

1. はじめに

現在、環境中（大気、水質、土壌、生体試料等）の有害化学物質の分析には、機器による多成分同時分析法が用いられるようになってきている。そのうち、有機塩素系化合物などをはじめとする揮発性物質には、分離能・定性能に優れた GC-MS が公定法として採用されてきた。しかし、難揮発性・熱分解性の物質については、GC での測定には誘導体化が必要である。そこで次の課題として、これらを直接分析可能な LC の環境分析への適用が検討されている。GC と同様、試料の定性には MS との接続が不可欠であり、実用レベルの LC-MS 装置の市販に伴い、難揮発性・熱分解性物質であるフェノール類や農薬等を対象とし、分析法の開発が行われるようになってきた。一方、LC とは異なる分離手法であるキャピラリー電気泳動(CE)は、このような物質の高性能分離に威力を発揮し、同様に MS との接続による環境分析への適用が期待される。本講演では、幾つかの分析例やイオン化法開発について紹介する。

2. 環境関連の分析例

CE は実用化されて既に 10 年以上が経過し、高い分離性能により様々な分野において活用されている。CE-MS におけるインターフェースでは、LC と同様に試料を液相から気相へ移行させ、イオン化することが必要である。現在主流のイオン化法はエレクトロスプレーイオン化法 (ESI) であり、適用例も最も多い。有害化学物質の分析においても、初期の段階から ESI による接続が検討されている。極性が高く熱分解性の染料は CE での分析に適しており、廃水中のアゾ染料の同定¹⁾や、モデル染料の湿式酸化分解生成物の CE-MS による同定例²⁾などがある。また、CE が LC に比較して威力を発揮するのは異性体分離であり、フェノキシ酸系除草剤の光学異性体を CE-MS により分離・測定した例³⁾や、ダイオキシン前駆物質として重要なクロロフェノール類⁴⁾についても CE-MS による異性体分離が行われている。ただし、現状では実際の環境分析に適用するためには濃度感度の向上が不可欠となっている。

3. 新規イオン化法の開発

ところで ESI はいわゆる「ソフトな」イオン化法であり、生体関連物質などには適していると考えられるが、有害化学物質のような低分子、あるいはイオン化しにくい物質に対しては、感度向上の点からも別のイオン化法を用いた CE-MS の開発も重要であると考えられる。大気圧化学イオン化(APCI)法の検討では、ESI との組合せにより、ESI のみでは困難な不揮発性泳動溶液での測定が行われている⁵⁾。また、APCI 単独の適用では CE との接続には至っていないが、ESI 法に比べイオン化効率が高くなる可能性が示された⁶⁾。一方、GC-MS では主流である電子衝撃(EI)法の CE-MS への適用も検討されており⁷⁾、感度向上の他フラグメントパターンを用いて GC-MS と同様に未知物質が簡便に同定できる可能性がある。さらに、フリット - 高速原子衝撃法(Frit-FAB)による CE-MS の検討例もあり⁸⁾、いずれも今後の発展が期待される。

4. 文献

- 1) E.D. Lee, *et al.*: *Biomed. Environ. Mass Spectrom.*, **18**, 253 (1989). / 2) S. Takeda, *et al.*: *J. Chromatogr. A*, **853**, 503 (1999). / 3) K. Otsuka, *et al.*: *J. Chromatogr. A*, **817**, 75 (1998). / 4) O. Jáuregui, *et al.*: *J. Chromatogr. A*, **896**, 125 (2000). / 5) K. Isoo, *et al.*: *Electrophoresis*, **22**, 3426 (2001). / 6) S. Takeda, *et al.*: *J. Chromatogr. A*, **924**, 415 (2001). / 7) N. Ikuta, *et al.*: *Anal. Sci.*, **17**, i993 (2001). / 8) 山田ほか：分析化学，**50**, 523 (2001).