

マメシクイガに対する殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果

石本万寿広・岩田大介・阿曾和基*・竹内博昭**

Masuhiko ISHIMOTO, Daisuke IWATA, Kazuki ASO and Hiroaki TAKEUCHI :

Control of soybean pod borer, *Leguminivora glycinivorella*, with different types of insecticide and application times

2012~2014年に、マメシクイガに対する殺虫剤の防除効果を圃場試験により評価した。3種類の殺虫剤を供試し、散布時期は8月第5半旬、第6半旬、9月第1半旬とした。ペルメトリン乳剤、クロラントラニリプロール水和剤の防除効果は8月第6半旬散布で高く、フルベンジアミド水和剤の防除効果はこれら2剤に比べ低かった。さらに、MEP乳剤、エトフェンプロックス乳剤、ペルメトリン乳剤、クロラントラニリプロール水和剤、ダイアジノン粒剤について、各殺虫剤の適期とみられる時期に散布し、その防除効果を確認した。これらの試験データと、過去に発表されている東北地域の各県で実施された殺虫剤防除試験のデータを集計し、殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果を総合的に評価した。この評価結果により、マメシクイガの発生量に応じて殺虫剤の種類と散布時期を判断することが可能になると考えられた。また、評価対象の期間が8月下旬~9月上旬と長いことから、この知見は紫斑病との同時防除の際の殺虫剤の選択や、作業計画の策定にも有効に利用できると考えられた。

Key words : マメシクイガ, 薬剤防除, *Leguminivora glycinivorella*

緒言

マメシクイガはダイズの子実害虫で、北海道、東北ならびに北陸では重要害虫に位置づけられている。これらの地域における年間世代数は1世代で、成虫の発生盛期は、北海道では8月中旬¹²⁾、東北・北陸では8月下旬~9月上旬である^{4,6,14,22)}。本種の発生量はダイズの連作と関係が深く、ダイズ作1年目の圃場では少なく、連作圃場で多く、また、連作圃場でも圃場間差が大きい^{7,18,19)}。そのため、発生量に応じて防除対策の要否や手段の選択を行うことが重要な害虫である。本種の主要な防除手段は殺虫剤散布であり、適正な殺虫剤散布のためには、発生量に応じて殺虫剤の種類や散布回数を判断する技術が必要である。

殺虫剤の散布適期は、産卵盛期とその約10日後の2回

を標準とし、発生量に応じて回数を増減するとされているが¹⁷⁾、本種に登録がある殺虫剤は、有機リン系、合成ピレスロイド系、ジアミド系など多様で、種類によって散布適期や防除効果に違いがあると見込まれる。発生リスクに対応した薬剤防除法を策定するには、殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果を明らかにする必要がある。これまで、青森県¹⁰⁾や秋田県²¹⁾などで、殺虫剤の種類、散布時期と防除効果の関係が示されている。新潟県でも、数種殺虫剤の防除効果が明らかにされている¹⁶⁾。しかし、防除効果の評価が十分されていない殺虫剤や散布時期も残されている。また、東北の各県や新潟県では、成虫、幼虫の発生時期がおおよそ同じであることから、これらの県の試験結果は相互に活用できる可能性がある。

以上のことから、新潟県においてマメシクイガに対する防除効果が十分評価されていない殺虫剤について、

圃場試験によって防除効果を評価するとともに、新潟県や他県での既往の報告との比較も行い、殺虫剤の種類、散布時期と防除効果の関係を明らかにした。また、その結果について、東北地域等の県への適用性についても検討した。本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「生産現場強化のための研究開発－多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発」で実施した。

材料および方法

1. 圃場試験

(1) ジアミド系殺虫剤等の散布時期と防除効果

青森県の試験¹⁰⁾でマメシクイガに対する防除効果が高いことが示されているペルメトリン乳剤と、残効性に優れるとされるジアミド系殺虫剤のクロラントラニリプロール剤、フルベンジアミド剤の散布時期別の防除効果を評価することを目的とした。2012～2014年に試験1～4の計4件の試験を行った。試験圃場はいずれも水田転換畑で、ダイズが連作されている圃場であった。殺虫剤は上記の3種類と、比較としてエトフェンプロックス乳剤を用いた。いずれも1回散布とし、ダイズ紫斑病との同時防除を想定し、アゾキシストロビン水和剤(2,000倍)を加用した。1区面積は39～60㎡とし、試験1は2反復、他の試験は3反復とした。各殺虫剤は所定の濃度に希釈し、背負式動力噴霧機で10a当たり150Lを散布した。成虫の発消長を確認するため、試験圃場内の試験区外の殺虫剤無散布の部分にフェロモントラップ1台を設置し、定期的に誘殺数を調査した。トラップは粘着式トラップ(SEトラップ、サンケイ化学株)を使い、ダイズの草冠の高さに設置した。フェロモン剤は市販品(信越化学工業株)を使用し、約1か月で新しいものに交換した。誘引成虫のアマガエルによる捕食防止のため、粘着板(SE粘着板、サンケイ化学株)の粘着面には食塩を処理した⁵⁾。誘殺数は7日程度の間隔で調査した。ダイズの成熟期に、各区よりダイズ20本を採取し、子実全粒について被害粒を数えた。また、試験4では、卵、幼虫の発生時期を確認するために、8月下旬～10月上旬に、7日前後の間隔で、試験圃場内の試験区外の殺虫剤無散布の部分から、ダイズ10本を採取し、その全莢について卵数と幼虫数、幼虫脱出孔数を調査した。

(2) 主要殺虫剤の効果の検証

既往の新潟県の試験結果¹⁶⁾と上記試験の結果を検証することを目的に、2016～2018年に各1件の試験を行った。

2016年、2017年は、MEP乳剤、エトフェンプロックス乳剤、クロラントラニリプロール水和剤を供試し、それぞれの散布適期に散布した。2016年、2017年の散布日は、これまでの知見¹⁶⁾と試験1の結果に基づき設定した。2018年は、MEP乳剤を、9月3日と9月11日の2時期の散布とし、クロラントラニリプロール水和剤は8月23日、8月29日、9月3日の3時期の散布とした。1区面積は48～81㎡、3反復とし、各殺虫剤は所定の濃度に希釈し(2016年、2018年はアゾキシストロビン水和剤(2,000倍)を加用)、背負式動力噴霧機で10a当たり150Lを散布した。フェロモントラップ調査、被害子実調査は試験1と同様に行った。なお、2017年の試験圃場には、8月22日にダイズ紫斑病防除を主な目的としてエトフェンプロックス・アゾキシストロビン水和剤が散布された。

