

性フェロモンを用いた交信攪乱におけるニカメイガの防除

松尾尚典・下畑次夫・平 正博・あいがもプロジェクトチーム*

(* 農業技術研究所、西南濃農業改良普及センター、普及技術指導室、病害虫防除所、農業指導課、JAにしみの、岐阜県経済連、大垣市役所、西濃農業共済)

Control of the Rice Stem Borer (*Chilo suppressalis* WALKER) by Sex-pheromon Communication Disruption

Takanori MATSUI, Tsugio SHIMOHATA, Masahiro TAIRA and AIGAMO project team

要約: 水稻害虫のニカメイガに対して合成性フェロモン剤を利用した交信攪乱による防除効果を1~13haの水田を対象に検討した結果、信越化学製のフェロモンディスプレイ250本/ha(少発生時125本/ha)を水稻移植後から約3ヵ月間水田に設置することで、処理期間中安定的に合成性フェロモンが放出され、交信攪乱によりニカメイガの被害が軽減できることが明らかとなった。

キーワード: ニカメイガ、交信攪乱、性フェロモン

緒言

岐阜県西部に位置する大垣市では、安全でおいしい米作りを通じて米ブランド化を推進するため、JAにしみが主体となって1992年からあいがもを利用した有機栽培の「あいがも稲作」の取り組みが開始された。しかし、1995年頃からニカメイガの発生が目立ち始め、1996年には第2世代幼虫の被害が著しく、市西部地域での被害茎率が約30%であったのをはじめ、市内の平均被害茎率も約10%に達した。このため、1997年のあいがも稲作実施にあたりニカメイガ対策の必要性が検討された。しかし、有機栽培では有効な防除対策がないことから、「あいがも稲作」の存続自体があやぶまれる状況に至った。

そこで、1997年から、試験研究機関、西南濃農業改良普及センター、普及技術指導室、病害虫防除所、農業指導課、JAにしみの、経済連、大垣市役所、西濃農業共済が「あいがもプロジェクトチーム」を結成し、合成性フェロモン剤(以降、「フェロモン」と略記)の利用による交尾阻害をねらいとした交信攪乱防除試験を実施した。ここでは、1997、1998、1999年の3ヵ年の主な試験成果について報告する。

材料及び方法

試験は岐阜県大垣市の有機栽培の「あいがも稲作」ほ場(静里、和合、多芸島の3地区)で1997~1999年の3ヵ年にかけて実施し、信越化学工業(株)提供のフェロモンディスプレイ(ポリエチレン製:長さ20cm Z11-Hexadecenal, Z13-Octadecenal, Z9-Hexadecenal)を水稻移植期頃(早植:5月中旬、普通植:6月中下旬)か

ら約3ヵ月間、田面上約40cmの位置になるようにポールに縛り付けて設置し、試験期間中は高さ、場所の変更は行わなかった。

調査方法は、各試験区にフェロモントラップを設置して半月毎に誘引数を調査した。また、各試験区4~12カ所において第1世代幼虫、及び第2世代幼虫の連続50株当たりの被害株率及び被害茎率を調査した。

1 フェロモンの放出試験

1997年に大垣市の和合地区の水田にフェロモンを上記のように設置し、1ヵ月毎に5本のフェロモンディスプレイを回収し、各フェロモン成分の残存量を調査(信越化学工業調査)した。

2 ニカメイガ越冬世代成虫の発生量と防除効果試験

1) 多発生及び中発生条件

前年度の被害状況からニカメイガの発生量が多く、越冬世代成虫の発生初期から水田に侵入できる5月上旬移植の静里地区(フェロモン設置面積約6ha)と中発生程度で、ニカメイガの越冬世代成虫が発生途中から水田に侵入する6月上中旬移植の和合地区(フェロモン設置面積約10ha)で、同じフェロモン量(フェロモンディスプレイ250本/ha)を供試して1997年に試験を実施した。なお、フェロモンディスプレイは、静里地区、和合地区共に、水稻移植約10日後の5月16日、6月25日に設置した。

