

我が国における農薬がトンボ類及び
野生ハナバチ類に与える影響について

平成 29 年 11 月

農薬の昆虫類への影響に関する検討会

目 次

はじめに	1
1 海外におけるネオニコチノイド系農薬等に関する規制、リスク評価の状況....	2
(1) 海外におけるネオニコチノイド系農薬等の規制の状況.....	2
(2) ハチに対するリスク評価の状況	7
(3) 規制の効果及び影響	16
2 我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に 対する影響	18
(1) 農薬のトンボ類への影響に関する調査研究と評価.....	18
(2) 農薬の野生ハナバチ類への影響に関する調査研究と評価.....	32
3 我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に 対する影響の総合評価	43
(1) トンボ類に対する影響の総合評価	43
(2) 野生ハナバチ類に対する影響の総合評価	43
4 我が国において今後必要と考えられる施策.....	45
(1) トンボ類に関する施策	45
(2) 野生ハナバチ類に関する施策	45
(3) その他生物多様性保全に関する施策	45
おわりに	47
参考資料	49

はじめに

農薬は、農作物、樹木などを病害虫や雑草から守ることを目的とし、その使用においては、農地等から環境中へ飛散、流出することにより、人や環境へ悪影響を及ぼすおそれがあることから、我が国では、農薬取締法（昭和 23 年法律第 82 号）に基づき、人畜に対する安全性や水産動植物への影響等に関する審査を経て農林水産大臣の登録を受けた農薬でなければ、製造や輸入、販売、使用をしてはならないとしている。

こうした中、1992 年に我が国で初めてネオニコチノイド系農薬が登録された。これらは選択性（特定の害虫のみに対して効果を示す）が高く、浸透移行性（根から吸収され、植物体の中を移行することで、これらを摂食した害虫に対し長く効果を示す）の高い農薬という特徴を持ち、従来農薬に比べて人畜への毒性が低く、農業生産の省力化に寄与するとして急速に普及した。2015 年度の殺虫剤（製剤）の出荷量は約 76 千 t (kl) であり、そのうちネオニコチノイド系の製剤は約 11 千 t (kl) で約 14%を占めている（出典：農薬要覧-2016-（一般社団法人日本植物防疫協会）。年度は農薬年度（前年 10 月～当該年 9 月））。

一方、欧米では、ミツバチの大量失踪（いわゆる「蜂群崩壊症候群」（Colony Collapse Disorder : CCD））が問題となり、その原因としてネオニコチノイド系農薬の可能性が指摘され、一部の農薬の使用や新たな登録が制限されることとなり、現在、ミツバチに対するリスク評価が行われているところである。

環境省においても、2014 年度から 2016 年度まで、ネオニコチノイド系、フェニルピラゾール系の農薬を中心に、周辺環境の健全性を指し示す指標となり得るとされるトンボ類に対する影響調査を実施するとともに、環境研究総合推進費により野生ハナバチ類への影響調査への支援を行うなど、科学的知見の集積に取り組み、それらの調査結果が出されたところである。

このため、これらの調査研究結果とともに、国内外の文献等の科学的知見を集積して、横断的、総合的に検討を行い、我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に与える影響についての科学的な評価を行うこととした。*

これらの検討を行うため、環境省水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室の「農薬の生態影響評価等調査業務」を株式会社日本総合研究所が請け負って 2016 年 11 月に「農薬の昆虫類への影響に関する検討会」（座長：五箇公一（国立環境研究所生態リスク評価・対策研究室室長））が設置され、2017 年 10 月までに 6 回の検討を行った。

本報告書は、これまでの検討結果を取りまとめたものである。

※ 本検討会では、農地等で使用された農薬が公共用水域等の環境中へ飛散、流出することにより、トンボ類及び野生ハナバチ類に及ぼす影響を主な評価対象としている。

また、我が国における養蜂家が飼養しているミツバチ（家畜のミツバチ）に対する農薬の影響については、別途、農林水産省において調査、対策が講じられているため、本検討会では評価の対象としていない。

1 海外におけるネオニコチノイド系農薬等に関する規制、リスク評価の状況

(1) 海外におけるネオニコチノイド系農薬等の規制の状況

海外では、ネオニコチノイド系農薬及びフェニルピラゾール系農薬（以下、「ネオニコチノイド系農薬等」という。）の使用を規制し、ハチへの影響を再評価する動きがある。代表的な国・地域におけるネオニコチノイド系農薬等に係る対応についての経緯及び規制の状況を整理した。EUでは使用の規制が行われ、米国、韓国では、新規の登録等の制限が行われている。また、カナダ、オーストラリアでは特に使用や登録の制限は行われていない。詳細は以下のとおりである。

① EU

(経緯)

フランスでは、1990年代半ばに養蜂家がミツバチの異変を訴え、公的機関の研究により、ヒマワリの花蜜と花粉からイミダクロプリドが検出されたことから、予防原則に則りヒマワリの種子に対する同剤の使用を禁止した。また、ドイツでは、2008年春にミツバチの大量死が発生し、トウモロコシの種子処理に用いられたクロチアニジンとの関係が疑われたことから、原因の究明を待たずに、クロチアニジン、チアメトキサム、イミダクロプリドを有効成分とする8つの種子処理剤を一時的に禁止する措置を取るなど、規制が行われるようになった。

このように、EU加盟国ではネオニコチノイド系農薬のイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサムの一時的な使用中止措置が執られていること、また、フェニルピラゾール系農薬のフィプロニルを含むネオニコチノイド系農薬等のミツバチへの影響に関する研究の進展を踏まえ、欧州委員会では加盟国に対し、2010年、委員会指令2010/21/EU (EU, 2010)により、必要に応じ、上記3成分とフィプロニルを含む農薬の承認の内容を修正することを要求した。

また、欧州委員会は、欧州食品安全機関 (European Food Safety Agency: EFSA) に対し、特にハチへの影響が大きいと考えられた種子処理及び粒剤に使用されるネオニコチノイド系農薬等のハチへの影響に関する既存のリスクアセスメントのレビュー等を要請した (イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム：2012年4月、フィプロニル：2012年8月)。これを受け、EFSAでは、2013年1月にイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサムの種子処理のリスクを指摘した。さらに、同年5月に、EFSAはフィプロニルの種子処理のリスクを指摘した。

(規制)

EUでは、委員会規則No 485/2013 (EU, 2013) およびNo 781/2013 (EU, 2013)により、ハチに対する影響のために農薬登録の要件を満たせなくなったため、委員会指令2006/41/EC、2007/6/EC、2007/52/EC、2008/116/ECに基づく農薬登録を修正するとし、以下のとおり使用規制を行うとともに、規制開始後2年以内に新たな科学的知見に基づく規制の見直しを開始するとした。

対象農薬	規制の内容	規制の開始
【ネオニコチノイド系】 イミダクロプリド クロチアニジン チアメトキサム	<ul style="list-style-type: none"> ・ トウモロコシ以外の1月から6月に播種する穀物（小麦、大麦、稲等）の種子処理、土壌処理、茎葉散布は禁止 ・ トウモロコシ以外の7月から12月に播種する穀物（小麦、大麦、稲等）の茎葉散布は禁止 ・ 種実を利用する作物（トウモロコシ、菜種、果菜、果樹等）について、種子処理、土壌処理、茎葉散布の使用を禁止（施設内で栽培される場合や開花が終わった後の野外での茎葉散布は可能） ・ 使用は農家等による職業的使用に限定 	2013年12月
【フェニルピラゾール系】 フィプロニル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施設内で栽培される作物及び開花期前に収穫が行われるネギ、タマネギ、アブラナ属の野外での使用（種子処理）以外の使用は禁止 	2014年3月

出典：EU「COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 485/2013」、EU「COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 781/2013」、農林水産省「農薬による蜜蜂の危害を防止するための我が国の取組（2016.11月改訂）」を基に作成

② 米国 (経緯)

米国では、2000年代半ばに複数の養蜂家が高い割合(30-90%)でミツバチの巣が失われていることを訴えたことから、米国農務省(U.S. Department of Agriculture: USDA)は、2007年に関係政府機関と科学者の代表者で構成する CCD Steering Committeeを組織し、調査を開始した。同時期に米国科学アカデミーは、「Status of Pollinators in North America」(National Research Council, 2007)を発表し、

- ・ 管理下にあるミツバチの長期的集団動向は明らかに下降傾向であり、寄生虫と病原体の感染が明らかに影響していること
- ・ 野生ハチを始めとする野生の花粉媒介者の長期的集団動向も下降傾向であるが、基礎的な知見が不足しており、減少要因を確定することは困難であること等を明らかにした。

上記の Steering Committee もミツバチの健康について、ストレスや病原体、寄生ダニ等の影響を示唆する包括的な報告書を2013年に発表した(USDA, 2013)。また、オバマ大統領は2014年に Pollinator Health Task Force を設立し、農薬のラベル

表記¹等による農薬のハチへの暴露軽減策を発表した。

(規制)

米国では米国環境保護庁 (The United States Environmental Protection Agency: EPA) による農薬の使用の規制は行われていないが、新たな農薬の登録や登録の拡大については以下のような制限 (USEPA, 2015) が行われている。

対象農薬	規制の内容	規制の開始
【ネオニコチノイド系】 イミダクロプリド クロチアニジン チアメトキサム ジノテフラン	再評価の中でミツバチへの影響に関する新たなデータが提出され、再評価が終了するまでの間は、野外における新たな使用方法等の承認を行わない (具体的には以下のとおり) <ul style="list-style-type: none"> ・ 使用方法の新規追加・修正 (適用作物の拡大を含む) ・ 空中散布や土壌散布、剤型の著しい変更等の使用方法の変更 ・ 試験での使用 ・ 新たな地域特殊需要での登録 	2015年4月

出典：EPA 「April 02, 2015 Letter to Registrants Announcing New Process for Handling New Registrations of Neonicotinoids」を基に作成

③ カナダ

(経緯)

カナダでは、2012年に複数の州で多数のミツバチが死亡したという報告があり、カナダ保健省病害虫管理規制局 (Health Canada's Pest Management Regulatory Agency: PMRA) では、これらがトウモロコシの播種と同時期に発生したことから調査を開始した。その結果、2013年にトウモロコシの種子処理に用いられた殺虫剤がハチの消失に大きく関係していることが示唆され、種子処理された種子の播種時に発生した塵に含まれた農薬によるものと考えられた。このことから、PMRAは花粉媒介者保護のための種子処理リスクの低減策 (粉立ち抑制等) 等の適切な管理方法²を2015年3月に公表 (Health Canada, 2015) する一方、同年から米国 EPA と共同で、イミダクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジンの再評価を行うこととした。これに基づき、2016年1月にはイミダクロプリドの花粉媒介者へのリスク評価案 (PMRA, 2016) を公表、パブリックコメントを行った。これによると、

- ・ 茎葉散布によるミツバチのリスクは、現在のラベル表示によってリスクは低い

¹ EPA “August 15, 2013 Letter to Registrants on Pollinator Protection Labeling” においてラベルにおける、花粉媒介者保護のための記載欄の設置、使用方法欄の花粉媒介者に関する記述の記載位置、ハチ・花粉媒介者に関する用語の指定がなされている。

² 取組として、養蜂家とコミュニケーションを取ること、送粉者の生息地に留意し粉末飛散を減らすよう特に注意すること、適切な播種時の潤滑剤を用いる等により播種機の粉末発生を抑えること等が示されている。

と予想される

- ・ 土壌散布によるミツバチのリスクは、一部の作物を除き、リスクが無いかまたは最少であったが、トマトおよびイチゴでは、特定の使用量あるいは特定の土壌では潜在的なリスクが特定された
- ・ 種子処理によるミツバチのリスクは同定されなかったとしている。

(規制)

カナダでは、ハチへの影響を理由とするネオニコチノイド系農薬等の国レベルの規制は行われていない。なお、2016年11月から2017年2月にパブリックコメントが行われた花粉媒介者以外に関するリスク評価書 (Health Canada, 2016) において、水生生物へのリスクを減らすことを目的として、3～5年後にイミダクロプリドの農業使用とその他の野外使用の大部分について段階的に廃止することを PMRA は提案している。

オンタリオ州は、2015年にネオニコチノイド系農薬 (イミダクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジン) で処理されたトウモロコシ及び大豆の種子の販売及び使用については、一部の例外を除き、害虫が発生したときにのみ使用可能とする通知を発出した。

④ オーストラリア

(経緯)

オーストラリアではミツバチの減少は起きていないものの、欧米でのミツバチに対するネオニコチノイド系農薬の影響の懸念からオーストラリアの養蜂家にも不安が生じていることを背景に、オーストラリア農薬・動物用医薬品局 (The Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority: APVMA) はミツバチに対するネオニコチノイド系農薬のリスクに関する文献レビューを2012年に開始し、2014年に報告 (APVMA, 2014) を発表した。これによると、

- ・ ネオニコチノイド系農薬だけではなく、他の殺虫剤もミツバチにとっては有害である
- ・ ネオニコチノイド系農薬はヒトへの毒性が低いなどのメリットがあり、農業環境リスクを減らしてきた

としつつ、ミツバチの重要性については認識しており、引き続き研究状況を注視していくとしている。

また、APVMAは2016年に、「オーストラリアでは農薬について堅固な科学的評価を実施しており、ネオニコチノイド系農薬は指定された使用方法を遵守すれば安全である」「現状の科学的根拠に基づき、ネオニコチノイド系農薬に関する公式見直しは提案されない」との見解を発表 (APVMA, 2016) した。

(規制)

オーストラリアでは、現在のところ国レベルでの規制は行われておらず、また、州レベルで規制を行っているという情報も確認されていない。

⑤ 韓国

(経緯)

韓国では、農薬管理法において、「国際機関や欧米等先進国で問題として取り上げられた農薬については早期に検討し、規制措置を行うことができる」と定めているため、EU でのネオニコチノイド系農薬（イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム）の規制を受け、韓国国内でネオニコチノイド系農薬のミツバチへの影響を見るためのフィールドテストを行っているが、これまでのところ、ネオニコチノイド系農薬の影響を科学的に特定するには至っていない。

しかしながら、韓国の農薬管理法では、海外の規制当局が規制を行っている農薬については自国でも規制することも可能としていることから、これを根拠としてイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、ジノテフランの登録に関する規制を行っている。

AGROCHEMICALS CONTROL ACT (Amended Act No.9658, May 8, 2009)

CHAPTER III REGISTRATION, ETC. OF AGROCHEMICALS

Article 14 (Ex Officio Revocation, etc. of Registration of Agrochemical Items)

(2) Where it is deemed that agrochemical items registered fall under any of the following subparagraphs even though they are used in compliance with directions given in the application for registration, the Administrator of Rural Development Administration may modify matters of registration or revoke registration of such agrochemical items or take measures for restriction manufacturing, export and import, or supply thereof (hereinafter referred to as "measures for restrictions") following the procedures for deliberation as prescribed by Presidential Decree:

1. Where they fall under any of Article 9 (3) 2 through 8;
2. Where it is proved by an international organization or such that the relevant items are likely to cause serious danger and harm.

(規制)

韓国では、イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、ジノテフランの新たな製剤の登録や対象作物の変更を制限している。

また、農薬管理法に基づく規制にあたり、EU の規制状況と韓国国内での影響等の実態を踏まえ、登録済みの農薬のうちミツバチに影響があると考えられるものについては、ミツバチが活動する開花期の使用を制限するようラベルに表示するほか、果樹園での散布農薬・時期について養蜂家への連絡体制を作る措置を取っている。

(2) ハチに対するリスク評価の状況

EU、米国、カナダ、オーストラリアでは、農薬の登録審査時の生態影響評価としてハチを対象としたリスク評価を実施しているが、EU、米国、カナダでは、最新の科学的知見に基づき、ネオニコチノイド系農薬等のハチへの影響に関するリスクの再評価を行っている。また、「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム」(Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: IPBES)においても、花粉媒介者の現状や変化要因等について世界中の科学者・専門家による科学的知見のレビューが行われている。これらの内容は以下のとおりである。

① EU

EFSA では、植物防疫剤の販売に関する委員会規則 No 1107/2009 に基づき、農薬を登録する際に提出されているデータ、最新の科学的知見等についてミツバチに対するリスクの再評価を行っている。

2013年に発出したイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサムの使用規制の前には、これらの農薬の種子処理及び粒剤使用に関するリスク評価結果を公表している。また、使用規制の開始後に実施しているリスク評価においては、ミツバチのリスクに関する新たな科学的知見を提出するよう加盟国政府や農薬メーカー等に幅広く要請し、これらのデータを基に、2015年8月には、種子処理・粒剤使用以外の全ての使用方法によるリスク評価の結果を公表している(参考2)。なお、種子処理・粒剤使用に関するリスク評価の更新は、当初、2017年1月に公表予定としていたが、データが多量であるため、2017年11月30日まで延期、さらに、2018年2月に確定する予定であるとして再延期している(EFSA, 2017)。

フィプロニルについては2013年の種子処理に関するリスク評価結果が公表されている。その後、新たな科学的知見を提出するよう加盟国政府や農薬メーカー等に幅広く要請し、リスク評価の見直しを進めていたが、申請者から登録更新のための申請が行われず、2017年9月30日でEUでの農薬としての登録が失効したことから、評価は行われない見込みである(EC, 2017)。

EUにおける農薬（有効成分）の評価・規制動向

農薬（有効成分）	経過		
<p>【ネオニコチノイド系】 イミダクロプリド クロチアニジン チアメトキサム</p>	<p>2013/1/16</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ハチに対する種子処理及び粒剤使用に関するリスク評価の結果を公表 	<p>2013/4/29</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ECにおいて規制が決定 ● 2013年12月1日より、一部の作物について土壌処理、種子処理、茎葉散布を制限 	<p>2015/8/26</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 種子処理と粒剤使用以外の全ての使用方法によるハチへのリスク評価の結果を公表 ● 種子処理と粒剤使用のリスク評価についても2017年1月までに公表予定（2017年11月30日まで延期）
<p>【フェニルピラゾール系】 フィプロニル</p>	<p>2013/5/27</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ハチに対する種子処理に関するリスク評価の結果を公表 	<p>2013/7/16</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ECにおいて規制が決定 ● 2014年3月1日より、一部の作物について種子処理を制限 	<p>2015/9/1～2016/1/15</p> <ul style="list-style-type: none"> ● フィプロニルの使用によるハチへのリスクに関するデータを募集 <p>2016/3/31</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 4つの異なる情報源から17件の情報提供があり、今後これらを基にレビューを行うと発表 <p>2017/9/30</p> <ul style="list-style-type: none"> ● フィプロニルのEUにおける登録が失効

EUにおける農薬（有効成分）のリスク評価結果概要

<p>農薬（有効成分） 使用方法 (評価年)</p>	<p>【ネオニコチノイド系】 イミダクロプリド クロチアニジン チアメトキサム</p>	<p>【フェニルピラゾール系】 フィプロニル</p>
<p>種子処理・粒剤使用 【フィプロニルについては種子処理のみ】 (2013)</p>	<p>種子処理により一部の作物について</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 粉末飛散の暴露による急性リスクがある。 ● 花粉・花蜜による急性リスクがある 	<p>種子処理によりトウモロコシについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 粉末飛散の暴露による急性リスクがある。
<p>種子処理・粒剤使用以外の 全ての使用方法 (2015)</p>	<p>一部の作物について</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ミツバチ、マルハナバチに高いリスクがある。 	<p>(適用なし)</p>

EUにおける茎葉散布の評価結果 (2015)

イミダクロプリド	クロチアニジン	チアメトキサム											
<ul style="list-style-type: none"> ● 開花前ないし開花中の作物への農薬使用について、処理した植物から採集を行ったミツバチとマルハナバチに高いリスク。 ● リスク緩和策を実施するか、開花雑草がないことが確認できない限り、農薬が使用された農地の雑草に採集に来たミツバチやマルハナバチに高いリスク。 ● 多くの登録された使用方法において、ほ場周縁と隣接する作物について、ミツバチとマルハナバチに高いリスク（一部はリスク緩和可能）。 ● 一部の非誘因常緑植物をのぞき、後作物 (succeeding crops) について、ミツバチとマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された。 ● 作物への農薬使用、ほ場周縁・隣接する作物への使用で、リスクが高いとされたものは以下のとおり。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 開花終了後の果樹への使用について、ほ場周縁と隣接する作物においてミツバチに高いリスク。後作物についても、高いリスク。 ● ジャガイモについては、開花前、開花中の散布において、ミツバチへの高いリスク。後作物についても、高いリスク。 ● 観賞植物について、ミツバチへの高いリスク。ほ場周縁と隣接する作物においてミツバチに高いリスクが示され、後作物についても高いリスク。 ● マルハナバチと単独性ハチについて、開花後の農薬使用を除き、すべての使用方法で高いリスクが排除できなかったものの、リスクアセスメントは終了していない。 ● 作物への農薬使用、ほ場周縁・隣接する作物への使用で、リスクが高いとされたものは以下のとおり。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 開花前ないし開花中の作物への農薬使用について、処理した植物から採集を行ったミツバチとマルハナバチに高いリスク。 ● リスク緩和策を実施するか、開花雑草がないことが確認できない限り、農薬が導入された農地の雑草に採集に来たミツバチやマルハナバチに高いリスク。 ● 多くの登録された使用方法において、ほ場周縁と隣接する作物について、ミツバチとマルハナバチに高いリスク（一部はリスク緩和可能）。 ● 一部の常緑作物（キウイ、オリーブ、バナナ等）を除き、茎葉散布によって、後作物について、ミツバチとマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された。 ● 作物への農薬使用、ほ場周縁・隣接する作物への使用で、リスクが高いとされたものは以下のとおり。 											
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="225 1406 363 1473">ミツバチ</td> <td data-bbox="363 1406 598 1473" rowspan="2">耕地作物、果樹、ホップ、観賞植物</td> </tr> <tr> <td data-bbox="225 1473 363 1570">マルハナバチ</td> </tr> </table>	ミツバチ	耕地作物、果樹、ホップ、観賞植物	マルハナバチ	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="651 1368 783 1487">ミツバチ</td> <td data-bbox="783 1368 997 1487">柑橘以外の果樹、ジャガイモ、観賞植物</td> </tr> <tr> <td data-bbox="651 1487 783 1570">マルハナバチ</td> <td data-bbox="783 1487 997 1570">—</td> </tr> </table>	ミツバチ	柑橘以外の果樹、ジャガイモ、観賞植物	マルハナバチ	—	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1023 1435 1161 1487">ミツバチ</td> <td data-bbox="1161 1435 1385 1487">果樹、観賞植物</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1023 1487 1161 1570">マルハナバチ</td> <td data-bbox="1161 1487 1385 1570">耕地作物、果樹、ホップ、観賞植物</td> </tr> </table>	ミツバチ	果樹、観賞植物	マルハナバチ	耕地作物、果樹、ホップ、観賞植物
ミツバチ	耕地作物、果樹、ホップ、観賞植物												
マルハナバチ													
ミツバチ	柑橘以外の果樹、ジャガイモ、観賞植物												
マルハナバチ	—												
ミツバチ	果樹、観賞植物												
マルハナバチ	耕地作物、果樹、ホップ、観賞植物												

(参考)EUにおけるリスク評価の方法

○イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサムの種子処理及び粒剤使用のリスク評価（2013年）

以下の観点で評価を試みているが、最終的には、データ不足のため、種子処理の粉末飛散による隣接植物への汚染及び浸透移行による花蜜・花粉への残留について、成虫に対する急性毒性についてのみを実施している。

暴露ルート	毒性評価
(種子処理) <ul style="list-style-type: none"> ・ 粉末飛散による隣接植物への汚染 ・ 浸透移行による花蜜・花粉への残留 ・ 浸透移行による排水への残留 (粒剤使用) <ul style="list-style-type: none"> ・ 粉末飛散による隣接植物への汚染 	(成虫) <ul style="list-style-type: none"> ・ 急性接触毒性 ・ 急性経口毒性 ・ 慢性経口毒性 (幼虫) <ul style="list-style-type: none"> ・ 慢性経口毒性 (代謝産物) <ul style="list-style-type: none"> ・ 急性経口毒性

※イミダクロプリドの粉末飛散による隣接植物への汚染を通じたリスク評価（Tier1）の方法の例

- ①登録済み農薬情報から、有効成分の投下量の最大値と最小値を設定。
- ②隣接する植物への付着率を①に掛け、ほ場外での付着量を算出。（ほ場内で散布した農薬が全てほ場外に流出（暴露）したと仮定）
- ③②で算出した付着量を暴露量とし、Hazard Quotient(HQ :暴露量/毒性値)を算出。
(HQ>50 でリスクありと判断)

なお、付着率は、EFSA（ECとEU加盟国の有識者）が定めたEFSAのガイダンス（EFSA, 2013）EFSAによる。同文書はドラフトの状態である。

○イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサムの種子処理及び粒剤使用以外の全ての使用方法（茎葉散布等種子処理及び粒剤使用以外のすべての使用方法・2015年）のリスク評価

以下の観点からの評価を試みている。

暴露ルート	毒性評価
(茎葉散布) <ul style="list-style-type: none"> ・ 農薬散布された作物からの花蜜・花粉の採集 ・ 農薬散布されたほ場における雑草からの蜜・花粉の採集 ・ 隣接する作物からの花蜜・花粉の採集 ・ ほ場周辺からの蜜・花粉の採集 ・ 一年生作物の後作物ないし永年作物からの翌年の蜜・花粉の採集 (灌漑等のその他手法) <ul style="list-style-type: none"> ・ 農薬散布された作物からの花蜜・花粉の採集 (表層水への混入) <ul style="list-style-type: none"> ・ 水の消費 	(成虫) <ul style="list-style-type: none"> ・ 急性接触毒性 ・ 急性経口毒性 ・ 慢性経口毒性 (幼虫) <ul style="list-style-type: none"> ・ 慢性経口毒性

※茎葉散布における経口暴露のリスク評価 (Tier1) の方法の例

- ① 登録済み農薬情報から、有効成分の投下量の最大値と最小値を設定。
- ② 暴露ルートごとにシミュレーションモデルによって暴露量を推定するためのパラメーター (飛散による暴露率、花蜜・花粉への残留による暴露率) を算出。
- ③ ②で算出したパラメーターを①に掛けることで暴露量を算出し、Exposure-Toxicity ratio (ETR:暴露量/毒性値) を算出。(ETR>50 でリスクありと判断)

なお、シミュレーションモデルは、EFSA (EC と EU 加盟国の有識者) が定めた EFSA のガイダンス (EFSA, 2013) による。同文書は 2017 年 8 月時点で最終版となっていない。

② 米国

米国では、連邦殺虫剤・殺菌剤・殺鼠剤法 (The Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act: FIFRA) に基づく定期的な再評価をイミダクロプリドについては 2008 年から、クロチアニジン、チアメトキサム、ジノテフランについては 2011 年から実施している。

米国における農薬 (有効成分) の再評価作業計画

農薬 (有効成分)	審査作業期間	作業計画
イミダクロプリド	2008-2018 年	<ul style="list-style-type: none"> ● ポリネーターのみの予備リスク評価 (2016 年 1 月) ⇒ パブリックコメントの結果 (2017 年 1 月) ● ポリネーターの潜在的初期影響緩和策 (2017 年 1 月) ● ポリネーターに関するリスク評価の更新及び残りの生態リスク評価に関するパブリックコメント (2018 年)
クロチアニジン	2011-2018 年	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ポリネーターのみの予備リスク評価 (2017 年 1 月) ⇒ パブリックコメント開始 (2017 年 5 月) ◆ ポリネーターの潜在的初期影響緩和策 (2017 年 1 月) ◆ ポリネーターに関するリスク評価の更新及び残りの生態リスク評価に関するパブリックコメント (2018 年)
チアメトキサム		
ジノテフラン		

これまでに公表され、パブリックコメントを実施したイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、ジノテフランのミツバチへのリスク評価案の概要は以下の通りである (参考 3)。なお、これらすべての農薬について、花粉媒介者に関するリスク評価の更新は 2018 年に予定されている。

イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、ジノテフランの
ミツバチへのリスク評価案の概要

イミダクロプリド	クロチアニジン チアメトキサム	ジノテフラン						
<p>◆ 全ての作物と散布方法について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ほ場内での暴露量はリスク留意レベル (LOC) を超過。 ・ ほ場内の暴露が想定されない場合においても、ほ場外へのドリフトによりリスクあり。 <p>◆ 下記について、ほ場内の暴露リスクは低いと判断された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミツバチを誘引しない作物 ・ 開花前に収穫するもの ・ Tier 制による評価の結果リスクが低いと判断されたもの <p>◆ 下記について、ハチ個体とともに、蜜または蜜と花粉の両方でリスクが示された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 柑橘及びワタ <p>◆ ミツバチに対してリスクが高いとされたものは以下のとおり。</p>	<p>◆ クロチアニジン・チアメトキサムについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農場内 (on-field) における種子処理は十分な確からしさを持ってリスクは低い。 ・ 農場内におけるワタの茎葉散布は十分な確からしさを持ってリスクあり。 ・ トウモロコシの種子の播種時の粉末 (dust) が離れたエリアに運ばれる可能性あり。 <p>◆ チアメトキサムについて</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農場内におけるウリ科、核果類、ベリー類、小型の果物の茎葉散布は潜在的なリスクあり。 ・ 農場内における柑橘類の土壌散布は潜在的なリスクあり。 <p>◆ ミツバチに対してリスクが高いとされたものは以下のとおり。</p>	<p>◆ 16 適用農作物グループ中、9 グループでハチ類への高いリスク。</p> <p>◆ 以下の仮定・不確実性が残っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミツバチはジノテフランに対する全てのハチ試験を代替可能と仮定。 ・ 花粉と花蜜がハチの主要な暴露経路。 ・ 推定暴露濃度モデル (EECs) は、成虫・幼虫の個体への暴露を保守的に推定、暴露を過大に見積もっている可能性。 ・ ハチの個体に対するリスクを評価する際、花粉と花蜜は暴露経路となる可能性が同等と仮定。 ・ 既知のハチ個体に対するリスクから推定されたコロニーレベルのリスクは不確実。 ・ 農場外におけるリスクは、送粉者が好む作物の開花期を仮定している。 ・ 試験作物の花粉や花蜜への残留に影響する時間的・空間的要因を完全に把握していない可能性。 <p>◆ ミツバチに対してリスクが高いとされたものは以下のとおり。</p>						
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="272 1366 384 1447">茎葉散布</td> <td data-bbox="384 1366 644 1447">柑橘 (オレンジ)、油糧種子 (ワタ)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 1447 384 1527">土壌散布</td> <td data-bbox="384 1447 644 1527">油糧種子 (ワタ)</td> </tr> </table>	茎葉散布	柑橘 (オレンジ)、油糧種子 (ワタ)	土壌散布	油糧種子 (ワタ)	<p>【クロチアニジン】</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="644 1366 743 1482">茎葉散布</td> <td data-bbox="743 1366 1018 1482">油糧種子 (ワタ)</td> </tr> </table>	茎葉散布	油糧種子 (ワタ)	
茎葉散布	柑橘 (オレンジ)、油糧種子 (ワタ)							
土壌散布	油糧種子 (ワタ)							
茎葉散布	油糧種子 (ワタ)							
	<p>【チアメトキサム】</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="644 1527 743 1666">茎葉散布</td> <td data-bbox="743 1527 1018 1666">ウリ科野菜、核果類、ベリー類、小型の果物、油糧種子 (ワタ)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="644 1666 743 1886">土壌散布</td> <td data-bbox="743 1666 1018 1886">柑橘</td> </tr> </table>	茎葉散布	ウリ科野菜、核果類、ベリー類、小型の果物、油糧種子 (ワタ)	土壌散布	柑橘	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1018 1527 1142 1886">茎葉散布</td> <td data-bbox="1142 1527 1398 1886">塊根・球茎の野菜、果菜類、核果類、small fruit vine climbing (キウイフルーツを除く)、ベリー類 (イチゴを除く)、木の実類 (tree nuts)、ワタ</td> </tr> </table>	茎葉散布	塊根・球茎の野菜、果菜類、核果類、small fruit vine climbing (キウイフルーツを除く)、ベリー類 (イチゴを除く)、木の実類 (tree nuts)、ワタ
茎葉散布	ウリ科野菜、核果類、ベリー類、小型の果物、油糧種子 (ワタ)							
土壌散布	柑橘							
茎葉散布	塊根・球茎の野菜、果菜類、核果類、small fruit vine climbing (キウイフルーツを除く)、ベリー類 (イチゴを除く)、木の実類 (tree nuts)、ワタ							

(参考) 米国におけるリスク評価の方法

暴露ルート	毒性評価
(茎葉散布) ・ 接触による直接暴露 ・ 花粉・花蜜への移行 (土壌散布) / (種子処理) / (樹木の穿入孔への散布) ・ 花粉・花蜜への移行	(成虫) ・ 急性接触毒性 ・ 急性経口毒性 ・ 慢性経口毒性 (幼虫) ・ 急性経口毒性 ・ 慢性経口毒性 (代謝産物) ・ 急性経口毒性

※茎葉散布における経口・接触暴露のリスク評価 (Tier1) の方法の例

ガイダンス (USEPA et al., 2014) で指定され、シミュレーションモデルとして USEPA より提供されている Bee Rex により以下の手順で算出する。

- ① 農薬の投下率と投下方法を実態に合わせて設定。
- ② 取得した毒性データを設定。
- ③ ①の設定値、成虫及び幼虫の花粉・花蜜の消費量に関する既存研究から設定された推定値により、環境予測濃度 (estimated environmental concentrations: EEC) を算出。
- ④ ②③より Risk Quotients (RQ: EEC/毒性値) を算出。
- ⑤ 政策的に決定された Levels of Concern (LOC) と RQ を比較。RQ>LOC でリスクありと判断。(LOC:急性毒性は 0.4、慢性毒性は 1.0)

③ カナダ

カナダでは、病虫害防除資材法 (Pest Control Products Act) により、環境リスク等の評価に変更があった場合には PMRA が再評価を開始することができることとなっている。

同法に基づくイミダクロプリドのミツバチへの影響に関する再評価結果案の概要 (2016年1月) は以下のとおりである。

使用方法	評価の概要
茎葉散布	<ul style="list-style-type: none"> ・ 茎葉散布のリスクは散布時期により異なる。現在のラベルの指示 (開花期の散布を避ける等) はリスクを最小化するのに役立つ。 ・ 開花期の茎葉散布は、現在の表示による制限により、ミツバチに対するリスクは低いと予想される。 ・ カナダにおけるミツバチを誘引する作物での残留情報を蓄積することが、開花前の茎葉散布のリスク評価を精緻化する上で役立つだろう (ミツバチを誘引する果樹等で開花前の茎葉散布は禁止されている)。 ・ 開花期後の果樹や樹木や農作物への散布はミツバチのリスクとはならない。

土壌散布	・ 一部の作物を除き、リスクがないかまたは最少であったが、トマト及びイチゴでは、特定の使用量及び特定の土壌では潜在的なリスクが特定された。
種子処理	・ 種子処理によるミツバチのリスクは同定されなかった。

なお、クロチアニジン及びチアメトキサムに関するミツバチへの影響に関する再評価結果は2017年12月に公表される予定（PMRA, 2016）である。

④ オーストラリア

オーストラリアでは、農薬・動物用医薬品法（Agricultural and Veterinary Chemicals Code Act 1994）に基づき農薬の登録を行っている。

現状ではハチ等の花粉媒介者に関する登録済み農薬の再評価は行っていないものの、種子処理、土壌散布、茎葉散布にかかる海外の規制やリスク評価、科学的知見等について定性的に評価している。

ミツバチの健康とネオニコチノイド系農薬の使用に関する報告の概要（2014年APVMA）は以下のとおりである。

- ・ オーストラリアでは野生のミツバチコロニーが多く、花粉媒介における管理されたミツバチの役割はあまり重要ではない。
- ・ オーストラリアの養蜂業は、ハチミツ生産から花粉媒介に大きくシフトしてきている。
- ・ ネオニコチノイドはもちろんミツバチにとって有害であるが、それは他の殺虫剤でも同様。ネオニコチノイドはヒトに対する毒性が低いことなど多くのメリットがある。全体としてはネオニコチノイドの導入は農業環境リスクを減らすことになった。
- ・ オーストラリアでは1990年代半ばからネオニコチノイドの使用は増加してきたがミツバチは減少していない。ただしミツバチの重要性は認識しているため、研究状況の監視は継続する。
- ・ 次のステップとして、ネオニコチノイド系農薬だけでなく、殺虫剤を使用することによるミツバチへのリスク管理を推進する（既存のデータ要求で亜致死的影響を評価する上で科学的に十分か、ラベルの警告文に整合性・妥当性があるか）。
- ・ また、詳細な科学評価の実施、特にAPVMAと同じく規制当局である環境部門との連携により、農薬使用に伴うミツバチあるいはその他の昆虫の花粉媒介者に対するリスクを軽減する規制オプション（例：ネオニコチノイド系農薬の再評価あるいはラベル記載の強化）もありうる。

⑤ IPBES

2012年4月に設立されたIPBESは、生物多様性と生態系サービスに関する動向を科学的に評価し、科学と政策のつながりを強化する政府間組織であり、科学的評価、能

力開発、知見生成、政策立案支援の4つの機能を柱として活動している。

IPBES では、食料生産や生活の質に貢献する動物による花粉媒介について評価するために、花粉媒介者、花粉媒介及び食料生産に関する科学論文等の知見を分析し、2016年2月の総会においてアセスメントレポート及び政策決定者向けサマリー（IPBES, 2016）として取りまとめた。

特に花粉媒介者の現状及び農薬が花粉媒介者に及ぼすリスクについての評価結果は以下のとおりであり、序文ではネオニコチノイド系殺虫剤が花粉媒介者に影響を及ぼすことを最新の証拠で示す一方で、相反する証拠があるとし、依然として解明しなければならない重大な科学的不確実性が存在しているとしている。

○ 花粉媒介者の現状

- ・ データ不足のため一般化することはできなかったものの、北西ヨーロッパおよび北米において野生の花粉媒介者の減少が記録されている。
- ・ 飼育下のセイヨウミツバチの巣数は、世界的に過去50年間で増加しているが、同時期の欧州数カ国および北米では減少が記録されている。
- ・ 花粉媒介昆虫に特化した世界的な評価は存在しないが、地域や国レベルでの評価では、ハナバチ (bees) やチョウ (butterflies) への脅威のレベルが高いとされている。

○ 農薬が花粉媒介者に及ぼすリスク

- ・ 花粉媒介者は、土地利用の変化、集約的農業管理及び農薬の使用、環境汚染、侵略的外来種、病原体、気候変動などの直接的要因に脅かされており、花粉媒介者の減少を、直接的要因の一つ又はその複合要因と明確に関連付けることは、データの入手可能性や複雑性から難しいが、これらの要因は、しばしば花粉媒介者に負の影響を与えることが個別事例において示唆されている。
- ・ 農薬が花粉媒介者に及ぼすリスクについて、
 - 野外における実際の暴露レベルによる影響を評価した研究結果には影響ありとする結果と影響無しとする結果がある。
 - 農薬暴露の昆虫個体への亜致死作用が、飼育ハナバチや野生花粉媒介者のコロニーや個体群にどのように影響するのか、特に長期的影響については、未解明のままである。
 - ネオニコチノイド系殺虫剤に注目した最近の研究により、管理下のハナバチに対する致死・亜致死作用に関する証拠と花粉媒介への影響に関する何らかの証拠が明らかにされている。
 - 野外における実際の暴露による最近の研究により、野生の花粉媒介者の生存及び繁殖に対するネオニコチノイドの影響を示す証拠が得られている。本研究と、その他の研究により得られた飼育ミツバチのコロニーへの影響に関する証拠は、矛盾している。

(3) 規制の効果及び影響

EU では 2013 年からイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム及びフィプロニルの使用について、また、米国では 2015 年からイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム及びジノテフランの新規登録や使用方法の拡大等について規制を行っているが、これらのネオニコチノイド系農薬等の規制による効果やミツバチの変化に関する学術的な論文等は見つかっていない。

一方、生産現場における生産コストや収量への影響については以下のような報告がある。

- ・ イングランドにおいて、2015 年のナタネの生産量が前年対比 8 % 減となった。減少の理由の一つは害虫問題であり、対策として主にピレスロイド系の殺虫剤が用いられ、農薬の使用量が 2.5 倍に増加するとともに、害虫による減収のため植え付けを放棄された農地があることも確認された。農家の経済的な影響は、代替農薬の使用、穀物のロス、植え直し等で 2200 万ポンド (3300 万ドル) に及ぶ。
- ・ 2016 年のナタネ生産面積は前年対比で 13% 減少し、害虫被害が最も多かったサフォーク州で 16% の収量の減少となった。農家の経済的な影響は 2016 年には 1,840 万ポンドとなっている。

出典: Rural Business Research “An interim impact assessment of the neonicotinoid seed treatment ban on oilseed rape production in England”

Rural Business Research “A further investigation into the impact of the ban on neonicotinoid seed dressings on oilseed rape production in England, 2015-16”¹

- ・ EU において、ネオニコチノイド系農薬の禁止規制による主要な 3 つの影響は、① 4 % の生産ロス (9.12 万トンの減収)、② 平均 6.3% の品質低下、③ 生産段階で 1 ヘクタール当たり 0.73 回の茎葉散布の追加があり、ネオニコチノイド系農薬の禁止により、EU におけるナタネ農業において、年間約 9 億ユーロのコスト増となっている。

出典: HFFA Research GmbH “Banning neonicotinoids in the European Union: An ex-post assessment of economic and environmental costs”²

また、2017 年 1 月に、EC science and knowledge service Joint Research Centre³ の研究者であるキャセージ氏は、EU 加盟国 7 カ国において、ネオニコチノイド系農薬等の規制以前にこれらの規制対象農薬を使っていた生産者を対象に、病虫害管理の変化等について調査を行った結果の報告 (Kathage, 2017)⁴ をしている。

¹ Rural Business Research: イングランドの農地、環境、農村ビジネスを専門とした調査機関。ケンブリッジ大学等の複数の大学の研究者で構成される。

