ハスモンヨトウ雄成虫の日暮時の活動時刻と それに関与する要因

中村 和雄*・川崎建次郎**

* 農業研究センター

** 農業環境技術研究所

Factors Influencing the Time of the Mating Activity of the Male of *Spodoptera litura* (F.) in the Dusk. Kazuo NAKAMURA (National Agriculture Research Centre, Yatabe, Ibaraki 305, Japan) and Kenjiro KAWASAKI (National Institute of Agro-Environmental Sciences, Yatabe, Ibaraki 305, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **28** : 75-81 (1984)

The number of males of *Spodoptera litura* (F.) taking off to fly every 10 min in the dusk followed approximately a normal distribution. However, the number of individuals taking off each minute varied considerably with the wind speed. The males began to fly, on the average, 26 min after sunset and the mean time of take-off was 49 min after sunset. The number of males caught in the pheromone traps every 10 min in the dusk also followed a normal distribution. The first catches in the trap occurred at 32 min after sunset and the mean catch time was 56 min after sunset. The time of take-off and catches did not vary with the month and location where the experiments were conducted. The factors influencing the changes in these times with the days of the experiments could not be detected by multiple regression analysis, using variables related to wind and weather conditions and the pheromone sources for the trap as independent variables.

はじめに

ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (F.) の雄成虫は、日暮時に交尾に伴う活発な活動を開始する。まず、それまで静止していた雄は地表から飛び立ち始め、やがて処女雌や合成フェロモンを誘引源としたフェロモン・トラップに誘殺が始まる。ハスモンヨトウのフェロモン・トラップでの誘殺曲線は、日暮直後と夜半とにピークをもつ二山を示すが (小山, 1972; YUSHIMA et al., 1973), 雄の飛翔活動の活発さも、ほぼこれに対応する (NAKAMURA, 1981)。

日暮時におけるハスモンヨトウの雄の飛び立ちとトラップへの飛来は、ÔTAKE and OYAMA (1974), NAKAMURA (1981) などによって扱われ、これらの行動の開始時刻が日没後 30 分くらいであることが観察されているが、正確には求められていない。また、これらの時刻が何によって決定されており、どのような要因によって影響されるのかも、必ずしも明らかにされてはいない。そこで、NAKAMURA and KAWASAKI (1977) の行った実験のうちのいくつかのものについて、日暮時における雄成虫の飛び立ち時刻とトラップへの飛来時刻を求め、これらを決

定し、また、これらに影響を及ぼしている要因の解析を行った。

ここに用いたデーターは、千葉県農業試験場および農林水産省四国農業試験場で主として行った実験によるものである。これらの実験を行うにあたり、千葉県農業試験場・遠藤亘紀室長、藤家 梓博士、清水喜一氏、四国農業試験場・釜野静也博士、小山光男博士には、始終お世話になった。ここに記して感謝する。

材料と方法

この実験に用いたハスモンヨトウ成虫は、25°C の恒温下で卵から飼育して得たもので、蛹化した蛹は自然温度と自然日長下の室内に保存した。雄成虫は、常に羽化後 2 日目のものを用いた。トラップの誘引源に用いた雌成虫も同じ飼育から得られたもので、やはり羽化後 2 日目のものを用いた。後述する千葉市およびその周辺での実験では、農業技術研究所で飼育した虫を用い、善通寺市では四国農業試験場で飼育されたものを用いた。

この実験は、本来フェロモンの有効範囲を求めるためのものであったので、雄成虫はマークを施したのち、フェロモン・トラップからの距離を違えた数地点から放た

1983 年 12 月 12 日受領 (Received December 12, 1983)

れた。このために、密閉容器に入れた雄を放飼地点に置き、日没直後に容器のふたをとって、後は飛び立つにまかせた。雄の飛び立ちを見た実験では、フェロモン・トラップの風下側 60~100 m の地点に雄の入った容器を置き、ここから飛び立っていく数を1分ごとに、あるいは10分ごとに数えた。これを飛び立ち開始後1時間~1時間30分の間続け、その時点で残っていた雄は、その日に飛び立つ能力のなかったものとして扱った。

