

## 2) 経時変化・経日変化・時刻別平均濃度

1時間平均値の経時変化グラフを図 6.1、日平均値の経日変化グラフを図 6.2、1時間平均値の時刻別平均値を図 6.3 に示す。

ガス状水銀(0価)は、平均的には10時前後及び20時前後に上昇し、12時前後に低下する2つ山型の時間変動を示していた。ガス状水銀(2価)は昼間に上昇、粒子状水銀は昼間に低下する時間変動を示していた。

なお、上記は短期間での測定結果からみたものであり、今後、データを蓄積した上で、精査する必要がある。

参考として、辺戸岬における形態別水銀の測定事例を以下に示す。

(参考) 辺戸岬における既存の形態別水銀測定結果

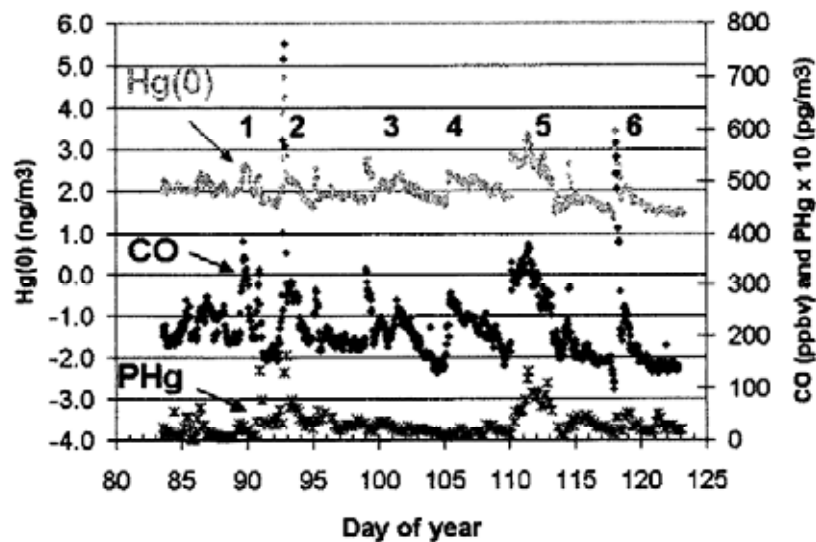


Fig. 1. Observations of CO (ppbv),  $\text{Hg}^0$  ( $\text{ng m}^{-3}$ ) and PHg ( $\text{pg m}^{-3}$ ) at Hedo Station during spring 2004. Note that the PHg data are multiplied by 10 and plotted on the right axis. The numbers refer to event numbers, described in the text.

出典: Export of Atmospheric Mercury from Asia; Dan Jaffe, Phil Swartendruher, Peter Weiss-Penzias, Shungo Kato, Akinori Takami, Shiro Hatakeyama, Yoshizumi Kajii Atmos. Environ., 39, 3029-3038 (2005).

## 3) 風向別平均濃度・気温との関係

形態別水銀の風向別平均濃度を図 6.4 及び図 6.5 に示す。また、形態別水銀と気温の関係を図 6.6 に示す。なお、気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションの観測値を用いた。ガス状水銀(0価)の風向別濃度は大きく変動しないが、ガス状水銀(2価)・粒子状物質の風向別濃度は変動が顕著であり、東～南南東のときに高くなっている。

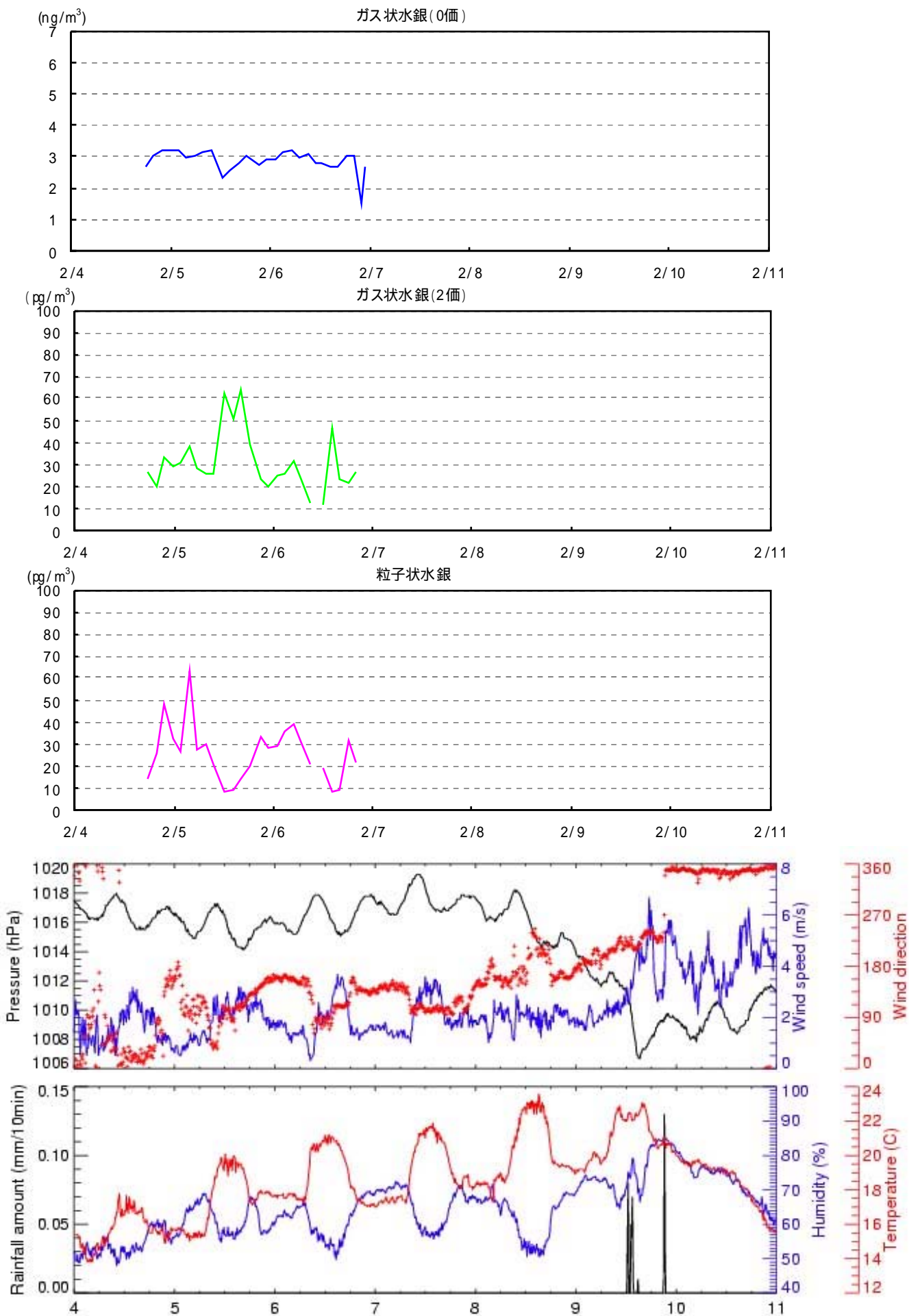


図 6.1 形態別水銀濃度と辺戸岬における気象の経時変化 (2/4 ~ 2/10)

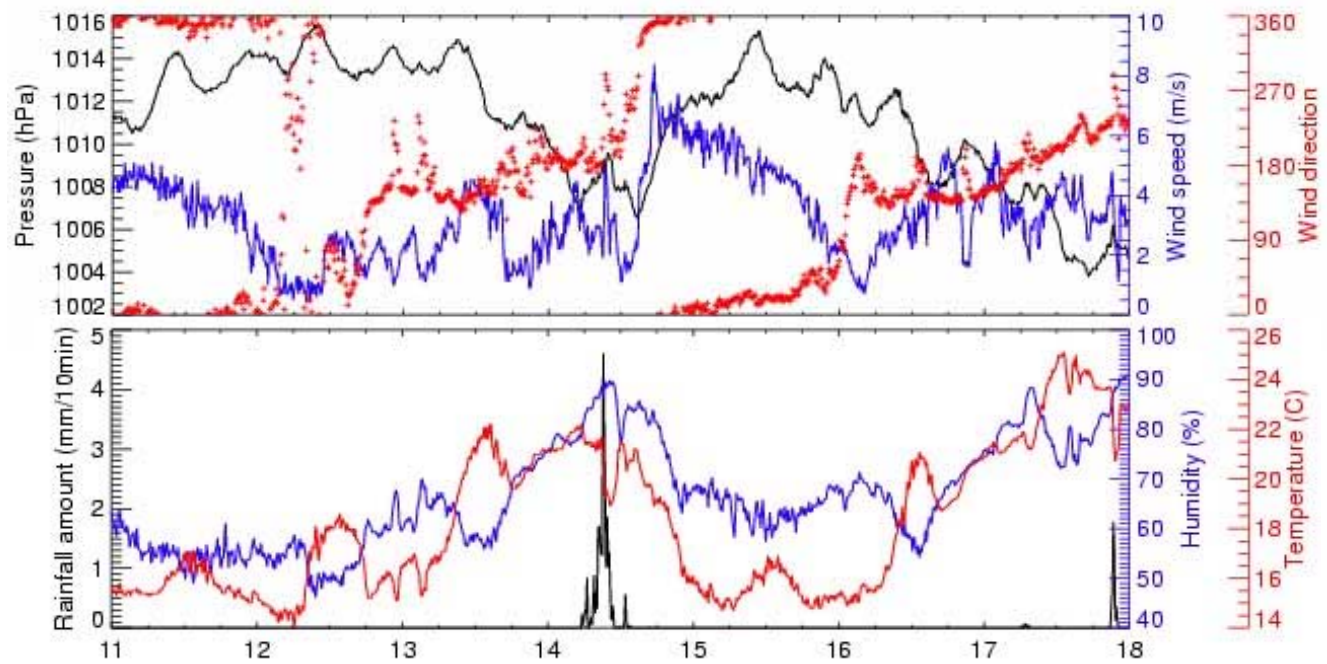
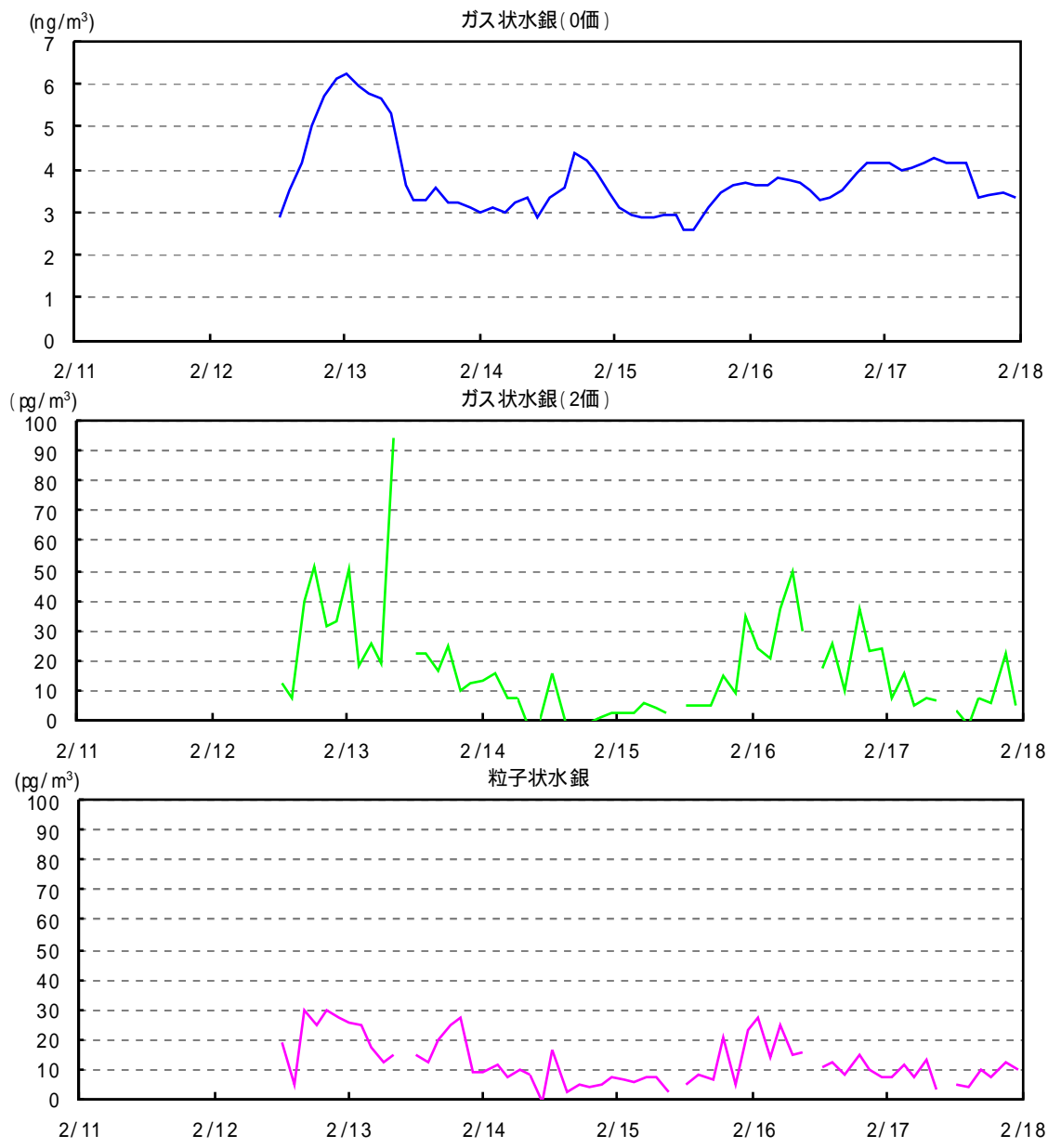


