

性フェロモンによるニカメイガの交信かく乱

——山形県の例——

山形県立農業試験場庄内支場 うえの野 きよし 清

はじめに

性フェロモンを利用した交信かく乱法による防除は、各種害虫で試みられており、園芸作物を中心に利用されている（「性フェロモン剤等使用の手引」編集委員会，1993）。しかし、水田における性フェロモン利用による防除の試みは、全国的にも試験例が少なく、東北地方では実施例がなかった。

ニカメイガの交信かく乱法に関する研究経過の概略は田付（1986）が紹介している。野外における大規模な交信かく乱試験は、新潟県と岡山県で実施され、交信かく乱の効果による被害軽減が見られている（田中ら，1987；TATSUKI and KANNO, 1981）。しかし、殺虫剤に比較し防除効果が不安定なことで、ニカメイガの発生密度が低くなり野外試験ができないなどの理由から、実用化には至っていない。

ところが、1990年代に入り、環境保全型農業を推進するうえで、性フェロモンは、①有機合成殺虫剤と違い人間に対してほとんど無害である、②環境への影響が少ない、③種の特異性、つまりニカメイガのフェロモンならニカメイガだけしか誘引しない、といった利点が注目された。また、ニカメイガは全国的に発生が少ないものの、一部地域では多発しており、性フェロモンを利用したニカメイガの防除効果について報告されている（松尾・平，1998；上野・石黒，1999）。

本稿では、性フェロモンを利用したニカメイガの防除試験の結果から、効果的に交信かく乱を起こすための条件や効果判定法をまとめた。

I 試験圃場の選定と処理条件

性フェロモンを利用したニカメイガの防除試験において、効果的な交信かく乱のためには、試験圃場の選定と処理条件が特に重要である（若村，1993）。試験には広い面積が必要なため、多くの場合、現地で行われるが、試験期間中は防除効果を明確にするために薬剤防除など

の要因をできるだけ排除する。また、対照区はニカメイガの発生が処理区とほぼ同じで、処理区に設置した性フェロモン剤の影響がない程度離れた位置とする。したがって、性フェロモンを処理する前にモニタリングトラップ調査や被害調査を行い、処理区と対照区のニカメイガの発生程度が同じことを確認しておく。

1 処理開始時期

山形県庄内地方におけるニカメイガ成虫の発生は、およそ越冬世代が5月上旬ごろから始まり5月下旬～6月上旬がピークとなり、6月下旬まで続く。また、第一世代は7月中旬から始まり7月下旬～8月上旬がピークとなり、8月中旬まで続く（図-1）。

交信かく乱法は成虫の交尾を阻害し次世代以降の幼虫密度を抑制するのが目的であり、殺虫剤のような速効性は期待できない。したがって、フェロモンを処理する時期が重要で、成虫が発生する前に行う必要があり、地域の発生消長を把握して処理時期を決める。山形県では前述の発生消長から、越冬世代成虫発生前の5月上旬か、第一世代成虫発生前の7月上旬に処理する必要がある。しかし、越冬世代成虫に対する処理の場合、成虫が水田周辺に多く、越冬場所からの既交尾雌成虫が水田に飛来し産卵することが推察される。したがって、成虫の発生場所や交尾する場所を含む広大な面積を処理しなければ第一世代幼虫に対する防除効果は期待できないと考えられた（田中ら，1987；上野・石黒，1999）。

2 処理面積

交信かく乱法による防除では、成虫発生期間を通して、かく乱を起こすために必要なフェロモン濃度が圃場全体に安定して保持されること、処理区周囲からの既交

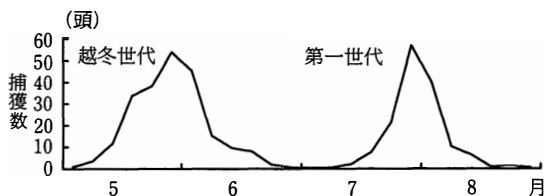


図-1 モニタリングトラップによるニカメイガの捕獲消長（山形県庄内支場，1989～98年の平均）
誘引剤：ニカメイガ合成性フェロモン
トラップ：水盤トラップ（自作，図-2参照）

Control of the Rice Stem Borer (*Chilo suppressalis* WALKER)
by Mating Disruption——Case of Yamagata Prefecture——
By Kiyoshi UENO.

