

農薬の大気経路による飛散リスク評価・管理対策の概要

1 目的

病虫害防除の主要な手段である無人ヘリコプターにより散布される農薬（表 1）について、大気経路による人への健康影響に関する毒性評価手法及びばく露評価手法を検討し、当該評価手法による主要な農薬のリスク評価及びリスク管理手法を検討するため、平成 22～29 年度に農薬の大気経路による影響評価事業を実施した。

表 1 無人ヘリコプターによる散布等の実施状況（単位：ha）

年度	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
水稻防除	838, 156	851, 822	884, 308	931, 095	928, 786	923, 365	910, 927
麦類防除	60, 730	61, 351	63, 626	57, 152	60, 954	70, 989	65, 932
大豆防除	57, 905	51, 409	52, 906	52, 258	52, 748	58, 059	59, 118
その他	6, 459	6, 556	6, 202	6, 779	7, 348	7, 565	10, 729
合計	963, 250	971, 138	1, 007, 042	1, 047, 284	1, 049, 836	1, 057, 978	1, 046, 706

注 1）平成 28 年度はドローン（684ha）を含む。

注 2）無人ヘリコプター用農薬（水稻用）の登録数は 254 農薬（平成 30 年 3 月現在）

2 リスク評価の対象

【対象者】散布に係る防護マスク等を付けていない一般市民（通行者及び近隣住民）。

継続的に遮へい物がない状況で、かつ、その場で長期間（最大 28 日間）留まり続けるとの条件で評価。

【対象とするばく露経路】経気道によるばく露について、大気中で浮遊している液状噴霧微粒子（ミスト）及び揮散した農薬成分を吸入することによるばく露について評価。ミストについては、散布終了後は速やかに散逸又は落下するものと考えられることから、散布終了後は揮散によるばく露について評価。

【評価対象農薬】無人ヘリコプター用農薬のうち、検討開始当初（平成 21～23 年度）の使用量が多く、反復吸入毒性試験データが得られた以下の 12 剤について評価。

（殺菌剤）フェノキサニル、フェリムゾン、フサライド、メプロニル

（殺虫剤）エトフェンプロックス、クロチアニジン、クロマフェノジド、ジノテフラン、シラフルオフェン、フェニトロチオン、フェノブカルブ、ブプロフェジン

3 評価手法

(1) 毒性評価手法

28 日間反復吸入毒性試験の無毒性量から、次の式を用いてリスク評価に用いる気中濃度評価値を算出した。

$$\text{気中濃度評価値 [mg/m}^3\text{]} = \text{反復吸入毒性の無毒性量 [mg/m}^3\text{]} \times 1/100^{*1} \times (6 \text{ 時間}/24 \text{ 時間} \times 5 \text{ 日}/7 \text{ 日})^{*2}$$

※1 種間差 10×個体差 10＝安全係数 100。無毒性量が得られなかったフェノブカルブについては追加の係数 10 を追加し、安全係数を 1,000 とした。

※2 一日 6 時間、週 5 日間ばく露させた試験結果を連続ばく露に補正するための換算。ただし、エトフェンプロックスについては、90 日間の反復級入毒性試験の無毒性量を用いた。

なお、急性の吸入毒性試験では無毒性量が得られないことから、短期の気中濃度評価値の設定は困難であるが、一般的に反復毒性試験は急性毒性試験よりも少ない試験物質のばく露濃度で影響が発現する（毒性影響は強くなる）と考えられることから、短期の毒性評価についても当該値を使って評価を実施した。

（2）ばく露評価手法

（第 1 段階評価）

無人ヘリコプターで散布される農薬の大気経路による人へのばく露を評価するため、大気ばく露評価シミュレーションモデルにより、ばく露濃度を推定した。

【環境モデル】水田ほ場の規模は東西 210m、南北 200m、地表面の起伏なし。

【標準シナリオ】無人ヘリコプターの主要機種の仕様及び「産業用無人ヘリコプターによる病害虫防除実施者のための安全対策マニュアル」（一般社団法人農林水産航空協会）を基に各種パラメーターを設定。気象条件はモニタリングデータによるシミュレーションの検証が可能である新潟県の平成 14～23 年の 8 月の平均気象データ等を活用。

