2018 年度日本分析化学会・フローインジェクション分析研究懇談会 フローインジェクション分析論文賞受賞論文

論文題名 : Electrodialytic In-line Preconcentration for Ionic Solute Analysis

(溶存イオン分析のための電気透析法によるインライン濃縮)

掲載誌 : *Talanta*, **180**, 176-181 (2018).

著者名 : Shin-Ichi Ohira*, Takayuki Yamasaki, Takumi Koda, Yuko Kodama, Kei Toda

(大平慎一, 山崎貴之, 幸田 匠, 兒玉侑子, 戸田 敬)

所 属 : Department of Chemistry, Kumamoto University

(熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門化学分野)

【業績】

本論文は、溶存イオンを高感度に分析するためのインライン濃縮法を開発したものである。電場と膜透過による溶存イオン抽出デバイスにより、大流量で導入された試料溶液から微小流量で導入されるアクセプター溶液中に試料中溶存イオンを定量的に取り出すことで、これらの溶液の流量比と同じ濃度比へのリアルタイムなインライン濃縮が実現されている。

溶存イオンの高感度分析は、環境試料や生体試料の成分の定量、超純水純度の評価など、科学から工業分野まで幅広く高いニーズがある。既存の検出法で感度を向上する手法として、濃縮法が広く用いられている。溶存イオンの濃縮は、気化による溶媒体積の減少(蒸発乾固を含む)、イオン交換樹脂やキレート樹脂への捕集濃縮が行われている。いずれの方法でもバッチ法によりひとつひとつの試料に対して施されており、リアルタイムなインライン濃縮法は皆無であった。

筆者らは、これまでに電場による泳動と膜透過を利用した溶存イオンのインライン抽出デバイスにより、試料溶液中溶存イオンを純水や酸などのアクセプター溶液中に定量的に取り出す手法を確立した。これは、夾雑物を取り除いて試料を精製していく従来の前処理法とは異なり、測定対象である溶存イオンを選択的に取り出すダイナミックな前処理法であった。膜透過できないタンパク質や微粒子、電場の影響を受けない非イオン性物質などの夾雑物はほとんど抽出されない上、電場による泳動方向が異なる陽イオンと陰イオンをそれぞれ別のアクセプター溶液中へ分離して抽出することも可能であった。このイオン抽出デバイスでは、試料中溶存イオンを定量的に抽出できることから、試料溶液を大流量で導入し、微小流量のアクセプター溶液中に取り出すことで、リアルタイムなインライン濃縮が実現された。電場の強さや流量を最適化することで、強酸や強

塩基、重金属イオンについて、それぞれ、70, 20, 70 倍まで、流量比と濃縮率が一致することが示されており、本法がユニバーサルなインライン濃縮法であることが実証されている。さらに、水道水の塩素処理により生じる副生成物であり、劇物でもあるクロロ酢酸類を分析するための濃縮法として評価されている。クロロ酢酸類は、物質ごとに 0.02 ~ 0.2 mg/L 以下であることが水道水の基準と定められているが、この濃度レベルの検出には質量分析計が不可欠であった。しかしながら、本法によりインラインで 10 倍に濃縮することで、一般的な HPLC-UV による検出でも基準の 10 分の 1 以下を定量することが可能であった。

本法によるリアルタイムなインライン濃縮法は、流量比により濃縮率を任意に設定することもできることから既存の検出系とも相性がよい。また、インライン濃縮と同時に、夾雑物からの分離も達成される。さらに、溶存クロムの分析においては、環境中の主な存在形態である三価クロムと六価クロムがそれぞれ、陽イオンと陰イオンとして存在することから、夾雑物の除去、酸化数別分離、濃縮が同時にかつリアルタイムに可能であった。

このように本論文は学術的に優れているだけでなく、実用性の観点からも高く評価され(特許 5888653 号, 米国特許 US9103780), 土壌中六価クロムの由来を探る研究(環境研究総合推進費 5RF-1602)が進められるなど高い実用性も認められる。

以上の理由により、本論文を 2018 年度 FIA 論文賞受賞論文に値するものと認め、選定した。

(フローインジェクション分析研究懇談会褒賞委員会)