

# オクラのワタアブラムシに対する土着天敵の 保護・強化法の有効性

—現地圃場での予備的検証—

鹿児島県農業開発総合センター <sup>かきもと</sup>柿元 <sup>かずき</sup>一樹・井上 <sup>いのうえ</sup>栄明 <sup>ひであき</sup>明  
宮崎大学農学部 <sup>おお</sup>大 <sup>の</sup>野 <sup>かず</sup>和 <sup>ろう</sup>朗

## はじめに

鹿児島県では、施設栽培ピーマンを中心にスワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot などの天敵を利用した IPM の普及が進みつつあり (柿元・野島, 2012), 2012 年度から「かごしま天敵大作戦」と銘打って, IPM を農政施策の一つとして推進する事業が展開されている (柿元・野島, 2012)。このような背景の中, 本県においては施設作物のみならず露地作物においても天敵を利用した IPM 技術を確立し, 普及を図ることが大きなテーマとなっている。全国的にも施設作物において天敵利用技術を基幹とした IPM の普及が進展する中, 次の段階として, 天敵利用を露地作物 (特に野菜類) にも展開させることが重要な課題である。

鹿児島県の露地作物の中でも, オクラは生産量が国内の約 4 割のシェアを占めており (農林水産省, 2015 a), 本県にとって重要な作物である。本県でのオクラは, 県南部の指宿市を中心に約 320 ha において, 4~9 月まで主に露地で生産される。主要な害虫はワタアブラムシ *Aphis gossypii* Glover やオオタバコガ *Helicoverpa armigera* (Hübner), ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* (Fabricius) 等のチョウ目害虫である。オクラは, 全国の年間生産量が 30,000 トン未満の地域特産作物 (マイナー作物) にあたり, 登録農薬が少ないこともあって, 生産地では殺虫スペクトラムが広いネオニコチノイド系殺虫剤や合成ピレスロイド系殺虫剤を主体とした化学農薬に大きく依存した防除が実施されている。しかしながら, 害虫の薬剤抵抗性の発達および農耕地生態系への影響等を考慮すると, 現行の防除体系が生産安定化技術であるとは言い難い。

化学農薬以外の防除手段としては, 土着天敵の保護利

用または保護・強化法の重要性が提唱されてきた (LETOURNEAU and ALTIERI, 1999; LANDIS et al., 2000; 矢野, 2003; 大野, 2009)。我が国では, 露地栽培ナスのアザミウマ類に対する土着天敵ヒメハナカメムシ類の保護利用またはその重要性に係る指摘が代表的である (永井, 1990; 1991 b; TAKEMOTO and OHNO, 1996; OHNO and TAKEMOTO, 1997)。これらの研究では, 天敵に影響の小さい殺虫剤を活用してヒメハナカメムシ類を保護することにより, アザミウマ類の防除に有効であることが明らかにされてきた。そのほか, ダイズ *Glycine max* (L.) では土着天敵利用に関する調査事例はあるが (森ら, 2008), 生産地圃場レベルでその効果を検証した報告は少ない。一方, 天敵に影響の小さい農薬を活用することで天敵の保護を図る方法だけでなく, これに天敵温存植物 (インセクタリアープランツ) を加える方法は, 天敵をより速やかにかつ安定的に供給する手段として有効である (小野・城所, 2007)。国外では, 露地作物において天敵温存植物を導入した土着天敵の保護・強化法の代表例として, リンゴ *Malus domestica* (Borkh.) のアブラムシ類 (BROWN and MATHEWS, 2008) やレタス *Lactuca sativa* L. Capitata Group のモモアカアブラムシ *Myzus persicae* (Sulzer) 等 (CHANEY, 1998) に係る報告はあるものの, 概して露地野菜における土着天敵の保護・強化法の有効性に係る報告は十分でないのが現状と言える。こうした, 土着天敵の保護・強化法は, 持続的農業の実践, 農業生産の低コスト化と省力化, ならびに消費者と農業者双方にとっての安心・安全な農産物生産の観点から, 今後の露地作物において重要な害虫管理手法となるべき技術である。

そこで筆者らは, ①農薬登録の少ないオクラにおいて化学農薬に依存しない栽培体系を確立すること, ②我が国の露地野菜における土着天敵利用の普及拡大に寄与するモデルケースを蓄積すること, を目的に天敵の保護を図る手段として選択的殺虫剤の活用 (van EMDEN et al., 1988; JOHNSON and TABASHNIK, 1999; 大野, 2009) および天敵温存植物の活用による土着天敵の保護・強化法の有効性について評価する圃場試験を実施した。

Effectiveness of Conservation Biological Control Against the Cotton Aphid *Aphis gossypii* Glover in Okra Fields. Kazuki KAKIMOTO, Hideaki INOUE and Kazuro OHNO

