

その他：日植防シンポジウムから

農林水産省における薬剤抵抗性対策に向けた取組状況

農林水産省消費・安全局植物防疫課 白 石 正 美

はじめに

現在の作物栽培において、病虫害および雑草の防除（以下「病虫害・雑草防除」という。）にあたっては農薬の使用がその根幹を成している。しかし、切り離せない課題として、「薬剤抵抗性の発達」が常にその背後に控えており、いかに薬剤抵抗性の発達を抑え、効率的効果的な病虫害・雑草防除を行うか農薬使用に対する管理が求められている。このような背景のもと、都道府県が主体となり、薬剤感受性検定の実施による薬剤抵抗性の発達の状況把握や、検定結果に基づく生産者への適切な防除指導が行われている。

多くの都道府県においては、普及指導員などが生産者に対して適時適切な病虫害・雑草防除の指導を行う際に使用される「防除基準」が作成されているが、その中にも薬剤抵抗性に関する情報、それに基づく農薬使用上の注意事項等が記載されており、各地で薬剤感受性検定を行う意義は非常に大きいものであると言える。一方、栽培体系や防除体系が多様化することに伴い、薬剤抵抗性を獲得した病虫害や雑草（以下「薬剤抵抗性病虫害・雑草」という。）に対する防除対策も複雑なものとなっており、防除体系を検討する場面でも大きな課題となっている。

本稿では、シンポジウム「薬剤抵抗性対策の新たな展開」（2017年1月12日、日本植物防疫協会主催）における当課からの講演内容※注1に基づき、各都道府県による薬剤感受性検定の実施状況、全国の薬剤抵抗性病虫害・雑草の発生状況、研究事業等を踏まえた薬剤抵抗性の現状と課題について紹介する。各章の内容に関しては、シンポジウム講演要旨も併せて参照いただきたい。

I 薬剤抵抗性対策をめぐる状況

1 これまでの取組

従来、薬剤抵抗性対策に関する取組としては、農林水産省（植物防疫課、地方農政局等）が主催する全国規模の

対策検討会や、地区別の植物防疫協議会において議題に取り上げたり、日本植物防疫協会や研究機関が開催するシンポジウム等において意見交換が行われたりすることにより、関係者間の情報共有を図ってきたところである。

農林水産省では、1971（昭和46）年度から都道府県病虫害防除所の運営経費の一部として、薬剤抵抗性検定に必要な費用を支出しており、この取組が契機となり、現在も各都道府県において薬剤感受性検定が実施され、毎年度、農林水産省に実施状況が報告されている。また、1994～97（平成6～9）年度にかけては、国の委託事業として、薬剤抵抗性アブラムシ類に関する調査事業が実施された。なお、上記取組に関しては、農林水産省ホームページにおいて掲載しているので、必要に応じてご参照いただきたい。

（参考）http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/boujyo/121030_yakuzai.html

2 薬剤抵抗性対策の課題

都道府県における薬剤抵抗性対策の現状や課題を把握するため、2015年（平成27年）8月、都道府県に対して薬剤抵抗性対策に関するアンケート調査を実施し、今後の対策において何が必要かという観点に立って質問したところ、全国47都道府県から「薬剤感受性検定結果に関する情報共有体制は重要である」と回答が得られた。このことから、薬剤抵抗性対策のツールとして、都道府県の薬剤感受性検定に関する情報の整理および関係者間での共有が重要であるという認識が得られた。

その一方、薬剤ごとの検定方法や結果に対する評価方法について情報が不足していることや、都道府県担当機関の人員不足による対応の難しさ、薬剤抵抗性が発達した場合の実用的な代替防除技術の開発・導入等が課題であることが示された。

II 都道府県における薬剤抵抗性対策

1 発生予察事業

発生予察事業は、数週間から数か月後の病虫害の発生

Situation Concerning Countermeasures to Pesticide Resistance.
By Masami SHIRASHI

（キーワード：薬剤抵抗性、薬剤感受性検定、発生予察）

※注1：全国の薬剤抵抗性病虫害・雑草の発生状況（2016年度調査）などについて、本稿作成にあたり改めてデータの整理を行ったところ、若干の集計ミスが判明したため、シンポジウム講演要旨に記載している数字と相違がある。

を予測して農業生産者を含めた関係者に情報提供を行うものであり、植物防疫法に基づき、農林水産省は都道府県の協力により発生予察事業を実施し、都道府県は国の発生予察事業に協力するとともに、都道府県自らが行う発生予察事業を実施している。都道府県における薬剤抵抗性対策は、この発生予察事業の一環として位置づけられている。

都道府県では、検定や調査研究の結果に基づき、発生予察情報や技術情報に関連情報を掲載し、普及担当者などへの情報提供を行うとともに、研修会や講習会により生産者にも直接的な情報提供が行われている。さらに、必要に応じて、都道府県が作成する防除基準や地域JA等が作成する地域の防除暦の作成にあたっては、感受性低下などが確認された薬剤の代替剤や、薬剤の使用にあたっての注意事項等が掲載され、現場への防除対策に活かされている。

2 薬剤感受性検定の実施状況

都道府県における薬剤感受性検定の実施状況については、病害虫の発生状況および防除の実施状況等に関する取りまとめに併せて、毎年度、都道府県から農林水産省に報告されている。

