

コナガの効率的な採卵方法

長尾昌人・青木 敏・渡辺丈夫
(香川県農業試験場)

An Effective Method to Gathering Eggs of Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.

By Masato NAGAO, Satoshi AOKI and Takeo WATANABE (Kagawa Prefectural Agricultural Experiment Station, Busshouzan-cho, Takamatu 761)

緒 言

香川県のキャベツ栽培地帯で1982年頃からコナガの有機リン剤、カーバメイト剤に対する抵抗性が発達していることが明らかになった(佐々木, 1984)。その後も, 1984年には合成ピレスロイド剤に対する抵抗性発達が確認され(佐々木, 1990), 最も新しいタイプの殺虫剤であるIGR剤のクロロフルアズロンでさえ室内淘汰によって抵抗性の発達が確認されており(FAHMY and MIYATA, 1992), 本県でもIGR剤に対する感受性の低下が懸念されている。化学合成殺虫剤による防除では抵抗性発達は, 不可避であり, 新たな防除方法が強く求められている。そのため天敵を利用した生物的防除法について研究が進められており, 本県でも, コナガ顆粒病ウイルス利用の検討を行っている。しかし, これら寄生性天敵, 天敵ウイルス等の利用についてはコナガ生体による増殖が不可欠である(日嶋ら, 1990)。そこでこれら天敵利用にあたってまず必要となるコナガの大量飼育技術の確立を目指し, 第一段階としてコナガ卵の大量採取について検討を行った。今日一般的に行われている室内累代飼育は, キャベツ, チンゲンサイ等の葉片で採卵を行い, カイワレダイコン等の芽出して飼育を行う方法である(山田, 腰原, 1978)。この場合の問題点として, 卵の消毒, 飼育容器内でカビの発生, 植物の継続的栽培等があり, 大量飼育を行っていく場合にはこれらの問題を解決する必要がある。そのための一環として本試験でコナガが植物の表面構造とアブラナ科植物に共通

して含まれるシニグリンに反応して産卵を行う(GUPTA and THORSTEINSON, 1960)という性質を利用した人工的なコナガの採卵を検討した。

材料及び方法

試験-1 シニグリン処理紙片に対するコナガの産卵選好性

コナガの卵を効率的に紙に産ませるために産卵誘発物質であるシニグリンを処理したワイピングペーパー(キムワイプ)による採卵が可能であるかを検討した。

処理は採卵紙区とキャベツ葉区を設けた。採卵紙区では, 1.5 cm×4 cmに切った採卵紙(ワイピングペーパー)片に, 蒸留水シニグリン100 ppmを含むように調整した溶液を50 μlずつ(25 μlずつ2ヶ所)滴下処理した。処理した紙を透明スチロール容器(直径11cm, 高さ6 cm)に4枚ずつ置いた。この容器に羽化当日のコナガ成虫を雌雄混合で, 117頭, 120頭および137頭ずつ入れ3反復とし, 成虫にはハチミツ5%水溶液を脱脂綿に含ませたものを与えた。

キャベツ葉区では, 1.5 cm×4 cmに切ったキャベツ葉片をスチロール容器に4枚ずつ置いた。供試虫は羽化当日のコナガ成虫を雌雄込みで, 100頭, 150頭および170頭ずつ入れ, 3反復とした。

実験中, 紙片, キャベツ葉片および容器は毎日取り替え, 各処理区の紙片上, 葉片上および容器に産下されたコナガの卵数を連続する8日間調査した。

試験-2 添加するシニグリン濃度および採卵紙の配置位置によるコナガの産卵数との関係

紙片に滴下するシニグリンの最適濃度と採卵効率の高いペーパー配置位置を検討した。採卵容器としては、前述の透明スチロール容器を用い、蒸留水にシニグリンを1 ppm, 10 ppm, 100 ppm, 1,000 ppm, 10,000 ppmの濃度に調整した溶液を個々の採卵紙片に50 µl ずつ滴下し、各濃度で処理された紙片を1枚ずつ計6枚を同一容器内に配置した。配置位置は容器の底面に放射状に平面配置したものと、容器の側面に等間隔に縦配置したものの2方法とし、各方法で4反復おこなった。採卵紙片の裏面は両面テープを使用し容器に固定した。これらの容器に羽化1日目のコナガ成虫雌雄混合で50頭入れ、24時間産卵させた。調査は、採卵紙片上に産下されたコナガの卵数について行った。

