

夏ダイコンにおけるキスジノミハムシの多発要因の解明と対策法の検討

妙楽 崇・杖田浩二・鈴木俊郎¹⁾・矢野秀治

Study on elucidation of the outbreak factors and countermeasures of *Phyllotreta striolata* (Fabricius) for Japanese summer white radish.

Takashi Taera, Hirotsugu Tsueda, Toshiro Suzuki and Hideji Yano

要約 キスジノミハムシはダイコンの重要害虫であり、岐阜県では郡上市の夏ダイコン産地で深刻な被害を与えている。キスジノミハムシの発生生態には、主にダイコン圃場で繁殖し収穫時に移動・分散する形態の他に、アブラナ科帰化植物のキレハイヌガラシで繁殖し餌が不足するとダイコン圃場に侵入する形態があることが明らかとなった。繁殖源であるキレハイヌガラシは、グリホサートカリウム塩液剤 1000ml/10a の3回散布で防除可能である。

キスジノミハムシ多発条件下でダイコンの根部被害を抑制するには、テフルトリン粒剤を土壌処理し、残効のあるアセタミプリド水溶剤、ジノテフラン水溶剤、カルタップ水溶剤およびトルフェンピラド乳剤を、約7日間隔で間引き前の播種10日後から散布する防除体系が有効であることが明らかとなった。

キーワード：キスジノミハムシ、夏ダイコン、キレハイヌガラシ、発生生態、防除体系

緒言

キスジノミハムシ *Phyllotreta striolata* (Fabricius)は、アブラナ科野菜の重要害虫であり、アブラナ科植物のみを餌とし、イヌガラシ *Rorippa indica* (L.) Hiern. とスカシタゴボウ *Rorippa palustris* (L.) Besser の雑草にも寄生することが知られている。成虫は地上部を食害することでコマツナなどの葉菜類に被害を与え、幼虫は根部を食害することでダイコンなどの根菜類に被害を発生させる。本虫は早春から活動を始め、10月下旬頃に成虫態で越冬に入る。成虫の産卵期間は長く、卵～成虫羽化までの期間は約1か月であるため、各世代が混発する。本虫は全国に生息しており、関東・東北以西の平坦部で年間3～5回、高冷地では2～3回発生すると考えられている¹⁾²⁾。

岐阜県郡上市高鷲町は、標高700～800mに位置する夏ダイコンの主要産地である。近年、本産地ではキスジノミハムシの発生量が多くなっており、早急な対策が求められている。本虫の防除対策は、播種時に土壌処理剤を溝処理するのが一般的である。しかし、多発条件下では土壌処理剤と散布剤を組み合わせても、十分な防除効果を得るのが困難とされている⁴⁾。本地域でも、土壌処

理剤の播溝処理を行い、多発時には有機リン系殺虫剤を高い頻度で散布しているが、十分な防除効果が得られていない。また、本虫の発生回数や時期は全国各地で異なる上、同じ地域内でも被害の発生時期や程度に差があることから、防除対策の確立が困難であった。

そこで、本地域における発生生態を解明するとともに、現地圃場の周辺環境に着目し、多発要因の解明と対策を検討した。また、各種土壌処理剤の効果比較、散布剤の薬剤感受性検定および残効の比較を行い、多発条件下でも根部被害を抑制する防除体系を検討したので、以下に報告する。

1. 郡上市高鷲町におけるキスジノミハムシの発生生態の解明

【目的】

郡上市高鷲町では、明野地区と上野地区でダイコンが栽培されているが、明野地区では本虫による被害が少なく、上野地区では被害が多発しており、両地区の被害発生時期や被害程度に大きな違いがある。そこで、両地区における本虫の発生生態を解明するため、発生消長と圃場周辺のアブラナ科雑草との関係について検討する。

1) 岐阜県農政部農業経営課

【材料および方法】

(1)キスジノミハムシの発生活長

試験は郡上市高鷲町の明野地区と上野地区の両地区で実施した。明野地区ではキスジノミハムシの被害が少ないため、防除圧の低い圃場を選定し、上野地区では被害常発圃場を選定し、試験に供試した。明野地区は、周囲が森林や牧草地で囲まれており、アブラナ科雑草がほとんど生育していない地区であった。一方、上野地区は、圃場周辺の雑草地や法面にヨーロッパ原産のアブラナ科帰化植物のキレハイヌガラシ *Rorippa sylvestris* (L.) Besser (第1図) がパッチ状に群落を形成している地区であった。キレハイヌガラシは、上野地区に広く分布しているが、明野地区での生育は認められていない。両地区の圃場で、イソチオシアン酸アリルを誘引源⁹⁾とするトラップを用いて、キスジノミハムシの誘殺数を調査した。トラップはSEトラップ(サンケイ化学)を黄色に塗装し、アルミ製針金で底板を5cm吊り下げて四方を開放し、トラップ中央に誘引源を設置した物を用いた。トラップは、明野地区と上野地区ともに地上から30cmの位置にダイコン圃場内に1個とダイコン圃場外に2個設置した。明野地区のダイコン圃場外のトラップは、ダイコン圃場の南北に隣接する雑草地(イネ科雑草優先)

にそれぞれ設置した。上野地区のダイコン圃場外のトラップは、圃場法面のキレハイヌガラシが優先するアブラナ科雑草群落とその他の雑草地(イネ科雑草優先)にそれぞれ設置した。調査期間は2009年および2010年の5月~10月とし、約7日間隔でトラップの誘殺数を調査した。なお、上野地区のダイコン圃場は、2か年とも7月から調査を実施した。

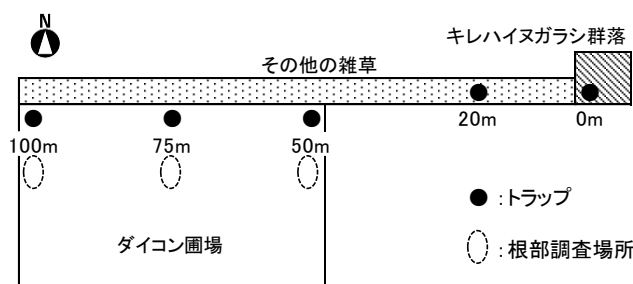
(2)上野地区におけるアブラナ科雑草(キレハイヌガラシ)とキスジノミハムシ被害の因果関係

2010年に、キレハイヌガラシとキスジノミハムシによるダイコン被害との因果関係を調査するため、キレハイヌガラシの群落(面積1a)から50m離れている上野地区のダイコン圃場(50×30m)を供試した。

