

令和 6 年度（2024） 共同利用研究・研究成果報告書

| 研究課題名  | 和文：高所における大気中形態別水銀の変動及び湿性沈着に関する<br>モニタリング調査<br><br>英文：Atmospheric mercury speciation dynamics and<br>mercury wet deposition monitoring at the high-altitude                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|------|---|----------|----------------|---|-------|---------|---|----------|--------------|---|--------|------------|---|----|-----|---|-----|-----|---|------|-----|---|------|-------|---|---------|------|
| 研究代表者  | 環境省 大臣官房環境保健部 化学物質安全課 水銀・化学物質国際室<br>係員 岡野秀亮                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| 参加研究者  | 環境省大臣官房環境保健部 化学物質安全課 水銀・化学物質国際室<br>室長 高木恒輝<br>環境省大臣官房環境保健部 化学物質安全課 水銀・化学物質国際室<br>室長補佐 黒田一樹<br>国立研究開発法人 国立環境研究所 企画部<br>フェロー 鈴木規之                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| 研究成果概要 | <p>研究概要</p> <p><b>目的：</b>グローバルな水銀の移動プロセスは、”水銀に関する水俣条約”の有効性を評価する際に重要となる。水銀の移動プロセスの一つとして、地上から放出された金属水銀が上空で酸化され、水溶性のある酸化態水銀となって降水に取り込まれ、再び地上に湿性沈着することが知られている。また、この水銀の酸化反応は、高所で多く起きていると考えられることから、標高 2,500m 以上の地点における大気中形態別水銀濃度を降水中水銀濃度と併せて把握し、標高の低い地点における大気中形態別水銀の濃度や降水中水銀の濃度と比較することにより、高度の違いによる大気中形態別水銀の動態を明らかにすることが期待される。</p> <p>これまで 2021 年度及び 2022 年度と観測し、標高の低い地点ではみられない酸化態水銀濃度の上昇を確認することができたため、今年度も観測を継続し、長期間のデータを蓄積することを目的とした。</p> <p><b>観測期間：</b>2024 年 7 月 5 日～9 月 24 日の 82 日間</p> <p><b>観測項目及び設置機材：</b>観測項目及び設置した機材一覧を表-1 に、設置状況を図-1 にそれぞれ示す。</p> <div><p>表-1. 観測項目及び設置機材一覧</p><table><tr><th>No.</th><th>観測項目</th><th>設置器材</th></tr><tr><td>①</td><td>大気中形態別水銀</td><td>大気中形態別水銀連続測定装置</td></tr><tr><td>②</td><td>降水中水銀</td><td>降水サンプラー</td></tr><tr><td>③</td><td>大気中一酸化炭素</td><td>大気中一酸化炭素測定装置</td></tr><tr><td>④</td><td>大気中オゾン</td><td>大気中オゾン測定装置</td></tr><tr><td>⑤</td><td>雨量</td><td>雨量計</td></tr><tr><td>⑥</td><td>日射量</td><td>日射計</td></tr><tr><td>⑦</td><td>日照時間</td><td>日照計</td></tr><tr><td>⑧</td><td>風向風速</td><td>風向風速計</td></tr><tr><td>⑨</td><td>温度・相対湿度</td><td>温湿度計</td></tr></table></div> <div><p>図-1 設置状況</p><p>※③大気中一酸化炭素測定装置及び④大気中オゾン測定装置は採取口のみ屋外に設置した。</p></div> | No.            | 観測項目 | 設置器材 | ① | 大気中形態別水銀 | 大気中形態別水銀連続測定装置 | ② | 降水中水銀 | 降水サンプラー | ③ | 大気中一酸化炭素 | 大気中一酸化炭素測定装置 | ④ | 大気中オゾン | 大気中オゾン測定装置 | ⑤ | 雨量 | 雨量計 | ⑥ | 日射量 | 日射計 | ⑦ | 日照時間 | 日照計 | ⑧ | 風向風速 | 風向風速計 | ⑨ | 温度・相対湿度 | 温湿度計 |
| No.    | 観測項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 設置器材           |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ①      | 大気中形態別水銀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 大気中形態別水銀連続測定装置 |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ②      | 降水中水銀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 降水サンプラー        |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ③      | 大気中一酸化炭素                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 大気中一酸化炭素測定装置   |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ④      | 大気中オゾン                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 大気中オゾン測定装置     |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ⑤      | 雨量                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 雨量計            |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ⑥      | 日射量                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 日射計            |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ⑦      | 日照時間                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 日照計            |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ⑧      | 風向風速                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 風向風速計          |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |
| ⑨      | 温度・相対湿度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 温湿度計           |      |      |   |          |                |   |       |         |   |          |              |   |        |            |   |    |     |   |     |     |   |      |     |   |      |       |   |         |      |

**水銀の観測結果：**大気中形態別水銀を観測した結果、金属水銀濃度の平均値は  $2.3 \text{ ng/m}^3$  となった。また、測定値の1時間値は最大で  $6.7 \text{ ng/m}^3$  であった。酸化態水銀濃度の平均値は  $0.010 \text{ ng/m}^3$  であり、測定値の最大値は  $0.118 \text{ ng/m}^3$  であった。粒子状水銀の月平均値は  $0.005 \text{ ng/m}^3$  であり、測定値の最大値は  $0.062 \text{ ng/m}^3$  であった。形態別水銀のほとんどが金属水銀によって占められており、合計値と金属水銀の濃度はほぼ等しかった。形態別水銀の割合は、平均で酸化態水銀が  $0.4\%$ 、粒子状水銀  $0.2\%$  であり、 $99.4\%$  を金属水銀が占めていた。酸化態水銀の比率は特段高くなかったが、地上の観測点※1の平均値  $0.001 \sim 0.003 \text{ ng/m}^3$ （平成26年度～令和5年度までの平均）と比較するとやや高い値となっていた。

