

三重大大学における作業環境測定 ―無機水銀の測定―

田村 雅史（工学研究科・工学部 技術部 機器分析グループ）

1. はじめに

三重大大学工学部・工学研究科 技術部では、平成 17 年度から、本学全体の作業環境測定（電離放射性物質を除く、粉じん、金属類、特定化学物質、有機溶剤に関して）を行っている。現在は、作業環境測定士の有資格者（現在 6 名）が福利厚生チームからの依頼業務として、作業環境測定業務（デザイン、サンプリング、分析、評価）を行っている。

一般の企業と異なり、大学での作業環境測定においては、使用されている測定対象物質が多岐にわたり、また、その変化の度合いや頻度も大きいという特徴がある。そのため、その変化に対応して効率よく測定を行う必要がある。

現在までに、特定化学物質（金属を含む）に関しては、アクリルアミド、エチレンオキシド、塩素、フッ化水素、シアン化ナトリウム、ベンゼン、ヨウ化メチル、カドミウム、重クロム酸、マンガンの測定を行ってきた。さらに、本年度から、2 ヶ所の作業場で無機水銀の取り扱い登録があり、作業環境測定対象作業場となった。

本発表では、新たに追加された無機水銀の作業環境測定について、その測定方法の検討、実際のサンプリング及び分析について報告する。

2. 水銀に関して

作業環境測定において水銀は、有機水銀（アルキル水銀化合物）、及び無機水銀（水銀及びその無機化合物）に分類されている。

それは、それぞれの性質が大きく違い、体内への吸収のされ方、障害の部位や程度にも違いがあるためである。有機水銀（メチル水銀等）は消化管から吸収されて中枢神経を侵すのに対し、金属水銀は、主に蒸気として肺から吸収され、腎障害を引き起こすことが知られている。

3. 作業環境測定方法の検討

無機水銀の作業環境測定の手法は、作業環境測定基準 第十条（別表第一）により以下のように定められている。（表 1）

表 1. 作業環境測定基準 別表第一より抜粋

物の種類	試料採取方法	分析方法
水銀及びその無機化合物（硫化水銀を除く。）	液体捕集方法又は固体捕集方法	一 液体捕集方法にあつては、吸光光度分析方法又は原子吸光分析方法
		二 固体捕集方法にあつては、原子吸光分析方法

また、そのサンプリング、分析方法の詳細は、作業環境測定協会発行の「作業環境ガイドブック 4 金属類」に記載されている。

その中で、分析時間、分析操作の煩雑さ、新規購入器具の価格、既存機器の利用、廃液の処理等を勘案し、液体捕集法―原子吸光分析法で作業環境測定を行うことにした。

サンプリング装置は、捕集液を入れたバブラーを 2 連結し、トラップとして空のバブラーを繋ぎ、ミニポンプ MP-Σ300（柴田製）で試料空気を吸引した。（図 1）

分析装置は、他の金属の測定に利用している既設の原子吸光光度計 A6300（島津製）（図 2）に、還元気化装置（MVU-1A）（図 3）を接続して分析を行うこととした。

図 1 ミニポンプ



図 2 原子吸光光度計

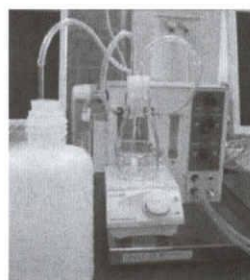


図 3 還元気化装置

4. サンプルング

今回（19年度前期）の測定では、金属水銀を使用している2箇所の研究室について行った。その作業場の様子と水銀の使用状況について述べる。

(a) 研究室A

研究室Aでは、チャンバー内の減圧度を測定するため、水銀を用いたマノメータを使用している。実験中、減圧度測定する時のみコックを開き、小さい面積が外気に触れている状態となっている。

