

農薬などの大気を経由した環境動態研究 —最近の話題— 無人航空機による農薬散布と土壌くん蒸剤

小原 裕三

有害化学物質研究領域 環境化学物質解析ユニット

大気を経由した農薬等の移動は、広範囲に長期にわたっておこるため、その対策のために環境動態解明や予防策についての研究が進められてきました。地球規模の問題としては、残留性有機汚染物質 (Persistent organic pollutants: POPs、5ページ参照) の全球規模での拡散移動や、土壌くん蒸消毒に広く使われていた臭化メチルによるオゾン層の破壊などがあります。もっと局所的なものでは、農薬散布時のドリフトによる近隣作物の非意図的な汚染や、土壌くん蒸剤を処理したほ場周辺でのヒトへの曝露 (ばくろ) などもあります。ここでは、最近実施した、無人航空機 (Unmanned aerial vehicles, UAVs) による農薬散布と土壌くん蒸剤に関する研究について紹介します。

無人航空機 (UAVs) による農薬散布

国内の UAVs による農薬散布は平成 28 年度には、2,788 機の無人ヘリコプター (シングルローター) により、水稲、麦、大豆など 1,061,454 ha で実施されています。また、マルチローター (ドローン) も初年度ながら 147 機が登録され、543 ha で散布が実施されました (農林水産省農林水産航空事業検討会資料)。今後の農薬散布の省力化を考えると、UAVs による散布は益々拡大していくと予想されます。

UAVs は大量の薬液を積載することが困難なことから、極少量の薬液を散布します。標準的な地上散布では農薬製剤を 1,000 倍程度に希釈して散布 (低濃度大量散布) しますが、UAVs では農薬製剤を 8 倍程度に希釈した極少量の薬液を 8 L/ha の割合で散布しています (高濃度少量散布)。このような極少量の薬液を均一に散布するには、高度の技術が必要ですが、高濃度の薬液を散布処理することで、農薬の落下分散のムラやドリフトによる曝露なども心配されます。そこで、もっとも利用実績のある無人ヘリコプターについて、農薬落下分散を調べることにしました。しかし、実際に UAVs を飛ばして個々の農薬を評価するにはとても多くの労力や費用がかかり、気象条件によってもかなり異なった結果になります (写真)。そこで、大気の研究分野で使われる、数値流体力学を応用したモデル (AGDISP/AGDRIFT) と多層で非定常の計算が可能なパフ拡散モデル (CALPUFF)



UAVs を用いた農薬散布での落下分散測定

を組み合わせたシミュレーションモデルを使った評価を試みました。その結果、落下分散の計算値は実測データと良い一致を得ることができました (図 1)。このシミュレーションモデルを活用することによって、より均一に散布できドリフトが小さくな

