

辺戸岬における環境監視結果 (中間報告)

(期間：2009.4～2009.10)

目次

第 1 章 環境監視結果の概要	1
第 2 章 環境監視結果 (詳細版)	6
1.1 大気中水銀濃度	6
1.2 降水中の水銀	48
1.3 その他有害金属類等の測定結果	50

第1章 環境監視結果の概要

(1) 大気中水銀

Tekran 社製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である。

2009年4月～10月の調査結果の概要

- ・ ガス状0価水銀の1時間値は1.5～5.0 ng/m³の範囲にあり、平均値は2.0 ng/m³であった。
- ・ ガス状0価水銀濃度のピーク(短期的な上昇)の出現頻度及びその濃度は季節によって異なっていた。
- ・ ガス状0価水銀濃度のピークは夏季にはほとんど現れなかった。ピークが季節により異なる理由として、気象条件が関係している可能性が考えられた。
- ・ バックトラジェクトリー計算によると、ガス状0価水銀濃度が高い時期は低い時期に比べて中国大陸を通過して到達しているケースが相対的に多かった。

過年度調査結果との比較

- ・ 過年度との比較は表 1-1 及び図 1-1 は示すとおりであり、平均値にやや差が見られるものの、過年度調査においては欠測期間があったこと等を踏まえると、過年度の単純な比較は困難であり、濃度範囲はこれまでの調査とほぼ同様と考えるのが適当である。

表 1-1 0価水銀の過年度調査結果(1時間値の平均値及び範囲)

(単位：ng/m³)

調査時期	平均値	最小値	最大値
2007年10月～2008年3月	1.5	0.8	4.4
2008年4月～2009年3月	1.8	1.0	5.2
2009年4月～2008年10月	2.0	1.5	5.0

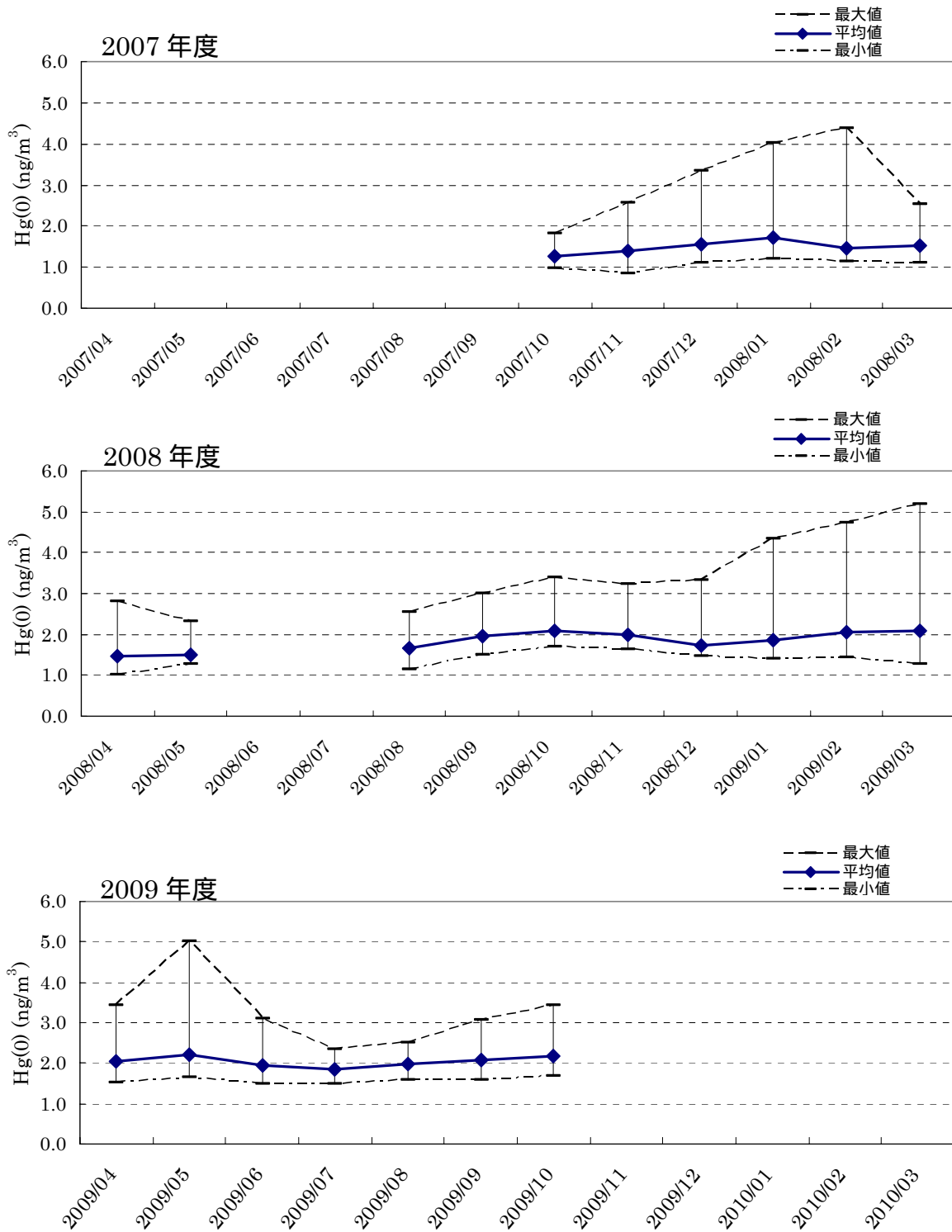


図 1-1 0 価水銀濃度の月別測定結果(1 時間値の平均値及び範囲)

(参考) 有害大気汚染物質モニタリング調査結果、指針値との比較

大気中水銀濃度については、健康リスクの低減を図るための指針として年平均値 40ng/m³ が定められており、全国の地方公共団体において有害大気汚染物質モニタリング調査の一環として測定が行われている。全国の一般環境地域におけるモニタリング調査による主審濃度測定結果の概要を表 1-2 及び図 1-2 に示す。