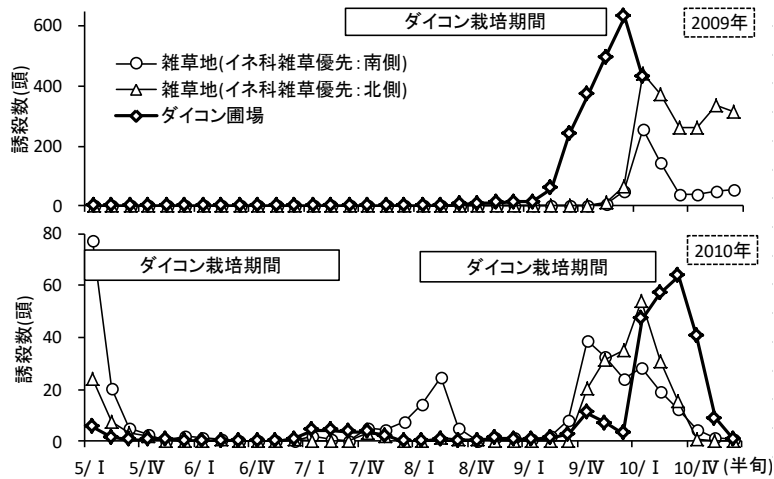
イソチオシアン酸アリルを誘引源とした粘着トラップを、キレハイヌガラシ群落の縁から直線状に0m(キレハイヌガラシ群落)、20m(その他の雑草)、50m、75mおよび100m地点(50~100mはダイコン圃場内)に1個ずつ設置した(第2図)。トラップは9月16日に設置し、9月22日および30日に誘殺数を調査し、累積誘殺数を比較した。



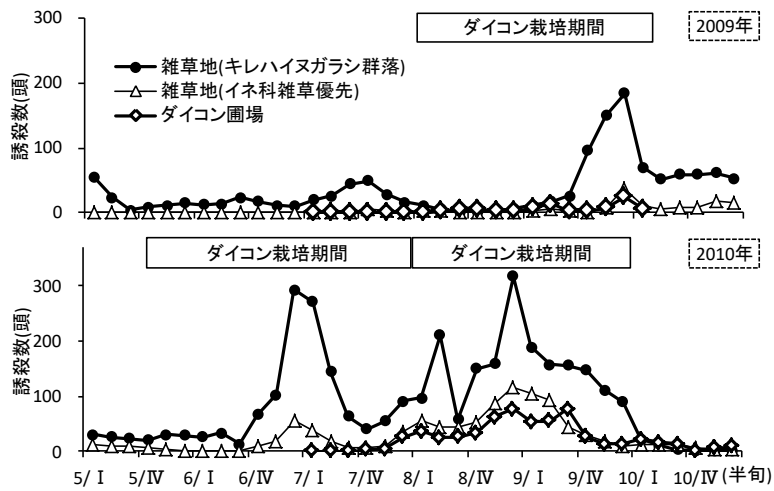
第1図 上野地区のダイコン圃場周辺に群生するキレハイヌガラシ



第2図 キレハイヌガラシ群落と供試圃場の位置関係



第3図 明野地区におけるキスジノミハムシの誘殺状況



第4図 上野地区におけるキスジノミハムシの誘殺状況

また、キレハイヌガラシ群落からの距離とダイコンの根部被害の関係を明らかにするため、9月22日にキレハイヌガラシ群落から50m、75mおよび100m地点にあるダイコン圃場内の3か所で、それぞれ連続5株のダイコンを抜き取り、根部被害を調査した。根部被害は、「発生予察事業の調査実施基準」(農林水産省生産局植物防疫課、2001)のキスジノミハムシ調査法に基づき、根部被害程度を算出し、被害の評価に供した。

【結果および考察】

(1)キスジノミハムシの発消長

明野地区のキスジノミハムシの誘殺数は、2009年ではダイコン圃場でダイコン栽培期間後半の9月上旬から増加・多発し、雑草地ではダイコン圃場よりも遅れて増加した。2010年の誘殺数の推移は、雑草地で5月上旬に前年に越冬したと思われる成虫の誘殺ピークがあっ

た。その後、1作目のダイコン栽培期間後半に当たる7月上中旬にダイコン圃場で誘殺され、1作目栽培終了から2作目栽培開始時期の7月下旬～8月上旬に、雑草地で誘殺された。そして、9月以降はダイコン圃場および雑草地ともに誘殺された(第3図)。

このことから、明野地区ではダイコン圃場で本虫が繁殖し、ダイコン収穫時に移動・分散を繰り返していると考えられた。

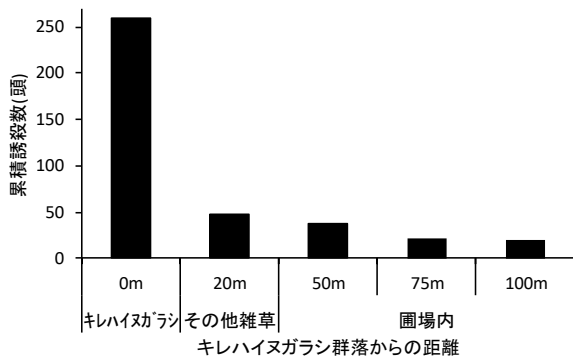
一方、上野地区のキスジノミハムシの誘殺数は、2009年、2010年ともにキレハイヌガラシの優先するアブラナ科雑草地(「キレハ雑草地」と略記)で調査期間中継続して誘殺された。2009年では、キレハ雑草地で7月下旬に誘殺ピークが認められたが、イネ科雑草が優先する雑草地(「イネ科雑草地」と略記)では誘殺されなかった。9月中旬以降は、キレハ雑草地の誘殺消長に同調してイネ科雑草地とダイコン圃場で誘殺されたが、キレ

ハ雑草地に比べて誘殺数は少なかった。2010年では、キレハ雑草地で6月下旬から誘殺ピークが認められたが、ダイコン圃場では7月に誘殺がなかった。しかし、7月下旬以降は、イネ科雑草地とダイコン圃場で継続して誘殺され、その消長はキレハ雑草地と同様の傾向を示した。また、ダイコン圃場およびイネ科雑草地の誘殺数はキレハ雑草地の誘殺数より少ないものの、8月下旬の誘殺ピークで半旬あたり80~120頭誘殺された。この年は、キレハ雑草地では誘殺ピークの9月上旬に半旬あたりの誘殺数が300頭を超える多発生となり、ダイコン圃場やイネ科雑草地で継続して誘殺されるようになった(第4図)。また、7月中旬以降は、キレハヌガラシの葉に多数の食害痕が認められた。

