

自由対流圏における水晶振動子システムを活用した水銀挙動測定システム

野田和俊¹, 兼保直樹¹, 丸本幸治²

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所, 2. 国立水俣病総合研究センター

1. はじめに

2017年に日本は水銀に関する水俣条約を批准したことで、今後ますます水銀の使用(利用)の削減と水銀を使用しないシステムへの切り替え等、全般的な対応について取り組みを強化しなければならない。その中の一つとして、主に大陸からの影響を測定するため、近傍のローカル発生源の影響を受けにくい2000m以上の自由対流圏高度での水銀汚染状況の通年観測を2016年から開始した。ここでは、冬場等商用電力が供給されていない状況においても電池程度で動作可能な水晶振動子を活用したシステムについて、その結果と今後の課題^①などについて、簡潔に報告する。

池切れにより5月中旬で停止していた。これから、この程度の電池システムでも正常に通年動作を確認した。

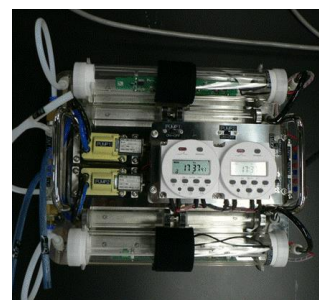


図2 施設内設置状況の一例

2. 測定システムと現場データ

現在、環境中における水銀挙動について、越境輸送の観測に不可欠な自由対流圏内での通年測定は行われておらず、これから水晶振動子を検知センサ(QCM)とした測定システムを2016年に旧富士山測候所に設置して通年観測を開始した^①。基本的な検知原理について説明する。大気中の水銀は、自由対流圏高度ではガス状元素水銀と考えられている。そこで、このQCMセンサの電極はもともと金が蒸着されている。この水晶振動子の金電極と大気中の金属水銀(以下、単に水銀)とのアマルガム反応によって電極表面の質量変化が生じ、それに伴う共振周波数変化に変換する測定システムを試作^①し、この測候所内に設置して観測を開始した(図1)。

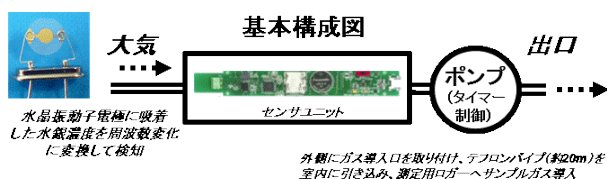


図1 水晶振動子を活用した水銀測定システムの基本構成

測定構成は、旧測候所南西方向の外側から大気をセンサユニットに接続したポンプによって吸引導入(テフロンチューブ・約20m)する構成(図1)である。施設の制約上、7~8月のみしか人の出入りと商用電力の利用ができないため、センサユニットはリチウム電池(CA123A×並列8本)のみで動作させ、耐寒用鉛バッテリーに小型太陽パネルを接続して給電する部分は、ポンプ、タイマー等を動作させる構成である。施設内の状況を図2に示す。

測定結果の一例を図3に示す。同一2組のシステムのうち、1組は2017年上山時点でも正常動作しており、もう1組は電

また、2016年12月下旬~2017年3月中旬まではセンサユニットの温度がほぼ-15~-20℃の中で正常動作したことも分かった。ガス吸引ポンプは、2月上旬までは設定したプログラムで動作していたようであるが、内蔵圧力センサ出力から考察すると、その後は止まったようである。その後、3月中旬頃から再度動作したことが示されていた。2017年8月に上山して確認すると、タイマー設定が当初の設定とは異なる内容であった。その原因は不明であるが、バッテリーからの給電が止まり誤動作の可能性がある。QCM検知では、設置後約1ヶ月程度まで徐々に上昇しその後の変化は上下変化となった。これから、この最初の期間で大気中の金属水銀と金電極の反応が飽和または反応が止まったものと考えられる。通年で観測するためには、自動的にセンサユニットを切り替えて飽和または反応が止まらない期間で測定するシステムが必要である。

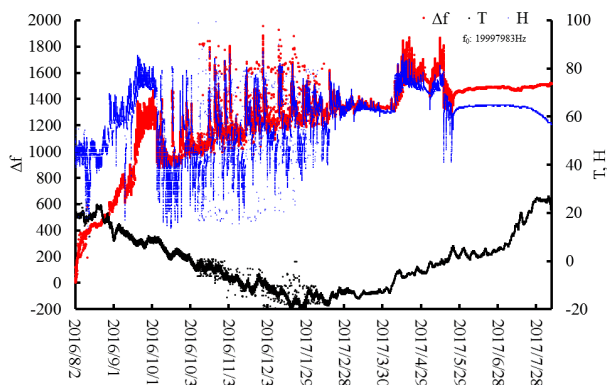


図3 2016.8~2017.8までの測定結果の一例

3. まとめ

旧富士山測候所において通年観測可能な金電極素子 QCM によるセンサユニットを活用した水銀測定システムの正常測定が確認できた。しかし、課題も多く、それらを克服しながら引き続き観測する予定である。

本文に記載した、すべての写真・図・グラフは著者が権利を有するものである。

謝辞

本研究は、2016 年度年賀寄附金配分事業の助成を受けました。また、本研究で使用しております旧富士山測候所は、現在 NPO 法人富士山測候所を活用する会が運営管理しております。ここで、改めて感謝いたします。

参考文献

- (1) 野田, 兼保:「自由対流圏における水銀挙動測定システム」, 平成 29 年度電気学会全国大会, E32-A1-3-150 (2016)