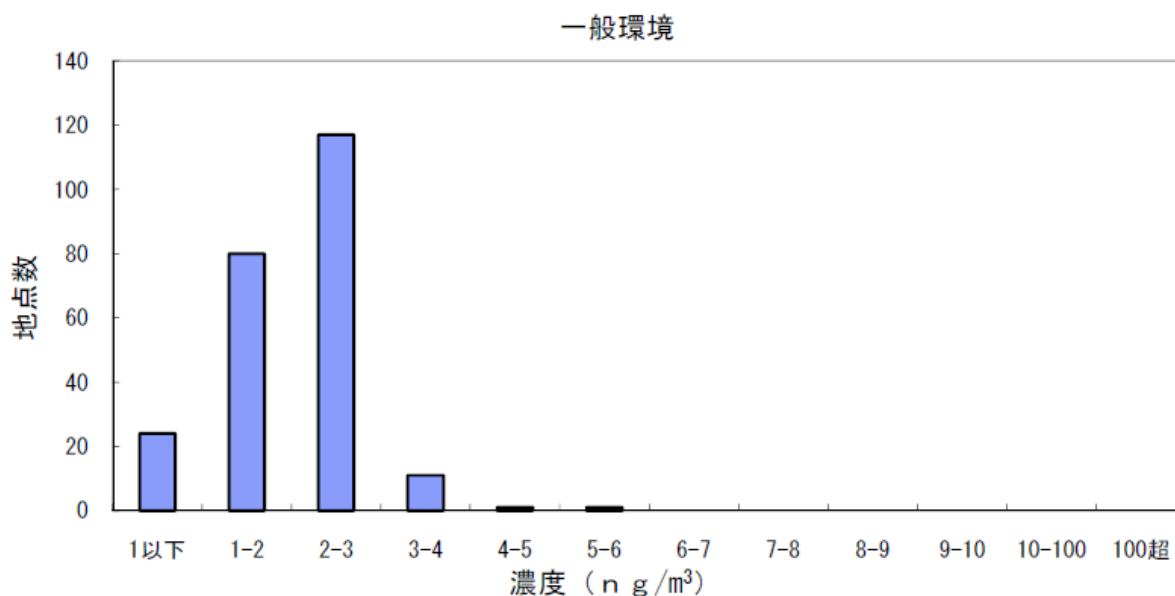
なお、本調査と有害大気汚染物質モニタリング調査とは、調査地域や調査時期・頻度、調査手法が異なることに留意が必要である。

表 1-2 有害大気汚染物質モニタリング調査結果の概要(2007 年度)
(ng/m³)

項目	地域	地点数	平均	最小	最大
ガス状水銀	一般環境	204 (234)	2.1 (2.1)	0.56 (0.0019)	4.2 (5.7)

注) ()は年平均値として評価することができないデータ等も含めた数値である。

出典: 環境省「平成 19 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果」



出典: 環境省「平成 19 年度有害大気汚染物質モニタリング調査結果」

図 1-2 有害大気汚染物質モニタリング調査結果の概要(2007 年度)

(2) 降水中水銀

2009年4月～10月の調査結果の概要

週1回降水を回収し、降水中の水銀濃度を測定するとともに、降水量と水銀濃度から湿性沈着量を求めた。測定結果の概要は以下のとおりである。

- ・ 降水の水銀濃度は0.7～17.5 ng/Lの範囲にあり、平均値は4.2 ng/Lであった。
- ・ 水銀の湿性沈着量は平均114 ng/m²/週であった。

過年度調査結果との比較

- ・ 前年度との比較は表2-3を示すとおりであり、水銀濃度及び湿性沈着量ともおおむね前年度と同程度の値であった。

表 2-3 降水中水銀濃度及び湿性沈着量の期間平均値及び範囲

調査時期	水銀濃度(ng/L)			湿性沈着量(ng/m ² /週)		
	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
2008年4月～2009年3月	4.6	0.38	15.7	120	0	860
2009年4月～2008年10月	4.2	0.70	17.5	114	0	586

(3) その他有害金属類等

大気中の粒子状物質(全粒子)を7日間連続採取し、フィルターに捕集された金属成分濃度を測定した。測定結果の概要は以下のとおりである。

2009年4月～10月の調査結果の概要

- ・ 有害金属類等の大気中濃度は、クロム(Cr)が平均 0.78ng/m³ (最大 2.7 ng/m³)、カドミウム(Cd)が平均 0.11ng/m³ (最大 0.28 ng/m³)、鉛(Pb)が平均 3.6ng/m³ (最大 11 ng/m³)等であった。
- ・ 季節別には、春季の粉じん濃度、金属類濃度が他の季節に比べ高かった。金属類の多くが春季、秋季の順に高く、夏季に最も低かった。
- ・ 有害金属類等と自然由来成分の関係を見ると、有害金属類等の濃度は海塩粒子 (Na、Mg)よりも、土壌粒子 (Al、Fe)との相関が高かった。

過年度調査結果との比較

- ・ 前年度との比較は表 2-4 を示すとおりであり、クロムの最大値が前年度よりやや高いものの、全般的にはおおむね前年度と同程度の値であった。

表 2-4 粒子状物質中の有害金属類の平均値及び最大値

項目	単位	2007年度		2008年度		2009/04-2009/10	
		平均	最大	平均	最大	平均	最大
クロム(Cr)	ng/m ³	0.99	2.5	0.52	1.4	0.78	2.7
カドミウム(Cd)	ng/m ³	0.27	1.6	0.13	0.5	0.11	0.28
鉛(Pb)	ng/m ³	11	86	4.6	19	3.6	11

第2章 環境監視結果（詳細版）

1.1 大気中水銀濃度

1.1.1 測定結果の概要

0 価水銀濃度の月別測定結果の概要を表 1.1-1 及び図 1.1-1 に示す。

水銀の1時間値は1.5～5.0 ng/m³の範囲にあり、平均値は2.0 ng/m³であった。月別には、6月～8月の平均濃度がその前後の月よりもやや低く、濃度のピーク（短期的な濃度の上昇）も夏季に少なく、春季及び秋季に多く見られた。

