

被覆資材を利用した害虫管理

——べたがけ栽培による野菜の虫害回避技術から考える——

青森県りんご試験場県南果樹研究センター ^{むら}村 ^い井 ^{とも}智 ^こ子

はじめに

マルチ、寒冷紗、不織布、ネットなどの農業用資材は最近開発が著しく、その用途別に様々な資材を選択できるようになってきている。なかでも不織布は作物の生育をコントロールする資材として導入されていたが、小林ら(1989)、内山・岡安(1991)、小寺(1992)および村松(1995)は軟弱野菜のアブラムシ科針伝搬性ウイルス病対策としてのアブラムシ類の飛来回避、アブラナ科野菜のキスジノミハムシの茎葉食害防止、モンシロチョウ、カブラハバチ、コナガの被害低減に有効手段であると報告し、害虫管理に利用が可能であることを明らかにした。

現状では不織布のような被覆資材は「かければ虫が付かないことはあたりまえのこと」として扱われ、手軽に利用されている場合が多い。しかし、その使用により収穫物の形状が変化し、現状の流通体制の中では商品としての評価が得られない場合がある。また、同一の資材でも使用した作物や害虫により評価が様々に分かれる。

被覆資材は、害虫管理における使用法が体系的に十分確立されていないが、物理的な防除法に利用できると認識され始めており、今後はIPMの一端を担う技術を策定するうえで重要さが増すと考えられる。

そこで、物理的な防除法としてこれらの資材を栽培体系に組み込むためには、これから何を整理し、どのような課題が残されているのか、コカブにおける試験を例にして考えてみたい。コカブは根菜類として扱われているが、出荷形態は葉付きで行われ、商品評価は葉の品質も加味されるので、葉菜類的な要素も含んでいる野菜である。ここで報告する内容の一部は、筆者らが東北農業研究、北日本病虫害研究会で発表したもの(村井・豊川, 1991; 村井ら, 1991; 村井・石谷, 1993)を参考にまとめた。

Insect Pest Management with Row Covering Materials. How to Use the Nonwoven Fabrics for Insect Prevention on Leaf and Root Vegetables. By Tomoko MURAI

(キーワード: 物理的防除法, べたがけ, IPM, キスジノミハムシ)

I べたがけ資材とべたがけ方法

「べたがけ」は、最近ではかなり普及してきた言葉であるが、その用語の使い方が様々あり混乱する場面がしばしば見られるので、整理しておく。表記の仕方は「べたがけ」とすべてひらがなで表す。べたがけは単一の被覆形態を示すのではなく総称として用いられ、被覆形態によりそれぞれの用語で表現されることになっている(岡田, 1995)。それによると、べたがけは二つに分けられ、骨組みをまったく使わずに被覆資材を作物に直接かける「じかがけ」と簡単な骨組みを使い作物と被覆資材の間にわずかな空間を作る「うきがけ」である。「うきがけ」には「トンネルがけ」や「棚がけ」などが含まれる。

また、べたがけに利用する被覆資材は長^{ちようせんい}繊維不織布、割^{かつせんい}繊維不織布、寒冷紗、ネット類の4種類ある。

長繊維不織布は、ポリプロピレンやポリエステルを原料に作られた微細な糸を絡み合わせ熱融着させたり接着剤でシートを作る。割繊維不織布は、ポリビニルアルコールやポリエチレンを原料にして作ったプラスチックフィルムを1mm以下の繊維状に割り、縦横に熱や接着剤を使い層状に積み重ねてシートを作るものである。寒冷紗はビニロンやポリエステルを素材とし糸を平織りにして、強度は素材と糸の太さで変化する。ネット類は糸を平織、ラッセル編み、及びトリコット編みでできている。それぞれの種類の特徴は表-1に示した。

II べたがけ栽培による春まきコカブの虫害回避

青森県上北郡六戸町犬落瀬の青森県畑作園芸試験場で、コカブ(供試品種: 白鷹)を用い、キスジノミハムシの越冬成虫に対し、殺虫剤、殺菌剤、除草剤、および植物生育調節剤を使用せず表-2に示した耕種概要で試験を行った。キスジノミハムシの被害調査に用いた被害程度別基準および被害程度指数(以後、被害度と略す)の算出方法は表-3に示した。キスジノミハムシの発生消長は黄色水盤で調査した。

