

次年度のモニタリング調査について（論点メモ）

1. 今年度のモニタリング調査

今年度は、公園等の樹木に対する病害虫防除を行った際の農薬の気中濃度等の実態把握に向けた調査を実施したところ。

調査地点：2カ所

調査対象農薬：MEP

調査内容：気中濃度、飛散調査、花木類・土壌への付着量調査

調査期間：気中濃度：散布30日後まで、付着量調査：散布7日後まで

2. 次年度のモニタリング調査について（論点メモ）

(1) 今年度と同様の実態把握に向けた調査（以下「実態把握調査」という。）も引き続き実施すべきではないか。

① 調査対象農薬をどうするか。

② 調査内容や調査期間等については、ある程度絞り込んでもよいのではないか。

(2) 実態把握調査に加え、次年度からは、公園等の管理者向けの病害虫・雑草管理マニュアルの策定を目指し、曝露量の低減に向けた試験的調査（以下「試験的調査」という。）も必要ではないか。

① 大気経由曝露は、散布時の飛散（ドリフト）によるものと、散布後に植物体や土壌等からの揮散によるものに主に起因すると考えてよいのではないか。

この場合の曝露量の低減に資する要素・技術として、

1) 慣行散布と同等の効果を有することを前提としての散布量の低減

2) MC剤等剤型の変更等

3) 散布方法の見直し（ドリフト低減ノズルの使用や散布圧の低減）

が考えられるが、このほかに有効な要素・技術はあるか。

しかしながら、揮散の程度は当該農薬の物性によるところが大きく、これを低減することは散布量の低減やMC剤の使用を除けば、基本的に困難と考える以外にないのではないか。

- ② 限られた予算・マンパワーを有効に活用する観点から、効率的に試験的調査を実施する必要があるが、どのような調査計画とすればよいか。

例えば、

(A案)

何らかの予備試験（小規模試験）を実施した上で、低減効果が高いと認められた散布方法を中心に本試験を実施することが考えられるのではないかと。

この場合、本試験の対照区を（1）の実態把握調査として位置づけることも可能ではないかと。

(B案)

来年度の試験的調査は、曝露量の低減に資すると考えられる要素・技術のポテンシャルを把握するための調査とし、小規模試験又は室内試験に限定することも考えられるのではないかと。

- ③ 試験的調査を屋外で行うこととした場合、不特定の者が絶対に立ち入ることのない適切な調査地点の確保が不可欠となるのではないかと。

参考 1

街路樹等で使用頻度の高い農薬の蒸気圧及び登録剤型

| 農薬名 | 蒸気圧 1) | 樹木等への農薬登録剤型 2) |
|------------|--|---|
| MEP | $1.57 \times 10^{-3} \text{Pa}$ (25 °C) | 乳剤 (樹木、花き類等) |
| DEP | $2.1 \times 10^{-4} \text{Pa}$ (20 °C) | 乳剤 (樹木、街路樹、花木類等) |
| エトフェンプロックス | $1.13 \times 10^{-7} \text{Pa}$ (25 °C換算値) | 乳剤 (つつじ・さくら、樹木類等)、 MC剤 (つつじ・さくら等) |
| イツキサチオン | $15.96 \times 10^{-5} \text{Pa}$ (25 °C) | 乳剤 (つばき・さくら等)、 微粒剤 (花き類・観葉植物) |
| アセフェート | $2.26 \times 10^{-2} \text{Pa}$ (24 °C) | 水和剤 (樹木類等)、 粒剤 (つつじ・さつき) 樹幹注入剤 (さくら、プラタナス等) |
| グリホサート (除) | $1.31 \times 10^{-5} \text{Pa}$ (25 °C) | 塩液剤 (樹木、公園等) |

1) 農薬ハンドブック 2005年版

2) 農薬安全適正使用ハンドブック 2007年版

「農薬の環境科学最前線」

日本農薬学会編

第3章 環境への曝露量評価

2. モニタリング手法

1) 農薬の環境動態

(3) 農薬の大気における動態

農薬は散布時のドリフトによって直接的に大気へ移行するが、この他にも土壌や水中に入った農薬が水蒸気蒸溜や揮散などによって大気へ移行する場合がある。土壌粒子に吸着している農薬も乾燥時に強風によって舞い上がり、粒子とともに大気中に浮遊することもある。大気中の農薬は浮遊中に紫外線によって分解を受けるとともに、自然降下や雨水などとともに地上に降下する。空中散布農薬はある程度の高度を持って散布されるため、大気中における滞留時間が長く、特に、風下方向においては遠距離まで散布ドリフトによる到達が認められる。

