

生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定における鳥類の取扱いについて（案）

1 農薬の鳥類に対するリスク評価の基本的な考え方について

(1) リスク評価を行うばく露経路

農薬の鳥類への影響については、摂餌によるばく露、飲水によるばく露、粒剤等の誤飲等によるばく露、農薬使用時の接触ばく露、大気中に拡散した農薬の吸入ばく露によるもの等が考えられる。また、餌経路のばく露では、施用した農薬が残留した餌を鳥類が直接摂取することによる影響のほか、食物連鎖による生物濃縮による影響も考えられる¹。

しかしながら、これらのばく露経路についてすべての影響を特定し、評価することは極めて困難であり、欧米においても、このうち、リスクが大きいと考えられるばく露経路として、餌経路を共通の評価対象としている。

環境省では、我が国における鳥類に対する農薬のリスク評価・管理を行う指針として、平成 25 年 5 月に「鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル」（以下「鳥類マニュアル」という。別添参考資料）を策定しており、農薬メーカーが自主的なリスク評価・管理に活用しているところである。

鳥類マニュアルは、欧米の評価方法を参考としつつ、我が国の地理的条件や農業事情を勘案し、餌経路としては水稻、果実、種子、昆虫を、また、飲水としては田面水のばく露経路についてリスク評価方法を示している（別添 1）。

(2) 農薬取締法に基づく鳥類のリスク評価の方針

平成 30 年 6 月の農薬取締法の改正に伴う農薬の生活環境動植物に対する評価に関する規定は、改正法公布後 2 年以内に施行されることから、評価対象生物に関するリスク評価方法を早急に確立するとともに、農薬登録申請時に提出が必要な試験成績を周知する必要がある。このため、すでに農薬メーカーが鳥類マニュアルを活用してリスク評価・管理を行っている実績があることから、鳥類マニュアルをベースとした評価方法を導入することが適当であると考えられる。

一方、鳥類マニュアルについては、検討時に課題とされている点があるとともに、農薬メーカーが評価を実施する中で課題となった点があることから、これらの点については検討を加え、見直しを行う点と中長期的に検討を行う点を明らかにしつつ、リスク評価方法として示すこととする。

¹ Working Document / Guidance Document on Terrestrial Ecotoxicology Under Council Directive 91/414/EEC (EC, 2002)

2 鳥類のリスク評価方法の検討状況について

(1) 鳥類マニュアルの課題の抽出

環境省では、平成 29 年度に鳥類マニュアルの課題について、農薬メーカー及び鳥類マニュアル策定時の検討委員に対し、アンケートやヒアリングを行い、検討課題を以下のとおり抽出した。これについては、請負事業により鳥類、農業、リスク評価等の専門家による検討会（別添 2）を設置し、予備的検討を実施しているところである。これまでの検討の状況は、表 1 のとおりである。

表 1 鳥類マニュアルの主な検討項目と検討状況

検討項目		検討状況
(1) 毒性評価	①強制経口投与試験方法の整理	<p>現行の農薬取締法テストガイドラインでは、具体的な試験方法が明示されていない点について、我が国の農薬メーカーの試験保有状況、欧米のリスク評価における試験成績の採用状況、テストガイドライン間の差異を確認し、検討。OECD テストガイドライン 223（鳥類急性経口毒性試験）を採用するとともに、リスク評価で活用可能なガイドライン（EPA 等）を検討。</p> <p>また、新たに実施する試験については、GLP 試験を要求する方向で検討。</p>
	②混餌投与試験の扱いの整理	<p>強制経口投与試験による LD₅₀ と混餌投与試験による LC₅₀ の相関等を検討し、混餌投与試験を活用した農薬登録基準値の設定の妥当性について検討。</p>
(2) ばく露評価	①鳥類摂餌量等の検証	<p>【種子単一食】 摂餌量が著しく過剰となっていると考えられる小さな野菜の種子に関する評価について、鳥による食害が見られないことから、200 粒/g 以上の小さな種子は、評価対象外とすることを検討。</p> <p>【果実単一食】 果実の摂取量を体重の 2/3 としているのは過剰となっていないかという点について、海外での摂餌量データと比較しても過大ではないことを確認し、鳥類マニュアルを踏襲することを検討。</p>
	②鳥類が摂餌する時点での農薬残留濃度の検討	<p>果実単一食のばく露評価において、散布直後の残留濃度を推計してばく露量を算出する点について、実際の果実の摂餌時期は収穫期であることから、二次評価において収穫時の作物残留試験成績を用いることを検討。</p>

検討項目	検討状況
③ リスク評価で普及率を見込むべきかの検討	<p>急性毒性の評価においては、個体が特定の場所で一日の摂餌を満足するまで餌を採る行動もあること、個体群の捉え方についての知見がないことから、適切な普及率を設定できず、普及率は導入しないことを検討。</p> <p>なお、慢性毒性を検討するに当たっては、摂餌行動圏の把握が必要であることから、今後、調査を実施するための調査手法を検討する方向であり、当該調査で得られた知見をもとに普及率を見込めるかどうかを検討。</p>
④ 魚類単一食のリスク評価の実施に向けた検討	<p>魚食性鳥類の評価を導入するかについて、河川に生息する魚類については、水産動植物の被害防止に係る登録基準（水産基準）、魚類生物濃縮係数、鳥類の LD₅₀ を勘案すると、リスク評価の必要性が低いことを確認。</p> <p>一方、水田中等の魚類については、水産基準では、水田内を評価地点としておらず、水田内での保全レベルが明らかでないことから、評価への導入は困難であり、魚食については、鳥類のリスク評価対象外とすることを検討。</p>
(3) リスク評価	<p>① トリガー値を原則として 10 としていることの妥当性の検討</p> <p>欧米での考え方、我が国でのケーススタディーを基に、トリガー値を原則 10 とすることの妥当性を確認。</p> <p>② 高次評価における精緻化オプションの検討</p> <p>海外の評価ガイダンスにおいて記載のある高次評価の精緻化オプションのうち、鳥類マニュアルにおいて取り入れられていない「指標種の変更」、「忌避行動」について検討。しかしながら、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高次評価で指標種を変更することは、評価の途中で毒性値が変わることを意味し、農薬登録基準値の設定が困難となること ・ 感受性の高い小型鳥類を指標種としている鳥類マニュアルのコンセプト自体を見直す必要が生じること ・ 忌避行動については、ばく露評価に見込む手法が海外でも具体的に確立されていないことから、現時点で我が国のリスク評価に用いることは困難であることから、現時点では、この手法の導入は行わないことを検討。

検討項目	検討状況
(4) 粒剤の誤飲（砂のう補給）	粒剤の誤飲量については、スズメを用いた実測調査で砂のう補給用の砂粒の摂取についての情報が得られていないことから、リスク評価の対象外とすることを検討。
(5) 我が国における慢性毒性のリスク評価方法の検討	海外において慢性毒性の評価を行う要件及び検討の対象とする影響を調査し、我が国における慢性毒性のリスク評価のあり方について、中長期的に検討。
(6) その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鳥類のばく露量に係る調査や情報収集を引き続き実施。 ・ 基準値設定後の実環境中でのモニタリングの方法については今後検討。

3 鳥類のリスク評価方法の骨子（案）

以上の検討を踏まえた、鳥類のリスク評価方法の骨子（案）は別添 3 のとおりである。

4 今後の予定

本日の農薬小委員会での指摘を踏まえ、引き続き予備的検討を行い、次回の農薬小委員会でリスク評価方法の案を提示。

（参考：予定）

平成 30 年 11 月 （第 66 回農薬小委員会）	・ 生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定について （議論とりまとめ）
12 月	パブリックコメント募集
平成 31 年 1 月 （第 67 回農薬小委員会）	・ 答申案とりまとめ （⇒中央環境審議会会長より答申）
3 月頃 （農業資材審議会）	・ 生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定について 環境大臣から農業資材審議会に意見聴取
3 月頃	・ 生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定に関する 告示を制定
4 月頃	・ 生活環境動植物の評価における試験生物に係る毒性 試験とばく露評価方法を公表

(別添1) 鳥類マニュアル及び欧米における農薬の鳥類に対するリスク評価方法

項目		鳥類マニュアル(環境省 2013 年) ^(注1)	米国 (EPA2004 年) ^(注2)	EU (EFSA2009 年) ^(注3)
指標種		<ul style="list-style-type: none"> ・ スズメ又はスズメと同程度の体重 (22g) の小型の仮想鳥類 (日本の営農環境を勘案し、経口暴露しやすく、感受性が高くなる小型鳥類を選定) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小型 (20g)、中型 (100 g)、大型 (1,000g) の仮想鳥類 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スクリーニング評価では、作物グループごとに仮想鳥類を設定 (別表 1 を参照) ・ Tier 1 評価では、作物ごと、作物の生長ステージごとに特定の重要種を設定 (別表 2 を参照)
急性毒性での評価	毒性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鳥類強制経口投与試験の LD₅₀ (農薬登録に際し実施している試験結果が活用できるため) ・ 右記の米国 EPA の算定式を用いて試験で得られた LD₅₀ を、体重 22g の鳥類に補正 (一般的な供試鳥より小型の指標種で評価するが、小型のほうが化学物質に対する感受性がより高いため) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鳥類急性経口毒性試験の LD₅₀ 及び必要に応じ亜急性摂餌毒性試験の LC₅₀ ・ 試験で得られた LD₅₀、LC₅₀ を、次式により評価種それぞれの体重の鳥類に補正 (<i>Adj. LD₅₀</i>、<i>Adj. LC₅₀</i>) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> $Adj. LD_{50} = LD_{50} (AW / TW)^{0.151}$ <p>AW : 評価種の体重 (Body weight of assessed animal)</p> <p>TW : 供試鳥の体重 (Body weight of tested animal)</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鳥類急性経口毒性試験の LD₅₀
	テストガイドライン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農薬取締法テストガイドライン^(注4) (科学的に妥当な方法で実施するとされており、EPA のガイドラインが参考として紹介されているが、鳥類マニュアルでは OECD のガイドラインの策定状況を踏まえ、OECD ガイドライン 223 に従うことが望ましいとしている。) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 米国 EPA OCSPP 850.2100 ・ OECD テストガイドライン 223 による結果は、条件付きで使用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ OECD テストガイドライン 223^(注5) ・ 米国 EPA OCSPP 850.2100 等の適切な既往試験結果が存在する場合は使用可能^(注5)

項目		鳥類マニュアル(環境省 2013 年) ^(注1)	米国 (EPA2004 年) ^(注2)	EU (EFSA2009 年) ^(注3)
	試験種	<ul style="list-style-type: none"> 試験種は限定しない。 (農薬取締法テストガイドライン^(注4)において規定がないため) 代表的なものは、ウズラ、コリンウズラ、マガモ等 	<ul style="list-style-type: none"> 試験種は限定しない。 ウズラ類、マガモ、スズメ類等 	<ul style="list-style-type: none"> ウズラ類、マガモ マガモは吐き戻しがあるため推奨されない。
	複数生物種による毒性データ	<ul style="list-style-type: none"> 最も感受性が高い種の LD₅₀ が全試験の幾何平均の 1/10 以上である場合は幾何平均を採用。1/10 未満の場合は最も感受性の高い種を用いるとともに、トリガー値は 1 とする (EU と同様)。 	<ul style="list-style-type: none"> スクリーニング評価では、最小値を用いる。 高次評価では、理由があれば最小値を用いない場合もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 最も感受性が高い種の LD₅₀ が全試験の幾何平均の 1/10 以上である場合は幾何平均を採用。1/10 未満の場合は最も感受性の高い種を用いるとともに、トリガー値は 1 とする。
	同一種による複数毒性データ	<ul style="list-style-type: none"> 同一種の LD₅₀ の複数データの幾何平均を取り、これを異なる生物種の LD₅₀ との幾何平均算出に用いる (EU と同様)。 	<ul style="list-style-type: none"> スクリーニング評価では、最小値を用いる。 高次評価では、理由があれば最小値を用いない場合もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 同一種の LD₅₀ の複数データの幾何平均を取り、これを異なる生物種の LD₅₀ との幾何平均算出に用いる。
ばく露評価	ばく露経路	<ul style="list-style-type: none"> 水稻、果実、種子、昆虫、田面水の経口ばく露 (我が国の農業事情を踏まえて選定) 粒剤の誤飲によるばく露については、定量的な評価のための基礎データが得られなかったため、リスク低減のための措置を提示 	<ul style="list-style-type: none"> 農薬の残留が異なる短草本、長草本、広葉植物、果実、豆、種子及び節足動物別の経口ばく露 	<ul style="list-style-type: none"> スクリーニング評価では、7グループ (別表 1 を参照) に分けた作物からの経口ばく露 Tier 1 評価では、作物ごと、作物の生長ステージごと (種子を含む) に、それらに応じた指標種の経口ばく露 (別表 2 を参照) 粒剤の誤飲、種子処理剤並びに葉面水及び水溜まりでの飲水によるばく露は、上記 7 グループとは別に評価

項目		鳥類マニュアル(環境省 2013 年) (注1)	米国 (EPA2004 年) (注2)	EU (EFSA2009 年) (注3)
	摂餌量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水稻、果実、種子、昆虫、田面水のそれぞれについて、鳥類マニュアル策定時に実施した摂餌量調査の結果から設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 摂餌量 (Food Intake Rate: <i>FIR</i> g/day) は、既往の調査結果に基づき導出された次式により設定 $FIR = (0.648 \times BW^{0.651}) / (1 - MC)$ <p><i>BW</i>: 指標種の体重 (Body weight、g) <i>MC</i>: 含水率 (Moisture content、-)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 摂餌量 (<i>FIR</i> g/day) は、既往の調査結果に基づき導出された次式により設定 $FIR = DEE / (FE \times (1 - MC) \times AE)$ <p><i>DEE</i>: 指標種の日エネルギー消費量 (Daily energy expenditure of the indicator species、kJ/day) <i>FE</i>: 餌のエネルギー量 (Food energy、kJ/g-dry) <i>MC</i>: 含水率 (-) <i>AE</i>: 同化効率 (Assimilation efficiency、-)</p>

項目	鳥類マニュアル(環境省 2013 年) (注1)	米国 (EPA2004 年) (注2)	EU (EFSA2009 年) (注3)
農薬残留濃度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水稻、果実、種子、昆虫食の初期評価では、それぞれ全農薬に共通の単位散布量当たりの残留農薬率 (<i>RUD</i> : Residue unit dose) を設定 ・ <i>RUD</i> は、鳥類マニュアル策定時に実施した残留農薬量調査結果やその他国内で実施された残留農薬濃度の調査、作物・土壌残留農薬試験成績から設定 ・ 残留農薬濃度 = <i>RUD</i> × 単位面積当たりの有効成分量として算出 ・ 複数回使用する農薬の場合には EU で用いている係数を乗じて残留濃度を補正 ・ 原則として既往調査の残留農薬濃度の 90%tile から <i>RUD</i> を設定 ・ 初期評価の田面水は、5cm 深さの田面水に完全混合すると仮定して単位散布量から算出 ・ 二次評価では、評価対象農薬で実施された残留農薬試験成績から原則として散布直後の濃度を算出 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低次の評価では、短草本、長草本、広葉植物、果実、豆、種子及び節足動物それぞれについて、既往調査から全農薬に共通の <i>RUD</i> を設定 ・ 残留農薬濃度 = <i>RUD</i> × 単位面積当たりの有効成分量として算出 ・ 複数回使用する農薬の場合には、散布の間隔を設定し、半減期に基づく減衰を考慮して、最大濃度で評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スクリーニング評価及び Tier 1 評価では、作物ごとに、既往の調査結果から全農薬に共通の <i>RUD</i> と沈着率 (<i>DF</i> : Deposition factor) を設定 ・ 残留農薬濃度 = <i>RUD</i> × <i>DF</i> × 単位面積当たりの有効成分量として算出 ・ 複数回の適用がある場合には係数を乗じて残留濃度を補正 ・ 急性毒性影響では既往調査の残留農薬濃度の 90%tile から <i>RUD</i> を設定
ばく露量 (体重当たり一日農薬ばく露量)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ばく露量は次式により算出 ばく露量 = 摂餌量 × 農薬残留濃度 / 指標種の体重 (米国及び EU と同様) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ばく露量は次式により算出 ばく露量 = 摂餌量 × 農薬残留濃度 / 指標種の体重 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ばく露量は次式により算出 ばく露量 = 摂餌量 × 農薬残留濃度 / 指標種の体重

