

有機栽培における
アブラナ科軟弱野菜を加害する
キスジノミハムシの対策



奈良県農業研究開発センター

2023 年 1 月

目 次

はじめに	1
1. キスジノミハムシの生態	2
(1) 分布と寄主植物	2
(2) 生活史	2
(3) 生活環	3
コラム① キスジノミハムシはどうやってアブラナ科植物に たどり着くのか？	5
2. 防除技術	6
(1) 耕種的防除技術	6
コラム② 太陽熱消毒の期間はどのくらい必要か？	6
(2) 物理的防除技術	8
①侵入抑止に有効な防虫ネットの目合いサイズ	8
コラム② 0.8mm 目合いの防虫ネットは効果がないのか？	9
②防虫ネットと近紫外線除去フィルムの併用効果	10
コラム④ 近紫外線除去フィルムが作物の生育に与える影響は？	11
3. まとめ	12
4. その他の防除技術の可能性	13
引用文献	14

はじめに

奈良県の有機農業は、2020年農業センサスによると栽培面積544haであり、このうち野菜栽培は55haである。なかでも、宇陀地域を中心に組み込まれている軟弱野菜の施設栽培が盛んであり、コマツナ、ミズナ、チンゲンサイ、シロナ、大和マナなどのアブラナ科葉菜類やハウレンソウ、キクナなどが栽培されている。

キスジノミハムシは、アブラナ科作物を加害する重要害虫である。本種によって発生する農作物の主な被害は、成虫による葉の食害と幼虫による根の食害である。本種の防除は、慣行栽培では主に殺虫剤散布によって行われている。本種の成虫活動期には圃場外から次々に成虫が飛来する上に、圃場内でアブラナ科作物の根を餌にして幼虫が発育し、成虫が土中から次々に羽化してくる。そのため、慣行栽培では定期的な殺虫剤散布が欠かせない。

しかし、有機栽培の場合は、化学合成農薬が使用できないので、栽培期間中に圃場内で発生したキスジノミハムシを減少させるための、化学的防除以外の対策技術が求められる。

有機栽培では一般に、防虫ネットの展張による成虫の侵入抑制や、栽培終了後の太陽熱消毒による土中に残存した幼虫・蛹の防除が行われている（柴尾ら、2004；尾島、2010；大森ら、2014）。

一方、奈良県内のアブラナ科軟弱野菜の有機栽培施設において、防虫ネット被覆と夏期の太陽熱消毒を実施していても、キスジノミハムシによる被害が多発するとの声が寄せられた。その原因として、防虫ネットの適切な目合いサイズが現場で確認されていないことや、注文に対応するためのアブラナ科軟弱野菜の連作で、十分な太陽熱消毒期間を確保するのが困難であることが想定された。

そこで、奈良県農業研究開発センターでは、奈良県東部農林振興事務所の協力の下、キスジノミハムシ成虫の通過を完全に抑止する防虫ネットの目合いサイズを確認して現地実証を行った。また、成虫侵入をさらに抑える追加技術として近紫外線除去フィルムの侵入抑制効果を現地実証した。本マニュアルでは、これらの成果を紹介するとともに、既知の知見から本種の対策を考える上で必要と考えられる内容を解説する。なお、現地実証試験にご協力いただいた有限会社山口農園に厚く御礼申し上げる。

1. キスジノミハムシの生態

(1) 分布と寄主植物

キスジノミハムシ *Phyllotreta striolata* (Fabricius) はユーラシア大陸原産とされ、主にアジア、ヨーロッパ、北米に分布している (Li et. al., 2022)。本種はアブラナ科植物を餌とする狭食性昆虫であり、各種アブラナ科作物の害虫として重要である。また、イヌガラシやキレハイヌガラシ、スカシタゴボウなどのアブラナ科雑草にも寄生する (妙楽ら, 2013)。こういった雑草が圃場近辺にあると本種の発生源となる。

(2) 生活史

キスジノミハムシは、成虫が葉を食害して小さな丸い小孔を開ける (写真 1, 2)。産卵は地際部の浅い土中に行われ、幼虫は根を食害して発育する。その後、地表面近くで蛹化した後、羽化した成虫が地上部に現れる (新藤, 2020)。このような生態から、作物の栽培後にも土中に幼虫・蛹が残り、これが次作の発生源となる。



