

# オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究

## 第8報 トマトにおける早期防除の効果と要防除密度

中 沢 啓 一・那 波 邦 彦・林 英 明

### 要 約

中沢啓一・那波邦彦・林 英明 (1979) : オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究。第8報 トマトにおける早期防除の効果と要防除密度。広島農試報告 41 : 103~118

オンシツコナジラミの発生初期に重点を置いた薬剤防除体系の有効性を実証するために、ビニールハウス栽培のトマトで登録農薬2種類を用いて、モデル試験を行なった。定植2日後に株当たり12頭の成虫を放飼した後、放飼12日目から7日毎に3回キノキサリン系水和剤125ppmを散布し、さらに3回キノキサリン系水和剤125ppmとDMTP水和剤360ppmを混用して散布した区では、100日間以上にわたってコナジラミの生息密度が有効に抑制され、スス汚染果が発生しなかった。また、両薬剤を成虫放飼後33日目から7日毎に3回散布しても、防除効果は同様に良好であった。

無防除区におけるコナジラミの個体数は、約60日間、指数関数的に増加した。本試験と既報のデータから施設栽培のトマトにおけるコナジラミ成虫の1日当たり瞬間増加率 $r$ の平均値を求め、0.091を得た。スス病が発生し始める時の平均成虫密度381頭/株を被害許容密度とし、個体群の指数的生長の公式から許容生残密度を設定した。また、要防除密度25頭/株を設定し、防除要否の迅速判定法として、逐次抽出法の適用を検討した。

### I 緒 言

侵入害虫オンシツコナジラミの新発生が確認されてからしばらくは、適用登録のある農薬がなく、また他に有効な防除手段を持たぬままに、われわれは本種の急速な分布域の拡大と被害の発生を許して来た。幸い1976年に4種類の薬剤が本種の防除用農薬として登録されてからは、防除対策が可能になった。しかし、オンシツコナジラミに関する知識が園芸農家に必ずしもよく理解されていないために、これらの薬剤が適切に用いられないで、十分な防除効果が得られていない場合も多い。その結果、一部の園芸農家は「現在の登録農薬はどれも効かない」という誤った認識さえ持つに至っている。

本種の増殖力は非常に大きいので、比較的短期間あらゆる態を構成員とする安定した個体群を形成する。現在の登録農薬はいずれも一部の態に対してのみ有効であるから、安定個体群に生長してから薬剤を使用したのでは生息密度が速やかに回復する<sup>12)</sup>。このような防除法をとる場合は頻繁な薬剤使用が必要となり、薬剤感受性の

低下を早めるばかりでなく、時として薬剤の安全使用基準を逸脱するおそれがある。したがって、果菜類の施設栽培において低い防除コストで最大の防除効果をあげ、しかも安全な生産物を得るために合理的なコナジラミの防除体系を早急に確立する必要がある。

中沢ら<sup>12)</sup>は、オンシツコナジラミが高密度に発生した条件下で最も強力な殺虫作用を持つ薬剤を数回散布しても防除効果が不十分であることを認め、コナジラミの発生初期に重点を置いた防除体系が必要であることを指摘した。那波ら<sup>13)</sup>は、ビニールハウス栽培のトマトにおいてオンシツコナジラミ個体群が指数関数的に生長することを報告し、1日当たり瞬間増加率 $r$ とスス病発生臨界密度から防除時期を設定する構想を示した。山田ら<sup>14)</sup>も、ガラス室のキュウリで本種の増殖様式を研究して個体数の指数的増加を認め、同様の発想で所定期間後にすず病を発生し始めるための初期密度を計算している。

本研究の目的は、(1)オンシツコナジラミの発生初期に重点を置いた薬剤防除の有効性を実証し、本種の基本的な防除体系を提示すること、および(2)施設栽培のトマト

についてコナジラミ個体群の生長過程に関する資料をさらに蓄積し、要防除密度の設定を試みることである。

## II 材料および方法

### 1. 早期防除のモデル試験

#### 1) 供試作物の栽培

農業試験場（東広島市八本松町原）の圃場に間口3.6m、奥行5.4mのパイプハウスを設置し、全面に25メッシュの白色寒冷紗を張り、天井から肩部までをビニール張りとした。1978年は1棟に60cm幅の畦を3条設け、5月19日に6葉期のトマト苗（品種：長交大型福寿）を株間80cmの千鳥植えで39株定植した。整枝法は1本仕立てとし、腋芽は定期的に摘除した。1花房当たり平均4果で第6花房まで着果させ、7月21日に第27節の上部で摘心した。灌水は地表配管により、一般肥培管理は慣行法によった。1979年は同じ形式のパイプハウスを使用した。青枯病の発生を回避するため、土中に埋めた1/2000 aワグネルポットでトマト（品種：強力東光）を栽培した。6月11日に8葉期の苗を定植し、ポットは90cm間隔で5個、3列に配置した。ポットを除く地表面に敷わらを施した。整枝法は1本仕立てで、腋芽は定期的に摘除した。1花房平均5果で第6花房まで着果させ、8月8日に第29節の上部で摘心した。摘心後に出現した大部分の腋芽は、果実の日焼けを防ぐために残した。

トマトの生育調査は、コナジラミの計数日またはその翌日に行ない、約10株について草高、最上葉位（未展開葉）および枯死葉位を記録した。なお、無散布区で、バイメタル式自記温度計を用い、ハウス中央部の地表から50cmの高さにおける気温を測定した。

#### 2) 供試虫と放飼方法

農業試験場のガラス室で大量飼育中のオンシツコナジラミ成虫を供試した。1978年は6月6日（定植18日後、最上葉位11.3）に株当たり6頭を放飼し、1979年は6月13日（定植2日後、最上葉位8.8）に株当たり12頭を放飼した。放飼は次の方法によった。直径40cm、高さ1mのポリエステルゴース製の袋型ケージを株ごとに設置し、所定数の成虫を収容した試験管をケージ内の株元に立て、綿栓を取り去って成虫が自然に飛び出すようにした。試験管への成虫の取り分けにあたって、両年とも雌雄鑑別を行なわなかったが、1979年における放飼虫の雌率は約58%と推定された。ケージは、放飼後4日目に除去した。

#### 3) 薬剤散布

供試薬剤として、適用登録農薬の中から、殺卵作用を

有するキノキサリン系水和剤25%および若・中齢幼虫と成虫に最も強い殺虫力を有するDMTP水和剤36%の2薬剤を選んだ。1978年は、成虫放飼後それぞれ7, 14, 21, 30および37日目を散布日として、単独薬剤または両薬剤の組み合わせで、前期のみ3回、前・後期5回、または後期のみ2回散布など6種類の防除区を設けた。1979年は、成虫放飼後12, 19, 26, 33, 40, および47日目を散布日とした。2種類の防除区を設け、散布計画Ⅰ区においては前期3回にキノキサリン系水和剤を散布し、後期3回にキノキサリン系水和剤とDMTP水和剤を混用して散布した。散布計画Ⅱ区においては、後期3回のみ両薬剤の混合液を散布した。両年とも1防除区にハウス1棟をあてた。薬剤の使用濃度は、キノキサリン系水和剤125ppm, DMTP水和剤360ppmとした。展着剤として、新グラミン®を水1ℓに対し0.2mlの割合で添加した。散布量はトマトの生育が進むに従って、アール当たり15ℓ, 20ℓ, および25ℓと漸次増量した。薬液は2頭噴口つき肩掛け式自動噴霧機を用いて散布した。

#### 4) 防除効果の測定

薬剤防除の効果をみるため、コナジラミの生息密度とすす病の発生状況を定期的に調査した。コナジラミの個体数は、原則として5日毎に全株について計数し、葉単位および株単位に記録した。1978年は成虫のみを計数し、1979年は放飼54日後までは卵を除くすべての態を、その後は成虫のみを計数した。

すす病の発生については、全株の葉上におけるすす病の有無を調査し、第5果房までの収穫果のすす汚染程度を調べた。果実のすす汚染程度は、すす病菌叢が果面を覆う面積によって分け、それぞれ無発生、1/3以下、1/3～2/3、および2/3以上の4段階とした。

### 2. 個体数の変動とすす病の発生時期

無防除で経過した場合のコナジラミ個体数の変化とすす病の発生状況について、試験1の無散布区における調査の結果を検討した。1979年には、施設内から野外に脱出する成虫の消長を調査した。ポット植えのトマト苗を無散布区のハウスから1m離して9本配置し、毎日午前10時頃に巡回して寄生個体数を記録した後吸虫管で取り除いた。

