

参考資料6

農薬使用者安全評価の暴露評価に係る補足事項について（キャビン付きスピードスプレーヤについて）

（令和6年10月24日 農業資材審議会農薬分科会農薬使用者安全評価部会（第17回）資料）

1. 背景

第14回農業資材審議会農薬分科会農薬使用者安全評価部会において、農薬使用時の暴露を低減するための工学的対策（キャビン付き散布機、無人散布機、密閉型農薬容器、水溶性パック入り製剤等）を農薬使用者への安全評価に組み込むことを検討することとなった。

今回、キャビン付きスピードスプレーヤを用いた場合の暴露量推計に関連する情報を収集し、農薬使用者安全評価の考え方を整理したので、検討いただきたい。

2. キャビン付きスピードスプレーヤの暴露量推計に関連する情報

（1）キャビン付きスピードスプレーヤの普及状況について

我が国ではキャビンなしのスピードスプレーヤが一般的に普及しているが、農業機械メーカーからの聞き取りによると、キャビン付きのものも2000年頃から導入されており、令和4年のスピードスプレーヤの出荷台数は、1,500台程度であり、うち200台程度がキャビン付きのものであった。

キャビンなしのスピードスプレーヤ



キャビン付きのスピードスプレーヤ



（国内メーカー提供）

(2) 現行のスピードスプレーヤによる単位暴露量について

表 1 に、現行の予測式における果樹の機械散布作業の単位暴露量を示す。当該単位暴露量は、キャビンなしのスピードスプレーヤでの農薬使用者暴露データに基づき設定されている。

表 1 予測式における果樹の機械散布単位暴露量¹

予測式分類	散布方法	単位暴露量 (μg ai/g ai 使用量) / 経路			
		頭	その他	手	吸気
果樹 (立体)	機械散布	14	92	6.4	0.011
果樹 (棚)	機械散布	27	150	17	0.14

(3) 欧米での評価状況

国内のキャビン付きスピードスプレーヤによる農薬使用者暴露データはないが、欧米では、スピードスプレーヤと類似した使用方法において、キャビン付き散布機による農薬使用者暴露データに基づき、キャビン付き散布機の暴露量推計のための予測式が設定されている。

① EU

表 2 のとおり、EU では、果樹などの背の高い作物に上向きに薬液を機械散布 (HCVM) する場合の予測式において、キャビンの有無で異なる式が設定されており、キャビン有りの場合、キャビン無しの場合と比べて暴露量が低減される。

ただし、予測式は、キャビンの窓の開閉状態が様々なデータに基づいた暴露量であり、窓を閉め切ったキャビンでの暴露量を示すものではない²。

表 2 EU の上向き機械散布における予測式 (EFSA2022³の Annex E、Table5 より)

App-HCVM-75 th perc. OUT (High Crop Vehicle-Mounted) (背の高い作物への乗用型機械散布)	暴露部位	予測式: $\log \exp = \alpha \cdot \log TA + [\text{cabin}] + \text{constant}$ 単位: μg/人
	Total hands (手全体)	$\log D_{A(H)} = 0.89 \cdot \log TA + 0.28 [\text{no cabin}] + 3.12$
	Protected hands (保護された手)	$\log D_{A(Hp)} = \log TA + 1.55$
	Total body (身体全体)	$\log D_{A(B)} = \log TA + 0.48 [\text{no cabin}] + 3.47$
	Protected body (保護された身体)	$\log D_{A(Bp)} = \log TA + 0.23 [\text{no cabin}] + 1.83$
	Head (頭)	$\log D_{A(C)} = \log TA + 1.89 [\text{no cabin}] + 1.17$

¹ 農薬の登録申請において提出すべき資料について (平成 31 年 3 月 29 日付 30 消安第 6278 号農林水産消費・安全局長通知 別添 別紙 1: 農薬使用者への影響評価ガイドンス より抜粋)

² Joint development of a new Agricultural Operator Exposure Model Project Report

<https://www.bfr.bund.de/cm/350/joint-development-of-a-new-agricultural-operator-exposure-model.pdf>

³ Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2022.7032>

	Inhalation (吸入)	$\log I_A = 0.57 \cdot \log TA + 0.82 [\text{no cabin}] + 0.99$
--	-----------------	---

TA : total amount of active substance applied per day (in kg a.s./day) 1日当たり適用有効成分量

② 米国

表3のとおり、米国では、日本の果樹機械散布と類似のエアブラスト (Airblast sprayer) において、開放型のオープンキャビン (Open Cab) と窓を閉め切ったクローズドキャビン (Enclosed Cab) のそれぞれで農薬使用者暴露データが取得されており⁴⁵、それぞれのデータに基づき単位暴露量が設定されている。

クローズドキャビンの単位暴露量は、オープンキャビンの単位暴露量よりも低く、クローズドキャビンを用いた場合、暴露量が大きく低減されることが示されている。

表3 米国のエアブラストの予測式(EPA2021⁶より作成)

USEPA / Office of Pesticide Programs / Health Effects Division Occupational Pesticide Handler Unit Exposure Surrogate Reference Table (USEPA/農薬プログラム/健康影響部門 職業的農薬取扱者の単位暴露量参照表)			
Exposure Scenario (暴露シナリオ)	Exposure Route (暴露経路)	Personal Protective Equipment (PPE) Level (防護装備の種類)	Unit Exposure ($\mu\text{g/g ai}$) ¹⁾ (単位暴露量)
Applicator, Open Cab Airblast (散布者、オープンキャビン、エアブラスト)	Dermal (経皮)	Single layer, no gloves(A) (単層の衣服、手袋なし)	3.90212
		Single layer, gloves (単層の衣服、手袋)	3.50529
		Single layer, gloves, chemical resistant hat (単層の衣服、手袋、薬品耐性帽子)	0.47399
		Double layer, gloves(B) (二層の衣服、手袋)	3.26279
		Double layer, gloves, chemical-resistant hat(B) (二層の衣服、手袋、薬品耐性帽子)	0.31085
		Engineering control (Enclosed Cab)²⁾ (工学的対策 (クローズドキャビン))	0.03219
	Inhalation (吸入)	No Respirator (呼吸用保護具なし)	0.01038
		PF10(C) (防護係数 10 の呼吸用保護具)	0.00104
		PF50(D) (防護係数 50 の呼吸用保護具)	0.00021
		Engineering control (Enclosed Cab)²⁾ (工学的対策 (クローズドキャビン))	0.00015

1): Unit exposure の単位をオリジナルの「 $\mu\text{g/lb ai}$ 」から「 $\mu\text{g/g ai}$ 」に換算している (1 lb = 453.6 g)。

2): 「単層の衣服 (長袖・長ズボン、靴、靴下) と手袋を着用、呼吸用保護具なし」のデータに基づく。

(A) “No glove” hand exposure back-calculated from available “gloved hand” exposure data by multiplying by 10 (i.e., chemical-resistant gloves are assumed to reduce hand exposure by 90%).

(B) “Double layer” body exposure calculated from available “single layer” body exposure data by dividing by 2 (i.e., an additional layer of clothing is assumed to reduce body exposure by 50%).

(C) “PF10” respirator exposure calculated from available “no respirator” exposure data by dividing by 10 (i.e., a PF10 respirator is assumed to reduce inhalation exposure by 90%).

(D) “PF50” respirator exposure calculated from available “no respirator” exposure data by dividing by 50 (i.e., a PF50 respirator is assumed to reduce inhalation exposure by 98%).

