

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

令和 6 年 9 月 6 日
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

目 次

1. 調査概要

2. 調査方法等

- (1) 調査地点
- (2) 調査項目、調査方法等
 - 1) 大気中水銀濃度の測定
 - 2) 降水中水銀濃度の測定
 - 3) 大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度の測定
- (3) 調査の検討体制

3. 調査結果の概要

- (1) 大気中水銀濃度
 - 1) 辺戸岬における令和５年度の調査結果の概要
 - 2) 辺戸岬における令和５年度と過年度の水銀濃度の比較
 - 3) 男鹿半島における令和５年度の調査結果の概要
 - 4) 男鹿半島における令和５年度と過年度の水銀濃度の比較
- (2) 降水中水銀濃度
 - 1) 辺戸岬における令和５年度の調査結果の概要
 - 2) 辺戸岬における令和５年度と過年度の降水中水銀濃度、湿性沈着量の比較
 - 3) 男鹿半島における令和５年度の調査結果の概要
 - 4) 男鹿半島における令和５年度と過年度の降水中水銀濃度、湿性沈着量の比較
- (3) 大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度
 - 1) 辺戸岬における令和５年度の調査結果の概要
 - 2) 辺戸岬における令和５年度と過年度の金属濃度の比較

4. 今後の対応

- (参考１) 令和４年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果と本調査の結果の比較
- (参考２) 有害大気汚染物質測定方法マニュアルによる測定と本調査の方法による測定結果の比較
- (参考３) 降水中水銀分析手順の違いによる測定結果の比較検討

1. 調査概要

環境省では、国内外の水銀対策に資することを目的として、国内の発生源による影響を直接受けにくい沖縄県の辺戸岬において、平成 19 年度より大気中水銀濃度（バックグラウンド濃度）等に関するモニタリング調査を行い、平成 22 年度以降は、毎年その結果を公表している。また、平成 26 年 8 月からは、秋田県の男鹿半島においてもモニタリング調査を実施してきた。

本調査結果は、令和 5 年度の辺戸岬と男鹿半島における調査結果を、過年度の調査結果と併せてとりまとめたものである。

2. 調査方法等

（1）調査地点

- ・ 沖縄県：辺戸岬

国立研究開発法人 国立環境研究所 辺戸岬 大気・エアロゾル観測ステーション
（沖縄県国頭郡国頭村大字宜名真字長根原 1000）

- ・ 秋田県：男鹿半島

秋田県 大気汚染常時監視測定局 船川測定局 隣接地
（秋田県男鹿市船川港船川字泉台 3-2）

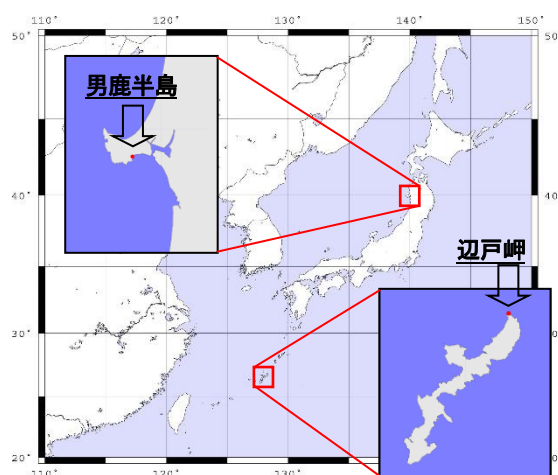


図 1 調査地点の位置

（2）調査項目、調査方法等

調査項目及び調査方法等を表 1 に示す。

1) 大気中水銀濃度の測定

大気中の水銀には多くの種類（形態）が存在し、その大部分を占める元素状水銀（金属水銀）のほか、酸化態水銀、粒子状態で浮遊する水銀（粒子状水銀）等の形態がある。こうした様々な形態の水銀は、大気中において異なる挙動を示すことが知られており、金属水銀は大気中に長時間にわたって滞留する一方で、酸化態水銀及び粒子状水銀は降水などを通じて地上に沈着しやすく、大気沈着において大きな割合を占めることが知られている。

本調査では、国際的な水銀の排出状況及び濃度レベルの推移、それらが我が国の環境に及ぼす影響の把握等に資することを目的に、国内のバックグラウンド地点（辺戸岬及び男鹿半島）において、ガス状で存在する金属水銀、酸化態水銀及び粒子状水銀の濃度と、降水中の総水銀濃度について測定を実施してきた。併せて、辺戸岬においては大気中水銀濃度や降水中水銀濃度の変化傾向を把握するため、大気中粒子状物質中の水銀以外の金属類等についても測定を行っている（表1）。

測定は、短時間の水銀濃度の変化を化学形態別に精度良く測定できる装置で、国際的に広く利用されている Tekran 社（カナダ）製の形態別水銀連続測定装置により行った（表2）。

なお、この本調査における測定の方法は、環境省が実施している大気汚染防止法に基づく有害大気汚染物質モニタリング調査における「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」（平成23年3月 環境省）に従った方法とは異なる。このため、平成20年度に従来のマニュアルに従った方法と並行測定を行い、両者の測定値が良く一致していることを確認している（詳細は参考2参照）。

表1 調査項目、調査方法及び頻度

区分	調査項目		調査方法	測定頻度	測定地点
大気成分	ガス状	金属水銀	Tekran 社製形態別水銀連続測定装置により測定	連続測定（16 回/日）	辺戸岬・男鹿半島
		酸化態水銀		連続測定（8 回/日）	
	粒子状水銀				
	粒子状物質中のその他金属（有害 17 成分、指標 6 成分）※		ローボリュームエアサンプラーにより試料を採取し、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」（平成 23 年 3 月 環境省）に基づき、ICP/MS により室内分析	週 1 回測定（7 日間連続サンプリング）	辺戸岬
降水成分	降水中の水銀濃度		降水捕集装置により試料を採取し、米国環境保護庁（EPA）が定める Method 1631, Revision E に準じ水銀濃度を分析	週 1 回測定（7 日間連続サンプリング）	辺戸岬・男鹿半島

注）本調査における「金属水銀」とは、大気中にガス状で存在する水銀元素（ Hg^0 ）のことを指す。また、「酸化態水銀」は、大気中にガス状で存在する酸化された水銀（ Hg^{2+} ）を、「粒子状水銀」は、大気中の粒子状物質に含まれる又は吸着している水銀を、それぞれ表している。

※ 有害17成分と指標6成分は以下に示す通り。

有害17成分	ベリリウム（Be）、バナジウム（V）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、亜鉛（Zn）、ヒ素（As）、セレン（Se）、カドミウム（Cd）、スズ（Sn）、アンチモン（Sb）、テルル（Te）、バリウム（Ba）、タリウム（Tl）、鉛（Pb）
指標6成分	ナトリウム（Na）、マグネシウム（Mg）、アルミニウム（Al）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）、鉄（Fe）

表 2 形態別水銀連続測定装置の概要

形態別水銀連続測定装置（Tekran 社製） 検出部：Model 2537 捕集部：Model 1130 、 Model 1135	
測定範囲	0.1～10,000 (ng/m ³ *)
検出限界	0.1 (ng/m ³) (7.5 L サンプル)
流量	0.5～1.5 (L/min)
試料採取間隔	5～120 分 (ガス状(金属)：5 分、ガス状(酸化態)・粒子状：120 分)
測定方法	加熱気化－金アマルガム冷原子蛍光法
粒径特性	粒径 2.5 μm 以下

2) 降水中水銀濃度の測定

本調査では、降水によって地表にもたらされる水銀の量をモニタリングするため、降水中の水銀について、濃度の測定を行った。

測定のための試料の採取に際しては、感雨計により自動的に降水試料のみを採取できる降水捕集装置を用いて連続採取を行った。また、水銀濃度の分析は、週 1 回の頻度で、所要の分析精度を確保するため、米国環境保護庁（EPA）の Method 1631, Revision E に準じ、還元気化－金アマルガム－冷原子吸光分析法により行った。

平成 27 年度の有害金属モニタリング調査検討会において、分析手順における一塩化臭素の試料への添加タイミングが降水中水銀濃度の測定値に影響する可能性が指摘された。確認のため、平成 28 年 2 月から平成 29 年 2 月までの 1 年間、一塩化臭素添加のタイミングの異なる 2 つの手順による測定値の比較観測を実施した。（結果は「参考 3」参照。）比較観測結果を検討会に諮り、より真値に近い値が得られていると考えられる新しい手順を平成 28 年度以降採用している。分析手順が変更されることにより、平成 27 年度までと平成 28 年度以降とで統計的に不連続となることに留意が必要である。

なお、降水の分析は、分析精度上、十分な試料が得られた週のみを対象に行った。また、装置に関しては、週 1 回、点検、洗浄及び動作確認を行った。

3) 大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度の測定

本調査では、大気中水銀濃度や降水中水銀濃度の変化傾向を確認するための指標として、大気中粒子状物質中の水銀以外の有害金属類等の測定を行った（表 1）。

ローボリュームエアサンプラーを用いて大気中の粒子状物質を採取し、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」（平成 23 年 3 月 環境省）に基づき、ICP/MS により室内分析を行った。試料の採取時間は 7 日間連続とし、1 回/週の頻度でフィルター交換を実施した。

* 水銀及びその化合物を水銀の量に換算した濃度を示す。以降、本資料中においては、水銀以外の金属も含め、当該金属及びその化合物を当該金属の量に換算した濃度を示すものとする。

(3) 調査の検討体制

調査の計画・実施に当たっては、専門家から構成する「水俣条約に資する水銀等モニタリングに関する国内検討会」（鈴木規之委員長（国立研究開発法人 国立環境研究所））を設置し、調査手法等について検討・助言を受けるとともに、調査結果の評価等を行った。

表3 「令和5年度水俣条約に資する水銀等モニタリングに関する国内検討会」委員

氏 名	所属・役職
河合 徹	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境リスク・健康領域リスク管理戦略研究室 主任研究員
坂本 峰至	環境省 国立水俣病総合研究センター 所長特任補佐
柴田 康行	国立研究開発法人 国立環境研究所 名誉研究員
鈴木 規之	国立研究開発法人 国立環境研究所 企画部 フェロー（※委員長）
高見 昭憲	国立研究開発法人 国立環境研究所 地域環境保全領域 領域長
武内 章記	国立研究開発法人 国立環境研究所環境リスク・健康領域リスク管理戦略研究室 主任研究員
仲井 邦彦	東海学園大学 スポーツ健康科学部 教授
福崎 紀夫	元 新潟工科大学 工学部 工学科 建築・都市環境学系 教授
丸本 幸治	環境省 国立水俣病総合研究センター 環境・保健研究部 環境化学研究室長
溝畑 朗	大阪府立大学名誉教授
山川 茜	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境リスク・健康領域環境標準研究室 主任研究員

（五十音順、肩書は令和5年度当時）

3. 調査結果の概要

(1) 大気中水銀濃度

形態別水銀連続測定装置を用いて、大気中の形態別水銀濃度を測定した。測定結果の概要は以下のとおり。

1) 辺戸岬における令和5年度の調査結果の概要

- ・大気中の形態別水銀濃度の合計の年平均値は1.6 ng/m³、月平均値の範囲は1.4～1.7 ng/m³、1時間毎の測定値の範囲は1.1～3.3 ng/m³であった。環境中の有害大

気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値（年平均値 40 ng/m³）を十分下回る値であった。（表 4、図 2）

- ・ 大気中の水銀は、そのほとんどが金属水銀であり、酸化態水銀及び粒子状水銀は、平均で 1 %未満であった。（表 4）
- ・ 水銀濃度の平均値や範囲は調査時期によって異なり、水銀濃度は比較的短期間で変化していることが確認された。（図 2）
- ・ 環境省水・大気環境局が実施している大気汚染防止法に基づく有害大気汚染物質モニタリング調査における令和 4 年度の一般環境の水銀濃度（全国平均で 1.6 ng/m³）と比較して、本調査の結果は同程度の値であった。（参考 1 参照）

