

渡邊 美鈴

(環境省 水・大気環境局 土壌環境課 農薬環境管理室)

1. はじめに ～環境省における農薬取締法に基づく農薬のリスク評価・管理について～

農薬は人を初めとする動植物に影響を与えうる物質であり、それを意図的に環境に放出することから、市場に出回る前に安全性について審査するとともに適切な方法で使用されることが不可欠である。そこで、農薬取締法に基づき毒性や農作物等への残留性といった安全性に関する審査を事前に行い、農林水産大臣の登録を受けた農薬でなければ製造、販売、使用はできないこととなっている。また、安全な使用を確保するため、適用作物、使用方法等の遵守や周辺環境への配慮など、農薬使用者が遵守すべき基準が定められている。

このように農薬は農薬取締法に基づきリスク評価・管理が実施されているが、このなかで、環境省では農薬の登録を認めるか否かの安全性に関する登録段階での審査基準のうち、①作物残留、②土壌残留、③水産動植物の被害防止及び④水質汚濁に関する基準（農薬登録保留基準）を設定している。農林水産大臣は、申請された農薬ごとにこれらの基準に該当しないことを確認してから登録することとなっている。

Assessment of the Effects of Airborne Pesticides Conducted by Ministry of the Environment

Misuzu Watanabe

(Agricultural Chemicals Control Office, Soil Environment Management Division, Environment Management Bureau, Ministry of the Environment)

Ministry of the Environment started in fiscal year 2010 a 5-year project entitled “Assessment of the Effects of Airborne Pesticides”. The purpose of this project is to establish methods for human health risk assessment and management of pesticide spray drift occurring in the aerial applications of pesticides by unmanned helicopters.

2. 無人ヘリコプター散布農薬の大気経路による飛散リスク評価・管理

(1) 事業の概要

大気を経由した農薬ばく露については、農薬取締法上の規定はないが、環境省は、平成9年に有人ヘリコプターを用いた航空防除により散布された農薬を対象に気中濃度評価値を設定し、リスク評価を行った。その後、有人ヘリコプターから無人ヘリコプターへと散布形態が大きく変化するとともに、使用農薬も大きく変化してきたが、無人ヘリコプターにより散布した農薬の大気を経由したばく露についてこれまでリスク評価が行われていない。

このような現状を踏まえ、環境省においては平成22年から26年までの事業において、無人ヘリコプターにより散布される農薬について大気経路による人への健康影響に関する適切なリスク評価・管理手法として、農薬吸入毒性試験に基づく毒性評価及びモニタリングデータを踏まえた農薬飛散暴露量のシミュレーションモデルを用いたばく露評価によりリスク評価を行うとともにその評価を踏まえて提案されるリスク管理措置を提案することとした。本年度は5年間の事業のうち4年目であるが、現段階での本事業におけるリスク評価の状況について報告する。

(2) リスク評価の対象

無人ヘリコプターにより散布された農薬のリスク評価対象者は散布に係る防護具等を付けていない一般市民とした。また、ばく露経路については、①大気中で浮遊している液状噴霧微粒子及び揮散した農薬成分を吸入することによるばく露（経気道ばく露）及び②噴霧された農薬の液体噴霧微粒子の落下・付着した成分を経皮吸収することによるばく露（経皮ばく露）を対象とした。

また、農薬のばく露については、散布地点からの距離及び散布後の時間経過により減衰していくこととなる。このため、距離については、風下側0～100mまでを10mずつ区分した10地点についてシミュレーションにより推定した。また、経過時間については、経気道によるばく露は、散布中（1時間）及び散布後について揮散によるばく露量をシミュレーションにより推定した。同じく、経皮によるばく露は、散布中（1時間）に落下するミストばく露について、シミュレーションにより1時間分を積算して推計した。

(3) 毒性評価

経気道によるばく露の毒性評価値として、人の健康を保護する観点から、無人ヘリコプターにより散布される農薬による人の健康への影響を評価する際の目安となる気中濃度評価値を設定することとし、吸入毒性試験結果を基に適切な安全幅を見込んだ許容一日経気道ばく露量から算定することとした。具体的には、評価対象農薬のうち、吸入毒性試験を実施した農薬について、個別に許容一日経気道ばく露量を算定し、そこから気中濃度評価値を算出し毒性評価を行った。一般に、気中濃度評価値以下の濃度であれば、この期間吸入を続けたとしても人の健康に好ましくない影響が起きることはないと考えられる。そのため、気中濃度が短期間わずかにこの値を超えることがあっても、直ちに人の健康に影響があるというものではないことに留意する。

