資料２

生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定における野生ハナバチ類の取扱いについて

（報告案）

１　経緯

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（IPBES：Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services）は、2016 年に公表した「Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production」において、花粉媒介生物は、作物生産量の５～８％を支えており、その経済効果が 2,350～5,770 億ドル/年に相当すると試算している。（また、小沼及び大久保（2015）は、同様な手法を用いて、日本国内における花粉媒介生物による送粉サービスの貨幣価値を 4,700 億円と試算し、我が国の農業産出額の 8.3%に相当するとしている。）さらに、同レポートでは、花粉媒介生物の減少要因の可能性として農薬を掲げており、その対応としてリスク評価に基づく農薬の管理が必要であることを指摘している。

環境省が平成 29 年（2017 年）に公表した報告書では、農薬の使用方法が欧米と日本で異なることや、野生ハナバチ類に対する農薬のばく露量の把握が十分でないこと等も考慮して総合的に見ると、これまでの科学的知見からその影響は明らかではないと結論されたものの、一部農薬が野生ハナバチ類に影響を与えることを示唆する知見もあることから、環境省では引き続き試験研究を実施しているところである。

このような中、平成 30 年（2018 年）６月 15 日に農薬取締法の一部を改正する法律（平成 30　年法律第 53 号）が公布され、農薬の動植物に対する影響評価の対象が、従来の水産動植物から、陸域を含む生活環境動植物（その生息又は生育に支障を生ずる場合には人の生活環境の保全上支障を生ずるおそれがある動植物をいう。）に拡大された。これを受けて、平成 31 年（2019 年）２月７日に中央環境審議会が答申した、「生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定について」（第一次答申）では、陸域の生活環境動植物として、鳥類に加え、「植物の授粉に重要な役割を果たす花粉媒介昆虫であるハチ類」のうち「野生のハチ類に対するリスク評価の方法についても検討を進め、必要に応じ評価対象動植物に加える」こととされた。

以上の経緯から、野生ハナバチ類について、農薬取締法（昭和 23 年法律第 82 号）に基づく「生活環境動植物」としての生態リスク評価手法を検討した。

２　野生ハナバチ類の被害防止にかかるリスク評価の考え方

（１）目的

農薬が野生ハナバチ類の蜂群・個体群維持に著しい被害を及ぼすおそれがある場合に、その被害を未然に防止する。

本評価における保護目標は、野生ハナバチ類の蜂群・個体群を維持することとする。

（２）評価対象とする野生ハナバチ類

野生ハナバチ類の蜂群・個体群を維持する観点から、評価対象は、社会性を有する在来の野生ハナバチ類（ニホンミツバチ、マルハナバチ等）を評価対象とする。社会性を有しない在来の野生ハナバチ類（単独性ハナバチ）については、今後、科学的知見の集積状況を勘案しつつ、評価法の検討を行うこととする。

（３）評価対象とする毒性とばく露経路の考え方

野生ハナバチ類の農薬のばく露経路として、農薬を使用したエリアにおける、飛来した外勤蜂の直接接触、農薬が残留した花粉・花蜜の摂餌や、農薬が残留する田面水や植物体表面の水等の飲水等が想定される。また、蜂群・個体群維持の観点から、外勤蜂により巣内に持ち込まれた花粉・花蜜を内勤蜂や幼虫が摂餌するというばく露経路も考慮する必要がある。

このうち、田面水や植物体表面の水等の飲水の経路については、農薬の残留実態等リスク評価に必要な科学的な知見が十分でないことから評価が困難であると判断し、現時点では評価の対象外とする。それ以外の経路について、単回・反復による毒性を考慮することとする。

（４）評価方法の枠組み

１）評価の流れ

評価は段階的に行うこととし、第１段階評価として野生ハナバチ類の蜂群・個体群を構成する個体に対する影響評価を行い、第２段階評価として野生ハナバチ類の蜂群・個体群単位に対する影響評価を行う。

第１段階評価における野生ハナバチ類の評価は、毒性評価に基づく「野生ハナバチ類基準値」と、我が国の農業事情を踏まえ、野生ハナバチ類が環境中で農薬に直接接触することや農薬が残留する餌・水を摂取することを通じてばく露する量を予測した「野生ハナバチ類予測ばく露量」との比較により実施する。