※大気汚染防止法に基づいて行われている有害大気汚染物質モニタリング調査における水銀濃度のモニタリングと本調査では測定方法が異なる。（参考 2 参照）

表 4 辺戸岬における大気中水銀濃度の測定結果（令和 5 年度）

測定項目	統計値	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	年間
金属水銀 (ng/m ³)	平均値	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6
	標準偏差	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	最小値	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.1
	最大値	3.3	2.7	2.4	1.6	2.5	2.1	2.3	2.8	3.3	3.0	2.7	2.8	3.3
	中央値	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	データ数	459	432	422	422	352	434	473	451	475	476	445	475	5,316
酸化態 水銀 (ng/m ³)	平均値	0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.002	0.006	0.002	0.001	0.002	<0.001	0.002	0.002
	最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	最大値	0.006	0.012	0.010	0.006	0.044	0.032	0.047	0.010	0.011	0.012	0.005	0.011	0.047
	中央値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	75%値	0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.002	0.007	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002
	検出率(%)	37.9	31.5	17.1	12.4	44.8	42.6	66.5	49.1	42.3	52.7	32.8	36.6	39.2
	データ数	454	429	420	421	348	338	472	448	475	476	445	475	5,201
粒子状 水銀 (ng/m ³)	平均値	0.002	0.002	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002
	最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	最大値	0.008	0.005	0.005	0.002	0.003	0.003	0.004	0.014	0.014	0.010	0.009	0.008	0.014
	中央値	0.002	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001
	75%値	0.003	0.003	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.003	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002
	検出率(%)	61.0	73.0	40.0	9.0	21.3	14.2	66.0	81.3	62.1	88.0	67.4	83.8	58.1
	データ数	446	429	420	421	348	268	406	448	475	476	445	444	5,026
合計 (ng/m ³)	平均値	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6
	標準偏差	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	最小値	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.1
	最大値	3.3	2.7	2.4	1.6	2.5	1.7	2.3	2.8	3.3	3.0	2.7	2.8	3.3
	中央値	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	データ数	446	429	420	421	348	268	406	448	475	476	445	444	5,026
月平均値 の構成比 (%)	金属水銀	99.8	99.8	99.9	99.9	99.8	99.8	99.6	99.8	99.8	99.7	99.8	99.8	99.8
	酸化態水銀	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	粒子状水銀	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1

注 1) 最大値及び最小値は、それぞれの形態毎の測定値（測定頻度については表 1 参照）の月間の最大・最小値を表す。
また、合計は、金属水銀の測定値に、酸化態水銀及び粒子状水銀の測定値を合計することにより算出した。
（※それぞれの形態の測定頻度は異なるが、本調査では、次の測定値が出るまでの時間の濃度は、直後に測定された濃度と同一であるとみなし、合計を計算した。）

注 2) 1 ng（ナノグラム）は 10 億分の 1 g（グラム）にあたる。

注 3) 測定の検出限界は金属水銀 0.1 ng/m³、酸化態水銀及び粒子状水銀 0.001 ng/m³であり、「<」は検出限界未満を示す。平均値の算出にあたり、検出限界未満の数値については検出限界の 1/2 として計算に用いた。なお、酸化態水銀及び粒子状水銀は、検出限界未満の測定値が多かったことから、参考として、75%値（測定値の低いほうから 0.75 × n 番目（n はデータ数）の値）及び検出率（検出限界以上の測定値の割合）を示した。

注 4) 金属水銀の統計値は、金属水銀の測定値全てを用いて求めており、酸化態水銀・粒子状水銀が欠測の際の測定値も含めて計算している。一方、合計値（総水銀）は、金属水銀、酸化態水銀、粒子状水銀の全てが揃った時間の測定値を用いて求めている。そのため、金属水銀の統計値と合計の統計値の大きさが整合しないことがある。

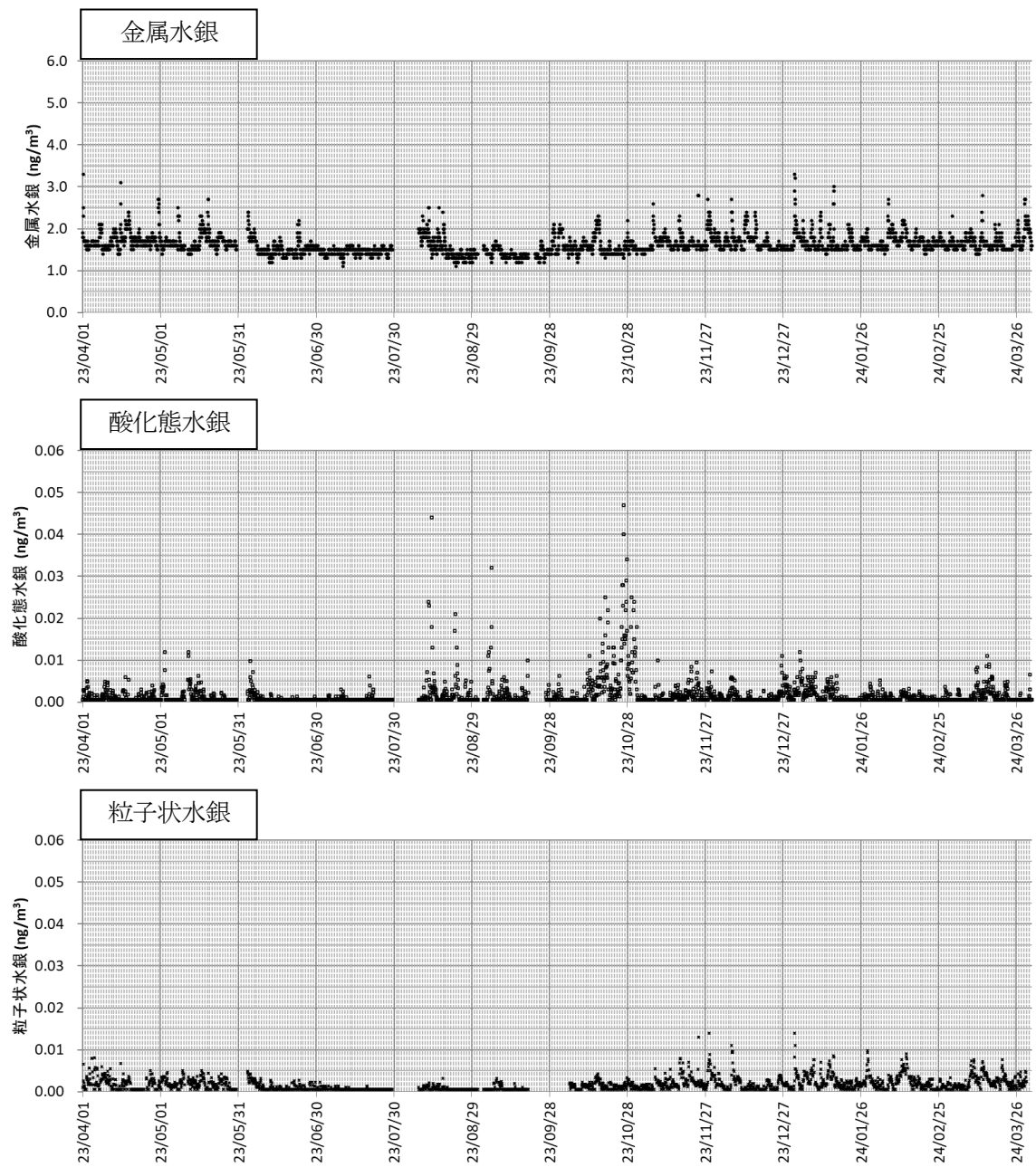


図2 辺戸岬における大気中形態別水銀濃度の測定結果（令和5年度）

2) 辺戸岬における令和5年度と過年度の水銀濃度の比較

- ・ 令和5年の形態別水銀の合計の濃度及び形態別の水銀濃度の年平均値は昨年度と同程度の値であり、金属水銀濃度の年平均値は通年で測定を開始した平成20年度以降、形態別水銀の合計の濃度は平成21年度以降減少傾向を示しているが、平成25年度以降はおおむね横ばいで推移している。(表5)
- ・ 過年度の調査結果も含めて、形態別水銀の合計の濃度の年平均値及び最大値は、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値(年平均値 40 ng/m^3)を常に下回っていた。(表5、図3)
- ・ 平成21年度までは試行調査段階であるため、調査日数が異なる等、調査結果の年度間の比較には注意が必要である。

表5（1） 辺戸岬における大気中形態別水銀の年度別平均値、中央値及び範囲等の推移

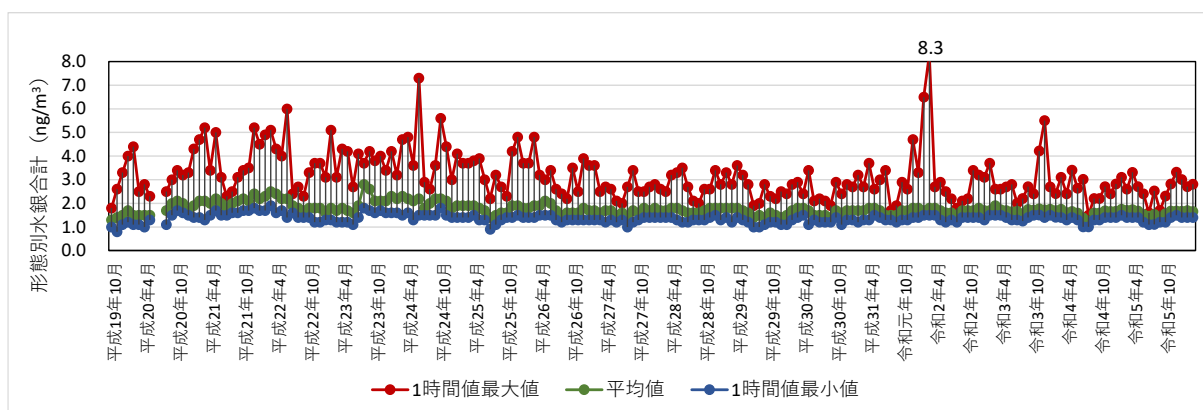
測定項目	統計値	H19(2007) 年度	H20(2008) 年度	H21(2009) 年度	H22(2010) 年度	H23(2011) 年度	H24(2012) 年度	H25(2013) 年度	H26(2014) 年度
金属水銀 (GEM) (ng/m ³)	平均値	1.5	1.8	2.2	1.9	2.1	2.0	1.7	1.7
	標準偏差	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3
	1時間値最小値	0.8	1.0	1.5	1.2	1.1	1.3	0.9	1.2
	25%値	1.3	1.6	1.9	1.6	1.8	1.7	1.5	1.5
	中央値	1.4	1.8	2.0	1.8	2.0	1.9	1.6	1.7
	75%値	1.6	2.0	2.3	2.1	2.4	2.2	1.9	1.9
	1時間値最大値	4.4	5.2	5.2	6.0	4.7	7.3	4.8	3.9
	時間数	1,934	2,722	4,840	5,382	5,132	4,569	5,348	5,200
酸化態水銀 (GOM) (ng/m ³)	平均値	—	—	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
	検出率(%)	—	—	36.0	30.0	39.0	25.0	45.0	46.0
	1時間値最小値	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	中央値	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	75%値	—	—	0.002	0.001	0.002	<0.001	0.002	0.003
	1時間値最大値	—	—	0.022	0.058	0.044	0.024	0.039	0.047
	時間数	—	—	2,485	5,273	5,023	4,239	5,222	5,084
粒子状水銀 (PBM) (ng/m ³)	平均値	—	—	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.004
	検出率(%)	—	—	61.0	44.0	55.0	52.0	67.0	71.0
	1時間値最小値	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	—	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	中央値	—	—	0.001	<0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
	75%値	—	—	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.006
	1時間値最大値	—	—	0.039	0.048	0.041	0.027	0.071	0.044
	時間数	—	—	2,485	5,273	5,023	4,239	5,222	5,084
合計 (ng/m ³)	平均値	—	—	2.2	1.9	2.1	2.0	1.7	1.7
	標準偏差	—	—	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3
	1時間値最小値	—	—	1.5	1.2	1.1	1.3	0.9	1.2
	25%値	—	—	1.9	1.6	1.8	1.7	1.5	1.5
	中央値	—	—	2.0	1.8	2.0	1.9	1.6	1.7
	75%値	—	—	2.3	2.1	2.4	2.2	1.9	1.9
	1時間値最大値	—	—	5.2	6.0	4.7	7.3	4.8	3.9
	時間数	—	—	4,840	5,382	5,132	4,569	5,348	5,084
構成比(%)	GEM	—	—	99.8	99.8	99.8	99.8	99.7	99.6
	GOM	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	PBM	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