写真 1. キスジノミハムシ成虫



写真 2. キスジノミハムシ成虫
によるコマツナ葉の食害痕

(3) 生活環

キスジノミハムシは、関東、北陸以西の平坦地では年3～5世代とされ、成虫の活動期間は4月～10月である（新藤，2020）。卵から成虫までの発育期間はおよそ1ヶ月とされるが（新藤，2020）、産卵期間が20日～50日と長いため（山田，2005）、各世代が混発する。そのためか、成虫の発生消長には世代に対応した明確なピークが見られない場合もある。宇陀市の有機栽培施設では、成虫の誘殺は7月に始まり、8月に急増した（図1）。また、軟弱野菜の被害は一部のハウスで5月から発生し、6～9月に増減を繰り返しながら徐々に増加していった（図2）。

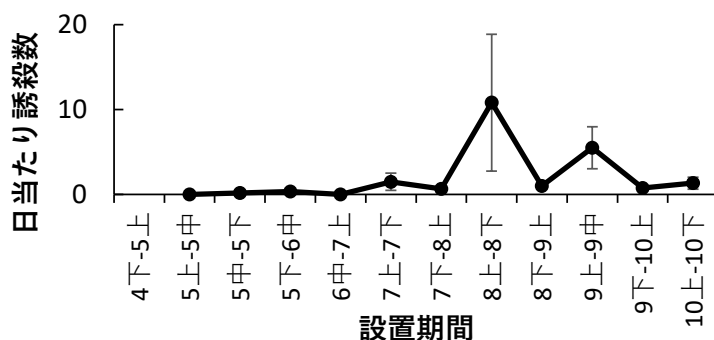


図1. 栽培施設内に設置した黄色粘着板へのキスジノミハムシの誘殺消長
(2019年宇陀市) エラーバーは標準誤差を表す

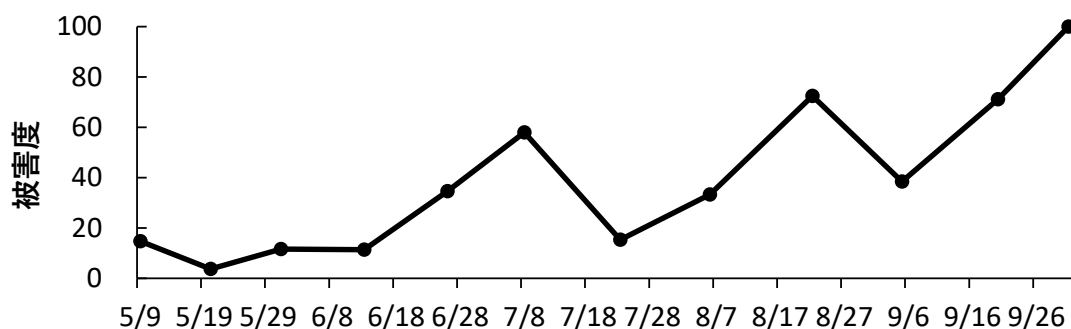


図2. 1mm目合い防虫ネットを展張した栽培施設における被害度の推移
(2019年宇陀市)

※データは調査時にアブラナ科軟弱野菜が栽培されていた1～5圃場の平均値

$$\text{被害度} = \frac{3N_3 + 2N_2 + N_1}{3(N_3 + N_2 + N_1 + N_0)}$$

N_3 : 食害程度3の株数、 N_2 : 食害程度2の株数、
 N_1 : 食害程度1の株数、 N_0 : 食害程度0の株数

但し、食害程度3: 上位4葉の食痕が11個以上、2: 6～10個、1: 1～5個、0: 食痕なし

さらに、農業研究開発センター内の露地圃場でアブラナ科軟弱野菜を無防除栽培すると、5月上旬に定植したものは5月下旬の収穫までほとんど成虫が発生せず、加害もわずかだったが、その後6月上旬に定植すると成虫が多発し（図3）、7月には出荷不可能な状態になった（写真3）。