(3) ダイアジノン粒剤の大面積散布の防除効果

ア. 圃場試験

ダイアジノン粒剤は、その成分がガス化して殺虫効果を発揮することから、大面積でより安定した効果が期待でき、逆に小面積の試験では防除効果を適正に評価できない可能性がある。新潟県での既往の試験¹⁶⁾は、1区面積が64㎡の小面積の試験であることから、より広い面積での防除効果を確認することを目的に、全面にダイアジノン粒剤を散布した新潟県長岡市横山のダイズ圃場(面積:45～100a)で2016～2018年に調査を行った。品種は、2016年と2017年は「エンレイ」、2018年は「里のほほえみ」であった。いずれの年次、圃場でも、8月20日頃に紫斑病防除を主な目的としてエトフェンプロックス・アゾキシストロビン水和剤が散布された(散布日:2016年:8月18日、2017年、2018年:8月22日)。マメシクイガに対してはダイアジノン粒剤が散布され(4kg/10a)、散布日は、2016年は8月27日または9月3日、2017年は9月3日、2018年は9月2日であった。フェロモントラップ調査は試験1と同様に行ったが、被害子実調査では、各圃場からのダイズ採取本数を25本とした。

イ. 無防除条件における被害率の推定

この試験では無散布圃場のデータがないことから、その代替として、2012年と2014年に、同じ地区でマメシクイガに対する殺虫剤散布を行っていないダイズ連作圃場の調査データ⁷⁾と比較し、防除効果を評価した。圃場数は2012年は6筆、2014年は5筆であった。品種は「エンレイ」で、2012年は8月16日、2014年は8月20日に、エトフェンプロックス・アゾキシストロビン水和剤が無

人ヘリコプターにより散布された。これらの圃場で調査して得られたフェロモントラップ誘殺数データ、被害粒率データを用いた。上記アの調査圃場におけるダイアジノン粒剤の散布日は9月第1半旬がほとんどであったことから、8月31日までの誘殺数（以下、8月誘殺数）を求め、この誘殺数と被害粒率の関係を求めた。誘殺数調査が9月1日に行われずに8月31日までの誘殺数を直接求められなかった年次は、8月31日を含む期間の誘殺数を日数により按分して、8月誘殺数を算出した。なお、石本・岩田⁷⁾では、2013年、2015年にも同様の調査を実施しているが、2013年は圃場数が少なく、被害粒率も低いこと、2015年は一部の圃場で9月上旬にマメシクタイガに対する殺虫剤散布が実施されていることから、解析には用いなかった。

総誘殺数を応答変数、8月誘殺数、年次とこれらの交互作用を説明変数とした共分散分析により、8月誘殺数と総誘殺数の関係を解析した。また、被害粒率（角変換値）を応答変数、8月誘殺数、年次とこれらの交互作用を説明変数とした共分散分析を行い、8月誘殺数と被害粒率の関係を解析した。さらに、8月誘殺数と被害粒率の関係式に2016～2018年の各年次の8月末までの平均誘殺数を代入して得られた推定値を無防除の被害粒率として、ダイアジノン粒剤の防除価を算出した。

2. 殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果の総合評価

これまでに東北地域と新潟県で実施され、論文として発表された試験データ、県の研究成果情報等として公表された試験データのうち、殺虫剤1回散布のデータを収集し、殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果を整理し

た。防除効果の指標として、報告で示されているデータから防除価（ $100 - 100 \times \{ \text{散布区の被害粒率} / \text{無散布区の被害粒率} \}$ ）を算出し、80以上 (a)、60以上80未満 (b)、40以上60未満 (c)、40未満 (d) に区分した。さらに、この集計結果をもとに、殺虫剤の種類別、散布時期別に総合的に評価した。評価は、各殺虫剤、散布時期ごとの防除価区分の件数とその割合にもとづいて行った。

結果

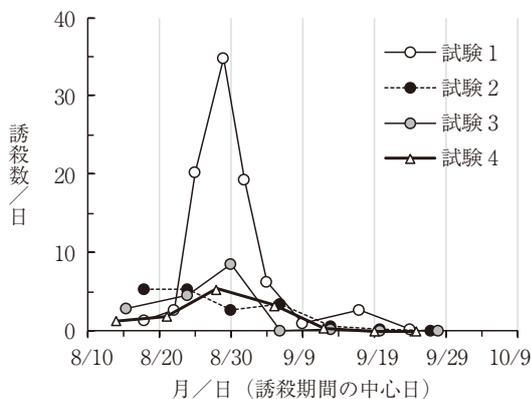
1. 圃場試験

(1) ジアミド系殺虫剤等の散布時期と防除効果

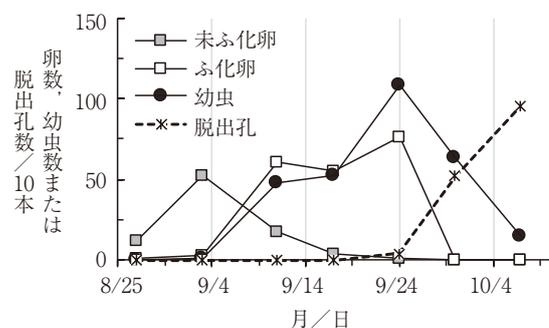
フェロモントラップ誘殺数の推移は、試験2以外の3つの試験では類似し、誘殺数は8月第5半旬から増加し、8月第6半旬にピークとなり、その後9月中旬にかけて減少した（第1図）。試験1のピーク時の誘殺数は他の試験より明らかに多かった。試験4では、未ふ化卵は8月第6半旬から認められ、9月第1半旬にピークとなり、ふ化卵は第1～2半旬に急増した（第2図）。