図 6.1(2) 形態別水銀濃度と辺戸岬における気象の経時変化 (2/11 ~ 2/17)

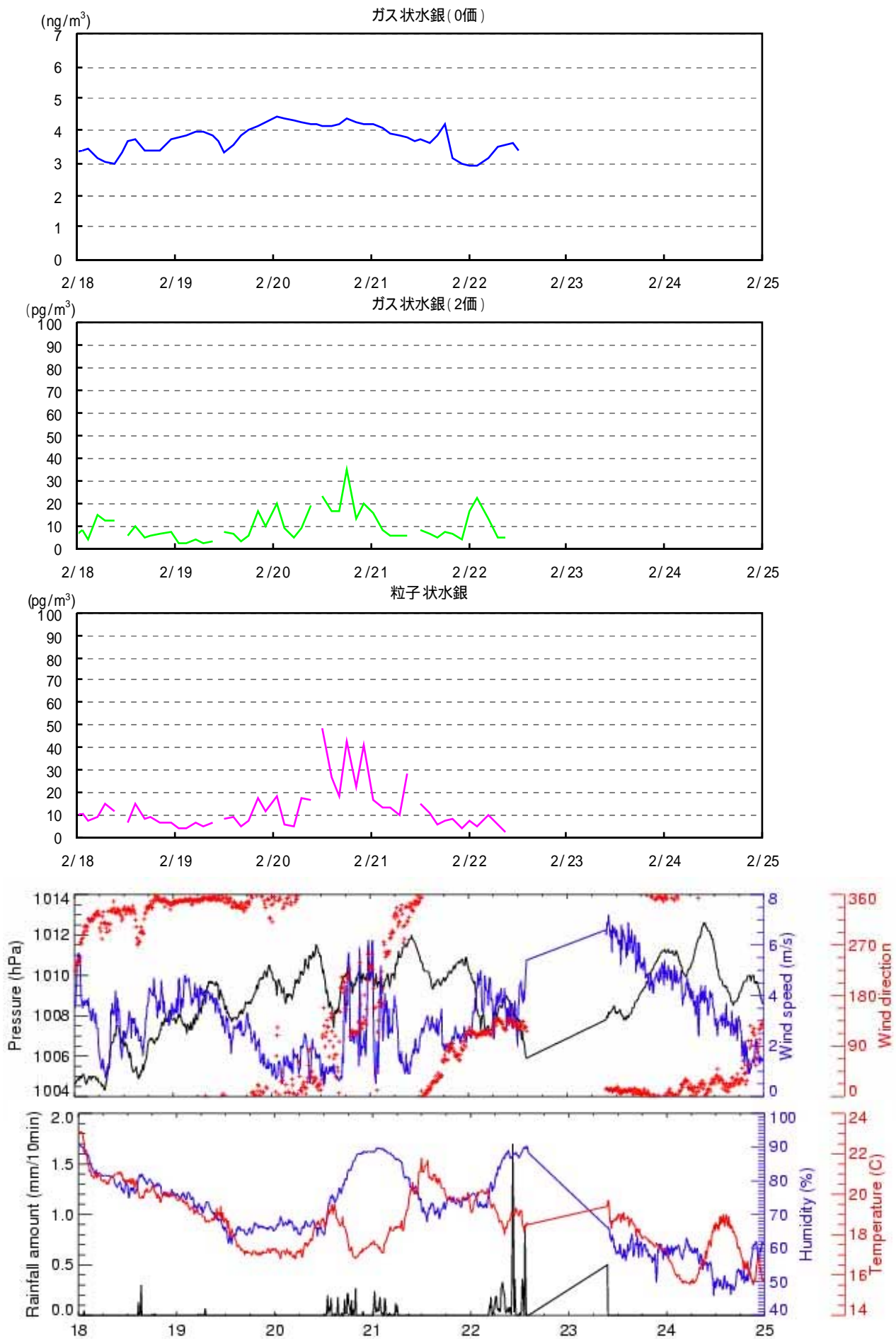


図 6.1(3) 形態別水銀濃度と辺戸岬における気象の経時変化 (2/18~2/24)

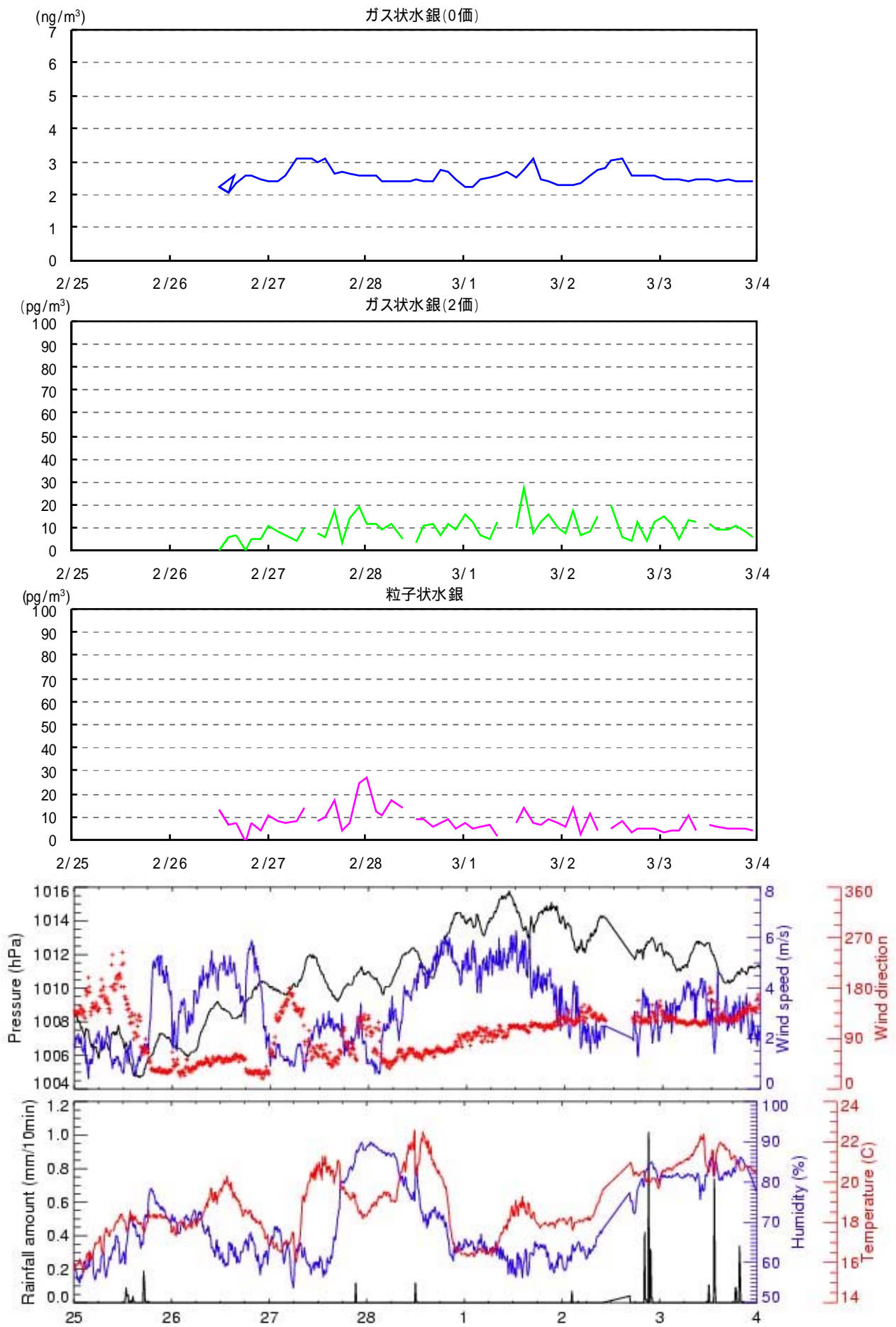


図 6.1(4) 形態別水銀濃度と辺戸岬における気象の経時変化 (2/25~3/3)



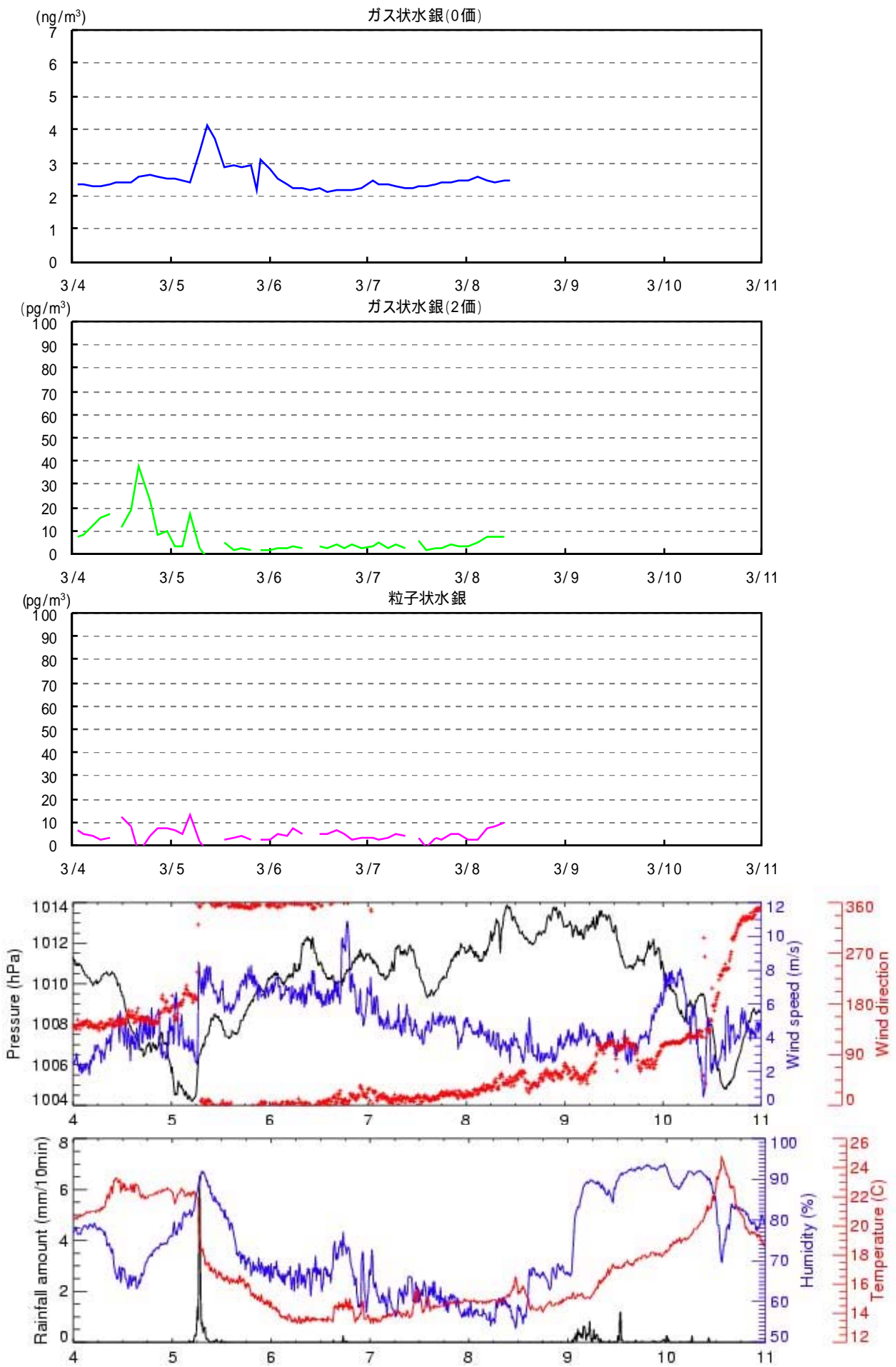


図 6.1(5) 形態別水銀濃度と辺戸岬における気象の経時変化 (3/4~3/10)

