

平成29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

平成30年9月27日  
環境省大臣官房環境保健部  
環境保健企画管理課水銀対策推進室  
環 境 安 全 課

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
- (3) 調査の検討体制

3. 調査結果の概要

- (1) 大気中の水銀濃度
  - 1) 平成29年度の調査結果の概要
  - 2) 平成29年度と過年度の傾向の比較
- (2) 降水中の水銀濃度
  - 1) 平成29年度の調査結果の概要
  - 2) 平成29年度と過年度の傾向の比較
- (3) 大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度の測定
  - 1) 平成29年度の調査結果の概要
  - 2) 平成29年度と過年度の傾向の比較
- (4) まとめ
- (5) その他

4. 今後の対応

- (参考1) 平成28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 年度より水銀の大気中濃度（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、平成 29 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)



### (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及び酸化態水銀並びに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。あわせて、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<sup>\*</sup>と異なる。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	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 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。

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 (ngHg/m <sup>3</sup> )
検出限界	0.1 (ngHg/m <sup>3</sup> ) (7.5L 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

## 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 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 年度以降採用することとした。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。

### (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「平成 29 年度有害金属モニタリング調査検討会」(柴田康行委員長 (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、「平成30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」（鈴木規之委員長（国立研究開発法人国立環境研究所））において調査結果の評価等を行った。

**「平成29年度有害金属モニタリング調査検討会」及び  
「平成30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
河本 和明	長崎大学 大学院 水産・環境科学総合研究科 教授
坂本 峰至	環境省 国立水俣病総合研究センター 主席研究員 (※)
柴田 康行	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境計測研究センター フェロー (※委員長)
鈴木 規之	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター センター長
高見 昭憲	国立研究開発法人 国立環境研究所 地域環境研究センター センター長
武内 章記	国立研究開発法人 国立環境研究所 環境計測研究センター 基盤計測化学研究室 主任研究員 (※)
仲井 邦彦	東北大学 医学系研究科 環境遺伝医学総合研究センター 教授 (※)
福崎 紀夫	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・疫学研究部 環境化学研究室 室長
溝畑 朗	大阪府立大学 名誉教授

（五十音順。所属・役職に※を付した委員は平成30年度から参画。）

### 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) 辺戸岬における平成29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 ngHg/m<sup>3</sup>、月平均値の範囲は 1.4~1.8 ngHg/m<sup>3</sup>、1時間毎の測定値の範囲は 1.0~3.6 ngHg/m<sup>3</sup>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となる数値（指針値。年平均値 40 ngHg/m<sup>3</sup>）を十分下回る値であった。（表3、図1）
- ・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%未満であったが、酸化態水銀濃度が高い時（0.042 ngHg/m<sup>3</sup>を記

録した時)は、酸化態水銀濃度の占める比率が約 3%であった。また、粒子状水銀濃度が高い時 (0.025 ngHg/m<sup>3</sup>を記録した時)は、粒子状水銀濃度の占める比率が約 1%であった。(表 3、図 1)

- 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 1、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平成 28 年度の一般環境の水銀濃度(全国平均で 1.9 ngHg/m<sup>3</sup>)と比較して、本調査の結果は概ね同程度であった。(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3 辺戸岬における大気中水銀濃度の測定結果（平成29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 (①) (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.8	1.7	1.6	1.4	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.5	1.7	1.8	1.6	
	標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	
	最小値	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.3	1.4	1.0	
	最大値	3.6	3.2	2.8	1.9	2.0	2.8	2.3	2.2	2.5	2.4	2.8	2.9	3.6	
	中央値	1.7	1.7	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.5
	データ数	464	471	465	422	464	366	352	416	458	463	421	472	5,234	
酸化態水銀 (②) (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	0.002	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002	<0.001	0.001	0.001	<0.001	<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	0.008	0.042	0.010	0.015	0.031	0.013	0.005	0.023	0.004	0.005	0.005	0.011	0.042	
	中央値	<0.001	<0.001	0.001	0.003	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
	75%値	0.002	0.002	0.002	0.007	0.003	0.002	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	0.002	0.002	
	検出率(%)	40.8	47.5	55.0	82.8	74.0	47.9	14.3	23.2	36.2	7.1	31.3	43.0	42.4	
データ数	456	469	460	419	462	365	349	413	453	451	415	382	5,094		
粒子状水銀 (③) (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	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	0.014	0.010	0.006	0.004	0.004	0.004	0.006	0.012	0.025	0.011	0.017	0.007	0.025	
	中央値	0.003	0.002	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	
	75%値	0.005	0.003	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006	0.003	0.003	0.003	
	検出率(%)	87.7	65.0	48.5	45.3	58.4	32.6	54.7	74.8	79.0	90.7	85.1	81.0	67.4	
データ数	456	469	460	419	462	365	349	413	453	451	415	382	5,094		
合計 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.8	1.7	1.6	1.4	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.5	1.7	1.8	1.6	
	標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	
	最小値	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.3	1.4	1.0	
	最大値	3.6	3.2	2.8	1.9	2.0	2.8	2.3	2.2	2.5	2.4	2.8	2.9	3.6	
	中央値	1.7	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.5	
	データ数	456	469	460	419	462	365	349	413	453	451	415	382	5,094	
月平均値の 構成比 (%)	①	99.7	99.7	99.8	99.6	99.7	99.8	99.9	99.8	99.7	99.7	99.8	99.8	99.8	
	②	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	
	③	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	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。

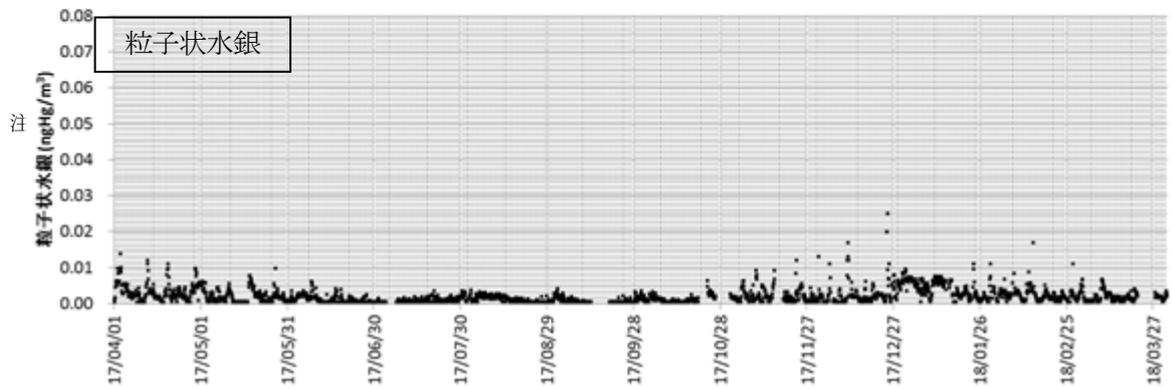
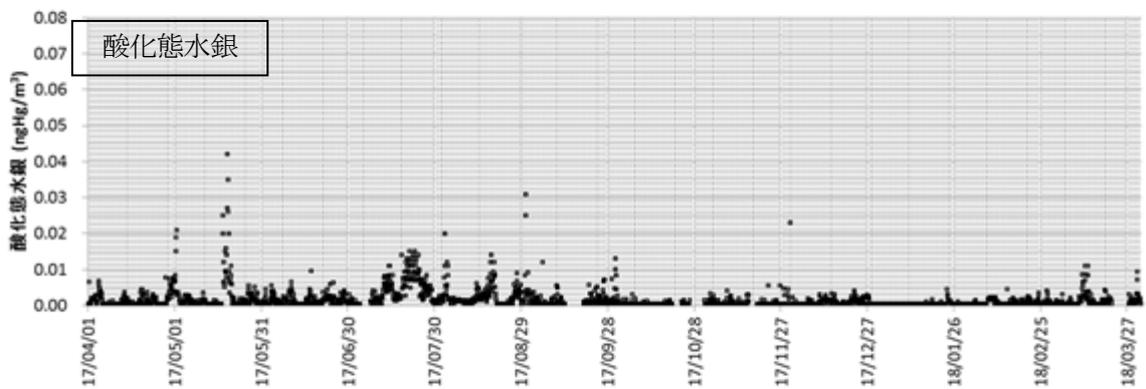
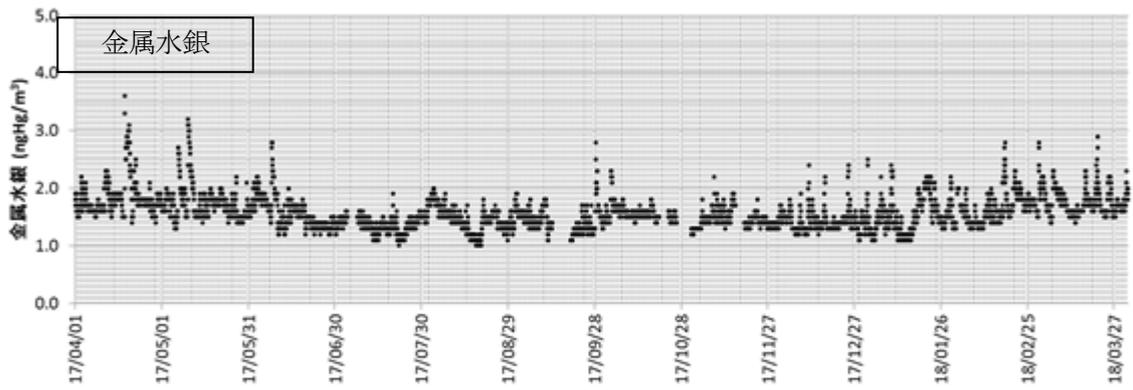
また、合計は、金属水銀の測定値に、酸化態水銀及び粒子状水銀の測定値を合計することにより算出した。

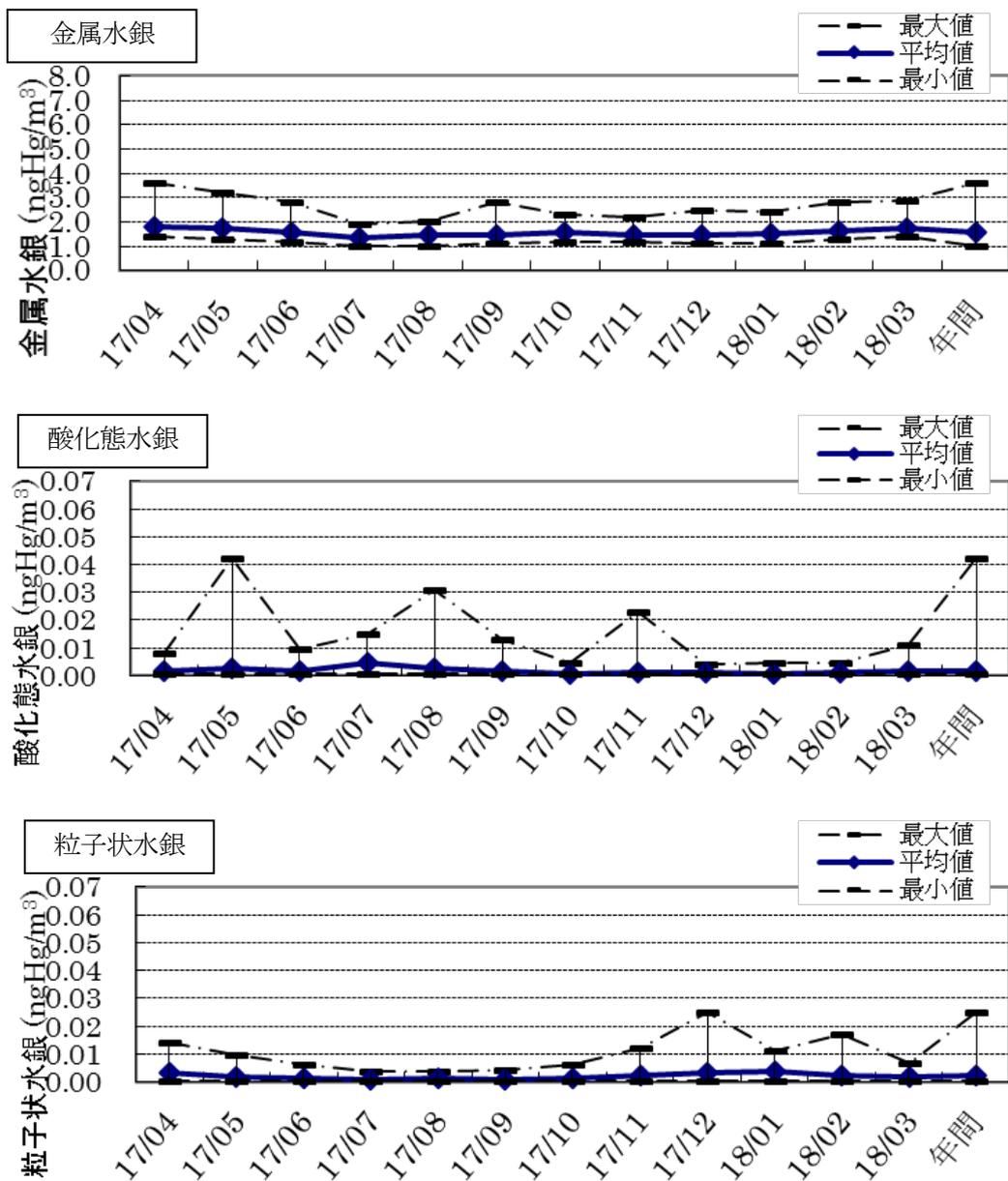
(※それぞれの形態の測定頻度は異なるが、本調査では、次の測定値が出るまでの時間の濃度は、直後に測定された濃度と同一であるとみなし、合計を計算した。)