0 価水銀濃度のピークが秋季から春季にかけて多い現象は2008年度も確認されており、本地域における0 価水銀濃度の一般的なパターンと考えられる。

表 1.1-1 0 価水銀濃度の月別測定結果の概要

2009 年度

単位：ng/m³

年月	200904	200905	200906	200907	200908	200909	200910	200911	200912	201001	201002	201003	全期間
平均値	2.0	2.2	2.0	1.8	2.0	2.1	2.2						2.0
中央値	2.0	2.1	1.9	1.8	2.0	2.0	2.1						2.0
最小値	1.5	1.7	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7						1.5
最大値	3.4	5.0	3.1	2.3	2.5	3.1	3.4						5.0
標準偏差	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3						0.3
データ数 (時間)	354	360	336	362	427	460	371						2,670

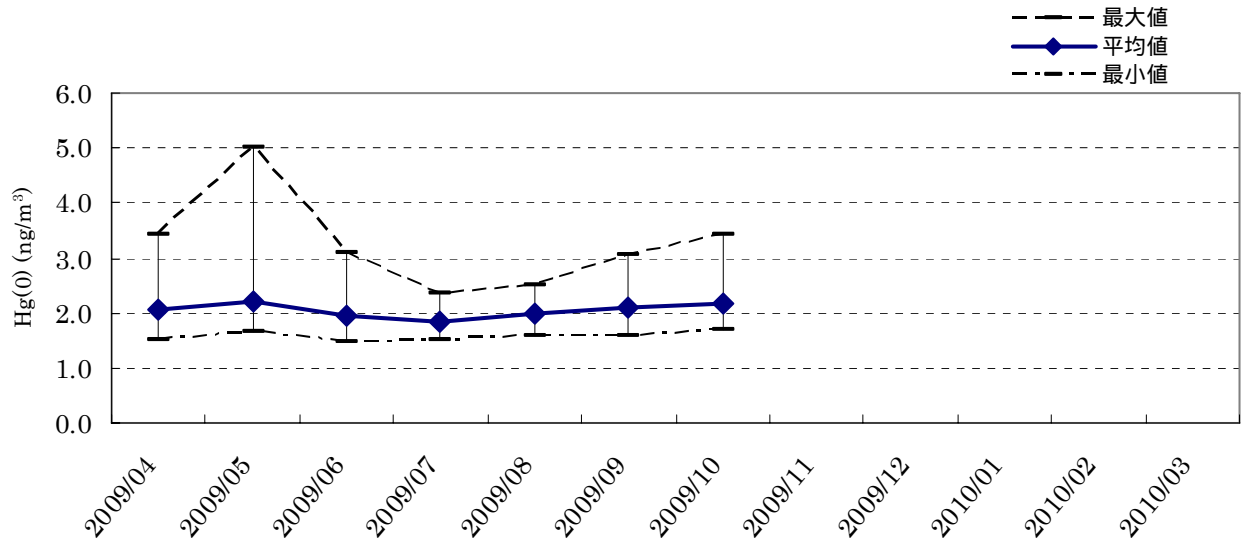
注)「-」は欠測を示す。

(参考)2008 年度

単位：ng/m³

年月	200804	200805	200806	200807	200808	200809	200810	200811	200812	200901	200902	200903	全期間
平均値	1.5	1.5	-	-	1.7	2.0	2.1	2.0	1.7	1.9	2.1	2.1	1.8
中央値	1.4	1.5	-	-	1.6	1.9	2.0	1.9	1.7	1.7	1.8	2.1	1.8
最小値	1.0	1.3	-	-	1.1	1.5	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.0
最大値	2.8	2.3	-	-	2.5	3.0	3.4	3.2	3.3	4.3	4.7	5.2	5.2
標準偏差	0.3	0.2	-	-	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.5	0.4
データ数 (時間)	336	175	-	-	278	277	316	309	329	340	220	142	2,722

