

平成 29 年度農薬の花粉媒介昆虫に対する環境影響調査の概要

1 目的

本調査は、農薬の環境影響調査業務により、農薬登録制度における生態影響評価の充実を図るため、国際標準との調和や最新の科学的知見を踏まえつつ、我が国において野生で生息するハナバチ類（以下「野生ハチ」という。）について、①毒性試験手法、②曝露評価手法、③リスク評価手法、④リスク管理手法に関する知見の収集及び評価手法等の検討を行い、野生ハチに係る生態影響評価手法を確立するためのものである。

2 概要

(1) 毒性調査

ア 個体に対する毒性

クロマルハナバチ成虫個体を用いて、イミダクロプリド、クロチアニジン及びフィプロニルを対象に毒性試験を行い、急性接触・経口毒性の半数致死量（48 時間 LD₅₀）を算出し、これまでに報告されているセイヨウミツバチの 48 時間 LD₅₀（中央値）とを比較した。その結果、クロチアニジンとフィプロニルでは両者の差は 1～3 倍程度の範囲内であったが、イミダクロプリドの急性経口試験においては、クロマルハナバチの LD₅₀の方が 22 倍程度高い（クロマルハナバチの方がセイヨウミツバチよりも感受性が低い）結果となった。

他方、ニホンミツバチについては、Yasuda et al. (2017)¹により、イミダクロプリド、クロチアニジン、フィプロニルの他、アセタミプリド、ジノテフラン、チアメトキサム等を対象に急性接触試験が行われており、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値と比較すると 2.6～29 倍程度低い（ニホンミツバチの方がセイヨウミツバチよりも感受性が高い）結果であった。

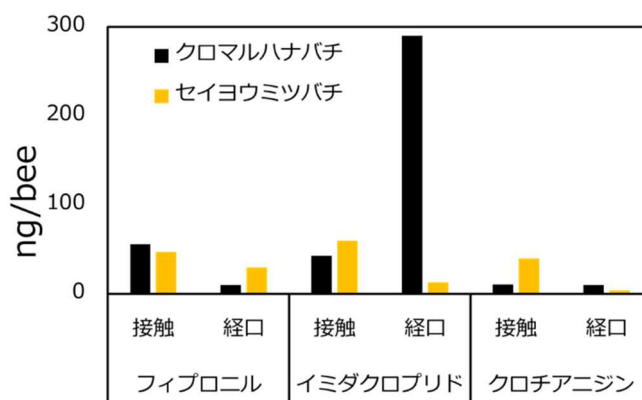


図1 フィプロニル、イミダクロプリド、クロチアニジンの急性接触・経口毒性試験による 48 時間後の半数致死量の比較。黒色はクロマルハナバチ、黄色はセイヨウミツバチ（文献値²）を示す。

¹ Yasuda M, Sakamoto Y, Goka K, Nagamitsu T, Taki H (2017) Insecticide susceptibility in Asian honey bees (*Apis cerana* (Hymenoptera: Apidae)) and implications for wild honey bees in Asia. J Econ Entomol

² Sanchez-Bayo F, Goka K (2014) Pesticide residues and bees—a risk assessment. PloS One 9:e94482

イ フィプロニルのコロニーに対する影響

ビニールハウス内で、コロニーを形成しているクロマルハナバチに対し、フィプロニルを混入した花粉（2～200 ppb）を採餌させ、コロニー内の生存状況等を調査した。その結果、一個体を除き、全濃度区において新働き蜂の生産が確認されないなどの影響が出ていることから、コロニー試験を実施する重要性が示唆された。

