殺虫剤を混用したホルモン剤の花房散布による トマト果実の白ぶくれ症状抑制

井村岳男・西川 学

Takeo Imura and Manabu Nishikawa: Control of white swelling spot of tomato
by the flower application of hormone added insecticide

Summary

Population densities of the thrips, *Frankliniella occidentalis* Pergande (Fo) and *F. intosa* (Trybom) on tomato flowers were suppressed at low level by the flower application of 4-CPA (p-chlorophenoxyacetic acid) 15 ppm added spinosad 50 ppm at 3 to 4 days' intervals during flowering period. White swelling spot on fruits was reduced greatly by the flower application. The total amount of the flower application was about 1/100 of the custom one. Spinosin residue on mature fruits by the flower application was fewer than by the custom one. The control effect for white swelling spot by the flower application of 8 insecticides were compared by releasing Fo adults. As a result, spinosad 50 ppm, tolfeprad 150 ppm and fipronil 22 ppm were highly effective, while acephate 500 ppm, acrinathrin 30 ppm and chlorfenapyr 50 ppm were moderate, and malathion 250 ppm and acetamiprid 100 ppm were non-effective.

緒 言

トマト果実の白ぶくれ症状は、ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intosa* (Trybom) (以下ヒラズハナと略) とミカンキイロアザミウマ *Frankliniella occidentalis* Pergande (以下ミカンキイロと略) の加害によって生ずる特異的な症状であり、花に集まった雌成虫が子房に産卵し、幼果期に産卵痕周辺が白く膨らむことで生ずることが明らかになっている(村井, 1988; 片山, 1998)。

ミカンキイロとヒラズハナは、圃場周辺の雑草などで発生した成虫が次々に飛来して加害するが(新山と佐藤, 2000; 根来と柴尾, 1998), トマトは開花期が長期にわたるために、殺虫剤散布による防除では防除回数が多くなり、生産者の経済的、労力の負担が大きい。またミカンキイロは多種の殺虫剤に対して高度に抵抗性を発達させているため、有効薬剤が少なく、防除が困難になっている(片山, 1997)。

トマト栽培では着果や果実肥大の向上を目的として、開花期の花に対する4-CPA剤(パラクロロフェノキシ酢酸)などによるホルモン処理が広く行われている。谷川ら(1994)は殺菌剤を加用したホルモン剤の花房散布によって、薬剤使用量を著しく低減しながらトマト果実

の灰色かび病防除が可能であることを示した。このような病害虫の発生部位に限定した部分散布は、農薬の散布量、残留量を軽減しながら病害虫を的確に防除できる合理的な防除方法である(瀬崎ら, 1988)。トマト果実の白ぶくれ症状の原因となるアザミウマ類の加害部位は開花期の子房に限定されるため、開花期のホルモン処理時に殺虫剤を混用する事によって白ぶくれ症状を予防することができれば、散布に要する労力や薬剤の散布量を著しく低減できる可能性がある。そこで、殺虫剤を混用したホルモン剤の花房散布によるトマト果実の白ぶくれ症状抑制効果を検討した。

材料と方法

いずれの調査も奈良県橿原市四条町の奈良県農業技術センター内のハウス栽培圃場で実施した。また調査において放飼したミカンキイロは2001年から2003年に奈良県内で採集し、マツの花粉を用いて継代飼育した系統を用いた。

試験1 ミカンキイロアザミウマに対するスピノサドとマラソンの花房散布の効果

調査圃場(面積: 0.6 a, 品種: サターン)は2001年4

月20日に定植をおこなった。4月27日、30日、5月24日、27日の4回、ミカンキイロ成虫を約100頭ずつハウス全体に放虫した。供試薬剤としてマラソン50%乳剤2000倍とスピノサド25%水和剤5000倍を使用した。それぞれ慣行の薬剤防除と同様に殺虫剤を株全体に散布する区（マラソン慣行散布区、スピノサド慣行散布区）と、4-CPA 0.15%液剤100倍液で希釈したものを、慣行のホルモン処理と同様にハンドスプレーで花に散布する区（マラソン花房散布区、スピノサド花房散布区）、ならびに殺虫剤散布を行わない無処理区を設けた。処理株数はマラソン慣行散布区を11株、スピノサド慣行散布区を7株、マラソン花房散布区を10株、スピノサド花房散布区を7株、無処理区を10株とし、反復は設定しなかった。また慣行散布の両区と無処理区では、慣行のホルモン処理として殺虫剤を混用しない4-CPA液剤100倍希釈液のみの散布を花房散布区と同時に実施した。

