複合交信攪乱剤を用いたナシ害虫防除における殺虫剤削減の試み

伊澤宏毅*・藤井和則**・的場達矢***

* 鳥取県園芸試験場

** 東伯農業改良普及センター

*** サンケイ化学株式会社

Control of Multiple Species of Lepidopterous Insect Pests Using a Mating Disruptor and Reduced Pesticide Applications in Japanese Pear Orchards. Hiroki Izawa (Tottori Horticultural Experiment Station, Daiei, Tottori 689-2221, Japan), Kazunori Fujii (Tohoku Agricultural Extension Office, Tohaku, Tottori 689-2301, Japan) and Tatsuya Matoba (Sankei Chemical Co. Ltd, Osaka Office, Yodogawa, Osaka 532-0011, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 165-171 (2000)
Abstract: Efficacy of a mating disruptor against multiple species of lepidopterous insects was tested in Japanese pear orchards in Tottori, Japan during 1997, with the goal of reducing the amounts of insecticides and acaricides applied. Three experimental plots were set up as follows: (1) conventional control plots in which insecticides and acaricides were sprayed 14 times; (2) treatment with the mating disruptor, "Confuzer-p®" and application of insecticides reduced to 20% of the conventional control (Plot 1); and (3) use of the mating disruptor and 35% of the conventional control insecticide application (Plot 2). The mating disruptor seemed to be effective against *Homona magnanima*, *Adoxophyes honmoi* and *Carposina niponensis* in terms of the number of male moths caught in the sex pheromone trap and the percentage of injured fruit. Reduced applications of insecticides conserved to some degree the predators of spider mites, especially the predaceous thrips, *Scolothrips takahashii*. Acaricide application was therefore reduced to one time in Plot 1 and none in Plot 2 as compared with twice in the conventional control plot. The occurrence of minor insect pests, *Eumeta japonica*, *Ascotis selenaria* and *Euproctis* spp., tended to increase in Plots 1 and 2. These insects injured the pear shoots, although injury to the fruit was negligible. The cost of the control measures in Plots 1 and 2 was around 1,400 US dollars per ha as compared with 1,300 dollars in the conventional control plot.

Key words: IPM, pesticide, mating disruption, Japanese pear, lepidopterous insect pest

緒 言

近年、我が国において農作物の安全性についての意識が高まっており、その実現のために、化学合成農薬の使用を減少させて農作物を栽培する技術に対して高い関心が寄せられている。特に、性フェロモン製剤は安全性が高く、また、種特異性が高いため、非標的生物に悪影響を与えにくいことから、総合的害虫管理 (IPM) の有力な防除資材の一つとされている (志賀, 1997)。しかしながら、性フェロモン剤は種特異性が高い反面、複数害虫の防除にあたって対象害虫ごとにフェロモン剤の処理を行わねばならない欠点があった。この欠点を補うために、モモやナシではハマキムシ類、シンクイムシ類およびモモハモグリガの複数害虫に対して同時防除が実現できる複合交信攪乱剤が開発された。現在、鳥取県のナシ園ではハマキムシ類を対象とした殺虫剤による防除が年3~4回、シンクイムシ類を対象とした防除が年5~6回行われている。もし両者に効果がある複合交信攪乱剤が利用できれば、殺虫剤の散布回数を減少させることで環境に配慮し、しかも消費者のニー

ズにあった果実生産が期待される。そこで、筆者らはナシ園において複合交信攪乱剤オリフルア・テトラデセニルアセテート・ピーチフルア・ピリマルア剤 (信越化学工業株式会社製、以下 O TPP 剤という) を用いた場合のシンクイムシ類およびハマキムシ類に対する防除効果ならびに本剤を用いることにより年間の削減可能な合成殺虫剤散布回数、さらに合成殺虫剤削減下でのハダニの在来天敵の発生動向とそれらのハダニに対する密度抑制効果について検討したので報告する。

本文に入るに先立ち、本稿の御校閲を賜った岡山大学農学部教授の中筋房夫博士、資料の収集に御協力いただいた農林水産省果樹試験場リンゴ支場の柳沼勝彦氏および山梨県農政部農業技術課の功刀幸博氏に厚くお礼申し上げる。また、圃場を御提供いただいた竹宮博之氏、浜本孝明氏、研究を進めるにあたり適切な御助言をいただいた鳥取県園芸試験場環境研究室の渡辺博幸室長、また、フェロモンデイスペンサーの提供と調査に御協力いただいたサンケイ化学株式会社の関係者の方々ならびに調査に御協力いただいた鳥取県園芸試験場環境研究室の畔田真喜子氏、吉村京子

