

宮城県のダイズ主要病害虫の IPM 体系に関する研究

1. 近年の病害虫発生の特徴と防除対策

小野 亨, 笹原剛志¹⁾, 城所 隆²⁾, 加進丈二, 辻 英明, 星 信幸

Studies of Integrated Pest Management System of the Major Insect Pests and Diseases of Soybean in Miyagi Prefecture

1. Recent Occurrence and Control of Soybean Insect Pests

Tohru ONO, Masashi SASAHARA¹⁾, Takashi KIDOKORO²⁾, Joji KASHIN, Hideaki TSUJI and Nobuyuki HOSHI

抄 録

近年の宮城県北部におけるダイズ子実害虫を調査したところ、主要種はフタスジヒメハムシとマメシンクイガであった。従来、宮城県における子実害虫として、吸実性カメムシ類、ダイズサヤマバエおよびマメシンクイガが問題視されてきたが、ダイズの栽培環境の変化に伴い、害虫相が変化したものと考えられた。フタスジヒメハムシの被害はダイズの作付初年目から多く、マメシンクイガの被害はダイズの作付4年目以降に多いことが明らかになった。そこで、主要な子実害虫2種と重要病害である紫斑病を対象にした防除体系の開発を試みたところ、フタスジヒメハムシに対してはチアメトキサム水和剤の種子塗抹処理とシベルメトリン乳剤の茎葉散布の体系防除が効果的であり、マメシンクイガに対してはダイズ作付1～3年目であれば殺虫剤散布を省略し、作付4年目以降の場合はシベルメトリン乳剤の茎葉散布によりマメシンクイガとフタスジヒメハムシの同時防除を実施するのが効率的と考えられた。紫斑病に対しては、抵抗性の強い品種「ミヤギシロメ」の選定が最も有効であるが、「タンレイ」など抵抗性の弱い品種の場合は、作付初年目の圃場の選定が有効と考えられた。次に、近年問題となっているジャガイモヒゲナガアブラムシの後期多発型発生に対する被害解析を行ったところ、葉の被害面積率と落葉率は発生ピーク時の密度に比例して増加し、密度と子実重の間には負の比例関係が認められた。また、本種の後期多発型発生に対する茎葉散布剤として、アセフェート水和剤、アセフェート水溶剤、ピフェントリン水和剤、クロチアニジン水溶剤およびペルメトリン乳剤が、効果が高く速効性があることが明らかになった。以上の結果から、ダイズの主要な病害虫に対する IPM (Integrated Pest Management: 総合的有害生物管理) 体系を提言する。

【キーワード】 IPM, 総合的有害生物管理, ダイズ, フタスジヒメハムシ, マメシンクイガ, 紫斑病, ジャガイモヒゲナガアブラムシ

key word: *Aulacorthum solani*, IPM, *Leguminivora glycinivorella*, *Medythia nigrobilineata*, soybean

緒 言

宮城県におけるダイズの作付面積は、2008年で12,136haと北海道に次いで第2位となっており、全国でも屈指のダイズの主産地である。高品質、安定生産など実需者ニーズにあったダイズの生産体制の構築は重要であり、病害虫に対する適切な防除体系を確立する必要がある。

近年のダイズ栽培は、水田転換畑における作付が主体であり、また団地化の促進によりダイズ圃場は

集積され、数ha規模のまとまりで栽培されることが多くなった。かつては、雑木林や里山に隣接した小規模な普通畑における栽培が多く、その頃と比較してダイズの栽培規模や立地環境は大きく変化した。それに伴い子実や莢を加害する害虫の種類の変化や葉を吸汁するアブラムシ類の突発的な異常多発が認められるようになった。

2001年以前のダイズ栽培においては、ダイズサヤマバエ *Asphondylia yushimai*, マメシンクイ

が *Leguminivora glycinivorella* および吸実性カメムシ類などが主要な子実害虫であったが^{2) 6) 22)}、近年はマメシクイガによる被害と並んで、フタスジヒメハムシ *Medythia nigrobilineata* による黒斑粒の発生が問題となっており、ダイズサヤタマバエや吸実性カメムシ類による被害は少なくなった。

水田転換畑においては、ダイズを1～2年栽培し、水稻やムギ類と輪作することが多く、マメシクイガのような連作により増加する害虫は問題とはならないことが多い。しかし、一部の圃場においてダイズの連作が行われており、マメシクイガによる被害が深刻な問題となっている。宮城県においては、子実害虫を重視した殺虫剤散布が行われていることから、近年の子実害虫の発生実態を明らかにし、それに即した防除体系を構築することは重要な課題である。

子実での発生が問題となっている病害として紫斑病が挙げられ、生産現場においては紫斑病を対象に1～2回の殺菌剤散布が行われている。なぜなら、宮城県の主要品種である「タンレイ」の紫斑病抵抗性は「中」であり、年次によってはその多発が問題となっているためである。しかし、もう一つの主要品種である「ミヤギシロメ」は、紫斑病に対する抵抗性が「強」であり、薬剤防除を行わなくても、紫斑粒の発生は極めて少ないことが明らかになっている²¹⁾。

ダイズにおける環境保全型農業を推進する上で、これらの栽培体系や病害虫の発生生態、品種特性を考慮したIPM (Integrated Pest Management: 総合的有害生物管理) 体系の確立は重要な課題である。IPMは、病害虫の発生しにくい環境の整備、防除要否およびタイミングの判断、多様な手法による防除の取り組みが基本となる。ダイズにおいてIPMを適用するには、水田輪作、抵抗性品種の利用などの耕種的防除法と殺虫剤・殺菌剤による効率的な化学的防除法の組み合わせが考えられ、更に単一種に対するIPMにとどまらず、複数の病害虫を総合的に防除するIPM体系を確立することが、特に子実病害虫に対しては不可欠と思われる。

近年の宮城県のダイズにおいては、上述の病害虫に加え、吸汁性害虫のジャガイモヒゲナガアブラムシ *Aulacorthum solani* の突発的な発生も問題となっており、本種に対する対策もIPM体系に加える

必要がある。本種は、北海道や青森県、岩手県北部の地域において、ダイズわい化病の媒介虫として重視されているが、宮城県においては本種が媒介するわい化病ウイルスのYS系統が分布していないことから⁴⁾、1999年まではほとんど問題になることはなかった。しかし、2000年と2001年に本種の異常多発による吸汁被害が発生したことから、それ以降は重要害虫に位置づけられるようになった。この時の発生の特徴は、ダイズの生育後期(8月以降)に異常多発し、吸汁害により葉が黄化および褐変し、早期落葉した圃場が県内広域的に多数認められたことであった¹¹⁾。また、早期落葉による収量低下の影響も認められた¹⁰⁾。本種のこのような発生を、「後期多発型発生」と呼ぶこととする。本種の後期多発型発生は、全国的にも希な現象であり報告も少ないが、奥羽山脈を挟んで西側に位置する山形県においても、2000年と2001年に同様の異常多発が観察された^{18) 20)}。また、本種の後期多発型発生による小葉の黄化、褐変、落葉の被害および収量との関係については2000年に調査されたが^{10) 28)}、本種の寄生密度と葉の被害面積率、収量との定量的な関係については明らかになっていない。

ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する殺虫剤の防除効果については、異常多発初年目の2000年にMEP剤等の有機リン系殺虫剤を1～2回散布した圃場においても、多発が観察されており、殺虫剤散布の効果が十分に得られていない事例が認められた。山形県においても、MEP、MPP粉剤等の有機リン系殺虫剤で十分な効果が得られていない事例が認められた^{18) 26)}。2000年以降、本種の後期多発型発生に対する殺虫剤の防除試験が実施されたが^{1) 25) 26) 27) 29)}、効果について明らかにされていない薬剤も多く、効果の高い殺虫剤を選定することは重要な課題である。

以上のことから、近年の宮城県におけるダイズ病害虫の被害の実態を明らかにし、効率的な防除体系を構築することは重要な課題である。そこで、短期的には年次変動が小さく、ダイズの基幹防除の対象となる子実病害虫に対するIPM体系を確立するための研究として、1. 子実害虫による被害の実態およびダイズ作付年数と被害量の関係、2. 主要な子実病害虫に対する耕種的防除法と化学的防除法を組

み合わせた IPM 体系の構築について検討した。更に、年次変動が大きく突発的に発生するジャガイモヒゲナガアブラムシに対しては、防除要否の判断に基づき緊急的な追加防除を行う必要があるため、3. ジャガイモヒゲナガアブラムシの発生密度と吸汁被害の定量的な関係、4. ジャガイモヒゲナガアブラムシに対して効果の高い殺虫剤の選定について検討したので報告する。

本文に先立ち、現地圃場の選定および調査にご協力下さったダイズの生産者と宮城県大崎農業改良普及センターの方々に感謝の意を表す。

なお、本報告の内容の一部については北日本病害虫研究会報において発表済みである^{12) 15) 16)}。

材料および方法

1. 子実害虫による被害の実態およびダイズ作付年数と被害量の関係

宮城県北部の子実害虫による被害の実態調査は、2004～2007年の4年間、大崎市、加美郡加美町および加美郡色麻町の現地圃場からダイズを採集して行った。現地圃場は、転換畑で団地化された地域を選定したが、大区画圃場(0.5ha以上であり、1haが一般的)の他に一般区画圃場(0.5ha未満であり、0.1～0.3haが一般的)も含まれた。調査圃場数は、2004年10圃場、2005年20圃場、2006年17圃場、2007年12圃場である。各圃場からのダイズの採集は、収穫期に圃場中央部の4ヶ所から1ヶ所あたり5本(1圃場あたり20本)を無作為に刈り取り、自然乾燥した後に室内で莢の分解調査を行い、被害の特徴から加害種別の被害粒率または被害莢率を調査した。なお、フタスジヒメハムシの莢加害により発生した黒斑粒と腐敗粒も、直接子実を加害したものではないが、子実被害とした。

子実害虫による被害量とダイズ作付年数の関係については、2004～2007年の実態調査の他に、2008年に調査した5圃場も加えた。なお、生産者の聞き取り調査によりダイズ作付年数が明らかになった圃場のデータだけを用いて、アークサイン変換後に Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った。