このことから、上野地区ではダイコンの他にダイコン圃場周辺のキレハヌガラシでもキスジノミハムシが繁殖し、キスジノミハムシの増殖に伴いキレハヌガラシが食害されて餌が不足すると分散し、ダイコン圃場に侵入していると考えられた。

(2)上野地区におけるアブラナ科雑草(キレハヌガラシ)とキスジノミハムシ被害の因果関係

9月16~30日の粘着トラップへのキスジノミハムシの累積誘殺頭数は、キレハヌガラシ群落の縁に位置する0m地点が最も多く、キレハヌガラシ群落とダイコン圃場の中間に位置する20m地点の約5倍となった。ダイコン圃場内の誘殺数は、キレハヌガラシ群落に一番近い50m地点が最も多くなり、キレハヌガラシ群落から離れるほど少なくなった(第5図)。また、ダイコン圃場の根部被害程度もキレハヌガラシに一番近



第5図 キレハヌガラシ群落からの距離とトラップ誘殺数の関係
9月16日~30日の累積誘殺数

い位置にある50m地点が最も高くなり、キレハヌガラシ群落から離れるほど低くなった(第6図)。

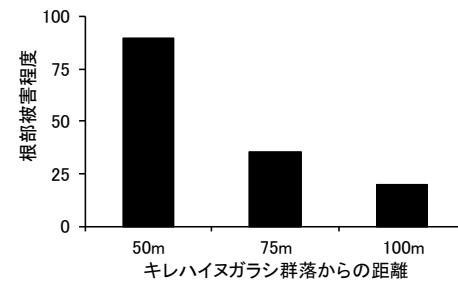
これらのことから、本圃場でのダイコンの根部被害は、キレハヌガラシからダイコン圃場に侵入したキスジノミハムシが影響していると考えられた。また、キレハヌガラシは上野地区に広く分布していることから、当地区内のキスジノミハムシの主要な発生源になっていると考えられた。

このように、同じ地域のダイコン産地ではあるものの、ダイコン圃場周辺の雑草の種類により、キスジノミハムシの発消長が大きく異なることが認められた。従って、キスジノミハムシの防除は、キレハヌガラシが雑草として優先している場合には、ダイコンだけでなくキレハヌガラシの対策も必要であると考えられた。

2. キスジノミハムシの発生源となるキレハヌガラシの除草対策

【目的】

上野地区では、キスジノミハムシの防除対策の1つとして、キスジノミハムシの増殖源であるキレハヌガラシを減らすことが防除上重要と考えられる。しかし、本雑草は非常に高い再生能力を持ち、植物体の断片からも再生する難防除雑草である⁶⁾。このため、刈払機を用いて切断すると植物体をさらに分散させることとなり、生育面積を拡大させる恐れがある。そこで、除草剤を用いたキレハヌガラシの防除方法を検討する。



第6図 キレハヌガラシ群落からの距離と根部被害程度の関係

$$\text{根部被害程度} = \frac{4 \times e + 3 \times d + 2 \times c + 1 \times b + 0 \times a}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

(a~eは、各被害指数の株数)

被害指数 a: 食痕なし (食害面積0%), b: 食痕がわずかに認められる (1%以下), c: 食痕がやや目立つ (2~4%), d: 食痕が多い (5~10%), e: 全面に食痕 (11%以上)

【材料および方法】

防除試験に用いたキレハイヌガラシは、2010年9月下旬に郡上市高鷲町上野地区のダイコン圃場から土壌ごと株を採取し、プランターに定植して農業技術センター内の温室内で増殖させた。

2011年6月8日に、キレハイヌガラシ(生重量1kg)の地上部および根部を長さ3～5cmに裁断し、高鷲地域の土壌で満たしたコンクリートポット(50×90cm)の表面全体に深さ3cmまで混和した。13日後、ポット表面がキレハイヌガラシで一面覆われたものを供試した。

供試薬剤は、グリホサートカリウム塩液剤およびグルホシネート液剤とした。投下薬量および散布回数は、作物名「だいこん」および「樹林地等」の使用基準を参考に、グリホサートカリウム塩液剤は200ml/10aの2回散布、500ml/10aの2回散布、1000ml/10aの3回散布とし、グルホシネート液剤は300ml/10aの2回散布、500ml/10aの2回散布、2000ml/10aの3回散布とした。薬液は、散布量が100L/10aとなるように原液を希釈し、1ポット当たり45ml散布した。反復は2とした。薬剤散布は、6月21日、7月14日および8月9日に行った。除草効果は、土壌表面のキレハイヌガラシ被覆面積を以下の通り指数化し、平均被覆程度として評価した。

被覆程度 0：被覆率0%，1：～1%，2：～25%，3：～50%，4：～75%，5：～100%

【結果および考察】

グリホサートカリウム塩液剤1000ml/10aの3回散布で、56日以降にキレハイヌガラシが完全に枯死し、被覆が無くなった。グリホサートカリウム塩液剤2回散布(200ml/10a, 500ml/10a)およびグルホシネート液剤2000ml/10aの3回散布では一部の株が残存したが、グ

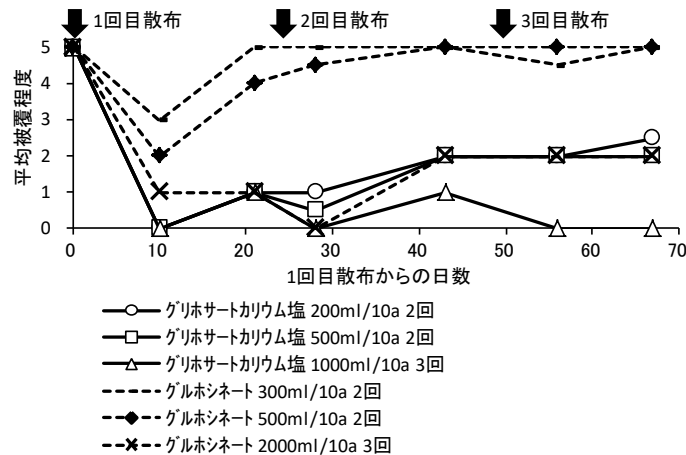
リホサートカリウム塩液剤処理区では株の再生が抑えられていたのに対して、グルホシネート液剤処理区では株が完全に枯死せず、土壌表面に新たな芽が多数確認された。グルホシネート液剤2回散布(300ml/10a, 500ml/10a)では、キレハイヌガラシの再生に対して除草効果が追い付かず、効果は低かった(第7図)。

