



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Title	Development of versatile column switching separation systems for ion chromatography(内容の要旨(Summary))
Author(s)	Muhammad Amin
Report No.(Doctoral Degree)	博士(工学) 甲第339号
Issue Date	2008-03-25
Type	博士論文
Version	
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/23524

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

氏名（本籍）	Muhammad Amin（インドネシア）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第 339 号
学位授与日付	平成 20 年 3 月 25 日
専攻	物質工学専攻
学位論文題目	Development of versatile column switching separation systems for ion chromatography (イオンクロマトグラフィーのための多機能カラムスイッチング分離システムの開発)
学位論文審査委員	(主査) 教授 竹内 豊 英 (副査) 教授 杉 義 弘 教授 松居 正 樹 教授 紘 村 知 之

論文内容の要旨

多くの汚染物質、酸性雨、有害廃棄物あるいはその他の物質の環境問題が急速に拡大し、現在、水質に関するこれらのサンプルにおけるイオン種の定量が重要になってきている。本研究では、それらの環境水中無機イオンの定量において最も簡易かつ迅速な分離方法を考案し、イオンクロマトグラフィー（IC）における陰イオンと陽イオンを同時定量する分離システムを開発している。

単一のランニングによる陰イオンおよび陽イオンの同時定量は、試薬や分析時間の節約等の点で開発が強く望まれており、ICで最も重要な研究課題の1つである。今回の分離システムは、1台のポンプ、1個のインジェクションバルブ、陰イオン交換カラム、陽イオン交換カラム、2つの6方スイッチングバルブ（または1つの10方スイッチングバルブ）と電気伝導検出器を用いて構築している。

環境水に含まれる主要な陰イオンは、塩化物イオン(Cl⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)および硫酸イオン(SO₄²⁻)であり、一方、主要な陽イオンはナトリウムイオン(Na⁺)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、カリウムイオン(K⁺)、マグネシウム(Mg²⁺)イオンおよびカルシウムイオン(Ca²⁺)である。この他、フッ化物イオン(F⁻)、リン酸イオン(PO₄³⁻、HPO₄²⁻またはH₂PO₄⁻)、亜硝酸イオン(NO₂⁻)および臭酸イオン(Br⁻)などの無機の陰イオンが重要な陰イオンとしてその定量が求められている。

カラムスイッチングは基本的にカラムの流路を切り替える手法である。この結果、目的イオン分離に合わせてバルブを切り換えてイオン交換カラムを選択することができる。本研究では、陰イオン交換カラムカラムおよび陽イオン交換カラムを併用し、それぞれ陰イ

オンおよび陽イオンを同時に定量できるシステムを組み立てている。

本システムでは同一の溶離液で陰陽両イオンの分離を達成しなければならないため、イオン交換体の修飾、溶離液の選択およびカラムスイッチング法の検討を行っている。

陰イオン交換カラムは、コンドロイチン硫酸 C により修飾することにより陰イオンの保持時間を制御できることを利用して、溶離液として 5mM 酒石酸を用いることで 3 種の主要陰イオンおよび 5 種の主要陽イオンを定量することに成功している。

溶離液を種々検討した結果、1.75mM の 5-スルホサリチル酸を溶離液として用いることにより、イオン交換体を修飾する必要もなく陰陽両イオンの分離を達成している。分離カラムは、2 つの 6 方スイッチングバルブと接続し、バルブを切り換えることにより陽イオン交換または陰イオン交換分離を達成している。本方法を「Peak Parking Technique」と命名している。なお、2 つの 6 方スイッチングバルブは 1 つの 10 方バルブで置き換えられることを実証している。

また、1.0mM トリメリト酸を溶離液として用いることにより陰イオンの分離選択性が改善できることを見出し、7 種の無機陰イオン(F^- , $H_2PO_4^-$, NO_2^- , Cl^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-})および 5 種の陽イオン(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})の分離に成功している。

