

中 村 圭 介 氏

(NAKAMURA Keisuke)
(産業技術総合研究所計量標準総合センター物質計測標準研究部門 主任研究員)

1988 年 11 月神奈川県横浜市に生まれる。2012 年埼玉大学応用化学科卒業、2014 年同大学大学院理工学研究科博士前期課程修了、2017 年同博士後期課程修了。埼玉大学に在学中は渋川雅美教授の指導を受け、「気体固定相を有する液体クロマトグラフィーを用いた逆相分離系の溶質保持機構に関する研究」で博士(工学)の学位を得る。2017 年から国立研究開発法人産業技術総合研究所物質計測標準研究部門研究員、2021 年より現職。現在は、食品中の残留農薬、プラスチック材料中の添加剤、および有機溶媒中の水分等を対象に信頼性の高い分析法の開発や認証標準物質の開発に取り組んでいる。趣味は、草野球、スキー。



【業 績】

HPLC における保持機構解明および同位体希釈質量分析法による精確定量法の開発

中村圭介氏は、新たな液体クロマトグラフィー(LC)を開発して水/疎水性物質界面で起きる物質分離の機構を実験的に明らかにするとともに、各種分離法を用いた高精度な有機物質分析法を開発し、これらを残留農薬分析技能試験(PT)の付与値の決定や認証標準物質(CRM)の開発に応用してきた。以下に中村君の主な研究業績を紹介する。

1. 表面気泡変調液体クロマトグラフィーの開発と水/疎水性物質界面の計測

分析対象となる物質の種類は増加の一途をたどっており、これに対応するためには新たな分離機能を持った分離分析法を開発することが不可欠である。LC は広範な分野で利用される分離分析法であり、分離カラム内に物理・化学的に新たな分離場を構成し、さらに高度な分離選択性や分離能を生み出そうとする試みがなされている。中村君は、逆相 LC カラム内に形成させた気相を一つの構成要素とするハイブリッド固定相を分離場として用いる表面気泡変調液体クロマトグラフィー(surface-bubble-modulated liquid chromatography, SBMLC)の実験手法開発に大きく貢献した¹⁾。ここで、逆相 LC カラム内における気相の形成は、充填剤として汎用されるオクタデシルシリカ(ODS)等の疎水性多孔質粒子細孔で働く細孔圧で説明できる。気相形成後の逆相 LC カラム内では細孔内の気相、疎水性物質(例えばオクタデシル基)、および水/疎水性物質界面が固定相として機能しており、このうち細孔内の気相体積と、水/疎水性物質界面の大きさはカラムに加える圧力によって変化させることができる。ここで疎水性物質と、水/疎水性物質界面では溶質との相互作用が異なるため、SBMLC では圧力によって溶質の分離選択性を自在に調節可能となる。圧力による分離選択性の制御は従来の LC にはない画期的な技術であり、新たな分離選択性を生み出す分析法として期待される。さらに中村君は、SBMLC を用いることで、従来の界面計測法では観測できなかった水/疎水性物質界面における有機分子やイオンの深さ方向の分布を観測することに成功した²⁾。このほかにも溶液の組成や疎水性物質の表面化学構造による物質分布の変化を明らかにするとともに、SBMLC による界面計測結果について、熱力学的解析を行うことで、界面における分子の配向を明らかにした³⁾⁴⁾。このように中村君は、LC を用いた界面計測法を確立することで、逆相系の LC や固相抽出法の開発以来、30 年以上未解明であった水/疎水性物質界面における分子の挙動を実験的に捉えることに成功した。

2. 高精度な食品中残留農薬分析法の開発

残留農薬分析は、抽出、クリーンアップおよび機器分析等、複雑な分析工程を要する。したがって分析結果の信頼性を担保

するためには、分析法の妥当性評価や精度管理が重要であり、CRM の使用と PT への参加が精度管理の有効な手段となる。CRM や PT 用試料中の農薬濃度の決定法の一つに、同位体希釈質量分析法(IDMS)による定量がある。IDMS は、CRM 等の値付けにおいて最も精度な一次標準分析法とされているが、複雑な組成を有する食品試料への適用については、食品マトリックスに起因する測定干渉などの問題点がある。中村君は、食品中残留農薬分析における IDMS の問題点を解決するとともに、IDMS を利用した農薬抽出法の正確な評価法を確立した。

中村君は、LC/MS を用いた食品中のネオニコチノイド系農薬分析に、重水素化標識化合物を内部標準物質とする IDMS を適用した場合、食品マトリックスの影響によって分析値に偏りが生じることを明らかにした。さらに食品マトリックスを添加した標準液で LC/MS を校正することでマトリックスの影響を補正でき、信頼性の高い分析値が得られることを示した⁵⁾。また、加圧流体抽出法(PLE)や超臨界流体抽出法(SFE)を用いる農作物中の残留農薬分析においては実試料から十分に農薬を抽出可能な条件の決定が困難であった。中村君は、これらの抽出・分析操作においても IDMS を適用することで、高精度な定量を確立した^{6)~8)}。これにより、PLE や SFE を用いた高精度な食品中残留農薬分析法を開発するとともに、開発した分析法を PT の付与値決定に応用した。

3. グリーン調達対応標準物質とプラスチック材料中の添加剤分析法の開発

中村君は、グリーン調達対応標準物質である臭素系難燃剤含有ポリスチレン(NMIJ CRM8110-b)のロット更新および認証値決定における中心的役割を担った⁹⁾。さらに、プラスチック製品のスクリーニング分析法として汎用されるものの、定量性の低さが欠点であった熱分解ガスクロマトグラフィー/質量分析法(TD-GC/MS)に IDMS を適用することで、高精度な分析値が得られることを明らかにした⁹⁾。TD-GC/MS の精密分析法としての可能性を見いだした中村君の成果は、プラスチック材料分析の簡易化と高精度化の双方に大きく貢献するものである。

以上、中村圭介氏は、SBMLC を開発してこれまでにない界面計測を実現するとともに、IDMS を用いた有機物質の高精度な分析法を開発し、技能試験の付与値の決定や CRM 開発を行った。これらの研究成果は、今後の分析化学分野の発展に大いに貢献すると期待される。

〔静岡県立大学薬学部 轟木 堅一郎〕

文 献

- 1) *Anal. Chem.*, **87**, 1180 ('15). 2) *J. Phys. Chem. C*, **122**, 4409 ('18).
- 3) *J. Phys. Chem. C*, **122**, 28674 ('18). 4) *J. Chromatogr. A*, **1628**, 461450 ('20).
- 5) *J. Environ. Sci. Heal. B*, **54**, 467 ('19). 6) *J. Environ. Sci. Heal. B*, **54**, 640 ('19).
- 7) *J. Environ. Sci. Heal. B*, **55**, 604 ('20). 8) *J. AOAC. Int.*, **106**, 1532 ('23).
- 9) *Anal. Bioanal. Chem.*, **416**, 407 ('23).