本雑草は、土壌中に根部が残存していると再生するため、根部まで枯死させる必要がある⁷⁾。今回供試したグリホサートカリウム塩液剤は、植物体内に吸収された成分が地下部まで移行して枯死させる性質を持つため⁸⁾、本雑草に対して有効と考えられ、1000ml/10aの3回散布でキレハイヌガラシを防除できると考えられた。なお、キレハイヌガラシは再生能力が強いので、本剤を用いた場合でも薬液投下量や散布回数が少ないと徐々に再生していくと考えられたが、キレハイヌガラシの少ない時期には防除効果が期待できると考えられた。一方、グルホシネート液剤は、根部を完全に枯死させることができないため、本雑草の再生を抑えることができず、防除には利用できないと考えられた。

3. 効果的な防除体系の構築

【目的】

慣行防除では、土壌処理剤としてテフルトリン粒剤(播溝処理)を用い、散布剤として主に有機リン系殺虫剤を用いているが、現状ではキスジノミハムシ多発時に被害を抑えることができない。そこで、効果の高い土壌処理剤および散布剤を選定し、キスジノミハムシ多発条件下でも被害を抑制可能な防除体系を確立する。



第7図 除草剤散布後のキレハイヌガラシの被覆程度の推移

第1表 供試した土壌処理剤の一覧

試験年	土壌処理剤	施用量	処理方法	薬剤の特性
2010	ジノテフラン粒剤	6kg/10a	播溝処理	浸透移行
	カルボスルファン粒剤	6kg/10a	播溝処理	浸透移行
	ダイアジノン・ベンフラカルブ粒剤	3kg/10a	播溝処理	ガス化・浸透移行
	カルタップ粒剤	4kg/10a	表面散布処理	浸透移行
	テフルトリン粒剤(対照・慣行)	4kg/10a	播溝処理	ガス化
2011	テフルトリン粒剤	9kg/10a	全面混和处理	ガス化
	カズサホスMC粒剤	30kg/10a	全面混和处理	ガス化
	テフルトリン粒剤(対照・慣行)	4kg/10a	播溝処理	ガス化

第2表 各土壌処理剤の根部被害程度および被害株率

試験年	土壌処理剤 (処理方法)	播種30日後		播種36日後	
		被害程度±SE	株率(%)	被害程度±SE	株率(%)
2010	ジノテフラン粒剤(播溝処理)	6.7 ± 0.8	26.7	25.0 ± 2.5	83.3
	カルボスルファン粒剤(播溝処理)	5.0 ± 1.4	20.0	38.3 ± 5.8	96.7
	ダイアジノン・ベンフラカルブ粒剤 (播溝処理)	19.2 ± 4.4	60.0	49.2 ± 9.6	93.3
	カルタップ粒剤(表面散布処理)	23.3 ± 10.8	53.3	47.5 ± 8.0	96.7
	テフルトリン粒剤(播溝処理) (対照)	11.7 ± 2.2	33.3	18.3 ± 3.3	63.3
	無処理	66.7 ± 14.0	96.7	74.2 ± 12.4	100
2011	テフルトリン粒剤(全面混和处理)	5.8 ± 3.0	23.3	-	-
	カズサホスMC粒剤(全面混和处理)	19.2 ± 7.9	46.7	-	-
	テフルトリン粒剤(播溝処理) (対照)	18.3 ± 3.0	56.7	-	-
	無処理	77.5 ± 6.6	100	-	-

$$\text{根部被害程度} = \frac{4 \times e + 3 \times d + 2 \times c + 1 \times b + 0 \times a}{4 \times \text{調査株数}} \times 100 \quad (a \sim e \text{は、各被害指数の株数})$$

被害指数 a: 食痕なし (食害面積 0%), b: 食痕がわずかに認められる (1%以下), c: 食痕がやや目立つ (2~4%), d: 食痕が多い (5~10%), e: 全面に食痕 (11%以上)

1) 土壌処理剤の選択

【材料および方法】

供試薬剤, 処理方法および施用量は, 第1表のとおりとし, 2010年は播溝処理剤および表面散布処理剤の効果を, 2011年は全混和处理剤の効果を検討した。なお, 施用量は, 試験実施時の使用基準の上限量とした。

試験は, 岐阜県農業技術センター内の圃場で行った。両年ともにキスジノミハムシの発生条件は, 自然発生の多発生条件であった。土壌処理は, 播種当日 (2010年5月31日および2011年5月18日) に行った。試験区は1区7.2m² (5.5×1.3m) とし, 品種は夏つかさを用いて株間30cmで2条播きした。反復は3とした。施肥およびその他の管理は, 慣行に従った。なお, 病害対策として, 播種20日後にカスガマイシン・銅水和剤 (1000倍) を散布した。2010年は播種30日後と36日後に, 2011年は播種30日後に各区10株について根部被害調査を行い, 「発生予察事業の調査実施基準」(農林水産省生産局植物防疫課, 2001) に基づき, 根部被害程度を算出した。

【結果および考察】

2010年は, 播溝処理4薬剤および表面散布処理1薬剤について, 効果を比較した。播種30日後の根部被害程度は, カルボスルファン粒剤が5.0, ジノテフラン粒剤が6.7, 対照のテフルトリン粒剤が11.7となり, 無処理の66.7よりもかなり低くなった。また, 播種36日後の根部被害程度は, 対照のテフルトリン粒剤が18.3と他の土壌処理剤に比べて低くなった (第2表)。

このことから, 播溝処理および表面処理の薬剤については, 慣行で使用されているテフルトリン粒剤に勝るものはないと考えられた。

2011年は, 全面混和处理の薬剤について, 処理方法による効果を比較した。播種30日後の根部被害程度は, テフルトリン粒剤全面混和处理が5.8となり, 対照のテフルトリン粒剤播溝処理の18.3よりも低くなった。カズサホスMC粒剤の根部被害程度は19.2となり, 対照のテフルトリン粒剤播溝処理と同等であった。被害株率は, テフルトリン粒剤全面混和处理が23.3%となり, 対照のテフルトリン粒剤播溝処理の56.7%に対して低く