試験1では、無散布区の被害粒率が79.9%で著しい多発生であった。クロラントラニリプロール水和剤の8月20日散布の被害粒率は25.1%、8月27日散布は31.9%、ベルメトリン乳剤の8月20日散布は55.8%、8月27日散布は45.3%で、これらは無散布区と有意な差異があった（第1表）。エトフェンプロックス乳剤の8月27日散布の被害粒率は65.2%で、他の2剤に比べて高かった。

試験2では、無散布の被害粒率8.2%に対して、散布日別の被害粒率は、クロラントラニリプロール水和剤2.4～6.3%、フルベンジアミド水和剤4.5～5.8%、ベルメトリン乳剤1.4～4.8%で、いずれの殺虫剤も8月27日散布が最も低く、無散布区とも有意な差異があった（第



第1図 試験圃場のフェロモントラップ誘殺数の推移
注) 第1表の各試験圃場の調査データ。



第2図 莢における卵数、幼虫数、脱出孔数の推移
注) 第1表の試験4の圃場の調査データ。

1表)。

試験3では、無散布の被害粒率7.9%に対して、散布日別の被害粒率は、クロラントラニリプロール水和剤1.9~4.4%、フルベンジアミド水和剤は4.4~6.4%、ペルメトリン乳剤1.0~3.0%で、クロラントラニリプロール水和剤、ペルメトリン乳剤は、8月27日散布が最も低く、無散布区とも有意な差異があった(第1表)。

試験4では、無散布の被害粒率18.9%に対して、散布日別の平均被害粒率は、クロラントラニリプロール水和剤1.6~6.3%、フルベンジアミド水和剤は5.5~11.0%、

ペルメトリン乳剤は4.2~12.5%であった。いずれの殺虫剤も、8月28日散布が最も低く、無散布区とも有意な差異があった(第1表)。

(2) 主要殺虫剤の効果の検証

2016年の試験の平均被害粒率は、無散布の6.6%に対して、MEP乳剤4.4%、エトフェンプロックス乳剤4.2%、クロラントラニリプロール水和剤1.3%で、クロラントラニリプロール水和剤が最も低く、他の2剤は高く、無散布との差異は認められなかった(第2表)。

2017年の試験の平均被害粒率は、無散布の8.5%に対

第1表 殺虫剤の種類、散布時期と被害粒率^{a)}

殺虫剤名	散布時期	試験1 (2012年)		試験2 (2013年)		試験3 (2013年)		試験4 (2014年)	
		散布日	被害粒率(%)	散布日	被害粒率(%)	散布日	被害粒率(%)	散布日	被害粒率(%)
クロラントラニリプロール水和剤	1回目	8月20日	25.1* (69)	8月22日	3.0* (63)	8月22日	2.4* (69)	8月20日	4.5* (76)
	2回目	8月27日	31.9* (60)	8月27日	2.4* (71)	8月27日	1.9* (76)	8月28日	1.6* (92)
	3回目	-	-	9月3日	6.3 (23)	9月3日	4.4 (45)	9月3日	6.3* (67)
フルベンジアミド水和剤	1回目	-	-	8月22日	5.8 (30)	8月22日	6.4 (19)	8月20日	11.0* (42)
	2回目	-	-	8月27日	4.5* (45)	8月27日	4.4 (44)	8月28日	5.5* (71)
	3回目	-	-	9月3日	4.6* (44)	9月3日	3.1* (61)	9月3日	9.7* (49)
ペルメトリン乳剤	1回目	8月20日	55.8* (30)	8月22日	3.3* (60)	8月22日	3.0* (63)	8月20日	12.5* (34)
	2回目	8月27日	45.3* (43)	8月27日	1.4* (82)	8月27日	1.0* (87)	8月28日	4.2* (78)
	3回目	-	-	9月3日	4.8* (41)	9月3日	2.1* (73)	9月3日	7.0* (63)
エトフェンプロックス乳剤	2回目	8月27日	65.2 (18)	-	-	-	-	-	-
	3回目	-	-	-	-	9月3日	3.9* (51)	9月3日	13.0* (31)
無散布			79.9		8.2		7.9		18.9

a) 試験地：試験1：柏崎市石曾根，試験2：長岡市横山，試験3：新潟市南区，試験4：長岡市横山。-は試験区の設定がないこと，*は無散布と有意差があることを示す(角変換後にDunnnett法， $p < 0.05$)。()は防除値 $[100 - \{100 \times (\text{散布区の被害粒率} / \text{無散布区の被害粒率})\}]$ 。

第2表 主な殺虫剤の適期散布の被害子実粒率低減効果

年次	地点	殺虫剤名	散布日	調査粒数	被害粒率(%) ^{a)}
2016	柏崎市中田	MEP乳剤	9月2日	1,847	4.4 (33)
		エトフェンプロックス乳剤	9月2日	2,004	4.2 (36)
		クロラントラニリプロール水和剤	8月26日	2,070	1.3 (80)*
		無散布		2,049	6.6
2017	長岡市横山	MEP乳剤	9月4日	2,489	2.8 (67)*
		エトフェンプロックス乳剤	9月4日	2,470	4.1 (52)*
		クロラントラニリプロール水和剤	8月28日	2,407	1.5 (82)*
		無散布		2,454	8.5
2018	南蒲原郡田上町	MEP乳剤	9月3日	1,042	0.9 (72)
			9月11日	1,067	0.8 (75)*
		クロラントラニリプロール水和剤	8月23日	962	0.5 (84)*
			8月29日	1,139	0.2 (94)*
			9月3日	996	0.7 (78)*
		無散布		965	3.2

a) *は無散布と有意差があることを示す(角変換後にDunnnett法， $p < 0.05$)。()は防除値 $[100 - \{100 \times (\text{散布区の被害粒率} / \text{無散布区の被害粒率})\}]$ 。

して、MEP乳剤2.8%，エトフェンプロックス乳剤4.1%，クロラントラニプロール水和剤1.5%で、クロラントラニプロール水和剤が最も低く、次いでMEP乳剤であった（第2表）。