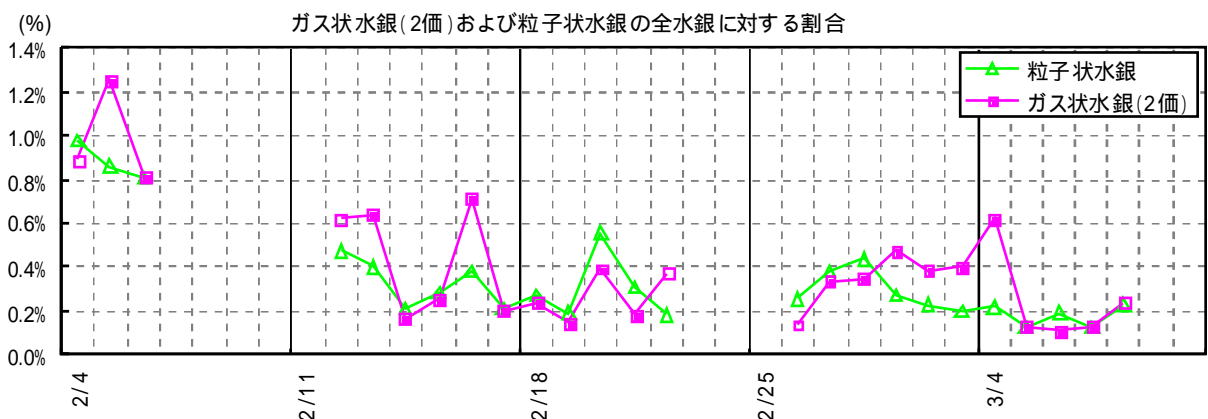
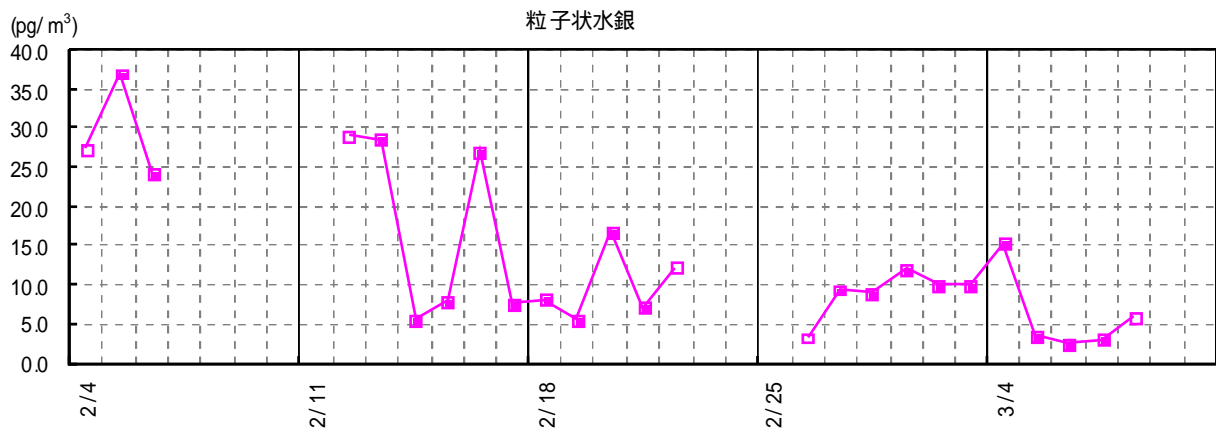
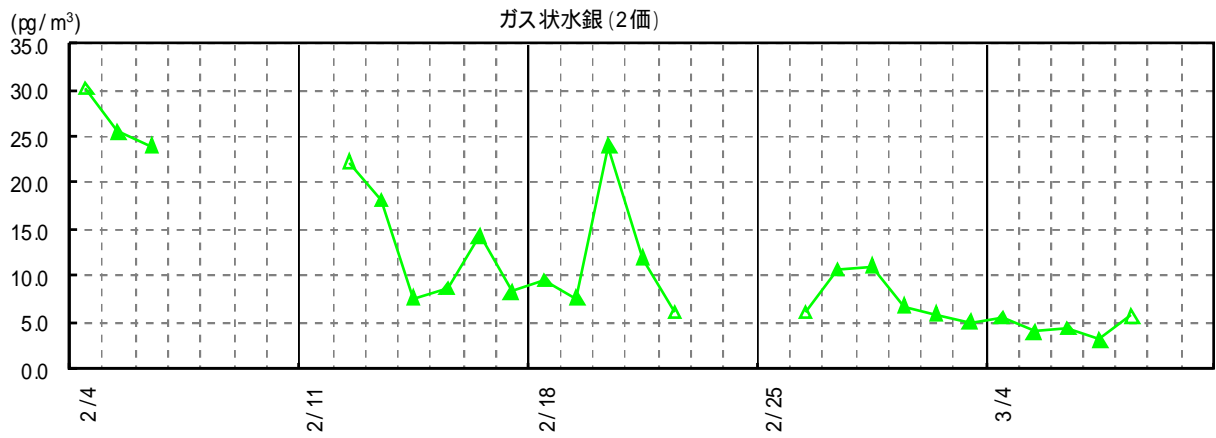
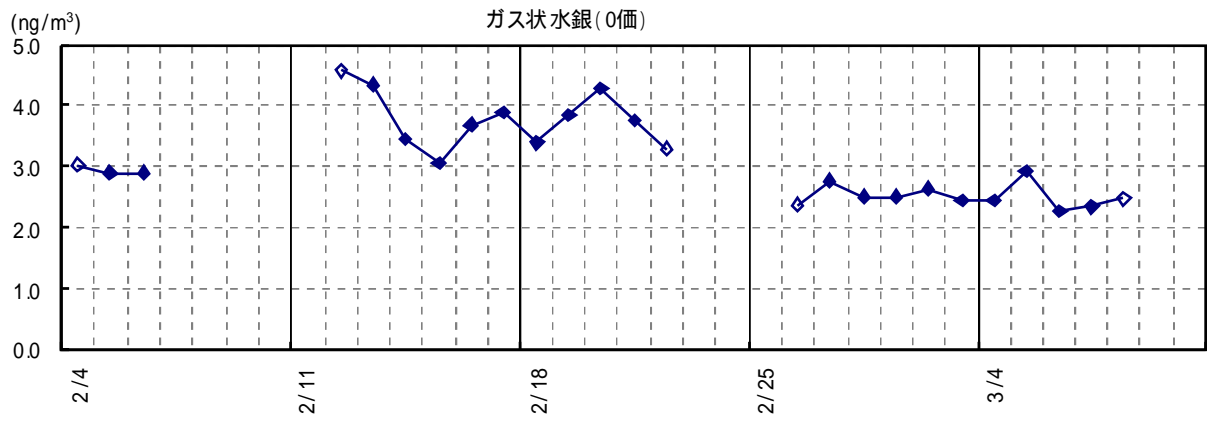
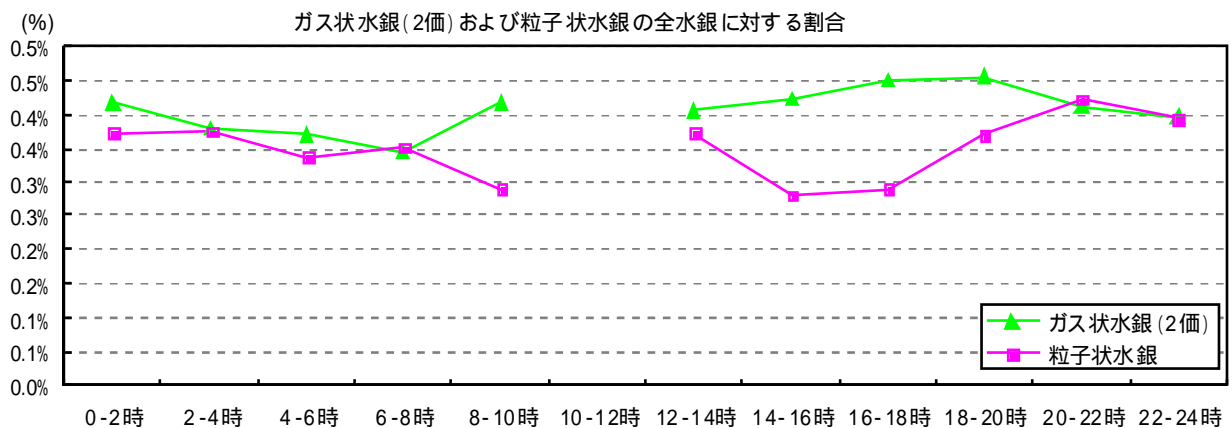
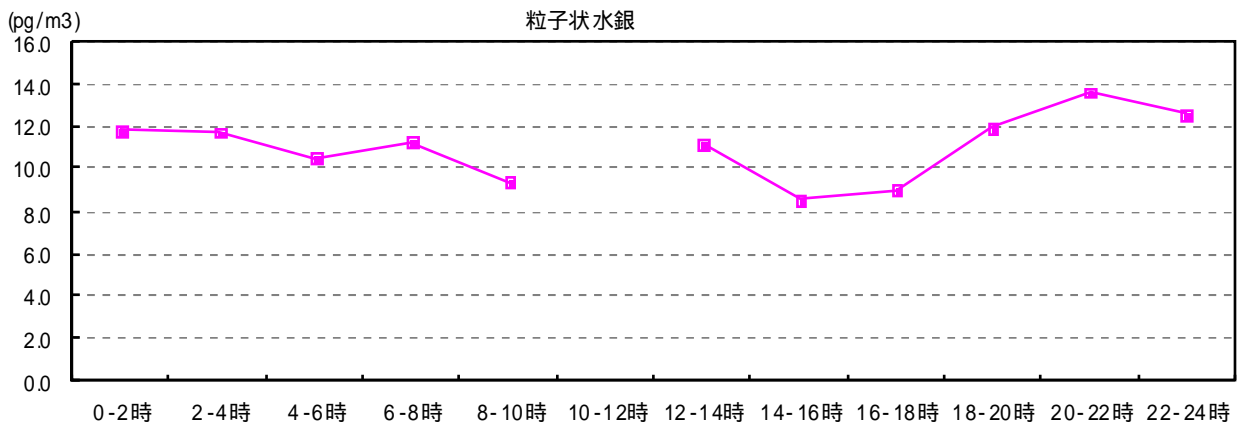
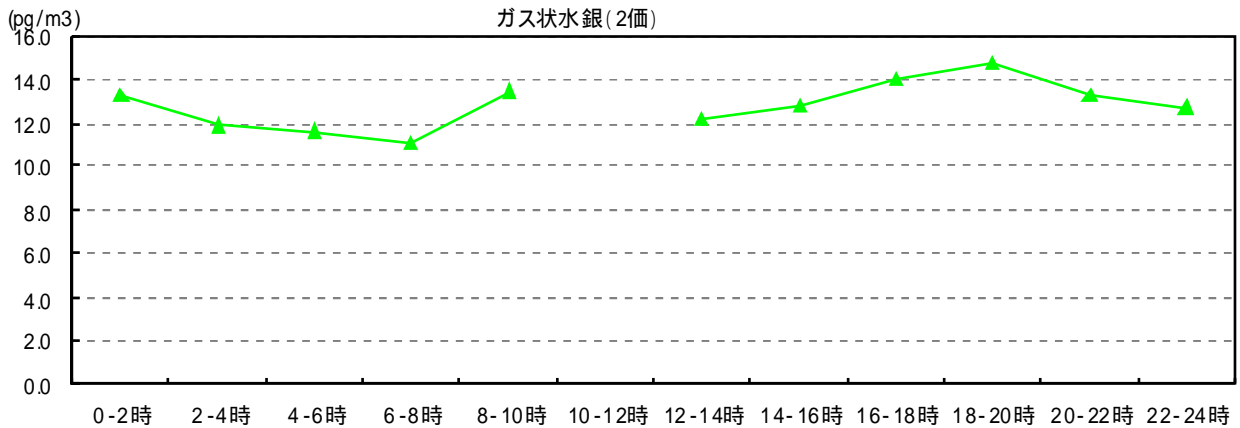
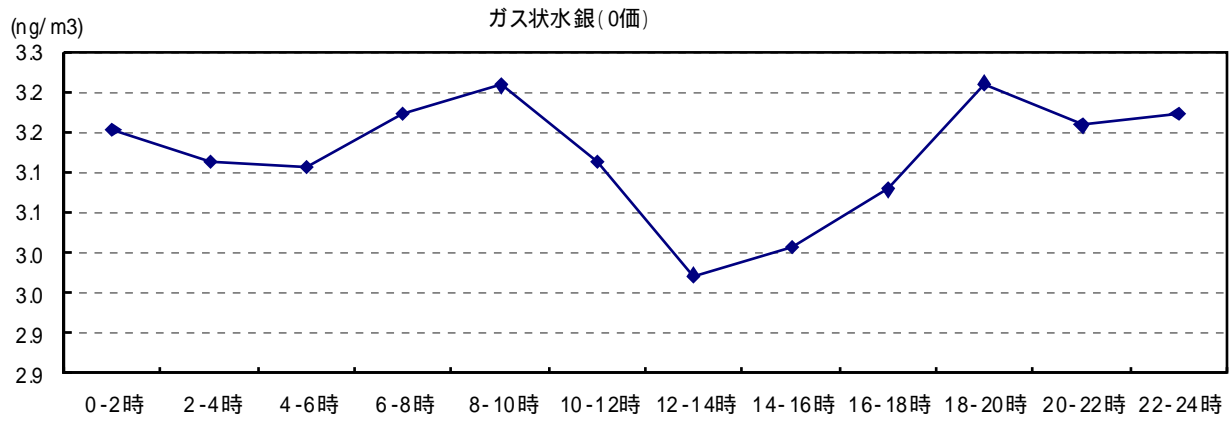


図 6.2 形態別水銀濃度の経日変化 (2/4~3/10)



ガス状水銀 (2価)、粒子状水銀は校正のため、10-12時は欠測。

図 6.3 形態別水銀の時刻別平均濃度 (2/4~3/10)