都道府県担当者の共通認識として、薬剤感受性検定結果に関する情報共有体制は重要であることが示されたことを受け、2010（平成22）年度以降の各都道府県報告を基に、薬剤感受性検定の実施状況について改めて整理を行った。まず、各年度の検定実施件数の推移を示したものが、図-1および図-2の通りである。

まず、検定の実施対象となった農薬について殺虫剤、殺菌剤およびその合計で整理すると、2010（平成22）年度から13（平成25）年度までの間、殺虫剤に対する検定実施件数が増加したことから合計数は右肩上がりであったが、2013年度以降は、おおむね横ばいで推移し

ており、2015（平成27）年度実績は計578件であった。各年度の実施内訳をみると、殺虫剤が約7割、殺菌剤が約3割程度となっているが、近年は殺菌剤に対する検定実施件数が減少傾向にあることから、殺虫剤の占める割合が増加傾向にある（図-1）。他方、除草剤に関する検定実績は報告されていない。

次に検定が実施されている品目や病害虫の種類数別で見ると、品目については2010（平成22）年度以降、約30品目前後で推移していることがわかる。一方、病害虫の種類数においては、2010（平成22）年度から2014（平成26）年度までは増加傾向にあったものの、2015（平成27）年度は大幅に減少しており、各年度により変動がある結果となっている（図-2）。検定実施状況をさらに詳しく見てみると、以下のような状況となっている。

（1）作物、病害虫種別

作物別では、いちご、水稻、トマト、きゅうり、かんきつ、なす等が実施件数上位となっている。

病害虫種別では、灰色かび病、アザミウマ類（ミナミキイロアザミウマ、ミカンキイロアザミウマ、ネギアザミウマ等）、ハスモンヨトウ、ハダニ類（ミカンハダニ、ナミハダニ）、トビイロウンカ等を対象にした検定が毎年上位を占めている。一方、2010年ころの調査期間前半に比べると、近年はワタアブラムシ、コナガを対象にした検定数の増加が目立つ状況にある。

（2）作物と病害虫の組合せ

「トマト-灰色かび病」や「かんきつ-ミカンハダニ」が毎年、検定実施件数の上位に位置づけられている。また、野菜類などのハスモンヨトウや、なすやきゅうり等におけるアザミウマ類の検定実施件数も多い状況となっている。

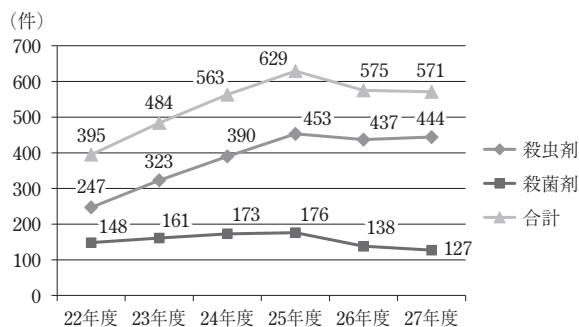


図-1 検定実施件数（農薬種類別）

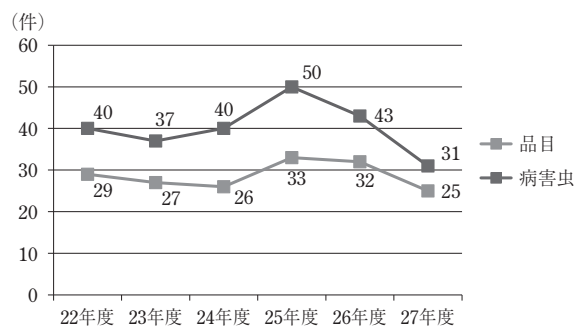


図-2 検定実施件数（品目、病害虫種別）

注：図-1、2においては、ウイルス媒介虫の保毒検定、植物ウイルス検定の実施事例を含めていない。

(3) 農薬の種類別^{※2}

殺虫剤では、ネオニコチノイド系の実施件数が圧倒的に多く、以下、アベルメクチン系/ミルベマイシン系やピレスロイド系/ピレトリン系、有機リン系、スピノシン系と続いている。

殺菌剤では、QoI 殺菌剤の実施件数が多く、SDHI や MBC 殺菌剤、ジカルボキシイミド、アニリノピリミジン系等が続いている状況にある。

3 薬剤感受性検定の実施基準

2010（平成 22）年度から 2015（平成 27）年度までの都道府県の報告により、都道府県における薬剤感受性検定の実績は前述の通り把握できたが、検定を実施した切っ掛けや、対象病害虫の選定理由等にあつては把握することができず、都道府県における取組の現状を分析するまでには至らなかった。これら検定実績の背景にある、検定が必要とされた事情や理由を把握するため、薬剤感受性検定が実施される基準について、2016（平成 28）年 11 月、都道府県に対して、「作物」、「病害虫」および「農薬」の観点からアンケート調査を実施した。

都道府県のアンケート回答のうち多かった回答は以下の通りである。

(1) 作物

- ・都道府県内や各産地で主力となっている農作物、推進品目
- ・他の都道府県で薬剤抵抗性の発達事例が報告されているもの

(2) 病害虫

- ・主力農作物における主要な病害虫
- ・普及担当者や地域 JA 等からの情報提供、聞き取り調査等に基づき、薬剤の効力低下が疑われる病害虫
- ・薬剤感受性低下が生じやすい病害虫