氏に厚くお礼申し上げます。

材料および方法

1. 試験区

鳥取県東伯郡大栄町内の防風樹（イスノキまたはサンゴジュ）で囲まれた無袋栽培のナシ園3圃場（いずれも平坦地）に以下のような試験区を設置して、1997年に試験を行った。それらは慣行区に対する殺虫剤の使用回数（14回）を約80%削減した殺虫剤削減区Ⅰ（‘新水’，‘幸水’および‘豊水’の構成比がそれぞれ1:1:1の混植園，0.75 ha），慣行区に対する殺虫剤の使用回数を約65%削減した殺虫剤削減区Ⅱ（‘幸水’，‘豊水’の構成比が1:1の混植園，1.35 ha），および慣行防除区（‘幸水’，‘豊水’の構成比が1:1の混植園，0.7 ha）の3区である（Table 1）。前2者については、ディスペンサー（Table 2）を1997年5月1日にナシ棚（棚面の高さ：地上約1.7 m）に東西方向は約1.7 m，南北方向は約5 m間隔で取り付けた。さらに、ナシ園周辺の防風樹にも同じ要領でナシ棚とほぼ同じ高さの枝にディスペンサーを処理した。

1 ha当たりの処理量は、ナシ園周辺の防風樹も含め、削減区ⅠおよびⅡのいずれも1,860本であった。なお、各区は互いに直線距離で1 km以上離れていた。殺菌剤はいずれの区でも慣行に従い使用した。

2. OTPP剤のシンクイムシ類およびハマキムシ類に対する防除効果

各試験区の外周にあたるナシ‘豊水’約30～50樹を対象に、1997年8月7日および9月18日に1樹10新梢（約300～500新梢/区）について、ハマキムシ類による被害新梢率を調査した。また、同年9月4日に、各試験区において60樹を系統抽出し、その一定方向の主枝に着果した全果実（各区2,500果前後）を対象にハマキムシ類およびシンクイムシ類による被害果率を調査した。

3. ハダニ類およびその天敵の発消長

各試験区において各4樹を選定し、1樹当たり果そう葉25葉（100葉/区）を対象に、5月15日～9月25日までほぼ1週間間隔でハダニ類の1葉当たり個体数およびハダニの存在葉率を、圃場においてルーペを用いた直視法（江原・真梶，1975）により調査した。また、これと同時に天

Table 1. Application of insecticides or acaricides

	Date of treatment	Insecticides and acaricides (% AI, Formulation)	Concentration (ppm)
Plot I	22 May	Imidacloprid 10Wp ^a	50.0
	8 Aug.	Milbemectin 1Ec ^b	6.2
	30 Aug.	Dichlorvos 50Ec	500.0
Plot II	6 Apr.	Cyanophos 40Wp	266.7
	27 Apr.	Carbaryl 50Wp	500.0
	8 Jun.	Imidacloprid 10Wp	50.0
	17 Jun.	Methidathion 36Wp	240.0
	8 Aug.	Dichlorvos 50Ec	500.0
Control	8 Apr.	Cyanophos 40Wp	266.7
	5 May	Carbaryl 50Wp	500.0
	22 May	Buprofezin 25Wp	250.0
	31 May	Imidacloprid 10Wp	50.0
	10 Jun.	Dichlorvos 50Ec	500.0
	16 Jun.	Calbaryl 50Wp	500.0
		+ Vamidothion 37Ec	246.7
	30 Jun.	Methidathion 36Wp	240.0
	14 Jul.	Fenitrothion 50Ec	333.3
	20 Jul.	Chlorpyrifos 25Wp	166.7
	30 Jul.	Fenpyroximate 5Sc ^c	33.3
	8 Aug.	Dichlorvos 50Ec	500.0
	19 Aug.	Dichlorvos 50Ec	500.0
	30 Aug.	Milbemectin 1Ec	6.7

^a Wettable powder.

^b Emulsion concentrate.

^c Suspension concentrate.