第１段階評価の野生ハナバチ類個体に対する影響評価の結果、野生ハナバチ類予測ばく露量が野生ハナバチ類基準値を超えたため影響を否定できない場合、第２段階評価として野生ハナバチ類の蜂群・個体群単位での影響評価を行うことができる。

２）セイヨウミツバチによる代替

野生ハナバチ類としては、ニホンミツバチ、マルハナバチ等多数の種が存在するが、第１段階評価では、セイヨウミツバチの摂餌量等のデータを用いて、毒性試験及びばく露量の予測をすることとする。

第２段階評価については、現時点では野生ハナバチ類の蜂群・個体群単位での試験方法が確立されていないため、当面は、セイヨウミツバチにおける半野外試験（または野外試

験）による蜂群への影響評価結果を勘案しつつ、総合的に判断することとする。

３）試験要求の基本的な考え方

野生ハナバチ類基準値の設定にあたっては、セイヨウミツバチを対象とした成虫の接触毒性試験（単回）及び経口毒性試験（単回・反復）、幼虫の経口毒性試験（単回・反復）の試験成績のうち、評価対象農薬の使用方法から想定されるばく露量を考慮して必要となるデータを要求する。

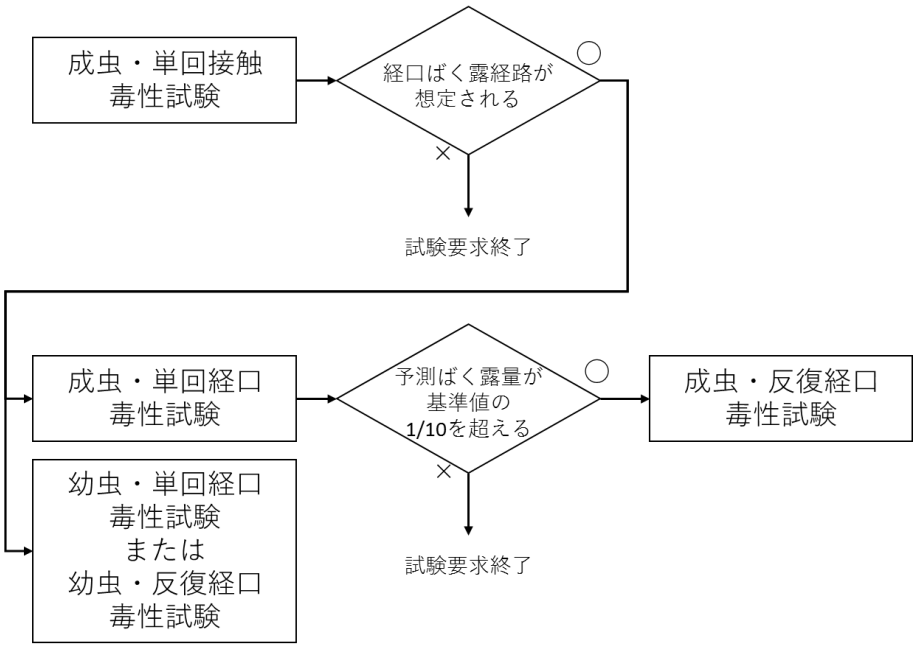
このうち、セイヨウミツバチ成虫の単回接触毒性試験については、野生ハナバチ類への潜在的毒性を評価するために必須で要求することとする。

次に、成虫又は幼虫について、経口ばく露経路が想定される場合、それぞれ単回経口毒性試験を要求することとする。また、殺虫剤の単回毒性試験で得られた半数致死量（LD_{50}）と、反復毒性試験で得られた半数致死摂取量（LDD_{50}）の間に、$LD_{50}\times 1/10=LDD_{50}$ の比例関係が認められることから、予測ばく露量（経口ばく露量）が、成虫の単回毒性試験に基づく野生ハナバチ類基準値の 1/10 を超える場合において、さらに反復経口毒性試験を要求することとする。

ただし、幼虫試験については、反復経口毒性試験の提出も可とする。具体的には、無影響量（NOEDD）をもって単回毒性指標の代替とすることも可とする。また、反復経口毒性試験の LDD_{50} 値が算出可能な場合は、その値を毒性指標とすることも可とする。

