

非結球アブラナ科葉菜類における 物理的資材を主体とした害虫防除と化学防除の問題点

徳島県立農林水産総合技術支援センター農業研究所 なか
の
あき
お 中
野
昭
雄

はじめに

2003年3月10日に施行された改正農薬取締法により農薬登録におけるマイナー作物のグループ化が行われ、コマツナ、チンゲンサイ、ノザワナ等の「菜っ葉」類は「非結球アブラナ科葉菜類」という名称のグループに類別されることとなった。この改正以前、様々な地域固有の非結球アブラナ科葉菜類の登録農薬は極めて少ないか、あるいは皆無であったために生産現場では病虫害防除に苦慮する場面が続いていた。

徳島県内における状況も同様であったことから、チンゲンサイとコマツナにおいて化学薬剤のみに頼らない総合的な防除対策法の一つとして物理的防除資材を利用し、様々な害虫の防除効果を検討したので紹介する。また、グループ化によって新たに登録された化学薬剤の利用上における問題点を指摘する。

I 物理的防除資材の利用によるチンゲンサイの マメハモグリバエ防除

1 チンゲンサイにおけるマメハモグリバエ被害の特徴

マメハモグリバエは、国内では1990年に静岡県で発見された侵入害虫である。徳島県では1995年にミニトマトで初めて発生を確認し、阿南市的那賀川中流域に点在するチンゲンサイ産地でもほぼ同時期に本虫が発生して問題となった。本虫はチンゲンサイの葉に幼虫が潜り、「エカキ」と言われるくねくねとした線状に食害した痕を残す。また成虫は産卵管で葉表面に小さな穴をあけ、にじみ出る汁液をなめたり産卵したりする。この痕跡は、夏場の高温期には葉の急速な成長に伴って隆起する。西東ら(1995)は卵～幼虫期間、蛹重、ならびに産卵数の面からインゲンマメと同等に極めて好適な寄主植物であると示している。

Pest Control using Physical Control Agent on Non-headed Brassica Group Vegetables and Practical Considerable Points on Chemical Control. By Akio NAKANO

(キーワード：非結球アブラナ科葉菜類、チンゲンサイ、コマツナ、マメハモグリバエ、キスジノミハムシ、防虫ネット、紫外線除去フィルム)

2 紫外線除去フィルムと防虫ネットの併用

前述のチンゲンサイの生産現場ではまず小型ビニルハウス内で育苗し、その後本圃用のビニルハウス内に苗を定植する。収穫後、出荷できない葉や株は残渣となり捨てられる。育苗用のビニルハウスを設けずに、本圃用ビニルハウス内の片隅で育苗を行っている場合もある。

まず、物理的防除対策の一つとして、育苗、本圃用ビニルハウスの被覆資材に紫外線除去フィルムを、側面開口部に防虫ネットを利用することで、成虫の侵入阻止効果を検討した。その結果、育苗用ビニルハウスの外張りに一般農ビフィルムを被覆した場合、防虫ネットの目合いの大きさにかわらず成虫による摂食・産卵痕が見られた。紫外線除去フィルムを被覆した場合、側面開口部を開放すると一般農ビフィルムと大きな差がなかったが、防虫ネットを展開すると摂食・産卵痕数は少なくなり、1mm目合いより0.6mm目合いのほうがやや少なかった(図-1)。本圃用ビニルハウスの片隅で育苗を行う場合では、0.6mm目合いの防虫ネットを育苗床のみトンネル被覆すれば防除効果が高かったが、発生を断ち切るためには別の施設を設け育苗するのが望ましい。