ホルモン処理は1段花房の開花が始まった4月25日より開始し、3段花房の開花が終了するまで3～4日間隔で継続した。ホルモン処理の散布量は殺虫剤混用の有無に関わらず、花当たり0.2ml程度とした。マラソン花房散布区は開花が始まった4月27日以降に12回、スピノサド花房散布区は開花開始6日目の5月7日以降に10回の殺虫剤混用処理をおこなった。慣行散布区の殺虫剤散布はマラソン、スピノサドの両区ともに5月7日に1回目（150 l/10 a）、5月30日に2回目（400 l/10 a）をおこなった。虫数調査は、花にミカンキイロの寄生を最初に確認した5月1日から開始し、ホルモン処理の直前に開花中のトマトの花房をたたいて、白色板上に落下するミカンキイロの成虫数を計数した。たたき落とした成虫は回収せず、再放虫した。調査は3段花房の開花終了まで継続した。

白ふくれ果の発生率は、1～3段果房で調査した。1段果房は6月7日、2段果房は6月8日～20日、3段果房は6月11日～20日にかけて、すべての果実が調査可能な程度に肥大した果房から随時見取り調査した。

試験2 アザミウマ類に対するスピノサドの花房散布の効果

調査圃場（面積0.6 a、品種：サターン）は2002年4月24日に定植をおこない、定植時にイミダクロプリド粒剤1 g/株を処理した。ミカンキイロ成虫を4月30日から5月31日にかけて、約4日間隔で、20から400頭ずつ、計1500頭をハウス全体に放虫した。供試薬剤としてスピノサド25%水和剤5000倍を使用した。試験1と同様に、殺虫剤を株全体に散布する慣行散布区と、4-CPA液剤100倍希釈液に混用して花房に散布する花房散布区、無処理

区を試験区として設定し、それぞれ試験区当たり7ないし8株×3反復で実施した。

ホルモン処理は1段花房の開花が始まった4月30日より開始し、5段花房の開花終了まで試験1と同様におこなった。花房散布区はホルモン処理開始時より16回の殺虫剤混用処理をおこなった。慣行散布区の殺虫剤散布は5月31日（333 l/10 a）におこなった。

虫数調査は4月30日より開始し、ホルモン処理の直前に開花中のトマトの花房をたたいて、白色板上に落下する全てのアザミウマ類個体数を計数した。落下したアザミウマは可能な限り全て70%エタノール水溶液に浸漬して持ち帰り、実体顕微鏡下で観察して、幼虫と成虫別に計数した。また、成虫は千脇ら（1994）の検索表に基づいて同定し、ミカンキイロ、ヒラズハナ、ネギアザミウマ *Thrips tabaci* Lindeman、およびその他のアザミウマに分けた。持ち帰りサンプル中の成幼虫および種ごとの構成比率を先のたたき落とし個体数に乗じて、種ごとの寄生個体数とし、花房当たり個体数を推定した。調査は1段花房から5段花房の開花終了まで継続した。

白ふくれ果の発生率は、1段果房が5月27日から6月7日、2段果房が6月7日から6月25日、3段果房が6月10日から7月1日、4段果房が6月21日から7月9日、5段果房が6月21日から7月9日にかけて、すべての果実が調査可能な程度に肥大した果房から随時見取り調査した。

試験3 8種殺虫剤のミカンキイロアザミウマに対する効果

調査圃場（面積0.5 a、品種：ホーム桃太郎）は2003年5月6日に定植をおこない、定植時にピメトロジン粒剤1 g/株を処理した。6月3日（3～4段花房開花期）に第1表に示した8薬剤を4-CPA液剤100倍液で希釈したものを、開花中の花にハンドスプレーで散布した。また対照区として殺虫剤を混用しない区を設けた。各区5株について、1株当たり開花中の2～4花（区当たり14～17花）に処理をおこない、処理花房の未開花もしくは開花終了した花蕾は除去した。風乾後処理花房に果実袋を被せて、ミカンキイロ♀成虫を花房当たり3頭投入し、2日後の6月5日に除袋した。6月11日に処理果房の白ふくれ症状発生果実数を調査した。

試験4 スピノサド花房散布における投下薬量と残留濃度

試験2において、1～3段花房に対する投下薬量と農薬残留濃度を調査した。1～3段花房のホルモン処理時に処理花数を計数して、花房散布区の散布薬量を算出した。また1段果房は6月18日、2段果房は7月9日、3