1 べたがけ資材の選定

コカブの生育を抑制せず、形状も変化することもなくかつキスジノミハムシの根部被害を回避できるべたがけ

表-1 ベたがけ資材の種類と特徴(岡田, 1995)

種類	主な素材	商品名の例	特徴および用途
長繊維不織布	ポリプロピレン ポリエステルなど	パオパオ パスライトなど	通気性が低く、昼間の温度上昇が大きい。夜間、風速の大きいときに被覆下の気温が、外気温よりも低下することがある。安価だが、耐候性は低い。低温期の生育促進と防虫。高温期の使用は不可。作物が軟弱化する傾向があるので、凍霜害防止に利用する場合は注意。
割繊維不織布	ポリビニルアルコール ポリエチレンなど	タフベル ワリフなど	昼間の温度上昇は、長繊維不織布に比べて小さいが、夜間に内外気温差が逆転するようなことはない。耐候性は高く、特にポリビニルアルコール製のものは、7年以上の使用実績もある。生育促進と防虫。長繊維不織布よりも、やや温暖な時期まで使用可。ポリビニルアルコール製のものは、凍霜害防止に利用可。
寒冷紗	ビニロン ポリエステルなど		通気性が高く、遮光率の異なるものが用意されているので、遮光、高温抑制、防虫、防風に適する。凍霜害防止効果も高い。
ネット類	ポリエチレン ポリエステルなど		通気性が最も高く、遮光作用もあるので、高温期の防虫、高温障害対策、防風に適する。

表-2 耕種概要

1. 栽植様式：畝幅 160 cm, 株間 15 cm, 条間 15 cm 7条植え
2. 施肥量：窒素 1.3, リン酸 2.0, カリ 1.3 kg (kg/a) 牛ふん稲わら堆肥 200 kg
3. 土壌改良資材：苦土タンカル 45, 苦土重焼リン 19 (kg/a)

表-3 キスジノミハムシ被害程度指数算出基準

被害程度 指数	$\frac{4NA + 3NB + 2NC + ND}{4(NA + NB + NC + ND + NE)} \times 100$
A: 被害面積は表面積の11%以上の株数	
B: " 5~10%の株数	
C: " 2から4%株数	
D: " 1%以下の株数	

資材を選定するために、1990年に試験を行った。播種時期の4月中旬は寒暖の差が激しく、また、風速10m以上の強風が続くことも多いので、気象条件を緩和するような保温性や通気性がある資材を供試した。供試資材は長繊維不織布のパスライト、パオパオ90、パオパオ85、スカイテック(E1015)、割繊維不織布のタフベル(3000N)、トリコット編みのネットのサニーセブンである。べたがけ方法はじかがけで、4月19日に播種したコカブの播種面に沿い各種資材をべたがけた。また、べたがけを行わない無被覆区(以後、無被覆とする)を設けた。

べたがけ期間は播種から5月18日までの29日間である。

調査は播種52日後の1990年6月8日に各処理区を一斉収穫し、キスジノミハムシの根部被害について被害株率と被害度を求めるとともに生育調査を行った。

キスジノミハムシによる根部の被害は、無被覆では被害株率68.5%、被害度53.0であった。べたがけ処理の中で長繊維不織布のパスライト、パオパオ85、スカイテックでは被害が全く認められなかった。トリコットのサニーセブンは被害株率3.0%、被害度2.5であった。長繊維不織布の中ではパオパオ90のみが被害株率12.5%、被害度9.0と被害が発生した。供試資材の中で

最も被害が多かったのは割繊維不織布のタフベル(3000N)、で被害株率96.0%、被害度73.0であり、無被覆よりも被害は多くなった。

収穫時の生育状況は、無被覆に比べ、べたがけに供試した各資材下では草丈、葉重、根重とも勝っていた。なかでも根重は無被覆が55gであったのに対し長繊維不織布の各資材は105~118gとなり、191~215%の増加となった。トリコットのサニーセブンは地上部の生育が軟弱徒長ぎみであった。