2018年の試験の平均被害粒率は、無散布の3.2%に対して、クロラントラニプロール水和剤の3時期の散布は0.2~0.7%で、8月29日散布が最も低く、MEP乳剤では、9月3日散布が0.9%，9月11日散布が0.8%で、散布日による違いは小さかった（第2表）。

(3) ダイアジノン粒剤の大面积散布の防除効果

ア. 圃場試験

2016年は、散布時期が2つの時期に分かれた。フェロモントラップ誘殺数は8月中旬から増加し、8月27日散布の圃場では、散布後に急減し、9月6日までは0.6~1.4頭で推移し、その後再び増加した（第3図）。9月3日散布の圃場でも、誘殺数は散布後に急減した。2017年は、各圃場の散布日は同じで、誘殺数は8月下旬に急増し、ダイアジノン粒剤散布後には急減し、その後は0.1~0.3頭で推移した。2018年の誘殺数の推移は、2017年と類似した。2016年の平均被害粒率は、8月27日散布1.8%，9月3日散布2.8%，2017年、2018年の平均被害粒率は、それぞれ1.5%，0.7%であった（第3表）。

イ. 無防除条件における被害粒率の推定

2012年、2014年の各年次の平均総誘殺数が106.7頭、348.0頭であったのに対して、8月の平均総誘殺数は39.0頭、86.5頭であった。総誘殺数に対して、8月誘殺数の効果は統計的に有意で、年次の効果は有意ではなかった（共分散分析、8月誘殺数： $df=1$ 、 $F=47.51$ 、

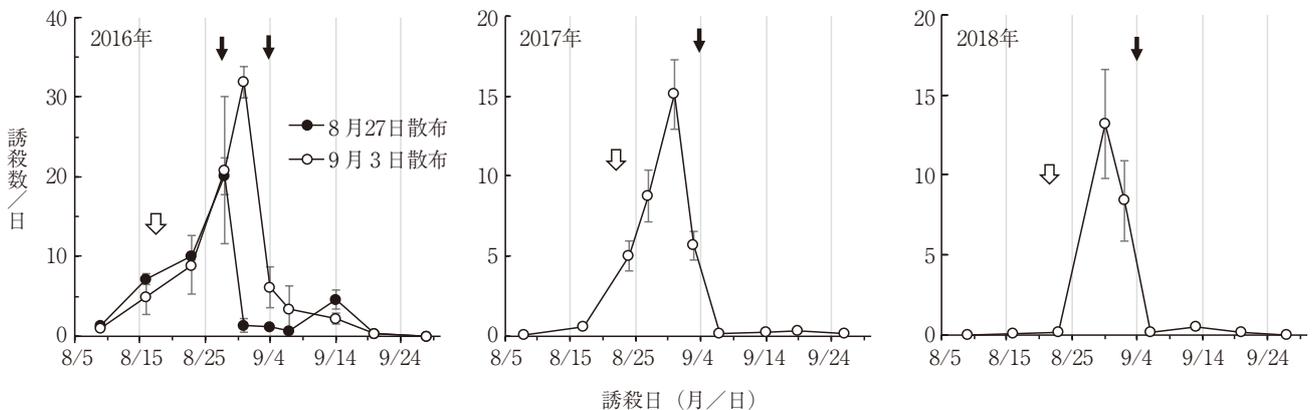
$p<0.001$ 、年次： $df=1$ 、 $F=3.98$ 、 $p>0.05$ 、事前検定で交互作用が有意でないことを確認し交互作用を除いた）。8月誘殺数と総誘殺数の間には有意な正の直線関係が認められた（第4図左）。被害粒率（角変換値）に対して、8月誘殺数と年次に有意な効果が認められた（8月誘殺数： $df=1$ 、 $F=39.67$ 、 $p<0.001$ 、年次： $df=1$ 、 $F=5.78$ 、 $p<0.05$ 、事前検定で交互作用が有意でないことを確認し交互作用を除いた）。この結果、直線の傾きは同じで、年次によって切片が異なる回帰式が得られた（2012年： $y=-1.61+0.18x$ 、2014年： $y=5.68+0.18x$ ）（第4図右）。

防除効果の過大評価を避けるためには、無防除条件の被害粒率を過大に推定することは避けなければならない。そこで、切片が小さい2012年の8月誘殺数と被害粒率の

第3表 ダイアジノン粒剤の大面积散布の被害粒率低減効果の推定

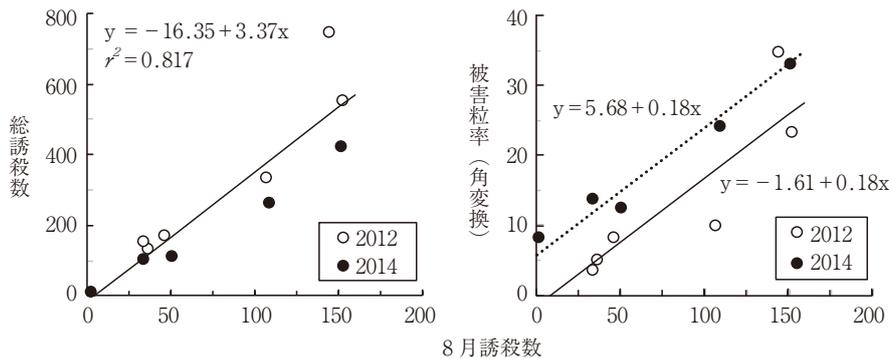
年次	散布日	ダイアジノン粒剤散布圃場			無散布圃場被害粒率 (%) ^{c)}	
		圃場数	平均誘殺数 ^{a)}	被害粒率 (%) ^{b)}		
				平均	最大	
2016	8月27日	5	-	1.8	2.4	-
	9月3日	3	303.3	2.8 (96)	5.1	64.8
2017	9月3日	7	127.6	1.5 (89)	3.0	13.6
2018	9月2日	7	76.2	0.7 (83)	2.4	4.5

- a) 8月第1半旬~8月末のフェロモントラップ総誘殺数。
- b) () は防除価 [100 - {100 × (散布区の被害粒率 / 無散布区の被害粒率)}]。
- c) 第4図の回帰式にダイアジノン散布圃場の平均誘殺数を代入して算出。