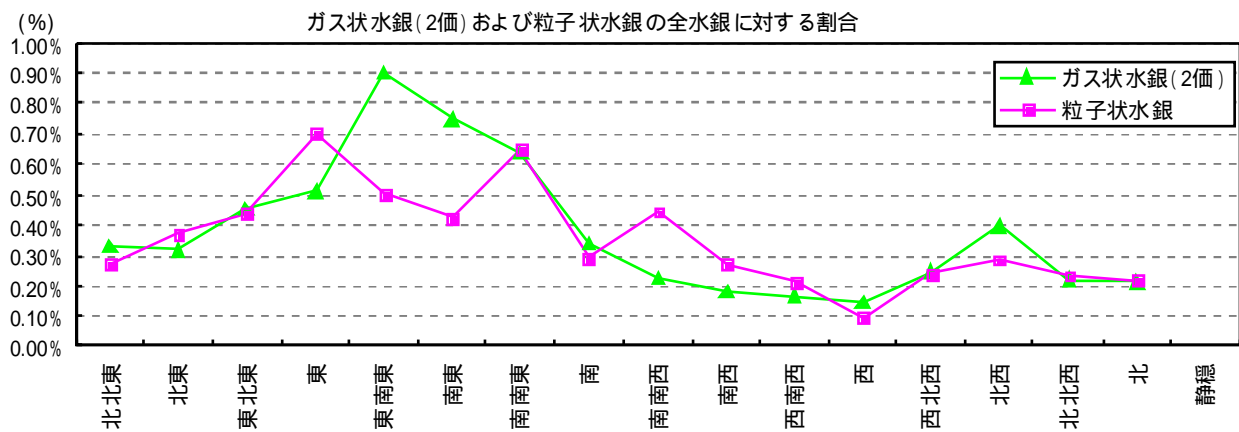
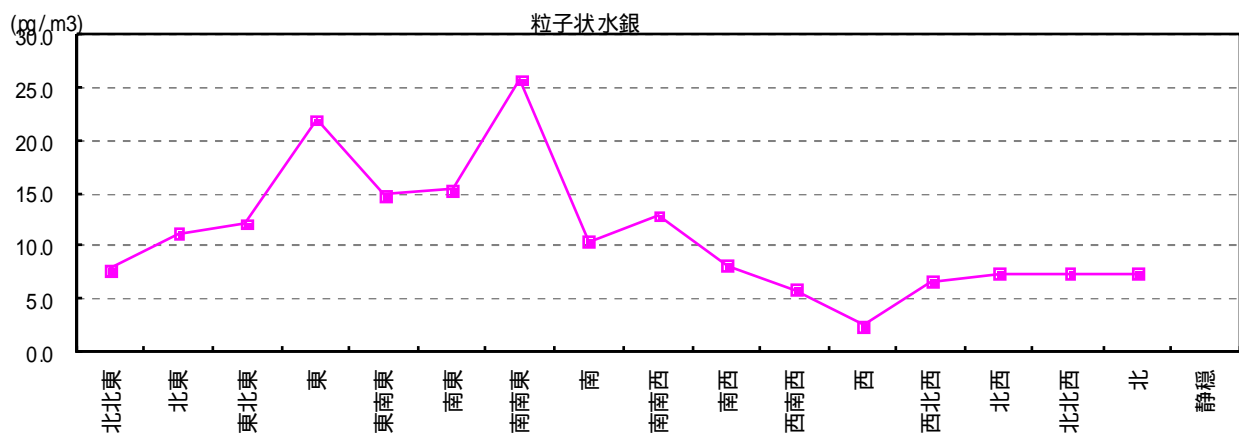
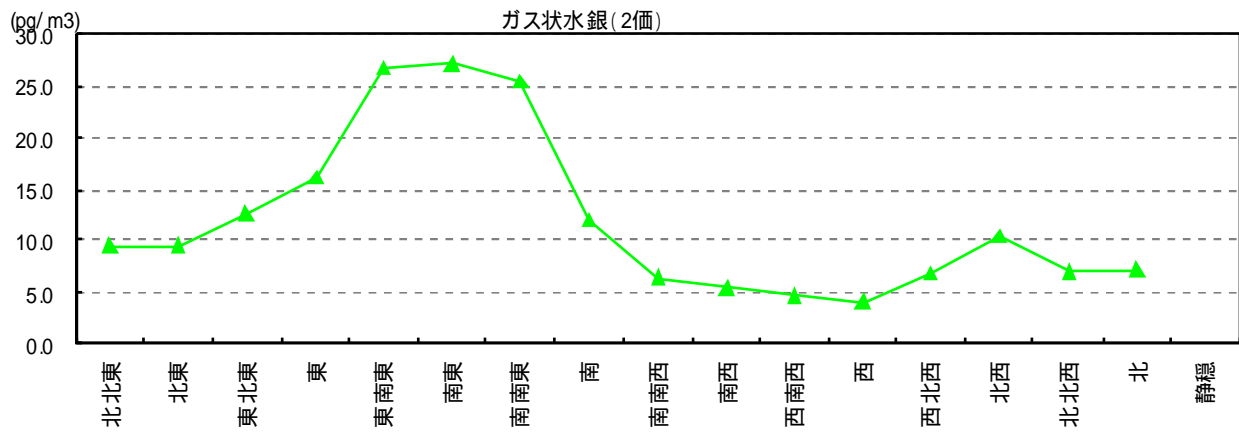
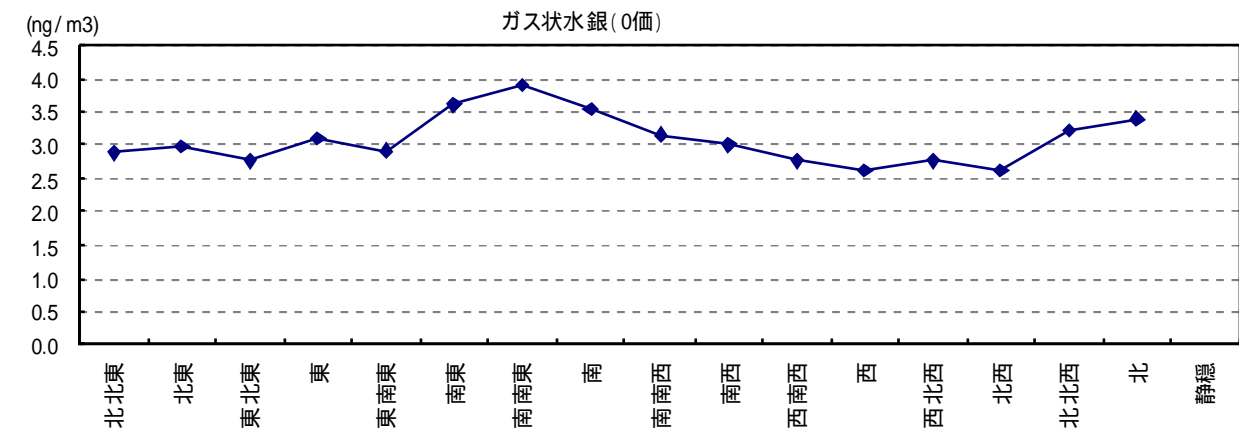
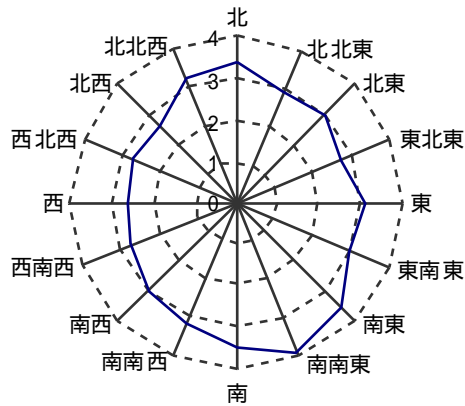
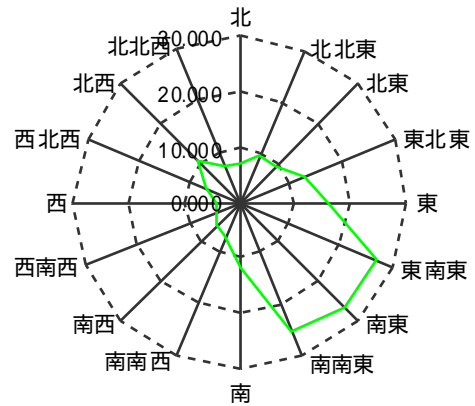


図 6.4 形態別水銀の風向別平均濃度 (2/4 ~ 3/10)

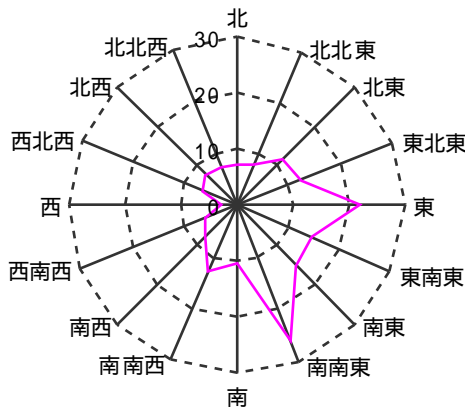
ガス状水銀(0価) (ng/m<sup>3</sup>)



ガス状水銀(2価) (pg/m<sup>3</sup>)

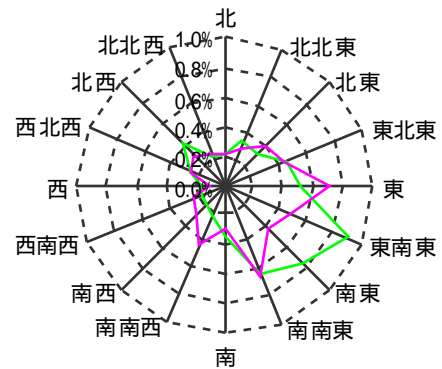


粒子状水銀 (pg/m<sup>3</sup>)

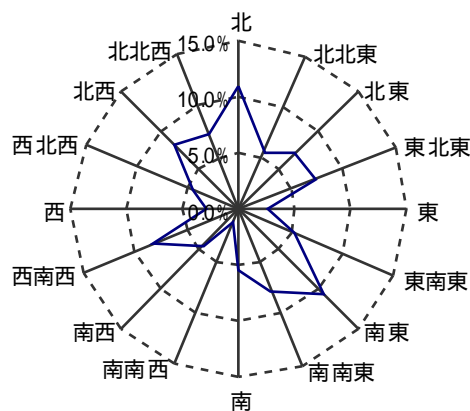


全水銀に対する割合

— ガス状水銀(2価) — 粒子状水銀



風配図



風向風速データは辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションのデータを用いている。

図 6.5 形態別水銀の風向別平均濃度(風配図)(2/4~3/10)

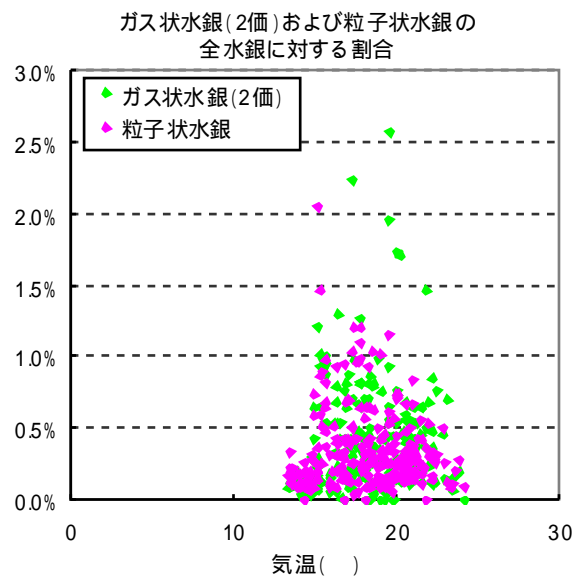
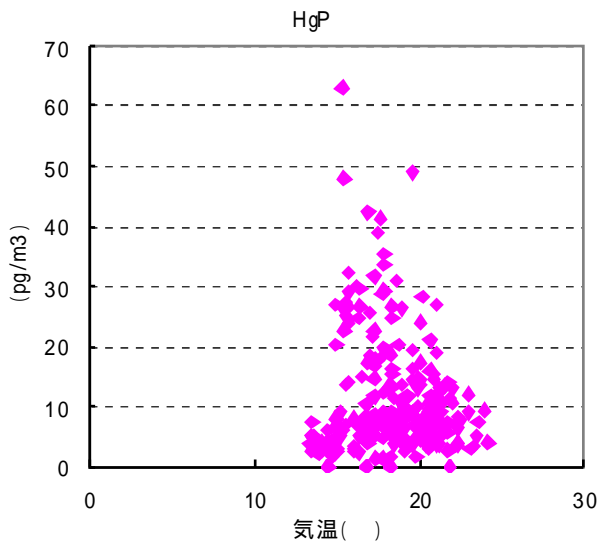
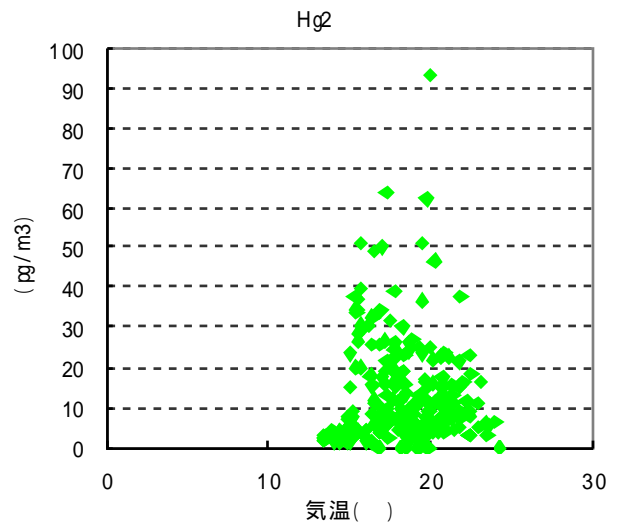
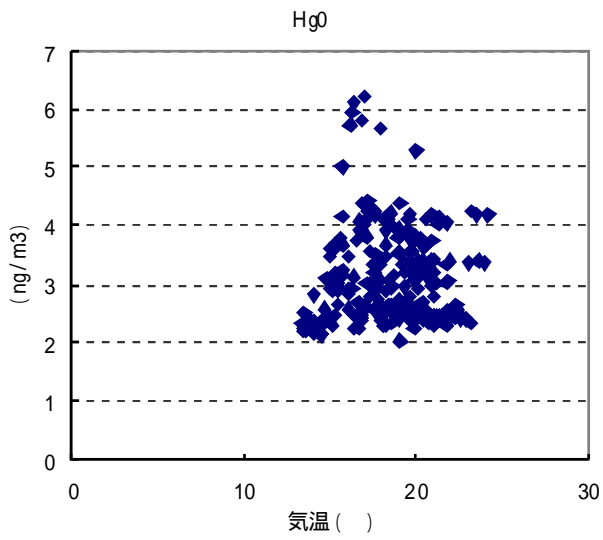