注) 平成19年度(2007年度)の金属水銀については、測定を開始した平成19年10月16日以降のデータの統計値である。

平成21年度(2009年度)の酸化態水銀、粒子状水銀については、形態別に測定を開始した平成21年10月1日以降のデータの統計値である。

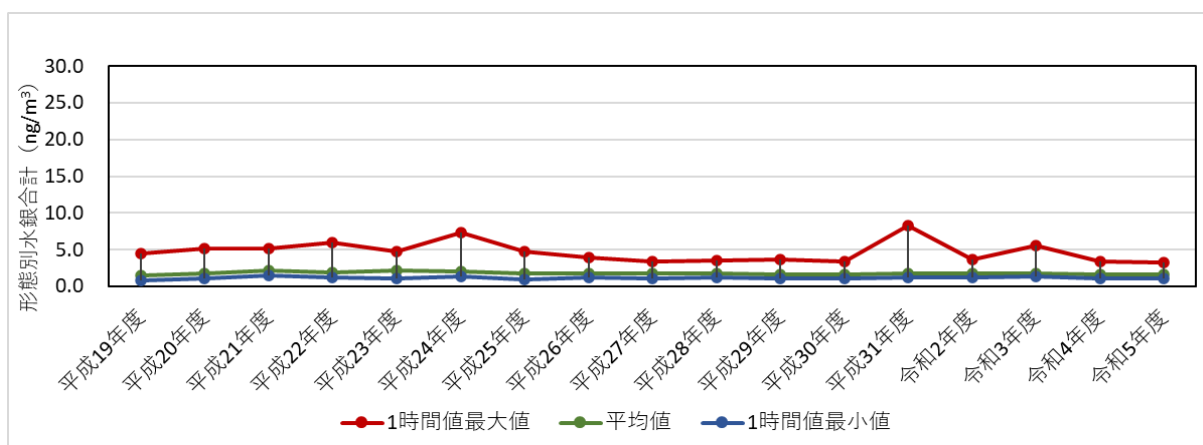
表5（2） 辺戸岬における大気中形態別水銀の年度別平均値、中央値及び範囲等の推移

測定項目	統計値	H27(2015) 年度	H28(2016) 年度	H29(2017) 年度	H30(2018) 年度	H31(2019) 年度	R2(2020) 年度	R3(2021) 年度	R4(2022) 年度	R5(2023) 年度
金属水銀 (GEM) (ng/m ³)	平均値	1.6	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6
	標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
	1時間値最小値	1.0	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1
	25%値	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5
	中央値	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6
	75%値	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7
	1時間値最大値	3.4	3.5	3.6	3.4	8.3	4.1	5.5	3.4	3.3
	時間数	4,661	5,159	4,954	5,164	5,049	5,134	5,418	5,053	5,316
酸化態水銀 (GOM) (ng/m ³)	平均値	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002
	検出率(%)	32.0	56.5	42.2	43.2	46.1	43.8	41.1	32.5	39.2
	1時間値最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	中央値	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	75%値	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002
	1時間値最大値	0.044	0.046	0.042	0.034	0.058	0.093	0.051	0.060	0.047
	時間数	4,480	4,639	4,900	4,689	4,496	4,929	5,290	4,773	5,201
粒子状水銀 (PBM) (ng/m ³)	平均値	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	検出率(%)	57.0	74.9	66.6	54.7	70.0	60.3	65.7	51.1	58.1
	1時間値最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	中央値	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001
	75%値	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002
	1時間値最大値	0.020	0.030	0.025	0.015	0.054	0.013	0.016	0.040	0.014
	時間数	4,480	4,639	4,900	4,751	4,496	4,929	5,346	4,803	5,026
合計 (ng/m ³)	平均値	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6
	標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
	1時間値最小値	1.0	1.2	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.0	1.1
	25%値	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5
	中央値	1.6	1.6	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6
	75%値	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7
	1時間値最大値	3.4	3.5	3.6	3.4	8.3	3.7	5.5	3.4	3.3
	時間数	4,480	4,639	4,900	4,689	4,496	4,929	5,290	4,773	5,026
構成比(%)	GEM	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8	99.8
	GOM	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	PBM	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1



注：平成 21 年 9 月以前は金属水銀の測定値、平成 21 年 10 月以降は形態別水銀の測定値の合計値

図 3（１） 辺戸岬における大気中水銀濃度の推移(月別平均値、範囲)



注：平成 21 年 9 月以前は金属水銀の測定値、平成 21 年 10 月以降は形態別水銀の測定値の合計値

図 3（２） 辺戸岬における大気中水銀濃度の推移(年別平均値、範囲)

3) 男鹿半島における令和5年度の調査結果の概要

- 大気中の形態別水銀濃度の合計の年平均値は 1.6 ng/m^3 であった。これは、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値（年平均値 40 ng/m^3 ）を十分下回る値であった。月平均値の範囲は $1.5 \sim 1.7 \text{ ng/m}^3$ 、1時間毎の測定値の範囲は $0.7 \sim 11.8 \text{ ng/m}^3$ であった。（表6、図4）
- 辺戸岬における大気中の形態別水銀濃度の合計の測定値と比較すると年平均値はほぼ同じ濃度であるが、1時間毎の最小値は男鹿半島の方が小さく、1時間毎の最大値は男鹿半島の方が大きいことから、測定値の変動の幅は男鹿半島の方が大きくなっていた。
- 大気中の水銀は、そのほとんどが金属水銀であり、酸化態水銀及び粒子状水銀は、平均で1%未満であった。（表6）
- 水銀濃度の平均値や範囲は調査時期によって異なり、水銀濃度は比較的短期間で変化していることが確認された。（図4）
- 環境省水・大気環境局が実施している大気汚染防止法に基づく有害大気汚染物質モニタリング調査における令和4年度の一般環境の水銀濃度（全国平均で 1.6 ng/m^3 ）と比較して、本調査の結果は同程度の値であった。（参考1参照）

表6 男鹿半島における大気中水銀濃度の測定結果（令和5年度）

測定項目	統計値	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年間
金属水銀 (ng/m ³)	平均値	1.6	1.5	1.6	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5
	標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.4	0.9	0.4	0.7	0.3	0.2	0.4	0.1	0.3	0.4
	最小値	1.0	0.7	0.7	0.7	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0	1.2	1.2	1.3	0.7
	最大値	4.2	3.2	2.8	5.9	11.8	6.0	8.2	3.7	2.9	6.3	2.2	4.0	11.8
	中央値	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5
	データ数	370	463	464	477	333	463	472	463	478	480	447	476	5,386
酸化態 水銀 (ng/m ³)	平均値	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002
	最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	最大値	0.018	0.021	0.013	0.018	0.021	0.029	0.010	0.027	0.032	0.028	0.022	0.052	0.052
	中央値	0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001
	75%値	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002
	検出率(%)	58.9	62.0	49.6	42.3	60.7	34.4	25.5	37.9	46.5	41.3	49.6	78.9	49.0
	データ数	350	461	464	477	333	459	345	462	477	480	446	475	5,229
粒子状 水銀 (ng/m ³)	平均値	0.008	0.008	0.004	0.003	0.006	0.005	0.007	0.009	0.009	0.007	0.008	0.010	0.007
	最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001
	最大値	0.047	0.172	0.036	0.100	0.114	0.100	0.085	0.529	0.526	0.092	0.044	0.182	0.529
	中央値	0.006	0.004	0.002	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.004
	75%値	0.009	0.006	0.004	0.003	0.004	0.004	0.006	0.006	0.006	0.008	0.009	0.011	0.007
	検出率(%)	98.3	93.9	81.0	67.8	85.0	74.7	93.6	94.8	97.1	97.5	98.7	100.0	90.3
	データ数	350	461	464	429	333	459	345	462	477	480	446	475	5,181
合計 (ng/m ³)	平均値	1.6	1.5	1.6	1.7	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6
	標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.4	0.9	0.4	0.8	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
	最小値	1.0	0.7	0.7	0.7	1.0	0.8	0.9	0.8	1.0	1.2	1.2	1.3	0.7
	最大値	4.2	3.2	2.8	5.9	11.8	6.0	8.3	3.7	2.9	6.3	2.2	4.0	11.8
	中央値	1.5	1.5	1.6	1.6	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5
	データ数	350	461	464	429	333	459	345	462	477	480	446	475	5,181
月平均値の 構成比 (%)	金属水銀	99.4	99.3	99.6	99.7	99.5	99.6	99.5	99.3	99.3	99.5	99.4	99.2	99.4
	酸化態水銀	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	粒子状水銀	0.5	0.5	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4

注1) 最大値及び最小値は、それぞれの形態毎の測定値（測定頻度については表1参照）の月間の最大・最小値を表す。

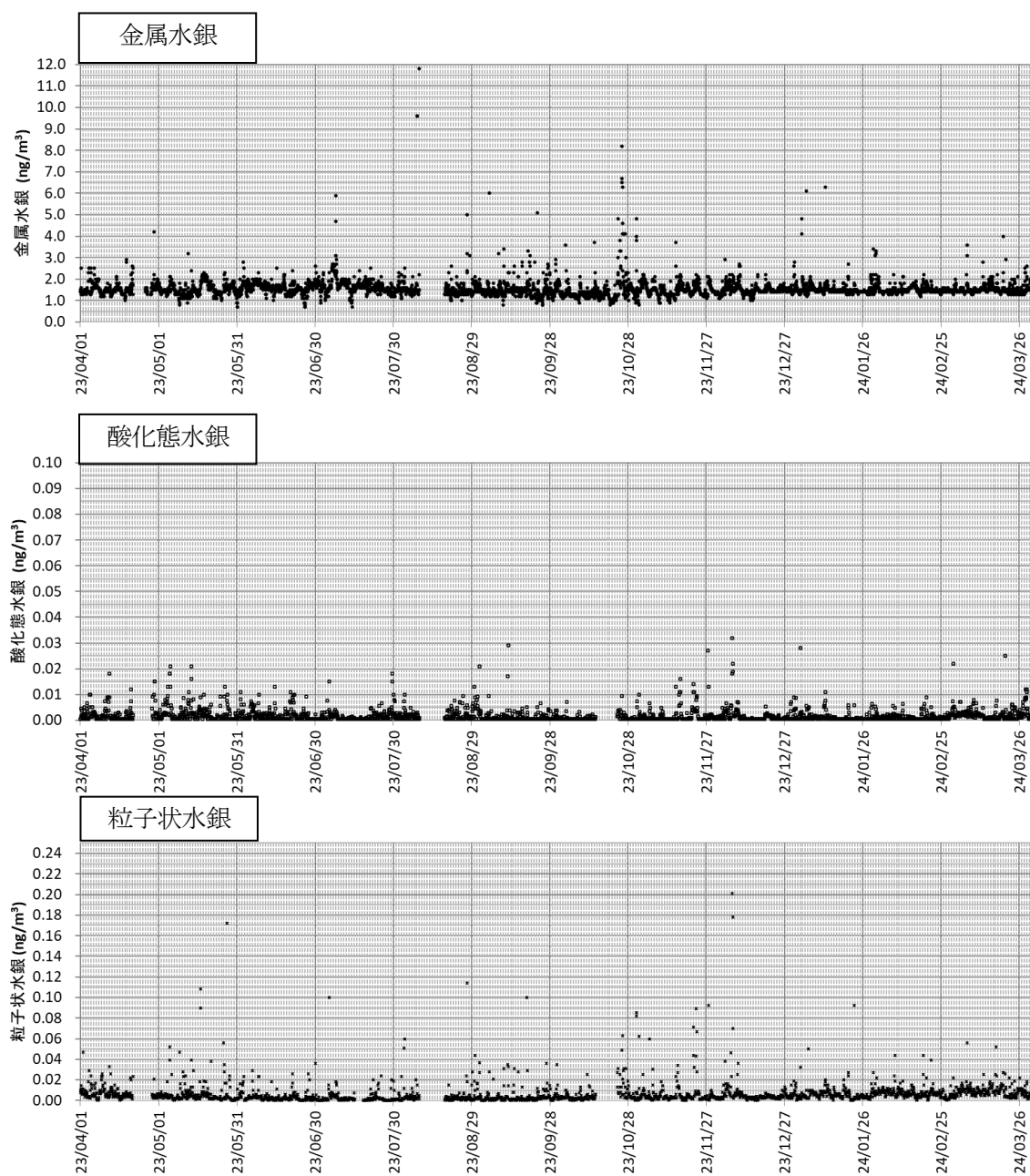
また、合計は、金属水銀の測定値に、酸化態水銀及び粒子状水銀の測定値を合計することにより算出した。