敵類のハダニアザミウマ *Scolothrips takahashii*，ヒメハダニカブリケンハネカクシ *Oligota kashmirica benefica*，ケナガカブリダニ *Amblyseius womersleyi* およびハダニバエ *Feltiella* sp. についてもハダニ類と同様の方法で調査を行った。

4. 防除対象外害虫の被害調査

各試験区の外周にあたるナシ樹約50樹を対象に、1997年8月7日および9月18日に1樹10新梢（約500新梢/区）について、イラガ類，ドクガ類，ヤガ類，シャクガ類，ミノガ類による被害新梢率を調査した。また、同年9月4日に、各試験区において60樹を系統抽出し、その一定方向の主枝に着果した全果実（各区2,500果前後）を対象に

Table 2. Active ingredients of sex pheromones in the mating disruptor, Confuzer-p

Insect pests	Active ingredient	%
<i>Grapholita molesta</i>	(Z)-8-dodecenyl acetate	20.0
<i>Homona magnanima</i>	(Z)-11-tetradecenyl acetate	16.0
<i>Adoxophyes honmai</i> and other tortrices		
<i>Carposina niponensis</i>	(Z)-13-icosen-10-one	17.0
<i>Lyonetia clerckella</i>	14-methyl-1-octadecene	25.0
	Stabilizer	22.0

各害虫による被害果率を調査した。

5. OTPP 剤を防除体系に組み入れた場合の設置コスト

各試験区における防除実績 (Table 1) から、使用した殺虫剤 (交信攪乱剤を含む) および殺ダニ剤について 1997 年 12 月現在の鳥取県における農薬標準小売り価格をもとに年間防除経費を算出した。なお、殺虫剤削減区 I、殺虫剤削減区 II での交信攪乱剤の 1 ha 当たり設置量は、いずれも 1,860 本として経費を算出した。

結 果

1. シンクイムシ類およびハマキムシ類に対する防除効果

OTPP 剤を処理した殺虫剤削減区 I および II 区と慣行防除区におけるハマキムシ類の新梢被害は 8 月 7 日および 9 月 18 日の調査において全く認められなかった。一方、9 月 4 日における果実調査では、慣行防除区でのモモンクイガおよびハマキムシ類による被害果率がいずれも 0.1% であったのに対し、殺虫剤削減区 I ではモモンクイガのそれが 0%, ハマキムシ類によるそれが 0.1%, 殺虫剤削減区 II ではモモンクイガの被害果率が 0.3%, ハマキムシ類のそれは 0.1% であり、殺虫剤削減区 I および II 区とも慣行防除区と同程度に被害果率は極めて低率であった。

2. ハダニ類およびその天敵の発生消長

いずれの試験区においてもカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* およびナミハダニ *Tetranychus urticae* の発生が認められたが、前者が優占種であった。

慣行防除区では、7 月 24 日、8 月 7 日および 8 月 27 日にナシ葉 1 枚当たりのカンザワハダニの虫数が内田 (1976) により経験的に設定された要防除水準の 1.0~2.0

頭となり、7 月 30 日にフェンピロキシメートフロアブルが、8 月 30 日にミルベメクチン乳剤がそれぞれ散布された。一方、殺虫剤削減区 I では、カンザワハダニのナシ葉 1 枚当たりの虫数が 8 月 7 日に 0.8 頭となり、要防除水準に近い値となったため、8 月 8 日にミルベメクチン乳剤が散布された。殺虫剤削減区 II では年間を通じて、カンザワハダニのナシ葉 1 枚当たりの虫数が 1.0 頭に達することなく、殺ダニ剤の散布を全く必要としなかった (Fig. 1)。

さらに、慣行防除区ではカンザワハダニの密度が高まっても年間を通じてほとんどハダニアザミウマの発生が認められなかったが、殺虫剤削減区 I では、カンザワハダニの密度の上昇とともにハダニアザミウマの発生密度が 7 月下旬~8 月上旬および 9 月下旬において高く経過し、削減区 II についても、9 月においてカンザワハダニの増加とともにハダニアザミウマの発生が多く認められた (Fig. 1)。

一方、各処理区においてヒメハダニカブリケシハネカクシ、ケナガカブリダニおよびハダニバエの発生も散発的に認められたが、いずれも調査期間を通じて発生量はごくわずかであった。

3. 防除対象外害虫の被害調査

殺虫剤削減区 I および II 区では、8 月~9 月において新梢にヒロヘリアオイラガ *Parasa lepida* およびムラサキイラガ *Austrapoda dentata* の発生が認められ、9 月 18 日時点での被害新梢率は前者で 1.7%, 後者で 8.3% であった。一方、慣行区ではこれらの発生は全く認められなかった。また、殺虫剤削減区では 9 月 18 日時点でオオミノガ *Eumeta japonica* およびヨモギエダシャク *Ascotis selenaria* の新梢被害が認められ、前者による被害新梢率は削減 I で 9.6%, 後者によるそれは削減区 II で 1.3% であった。

Fig. 1. Seasonal occurrence of a spider mite, *Tetranychus kanzawai*, and a predaceous thrip, *Scolothrips takahashii*, in the test plots. Arrows show acaricide applications.