なお、殺虫剤の散布について、聞き取り調査で明らかになった54圃場の殺虫剤の使用成分数は、平均2.1成分(最小0～最大3)であった。使用され

た有効成分は有機リン系の MEP 剤と合成ピレスロイド系のエトフェンプロックス剤が多かった。

2. 主要な子実害虫に対する IPM 体系の確立

2008年に宮城県古川農業試験場内のダイズ圃場において試験を行った。本試験においては、主要な子実害虫であるフタスジヒメハムシとマメシクイガの他に、本県の重要病害である紫斑病も含めて、IPM 体系の確立を試みた。試験区の構成を第1表に示した。マメシクイガと紫斑病の被害に対する輪作体系の効果を検証するため、ダイズの作付1年目と作付5年目の2圃場を用いた。また、宮城県の主要品種である「ミヤギシロメ」と「タンレイ」は、紫斑病に対する抵抗性の強度が異なることから²¹⁾、両品種を用いて紫斑病に対する品種抵抗性の効果を検証した。化学的防除法については、チアメトキサム水和剤の種子塗沫処理がフタスジヒメハムシに対して効果が大きく⁵⁾、シペルメトリン乳剤の茎葉散布がフタスジヒメハムシとマメシクイガの両種に対して同時防除が可能であることから²³⁾、両剤を組み合わせた防除体系の区を設けた。紫斑病に対しては、アゾキシストロビン水和剤が高い効果を示すことから²¹⁾、この薬剤を供試する区を設けた。なお、現地の生産現場において一般的に行われている慣行防除区として、チウラム水和剤の種子塗沫処理、エトフェンプロックス乳剤、MEP 乳剤およびイミノクタジンアルペシル酸塩水和剤の茎葉散布を行った。また殺虫剤・殺菌剤無使用の無処理区を設けた。

区の面積および区制は、1.0a/区であり、反復は設けなかった。播種日は5月23日であり、畦幅75cmで播種した。茎葉散布剤のシペルメトリン乳剤(2,000倍)とエトフェンプロックス乳剤(1,000倍)は9月1日に、アゾキシストロビン水和剤(2,000倍)とイミノクタジンアルペシル酸塩水和剤(1,000倍)は9月2日に、MEP 乳剤(1,000倍)は9月9日に、ブームスプレーヤを用いて散布した。

フタスジヒメハムシの越冬世代成虫による葉の食害は、6月16日に40株(80本)の初生葉(160葉)について調査を行った。また、この時点での殺虫剤の影響については、チアメトキサム水和剤の使

用の有無のみであり、本剤を処理した8区と無処理の8区に分けることができることから(第1表)、チアメトキサム水和剤の使用の有無の違いで、越冬世代成虫による被害率のデータをまとめた。

病害虫による子実被害については、収穫期(「タンレイ」: 11月5日、「ミヤギシロメ」: 11月14日)に20本/区を刈り取り、自然乾燥した後に室内で莢の分解調査を行い、害虫による被害の特徴から加害種別の被害粒率と被害率を調査した。なお、害虫による被害については、殺菌剤および品種の違いによる影響はないものと見なし、使用した殺虫剤の種類およびダイズ作付年数が同じものは反復と見なし、7種類の区に分けた(第2表)。

紫斑病に対しては、害虫による子実被害の調査後に、健全粒数と紫斑病の発病粒数を調査し、発病粒率を算出した。なお、紫斑病の発生に対しては、殺虫剤の影響はないものと見なし、使用した殺菌剤の種類、品種およびダイズ作付年数の違いで、14種類の区に分けた(第3表)。

次に、2009年の宮城県古川農業試験場内のダイズ圃場において、チアメトキサム水和剤の種子塗沫

処理とシペルメトリン乳剤の茎葉散布、それぞれの効果を調査する試験を行った。チアメトキサム水和剤は、播種2日前に種子1kgあたり3mLを種子塗沫処理し、シペルメトリン乳剤は、9月4日に2,000倍液、200L/10aを背負い式動力噴霧器を用いて散布した。区の面積と区制は、33.8m²/区の3連制とした。播種は、5月28日に畦幅75cmで人力播種機で行った。品種は、「タンレイ」を用いた。

チアメトキサム水和剤の効果試験においては、越冬世代成虫を対象に、播種15日後(6月12日)に100本/区の成虫数および被害葉数を見取り調査した。また、第1世代成虫を対象に7月27日と8月7日に、第2世代成虫を対象に9月8日と9月16日に、30本/区の払い落とし調査を行った。シペルメトリン乳剤の効果試験においては、殺虫剤の散布直前(9月4日)、散布4日後(9月8日)、および散布12日後(9月16日)に、30本/区の払い落とし調査を行った。子実被害については、両薬剤とも10月23日に10本/区を刈り取り、自然乾燥した後に室内で莢の分解調査を行い、被害莢と被害粒(黒斑粒と腐敗粒)を調査した。

第1表 主要な子実病害虫に対するIPM体系の確立のための試験区の構成

ダイズ作付年数	品 種	薬剤防除	初期防除		CY	AZ	慣行防除			
			農薬成分数	チアメトキサム水和剤	チウラム水和剤	シペルメトリン乳剤 2,000倍	アゾキシストロビン水和剤 2,000倍	エトフェンプロックス乳剤 1,000倍	MEP乳剤 1,000倍	イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤 1,000倍
1年目	ミヤギシロメ	初期+CY	3	○	○	○				
		初期+AZ	3	○	○		○			
		初期防除	2	○	○					
		慣行防除	4		○			○	○	○
		無処理	0							
	タンレイ	初期+CY+AZ	4	○	○	○	○			
		初期+AZ	3	○	○		○			
		初期防除	2	○	○					
		慣行防除	4		○			○	○	○
		無処理	0							
5年目	ミヤギシロメ	初期+CY	3	○	○	○				
		慣行防除	4		○			○	○	○
		無処理	0							
	タンレイ	初期+CY+AZ	4	○	○	○	○			
		慣行防除	4		○			○	○	○
		無処理	0							

注1) 薬剤一般名: 商品名(屋号抜き) チアメトキサム水和剤: クルーザー FS30, チウラム水和剤: キヒゲン R-2フロアブル, シペルメトリン乳剤: アグロスリン乳剤, アゾキシストロビン水和剤: アミスター 20フロアブル, エトフェンプロックス乳剤: トレボン乳剤, MEP乳剤: スミチオン乳剤, イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤: バルクート水和剤。

注2) 初期防除は種子塗沫処理を行い、茎葉散布剤(CY、AZ、慣行防除)はブームスプレーヤを用いて散布した。

注3) 薬剤散布日: 9月1日(シペルメトリン乳剤, エトフェンプロックス乳剤), 9月2日(アゾキシストロビン水和剤, イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤), 9月9日(MEP乳剤)。

第2表 子実害虫に対するIPMのための試験区の構成

区名	ダイズ 作付年数	殺菌剤による防除		反復
		種子塗沫処理	茎葉散布	
体系防除 (1年目)	1年目	チアメトキサム水和剤	シベルメトリン乳剤	2
慣行防除 (1年目)		—	エトフェンブロックス乳剤+MEP乳剤	2
初期防除 (1年目)		チアメトキサム水和剤	—	4
無処理 (1年目)		—	—	2
体系防除 (5年目)	5年目	チアメトキサム水和剤	シベルメトリン乳剤	2
慣行防除 (5年目)		—	エトフェンブロックス乳剤+MEP乳剤	2
無処理 (5年目)		—	—	2

第3表 紫斑病に対するIPMのための試験区の構成

区名	品 種	ダイズ 作付年数	殺菌剤による防除		反復
			種子塗沫処理	茎葉散布	
TH + AZ (ミヤギシロメ・1年目)	ミヤギシロメ	1年目	チウラム水和剤 (TH)	アゾキシストロピン水和剤 (AZ)	1
TH + IM (ミヤギシロメ・1年目)			チウラム水和剤 (TH)	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤 (IM)	1
TH (ミヤギシロメ・1年目)			チウラム水和剤 (TH)	—	2
無処理 (ミヤギシロメ・1年目)			—	—	1
TH + IM (ミヤギシロメ・5年目)	ミヤギシロメ	5年目	チウラム水和剤 (TH)	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤 (IM)	1
TH (ミヤギシロメ・5年目)			チウラム水和剤 (TH)	—	1
無処理 (ミヤギシロメ・5年目)			—	—	1
TH + AZ (タンレイ・1年目)			タンレイ	1年目	チウラム水和剤 (TH)
TH + IM (タンレイ・1年目)	チウラム水和剤 (TH)	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤 (IM)			1
TH (タンレイ・1年目)	チウラム水和剤 (TH)	—			1
無処理 (タンレイ・1年目)	—	—			1
TH + AZ (タンレイ・5年目)	タンレイ	5年目	チウラム水和剤 (TH)	アゾキシストロピン水和剤 (AZ)	1
TH + IM (タンレイ・5年目)			チウラム水和剤 (TH)	イミノクタジナルベシル酸塩水和剤 (IM)	1
無処理 (タンレイ・5年目)			—	—	1

3. ジャガイモヒゲナガアブラムシの後期多発型発生と被害解析

2004年に宮城県古川農業試験場内のダイズ圃場において調査を行った。栽培面積は15aで、5月26日にダイズ(品種:「タンレイ」)を株間20cm,畦幅37.5cmで2粒播きした。この畦幅は、通常の畦幅(75cm)の1/2である(狭畦栽培)。病害虫防除については、慣行の防除を行っており、8月12日にMEP乳剤,8月30日にエトフェンブロックス乳剤,イミノクタジナルベシル酸塩水和剤を無人ヘリコプターで散布した。9月10日にジャガイモヒゲナガアブラムシの発生密度が異なる3地点を選定し、密度が低い順に低密度区,中密度区,高密度区とした。各区の面積は16m²とした。

本種の発生密度については、ほぼピーク時である9月10日に各区10本(2本/株から1本ずつ)を任意に選定し、主茎の展開した上位2複葉(6小葉)すなわち60小葉/区について、成虫および幼虫の

合計虫数をカウンターを用いて調査した。また、同時に葉の被害面積率を黄化と褐変に分けて、それぞれ目測により調査した。

本種の吸汁被害による落葉率については、次の方法で求めた。子実肥大盛期の9月16日に各区15本(2本/株から1本ずつ)を任意に選定し、主茎の上位5複葉(15小葉)すなわち225小葉/区の落葉率を調査した。生育に伴って生じる生理的落葉と本種の吸汁被害による落葉を厳密に区別することはできないが、低密度区の落葉はほぼ下位葉(ほとんどがn-5葉で一部がn-4葉)に限られていたこと、またこれまでの経験から低密度区の発生密度では、本種による落葉は起こらないと考えられた。このため、低密度区の落葉は生理的落葉とみなし、中密度区,高密度区の落葉率から低密度区の落葉率を差し引いた値を本種の吸汁被害による落葉率とした。なお、本種に吸汁された場合、初めのうちは吸汁部位だけが比較的鮮やかな黄色の斑点となって現れる