次に、本圃用ビニルハウスで同様のことを4回検討した結果、紫外線除去フィルムと防虫ネットの併用が摂食・産卵痕数、幼虫数ともに少なく最も効果が高かった(表-1)。

育苗用ビニルハウスの試験では0.6mm目合い防虫ネットのほうが効果は高かったが、目合いが小さくなると

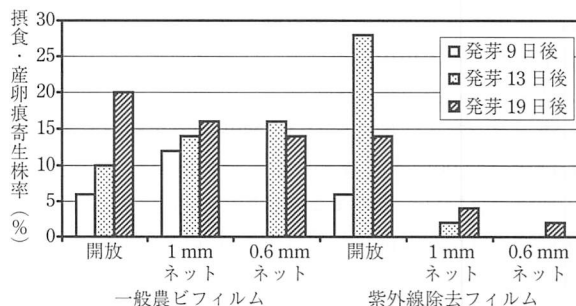


図-1 各種資材を利用した育苗ハウスにおけるマメハモグリバエ成虫の侵入阻止効果

1mm ネット：1mm目合いの防虫ネット、0.6mm ネット：0.6mm目合いの防虫ネット。

表-1 各種資材を利用した本圃ハウスにおけるマメハモグリバエの防除効果

利用資材	側面開口部	摂食, 産卵痕数/10株 ^{a)}					幼虫数/10株 ^{a)}				
		試験1	試験2	試験3	試験4	平均	試験1	試験2	試験3	試験4	平均
一般農ビフィルム	開放	109.0	303.5	454.5	156.0	255.8	0	32.5	12.8	2.0	11.8
	防虫ネット ^{b)}	121.5	185.5	1,053.8	160.3	380.3	6.6	27.3	18.5	8.5	15.2
紫外線除去フィルム	開放	22.5	122.5	625.0	19.0	197.3	1.0	4.0	25.8	38.0	17.2
	防虫ネット ^{b)}	0	0	30.0	0	7.5	0	0	0	0	0

^{a)} 定植9～10日後の数値。 ^{b)} 目合い1mm。

表-2 約10日間隔で定植したチンゲンサイにおけるマメハモグリバエの被害状況^{a)}

試験区	食害痕発生株率 (%)			幼虫寄生株率 (%)			隆起した摂食痕発生株率 (%)		
	1作目	2作目	3作目	1作目	2作目	3作目	1作目	2作目	3作目
総合防除区 ^{b)}	31.3	42.5	25.0	5.0	3.8	23.8	0	2.5	0
慣行防除区 ^{c)}	55.0	60.0	25.0	35.0	11.3	37.5	5.0	2.5	12.5

^{a)} 収穫時調査。 ^{b)} 外張り：紫外線除去フィルム，側面開口部：1mm目合いの防虫ネット展張，チオシクラム水和剤を1回/1作散布，収穫後畦面に古ビニルを被覆。 ^{c)} 外張り：一般農ビフィルム，側面開口部：1mm目合いの防虫ネット展張，チオシクラム水和剤を2回/1作散布。

風通しが悪くなり、施設内が高温多湿になりがちである。特に、本圃では灌水量が多いため、その傾向は高くなる。そうすると、作物が軟弱徒長となったり、軟腐病などの病害の発生を助長しかねない。このことから、本圃用ビニルハウスに利用する目合いは1mm程度が適当であると考えられる。

3 他の物理的防除法との組み合わせ

田中ら(1996)が開発した「晴れの日1日ビニール1枚敷」といわれる防除法は、このチンゲンサイ栽培でも有効と考えられる。ただ、本栽培では抑草のためにマルチ(白黒ダブルまたはシルバー)を利用している。蛹は大半がマルチ上で蛹化することから、収穫後ビニルを被覆する場合はマルチを除去せず、マルチ上に被覆することが重要である。この防除法と前述の紫外線除去フィルムと防虫ネットの併用を組み合わせると、薬剤の処理量を半減しても本虫の発生は慣行防除と同等もしくは少ない結果となった(表-2)。

チンゲンサイ収穫時における幼虫の寄生状況を調査した結果、約90%が残渣となる外葉に寄生していた。この残渣を施設外へそのままの状態では放置しておく、葉中の幼虫はやがて蛹化し数日後には成虫が羽化し、再び施設内へ侵入する。このことから、残渣を適切に処理することが重要であり、この対策として畝面同様にビニルを用いて残渣を被覆し、蛹の殺虫効果を検討した。その結果、ビニルを被覆した場合でも約20%は羽化することが明らかとなった。ただ、被覆を続けていると成虫は

外へ飛び出すことができないので、ほぼ完全に死滅させることができる。残渣の腐りも被覆していないほうよりも格段に早かった。

以上のように、紫外線除去フィルム、防虫ネット、古ビニルの物理的防除資材を栽培体系に組み入れることによって、マメハモグリバエの発生が抑制でき、薬剤の使用低減にもつながる。

