



農業環境研究での分析化学，理想と現実の間で

何故か、同じ所属の馬場浩司さんから引き継ぎました国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）農業環境変動研究センター有害化学物質研究領域環境化学物質分析ユニットの小原裕三です。私は大阪府立大学工学研究科応用化学専攻の分析化学研究室を修了後、大阪府立産業技術総合研究所評価技術部分分析法研究室に1年在籍し、主にXPS/ESCA（X線光電子分光分析法）等を用いた様々な材料の表面の腐食・防食に関する研究を行ってまいりました。環境要因や人的要因からの原因究明など科学捜査に通じるところもあり、持ち込まれた材料が何故、意図せず腐食してしまったかという点は研究、仕事として面白く、また人にも恵まれた職場でした。しかし、何か自分のやりたかったことは違うと、当時の農林水産省農業環境技術研究所資材動態部農薬動態科農薬管理研究室に移り、途中色々と機構改革等で名称の変更はありましたが、今に至っています。

特に大志があった訳では無いですが、世界には満足に食事ができない人々（多くは子ども）がいて、人口増加も着実に進んでいる中、後生、自分たちの子ども、子孫には食べ物の心配をさせたくないという思いがあり、「分析化学、環境問題、食料」のキーワードから「農業で食料のロスを減らしながら、農業の環境問題も解決する」ための農業動態研究を志したように覚えています。この職場で新人として配属されたときに与えられた研究テーマは、「農業、大気」の二つのキーワードのみで、ほぼ放任状態で何をやっても良いという今では考えられないような自由(?)な状況でしたが、数年掛けて自分のライフワークにできるような課題を見つけて欲しいとの深意もあったと後に伺いました。しかし、実際は土壌と水における環境動態研究を行っている研究者はいるが、大気媒体に関連した動態研究を行っている研究者がいなかったためようです。

一口に農業と言っても令和2年2月29日現在での日本で登録のある農薬有効成分は593種類、農薬の種類では4263件にもなり、剤型も水和剤、粒剤、乳剤、液剤、粉剤等、色々な形態があります（独立行政法人農林水産消費安全技術センターホームページより）。その中で、何を評価対象として研究するか、その時々々の社会情勢によっても研究の優先度も変わってきます。振り返れば色々な研究を行ってきましたが、その中でも思い出深いPOP（残留性有機汚染物質）に関する広域大気モニタリングと土壌くん蒸剤について紹介します。

POPに関する広域大気モニタリングでは、数か月間の平均的な大気中濃度が知りたいとの目的で、評価対象物質のサンプリング法から様々な検討を行いました。多地点で、数か月という長期間のサンプリングを実施するために、電源の必要の無い簡易で安価なサンプリング法を検討し、市販の異なる径の二つのステンレスボールとPUFs（ポリウレタンフォーム）を用いたPASs（パッシブサンプラー）を作成し、中国、韓国、台湾、インド、英国の共同研究者をキーパーソンとして、また、設置には多くのボランティアの協力のもとモニタリングキャンペーンを実施しました。この二つのステンレスボールの隙間の精度が大気交換率に効いてきますので、組み立てる際には神経を使いました。各対象物質の大気中濃度の分布とともに、風向が太平洋側からの夏季と、日本海側からの冬季に複数年、現地のボランティアの方に協力して貰いながらモニタリングを実施しました。日本でも54箇所を北は稚内から南は石垣島や父島など、都道府県の農業研究機関の方等に協力していただいて設置しました。



写真 パッシブサンプラー（PAS）による大気中POPのサンプリング風景

この時のサンプルの分析は、PUFsを三分割し、有機塩素系農薬（OCPs）やPCBsは日本で、臭素系難燃剤は中国で、多環芳香族（PAHs）は韓国で、協力・分担して分析を行い、取り纏めました。大気塊のバックトラジェクトリー（後方流跡線）解析により、大気中各種評価対象物質の発生地域の推定などを行い、また、フガシティーをベースとしたマルチメディアモデル（NIAES-MMM-Global）を構築し、広域モニタリングで得られた知見によりモデルの検証や農薬の全球的な動態の推測を行いました。

土壌くん蒸剤について紹介すると、土壌くん蒸剤は揮発性が大きく、特に臭化メチルはオゾン層破壊物質として、2005年に不可欠用途を除いて全廃されました。他のクロルピクリンや1,3-ジクロロプロペン、メチルイソチオシアネートは、経気道の曝露が懸念されており、その評価も8時間、3日の急性毒性、3か月の季節曝露、生涯曝露（70年）での評価が必要な場合もあり、また、揮散フラックスを測定する場合など、大気中の同じ物質のサンプリングでありながら、手法を変えてのサンプリング法が必要です。この土壌くん蒸剤のリスク評価やリスク削減のための研究におけるベースはやはり濃度評価のための分析化学です。

農業の環境動態研究、特に大気媒体を対象とした場合には、評価対象物質の物理化学特性を考慮しながら、必要に応じた時間分解能（数分～数か月）や空間分解能（数10cmの高度別、もしくは平面では数m～数kmごと）に適したサンプリング法を検討し、非常に多くのサンプルを処理しなければならぬことがあります。また、大気媒体での濃度変動、評価対象物質の濃度レベルの差異は大きく、有効数字も2桁程度、もしくは、オーダーさえ分かれば良い場合もあります。高度で最先端の分析法、精緻な分析に憧れながら、現実には求められる解を得るために多くのサンプルを分析できる、「妥協の産物」の分析法で、理想とは乖離した研究を行っているこの頃です。

次のリレーエッセイには、研究者としてもとても魅力的でパワフルに仕事をされている農薬残留分析のエキスパート、（一財）残留農薬研究所の坂 真智子さんにバトンを引き継ぎますので、よろしくお願いたします。

〔国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構〕
小原裕三