(3) 農薬

- ・産地で薬効の低下が疑われる農薬（有効成分）
- ・他の都道府県や試験研究等で薬剤感受性低下が報告

されている農薬

- ・広く普及している農薬、長期間にわたって産地で使用されている農薬

- ・薬剤耐性/抵抗性の発達リスクが高い農薬

このアンケート結果を踏まえて前述の薬剤感受性検定の実績（2010～15 年度）を見てみると、全国で満遍なく作付けされている品目や、各種薬剤に対して感受性低下あるいは抵抗性の発達が報告されている病害虫が対象となっており、当該事例の実績全体に占める割合も多いことからアンケート結果との相関が見て取れた。また、殺虫剤に関しては、ネオニコチノイド系をはじめとして殺虫スペクトルが広い農薬成分に対して実施件数が多く、殺菌剤では、多くの作物において使用可能であり、一般的に耐性菌の発生リスクが高いとされる農薬成分に対して実施件数が多いことから、農薬の観点からも都道府県における検定実施基準として得られたアンケート結果を支持する結果となった。

III 全国の薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況

植物防疫課では、都道府県における薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況や、各産地での防除指導等に関して実態把握を行うため、2011（平成 23）年度から 13（平成 25）年度にかけて、都道府県の協力を得て全国的な調査を行った。また、2016（平成 28）年度には当該調査を 3 年振りに実施したところである。

ここでは、当該調査の結果に基づき、全国の薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況について取りまとめた結果を示す。

1 指標（フェーズ）の分類

全国の薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況を把握するにあたり、都道府県における薬剤抵抗性病害虫・雑草の

表-1 フェーズの分類

フェーズ	状況
フェーズ 0	感受性低下は認められていないものの、モニタリング調査などにより薬剤抵抗性の発達を経過している場合。
フェーズ I	一部の圃場での現象にとどまっている状況。指導者には周知するが、農家への指導の必要性は低い。
フェーズ II	ある程度の面積規模で薬剤抵抗性の発達が見られており、農家への注意喚起を要する。（その程度の広がり度で注意喚起を行うべきかは、ケースバイケースであり、防除指導機関の判断による。）
フェーズ III	県下で広域に広がり、対象薬剤の使用については何らかの指導が必要。

※注 2：本稿で表記する農薬の「作用機構」名については、農薬工業会ホームページより、IRAC、FRAC および HRAC で定められている作用機構分類に基づき（殺虫剤はサブグループあるいは代表的有効成分、殺菌剤はグループ名）記載している。なお、スペースの都合により一部、記載を簡略化している場合もある。

（参考）

IRAC：Insecticide Resistance Action Committee（殺虫剤抵抗性対策委員会）

FRAC：Fungicide Resistance Action Committee（殺菌剤耐性菌対策委員会）

HRAC：Herbicide Resistance Action Committee（除草剤抵抗性対策委員会）

発生度合いと、生産者指導等の対応状況を踏まえて、薬剤抵抗性の発達度合いを示す指標（フェーズ）を用いて整理を行っている。

フェーズは、0 からⅢまでの4段階を設定し、フェーズ0を薬剤抵抗性の発達を警戒している段階とし、都道府県下での薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生度合いに従ってフェーズⅠ、Ⅱ、Ⅲと段階分けを行っている（表-1）。

2 薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況調査結果

2011（平成23）年度から2013（平成25）年度にかけての調査結果は、表-2および3の通りである。報告件数の合計は、2011年度が359件だったのに対し、2013年度には633件と1.8倍まで増加している。フェーズ別にみるとフェーズⅡ、Ⅲの報告が多く、病害虫別では病菌、害虫ともに同等数の報告があった。前述の通り、薬剤感受性検定の実施件数では、害虫が病菌の2倍以上の実績となっているのに対し、都道府県が把握している

薬剤抵抗性病害虫の件数では、両者に大きな差がないということが示されている。

薬剤抵抗性病害虫・雑草の経時的な発生動向を分析するためには、上記の調査を継続して取り組む必要があるが、2013年度を最後に調査が途絶えていた。そこで、最新の状況を把握するため、2016（平成28）年11月、再度、各都道府県の協力を得て全国調査を行った。その結果が、以下の通りである。

（1）調査結果の概要

2016年度の調査においては、各都道府県からの報告を基に、各都道府県における薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況について「都道府県-作物-病害虫・雑草-農薬（作用機構）」別に分類を行い、殺虫剤、殺菌剤および除草剤における各フェーズに対する報告件数を整理した。その結果が、表-4である。

なお、農薬の作用機構については、IRAC、FRACおよびHRAC^{※注2}のコード分類の最小単位により整理している。

表-2 薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況調査結果（フェーズ別）

	平成23年度	平成24年度	平成25年度
フェーズ0	—	54	59
フェーズⅠ	29	62	79
フェーズⅡ	159	208	265
フェーズⅢ	158	195	218
不明など	13	6	12
計	359	525	633

