

完全自動化されたポータブルイオンクロマトグラフィー

徳島大学大学院薬科学教育部創薬科学専攻 渡部裕貴

イオンクロマトグラフィーは、環境分野におけるイオンの多成分同時定量法として汎用されているが、オンサイト分析の必要性からイオンクロマトグラフのポータブル化が注目されている。しかし、これまでのポータブルイオンクロマトグラフィーは、目的イオンの溶離やバックグラウンドレベルのサプレッションに用いる溶液を適宜補充する必要があり、オンサイトにおける長期間の連続分析は困難であった。

近年, Elkin らは、イオンクロマトグラフで用いられている溶離液発生装置とサプレッサーが逆の反応機構を利用することに注目し、それらを統合したイオン還流装置 (Ion Reflux Device: IRD) あるいは溶離液還流装置 (Eluent Reflux Device: ERD) を開発することで、溶液の補充を必要としないポータブルイオンクロマトグラフィーを構築した [1,2]。Fig.1 に IRD の模式図を示す。IRD は、サプレッサー相と溶離液発生相で構成され、溶離液として KOH を発生させる場合、両相は K^+ に置換されたカチオン交換膜で隔てられている。溶離液発生相の H_2O が流入する側は OH^- 型アニオン交換樹脂, KOH が流出する側には K^+ 型カチオン交換樹脂が充填されており、サプレッサー相の KOH が流入する側は K^+ 型カチオン交換樹脂, H_2O が流出する側には H^+ 型カチオン交換樹脂が充填されている。さらに、溶離液発生相の端部にカソード、サプレッサー相の端部にはアノードが配置され、それぞれ H^+ 型カチオン交換膜と OH^- 型アニオン交換膜で隔てられている。このような構造を有する IRD の両極に電圧を印加すると、カソードの還元反応で生じた OH^- がアノード方向へ移動し、 K^+ と結合することで KOH、すなわち溶離液が生成する。一方、アノードの酸化反応で生じた H^+ は、カソード方向へ移動し、 OH^- と結合することで H_2O となり、サプレッサーとして機能する。このように、IRD は K^+ がサプレッサー相と溶離液発生相を循環するため、 K^+ を補充せずに長期間の稼働が可能となる。

Elkin らは、IRD を導入したイオンクロマトグラフを用いて 7 種陰イオン混合液 (F^- , Cl^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) をイソクラテック分析したところ、極めて低バックグラウンドレベル (電気伝導度: $<0.5 \mu S cm^{-1}$) を維持しながら、少なくとも 6 週間、500 回以上の連続測定が

可能であったことを報告している。 Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- および PO_4^{3-} の検出限界値 ($mg L^{-1}$, 3σ) は、それぞれ 0.023, 0.078, 0.16, 0.55 であり、保持時間のバラツキ (%RSD, $n=10$) は <1.43 (グラジエント溶離の場合: <1.18) と報告されていることから、Elkin らのポータブルイオンクロマトグラフィーは、分析感度、精度においても高い性能を有しているといえる。さらに、河川水のオンサイト分析 (分析期間は記されていない) にも成功していることから、Elkin らのイオンクロマトグラフィーは、河川水を長期間連続でモニタリング可能なポータブルイオンクロマトグラフであると思われる。なお、本稿では、KOH 発生用 IRD を導入した陰イオン分析用のイオンクロマトグラフについて紹介してきたが、IRD のイオン交換膜およびイオン交換樹脂を交換することにより、陽イオン分析用のイオンクロマトグラフにも応用可能である。

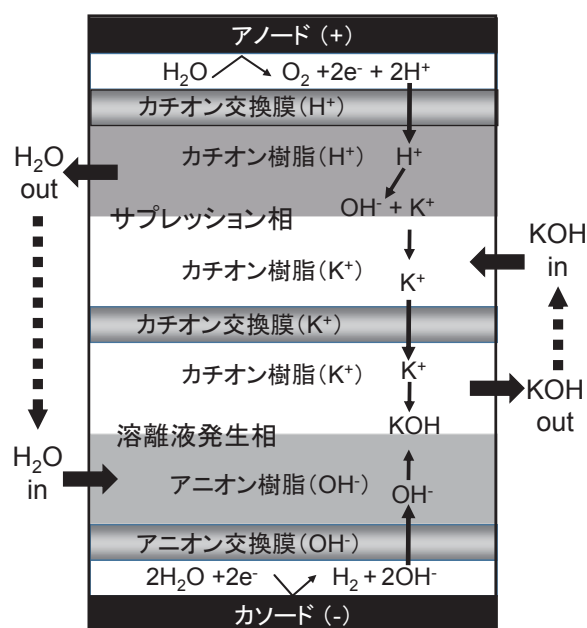


Fig.1 イオン還流装置(IRD)の模式図

- [1] Kyle Elkin, *Journal of chromatography A*, 1352, 38-45 (2014)
- [2] Kyle Elkin, John Riviello, Hamish Small, *Journal of chromatography A*, 1403, 63-69 (2015)