

# 性フェロモンを利用したシバ害虫の防除

千葉県病害虫防除所 <sup>し</sup>清 <sup>みず</sup>水 <sup>き</sup>喜 <sup>いち</sup>一  
 千葉県農業試験場 <sup>ふく</sup>福 <sup>だ</sup>田 <sup>ひろし</sup>寛

## はじめに

性フェロモン成分を利用した害虫の発生予察や交信かく乱法、大量誘殺法による防除は、農業害虫については古くから研究され、多くの実績があるだけでなく、現在9種類の防除用性フェロモン剤が市販されている。しかし、シバ害虫ではシバツトガ、スジキリヨトウ、コガネムシ類について性フェロモンに関する試験研究が開始されたばかりであり、不明な点も多い。

シバツトガとスジキリヨトウはシバの代表的な蛾類害虫であり、時として大発生し、シバに壊滅的な被害を与える。他の農作物害虫と比較すると、大害虫である割には研究例が少なく、生態についても不明な点が多かった。性フェロモンも明らかとなっておらず、スジキリヨトウについて誘引性の研究が一部で行われていただけであった。そこで、この2種について生態の解明と野外試験を千葉県(病害虫防除所、農業試験場)が、性フェロモンの単離・同定を農林水産省農業環境技術研究所が、合成と製剤化を信越化学工業(株)合成技術研究所が担当することで、1990年から共同研究に着手した。2年間の共同研究の結果、シバツトガ、スジキリヨトウの性フェロモン成分を明らかにし、それぞれの誘引製剤と同時交信かく乱剤の開発に成功した。誘引製剤は既に市販されており、交信かく乱剤は昨年コンフューザーGという名称のもとに日植防の特別連絡試験が実施され、本年5月には登録申請がなされた。

9月30日に登録が認可され、来年3月から販売の予定であるが、ここでは交信かく乱剤の開発経過とその応用例を紹介し、参考に供したい。

## I シバツトガとスジキリヨトウの性フェロモン

室内飼育で得られたスジキリヨトウと主として野外で採集したシバツトガ成虫は、雌雄を分けた後に雌だけにして25℃全明条件下に48時間保存しておく。この後で暗処理をすることによってシバツトガでは暗処理6、7

時間後に、スジキリヨトウでは3、4時間後に性フェロモン量が最大になることが明らかとなった。このときにシバツトガは全身を、スジキリヨトウでは腹部末端部だけを切り取り、ヘキサンの中に20~30分漬けて性フェロモンを抽出した。

抽出物を濃縮し、ガスクロマトグラフで分析した。ガスクロマトグラフの検出器にはTCDを使用した。この通常の検出器とは別に雄の触角を検出器として用いたEAD法も採用した。TCDの記録紙には化学物質の、EADの記録紙には触角の電気的反応のピークが刻まれる。両検出器に同時に反応がみられる物質は、性フェロモンの可能性が高い。この物質を推定し、化学合成した後に再度ガスクロマトグラフにかける。その物質で両検出器に同じ反応が得られれば、その物質は性フェロモン成分の一つと推定できる。性フェロモンは複数の物質からなっていることが多く、上記のような方法でいくつかの性フェロモン物質を推定する。最終的には処女雌抽出物から同じ物質を単離同定しなければならないが、性フェロモンを推定する方法としては非常に優れた方法である。

この方法でシバツトガの4成分はZ11-16AL, Z9-16AL, Z11-16AC, Z11-160H, スジキリヨトウの4成分はZ9-14AC, Z9E12-14AC, 14AC, Z11-14ACと推定した。

## II 誘引製剤と交信かく乱剤の開発

合成されたそれぞれ4物質を組み合わせ、混合比率を変えて野外で誘引試験を行った。誘引試験用の誘引製剤はヘキサンの溶かしたそれぞれの化学合成物質をゴムキャップにしみ込ませて作製した。このゴムキャップを粘着板の中央に置き、SEトラップに収めて野外に設置した。翌朝、粘着板に捕獲された雄成虫数によって誘引効果を判定した。1990年秋の試験によってシバツトガ、スジキリヨトウとも処女雌とほぼ同等の誘引性を示す製剤を作出することに成功した。この製剤は1991年から市販されたが、夏期、シバツトガ第2回成虫の誘引数が少ないという問題点が明らかになった。91年以降、誘引剤とトラップの改良試験が重ねられており、94年度は優秀

