

흰불나방의 交尾習性에 關한 研究

崔 承 允¹

Studies on the mating behavior of the fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury

S. Y. Choi¹

summary

This experiment was planned to study the mating behavior of the fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury. In this experiment, observations on mating behavior of the fall webworm were based on the time of moth emergence, time of mating activity, copulation period, mating frequency, and effect of moth ages on the mating ratio. Mating frequency was determined by visual observation and the number of spermatophores. The results obtained were as follows:

1) The moths started emerging at about 3 P.M. and ended at about 12 P.M. The peak of moth emergence was between 7 and 8 P.M. Total ratio of the moths emerged between 7 and 8 P.M. was 42.1 for female and 41.8 for male.

2) Mating activity was mostly confined to the

period between 5 and 6 A.M. The average completion period was 12 hours (ranges between 7 and 17 hours).

3) The average ratio of single mating was 66.0% for both sexes, and that of double matings were 4.1% for females and 5.4% for males in laboratory test. The mating ratio of female moths collected from the field was 62.1% for single mating, and 15.5% for double matings. These data indicated that single mating seemed to be most common.

4) Mating usually occurred within four days after the emergence from the pupae. Mating ratio was greatly varied with the moth ages. The highest mating ratio was observed within 6 to 15 hours after moth emergence. Both sexes usually mated with the moths of the same ages.

序 論

昆蟲은 그 種類에 따라 特殊한 交尾習性을 가지고 있어 對象昆蟲에 對한 交尾習性을 밝히는 일은 應用昆蟲學上 重要한 研究의 하나이다. 特히 放射線이나 化學的 不妊劑에 依한 害蟲防除을 試圖하는데 있어서 對象昆蟲의 交尾習性의 把握은 크게 要求되는 問題의 하나이다.

昆蟲의 交尾習性을 調査하는데 있어서 基本的인 것은 交尾時刻, 交尾回數 및 交尾日數에 關한 것인데 흰 불나방에 對해서는 이와같은 問題가 알려져 있지 않으나 다른 나방類에서는 많이 研究報告되어 있다.

交尾時刻에 對해서는 나방의 一種인 *Saturnia pavonia*(L.) (4), *Promethea* moth (11) *Synanthedon pictipes* (2), *Heliothis virescens* (5), 담배거세미 나방 (19), *Trichoplusia ni* (17, 18), 사탕수수명나방 (14), 이와명나방 (6), *Heliothis zea* (1), 도둑나방 (7) 및 잎말이 나방의 一種인 *Sparganothis pilleriana* (16) 등에서 알려져 있는데 昆蟲의 種類에 따라 交尾時刻이 다르나.

交尾回數에 對해서는 이화명충 (13), 벼밤나방 (13), *Tryporyza incertulas* (13), *T. innotata* (13), 복숭아순나방 (3), 목화다래나방 (12) 등의 報告가 있는데 亦是 昆蟲의 種類에 따라 큰 差를 엿볼수 있다.

交尾日數에 對해서는 이화명나방 (6, 8), *Heliothis zea* (1) 및 *Trichoplusia ni* (17, 18), 등에서 찾아 볼수

1. 서울大學校 農科大學

College of Agriculture, Seoul Nat. Univ. Suwon, Korea.

있으며 其他 環境의인 刺激效果에 對해서는 *Heliothis zea* (1), 도둑나방(?) 및 *S. pilleriana* (16) 등에서 얻을 수 있다. 이 외에도 나비 目昆蟲의 交尾習性에 關한 文獻은 많이 있을 것으로 믿는다.

以上과 같이 많은 나비目 昆蟲에서 그의 交尾習性에 關한것이 報告되어있으나 흰불나방에 對해서는 아직 알려진바 없다. 그래서 흰불나방의 交尾習性을 究明코져 本試驗에 着手하였다. 特히 本試驗에서는 雌雄別 羽化時刻, 交尾回數, 交尾時間 및 交尾日數等에 關하여 調査하였다.