項目		鳥類マニュアル(環境省 2013 年) (注1)	米国 (EPA2004 年) (注2)	EU (EFSA2009 年) (注3)
リスク評価	トリガー	<ul style="list-style-type: none"> TER (Toxicity Exposure Ratio = LD_{50} / ばく露量) TER \geq 10 (リスク低い) ただし、最も感受性が高い種の LD_{50} が全試験の幾何平均の 1/10 未満の場合は最も感受性の高い種の LD_{50} を用いて TER を算出し、その際は TER が 1 以上でリスクが低いと評価する。 (以上は EU と同様) ケーススタディによる検証の結果、幾何平均値と最も感受性の高い鳥類との毒性値の比が最大で 5.4 であることからトリガー値が 10 であれば種間差は内包されると考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> RQ (Risk Quotient = ばく露量 / LD_{50}) RQ > 0.5 (リスクあり) 0.5 \geq RQ > 0.2 (限定的なリスクあり) 0.2 \geq RQ > 0.1 (絶滅危惧種にリスクあり) RQ と比較する評価基準は、LD_{50} 等の用量反応曲線から、最も高く見積もった場合の死亡率が LD_{50} 等の 1/5 の用量 (RQ = 0.2 に相当) で 10%、LD_{50} 等の 1/10 の用量 (RQ = 0.1 に相当) で 4% と推計されていることに由来する。 	<ul style="list-style-type: none"> TER (Toxicity Exposure Ratio = LD_{50} / ばく露量) TER \geq 10 (リスク低い) ただし、最も感受性が高い種の LD_{50} が全試験の幾何平均の 1/10 未満の場合は最も感受性の高い種の LD_{50} を用いて TER を算出し、その際は TER が 1 以上でリスクが低いと評価する。 トリガー値の妥当性は、野外調査結果において TER が 10 以上と算定される事例では、目に見える死亡がなかったことにより確認されている。

項目	鳥類マニュアル(環境省 2013 年) ^(注1)	米国 (EPA2004 年) ^(注2)	EU (EFSA2009 年) ^(注3)
慢性毒性への対応	<ul style="list-style-type: none"> 未対応 (課題として整理) 	<ul style="list-style-type: none"> 原則として全ての農薬について繁殖毒性試験に基づく評価を実施 毒性評価: 21 週間鳥類繁殖毒性試験による無影響濃度 (NOEC) の最小値 ばく露評価: Tier 1 評価では、前記の急性毒性評価と同様の方法により半減期を考慮した平均的な残留農薬濃度の経時変化を求めてばく露量を算出。Tier 2 評価以降では、残留農薬濃度の算出において、さらに流出、浸透、浸食、蒸発散を考慮した日時ステップで農地の農薬濃度を求めるシミュレーションモデル (PRZM/EXAMS モデル) で算出 評価: $RQ > 1$ (リスクあり) 	<ul style="list-style-type: none"> 鳥類が繁殖期に影響を受けるとされる場合にのみ繁殖毒性試験に基づく評価を実施 毒性評価: 繁殖毒性試験で得られた無毒性量 (NOAEL) の最小値と $LD_{50}/10$ との低値 ばく露評価: Tier 1 評価までは、前記の急性毒性評価と同様の方法で求めた平均的な日ばく露量に 21 日間での減衰を補正するための係数を乗じて算出。Tier 2 評価以上では、TER と比較するトリガー値も含めて精緻化を個別に行った上で評価 評価: $TER \geq 5$ (リスク低い)
保全目標	<ul style="list-style-type: none"> 我が国の農地を含む農村環境に生息し、営農により、その個体群の保全に支障が生じないよう、農薬の影響を現状より低減すること 	<ul style="list-style-type: none"> リスク評価の結果から、潜在的な影響 (potential risk) 及び規制措置を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> Tier 1 評価は、いかなる死亡及び生殖への影響を生じさせないという保護目標が達成されているかを評価するように設計されている。 高次評価では、死亡並びに個体数及び多様性への長期的な影響がないことを明確にすることとしている。

注 1) 鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル (平成 25 年 5 月、環境省水・大気環境局)

注 2) Technical Overview of Ecological Risk Assessment - Analysis Phase: Ecological Effects Characterization (2004、USEPA)

なお、OCSP 850.2100: Avian Acute Oral Toxicity Test, Ecological Effects Test Guidelines (2012、USEPA) 及び T-REX(Terrestrial Residue Exposure) Version 1.5 User's Guide for Calculating Pesticide Residues on Avian and Mammalian Food Items (2012、USEPA2012)等も参考とした。

注 3) Risk Assessment for Birds and Mammals, Guidance of EFSA (2009、EFSA)

なお、Test No. 223: Avian Acute Oral Toxicity Test, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals (2016、OECD) 等も参考とした。

Risk Assessment for Birds and Mammals, Guidance of EFSA (2009、EFSA) では、表中で示した内容に加えて、内分泌かく乱作用が生ずる物質、代謝物質並びに生物濃縮及び食物連鎖に関する取扱いが示されている。

注 4) 農薬テストガイドライン:「農薬の登録申請時に提出される試験成績の作成に係る指針」(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)

注 5) 農薬メーカーへのヒアリング結果

別表1 EUにおける急性毒性のスクリーニング評価に用いる作物グループと仮想指標種

作物グループ	仮想指標種
裸地及びホップ	小型種子食鳥類
草原	大型草食鳥類
低木及び木質茎果実	小型肉食鳥類
果樹園及び観賞用植物 / 種苗場	小型昆虫食鳥類
ブドウ畑	小型雑食鳥類
球根及び玉ネギなどの作物、穀物、果菜、葉菜、マメ科植物飼料、トウモロコシ、ナタネ、ジャガイモ、豆類、根菜及び茎菜類、イチゴ、てん菜並びにヒマワリ	小型雑食鳥類
綿花	小型雑食鳥類

別表2 EUにおける急性毒性のTier 1評価に用いる作物と指標種（穀物の例）

作物	生長段階	一般的な指標種	代表種
穀物	出穂後期（5～6月）、BBCH 71～89	小型昆虫食鳥類（スズメ科）	セッカ
	早期（芽）、秋季～冬季、BBCH 10～29	大型草食鳥類（ガチョウ類）	コザクラバシガン
	BBCH 10～29	小型雑食鳥類（ヒバリ科）	モリヒバリ
	BBCH 30～39	小型雑食鳥類（ヒバリ科）	モリヒバリ
	BBCH 40以上	小型雑食鳥類（ヒバリ科）	モリヒバリ
	終期、種をつける段階	小型肉食/昆虫食鳥類（ホオジロ類）	キアオジ

BBCH：植物すべての生育段階を二桁の数字で表す方法で、2桁目（左側の数字）に植物の一時的生育段階を0～9（0：発芽期、1：葉の展開期、2：分けつ形成期、3：茎葉伸長期、4：収穫部の生長期、5：出穂又は花芽形成期、6：開花期、7：乳熟期、8：登熟期、9：枯死期、）の10段階に分類して表記し、1桁目（右側の数字）に植物の二次的生育段階の詳細を0～9段階に分類して表記する方法である。
 (<https://patents.google.com> より引用)

(別添2)

平成30年度農薬の鳥類に対する影響評価に関する検討会^{注1}

○検討委員

氏名	所属役職
石塚真由美	北海道大学 大学院獣医学研究院 環境獣医科学分野 教授
川嶋 貴治	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 環境ゲノム科学研究推進室 主任研究員
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 客員研究員
富田 恭範	一般社団法人 日本植物防疫協会 茨城研究所長
山口 恭弘	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業研究センター 虫・鳥獣害研究領域 鳥獣害グループ 上席研究員
與語 靖洋	公益財団法人 日本植物調節剤研究協会 研究所 技術顧問
和田 勝 (座長)	東京医科歯科大学 名誉教授

○専門家^{注2}

元場 一彦	農薬工業会 技術委員会委員
-------	------------------

注1：「平成30年度農薬の鳥類に対する影響評価等調査業務」において設置

注2：検討会開催要領に基づき、外部の専門家に出席を求め、意見聴取を実施

(別添3)

農薬による鳥類の被害防止に係るリスク評価方法（案）（骨子）

はじめに

（鳥類の被害防止に係る評価の検討の経緯）

- 農薬の使用による陸域の動植物への暴露は、農薬への直接ばく露、餌や飲み水としての経口ばく露によるものが主な経路である。
- 鳥類は、農作物や農地内の生物を摂餌し、また、田面水を飲水することで農薬へのばく露が想定され、現に、過去には鳥類の体内から農薬と同じ成分が検出された事例も報告されており、農薬のばく露による被害防止に係る評価を行うことで、鳥類に著しい被害を生じないことを確認した農薬の登録を進めることが必要である。
- 環境省では、平成 25 年 5 月に、農薬による鳥類の被害防止に係る評価・管理を行う指針であり、農薬メーカー自らが鳥類の被害防止に係る評価及び管理を実施するための「鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル（以下、鳥類マニュアルという。）」を公表した。
- 平成 30 年 6 月に農薬取締法が改正され、動植物の被害防止に係る評価の対象が従前は水産動植物のみであったものから、陸域の動植物を含めた生活環境動植物に拡充された。
- このため、鳥類の被害防止に係る評価を導入することとし、その評価方法については、すでに鳥類マニュアルにより農薬メーカーが自主的な評価、管理を実施して来た実績があることから、鳥類マニュアルをベースに、評価上の課題となっている点について、現時点で得られる情報から改善を図り、評価法として確立することとする。

第1章 鳥類の被害防止に係るリスク評価の考え方

1 評価の目的

- 農薬の使用により、個体群としての鳥類の生息に被害が発生し、かつ、その被害が著しいものとなるおそれがないかを評価することにより、環境への影響がより少ない農薬を確認して登録する。

2 評価対象生物の考え方

- 以下の理由から、農薬によるスズメ (*Passer montanus*) への被害を念頭に、スズメの平均的な体重である 22g 大の小型鳥類を指標種とする。
 - ✓ スズメは、我が国のほぼ全域に分布する一般的な鳥種である。
 - ✓ 鳥類の摂餌による農作物の被害状況としては、スズメによる被害がカラスに次ぎ2番目となっており、特に、鳥類の水稻への被害については、被害面積の5割以上がスズメによるものであることから、農薬にばく露される機会が生じやすい。

- ✓ 小型鳥類は、中・大型鳥類と比べて、体重当たりのばく露量が大きくなる。また、体重当たりの毒性値も、中型及び大型の鳥類と比べて小型鳥類の方が低くなる（感受性が高い）傾向にある。

3 評価対象とする毒性とばく露経路の考え方

- 急性毒性と見られる鳥類の死亡事例が過去に見られたことから、急性毒性による被害を当面の評価対象とする。
- 鳥類が水稻、果実、種子、昆虫又は田面水のいずれかだけを摂餌すると仮定したばく露シナリオを想定する（いずれのシナリオの鳥類の被害の観点から予測されるばく露量でも鳥類の毒性試験結果に基づく基準値以下であると評価できれば、複合の摂餌においてもばく露量は基準値以下であると判定できる）。
- ワorstケースを想定し、農地内では、評価対象農薬の目的とする用法において、評価対象農薬だけが使用されていると仮定する。
- 我が国における農薬の使用方法を反映するため、我が国において得られた実測値を基にばく露量を算出する。

第2章 鳥類の被害防止に係るリスク評価方法等について

1 評価方法の枠組み

- 鳥類の被害防止に係る評価は、我が国の農業事情を踏まえて鳥類被害の観点から予測したばく露量と毒性試験結果に基づく基準値との比較により原体ごとに実施する。
- ばく露量は、評価する個体群が単一の餌等を摂餌することとし、個体群が摂餌する範囲の農地では評価対象農薬のみがその用途において使用されていると仮定して算出する。
- ばく露経路は、穀類（水稻）、果実、種子、昆虫及び田面水とする。
- 餌等ごとに、評価対象農薬のみが使用された場合の一日当たりのばく露量をそれぞれ算出し、指標種の体重（22g）で除した一日当たり体重 1kg 当たりの最大ばく露量を鳥類の被害防止の観点から予測したばく露量（以下、「鳥類予測ばく露量」という。）とする。
- 鳥類の被害防止に係る農薬登録基準値（以下、「鳥類基準値」という。）は、鳥類の急性経口毒性試験で得られる半数致死量（以下、「LD₅₀」という。）から設定する。
- 試験成績として得られた LD₅₀ は、供試鳥の体重から指標種の体重（22g）への補正を行う。
- 補正後の LD₅₀ を不確実係数で除すことにより、鳥類基準値を設定する。評価は、鳥類予測ばく露量と鳥類基準値を比較することにより行う。

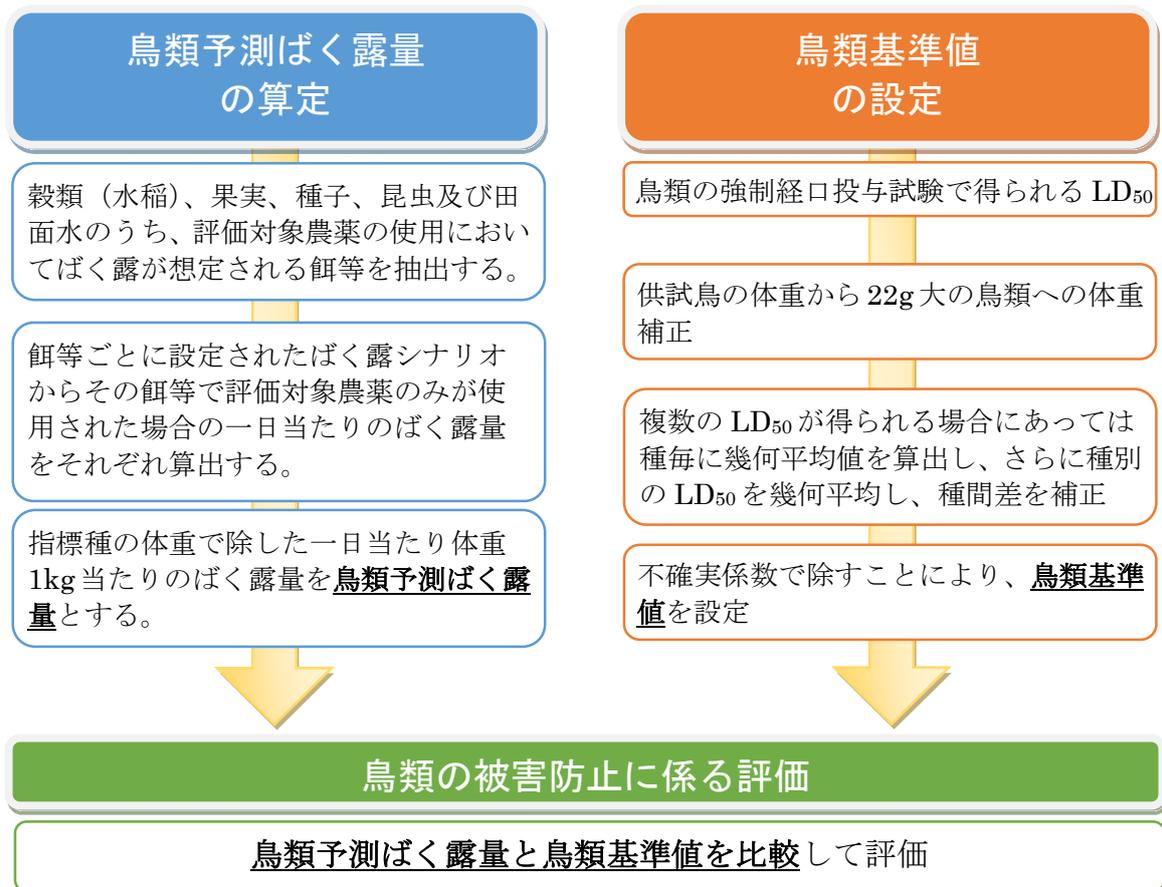


図 1 鳥類の被害防止に係る評価方法の概要

第 3 章 鳥類基準値の設定

- OECD TG223(2016)に基づき実施された試験で得られた LD₅₀ を指標種の体重で補正
- 他に採用可能なガイドラインを記載
- 今後、新たに実施される試験にあつては GLP 試験とする
- 同一種、複数種のデータの取り扱い（同一種で複数の LD₅₀ が得られる場合にあつては、幾何平均値を当該種の LD₅₀ とする。複数種の LD₅₀ が得られる場合にあつては、鳥種別の LD₅₀ の幾何平均値を算出する。）
- 体重補正の方法
- 不確実係数の設定方法（不確実係数は、原則 10 とし、LD₅₀ を 10 で除した値を鳥類基準値とする。ただし、供試種毎の LD₅₀ の最小値が幾何平均値の 1/10 以下である場合には、最小の LD₅₀ を不確実係数 1 で除した値を鳥類基準値とする。）

第4章 鳥類予測ばく露量の算定

1 算出方法

- シナリオごとに鳥類予測ばく露量を次式により算定する。

$\begin{aligned} & \text{鳥類予測ばく露量 [mg-a.i./day}\cdot\text{kg-b.w.]} \\ & = \text{摂餌量又は飲水量[g-diet/day 又は mL-diet/day]} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬にばく露されたものの割合[-]} \\ & \quad \times \text{残留農薬濃度[mg-a.i./kg-diet 又は mg-a.i./L-diet]} \\ & \quad \times \text{単位換算係数[kg-diet/g-diet 又は L-diet/mL-diet]} \\ & \quad / \text{指標種の体重[kg-b.w.]} \end{aligned}$
--