² HFFA Research GmbH: 農業分野を専門としたドイツの民間調査会社。バイエルやネスレ等の民間企業から支援を受けている。

³ EC の調査研究機関であり、EU の政策を科学面で支援する役割を持つ。

⁴ 本報告は EC の公式見解ではなく、また、科学論文となって公表されたものではない。また、有用昆虫数の推移については生産者の感覚によるものである。

ネオニコチノイド系及びフィプロニル規制後の病害虫管理

国	フランス	スペイン	イタリア	チェコ	ドイツ	イギリス	ハンガリー	スペイン
作物	トウモロコシ	トウモロコシ	トウモロコシ	アブラナ	アブラナ	アブラナ	ヒマワリ	ヒマワリ
種子処理の変化	チアオキサム ⇒チアクロプリド	クロチアニジン ⇒チアクロプリド	変化なし (EUの規制前から 使用なし)	チアオキサム ⇒なし	クロチアニジン ⇒なし	チアオキサム ⇒なし	チアオキサム ⇒なし	フィプロニル ⇒テフルトリン (合成ピレストロイ ド系)
土壌、茎葉散布の変化	ピレスロイドが増 加(農家の25% ⇒55%)	変化なし (EUの規制前から 使用なし)	クロチアニジン ⇒テフルトリン(合 成ピレストロイ ド系)	ピレスロイドが増 加(農家の80% ⇒95%) 有機リンが増加 (農家の65% ⇒75%)	ピレスロイドが増 加(農家の65% ⇒85%)	ピレスロイドが増 加(農家の60% ⇒95%)	ピレスロイドが増 加(農家の65% ⇒85%) ネオニコチノイド (EUの規制対象 外)が増加(農家 の0%⇒20%)	変化なし (EUの規制前から 使用なし)
散布回数の変化	増加	増加	変化なし	増加	増加	増加	増加	変化なし
その他の変化	スカウティング調 査の増加(農家の 20%)	変化なし	播種時期の早期 化(農家の20%)	スカウティング調 査の増加(農家の 55%)	スカウティング調 査の増加(農家の 65%) 播種密度の増加 (農家の45%) 播種時期の晩期 化(農家の45%)	スカウティング調 査の増加(農家の 25%) 播種時期の早期 化(農家の60%) 物理的防除の増 加(農家の20%)	播種密度の増加 (農家の25%) 物理的防除の増 加(農家の20%)	変化なし
作業時間の変化	増加(農家40%)	増加(農家40%)	変化なし	増加(農家75%)	増加(農家95%)	増加(農家80%)	増加(農家75%)	増加(農家20%)
コストの変化	増加(農家60%)	増加(農家60%)	変化なし	増加(農家80%)	増加(農家85%)	増加(農家85%)	増加(農家75%)	増加(農家30%)
種子処理効果の 変化	チアクロプリドは効 果が低い (農家の60%)	チアクロプリドは効 果が低い (農家の80%)	-	-	-	-	-	テフルトリンは効 果が低い (農家の45%)
害虫圧の変化	増加(農家30%)	増加(農家60%)	変化なし	増加(農家60%)	増加(農家70%)	増加(農家60%)	増加(農家55%)	変化なし
有用昆虫の推移	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

出典: Kathage, J. "Pest management after neonicotinoid and fipronil restrictions"

2 我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響

海外におけるネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬（以下、「ネオニコチノイド系農薬等」という。）の規制の動きに鑑み、環境省では、2014年度から、周辺環境の健全性を指し示す指標となり得るとされるトンボ類に対するネオニコチノイド系農薬等の影響調査を実施するとともに、環境研究総合推進費により野生ハナバチ類への影響調査への支援を行うなど、科学的知見の集積に努めているところである。

2016年度末に研究結果が出されたことから、これらを基に評価を行った。

検討対象とした環境省事業による調査研究は次のとおりである。

○農薬のトンボに対する影響評価

- ・農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発
（環境研究総合推進費：国立環境研究所、東京農工大学、愛媛大学
／2013～2015年度）
- ・農薬の環境影響調査業務（環境省請負業務：国立環境研究所／2014～2016年度）
- ・農薬の湖沼等残留実態調査委託業務
（環境省委託業務：平成理研株式会社等／2014～2016年度）

○農薬の野生ハナバチに対する影響評価

- ・ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究
（環境研究総合推進費：千葉大学、国立環境研究所、森林総合研究所
／2014～2016年度）

（参考：調査研究に用いられた農薬の分類）

ネオニコチノイド系	アセタミプリド、イミダクロプリド、クロチアニジン、ジノテフラン、チアクロプリド、チアメキサム、ニテンピラム
フェニルピラゾール系	フィプロニル、エチプロール
有機リン系	フェントロチオン(MEP)、ダイアジノン、ジメトエート
カーバメート系	フェノブカルブ(BPMC)、ベンフラカルブ、カルバリル(NAC)
ピレスロイド系	エトフェンプロックス、シラフルオフエン
ネライストキシン系	カルタップ
ジアミド系	クロラントラニリプロール

(1) 農薬のトンボ類への影響に関する調査研究と評価

① 本調査研究以外でのこれまでの知見

平成 26(2014)年度環境省請負業務「農薬の環境影響調査業務」では、ネオニコチノイド系農薬等のトンボ類に対する影響について、過去の文献等を整理している。

その結果、

- ・アキアカネやノシメトンボに関してはネオニコチノイド系農薬等が使用されはじめた1990年代から顕著な減少傾向を示すデータがあり、このため、ネオニコチノ

イド系農薬等がトンボ類の減少傾向の原因である可能性を指摘するものの、水田の中干しのための落水といった栽培管理に伴う影響や、ほ場整備などといった環境の変化による影響の可能性を否定する結果も見当たらないことから、アキアカネやノシメトンボの減少要因がネオニコチノイド系農薬等の使用であるかは明らかではない。

- ・ 我が国のネオニコチノイド系農薬等のトンボ類に対する毒性値として妥当と考えられるものは見当たらない。

とされている。

このほかに、我が国の環境中におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類への影響を示唆する知見やリスク評価を行うに当たり活用できる論文はないか、今回改めて調査を行ったが、新たな知見は確認されなかった（参考5）。

上記調査研究では、模擬（実験）生態系としての水田メソコズムを用い、農薬の生物群集への影響を評価する手法の開発や水田周辺の環境中におけるトンボ類への農薬の影響等に関する調査が行われている。この中で、農薬のトンボ類への影響に関する結果が得られており、その内容について、検討会において以下のとおり評価を行った。

② 本調査研究による新たな知見

（ア） 水田メソコズムにおける3年間の連続施用による農薬成分の水中及び土壌中濃度

【研究の目的及び概要】

模擬（実験）生態系として水田メソコズムを用い、ネオニコチノイド系農薬等の浸透移行性殺虫剤による水田内の生物群集構造に及ぼす影響を評価するため、フィプロニル、クロチアニジン、クロラントラニリプロールを施用した試験区において各農薬の水中濃度・土壌中濃度を測定した。

【研究結果】

いずれの剤も、水中濃度は投入直後に最高濃度を示し、その後経時的に濃度低下が見られた。フィプロニルの水中濃度は、シーズン後半に検出限界以下まで低下したものの、クロチアニジン及びクロラントラニリプロールはその後水中から成分が検出された。また、いずれの剤も土壌中濃度は、2、3年目には投入前から残留が見られ、調査終了まで濃度低下が認められず、その傾向はクロラントラニリプロールで特に顕著であった。

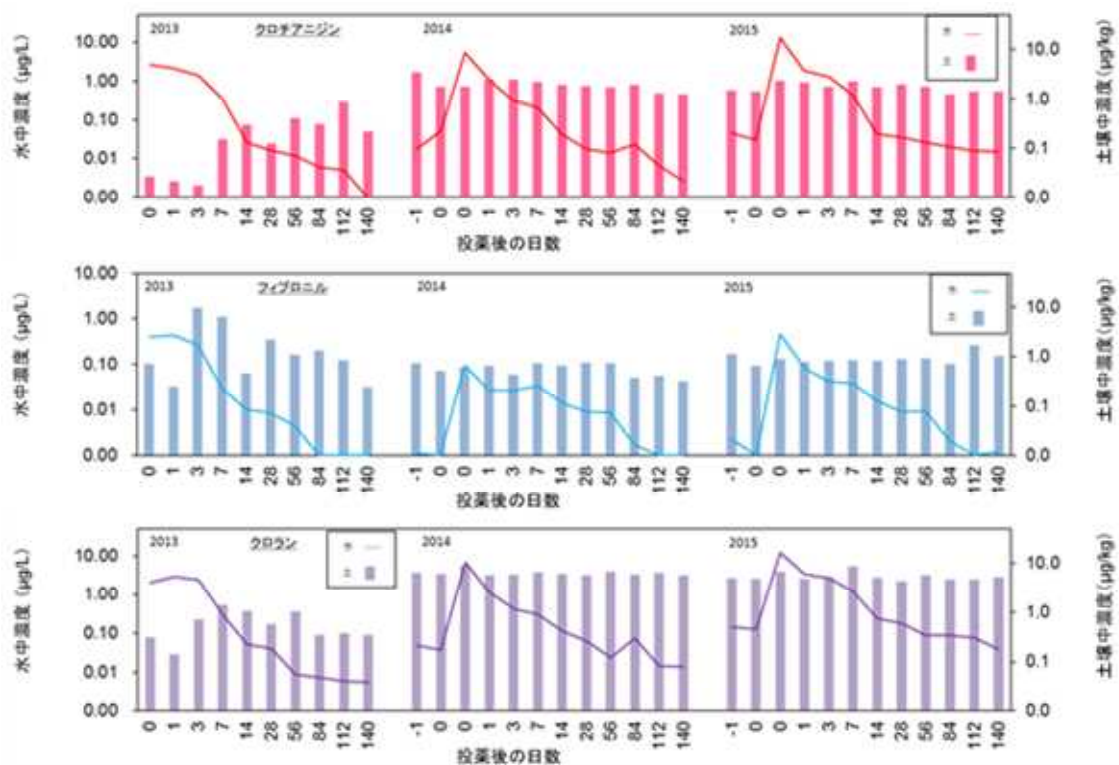


図1 各薬剤施用区における水中及び土壌中残留濃度の推移

出典：「農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発」成果報告書

(イ) 水田メソコズム中の生物動態への農薬の影響

【研究の目的及び概要】

模擬（実験）生態系として水田メソコズムを用い、ネオニコチノイド系農薬等の浸透移行性殺虫剤による水田内の生物群集構造に及ぼす影響を評価するため、フィプロニル、クロチアニジン、クロラントラニプロールを施用した試験区（①と同じ）において発生するトンボ類等の動態を測定した。

【研究結果】

毎年度フィプロニル、クロチアニジン、クロラントラニプロールを連続施用した結果、これらの農薬のうちフィプロニル施用区の3年目では、アキアカネ、ショウジョウトンボ、シオカラトンボは羽化数がほぼゼロになり、影響が顕著であった。

【評価】

水田メソコズム内でのフィプロニル、クロチアニジン、クロラントラニプロールの3年間連続施用によるトンボ群集への影響は、フィプロニルが最も強いと考えられる。

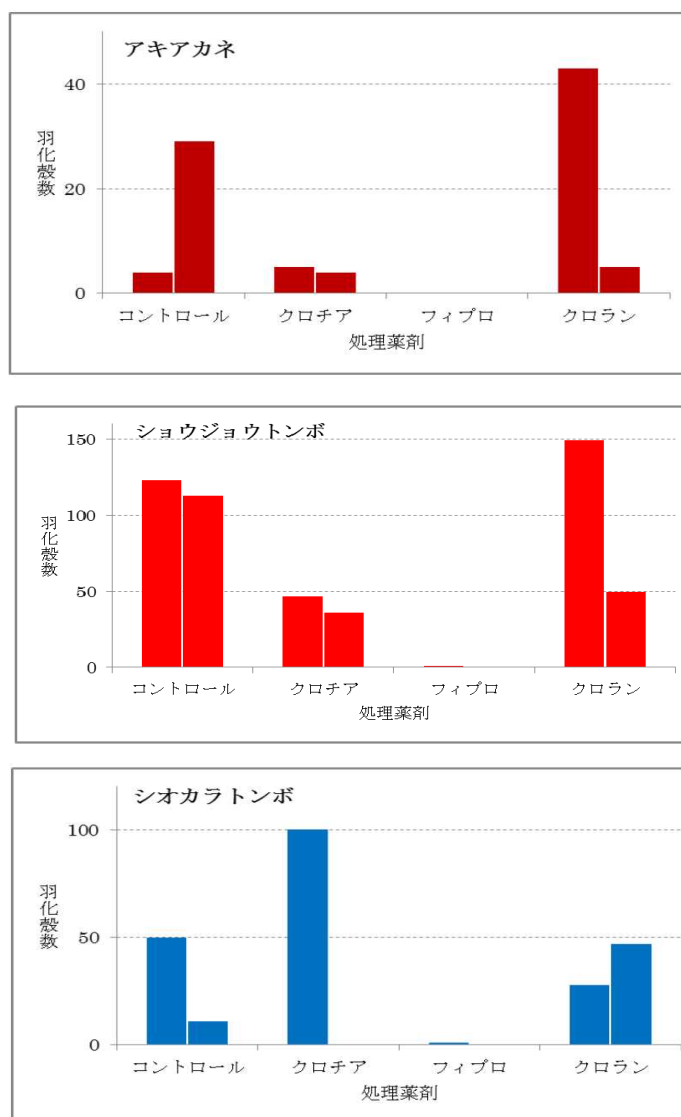


図2 3年目試験における各農薬施用区からの主なトンボ類羽化総数

(注) 各試験区とも2連を設けて実施し、グラフはそれぞれの連ごとの羽化総数を示す。
 出典：「農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発」成果報告書

(ウ) 水田メソコズムでの農薬影響に対する生物調査における指標種の検討と選定

【研究の目的及び概要】

水田生物多様性の総合影響評価システムを開発するために、水田メソコズム試験のデータ等を基に統計解析を行った。その一環として、フィプロニル、クロチアニジン、イミダクロプリド、クロラントラニリプロール施用区における生物種の相対変化率*から、各農薬の影響評価を行う際の指標種候補の選定を行った。

*相対変化率

$$= \frac{\text{(薬剤処理圃場における年間カウント数 - 対照区における年間カウント数)}}{\text{(対照区における年間カウント数)}}$$

【研究結果】

フィプロニル、クロチアニジン、イミダプロプリド、クロラントラニリプロールの生態影響を見るための指標種候補として、一貫して強い負の影響があるもの、必ずしも影響が一貫していないが平均的に中程度の影響があるもの等としていくつかの生物種が選定され、トンボ類については、フィプロニルでシオカラトンボとショウジョウトンボが、イミダクロプリドでショウジョウトンボが指標種候補として考えられた。

【評価】

水田メソコズム試験結果を統計解析すると、トンボ類の中でフィプロニルは、シオカラトンボ及びショウジョウトンボの幼虫（ヤゴ）の個体数を一貫して大きく減少させる影響を及ぼし、イミダクロプリドは、ショウジョウトンボの幼虫の個体数を概ね一貫して減少させる影響を及ぼすと考えられる。

表1 フィプロニル施用区における種ごとの相対変化率

生物種	平均	2011年	2011年	2012年	2012年	2013年	2013年	2014年	2014年	2015年	2015年	標準偏差
シオカラトンボ若虫	-0.96	-0.93	-0.71	-1.00	-1.00	-0.91	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.09
ショウジョウトンボ若虫	-0.89	-1.00	-0.98	-0.95	-0.99	-0.81	-0.75	-0.47	-1.00	-0.95	-1.00	0.17
イトミミズ	-0.60	-0.29	-0.63	-0.95	-0.72	-1.00	0.03	-0.89	-1.00	-1.00	0.43	0.35
ナメラカハシミジンコ	-0.36	1.00	0.06	1.00	-1.00	-0.62	-0.97	-0.38	-0.87	-0.86	-0.99	0.76
コミズムシsp成虫	-0.30	-0.60	-0.20	0.55	1.00	-0.33	0.00	-0.96	-0.43	-1.00	-1.00	0.62
キベリヒラタガムシ成虫	-0.29	-0.58	-0.68	0.90	0.02	0.20	-0.33	-0.88	-0.92	-0.33	-0.33	0.55
ケンミジンコsp.1	-0.29	-0.62	1.00	0.37	-0.62	-0.42	0.30	-0.69	-0.79	-0.61	-0.84	0.59
ホソタマミジンコ	-0.28	-0.67	-0.48	0.78	-0.28	0.21	-0.69	-1.00	-1.00	0.32	0.00	0.59
ユスリカ幼虫	-0.21	-0.88	-0.63	1.00	-0.82	-0.65	-0.42	0.02	-0.63	0.76	0.17	0.65
ゴミマルカイミジンコ属	-0.07	-0.46	-0.36	0.93	0.25	-0.95	-0.28	0.90	-0.92	0.05	0.12	0.65
イボカイミジンコ属	0.05	-0.65	-0.03	1.00	-0.43	0.16	1.00	1.00	0.10	-0.72	-0.92	0.66
ホソナガカイミジンコ属	0.10	0.25	1.00	0.12	0.13	-0.44	1.00	0.03	-0.60	-0.52	0.03	0.56
コカゲロウspp若虫	0.11	0.79	1.00	-0.51	-0.66	-0.61	-0.43	0.18	0.40	1.00	-0.02	0.66
アオモンイトトンボ若虫	0.13	0.25	1.00	-0.82	-0.74	-0.49	-0.49	0.67	0.34	0.63	1.00	0.64
ミギワバエ幼虫	0.32	1.00	0.27	0.94	1.00	0.14	0.80	-0.73	-0.44	1.00	-0.74	0.63
チビゲンゴロウ成虫	0.39	0.57	1.00	1.00	0.68	0.71	0.71	-0.46	-0.46	1.00	-0.79	0.55
シカクカイミジンコ属	0.48	1.00	-0.70	1.00	0.00	1.00	0.20	1.00	0.08	1.00	0.16	0.60

出典：「農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発」成果報告書を基に作成

表2 イミダクロプリド施用区における種ごとの相対変化率

	平均	2011年	2011年	2012年	2012年	標準偏差
イトミミズ	-0.85	-0.74	-0.95	-0.83	-0.86	0.09
ショウジョウトンボ若虫	-0.60	-0.71	-0.77	-0.61	-0.32	0.20
シカクカイミジンコ属	-0.48	-0.79	-0.74	0.01	-0.40	0.37
コカゲロウspp若虫	-0.26	0.26	0.15	-0.85	-0.60	0.55
イボカイミジンコ属	-0.20	-0.13	-0.34	0.33	-0.64	0.41
シオカラトンボ若虫	-0.15	-0.43	-0.86	1.00	-0.30	0.80
ユスリカ幼虫	-0.14	-0.65	-0.08	1.00	-0.82	0.82
コミズムシsp成虫	-0.07	0.73	1.00	-1.00	-1.00	1.08
ミギワバエ幼虫	-0.04	0.06	-1.00	0.11	0.68	0.70
ナメラカハシミジンコ	0.01	0.13	-0.43	0.26	0.09	0.31
アオモンイトトンボ若虫	0.03	0.20	0.80	-0.69	-0.18	0.63
ホソタマミジンコ	0.07	-0.42	-0.60	1.00	0.28	0.73
チビゲンゴロウ成虫	0.16	0.30	0.30	0.03	0.01	0.16
ホソナガカイミジンコ属	0.16	-0.12	-0.66	1.00	0.43	0.71
ケンミジンコsp.1	0.17	0.00	0.14	1.00	-0.46	0.61
キベリヒラタガムシ成虫	0.44	1.00	-0.37	1.00	0.15	0.67
ゴミマルカイミジンコ属	0.69	0.69	1.00	1.00	0.06	0.44

出典：「農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発」成果報告書を基に作成

(エ) トンボの幼虫（ヤゴ）に対する急性毒性

【研究の目的及び概要】

ネオニコチノイド系農薬等のトンボ類に対する毒性データを収集するため、農薬取締法テストガイドライン及びOECDテストガイドラインを参考にトンボの幼虫に対する急性遊泳阻害試験を実施し、半数影響濃度 EC₅₀ を算出した¹。

【研究結果】

アキアカネ及びアオモンイトトンボの幼虫の48時間 EC₅₀ を算出した結果、アキアカネ、アオモンイトトンボの幼虫ともに、ネオニコチノイド系に比べ、ピレスロイド系、フェニルピラゾール系、有機リン系で高い毒性を示した。

【評価】

トンボの幼虫を対象とした標準的な試験法は未確立であるものの、オオミジンコの急性遊泳阻害試験方法を基にしたトンボの幼虫の急性遊泳阻害試験を行った結果、ネオニコチノイド系に比べ、ピレスロイド系、フェニルピラゾール系、有機リン系の表3～表5に示す農薬は、アキアカネ及びアオモンイトトンボに対し、より高い毒性を示すものと考えられる。

水生昆虫であるトンボの幼虫とユスリカの幼虫とで農薬による急性影響を比べた場合、ユスリカの幼虫の方の感受性が高い傾向にあり、試験方法も確立していることから、水生昆虫への急性影響を評価するには、ユスリカの幼虫がより適していると考えられる。

¹ 詳しい試験方法は「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務」報告書を参照

表3 アキアカネの幼虫による農薬の毒性調査結果

農 薬		コントロール非影響個体率 (%)		48時間EC ₅₀ (μg/L)	
農業系統	農業名	飼育水のみ	アセトン0.1%	EC ₅₀	標準誤差
ネオニコチノイド	イミダクロプリド	97 (n=30)	100 (n=30)	1,100	110
	アセタミプリド	100 (n=30)	97 (n=30)	150	25
	ニテンピラム	100 (n=30)	100 (n=30)	3,300	360
	チアクロプリド	100 (n=30)	97 (n=30)	620	140
	チアメトキサム	97 (n=30)	100 (n=30)	79	11
	クロチアニジン	100 (n=30)	97 (n=30)	110	18
	ジノテフラン	100 (n=30)	100 (n=30)	1,300	200
フェニルピラゾール	フィプロニル	100 (n=15)	93 (n=15)	8.1	0.96
有機リン	フェントロチオン	97 (n=30)	100 (n=30)	3.6	0.61
カーバメート	フェノプカルブ	100 (n=30)	97 (n=30)	140	14
	ベンフラカルブ	100 (n=30)	97 (n=30)	6.3	0.35
ピレスロイド	エトフェンプロックス	100 (n=30)	97 (n=30)	8.0	1.1
	シラフルオフエン	100 (n=30)	97 (n=30)	16	2.5
ネライストキシシン	カルタップ	100 (n=29)	100 (n=25)	86	16
ジアミド	クロラントラニリプロール	100 (n=30)	97 (n=30)	2,200* (>2,000)	130
* 外挿値					

(注) 有効数字は2桁とした。

出典：「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」を基に作成

表4 アオモンイトトンボの幼虫による農薬の毒性調査結果

農 薬		コントロール非影響個体率 (%)		48時間EC ₅₀ (μg/L)	
農業系統	農業名	飼育水のみ	アセトン0.1%	EC ₅₀	標準誤差
ネオニコチノイド	イミダクロプリド	96 (n=25)	96 (n=25)	110	12
	アセタミプリド	92 (n=25)	96 (n=25)	340	46
	ニテンピラム	92 (n=25)	93 (n=15) *	550	72
	チアクロプリド	96 (n=25)	100 (n=25)	130	16
	チアメトキサム	96 (n=25)	96 (n=25)	1,400	200
	クロチアニジン	92 (n=25)	93 (n=15) *	120	15
	ジノテフラン	92 (n=25)	93 (n=15) *	520	92
フェニルピラゾール	フィプロニル	96 (n=25)	100 (n=25)	1.8	0.21
有機リン	フェントロチオン	95 (n=60)	98 (n=50)	7.9	0.24
カーバメート	フェノプカルブ	96 (n=25)	96 (n=25)	44	4.8
	ベンフラカルブ	93 (n=30)	100 (n=30)	28	2.0
ピレスロイド	エトフェンプロックス	100 (n=30)	100 (n=20)	0.65	0.05
	シラフルオフエン	100 (n=30)	100 (n=30)	8.2	1.8
ネライストキシシン	カルタップ	97 (n=30)	- **	1,100	170
ジアミド	クロラントラニリプロール	100 (n=26)	100 (n=30)	910	170
*一部、実施していない試験日がある。 **カルタップは試験にアセトンをういかなかった。					

(注) 有効数字は2桁とした。

出典：「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」を基に作成

表5 トンボの毒性値と水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準値等との比較

農薬		トンボの48時間EC ₅₀ ($\mu\text{g/L}$)		実態調査の水質実測値 の最大値($\mu\text{g/L}$)		ユスリカ幼虫の 48時間EC ₅₀	水産動植物登録保留 基準値	
農業系統	農薬名	アオモン イトトンボ	アキアカネ	H27	H28	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/L}$	生物種
ネオニコチノ イド	イミダクロプリド	110	1100	0.019	0.010	20	(1.9)	(ユスリカ)
	アセタミプリド	340	150	0.001	0.044	-	5.7	ヌカエビ
	ニテンピラム	550	3,300	<0.001	0.0035	110	(11)	(ユスリカ)
	チアクロプリド	130	620	<0.001	<0.001	11	(3.6)	(ユスリカ)
	チアメキサム	1,400	79	0.163	0.047	35	3.5	ユスリカ
	クロチアニジン	120	110	0.053	0.055	28	2.8	ユスリカ
	ジノテフラン	520	1,300	4.26	6.03	36	(12)	(ユスリカ)
フェニルピラ ゾール	フィプロニル	1.8	8.1	0.005	0.048	0.24	(0.024)	(ユスリカ)
有機リン	フェントロチオン	7.9	3.6	<0.01	<0.01	-	-	-
カーバメート	フェノブカルブ	44	140	0.009	0.038	-	1.9	オオミジンコ
	ベンフラカルブ	28	6.3	<0.01	<0.01	-	0.99	オオミジンコ
ピレスロイド	エトフェンプロックス	0.65	8.0	0.02	0.021	-	0.67	ニジマス
	シラフルオフェン	8.2	16	<0.01	<0.01	-	0.067	オオミジンコ
ネライストキシ ン	カルタップ	1,100	86	<0.5	<0.5	-	-	-
ジアミド	クロラントラニリブ ロール	910	2,200	0.091	0.24	-	2.9	オオミジンコ

*出典:農薬小委員会資料

(注1) 水産動植物登録保留基準値欄の括弧内は中央環境審議会農薬小委員会で評価中のもの。

(注2) 有効数字は2桁とした。

出典:「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」、「中央環境審議会農薬小委員会資料」を基に作成

(オ) トンボの幼虫(ヤゴ)の急性毒性値と環境中予測濃度(PEC)との比較

【研究の目的及び概要】

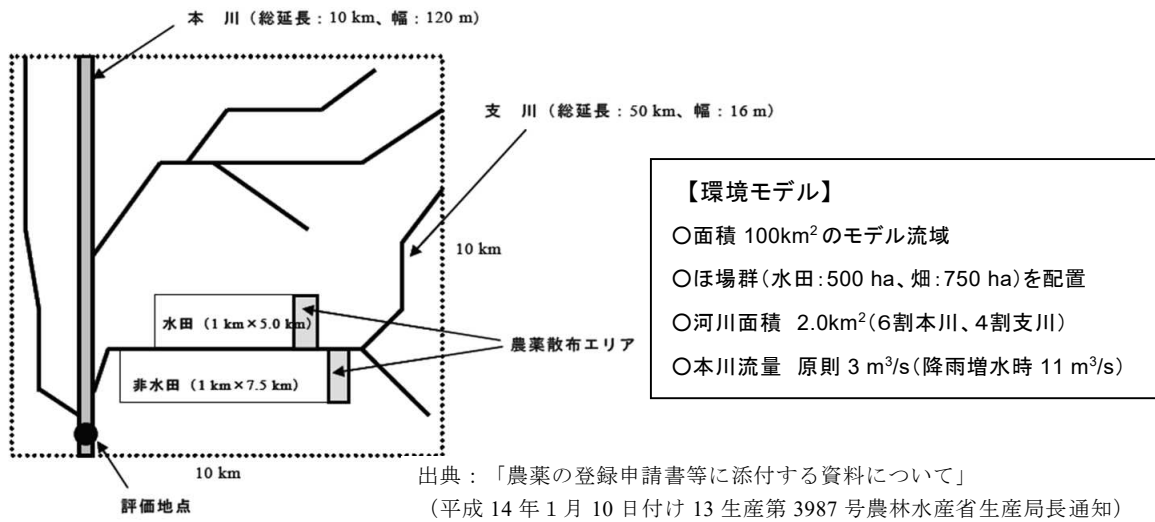
アキアカネ及びアオモンイトトンボの幼虫に対するネオニコチノイド系農薬等の毒性値(48時間EC₅₀)から、トンボ類に対する影響を考察するため、農薬がほ場から公共用水域に流入した後の環境中予測濃度(PEC)との比較を行い、急性影響が生じる可能性について検討した。

【研究結果】

環境省委託業務「平成26(2014)年度農薬水域生態リスクの新たな評価手法確立事業」において試算された農薬の普及率を考慮した各種農薬の水田PEC(水田で使用され、公共用水域に流入した農薬を対象とした環境中予測濃度)のTier2(第2段階:一部実測データを活用して算出する実態により近い試算値)の値と比較して、48時間EC₅₀は100倍以上高い結果となった。ただし、上記の2015年度業務で試算された農薬の地域別普及率を考慮した水田PECのTier2の値の中に、アキアカネ、アオモンイトトンボともに、フェノブカルブとフェントロチオンで48時間EC₅₀を超える値が算出されていることから、状況によってはこれらの農薬は急性影響を生じる可能性が否定できない。一方、ネオニコチノイド系等の他の農薬に関しては、急性影響を生じる可能性は低いと考えられた。

(参考) 環境中予測濃度 (PEC)

下図のような環境モデルを想定し、評価地点での濃度を算出している。



【評価】

水田周辺で農薬がトンボの幼虫に対し急性影響を及ぼす可能性は低いと考えられるが、地域別の農薬使用量等を勘案して算出した PEC では、一部の農薬についてトンボの幼虫への急性影響が懸念されるものが見られることから、特定の農薬の使用量が多い地域の流域では環境中濃度が高まり、トンボの幼虫に対し急性影響を及ぼす可能性があるため、地域で使用農薬に偏りが無いかどうかを注意することが必要であると考えられる。

農薬によっては、低濃度であっても長く底質（水の底の土壌）に留まるものもあることから、底質での生育が長いトンボの幼虫に対する農薬の影響を見るには、慢性的な長期暴露による影響評価の検討も必要と考えられる。

表 6 アキアカネ及びアオモンイトトンボの幼虫の EC₅₀ と水田 PEC (Tier2) との比較

農薬系統	農薬名	アキアカネ 48時間EC ₅₀ (μg/L)	アオモンイトトンボ 48時間EC ₅₀ (μg/L)	PEC (Tier2) (μg/L)
ネオニコチノイド系	イミダクロプリド	1,100	110	0.022
	クロチアニジン	110	120	0.000068
	ジノテフラン	1,300	520	0.66
	チアクロプリド	620	130	0.054
	チアメトキサム	79	1,400	0.051
	ニテンピラム	3,300	550	0.00090
フェニルピラゾール系	フィプロニル	8.1	1.8	0.0017
カーバメート系	ベンフラカルブ	6.3	28	0.00062
ピレスロイド系	エトフェンブロックス	8.0	0.65	0.00011

(注1) 水田 PEC (Tier2) は、環境省委託事業「平成 26(2014)年度農薬水域生態リスクの新たな評価手法確立事業」より

(注2) 有効数字は 2 桁とした。

出典：「平成 28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」を基に作成

表7 アキアカネ及びアオモンイトトンボの幼虫の EC₅₀ と
地域別水田 PEC (Tier2:2005 年及び 2010 年) の最大値との比較

農業系統	農業名	アキアカネ 48時間EC ₅₀ (μg/L)	アオモンイトトンボ 48時間EC ₅₀ (μg/L)	地域別水田PEC(Tier2)の 最大値(μg/L) 2005年及び2010年
ネオニコチノイド系	イミダクロプリド	1,100	110	1.0
	クロチアニジン	110	120	0.0061
	ジノテフラン	1,300	520	18
	チアクロプリド	620	130	15
	チアメキサム	79	1,400	1.2
	ニテンピラム	3,300	550	0.0000035
フェニルピラゾール系	フィプロニル	8.1	1.8	0.057
有機リン系	フェントロチオン	3.6	7.9	3.8
カーバメート系	フェノプカルブ	140	44	70
	ベンフラカルブ	6.3	28	0.0048
ピレスロイド系	エトフェプロックス	8.0	0.65	0.0022
	シラフルオフェン	16	8.2	0.14
ネライストキシン系	カルタップ	86	1,100	0.011
ジアミド系	クロラントラニリプロール	2,200	910	0.0049

(注1) 1990年、1995年、2000年の地域別水田 PEC (Tier2) の値では、フェントロチオン及びフェノプカルブについてアキアカネ、アオモンイトトンボの幼虫の EC₅₀ を超過する地点が見られたが、それと比較して表7 (2005年及び2010年) では改善してきていると言える。

(注2) 有効数字は2桁とした。

出典：「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」及び「平成27(2015)年度農薬水域生態リスクの新たな評価手法確立事業」で得られたデータを基に作成

(カ) トンボ類の生息と農薬濃度との関係

【研究の目的及び概要】

トンボ類の地域ごとの生息実態を把握するとともに、環境中の農薬濃度のトンボ類の個体数に与える影響が統計的に有意かどうかを調べるため、全国13地点において、トンボ類の成虫と幼虫の個体数、水田周辺のため池及び水路における水中及び底質中の農薬の濃度、調査地周辺環境の定量的調査を行い、これらのデータから GLMM (一般化線形混合モデル) による解析を行った。

【研究結果】

全国13地点の水田周辺のため池及び水路において水中及び底質中の農薬の濃度を測定した結果、定性的には残留農薬の多い地域でトンボ類が少ない傾向が示されるものの、統計的に有意な差は得られなかった。慣行農法と有機農法を行うほ場がそれぞれ集まる地点で比較しても、農薬の残留状況に目立った差は見られず、トンボ類の生息について一貫した傾向は見られなかった。

また、トンボ類の成虫及び幼虫の生息種数・個体数、周辺の植生・土地利用区分を数値化して GLMM 解析した結果では、結果に一貫した傾向は見られず、トンボ類の生息状況に特に大きな影響を及ぼす薬剤の系統は明確ではないという結果になっ

た。

【評価】

近年行われた複数の地点での比較の結果では、データが不足していることもあり、水田周辺の水中及び底質（水の底の土壌）中の残留農薬がトンボ類の生息に影響を及ぼしていることを示す明確な知見は得られていない。

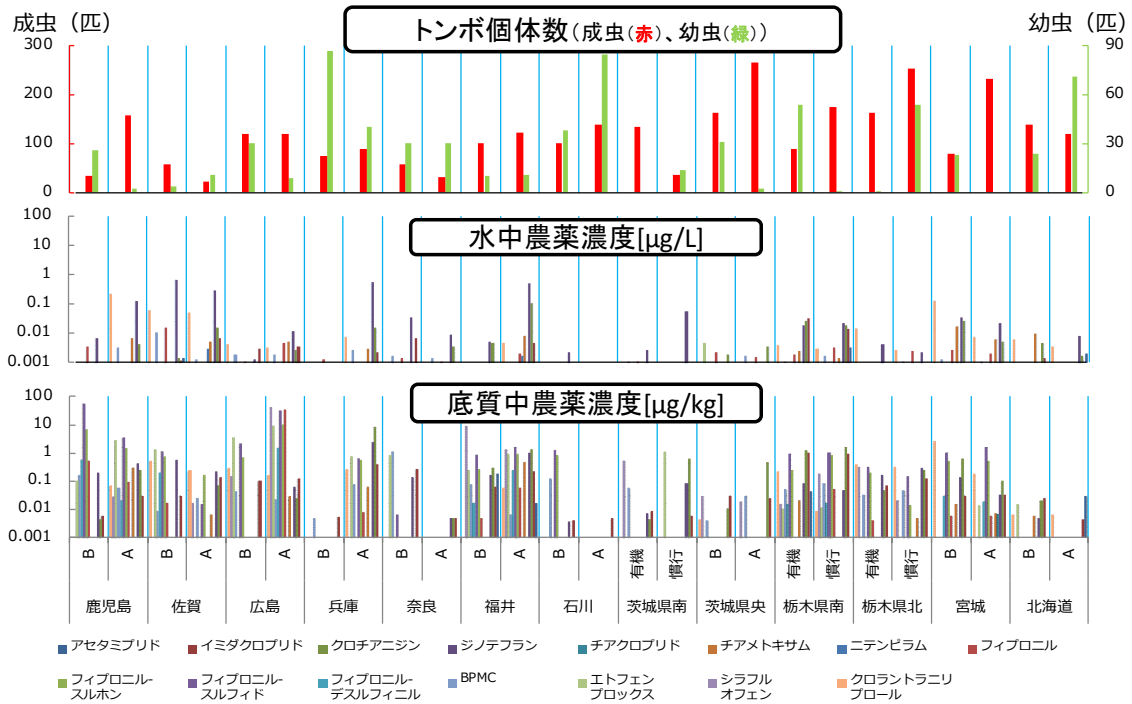


図3 全国13地点におけるトンボ類の生息状況及び残留農薬濃度の測定結果

出典：「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」を基に作成

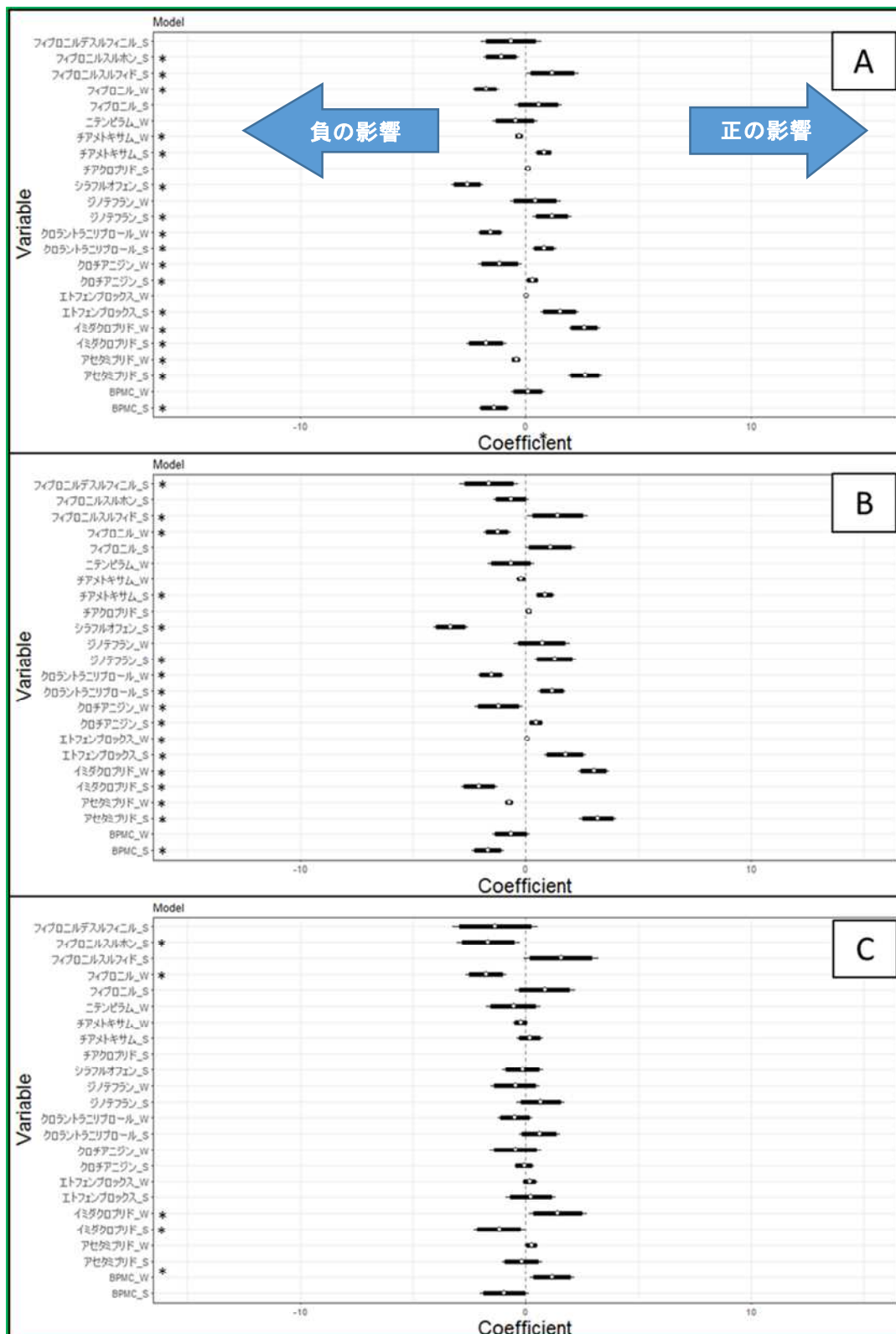


図4 トンボ類の生息状況と農薬濃度の相関関係の GLMM 解析結果
(農薬濃度がトンボ類の生息状況に与える影響を分析)

(方法) モデルに農薬濃度のみを組み込んで解析

- ・目的変数：総個体数 (A)、トンボ成虫個体数 (B)、幼虫個体数 (C)
- ・説明変数：底質中(S)・水中(W)残留農薬濃度

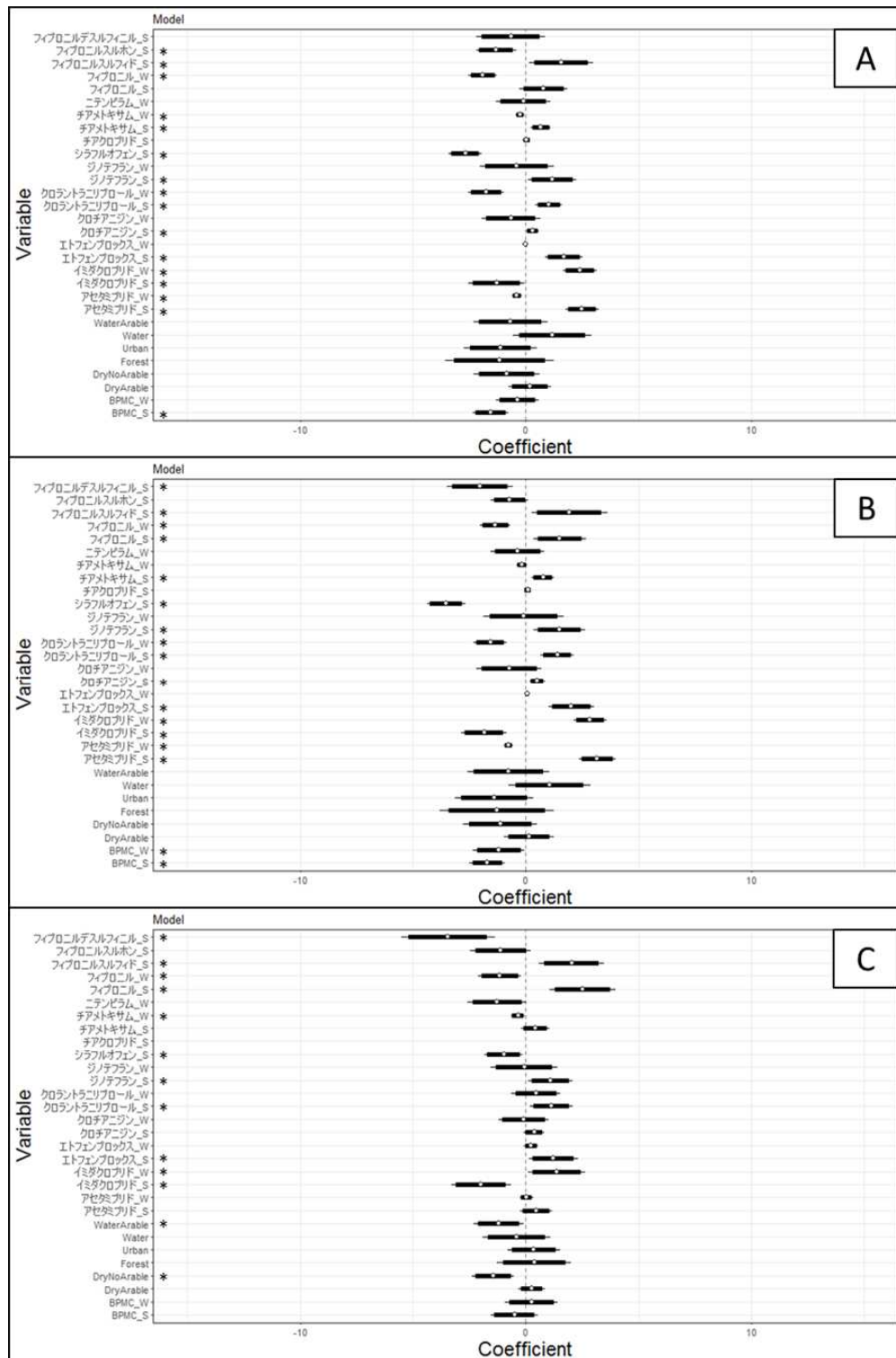


図5 トンゴ類の生息状況と農薬濃度の相関関係の GLMM 解析結果
(農薬濃度と周辺の土地利用状況(環境要因)を考慮)