本 實驗에 助力해준 農生物科 金鶴基 宋裕漢 兩君에 謝意를 표한다.

材料 및 方法

野外的 寄主植物에서 老熟幼虫을 採集하여 實驗室內에서 蛹化시켜 供試하였다. 蛹化後 雌雄을 가려 分離하여 羽化되는 흰불나방의 交尾習性을 觀察하였다. 直徑 15cm, 높이 4cm되는 大型 紗-레밀에 filter paper를 던것을 2個 準備하여 하나에는 雌蛹, 다른 하나에는 雄蛹을 담아 直徑 25cm, 높이 35cm되는 60mesh 鐵網으로된 圓筒箱에 各各 넣었다. 濕氣를 調節하기 爲해 紗-레 밀 filterpaper 위에 每日 一回式 數滴의 물을 供給하였으며 溫度에 對해서는 特別히 고려치 않고 夏季 室溫下에서 行하였다. 夜間에는 불을 끈 어두운 狀態이었다. 7月 30日, 7月 31日, 8月 1日, 8月 2日, 4日에 걸쳐 每時間마다 羽化되는 나방數를 雌雄別로

調査하여 羽化的 peak 時間을 求하였다.

이에서 얻은 成虫은 雌雄 1雙式 小型 paraffin paper cup에 넣고 上部는 塞로판지로 막은 다음 pin으로 數個의 구멍을 내어 實驗台위에 配列하고 交尾狀況을 調査하였다. 交尾를 마춘것은 同一 日數의 다른 나방과 짝을 지어 交尾狀況 및 交尾回數를 調査하였다. 이에 부수하여 一回의 交尾에 所要되는 時間을 調査하였다. 한편 交尾의 日數를 調査하기 爲해 羽化後 나방을 分離해 두었다가 所定日에 1雙式 接種한後 日別로 交尾數와 未交尾數를 觀察하였으며 日數이 다른것과도 짝을 지어 交尾狀況을 調査하였다.

雌雄別 交尾回數調査에 있어서 室內의 것은 直接交尾狀態를 觀察하는 方法과 雌蛾의 경우는 解剖하여 精包(Spermatophore)의 數를 세는 두가지 方法을 並行하였으며 野外에서 採集된 雌蛾는 70% ethylalcohol에 保存했다가 解剖하여 精包(Spermatophore)의 數에 依하여 交尾回數를 推定하였다.

結果 및 考察

1) 羽化時間

雌雄蛹을 供試하여 1時間 單位로 羽化個體數를 調査한바 그 調査結果는 Table 1 및 Fig. 1과 같았다.

Table 1과 Fig 1에서 보는 바와 같이 雌雄 모두 15時부터 羽化하기 始作하여 24時에 끝나는데 雌雄 모두 19~20時에서 羽化的 peak를 나타내었다. 19~20時사이에 암컷은 42.1%, 수컷은 41.8%가 羽化하였으며 兩

Table 1. The number of fall webworm moths emerged from the pupae at a given time interval

Sex.	Repl.	Time intervals observed. (o'clock)								Total No. of moths.
		15-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-24	
Female	1 (7/30)	0	0	2	9	12	1	0	0	24
	2 (7/31)	2	1	5	6	23	9	3	1	50
	3 (8/1)	3	3	7	10	16	5	2	1	46
	4 (8/2)	0	0	2	5	10	9	0	0	25
	Total	5	3	17	30	61	23	5	2	145
	Emer. (%)	3.5	2.1	11.7	20.2	42.1	15.9	3.5	1.4	
Male	1 (7/30)	0	0	4	17	25	19	0	0	65
	2 (7/31)	2	1	7	7	27	7	2	1	54
	3 (8/1)	1	1	2	5	8	6	2	2	27
	4 (8/2)	0	0	0	1	6	4	0	1	12
	Total	3	2	13	30	66	36	4	4	158
	Emer. (%)	1.9	1.3	8.2	19.0	41.8	22.8	2.5	2.5	

쪽으로 치우칠수록 羽化個體數가 減少하였다.

