シロイチモジヨトウ発生予察用フェロモン剤に誘引された 非標的チョウ目昆虫

河野勝行・太田 泉・村田未果・飯田博之

Katsuyuki Kohno, Izumi Ohta, Mika Murata and Hiroyuki Iida: Non-target lepidopteran insects attracted to a sex pheromone lure for *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)

Abstract

Sex pheromone lures usually attract the target species very specifically; however, non-target species are also often attracted. Non-target species attracted to a sex pheromone lure could lead to technical problems in pest monitoring. In this study, non-target lepidopteran species attracted to the sex pheromone lure for the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner) were examined at four sites in different environmental conditions in and around Tsu City, Mie Prefecture, Japan. In addition to attraction of the target species, three lepidopteran species (*Athetis dissimilis* (Hampson), *Cucullia fraterna* Butler, and *Lithophane ustulata* (Butler)) were specifically attracted to the lures for *S. exigua*. Of these, *A. dissimilis* was considered to be the species most likely to cause erroneous determination when *S. exigua* were counted mechanically or by inexperienced investigators.

Key words: *Spodoptera exigua*, sex pheromone lure, non-target species, pest monitoring

緒 言

シロイチモジヨトウ *Spodoptera exigua* (Hübner) はワタや各種野菜類、中でも特に我が国ではネギの重要害虫であり、性フェロモンが明らかにされたことにより (Wakamura, 1987)、性フェロモン剤による誘引を利用した発生予察が行われている (本郷, 2010)。

一般に発生予察用フェロモン剤は種特異性が高いが、標的外の種もしばしば誘引されることが明らかになっている (本郷, 2010; 河野, 2015)。しかし、シロイチモジヨトウ用フェロモン剤に誘引される標的外の種はこれまで知られていない (柴尾, 2010)。

フェロモン剤に非標的種が誘引されても、同定に慣れた者による目視調査が行われれば問題は少ないが (本郷, 2010)、不慣れな者が調査する場合や、機器を利用して自動的に計数する場合には誤りや誤差が生じる可能性が高い。筆者らはこれまでに、ヨトウガ *Mamestra brassicae* (Linnaeus)、タマナギンウワバ *Autographa nigrisigna* Walker、ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius)、オオタバコガ *Helicoverpa armigera* (Hübner)、タバコガ *H. assulta* (Guenée)、コナガ *Plutella xylostella*

(Linnaeus) の発生予察用フェロモン剤について、誘引される非標的チョウ目昆虫の種類相と、その季節消長について明らかにし、これらのチョウ目種のフェロモン剤を使用する際の問題点について検討した (河野・飯田, 2012a, 2012b, 2013; 河野ら, 2014, 2016)。

ここでは、あらたにオオタバコガ用とハスモンヨトウ用フェロモン剤を比較対照として調査し、シロイチモジヨトウ用フェロモン剤に誘引される非標的チョウ目昆虫の種類相を明らかにすることにより、発生予察の現場を念頭においたシロイチモジヨトウのフェロモントラップへの非標的種の混入に関わる問題を検討する。

本文に先立ち、発生予察用フェロモン剤に関する資料をご提供いただいた信越化学工業株式会社の望月文昭博士、調査の連携調整にご配慮いただいた農研機構中央農業研究センターの平江雅宏博士、兵庫県立農林水産技術総合センターの八瀬順也氏、京都府農林水産研究センターの徳丸晋博士、原稿にコメントをいただいた農研機構野菜花き研究部門の豊島真吾博士、調査地の提供についてご配慮いただいた伊賀市青山支所振興課および三重県農林水産部みどり共生推進課の関係各位にお礼申し上げる。

材料および方法

調査は、三重県津市安濃町草生の農研機構安濃野菜研究拠点内3か所（農耕地、非農耕地、建物屋上）と、津市と伊賀市の境界の布引山地の稜線にある青山高原山頂小屋のテラスの計4か所で行なった。農耕地は各種野菜や緑肥が栽培されている圃場に隣接した雑草地（適宜雑草を刈り払った）、非農耕地は建物の近隣の裸地（バレーコート）、建物屋上は鉄筋3階建ての屋上（高さ約10 m）であった（Fig. 1）。