段果房は7月22日に収穫適期になった果実を収穫し、果実のヘタを除去して農薬残留濃度を分析した。分析方法は環境省告示試験法（環境省告示1999）に基づいておこない、農薬成分スピノシンAとスピノシンDを2反復で測定した（アセトニトリル抽出、酢酸エチル転溶、シクロヘキシルカラム精製、シリカゲルカラム精製、HPLC（UV250 nm）定量）。

結果および考察

試験1 ミカンキイロアザミウマに対するスピノサドとマラソンの花房散布の効果

各試験区の花房におけるミカンキイロ成虫数の推移を第1図に、白ぶくれ果率を第2図に示した。マラソン処理では、慣行散布区、花房散布区ともにミカンキイロの発生量が無処理区と同程度かむしろ高く、白ぶくれ果率も同様であり、殺虫剤処理による抑制効果はなかった。スピノサド慣行散布区では1回目の散布直後にミカンキイロの急激な密度減少が観察され、散布による明らかな防除効果が見られたが、2回目の散布時には散布直前に個体数が急減したため、防除効果は確認できなかった。

a. スピノサド処理

b. マラソン処理

第1図 殺虫剤の処理方法がトマト花房のミカンキイロアザミウマの発生量におよぼす影響

第2図 殺虫剤の処理方法がトマト果実の白ぶくれ果率におよぼす影響

白ぶくれ果率は1～3段果房のいずれも無処理区よりもやや低くなる傾向が見られ、ある程度の白ぶくれ症状抑制効果があると考えられた。これに対しスピノサド花房散布区では、ミカンキイロの発生量は調査期間中に大きな変動がなく、おおむね無処理区よりは低密度であったものの、明確な防除効果は認められなかったが、白ぶくれ症状は1段果房以外では全く発生せず、高い抑制効果が見られた。このことから、スピノサドを混用したホルモン処理を継続的に実施することにより、極めて高い白ぶくれ症状抑制効果が期待できると考えられた。

試験2 アザミウマ類に対するスピノサドの花房散布の効果

第3図に各試験区の花房におけるアザミウマ類個体数の推移を示した。いずれの試験区でもミカンキイロとヒラズハナが優占する傾向にあり、ネギアザミウマの発生も若干みられた。無処理区では6月以降アザミウマの密度が急増したが、慣行散布区と花房散布区では増加が見られず、調査期間中は低密度で推移し、スピノサドの両処理によって花房に寄生するアザミウマ類全体の発生量を低密度に抑える効果があると考えられた。

第4図に各試験区の白ぶくれ果率を示した。混用区で

a. 無処理区

b. 慣行散布区

c. 花房散布区

第3図 スピノサドの処理方法がトマト花房のアザミウマ類の発生量におよぼす影響

第4図 スピノサドの処理方法がトマト果実の白ぶくれ果率におよぼす影響

は1から5段果房のいずれにおいても無処理区と比較して白ぶくれ症状の発生が著しく少なく、高い抑制効果が見られた。慣行散布区では2～4段果房では無処理区よりも白ぶくれ症状の発生が少なかったが、1段果房と5段果房では同程度の発生が見られた。慣行散布区の散布日は2, 3段花房の開花期に当たることから、1段果房で白ぶくれ症状が多かったのは、開花期に殺虫剤処理を受けていなかったためと考えられる。また4段果房まではおそらく散布した薬剤の残効によって白ぶくれ症状を抑制し、5段果房では残効が切れたために再び白ぶくれ症状が増加したと考えられる。

以上の結果から、スピノサド処理は、試験1と同様に花房に寄生するミカンキイロだけでなく、ヒラズハナを含めたアザミウマ類全体の発生を低密度に抑える効果があり、さらにホルモン剤への混用処理を継続した場合には白ぶくれ症状を長期間に渡って著しく抑制できると考えられた。

試験3 8種殺虫剤のミカンキイロアザミウマに対する効果

第1表に各試験区の白ぶくれ果率を示した。トルフェンピラド、フィプロニル、スピノサドを処理した区では白ぶくれ症状は全く発生せず、高い抑制効果が見られた。アセフェート、アクリナトリン、クロルフェナビルを処理した区でもある程度白ぶくれ果の抑制が見られた。こ