フェロモン・トラップには、処女雌あるいは合成フェロモンを誘引源として用いた。処女雌は1~10匹を用い、また合成フェロモンは、*cis*-9, *trans*-11, tetradecadienyl acetate と *cis*-9, *trans*-12, tetradecadienyl acetate の 10:1 の混合物をゴムキャップに浸漬したもので、*cis*-9, *trans*-11, tetradecadienyl acetate の量で 1~5 mg を使用した。このトラップに誘殺された雄成虫の数を、誘殺開始後1時間~1時間30分の間、10分ごとに数えた。多くの場合、トラップのまわりに2~3人の者が立って飛来して来る雄を捕虫網で捕えることもした。この飛来数を数えた時間は、飛来のピークに当たり、実験終了時(飛来開始後1時間ないし1時間30分)には、誘殺される個体数は非常に少なくなった。実験期間中、トラップの近くに設置したピラム微風計を用いて、5~10分間の平均風速を測定した。また、飛び立ちを数えた実験のうちの3回では、照度計を用いて照度の変化も測定した。

実験を行った場所は、主として千葉市大膳野町・千葉県農業試験場構内の採草地(北緯 35°33', 東経 140°12')であったが、それ以外に千葉県柏市布施・利根川河川敷(北緯 35°54', 東経 140°00'), 東京都北区西ヶ原・旧農業技術研究所構内(北緯 35°44', 東経 139°46'), 香川県善通寺市善通寺町・四国農業試験場構内(北緯 34°12', 東経 133°46')でも行った。これらの異なった地点での日の入および日暮時刻(太陽の中心の伏角が地平線下 7°21' 40' になる時刻で、寛政歴以後の暮六つに当たる)を求め、これらの地点における日の入あるいは日暮時刻後の経過時間で、飛び立ち時刻と飛来時刻を表わした。各地における日の入および日暮時刻は、理科年表に載っている方法を用いて求めた。

飛び立ちについての実験は、7月から9月にわたって7回行い、また、トラップへの飛来については、6月から10月にわたって15回行った。

Fig. 1. Fluctuations in the number of males taking off each minute (upper graph) and mean wind velocity every 5 min (lower graph) on Aug. 31, 1973.

結 果

1. 雄の飛び立ち時刻とそれに関する要因

Fig. 1は、雄成虫の1分間ごとの飛び立ち数とそのときにおける5分間の平均風速を示したものである。飛び立ち数は、全体で見ると徐々に増加してまた減少するが、1分間ごとの数は非常に変動が激しいことがわかる。概して、飛び立ち数が減少するときには、風速が低下しているようである。

このことを確かめるために、風速と飛び立ち数との間の相関係数を計算した。ただし、雄成虫の飛び立ち数の変動は、日没後の時間の経過による効果が大きい。そこで、この効果を除くために次のような方法をとった。まず、5分あるいは10分ごとの累積飛び立ち数のパーセントを正規確率紙上にプロットした(Fig. 2)。その結果、ここで観察した飛び立ち時間の終わり近くに、累積飛び立ち数の増加率が低下することがあったが(Fig. 2 B), それ以前では直線で近似でき、時間の経過に伴う飛び立ち数の分布が正規分布で表わされることが明らかとなった。そこで、実際にプロットされた値 x と、この直線から与えられる期待値 x' との差をとり、これを標準化するため期待値で除して、飛び立ち数の変動値 y を得た。すなわち、 $y = (x - x') / x'$ 。次に、 i 番目の単位時間における y の値 y_i と、同じ時間における風速 u_i との間、および、 y_i と1単位時間前の風速 u_{i-1} との間で、それぞれ相関係数を求めた(Table 1)。

単位時間が10分間であった8月29日では、いずれも相関が認められないが、単位時間が5分間であった8月

Fig. 2. Cumulative percentages of male take-off and catches in pheromone trap plotted against time on the normal probabilistic chart. A : Aug. 29, 1973 and B : Aug. 31, 1973.

Table 1. Correlation coefficients between wind velocity (u) and the number of males taking off (y)
 y is the value which represents the deviation of the number of males taking off from the expected ones based on the normal distribution of y .
 Correlation coefficients between two variables of y and u in the same unit time ($y_i - u_i$) and between y and u in one unit time before $y(y_i - u_{i-1})$.