## III 結 果

### 1. 早期防除のモデル試験

1978年における薬剤防除試験の結果を第1図と第1表に示した。この年は各区に青枯病とウイルス病が発生し

たため、調査株数が最初の39株から漸減し、成虫放飼後51日目には前期3回キノキサリン系水和剤・後期2回DMTP水和剤散布区(第1図-1)を除く各区の調査対象株は約20株になった。後期2回キノキサリン系水和剤散布区(第1図-6)の枯死株は特に多く、51日目以降の調査対象株は5株程度となった。そして80日目には各区とも早害が加わって残存株も著しく傷んだので、ここで調査を打ち切った。このため、各区における散布終了後の成虫密度の推移を十分に追跡することができず、長期にわたる薬剤防除の効果を正確に判定できなかった。しかし、本試験のようなコナジラミの発生条件の下では、前期3回キノキサリン系水和剤・後期2回DMTP水和剤散布区、前・後期5回キノキサリン系水和剤散布区、および後期2回キノキサリン系水和剤とDMTP水和剤の混用散布区における防除効果が優れ、他の散布区の防除効果は劣るとみなされた。第1表に示したように、無散布区では第5果房までの収穫果の約39%がすす汚染果となったが、どの薬剤散布区においてもすす汚染果はほとんど発生しなかった。

1979年における防除試験の結果を第2図、第2表および第3表に示した。散布計画Ⅰ区では成虫放飼後12日目から薬剤散布を開始したが、この時の発生密度は345頭/株(ただし卵態を除く)で、各態の割合は成虫1.7%、1・2齢幼虫97.4%、3齢幼虫0.9%であった。発生密度は散布を重ねるごとに低下し、最終散布時には寄生虫数が零となり、最終散布7日後の成虫密度は0.1頭/株となった。散布計画Ⅱ区では成虫放飼後33日目から薬剤散布を開始したが、この時の卵を除く発生密度は564頭/株

で、各態の割合は成虫63.3%、1・2齢幼虫8.5%、3・4齢幼虫13.8%、蛹14.4%であった。卵密度は調査しなかったが、多数の卵が存在した。この防除区も散布を重ねるごとに発生密度が低下し、最終散布7日後には成虫0.3頭/株、蛹0.1頭/株となり、防除効果は良好であった。その後、両散布区とも生息密度が徐々に回復したが、これは主として無散布区のハウスから脱出した成虫の一部が散布区のハウスに侵入して来たためであった。各ハウスは無散布区、散布計画Ⅰ区、散布計画Ⅱ区の順に東西方向に直列して配置されていたので、移入成虫数はⅡ区よりⅠ区の方が多かった。最終調査時(成虫放飼後101日目)における株当たり成虫密度は、Ⅰ区で66頭、Ⅱ区で56頭、無散布区で1519頭であった。結局、両散布区とも、区外から成虫の移入があったにもかかわらず、成虫密度はすす発生臨界密度249頭/株には到達しなかった。そして、無散布区における収穫果の97.8%がすす汚染されたのに対し、Ⅰ・Ⅱ両散布区におけるすす汚染果の発生は皆無であった。

なお、最終散布(7月30日)の2日後にⅠ・Ⅱ両区の果実に褐色小斑点が多数出現したが、これはキノキサリン系水和剤の葉害とみなされた。最終散布当日の室内最高気温は38.1℃であった。

## 2. 個体数の変動とすす病の発生時期

無散布区における成虫密度の経時変化は、1978年と1979年の両年ともよく似たパターンを示した(第3図)。すなわち、株当たりの寄生成虫数でみたコナジラミの密度推移曲線には、両年に共通して、三つの相が認められ

Table 1. Effect of insecticidal foliage sprays on decreasing sooty tomato fruits (1978).

Spray schedule*					No. of fruits harvested	% fruits belonging to the indicated degree of sooty mould contamination**			
1st	2nd	3rd	4th	5th		-	+	++	+++
C	C	C	M	M	482	99.8	0.2	0.0	0.0
C	C	C	C	C	380	99.7	0.3	0.0	0.0
C	C	C	-	-	326	99.7	0.3	0.0	0.0
-	-	-	C+M	C+M	374	100.0	0.0	0.0	0.0
-	-	-	M	M	399	99.7	0.3	0.0	0.0
-	-	-	C	C	234	98.7	1.3	0.0	0.0
		Check			502	61.2	22.5	9.3	7.0

\* C : chinomethionat wp. 125ppm, M : methidathion (DMTP) wp. 360 ppm. Spray schedule was as follows; 7, 14, 21, 30 and 37 days after the adult release, respectively. In this experiment 6 adults per plant were released at 11.3-leaf stage of tomatoes.

\*\* - : clean fruits, + : sooty mould covered less than 1/3 of the surface of the fruit, ++ : 1/3 to 2/3, +++ : more than 2/3.

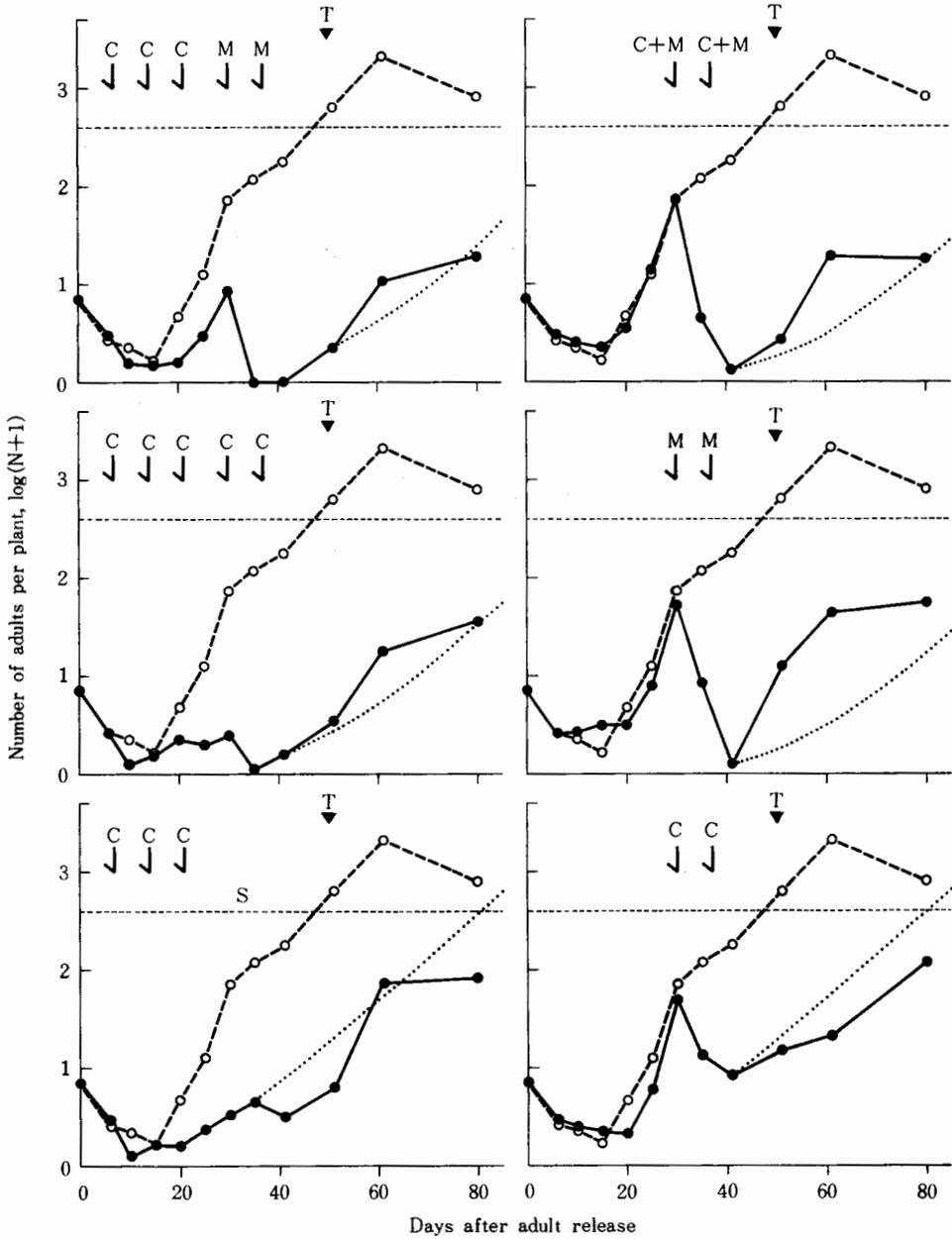


Fig. 1. Effect of insecticidal foliage sprays at early stage of infestation on controlling the greenhouse whiteflies on vinyl-house tomatoes (1978).