2) 少発生条件

前年度の被害調査からニカメイガの発生数が少ない6月

上中旬移植の多芸島地区（フェロモン処理面積約13ha）については、1997年、フェロモン処理量を少なく（フェロモンディスペンサー125本/ha）して、その効果を調べた。なお、フェロモンディスペンサーは、水稻移植約10日後の6月25日に設置した。

3 フェロモン処理面積と防除効果試験

越冬世代成虫からの交信攪乱防除の実用化を目指して1ha程度（ほ場の形は正方形に近い）の少面積処理（6月上中旬水稻移植、フェロモン処理量：フェロモンディスペンサー250本/ha）での検討を1997年、1998年の2カ年にわたって和合地区で行った。ただし、フェロモン処理の周辺地域の水田は箱施薬等のニカメイガの防除を実施した。なお、フェロモンディスペンサーは、水稻移植約10日後の1997年は6月25日、1998年は6月17日に設置した。

4 フェロモン設置カ所数半減と防除効果試験

フェロモンディスペンサーをポールに2本取り付け（フェロモンディスペンサー250本/ha、設置カ所数125カ所/ha）で、設置カ所数を半分にして、フェロモン設置の省力化を図るための試験を1999年に処理面積5ha（6月中旬移植、6月24日設置）で実施した。なお、1本のポールにフェロモンディスペンサー1本を取り付けた（フェロモンディスペンサー250本/ha、設置カ所数250カ所/ha）標準区も同地域に5haの面積を設けた。

結果及び考察

1 フェロモンの放出状況

ニカメイガの性フェロモンによる交信攪乱防除におい

て、以前は交信攪乱物質の長期間・安定的な放出を可能にする担体への処理方法の改善が問題となっていた¹⁾。しかし、今回試験に用いたフェロモンディスペンサーは図1のとおり設置した6月から3ヵ月を経過した9月時点においても各成分が20~30%残存し、この期間内の減少もほぼ直線的に推移していることからフェロモンの3種構成物質の放出量・比率が比較的安定し、最後まで持続していたと考えられる。

このことからフェロモンの長期安定放出に関する点については1回のフェロモン設置を行うことで越冬世代成虫から第1世代成虫の羽化・交尾時期までカバーできることが可能と考えられた。

フェロモンディスペンサーは田面上約40cmの位置になるようにポールに縛り付けて設置したが、図2、図3、図4のとおり各フェロモン処理区内のフェロモントラップにはニカメイガが8月下旬まで誘殺されず、交信が攪乱されていたと考えられる。

2 ニカメイガ越冬世代成虫の発生量と防除効果

1) 多発生及び中発生条件

多発生の静里地区及び中発生の和合地区のフェロモントラップの発消長については図2、図3のとおりである。静里地区（移植時期：5月上旬）での越冬世代成虫の水田での捕獲数は5月第3半旬から7月第3半旬までで762頭であった。一方、和合地区においては、水稻移植が済んだ6月第3半旬から7月第3半旬までで112頭であった。