試験-3 好適採卵紙の検討

表面構造の異なる3種類の紙を供試し、それに対する産卵選好性を調査した。

各用紙の名称と特徴は下記のとおりである。

- ・ワイピングペーパー（キムワイブ）・・・全体的にしわ状の凹凸がある。
- ・ペーパータオル（キッチンペーパー）・・・全体にディンプル加工が施してあり、1 cmあたり約9個のディンプルがある。
- ・オイルペーパー（リードペーパー）・・・繊維が荒く太いため全体にケバ立っている。

実験は透明スチロール容器に1 cm×4 cmに切った3種類の紙にシニグリン1,000 ppm溶液を50 µl ずつ滴下したものをそれぞれ1枚ずつ入れ、羽化当日のコナガ成虫を雌雄混合で50頭を供試して行った。採卵は50頭のグループ3つについて4日間行い、採卵容器及び紙片は24時間毎に新しいものに取り替えた。連続する4日間各紙片上に産下されたコナガの卵数を調査した。

試験-4 アリルイソチオシアネートがコナガの産卵に及ぼす影響

アリルイソチオシアネート（マスタードオイル）のコナガの産卵に及ぼす影響を、シニグリンと比較した。

所定濃度に調整したアリルイソチオシアネートまたはシニグリン溶液50 µl を1 cm×4 cmに切った採卵用紙片に滴下しプラスチックシャーレ（直

径9 cm×高さ2 cm）に一枚入れた。その濃度はアリルイソチオシアネート処理区では1 ppm, 10 ppm, 100 ppm, 1,000 ppmおよび10,000 ppmの5濃度、シニグリン処理区では100 ppm, 1,000 ppmの2濃度とした。各シャーレには羽化当日のコナガ成虫を雌雄込みで10頭入れた。また、対照として蒸留水のみを処理した無処理区と、紙片と同じ大きさに切ったキャベツ葉片を入れたキャベツ葉片区を設け、それぞれ15反復とした。採卵は羽化後1日目から3日目までの3日間毎日、各処理区の採卵紙片上、キャベツ葉片上およびシャーレに産卵された卵数を調査した。

試験-5 卵の冷蔵可能期間の検討

卵の冷蔵期間が孵化率に及ぼす影響を検討した。

透明スチロール容器1個当たり1 cm×4 cmに切った採卵紙片を6枚入れ、シニグリン1,000 ppm溶液を50 µl ずつ滴下した。これに羽化当日のコナガ成虫を雌雄混合で30頭入れ、産卵させた。採卵期間は4日間とし、これを3反復行った。得られた卵を実験に供試し、同一容器内の紙片1枚ずつを各処理区に割振って、水を含ませた脱脂綿を入れたプラスチックシャーレ処理後シャーレごと20℃18時間照明下の恒温器に移し、孵化させた。調査は、紙片上に残った未孵化卵の数について行い、冷蔵前に前もって調査した産卵数から、孵化率を割出した。

結 果

試験-1 シニグリン処理紙片に対するコナガの産卵選好性

キャベツ葉片とシニグリン処理紙片に対する産卵数およびその割合を表-1に示した。紙片区とキャベツ葉片区を比較すると、10頭当たりの総産卵数ではキャベツ葉片区の方が多かった。しかし、キャベツ葉片とシニグリン処理紙片とに対する産卵割合を比較すると紙片に対する産卵割合の方が高かった。

キャベツ葉片区と紙片区の羽化後の日当たり産卵数を図-1に示した。日当たり産卵数を10頭当たりの産卵数で見ると紙片区では採卵開始後0日が24.1個、1日目が104.3個、2日目が105.7個、3日目が60.2個、4日目以降はそれぞれ41.2個、14.0個、6.0個、2.8個であった。キャベツ葉片