Solid curves with solid circles indicate the trends of adult whitefly populations on sprayed tomatoes, and dotted curves with open circles indicate the trend on unsprayed tomatoes. Dotted curves without any circles show expected recovery of adult density in the case of exponential growth of the population. C=spray of chinomethionat wp (125 ppm a. i.), M= spray of methidathion wp. (360 ppm a. i.), S=the adult density corresponded to the occurrence of sooty mould, and T=time of topping.

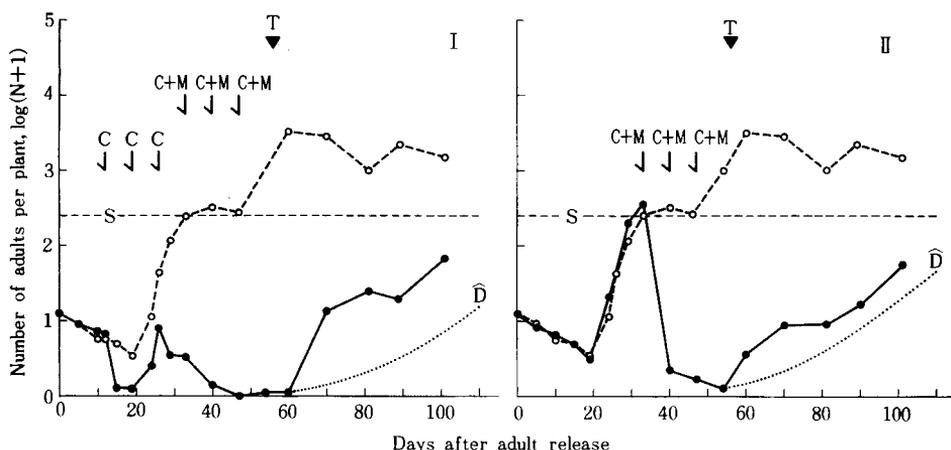


Fig. 2. Effect of insecticidal foliage sprays at early stage of infestation on controlling the greenhouse whiteflies on vinyl-house tomatoes (1979).

I=spray schedule I, II=spray schedule II. Other symbols are the same as Fig. 1.

Table 2. Effect of insecticidal foliage sprays on suppressing the greenhouse whitefly population on vinyl-house tomato plants (1979).

Spray schedule*	Stage	No. individuals per plant on indicated days after adult release						
		12	19	26	33	40	47	54
I	Adults	5.9	0.2	7.0	2.3	0.4	0.0	0.1
	Small larvae	344.5	81.5	1.7	0.2	0.3	0.0	0.0
	Large larvae	3.1	29.5	2.7	0.3	0.1	0.0	0.0
	Pupae	0.0	1.7	11.1	0.5	0.0	0.0	0.0
II	Adults	—	2.1	—	356.9	1.3	0.7	0.3
	Small larvae	—	—	—	48.1	118.7	4.3	0.0
	Large larvae	—	—	—	77.5	5.1	1.1	0.0
	Pupae	—	—	—	81.4	4.4	0.5	0.1
Check	Adults	4.6	2.3	42.6	249.1	322.5	274.9	973.9
	Small larvae	257.3	280.5	98.3	33.0	1716.4	5510.3	3756.8
	Large larvae	2.6	185.7	165.5	54.1	51.8	1280.0	3187.6
	Pupae	0.0	0.7	180.5	79.9	31.1	186.9	1400.7

\* Spray schedule I: chinomethionat wp 125 ppm on 12, 19 and 26 days after the adult release, chinomethionat wp 125 ppm + methidathion wp 360 ppm on 33, 40 and 47 days after the adult release. Spray schedule II: same as the latter half of spray shedule I. In this experiment 12 adults per plant were released at 8.8-leaf stage of tomatoes.

Table 3. Effect of insecticidal foliage sprays on decreasing sooty tomato fruits (1979).

	Spray schedule*						No. of fruits harvested	% fruits belonging to the indicated grade of sooty mould contamination**			
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th		-	+	++	+++
I	C	C	C	C+M	C+M	C+M	136	100.0	0.0	0.0	0.0
II	-	-	-	C+M	C+M	C+M	167	100.0	0.0	0.0	0.0
Check	-	-	-	-	-	-	136	2.2	52.9	34.6	10.3

\* Symbols are the same as Table 3. Spray schedule was as follows; 12, 19, 26, 33, 40 and 47 days after the adult release, respectively. In this experiment 12 adults per plant were released at 8.8-leaf stage of tomatoes.

\*\* the same as Table 1.

た。その第1相は成虫減少期で、成虫放飼後およそ3週間続いた。第2相は個体群の生長期で、成虫放飼日を基準にして第4週目から第9週目までの約40日間続き、生息密度は急速に上昇した。この相の初期から、成虫・卵・幼虫および蛹が常時存在するようになった。第1相と第2相の期間に2世代を経過し、第2相の末期には成虫密度が2169頭/株(1978年)、および3270頭/株(1979年)のピークに達した。この頃は、すでに摘心によって新葉の発生が止まり、主茎のすべての葉はコナジラミに利用

し尽くされた状態となっていた。個体数は第10週目から減少傾向に転じ、第3相の個体群崩壊期に移行した。

ハウスから野外に脱出する成虫は、ごく初期から認められた。これは、ハウス側面が25メッシュ(1mm目)の寒冷紗張りであったにもかかわらず、成虫がこの網目を通り抜けたためであった。野外脱出個体数は、第1世代成虫の羽化時期に相当する成虫放飼後30日目後に増加した後一時減少したが、第2世代成虫の羽化期である60日目頃から再び著しく増加した。

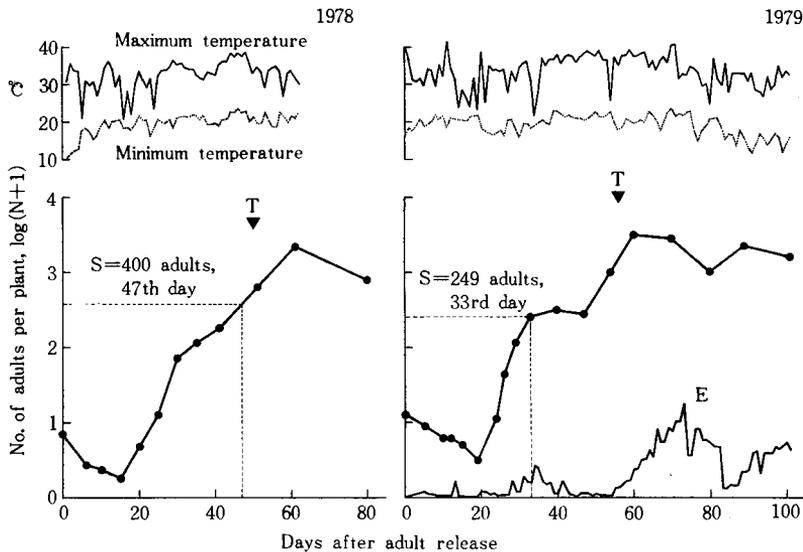


Fig. 3. Fluctuation of adult whitefly population on unsprayed tomato plants in vinyl-house (1978-1979).

Population trends are indicated by solid lines with solid circles. E=trend of the emigrants which escaped from unsprayed vinyl-house, S=the beginning of sooty mold occurrence on the leaves, and T=time of topping.