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 ngHg/m<sup>3</sup>、酸化態水銀及び粒子状水銀 0.001 ngHg/m<sup>3</sup>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) 最大値及び最小値は、それぞれの形態毎の測定値の月内での最大又は最小値を表す。

図2 辺戸岬における大気中形態別水銀濃度の測定結果 (月平均値等) (平成29年度)

## 2) 辺戸岬における平成 29 年度と過年度の傾向の比較

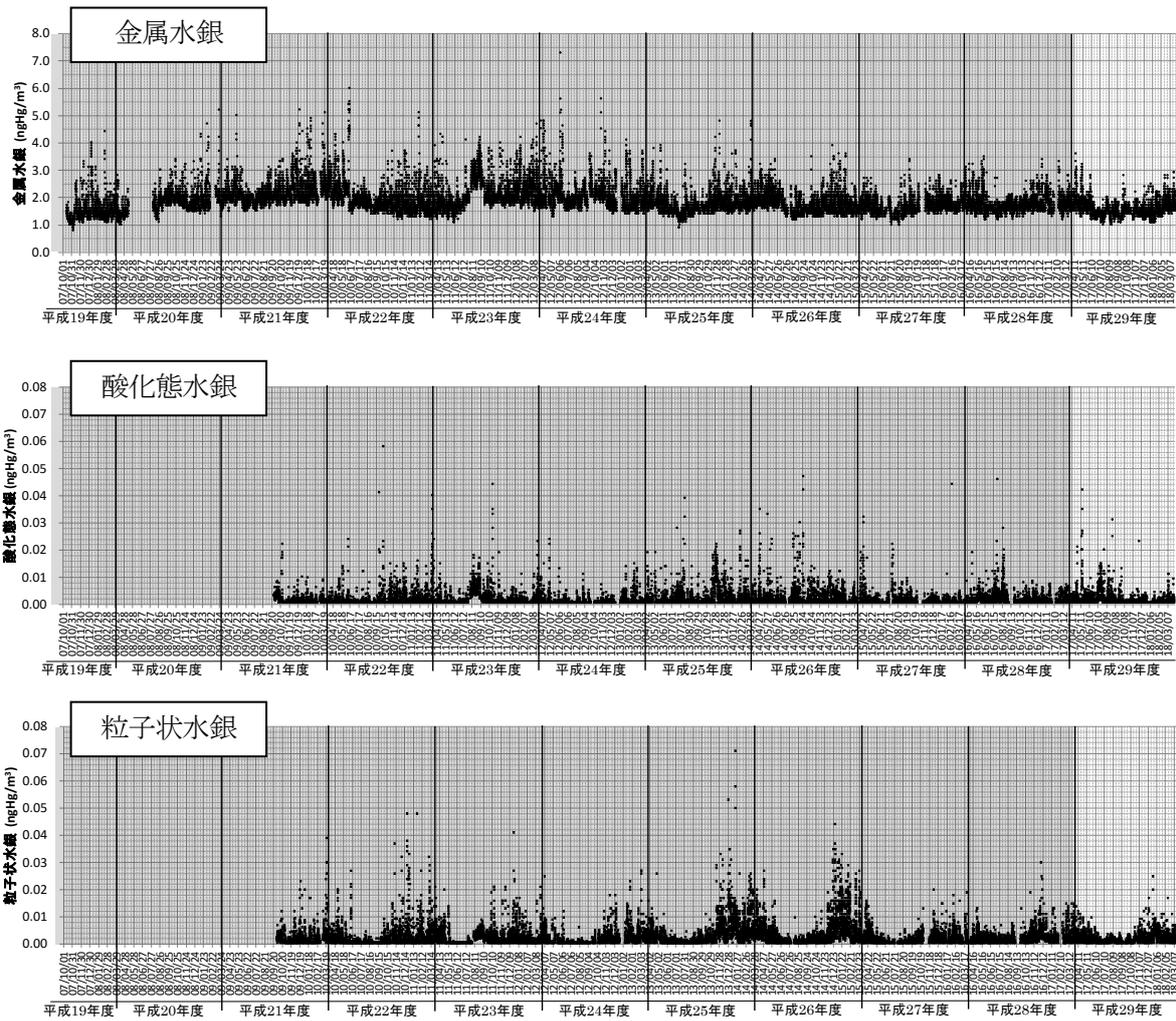
- 平成 29 年度の形態別水銀の合計の濃度及び形態別の水銀濃度の年平均値は、概ね横ばいで推移したが、過年度の調査結果（合計又は金属水銀の濃度について年平均値で 2 ngHg/m<sup>3</sup> 前後）と比較して、やや低い値で推移していた平成 25～28 年度（1.7 ngHg/m<sup>3</sup>）とほぼ同等の値（1.6 ngHg/m<sup>3</sup>）となった（図 3、表 4、表 5）。
- 過年度の調査結果も含めて、測定値は、環境中の有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値（指針値。年平均値 40 ngHg/m<sup>3</sup>）を常に下回っていた（図 3、表 5）。
- なお、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 4 辺戸岬における大気中水銀濃度の年度別調査結果の概要

調査時期	大気中水銀濃度 (ngHg/m <sup>3</sup> )			調査日数
	平均値	最小値	最大値	
平成 19 年度	1.5	0.8	4.4	168
平成 20 年度	1.8	1.0	5.2	250
平成 21 年度	2.2	1.5	5.2	350
平成 22 年度	1.9	1.2	6.0	353
平成 23 年度	2.1	1.1	4.7	341
平成 24 年度	2.0	1.3	7.3	309
平成 25 年度	1.7	0.9	4.8	352
平成 26 年度	1.7	1.2	3.9	345
平成 27 年度	1.7	1.0	3.4	313
平成 28 年度	1.7	1.2	3.5	344
平成 29 年度	1.6	1.0	3.6	349

注 1) 平成 19 年度については、測定を開始した平成 19 年 10 月 16 日以降のデータの平均値等を記載している。

注 2) 平成 21 年 9 月以前については、金属水銀の測定データを用いた。平成 21 年 10 月以降については、酸化態及び粒子状水銀について安定して測定が実施できるようになったことから、同月以降は合計濃度を算出しており、そのデータを平均値の算出に用いている。（表 5、図 3 参照）



注1) 酸化態水銀及び粒子状水銀については、安定して測定が実施できるようになった平成21年10月以降のデータを掲載している。  
 注2) 酸化態水銀及び粒子状水銀の測定値はいずれも0.08ngHg/m<sup>3</sup>以上の値も観測されているが、濃度変化の把握のため、ここでは酸化態水銀及び粒子状水銀のグラフの縦軸の最大を0.08ngHg/m<sup>3</sup>として表示している。

図3 辺戸岬における大気中形態別水銀濃度の測定結果の経年変化

表5(1) 辺戸岬における過年度の大気中水銀濃度（合計又は金属水銀）測定結果の  
月毎データ

平成 21 年度（9 月以前は金属水銀、10 月以降は合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	2.0	2.2	2.0	1.8	2.0	2.1	2.2	2.1	2.4	2.2	2.3	2.5	2.2
標準偏差	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4
最小値	1.5	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.9	1.5
最大値	3.4	5.0	3.1	2.3	2.5	3.1	3.4	3.5	5.2	4.5	4.9	5.1	5.2
中央値	2.0	2.1	1.9	1.8	2.0	2.0	2.1	2.1	2.3	2.0	2.2	2.3	2.0

注) 10 月以降、金属水銀及び粒子状水銀について安定して測定が実施できるようになったことから、同月以降は合計濃度を算出し、そのデータを掲載している。

平成 22 年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	2.4	2.2	2.2	1.9	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.8	1.7	1.9
標準偏差	0.5	0.4	0.8	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5
最小値	1.6	1.7	1.4	1.6	1.4	1.4	1.4	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2
最大値	4.3	4.0	6.0	2.4	2.7	2.3	3.3	3.7	3.7	3.1	5.1	3.1	6.0
中央値	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8	1.6	1.7	1.7	1.7	1.5	1.7	1.5	1.8

平成 23 年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.8	1.7	1.6	1.9	2.8	2.6	2.1	2.1	2.1	2.3	2.2	2.3	2.1
標準偏差	0.4	0.4	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5
最小値	1.2	1.2	1.1	1.4	1.8	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.1
最大値	4.3	4.2	2.7	4.1	3.7	4.2	3.8	4.0	3.4	4.2	3.2	4.7	4.7
中央値	1.7	1.6	1.6	1.9	2.7	2.6	2.0	2.0	1.9	2.2	2.2	2.1	2.0

平成 24 年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	2.2	2.1	2.2	1.8	2.0	2.2	2.2	2.1	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0
標準偏差	0.7	0.4	0.7	0.2	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5
最小値	1.6	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3
最大値	4.8	3.6	7.3	2.9	2.6	3.6	5.6	4.4	3.0	4.1	3.7	3.7	7.3
中央値	2.0	2.1	2.0	1.8	1.9	2.2	2.1	2.0	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9

表5(2) 辺戸岬における過年度の大気中水銀濃度（合計又は金属水銀）測定結果の  
月毎データ

平成25年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.9	1.8	1.7	1.4	1.5	1.6	1.6	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.7
標準偏差	0.3	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3
最小値	1.5	1.3	1.3	0.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	0.9
最大値	3.8	3.9	3.0	2.2	3.2	2.7	2.3	4.2	4.8	3.7	3.7	4.8	4.8
中央値	1.8	1.7	1.6	1.4	1.4	1.6	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.6

平成26年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.9	2.1	2.0	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	1.7	1.7	1.6	1.7
標準偏差	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3
最小値	1.5	1.5	1.5	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
最大値	3.2	3.0	3.4	2.6	2.4	2.2	3.5	2.5	3.9	3.6	3.6	2.5	3.9
中央値	1.8	2.0	1.9	1.7	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.7

平成27年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.7	1.7	1.5	1.6	1.4	1.7	1.6	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7
標準偏差	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3
最小値	1.2	1.3	1.2	1.3	1.0	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.0
最大値	2.7	2.6	2.1	2.0	2.7	3.4	2.5	2.5	2.7	2.8	2.6	2.5	3.4
中央値	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.8	1.6	1.8	1.6	1.6	1.6

平成28年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7
標準偏差	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
最小値	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.3	1.4	1.2	1.2
最大値	3.2	3.3	3.5	2.7	2.1	2.0	2.6	2.6	3.4	2.8	3.3	2.8	3.5
中央値	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6

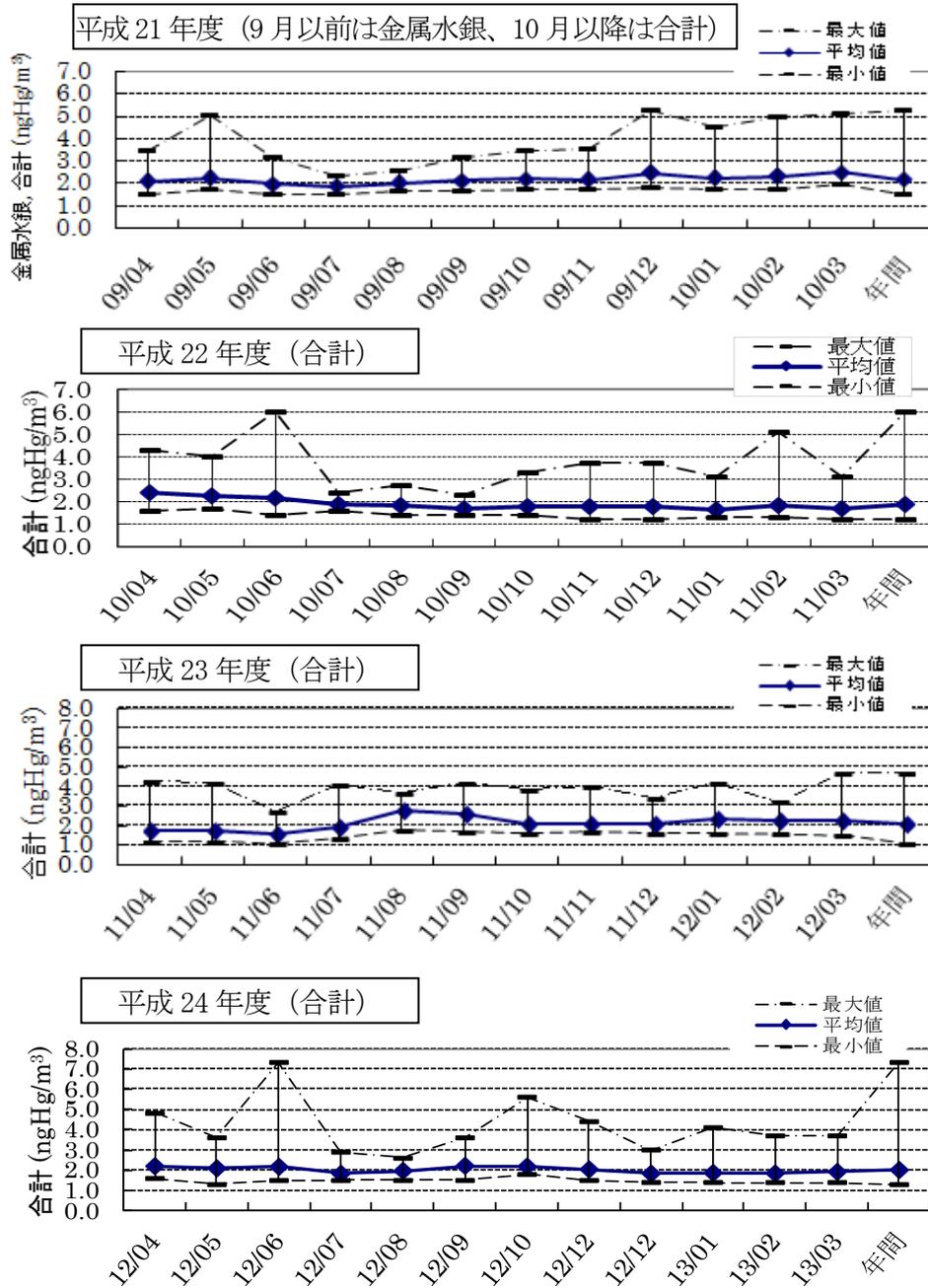


図 4(1) 辺戸岬における大気中水銀濃度の過年度調査結果(月別平均値、範囲)