II 露地コマツナ栽培における防虫ネットの利用を主体とした減農薬防除体系の構築

1 露地コマツナ栽培の現状

徳島県内の吉野川下流域地域は肥沃な土地に恵まれ、近年は夏期には水稻を中心にエダマメ、スイートコーン、コマツナ等が、冬期にはハウレンソウ、ブロッコリー、カリフラワー、洋ニンジン、ノザワナ等の露地野菜が主に作付けされている。中でもコマツナは十数年前から導入が始まり、2001年度に県の産地強化品目に位置づけられたことを契機として、栽培面積の拡大が図られつつある。主に、4～9月の間に栽培され作期が短く、生産者は同一圃場に数回、連作を行うことから、病害虫の発生は作付けを繰り返すほど多くなる傾向があり、特に、キスジノミハムシの食害による品質低下は栽培当初から問題となっていた。その対策として1mm目合いの防虫ネットなどのトンネル被覆が導入されたが、侵入阻止効果が低いことと有効な登録薬剤が少ないことから生産者は防除に苦慮しているのが現状である。

2 防虫ネットのトンネル被覆による害虫の侵入阻止効果

これまでに、防虫ネットなどを利用したキスジノミハムシ、ハモグリバエ類、コナガ等に対する防除効果は各地で検討されている。しかし、対象害虫によって侵入阻止に有効な目合いの大きさが異なること（田中，1999）や地域，時期により発生する害虫種，発生量が異なることから，それらの知見を多く得ることがより効果的な防除に繋がると考えられる。

そこで，コマツナを2001，02年の5～9月の1か月ごとに露地に作付け，3種類の目合い（0.6，0.8，1mm）の防虫ネットをそれぞれトンネル被覆し，収穫時における各区の害虫発生数，被害度を調査した。その結果，防虫ネットを被覆しなかった試験区（以下，無被覆区という）ではキスジノミハムシ，アブラムシ類，アザミウマ類，モンシロチョウ，コナガ，ハイマダラノメイガ，ハスモンヨトウ，シロイチモジヨトウ，オオタバコガ，ウワバ類，カブラハバチ類，ハモグリバエ類，ハダニ類の13種類が見られた。この内，3種類の防虫ネットを被覆した試験区で発生が目立ったのはキスジノミハムシ，アブラムシ類，アザミウマ類，ハスモンヨトウの4種類であった。

まず，キスジノミハムシ成虫による作付期別の被害度を図-2に示した。1mm目合いの防虫ネット被覆区は

無被覆区と大差なく，キスジノミハムシに対する侵入阻止効果はほとんどないと考えられた。0.8mm目合いの防虫ネット被覆区の被害度は，2001年は6月作付けに44.9を示した以外は10以下の値を示し，02年は5月作付けは7.8であったが，6～8月作付けは35～60程度の被害が見られた。0.6mm目合いの防虫ネット被覆区は両年とも低い値を示し，侵入阻止効果が最も高かった。

次に，アブラムシ類の作付期別の発生量を図-3に示した。アブラムシ類の発生は2001年に0.8mm目合いの防虫ネット被覆区で8月作付けに多い傾向が見られたが，02年には5月作付けで0.6mm目合いの防虫ネット被覆区が他の区よりも多くなる結果となり，アブラムシ類は目合いが小さいほうが必ずしも高い侵入阻止効果を示さなかった。これは侵入した極少数のアブラムシ類が条件が良かったため，多数の仔虫を産出し大きなコロニーを形成したと考えられた。なお，アブラムシ類はニセダイコンアブラムシが多数を占め，モモアカアブラムシは2002年の5，9月作付けに見られた程度であった。

最後にアザミウマ類の発生は，2001年には5月作付けに，2002年には5，6月作付けに発生が見られた。発生量は無被覆区が最も多かったが，三つの被覆区では必ずしも目合いが小さいほど少なくならなかった。アザミウマ類による葉の被害症状としては，引きつれ，ひだ葉化，反り返りなどの奇形および白色斑点の発生が知られ

