

農薬使用者安全評価における暴露評価に係る補足事項について （無人航空機を用いた農薬散布の暴露評価の精緻化について）

1. 背景

第 19 回農業資材審議会農薬分科会農薬農薬使用者安全評価部会において、無人航空機を用いた農薬散布における単位暴露量を決定した。その際に、今後も利用可能なデータが蓄積した場合は、再解析し、機会をとらえて単位暴露量を見直すこととしていたところ。

今般、令和 7 年度に実施した農林水産省の調査事業において利用可能なデータを得たことから、無人航空機を用いた農薬散布における単位暴露量の見直しを検討した。

2. 無人航空機を用いた農薬使用者暴露調査

単位暴露量の設定に用いた令和 2 年度～令和 6 年度調査事業と新たに得られた令和 7 年度調査事業の概要を以下に示す。試験方法は「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 日付け 30 消安第 6278 号農林水産省消費・安全局長通知）」（以下「局長通知」という。）に準じて実施しており、パッチ法を用いて実施した。

表 1 ほ場におけるドローンを用いた農薬散布における使用者暴露量調査事業

調査年度	試験作物名 (機体名)	農薬の種類	希釈倍数・散布量	例数	面積 (a)	傾斜角	作物高 (m)	植栽密度 (/10a)
令和 2 年 (12 月)	水稻(刈後) (一)	シラフルオフ エン乳剤	16 倍・ 0.8L/10a	1 圃場 2 例	30.1	—	0 ^a	—
令和 3 年 (10 月)	水稻 (MMC1501)	トリシクラゾ ール水和剤	8 倍・ 0.8L/10a	2 圃場 4 例	30.24	—	0.7	—
					19.44	—	0.7	—
令和 4 年 (8 月)	水稻 (DJI Agras MG-1P)	トリシクラゾ ール水和剤	8 倍・ 0.8L/10a	5 圃場 10 例	31.9	—	0.7	—
					10.2	—	0.7	—
					10.3	—	0.7	—
					10.2	—	0.7	—
令和 5 年 (10 月)	かんきつ類 (DJI Agras T10)	テブコナゾー ール水和剤	24 倍・ 6L/10a	5 圃場 10 例	5.0	—	約 3.0	181 本
					10.0	—	約 2.4	124 本
					10.0	—	約 2.6	114 本
					5.0	—	約 3.2	75 本
令和 6 年 (9 月)	かんきつ類 (DJI Agras T10)	テブコナゾー ール水和剤	24 倍・ 6L/10a	3 圃場 6 例	5.0	6-15°	1.3～1.6 ^b	81 本
					5.1	10°	2.5～3.2 ^b	72 本
					5.2	14°	1.4～2.4 ^b	90 本
					5.6	35°	2.4	72 本
令和 7 年 (9 月)	かんきつ類 (DJI Agras T25)	テブコナゾー ール水和剤	24 倍・ 6L/10a	2 圃場 4 例	5.7	36°	2.5	106 本

a：令和 2 年度は刈り取り後の水田を用いて試験を実施したため、地上 2 m を飛行。

b：樹高にばらつきがある場合は、最も樹高の高い樹体に合わせて飛行高度を設定した。

(1) 各年度の特徴と令和7年度調査事業の特徴

①令和2年度～令和4年度（以下、水田試験）

水稻を試験作物とした。散布区域と作業者の距離は10m～20mであり、操縦者は散布開始と共に機体を視認しやすい場所に移動しながら作業を行った。

②令和5年度～令和6年度（以下、果樹試験①）

果樹（立体）であるかんきつ類を試験作物とした。散布区域と作業者の距離は5m～30mであり、果樹により視認性が低いことから、離陸後は自動操縦とし、操縦者の移動は少なかった。平地及び緩傾斜地の圃場を用い、斜度は0～15°であった。

③令和7年度（以下、果樹試験②）

果樹試験①と同じ調査事業として実施。果樹圃場の代表的な地形を網羅するため、急傾斜地の圃場を用い、斜度は最大で36°であった。試験作物は果樹試験①と同じかんきつ類。散布区域と作業者の距離は10m～20mであり、果樹により視認性が低いことから、離陸後は自動操縦とし、操縦者の移動は少なかった。