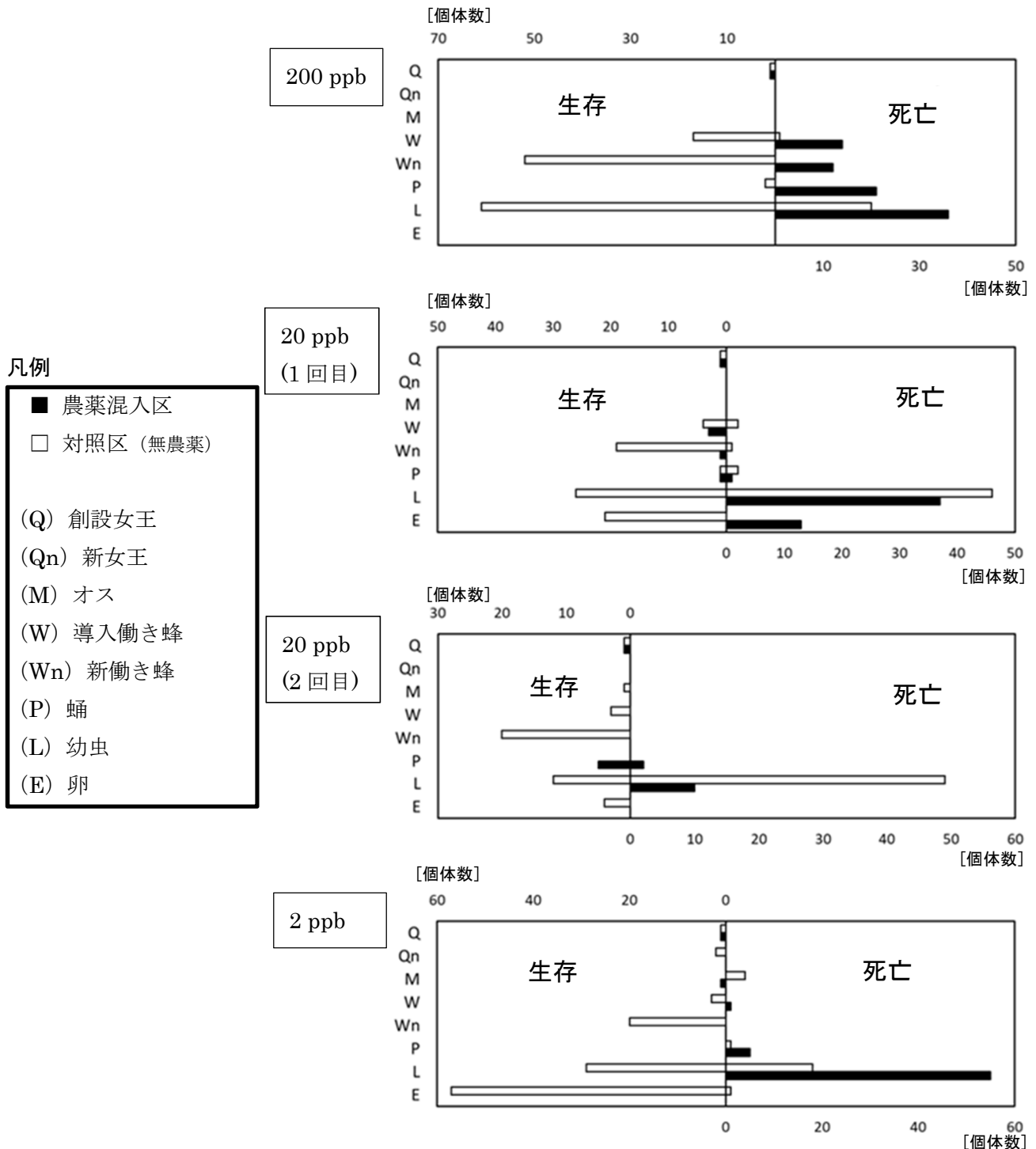


図2 ハウス試験後のコロニー内の生死個体数

（2）曝露評価手法に関する文献等調査

ア EFSA の手法

欧州食品安全機関（EFSA）が提示している農薬リスク評価スキームを整理し、我が国における農薬の使用実態に合わせた評価手法を検討する上での留意点について整理した。

EFSA（2013）では、（1）直接曝露、（2）花蜜・花粉の消費、（3）蓄積毒性、（4）汚染水、（5）代謝産物の、主に 5 つの曝露経路が想定されている。また、それぞれの曝露経路において、（a）農薬処理された作物、（b）近隣作物、（c）処理農地内の雑草、（d）農地周縁部の植物、（e）後作物等、への採餌シナリオが想定されている。