注) 上式の単位に付した添え字の意味は以下の通り (以下同じ)。

a.i. : Active ingredient (有効成分)、b.w. : Body weight (体重)、diet : 摂餌量又は飲水量

- 鳥類予測ばく露量を算定するにあたっての前提条件は以下の通り。
 - ① 作物 (水稲、果実及び種子) については、評価対象農薬に 100%ばく露されている。
 - ② 昆虫については、指標種が摂餌するエリアで均等に昆虫を摂餌すると仮定し、農地においては評価対象農薬に 100%ばく露されている。
 - ③ 摂餌量及び飲水量については、実測に基づくデータから数値を一律の値を設定する。
 - ④ 農薬の単位散布量については、水田、非水田のそれぞれについて、評価対象となる農薬 (原体) の想定される適用の中で散布量が最大となる値を使用する。
 - ⑤ 残留農薬濃度については、評価対象農薬の物理化学的性状や散布方法等により、付着量・残留性等が大きく異なるが、初期評価では、単位散布量又は単位使用量当たりの残留濃度 (RUD: Residue per unit dose) を農薬によらず餌タイプ別に一律の値として定め、評価対象農薬の使用基準から求まる単位散布量又は単位使用量を乗じ、さらに水稲及び果実については散布回数を考慮することで、農薬残留濃度を餌タイプごとに算出することとする。
- 鳥類予測ばく露量の算定は、初期評価と二次評価の二段階とする (図 2 参照)。
- 初期評価では、使用方法から算出される単位散布量と、農薬によらず一律に設定された RUD を用いて残留農薬濃度を推計する (表 1 参照)。
- 初期評価において鳥類予測ばく露量が鳥類基準値以下とならないことが確認されない場合には、二次評価として、農薬ごとに実施されている作物残留試験成績等を用いたばく露量の補正、鳥類の餌となりえる時期と農薬散布時期との関係を考慮した農薬濃度の減衰及び適用作物による散布量の違いなど、残留農薬濃度の精緻化等の検討を行い、その検討結果から農薬残留濃度を検討する。

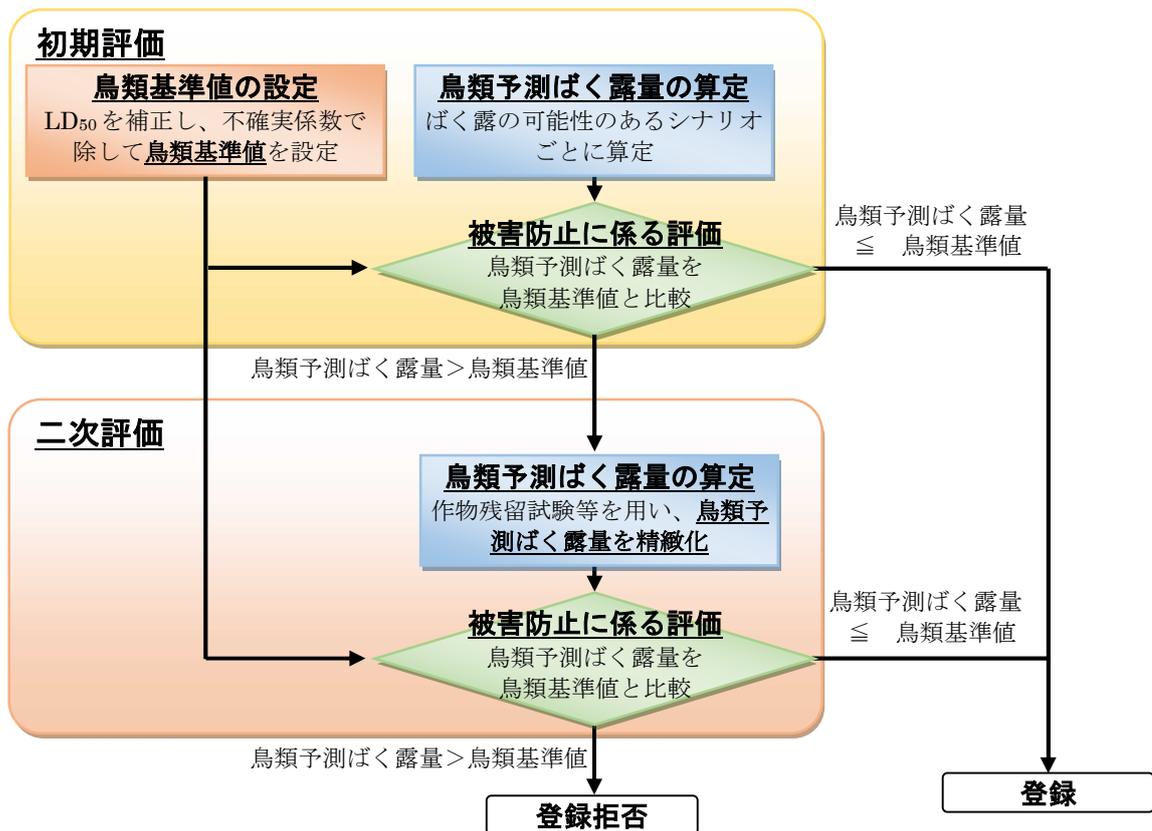


図 2 鳥類の被害防止に係る評価の手順

表 1 農薬の鳥類に対するばく露シナリオと残留農薬濃度の設定方法

シナリオ			残留農薬濃度の設定方法	
シナリオ名	摂餌量 又は 飲水量 ¹⁾	評価対象農薬 にばく露され たものの割合		
水稻単一食	4.4g-diet	100%	初期評価	単位散布量×RUD×複数回散布係数
			二次評価	作物残留試験成績から設定
果実単一食	15 g-diet	100%	初期評価	単位散布量×RUD×複数回散布係数
			二次評価	収穫時の作物残留試験成績から設定
種子単一食	4.4 g-diet	100%	初期評価	単位散布量×RUD
			二次評価	出芽時残留濃度の調査結果から設定
昆虫単一食	6.8 g-diet	水田：14% ²⁾ 非水田：21% ²⁾	初期評価	単位散布量×RUD
			二次評価	土壌残留試験成績から設定
田面水	3.0mL	100%	初期評価	水深 5cm までの田面水に全量が完全混合していると仮定したときの濃度
			二次評価	水質汚濁性試験成績から設定

注 1) 摂餌量又は飲水量の設定根拠は参考資料 1 を参照のこと。

注 2) 昆虫単一食の評価対象農薬に暴露されたものの割合の設定根拠は参考資料 2 を参照のこと

注 3) RUD の設定根拠は参考資料 3 を参照のこと。

表 2 複数回散布係数

散布回数	1	2	3	4	5	6	7	8	∞
複数回散布係数	1.0	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0

Risk Assessment for Birds and Mammals(EFSA, 2009)の施用間隔 7 日の場合の複数回散布係数

○ 二次評価で用いる残留農薬濃度の具体的な推計方法は以下のとおり。

① 水稲単一食

評価対象農薬の水稲に係る作物残留試験の測定結果（平均残留濃度が最大となるもの。）を用いて、農薬散布直後の残留農薬濃度を次式により推計する。

なお、作物残留試験は、複数回散布される剤については 7 日間間隔で規定された回数の散布を行った後、最終散布の直後から濃度測定が行われるものであることから、複数回散布係数は考慮しない。

残留農薬濃度[mg/kg-diet]

$$= \frac{\text{水稲に係る作物残留試験における評価対象農薬の残留農薬濃度[mg-a.i./kg-diet]}}{\left(\frac{1}{2}\right)^{\text{(作物残留試験における散布後経過日数/DT}_{50}\text{)}}}$$

注) DT₅₀は評価対象物質の半減期[day]を意味する。

ここで、評価対象農薬の水稲に係る作物残留試験における半減期 (DT₅₀) が不明な場合にあっては、10 日を実測値に代えて用いるものとする。

② 果実単一食

鳥類は主に人が食べるのと同程度に熟した果実を摂餌する傾向にあるため、評価対象農薬の果実に係る作物残留試験で得られた収穫時の結果（露地栽培のものうち、平均残留濃度が最大となるもの。）を用いる。

なお、作物残留試験は、複数回散布される剤については 7 日間間隔で規定された回数の散布を行った後、最終散布の直後から濃度測定が行われるものであることから、複数回散布係数は考慮しない。

残留農薬濃度[mg/kg-diet]

$$= \text{果実に係る作物残留試験における評価対象農薬の収穫時の残留濃度[mg-a.i./kg-diet]}$$

③ 種子単一食

評価対象農薬について、想定される使用方法のとおり処理した種子（水稲以外の作物は、大豆で代表させても良い。）を播種し、出芽時・外皮なしの残留濃度を実測して、残留農薬濃度とする（調査方法については参考資料 4 参照。）。

④ 昆虫単一食

評価対象農薬に係る土壌残留試験成績を用いて、散布直後の昆虫の残留農薬濃度を次式により推定する。

残留農薬濃度[mg/kg-diet]

= 土壌残留試験における評価対象農薬の散布直後の残留濃度[mg-a.i./kg-soil]

注) 上式の単位に付した添え字のうち、soil は土壌（乾土）であることを意味する。

⑤ 田面水

水質汚濁性試験成績で測定された田面水濃度（施用直後又は1日後のうち、いずれか高い方。）を用いる。

2 鳥類予測ばく露量の算定から除外する農薬（原体）

○ 鳥類のばく露が想定されない等の理由から、鳥類予測ばく露量の算定の対象から除外することができる農薬（原体）は以下の通り。

① すべての算定から除外する農薬（原体）

ア) いずれの適用作物及び使用方法においても、鳥類が当該農薬にばく露するおそれがないもの。

- ・ 誘引剤等の成分物質が封入された状態で使用されるもの
- ・ 可食部以外の適用農作物へ塗布し、又は適用農作物の樹幹への注入することによって使用されるもの
- ・ 倉庫、ビニールハウス等の施設内でのみ使用されるもの

イ) 摂餌等を介した経口ばく露のおそれが極めて低いもの

- ・ ほ場処理又は苗床処理等に使用される土壌くん蒸剤

② 特定の餌タイプについての算定から除外する農薬（原体）

当該農薬（原体）から製造されるすべての製剤の適用作物及び使用方法が、以下の餌タイプごとに挙げた条件のいずれかに当てはまる場合には、当該餌タイプについての算定は不要とする。

ア) 水稻に係る算定を不要とする適用

- ・ 水稻への適用がないもの
- ・ 水稻への適用について、出穂後の適用がないもの又は可食部（もみ）への残留が想定されないもの

イ) 果実に係る算定を不要とする適用

- ・ 果樹への適用がないもの
- ・ 果樹への適用について、収穫前 21 日から収穫直前までの適用がないもの又は果実への残留が想定されないもの

ウ) 種子に係る算定を不要とする適用

- ・ 種子処理に使用されないもの
- ・ 稲の浸種前又は浸種時に使用されるもの
- ・ 小さい種子（200粒/g以上）の処理に使用されるもの（参考資料5参照）

エ) 昆虫に係る算定を実施不要とする適用

- ・ 製剤の剤型が、昆虫が直接ばく露するおそれの少ない剤型に限られるもの（粒剤等）
- ・ スポット処理等、限定された範囲に処理するもの

オ) 田面水に係る算定を実施不要とする適用

- ・ 水田において使用されないもの（当該農薬が水田において入水15日以前及び収穫後の水田水が存在しない状態で使用される場合を含む。）

第5章 被害防止に係るリスク評価

鳥類の被害防止に係る評価は、鳥類予測ばく露量と鳥類基準値との比較において行う。

鳥類予測ばく露量 > 鳥類基準値 : 登録拒否

第6章 今後の課題

- ばく露評価で用いた摂餌量（特に果樹）及び農薬残留濃度（特に昆虫）に関する知見の集積
- 鳥類の摂餌行動圏を踏まえたばく露評価の精緻化
- 慢性毒性（特に繁殖毒性）による被害防止に係る評価の手法の検討

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

参 考 資 料

参考資料 1 摂餌量の設定根拠

参考資料 2 昆虫単一食の割合

参考資料 3 初期評価で農薬残留濃度を設定するための RUD の設定根拠

参考資料 4 種子の残留濃度の測定方法

参考資料 5 ばく露評価の対象外とする種子の大きさの設定根拠

1 (参考資料1) 摂餌量の設定根拠

2
3
4
5
6
7
8

シナリオ別の日摂餌量等及びその設定根拠は参考一表 1 に示すとおりである。また、平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られた結果のうち、参考一表 1 に示した摂餌量等の設定根拠となったスズメの摂餌量は参考一表 2 に、スズメの飲水量は参考一表 3 に、鳥類による果実の摂餌量は参考一表 4 にそれぞれ示すとおりである。

参考一表 1 シナリオ別の日摂餌量等及びその設定根拠

シナリオ	摂餌量又は 飲水量	設定根拠
水稻単一食	4.4g	平成 23 年度鳥類摂餌量調査 ¹ で得られたスズメの 100%水稻供与時の摂餌量
果実単一食	15g	平成 23 年度鳥類摂餌量調査結果を踏まえ、小型鳥類においてはおおむね体重の 3 分の 2 の果実を摂餌するものと想定し、設定
種子単一食	4.4g	種子と穀類の水分含有量は同程度であることから、平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られたスズメの 100%水稻供与時の平均摂取量に基づき、設定
昆虫単一食	6.8g	平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られたスズメの 100%ミールワーム供与時の平均摂取量
田面水	3.0mL	平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られたスズメの 100%水稻供与時及び 100%ミールワーム供与時の平均飲水量

9
10
11
12

参考一表 2 平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られたスズメの摂餌量

スズメの平均体重：捕獲時 23g、試験終了後 22g

	試験羽数 (羽)	摂餌量 (g)	
		(湿重±標準偏差)	(乾重±標準偏差)
米 (玄米)	16	4.4 ±0.5	3.8±0.5
麦 (乳熟期大麦穂)	13	5.1±1.5	2.4±1.1
虫 (ミールワーム)	13	6.8 ±2.1	2.8±1.6

13
14

注) 下線・**太字**は、参考一表 1 に示した摂餌量又は飲水量と同値であることを意味する。

¹ 平成 23 年度環境省請負業務、平成 23 年度農薬陸域リスク評価技術開発調査業務 (摂餌量調査) 報告書 (平成 24 年 3 月、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター)

1
2

参考一表 3 平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られたスズメの飲水量

	試験羽数 (羽)	飲水量±標準偏差 (mL)
米 (玄米)	8	3.0 ±0.9
麦 (乳熟期大麦穂)	13	4.1±1.1
虫 (ミールワーム)	13	2.6±0.8

3
4
5

注) 下線・太字は、参考一表 1 に示した摂餌量又は飲水量と同値であることを意味する。

6

参考一表 4 平成 23 年度鳥類摂餌量調査で得られた鳥類による果実の摂餌量

鳥類	試験羽数 (羽)	試験終了後 平均体重 (g)	餌	摂餌量 (g) (湿重±標準偏差)	摂餌量/平均体重
ムクドリ	1	89	ブルーベリー	53.5±14.5	0.60
ハシブトガラス	4	679	リンゴ	229.6±58.4	0.34

7
8
9

注) 下線・太字は、参考一表 1 に示した果実単一食の摂餌量を設定する際の「小型鳥類においてはおおむね体重の 3 分の 2 の果実を摂餌する」とした根拠となった数値であることを意味する。

1 (参考資料2) 昆虫単一食の割合

2

3 昆虫単一食のシナリオにおける農薬にばく露された昆虫を摂餌する割合は、全摂餌
4 場所で均等に昆虫を摂餌すると仮定し、その中で評価対象農薬にばく露されたものの
5 割合として、摂餌場所の面積に対する農地面積の割合と等しいとした。

6 これは、スズメを対象に行われた行動調査の結果²から、スズメが農地を集中的に
7 利用している状況は観察されないことから、荒地や庭先等を含む全摂餌場所で均等
8 に昆虫を摂餌すると仮定していることによる。

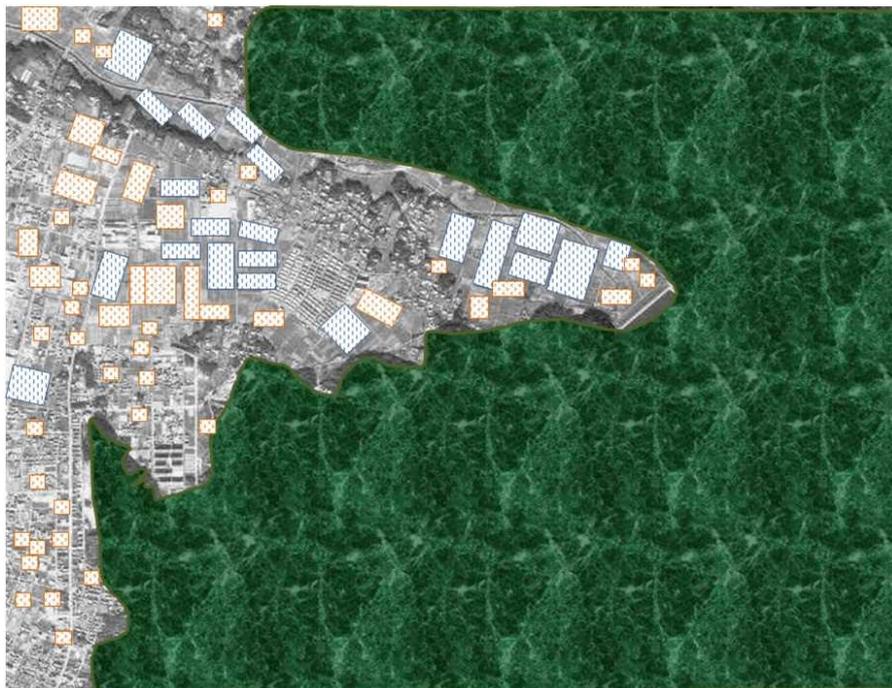
9 また、指標種として想定しているスズメは、専ら平地で摂餌行動を行っていること
10 から、森林を除く場所を指標種の摂餌場所としている。