以上の考え方について、図１に示す。

図１　毒性試験の要求条件



４）試験要求に関する考慮事項

前述のとおり、セイヨウミツバチ成虫の単回接触毒性試験は必須で要求することとするが、海外・国内ともにセイヨウミツバチの毒性試験を実施できる試験機関に限りがある。このため、試験実施機関の受入れ能力を考慮し、１巡目の再評価スキームにおいては、セイヨウミツバチ成虫の単回接触毒性試験以外は対象を限定することとする。すなわち、当該試験の結果、一定以上の毒性（11μg/bee 未満）を有する農薬及び脱皮阻害等を幼虫に起こす影響が懸念される昆虫成長制御剤を対象とする。

また、海外で実施された試験成績についても、内容を精査した上で利用を可とする。

毒性指標を算出するための各種毒性試験において、行動異常が見られた場合には、それら観察結果についても、毒性指標と併せて報告することとする。また、今後の課題として、こうした毒性試験において得られた所見を蓄積していくとともに、行動影響等に関する新たな知見や海外の評価法についても収集を進め、今後の評価法の検討材料とすることとする。

３　野生ハナバチ類基準値の設定

（１）毒性試験の被験物質、試験方法及び報告事項

１）被験物質

評価対象農薬の原体を被験物質とする。

２）試験方法

本評価において要求する試験については、以下の OECD の試験ガイドラインに準じることとする。また、今後、新たに実施される試験については、農薬の GLP（Good Laboratory Practice：優良試験所基準）制度に基づく試験の実施を求める。

表１　OECD の試験ガイドライン

	単回毒性試験	反復毒性試験
接触	●セイヨウミツバチ成虫 Test No. 214: Honeybees, Acute Contact Toxicity Test	
経口	●セイヨウミツバチ成虫 Test No. 213: Honeybees, Acute Oral Toxicity Test ●セイヨウミツバチ幼虫 Test No. 237: Honey Bee (Apis mellifera) Larval Toxicity Test, Single Exposure	●セイヨウミツバチ成虫 Test No. 245: Honey Bee (Apis mellifera L.), Chronic Oral Toxicity Test (10-Day Feeding) ●セイヨウミツバチ幼虫 No. 239: Guidance Document on Honey Bee Larval Toxicity Test following Repeated Exposure

３）報告事項

試験方法の名称、供試種名、LD_{50}、LDD_{50} のほか、参照した試験方法に示された報告事項を報告する。

（２）野生ハナバチ類基準値の算出

蜂群・個体群を維持可能な死亡率の水準として、過去のデータから、EU で 10.6%[1]、米国で 10%[2]が採用されていることから、我が国でも、死亡率 10%を超えないことを保護目標として、野生ハナバチ類基準値（LD_{10}）を設定する。

具体的には、要求された毒性試験ごとに、当該試験により得られたセイヨウミツバチの毒性値（LD_{50}）を、野生ハナバチ類の種の感受性差を踏まえた不確実係数で除して算出された LD_{50} に、LD_{10} 変換係数を乗じることで、野生ハナバチ類基準値を算出する。

表２　野生ハナバチ類基準値の算出方法

野生ハナバチ類基準値（LD_{10}）[μg a.i./bee] ＝　野生ハナバチ類の毒性値（LD_{50}）[μg a.i./bee]　×　LD_{10} 変換係数[－] ＝　セイヨウミツバチの毒性値（LD_{50}）[μg a.i./bee]　/　不確実係数[－] ×　LD_{10} 変換係数[－]

EU では、ハナバチ 19 種における毒性の種間差に関する試験データを解析して[3]導出した、95%信頼区間下限値である 10 を不確実係数として採用していることから、我が国でも、野生ハナバチ類基準値の算定に際し、不確実係数 10 を適用することとする。また、LD_{10} 変換係数については、「農薬のミツバチへの影響評価ガイダンス[4]」において採用された、LD_{50} 値と LD_{10} 値の比の中央値である 0.4 を採用する。

４　野生ハナバチ類予測ばく露量の算定

（１）農薬の予測ばく露量算定に用いる環境モデル

農薬の使用方法として茎葉散布、土壌処理、種子処理を通じたばく露を想定し、農薬が使用されたエリアを対象とする。

上記のばく露シナリオについては、ばく露経路ごとに、セイヨウミツバチの予測ばく露

---

[1] 「EFSA Guidance Document on the risk assessment of plant protection products on bees (Apis mellifera, Bombus spp. and solitary bees)」 Appendix K, M（EFSA）