WaterArable: 農業水面(水田、ハス田)	Water: 非農業水面(河川、湖沼、ため池)
Urban: 民家等、Forest: 山林	DryNoArable: 非農業陸地(草地や河川敷等)
DryArable: 農業陸地(畑、果樹園等)	

(方法) 周辺土地利用状況を解析に加えることで、モデルの予測力を改善。

- ・ 目的変数: 総個体数 (A)、トンゴ成虫個体数 (B)、幼虫個体数 (C)
- ・ 説明変数: 底質中(S)、水中(W)残留農薬濃度、周辺土地利用状況(面積を変数として利用)

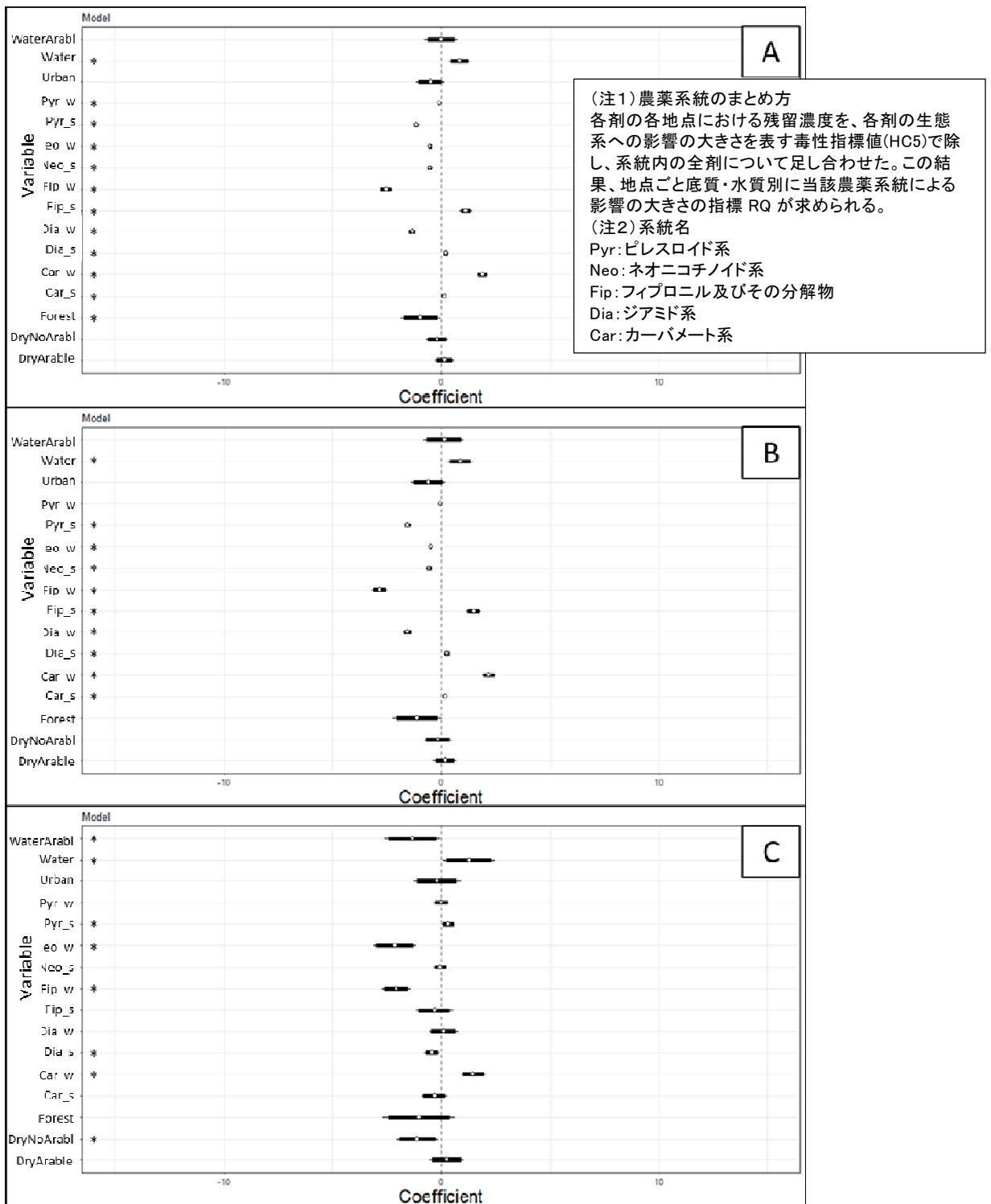


図6 トンボ類の生息状況と農薬濃度の相関関係の GLMM 解析結果

(周辺の土地利用状況(環境要因)を考慮し、農薬系統をまとめて評価)

(方法) 説明変数を減少させることにより、有意でない変数を誤って有意と推定することを回避するとともに、農薬系統ごとの傾向を検出することを試みた。

- ・目的変数: 総個体数(A)、トンボ成虫個体数(B)、幼虫個体数(C)
- ・説明変数: 農薬系統ごとの底質中(S)・水中(W)残留農薬濃度、周辺土地利用状況(面積を変数として利用)

図4～6 出典: 「平成28(2016)年度農薬の環境影響調査業務報告書」(一部加筆)

(2) 農薬の野生ハナバチ類への影響に関する調査研究と評価

① 本調査研究以外でのこれまでの知見

以下は農薬の野生ハナバチ類への影響を評価する上で参考となる知見として、野生以外のハナバチ類に関する知見を含む。

(ア) 文献調査

環境省環境研究総合推進費「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」では、ネオニコチノイド系農薬等のミツバチやマルハナバチ等に関する文献調査を行っている。

その結果、

- ・ 養蜂群数（コロニー数）は、我が国においてもネオニコチノイド系農薬が上市された以降も増加している。
- ・ マルハナバチの急性毒性試験から、ネオニコチノイド系農薬及びフィプロニルはいずれもマルハナバチに対し高い毒性を示す。
- ・ 我が国では、具体的な個体群の動態データが乏しく、農薬による生態リスク評価が進んでいない。
- ・ ニホンミツバチに対する毒性試験データはほぼ存在しない。
- ・ セイヨウミツバチでの試験ではネオニコチノイド系農薬であっても農薬の種類により毒性が異なり、アセタミプリドとチアクロプリドについては低毒性が指摘されている。
- ・ 我が国のセイヨウミツバチの事例では、ジノテフラン及びクロチアニジンの実用薬量の10倍～100倍に希釈した濃度で投与した結果、コロニーに異常が生じるという報告があるが、野外環境中で報告されている値を上回るものであり、濃度を再検討し、ネオニコチノイド系農薬以外の薬剤を含め、環境中暴露による影響を検証する必要がある。

とされている。

このほかに、我が国の環境中におけるネオニコチノイド系農薬等の野生ハナバチ類への影響を示唆する既存知見やリスク評価を行うに当たり活用できる論文はないか、今回改めて調査を行ったが、新たな知見は確認されなかった（参考6）。

(イ) 農林水産省の蜜蜂被害事例調査（参考）

欧米では、いわゆる「蜂群崩壊症候群」（CCD）が問題となっており、原因として、病気、ダニ、農薬その他の可能性が指摘されている。我が国では CCD の事例は報告されていないが、家畜のミツバチ（主としてセイヨウミツバチ）が減少する事例が起きており、それらの事例と原因との関係について十分なデータが把握されていなかった。そのため、農林水産省は、国内外で関心の高い農薬とミツバチ被害発生との関連性を把握し、事故の発生要因を考慮した被害軽減対策の検討に資するため、2013年度から3年間、農薬の関与が疑われるミツバチの全国の被害事例について調査を行った。

その結果、

- ・ 各年の被害事例数は、50～79件で、被害のあった巣箱の数は、いずれの年も全国の巣箱数の1%未満であった。

- 被害の規模は、いずれの年も、比較的小規模な被害事例が多くを占めていたが、1箱当たりの最大死虫が1万件を超える被害も年3～4件報告された。被害の発生は水稲のカメムシ防除の時期に多く、巣箱の周辺で採取された死虫から検出された殺虫剤の多くは水稲のカメムシ防除に使用可能なものであった。このことから、報告された事例における被害の原因は、水稲のカメムシ防除に使用された殺虫剤にミツバチが直接暴露したことによる可能性が高いと考えられた。ただし、どの殺虫剤がミツバチの被害を発生させているのか特定することはできなかった。
- 被害減少のための対策としては、農薬使用者と養蜂家の間の情報共有、養蜂家の行う巣箱の設置場所の工夫・退避、農薬使用者が行う農薬の使用の工夫（ミツバチが浴びにくい粒剤の使用など）が有効である。

とされ、毎年、被害件数及び都道府県毎の対策の有効性の検証の把握を行うとともに、引き続き、国内外の知見を収集、効果的な被害軽減対策を確立する等のために必要な調査研究を実施するとしている。

(ウ) その他（参考）

国際環境 NGO グリーンピースがまとめた「ネオニコチノイド系農薬の環境リスク」（日本語版 2017年6月）においては、2013年以降に出された論文について、英国のサセックス大学トーマス・ウッド氏及びデイブ・ゴールソン氏がハチに対するリスク等についてのレビューを行っている。レビューの対象論文は海外のものであり、農薬の使用状況等は我が国と異なるが、

- 播種技術の改良にもかかわらず、粉塵が舞い上がる状況は続いており、粉塵飛散はいまだに急性暴露の原因であると示唆している。
- 野生植物が広範囲にネオニコチノイド系農薬に暴露していることと、同農薬が花粉、花蜜及び葉に存在することが示されている。
- ネオニコチノイド系農薬で処理された頭花作物への暴露は、野外条件下で自由に飛行する野生のハチ類に著しい負の影響を及ぼすことが示されている。

などとまとめている。

② 本調査研究による新たな知見

ネオニコチノイド系農薬等のセイヨウミツバチへの影響に関する報告は多いが、本検討会では、我が国の野生ハナバチ類への影響を検討するため、ニホンミツバチやマルハナバチを用い、急性毒性やコロニーへの影響の解明を試みた調査研究から得られた結果について、評価を行った。

なお、以下の急性毒性試験においては、トラマルハナバチは野生個体を、クロマルハナバチは市販個体を、ニホンミツバチは飼養個体※を用い、コロニー試験においては、マルハナバチは市販コロニーを、ニホンミツバチは飼養コロニー※をそれぞれ用いている。

※：飼養コロニーとは野外から採取したニホンミツバチを人工巣箱で飼養したもので、飼養個体とは飼養コロニーから生まれた個体のこと。

(ア) 急性接触毒性試験による昆虫類の種の感受性差

【研究の目的及び概要】

ネオニコチノイド系農薬等の浸透移行性殺虫剤と有機リン剤、カーバメート剤等の従来薬剤との陸域昆虫への影響の違いを明らかにするため、これらの農薬 14 種類について、ハチ類を含む陸域節足動物 24 種に対する接触毒性試験¹を実施し、半数致死量 LD₅₀ を算出した（トラマルハナバチ、クロマルハナバチ、ニホンミツバチ、セイヨウミツバチの LD₅₀ で他の研究におけるデータのあるものはその結果を活用）。また、これらの結果を基に種の感受性分布曲線（SSD）を作成し、生物種間の感受性の違い及び農薬間の生態影響の違いを明らかにした。

ア) 種の感受性分布曲線における農薬間の比較

【研究結果】

ネオニコチノイド系のイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、アセタミプリド、ジノテフラン、フェニルピラゾール系のフィプロニルは従来薬剤より陸域昆虫類に対する毒性が高いが、SSD の傾きが緩やかなことから、選択性が高く、大きく影響を受ける種とほとんど影響を受けない種に分かれる傾向があった。

【評価】

農薬に対する陸域昆虫種ごとの感受性差を見ると、有機リン系等の従来薬剤と比較し、ネオニコチノイド系ではやや大きな差が、フェニルピラゾール系では大きな差が見られる。このため、急性毒性の評価に当たっての試験生物種の選定等には注意が必要と考えられる。

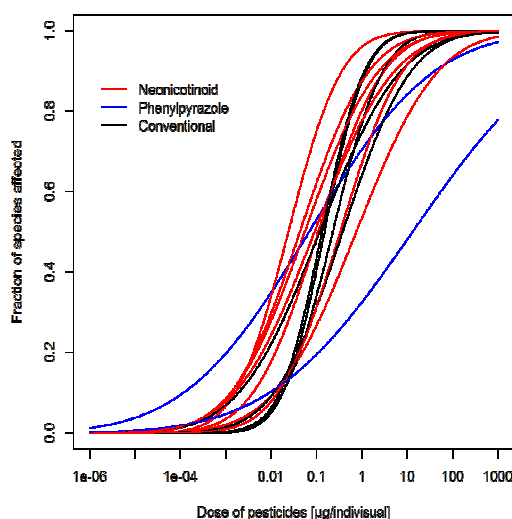


図7 ネオニコチノイド系、フェニルピラゾール系、従来薬剤の SSD

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

¹ 詳しい試験方法は、「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」を参照

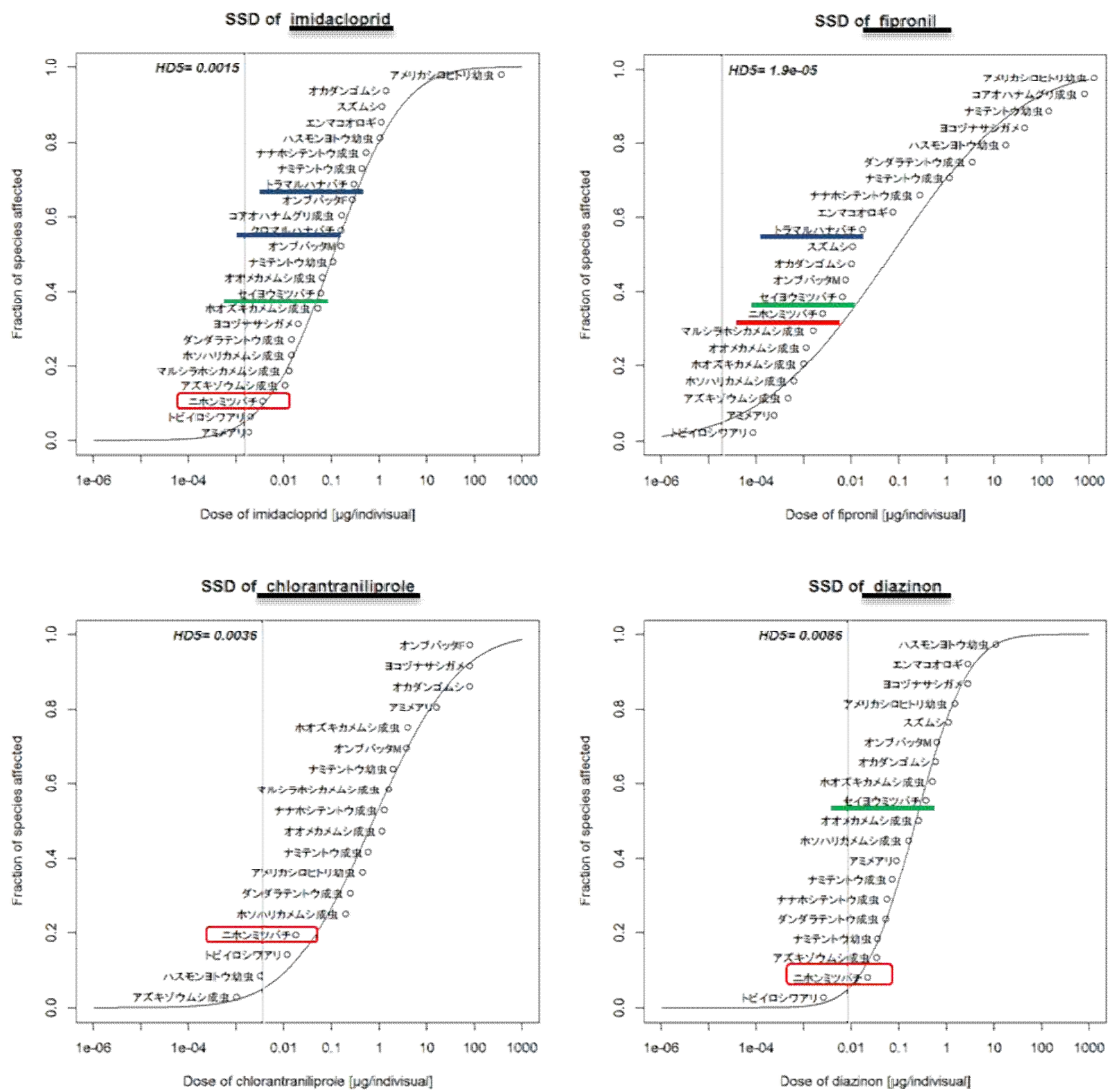
イ) ハナバチにおける種の感受性差の比較

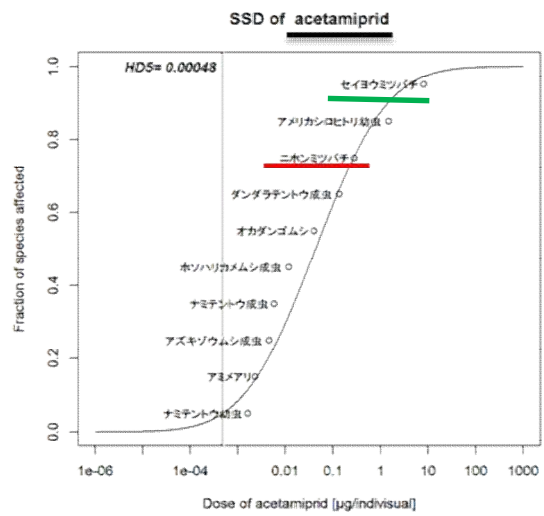
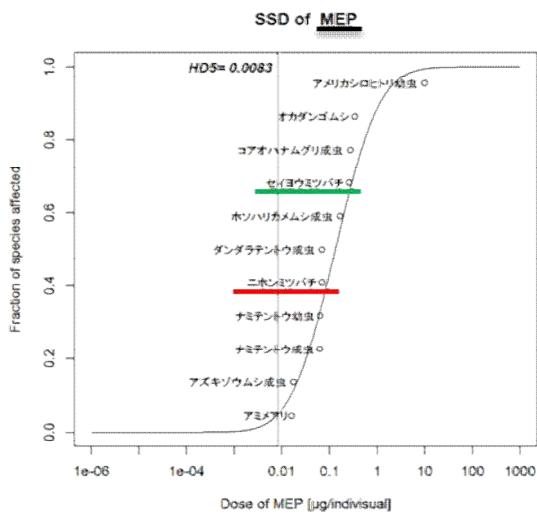
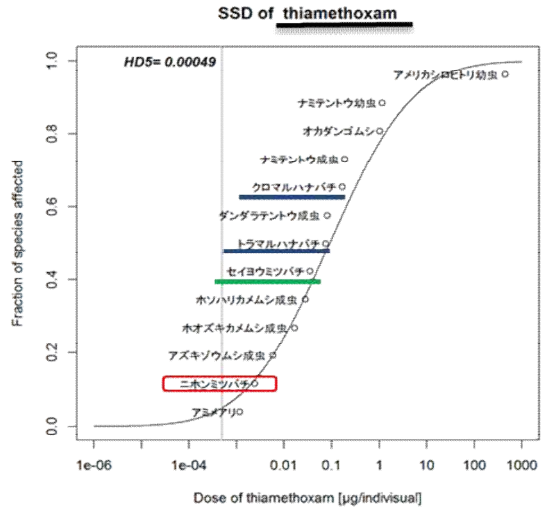
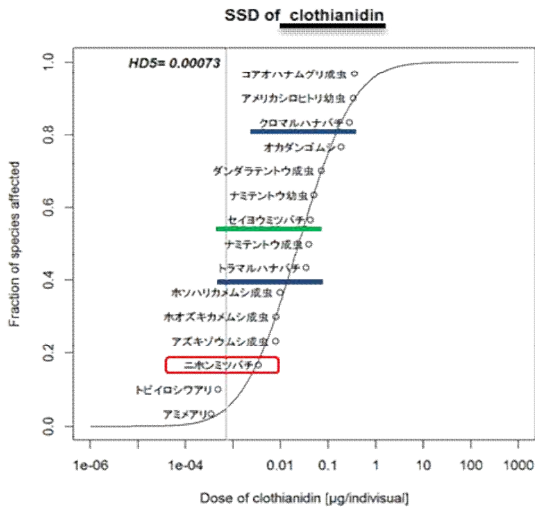
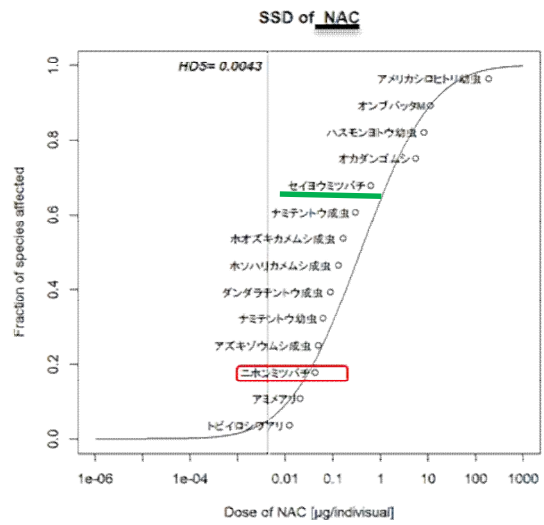
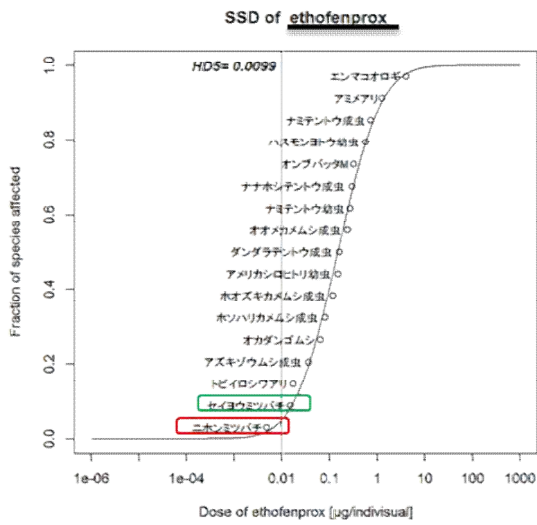
【研究結果】

SSD 分析の結果、薬剤の影響を受ける種の 20%以下にプロットされる種（感受性が高い種）の中にニホンミツバチとセイヨウミツバチがあったが、トラマルハナバチとクロマルハナバチはなかった。

【評価】

調査を行った農薬の接触暴露に対する感受性は、ニホンミツバチ、セイヨウミツバチ、マルハナバチの中ではニホンミツバチが最も高い。





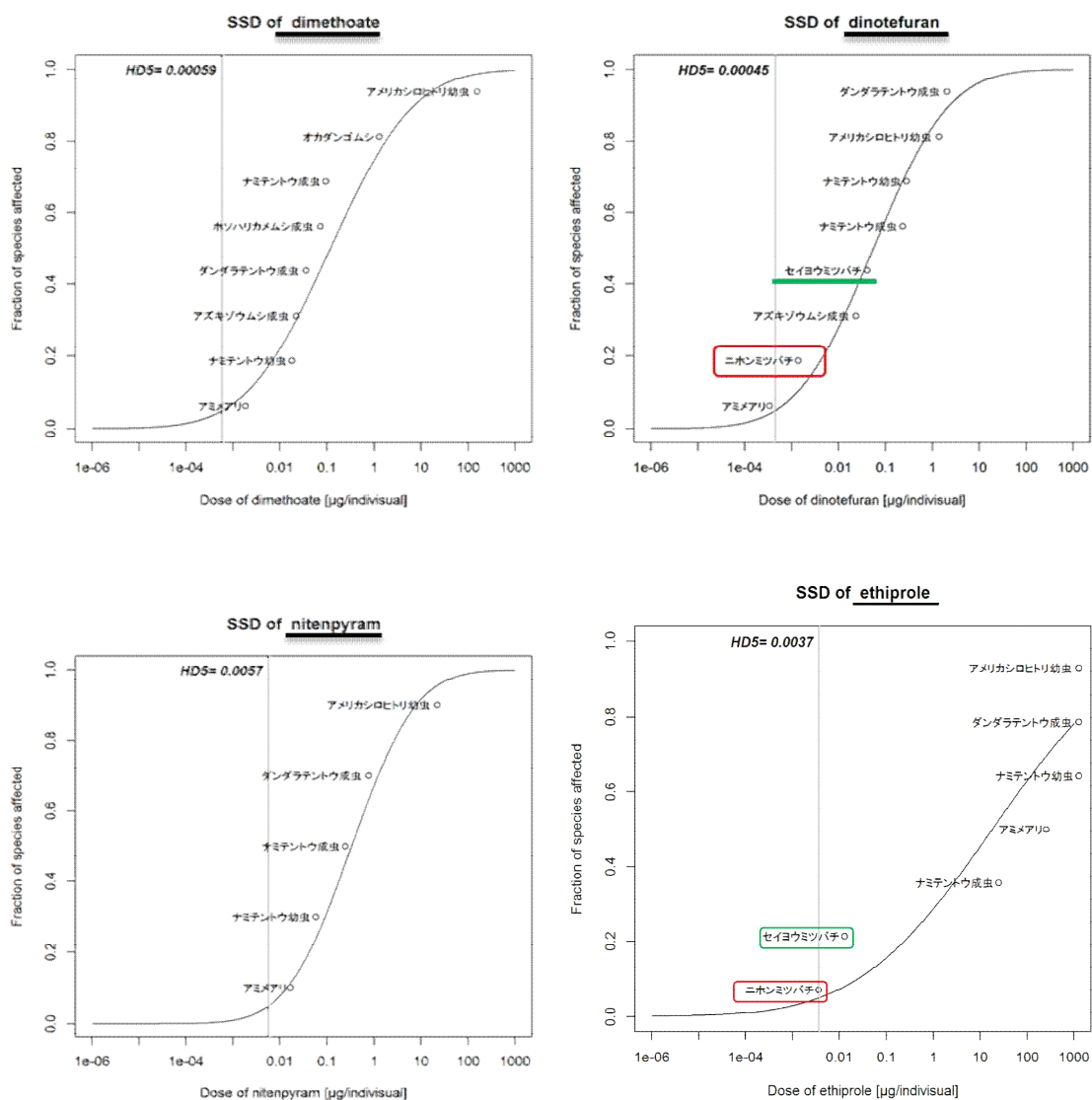


図 8 各薬剤における種の感受性分布 (SSD)

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

(イ) マルハナバチへの急性接触及び経口毒性試験

【研究の目的及び概要】

ネオニコチノイド系農薬等のマルハナバチに対する生態リスク評価を行うため、マルハナバチのワーカー個体による室内急性毒性試験として接触毒性試験及び経口毒性試験を実施しLD₅₀を算出し、セイヨウミツバチとの感受性の違いを調査した¹。

¹ 詳しい試験方法は、「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」を参照

【研究結果】

マルハナバチへのイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、フィプロニルの急性の接触毒性、経口毒性は、セイヨウミツバチと同程度であり、また、時間の経過とともに毒性の発現が強くなった。

【評価】

マルハナバチに対するイミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、フィプロニルの急性の接触毒性及び経口毒性はセイヨウミツバチと同程度と考えられる。

表 7 マルハナバチの急性接触・経口毒性試験による LD₅₀

接触試験LD ₅₀			経口試験LD ₅₀		
	トラマル	クロマル		トラマル	クロマル
イミダクロプリド (0.081)	0.296 0.0973	0.159 0.140	イミダクロプリド (0.037)	140 0.469	3.90 0.493
クロチアニジン (0.04426)	0.0344 0.0287	(0.282) (0.282)	クロチアニジン (0.00379)	0.00336 0.00305	0.00738 0.00738
チアメトキサム (0.024)	0.0756 0.0719	0.166 0.136	チアメトキサム (0.005)	0.00512 0.00512	0.0224 0.0224
フィプロニル (0.00593)	0.0171 0.00946	— (0.152)	フィプロニル (0.00417)	0.00812 0.00521	0.0125 0.00740

上段: 48h
下段: 72h

(注) 薬剤名の下に括弧の数値はセイヨウミツバチ48hLD₅₀の値
単位は全てµg/bee

出典: 「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

(ウ) クロマルハナバチのコロニーを用いたハウス内繁殖影響試験

【研究の目的及び概要】

イミダクロプリドのマルハナバチのコロニーへの影響を調べるため、クロマルハナバチ市販コロニーを用い、ハウス内で餌の花粉（ベイト花粉）の摂取を通じたコロニーレベルでの繁殖影響試験¹を行った。

【研究結果】

1年目の試験では、ベイト花粉中のイミダクロプリドの濃度が200ppbで1ヶ月間の花粉消費量が半減し（対象区 56.3g → イミダクロプリド処理区 28.3g）、1ヶ月後の巣内構造は卵数がゼロとなり、新女王及びオスが生産されなかった。20ppbでは、死亡幼虫が有意に増加した。

また、2年目の試験でも、ハチの活動期に実施した試験では、200ppbのイミダクロプリド処理区では、無処理区と個体数に差はないが、1年目と同様に、オス及び

¹ 詳しい試験方法は、「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」を参照

新女王の出現がなく、20ppb ではオスの出現がなかった。また、200ppb では、生存総個体数が少なく、生存幼虫数が少なかったのに対し、20ppb では生存総個体数、生存幼虫数に差は認められなかった。

【評価】

クロマルハナバチは、巣に持ち帰る花粉中のイミダクロプリドが環境中濃度※の20ppb（暴露期間中の農薬原体持ち帰り量 $0.69 \mu\text{g}$ （1ヶ月間）、 $1.45 \mu\text{g}$ （40日間））で巣内構造に変化が見られることから、この濃度では次世代の生産に影響する可能性がある。

※海外文献による環境中での高濃度の事例を考慮して設定

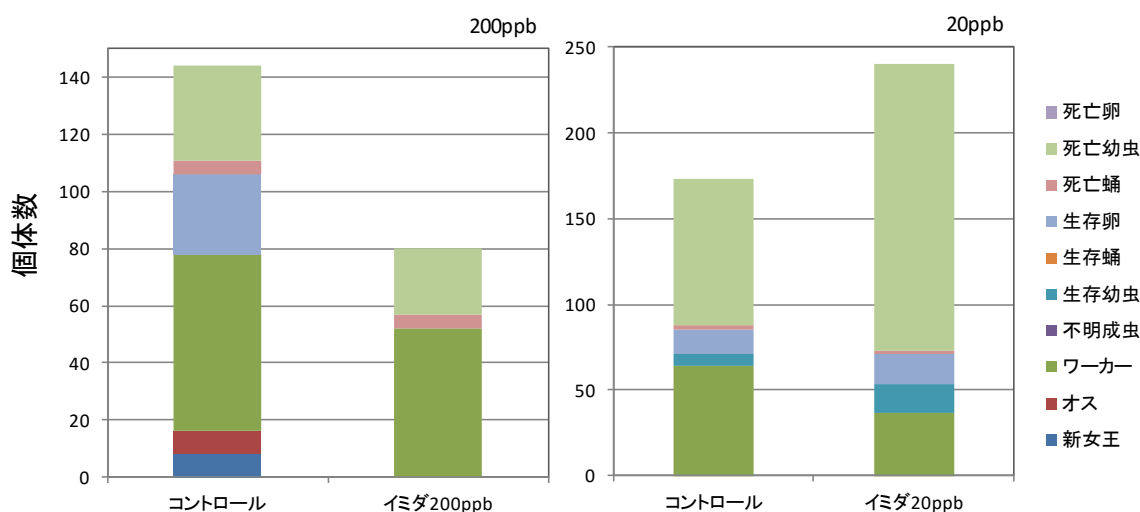


図9 イミダクロプリドのハウス内コロニーレベル繁殖影響試験における1ヶ月後のクロマルハナバチの巣内構造（1年目）

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

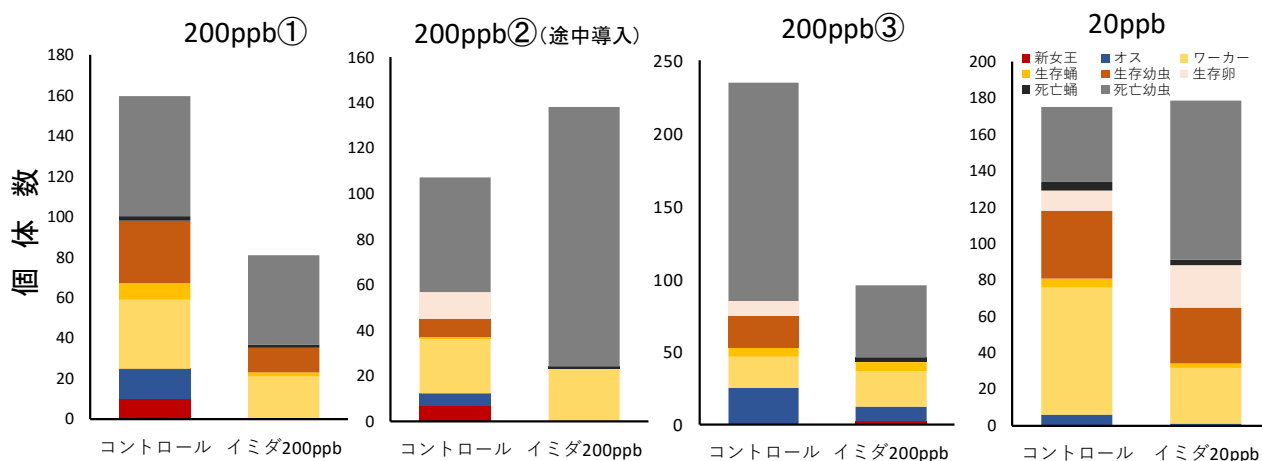


図10 イミダクロプリドのハウス内コロニーレベル繁殖影響試験における40日後のクロマルハナバチの巣内構造（2年目）

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

(エ) ニホンミツバチの個体レベルの急性接触毒性試験

【研究の目的及び概要】

浸透移行性殺虫剤の野生ニホンミツバチに対する影響と有機リン剤等の従来薬剤との影響の違いを明らかにするため、野生ニホンミツバチのワーカー個体による室内急性毒性試験として接触毒性試験を実施し、感受性の違いを調査した¹。

【研究結果】

試験に用いた農薬の LD₅₀ は、ニホンミツバチの方がセイヨウミツバチよりも低い傾向を示した。

対象農薬のニホンミツバチに対する LD₅₀ の最大と最小は、いずれもネオニコチノイド系薬剤から得られた。

【評価】

農薬の急性接触毒性において、ニホンミツバチの毒性値（48 時間 LD₅₀）は、文献データから得られるセイヨウミツバチの毒性値と比較すると 2.6~29 倍程度の差があり、ニホンミツバチの感受性はセイヨウミツバチと比べて高い傾向にある。また、ニホンミツバチの感受性は、ネオニコチノイド系農薬の種類によって大きく異なる。

表 8 ニホンミツバチとセイヨウミツバチに対する各種農薬の LD₅₀ (48 時間)

Class	Chemicals	Slope ± SE	Intercept ± SE	LD ₅₀ (µg/bee)		Goodness of fit test			LD ₅₀ ^c (µg/bee)
				Estimate	95% CI	df	Likelihood ratio χ^2	P	
Neonicotinoid	Acetamiprid	0.942 ± 0.247	0.523 ± 0.256	0.278	0.060–1.041	19	59.24	<0.001	8.09
	Imidacloprid	2.09 ± 0.47	5.098 ± 1.23	0.0036	0.0018–0.0077	15	11.31	0.73	0.06
	Clothianidin	8.00 ± 1.97	19.71 ± 4.85	0.0034	0.0029–0.005	13	8.43	0.81	0.042
	Dinotefuran	0.91 ± 0.30	2.60 ± 0.86	0.0014	0.0001–0.001	17	83.53	<0.001	0.041
	Thiamethoxam	3.47 ± 0.66	9.08 ± 1.68	0.0024	0.0018–0.0031	17	25.45	0.085	0.035
Phenylpyrazole	Fipronil	3.96 ± 0.94	10.31 ± 2.45	0.0025	0.0017–0.0036	18	30.95	0.029	0.0065
Organophosphorus	Diazinon ^a	23.93 ± 3828.0	39.5 ± 6503.7	0.022	–	20	27.43	0.12	0.37
	Fenitrothion	2.52 ± 0.80	2.92 ± 0.85	0.069	0.03–0.10	23	37.16	0.03	0.26
Anthranilic diamide	Chlorantraniliprole ^b	2.66 ± 0.82	4.67 ± 1.41	0.018	0.007–0.03	16	36.3	0.003	–
Synthetic pyrethroid	Ethofenprox	1.09 ± 17.2	2.52 ± 13.34	0.0048	–	20	45.46	<0.001	0.015
Carbamate	Carbaryl ^d	22.6 ± 9160.8	31.1 ± 12337	0.042	–	9	20.6	0.015	0.63

The 95% confidence interval was not calculated for diazinon, ethofenprox, and carbaryl treatment, because the index of significance for potency estimation exceeded 0.5.

^a The model is uncertain, as SE of slope is too large.

^b Finney Equivalent was used to calculate the CI.

^c LD₅₀ values of *A. mellifera* were obtained from the ECOTOX (<http://cfpub.epa.gov/ecotox/>) and AgriTox databases (<http://www.agritox.anses.fr/index.php>, accessed 10 December 2015).

出典: Yasuda M, Sakamoto Y, Goka K, Nagamitsu T, Taki H, (2017) Insecticide susceptibility in Asian honey bees *Apis cerana* and implications for wild honey bees in Asia. *Journal of Economic Entomology*, 110:447–452.