また、静里地区・和合地区におけるフェロモン処理区内のトラップにはフェロモン設置後から8月までほとんど誘殺がなかったことから処理区内では交信攪乱が行わ

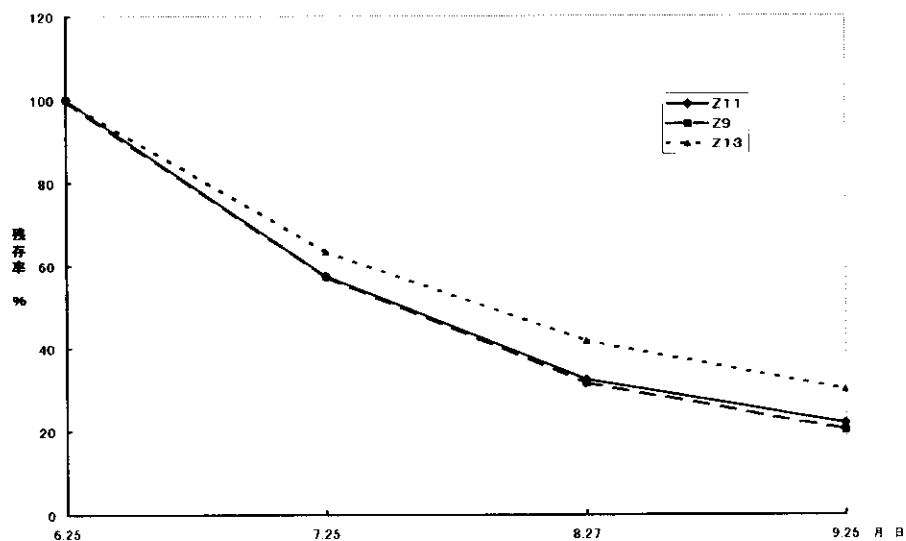


図1 フェロモン残存率の経時的変化（信越化学工業調査：1997年）

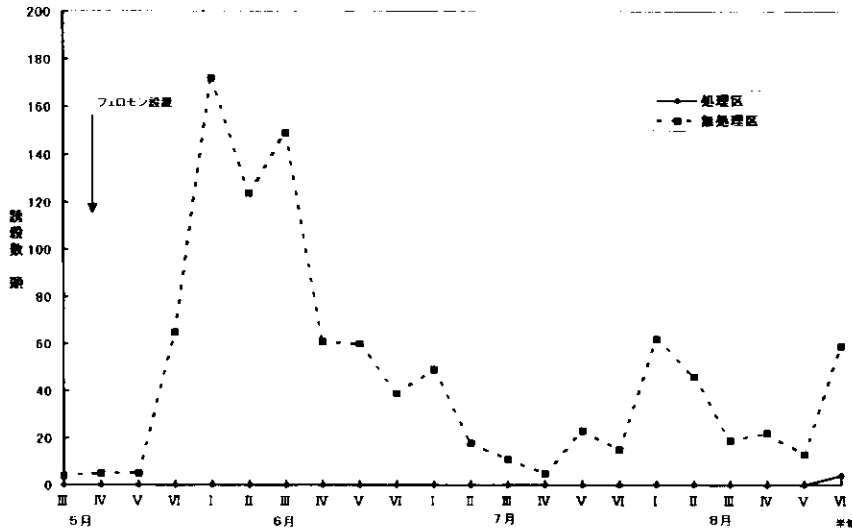


図2 ニカメイガの誘殺数(静里:1997年)

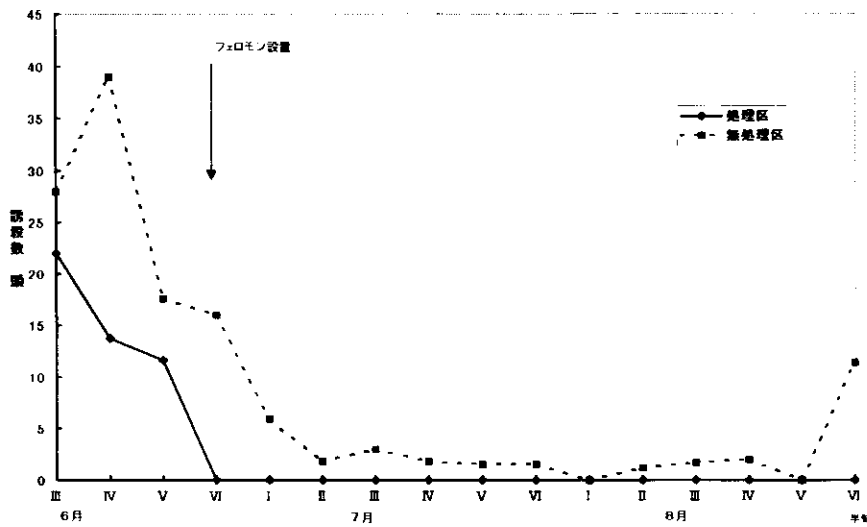


図3 ニカメイガの誘殺数(和合:1997年)