(キーワード: IPM, 土着天敵, 天敵の保護・強化法, 生物的防除, 露地野菜)

また、殺虫剤の散布履歴が異なる複数の現地生産圃場において、害虫および土着天敵の発生量の調査を行った。

その結果、天敵に影響の大きい非選択的殺虫剤を連続して散布すると土着天敵が排除され、逆に害虫の多発生を招く可能性があること、一方、選択的殺虫剤の使用によって土着天敵は保護され、さらに天敵温存植物の利用により土着天敵の発生が安定化する可能性が示された。単年度の調査ではあるが、今後の露地作物における天敵利用技術の確立に示唆を与える結果として、以下に紹介させていただく。本記事は柿元ら（2015）で報告した内容に基づき作成したものである。

### Ⅰ 生産地オクラ圃場におけるワタアブラムシに対する土着天敵の保護・強化法の有効性評価

鹿児島県本土の薩摩半島南端に位置する指宿市の生産地圃場において、殺虫剤の種類と天敵温存植物がオクラのワタアブラムシおよびその土着天敵に及ぼす影響を調べた。試験時期は、2014年4月下旬から9月中旬である。

試験圃場は、周囲一帯もオクラが栽培される地域の中の2箇所を選び、3つの試験区を設定した。すなわち、生産地で一般的に用いられる殺虫剤を中心に使用する「非選択的殺虫剤区」、選択的殺虫剤だけを使用する「天敵保護区」、選択的殺虫剤に加え天敵温存植物を圃場の周囲に植栽する「天敵保護・強化区」である。「非選択的殺虫剤区」および「天敵保護区」は各々5aとなるよう、同一圃場を2つに区切った。両区の間には仕切りは設けず、隣接する畝は調査から除外した。両区でのオクラの播種日は2014年3月24日であった。一方、先の2区から約500m離れた面積15aの圃場を「天敵保護・強化区」とし、この試験区ではオクラを2014年5月10日に播種し、圃場の外周部にソルガムを植栽した。なお、各試験区の栽培条件は、本県の指導基準（畝間160cm、株間15cm、条間45cmの2条作付、1植穴当たり3粒直播、マルチ被覆）の通りである。

それぞれの圃場で使用した殺虫剤は表-1の通りである。日本植物防疫協会（2011）および日本バイオリジカルコントロール協議会（2015）に基づき、オクラへの適用農薬の中から選択的殺虫剤および非選択的殺虫剤を区分けした。「天敵保護区」および「天敵保護・強化区」で使用する選択的殺虫剤として、ワタアブラムシに対しては、還元澱粉糖化物、ヒドロキシプロピルデンプン、ピメトロジン、*Beveria bassiana* のいずれか、チョウ目害虫に対しては、ピリダリル、フルベンジアミド、IGR、*Bacillus thuringiensis* (BT) のいずれかを用いた。一方、「非選択的殺虫剤区」で使用する殺虫剤は、ネオニコチ

ノイド系殺虫剤、合成ピレスロイド系殺虫剤、有機リン系殺虫剤およびそのほかに分類されるもののうちクロロフェナビルとし、殺虫剤の選定および散布時期は農業者の判断に任せた。ただし、「非選択的殺虫剤区」であっても一部に選択的殺虫剤を使用することに制限は設けなかった。

「天敵保護・強化区」で用いる天敵温存植物には、天敵の餌となるアブラムシ類が発生する一方で、それらがオクラを加害しない（小野・城所、2007；長坂ら、2010；安部ら、2011）という観点から、オオムギ（品種：‘てまいらず’）およびソルガム（品種：‘三尺ソルゴー’）を用いた。一般的にムギ類は冷涼な時期に生育が旺盛であり盛暑期には枯死する。一方、ソルガム類は盛暑期に生育が旺盛となる。オクラの栽培期間中、継続的に天敵温存植物が維持できるようにこれら2種類の植物を同時に用いた。圃場の4辺（延べ約160m）を植栽部分としてオクラ圃場を囲んだ。ソルガムを外側に1条で、その内側約20cmにオオムギを1条で播種した。播種は、オクラの播種に先立って2014年4月25日に実施した。

これらの圃場において、害虫はワタアブラムシ、オオタバコガおよびハスモンヨトウ等のチョウ目ならびにアザミウマ類を、天敵はアブラムシ類の主要天敵（高田、2000）として寄生蜂のマミー、クサカゲロウ類の卵（卵塊）および幼虫、捕食性タマバエ類幼虫、テントウムシ類の卵（卵塊）、幼虫および成虫、ヒラタアブ類幼虫ならびにヒメハナカメムシ類幼虫および成虫の個体数を計数した。

