

ベンフラカルブ粒剤5と卵寄生蜂 *Trichogramma chilonis* との組み合わせによるコナガの防除

和氣坂成一・村井 保*・安富範雄・村井啓三郎・後藤武司
(大塚化学㈱鳴門研究所・*島根県農業試験場)

Control of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) by the Combined Use of Benfuracarb 5G and Egg Parasitoid *Trichogramma chilonis*.

By Shigekazu WAKISAKA*, Tamotsu MURAI**, Norio YASUDOMI*, Keizaburo MURAI* and Takeshi GOTO* (*Otsuka Chemical Co., Ltd., Naruto Research Center, Naruto, Tokushima 772, Japan, ** Shimane Agricultural Experiment Station.)

The diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* is a serious and widespread pest affecting cruciferous crops in general, cabbage specifically. Benfuracarb 5% granules (benfuracarb) is one of the most effective systemic insecticides against DBM. To develop integrated pest management against DBM, a field trial was conducted on the combined use of benfuracarb and the egg parasitoid *Trichogramma chilonis* in May 1992 in Shimane, Japan. The strain of *T. chilonis* studied was obtained from the Taiwan Sugar Research Institute, Taiwan. The trial included three plots: combined benfuracarb and egg parasitoid treatment, benfuracarb treatment, and the egg parasitoid treatment. The combined use of benfuracarb and the egg parasitoid proved the most effective against DBM. On the other hand, parasitization by the egg parasitoid, *T. chilonis*, was not affected by benfuracarb soil treatment.

緒 言

アブラナ科作物の重要害虫であるコナガは、各種の殺虫剤に対する抵抗性の発達が報告されており、今日最も防除が難しい害虫の一つとされている。したがってコナガの防除においても、薬剤による化学的防除だけでなく、総合的害虫管理 (Integrated Pest Management) の観点から、有効な防除方法の組み合わせによる防除の可能性を検討することが必要である。

ベンフラカルブ (オンコル®) 粒剤5は定植時処理によりキャベツおよびハクサイのコナガの初

期発生を抑える最も有効な殺虫剤である (堀切, 1989; 柴尾ら, 1992; 松浦, 1992; YASUDOMI *et al.*, 1992)。一方、コナガの卵寄生蜂 *Trichogramma chilonis* は、コナガの発生時期と同時期に圃場においてその発生が認められ、本種がコナガの重要な天敵であると報告されている (伊賀, 1985; 岡田, 1989; 和氣坂ら, 1991)。これまでにベンフラカルブ粒剤5と他の有効な防除方法との組み合わせによるコナガ防除 (堀切, 1989; 森下・東, 1990; 岩田・高橋, 1991) が試みられているが、天敵との組み合わせについては報告がない。そこで、著者らはベンフラカルブ粒剤5の卵

寄生蜂 *T. chilonis* への影響および本粒剤と *T. chilonis* との組み合わせによるコナガ防除の可能性について検討したので、その結果について報告する。本文に先立ち、本試験実施にあたり御援助をいただいた島根県農業試験場病虫科広沢科長に御礼申し上げる。また、ご指導ならびに有益な助言をしていただいた。岡山大学農学部中筋房夫教授、農林水産省農業研究センター平井一男博士らに御礼申し上げる。

材料および方法

I ポット試験

島根県農業試験場の網室内の自然日長下でベンフラカルブ粒剤5のコナガの卵寄生蜂に及ぼす影響について検討した。1991年10月19日に、本葉5～6枚のキャベツ（品種：湖水）を各ワグナーポット（1/5000a）に1本ずつ定植した。定植時にベンフラカルブ粒剤5を株当たり2g植穴処理した後、コナガおよび卵寄生蜂を放飼し、寄生蜂の寄生率を測定した。試験はベンフラカルブ粒剤処理区および無処理区において、各区3ポットづく繰り返し試験を行なった。コナガの放飼は寄生蜂の放飼前日（11月7日）に行なった。即ち各6ポットをポリエチレン袋（35×52.5×30cm）で覆い、その中に羽化後48時間以内のコナガ（1991年に島根県農業試験場で採取した系統を、室内で累代飼育）雌成虫約50頭を放飼して24時間産卵させた。コナガの卵寄生蜂 *T. chilonis* の放飼は20日後（11月8日）に行ない、放飼数は株当たり雌雄合わせて約40頭とした。放飼は一端をロウで塞いだストローに羽化直前の蛹を入れ、キャベツの株元に茎に添って設置して行なった。定植31日後（11月19日）に産下卵のふ化、寄生および生理死亡を調査した。*T. chilonis* は1987年に中華民国台湾糖業研究所から分譲され、島根県農業試験場で累代飼育したものを使用した。