べたがけ資材は表面に透光率や通気を調節するために多数の孔が開いており、大きさや数により用途別に資材を選択できる。特に寒冷紗やタフベルでは目合いの大きさが規格により異なり、使用目的にあった資材を選定しなければならない(表-5)。

村松(1995)は、キスジノミハムシの侵入程度をべたがけ資材別に2日間プラスチックチャンバーを用いて放飼し調査したところ、長繊維不織布(パオパオ90、パスライト)は侵入が認められず、寒冷紗(クレモナ#300、サンサンネットN2000)と割繊維不織布のタフベル(3800N)ではわずかに侵入が見られ、割繊維不織布のワリフHSでの侵入は最も多かった。このことから、被害の発現には資材の目合い(繊維の合わせ目が作るすき間)の大きさとキスジノミハムシの体の大きさが関与し

表-4 春まきコカブの収穫時生育調査(6月8日:播種後52日目)
(村井・豊川, 1991)

資材	葉数 (枚)	草丈 (cm)	根長 (cm)	葉重 (g)	調整重 (g)	根重 (g)	根径 (mm)
パスライト	11	29	6	62	165	105	68
パオパオ 90	12	32	6	77	177	108	59
パオパオ 85	11	30	6	67	169	105	58
スカイテック	12	32	6	79	187	118	60
タフベル	11	31	6	74	147	81	55
サニーセブン	11	31	6	85	172	99	58
無被覆	11	26	5	59	112	55	47

調整重は根重に生葉を25cm付けた重さ。

表-5 供試資材の概要(1989)(内山・岡安, 1991 抜粋)

供試資材	素 材	製 法	目合い* (mm)
パオパオ 90	ポリプロピレン	長繊維不織布	2.0
タフベル 3000 N	ポリビニールアルコール	割繊維不織布	2.0
パスライト	ポリエステル	長繊維不織布	1.0
マリエース	ポリエステル	長繊維不織布	0.5
寒冷紗 #300	ビニロン	平織	1.04*
寒冷紗 F 1000	ビニロン	平織	0.95*
サニーセブン	ポリエステル	トリコット編み	0.5
ワリフ	ポリエステル	割繊維不織布	2.0
ダイオネット #100	ポリエチレン	平織	2.0
サンサンネット #3800	ポリエチレン	カラミ織	2.5

目合い*: カタログ記載の数字, 他は測定値(最大値)。

ていると報告している。

タフベルについては異なった結果が得られたが、二つの試験で違っていたのはタフベル型番である。タフベルの間隙率(フィルムや布全体の面積に対するすき間の面積の割合)は型番が3000 Nでは50~55%程度、型番が3800 Nでは40~45%程度と異なっており、目合いも3800 Nは3000 Nよりもやや密である(メーカー資料)。また、被害がなかった長繊維不織布は間隙率が39~43%程度である。間隙率が高いとキスジノミハムシは侵入する傾向があるので、通気用に開いている孔の大きさや並びにより侵入程度が異なると推察された。また、無被覆よりタフベル3000 Nをべたがけした場合に被害が大きくなったのは、べたがけ内では最低気温の低下が抑制されることや地温が上昇することが知られており、成虫の産卵や根部を加害するキスジノミハムシの幼虫の生息にも都合がよかったものと推察され、4月播種ではコカブの地際部に産卵する成虫の侵入を阻止しなければ被害は発生することが示された。

コカブの生育は供試資材でべたがけをすると4月中旬播種でも促進されており、中でも長繊維不織布は根部の肥大が優れていた。

したがって、青森県において4月中旬播種コカブにべたがけ資材として長繊維不織布を用いるとキスジノミハムシの被害は抑制され、生育も促進できることが示された。しかし、べたがけの作業性を加味すると長繊維不織布の中ではスカイテック E 1015 は破れやすく取り扱いに注意しなければならないので、露地の使用には不適と考えられた。

