

平成 2 1 年度環境省請負業務報告書

農薬飛散リスク評価手法確立調査
(企画業務)

— 報告書 —

(抜粋)

平成 2 2 年 3 月

財団法人残留農薬研究所

市街地公園及び街路樹への農薬散布に係る立入制限範囲及び期間について

■ 背景情報

1. 市街地公園（以降、公園と称す）及び街路樹への農薬散布の実態*

- ① 農薬散布は、病虫害の発生する4月から11月にかけて、年間1回が40～47%、2回以内が74～78%。
- ② 使用される農薬は10種類以内に集中している。
- ③ 散布は主に専門業者が実施している。

*平成17年度環境省が実施した公園及び街路樹への農薬散布の実態に関するアンケート調査結果による。

2. 農薬散布に係る指針

平成19年1月31日環水大土発第070131001号農水省消費安全局長・環境省水・大気環境局長連名通知「住宅地等における農薬使用について」が出されている。

3. 公園、街路樹の周辺状況

幅4m程度の生活道路や幅2m程度の歩道を隔てて一般民家やその他の居住空間と接していることも少なくない。

■ 散布に伴うばく露源の特徴

本事業で得られた知見から、農薬散布に伴い、散布液ミストの土壌及び下葉への落下および皮膚への付着、大気中への揮発が生じる。ミスト落下量、気中濃度、土壌中濃度、葉面付着量はいずれも風下側で高く、散布区域内から離れるにしたがって低下する。

1. ミスト落下量

- ・噴霧された農薬の液体噴霧微粒子（ミスト）の落下量（時間当たり面積当たりの農薬落下量）は、散布中が最も高く、散布直後には急激に低下する。
- ・農薬（液剤）の散布で発生するミストの平均粒径および粒径分布は、散布ノズルの種類及び噴霧圧力に依存し、粒径が小さいほど落下速度は遅く、飛散距離は長い¹⁾。
- ・慣行ノズルを用いた慣行法での液剤の散布では、体積中位粒径（VMD）は数十～百 μm 、ドリフト低減ノズルを用いた場合で百～数百 μm とされており¹⁾²⁾、10 μm 以下の粒径のミストはほとんど含まれていない。一方、肺の深部にまで到達する微粒子の粒径は4 μm 以下とされている。
- ・従って、農薬散布に伴うミストのヒトへのばく露は、その大部分が経皮経路である可能性が高いと考えられる。なお、経気道経路については、気中濃度評価値（以下、「評価値」という。）を用いて、リスク評価を行うことが可能と考えられる。

出典：1) Akesson N. B. and Yates W. E.: Physical parameters relating to pesticide application, in Roberts, R.B., 1976, Pesticide spray application, behavior, and assessment: Workshop proceedings

2) ドリフト低減型ノズルの活用上のポイント、独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 生産システム研究部（特別研究チーム「ドリフト」）、平成19年度 共通基盤研究成果情報

2. 気中濃度

測定値の中には、大気中に揮発した農薬気体のほか、ミストの一部も含まれていると考えられる。散布中または散布直後に最高となり、24 時間までに急速に低下するが、散布区域外で散布 7～14 日後に極く微量検出されることもある。

3. 土壌中濃度（表層 5 cm）

散布した樹木から滴り落ちた薬液と落下したミストが中心となっていることから、土壌中濃度は採取地点間のばらつきが大きく、短期間の調査では減衰傾向が明確には認められない場合もある。

4. 葉面付着量

葉の表面に付着した農薬は、光分解、蒸発、組織への浸透により、経時的に消失する。その速度は概して急速である。測定値は、その分析手法から、人との接触で皮膚に移る葉表面付着物だけではなく、葉組織内部にまで浸透したのも一部計り込まれていると思われる。