Fig. 2. Comparison of ratio of damaged shoots (left) and fruits (right) caused by minor insect pests: the giant bagworm, *Eumeta japonica* (GB), the mugwort looper, *Ascotis selenaria* (ML), the common cutworm, *Spodoptera litura* (CC), the tussock moths, *Euproctis similis* and *E. subflava* (TM) and the slug caterpillar moths, *Parasa lepida* and *Austrapoda dentata* (SCM) in the three plots.

一方、慣行区ではオオミノガおよびヨモギエダシヤクによる新梢被害は全く認められなかった。さらに、モンシロドクガ *Euproctis similis* およびドクガ *Euproctis subflava* の両種による9月18日時点での被害新梢率を各区で比較すると、削減区 I, II 区および慣行区でのそれは、それぞれ2.0%, 6.3%および2.5%であり、削減 II 区でのドクガ類による被害が慣行区に比べてやや多い傾向であった。一方、ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* による新梢被害が慣行区でわずかに認められ、その被害新梢率は2.5%であった。殺虫剤削減区では全く被害は認められなかった (Fig. 2)。

果実については9月4日の調査で3区ともミノガ類およびドクガ類による加害が認められた。ミノガ類による果実被害程度を比較すると、削減区 I, II 区および慣行区での被害果率はそれぞれ0.2%, 0.0%および0.1%であり、いずれの試験区においてもその程度は軽微であった。一方、ドクガ類については、削減区 I, II 区および慣行区での被害果率はそれぞれ0.9%, 0.5%, 1.2%であり、本害虫についてもその程度は各区とも軽微であった (Fig. 2)。

4. OTPP 剤を防除体系に組み込んだ場合の年間防除経費

殺虫剤削減区 I, II および慣行区における害虫防除資材の価格を比較した (Table 3)。

慣行区に対する殺虫剤の削減率が約80%で OTPP 剤を1 ha 当たり1,860本設置した削減区 I およびその削減率が約65%で OTPP 剤を1 ha 当たり1,860本設置した削減区 II それぞれの1 ha 当たり年間の殺虫・殺ダニ剤の防除経費 (散布に係る労働費は除く) は、1 ha 当たりの薬剤散布量を4,000 l とした場合、I 区は51,600円、II 区は49,400円、慣行区は155,640円であった。

一方、今回の試験で使用した OTPP 剤1 ha 当たりの処理量1,860本の価格 (1997年の鳥取県農薬標準小売価格をもとに算出) 117,000円を加算すると、削減区 I および II 区における1 ha 当たりの害虫防除に関する年間防除経費 (薬剤費と OTPP 剤費との合算) はそれぞれ168,600円および166,400円となり、慣行防除区に比べて約10,000円割高になった。

考 察

我が国における交信攪乱剤を用いた害虫の防除については、これまで野菜および花卉ではキャベツのヨナガ *Plutella xylostella* (河名ら, 1989; 大林ら, 1989 など)、ネギやエンドウについてはシロイチモジヨトウ *Spodoptera depravata* (Wakamura et al., 1989; 東ら, 1991 など)、また、バラ、アスパラガスおよびオオバについてはハスモ

Table 3. Comparison of the cost of control measures against insects and spider mites among the three plots

Field	No. of application times		Cost per 1 ha (¥)		
	Insecticide	Acaricide	Insecticides and acaricides	Synthetic mating disruptor	Total
Plot I	2	1	51,600	117,000	168,600
Plot II	5	0	49,400	117,000	166,400
Control	12	2	155,640	—	155,640