なった(第2表)。

このことから、全面混和処理の薬剤はテフルトリン粒剤の効果が高く、有望であると考えられた。また、テフルトリン粒剤の処理方法は、播溝処理よりも薬剤が作土全体に行き渡る全面混和処理の方が、より効果が高いと考えられた。

2)散布薬剤の選択

[材料および方法]

(1)散布薬剤の薬剤感受性

供試薬剤は、PAP 乳剤(1000倍)、CYAP 乳剤(1000倍)、アセタミプリド水溶剤(2000倍)、トルフェンピラド乳剤(1000倍)、カルタップ水溶剤(1000倍)、エトフェンプロックス乳剤(1000倍)およびエマメクチン安息香酸塩乳剤(1000倍)とし、2009年9月29日に薬剤感受性を葉片浸漬法およびドライフィルム法で評価した。希釈倍率は使用基準に従い、登録倍率に幅があるものは高濃度を選択した。

葉片浸漬法では、キャベツ(マルシェ)のセル苗から面積約10cm²の葉2枚を採取し、展着剤アグラー(5000倍)を添加した供試薬剤に30秒間浸漬し、風乾後プラスチック円筒容器(φ7cm×H10cm)に入れた。無処理区は、展着剤アグラー(5000倍)を添加した水道水を用いて同様の処理を行った。そこに10頭のキスジノミハムシ成虫を放飼し、25°C50%RH 16L8D条件下で管理した。24、48、72時間および1週間後に、生死判定を行った。反復は3とした。

ドライフィルム法では、展着剤アグラー(5000倍)を添加した供試薬剤で試験管(10ml)を満たし、試験管内面を薬液で十分濡らした後、薬液を捨てて風乾した。無処理区は、展着剤アグラー(5000倍)を添加した水道水を用いて同様の処理を行った。そこに10頭のキスジノミハムシ成虫を放飼し、パラフィルムで封をし、25°C50%RH 16L8D条件下で管理した。2、24および48時間後に生死判定を行った。反復は3とした。

両試験とも、苦悶虫は死亡虫として計数し、各薬剤の平均死虫率からAbbottの式⁹⁾により、補正死虫率を求めた。

なお、供試虫は、2009年9月24日に郡上市高鷲町のダイコン圃場で採取したキスジノミハムシ成虫を用いた。採取個体はキャベツ苗を餌として、5日間管理したものとした。9月下旬に奇主植物上から採取した成虫は、大多数が越冬に向かう個体と考えられ、成虫の寿命は長い¹⁰⁾ことから、供試虫の寿命による本試験への影響は少ないと考えられる。

(2)散布薬剤の残効

試験は、2011年に岐阜県農業技術センターで行った。供試薬剤は、PAP 乳剤(1000倍)、CYAP 乳剤(1000倍)、DEP 乳剤(1000倍)、アセタミプリド水溶剤(2000倍)、ジノテフラン水溶剤(3000倍)、カルタップ水溶剤(1000倍)およびトルフェンピラド乳剤(1000倍)とした。希釈倍率は使用基準に従い、登録倍率に幅がある場合は高濃度を選択した。展着剤は使用しなかった。

薬剤を散布する供試植物は、ポリポット(φ9cm)に播種し、本葉が3枚展開したダイコン(夏つかさ)とし、それに7月26日に所定濃度に希釈した供試薬剤をハンドスプレーで20ml散布した。無処理区は、水道水を用いて同様の処理を行った。その後、薬剤を処理したポットをキスジノミハムシ成虫が寄生するキレハイスガラシを定植したコンクリートポット(50×90cm, 3個)から1mの位置に、処理薬剤ごとに5株を1列に配置した。設置日および翌日に、コンクリートポットのキレハイスガラシを手で払い、薬剤を処理したポットへの成虫の飛来を促した。薬剤散布1日後からダイコンに寄生するキスジノミハムシ成虫数を、1~3日間隔で7日間調査した。

また、処理7日後に、薬剤を散布したダイコン葉の食害程度を比較した。食害程度は、葉面積に占める食害面積の割合を、以下の通り指数化した。

食害程度 0:食害面積0%, 1:~5%, 2:~25%, 3:~50%, 4:50%~

[結果および考察]

(1)散布薬剤の薬剤感受性

葉片浸漬法では、CYAP 乳剤およびカルタップ水溶剤で48時間後の補正死虫率が100%と高くなり、アセタミプリド水溶剤は効果の発現が遅く、1週間後で補正死虫率が93.3%と高くなった。なお、1週間後においても補正死虫率の低かったエトフェンプロックス乳剤およびエマメクチン安息香酸塩乳剤では、キャベツ葉に目視で確認可能な食害痕が認められた(第3表)。

ドライフィルム法では、PAP 乳剤、CYAP 乳剤、トルフェンピラド乳剤およびカルタップ水溶剤で、24時間後の補正死虫率が95%以上となった。また、アセタミプリド水溶剤の補正死虫率は、48時間後でも46.4%と低かった(第4表)。

PAP 乳剤とトルフェンピラド乳剤は、葉片浸漬法よりもドライフィルム法で補正死虫率が高くなる傾向が認められたことから、キスジノミハムシ成虫に対して経口

毒性よりも経皮毒性が高いと考えられた。アセタミプリド水溶剤は、ドライフィルム法では効果はないが葉片浸漬法では効果の発現が遅いものの、1週間後の補正死虫率は高く、葉片の食痕も認められなかったことから、摂食を阻害する効果があると考えられた。

以上のことから、PAP乳剤、CYAP乳剤、トルフェンピラド乳剤およびカルタップ水溶剤は殺虫力が高く、アセタミプリド水溶剤は食害防止に有効であると考えられた。

②散布薬剤の残効

ジノテフラン水溶剤およびトルフェンピラド乳剤では、散布6日後まではダイコンにキスジノミハムシ成虫の寄生が認められず、カルタップ水溶剤では散布6日後に成虫の寄生が初めて認められた。アセタミプリド水溶剤および有機リン系殺虫剤(PAP乳剤、CYAP乳剤、DEP乳剤)では、散布2～3日後に成虫の寄生が認められた(第8図)。