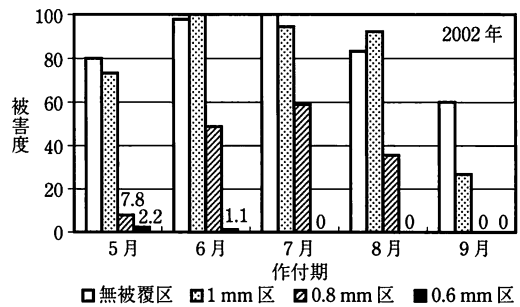
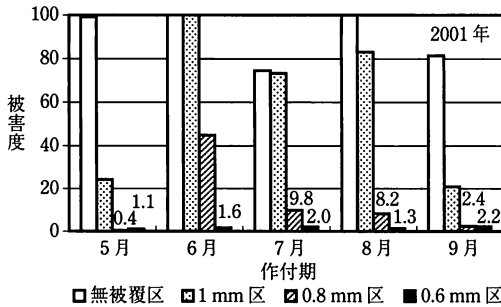


図-2 3種類の目合いの防虫ネットを被覆した場合の各作付期別のキスジノミハムシ被害度

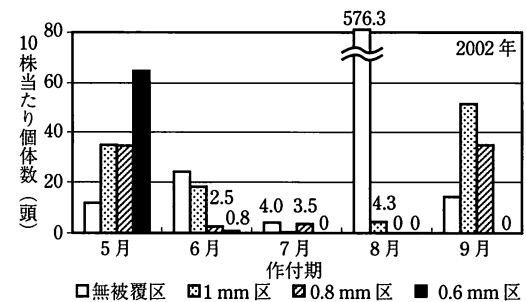
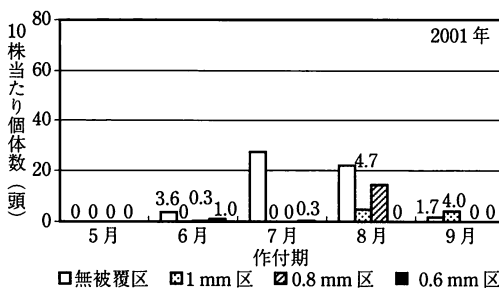


図-3 3種類の目合いの防虫ネットを被覆した場合の各作付期別のアブラムシ類発生量

ている(竹内ら, 2000)。本県の生産現場においても奇形症状は見られるが, 白色斑点の発生による品質低下はまだ問題となっていない。2004年に生産現場における被害実態調査を実施したところ, 地域・圃場による発生差が大きく, 最大では12%の株に被害症状が見られた。しかし, その被害症状のほとんどは軽度の「引きつれ」が株の1葉に1箇所出しており, 生産物の品質としては問題視されない程度であった。このことから現時点においてはアザミウマ類の発生は防除対象とするほどではないと考えられたが, 今後注視する必要がある。なお, 2002, 03年に生産現場におけるアザミウマ類の種構成を調査した結果, 地域による差はあったが, ヒラズハナアザミウマとネギアザミウマが優占した。

3 防虫ネットのトンネル被覆によるコマツナの生育に対する影響と経済性

前述したように, 露地コマツナ栽培において0.6mm目合いの防虫ネットのトンネル被覆がキスジノミハムシに対しては最も侵入阻止効果が高かった。しかし, 0.6mm目合いの防虫ネットをトンネル被覆し, コマツナを栽培すると他の目合いの防虫ネットに比べて葉色が浅くなり, 葉長も長くなる。また, 0.6mm目合いの防虫ネットを利用した場合の経費は0.8mm目合いの防虫ネットに比べて10aあたりでは約1.4倍も割高となる。これらのことから, 0.6mm目合いの防虫ネットの生産現場における普及利用は困難と考えられた。