図 6.6 形態別水銀濃度と気温の関係 (2/4~3/10)

## 6.2 ガス状水銀（金アマルガム法）

金アマルガム法によるガス状水銀の測定結果を図 6.7 に示す。辺戸岬では 1.7 ~ 2.3ng/m<sup>3</sup>、隠岐では 1.8 ~ 2.9ng/m<sup>3</sup>であった。

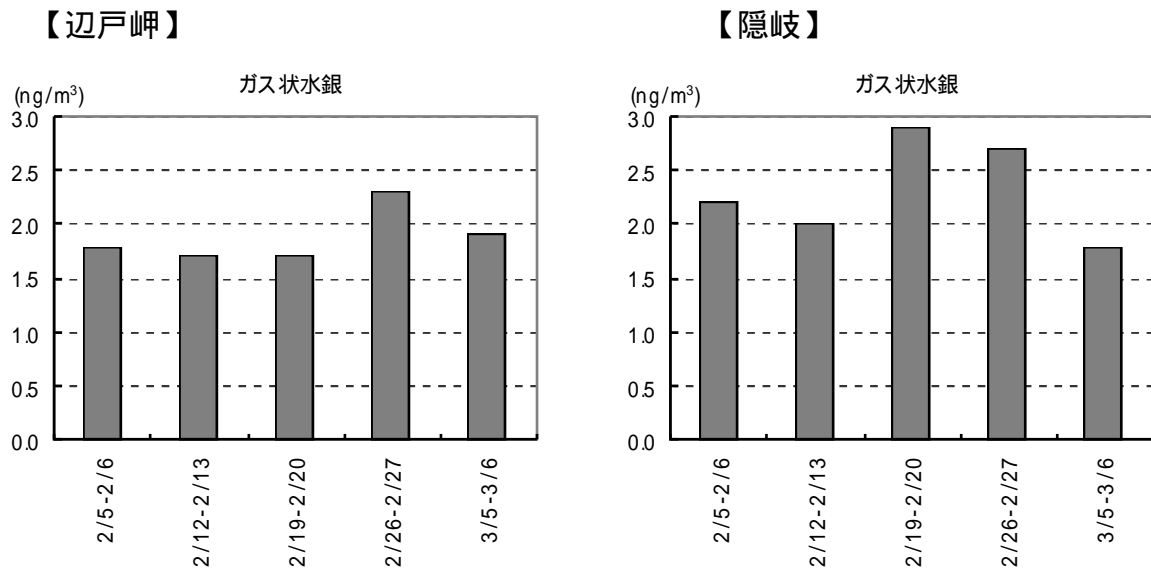


図 6.7 ガス状水銀（金アマルガム法）の測定結果

## 6.3 粒子状物質

粒子状物質中の有害金属及び土壌由来成分金属の測定結果を図 6.8 及び図 6.9 に示す。Cr は辺戸岬で <0.93 ~ <1.3ng/m<sup>3</sup>、隠岐で <0.93 ~ 1.8ng/m<sup>3</sup>であった。Cd は辺戸岬で 0.044 ~ 0.55ng/m<sup>3</sup>、隠岐で 0.22 ~ 1.1ng/m<sup>3</sup>であった。Pb は辺戸岬で 1.4 ~ 20ng/m<sup>3</sup>、隠岐で 5.3 ~ 36ng/m<sup>3</sup>であった。

表 6-2 粒子状物質中の有害金属測定結果の概要

単位：ng/m<sup>3</sup>

地点	項目	2/5-2/12	2/12-2/19	2/19-2/26	2/26-3/5	濃度範囲
辺戸岬	Cr	<0.93	<0.93	<1.3	<1.3	<0.93 ~ <1.3
	Cd	0.55	0.32	0.37	0.044	0.044 ~ 0.55
	Pb	20	5.5	11	1.4	1.4 ~ 20
隠岐	Cr	1.8	<0.93	<1.3	<1.3	<0.93 ~ 1.8
	Cd	1.1	0.24	0.25	0.22	0.22 ~ 1.1
	Pb	36	7.9	8.9	5.3	5.3 ~ 36

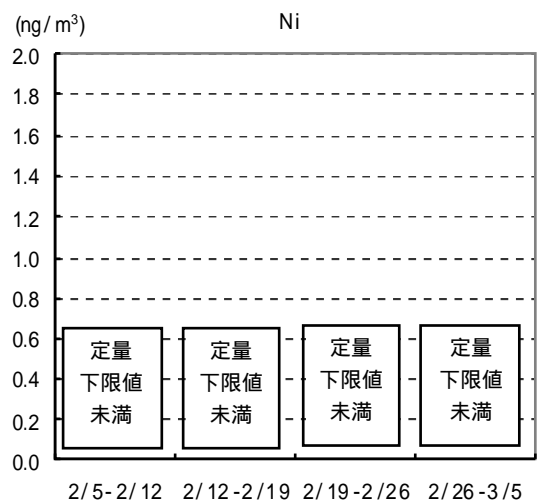
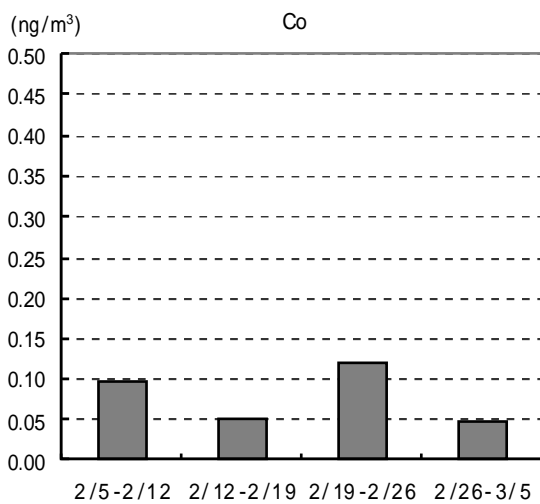
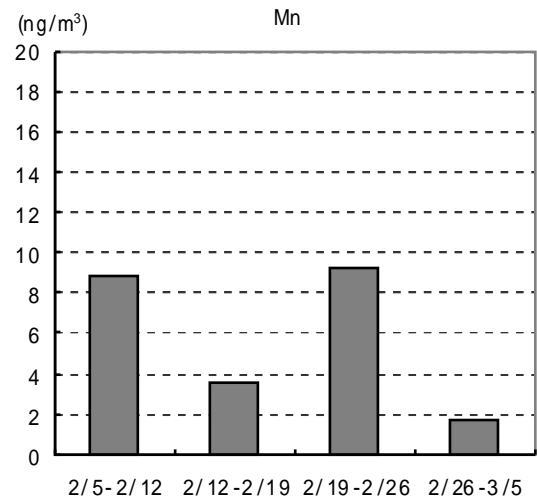
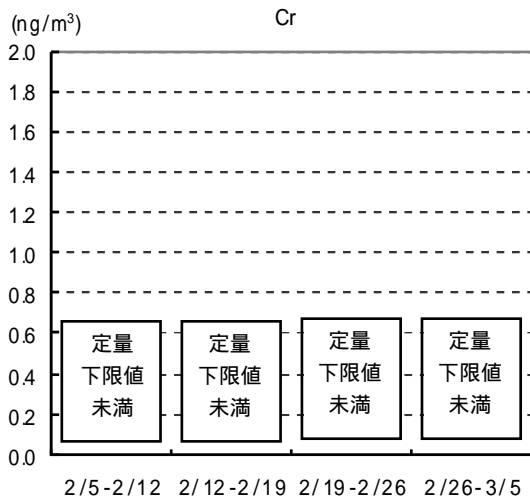
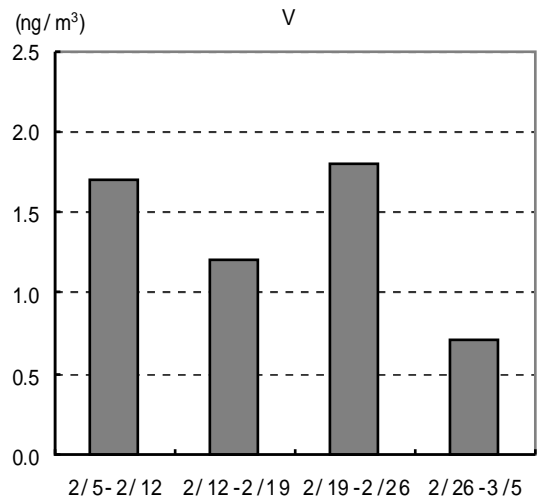
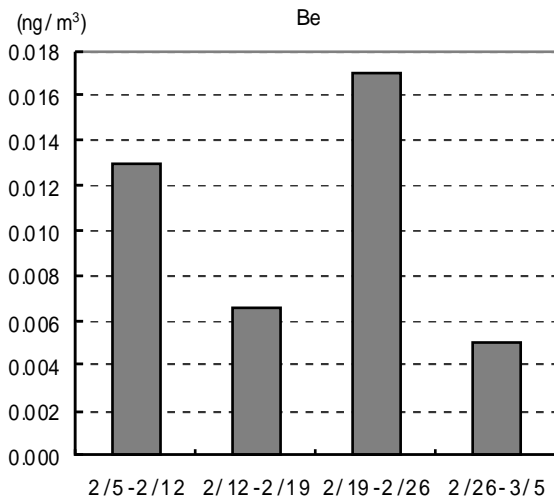


図 6.8(1) 粒子状物質中有害金属の測定結果 (辺戸岬)

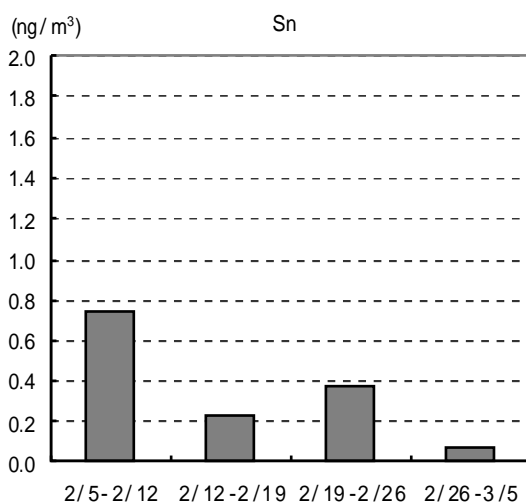
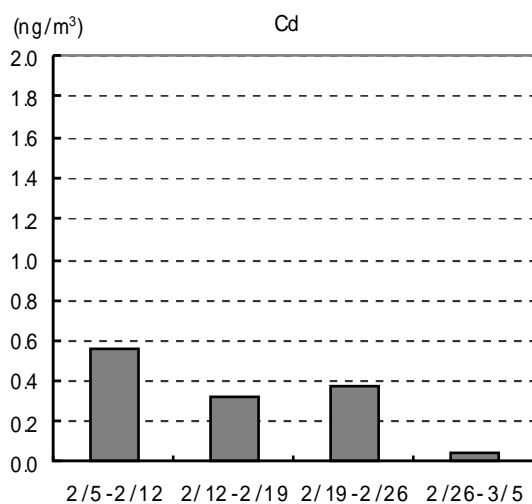
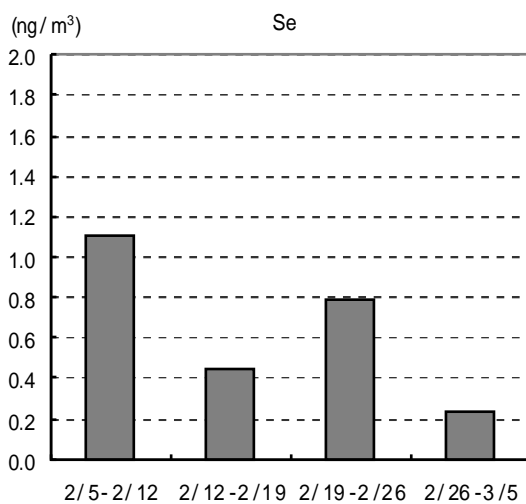
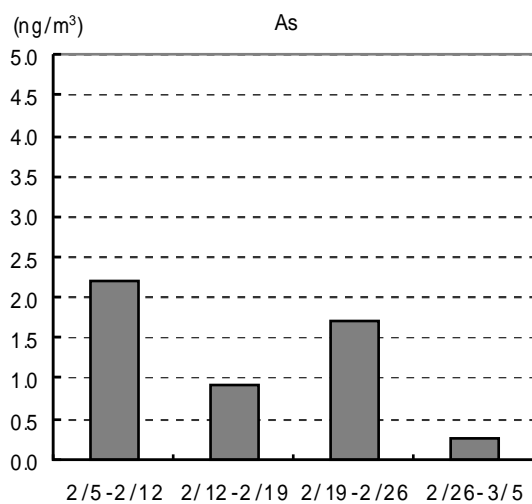
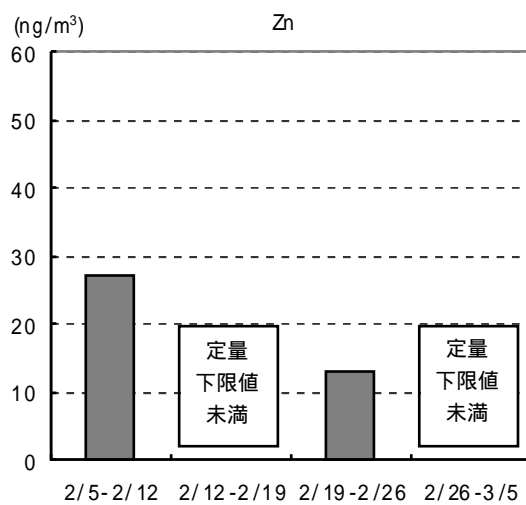
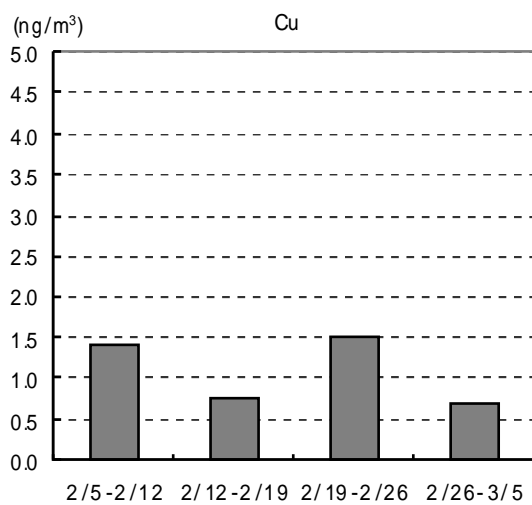