■検討対象者

散布に係る、所定の防護具を付けた作業者を除く、無防備の一般市民（成人及び小児）を検討対象者とする。

- ①街路樹については、一般通行者及び隣接住宅等居住者が対象となる。
- ②公園については、入園者及び隣接住宅等居住者が対象となる。

1. 街路樹

- ①通行者：大気中農薬の吸入による経気道によるばく露及び落下する農薬ミストが皮膚に付着して生じる経皮によるばく露が想定される。これらのばく露は一過性（100 m の街路樹帯とするとばく露時間は 1.5 分）だが、一日に複数回のばく露もありうる。土、葉との接触は通常は無いと思われる。
- ②隣接住宅等居住者：農薬で有意に汚染した土、葉との接触は通常はないと思われる。大気経由のばく露は夜間を含んで可能性があるが、気中濃度が低下するまでの短期的なばく露が主体となると考えられる。散布中の窓閉め要請及び外出自粛要請によるばく露の低減は期待できる。

2. 公園

- ①入園者：大気経由以外に、土壌、葉との接触による経皮によるばく露及び土壌摂食及び葉表面接触後の皮膚を舐めることによる経口によるばく露も想定されうる。ばく露は降雨日以外の天候の昼間時間帯で、かつ成人と小児で入園の頻度は異なる。また、葉と接触する頻度にも支配される。
- ②隣接住宅等居住者：夜間を含んで大気からのばく露の可能性はある。農薬ミストが落下または付着した土、葉との接触は、通常は無いと思われる。散布中の窓閉

め要請及び外出自粛要請によるばく露の低減は期待できる。

3. 留意点

近隣居住者は街路樹と公園のいずれにおいても、同一者が①と②の両方の対象となっている確率が高い。

■ 立入制限範囲と立入制限期間の設定

I. 基本的考え方

1. 「住宅地等における農薬使用について」（平成 19 年 1 月 31 日付 18 消安第 11607 号環水大土発第 070131001 号農水省消費安全局長・環境省水・大気環境局長連名通知）を遵守し、病虫害の状況に応じた適切な防除、農薬使用の回数及び量の削減、ラベルに記載されている使用方法及び使用上の注意事項の遵守、農薬の飛散防止への最大限の配慮、散布前の周辺住民への周知、農薬使用記録の保管、現地混用による危害等発生の防止等が実施されていることを前提とする。

2. 農薬散布の現実的な最悪状況を勘案した上で、成人及び小児へのばく露量が健康影響の観点から許容しうるレベルを超える恐れのある範囲と期間を立入制限範囲及び立入制限期間の考え方とする。本事業のモニタリング調査で結果が得られた 5 種農薬* について具体的に評価を行う。

* 市街地での使用頻度が高い農薬（平成 17 年度環境省アンケート調査結果より）
〔フェニトロチオン、トリクロルホン、エトフェンプロックス、
イソキサチオン及びグリホサート〕

3. 許容しうるレベルを評価するに当たっては、農薬のばく露経路毎に次の指標を用いることとする。

1) 大気からの経気道によるばく露（気中濃度）については、評価値*とする。

*評価値は、農薬吸入毒性評価手法確立調査部会（以下、「毒性部会」という。）でフェニトロチオン、トリクロルホン及びイソキサチオンの 3 農薬について設定。

2) 落下ミストからの経皮によるばく露及び土や葉からの経口・経皮によるばく露については、一日摂取許容量（ADI）を指標とすることとし、より安全性を見込んで ADI の 10%とする。なお、経皮によるばく露については、皮膚への付着量に皮膚吸収率を加味して評価することとする。ただし、許容レベル以下の場合であっても、散布中の散布区域内には、適切な防護具を装着した作業関係者を除いて、原則、立入るべきでない。

4. 評価値は、「一般にこれ以下の濃度であれば、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大気中の農薬濃度であり、安全と危険との明らかな境界を示すものではなく、気中濃度が短時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。」*とされている。