4 減農薬防除体系モデルの提案と実証

当初, 生産現場に導入された1mm目合いの防虫ネットはコナガなどの鱗翅目害虫, カブラハバチなどを防除するうえでは欠かせないものであったが, 前述した結果からもキスジノミハムシの侵入を阻止するには不十分である。目合い0.8mmと0.6mmを比較した場合は, 京都農総研(1997)の結果と同様に, 0.6mm目合いのほうが侵入阻止効果は高い。しかし, 前述した結果からも, アブラムシ類, アザミウマ類に対する両者の効果の差はほとんどなく, 0.6mm目合いでも完全に侵入を阻止できない。この点は長坂ら(2003)も指摘している。また, 目合いが小さくなるほど葉色が浅く, 株全体が軟弱徒長気味になる欠点があり, さらにコストも1.4倍近く割高である。以上のことから, 生産現場では0.8mm目合いの防虫ネットを利用することを主体に化学農薬と組み合わせることが適当と考え, 減農薬防除体系モデルを策定し図-4に示した。策定に当たっては, コマツナの1作期が20~30日であることから, 月ごとに薬剤使用のモデルパターンを作成した。

トンネル被覆する防虫ネットには0.8mm目合いの防虫ネットを利用する。しかし, この防虫ネットを利用した場合でもキスジノミハムシとアブラムシ類は5~9月作付期には発生する場合があるので, 粒剤を必ず播種時に土壌に処理する。この場合の粒剤は前作の土壌に残ったキスジノミハムシ幼虫と蛹から羽化する成虫を殺虫することを主なねらいとするが, 5~6月, 9月作付期

害虫種	防除資材, 薬剤の種類	作付時期					
		4月	5月	6月	7月	8月	9月
全害虫	0.8mm目合い防虫ネット	●	●	●	●	●	●
キスジノミハムシ	テフルトリン粒剤(播種時)				○	○	
	ジノテフラン粒剤(播種時)		◎	◎			◎
	アセタミプリド水溶性(1回)	◎			◎	◎	
アブラムシ類	ジノテフラン粒剤(播種時)		◎	◎			◎
	アセタミプリド水溶性(1回)	◎			◎	◎	
薬剤処理回数		1	1	1	2	2	1

図-4 露地コマツナ栽培における減農薬防除体系モデル

●は防虫ネットの被覆を示す。○と◎は薬剤の処理を示すが, ◎は1回の処理によりキスジノミハムシとアブラムシ類の同時防除が可能であることを示す。枠内のパターンは害虫の作付時期ごとの発生量を示し, 薄いのは少~中発生, 濃いのは中~多発生である。

にはアブラムシ類の発生が多くなる傾向があるので、アブラムシ類にも効果のあるジノテフラン粒剤を利用する。粒剤を処理しない4月作付期とキスジノミハミシの発生が多くなり、アブラムシ類がまれに発生する7～8月作付期には害虫の発生、特にキスジノミハミシの被害に併せてアセタミプリド水溶剤を散布する。

図-5には2003年にこのモデルを実行した結果を示した。慣行防除区には1mm目合いの防虫ネットを利用し、2～3回殺虫剤を防虫ネット上から散布した。モデル試験区はほとんどの作付期で慣行防除区よりもキスジノミハミシによる被害程度は低く、アブラムシ類の発生量も少なかった。このことから、策定した減農薬防除体系モデルの実行はキスジノミハミシ、アブラムシ類に対して防除効果が高く、有効であることが示唆された。また、このモデルの実行により殺虫剤の総使用回数を2回以下に削減することが可能となる。

III 登録農薬の利用上の問題点

農薬登録におけるマイナー作物のグループ化によって、コマツナ、チンゲンサイ等も「非結球アブラナ科葉菜類」という名称で登録された薬剤が使用でき、テフルトリン粒剤、ダイアジノン5%粒剤もその一つとなった。これら粒剤を土壤に処理すると、成分がガス化するので、土中で羽化し地表面に出現する、あるいは飛来してくるキスジノミハミシ成虫に卓効を示し、発芽後の発生初期の防除に有効であると考えられる。しかし、生産現場では効果を示さない事例も見られ、筆者はその原因として処理方法の違いが影響していると考えた。そこで、テフルトリン粒剤、ダイアジノン5%粒剤を2種類の処理方法で土壤に処理し、本虫成虫に対する防除効果の差異が生じるのかを検討した。その結果、表-3に示したように両薬剤とも登録された処理方法である全面処理土壌混和（以下、全面処理）は作条処理土壌混和（以下、