注)「-」は欠測を示す。



(参考) 2007年10月~2009年3月

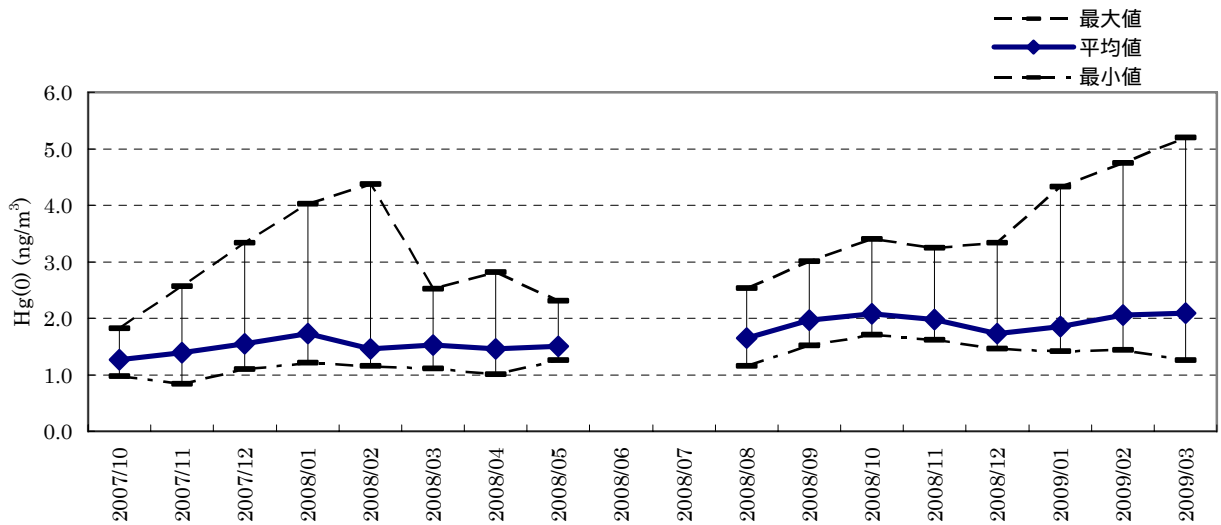


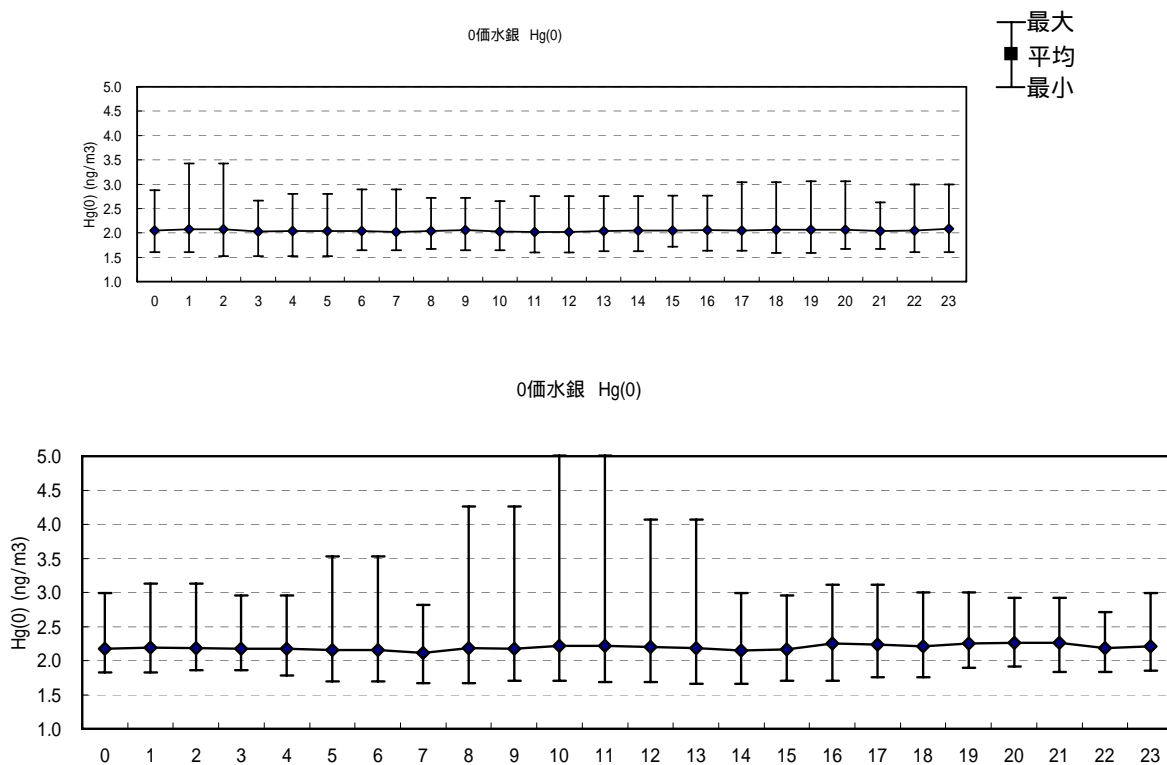
図 1.1-1 0価水銀濃度の月別測定結果の概要

1.1.2 時刻別濃度・曜日別濃度・風向別濃度

(4) 時刻別濃度

0 価水銀の時刻別濃度は図 1.1-2 に示すとおりであり、時刻による大きな濃度変化はなかった。

2009 年 4 月



2009 年 6 月

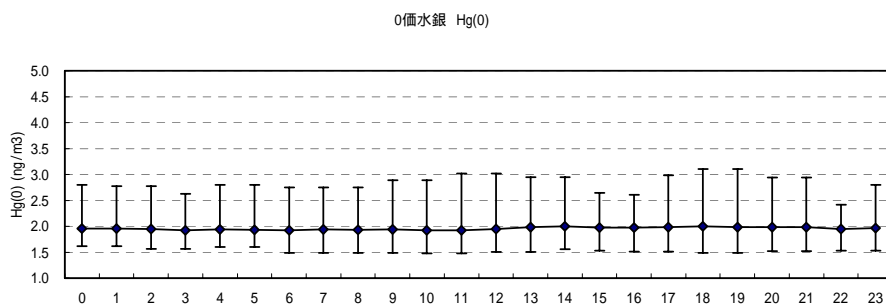
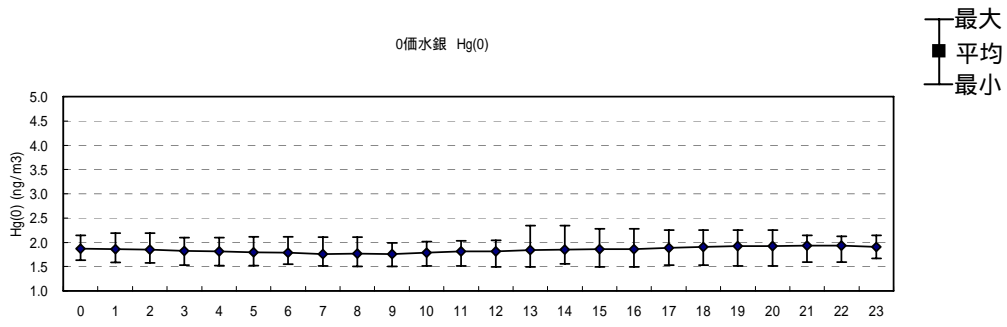
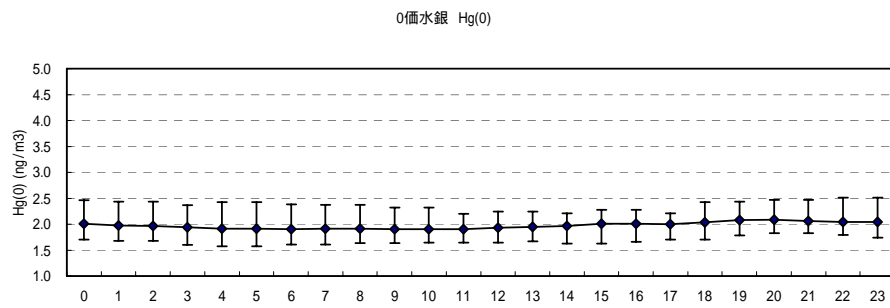