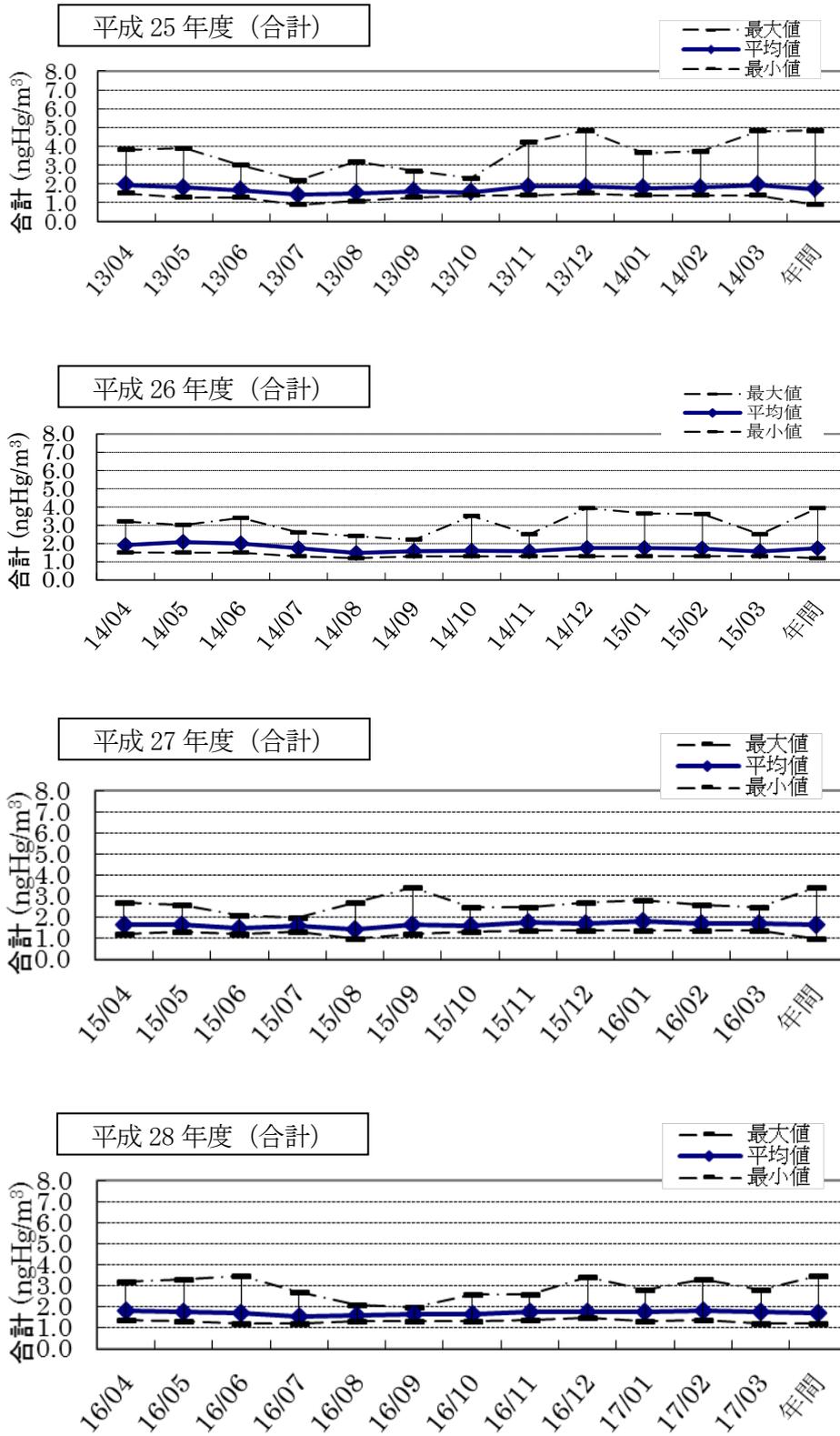


図 4(2) 辺戸岬における大気中水銀濃度の過年度調査結果(月別平均値、範囲)

### 3) 男鹿半島における平成 29 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 ngHg/m<sup>3</sup>、月平均値の範囲は 1.4~1.8 ngHg/m<sup>3</sup>、1 時間毎の測定値の範囲は 0.7~14.2 ngHg/m<sup>3</sup>であった。これらは、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となる数値（指針値。年平均値 40 ngHg/m<sup>3</sup>）を十分下回る値であった。（表 6、図 5）
- 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%未満であったが、酸化態水銀濃度が高い時（0.158 ngHg/m<sup>3</sup>を記録した時）には、酸化態水銀濃度の占める比率が約 7%となった。また、粒子状水銀濃度が高い時（0.528ngHg/m<sup>3</sup>を記録した時）には、粒子状水銀の占める比率が約 19%となった。（表 6、図 5）
- 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 5、図 6）
- 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平成 28 年度の一般環境の水銀濃度（全国平均で 1.9 ngHg/m<sup>3</sup>）と比較して、本調査の結果は概ね同程度であった。（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（平成29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 (①) (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.7	1.8	1.6	1.7	1.6	1.6	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.8	1.6
	標準偏差	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.2	0.6	0.2	0.3	0.4	0.4
	最小値	1.2	1.3	0.7	0.7	1.0	0.8	0.7	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	0.7
	最大値	6.7	7.9	4.0	4.0	7.6	4.3	5.7	3.0	14.2	2.3	4.3	3.5	14.2
	中央値	1.6	1.7	1.5	1.7	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5
	データ数	449	479	462	481	475	430	479	435	477	478	434	480	5,559
酸化態水銀 (②) (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	0.004	0.006	0.004	0.002	0.002	0.001	<0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.004	0.003
	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	0.106	0.139	0.158	0.078	0.065	0.016	0.006	0.036	0.019	0.008	0.005	0.046	0.158
	中央値	0.002	0.002	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
	75%値	0.004	0.006	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.004	0.002
	検出率(%)	69.1	69.8	63.1	43.8	34.6	27.0	25.9	47.8	30.2	78.0	72.0	82.0	53.4
データ数	446	477	461	480	474	430	478	431	453	454	420	456	5,460	
粒子状水銀 (③) (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	0.015	0.006	0.005	0.004	0.005	0.009	0.010	0.012	0.008	0.010	0.013	0.013	0.009
	最小値	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.001	0.002	<0.001	<0.001
	最大値	0.528	0.145	0.131	0.085	0.181	0.375	0.212	0.427	0.079	0.103	0.071	0.221	0.528
	中央値	0.006	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.005	0.005	0.006	0.009	0.012	0.008	0.005
	75%値	0.013	0.005	0.004	0.003	0.004	0.007	0.010	0.008	0.008	0.013	0.016	0.015	0.010
	検出率(%)	97.8	95.0	69.6	73.3	75.5	94.9	93.7	100.0	99.1	100.0	100.0	99.0	91.2
データ数	446	477	461	480	474	430	478	431	453	454	420	456	5,460	
合計 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.7	1.8	1.6	1.7	1.6	1.6	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.8	1.6
	標準偏差	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.6	0.2	0.3	0.5	0.4
	最小値	1.2	1.3	0.7	0.7	1.0	0.8	0.7	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	0.7
	最大値	6.7	8.0	4.1	4.1	7.6	4.5	5.9	3.4	14.2	2.3	4.3	3.5	14.2
	中央値	1.6	1.7	1.5	1.7	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5
	データ数	446	477	461	480	474	430	478	431	453	454	420	456	5,460
月平均値の 構成比 (%)	①	98.9	99.3	99.4	99.6	99.6	99.3	99.2	99.0	99.4	99.2	99.1	99.1	99.3
	②	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	③	0.9	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	0.7	0.8	0.5	0.7	0.8	0.7	0.6

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。

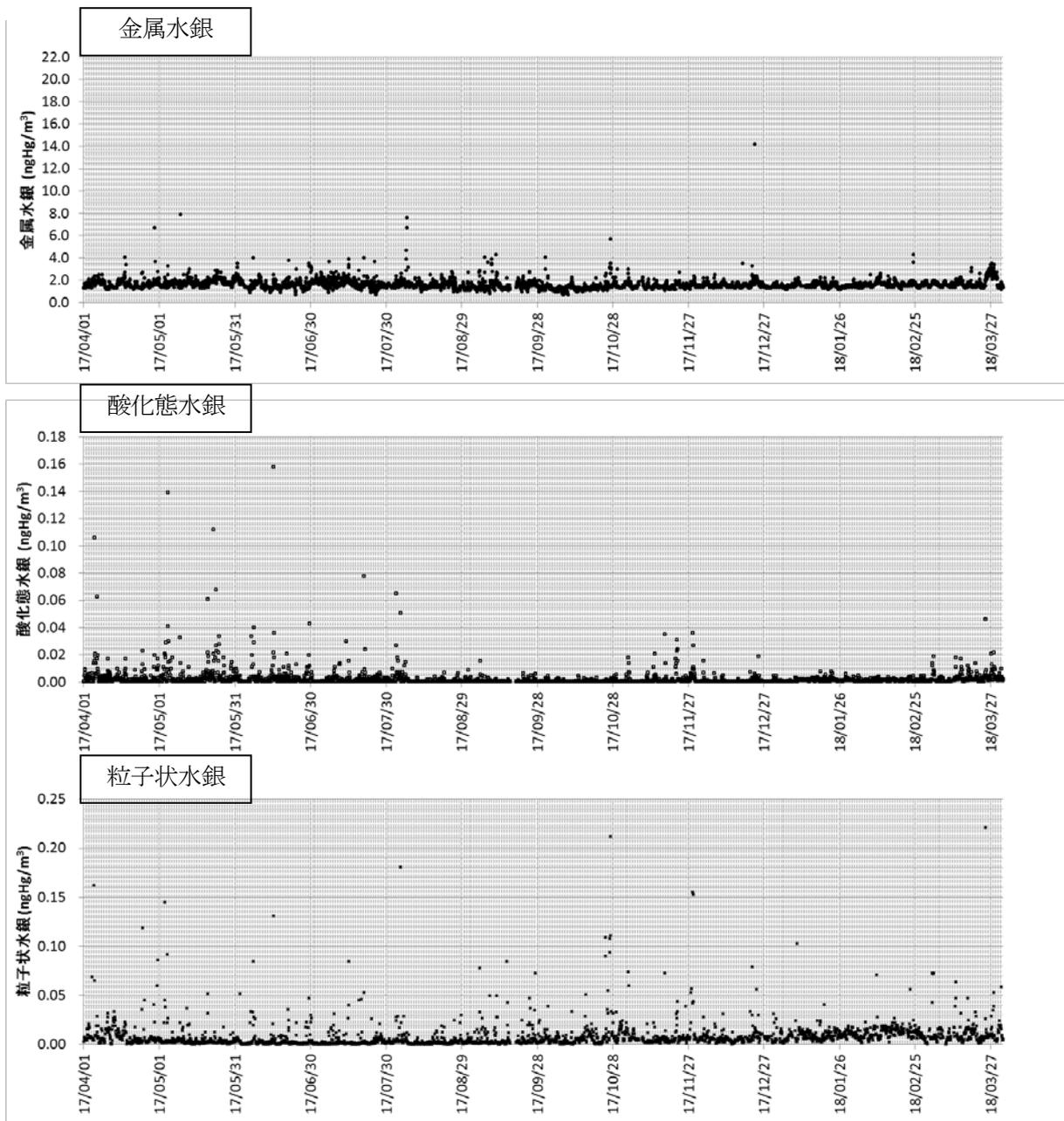
また、合計は、金属水銀の測定値に、酸化態水銀及び粒子状水銀の測定値を合計することにより算出した。

