フェロモントラップによるハスモンヨトウの誘殺

箱型トラップの誘捕効率と風向き

平 野 千 里

高知大学農学部

Influence of Orientation of Box Type Pheromone Traps on Capture of Male *Spodoptera litura* (Lepidoptera : Noctuidae) Chisato HIRANO (Pesticide Research Laboratory, Kochi University, Nangoku-shi, Kochi 783, Japan). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **26** : 256-261 (1982)

Number of male *Spodoptera litura* captured in the standard box type pheromone traps changes with orientation of trap openings. From trapping experiments with various remodelled traps which were oriented with their openings various directions, and from meteorological data on the nocturnal wind direction, it is indicated that capture efficiency of the traps is significantly high if they oriented with their openings leeward. This indication is supported by a further trapping tests with traps placed on a wind-vane turntable which responds to wind changes.

緒 言

ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* の発生消長調査や大量誘殺に用いられている代表的な性フェロモントラップに箱型乾式トラップがある。このトラップは塩ビ板製で、左右の側面の中央上部には雄ガをトラップ内に導く導入トンネルの入口 (以下導入口と呼ぶ) があり、またトラップ内外の通気のため直径 4mm の丸い孔がたくさんあいている (SATO et al., 1978)。

このタイプのトラップを用い、野外での雄ガ誘捕実験を行っているうちに、トラップの置き方、すなわち導入口のある側面を東西方向に向けるか、南北方向に向けるかで、捕獲数に違いのあることがわかってきた。この原因を明らかにすることは、単にフェロモントラップの誘捕効率を高めるために有用であるばかりでなく、このタイプのトラップによる誘引、捕獲の実態を知る上からも、またトラップ構造の改良の手がかりをうる上からも意味あることと考えられたので、一連の誘捕実験を行った。それらの結果をここに報告する。使用したトラップの一部、およびリトルア含浸ゴム栓を提供された武田薬品工業株式会社に謝意を表する。

実 験

1. 実験材料および方法

実験は 1978 年および 1979 年に高知大学農学部附属

農場で行った。フェロモントラップとして、多くの実験では既製の箱型乾式トラップ (25×30×8 cm, 以下標準型トラップと呼ぶ) を用い、一部の実験では同じサイズの改造試作品を使った (Fig. 1 および Fig. 2)。いずれも合成性フェロモンブレンド“リトルア”1 mg を含浸させたゴム栓 2 個を誘引源としてトラップ天板の下側中央にとりつけた。

トラップは、回転台に乗せた実験以外では、高さ 1 m の木製台にのせ、圃場に配置した。配置にあたっては、互いに比較すべき一組のトラップを直径 50 m の円周上に等間隔におき、トラップ相互間の干渉を極力小さくした。さらに各配置地点の場所的特異性を消去するため、数日にわたる調査期間中、毎日各トラップの位置をローテーションさせた。各トラップの捕獲した虫数を毎日記録した。

その他の詳細は各実験毎に記す。

2. トラップの設置方角と誘捕効率

1978 年 10 月および 11 月に、導入口のある側面が東西方向を向くよう置いた標準型トラップと、南北方向を向くよう置いたトラップの雄ガ捕獲数を比較した。結果は Table 1 のようであった。

10 月の実験 (Trial 1-1) では導入口を南北方向に向けたトラップの捕獲数が明らかに多かった。11 月にもほぼ同様の傾向が認められたが、東西方向に向けて置いたトラップとの差は有意でなかった (Trial 1-2)。これ

Fig. 1. Four box type lure traps used to capture male *Spodoptera litura*. Ceiling plates were removed to show entrance-tunnels. A: Type A trap (with one opening for moth entry), B: Type B trap (with one opening), C: Type C or 'standard' trap (with two openings), D: Type D trap (with four openings).

Fig. 2. Diagram of entrance-tunnels of the four box type lure traps. A, B, C and D are the same as in Fig. 1.