区では採卵開始後0日が64.9個、1日目が90.2個、2日目が65.0個、3日目が44.4個、4日目以降はそれぞれ28.4個、15.8個、9.9個、6.1個で両区とも羽化後1日目が産卵のピークとなり、その後漸減した。産卵消長に両区で差は見られなかった。

表-1 キャベツ葉片とシニグリン処理紙片に対するコナガ産卵数

産卵部位		10頭あたり 総産卵数 (MEN±SD)	産卵割合 (%)
キャベツ葉片	葉	334 ± 50.2	47.8
	容器	365 ± 71.7	52.2
	合計	699 ± 121.7	100.0
シニグリン 処理紙片	紙	359 ± 11.1	69.6
	容器	157 ± 26.2	30.4
	合計	516 ± 15.2	100.0

注：紙片にはワイピングペーパーを使用

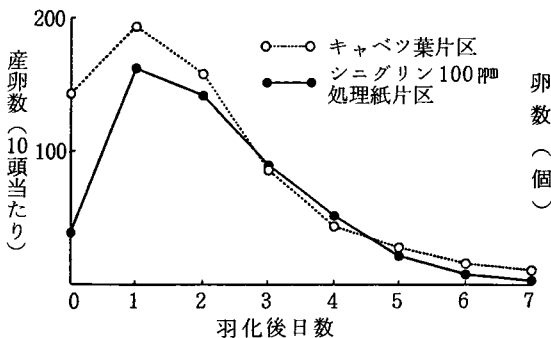


図-1 キャベツ葉片区とシニグリン100ppm処理紙片区でのコナガの産卵消長

試験-2 添加するシニグリン濃度および採卵紙配置位置によるコナガの産卵数との関係

採卵紙に滴下するシニグリン濃度によるコナガの産卵選好性と、採卵紙片の配置位置別の産卵数を表-2に示した。シニグリン溶液の処理濃度がより高い採卵紙に対して、より多くの産卵が行われた。特に1,000ppm以上添加すると、その効果は顕著であった。

コナガ採卵容器内での採卵紙の位置を比較すると、平面に配置する場合よりも縦側面に配置した場合の方が、産卵数は多い傾向がみられた。しかし両者の間に全体として有意な差は認められなかった(t-検定 P=0.05)。

試験-3 好適採卵紙の検討

シニグリン処理された各採卵紙に産下された卵数の推移を図-2に示した。各採卵紙での産卵数の平均は、ワイピングペーパーでは採卵開始0日目で73個、1日目で367.3個、2日目で211個、

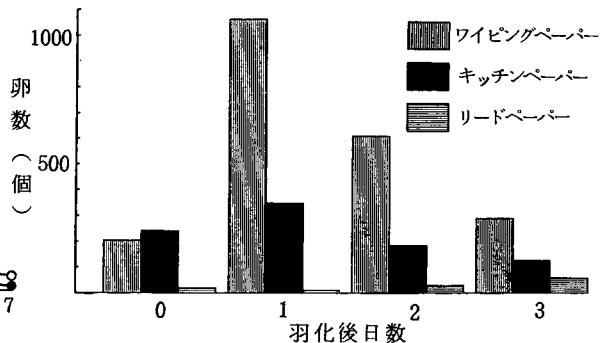


図-2 シニグリン処理した採卵用紙に産みつけられた卵の個数(3反復の合計値)

表-2 採卵紙に処理したシニグリン溶液の濃度と配置位置別の産卵数の関係

シニグリン濃度 (ppm)	採卵ケース底面 ^a			採卵ケース側面 ^b		
	MEAN	MAX	MIN	MEAN	MAX	MIN
0	15.5 ^c	25	3	11.5	18	5
1	24.3	31	1	12.5	23	5
10	26.3	36	15	25.3	39	13
100	27.5	31	13	28.0	43	26
1,000	40.5	46	22	62.0	76	40
10,000	54.3	67	29	70.0	102	39
合計		188.2			209.2	

a : 採卵ケース底に採卵紙を平面に置いた
b : 採卵ケース側面に採卵用紙を縦に張り付けた
c : コナガ50頭あたり1日あたり産卵数
注：採卵紙としてワイピングペーパーを使用