¹ 詳しい試験方法は、「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」を参照

(オ) ニホンミツバチのコロニーに対する暴露試験

【研究の目的及び概要】

実環境での浸透移行性殺虫剤の野生ニホンミツバチのコロニーへの低濃度暴露の影響評価を行うため、野生ニホンミツバチのコロニーを用い、飼育環境下における人工飼料の摂食を通じたコロニーに対する低濃度暴露試験を実施した。

【研究結果】

現実の農薬散布による花粉からの残留農薬の摂食を想定したニホンミツバチのコロニー試験では、ネオニコチノイド系のジノテフラン（301.8ng/g）区、非ネオニコチノイド系のエトフェプロックス（25.4ng/g）区は、無処理区と比較してコロニーの生存率等に明確な差は見られなかった。

【評価】

ニホンミツバチのコロニーにおいて、水田で使用される代表的な農薬であるジノテフラン、エトフェプロックスを環境中濃度*で混合した飼料を与えても、それらの農薬を混合しなかった場合と比較して、有意な影響は認められなかった。

※我が国においてセイヨウミツバチが巣に持ち帰る花粉中濃度の調査で得られた最大の濃度

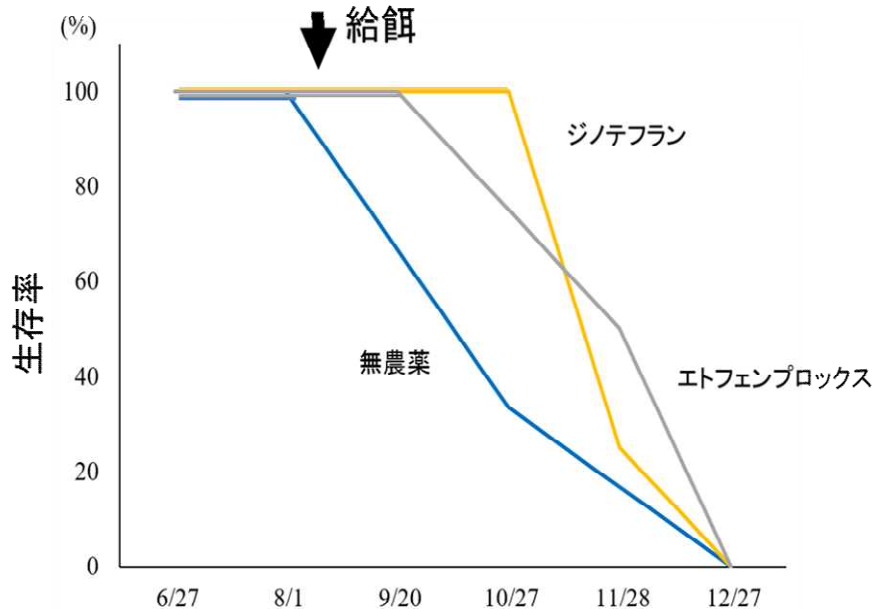


図 11 ニホンミツバチのコロニーにおける巣生存率の経時変化

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

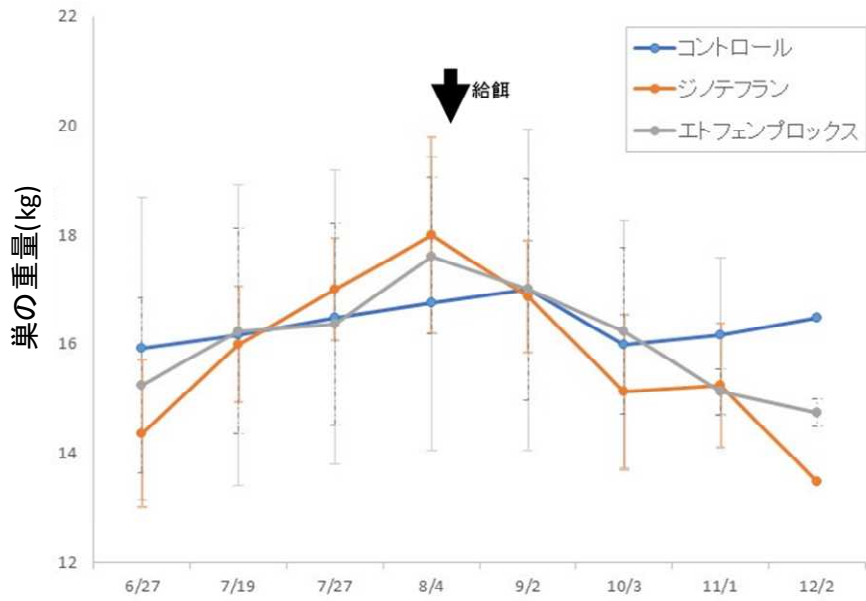


図 12 ニホンミツバチのコロニーにおける巣重量の経時変化

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

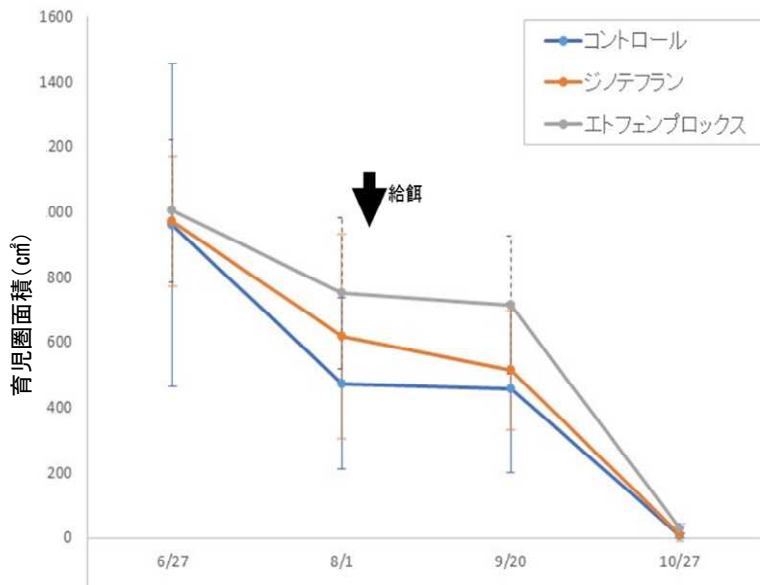


図 13 ニホンミツバチのコロニーにおける育児圏面積の経時変化

出典：「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」より得られたデータ

3 我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響の総合評価

1、2及び参考資料に示した環境省事業によるこれまでの研究結果、国内外の知見、海外での評価状況等を踏まえ、現時点の我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響について科学的な総合評価を行い、以下のとおり取りまとめた。

(1) トンボ類に対する影響の総合評価

- ① 我が国では、ネオニコチノイド系農薬等が使用されはじめた1990年代から一部のトンボ類の顕著な減少傾向を示すデータがあるため、ネオニコチノイド系農薬等の使用がトンボ類の減少要因である可能性が指摘されているが、水田の落水やほ場整備等の環境の変化が主要因である可能性もあることから、ネオニコチノイド系農薬等の使用が減少要因であるかどうかは明らかではない。
- ② ネオニコチノイド系農薬のトンボ類への急性影響については、幼虫（ヤゴ）の急性遊泳阻害試験により、ネオニコチノイド系に比べ、エトフェンプロックスとシラフルオフエン（ピレスロイド系）、フィプロニル（フェニルピラゾール系）、フェントロチオン（有機リン系）で高い毒性を示すことが明らかとなった。他方、農薬に対する感受性は、トンボの幼虫に比べ、標準的な試験方法が確立されているユスリカの幼虫の方が高い傾向にあることが明らかとなった。
- ③ 実験用の模擬水田内で3年間連続施用した場合に、トンボ類の生息に著しい影響を及ぼすことを示す農薬（フィプロニル）があるという知見が得られた。他方、実環境中における水田周辺の水及び底質中の残留農薬に関する調査結果では、ネオニコチノイド系農薬等がトンボ類の生息に影響を及ぼし得ることを示す明確な知見は得られていない。
- ④ 農薬によっては、低濃度であっても長く底質に留まるものもあることから、底質での生育が長いトンボの幼虫に対する農薬の影響を見るには、慢性的な長期暴露による影響評価の検討も必要である。

(2) 野生ハナバチ類に対する影響の総合評価

- ① 欧米等では、対象作物や使用方法によっては、一部のネオニコチノイド系農薬等でミツバチやマルハナバチに対し、高いリスクを示すとされたものがある。
しかしながら、これまでの知見では、我が国で環境中における農薬の野生ハナバチ類への影響は確認されていない。また、野生ハナバチ類に対する農薬の暴露量の把握が十分ではないため、現時点では、農薬の野生ハナバチ類に対するリスク評価を行うことはできなかった。
- ② 個体への影響については、マルハナバチとセイヨウミツバチとを比較すると、イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム及びフィプロニルによる急性の接触毒性及び経口毒性は同程度と考えられる。

- ③ ニホンミツバチとセイヨウミツバチを比較すると、ネオニコチノイド系農薬等の急性接触毒性はニホンミツバチの方が高い傾向にある。ただし、感受性はネオニコチノイド系農薬の種類により大きく異なる。急性経口毒性については、ニホンミツバチに対する知見がないため、比較を行うことはできなかった。
- ④ コロニーレベルでの繁殖への影響については、環境中の農作物の花粉中に残留しうる濃度のイミダクロプリドにより、クロマルハナバチのコロニー内構造に変化が見られ、次世代の生産に影響する可能性が示唆された。今後、野生ハナバチ類への影響を評価するには、個体への影響のほか、コロニーへの影響を調べることも重要であり、環境中においてどれだけの量の農薬に野生ハナバチ類のコロニーが暴露されるかの知見の集積が必要である。

4 我が国において今後必要と考えられる施策

3で行った総合評価の結果を踏まえ、今後、我が国の環境中における農薬のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響に対応するためには、以下の施策に取り組む必要があると考えられる。

(1) トンボ類に関する施策

- 水田周辺の環境中における農薬のトンボ類に対する影響について、引き続き知見の集積を進める。
- 現行の農薬登録制度の下での水産動植物の急性影響評価において、トンボの幼虫に対するこれまでの毒性データに基づき、トンボの幼虫よりも感受性の高い傾向にあるユスリカの幼虫を導入し、農薬登録保留基準値の設定及び改正を行っていることは、トンボ類の保全にも資することから、引き続きユスリカ幼虫試験により適切な基準値の設定に取り組む。
- 特定の農薬の使用量が多い地域の流域では水田周辺の環境中濃度が高まり、トンボの幼虫に対し急性影響を及ぼす可能性があるため、地域で使用する農薬の種類及び使用時期が集中しないよう注意・指導を進める。
- 農薬によっては、低濃度であっても長く底質に残留するものもあることから、底質での生育が長い生物に対する農薬の影響を見るための慢性的な長期暴露による影響評価の検討を進める。

(2) 野生ハナバチ類に関する施策

- ニホンミツバチの急性経口毒性試験に取り組み、花粉等に残留した農薬の影響を明らかにするとともに、これまでに世界で広く飼養され、比較的知見の集積が進んでいるセイヨウミツバチと比較できるよう、さらなる知見の集積を進める。
- ニホンミツバチ及びマルハナバチに対する農薬の暴露実態を解明するため、農薬の花粉等への残留量、個体への付着量、コロニー内への蓄積量等を調査し、農薬の種類毎の暴露量の算出手法の開発に取り組む。
- 野生ハナバチ類に対するリスク評価手法について、農林水産省が実施するセイヨウミツバチに対するリスク評価との関係を整理し、国際標準との調和にも留意しつつ検討を進める。

(3) その他生物多様性保全に関する施策

- 里地里山や田園地域は、持続的な農林業の営みを通じて、多様な動植物が生息・生育する生物多様性が豊かな空間として存在するが、農薬・肥料の不適切な使用や、経済性や効率性のみを重視した工法による事業を実施した場合には、生物多様性への影響が懸念されるほか、耕作放棄地の増加などアンダーユースにより、里地里山の古くから身近に見られた生物が減少していることが、生物多様性の劣化として問題視されている。「生物多様性国家戦略 2012-2020」では、安全で良質な食料の供給はもと

より、健全な生物多様性を擁する自然環境を国民に提供できるよう、生物多様性の保全をより重視した農業生産及び里地里山の整備・保全を推進することを基本戦略の一つとしている。この基本戦略の推進に資するよう、ほ場の外の環境への影響のみならず、ほ場内における生物多様性の保全にも配慮した生産管理技術の構築を目指し、より生態リスクの低い農薬の選定や使用方法等、農薬についても生態リスク管理手法の検討に取り組む。

- トンボ類の生息における水田の位置付けは、湖沼等の代替湿地としてライフサイクルを完結するための重要な生息環境となってきた。水田に依存したトンボ類の保全を図るため、ビオトープ等の保全エリアの構築や水田における農薬の使用手法の検討などについて、地域住民と生産者の合意の下で取組を進める。
- 野生ハナバチ類の保全には、餌となる植物資源の多様性保全が不可欠な要素であることから、農薬使用のない耕作放棄地などを有効利用した蜜源の創出等による地域における柔軟な土地利用の取組や、水田や畑の周辺に自生する顕花植物の開花期に農薬が飛散・浸透することを低減するための使用手法の開発を進める。

おわりに

本報告書は、我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に与える影響について、環境省のこれまでの調査研究結果とともに、国内外の文献等の科学的知見を基に総合的に評価を行い、今後必要と考えられる施策について検討することを目的として、農薬及びその環境への影響等に関する専門家で構成する「農薬の昆虫類への影響に関する検討会」において6回にわたり検討し、取りまとめたものである。

欧米では、ミツバチの減少が問題となり、その原因の一つとしてネオニコチノイド系農薬の使用が考えられ、これまでの試験データとリスク評価によりミツバチに対するリスクが高いとされた農薬については暫定的な規制措置が講じられている。

我が国においても、トンボ類やミツバチの減少に関する情報があり、本検討会でも農薬がトンボ類や野生ハナバチ類に影響を与えることを示唆するいくつかの知見は得られたものの、ネオニコチノイド系農薬等の使用が我が国の環境中でのトンボ類や野生ハナバチ類の生息に影響を及ぼしているかどうかについては、我が国での農薬の使用方法が欧米と異なること、農薬以外にもこれらの生息に影響を与える要因があること、野生ハナバチ類に対する農薬の暴露量の把握が十分ではないことなども考慮して総合的に見ると、これまでの科学的知見からは明らかではないとの結論に至った。

従来の農薬に比べ人畜や魚類等への影響が小さいとされるネオニコチノイド系農薬等ではあるが、トンボ類や野生ハナバチ類といった非標的生物への影響についての懸念があることから、引き続き知見の集積を進めつつ、農薬の使用によるこれら生物への影響が軽減されるようその使用方法に配慮するとともに、より影響の小さい農薬の開発、普及が望まれるところである。

また、陸域等の非標的生物への影響が懸念される中で、我が国の農薬登録制度における生態影響に係るリスク評価の仕組みが、水産動植物以外への影響を考慮するようになっていないことから、早急に技術的、制度的な整備を進めていくことも必要である。

今回の検討は、ほ場で使用される農薬が環境中に飛散、流出することによるトンボ類や野生ハナバチ類への影響を評価したものであるが、今後必要と考えられる施策の中では、「生物多様性国家戦略 2012-2020」を踏まえ、地域の取組として生物の保全エリアの構築やほ場内での生物多様性の保全に配慮した農薬の使用等に係る検討にも言及した。

我が国の水田や畑の中は多様な生物を育む場としての機能も有していることから、例えば、基幹的に同じ農薬を毎年広く使用するのではなく、害虫の発生状況に応じたきめ細かな農薬の使用、あるいは非標的生物への影響が少ない農薬の選定等の取組事例もある。このような地域の創意工夫と新たな知識や技術を活かした取組を拡大することにより、安全な食料の生産、持続的な農業の発展、農村の活性化と併せて、より豊かな生物多様性が確保されることを期待したい。

参考資料

(参考1) 農薬の昆虫類への影響に関する検討会について	50
(参考2) EU の評価の概要	60
(参考3) 米国の評価の概要.....	70
(参考4) 主要な国、地域の農薬登録制度における生態影響に係るリスク評価の実施状況	81
(参考5) 農薬のトンボ類に対する影響に関する文献調査の結果	82
(参考6) 農薬の野生ハナバチ類に対する影響に関する文献調査の結果	93
(参考7) 環境省事業による調査研究で用いられた農薬の概要	101
(参考8) 農薬取締関係法令（抜粋）水産動植物の被害防止等に関する部分	123
(参考文献)	125

(参考1) 農薬の昆虫類への影響に関する検討会について

平成29年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会開催要領

1. 目的

ネオニコチノイド系農薬等のトンボ・野生ハチへの影響について、これまで環境省が実施、支援してきた調査研究の他、国内外の文献等の科学的知見を集積し、横断的、総合的に検討を行い、我が国における農薬のトンボ・野生ハチへの影響について科学的に評価を行うとともに、ネオニコチノイド系農薬等が我が国のトンボ・野生ハチに対し、今後、深刻な影響を及ぼしていると認められた場合、環境省が他省庁と連携し、対応を検討すべきと考えられる施策について、諸外国の取組も参考として整理を行うため、標記検討会（以下「検討会」という。）を開催する。

2. 構成

検討会は、農薬及びその環境への影響等に関する専門家で構成する。

3. 検討事項

- (1) 農薬のトンボに対する影響評価
- (2) 農薬の野生ハチに対する影響評価
- (3) 諸外国における農薬の規制の動きと我が国の対応
- (4) 上記(1)～(3)の結果を踏まえ、我が国で対応が必要と考えられる施策

4. 検討会の運営

- (1) 検討会に座長を置く。
- (2) 座長は、検討委員の互選によってこれを定める。
- (3) 座長は、検討会の議事運営にあたる。
- (4) 座長に事故があるときは、座長があらかじめ指名する検討委員がその職務を代行する。
- (5) 座長が必要と認める場合には、外部の専門家から意見聴取を行うことができる。

5. 事務局

検討会の事務は、株式会社日本総合研究所が環境省水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室と相談の上で行う。

6. 情報公開

- (1) 検討会及び検討会資料は、実施途中の研究情報等非公開情報が含まれることから、原則非公開とする。
- (2) 検討会の議事要旨は、事務局において作成し、検討会の最終とりまとめの際に公開する。

平成29年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会委員名簿

天野 昭子	岐阜県農業技術センター病理昆虫部部長研究員兼部長
大久保規子	大阪大学大学院法学研究科教授
五箇 公一 (座長)	国立研究開発法人国立環境研究所生物・生態系環境研究センター 生態リスク評価・対策研究室室長
坂本 佳子	国立研究開発法人国立環境研究所生物・生態系環境研究センター 生態リスク評価・対策研究室研究員
白石 寛明	国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康研究センターフェロー
神宮字 寛	宮城大学食産業学部環境システム学科農村生態工学研究室教授
滝 久智	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 森林昆虫研究領域主任研究員
中村 純	玉川大学農学部先端食農学科教授
二橋 亮	国立研究開発法人産業技術総合研究所生物プロセス研究部門 生物共生進化機構研究グループ主任研究員
山本 廣基	独立行政法人大学入試センター理事長

(敬称略)

開 催 実 績

平成 28 年度

第 1 回 平成 28 年 11 月 14 日（月）

- 平成 28 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会の設置及び座長の選出について
- 農薬のトンボ類に対する影響評価を行うための知見の整理
- 農薬の野生ハナバチ類に対する影響評価を行うための知見の整理

第 2 回 平成 29 年 2 月 8 日（水）

- 第 1 回検討会の指摘事項について
- 農薬に係る我が国の取組と諸外国における規制の動きについて
- 農薬による生態影響が懸念される場合の対応として考えられる施策について

平成 29 年度

第 1 回 平成 29 年 6 月 6 日（火）

- 平成 29 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会の設置及び座長の選出について
- 諸外国における農薬の規制の動きについて（前回の指摘事項）
- 農薬のトンボ類に対する影響評価について
- 農薬の野生ハナバチ類に対する影響評価について

第 2 回 平成 29 年 8 月 7 日（月）

- 農薬登録制度をめぐる新たな動きについて（報告）
- 農薬のトンボ類に対する影響の総合評価と今後の対策について
- 農薬の野生ハナバチ類に対する影響の総合評価と今後の対策について
- 検討会報告のとりまとめ骨子案について

第 3 回 平成 29 年 10 月 4 日（水）

- 農薬の昆虫類への影響に関する検討会報告のとりまとめ案について

第 4 回 平成 29 年 10 月 12 日（木）

- 農薬の昆虫類への影響に関する検討会報告のとりまとめについて

平成 28 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会（第 1 回）

議事概要

1. 日時 平成 28 年 11 月 14 日 13:30～
2. 場所 株式会社日本総合研究所 131A 会議室
3. 出席委員 五箇委員、天野委員、坂本委員、神宮宇委員、滝委員、中村委員、二橋委員、山本委員
4. 議事概要
 - (1) 平成 28 年度検討会開催要領について了承された。
 - (2) 座長として五箇委員が選出され、座長代理として中村委員が指名された。
 - (3) 知見の整理に向け、事務局から評価対象とする環境省事業の結果についての報告、委員からこれまでの研究結果等の報告があり、その後意見交換が行われた。

【主な意見】

■トンボ類関連

- トンボ類について非常にクリアに毒性が出ているのはネオニコチノイド系ではないフェニルピラゾール系のフィプロニルであるため、「ネオニコチノイド系等」で括ってしまうとミスリーディングされる恐れがある。外向けの発信には注意が必要。
- クロラントラニプロールはフィプロニルに比べ土壌吸着性は高くないのに残留性が高くなっている。土壌吸着そのものは土壌の質でも変わるが、環境が変わっても大きく変わることは起こりえて、単純に土壌吸着係数だけでは本当の残留はわからない。今回の結果は一般論としては捉えられず、並行して環境モニタリングも必要。
- 土壌残留試験において、通常定量限界よりも低い、シビアな値が示されているため、数値については確認が必要。
- トンボ類はミジンコに比べてサイクルが非常に長いため、低濃度でも長く暴露が続くことで、行動がおかしくなったり、餌が取れなくなるだろうことが示唆されている。寿命の長い生き物の評価は 48 時間では足りないかもしれない。

■ハナバチ類関連

- 暴露経路については、ほとんどが空中散布によるドリフト。日本では水田での箱剤が圧倒的に多いため、水経由での影響が大きいと考えられるが、暴露の実態評価、実態調査はこれからである。
- 北海道の水田地帯で見ると、ミツバチはイネの花粉はあまり好まず、地域での開花期が揃って短いことから、イネの花粉による暴露はあまりない。圧倒的に多いのは、水田の畦に咲くクローバーと考えられる。クローバーは開花期が長く、花粉も多く、水田では畦にまで農薬がしっかり散布されるため、暴露の可能性が高いと考える。
- 北海道では、マルハナバチが減っても、一番影響を受けるはずのセイヨウマルハナバチが影響を受けていないことから、ハナバチ類への影響については多くのファクターが効いている可能性がある。

■全体討論

- 行政対応として、総合的な農薬管理というものが行動計画になる必要があると考える。セイヨウミツバチだけを家畜だから外すというならそのロジックの整理が必要。セイヨウミツバチを入れるなら最初から定義した方がよい。
- 研究サイドでは農業は生物多様性に含まれ、世の中はミツバチが関心の中心。

- 農作物のポリネーターとしてニホンミツバチが入っていることを考えると、ニホンミツバチの農水省による影響評価と、環境省による影響評価で役割分担の整理も必要。
- ハナバチ類やトンボ類といった、直接の害虫ではなく水資源の中とも関わりのないところにまで農薬のリスク管理を議論することは大きな前進であるが、農水省と環境省でコンセンサスが必要。
- 生産サイドとしては、生業として米を作る必要があり、農薬の規制は生産者に負担を負わせることに留意する必要。里山と近郊大規模水田を同じものと考え、一元的に管理法を定めることは避けるべきであり、現場を踏まえた上での議論が必要。

以上

平成 28 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会（第 2 回）

議事概要

1. 日時 平成 29 年 2 月 8 日 14:15～
2. 場所 環境省第 2・3 会議室
3. 出席委員 五箇委員、天野委員、大久保委員、坂本委員、白石委員、滝委員、二橋委員、山本委員
4. 議事概要

事務局から農薬に係る我が国の取組と諸外国における規制の動きに関する報告が行われ、また、農薬による生態影響が懸念される場合の対応について意見交換が行われた。

【主な意見】

■農薬に係る我が国の取組と諸外国における規制の動きについて

（韓国・中国）

- 韓国においては農薬によるミツバチの事故は存在しないとあるが、そもそも養蜂の位置づけはどうか。諸外国の事情やあり方を考えるには、その国の産業での位置づけ、農薬の使われ方を整理し、日本とはどこが違って何が必要かを整理する必要。
- リスクアセスメントをするときの暴露はどのように考えたらよいか。
- 規制のシステムよりも、アジアにおいて、トンボ類やハナバチ類に農薬の影響が出ているのか情報リサーチが必要。

（EU・米国等）

- 諸外国では、どういう科学的根拠に基づき、どういうコンセンサスを得て規制に動いているのかのプロセスの情報が必要。
- EUでは規制を始めて 3 年が経過しているが、その結果環境は守られたのか、作物の収量はどうなったのか、事後評価の動きはどうなっているのか知りたい。
- 情報を集める際には、パブリッシングバイアスがあり、変わったことは載るが当たり前のことは載らないので注意が必要。

■農薬による生態影響が懸念される場合の対応として考えられる施策について

（農薬の使用によるトンボ類及び野生ハナバチ類への深刻な影響とは）

- 昆虫類への暴露評価を行うに当たって、暴露ルートがほとんどわかっていない。ドリフトなのか花粉・花蜜からなのか、どの成長段階で影響を受けているのかもわからない状況。そうした基礎的データを明らかにしないと暴露評価は難しい。

- 我が国とヨーロッパでは、農薬の使用形態が異なるため、被害の出る過程を分けて考えることが必要。
- 生態影響が懸念されるということには、社会的な合意が非常に重要。
- 透明性を担保した中で合意形成を進めて行くことが必要。
- IPBES における生物多様性の評価において、論文を一つずつ精査したが、完全に農薬が黒だとは言いきれず不明であり、今後も調査が必要との結論を出している。
- トンボ類や野生ハナバチ類を指標とする意義について、一般の人が納得する理由が必要。

(必要な対策として、どのような仕組みが効果的か)

- 生態影響が懸念される場合の対応としては、暴露を断てばよいのだから、農薬の使用方法を変えるか、使用を禁止する。そのためには、暴露経路の実態を見極めることが必要。
- 法的な枠組み作りは、予防原則だから禁止とは必ずしもならなくて、コストベネフィットであると考えられる。
- フランスでは一度禁止してみて、他に代替物が見つからなければ特例措置を設けるとしており、新しい代替物ができているかも考慮要素になる。
- 不確実性があるものについては再評価という仕組みも取り入れていくことが必要。
- 農薬の施策の中で、農薬の使い方に我々は提言ができるのではないか。
- 殺虫剤では虫に対する毒性は避けられない。使い方の問題だと思う。
- ネオニコチノイド系農薬等の浸透移行性農薬が登場してからは、その農薬一色となり、抵抗性の発達も早まる。また、予防的に使うことで、常に暴露を受ける状態が続く。そうしたところも総合評価する必要がある。
- 地域個体群とか、特別な絶滅危惧種のある地域での評価というものを追加してはどうか。剤の特質に応じて、守るべき個体群の方を考える仕組みもあるのでは。

■その他

- トンボ類の調査における底質中の残留農薬濃度の値について、分析方法の妥当性が担保できていないため、分析の感度並びに精度を精査するとともに、濃度と個体数等を関連付けるところは注意が必要。

以上

平成 29 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会（第 1 回）

議事概要

1. 日時 平成 29 年 6 月 6 日 13:30～
2. 場所 経済産業省別館 104 会議室
3. 出席委員 五箇委員、天野委員、大久保委員、坂本委員、白石委員、神宮宇委員、滝委員、中村委員、山本委員
4. 議事概要
 - (1) 平成 29 年度検討会開催要領について了承された。
 - (2) 座長として五箇委員が選出され、座長代理として中村委員が指名された。
 - (3) 事務局から農薬に係る諸外国における規制の動きに関する報告が行われ、また、農薬のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響評価について意見交換が行われた。

【主な意見】

■諸外国における農薬の規制の動きについて

- EUにおいてネオニコチノイド系農薬3種を全面禁止にするという投票が行われるとの情報があるので、どうなっているのか調査する必要がある。

■農薬のトンボ類に対する影響評価について

- 水田メソコズム試験の底質中の農薬濃度の推移で、処理後の一過的な増大もなく1年中ほとんど同程度に定量限界近くの濃度で推移している。底質中の農薬分析に問題はないのか。仮に分析が妥当であったとしてもこのレベルの濃度は、決して高濃度とはいえない。評価の表現を調整する必要がある。
- 水田メソコズムの結果を水田内として言うのは言い過ぎである。メソコズム水田という環境においてはこういう傾向が見られたので、野外においても条件によっては同様のケースはあるだろうということが示唆されるということではないか。
- 実水田のフィールド調査について、野外で整った環境をそろえることは難しく、類似した環境の調査地を選定すると同時に、交絡要因を含めた統計に耐えうるデータを取る必要がある。これだけのサンプル数と敷地（場所）だけで傾向をみるというのは困難である。
- トンボの幼虫の急性影響阻害試験については、国環研で飼育系統ができていないアオモンイトトンボを標準として考えるべきである。アキアカネについては野生から取ってきたものであるため、傾向として捉えることとすることが必要。今後、データの蓄積とアキアカネの種の感受性差の実態の把握が課題である。
- ライフサイクルで見れば羽化までいって初めて影響のエンドポイントとすべきもの。EC₅₀ という急性影響だけで考えるべきではない。
- 野外実態調査データの統計解析からは、影響を及ぼしているというような証拠は得られていないなどとするのが適当。調査地点数を統計的な解析に耐えられるレベルに増やし、調査地点の選択に当たっても環境の違いに相当の注意を払うことが必要である。
- GLMM解析は途上のものであり、環境中濃度がどういった影響を及ぼすかということはまだ評価しきれない。ただし、急性影響濃度から見ると微弱な濃度しかない環境でもトンボ類がまったく出てこれないというデータもあることから、ライフサイクル全体を通して低濃度暴露したらどうなるかといったことが必要である。

■農薬の野生ハナバチ類に対する影響評価について

- 接触毒性試験結果のSSD（種の感受性分布）分析については、ネオニコチノイド系、フェニルピラゾール系は有機リンと比べると種間で感受性差が大きい。
- セイヨウオオマルハナバチのワーカーのみによるミニコロニー繁殖影響試験結果があるが、実際の暴露を反映する評価としてはハウス内コロニー試験の結果が得られていることから、ハウス内コロニー試験の結果で評価する。
- クロマルハナバチのハウス内コロニーレベルの繁殖影響試験では、巣内構造に変化が生じていることから、イミダクロブリドの花粉中濃度が20ppbでも、次世代生産に影響が出る可能性が高いと言える。
- ニホンミツバチの急性接触毒性試験では、ネオニコチノイド系の中でも感受性に差があるという点がポイントである。

以上

平成 29 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会（第 2 回）

議事概要

1. 日時 平成 29 年 8 月 7 日 13:30～
2. 場所 環境省第 2・3 会議室
3. 出席委員 五箇委員、天野委員、大久保委員、坂本委員、白石委員、神宮字委員、中村委員、二橋委員、山本委員
4. 議事概要

農薬のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響の総合評価及び今後の対策について、また、検討会報告書の骨子案について意見交換が行われた。

【主な意見】

■農薬のトンボ類に対する影響の総合評価及び今後の対策について

- トンボ類に関する今後の対策として、水産基準をユスリカ幼虫を用いて改正することが有効である理由を記載すべきではないか。
- 影響がある可能性のある農薬名を記載すべきとの考えもあるが、限られた種類の農薬での試験であり、試験数も少ないため、農薬の種類によって影響に違いがあるという知見を書いてはどうか。
- 従来の概念による規制では追いつけないものが今後出てくる可能性も含め、どういったリスク評価をしていけばいいかという視点で記載すべき。
- トンボ類の保全には地域的な水田の位置づけが重要であり、全国統一的な対応ではなく、地域のごとの対応が重要である。このような観点から農薬の使い方について、自治体や地域住民との関わり方の提言として加える必要がある。
- 水田がトンボ類にとってひとつの生息地となっていることを踏まえ、その代替となるリザーバーの構築について議論が必要。リザーバーそのものに対する汚染・残留の管理もしていく必要があると考えられる。今後も議論を進めていくような形とすることが望ましい。

■農薬の野生ハナバチ類に対する影響の総合評価及び今後の対策について

- 農林水産省で行っている家畜のミツバチ被害に関する調査結果についても記載すべき。
- 本検討会での評価対象として、花粉媒介するハナバチを対象としていることを明記すべき。ニホンミツバチとマルハナバチについて評価する妥当性についての整理が必要である。
- これらのハナバチ類は一年を通じて長く起きており、比較的多様な植物に訪花する可能性があり、農薬の影響を受けやすいと説明できる。
- 農林水産省の家畜ミツバチに対するリスク評価と環境省の野生ハナバチ類に対するリスク評価について、役割分担をきちんと整理すべき。環境省のリスク評価について、セイヨウミツバチで外挿できるということも考えられ、今後の調査研究の試験設計に当たって、データ収集等に齟齬が生じないように調整して進めるべき。

■検討会報告書骨子案について

- 対応が必要と考えられる施策、課題について丁寧に書くべき。

- 海外の規制の取組状況で、韓国を取り上げる必要があるか検討すべき。

■その他

- EUの規制の影響に関するEU-JRCのデータについては、どのような経緯でまとめられ、どのような手法で調査をされたのかを含めて取扱いを検討すべき。

以上

平成29年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会（第3回）

議事概要

1. 日時 平成29年10月4日13:30～
2. 場所 環境省第1会議室
3. 出席委員 中村委員、天野委員、大久保委員、白石委員、神宮宇委員、二橋委員、山本委員
4. 議事概要
農薬の昆虫類への影響に関する検討会報告書案について意見交換が行われた。

【主な意見】

■「はじめに」について

- 農薬は「意図的に環境中に放出」ではなく「農地で使用したものが環境中へ流出」したことを意図した表記とすべき。

■「農薬の野生ハナバチ類への影響に関する調査研究と評価」について

- グリーンピースの報告書（ネオニコチノイド系農薬の環境リスク）は、学術専門誌のように複数のレビューを受けるといった科学的なルールに則ったものではないが、参考として記載した方がよい。

■「我が国におけるネオニコチノイド系農薬等のトンボ類及び野生ハナバチ類に対する影響の総合評価」について

- トンボ類と野生ハナバチ類で総合評価の表記の仕方を揃えるべき。トンボ類でも、「どのような知見が得られ」「どのような知見が得られておらず」「こう結論付けた」という構成で表記すべき。
- 同じ系統の農薬であってもトンボ類に対する影響に差があることから、農薬を系統名としてまとめて記載するのではなく、トンボ類に影響を与えた農薬名を野生ハナバチ類と同様に具体的に記載すべき。

■「我が国において今後必要と考えられる施策」について

- 野生ハナバチ類の種数としては単独性ハチが大部分を占めているため、本検討会では、野生ハナバチ類のうち社会性を持つニホンミツバチとマルハナバチについて検討したことがわかるようにすべき。
- 水田の中は農薬を撒くのは当たり前というのはそれで良いが、食料・農業・農村基本法でも多面的機能の発揮が謳われている。多面的機能の中には自然環境の保全もあり、農産物の供給以外の機能を将来にわたって適切かつ十分に発揮するというのがその考え方であることから、農

業生産の中で生物多様性を保全していく取組を実施していくことは全く矛盾しない。そういう施策を書き込むことも必要。

- 水田の中には多くの生物がいて、豊かな場所なのだというイメージがある一方、農業生産というのは重要であり、これらが両立できることを考えて、地域で取り組んでいきたいと思いますというメッセージの部分が重要
- ハナバチの保全策としては、休耕地を利用して花畑を作って、ハナバチの餌環境を作ろうという動きも出ており、海外で進んできている。そうした例を示しながら、一般の方も取り組めるというふうに入れてはどうか。

以上

平成 29 年度農薬の昆虫類への影響に関する検討会（第 4 回）

議事概要

1. 日時 平成 29 年 10 月 12 日 15:00～
2. 場所 環境省第 2・3 会議室
3. 出席委員 五箇委員、天野委員、坂本委員、神宮字委員、中村委員、山本委員
4. 議事概要
農薬の昆虫類への影響に関する検討会報告書最終案について意見交換が行われた。

【主な意見】

- 「農薬の野生ハナバチへの影響に関する調査研究と評価」について
 - 環境省事業による学術論文の調査の項目については、文献をレビューした結果ということを確認化するため「文献調査」とする。
- 「おわりに」について
 - 「おわりに」での生態系や生息環境の保全についてをさらに詳しく書こうとすると、「おわりに」の分量が多くなりおかしな感じになってしまうため、「今後必要と考えられる施策」のところに記載した方がよいのではないか。
 - 「今後必要と考えられる施策」のところで、環境管理、景観から生態系といったものを視野に入れた中での農薬の管理という大きな視点でのまとめ方をして、「おわりに」はコンパクトに納めるのが良いと考える。
 - 本検討会において農薬のトンボ類及び野生ハナバチ類への影響を評価した場所を前提として明らかにした上で、トンボ類や野生ハナバチ類を保護するには、水田（ほ場）も環境ファクターとして考える必要があり、水田の外だけではなく中も含めた記載とする必要があるのではないか。
 - 生物多様性国家戦略の中では野生ハナバチ類もトンボ類も守られるべき対象種であり、生物多様性の確保についてまとめた形にしたい。

以上

(参考2) EU の評価の概要

1 種子処理及び粒剤のリスク評価 (2013 年公表)

2013 年に公表された種子処理及び粒剤使用に関するハチへのリスク評価の結果は以下の通り。

(1) イミダクロプリドの例

イミダクロプリドに関する調査内容と評価の概要は以下の通りである。

なお、チアメトキサム及びクロチアニジンも同様の評価の状況である。チアメトキサムについては、チアメトキサムで種子処理したトウモロコシの浸透移行による排水への残留リスクについては評価が実施されており、排水内の濃度、排水消費量の上限值 (40 日後)、ミツバチの水運搬量のデータから、残留リスクの懸念が明らかだとしている。

調査内容と評価の概要

リスク評価 (種子処理)	
<p>粉末飛散による隣接植物への汚染を通じたリスク</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tier1 (急性毒性、慢性毒性 (成虫・幼虫)) • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 成虫の Tier1 急性毒性について評価を実施。 • Tier1 慢性毒性について、粉末飛散後、隣接する植物の花蜜・花粉における残留農薬の情報がないため評価ができなかった。 • 加えて、幼虫については、信頼性のあるエンドポイントではなく評価できなかった。 • 高次試験について、既存の粉末飛散のフィールドテストでは EU 基準より低い投下量となっている等の課題がある。
<p>浸透移行による花蜜・花粉への残留リスク</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tier1 (急性毒性、慢性毒性 (成虫・幼虫)) • Tier1 (亜致死) • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 成虫の Tier1 急性毒性について評価を実施。 • 成虫の Tier1 慢性毒性について、花蜜、花粉の残留等やこれらの蜜蜂の一日の摂取量を推定できず、最終評価はできなかった。 • 加えて、特に幼虫については、信頼性のあるエンドポイントがなく、評価できなかった。 • 亜致死のリスクについて、試験方法が確立していないが、コロニーへの影響があるとされた濃度 20ppb をエンドポイントとし、不確実性があるとして最終評価とされなかった慢性毒性評価と同じ手法で評価したが、高次試験について、ひまわり及びナタネについてセミフィールド、フィールド試験が行われた結果、明確な影響が確認されていないが、すべての試験に欠陥があり、リスクが低いことを証明できなかった。

<p>浸透移行による排水への残留リスク</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tier1 • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 採餌蜂や幼虫の水消費に関する情報が不足している。物理化学的性から、推定された濃度とミツバチの水消費量を仮定して評価を行うと、潜在的懸念材料となることがわかった。 • 高次試験に相当する試験は確認されなかった。
<p>リスク評価（粒剤）</p>	
<p>粉末飛散による隣接植物への汚染を通じたリスク</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tier1（急性毒性、慢性毒性（成虫・幼虫）） • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • ほ場内処理量を用いていくつかの登録された農薬でHQを計算すると、一部の農薬のHQは高く、ミツバチへのリスクを否定できなかった。 • Tier1慢性毒性について、粉末飛散後、隣接する植物の花蜜・花粉における残留農薬の情報がないため評価ができなかった。 • 加えて、幼虫については、エンドポイントも明らかでなく、評価できなかった。 • 高次試験は存在しなかった。

（2）フィプロニル

フィプロニルに関する調査内容と評価の概要は以下の通りである。

調査内容と評価の概要

<p>リスク評価（種子処理）</p>	
<p>粉末飛散による隣接植物への汚染を通じたリスク</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tier1（急性毒性、慢性毒性（成虫・幼虫）） • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 成虫の Tier1 急性毒性について評価を実施。トウモロコシについて高い急性リスクが同定された。 • トウモロコシの成虫および幼虫の Tier1 慢性毒性試験は実施されておらず、評価を完了できなかった。 • その他の作物について、リスク評価は完了できなかったため、ドリル播種で発生する粉末経由の暴露リスクを排除できなかった。 • 温室以外の、評価対象となった全ての使用について、採餌蜂が粉末飛散に暴露するリスクを評価するためのデータが不足している。
<p>浸透移行による花蜜・花粉への残留リスク</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tier1（急性毒性、慢性毒性（成虫・幼虫）） • Tier1（垂致死） • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 成虫の Tier1 急性毒性について評価を実施。リスクは低いと考えられた。 • 成虫の Tier1 慢性毒性について、トウモロコシと大豆で暴露量が毒性値を上回る結果が確認されたが、リスク評価には1回投与の結果から得られたエンドポイントを用いており、感度を高めすぎている可能性がある。 • 幼虫についてはエンドポイントがないため評価できなかった。

	<ul style="list-style-type: none"> • 垂致死的影響についても、慢性毒性と同様に認知されたテストガイドラインが存在しない。 • 高次試験はヒマワリと大豆で事例があるものの、全てについて問題点が指摘されており、リスクが低いと結論付けるには不十分であった。 • 全体として、ヒマワリと大豆の花蜜・花粉の摂取によるリスクを評価するためのデータが不足している。
浸透移行による（植物の葉や茎につく虫から出る）蜜への残留リスク	<ul style="list-style-type: none"> • 温室以外の、評価対象となった全ての使用について、昆虫の出す蜜を採餌するリスクを評価するためのデータが不足している。
処理ほ場に存在する開花雑草への残留リスク	<ul style="list-style-type: none"> • 理論的にはミツバチの暴露経路となりうるものの、雑草は作物の生育中にはほとんど存在しないこと、種子の周囲に濃縮されたフィプロニルを雑草が根から吸い上げることはなさそうであることから、リスクは無視できると考えられた。
浸透移行による排水への残留リスク <ul style="list-style-type: none"> • Tier1 • 高次試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 排水経由の暴露は完全に理解されてはいない。一定条件下で、ミツバチが排水を利用する証拠があるものの、現時点で合意されたリスク評価法はない。 • スクリーニングレベルではトウモロコシに潜在的な急性リスクがあるかもしれないものの、ハチによる現実の水消費量が考慮されたものでないこと、評価に使用された残留値がワーストケースとして十分だったかどうかについて不確実性があること、さらに、代謝産物については考慮されていないという問題があった。 • 高次試験はトウモロコシとヒマワリのみデータがあったものの、一般化した結論を導くには不十分なものであった。
浸透移行による収穫後の作物やその他の植物のリスク	<ul style="list-style-type: none"> • 既存研究からはリスクがあるとする結果はなかったものの、登録された利用方法を全てカバーできていないこと、ヒマワリの花蜜・花粉の残留リスク評価では十分にリスクが低いと葉結論できていないこと、多量の代謝産物が土中から確認されていることから、データが不足していると結論付けられた。

2 種子処理及び粒剤以外の全ての使用方法のリスク評価（2015年公表）

2015年に公表された種子処置及び粒剤使用以外の全ての使用方法に対するハチへのリスク評価の結果は以下の通り。

(1) イミダクロプリド

① 調査内容

以下について、Tier1~3までの研究成果について調査を実施。

Tier 散布方法	Tier1		Tier2	Tier3
	急性毒性	長期毒性	残留値の精緻化	フィールド・セミ フィールドテスト
茎葉散布	・ 接触 ・ 経口	・ 経口 (成虫/幼虫)	-	-
その他の 散布方法	・ 接触 ・ 経口	-		

※ コロニー影響については、Tier3に含まれる。

② 調査結果概要

リスク評価が実施できたものについて、完全な温室内での使用を除き、茎葉散布と茎葉散布以外のほとんどの使用方法において、Tier1リスク評価の結果、ミツバチとマルハナバチへの高いリスクが示唆された。

高いリスクが示唆された主な項目は下記の通り。

- ・ 開花前ないし開花中の植物への農薬使用について、処理した植物から採集を行ったミツバチとマルハナバチに高いリスクが示唆された。
- ・ リスクアセスメントが実施できたものについて、リスク緩和策を実施するか、開花雑草がないことが確認できない限り、農薬が導入された農地の雑草に採集に来たミツバチやマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された。
- ・ 多くの登録された使用方法において、ほ場周縁と隣接する作物について、ミツバチとマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された（一部はリスク緩和可能）。
- ・ 一部の非誘因常緑植物をのぞき、後作物（succeeding crops）について、ミツバチとマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された。

③ 評価結果一覧

作物ごとの、ミツバチ、マルハナバチ、単独性ハチの評価結果は以下の通りである。

<p>R=高リスク/R(1) =使い方によっては高リスク/R(2) =針葉樹や観賞植物の花をつけない種を除いて高リスク X=データ不足のためリスク評価が完了できなかった、もしくはスクリーニングレベルのアセスメントのみ実施 X(1) =針葉樹以外で、データ不足のためリスク評価が完了できなかった、もしくはスクリーニングレベルのアセスメントのみ実施 X(2) =暴露しない場所を除き、リスク評価が完了できなかった</p>

Crop/plant	Use in outdoor, open-protected structures or in permanent greenhouse	Flowering stage		Honeybee							Bumble bee					Solitary bee					
				Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ^b	Cultivation fluid	Surface water	Puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ^b	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ^b
Foliar spray uses (not including spot treatment by knapsack sprayer on conifers) and in-furrow spray uses in potato																					
Arable field crops ^a	Outdoor and semi-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R(1)	R(1)	R				R		R(1)	R(1)	R					
			Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
		Post flowering	Risk identified			R(1)	R(1)	R							R(1)	R(1)	R				
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	
		Crops harvested before flowering	Risk identified			R(1)	R(1)	R						R(1)	R(1)	R					
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	
Orchards ^a	Outdoor uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R	R	R				R		R	R	R					
			Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
		Post flowering	Risk identified			R	R	R						R	R	R					
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	
Grapes	Outdoor and semi-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R	R	R				R		R	R	R					
			Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
		Post flowering	Risk identified			R	R	R						R	R	R					
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	

Crop/plant	Use in outdoor, open-protected structures or in permanent greenhouse	Flowering stage		Honeybee							Bumble bee					Solitary bee				
				Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ^b	Cultivation fluid	Surface water	Puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ^b	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation
Hops	Outdoor uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R	R	R				R		R	R	R				
			Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X
		Post flowering	Risk identified			R	R	R						R	R	R				
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X
Ornamentals ^a	Outdoor and semi-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R	R	R				R		R	R	R				
			Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X
		Post flowering or non-flowering varieties	Risk identified			R	R	R(2)						R	R	R				
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X
Non-orchard trees ^a	Outdoor and semi-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R	R	R				R		R	R					
			Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X
		Post flowering or specie not attractive to bees	Risk identified			R	R	R(2)						R	R					
			Assessment not finalised			X	X	X(1)	X	X	X			X	X	X(1)			X	X
Fruiting vegetables and ornamentals	Use in permanent greenhouse	Pre-flowering	Risk identified																	
			Assessment not finalised																	
Other application techniques: drench, drip irrigation, irrigation, watering/pouring, spot treatment by knapsack sprayer																				
Arable field crops, grasses and ornamentals	Outdoor and semi-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R								R								
			Assessment not finalised	X		X(2)	X(2)	X	X	X	X	X		X(2)	X(2)	X	X		X(2)	X(2)

Crop/plant	Use in outdoor, open-protected structures or in permanent greenhouse	Flowering stage	Risk identified Assessment not finalised	Honeybee							Bumble bee					Solitary bee					
				Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ¹	Guttation fluid	Surface water	Puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ¹	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop scenario ¹
		Post flowering or crops harvested before flowering	Risk identified Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	X	X
Conifer seedlings	Outdoor use	All (not attractive to bees)	Risk identified Assessment not finalised			X	X		X	X	X			X	X				X	X	
Fruiting vegetables and ornamentals	Use in permanent greenhouse	Pre-flowering	Risk identified Assessment not finalised								X										

¹: a detailed list of crops can be found in Table 7, in Section 3.1.1.3, where 'Ornamentals' and 'Non-orchard trees' are grouped with 'Orchards'

²: The 'succeeding crop' scenario includes an assessment from the risk to bees from residues occurring in flowering permanent crops in the successive year

(2) クロチアニジン

① 調査内容

以下について、Tier1~3 までの研究成果について調査を実施。

Tier	Tier1		Tier2	Tier3
	急性毒性	長期毒性	残留値の精緻化	フィールド・セミフィールドテスト
散布方法				
茎葉散布	・ 接触 ・ 経口（成虫）	・ 経口 （成虫/幼虫）	—（データ不足のため採用せず）	
その他の散布方法	（灌注処理（drench）における暴露を評価）		—	

※ コロニー影響については、Tier3 に含まれる。

② 調査結果概要

高いリスクが示唆された主な項目は下記の通り。

- ・ 開花終了後の果樹への使用について、ほ場周縁と隣接する作物においてミツバチに高いリスクが示唆された。後作物についても、高いリスクが示唆された。
- ・ ジャガイモについては、開花前、開花中の散布において、ミツバチへの高いリスクが示唆された。後作物についても、高いリスクが示唆された。
- ・ 観賞植物への使用について、ミツバチへの高いリスクが示唆された。ほ場周縁と隣接する作物においてミツバチに高いリスクが示され、後作物についても高いリスクがあると考えられた。
- ・ マルハナバチと単独性ハチについて、スクリーニングアセスメントの結果、開花後の農薬使用を除き、すべての使用方法で高いリスクが排除できなかった。ただし、適切な毒性エンドポイント不足していることからリスクアセスメントは終了していない。

③ 評価結果一覧

作物ごとの、ミツバチ、マルハナバチ、単独性ハチの評価結果は以下の通りである。

R=高リスク / R(1) =使い方によっては高リスク / X=データ不足のためリスク評価が完了できなかった、もしくはスクリーニングレベルのアセスメントのみ実施

Categories			Honeybee										Bumble bee					Solitary bee					
Crop/plant	Outdoor, open-protected or permanent greenhouse use	Flowering stage	Risk identified	Assessment not finalised	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Contaminant fluid	Surface water	puddles	Treated crop scenario	Weed scenario	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Treated crop scenario	Weed scenario	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	
					Foliar spray uses																		
Orchards 90-150 g a.s./ha	Outdoor	Post-flowering	Risk identified			R	R	R															
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X				X	X
Potatoes (Arable field crops) 17.5 - 150 g a.s./ha	Outdoor	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R(1)	R(1)	R															
		Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Outdoor	Post-flowering	Risk identified			R(1)	R(1)	R															
		Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X				X	X	X
Ornamentals (Arable field crops) 130-400 g a.s./ha	Open-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R	R	R															
		Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Open-protected uses	Post-flowering	Risk identified			R	R	R															
		Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X				X	X	X
Other application techniques:																							
Potatoes tuber spray (Arable field crops) 150 g a.s./ha	Outdoor	Pre-flowering	Risk identified	R		R	R	R															
			Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

¹The 'succeeding crop' scenario includes an assessment from the risk to bees from residues occurring in flowering permanent crops in the successive year.