今後は孔やすき間の形状や資材の材質が対象害虫の行動にどのような制約を与え侵入が回避されるか検討を行うと、より性能の良い回避資材ができるかもしれない。

2 被覆期間の検討

キスジノミハムシは青森県では成虫態で越冬し(木村, 1992)、春先に播種されるアブラナ科の野菜には越冬地から飛来して地上部の葉を食害したり、越冬成虫に由来する幼虫により地下部が加害される。木村(1992)は5月中旬に採取した越冬成虫の産卵活動について調べ、産卵は採集直後から行われることや、気温の上昇により促され下降より抑えられることを報告している。そこで、根部の被害をなくすために越冬成虫の飛来を回避し、産卵を防ぐために、どれだけの期間をべたがけしなければならぬのか1990年に検討を行った。

4月19日に播種し、直ちにパスライト(素材:ポリエステル, 透光率85%, 重量15g/m², 幅210cm)で播種面にじかがけし、裾は地中に埋め込んだ。

べたがけ期間は播種から0(無被覆), 20, 25, 27, 29, 35日間, および栽培全期間(播種から50日)とした。6月8日(播種後50日目)に一斉収穫し, 15株について調査を行った。

キスジノミハムシによる根部の被害株率はべたがけ期間が0(無被覆)及び20日で100%, 25日で93%, 27日で67%, 29日で18%, 35日および50日(全期間被覆)で0%とべたがけ期間が長くなるにつれて低下した。また被害度もべたがけ期間が0(無被覆)および20日で100, 25日で60, 27日で28, 29日で3, 35日および50日(全期間被覆)で0とべたがけ期間が長くなるにつれて低下した。27日間のべたがけ期間で被害株率93%で被害度28となったが, 根部の被害は被害程度「A」, 「B」, 「C」に相当し販売には適さなかった。

栽培期間のキスジノミハムシの発消長は, 5月3及び4半旬に越冬成虫の発生が認められた。この発消長とべたがけ期間を合わせてみると, 播種から31日間の

うちにべたがけを除覆した区に越冬成虫が飛来していることを示している。この期間の被害株率の推移を見ると、除覆時期が早いほど被害株率、被害度は高くなっており、キスジノミハムシの飛来と産卵が回避できなかったことと一致している。

したがって、根部の被害を回避するためには、越冬成

虫の発生が終息するまでべたがけを行う必要があり、1990年4月中旬は種では、べたがけ期間が35日以上必要であったと考えられた。また、べたがけ期間が25日間から29日間の間に被害株率の低下もさることながら、被害度の低下が著しい。これはこの期間に相当する5月14日から18日までの4日間に確証はないがキスジノミハムシの飛来や産卵活動に何らかの変化

が起きたのではないかと推察され、キスジノミハムシの生態のみならず、産卵される作物の状態についても検討しなければならないと考えられた。

3 播種期とべたがけ期間およびその生育への影響

春まきコカブにべたがけを行うと生育の促進がはかられ、播種期の前進が可能になった。木村(1992)は青森県における越冬成虫の活動再開時期は5月中旬以前と推察しているが、キスジノミハムシの活動は気象要因により変動することを指摘している。気象に影響をうけるキスジノミハムシの越冬成虫の活動に対し、播種期が移動しても飛来を回避するべたがけ期間を明らかにするため1991年と1992年に播種期を変えて検討した。1992年には同時にべたがけ期間がコカブの生育をどのように変化させるのかについても検討した。

播種は1991年4月17日、27日、5月7日と1992年4月8日、18日、5月8日に行い、播種後、パスライトをじかがけし、裾は地中に埋め込んだ。べたがけ期間を1991年は播種から20、25、30、35日間、1992年は播種から20、25、30、35、40日間とし、無被覆も設置した。

被害調査はべたがけ除覆後根径が60mmに達したときに処理ごとに収穫をし、それぞれ50株について調査した。

根部の被害が認められなかったのは、1991年は4月17日播種では25～35日間、4月27日播種では30～35日間、5月7日播種では30～35日間、1992年は4月8日播種