1979年には成虫放飼後56日目に摘心したが、その後に出現した大部分の腋芽は意図的に残した。成虫放飼後80日目頃から、成虫のほとんどは主茎の古い葉よりは腋芽の方に寄生するようになった。また、この頃に多数の成虫斃死個体が観察された。

第2相の個体群生長期について、成虫放飼  $t$  日後の個体数  $N_t$  の初期個体数 (放飼成虫数)  $N_0$  に対する比、すなわち初期個体数を基準にした  $t$  日後の増加倍数、の自然対数をグラフ上にプロットすると、第4図のようにほぼ直線状に並んだ。本試験で得た  $\ln(N_t/N_0)$  の値の経時変化が一次回帰式で表わせることによって、オンシツコナジラム個体群の第2相における生長は指数関数的に進むことが示された。一次回帰式の  $t$  の係数は、個体群の指数的生長の公式  $N_t = N_0 e^{rt}$  における  $r$  に相当し、これを1日当たりの瞬間増加率である。ここに、パラメーター  $r$  の値として、1978年は0.102を得、1979年は0.089を得た。次に幼虫と蛹の生息密度も測定した1979年のデータについて、成虫・幼虫および蛹の合計値を用いて  $\ln(N_t/N_0)$  を検討したところ、これも一次

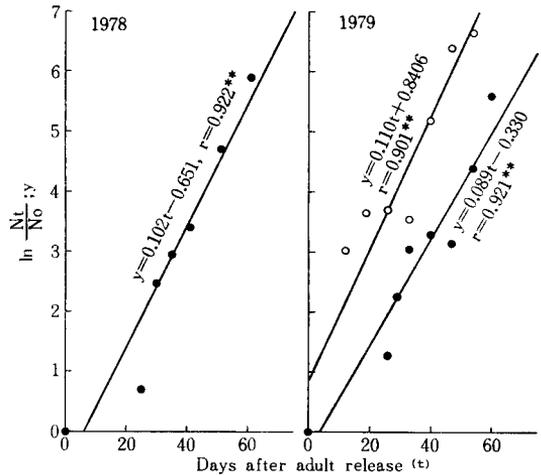


Fig. 4. Fitting of the changes in the whitefly density to the equation of exponential growth;  $N_0 e^{rt}$ . Solid circles show adult, and open circles show all stages except egg stage.

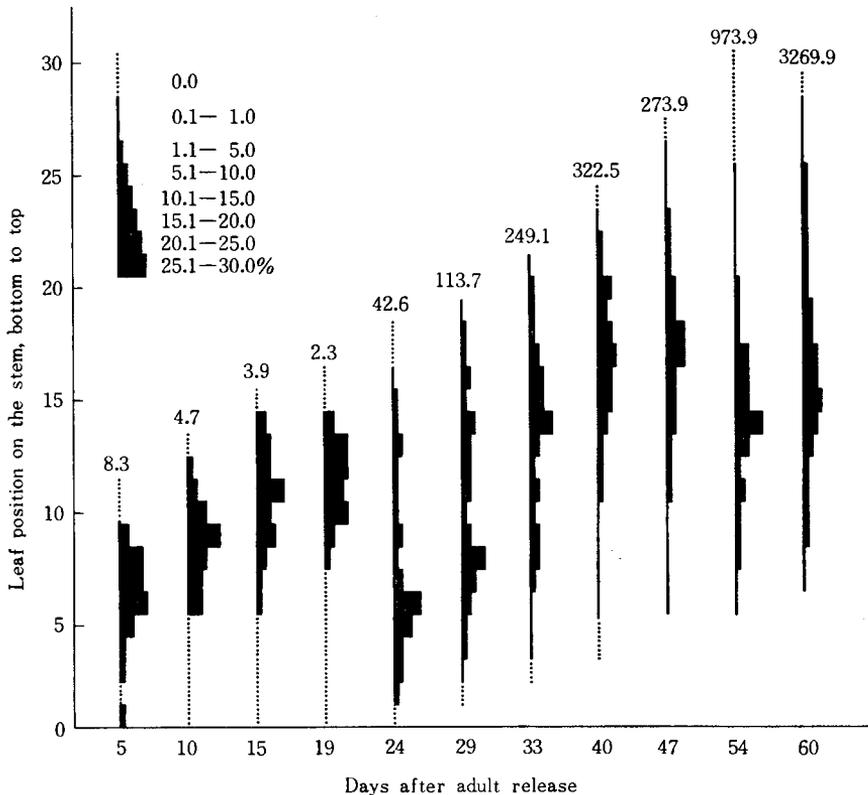


Fig. 5. Leaf-by-leaf distribution of the whitefly adults in tomato plants. The number above each graph indicates the mean number of adults per plant.

回帰式が得られ、 $t$ の係数すなわち1日当たりの瞬間増加率 $r$ の値は0.110となった(第4図)。

すす病は、1978年には成虫寄生開始後47日目に葉に初発し、この時の成虫密度は400頭/株であった。一方、1979年のすす病初発は成虫寄生開始後33日目となり、この時の成虫密度は249頭/株であった。この年はすす病の初発が前年に比較して早く、その後すす病発生葉率はコナジラミの生息密度の上昇に伴って急上昇した。果実におけるすす病の初発は、両年とも、葉面におけるすす病初発日の1週間後に認められた。

### 3. 成虫密度の株内分布

葉単位にみた成虫の株内分布は、経時的に特徴ある推移を示した(第5図)。成虫は、どの時期にも未展開の頂葉から3枚目までの幼若葉にはほとんど寄生しなかった。成虫を放飼してから第1世代の成虫が羽化し始めるまでの約20日間は、大部分の成虫が比較的上位の若い葉に分布した。しかし新成虫が羽化し始めると、下位の葉で成虫密度が高まり、上位の葉に寄生している成虫の割合は相対的に低下した。これらの新成虫は、吸汁と産卵を行なうため漸次上位の若い葉に分散して行ったが、下位葉ではつぎつぎと蛹が成熟して新成虫の群居する葉が出現するため、成虫密度の垂直分布のパターンは基本的に余り変化しなかった。

成虫放飼後20日間は、上位4葉目から6葉目までの3枚に寄生している成虫の割合は65%前後を占め、4葉目から7葉目までの4枚では約80%を占めた。そして、これら上位葉における成虫寄生率の株間変動は、90%信頼限界でおよそ±10%であった。

## IV 考 察

### 1. 早期防除の効果

施設栽培の果菜類において、オンシツコナジラミの発生が始まる過程にはさまざまな場合がある。典型的なケースは(1)苗に各態またはある特定の態が寄生していて、定植時にはすでに発生が始まっている場合、(2)定植された苗に成虫が飛来して発生が始まる場合、および(3)これらの複合された場合である。コナジラミの初期発生密度は(3)、(1)、(2)の順に高くなるから、事態の深刻さ、防除の困難さもこの順となる。早期防除のモデル試験では、コナジラミの寄生していないきれいな苗を植え付けた後、トマトの生育初期に成虫が飛来して寄生が始まり、その後約30日間は成虫の新たなつけ加わりがないという条件設定を行なった。(1)や(3)の発生条件を設定しなかつ

たのは、本種の防除対策に育苗管理や圃場衛生の徹底を中心とする耕種的措置の実践が必須条件で、これらのケースはあってはいけない発生条件として除外したためである。成虫の定植苗への飛来は、通常連続的である。しかし、本試験では成虫を一度に放飼した。耕種的措置が徹底しておれば、施設周辺の発生源におけるコナジラミの発生密度は低くなっており、定植苗への飛来数も比較的低いはずである。耕種的措置の実践を前提とした本試験では、成虫放飼密度は比較的高く(6頭/株;1978年,12頭/株;1979年)することによって、連続的飛来の場合とのギャップを埋めようとした。

薬剤散布終了後の生息密度の回復が個体群の指数的生長過程に従って起こると仮定すれば、1979年の早期防除のモデル試験においては、最終散布終了後7日目における残存成虫数 $N_0$ と1日当たりの瞬間増加率 $r=0.089$ から期待されるその後の成虫密度の推移は、第2図の曲線 $\hat{D}$ で表わされる。最終散布後の成虫密度の実測値はこの曲線を上まわったが、これは先に記したように、成虫放飼後65日頃から無散布区のハウスより脱出した成虫の一部が散布区のハウスに侵入して来たためである。

このような成虫移入がなければ、最終散布終了後の成虫密度推移曲線は $\hat{D}$ を越さなかったと考えられ、むしろ $\hat{D}$ より低くなった可能性が大きい。その理由は次のとおりである。 $\hat{D}$ を求めるために、1日当たりの瞬間増加率を $r=0.089$ とした。ここで $r$ は、便宜的にトマトの生育初期における無散布区の $r$ と同じ値を当てている。通常トマト栽培では摘心が行なわれるが、摘心以後は、それまで連続していた新葉の発生が止まり、コナジラミの生息場所は硬化した古い葉と少数の腋芽に限られる。オンシツコナジラミが古い葉に寄生した場合、新葉を餌とした場合に比較して、産卵数は著しく減少することが知られている<sup>9)</sup>。したがって、摘心以後の $r$ の値は、新葉が連続して発生する生育初期の $r$ の値より小さくなることが推測される。