(3) チアマトキサム

① 調査内容

以下について、Tier1~3 までの研究成果について調査を実施。

Tier	Tier1		Tier2	Tier3
	散布方法	急性毒性	長期毒性	残留値の精緻化
茎葉散布	・ 接触 ・ 経口 (成虫)	・ 経口 (成虫/幼虫)	- (データ不足のため採用せず)	
その他の散布方法	(土壌散布 (soil incorporation)、灌注処理 (drench)、灌漑施用 (drip irrigation) 等における暴露を評価)		-	

※ コロニー影響については、Tier3 に含まれる。

② 調査結果概要

リスク評価が実施できたものについて、完全な温室内での使用を除き、茎葉散布と茎葉散布以外のほとんどの使用方法において、Tier1 リスク評価の結果、ミツバチとマルハナバチへの高いリスクが示唆された。

高いリスクが示唆された主な項目は下記の通り。

- 開花前ないし開花中の作物・植物への登録された使用方法について、処理した植物から採集を行ったミツバチとマルハナバチに高い急性リスクが示唆された。
- リスクアセスメントが実施できたものについて、リスク緩和策を実施するか、開花雑草がないことが確認できない限り、農薬が導入された農地の雑草に採集に来たミツバチやマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された。
- 多くの登録された使用方法において、ほ場周縁と隣接する作物について、ミツバチとマルハナバチに高いリスクがあることが示唆された（一部はリスク緩和可能）。
- 一部の常緑作物（キウイ、オリーブ、バナナ等）を除き、茎葉散布によって後作物について、ミツバチとマルハナバチに高い急性リスクがあることが示唆された。

③ 評価結果一覧

作物ごとの、ミツバチ、マルハナバチ、単独性ハチの評価結果は以下の通りである。

R=高リスク

R(1) =使い方によっては高リスク

R(2) =複数の例外を除いて高リスク

a : キウイへの最大散布率として登録された最低量、オリーブへの登録された使用法

b : ジャガイモへの最大散布率として登録された最低量（土壌への投与）

c : 果菜（浸透（dip）散布）とレタス（水薬および浸透（dip））への最大散布率として登録された最低量

d : 商業用バナナは不稔花のみであり花粉や蜜をハチが採集に来ない

X=データ不足のためリスク評価が完了できなかった、もしくはスクリーニングレベルのアセスメントのみ実施

Categories			Honeybee							Bumble bee					Solitary bee									
Crop/plant	Outdoor, open-protected or permanent greenhouse use	Flowering stage	Risk identified	Assessment not finalised	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Guttation fluid	Surface water	puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹		
					Foliar spray uses																			
Orchards	Outdoor	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R(2d)		R(1)	R(1)	R(2ad)					R(2d)		R	R	R(2d)							
		Assessment not finalised	X(1)		X	X	X(1)	X	X	X	X(1)	X	X	X(1)	X	X	X(1)	X(1)	X(1)	X	X	X	X(1)	
		Post-flowering	Risk identified			R(1)	R(1)	R(2ad)							R	R	R(2d)							
		Assessment not finalised				X	X	X(1)	X	X	X				X	X	X(1)				X	X	X(1)	
Arable field crops	Outdoor and open-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R					R				R		R(1)	R(1)	R							
		Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Post-flowering	Risk identified				X	X	X	X	X	X				R(1)	R(1)	R						
		Assessment not finalised				X	X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X	X
		Crops harvested before flowering	Risk identified						R						R(1)	R(1)	R							
		Assessment not finalised				X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X	X	
Hops	Outdoor	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R									R		R	R	R							
		Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Post-flowering	Risk identified													R	R	R						
		Assessment not finalised				X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X	X	

Categories			Honeybee							Bumble bee					Solitary bee									
Crop/plant	Outdoor, open-protected or permanent greenhouse use	Flowering stage	Risk identified	Assessment not finalised	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Guttation fluid	Surface water	puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹		
					Grapes	Outdoor	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R					R				R		R	R	R		
Assessment not finalised	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Post-flowering	Risk identified						R						R	R	R							
		Assessment not finalised				X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X	X	
Ornamentals	Outdoor and open-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R(1)	R(1)	R					R		R(1)	R(1)	R							
		Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Post-flowering or plants harvested before flowering	Risk identified				R(1)	R(1)	R							R(1)	R(1)	R						
		Assessment not finalised				X	X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X	X
Non-orchard trees	Outdoor	Pre-flowering and Flowering	Risk identified	R		R(1)	R(1)	R					R		R	R	R							
		Assessment not finalised	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Post-flowering	Risk identified				R(1)	R(1)	R							R	R	R						
		Assessment not finalised				X	X	X	X	X	X	X				X	X	X				X	X	X
		Not foraged by bees for pollen and nectar	Risk identified			R(1)	R(1)								R	R								
		Assessment not finalised				X	X			X	X	X			X	X					X	X		
All crops/plants	Permanent greenhouse	All	Risk identified																					
			Assessment not finalised																					

Categories			Risk identified Assessment not finalised	Honeybee							Bumble bee					Solitary bee						
Crop/plant	Outdoor, open-protected or permanent greenhouse use	Flowering stage		Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Contact fluid	Surface water	puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	
Other application techniques																						
Soil incorporation in potatoes	Outdoor	Pre-flowering	Risk identified Assessment not finalised	R(2b)	X	X	X	X	X	X	X	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Soil incorporation use to vegetables	Outdoor	Pre-flowering	Risk identified Assessment not finalised	R	X	X	X	X	X	X	X	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Crops harvested before flowering	Risk identified Assessment not finalised		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X				X	X	X	
All authorised uses as drip-irrigation, dyes, seedling dumping, drenches to seedling trays and nursery drips	Outdoor and open-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified Assessment not finalised	R(2c)	X			X	X	X	X	R	X			X	X				X	
		Crops harvested before flowering	Risk identified Assessment not finalised					X	X	X	X					X						X
		Not foraged by bees for pollen and nectar	Risk identified Assessment not finalised						X	X	X					X						

Categories			Risk identified Assessment not finalised	Honeybee							Bumble bee					Solitary bee					
Crop/plant	Outdoor, open-protected or permanent greenhouse use	Flowering stage		Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Contact fluid	Surface water	puddles	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹	Treated crop scenario	Weed scenario with mitigation	Field margin with 95% mitigation	Adjacent crop with 95% mitigation	Succeeding crop ¹
All authorised uses as drenches and irrigation	Outdoor and open-protected uses	Pre-flowering and Flowering	Risk identified Assessment not finalised	R(2c)	X	X	X	X	X	X	X	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Crops harvested before flowering	Risk identified Assessment not finalised			X	X	X	X	X	X		X	X	X				X	X	X
All crops/plants	Permanent greenhouse	All	Risk identified Assessment not finalised						X												

¹ The 'succeeding crop' scenario includes an assessment from the risk to bees from residues occurring in flowering permanent crops in the successive year.

(参考3) 米国の評価の概要

1 イミダクロプリド

2016年に公表されたイミダクロプリドのポリネーターに対する予備リスク評価の結果は以下の通り。

(1) 調査内容

以下について、Tier1~3までの研究成果について調査を実施。

- Tier1 (成虫：急性接触、急性経口、長期経口／幼虫：急性経口、長期経口)
- Tier2 (コロニーレベル：セミフィールド (トンネル試験等))
- Tier3 (コロニーレベル：フルフィールド)

(2) 調査結果概要

全ての作物と散布方法について

- ほ場内での暴露量はリスク留意レベルを超過した。
- ほ場内の暴露が想定されない場合においても、ほ場外へのドリフトアセスメントが実施され、全ての茎葉散布にリスクがあることが示唆された。

下記について、ほ場内の暴露リスクは低いと判断された。

- ミツバチを誘引しない作物
- 開花前に収穫するもの
- 段階調査の結果リスクが低いと判断されたもの

下記について、ハチ個体とともに、蜜または蜜と花粉の両方でリスクが示された。

- 柑橘及びワタ

(3) 評価結果一覧

作物ごとの、ミツバチの評価結果は以下の通りである。

※ グループの文字色

緑：ほ場内で低リスク

黄・金：ハチ個体へのリスクは高い (LOC 超過) が、コロニーへのリスクについて不確実性あり

赤：ハチ個体とともに、蜜または蜜と花粉の両方でリスクあり

Table 1-2. Summary of risk findings for honey bees (*Apis mellifera*) for the registered use patterns of imidacloprid

Crop Group (Available Residue Data)	Appl. Method	Individual Bee (Tier I) Risk?			Colony (Tier II) Risk?		Risk Conclusions (Basis and Other Considerations)
		On Field (Screening Level)	Off Field (Screening Level)	On Field (Refined)	Nectar	Pollen ³	
Crop Groups/Use Patterns that Present Low On-Field Risk							
Root/Tuber Vegetables ⁴	Foliar	N	Y	No further analysis conducted			Low On-Field Risk (all uses, lack of exposure) ¹ ; Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only)
	Soil	N					
	Seed	N					
Bulb Vegetables	Soil	N					Low On-Field Risk (all uses, lack of exposure) ¹ ; Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only)
	Seed	N					
Leafy Greens Vegetables	Foliar	N	Y				Low On-Field Risk (all uses, lack of exposure) ¹ ; Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only)
	Soil	N					
Brassica Vegetables	Foliar	N	Y	Low On-Field Risk (all uses, lack of exposure) ¹ ; Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only)			
	Soil	N					
	Seed	N					
Fruiting Vegetables (Tomatoes)	Foliar	Y	Y	Y	No data ²	N	Low On-Field Risk (Tier II, pollen; nectar not produced, lack of exposure) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only) (Determinations apply to all members except okra due to unattractiveness of group to honey bees, <i>Bombus</i> used for pollination services in greenhouse)
	Soil	Y		Y	N	N	Low On and Off-Field Risk (Tier II, nectar and pollen)
Berries/Small Fruits (Blueberry)	Soil	Y		Y	N	N	Low On and Off-Field Risk (pollen; nectar not produced) (Other members such as wheat, barley, oats, millet and rye are either not attractive to bees)
Cereal Grains (Corn)	Seed	Y		Y	No data ²	N	Low On and Off-Field Risk (pollen; nectar not produced) (Other members such as wheat, barley, oats, millet and rye are either not attractive to bees)
Tobacco, globe artichoke	Foliar	N	Y	No further analysis conducted			Low On-Field Risk (all uses, lack of exposure) ¹ ; Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only)
	Soil	N					
Crop Groups/Use Patterns with Uncertainty in Colony (Tier II) Assessment							
Legumes	Foliar	Y	Y	No data	No data	No data	On Field Risk (Tier I, all uses); Tier II Risk unknown Off Field Risk (Tier I, foliar uses only) (Honey bee attractive; no bloom restrictions; seed treatment of soybean = highest usage of all registered crops (400,000 lbs a.i./year).
	Soil	Y		No data	No data	No data	
	Seed	Y		No data (Potential bridging)	No data (Potential bridging)	No data (Potential bridging)	
Crop Group (Available Residue Data)	Appl. Method	Individual Bee (Tier I) Risk?			Colony (Tier II) Risk?		Risk Conclusions (Basis and Other Considerations)
		On Field (Screening Level)	Off Field (Screening Level)	On Field (Refined)	Nectar	Pollen ³	
Cucurbit Vegetables (Melons)	Soil	Y		Y	Uncertain (Potential bridging)	Uncertain (Potential bridging)	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk uncertain (Long [6 weeks +] bloom duration; uncertainty of lower than maximum annual rate used and one sampling interval, no residues in coarse soils, unknown as to whether application closer to bloom would yield higher residues; Tier III full field study [pumpkins] expected for 2016 assessment)
Citrus Fruits (Oranges/ grapefruits)	Soil	Y		Y	Uncertain (Potential bridging)	No data (Potential bridging)	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk uncertain (6 week + bloom duration; uncertainty of no residues in coarse soils and residues do not reflect worst case scenario as current labels permit pre and during bloom applications where these applications were made post-bloom)
Pome Fruits	Foliar	Y	Y	Y	No data	No data	On-Field Risk (Tier I); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only) (Residue data expected in 2016)
	Soil	Y		Y	No data	No data	
Stone Fruits (Cherries)	Foliar	Y	Y	Y	N	Possible	Low On-Field Risk (Tier II, Nectar); Tier II Risk possible (Pollen); Off-Field Risk (Tier I) (Stone fruits associated with short bloom duration [2-3 weeks] relative to exposure duration in open literature pollen feeding study [12 weeks] which likely mitigates the potential for colony level from pollen route of exposure)
Stone Fruits	Soil	Y		Y	No data (potential bridging)	No data (potential bridging)	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk unknown
Berries/small fruits	Foliar	Y	Y	Y	No data (potential bridging)	No data (potential bridging)	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk unknown Off-Field Risk (Tier I)
Berries and small fruits (Strawberries)	Soil	Y		Y	No data	Possible	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk possible (pollen) (Long [6 weeks +] bloom duration; uncertainty of one sampling interval, no residues in coarse soils, unknown timing of application relative to bloom)

Crop Group (Available Residue Data)	Appl. Method	Individual Bee (Tier I) Risk?			Colony (Tier II) Risk?		Risk Conclusions (Basis and Other Considerations)
		On Field (Screening Level)	Off Field (Screening Level)	On Field (Refined)	Nectar	Pollen ³	
Tree nuts	Foliar	Y	Y	Y	No data (potential bridging)	No data (potential bridging)	On-Field Risk (Tier I, all uses); Tier II Risk unknown (Variable bee attractiveness within group); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only)
	Soil	Y		Y	No data	No data	
Cereal grains	Seed	Y		Y	No data	No data	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk unknown (Nectar producers within the group (i.e. sorghum, buckwheat)).
Herbs/Spices	Foliar	Y	Y	Y	No data	No data	On-Field Risk (Tier I); Tier II Risk unknown Off-field Risk (Tier I, foliar uses only) (Variable attractiveness within group)
	Soil	Y		Y	No data	No data	
	Seed	Y		Y	No data	No data	
Oilseed ⁵	Seed	Y		Y	No data (potential bridging)	No data (potential bridging)	On-field Risk (Tier I), Tier II Risk unknown
Crop Groups/Use Patterns with Colony (Tier II) Risk Indicated							
Citrus Fruits (Oranges)	Foliar	Y	Y	Y	Y	Possible	On-field Risk (Tier I), Tier II Risk (nectar), Tier II Risk possible (pollen) Off-field Risk (Tier I) (10-d pre-bloom restriction for foliar uses; 6 week + bloom duration; used for honey production)
Oilseed ⁵ (Cotton)	Foliar	Y	Y	Y	Y	Possible	On-field Risk (Tier I), Tier II Risk (nectar), Tier II Risk possible (pollen), Off-field Risk (Tier I, foliar uses only) (Tier III full field study [cotton] expected for 2016 assessment.
	Soil	Y		Y	Y	Possible	

2 クロチアニジン・チアメトキサム

2017年に公表されたクロチアニジン及びチアメトキサムのハチ類へのリスク評価の結果は以下の通り。

(1) 調査内容

以下について、Tier1~3までの研究成果について調査を実施。

- Tier1 (成虫：急性接触、急性経口、長期経口／幼虫：急性経口、長期経口)
- Tier2 (コロニーレベル：セミフィールド (トンネル試験等))
- Tier3 (コロニーレベル：フルフィールド)

(2) 調査結果概要

クロチアニジン・チアメトキサムについて

- 農場内 (on-field) における種子処理は十分な確からしさを持ってリスクは低い。
- 農場内 (on-field) におけるワタの茎葉散布は十分な確からしさを持ってリスクがある。

チアメトキサムについて

- 農場内 (on-field) におけるウリ科、核果類、ベリー類、小型の果物の茎葉散布は潜在的なリスクがある。
- 農場内 (on-field) における柑橘類の土壌散布は潜在的なリスクがある。

このほか、

- いくつかの使用形態については残留データがないためリスクは不確実と判断された。
- 茎葉散布については、農場外 (off-field) において、処理ほ場の端から 1000 フィ

ート先まで、ハチの個体がスプレードリフトに暴露した。

- ・ トウモロコシの種子の播種時の粉末（dust）が離れたエリアに運ばれる可能性がある。

※ なお、過去、当該剤を使用した際のハチが全滅した事故数（チアメトキサム：2002-2015年で20件、クロチアニジン：2008-2016で43件）について記載あり（イミダクロプリド（2016年1月に発表された評価書）には記載なし）。

(3) 評価結果一覧

作物ごとの、ミツバチの評価結果は以下の通りである。

※ グループの文字色

緑：低リスク、信頼性高

黄：潜在的リスク、インパクトリスクの結果に不確実性有り

赤：高リスク、信頼性高

NA:調査が実施されなかった

NRD:実験による残留データが無く、Tier1、2が実施できなかった

①クロチアニジン

Table 1.4. Summary of risk findings for honey bees (*Apis mellifera*) for the registered use patterns of clothianidin.

Group #	Crop Group	Produce: Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns? ²		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns? ³	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
Crop Groups/Use Patterns that Present Low On-Field Risk²								
<i>Crops/Crop groups typically harvested prior to bloom resulting in a lack of exposure³ or not producing honey bee attractive pollen or nectar</i>								
1	Root and Tuber Vegetables	No (except sweet potato)	Foliar	Potato (pollen-only)	Yes	Yes	No	On-field risk is LOW ³ (for all crops except for sweet potatoes – see uncertain group below for Root and Tuber Vegetables)
			Soil	Potato (pollen-only)	Yes	Yes	No	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
3	Bulb Vegetables	Yes	Seed	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
4	Leafy Vegetables	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
5	Brassica Leafy Vegetables	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
15	Cereal Grains	No	Foliar (rice)	None	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW. Rice does not produce attractive pollen or nectar and is only cereal grain with registered foliar uses.
23	Tropical and Subtropical Fruit	No	Foliar (figs)	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW. Figs do not produce attractive pollen or nectar and are only crop in this crop group with registered foliar uses.
Other	Artichoke	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
			Foliar	none	Yes	NRD	NRD	

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns? ²		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
Crop groups with empirical residue data indicating low potential for risk								
15	Cereal Grains	Yes	Soil (corn)	Corn	Yes	No	NA	On-field risk is LOW Refined RQs are below LOCs (based on empirical pollen data only). Corn is only cereal grain with registered soil uses.
			Seed	Corn (pollen-only)	Yes	No	NA	On-field risk is LOW Refined RQs are below LOCs (based on empirical pollen data only). Potential on-field risk noted for buckwheat only ⁴
20	Oilseed	Yes	Seed	Canola Cotton	Yes	No	NA	On-field risk is LOW Refined RQs are below LOCs.
Crop Groups/Use Patterns with Uncertain Level of Risk²								
Crops/Crop groups potentially producing honey bee attractive floral matrices but no empirical residue data for refined assessment								
1	Root and Tuber Vegetables	No (except sweet potato)	Foliar	Potato (pollen-only)	Yes	Yes	NRD-nectar Yes- bee bread	Potential on-field risk noted for sweet potatoes only ⁴ Refined RQs above LOCs. Sweet potato produces honey bee attractive nectar as well as pollen, so lack of nectar data may underestimate risk
			Soil	Potato (pollen-only)	Yes	Yes	NRD-nectar Yes- bee bread	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
6	Legume Vegetables	Yes	Foliar (soybean)	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
11		Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk
Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns? ²		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
	Pome Fruits		Soil	none	Yes	NRD	NRD	Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
12	Stone Fruits	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
13	Berry and Small Fruit	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
14	Tree Nuts	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
24	Tropical and Subtropical Fruit	Unknown	Foliar (pomegranate)	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC and no ability to refine assessment; only registered on pomegranate (for which data is not available to indicate if attractive floral matrices are present)
			Soil (pomegranate)	none	Yes	NRD	NRD	
Crops producing honey bee attractive floral matrices and empirical residue data indicate potential for concern, but with notable uncertainties								
9	Cucurbit Vegetables	Yes	Foliar	Pumpkin	Yes	Yes	No-nectar Yes- bee bread	Potential on-field risk Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations in nectar are below colony-level NOEC. Some residues in bee bread exceed levels where

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns? ²		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns? ³	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
								effects were observed at the colony level in the registrant-submitted CFS
			Soil	Cucumber Melon Pumpkins Squash	Yes	Yes	Uncertain-nectar Yes-bee bread	Potential on-field risk Refined RQs are above LOCs. Residues in nectar are below colony level NOEC for all measurements except the initial cucumber samples (which approach the LOEC). Some residues in bee bread exceed levels where effects were observed at the colony level in the registrant-submitted CFS.
10	Citrus Fruits	Yes	Soil	Oranges (nectar-only)	Yes	Yes	Uncertain-Nectar Yes-bee bread	Potential on-field risk Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations in nectar are below colony-level NOEC. Concentrations in bee bread are above levels where colony effects have been observed in the registrant-submitted CFS. Empirical data were available for citrus nectar only, were only from 1 location, and were not from applications conducted at the maximum annual rate.
Crop Groups/Use Patterns with Colony (Tier II) Risk Indicated²								
20	Oilseed	Yes	Foliar (cotton only)	Cotton	Yes	Yes	Yes-Nectar	On-field risk likely Refined RQs are above LOCs. Comparison of residues in nectar exceed levels where colony effects have been observed in the registrant-submitted CFS (honey bees are not expected to consume cotton pollen). Three incident reports are available for honey bees from cotton use.

②チアメトキサム

Table 1.5. Summary of risk findings for honey bees (*Apis mellifera*) for the registered use patterns of thiamethoxam.

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns?		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
Crop Groups/Use Patterns that Present Low On-Field Risk²								
<i>Crops/Crop groups typically harvested prior to bloom resulting in a lack of exposure³ or not producing honey bee attractive pollen or nectar</i>								
1	Root and Tuber Vegetables	No (except sweet potato)	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³ Potential on-field risk noted for sweet potatoes only ⁵
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
3	Bulb Vegetables	Yes	Seed	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
4	Leafy Vegetables	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
5	Brassica Leafy Vegetables	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	
			Seed	none	Yes	NRD	NRD	
8	Fruiting Vegetables	No (except chilies, peppers & okra)	Foliar	Tomato (pollen only)	Yes	Yes	NRD – nectar Yes- Bee Bread	On-field risk is LOW Crop group generally does not produce honey bee attractive pollen and nectar ^b Potential on-field risk noted for chilies, peppers & okra only ⁶
			Soil	Tomato (pollen only) Chili Pepper	Yes	Yes	Yes- Nectar (chili pepper) Yes- Bee Bread	
15	Cereal Grains	No	Foliar (barley)	None	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW Barley does not produce attractive pollen or nectar and is only cereal grain with registered foliar uses.
Other	Artichoke	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	On-field risk is LOW ³
	Tobacco	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns?		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
Crop groups with empirical residue data indicating low potential for risk								
6	Legume Vegetables	Yes	Seed	Soybean	Yes	Yes	No- Nectar No- Bee Bread	On-field risk is LOW Refined RQs exceed LOCs. The Tier II assessment indicates that levels in nectar are below the colony-level NOAEC. Residues in bee bread are also below levels where effects have been observed in registrant-submitted studies.
9	Cucurbit Vegetables	Yes	Seed	Pumpkin	Yes	No	NA	On-field risk is LOW Refined RQs are below LOCs.
15	Cereal Grains	Yes	Seed	Corn (pollen-only)	Yes	No	NA	On-field risk is LOW Refined RQs are below LOCs (based on empirical pollen data only). Potential on-field risk noted for buckwheat only ⁷
20	Oilseed	Yes	Seed	Canola Cotton Sunflower	Yes	No	NA	On-field risk is LOW Refined RQs are below LOCs.
Crop Groups/Use Patterns with Uncertain Level of Risk²								
<i>Crops/Crop groups potentially producing honey bee attractive floral matrices and no empirical residue data for refined assessment</i>								
6	Legume Vegetables	Yes	Foliar	none		NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
11	Pome Fruits	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment. Bee kill incidents involving applications of thiamethoxam to pears and other
			Soil	none	Yes	NRD	NRD	

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns?		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
								unspecified orchard crops were reported in 2002 in WA)
13	Berry and Small Fruit	Yes	Soil	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
14	Tree Nuts	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment. Bee kill incidents involving applications of thiamethoxam to unspecified orchard crops were reported in 2002 in WA
18	Forage Fodder, Straw and Hay	Yes	Seed (alfalfa only)	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
19	Herbs and Spices	Yes	Foliar (mint only)	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
23 & 24	Tropical and Subtropical Fruit	Yes	Foliar	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral matrices and no ability to refine assessment
Other	Peanuts	Yes	Seed	none	Yes	NRD	NRD	Potential on-field risk Tier I Screen RQs above LOC, produces honey bee attractive floral

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns?		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
								matrices and no ability to refine assessment
Crops producing honey bee attractive floral matrices and empirical residue data indicate potential for concern, but with notable uncertainties								
9	Cucurbit Vegetables	Yes	Soil	Cucumber Squash	Yes	Yes	No-Nectar Yes-Bee bread	Potential on-field risk Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations in nectar are below colony-level NOEC. Some residues in bee bread exceed levels where effects were observed at the colony level in the registrant-submitted CFS
Crop Groups/Use Patterns with Colony (Tier II) Risk Indicated								
9	Cucurbit Vegetables	Yes	Foliar	Cucumber	Yes	Yes	Yes-Nectar Yes-Bee Bread	On-field risk likely Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations of residues in nectar and bee bread exceed levels where colony effects have been observed in the registrant-submitted CFS.
10	Citrus Fruits	Yes	Soil	Oranges	Yes	Yes	No-Nectar Yes-Bee Bread	On-field risk likely Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations in nectar are below colony-level NOEC. Concentrations in bee bread are above levels where colony effects have been observed in registrant-submitted CFS. A bee kill incident involving an application of thiamethoxam to lemons was reported in CA

Group #	Crop Group	Produces Honey Bee Attractive Nectar and/or Pollen? ¹	Appl. Method	Residue data available	Individual Bee (Tier I) Risk concerns?		Honey Bee Colony (Tier II) Risk concerns?	Overall On-Field Risk Conclusions ⁴
					On Field (Screening Level)	On Field (Refined)		
12	Stone Fruits	Yes	Foliar	Peaches, plums, cherries	Yes	Yes	No-Nectar Yes-Bee Bread	On-field risk likely Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations in nectar are below colony-level NOEC. Concentrations in bee bread are above levels where colony effects have been observed in registrant-submitted CFS. Bee kill incidents involving applications of thiamethoxam to cherries and unspecified orchard crops were reported in WA.
13	Berry and Small Fruit	Yes	Foliar	Cranberry	Yes	Yes	Yes-Nectar Yes-Bee Bread	On-field risk likely Refined RQs are above LOCs. Tier II assessment indicates that concentrations of residues in nectar and bee bread exceed levels where colony effects have been observed in the registrant-submitted CFS.
20	Oilseed	Yes	Foliar (cotton only)	Cotton	Yes	Yes	Yes-Nectar	On-field risk likely Refined RQs are above LOCs. Comparison of residues in nectar exceed levels where colony effects have been observed in the registrant-submitted CFS (honey bees are not expected to consume cotton pollen).

3 ジノテフラン

2017年に公表されたジノテフランのハチ類へのリスク評価の結果は以下の通り。

(1) 調査内容

以下について、Tier1~3までの研究成果について調査を実施。

- Tier1 (成虫：急性接触、急性経口、長期経口／幼虫：長期経口)

(2) 調査結果概要

16 適用農作物グループ中、9 グループでハチ類へのリスクが高い。

- 塊根・球茎の野菜（ジャガイモ類）、塊根・球茎の野菜（ジャガイモ類以外）、果菜類（ウリ科を除く）、ウリ科の野菜、核果類、small fruit vine climbing（キウイフルーツを除く）、ベリー類（イチゴを除く）、木の実類（tree nuts）、ワタ

以下の仮定・不確実性が残っている。

- ミツバチはジノテフランに対する全てのハチ試験を代替できる。
- 花粉と花蜜がハチの主要な暴露経路である。
- 推定暴露濃度モデル（EECs）は、茎葉散布、土壌散布、注入、による成虫・幼虫の個体への暴露を保守的に推定しており、暴露を過大に見積もっている可能性がある。
- ハチの個体に対するリスクを評価する際、花粉と花蜜は暴露経路となる可能性が同等であると仮定している。
- 既知のハチ個体に対するリスクから推定されたコロニーレベルのリスクは、コロ

ニールレベルの暴露量と有害性に関する複雑さのため、不確実である。

- ・ 農場外におけるリスクは、モデルによって推定された暴露量に基づいており、入手可能な残留データで精緻化することはできず、送粉者が好む作物の開花期を仮定している。
- ・ 作物への残留に関する研究から得られたデータは、試験作物の花粉や花蜜へのジノテフランの残留に影響する時間的・空間的要因を完全に把握していないかもしれない。

(3) 評価結果一覧

作物ごとの、ミツバチの評価結果は以下の通りである。

※ セルの色

緑：低リスク、信頼性高

黄：作物によってリスク有り、中程度の信頼性

赤：高リスク、信頼性高

Crop Group	Maximum application rate per application (lb a.i./A)	Individual Bee (Tier I) Risk? ^d					Risk Conclusions (Basis and Other Considerations)
		On Field Adult Contact (Tier I RQs) ^c	On Field Adult Oral (Tier I RQs)	On Field Larval (Tier I RQs)	Off Field (Tier I RQs)	On Field (Refined Crop – Risk Y/N)	
Crop Subgroup 1C. Tuberous and corn vegetables subgroup: Potato	Foliar	7	279 – 1414	0.3 – 28	Y		High On-field Risk (Tier I): primarily to non-Apis bees Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996ft; Aerial Sprays >996ft
	Soil	N/A	12 – 59	<0.1 – 1.2	N	Potato - N	Potential Pre-bloom window for potato: No foliar data to establish for foliar spray >24-days for soil applications
Crop Subgroup 1D. Tuberous and corn vegetables (except potato) subgroup.	Foliar	8	287 – 1456	0.3 – 29	Y		High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft
	Soil	N/A	12 – 60	<0.1 – 1.2	N		
Crop Group 3. Bulb Vegetable Group	Foliar	20	761 – 3855	0.7 – 75	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft
	Soil	N/A	10 – 48	<0.1 – 0.9	N		
Crop Group 4. Leafy Vegetables (Except Brassica Vegetables):	Foliar	15	556 – 2870	0.6 – 56	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft
	Soil	N/A	12 – 59	<0.1 – 1.2	N		
Crop Subgroup 5-A. Brassica Head and Stem Vegetable Group	Foliar	20	757 – 3834	0.7 – 75	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft
	Soil	N/A	12 – 59	<0.1 – 1.2	N		
Crop Subgroup 5-B. Brassica Leafy Greens Subgroup	Foliar	15	556 – 2870	0.6 – 56	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft

Crop Group	Maximum application rate per application (lb a.i./A)	Individual Bee (Tier I) Risk? ^a					On Field (Refined Crop – Risk Y/N)	Risk Conclusions (Basis and Other Considerations)
		On Field Adult Contact (Tier I RQs) ^c	On Field Adult Oral (Tier I RQs)	On Field Larval (Tier I RQs)	Off Field (Tier I RQs)			
Crop Group 8, Fruiting Vegetables (Except Cucurbits):	Foliar	20	757 – 3834	0.7 – 75	Y	Tomato - Y	High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft	
	Soil	N/A	12 – 59	<0.1 – 1.2	N	Tomato - Y	Potential Pre-bloom window for tomato: >10-days for foliar spray >53-days for soil applications	
Crop Group 9, Cucurbit Vegetables:	Foliar	20	757 – 3834	0.7 – 75	Y	Cucumber - N Pumpkin - Possible	High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996ft	
	Soil	N/A	12 – 59	<0.1 – 1.2	N	Cucumber - Y Pumpkin - Y	Potential Pre-bloom window for cucumber: >2-days for foliar spray >22-days for soil applications Potential Pre-bloom window for pumpkin: Not able to estimate for foliar spray or soil applications	
Crop Subgroup 12-12B, Stone Fruit	Foliar	20	761 – 3855	0.7 – 75	Y		High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Airblast 236 ft; Aerial Sprays >996ft	
	Soil	N/A	10 – 48	<0.1 – 0.9	N			
Crop Subgroup 13-07D, Small fruit vine climbing subgroup: Grape	Foliar	15	558 – 2827	0.5 – 55.2	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Airblast 184 – 194 ft; Aerial Sprays >996 ft	
	Soil	N/A	12 – 59	<0.1 – 1.2	N			
Crop Subgroup 13-07F, Small Fruit Vine Climbing Subgroup, Except Fuzzy Kiwifruit	Foliar	15	571 – 3891	0.6 – 57	Y		High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Airblast 184 – 194 ft; Aerial Sprays >996 ft	
	Soil	N/A	12 – 60	<0.1 – 1.2	N			

Crop Group	Maximum application rate per application (lb a.i./A)	Individual Bee (Tier I) Risk? ^a					On Field (Refined Crop – Risk Y/N)	Risk Conclusions (Basis and Other Considerations)
		On Field Adult Contact (Tier I RQs) ^c	On Field Adult Oral (Tier I RQs)	On Field Larval (Tier I RQs)	Off Field (Tier I RQs)			
Crop Subgroup 13-07H, Low Growing Berry Subgroup, Except Strawberry	Foliar	20	761 – 3855	0.7 – 75	Y	Cranberry - Y	High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Airblast 236 ft; Aerial Sprays >996 ft Potential Pre-bloom window for cranberry: Not able to estimate for foliar spray applications	
Crop Group 14: Tree Nuts	Foliar	61	2283 – 11565	2.2 – 226	Y		High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Airblast 259 ft;	
	Soil	N/A	19.0 – 96	0.02 – 1.9	N			
Crop Group 15: Cereal Grains: Rice	Foliar	15	558 – 2827	0.5 – 55.2	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996 ft	
Crop Subgroup 20C, Cottonseed Subgroup	Foliar	15	558 – 2870	0.8 – 58	Y	Cotton - Possible	High On-field Risk (Tier I) Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft; Aerial Sprays >996 ft Potential Pre-bloom window for cotton: Not able to estimate for foliar spray applications	
Watercress	Foliar	15	556 – 2870	0.6 – 56	Y		Low On-Field Risk (all uses, due to anticipated lack of exposure ^b); Off-Field Risk (Tier I, foliar uses only): Ground Sprays >996 ft	

- Colors represent both the risk and the confidence in a risk conclusion: Red = Risk Identified, High Confidence; Green = Low Risk Identified, High Confidence; Yellow = Risk Identified for Some Crops, Moderate Confidence.
- Bees important for seed production and crop breeding, however the crop(s) is typically harvested prior to bloom. USDA. 2014. Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen. (available at: http://www.ree.usda.gov/ree/news/Attractiveness_of_Agriculture_crops_to_pollinating_bees_Report- FINAL.pdf)
- Soil applications are assumed to have limited potential for contact exposure to bees, therefore no RQs are calculated for soil applications.
- Levels of Concern are 0.4 and 1.0 for acute and chronic risks respectively.