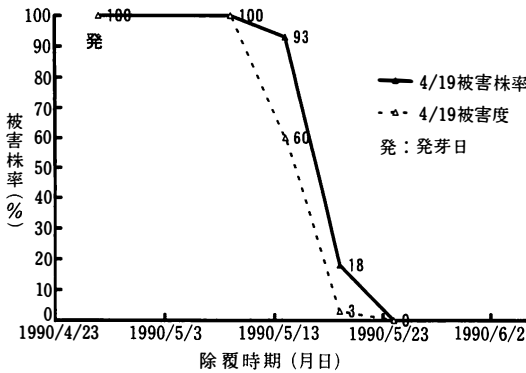


図-1 キスジノミハムシによるコカブの被害とべたがけ除覆時期 (1990)

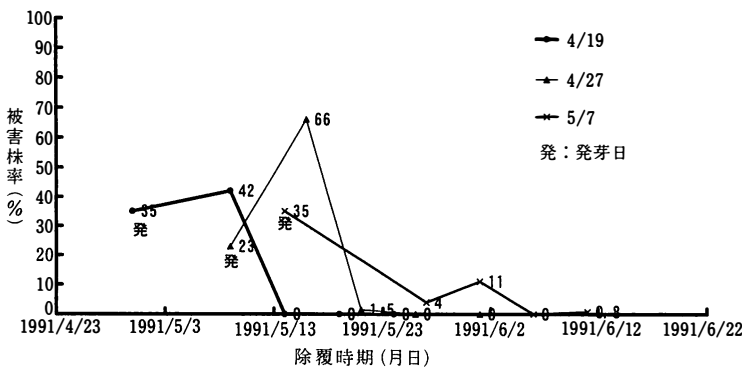


図-2 キスジノミハムシによるコカブの被害と各播種期のべたがけ除覆時期

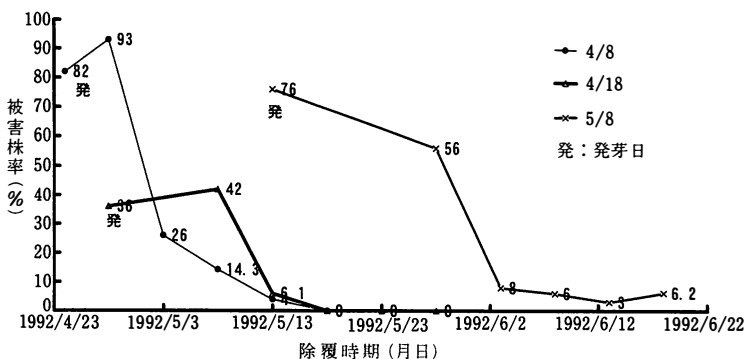


図-3 キスジノミハムシによるコカブの被害と各播種期のべたがけ除覆時期 (1992)

では40日間、4月18日播種では30~40日間のべたがけ期間であった。被害は見られるものの5月8日播種では30~40日間のべたがけで被害株率は3~6%に減少していた。

これらのべたがけを除覆した時期は1991年は5月12日、27日、6月6日、1992年は5月18日であり、1991年5月27日、6月6日以外は黄色水盤による発消長でキスジノミハムシは誘殺されていた。これでは、べた

がけが障壁として作用し越冬成虫の飛来を回避することだけでは説明がつかない。なぜ、キスジノミハムシの発生中に除覆しても被害が起きなかったのだろうか？ 5月13日に発芽した5月8日播種コカブは同日べたがけを除覆した4月8日および18日播種コカブより被害株率は高くなっている。これはコカブの加齢の目安となる葉数の推移から、4月8日および18日播種コカブでは4~6枚であったのに対し、5月8日播種コカブでは本葉が出ていなかった。春本ら(1941)は、キスジノミハムシの成虫はダイコンの子葉を好んで食害すると指摘したが、コカブでも成虫の選好性が影響して生育ステージの若いコカブに寄生が集中したのではないかと推察され、コカブのステージが進んでからべたがけをとると寄生されにくくなるのではないかと考えられた。

同時に行った生育調査から、べたがけをすると播種期を問わず生育初期から生育が促進され、生育期間中は無被覆よりも生育は旺盛であったことが示された。播種期が異なるコカブを同じ日に除覆した場合にコカブの生育には大きな違いがあった。このことから、不織布の役割は直接的な防虫だけでなく、生育促進効果により生育ステージを調節し間接的に被害を低減させたことも大きいと考えている。