が、やがて黄化部分が面的な広がりを持つようになり、更に褐変（枯死）が進み、重度のものは落葉に至るといった経過をたどる。

収穫物の調査については、成熟直後の10月22日に各区3カ所（1m×2条／1カ所）の株を刈り取り、自然乾燥した後に調整し、m²あたり子実重を求めた。その後、病害虫の被害粒や未熟粒などを取り除いたものを完全粒とし、その100粒重を求めた。完全粒歩合はm²あたり子実重に対する完全粒重の粒重比とした。

4. ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する殺虫剤の効果

2005年に宮城県古川農業試験場内のダイズ圃場において、ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する各種殺虫剤の効果を検査する試験を実施した。ダイズに作物登録があり、ジャガイモヒゲナガアブラムシ、アブラムシ類、またはその他の害虫で登録のある薬剤を供試した試験（試験1）および日本植物防疫協会の新農薬実用化試験として行った試験（試験2）の2つの試験を行った（第4表）。

試験1における供試薬剤は、アセフェート水和剤1,000倍、クロチアニジン水溶剤2,000倍、ペルメトリン乳剤3,000倍、フェンバレート・MEP水和剤1,000倍、エトフェンプロックス乳剤1,000倍、シベルメトリン乳剤2,000倍、MEP乳剤1,000倍、MPP乳剤1,000倍の8剤である。試験2における供試薬剤は、アセフェート水溶剤1,000倍、ビ

フェントリン水和剤1,000倍、フルシトリネート液剤2,000倍を供試した。試験2で供試した薬剤は、2010年11月16日現在において、いずれもダイズのアブラムシ類で登録がある。

両試験とも、播種は5月27日に、株間20cm、畦幅75cmで2粒播きした。品種は、「タンレイ」を用いた。区の面積および区制は、18m²／区で2連制とした。本試験は、9月上旬に密度ピークとなる後期多発型発生において実施した。薬剤の散布日は、試験1では密度ピーク直後の9月9日、試験2では密度ピーク直前の8月30日に行った。背負い式動力噴霧器で供試薬剤200L／10aを葉の表裏に十分付着するように散布した。展着剤については、水和剤、水溶剤、および液剤に新リノー（商品名）2mL／10Lを加用した。

試験1における密度調査は、散布前日（9月8日）に各区52小葉、散布3日後（9月12日）に各区64小葉、散布6日後（9月15日）に各区80小葉の虫数を調査し、補正密度指数を算出した。試験2では、散布前日（8月29日）、散布3日後（9月2日）、散布8日後（9月7日）のいずれも各区90小葉の虫数を調査し、補正密度指数を算出した。防除効果については、日本植物防疫協会の新農薬実用化試験の判定基準を適用し、「効果は高い：補正密度指数5以下」、「効果はある：同指数5～15」、「効果は認められるがその程度はやや低い：同指数15～30」、「効果は低い：同指数30以上」の4段階に区分して実用性を評価した。

第4表 殺虫剤によるジャガイモヒゲナガアブラムシ防除のための試験区の構成

試験名	供試薬剤	商品名 (屋号抜き)	有効成分量	希釈倍数	適用害虫 (2010年11月16日現在)			系統名
					ジャガイモヒゲナガ アブラムシ	アブラムシ類	その他の害虫	
試験1	アセフェート水和剤	オルトラン水和剤	アセフェート50.0%	1,000倍		○		有機リン系
	クロチアニジン水溶剤	ダントツ水溶剤	ダントツ16.0%	2,000倍		○		ネオニコチノイド系
	ペルメトリン乳剤	アディオオン乳剤	ペルメトリン20.0%	3,000倍	○			ピレスロイド系
	フェンバレート・MEP水和剤	パーマチオン水和剤	フェンバレート10.0% MEP30.0%	1,000倍			○	ピレスロイド系 有機リン系
	エトフェンプロックス乳剤	トレボン乳剤	エトフェンプロックス20.0%	1,000倍		○		ピレスロイド系
	シベルメトリン乳剤	アグロスリン乳剤	シベルメトリン6.0%	2,000倍	○			ピレスロイド系
	MEP乳剤	スミチオン乳剤	MEP50.0%	1,000倍		○		有機リン系
	MPP乳剤	バイジット乳剤	MPP50.0%	1,000倍			○	有機リン系
試験2	アセフェート水溶剤	ジェイエース水溶剤	アセフェート50.0%	1,000倍		○		有機リン系
	ビフェントリン水和剤	テルスター水和剤	ビフェントリン2.0%	1,000倍		○		ピレスロイド系
	フルシトリネート液剤	ペイオフME液剤	フルシトリネート4.4%	2,000倍		○		ピレスロイド系

注1) フルシトリネート液剤については、「BASF ペイオフ ME 液剤（商品名）」を供試した。

結果および考察

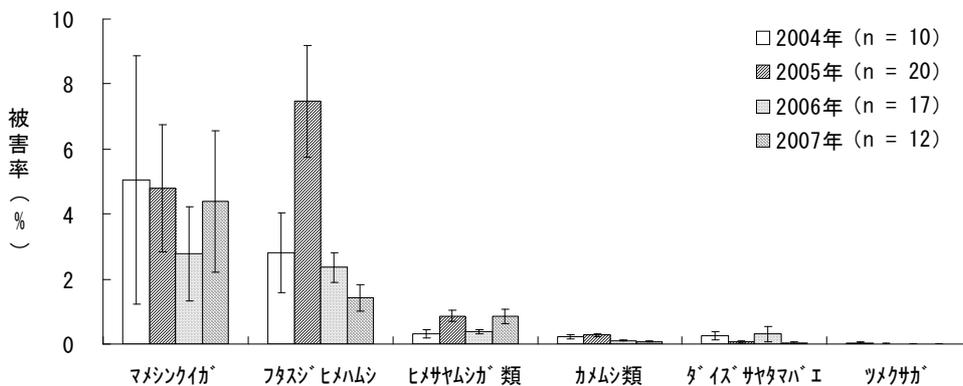
1. 子実害虫による被害の実態およびダイズ作付年数と被害量の関係

1) 子実害虫による被害の実態

宮城県北部におけるダイズの害虫による子実被害の発生は、マメシクイガとフタスジヒメハムシによるものが多かった(第1図)。次いで、ヒメサヤムシガ類による被害の発生が認められ、吸実性カメムシ類やダイズサヤタバエ、ツメクサガによる被害は極めて少なかった。2001年以前の本県における主要な子実害虫は、ダイズサヤタバエやマメシクイガ、吸実性カメムシ類であったが^{2) 6) 22)}、本調査においてダイズサヤタバエと吸実性カメムシ類による被害はほとんど認められなかった。

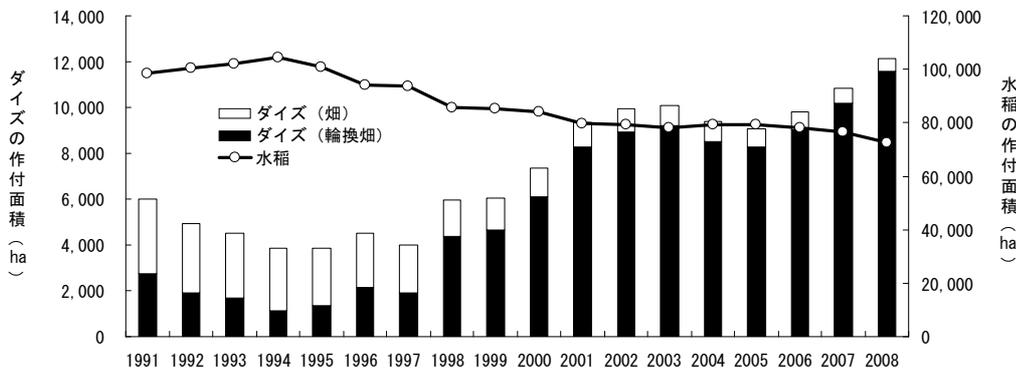
ダイズの子実を加害する害虫相が変化した要因の1つとして、ダイズ圃場の立地環境の変化が考えられた。1990年代の後半以降のダイズ栽培の変化の特徴として、水田転換畑における栽培面積の増加と普通畑における栽培面積の減少が挙げられる(第2図)。また、大区画圃場の団地化により、数ha以

上まとまって栽培されるようになった。吸実性カメムシ類は、日当たりの良い草むらの間や落葉の間、常緑樹の葉の間などに潜んで越冬すると考えられる⁷⁾。また、ダイズサヤタバエは、バクチノキやヒイラギを冬寄主としている²⁴⁾。近年の水田転換畑におけるダイズは、越冬場所から距離が離れていること、また大区画圃場の普及に伴いダイズの作付面積に対する畦畔などの越冬場所の面積は相対的に減少していると考えられた。したがって、このような立地環境の変化が、吸実性カメムシ類とダイズサヤタバエの発生に対して負の影響を与えていると考えられる。本研究では、内陸平坦地の大規模な水田転換畑のダイズを中心に調査を行った。したがって、雑木林や里山などに隣接した小規模な普通畑のダイズにおいては、吸実性カメムシ類やダイズサヤタバエなどによる子実被害が問題となる可能性もある。立地環境が大きく異なる場合や気象条件が平年と大きく異なる場合には、発生する害虫相の違いに注意しなければならない。



第1図 宮城県北部におけるダイズの子実害虫による種類別・年次別の被害率

注1) ダイズサヤタバエは被害率率, それ以外は被害粒率で示した。図中の縦棒は、標準誤差を表す。



第2図 宮城県におけるダイズと水稲の作付面積の推移

注1) 農林水産省大臣官房統計部から公表されている資料「大豆の作付面積(乾燥子実)」と「作物統計」より作成した。

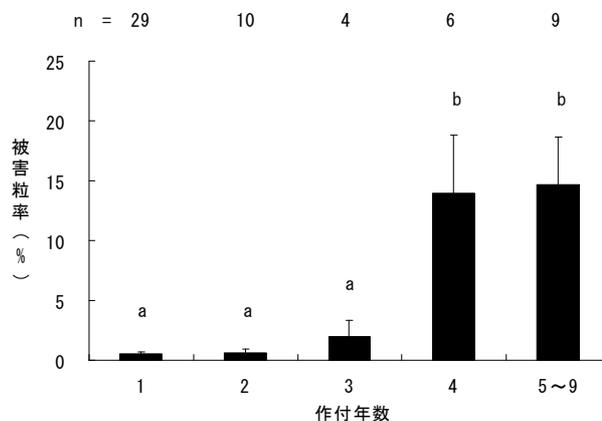
近年のダイズ子実被害の発生の特徴として、フタスジヒメハムシによる被害が多いことが示された(第1図)。本種が莢を食害すると、そこから糸状菌が侵入し、莢内部の子実表面に黒点が生じて黒斑粒となる¹⁹⁾。そして、更に進行すると腐敗粒にまで至る。特に生産現場においては、黒斑粒の発生が大きな問題となっている。その理由は、形状選別などにより腐敗粒は取り除かれるが、黒斑粒は生産物に取り残されることが多く、少量の混入でも等級低下の原因となるためである。また、本種の莢の食害により生じた腐敗粒は取り除かれて減収の原因となるが、黒斑粒や腐敗粒が生じないような莢の被害であっても、子実の肥大が抑制されることが知られている¹⁹⁾。したがって、本種の莢の食害による被害は、品質と収量の両面から問題となる。