なトラップ、誘引剤が市販されると考えられる。

交信かく乱剤の効果は、つなぎ雌法による交尾阻害効果を中心に検討した。夏期はシバ圃場に22.5×22.5 mの試験区を設け、4.5 m間隔で36本のポールを立て、ポールの先端付近に長さ20 cmの細長い針金状のディスプレイを輪ゴムで取り付けた。ポール当たり1本のディスプレイでha当たり500本の処理量と同等になる。処理区の中央部に誘引トラップと処女雌を取り付けた25本の角材を設置し、誘引数と交尾率を無処理区と比較することによって交信かく乱効果を検討した(図-1)。毎日のように繰り返して調査するので、シバ刈りのたびに36本のポールを立て直すのに時間を要した。そこで40 mと20 mの麻ひもに必要な数のディスプレイを取り付け、地上1~1.5 mの位置に2重に回し、中央部でつなぎ雌調査をする簡易法も採用した。また、野外での発生が終了した晩秋から冬の間は、25℃のガラス室内に設置した30×30×70 cmの網かご内に室内飼育で得られた雌雄各15頭を放し、網かご内上部につるしたディスプレイの種類を変えることによって交尾率を調査し、交尾阻害効果を判定した。交信かく乱剤の種類と処理量を変えて繰り返して調査した結果、シバツトガ、スジキリヨトウの同時交信かく乱剤を開発した。

### III 交信かく乱剤の防除効果

交信かく乱剤による最初の防除試験は1990年の秋に1 ha規模で実施し、シバツトガ、スジキリヨトウの性フェロモントラップへの誘引阻害、シバツトガつなぎ雌の交尾阻害効果について良好な結果が得られた。91年は千葉県内2か所のゴルフ場において、25 haと50 ha強

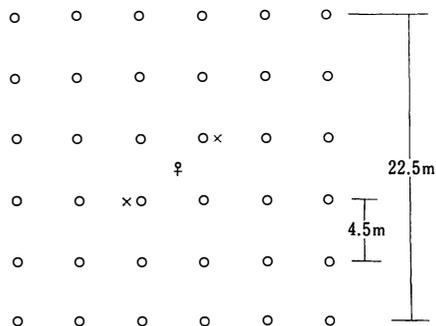


図-1 誘引阻害、交尾阻害試験に用いた製剤と粘着トラップ、つなぎ雌の位置関係  
○印はポール及び製剤の位置  
♀印はつなぎ雌の位置(♀印を中心に4.5m×4.5mの中に25頭を均等に配置)  
×印は粘着トラップの位置

の大面积処理における実用性について検討した。90年に使用したフェロモンディスプレイは20 cmタイプだけであったが、91年は20 cmタイプのほかに20 cmタイプが連続した50 mのコードタイプも併用した。92年は大面积処理を4ゴルフ場で、小面積処理を2ゴルフ場で実施した。また、日植防の特別連絡試験として神奈川、静岡、群馬県においても大規模試験が実施された。90、91年のディスプレイは白色のものを使用したが、92年は茶色に着色したのを使用し、20 cmのディスプレイに換算して芝面積当たり1,000~2,000本(200~400 m)を処理した。処理のほとんどは50 mのコードタイプのディスプレイを用い、処理区の外周やコース内でも立木の多い所ではディスプレイを電線状に処理した。残りを1~2 mに切断して処理区内の立木等に巻きつけるようにして、できるだけ均等に処理した。コードタイプによる処理は、20 cmタイプのディスプレイだけを処理するのに比較し処理時間は大幅に減少し、かなり実用的な方法と考えられた。使用したディスプレイはフェロモンがすぐに蒸散可能なエージング処理済みのものを使用し、第1回成虫発生直前の4月20日ごろに処理したが、この時期はシバ管理の多忙時期になる。エージング未処理のディスプレイを2~3月に処理しておく、第1回成虫発生期ごろから放出量が多くなる方法についても検討した。

交信かく乱効果はモニタトラップによる誘引阻害効果つなぎ雌法や野外採集雌の交尾率による交尾阻害効果、卵、成虫密度による密度低減効果によって判定した。また、定期的にディスプレイを回収し、放出量と有効期間についても検討した。

#### 1 誘引阻害効果

シバツトガ、スジキリヨトウとも大規模処理においてはほぼ90%以上の誘引阻害率が得られ、年次変動も少ないようであった(表-1, 2)。しかし、スジキリヨトウでは小面積処理で誘引阻害率が低くなることもあり、シバツトガでもフェアウェイ中央部の誘引阻害率が低下す