II 圃場試験

ポット試験の結果に基づき、圃場試験を行い、ベンフラカルブ粒剤5の卵寄生蜂への影響および本粒剤と卵寄生蜂との組み合わせによるコナガ防除の可能性について検討した。試験は島根県出雲市の島根県農業試験場内の約2aのキャベツ圃場で行なった。1992年5月8日に、5～6葉期のキ

ャベツ（品種：おきな）を畦幅1m、株間0.4m間隔の千鳥植えて定植した。試験区は1区100株とし、ベンフラカルブ粒剤5処理区、ベンフラカルブ粒剤5処理+卵寄生蜂放飼区、卵寄生蜂放飼区および無処理無放飼区の4区を設定した。ベンフラカルブ粒剤5の葉量は株当たり2gとし、定植時に植穴処理した。なお、定植31日後（6月8日）にコナガが高密度になったためBT剤（トアローCT水和剤1000倍）を動力噴霧機により全ての区に散布した。

1. 卵寄生蜂の放飼

卵寄生蜂を放飼するために *T. chilonis* が寄生した代替餌のスジコナマダラメイガ卵を修正用テープに付着させた卵カードを作成した。このカードに羽化直前の寄生卵約10個を粘着させ、定植20日後（5月28日）および25日後（6月2日）の2回、各株の中位葉に設置した。

2. 調査方法

キャベツにおけるコナガの発生調査は5月8日から6月12日の間、7日毎に行なった。卵については黒色に変色しているものを寄生卵とした。

定植28日後（6月5日）に調査株以外の葉に産卵されたコナガ卵を無作為に採集して室内に持ち帰り *T. chilonis* の寄生率を調べた。また、寄生蜂放飼による防除効果を評価するためにキャベツが結球し始めた6月22日にキャベツ葉のコナガによる食害調査を行なった。しかし、食害の調査をBT剤を散布して14日後に行なったため、実際の食害より過小評価していると考えられた。食害は、A：食害なし、B：食害が外葉に少し認められる、C：食害が結球部にも少し認められる、D：食害が結球部に多く認められる、の4段階で評価し、食害指数 = $(A \times 0 + B \times 1 + C \times 3 + D \times 5) \times 100 / (5 \times \text{調査株数})$ として表示した。但し、それぞれの調査は1区当たり20株について行なった。

島根県農業試験場の気象データーを試験期間中の圃場の気象データーとして使用した。コナガ成虫の発生消長の調査は圃場の中心に高さ30cmに設定した合成性フェロモン剤（武田薬品株式会社製、PX）の粘着トラップにより行なった。

結 果

I ポット試験

ベンフラカルブ粒剤5処理後の放飼寄生蜂の寄生率をTable 1に示した。定植20日後の無処理区の寄生率は37%であった。これに対してベンフラカルブ粒剤5処理区(以下粒剤処理区)では61%であり、無処理区と粒剤処理区との間での *T. chilonis* の寄生率に有意差は認められた ($P < 0.001$, $df = 1$, χ^2 検定)。しかし、粒剤処理区の方が無処理区よりも寄生率が高かったため、

T. chilonis の寄生活動に対してベンフラカルブ粒剤5は影響を与えないと判断される。

II 圃場試験

平嶋ら(1990)は *T. chilonis* の寄生活動の最適気温は20℃と報告している。本圃場試験において、放飼期間中(5月28日~6月9日)の平均気温は18.9℃(最低7.3~最高28.0℃)であり、降水量は6.0mmであった。このことから、*T. chilonis* の寄生活動は気象条件の影響を受けなかったと判断される。

キャベツ圃場のコナガの卵密度の変化およびコ

Table 1. Influence of Benfuracarb 5G on parasitization by *T. chilonis* in a plastic bag.

Treatment	Dosage (g/plant)	20DAT ^a			% parasitism
		No. of plants	No. of eggs laid	No. of eggs parasitized	
Benfuracarb 5G	2	3	150	92	61
Control		3	305	113	37

a: Days after transplanting.

b: Figure with asterisk differs significantly from control at 0.1% level by χ^2 -test.