図-1にオクラ各試験区における各種害虫および天敵個体数の変化を示した。

ワタアブラムシの個体数変化は、それぞれの試験区間で大きく異なった。「天敵保護区」（図-1 a-1）および「非選択的殺虫剤区」（図-1 c-1）では、5月中旬～下旬に本種の初発生を認め、その後8月下旬までは最大でも株当たり50頭未満で推移した。しかし、「非選択的殺虫剤区」では9月上旬に急激に増加し、株当たり約800頭に達した。一方「天敵保護区」でも9月上旬に増加したが、その水準は株当たり約120頭と、「非選択的殺虫剤区」に比べて低かった。なお、「非選択的殺虫剤区」および「天敵保護区」においては、5月上旬から8月下旬までの間にワタアブラムシに対してそれぞれ7回および5回の殺虫剤散布が実施された。

これに対し、「天敵保護・強化区」（図-1 b-1）では、初期に2回の選択的殺虫剤が散布されたのみであったが、ワタアブラムシ個体数は調査期間を通じ低水準で推移し、「非選択的殺虫剤区」で見られたような9月上旬

表-1 各試験区で散布した殺虫剤のリスト

天敵保護区			天敵保護・強化区			非選択的殺虫剤区		
散布日	対象害虫		散布日	対象害虫		散布日	対象害虫	
	ワタアブラムシ	チョウ目害虫 <sup>a)</sup>		ワタアブラムシ	チョウ目害虫 <sup>a)</sup>		ワタアブラムシ	チョウ目害虫 <sup>a)</sup>
5月 5月9日	ヒドロキシプロピルデンプン液剤		5月			5月 5月9日	イミダクロプリドフロアブル	
5月 5月24日	ボーベリア・バシアーナ剤					5月 5月24日	ヒドロキシプロピルデンプン液剤	
5月 5月27日	ピメトロジン顆粒水和剤					5月 5月28日	ヒドロキシプロピルデンプン液剤	
6月 6月7日		BT	6月 6月7日		BT	6月 6月19日	ベルメトリン乳剤	
6月 6月14日		BT	6月 6月13日	還元澱粉糖化物		6月 6月29日		BT
6月 6月29日		BT	6月 6月19日	ピメトロジン顆粒水和剤				
			6月 6月28日		BT			
7月 7月20日		フルベンジアミド顆粒水和剤	7月			7月 7月6日		BT
						7月 7月20日		フルベンジアミド顆粒水和剤
8月 8月11日	ヒドロキシプロピルデンプン液剤		8月 8月24日		ピリダリルフロアブル	8月 8月11日	ベルメトリン乳剤	
8月 8月15日	ピメトロジン顆粒水和剤	クロマフェノジドフロアブル				8月 8月15日	イミダクロプリドフロアブル	
						8月 8月29日	オレイン酸ナトリウム液剤	ピリダリルフロアブル

<sup>a)</sup> BT: *Bacillus thuringiensis* 剤. (柿元ら, 2015 改変)

の急激な増加も認められなかった。

では、なぜ9月上旬のワタアブラムシ個体数は各試験区間で大きく異なったのか。土着天敵の発生推移を比較してみると、「非選択的殺虫剤区」においては、ワタアブラムシの天敵は、6月上旬にわずかに認められた後、8月まではほとんど確認されず、最後の殺虫剤散布から約20日が経過した9月中旬に、ワタアブラムシ個体数の急激な増加から遅れを伴って増加したのみにとどまった(図-1 c-1)。これはおそらく、非選択的殺虫剤の影

響を受けたためであろうと推察される。

一方「天敵保護区」では、5月下旬から8月下旬まで断続的に天敵の発生が認められ、9月上旬にワタアブラムシ個体数がピークに達したのと同時に天敵も急激に増加した(図-1 a-1)。しかし、ワタアブラムシの発生の有無に関係なく7月中旬から8月下旬まで天敵はほとんど確認されず、この時期のワタアブラムシのわずかな発生には天敵が対応してはいなかった。

これに対し、「天敵保護・強化区」(図-1 b-1)では、

ワタアブラムシ個体数の水準に関係なく、その増減に対応して、終始天敵の発生が認められた。以上の3試験区間における9月上旬のワタアブラムシ個体数の変化の違いは、7月中旬から8月下旬までの時期の天敵の存在が影響していた可能性が高い。8月中旬に「天敵保護・強化区」の天敵の個体数増加が他の2区に比べて速やかであったのは、ソルガム上で8月上旬からヒエノアブラムシ *Melanaphis sacchari* (Zehntner) とアブラムシ類の天敵の個体数が同調して増加しており(図-2 a), ここで増加した天敵がオクラへ供給されたものと推察することができる。