表-1 シバツトガに対する誘引阻害効果の年次変動

年次	面積	試験例数	平均誘引阻害率(%)
1990	小	1	96.1
	大	2	97.6
1991	小	3	91.4
	大	2	91.9
1992	小	5	88.4
	大		

小面積は3 ha以下。

ることがあった。

2 交尾阻害効果

シバツトガは季節により交尾場所が異なる。夏期の夜温が高いときはシバ上での交尾率が低く、周辺のブッシュ際や樹上での交尾が多いが、春、秋期の夜温が低い時期には夜間羽化した雌は翌日までシバ上にとどまり、シバ上で交尾することが多くなる(表-3)。つなぎ雌は長さ30cm程度の細い角材に設置したが、秋期のつなぎ雌試験では夕刻に飛しようした雄成虫がこの角材に留まってしまうため、処理区の交尾率が高くなってしまったことがあった。そこで低温時のシバツトガつなぎ雌は実際の交尾場所であるシバ上にビニルシートを張り、その上に雌を設置する方法で行った。

過去3年間のシバツトガの交尾阻害率を高温時は角材上のつなぎ雌で、低温時はビニルシート上のつなぎ雌でみると、ほぼ90%以上の非常に高い値を得ている(表-4)。この場合も、誘引阻害効果と同様に、3ha以下の小面積処理区でも高い交尾阻害率を得ており、既交尾雌の移動範囲は不明であるものの、シバツトガでは大規模処理によらなくても交信かく乱法による防除が可能と考えられた。野外生息雌の交尾阻害率は、特に夏期、処理区において成虫の採集が困難であるため、調査例数は少ないが、野外個体においても交尾阻害効果があったものと考えられた(表-5)。交尾率だけでなく、交尾遅延による

産卵数の減少も期待できるので、実際の産卵数は交尾率以上の差になると考えられる。

スジキリヨトウでは誘引阻害効果と同様な結果を示し、大規模処理では高い交尾阻害効果が認められたが、小面積処理の交尾阻害効果はやや低かった(表-6)。野外採集雌の交尾率も若干ではあるが、処理区のほうが低い

表-4 シバツトガつなぎ雌の交尾率

(1) 角材上

年次	面積	処理時期	試験例数	平均交尾阻害率(%)
1990	小	高温期	1	100
1991	小大	低温期	1	27.3
		低温期	2	16.0
		高温期	1	100
1992	大	低温期	5	21.9
		高温期	4	87.7

(2) ビニルシート上

年次	面積	処理時期	試験例数	平均交尾阻害率(%)
1991	小	低温期	2	90.6
	大	低温期	2	92.2
1992	大	低温期	3	84.1

低温期は5月及び9月中旬以後。

表-2 スジキリヨトウに対する誘引阻害効果の年次変動

年次	面積	試験例数	平均誘引阻害率(%)
1990	小	1	88.2
1991	小	2	91.8
	大	3	99.0
1992	小	2	42.7
	大	5	87.7

小面積は3ha以下。

表-3 時期別、場所別のシバツトガの交尾率(1990)

つなぎ雌設置場所	交尾率(%)	
	9/4~7	10/1~2
シバ圃場中央部	29.2	100
// ラフ土手際	73.3	—
// 周辺雑草地内	50.0	—
// // 際	81.3	—
// 周辺樹木際(高さ0.5m)	84.0	77.8
// // (高さ1.5m)	80.0	—
// // (高さ4.1m)	70.3	66.7
// // (高さ6.8m)	71.4	72.2

表-5 シバツトガ野外雌の交尾率

(1) A ゴルフ場: 1991年7月

区	採集個体数	交尾個体数	交尾率(%)
2,000本/ha区	36	21	58.3
1,000本/ha区	31	24	77.4
無処理区	34	29	85.3

(2) B ゴルフ場: 1991年5月

区	採集個体数	交尾個体数	交尾率(%)
処理	39	13	33.3
無処理	31	26	83.9

表-6 スジキリヨトウつなぎ雌の交尾率

年次	処理面積	試験例数	平均交尾阻害率(%)
1991	小	2	48.5
	大	3	81.8
1992	小	2	53.4
	大	10	77.8

表-7 スジキリヨトウ野外雌の交尾率 (A ゴルフ場：1992年7～8月)

採集方法・場所	区	採集個体数	交尾個体数	交尾率(%)
夜間 すくいとり	処理	30	23	76.7
	無処理	38	37	97.4
コノテガシワ 内	処理	7	5	71.4
	無処理	23	21	91.3