（図4）



水銀マノメータ

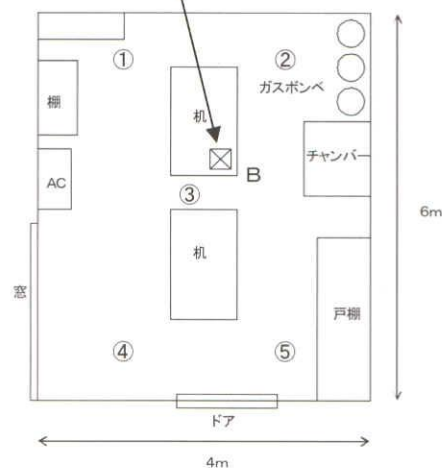


図4 サンプルング図（研究室A）

最も濃度が高くなる時間と場所でサンプルングを行うB測定は、圧力測定時を想定し、マノメータのコックを開いた状態で行った。

(b) 研究室B

研究室Bではポロシメーター（水銀圧入式細孔分布測定装置）で金属水銀を扱っている。

測定中は装装置内部の水銀受けに水銀が入っている。（図5）

また、測定サンプルへの水銀の充填などの操作はドラフトチャンバー内で行っている。

通常、測定時は水銀受けのフタは閉められ、装置の扉も閉められた状態で使用されるが、B測定では、水銀の交換の際を想定し、装置扉、及びフタを開けた状態でサンプルングを行った。

（図6、7）

図5 装置内部（水銀受け）



ポロシメーター



ドラフトチャンバー

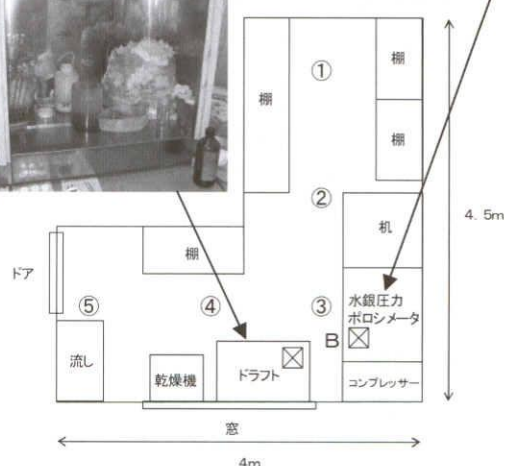


図6 サンプルング図（研究室B）



図7 サンプルングの様子

5. 捕集・分析手順

試料空気のサンプリングは、捕集液（過マンガン酸カリウム溶液）25 mLを入れたバブラーを2連結し、2 L/minの流量で10分間吸引し、0.02 m³の試料空気を採取した。

捕集液を合わせ、さらに蒸留水を加え、100 mLの試料液とし、塩酸ヒドロキシルアミン水溶液で脱色後、還元気化装置に接続した。10%塩化スズ塩酸溶液5 mLで還元し、原子吸光光度計により、吸光度を測定した。

また、標準試料として塩化水銀を用いて標準液（水銀濃度、5及び25 µg/Lの捕集液溶液）を100 mL調製し、試料と同様の分析操作を行い、検量線を作成した。検量線より、試料液中の水銀量を計算し、それを基に試料空気中の水銀濃度を求めた。

$$\text{試料空気中の水銀(mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{最終試料液}(\mu\text{g/mL}) \times 0.1(\text{L}) \times 10^{-3}}{0.02(\text{m}^3)}$$

6. 作業環境測定結果と考察

研究室Aについては、今回の測定では、ほとんど水銀は観測されなかった。

通常はコックが閉じられ密閉されているうえ、使用されている頻度も少ないためほとんど作業環境中には分布していなかったと思われる。

研究室Bにおいては、今回の測定では、若干の水銀が観測されたが、0.0005 mg/m³以下（管理濃度の1/50以下）であった。

作業環境測定の基準的には問題ないレベルであり、的確な作業環境管理がなされていることが確認された。

しかし、ほぼ検出限界値であるので、より正確な濃度を把握し、今後の管理の指針とするためには、捕集時間を長くし分析を行う必要があると思われる。

7. まとめ

大学における作業環境測定は、一般企業に比べ、測定対象物質の取扱量が少ないが、その種類は多岐にわたっている。また、研究内容の変化などに伴い、測定対象物質も変わることが頻繁に起こる。

したがって、作業環境測定を行う側は対象物質の追加などに、限られた予算の中で、迅速に対応していかなければならない。

参考文献

- 1) 作業環境測定のための 改訂関係法令（12版）
発行：日本作業環境測定協会
- 2) 作業環境測定ガイドブック4 金属類（3版）
発行：日本作業環境測定協会
- 3) 作業環境測定士必携（6版）
発行：日本作業環境測定協会