第3表 葉片浸漬法による薬剤感受性試験結果

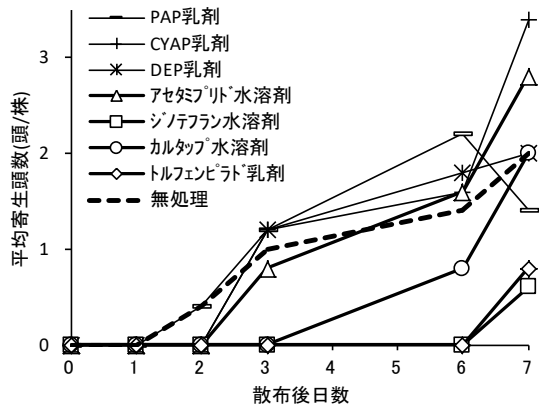
処理薬剤	希釈倍率	補正死虫率(%)				摂食痕の確認*
		24時間	48時間	72時間	1週間	
PAP乳剤	1000倍	33.3 b	63.3 ab	83.3 ab	93.3 a	-
CYAP乳剤	1000倍	93.3 a	100 a	100 a	100 a	-
アセタミプリド水溶剤	2000倍	3.3 b	10.0 bc	30.0 cd	93.3 a	-
トルフェンピラド乳剤	1000倍	16.7 b	50.0 abc	50.0 bc	76.7 ab	-
カルタップ水溶剤	1000倍	93.3 a	100 a	100 a	100 a	-
エトフェンプロックス乳剤	1000倍	0 b	0 c	10.0 d	46.7 b	72時間後
エマメクチン安息香酸塩乳剤	1000倍	6.7 b	6.7 bc	6.7 d	50.0 b	72時間後

※キャベツ葉に食害痕が確認された時間を示す。「-」は食害痕が認められなかったことを示す。
アルファベットは、異符号間で死虫率に有意差があることを示す(Bonferroni's test, P<0.05)。

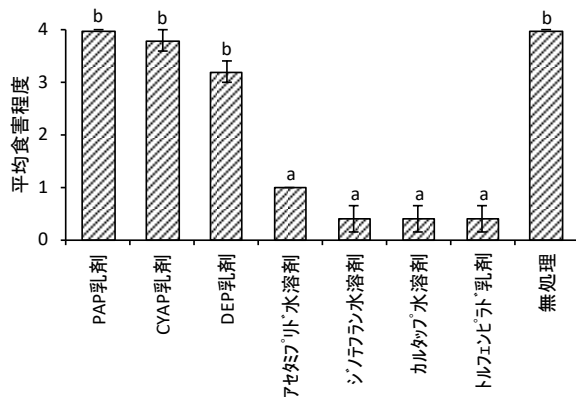
第4表 ドライフィルム法による薬剤感受性試験結果

処理薬剤	希釈倍率	補正死虫率(%)		
		2時間後	24時間後	48時間後
PAP乳剤	1000倍	86.2 a	96.6 a	100 a
CYAP乳剤	1000倍	100 a	100 a	100 a
アセタミプリド水溶剤	2000倍	44.8 b	44.8 b	46.4 bc
トルフェンピラド乳剤	1000倍	100 a	100 a	100 a
カルタップ水溶剤	1000倍	65.5 ab	100 a	100 a
エトフェンプロックス乳剤	1000倍	30.1 bc	56.4 b	54.9 b
エマメクチン安息香酸塩乳剤	1000倍	0.0 c	0.0 c	21.4 c

アルファベットは、異符号間で死虫率に有意差があることを示す(Bonferroni's test, P<0.05)。



第8図 散布剤処理後のダイコンへの成虫寄生頭数の推移



第9図 処理7日後の食害程度

バーは、標準誤差を示す。アルファベットは、異符号間で有意差があることを示す(Bonferroni's test, P<0.05)。

第5表 防除体系試験区の構成

試験区	播種後日数							
	0(処理方法)	10	14	23	28	34	42	48
A	テフルリン(全)	アセタミプリド	カルタップ	トルフェンピラト	カルタップ	トルフェンピラト	カルタップ	ジノテフラン
B	テフルリン(溝)	アセタミプリド	カルタップ	トルフェンピラト	カルタップ	トルフェンピラト	カルタップ	ジノテフラン
C	テフルリン(溝)	-	DEP	トルフェンピラト	カルタップ	トルフェンピラト	カルタップ	ジノテフラン
対照	テフルリン(溝)	-	DEP	PAP	CYAP	DEP	CYAP	-
無処理	-	-	-	-	-	-	-	-

表中の薬剤の剤型は、省略して記載した。

土壌処理剤の処理方法 溝：播溝処理、全：全面混和処理

土壌処理剤の処理量 テフルリン粒剤(全)：9kg/10a、テフルリン粒剤(溝)：4kg/10a

散布薬剤の希釈倍率 アセタミプリド水溶剤：2000倍、カルタップ水溶剤：1000倍、DEP乳剤：1000倍、トルフェンピラト乳剤：1000倍、PAP乳剤：1000倍、CYAP乳剤：1000倍、ジノテフラン水溶剤：3000倍

散布薬剤の処理量 株の生長に合わせて、100～300L/10a散布した。

第6表 体系防除試験における根部被害程度および被害株率

試験区	播種30日後(根部肥大前)		播種59日後(収穫前)	
	被害程度±SE	株率(%)	被害程度±SE	株率(%)
A	5.0 ± 2.5 a	20.0	3.3 ± 0.8 a	13.3
B	15.0 ± 3.8 a	43.3	9.2 ± 0.8 a	36.7
C	73.3 ± 5.5 b	100	50.8 ± 9.2 b	93.3
対照	80.8 ± 8.2 bc	100	63.3 ± 2.2 b	100
無処理	100 ± 0 c	100	98.3 ± 1.7 c	100

無処理区は、残存株数の平均値(30日後：11株、59日後：10株)の平均値で示した。

アルファベットは、異符号間で被害程度に有意差があることを示す (Bonferroni's test, P<0.05)。

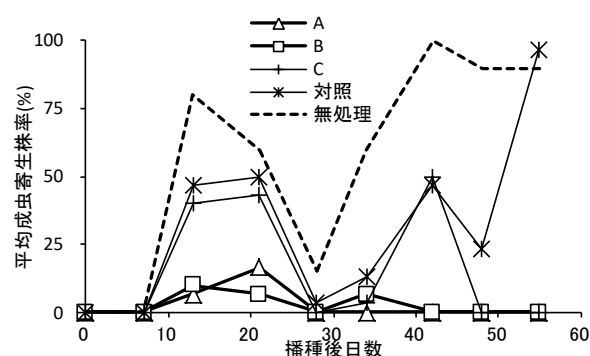
$$\text{根部被害程度} = \frac{4 \times e + 3 \times d + 2 \times c + 1 \times b + 0 \times a}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