図 6.8(2) 粒子状物質中有害金属の測定結果 (辺戸岬)



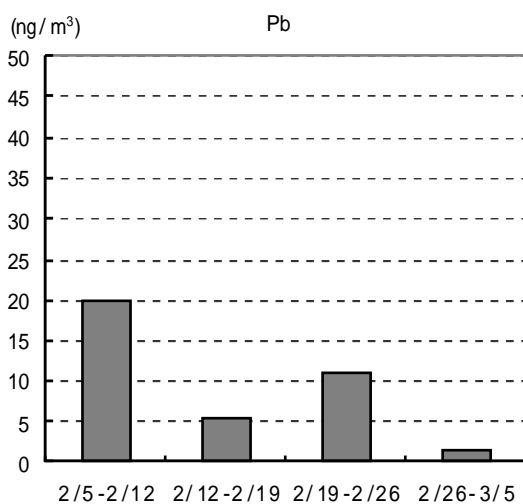
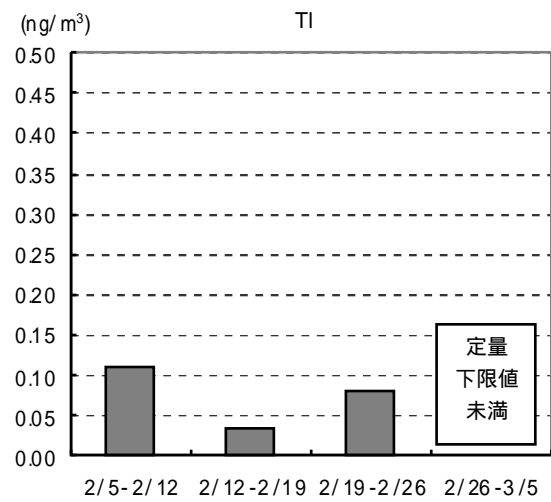
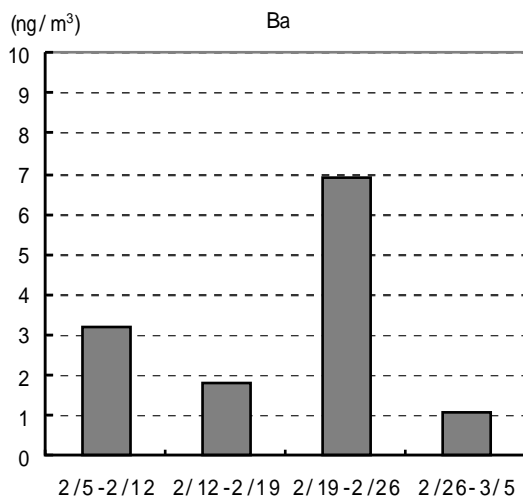
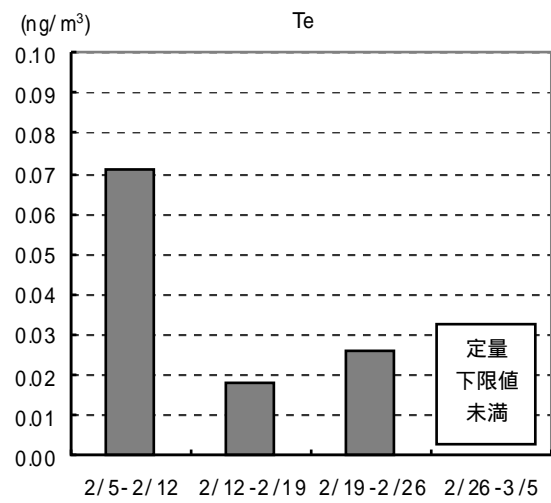
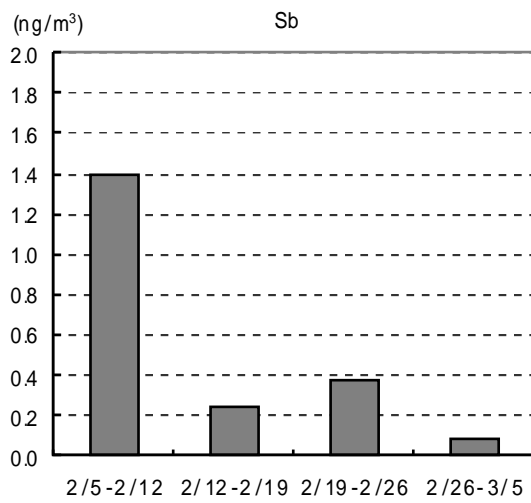


図 6.8(3) 粒子状物質中有害金属の測定結果 (辺戸岬)

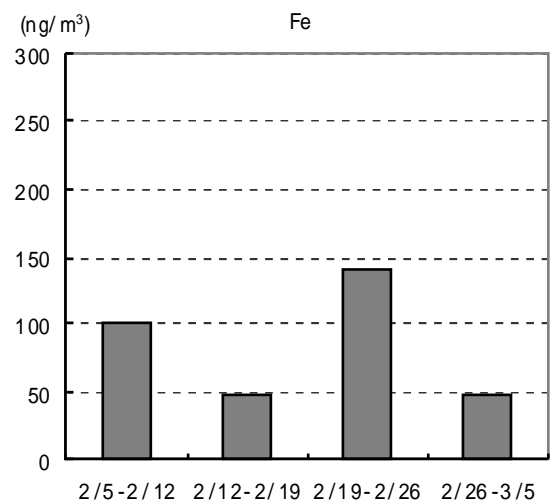
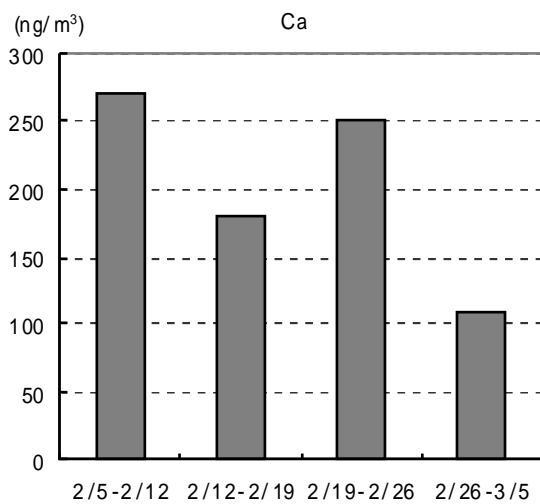
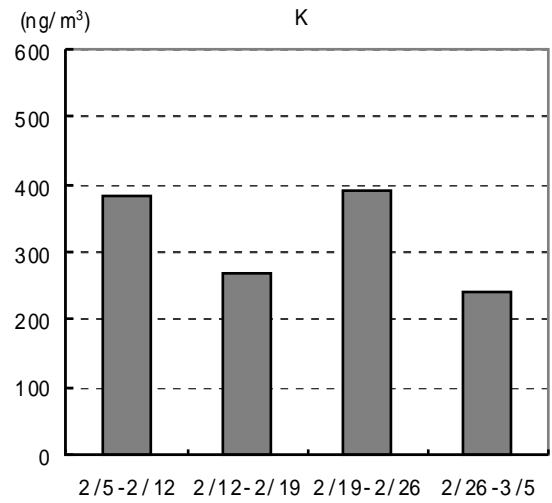
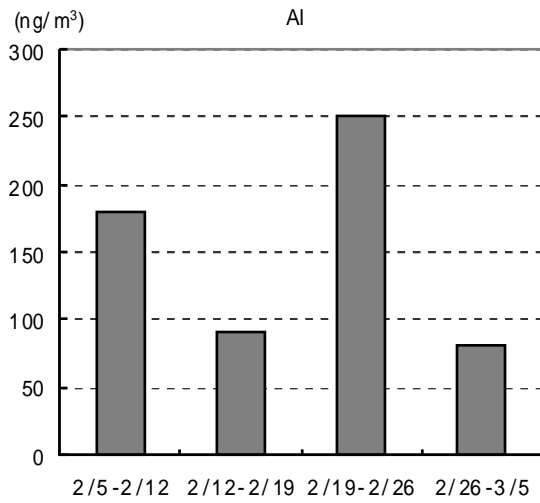
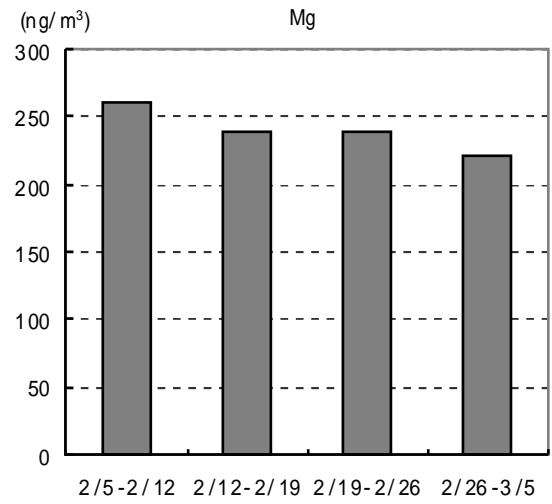
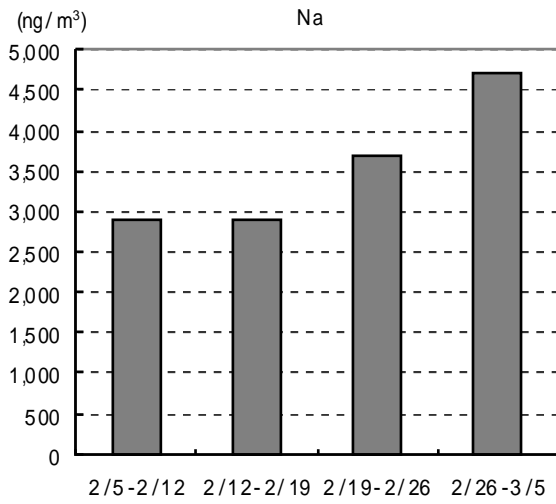


図 6.8(4) 粒子状物質中有害金属の測定結果 (辺戸岬)

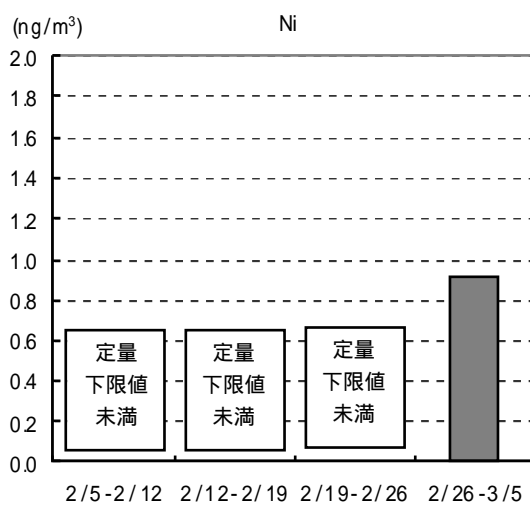
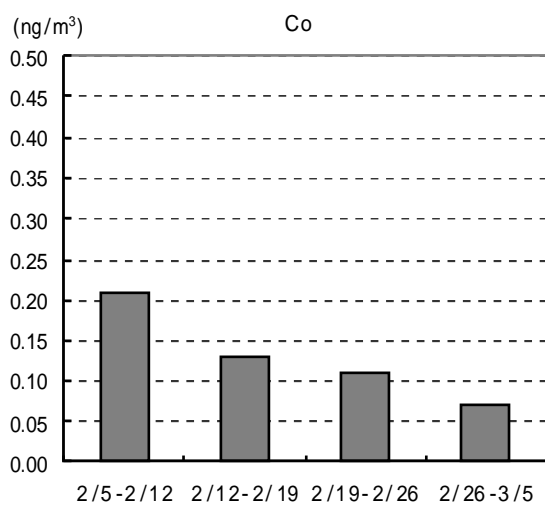
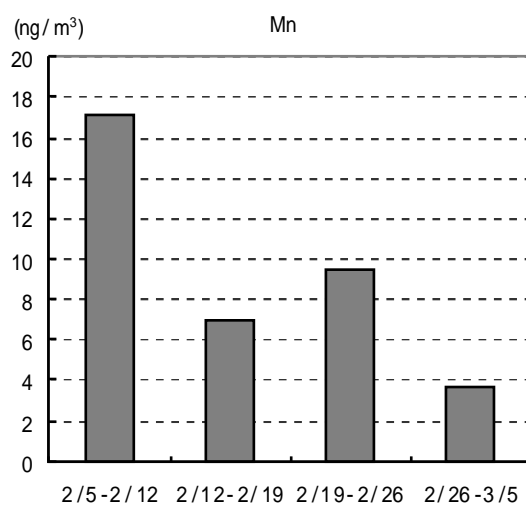
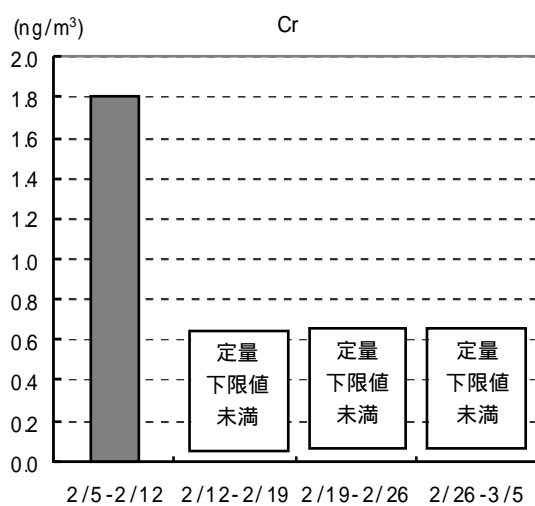
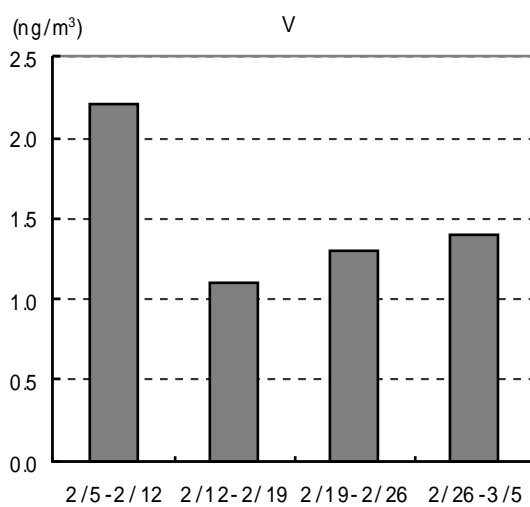
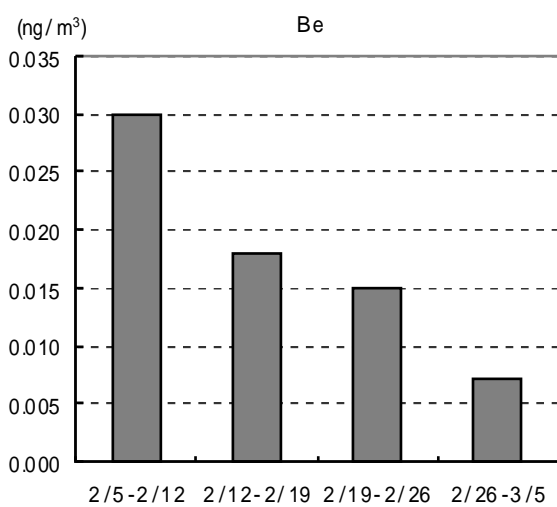