(※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1g（グラム）にあたる。

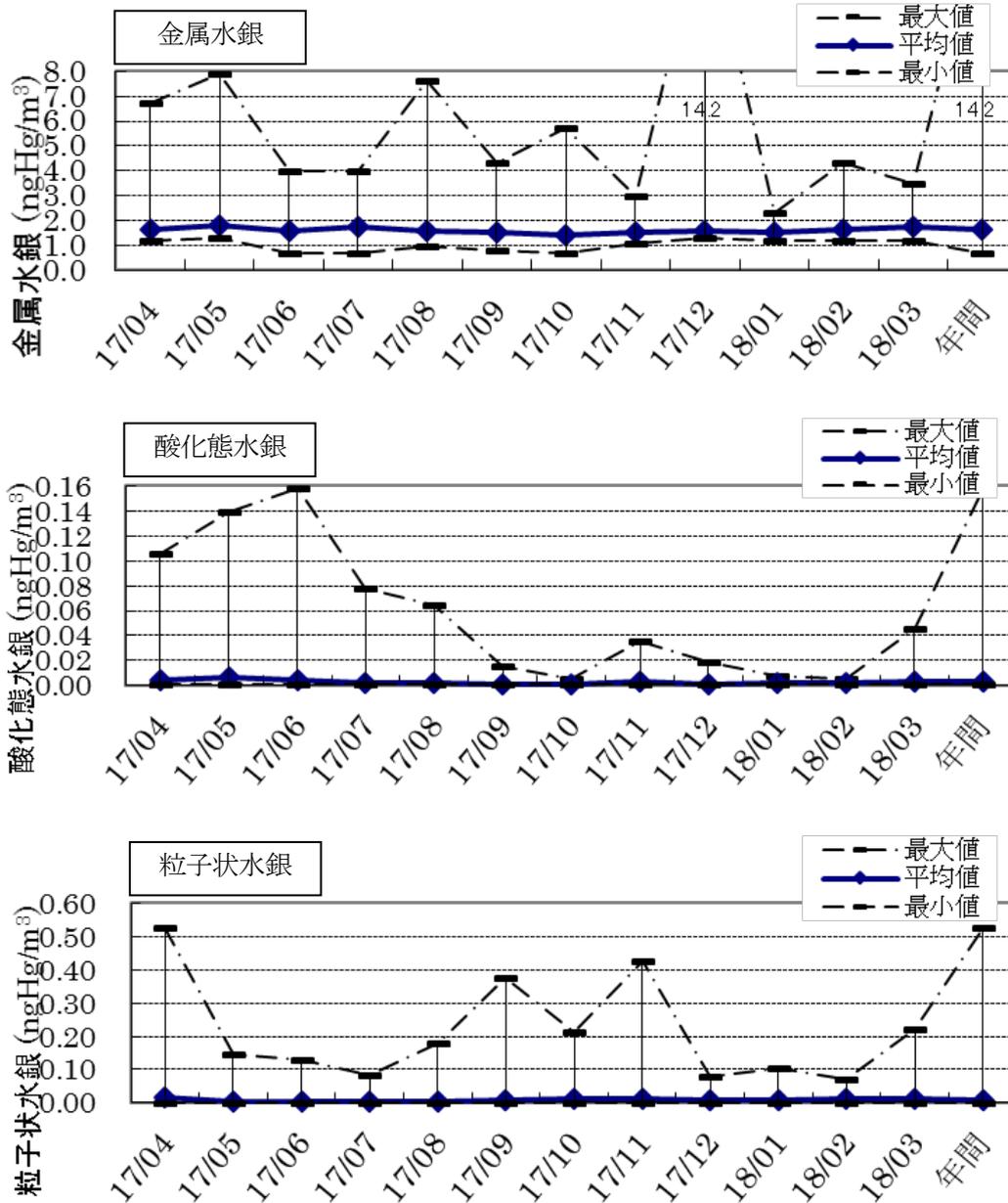
注3) 測定の検出限界は金属水銀 0.1 ngHg/m<sup>3</sup>、酸化態水銀及び粒子状水銀 0.001 ngHg/m<sup>3</sup>であり、「<」は検出限界未満を示す。平均値の算出にあたり、検出限界未満の数値については検出限界の1/2として計算に用いた。なお、酸化態水銀及び粒子状水銀は、検出限界未満の測定値が多かったことから、参考として、75%値（測定値の低いほうから0.75×n番目（nはデータ数）の値）及び検出率（検出限界以上の測定値の割合）を示した。

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 0.528ngHg/m<sup>3</sup> 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 0.25ngHg/m<sup>3</sup> として表示している。

図 5 男鹿半島における大気中形態別水銀濃度の測定結果 (平成 29 年度)



注) 最大値及び最小値は、それぞれの形態毎の測定値の月内での最大又は最小値を表す。

図6 男鹿半島における大気中形態別水銀濃度の測定結果(月平均値等)(平成29年度)

#### 4) 男鹿半島における平成 29 年度と過年度の水銀濃度の比較

- 平成 29 年度の大気中水銀濃度の平均値は平成 26 年度～平成 28 年度と同様であった。また、平成 29 年度は最大値が昨年度、一昨年度よりも小さい値であったため、観測値の変動の幅は昨年度、一昨年度よりもやや小さい結果となった。

表 7 男鹿半島における大気中水銀濃度の年度別調査結果の概要

調査時期	大気中水銀濃度 (ngHg/m <sup>3</sup> )			調査日数
	平均値	最小値	最大値	
平成 26 年度	1.6	0.9	6.7	230
平成 27 年度	1.6	0.7	21.8	354
平成 28 年度	1.6	0.7	20.3	365
平成 29 年度	1.6	0.7	14.2	364

注) 平成 26 年度については、測定を開始した平成 26 年 8 月 8 日以降のデータの平均値等を記載している。

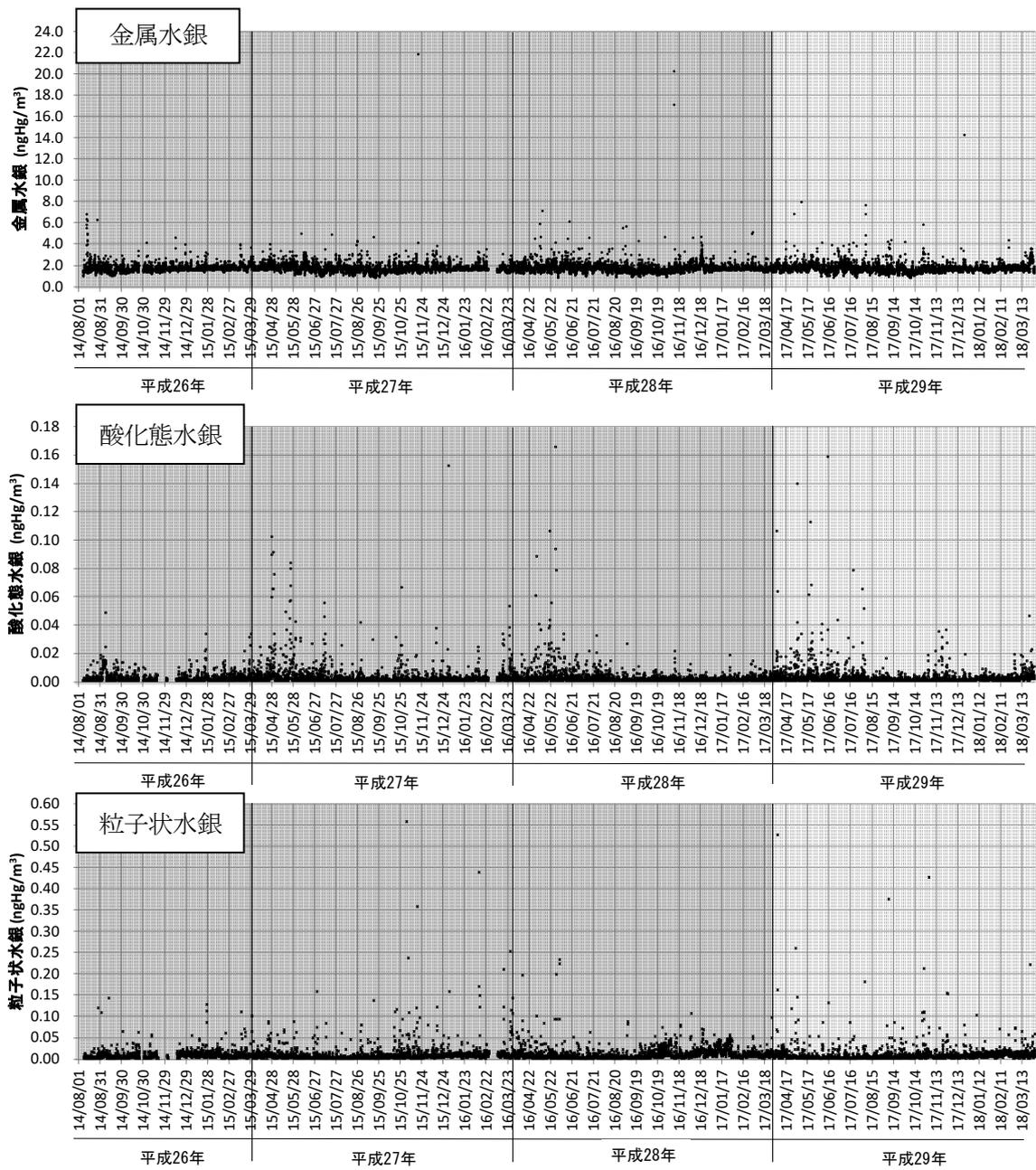


図7 男鹿半島における大気中形態別水銀濃度の測定結果の経年変化

表8 男鹿半島における過年度の大気中水銀濃度（合計）測定結果の月毎データ

平成26年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	-	-	-	-	1.8	1.5	1.6	1.5	1.7	1.6	1.6	1.8	1.6
標準偏差	-	-	-	-	0.7	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4
最小値	-	-	-	-	0.9	0.9	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	0.9
最大値	-	-	-	-	6.7	2.8	2.9	2.4	3.9	3.2	2.5	4.0	6.7
中央値	-	-	-	-	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.7	1.6

注) 測定を開始した8月8日以降のデータを用いた。

平成27年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.8	1.8	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6
標準偏差	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	1.0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4
最小値	1.4	1.1	0.9	0.8	0.9	0.7	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.2	0.7
最大値	4.0	3.3	4.9	4.8	4.2	4.6	3.1	21.8	3.7	2.8	3.7	3.1	21.8
中央値	1.7	1.8	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6

平成28年度（合計）（単位：ngHg/m<sup>3</sup>）

項目	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
平均値	1.6	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.6	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6
標準偏差	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	1.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.5
最小値	1.1	1.1	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	0.8	1.2	1.3	1.4	1.3	0.7
最大値	3.1	7.0	6.0	4.5	3.5	5.7	4.6	20.3	4.6	2.8	3.2	5.0	20.3
中央値	1.5	1.7	1.7	1.7	1.5	1.4	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6