は日々の捕獲数の差が小さかったためではなく、特定の1日だけ捕獲数の多少が逆転したためである。もしこの1日の記録を除けば捕獲数の差はこの実験でも有意となる。

以上から、導入口を南北方向に向けて置くと捕獲数が明らかに多いこと、およびこの傾向は時に逆転することがあることが確認された。

3. 導入口数の異なるトラップでの誘捕成績

導入口数の異なる3種類の箱型トラップを試作し、標準型とあわせて4種類のトラップの誘捕効率を、導入口の向く方角との関連で比較した。使用したトラップをFig. 1に、またその平面図をFig. 2に示す。

A型トラップには導入口が1カ所しかない(1導入口タイプ)。標準型トラップの、導入口および空気流通孔のあいている2枚の側板のうち1枚を孔のない塩ビ板ととり替えた構造であり、フェロモン分子を含むトラップ内の空気は、残されている導入口のついている片側の側板から流れ出るだけである。

B型トラップもA型と同様、1導入口タイプである。標準型トラップの導入口のついた2枚の側板のうち一方を取除き、代りに空気流通孔のみあけた塩ビ板ととりつけた構造である。導入口は1カ所であるが、トラップ内外の空気の出入りは、標準型トラップと同様に行われる。

C型は標準型トラップであり、2導入口タイプである。

D型トラップは、4枚の側板すべてに導入口と空気流通孔をもつ4導入口タイプのトラップである。

誘捕実験は1979年7月下旬から8月中旬にかけて行った。第1実験(Trial 2-1)では、1導入口タイプのA

Table 1. Influence of orientation of the standard box type 'liture' trap on capture of male *Spodoptera litura*

Trial	No. nights operated	Mean no. males captured (per trap per night)		t-test
		East-West	Orientation ^{a)} North-South	
1—1 (October 1978)	5	302	435	6.15**
1—2 (November 1978)	5	194	247	1.90 ^{ns}

^{a)} Traps were oriented with their openings east-west and north-south, respectively.

** Significantly different ($P < 0.01$).

^{ns} Not significant ($P > 0.05$).

Table 2. Capture of male *Spodoptera litura* in remodelled box type 'liture' traps

Trial	No. nights operated	Mean no. males captured ^{a)} (per trap per night)			
		Trap type ^{b)}			
		A	B	C	D
2-1 (July 1979) ^{c)}	6	59 ^a	72 ^a ^β	82 ^β	88 ^β
2-2 (August 1979) ^{d)}	6	47 ^a	11 ^β	125 ^γ	120 ^γ

^{a)} Mean followed by a common letter in each line not significantly different ($P > 0.05$).

^{b)} See Figs. 1 and 2 for detail.

^{c)} Type A and B traps were oriented with their opening south.
Type C trap was oriented with its openings north-south.
Type D trap was oriented with its openings east-north-west-south.

^{d)} Type A and B traps were oriented with their opening north.
Type C trap was oriented with its openings north-south.
Type D trap was oriented with its openings east-north-west-south.

型およびB型トラップの導入口を南に向け、C型トラップは2つの導入口が南北方向を向くよう、またD型トラップは4つの導入口が東西南北を向くよう、それぞれ設置した。どのトラップも南を向いた導入口をもつ配置である。

6夜にわたった実験の結果、A型トラップの捕獲数はやや少なかったが、B型、C型、D型の捕獲数には差がみられなかった (Table 2)。トラップ内を風が通り抜けられる構造であって、南を向いた導入口があれば、他の方角を向いた導入口の有無は誘捕効率にあまり大きい影響をもたないことを示している。

第2実験 (Trial 2-2) では、C型およびD型トラップは第1実験と同様に設置したが、A型およびB型トラップは第1実験とは逆に、1カ所しかない導入口を北に向けて置いた。4台のトラップがいずれも北を向いた導入口をもつ配置である。

6夜にわたった実験の結果、C型とD型の捕獲数には差がなく、いずれも多数の雄ガを捕獲した (Table 2)。一方A型とB型はどちらも少数の雄ガを捕獲したにとどまった。すなわち北を向いた導入口は雄ガの捕獲上有効ではなく、第1実験の結果から導かれた結論が再確認された。