* 平成 21 年度農薬吸入毒性評価手法確立調査部会（第 3 回）資料 3 参照

また、ADI は人が生涯にわたって当該農薬を摂取したとしても安全性に問題がないと認められる 1 日当たりの農薬摂取量を示すものである。市街地等における農薬散布は短期間であり、その健康影響は亜急性的なものと考えられることから、経口及び経皮によるばく露量が ADI の 10% 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と考えられる。

5. 立入制限範囲及び立入制限期間については、公園、街路樹の周辺環境が様々であることから、一律に適用すれば非現実的となるおそれがある。人の健康へのリスクを減らすために講じうる措置、有毒衛生害虫の発生など害虫の種類と害虫の発生による人への危害の程度を考慮して、関係住民の理解と協力を得た上で防除措置及び立入制限範囲及び期間を適用することが望ましい。

II. 設定方法

立入制限範囲と期間は、散布区域内と散布区域外、樹木に散布する農薬と雑草に散布する除草剤、公園（入園者及び隣接住宅等居住者を想定。以下同じ。）と街路樹（通行者を想定。隣接住宅等居住者は公園に準ずる。以下同じ。）等に分けて考え、以下の組み合わせの場合（シナリオ）について設定する。

1. 散布区域外における立入制限範囲と期間の設定

1-1. 基本的考え方

散布区域外における各種シナリオを下表に示す。

農薬の種類	農薬使用場所	区域	風速	対象*	液剤散布の向き
樹木に散布する農薬	公園及び街路樹	散布区域外	平穏（～軽風） （風速<1.5 m/s）	中木	横向
				高木	横向
				高木	吹上
			軽風 （1.5m/s≤風速<3 m/s）	中木	横向
				高木	横向
				高木	吹上
除草剤	公園		軽風 （1.5m/s≤風速<3 m/s）	雑草	通常

*中木は 4m 程度、高木は 9m 程度とする。

各シナリオにおける次に示すばく露評価対象とばく露時間で、ばく露評価を実施する。なお、散布区域外においては、土壌及び葉表面からの経口・経皮によるばく露は想定されないため、落下ミストからの経皮によるばく露のみを考慮することとする。

〔ばく露評価対象：成人（体重 53.3 kg）及び小児（体重 15 kg）
ばく露時間：1 日当たり公園については 3 時間、街路樹については 5 分間と仮定〕

また、ADI は人が生涯にわたって当該農薬を摂取したとしても安全性に問題がないと認められる 1 日当たりの農薬摂取量を示すものである。市街地等における農薬散布は短期間であり、その健康影響は亜急性的なものと考えられることから、経口及び経皮によるばく露量が ADI の 10% 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と考えられる。

5. 立入制限範囲及び立入制限期間については、公園、街路樹の周辺環境が様々であることから、一律に適用すれば非現実的となるおそれがある。人の健康へのリスクを減らすために講じうる措置、有毒衛生害虫の発生など害虫の種類と害虫の発生による人への危害の程度を考慮して、関係住民の理解と協力を得た上で防除措置及び立入制限範囲及び期間を適用することが望ましい。

II. 設定方法

立入制限範囲と期間は、散布区域内と散布区域外、樹木に散布する農薬と雑草に散布する除草剤、公園（入園者及び隣接住宅等居住者を想定。以下同じ。）と街路樹（通行者を想定。隣接住宅等居住者は公園に準ずる。以下同じ。）等に分けて考え、以下の組み合わせの場合（シナリオ）について設定する。

1. 散布区域外における立入制限範囲と期間の設定

1-1. 基本的考え方

散布区域外における各種シナリオを下表に示す。

農薬の種類	農薬使用場所	区域	風速	対象*	液剤散布の向き
樹木に散布する農薬	公園及び街路樹	散布区域外	平穏（～軽風） （風速<1.5 m/s）	中木	横向
				高木	横向
				高木	吹上
			軽風 （1.5m/s≤風速<3 m/s）	中木	横向
				高木	横向
				高木	吹上
除草剤	公園		軽風 （1.5m/s≤風速<3 m/s）	雑草	通常

