

栽培前の土壌を測って 収穫後の農作物中POPs濃度を推定する

清家 伸康

有害化学物質研究領域 有機化学物質ユニット



POPs とは

POPs とは 残留性有機汚染物質 (Persistent Organic Pollutants) の略称で、残留性、生物濃縮性、長距離移動性、毒性の、全ての特性を有する物質と定義されています。現在、ダイオキシン類、ポリ塩化ビフェニル (PCB)、過去に農薬として使用された DDT、ディルドリンやヘプタクロル類などが対象となっています。2004 年に発効した残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs 条約) の下、国際的に協調してこれらの物質の廃絶、排出削減などが進められています。

近年、国内産のウリ科作物 (キュウリとカボチャ) からディルドリンとヘプタクロル類が食品衛生法に定められた残留基準値を上回る濃度で検出されました。これは、「食の安全」を揺るがす問題であり、産地では出荷の自粛、広範な土壌・作物検査等の緊急対応が行われました。一方、我々研究者には汚染されたウリ科作物の産出や流通を未然に防ぐため、栽培前の土壌中の濃度から収穫後の農作物中の濃度を推定する手法 (土壌診断)、および、それに基づく栽培適否の判断手法の開発が求められていました。

土壌中濃度と農作物への移行の関係

土壌中のディルドリンとヘプタクロル類は、土壌構成成分のうち腐植等の有機成分に吸着して存在しており、有機成分の少ない砂質未熟土のよう

な土壌への吸着は弱く、有機成分の多い黒ボク土への吸着は強いとされています。仮に、砂質未熟土と黒ボク土に残留しているディルドリン濃度が同じであった場合には、土壌中の水分 (土壌溶液) への溶出は砂質未熟土では多く、黒ボク土では少なくなります。農作物は、土壌に残留している POPs や農薬のうち土壌溶液へ溶出した成分を吸収するため、砂質未熟土のような有機成分が少ない土壌のほうが農作物へ移行しやすいとされています。

これらの現象を土壌診断の視点から見た場合、栽培前の土壌に含まれる対象化合物の全量を抽出して得た値を用いて収穫後の農作物中の残留濃度を推定すると、過大評価する可能性があることを示しています。したがって、農作物における可吸性を表現できる土壌の抽出法が必要になります。

土壌診断法の確立

土壌診断法を普及させるには、コストの観点から既存の施設、汎用機器で対応できることが必要条件となります。特殊な資材や機器を必要としない、かつ、農作物における可吸性を表現できる土壌の抽出溶剤を検討した結果、50%メタノール・水 (v/v) を選定しました (図 1)。この溶媒を用いる

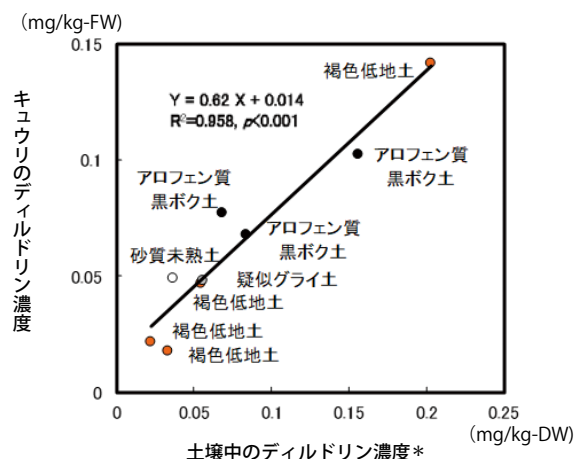


図 1 キュウリおよび土壌中のディルドリン濃度*の関係
*50%メタノール・水 (v/v) で抽出

と土壌種およびディルドリン等 POPs 濃度が異なっても、栽培前の株元土壌中濃度から収穫後のウリ科作物中濃度を推定することが可能となりました。また、50% メタノール・水 (v/v) は土壌からの抽出力が強いわけではないため、ディルドリン等 POPs を分析する際に妨害物質となりえる土壌の有機成分の抽出量が少なくなりました。結果的に、通常のディルドリン等 POPs 分析で必須のグラファイトカーボン等による精製工程が不要であることが分かり、分析時間の短縮も図ることができました。