（キーワード：ニカメイガ，性フェロモン，交信かく乱，水田）

尾雌成虫の侵入を防ぐことが必要である。小面積の処理の場合は、風の影響でフェロモン濃度が低下し、また、周囲からの既交尾雌成虫の飛び込みにより防除効果は上がらない。したがって、処理面積はできるだけ広くとるようにする。

ニカメイガに対する処理面積は、極端な大発生でない限りは 50 a 以上であれば十分な効果が期待できるとしている (田中ら, 1987)。ニカメイガの発生が多い条件で、処理面積が 1.3~2.8 ha の場合は、処理区中央部で防除効果が認められたものの、外縁部では認められなかった (上野・石黒, 1999)。また、松尾・平 (1998) も多発条件において 6 ha の処理では、外縁部が中央部に比較し防除効果が低かったとし、発生の少ない条件において、10~13 ha の処理で実用的な効果が認められたと報告している。一連の試験結果からは適正処理面積を明らかにすることはできなかった。しかし、成虫の飛行能力は標識成虫の放飼試験より最大飞翔距離は 1~2 km だが、大きくて 500~700 m、普通は 100 m 程度と推定されている (宮下, 1982)。また、後述の誘引阻害調査や交尾阻害調査、マイグレーショントラップ (図-3) による調査などから既交尾雌成虫が頻繁に移動している可能性が高く、また、風の影響でフェロモン濃度が低下し交信かく乱効果が十分でなかったと考えられた。したがって、ニカメイガの発生が多い場合に、交信かく乱法により安定した防除効果を上げるためには複数の農家や地域単位でまとまったかなり広い面積を処理する必要があると考えられる。

II 効果の判定

フェロモン剤防除における効果の判定は、成虫に直接作用する、いわゆるかく乱効果の判定と圃場における幼虫密度や被害量の減少等の防除効果判定を区別し総合的に判断する必要がある (高井・若村, 1993; フェロモン研究会, 1984)。

1 モニタリングトラップの利用 (フェロモン剤処理区とその周囲の誘引阻害)

フェロモン剤処理区と対照区に合成性フェロモンを誘引源とするモニタリングトラップを設置し (図-2)、ニカメイガ雄成虫の誘引がどの程度阻害されているかを調査した。交信かく乱が生じていれば、フェロモン剤の処理直後から処理区のトラップには誘殺されなくなるはずである。

結果は表-1 に示した。越冬世代成虫期の誘引阻害率が 99.9%、第一世代成虫期でも、1995~97 年の 3 年とも、モニタリングトラップへの誘殺がほとんどなく、ほ

ぼ 100%に近い誘引阻害効果が認められた。しかし、交信かく乱効果が生じているかの判断はできるが、交尾阻害が十分かどうかは不明である。

次に、処理区の周囲におけるニカメイガ雄成虫の誘引阻害程度を調査するため、処理区から外側へ 5 m 離れた地点と 30 m 離れた地点にモニタリングトラップを設置し、誘殺数を調査した。

結果は表-2 に示した。処理区から外側へ 5 m の地点では、誘殺数 52.0 頭、誘引阻害率が 95.1%、30 m で 126.5 頭、88.0%と処理区からの距離が離れるに伴い誘殺数が多くなり、誘引阻害率が低下した。これは処理区



図-2 合成性フェロモンを誘引源としたモニタリングトラップ (自作)

表-1 フェロモン剤処理区におけるニカメイガの誘引阻害 (上野・石黒, 1999)

年次	成虫世代	誘殺数(頭) ^{a)}		誘引阻害率(%) ^{b)}
		処理区	対照区	
1995	越冬	0.5	857	99.9
1995	第一	0	856	100.0
1996	第一	0	265	100.0
1997	第一	1	1,054	99.9

^{a)} : 誘殺数/トラップ

^{b)} : 誘引阻害率(%) = (対照区の誘殺数 - 処理区の誘殺数) / 対照区の誘殺数 × 100

表-2 フェロモン剤処理区周囲におけるニカメイガの誘引阻害 (上野・石黒, 1999)

年次	成虫世代	トラップ設置地点	誘殺数 ^{a)}	誘引阻害率(%) ^{b)}
1997	第一	処理区から 外側へ 5 m	52.0	95.1
		処理区から 外側へ 30 m	126.5	88.0