調査にはファネルトラップ（日本植物防疫協会扱い）に約3 cm 四方に切断したバポナ殺虫プレート®（アース製薬製、有効成分：ジクロロボス）を入れたものと粘着板トラップ（サンケイ化学、SEトラップ®）を使用し、トラップに捕捉されたチョウ目昆虫を同定し計数した。ファネルトラップは、建物屋上を除いた3か所の調査地では地面あるいはテラスの床面から約1.5 mの高さに金具を使用して、建物屋上では厚さ10 cmのコンクリートブロックの上に紐で固定して設置した。1台のファネルトラップにはオオタバコガ用、シロイチモジヨトウ用（いずれも信越化学製、サンケイ化学販売で日本植物防疫協

会扱い）、ハスモンヨトウ用（サンケイ化学製で日本植物防疫協会扱い）のいずれか一つのフェロモン剤を取り付けて、調査地点ごとに3台一組を約5 mの間隔で一直線状になるように設置した。フェロモン剤の設置順はオオタバコガ用、シロイチモジヨトウ用、ハスモンヨトウ用の順になるようにして、設置位置のローテーションは行わなかった。調査期間は青山高原では2018年5月9日から同年10月31日までであった。安濃野菜研究拠点内の3か所は2018年5月15日以降継続調査中であるが、2019年10月16日までのデータを取りまとめた。粘着トラップによる調査は1か所農耕地のみで実施し、トラップを地面から約40 cmの高さに約5 mの間隔で一直線状にファネルトラップと同じ順序で同種のフェロモン剤を取り付けたファネルトラップからそれぞれ約6 m離して3台設置した。調査期間は2019年6月5日以降継続調査中であるが、2019年10月16日までのデータを取りまとめた。調査はほぼ1週間間隔で実施し、フェロモン剤はほぼ4週間ごとに更新した。

あるチョウ目昆虫種がフェロモン剤に誘引されたか否かについて、すべてのチョウ目個体が他個体と独立に行動すると考え、場所やトラップの種類を考慮せず、3種のトラップのいずれかに同じ確率（それぞれ1/3）で捕捉されると仮定したときに得られる捕獲数（期待値）に比べ、ある種のフェロモン剤のトラップにある種のチョウ目昆虫の捕獲数（実測値）が危険率5%で有意に多く捕捉された場合、そのチョウ目昆虫がそのトラップのフェロモン剤に誘引されたと判断した。統計検定にはJMP 11.2.0（SAS Institute）を使用した。

シロイチモジヨトウ用フェロモン剤は（Z,E）-9,12-tetradecadienyl acetate と（Z）-9-tetradecen-1-ol の7:3の混合物1.0 mgをゴムキャップに染み込ませたものである（本郷, 2010; Wakamura, 1987）。なお、この第一成分はハスモンヨトウ用フェロモン剤（本郷, 2010; Yushima et al., 1974）の第二成分と同一物質である。オオタバコガ用フェロモン剤（本郷, 2010; Kehat and Dunkelblum, 1990）にはここで使用した他のフェロモン剤との共通成分はない。

結 果

シロイチモジヨトウ用、ハスモンヨトウ用、オオタバコガ用トラップに捕獲され、同定されたチョウ目昆虫は58種であったが、そのうちすべてのトラップの合計で3頭以上捕獲されたものを総捕獲数が多かった種から順に、それぞれのトラップで捕獲された合計個体数をTable 1に示した。3種それぞれの種用のトラップに

Fig. 1. Schematic figure of the survey sites in the campus of Ano Vegetable Research Station, NARO (Tsu City, Mie Prefecture, Japan). This figure is made from maps provided by Geospatial Information Authority of Japan.

Table 1. Numbers of lepidopteran species captured by traps containing an attractant for *Spodoptera exigua* [Se], *Spodoptera litura* [Sl] or *Helicoverpa armigera* [Ha] at four different types of survey sites. Species names are arranged in descending order of total captured numbers.