図3-5に空中散布直後からの気中濃度の推移を示す¹⁾。気中濃度は、0m地点、50m地点共に散布直後が最も高く、時間経過とともに減少する傾向を示しているが、0m地点では20分以後、50m地点では10分以後の濃度に大きな変化はなく、微細な粒子が滞留していることがうかがえる。空中散布では比較的緩やかに遠方まで少量検出する農薬を認めることがあるが、微細粒子は、この検出の原因の1つである。

クロルピクリンのように揮散性の高い農薬は、使用後すぐに被覆処理を施し、大気への拡散を防止しないと、空気中に漂流して周辺に被害を及ぼすことがある。また、水田除草剤の中にも田面水から蒸散して周辺の野菜に影響を及ぼした例なども報告されている。しかし、大気中の農薬は、太陽光、特に、紫外線の影響で比較的早く分解する。未分解の農薬が漂った場合、その拡散の範囲は水などと比較にならないほど広域になることが予想される、有機塩素系農薬では広域汚染の報告もあるが、現在の農薬にはそのような広域汚染を引き起こすものはないと推察される。

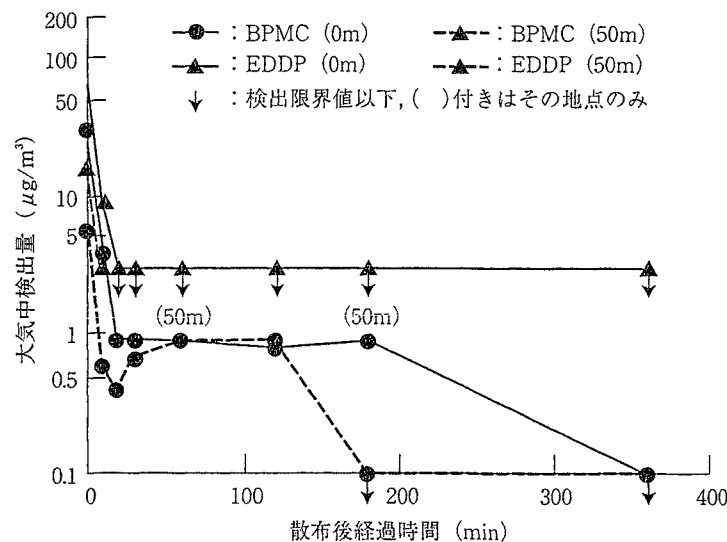


図3-5 空中散布後の農薬気中濃度の変化

第5章 環境に配慮した生産技術

2. 製剤の開発

2-2 放出制御製剤

4) 環境問題を解決するための特性

環境関連の具体例として、放出制御製剤の代表であり、最も開発が進んでいるマイクロカプセル（以下、MC）を中心にして、その実例を紹介する。

マイクロカプセル^{1-13, 19, 24-41)}は、農薬を高分子膜で被覆したものであり、直径が数 μm ～数百 μm の微小球で、通常水中に分散したスラリー製剤である。国内では表5-8に示すように、30種類以上のMCが上市されている。

MCが放出制御製剤としての特徴を発揮するためには、それに適した製剤設計が重要である。それには、膜物質の選択、粒径、膜厚、膜構造、芯物質の状態などを適切に決定する必要がある。

MCからの農薬の放出の主な機構には、皮膜を通しての拡散と、皮膜の破壊がある。これによってMCの特徴が変わってくる。

次に環境関連の主な事項について実例を説明する。

(1) 施用量の低減

効力を維持したまま、農薬の施用量を減らせれば、環境生物への影響や残留量など環境に対する影響を軽減することができる。これは放出制御製剤の大きな特徴である。

最初に開発された農薬MCであるメチルパラチオンのマイクロカプセル、Penncap Mは皮膜を通しての拡散で農薬を放出する。その効力を表5-9に示すが、乳剤に比べて施用量が少なくとも効力が良いこと、残効性が長いことがわかる。また、リンゴに対する薬害が軽減されることが報告されている^{17, 35, 44)}。フェニトロチオンMCでもゴキブリ防除用、シロアリ防除用、農業用などで他の剤型よりも低薬量で良好な効力を発揮することが報告されている。シロアリ防除用MCの例を表5-10に示す^{33, 45)}。

(2) 気中濃度の低減

農薬をMC化すると農薬の揮散が抑制されるとともに、粒径が数10 μm となり、散布時および散布後の有効成分の気中濃度を、乳剤などに比較して著しく低くすることができる。このことから、MC化によって作業者を含んだ人への曝露を軽減することができる。