「天敵保護・強化区」のオクラでは、寄生蜂のマミー、クサカゲロウ類、タマバエ類、ヒラタアブ類、テントウムシ類が、ソルガム上では先の5種類のうちタマバエ類を除く4種類の天敵の発生が認められた(図-2 b, 図-3)。

このうち、クサカゲロウ類、テントウムシ類およびヒラタアブ類といった捕食性天敵は、調査期間中、恒常的あるいは断続的に発生が認められたが、寄生蜂は5月から6月上旬および8月下旬から9月、タマバエ類は9月のみと限定的な発生であった。本報告は1年の調査であるため詳しく論じることはできないが、アブラムシ類の天敵の種構成の変化は、天敵各種の季節適応性およびギルド内捕食を含めて検討する必要がある、興味深い。

今回の試験では、天敵温存植物として、イネ科のオオムギおよびソルガムを用いたが、オオムギ上ではアブラムシ類および天敵ともにその発生は極めて少なかった。例えば、天敵であるヒラタアブ類の誘引に、花を有する植物が有効であることが知られている(COWGILL et al., 1993; COLLEY and LUNA, 2000; LAUBERTIE et al., 2012)。より早い時期に天敵を圃場へ誘引し、定着させるためには、

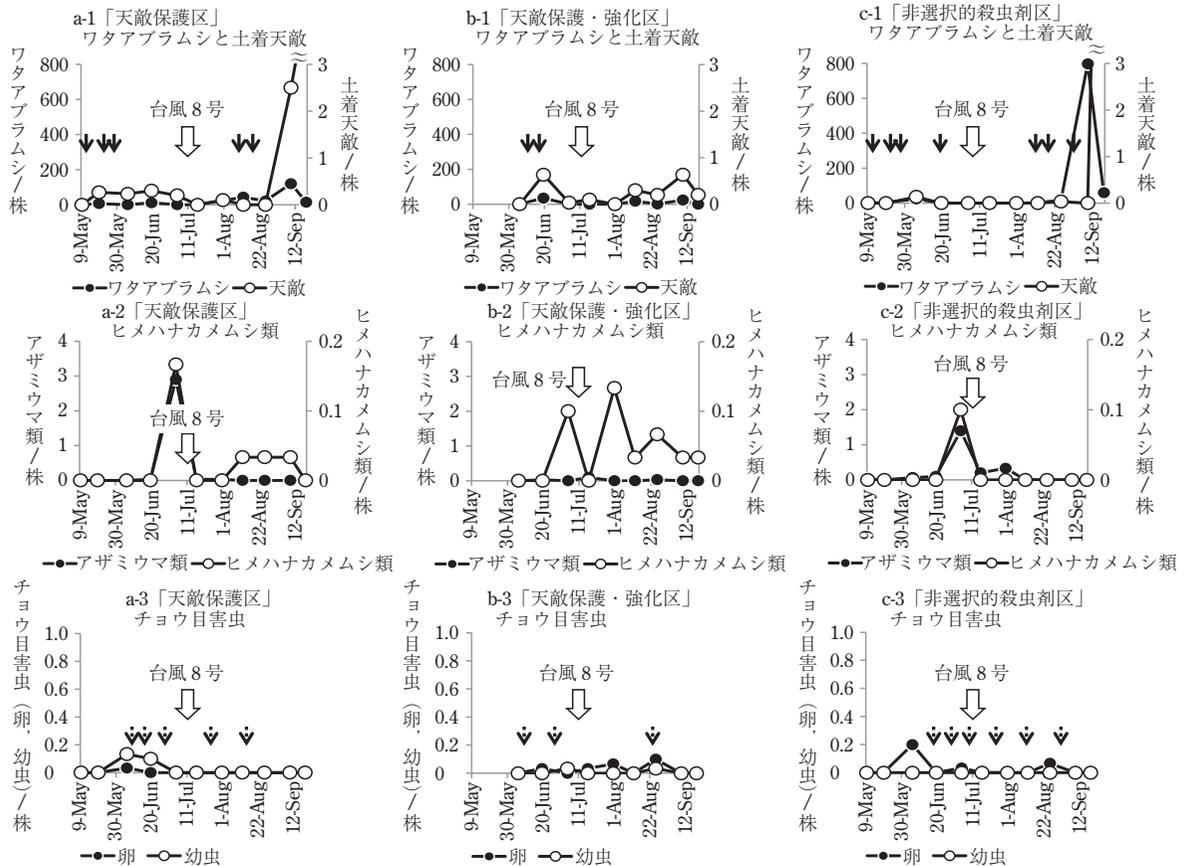


図-1 防除および植生管理が異なる3試験区でのワタアブラムシおよび土着天敵の個体数変化(柿元ら, 2015 改変)