ンヨトウ (小林ら, 1988; 平出・小林, 1991; 柴尾ら, 1993 など), 一方, 茶ではハマキムシ類 (大泰司, 1986; 伊藤ら, 1988 など), 果樹ではウメのコスカシバ *Synanthedon hector* (青野ら, 1989; 夏見ら, 1990 など), リンゴのモモシンクイガ (佐藤, 1986; 奥ら, 1989 など) やキンモンホソガ (阿部ら, 1992), モモのナシヒメシンクイ (田中, 1986), セイヨウナシのモモシンクイガ (奥ら, 1989) およびニホンナシのシンクイムシ類 (香川ら, 1998) など主に単一害虫に対して検討されている。これらの交信攪乱剤が利用されるのは, ウメのコスカシバなどのように生息部位に薬剤がかかりにくく殺虫剤による防除が困難な場合や薬剤抵抗性が発達したり, 発生期間が長く防除のタイミングが難しい場合が主である。また, 慣行防除に従いながら交信攪乱剤を上乗せ処理することによってより防除効果の増強をねらう場合や防除の省力化や環境に配慮した防除法の確立を目的として行う場合などがあげられる。果樹では減農薬栽培に対する関心の高まりから, 環境に配慮した害虫防除法の確立が急がれている。こういう状況下で, リンゴに対しては 1996 年に, モモシンクイガ, ナシヒメシンクイ, キンモンホソガおよびハマキムシ類 (リンゴコカクモンハマキ, リンゴモンハマキおよびミダレカクモンハマキ) に対する複合交信攪乱剤アリマルア・オリフルア・テトラデセニルアセテート・ピーチフルア剤が, 一方, モモおよびナシについてはモモシンクイガ, ナシヒメシンクイ, ハマキムシ類 (リンゴコカクモンハマキ, リンゴモンハマキ, ミダレカクモンハマキ, チャハマキおよびチャノコカクモンハマキ) に対する複合交信攪乱剤 OTTP 剤が 1998 年に農薬登録された。これらの使用によって, 複数の害虫に対する同時防除ができれば, 結果として殺虫剤の使用回数削減が可能となることが期待される。さらに, 慣行の殺虫剤を選択的殺虫剤に置き換えたり, 性フェロモン剤処理によって殺虫剤の散布回数を減らすことで土着天敵を保護し, この作用を基幹的防除に利用し, 害虫個体群を管理する考え方もある (Gruys, 1982; 中筋, 1997)。例えば, リンゴのコードリナ *Cydia pomonella* に性フェロモンの交信攪乱剤を用い, 他の害虫に対して選択的殺虫剤を用いることによって, 二次害虫のキジラミの発生が抑制された報告がある (Westigard and Moffitt, 1984)。また, リンゴのハダニについても土着天敵を保護することで総合的に管理できることが Hardman et al. (1995) によって報告されている。同様の例は, スイス (Wildbolz, 1988) やアメリカ合衆国のリンゴ園 (Prokopy et al., 1996) でも知られている。

我が国においてもリンゴでは, ナシハダニは殺虫剤を散布しなければ捕食性天敵が増加し, 防除を必要としない程度に密度が低下することが知られている (北村, 1994)。

しかし, 我が国では, このような在来天敵保護とその活

用を考えた試験を行い, 実用化に結びつけた報告は果樹に関して数例にすぎない (Ohira and Oku, 1996; 荒川, 1998)。また, 試験的に効果をあげていても, 実用的に許容できる殺虫剤, さらに, 交信攪乱剤の防除効果や設置コストを含めた年間防除経費などを慣行防除のそれを比較して, その実用性について検討した報告例は殆どない。

そこで, 本研究ではハマキムシ類とシンクイムシ類を防除対象とした殺虫剤散布回数を慣行防除区に比べて 65% または 80% 省き, 複合交信攪乱剤を導入した防除体系下で試験を行ったところ, 以下のような結果が得られた。収穫直前に散布した有機リン剤を除いて着果期間中に殺虫剤を一切散布していない殺虫剤 80% 削減区では, ハダニ類の捕食性天敵ハダニアザミウマの個体数が 7 月下旬～8 月および 9 月下旬に多く発生し, カンザワハダニに対する殺ダニ剤の散布回数が慣行区の年 2 回に対し, 年 1 回ですまされた。また, 着果期間中での有機リン剤の散布回数が 2 回の殺虫剤 65% 削減区では, 7 月に使用した有機リン剤の影響で, 夏期のハダニアザミウマの発生量が殺虫剤 80% 削減区に比べて少なく推移したものの, 7 月下旬にハダニバエの発生が認められ, これらの働きによって 7 月から 8 月のカンザワハダニの発生が慣行に比べてかなり低く推移した。また, 9 月にはハダニアザミウマの発生量が増加し, 結果的にはハダニの密度が年間を通じて要防除水準の葉当たり 1.0～2.0 頭 (内田, 1976) 以下に保たれ, 殺ダニ剤の散布を全く必要としなかった。このことから, 殺虫剤削減によりナシのハダニ類の捕食性天敵ハダニアザミウマ等が保護され, ナシでも生態系を利用したハダニ類の個体群管理が可能であると考えられる。