Date	$y_i - u_i$	$y_i - u_{i-1}$	Unit time (min)
Aug. 29, 1973	0.0711 $P > 0.50$	-0.3622 $P > 0.50$	10
Aug. 31, 1973	0.0140 $P > 0.50$	0.6280 $0.10 < P < 0.20$	5

31日には、1単位時間前の風速と y 値との間に誤差 20 % 以下で正の相関が認められた。

次に、Fig. 2 に示された以外の日における飛び立ち数の実験結果も、Fig. 2 と同様に正規確率紙上にプロットしたところ、おおむね直線で近似できた。そこで、各実験日の飛び立ちの平均時刻を正規確率紙上から読み取った。これを実験を行った日に対してプロットしたのが Fig. 3 である。飛び立ち開始時刻が記録されていたものは、それもこの図にプロットした。この図には、千葉農試における日の入の時刻と日暮の時刻も記した。千葉農試以外の場所で行った実験では、それらの場所にお

Fig. 3. The time at which males begin to take off (solid circles) and the mean time of take off (hollow circles). Two curves represent the time of sunset and dusk at Chiba Agric. Exp. Stn., Chiba.

る日の入から飛び立ち開始時刻、あるいは平均飛び立ち時刻までの経過時間を求め、これらの時刻を、Fig. 3 に記された千葉農試におけるその日の日の入時刻を基準にしてプロットした。したがって、すべての実験が千葉農

Table 2. The time (T_0) at which males begin to take off or to be caught in pheromone traps and mean time of take-off or catches (T_1)

These are expressed as mean times from sunset (T_s) and dusk (T_d) with standard deviations. S.D. is the standard deviation in the distribution of take-off or catches.

	$T_0 - T_s$	$T_0 - T_d$	$T_1 - T_s$	$T_1 - T_d$	S.D.
Take-off (min)	49.1 ± 7.1	15.5 ± 7.5	25.8 ± 6.5	-9.0 ± 5.1	18.1 ± 11.2
n	8	8	4	4	8
Catches (min)	55.9 ± 8.2	24.2 ± 8.5	32.3 ± 3.7	-0.2 ± 5.2	16.9 ± 8.4
n	14	14	9	9	14

Fig. 4. Cumulative rate of males taking off and curve of light intensity at Nishigahara, Tokyo on July 11, 1973. The time of sunset and dusk on this day is indicated with arrows.

試で行われたものと仮定して、これらの飛び立ち時刻がプロットされている。

この図からわかるように、飛び立ち開始時刻も平均飛び立ち時刻も、日の入あるいは日暮後はほぼ一定の時間に起こるといえる。そこで、これらの平均時間を求めてみると、Table 2 のようである。すなわち、日の入後約26分して飛び立ちが開始され、49分後に平均飛び立ち時刻が来る。この後者の時刻は、日暮後15.5分に相当する。

Fig. 4は、都会の中に位置する旧農業技術研究所構内における雄の累積飛び立ち率と照度の変化を示したものである。照度は、日の入前後から急速に低下して行くと、飛び立ちが開始された1930には、1.3 luxを示した。一方、市街地からはずれた四国農業試験場における2日間の実験では、飛び立ち開始時刻の照度は、それぞ

れ0.54 luxと0.21 luxであった。このうち、前者の日は晴天であり、後者は曇天であった。すなわち、飛び立ち開始時刻における照度は、周囲の環境によって変わっており、このことから、飛び立ち開始前後における照度によって、飛び立ちの開始が決定されているのではないことが推定される。

次に、飛び立ちの開始時刻と平均飛び立ち時刻の実験日の間に見られる変動を起こさせている要因を知るために、これらの時刻（日の入からの経過時間）を目的変数とし、フェロモン・トラップの誘引源に用いたフェロモン濃度（NAKAMURA and KAWASAKI (1977) にしたがって、処女雌1匹を0.2 mgのキャップと同等とする）および飛び立ち開始時刻の風速とを説明変数として、重回帰分析を行った。しかし、これらの要因で目的変数の変動に有意に関与しているものはなかった。しかし、ここでの標本数は、6と少なかったから、これらの要因が目的変数の変動にまったく関与していないと結論づけることはできない。

2. フェロモン・トラップへの飛来時刻

Fig. 2には、フェロモン・トラップへ飛来して来たマーク虫の累積数のパーセントもプロットした。ここに見られるように、累積飛来数も飛び立ち数と同じように直線で近似でき、その分布は正規分布と見なすことができる。また、飛来は飛び立ちの少しのちに見られることと、両者の直線の勾配は近似しており、ほぼ同一と見なすことができる。このことは、トラップへの飛来数の分布は、飛び立ちの分布とほぼ同じ標準偏差をもつ正規分布と考えることができることを意味する。