栽培適否の判断手法

次に問題となったのは、図 2 に示すような圃場内の土壌中濃度の不均一性です。これは、薬剤の局所的な散布といった散布方法と、トラクターなどをを用いた耕うん時の土壌の移動に起因していると考えられます。この問題を解決するために、農作物の株元土壌をすべて採取して、1 つ 1 つの分析値を出すことは、時間やコストの面から非現実的です。そこで、実際の 6 圃場内の土壌中濃度分布を解析し、6,000 圃場分の様々な土壌中濃度分布を仮想的に作成して、統計学に基づいて栽培適否の判断が可能なガイドラインを北海道立総合研究機構等とともに作成しました (図 3)。本ガイドラインは、土壌採取方法、分析方法、管理フローにより構成され、50% メタノール・水 (v/v) で抽出した土壌中濃度に応じた対応方法が記載されています。なお、このガイドラインはウェブサイトからダウンロード できます。(URL : <https://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/pdf/heptachlor.html>)

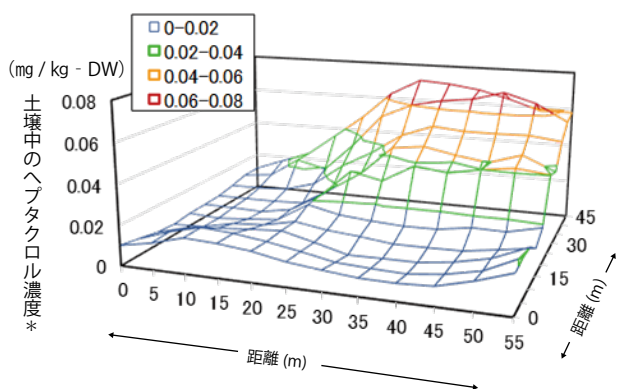


図2 圃場における土壌中のヘプタクロル類濃度*の分布
*50% メタノール・水 (v/v) で抽出

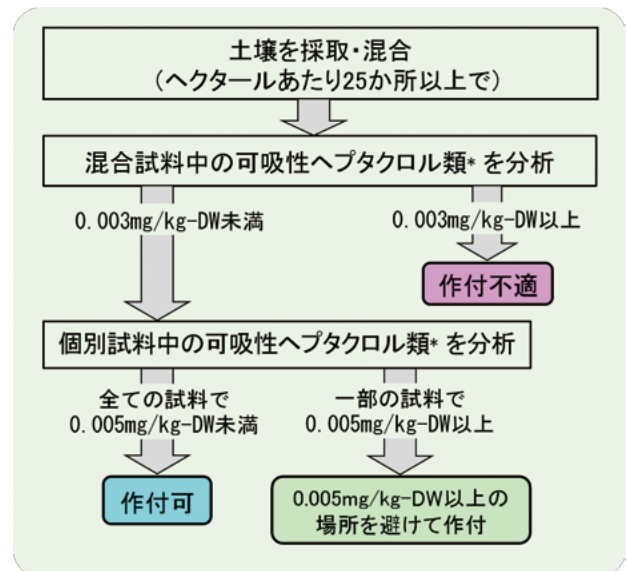


図3 かぼちゃ作付け前の土壌診断 (管理フロー)
土壌中の可吸性ヘプタクロル類*濃度に応じた対応方法を示します。
*50% メタノール・水 (v/v) で抽出

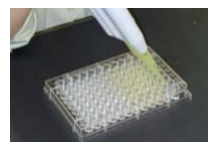
農薬への応用

現在使用されている農薬についても、土壌残留が問題となる場合があります。そこで、ディルドリンとヘプタクロル類のような POPs の場合と同様に農作物の可吸性を表現できる土壌の抽出溶剤を検討しました。その結果、メタノール等の有機溶媒ではなく、水、もしくは 0.01M 塩化カルシウム水溶液で農作物の可吸性を表現できることが分かりました。この溶剤の場合、50% メタノール・水 (v/v) よりも分析上の妨害となりえる土壌の有機成分の抽出量を低減できることから、多検体を同時に検出できる酵素免疫測定 (ELISA) 法^{*1} の適用可能性を検討しました。その結果、土壌の抽出液の希釈操作のみで簡易・迅速に ELISA 法により作物可給性の農薬を検出できることが分かりました。現在、本法を適用できる農薬種の拡大等を検討しており、土壌診断法としての進化が期待されます。



※1 ELISA 法とは？

抗原に対する抗体の選択的反応性を利用した分析法で、ガスクロマトグラフや液体クロマトグラフ等の高価な機器を必要としません。また、精製・単離の操作を省略できるため、迅速に検査できる利点もあります。



溶液の吸光度で、目的の化合物の濃度を検定できる。