

水銀管理に適した加熱気化水銀測定装置

背景

水銀管理の重要性

「水銀に関する水俣条約」の発効を受け、一部蛍光灯や電池等の水銀使用製品の製造・輸出入が禁止されました。また、水銀を使用しない製品への代替が進み、使われなくなった水銀使用製品が廃棄物として回収されています。そのほか、魚介類等の食品、地下資源、化粧品等には微量ながら水銀が含まれていることがあります。私たちの身の回りで循環している水銀の濃度を分析し、適正に管理をすることで、生活上の安全性を維持、管理する必要があります。

水銀測定には様々な方法がありますが、「固体」、「液体」、「気体」、「油」などに含まれている水銀量を出来るだけ早く、簡便な方法で確認できる方法は、水銀の管理の点で非常に重要と考えられます。

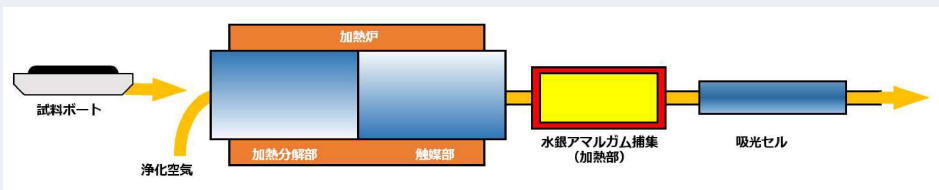
技術概要

加熱気化水銀測定技術

様々な物質に含まれている水銀は、高温加熱することで水銀ガスとして取り出すことができます。取り出された水銀ガスは金をコーティングした捕集剤と呼ばれるところで、金と結合して金アマルガムと呼ばれる合金となり、収集・濃縮することができます。このアマルガムを再加熱することで水銀ガスを再放出することができ、この再放出されたガスを分析することで微量な水銀を測定することができます。

また、水銀がアマルガムを生成する特長を生かして、大気中の水銀を収集・濃縮することも可能です。一定流量で決められた時間において、金をコーティングした捕集剤に大気を通気させることで、大気中の水銀を濃縮し、その後捕集剤を加熱気化法で測定します。

加熱気化水銀測定の模式図



加熱気化水銀測定技術の特長は、以下の通りです。

- 測定は10分程度で完了する
- 酸などの化学薬品をほとんど使わない
- 測定後に廃液などの廃棄物が出ない
- 濃縮測定を行うため、感度が高い

水、土壌、食品、毛髪などに含まれる微量な重金属を分析する場合は、酸などの化学薬品を用いて、試料を分解して測定することが一般的です。このとき、

- 分析で使用する化学薬品は毒物や劇物であることが多く、取り扱いや試薬管理には化学の知識や資格が必要です。また、測定後の廃液も毒物や劇物であり、廃液管理が重要になります。
- 試料を分解する過程では、有毒なガスが発生することがあり、作業環境の管理も重要になります。

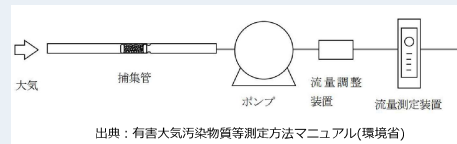
このような分析に係る負荷を軽減しながら、精度の高い測定を実現した分析方法が「加熱気化法」です。分析技術としては古くから確立していましたが、近年、小型で携行可能な加熱気化水銀測定装置が開発され、分析の利便性が向上しています。

「固体」、「液体」、「気体」、「油」など様々な形態中の水銀測定が可能

小型で持ち運びが可能であり、設置も容易なため、分析場所を選びません。「固体」や「油」に加え、「気体」や「液体」の測定も可能です。

①大気中の水銀測定方法

日本で広く利用されている「有害大気汚染物質等測定方法マニュアル」に示す大気サンプリング捕集管において捕集された試料は、加熱気化測定装置で測定可能です。



出典：有害大気汚染物質等測定方法マニュアル(環境省)

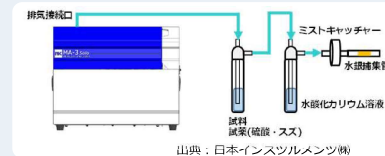


出典：日本インスツルメンツ㈱

②還元気化-金アマルガム捕集測定による高感度化

装置のキャリアガスを利用し、液体試料の還元気化-金アマルガム捕集測定が利用できます。

河川、湖沼などの環境水中の水銀濃度は極低濃度のため、通常の加熱気化測定では感度が不足することがあります。還元気化-金アマルガム捕集測定を行うことで、極低濃度の環境評価も可能です。右表は環境水を想定した極低濃度の塩化水銀標準液の測定結果ですが、変動係数が5%前後と小さく、本測定方法は精度が高いと評価できます。



出典：日本インスツルメンツ㈱

	データ数	平均濃度 (ng/L)	変動係数 (%)
5ng/L塩化水銀標準液	5	4.89	5.3
10ng/L塩化水銀標準液	5	9.88	3.9

海外への適用性

海外測定法への適用

加熱気化法は国内外で様々な測定方法に適用されています。

※JIS K0102、JIS M8821、JIS K0222、環境省告示94号、有害大気汚染物質等測定方法マニュアル、USEPA 7473、ASTM D 6722-19、ASTM D 7623-20、UOP 938-20、UOP 1009-15、ISO 15411、ASTM D 5954、ISO 6978、ISO 20552、JLPGA-S-07など

分析のランニングコスト低減

分析装置に希ガスなどの特殊なガスが無くても測定でき、試料容器は繰り返し使用できるため、経済的な測定方法です。また、場所や媒体を選ばないため、1台で多様なシーンやニーズに適用可能です。

参考文献

環境省「有害大気汚染物質等測定方法マニュアル 排出ガス中の指定物質の測定方法マニュアル」第2章 大気中の水銀の測定方法

編集・発行：



令和8年3月
環境省 環境保健部 水銀・化学物質国際室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2
Tel: 03-5521-8260, E-Mail: suigin@env.go.jp
<https://www.env.go.jp/chemi/tmms/index.html>