図1 水田試験圃場の様子



図2 果樹試験①圃場の様子



図3 果樹試験②圃場の様子



3. 結果と分析

(1) 各試験の単位暴露量の比較

果樹試験②で得られた単位暴露量の 75%ile 値並びに最小値及び最大値を表 2 に示す。比較のため、水田試験及び果樹試験①の単位暴露量を合わせて示す。果樹試験②は、果樹試験①よりも単位暴露量が大きくなる傾向が認められた。果樹試験②ではいずれの作業者也散布区域の風下で作業を行っていたことが原因として考えられた。

表 2 果樹試験①と果樹試験②の単位暴露量 75%ile 値の比較

	経皮（頭）(μg/g) [最小値-最大値]	経皮（身体）(μg/g) [最小値-最大値]	経皮（手）(μg/g) [最小値-最大値]	吸気(μg/g) [最小値-最大値]	備考
果樹試験②	0.5395 [0.0222 - 1.1740]	3.166 [0.1833 - 6.3179]	0.1833 [0.0079 - 0.2072]	0.0023 [0.0001 - 0.0032]	n=4
果樹試験①	0.2053 [0.0087 - 2.2638]	0.8510 [0.0693 - 18.631]	0.1690 [0.0032 - 0.9218]	0.0010 [0.00001 - 0.0215]	n=16
水田試験	0.4784 [0.0053 - 7.6517]	2.9846 [0.0512 - 43.996]	0.1898 [0.0031 - 1.7715]	0.0021 [0.00001 - 0.0137]	n=16

(2) 単位暴露量の分布の比較

果樹試験①及び②について、各部位の単位暴露量の分布に有意差があるか Mann-Whitney U 検定を実施した ($p < 0.05$ の場合は有意差あり)。結果を別添に示す。いずれの部位も分布に有意差は認められなかった。

また、Permutation test を実施した ($p < 0.05$ の場合は有意差あり)。果樹試験①及び②について、平均値差と統計量として検定を行った結果、いずれの部位も有意差は認められなかった ($p = 0.7236 \sim 0.8989$)。

また、水田試験、果樹試験①及び②について、各部位の単位暴露量の分布に有意差があるか Kruskal-Wallis 検定を実施した ($p < 0.05$ の場合は有意差あり)。いずれの部位も有意差は認められなかった。

なお、果樹試験①及び②について、平地圃場と傾斜地圃場に分けて単位暴露量の分布に有意差があるか Mann-Whitney U 検定を実施したが、いずれの部位も分

布に有意差は認められなかった。

果樹試験②は果樹試験①と同じ試験条件で実施していること、果樹試験②の単位暴露量は果樹試験①の単位暴露量の分布幅内にあり、各種統計結果からも外れ値とは考えられないことから、果樹試験②で得られた単位暴露量は水田試験及び果樹試験①の結果と併せて「無人航空機」の単位暴露量の評価に用いることが可能と判断した。

(3) 単位暴露量の見直し

水田試験、果樹試験①及び果樹試験②の結果を用いて無人航空機の単位暴露量を算出したところ、表3のとおり経皮（手）と吸気の値が現行よりも大きくなった。このことから、無人航空機散布の単位暴露量を見直すこととしてはどうか。

なお、局長通知の関係箇所の修正案を別紙に示す。

表3 見直し後の単位暴露量（案）と現行の単位暴露量

	経皮（頭） (µg/g)	経皮（身体） (µg/g)	経皮（手） (µg/g)	吸気 (µg/g)
水田試験、果樹試験①及び果樹試験②の結果を用いた単位暴露量	0.43	2.4	0.18	0.0017
水田試験及び果樹試験①の結果を用いた現行の単位暴露量	0.43	2.4	0.17	0.0012

