑 4.8cm 의 등근 구멍을 만들고 통내부에 토양점착제를 바른것) 이 가장 유인효과가 좋았다.

3. 암놈의 性誘引力은 羽化후 4일까지 계속되나 1~2일에 가장 誘引力이 컸으며 日晷이 진행됨에 따라 誘引力이 감소하였다. 羽化후 2일까지 전체 유인율은 84.2% 이었다.

4. 交尾후 암놈의 性誘引力은 급격히 감소하는데 그 유인율은 未交尾한 암놈 80.5%에 대하여 교미한 것은 19.5%에 불과하였다.

5. 흰불나방의 性誘引은 午前 3~7시에 일어나는데 誘引最盛時刻은 오전 4~6시로서 약 98%가 이時刻에 誘引되었다.

Literatures Cited

1. Acree, F. Jr. 1953. The isolation of Gyptol, the sex attractant of the female gypsy moth. J. Econ.

Entomol. 46 (2):313-315.

2. Adlung, K.G. 1964. Field tests on the attraction of male nun moths (*Lymantria monach* L.) and Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) to gyplure, a synthetic sex attractant. Z. Angew. Entomol. 54(3):304-309.

3. Berger, R. S. 1966. Isolation, identification, and synthesis of the attractant of the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. Ann. Ent. Soc. Am. 59(4):767-771.

4. Berger, R.S., McGough, J.M., Martin, D.F., and L.R. Ball. 1964. Some properties and the field evaluation of the pink bollworm sex attractant. Ann. Ent. Soc. Amer. 57(5):606-609.

5. Burgess, E.D. 1950. Development of Gypsy moth sex attractant traps. J. Econ. Entomol. 43(3):325-328.

6. Choi, Seung Yoon. 1969. Studies on the mating behavior of the fall webworm, *Hyphantria cunea* D.J. Plant Prot. Korea. 7: 15-20.

7. Cleveland, M.L. and L.L. Murdok. 1964. Natural sex attractant of the lesser peach tree borer. J.Econ. Entomol. 57:761.

8. Franz, J. 1940. Die tannen tricbuwickler, *Cacoenia murinana* Hub., Beitrage zur bionomic und Oekologie. Z. Angew. Entomol. 37:345.

9. Gentry, C. R., Laelon, R. R., and J. D. Hoffman. 1964. A sex attractant in the tobacco budworm. J. Econ. Entomol. 57(6):819-821.

10. Graham, H.M., McGough, J.M., and M. Jacobson. 1966. Influence of solvents on effectiveness of sex lure for pink bollworm. J. Econ. Entomol. 59(3): 761-762.

11. Holbrook, R.F. 1953. Gypsy moth sex attractant from Europe for use in trapping program. J. Econ. Entomol. 46(2): 355-357.

12. Jacklin, S.W., Young, C.E., and J.R. Hollon. 1967. The attractiveness of female to male peach tree borers. J. Econ. Entomol. 60(5): 1291-1293.

13. Jacobson, M. 1965. Insect sex attractants. New York, London and Sydney, John Wiley and Sons Inc.

14. ————. 1966. Chemical insect attractants and repellents. Ann. Rev. Entomol. 11:403-422.

15. ————. Boroza, M., and W.A. Jones. 1961. Insect sex attractants. 1. The isolation, identification, and synthesis of the sex attractant of the Gypsy moth. J. Amer. Chem. Soc. 83:4819-4824.

16. ————. W.A. Jones. 1962. Insect sex attra-

- ctants. I. The synthesis of a highly potent Gypsy moth sex attractant and some related compounds. J. Org. Chem. 27(7):2523-2524.
17. Karlson, P. and A. Butenandt. 1959. Pheromones (Ectopheromones) in insects. Ann Rev. Entomol. 4:39-58.
18. 武藤聰雄. 1966. 誘引剤, 忌避剤. 植物防疫. 25(5):229-233
19. Ouye, M.T. and B.A. Butt. 1962. A natural sex lure extracted from female pink bollworms. J. Econ. Entomol. 55(3):419-421.
20. Padilla, M.T. 1964. Mating habits and sex attraction in striped rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker. Philip. Univ. (IRRI), Master's thesis.
21. Perez, R. and W.H.Long. 1964. Sex attractant and mating behavior in the sugarcane borer. J. Econ. Entomol. 57(5):688-690.
22. Roelofs, W.L. and Kuo-Ching Feng. 1967. Isolation and bioassay of the sex pheromone of the red-banded leaf roller, *Argyrotaenia velutinana* (Lepidoptera, Tortricidae). Ann. Ent. Soc. Am. 60(6):1199-1203.
23. 齊藤哲夫. 1959. 害虫の誘引剤と忌避剤. 植物防疫. 13(9):385-388
24. Sekul, A.A. and A.N. Sparks. 1967. Sex pheromene of the fall armyworm moth. Isolation, identification and synthesis. J. Econ. Entomol. 60(6):1270-1272.