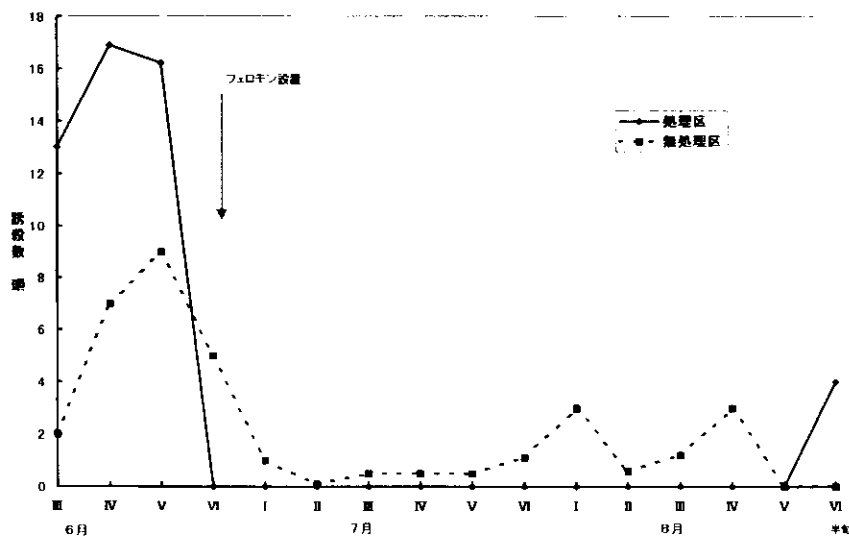


図4 ニカメイガの誘殺数(多芸島:1997年)

れていたものと考えられる。

この2地区の第1世代幼虫と第2世代幼虫の被害株率・被害茎率は表1、表2のとおりである。静里地区では、第1世代、第2世代幼虫の被害ともにフェロモン処理区の中央部で、無処理区に比べやや低かったものの有意差がなく、周辺部ではほぼ同等かやや高かった。

また、和合地区では第1世代幼虫の被害茎率は無処理区の3.3%に比べ、フェロモン処理中央部では1.3%と低かったものの有意差はなかった。しかし、第2世代幼虫では被害株率・被害茎率が無処理区に比べフェロモン処理区は有意に低かった。

このことから、早植と普通植との違いがあるものの250本/haのフェロモンディスペンサー設置量においては、越冬世代成虫の移植後からのフェロモントラップへの誘引数が約800頭の大量誘引があると、フェロモン処理による交信攪乱は行われていても防除効果は期待できないと考えられた。このため、大発生条件下ではフェロモンだけでなく他の防除法と組み合わせる必要があると考えられた。しかし、越冬世代成虫の水稲移植後からのフェロモントラップへの誘引数が110頭程度であれば、収量に影響のある第2世代幼虫被害がかなり抑制でき、防除

効果が期待できると考えられた。

2) 少発生条件

フェロモン剤は防除効果と害虫密度との関係が逆依存することから、ニカメイガの場合も密度が低密度になるほど効果が現れやすい²⁾との報告から、ニカメイガの発生数が少ない6月上中旬移植の多芸島地区については、フェロモン処理量を少なくして、その効果を調べた。フェロモントラップでの発消長については図4のとおりである。

フェロモントラップによる越冬世代成虫の捕獲数は6月第3半句から7月第3半句まで25頭と少発生条件であった。

また、フェロモン処理区内のトラップにはフェロモン設置後から9月上旬まで誘引がないことから処理区内では交信攪乱が行われていたものと考えられた。

多芸島地区の第1世代及び第2世代幼虫の被害株率・被害茎率は表3のとおりである。第1世代、第2世代ともに被害株率・被害茎率は無処理区に比べフェロモン処理区中央部、周辺部とも有意差があり、対無処理比で、フェロモン処理区中央部の第1世代幼虫被害茎率が0%、

表1 静里地区の被害調査結果(1997年)