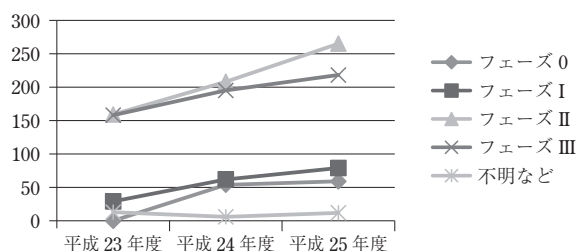


表-3 薬剤抵抗性病害虫などの発生状況調査結果（病害虫・雑草別）

	平成23年度	平成24年度	平成25年度
害虫	148	243	294
病菌	189	258	315
雑草	22	24	24
計	359	525	633

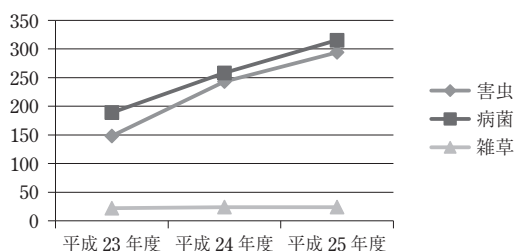


表-4 薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況（2016年：平成28年度）

	フェーズ0	フェーズⅠ	フェーズⅡ	フェーズⅢ	不明など	合計	(参考) 平成25年度
殺虫剤	95	95	336	262	18	806	315
殺菌剤	51	48	155	158	4	416	294
除草剤	0	10	22	29	0	61	24
合計	146	153	513	449	22	1,283	633
(参考) 平成25年度	59	79	265	218	12		

表-4には、参考として2013（平成25）年度調査結果の数字を併記した。2011（平成23）～13（平成25）年度の全国調査と2016年度調査では、調査結果の取りまとめ要領が若干異なるため、単純に数字の比較による経年変化を分析することは難しいが、前者と比べると、後者では農薬の種類別（殺虫剤/殺菌剤/除草剤）や各フェーズ別で報告件数が大幅に増加している。

なお、フェーズⅢ（都道府県下で広域に薬剤抵抗性個体の広がりが確認されており、対象薬剤の使用については何らかの指導が必要な状況）については、殺虫剤が27道県、殺菌剤が35都道県、除草剤が8県から報告があった。

（2）調査結果の詳細

2016年度調査の結果について、害虫、病害、雑草の観点から、作物と病害虫・雑草と農薬（作用機構）の組合せごとに、報告件数の上位を整理したものが、表-5、6および7となる。害虫においては、いちごのナミハダニやきゅうりのミナミキイロアザミウマがいずれのフェーズでも件数が多く、ハダニ類やアザミウマ類での報告が多い。薬剤別にみると、ネオニコチノイド系やスピノシン系、各種殺ダニ剤等の報告が多かった。

病害については、水稻のいもち病、トマトの灰色かび病、きゅうりの褐斑病等がいずれのフェーズでも件数が多く、また、水稻、野菜、果樹に共通してQoI剤の報告が多かった。

雑草では、フェーズⅠ～Ⅲのすべてで、水稻雑草に対するスルホニルウレア系（SU）抵抗性除草剤に関する報告がほとんどであった。

なお、本調査結果は、感受性検定などの一定の技術的検討を経た事例のとりまとめであるため、感受性検定に着手されていない内容による薬剤感受性低下や薬剤抵抗性の発達が各地域で潜在しているものと推測される。このことから、薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況把握および関係者間での情報共有のため、継続的な調査を行っていく必要があると考えているところである。

Ⅳ 各都道府県担当者の問題意識

当課では、全国における薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況調査を行うとともに、都道府県に対して、薬剤抵抗性病害虫・雑草について、

- ①実際に問題となっているもの
- ②その発生を警戒しているもの

に関するアンケートを行い、都道府県担当者の問題意識について調査を行った。なお、いずれのアンケートも、影響の大きいもの上位5件について回答を求めた。

その結果、①実際に問題となっているものとして、いちごのナミハダニ（19県）、水稻のいもち病（13県）、きゅうりのミナミキイロアザミウマ（10府県）、かんきつのハダニ類（9県）が上位を占めたが、それらに続いて、アブラナ科作物およびキャベツのコナガについて回答件数が多かった（7県および6県：両作物名について重複回答なし）。アブラナ科作物のコナガに対しては、近年、その優れた効果からジアミド系殺虫剤が生産現場で広く普及している一方、農薬メーカーの協力のもと、薬剤抵抗性管理に係る取組が行われている（島，2017）。

前述の薬剤抵抗性病害虫の発生状況調査では、作物と病害虫と農薬（作用機構）の組合せごとに情報を細分化し、整理を行ったため、複数の農薬で薬剤抵抗性の発達が報告されているハダニ類やアザミウマ類とは異なり、対象農薬のほとんどがジアミド系剤に限られるコナガの場合は、フェーズⅢが7件、フェーズⅡが3件、フェーズⅠが6件、フェーズ0では4件と、その回答件数は少なかったが、各地における問題意識は高いことが示唆される結果となった。

