



教授 / 博士 (工学)

田中 智一

Tomokazu Tanaka

学歴

立命館大学 理工学部 化学科

経歴

名古屋大学文部技官、助手、福井工業大学助教授、教授、福井工業大学環境情報学部長、学務部長

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

環境分析 (特に水質関係) や食品分析 (特に有害金属) に関わる技術開発と技術相談、身のまわりの環境問題やリサイクル・廃棄物処理に関する講演

メールアドレス

tanaka@fukui-ut.ac.jp

主な研究と特徴

「ICP 質量分析法の感度に及ぼす静電シールド素材の影響」

誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) は極めて高感度であり、環境試料をはじめとする様々な分野の微量元素の分析に不可欠である。しかしながら、目的元素によっては、ICPの放電ガスであるアルゴン (Ar) や試料溶液の溶媒である水などに起因する分子イオンがスペクトル干渉を起こし、感度が著しく低下する。このため、既存の多くの装置で使用されている静電シールドの素材に着目し、感度向上の観点から検討を行った。先行研究においてシールド素材中のニッケル (Ni) 含有率が関係することが示唆されたことから、本研究ではシールド素材としてNi含有率が約10~80wt%の範囲で系統的に変化するようにSUS304、洋白、コパール、コンスタンタン、45パーマロイ、ハステロイC276、ニクロム、インコネル600、78パーマロイの9種類を選択し、Ni含有率によって目的元素の信号強度や信号対バックグラウンド (BG) の強度比 (SB比) がどのように変わるかを調べた。スペクトル干渉の有無に関わらず、ICP-MSにおけるシールドとしてはSUS304のようにNi含有率が低い素材が適していることが分かった。また、高周波電力については、Arなどに起因する分子イオンのスペクトル干渉がある場合には電力を低くしたクールプラズマ状態が、スペクトル干渉がない場合には電力を高くしたホットプラズマ状態が適していた。シールド素材中のNi含有率と目的元素の信号強度との間には必ずしも相関は見られなかったが、これにはNi以外の含有元素や素材そのものの物性が影響している可能性が示唆された。

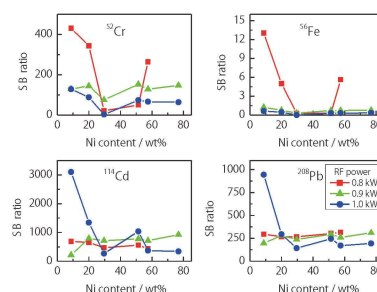
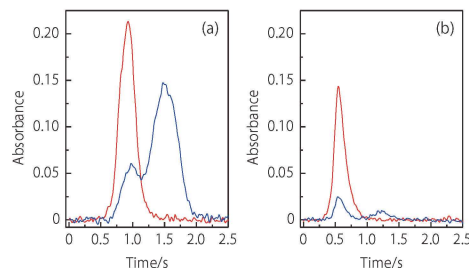


図1. 目的元素のSB比に及ぼすシールド素材中のNi含有率の影響

「食品中の微量有害元素の高感度分析」

食品の汚染物質に対する基準値は、消費者の健康保護を前提に、合理的な範囲内でできる限り低く設定する考えが主流であり、コーデックス委員会では食品中のカドミウムの国際基準値 (精米 0.4 mg/kg、小麦 0.2 mg/kgなど) を設定している。このような安全志向の考え方は、ペットフードといえども同様である。我が国では、ペットフード安全法により、11種類の化学種が汚染物質として指定されており、その中には3種類の有害元素 (Cd、Pb、As) が含まれている。本研究では、3元素の中でも規制が最も厳しいCd (1 µg/g 以下) を対象に、密閉系の試料分解法である加圧酸分解と黒鉛炉原子吸光分析法 (GF-AAS) とを組み合わせることによって、ペットフードの分析を試みた。黒鉛炉内でCdを原子化する際に、残存する有機物から炭素の煤が生成して大きなバックグラウンド吸収を示した。それに対して、黒鉛炉の消耗・劣化を防ぐためのバージ用のアルゴンを原子化の間も少量流したところ、バックグラウンドを効果的に抑えることができた。3回の分析操作で得られたCdの定量値の平均は0.85 µg/gであり、相対標準偏差も3.5%となった。試料分解時の温度を155℃から165℃に10℃上げるだけでCdが揮散して定量値が約30%減少したことから、分解時の諸条件を慎重に設定する必要があることがわかった。

図2. カドミウム (赤) およびバックグラウンド (青) の信号プロファイル
アルゴン流量: (a) 0 mL/min, (b) 50 mL/min

今後の展望

静電シールド素材によるICP-MSの高感度化に関しては、Niの含有率だけでなく、他の含有元素や素材そのものの物性の観点からの検討も必要である。今回の検討結果から、目的元素の信号強度を増大させる素材があることも分かったため、目的元素の信号強度を高めながらもBG強度を低くすることのできるシールド素材を見つけることができれば、既存のICP-MS装置の感度をさらに向上できる可能性があると言える。同じICPを用いる発光分光分析法 (ICP-OES) についても、シールドの装着による高感度化を確認しているため、シールドの素材を変更することによって、ICP-OESのさらなる特性の向上を目指す。

ペットフードの分解に用いた加圧酸分解法は、有機物を多く含むような試料を比較的簡単に分解することができるが、分解容器やマッフル炉に限られるため、同時に分解できる数が制限され効率的ではない。それに対して、現在使用中の酸循環式分解法は同時に24本の試料が分解でき、標準添加法も適用しやすくなることから、このことを活用して分析の正確性を検証し、より信頼性の高い定量結果を得るようにする。

所属学会

公益社団法人 日本分析化学会会員 (昭和60年~現在まで)
一般社団法人 日本鉄鋼協会会員 (平成9年~現在まで)
公益社団法人 日本分光学会会員 (平成10年~現在まで)
公益社団法人 日本化学会 (平成12年~現在まで)

主要論文・著書

田中智一、藤田実、野本大樹、"ICP質量分析法の感度に及ぼす静電シールド素材中のニッケル含有率の影響"、福井工業大学研究紀要、第46号 (2016)、169-173.

田中智一、他6名、"加圧酸分解/黒鉛炉原子吸光分析法による愛玩動物用飼料 (ペットフード) 中のカドミウムの定量"、福井工業大学研究紀要、第48号 (2018)、70-74.

田中智一、上田悠生、"非鉄金属製調理器具用素材からの溶出金属の分析"、福井工業大学研究紀要、第49号 (2019)、106-110.