羽化時間은 二化蠶虫의 경우와 一致하고 있다. 즉 二化蠶虫도 15時부터 羽化하기 始作하여 19~20時 사이에 羽化 peak를 나타낸다고 한다(8).

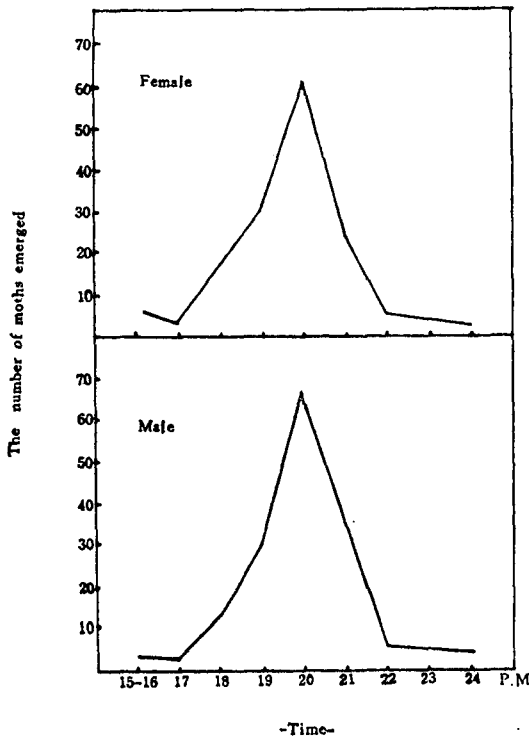


Fig 1 The number of moths emerged from the pupae at a given time interval

2) 交尾時刻과 1회 交尾에 所要되는 時間

흰불나방은 午前 5~6時 사이에 交尾活動을 하는 것으로 觀察되었다. 午前 5~6時 사이에 交尾하지 못한個體는 다음날 그 時間에 이르러야 交尾하며 그 外 다른 時間에 交尾하는 것은 觀察하지 못하였다.

여러 報告者들에 依하면 交尾時間은 昆虫의 種類에 따라 다르며 또한 環境의인 要素의 刺戟에 依해서도 큰 影響을 받는다고 하였다. 나비目に 屬하는 昆虫이면서 나방類는 夜間에 나비類는 晝間에 交尾한다고 하는 現象은 一般적으로 널리 알려져있는 事實이지만 나방類에 屬하는 昆虫이라도 그 種類에 따라 交尾時間에 큰 差異가 있는것 같다.

질시나방의 숫컷은 晝間에 活動하나 交尾는 해질무렵이나 夜間에(15), Saturnia pavonia는 午後8~10時 사이에(4), 그리고 Synanthedon pictipes는 午前9~11

時 사이에 (2), Heliothis virescens는 午前 4時부터 晝間에 (5), 담배거세미나방은 해진後 2~3 時間 사이에(19), Trichoplusia ni는 한밤중에서 午前 4時 사이에 (18), 사탕수수명나방은 午前 1~4時 사이에 (14), 二化蠶虫은 羽化 直後부터 몇時間後까지의 사이에(6, 8), Heliothis zea는 午前 1時부터 해를 무렵까지의 사이에(1), 도둑나방은 日沒後부터(7) 各各 交尾하는 것으로 報告되어 있다. 이와같이 昆虫의 種類에 따라 交尾時間에 差異가 있는데 그것은 그 昆虫이 갖는 生理的인 特性이기도 하지만 環境的인 刺戟에 依해서 左右되는 경우도 있는 것으로 생각한다. 特히 環境的인 刺戟中 明暗의 交互的인 刺戟이 重要한 要素가 되는것 같다.