2) マメシクイガとダイズ作付年数の関係

マメシクイガの被害粒である「くちかけ豆」は、形状選別などにより取り除かれ減収の原因となることから、収量の面から重視しなければならない問題である。ダイズの作付年数とマメシクイガによる被害粒率の関係を第3図に示した。本種の被害は、ダイズ作付1～2年目の圃場において極めて少なく(被害粒率の平均値1%未満)、3年目でもかなり少ない(同上2%)。しかし、作付4年目以降になると急激に多くなり(同上14～15%)、1～3年目の圃場と有意な差が認められた($p<0.05$, Tukey-Kramer法)。

マメシクイガは宮城県では年1世代であり、老熟幼虫が莢に孔をあけて地上に降り、土中で繭を作りその圃場で越冬する。このため、ダイズの連作は本種の被害を増加させる大きな原因となる。近年、水稻やムギとの輪作により作付年数1～2年のダイズが多いが、3年以上の連作となっている圃場も存在する。本調査から、作付4年目以降のダイズにおいては、マメシクイガに対する防除対策を重視する必要があることが明らかになった。しかし、作付4年目の圃場の被害粒率については、圃場間のばらつきが大きく、また小林ら⁸⁾の報告では、連作3年目から急増している。本種は、移動性があまり大きくない害虫であると言われており、発生源となるようなダイズ圃場が近くに多く存在すれば、侵入量が増えて多発するまでの年数が短く、そ

の逆の状況では多発するまでの年数が長くなる可能性がある。したがって、本種の移動距離を明らかにすることは、防除対策を講じる上で重要な課題であると考えられた。

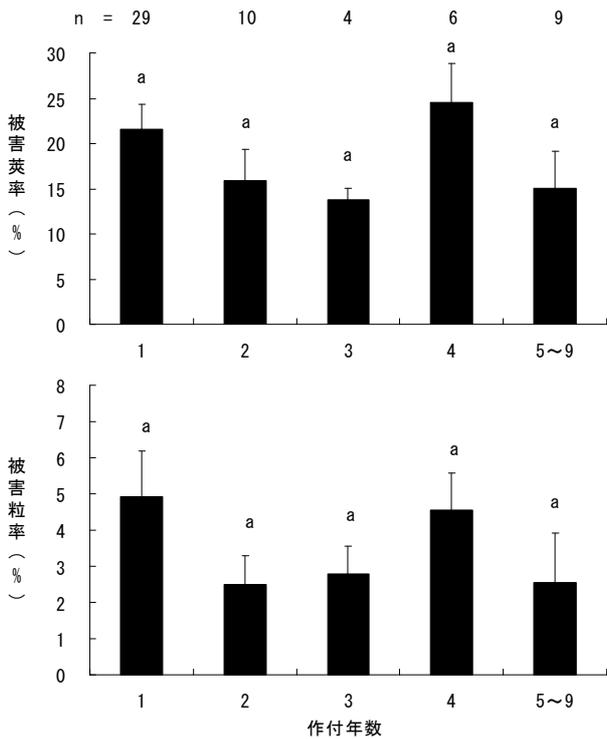


第3図 ダイズの作付年数とマメシクイガによる被害の関係

注1) アークサイン変換後に Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った。同じ添字は、5%レベルで有意な差がないことを示す。図中の縦棒は、標準誤差を表す。図中の数字(n)は、調査圃場数を表す。

3) フタスジヒメハムシとダイズ作付年数の関係

フタスジヒメハムシによる莢および子実の被害率とダイズ作付年数の関係を第4図に示した。マメシクイガと異なり、フタスジヒメハムシによる被害は作付初年目から多く、作付年数との相関は認められなかった($p<0.05$, Tukey-Kramer法)。布施ら³⁾によると、連作年数と害虫による子実被害の間に相関関係の見られた害虫はマメシクイガのみで、フタスジヒメハムシについては、生育初期の発生と被害が初年目に少ない傾向が認められたが、第1世代成虫の発生盛期以降は差がなかった。フタスジヒメハムシは、一般にダイズ畑で成虫越冬するものと考えられるが^{9) 17)}、ダイズ播種前の4月下旬～5月上旬に活動を開始することから^{9) 17)}、ダイズ播種前に一度圃場外の植生に移動して、ダイズ発芽後に再び越冬後成虫が圃場外から侵入してくるものと考えられる。本種の防除対策を講じる上で、これらの移動実態を明らかにすることが重要な課題である。



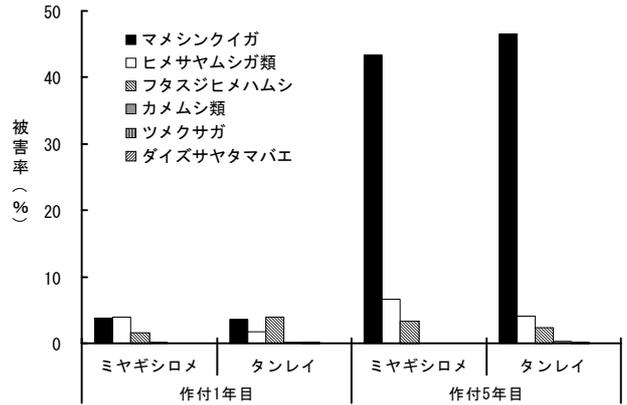
第4図 ダイズの作付年数とフタスジヒメハムシによる被害の関係

注1) 上図:被害率, 下図:被害粒率.

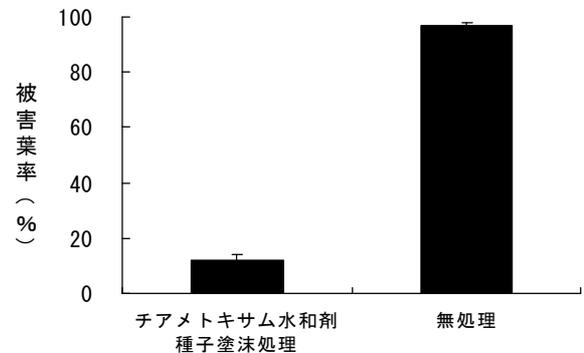
注2) アークサイン変換後に Tukey-Kramer 法による多重比較検定を行った. 同じ添字は, 5%レベルで有意な差がないことを示す. 図中の縦棒は, 標準誤差を表す. 図中の数字(n)は, 調査圃場数を表す.

2. 主要な子実病害虫に対する IPM 体系の開発

宮城県におけるダイズの主要な子実病害虫に対して, IPM 体系を構築するための試験を行った. 無処理区における害虫の子実被害の発生状況については, マメシクイガ, フタスジヒメハムシおよびヒメサヤムシガ類による被害が多かった (第5図). これは, 前記の現地圃場の実態調査結果とほぼ同様の結果であったが, ヒメサヤムシガ類の被害が多かった点異なった. しかし, ヒメサヤムシガ類の被害粒率は, 慣行防除区において無処理比 25%に抑えられており, 体系防除区の無処理比 29%とほぼ同等の防除効果が得られ, 慣行防除でも十分に被害の発生を抑制できると判断した. したがって, ここではフタスジヒメハムシとマメシクイガの IPM 体系について考察した.



第5図 薬剤防除無処理区におけるの害虫による子実被害の発生 (2008年)



第6図 フタスジヒメハムシ越冬世代成虫に対するチアメトキサム水和剤の種子塗沫処理の効果 (2008年)

注1) 図中の縦棒は, 標準誤差を表す.

1) フタスジヒメハムシに対する防除技術

フタスジヒメハムシに対する防除については, ダイズの作付1年目から被害が多く, 今のところ薬剤以外に有効な防除手段がないことから, 殺虫剤の使用を基本として効率的な防除体系を適用することが重要である. 本種の越冬世代成虫による葉の食害に対しては, チアメトキサム水和剤の種子塗沫処理が高い効果を示した (第6図). 本種の越冬世代成虫は, ダイズの発芽後, 直ちに圃場内に侵入し, 子葉と葉を食害する. また成虫は, 根の表面またはそれに接する土壤に産卵することにより, ふ化した幼虫は根粒に食入する. 宮城県において, 幼虫の根粒食害による被害はほとんど問題になっておらず, 第2世代成虫による莢の食害が重視されている. したがって, 越冬後成虫の密度を低下させることにより,

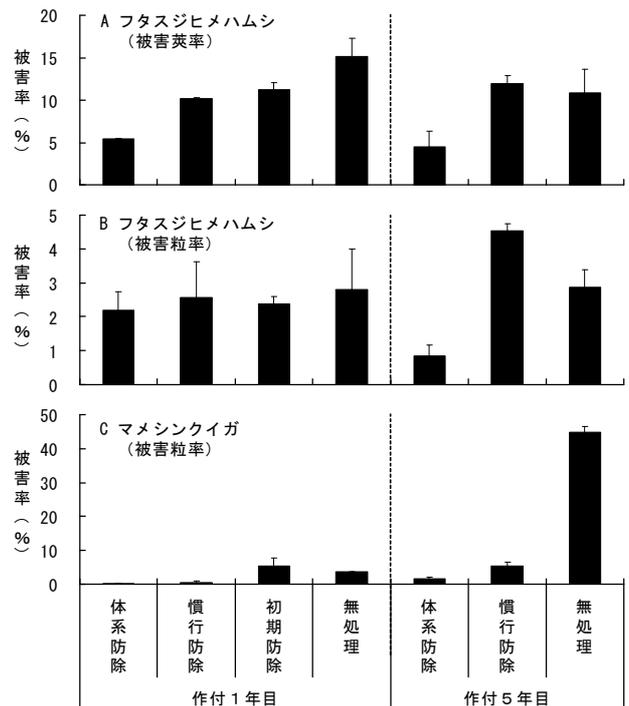
その後の第1～2世代の成虫密度も低下させて、莢の食害による子実被害を抑制することが重要である。