（※それぞれの形態の測定頻度は異なるが、本調査では、次の測定値が出るまでの時間の濃度は、直後に測定された濃度と同一であるとみなし、合計を計算した。）

注2) 1 ng（ナノグラム）は10億分の1 g（グラム）にあたる。

注3) 測定の検出限界は金属水銀0.1 ng/m³、酸化態水銀及び粒子状水銀0.001 ng/m³であり、「<」は検出限界未満を示す。平均値の算出にあたり、検出限界未満の数値については検出限界の1/2として計算に用いた。なお、酸化態水銀及び粒子状水銀は、検出限界未満の測定値が多かったことから、参考として、75%値（測定値の低いほうから0.75×n番目（nはデータ数）の値）及び検出率（検出限界以上の測定値の割合）を示した。

注4) 金属水銀の統計値は、金属水銀の測定値全てを用いて求めており、酸化態水銀・粒子状水銀が欠測の際の測定値も含めて計算している。一方、合計値（総水銀）は、金属水銀、酸化態水銀、粒子状水銀の全てが揃った時間の測定値を用いて求めている。そのため、金属水銀の統計値と合計の統計値の大きさが整合しないことがある。



注) 表 6 に示すとおり、粒子状水銀の最大値は 0.529 ng/m³ を記録しているが、濃度変化の把握のため、ここでは粒子状水銀のグラフの縦軸の最大は 0.24 ng/m³ として表示している。

図 4 男鹿半島における大気中形態別水銀濃度の測定結果（令和 5 年度）

4) 男鹿半島における令和5年度と過年度の水銀濃度の比較

- ・令和5年度の水銀の形態別水銀の合計の濃度及び金属水銀、酸化態水銀の濃度の年平均値は、おおむね昨年度と同程度の値であり、平成26年度以降おおむね横ばいで推移した。(表7)
- ・過年度の調査結果も含めて、形態別水銀の合計の濃度の年平均値は、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値(年平均値40 ng/m³)を常に下回っていた。(表7、図5)
- ・平成26年度は、調査日数が異なる等、調査結果の年度間の比較には注意が必要である。

表7(1) 男鹿半島における大気中形態別水銀の年度別平均値、中央値及び範囲等の推移

測定項目	統計値	平成26年度 (2014年度)	平成27年度 (2015年度)	平成28年度 (2016年度)	平成29年度 (2017年度)	平成30年度 (2018年度)
金属水銀 (GEM) (ng/m ³)	平均値	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	標準偏差	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5
	1時間値最小値	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8
	25%値	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4
	中央値	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
	75%値	1.7	1.8	1.7	1.7	1.8
	1時間値最大値	6.7	21.8	20.2	14.2	19.7
	時間数	3,464	5,398	5,600	5,271	5,272
酸化態水銀 (GOM) (ng/m ³)	平均値	0.002	0.003	0.002	0.003	0.003
	検出率(%)	50.0	53.0	47.9	51.4	64.7
	1時間値最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	中央値	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.001
	75%値	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
	1時間値最大値	0.048	0.152	0.165	0.158	0.118
	時間数	3,016	5,327	5,569	5,172	4,771
粒子状水銀 (PBM) (ng/m ³)	平均値	0.009	0.009	0.011	0.009	0.008
	検出率(%)	91.0	92.0	95.9	90.7	90.1
	1時間値最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002
	中央値	0.007	0.005	0.007	0.005	0.005
	75%値	0.011	0.009	0.013	0.009	0.010
	1時間値最大値	0.144	0.557	0.234	0.528	0.155
	時間数	3,016	5,327	5,569	5,172	4,771
合計 (ng/m ³)	平均値	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	標準偏差	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
	1時間値最小値	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8
	25%値	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4
	中央値	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
	75%値	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7
	1時間値最大値	6.7	21.8	20.3	14.2	19.9
	時間数	3,016	5,327	5,569	5,172	4,771
構成比(%)	GEM	99.3	99.2	99.2	99.3	99.4
	GOM	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
	PBM	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5

注) 平成26年度(2014年度)については、測定を開始した平成26年8月8日以降のデータの統計値である。

表 7 (2) 男鹿半島における大気中形態別水銀の年度別平均値、
中央値及び範囲等の推移

測定項目	統計値	平成 31 年度 (2019 年度)	令和 2 年度 (2020 年度)	令和 3 年度 (2021 年度)	令和 4 年度 (2022 年度)	令和 5 年度 (2023 年度)
金属水銀 (GEM) (ng/m ³)	平均値	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5
	標準偏差	0.3	1.7	1.0	0.7	0.4
	1 時間値最小値	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7
	25%値	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4
	中央値	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5
	75%値	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
	1 時間値最大値	11.1	87.1	43.9	35.3	11.8
	時間数	5,592	5,599	5,631	5,441	5,386
酸化態水銀 (GOM) (ng/m ³)	平均値	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002
	検出率(%)	50.1	68.8	64.0	60.3	49.0
	1 時間値最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	中央値	0.001	0.002	0.002	0.001	<0.001
	75%値	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002
	1 時間値最大値	0.090	0.299	0.053	0.079	0.052
	時間数	5,163	5,454	5,543	5,047	5,229
粒子状水銀 (PBM) (ng/m ³)	平均値	0.006	0.012	0.006	0.007	0.007
	検出率(%)	89.4	93.3	84.9	89.5	90.3
	1 時間値最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	25%値	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002
	中央値	0.004	0.006	0.003	0.004	0.004
	75%値	0.007	0.012	0.007	0.008	0.007
	1 時間値最大値	0.235	2.841	0.312	0.167	0.529
	時間数	5,223	5,580	5,543	5,098	5,181
合計 (ng/m ³)	平均値	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6
	標準偏差	0.3	1.7	1.0	0.7	0.4
	1 時間値最小値	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7
	25%値	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4
	中央値	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5
	75%値	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
	1 時間値最大値	11.2	90.2	43.9	35.3	11.8
	時間数	5,163	5,454	5,543	4,862	5,181
構成比(%)	GEM	99.5	99.1	99.4	99.3	99.4
	GOM	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	PBM	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4

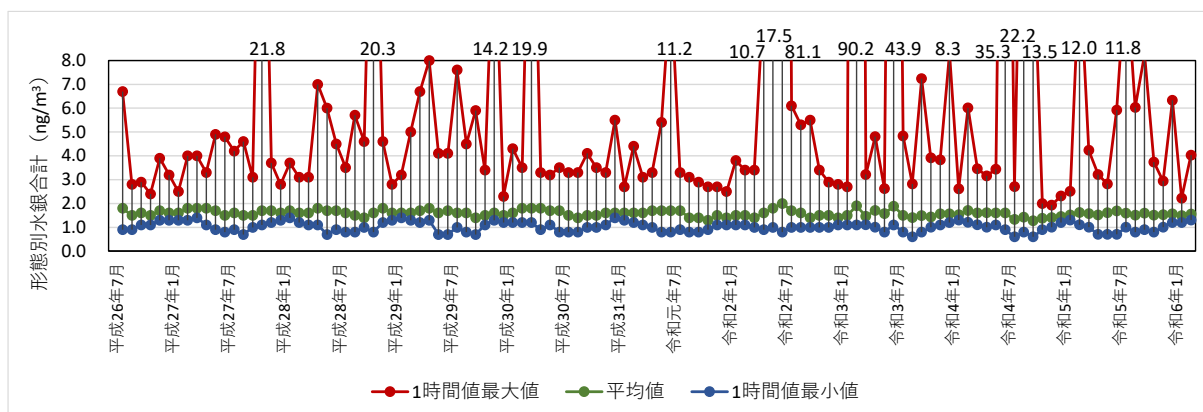


図5（1） 男鹿半島における大気中水銀濃度の推移（月別平均値、範囲）

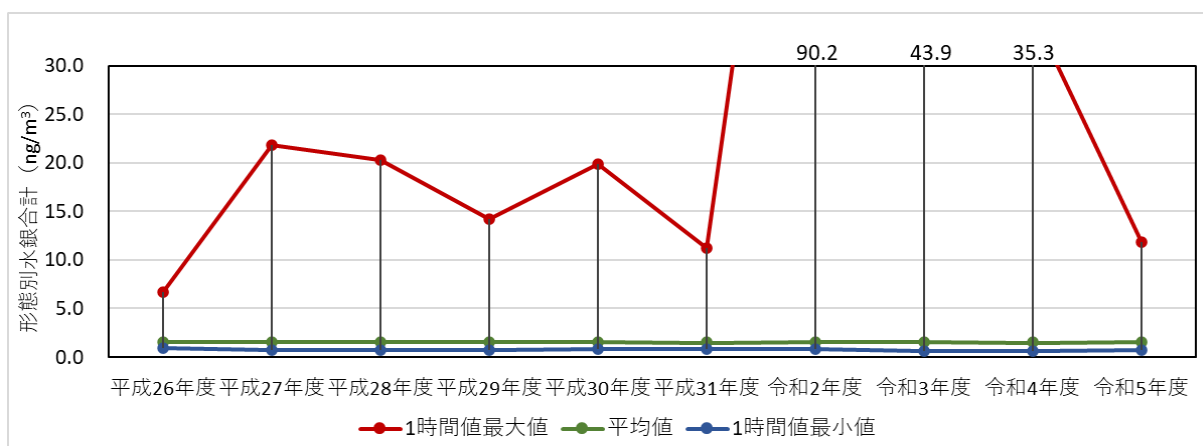


図5（2） 男鹿半島における大気中水銀濃度の推移（年別平均値、範囲）

(2) 降水中水銀濃度

週1回の頻度で連続採取した降水を回収し、降水中の水銀濃度を測定するとともに、水銀濃度と降水量の積として湿性沈着量（降水によって地上にもたらされた水銀量）を求めた。測定結果の概要は以下のとおり。

なお、「2. 調査方法等」の「(2) 調査項目、調査方法等、2) 降水中水銀濃度の測定」に記載した通り、平成28年2月から平成29年2月まで実施した一年間の比較観測とその結果に対する有害金属モニタリング調査検討会での議論を踏まえ、平成28年度以降は新しい分析手順を採用している。（従来の分析手順と新分析手順の比較結果は、参考3参照）

1) 辺戸岬における令和5年度の調査結果の概要

- ・降水中水銀濃度の年平均値は4.0 ng/Lであった。測定値の範囲は1.3～28.5 ng/Lであった。降水中の水銀濃度については指針値等が設定されていないが、参考として、水銀に関する水質汚濁に係る環境基準値0.0005 mg/L（500 ng/L）と比較すると、十分低い値であった。（図6、表8）
- ・水銀の湿性沈着量は週毎の平均値で174 ng/m²（0.174 μg/m²）であった。年間沈着量は7.8 μg/m²であった。湿性沈着量については、比較できる基準値等はないが、国内10カ所の観測例（学術論文での報告※）によると、湿性沈着量は年間5.8～18 μg/m²（平均14 μg/m²）であり、本調査の令和5年度の結果はそれらの範囲内であった。

なお、降水中の水銀は、大気中の酸化態水銀及び粒子状水銀が降水に取り込まれたものが主と考えられる。このため、大気中の形態別水銀濃度の測定は、水銀の沈着量をより正しく理解するためにも重要である。

※Estimating contribution of precipitation scavenging of atmospheric particulate mercury to mercury wet deposition in Japan, Masahiro Sakata and Kazuo Asakura, Atmospheric Environment Volume 41, Issue 8, March 2007, Pages 1669–1680.