図 6.9(1) 粒子状物質中有害金属の測定結果 (隠岐)

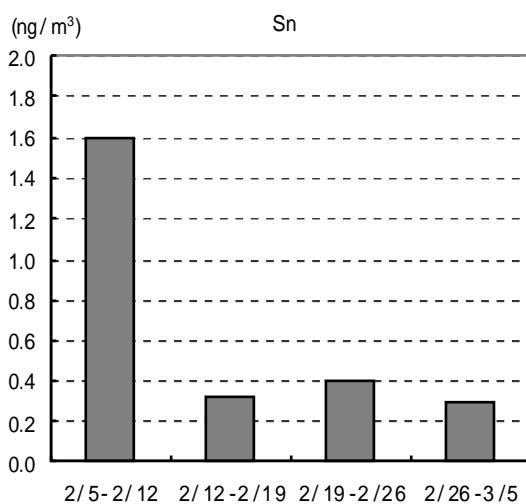
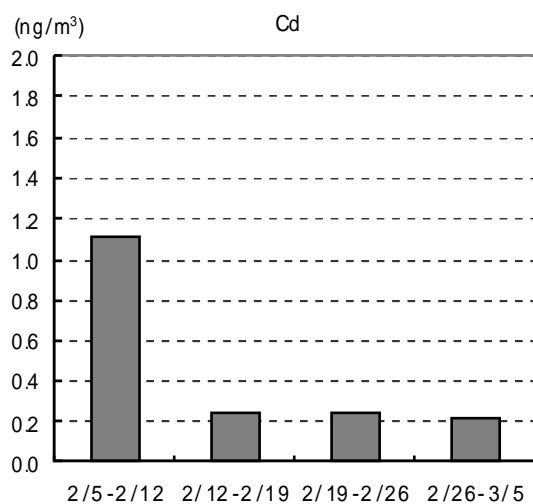
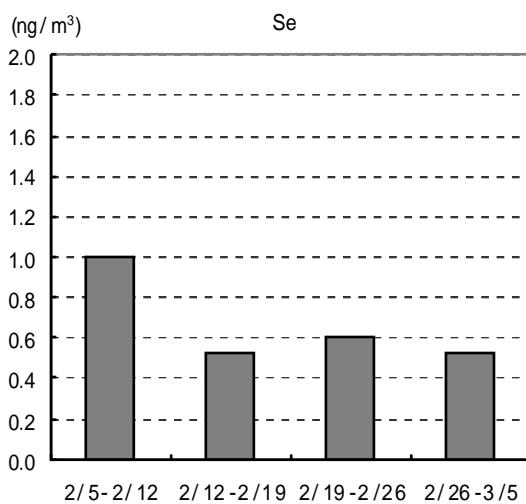
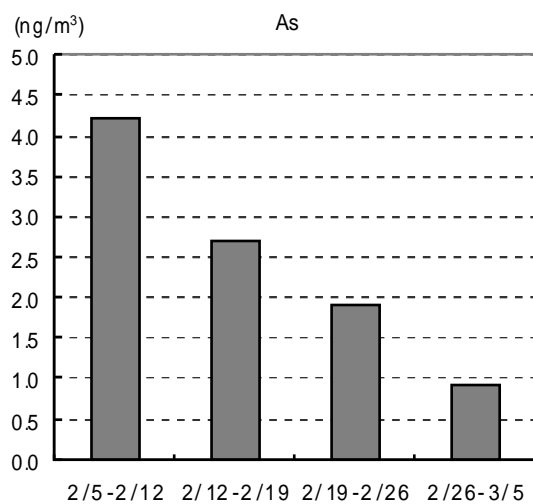
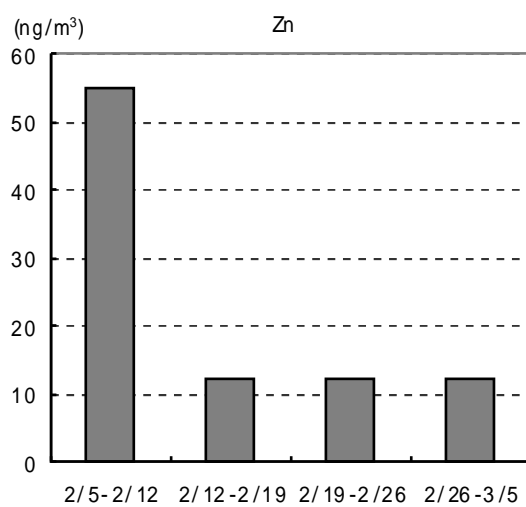
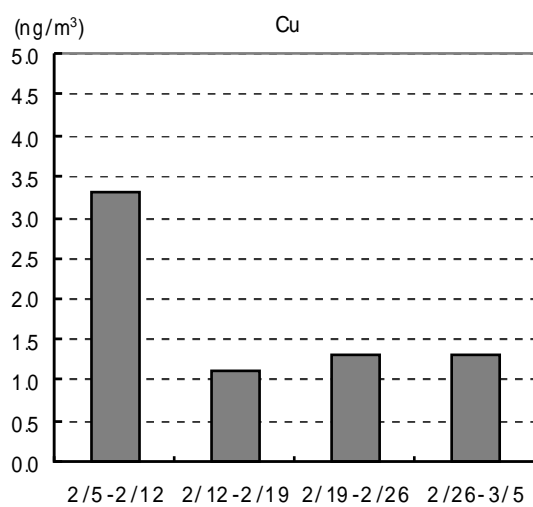


図 6.9(2) 粒子状物質中有害金属の測定結果(隠岐)

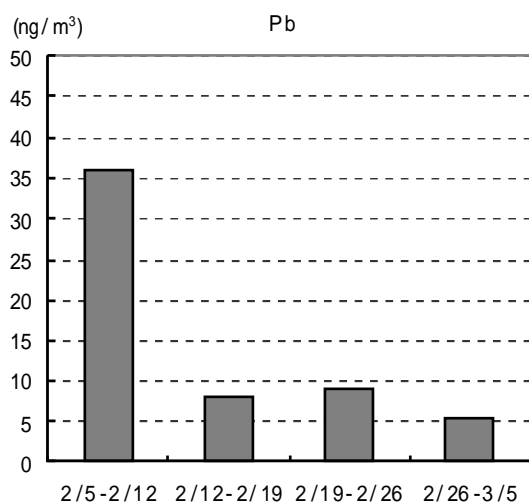
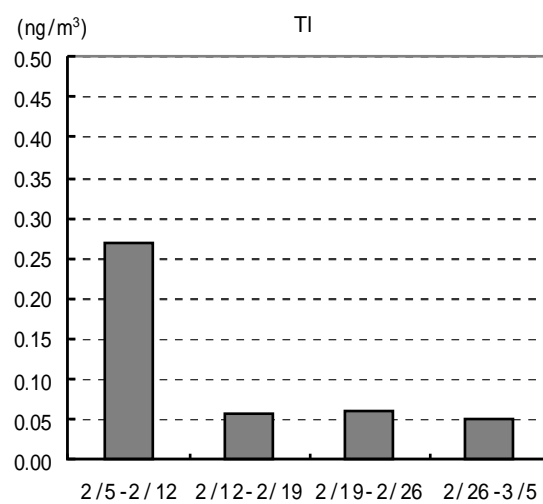
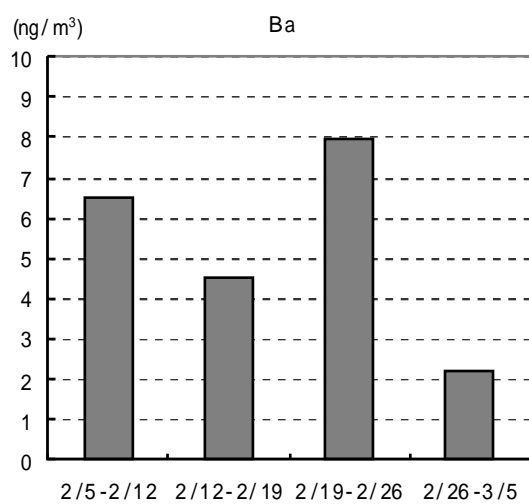
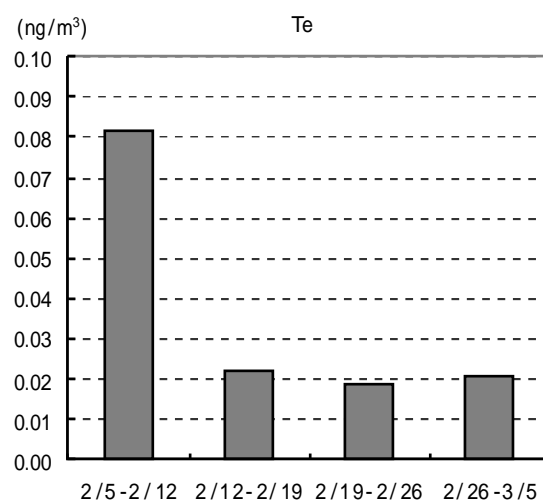
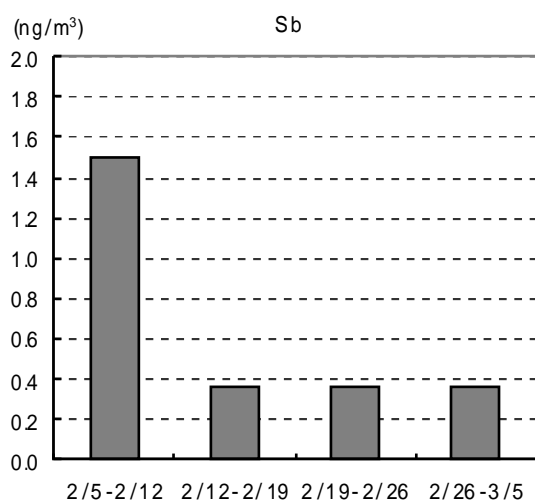


図 6.9(3) 粒子状物質中有害金属の測定結果(隠岐)