チアメトキサム水和剤の種子塗沫処理のみの初期防除（1年目）区では、被害莢率および被害粒率の抑制効果が低い結果となった（第7図）。しかし、2009年に行ったチアメトキサム水和剤による防除試験においては、本種の越冬世代成虫、第1世代成虫、および第2世代成虫の発生密度を低下させ、被害莢率と被害粒率を無処理区の30%以下に抑制した（第5表）。したがって、チアメトキサム水和剤の種子塗沫処理は、子実被害の抑制効果に対しても、有効な防除手段であると考えられた。越冬世代成虫による葉の食害の抑制に対する効果と比較して、子実被害に対する抑制効果の安定性が欠ける原因としては、薬剤の残効がなくなった後に第1世代以降の成虫、特に第2世代成虫が侵入してくる可能性が考えられた⁵⁾。したがって、本種の子実被害に対して十分な抑制効果を得るためには、茎葉散布剤による追加防除が必要である。

体系防除（1年目）区と体系防除（5年目）区の両区において、フタスジヒメハムシの被害莢率に対する抑制効果が認められたが、被害粒率に対しては体系防除（5年目）区のみで抑制効果が認められた（第7図）。被害莢率と被害粒率の間には高い相関が認められることが多いが、莢が食害を受けても被害部位の位置によっては子実が無被害となることもあり、このような被害莢と被害粒の関係が、体系防除（1年目）区における被害粒抑制の効果に対して影響を及ぼしているのかもしれない。

2009年に行ったシペルメトリン乳剤の効果試験においては、本種の子実被害を無処理区の3割程

度に抑制しており、シペルメトリン乳剤による防除効果は認められた（第6表）。2008年の試験において、チアメトキサム水和剤の種子塗沫処理の本種の子実被害に対する防除効果について判然としない結果ではあったが（第7図）、これまでの試験事例⁵⁾²³⁾を総合的に判断して、チアメトキサム水和剤の種子塗沫処理とシペルメトリン乳剤の茎葉散布の体系防除が、フタスジヒメハムシによる子実被害の抑制に対して有効であると考えられた。



第7図 マメシクイガとフタスジヒメハムシの被害に対する体系防除の効果（2008年）

注1) 体系防除：チアメトキサム水和剤＋シペルメトリン乳剤，慣行防除：エトフェンプロックス乳剤＋MEP乳剤，初期防除：チアメトキサム水和剤。

第5表 フタスジヒメハムシに対するチアメトキサム水和剤の効果（2009年）

供試薬剤	反復	見取り調査(播種15日後)		払い落とし調査(虫数/30莢)				収穫物調査	
		虫数/100本	被害率(%)	7/27	8/7	9/8	9/16	被害率(%)	被害粒率(%)
チアメトキサム水和剤	I	0	3.0	0	3	15	37	0.80	0.22
	II	0	1.0	0	0	9	10	0.00	0.00
	III	1	4.0	0	3	7	24	1.19	0.24
	平均	0.3	2.7	0.0	2.0	10.3	23.7	0.66	0.15
		(16.7)	(5.9)	(0.0)	(37.5)	(9.6)	(42.3)	(27.5)	(23.6)
無処理	I	2	44.0	16	7	136	64	2.80	0.85
	II	2	55.0	14	5	93	42	2.21	0.66
	III	2	37.0	10	4	93	62	2.19	0.41
	平均	2.0	45.3	13.3	5.3	107.3	56.0	2.40	0.64

注1) 括弧内の数値は、対無処理比(%)を表す。

第6表 フタスジヒメハムシに対するシペルメトリン乳剤の茎葉散布の効果 (2009年)

供試薬剤	反復	払い落とし調査 (虫数/30茎)			収穫物調査	
		散布直前 (9/4)	散布4日後 (9/8)	散布12日後 (9/16)	被害莢率 (%)	被害粒率 (%)
シペルメトリン乳剤	I	69	10	29	0.74	0.13
	II	73	14	13	0.89	0.27
	III	91	7	21	1.55	0.21
	平均	77.7	10.3 (6.8)	21.0 (26.4)	1.06 (44.2)	0.20 (31.9)
無処理	I	38	136	64	2.80	0.85
	II	68	93	42	2.21	0.66
	III	58	93	62	2.19	0.41
	平均	54.7	107.3	56.0	2.40	0.64

注1) 括弧内の数値は、払い落とし調査では補正密度指数、被害莢率および被害粒率では対無処理比 (%) を表す。

注2) 補正密度指数 = (処理区の散布後密度 / 処理区の散布前密度) × (無処理区の散布前密度 / 無処理区の散布後密度) × 100

2) マメシクイガに対する防除技術

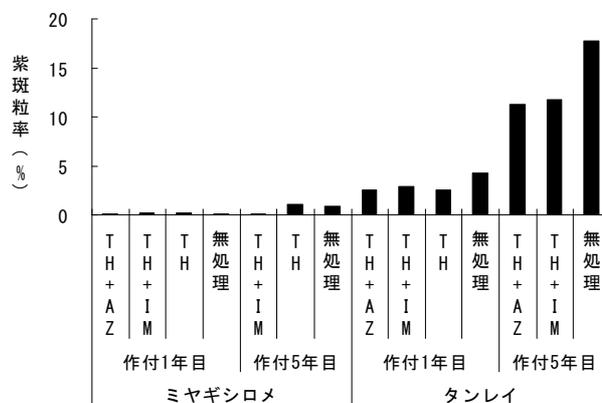
マメシクイガの被害に対しては、ダイズ作付1年目であれば、無処理区でも4%以下であり、体系防除区と慣行防除区では1%以下に抑えていることから、大きな問題とならないことを再確認した(第7図)。ダイズ作付5年目の圃場では、無処理区において被害粒率45%と被害が多かったが、シペルメトリン乳剤を茎葉散布した体系防除により、被害粒率を1.7% (無処理比約4%) に抑制することができた。また、殺虫剤を2回茎葉散布した慣行防除区では被害粒率5.5% (無処理比約12%) であった。体系防除区における茎葉散布は、シペルメトリン乳剤の1回のみであったが、慣行防除区の2回の茎葉散布より同等以上の効果が得られた。辻ら²³⁾の試験においても、シペルメトリン乳剤の1回散布は、慣行防除の殺虫剤2回散布と同等の効果が認められている。したがって、ダイズの連作圃場においては、シペルメトリン乳剤による茎葉散布の効果が高く、散布回数の削減も図れることから効果的な防除手段であると考えられた。

3) 紫斑病に対する防除技術

紫斑粒の発生に対する品種とダイズ作付年数の影響、および薬剤防除による抑制効果を第8図に示した。最も紫斑粒の発生が多かったのは、品種「タンレイ」を用いた作付5年目の無処理区であり、紫斑粒率18%と高かった。品種「タンレイ」と作付5年目の条件下では、体系防除または慣行防除を行っても、無処理比約65%の防除効果しか得られなかった。品種「タンレイ」と作付1年目の条件下では、無処理区は紫斑粒率4.3%であり、また

薬剤防除を行った区はいずれも紫斑粒率2.5~2.9% (無処理比58~67%) となり、高い防除効果は得られなかった。笹原²¹⁾の報告においてアゾキシシロビン水和剤は高い防除効果を示したが、本試験においてその効果は認められず、その要因についても判然としなかった。

一方、品種「ミヤギシロメ」を用いた全ての区において、紫斑粒率が1.1%以下に抑えられており、紫斑病に対する強い抵抗性を示した。特に、品種「ミヤギシロメ」と作付1年目の条件下では、全ての区で紫斑粒率0.2%以下と極めて低い発生となり、笹原²¹⁾の報告と同様の結果が得られた。ダイズ作付5年目と比較し、作付1年目で紫斑粒が少ない理由として、罹病残渣などの伝染源が少ないことが影響していると考えられた。以上のことから、紫斑粒の発生に対しては、品種や作付年数が影響しており、これらを考慮した防除体系が重要と考えられた。



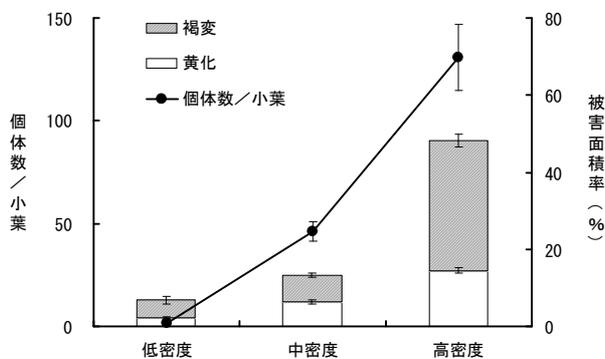
第8図 紫斑病の子実被害に対する抑制の効果(2008年)

TH: チウラム水和剤, AZ: アゾキシシロビン水和剤, IM: イミノクタジナルベシル酸塩水和剤

3. ジャガイモヒゲナガアブラムシの後期多発型発生と被害解析

宮城県において、ジャガイモヒゲナガアブラムシの発生が問題となるのは、8月以降のダイズの生育後期における異常多発（後期多発型発生）である¹⁴⁾。この時期の発生密度は年次間差が大きく、ピーク時の密度がダイズ1本あたり千頭を超える年もあれば、数頭や数十頭の年もある。発生密度が高い年は、8月に入ってから急激に密度が増加し、8月下旬～9月上旬にピークとなる。本調査において、本種の密度が高密度になったのは9月第2半旬になってからで、9月第1半旬までは葉の褐変などの目立った症状は認められなかった。また、9月第3半旬には高密度区において小葉の枯死や早期落葉に伴う密度低下が認められ、中密度区と低密度区においても密度が低下した。したがって、密度調査を実施した9月10日は、密度がほぼピークに達した時期であると考えられた。

この時の小葉あたりの平均個体数は、低密度区で1.7頭、中密度区で46.3頭、高密度区で130.8頭であり、中密度区および高密度区は低密度区のそれぞれ27.2倍、76.9倍になった（第9図）。また、葉の黄化と褐変部位を合計した被害面積率については、低密度区、中密度区、高密度区において、それぞれ6.9%、13.3%、48.3%となり（第9図）、高密度区における本種の吸汁被害は、他の区に比べ顕著であった。なお、褐変部位は黄化部位の1.1～2.3倍の被害面積率であり、両者の被害面積率の比と密度との間に特に関係は見られなかった。