傾向であり、交尾遅延の効果が期待された (表-7)。

3 密度低減効果

交信かく乱剤の防除効果は、最終的には対象害虫の野外密度が低減したか否かによって判断することが望ましい。しかし、野外密度を正確に把握することは容易ではない。種々の調査方法を考案して試行したが、シバツトガについては夜間グリーン周辺に飛来する成虫密度を把握することが有効と考えられた。成虫密度はすくいとり法と粘着ライトトラップによって調査した。すくいとり法は処理区と無処理区に一人ずつ調査者を配置し、一定時間に飛しょうした成虫をすくいとる方法であり、調査者のすくいとり能力に差のないことが望ましい。粘着ライトトラップ法は携帯用蛍光灯と粘着板を組み合わせたものであり、慣れれば1台の設置と回収に要する時間は1分弱で済み、夕刻、ゴルフ場の作業終了後に短時間で多点数の設置が可能であった。シバツトガについては密度把握が可能と考えられた (図-2, 3)。

92年は5か所のゴルフ場において第1～3回成虫のすくいとり調査を行った。いずれのゴルフ場でも密度低減効果が認められた (表-8)。

スジキリヨトウも夜間飛しょうするが、飛しょう速度が速く、すくいとり調査は困難であり、粘着ライトトラップの付着数も多くはなかった。たまたまAゴルフ場でヤード杭の目印としてフェアウェイ際に植えてあったコノテガシワに昼間でも成虫が多数潜伏しており、また、卵塊も発見されたので、これを定期的に調査することにより密度低減効果を検討した。両区とも初期密度はほぼ同一であったが、夏～秋の卵密度は約半分になっていた (表-9)。

IV ディスペンサーの放出量と有効期間

誘引阻害効果をみると、9月上旬までの効果は高かったが、9月中旬以後は処理区のトラップにも誘引が認められることが多かった。事実、ディスペンサー内のフェロモン残存量からも9月初めまでは一定量の放出が認め

表-8 シバツトガに対する密度低減効果 (1992)

ゴルフ場	区	密度低減効果 (1992)		
		6月	7月	9月
A	処理	28	35 (45.1)	2 (3.3)
	無処理	31	86	68
B	処理	31	7 (16.1)	8 (15.6)
	無処理	32	45	53
C	処理	75	84 (72.4)	397 (74.3)
	無処理	95	147	677
D	処理	197	104 (26.7)	336 (29.2)
	無処理	39	77	228
E	処理	22	24 (11.2)	261 (29.3)
	無処理	7	68	283

( )内は6月の個体数に対する補正密度。

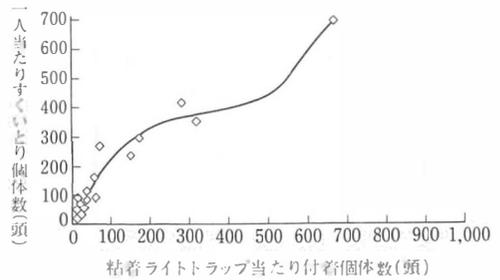


図-2 シバツトガの粘着ライトトラップ誘殺個体数とすくいとり個体数の関係 (1992)

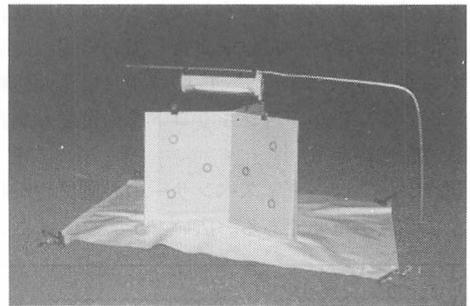


図-3 粘着ライトトラップ。夕刻に点灯し、翌朝調査する。粘着板は3枚に分かれており携帯に便利。

られたが、9～10月の放出量は少なくなったようである (図-4)。10月までの安定的な放出は困難と考えられたが、9～10月の交尾は越冬幼虫量に影響するだけであり、当年の防除効果に大きな影響はない。冬期死亡率を考慮すれば、大幅な改善を要する問題でもないと考えられた。エージング未処理のディスペンサーを3月に設置し、誘引阻害効果と放出量を調査したが、エージング処理したものを4月20日ごろに設置したときと同等の好

表-9 スジキリヨトウに対する密度低減効果  
(A ゴルフ場: 1992)

区	ホール (コノテガシワ2本) 当たり卵塊数		
	6月8日	8月10日	9月21日
処理	0.3	2.3 (46.0)	3.7 (56.9)
無処理	0.3	5.0	6.5