ダイアジノンのMCであるKnox Out 2 FM[®]をゴキブリ防除用に室内に散布した場合の気中濃度を図5-21に示す^{16, 35)}。MCの場合には散布直後から気中濃度が乳剤に比べて非常に低いことがわかる。

また、シロアリ防除用のフェニトロチオンMCを家の床下に所定の条件で散布した場合、散布作業の20～40分間における散布作業者の口付近でのフェニトロチオンの気中濃度は、0.07～0.1 mg/m^3 であり、この値は他の製剤を散布した場合に比べて非常に低く、フェニトロチオンの作業環境における許容濃度（1 mg/m^3 ）に比べても十分に低い値であった。そして、散布直後から10分後の床下および床上におけるフェニトロチオンの気中濃度は、それぞれ0.05～0.053と0.0016～0.0023 mg/m^3 であり、これらの値は、急激に低下するので、その家の居住者にとっても全く安全である。また、作業者の作業衣および皮膚へのフェニトロチオンの付着量も非常に低い（表5-11）⁴⁵⁾。

森林用フェニトロチオンMC（スミパインMC）が松林に航空散布された場合の気中濃度測定が

表5-8 国内農薬マイクロカプセルの例

| 名称 | 有効成分 | 濃度 (%) | 主対象 |
|---------------------------|--|-------------|--|
| スミチオンMC | フェニトロチオン | 20 | カメムシ (水稲用, 空中散布) |
| スミチオンMCベイト | フェニトロチオン | 5 | ゴキブリ (毒餌用) |
| ゴキブリ用スミチオンMC | フェニトロチオン | 20 | ゴキブリ (残留噴霧) |
| カレートMC | フェニトロチオン | 20 | シロアリ |
| ランバートMC | フェニトロチオン | 20 | ヒラタキクイムシ (合板用) |
| スミパインMC | フェニトロチオン | 23.5 | マツノマダラカミキリ (森林用, 空中散布) |
| スミバッサMC | フェニトロチオン フェノブカルブ | 10 15 | ウンカ, カメムシ (水稲用, 空中散布) |
| スミキュウレア マイクロカプセルゾル | フェニトロチオン キュウレア | 10 3 | ウリミバエ |
| ダイアジノンSLゾル | ダイアジノン | 25 | コガネムシ |
| ダイアジノンMC懸濁剤 | ダイアジノン | 24 | ゴキブリ (残留噴霧) |
| カヤタックMC | クロルピリホス | 25 | シロアリ |
| レントレク20MC | クロルピリホス | 20 | シロアリ |
| バクトップMC | フェノブカルブ | 15 | シロアリ |
| エンバーMC | ペルメトリン | 10 | イネミズゾウムシ (育苗箱) |
| リプレースMC | ペルメトリン | 10 | シバツトガ, スジキリヨトウ, シバオサゾウムシ成虫 (芝用) |
| ネオランバートMC | シフェノトリン | 10 | ヒラタキクイムシ (合板用) |
| ララップMC | d, d-T-シフェノトリン | 10 | シロアリ |
| アニバースMC | ハルフェンプロックス | 5 | ハダニ類 |
| トレボンMC | エトフェンプロックス | 20 | ウンカ, ヨコバイ (水稲用, 地上散布) |
| トレボンスカイMC | エトフェンプロックス | 20 | ウンカ, ヨコバイ (水稲用, 空中散布) |
| モーキャップMC粒剤 | エトプロホス | 3 | センチュウ |
| ラグビーMC粒剤 | カズサホス | 3 | センチュウ |
| ガードジェット水和剤 | BT | 7 | コナガ, アオムシ |
| ガゼットMC | カルボスルファン | 20 | イネミズゾウムシ, ミカンキイロアザ ミウマ (水稲育苗箱, 園芸用) |
| オンコルマイクロカプセル | ベンフラカルブ | 20 | コナガ (セル成型苗用) |
| グレネードMC | フィプロニル プラレトリン | 2 1 | シロアリ |
| ディートMC | DEET | 36 | 塵性ダニ, カ, ゴキブリ, シロアリ |
| ナラマイシンマイクロカプセル-D 80, -U80 | シクロヘキシミド | 8 | ネズミ |
| ラットデンS, W | カブサイシン | 2 | ラット |
| マイクロバン86MC | 4, 5-ジクロル-1, 2-ジチ オール-3-オン (RYH-86) | 9~10 | 細菌, 真菌, レジオネラ属菌 (紙, パルプの製造におけるスライム コントロール) |
| オーテフロアブル | エスプロカルブ (ベンスルフロメチル) | 30 (1.4) | ノビエ, マツバイ, ウリカワ, ホタルイ |