3日目で102.3個となり、キッチンペーパーでは0日目で85個、1日目で120.3個、2日目で65個、3日目で44個となり、リードペーパーでは0日目で3.3個、1日目で5.3個、2日目で11個、3日目で22.6個となった。したがって3種類の紙のうちワイピングペーパーに対する産卵数が最も多かった。

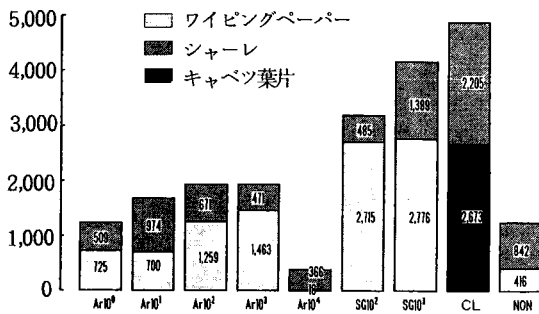


図-3 シニグリンとアリルイソチオシアネートの各所定濃度処理に対するコナガの産卵選好性

注：SG 10²はシニグリン100 ppm処理区、SG10³はシニグリン1,000 ppm処理区、Ar10⁰はアリルイソチオシアネート1 ppm処理区、Ar10¹はアリルイソチオシアネート10 ppm処理区、Ar10²はアリルイソチオシアネート100 ppm処理区、Ar10³はアリルイソチオシアネート10,000 ppm処理区、NONは無処理区、CLはキャベツ葉片区、またグラフ内の数字は各対象物に対するコナガの産卵数。

試験-4 アリルイソチオシアネートがコナガの産卵に及ぼす影響

シニグリンとアリルイソチオシアネートをそれぞれ所定濃度で処理した採卵紙片に対するコナガの産卵選好性を図-3に示した。羽化1日後から3日間の150頭当たりの総産卵数は、シニグリン1,000 ppm区で4,165個でキャベツ葉片区とはほぼ同等であったが、アリルイソチオシアネートの各処理区は、シニグリン1,000 ppm区及びキャベツ葉片区と比較して有意に少なかった（F-検定，多重比較 Tukey法 $p=0.05$ ）。

一方それぞれの処理区における採卵紙片に対する産卵割合は、無処理区の紙片と比較してアリルイソチオシアネート10 ppm処理で有意な差はなく、同10,000 ppm区で有意に低かったほかは、有意に高かった。キャベツ葉片に対する産卵割合と比較す

るとシニグリン100 ppm区が有意に高く、アリルイソチオシアネート10,000 ppm区だけ有意に低かった。他の処理区についてはキャベツ葉片区と有意な差は認めなかった（F-検定，多重比較 Tukey法 $p=0.05$ ）。

なお、アリルイソチオシアネートの10,000 ppm処理の場合、コナガは幼虫が麻痺し行動が停止する個体が多く認められた。

試験-5 卵の冷蔵可能期間の検討

冷蔵日数と親成虫の羽化後日数による孵化率の変化を表-3に示した。冷蔵0日、すなわち採卵後直ちに20℃で孵化させた場合、親成虫の羽化後日数に関係なく、94.6～97.5%の孵化率を示した。F-検定の結果、冷蔵日数間および羽化後日数間で、孵化率に有意な差が認められ、多重比較（Tukey法 $p=0.001$ ）の結果、成虫羽化後0日目、1日目に産下された卵と羽化後3日目のそれとの間に孵化率に有意な差があり、羽化後3日目産下の卵は、冷蔵5日後から孵化率が低下したのに対して、羽化後0日目、1日目の卵は、冷蔵15日後まで孵化率が低下しなかった。