(参考4) 主要な国、地域の農薬登録制度における生態影響に係るリスク評価の実施状況

対象生物		EU	米国	カナダ	豪州	韓国	日本
陸域	鳥類	○	○	○	○	△	△
	哺乳類	○	○	○	○	×	×
	ハチ類	○	○	○	○	△	△
	その他の節足動物	○	×	○	○	△	△
	ミミズ	○	×	○	○	△	×
	土壌非標的微生物	○	×	×	○	×	×
	その他の土壌非標的生物	○	×	×	○	×	×
	非標的植物	○	○	○	○	×	×
水域	魚類	○	○	○	○	△	○
	無脊椎動物(甲殻类等)	○	○	○	○	△	○
	藻類	○	○	○	○	△	○
	水草	○	○	○	○	×	×

注1 ○であっても、条件によってはリスク評価を実施しない場合がある

注2 韓国の△: 毒性評価又はリスク評価を実施

注3 日本の△: 鳥類、ハチ類(養蜂用ミツバチ)、その他節足動物(カイコ、天敵昆虫等)に対する毒性評価を実施

注: 以下の出典を基に整理
(出典)

EU 「COMMISSION REGULATION (EU) No 283/2013」

EC 「Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC」、「Guidance Document on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters in the context of Regulation (EC) No 1107/2009」

EFSA 「Guidance of EFSA Risk assessment for birds & mammals」

USEPA 「Technical Overview of Ecological Risk Assessment - Analysis Phase: Ecological Effects Characterization」、ほか USEPA による農薬の評価書等

Health Canada 「Use Site Category (DACO Tables)」、ほか Health Canada による農薬の評価書等

APMVA「Data guidelines」、Australian Environment Agency Pty Ltd「Environmental risk assessment guidance manual for agricultural and veterinary chemicals」

農林水産省 「農薬の登録申請に係る試験成績について」

農薬工業会ヒアリング(2017)

(参考5) 農薬のトンボ類に対する影響に関する文献調査の結果

1 平成26(2016)年度環境省請負業務「農薬の環境影響調査業務」における文献調査の結果(抜粋)

(1) 文献調査等 目的

環境影響評価方法を検討するために必要な、ネオニコチノイド系農薬等及びそれらの代替候補農薬のうち主要な農薬の使用量が増加する前後におけるデータを含む、各地域におけるトンボ等の生態・生息状況に関する知見、及び農薬がトンボ等に及ぼす毒性等についての情報を収集することを目的とする。

(2) 文献調査

ネオニコチノイド系農薬等及びそれらの代替候補農薬のうち主要な農薬に係るトンボ等の毒性データ(急性致死、急性亜致死、慢性致死、慢性亜致死)を収集・整理し、トンボ等に対する影響の有無をどのように判断しているか整理を行った。

Google scholarなどを利用して、ネオニコチノイド系農薬等及びそれらの代替候補農薬のうち主要な農薬に関するトンボ等の研究及び調査結果について報告されている文献として、下記のことを抽出した(表省略)。

文献番号: 1

表題: 数種農薬のトンボ幼虫羽化率に及ぼす影響

著者: 菅千穂子, 築地邦晃, 武田眞一

雑誌名: 北日本病虫研報 53: 155-157

発行年: 2002

概要: 岩手県北上市で湛水前の水田で採取した土壌を樹脂製コンテナに入れ、内網室に湛水状態で静置した。5月22日、3つの農薬処理区(除草剤:メフェナセット10%及びピラゾスルフロンエチル0.3%, カルプロパミド4.0%, 殺虫剤:フィプロニル1.0%)と対照区を設定した。試験は3反復でコンテナはランダムに配置した。5月29日に、農薬を投入した。6月と7月にヤゴの数を網ですくって計測した。ヤゴの数は、処理区間で有意差は見られなかった。8月にヤゴ羽化殻数を計測した結果、殺虫剤区でヤゴ羽化殻は全く出現しなかった。その他の処理区では、羽化殻はほぼ同じ数出現した。

文献番号: 2

表題: Effects of temperature stress and pesticide exposure on fluctuating asymmetry and mortality of *Coperia annulata* (selys)

著者: Xiaoli Chang, Baoping Zhai, Xiangdong Liu, Min Wang

雑誌名: Ecotoxicology and Environmental Safety 67: 120-127

発行年: 2007

概要: 亜致死的な農薬濃度での影響する指標として、トンボヤゴのFA (fluctuating asymmetry) の有効性を調べた。モノサシトンボ (*Coperia annulata*) のヤゴの発達への殺虫剤と温度の影響を調べた。3段階のイミダクロプリド濃度 (1.8×10^{-9} , 18×10^{-9} , 180×10^{-9} mg/L) でそれぞれ3つの

ピーカーを3段階の温度(25, 30, 35°C)で実験した。殺虫剤の濃度が低いと、3つのFA値が減少し、濃度が上がるにつれてFA値は増加した。温度が上がるにつれて、4つのFA値が増加した。温度と濃度の相互作用は、複雑だが、5つのFA値で有意な差があった。殺虫剤処理とヤゴの死亡率に有意な効果はなかった。温度とヤゴの死亡率に有意な効果があった。死亡率と3つのFA値に負の関係があった。FAは長期的なストレス指標となりうるかもしれない。

文献番号: 3

表題: Acute and delayed effects of the neonicotinoid insecticide thiacloprid on seven freshwater arthropods

著者: Mikhail A. Beketov, Matthias Liess

雑誌名: Environmental Toxicology and Chemistry 37: 461-470

発行年: 2008

概要: 毒性試験は、継続暴露にて行われるのが普通である。しかし、野外での地表水への農薬の暴露は、継続的な暴露よりむしろパルスの時間スケールで暴露されることが多い。そこで、農薬(チアクロプリド)の短時間(24h)暴露が水生節足動物に与える影響を調べた。24時間の農薬暴露後、種ごとに11日から30日までの間影響を追跡した。オオミジンコのLD₅₀(11-30 days)は4400 μg/l、水生ワラジムシの仲間は153 μg/l、ヨコエビの仲間は190 μg/l、タイリクアキアカネは31.2 μg/l、イエカの仲間は6.78 μg/l、トビケラの仲間は5.47 μg/l、ブユの仲間は5.76 μg/lであった。チアクロプリドは、遅延致死性及び亜致死性の効果を引き起こした。

文献番号: 4

表題: フィプロニルとイミダクロプリドを成分とする育苗箱施用殺虫剤がアキアカネの幼虫と羽化に及ぼす影響

著者: 神宮宇寛, 上田哲行, 五箇公一, 日鷹一雅, 松良俊明

雑誌名: 農業農村工学会論文集 77: 35-41

発行年: 2009年

概要: フィプロニルやイミダクロプリドを成分とする育苗箱施用殺虫剤は、稲の吸汁性害虫を対象とした殺虫剤であるが、これら薬剤がアキアカネ幼虫の死亡率、羽化数、羽化行動に及ぼす影響を小型ライシメーターにより検証した。アキアカネ幼虫の死亡率が最も大きい値を示したのはフィプロニル区となり、羽化個体が観察されなかった。イミダクロプリド区では、フィプロニル区に比べて死亡率は低い値を示したが、幼虫の平均成長率および成虫の後翅長が無処理区よりも低下した。また、羽化異常を示す個体が無処理区に比べて高い割合で発現した。フィプロニルやイミダクロプリドを成分とする育苗箱施用殺虫剤の使用は、アキアカネ幼虫の大きな減少を招くことが示唆された。

文献番号: 5

表題: A useful new insecticide bioassay using first-instar larvae of a net-spinning caddisfly, *Cheumatopsyche brevilineata*

著者: Atsushi Yokoyama, Kazuhisa Ohtsu, Takashi Iwafune, Takashi Nagai, Satoru Ishihara, Yusaku Kobara, Takeshi Horio, Shoza Endo

雑誌名: Journal of Pesticide Science 34: 13-20

発行年：2009

概要：流水性昆虫への急性殺虫毒の影響を査定するための、新しい殺虫剤生物検定法を開発した。横浜市宮川上流産で採取されたコガタシマトビケラ由来の一齢幼虫を使用し、30種の殺虫剤をテストした。実験時は、幼虫をバイアルまたは2.0 ml wellに1個体ずつ入れて行った。トビケラは、ミジンコよりも薬剤感受性が高かった。ネオニコチノイド系農薬のコガタシマトビケラのEC50(48h)は、アセタミプリドで3.35 μ g/l、クロチアニジンで4.44 μ g/l、ジノテフランで10.4 μ g/l、イミダクロプリドで4.22 μ g/l、ニテンフェラムで45.0 μ g/l、チアクロプリドで5.27 μ g/lであった。ネオニコチノイドの影響は、ミジンコを用いたバイオアッセイによって、これまで過小評価されていたかもしれない。

文献番号：6

表題：耕作水田におけるフィプロニルを成分とする育苗箱施用殺虫剤がアカネ属に及ぼす影響

著者：神宮宇寛，上田哲行，角田真奈美，相原祥子，齋藤満保

雑誌名：農業農村工学会論文集 78: 79-86

発行年：2010年

概要：フィプロニル系殺虫剤を播種時と移植時に施用した水田において、育苗箱施用殺虫剤がトンボ科アカネ属におよぼす影響を調査した。さらに薬剤の散布時期の違いが害虫防除効果におよぼす影響について検証した。水田のフィプロニル最高濃度は、播種時処理区で1.20 ppb、移植時処理区で1.45 ppbを示した。フィプロニルを散布した区では、無処理区に比べてアキアカネの羽化個体数は大きく減少することが明らかとなった。また、その影響はアキアカネ以外のトンボ類にも及び、移植時処理区では無処理区に比べ、アカネ属とアオイトトンボ科のトンボ成虫が減少した。アキアカネの羽化個体数、アカネ属幼虫および他のトンボ類成虫の出現個体数から、移植時処理に比べると播種処理では、殺虫剤によるトンボ類の減少がわずかに抑えられた。

文献番号：7

表題：Effect of imidacloprid and fipronil pesticide application on *Sympetrum infuscatum* (Libellulidae: Odonata) larvae and adults

著者：Hiroshi Jinguji, Dang Quoc Thuyet, Tetsuyuki Ueda, Hirozumi Watanabe

雑誌名：Paddy and Water Environment 11: 277-284

発行年：2013年

概要：イミダクロプリドおよびフィプロニルがノシメトンボの幼虫や成虫に与える影響についてライシメーターを用いて調査した。22匹のノシメトンボ幼虫を各処理区に放流し、農薬濃度、ヤゴの数、羽化時期を記録した。投薬後の水中最大濃度はイミダクロプリド区では1日後で0.0528ppm、およびフィプロニル区では6時間後で0.0013ppmであった。両農薬ともに迅速に分解し、水中半減期はイミダクロプリドで8.8日、フィプロニルで5.4日であった。投薬後9日後の生存率はコントロールで63.6%、イミダクロプリド区で15.2%、フィプロニル区で0%であった。イミダクロプリド区における羽化率はコントロールと比べて有為に低く、フィプロニル区におけるノシメトンボ幼虫の消失は顕著であった。

文献番号：8

表題：イミダクロプリドおよびフィプロニルを有効成分とする育苗箱施用殺虫剤の連続施用がトンボ類

幼虫の群集に及ぼす生態影響

著者：早坂大亮，鈴木一隆，是永知子，諸岡（斎藤）歩希，野村拓志，深澤圭太，Francisco SÁNCHEZ-BAYO，
五箇公一

雑誌名：日本農薬学会誌 38: 101-107

発行年：2013 年

概要：トンボ幼虫群集について、イミダクロプリドとフィプロニルを年一回施用した実験水田で2年間継続調査した。投薬したどちらの水田においても無処理区と比べてトンボ幼虫の個体数は少なく、特にフィプロニル処理区のほうが少なかった。田面水中の農薬濃度は両農薬とも一週間以内に急速に濃度が減少し、1～3ヶ月程度で検出限界未満となり、土壌中の残留は2年間確認された。主要反応曲線分析では、フィプロニル区において1年目よりも2年目の群集構造の変化が大きかった。どちらの年も水中から農薬が消失したのちにも群集構造の変化が見られたことから、トンボ類の幼虫に対しては土壌中の残留が大きく影響することが示唆された。このことは、イミダクロプリドやフィプロニルの土壌残留がヤゴ群集に与える生態学的な影響および危険性を示している。また、農薬に対する感受性は種間で異なり、イミダクロプリド処理区ではアオイトトンボが投薬後減少し、フィプロニル処理区では特にショウジョウトンボが投薬後に減少した。

文献番号：9

表題：イミダクロプリド製剤および施用方法の違いが水田に生息する水生昆虫に及ぼす影響

著者：本林隆，源河正明，Thai Khanh Phong，渡邊裕純

雑誌名：日本応用動物昆虫学会誌 56: 169-172

発行年：2012 年

概要：農薬を施用した実験水田において農薬濃度の推移と、水生昆虫への影響を調査した。イミダクロプリドを成分とする農薬として、播種時に施用する制御剤、および移植時施用の非制御剤の2通りの施用方法を比較した。制御剤を用いた田面水中の薬剤濃度は非制御剤の移植時施用にくらべて低く抑制することが示された。ユスリカやカゲロウ幼虫の密度は、非制御剤を用いた処理区では移植後7日目が対照区に比べて低く、逆に移植後21日目には高いといった違いが生じた。一方、制御剤処理区では対照区とほぼ同様に推移した。また、非制御処理区では移植直後に放飼されたコオイムシ1齢幼虫に麻痺などの行動異常が認められたが、制御剤処理区ではみられなかった。

文献番号：10

表題：Macro-invertebrate decline in surface water polluted with imidacloprid

雑誌名：Tessa C. Van Dijk, Marja A. Van Staalduinen, Jeroen P. Van der Sluijs

著者：PLoS ONE 8: e62374

発行年：2013

概要：イミダクロプリドはもっともよく使用されている農薬の一つで、オランダの多くの地域で、その濃度は水質基準を超えている。データベースから、オランダ国内の3年分の内水面のイミダクロプリド濃度を用いた。水生無脊椎動物の分布と量は、水道局のデータを使用した。両データは、イミダクロプリドを測定した位置の半径1 km以内でかつ日時が160日以内のいずれのデータを対応させた。全種の同時解析では、イミダクロプリド濃度と無脊椎動物の生物量は負の関係があった。

目レベルでは、ヨコエビ目、モノアライガイ目、ハエ目、カゲロウ目、ワラジムシ目で負の相関が見つかった。いくつかの種でも負の相関が見つかった。オランダには、イミダクロプリドの水質基準が3つあり (< 13 ng/l, <67 ng/l, 200 ng/l)、本研究の結果をこの基準に当てはめると、水生無脊椎動物を少しでも保護するためには、もっとも厳しい基準 (<13 ng/l) が妥当と考えられる。

文献番号：11

表題：アキアカネに何が起こったのか：育苗箱施用浸透性殺虫剤のインパクト

著者：上田哲行，神宮宇寛

雑誌名：TOMBO 55: 1-12

発行年：2013年

概要：アキアカネの著しい減少に関わる研究の現状を紹介した。長期的な減少とは区別される急激な減少は1990年代後半に始まり、その個体数は地域によっては1%以下にまで落ち込んでいた。稲の育苗箱に施用される殺虫剤イミダクロプリドとフィプロニルが幼虫の生存率を著しく低下させることが実験で確かめられ、その生存率低下を考慮したシミュレーションモデルが各地の減少パターンをよく説明することから、急激な減少の主要因と結論された。

文献番号：12

表題：農薬による生物多様性影響評価の重要性：個体評価から群集評価へ — 生物多様性に配慮した農薬管理の在り方 —

著者：早坂大亮，永井孝志，五箇公一

雑誌名：日本生態学会誌 63: 193-206

発行年：2013年

概要：農薬は作物の品質・収量確保の上で必要不可欠である一方、持続的な農業活動に向けては生物多様性を無視することはできない。日本における現行の農薬管理は、個体レベルの室内毒性試験のみで評価されており、群集（生態系）レベルでの評価手法は確立されていない。群集に対するリスク評価はこれまでも試みられてきたが、いずれも解釈が困難であった。そこで、群集組成の経時変化をコントロールとの差としてとらえる主要反応曲線解析が開発され、現在、多くの現場で使用されている。そこで、今後の生物影響評価システムとして、室内毒性試験、種の感受性分布、および実験生態系における長期モニタリングを一つの評価パッケージとして、段階的に実施することを提案する。そこから、農薬の生態リスクの総合評価による登録保留基準の設定が可能になると考える。

文献番号：13

表題：Study of the impacts of systemic insecticides and their environmental fate in aquatic communities of paddy mesocosms

著者：Daisuke Hayasaka

雑誌名：Journal of Pesticide Science 39: 172-173

発行年：2014年

概要：殺虫剤が水生生物群集に与える生態学的影響は不明な点が多いが、複雑な群集の相互作用を調査するには高い技術が必要である。本研究では、物理化学特性の異なるイミダクロプリドおよびフ

イプロニルの2つの合成殺虫剤に対する水生群集の応答を3年間モニタリングした。生物多様性保護のため、殺虫剤が生態学的に与える影響を評価するにあたり、環境が今後どのように変化していくのかを説明するものとして、物理化学的な特性の相違があること、それぞれの分類群や機能群によって生活史および生息環境が異なること、食物連鎖を通じた間接効果があること、及び1年以上の長期野外調査であることを考慮する必要があると考えられた。

文献番号：14

表題：Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: A review

著者：Christy A Morrissey, Pierre Mineau, James H. Devries, Francisco Sanchez-Bayo, Matthias Liess, Michael C. Cavallaro, Karsten Liber

雑誌名：Environment International 74: 291-303

発行年：2015

文献番号：15

表題：総論 アカトンボはなぜ激減したのか

著者：苅部治紀

雑誌名：昆虫と自然 47: 2-4

発行年：2012年

概要：かつてはごく普通に見られたアキアカネなどの水田を住处とする種類の激減が1990年代後半ごろからトンボ研究者の話題にのぼるようになった。

文献番号：16

表題：静岡県におけるアカトンボの減少の記録

著者：福井順治

雑誌名：昆虫と自然 47: 5-9

発行年：2012年

概要：近年赤トンボが激減したといわれているが、その実態を数値として示した報告は少ない。しかし、移動習性に着目した長期的な継続調査として、夏季の山地および、秋季の平地で行われた目視調査を行っており、そこから個体数を定量的に比較出来る。1998-2001年と2006-2009年の山地における捕獲個体数は12.6匹/人時から1.7匹/人時へと1/40の減少であった。ルートセンサスでは68.7匹/100mから12.7匹/100mであり、1/6の減少であった。1997, 1998年と2007-2009年の平地における比較では、目視記録個体数は90.0, 60.8匹/日から6.8~18.8匹/日へと、1/5~1/10の減少であった。密度依存による効率の相違から、捕獲に関しては過大評価、目視記録に関しては過小評価をしている可能性がある。以上を考え合わせると、トンボ類の個体数は当時と比較するとおよそ1/10~1/30程度に減少したと考えられる。

文献番号：17

表題：富山県におけるアカトンボ激減の実態

著者：二橋亮

雑誌名：昆虫と自然 47: 10-15

発行年：2012年

概要：アカトンボの定量データをとる試みは、最近になって全国各地で行われている。しかし、ちょうど減少している時期の様子を具体的なデータで示すことは難しい。1993年以降の富山県内のトンボ相の網羅的調査から、在・不在データによる確認率および、延べ個体数を用いた単位時間当たりの確認個体数に変換することによって、1993-2011年の推移を調べた。アキアカネとノシメトンボの発見率は1990年代ではほぼ100%だったのに対し、2009年の時点で両種とも50%以下になっていた。2010年以降は、アキアカネの確認率は回復したが、ノシメトンボは減少傾向がすすんでいる。確認個体数の結果もよく似ており、1998年を境にアキアカネ、ノシメトンボは激減している。

文献番号：18

表題：アカトンボの減少原因の究明 - 浸透移行性殺虫剤の影響 -

著者：神宮字寛

雑誌名：昆虫と自然 47: 16-19

発行年：2012年

概要：農業に従事する人々の関心を赤トンボに向けた調査をきっかけに、生産者が所有する水田から発生する赤トンボの数と種数を調査した。生産者にはトンボの羽化時期に1ヶ月間、圃場に通い羽化殻を回収してもらい、大学側では種類や数を分析した。この取り組みの結果からフィプロニルやジノテフランを殺虫成分とする農薬を使用した場合、羽化殻を確認できる水田の割合が非常に少ないことが分かった。協力いただいた農協では、代用する影響の少ない苗箱施用剤の効果を検証するために継続して赤トンボ調査を実施するなど、本物の赤トンボ米づくりに向けた営農指導を図ることにしている。

文献番号：19

表題：アキアカネの減少傾向と減少時期 - 会員へのアンケートから -

著者：上田哲行

雑誌名：SYMNET 10: 2

発行年：2012年

概要：アキアカネの減少は今に始まったことではないだろう。最近減ったように思うと回答した会員では、2000年前後から急激に減少したと感じていることが明らかとなった。時期がある程度特定できれば、アキアカネの減少の原因の仮説を立てることが容易になる。

文献番号：20

表題：赤とんぼネットワーク会員によるアカトンボセンサス2007（速報）

著者：上田哲行

雑誌名：SYMNET 10: 3-9

発行年：2012年

概要：全国からの多数の調査結果を一覧してみると、全国的にアキアカネ減少していることが明白になったように思われる。また、密度には明瞭な地域差があるらしいことも明らかになった。今回の調査で示された各調査地点の密度が、広範囲な地域的な減少傾向を反映しているのか、たまたま調査が実施された地点の条件を反映しているにすぎないのかは、今後も多くの地点で継続的な調

査が繰り返されることで、明らかになってくるであろう。

文献番号：21

表題：2007年の埼玉県西部と都心におけるアキアカネの個体数調査について

著者：石澤直也

雑誌名：SYMNET 10: 10-12

発行年：2012年

概要：埼玉県西部を中心に複数個所において双眼鏡を用いて個体数調査を行った。いずれの地域でもアキアカネの数は減っていて1990年代と比較すると概ね1/4か1/5くらいまで減ったと推察される。また、最近の傾向として、ネキトンボの増加傾向が伺われる。

文献番号：22

表題：東京都日野市における秋季のアキアカネの経年変化

著者：津吹卓

雑誌名：SYMNET 10: 13-14

発行年：2012年

概要：1994年から東京都日野市の百草山周辺および多摩川の河原において、ルートセンサスによってアキアカネの個体数を継続的に調査した。個体数が急増した年はあるものの、アキアカネの個体数は減少していないと考えられた。

文献番号：23

表題：新潟県村上市でのアキアカネ群飛の観察記録

著者：佐藤良次

雑誌名：SYMNET 10: 14-15

発行年：2012年

概要：2002年には新潟県内の平野部からアキアカネの姿が消えたと言われ、近年はアキアカネの群飛を見る事はなかった。しかし、新潟平野の北部である瀬波中では2005年に個体数が増えた。ただし、移動方向が以前の北から南ではなく、西から東になっていた。2007年にも多数のトンボが確認され、2/3がアキアカネ、残りの1/3がノシメトンボであった。2007年は平地でアキアカネを見る事がほとんどなかったため、外部からの飛来であると考えられる。移動方向も一昨年と同様に西から東となっており、海上移動するアキアカネの報告もあることから、越佐海峡を越えて来ているのかもしれない。

文献番号：24

表題：赤トンボの羽化殻を指標とした市民参加型の水田環境評価

著者：粟生田忠雄，片野海，遠山和成，神宮字寛

雑誌名：新潟大学農学部研究報告 65: 131-135

発行年：2013

概要：赤トンボ（アカネ属）の個体数が減少していると言われているなか、赤トンボの経年的な生息数の実態は把握されていなかった。著者らは、新潟と埼玉、宮城県の水田において、アカネ属（アキアカネ、ナツアカネ、ノシメトンボ）の羽化殻数と使用農薬、水管理の関係を調べた。新潟県

は、2011年に72枚の水田と2012年に51枚の水田が調査された。埼玉県と宮城県は、それぞれ2011年と2010年に12枚と52枚の水田が調査された。ヤゴの羽化殻は、農家に採集してもらい、使用農薬と水管理の量と時期をアンケートで調べた。ヤゴの羽化殻数は、水田の中干しの有無で変わった。中干しのある水田では、羽化殻数が顕著に少なかった。ヤゴ羽化殻数は、使用農薬によってばらついた。新潟県で農薬は、主にネオニコチノイド系、ジアミノイド系、ネライストキン系が使用されており、ヤゴ羽化殻数はネオニコチノイド系使用の水田でもっとも数が少なかった。

文献番号：25

研究課題：アカトンボ減少傾向の把握とその原因究明

研究者：上田哲行，神宮宇寛，渡邊裕純

出典：平成22年度EXTEND2010野生生物の生物学的知見研究 研究成果報告書

発行年：2011年

概要：アカトンボ類の減少傾向については定量的なデータがあり、育苗箱施用剤による生存率の低下を変数としたシミュレーションモデルは石川県におけるアキアカネ個体数の経時的な変化とかなりよく一致した。また、北陸4県でモデルによる予測値の検証を行い、地域差をかなり正確に説明できた。ライシメータを使った各処理区の生存率は、イミダクロプリド区が0%、フィプロニル区が0%、ジノテフラン区が14.9%、カルタップ区が70.0%、無処理区が68.9%となった。田面水中に溶出したフィプロニルは光分解によって速やかに低濃度になるが、フィプロニルスルホンやフィプロニルスルフィドなど代謝産物が生成される。標準試薬を使ったアキアカネ幼虫に対する毒性試験では、フィプロニルの16.5倍および53.8倍の強い毒性が示された。

文献調査 まとめ

以上の文献をまとめると、以下の2点に集約される。

(1) アキアカネやノシメトンボに関してはネオニコチノイド系農薬等が使用されはじめた1990年代から顕著な減少傾向を示し、二橋による富山県のデータ（文献番号17）はそれを裏付けている。ネオニコチノイド系農薬等がこの減少傾向の原因である可能性を指摘するものの、中干しのための落水といった耕種的影響や、圃場整備などといった環境の変化による影響の可能性を否定する結果も見当たらないことから、アキアカネやノシメトンボの減少要因がネオニコチノイド系農薬等の使用であることを明らかにできるデータはない。

(2) 我が国のトンボ類におけるネオニコチノイド系農薬等の毒性値として妥当と考えられるものは見当たらない。

神宮字らのグループは検証実験によりアカネ類とネオニコチノイド系農薬等との関係についていくつかの報告をおこなっており、それらの結果から特にフィプロニルによりアカネ類の若虫数が減少することなどが示されている（文献番号4、6、7、18）。早坂らのグループもフィプロニルがトンボ類に大きく影響することを報告しており（文献番号8、12、13）、室内実験、ライシメーター、及び水田メソコズム試験のレベルまではこの傾向

は一致する。しかし、アカネ属の成虫の移動距離などを考慮すると、フィプロニルをはじめとするネオニコチノイド系農薬等の施用が単独の水田のみならず、県や市レベルの規模における地域全体に影響を及ぼす理由を説明できなければ、アカネ属の激減理由の説明とはならないだろう。また、前述の通り、中干しのための落水といった耕種的影響や、圃場整備などといった環境の変化による影響との比較も必要である。

アカネ類の減少を具体的に示す資料はほとんど存在しない中、二橋による富山県のアカネ属の個体数推移に関する報告（文献番号 17）は定量データに近い貴重な資料である。この報告によると、2000 年頃を境として、アキアカネ及びノシメトンボは 5 分の 1 から 20 分の 1 程度にまで減少したと考えられる。富山県ではイミダクロプリドが 1993 年から、フィプロニルが 1997 年から使用されているが、その出荷量の増加とアキアカネ及びノシメトンボの減少とはよく相関しているように見える。

以上のことから、トンボ類の減少とネオニコチノイド系農薬等との関係を明らかにするために必要かつ不足している情報として、1) 現在まだ生息しているトンボ類についての個体数の把握、2) トンボ類におけるネオニコチノイド系農薬等、及びその他の農薬の毒性値（LC₅₀ や EC₅₀）と環境中の残留の程度の把握、及び、3) それぞれの地域における農業様式の変化とトンボの種類毎の生活史や個体数との対応関係の把握、の 3 点が考えられた。特に、二橋（文献番号 17）にあるように、普通種と思って普段は気にとめていない種類がいつ急激に減少するか分からず、既に減ってしまってからあわててデータを取り始めても、1) 及び 3) の項目について検証することに関しては既に手遅れである。そのため、農薬が環境に及ぼす影響の評価において、トンボに限らず現在比較的多く見られる他の種についても、継続的な定量データの取得が欠かせない。

2 その他の文献調査の結果

2013 年以降に発表された研究について、日本語文献は「日本の研究.com」 「Cinii」で、英字発表論文は Google scholar で、日本におけるネオニコチノイド系農薬のトンボへの影響に関するものを調査した。その結果、我が国の環境中でのネオニコチノイド系農薬等のトンボへの影響を示唆する知見やリスク評価を行うに当たり活用できる毒性値・暴露量等で活用できるものは見つからなかった。

研究課題：個体レベルから生物群集レベルを網羅したネオニコチノイド殺虫剤の影響評価

研究者：新潟大学 関島 恒夫

研究年度：科研費 2014～2016 年度

概要：水田メソコズムを用いて殺虫剤曝露による生物群集に対する影響を調査。

殺虫剤はクロチアニジンとカルタップの 2 つ。

生物サンプリングの項目は、動物プランクトン、付着生物、底生生物、および水生昆虫。

2015 年に学会発表実績はあるものの、詳細な研究内容は確認できない。

研究課題：Comparative ecotoxicity of imidacloprid and dinotefuran to aquatic insects in rice mesocosms

研究者：Koji Kobashi 他

出典：Ecotoxicology and Environmental Safety Volume 138,

発行年：2017

概要：イミダクロプリドとジノテフランについて、水田メソコズム内において毒性比較をしたもの。研究を実施するに当たり、既存研究から把握された甲殻類、水生昆虫、魚類の EC₅₀、LC₅₀、NOEC、LOEC がまとめられている。イミダクロプリド及びジノテフランともに 2%粒剤を 10kg/ha で育苗箱施用後、水田メソコズム内に移植後 5 ヶ月間に渡り、水中、土壌中の農薬残留量を計測するとともに、甲虫類、カイエビ、ハエ、カゲロウ、カメムシ、トンボ（ヤゴ）について、処理区とコントロール区での発生状況（個体数）を確認した。コントロールに対するトンボの発生状況は、イミダクロプリド区では、増えたもの（ハラビロトンボ、シオカラトンボ）がある一方で、ショウジョウトンボは減った。ジノテフラン区では、ショウジョウトンボが増え、ハラビロトンボも増える傾向であった。

イミダクロプリドに関する知見は先行研究と概ね一致していた。イミダクロプリドはジノテフランに比べ水生昆虫に対する影響が大きかったが、暴露濃度の違いによることが考えられるとしている。また、本研究では昆虫の種数が少なく、また動物プランクトンを測定していないことから、生物群集への影響を見るためには先行研究のような本格的な野外メソコズムで実施する必要があると考察されている。

研究課題：アカトンボ保全に向けた農業者を主体としたリスクアセスメントミティゲーションプログラムの実践と効果

研究者：宮井克弥 齋藤満保 神宮字寛

出典：農業農村工学会論文集 IDRE Journal No. 303 (84-3), pp. I_201-I_207 (2016.12)

発行年：2016

概要：アカトンボの保全を考慮した栽培技術として、水田の育苗箱施用殺虫剤をアカトンボへ影響が少ない成分の薬剤に変更するとともに、水田周縁部のみに薬剤処理した苗を移植する額縁処理方法を実水田へ導入し、その技術の効果を検証したもの。

アカネ属の羽化殻が確認された水田割合と羽化密度では、ジノテフランが育苗箱施用された水田と不使水田を比較した結果、2009～2011 年の間で 2009 年において有意な差が確認された。ジノテフランをクロラントラニプロールに変更した 2012～2013 年には、不使水田と比較して有意な差は認められなかった。また、水稻初期及び中期における害虫による食害指数には、全面処理区と額縁処理区の中央部の間に有意な差が認められないことから、額縁処理害虫防除の有効性が示唆された。

額縁処理は、薬剤処理苗が 1 ha ほ場で約 10% となり、減農薬に貢献するのみならず、生物多様性保全に取り組む水田地帯に有効な手段になると考察されている。

(参考6) 農薬の野生ハナバチ類に対する影響に関する文献調査の結果

1 環境研究総合推進費「ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究」における文献調査の結果

本研究では、以下のような文献調査が行われている。

(1) 国内外におけるネオニコチノイド系殺虫剤の生態リスク評価・管理に関する情報収集・整備

2010年から2016年までのネオニコチノイド系農薬の昆虫類に対する生態リスク評価に関する論文情報36件をレビューした。その結果、概要は以下のとおりである。

- ・ ミツバチコロニーよりマルハナバチコロニーの方が低濃度の農薬で繁殖率に悪影響が出るのが実験的に確かめられている(4, 9, 10)。このことから生態影響評価として野生ハナバチ類の動態を調査する必要がある。
- ・ オランダでは、イミダクロプリドの表層水濃度が高いエリアほど食虫性鳥類の個体群成長率が低下しているという相関関係が示されている(3)。しかし、本論文では相関関係のみ論じており、因果関係を証明するデータは一切示されていない。
- ・ 養蜂群数の世界的統計を調査した結果、飼育ミツバチの群数(コロニー数)は増加傾向にあり、ネオニコチノイド農薬が登場した以降も減少はしていない(11)など
- ・ 減少しているのは一部の欧米諸国のみ(オーストリア、ドイツ、スウェーデン、アメリカ合衆国)11など
- ・ アメリカ合衆国においても、ミツバチ養蜂群数の減少は、ネオニコチノイド農薬登場以前から続いており、ネオニコチノイド農薬との相関は認められない。
- ・ 日本においてもセイヨウミツバチの養蜂群数はネオニコチノイド農薬が上市された以降も増加している(12)。
- ・ 病原体や寄生性ダニの感染・寄生率と農薬の関係はミツバチを対象としたものがメインで、マルハナバチに関するものはわずか3本しか論文がなく、さらにネオニコチノイド農薬に関する記述はなかった。
- ・ ミツバチで論じられるネオニコチノイド農薬の病原体・ダニ類の感染・寄生率に対する影響メカニズムは、免疫機能の不全によるものであり、特に殺菌剤や殺ダニ剤とネオニコチノイド農薬の共力作用(Synergism)が感染・寄生率を上昇させることが報告されている。
- ・ マルハナバチの感染症・寄生生物と農薬の関係を調査する上で、ネオニコチノイド農薬だけではなく、殺菌剤・殺ダニ剤等、他系統農薬の複合影響についても検討が必要と考えられる。

1) Godfray HCJ, Blacquiere T, Field LM, Hails RS, Petrokofsky G, Potts SG, Raine NS, Vanbergen AJ and McLean AR (2014) A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators; 2014. Proceedings of the Royal Society B, 281: 20140558.

2) Godfray HCJ, Blacquiere T, Field LM, Hails RS, Potts SG, Raine NS, Vanbergen AJ and McLean AR (2015) A restatement of recent advances in the natural science evidence base concerning

- neonicotinoid insecticides and insect pollinators. *Proceedings of the Royal Society B*, 282: 20151821.
- 3) Hallman CA, Ruud P. B. Foppen, Chris A. M. van Turnhout, Hans de Kroon & Eelke Jongejans (2014) Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511:341-343.
 - 4) Rundlöf M, Andersson GKS, Bommarco R, Fries I, Hederström V, Herbertsson L, Jonsson O, Klatt BK, Pedersen TR, Yourstone J and Smith HG (2015) Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature* 521: 77-80.
 - 5) Hayasaka D, Korenaga T, Suzuki T, Saito F, Sánchez-Bayo Fand Goka K. (2012) Cumulative ecological impacts of two successive annual treatments of imidacloprid and fipronil on aquatic communities of paddy mesocosms. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 80:355-362.
 - 6) Kimura K, Yoshiyama M, Saito K, Nirasawa K and Ishizaka M (2014) Examination of mass honey bee death at the entrance to hives in a paddy rice production district in Japan: the influence of insecticides sprayed on nearby rice fields. *Journal of Apicultural Research* 53: 599-606.
 - 7) Pisa LW, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bonmatin JM, Downs CA, Goulson D, Kreutzweiser DP, Krupke C, Liess M, McField M, Morrissey CA, Noome DA, Settele J, Simon-Delso N, Stark JD, Van der Sluijs JP, Van Dyck H and Wiemers M (2015) Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ Sci Pollut Res* 22:68- 102.
 - 8) Posthuma L, Suter GW & Traas TP (2001) *Species Sensitivity Distributions in Ecotoxicology*, pp 616, CRC Pres
 - 9) Stanley DA, Smith KE and Raine NE (2015) Bumblebee learning and memory is impaired by chronic exposure to a neonicotinoid pesticide. *Scientific Reports*, 5:16508, DOI: 10.1038/srep16508
 - 10) Whitehorn PR, O' Connor S, Wackers FL and Goulson D (2012) Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336: 351-352.
 - 11) vanEngelsdorp D and Meixner MD (2010) A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *J. Invertebrate Pathology* 103: S80-S95.
 - 12) 農林水産省生産局畜産部 (2016) 「養蜂をめぐる情勢」、
<http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/sonota/attach/pdf/bee-3.pdf>

(2) 国外におけるマルハナバチ類生態影響情報収集整備

2000年から2016年までのマルハナバチ類に対するネオニコチノイド系農薬の生態リスク評価に関する学術論文情報をレビューした。その結果、33件の原著論文が該当した。概要は以下の通りである。

- ・北米では1970年代と比較して、2000年代におけるマルハナバチ類の多様性が著しく低下しており、絶滅した個体群も複数存在すると報告されている。原因の一つに農薬も疑われている 1) 2)。
- ・マルハナバチ類は働き蜂の飛翔範囲はセイヨウミツバチよりも狭いため、農業環境において営巣しているコロニーについては、農薬処理された餌資源に依存する割合が高くなり、また土壌中に営巣することから、土壌を介した影響も考慮する必要がある

あると考察されている 16)。

- ・急性毒性試験の結果から、ネオニコチノイド系農薬およびフィプロニルはすべて、マルハナバチ類に対して高い毒性を示す 4) 5) 6) 7) 8) 9) 。
- ・室内ミニコロニー試験では 6~36ppb のネオニコチノイド農薬を投与しても影響が見られない 10) 11) という報告の一方、1ppb で増殖に影響がでるという報告もある 12) 。
- ・イミダクロプリドやチアメトキサムの環境中暴露の予測濃度をセイヨウオオマルハナバチに投与することでコロニー成長および飛翔行動に異常が生じるとする報告がある 13) 14) 15) 。
- ・野外暴露レベルの濃度 (2.1ppb) のイミダクロプリドやクロチアニジンをセイヨウオオマルハナバチに摂食させると脳内に 4~10nM の薬剤が移行することが示される。さらにセイヨウオオマルハナバチの神経培養細胞に 1~10nM のイミダクロプリドやクロチアニジンを暴露するとアセチルコリン受容体のアセチルコリン感受性が増大する。以上のことから、ネオニコチノイド農薬の低濃度暴露の行動異常のメカニズムを推定している 17)。

以上の文献調査から、ミツバチに比べてマルハナバチ類に対する生態影響評価については、定量的データを示した科学的調査事例数は少ない。特に、コロニーレベルの影響については実験によって、結果に差がある。今後、実験系の精査を行い、安定した試験システムの検討を行う必要があると考えられた。

- 1) Colla SR & Packer L (2008) Evidence for decline in eastern North America bumblebee (Hymenoptera: Apidae), with special focus on *Bombus affinis* Cresson. *Biodiversity and Conservation* 17: 1379-1391.
- 2) Cameron SA, Lozier JD, Strange JP, Koch JB, Cordes N, Solter LF & Griswold TL (2010) Patterns of widespread decline in North American bumble bees. *PNAS* 108: 662-667.
- 3) Osborne JL (2012) Bumblebees and pesticides. *Nature* doi:10.1038/nature11637
- 4) Scott-Dupree CD, Conroy L & Harris CR (2009) Impact of currently used or potentially useful insecticides for canola agroecosystems on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae), *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) *Journal of Economic Entomology*. 102:177- 182.
- 5) Valdovinos-Núñez J, Quezada-Euán JG, Ancona-Xiu P, Moo-Valle H, Carmona A, Sanchez ER (2009) Comparative toxicity of pesticides to stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *J Econ Entomol* 102:1737- 1742
- 6) Gradish AE, Scott-Dupree CD, Shipp L, Harris CR, Ferguson G (2010) Effect of reduced risk pesticides for use in greenhouse vegetable production on *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae). *Pest Manag Sci* 66:142- 146
- 7) Mommaerts V, Reynders S, Boulet J, Besard L, Sterk G, Smaghe G (2010) Risk assessment for side-effects of neonicotinoids against bumblebees with and without impairing foraging behavior. *Ecotoxicology* 19:207- 215

- 8) Tome´ HVV, Martins GF, Lima MAP, Campos LAO, Guedes RNC (2012) Imidacloprid-induced impairment of mushroom bodies and behavior of the native stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*. *PLoS One* 7:e38406
- 9) Cresswell JE, Page CJ, Uygun MB, Holmbergh M, Li Y, Wheeler JG, Laycock I, Pook CJ, De Ibarra NH, Smirnoff N, Tyler CR (2012b) Differential sensitivity of honey bees and bumble bees to a dietary insecticide (imidacloprid). *Zoology* 115:365- 371
- 10) Tasei JN, Lerin J, Ripault G (2000) Sub-lethal effects of imidacloprid on bumblebees, *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae), during a laboratory feeding test. *Pest Manag Sci* 56:784 - 788
- 11) Morandin LA, Winston ML (2003) Effects of novel pesticides on bumble bee (Hymenoptera: Apidae) colony health and foraging ability. *Environ Entomol* 32:555- 563
- 12) Laycock I, Lenthall KM, Barratt AT, Cresswell JE (2012a) Effects of imidacloprid, a neonicotinoid pesticide, on reproduction in worker bumble bees (*Bombus terrestris*). *Ecotoxicology* 21:1937- 1945
- 13) Whitehorn PR, O’ Connor S, Wackers FL, Goulson D (2012) Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336:351- 352
- 14) Elston C, Thompson HM, Walters KFA. 2013. Sub-lethal effects of thiamethoxam, a neonicotinoid pesticide, and propiconazole, a DMI fungicide, on colony initiation in bumblebee (*Bombus terrestris*) micro-colonies. *Apidologie* 44(5):563- 574
- 15) Feltham H, Park K, Goulson D (2014) Field realistic doses of pesticide imidacloprid reduce bumblebee pollen foraging efficiency. *Ecotoxicology* 37:301- 308
- 16) Pisa LW, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bonmatin JM, Downs CA, Goulson D, Kreutzweiser DP, Krupke C, Liess M, McField M, Morrissey CA, Noome DA, Settele J, Simon-Delso N, Stark JD, Van der Sluijs JP, Van Dyck H & Wiemers M (2015) Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ Sci Pollut Res* 22:68- 102.
- 17) Moffat C, Pacheco JG, Sharp S, Samson AJ, Bolland KA, Huang J, Buckland ST, Connolly CN. (2015) Chronic exposure to neonicotinoids increases neuronal vulnerability to mitochondrial dysfunction in the bumblebee (*Bombus terrestris*). *FASEB J.* 29, 2112 - 2119.

(3) ニホンミツバチ野生個体群に対する影響評価

既存研究報告の再検討による国内外におけるミツバチ類に対する毒性影響情報の収集と整備により、*Apis* 属のミツバチに対する毒性試験についてのこれまでの報告は、セイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) 中心でありニホンミツバチに対する試験報告はほぼ存在しないことが明らかとなった。これまで報告されているセイヨウミツバチにおける毒性試験の結果の一部を記すと、低濃度のチアメトキサム、イミダクロプリド、クロチアニジンなどの投与によって働き蜂の行動やコロニーの成長に異常が生じることが報告されている (Henry et al . 2012 *Science*; Lu et al. 2014 *Bulletin of Insectology* など)。一方で、ネオニコチノイド系といえども各薬剤によってセイヨウミツバチに対する毒性は異なり、アセタミプリドとチアクロプリドについては低毒性が指摘されている (Iwasa et al. 2004 *Crop Protection*)。直接的な毒性試験の報告に

加え、間接的な効果としてイミダクロプリド、チアクロプリド、フィプロニルの低濃度暴露によって、セイヨウミツバチの病原体となるノゼマへの感染率が高くなることが報告されている (Alaux et al. 2010 *Environmental Microbiology*; Vidau et al. 2011 *PLoS One*; Pettis et al. 2012 *Naturwissenschaften*)。うえ、クロチアニジンをを用いた試験ではセイヨウミツバチの免疫に異常が生じて病原の影響を受けやすくなる機構についても報告されている (Di Prisco et al. 2013 *PNAS*)。こうした国外での事例に加え、我が国のセイヨウミツバチの事例に目を向けると、ジノテフランおよびクロチアニジンを実用薬量の 10 倍から 100 倍に希釈した濃度で投与した結果、コロニー成長に異常が生じるという報告がある (Yamada et al. 2012 *Japanese Journal of Clinical Ecology*) が、実験で使用されている薬量は野外環境中にて報告されている値を上回るものであり、濃度を再検討し、ネオニコチノイド系以外の薬剤を含めた上で、環境中暴露による影響を検証する必要があるだろう。また、北日本の斑点米カメムシ対策として殺虫剤を使用している水田地帯において、セイヨウミツバチが巣門前で大量に死亡している現象が報告されている。死亡個体から LD₅₀ 値を下回るもののクロチアニジンとジノテフランに加え、フェニルピラゾール系のエチプロール、合成ピレスロイド系のエトフェンプロックス、有機リン系のフェントエートが検出されており、イネ開花時に水田で散布される殺虫剤に花粉を収集するために訪れた働き蜂が曝露され大量死につながった可能性が高いとされる (Kimura et al. 2014 *Journal of Apicultural Research*)。なお、セイヨウミツバチを主として一部マルハナバチなどに対するネオニコチノイド系農薬の影響については、Godfray et al. 2014. *Proceedings B* および Godfray et al. 2015. *Proceedings B* による総説内で、既存報告の整理とその科学的妥当性の評価がなされていることを確認した。

- 1) Kimura K, Yoshiyama M, Saito K, Nirasawa K and Ishizaka M (2014) Examination of mass honey bee death at the entrance to hives in a paddy rice production district in Japan: the influence of insecticides sprayed on nearby rice fields. *Journal of Apicultural Research* 53: 599-606.
- 2) 谷地俊二, 永井孝志, 稲生圭哉 (2016) 水田使用殺虫剤の用途別使用量の簡便な推定方法の開発. *日本農薬学会誌* 41: 1-10.
- 3) Phillips SJ, Anderson RP and Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- 4) Henry M, Béguin M, Requier F, Rollin O, Odoux J-F, Aupinel P, Aptel J, Tchamitchian S and Decourtye A (2012) A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science* 336: 348-350.
- 5) Lu C, Warchol KM and Callahan RA (2014) Sub-lethal exposure to neonicotinoids impaired honey bees winterization before proceeding to colony collapse disorder. *Bulletin of Insectology* 67: 125-130.
- 6) Iwasa T, Motoyama N, Ambrose JT and Roe RM (2004) Mechanism for the differential toxicity of neonicotinoid insecticides in the honey bee, *Apis mellifera*. *Crop Protection* 23: 371-378.
- 7) Alaux C, Brunet JL, Dussaubat C, Mondet F, Tchamitchan S, Cousin M, Brillard J, Baldy A, Belzunces LP and Le Conte Y (2010) Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid

- weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environmental microbiology* 12: 774-782.
- 8) Vidau C, Diogon M, Aufauvre J, Fontbonne R, Viguès B, Brunet JL, Texier C, Brion DG, Blot N, Alaoui HE, Belzunces LP and Delbac F (2011) Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*. *PLoS ONE* 6: e21550.
- 9) Pettis JS, Johnson J and Dively G (2012) Pesticide exposure in honey bees results in increased levels of the gut pathogen *Nosema*. *Naturwissenschaften* 99: 153-158.
- 10) Di Prisco G, Cavaliere V, Annoscia D, Varricchio P, Caprio E, Nazzi F, Gargiulo G and Pennachio F (2013) Neonicotinoid clothianidin adversely affects insect immunity and promotes replication of a viral pathogen in honey bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 18466-18471.
- 11) Yamada T, Yamada K, Wada N (2012) Influence of dinotefuran and clothianidin on a bee colony. *Japanese Journal of Clinical Ecology* 21: 10-23.
- 12) Godfray HCJ, Blacquière T, Field LM, Hails RS, Petrokofsky G, Potts SG, Raine NS, Vanbergen AJ and McLean AR (2014) A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators; 2014. *Proceedings of the Royal Society B*, 281: 20140558.
- 13) Godfray HCJ, Blacquière T, Field LM, Hails RS, Potts SG, Raine NS, Vanbergen AJ and McLean AR (2015) A restatement of recent advances in the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. *Proceedings of the Royal Society B*, 282: 20151821.