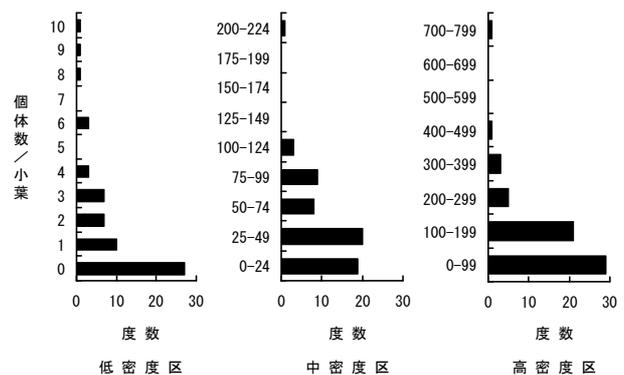


第9図 小葉あたり個体数と被害面積率（黄化・褐変）

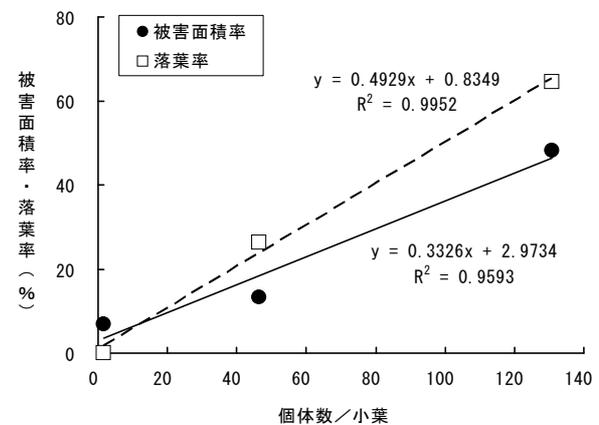
注1) 図中の縦棒は、標準誤差を表す。

小葉あたりの個体数の頻度分布を第10図に示した。低密度区においては、0個体が45%を占めて、残りは全て10個体以下であった。これに対し、中密度区においては、25個体以上のものが68.3%を占めて、最も多いもので205個体であった。また、高密度区においては、100個体以上のものが51.7%を占め、最も多いもので738個体であった。

本種の密度と黄化、褐変化した被害面積率の関係を見ると、両者の間に正の相関関係が認められた（第11図）。また、9月16日の落葉率も中密度区で26%、高密度区で64%と密度が高いほど高くなった（第11図）。この時期に、このような高い落葉率は通常観察されることはなく、本種の吸汁害により早期落葉が起きたことを示している。



第10図 発生密度の違いと小葉あたり個体数の頻度分布



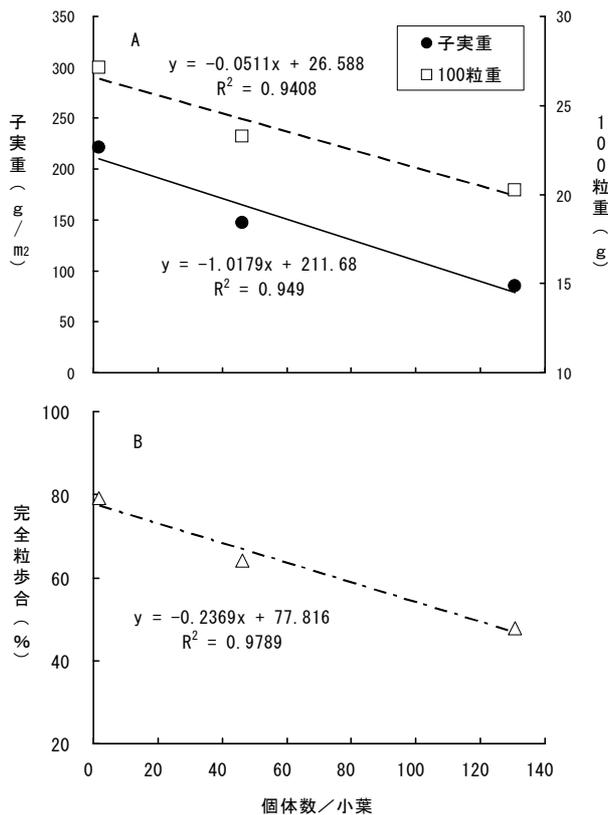
第11図 発生密度と小葉の被害面積率、落葉率の関係

注1) 被害面積率は、黄化と褐変した部位の占める割合。

注2) 密度と被害面積率は9月10日、落葉率は9月16日調査。

m^2 あたりの子実重, 完全粒歩合, および 100 粒重は, 発生密度との間に負の相関関係が認められた (第 12 図). 低密度区と比較し, 高密度区の子実重は約 70 % の減収率を示し, 永野ら¹⁰⁾の結果とほぼ一致していた. また, 多発した時期についてもほぼ同時期であることから, 本調査を行った 2004 年の発生は, 2000 年と同様の異常多発であったと考えられる.

本種による小葉の吸汁被害とそれに伴う早期落葉が収量に与える要因として, 100 粒重の低下が挙げられているが^{10) 28)}, 本調査においても 100 粒重の低下が認められた. 本種の異常多発が子実肥大期であったことから, 葉の吸汁害, 早期落葉が子実の肥大に影響を及ぼしたと考えられる.



第 12 図 発生密度と子実重, 100 粒重, 完全粒歩合の関係

注 1) A: 発生密度と子実重, 100 粒重の関係, B: 発生密度と完全粒歩合の関係.

注 2) 発生密度は, 9 月 10 日調査.

次に, 本種の密度と子実重の関係から, 減収予測式の設定を試みた. 実際には未熟粒などの品質低下も無視できないが, ここでは収量だけを問題にすることとし, また低密度区では本種の被害による減収はなかったものとし, これを 100 とした時の小葉あたりの密度 (x) と収量比 (y) の関係を求めると, $y = -0.46x + 95.6$ となった. 例えば, 減収率を 10 % とした時の密度を求めると 12 個体, 減収率 20 % では 34 個体となった.

今後, 密度を制御した実験において今回の試験結果を確認し, 予測式を確立することは, ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する IPM を確立する上で重要な課題である. 更に, 本種の密度増加と吸汁害発生は極めて急速に進展することから, いかに早い時期から多発を予測し, 防除要否を判断するかが重要である.

4. ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する殺虫剤の効果

試験 1 と試験 2 の結果を, それぞれ第 7 表と第 8 表に示した. また, 供試した各種殺虫剤の補正密度指数については, 第 13 図に示した.

試験 1 の散布 3 日後の結果から, アセフェート水和剤, クロチアニジン水溶剤, およびペルメトリン乳剤は効果が高く, フェンバレレート・MEP 水和剤とエトフェプロックス乳剤は効果があり, シペルメトリン乳剤は効果が認められるがその程度はやや低かった (第 7 表, 第 13 図). また, MEP 乳剤と MPP 乳剤は効果が低かった. 散布 6 日後の結果で効果を判定した場合においても, 散布 3 日後の効果とほぼ同様の結果となった. しかし, MEP 乳剤, フェンバレレート・MEP 水和剤, シペルメトリン乳剤, およびエトフェプロックス乳剤については, 散布 6 日後の方が効果が高い結果となっており, やや遅効的と考えられた.

試験 2 の散布 3 日後の結果から, アセフェート水溶剤とビフェントリン水和剤は効果が高く, フルシトリネート液剤は効果があった (第 8 表, 第 13 図). 散布 8 日後の結果で効果を判定した場合においても, 散布 3 日後の結果とほぼ同様の結果であるが, フルシトリネート液剤については, 散布 8 日後の方が効果が高く, やや遅効的と考えられた.

第7表 ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する殺虫剤の効果（試験1）

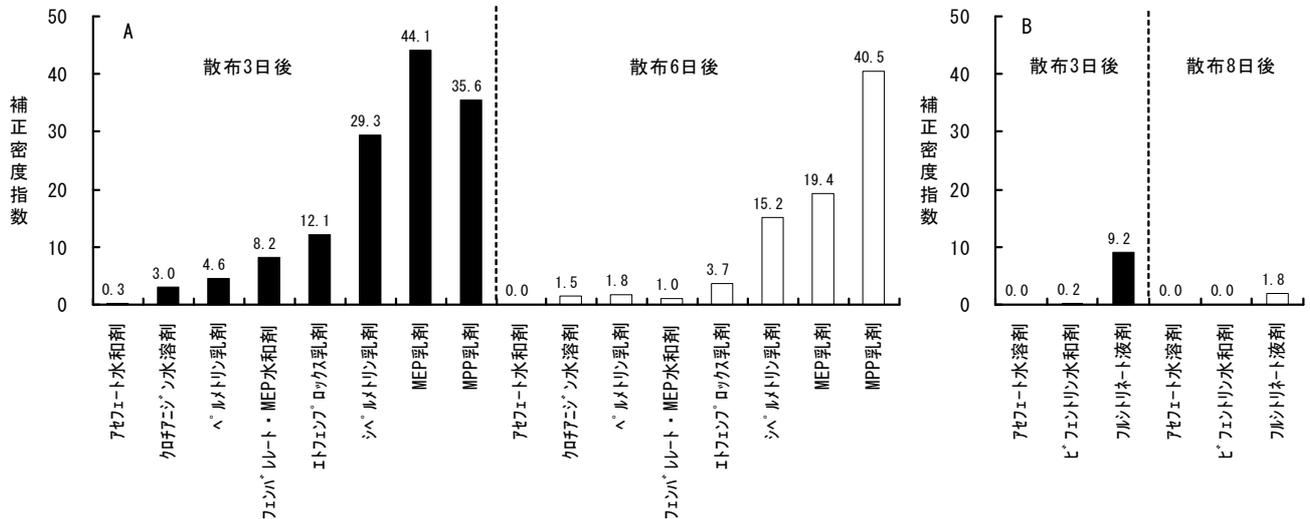
供試薬剤	10小葉当たり寄生虫数								
	散布前日 (9/8)			散布3日後 (9/12)			散布6日後 (9/15)		
	有翅	無翅	合計	有翅	無翅	合計	有翅	無翅	合計
アセフェート水和剤	0.0	103.4	103.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
クロチアニジン水溶剤	0.0	85.7	85.7	0.0	0.6	0.6	0.0	0.2	0.2
ペルメトリン乳剤	0.0	97.1	97.1	0.0	1.1	1.1	0.0	0.3	0.3
フェンバレート・MEP水和剤	0.1	81.8	81.9	0.0	1.6	1.6	0.0	0.1	0.1
エトフェプロックス乳剤	0.1	105.8	105.9	0.0	3.1	3.1	0.0	0.6	0.6
シペルメトリン乳剤	0.1	81.8	81.9	0.0	5.9	5.9	0.0	1.8	1.8
MEP乳剤	0.0	82.1	82.1	0.0	8.8	8.8	0.1	2.2	2.3
MPP乳剤	0.1	94.4	94.5	0.0	8.2	8.2	0.0	5.6	5.6
無処理	0.0	74.3	74.3	0.0	18.1	18.1	0.0	10.8	10.8