(a～eは、各被害指数の株数)

被害指数 a：食痕なし(食害面積0%)、b：食痕がわずかに認められる(1%以下)、c：食痕がやや目立つ(2～4%)、d：食痕が多い(5～10%)、e：全面に食痕(11%以上)

また、ジノテフラン水溶剤、トルフェンピラト乳剤、カルタップ水溶剤およびアセタミプリド水溶剤では、薬剤処理7日後のダイコン葉の食害程度は、有機リン系殺虫剤処理区より有意に低かった (Bonferroni's test, P<0.05)。一方、有機リン系殺虫剤の薬剤処理7日後の食害程度は、無処理と同等であった (第9図)。

以上の結果から、ジノテフラン水溶剤、トルフェンピラト乳剤およびカルタップ水溶剤は1週間程度成虫の寄生と食害を抑制し、アセタミプリド水溶剤は成虫が寄生するものの、1週間程度食害を抑制すると考えられた。一方、成虫が薬剤処理2～3日後に寄生し、葉の食害程度が大きかった有機リン系殺虫剤のPAP乳剤、CYAP乳剤およびDEP乳剤は、残効が短いと考えられた。このことから、キスジノミハムシに対して比較的感受性が高く、残効が長いジノテフラン水溶剤、トルフェンピラト乳剤、カルタップ水溶剤、そして食害を抑制するアセタミプリド水溶剤を、防除体系に組み込むことが有効と考えられた。一方、有機リン系殺虫剤は、本虫に対して感受性は高いものの残効が短いため、多発条件下で使用すると被害を抑制できないと考えられた。



第10図 体系防除試験における成虫寄生株率の推移

3)キスジノミハムシ多発条件下で被害を抑制可能な防除体系の検討

【材料および方法】

土壌処理剤の選択と散布薬剤の選択試験の結果からキスジノミハムシに対して効果のある薬剤を用いて第5表のとおり組み合わせ、防除効果を検討した。対照区は、現地で行われているキスジノミハムシを対象とした慣行防除体系に基づき、テフルリン粒剤(播溝処理)と有機リン系殺虫剤を組み合わせた体系とした。

試験は、2011年に岐阜県農業技術センター内の圃場で行った。キスジノミハムシの発生条件は、自然発生の甚発生条件であった。試験区は1区7.2m²(5.5×1.3m)とした。8月30日に品種は夏つかさを用いて株間30cm間隔で2条播きして試験を開始した。反復は3とした。施肥およびその他の管理は慣行に従った。病害対策として、播種7日後にTPN乳剤(1000倍)、播種17日後にオキシロニック酸・カスガマイシン水和剤(1000倍)、播種23日後にカスガマイシン・銅水和剤(1000倍)を散布した。展着剤は使用しなかった。

播種 30 日後および 59 日後に 10 株を抜き取り、根部被害調査を行い、「発生予察事業の調査実施基準」（農林水産省生産局植物防疫課，2001）に従い、根部被害程度を算出した。また、播種 7 日後～55 日後まで、約 7 日間隔で連続 10 株のキスジノミハムシ成虫の見取調査を行い、平均寄生株率を算出した。薬剤散布日に見取調査を行う場合は、薬剤散布前に調査を行った。

【結果および考察】

無処理区の大半は、キスジノミハムシの被害により、播種 30 日後までに枯死するような甚発生条件下での試験であった。播種 30 日後および 59 日後の根部被害程度は、対照区と比較して A 区および B 区が有意に低くなり（Bonferroni's test, $P < 0.05$ ）、59 日後で A 区および B 区の根部被害程度は 10 以下となり、被害抑制効果が認められた。また、A、B 区の比較では、有意差は認められなかったものの、B 区より A 区の効果が高い傾向であった（第 6 表）。

成虫寄生株率は、A 区および B 区が調査期間を通して 20%以下で推移した。播種 48 日後の薬剤散布を行わなかった対照区では、播種 55 日後の成虫寄生株率が急激に増加して 96.7%となり、無処理区と同程度の高い成虫寄生株率となった（第 10 図）。

以上のことから、テフルトリン粒剤を土壌処理し、間引き前から栽培終盤まで成虫に対して残効があり、効果の高い薬剤を約 7 日間隔で散布することで、キスジノミハムシ多発条件下でも根部被害を抑制できると考えられた。

なお、テフルトリン粒剤の処理方法は全面混和処理で実施する方が望ましいが、播種が梅雨時期となる場合など作業体系で全面混和処理が困難な場合でも、テフルトリン粒剤の播溝処理と本防除体系の散布薬剤を組み合わせることで、慣行防除よりも被害を軽減できると考えられた。また、本虫の卵期間は 25℃で約 5.5 日³⁾であるため、最終防除から収穫までの期間が長いと卵が孵化して幼虫が出現することから、収穫直前に被害が発生する可能性がある。このことから、慣行で播種 42 日前後に行っている最終防除を、キスジノミハムシの発生状況に応じて遅らせることも必要と考えられた。

総合考察

郡上市高鷲町の夏ダイコン産地では、これまでキスジノミハムシの発生生態が不明であった。今回の研究結果から、同じ地域内でもダイコン圃場周辺の環境条件によって、キスジノミハムシの発生生態が異なることが明らか

かとなった。

ダイコン圃場の周囲が森林や牧草で囲まれており、アブラナ科雑草がほとんど生育しない明野地区のキスジノミハムシは、主にダイコン圃場で繁殖し、ダイコン収穫時に圃場から周囲に移動していると考えられた。今回の明野地区における調査圃場は、地区内で特に防除圧の低い圃場であり、周辺圃場でキスジノミハムシの被害が少ない時期にも、調査圃場では被害が集中して発生していた。このことから、当地区では、キスジノミハムシがダイコン以外に利用できる餌植物が少ないため、本虫の発生はダイコンに強く依存していると思われる。従って、このような条件下では、本虫を繁殖・増加させる圃場を無くすために、各圃場で均一な防除圧をかけていく事で、地区全体のキスジノミハムシ密度を低下できると考えられた。