2 その他の文献調査の結果

2013年以降に発表された研究について、日本語文献は「日本の研究.com」「Cinii」で、英字発表論文はGoogle scholarで、日本におけるネオニコチノイド系農薬のハチへの影響に関するものを調査した。その結果、我が国の環境中でのネオニコチノイド系農薬等の野生ハチへの影響を示唆する知見やリスク評価を行うに当たり活用できる毒性値・暴露量等で活用できるものは見つからなかった。

表題：なぜアカリンドニが増えたのか？—農薬がミツバチ寄生ダニに与える影響の評価—

研究者：坂本佳子・国立環境研究所

研究年度：2014年度～2017年度（科研費）

概要：国内におけるアカリンドニの分布調査から、日本のセイヨウミツバチと異なり、全国のトウヨウミツバチ（日本ミツバチ）について比較的高い寄生率が確認された。ニホンミツバチのコロニーの越冬成功率はアカリンドニ寄生率が高くなるにつれ低下し、セイヨウミツバチよりもアカリンドニの影響を受けやすいことが明らかになった。

表題：Stress-mediated Allee effects can cause the sudden collapse of honey bee colonies

研究者：Ross D. Booton, Yoh Iwasa 他

出典：Journal of Theoretical Biology Volume 420, 7 May 2017, Pages 213-219

概要：セイヨウミツバチの CCD が発生するメカニズムを数理モデルで説明する研究。

表題：Are bee diseases linked to pesticides? - A brief review

研究者：Francisco Snchez-Bayo, Koichi Goka 他

出典：Environment International Volumes 89- 90, April- May 2016, Pages 7-11

概要：セイヨウミツバチのコロニー崩壊の要因について、既存知見を整理。ハチ寄生虫と農薬への暴露のシナジーがストレス要因となり、女王ハチを含むハチ個体が死亡し、最終的にはコロニーの崩壊につながることを海外文献から整理した。

⇒ Godfray et al. 2015. Proceedings B による総説内で、「関連する生態系と確立された生態学的原理から推定される有識者意見のコンセンサス」となっているとして評価されている。

表題：Impacts of Pesticides on Honey Bees, Beekeeping and Bee Conservation - Advances in Research

研究者：Francisco Sanchez-Bayo and Koichi Goka (2016).

出典：Dr. Emerson Chambo (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/62487. Available from:

<https://www.intechopen.com/books/beekeeping-and-bee-conservation-advances-in-research/impacts-of-pesticides-on-honey-bees>

概要：ネオニコチノイド系農薬以外の殺虫剤、殺菌剤等を含む、経口・接触 LD₅₀ をデータベース (ECOTOX、AGRITOX) から整理。同じく、スプレードリフトによって飛翔するセイヨウミツバチが暴露する際の HQ を評価。フィプロニルとチアメトキサムはリスクが高いと評価されたが、イミダクロプリドは中程度、アセタミプリドは低いとされ、その他の殺虫剤、殺菌剤等にも高いリスクと評価されたものが含まれている。水や花蜜、花粉における平均的な農薬の残留レベルから働きバチと幼虫の経口 T₅₀ (LD₅₀/daily dose) を把握。ネオニコチノイド系農薬で比較的高いリスクが示されたものの、リスクとしては中程度と表評価された。

※ 花蜜、花粉、蜜蝋中の残留データは海外の既存研究成果を利用。

表題：Imidacloprid and Fipronil induced abnormal behavior and disturbed homing of forager honey bees *Apis mellifera*

研究者：Naznin Nahar, Takeshi Ohtani

出典：Journal of Entomology and Zoology Studies 2015; 3 (2): 65-72

概要：セイヨウミツバチを用いて、採集蜂の異常行動について研究。既存の海外研究から、亜致死的投与量を設定し (イミダクロプリド：2, 5, 10ng/bee、フィプロニル：1, 5ng/bee)、マイクロシリンジで胸部側面に注入した。帰巣への影響について、イミダクロプリドでは 2-5ng の間で影響に差が出た。フィプロニルでも 1ng, 5ng で影響が強まる傾向が確認された。

表題：Pesticide Residues and Bees - A Risk Assessment

研究者：Francisco Snchez-Bayo, Koichi Goka

出典：PLOS ONE April 2014 | Volume 9 | Issue 4 | e94482

概要：セイヨウミツバチとセイヨウオオマルハナバチについて、花蜜と花粉の経口による暴露リスクについて、時間経過による蓄積も考慮した試験を実施。ネオニコチノイド系農薬等以外も含め、T₅₀ (LD₅₀/daily dose) を比較、特にチアメトキサムが高いリスクを示す結果となった。

※ 花蜜、花粉、蜜蝋中の残留データは海外の既存研究成果を利用。

表題 : Reduction in homing flights in the honey bee *Apis mellifera* after a sublethal dose of neonicotinoid insecticides

研究者 : Takashi MATSUMOTO

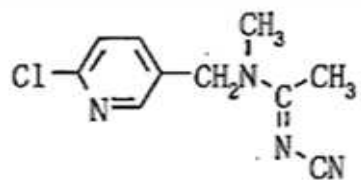
出典 : Bulletin of Insectology 66 (1): 1-9, 2013

概要 : クロチアニジン、ジノテフラン、エトフェンプロックス (ピレスロイド)、フェニトロチオン (有機リン) について、セイヨウミツバチに LD₅₀ の 1/2、1/4、1/10、1/20、1/40 投与 (接触暴露) し、帰巣への影響を確認した。ネオニコチノイド系とピレスロイド系で帰巣への影響が確認され、比較的ネオニコチノイド系の方が強い影響があったと考えられるものの、帰巣への影響がハチ減少の最大の要因とはならないことが明らかになった。

(参考7) 環境省事業による調査研究で用いられた農薬の概要

ネオニコチノイド系

1 アセタミプリド



【分子式】 C₁₀H₁₁ClN₄

外観・臭気	白色粉末、無臭	土壌吸着係数	K _F ^{ads} _{oc} = 120 - 270 (25°C)
融点	98.9°C	オクタノール/水分配係数	logPow = 0.80(25°C)
沸点	200°Cで分解のため測定不能	密度	1.3 g/cm ³ (22°C)
蒸気圧	<1.0×10 ⁻⁶ Pa (25°C) 1.73×10 ⁻⁷ Pa (50°C)	水溶解度	4.25×10 ⁶ μg/L (蒸留水) 3.48×10 ⁶ μg/L (pH5) 2.95×10 ⁶ μg/L (pH7) 3.96×10 ⁶ μg/L (pH9)
加水分解性	半減期 35日間安定(pH4、5、7; 22、35、45°C) 812日(pH9、22°C) 52.9日(pH9、35°C) 13.0日(pH9、45°C)		
水中光分解性	半減期 68.0日(滅菌蒸留水、25°C、800W/m ² 、300-800nm) 20.1日(自然水、25°C、800W/m ² 、300-800nm) 66.1日(東京春季太陽光換算472日)(滅菌蒸留水、25°C、706W/m ² 、290-800nm) 48.9日(東京春季太陽光換算349日)(滅菌自然水、25°C、706W/m ² 、290-800nm)		

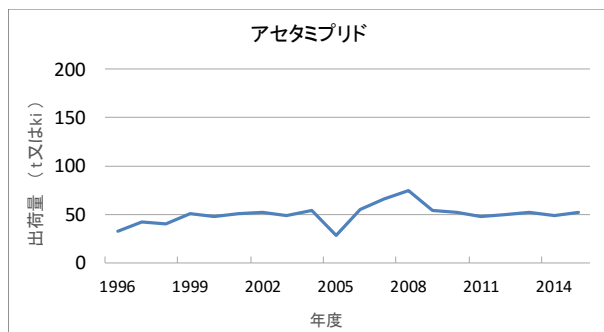
【作用機構】ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は1995年。製剤は粒剤、水和剤、水溶剤、液剤、エアゾル剤、くん煙剤及び複合肥料がある。

【適用等】適用作物は、雑穀、果樹、野菜、いも、豆、飼料作物、花き、樹木、芝等がある。カメムシ目、チョウ目、アザミウマ目、一部のコウチュウ目害虫に効果がある。また、葉表のみの処理でも葉裏に寄生するアブラムシやハモグリバエ等に効力を示し、土壌処理により地上部を加害する害虫の防除も可能である。

【毒性(甲殻類)】48時間 EC₅₀(急性遊泳阻害) オオミジンコ > 49,800 μg/L

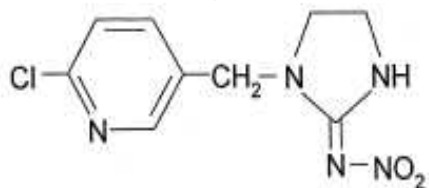
【出荷量^{*}の推移】



※ 出荷量は、「農薬要覧」(一般社団法人 日本植物防疫協会)によるアセタミプリドを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のアセタミプリド含有率を乗じた値を合計したものの。

出典：水産動物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「アセタミプリド」(環境省) 農薬ハンドブック(2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus(化学物質データベース)を基に作成

2 イミダクロプリド



【分子式】 $C_9H_{10}ClN_5O_2$

外観	無色結晶、弱い特異臭	土壌吸着係数	Koc= 175.0 - 376.2 (25℃)
融点	144℃	オクタノール／水分配係数	logPow = 0.57 (21℃)
沸点	常圧で熱分解のため測定困難	密度	1.41 g/cm ³ (20℃)
蒸気圧	2.0×10^{-7} Pa (20℃)	水溶解度	4.8×10^5 μg/L (20℃)
加水分解性	半減期 分解せず (pH5, 7, 25℃) 355日 (pH9, 25℃)	水中光分解性	半減期 57分 (減菌緩衝液、25℃、0.89-0.95/m ² 、 310-400nm) 61分 (自然水、25℃、78.62W/m ² 、270-400nm)

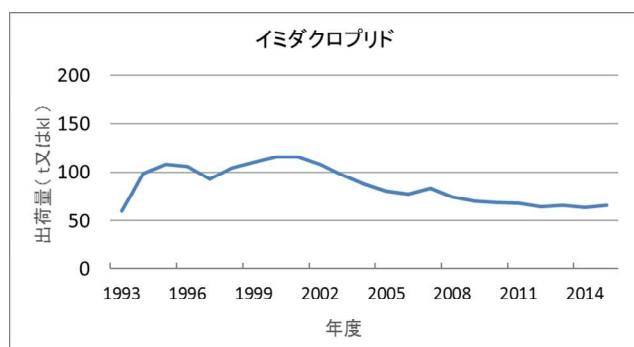
【作用機構】ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は1992年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤、液剤、エアゾル、複合肥料剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、野菜、いも、豆、花き等がある。半翅目、鞘翅目、アザミウマ目に殺虫効果があり、特にチョウ目昆虫の中でも、ハモグリガ類に特異的に効果が高い。有機リン系、カーバメート系殺虫剤に抵抗性を示す害虫及びミナミキイロアザミウマやタバココナジラミのような難防除害虫にも効果がある。

【毒性（甲殻類等）】48時間 EC₅₀（急性遊泳阻害）オオミジンコ 85,000 μg/L、ユスリカ幼虫 19.7 μg/L

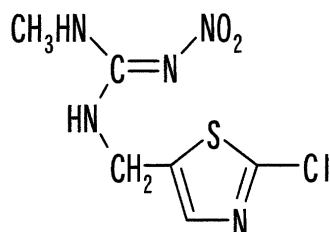
【出荷量※の推移】



※ 出荷量は、「農業要覧」（一般社団法人 日本植物防疫協会）によるイミダクロプリドを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のイミダクロプリド含有率を乗じた値を合計したものである。

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「イミダクロプリド」（環境省）
 農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会）
 国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
 を基に作成

3 クロチアニジン



【分子式】 C₆H₈ClN₅O₂S

外観・臭気	無色粉末、無臭	土壌吸着係数	K _F ^{ads} _{oc} = 90-250 (25℃)
融点	176.8℃	オクタノール/水分配係数	logPow = 0.7 (25℃)
沸点	200℃で分解のため測定不能	密度	1.6 g/cm ³ (20℃)
蒸気圧	1.3×10 ⁻¹⁰ Pa (25℃)	水溶解度	3.27×10 ³ μg/L (20℃)
加水分解性	1年間安定 (25℃、pH4、5、7) 1年間安定 (25℃、蒸留水) 1年間安定 (25℃、pH7.8) 12週間安定 (50℃、pH4、5、7) 半減期 9年 (25℃、pH7.8、自然水) 1.5年 (25℃、pH9) 93日 (50℃、蒸留水) 73日 (50℃、pH7.8、自然水) 14日 (50℃、pH9)	水中光分解性	半減期 40-42分 (東京春季太陽光換算 31-33分) (滅菌蒸留水、25℃、1.8mW/cm ² 、360-480nm) 46-47分 (東京春季太陽光換算 36-37分) (自然水、pH7.4、25℃、1.8mW/cm ² 、360-480nm) 54-58分 (東京春季太陽光換算 42-46分) (自然水、pH7.7、25℃、1.8mW/cm ² 、360-480nm) 49-54分 (東京春季太陽光換算 38-42分) (自然水、pH7.8、25℃、1.8mW/cm ² 、360-480nm)

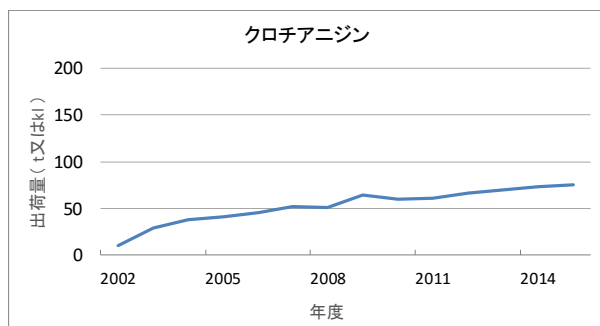
【作用機構】ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は2001年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤、水溶剤、液剤、エアゾル剤、マイクロカプセル剤及び複合肥料がある。

【適用等】適用作物は、稲、雑穀、果樹、野菜、いも、豆、花き、芝、樹木、れんこん等がある。半翅目、アザミウマ目、双翅目、直翅目、鞘羽目及び一部のチョウ目などの幅広い害虫に対し、効果を示す。特に吸汁性害虫に高い殺虫活性を示す。既存の薬剤に抵抗性を発達させたアブラムシ等や難防除害虫ノマメハモグリバエに対しても防除効果がある。

【毒性(甲殻類等)】48時間 EC₅₀(急性遊泳阻害)オオミジンコ 38,000 μg/L、ユスリカ幼虫 28 μg/L

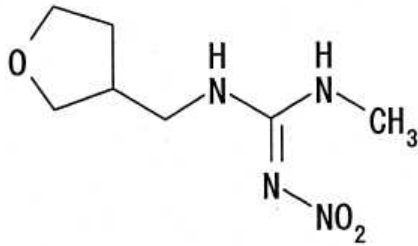
【出荷量※の推移】



※ 出荷量は、「農薬要覧」(一般社団法人 日本植物防疫協会)によるクロチアニジンを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のクロチアニジン含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「クロチアニジン」(環境省) 農薬ハンドブック(2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus(化学物質データベース)を基に作成

4 ジノテフラン



【分子式】 C₇H₁₄N₄O₃

外観	白色結晶、無臭（常温）	土壌吸着係数	測定不能
融点	107.5℃	オクタノール／ 水分配係数	logPow = -0.549 (25℃)
沸点	208℃で分解のため測定不能	密度	1.40 g/cm ³ (20℃)
蒸気圧	<1.7×10 ⁻⁶ Pa (30℃)	水溶解度	4.0×10 ⁷ μg/L (pH6.98、20℃)
加水分解性	半減期 1年以上 (pH4、7、9 25℃)	水中光分解性	半減期 3.8時間 (蒸留水、25℃、400W/m ² 、300-800nm) 3.8時間 (自然水、25℃、416W/m ² 、300-800nm)

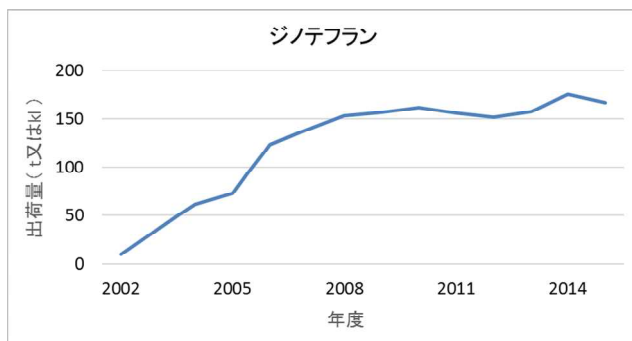
【作用機構】テトラヒドロフリルメチル基を有するネオニコチノイド系の殺虫剤であり、ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は2002年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤、水溶剤、液剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、野菜、いも、豆、花き等がある。接触ならびに摂食による毒性に加え、カメムシ類に対して顕著な吸汁阻害効果が水稲・果樹ともに確認されている。半翅目を中心とした広範な害虫に防除効果を示すことに加え、優れた浸透移行性を有しており、作物体内を速やかに移行することから、既存の殺虫剤と異なる処理方法で数多く登録されている。薬剤抵抗性問題が顕在化しつつあるイネドロオイムシや重要な土壌害虫であるキスジノミハムシ等の甲虫目害虫に卓越した効果を有する。

【毒性（甲殻類等）】48時間 EC₅₀（急性遊泳阻害）オオミジンコ > 972,600 μg/L、ユスリカ幼虫 36 μg/L

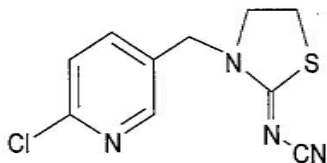
【出荷量*の推移】



※ 出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人 日本植物防疫協会）によるジノテフランを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のジノテフラン含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「ジノテフラン」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

5 チアクロプリド



【分子式】 C₁₀H₉ClN₄S

外観・臭気	黄色粉末、無臭	土壌吸着係数	K _F ^{ads} _{oc} = 230 - 660 (25°C)
融点	136°C	オクタノール/ 水分配係数	logPow = 1.26 (20°C)
沸点	270°Cで分解のため測定不能	密度	1.5 g/cm ³ (20°C)
蒸気圧	3×10 ⁻¹⁰ Pa (20°C) 8×10 ⁻¹⁰ Pa (25°C)		
加水分解性	半減期 30日間安定 (pH5、7、9; 25°C)	水溶解度	1.85×10 ⁵ μg/L (pH4、7、9、純水; 20°C)
水中光分解性	半減期 79.7日 (北緯 35° 太陽光換算 324日) (滅菌緩衝液、24°C、pH7、約 945W/m ² 、300-400nm) 42.5日 (北緯 35° 太陽光換算 178日) (自然水、25°C、pH8.2、1,430W/m ² 、280-830nm)		

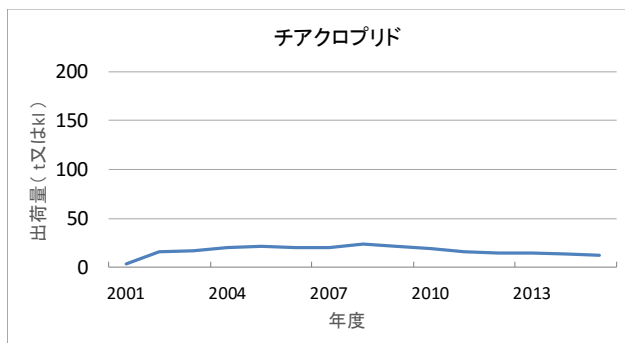
【作用機構】ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は2001年。製剤は粒剤及び水和剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、野菜、樹木等がある。チョウ目（シンクイムシ類、ハモグリガ類など）、半翅目（アブラムシ類、コナジラミ類など）、甲虫目昆虫（ハナゾウムシ、イネミズゾウムシなど）に対する活性が高いこと、また、有機リン系、カーバメート剤、合成ピレスロイド剤に低活性を発達させた害虫にも効果が高い。

【毒性（甲殻類等）】48時間 EC₅₀（急性遊泳障害）オオミジンコ > 97,200 μg/L、ユスリカ幼虫 10.8 μg/L

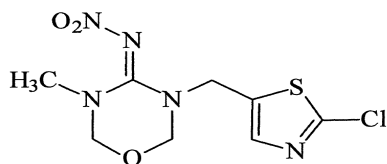
【出荷量*の推移】



*出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人 日本植物防疫協会）によるチアクロプリドを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のチアクロプリド含有率を乗じた値を合計したものである。

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「チアクロプリド」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

6 チアメトキサム



【分子式】 $C_8H_{10}ClN_5O_3S$

外観・臭気	白色粉末、無臭	土壌吸着係数	$K_{F^{ads}_{oc}} = 16-32$ (25°C)
融点	139.1°C	オクタノール/ 水分配係数	$\log Pow = -0.13$ (25°C)
沸点	約 147°C で分解のため測定不能	密度	1.6 g/cm ³ (22°C)
蒸気圧	2.7×10^{-9} Pa (20°C) 6.6×10^{-9} Pa (25°C)	水溶解度	4.1×10^6 μg/L (25°C、pH7)
加水分解性	安定 (20°C ; pH1、5) 半減期 1,114 日 (20°C、pH7) 1,253 日 (20°C、pH7) 7.3 日 (20°C、pH9) 15.6 日 (20°C、pH9)	水中光分解性	半減期 2.29-3.08 日 (東京春季太陽光換算 5.9-7.9 日) (滅菌緩衝液、pH5、25°C、39.8W/m ² 、300-400nm) 4.4 時間 (東京春季太陽光換算 1.0 日) (滅菌蒸留水、25°C、47.9W/m ² 、300-400nm) 4.3 時間 (東京春季太陽光換算 1.0 日) (自然水、pH7.7、25°C、49.4W/m ² 、300-400nm)

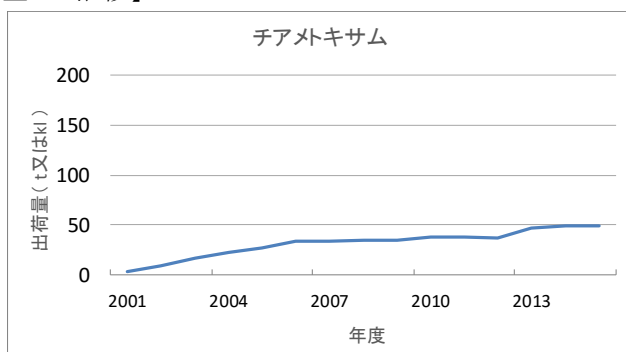
【作用機構】ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は 2000 年。製剤は粒剤、水和剤、水溶剤、液剤及び複合肥料剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、雑穀、果樹、野菜、いも、豆、飼料作物、花き、樹木、芝、れんこん等がある。浸透移行性及び浸達性に優れ、広範な害虫種に対して効果がある。

【毒性（甲殻類等）】48 時間 EC_{50} （急性遊泳阻害）オオミジンコ > 98,600 μg/L、ユスリカ幼虫 35 μg/L

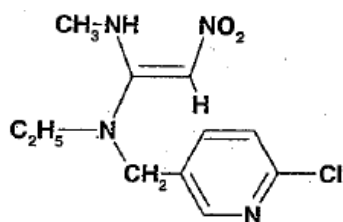
【出荷量※の推移】



※出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人 日本植物防疫協会）チアメトキサムを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のチアメトキサム含有率を乗じた値を合計したものである。

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「チアメトキサム」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

7 ニテンピラム



【分子式】 $C_{11}H_{15}ClN_4O_2$

外観	ごく薄い黄緑色(24℃)、 粉末、無臭(25℃)	土壌吸着係数	$K_{oc} = 63.7 - 300$ (25℃) $K_{oc} = 44.6 - 348$ (25℃)
融点	82.0℃	オクタノール/ 水分配係数	$\log P_{ow} = -0.66$ (25℃)
沸点	約 200℃で分解のため測定不能	密度	1.40 g/cm ³ (26℃)
蒸気圧	1.1×10^{-9} Pa (20℃)	水溶解度	$>5.9 \times 10^8$ μg/L (20℃)
加水分解性	半減期 1,800日 (pH3、25℃) 2,000日 (pH5、25℃) 1,500日 (pH7、25℃) 69日 (pH9、25℃)	水中光分解性	半減期 16.1分 (滅菌蒸留水、25℃、28W/m ² 、 360-480nm) 24.0-36.2分 (自然水、25℃、28W/m ² 、 360-480nm)

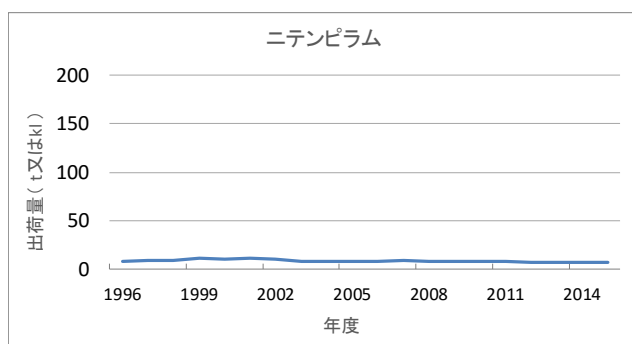
【作用機構】ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、神経伝達系を遮断すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は1995年。製剤は粉剤、粒剤、水溶剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、野菜、花き等がある。半翅目やアザミウマ目などの吸汁性害虫に高い殺虫活性を示し、浸透移行性及び浸達性を有することから、葉の表面のみの処理でも葉裏に寄生する害虫に効果がある。有機リン剤、カーバメート剤、合成ピレスロイド剤に対して感受性が低下した害虫にも高い効果を示し、さらに、難防除害虫のマメハモグリバエ、コナカイガラムシ、カメムシ類にも防除効果が認められる。

【毒性(甲殻類等)】48時間 EC_{50} (急性遊泳阻害) オオミジンコ $>99,900$ μg/L、ユスリカ幼虫 110 μg/L

【出荷量*の推移】

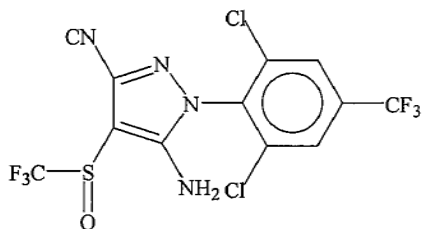


※出荷量は、「農業要覧」(一般社団法人 日本植物防疫協会)によるニテンピラムを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のニテンピラム含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「ニテンピラム」(環境省)
 農薬ハンドブック(2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会)
 国立環境研究所 Webkis-plus(化学物質データベース)
 を基に作成

フェニルピラゾール系

1 フィプロニル



【分子式】 $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$

外観・臭気	白色粉末、無臭 (23℃)	土壌吸着係数	$K_{F_{OC}^{ads}} = 550 - 1,700$ (約 25℃) $K_{F_{OC}^{ads}} = 2700 - 7,800$ (約 20℃)
融点	202.7 - 203.0℃	オクタノール／水分配係数	$\log Pow = 4.00$ (20℃)
沸点	220℃以上で分解のため測定不能	生物濃縮性	BCF=321 (0.85 μg/L)
蒸気圧	2×10^{-6} Pa 以下 (25℃)	密度	1.7 g/cm ³ (20℃)
加水分解性	安定 (pH5、7、25℃) 半減期 約 28 日 (pH9、25℃)	水溶解度	3.78×10^3 μg/L (20℃、pH6.6)
水中光分解性	半減期 3.6 時間 (東京春季太陽光換算 18 時間) (滅菌緩衝液、25℃、464W/m ² 、295-775nm) 0.21 日 (東京春季太陽光換算 0.89 日) (滅菌自然水、25℃、33.14W/m ² 、300-400nm) 61 分 (自然水、25℃、390W/m ² 、300-800nm)		

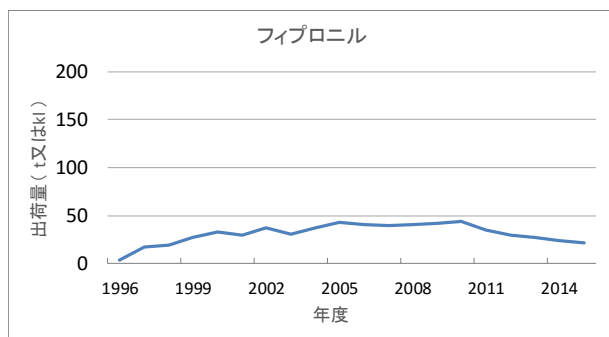
【作用機構】抑制性神経伝達物質である GABA (γ-アミノ酪酸) に作用し、神経伝達を阻害すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は 1996 年。製剤は粒剤及び水和剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、野菜、花き等がある。食毒 (経口) および接触毒作用があるが、効果の発現はやや遅効的である。齢期が若いほど薬効は高い。既存の殺虫剤に抵抗性の発達した害虫にも効果があり、特に防除困難なコナガに対しても優れた効果を発揮する。

【毒性 (甲殻類等)】48 時間 EC₅₀ (急性遊泳阻害) オオミジンコ 190 μg/L、ユスリカ幼虫 0.24 μg/L

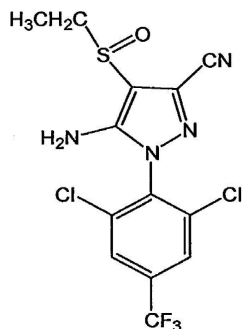
【出荷量*の推移】



※出荷量は、「農業要覧」(一般社団法人 日本植物防疫協会)によるフィプロニルを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のフィプロニル含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「フィプロニル」(環境省) 農業ハンドブック (2016 年版：一般社団法人 日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus (化学物質データベース) を基に作成

2 エチプロール



【分子式】 $C_{13}H_9Cl_2F_3N_4OS$

外観	白色粉末、無臭	土壌吸着係数	$K_f^{ads}_{oc} = 54 - 160 (25^\circ C)$
融点	164.5°Cで分解のため測定不能	オクタノール/ 水分配係数	$\log Pow = 2.9 (20^\circ C)$
沸点	164.5°Cで分解のため測定不能	生物濃縮性	BCF _{ss} = 9.7 (0.01mg/L)、9.3 (0.1mg/L) BCF _k = 8.92 (0.01mg/L)、10.24 (0.1mg/L)
蒸気圧	9.1×10^{-8} Pa (25°C)	密度	1.54 g/cm ³ (20°C)
加水分解性	半減期 分解せず (pH4、5、7、25°C) 121日 (pH9、25°C)	水溶解度	9.2×10^3 μg/L (20°C)
水中光分解性	半減期 6.46時間 (東京春季太陽光換算 2.0日) (滅菌緩衝液、pH5、24-26°C、730W/m ² 、290-800nm) 0.2日 (東京春季太陽光換算 1.3日) (滅菌自然水、24.8-25.2°C、765W/m ² 、300-800nm)		

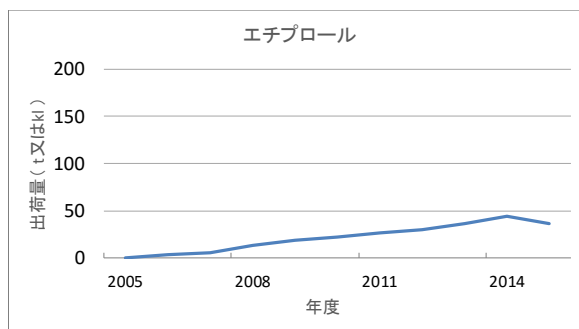
【作用機構】抑制性神経伝達物質であるGABA (γ-アミノ酪酸) に作用し、神経伝達を阻害すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は2005年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、豆等がある。昆虫への作用経路は、植物体表面での接触による皮膚から取り込みと摂食および吸汁により活性が発現すると考えられる。特にカメムシ類やアブラムシ類に高い活性を示す。また、既存の有機リン剤やカーバメート剤などに感受性が低下した害虫にも優れた効果を示す。なお、同一目害虫間で活性の選択性がある。

【毒性 (甲殻類)】48時間 EC₅₀ (急性遊泳阻害) オオミジンコ > 8,330 μg/L

【出荷量*の推移】

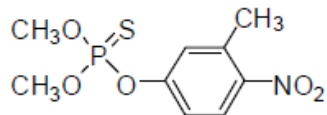


※出荷量は、「農薬要覧」(一般社団法人日本植物防疫協会)によるエチプロールを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のエチプロール含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「エチプロール」(環境省) 農薬ハンドブック (2016年版：一般社団法人日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus (化学物質データベース) を基に作成

有機リン系

1 フェニトロチオン (MEP)



【分子式】 $C_9H_{12}NO_5PS$

外観・臭気	淡黄色透明な液体、わずかに特異なにおい	土壌吸着係数	$K_F^{ads}_{oc} = 816-1,935 (25^\circ C)$
融点	常温で液体	オクタノール／水分配係数	$\log P_{ow} = 3.43 (20^\circ C)$
沸点	約 $210^\circ C$ 付近から分解	生物濃縮性	—
蒸気圧	$1.57 \times 10^{-3} \text{ Pa} (25^\circ C)$	密度	—
加水分解性	半減期 191-200 日 (pH5、 $25^\circ C$) 180-186 日 (pH7、 $25^\circ C$) 100-101 日 (pH9、 $25^\circ C$)	水溶解度	$1.90 \times 10^4 \mu g/L (20^\circ C)$
水中光分解性	半減期 0.6-1.0 日 (東京春期太陽光換算 0.7-1.1 日) (滅菌蒸留水、pH5.9、 $442 W/m^2$) 3.5 日 (東京春期太陽光換算 2 日) (滅菌緩衝液、pH5、 $35 W/m^2$ 、 $>290 nm$)		

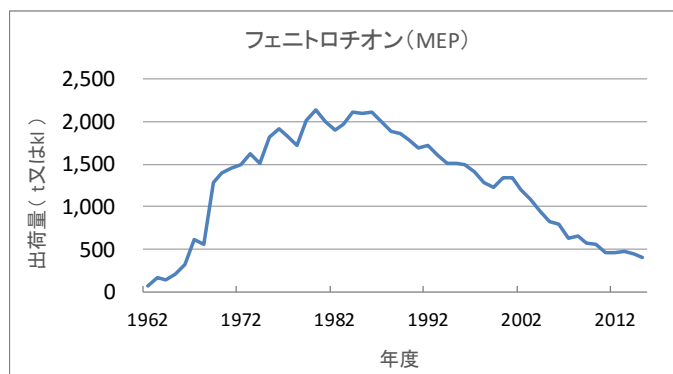
【作用機構】動物体内において酸化され、スミオクソンとなりコリンエステラーゼを強く阻害する。

【登録】本邦での初回登録は 1961 年。製剤は粉剤、粉粒剤、水和剤、乳剤、油剤、エアゾル剤、マイクロカプセル剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、麦、雑穀、果樹、野菜、豆、飼料作物、花き、樹木、芝等がある。ニカメイガ、アブラムシ類をはじめ広範囲の害虫に対して殺虫効果がある。

【毒性 (甲殻類)】48 時間 EC_{50} (急性遊泳阻害) オオミジンコ $4.5 \mu g/L$

【出荷量*の推移】



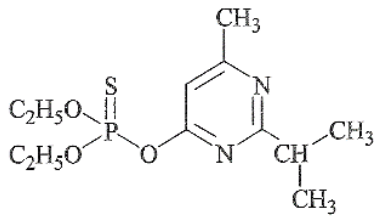
※出荷量は、「農薬要覧」(一般社団法人日本植物防疫協会)によるフェニトロチオンを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のフェニトロチオン含有率を乗じた値を合計したもの

出典：農薬ハンドブック (2016 年版：一般社団法人 日本植物防疫協会)

国立環境研究所 Webkis-plus (化学物質データベース)

農薬・動物用医薬品評価書「フェニトロチオン」(第 2 版) (2017 年 8 月 食品安全委員会) を基に作成

2 ダイアジノン



【分子式】 C₁₂H₂₁N₂O₃PS

外観・臭気	無色透明液体、芳香臭（常温）	土壌吸着係数	K _{F^{ads}_{oc}} = 400 - 2,500（水田土壌） K _{F^{ads}_{oc}} = 210 - 640（畑地土壌）
融点	-70℃で流動性を保っていたため測定不能	オクタノール／水分配係数	logPow = 3.42（24℃）
沸点	215℃以上で分解のため測定不能	生物濃縮性	BCF _{ss} = 78（40 μg/L） = 65（4 μg/L）
蒸気圧	1.2 × 10 ⁻³ Pa（25℃）	密度	1.1 g/cm ³ （20℃）
加水分解性	半減期 1.8日（pH4、25℃） 67.9日（pH7、25℃） 44.7日（pH9、25℃） 約7日（pH5、25℃） 約93日（pH7、25℃） 約65日（pH9、25℃）	水溶解度	6.0 × 10 ⁴ μg/L（22℃、pH7）
水中光分解性	半減期 8.0日（東京春季太陽光換算 23.1日）（滅菌自然水、pH7.4、25℃、32W/m ² 、300-400nm） 7.9日（東京春季太陽光換算 21.7日）（滅菌緩衝液、pH7、25℃、32W/m ² 、300-400nm） 約40日（滅菌蒸留水、25℃、25.5W/m ² 、310-400nm） 約8日（自然水、pH7.2、25℃、25.5W/m ² 、310-400nm）		

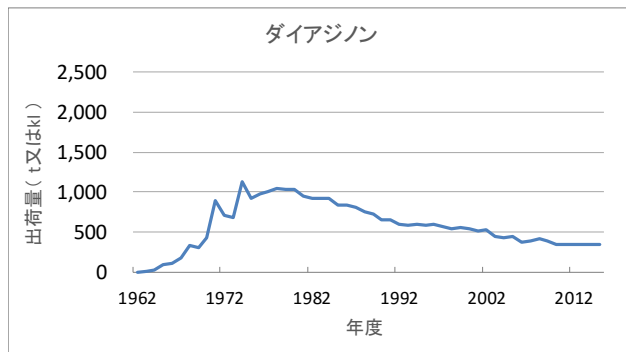
【作用機構】 アセチルコリンエステラーゼ活性を阻害する。

【登録】 本邦での初回登録は 1955 年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤、乳剤、油剤、マイクロカプセル剤がある。

【適用等】 適用作物は、雑穀、果樹、野菜、いも、豆、飼料作物、花き、樹木、芝等がある。適用範囲が広く、接触剤及び消化中毒剤として作用する。喰入したニカメイガ、シンクイムシ、ハモグリバエなどにも効く。蒸気圧が高いので粒剤の水面施用によりウンカ・ヨコバイ類にも効果を示す。カーバメート系殺虫剤に抵抗性となったツマグロヨコバイに殺虫力を持つ。

【毒性データ】 48 時間 EC₅₀（急性遊泳障害）オオミジンコ 0.232 μg/L

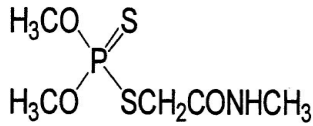
【出荷量*の推移】



※出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人日本植物防疫協会）ダイアジノンを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のダイアジノン含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「ダイアジノン」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

3 ジメトエート



【分子式】 C₅H₁₂O₃NPS₂

外観・臭気	白色粉末、特異な臭い	土壌吸着係数	K _F ^{ads} _{OC} = 39 - 88 (25°C)
融点	47.5 - 49.3°C	オクタノール／水分配係数	logPow = 0.98 (25°C)
沸点	約 160°C で分解のため測定不能	密度	1.3 g/cm ³ (20°C)
蒸気圧	2.17 × 10 ⁻⁴ Pa (20°C) 3.01 × 10 ⁻⁴ Pa (25°C)	水溶解度	1.59 × 10 ⁷ μg/L (20°C)
加水分解性	半減期 156 日 (pH5, 25°C) 68 日 (pH7, 25°C) 4.4 日 (pH9, 25°C)	水中光分解性	半減期 175 日以上 (pH5 滅菌緩衝液、25°C、 820W/m ² 、300-830nm) 144 日 (pH7.1 滅菌自然水、25°C、 26.6 W/m ² (300-400nm) 及び 241W/m ² (300-800nm))

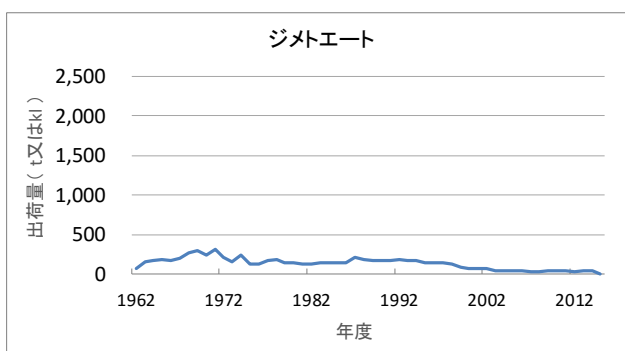
【作用機構】 アセチルコリンエステラーゼ活性を阻害する。

【登録】 本邦での初回登録は 1961 年。製剤は粒剤、乳剤がある。

【適用等】 適用作物は、果樹、野菜、いも、豆、花き等がある。ニカメイガのようなチョウ目昆虫に対する殺虫力はあまり高くないが、アラムシ、ヨコバイ、カイガラムシ、ハダニなどの吸汁性害虫には主として浸透性殺虫剤として殺虫力を持つ。

【毒性（甲殻類）】 48 時間 EC₅₀（急性遊泳阻害）オオミジンコ 2,000 μg/L

【出荷量※の推移】

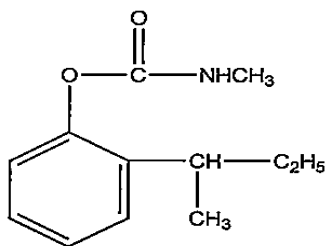


※出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人 日本植物防疫協会）によるジメトエートを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のジメトエート含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「ジメトエート」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

カーバメート系

1 フェノブカルブ (BPMC)



【分子式】 C₁₂H₁₇NO₂

外観・臭気	白色固体、わずかな芳香臭 (23℃)	土壌吸着係数	K _{F^{ads}_{oc}} = 150-220 (25℃) K _{F^{ads}_{oc}} = 130-660 (20℃)
融点	31.4℃	オクタノール/ 水分配係数	logPow = 2.67 (25℃)
沸点	240℃で分解のため測定不能	密度	1.1 g/cm ³ (20℃)
蒸気圧	9.9 × 10 ⁻³ Pa (20℃) 8.5 × 10 ⁻² Pa (40℃)	水溶解度	4.2 × 10 ⁵ μg/L (20℃)
加水分解性	半減期 1年以上 (pH4, 25℃) 566日 (pH7, 25℃) 12日 (pH7, 50℃) 3.3日 (pH7, 60℃) 1日 (pH7, 70℃) 18日 (pH9, 20℃) 7.8日 (pH9, 25℃) 6日 (pH9, 30℃) 17日 (pH9, 20℃) 2.1日 (pH10, 20℃)	水中光分解性	半減期 60.5日 (東京春季太陽光換算 468日) (蒸留水、25℃、765W/m ² 、300-800nm) 36.8日 (東京春季太陽光換算 285日) (滅菌自然水、25℃、765W/m ² 、300-800nm)