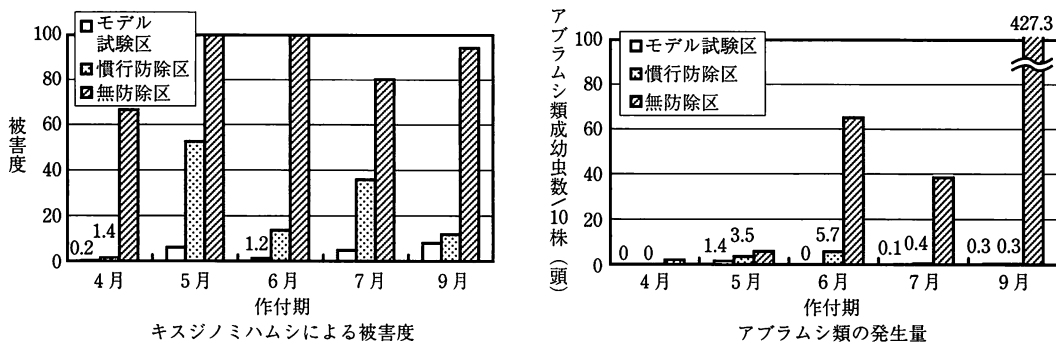


図-5 減農薬防除体系モデルを実行した場合のキスジノミハミシ被害とアブラムシ類発生の違い
慣行防除区は1mm目合いの防虫ネットで被覆し、薬剤にはピリミホスメチル乳剤、アセタミプリド水溶剤、シペルメトリン乳剤を作付期間中に計2～3回散布した。

表-3 各種土壌処理粒剤の処理方法別のキスジノミハミシ成虫に対する防除効果^{a)}

薬剤名	処理量	処理方法	被害度 (対無処理比)	
			播種 11 日後	播種 16 日後
テフルトリン粒剤	4 kg/10 a	全面処理 ^{b)}	20.6 (43.8)	27.7 (44.6)
		作条処理 ^{c)}	0.3 (0.7)	2.0 (3.2)
ダイアジノン 5%粒剤	6 kg/10 a	全面処理 ^{b)}	13.6 (28.9)	28.4 (45.8)
		作条処理 ^{c)}	2.8 (6.0)	3.1 (5.0)
アセタミプリド粒剤	3 kg/10 a	播溝処理 ^{d)}	4.6 (9.8)	8.6 (13.8)
ジノテフラン粒剤	6 kg/10 a	播溝処理 ^{d)}	2.4 (5.1)	8.7 (14.0)
無処理			47.0 (100)	62.1 (100)

^{a)} 露地コマツナを対象に試験を実施。表中の数値は3反復の平均値を示す。^{b)} 全面処理土壌混和。^{c)} 作条処理土壌混和。^{d)} 播溝処理土壌混和。

作条処理)と比較して効果が劣った。

全面処理の場合、圃場全体に薬剤を散粒し、その後トラクターにより耕耘、畝立てを行うことから、薬剤の粒子は土中深くまで均一に分布する。作条処理の場合は畝立て後、畝面に薬剤を散粒し、レイキなどで土中に混和することから、薬剤の粒子は表層に集中して分布する。前述したように、キスジノミハムシ成虫は羽化後土中から地表面に出現する。また、発芽間もない子葉を食害、あるいは産卵するため飛来してくる。つまり、本虫が活動を主とする地表面における薬剤の有効成分濃度が殺虫効果、あるいは忌避効果に左右すると考えられ、作条処理が全面処理より殺虫効果が高かったのは以上のような理由であると考えられる。害虫の行動、薬剤成分の特質によってより効果的な処理方法が適切に登録されることを強く望むところである。

次に、表-3で示したようにネオニコチノイド系のアセタミプリド粒剤とジノテフラン粒剤もキスジノミハムシ成虫に対して卓効を示す。これらの薬剤は播溝へ筋状に薬剤が散粒され、水分によって溶け出した有効成分は浸透移行性があるため、根より吸収され作物体内へ行き渡る。本虫が作物体を食害することによってその効果は発揮される。