<気中濃度評価値算出方法>

a. ラットで許容される経気道ばく露量（許容一日経気道ばく露量）

許容一日経気道ばく露量 (mg/kg体重/日)

＝ラットの亜急性吸入無毒試験の無毒性量 (mg/kg体重/日) × 1/100 (種差、個体差)

b. 気中濃度評価値

a. で求められたばく露量から人の呼吸量を用いて以下で気中濃度評価値を設定する。

気中濃度評価値 (mg/m³) = 許容一日経気道ばく露量 (mg/kg体重/日)

/ {呼吸量 (L/min/kg体重) × 1/1000m³/L × 60min × 24h / 日}

経皮によるばく露の毒性評価値として、許容一日摂取量 (ADI) から算定することを検討したが、経気道によるばく露における毒性評価は亜急性吸入毒性試験の無毒性量から算出した気中濃度評価値で行っており、これにシミュレーションモデルを用いて算出した短期間のばく露評価と比較してリスク評価を行っていることなど、経皮によるばく露の毒性評価についても、農薬の食品健康影響評価の各種試験の毒性評価等を活用しつつ、経気道によるばく露と同様、亜急性経口毒性試験（登録農薬についてはデータが存在）の結果から算定する手法が可能ではないかと考えられる。

上記を踏まえて、農薬の食品健康影響評価の各種試験の毒性評価を活用しつつ亜急性経口毒性試験から経皮によるばく露の毒性評価値を算定する手法について、引き続き検討することとした。

(4) 大気経路ばく露評価

無人ヘリコプターにより散布された農薬について、大気経路のばく露を評価する際に、実測による評価は、多大な労力と経費が必要である上、立地条件、気象条件や農薬の種類によって、モニタリングデータが大きくばらつき適切なばく露評価ができなくなることが懸念される。このため、シミュレーションモデルを利用し、大気ばく露評価の一般化を図ることとした。具体的には、大気ばく露評価シミュレーションは、粒子状とガス状の農薬に分けて評価を行った。それぞれ既存のモデルを利用し、これを組み合わせて総合的に評価を行うこととした。

シミュレーションモデルの前提条件として、無人ヘリコプターによる農薬散布における標準的な立地の条件を環境モデルとして設定した。また、無人ヘリコプター散布時の気象条件や散布条件、作物への付着率等を標準シナリオとして設定することとした。なお、これらの設定に当たっては、安全サイドに立って、現実的な範囲で Worst Case となるように設定した。シミュレーションモデルを用いて風下側における大気ばく露評価シミュレーションを実施した。

無人ヘリコプターによる農薬飛散の実態モニタリングを行った農薬について、モニタリングデータと算出したシミュレーションモデルの結果と比較・検証を実施したところ、シミュレーションにより算出されたデータは、モニタリングで得られた実際の濃度と同等又は上回ったデータが多く、安全側に立ってばく露量を評価することが可能であると考えられた。

(5) リスク評価・管理

(3) 毒性評価及び(4) 大気ばく露評価を踏まえ、「経気道によるばく露に係る無人ヘリコプター散布による農薬のリスク評価」を行うこととした。なお、経皮によるばく露に係るリスク評価は、経皮によるばく露に係る毒性評価値を算定する手法について検討を行った上で実施することとしている。

経気道によるばく露については、農薬散布時のミスト及び揮散した農薬成分を吸入することによる平均経気道ばく露濃度と気中濃度評価値を比較して、下記の条件を満たすか評価を行うものとした。