図 1.1-2 (1) 0 価水銀の時刻別濃度

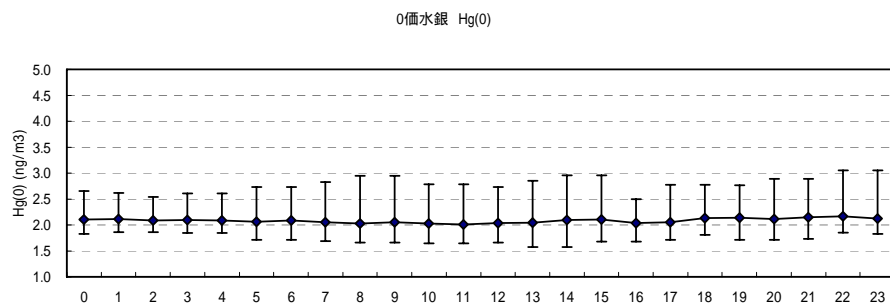
2009年7月



2009年8月



2009年9月



2009年10月

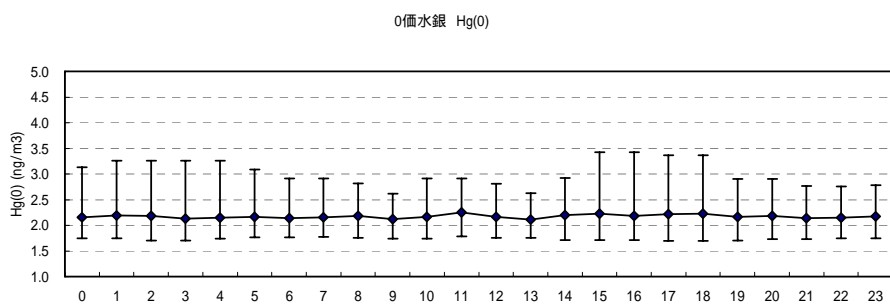


図 1.1-2(2) 0価水銀の時刻別濃度

(5) 曜日別濃度

0 価水銀の曜日別濃度分布(1 時間値)は図 1.1-3 に示すとおりである。

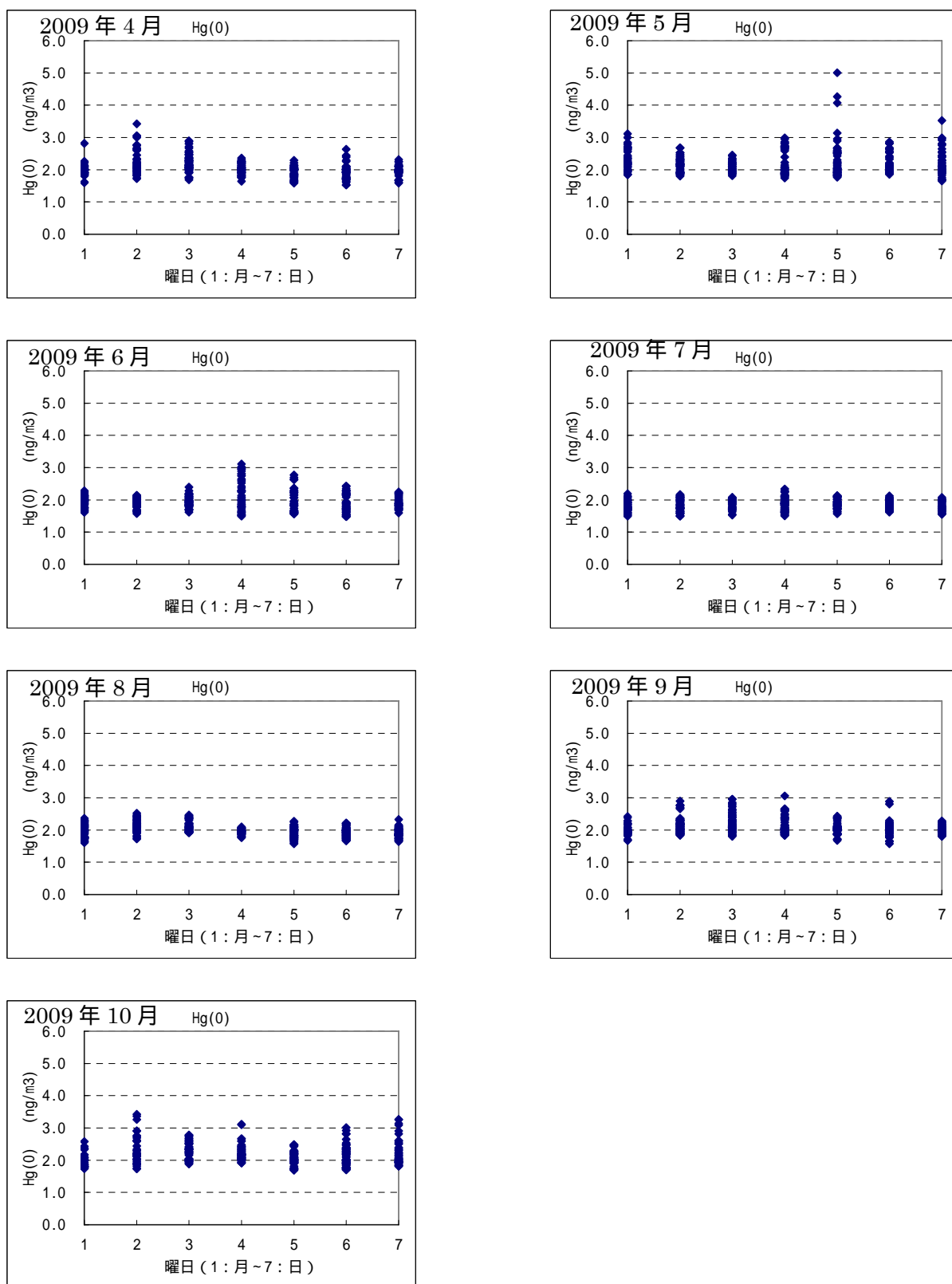
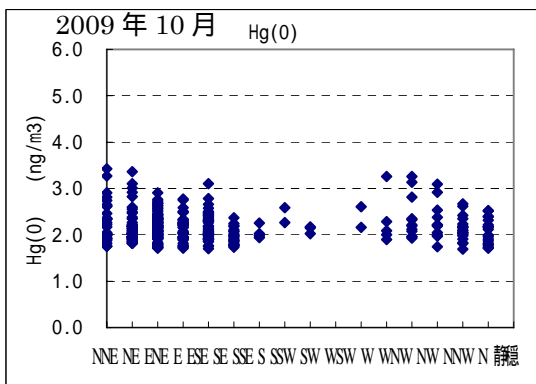
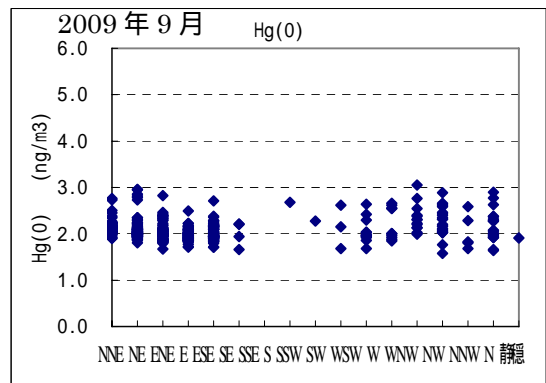
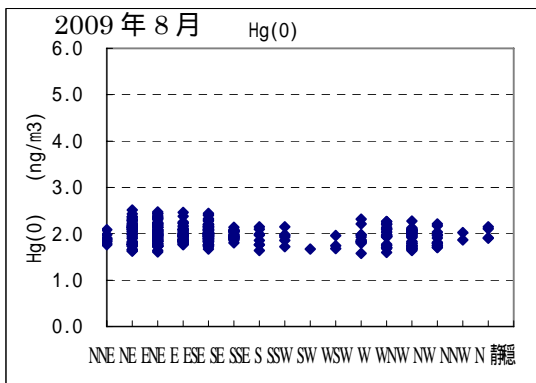
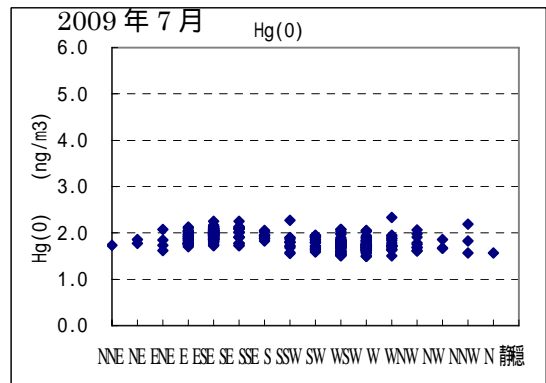
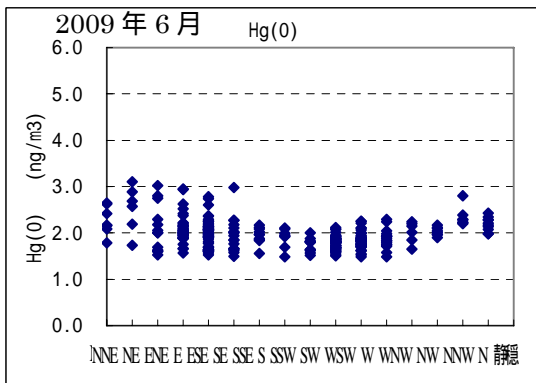
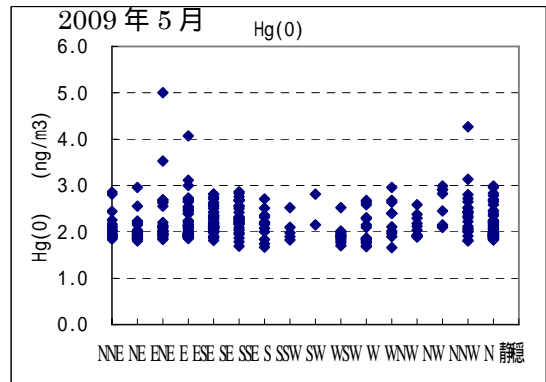