4. 回転台に乗せたトラップの誘捕効率

標準型トラップの誘捕効率が風向きによってうける影響を直接知るため、風向きの変化に応じて回転するトラップ搭載台 (Fig. 3) を試作した。トラップを乗せる部分は直径 75 cm の円板で、支柱の先端にボールベアリングを介してとりつけられており、わずかな力でスムーズに回転する。円板上にある羽根がうける風の力によって、円板上の決った位置 (Fig. 3 のA点) は常に正確に風上方向を向く。回転円板の高さは地上 1 m である。

誘捕実験は 1979 年 7 月～8 月に行い、毎夜午後 9 時から 10 時までの 1 時間に捕獲された雄ガ数を記録した。回転円板上のトラップの置き方を Fig. 4 に、また誘捕成績を Table 3 に示す。

まず回転円板上に2台の標準型トラップをいずれも導入口方向を風の方向と一致させて乗せたところ、2台のトラップの捕獲数にまったく差のないことが確認された (Trial 3-1)。

つぎの実験では、一方のトラップは導入口方向を風向きと一致させたままとし、もう一方のトラップは導入口方向を風向きと直角に向けた (Trial 3-2)。10 夜の誘捕実験の結果、導入口方向を風向きと一致させたトラップには、直角方向に向けたトラップの2倍以上の雄ガが捕

獲された。またこの傾向が逆転したことは一度もなかった。

終りの実験 (Trial 3-3 および 3-4) では, 標準型トラップと I 導入口タイプの B 型トラップとを比較した。標準型トラップは導入口方向を風向きと一致させて置き, B 型トラップは Trial 3-3 では導入口を風上に向

Fig. 3. Diagram of turntable-type trap-stand used in experiment (Top: top view, bottom: side view). V: vane, T: trap. The plate (P) turns round according to changes of windward, and point 'A' orients always toward the wind.

け, Trial 3-4 では風下に向けた。実験の結果, 標準型トラップは常に多数の雄ガを捕獲した。B 型トラップは導入口を風下に向ければ標準型トラップと同程度の雄ガを誘捕するが, 導入口を風上に向けると全く捕獲しなかった。すなわち標準型トラップの高い誘捕効率に寄与しているのは, 2つの導入口のうち風下側に位置している導入口だけであることがわかる。

本実験の結果から, 高い誘捕効率をあげるためには, トラップの導入口が風下を向いている必要があることが確認された。

Fig. 4. Trap orientation on a turntable for capture trials 3-1~3-4 (see Table 3). 1: trap #1, 2: trap #2.

Table 3. Capture of male *Spodoptera litura* in box type 'lure' traps oriented with their openings windward, leeward, or right angle with the direction of wind (July~August 1979)

Trial ^{a)}	No. nights operated ^{b)}	Mean no. males captured in (per night)		t-test
		Trap #1	Trap #2	
3-1	4	54.0	50.0	1.40 ^{ns}
3-2	10	60.9	24.7	8.13 ^{***}
3-3	6	62.3	0.8	6.57 ^{**}
3-4	4	53.3	49.3	0.57 ^{ns}

^{a)} In each trial, two traps (#1 and #2) were placed on a turntable which responds to wind changes, as illustrated in Fig. 4.

^{b)} Trapping operations were carried out from 9:00 PM to 10:00 PM everynight.

^{**} and ^{***} Significantly different ($P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively).

^{ns} Not significant ($P > 0.05$).

Fig. 5. Accumulated record on the direction of windward at 10 PM in the experimental area (Aug. 1~Sept. 30, 1979). On 47 days of 61 recorded days, the wind blew from the north (NNE-N-NNW).