評価スキームとしては、製剤ごとに、「スクリーニング評価」から開始し、基準をクリアしなかった場合は、「第一段階評価（Tier 1）」に進む。第一段階評価の基準を満たさない場合は、評価に使用する数値の精緻化、又はリスク緩和措置等を講じることが可能かどうかを検討する。それでも基準を満たさない場合は、追加試験の実施により高次の評価に進む仕組みとなっている。なお、基準を満たすか否かの判断においては、農薬の曝露量を毒性値 LD₅₀ で割ることによりハザード比（hazard quotient, HQ）を算出し、それがトリガー値を下回れば保護目標が達成されると評価している。

また、課題として、曝露量の算定に当たっては、ミツバチは農薬処理農地だけではなく、その他の土地でも採餌することを踏まえ、採餌エリアや採餌戦略を考慮すべきことが記載されており、将来的に景観レベルを考慮した曝露リスク評価のガイダンス開発が推奨されている。

イ 我が国で導入する場合の手法

我が国における評価手法の検討に当たっては、我が国の農業の実態に合わせて検討する必要がある。例えば、欧米では、コーティング種子の機械播種時の粉じんによる曝露が、主要な曝露経路とみなされているが、我が国においては粉じんが広範囲に巻き上がるような播種方法を用いないため、粉じンドリフトについては省略する、あるいはドリフト率を精緻化するなどが必要である。

また、水生生物への曝露を評価する環境中予測濃度（水産 PEC）は、モデル流域内の農耕地で集中的・限定的に使用された農薬が、評価地点である下流域に至るまでに希釈されることを想定した概念と言えるが、野生ハチへの影響を評価する環境中予測濃度の場合は、評価地点を巣内と定義すると、ハチ個体が直接曝露する、あるいは花粉・花蜜を介して巣内に運び込む等の複雑かつ多様な曝露経路が想定される。このため、水産 PEC の考え方を陸域に応用することは困難と判断されるが、水産 PEC で設定されている水田や非水田での算定に用いる各種パラメーター（ドリフト率等）は、陸域でも利用可能と考えられる。

（3）実態調査

野生ハチの農薬曝露の実態を把握するために、植物体への農薬残留、それらが巣へ持

ち帰られた際の濃度及び営巣場所の周囲における土地利用状況を調査し、野生ハチの農薬曝露リスクについて考察した。

ア 訪花昆虫調査

神奈川県のアスナロ園において、訪花昆虫を採集・同定した。アスナロ園を訪花していた昆虫は合計 14 種 37 個体が確認され、このうち 10 種 32 個体がハナバチ類であり、花粉媒介における野生ハチの重要性が示唆された。

表 訪花昆虫調査の結果。w: 働き蜂、f: メス、m: オス、数字は個体数を表す。

分類	訪花昆虫 和名	8月31日	9月1日	9月6日	9月6日	9月7日	9月7日	9月15日	総個体数
		横須賀 MT	平塚 MZ	横須賀 Y	横須賀 MT	横須賀 MT	平塚 N	横須賀 MT	
ハチ目	トラマルハナバチ	w1	w1	w1	w2	w8		w4	17
	クロマルハナバチ					w1			1
	アオスジハナバチ		f1				f1		2
	スジボソフトハナバチ			f1					1
	キオビコハナバチ	m1							1
	サビイロカタコハナバチ		f2						2
	シロスジカタコハナバチ			f1					1
	ヒラタチビコハナバチ					f4		f1	5
	フタモンカタコハナバチ					f1			1
	ズナガチビコハナバチ							f1	1
ハエ目	ニクバエの1種	f1							1
	ホソヒラタアブ					f1			1
	ツマグロキンバエ						m1		1
チョウ目	イチモンジセセリ	f1, m1							2
総個体数		5	4	3	2	15	2	6	37

イ マルハナバチコロニーのアスナロ園における調査

クロマルハナバチコロニーをアスナロ園（MZ, Y, 及び MT の 3カ所の園）近傍に設置して、採餌された花粉の同定を行った。アスナロ園内に設置したコロニーであっても、アスナロ園以外の植物から採集されたと見られる花粉が確認されたことから、園外からも採餌していることが示された。