また、②発生を警戒しているものとして、水稻のいもち病（16府県）、なしの黒星病（11県）、水稻のウンカ類（9県）が回答上位に位置したが、それらと並んで、アブラナ科作物およびキャベツのコナガに対する回答件数が多い結果となった（9県および6県：両作物名について重複回答なし）。第2章でも述べた通り、近年コナガに対する感受性検定の実施件数が大幅に増加している（2013年度：1件、2014年度：46件、2015年度：75件）ことからコナガの薬剤抵抗性発達に対する都道府県の関心の高まりが想定されるが、本アンケート結果からは、特にジアミド系剤に対する薬剤抵抗性の発達が懸念されていることが示された。

Ⅴ 現在進められている試験研究

農林水産省では、委託プロジェクト研究として「ゲノム情報等を活用した薬剤抵抗性管理技術の開発」（2014～18（平成26～30）年度）を実施している。当該研究では、薬剤抵抗性が問題となっている、あるいは今後問題となるおそれのあるコナガ、ワタアブラムシ、ウンカ類、ネギアザミウマ、チャノコカクモンハマキおよびナミハダニを対象として、都道府県の病害虫防除所などで利用できる薬剤抵抗性原因遺伝子の変異の程度や発現量を指標にした薬剤抵抗性診断技術や、薬剤抵抗性の発達・拡大を予測するシミュレーションモデルを開発し、これらの成果に基づいた、地域の栽培体系に応じた薬剤抵抗性管理体系の構築に必要な、薬剤抵抗性ガイドライ

表-5 薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況(害虫)

	作物名	病害虫名	主な対象農薬(作用機構)	報告件数	報告のあった都道府県
フェーズⅢ	1 いちご	ナミハダニ	β -ケトニトリル誘導体, METI 剤, アベルメクチン系/ミルベマイシン系, エトキサゾール, ビレスロイド系/ビレトリン系, クロルフェナビル, ビフェナゼート 等	40	宮城, 福島, 群馬, 栃木, 神奈川, 静岡, 三重, 奈良, 山口, 愛媛, 福岡, 佐賀, 長崎, 大分, 宮崎
	2 きゅうり	ミナミキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, ビレスロイド系/ビレトリン系, クロルフェナビル 等	18	栃木, 神奈川, 奈良, 高知, 宮崎
	3 なす	ミナミキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, クロルフェナビル, スピノシン系 等	15	奈良, 岡山, 高知, 福岡
	4 ビーマン	ミナミキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, スピノシン系, アベルメクチン系/ミルベマイシン系 等	13	高知, 宮崎, 鹿児島
	5 水稲	ヒメトビウンカ	ネオニコチノイド系, ビレスロイド系/ビレトリン系, フェニルピラゾール系(フィプロロール系)	11	群馬, 福岡, 長崎, 熊本, 宮崎
	6 きく	ナミハダニ	各種殺ダニ剤	10	福島, 栃木, 奈良
	7 水稲	トビイロウンカ	ネオニコチノイド系, プロフェジン 等	10	山口, 福岡, 佐賀, 長崎, 熊本, 鹿児島
	8 トマト	タバココナジラミ	ネオニコチノイド系, ブリジン アゾメチン誘導体 等	10	栃木, 奈良, 長崎
	9 かんきつ	ミカンハダニ	β -ケトニトリル誘導体, エトキサゾール, テトラミン酸およびテトラミン酸誘導体 等	9	佐賀, 長崎, 鹿児島
	10 なし	ナミハダニ	エトキサゾール 等	9	千葉, 神奈川, 奈良, 鳥取
フェーズⅡ	1 きゅうり	ミナミキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, スピノシン系, ブリダリル, アベルメクチン系/ミルベマイシン系 等	27	茨城, 栃木, 埼玉, 岐阜, 愛知, 滋賀, 大阪, 奈良, 香川, 高知, 福岡, 佐賀
	2 ねぎ	ネギアザミウマ	ネオニコチノイド系, ビレスロイド系/ビレトリン系, 有機リン系 等	22	青森, 埼玉, 千葉, 静岡, 京都, 兵庫, 香川