<根拠とした試験の事業名>

- ・令和2年度農薬使用者に対する影響評価のためのデータ収集委託事業（ドローン）報告書
- ・令和3年度生産資材安全確保対策委託事業（農薬使用者に対する影響評価のためのデータ収集（ドローン））報告書
- ・令和4年度生産資材安全確保対策委託事業（農薬使用者に対する影響評価のためのデータ収集（ドローン））報告書
- ・令和5年度生産資材安全確保対策委託事業（スマート農業の進展に備えた農薬の評価方法の見直しに係る試験事業（ドローン））報告書
- ・令和6年度生産資材安全確保対策委託事業（スマート農業の進展に備えた農薬の評価方法の見直しに係る試験事業（ドローン））報告書
- ・令和7年度生産資材安全確保対策委託事業（スマート農業の進展に備えた農薬の評価方法の見直しに係る試験事業（ドローン））報告書

局長通知 別添 別紙 1 農薬使用者への影響評価ガイダンス

(修正案)

4. 評価法の各論

(2) 農薬使用者の1日当たりの暴露量の推定

①予測式を用いた1日暴露量の推定

(エ) 予測式に採用した係数

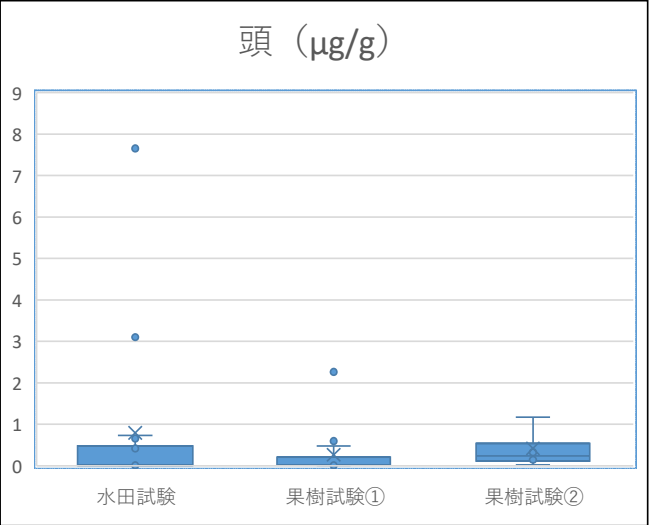
A) 単位暴露量

表2. 散布作業の予測式における単位暴露量(液剤)

予測式分類	散布方法	単位暴露量 ($\mu\text{g ai/g ai}$ 使用量) / 経路			
		頭	その他	手	吸気
(略)	(略)	(略)	(略)	(略)	(略)
無人航空機	無人航空機散布	0.43	2.4	<u>0.18</u>	<u>0.0017</u>