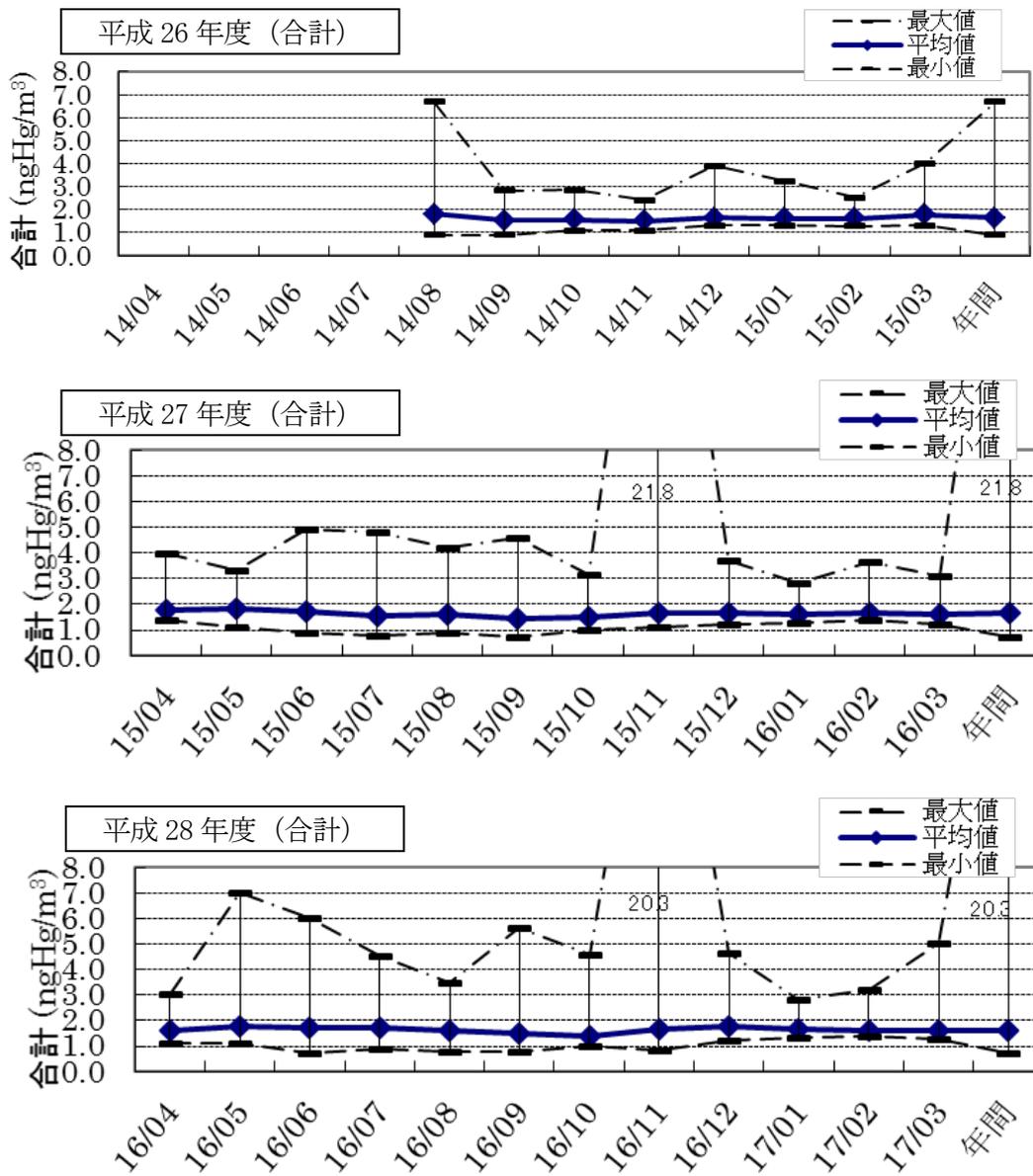


図 8 男鹿半島における大気中水銀濃度の過年度調査結果(月別平均値、範囲)

## (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することとした。(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) 辺戸岬における平成 29 年度の調査結果の概要

- ・降水中水銀濃度の年平均値は 4.8 ngHg/L であった。測定値の範囲は 1.1~20.4 ngHg/L であった。降水中の水銀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 ngHg/L) と比較すると、十分低い値であった。(図 9、表 9)
- ・水銀の湿性沈着量は週毎の平均値で 208 ngHg/m<sup>2</sup> (0.208 μgHg/m<sup>2</sup>) であった。年間沈着量は 8.9 μgHg/m<sup>2</sup> 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<sup>※</sup>)によると、湿性沈着量は年間 5.8~18 μgHg/m<sup>2</sup> (平均 14 μgHg/m<sup>2</sup>) であり、これらの値と比較して、本調査の平成 29 年度の結果は同程度であった。

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.

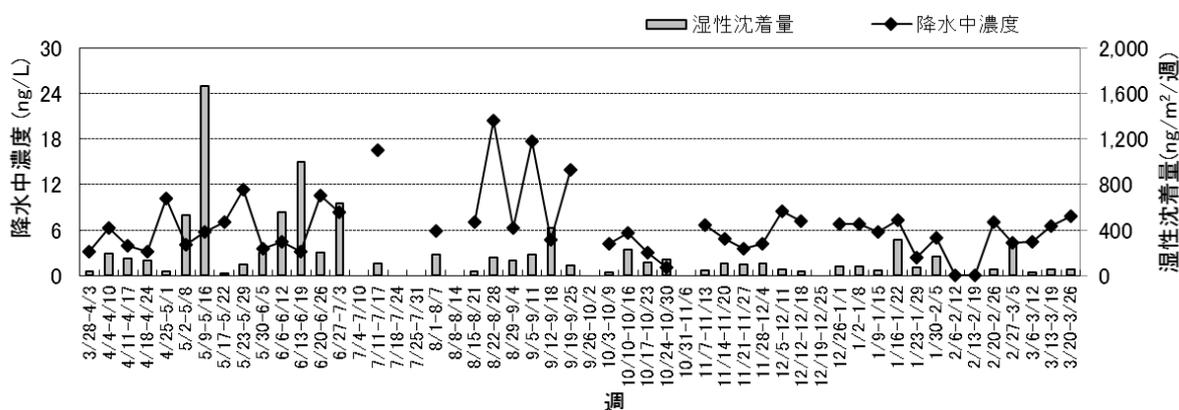


図 9 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量 (平成 29 年度)

表9 辺戸岬における降水中水銀濃度等の測定結果（平成29年度）

月・週	採取期間	降水中 水銀濃度 (ngHg/L)	水銀 湿性沈着量 (ngHg/m <sup>2</sup> /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	3.1	36	0.1	12	
4月2週	4/4-4/10	6.2	192	0.4	31	
4月3週	4/11-4/17	3.9	148	0.4	38	
4月4週	4/18-4/24	3.1	134	0.5	43	
5月1週	4/25-5/1	10.1	38	0.0	4	
5月2週	5/2-5/8	4.1	531	1.5	130	
5月3週	5/9-5/16	5.8	1,667	3.3	287	
5月4週	5/17-5/22	7.0	19	0.0	3	
5月5週	5/23-5/29	11.3	100	0.1	9	
6月1週	5/30-6/5	3.5	201	0.7	57	
6月2週	6/6-6/12	4.5	557	1.4	124	
6月3週	6/13-6/19	3.2	996	3.5	311	
6月4週	6/20-6/26	10.5	202	0.2	19	
7月1週	6/27-7/3	8.4	631	0.9	75	
7月2週	7/4-7/10	-	-	-	-	降水量少ない 1mm/週
7月3週	7/11-7/17	16.5	102	0.1	6	
7月4週	7/18-7/24	-	-	-	-	降水量少ない 1mm/週
7月5週	7/25-7/31	-	-	-	-	降水量少ない 2mm/週
8月1週	8/1-8/7	5.9	180	0.3	31	
8月2週	8/8-8/14	-	-	-	-	降水量少ない 0mm/週
8月3週	8/15-8/21	7.0	34	0.1	5	
8月4週	8/22-8/28	20.4	162	0.1	8	
9月1週	8/29-9/4	6.3	128	0.2	20	
9月2週	9/5-9/11	17.7	188	0.1	11	
9月3週	9/12-9/18	4.7	416	1.0	88	
9月4週	9/19-9/25	13.9	86	0.1	6	
10月1週	9/26-10/2	-	-	-	-	降水量少ない 3mm/週
10月2週	10/3-10/9	4.2	25	0.1	6	
10月3週	10/10-10/16	5.6	228	0.5	41	
10月4週	10/17-10/23	3.0	111	0.4	37	
10月5週	10/24-10/30	1.1	137	1.4	125	
11月1週	10/31-11/6	-	-	-	-	降水量少ない 0mm/週
11月2週	11/7-11/13	6.7	44	0.1	7	
11月3週	11/14-11/20	4.9	108	0.3	22	
11月4週	11/21-11/27	3.5	94	0.3	27	
12月1週	11/28-12/4	4.2	102	0.3	24	
12月2週	12/5-12/11	8.5	55	0.1	6	
12月3週	12/12-12/18	7.2	38	0.1	5	
12月4週	12/19-12/25	-	-	-	-	降水量少ない 3mm/週
1月1週	12/26-1/1	6.8	83	0.1	12	
1月2週	1/2-1/8	6.8	83	0.1	12	
1月3週	1/9-1/15	5.8	49	0.1	8	
1月4週	1/16-1/22	7.3	316	0.5	43	
1月5週	1/23-1/29	2.4	70	0.3	29	
2月1週	1/30-2/5	5.0	168	0.4	34	
2月2週	2/6-2/12	-	-	-	-	降水量少ない 2mm/週
2月3週	2/13-2/19	-	-	-	-	降水量少ない 4mm/週
2月4週	2/20-2/26	7.0	56	0.1	8	
3月1週	2/27-3/5	4.3	285	0.8	66	
3月2週	3/6-3/12	4.4	29	0.1	7	
3月3週	3/13-3/19	6.5	56	0.1	9	
3月4週	3/20-3/26	7.8	52	0.1	7	
全期間	平均値	4.8	208	0.5	43.1	単純平均濃度 6.7ng/L
	最小値	1.1	19	0.0	3	年間沈着量 8.9μg/m <sup>2</sup> /年
	最大値	20.4	1,667	3.5	311	

## 2) 辺戸岬における平成 29 年度と過年度の傾向の比較

- 平成 29 年度の降水中水銀濃度の年平均値は 4.8ngHg/L であり、新手順に変更した平成 28 年度の調査結果と比較して、やや小さい値を記録した。(表 10、図 10)

表 10 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

調査時期	水銀濃度(ngHg/L)			湿性沈着量(ngHg/m <sup>2</sup> /週)		
	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
平成 28 年度	6.6	2.7	19.4	220	0 (22)	1,304
平成 29 年度	4.8	1.1	20.4	208	0 (19)	1,667

(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)

調査時期	水銀濃度(ngHg/L)			湿性沈着量(ngHg/m <sup>2</sup> /週)		
	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
平成 20 年度	3.4	0.4	15.7	122	0 (11)	864
平成 21 年度	3.1	0.7	17.5	120	0 (16)	589
平成 22 年度	2.4	0.9	11.9	105	0 (11)	760
平成 23 年度	3.0	0.6	10.9	83	0 (2)	1,205
平成 24 年度	1.9	0.7	10.1	75	0 (4)	384
平成 25 年度	2.2	0.5	12.3	67	0 (4)	511
平成 26 年度	1.4	0.2	3.8	69	0 (0)	468
平成 27 年度	2.0	0.6	5.2	104	0 (1)	748
平成 28 年度	4.3	1.8	16.1	194	0 (21)	1,082

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、かっこ内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。