ワタアブラムシ(●)および土着天敵(○)(a-1, b-1, c-1); アザミウマ類(●)およびヒメハナカメムシ類(○)(a-2, b-2, c-2); チョウ目害虫(a-3, b-3, c-3; ○: 卵, ●: 幼虫). 実線および破線矢印はそれぞれワタアブラムシおよびチョウ目害虫への殺虫剤散布を示す。白色太線矢印は台風8号通過を示す。調査は任意の30株について行い、各株3個の生長点、花および果実、3枚の葉での個体数を目視により計数し、合計個体数を1株当たり個体数とした。

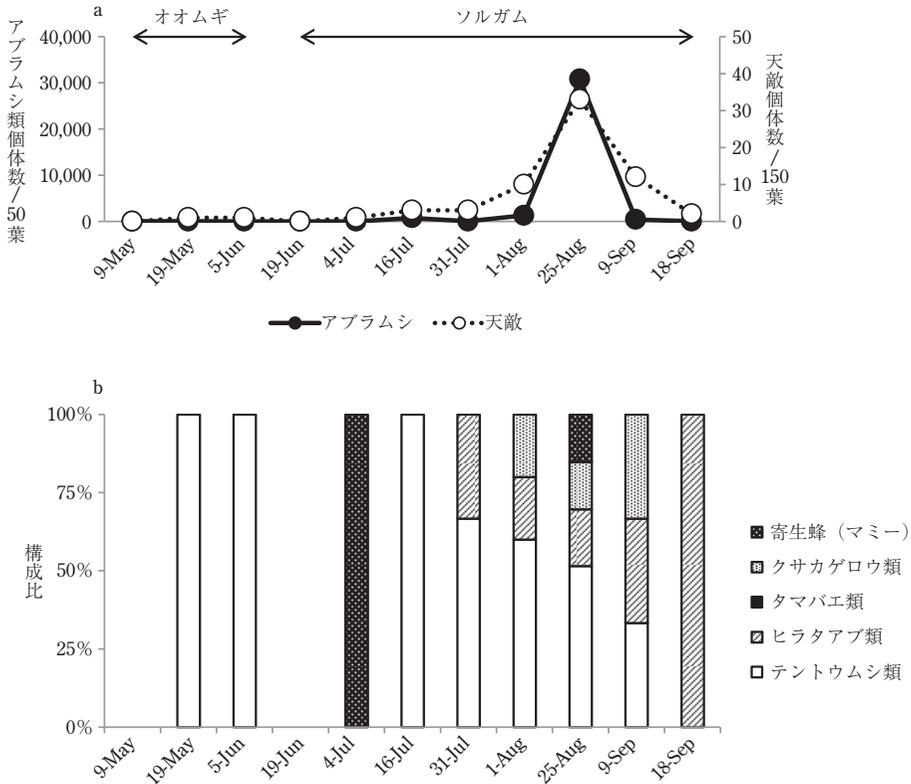


図-2 天敵温存植物(オオムギおよびソルガム)におけるアブラムシ類および土着天敵の個体数(a)ならびに土着天敵の種構成 (b) の変化 (柿元ら, 2015 改変)  
 長さ 1 m の調査区画を無作為に 5 箇所 に設けて、アブラムシ数は 10 枚の葉、天敵は 30 枚の葉で、目視により個体数を調査した。

花を有する草種も含めて天敵温存植物を選定する必要がある。

一方、広食性の天敵であるヒメハナカメムシ類は、「非選択的殺虫剤区」では一時的に認められただけであったが(図-1 c-2)、「天敵保護区」および「天敵保護・強化区」では、台風 8 号の影響を受けたと考えられる一時期を除いて、ほぼ調査期間を通じて生息が認められた(図-1 a-2, b-2)。ヒメハナカメムシ類は、ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* Karny をはじめとしたアザミウマ類の有力な捕食性天敵である(永井, 1990; TAKEMOTO and OHNO, 1996; 柿元ら, 2007)。同時に、アブラムシ類(永井, 1991 a; NAKATA, 1994) およびチョウ目昆虫の卵も餌資源として利用することも知られている(HONDA et al., 1998; 柿元ら, 2003)。オクラ圃場におけるヒメハナカメムシ類の発生は、アザミウマ類の発生とは無関係に認められ、ワタアブラムシ個体数の変化とも同調しているわけではなかった。この間、チョウ目害虫の卵やオクラの花等、ヒメハナカメムシ類の餌資源となりうるものは存

在していた。これらの餌資源とヒメハナカメムシ類の生息との関係については明らかではないが、一連の結果は、広範囲な害虫の天敵であるヒメハナカメムシ類の生活環や効果的な利用法を考えるうえで重要な要素である。