本研究で開発したシステムは、環境水や飲料水中の陰イオンおよび陽イオンの定量に応用できることを示している。

論文審査結果の要旨

多くの汚染物質、酸性雨、有害廃棄物あるいはその他の物質の環境問題が急速に拡大し、現在、水質に関するこれらのサンプルにおけるイオン種の定量が重要になってきている。本研究では、それらの環境水中無機イオンの定量において最も簡易かつ迅速な分離方法を考案し、イオンクロマトグラフィー (IC) における陰イオンと陽イオンを同時定量する分離システムを開発している。

単一のランニングによる陰イオンおよび陽イオンの同時定量は、試薬や分析時間の節約等の点で開発が強く望まれており、IC で最も重要な研究課題の 1 つである。今回の分離システムは、1 台のポンプ、1 個のインジェクションバルブ、陰イオン交換カラム、陽イオン交換カラム、2 つの 6 方スイッチングバルブ (または 1 つの 10 方スイッチングバルブ) と電気伝導検出器を用いて構築している。

環境水に含まれる主要な陰イオンは、塩化物イオン(Cl^-)、硝酸イオン(NO_3^-)および硫酸イオン (SO_4^{2-}) であり、一方、主要な陽イオンはナトリウムイオン (Na^+)、アンモニウムイオン (NH_4^+)、カリウムイオン (K^+)、マグネシウム (Mg^{2+}) イオンおよびカルシウムイオン (Ca^{2+}) である。この他、フッ化物イオン (F^-)、リン酸イオン (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} または $H_2PO_4^-$)、亜硝酸イオン (NO_2^-) および臭酸イオン (Br^-) などの無機の陰イオンが重要な陰イオンとしてその定

量が求められている。

カラムスイッチングは基本的にカラムの流路を切り替える手法である。この結果、目的イオン分離に合わせてバルブを切り換えてイオン交換カラムを選択することができる。本研究では、陰イオン交換カラムカラムおよび陽イオン交換カラムを併用し、それぞれ陰イオンおよび陽イオンを同時に定量できるシステムを組み立てている。

本システムでは同一の溶離液で陰陽両イオンの分離を達成しなければならないため、イオン交換体の修飾、溶離液の選択およびカラムスイッチング法の検討を行っている。

陰イオン交換カラムは、コンドロイチン硫酸 C により修飾することにより陰イオンの保持時間を制御できることを利用して、溶離液として 5mM 酒石酸を用いることで 3 種の主要陰イオンおよび 5 種の主要陽イオンを定量することに成功している。

溶離液を種々検討した結果、1.75mM の 5-スルホサリチル酸を溶離液として用いることにより、イオン交換体を修飾する必要もなく陰陽両イオンの分離を達成している。分離カラムは、2 つの 6 方スイッチングバルブと接続し、バルブを切り換えることにより陽イオン交換または陰イオン交換分離を達成している。本方法を「Peak Parking Technique」と命名している。なお、2 つの 6 方スイッチングバルブは 1 つの 10 方バルブで置き換えられることを実証している。

また、1.0mM トリメリト酸を溶離液として用いることにより陰イオンの分離選択性が改善できることを見出し、7 種の無機陰イオン(F^- , $H_2PO_4^-$, NO_2^- , Cl^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-})および 5 種の陽イオン(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})の分離に成功している。

本研究で開発したシステムは、環境水や飲料水中の陰イオンおよび陽イオンの定量に応用できることを示している。

最終試験結果の要旨

4 名で構成する審査委員会は、本論文および論文別刷り等を慎重に検討した結果、提出された論文別刷り 4 編はすべて国外の英文誌に投稿されており、4 編とも申請者が各論文の主要な部分に携わっている。また、本論文は学位論文として十分に完成された内容を有していることを確認した上で、最終試験（公聴会）を開催し審査した結果、合格と判定した。

なお、審査委員会は、各既発表論文を申請者の学位論文の主論文とすることについて、各論文共著者の承諾書があることも併せて確認している。