- 1) 処理区は1,000本, 2,000本/ha 処理区の平均  
2) ( )内は補正密度

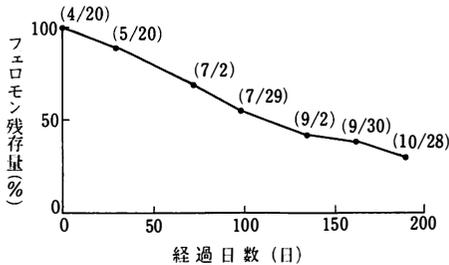


図-4 ディispenser内のフェロモン量の継時的変化  
(1991) (信越化学(株)合成技術研究所分析)

結果を得た。

## V シバ害虫交信かく乱法の利点と問題点

農業害虫の交信かく乱法に比較すると、ゴルフ場での交信かく乱法では、シバの栽培地が隔離されているという大きな利点がある。他からの移動・侵入の可能性が低いので、主としてシバだけを食害している害虫の防除は容易である。コンフェューザーGのゴルフ場全面処理という例は1つもないが、スジキリヨトウの密度も劇的に低減する可能性がある。

問題点としては、ディispenserの設置位置が限定されてしまう点が重要である。広いフェアウェイにいか

性フェロモンを安定的に保持できるかどうかであるが、これはディispenserの設置場所、設置方法とゴルフ場の地形、風向・風量に左右されてしまう。今回試験したゴルフ場はすべて盆地状の地形であり、フェロモンは保持されやすい状態にあった。効果の特に高かったBゴルフ場は、すり鉢の底のようなゴルフ場であった。立木等を利用してコース間のディispenserをできるだけ高い位置に電線状に張りめぐらす等の技術によって効果を上げることはある程度可能であるが、成否のポイントはゴルフ場の立地条件に大きく左右される。小山の頂上付近や河川敷きのゴルフ場では、安定した効果を得ることは難しいであろう。今までの試験でもha当たり1,000本と2,000本の差は明らかではなく、ゴルフ場の地形の影響が大きいと感じられた。

農業害虫と同じであるが、多発してからの処理では効果は期待できず、予防的な処理をしなければならない点と、種特異性が強く安全性が高い反面、他害虫には何の影響もしないという点も問題である。シバを加害するコガネムシ類の性フェロモンも次々に明らかにされており、天敵微生物の応用研究も数多く行われている。まだ少し時間はかかるであろうが、確立に向かって歩み始めたシバの総合的害虫管理技術の一つの有効な方法として、性フェロモンによる交信かく乱法を位置づけたいと考えている。

## 引用文献

- 1) 阿部憲義ら (1993): 性フェロモン剤等使用の手引, 日植防, 東京, 86 pp.
- 2) 清水喜一ら (1992): コンフェューザーG 特別連絡試験成績, 日植防, 東京, 35 pp.
- 3) 福田 寛・清水喜一 (1993): ザ・クリーン・チャレンジ (千葉県農林部発行) 4: 14~20.
- 4) 清水喜一・福田 寛 (1992a): 同上 3: 2~8.
- 5) ——— (1992b): 同上 2: 4~14.
- 6) ——— (1991): 同上 1: 2~6.

## 学 界 だ よ り

○1994年度土壤微生物研究会の開催について  
日 時: 1994年5月12日(木): 一般講演・懇親会  
13日(金): 特別講演・シンポジウム  
会 場: 岐阜大学・小講堂  
(JR岐阜駅よりバスにて30分)  
主 催: 土壤微生物研究会  
問い合わせ先: 1994年度土壤微生物研究会実行委員会  
〒501-11 岐阜市柳戸1-1  
岐阜大学農学部 植物病理学研究室  
百町満朗 TEL. 0582-30-1111  
特別講演: 安藤辰夫 (岐阜大学流域環境研究センター)

「森林植生と土壤真菌群集」  
シンポジウム: テーマ「共生土壤菌類と植物の生育」(仮題)  
演者 (予定, 順不同)  
「外生菌根菌の生活様式」  
(森林総合研究所) 岡部宏秋氏  
「植物根系圏と外生菌根菌の分布」  
(京都大学生態学研究センター) 佐久間大輔氏  
「外生菌根菌による広葉樹(ミズメ)の生育促進」  
(島根大学農学部) 駒田 且氏  
「VA およびラン菌根菌の植物生育促進効果」  
(シドニー大学生物科学科) 増原 学氏  
「植物生育促進菌類と発病抑制」  
(岐阜大学農学部) 百町満朗氏