⁴ Review of Agricultural Handler Exposure Task Force (AHETF) Monograph: Open Cab Airblast Application of Liquid Sprays https://downloads.regulations.gov/EPA-HQ-ORD-2011-0124-0003/attachment_1.pdf

⁵ Review of Agricultural Handler Exposure Task Force (AHETF) Monograph: Closed Cab Airblast Application of Liquid Sprays <https://downloads.regulations.gov/EPA-HQ-ORD-2010-0970-0021/content.pdf>

⁶ Occupational Pesticide Handler Unit Exposure Surrogate Reference Table
<https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-05/documents/occupational-pesticide-handler-unit-exposure-surrogate-reference-table-may-2021.pdf>

オープンキャビン エアブラスト



クローズドキャビン エアブラスト



(4) キャビン付きスピードスプレーヤーメーカーへの聞き取り結果

キャビン付きスピードスプレーヤーの実態を把握するため、国内メーカーに聞き取ったところ以下のとおりであった。

- ①国内で使用されているキャビン付きスピードスプレーヤーは、過去に販売したものも含めて、500L、600L、1000L のキャビン付きスピードスプレーヤーがある。棚果樹用に車高の低いスピードスプレーヤー（1200mm～1370mm）も開発されている。キャビン内の農薬使用者への暴露量を定量したデータは各社持ち合わせていないが、キャビン付きスピードスプレーヤーは、機種に依らず以下の特徴がある。

ア 現在製造しているキャビンのフレームは FRP 製（繊維強化プラスチック：Fiberglass Reinforced Plastics）であり、FRP は、小型ボートの船体に用いられる素材で耐水性が高い（過去には鉄製の製品もあり）。

フレームと窓ガラスでキャビン内の乗員を完全に囲む構造をしており、窓を閉め切っていれば雨水や農薬の散布液がキャビン内に侵入する可能性は低く、実際に散布中にキャビン内の乗員の衣服が濡れたり湿ったりすることはない（開発時にシャワーテストによりキャビン内に液滴が侵入しないことを確認）。

イ キャビン内の床には、ケーブル、配線、配管を通すための隙間があるが、これ

らの隙間から農薬の散布液ミストが直接侵入する可能性は、隙間の形状、大きさ、場所等から低いと考える。

ウ 空調は、内気循環のみのエアコンを装備しており、外気の取り込み機能はないため、農薬の散布液ミストが空調からキャビン内に侵入する可能性はない。実際に、使用者からキャビン内に農薬の散布液ミストが侵入したといったクレームを受けたことはない。

- ②上記のことから、通常、農薬の散布液ミストがキャビン内に直接侵入する可能性は低く、キャビン付きスピードスプレーヤーは、農薬使用者の暴露量低減対策として有効であると考えられる。

ただし、キャビンは完全な密閉状態ではないため、目には見えない微細な散布液のミストやダストが入る可能性がゼロとまではいえず、暴露の可能性が全くないとはいえないのではないかと考える。

また、キャビンの外で作業を行う場合もあることから、作業に見合った適切な服装とすることを推奨している。

- ③米国のトラクタ牽引式のエアブラストスプレーヤーの使用者暴露データに基づく単位暴露量を日本の自走式のスピードスプレーヤーの評価に適用できるかどうかの判断はできない。米国では圃場が大規模であり散布面積が広く投下薬量が多い反面、使用している牽引式のエアブラストスプレーヤーはタンク容量も 2000～3000L と大型であり散布装置と乗員の位置が自走式のスピードスプレーヤーに比べて離れていることから、乗員の居るキャビンへの暴露の仕方や暴露する量が同じとはいえないのではないかと考える。ただし、暴露の仕方、暴露する量、機械のタイプが違っていても、キャビンの有無による暴露の比率（低減率）はそれほど変わらないと考えてよいのではないかと考える。

3. 方針（案）

- （1）米国のオープンキャビンとクローズドキャビンの単位暴露量の比較から、キャビン付き散布機は農薬使用者への暴露量を低減する工学的対策として有効であることが示されている。
- （2）国内のキャビン付きスピードスプレーヤーのメーカーへの聞き取りにおいても、窓を閉め切った状態のキャビンにミストや液滴が直接侵入する可能性は低いとの見解であり、スピードスプレーヤー散布における農薬使用者暴露量の低減に有効な工学的対策であると考えられる。
- （3）他方、国内のキャビン付きスピードスプレーヤーを用いた農薬使用者暴露データは得られていないため、米国のエアブラストのオープンキャビンの単位暴露量とクローズドキャビンの単位暴露量の比率をキャビン付きスピードスプレーヤーの透過率として用いることとしてはどうか。
- （4）具体的には、キャビン付きスピードスプレーヤーを使用する場合の施用時の経皮暴露に対する透過率を 1%、吸入暴露に対する透過率を 2%としてはどうか。