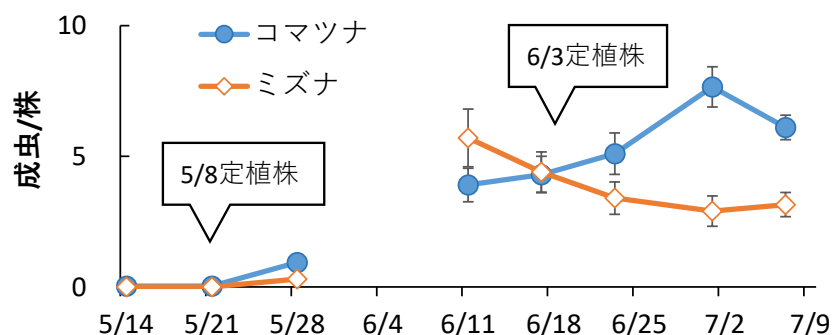


図3. 露地栽培におけるキスジノミハムシ成虫の株上での発生消長

(2020年桜井市) エラーバーは標準誤差を表す

コマツナは4葉/株、ミズナは株全体を調査した (n=30)



写真3. 成虫による激しい食害（左：コマツナ、右：ミズナ）

本種は成虫越冬であり、10月下旬には寄主植物を離れ、作物残渣や落葉の下、土塊の隙間等に潜って越冬するとされる（新藤，2020）。翌春に休眠から覚めた成虫は、アブラナ科の雑草や作物に飛来して活動を始める。

コラム① キスジノミハムシはどうやってアブラナ科植物にたどり着くのか？

本種成虫に対するアブラナ科植物の誘引成分はアリルイソチオシアネートであり、マスタードオイルやワサビオイルに誘引されることが過去の本県の研究で確認されています（浅田ら，1978）。有機栽培を行う際に、こういった天然化合物を何らかの目的で使用してしまうと、本種の加害を誘発する可能性があるので注意が必要です。また、キスジノミハムシには集合フェロモンの存在も知られており、これらの誘引物質が本種成虫の餌植物への集合に関与していると考えられています（Beran, et. al. 2016）。

このほか、本種成虫は土壌くん蒸に使用する D-D 剤にも誘引され、本剤を処理した圃場で作付け後の被害が増加した事例もあるようです（浅田ら，1978）。

2. 防除技術

(1) 耕種的防除技術

キスジノミハムシの幼虫は土中で根を摂食して発育し、土中で蛹化する。そのため、収穫後は残渣の処分を徹底して、次作に発生を引き継がないようにすることが重要である。また、夏秋期の施設栽培であれば、太陽熱土壤消毒も効果がある（コラム②を参照）。

本種はアブラナ科作物だけでなくアブラナ科雑草でも繁殖する。そのため、圃場周辺のアブラナ科雑草は本種の発生源として重要であり、成虫が活動を始める前の早春までに除草しておくことは、発生源を減らす対策の1つとして重要である。

コラム② 太陽熱土壤消毒の期間はどのくらい必要か？

太陽熱土壤消毒は、栽培終了後の施設内に残存するキスジノミハムシを、高温で蒸し込んで防除するのが目的です。蒸し込みに必要な日数は、その時期の気温によって変わります。その目安として、2019年に奈良県東部農林振興事務所で、消毒期間中の施設内で捕獲される成虫数を経時的に調査し、捕獲頭数が平均1頭以下になる日数を時期別に調査しました（表1）。

表1. キスジノミハムシ成虫の誘殺数が1頭以下になるまでの期間
(2019年宇陀市)

調査期間	日数	施設内の地温(°C)			野外の平均 気温(°C)
		平均	最高	最低	
7/21 - 7/31	11日	40.5	82.5	27.2	25.4
8/8 - 8/16	8日	47.4	67.3	28.3	26.9
8/22 - 9/2	11日	35.8	52.4	24.0	23.0
9/13 - 10/1	18日	23.0	41.1	15.0	21.4