注1) 有翅：有翅胎生雌虫（成虫），無翅：無翅胎生雌虫（成虫）＋幼虫。

第8表 ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する殺虫剤の効果（試験2）

供試薬剤	10小葉当たり寄生虫数											
	散布前日 (8/29)				散布3日後 (9/2)				散布8日後 (9/7)			
	有翅	無翅	幼虫	合計	有翅	無翅	幼虫	合計	有翅	無翅	幼虫	合計
アセフェート水溶剤	0.4	33.1	263.3	296.8	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
ビフェントリン水和剤	0.2	43.3	359.9	403.3	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0	0.1	0.1	0.1
フルシトリン液剤	0.2	28.9	194.2	223.2	0.0	2.9	40.2	43.1	0.0	0.1	2.2	2.3
無処理	0.3	27.8	227.1	255.2	0.3	51.5	485.6	537.4	0.0	6.8	137.9	144.7

注1) 有翅：有翅胎生雌虫（成虫）、無翅：無翅胎生雌虫（成虫）。



第13図 ジャガイモヒゲナガアブラムシに対する殺虫剤（茎葉散布剤）の効果

注1) A図：試験1，B図：試験2。

注2) 補正密度指数 = (処理区の散布後密度 / 処理区の散布前密度) × (無処理区の散布前密度 / 無処理区の散布後密度) × 100

上野ら²⁷⁾の各種液剤のダイズ上下方向散布による防除効果試験において、MPP乳剤の効果は認められているが、MEP乳剤については本試験同様効

果が低く、また斎藤ら¹⁸⁾の報告では、MEP、MPP剤等の有機リン系殺虫剤が散布されたダイズ圃場において落葉被害が発生していることから、これらの

有機リン系殺虫剤は、本種に対して十分な効果が得られないものと考えられた。しかし、同じ有機リン系殺虫剤でも、アセフェート剤は高い殺虫効果を示し(第13図)、急激な密度が増加する後期多発型発生において、実用性の高い薬剤であると考えられた。ピレスロイド系のペルメトリン乳剤、ビフェントリン水和剤およびフルシトリネート液剤、ネオニコチノイド系のクロチアニジン水溶剤も、同様に実用性が高いと考えられた。

本試験を実施した圃場の9月2日の小葉あたりの平均密度は50頭を超えており、前記の減収予測式から、20%以上の減収が予想される密度であった。本試験において、試験1は密度ピーク直後の散布であり、試験2は密度ピーク直前の散布であった。収量に対する影響を少なくするためには、ピーク前の早い時期に、殺虫効果が高く速効性のある薬剤を散布する必要がある。また、無処理区においても密度が低下した理由として、本種の吸汁によりダイズの寄主としての質の低下と土着天敵による密度抑制¹⁴⁾の影響が考えられた。

宮城県におけるジャガイモヒゲナガアブラムシの後期多発型発生は、恒常的に発生するものではなく、突発的な発生が多い。また、2000年と2001年には県内広域的に認められたが、その後は局所的な発生が多い。本種の異常多発の機構については明らかになっていないが、寄主植物の生理的な栄養状態や土着天敵などの生態系機能の低下など、作物、害虫、および土着天敵などの生物間相互作用が影響していると思われる。これらの群集レベルの機構解明については今後の課題としたい。

5. ダイズの主要な病害虫に対するIPM体系の提言

宮城県におけるダイズの主要な病害虫に対する耕種防除法と化学的防除法の組み合わせたIPM体系を第14図に示した。

まず、フタスジヒメハムシに対しては、ダイズ作付初年目から被害が多くなることから、殺虫剤の種子塗抹処理等による初期防除を行い、更に第2世代成虫を対象に効果の高い殺虫剤の茎葉散布を行うことが、安定した防除効果を得る上で重要である。

マメシクイガによる被害は、水稻との輪作体系を導入することにより抑制することができることか

ら、ダイズ作付1～3年目であれば、本種を対象にした薬剤防除は不要である。マメシクイガに対して注意を払う必要があるのは、ダイズ作付4年目以降であり、この場合は効果の高い殺虫剤を行う必要があるが、シペルメトリン乳剤は、マメシクイガとフタスジヒメハムシの両種に対して同時防除が可能であることから有効な薬剤であると考えられる。

紫斑病に対しては、品種「ミヤギシロメ」の選定が有効な耕種防除法であり、本品種を選定することにより、茎葉散布による防除は不要となる。しかし、品種「タンレイ」を選定する場合には、ダイズの連作圃場を避けることが有効であり、更に効果の高い殺菌剤、特に多発条件下では複数回の薬剤散布が必要であると考えられる²¹⁾。

フタスジヒメハムシ、マメシクイガ、および紫斑病は、殺虫剤および殺菌剤による基幹防除の対象となる子実病害虫である。しかし、生産現場においては、これまでの慣行防除において十分な効果が得られていない事例、または過剰な防除となっている事例が見られる。例えば、これまでの慣行防除を実施していても、フタスジヒメハムシによる黒斑粒の発生により等級低下が問題となっており、紫斑病に対しては、「ミヤギシロメ」と「タンレイ」の両品種に対して同等の防除を行っている。本研究で提言したダイズのIPM体系を取り入れることで、効率的な防除を実践できると考えられる。

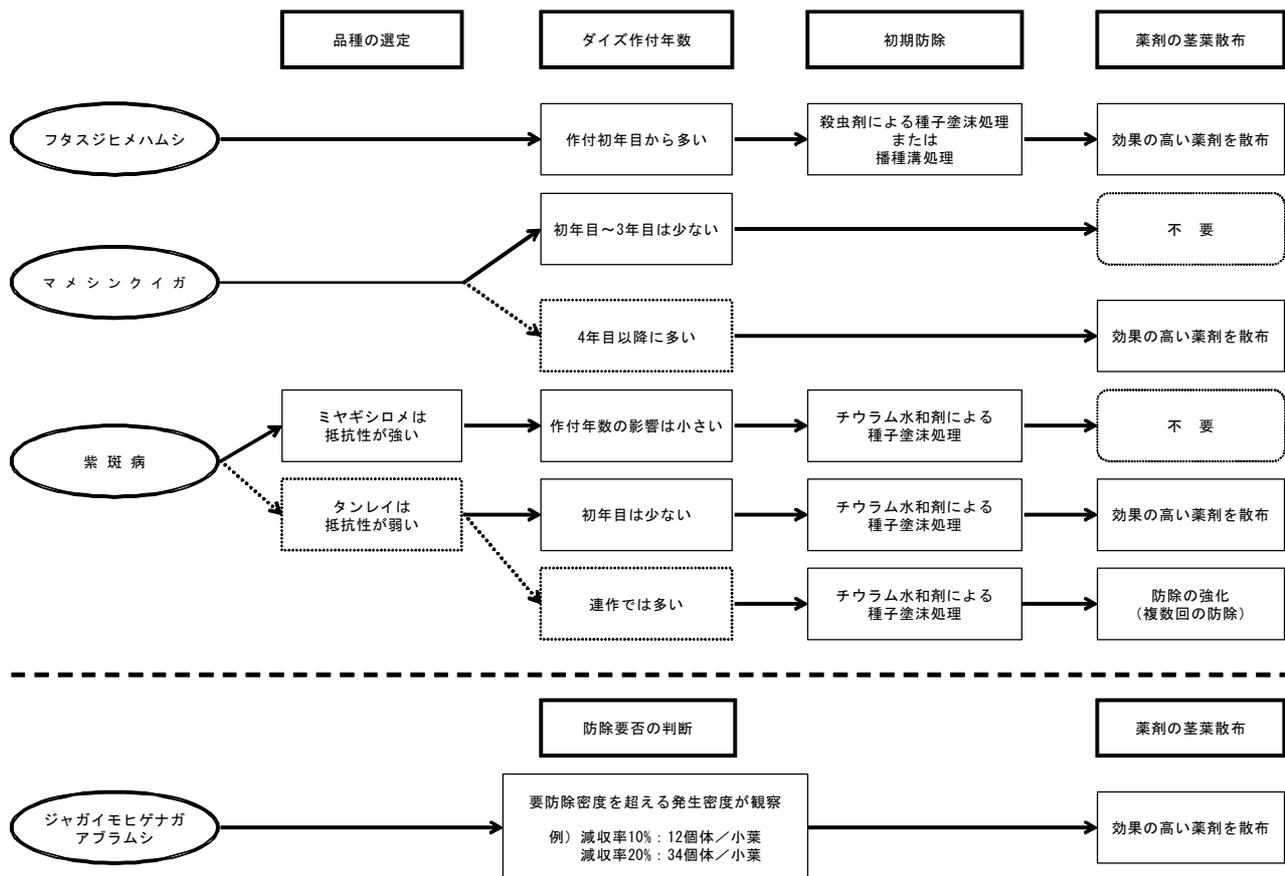
一方、病害虫の発生は年次による発生量の変動や突発的に発生する病害虫もあることから、発生予測技術の向上を図ることも重要である。そして、ジャガイモヒゲナガアブラムシのように突発的に異常多発する害虫に対しては、発生初期における防除要否の判断と緊急的な防除を行う体制の整備が必要である。

本研究では、ジャガイモヒゲナガアブラムシの後期多発型発生に対して、減収予測式から防除要否を判断する発生密度の目安を得た。また、化学合成農薬を主体とした防除方法について検討した。これらを利用したジャガイモヒゲナガアブラムシに対するIPMを提案する(第14図)。また、著者らは、ムギ類リビングマルチ栽培の導入により、本種の密度を抑制できることを明らかにしており^{13) 14)}、本種

に対する耕種的、生物的防除法を取り入れた IPM を確立することが、今後の課題である。

環境保全型農業を推進する中で、殺虫剤や殺菌剤の使用成分数を節減することが求められているが、現行のダイズの防除体系においては、殺虫剤、殺菌剤の使用成分数はそれぞれ 1～2 成分であり、他の作物と比較すると極めて少ない。したがって、耕

種的防除法と発生予察を取り入れた IPM 体系の実践が必要不可欠であると思われる。また、2007 年に農林水産省による生物多様性戦略が策定され、農業における生物多様性の保全が重視されていることから、生物多様性の保全や生態系機能と調和した IPM 体系をダイズにおいて構築することは、今後の重要な課題である。



第14図 ダイズの主要病害虫に対する IPM 体系

注 1) 実線を選択することにより、病害虫による子実被害を少なくし、農薬の散布回数の節減も可能である。

要約

1. 近年の宮城県北部におけるダイズの主要な子実害虫は、フタスジヒメハムシとマメシンクイガであった。
2. フタスジヒメハムシによる被害は、ダイズの作付初年目から多く、マメシンクイガによる被害は、ダイズの作付 1～3 年目には少なく、作付 4 年目以降に多くなった。
3. フタスジヒメハムシに対する防除対策は、薬剤以外に有効な防除手段はないことから、薬剤の効率

