

鳥類の農薬リスク評価・管理手法暫定マニュアル
(案)

環境省水・大気環境局土壌環境課農薬環境管理室

平成 2425 年 72 月

鳥類の農薬リスク評価・管理手法**暫定**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	312

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が持たれてきた。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。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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、ボ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。

~~なお、本マニュアルについては、鳥類に対する農薬ばく露評価のシナリオのうち、一部のばく露シナリオ中の推計方法がデータ不足のため確立していないことから、暫定マニュアルとしている。来年度以降、データ収集を行った上で、すべてのばく露シナリオを完成させたマニュアルにすることとしている。~~

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 방식을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。

①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。

②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、体重当たりの摂餌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。
- 摂餌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。

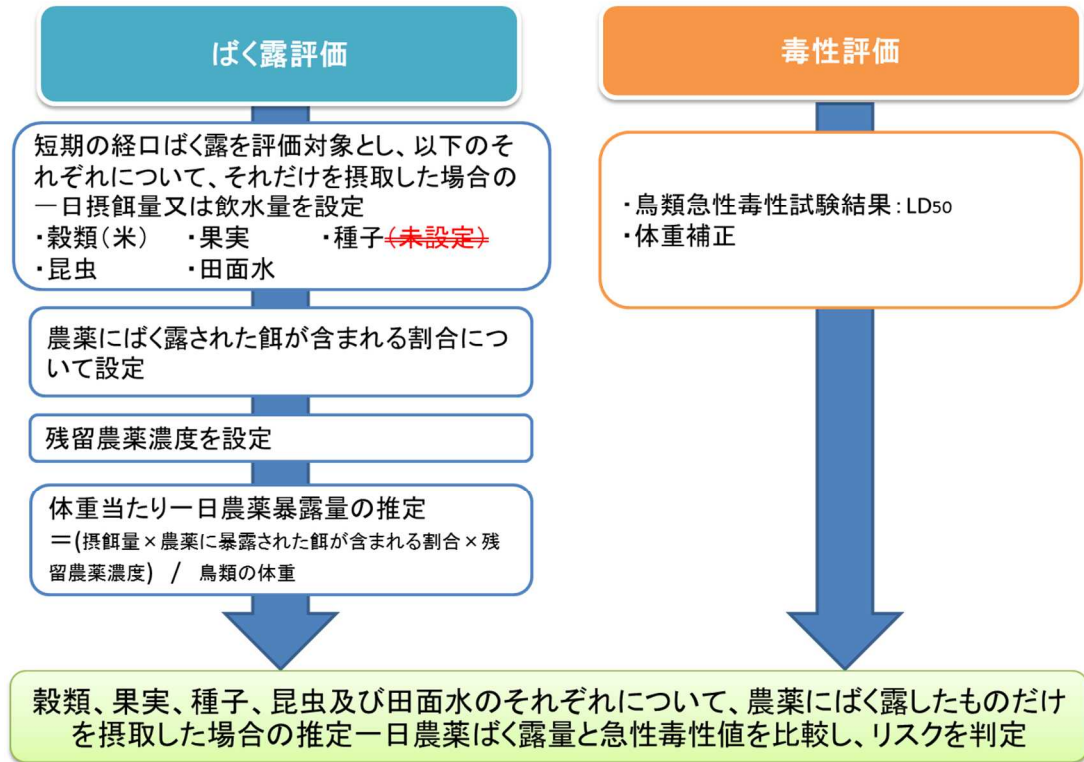
ばく露評価は、急性の経口ばく露を対象とし、利用者が使いやすい簡便なものとする。具体的には、鳥類が水稻、果実、種子、昆虫及び水のそれぞれについて100%農薬にばく露したものを摂餌すると仮定したワーストケースのばく露シナリオを想定し、実測値を基にばく露評価を行う ~~(ただし、種子についてはばく露評価の推計方法が未確立。)~~。