区		第1世代幼虫 [7/2]		第2世代幼虫 [10/2]	
		被害株率 (%)	被害茎率 (%)	被害株率 (%)	被害茎率 (%)
フェロモン処理	中央部	15.7n.s (60)	0.9n.s (43)	36.3b (77)	5.7b (67)
	周辺部	23.0n.s (88.5)	1.8n.s (86)	70.8a (150)	14.7a (173)
無処理		26.0n.s (100)	2.1n.s (100)	47.3b (100)	8.5ab (100)

注：被害株率・被害茎率は1区50株連続調査の結果、反復数6~12

()内は対無処理比

異なったアルファベット間には有意な差がある (Tukey) : 以下表2~5、同じ。

表2 和合地区の被害調査結果(1997年)

区		第1世代幼虫 [7/23]		第2世代幼虫 [10/13]	
		被害株率 (%)	被害茎率 (%)	被害株率 (%)	被害茎率 (%)
フェロモン処理	中央部	11.3ab (40)	1.3n.s (39)	9.7b (24)	2.2b (20)
	周辺部	10.2b (36)	1.5n.s (46)	9.5b (23)	1.7b (15)
無処理		28.0a (100)	3.3n.s (100)	41.0a (100)	11.2a (100)

注：被害株率・被害茎率は1区50株連続調査の結果、反復数6~12

()内は対無処理比

第2世代幼虫被害茎率が3.4%と低かった。

なお、長野県においては、第1世代成虫のみ対象のフェロモン設置であるものの、少発生条件下で処理面積を広くした場合、フェロモン処理量を減らしても防除効果が認められるという報告³⁾がある。

このことから、水田に設置したフェロモントラップによる越冬世代成虫の捕獲数が25頭程度の少発生地域においてはフェロモン処理量を約半分に減らしても高い防除効果が期待できると考えられた。

3 フェロモン処理面積と防除効果

越冬世代成虫に対する交信攪乱防除は処理方法を改善し成虫の飛翔範囲をカバーする広大な面積をフェロモン処理することがない限り良好な結果が望めないが、第1世代成虫を対象に行った場合では、0.5ha以上であれば十分効果が期待できるといわれている¹⁾。

越冬世代成虫からの交信攪乱防除の実用化を目指して1ha程度（ほ場の形は正方形に近い）の少面積処理での

検討を2カ年にわたって和合地区で行った。

フェロモントラップによる越冬世代成虫の捕獲数は6月第3半旬から7月第3半旬まで1997年が112頭、1998年が78頭の発生条件であった。

結果は表4に示すように2カ年とも第1世代・第2世代幼虫の被害株率・被害茎率ともに無処理に比べ有意差があり、また被害茎率の対無処理比も1997年では21%、9%、1998年でも7%、3%と低かった。

このことから、周辺地域のニカメイガの防除がなされている1ha程度の小面積条件でも、第1世代成虫だけでなく越冬世代成虫の交信攪乱防除効果も期待できると考えられた。

4 フェロモン設置力所数半減と防除効果試験

水田にフェロモンを設置する場合、広範囲に処理する必要があるため、実用化を考えると労力や作業性の面から設置力所数を減らすことが望ましい。しかし、設置力所数と処理量の両方を減らしては交信攪乱効果は低下

表3 多芸島地区の被害調査結果（1997年）

区	第1世代幼虫 [7/30]		第2世代幼虫 [10/14]		
	被害株率 (%)	被害茎率 (%)	被害株率 (%)	被害茎率 (%)	
フェロモン処理	中央部	0.3b (3)	0.0b (0)	1.7b (10)	0.1b (3)
	周辺部	1.0b (10)	0.1b (10)	3.8b (22)	0.4b (14)
無処理	10.3a (100)	1.0a (100)	17.3a (100)	2.9a (100)	