考 察

高知県香長平野の南部に位置する高知大学農学部附属農場¹⁾では、標準的な箱型乾式トラップでハスモンヨトウを誘捕する場合、2個の導入口を南北方向に向けると多数の雄ガが捕獲される。その原因を明らかにするため行った一連の実験のうち、導入口を改造したトラップの誘捕実験成績から、導入口は北ではなく南を向くことに意味のあることが示された。しかもトラップ内部を風が通り抜けることも重要であるらしい。

以上の知見およびその他の情況証拠から、トラップの誘捕効率は風と深い関係があり、導入口を南に向けるといことは、夜間の風向きとの関連で理解すべきことと推定された。

実験地では夜間、北方向からのいわゆる山風が吹くのがふつうである。いま一例として 1979 年 8 月 1 日から 9 月 30 日までの午後 10 時の風向きを Fig. 5 に示す²⁾。風向きはもちろん刻々に変化するが、その範囲は東北東ないし北北西であり、平均的には北風とみて差支えないであろう。したがってトラップ導入口を南に向けると誘捕効率が高いのは、導入口が風下に向いているためであるといえよう。このことは最終的には、回転式トラップ台によって、風向きの変化に応じて導入口が常に風向きと一定の方角を向くよう設置したトラップでの実

験結果から証明された。

“フェロモントラップから空中に放出されたフェロモン分子は風下に流される”。“風下の雄ガはこれに反応して正の走風性を示し、風上へ向って飛翔しトラップに到着する”。ハスモンヨトウ雄ガのフェロモントラップへの飛来は、以上のような過程でおこるものと考えられる。したがってフェロモン分子の流れも、雄ガの定位もいずれも風と深い関係にある。

箱型トラップに限っていえば、導入口のある側面を風下側に向けることにより、1) フェロモン分子がトラップ内を通過する風とともに風下に向って流れ易く、2) フェロモン分子の刺激に反応して風上に向って飛来した雄ガが容易に導入口へたどりつくことができ、3) さらに雄ガが導入口内を前進している間も、フェロモン分子が前方から流れてくる状態を作り出す……などして、誘捕効率が高まるものと理解される。

Fig. 5 に示したように、実験地では 1979 年夏から秋にかけての 61 日間のうち、47 日間は夜間にはほぼ北方向（北北東ないし北北西）の風が吹いていた。残る 14 日間のうち、ほぼ東西方向の風向きは 9 日間、また南方向からの風が記録されたのは 5 日間であるが、これらのほとんどは台風を含む低気圧の接近、通過に伴ってみられた、いわば例外的な現象であった。1978 年 11 月に行った実験 (Trial 1-2) で、導入口を南北方向に向けたトラップの捕獲数が、東西方向に向けたトラップのそれよりも多いにもかかわらず、統計的に有意差がみられなかった原因が、特定の日だけの捕獲数の逆転にあることはすでに述べたが、これもその夜が特異な気象状態にあって、風向きが平常の夜とは違っていたとすれば、よく説明できる。

フェロモントラップの置き方と風向きとの関係は、これまであまり検討されていない。KENNEDY (1975) は 8 種類の処女雌トラップを用いたジャガイモガ *Phthorimaea operculella* の誘殺実験で、トラップ導入口を東西に向けた区と南北に向けた区を設けているが、両区間で特定の傾向はみられず、もちろん風向きとの関係は言及していない。わずかに LEWIS and MACAULAY (1976) は (E)8, (E)10-dodecadienyl acetate を誘引源とした 6 種類のトラップによる *Cydia nigricana* 雄成虫の誘殺数を比較し、断面が三角形の筒型トラップを風方向に置いたときにもっとも多くの雄成虫が誘殺されることを認めた。各トラップから煙を流してその動きをみると、誘殺

1) 北方約 10 km に山地が東西に連なり、南は 2 km で土佐湾に至る。

2) 実験地に隣接する高知空港（運輸省高知地方気象台空港分室）での観測値。

効率の高いトラップほど煙は拡散せず、風下へ細長くたなびく傾向があるという。

最近、タバコガ *Heliothis virescens* の誘捕用にトラップ自体に羽根をつけた風回転式フェロモントラップが試作され (RAULSTON et al., 1980), 夜間の風速が大であるほどその誘捕効率は高いことが認められた (HENDRICKS et al., 1980)。トラップの置き方と風向きとの関係に直接答える研究ではないが、風向きが誘捕効率に影響を及ぼす可能性を間接的に示したものとみることができるかもしれない。