Scientific name with trivial name in Japanese	Total	Total for each attractant ¹⁾												Crop field						Bare ground						Above a building						Highland												
		Sticky traps						Funnel traps						Sticky traps						Funnel traps						Sticky traps						Funnel traps												
		Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha	Se	Sl	Ha										
<i>Spodoptera litura</i> ハスモンヨトウ	15399	7	15389	3	4	1067	0	0	739	0	0	8505	3	2	4033	0	0	1243	0	0	89	0	0	541	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
<i>Spodoptera exigua</i> シロイチモジヨトウ	1440	1440	0	0	215	0	0	739	0	0	0	0	0	392	0	0	89	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
<i>Parapediasia teterella</i> シバツトガ	1187	14	1	1172	11	1	382	2	0	497	1	0	262	1	0	262	0	0	26	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
<i>Helicoverpa armigera</i> オオタバコガ	824	1	0	823	0	0	358	1	0	206	0	0	192	0	0	192	0	0	62	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Aethis dissimilis</i> テンウスイロヨトウ	64	62	1	1	28	0	1	9	1	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
<i>Nomophila noctuella</i> ワモンノメイガ	37	12	10	15	10	8	11	1	2	1	1	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Cucullia pustulata</i> ホソバセダカモクメ	35	32	3	0	1	0	0	9	2	0	13	1	0	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Nola taeniata</i> クロスジシロコブガ	26	13	3	10	13	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Mythimna turca</i> フタオビキヨトウ	19	0	0	19	0	0	3	0	0	4	0	0	11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Spoladea recurvalis</i> シロオビノメイガ	15	4	2	9	4	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Sarcophila iloba</i> シロシタヨトウ	12	5	4	3	0	0	1	4	4	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Xylena fumosa</i> アヤモクメキリガ	11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Spodoptera depravata</i> スジキリヨトウ	9	2	6	1	2	1	1	0	1	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Agrotis segetum</i> カブラヤガ	8	1	5	2	1	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Mythimna hamifera</i> ウラギンキンヨトウ	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Endoricha kuznetzovi</i> キモンツガリメイガ	6	1	1	4	0	0	1	1	0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Mythimna loreyi</i> クサシロキヨトウ	6	3	0	3	3	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Glyphipterix gamma</i> カラカネホソハマキモドキ	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Lithophane ustulata</i> ハンノキリガ	4	4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Diasemia accalis</i> キアヤヒメノメイガ	3	1	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Helcystogramma triannulellum</i> イモキバガ	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Orthonama obstipata</i> トビスジヒメナミシヤク	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Xylena formosa</i> キババラモクメキリガ	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
others and unidentified	147	47	48	52	33	29	28	4	4	4	12	3	5	6	3	4	1	4	1	4	3	4	1	4	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Total	19273	1651	15475	2147	328	1113	813	772	8524	741	439	4044	486	102	1247	91	10	547	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

1) Numerical characters in bold faces exhibit that the number is significantly larger than expected by assuming no preference (likelihood ratio test using exact probability, $\alpha = 0.05$).

捕獲された合計個体数が、期待された確率より有意に多かったものは個体数を太字で示した。ハスモンヨトウ用粘着板トラップでは、捕獲された個体がしばしばオーバーフローしたが、その他のトラップではオーバーフローは認められなかった。

シロイチモジヨトウ用のトラップに捕獲されたチョウ目昆虫の個体数は、シロイチモジヨトウ、テンウスイロヨトウ *Athetis dissimilis* (Hampson), ホソバセダカモクメ *Cucullia pustulata* Eversmann, シバツトガ *Parapediasia teterella* (Zincken), クロスジシロコブガ *Nola taeniata* Snellen, ワモンノメイガ *Nomophila noctuella* (Denis and Schiffermüller), ハスモンヨトウ, シロシタヨトウ *Sarcopolia illoba* (Butler), ハンノキリガ *Lithophane ustulata* (Butler), シロオビノメイガ *Spoladea recurvalis* (Fabricius), クサシロキヨトウ *Mythimna loreyi* Butler の順に多かった。しかしこのうち、シロイチモジヨトウ、テンウスイロヨトウ、ホソバセダカモクメ、ハンノキリガを除く7種はシロイチモジヨトウ用トラップに有意に多く捕獲されたわけではなかったので、機会的に捕獲されたと判断された。なお、シロイチモジヨトウ用トラップに有意に多く捕獲された4種の個体の性別はいずれもオスだった。