注：被害株率・被害茎率は1区50株連続調査の結果、反復数6~12
()内は対無処理比

表4 1ha程度の小面積処理の被害調査結果（1997、1998年）

年度	区	第1世代幼虫		第2世代幼虫	
		被害株率 (%)	被害茎率 (%)	被害株率 (%)	被害茎率 (%)
1997	フェロモン処理	6.0b (21)	0.7b (21)	7.0b (17)	1.0b (9)
	無処理	28.0a (100)	3.3a (100)	41.0a (100)	11.2a (100)
1998	フェロモン処理	0.3b (2)	0.0b (0)	1.0b (7)	0.1b (3)
	無処理	13.5a (100)	1.3a (100)	15.5a (100)	3.0a (100)

注：被害株率・被害茎率は1区50株連続調査の結果、反復数6
()内は対無処理比

被害調査月日：1997年 第1世代幼虫 7/23 第2世代幼虫 10/13
1998年 第1世代幼虫 7/28 第2世代幼虫 10/5

表5 和合地区の被害調査結果(1999年)

区			第1世代幼虫 [7/28]		第2世代幼虫 [10/1]	
			被害株率 (%)	被害莖率 (%)	被害株率 (%)	被害莖率 (%)
省	力	中央部	1.0a (13)	0.1ab (13)	0.0b (0)	0.0b (0)
		周辺部	1.5a (6)	0.0ab (0)	0.5b (5)	0.0b (0)
標	準	中央部	2.0a (25)	0.1ab (13)	1.5b (16)	0.2b (11)
		周辺部	8.0a (100)	0.8ab (100)	2.5ab (26)	0.2b (11)
無	処	理	8.0a (100)	0.8a (100)	9.5a (100)	1.8a (100)

注：害株率・被害莖率は1区50株連続調査の結果、反復数4
()内は対無処理比

すると考えられる。そこで1本のポールに2本のフェロモンディスプレイを取り付け、処理区内の処理量は変えないで、設置カ所数を半分にした試験区を設け、防除効果を検討した。

フェロモントラップによる越冬世代成虫の捕獲数は6月第3半句から7月第3半句まで40頭の発生条件であった。

第1及び第2世代幼虫の被害株率・被害莖率は、表5に示すとおり、無処理区に比べ、省力区、標準区ともに中央部では少なく、第1世代幼虫の被害莖率はともに無処理区の約7分の1の0.1%、第2世代幼虫では約9分の1以下の0、0.2%と有意に少なかった。また、省力区と標準区の中央部は第1、及び第2世代幼虫の被害莖率が少なく差がなかった。このことから処理面積が5ha、越冬世代成虫の発生量が40頭程度の条件であればフェロモン設置カ所数を減らしても標準と同等の防除効果が期待できると考えられた。また、フェロモンの発生源からの蒸散量を増やせば、64m間隔の設置でも処女雌トラップへの高い誘引阻害効果が認められる⁵⁾という報告があり、この結果は広い面積では設置間隔を広げても交信攪乱が可能であることを示しており、この結果を裏付けることとなった。

総合考察

交信攪乱防除は、合成性フェロモンを空中に揮散させ雄雌の交信を攪乱して、交尾率を下げることにより、有精卵の減少を通じて幼虫の密度抑制を期待する方法である。この性フェロモン剤は、人畜毒性がない、微生物に容易に分解され環境中に残留しない、天敵への影響が少ないなどの利点があり、環境にやさしい農業の実現、経

合的害虫管理システム(IPM)を実践する上での1つの方法として期待できるものである⁶⁾。

現在、交信攪乱でのフェロモンは、果樹のハマキガ類、シンクイムシ類、野菜のヨトウガ類、コナガ、茶樹のハマキガ類、芝のシバツトガ、スジキリヨトウなど12種で農薬登録がとられている⁶⁾。しかし、ニカメイガに対しては、まだ農薬登録がない。

そこで今回、このニカメイガに対し、フェロモンを処理し交信攪乱による防除方法を検討した。

まず、処理する信越化学製のディスプレイは3ヵ月以上長期安定放出が可能となっているので、水稲移植後なるべく早くは場に設置することで越冬世代成虫と第1世代成虫の交信攪乱まで利用が可能である。