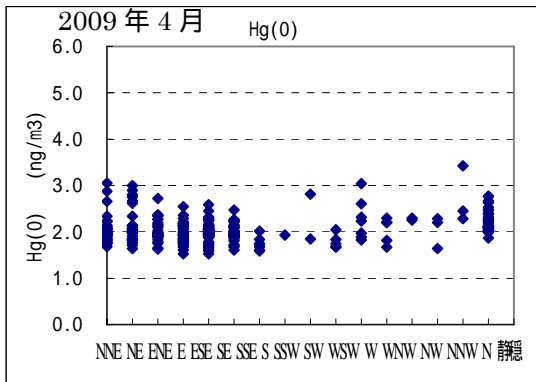


図 1.1-3 0 価水銀の曜日別濃度分布(1 時間値)

(6) 風向別平均濃度

辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションにおける地上気象観測結果をもとに風向別の水銀濃度を算出した。

調査期間中の風向別濃度分布(1時間値)は図 1.1-4 に示すとおりである。



注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。

図 1.1-4 0 価水銀の風向別濃度分布(1 時間値)

1.1.3 水銀濃度の上昇要因

(1) 気象要因との関係

水銀濃度の主なピークとして、0 価水銀濃度が $2.5\text{ng}/\text{m}^3$ 以上となったケースを表 1.1-2 に示す。全 21 ケースあり、月別には 5 月に多く、7 月及び 8 月は $2.5\text{ng}/\text{m}^3$ を超えたケースはほとんどなかった。