また, 交信攪乱剤 OTTP 剤のシンクイムシ類およびハマキムシ類に対する防除効果について検討したが, 本剤処理前年の 1996 年における殺虫剤削減区 I でのシンクイムシ類およびハマキムシ類による果実被害はいずれも 2% 程度, 殺虫剤削減区 II および慣行区については, いずれもシンクイムシ類による果実被害が 3% 程度, ハマキムシ類によるそれは 0.5% 程度と高率に認められたのに対し, 1997 年では OTTP 剤を処理した 2 区とも, シンクイムシ類およびハマキムシ類の果実被害が 6 月の防除を強化した慣行区並みに 0.3% 以下と極めて少なかった。このことから, OTTP 剤は両害虫に対して防除効果が高いと思われ, 本剤を利用することによって, ナシ園での殺虫剤使用回数の大幅な削減が可能となることが明らかとなった。

一方, これらの殺虫剤削減下で複合交信攪乱剤を防除体系に組み込んだ場合における防除経費は, 殺虫剤の削減率が 80% および 65% 区のいずれにおいても 1 ha 当たりほぼ慣行区並みの約 160,000～170,000 円となり, 経営試算から考慮しても, この防除体系は現場において実用的であると考えられ, 今後のナシ園における普及が期待される。

殺虫剤削減と OTTP 剤の使用を組み合わせた体系下では、防除対象となっていないマイナー害虫による果実被害はほとんど問題とならなかった。しかしながら新梢ではやや問題となり、イラガ類、ミノガ類およびドクガ類が慣行に比べてやや多く発生した。この点に関して奥ら (1989) は、セイヨウナシ園において殺虫剤削減下で、ナシマダラメイガ *Eurodope Pirivorella*, モンクロシャチホコ *Phalera flavescentis* およびイラガ *Monema flavescentis* の局地的多発を認めており、坂神 (1997) もリンゴの減農薬体系でのマイナー害虫の被害拡大の可能性を指摘している。これらマイナー害虫は、選択性殺虫剤の若干の追加散布によって各種天敵を保護したまま防除が可能となることが予想される。この場合、これらの害虫の要防除水準を設定し、発生監視を適切に行うことが求められる。これらのことが、今後交信攪乱剤を使用した防除体系を確立していく上で重要なポイントとなると考えられるため、さらに検討を加えていきたい。

摘 要

1. 1997 年に実施した調査で、露地のナシ園で殺虫剤の年間使用回数を慣行の 60% 程度に削減しても、複合交信攪乱剤の OTTP 剤を 10 a 当たり約 180 本設置することで、ナシのハマキムシ類やシンクイムシ類による被害を受けなかった。

2. OTTP 剤の設置で殺虫剤が削減されたことによって、ハダニの捕食性天敵ハダニアザミウマなどが保護され、ハダニに対する慣行の防除回数 2~3 回が、全く不必要か 1 回ですむ可能性が示唆された。

3. 殺虫剤削減区では、夏期後半~秋期にかけて新梢では防除対象外害虫のイラガ類、ミノガ類およびドクガ類などが慣行散布区に比べてやや多く発生した。

4. 慣行に対する殺虫剤使用回数の削減率が約 65% で OTTP 剤を 1 ha 当たり約 1,800 本設置した場合の害虫防除に関する防除資材費は、慣行防除に比べて約 10,000 円割高の 160,000~170,000 円であるが、現地において実用的であると考えられた。