	3 なし	ナミハダニ	METI 剤, クロルフェナビル, β -ケトニトリル誘導体, エトキサゾール 等	19	秋田, 埼玉, 京都, 鳥取, 新潟
	4 いちご	ナミハダニ	METI 剤, β -ケトニトリル誘導体, アベルメクチン系/ミルベマイシン系 等	17	福島, 栃木, 群馬, 埼玉, 岐阜, 三重, 愛知, 長崎, 熊本
	5 きく	ミカンキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, スピノシン系, ビレスロイド系/ビレトリン系 等	16	福島, 栃木, 千葉, 鳥根, 大分
	6 なす	ミナミキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, スピノシン系, ブリダリル 等	15	愛知, 大阪, 奈良, 高知, 佐賀
	7 水稲	イネドロオウムシ (イネクビソコハムシ)	フェニルピラゾール系(フィプロロール系), カーバメート系 等	10	北海道, 岩手, 秋田, 山形, 福島, 長野, 新潟, 富山, 奈良
	8 りんご	ナミハダニ	各種殺ダニ剤	10	北海道, 青森, 岩手, 秋田
	9 いちご	ヒラズハナアザミウマ	スピノシン系, ネオニコチノイド系, アベルメクチン系/ミルベマイシン系 等	9	福島, 茨城, 岐阜, 徳島, 高知
	10 きく	ミナミキイロアザミウマ	有機リン系 等	8	栃木, 大分
フェーズⅠ	1 いちご	ナミハダニ	アセキノシル, アベルメクチン系/ミルベマイシン系 等	13	群馬, 静岡, 滋賀, 奈良, 山口, 長崎
	2 なし	ナミハダニ	β -ケトニトリル誘導体, ビフェナゼート 等	9	神奈川, 茨城, 奈良
	3 キャベツ	コナガ	ジアミド系, ブリダリル, クロルフェナビル	6	青森, 茨城, 兵庫, 広島
	4 きゅうり	ミナミキイロアザミウマ	スピノシン系, アベルメクチン系/ミルベマイシン系, METI 剤	5	埼玉, 神奈川, 広島, 徳島, 高知
	5 トルコギキョウ	チャノキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系, ブリダリル, ビレスロイド系/ビレトリン系, フロニカミド, 有機リン系	5	栃木
	6 トマト	タバココナジラミ	METI 剤, ネオニコチノイド系, ビレスロイド系/ビレトリン系	4	栃木, 茨城, 福井, 三重
	7 ハイビスカス	モトジロアザミウマ	アベルメクチン系/ミルベマイシン系, ネオニコチノイド系, ビレスロイド系/ビレトリン系, 有機リン系	4	栃木
	8 いちご	オンシツコナジラミ	ネオニコチノイド系, ブリジン アゾメチン誘導体	2	三重
	9 きく	ミカンキイロアザミウマ	アベルメクチン系/ミルベマイシン系, ブリダリル	2	栃木
	10 きゅうり	タバココナジラミ	ネオニコチノイド系, METI 剤	2	栃木, 茨城
フェーズⅠ	1 いちご	ナミハダニ	アセキノシル, ビフェナゼート 等	7	群馬, 神奈川, 三重
	2 かんきつ	チャノキイロアザミウマ	ネオニコチノイド系 等	7	静岡, 和歌山
	3 かんきつ	ミカンハダニ	β -ケトニトリル誘導体, カルボキサニド系, テトラミン酸およびテトラミン酸誘導体	7	静岡, 広島, 長崎
	4 トマト	タバココナジラミ	METI 剤, ネオニコチノイド系 等	7	栃木, 岐阜, 三重, 長崎
	5 いちご	イチゴケナガアブラムシ	METI 剤, ネオニコチノイド系, ブリジン アゾメチン誘導体, ビレスロイド系/ビレトリン系, フロニカミド, 有機リン系	6	栃木
	6 かんきつ	ミカンサビダニ	METI 剤 等	6	和歌山, 広島
	7 なし	ナミハダニ	アベルメクチン系/ミルベマイシン系 等	6	神奈川, 岐阜
	8 りんご	ナミハダニ	β -ケトニトリル誘導体, アベルメクチン系/ミルベマイシン系	6	青森, 岩手, 長野
	9 水稲	ヒメトビウンカ	フェニルピラゾール系(フィプロロール系), ネオニコチノイド系	5	栃木, 茨城, 岐阜, 兵庫
	10 りんご	リンゴハダニ	β -ケトニトリル誘導体, アベルメクチン系/ミルベマイシン系, エトキサゾール, テトラミン酸およびテトラミン酸誘導体, プロバレット	5	青森