[2] 「White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees」 p.152（EPA）

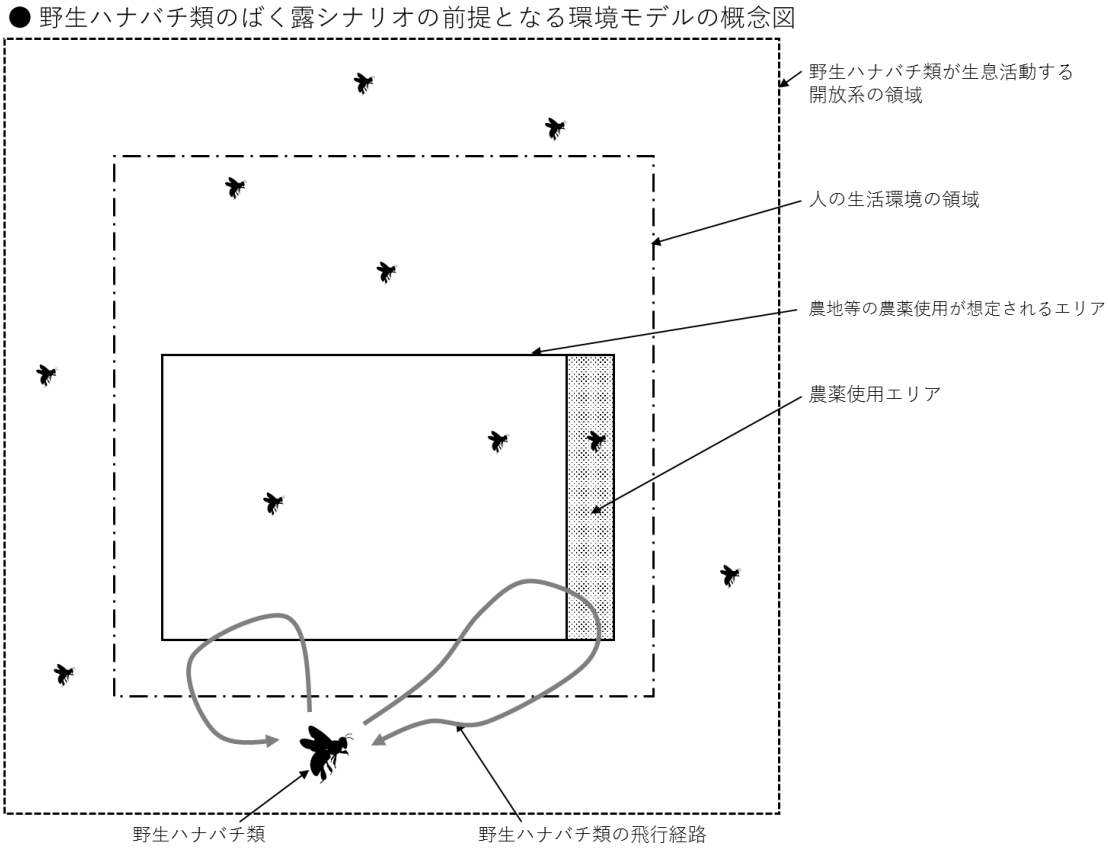
[3] Arena M1, Sgolastra F. (2014) A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. Ecotoxicology, 2014 Apr;23(3):324-34

[4] 「農薬の登録申請において提出すべき資料について」（平成 31 年 3 月 29 日付け 30 消安第 6278 号農林水産省消費・安全局長通知）別紙２

量の推定方法を参考としつつ、野生ハナバチ類の活動形態を考慮してばく露量を推定する必要がある。ただし野生ハナバチ類は、農地を含む人の生活環境内に加えて、それらを包含する開放系の領域においても広く活動することから、農地等において農薬使用が想定されるエリアの一部で農薬にばく露するという環境モデルを設定する。この概念を図２に示す。