水田試験、果樹試験①、果樹試験②における単位暴露量の分布

水田試験 (n=16)、果樹試験① (R5～R6年度実施、n=16) 及び果樹試験② (令和7年度実施、n=4) の値の分布を比較した。



分布の検定結果

果樹①－果樹②

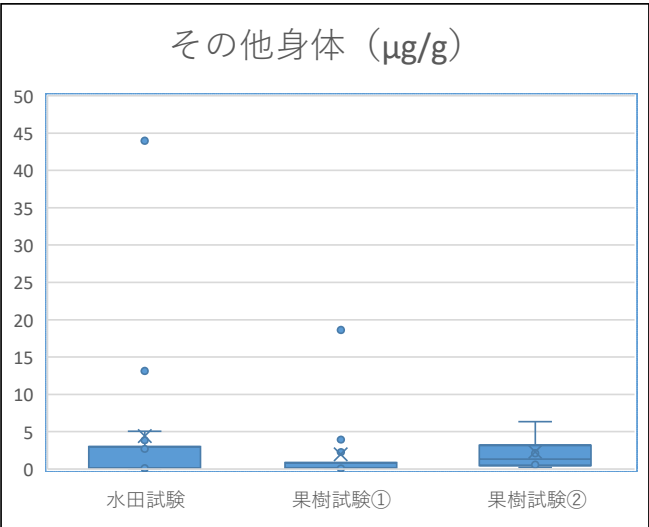
p=0.089

水田－果樹①及び②

p=0.239

水田－果樹①－果樹②

p=0.184



分布の検定結果

果樹①－果樹②

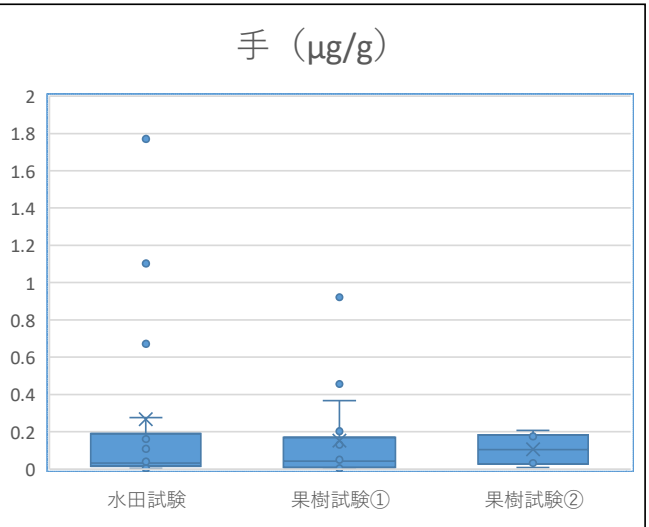
p=0.156

水田－果樹①及び②

p=0.545

水田－果樹①－果樹②

p=0.365



分布の検定結果

果樹①－果樹②

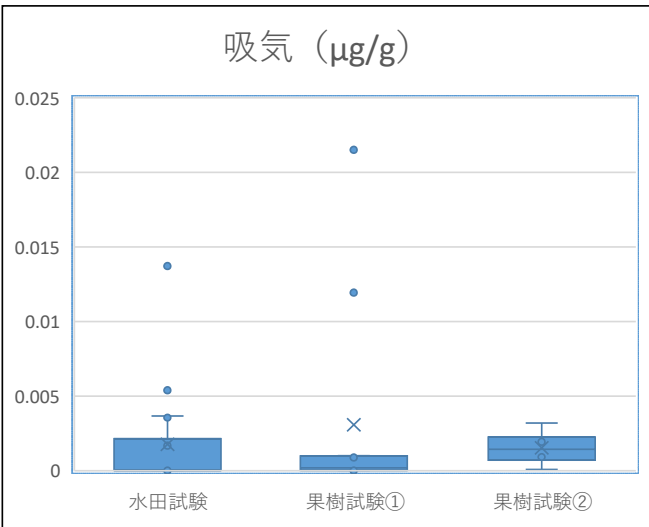
p=0.705

水田－果樹①及び②

p=1.000

水田－果樹①－果樹②

p=0.933



分布の検定結果

果樹①－果樹②

p=0.257

水田－果樹①及び②

p=0.464

水田－果樹①－果樹②

p=0.426

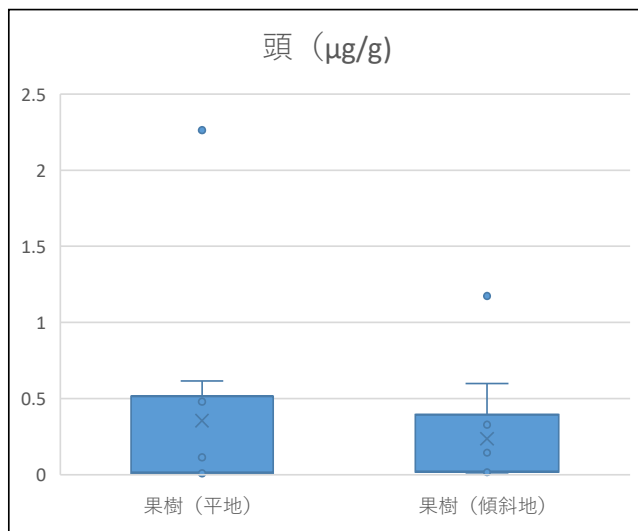
ひげの上端が最大値、下端が最小値、箱の上端が75%ile値、下端が25%ile値を示す。