^{a)} : 誘殺数/トラップ

^{b)} : 誘引阻害率(%) = (対照区の誘殺数 - 処理区から外側へ 5 m または 30 m 離れた地点の誘殺数) / 対照区の誘殺数 × 100

からの距離が離れるに伴いフェロモン濃度が低下するためと推察された。このことから、処理区の周囲には既交尾の雌成虫が存在することが考えられた。

2 メーティングテーブル法（交尾阻害）

フェロモン剤処理区においてニカメイガ雌成虫の交尾がどの程度阻害されているかを知るため、メーティングテーブル法（望月，1996）により調査した。この方法の基本的な概念はつなぎ雌法と同じである。すなわち、処理区と対照区にニカメイガ処女雌を夕方に設置し、翌朝回収し、それらの交尾率からかく乱が起きているか判定する。

結果は表-3に示したとおり、交尾率は処理区が6.5%，対照区が29.0%で交尾阻害率は77.6%と低かった。交尾かく乱による高い防除効果を得るためには、ニカメイガでは、つなぎ雌法での交尾阻害率が90%以上必要とされている（田中ら，1987）。このことから、交尾かく乱が必ずしも十分ではなかったと考えられた。また、交尾阻害率の低かった原因としては、対象害虫の発生密度が高かったため、また、本試験の圃場が平坦で開放的な風通しの良い地形であるため、フェロモンが風により流されフェロモン濃度が低下し交尾率が高まったと考えられた（上野・石黒，1999）

3 マイグレーショントラップの利用

フェロモン剤処理区内の交尾阻害を調査するために、処理区と処理区外の境界線上にマイグレーショントラップを設置した（図-3）。処理区外側で捕獲された個体は処理区外から区内へ移動中、また、処理区側で捕獲された個体は処理区内から区外へ移動中の個体としてみなしてそれぞれの交尾率を比較した。交尾阻害が生じてい

れば処理区側で捕獲された雌成虫の交尾率が低くなることが期待される。

結果を表-4に示した。捕獲された成虫数は処理区側で雌17頭、雄22頭、処理区外側で雌21頭、雄36頭であった。既交尾率は処理区側で47.1%，処理区外側で81.0%と、処理区外側に比較し処理区側で約34%低かった。捕獲雌の既交尾率で見ると、交尾阻害効果は必ずしも十分ではないものの認められている。しかし、マイグレーショントラップでの捕獲数は予想以上に少なく、また、高井・若村（1993）はその捕獲された成虫が処理区内で羽化した個体が判別できないので、交尾阻害効果の判定の決め手にはなにくとしている。一方、飛翔中の雌成虫に多くの既交尾の個体があることや、野外での雌成虫の移動は頻繁に行われていることが示唆された。このことから、処理区外からフェロモン処理区内への既交尾雌成虫の侵入の有無などの雌成虫の飛翔実態をある程度推測できると考えられる。

4 被害程度による効果判定

防除効果の最終的な判定は、次世代の被害程度によって行った。

調査方法は、第一世代幼虫による被害茎（葉鞘変色茎、心枯茎）を6月下旬～7月上旬ごろに立毛のまま見取り調査した。また、第二世代幼虫による被害は成熟期に調査株を地際から刈り取り、1本ずつ葉鞘をむくか、切断面から約10 cmの部分を2～3等分に切り落とし被害茎数を調査した。ただし、切断面から切り落とす場合、調査は簡便ではあるが、食害を見逃す可能性があり

表-3 フェロモン剤処理区におけるニカメイガの交尾阻害
（上野・石黒，1999）

試験区	供試虫数	回収率(%)	交尾率(%)	交尾阻害率(%) ^{a)}
処理区	40	77.5	6.5	77.6
対照区	32	96.9	29.0	—

a)：メーティングテーブルを1996年8月1日の夕方にセット、翌朝に回収。

b)：交尾阻害率=(対照区の交尾率-処理区の交尾率)/対照区の交尾率×100



図-3 処理区と処理区外の境界線上に張ったマイグレーショントラップ

表-4 マイグレーショントラップによるニカメイガ成虫の捕獲数と捕獲雌の既交尾率(上野・石黒，1999)

	捕獲雌数	捕獲雄数	捕獲総数	雌比率(%)	既交尾雌数	未交尾雌数	既交尾率(%)
処理区側	17	22	39	43.6	8	9	47.1
処理区外側	21	36	57	36.9	17	4	81.0

a)：トラップ設置期間：1995年7月26日～8月10日。

表-5 交信かく乱法による防除効果(上野・石黒, 1999)

