

キャピラリー電気泳動によるイオン成分の一斉分析

畑 和貴、中島 沙知
無機分析化学研究部

要 旨 キャピラリー電気泳動法は高い分離能を達成できる分離分析法であり、多くのイオン成分の分析に有用であるが、化学的性質の近いイオン同士の分離には工夫が必要である。イオンの分離が行われる泳動液の組成および pH を最適化することで、互いに性質の近い無機陰イオンや有機酸の一斉分離、さらにアミノ酸や緩衝剤等を含めた網羅的なイオン成分分析が可能となる。

1. はじめに

イオン成分の分離分析において、キャピラリー電気泳動法（CE）は最も高分離能を達成できる手法の 1 つである。本稿で主に取り扱う無機陰イオンや低分子有機酸の分離分析手法としては、再現性や感度の面で優位なイオンクロマトグラフィー（IC）の方が一般的である。しかしながら CE は IC とは異なる原理で分離を行い、さらに短時間で多くのイオン成分を分析できるため、両者は分析の目的に応じて相補的に活用できる。

CE では、内径 100 μm 以下の熔融シリカキャピラリー内を泳動用緩衝溶液（以下、泳動液）で満たし、キャピラリーの一端より試料溶液を注入して両端に高電圧を印加することで、イオン成分の分離を行う。高電圧の印加によりキャピラリー内には泳動液全体の流れ（電気浸透流）が発生し、一方で試料中のイオン成分はその大きさと電荷により決定される移動度（電気泳動移動度）に基づいて泳動する。キャピラリー内では電気浸透流とイオンの電気泳動が同時に発生し、これらの影響により生じる各イオンの見かけの電気泳動移動度の差に基づいて分離が達成される。キャピラリーへの試料溶液の注入方法や印加電圧など、目的の分離を達成するために最適化する項目はいくつかあるが、上述の通り CE ではイオン成分の化学的性質に基づいて分離が行われるため、イオン成分に化学的に作用す

る泳動液は分析結果に大きく影響する。

市販の CE 装置には汎用性の高い UV 検出器が搭載されているが、多くの無機イオンは紫外域に吸収をもたない。そのためこれらと有機酸等を同時に分析するための泳動液には、pH を一定に保つための緩衝剤に加えて間接吸収剤、界面活性剤や添加剤が含まれており、これらがイオン成分の分離に影響する¹⁾。詳細は割愛するが、とりわけ添加剤や泳動液の pH は特定のイオン成分に作用することで見かけの電気泳動移動度を変化させることから、分離の最適化において非常に重要な因子である。本稿では、CE の分離改善を目的として泳動液に有機溶媒を添加した、あるいは泳動液の pH を変化させたときの、分離に与える効果について検証した事例を紹介する。さらに、最適化した泳動液による実試料の分析事例についても記載する。

2. 泳動液の最適化による CE の分離改善

泳動液は、測定対象とするイオンの種類（例えば「無機陰イオン」や「有機酸」など）に応じて市販されているため、装置を購入しさえすれば専門家でなくともある程度の分析を行うことは可能である。しかしながらこれらの泳動液はあくまで代表的なイオン成分の分離に適用可能な一例であり、あらゆる分析目的に必ず