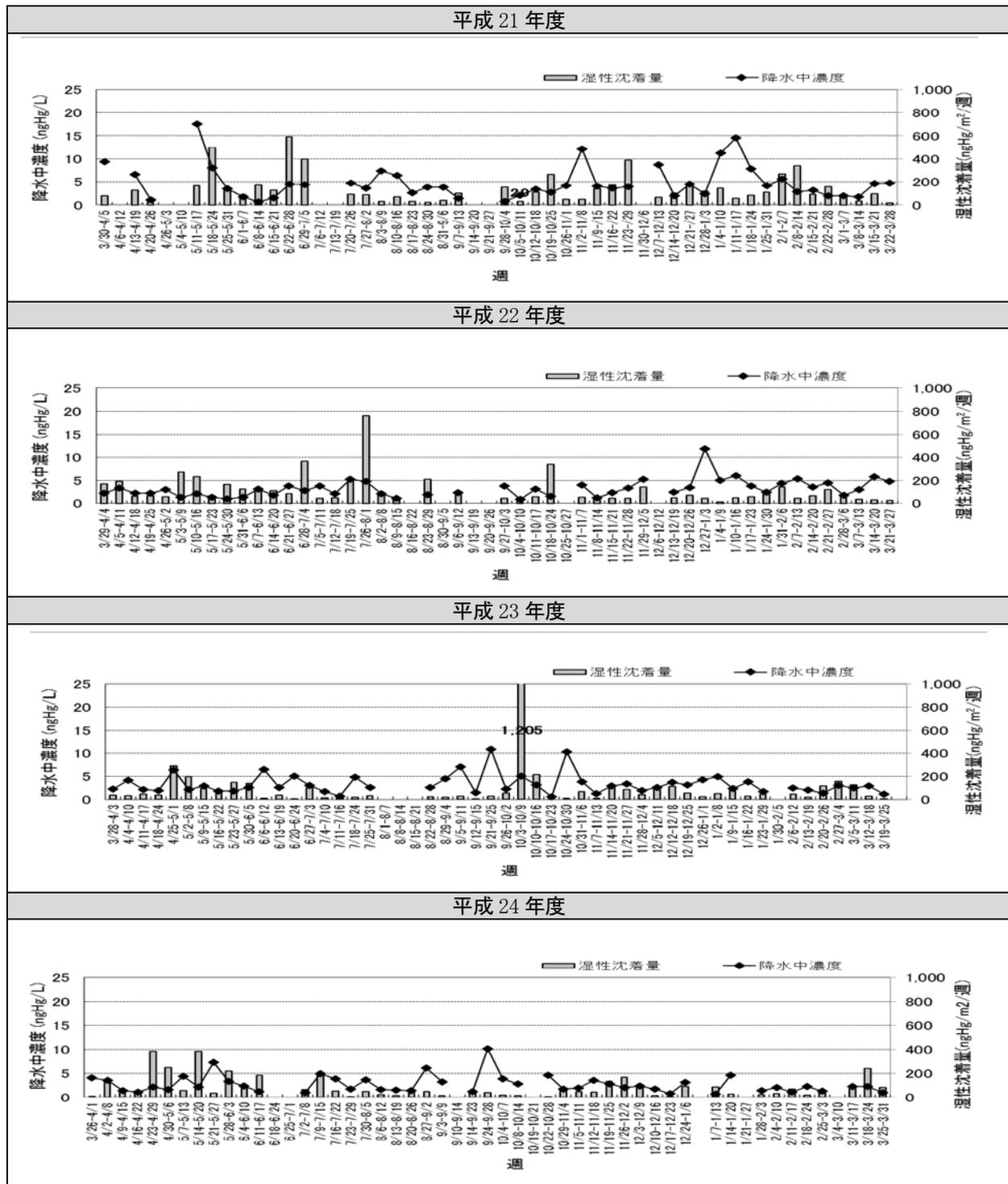


図 10(1) 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の過年度調査結果

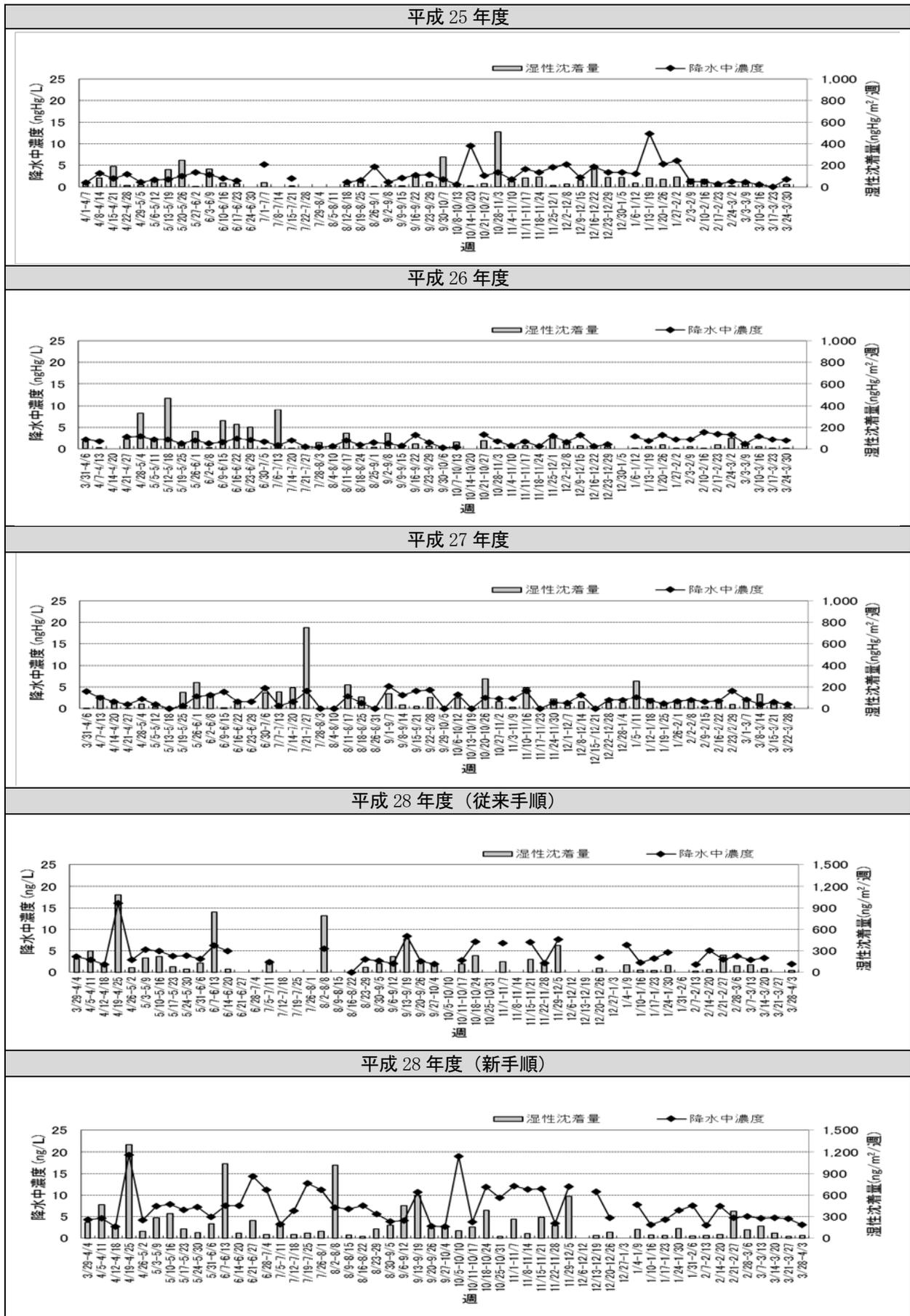


図 10(2) 辺戸岬における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の過年度調査結果

### 3) 男鹿半島における平成 29 年度の調査結果の概要

- ・ 降水中水銀濃度の年平均値は 5.7 ngHg/L であった。測定値の範囲は 1.4~28.9 ngHg/L であった。降水中の水銀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 mgHg/L (500 ngHg/L) と比較すると、十分低い値であった。(図 11、表 11)
- ・ 水銀の湿性沈着量の週毎の平均値は、215 ngHg/m<sup>2</sup> (0.215 μgHg/m<sup>2</sup>) であった。1 年間の沈着量は 10.3 μgHg/m<sup>2</sup> 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 5.8~18 μgHg/m<sup>2</sup> (平均 14 μgHg/m<sup>2</sup>) と比較すると、本調査の結果は同程度であった。

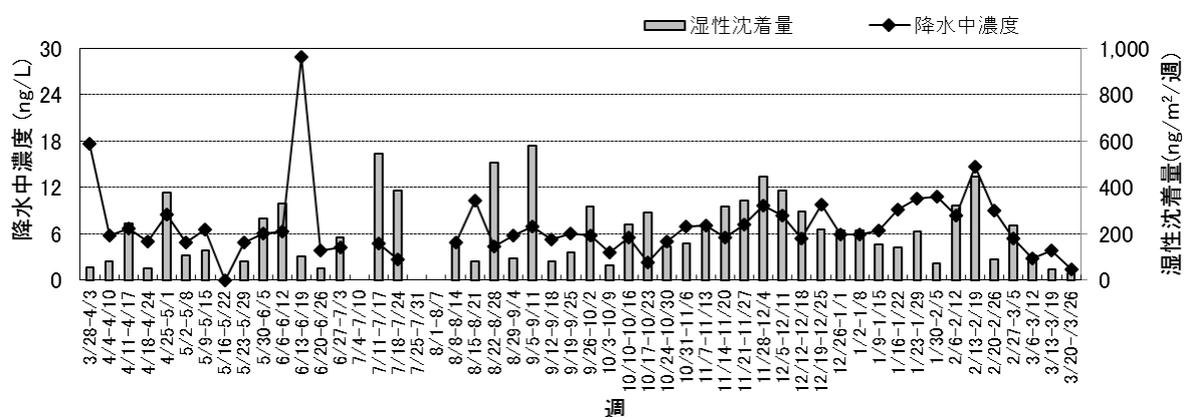


図 11 男鹿半島における降水中水銀濃度及び湿性沈着量 (平成 29 年度)

表 11 男鹿半島における降水中水銀濃度等の測定結果（平成 29 年度）

月・週	採取期間	降水中 水銀濃度 (ngHg/L)	水銀 湿性沈着量 (ngHg/m <sup>2</sup> /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	17.7	55	0.0	3	
4月2週	4/4-4/10	5.8	82	0.2	14	
4月3週	4/11-4/17	6.7	243	0.4	36	
4月4週	4/18-4/24	5.0	51	0.1	10	
5月1週	4/25-5/1	8.5	376	0.5	44	
5月2週	5/2-5/8	4.8	106	0.3	22	
5月3週	5/9-5/15	6.5	126	0.2	19	
5月4週	5/16-5/22	-	-	-	-	降水量少ない 0mm/週
5月5週	5/23-5/29	4.8	81	0.2	17	
6月1週	5/30-6/5	6.0	265	0.5	44	
6月2週	6/6-6/12	6.3	331	0.6	53	
6月3週	6/13-6/19	28.9	102	0.0	4	
6月4週	6/20-6/26	3.8	52	0.2	14	
7月1週	6/27-7/3	4.2	182	0.5	43	
7月2週	7/4-7/10	-	-	-	-	降水量少ない 0mm/週
7月3週	7/11-7/17	4.7	544	1.3	116	
7月4週	7/18-7/24	2.6	385	1.7	148	
7月5週	7/25-7/31	-	-	-	-	降水量少ない 1mm/週
8月1週	8/1-8/7	-	-	-	-	降水量少ない 0mm/週
8月2週	8/8-8/14	4.9	149	0.3	31	
8月3週	8/15-8/21	10.3	79	0.1	8	
8月4週	8/22-8/28	4.4	506	1.3	115	
9月1週	8/29-9/4	5.7	91	0.2	16	
9月2週	9/5-9/11	6.9	580	1.0	84	
9月3週	9/12-9/18	5.3	80	0.2	15	
9月4週	9/19-9/25	6.0	119	0.2	20	
10月1週	9/26-10/2	5.8	318	0.6	55	
10月2週	10/3-10/9	3.6	64	0.2	18	
10月3週	10/10-10/16	5.5	241	0.5	44	
10月4週	10/17-10/23	2.3	291	1.4	126	
10月5週	10/24-10/30	5.0	146	0.3	29	
11月1週	10/31-11/6	6.9	157	0.3	23	
11月2週	11/7-11/13	7.0	223	0.4	32	
11月3週	11/14-11/20	5.5	318	0.7	58	
11月4週	11/21-11/27	7.2	341	0.5	47	
12月1週	11/28-12/4	9.6	447	0.5	47	
12月2週	12/5-12/11	8.3	386	0.5	47	
12月3週	12/12-12/18	5.4	295	0.6	55	
12月4週	12/19-12/25	9.8	218	0.3	22	
1月1週	12/26-1/1	5.9	215	0.4	36	
1月2週	1/2-1/8	5.9	215	0.4	36	
1月3週	1/9-1/15	6.4	152	0.3	24	
1月4週	1/16-1/22	9.1	142	0.2	16	
1月5週	1/23-1/29	10.6	211	0.2	20	
2月1週	1/30-2/5	10.8	73	0.1	7	
2月2週	2/6-2/12	8.3	321	0.4	39	
2月3週	2/13-2/19	14.7	447	0.3	30	
2月4週	2/20-2/26	9.0	88	0.1	10	
3月1週	2/27-3/5	5.4	237	0.5	44	
3月2週	3/6-3/12	2.8	108	0.4	39	
3月3週	3/13-3/19	3.8	46	0.1	12	
3月4週	3/20-3/26	1.4	29	0.2	21	
全期間	平均値	5.7	215	0.4	38	単純平均濃度 7.0 ngHg/L
	最小値	1.4	29	0.0	3	年間沈着量 10.3 µgHg/m <sup>2</sup> /年
	最大値	28.9	580	1.7	148	

#### 4) 男鹿半島における平成 29 年度と過年度の降水中水銀の比較

- 平成 29 年度の降水中水銀濃度の平均値は、5.7ngHg/L であり、平成 28 年度と比べてやや低い値であった。一方、降水中水銀濃度の最大値については、平成 28 年度と比べて高い値であった。

表 12 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

調査時期	水銀濃度(ngHg/L)			湿性沈着量(ngHg /m <sup>2</sup> /週)		
	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
平成 28 年度	6.3	1.6	17.7	239	0 (18)	550
平成 29 年度	5.7	1.4	28.9	215	0 (29)	580

(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)

調査時期	水銀濃度(ngHg/L)			湿性沈着量(ngHg /m <sup>2</sup> /週)		
	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
平成 26 年度	2.5	0.1	9.2	78	0 (1)	431
平成 27 年度	2.9	0.6	9.5	80	0 (4)	301
平成 28 年度	4.7	1.2	10.0	197	0 (23)	432

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、かっこ内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。