Russ(16)는 오-스트리아의 포도栽培에서 重要한 害虫인 잎말이나방의 一種 Sparganothis pilleriana의 交尾行動에 對해서 室內實驗과 野外觀察을 行하여 報告한바 있는데 이 나방의 交尾는 最低 1時間以上어둡게 해준 다음 다시 밝게 해주어야 일어나며 明暗의 交代가 없으면 交尾는 일어나지 않으며 이 現象은 野外觀察結果와도 一致하였다고 한다. 卽 이 昆虫의 交尾行動은 明暗의 交代라는 外的要因에 依해서 이루어진다는 것이다.

本 實驗에서도 夜間 어두운 곳에 놓았던것이 날이 밝아짐에 따라 이것이 刺戟이되어 그 時刻이 交尾活動을 始作한 것으로 추측된다. 이 점에 對해서는 再檢討해 볼만한 問題라 생각한다.

흰불나방이 1회 交尾하는데 所要되는 時間을 觀察한 바 그 結果는 Table 2에 表示된바와 같다.

Table 2. Frequency of the copulating peroid of the moths as indicated by the number of hours.

Total number of mating pairs	Copulation periods in hours																
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17						
112	2	4	4	4	4	22	14	20	24	8	6						

Average copulating length=12 hours.

Table 2에서 보는 바와같이 흰불나방이 1회 交尾하는데 要하는 時間은 大端히 길었다. 最短이 7時間, 最長이 17時間으로서 平均은 12時間이었다. 이와같이 交尾時間이 길기 때문에 室內에서 交尾回數를 觀察하는데 便利하였다.

文獻이 없어 다른 昆虫의 경우를 例示할수 없으나 一般 다른 昆虫에 比하여 交尾時間이 긴편이 아닌가 생각한다.

3) 交尾回數

交尾의 回數는 實驗室에서 直接的인 觀察과 雌蛾의 경우는 精包 (spermatophore)의 觀察에 依하여 實施한 바 Table 3과 같은 結果를 얻었다.

Table 3에서 보는 바와 같이 흰불나방은 雌雄모다 2회 交尾한다. 室內實驗結果 암컷의 경우 1회 交尾한 것이 66.0%, 2회 交尾한 것이 4.1%, 未交尾가 29.9%이었 으며 수컷의 경우 1회 交尾한것은 암컷과 마찬가지로 66.0%, 2회 交尾한 것이 5.4%, 未交尾가 28.6%이 었다. 野外에서 採集된 암컷의 경우도 1회 交尾한 것이 62.1%, 2회 交尾한 것이 15.5%, 未交尾가 22.4%이 었다. 이와같이 2회까지 交尾하지만 60% 이상이 1회 交

尾로 끝난다.

交尾回數도 昆蟲의 種類에 따라 다르다. Padilla(13)에 依하면 이화명나방과 벼밤나방은 3회이지만 *Tryporyza incertulas*. 와 *T. innotata*의 交尾回數는 各各 1회이다. 그런데 이화명나방의 경우 性比에 있어서 수컷의 比率이 높을 때는 4회까지 交尾하는 것이 있다고 한다. (室內實驗의 경우). 복숭아순나방(3)은 수컷이 最高 7회, 암컷이 5회의 交尾를 하며 목화다래나방(12)은 수컷이 最高 10회(平均 4.2회), 암컷이 最高 8회(平均 2.3회)의 交尾를 하는 등 昆蟲의 種類 또는 性에 따라 交尾回數를 달리한다. 흰불나방의 경우는 性에 따라 交尾回數의 差異는 없었다.

Table 3. Mating frequency of the fall webworm, *Hyphantria. cunea*.

Sex.	Number of moths tested	source of collection	Mating frequency			Mating frequency (%)		
			0	1	2	0	1	2
Female	147	Lab.	44	97	6	29.9	66.0	4.1
Male	147	Lab.	42	97	8	28.6	66.0	5.4
Female	58	Field	13	36	9	22.4	62.1	15.5

4) 羽化後 日齡이 交尾率에 미치는 影響

蛹으로부터 羽化한 成蟲의 日齡이 進行됨에 따라 交尾率에 어떠한 影響을 주는가를 알기위해 按種 當日交尾한것은 當日交尾한 數로하고 交尾하지 않은것은 翌日 다시 調査하여 交尾 또는 未交尾로 調査하였다.