テンウスイロヨトウの捕獲時期は5月中旬～6月中旬と8月上旬～9月中旬、ホソバセダカモクメの捕獲時期は4月下旬～9月下旬で、それぞれシロイチモジヨトウの捕獲期時期5月中旬～12月上旬に完全に重複したが、ハンノキリガの捕獲時期は2月中旬～4月下旬で、シロイチモジヨトウの捕獲時期とは重複しなかった。

農耕地に設置したシロイチモジヨトウ用フェロモン剤を使用したファネルトラップと粘着板トラップを同時に設置していた2019年6月5日から10月16日までの農耕地のそれぞれのトラップに捕獲されたシロイチモジヨトウ、テンウスイロヨトウ、ホソバセダカモクメの捕獲数を Table 2 に示した。この3種について2種のトラップに捕獲された比率を尤度比検定した結果、シロイチモジヨトウとホソバセダカモクメの間に有意な差は認められ

なかったが、テンウスイロヨトウは他の2種より有意に多く ($p < 0.01$) 粘着板トラップで捕獲された。

ハスモンヨトウ用のトラップに捕獲されたチョウ目の個体数は、ハスモンヨトウ、ワモンノメイガ、スジキリヨトウ *Spodoptera depravata* (Butler), カブラヤガ *Agrotis segetum* (Denis and Schiffermüller), シロシタヨトウ, ホソバセダカモクメ, クロスジシロコブガの順に多かった。しかしこのうち、ハスモンヨトウ以外の6種はハスモンヨトウ用トラップに有意に多かったわけではなかったので、機会的に捕獲されたと判断された。

オオタバコガ用トラップに捕獲されたチョウ目の個体数は、シバツトガ、オオタバコガ、フタオビキヨトウ *Mythimna turca* (Linnaeus), ワモンノメイガ, アヤモクメキリガ *Xylota fumosa* (Butler), クロスジシロコブガ, シロオビノメイガ, ウラギンキヨトウ *Mythimna hamifera* (Walker), カラカネホソハマキモドキ *Glyphipterix gamma* Moruuti and Saito, キモントガリメイガ *Endotricha kuznetzovi* Whalley, ハスモンヨトウ, シロシタヨトウ, クサシロキヨトウ, キバラモクメキリガ *Xylota formosa* (Butler) の順で多かった。しかしこのうち、シバツトガ, オオタバコガ, フタオビキヨトウ, ウラギンキヨトウ, カラカネホソハマキモドキ, キバラモクメキリガを除く8種はオオタバコガ用トラップに有意に多かったわけではなかったので、機会的に捕獲されたと判断された。

考 察

シロイチモジヨトウ用フェロモン剤にも、これまでに検討されたフェロモン剤と同様に(河野・飯田, 2012a, 2012b, 2013; 河野ら, 2014, 2016), 標的外の種が誘引されることが本研究で明らかになった。シロイチモジヨトウ用フェロモン剤に誘引されたと判断されたシロイチモジヨトウ以外の3種のうち、ホソバセダカモクメとハンノキリガはシロイチモジヨトウより明らかに大型であり(岸田, 2011), しかもハンノキリガは捕獲時期がシロイチモジヨトウと重ならなかったため、トラップ調査を行う際、これら2種がシロイチモジヨトウと誤同定される可能性はほとんど無いと判断された。しかしながら、テンウスイロヨトウはシロイチモジヨトウより若干大型であるものの、ほとんど同じ大きさで色彩も似ているため(岸田, 2011), 誤同定される危険性が高いと判断された。しかも、その年の初捕獲時期がいずれも5月中旬であったことから、シロイチモジヨトウの初発生を捉える際、テンウスイロヨトウに特に注意を払う必要があると判断された。

Table 2. Total captured numbers of *Spodoptera exigua*, *Athetis dissimilis* and *Cucullia pustulata* at the crop-field site during the period when both of funnel and sticky traps including synthetic pheromone lures for *S. exigua* were simultaneously set (from June 5 to October 16, 2019)

Trap type	<i>S. exigua</i>	<i>A. dissimilis</i>	<i>C. pustulata</i>
Funnel trap	77	1	2
Sticky trap	215	28	1

