

大気環境中の水銀モニタリング技術

背景

水銀は自然発生源と人為的発生源の両方から排出されます。様々な排出源からの水銀の人為的排出を削減するための政策立案や具体的な戦略構築のためには、大気環境中の水銀濃度レベルに関する情報が必要になります。水銀に関する水俣条約の第19条でも、締約国に対し、水銀及び水銀化合物のモニタリング体制の構築及び改善のために互いに協力するために努力することを求めています。

日本では、大気環境中の水銀に関して信頼ある測定法を確立し、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」として公表しています。このマニュアルは、大気中の水銀モニタリングのシステム構築の準備を進めている国にとって参考となるツールになると期待されます。

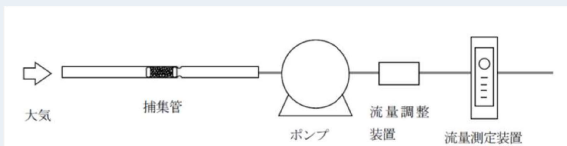
技術概要

「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」では、大気中の水銀の測定方法は、「金アマルガム捕集」、「加熱気化」、「冷原子吸光法」で構成されています。

【金アマルガム捕集】

大気中の水銀は、珪藻土粒子（粒径500～600μmのもの）等の表面に金を焼き付けた捕集剤（石英ガラス管に石英ウール、捕集剤80mg程度、石英ウールの順に充てんしたもの）を充てんした捕集管（内径4mm）を用いて、一定流量で吸引捕集します。

水銀のサンプル装置の概要



出典：有害大気汚染物質測定方法マニュアル（環境省）

流量は一般的に0.1～0.5 L/分に定め、試料は24時間採取されます。流量はそれほど大きくないため小さいポンプで十分であり、消費電力も大きくありません。

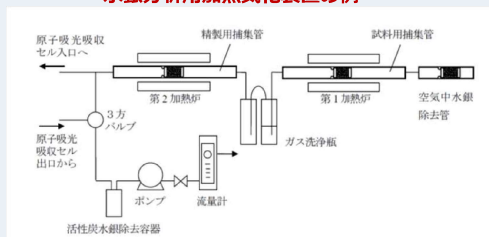
【加熱気化】

試料採取の際、水銀以外の妨害ガス等も捕集剤の表面に付着し測定値に影響を及ぼす恐れがあるため、下図で示す通り、試料用捕集管を加熱気化装置に接続して発生した水銀蒸気を適切な温度に制御された精製用捕集管に再捕集することにより、妨害ガスの影響を取り除きます。

【冷原子吸光法】

水銀を再捕集した精製用捕集管を強熱し、発生する原子状水銀を原子吸光分析装置の吸収セルに導き、波長253.7nmにおける原子吸光を測定して水銀を定量します。本捕集管に特化した測定装置も市販されていますが一般的な原子吸光分析装置を用いることもできます（分光計に水銀を導入するためのヒーターやポンプによる装置の設置が必要）。

水銀分析用加熱気化装置の例



出典：有害大気汚染物質測定方法マニュアル（環境省）

技術の利点・強み

データの正確性

「金アマルガム捕集」、「加熱気化」、「冷原子吸光法」を用いた大気中の水銀濃度の測定方法は、日本における水銀の大気中濃度のモニタリングの公定法となっています。

この方法は日本で一般的に使用されており、正確かつ信頼性あるデータの提供が可能な実績ある手法です。本マニュアルにおいて明確に定義されている手法に従えば、誰が測定を実施したとしても、測定値の誤差は非常に少ないということが分かっています。これは、様々な測定により得られた異なるデータの比較可能性を担保するという意味で非常に重要な意味を持ちます。

政策立案と具体的な取組を支援するツール

水銀の大気中濃度の測定は、水銀の曝露から人健康や環境を保護するための政策や取組を考える上で、非常に有効なツールとなります。また、政策立案者がモニタリングシステムを構築する上でも本マニュアルは活用可能です。サンプルの捕集のための装置は小型で安価であるため、局地的な水銀の使用や排出に係るモニタリングにも使用可能です。

サンプリング捕集現場の例



写真提供：いであ株式会社

海外への適用性

本マニュアルの分析法を用いれば、大気中のガス状の原子状水銀の回収と分析が可能で、他の化学形態の水銀の測定精度と捕集効率については不確実な部分がありますが、大気中に存在する水銀の大部分がガス状の原子状水銀であるため、本手法による測定値は大気中の水銀濃度の測定値と一般的には考えられます。

測定値の信頼性を確保するためには、測定における厳格な品質管理 (QC) が不可欠です。日本政府は、環境省及び国際協力機構 (JICA) を通じて、2017年から水銀モニタリングを担当する途上国の技術者を対象に技術研修等を実施しています。これらの研修プログラムは、より実用的な水銀モニタリングに必要な分析技術とラボの管理のための能力強化を目的としています。

途上国からのモニタリング技術者を対象とした研修の様子



参考文献

環境省「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」第6章 大気中の水銀の測定方法
(http://www.env.go.jp/air/osen/manual2/pdf/01_chpt6.pdf)

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>