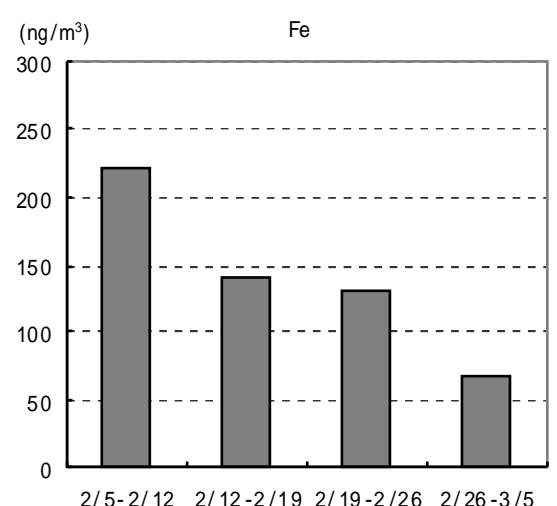
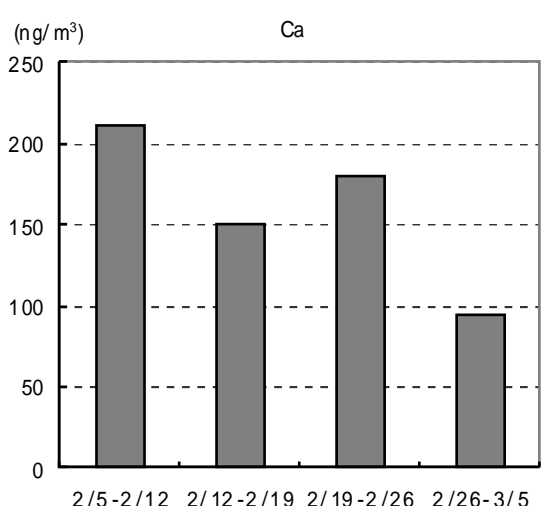
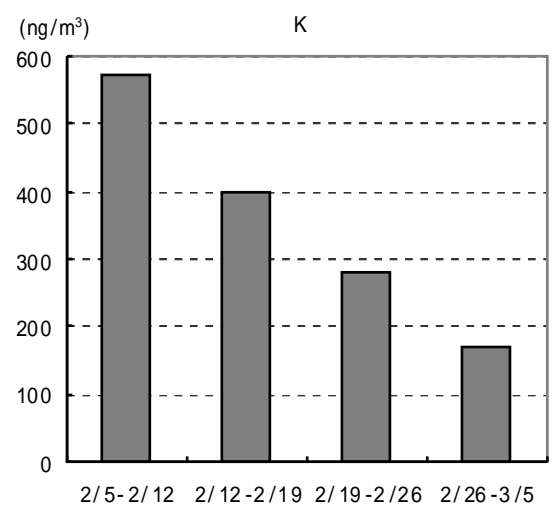
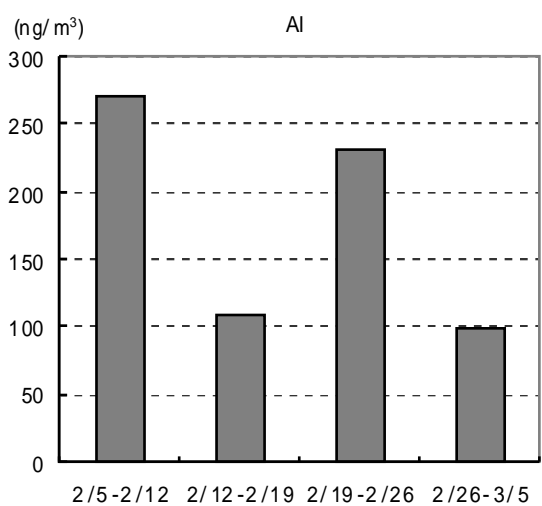
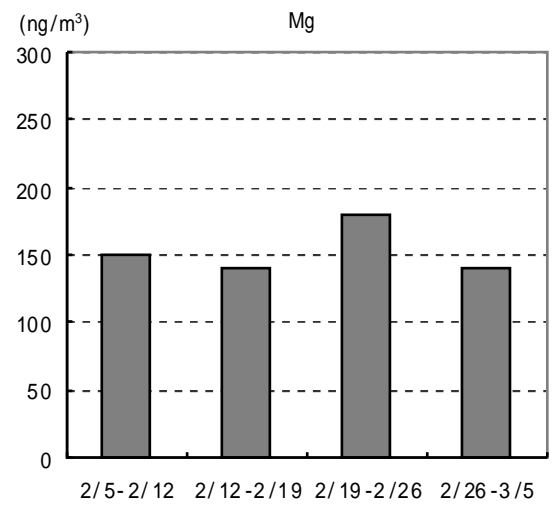
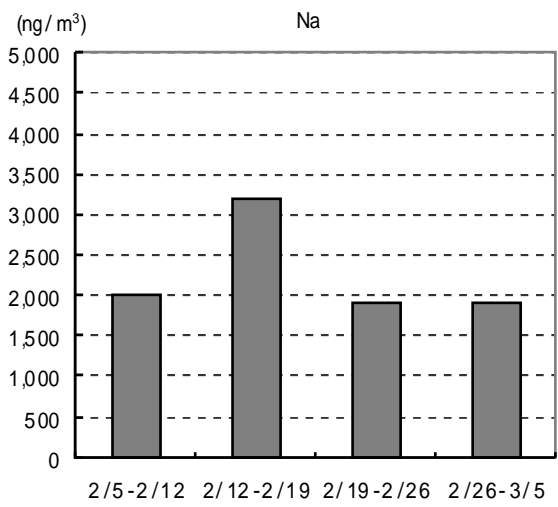


図 6.9(4) 粒子状物質中有害金属の測定結果 (隠岐)



## 7. 環境監視の平成 19 年度の予定（案）

バックグラウンド地域における大気中有害金属類の監視システムを構築するための基礎調査として、平成 18 年度は国内 2 地点において、大気中有害金属類の試行調査を実施した。

平成 19 年度は、辺戸岬において環境監視を継続し、年間を通じた濃度レベルの変動、気象データ等との関係を把握することを目的として行う。

### (1) 調査期間

調査期間は、平成 19 年 4 月 1 日～平成 20 年 3 月 31 日の 1 年間とする。

なお、調査期間は以下の理由から通年とした。

- ・ 長距離輸送による影響を把握するには、短期間の調査よりも年間を通じた長期監視を行うことが望ましいこと。
- ・ 過去 3 年間のトラジェクトリー解析の結果から、大気塊の輸送経路は季節によって大きく変動しており、また、年による差異もみられること。
- ・ これまで辺戸岬で実施した予備調査の結果から、同一月内であっても調査した週によって測定値が大きく異なる場合があったこと。
- ・ 将来、予測モデルとの検証データとして用いる場合、データ数が多く長期に観測されていることが望ましいこと。
- ・ 諸外国では年間の観測が実施されており、四季調査とした場合はこれらのデータとの相互比較が行いにくくなること。

### (2) 調査内容

ガス状水銀、粒子状物質に含まれる有害金属及び降水に含まれる有害金属の測定を行う。

水銀については、化学的な形態によって環境中の挙動や毒性が異なるため、自動形態別測定装置を用いた形態別水銀の連続測定を平成 18 年度に続いて実施することとする。調査地点は、平成 18 年度に実施した「辺戸岬」とする。

表 7-1 試行調査の項目、調査方法及び頻度

区分	調査項目		調査方法	頻度・期間
大気成分	水銀	形態別水銀（ガス状水銀：0 価、2 価、粒子状水銀）	Tekran 社製自動形態別水銀測定装置により測定	連続測定 ×1 年間
	粒子状物質	鉛、カドミウム、銅、亜鉛、砒素、クロム、バナジウム、ニッケル等	ローボリウムエアサンプラーにより 7 日間連続採取し ICP/MS により室内分析	1 回 / 月 ×1 年間
降水成分	粒子状物質と同じ		降水捕集装置により採取し室内分析	1 回 / 月 ×1 年間
気象データ	風向、風速、気温、湿度、気圧		既存の大気監視局、気象観測局等のデータの入手・解析による	1 年間

(a) 水銀

Tekran 社製自動形態別水銀測定装置を用いて形態別水銀の連続測定を行う。形態別水銀測定装置の概要を表 7-2 に示す。

表 7-2 自動形態別水銀測定装置の概要

自動形態別水銀測定装置 (Tekran 社製)	
検出部 : Model 2 5 3 7 A 捕集部 : Model 1 1 3 0	
測定範囲 (ng/m <sup>3</sup> )	0.1 ~ 10,000
検出下限 (ng/m <sup>3</sup> )	0.1 (7.5L サンプル)
流量 (L/min)	0.5 ~ 1.5
試料採取間隔	2.5 ~ 60min (ガス状 : 5min、粒子状 : 60min)
測定頻度	1 時間値を 2 時間毎 (1 日 1 2 回測定) 粒子状、ガス状水銀 (2 価) は校正のため 1 日 1 回欠測

(b) 粒子状物質

サンプリングは、全粒子 (TSP) を対象とし、ローボリュームエアサンプラを用いて 7 日間連続採取 (1 回 / 月) する。採取試料の分析は、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル 大気中の重金属類の多元素同時測定方法」(環境省、平成 18 年 2 月) に準じて ICP-MS 等により行う。

(c) 降水試料

サンプリングは、感雨計により自動的に降水試料のみを採取できる降水サンプラーを用いて採取 (1 回 / 月) する。採取試料の分析は、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル 大気中の重金属類の多元素同時測定方法」(環境省、平成 18 年 2 月) に準じて ICP-MS 等により行う。

(d) 測定項目

測定項目は、表 7-3 に示すとおりである。

水銀については、形態別水銀の自動測定のほか、粒子状物質及び降水試料についても、ICP-MS による分析を行う。

また、粒子状物質の由来を把握するため、土壌、黄砂、海塩粒子の代表的な指標成分としてアルミニウム、鉄、カルシウム、ナトリウムの分析を行う。

表 7-3 有害金属類の測定項目

区分	番号	測定項目	備考			
			RoHS	大防法	有害大気	
形態別水銀	1	ガス状 0 価	Hg(0)			
	2	ガス状 2 価	Hg(2)			
	3	粒子状水銀	Hg(P)			
粒子・降水	有害	4	鉛	Pb		
		5	カドミウム	Cd		
		6	銅	Cu		
		7	亜鉛	Zn		
		8	砒素	As		
		9	クロム	Cr		
		10	バナジウム	V		
		11	ニッケル	Ni		
		12	セレン	Se		
		13	アンチモン	Sb		
		14	バリウム	Ba		
		15	コバルト	Co		
		16	マンガン	Mn		
		17	スズ	Sn		
		18	テルル	Te		
		19	タリウム	Tl		
		20	ベリリウム	Be		
		21	水銀(注)	Hg		
		指標	22	アルミニウム	Al	
			23	鉄	Fe	
			24	カルシウム	Ca	
	25		ナトリウム	Na		

注) 水銀の測定は降水についてのみ行う。

参考：辺戸岬における観測設備の概要（本調査以外）

List of instruments at CHAAMS

Location	Cape Hedo, Okinawa	26.87 °N, 128.26 °E
	Instrument type & Manufacturer (Owner)	Parameter
<b>Aerosols</b>		
Optical thickness Angstrom coefficient	Sky radiometer, Prede, POM-01 (RIHN)	optical thickness, single scattering albedo, size distribution
	i-sky radiometer, Prede, POM-02 (CEReS, CU)	same as above
Vertical distribution	Lidar, Shibata, L2S-SM II (NIES)	aerosol vertical profiles, depolarization
Scattering coefficient	Nephelometer, TSI, MODEL3563 (RIHN)	scattering coefficient
	Nephelometer, Radiance Research, M903 (CEReS, CU)	scattering coefficient
Absorption coefficient	Aethalometer, Magee Scientific, AE-31 (RIHN)	absorption coefficient
	PSAP, Radiation Research (Only for IFE) (CEReS, CU)	absorption coefficient
Particle number	OPC, Met One, Model 237 (CEReS, CU)	size distribution
	OPC, Royco, LAS 236 (Only for IFE) (CEReS, CU)	size distribution
Particle mass concentration	TEOM Particulate mass monitor, R&P, 1400 (NIES)	particulate mass conc.
aerosol chemical components	Q-Aerosol mass spectrometer, AERODYNE (NIES)	aerosol chemical composition
	Nitrate monitor, R&P, 8400N (NIES)	nitrate conc.
	Hi-Vol sampler, Shibata (NIES)	filter sampling (organics: quartz fiber filter)
	Hi-Vol sampler, Shibata (Ryukyu U.)	filter sampling (inorganic ions: Teflon filter)
	PM10, PM2.5 sampler, Peking Geological Instruments (NIES)	filter sampling (elements: polycarbonate filter)
Black carbon	EC/OC monitor, R&P, 5400 (NIES)	elemental carbon and organic carbon concentrations
	BC monitor, TEI, MAAP5012 (RIHN)	absorption coefficient
<b>Clouds</b>		
Optical thickness	i-Sky radiometer, Prede, POM-02 (CEReS, CU)	cloud optical thickness, effective radius
Cloud amount	Skyview, Prede, PSV-100 (CEReS, CU)	cloud fraction
Water content	Microwave radiometer, Radiometrics, WVR-1100 (CEReS, CU)	precipitable water, liquid water pth
Cloud height Dist.	Cloud radar, FM-CW 94GHz (Chiba U. made) (CEReS, CU)	liquid water profile
<b>Radiation</b>		
	Pyrheliometer, Kipp & Zonen, CH-01 (CEReS, CU)	direct solar radiation
	Pyranometer Kipp & Zonen, CM21 (CEReS, CU)	global solar radiation
	Pyrgeometer, Eppley Lab., PIR (CEReS, CU)	terrestrial radiation
<b>Gas</b>		
NOy and HNO <sub>3</sub> (g)	NOx monitor, TEI, Model 42C (modified) (Osaka Pref. U.)	NOy and HNO <sub>3</sub> (g) conc.
HC	HC monitoring system, GC, Shimadzu (Meijo U)	HC (C =< 5) conc.
NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> monitor, Omnisense, T310 (NIES)	NH <sub>3</sub> conc.
<b>Weather</b>		
Temp., Humidity, Press., Rain, Wind	Weather Trasmitter, VISALA WXT510 (NIES)	temp., humidity, press., rain, wind
Temp. Humidity, Wind	Ultrasonic Anemometer, Gill Wind Sonic (RIHN)	temp. humidity, wind
Temp., Humidity, Press., Wind	Temperature/RH sensor, VISALA HMP45A (RIHN)	temperature, humidity, pressure
	Temperature/RH/Pressure sensor MET3 (CEReS, CU)	temperature, humidity, pressure

RIHN: Research Institute for Humanity and Nature, CEReS: Center for Environmental Remote Sensing, Chiba Univer  
NIES: National Institute for Environmental Studies 31