引用文献

- 阿部憲義・佐々木正剛・吉井太門 (1992) 交信攪乱法によるキンモンホソガの防除。北日本病虫研報 43: 144-145. [Abe, N., M. Sasaki and T. Yoshii (1992) Control effect of mating disruption with synthetic pheromones on the apple leafminer, *Phyllonorycter ringoniella* Matsumura. *Ann. Rept. Plant Prot. North Japan* 43: 144-145.]
- 荒川昭弘 (1998) 複合交信攪乱剤を利用したモモの減農薬防除の試み。果実日本 53(5): 72-74. [Arakawa, A. (1998) Control of multiple species of lepidopterous insect pests using mating disruptor with reduced pesticides applications in peach orchards. *Kajitsu Nippon* 53(5): 72-74.]
- 青野信男・夏見兼生・湯川良夫 (1989) 合成性フェロモンによるウメのコスカシバ防除。植物防疫 43: 329-332. [Aono, N., K. Natsumi and Y. Yukawa (1989) Mating suppression to the cherry treeborer, *Conopia hector* Butler, in Japanese apricot by its synthetic sex pheromone. *Plant Protect.* 43: 329-332.]
- 東勝千代・矢野貞彦・野畑昭弘・西山忠雄 (1991) 合成フェロモン剤 (ヨトウコン-S) によるエンドウのシロイチモジヨトウの防除効果。関西病虫研報 33: 121-122. [Azuma, K., S. Yano, A. Nobata and T. Nisiyama (1991) Control of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* H., using synthetic sex pheromone. *Proc. Kansai Pl. Prot.* 33: 121-122.]
- 江原昭三・真梶徳純 (1975) 農業ダニ学。全農協。東京, pp. 252-253. [Ehara, S. and N. Shinkaji (1975) *Agricultural Acarology*. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai, Tokyo, pp. 252-253.]
- Gruys, P. (1982) Hits and misses. The ecological approach to pest control in orchards. *Ent. Exp. Appl.* 31: 70-87.
- Hardman, J. M., R. F. Smith and E. Bent (1995) Effects of different integrated pest management programs on biological control of mites on apple by predatory mites (Acari) in Nova Scotia. *Environ. Entomol.* 24: 125-142.
- 平出裕之・小林義明 (1991) 施設アスパラガスのハスモンヨトウに対する性フェロモンの防除効果。関東東山病虫研報 38: 195-196. [Hirade, H. and Y. Kobayashi (1991) Efficacy of synthetic sex pheromones against the common cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) on asparagus in vinyl-houses. *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 38: 195-196.]
- 伊藤善文・芦沢英典・西山好幸 (1988) 交信攪乱剤と顆粒病ウィルスを取り入れたチャ害虫の防除。関東東山病虫研報 35: 187-188. [Ito, Y., H. Ashizawa and Y. Nishiyama (1988) Biological control of oriental tea tortrix (*Homona magnanima* Diakonoff) and smaller tea tortrix (*Adoxophyes* sp.). *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 35: 187-188.]
- 香川陽子・岩瀬才次郎・深山陽子・永山 功 (1998) 性フェロモン剤を用いたナシのシンクイムシ類の防除。関東東山病虫研報 45: 231-234. [Kagawa, Y., S. Iwanade, Y. Miyama and I. Nagayama (1998) Control of fruit moths on Japanese pear with synthetic sex pheromones. *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 45: 231-234.]
- 河名利幸・清水喜一・安達辰男 (1989) コナガに対する性フェロモン剤・コナガコンの防除効果。関東東山病虫研報 36: 150-153. [Kawana, T., K. Shimizu and T. Adachi (1989) Effect of the synthetic sex pheromone, KONAGAKON®, on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 36: 150-153.]
- 北村泰三 (1994) リンゴにおけるフェロモン防除と天敵利用の今後と問題点。関東東山病虫研報 41: 3-7. [Kitamura, T. (1994) The future and problems of insect pest control using sex pheromones and natural enemies in apple orchards. *Proc. Kanto Pl. Prot. Soc.* 41: 3-7.]
- 小林義明・小沢俊幸・大橋孝文・大石雅樹・望月淳雄・服部 隆 (1988) 施設バラのハマキムシ類、ハスモンヨトウのフェロモンによる防除。関西病虫研報 30: 63-69. [Kobayashi, Y., T.