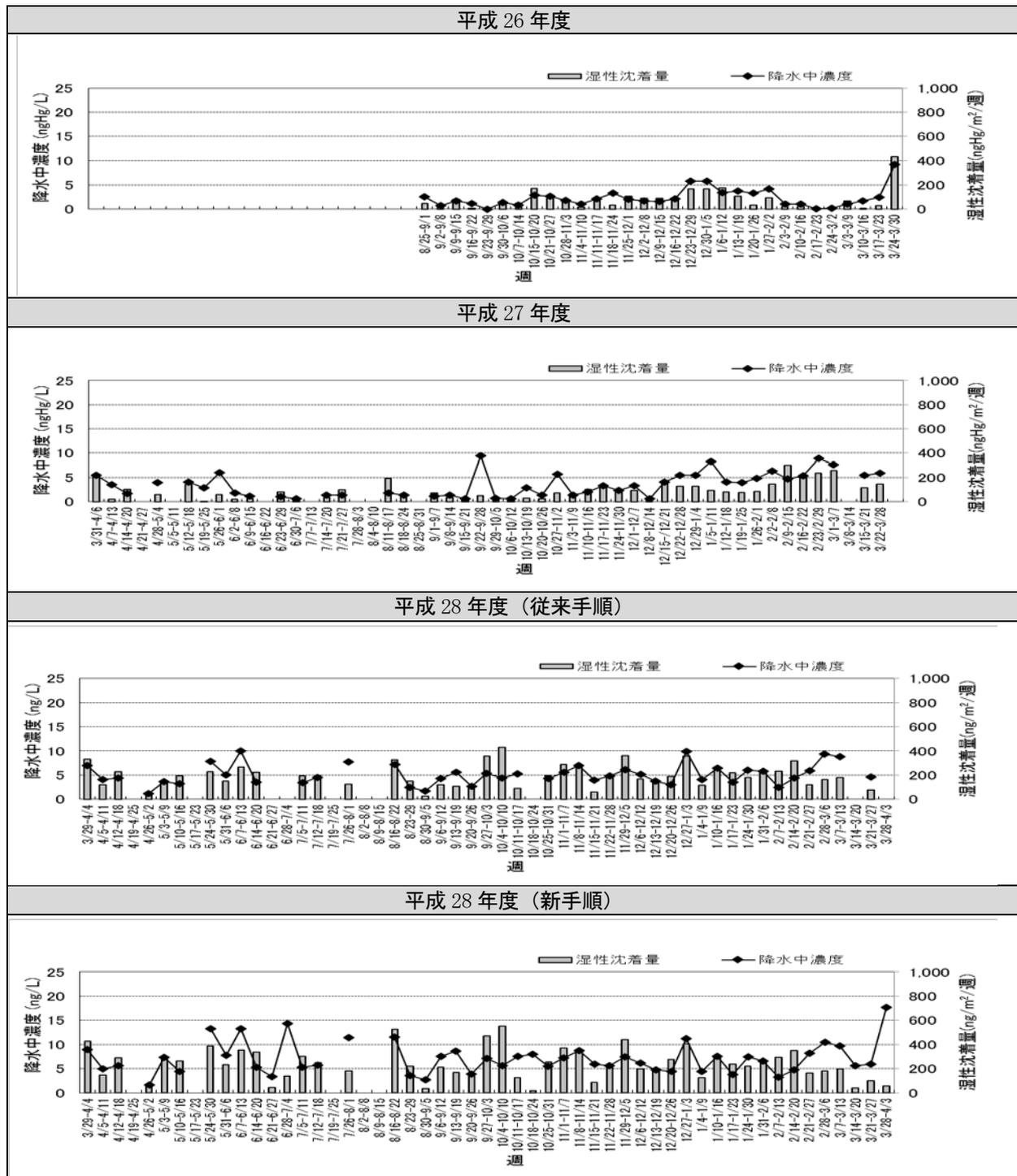


図 12 男鹿半島における降水中水銀濃度及び湿性沈着量の過年度調査結果

### (3) 大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属濃度の測定

#### 1) 辺戸岬における平成 29 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／または粒子状物質に吸着した、ニッケル、ヒ素、鉛、カドミウム等の金属元素（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。

#### ○指針値が設定されている物質（ニッケル、ヒ素及びマンガン）

- 平成 29 年度の測定結果は、表 13 に示すとおりである。ニッケルについては、年平均値は 0.98 ngNi/m<sup>3</sup>、年間の最大濃度値が 2.1 ngNi/m<sup>3</sup>、ヒ素については年平均値 0.73 ngAs/m<sup>3</sup>、年間の最大濃度値が 2.3 ngAs/m<sup>3</sup>、マンガンについては年平均値 4.0 ngMn/m<sup>3</sup>、年間の最大濃度値が 21 ngMn/m<sup>3</sup>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となる数値（指針値。ニッケル：25 ngNi/m<sup>3</sup>、ヒ素：6 ngAs/m<sup>3</sup>、マンガン：140 ngMn/m<sup>3</sup>）を常に下回っていた。
- 年平均の濃度レベルは、昨年度の測定結果と比較して、ニッケルとマンガンは共に高く、ヒ素は同程度となっていた。

#### ○指針値が設定されていない物質

- 同指針値が設定されていない物質の平成 29 年度の結果は、表 14 に示すとおりである。主な物質の年平均値と最大濃度値は、鉛については年平均値が 2.9 ngPb/m<sup>3</sup>、年間の最大濃度値が 8.0 ngPb/m<sup>3</sup>、カドミウムについては年平均値が 0.11 ngCd/m<sup>3</sup>、年間の最大濃度値が 0.28 ngCd/m<sup>3</sup>、クロムについては年平均値が 0.91 ngCr/m<sup>3</sup>、年間の最大濃度値が 3.1 ngCr/m<sup>3</sup>であった。

#### 2) 辺戸岬における平成 29 年度と過年度の傾向の比較

- 平成 29 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は、過年度と比較して概ね横ばいで推移していた。なお、有害 17 成分のうち、バナジウムが測定を開始以来の最高値となり、亜鉛、カドミウム、テルル、タリウム、鉛が測定を開始以来の最低値となった。（表 15）

表 13 粒子状物質中のニッケル、ヒ素及びマンガン濃度の測定結果（平成 25～29 年度）

（単位：ng/m<sup>3</sup>）

項目	平成 29 年度		過年度							
			平成 25 年度		平成 26 年度		平成 27 年度		平成 28 年度	
	平均	最大								
ニッケル(Ni)	0.98	2.1	1.8	5.5	1.5	3.7	1.1	3.0	0.74	1.9
ヒ素(As)	0.73	2.3	0.98	3.6	1.1	4.1	0.74	2.4	0.73	2.5
マンガン(Mn)	4.0	21	4.9	26	6.6	27	3.7	14	2.9	10

注) 上記のデータは、測定値の平均値及び最大値を表している。

表 14 粒子状物質中の金属元素類の測定結果の概要（平成 25～29 年度）

(単位：ng/m<sup>3</sup>)

項目	平成 29 年度		過年度							
	平均	最大	平成 25 年度		平成 26 年度		平成 27 年度		平成 28 年度	
			平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
ベリリウム(Be)	0.0086	0.050	0.0085	0.053	0.013	0.055	0.0071	0.027	0.0059	0.026
バナジウム(V)	2.0	6.1	1.7	3.7	1.9	5.0	1.9	5.9	1.7	4.9
クロム(Cr)	0.91	3.1	1.2	3.6	1.4	5.5	0.69	1.7	0.65	2.4
コバルト(Co)	0.078	0.42	0.11	0.54	0.12	0.44	0.16	0.64	0.065	0.24
銅(Cu)	1.1	3.2	1.7	5.0	1.8	5.3	1.2	4.2	0.91	2.9
亜鉛(Zn)	8.4	22	18	59	16	83	9.4	31	9.3	33
セレン(Se)	0.54	1.2	0.67	2.4	0.71	2.2	0.55	1.2	0.49	1.2
カドミウム(Cd)	0.11	0.28	0.19	0.98	0.20	0.97	0.13	0.58	0.13	0.39
スズ(Sn)	0.23	0.80	0.30	1.3	0.34	1.2	0.24	0.75	0.21	0.80
アンチモン(Sb)	0.25	1.0	0.32	1.2	0.39	1.6	0.24	0.70	0.35	5.0
テルル(Te)	0.014	0.047	0.022	0.072	0.023	0.076	0.016	0.076	0.015	0.043
バリウム(Ba)	2.6	15	2.5	14	3.6	20	2.4	27	1.7	8.1
タリウム(Tl)	0.034	0.11	0.058	0.24	0.064	0.23	0.040	0.12	0.036	0.11
鉛(Pb)	2.9	8.0	6.9	28	6.5	24	3.4	10	3.1	10
ナトリウム(Na)	4,200	7,400	4,800	11,000	4,300	9,200	4,300	7,100	4,100	9,300
マグネシウム(Mg)	280	640	290	550	460	950	260	520	270	730
アルミニウム(Al)	160	880	170	960	280	1,400	130	630	99	560
カリウム(K)	300	730	340	710	360	940	300	820	250	460
カルシウム(Ca)	270	820	310	1000	400	1,400	260	500	230	600
鉄(Fe)	140	830	170	960	230	990	120	550	90	440
粉じん	27,100	50,000	31,100	55,900	31,400	60,600	31,200	52,800	27,200	45,100

注) 上記のデータは、各項目の測定値の平均値及び最大値を表している。

表 15 粒子状物質中の金属元素濃度の年平均値の経年変化（平成 19～29 年度）

（単位：ng/m<sup>3</sup>）

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	平成 29 年度
ベリリウム(Be)	0.012	0.0070	0.014	0.0099	0.0073	0.012	0.0085	0.013	0.0071	0.0059	0.0086
バナジウム(V)	1.5	1.3	1.7	1.4	1.5	1.7	1.7	1.9	1.9	1.7	2.0
クロム(Cr)	0.83	0.52	1.1	1.1	0.87	1.3	1.2	1.4	0.69	0.65	0.91
マンガン(Mn)	6.0	3.4	6.7	5.5	4.6	7.4	4.9	6.6	3.7	2.9	4.0
コバルト(Co)	0.32	0.071	0.16	0.19	0.22	0.26	0.11	0.12	0.16	0.065	0.078
ニッケル(Ni)	0.76	0.59	0.87	0.95	0.99	1.1	1.8	1.5	1.1	0.74	0.98
銅(Cu)	1.2	0.79	1.1	1.2	1.0	1.6	1.7	1.8	1.2	0.91	1.1
亜鉛(Zn)	17	9.2	11	14	13	17	18	16	9.4	9.3	8.4
ヒ素(As)	1.4	0.68	0.85	0.83	0.76	0.99	0.98	1.1	0.74	0.73	0.73
セレン(Se)	0.61	0.49	0.53	0.51	0.52	0.70	0.67	0.71	0.55	0.49	0.54
カドミウム(Cd)	0.25	0.13	0.17	0.16	0.12	0.17	0.19	0.20	0.13	0.13	0.11
スズ(Sn)	0.49	0.25	0.25	0.26	0.21	0.28	0.30	0.34	0.24	0.21	0.23
アンチモン(Sb)	0.44	0.21	0.26	0.24	0.20	0.26	0.32	0.39	0.24	0.35	0.25
テルル(Te)	0.030	0.016	0.015	0.016	0.016	0.021	0.022	0.023	0.016	0.015	0.014
バリウム(Ba)	3.0	1.6	3.0	2.7	1.9	2.9	2.5	3.6	2.4	1.7	2.6
タリウム(Tl)	0.066	0.040	0.049	0.048	0.038	0.058	0.058	0.064	0.040	0.036	0.034
鉛(Pb)	12	4.6	5.2	5.7	5.0	7.3	6.9	6.5	3.4	3.1	2.9
ナトリウム(Na)	3,300	3,100	3,500	3,600	4,600	5,000	4,800	4,300	4,300	4,100	4,200
マグネシウム(Mg)	220	190	220	280	310	340	290	460	260	270	280
アルミニウム(Al)	200	130	270	220	170	270	170	280	130	99	160
カリウム(K)	310	240	330	300	280	370	340	360	300	250	300
カルシウム(Ca)	210	170	240	250	270	350	310	400	260	230	270
鉄(Fe)	160	110	240	170	150	240	170	230	120	90	140
粉じん	28,700	25,100	33,200	28,300	30,900	36,900	31,100	31,400	31,200	27,200	27,100

#### (4) まとめ

##### 1) 平成 29 年度の調査結果

- ・ 辺戸岬における大気中水銀濃度は、年間平均値が 1.6 ngHg/m<sup>3</sup>、1 時間毎の測定値の範囲は、最小値が 1.0 ngHg/m<sup>3</sup>、最大値が 3.6 ngHg/m<sup>3</sup>であった。
- ・ 男鹿半島における大気中水銀濃度は、年間平均値が 1.6 ngHg/m<sup>3</sup>、1 時間毎の測定値の範囲は、最小値が 0.7 ngHg/m<sup>3</sup>、最大値が 14.2 ngHg/m<sup>3</sup>であった。同期間の辺戸岬における観測値と比べ、年間平均値は同程度の値であったが、1 時間毎の測定値の変動の幅は男鹿半島の方が大きく、特に最大値は 4 倍程度男鹿半島の方が高い値であった。

表 16 大気中水銀濃度の期間平均値及び範囲（平成 29 年度）

調査時期	水銀濃度		
	平均値 (ngHg/m <sup>3</sup> )	最小値 (ngHg/m <sup>3</sup> )	最大値 (ngHg/m <sup>3</sup> )
辺戸岬	1.6	1.0	3.6
男鹿半島	1.6	0.7	14.2