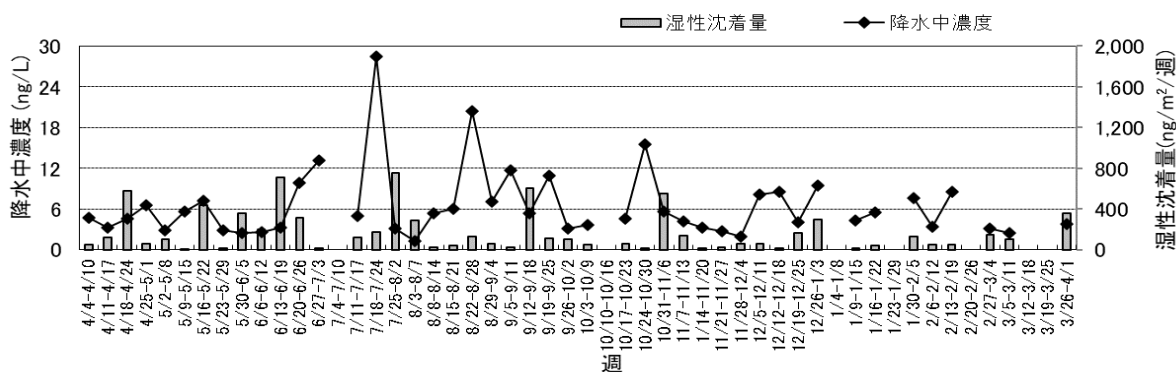


図6 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量（令和5年度）

表8 辺戸岬における降水中水銀濃度等の測定結果（令和5年度）

月・週	採取期間	降水中 水銀濃度 (ng/L)	水銀 湿性沈着量 (ng/m ² /週)	(参考) 採水量 (L/週)	(参考) 降水量換算 (mm/週)	備考
4月1週	4/4-4/10	4.7	56	0.1	12	
4月2週	4/11-4/17	3.3	120	0.4	36	
4月3週	4/18-4/24	4.6	581	1.4	126	
4月4週	4/25-5/1	6.6	65	0.1	10	
5月1週	5/2-5/8	2.9	102	0.4	35	
5月2週	5/9-5/15	5.7	8	0.0	1	
5月3週	5/16-5/22	7.2	443	0.7	62	
5月4週	5/23-5/29	2.9	21	0.1	7	
6月1週	5/30-6/5	2.5	363	1.6	145	
6月2週	6/6-6/12	2.6	204	0.9	79	
6月3週	6/13-6/19	3.3	712	2.4	216	
6月4週	6/20-6/26	9.9	317	0.4	32	
7月1週	6/27-7/3	13.2	16	0.0	1	
7月2週	7/4-7/10	-	-	-	-	降水量少ない
7月3週	7/11-7/17	5.0	125	0.3	25	
7月4週	7/18-7/24	28.5	176	0.1	6	
8月1週	7/25-8/2	3.2	758	2.7	237	
8月2週	8/3-8/7	1.3	292	2.5	225	
8月3週	8/8-8/14	5.4	26	0.1	5	
8月4週	8/15-8/21	6.1	42	0.1	7	
8月5週	8/22-8/28	20.4	128	0.1	6	
8月6週	8/29-9/4	7.1	63	0.1	9	
9月1週	9/5-9/11	11.7	26	0.0	2	
9月2週	9/12-9/18	5.4	608	1.3	113	
9月3週	9/19-9/25	11.0	110	0.1	10	
9月4週	9/26-10/2	3.1	102	0.4	33	
10月1週	10/3-10/9	3.7	50	0.2	14	
10月2週	10/10-10/16	-	-	-	-	降水量少ない
10月3週	10/17-10/23	4.6	61	0.2	13	
10月4週	10/24-10/30	15.6	17	0.0	1	
11月1週	10/31-11/6	5.6	552	1.1	98	
11月2週	11/7-11/13	4.2	144	0.4	34	
11月3週	11/14-11/20	3.3	17	0.1	5	
11月4週	11/21-11/27	2.7	24	0.1	9	
12月1週	11/28-12/4	2.0	60	0.3	30	
12月2週	12/5-12/11	8.2	65	0.1	8	
12月3週	12/12-12/18	8.6	17	0.0	2	
12月4週	12/19-12/25	4.1	163	0.5	40	
12月5週	12/26-1/3	9.5	298	0.4	31	
1月1週	1/4-1/8	-	-	-	-	降水量少ない
1月2週	1/9-1/15	4.3	14	0.0	3	
1月3週	1/16-1/22	5.5	42	0.1	8	
1月4週	1/23-1/29	-	-	-	-	降水量少ない
2月1週	1/30-2/5	7.7	131	0.2	17	
2月2週	2/6-2/12	3.4	49	0.2	14	
2月3週	2/13-2/19	8.5	53	0.1	6	
2月4週	2/20-2/26	-	-	-	-	降水量少ない
3月1週	2/27-3/4	3.2	153	0.5	48	
3月2週	3/5-3/11	2.5	104	0.5	42	
3月3週	3/12-3/18	-	-	-	-	降水量少ない
3月4週	3/19-3/25	-	-	-	-	降水量少ない
3月5週	3/26-4/1	3.8	363	1.1	95	
全期間	平均値	4.0	174	0.5	44	単純平均濃度 6.4 ng/L
	最小値	1.3	8	0.01	1	年間沈着量 7.8 µg/m ² /年
	最大値	28.5	758	2.7	237	

2) 辺戸岬における令和5年度と過年度の降水中水銀濃度、湿性沈着量の比較

- ・ 令和5年度の降水中水銀濃度の年平均値、最大値はそれぞれ 4.0 ng/L、28.5 ng/L であり、いずれも平成28年度～令和4年度の測定値の範囲内の値であった。(表9、図7)
- ・ 令和5年度の週毎の湿性沈着量の平均値、最大値はそれぞれ 174 ng/m²/週、758 ng/m²/週であり、年間湿性沈着量は 7.8 µg/m²/年であった。湿性沈着量は平成28年度以降の最小値となった。(表9)

表9 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の年度別調査結果の概要

測定項目	統計値	平成 28年度	平成 29年度	平成 30年度	平成 31年度	令和 2年度	令和 3年度	令和 4年度	令和 5年度
水銀濃度 (ng/L)	平均値	6.6	4.8	3.9	5.6	5.0	5.3	5.4	4.0
	最小値	2.7	1.1	1.2	2.2	1.8	2.3	1.8	1.3
	最大値	19.4	20.4	14.8	21.1	13.5	18.3	36.3	28.5
湿性沈着量 (ng/m ² /週)	平均値	220	208	247	327	259	371	328	174
	最小値	0 (22)	0 (19)	0 (24)	0 (19)	0 (32)	0 (34)	0 (28)	0 (8)
	最大値	1,304	1,667	1,786	1,472	904	1,305	2,678	758
年間湿性沈着量(µg/m ² /年)		11.2	8.9	11.9	16.0	11.7	14.5	15.1	7.8
(参考) 降水量換算採水量(mm/年)		1,703	1,853	3,081	2,875	2,335	2,729	2,800	1,958

(参考 従来の手順による辺戸岬における降水中水銀濃度の年度別測定結果)

測定項目	統計値	平成 20年度	平成 21年度	平成 22年度	平成 23年度	平成 24年度	平成 25年度	平成 26年度	平成 27年度	平成 28年度
水銀濃度 (ng/L)	平均値	3.4	3.1	2.4	3.0	1.9	2.2	1.4	2.0	4.3
	最小値	0.4	0.7	0.9	0.6	0.7	0.5	0.2	0.6	1.8
	最大値	15.7	17.5	11.9	10.9	10.1	12.3	3.8	5.2	16.1
湿性沈着量 (ng/m ² /週)	平均値	122	120	105	83	75	67	69	104	194
	最小値	0 (11)	0 (16)	0 (11)	0 (2)	0 (4)	0 (4)	0 (0)	0 (1)	0 (21)
	最大値	864	589	760	1,205	384	511	468	748	1,082
年間湿性沈着量(µg/m ² /年)		6.1	6.2	5.3	4.2	3.9	3.4	3.5	4.6	7.4
(参考) 降水量換算採水量(mm/年)		1,797	2,029	2,228	1,384	1,942	1,515	2,453	2,336	1,715

注1) 湿性沈着量の最小値欄の0は、無降水の時の沈着量であり、かつこの数字は降水サンプル分析時の最も小さい沈着量の値を示している。

注2) 新手順による測定値は、比較試験の結果、従来手順による測定値に比べ1.3～1.4倍程度高い値となっていることが確認されている。

注3) 降水量換算採水量は、採水量を降水を採取する漏斗の面積で割り降水量に換算した値を示している。

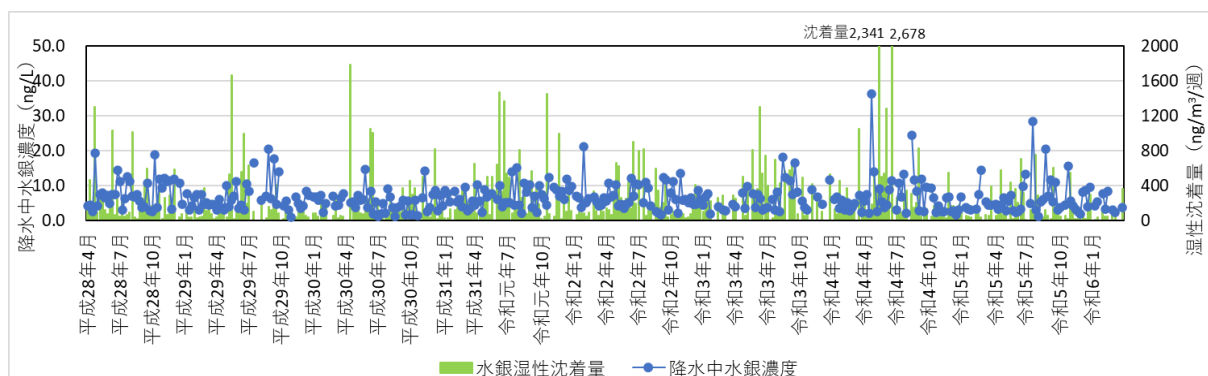


図 7 (1) 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の推移（新手順）

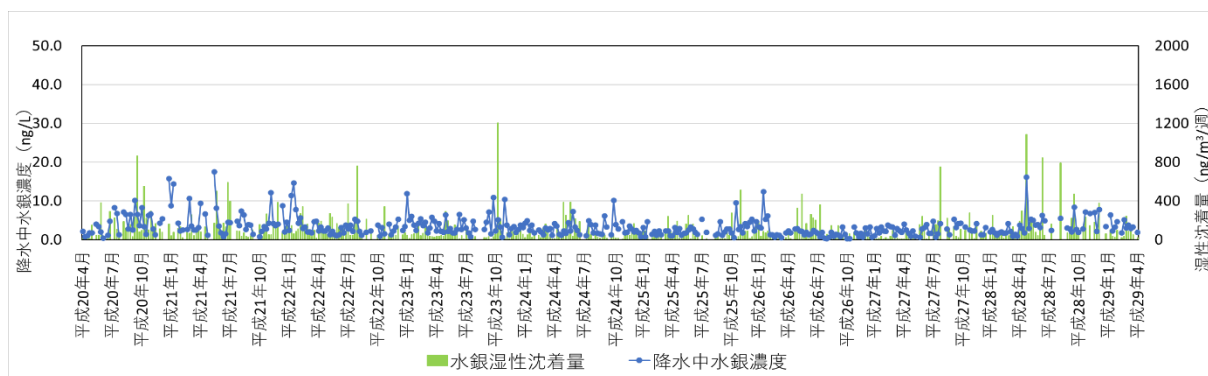


図 7 (2) 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の推移（旧手順）

3) 男鹿半島における令和5年度の調査結果の概要

- ・降水中水銀濃度の年平均値は 5.3 ng/L であった。測定値の範囲は $2.2 \sim 33.4 \text{ ng/L}$ であった。降水中の水銀濃度については指針値等が設定されていないが、参考として、水銀に関する水道水の水質基準値である 0.0005 mg/L (500 ng/L) と比較すると、十分低い値であった。(図8、表10)
- ・水銀の週毎の湿性沈着量の平均値は、 243 ng/m^2 ($0.243 \mu\text{g/m}^2$) であった。年間沈着量は $12.2 \mu\text{g/m}^2$ であった。湿性沈着量については、比較できる基準値等はないが、辺戸岬と同様に、学術論文での報告による国内10カ所の観測例の年間湿性沈着量 $5.8 \sim 18 \mu\text{g/m}^2$ (平均 $14 \mu\text{g/m}^2$) と比較すると、本調査の令和5年度の結果はそれらの範囲内であった。
- ・辺戸岬と比較すると、降水中水銀濃度の平均値、最大値、湿性沈着量の平均値、最大値、年間湿性沈着量はいずれも男鹿半島の方が高かった。