そこで、飛び立ちの場合と同様に、正規確率紙上にプロットされた累積飛来数の直線から平均時刻を求め、これをFig. 3と同様に実験を行った日に対してプロットした（Fig. 5）。この図には、最初の飛来が確認された時刻も記した。この図から、飛来開始時刻は日暮の前後に起こり、平均飛来時刻は日の入あるいは日暮後のほぼ一定の時間に起こっていることがわかる。そこで、日の

Fig. 5. The time at which the first males were caught in the pheromone traps (solid circles) and the mean catch time (hollow circles). The two curves represent the time of sunset and dusk at Chiba Agric. Exp. Stn., Chiba.

入あるいは日暮から平均飛来時刻までの平均時間および、日の入から飛来開始時刻までの平均時間を求めた。ただし、1973年8月31日の平均飛来時刻は、日の入後90分に起こったが、これは他の日に比べてきわめて長かった (Fig. 2B, Fig. 5 参照)。この値は、SMIRNOFFの棄却検定の結果、95%水準で棄却されたので、平均時刻の計算はこの日の値を除いて行った。その結果は、Table 2のとおりで、飛来開始時刻はほぼ日暮時に、ある

いは日の入後32分に、また平均飛来時刻は日の入後56分あるいは日暮後24分に起こっている。これらの時刻は、それらに対応する飛び立ちの時刻よりも、7分前後遅れている。

次に、飛来開始時刻と平均飛来時刻の変動に関与している要因を探るため、日の入からこれらの時刻までの時間および、飛来数の分布の標準偏差を目的変数として、重回帰分析を行った。説明変数に用いたものは、フェロモン・トラップのフェロモン源の濃度、フェロモン源の種類 (処女雌を0、合成フェロモンを1としたダミー変数)、飛来時の平均風速、天候 (それぞれの天候に対応する雲量を想定して、快晴0、晴4、うす曇7、曇および雨10とした) の4変数である。

その結果得られた各要因の回帰係数の t 値、重相関係数 r 、寄与率 R^2 は、Table 3のとおりであった。寄与率が高くて50%以下であったことから推察できるように、回帰による変動はいずれも有意でなかった。しかし、回帰係数の検定の結果では、いくつかの要因は5%あるいは10%の危険率で有意と判定された。その一つは、平均飛来時刻に対する風速で、風速が大きいほど飛来時刻は遅れる傾向にある。しかし、飛来開始時刻の変動に有意に関与している要因はなかった。飛来数の分布の標準偏差の変動には、トラップのフェロモン源が関与しており、フェロモン源に処女雌を用いたときよりも、合成フェロモンを用いたときのほうが、標準偏差が小さくなる傾向がある。すなわち、合成フェロモンを用いたときには、飛来時間が短くなって、飛来が集中的に行わ

Table 3. Results of multiple regression analysis of the time at which the first males were caught in the pheromone traps ($T_0 - T_s$), the mean catch time ($T_1 - T_s$) and the standard deviation in the distribution of catches (S.D.)

	Amt. of pheromone	Kind of pheromone	Wind velocity	Weather	Constant	Degree of freedom	r	R^2
$T_0 - T_s$								
b	-3.411	0.876	0.128	-0.767	60.425	9	0.628	39.4
t -value	-1.495	0.208	2.339	-1.001	7.895			
P	—	—	0.05	—	0.01			
$T_1 - T_s$:								
b	0.423	0.809	-0.035	-0.316	34.841	4	0.685	47.0
t -value	0.293	0.278	-0.982	-0.752	8.913			
P	—	—	—	—	0.01			
S.D. :								
b	0.450	-8.439	0.052	0.606	14.329	9	0.696	48.5
t -value	0.210	-2.133	1.017	0.842	1.993			
P	—	0.10	—	—	0.10			

For the kind of pheromone source in the trap, 0 refers to the virgin females and 1 to the synthetic pheromones.

r : multiple correlation coefficient, R^2 : $100 \times r^2$, b : the regression coefficient.