結局、散布計画Ⅰ・Ⅱ両区における成虫密度は、ハウス内への成虫の移入があったにもかかわらず、少なくとも定植100余日間すす発生臨界密度に達することはなかった。本試験では、着果させた第6果房まで収穫できず、収穫は第5果房の一部までで終わったが、両散布区の収穫果は全くすすに汚染されていなかった。トマトの栽培後期においては過大推定値と考えられる $r=0.089$ の値を用いて求めた $\hat{D}$ がすす発生臨界密度249頭/株を越す時点は、散布計画Ⅰ区では成虫寄生開始後140日目、散布計画Ⅱ区では130日後となった。それゆえ、たとえ第6果房まで調査を続けても、すす汚染果は発生しなかつ

たとえられ、このモデル試験で設定した両防除体系は十分な防除効果をあげたと結論できる。本試験では、殺虫特性の異なる2種類の登録農薬を安全使用基準になかった方法で用いた。設定したコナジラミの初期密度は、耕種的措置の実践を前提とする限り、実際場面で起こるよりかなり高いものである。したがって、これらの防除体系は施設栽培のトマトにおけるオンシツコナジラミの防除に広く適用できるものと考えられる。しかし実際に散布計画をたてる際には、コナジラミの発生状況に応じて、用いる薬剤の種類と散布回数など本試験の防除体系を適宜変更することによって合理的なものにする必要がある。たとえば、散布計画Ⅱ区における第1回散布時のコナジラミ密度は成虫だけでも357頭/株という非常に高い水準に達していたが、防除効果は良好であったことから、発生密度が特に高くない場合は、6回の防除を配置した散布計画Ⅰよりも少ない散布回数で十分な防除効果が得られるものと考えられる。

本試験で最終散布後にキノキサリン系水和剤の葉害が生じたが、高温時には本剤の使用を中止するか、または使用濃度を下げる必要がある。本剤の殺虫効果は83ppmまで希釈しても変わらないことが知られている<sup>2)</sup>。

## 2. 要防除密度の設定

一般に、害虫管理に有用な基礎的概念として、害虫密度を表わす二つの術語がよく使われている。それらは、被害許容密度 (tolerable pest density) と要防除密度 (control threshold density) である。被害許容密度は、対象作物の一般的経済価値を考慮して決められたある被害許容水準 (tolerable injury level) に対応する害虫密度であり、要防除密度はこの被害許容密度に達することが予測され、事前に何らかの防除手段を講ずる必要のある害虫密度と定義されている<sup>3)</sup>。以下にこれらの概念によってオンシツコナジラミの防除の考え方を検討し、施設栽培のトマトにおける要防除密度の設定を試みる。

### 1) 被害許容水準と被害許容密度

Hussey ら<sup>4)</sup>は、トマトの上位葉における幼虫と蛹の密度が23頭/cm<sup>2</sup>に達すると減収が起り始め、この密度ではすす汚染果が27%程度発生することを明らかにし、被害許容密度は7頭/cm<sup>2</sup>であるとした。また、Hussey と Bravenboer<sup>5)</sup>は、トマトの上位葉における成虫密度が10頭/葉ではすす汚染率が3%に止まると述べている。しかし、これらの被害許容密度は作型の異なるわが国のトマトに直接適用することはできない。

トマトの場合、コナジラミが高密度に寄生すると減収

が起こるが、それよりはるかに低い発生密度においてすす汚染果が生じる<sup>4)</sup>。したがって、コナジラミの発生に伴なり被害として最も典型的で、経済的に最も重要なものはすす汚染果の発生である。酒井<sup>14)</sup>によれば、トマト上に堆積した甘露に発生するすす病菌 *Chladosporium* spp. は10~30℃の温度範囲でよく繁殖し、好適温度帯は20~25℃である。すす病菌はRH80%以上で生育し、湿度が高いほどよく繁殖する。また、Hussey ら<sup>4)</sup>によれば、RH90%以上の条件が約2週間続けばすす病の発生が見られ始める。すす病菌の胞子は一般の園芸施設内に普遍的に存在していると考えてよく、施設内の環境はほとんど周年すす病菌の発生好適条件を満たしている。結局、すす病の発生を支配する重要な要因はすす病菌の培養基となる甘露の排泄量、すなわちコナジラミの発生量であると言ってよい。すす病はまず葉面に発生し、およそ1週間後に果実にも発生し始め、その後多数の果実がすすで汚染されてゆく。したがって、ここではすす病が葉面に初発することをもって被害許容水準とし、その時点における成虫密度、すなわちすす病発生臨界密度を被害許容密度と定義する。

施設栽培のトマトについて、いままでに得られたオンシツコナジラミの個体群生長とすす病の発生に関するデータを要約すれば第4表のとおりである。第4表において、すす病発生臨界密度 ( $N_0$ ) は4例中1979年のデータ3を除いて、400~450頭/株と比較的よくまとまった値を示している。1979年はすす病初発時期が早く、スズ病発生臨界密度は特に低い数値になっているが、これは用いた品種の葉面積が他の品種に比較して狭かったため単位面積当たりの寄生虫数が多く、甘露の堆積が密になったのが一因と推察される。ここでは、被害許容密度としてすす病発生臨界密度の平均値381頭/株を採用する。

### 2) 密度変動のモデル

要防除密度を設定するには、対象害虫の密度変動を正確に予測することが必要である<sup>3)</sup>。1978年と1979年の無防除区において、成虫寄生開始後約60日間は、コナジラミの個体数が指数関数的に増加することが認められた。本種個体群の指数的生長は、既往の報告<sup>10,11,13,16)</sup>と一致しており、施設栽培の果菜類において一般的に生じる現象とみなし得る。指数的生長期における1日当たりの瞬間増加率  $r$  は、調査例によって変動しているものの、比較的まとまった数値をとって、0.079~0.102となっている(第4表)。それゆえ、施設栽培のトマトにおける1日当たりの瞬間増加率にこれらの  $r$  の平均値0.091を当てることとする。この増加率によれば、コナジラミ成虫個体数が2倍になるに要する期間は7.6日である。

Table 4. Summarized data on the population growth of the greenhouse whitefly and the sooty mould occurrence in vinyl-house tomatoes.

Data	Date of adult release	No. adults released	Time of topping	Beginning of sooty mould occurrence		Maximum density		$N_{max}/N_0$	Instantaneous rate of increase per day $r$
	$t_0$	$N_0$	$T$	$t_s$	$N_s$	$t_{max}$	$N_{max}$		
1	11 April, 1978	20	untopped	49	451	77	9369	468	0.079
2	26 May, 1977	20	48	48	425	63	5863	293	0.092
3	13 June, 1979	12	56	33	249	60	3270	273	0.089
4	6 June, 1978	6	45	47	400	61	2169	362	0.102
Mean		—	—	44.3	381	—	—	—	0.091

Numerical expressions of  $N_0$ ,  $N_s$ , and  $N_{max}$ ; adults/plant. Time expressions of  $t_0$ ,  $t_s$ , and  $t_{max}$ ; days after adult release.

1—Kajita (from Naba et al. 1978), 2—Naba et al. (1978), 3 & 4—present study. Varieties used are as follows; 1—Kyoryoku-Beiju, 2 & 4—Choko-Ogata-Fukuju, 3—Kyoryoku-Toko.

パラメーター  $r$  は、気温や寄主植物など種々の環境条件によって変動することが知られている。Graham<sup>2)</sup> はアルファルファに寄生するアブラムシ, *Therioaphis maculata* (Buckton), について研究し、本種の内的自然増加率が気温条件によって非常に異なることを明らかにした。古橋<sup>1)</sup> もミカンハダニ, *Panonychus citri*, (Mc Gregor) について同様の現象を認めている。田中<sup>15)</sup> はオンシツコナジラミが寄生する主要野菜について寄主植物としての好適性を同一気象条件下で比較し、本種の増殖はトマトよりキュウリにおいて勝ることを明らかにした。一方、山田ら<sup>16)</sup> は2月中旬から4月上旬の間に定植された施設栽培のキュウリについて本種の1日当たり瞬間増加率を求め、0.048~0.086 (平均値0.062) を得たが、これらは本報告のトマトにおける  $r$  より小さい数値となっている。このことは、コナジラミの増加率に種々の要因が複雑に関与していることを示唆している。第4表の  $r$  は、生命表のデータに基づいて求めたものでなく、圃場における個体数の変動曲線から直接求めたものである。またこれらは、少数ながら移出個体が生じてい

る個体群を調査対象としたデータから算出されている。したがって、これらの  $r$  は真の内的自然増加率を示すものではないが、これらの  $r$  の数値が各調査例とも比較的良好とまっていることから、圃場におけるコナジラミの増加の実態を示す指標として、先に求めた平均値を用いることは妥当であると考えられる。 $r$  が移出個体のために多少とも過小見積りとなっている点に関しては、一般の園芸施設でもこの程度の移出が生じ得るから、実際上は無視できる。パラメーター  $r$  を用いてコナジラミの防除対策を考える場合、施設栽培トマトの作型によって温度条件が異なるから、温度条件と  $r$  の関係を明らかにしておき、対象とする作型の温度条件に対応する  $r$  の数値を用いるのが望ましい。しかし、現在このことに関する具体的なデータは乏しい。第4表に示したトマトの作型の場合、気象条件はコナジラミの増殖に好適であったとみなされる。このような好適条件下で実現された  $r$  の数値を採用しておく方が安全であるので、当面どの作型の場合にも先に求めた数値を当てておく。

第4表において、1本仕立てで栽培し、第6果房の上

Table 5 Tolerable survival density (TSD) of the greenhouse whitefly on vinyl-house tomatoes.