また、鹿児島県内のオクラ産地では、オクラの生産が終了するとほぼ同時に、スナップエンドウやソラマメ等のマメ類の生産が開始されることが多い。これらのマメ類では、10～12月にアザミウマ類が花に寄生して莢に被害を及ぼすため、深刻な問題となっている。このアザミウマ類に対して土着のヒメハナカメムシ類の利用を検討するうえでも、オクラで発生するヒメハナカメムシ類の動態およびより安定的な温存方法について今後さらに詳細に研究すべきである。

今回の試験では、オクラの主要害虫ワタアブラムシに対して、選択的殺虫剤および天敵温存植物を用いた天敵の保護・強化による防除効果を評価した。その結果、選択的殺虫剤だけでワタアブラムシ(図-1 a, b-3)は十分に防除できること、さらに天敵温存植物の利用によって

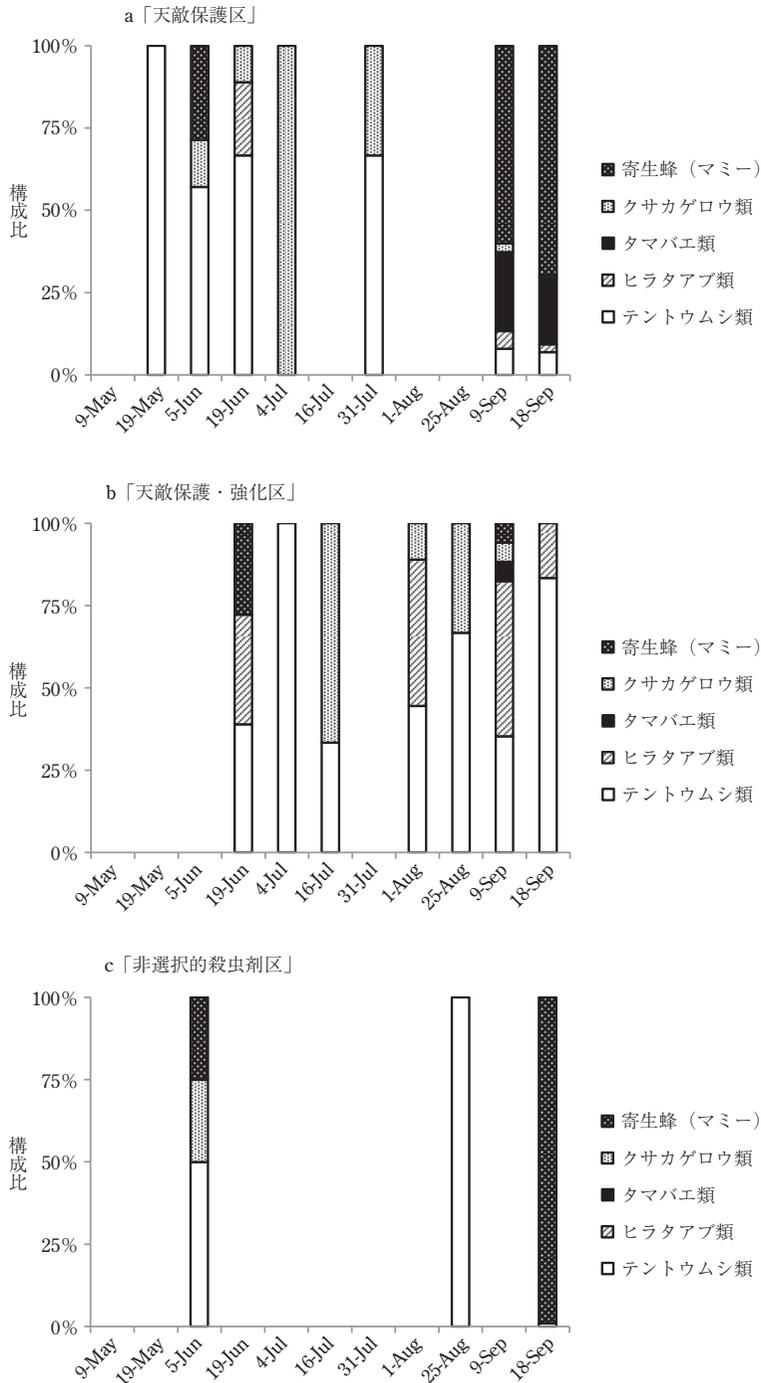


図-3 防除および植生管理が異なる3試験区での土着天敵の種構成の変化 (柿元ら, 2015 改変)  
 (a) 天敵保護区, (b) 天敵保護・強化区, (c) 非選択的殺虫剤区。