れる傾向がある。

討 論

ハスモンヨトウの交尾行動は、日没後1～2時間に集中して起こり、さらに夜半にも行動の高まりを示す(小山, 1972; YUSHIMA et al., 1973)。日没後の交尾活動の開始は、日の入後30～37分に起こり(小山, 1972)、この行動を開始するには温度降下の必要はなく、暗条件にするだけで十分であるといわれている(日高, 1979)。これらの結論は、野外での観察と実験室内の実験結果から導かれたものである。

ここで野外実験の解析から得られた結果も、ほぼこの結論を裏づけている。すなわち、雄成虫の飛び立ち時刻とフェロモン・トラップへの飛来時刻は、日の入の時刻を基準にして表わすと、季節によっても実験場所によっても変動しない。この実験を行った時期は、6月から10月に及んでおり、実験場所も千葉市とその周辺および善通寺市と遠くへだたっているにもかかわらず、これらの条件によって飛び立ち時刻も飛来時刻もほとんど変わらないことは、興味あることである。このことは、少なくともこの期間においては(気温 180°C 以上)、これらの活動時刻に気温はほとんど影響を及ぼさないことを意味する。しかし、気温が 15°C 以下に低下すると、雄の飛び立ちもトラップへの飛来もはるかに遅れることが観察されているので(著者らのデータ)、ここでの結論は、気温が 18°C 以上の条件下にのみ適用できるものである。

飛び立ち数の分布もトラップへの飛来数の分布も、ほぼ正規分布で近似できた。そこで、いま、平均的な活動時間を求めるために、各実験で得られたこれらの分布の標準偏差 σ の平均値を求めてみると、飛び立ち数では 18.1 分、飛来数では 16.9 分であった。いま、全数の 95.4% が含まれる時間 (4σ) を考えると、飛び立ちの時間は 72.4 分、飛来の時間は 67.6 分である。これから、飛び立ちは、日の入後 85.3 分でほぼ終了し、トラップへの飛来は 89.7 分で終了するといえる。しかし、実際には Fig. 1 に示されているように、飛び立ちの終了間近になると、分布は正規分布からはずれて右に長くすそを引く頻度分布を示すことが多い。そのため、この時刻以後にも飛び立ちを開始する個体が存在する。また、トラップへの飛来時刻は、飛び立った地点からトラップへの距離が関係し、距離が長ければ飛来時刻は遅れる。このため、この時間が来れば飛来が終了するものではない。むしろこれらの時間は、日暮時に見られる交尾活動

の継続時間を示すものと考えることができよう。

先に見たように (Figs. 3, 5), 飛び立ち時刻も飛来時刻も、日の入または日暮を基準にとって、そこから一定の時間で表わすことができる。もちろん、実験日の間でこれらの時刻には、変動が見られた。しかし、その変動は比較的小さく、重回帰分析の結果もここで取り上げた要因で、変動を十分説明できるものはなかった。このことは、これらの時刻を決定している要因が外的なものではなくて、内因的なものであることを示唆する。

しかし、飛来時刻の変動については、風速が比較的大きく関与していることが示された (Table 3)。すなわち、飛来時の風速が大きいほど飛来時刻は遅れる傾向にあった。この機構については、説明しにくい。NAKAMURA (1976), NAKAMURA and KAWASAKI (1977) が示したように、ハスモンヨトウのフェロモンの有効範囲の大きさは、風速 u に依存して変化し、 $u=100$ cm/sec くらいまでは、風速の増加に伴って有効範囲の大きさは増加するが、それ以上では減少する。有効範囲が小さくなれば、その中に入る雄の確率が小さくなり、したがって、飛び立ってからトラップへ飛来するまでの時間も長くなるはずである。風速の増大によって飛来時刻が遅れることは、こういった機構によるのかもしれない。

また、飛来数の分布の標準偏差は、フェロモン・トラップの誘引源が処女雌より合成フェロモンのほうが小さく、したがって、飛来が短時間に集中する傾向があった (Table 3)。このことは、合成フェロモンではフェロモンの放出量が比較的安定しているのに対して、処女雌では風速その他の気象要因や雌の活性などの生物的要因によって放出量が大きく影響され、常に一定の放出率が保証されないことを示すものであろう。