※主な対象農薬名は、原則として複数の県から報告があったものを記載している。

表-6 薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況（病害）

	作物名	病害虫名	主な対象農薬（作用機構）	報告件数	報告のあった都道府県
フェーズⅢ	1 水稲	いもち病	MBI-D, QoI 殺菌剤（Qo 阻害剤）	23	北海道、岩手、宮城、秋田、山形、福島、長野、新潟、富山、三重、兵庫、奈良、鳥取、岡山、山口、愛媛、福岡、熊本
	2 トマト	灰色かび病	MBC 殺菌剤（メチルベンゾイミダゾールカーバメート）、N-フェニルカーバメート、QoI 殺菌剤、ジカルボキシイミド	19	宮城、秋田、栃木、東京、神奈川、新潟、岐阜、奈良、愛媛
	3 きゅうり	褐斑病	MBC 殺菌剤、N-フェニルカーバメート、QoI 殺菌剤、ジカルボキシイミド、SDHI（コハク酸脱水素酵素阻害剤）	18	秋田、福島、茨城、千葉、山梨、長野、徳島、香川、愛媛
	4 いちご	炭疽病	MBC 殺菌剤、QoI 殺菌剤	16	宮城、茨城、栃木、長野、岐阜、奈良、山口、香川、愛媛、佐賀、長崎
	5 水稲	もみ枯細菌病	カルボン酸、ヘキサピラノシル抗生物質	7	岩手、千葉、長野、新潟、富山、山口
	6 だいず	紫斑病	MBC 殺菌剤	7	青森、岩手、宮城、栃木、長野、新潟、富山
	7 ぶどう	べと病	PA 殺菌剤（フェニルアミド）、QoI 殺菌剤	7	茨城、山梨、長野、富山、福岡、佐賀
	8 いちご	灰色かび病	MBC 殺菌剤、N-フェニルカーバメート 等	6	宮城、東京、奈良
	9 なし	黒星病	DMI-殺菌剤（脱メチル化阻害剤）（SBI：クラスⅠ） 等	5	千葉、山口、福岡、佐賀、長崎
	10 水稲	褐条病	カルボン酸、ヘキサピラノシル抗生物質	4	千葉、新潟、富山
フェーズⅡ	1 トマト	灰色かび病	MBC 殺菌剤、N-フェニルカーバメート、QoI 殺菌剤、ジカルボキシイミド 等	22	北海道、宮城、東京、静岡、富山、石川、福井、岐阜、三重、奈良、佐賀
	2 きゅうり	褐斑病	QoI 殺菌剤、SDHI、MBC 殺菌剤、N-フェニルカーバメート 等	14	北海道、宮城、群馬、千葉、山梨、佐賀
	3 トマト	葉かび病	DMI-殺菌剤（脱メチル化阻害剤）（SBI：クラスⅠ）、QoI 殺菌剤、MBC 殺菌剤 等	11	青森、静岡、福井、岐阜、大阪、岡山
	4 水稲	いもち病	QoI 殺菌剤 等	8	宮城、福井、岐阜、京都、兵庫、鳥根、佐賀、宮崎
	5 ぶどう	褐斑病	MBC 殺菌剤、QoI 殺菌剤	7	大阪、岡山、香川、長崎
	6 いちご	灰色かび病	N-フェニルカーバメート、ジカルボキシイミド 等	6	栃木、奈良、山口、佐賀
	7 きゅうり	うどんこ病	DMI-殺菌剤（脱メチル化阻害剤）（SBI：クラスⅠ）、QoI 殺菌剤	6	宮城、群馬、岐阜、大阪
	8 なす	すすかび病	DMI-殺菌剤（脱メチル化阻害剤）（SBI：クラスⅠ）、QoI 殺菌剤	6	大阪、奈良、岡山
	9 いちご	炭疽病	N-フェニルカーバメート 等	5	神奈川、岐阜、奈良、佐賀
	10 いちご	うどんこ病	DMI-殺菌剤（脱メチル化阻害剤）（SBI：クラスⅠ）	4	宮城、滋賀、奈良、山口
フェーズⅠ	1 トマト	灰色かび病	QoI 殺菌剤、SDHI 等	8	栃木、東京、静岡、新潟、岐阜
	2 いちご	灰色かび病	AP 殺菌剤（アニリノピリミジン）、SDHI 等	6	栃木、東京
	3 水稲	いもち病	QoI 殺菌剤、MBI-D	5	青森、愛知、三重、香川、大分
	4 かんきつ	灰色かび病	QoI 殺菌剤	3	和歌山、山口、愛媛
	5 シクラメン	灰色かび病	AP 殺菌剤、PP 殺菌剤（フェニルピロール）、SDHI	3	東京
	6 きゅうり	褐斑病	MBC 殺菌剤、N-フェニルカーバメート	2	宮城、群馬
	6 きゅうり	灰色かび病	N-フェニルカーバメート・MBC 殺菌剤（混合剤）、ジカルボキシイミド	2	新潟
	6 水稲	もみ枯細菌病	カルボン酸	2	福島、鳥取
	6 だいず	紫斑病	MBC 殺菌剤	2	福島、滋賀
	6 りんご	炭疽病	QoI 殺菌剤	2	青森、秋田
フェーズⅠ	6 りんご	斑点落葉病	QoI 殺菌剤	2	青森、秋田
	1 水稲	いもち病	QoI 殺菌剤 等	13	青森、岩手、秋田、栃木、静岡、新潟、富山、愛知、福井、滋賀、奈良、広島
	2 トマト	灰色かび病	PP 殺菌剤 等	8	栃木、神奈川、静岡、石川、岐阜、三重
	3 なし	黒星病	DMI-殺菌剤（脱メチル化阻害剤）（SBI：クラスⅠ）、QoI 殺菌剤	8	茨城、栃木、千葉、新潟、愛知、長崎、鹿児島
	4 トマト	葉かび病	QoI 殺菌剤 等	5	栃木、静岡
	5 麦類	赤かび病	MBC 殺菌剤	3	宮城、愛知、滋賀
	6 だいず	紫斑病	QoI 殺菌剤	2	青森、茨城
フェーズⅠ	7 ぶどう	べと病	QoI 殺菌剤	2	新潟、岡山

※主な対象農薬名は、原則として複数の県から報告があったものを記載している。

表-7 薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況(雑草)