11 鳥類が生息する農村地域環境（環境モデル）のイメージは参考一図 1 に示すとおり
12 りで、環境モデルの中で、鳥類が昆虫を摂餌する場所の面積に対する農地面積の割合
13 は参考一表 5 に示すとおりである。

14 なお、非水田・水田のいずれにも適用がある農薬においては、両方からのばく露量
15 を合算することとする。

16

17



参考一図 1 鳥類が生息する農村地域環境（環境モデル）イメージ

18

19

20

21

22

² 平成 23 年度環境省請負業務、平成 23 年度農薬陸域生態リスク評価技術開発調査業務（鳥類ライ
ンセンサスデータ分析調査）報告書（平成 23 年 10 月、財団法人リバーフロント整備センタ
ー）

1
2

参考一表 5 鳥類が昆虫を摂餌する場所の面積に占める農地面積の割合等

鳥類が生息する 農村地域環境 (環境モデル) の構成	環境モデル中の森林及び農地の割合は次のとおり。 <ul style="list-style-type: none">・森林の割合： 65% ①・水田の割合： 5% ②・非水田の割合： 7.5% ③
昆虫を摂餌する 場所の面積に占 める農地面積の 割合	摂餌場所：環境モデル中、森林区域を除く地域 <ul style="list-style-type: none">・昆虫を摂餌する場所の面積に占める水田面積の割合： 14% (=② / (100-①))・昆虫を摂餌する場所の面積に占める非水田面積の割合割合： 21% (=③ / (100-①))

3
4
5

1 (参考資料3) 初期評価で農薬残留濃度を設定するための RUD の設定根拠

2
3 シナリオ別の単位散布量当たりの残留農薬濃度（以下、「RUD : Residue per Unit
4 Dose」という。）及びその設定根拠は参考一表 6 に示すとおりである。

5
6 **参考一表 6 シナリオ別の RUD 及びその設定根拠**

シナリオ	RUD	設定根拠
水稲単一食	7.33 (mg-a.i./kg-diet) / (kg-a.i./ha)	平成 22 年度及び平成 23 年度農薬ばく露量調査 ³ 並びに既存文献データ ⁴ から初回散布時に換算した RUD の 90%tile 値とした。
果実単一食	1.63 (mg-a.i./kg-diet) / (kg-a.i./ha)	公表されている作物残留試験成績から初回散布時に換算した RUD の 90%tile 値とした。
種子単一食	豆類、とうもろこし及び野菜類 : 0.06 (mg-a.i./kg-diet) / (mg-a.i./kg 種子)	平成 22 年度から平成 24 年度の農薬ばく露量調査 ³ で得られた出芽時の RUD の 90%tile 値とした。
	直播水稲 : 0.006 (mg-a.i./kg-diet) / (mg-a.i./kg 種子)	平成 22 年度から平成 24 年度の農薬ばく露量調査 ³ で得られた出芽時の RUD の最大値の 2 倍値とした (2 剤であったため 90%tile 値が算出できないため)。
昆虫単一食	2.19 (mg-a.i./kg-diet) / (kg-a.i./ha)	土壌残留試験から初回散布時に換算した RUD の 90%tile 値が、平成 22 年度及び平成 23 年度農薬ばく露調査 ³ で得られたチョウ目幼虫の散布 3 日後の RUD の 90%tile 値と近似していることから、土壌残留試験から初回散布時に換算した RUD の 90%tile 値とした。

7 注) 単位の「a.i.」は有効成分 (active ingredient) の量であること、「diet」は餌の量であることを意味する。

8
9
10
11 各シナリオにおける RUD の設定方法は以下に示すとおりである。

12

³ 平成 22 年度環境省請負業務、平成 22 年度農薬による陸域生態リスク評価技術開発調査・農薬ばく露量調査報告書 (平成 23 年 3 月、社団法人日本植物防疫協会)
平成 23 年度環境省請負業務、平成 23 年度農薬陸域生態リスク評価技術開発調査業務 (ばく露量調査) 報告書 (平成 24 年 3 月、社団法人日本植物防疫協会)
平成 24 年度環境省請負業務、平成 24 年度農薬ばく露量調査 (平成 25 年 3 月、一般社団法人日本植物防疫協会)

⁴ 石井, 水稲収穫時期における有機リン系およびカーバメート系殺虫剤の残留特性, 農業環境技術研究所報告, 第 23 号, P.1-14 (2004)

1 (1) 水稻 RUD の設定方法

2 水稻 RUD の設定根拠となった単位面積・単位薬量当たりの残留農薬濃度の算定結
 3 果を参考一表 7 に示す。水稻 RUD は、7 剤（うち 1 剤は 2 つの異なる結果を採用）
 4 で得られた RUD の 90%tile 値をもって設定された。

5

6

参考一表 7 単位面積・単位薬量当たりの残留農薬濃度 (RUD) の算定結果

化合物	RUD	算定結果
MEP ¹⁾	3.13	平均： 4.83
ピリダフェンチオン ¹⁾	3.91	標準偏差： 2.16
BPMC ¹⁾	3.18	上側 95%信頼限界： 6.49
MEP ²⁾	4.31	中央値： 4.08
シラフルオフェン ²⁾	8.80	90%tile 値： 7.33
クロマフェノジド ²⁾	3.41	
フルトラニル ²⁾	4.08	
トリシクラゾール ²⁾	6.70	
ジノテフラン ²⁾	6.96	

7

注 1) 石井，水稻収穫時期における有機リン系およびカーバメート系殺虫剤の残留特性，農業環
 8 境技術研究所報告，第 23 号，P.1-14，2004 年 3 月に示された玄米及びもみ殻の残留農薬
 9 濃度の実測値から、処理直後の濃度を推計し、玄米ともみ殻重量比 (95/5) から、もみ米
 10 中の残留農薬濃度を推計し、投下農薬量で除すことにより算出した。

11

注 2) 平成 22 年度及び平成 23 年度農薬ばく露量調査で得られた 2 回目処理後 7~29 日のもみ
 12 米中の残留農薬濃度から 2 回目処理直後の濃度を推計し、骨子本文表 2 に示す複数回散布
 13 係数で補正した初回処理直後濃度を、投下農薬量で除すことにより算出した。

14

15

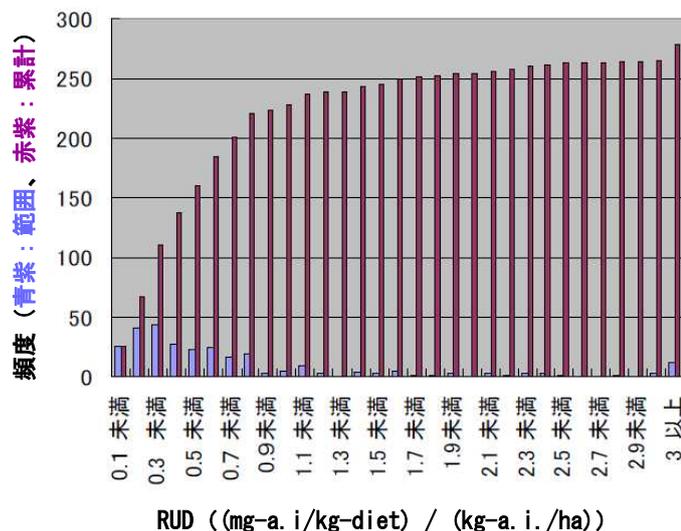
1 (2) 果実 RUD の設定方法

2 果実 RUD は、以下の手順により設定された。

- 3 ①農林水産消費安全技術センターの HP で公表されている(鳥類マニュアル策定時)
- 4 農薬抄録の果樹の作物残留試験のうち、PHI (最終散布日から試料採取 (収穫)
- 5 までの日数) が 14 日以内である 278 の作物残留試験成績を対象 (対象作物は、
- 6 果樹のうち、主要果樹であるうんしゅうみかん、りんご、なし、ぶどう及びかき)
- 7 ②半減期は 10 日、複数回の散布では散布間隔が PHI と同じであると仮定し、初回
- 8 処理後の残留農薬濃度を推計
- 9 ③投下薬量は、有効成分の散布液濃度に 7,000L/ha を乗じ算出
- 10 ④上記し②で求めた初回処理後の残留農薬濃度を、③で求めた投下薬量で除すこと
- 11 で RUD を算出
- 12 ⑤以上により推計された作物残留試験成績別の RUD (参考一図 2) から、90%tile
- 13 値を果実 RUD とした。

14 単位 : (mg-a.i/kg-diet) / (kg-a.i./ha)

最大値	9.238
最小値	0.003
平均値	0.764
標準偏差	1.199
中央値	0.414
最頻度値	0.138
90%tile 値	1.626



15
16
17
18 参考一図 2 作物残留試験成績別の果実 RUD

19 (3) 種子 RUD の設定方法

20 種子 RUD の設定根拠となった平成 22 年度から平成 24 年度の農薬ばく露量調査で
21 得られた乾燥種子 1kg 当たりの農薬使用量に対する出芽時の残留濃度と残留率を参
22 考一表 8 に示す。

23 豆類、とうもろこし及び野菜類は、大豆で得られた 7 種の農薬 (うちチウラムは 2
24 剤種) から得られた RUD の 90%tile 値をもって設定された。

25 水稲は、2 種の農薬の結果であり、90%値を算出するにはデータが不足していたこ
26 とから、最大値を 2 倍した値を水稲の RUD として採用した。

1
2

参考一表 8 乾燥種子 1kg 当たりの農薬使用量に対する出芽時の残留濃度と RUD

農薬名	農薬使用量 (mg/kg 種子)	出芽時 残留濃度 (mg/kg)	RUD	RUD 集計値
(大豆)				
チウラム	800	30.9	0.039	平均値： 0.02 標準偏差： 0.03 中央値： 0.01 90%tile 値： 0.06
ベノミル	800	12.0	0.015	
チアメトキサム	1,800	196.4	0.109	
シアゾファミド	1,880	11.2	0.006	
チウラム (水和剤)	1,250	< 0.1	< 0.0001	
ダイアジノン	1,250	58.6	0.047	
チウラム (粉剤)	4,000	< 0.1	< 0.0003	
フルジオキサニル	88	4.9	0.056	
(水稻)				
チウラム	8,000	22.0	0.0028	平均値： 0.0016
イミダクロプリド	6,670	1.8	0.0003	最大値： 0.0028

3
4
5
6

注 1) RUD 及び RUD 集計値の単位はいずれも(mg-a.i./kg-diet) / (mg-a.i./kg 種子)
 注 2) 出芽時残留濃度のうち、大豆は種子外皮及びひげ根を除いた胚部の濃度、水稻はひげ根を除いた部分の濃度

7 (4) 昆虫 RUD の設定方法

8
9
10
11

昆虫 RUD の設定根拠となった昆虫及び土壌の RUD を参考一表 9 に示す。
 平成 22 年度及び平成 23 年度の農薬ばく露量におけるチョウ目幼虫の結果及び土壌残留試験成績の結果から、以下の考察により昆虫 RUD は土壌残留試験成績により設定された。

12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

- ・昆虫の残留農薬濃度は、散布直後に一時的に高濃度にばく露されても、昆虫の体表面からの離脱などによって急激に減少することから、散布直後の残留濃度の代表値とすることは明らかに過大である。
- ・チョウ目幼虫の残留農薬濃度と土壌残留農薬濃度には相関がみられた。しかしながら、昆虫の残留農薬濃度（チョウ目幼虫以外も含めた全体）と土壌の残留農薬濃度の関係を数式化するためのデータがない。
- ・農薬ごとにデータが整備されている土壌残留性試験の残留農薬濃度の初回散布直後の RUD 推計値の 90%tile 値(2.19)は、チョウ目幼虫の 3 日後の RUD の 90%tile 値（1.7）を若干上回っているが近似している。

22 参考一表 9 昆虫 RUD の設定根拠となった昆虫及び土壌の RUD
23

単位：(mg/kg) / (mg/ha)

	中央値	平均値	90%tile 値	最大値
チョウ目幼虫 (処理直後)	11.1	9.7	13.2	13.5
チョウ目幼虫 (3 日後)	0.5	0.8	1.7	2.05
ピットフォール昆虫 (17 日平均)	—	0.18	—	0.27
土壌残留試験成績 (畑地用 45 剤各 2 試験から推定した初回散布直後の濃度)	0.90	1.26	2.19	—

1 (参考資料4) 種子の残留濃度の測定方法

2

3 二次評価においてばく露量の算定に用いる種子の残留農薬濃度は、以下の手順によ
4 り測定する。

5

6 (1) 種子の選定及び秤量

7 評価対象農薬を適用する種子のうち、種子の残留濃度が高濃度となることが想定さ
8 れる種子を選定する。

9 なお、種子の残留濃度は、一般的に種子処理時の適用量が多く、種子の大きさが小
10 さいほど高濃度となる傾向にある。ただし、200粒/g以上となる葉菜の小さい種子は、
11 評価の対象とはしないことから、200粒/g未満の種子の中から選定する。

12 測定に供する種子は、種子処理前に、単位重量当たりの粒数を計数し、処理前の1
13 粒当たりの重量を求める。

14

15 (2) 種子処理

16 評価対象農薬の使用方法に従って、既定の処理条件及び処理量で種子を処理する。

17

18 (3) 播種及び播種後の管理

19 評価対象農薬の汚染のない圃場に、評価対象農薬で処理した種子を、当該種子の慣
20 行により播種する。播種後は十分に灌水し、以後栽培慣行により管理する。

21 なお、圃場の面積は、播種量が5kg/10haの大豆で100m²を目安とし、選定した種
22 子に応じて適切に設定する。

23

24 (4) 試料の採取、調整及び濃度測定

25 出芽時に、分析が可能な十分な量の種子を試験区内から偏りのないよう採取する。

26 採取した試料は付着している土壌をはき落とし、ひげ根を除く全体又はひげ根及び
27 外皮を除いた胚部を試料とする。

28 試料は重量及び種子数を測定し、出芽時の1粒当たりの重量を求めた後に、試料を
29 磨砕し、評価対象農薬の有効成分の濃度を測定する。

30

31 (5) 残留濃度の算定

32 上記(4)の測定で得られた出芽時の濃度並びに1粒当たりの処理前及び出芽時の
33 種子重量から、次式に基づき、ばく露量の算出に用いる処理前種子の重量当たりに換
34 算した残留濃度を算出する。

35

処理前種子の重量当たりに換算した残留濃度

$$= \text{出芽時の濃度 (mg-a.i./kg-seed)} \times \frac{\text{出芽時の種子重量 (g-seed/粒)}}{\text{処理前の種子重量 (g-seed/粒)}}$$

36 注) 添え字の a.i は有効成分の値であることを、seed は種子の値であることを意味する。

37

1 (参考資料5) ばく露評価の対象外とする種子の大きさの設定根拠

2

3 大きさの小さな野菜の種子では、スズメサイズの小型鳥類が、蒔いた種子を一日で
4 全て食べるような非現実的なシナリオとなり、評価が過剰となっている。このため、
5 以下の理由から、1g 当たりの種子数が 200 粒以上となる野菜の種子については、ば
6 く露評価の対象外とすることとした。

7 ①鳥類による種子の食害として具体的な作物名が報告されているのは、大豆、小豆、
8 水稲、ソルガム、とうもろこし、ほうれんそう、小松菜及び大根であり（参考
9 一表 10 参照）、これらはいずれも 1g 当たり 200 粒未満⁵である。

10 ②一般的には野菜種子の食害は少ないとの報告がある（参考一表 10 参照）。

11 1g 当たり 200 粒以上の種子では、種子の摂餌量として設定した 4.4g の種子に
12 対する播種面積が、露地栽培では 100m²以上となり（表 11 参照）、指標種の 22g
13 大の鳥類がその面積に播種された 880 粒（=4.4g×200 粒/g）以上の種子を一日
14 の餌とするシナリオは非現実的である。

15

16

17

⁵ 食害が報告されている作物のうち、種子の大きさが最も小さいのは小松菜で、以下の関係から 200 粒未満であるとした。

	粒数/20mL	粒数/g
ほうれん草	2,300~2,600①	100③
小松菜	3,500~5,000②	134~217 (=③×②÷①)