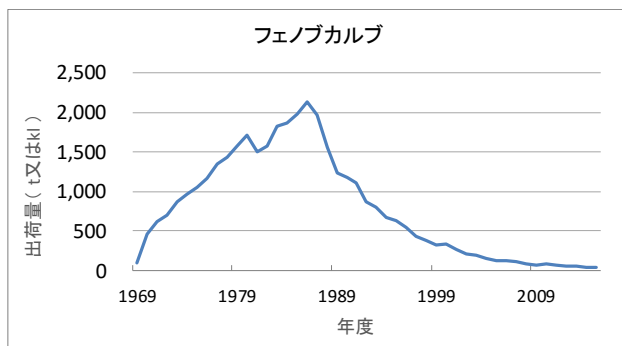
【作用機構】 アセチルコリンエステラーゼ活性を阻害すると考えられている。

【登録】 本邦での初回登録は1968年。製剤は粉剤、粒剤、乳剤、マイクロカプセル剤、くん煙剤がある。

【適用等】 適用作物は、稲、麦、果樹、野菜、花き、樹木、芝がある。ウンカ・ヨコバエ類に対して速効的に効果を示し、浸透移行性を有し、イネドロオイムシにも有効である。低温時でも殺虫力の低下がない。

【毒性 (甲殻類)】 48時間 EC₅₀ (急性遊泳阻害) オオミジンコ 10.2 μg/L

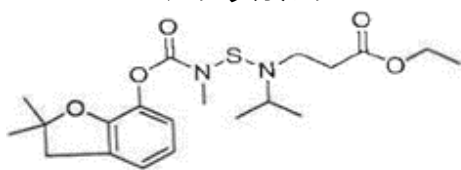
【出荷量*の推移】



※出荷量は、「農薬要覧」(一般社団法人日本植物防疫協会)によるフェノブカルブを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のフェノブカルブ含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「フェノブカルブ (BPMC)」(環境省) 農薬ハンドブック (2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus (化学物質データベース) を基に作成

2 ベンフラカルブ



【分子式】 C₂₀H₃₀N₂O₅S

外観・臭気	淡い黄色液体、無臭	土壌吸着係数	水中で不安定であり測定不能
融点	測定不能	オクタノール ／水分配係数	logPow = 4.22(25℃)
沸点	200℃で分解のため測定不能	生物濃縮性	BCF _{SS} = 55 (0.6 μg/L) = 61 (6.0 μg/L)
蒸気圧	<1×10 ⁻⁵ Pa (20℃)	密度	1.1 g/cm ³ (20℃)
		水溶解度	7.74×10 ³ μg/L (20℃)
加水分解性	半減期 0.87時間 (pH4, 0℃) 0.48時間 (pH4, 10℃) 0.7時間 (pH5, 25℃) 41時間 (pH7, 25℃) 220時間 (pH7, 25℃) 13.6時間 (pH7, 35℃) 18日 (pH9, 25℃) 10日 (pH9, 25℃) 4.4日 (pH9, 35℃) 4時間 (蒸留水, 23℃)	水中光分解性	半減期 15.3時間 (滅菌精製水、25℃、600W/m ² 、 290-800nm) 15.6日 (自然水、25℃、600W/m ² 、290-800nm) 9.3時間 (pH7 緩衝液、23℃、120W/m ²)

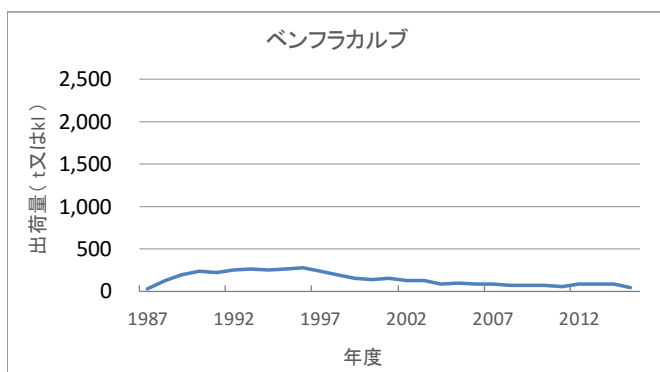
【作用機構】植物体内等でカルボフランに変換されアセチルコリンエステラーゼ活性を阻害すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は1986年。製剤は粒剤、マイクロカプセル剤及び複合肥料がある。

【適用等】適用作物は、稲、野菜、いも、豆、花き、樹木等がある。水稻のイネミズブウムシ、イネドロオイムシ、ウンカ、ヨコバイ類に対し育苗箱施用で防除効果を発揮し、さらに、野菜のミナミキイロアザミウマ、アブラムシ類やピレスロイド抵抗性コナガなどに対して殺虫活性を示す広い殺虫スペクトルを有する。浸透移行性は高く、咀嚼性害虫、吸汁性害虫の防除に適している。

【毒性（甲殻類）】48時間 EC₅₀（急性遊泳阻害）オオミジンコ 9.9 μg/L

【出荷量*の推移】

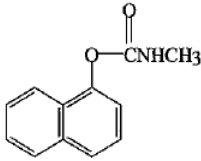


※出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人日本植物防疫協会）によるベンフラカルブを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のベンフラカルブ含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「ベンフラカルブ」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

3 カルバリル (NAC)

【分子式】 C₁₂H₁₁O₂N



外観等	白色粉末、無臭	土壌吸着係数	K _{oc} = 183 - 596 (25℃)
融点	138.0 ± 0.2 °C	オクタノール／ 水分配係数	logPow = 2.36 (23℃)
沸点	210 ± 2℃	密度	1.21 ± 0.1 g/cm ³ (20℃)
蒸気圧	4.16 × 10 ⁻⁵ Pa (23.5℃)	水溶解度	1.129 × 10 ⁵ μg/L (22℃)
加水分解性	半減期 (25 ± 1℃) 1,277 日 (pH5) 11.6-13.2 日 (pH7) 193-200 分 (pH9)	水中光分解性	半減期 54.7 日 (緩衝液、pH5、25 ± 1℃、 510.5W/m ² 、300-800nm) 40 時間 (自然水、25 ± 2℃、402W/m ² 、 300-800nm)

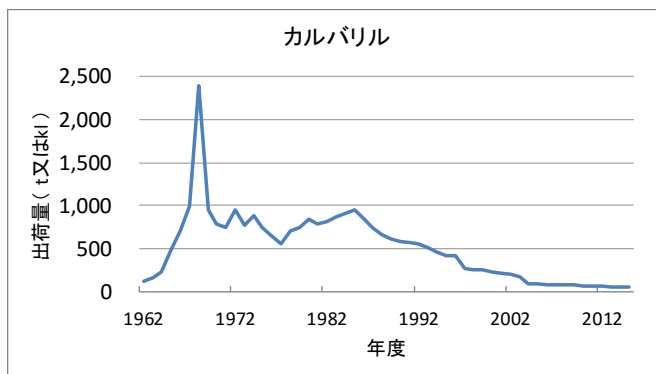
【作用機構】 アセチルコリンエステラーゼ活性を阻害すると考えられている。

【登録】 本邦での初回登録は 1960 年。製剤は粒剤、水和剤がある。

【適用等】 適用作物は、雑穀、果樹、野菜、いも等がある。接触剤として作用するほか、植物体内への浸透移行性を有する。果樹や野菜などのハマキムシ類やアブラムシ類などに使用され、やや遅効的であるが残効が長い。また、植物成長調整剤としての作用もあり、りんごの摘果剤として利用されている。

【毒性 (甲殻類)】 48 時間 EC₅₀ (急性遊泳阻害) オオミジンコ 16.3 μg/L

【出荷量*の推移】

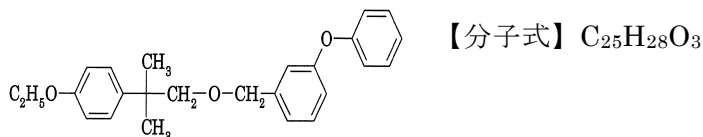


※出荷量は、「農業要覧」(一般社団法人日本植物防疫協会)カルバリルを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のカルバリル含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「カルバリル (NAC)」(環境省) 農薬ハンドブック (2016 年版：一般社団法人日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus (化学物質データベース) を基に作成

ピレスロイド系

1 エトフェンプロックス



外観	白色固体（結晶）、僅かに芳香臭あり	土壌吸着係数	K _{oc} = 5, 778-4, 197, 904 (22℃)
融点	37.4 ± 0.1℃	オクタノール／水分配係数	logPow = 6.9 (20℃)
沸点	200℃で分解のため、測定不能	密度	1.172 g/cm ³ (20℃)
蒸気圧	8.13 × 10 ⁻⁷ Pa (25℃換算)	水溶解度	22.5 μg/L (20℃)
加水分解性	半減期 1年以上 (pH 5、7、9、25℃)	水中光分解性	半減期 約2日 (滅菌自然水) 約2日 (滅菌蒸留水) (25℃、16.9W/m ² 、310-400nm)

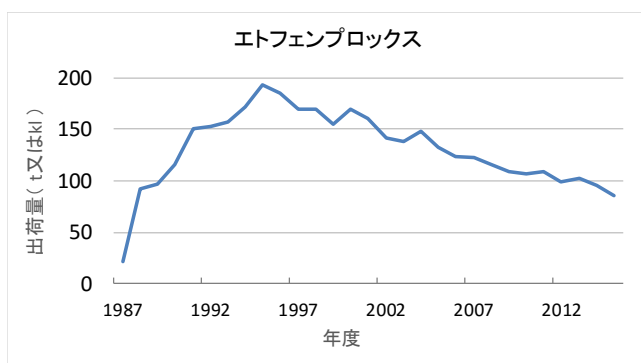
【作用機構】神経軸索部への作用による神経異常興奮作用により殺虫効果を発揮すると考えられている。

【登録】本邦での初回登録は1987年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤、乳剤、油剤、マイクロカプセル剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、麦、雑穀、果樹、野菜、いも、豆、花き、樹木、芝等がある。接触ならびに摂食による毒性、速効的なノックダウン効果、残効性に加え、一部の害虫では忌避作用、吸汁阻害、産卵抑制などが認められている。他のピレスロイド系に比較し、魚類に対し低毒性のため水田用殺虫剤として使用されるなど広範囲の害虫に防除効果がある。

【毒性（甲殻類）】48時間 EC₅₀（急性遊泳阻害）オオミジンコ 3.62 μg/L

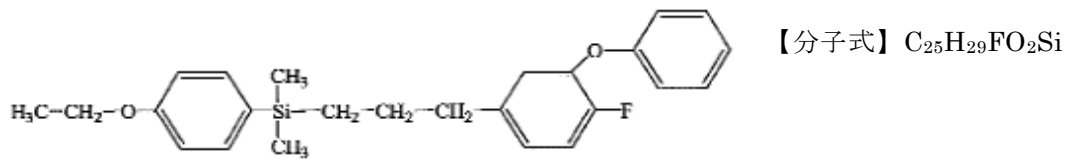
【出荷量*の推移】



※出荷量は、「農業要覧」（一般社団法人 日本植物防疫協会）によるエトフェンプロックスを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のエトフェンプロックス含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「エトフェンプロックス」（環境省）
 農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人日本植物防疫協会）
 国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
 を基に作成

2 シラフルオフェン



外観	無色液体、無臭	土壌吸着係数	水溶解度が小さく測定不能
融点	-40℃未満	オクタノール/ 水分配係数	logPow = 8.2(22℃)
沸点	約 400℃	生物濃縮性	BCF _{ss} =855 (1 μg/L)
蒸気圧	2.5×10 ⁻⁶ Pa (20℃)	密度	1.1 g/cm ³ (20℃)
加水分解性	半減期 1年以上(pH5、7及び9、25℃)	水溶解度	1 μg/L (20℃、pH6.5)
水中光分解性	半減期 391-857 時間(東京春季太陽光換算 51-112 日) (蒸留水、25℃、310W/m ² 、290-800nm) 341-583 時間(東京春季太陽光換算 45-76 日) (自然水、25℃、310W/m ² 、290-800nm)		

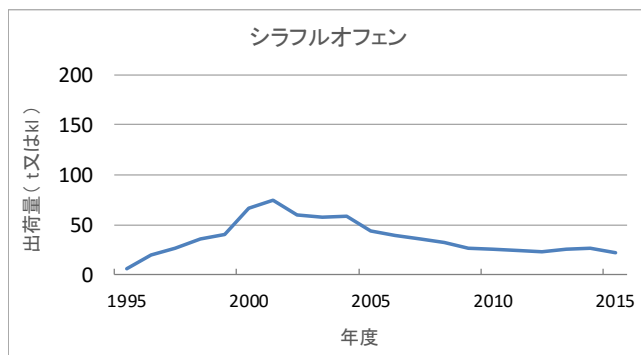
【作用機構】中枢及び末梢神経系に作用し、神経伝達を阻害することにより殺虫活性を有する。

【登録】本邦での初回登録は 1995 年。製剤は粉剤、水和剤、乳剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、いも、豆、芝等がある。昆虫類への作用経路は食害による口器からの取り込みと植物表面での接触による取り込みが考えられるが、カメムシにがいては吸汁阻害効果もある。有機リン系、カーバメート系殺虫剤に抵抗性を発達させた系統へも有効で殺虫スペクトルは広い。

【毒性(甲殻類)】48 時間 EC₅₀(急性遊泳阻害) オオミジンコ 0.67 μg/L

【出荷量*の推移】

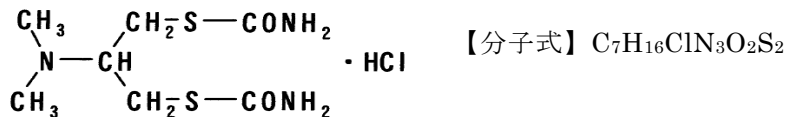


※出荷量は、「農薬要覧」(一般社団法人 日本植物防疫協会)によるシラフルオフェンを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のシラフルオフェン含有率を乗じた値を合計したもの

出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「シラフルオフェン」(環境省) 農薬ハンドブック(2016年版：一般社団法人日本植物防疫協会) 国立環境研究所 Webkis-plus(化学物質データベース)を基に作成

ネライストキシン系

1 カルタップ



外観・臭気	白色粉末、無臭	土壌吸着係数	測定不能
融点	187.8℃	オクタノール／水分配係数	測定不能
沸点	—	密度	—
蒸気圧	2.5×10^{-5} Pa (25℃)		
加水分解性	半減期 47 時間 (pH4、25℃) 0.13 時間 (pH7、25℃) < 0.2 時間 (pH9、25℃)	水溶解度	分解するため測定不能
水中光分解性	—		

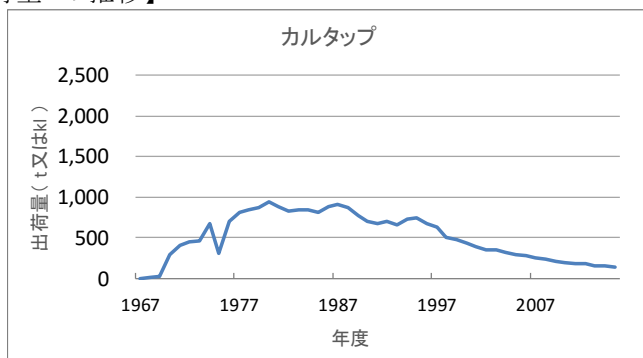
【作用機構】虫体内でネライストキシンに変化し、アセチルコリン受容体と結合し、神経興奮の伝達を遮断する。

【登録】本邦での初回登録は1967年。製剤は粉剤、粒剤、水和剤、水溶剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、雑穀、果樹、野菜、いも、飼料作物、花き、樹木等がある。ニカメイガ、フタオビコヤガ、イネドロオイムシなどの大型害虫のほか、イネシנגレセンチュウにも有効である。有機リン系やカーバメート系になどに対する抵抗性害虫にも有効である。

【毒性（甲殻類）】48時間 EC₅₀（急性遊泳阻害）オオミジンコ 65 μg/L

【出荷量*の推移】

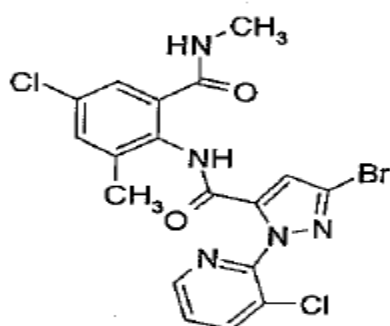


※出荷量は、「農業要覧」（一般社団法人日本植物防疫協会）によるカルタップを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のカルタップ含有率を乗じた値を合計したもの

出典：農業ハンドブック（2016年版：一般社団法人日本植物防疫協会）
 国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
 を基に作成

ジアミド系

1 クロラントラニリプロール



【分子式】 $C_{18}H_{14}BrCl_2N_5O_2$

外観	類白色、結晶性粉末、無臭	土壌吸着係数	$K_{oc} = 100.1 - 526$ (20°C)
融点	208 - 210°C	オクタノール/ 水分配係数	$\log Pow = 2.76$ (20°C)
沸点	330°Cで分解のため測定不能	密度	1.5070 g/cm ³ (20°C)
蒸気圧	$\leq 6.804 \times 10^{-7}$ Pa (80°C)	水溶解度	1.023×10^3 μg/L (20°C)
加水分解性	安定 (pH4、7、25°C) 半減期 10日 (pH9、25°C)	水中光分解性	半減期 0.37日 (滅菌緩衝液、pH7) 0.31日 (自然水) (25°C、キセノンランプ、456W/m ² 、300-800nm)

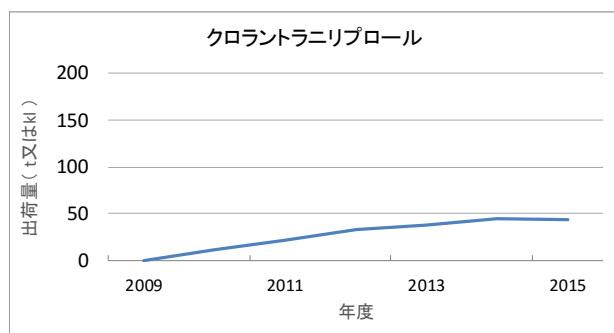
【作用機構】クロラントラニリプロールは、アントラニル・ジアミド骨格を有する殺虫剤であり、その作用機構は昆虫の筋肉細胞内のカルシウムチャンネル（リアノジン受容体）にさようしてカルシウムイオンを放出させ、筋収縮を起こすものと考えられている。

【登録】本邦での初回登録は2009年。製剤は粒剤、水和剤がある。

【適用等】適用作物は、稲、果樹、野菜、豆、芝等がある。チョウ目、双翅目に高い殺虫効果を示し、特に幼虫に対する効果が高い。一部の鞘翅目、半翅目、シロアリ目にも活性を示す。

【毒性（甲殻類）】48時間 EC_{50} （急性遊泳阻害）オオミジンコ 11.6 μg/L

【出荷量*の推移】



※出荷量は、「農薬要覧」（一般社団法人日本植物防疫協会）によるクロラントラニリプロールを有効成分として含む農薬の出荷量に、それぞれの農薬のクロラントラニリプロール含有率を乗じた値を合計したものである。

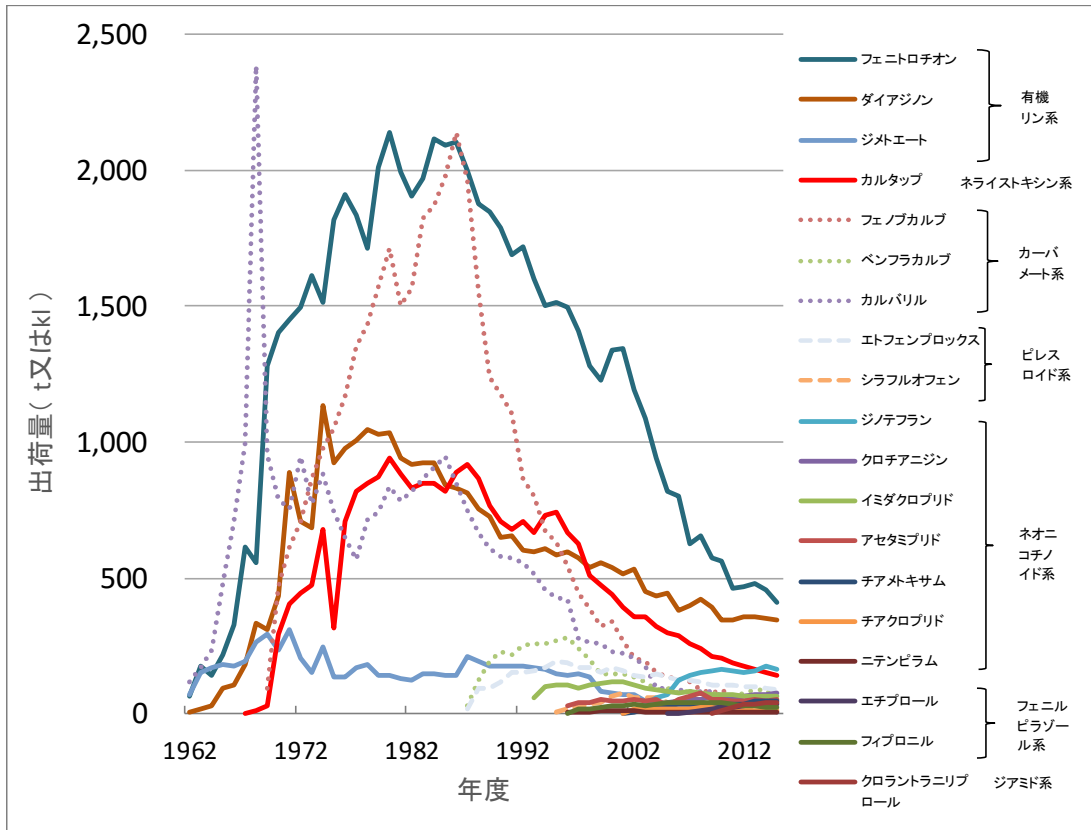
出典：水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料「クロラントラニリプロール」（環境省）
農薬ハンドブック（2016年版：一般社団法人 日本植物防疫協会）
国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）
を基に作成

農薬出荷量の推移

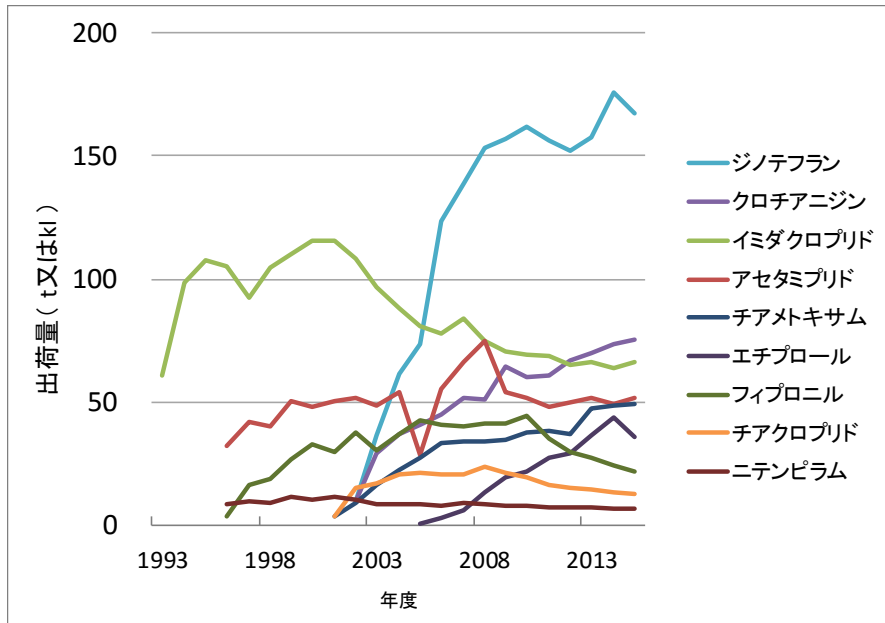
年度	ネオニコチノイド系						フェニルピラゾール系						有機リン系						カーバメート系			ピレスロイド系		ネライストキシン系		シアミト系 クロラントロピア ロール
	アセチルピリド	イメダクロピド	クロチアジニジ	ジノチフラン	チアクロピリド	チアトキヤム	ニチンピラム	フィプロニル	エチプロロール	フェントロチオン	ダイアジノン	ジメトエート	フェプロカルブ	ベンフラカルブ	カルバハル	エトファンプロク ス	シラフルオフェン	カルタップ	シラフルオフェン	シラフルオフェン	シラフルオフェン	シラフルオフェン	シラフルオフェン			
1962									67.0	8.4	71.4				119.6											
1963									174.7	16.3	154.1				171.1											
1964									141.3	30.8	169.2				235.3											
1965									217.9	95.1	181.0				478.3											
1966									327.1	108.4	177.4				709.6											
1967									613.7	181.6	196.4				985.6								0.8			
1968									332.0	332.0	264.9				2,383.3								9.8			
1969									1,283.0	312.5	292.3				93.8								29.5			
1970									1,403.3	430.5	237.4				470.1								293.9			
1971									1,449.1	887.6	311.8				613.2								403.9			
1972									1,494.4	709.1	207.2				709.8								447.4			
1973									1,615.8	685.7	151.4				866.9								471.7			
1974									1,512.2	1,135.4	246.3				976.4								677.0			
1975									1,821.0	925.9	134.6				1,050.0								316.2			
1976									1,899.3	978.9	133.2				1,169.7								709.7			
1977									1,833.8	1,007.2	171.3				1,350.6								816.3			
1978									1,770.3	1,045.3	180.2				1,432.8								711.6			
1979									2,008.4	1,031.4	143.8				1,572.8								870.9			
1980									2,138.8	1,032.4	143.9				1,714.9								941.1			
1981									1,991.0	943.8	126.6				1,502.6								884.2			
1982									1,904.9	920.0	123.9				1,566.6								828.3			
1983									1,970.8	924.1	147.0				1,821.6								846.0			
1984									2,114.1	922.9	146.7				1,869.7								847.7			
1985									2,092.3	844.5	141.6				1,977.7								819.4			
1986									2,102.7	832.0	142.9				2,138.5								890.6			
1987									1,998.1	814.9	212.4				1,964.7	27.6							915.7			
1988									1,879.6	754.6	191.3				1,538.3	124.5							865.0			
1989									1,850.4	727.4	176.4				1,237.2	191.8							788.5			
1990									1,889.1	681.3	176.8				1,174.1	231.2							709.8			
1991									1,689.2	686.3	177.4				1,106.6	218.7							680.9			
1992									1,720.4	603.7	178.7				864.7	254.8							707.6			
1993									1,600.5	594.2	171.6				800.7	259.9							667.8			
1994									1,501.4	607.6	165.4				671.9	258.3							731.9			
1995									1,511.9	585.7	141.3				632.2	271.2							59			
1996	31.9							8.2	1,495.9	595.7	141.3				541.8	279.8							743.8			
1997	41.6							9.5	1,411.3	573.1	148.1				443.3	238.5							688.6			
1998	40.3							9.2	1,281.0	539.6	132.9				385.2	198.7							628.5			
1999	50.7							11.4	1,230.8	553.8	82.1				320.1	149.2							510.3			
2000	48.0							10.2	1,337.7	540.8	75.8				337.6	145.4							439.8			
2001	50.3							11.4	1,343.2	513.5	73.1				271.0	149.4							391.6			
2002	51.9							3.5	1,195.6	534.4	68.7				207.1	132.5							357.5			
2003	48.8							8.8	1,087.1	451.3	45.8				195.3	120.5							357.1			
2004	54.2							8.5	943.3	435.2	42.1				150.3	88.7							323.3			
2005	28.3							8.1	821.8	442.6	46.6				134.7	94.7							286.3			
2006	55.6							8.0	779.0	381.1	37.9				130.6	79.5							284.5			
2007	60.0							9.2	628.0	388.9	36.2				116.9	78.9							256.4			
2008	75.1							8.2	653.6	421.3	34.6				86.3	73.3							237.6			
2009	53.8							8.0	703.0	421.3	34.6				77.2	76.3							237.6			
2010	51.4							7.6	564.7	346.9	41.9				77.2	65.7							204.5			
2011	48.0							7.5	464.8	347.4	38.2				65.5	60.9							219.2			
2012	49.6							7.1	298	29.4	468.2				56.6	79.3							177.5			
2013	51.5							6.1	66.1	157.4	477.8				102.0	25.9							37.3			
2014	49.0							6.5	43.6	454.6	349.3				47.1	88.1							150.1			
2015	51.5							6.5	12.7	36.0	347.5				41.1	42.8							43.7			

出典：国立環境研究所 Webkis-plus(化学物質データベース)

農薬の出荷量の推移（調査研究に用いた全農薬）



農薬の出荷量の推移（ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系）



注：農薬の出荷量は、「農薬要覧」によるそれぞれの製剤の出荷量に農薬の有効成分の含有率を乗じた値を合計したもの

出典：国立環境研究所 Webkis-plus（化学物質データベース）

各種農薬の特性一覧

2017.9.26現在

種類	ネオニコチノイド系						カーバメート系			有機リン系			フェニルピラゾール系			ピレスロイド系			ネオニコチノイド系	成基調整	ジアミド系			
	ドアセタミプリ	リイミダクロー	クチャアニシ	ジノテラ	シノテラ	ドアクロプリ	ムアメトキサ	ニテピラ	ブベ	B P M C	N A C	ジメトエート	ダイアジノ	M E P	エチプロール	エチプロール	フイプロニル	ロエツクスエン				フエンルオ	トフエンロバ	カルタツ
水産基準値(μg/L)	5.7	(1.9)	2.8	(12)	(3.6)	(3.6)	3.5	(11)	0.99	1.9	1.6	200	0.077		690	(0.024)	0.67	0.067	(1.5)			80		2.9
水産PEC(μg/L)	0.024	1.0	0.79	9.0	0.45	(3.6)	0.58	6.0	0.027	0.67	0.13	0.059	0.059		9.0	0.020	0.036	0.061	0.011		12		0.30	
甲殻類等急性影響濃度(μg/L)	5.75	(1.9)	2.8	(12)	(3.6)	(3.6)	3.5	(11)	0.99	1.93	1.63	200	0.0773		>833	19	1.63	0.067	(6.0)		80.0		2.90	
ユスリカ幼虫EC50(μg/L)	-	(19.7)	28	(36)	(10.6)	(10.6)	35	(110)	-	-	-	-	-		-	(0.24)	-	-	-		-		-	
アキアカネ幼虫EC50(μg/L)※1	147.2	1,054	109.6	1,263	620.5	620.5	78.52	3,337	6,338	136.0	3,163					8.143	16.32				85.59		2,221	
アオモンイトトンボ幼虫EC50(μg/L)※1	336	112	121	523	128	128	1,372	550	28.3	43.6	7.87					1.84	0.647	8.19			1,053		910	
ミシバチに関する留意点※2	未記載	影響がある ので、放飼時 に行っている 領域では使 用を避けるこ と	放飼して いる地域 では使用 しないこと	影響がある ので、注意 すること	影響がある ので、注意 すること	影響がある ので、注意 すること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること	影響が あるので、 注意す ること
土壌吸着係数	120 - 270 (25℃)	175.0 - 376.2 (25℃)	90 - 250 (25℃)	測定不能	230 - 660 (25℃)	230 - 660 (25℃)	16 - 32 (25℃)	63.7 - 300 (25℃)	水中で不安定 あり測定不能 (25℃)	150 - 220 (25℃)	183 - 596 (25℃)	38 - 88 (25℃)	400 - 2,500 (水田土壌) 210 - 640 (畑地土壌)		54 - 160 (25℃)	550 - 1,700 (約25℃) 2700 - 7,800 (約20℃)	5.718 - 4,197.804 (22℃)	水溶解度が小 さく測定不能		濃度が検出限界以 下で測定不能		2,230 (25℃)	100.1 - 526 (20℃)	2,76
オクサール/水分分配係数(logPow)	0.80	0.57	0.7	-0.549	1.26	1.26	-0.13	-0.66	4.22	2.67	2.36	0.98	3.42		2.9	4.00	6.9	8.2	6.00		4.80		2.76	
生物濃縮性	-	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし		9.7(0.1mg/L) 9.3(0.1mg/L)	321(0.85 μg/L)	記載なし	855(1 μg/L)	230(0.1, 0.02 μg/L) 280(0.1, 0.02 μg/L)		382 - 537		記載なし	
水溶解度(μg/L)	4.25 × 10 ⁴ (原水) 3.48 × 10 ⁴ (pH5) 2.95 × 10 ⁴ (pH7) 3.98 × 10 ⁴ (pH8)	4.6 × 10 ⁴ (20℃)	4.0 × 10 ⁴ (pH6.88, 20℃)	4.0 × 10 ⁴ (20℃)	1.85 × 10 ⁴ (pH4, 7, 8, 硬水: 20℃)	1.85 × 10 ⁴ (pH4, 7, 8, 硬水: 20℃)	4.1 × 10 ⁴ (25℃, pH7)	>59 × 10 ⁴ (20℃)	774 × 10 ⁴ (20℃)	42 × 10 ⁴ (20℃)	1,120 × 10 ⁴ (25℃)	1.59 × 10 ⁴ (20℃)	60 × 10 ⁴ (25℃, pH7)		92 × 10 ⁴ (20℃)	370 × 10 ⁴ (20℃, pH6.5)	29.5 (20℃)	103 (25℃)				387 × 10 ⁴ (20℃)		1,023 × 10 ⁴ (20℃)
加水分解性半減期※2	安定(pH4 ~7.2)	安定(pH5, 7)	1.5年 (pH9)	1年以上 (pH7)	酸性・アル カリ性安定	酸性・アル カリ性安定	1,110 ~ 1,290日 (pH7)	1,500日 (pH7)	安定(弱アル カリ、中性)	pH9以上で すみやかに 分解	11.6~12.5 日(pH7)	68日 (pH7)	93日 (pH7)	57日 (pH7.1)	安定(pH4~7)	安定(pH5~7)	>365日 (pH7)	>365日 (pH7)	安定(酸性~中性)	0.13時間 (pH7)	378日 (pH7)		安定(pH4~7)	
水中光分解性半減期※2	20日(河 川水)	61分(自 然水)	46分(河 川水)	3.8時間 (自然水)	42.5~79.7 日(25℃)	42.5~79.7 日(25℃)	4.3時間 (河川水)	24~36.2分 (自然水)	未記載	分解性は認 められない	0.89日(自 然水)	>175日 (pH5)	未記載	1.1日 (河川 水)	安定(pH4~7)	安定(pH5~7)	341~583時 間(自然水)	341~583時 間(自然水)	2.7時間 (河川水)	未記載	14日(自 然水)		0.31日(自然水)	
水産基準値(mg/L)※3	0.18	0.15	0.25	0.58	0.047	0.047	0.047	0.047	0.034	0.034	0.01				0.01		0.082	0.29			0.023		0.69	
水産PEC(mg/L)※3	0.00018	0.015	0.012	0.027	0.014	0.014	0.014	0.014	0.0089	0.0089	0.0006				0.0006		0.018	0.0083			0.0025		0.0013	

出典: 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準として環境大臣の定める農薬の取扱いに関する資料(評価書)

※1)平成28年度農薬の環境影響調査報告書

※2)農薬ハンドブック(2016年版)

※3)水質汚濁に係る農薬登録保留基準として環境大臣の定める農薬の取扱いに関する資料(評価書)

注: 水産基準値、水産PEC、甲殻類等急性影響濃度、ユスリカ幼虫EC50()内の数値は評価中のもの

(参考 8) 農薬取締関係法令 (抜粋) 水産動植物の被害防止等に関する部分

○農薬取締法 (昭和 23 年法律第 82 号)

(目的)

第一条 この法律は、農薬について登録の制度を設け、販売及び使用の規制等を行なうことにより、農薬の品質の適正化とその安全かつ適正な使用の確保を図り、もつて農業生産の安定と国民の健康の保護に資するとともに、国民の生活環境の保全に寄与することを目的とする。

(農薬の登録)

第二条 製造者又は輸入者は、農薬について、農林水産大臣の登録を受けなければ、これを製造し若しくは加工し、又は輸入してはならない。 (後略)

2 前項の登録の申請は、次の事項を記載した申請書、農薬の薬効、薬害、毒性及び残留性に関する試験成績を記載した書類並びに農薬の見本を提出して、これをしなければならない。

一～四 (略)

五 水産動植物に有毒な農薬については、その旨

六～十 (略)

3～6 (略)

(記載事項の訂正又は品質改良の指示)

第三条 農林水産大臣は、前条第三項の検査の結果、次の各号のいずれかに該当する場合は、同項の規定による登録を保留して、申請者に対し申請書の記載事項を訂正し、又は当該農薬の品質を改良すべきことを指示することができる。

一～五 (略)

六 当該種類の農薬が、その相当の普及状態のもとに前条第二項第三号の事項についての申請書の記載に従い一般的に使用されたとした場合に、その水産動植物に対する毒性の強さ及びその毒性の相当日数にわたる持続性からみて、多くの場合、その使用に伴うと認められる水産動植物の被害が発生し、かつ、その被害が著しいものとなるおそれがあるとき。

七 (前略)、その使用に伴うと認められる公共用水域の水質の汚濁が生じ、かつ、その汚濁に係る水の利用が原因となつて人畜に被害を生ずるおそれがあるとき。

八～十 (略)

2 前項第四号から第七号までのいずれかに掲げる場合に該当するかどうかの基準は、環境大臣が定めて告示する。

3 (略)

○農薬取締法第3条第1項第4号から第7号までに掲げる場合に該当するかどうかの基準を定める等の件（昭和46年3月2日農林省告示第346号）

農薬取締法（昭和23年法律第82号）第3条第2項（同法第15条の2第6項において準用する場合を含む。）の規定に基づき、同法第3条第1項第4号から第7号まで（同法第15条の2第6項において準用する場合を含む。）の各号の一に掲げる場合に該当するかどうかの基準を次のように定め、昭和38年5月1日農林省告示第553号（農薬取締法第3条第1項第4号に掲げる場合に該当するかどうかの基準を定める件）は、廃止する。

- 3 法第2条第2項第3号の事項についての申請書の記載に従い当該農薬を使用することにより、当該農薬が公共用水域（水質汚濁防止法（昭和45年法律第138号）第2条第1項に規定する公共用水域をいう。以下同じ。）に流出し、又は飛散した場合に水産動植物の被害の観点から予測される当該公共用水域の水中における当該種類の農薬の成分の濃度（以下「水産動植物被害予測濃度」という。）が、当該種類の農薬の毒性に関する試験成績に基づき環境大臣が定める基準に適合しない場合は、法第3条第1項第6号（法第15条の2第6項において準用する場合を含む。）に掲げる場合に該当するものとする。

(参考文献)

- APVMA(2010) Agricultural Manual of Requirements and Guidelines - Ag MORAG
- APVMA(2012) Consideration of Testing Requirements and Label Statements; In Relation to the Impact of Pesticides on the Health of Honey Bees and other Insect Pollinators
- APVMA(2014) Neonicotinoids and the Health of Honey Bees in Australia Overview Report
- APVMA(2016) Robust scientific assessment means neonicotinoids are safe to use as directed
- Australian Environment Agency Pty Ltd(2009) Environmental risk assessment guidance manual for agricultural and veterinary chemicals
- EC(2009) REGULATION (EC) No 1107/2009 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL “concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC1”
- EC(2017) regarding the mandates to provide a conclusion and technical report on the active substance fipronil
- EFSA(2013) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin
- EFSA(2013) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid
- EFSA(2013) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam
- EFSA(2013) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance fipronil
- EFSA(2013) EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees)
- EFSA(2015) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin considering all uses other than seed treatments and granules
- EFSA(2015) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid considering all uses other than seed treatments and granules
- EFSA(2015) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam considering all uses other than seed treatments and granules
- EFSA(2017) EFSA’s updated risk assessments on the potential risks to bees from neonicotinoid pesticides will be finalised in February 2018
- EU(2010) COMMISSION DIRECTIVE 2010/21/EU “amending Annex I to Council Directive 91/414/EEC as regards the specific provisions relating to clothianidin, thiamethoxam, fipronil and imidacloprid”
- EU(2013) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 485/2013 “amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substances clothianidin, thiamethoxam and imidacloprid, and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing those active substances”
- EU(2013) COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 781/2013 “amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substance fipronil, and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing this active substance”
- Health Canada(2015) Pollinator Protection and Responsible Use of Treated Seed - Best Management Practices
- Health Canada(2016) Proposed Re-evaluation Decision – PRVD2016-20

- HFFA Research GmbH(2017) Banning neonicotinoids in the European Union : An ex-post assessment of economic and environmental costs
- IPBES(2016) SUMMARY FOR POLICYMAKERS OF THE ASSESSMENT REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES (IPBES) ON POLLINATORS, POLLINATION AND FOOD PRODUCTION
- Kathage, J. (2017) Pest management after neonicotinoid and fipronil restrictions
- National Research Council(2007) Status of Pollinators in North America
- PMRA(2016) Re-evaluation Note REV2016-04, Joint PMRA / USEPA Re-evaluation Update for the Pollinator Risk Assessment of the Neonicotinoid Insecticides
- PMRA(2016) Re-evaluation Note REV2016-05, Re-evaluation of Imidacloprid - Preliminary Pollinator Assessment
- Rural Business Research(2015) An interim impact assessment of the neonicotinoid seedtreatment ban on oilseed rape production in England
- Rural Business Research(2017) A further investigation into the impact of the ban on neonicotinoid seed dressings on oilseed rape production in England, 2015-16
- USDA(2013) Report on the National Stakeholders Conference on Honey Bee Health National Honey Bee Health Stakeholder Conference Steering Committee
- USEPA(2013) August 15, 2013 Letter to Registrants on Pollinator Protection Labeling
- USEPA(2015) April 02, 2015 Letter to Registrants Announcing New Process for Handling New Registrations of Neonicotinoids
- USEPA(2015) New and Pending Submissions for Outdoor Uses of Products Containing the Nitroguanidine Neonicotinoids Imidacloprid, Dinotefuran, Clothianidin or Thiamethoxam
- USEPA(2016) Preliminary Pollinator Assessment to Support the Registration Review of Imidacloprid
- USEPA(2017) Draft Assessment of the Potential Effects of Dinotefuran on Bees
- USEPA(2017) Preliminary Bee Risk Assessment to Support the Registration Review of Clothianidin and Thiamethoxam
- USEPA(2017) Response to Themes in the Public Comments Submitted on the Preliminary Pollinator Assessment to Support the Registration Review of Imidacloprid
- USEPA et al.(2014) Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees
- 国際環境 NGO グリーンピース・ジャパン(2017) ネオニコチノイド系農薬の環境リスク : 2013 年以降明らかになった証拠のレビュー
- 環境省(2016) 農薬による水田生物多様性影響の総合的評価手法の開発
- 環境省(2016) 農薬の環境影響調査業務
- 環境省(2016) 農薬の湖沼等残留実態調査委託業務
- 環境省(2017) ネオニコチノイド農薬による陸域昆虫類に対する影響評価研究
- 農林水産省(2016) 農薬による蜜蜂の危害を防止するための我が国の取組 (2016. 11 月改訂)
- 農林水産省(2016) 農薬の登録申請に係る試験成績について (平成 12 年 11 月 24 日付け 12 農産第 8147 号農林水産省農産園芸局長通知)
- 農林水産省 (2016) 蜜蜂被害事例調査