※ 野外の平均気温はアメダス大宇陀のデータ

この結果から、7月中旬～8月下旬であればおおむね12日間、9月であればおおむね20日間が目安と考えられます。

このほか本県では、緑肥作物のエンバクをすき込むと、そこに含まれる忌避成分の1-ヘキサコサノールによって、後作ダイコンの被害を軽減する技術が過去に開発されている（中野，2000）。この技術では、5月播きダイコンでは10～11月に、9月播きダイコンでは4～5月にエンバクを播種して、ダイコン播種の1ヶ月前に青刈りしてすき込み、ダイコンの作付け時には黒マルチを被覆することで、ダイコンの根部に対する被害の防除価がそれぞれ93、85となった。これは休作期間に対抗植物を輪作することで、その後の被害を軽減する合理的な技術であり、有機栽培でも活用できる耕種的防除技術として注目された。ただし、エンバクの作付け期間が90～150日と長いこと、キスジノミハムシが多発する8月に播種する作型では効果が低いことから、夏期に連作する軟弱野菜への適用は難しく、適用可能な栽培条件を事前によく確認する必要がある。

(2) 物理的防除技術

① 侵入抑止に有効な防虫ネットの目合いサイズ

キスジノミハムシの圃場内への侵入を抑制する技術として、防虫ネット被覆が古くから検討されている。圃場試験では、1mm 目合いでは総じて効果不十分とされるが、0.8mm 目合いでは報告事例によって効果が異なり、0.6mm 目合いでは総じて効果が高いとされる（福井，2002；長坂ら，2003；柴尾ら，2004；辻岡・加藤，2004；中野ら，2006；大森ら，2014）。後述する試験を行った有機栽培生産者の場合、0.6～1mm 目合いまで様々な目合いサイズの施設が混在していたが、いずれも防除効果不十分との声が聞かれた。そこで、野外から採集した成虫を用いて、本種成虫の通過を物理的に抑制可能な目合いサイズを室内試験で検証したところ、図4のような結果になった。

0.6mm 以下の目合いでは、成虫は全く通過できなかったが、0.8mm 以上はほとんどの成虫が通過した。このことから、本種成虫の侵入を完全に抑止するためには、0.6mm 以下の目合いサイズの防虫ネットを被覆する必要があると考えられる。

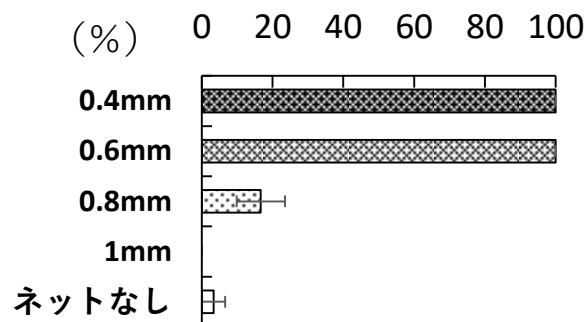


図4. 異なる目合いサイズの防虫ネットにおける成虫の通過阻害率

実際には、0.6mm 目合いの防虫ネットを使用しても、ハウス資材の隙間を完全にふさぐことは困難である。また、本種が増加する夏期には高温によって施設内の作業環境が悪化するため、農作業時などに出入り口が開放されてしまうことも想定される。このような場合には、防虫ネットを被覆していてもわずかな個体が侵入し、その後の連作によって施設内の密度が高まり、被害が拡大すると考えられる。栽培期間が短いアブラナ科軟弱野菜は、同一圃

場で連作される場合が多いので、先に述べた目合いサイズに関わらず防除効果不十分との声も、このような理由があったものと考えられる。そのため、防虫ネット被覆だけで安心するのではなく、収穫後から次の作付けまでに先述の太陽熱土壌消毒を挟むなど、施設内での発生をリセットする対策も必要である。

コラム③ 0.8mm 目合いの防虫ネットは効果がないのか？

様々な文献を調べてみると、0.8mm 目合いの防虫ネットでも実用的な防除効果が得られたという事例が散見されます。防虫ネットは目合いが細かいほど価格が高く、施設内気温も上昇しやすいので、0.6mm より目合いの大きい防虫ネットでも十分なら、それに越したことはありません。

図4に示した防虫ネットの目合い別の通過阻害率は、キスジノミハムシ成虫が、その体サイズからくぐり抜けられない目合いの大きさを評価しています。しかし実際には、くぐり抜けられる大きさであっても、縦横にナイロン糸が張り巡らされているネットの構造は、虫にとっては通過に一手間のかかる障壁となります。後で紹介する圃場試験でも0.8mm 目合い防虫ネットは、1mm 目合いよりも被害が少なくなっています。