①及び②はタイキ種苗株式会社、③はホクレンのホームページ掲載資料から引用

1
2

参考一表 10 鳥類による農作物の被害実態

作物名	鳥類摂食状況（播種後）
豆類	
大豆・小豆	<p>キジバト、ドバトにより子葉が摂食される場合がある。（北海道、新潟県、福岡県）</p>
直播水稻	<p>キジバト、ドバトの被害は出芽時から子葉展開期に起きる。*</p> <p>湛水直播では、稲幼苗期までにカルガモによる被害が認められる場合がある。カルガモは落水管理で被害を避けられるが、水が切れて地表面が露出している期間にはスズメによる被害が認められる場合がある。</p> <p>乾田直播では、スズメの被害は靱を深さ 2～3cm 以上に播けば大きな被害は出ないとされている。</p> <p>直播面積が増えてから被害は少ない（認識されていない）と言われる。（新潟県、福井県、愛知県）</p>
陸稲	<p>一般的には鳥害は知られていない。（茨城県）</p>
麦類	<p>播種後の鳥の摂食は知られていない。（北海道、福岡県）</p> <p>ヒドリガモによる冬期の若葉食害はあるが、被害面積は小さいと思われる（埼玉県）。</p> <p>ガン類による冬期の若葉食害が知られている。（中央農業研究センター）</p>
飼料作物及びとうもろこし	<p>とうもろこし子葉時期にカラスによる引き抜き被害がある。播種後のソルガムでスズメ、キジバト、ドバトによる被害が知られている。（中央農業研究センター）</p> <p>とうもろこし以外の飼料作物の鳥類摂食については知られていない。（日本草地畜産種子協会）</p> <p>カラスによりとうもろこし出芽当日から出芽後 10 日頃まで苗が引き抜かれて種子部分が食べられる被害。*</p>
菜類	<p>スズメによりほうれんそう、こまつな、大根などの播種された種子や出芽した苗が加害されることもある。*</p> <p>一般的には野菜種子の食害は少ないと思われる。</p>

3 注) * を付した内容は「鳥獣害対策の手引き」（2002 年、日本植物防疫協会）から引用、その
 4 他は各作物主産県の農業指導機関等からの聞き取り結果で、カッコ内に聞き取り先を記載
 5 した)
 6

参考一表 11 品目別播種面積等

品目	1g粒数	区分	畦幅×株間 (cm)	株立本数 (本/10a)	播種量 (g/10a)	播種面積 (m ² /4.4g)	
葉茎菜	たまねぎ	移植	30×11	30,300	200	22	
		7～9月どり	60×33	5,050	27	163	
			50×45	4,440			
	キャベツ	10～11月どり	60×50	3,330	20	220	
		7～10月どり	60～75×50	2,670～3,330	27	163	
	はくさい	340	11月どり(直播)	65×45	3,420	67	66
	レタス	1,000	露地	60×33	5,050	14	314
	ホウレン草	100	ハウス・露地	15～20×6	90,000	1,910	2
			ハウス軟白	30×3	111,110	800	6
			露地夏秋どり	90×6×2本	37,000	200	22
	ねぎ	425	早春まきハウス	75×6×2本	44,400	360	12
			ホワイト	180×30	1,850	43	102
	アスパラガス	60	グリーン	120～150×30	2,220～2,780	80	55
カリフラワー	340	露地	75×45	2,960	20	220	
ブロッコリー	300	露地	65×42	3,660	20	220	
セルリー	2,500	露地	50×45	4,440	5	880	
根菜	だいこん	68	露地・マルチ	65×24	6,410	265	17
	にんじん	970	露地	30×8～12	27,780～41,670	8万粒	53
	かぶ	420	露地夏秋どり	28～33×10	30,300～35,710	131	34
	ごぼう	80	露地秋どり	66～72×6	23,150～25,250	1050	4
果菜	スイートコーン	6	露地	75×30～45	2,960～4,440	1920	2
	トマト	320	ハウス・露地	90～100 ×35～40	3,170～2,500	17	259
	きゅうり	40	ハウス・露地	135×40～60	1,230～1,850	100	44
	なす	220	露地	90×50～60	1,850～2,220	15	293
	ピーマン	180	ハウス・露地	100～110 ×45～50	1,820～2,220	17	259
	かぼちゃ	5	トンネル露地(マルチ)	300×50～100	330～670	100	44
			半促成	250×50	800	50	88
	すいか	22	トンネル	300×100	330	25	176
さやえんどう	5	夏・秋どり	120×5～6	13,890～16,670	4500	1	

3 注) 播種面積以外は、ホクレンホームページ掲載資料「播種量と種子数早見表」

4 (<http://www.seeds.hokuren.or.jp/gaonline/image/pdf/33.pdf>) より引用

(別添参考資料)

鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル

環境省水・大気環境局

平成 25 年 5 月

鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル

目次

第1章 はじめに	1
第1節 マニュアルの作成経緯	1
第2節 鳥類に対する農薬の影響	2
第3節 マニュアルの目的	3
第4節 マニュアルの位置づけ、期待される活用方法	3
第2章 鳥類に対する農薬リスク評価の枠組み	5
第1節 農薬リスク評価の基本的考え方	5
1 リスク評価手法開発の目標	5
2 リスク評価手法の開発に当たっての前提条件	5
3 リスク評価手法の開発に当たって考慮すべき我が国の農業事情	5
4 リスク評価の指標種	6
第2節 農薬リスク評価の枠組み	6
第3節 鳥類に対する農薬リスク評価・管理の対象とする農薬（原体）	9
第3章 鳥類に対する農薬ばく露評価	11
第1節 ばく露評価に用いる農薬ばく露シナリオ	11
第2節 農薬ばく露量の具体的推計方法	12
1 初期評価	12
2 二次評価	19

第3節 農薬ばく露量評価.....	21
第4章 鳥類に対する農薬毒性評価	22
第1節 基本的考え方.....	22
第2節 農薬毒性評価に用いる試験種.....	22
第3節 試験方法.....	22
第4節 農薬毒性評価の方法.....	22
第5章 鳥類の農薬リスク評価	25
第1節 基本的考え方.....	25
第2節 評価手順.....	25
第6章 鳥類の農薬リスク管理	26
第1節 リスク管理措置の検討.....	26
第2節 具体的なリスク管理措置の例.....	27
第3節 粒剤のハザード評価及びリスク管理措置.....	28
第7章 今後の課題	30
引用文献	31
略語集	31
資料編	32

第1章 はじめに

第1節 マニュアルの作成経緯

これまで農薬は、農作物を病害虫・雑草から防除するために必要な資材として、農業生産の安定化や農作物の品質向上、農作業の省力化に大きく貢献してきた。その一方で、農薬は、農作物等に散布するなど開放系で使用されるため、農作物や農業従事者への影響だけではなく、水域等の環境や生態系へ広範な影響を及ぼす可能性があり、その影響に対して国民から大きな関心を持たれてきた。一方、これまで環境省では、農薬による環境への影響を低減させるため、水質や水域生態系に対する農薬の影響を評価し、農薬のリスクを低減する取組を推進してきた。

しかしながら、陸域生態系に対する農薬のリスク評価・管理については、一部の有用生物を対象に行われているだけで、第3次環境基本計画の中でも、水域以外の生態系の保全のための影響評価手法等が必ずしも十分に確立されているとは言えず、農薬の陸域生態影響評価手法について検討が必要とされていた。

このため、環境省では平成20年度より「農薬による陸域生態リスク評価技術開発調査」を実施し、専門家からなる検討会を設置し、陸域生態系への農薬影響の評価の在り方、欧米の評価手法の調査、我が国に適用が可能な評価手法などの検討を行ってきた。その結果、地理的条件に加え、農地が分散錯^ほ圃の状態である等、我が国の農業事情が欧米と大きく異なることから、欧米の評価手法をそのまま適用するのではなく、それらの考え方を踏まえ、我が国の生態系や農業事情を反映した陸域生態系に対する農薬のリスク評価手法を新たに開発することとした。

陸域生態系といってもその範囲は広く、含まれる生物種も多いが、ここでは高次消費者に位置づけられる生態的地位、農薬の非標的生物であること、既存情報の有無などの観点から、鳥類を評価対象としてリスク評価手法を開発することとした。また、我が国において農薬開発企業は農薬登録に際し鳥類急性毒性試験を実施していることから、その結果を活用することで、鳥類に対する農薬リスク評価手法を早期に開発することが可能と考えられた。

このように本マニュアルは、陸域生態系の生物の代表として、鳥類に対する農薬のリスク評価・管理を行う指針として取りまとめたものである。また、本マニュアルは、現時点の知見に基づき作成したことから、いくつかの検討課題がある。したがって、科学的知見の進歩、情報の集積とともに、必要に応じて改定されていくべきものである。

第2節 鳥類に対する農薬の影響

1 海外における農薬による鳥類の死亡事例

海外においては、過去に農薬による大規模な鳥類死亡事例が報告されている。そのうち、カーバメート系殺虫剤であるカルボフランに関する事例は、粒剤の摂食等により、年間 200 万羽以上の鳥類が死亡したと考えられている(Newton, 1998)。その他、有機塩素系農薬では、DDD、アルドリン、ディルドリン、エンドリン等で、有機リン系農薬では、モノクロトホス、カルボフェノチオン、フェンチオン、フェンスルホチオン等で、比較的大規模の鳥類死亡事例が報告されている(資料3を参照。)

これらの農薬の多くは、我が国において使用された実績がないか、既に失効している農薬である。また、事故事例の多くが、1990年代以前のものであり、近年においては、事故事例やその規模は減少傾向にある(環境省, 2004)。

2 我が国における農薬による鳥類の死亡事例

我が国においては、農薬の野生鳥類への影響について、必ずしもその実態が網羅的に把握されている訳ではないが、野生鳥類に対して農薬が大きな被害を及ぼすという明確な科学的知見はない。

一方、環境省では化学物質環境実態調査等の中で、農薬を含めた化学物質の野生生物への影響を把握するため、鳥類への残留が懸念される過去に使用された農薬を中心に残留実態を調査している(現在の登録農薬6剤を含む。資料4を参照。)。その結果を概観すると次のような傾向となっている。

鳥類から検出された農薬のほとんどは、我が国では過去に登録が失効した農薬である。

その多くは有機塩素系農薬で、特に DDT 代謝物が高い濃度で検出されている。

猛禽類などの鳥類では残留濃度が比較的高い傾向にあり、食物連鎖を通じて体内へ蓄積したことが疑われる。

現在登録されている農薬に対する調査事例は多くないが、極めて低濃度ではあるが、トリフルラリンが鳥類で検出された例がある。しかしながら、毒性値を勘案すると、トリフルラリンが死亡原因とは考えられず、また、他の農薬は検出されていない(トリフルラリンの検出最大値 0.012 ppm に対して、ポブホワイトウズラの LD₅₀ は >2,000 ppm (農薬ハンドブック((社)日本植物防疫協会、2011)より)。

また、農薬(又は防疫用薬剤)が関係するとして報道、研究発表等がなされた野生鳥類の死亡事例を調査したところ、新聞報道などからこの15年間で約70事例ほどが明らかになっている(資料5を参照。)。これらの事例においては、農薬の定量分析が行われているものはまれで、定性分析されたものが多く、また、発生原因の解明が行われていないもの

が多い。また、通常の営農に伴う農薬の適正な使用によって鳥類が死亡したと推定される事例はなかった。一方、農薬による急性毒性による中毒死であると結論されたものも見られ、それらは、原因が毒餌をまいたと推定されたものや農薬の使用基準が遵守されていないものが多い。

このため、農薬使用者に対して、農薬の正しい使用方法や適正な保管について周知徹底することで、農薬による鳥類の死亡事例の多くは回避が可能であると考えられる。なお、慢性毒性による野生個体群への影響については知見は更に乏しく、影響が懸念されているという程度にとどまっている。

第3節 マニュアルの目的

我が国では、通常の営農に伴う農薬の適正な使用によって鳥類が死亡したと推定される事例は確認されないため、現時点では鳥類に対する農薬の影響は、国としてリスク管理措置を講じなければならないレベルにはない。しかし、我が国において、海外で発生したような鳥類の死亡事故が発生しないように、農薬のリスクを適正に管理することが必要である。

そのため、本マニュアルは、農薬開発企業が、農薬の開発段階から、鳥類への農薬の影響に適切に配慮した自主的な取組を行えるよう、農薬に対する鳥類のリスク評価・管理について農薬開発企業向けの具体的なツールを提示することを目指した。

具体的には、農薬開発企業が、自ら鳥類に対する農薬リスク評価・管理を実施できるよう、農薬登録の際に取得されている鳥類急性毒性値を毒性評価に用いて、それを我が国の農業事情を踏まえたばく露評価と比較して、農薬の鳥類へのリスクを適正に評価するツールを提示するとともに、その評価結果を踏まえて、具体的なリスク低減対策（リスク管理措置）を自ら講じるための具体的な手順を提示することを目的としている。

なお、これらの取組は、農薬による陸域生態リスクを低減させる方策を行政において検討する際の参考にもなると考えられる。

第4節 マニュアルの位置づけ、期待される活用方法

本マニュアルは、農薬開発企業が自社で開発する農薬に対して鳥類リスク評価・管理を行うためのツールとして活用されることを想定している。具体的には、農薬開発企業が保有するデータを活用して、自らが当該農薬についてリスク評価を行い、その結果を踏まえて、講ずべきリスク低減対策を提示した対応策から選択することにより、農薬開発企業がリスク管理をできるような手引きとして活用されることを想定している。

また、情報は国民がアクセスできるような形で公開されることが期待されていることから、本書で示した方法で農薬開発企業が試算したリスク評価の結果と講じたリスク低減対策については、何らかの形で公表することが望ましい。また、行政においても、農薬開発企業が公表したものを十分確認して、

鳥類に対する農薬の影響についてフォローしていく必要がある。

第2章 鳥類に対する農薬リスク評価の枠組み

第1節 農薬リスク評価の基本的考え方

1 リスク評価手法開発の目標

我が国の農地を含む農村環境に生息し、農地も餌場として利用している鳥類を対象に、営農により、その個体群の保全に支障が生じないように、農薬の影響を現状より低減することを当面の目標として、リスク評価手法を開発することとした。

なお、鳥類は高次消費者に位置づけられ、農薬の標的生物ではないことから、陸域生態系に対する農薬のリスク評価の対象種として適切であると考えた。

2 リスク評価手法の開発に当たっての前提条件

我が国では、海外のような農薬使用に伴う大規模な野生鳥類の死亡事例の報告はないが、一部ではあるが急性毒性と見られる鳥類の死亡事例が見られることから、個体群の保全のためには、まずはこのような死亡事例を減少させることを目標に、短期間のばく露による急性影響を評価対象とした。具体的には、農薬登録に際し農薬開発企業が実施している鳥類強制経口投与試験（急性経口毒性試験）の結果を活用し、それを我が国の農業事情を踏まえたばく露評価の結果と比較することにより、リスク評価を行うこととする。

リスク評価手法の開発に当たっては、使用基準を遵守して適正に使用された農薬による鳥類の死亡事例は、国内では確認されていないことに留意するとともに、海外では農薬の通常の使用に伴う死亡事例が報告されていることから、このような農薬については高リスクであることが適正に判定されるような評価方法にする必要があると考えられる。

3 リスク評価手法の開発に当たって考慮すべき我が国の農業事情

「～21世紀における我が国の農薬生態影響評価の方向について～中間報告（平成11年1月（環境省）」では、「我が国における農薬の生態影響評価のあり方を検討するに当たっては、欧米各国の考え方や採用されている方式を機械的にそのまま導入するのではなく、以下に示す我が国特有の生態系の成立条件を十分踏まえた上で、我が国に適した評価システムを確立するものでなければならない。」と述べている。鳥類に対する農薬リスク評価手法の開発に当たっても、特に以下の点で、我が国と欧米の地理的条件及び農業事情には大きな違いがあることに留意して検討を行った。

地理的条件と土地利用の違い

我が国の地形は傾斜地が多く、大きな平野は少ない。また、国土の3分の2を森林が占め、農地は約13%である。その農地の過半は水田であり、ほ場の規模は小さく、農地以外に住宅地等の土地利用と混在している分散錯圃となっているのが一般的である。このため、我が国では、鳥類は農地以外にも住宅地、荒れ地等の多くの場所を活用して生息しており、欧米と異なり農業活動の場所でのみ生息するケースはほとんど考えられない。

農薬散布に係る営農実態の違い

我が国は、比較的容易にかんがい用水が得られる気象条件を反映し、農薬散布に係る営農実態が欧米と大きく異なる。具体的には、欧米では農薬の少量・濃厚散布が通例であるのに対し、我が国では一部の例外を除き、低濃度・多水量散布が通例となっている。

4 リスク評価の指標種

鳥類に対する農薬リスク評価手法の開発に当たっては、生態系の代表的な種として、次の観点からスズメ (*Passer montanus*) を主な指標種と想定している。

- 我が国の一般的な鳥種であり、また、農村地域にも多く見られるとともに、農作物被害状況統計 (H20) によると、稲について、最も被害量が多いのはスズメであり、農作物を食餌として摂取する割合が高いと想定されること。
- 小型鳥類は、中・大型鳥類と比べて体重当たりのエネルギー摂取量及び飲水量が大きくなることが知られており、体重当たりの摂取量及びばく露量もこれと同様の傾向になると考えられること (Defra, 2007)。また、毒性影響に係る補正式 (第4章第4節1参照。) が示すとおり、体重当たりの毒性値も、中・大型鳥類と比べて小型鳥類の方が低くなる (感受性が高い) 傾向にあること。
- 摂取形態が比較的限定されていること。
- リスク評価に必要な各種データの取得が可能であること。

第2節 農薬リスク評価の枠組み

鳥類に対する農薬リスク評価は、我が国の農業事情を踏まえて試算されるばく露量評価 (第3章参照。) と室内試験による毒性評価 (第4章参照。) との比較により行うものとする (第5章参照。)。なお、農薬の原体ごとにリスク評価を行うこととする。