これは推論であるが、キスジノミハムシの産卵は気温により影響を受けることから、春先の不安定な気温では産卵も継続して行われぬのではないかと。また、べたがけで生育が促進されることにより在圃期間が短くなり、収穫近いコカブに産卵してもふ化や被害があまり目立たない前に収穫されることも、成虫がいても被害が確認できない理由ではないかと考えている。

4 まとめ

春まきコカブのキスジノミハムシ越冬幼虫の被害を殺虫剤を用いずに回避するため

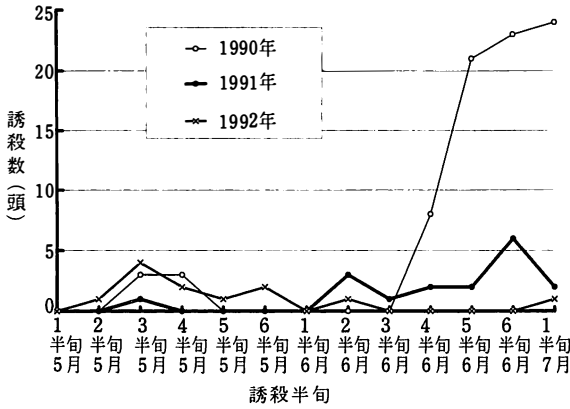


図-4 黄色水盤によるキスジノミハムシの誘殺消長

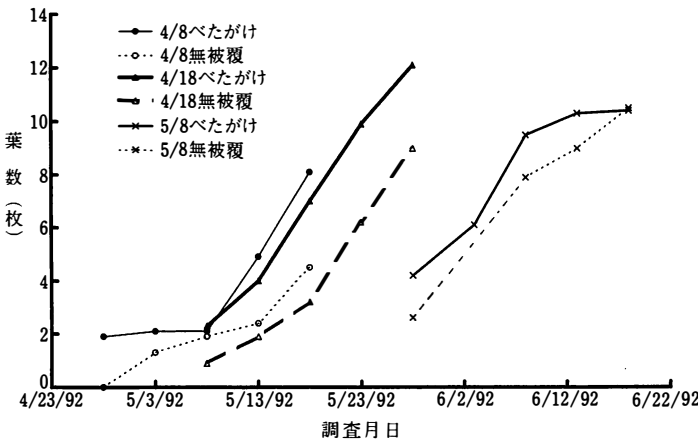


図-5 べたがけ下におけるコカブ葉数の推移

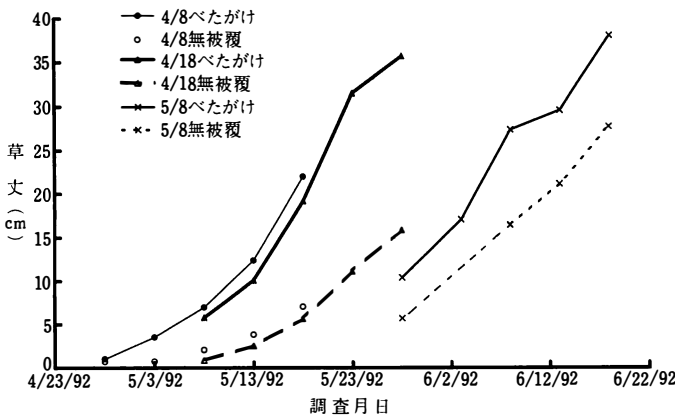


図-6 べたがけ下におけるコカブ草丈の推移

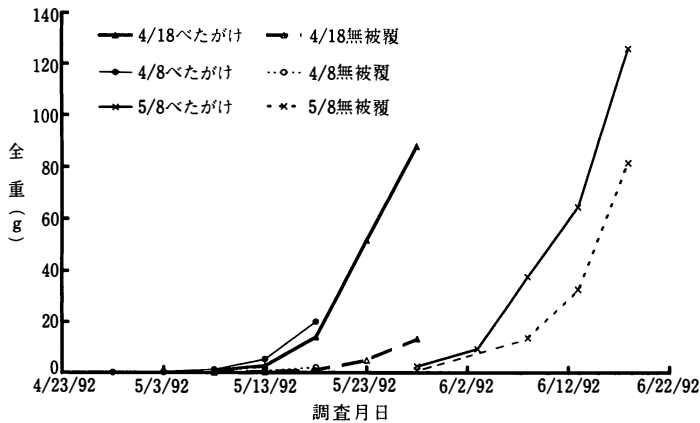


図-7 ベたがけ下におけるコカブ全重の推移

に、べたがけの使用を検討してきた。

その結果、青森県では長繊維不織布でじかがけし、4月上旬播種では播種から35~40日間、4月中旬~5月上旬播種では播種から30~35日間のべたがけ期間で越冬成虫の被害を回避できることが明らかになった。

今回のように、無農業条件下でべたがけによる回避技術が作出できたのは、対象害虫がキスジノミハムシの越冬成虫であり、盛夏のような土壌由来の幼虫がいなかったことによる。さらにほかの病害虫の発生が少ないことや、春まき栽培で気温が上昇する時期であり、べたがけの生育促進効果が発揮されやすい条件があったことなど、青森県の気象条件によるものが大きい。

キスジノミハムシに対する防除は、土壌中に幼虫がいる圃場に播種する場合や成虫の発生量が多い場合など、春先の越冬成虫以外の世代についてはべたがけだけでは回避できない。したがって、最小限の殺虫剤は使用せざるを得ないが、今後は多様な防除法を組み合わせるようになるであろう。また、秋に発生する越冬成虫は産卵のある時期で停止するので、再度べたがけを利用できる可能性があるかが今後の検討課題である。

おわりに

べたがけは、手軽にできる技術である。しかし、資材の選び方や使い方次第で得られる結果はまったく異なるので、べたがけ資材の特性を十分理解して使用することが大切である。