Instantaneous rate of increase per day $r$	Tolerable pest density (TPD) adult/plant $Nt'$	Tolerable survival density (TSD) which corresponds to indicated period (t; days)						
		$No'$						
		30	40	50	60	70	80	90
0.091	381	24.9	10.0	4.0	1.6	0.7	0.3	0.1

TSD is tolerable density (adult/plant) immediately after control.

$$No' = \frac{381}{e^{0.091t}}$$

部で摘心したデータ2, 3, および4では, 成虫を放飼してから最高密度に達するまでの期間 ( $t_{max}$ ) は約60日間となり, ほぼ一定している。最高密度が放飼密度の何倍になったかを示す数値 ( $N_{max}/N_0$ ) を見ると,  $N_0$  の如何にかかわらず, 約30倍となっている。一方, 主茎を摘心せずに約3箇月間栽培したデータ1では,  $t_{max}$  が約80日間,  $N_{max}/N_0$  が約470倍となって, コナジラミの指数的生長が摘心栽培の場合より長期間続いている。このように, 摘心は明らかにコナジラミ個体群に大きな影響を及ぼす。これに対し主茎を摘心せず長期にわたり収穫を行なう「長期栽培」では, 新葉がいつまでも発生するため個体群の生長は長く続き, 防除に困難な局面をもたらす。

3) 要防除密度

要防除密度は, 害虫がどのような水準に達した時点で防除を行えばよいかを示すものであり, 栽培者にとって有用で便利な指標である。要防除密度をCTDとし, 被害許容密度をTPDで表わせば, 両者の関係は  $CTD \leq TPD$  である。ここで, 時間的にいえば, CTDをTPDにどれだけの期間先だって設定するか, ということが問題となる。実際の要防除密度の決定には, 一般に対象害虫の生態的要因 (増殖力, 防除終了後の密度回復力, 世代重複の程度, 令構成, 発生消長の型など), 対象作物に由来する栽培的・経済的要因 (作物の種類, 栽培様式経済的価値など), および使用する防除手段に由来する要因 (防除手段の種類, 密度抑制力, 薬剤の安全使用基準防除の決定から防除の実施までに要する準備期間, 防除経費など) 等が関連する。したがって, それぞれの害虫について設定された要防除密度は, 必然的にさまざまな性格を有する。巖と桐谷<sup>8)</sup> は要防除密度について「これらの値を, それが設定された具体的条件をぬきにして考えることは危険であり, 従来条件ぬきで数値のみが論議され混乱をきたした例も少なくない。」と, その本質を指摘している。それゆえ, 要防除密度は対象害虫の防除を開始すべき密度水準を示すものであるが, 巖密にいえば, その害虫防除の実際場面のすべてに適用できるほど汎用性を持つものではない。むしろ, 実際場面では要防除密度を防除実施の一応の目安として用い, 対象害虫のそれぞれの発生状況に応じて, これを適宜変更して使用することが必要である。このような観点にたつて, 以下にオンシツコナジラミの化学的防除における要防除密度の設定を検討する。

施設栽培のトマトにおけるコナジラミ防除で考慮すべき主要点は次のとおりである。本種の発生は連続的であり, 通常ステージは単一でなく, 個体群は複雑な齢構成

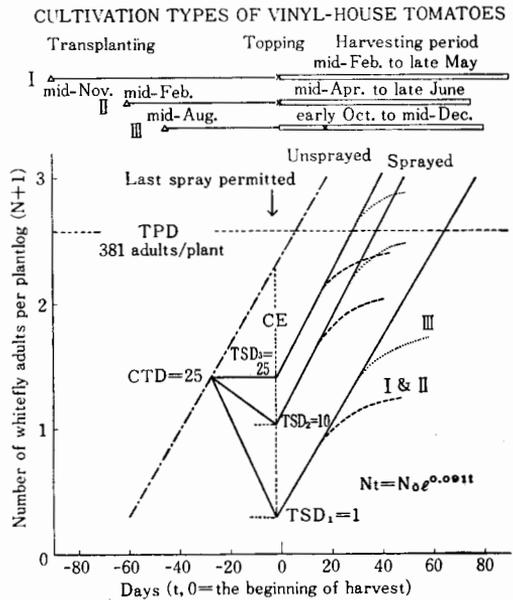


Fig. 6. Schematic representation of the design of whitefly control in vinyl-house tomatoes. CTD shows the control threshold density (25 adults per plant). TSD indicates the tolerable survival densities, and TSD<sub>2</sub> (10 adults per plant) is applicable to the case of 6-trusses-yielding tomatoes without regard to cultivation types. CE means the efforts of control to achieve each TSD. Expected recovery of adult populations after control is shown by solid lines in the cases of untopped tomatoes, and by dotted lines in the cases of topped tomatoes.

を有する。二, 三のステージは薬剤耐性が強いから, 防除後も生き残り, 密度回復の源となる。薬剤散布後の密度回復のため, 通常数回におよぶ定期的の散布が必要である。作型によって生育期間が異り, 一般に収穫期は長い。現在使用できる薬剤の収穫前使用禁止期間は, 最も規制の緩いものでも収穫前3日間であるから, 収穫期に入る前に防除を完了しておく必要がある。

防除実施後に生き残ったコナジラミは, 先に求めた瞬間増加率をもって密度回復することが予想される。すなわち, 防除実施後に生き残った個体が  $N_0'$  であれば,  $t$  日目の株当たり成虫数 ( $N_t'$ ) は,  $N_t' = N_0' e^{0.091t}$  で求められる。被害許容密度 (TPD) は381頭/株であ

るから、 $t$ 日後にTPDに達する防除実施後の生き残り密度 ( $No'$ ) は、 $No' = 381/e^{0.091t}$  で求められる。種々の期間 ( $t$ ) について、この生き残り密度を示したのが第5表である。生き残り密度  $No'$  は、防除終了後これだけの個体が生き残り、その後密度回復が生じて、所定期間 ( $t$  日間) は発生密度がTPD以下であることを理論的に保証するものである。 $No'$  は、対象害虫の密度変動が正確に予測できる場合、ある特定の数値をとるから、防除によって最低限達成すべき具体的な目標を示す有用な指標となり得る。それゆえ、 $No'$  を「許容生残密度」、tolerable survival density (TSD)、と称することを提唱したい。TSDは多くの害虫、殊に発生が連続しており、齢構成が複雑で、防除後の密度回復が起りやすいアブラムシやハダニ類のような害虫の管理計画に適用できると思われる。

第6図は許容生残密度の概念を組み入れた、コナジラミ防除の考え方を示している。代表的な施設栽培トマトの作型は促成栽培(I)、半促成栽培(II)およびハウス抑制栽培(III)である。図では各作型とも6段どりを想定した場合の栽培期間を示しているが、摘心は×印で示された時期に行なわれ、収穫期間は約75~90日間である。薬剤の最終散布日は、適用登録農薬の安全使用基準に従って、収穫前3日である。第6図に、最終散布翌日における許容生残密度を3段階について示している。TSD<sub>1</sub>は成虫1頭/株であるが、生き残ったコナジラミ個体群がその後指数的生長を行なうと仮定すれば、実線で示したように、66日後に被害許容密度381頭/株に達する。しかし、これは新葉が連続して発生する条件下で期待される密度回復であって、摘心栽培においては、指数的生長過程は長く続かない。摘心後の個体数変動に関する正確なデータは本研究においても得られなかったが、指数的生長が続いたのは摘心後約10日間で、その後の増殖は著しく衰えることが認められた。したがって、摘心で新葉の発生が止まれば、成虫密度は第6図の点線で示すような推移をするものと推測される。成虫密度は、作型I・IIはもちろん、作型IIIにおいても、収穫終了までTPDより