表5-9 メチルパラチオン乳剤とマイクロカプセル剤のワタ害虫に対する効力比較

| 害虫 | 製剤 | 壁材架橋度 (%) | 処理量 (kg a.i./ha) | 処理後各経過日数後における致死率 (%) | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|-----------|------------------|----------------------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| | | | | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 11 | 13 | 16 | 20 | |
| ワタミムシ | マイクロカプセル | 0 | 1.12 | 100 | | 96 | | 76 | | 25 | | 0 | | | |
| | | 10 | 1.12 | 100 | | 100 | | 96 | | 60 | | 24 | | | |
| | | 25 | 1.12 | 100 | | 100 | | 100 | | 100 | | 72 | | | |
| | | 50 | 1.12 | 100 | | 100 | | 100 | | 84 | | 56 | | | |
| | 乳剤 | — | 1.12 | 94 | | 60 | | 16 | | 4 | | 0 | | | |
| ワタミゾウムシ | マイクロカプセル | 25 | 0.28 | 100 | 100 | | 97 | | 97 | | 75 | | | 46 | 33 |
| | | 25 | 0.11 | 100 | | | | | 74 | | | | 33 | | |
| | 乳剤 | — | 0.28 | 100 | 13 | | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | — | 0.11 | 100 | | | | 6 | | 0 | | | | | |

壁剤：ポリアミド-ポリウレア
架橋度：架橋剤添加量 (%)

表5-10 フェニトロチオンMCの木材上でのイエシロアリ職蟻に対する残効性

| 薬剤 | 処理量 (g/m ²) | 処理後各経過日数後における致死率 (%) | | | | | |
|------------|-------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 0 | 20 | 80 | 140 | 280 | 360日 |
| フェニトロチオンMC | 0.25 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| フェニトロチオン乳剤 | 0.5 | 100 | 100 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.0 | 100 | 100 | 60 | 2 | 0 | 0 |
| 無処理 | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 |

行われている。散布区域内における気中濃度は散布当日よりも、散布2日後で最高濃度0.9 μg/m³ また2日後に散布区域外の風下の地点で最高濃度0.3 μg/m³が検出された。これらの値は農林水産航空協会が提言した指針値20 μg/m³に比べて1/20～1/60であり、航空防除地区周辺地域の住民の健康に好ましくない影響を及ぼすことはないと考えられる⁴⁶⁾。

一方、乳剤散布では、散布区域内の林内での気中濃度は、散布当日から散布2日までは、ほぼ同程度であり、最高気中濃度は2.7 μg/m³であった。散布周辺部での最高気中濃度は、50m以内で2.7 μg/m³、500m以内では0.967 μg/m³であった。

これらの値からわかるようにMCの場合の気中濃度は乳剤の場合に比べて低くなる⁴⁷⁾。

除草剤のアトラジンやアラクロールをMC化することによって揮散による消失が減少する⁴⁸⁾。また、高分子化合物と混合した均一系の放出制御製剤でも、農薬の揮散が著しく抑制されることが報告されている⁴⁹⁾。

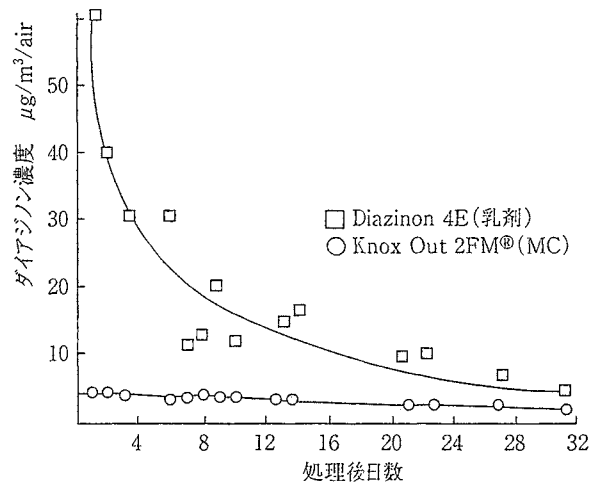


図5-21 ダイアジノンMC (Knox Out 2FM[®]) と乳剤 (4E) の気中濃度の変化 (カーペットを敷いた部屋)