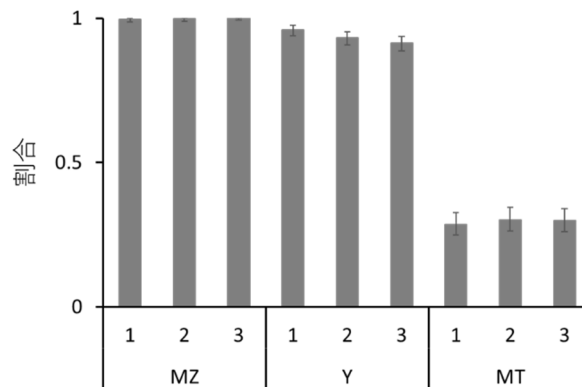


図 3 野外設置後のコロニーから採取した花粉ポット中の花粉 500 個のうちアスナロ属花粉の占める割合

注: エラーバーはプロビット法による 95%信頼区間(同一園場の複数サンプルにおけるバラツキの程度を表す。)

ウ 残留農薬調査の一例

つくば市内の 7 地点で、ニホンミツバチ及びセイヨウミツバチの巣箱の蜂蜜・花粉における合計 16 種類の農薬³の残留濃度を調査した。

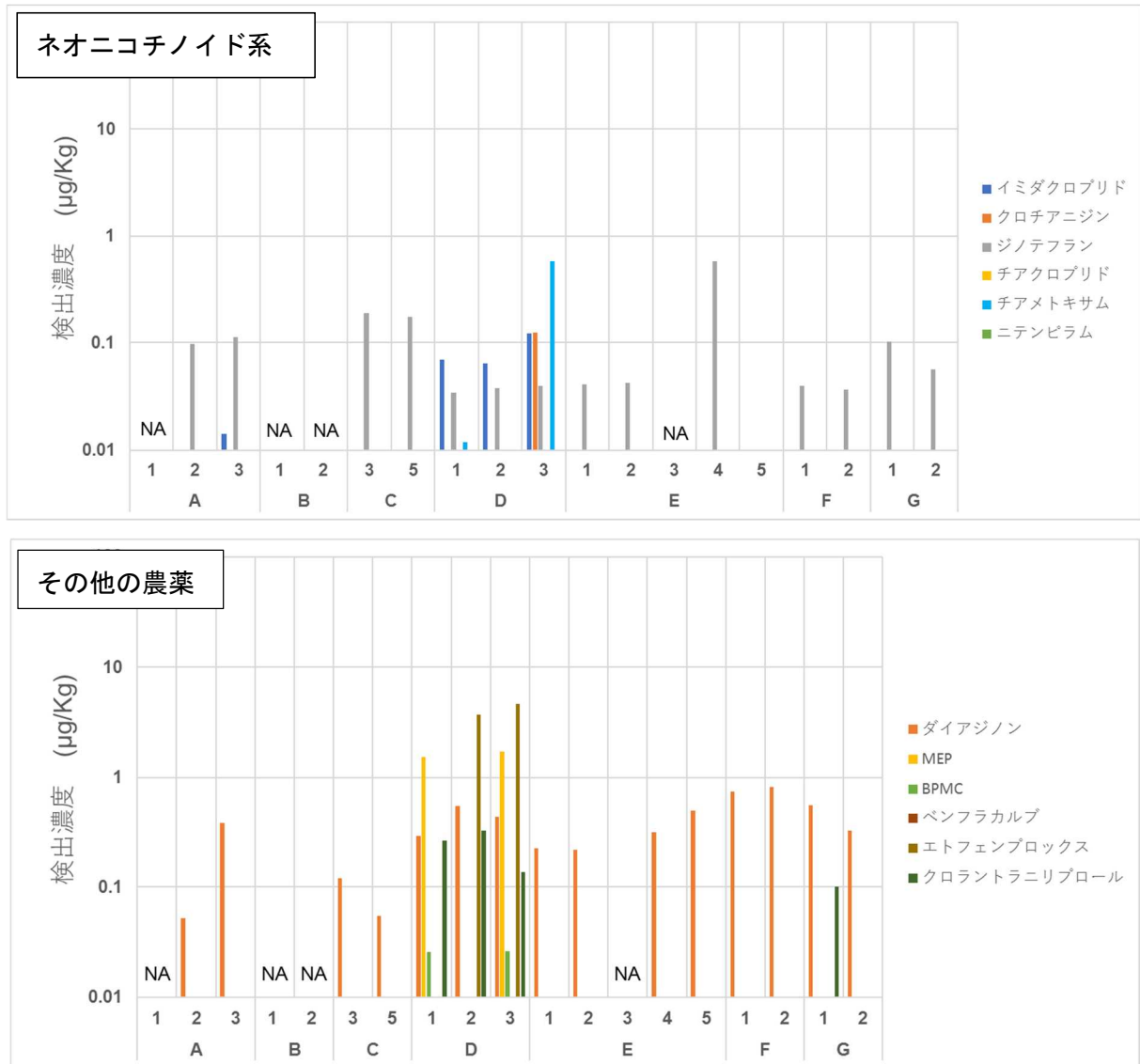


図 4 残留農薬調査結果の一例

つくば市内の 7 地点（A-G）で秋に採集した花粉中のネオニコチノイド系及びその他の農薬の各検出濃度。フェニルピラゾール系は不検出。NA は、該当試料なし。

³ 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、チアメトキサム、ニテンピラム、フィプロニルおよびその分解産物であるフィプロニルスルホン、フィプロニルスルフィド、フィプロニルデスルフィニルの 3 化合物、ダイアジノン、MEP、BPMC、ベンフラカルブ、エトフェンプロックス、クロラントラニリプロール