表3の米国のクローズドキャビンの単位暴露量を、防護装備が同じ条件（単層の衣服＋不浸透性手袋＋呼吸用保護具なし）のオープンキャビンの単位暴露量と比較して、クローズドキャビンの透過率を算出。

- ・ 経皮：0.9 % (0.03219/3.50529 µg/g ai)
- ・ 吸入：1.4 % (0.00015/0.01038 µg/g ai)

(5) キャビン付きスピードスプレーヤで散布することを条件に登録する場合には、施用時には長ズボン・長袖の作業衣を標準装備とし、(4)のキャビン付きスピードスプレーヤの透過率に長ズボン・長袖の作業衣の透過率(※)を乗じて推定した農薬使用者暴露量と調製時の農薬使用者暴露量の合算値がAOEL及びAAOELを超えないことを確認した上で、キャビンへ乗降する際やキャビン外での作業時における農薬への暴露の可能性も考慮して、以下の被害防止方法を付すこととしてはどうか。

- ・ 防護装備：
 - 〔散布者〕長ズボン・長袖の作業衣
- ・ その他の被害防止方法：
 - 「キャビン付き乗用型散布機による散布中は、キャビンの窓を開けないこと。キャビンの外で作業を行う際は、農薬用マスクと不浸透性手袋も着用すること。」

※申請者が、キャビン内においても、より透過率の低い農薬用マスク（DL2・DS2・RL2・RS2）やその他の防護装備（不浸透性防除衣、フード付き不浸透性防除衣、不浸透性手袋等）を付すことを提案している場合は、キャビンによる透過率と当該防護装備の透過率を農薬使用者暴露量の推定に用いる。また当該防護装備を被害防止方法に規定する。

(6) 当該対応案が了承されれば、表4の内容を第6回部会決定「予測式に分類していない使用方法についての使用者安全確保の考え方」に追加する（別紙）。

表4 キャビン付きスピードスプレーヤについての農薬使用者への暴露評価

暴露に関する 施用法の特徴	施用法 の分類	登録上の使用方法	農薬使用者への暴露評価
農薬に直接接 触しないもの	茎葉散 布	キャビン付き乗用型散布 機による散布 （上記の使用方法は、キ ャビン付きスピードスプ レーヤを使用する場合に 限る）	・ 施用時にキャビンの窓を開けないことを前提に、キャビン付 きスピードスプレーヤを使用する場合の施用時の経皮暴露に 対する透過率は1%、吸入暴露に対する透過率は2%とする。 ・ 施用時には、長ズボン・長袖の作業衣を標準装備（ただし、 キャビンの外で作業する際は、農薬用マスクと不浸透性手袋 も着用）とし、上記のキャビン付きスピードスプレーヤの透 過率に長ズボン・長袖の作業衣の透過率を乗じて推定した農 薬使用者暴露量と調製時の農薬使用者暴露量の合算値が毒性 参照値を超えないことを確認する。

以 上

予測式に分類していない使用方法についての使用者安全確保の考え方

令和4年12月1日決定

令和5年12月8日改訂

令和6年〇月〇日改訂案

(太字斜体が改訂部分)