*中木は 4m 程度、高木は 9m 程度とする。

各シナリオにおける次に示すばく露評価対象とばく露時間で、ばく露評価を実施する。なお、散布区域外においては、土壌及び葉表面からの経口・経皮によるばく露は想定されないため、落下ミストからの経皮によるばく露のみを考慮することとする。

〔ばく露評価対象：成人（体重 53.3 kg）及び小児（体重 15 kg）
ばく露時間：1 日当たり公園については 3 時間、街路樹については 5 分間と仮定〕

1) 立入制限範囲

散布区域外において、下記 2 条件をともに満たす範囲とする。

落下ミスからの経皮によるばく露量	<	ADI の 10%
気中濃度	<	評価値

この条件における立入制限範囲のイメージは次のようになる。

① 公園の場合

散布中及び散布後 (X1) 時間までは、散布区域から、

- ・平穏の中木で (Y1) m
- ・軽風の中木で (Y2) m
- ・平穏の高木 (吹上) で (Y3) m
- ・軽風の高木 (吹上) で (Y4) m
- ・平穏の高木 (横向) で (Y5) m
- ・軽風の高木 (横向) で (Y6) m
- ・雑草で (Y7) m の範囲を立入制限すべき。

② 街路樹の場合

前項の項目から、雑草を除いた項目。

2) 立入制限期間

散布区域外のすべての範囲において、下記 2 条件をともに満たすまでの期間とする。

落下ミスからの経皮によるばく露量	<	ADI の 10%
気中濃度	<	評価値

1-2. 具体的な経皮によるばく露評価及び設定方法

1) 立入制限範囲

経皮によるばく露量の算定

A. 樹木に散布する農薬

下記 (1) 及び (2) をともに満たす範囲を立入制限範囲とする。

(1) 落下ミスからの経皮によるばく露量

本事業のモニタリング調査で結果が得られた 4 種農薬 (フェニトロチオン、トリクロルホン、イソキサチオン及びエトフェンプロックス) について、下記①～⑤に基づき、落下ミスからの経皮によるばく露量を算出し、ADI の 10%以下となる範囲を求める。

① 軽風下で、高木への吹上げ散布によって実施した平成 19 年度のモニタリング

調査におけるフェニトロチオン*及びエトフェンプロックスのミスト落下を基本シナリオとする。

* 平成 19 年度のモニタリング調査では、トリクロロホン及びイソキサチオンについては実施されていないが、当該農薬の落下量算出に同じ有機リン系農薬であるフェニトロチオンの結果を参考として算出することとした（下記④を参照）。

② 落下ミスト量は、平成 19 年度のモニタリング調査の結果を用いて、公園でのばく露時間（3 時間）、街路樹でのばく露時間（5 分間）について、最も落下量が多くなる下記のケースを想定して算出する（別紙 1 の f）を参照）。

・公園：散布開始から散布終了までの 1 時間及びその後の 2 時間の計 3 時間の累積落下量（mg/m²）

・街路樹：散布中 5 分間の累積落下量（mg/m²）

③ 平穏な風速下での中木への横向き散布など、軽風/高木/吹上げ散布以外の 5 種のシナリオ**における落下ミスト量は、平成 21 年度のエトフェンプロックスの調査結果を用いて、軽風/高木/吹上げ散布とその他 5 種シナリオによるミスト落下量との比率を距離別に補正して算出する（別紙 1 の e）を参照）。