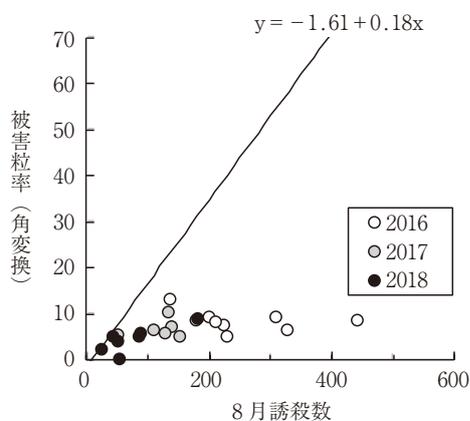


第3図 ダイアジノン粒剤散布圃場におけるフェロモントラップ誘殺数の推移

注) グラフの誤差範囲は標準誤差。誘殺日は、各調査期間の最終日。
 ⇩: エトフェンプロックス・アゾキシストロピン水和剤の散布日、↓: ダイアジノン粒剤の散布日。



第4図 8月誘殺数と総誘殺数（左）、被害粒率（右）の関係



第5図 ダイアジノン粒剤散布圃場における8月誘殺数と被害粒率の関係

注) 回帰直線は第4図右を参照。

関係式に（第4図右）、2016～2018年の各年次の8月末までの平均誘殺数を代入して被害粒率を算出し、これを無防除の被害粒率としてダイアジノン粒剤散布圃場の防除価を算出した。推定被害粒率は、2016年は64.8%、2017年は13.6%、2018年は4.5%であった（第3表）。これを基準に算出した防除価は、2016年の9月3日散布は96、2017年は89、2018年は83であった。また、各年次の圃場ごとの8月誘殺数と被害粒率（角変換値）の関係を散布図に示すと、これらの点は、無散布の場合に推定される8月誘殺数と被害粒率の回帰直線より低い位置にあり、誘殺数に対して被害粒率は低かった（第5図）。

2. 殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果の総合評価

収集した試験事例は、青森県¹⁰⁾、秋田県²¹⁾、岩手県¹¹⁾、宮城県²³⁾、新潟県¹⁶⁾の5件であった。これに上記1のデータを加えて、薬剤別、散布時期別に防除価を算出して整理した（第4表）。無散布区の被害粒率が79.9%と

著しく高かった試験（第1表の試験1）は、1回散布の防除効果の評価としては特異事例とみなして、全体の評価から除外した。MEP乳剤は7件のデータがあった。3時期以上で比較した試験は新潟県で2件あり、9月第1半旬あるいは第2半旬の効果が高かった。岩手県では、9月第1半旬、第2半旬のいずれも効果が高くa評価であった。これら以外の3件の試験でも、9月第1半旬は2件がb評価であった。ペルメトリン乳剤の試験は、新潟県3件、岩手県2件、青森県1件あった。新潟県では8月6半旬の効果が高く、その前後では効果が低下した。一方、岩手県、青森県は8月第5半旬～9月第1半旬のいずれの半旬もa評価であった。フェンバレート・MEP水和剤は、新潟県1件、秋田県2件であった。新潟県では8月第6～9月第1半旬がa評価、9月第2半旬がb評価であったが、秋田県では8月第5半旬～9月第2半旬までの各半旬のいずれもa評価であった。クロラントラニプロロール水和剤は、3時期以上を比較した試験は、新潟県4件、岩手県2件であった。新潟県では、8月第5～6半旬がaまたはb評価で最も効果が高く、9月第1半旬はこれより劣る場合が多かった。岩手県では、8月第4～9月第1半旬、または8月第4～9月第2半旬で、いずれの半旬もa評価であった。エトフェンプロックス乳剤は、複数の時期で比較した試験は1件のみであった。9月第1半旬のデータ数が多かったが、この時期の評価はばらつきが大きかった。ダイアジノン粒剤は、新潟県での試験のみであったが、9月第1半旬はa評価がほとんどであった。以上のように、MEP乳剤、ペルメトリン乳剤、クロラントラニプロロール水和剤は、新潟県でa評価であった時期は他の県でもa評価であり、新潟県でb～d評価であった時期は、これより上回る試験がほとんどであった。ダイアジノン粒剤は、新潟県の試験のみであったが、9月第1半旬はa評価がほとんど

