

ICP-MS について

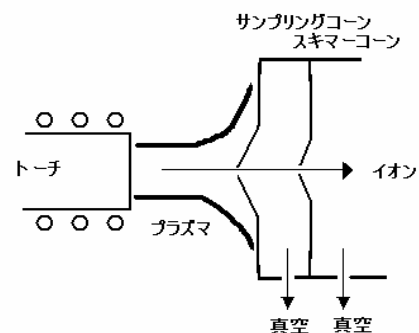
はじめに

ICP-MS(誘導結合プラズマ-質量分析法, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry)が元素分析で実用化されて20年以上経ち、機能、価格ともに導入しやすい機器になりました。また、様々な分野での活用報告も増えています。今回は ICP-MS の特徴と活用されている分野を紹介し、今後の応用について展望してみたいと思います。

ICP-MS とは

ICP-MS とはネブライザー、レーザーなどで気化した試料を ICP に導入し、イオン化した原子をインターフェイスであるサンプリングコーン、スキマーコーン（オリフィスという小さな穴の開いた円錐型の部品のためにそう呼ばれる）を介して質量分析部に導入し、質量数を測定する装置です。元素は質量数が分かっているため、エネルギーが大きくイオン化が効率的な ICP と質量分析装置を組み合わせることは合理的です。

質量分析部は汎用機では四重極型がよく使われています。また、二重収束型などを質量分析部として持ち、高分解能を発揮する装置もあります。これらは厳密には多成分逐次測定ですが、ICP でイオン化して導入した後、2つの独立した質量分析計で異なる質量数を同時に測定する装置もあり、同位体の分析などで使われています。



インターフェイス部

利点と弱点

1) 質量分析のため高感度

四重極型で ICP の 10~100 倍程度、測定溶液で 0.1ppb 以上の感度を有するので、微量分析に威力を発揮します。

2) 同時定量が可能で測定範囲が広い

質量分析なので、一斉に複数の質量数を測定できます。またダイナミックレンジも広く、ICP と同等以上の性能があります。

3) 分子イオン干渉

イオン化にはアルゴンプラズマを使用するのが一般的です。しかし、一部の元素はアルゴンと結合して分子イオンができ、測定元素の質量数と同じになるものがあります。例えばヒ素の質量数 75 は Ar-Cl 分子イオンと同じ質量数となり、妨害となります。そのため分子イオンを分解する機能(コリジョンセル, リアクションセルなどと呼ばれている部分)や、高分解能の測定装置を使用して分子イオンの妨害を排除します。

4) 高塩類試料

試料溶液の塩類濃度が高濃度になると、ネブライザーの目詰まりやイオン導入口であるサンプリングコーンのオリフィス径が狭くなることによって、導入量の変化が起こり、測定値に影響を与えることがあります。

5) コンタミネーション

感度がよいためにコンタミネーションのリスクが高くなります。元素によっては、開放系の前処理方法では環境から汚染を受けたり、試薬からの汚染を受けるものがあります。そのため、マイクロウェーブ分解などの密閉系の分解方法を選択したり、高純度の酸(試薬)を使用しなければならないこともあります。

活用される分野

1) 水質金属分析

摂取量の多い飲料水は、ppb レベルの高感度検出が必要です。水道法では鉛の分析などで早くから ICP-MS が取り入れられています。また、含有元素の一斉定性も可能なため、前処理が比較的少ない水質の分析では ICP-MS の活用が盛んです。

2) 食品中の金属分析

食品中の相当数のミネラル、重金属の一斉分析が可能であるとする報告があります。また、食事摂取基準(2005 年版)に主要ミネラルだけでなく、クロム、モリブデン、セレン、ヨウ素などの微量ミネラルも基準値が制定されました。食品においても ppb レベルの微量分析のために ICP-MS の活用が期待されています。

3) 形態別分析

金属の中には形態により、その毒性や性質が変わることが知られています。例えば、無機ヒ素は毒性が強いが、有機ヒ素は毒性が低く、海産物中では主として有機ヒ素の形態で含まれています。これらを分別するために高速液体クロマトグラフ、イオンクロマト装置で各成分を分離後、ICP-MS に導入する方法(LC-ICP-MS, IC-ICP-MS)があります。また、GC との組み合わせにより有機水銀を分別できるという報告もあります。ICP-MS が確立されたため、様々な形態分析が出来るようになってきました。

さいごに

いままで微量分析といえば、対象は主に水質が中心でしたが、リスク評価、栄養評価などの観点から食品や化学品にも微量分析、形態別分析の要求は高まっています。ICP-MS は汎用的な機器となりつつあり、その高感度と選択性により活躍の場は今後さらに広がっていくでしょう。

参考文献

- ・ Akbar Montaser, 久保田正明監訳：誘導結合プラズマ質量分析法, 化学工業日報社(2000)
- ・ 保倉明子, 小栗佐知子, 松浦博孝, 原口紘丞：誘導結合プラズマ質量分析法及び誘導結合プラズマ発光分析法による野菜試料の多元素定量分析, 分析化学, **49**, 387~396 (2000)