- ・ 辺戸岬における降水中水銀濃度は、年間平均値が 4.8 ngHg/L であった。測定値の範囲は、最小値が 1.1 ngHg/L、最大値が 20.4 ngHg/L であった。
- ・ 男鹿半島における降水中水銀濃度は、年間平均値が 5.7 ngHg/L であった。測定値の範囲は、最小値が 1.4 ngHg/L、最大値が 28.9 ngHg/L であった。同期間の辺戸岬における観測値と比べ、平均値はやや男鹿半島の方がやや大きく、最小値、最大値についても男鹿半島の方もやや高い値であった。
- ・ 辺戸岬における湿性沈着量は、年間総沈着量が 8.9 µgHg/m<sup>2</sup>（週平均値は 208 ngHg/m<sup>2</sup>/週）であった。測定値の最大値は 1,667 ngHg/m<sup>2</sup>/週であった。
- ・ 男鹿半島における湿性沈着量は、年間総沈着量が 10.3 µgHg/m<sup>2</sup>（週平均値は 215 ngHg/m<sup>2</sup>/週）であった。測定値の最大値は 580 ngHg/m<sup>2</sup>/週であった。同期間の辺戸岬における観測値と比べ、最大値は辺戸岬の方が 3 倍弱程度大きい値であったが、年間総沈着量、週平均値は、概ね同程度（いずれも男鹿半島が若干大きい）であった。
- ・ 辺戸岬における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、指針値の存在しているニッケル、ヒ素、マンガンについては、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となる数値を常に下回っていた。

表 17 降水中水銀濃度及び湿性沈着量の期間平均値及び範囲（平成 29 年度）

調査時期	降水中水銀濃度			湿性沈着量			
	平均値 (ngHg/L)	最小値 (ngHg/L)	最大値 (ngHg/L)	平均値 (ngHg/m <sup>2</sup> /週)	最小値 (ngHg/m <sup>2</sup> /週)	最大値 (ngHg/m <sup>2</sup> /週)	総沈着量 (µgHg/m <sup>2</sup> )
辺戸岬	4.8	1.1	20.4	208	0 (19)	1,667	8.9
男鹿半島	5.7	1.4	28.9	215	0 (29)	580	10.3

注) 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、かっこ内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。

## 2) 過年度の調査結果との比較

- ・ 辺戸岬における大気中の形態別水銀の合計の年平均値及び形態別の水銀濃度の年平均値は、概ね横ばいで推移していた。

表 18 辺戸岬における大気中水銀濃度の年度別測定結果

測定項目	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	平成 29 年度
金属水銀 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.5	1.8	2.2	1.9	2.1	2.0	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6
酸化態水銀 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	—	—	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
粒子状水銀 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	—	—	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.004	0.002	0.003	0.002
合計 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	—	—	2.2	1.9	2.1	2.0	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6

注) 平成 19 年度については、測定を開始した 10 月 16 日以降のデータを用いて平均値を算出した。酸化態水銀と粒子状水銀は、平成 21 年 10 月以降に安定した測定が実施できるようになったことから、同月以降合計濃度を算出しており、そのデータを年度別平均値の算出に用いた。

- ・ 男鹿半島における大気中の形態別水銀の合計の年平均値及び形態別の水銀濃度の年平均値は、昨年度、一昨年度と概ね同程度となった。ただし、平成 26 年度は、8 月 8 日に測定を開始しており、調査日数が異なるため、調査結果の年度間の比較には注意が必要である。

表 19 男鹿半島における大気中水銀濃度の年度別測定結果

測定項目	項目	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度
金属水銀(ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.6	1.6	1.6	1.6
酸化態水銀 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	0.002	0.003	0.002	0.003
粒子状水銀 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	0.009	0.009	0.011	0.009
合計 (ngHg/m <sup>3</sup> )	平均値	1.6	1.6	1.6	1.6

注) 平成 26 年度については、測定を開始した 8 月 8 日以降のデータを用いて平均値を算出した。

- ・平成29年度の辺戸岬における降水中の水銀濃度の年平均値は4.8 ngHg/Lであり、平成28年度の約7割であった。
- ・平成29年度の湿性沈着量は年間で8.9 µgHg/m<sup>2</sup>/年であり、平成28年度の約8割であった。

表20 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測定結果

測定項目	項目	平成28年度 (新手順)	平成29年度
水銀濃度 (ngHg/L)	平均値	6.6	4.8
湿性沈着量 (µgHg/m <sup>2</sup> )	総沈着量	11.2	8.9

(参考 従来の手順による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測定結果)

測定項目	項目	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 (従来手順)
水銀濃度 (ngHg/L)	平均値	3.4	3.1	2.4	3.0	1.9	2.2	1.4	2.0	4.3
湿性沈着量 (µgHg/m <sup>2</sup> )	総沈着量	6.1	6.2	5.3	4.2	3.9	3.4	3.5	4.6	7.4

- ・平成29年度の男鹿半島における降水中の水銀濃度の年平均値は5.7 ngHg/Lであり、平成28年度よりやや低い値（平成28年度の約9割）であった。
- ・平成29年度の湿性沈着量は年間で10.3 µgHg/m<sup>2</sup>/年であり、平成28年度よりやや小さい値（平成28年度の約9割）であった。

表21 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測定結果

測定項目	項目	平成28年度 (新手順)	平成29年度
水銀濃度 (ngHg/L)	平均値	6.3	5.7
湿性沈着量 (µgHg/m <sup>2</sup> )	総沈着量	11.5	10.3

(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及び湿性沈着量の年度別測定結果)

測定項目	項目	平成26年度	平成27年度	平成28年度 (従来手順)
水銀濃度 (ngHg/L)	平均値	2.5	2.9	4.7
湿性沈着量 (µgHg/m <sup>2</sup> )	総沈着量	2.4	4.1	8.5

注) 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。

- ・ 辺戸岬における大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属の濃度は、バナジウムが測定を開始以来の最高値となり、亜鉛、カドミウム、テルル、タリウム、鉛は測定を開始以来の最低値となった。それ以外の物質は総じて過年度の変動の範囲内で推移していた。
- ・ 辺戸岬における大気中の粒子状物質中の水銀以外の金属の濃度の過年度の年間最高値は、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となる数値を常に下回っていた。

#### (5) その他

- ・ 本資料では、大気中の水銀については年・月ごとの統計値、降水中水銀については1週間値及び年・月ごとの統計値をとりまとめ公表しているが、研究目的等で、個別の測定データ（表1参照）の提供を希望する場合の問い合わせ先は以下のとおり。

#### <問い合わせ先>

環境省大臣官房環境保健部環境保健企画管理課水銀対策推進室

環境省大臣官房環境保健部環境安全課

TEL : 03-3581-3351 (内線 6356)

E-mail : ehs@env.go.jp

#### 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平成30年度について継続的に実施する。

##### ○大気中形態別水銀濃度の測定結果に係る検討・解析について

- ・ 今年度実施した大気中形態別水銀の測定結果に係る解析・検討については、以下の項目等について、次年度以降も引き続き実施予定である。
  - －大気中水銀濃度と気象要因との関係
  - －大気中水銀濃度と到達する大気の由来・輸送経路との関係
  - －大気中水銀濃度と金属類の濃度との関係
  - －大気中水銀濃度と発生源との関係 等
- ・ 検討・解析の結果については、専門家により一定の信頼性が確保されたと判断され、とりまとめられた時点で、公表を行う予定である。

##### ○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。

## (参考 1) 平成 28 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公表している。同調査における平成 28 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を比較した表を以下に示す。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、概ね同程度（辺戸岬と男鹿半島における濃度の方が若干低い）だった。

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	平成 29 年度	1.6 ngHg/m <sup>3</sup>	1.6 ngHg/m <sup>3</sup>	—
		平成 28 年度	1.7 ngHg/m <sup>3</sup>	1.6 ngHg/m <sup>3</sup>	—
		平成 27 年度	1.7 ngHg/m <sup>3</sup>	1.6 ngHg/m <sup>3</sup>	—
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	平成 28 年度	1.9 ngHg/m <sup>3</sup> （一般環境）		・一般環境 214 地点の平均値 ・指針値超過地点なし
		平成 27 年度	1.9 ngHg/m <sup>3</sup> （一般環境）		・一般環境 202 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となる数値（指針値）			40 ngHg/m <sup>3</sup>		

※大気汚染防止法に基づく平成 28 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（平成 30 年 3 月 27 日）参照（下記）  
<http://www.env.go.jp/press/105295.html>

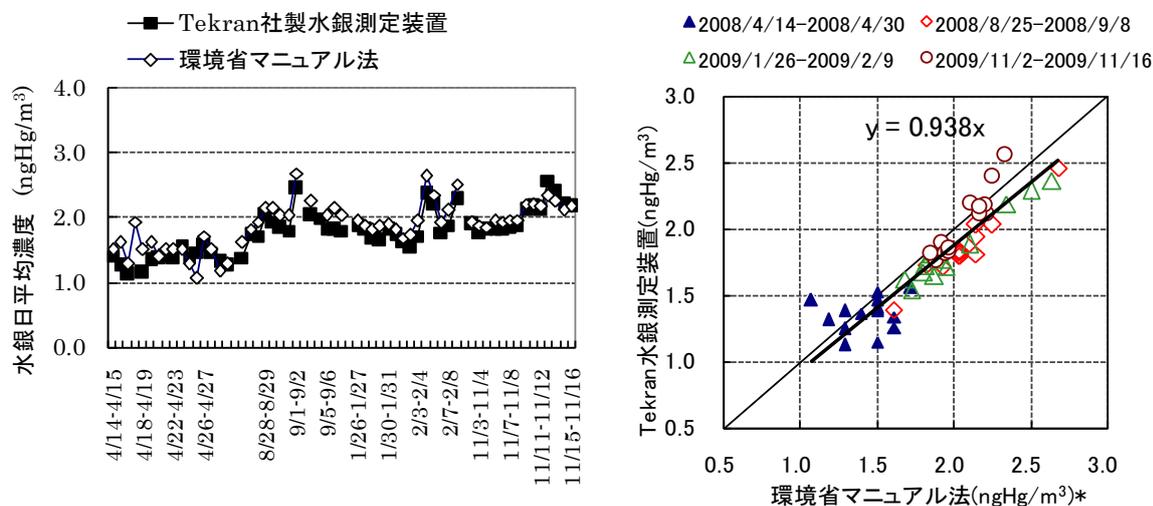
※大気汚染防止法に基づく有害大気汚染物質モニタリング調査における水銀濃度のモニタリングと本調査では測定方法が異なります（参考 2 参照）。

## (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、本資料2.（1）の測定地点において、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を確認した。（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表す。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表す。



(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

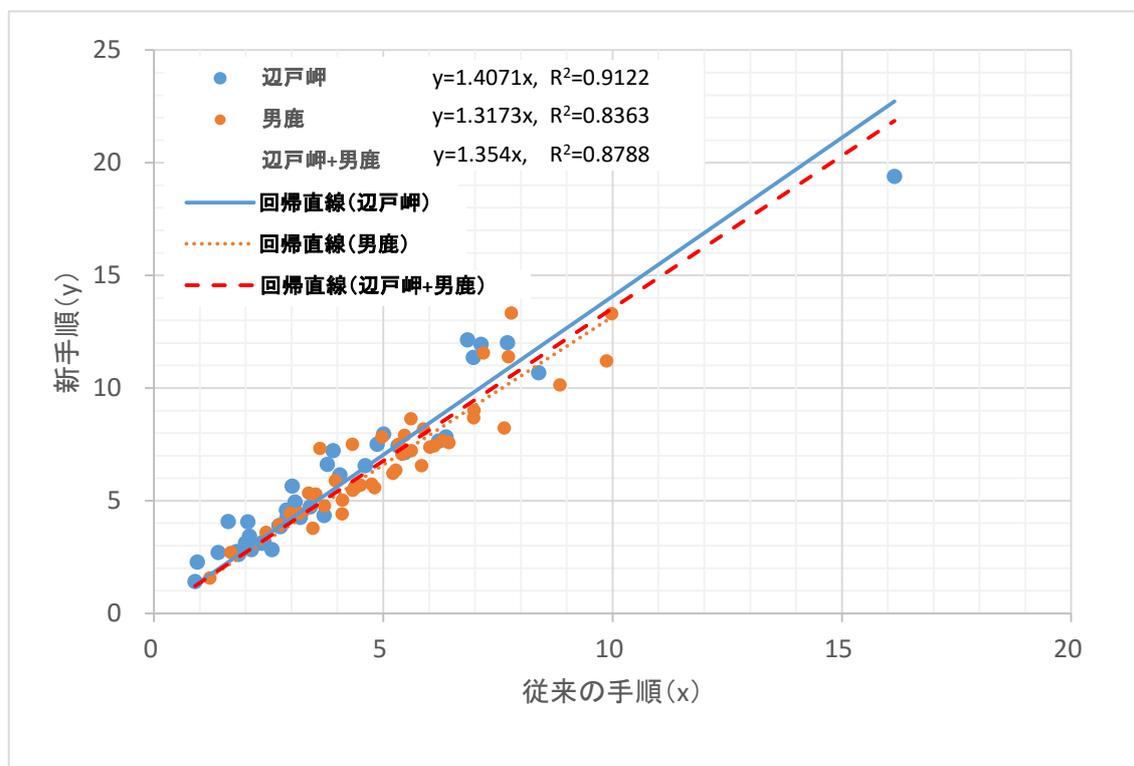
### (参考3) 降水中水銀分析手順の違いによる測定結果の比較検討

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、従来無視できるほど小さい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