×は平均値、横線は中央値を示す。

値の分布についてMann-Whitney検定またはKruskal-Wallis検定を実施。P<0.05の場合は異なる分布と判断される。

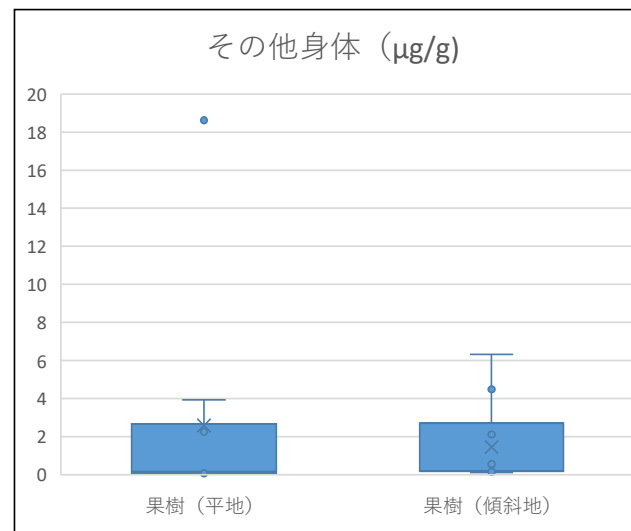
果樹（平地圃場）と果樹（傾斜地圃場）における単位暴露量の分布

圃場の地形による差があるか確認するため、平地圃場（R5年度実施、n=10）と傾斜地圃場（R6～R7年度実施、n=10）を比較した。



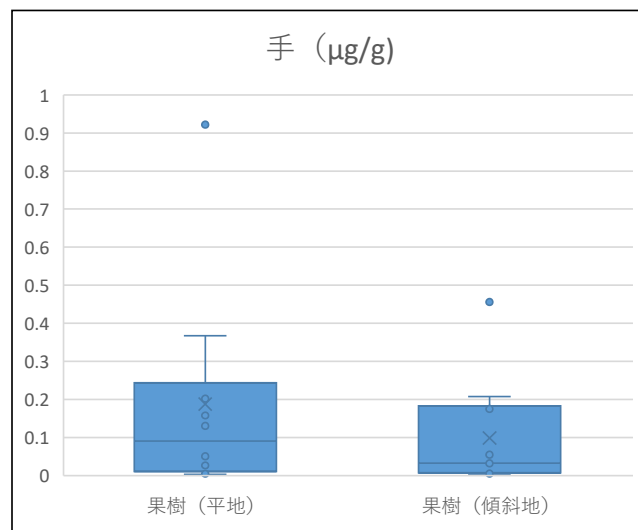
分布の検定結果

果樹（平地）—果樹（傾斜地）
 $p=0.290$



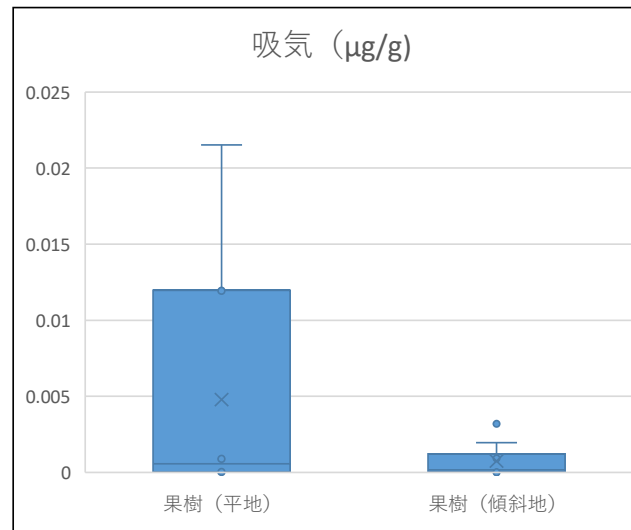
分布の検定結果

果樹（平地）—果樹（傾斜地）
 $p=0.290$



分布の検定結果

果樹（平地）—果樹（傾斜地）
 $p=0.650$



分布の検定結果

果樹（平地）—果樹（傾斜地）
 $p=0.226$