従って、野生ハナバチ類は、当該環境モデル内での生息活動において、確率論的に農薬にばく露（直接接触、農薬が残留した花粉・花蜜の採餌）するものとする。

図２　野生ハナバチ類のばく露シナリオの前提となる環境モデルの概念図



（２）算定方法

野生ハナバチ類への予測ばく露量の算定方法を、図３に示す。

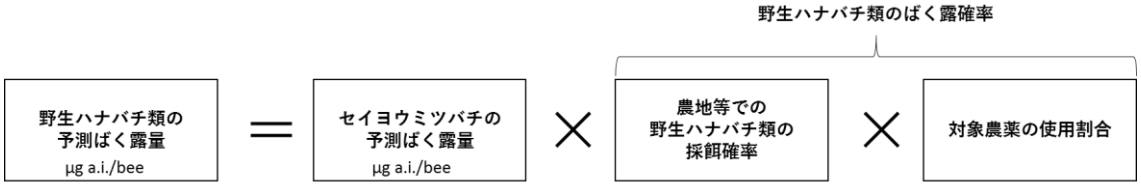
図２の環境モデルを用いたばく露量の推定に際し、「ばく露確率」を設定する。「ばく露確率」は、野生ハナバチ類が農地等の農薬使用が想定されるエリアに採餌のために飛来する確率である「農地等での野生ハナバチ類の採餌確率」と、その農地等で対象農薬が使用される割合である「対象農薬の使用割合」を考慮する。

「農地等での野生ハナバチ類の採餌確率」は、「全生息領域に占める農地等の割合」や、「飛行可能範囲に占める農地等の割合」等を適用することが考えられるが、現時点ではデ

ータが十分ではないことから、保守的に 100%とし、評価対象となる全ての野生ハナバチ類が、農地等の農薬使用が想定されるエリアに存在することとする。

「対象農薬の使用割合」は、水産動植物の被害に係る評価で適用している農薬の普及率（水田 10%、非水田５%）を使用割合とする。

図３　野生ハナバチ類の予測ばく露量（接触ばく露量・経口ばく露量共通）



（３）ばく露量の推定

１）第１段階評価で用いる予測ばく露量

（ア）接触ばく露量

対象農薬の使用方法のうち茎葉散布によるばく露のみが想定され、「ミツバチ１頭あたりの農薬付着量」に「有効成分濃度」を乗じることにより推計する。ここで想定されるミツバチ１頭当たりの農薬付着量は、「農薬のミツバチへの影響評価ガイダンス」において採用された 70 nL/bee を適用する。

接触ばく露量＝ミツバチ１頭あたりの農薬付着量[nL/bee]×有効成分濃度[μg /nL]

（イ）経口ばく露量

「ミツバチの摂餌量(成虫・幼虫)」に「花粉・花蜜の農薬残留量」を乗じることにより推計する。

経口ばく露量＝ミツバチの摂餌量[g/bee/day]×花粉・花蜜の農薬残留量[μg /g]

①ミツバチの摂餌量

ミツバチの摂餌量は、米国でのミツバチの階級毎、花粉・花蜜毎の詳細なデータ[5]を用いる。具体的には、成虫の摂餌量は、巣内で幼虫に餌を与えるのが内勤蜂であることから、内勤蜂の摂餌量を用いることとする。成虫（内勤蜂）の摂餌量は、花粉 9.6 mg/day と花蜜 140mg/day の合計 150 mg/day、幼虫は花粉 3.6 mg/day と花蜜 120 mg/day の合計 124 mg/day を使用する。

なお、我が国で栽培される作物において、花蜜がなく、花粉しか有しない作物につい

[5] 「Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees」 p.52（USEPA）

ては、花粉のみの摂餌量を用いることとする。

②花粉・花蜜の農薬残留量

農薬の使用方法ごとに異なる予測定数（予測濃度）を用いた予測式により、花粉・花蜜の農薬残留量を推計する[6]。

ｉ）茎葉散布の場合

98[μg/g per kg/ha] (予測定数)×対象農薬の有効成分使用量[kg/ha] ※　予測定数の 98 は花粉・花蜜の残留濃度で、実データから作成した数理モデル T-REX で算出した値[7]

ⅱ）土壌処理の場合

Briggs EEC [μg/g] (予測濃度) ※　Briggs EEC（Estimated Environmental Concentration）は、土壌から植物体への農薬の吸収・移行を推定する数理モデル（Briggs モデル）に、農薬毎のパラメータ（オクタノール/水分配係数(LogPow)、土壌吸着係数（Koc）、使用農薬中の有効成分投下量）を入力して算出した値

ⅲ）種子処理の場合

1 [μg/g] (予測定数) ※　予測定数の 1 は、EPPO（欧州地中海植物保護機構）の評価法におけるスクリーニング値

２）第１段階評価の精緻化で用いる残留農薬濃度

経口ばく露量の推計において、「花粉・花蜜の農薬残留量」を推計するための予測式の代わりに、「花粉・花蜜の農薬残留試験による実測値、あるいはそれに準じたデータ（例：花粉・花蜜の残留量が類推可能な作物残留試験のデータ）」を用いることにより予測ばく露量を精緻化することを可能とする。