ナガ雄成虫の発生活動をFig. 1に示した。但し、コナガ雄成虫数は調査期間毎の累積値で示した。コナガの雄成虫の飛来は定植7日後(5月15日)から認められ、試験期間中、7日当たり平均20から40頭が飛来した。定植20日後(5月28日)に飛来のピークがあり、その時の成虫数は39頭であった。コナガの初産卵は卵寄生蜂区で定植7日後(5月15日)、他の区では13日後(5月21日)に認められた。また、試験期間中、すべての処理区内でコナガの卵が認められ、無処理区と粒剤処理区間で卵密度に有意差は認められなかった(F検定)。調査ごとの卵密度は株当たり約5卵であった。

定植28日後(6月5日)にキャベツ圃場から採集したコナガ卵寄生蜂の寄生率をTable 2に示した。粒剤処理+卵寄生蜂放飼区および卵寄生蜂放飼区(粒剤無処理)における寄生率が72%および58%であった。このことは、圃場においても、室内試験と同様に *T. chilonis* の寄生活動に対して

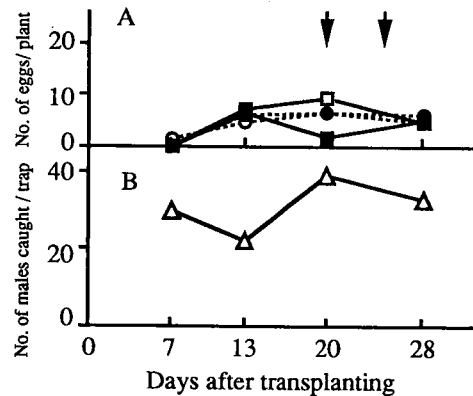


Fig.1. Occurrence and abundance of eggs of diamondback moth (DBM)(A) and captured DBM male adults by the sex pheromone monitoring trap (B) in a cabbage field in Shimane, Japan in 1992.

—□—: Benfuracarb 5G + *T. chilonis*,
 ..○..: *T. chilonis*, —■—: Benfuracarb 5G,
 ..●..: Control, —△—: No. of DBM males caught.
 ↓ : *T. chilonis* release. Date of transplanting: 1992.5.8.

Table 2. Influence of Benfuracarb 5G on parasitization by *T. chilonis* released in a cabbage field.

Treatment	Dosage (g/plant)	28DAT ^a		
		No. of eggs collected	No. of eggs parasitized	% parasitism
Benfuracarb 5G+ <i>T. chilonis</i>	2	101	73	72
<i>T. chilonis</i>	-	116	67	58

a: Days after transplanting.

b: Figures with asterisk differ significantly from control or benfuracarb 5G at 0.1% level (*) and not significant (n.s.) by χ^2 -test.

ベンフラカルブ粒剤5は影響を与えないと判断される。

キャベツ圃場のコナガの寄生密度（幼虫および蛹）をFig.2に示した。無処理区の株当たり幼虫数は定植28日後まで急激に増加した。卵寄生蜂放飼区では定植20日後および25日後に放飼が行なわれたが、定植28日後において若干の放飼効果が認められ、寄生数は無処理区の3/4であった。これに対して、粒剤処理+卵寄生蜂放飼区においては定植20日後の1回目の放飼以降、寄生密度の上昇の抑制が認められた。定植28日後では粒剤並びに卵寄生蜂との両作用により無処理区の6.6頭に対し、粒剤処理+卵寄生蜂放飼区においてはその1/2の3.3頭となり、全試験区の中で最も低い幼虫密度となった。このように卵寄生蜂を放飼しない区より幼虫密度が0.9~1.6頭減少し、卵寄生蜂の放飼が幼虫数を減少させることが確認された。

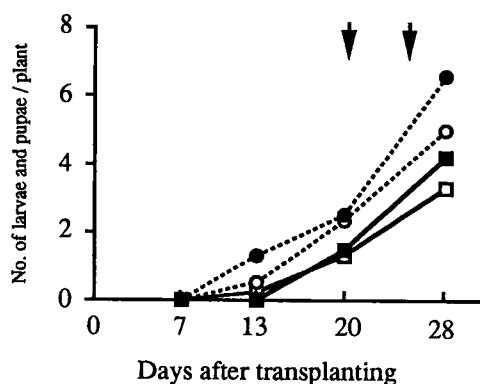


Fig.2. Efficacy of the combined use of benfuracarb 5G and *T. chilonis* against diamondback moth on the cabbage field in Shimane, Japan in 1992.

—□—: Benfuracarb 5G+ *T. chilonis*,
 ..○...: *T. chilonis*, —■—: Benfuracarb 5G,
 ..●...: Control. ↓: *T. chilonis* release. Date of transplanting: 1992.5.8.

