

誘導結合プラズマ(ICP)発光分光分析/質量分析による エアロゾル粒子中元素の高感度・連続分析

94501

申請者 金子 聡
名古屋大学大学院工学研究科
研究の直接の指導者 河口 広 司 教授

研究成果の概要

“Optimization of Operating Conditions in Individual Airborne Particle Analysis by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry”, Satoshi Kaneco, Tsutomu Nomizu, Tomokazu Tanaka, Naoto Mizutani and Hiroshi Kawaguchi, Analytical Sciences, in submitted.

様々な発生源から大気中に放出されるエアロゾル粒子は、今なお環境汚染の重要な構成要素であり、生体に及ぼす影響も大きいことが知られている。故に、エアロゾル粒子の分析評価が、環境科学、公衆衛生などの分野でますます重要になっている。一般に、粒子数濃度や粒度分布測定にはレーザー光散乱技術が利用されているが、化学組成の測定方法としては、粒子を一旦メンブレンあるいはガラスファイバーフィルター等に捕集し、化学処理によって溶解した後、ICP発光分光分析法あるいはICP質量分析法などによる高感度分析によって平均組成を求める手法がとられてきた。このため、捕集操作や分析操作に時間と労力を要するが、粒子の化学組成分布に関する情報を得ることはできなかった。

河口らは、先にエアロゾル粒子を誘導結合プラズマ(ICP)に直接導入し、粒子中の元素含有量を個々にICP発光分光分析法によって連続的に定量し、その元素分布を測定するシステムを開発した¹⁾。次に、このシステムを溶液中に分散している生物細胞に応用し、生物細胞中の微量元素含有量を細胞ごとに連続的にICP発光分光分析法によって分析するシステムを開発した²⁾。しかし、エアロゾル粒子の分析、生物細胞の分析とも、システムの元素分析法としてICP発光分光分析法を用いていたため、微量成分の元素の分析は、感度の点において限界があった。そこで、同じプラズマを用いるものの発光分光分析よりもより高感度な質量分析を元素分析法として組み合わせ、粒子中の元素含有量を個々にICP質量分析法によって連続的に定量するシステムの開発を試みた。単分散エアロゾル粒子中の亜鉛や鉛をフェムトグラム(10^{-15} g)レベルで計測できることを確認したが、均一な径の粒子を導入したにもかかわらず、その信号は大きな分散を示した³⁾。

したがって、今回はプラズマやイオンレンズなどの操作条件を詳細に検討し、システムの高精度化及び高感度化を図った。キャリアーガス流量が信号強度の安定性に極めて影響したので、マスフローコントローラーを用いて0.2%の精度でキャリアーガス流量を制御した。種々のサンプリング距離、高周波出力、キャリアーガス流量の条件で、単分散エアロゾル粒子の測定を行い、得られた信号の

強度と分散について比較したところ、キャリアーガス流量の違いによって、サンプリング距離、高周波出力の最適条件が異なる傾向を示した。一方、イオンレンズ条件は信号の分散にあまり大きな影響を与えなかった。以上の結果に基づく最適条件における測定結果の相対標準偏差は、以前の結果27%に対し、約5%と大きく改善された。分散が小さくなるとともに、バックグラウンド信号も低減され、感度も同時に向上する結果となった。

- 1) H. Kawaguchi, N. Fukasawa and A. Mizuike, *Spectrochim. Acta*, **41B**, 1277 (1986).
- 2) T. Nomizu, S. Kaneco, T. Tanaka, D. Ito, H. Kawaguchi and B. L. Vallee, *Anal. Chem.*, **66**, 3000 (1994).
- 3) T. Nomizu, S. Kaneco, T. Tanaka, T. Yamamoto and H. Kawaguchi, *Anal. Sci.*, **9**, 843 (1993).

研究成果

“Optimization of Operating Conditions in Individual Airborne Particle Analysis by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry”

S. Kaneco, T. Nomizu, T. Tanaka, N. Mizutani and H. Kawaguchi, *Anal. Sci.*, in submitted.