

Laser ionization mass spectrometry for analysis of environmental pollutants

温, 璐

<https://hdl.handle.net/2324/5068231>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (工学), 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

| | | | | |
|--------|--|------|------|-------|
| 氏名 | Wen Lu | | | |
| 論文名 | Laser ionization mass spectrometry for analysis of environmental pollutants (環境汚染物質の分析のためのレーザーイオン化質量分析) | | | |
| 論文調査委員 | 主査 | 九州大学 | 教授 | 大井 尚行 |
| | 副査 | 九州大学 | 准教授 | 吉岡 智和 |
| | 副査 | 九州大学 | 名誉教授 | 今坂藤太郎 |

論文審査の結果の要旨

この論文は、ストックホルム条約で合意された環境中の有害物質である残留性有機汚染物質 (POPs) を測定する方法について研究したものであり、2種類の POPs を対象として、ガスクロマトグラフィー (GC) と多光子イオン化 (MPI)・飛行時間型質量分析法 (TOF-MS) を組み合わせた分析手法 (GC/MPI/TOF-MS) の開発について論じたものである。本論文の成果は大きく2つの部分から構成されている。

まず、ペルフルオロカルボン酸 (PFCA) の微量分析について検討が行われている。このような測定においては、一般に GC と電子イオン化 (EI) に基づく MS を組み合わせた方法、すなわち GC-EIMS が用いられている。その際には揮発性が低い PFCA を誘導化して GC に導入できるようにする必要があるが、EIMS は解離したイオンが観測されることが多く分析における信頼性が低いという問題点がある。そこで本論文では、臭化ベンジルを PFCA の誘導体化試薬として用いることにより GC に導入・分離した後に、非常に短いパルス幅のフェムト秒レーザー光をイオン化源として MPI/TOF-MS により測定した。これによりイオンの解離を抑制できることを示したところに新規性が認められた。

次に、大気中に存在する粒子状物質 2.5 (PM_{2.5}) には発がん性と催奇性が疑われている POPs の一種であるニトロ多環芳香族炭化水素 (NPAH) が含まれている。これまでの GC-EIMS では解離したイオンが観測されることが多く、分析における信頼性が低い問題点があった。そこで、解離を抑制する方法として複数の波長の紫外フェムト秒レーザーを組み合わせてイオン化する方法を検討した。その結果、最適化した波長の2つのレーザーを同時に用いることにより、EIMS より解離が大幅に抑制されることを明らかにした。これにより、本手法が環境中の NPAH の微量分析に優れたものであることが示唆された。

全体として、論文を構成する主要な部分が Esterification of Perfluorinated Carboxylic Acids with Bromomethyl Aromatic Compounds for Gas Chromatography Combined with Laser Ionization Mass Spectrometry (ガスクロマトグラフィー・レーザーイオン化質量分析のためのプロモメチル芳香族化合物によるペルフルオロカルボン酸のエステル化) として、すでに著名雑誌 (*Journal of Chromatography A*) に掲載されているなど、研究全体がじゅうぶんな水準に達しているものと考えられること、また予備審査で指摘があった、背景説明や結果の応用可能性についても説明されたことから、3名の審査委員の合議により、本論文は博士 (工学) の学位に値すると判断された。