農薬の毒性の強さ等によりケースバイケースの判断は必要となるものの、農薬の使用方法ごとに、農薬使用者への暴露評価は、原則として以下のとおりとする。

暴露に関する 施用法の特徴	施用法 の分類	農薬登録上の使用方法	農薬使用者への暴露評価
農薬に直接接 触しないもの	施設内 施用	くん煙	・施用中の立ち入りの制限を前提に、暴露は無視できるものとして扱う。
	(無人 散布 法)	常温煙霧	・調製時については、予測式を用いて暴露量を算出し、施用中の立ち入りの制限を前提に、施用中の暴露は無視できるものとして扱う。
	その他	樹幹注入（立木注入処理、 つる注入処理、竹稈注入処 理、株頭注入処理等）	・取り扱う薬剤は少ないが、高濃度の薬液の偶発的な暴露を避けるための不浸透性手袋の着用を前提に、調製時及び施用時の暴露は無視できるものとして扱う。
	空中散 布	（有人航空機による）空中 散布	・薬液の調製・充填の際の暴露のほかは、暴露は無視できるものとして扱う。
	茎葉散 布	キャビン付き乗用型散布 機による散布 （上記の使用方法は、キ ャビン付きスピードスプ レーヤを使用する場合に 限る）	・ 施用時にキャビンの窓を開けないことを前提に、キャ ビン付きスピードスプレーヤを使用する場合の施用時 の経皮暴露に対する透過率は1%、吸入暴露に対する透 過率は2%とする。 ・施用時には、 長ズボン・長袖の作業衣を標準装備 （た だし、キャビンの外で作業する際は、 農薬用マスクと 不浸透性手袋も着用 ）とし、上記のキャビン付きスピ ードスプレーヤの透過率に 長ズボン・長袖の作業衣の 透過率を乗じて推定した農薬使用者暴露量と調製時の 農薬使用者暴露量の合算値が毒性参照値を超えないこ とを確認する。
処理の際のミ ストやダスト の発生が少な いもの	表面処 理	浸漬（種子浸漬、球根浸漬、 苗根部浸漬、株浸漬、さし 穂浸漬、苗木浸漬、種いも 浸漬、切り枝浸漬等）	・取り扱う薬剤は少ないが、高濃度の薬液の偶発的な暴露を避けるための不浸透性手袋の着用を前提に、調製時及び施用時の暴露は無視できるものとして扱う。（浸漬等で足下の暴露が想定される場合は長靴も着用。）
		塗布（切株塗布処理、雑草	

暴露に関する 施用法の特徴	施用法 の分類	農薬登録上の使用方法	農薬使用者への暴露評価
		茎葉塗布等含む)	・原則、不浸透性手袋及び農薬用マスクを着用（施用時には長ズボン・長袖の作業衣も着用）すべきとした上で、急性影響評価に係る暴露量を算出することとする。 ・ただし、同じ有効成分を含有する農薬において、希釈して果樹や樹木に散布する場合の暴露量が毒性参照値を超えない場合には、不浸透性手袋及び農薬用マスクの着用（施用時には長ズボン・長袖の作業衣も着用）を前提に暴露量の算出は省略できるものとし、左欄に掲げる使用法の暴露量についても毒性参照値を超えないものとして扱う。 ・専用の機械による種子処理の場合は、高濃度の薬液の偶発的な接触を避けるための不浸透性手袋及び農薬用マスクの着用（施用時には長ズボン・長袖の作業衣も着用）を前提に、調製時及び施用時の暴露は無視できるものとして扱う。
		種子処理（種子粉衣、塊茎粉衣、球根粉衣、種いも粉衣、さし穂粉衣、種子吹き付け処理、種子塗沫処理等）	
湛水条件で暴露が著しく軽減されるもの	水面施用又は土壌施用	田植同時散布機で施用、側条施用、は種同時散布機で施用、は種同時施薬機を用いて土中施用する等	・同じ有効成分を含有する農薬において、予測式が設けられている使用法の暴露が毒性参照値を超えない場合には、高濃度の薬剤を扱うときの不浸透性手袋の着用を前提に、暴露量の算出は省略できるものとし、左欄に掲げる使用法の暴露量についても毒性参照値を超えないものとして扱う。
		原液湛水散布（手振り散布、無人航空機を使用等）	
		水口施用（液剤のみ）	

以 上