** 軽風/高木/横向、平穏/高木/吹上、平穏/高木/横向、
軽風/中木/横向、平穏/中木/横向

④ トリクロロホン及びイソキサチオンのミスト落下量については、平成 20 年度調査結果からフェニトロチオンとの成分投下量比率を用いて補正する。

⑤ 得られたミスト落下量から、次式（式 1）を用いて落下ミストからの経皮によるばく露量を算出し、ADI の 10%以下となる距離を求める。

$$\begin{aligned} \text{落下ミストからの経皮によるばく露量 (mg/人)} &= \text{付着量} \times \text{皮膚吸収率} \\ &= [\text{落下ミストに係る付着体表面積}^a \text{ (m}^2\text{/人)}] \times [\text{ミ} \\ &\quad \text{スト落下量 (mg/m}^2\text{)}] \times [\text{皮膚吸収率}^b \text{ (10\%)}] \\ &\text{-----式 1} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} \cdot \text{付着体表面積}^a : \text{成人で } 5,000 \text{ cm}^2\text{、小児で } 2,800 \text{ cm}^2 \\ \cdot \text{皮膚吸収率}^b : 10\% \end{array} \right)$$

出典：

a：土壌中のダイオキシン類に関する検討会第一次報告（環境省土壌中のダイオキシン類に関する検討会 第一次報告（平成 11 年 7 月））

b：一般用医薬品及び医薬部外品としての殺虫剤の室内使用時のリスク評価方法ガイドライン（案）（厚生労働省医薬食品局審査管理課（平成 19 年 11 月 28 日））

(2) 気中濃度

散布区域外の 4 種農薬（フェニトロチオン、トリクロロホン、イソキサチオン及びエトフェンプロックス）の気中濃度が評価値以下となる範囲を求める。

B. 雑草に散布する除草剤（グリホサート）

下記（１）及び（２）をともに満たす範囲を立入制限範囲とする。

（１）落下ミストからの経皮によるばく露量

平成 21 年度モニタリング調査で得た距離別ミスト落下量から上記式 1 に基づいて得られたグリホサートの落下ミストからの経皮によるばく露量が ADI の 10% 以下となる距離を求める（別紙 2 参照）。

（２）気中濃度

毒性部会において、グリホサートの評価値は設定されていないが、平成 21 年度モニタリング調査結果から、グリホサートの散布区域外の気中濃度は、フェニトロチオンの気中濃度（平成 19 年度調査）に比べて低く、かつ、ADI の値がより大きいことから、大気からの経気道によるばく露の観点からは、立入制限範囲は、1-2. 1) A (2) のフェニトロチオンの結果に準ずることとする（表 1）。

表 1 フェニトロチオン及びエトフェンプロックス（平成 19 年度調査）並びにグリホサート（平成 21 年度調査）の散布中及び散布後の気中濃度の最高検出値

農薬名	気中濃度検出最高値* (mg/m ³)	ADI (mg/kg/day)
フェニトロチオン	0.010	0.006
エトフェンプロックス	0.00054	0.031
グリホサート	0.00034	0.75

* 散布区域内及び区域外で測定した結果の中の最高値

2) 立入制限期間

落下ミストからの経皮によるばく露量

A. 樹木に散布する農薬

散布区域外のすべての範囲で、4 種農薬（フェニトロチオン、トリクロルホン、イソキサチオン及びエトフェンプロックス）の落下ミストからの経皮によるばく露量*が ADI の 10% 以下となり、かつ、当該 4 種農薬の散布区域外の気中濃度が評価値を下回るまでの期間とする。

* 公園については 3 時間ばく露、街路樹については 5 分間ばく露とする。

B. 除草剤（グリホサート）

下記（１）及び（２）をともに満たす期間を立入制限期間とする。

（１）落下ミストからの経皮によるばく露量

平成 21 年度のモニタリング調査から、散布区域外のすべての範囲でグリホサートの落下ミストからの経皮によるばく露量が ADI の 10% 以下となるまでの期間を求める（別紙 2 参照）。

(2) 気中濃度

1-2. 1) Bの立入制限範囲の場合と同様に、経気道によるばく露の観点からは、立入制限期間は、のフェニトロチオンの結果に準ずることとする。