冷蔵日数間では、冷蔵15日後までと、20日後との間で有意な差が認められ羽化後2日目、産下された卵が58.9%、3日目が66.8%と著しく孵化率が低下した。

表-3 日令別コナガ成虫の産下卵の冷蔵期間とその後の孵化率の関係

冷蔵期間	成虫の日令			
	0日 α	1日 α	2日 $\alpha\beta$	3日 β
0日 a	95.7%	94.9%	97.5%	94.6%
5日 a	94.3	97.7	96.8	79.4
10日 a	93.2	95.0	88.7	88.8
15日 ab	95.8	97.5	85.2	78.9
20日 c	82.9	80.5	58.7	66.8
25日 bc	85.7	83.5	61.4	72.8

同一ギリシャ文字および同一英小文字間に危険率5%で、有意差無がないことを示す（F検定後の多重比較-Tukey-）。

考 察

本報では、これまで多く行われてきたアブラナ科植物生葉を用いた採卵方法に代わって、より簡易で採卵後の取扱いの簡便な紙を用いた採卵方法を検討した。紙による採卵は、(BIEVER and BOLDT, 1971)によって報告がなされているが、その中で採卵用紙としてペーパータオルが用いられている。しかし本報の試験-3で明らかかなように、ペーパータオルよりワイピングペーパーの方が優れていた。このことはコナガが植物の表面構造に反応して産卵すること(GUPTA and THORSTEINSON, 1960)、キャベツでは落葉後の凹凸部分に多く産卵されること(渡辺, 長岡, 1985)、コナガ自身の食害痕に多く産卵されること(植松・坂之, 1993)などから考えて、ワイピングペーパーのしわ状の凹凸がコナガの産卵に適したものと考えられる。

アブラナ科植物を加害するコナガやモンシロチョウ等の害虫は、同植物に含まれるカラシ油配糖体であるシニグリンに誘引されることが知られている(平野, 1971)。この性質を利用してより効率的に採卵するために、本報では採卵用紙にシニグリン処理を行った。試験-1の結果からシニグリン1,000 ppmを処理したワイピングペーパーとキャベツ葉片を比較すると総産卵数ではキャベツ葉片区の方が多かったが、産卵対象として挿入したワイピングペーパー、キャベツ葉片それぞれに対する産卵割合を見るとワイピングペーパーの方が優れていることが示唆された。また試験-4のシニグリン処理ワイピングペーパーとキャベツ葉片との産卵の比較からも同様の結果が得られている。このことは産卵対象物として、キャベツ葉片よりもワイピングペーパーが優れていることを示す一方で、キャベツ葉片にはシニグリン1,000 ppm処理紙以上に産卵を誘発する要因があることを示唆している。ここで試験-2の結果を見るとシニグリンの濃度をあげれば10,000 ppmまでの範囲では総産卵数が上昇していることがわかる。ただ本試験では対照としてキャベツ葉を用いなかったため、シニグリン10,000 ppmとキャベツ葉片は比較できないが、少なくともシニグリンの濃度を上げれば総産卵数を増加させることができることが示された。

今後はキャベツ葉片に含まれるシニグリンの濃度がどれくらいかを知り、それによって根拠づけられたシニグリン濃度処理紙とキャベツ葉片との比較を行う必要がある。ただ効率的な採卵を目的とした場合、シニグリンが比較的高価なことを考え合わせると、処理するシニグリンの濃度としては100~1,000 ppmが妥当なところではないかと考える。

村井(1990)は、シニグリンの代わりにカラシ油であるアリルイソチオシアネートを産卵誘引物質として用いている。試験-4の結果では、アリルイソチオシアネートも100 ppmから1,000 ppm処理すると採卵用紙に対する産卵数が増加した。しかしアリルイソチオシアネート処理紙は、シニグリン処理紙と比較して総産卵数が少なく、採卵用紙に産下された卵数も約半数であることから利用は難しいものと考えた。また、アリルイソチオシアネートの10,000 ppm処理では産卵が正常に行われなかった。この区では供試したコナガ成虫が麻痺したように倒れていたことから、産卵ができなかったものと考えられるが、平野(1971)はアリルイソチオシアネートの濃度が濃くなると産卵忌避効果があると報告しており、その影響も考えられる。