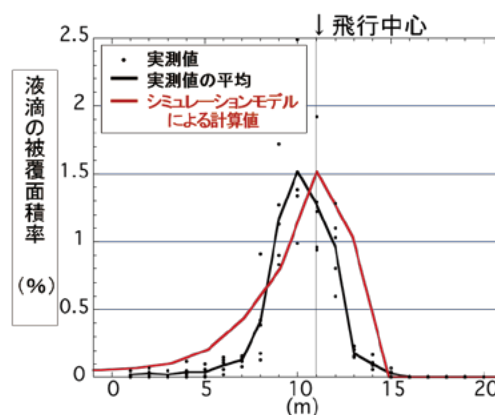


図 1 UAVs による農薬散布の落下分散実測とシミュレーションモデルの比較

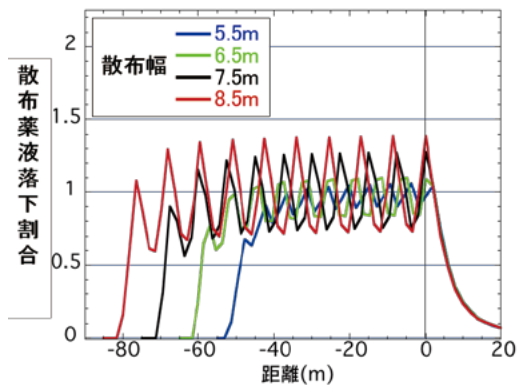


図2 シミュレーションモデルによる農業散布の均一性の評価事例

る飛行条件：飛行高度、速度及び飛行間隔等の提案ができ、周辺環境への安全性の評価も可能になりました（図2）。

土壌くん蒸剤の大気への漏洩（えい）防止と消毒効果の改善を両立

土壌くん蒸消毒は、イチゴ、トマト、ピーマン、キュウリ、メロン、ショウガなどに代表される園芸作物の栽培において、連作障害を回避するために不可欠な手段となっています。土壌くん蒸剤は、そのままでは気化して大気へ漏洩してしまうため、処理する際には、農業用ポリエチレンフィルム（農ポリ）などで土壌表面を被覆・密閉して使用します。しかし、農ポリ自体が土壌くん蒸剤を通すため、かなりの部分が大気中へ漏洩してしまい、結果として十分な消毒効果が得られなかったり、周辺環境への負荷やヒトへの曝露が心配されたりという現状があります。この対策として、生産者にとって最も導入が容易な技術は、ガスバリアー性能の高い被覆フィルムの導入が考えられます。しかし、従来のガスバリアー性フィルムは幅、厚さ、強度等の面で、必ずしも現場の生産者のニーズに合わ

なかったために、ほとんど普及していませんでした。そこで、土壌くん蒸消毒に多く用いられる慣行のフィルムと同等の仕様でガスバリアー機能を高めた新規フィルムを開発・販売してもらうことで、消毒効果の改善と農薬登録の範囲内での薬剤処理量の削減、さらに周辺環境への負荷低減やヒトへの曝露軽減を目指しました。

千葉県のスイカ栽培露地ほ場の事例では、クロルピクリンを処理する際に、ガスバリアー性フィルムを使うことで、慣行の農ポリと比べ、大気への漏洩速度が 1/100 以下になりました。処理期間中に、農ポリでは処理量の 80% 近くが大気に漏洩したのに対し、ガスバリアー性フィルムでは 2% 程度と 1/40 以下に低減できました（図3）。クロルピクリンなどの土壌くん蒸剤は、土壌中で微生物によって分解除去されるため、薬剤処理後の漏洩速度を小さくできれば大気中への漏洩全体を低減できることが分かりました。

徳島県のサツマイモ立枯病が激発するほ場での事例では、慣行の農ポリで 10 a 当たりの収量は 1,400 kg でしたが、ガスバリアー性フィルムの場合には 2,466 kg に増収し、病害発生率は 80.9% から 1.4% に低減しました。また、秀品率は 10.6% から 74.6% に増加し、10 a 当たりの概算収入は、420,000 円から 739,800 円に増えました。

このような事例を重ね、今では土壌くん蒸消毒用のガスバリアー性フィルムは品数も増え、ガスバリアー性能、ほ場にあった加工や価格等、現場ニーズに応じたフィルムの選択が可能となってきています。生産者の中には、フィルムの価格を気にされる方も多いのですが、薬剤使用量の適正化や収量損失分の回復などを総合的に評価し、ガスバリアー性フィルムの導入を検討していただければ幸いです。

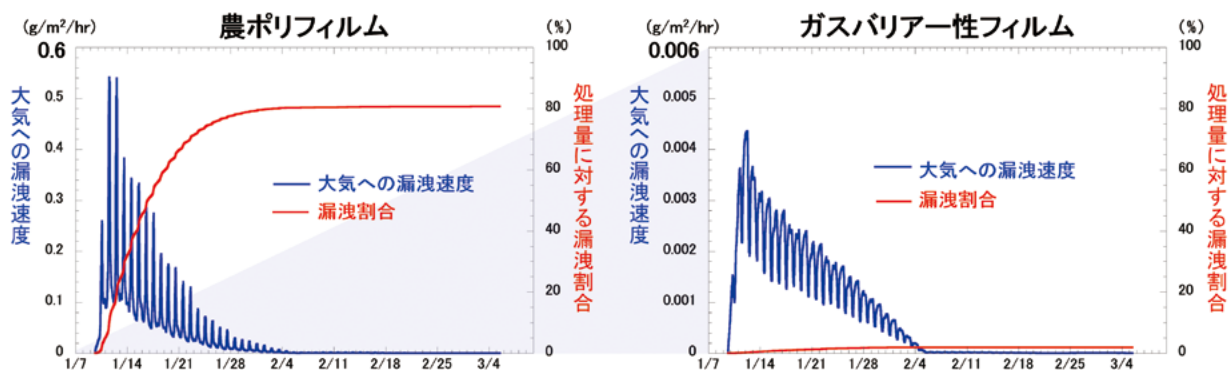


図3 クロルピクリン処理時の被覆フィルムを通した大気への漏洩速度と漏洩割合