第4表 殺虫剤別、散布時期別の被害子実粒率低減効果の集計

殺虫剤名 (系統名)	試験地	年次	出典 ^{a)}	成虫盛期 ^{b)} (月/半旬)	無散布区の 被害粒率 (%)	散布時期 (月/半旬) 別の防除効果 ^{c)}					
						8/4	8/5	8/6	9/1	9/2	9/3
MEP乳剤 (合成ピレスロイド)	岩手県	2012	5)	8/6	6.3	d	b	b	a	a	
	岩手県	2013	5)	8/6	10.7	d	d	c	a	a	b
	新潟県	2008	3)	8/6-9/1	6.6		d		c	a	
	新潟県	2009	3)	8/6-9/1	14.8			d	a	b	
	新潟県	2016	第2表	8/6-9/1	6.6				d		
	新潟県	2017	第2表	8/6-9/1	8.5				b		
	新潟県	2018	第2表	8/6	3.2				b		b
エトフェンプロックス乳剤 (合成ピレスロイド)	宮城県	2007	4)	9/1 ⁶⁾	22.3			b			
	新潟県	2009	3)	8/6-9/1	14.7			c	a	b	
	新潟県	2013	第1表	8/6	7.9				c		
	新潟県	2014	第1表	8/6	18.9				d		
	新潟県	2016	第2表	8/6-9/1	6.6				d		
	新潟県	2017	第2表	8/6-9/1	8.5				c		
シベルメトリン乳剤 (合成ピレスロイド)	宮城県	2007	4)	9/1 ⁶⁾	22.3			a			
	宮城県	2008	4)	9/1 ⁶⁾	39.9				b		c
ベルメトリン乳剤 (合成ピレスロイド)	青森県	2006	2)	8/5-6	13.8		a		a	a	
	岩手県	2012	5)	8/6	6.3	b	a	a	a	b	
	岩手県	2013	5)	8/6	10.7	a	a	a	a	b	
	新潟県	2013	第1表	8/6	8.2		b	a	c		
	新潟県	2013	第1表	8/6	7.9		b	a	b		
	新潟県	2014	第1表	8/6	18.9	d		b	b		
フェンバレレート・MEP水和剤 (合成ピレスロイド+有機リン)	秋田県	1983	1)	9/1	11.6		a	a		a	
	秋田県	1984	1)	9/1	5.7		a	a	a	a	
	新潟県	2009	3)	8/6-9/1	14.7			a	a	b	
クロラントラニリプロール水和剤 (ジアミド)	岩手県	2012	5)	8/6	6.3	a	a	a	a	c	
	岩手県	2013	5)	8/6	10.7	a	a	a	a	a	
	新潟県	2013	第1表	8/6	8.2		b	b	d		
	新潟県	2013	第1表	8/6	7.9		b	b	c		
	新潟県	2014	第1表	8/6	18.9	b		a	b		
	新潟県	2016	第2表	8/6-9/1	6.6			a			
	新潟県	2017	第2表	8/6-9/1	8.5			a			
	新潟県	2018	第2表	8/6	3.2		a	a	b		
	新潟県	2013	第1表	8/6	8.2		d	c	c		
フルベンジアミド水和剤 (ジアミド)	新潟県	2013	第1表	8/6	7.9		d	c	b		
	新潟県	2013	第1表	8/6	7.9		d	c	b		
	新潟県	2014	第1表	8/6	18.9	c		b	c		
ダイアジノン粒剤 (有機リン)	新潟県	2008	3)	8/6-9/1	6.6		d		b	b	
	新潟県	2009	3)	8/6-9/1	14.8			b	a	b	
	新潟県	2016	第3表	8/6-9/1	36.4				a		
	新潟県	2017	第3表	8/6-9/1	16.0				a		
	新潟県	2018	第3表	8/6-9/1	9.2				a		

a) 1) 佐藤 (1985), 2) 木村・石谷 (2009), 3) 新潟県農林水産部 (2010), 4) 辻ら (2011), 5) 久保田・横田 (2015)

b) 出典に具体的な記載がなく、他の資料から推定した。6) 加進ら (2010)。

c) a: 防除価80以上, b: 防除価60~80未満, c: 防除価40~60未満, d: 防除価40未満。

であった。

各殺虫剤の散布時期別の評価には、2~3つのランクが含まれることがほとんどであったが、試験間で評価がおおよそ類似する傾向がみられたことから、整理表をもとに総合的な評価を行った(第5表)。同じ殺虫剤、同じ散布時期でも防除効果にはある程度のバラツキがあることを踏まえ、評価基準はA~Cとし、Aは、防除価が概ね80以上、Bは防除価が概ね60~80、Cは防除価が概ね40~60が見込めるとした。具体的には、Aは、a評価

第5表 殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果の総合評価^{a)}

薬剤名	散布日 (月/半旬)			
	8/5	8/6	9/1	9/2
MEP乳剤	-	C	B	B
ベルメトリン乳剤	B	A	B	B
エトフェンプロックス乳剤	-	-	B-C	-
クロラントラニリプロール水和剤	B	A	B	B
フェンバレレート・MEP水和剤	A	A	A	A
ダイアジノン粒剤	-	-	A	-

a) 第4表にもとづく評価。A: 効果高い (a評価が件数の2/3以上), B: 効果中程度 (a評価, b評価が総数の2/3以上), C: 効果やや低い (a評価, b評価, c評価が総数の2/3以上)。-は試験件数が2以下のため評価しないことを示す。

の割合が全体の2/3以上、Bは、a評価とb評価の合計件数の割合が2/3以上、Cは、a～c評価の合計件数の割合が2/3以上とした。試験件数が2以下の散布時期は評価を与えなかった。フェンバレレート・MEP水和剤は8月第5半旬～9月第2半旬までA評価で、散布時期による効果の変動が小さく、効果も高かった。ベルメトリン乳剤とクロラントラニリプロール水和剤の時期別の防除効果はほぼ同じとみられた。MEP乳剤は、A評価の時期はなく、9月第1～2半旬がB評価であった。ダイアジノン粒剤は、9月第1半旬がA評価であった。エトフェンプロックス乳剤の9月第1半旬は、評価のバラツキが大きかったことから、BまたはC評価とした。

考 察

新潟県では、2008～2009年にMEP乳剤、エトフェンプロックス乳剤、フェンバレレート・MEP水和剤、ダイアジノン粒剤について、散布時期別の防除効果を評価し、それぞれについて散布適期を示している¹⁶⁾。今回の試験では、新たに合成ピレスロイド系のベルメトリン乳剤とジアミド系殺虫剤2剤の防除効果を評価するとともに、すでに防除効果を評価した殺虫剤についてもその効果を確認した。液剤の防除効果の評価を目的とした4件の試験における成虫の発生盛期は8月第6半旬～9月第1半旬(第1図)、ふ化盛期は9月第1～2半旬と見込まれ(試験4、第2図)、これらの試験のマメシクイガの発生時期は、新潟県における標準的な発生時期⁶⁾とみなされた。試験2～4では、ベルメトリン乳剤の防除効果は、8月第6半旬散布で高く、8月第5半旬、9月第1半旬の散布では試験間で防除効果に違いがあり、防除価が50を下回る場合があった。クロラントラニリプロール水和剤の防除効果は、8月第6半旬散布で高く、8月第5半旬散布も防除価は60以上で、おおよそ十分な効果があった(第1表)。これら2剤に比べ、フルベンジアミド水和剤の防除効果はいずれの時期の散布でも低く、実用性は低いと判断された。試験1では、無散布の被害粒率が著しく高い条件で、クロラントラニリプロール水和剤、ベルメトリン乳剤の防除効果は認められたが、十分ではなく、このような多発生条件では、複数回の散布が必要と考えられた。殺虫剤の散布適期の違いを踏まえて、それぞれの適期に散布して防除効果を確認した試験では、クロラントラニリプロール水和剤の効果が最も