採卵した卵を5℃で保存したところ、冷蔵期間が長くなると親成虫の羽化後日令によって孵化率が差が認められた。この原因については不明である。しかし効率的な採卵から考えると、20℃の場合羽化後1日目から2日目の産卵数が多いことからこの日令に産卵された卵を利用しない訳には行かない。産卵雌成虫の羽化後日令に関係なく、ほぼ80%の孵化率が得られるためには15日間の保存が限界と考える。ただ高い孵化率が維持できたとしても、冷蔵保存何日ぐらいから孵化後の成育に影響がでるかは不明で、今後検討する必要がある。

以上のことから、採卵は100~1,000 ppmのシニグリンを処理したワイピングペーパー(もしくはしわ状の凹凸のある紙)を用いて、羽化当日から3日間行るのが最適であると考えられた。また採取した卵は約2週間を限度として5℃で冷蔵保存が可能で、その間必要に応じて加温すればいつでも利用可能である。

摘 要

コナガの卵を大量に効率よく採取するため、紙を用いた採卵方法を検討した。

採卵に用いる紙は、しわ状の凹凸のあるワイピングペーパー（キムワイプ）が有効であった。採卵用紙にシニグリンを滴下処理することによって、総産卵数および採卵用紙への産卵割合を増加させることができた。処理するシニグリン濃度は、1,000 ppm以上で効果が高かったが、コスト等を考え合わせて100～1,000 ppm程度が適当と考えた。アイルイソチオシアネート（マスタードオイル）は、採卵紙に対する産卵割合を増加させたが、総産卵数が少なくシニグリンにおよばなかった。孵化率に影響の少ない卵の保存期間は、5℃で15日間程度であった。

引 用 文 献

- BIEVER, K. D. and P. E. BOLDT, (1971) : Continuous laboratory rearing of the diamond back moth and related diorlogical data. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 64 : 651 ~ 655.
- FAHMY, A. R. and T. MIYATA, (1992) : Prolonged Effect on Adults of the Diamond-back Moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) after Larval Treatment Chlorfluazuron. *Appl. Entomol. Zool.*, 27 (3) : 349 ~ 354.
- GUPTA P. D. and A. J. THORTEINSON (1960) : Food plant relationship of diamond-back moth, *Plutella maculipennis* (CURT.). I Gustartion and olfaction in relation to botanical specificity of the larva. *Exp. Appl.*, 3 : 241 ~ 250.
- 平野千里 (1971) : 昆虫と寄主植物, 共立出版, 東京, 69 ~ 72.
- 平嶋義宏・三浦一芸・三浦 正 (1990) : コナガの生物的防除に関する研究 6. コナガの防除に利用する2種の卵寄生蜂の大量増殖法. *九大農学芸誌* 44 : 95 ~ 100.
- 腰原達雄 (1985) : 農薬実験法 1, 殺虫剤編. ソフトサイエンス社, 東京, 14 ~ 17.
- 村井 保 (1990) : コナガの産卵習性と採卵方法. *応動昆中国支会報*, 32 : 43.
- 岡田利承 (1989) : キャベツ圃場におけるコナガ寄生蜂の種類とその寄生率の季節的消長. *応動昆*, 33 : 17 ~ 23.
- 佐々木善隆 (1984) : 香川県内の3個体群の数種殺虫剤に対する感受性の比較. *香川農試研報*, 36 : 16 ~ 22.
- 佐々木善隆 (1990) : コナガの室内淘汰によるフェンバレレート抵抗性の発達および野外個体群のピレスロイド抵抗性. *香川農試研報*, 41 : 21 ~ 28.
- 植松秀男・坂之下旭 (1993) : キャベツ株上におけるコナガの産卵部位. *応動昆*, 37 : 1 ~ 3.
- 渡辺丈夫・長岡勝己 (1985) : キャベツの品種間におけるコナガ寄生数の差異. *四国植防*, 20 : 91 ~ 95.
- 山田偉雄・腰原達雄 (1978) : コナガの簡易飼育法. *植物防疫*, 32 : 253 ~ 256.