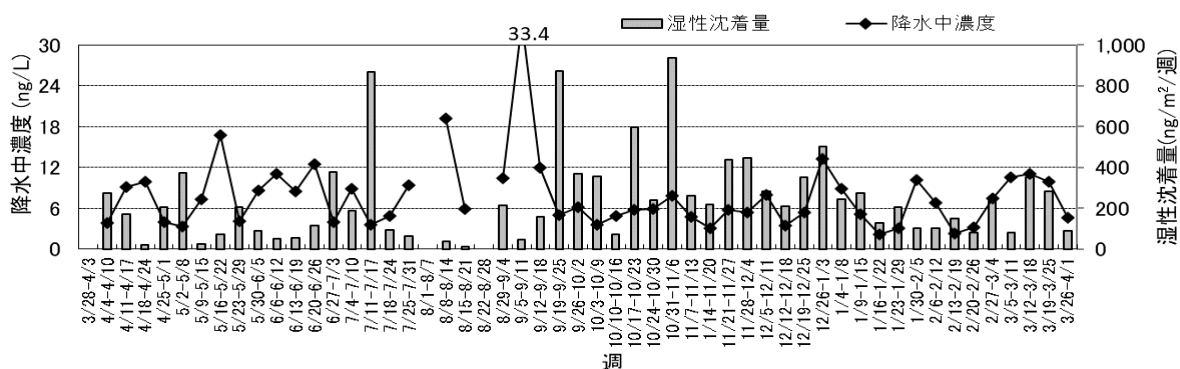


図8 男鹿半島における降水中水銀濃度及び湿性沈着量（令和5年度）

表 10 男鹿半島における降水中水銀濃度等の測定結果（令和 5 年度）

月・週	採取期間	降水中 水銀濃度 (ng/L)	水銀 湿性沈着量 (ng/m ² /週)	(参考) 採水量 (L/週)	(参考) 降水量換算(mm/ 週)	備考
4 月 1 週	3/28-4/3	-	-	-	-	降水量少ない
4 月 2 週	4/4-4/10	3.8	276	0.8	73	
4 月 3 週	4/11-4/17	9.1	170	0.2	19	
4 月 4 週	4/18-4/24	9.9	20	0.0	2	
4 月 5 週	4/25-5/1	3.9	204	0.6	52	
5 月 1 週	5/2-5/8	3.3	372	1.3	113	
5 月 2 週	5/9-5/15	7.3	23	0.0	3	
5 月 3 週	5/16-5/22	16.8	70	0.0	4	
5 月 4 週	5/23-5/29	4.1	203	0.6	50	
6 月 1 週	5/30-6/5	8.6	90	0.1	11	
6 月 2 週	6/6-6/12	11.0	48	0.0	4	
6 月 3 週	6/13-6/19	8.5	55	0.1	6	
6 月 4 週	6/20-6/26	12.5	114	0.1	9	
6 月 5 週	6/27-7/3	4.0	377	1.1	94	
7 月 1 週	7/4-7/10	8.9	189	0.2	21	
7 月 2 週	7/11-7/17	3.6	867	2.7	241	
7 月 3 週	7/18-7/24	4.8	92	0.2	19	
7 月 4 週	7/25-7/31	9.4	62	0.1	7	
8 月 1 週	8/1-8/7	-	-	-	-	
8 月 2 週	8/8-8/14	19.2	36	0.0	2	
8 月 3 週	8/15-8/21	5.9	12	0.0	2	降水量少ない
8 月 4 週	8/22-8/28	-	-	-	-	
9 月 1 週	8/29-9/4	10.4	214	0.2	21	
9 月 2 週	9/5-9/11	33.4	47	0.0	1	
9 月 3 週	9/12-9/18	12.0	158	0.1	13	
9 月 4 週	9/19-9/25	5.0	871	2.0	174	
9 月 5 週	9/26-10/2	6.2	370	0.7	60	
10 月 1 週	10/3-10/9	3.6	355	1.1	98	
10 月 2 週	10/10-10/16	4.8	71	0.2	15	
10 月 3 週	10/17-10/23	5.8	596	1.2	103	
10 月 4 週	10/24-10/30	5.9	238	0.5	40	
11 月 1 週	10/31-11/6	7.8	938	1.4	120	
11 月 2 週	11/7-11/13	4.7	262	0.6	56	
11 月 3 週	1/14-11/20	3.1	218	0.8	70	
11 月 4 週	11/21-11/27	5.8	436	0.9	75	
11 月 5 週	11/28-12/4	5.4	447	0.9	83	
12 月 1 週	12/5-12/11	7.9	284	0.4	36	
12 月 2 週	12/12-12/18	3.5	211	0.7	60	
12 月 3 週	12/19-12/25	5.4	350	0.7	65	
12 月 4 週	12/26-1/3	13.3	504	0.4	38	
1 月 1 週	1/4-1/8	8.8	245	0.3	28	
1 月 2 週	1/9-1/15	5.1	276	0.6	54	
1 月 3 週	1/16-1/22	2.2	126	0.6	57	
1 月 4 週	1/23-1/29	3.1	203	0.7	66	
1 月 5 週	1/30-2/5	10.1	102	0.1	10	
2 月 1 週	2/6-2/12	6.8	103	0.2	15	
2 月 2 週	2/13-2/19	2.3	149	0.7	65	
2 月 3 週	2/20-2/26	3.2	78	0.3	24	
3 月 1 週	2/27-3/4	7.4	234	0.4	32	
3 月 2 週	3/5-3/11	10.5	82	0.1	8	
3 月 3 週	3/12-3/18	11.1	351	0.4	32	
3 月 4 週	3/19-3/25	9.9	284	0.3	29	
3 月 5 週	3/26-4/1	4.6	87	0.2	19	
全期間	平均値	5.3	243	0.5	46	単純平均濃度 7.7 ng/L
	最小値	2.2	12	0.02	1	年間沈着量 12.2 µg/m ² /年
	最大値	33.4	938	2.7	241	

4) 男鹿半島における令和5年度と過年度の降水中水銀濃度、湿性沈着量の比較

- ・ 令和5年度の降水中水銀濃度の平均値は、5.3 ng/L であり、平成28年度以降の最小値となった。一方、降水中水銀濃度の最大値は、平成28年度～令和4年度の測定値の範囲内の値であった。（表11、図9）
- ・ 令和5年度の週毎の湿性沈着量の平均値、最大値はそれぞれ 243 ng/m²/週、938 ng/m²/週であり、年間湿性沈着量は 12.2 μg/m²/年であった。湿性沈着量は、平成28年度以降、2番目に高い値であった。（表11）

表11 男鹿半島における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の年度別調査結果の概要

測定項目	統計値	平成 28年度	平成 29年度	平成 30年度	平成 31年度	令和 2年度	令和 3年度	令和 4年度	令和 5年度
水銀濃度 (ng/L)	平均値	6.3	5.7	6.0	6.0	7.9	5.5	6.2	5.3
	最小値	1.6	1.4	1.1	2.1	1.2	1.9	2.1	2.2
	最大値	17.7	28.9	34.0	62.1	50.9	12.5	24.6	33.4
湿性沈着量 (ng/m ² /週)	平均値	239	215	241	204	299	213	228	243
	最小値	0 (18)	0 (29)	0 (31)	0 (24)	0 (31)	0 (33)	0 (34)	0 (12)
	最大値	550	580	995	961	2,246	712	2,129	938
年間湿性沈着量(μg/m ² /年)		11.5	10.3	10.6	10.0	13.8	9.8	10.9	12.2
(参考) 降水量換算採水量(mm/年)		1,808	1,777	1,771	1,630	1,743	1,781	1,770	2,299

(参考 従来の手順による男鹿半島における降水中水銀濃度の年度別測定結果)

測定項目	統計値	平成 26年度	平成 27年度	平成 28年度
水銀濃度 (ng/L)	平均値	2.5	2.9	4.7
	最小値	0.1	0.6	1.2
	最大値	9.2	9.5	10.0
湿性沈着量 (ng/m ² /週)	平均値	78	80	197
	最小値	0 (1)	0 (4)	0 (23)
	最大値	431	301	432
年間湿性沈着量(μg/m ² /年)		2.4	4.1	8.5
(参考) 降水量換算採水量(mm/年)		983	1,425	1,811

注1) 平成26年度については、8月25日以降のデータの平均値等を記載している。

注2) 湿性沈着量の最小値欄の0は、無降水の時の沈着量であり、かつこの数字は降水サンプル分析時の最も小さい沈着量の値を示している。

注3) 新手順による測定値は、比較試験の結果、従来手順による測定値に比べ1.3～1.4倍程度高い値となっていることが確認されている。

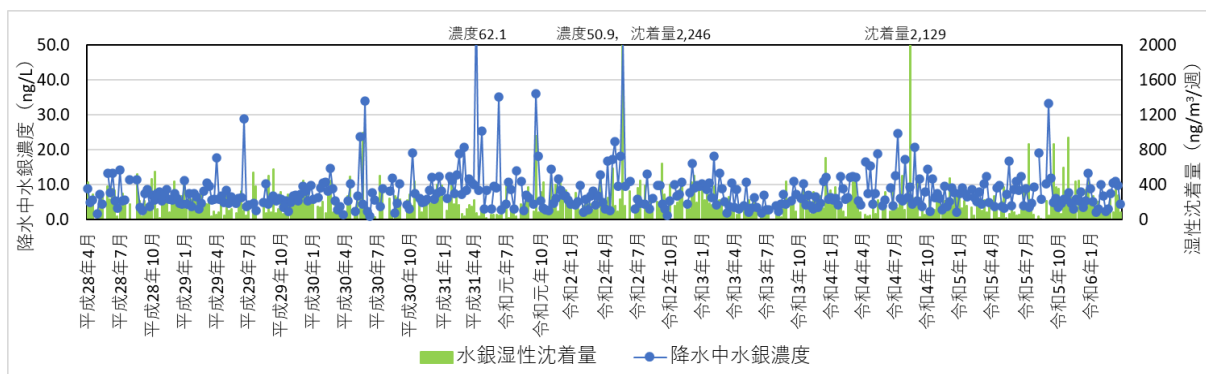


図9（1） 男鹿半島における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の推移（新手順）

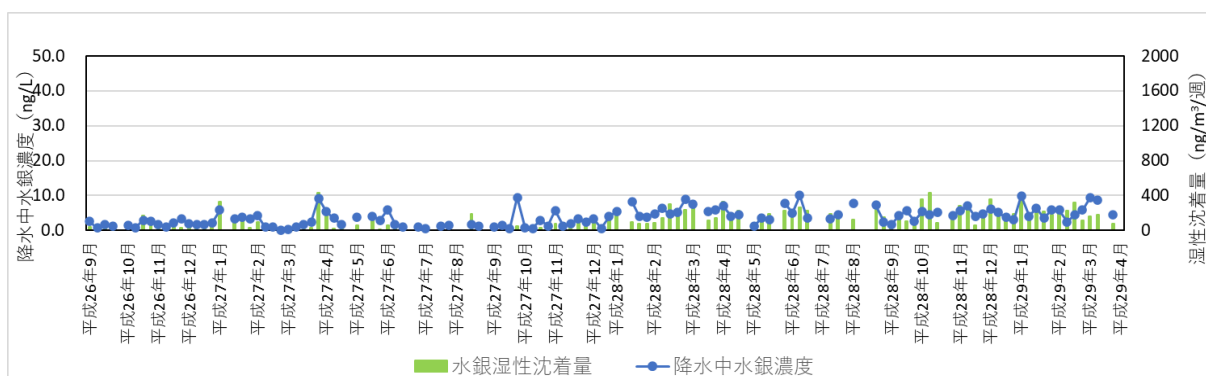


図9（2） 男鹿半島における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の推移（旧手順）

(3) 大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度

1) 辺戸岬における令和5年度の調査結果の概要

本モニタリング調査では、水銀の発生源・挙動等を解析するため、大気中の粒子状物質に含まれる、又は粒子状物質に吸着した、ニッケル、ヒ素、カドミウム、鉛等の金属元素（有害17成分、指標6成分）の濃度を、辺戸岬において測定している。令和5年度の測定結果は、表12に示すとおりである。