エ 周辺環境調査

ウの残留農薬調査で検出された農薬の濃度及びその構成について、巣箱周辺の土地利用状況（図 5）との関連性を解析した結果、周辺環境が使用される農薬の組成に一定の影響を及ぼすことが明らかになり、野生ハチに対する曝露評価を行う上で、周辺環境も重要な要素の一つとなり得ることが示された。

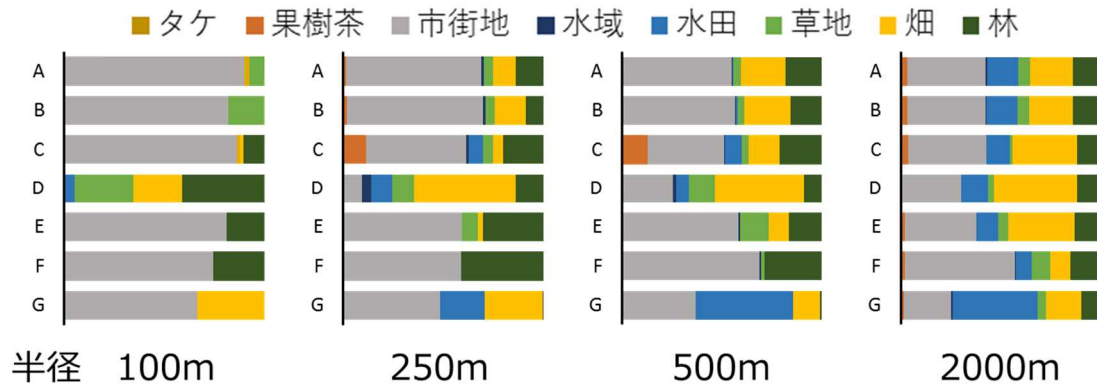


図 5 つくば市内の各調査地点 A-G の半径 100 m から 2000 m 内における土地利用概況

3 今後の方向性

平成 29 年度の調査で得られた知見を基に、引き続き野生ハチを対象とした生態影響評価手法を検討するため、

- ① ハチ類のうち試験生物として広く利用されているセイヨウミツバチと野生ハチの感受性差の評価について、ニホンミツバチの経口毒性試験などの知見の収集
- ② コロニー試験について、ネオニコチノイド系農薬等の影響の調査
- ③ 曝露評価について、圃場内及び圃場周辺環境での影響を評価する際のパラメータの設定に必要なデータの収集
- ④ リスク評価手法について、米国環境保護庁（EPA）の手法の調査等を行う。