しかし、連作している施設内では、わずかな侵入であってもこれが増殖することで被害の急拡大に繋がりますので、被害リスクを減らすためには、少なくとも成虫がくぐり抜けられない0.6mm 目合いを使用すべきと考えられます。

② 防虫ネットと近紫外線除去フィルムの併用効果

先の室内実験で、0.6mm 目合いの防虫ネットはキスジノミハムシ成虫の通過を完全に抑制し、0.8mm 以上の目合いではほぼ全ての成虫が通過した。そこでこれら防虫ネットを栽培施設に展張した際の被害抑止効果を圃場実証するため、異なる目合いサイズの防虫ネットが展張された有機栽培の現地生産施設で、本種による被害を比較した。また、これと同時に、一部の施設に本種成虫の侵入抑止効果があるとされる近紫外線除去フィルム（UV カットフィルム）（太田ら，2009）を被覆し、防虫ネットとの併用効果を検討した。

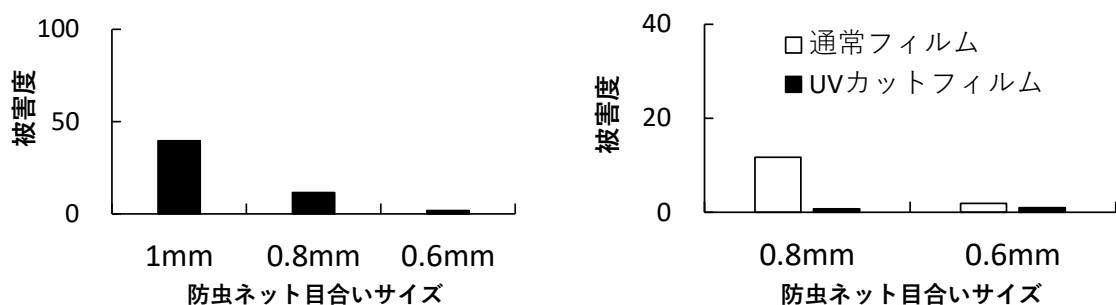


図5. 異なる目合いサイズの防虫ネット展張と近紫外線除去フィルム被覆の併用でのキスジノミハムシによる被害抑止効果（2019-21 年宇陀市）

※7～10月にコマツナ、シロナ、チンゲンサイ、大和マナを対象として行った調査結果を集約した 被害度の計算式は図2を参照

図5の左に示すように、防虫ネットの目合いサイズが減少するに従って被害度は減少した。また、図5の右に示すように、近紫外線除去フィルムを被覆することで、被害度はさらに減少した。

この試験では調査していないが、1mm 目合いでは近紫外線除去フィルムを併用しても防除効果は不安定とされる（福井，2002）。また、本試験では0.6mm 目合いの防虫ネット単独でも高い被害抑制効果が観察されたが、先述のように0.6mm 目合いであっても、防虫ネットでふさが切れない隙間や、作業時に開放された出入り口からの侵入も想定されるので、このような場合の侵入抑止効果を補完する技術として、0.6mm 目合い防虫ネットに近紫外線除去フィルムを併用する方法が良いと考えられる。

コラム④ 近紫外線除去フィルムが作物の生育に与える影響は？

一般に、近紫外線をカットした光環境下では、葉菜類の生育は旺盛になることが多いと言われています（高市，2002）。これは増収効果（ホウレンソウ、ニラ）と評価される場合と、軟弱徒長（コマツナ、小ネギ）と評価される場合があります。また、コマツナでは品種によって作物への効果の発現程度が異なり、生育にほとんど影響しない品種もあるようです。

今回現地実証調査を行った生産圃場では、荷姿等の悪化による収益への悪影響などはなかったと聞いております。また、被害多発時には栽培を諦めて播き直しせざるを得ない有機栽培の場合は、単純に害虫被害抑制による増収効果がこれを上回ると予想されます。