指針値が設定されているマンガン、ニッケル及びヒ素について、また、指針値は設定されていないが、クロム、カドミウム及び鉛について、調査結果の概要を以下に示す。

○指針値が設定されている物質（マンガン、ニッケル及びヒ素）

- ・マンガンについては年平均値 3.8 ng/m^3 、年間の最大値が 20 ng/m^3 、ニッケルについては年平均値 1.1 ng/m^3 、年間の最大値が 4.7 ng/m^3 、ヒ素については年平均値 0.65 ng/m^3 、年間の最大値が 2.9 ng/m^3 であった。いずれの物質も環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値（マンガン：年平均値 140 ng/m^3 、ニッケル：年平均値 25 ng/m^3 、ヒ素：年平均値 6 ng/m^3 ）を常に下回っていた。

○指針値が設定されていない物質（クロム、カドミウム及び鉛）

- ・クロムについては年平均値が 3.6 ng/m^3 、年間の最大値が 20 ng/m^3 、カドミウムについては年平均値が 0.062 ng/m^3 、年間の最大値が 0.20 ng/m^3 、鉛については年平均値が 1.6 ng/m^3 、年間の最大値が 5.4 ng/m^3 であった。

2) 辺戸岬における令和5年度と過年度の金属濃度の比較

- ・令和5年度の大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度の年平均値は、全て過年度の測定値の範囲内であった。クロム、ナトリウム、マグネシウム、カルシウムは令和4年度より低い値、それ以外の物質は令和4年度より高い値となった。
- ・クロムとニッケルについては、測定開始以来3番目に高い値となった。
- ・スズは測定開始以来2番目に低い値、亜鉛、カドミウム、鉛、アンチモン、テルル、タリウム、カルシウムについては、測定開始以来3番目に低い値となった。

表 12 (1) 粒子状物質中の金属元素類の年度毎測定結果の概要

上段：平均値、下段括弧内：最大値 (単位：ng/m³)

項 目	平成 19 年度	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
ベリリウム (Be)	0.012 (0.063)	0.0070 (0.032)	0.014 (0.24)	0.0099 (0.14)	0.0073 (0.047)	0.012 (0.10)	0.0085 (0.053)	0.013 (0.055)	0.0071 (0.027)	0.0059 (0.026)
バナジウム (V)	1.5 (5.5)	1.3 (3.0)	1.7 (14)	1.4 (7.9)	1.5 (3.8)	1.7 (6.0)	1.7 (3.7)	1.9 (5.0)	1.9 (5.9)	1.7 (4.9)
クロム (Cr)	0.83 (2.5)	0.52 (1.4)	1.1 (7.4)	1.1 (5.9)	0.87 (7.0)	1.3 (5.2)	1.2 (3.6)	1.4 (5.5)	0.69 (1.7)	0.65 (2.4)
マンガン (Mn)	6.0 (25)	3.4 (14)	6.7 (92)	5.5 (48)	4.6 (23)	7.4 (49)	4.9 (26)	6.6 (27)	3.7 (14)	2.9 (10)
コバルト (Co)	0.32 (1.9)	0.071 (0.23)	0.16 (1.8)	0.19 (1.1)	0.22 (1.0)	0.26 (2.3)	0.11 (0.54)	0.12 (0.44)	0.16 (0.64)	0.065 (0.24)
ニッケル (Ni)	0.76 (2.1)	0.59 (1.4)	0.87 (5.9)	0.95 (3.7)	0.99 (4.0)	1.1 (3.7)	1.8 (5.5)	1.5 (3.7)	1.1 (3.0)	0.74 (1.9)
銅 (Cu)	1.2 (4.0)	0.79 (2.5)	1.1 (6.3)	1.2 (5.3)	1.0 (3.2)	1.6 (6.5)	1.7 (5.0)	1.8 (5.3)	1.2 (4.2)	0.91 (2.9)
亜鉛 (Zn)	17 (76)	9.2 (42)	11 (42)	14 (50)	13 (46)	17 (53)	18 (59)	16 (83)	9.4 (31)	9.3 (33)
ヒ素 (As)	1.4 (11)	0.68 (2.3)	0.85 (4.1)	0.83 (3.9)	0.76 (2.4)	0.99 (3.1)	0.98 (3.6)	1.1 (4.1)	0.74 (2.4)	0.73 (2.5)
セレン (Se)	0.61 (1.9)	0.49 (1.6)	0.53 (1.2)	0.51 (1.5)	0.52 (1.3)	0.70 (1.8)	0.67 (2.4)	0.71 (2.2)	0.55 (1.2)	0.49 (1.2)
カドミウム (Cd)	0.25 (1.6)	0.13 (0.50)	0.17 (0.62)	0.16 (0.68)	0.12 (0.42)	0.17 (0.51)	0.19 (0.98)	0.20 (0.97)	0.13 (0.58)	0.13 (0.39)
スズ (Sn)	0.49 (2.1)	0.25 (1.0)	0.25 (1.0)	0.26 (1.2)	0.21 (0.77)	0.28 (0.80)	0.30 (1.3)	0.34 (1.2)	0.24 (0.75)	0.21 (0.80)
アンチモン (Sb)	0.44 (3.0)	0.21 (0.73)	0.26 (0.87)	0.24 (0.94)	0.20 (0.61)	0.26 (0.80)	0.32 (1.2)	0.39 (1.6)	0.24 (0.70)	0.35 (5.0)
テルル (Te)	0.030 (0.21)	0.016 (0.055)	0.015 (0.041)	0.016 (0.051)	0.016 (0.057)	0.021 (0.053)	0.022 (0.072)	0.023 (0.076)	0.016 (0.076)	0.015 (0.043)
バリウム (Ba)	3.0 (19)	1.6 (7.6)	3.0 (40)	2.7 (26)	1.9 (10)	2.9 (22)	2.5 (14)	3.6 (20)	2.4 (27)	1.7 (8.1)
タリウム (Tl)	0.066 (0.26)	0.040 (0.16)	0.049 (0.17)	0.048 (0.18)	0.038 (0.18)	0.058 (0.17)	0.058 (0.24)	0.064 (0.23)	0.040 (0.12)	0.036 (0.11)
鉛 (Pb)	12 (86)	4.6 (19)	5.2 (16)	5.7 (22)	5.0 (19)	7.3 (24)	6.9 (28)	6.5 (24)	3.4 (10)	3.1 (10)
ナトリウム (Na)	3,300 (6,900)	3,100 (5,700)	3,500 (7,200)	3,600 (8,200)	4,600 (8,600)	5,000 (11,000)	4,800 (11,000)	4,300 (9,200)	4,300 (7,100)	4,100 (9,300)
マグネシウム (Mg)	220 (550)	190 (330)	220 (860)	280 (910)	310 (620)	340 (1,000)	290 (550)	460 (950)	260 (520)	270 (730)
アルミニウム (Al)	200 (1,600)	130 (630)	270 (3,400)	220 (2,900)	170 (1,200)	270 (2,800)	170 (960)	280 (1,400)	130 (630)	99 (560)
カリウム (K)	310 (1,000)	240 (610)	330 (2,700)	300 (1,800)	280 (820)	370 (1,200)	340 (710)	360 (940)	300 (820)	250 (460)
カルシウム (Ca)	210 (1,300)	170 (480)	240 (1,800)	250 (1,600)	270 (860)	350 (1,900)	310 (1,000)	400 (1,400)	260 (500)	230 (600)
鉄 (Fe)	160 (920)	110 (540)	240 (4,100)	170 (1,900)	150 (910)	240 (1,900)	170 (960)	230 (990)	120 (550)	90 (440)
粉じん	28,700 (56,400)	25,100 (66,000)	33,200 (152,000)	28,300 (112,500)	30,900 (64,600)	36,900 (81,400)	31,100 (55,900)	31,400 (60,600)	31,200 (52,800)	27,200 (45,100)

環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値は、以下のとおり。

ニッケル：年平均値 25 ng/m³、ヒ素：年平均値 6 ng/m³、マンガン：年平均値 140 ng/m³

表 12（２） 粒子状物質中の金属元素類の年度毎測定結果の概要

上段：平均値、下段括弧内：最大値 （単位：ng/m³）

項 目	平成 29 年度	平成 30 年度	平成 31 年度	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 4 年度	令和 5 年度
ベリリウム (Be)	0.0086 (0.050)	0.011 (0.069)	0.0069 (0.040)	0.0078 (0.078)	0.0058 (0.029)	0.0059 (0.032)	0.0089 (0.062)
バナジウム (V)	2.0 (6.1)	2.0 (6.6)	1.3 (3.6)	0.68 (3.7)	0.62 (2.0)	0.62 (1.9)	0.77 (3.0)
クロム (Cr)	0.91 (3.1)	1.8 (9.8)	2.1 (12)	4.3 (29)	2.5 (16)	3.9 (32)	3.6 (20)
マンガン (Mn)	4.0 (21)	4.9 (22)	3.7 (17)	4.2 (34)	3.0 (14)	2.9 (15)	3.8 (20)
コバルト (Co)	0.078 (0.42)	0.094 (0.44)	0.068 (0.30)	0.087 (0.58)	0.065 (0.27)	0.065 (0.28)	0.088 (0.44)
ニッケル (Ni)	0.98 (2.1)	0.97 (2.4)	0.86 (2.6)	1.0 (4.0)	0.76 (1.7)	0.90 (4.1)	1.1 (4.7)
銅 (Cu)	1.1 (3.2)	0.96 (2.7)	0.82 (3.1)	0.88 (2.6)	0.70 (1.8)	0.66 (2.1)	0.82 (6.3)
亜鉛 (Zn)	8.4 (22)	7.5 (24)	6.1 (22)	5.4 (21)	4.3 (13)	4.1 (13)	4.9 (18)
ヒ素 (As)	0.73 (2.3)	0.70 (2.0)	0.66 (1.8)	0.61 (3.1)	0.43 (1.7)	0.51 (1.6)	0.65 (2.9)
セレン (Se)	0.54 (1.2)	0.49 (0.99)	0.46 (1.1)	0.37 (1.1)	0.31 (0.70)	0.34 (0.74)	0.39 (1.3)
カドミウム (Cd)	0.11 (0.28)	0.096 (0.28)	0.083 (0.25)	0.067 (0.24)	0.052 (0.19)	0.057 (0.21)	0.062 (0.20)
スズ (Sn)	0.23 (0.80)	0.22 (0.55)	0.19 (1.3)	0.16 (0.48)	0.15 (0.50)	0.14 (0.48)	0.15 (0.54)
アンチモン (Sb)	0.25 (1.0)	0.21 (0.70)	0.20 (0.86)	0.17 (0.56)	0.14 (0.48)	0.15 (0.54)	0.16 (0.52)
テルル (Te)	0.014 (0.047)	0.015 (0.036)	0.018 (0.088)	0.014 (0.064)	0.0082 (0.023)	0.0096 (0.033)	0.011 (0.034)
バリウム (Ba)	2.6 (15)	3.3 (15)	2.3 (10)	2.4 (21)	1.8 (7.8)	1.7 (9.5)	2.9 (26)
タリウム (Tl)	0.034 (0.11)	0.031 (0.075)	0.031 (0.17)	0.024 (0.11)	0.015 (0.046)	0.016 (0.059)	0.020 (0.047)
鉛 (Pb)	2.9 (8.0)	2.7 (7.8)	2.1 (7.1)	1.8 (7.2)	1.3 (4.1)	1.4 (5.5)	1.6 (5.4)
ナトリウム (Na)	4,200 (7,400)	4,200 (7,000)	4,700 (10,000)	4500 (8600)	4,400 (7,900)	4,400 (9,300)	3,900 (7,800)
マグネシウム (Mg)	280 (640)	370 (680)	310 (580)	280 (590)	240 (390)	260 (480)	240 (500)
アルミニウム (Al)	160 (880)	230 (1,500)	130 (820)	190 (2200)	110 (560)	120 (650)	150 (940)
カリウム (K)	300 (730)	320 (890)	300 (610)	300 (1000)	260 (650)	260 (560)	300 (850)
カルシウム (Ca)	270 (820)	320 (1,100)	260 (730)	270 (710)	230 (550)	240 (670)	230 (570)
鉄 (Fe)	140 (830)	190 (980)	120 (660)	160 (1400)	110 (480)	110 (530)	140 (890)
粉じん	27,100 (50,000)	30,100 (58,300)	26,600 (53,500)	28,500 (53,700)	26,000 (53,200)	26,400 (49,500)	29,500 (54,100)