はるかに低い水準で経過することが考えられる。TSD<sub>2</sub>は10頭/株である。摘心栽培の場合は同様に点線で示した密度推移が期待され、この場合も各栽培型において収穫終了まです汚染果の発生は回避できると考えられる。TSD<sub>3</sub>は25頭/株である。この場合は明らかに、作型IIIの成虫密度はTPDを越える。作型IとIIでは特に高密度になることはないと推測されるが、TPDの水準に達するおそれもある。これらのことから、当面の作型についても許容生残密度を10頭/株にしておきたい。

次に、要防除密度、すなわちコナジラミの密度がどの水準に達した時点で防除を開始すべきか、ということが問題となる。すでに述べたように、要防除密度は用いる薬剤の殺虫力その他の要因によって当然変わり得るものである。1979年のモデル試験において、散布計画II区は成虫放飼後33日目から防除を開始するものであった。防除開始時点におけるII区の成虫密度は356.9頭/株であり、これはTPDに近い非常に高い密度水準であるにもかかわらず、きわめて良好な防除効果が得られた。本試験は小規模な実験用施設で実施したため、散布が丁寧に行なわれた。大型施設において園芸農家が薬剤散布を行なう場合は、散布薬剤が十分に附着しない部分ができるおそれがあるため、実際には本試験ほど防除効果が良好でない可能性が大きい。それゆえ、成虫密度がこのように高くなるまで放置しておくことは、危険であると考えられる。コナジラミの発生初期には、齢構成が単純なため、防除1回当たりの発生密度低減効果も高い。したがって、要防除密度(CTD)を成虫25頭/株の水準に設定することを推奨したい。

本来害虫防除は、一定の密度水準においてある防除手段を用いれば、それで所期の目的を達するといった単純なものではない。合理的な害虫防除を行なうためには、防除実施のたびにその結果について評価を行ない。その評価に基づいて次の防除実施の要否を判断することが必要である。先に導入した許容生残密度(TSD)は、この「防除実施—評価」という害虫防除の基本的手順において、良い判定基準となるものである。コナジラミの防

Table 6. Estimation of sample size based on the regression of mean crowding on mean density.

Mean density ( $\bar{X}$ )	1	2	5	10	20	25	30	50	100	200
Sample size (q) number of plants	855	428	171	86	43	35	29	17	9	5

$$q = \frac{t^2}{D^2} \left( \frac{\hat{\alpha} + 1}{\bar{X}} + \hat{\beta} - 1 \right), \quad \hat{m} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} m = 76.9 + 1.03m, \quad t = 1.00, \quad D = 0.3$$

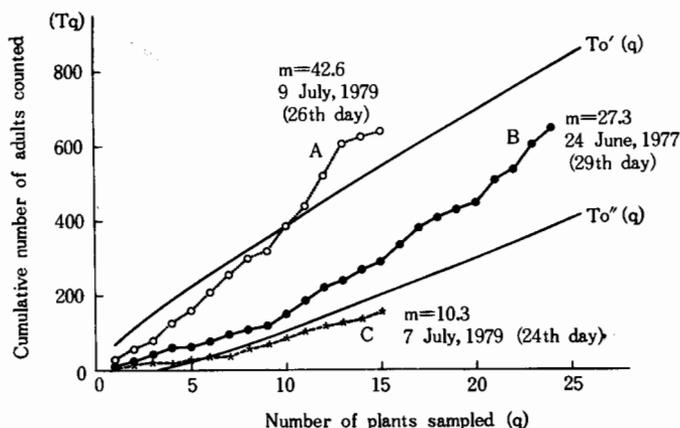


Fig. 7. Application of sequential sampling to judging whether or not the whitefly density on tomato plants is over the control threshold density. Date in paren the ses shows the day after adult release.

Table 7. Sequential table for the control threshold density (CTD) and tolerable survival density (TSD) of the greenhouse whiteflies on vinyl-house tomatoes. Judgement is as follows; "control immediately" when cumulative number of adults exceeds the upper limit, "control" or "re-examine 2 or 3 days later" when the number is between both limits, and "do not control at present" if the number is below the lower limit.

A) CTD :  $m_0=25$  adults/plant

Cumulative number of plants surveyed (q)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25
Upper limit, $T'$ (q)	113	188	258	325	389	453	515	577	637	696	844
Lower limit, $T''$ (q)	-13	12	42	75	109	147	185	223	263	300	401

B) TSD :  $m_0=10$  adults/plant

Cumulative number of plants surveyed (q)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25
Upper limit, $T'$ (q)	60	96	128	159	188	217	244	272	298	325	390
Lower limit, $T''$ (q)	-20	-16	-8	1	12	23	36	48	62	75	110

$$T' (q) = qm_0 + t \sqrt{q [(\alpha + 1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]} \quad t = 1.00, \alpha = 76.9, \beta = 1.03$$

$$T'' (q) = qm_0 - t \sqrt{q [(\alpha + 1)m_0 + (\beta - 1)m_0^2]}$$

除において、過剰防除を避けるために、散布後1週間目ごとに密度調査を行ない、成虫密度がTSD以下になっているかどうかをみて、適宜その後の防除計画をたてるようにすればよいと考えられる。

### 3. 成虫密度推定法の検討

先に設定した要防除密度や許容生残密度を指標として防除の要否を決める場合、トマトにおけるコナジラミ成虫の密度推定法が問題となる。山田ら<sup>10)</sup>は、IwaoとKuno<sup>9)</sup>の方法により、施設栽培のキュウリについて必要サンプル数を計算した。そして、幼苗期には株全体について調査を行ない、繁茂した株の場合は上位6葉の合計成虫数を調査するものとして、平均密度が1頭/株のときは20~24株、平均密度が30頭のときは10~20株について調査すれば、相対精度30%で密度推定が可能であるとしている。

著者らは、那波ら<sup>11)</sup>の1977年のデータと本試験における1979年のデータのうちコナジラミ個体群が指数的生長過程にある成虫放飼後24日目から60日目までの数値を用いて、同様の方法で必要調査株数を計算した(第6表)。これによると、CTD25頭/株を把握するためには35株、TSD10頭/株を把握するためには86株について調査する必要がある、栽培者がこれを行なうことは困難と思われる。

次に、コナジラミ成虫の発生密度がCTDやTSDを越えているかどうかを迅速に判定するための方法として、Iwao<sup>9)</sup>の $m-m$  帰帰関係に基づく逐次抽出法の適用を検討した(第7図、第7表)。要防除密度25頭/株を判定基準  $m_0$  とし、95%信頼幅を平均値の30%以内におさめるようにした場合、累積調査成虫数の上限と下限は第7図の曲線  $T_0'(q)$  と  $T_0''(q)$  で表わされる。この図は、A(平均密度  $m=42.6$ ) やC( $m=10.3$ ) のような場合は、わずか15株程度を調査することによって防除の要否が判定できることを示している。平均密度  $m$  が判定基準  $m_0=25$  に近いB( $m=27.3$ ) のような場合は、累積調査成虫数を示す曲線が上限線と下限線ではさまれる範囲からなかなか離脱しない。このように  $m$  が  $m_0$  に近い値をとるとき調査打ち切り標本数  $q_{max}$  は233株となったが、この調査株数は多すぎるので、累積調査成虫数曲線が上限線または下限線を離脱しない場合は早めに調査を打ち切り、安全をとって「要防除」の判定を下すか、または判定を保留して2~3日後に再調査するのが良いと思われる。本種の増殖率は高いため、第7図のAとCのように特に成虫羽化盛期に近い時期には成虫密度が2、3日のうちに著しく変化するので、再調査にあ

たっては調査間隔を短くする必要がある。摘心栽培の場合は、散布後の生息成虫密度が許容生残密度以下になっているかどうかを判定するために第7表を使用することができる。

なお、成虫の飛来によってコナジラミの寄生が始まった場合は、成虫寄生開始後20日目頃までは約64%の成虫が上位葉に分布している事実から、この時期には未展開葉の頂葉から数えて第4葉から第6葉までの3葉について成虫を計数してその個体数を1.6倍すれば株全体の寄生成虫数が推定できる。この3葉抽出法を採用すれば、標本抽出に伴う誤差が新たに付加されるが、密度推定作業はさらに省力化される。