一方、雑草地や法面にアブラナ科雑草のキレハイヌガラシが群落を形成している上野地区のキスジノミハムシは、ダイコン以外にキレハイヌガラシで繁殖し、キスジノミハムシの増加によってキレハイヌガラシが食害され餌が不足すると、ダイコン圃場に侵入してダイコンに被害を与えたと考えられた。従って、このような条件下でキスジノミハムシの密度を低下させ、被害を抑制するには、キスジノミハムシの増殖源であるキレハイヌガラシ対策が不可欠と考えられた。キレハイヌガラシでのキスジノミハムシの繁殖例は、これまでに報告されておらず、今回の研究で初めて明らかとなった。

キレハイヌガラシは 1960 年代に北海道で生育が確認されてから¹⁾、現在は全国で分布が確認されている。この雑草の再生能力は非常に高く、地上部や根の断片からも発芽する⁷⁾ため、刈払機による通常の雑草管理では、逆に生育面積を拡大させる恐れがある。今回の研究で、キレハイヌガラシは、植物体内に吸収され薬剤成分が根部まで移行して枯死させるグリホサートカリウム塩液剤 1000ml/10a の 3 回散布で防除可能であることも明らかとなった。このようなキレハイヌガラシが雑草地や法面に群落を形成しているダイコン産地では、産地内が連携して本雑草を防除していく事が、キスジノミハムシ対策として重要であると考えられた。

キスジノミハムシは、これまでに薬剤防除法が検討されているが、多発条件下では十分な効果が得られていない⁴⁾¹⁰⁾。施設野菜では、被害を軽減するために防虫ネット、紫外線カットフィルム、太陽熱土壌消毒などの物理的防除法や耕種的防除法が併用される事例もある¹²⁾が、露地のダイコン栽培では利用できない。また、緑肥用エンバク *Avena strigosa* Schreb. に含まれる成分がキスジ

ノミハムシに対して忌避活性があり、エンバクとダイコンの輪作はキスジノミハムシに対する耕種的防除法として利用可能¹³⁾との報告もある。しかし、本産地は豪雪地域であり、12月～翌年3月まで圃場が雪で覆われて気温も低いいため、エンバクとダイコンの輪作は困難であることから、本産地におけるキスジノミハムシ対策としては、化学農薬による防除体系で被害を抑制する必要がある。

今回の研究で、キスジノミハムシ多発条件下ではテフルトリン粒剤を土壌処理し、残効のあるアセタミプリド水溶剤、ジノテフラン水溶剤、カルタップ水溶剤(ダイコンシンクイムシ対象1000倍で農薬登録)およびトルフェンピラド乳剤を、約7日間隔で間引き前の播種10日後から散布することで、根部被害を抑制できることが明らかとなった。テフルトリン粒剤の処理方法については、播溝処理よりも全面混和処理の方が望ましいが、全面混和処理の実施が困難な場合は、播溝処理と本防除体系の散布剤を組み合わせることで、慣行防除より被害を軽減できると考えられた。慣行防除で用いられている有機リン系殺虫剤は、本虫に対する殺虫効果は高いものの残効が短いため、キスジノミハムシ多発時には被害を抑制できないと考えられた。なお、栽培期間終盤の防除に関しては、最終防除から収穫までの期間が長いと、収穫直前に孵化幼虫によって被害が発生する可能性があるため、ダイコンの栽培時期やキスジノミハムシの発生条件によっては、最終防除を遅らせることも必要と考えられた。

今回の研究では、圃場周辺の環境条件によるキスジノミハムシの発生生態を解明し、その防除法を明らかにした。キスジノミハムシは、圃場周辺の環境によって発生生態が異なるため、複数のダイコン圃場が集まっている地域では、個別に防除対策を実施しても十分な効果が期待できないと思われる。このため、雑草地も含めて地域全体でキスジノミハムシの発生密度を低下させる取り組みを行っていく必要があると考えられる。

謝辞

本研究を実施するにあたり、ひるがの高原だいこん生産出荷組合、岐阜県郡上農林事務所農業普及課、岐阜県病害虫防除所の担当者の方々には、キスジノミハムシ被害の情報提供や現地試験の協力・調査で、多大なる協力を頂いた。ここに深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 梅谷献二, 岡田利承(編)(2003)「日本農業害虫大辞典」p.203 全国農村教育協会
- 2) 春川忠吉, 徳永雅明(1939)黄條蚤葉蟲の生活史及び生態に関する研究 II. 黄條蚤葉蟲の越冬に就いて 応昆13:208-221
- 3) 勝又 要(1941)黄條蚤葉蟲に関する研究 石川県立農事試験場 p.94
- 4) 大久保利道(2002)北海道におけるキスジノミハムシによるダイコンの被害推移と防除法の検討 北日本病虫研報53:236-240
- 5) 白井洋一, 腰原達雄(1986)誘引物質(アリルイソチオシアネート)によるキスジノミハムシの発生量調査法 関西病虫害研究会報28:69-70
- 6) 池田正昭, 岡 啓, 伊藤操子(1985)キレハイスガラスの栄養繁殖について 雑草研究30:65-67
- 7) 池田正昭, 岡 啓(1986)除草剤によるキレハイスガラスの防除 育種・作物学会北海道談話会報26:52
- 8) (社)日本植物防疫協会(編)(2011)「農薬ハンドブック 2011年版(改訂新版)」p.56-57
- 9) Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267
- 10) 木村利幸(1992)キスジノミハムシの発生生態, ダイコンの被害推移及び防除薬剤の効果 青森農試研報32:81-94
- 11) 森田弘彦(1981)北海道における帰化雑草の特徴と防除上の問題点 雑草研究26:200-214
- 12) 福井正男(2002)物理的防除体系によるキスジノミハムシの被害軽減技術 京都農研報23:21-35
- 13) 森本正則, 中野智彦, 井原崇視, 太田好則(2003)エンバクを用いるキスジノミハムシの耕種的防除法に関わる化学物質 日本農薬学会 講要28:39

Abstract

Striped flea beetle; *Phyllotreta striolata* (Fabricius) is the important pest of Japanese white radish. That flea beetle causes a serious damage on white radish planted in summer period at Gujo city. We made clear that the pest propagated in the Brassica grass; *Rorippa sylvestris* (L.) Besser. and invaded the fields of white radish. In addition, that plant dies when 3 times of weed killers are sprayed.

When a lot of striped flea beetles occur, the damage of the root decreased as follows. That control method

is treating a pesticide in the soil, and spraying pesticides with residual activity at interval of 7 days from 10 days after seeding.

Key words

Phyllotreta striolata (Fabricius), Japanese summer white radish, *Rorippa sylvestris* (L.) Besser, Ecology, Control method