한편 當日 按種하지 않고 分離해 두었다가 2, 3, 4, 5日만에 按種시켜 交尾調査를 하여 앞의 調査와 合

여 計算하였다. 그 試驗結果는 Table 4와 같다.

Table 4에서 보는 바와같이 日齡이 進行됨에 따라 交尾率이 떨어 지는데 羽化6~15時間에 72%의 交尾率을 보이는가하면 4日째가서는 9.1%의 交尾率을 보이고 있으며 5日째에는 交尾가 되지 않았다. 即 羽化한 다음날 아침 일찍부터 4일째까지가 交尾活動을 할수 있는 期間인것 같다. 흰불나방의 경우 또하나의 興味

Table 4. Effects of the fall webworm moth ages on the mating rate.

Days of mating after emergence	Number of mating pairs	Number of pairs		Number of pairs (%)	
		mated	unmated	mated	unmated
At the day *	25	18	7	72.0	28.0
One day after	52	21	30	42.3	57.7
Two days after	31	12	19	38.7	61.3
Three days after	26	7	19	26.9	73.1
Four days after	22	2	20	9.1	90.9
Five days after	10	0	10	0.0	100.0
Different ages between female and male	20	1	19	5.0	95.0

* within six to fifteen hours

있는 것은 日습이 다른 雌雄間에는 交尾가 일어나지 않는다는 것이다. Table 4에서 보는 바와같이 日습이 다른 경우는 20變中 交尾한 것은 1變에 不過하였다. 이와같은 現象은 흰불나방의 交尾競争 試驗의 경우 크게 留意해야 할 問題라 생각한다.

羽化後 交尾하기까지의 期間은 昆蟲의 生理的條件과 環境的條件과같은 內的 또는 外的要因의 作用에 依하여 支配되는 것으로 알고 있다.

이 問題에 關한 다른 昆蟲에서의 報告를 보면 누에나방은 羽化直後부터 交尾活動을 始作하여 (9, 10), 이화명나방은 羽化直後 또는 몇 時間後부터 交尾活動을 한다고 한다(6, 8), 그런가하면 *Heliothis zea*는 羽化 2日後부터 (1), *Trichoplusia ni*는 며칠 後부터 交尾活動을 하는것도 있다(17, 18),

以上과같이 흰불나방의 交尾習性は 倣 것에 比해 特異함을 알 수 있는데 좀더 詳細한 交尾習性を 究明하기 爲해서는 生理的인 面과 環境的인 面에서 研究되어야 할 것이다.

摘 要

흰불나방을 材料로 昆蟲의 交尾習性中 羽化時間, 交尾時間, 1回交尾에 所要되는 時間 및 나방의 羽化後 日습이 交尾率에 미치는 影響等を 밝히기 爲하여 室內 試驗한바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 흰불나방은 午後 3時부터 羽化가 始作되어 午後 12時頃に 끝나며 羽化最盛時刻은 午後 7~8時사이였다. 이때 알컷은 42.1% 수컷은 41.8% 羽化하였다.

2) 흰불나방은 午前 5~6時사이에 交尾하여 그 外 다른 時間에는 交尾하지 않는다. 1回交尾時間은 最短이 7時間, 最長이 17時間이며 그 平均은 12時間이었다.

3) 흰불나방은 2回까지 交尾할 수 있으며 1回交尾하는 것이 大部分이다. 室內試驗結果 알컷은 1回交尾가 66.0%, 2回交尾가 4.1%, 未交尾가 29.9%, 이었으며 수컷은 1回交尾가 66.0%, 2回交尾가 5.4%, 未交尾가 28.6% 이었다. 野外에서 採集된 알컷의 交尾는 1회가 6.1%, 2회가 15.5%, 未交尾가 22.4%로서 野外의 것이 室內의 것에 比하여 2回交尾하는 率이 높았다.