天敵類の供給強化およびワタアブラムシの安定的防除が可能であることが示唆された。殺虫スペクトラムの広い

殺虫剤をスケジュール的に散布し、害虫個体群を抑制することは一見シンプルであり、生産安定化技術として捉

えられやすい。しかしながら、営農活動の中で様々な作業を抱える農家が常に好適な時期に殺虫剤を散布できるとは限らない。天候、収穫をはじめとした栽培管理作業および後作の準備等により防除作業が遅延することは珍しくない。本報告での事例を見ても、ワタアブラムシに対して「非選択的殺虫剤区」では「天敵保護・強化区」の3倍以上の防除が実施されたにもかかわらず、9月になってワタアブラムシは急激に増加した。このことは、天敵が排除された条件下では、防除時期を逸してしまうと、ワタアブラムシの急激な個体数増加を招くリスクのあることを示唆している。

## II 生産地での複数圃場における 土着天敵の発生調査

生産地において一般的に使用される殺虫剤の種類が土着天敵の発生に及ぼす影響を知るため、2014年8月25日～26日に指宿市内の複数のオクラ圃場においてワタアブラムシと天敵の発生調査を実施した。調査圃場は、

農業者への聞き取り調査から、過去1か月以内に先に挙げた非選択的殺虫剤が散布された圃場を8箇所、選択的殺虫剤が散布されたか、または殺虫剤が散布されていない圃場6箇所を選んだ(表-2)。調査の結果、非選択的殺虫剤が散布された圃場では、天敵の個体数は有意に少ないことがわかった(Wilcoxon(順位和)検定,  $P < 0.01$ )。ただし、非選択的殺虫剤が散布された圃場では、ワタアブラムシの個体数も少ないことが示された(Wilcoxon(順位和)検定,  $P < 0.01$ )。殺虫剤が直接天敵個体数に及ぼす影響と天敵の餌であるワタアブラムシ個体数の減少を通じた影響を区別することはできないが、前半の結果と合わせて考えると、オクラにおいても天敵への影響を考慮して殺虫剤を選択することで、土着天敵類の保全効果を高められることが示唆された。

イギリスでは、土着天敵の発生を促すために圃場の中にイネ科植物を植えた土手(ビートルバンク)を確保することで、徘徊性捕食者を温存し、アブラムシ類に対する防除効果を高めた事例がある(COLLINS et al., 2002)。

表-2 殺虫剤の種類がオクラ圃場での土着天敵の発生量に及ぼす影響

種類	圃場	ワタアブラムシ 個体数 <sup>a), b)</sup>	天敵個体数 <sup>a)</sup>					合計 <sup>b)</sup>
			テントウ ムシ類	ヒラタ アブ類	タマバ エ類	クサカゲ ロウ類	ヒメハナカ メムシ類	
1か月以内に非選択的殺 虫剤が散布された圃場	1	45	4	1	0	0	1	5
	2	184	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	0	0	0
	4	161	0	0	0	0	0	0
	5	149	0	0	0	0	0	0
	6	21	1	0	0	0	0	1
	7	291	0	0	0	0	3	0
	8	0	0	0	0	0	0	0
	平均値±標準偏差	106.5 ± 105.8 a						0.8 ± 1.8 a
1か月以内に非選択的殺 虫剤が散布されなかった 圃場	1	1,273	6	3	0	0	6	9
	2	707	6	0	0	0	2	6
	3	2,287	5	0	0	0	0	5
	4	4,552	5	1	0	0	2	6
	5	2,105	9	1	0	0	1	10
	6	1,156	18	0	0	0	14	18
	平均値±標準偏差	2,013.3 ± 1,379.7 b						9.0 ± 4.8 b

a) ワタアブラムシおよび天敵個体数はオクラ40株当たり。

b) 異なるアルファベットは処理の異なる2群間で有意差があることを示す(Wilcoxon's test,  $P < 0.05$ )。(柿元ら, 2015改変)

我が国の農地面積は、畑地の場合で1経営体当たり約1.4 ha、九州地域では平均0.24 haと（農林水産省, 2015 b）、ヨーロッパや米国に比べると極めて小さいため、土着天敵の保全や機能強化のために一定規模の植生管理スペースを導入できる地域は多くない。しかし、我が国での露地野菜における土着天敵の保護・強化法を発展させるためには、圃場の一角に天敵温存植物を確保するような取組を個々の農業者へ幅広く普及させ、地域全体で土着天敵を保全するような仕組み作りが今後重要であると考えられる。技術の改善策も今後の取組事例の集積によって得られるものとする。

### おわりに

今回の検証結果を契機に、同生産地においてはIPMの重要性に対する認識および取組に対する機運が高まりつつある。対象農業者は約1,000戸であり、年齢層、規模および出荷先も様々である。現在、著者らは、地域の担当普及指導員をはじめとした指導機関および先駆的農業者と連携し、生産地での効率的な技術確立はもとより、技術の普及に向けた役割分担の明確化、情報共有および普及拡大の方策について検討しながら生産地を支援している。なお、オクラでの天敵利用技術の確立については、農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業の平成27年度採択課題「登録農薬の少ない地域特産作物（マイナー作物）における天敵利用技術の確立」において実施している研究課題の一つである。今後の成果についてはあらためて紹介させていただく機会があれば幸いである。