５ 野生ハナバチ類の被害防止に係るリスク評価

（１）リスク評価の方法

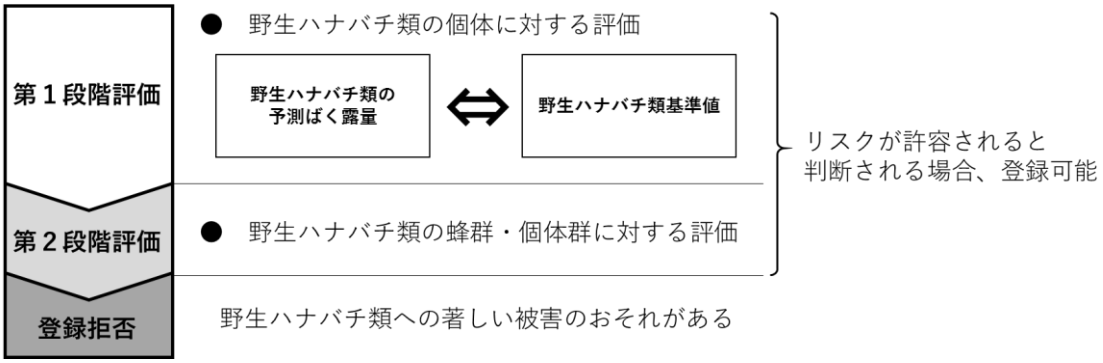
リスク評価の対象から除外する農薬以外について第 1 段階評価を実施する。農薬の使用方法ごとに算出された野生ハナバチ類の予測ばく露量が複数存在する場合は、その最大値を採用し、予測ばく露量と基準値を比較することで評価を行う。予測ばく露量が基準

[6] 「Guidance for Assessing Pesticide Risks to Bees」 p.49（USEPA）

[7] 「White Paper in Support of the Proposed Risk Assessment Process for Bees」p.62（EPA）

値を超過し、野生ハナバチ類へのリスクが許容できないと判断される場合は、第１段階評価の精緻化又は第２段階評価を実施し、評価を行う。第２段階評価においてもリスクが許容できないと判断される場合は、野生ハナバチ類への著しい被害のおそれがある（登録拒否）とする。

図４　野生ハナバチ類のリスク評価



（２）野生ハナバチ類の被害防止に係るリスク評価の対象から除外する農薬

野生ハナバチ類の被害防止に係るリスク評価の対象から除外することができる農薬は以下のとおりである。

１）すべてのばく露シナリオについてリスク評価の対象から除外する農薬

いずれの適用農作物等及び使用方法においても、野生ハナバチ類が当該農薬にばく露するおそれがないもの。（倉庫、ビニールハウス等の施設内でのみ使用されるもの）

２）その他、ばく露が想定されないことが合理的な理由において明らかであることからリスク評価から除外する農薬

６　今後の課題

本リスク評価の方法は、セイヨウミツバチのリスク評価手法を参考としつつ、我が国の農薬使用の実態や野生ハナバチ類について考慮すべき点について検討を加え、新たにとりまとめたものである。

検討の過程において、今後さらなる検討が必要となる中長期的な課題として、以下の指摘があった。これらについては、本評価法に基づくリスク評価の実施状況及び農薬による野生ハナバチ類への被害の状況等を収集しつつ、科学的な知見を集積し、将来に向けて評価の方法を見直していくことが必要である。

（１）野生ハナバチ類の第２段階評価

野生ハナバチ類に関する蜂群・個体群を対象とした試験のガイドラインはまだ確立していないことから、セイヨウミツバチの第２段階評価の結果を基にした評価方法を参考としつつ、専門家の意見も踏まえながら、今後の対応案を検討する必要がある。

（２）野生ハナバチ類の種ごとの不確実性

野生ハナバチ類の種間差・個体差間の感受性差については、引き続き調査研究を進め、将来的な対応に向けて精緻化を図っていく必要がある。

（３）農地等での採餌確率の精緻化

野生ハナバチ類の生息領域における農薬のばく露の可能性について、引き続き調査研究を進め、将来的な対応に向けて精緻化を図っていく必要がある。