軟弱野菜の有機栽培では、複数の種類の作物や品種を注文に応じて栽培する事例も多いので、これらを総合して個別に判断していく必要があります。

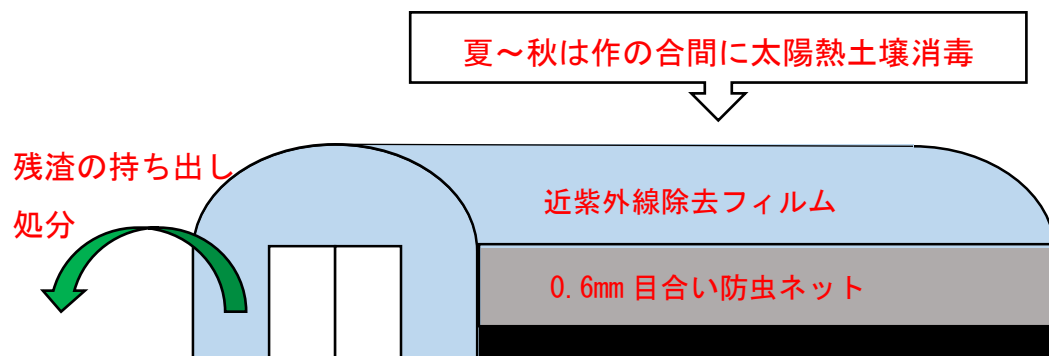
また、380nm以下の波長を除去するフィルムに比べて、360nm以下の波長を除去するフィルムはコマツナの生育軟弱化を軽減することが報告されています（野口ら，2009）。キスジノミハムシの場合は360nm以下の波長を除去するフィルムであれば侵入抑制効果が高いとされていますので（太田ら，2009）、今後はこういった資材の検証も進めていく必要があると思われます。

3. まとめ

以上を踏まえて、アブラナ科軟弱野菜の有機栽培施設におけるキスジノミハムシ対策を以下にまとめた。

- ① 施設の被覆ビニールは近紫外線除去フィルムを使用する。
- ② 施設側面の開口部には 0.6mm 目合い防虫ネットを展張する。
- ③ 活動期の 4～10 月は、栽培終了後の残渣持ち出しを行う。
- ④ 施設内でキスジノミハムシが増加する夏～秋期には、作期の合間の太陽熱土壤消毒を行う。

7～8 月：約 12 日、9 月：約 20 日



本技術の導入によって、夏期のキスジノミハムシによる被害は、1mm 目合い防虫ネット被覆（近紫外線除去フィルムなし）に比べて 4 割近く減少し、ほぼ完全に被害を抑えた。さらに、防虫ネット無被覆で栽培した場合には収穫皆無になることも予想されることから、本技術は防除効果が高く、有機栽培農家の経営改善に貢献できると考えられる。

4. その他の防除技術の可能性

キスジノミハムシは、先述のように集合フェロモンや植物由来の誘引物質（アリルイソチオシアネートなど）に誘引されるほか、黄色粘着板（広島県立総合技術研究所農業技術センター，2013）や黄色水盤トラップ（浅田ら，1978）がモニタリング資材として知られている。これらを組み合わせた大量誘殺による防除技術については検討されていない。本種は圃場近辺のアブラナ科雑草にも発生しているので、誘殺資材の誘引効率を高めると、圃場外の自然個体群も誘引することが予想される。このような場合、地域に存在する広大な自然植生を背景とした膨大な自然個体群が誘殺対象となってしまうので、防除技術としては成立しにくいかも知れない。

キスジノミハムシの天敵としては、例えばカエルなどによる捕食の観察例がある（松原，2017）。しかし、無防除圃場やアブラナ科雑草の自然植生において、土着天敵類の活動によって本種の密度が低下した観察例はない。また、寄生性線虫製剤スタイナーネマ・カーポカプサエの土壌処理がダイコンのキスジノミハムシ被害を軽減したとの報告もあるが（柿崎，2004）、実用化されておらず、現時点ではキスジノミハムシの生物的防除を行うのは困難である。

JAS 有機規格では、天然物由来の化合物を有効成分とするいくつかの殺虫剤の使用が認められている。県内で採集した成虫に対する殺虫剤の効果を室内検定したところ、有機 JAS で使用できる殺虫剤のうち、スピノサド剤（商品名：スピノエース顆粒水和剤）の殺虫効果が高かった（井村，2021）。なお、本剤はダイコンとハツカダイコンではキスジノミハムシに登録がある。