第1表 各種殺虫剤の花房散布がトマト果実の白ぶくれ果率におよぼす影響

供試薬剤	希釈倍率	処理花数	白ぶくれ果率 (%)
アセフェート50%水和剤	1000	16	6.3
マラソン50%乳剤	2000	16	31.3
アクリナトリン3%水和剤	1000	17	11.8
アセタミプリド20%水溶剤	2000	15	33.3
トルフェンピラド15%乳剤	1000	17	0
クロルフェナビル10%水和剤	2000	15	13.3
フィプロニル4.4%水和剤	2000	15	0
スピノサド25%水和剤	5000	17	0
無処理		14	35.7

*いずれの処理区も4-CPA 0.15%液剤100倍液で希釈して処理した

**無処理区は4-CPAのみの処理をおこなった

れに対し、マラソン、アセタミプリドを処理した区の白ぶくれ果率は無処理とほとんど差がなかった。このような白ぶくれ症状抑制効果の薬剤間に見られる差違は、おそらくミカンキイロに対する殺虫剤感受性程度や残効性を反映しているのだろう。現在フィプロニル以外の剤は全てトマトに対して農薬登録があり、このうちトルフェンピラドは試験1, 2のスピノサドと同様に、ホルモン処理時に混用して継続的な処理をおこなうことで、高い白ぶくれ症状抑制効果が期待できると考えられる。

試験4 スピノサド花房散布における投下薬量と残留濃度

慣行散布区の10a当たり散布量は333l(株当たり220ml)であったのに対し、花房散布区の1～3段目までの処理花数は292花であり、散布総量は10a当たり3.9l(株当たり2.7ml)と算出され、慣行散布区と比較して投下薬量は1/100程度と著しく低かった。

残留分析の結果を第2表に示した。残留濃度は慣行散

第2表 スピノサドの処理方法がトマト果実のスピノシン残留濃度におよぼす影響

成分		残留濃度 (ppm)		
		花房散布区	慣行散布区	無処理区
1 段果房	スピノシン A	<0.02	0.04	<0.02
	スピノシン D	<0.02	<0.02	<0.02
	スピノシン総量	<0.02	0.04	<0.02
2 段果房	スピノシン A	<0.02	<0.02	<0.02
	スピノシン D	<0.02	<0.02	<0.02
	スピノシン総量	<0.02	<0.02	<0.02
3 段果房	スピノシン A	<0.02	<0.02	<0.02
	スピノシン D	<0.02	<0.02	<0.02
	スピノシン総量	<0.02	<0.02	<0.02

*検出限界 0.02 ppm

布区、花房散布区のいずれも低く、慣行散布区の1段果房（薬剤散布18日後）に低い濃度のスピノシンAが検出された以外はすべて検出限界以下だった。

谷川ら（1994）はトマト果実の可食部におけるプロシミドンの残留濃度を、収穫3日前の圃場全面散布と開花時の圃場全面散布、花房散布の場合で比較しており、収穫3日前散布では0.8 ppmの残留を検出したのに対し、開花時の散布では花房散布と圃場全面散布のいずれも検出限界以下（ <0.1 ppm）であった。今回の調査でもスピノサドの残留が検出されたのは、肥大期の果実に殺虫剤を散布した慣行散布区の1段果房のみであり、開花期の散布では株全体散布（慣行散布区の2、3段果房）と花房散布（花房散布区）のいずれも検出限界以下だった。実際の生産現場におけるアザミウマ防除を想定すると、開花期間中に慣行の圃場全面散布を繰り返しおこなった場合には、すでに防除の必要がない低段位の果実に常に薬剤がかかるため、今回の結果よりもさらに残留濃度は高くなる可能性があるが、花房散布の場合には常に開花中の花房のみに薬剤を散布するので、残留濃度は常に低いと考えられる。今回は上段花房に花房散布をおこなった場合の下段へのドリフトは調査していない。しかし、花房散布を3～4日間隔で5段花房まで継続するという試験条件下において、1～3段果房の収穫果実の残留が検出限界以下であったことから、収穫果実へのドリフトの影響は軽微であったと考えられる。また先の谷川ら（1996）は、6段花房にプロシミドンを花房散布した直後に採集した1から5段の花または果実の残留を調査したところ、いずれも検出限界以下（ <0.1 ppm）だったと報告している。これらのことから、花房散布による下段位へのドリフトの影響はごく僅かであると推測されるが、今後さらにサンプル数を増やして詳細に調査する必要がある。