このように、有効成分が浸透移行性がある場合には播溝処理という作物が根を張る箇所への局所処理は合理的であるが、実際にその処理方法を生産者が実施した場合には非常に手間のかかる作業である。このことから、生産現場では一般的に手押し式の播種機に装着された薬剤散粒装置を利用することで、播種と同時に薬剤を散粒している。しかし、散粒量はしばしば生産者の勘と経験により決められているので、登録された処理量よりも多くなったり、あるいは少なくなったりすると想像される。

このことから、筆者は実際に手押し式播種機(株式会社向井工業社製:ごんべえ1条播種機HS-300)に装着された薬剤散粒装置にジノテフラン粒剤を投入し、圃場内の畝を手押し歩行することによって、投下される薬量を計測した。この結果、歩行速度が3パターンいずれもこの装置の薬剤を投下調整する開き度合い(以下、開度)と投下量には有意な高い相関関係が認められた。得られた回帰式より10a当たりの散粒量を算定した(表-4)。この投下量は主に歩行速度によって多少するが、土質や乾燥程度によっても変化すると考えられる。便利な装置ではあるが、調整程度に難があるので、筆者のデータを参考にあらかじめ一定距離の投下量を計測したうえで、開度を調整し利用することをすすめたい。

表-4 播種機に装着した薬剤散粒装置による薬剤投下量

歩行速度 ^{a)} (上段:m/分, 下段:秒)	散粒装置 の開度	薬剤投下量 (g)		
		実測値 ^{b)} (5回の 平均値)	回帰式 による 算定値 ^{b)}	10a当たり 換算値 ^{c)}
75.2 (39.9)	0.5	18.5	15.0	1,202.0
	1.0	24.6	28.3	2,260.8
	1.5	40.7	41.5	3,319.7
	2.0	54.5	54.7	4,378.5
	2.5	68.1	68.0	5,437.3
59.8 (50.2)	3.0	82.3	81.2	6,496.2
	0.5	14.6	12.7	1,019.2
	1.0	24.8	27.9	2,232.3
	1.5	44.7	43.1	3,445.4
	2.0	56.8	58.2	4,658.6
49.5 (60.6)	2.5	74.4	73.4	5,871.7
	3.0	—	88.6	7,084.8
	0.5	23.6	19.6	1,567.6
	1.0	29.4	34.2	2,739.4
	1.5	47.5	48.9	3,911.3
	2.0	65.2	63.5	5,083.1
	2.5	78.4	78.2	6,255.0
	3.0	93.3	92.8	7,426.8

^{a)} 50 mを手押し歩行した場合の分速および経過時間。

^{b)} 50 mを手押し歩行した場合の投下量。^{c)} 圃場1,000 m²(20×50 m)に畝幅1 m、長さ50 mの畝を20本設け、1畝に4条播きしたと仮定した場合。登録薬量:6 kg/10 a。

おわりに

徳島県内ではノザワナ、ミブナ等の漬け菜類が秋冬期から春期にトンネルハウスで栽培されている。主に秋期と春期にアブラムシ類、冬期にヤサイゾウムシが発生する。トンネルハウスはビニルパイプハウスなどの施設とは異なり、被覆用のビニルに開けられた穴より換気がなされ、3月以降は気温の上昇とともにその穴も多くなる。アブラムシ類はその穴より侵入すると考えられるが、侵入阻止のために防虫ネットを利用することは構造上困難である。今後、他の防除対策を検討する予定である。

引用文献

- 1) 熊倉裕史ら (2003): 近中四農研報 2: 27 ~ 39.
- 2) ————ら (2005): 同上 4: 1 ~ 14.
- 3) 京都府農業総合研究所 (1997): 平成8年度近畿中国農業研究成果情報: 99 ~ 100.
- 4) 長坂幸吉ら (2003): 植物防疫 57(4): 169 ~ 173.
- 5) 竹内 純ら (2000): 関東東山病虫研報 47: 149 ~ 152.
- 6) 西東 力ら (1995): 応動昆 39: 127 ~ 134.
- 7) 田中 寛ら (1996): 関西病虫研報 38: 33 ~ 34.
- 8) 田中尚智 (1999): 耕種の防除法・資材 寒冷紗など(被覆、障壁)、農業総覧病虫害防除・資材編10, 防除資材便覧、農文協、東京、p. 987 ~ 992.