農薬を使用する場合は、農薬取締法を遵守し、登録内容に従って使用する義務があるので、特に農薬使用に慣れておられない場合は、最寄りの指導機関に相談されたい。

引用文献

- 浅田幸男・上住 泰・杉浦哲也（1978）ダイコンにおけるキスジノミハムシの発生経過とその予察法について．奈良農試研報 9：65-73.
- Beran, F., Jimenez-Aleman, G. H., Lin, M.-y., Hsu, Y.-C., Mewis, I., Srinivasan, R., Ulrichs, C., Boland, W., Hansson, B. S. and Reinecke, A. (2016) The aggregation pheromone of *Phyllotreta striolata* (Coleoptera: Chrysomelidae) revisited. J. Chem. Ecol. 42: 748-755.
- 広島県立総合技術研究所農業技術センター（2013）市販の黄色粘着トラップによるキスジノミハムシ誘殺数の比較．平成 25 年度広島県立総合技術所農業技術センター研究成果情報集：31-32.
- 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.
- 井村岳男（2021）キスジノミハムシ成虫に対する各種殺虫剤の殺虫効果．関西病虫研報 63：131-132.
- 柿崎昌志（2004）ダイコンのキスジノミハムシに対する昆虫寄生性線虫スライナーネマ・カーポカプサエの防除効果．北日本病虫研報 55：221-225.
- Li, Q., Li, G.-M. and Wei, S.-J. (2022) Lack of genetic structure among populations of striped flea beetle *Phyllotreta striolata* (Coleoptera: Chrysomelidae) across southern China. Front. Ecol. Evol. 9: 1-12.
- 松原 慧（2017）アブラナ科植物を専食するハムシ類の農地における捕食者．きべりはむし 39(2)：74-75.
- 長坂幸吉・熊倉裕史・田中和夫・中川 泉・尾島一史（2003）野菜栽培での防虫ネットの効果．植物防疫 57(4)：169-173.
- 中野昭雄・田中昭人・後藤昭文（2006）露地栽培コマツナにおける防虫ネットのトンネル被覆による各種害虫の侵入阻止効果．四国植防 41：33-39.
- 中野智彦（2000）エンバク前作とマルチ栽培によるダイコンのキスジノミハムシ防除．近畿中国農業研究成果情報 2000：55-56.
- 野口 貴・荒木俊光・海保富士男・沼尻勝人・市村拓野・須賀睦夫（2009）コマツナ栽培に適した近紫外線除去フィルム．関東東海北陸農業研究成果情

報野菜部会. https://www.narro.affrc.go.jp/org/narc/seika/kanto21/06/21_06_15.html.

太田 泉・武田光能・本多健一郎（2009）透過波長域が異なる近紫外線除去フィルムと透過フィルム下で軟弱野菜の害虫類が示す行動反応. 関西病虫研報 51 : 5-9.

大森誉紀・石々川英樹・武智和彦・横田仁子・清水 篤（2014）雨よけハウスでネット被覆と太陽熱消毒を組み合わせたコマツナの周年無農薬栽培実証. 愛媛農水研報 6 : 49-57.

尾島一史（2010）コマツナ無農薬雨よけハウス栽培における周年安定生産技術の導入効果. 農及園 85(7) : 754-760.

柴尾 学・定 幸子・小坂吉則・田中 寛（2004）ハウス栽培のコマツナとシュンギクにおける各種害虫の発消長およびネット被覆と太陽熱利用による防除. 関西病虫研報 46 : 33-38.

新藤潤一（2020）植物防疫講座 虫害編-30 アブラナ科野菜に発生するキスジノミハムシの発生生態と防除. 植物防疫 74(12) : 723-725.

妙楽 崇・杖田浩二・鈴木俊郎・矢野秀治（2013）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. 岐阜農技セ研報 13 : 13-24.

高市益行（2002）紫外線カットフィルムの種類と特性. 農業技術体系野菜編 12 : 施設・資材 37-38 の 6.

辻岡隆雄・加藤公美（2004）コマツナ栽培におけるネット資材を使ったキスジノミハムシの防除効果. 福井園試報 14 : 21-28.

山田偉雄（2005）キスジノミハムシ. 原色野菜病虫害百科第2版キャベツ・ハクサイ・シュンギク他. 社団法人農山漁村文化協会, 東京. 295-299.