Table 3. Efficacy of the combined use of benfuracarb 5G and *T. chilonis* on head damage by larvae of diamondback moth in a cabbage field.

Treatment	Dosage (g/plant)	Levels of damage				Damage index (%)
		A	B	C	D	
Benfuracarb 5G+ <i>T. chilonis</i>	2	2	17	1	0	20
Benfuracarb 5G	2	0	18	2	0	24
<i>T. chilonis</i>	-	0	14	6	0	32
Control	-	0	6	14	0	48

Observations were made the 45th day after transplanting.

Table 3 にはキャベツ葉のコナガによる食害程度を示した。試験期間中にコナガの幼虫密度が急激に増加したため、定植31日後に全試験区にBT剤（トアローC T水和剤1000倍）を散布し、定植45日後の食害度より食害指数を算出した。その結果、食害指数は粒剤処理＋卵寄生蜂放飼区20、粒剤処理区24、卵寄生蜂放飼区32および無処理区48であった。薬剤処理と卵寄生蜂放飼の組み合わせは薬剤処理のみあるいは卵寄生蜂放飼のみの場合に比較してキャベツのコナガ幼虫の寄生密度の抑制効果および食害防止効果の両面の働きで最も優れた。

考 察

アブラナ科作物を加害するコナガに関しては、各種の殺虫剤に対して抵抗性の発達が認められ（浜，1986；HAMA，1987；田中・木村，1991；MURAI *et al.*，1992），単剤の連用では防除が不可能であり，生産現場では各種薬剤をローテーション使用することが指導されている。一方，薬剤と他の防除手段との組み合わせによる防除についても検討されている。その中で定植時処理で，コナガに対して約1ヶ月間防除効果を示すベンフラカルブ粒剤5は殺虫剤による防除の基幹薬剤として使用されている。堀切（1989）は定植時の本粒剤処理によりその後の他のコナガ防除剤の散布回数減少が可能となりローテーション散布のプログラム化の容易性について報告している。

また，本剤はIPMの観点に立った他の有効な防除方法との組み合わせをする場合の重要な殺虫剤として位置づけられ，いくつかの試験が行なわれている。森下・東（1990）は本剤と防虫ネットの組み合わせによるコナガの防除の可能性について報告している。また，岩田・高橋（1991）は本剤と性フェロモンとの組み合わせにより同様に本害虫の防除の可能性を報告している。しかし，本剤と天敵との組み合わせによるコナガの防除を検討した報告はこれまで行なわれていない。

そこで，天敵としてコナガの重要な寄生性天敵である卵寄生蜂 *T. chilonis* を選び本剤との組み合わせによるコナガの防除の可能性について検討した。その結果，今回の試験において本粒剤の *T. chilonis* に対する影響は全く認められず，本

剤使用のみに比較して本剤と *T. chilonis* との組み合わせの方が多発生しているコナガの密度を定植約1カ月後までより低く抑えられることが明らかとなった。河野ら（1992）によると春作キャベツの被害許容密度は株当たり3頭と報告されているが，今回の試験においてはその範囲内に抑えられ，この方法によりコナガ防除が可能であることが明らかとなった（Fig. 2，Table 3）。

また，本剤はコナガ以外に同時に発生するモンシロチョウおよびアブラムシ類に対しても有効で，これらを同時防除できる（YASUDOMI *et al.*，1992）。さらに，本剤処理がキャベツ畑におけるこれらの害虫の重要な捕食性天敵あるクモ類にはほとんど影響しないという利点も明らかになっている（安富ら，1992）。また，*T. chilonis* や *T. papilionis* は圃場においてコナガだけでなく他の鱗翅目害虫の卵にも寄生することが確認されている（平井，1988；HIRAI，1990）。このことから，ベンフラカルブ粒剤5と卵寄生蜂との組み合わせによりコナガのみならず他の害虫も効果的に同時防除できる可能性を示唆している。今後，コナガ成虫の発生密度からコナガ卵の密度を推定し，卵密度の推移に応じて卵寄生蜂の放飼数，放飼時期および放飼回数等をさらに詳細に検討し，コナガを含めたアブラナ科害虫のIPMの確立を行なっていく必要がある。

摘 要

ベンフラカルブ粒剤5の卵寄生蜂 *Trichogramma chilonis* への影響および本粒剤と *T. chilonis* との組み合わせによるコナガ防除の可能性について検討した。その結果は次のとおりである。