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。

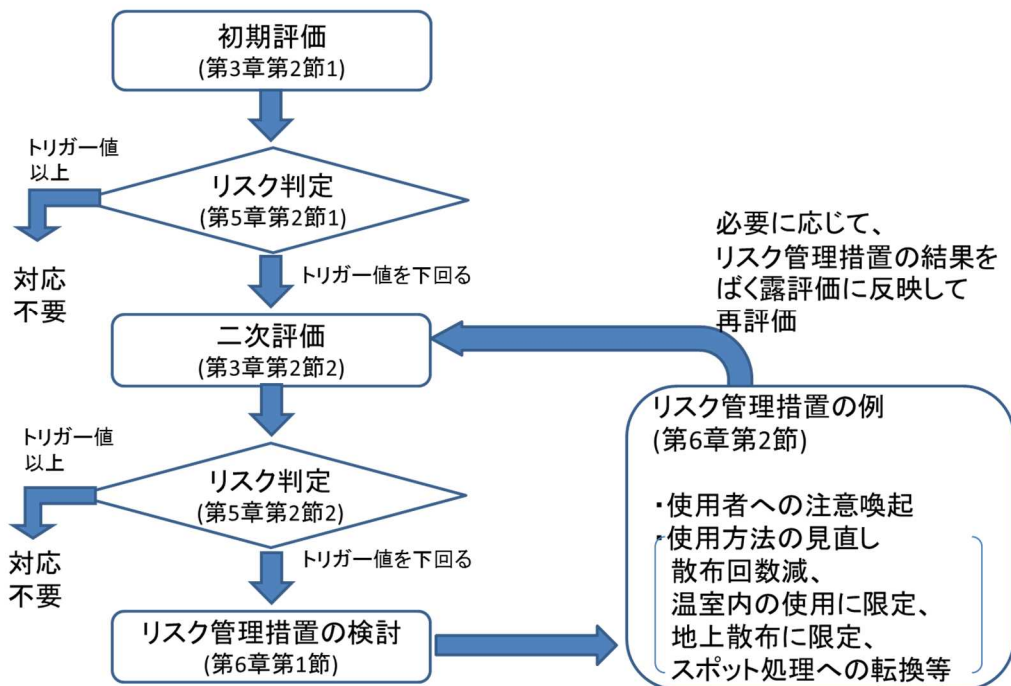
また、毒性評価については、農薬登録に際し農薬開発企業が鳥類急性毒性試験を実施していることから、その結果を活用する。

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。）
 - ① 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
 - ② 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
 - ③ 倉庫くん蒸剤等のように施設内でのみ使用される剤
 - ④ 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

- ① 水稻への適用がないもの
 - ② 水稻への適用について、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
- ① 果樹への適用がないもの
 - ② 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
- ① 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）
 - ② 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
- ① 種子処理に使用されないもの
 - ② 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）

- ① 製剤の剤型として粒剤がないもの
- ② 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（水稻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、餌タイプ別の摂餌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餌・作物摂餌の双方を想定し、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~~（ただし、種子については推計方法が未確立）~~。

- ① 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。
- 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%ばく露されているという前提で設定する。
- ③ 摂餌量については、実測に基づくデータから数値を設定する。
- ④ 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。
- 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、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） 種子重量当たり農薬投下使用量×有効付着率残留率（初期評価） （推計方法が未確立） → 出芽時残留濃度調査結果の利用も可能（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				D/0.022 (スズメと同体重の小型鳥類を指標種とする。)
種子単一食	4.4 g				D/0.022 (スズメと同体重の小型鳥類を指標種とする。)
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）	(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。)
田面水	3.0 mL	水稻と同じ	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

① 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。

② 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。）。

③ 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。

④ 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稻への残留濃度（以下「水稻 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。）。この水稻 RUD を用い、水稻に係る残留農薬濃度を、次式により推定する。

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

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

- ⑤ 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

① 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。

② 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。)

③ 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。

④ 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。

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

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。

⑤ 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(推計方法は未確立)

① 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。

② 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。

③ 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。

④ 残留農薬濃度(C)

推計方法は未確立。

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1kg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。