- Ozawa, T. Ohhashi, M. Ohishi, A. Mochizuki and T. Hattori (1988) Control effects of synthetic sex pheromones against the tortricids (Lepidoptera: Tortricidae) and the common cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) on rose in glass- and vinyl-houses. *Proc. Kansai Pl. Prot.* 30: 63-69.]
- 中筋房夫 (1997) 総合的害虫管理学. 養賢堂, 東京. 273 pp. [Nakasuiji, F. (1997) *Integrated Pest Management*. Yokendo Ltd., Tokyo. 273 pp.]
- 夏見兼生・湯川良夫・和佐憲道 (1990) ウメのコスカシバに対する合成性フェロモン剤 (スカシバコン) の防除効果に及ぼす要因. 関西病虫研報 32: 85-86. [Natsumi, K., Y. Yukawa and N. Wasa (1990) Factors influencing efficacy of synthetic sex pheromone, SUKASHIBAKON®, against the cherry tree-borer, *Synanthedon hector* on Japanese apricot orchards. *Proc. Kansai Pl. Prot.* 32: 85-86.]
- 大林延夫・清水喜一・岩田直記・永田健二 (1989) 性フェロモンによるコナガの防除. 植物防疫 43: 325-328. [Ohbayashi, N., K. Shimizu, N. Iwata and K. Nagata (1989) Control of the diamond back moth, *Plutella xylostera* by its synthetic sex pheromone. *Plant Protect.* 43: 325-328.]
- Ohira, Y. and Oku, T. (1996) A trial to promote the effect of natural control agents especially of *Trichogramma* sp., on the apple tortrix, *Archips fuscocupreanus* walsingham, by disrupting the mating of the pest. *FFTC Book Series* 47: 131-136.
- 大泰司誠 (1986) 交信かく乱法によるチャのハマキガ類の防除—静岡県の場合—. 植物防疫 40: 51-54. [Ohtaishi, M. (1986) Control of tea tortricids by communication disruption in Shizuoka prefecture. *Plant Protect.* 40: 51-54.]
- 奥 俊夫・若公正義・大平喜男 (1989) 合成性フェロモンの交信攪乱効果によるモモンシクイガの防除. 果樹試報告 C 16: 63-81. [Oku, T., M. Wakou and Y. Ohira (1989) Suppression of the oriental peach moth population, *Carposina niponensis* walsingham, through mating disruption with sex pheromone. *Bull. Fruit Tree Res. Stn. C* 16: 63-81.]
- Prokopy, R. J., J. L. Mason, M. Christie and S. E. Wright (1996) Arthropod pest and natural enemy abundance under second-level versus first-level integrated pest management practices in apple orchards: a 4-year study. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 57: 35-47.
- 坂神泰輔 (1997) リンゴの鱗翅目害虫に対する複合同時交信攪乱. 研究ジャーナル 20(9): 24-30. [Sakagami, T. (1997) Multiple mating disruption for the purposes of apple key pests. *Research Journal Food and Agriculture* 20(9): 24-30.]
- 佐藤力郎 (1986) 交信かく乱法によるモモンシクイガの防除. 植物防疫 40(2): 63-66. [Sato, R. (1986) Control of the peach fruit moth (*Carposina niponensis* Walsingham) by communication disruption. *Plant Protect.* 40(2): 63-66.]
- 柴尾 学・溝淵直樹・山本 昭・田中 寛 (1993) 施設栽培のオオバ (青ジソ) におけるハスモンヨトウの性フェロモン剤による防除. 関西病虫研報 35: 65-66. [Shibao, M., N. Mizobuchi, A. Yamamoto and H. Tanaka (1993) Control of the common cutworm, *Spodoptera litura* (F.), on the perilla, *Perilla, Frutescens* (B.) in a greenhouse by pheromone dispenser. *Proc. Kansai Pl. Prot.* 35: 65-66.]
- 志賀正和 (1997) 昆虫フェロモンと害虫管理. 研究ジャーナル 20(9): 6-10. [Shiga, M. (1997) Insect pheromone and pest management. *Research Journal Food and Agriculture* 20(9): 6-10.]
- 田中福三郎 (1986) 交信かく乱法によるナンヒメシクイの防除. 植物防疫 40: 59-62. [Tanaka, F. (1986) Control of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta* Busk) by communication disruption. *Plant Protect.* 40: 59-62.]
- 内田正人 (1976) なし栽培におけるハダニ類の発生動向と防除. 農業通信 96: 19-22. [Uchida, M. (1976) Resent occurrence and control of spider mites in Japanese pear orchards. *Noyaku Tsushin* 96: 19-22.]
- Wakamura, S., M. Takai, S. Kozai, H. Inoue, I. Yamashita, S. Kawakaha and M. Kawamura (1989) Control of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone I. Effect of communication disruption in welsh onion fields. *Appl. Entomol. Zool.* 24(4): 387-397.
- Westigard, P. H. and H. R. Moffitt (1984) Natural control of the pear psylla (Homoptera: Psyllidae): Impact of mating disruption with the sex pheromone for control of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 77: 1520-1523.
- Wildbolz, Th. (1988) Integrated pest management in Swiss apple orchards: Stability and risk. *Entomol. Exp. Appl.* 49: 71-74.