観測期間における水銀濃度と気象観測データとの関係を図 1.1-5 に示す。また、ピークが現れた日の天気図を図 1.1-6 に示す。

水銀濃度の上昇は、多くのケースで、南東から南よりの風が北西から北よりの風に比較的短時間で変化する際や、北よりの風が強まった際に見られた。また、水銀濃度の上昇は、気温・湿度が徐々に低下し、気圧が谷から上昇に転じた後に見られることも多かった。

水銀濃度がピークとなった日の天気図をみると、4 月、5 月（春季）については、低気圧や移動性高気圧（長江気団）が交互に通過していく（時々、中国南部から日本の南岸に前線が停滞する）。この季節には大陸北方の気団よりも長江気団の影響が大きいと考えられる。

2009 年 7 月から 8 月（盛夏）に辺戸岬の 0 価水銀の濃度は基本的に $1.8\sim 2.0\text{ng}/\text{m}^3$ 前後であり、 $2.5\text{ng}/\text{m}^3$ を超えたケースはほとんどなかった。この時期には南太平洋の気候システムの影響が比較的大きいと考ええる。秋（9 月及び 10 月）には台風の影響を受けるほか、春季の気圧配置と似た天気状態となり、水銀濃度のピークが現れている。

水銀濃度のピークが現れた時刻におけるバックトラジェクトリー計算結果を図 1.1-7 に示す。バックトラジェクトリー計算結果によると、大陸を通過した気塊が到達していたケースが多いものの、他の地域からの気流が流れてきたケースもあった。

バックトラジェクトリー計算方法

水銀濃度がピークとなった時刻の大気の起源を検討するため、NOAA の HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) model を用いてバックトラジェクトリー計算を行った。計算モデルの概要を以下に示す。

【計算モデル】

NOAA HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) model

計算の起点：辺戸岬上空 200m, 500m, 1000m

トラジェクトリーの長さ：3 日間(72 時間)