（第 2 段階評価）

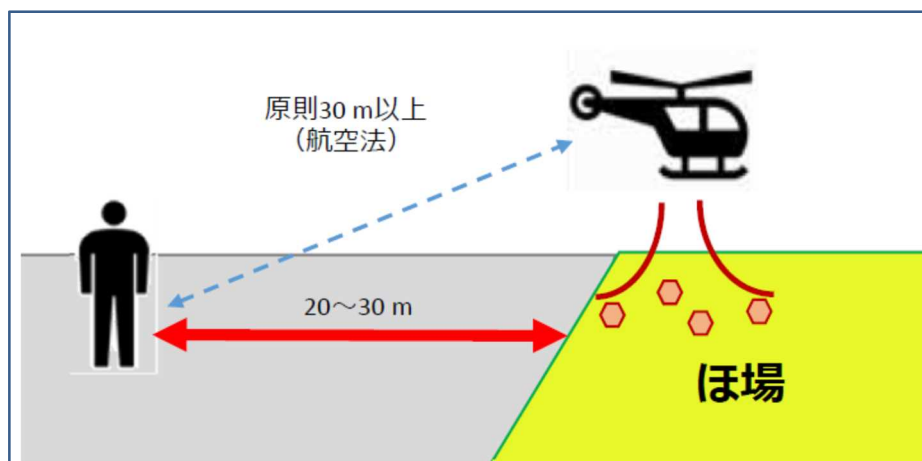
第 1 段階評価で推定ばく露濃度が気中濃度評価値を超過する場合は、農薬の消失要因として大気への揮散に加え、農薬の作物体への吸着を考慮したより精度を高めたシミュレーションを実施した。

（3）リスク評価手法

（1）及び（2）で得られた値から、評価地点において以下の条件を満たすかどうかを確認した。

シミュレーションで得られたばく露濃度 < 気中濃度評価値

【評価地点】 航空法により、無人ヘリコプターは人および物件から 30 m 以上離れて飛行することが標準的に定められていることから、評価地点は風下側散布場所の縁から 20～30 m 地点と設定。



【評価時間】 午前 4 時から 5 時までの 1 時間を散布時間とし、短期評価では、散布開始から 24 時間までは毎時、長期評価では、散布日から 28 日間の各日の午後 12 時から 13 時の 1 時間について評価。

4 リスク評価結果

評価対象農薬 12 剤中 11 剤については、表 2 のとおり、評価地点の散布中のばく露濃度は、気中濃度評価値を下回り、また、散布後のばく露濃度は急速に減衰したことから、これらの剤については無人ヘリコプターによる散布において人への健康影響が懸念される可能性は極めて低いか十分低いと考えられた。

フェノブカルブについては、第 1 段階の評価では評価地点における散布中のばく露濃度が気中濃度評価値を上回っていたため、作物対（稲体）への付着を考慮した第 2 段階評価を実施した。その結果は表 3 のとおりであり、散布中においては、ほ場の縁から 20～30 m の評価地点より近接した 0～20 m の地点では気中濃度評価値の超過が見られたものの、20～30 m の評価地点では気中濃度評価値を下回っていたことから、無人ヘリコプターによる散布において、航空法に規定する標準的な人や物件との距離（30 m）を保ち、農薬を適正に使用する限りにおいては、人への健康影響が懸念される可能性は低いと判断された。

表 2 28 日間の気中濃度評価値とシミュレーションにより推定した
農薬散布中の 20～30m の推定ばく露濃度

農薬成分名	28 日間の 気中濃度評価値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	距離 20～30m における ばく露濃度 散布中 (午前 4～5 時) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ばく露濃度 ／気中濃度評価値×100 (%)
エトフェンプロックス	450	1.20	0.267
クロチアニジン	188	0.39	0.207
クロマフェノジド	195	0.15	0.077
ジノテフラン	5,200	0.59	0.011
シラフルオフェン	1,054	1.45	0.138
フェニトロチオン (MEP)	6.79	3.28	48.3
フェノキサニル	286	0.30	0.105
フェノブカルブ (BPMC)	1.25	3.10 (1.19)	248 (95.2)
フェリムゾン	389	1.53	0.393
フサライド	350	1.52	0.434
ブプロフェジン	200	1.19	0.595
メプロニル	1,102	2.37	0.215