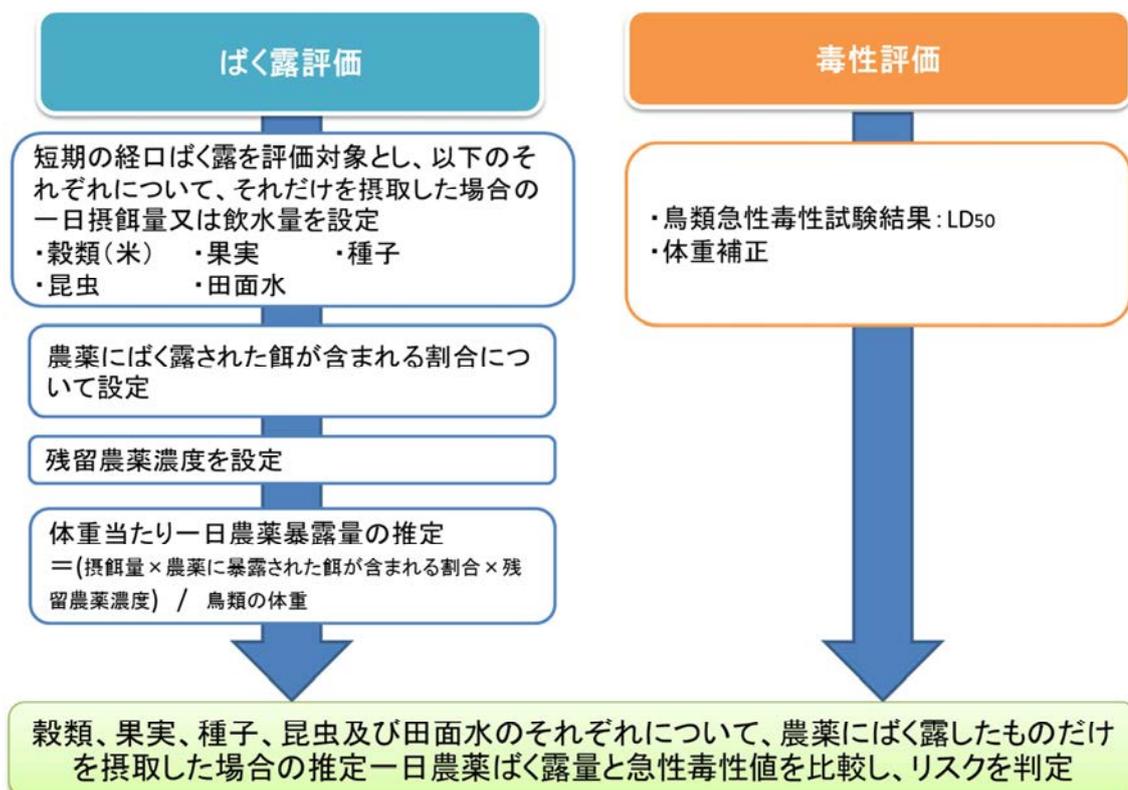
ばく露評価は、急性の経口ばく露を対象とし、利用者が使いやすい簡便なものとする。具体的には、鳥類が水稻、果実、種子、昆虫及び水のそれぞれについて100%農薬にばく露したものを摂取すると仮定したワーストケースのばく露シナリオを想定し、実測値を基にばく露評価を行う。

なお、このばく露評価については、農薬に100%ばく露した餌又は飲水を摂取することを前提としており、実環境で鳥類が農薬にばく露するケースと

比較すると相当過大なばく露であることに留意する必要がある。

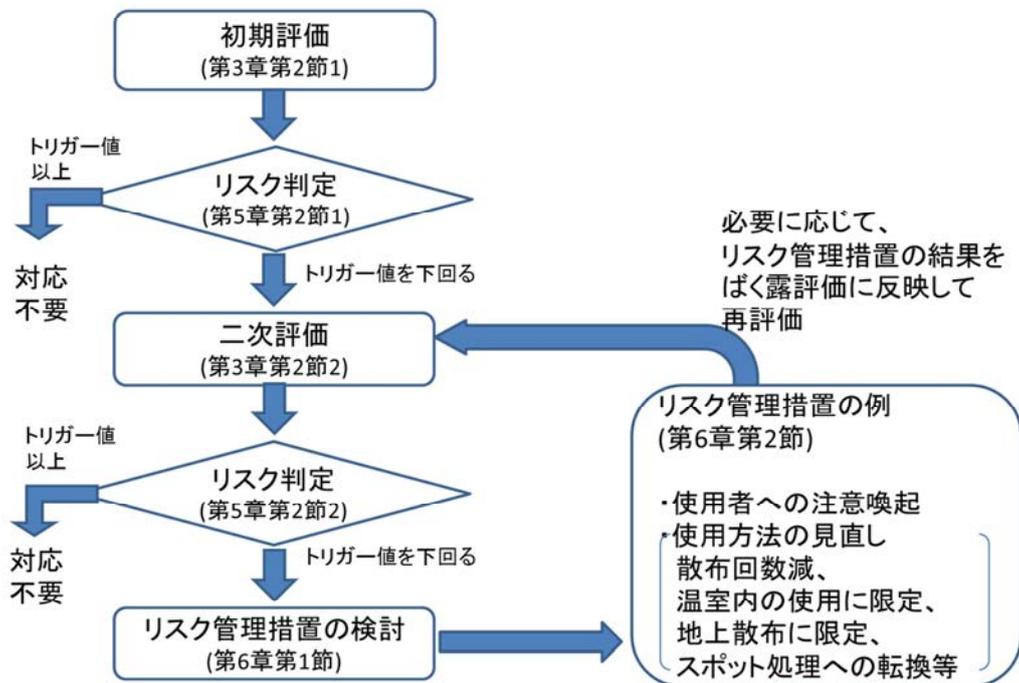
また、毒性評価については、農薬登録に際し農薬開発企業が鳥類急性毒性試験を実施していることから、その結果を活用する。

図1 鳥類に対する農薬リスク評価手法(イメージ)



鳥類に対する農薬リスク評価は図2のフローチャートに従い進められる。評価ステップとして、残留農薬濃度について一律の高濃度残留を想定した試算に基づく簡便な「初期評価」と、当該農薬の実測残留濃度を用いた「二次評価」を採用し、それらの評価の結果、毒性評価値と体重当たり一日農薬ばく露量の比がトリガー値(第5章参照。)を下回る農薬については、リスクを低減するためのリスク管理措置を検討することとする。また、リスク管理措置の実施によりばく露評価が変わる場合には、改めて二次評価を実施することとする。

図2 鳥類に対する農薬リスク評価・管理のステップ:イメージ図



それぞれのステップは以下のように位置づけられる。

(1) 初期評価

鳥類へのばく露のおそれがある農薬については、その適用方法（適用作物及び使用方法をいう。以下同じ。）ごとに、まずスクリーニングとして初期評価を行う。初期評価の目的は、通常の使用方法では鳥類に対するリスクが低く、二次評価以降の検討が不要となる農薬や適用方法を特定することにある。

このため、初期評価では農薬残留濃度について使用基準から算出される想定濃度を用いてばく露評価を行い、毒性評価と比較して農薬リスクを判定する。この段階で毒性評価値と体重当たり一日農薬ばく露量の比がトリガー値を上回った適用方法については、更なる評価を行う必要はない。

(2) 二次評価

初期評価において毒性評価値と体重当たり一日農薬ばく露量の比がトリガー値を下回った適用方法がある農薬については、当該適用方法について、農薬ごとに実施されている作物残留試験成績等を用いてばく露量を補正し、毒性と比較してリスクを判定する。

(3) リスク管理措置の検討及びばく露評価への反映

二次評価においても毒性評価値と体重当たり一日農薬ばく露量の比が

トリガー値を下回った適用方法がある農薬については、鳥類への影響が低減されるよう、農薬の使用方法等の見直しを含めてリスク管理措置を検討する。また、必要に応じて、その内容をばく露評価に反映させて再評価を行う。

なお、鳥類へのばく露が想定されない等の理由から、鳥類に対する農薬リスク評価が不要のものがあることから、第3節にリスク評価の対象から除外される農薬を明示する。

第3節 鳥類に対する農薬リスク評価・管理の対象とする農薬（原体）

鳥類に対するリスク評価・管理の対象となる農薬は、鳥類急性毒性試験が実施されているもので、鳥類が摂餌により当該農薬にばく露するおそれのあるものとし、原体ごとに行う。したがって、鳥類急性毒性試験が不要とされているもの及び鳥類において経口ばく露の機会がないものは、この評価の対象とはしない。

鳥類のばく露が想定されない等の理由から、ばく露評価の対象から除外することができる農薬（原体）を以下に示す。

1 すべてのばく露評価から除外する農薬（原体）

- (1) いずれの適用作物及び使用方法においても、鳥類が当該農薬にばく露するおそれがないとして、鳥類急性毒性試験が免除されているもの（「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）」別表2参照。）
フェロモン剤等で農薬の成分物質が封入された状態で使用される剤
農作物に塗布したり、農作物の樹幹に注入して使用される剤
倉庫くん蒸剤等のように施設内でのみ使用される剤
温室（ガラス室、ビニルハウス）でのみ使用される剤

- (2) 摂餌等を介した経口ばく露のおそれが極めて低いもの
ほ場処理、苗床処理等に使用される土壌くん蒸剤

2 当該農薬（原体）の適用作物及び使用方法にかんがみて、特定の餌タイプについてばく露評価が不要となるもの

当該農薬（原体）から製造されるすべての製剤の適用作物及び使用方法が、以下の餌タイプごとに挙げた条件のいずれかに当てはまる場合には、当該餌タイプについてのばく露評価を不要とする。

- (1) 水稻に係るばく露評価について実施不要とする適用

水稲への適用がないもの
水稲への適用について、出穂後の適用又は可食部（もみ）への残留が想定されないもの

- (2) 果実に係るばく露評価について実施不要とする適用
果樹への適用がないもの
果樹への適用について、収穫前 21 日～収穫直前までの適用又は果実への残留が想定されないもの
- (3) 田面水に係るばく露評価について実施不要とする適用
水田において使用されないもの（当該農薬が水田において入水 15 日以前及び収穫後の水田水が存在しない状態で使用される場合を含む。）
- (4) 昆虫に係るばく露評価について実施不要とする適用
製剤の剤型が、昆虫が直接ばく露するおそれの少ない剤型に限られるもの（粒剤等）
スポット処理等、限定された範囲に処理するもの
- (5) 種子に係るばく露評価について実施不要とする適用
種子処理に使用されないもの
稲の浸種前又は浸種時に使用されるもの

3 粒剤の砂のう補給目的での摂取に関するハザード評価（第 6 章参照）が実施不要となる農薬（原体）

製剤の剤型として粒剤がないもの
製剤の剤型として粒剤があるが、その使用方法が湛水散布のみであるもの又は土壌混和等により土壌に粒剤を露出させない方法でのみ使用されるもの（水稲箱処理用粒剤を含む。）

第3章 鳥類に対する農薬ばく露評価

第1節 ばく露評価に用いる農薬ばく露シナリオ

指標種が農地で餌を摂取する量については、標準的な環境モデルを作り、餌タイプ別の摂取割合を推定する検討を進めたが、利用可能なデータは相当古いもの（現代農業普及以前のデータ）に限られ、また、水田、果樹園、果樹園以外の非水田のいずれにも適用がある農薬について、適用時期を勘案して昆虫摂取・作物摂取の双方を想定し、必要なものをそれぞれ合算するというばく露シナリオは極めて複雑で、実務上の運用が困難であり、かつ、初期評価として不適切であると考えられた。

このため、ばく露評価は、農薬ばく露が大きくなると考えられる主な餌タイプごとに、農薬にばく露された餌だけを摂取するというワーストケースを想定し、以下の考え方に沿って設定されたシナリオを用い、それぞれのシナリオで想定される農薬ばく露量を算定することとした。

作物（水稻、果実及び種子）については、評価対象農薬に 100%ばく露されているという前提で設定する。

昆虫については、指標種が摂取するエリアで均等に昆虫を摂取すると仮定し、農地においては評価対象農薬に 100%ばく露されているという前提で設定する。

摂取量については、実測に基づくデータから数値を設定する。

農薬散布量については、水田、非水田のそれぞれについて、評価対象となる農薬（原体）の想定される適用の中で散布量（水稻及び果実については散布回数を考慮。）が最大となる値を使用する。

残留農薬濃度については、評価対象農薬の物理化学的性状や散布方法等により、付着量・残留性等が大きく異なるが、初期評価では、その使用基準から、農薬残留濃度を餌タイプごとに算出することとする。

なお、初期評価においてリスクが受容できる範囲と判定されなかった場合には、評価対象農薬に係る個別の作物残留試験成績等から散布直後の残留濃度を推計する。

表1 経口ばく露（急性影響）に係るばく露シナリオの構成

シナリオ	摂餌量 又は 飲水量 (A)	評価対象農薬にばく露されたものの占める割合 (B)	残留農薬濃度 (C)	農薬ばく露量 (D)	体重当たり 摂取量への 換算
水稻単一食	4.4 g	100%と想定し1とする	散布量×単位散布量当たり残留濃度×複数回散布係数（初期評価） 作物残留試験成績の利用も可能（二次評価）	D= A×B×C （シナリオごとに算定）	D/0.022 （スズメと同体重の小型鳥類を指標種とする。）
果実単一食	15 g				
種子単一食	4.4 g				
昆虫単一食	6.8 g	摂餌面積に占める農地割合	散布量×単位散布量当たり残留濃度（初期評価） 土壌残留性試験成績の利用も可能（二次評価）		D/0.022 （スズメと同体重の小型鳥類を指標種とする。）
田面水	3.0 mL	水稻に同じ	水深5cmの田面水中に全量が分散すると仮定（初期評価） 水質汚濁性試験成績の利用も可能（二次評価）		D/0.022 （スズメと同体重の小型鳥類を指標種とする。）

第2節 農薬ばく露量の具体的推計方法

1 初期評価

(1) 水稻

指標種及び摂餌割合

スズメを指標種とし、農薬散布直後に水稻（胚乳又は玄米）を100%摂餌すると仮定する。

摂餌量(A)

平成23年度鳥類摂餌量調査におけるスズメの100%水稻供与時の平均摂取量に基づき、スズメの水稻摂餌量を、4.4gと設定する（資料7を参照。）

評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)

100%（1.0）と仮定する。

残留農薬濃度(C)

ばく露量調査の結果及び既存の文献データから、農薬を一定面積（1 ha）に一定量（有効成分に換算して 1 kg-a.i.）を初回散布した直後の単位散布量当たりの水稲への残留濃度（以下「水稲 RUD」という。）を、7.33 mg/(kg-a.i./ha)・kg-diet と設定した（農薬ばく露量調査結果等から求められた残留農薬濃度の 90%tile 値を使用。詳細は資料 8 を参照。）この水稲 RUD を用い、水稲に係る残留農薬濃度を、次式により推定する。

$$\begin{aligned} & \text{残留農薬濃度 [mg/kg-diet]} \\ & = \text{水稲 RUD [mg/(kg-a.i./ha)・kg-diet]} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬の 1 ha 当たり散布量(有効成分換算値)[kg-a.i./ha]} \\ & \quad \times \text{複数回散布係数} \end{aligned}$$

ここで、農薬の施用回数が 2 回以上の場合には、農薬の減衰を考慮した複数回散布係数を表 2 から選び、これに乗じて残留農薬濃度を推定する。

表 2 複数回散布係数

散布回数	1	2	3	4	5	6	7	8	
複数回散布係数	1.0	1.4	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0

(出典) European Food Safety Authority; Guidance Document on Risk Assessment for Birds & Mammals on request from EFSA の表 7 より、施用間隔 7 日の場合の複数回散布係数を抜粋

農薬ばく露量(D)
下式により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{農薬ばく露量[mg] (D)} \\ & = \text{摂餌量 [kg-diet](A)} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)} \\ & \quad \times \text{残留農薬濃度[mg/kg-diet](C)} \\ & = 4.4 \text{ [g] /1,000} \times 1.0 \times (\text{残留農薬濃度}) \end{aligned}$$

(2) 果実

指標種及び摂餌割合

スズメと同程度の体重の仮想的な小型鳥類を指標種とし、100% 果実食と仮定する。

摂餌量(A)

平成 23 年度鳥類摂餌量調査結果を踏まえ、小型鳥類においてはおおむね体重の 3 分の 2 の果実を摂餌するものと考え、スズメと同体重の仮想的な小型鳥類の果実摂餌量を 15 g と設定する(資料 7 を参

照。)

評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)

100% (1.0) と仮定する。

残留農薬濃度(C)

公表されている作物残留試験成績(最終散布から14日以内に測定されたものに限る。)から、農薬を一定面積(1ha)に一定量(有効成分に換算して1kg-a.i.)を初回散布した直後の単位散布量当たりの果実への残留濃度(以下「果実RUD」という。)を、 $1.63 \text{ mg}/(\text{kg-a.i./ha}) \cdot \text{kg-diet}$ と設定した(作物残留試験成績から求められた残留農薬濃度の90%tile値を使用。詳細は資料9を参照。)