高く、次いでMEP乳剤であった(第2表)。

ダイアジノン粒剤を1ha程度の大面積で散布した圃場では、散布後1～2週間は成虫の発生を抑え(第3図)、被害粒率も極めて低かった(第3表)。ダイアジノン粒剤の防除効果はあったと見込まれるが、この試験では無防除条件での被害粒率のデータがなく、防除効果の十分な評価ができない。これまでに、フェロモントラップ誘殺数と被害粒率の間には有意な正の関係があり、誘殺数により被害粒率を予測できる可能性が指摘され^{7,9)}、石本・岩田⁷⁾では、2012年、2014年に今回の調査圃場とほぼ同じ圃場で、マメシクイガを対象にした殺虫剤散布が行われていない条件で調査を行っている。そこで、この調査データを無防除条件の被害粒率の推定に用いることを検討した。2012年、2014年のデータでは、8月誘殺数と総誘殺数の間には高い正の関係があり(第4図左)、年次間差はあるが、8月誘殺数と被害粒率の間にも有意な正の関係が認められた(第4図右)。無防除条件の被害粒率を過大に推定することを避けるため、2012年の関係式を用い、これに2016～2018年の8月誘殺数を代入して、無防除条件での推定被害粒率とした。石本・岩田⁷⁾では、総誘殺数と被害粒率の間に正の直線関係があるが、この関係には年次間差があり、2012年は他の年次より総誘殺数に対して被害粒率が低いことを認めている。年次間差の要因として幼虫期(8月第6半旬～9月第4半旬)の気温を挙げ、高温では被害粒率が低くなる可能性を指摘している。2016～2018年のこの期間の平均気温は22.9～24.1℃で(気象庁、観測地点:長岡)、2012年の26.9℃に比べ低かった。これらのことから、2012年の調査データから得られた8月誘殺数と被害粒率の関係式によって推定した被害粒率は、無防除条件のおおよその被害粒率として利用できると考えられた。この推定被害粒率を基準に算出した各年次の防除価は83～96であり(第3表)、ダイアジノン散布圃場では、8月誘殺数が多い圃場でも被害粒率は低く抑えられた(第5図)。ダイアジノン粒剤の9月第1半旬の散布は高い防除効果があると推察された。

青森県での試験¹⁰⁾では、ベルメトリン乳剤の防除効果は産卵盛期の散布で高く、中発生圃場ではこの時期の1回散布でよいと報告されている。岩手県での試験¹¹⁾では、ベルメトリン乳剤、クロラントラニリプロール水和剤の散布適期は、それぞれ成虫発生盛期とその前後1半旬(8月第5半旬～9月第1半旬)、成虫発生盛期2半旬前～産卵盛期(8月第4半旬～9月第1半旬)で、ME

P乳剤の散布適期が成虫発生盛期1半句後（9月第1半句）であることに比較して、散布適期幅が広く、早い時期の散布でも効果があることが示されている。今回の試験における成虫の発生盛期、産卵盛期は8月第6半句～9月第1半句で、ベルメトリン乳剤の効果が高かった8月第6半句～9月第1半句は産卵盛期、クロラントラニリプロール水和剤の効果が高かった8月第5～6半句は産卵盛期頃～盛期の1～2半句前に当たることから、これら殺虫剤の散布時期と防除効果の関係については、青森県¹⁰⁾、岩手県¹¹⁾の評価と概ね一致する。また、クロラントラニリプロール水和剤の防除効果がME P乳剤に比べ高い傾向があることも岩手県の結果と一致した。

殺虫剤によるマメシクイガの防除は、主にふ化幼虫の食入防止効果を期待して行うものであり、産卵盛期とその約10日後の2回を標準とし、発生量に応じて回数を増減するのが適当とされる¹⁷⁾。殺虫剤の防除効果は、その散布時期と産卵盛期との関係で変動すると見込まれる。産卵盛期は、成虫の発生盛期と同じか1半句遅れるとされることから⁴⁾、成虫の発生盛期との関連性が高い。これまで多くの県で成虫の発生時期に関する調査事例があり、その盛期は、青森県では8月第5～6半句¹⁰⁾、秋田県では9月第1半句²¹⁾、岩手県では8月第5～6半句⁴⁾、8月第6半句¹¹⁾、宮城県では8月第6半句～9月第1半句²²⁾、9月第1半句⁹⁾、山形県では8月第6半句¹⁾とされている。これらの県の成虫発生盛期は新潟県（8月第6半句～9月第1半句）と同じか1半句程度早く、その違いは小さい。そのため、新潟県とこれらの県で、殺虫剤の種類、散布時期と防除効果の関係は類似し、共通化できる可能性がある。そこで、青森県、秋田県、岩手県、宮城県、それぞれ1件と、新潟県のデータを加えて統一した評価基準で集計した（第4表）。各殺虫剤の散布時期と防除効果の関係では、新潟県で効果が高い（a評価）と評価した散布時期は、他県の試験でも効果が高いと評価されている事例が多く、逆に新潟県で効果がやや低い（bあるいはc評価）とした散布時期でも、他県ではより高い評価の事例があった。ベルメトリン乳剤、クロラントラニリプロール水和剤ではこの傾向が強く、新潟県では散布適期幅が狭い結果となった。このような違いが生じた理由は不明であるが、全体に新潟県での試験が他県に比べ多いが、新潟県の結果を他の県に適用しても過大評価になるリスクは小さく、その適用は可能と考えられた。そこで、これをさらに総合的に評価して、第5表のとおり、殺虫剤の種類別、散布時期別の防除効果