今後、べたがけが害虫管理に用いられるためには、①対象害虫の行動を阻害する資材のメカニズムの解明、②害虫の生活史のどの時期に回避技術として利用できるか、③べたがけ下の微気象の変化が害虫の生育にどんな影響を与えるか、④防除対象外の病害虫の発生を助長しないか、を明らかにしていかなければならない。また、さらに、べたがけ資材を含め農業資材の多くは農作物の生育を調節する技術であり、対象作物の生育や形状の変化を評価することが重要である。防除技術の確立には栽培や気象など、他分野との協力が必要である。

べたがけのような物理的な防除技術は、

IPMの中では多様な防除技術の中に含まれるが、これまでの試験の多くは防除効果試験であった。資材と害虫と対象作物の関係をうまく整理しているものは少ない。整理の糸口となるのは、農業生産の流れの中にあると考えている。現在の生産技術体系の中にIPM(総合的病害虫管理)に相当する技術が多く含まれていることに、意外と気付いていないのかもしれない。これまでに開発された農業資材や施設また抵抗性品種を導入した栽培は、すでに地域的な特徴もふまえた栽培技術として導入されている。これらの技術について病害虫管理の視点から評価を行うと、開発が必要な技術が明らかになるのではないだろうか。また、様々な栽培技術を評価することで地域や季節が異なってもIPMの技術について実証が容易に行えるのではないかと考えている。

引用文献

- 1) 春山忠吉ら (1941): 応用動物学雑誌 13 (3, 4): 175~176.
- 2) 木村利幸 (1992): 青森県農業試験場研究報告 32: 84~94.
- 3) 小林 保ら (1989): 兵庫県立中央農技センター研報 [農業編] 37: 71~78.
- 4) 小寺孝治 (1992): 東京都農試研報 24: 71~79.
- 5) 村井智子ら (1991): 東北農研 44: 233~234.
- 6) ———・豊川幸穂 (1991): 北日本病虫研報 42: 155~157.
- 7) ———・石谷正博 (1993): 同上 44: 148~150.
- 8) 村松 功 (1995): 農及園 70 (7): 59~65.
- 9) 岡田益巳 (1995): 施設・資材, 農業技術体系野菜編 12 巻 農文協 49~56 の 2.
- 10) 内山聡子・岡安 正 (1991): 埼玉園試研報 18: 37~50.