この果実RUDを用い、果実に係る残留農薬濃度を、次式により推定する。

$$\begin{aligned} & \text{残留農薬濃度 [mg/kg-diet]} \\ & = \text{果実 RUD [mg}/(\text{kg-a.i./ha}) \cdot \text{kg-diet]} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬の 1 ha 当たり散布量 (有効成分換算値)} \\ & \quad [\text{kg-a.i./ha}] \\ & \quad \times \text{複数回散布係数} \end{aligned}$$

ここで、農薬の施用回数が2回以上の場合には、表2から設定した複数回散布係数を乗じて残留農薬濃度を推計する。

農薬ばく露量(D)

下式により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{農薬ばく露量 [mg] (D)} \\ & = \text{摂餌量 [kg-diet](A)} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)} \\ & \quad \times \text{残留農薬濃度 [mg/kg-diet](C)} \\ & = 15 [\text{g}] / 1,000 \times 1.0 \times (\text{残留農薬濃度}) \end{aligned}$$

(3) 種子

指標種及び摂餌割合

スズメと同程度の体重の仮想的な小型鳥類を指標種とし、100%種子食と仮定する。

摂餌量(A)

種子と穀類の水分含有量は同程度であることから、平成23年度鳥類摂餌量調査におけるスズメの100%水稻供与時の平均摂取量に基づき、種子摂餌量を4.4gと設定する。

評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)

100% (1.0) と仮定する。

残留農薬濃度(C)

鳥類による作物被害実態調査によると、鳥類による摂食被害は、出芽時から子葉展開期に発生していることから、種子の残留農薬濃度は、出芽時のものを推計することとする。また、対象作物は、鳥類による摂食被害が見られる直播水稻（浸種後に使用される農薬に限る。）豆類、とうもろこし及び野菜類とする（資料 10 を参照。）

農薬で種子処理された種子の出芽時の残留農薬濃度は、農薬ばく露量調査の結果から、乾燥種子 1 kg 当たり農薬使用量に対する出芽時残留農薬濃度の割合として（以下「種子 RUD」という。）豆類、とうもろこし及び野菜類については 0.06、直播水稻については 0.006 と設定した（農薬ばく露量調査結果から求められた出芽時残留率の 90%tile 値を使用。詳細は資料 11 及び 12 を参照。）

この種子 RUD を用い、種子に係る残留農薬濃度を、次式により推定する。

$$\begin{aligned} & \text{残留農薬濃度 [mg/kg-diet]} \\ & = \text{種子 RUD [(mg-a.i./kg-diet)/(mg-a.i./kg 種子)]} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬の乾燥種子 1kg 当たり使用量(有効成分換算値)} \\ & \quad \text{[mg-a.i./kg 種子]} \end{aligned}$$

農薬ばく露量(D)

下式により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{農薬ばく露量 [mg] (D)} \\ & = \text{摂餌量 [kg-diet](A)} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)} \\ & \quad \times \text{残留農薬濃度 [mg/kg-diet](C)} \\ & = 4.4 \text{ [g] /1,000} \times 1.0 \times (\text{残留農薬濃度}) \end{aligned}$$

(4) 昆虫

指標種及び摂餌割合

スズメを指標種とし、農薬散布直後に昆虫を 100% 摂取すると仮定する。

摂餌量(A)

平成 23 年度鳥類摂餌量調査でのスズメにおける 100% ミールワーム供与時の平均摂取量に基づき、スズメの昆虫摂餌量を、6.8 g と設定する（資料 7 を参照。）

評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)

a) 鳥類が昆虫を摂餌する場所に占める農地の割合

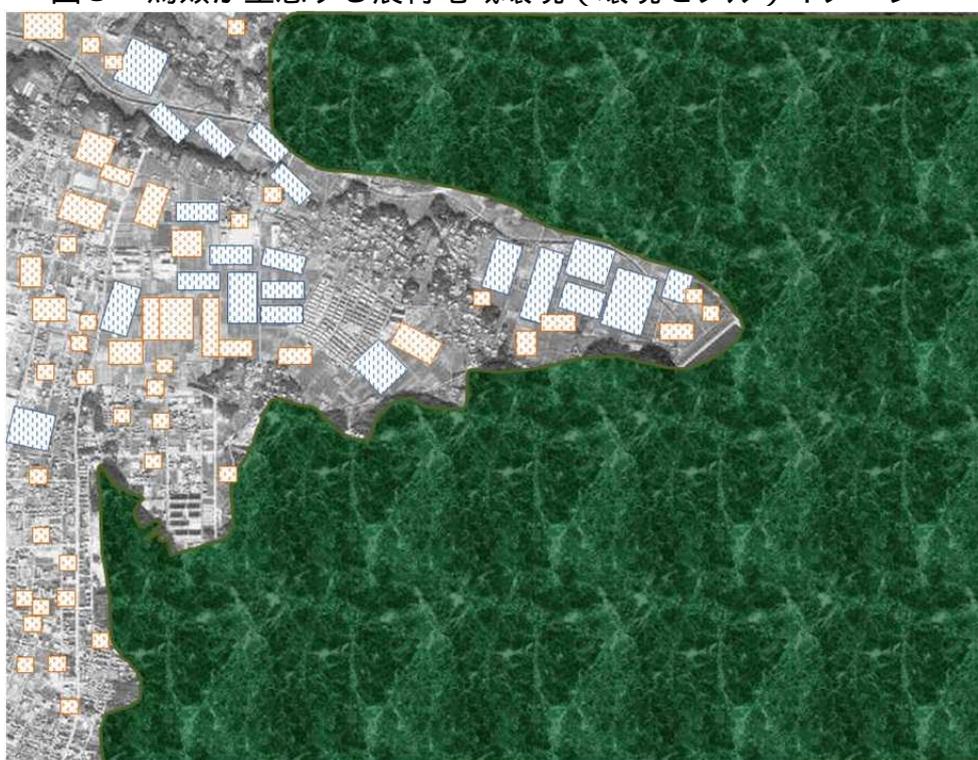
昆虫については、農地以外の場所（荒地、庭先等）でも摂餌することから、鳥類が生息する農村地域環境（環境モデル）の中で、鳥類が摂餌を行う場所（摂餌場所）に占める農地の割合を表3のとおり設定し、これを勘案して、評価対象農薬にばく露されたものの割合を設定することとした。

また、指標種として想定しているスズメは、専ら平地で摂餌行動を行っていることから、森林を除く場所を指標種の摂餌場所とする。図3にイメージ図を示す。

表3 鳥類が昆虫を摂餌する場所に占める農地の割合

鳥類が生息する農村地域環境（環境モデル）の構成	環境モデル中の森林及び農地の割合は次のとおり。 ・森林の割合： 65% ・水田の割合： 5.0% ・非水田の割合： 7.5%
指標種の摂餌場所と、摂餌場所に占める農地の割合	摂餌場所：環境モデル中、森林区域を除く地域場所に占める農地の割合： ・補正後水田割合：14%（ /（100 - ）） ・補正後非水田割合：21%（ /（100 - ））

図3 鳥類が生息する農村地域環境（環境モデル）イメージ



b) 昆虫のうち、評価対象農薬にばく露されたものの割合

摂餌に当たっては、全摂餌場所で均等に昆虫を摂餌すると仮定し、評価対象農薬にばく露されたものの割合として、森林以外の面積に対する農地面積割合を用いることとする。なお、スズメを対象に行われた行動調査の結果からは、スズメが農地を集中的に利用している状況は観察されないことから、荒地や庭先等を含む全摂餌場所で均等に昆虫を摂餌すると仮定している（資料13を参照。）

非水田・水田のいずれにも適用がある場合、両方からのばく露量を合算する。

残留農薬濃度(C)

昆虫の残留農薬濃度については、極めて限定的かつばらつきの大きい調査データしか得られていないが、昆虫の残留農薬濃度と相関が比較的高い土壌残留濃度について、土壌残留性試験の初回散布直後推計値の 90%tile 値 (2.19) を試算したところ、チョウ目幼虫の残留濃度 (散布 3 日後 : 1.7) と近似していることから、昆虫の残留農薬濃度の代替として使用できると考えられた (資料 14、15) を参照。) これを踏まえ、農薬を一定面積 (1 ha) に一定量 (有効成分に換算して 1 kg-a.i.) 初回散布した直後の単位散布量当たりの昆虫への残留濃度 (以下「昆虫 RUD」という。) を、 $2.19 \text{ mg}/(\text{kg-a.i./ha}) \cdot \text{kg-diet}$ と設定する。

この昆虫 RUD を用い、昆虫に係る残留農薬濃度を、次式により推定する。

$$\begin{aligned} & \text{残留農薬濃度 [mg/kg-diet]} \\ & = \text{昆虫 RUD [mg/(kg-a.i./ha) \cdot kg-diet]} \\ & \quad \times \text{評価対象農薬の 1 ha 当たり散布量 (有効成分換算値)} \\ & \quad \text{[kg-a.i./ha]} \end{aligned}$$

なお、ばく露量調査において、昆虫の残留農薬濃度は 3 日間で散布直後の 0.5% ~ 15% とその減衰が著しかったことから、複数回散布の影響は考慮しないこととする。

農薬ばく露量

下式により算定する。

$$\begin{aligned} & \text{農薬ばく露量 [mg]} \\ & = \text{昆虫摂餌量 [kg-diet] (A)} \\ & \quad \times (\text{水田において評価対象農薬にばく露されたものの割合 (B)} \\ & \quad \times \text{水田における残留農薬濃度 [mg/kg-diet] (C)} \\ & \quad + \text{非水田において評価対象農薬にばく露されたものの割合} \\ & \quad \text{(B)} \\ & \quad \times \text{非水田における残留農薬濃度 [mg/kg-diet] (C)}) \\ & = 6.8 \text{ [g]}/1,000 \times (0.14 \times (\text{水田における残留農薬濃度}) \\ & \quad + 0.21 \times (\text{非水田における残留農薬濃度})) \end{aligned}$$

(5) 田面水

指標種及び摂餌割合

スズメを指標種とし、農薬散布直後に一日分の水分を田面水から摂取すると仮定する。

飲水量(A)

平成 23 年度鳥類摂餌量調査におけるスズメの 100% 水稻供与時

及び 100%ミールワーム供与時の平均飲水量に基づき、スズメの飲水量を 3.0 mL と設定する（資料 7 を参照。）

評価対象農薬にばく露されたものの割合(B)

100% (1.0) と仮定する。

残留農薬濃度(C)

散布した農薬が水深 5 cm の田面水に均一に分散すると仮定し、田面水における残留農薬濃度を次式により推定する。

残留農薬濃度 [mg/L]
$= \frac{\text{評価対象農薬の 1 ha 当たり散布量(有効成分換算値)[kg-a.i./ha]} \times 10^6[\text{mg/kg}]}{0.05[\text{m}] \times 100[\text{m}] \times 100[\text{m}] \times 10^3[\text{L/m}^3]}$
$= \frac{\text{評価対象農薬の 1 ha 当たり散布量(有効成分換算値)[kg-a.i./ha]}}{0.5}$

農薬ばく露量(D)

下式により算定する。

農薬ばく露量 [mg] (D)
$= \text{飲水量 [kg]}(A)$
$\times \text{評価対象農薬にばく露されたものの割合}(B)$
$\times \text{残留農薬濃度 [mg/L]}(C)$
$= 3.0 [\text{mL}] / 1,000 [\text{mL/kg}] \times 1.0 \times (\text{残留農薬濃度})$

2 二次評価

初期評価で算定されたばく露量を用いてリスク評価を行った結果、毒性評価値と体重当たり一日農薬ばく露量の比がトリガー値を下回った場合（第 5 章参照。）には、農薬ごとに実施されている作物残留試験成績等を用いて残留農薬濃度の推計を補正する。シナリオごとの具体的な補正方法は以下のとおり（指標種、摂餌割合、摂餌量及び評価対象農薬にばく露されたものの割合については、初期評価と同じ。）

(1) 水稻の残留農薬濃度

水稻に係る作物残留試験の測定結果（平均残留濃度が最大となるもの。）を用いて、農薬散布直後の残留農薬濃度を次式により推計する。

なお、作物残留試験は、複数回散布される剤については 7 日間間隔で規定された回数の散布を行った後、最終散布の直後から濃度測定が行われるものであることから、複数回散布係数は考慮しない。

水稲の残留農薬濃度[mg/kg-diet]

$$= \frac{\text{作物残留試験における水稲の残留農薬濃度 [mg/kg-diet]}}{\left[\frac{1}{2} \right]^{(\text{作物残留試験における散布後経過日数}/DT_{50})}}$$

水稲に係る作物残留試験における DT_{50} (半減期) が不明な場合にあっては、10 日を実測値に代えて用いるものとする。

(2) 果実の残留農薬濃度

果実に係る作物残留試験の測定結果 (露地栽培のものうち、平均残留濃度が最大となるもの。)を用いて、農薬散布直後の残留農薬濃度を次式により推計する。

なお、作物残留試験は、複数回散布される剤については7日間間隔で規定された回数散布を行った後、最終散布の直後から濃度測定が行われるものであることから、複数回散布係数は考慮しない。

果実の残留農薬濃度[mg/kg-diet]

$$= \frac{\text{作物残留試験における果実の残留農薬濃度 [mg/kg-diet]}}{\left[\frac{1}{2} \right]^{(\text{作物残留試験における散布後経過日数}/DT_{50})}}$$

果実に係る作物残留試験における DT_{50} (半減期) が不明な場合にあっては、10 日を実測値に代えて用いるものとする。

(3) 種子の残留農薬濃度

評価対象農薬について、想定される使用方法のとおり処理した種子 (水稲以外の作物は、大豆で代表させても良い。)を播種し、出芽時・外皮なしの残留濃度を実測して、残留農薬濃度とする (調査方法については資料 11 を参照。)

(4) 昆虫の残留農薬濃度

評価対象農薬に係る土壌残留性試験成績を用いて、散布直後の昆虫の残留農薬濃度を次式により推定する。

残留農薬濃度[mg/kg-diet]

$$= \text{土壌残留性試験における散布直後の残留濃度[mg/kg 土壌]}$$

(5) 田面水の残留農薬濃度

水質汚濁性試験成績で測定された田面水濃度(施用直後又は1日後のうち、いずれか高い方。)を用いる。

第3節 農薬ばく露量評価

餌分類別に算出された農薬ばく露量を指標種の体重(スズメと同程度の体重の指標種で22g(出典:「野鳥の事典」(清棲幸保、1966))で除して、体重当たり一日摂取量を算出する。算出式は以下のとおり。

$$\text{体重当たり一日摂取量}[\text{mg}/\text{kg}] = \text{農薬ばく露量}[\text{mg}] / 0.022 [\text{kg}]$$

第4章 鳥類に対する農薬毒性評価

第1節 基本的考え方

農薬登録に際し農薬開発企業が鳥類急性毒性試験として鳥類強制経口投与試験（鳥類急性経口毒性試験）を実施していることから、その結果を毒性評価に活用する。

毒性評価に用いる値は鳥類強制経口投与試験のLD₅₀とする。

第2節 農薬毒性評価に用いる試験種

農薬登録に際し農薬開発企業が実施している鳥類強制経口投与試験は、コリンウズラ（ボブホワイト・*Colinus virginianus*）、ウズラ（*Coturnix japonica*）又はマガモ（*Anas platyrhynchos platyrhynchos*）を用いたものが多い。一方、農薬テストガイドライン（「農薬の登録申請時に提出される試験成績の作成に係る指針」（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別添）をいう。以下同じ。）や2010年7月に制定されたOECD TG223（Avian Acute Oral Toxicity Test）においては、試験種は限定されていない。

このため、毒性評価に用いる試験種は限定しないこととする。なお、EUの評価では吐き戻しの問題があるため、マガモは推奨されない（EFSA, 2007）とされていることに留意が必要である。また、鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律（平成14年法律第88号）に基づき、野生鳥類の捕獲又はその卵の採取は原則として禁止されていることから、試験鳥種として野生の捕獲した鳥は用いないこととする。

第3節 試験方法

農薬毒性評価を行うために用いる試験方法について、農薬テストガイドラインでは「特に規定しない。科学的に妥当な方法で実施すること。」とされており、参照できる試験方法として、米国 EPA 712-C-96-139 April 1996 Ecological Effects Test Guidelines OPPTS 850.2100 Avian Acute Oral Toxicity Test “Public Draft”等があると記載されているが、2010年7月にOECD TG223（Avian Acute Oral Toxicity Test）が新たに制定されたことから、今後実施される試験については、OECDテストガイドラインに従って行うことが望ましい（試験方法の概要は、資料16を参照。）

第4節 農薬毒性評価の方法

1 試験種の差による影響を踏まえたLD₅₀の補正

農薬毒性評価に当たっては、急性的な影響により生態毒性を評価する(第2章第1節2参照)。計算に使われる毒性値は鳥類強制経口投与試験のLD₅₀とする。米国EPAにおいては、ウズラ及びマガモにより得られたLD₅₀から、下式に従い体重20、100及び1,000gの鳥類のLD₅₀を算出している。この手法によりウズラ及びマガモの毒性値から算出した小型鳥類の毒性値は、実際の小型鳥類に係る毒性値に近接したものが多いことから(詳細は資料17を参照。)この手法により種間差が相当程度解消される。

$$\text{Adj. LD}_{50} = \text{LD}_{50} * (\text{AW}/\text{TW})^{(x-1)}$$

ただし、AW: は算出する鳥類の体重 (20、100 あるいは 1,000 g)