総 合 考 察

試験1および2の結果から、スピノサドを混用した花房へのホルモン処理は、発生するアザミウマの種類によらず、白ぶくれ症状抑制効果が著しく高いと考えられた。アザミウマ類による白ぶくれ症状は、加害時期が開花期であるため、常発地ではかなり長期間にわたって、繰り返し防除を行わねばならず、経済的、労力的負担が大きい。しかし、今回の試験で示したように、開花時のホルモン処理という慣行の管理に殺虫剤を組み込むことで防除可能であれば、アザミウマに対する殺虫剤散布をかなり省略することが可能である上に、投下薬量も著しく少なくなることから、殺虫剤散布にかかる経費や労働量を

軽減すると考えられる。また、果実への残留濃度も低く、極めて安全性が高い処理方法と言える。

現在の農業登録制度においては、このような部分散布法は圃場全面散布と同様に使用回数をカウントする必要があり、スピノサドのトマトにおける登録条件は、1作当たりの散布回数が2回となっている。慣行のホルモン処理にスピノサドを継続して混用した場合、今回の試験では散布回数は1から5段花房で計16回と莫大な回数になった。そのため、実際の株当たりの投下薬量は全面散布と比較して著しく少ないにも関わらず、農業使用基準の上からは使用が出来ないという矛盾が生じている。しかしながら、今回行った花房散布による防除は、経費や労力を軽減しながら環境負荷を低減し、安全性を高めることができるきわめて合理的な技術である。

試験3では、継続的な処理は行っていないが、スピノサド以外にもトルフェンピラドとフィプロニルの効果が高く、アセフェート、アクリナトリン、クロルフェナピルもある程度の効果が見られた。これらのうちフィプロニルはトマトに作物登録がないが、トルフェンピラドとクロルフェナピルは1作当たり2回、アセフェートとアクリナトリンは3回の散布が可能であり、これらの剤を、アザミウマの発生種や発生量に応じてローテーションすることによって、栽培上は防除することができると考えられる。しかし、異なる薬剤の混用は法的な問題はないものの、混用による毒性の相乗効果が未知であるため、農業者の自己責任に委ねられているのが現状であり、指導機関が混用を指導するのが事実上不可能な状態にある。しかし、このような技術はトマトだけでなくナスやブドウなど、開花期にホルモン処理を行うほかの作物に対しても応用可能と考えられ、農業者のニーズは高いものと思われる。今後はホルモン剤と殺虫剤の混合剤の新規開発を期待したい。

摘 要

スピノサド水和剤5000倍を混用した4-CPA剤（パラクロロフェノキシ酢酸）100倍液の花房散布を開花期間中3ないし4日間隔で実施することで、トマトの花に寄生するミカンキイロアザミウマとヒラズハナアザミウマの発生を低密度に抑えられ、白ぶくれ症状は著しく減少した。花房散布の投下薬量は株全体散布の約1/100になり、果実への残留濃度も花房散布の方が少なかった。8種の殺虫剤について4-CPAに混用して花房散布をおこなった後にミカンキイロアザミウマ成虫を接種して白ぶくれ果率を比較したところ、スピノサド水和剤5000倍とトルフェンピラド乳剤1000倍、フィプロニル水和剤2000

倍は抑制効果が高く、アセフェート水和剤1000倍とアクリナトリン水和剤1000倍、クロルフェナピル水和剤2000倍も中程度の効果が見られたが、マラソン乳剤2000倍、アセタミプリド水溶剤2000倍は効果がなかった。

引用文献

- 1) 千脇健司・佐野敏広・近藤 章・田中福三郎(1994) 植物防疫 48 : 521-523.
- 2) 片山晴喜(1997) 植物防疫 51 : 43-46.
- 3) 片山晴喜(1998) 植物防疫 52 : 176-179.
- 4) 環境省告示(1999) スピノサド試験法(平成11年4月19日).
- 5) 村井 保(1998) 島根農試研報 23 : 1-73.
- 6) 根来 実・柴尾 学(1998) 関西病虫研報 40 : 135-136.
- 7) 新山徳光・佐藤正彦(2000) 秋田農試研報 41 : 17-29.
- 8) 瀬崎滋雄・谷川元一・井上雅央(1988) 近畿中国農研 75 : 50-54.
- 9) 谷川元一・木村 桐・中野智彦・萩原敏弘・岡山健夫(1994) 奈良農試研報 25 : 21-24.