年次	処理した 成虫世代	被害株率(%)		被害茎率(%)			
		処理区	対照区	処理区			対照区
				中央部	外縁部	区全体	
1995	越冬	28.5	13.0	—	—	(38.0	17.9) ^{a)}
1995	第一	50.4	70.4	5.1	8.3	7.2	10.5
1996	第一	—	—	4.1	12.6	9.0	7.0
1997	第一	12.9	9.2	0.7	0.9	0.8	0.6

^{a)} : ()内数字は 100 株当たり被害茎数。

効果判定を誤るおそれがあるので注意が必要である。調査位置は処理区やその周囲の地形、風向きの影響を考慮し処理区全体を調査するようにした。また、数 ha～数十 ha の広い処理面積における調査は、労力的に容易ではないが、地点数をできるだけ多くした。

結果は表-5 に示した。越冬世代成虫期の処理では、誘引阻害率が高かったにもかかわらず、第一世代幼虫に対する防除効果は認められなかった。その原因は前述のとおり既交尾雌の飛び込みによると考えられた。第一世代成虫期の処理では、第二世代幼虫に対する防除効果は、区全体で見ると年次により一定ではなかった。しかし、1995、96 年は処理区を外縁部と中央部に分けて被害茎率を比較すると、いずれも外縁部の被害茎率が中央部より高く、処理区中央部の被害茎率は対照区より低かった。なお、1997 年はニカメイガが全体的に少発生で、対照区の第二世代幼虫による被害茎率が 0.6% と低く、防除効果については判然としなかった。

お わ り に

性フェロモンによるニカメイガの防除法は、フェロモ

ンの設置に労力がかかるなどの問題が残る。また、ニカメイガのみにしか作用せず、殺虫剤の削減にはつながらず普及性が低い。したがって、実用化のためには水稻の複数害虫に対し同時処理できるような製剤の開発とともに、簡易な処理方法などについて検討を進めることが必要と考えられる。

引 用 文 献

- 1) フェロモン研究会 (1984) : フェロモン実験法 (2), 日植防, 東京, 156 pp.
- 2) 松尾尚典・平 正博 (1998) : 関西病虫研報 40 : 133~134.
- 3) 宮下和喜 (1982) : ニカメイガの生態, 135 pp, 自費出版.
- 4) 望月文昭 (1996) : 植物防疫 50 : 106~108.
- 5) 「性フェロモン剤等使用の手引」編集委員会 (1993), 日植防 : 東京, 86 pp.
- 6) 高井幹夫・若村定男 (1993) : 植物防疫 47 : 503~507.
- 7) 田中福三郎 (1987) : 応動昆 31 : 125~133.
- 8) 田付貞洋 (1986) : 植物防疫 40 : 67~72.
- 9) TATSUKI, S. and H. KANNO (1981) : Disruption of sex pheromone communication in *Chilo suppressalis* with pheromone and analogs, E. R. MITCHELL ed., Plenum Press, New York, pp. 313~325.
- 10) 上野 清・石黒清秀 (1999) : 山形農試研報 33 : 55~66.
- 11) 若村定男 (1993) : 植物防疫 47 : 499~502.

お知らせ

○“PPRBASE '99 (捕食・寄生性昆虫ダニ類文献データベース)”

公開のお知らせ

平成 5 年度より文部省科学研究費補助金「研究成果公開促進費」(データベース)を受けて、捕食・寄生性昆虫研究会(天野 洋, 戒能洋一, 田中利治, 広瀬義躬)が中心になって入力してきた、捕食・寄生性昆虫ダニ類文献データベース(PPRBASE)が、筑波大学の電子図書館よりアクセスできるようになりました。著者名, タイトル, キーワード, 雑誌名から自由に検索できます。まだ、完成されたものとは言えませんが、関心のある方々に利用していただき、下記事務局までご意見をお寄せいただきたいと思います。今後、データの訂正・追加

(年 1~2 回)を行って、正確で up-to-date なものにしていきますので、皆様のご協力をお願い致します。お手持ちの文献で、PPRBASE に未収録のものがありましたら、お知らせ下さい(データはテキストファイルで受け付けます)。

<http://db.tulips.tsukuba.ac.jp/pprbase/>

(連絡先)

捕食・寄生性昆虫研究会事務局

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

筑波大学農林学系 戒能洋一

TEL : 0298-53-4692 or 4708 (Lab.)

FAX : 0298-53-6617

E-mail : parasite@sakura.cc.tsukuba.ac.jp