4) 흰불나방은 羽化後 4日까지 交尾한다. 羽化된 지 6~15時間後 부터 交尾하는데 이 때에 73%의 높은 交尾率을 보이지만 4日에는 9.1%의 낮은 交尾率을 보인다. 5日 以後 交尾하는 것은 觀察할 수 없었다. 雌雄 모두 同一 日습인 것 끼리 交尾하며 日습이 다른 것과는 거의 交尾하지 않는다.

引用 文 獻

1) Callahan, P. S. (1958): Serial morphology as a technique for determination of reproductive patterns in the corn earworm, *Heliothis zea* (Boddie). An. Entomol. Soc. Amer. 51: 413-28.

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

3) Dustan, G. G. (1964): Mating behaviour of the oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Busck) (Lepidoptera; Olethreutidae.) Canad. Ent. 96 No. 8 pp. 1087-1093, 7 refs. Ottawa, 1964.

4) Fabre, J. H. (1916): The life of the caterpillar. Dodd, Mead and Co., New York.

5) Gentry, C. R., R. R. Laason and J. D. Hoffmal (1964): A sex attractant in the tobacco budworm. J. Econ. Entomol. 57: 819.

6) Gomez, C. F. (1968): A biological study of *Chilo suppressalis* Wlk. in the rice field in Valencia. Bol. Pat. Veg. Ent. Veg. 16: 1-2.

7) Guppy, J. C. (1961): Life history and behavior of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Haw) (Lepidoptera: Noctuidae) in eastern Ontario. Can. Entomologist 93: 1141-53.

8) Kabruaki T., A. Kaimoto, T. Iwasa, K., Iyatomi, N. Doke, S. Sugiyama, S. Aino (1939): Studies on rice borers. III. Biology of the rice borer, *Chilo simplex*, Butl. with special reference to phototaxis and chemotaxis. *Nozokairyosiryō* 140: 1-178.

9) Kellogg, V. L. (1907): Silkworm moth reflexes. Biol. Bull. Marine Biol. Lab. 12: 152.

10) Makino K., K. Satoh, K. Inagami (1956): Bombixin, a sex attractant discharged by female moth, *Bombyx mori* L. *Biochem. Biophys. Acta.* 19: 394.

11) Mayer, A. G. (1900): On the mating instinct in moths. *psyche.* 9: 15.

12) Ouye, M. T., Garcia R. S., Garham, H. M., & Martin, D. F. (1965): Mating studies on the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae), based on presence of spermatophores. *Ann. Ent. Soc. Am.* 58 (6): 880-882, 7 refs. Baltimore, Md., 1965.

- 13) Padilla, M.J. (1954) : Mating habits and sex attraction in striped rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker, Philip. Univ. (IRRI.) Masters thesis.
- 14) Sex attractant and mating behavior in the sugar cane borer. *J. Econ. Entomol.* 57 : 688.
- 15) Pruffer J. (1924) : Observations et experiences sur les pheromenes de la vie sexuelle de *Lymantria dispar* L. *Bull. Intern. Acad. Polon. Sci. Letres (B).* No.1 : 1
- 16) Russ, K. (1967) : Untersuchungen uber die abhangigkeit der Sexualbiologie des Springwurmwicklers *Sparganthis pilleriana* Schief. Von Diurnalen Licht-Dunkel-Situationen. *Pflanzenschutz-Berichte* 34 : 161-190.
- 17) Shorey, H.H., L.A. Andres, and R.L. Hales, Jr. (1962) : The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera : Noctuidae), 1. Life history and behavior. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 55 : 591.
- 18) Shorey, H.H. and L.K. Gaston (1964) : Sex pheromon in *Trichoplusia ni* (Lepidoptera : Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 75 : 775.
- 19) Willcocks, F.C. (1937) : The insects and related pests of Egypt, Cairo. *Egypt.* Vol.1 : 546.