注) フェノブカルブの () 内は作物体付着を考慮した第 2 段階のシミュレーション値。

表 3 フェノブカルブ散布中の 0～100m の距離別推定ばく露濃度
(28 日間の気中濃度評価値 $1.25\mu\text{g}/\text{m}^3$)

距離 (m)	シミュレーションによるばく露濃度 (単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	第 1 段階	第 2 段階
0～10	4.36	1.68
10～20	3.61	1.39
20～30 (評価地点)	<u>3.10</u>	<u>1.19</u>
30～40	2.84	1.09
40～50	2.68	1.03
90～100	2.28	0.87

5 リスク管理措置

今回の評価は、散布中の一時的なばく露についての急性の吸入毒性情報に制約がある中で実施したものであり、より安全側に立った評価を実施しているが、フェノブカルブについては、評価地点よりも近接した場所での散布中の影響の有無については明らかでないことから、より安全性を高めるため、以下のリスク管理措置を講じることが望ましいと提案された。

- ◆ 学校、住宅、公園、公道等に近接するほ場で当該農薬を使用する必要がある場合には、これらの施設に近い側から散布を開始し、住民の活動開始までに十分な余裕をもって終了する。
- ◆ 周辺に学校、住宅、公園、公道等が近接している場合には、他の農薬での代替ができないかどうかを検討する。
- ◆ これらの措置がとれない場合には、農薬散布後 1 時間を目安に、散布ほ場周辺（散布箇所から 20 m 以内を目安）においてばく露防止措置を講じる。
適切なばく露防止措置の例としては以下のものが考えられる。
 - 人の立入制限（屋外）
 - 立入制限が困難である場合には、当該区域内において屋外に長く留まらないよう住民に対する事前周知及び立て看板や旗による区域の提示等

【参考】

1 検討委員

○農薬の大気経路による飛散リスク評価検討会委員

氏名	所属・役職（当時）	在任期間
有田 芳子	主婦連合会会長・環境部長	H22～29 年度
上路 雅子	一般社団法人日本植物防疫協会理事長	H22～29 年度
島村 裕二	全国農業協同組合連合会 営農販売企画部 営農・技術センター残留農薬検査室長	H28～29 年度
白石 寛明	国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク・健康研究センターフェロー	H22～29 年度
宮原 佳彦	農業食料工学会事務局長	H22～29 年度
森田 昌敏 (座長)	元国立大学法人愛媛大学農学部教授	H22～29 年度
矢口 直輝	長野県農業試験場環境部専門研究員	H28～29 年度
與話 靖洋	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター生物多様性研究領域長	H22～29 年度
岩淵 博己	全国農業協同組合連合会 営農販売企画部 営農・技術センター農薬研究室環境・化学担当主任研究員	H25～27 年度
川幡 寛	全国農業協同組合連合会 営農販売企画部 営農・技術センター農薬研究室長	H22～24 年度
富田 恭範	茨城県農業総合センター園芸研究所研究調整監	H22～27 年度

○農薬吸入毒性（・経皮毒性）評価部会委員

氏名	所属・役職（当時）	在任期間
上路 雅子	一般社団法人日本植物防疫協会理事長	H22～29 年度
小川 久美子 (H27 年度から 部会長)	国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター病理部長	H22～29 年度
坂部 貢	東海大学医学部教授・医学部長	H22～29 年度
平塚 明	東京薬科大学薬学部教授	H22～29 年度
鰐淵 英機	大阪市立大学大学院医学研究科教授	H22～29 年度
井上 達 (部会長)	日本大学医学部機能形態系客員教授	H22～26 年度

2 事業請負者

一般財団法人残留農薬研究所