を示した。試験件数が少ない殺虫剤、散布時期もあるが、これにより、マメシクイガに対してより合理的な殺虫剤の選択、散布時期の判断が可能になる。本種が多発生が予想される圃場では、効果が高い薬剤を選択し、効果が高い時期に散布する必要がある、さらに著しい多発生が見込まれる場合は、2回散布も選択肢となりうる。他方、少発生が予想される場合は、効果がやや低い殺虫剤や散布時期も選択肢にできる。8月第5半句～9月第2半句までの長い期間を対象にした評価であることは、他の病害虫との同時防除の実施や、他の作業と調整しながら作業計画を立てる際に、特に利用性が高い。ダイズの重要な子実病害としてダイズ紫斑病があり、岩手県²⁾や宮城県²⁰⁾、富山県¹³⁾、新潟県¹⁵⁾で行われた試験の結果から、本病の一般的な防除適期は開花4週間後頃とみられる。開花期を7月第5半句～8月第1半句とした場合、紫斑病の防除適期は、8月第5半句～9月第1半句と見込まれ、第5表で示した殺虫剤の防除時期と重なる。殺虫剤と殺菌剤を混用散布し、マメシクイガと紫斑病を同時防除することが可能で、その場合、ダイズの開花期とマメシクイガの発生リスクに応じて、殺虫剤と散布時期を選択することが要点となる。

今回示された殺虫剤の種類、散布時期と防除効果の関係は、成虫の発生盛期が8月第6半句～9月第1半句であることが条件となる。マメシクイガの蛹化には、日長が大きく影響することから、蛹化、羽化時期の年次間差は小さいとされるが⁸⁾、青森県²⁴⁾や岩手県³⁾、宮城県²²⁾では、マメシクイガ成虫の発生時期に年次間差があることが報告されている。成虫発生盛期が十分確認されていない地域では、年次間差も含めて確認する必要がある。また、これらの殺虫剤は、莢内に食入した幼虫に対する効果は期待できないことから、成虫、幼虫の発生が早い場合は散布時期が遅くならないように特に注意する必要がある。今後、十分な評価がされていない殺虫剤、散布時期についてさらに試験データを追加することで、より精度と利用性が高い基準となると考えられる。

引用文献

- 1) 土門 清・川崎聡明・渡辺和弘・中島具子・上野清（2010）山形県におけるマメシクイガの発生経過と2回発蛾の可能性。北日本病虫研報61：137～140.
- 2) 藤田佳克（1990）ダイズ紫斑病の生態と防除に関する

- る研究. 東北農業試験場研究報告81: 51~109.
- 3) 平井一男 (1988) マメシクイガの発蛾時期の変動に關与する諸要因. 応動昆32: 192~197.
 - 4) 飯村茂之 (1982) 岩手県南地方におけるマメシクイガの発生消長. 北日本病虫研報33: 93~95.
 - 5) 石本万寿広・山代千加子 (2013) 粘着式フェロモントラップにおけるニホンアマガエルの誘殺虫捕食への防止対策. 北陸病虫研報62: 29~30.
 - 6) 石本万寿広・山代千加子 (2017) 新潟県におけるマメシクイガの発生消長. 新潟農総研報15: 15~19.
 - 7) 石本万寿広・岩田大介 (2018) マメシクイガ(チョウ目:ハマキガ科)の発生量に及ぼすダイズ連作の影響. 応動昆62: 239~247.
 - 8) 石谷正博 (1993) 1化性昆虫の夏休眠:ダイコンバエとマメシクイガの場合. 昆虫の季節適応と休眠(竹田真木生・田中誠二編), 82~91, 文一総合出版, 東京.
 - 9) 加進丈二・狐塚慶子・辻 英明・畑中 篤・阿部倫則・安藤慎一郎・町 直樹・佐伯研一 (2010) ダイズほ場におけるフェロモントラップを用いたマメシクイガの発生調査. 北日本病虫研報61: 133~136.
 - 10) 木村勇司・石谷正博 (2009) 合成ピレスロイド剤によるマメシクイガの効率的防除. 北日本病虫研報60: 180~185.
 - 11) 久保田真衣・横田 啓 (2015) マメシクイガに対する各種殺虫剤の防除適期. 北日本病虫研報66: 129~131.
 - 12) 松本 蕃・黒沢 強 (1954) マメシクイガによる大豆被害粒数の品種間差異について. 北海道農試彙報67: 18~27.
 - 13) 向島博行・岩田忠康・守川俊幸 (2006) 富山県におけるチオファネートメチル剤に対するダイズ紫斑病菌の耐性菌発生と防除対策. 富山農技セ研報23: 61~71.
 - 14) 成瀬博行・新田 朗 (1991) 北陸地方におけるマメシクイガの発生経過. 富山農技セ研報10: 1~9.
 - 15) 新潟県農林水産部 (2008) ダイズ紫斑病に対する薬剤1回, 2回散布の散布薬剤および時期. 新潟県農林水産業研究成果集(平成20年度). <https://www.ari.pref.niigata.jp/Achievement/2008/katuyou/03/p080203.pdf>.
 - 16) 新潟県農林水産部 (2010) 大豆害虫マメシクイガの防除薬剤と散布適期. 新潟県農林水産業研究成果集(平成22年度). <https://www.ari.pref.niigata.jp/Achievement/2010/hukyu/13/100113.pdf>.
 - 17) 奥 俊夫 (1979) マメシクイガ. ダイズ病害虫の手引(日本植物防疫協会 編), 76~80, 日本植物防疫協会, 東京.
 - 18) 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.
 - 19) 小野塚清・品田忠昭・池田昭二・阿部徳文 (1986) 水田転作ダイズの連作に伴うマメシクイガによる被害発生の変化. 北陸病虫研報34: 61~64.
 - 20) 笹原剛志 (2009) チオファネートメチル剤耐性ダイズ紫斑病菌に対する各種薬剤の効果的な使用方法について. 北日本病虫研報60: 41~44.
 - 21) 佐藤正彦 (1985) フェンバレレート・MEP剤のマメシクイガに対する防除効果. 北日本病虫研報36: 60~62.
 - 22) 高野俊昭・城所 隆・藤崎祐一郎 (1986) 宮城県におけるマメシクイガの発生消長と被害. 宮城農セ報53: 29~37.
 - 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クイガの同時防除. 宮城古川農試報9: 65~72.
 - 24) 對馬佑介・木村勇司・藤村建彦 (2017) 青森県のマメシクイガ甚発生圃場における発生消長と無人ヘリコプター散布による防除方法の検討. 北日本病虫研報68: 237~241.

(2019年8月30日受理)