### 引用文献

- 1) 安部順一郎ら (2011): 応動昆 55: 227 ~ 239.
- 2) BROWN, M. W. and C. R. MATHEWS (2008): Eur. J. Entomol. 105: 537 ~ 540.
- 3) CHANEY, W. E. (1998): Biological Control of Aphids in Lettuce Using In-field Insectaries, In Enhancing Biological Control, Pickettm, C. H. and R. L. Bugg eds., University of California Press, Berkeley, p.73 ~ 83.
- 4) COLLEY, M. R. and J. M. LUNA (2000): Environ. Entomol. 29: 1054 ~ 1059.
- 5) COLLINS, K. L. et al. (2002): Agric. Ecosyst. Environ. 93: 337 ~ 350.
- 6) COWGILL, S. E. et al. (1993): Ann. Appl. Biol. 122: 223 ~ 231.
- 7) HONDA, J. Y. et al. (1998): Appl. Entomol. Zool. 33: 449 ~ 453.
- 8) JOHNSON, M. W. and B. E. TABASHNIK (1999): Enhanced Biological Control Through Pesticide Selectivity, In: Handbook of Biological Control, Bellows, T. S. and T. W. Fisher eds., Academic Press, A Harcourt and Technology Company, San Diego, p.297 ~ 317.
- 9) 柿元一樹・野島秀伸 (2012): バイオコントロール 16: 29 ~ 36.
- 10) ———ら (2003): 応動昆 47: 19 ~ 28.
- 11) ———ら (2007): 同上 51: 29 ~ 37.
- 12) ———ら (2015): 九病虫研会報 61: 49 ~ 56.
- 13) LANDIS, D. A. et al. (2000): Ann. Rev. Entomol. 45: 175 ~ 201.
- 14) LAUBERTIE, E. A. et al. (2012): Biol. Cont. 61: 1 ~ 6.
- 15) LETOURNEAU, D. K. and M. A. ALTIERI (1999): Environmental Management to Enhance Biological Control in Agroecosystem, In: Handbook of Biological Control, Bellows, T. S. and T. W. Fisher eds., Academic Press, A Harcourt and Technology Company, San Diego, p.319 ~ 354.
- 16) 森 克彦ら (2008): 応動昆 52: 215 ~ 223.
- 17) 永井一哉 (1990): 同上 34: 109 ~ 114.
- 18) ——— (1991 a): 同上 35: 269 ~ 274.
- 19) ——— (1991 b): 同上 35: 283 ~ 289.
- 20) 長坂幸吉ら (2010): 日本の促成栽培施設におけるアブラムシ対策としてのバンカー法の実用化, 中央農業総合研究センター, つくば, p.50.
- 21) NAKATA, K. (1994): Appl. Entomol. Zool. 29: 614 ~ 616.
- 22) 日本バイオロジカルコントロール協議会 (2015): 天敵に対する農薬の影響日安の一覧表, <http://www.biocontrol.jp> (2015年4月30日アクセス確認)
- 23) 日本植物防疫協会 (2011): 農薬ハンドブック 2011年版, 日本植物防疫協会, 東京, 689 pp.
- 24) 農林水産省 (2015 a): 地域特産野菜生産状況調査, [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan\\_yasai/index.html](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_yasai/index.html) (2015年4月30日アクセス確認)
- 25) 農林水産省 (2015 b): 農業構造動態調査, <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukou/index.html> (2015年4月30日アクセス確認)
- 26) 大野和朗 (2009): 土着天敵による生物的防除, バイオロジカル・コントロール—害虫管理と天敵の生物学, 仲井まどから編, 朝倉書店, 東京, p.51 ~ 65.
- 27) OHNO, K. and H. TAKEMOTO (1997): Appl. Entomol. Zool. 32: 27 ~ 35.
- 28) 小野 亨・城所 隆 (2007): 北日本病虫研報 58: 99 ~ 105.
- 29) 高田 肇 (2000): 天敵 アブラムシの生物学, 石川 統編, 東京大学出版会, 東京, p.139 ~ 180.
- 30) TAKEMOTO, H. and K. OHNO (1996): Proceedings of International Workshop on the Pest Management Strategies in Asian Monsoon Agroecosystems, Kumamoto, p.235 ~ 244.
- 31) van EMDEN, H. F. et al. (1988): Phil. Trans. B 318: 183 ~ 201.
- 32) 矢野栄二 (2003): 天敵 生態と利用技術, 養賢堂, 東京, 296pp.