	作物名	病害虫名	対象農薬(作用機構)	報告件数	報告のあった都道府県
フェーズⅢ	1 水稲	アゼナ類	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	8	岩手, 秋田, 福島, 長野, 富山, 石川, 三重, 鳥取
	2 水稲	コナギ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	8	岩手, 秋田, 福島, 長野, 富山, 石川, 三重, 鳥取
	3 水稲	イヌホタルイ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	5	岩手, 秋田, 富山, 石川, 三重
	4 水稲	ホタルイ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	3	福島, 長野, 鳥取
	5 水稲	オモダカ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	2	秋田, 福島
	6 水稲	キクモ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	1	秋田
	6 水稲	ミゾハコベ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	1	長野
	6 水稲	アゼトウガラシ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	1	福島
フェーズⅡ	1 水稲	ホタルイ類	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	7	青森, 宮城, 山形, 千葉, 新潟, 岐阜, 和歌山
	2 水稲	アゼナ類	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	6	青森, 宮城, 山形, 新潟, 岐阜, 和歌山
	3 水稲	オモダカ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	4	宮城, 山形, 千葉, 長野
	3 水稲	コナギ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	4	宮城, 山形, 岐阜, 和歌山
	5 水稲	ミゾハコベ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	1	宮城
フェーズⅠ	1 水稲	イヌホタルイ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	3	千葉, 山梨, 広島
	2 水稲	コナギ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	3	山梨, 鳥根, 広島
	3 水稲	アゼナ類	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	2	山梨, 広島
	4 水稲	ウリカワ	アセト乳酸合成酵素(ALS)阻害(アセトヒドロキシ酸合成酵素(AHAS)阻害)	1	広島
	5 麦	スズメノテッポウ	微小管重合阻害	1	山梨

※フェーズⅠについては、報告事例なし。

ンを策定することを目的としている。

上記研究成果の一部は、本稿内容を紹介したシンポジウム「薬剤抵抗性対策の新たな展開」において、日本植物防疫協会の野田氏より紹介されていることから、本稿では詳細は割愛する。なお、研究成果として、「イネウシカ類の薬剤感受性検定マニュアル」が農研機構九州沖縄農業研究センターから公表されているので、参照いただきたい。

(参考) http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/files/21eb52f021c1527f9abd3c7687ca308a.pdf

おわりに

冒頭で述べた通り、特に化学合成農薬の使用にあたっては、いずれは薬剤抵抗性が発達する可能性が高いこと

を念頭に置き、いかにその発達を遅らせるかという観点から、薬剤の適切な使用に向けた取組が重要である。そのためには、改めて関係者間での連携が求められるのではないだろうか。

都道府県レベルでは、産地の実態や周辺地域の状況を踏まえた薬剤感受性検定が実施されているが、都道府県担当機関の人員が不足している中であって手間と時間を要する検定作業を実施しなければならない状況を克服するため、簡便な検定手法の開発やそのための試験研究が期待されている。このため、国として、全国の状況を定期的に整理・分析し、関係者へ情報提供するとともに、都道府県が安定的かつ継続的に薬剤抵抗性対策に取り組むことができるよう、様々な支援を行っていく必要があると認識している。また、農薬メーカーや関係団体・研究会の協力のもとで、病害虫・雑草防除指導において有

益な情報となる薬剤抵抗性管理に関する各種情報が提供され、現場での病害虫・雑草防除指導に活用されるよう、引き続き、連携が深まるように取り組んでいく必要がある。

薬剤抵抗性対策は、発生予察業務の一つとして、化学合成農薬を使用する場合にあっては適切な農薬を選択し、適時適切な病害虫・雑草防除を行うなどの農家が実践すべき基本対策として指導されているが、効率的かつ効果的に発生予察事業を実施し、農業者などにより一層発生予察情報が活用されるよう、昨年3月、当課では、国と都道府県が連携して取り組むべき対応について整理を行い、都道府県に通知を発出した（2016（平成28）年3月4日付け27消安第5899号農林水産省消費・安全局植物防疫課長通知）。その中で、発生予察情報の内容充実のために、「病害虫の薬剤抵抗性の発達を最小限に抑えるため、農薬名には、作用機構分類（IRAC・FRACコード）を併記」するよう求めている。実際に、防除指針にIRAC・FRACコードを記載する県は近年増加している（島，2017）。また、指導者のみならず作用機構分類を意識した生産者も増えつつあり、自ら薬剤の選択、防除体系の検討を行う機会が増えてきていると聞く。

今後、適切な薬剤抵抗性管理を推進するためには、先に述べた関係者間での連携を深めることに加えて、生産

者に対する適切な情報提供・防除指導も欠かせない対応である。例えば、薬剤感受性の低下が疑われる場合にあっても、そもそも農薬の施用（濃度、量、施用時期等）が不十分であり、本来示されるべき防除効果が最大限得られていない可能性も考えられる。したがって、適切な薬剤施用を基本としながら、薬剤抵抗性病害虫の発生に関する情報提供のみならず、作用機構分類や薬剤耐性のリスクといった情報も併せて、薬剤抵抗性の管理について生産者への意識付けを一層図ることが重要と考える。

今回紹介した、①各都道府県における薬剤感受性検定の実施状況、②全国の薬剤抵抗性病害虫・雑草の発生状況に関しては、情報の誤認識を避けるため、都道府県、農薬メーカー等の病害虫・雑草防除に携わる関係者のみに詳細な情報の提供を行っている。ご自身の地域における状況や対策について詳細をお知りになりたい、またはご不明な点等があれば、最寄りの都道府県病害虫防除所へお問い合わせいただきたい。

引用文献

- 1) 島 克弥（2017）：日本植物防疫協会シンポジウム「薬剤抵抗性対策の新たな展開」講演要旨，日本植物防疫協会，東京，<http://www.jpfa.or.jp/symposium/data/S290112.pdf>（参照 平成29年2月28日）
- 2) 農薬の作用機構分類，農薬工業会，<http://www.jcpa.or.jp/lab/mechanism.html>（参照 平成29年2月28日）