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

⑤ 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

① 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。

② 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、6.8gと設定する（資料7を参照。）。

③ 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

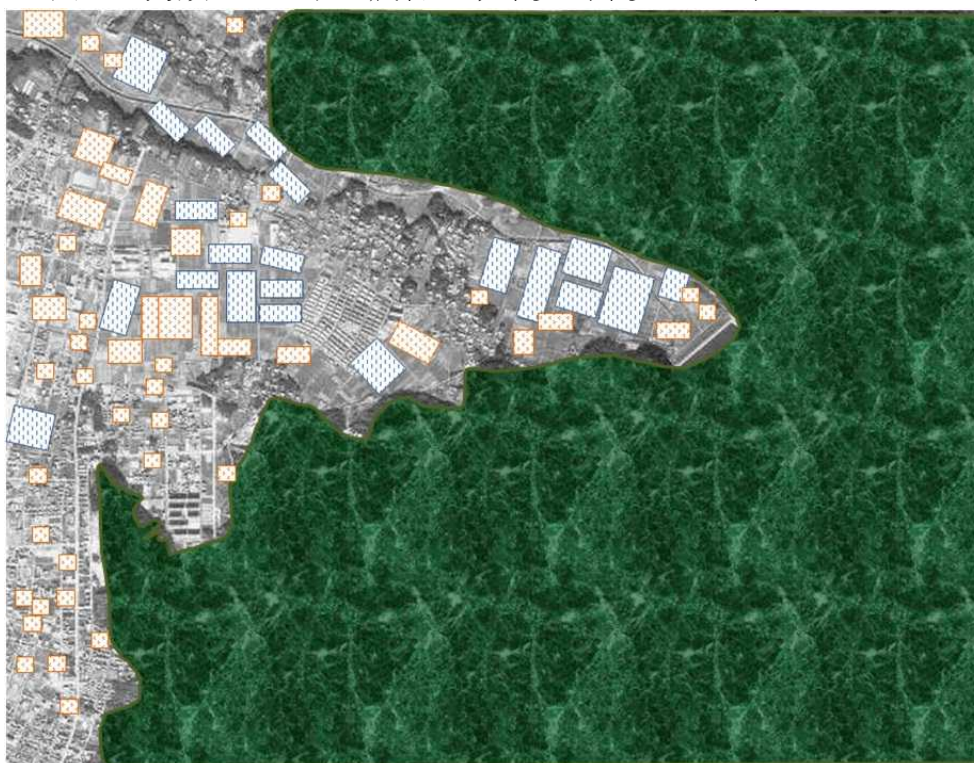
昆虫については、農地以外の場所（荒地、庭先等）でも摂餌することから、鳥類が生息する農村地域環境（環境モデル）の中で、鳥類が摂餌を行う場所（摂餌場所）に占める農地の割合を表3のとおり設定し、これを勘案して、評価対象農薬にばく露されたものの割合を設定することとした。

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% ① ・水田の割合： 5.0% ② ・非水田の割合： 7.5% ③
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% (② / (100-①)) ・補正後非水田割合：21% (③ / (100-①))

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 1013 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。

④ 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1214、15)を参照。これを踏まえ、農薬を一定面積(1ha)に一定量(有効成分に換算して1kg-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。

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

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。

⑤ 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

① 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。

② 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。）。

③ 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。

④ 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。

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

⑤ 農薬ばく露量(D)

下式により算定する。

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

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。

水稻の残留農薬濃度[mg/kg-diet]

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

※ 水稻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

~~推計方法は未確立。~~

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（水稻以外の作物は、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22 g（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。

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

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 [4316](#) 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4417を参照。）、この手法により種間差が相当程度解消される。

$$Adj. LD_{50} = LD_{50} * (AW/TW)^{(X-1)}$$

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ない限り区別せず、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 1417 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、

AW = 22 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 (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 II 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) 水稻、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。
- ・ 地域で同時期に一斉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①：

剤Aについて、初期評価及び二次評価の結果、水稻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、鳥類の摂餌する水稻のすべてが、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②：

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(リスク評価手法は未確立)

- ・ 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③：

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。
- ・ 地域で同時期に一斉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
メビンホス	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④：

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

~~本マニュアルは、鳥類に対する農薬ばく露評価のうち種子処理に係るばく露シナリオが、データ不足のため推計方法が確立していないことから、当面、推計に必要なデータ収集を行った上で、ばく露シナリオを完成させて最終版のマニュアルにする必要がある。~~

~~さらに、~~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。

- ① 指標種の拡大
- ② 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）
- ③ ばく露シナリオの拡大
- ④ 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