## V 摘 要

1) ビニールハウス栽培のトマトでオンシツコナジラミの発生初期に重点を置いた薬剤防除のモデル試験を行ない、早期防除の有効性を実証した。圃場衛生を徹底した上で本研究で設定した要防除密度を基準にして早期防除を実施すれば、コナジラミの密度を長期間低く抑制しておくことができ、すず汚染果の発生はほぼ完全に回避できると考えた。

2) 6段取り摘心栽培のトマトで、成虫放飼後3週目から9週目までコナジラミ成虫の個体数は指数関数的に増加した。1日当たり瞬間増加率  $r$  は0.091となった。

3) コナジラミ個体数の変動は、トマトの栽培様式によって異なるものと推察された。摘心栽培の場合は、摘心後は餌として好適な新葉の発生が止まるため個体群の指数的生長は止まり、生息密度は低下傾向を示すに至った。これに反して、摘心しない長期栽培の場合は指数的生長の過程が長く続くものとみなされた。

4) スズ病の葉面における初発をもって被害許容水準とし、その時点における成虫密度381頭/株を被害許容密度とした。

5) 防除終了後にコナジラミの密度回復が生じて、将来被害許容密度を越えることのない密度指標として「許容生残密度」を設定した。この「許容生残密度」は、害虫防除において最低限達成すべき目標を示す新しい概念である。施設栽培のトマトにおけるコナジラミ成虫の許容生残密度は、摘心栽培の場合、10頭/株とした。

6) 害虫密度がどの程度に達した時点で防除を開始すべきかを示す指標である「要防除密度」は、用いる防除手段に個々の密度低減効果の大小や個体群の年齢構成によって変動する性質があるので、オンシツコナジラミの場合、便宜的にこれを25頭/株の水準に設定した。また、

防除実施後7日目頃に許容生残密度を指標にして新しい防除の要否を判定することによって、合理的な防除体系が可能となることを指摘した。

7) コナジラミ成虫の密度推定法を検討し、相対精度を30%とした場合の必要標本数を求めた。要防除密度25頭/株を把握するための必要調査株数は35株となった。さらに、防除要否の迅速判定法として逐次抽出法が適用できることを示した。コナジラミの発生初期には、特定の上位葉について成虫を計数する3葉抽出法を採用すれば密度推定作業が省力化できることを明らかにした。

### 謝 辞

この研究は、農林水産省の総合助成研究の一環として実施した。関係各位に厚く御礼申し上げる。本研究の実施にあたり指導と援助を賜った当時病害虫部の中村啓二部長と調査に協力していただいた細田昭男研究員に御礼申し上げる。「許容生残密度」の設定について親切な御意見を賜った農業技術研究所の桐谷圭治博士に深甚の謝意を表す。

### 引用文献

- 1) 古橋嘉一：1978. ミカンハダニの要防除密度. 植物防疫, **32**(8) : 335—340.
- 2) \* Graham, H. M. : 1959. Effects of temperature and humidity on the biology of *Therioaphis maculata* (Buckton), Univ. California Publ. Entomol., **16** (2) : 47—80.
- 3) 細田昭男・那波邦彦・中沢啓一・林 英明：1976. オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究 第2報 東広島個体群の薬剤感受性. 広島農試報, **37** : 63—68.
- 4) HUSSEY, N. W., PARR, W. J. and GURNEY, B. : 1959. The effect of white-fly populations on the cropping of tomatoes. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst., 1958 : 79—86.
- 5) ———and GURNEY, B. : 1960. Some host plant factors affecting fecundity of whiteflies. *ibid.*, 1959 : 99—103.
- 6) ———and BRAVENBOER, L. : 1971. Control of pests in glasshouse culture by the introduction of natural enemies. In Huffaker, C. ed. "Biological Control" pp. 195—216, Plenum Press, New York—London.
- 7) IWA0, S. and KUNO, E. : 1968. Use of the regression of mean crowding on mean density for estimating sample size and the transformation of data for the analysis of variance. Res. Popul. Ecol., **10** (2) : 210—214.
- 8) 巖 俊一・桐谷圭治：1973. 深谷昌次・桐谷圭治編「総合防除」pp. 415, 講談社, 東京.
- 9) IWA0, S. : 1975. A New method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density. Res. Popul. Ecol. **16** (2) : 218—288.
- 10) 梶田泰司：1979. ビニールハウスのオンシツコナジラミに対する導入天敵 *Encarsia formosa* GAHAN の防除効果. 九大農芸誌, **33** (2/3) : 119—125.
- 11) 那波邦彦・中沢啓一・林 英明・細田昭男：1978. オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究 第4報 ビニールハウス内発生動態. 広島農試報, **40** : 47—58.
- 12) 中沢啓一・林 英明・細田昭男・那波邦彦：1978, ———第5報 有効農薬と薬剤施用方法の検討. 同上, **40** : 59—72.
- 13) 岡田忠虎・三田久男：1978. オンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* (WESTWOOD) の越冬と導入天敵 *Encarsia formosa* GAHAN の利用に関する調査研究. 中国農試報 E **14** : 9—31.
- 14) 酒井泰文：1979. オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究 第7報 甘露上に寄生するスズ病の生態と防除. 広島農試報 **41** : 87—102.
- 15) 田中 清：1978. 野菜類におけるオンシツコナジラミ増殖の差異. 野菜試報, A **4** : 173—180.
- 16) 山田偉雄・腰原達雄・田中 清：1979. 施設栽培のキュウリにおけるオンシツコナジラミの発生動態. 同上, A **5** : 191—199.
- \* Messenger, P. S. : 1964. Jan. Econ. Entomol., **57** (1) : 71—76による。

Studies on the Biology and Control of the Greenhouse Whitefly,  
*Trialeurodes vaporariorum* (WESTWOOD)

8. Control at early stage of infestation and control threshold density

Keiichi NAKAZAWA, Kunihiko NABA and Hideaki HAYASHI

Summary

The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (WESTWOOD), has become one of the most important insect pests of greenhouse crops, particularly tomatoes, cucumbers and eggplants in Japan. Growers frequently fail to control the pest and claim that any registered chemicals have insufficient effects on the whiteflies. However, most of such the cases resulted from inadequate control practice. So the authors conducted vinyl-house experiments in order to prove the efficiency of insecticidal foliage sprays at early stage of infestation in tomato plants during 1978 and 1979. Results obtained are as follows;

1) In six-trusses-yielding tomatoes, 12 adult whiteflies were released two days after the transplanting of seedlings. Two scheduled foliage sprays at weekly intervals were applied; the spray schedule I was consisted of three applications of chinomethionat wp 125 ppm and further three combined applications of chinomethionat wp 125 ppm and methidathion wp 360 ppm. The spray schedule II was the same as the latter half of the spray schedule I. The spray schedule I started on 12 days after the adult release when density of whiteflies was 5.9 adults, 344.5 small larvae and 3.1 larvae per plant, respectively. The spray schedule II began on 33 days after the adult release when mean density of whiteflies was 356.9 adults, 48.1 small larvae, 77.5 large larvae and 81.4 pupae per plant, respectively. Both scheduled foliage sprays gave excellent control of whitefly and no harvested fruits had been contaminated with sooty mould.

2) During nine weeks, whitefly populations grew exponentially on tomato plants. The instantaneous rate of increase per day was 0.091. About ten days after topping, density of whiteflies was on the decrease because of lack of new leaves suitable for food. On the contrary, it may be possible that whitefly populations continue to grow exponentially during a considerable period on tomato plants which are not topped in the prolonged cultivation.

3) Since some tomato fruits were contaminated with sooty mould about seven days after the beginning of sooty mould occurrence on the leaves, first occurrence of sooty leaves was defined as the tolerable injury level. The adult density at that time showed little variance in some experiments, and the mean density of 381 adults per plant was defined as the tolerable pest density.

4) Tolerable adult density immediately after control was derived from the equation of exponential growth and the tolerable pest density. The authors termed it "tolerable survival density (TSD)". This new concept, tolerable survival density, means a final goal to be achieved in chemical control, and it is concrete when we can exactly forecast the population change of objective pest. Using this standard, growers may adjust their control schedules to reasonable insecticidal applications. TSD of the greenhouse whitefly was determined to be 10 adults per plant in six-trusses-yielding tomatoes of all cultivation types. As for control threshold density, it was determined to be 25 adults per plant.

5) Sample sizes necessary for estimation of adult densities were calculated. But they entailed too much labour to be practicable. Iwao's method of sequential sampling based on the  $\frac{*}{m}$ - $m$  relationship was applicable to quick classification of adult densities. Sequential tables for the control threshold density and the tolerable survival density were given.