なお GRAHAM et al. (1966) もワタアカミムシ *Pectinophora gossypiella* の誘殺用に羽根と回転部をつけた吊下式風回転トラップを開発しているが、風向きに応じてトラップを回転させる目的はトラップ内の誘引源の風通しをよくすることにあると述べるにとどまり、固定式トラップとの誘殺効率の比較は行っていない。

フェロモントラップの誘殺虫数から発生消長を正確に把握するためには、トラップの誘殺効率の変動を最小に抑えるための努力が必要である。また大量誘殺作戦においては最大の誘殺効率をあげることが要求される。2方向に導入口をもつ箱型トラップによるハスモンヨトウの誘捕において、導入口の向く方角が誘捕効率に影響を与える場合のあることは確実である。誘捕効率を高め、またその変動を小さくするためには、トラップ導入口を風向きと一致させることが望ましい。本研究で試作したような回転式トラップ台の使用は、刻々に変化する風向きに対応する上では理想的であるが、実用的とはいえない。固定トラップ台の上に置くとき、導入口をその地域の夜間の平均的な風向きと一致させる配慮が必要であろう。

4方向に導入口をもつD型トラップ (4導入口タイプ) は、本実験の範囲内では予期に反して標準型トラップにくらべてとくにすぐれた誘捕効率を示さなかった。その理由のひとつは、実験地の夜間の風向きが比較的安定していたことにあると思われる。夜間の風向きが不安定な地域や、特異な気象条件下では、標準型トラップにくらべて多数の雄ガを捕獲する可能性はあるように思う。ワタアカミムシの場合、8個の導入口をもつトラップは同型の2導入口トラップにくらべて、2倍の雄ガを誘殺することが報告されている (SHARMA et al., 1973)。

摘 要

ハスモンヨトウの誘捕に使用される箱型フェロモントラップの誘捕効率は、導入口を向ける方角によって異なる。その原因を明らかにするため、導入口数を変えた3種類のトラップを試作して誘捕実験を行った結果、導入口を風下方向に向けて置いた場合に多数の雄ガが捕獲されることがわかった。このことは最終的に、風向きの変化に応じて回転するトラップ台を用いた実験で証明された。実用的には、2つの導入口をもつ標準タイプの箱型トラップの場合、導入口を夜間の風方向と一致させてトラップ台上に置くことが、誘捕効率を高める上で望ましい。

引用文献

- GRAHAM, H. M., D. F. MARTIN, M. T. OUYE, and R. M. HARDMAN (1966) Control of pink bollworms by male annihilation. J. econ. Ent. **59**: 950—953.
- HENDRICKS, D. E., C. T. PEREZ, and R. J. GUERRA (1980) Effects of nocturnal wind on performance of two sex pheromone traps for noctuid moths. Environ. Entomol. **9**: 483—485.
- KENNEDY, G. G. (1975) Trap design and other factors influencing capture of male potato tuberworm moths by virgin female baited traps. J. econ. Ent. **68**: 305—308.
- LEWIS, T. and E. D. M. MACAULAY (1976) Towards rational design and elevation of pheromone traps. Pesticide Sci. **7**: 634—635.
- RAULSTON, J. R., A. N. SPARKS, and P. D. LINGREN (1980) Design and comparative efficiency of a wind-oriented trap for capturing live *Heliothis* spp. J. econ. Ent. **73**: 586—589.
- SATO, Y., H. FUJIWARA, M. NAGANO, and M. SAKAI (1978) A dry pheromone trap for capturing males of *Spodoptera litura* (F.). Appl. Ent. Zool. **13**: 185—189.
- SHARMA, R. K., R. E. RICE, H. T. REYNOLDS, and R. M. HANNIBAL (1973) Effect of trap design and size of hexalure dispensers on catches of pink bollworm males. J. econ. Ent. **66**: 377—379.