- 1) ポット試験および圃場試験においてベンフラカルブ粒剤5の *T. chilonis* の寄生活動に対する影響は認められなかった。
- 2) 卵寄生蜂の寄生率はベンフラカルブ粒剤5と卵寄生蜂との組み合わせにおいて72%であった。
- 3) キャベツ定植28日後のコナガの株当たり幼虫数は無処理区の6.6頭に対して，ベンフラカルブ粒剤5と卵寄生蜂との組み合わせ区においては3.3頭となり，他区と比べて最も優れた効果を示した。
- 4) キャベツ定植45日後のコナガによる食害防止

効果においてもベンフラカルブ粒剤5と卵寄生蜂との組み合わせが最も優れた。

引用文献

- 浜 弘司(1986) : 各種殺虫剤に対するコナガの抵抗性スペクトル. 応動昆, 30 : 277 ~ 284 .
- HAMA, H(1987) : Development of pyrethroid resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (1.). Appl. Entomol. Zool. 22 : 166 ~ 175 .
- 平井一男(1988) : キャベツ害虫の卵に寄生するトリコグラマ. 東北昆虫, 26 : 6 ~ 8 .
- HIRAI, K (1988) : *Trichogramma* parasitizing *Pieris rapae crucivara* BOISDUVAL. In : *Trichogramma and other egg parasitoids* (E. WAINBERG and S. B. VINSON eds.), Paris, France : INRA, pp. 71 ~ 72 .
- 平嶋義宏・三浦一芸・三浦 正・長谷川徹(1990) : コナガの生物的防除に関する研究. 4. 卵寄生蜂2種の増殖能力及ばす温度の影響. 九大農芸誌, 44 : 81 ~ 87 .
- 堀切正俊(1989) : コナガの体系防除. 九病虫研会報, 35 : 96 ~ 99 .
- 伊賀幹夫(1985) : コナガの発生消長と生命表. 応動昆, 29 : 119 ~ 125 .
- 岩田直記・高橋章夫(1991) : 合成性フェロモン剤を利用した交信攪乱法によるキャベツのコナガ防除. II 中規模処理による防除効果. 群馬農業研究 A総合, 8 : 33 ~ 46 .
- 河野 哲・足立年一・二井清友(1992) : キャベツ, チンゲンサイにおけるコナガの経済的被害許容密度. 関西病虫研会報, 34 : 101 [講要] .
- 松浦博一(1992) : 抵抗性コナガに対する薬剤ローテーションの問題点. 今月の農業, 36 (8) : 100 ~ 102 .
- 森下正彦・東勝千代(1990) : キャベツにおける被覆資材を用いたコナガの被害防止. 関西病虫研報, 32 : 29 ~ 34 .
- MURAI, T., M. MIYAZAKI and M. OZUKA (1992) : Changes in insecticide susceptibility of the Diamondback moth in Shimane, Japan. JARQ, 26 : 152 ~ 156 .
- 柴尾 学・谷川典宏・根来淳一・田中 寛(1992) : キャベツ定植時の育苗箱粒剤処理による害虫防除効果. 関西病虫研報, 34 : 41 ~ 42 .
- 田中 寛・木村 裕(1991) : ハウス栽培のクレンソンのコナガのBT剤抵抗性. 応動昆, 35 : 253 ~ 255 .
- 田中 章・末永 博・村田麻美・西岡稔彦・山口卓宏・堀切正俊(1992) : 鹿児島県におけるコナガのキチン合成阻害剤抵抗性の発達. 第1報. 溝辺町における防除効果の低下. 九病虫研会報, 38 : 127 ~ 128 .
- 岡田利承(1989) : キャベツ圃場におけるコナガの寄生蜂の種類とその寄生率の季節的消長. 応動昆, 33 : 17 ~ 23 .
- 和氣坂成一・佃 律子・中筋房夫(1991) : コナガの生命表と降雨, 温度および寄主植物が生存や増殖に及ぼす影響. 応動昆, 35 : 115 ~ 122 .
- 山田偉雄・川崎健次(1983) : コナガの発育, 産卵及び増殖に及ぼす湿度の影響. 応動昆, 27 : 17 ~ 26 .
- YASUDOMI, N., MIYATA, T., MURAI, K. and UMETSU, N. (1992) : Use of benfuracarb in the integrated management of diamondback moth. In : *Diamondback Moth and Crucifer Pests.* (N.S.TALEKAR ed.), Tainan, Taiwan : AVRDC, pp. 333 ~ 339 .
- 安富範雄・和氣坂成一・梅津憲治(1992) : キャベツ畑におけるベンフラカルブ粒剤5処理のクモ類への影響. 関西病虫研報, 34 : 43 ~ 44 .