4. マメシンクイガに対する防除対策は、被害がほとんど発生しないダイズ作付 1～3 年目は薬剤の使用を不要とし、発生が多くなる作付 4 年目以降にシペルメトリン乳剤の茎葉散布により、マメシンクイガとフタスジヒメハムシを同時防除するのが効率的と考えられた。

5. 紫斑病に対する防除対策は、抵抗性の強い品種「ミヤギシロメ」の選定が最も効果的である。また、抵抗性の弱い品種を作付する場合は、連作を避けることが効果的であり、かつアゾキシストロビン水和剤等の効果の高い殺菌剤による防除が必要である。
6. 後期多発型発生をしたジャガイモヒゲナガアブラムシによる葉の被害面積率と落葉率は、発生ピーク時の密度に比例して増加した。また、本種の密度と子実重には、負の比例関係が認められた。
7. 後期多発型発生をしたジャガイモヒゲナガアブラムシに対する茎葉散布剤として、アセフェート水和剤、アセフェート水溶剤、ビフェントリン水和剤、クロチアニジン水溶剤、およびペルメトリン乳剤が、効果が高く速効性があった。
8. 以上、近年の宮城県北部におけるダイズ主要病害虫の発生の特徴と効果的な防除対策について検討し、ダイズにおける IPM (総合的有害生物管理) 体系について提言した。

引用文献

- 1) 土門 清, 伊藤慎一, 渡辺和弘, 草田仁志. 2002. ダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの発生生態と防除 II. 薬剤散布時期の検討. 北日本病虫研報 53 ; 203-205.
- 2) 船迫勝男, 伊藤春男, 小林 尚, 奥 俊夫. 1977. 宮城県におけるダイズ子実害虫相の地域性ならびに虫害粒率の発生予察. 北日本病虫研報 28 ; 17-21.
- 3) 布施 寛, 鈴木穂積, 石黒清秀, 斎藤真弼, 金子勝廣. 1982. 庄内地方における転作ダイズの病害虫 III. 昭和 56 年度集団転作に発生した病害虫. 北日本病虫研報 33 ; 97-102.
- 4) 本多健一郎. 2001. ダイズわい化病の発生生態と防除に関する最近の研究動向. 植物防疫 55 ; 206-210.
- 5) 加進丈二, 小野 亨. 2011. 宮城県のダイズ主要病害虫の IPM 体系に関する研究 2. ダイズ播種時における殺虫剤の処理がフタスジヒメハムシの発生動態と子実被害へ与える影響. 宮城古川農試報 9 ; 55-64.
- 6) 城所 隆. 2000. 宮城県におけるダイズ子実害虫の同時防除適期. 北日本病虫研報 51 ; 187-189.
- 7) 小林 尚. 1979. 吸実性カメムシ類 (ダイズ病害虫の手引) 東京. 社団法人日本植物防疫協会. 105-121.
- 8) 小林 尚, 奥 俊夫, 土岐昭男, 千葉武勝, 渡辺忻悦, 小林次郎, 船迫勝男, 江口憲雄, 斎藤 満. 1979. 東北地方の水田転換畑ダイズにおける 1978 年の虫害の特徴と対策. 北日本病虫研報 30 ; 26-30.
- 9) 湖山利篤. 1939. フタスジヒメハムシの越冬に就て. 応用昆虫 2 ; 256-259.
- 10) 永野敏光, 梅津由美子, 星 信幸, 城所 隆. 2001. 宮城県でみられたダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの多発生 第 2 報 収量への影響. 北日本病虫研報 52 ; 175-177.
- 11) 永野敏光, 梅津由美子, 小野寺和英, 城所 隆. 2001. 宮城県でみられたダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの多発生 第 1 報 県内の発生状況. 北日本病虫研報 52 ; 172-174.
- 12) 小野 亨. 2009. 宮城県北部における最近のダイズ害虫被害の発生と特徴. 北日本病虫研報 60 ; 186-188.
- 13) 小野 亨, 城所 隆. 2007. ダイズのジャガイモヒゲナガアブラムシに対するムギ類リビングマルチのバンカープラントとしての利用. 北日本病虫研報 58 ; 99-105.
- 14) 小野 亨, 城所 隆. 2008. 生息場所管理による土着天敵の利用とダイズ害虫管理 (安田弘法・城所 隆・田中幸一編. 生物間相互作用と害虫管理) 京都. 京都大学学術出版会. 201-222.
- 15) 小野 亨, 城所 隆, 星 信幸. 2005. ダイズのジャガイモヒゲナガアブラムシの後期多発型発生と被害解析. 北日本病虫研報 56 ; 131-133.
- 16) 小野 亨, 小山 淳, 城所 隆. 2006. ダイズのジャガイモヒゲナガアブラムシに対する茎葉散布剤の効果. 北日本病虫研報 57 ; 148-150.
- 17) 斎藤 隆, 佐藤政太郎, 布施 寛. 1989. ダイズを加害するフタスジヒメハムシの生態と防除 第 2 報 発生経過と莢を加害する時期の要防除密度. 山形農試研報 24 ; 53-61.
- 18) 斎藤 隆, 上野 清, 武田公智, 小田九二夫, 本田浩央. 2001. 2000 年山形県でダイズに多発生したジャガイモヒゲナガアブラムシ I. 山形県に

- おける発生生態. 北日本病虫研報 52 ; 178-180.
- 19) 佐藤政太郎, 斎藤 隆, 布施 寛, 竹田富一. 1989. ダイズを加害するフタスジヒメハムシの生態と防除 第1報 発生実態と防除法. 山形農試研報 24 ; 37-51.
- 20) 佐藤智浩, 上野 清, 阿部雄幸, 後藤新一, 斎藤 隆. 2002. ダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの発生生態と防除 I. 発生消長と多発に影響した気象要因. 北日本病虫研報 53 ; 199-202.
- 21) 笹原剛志. 2009. 宮城県における抵抗性品種を利用したダイズ紫斑病の防除. 北日本病虫研報 60 ; 45-50.
- 22) 高野俊昭. 1985. 重回帰式によるダイズ主要子実害虫の被害量の予察. 北日本病虫研報 36 ; 58-59.
- 23) 辻 英明, 加進丈二, 小野 亨. 2011. 宮城県のダイズ主要病害虫の IPM 体系に関する研究 3. フタスジヒメハムシとマメシンクイガの同時防除. 宮城古川農試報 9 ; 65-72.
- 24) 上地奈美, 湯川淳一. 2003. ダイズサヤタマバエの命名と冬寄主の発見. 植物防疫 57 ; 309-313.
- 25) 上野 清. 2003. ダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの発生生態と防除 V. 各種薬剤の土壌施用による防除効果. 北日本病虫研報 54 ; 133-136.
- 26) 上野 清, 斎藤 隆, 阿部雄幸, 佐藤智浩. 2001. 2000年山形県でダイズに多発生したジャガイモヒゲナガアブラムシ II. 各種殺虫剤の効果. 北日本病虫研報 52 ; 181-182.
- 27) 上野 清, 斎藤 隆, 阿部雄幸, 佐藤智浩, 後藤新一. 2002. ダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの発生生態と防除 IV. 各種茎葉散布剤の防除効果. 北日本病虫研報 53 ; 209-212.
- 28) 上野 清, 高取 寛, 斎藤 隆. 2001. 2000年山形県でダイズに多発生したジャガイモヒゲナガアブラムシ III. ダイズに対する被害の影響. 北日本病虫研報 52 ; 183-184.
- 29) 上野 清, 斎藤 隆, 中場理恵子, 阿部雄幸, 佐藤智浩, 後藤新一. 2002. ダイズにおけるジャガイモヒゲナガアブラムシの発生生態と防除 III. 各種薬剤に対する感受性とエトフェンプロックス剤の散布量別防除効果. 北日本病虫研報 53 ; 206-208.

Studies of Integrated Pest Management System of the Major Insect Pests and Diseases of Soybean in Miyagi Prefecture

1. Recent Occurrence and Control of Soybean Insect Pests

Tohru ONO, Masashi SASAHARA, Takashi KIDOKORO, Joji KASHIN, Hideaki TSUJI and Nobuyuki HOSHI

Summary

An investigation into actual pest-related soybean injury in recent years has revealed that the major soybean seed insect pests are the two-striped leaf beetle, *Medythia nigrobilineata*, and the soybean pod borer, *Leguminivora glycinivorella*, in the northern area of Miyagi Prefecture located in the northeastern part of Japan. Stink bugs and the soybean pod gall midge, *Asphondylia yushimai*, which had been important pest until several decades ago, have become secondary pests. It was assumed that a change in pest species has occurred with the change in the cultural practices of soybean such as large-scale cultivation in plains. It was confirmed that seed damage by the two-striped leaf beetle is high even in the first season of soybean cultivation in fields converted from rice paddy fields. On the other hand, the damage by the soybean pod borer is high in the fourth season of soybean cultivation. Also, investigation into the control method of the major soybean seed insect revealed that the insecticide treatment of the seed-coating with thiamethoxam and the foliar application of cypermethrin was effective in preventing seed damage by the two-striped leaf beetle. On the other hand, there was no need for insecticide application against the soybean pod borer in the first to the third season in the soybean fields converted from rice paddy fields. Thus, it was thought that the foliar application of cypermethrin could control both the two-striped leaf beetle and the soybean pod borer in the fourth season of soybean cultivation. A study was also carried out to control purple stain caused by *Cercospora kikuchi*, which is the most important soybean disease. The resistant cultivar "Miyagisirome" was the most effective against purple stain. Even in the case of the nonresistant cultivar, cultivation in the first season also decreased the quality damage by purple stain. Finally, an investigation into the damage to soybean by aphids and its control method was carried out. In recent years, outbreaks of the foxglove aphid, *Aulacorthum solani*, have been observed on a large scale in soybean fields. The foxglove aphid causes leaf fall in the early stage of soybean growth and results in a decrease in yield. On the damage analysis of the foxglove aphid, both the percentage of leaf damage area and that of fallen leaf was found to be directly proportional to the density of foxglove aphids at the peak time. Also, the grain yield was found to be negatively proportional to the density. The foliar application of acephate, bifenthrin, clothianidin and permethrin effectively controlled the outbreak of foxglove aphids. Here, we proposed an IPM (integrated pest management) system for major insect pests and diseases of soybean.