TW は実験動物の体重 (コリンウズラで 178 g、マガモで 1,580 g)

X は P. Minaue のスケーリングファクターで、鳥類では 1.151

また、大型鳥種であるマガモの感受性は一般に低めであること、リスク評価において想定している鳥種が小型鳥種(スズメ: 体重22gと想定。)であることから、米国EPAの算定式を用いて、鳥類強制経口投与試験で得られたLD₅₀を、体重22gの鳥類に換算する。

なお、EUでは鳥類急性経口毒性試験は基本的に性差がないものとみなされていることから、性差については特に情報が無い限り区別せず、区別されたデータがあれば幾何平均を用いることとする。明確な性差が認識されている場合には感受性の高い値を用いる。

2 複数の生物種による毒性データの取扱い

複数種の毒性データがある場合、EUと同様に、最も感受性が高い種のLD₅₀が全試験の幾何平均値の10分の1以上である場合には、幾何平均を毒性評価に用いる。また、10分の1未満である場合には、最も感受性が高い種をリスク評価に用いることとするとともに、リスク評価におけるトリガー値(急性毒性については10)は用いないこととする。

なお、この感受性差は前述1のLD₅₀の体重補正を実施した上での感受性差とする。

3 同一生物種による複数の毒性データの取扱い

同一生物種の急性毒性データが複数ある場合は、EUと同様、LD₅₀の幾何平均を取ることとし、さらに、この幾何平均されたLD₅₀を全体の幾何平均に用いることとする(リスク評価に適切と考えられる試験のみを対象とする。)

4 種間差等の取扱い

EUにおいては、急性毒性に係るリスク評価について、毒性評価における

不確実係数（種間差などの不確実性の大きさを表す係数）は用いず、毒性評価値と体重当たり一日農薬ばく露量の比（Toxicity Exposure Ratio。以下「TER」という。）を下式により算定し、リスク評価段階で算定された TER がトリガー値「10（急性毒性の場合）」を下回らないことを原則としている。ただし、最も感受性が高い種の LD₅₀ が全試験の幾何平均値の 10 分の 1 未満である場合、最も感受性が高い種をリスク評価に用い、その場合には通常はリスク評価におけるトリガー値は用いないこととしている。

$$\text{TER} = \text{毒性評価値} / \text{体重当たり一日農薬ばく露量}$$

また、米国においては、EU 同様に毒性評価における不確実係数は用いず、リスク評価段階で体重で補正した LD₅₀ と体重当たり農薬ばく露量の比が 2 未満 = リスクあり、2 以上 10 以下 = 限定的なリスクあり、10 以上 = 絶滅危惧種にリスクあり、と評価している（米国 EPA においてリスク評価に用いられる RQ（Risk Quotient）は、実際にはこの逆数である体重当たり農薬ばく露量と LD₅₀ との比であるが、EU との比較のため逆数により表現した。）

なお、リスク評価に用いるための毒性値を算出する方法の妥当性を検討したところ、EPA 方式の補正により前述のとおり種間差が相当程度解消されること、EU 方式のトリガー値がおおむね妥当であることが示唆された（詳細は資料 17 を参照。）

以上を踏まえ、我が国においても、不確実係数を用いて毒性値を補正するのではなく、リスク評価段階において TER を算定し、トリガー値を適用することとする。また、初期評価及び二次評価におけるトリガー値は 10 を使用する。

5 具体的な毒性評価値の算定方法

毒性評価値 = Adj. LD₅₀（体重 22 g の鳥類に換算した半数致死量）

体重 22 g の鳥類に換算した半数致死量は、以下の式により算定する。

$$\text{Adj. LD}_{50} = \text{LD}_{50} * (\text{AW}/\text{TW})^{(x-1)}$$

ただし、

$$\text{AW} = 22 \text{ g}$$

TW は毒性評価に用いた試験種の体重

（ウズラで 120 g¹⁾、コリンウズラで 178 g²⁾、マガモで 1,580 g²⁾）

$$X = 1.151 \text{ (P. Minaue のスケーリングファクター)}$$

1) 「実験動物の基礎と技術 各論」(編者(社)日本実験動物協会 (1989)) 図 10-66 より、発育曲線が概ねプラトーとなる体重の雌雄の平均から設定。

2) 米国 EPA の計算モデルで用いられている値より。

第5章 鳥類の農薬リスク評価

第1節 基本的考え方

第2章第1節で述べたとおり、本マニュアルでは、短期間のばく露による急性影響を評価対象としている。具体的には、第3章で得られた体重当たり一日農薬ばく露量と第4章で得られた毒性評価値を比較して、リスクを評価する。

$$\text{リスク評価 (TER)} = \text{毒性評価値} / \text{体重当たり一日農薬ばく露量}$$

TERはトリガー値と比較し評価される。トリガー値は初期評価、二次評価とも10が規定値であり、TERが10以上であれば、リスク管理措置は不要と判断する。

TERが10未満の場合は、更なる評価又はリスク管理措置の検討等が必要と判定する。

なお、複数の生物種の毒性データがあり、最も感受性が高い種の毒性値が、全生物種の幾何平均値の10分の1未満の場合には、毒性評価値をその種の毒性値とし、トリガー値は1とする。

第2節 評価手順

1 初期評価

鳥類へのばく露のおそれがある農薬については、その適用方法（適用作物及び使用方法をいう。以下同じ。）ごとに、まずスクリーニングとして初期評価を行う。初期評価の目的は、通常の使用方法では鳥類に対するリスクが低く、二次評価以降の検討が不要となる農薬及び適用方法を特定することにある。

このため、初期評価では残留農薬濃度について使用基準から算出される想定濃度を用いてばく露評価を行い、毒性評価と比較して農薬リスクを判定する。この段階でTERがトリガー値を上回った適用方法については、更なる評価を行う必要はない。

2 二次評価

初期評価においてTERがトリガー値を下回る適用方法がある農薬については、当該適用方法について、農薬ごとに実施されている作物残留試験成績等を用いてばく露評価を補正し、毒性評価と比較して農薬リスクを判定する。

二次評価においてもTERがトリガー値を下回る適用方法がある農薬については、鳥類への影響が低減されるよう、農薬の使用方法等の見直しを

含めて次章のリスク管理措置を検討する。また、必要に応じて、その内容をばく露評価に反映させて再評価を行う。

第6章 鳥類の農薬リスク管理

第1節 リスク管理措置の検討

初期評価及び二次評価のリスク評価シナリオで用いている前提は、個別の農薬の特性や使用方法に照らしてみた場合には、相当過大なばく露を想定している場合もあり得る。このため、二次評価でTERがトリガー値を下回った場合でも、実環境中においてリスクが受容可能か判定する場合には、個別に評価対象農薬の特性や使用状況を検証することが必要となる。以上の検証をしてもTERがトリガー値を下回ると考えられる場合には、適切なリスク管理措置を講じて鳥類に対する農薬の影響を減少させることが求められる。また、使用方法の変更などによりばく露評価の前提を変えるリスク管理措置がとられた場合、それらの措置を踏まえて、再度評価を行い、リスクの低減効果を示すことが必要である。

具体的には次の点について検証を行い、リスク管理措置を検討することとする。

(1) 残留農薬濃度の減衰率を考慮

初期及び二次評価では、同時期に使われる農薬が同時に一斉に散布されると仮定して、残留農薬濃度の推定に用いる単位散布量当たり残留濃度を散布直後の残留データを用いているが、航空散布を除いて、指標種が摂餌するエリアすべてで農薬が同日に散布されるケースは想定されない。このため、地上散布の場合には、散布日のばらつきを考慮して、「残留農薬濃度」について検証する。

(2) 適用作物による散布量の違いを考慮

散布量については、水田、非水田のそれぞれについて、想定される適用の中で散布量（水稻及び果実については散布回数を考慮。）が最大となる値を使用することとしている。しかしながら、散布量が最大となる作物が稀なものである場合又は主としてビニルハウス等の施設栽培で使用されるものである場合には、ばく露評価に用いる散布量を検証する。

(3) 忌避について考慮

農薬によっては、鳥類への忌避作用が知られており、忌避試験を実施してその結果をばく露評価に反映させることが考えられる。しかしながら、鳥類の農薬に対するリスク評価における急性毒性に忌避作用の影響を反映させることには鳥種、農薬の種類や使用形態、生態環境など複雑な因子が多く関係するため、慎重な検討が求められる。

第2節 具体的なリスク管理措置の例

鳥類の農薬ばく露シナリオごとに、リスク低減のために考えられる具体的なリスク管理措置として、以下のものが挙げられる。なお、リスク管理措置の検討に際しては、当該措置が薬剤の有効性及び有益性に及ぼす影響も併せて検討する必要がある。

(1) 水稲、果実

- ・ 果実について露地栽培での使用を取りやめ、施設栽培での使用に限定。
- ・ 地域で同時期に一齐に散布されることのないよう、散布方法から航空防除を削除。
- ・ 農薬の使用時期の変更（例：散布から収穫期までの期間を延長。）
- ・ 農薬の使用量や使用回数の削減。
- ・ 全面散布から標的を絞った使用方法に転換（例えば、ペースト剤等。）
- ・ 使用者への注意喚起（重要な生息地での使用を避ける等のリスク低減行動につながる。）
- ・ おうとう、ぶどう等の果樹において防鳥ネットの使用の普及。

リスク管理事例：

剤Aについて、初期評価及び二次評価の結果、水稲の摂餌についてリスクが高いおそれがあると評価された。この結果について精査したところ、初期評価及び二次評価では、鳥類の摂餌する水稲のすべてが、評価対象農薬のみにほぼ同時にばく露されているという前提に立っていたが、このような状況は航空散布以外では発生しないと考えられた。

このため、本剤については航空散布を使用方法に含めないこととした。

リスク管理事例：

剤Bについて、初期評価及び二次評価の結果、果実の摂餌についてリスクが高いおそれがあると評価された。剤Bの適用作物の栽培実態を調査したところ、鳥類の摂餌がもっとも多くなると考えられる収穫期においては、鳥害被害防止のために防鳥ネットを使用して効果を上げているところが多いことが判明した。

このため、本剤については、鳥害被害の防止及び鳥類への影響防止の両面から防鳥ネットを使用することが望ましい旨、製品に添付されるちらし及び技術資料に記載し、使用者に注意喚起することとした。

(2) 種子

- ・ 種子粉衣処理の取りやめ。
- ・ 鳥類が好んで処理種子を摂取する時期（出芽期～子葉展開期）に、覆いをするなどの防護措置を講じる。

リスク管理事例：

剤Cについて、初期評価及び二次評価の結果、種子の摂餌についてリスクが高いおそれがあると評価された。剤Cの適用作物については、播種から子葉展開期までトンネル状の覆いを設置しても発育障害の懸念はないと考えられたことから、鳥害被害の防止及び鳥類への影響防止の両面から子葉展開期までトンネル状の覆いを設置すべき旨、製品に添付されるちらし及び技術資料に記載し、使用者に注意喚起することとした。

(3) 昆虫

- ・ 露地栽培での使用を取りやめ、施設栽培での使用に限定。
- ・ 地域で同時期に一齐に散布されることのないよう、散布方法から航空防除を削除。
- ・ 農薬の使用時期の変更（例：鳥類が最も昆虫を摂取する繁殖期の散布を避ける。）
- ・ 農薬の使用量や使用回数の削減。
- ・ 全面散布から標的を絞った使用方法に転換（例えば、塗布剤等。）

(4) 飲水

- ・ 農薬の使用時期の変更（例：湛水期を避ける。）
- ・ 農薬の使用量や使用回数の削減。

第3節 粒剤のハザード評価及びリスク管理措置

粒剤については、作物を介した摂取の他、砂のう補給用の砂粒と誤認しての摂取など、直接摂取による農薬へのばく露が懸念され、海外ではこのような摂取による事故も知られている。しかしながら、砂のう補給用の砂粒を一日に何粒摂取するかについてスズメを用いて実測調査を行ったが、粒剤・砂粒は摂取しなかったため、定量的な評価のための基礎データを得ることができなかった。このため、粒剤については、過去に海外で事故事例が報告されている農薬について、5%粒剤何粒で小型鳥類のLD₅₀に相当するかを試算した（表4）。

表4 死亡事故事例のある剤についての小型鳥類のLD₅₀に相当する粒剤の試算値

農薬名	LD ₅₀ (mg/kg 体重) ¹⁾	LD ₅₀ に相当する粒数 ²⁾
カルボフラン	3.9	1.0
モノクロトホス	2.6	0.7
フェンチオン	5.3	1.3
メピンホス	2.4	0.6
メタミドホス	7.3	1.9
パラチオン	4.4	1.1
エンドリン	1.4	0.4

1) 第4章の方法により、体重22gの小型鳥類に相当するLD₅₀を算出。

2) 短径0.7mm、長径3mm、密度1.5g/cm³の5%粒剤として算出。

上記を参照し、誤った摂取により急性毒性用量を超えてしまうことが想定される場合には、以下の措置により、粒剤によるリスクを低減する必要がある。

- ・ 鳥類が誤って摂取する可能性を低減するため、屋外で粒剤の取りこぼしをしないことや、こぼれてしまった場合は粒剤を土壌表面から除去することについて、使用者への注意喚起を行う(ラベル、ちらし、技術資料など。)
- ・ 鳥類が誤って摂取しないような使用方法への変更(例：土壌表面散布から作条処理や株元処理への変更。)
- ・ 露地栽培での使用を取りやめ、施設栽培での使用に限定。
- ・ 鳥類に忌避効果がある成分の追加。
- ・ 散布濃度の低減。
- ・ 鳥類が忌避する外観への変更。
- ・ 散布後の薬害に注意しつつ、散水により粒型の崩壊を促進。

リスク管理事例 :

剤Dについて、ハザード評価により、粒剤の事故的摂取によるリスクが高いおそれがあると評価された。このため、剤Dの露地散布による使用方法の開発を取りやめ、使用場면을育苗箱施用に限定することとした。

また、鳥類への影響が懸念されることから屋外で粒剤を取りこぼさないように注意すべき旨、製品に添付されるちらし及び技術資料に記載し、使用者に注意喚起することとした。

第7章 今後の課題

今回の農薬リスク評価の策定については、知見の不足等から、限られたシナリオでの評価を対象とした。このため、中長期的には、鳥類に対するばく露評価に当たって更に詳細なシナリオを構築したり、鳥類に対する農薬の毒性影響を広範に評価できるように、研究や調査を進めていく必要がある。具体的には、今後、以下に掲げる知見を充実させるとともに、それを踏まえた評価手法の見直しの検討が必要であると考えられる。

指標種の拡大

長期間・低濃度でのばく露による毒性影響（特に鳥類繁殖毒性）

ばく露シナリオの拡大

各種パラメータに関する知見蓄積

引用文献

- Newton, I. (1998) *Population limitation in birds*. Academic Press, London. 597 pp.
- 環境省 (2004) 平成 15 年度 農薬による陸域生態影響評価技術開発調査に関する報告書. (日本植物防疫協会受託) 119pp.
- Defra(Department for Environment, Food & Rural Affairs) (2007) Improved estimates of food and water intake for risk assessment: Research Project Final Report, Project code PS2330
- EFSA (European Food Safety Authority) (2007) Opinion of the Scientific Panel on Plant protection products and their Residues on a request from the Commission related to the revision of Annexes II and III to Council Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection products on the market - Ecotoxicological studies. 07 March 2007. *The EFSA Journal* 461: 1-44.
- EFSA (European Food Safety Authority) (2009) Guidance Document on Risk Assessment for Birds & Mammals on request from EFSA. *EFSA Journal*. 7(12): 1438. [139 pp.] Available online: www.efsa.europa.eu
- 清棲幸保 (1966) 野鳥の事典. 東京堂出版, 東京. 413pp.
- Minaeu, P.; B.T. Collins and A. Baril. (1996) On the Use of Scaling Factors to Improve Interspecies Extrapolation of Acute Toxicity in Birds. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 24: 24-29.
- 日本実験動物協会 編 (1989) 実験動物の基礎と技術 2 各論. 丸善. 323pp.
- 日本植物防疫協会 編 (2011) 農薬ハンドブック 2011 年版. 日本植物防疫協会. 720pp.
- 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)
- 農薬の登録申請時に提出される試験成績の作成に係る指針. (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別添)

略語集

a.i.	active ingredient	有効成分
DT ₅₀	Disappearance time 50 %	半減期
EFSA	European Food Safety Authority	欧州食品安全機関
EPA	(United States) Environmental Protection Agency	(米) 環境保護庁
LD ₅₀	Lethal dose 50%	半数致死量
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
RQ	Risk Quotient	リスク比 体重当たり農薬ばく露量 / LD ₅₀ に相当
RUD	Residue unit dose	単位散布量当たりの残留濃度
TER	Toxicity-exposure-ratio	毒性ばく露比 毒性評価値 / 体重当たり農薬ばく露量に相当