同じ場所に設置されたファネルトラップと粘着板トラップでは、シロイチモジヨトウとテンウスイロヨトウのいずれも粘着板トラップでより多数捕獲されたが (Table 2), その比率は有意に異なり, テンウスイロヨトウは粘着板トラップで有意に多く捕獲された。この違いはトラップの形状の違いによる可能性もあるが, 本研究ではファネルトラップは約 1.5 m の高さに, 粘着板トラップは約 40cm の高さに設置したため, トラップの高さの違いが反映されている可能性もあるので, テンウスイロヨトウの混入の影響を小さくするためにファネルトラップを使用するのが望ましいかどうかについて, 今後さらに検討する必要がある。

オオタバコガ用のフェロモン剤にも標的外の種が誘引されたが, オオタバコガ用フェロモン剤に誘引されたカラカネホソハマキモドキ *Glyphipterix gamma* Moriuti and Saito 以外の種は既に報告されている種であった (Table 1; 河野ら, 2014)。本研究でカラカネホソハマキモドキはすべてファネルトラップで捕獲されたが (Table 1), 河野ら (2014) の調査では粘着板トラップが使用されていたので, トラップの形状や設置の高さの違いの影響により, 河野ら (2014) ではカラカネホソハマキモドキが検出されなかった可能性が考えられる。

ホソバセダカモクメはほとんどがシロイチモジヨトウ用トラップで捕獲されたが, 約 9% に相当する 3 頭がハスモンヨトウ用トラップでも捕獲された (Table 1)。このことは, ホソバセダカモクメがシロイチモジヨトウ用フェロモン剤の第一成分であり (本郷, 2010; Wakamura, 1987), ハスモンヨトウ用フェロモン剤の第二成分である (本郷, 2010; Yushima et al., 1974) (*Z,E*)-9,12-tetradecadienyl acetate に誘引された可能性を示唆する。

摘 要

性フェロモン誘引剤はその種特異性を利用して農業害虫の発生予察に利用されるが, しばしば非標的種も誘引

される場合があり, 不慣れな者が調査する場合に誤同定されたり, 機械で計数する場合に誤認される可能性があり, 発生予察における技術的な問題となる。ここでは, シロイチモジヨトウ用発生予察用フェロモン剤を使用したときに誘引される非標的チョウ目昆虫種に関する問題を明らかにするため, 三重県津市内および近隣の 4 か所の異なる環境条件において調査を行った。シロイチモジヨトウ用フェロモン剤を誘引源としたトラップには, 標的種であるシロイチモジヨトウのほか, テンウスイロヨトウ, ホソバセダカモクメ, ハンノキリガの 3 種のチョウ目昆虫が特異的に捕獲された。これらのうち, シロイチモジヨトウと発生時期が重なり大きさが似通っているテンウスイロヨトウが, フェロモン剤を利用したシロイチモジヨトウの発生予察において, 不慣れな者によって誤同されたり, 定自動計数を行う場合に誤認されて問題になる可能性がある。

引用文献

- 本郷智明 (2010) 植物防疫 63 : 784-791.
Kehat, M. and E. Dunkelblum (1990) J. Insect Behav. 3: 75-83.
岸田泰則編 (2011) 日本産蛾類標準図鑑Ⅱ. 学研教育出版, 東京, pp.83, 88, 89, 99, 306, 324, 327, 352.
河野勝行 (2015) 植物防疫 69 : 573-577.
河野勝行・飯田博之 (2012a) 関西病虫研報 (54) : 155-156.
河野勝行・飯田博之 (2012b) 関西病虫研報 (54) : 157-159.
河野勝行・飯田博之 (2013) 関西病虫研報 (55) : 101-103.
河野勝行・飯田博之・本多健一郎 (2010) 関西病虫研報 (52) : 119-120.
河野勝行・飯田博之・武田光能・本多健一郎 (2014) 応動昆 58 : 343-350.
河野勝行・飯田博之・武田光能・本多健一郎 (2016) 関西病虫研報 (58) : 7-12.
柴尾 学 (2010) 植物防疫 64(13) : 45-49.
Wakamura S. (1987) Appl. Entomol. Zool. 22: 348-351.
Yushima, T., Y. Tamaki, S. Kamano and M. Oyama (1974) Appl. Entomol. Zool. 9: 147-152.