降水を観測した結果、降水中水銀濃度は  $3.1 \sim 19.6 \text{ ng/L}$  の範囲にあり、平均値は  $8.5 \text{ ng/L}$  であった。また、水銀の湿性沈着量の期間平均値は  $885 \text{ ng/m}^2/\text{週}$ 、最大値は  $2,729 \text{ ng/m}^2/\text{週}$ 、湿性沈着量の期間合計は  $10.6 \mu\text{g/m}^2$  であった。なお、降水量の最大値は  $345 \text{ mm}/\text{週}$  であった。乗鞍岳における降水中の水銀濃度は地上の観測点※1と比較して2倍ほど高く、降水量も地上観測点の2倍～4倍あることから、湿性沈着量としても4倍～6倍であった。

観測期間内における大気中形態別水銀の観測結果を図-2に、降水の採取量と水銀濃度を図-3に、水銀の湿性沈着量を図-4にそれぞれ示す。

※1：環境省、令和5年度 大気中水銀バックグラウンド濃度等のモニタリング調査結果について ([https://www.env.go.jp/press/press\\_03651.html](https://www.env.go.jp/press/press_03651.html))

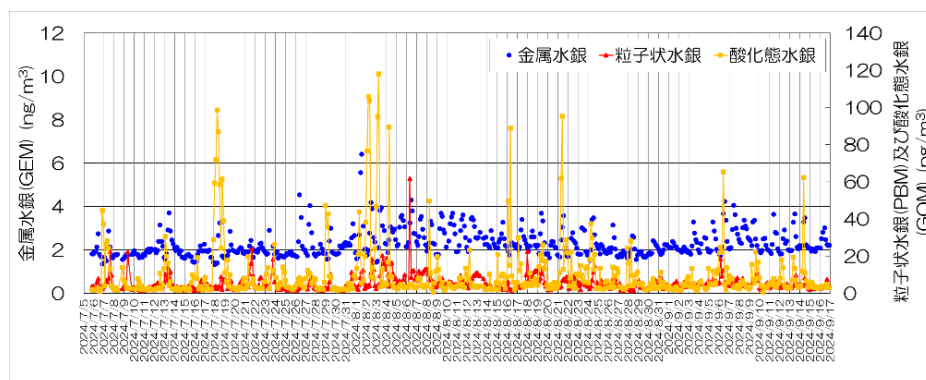


図-2 大気中形態別水銀の観測結果

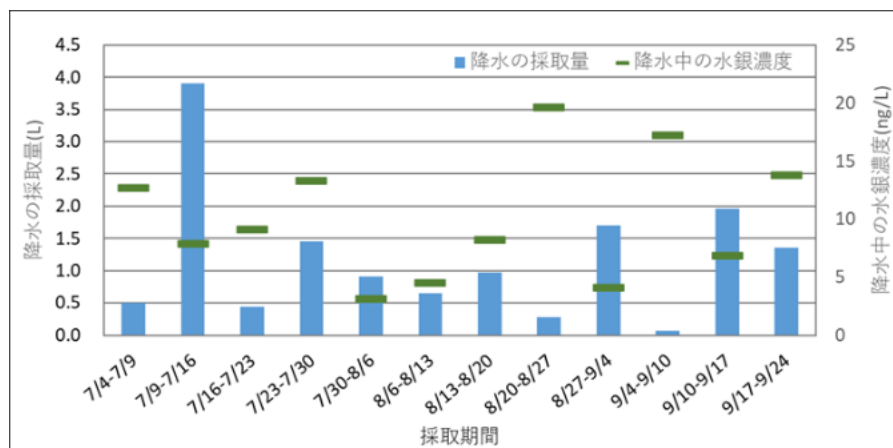


図-3 降水の採取量と水銀濃度

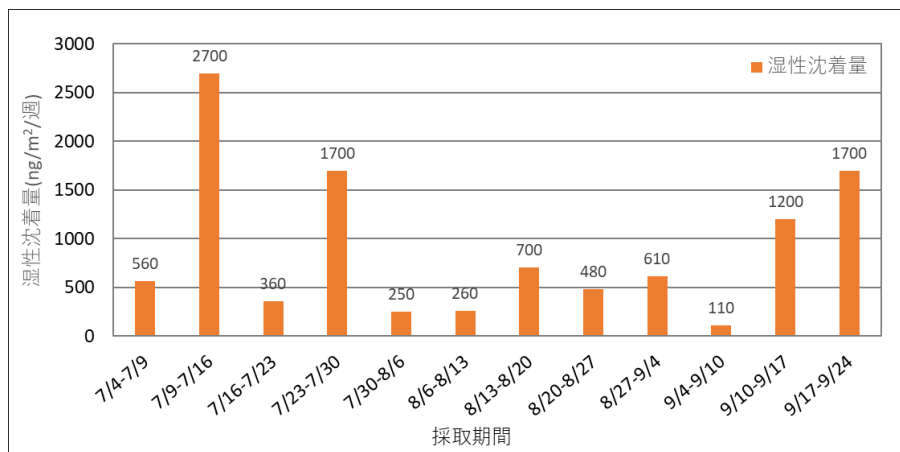


図-4 水銀の湿性沈着量

整理番号 D05