基本的には交尾済み越冬世代成虫の侵入も考慮して、フェロモン処理面積は5ha以上、処理量はha当たり250本で処理する。この場合、処理量を同じにして、設置カ所数を減らして省力化をすることも可能であると考えられる。

さらに、周辺地域がニカメイガの防除を実施しているところでは1ha程度の小面積処理でも防除効果を得ることが可能であると考えられる。

また、フェロモントラップ1基での越冬世代成虫の総誘引数が110頭程度の中発生条件以下では十分な防除効果が認められ、少発生条件においては処理量を半分にしても高い防除効果が得られる。しかし、発生密度が高いとフェロモンによる防除効果が現れにくいといわれる⁷⁾⁸⁾とおり、800頭という多発生条件下では、十分な防除効果は期待できない。

群馬県においてもフェロモン処理量250本/haで6月中旬移植(フェロモン設置6月19日、処理面積5ha)で、

第1世代幼虫に対して防除効果が認められたという報告⁹⁾がある。今回の試験結果は性フェロモンを利用した交信攪乱防除効果が十分可能であることを示したと考えられる。今後の持続型農業を進めるに当たって、水稲において性フェロモンを利用した交信攪乱防除は化学農業だけに頼らない1つの防除法として期待されているので早期の登録実現を期待したい。

今回の試験では、ニカメイガの防除をフェロモン剤を利用して防除することが可能であるというところまでの結果であり、交信攪乱による防除地域のニカメイガの密度を把握する予察法や、トラップ当たりの越冬世代成虫の誘引数をもってその処理効果を推定したり、処理法を変えるための詳細な指標は明らかにできなかった。今後さらに検討していく必要があると考えられる。

最後に、試験の計画や実施にあたりご指導いただいた東京大学田付教授、またフェロモン製剤の提供、分析などの協力をいただいた信越化学工業の方々に深く感謝をする次第である。

引用文献

- 1) 田付貞洋 (1986): 交信かく乱法によるニカメイガの防除. 植物防疫 40 (2): 67~72.
- 2) 田付貞洋 (1996): フェロモンの特性と利用技術. 植物防疫 50 (11): 464~467.
- 3) 吉沢栄治 (1998): ニカメイガに対する交信攪乱試験. 平成10年度 関東東海試験研究成績・計画概要集 虫害: 318~319.
- 4) 田中福三郎ら (1987): 交信攪乱法によるニカメイガの防除. 応動昆 31 (2): 125~133.
- 5) KANNO, H. et al. (1982): Release rate and distance effects of evaporators with Z-11-hexadecenal and Z-5-hexadecene on disruption of male orientation in the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 17: 432~438.
- 6) 「フェロモン剤利用ガイド」編集委員会 (2000): フェロモン剤利用ガイド、日本植物防疫協会: 1~4.
- 7) 「フェロモン剤利用ガイド」編集委員会 (2000): フェロモン剤利用ガイド、日本植物防疫協会: 71~73.
- 8) 田付貞洋 (1993): 性フェロモン研究の現状と応用. 植物防疫 47 (11): 476~479.
- 9) 須藤和久ら (1998): 性フェロモン剤の交信攪乱を利用したニカメイガの大面积防除. 関東東山病害虫研究会年報 45: 159~161.

ABSTRACT

We made pest control method which utilized composition sex-pheromon for Rice Stem Borer which was a insect pest of paddy rice clear.

The method

- 1 Sex-pheromon dispenser processes 250/ha. (lowdevelopment:125/ha)
- 2 Sex-pheromon dispenser establishes it from the paddy rice transplant back during about 3 monhts.
- 3 Sex-pheromon dispenser processes it in an area of 13ha from 5.
- 4 Composition sex-pheromon is discharged uniformly during handling period by this.

As a result we were able to reduce the damage of Rice Stem Borer by communication disruption

KEYWORD

Rice Stem Borer

Communication Disruption

Sex-pheromon