Fig. 1 に見られるように、5 分間の雄の飛び立ち数と 1 単位時間前の 5 分間平均風速との間には、正の相関関係が見られた。この実験では、風速計はフェロモン・トラップの近くに設置され、雄の飛び立ちはトラップの風下側 60 m の地点で観察された。このときの平均風速は、20 cm/sec 以下であったから (Fig. 1), フェロモン源から放出されたフェロモンが風下側 60 m の地点に到達するのは、ある程度の時間を要したはずである。また、風速が減少すると沈着効果のために (NAKAMURA, 1976) 十分なフェロモンは 60 m の地点まで到達していない可能性が高い。これらのことから考えると、雄の飛び立ちにはフェロモンが関与していることが示唆される。もちろん、フェロモンがまったくない状態でも暗条件が与えられれば、それから一定時間後に雄の歩行活動や飛翔活

動が開始される（玉木ら，1973；日高ら，1983）。しかし，フェロモン・トラップの存在下で，ハスモンヨトウの雄の飛び立ち数の増加率が大いことも観察されており（ÔTAKE and OYAMA, 1974），フェロモンの存在が雄の活動を促進させる働きをもつことは，否定できない。この場合，飛び立ちを促進させるフェロモン濃度が，コナガで示されたように（石井ら，1981），雄に風上飛翔を起こさせる濃度（いわゆるフェロモンの有効範囲を決定する濃度）と同一であるのか，あるいはそれよりも低いのかは，今後の興味ある問題として残されている。

摘 要

ハスモンヨトウの日暮時における活動時刻を知るために，雄成虫の飛び立ち時刻とフェロモン・トラップへの飛来時刻を得た。

10 分間ごとの飛び立ち個体数の分布も，トラップへの飛来数の分布も正規分布で近似できた。しかし，1 分間ごとの飛び立ち数はばらつきが激しく，風速が強まると飛び立ち数も増加する傾向が見られた。飛び立ち開始時刻の平均は，日の入後 26 分，平均飛び立ち時刻の平均は，同じく 49 分であった。また，トラップへの飛来開始時刻の平均は，日の入後 32 分，平均飛来時刻の平均は，同じく 56 分であった。これらの時刻は，季節によっても，実験場所によっても変わらなかった。実験日間におけるこれらの時刻の変動に関与している要因を探るため，重回帰分析を行ったが，有意に関与している要因は見いだせなかった。

引 用 文 献

日高敏隆（1979）ハスモンヨトウの配偶行動の解析。害虫の総合的防除法に関する研究（研究成果 115）。農水省農林水産

技術会議，pp. 88—91.

日高敏隆・久安早苗・宮川桃子（1983）ハスモンヨトウの配偶行動。動物行動の意味（日高敏隆 編），東京：東海大学出版会，pp. 110—122.

石井俊彦・中村和雄・川崎建次郎・根本 久・高橋兼一・久保田篤男（1981）コナガの性フェロモンの有効範囲。応動昆 25 : 71—76.

NAKAMURA, K. (1976) The effect of wind velocity on the diffusion of *Spodoptera litura* (F.) sex pheromone. Appl. Ent. Zool. 11 : 312—319.

NAKAMURA, K. (1981) The male searching behaviour of *Spodoptera litura* and components of its sex pheromone. In : Regulation of Insect Development and Behaviour. (M. KLOZA, ed.), Wrocław : Technical Univ. of Wrocław, pp. 941—954.

NAKAMURA, K. and K. KAWASAKI (1977) The active space of the *Spodoptera litura* (F.) sex pheromone and the pheromone component determining this space. Appl. Ent. Zool. 12 : 162—177.

ÔTAKE, A. and M. OYAMA (1974) Flight activity of marked *Spodoptera litura* male moths (Lepidoptera : Noctuidae) in the presence of a virgin female trap. Kontyû 42 : 325—332.

小山光男（1972）ハスモンヨトウの交尾時間，交尾回数と交尾確認雄成虫のフェロモントラップへの飛来について。四国植防研究 7 : 63—68.

玉木佳男・野口 浩・湯嶋 健（1973）ハスモンヨトウ性フェロモンの室内生物検定法。防虫科学 38 : 147—150.

YUSHIMA, T., H. NOGUCHI, Y. TAMAKI, N. FUKAZAWA and T. SUGINO (1973) Mating and sex pheromone of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera : Noctuidae) : An introductory report. Appl. Ent. Zool. 8 : 18—26.