環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値は、以下のとおり。

ニッケル：年平均値 25 ng/m³、ヒ素：年平均値 6 ng/m³、マンガン：年平均値 140 ng/m³

4. 今後の対応

○モニタリング調査の継続等について

- ・ 国際的な水銀の排出状況及び濃度レベルの推移、それらが我が国の環境に及ぼす影響の把握等に資するため、今後も継続的にモニタリング調査を実施する。
- ・ 調査結果は、専門家の確認を得た上で、今後も定期的に公表する予定である。
- ・ 辺戸岬及び男鹿半島における観測を令和6年度について継続的に実施する。

○国際貢献等について

- ・ 本モニタリング調査のデータは、アジア太平洋地域における大気中の水銀の状況についての基礎資料として国際的に重要であり、また、水銀に関する水俣条約の有効性評価にも資することから、今後も継続的にモニタリング調査を実施し、広く国内外へのデータの提供や結果の発信を行う予定である。
- ・ 本モニタリング調査において、測定精度確保等のために蓄積された技術的な知見についても、国際的に広く共有を図ることとしている。
- ・ これらの取組により、大気経由での水銀の広域輸送等に関する国際的な知見の収集や、それらに基づく国際的な取組に、積極的に貢献することとしている。

<問い合わせ先>

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
TEL : 03-3581-3351 E-mail : suigin@env.go.jp

（参考１）令和４年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果と本調査の結果の比較

環境省では、大気汚染防止法第 22 条に基づき、地方公共団体が実施した有害大気汚染物質の大気環境モニタリング（有害大気汚染物質モニタリング調査）の結果を取りまとめて公表している。同調査における令和４年度の水銀及びその化合物についての調査結果と、本モニタリング調査における形態別水銀濃度の合計の比較を以下の表に示す。本調査の結果は、有害大気汚染物質モニタリング調査結果における水銀及びその化合物の年平均値とおおむね同程度であった。

参考表１ 有害大気汚染物質モニタリング調査結果との比較

区分	調査項目	年度	年平均値		備考
			辺戸岬	男鹿半島	
本調査	形態別水銀濃度の合計	令和5年度	1.6 ng/m ³	1.6 ng/m ³	—
		令和4年度	1.6 ng/m ³	1.5 ng/m ³	—
		令和3年度	1.7 ng/m ³	1.6 ng/m ³	—
		令和2年度	1.7 ng/m ³	1.6 ng/m ³	—
有害大気汚染物質モニタリング調査	水銀及びその化合物	令和4年度	1.6 ng/m ³ (一般環境)		・一般環境 219 地点の平均値 ・指針値超過地点なし
		令和3年度	1.7 ng/m ³ (一般環境)		・一般環境 215 地点の平均値 ・指針値超過地点なし
		令和2年度	1.7 ng/m ³ (一般環境)		・一般環境 216 地点の平均値 ・指針値超過地点なし
環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針値			40 ng/m ³		

※大気汚染防止法に基づく令和４年度の有害大気汚染物質モニタリング調査結果の詳細については、環境省水・大気環境局の報道発表（令和６年６月６日）参照（下記）

http://www.env.go.jp/press/press_03287.html

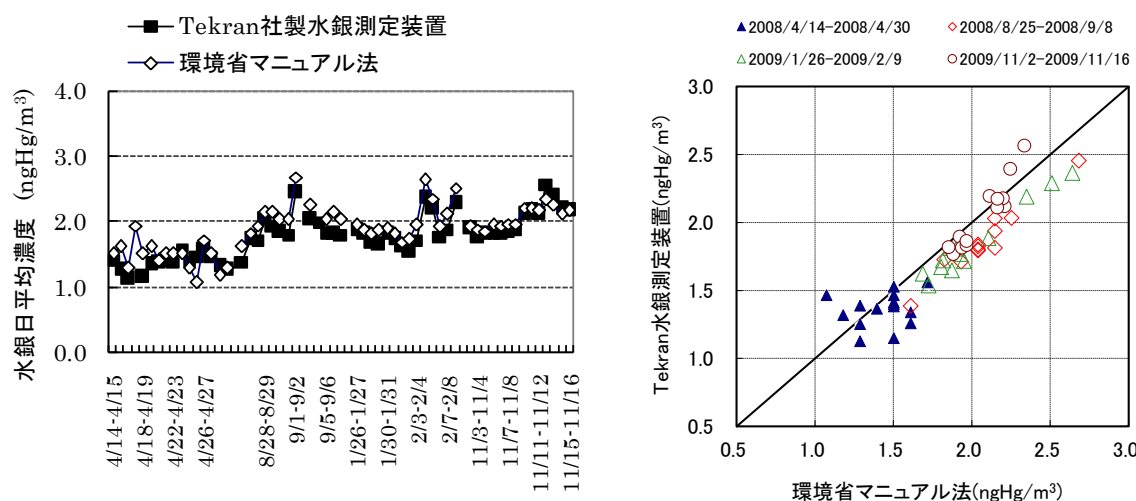
※大気汚染防止法に基づく有害大気汚染物質モニタリング調査における水銀濃度のモニタリングと本調査では測定方法が異なっている（参考２参照）。

(参考 2) 有害大気汚染物質測定方法マニュアルによる測定と本調査の方法による測定結果の比較

本調査で用いた Tekran 社製の連続測定装置を用いた測定は、国内では事例がほとんどないことから、測定値の精度を確認するため、水銀濃度の大部分を占める金属水銀について、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」（平成 23 年 3 月、環境省）（以下、「環境省マニュアル法」と言う。）による水銀濃度の測定との並行試験を実施し、測定結果を比較した。並行試験は、辺戸岬において、平成 20～21 年（2008～2009 年）にかけて、各 2 週間程度、計 4 回行った。

それぞれの測定方法で得られた水銀濃度の日平均値*を比較したところ、連続測定装置による測定結果は、環境省マニュアル法に基づく測定の結果と測定値がほぼ一致していることが確認された。（参考図 1）

※Tekran 社製装置による連続測定では、1 日 16 回測定した測定値の平均値を示す。また、環境省マニュアル法による測定では、24 時間連続サンプリング（1 日 1 回の測定）した際の測定結果を示す。



(左) 環境省マニュアル法に基づき測定された「水銀」濃度と本調査の金属水銀濃度の測定結果の比較

(右) 上記測定結果間の相関関係

参考図 1 環境省マニュアル法に基づく測定との並行試験結果

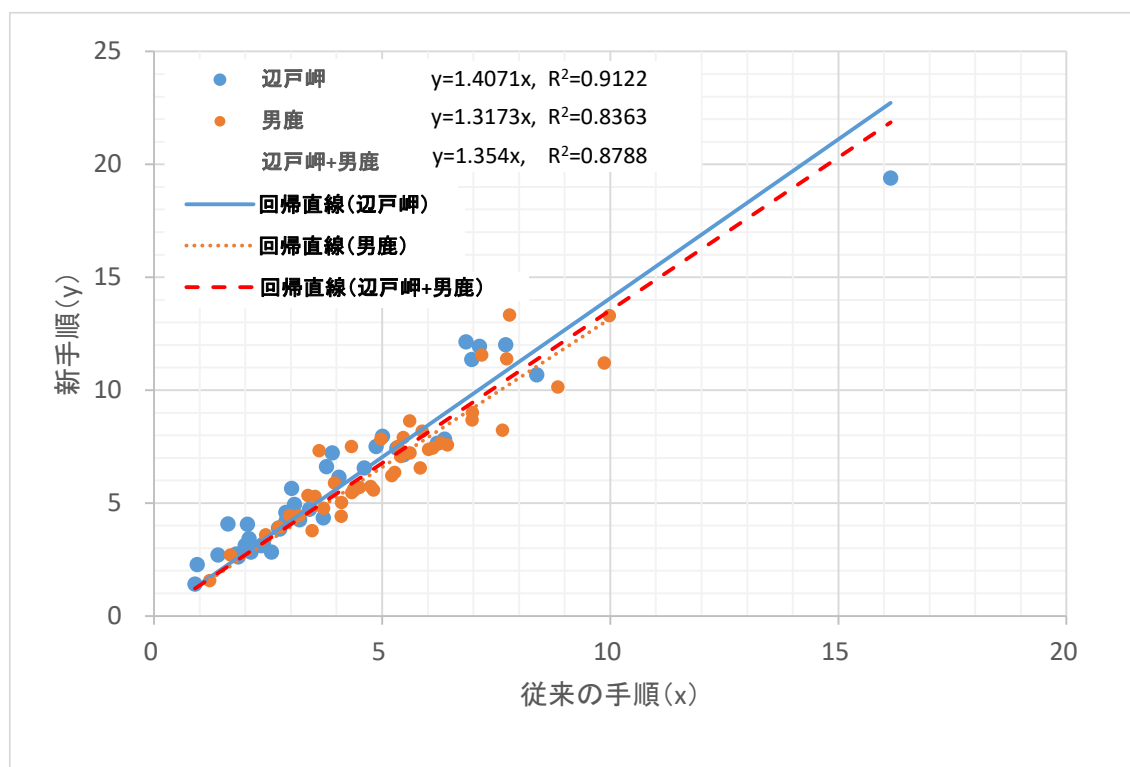
(参考 3) 降水中水銀分析手順の違いによる測定結果の比較検討

平成 27 年度の有害金属モニタリング調査検討会において、分析手順における一塩化臭素の試料への添加タイミングが降水中水銀濃度の測定値に影響する可能性が指摘された。確認のため、平成 28 年 2 月から平成 29 年 2 月までの 1 年間、一塩化臭素添加のタイミングの異なる 2 つの手順による測定値の比較観測を実施した。

従来は、採取容器から分解ビンに試料を分取した後、分取試料に一塩化臭素を添加し、12 時間以上反応させるという手順としていたが、新手順では、採取容器に直接一塩化臭素を添加し、12 時間以上反応させた後に分解ビンに分取するという手順とした。

それぞれの分析手順で得られた降水中水銀濃度の週毎の値を比較したところ、新手順は従来の手順に対して 1.3～1.4 倍程度高い値を示すことが確認され、従来無視できると考えていた採取容器の壁面への吸着量が無視できない大きさであることが明らかとなった。

平成 28 年度の有害金属モニタリング調査検討会に比較観測結果を諮り、検討会での議論を踏まえて、より真値に近い値が得られていると考えられる新しい分析手順を平成 28 年度以降採用することが決定した。



参考図 2 従来の手順による降水中水銀濃度と新手順による降水中水銀濃度の比較