平均経気道ばく露濃度 < 気中濃度評価値

評価は、亜急性吸入毒性試験に基づき気中濃度評価値を算出した農薬について行った。平均経気道ばく露濃度は、当該濃度を継続して吸入した場合の亜急性毒性に基づき算出された気中濃度評価値と比較するものであることから、平均とする経気道によるばく露の期間については、毒性試験の期間を踏まえて設定することが適切である。一方、経気道によるばく露については、農薬の物理化学性状によりその程度は様々であるが、通常、散布初期に高く、急速に減少する。これらを踏まえ、今回の評価に当たってはより安全側に立って毒性試験期間の約1/10となる3日間の平均を用いることとし、3日間の経気道ばく露濃度の平均が最も高い、散布開始から3日後までの平均濃度を平均経気道ばく露濃度として算出することとした。

亜急性吸入毒性を得た農薬について評価を行った結果、気中濃度評価値と平均ばく露濃度が最も近接していた農薬の気中濃度評価値に占める平均ばく露量は、ほ場に接している0～10m地点においても約7.7%にすぎなかった。

今回シミュレーションを行った剤において、亜急性吸入毒性試験のデータがない農薬もあり、今後さらにデータを蓄積することによって科学的評価の高度化を図ることが必要である。なお、気中濃度評価値が設定できない農薬のリスクについてADI値を用いて考察を試みたところ、亜急性吸入毒性を得た剤のうち気中濃度評価値が最も低い農薬は、ADIについても最も低かった。経口投与の慢性毒性結果をもって亜急性吸入毒性の評価を単純に推測することはできないが、一般的には慢性毒性が高いものは亜急性吸入毒性も高い傾向があると推定される。このことを踏まえると、現在気中濃度評価の得られている剤以外の農薬のADIは、気中濃度評価値が最も低い農薬のADIより小さいものではなく、すでに気中濃度評価値が設定されている農薬より値の小さい評価値が設定される可能性は低く、今回評価を行った水稲に散布された農薬による経気道ばく露ではリスクの懸念は低いと考えられた。この結果、新たなリスク管理措置を講じなければならない状況ではないと考えられた。今後は経皮によるばく露に係るリスク評価の結果を踏まえて検討することとする。

(6) 今後の課題

今後の課題としては、①経皮によるばく露の毒性評価の方法の検討、②大気ばく露評価シミュレーションモデルの信頼性について検証、③亜急性吸入毒性試験に係る情報を収集、④シミュレーションモデルや評価の仕組みのマニュアル化などがあげられる。

3. その他の取組

環境省における農薬に関するリスク評価・管理のその他の取り組みについて紹介する。

(1) 鳥類の農薬リスク評価・管理手法マニュアル

陸域生態系については、リスク評価・管理の手法が確立しておらず、第3次環境基本計画でも検討が必要とされていたところである。このため、環境省では平成20年度から「農薬による陸域生態リスク評価・技術開発調査」を実施し、陸域生態系への農薬影響の評価のあり方等を検討した。その結果、高次消費者に位置付けられる生態的地位、農薬の標的外生物であること等から、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」を作成し、農薬メーカー等にこれに基づく評価の実施を求めている。

(2) 住宅地等における適正使用の推進

農薬使用者が守るべき基準においては、ヒトや環境への悪影響を防止するため、食用農作物に農薬を使用するときは農薬のラベルに記載されている適用作物、使用方法等を順守しなければならないことや住宅地周辺で農薬を使用するときは農薬の飛散防止措置を講じるように努めなければならないことが定められている。

この農薬使用基準の規定を踏まえ、平成19年1月に「住宅地等における農薬使用について」の通知を発出し、施設管理者や防除業者などを含む農薬使用者を対象に飛散防止措置の実施や周辺への事前周知の徹底を図り、ヒトや環境への悪影響防止を推進している。その後、より分かりやすく具体的な手法等を盛り込む形で、平成25年4月に改めて発出した。

(3) 公園・街路樹等病害虫・雑草管理マニュアル

公園、緑地や街路樹等の管理での農薬飛散によるリスク軽減に資するため、平成20年5月、「公園・街路樹等病害虫・雑草管理暫定マニュアル」を策定し、さらに平成22年5月にこれを改訂し、農薬散布における立入制限の措置の項目等を盛り込んだ。これまでに地方自治体や関係団体等への冊子の配布・説明会の開催に努めてきた。

また、公園マニュアルに基づく農薬の適正な使用をさらに普及啓発していくため、公園マニュアルの普及や公園マニュアルを活用した優良事例を地方自治体等から収集し、平成25年4月に事例集を作成・公表した。