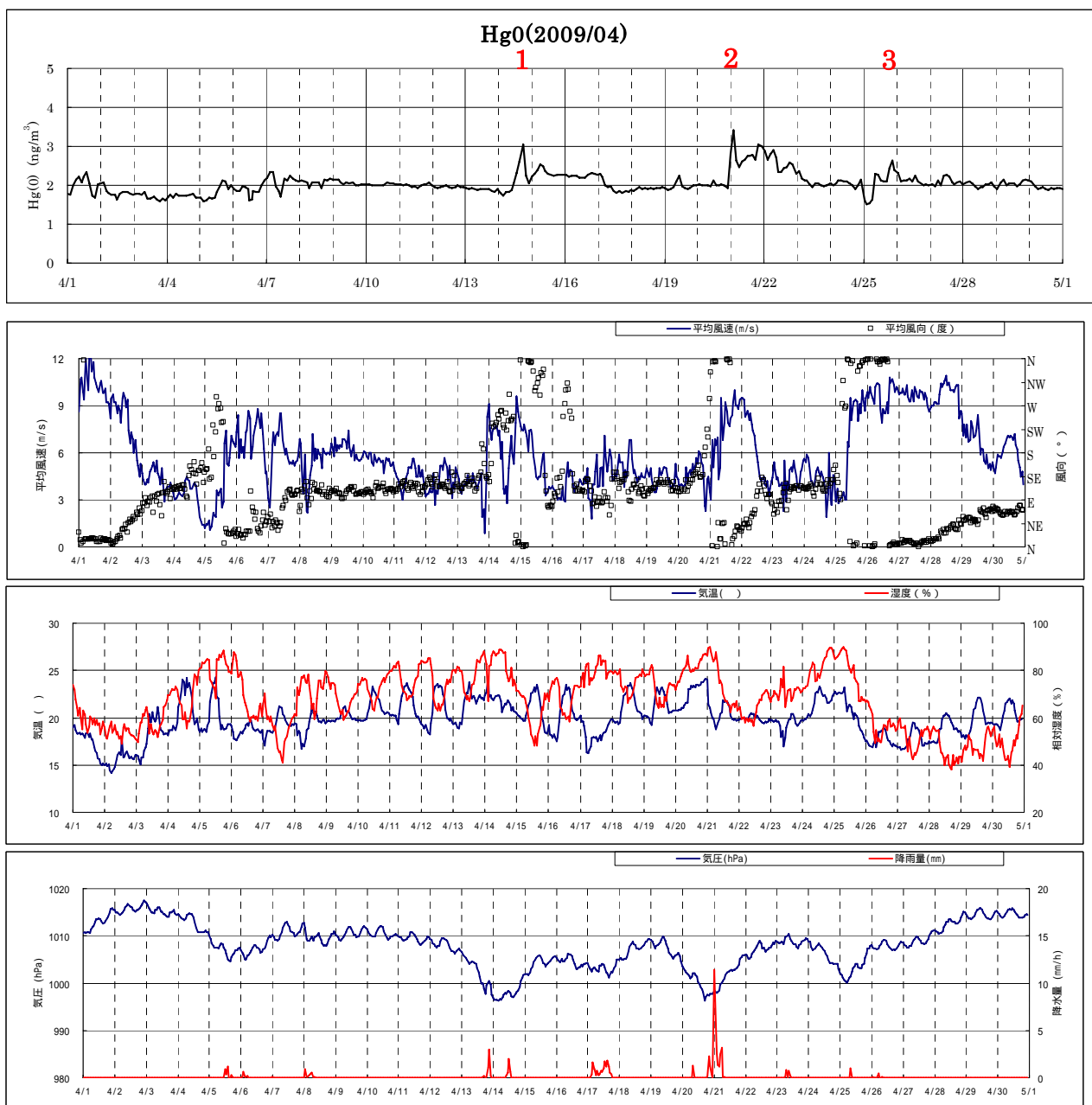
気象データ：米国の環境予測センター(NCEP)客観解析データ（6 時間間隔）

空間分解能：水平方向 $1^\circ \times 1^\circ$ 、鉛直方向 23 層（1000hPa, ……., 20hPa）

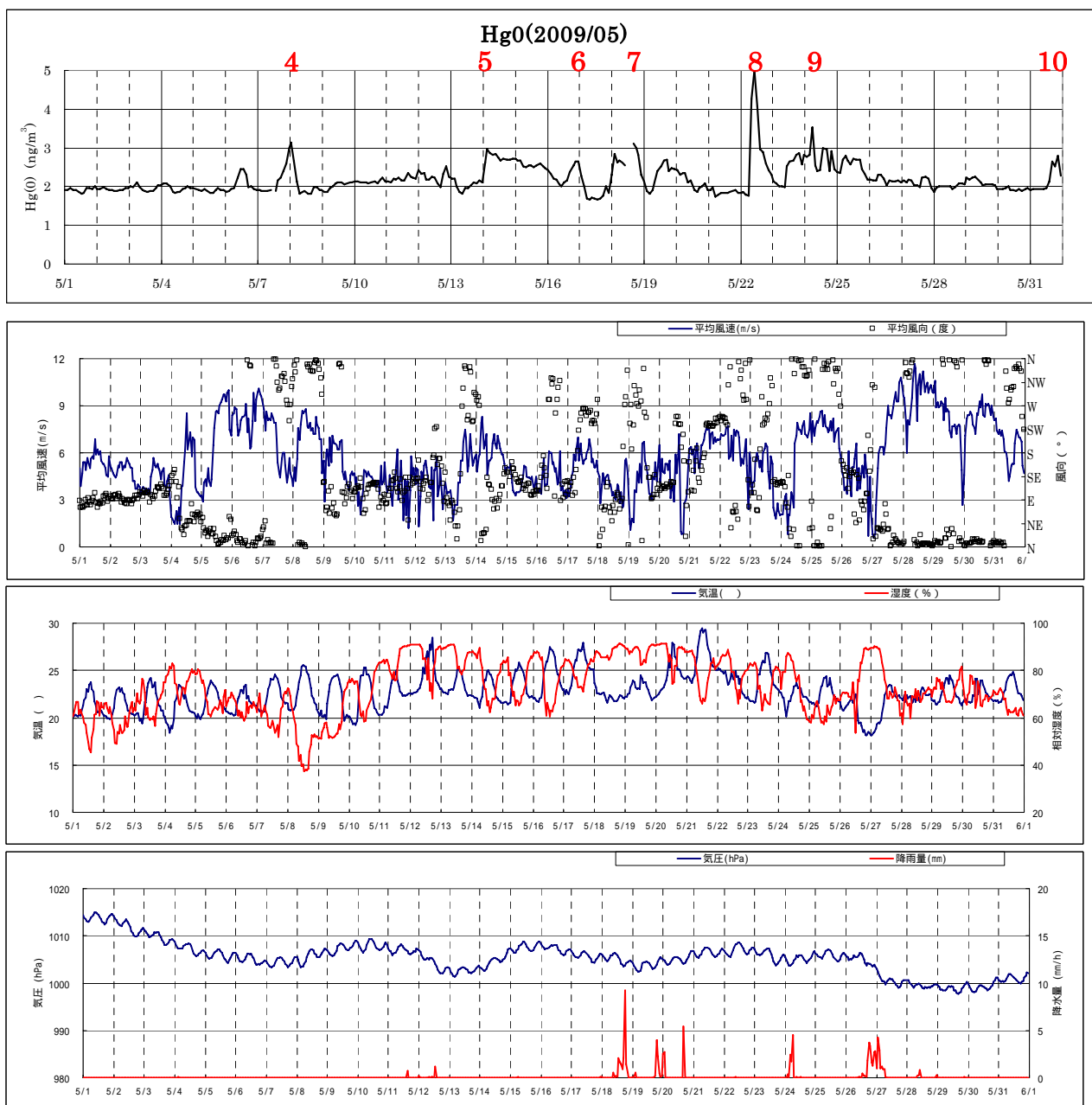
表 1.1-2 辺戸岬で観測された 0 価水銀濃度の主なピーク（期間及び濃度）

No	開始			ピーク時			終了		
	日付	時刻	濃度	日付	時刻	濃度	日付	時刻	濃度
1	2009/04/14	11	2.0	2009/04/14	17	3.0	2009/04/14	19	2.2
2	2009/04/20	21	1.9	2009/04/21	01,19	3.4,3.1	2009/04/23	05	2.1
3	2009/04/25	16	2.1	2009/04/25	20	2.6	2009/04/26	03	2.1
4	2009/05/07	15	2.1	2009/05/08	01	3.1	2009/05/08	05	2.1
5	2009/05/13	23	2.1	2009/05/14	03	3.0	2009/05/16	08	2.1
6	2009/05/16	12	2.1	2009/05/16	23	2.7	2009/05/17	03	2.0
7	2009/05/17	21	1.8	2009/05/18	16	3.1	2009/05/20	08	2.1
8	2009/05/22	06	1.8	2009/05/22	10	5.0	2009/05/23	00	2.1
9	2009/05/23	08	2.0	2009/05/24	05	3.5	2009/05/25	22	2.2
10	2009/05/31	14	2.1	2009/05/31	20	2.8	2009/06/01	00	2.1
11	2009/06/04	02	2.2	2009/06/04	18	3.1	2009/06/05	09	2.3
12	2009/06/11	07	2.3	2009/06/11	11	3.0	2009/06/11	19	2.1
13	2009/09/08	11	2.1	2009/09/08	14	2.9	2009/09/09	21	2.2
14	2009/09/10	00	2.3	2009/09/10	22	3.1	2009/09/11	12	2.0
15	2009/09/12	19	2.3	2009/09/12	20	2.9	2009/09/12	23	2.2
16	2009/09/16	02	2.1	2009/09/16	08	3.0	2009/09/17	04	2.1
17	2009/10/03	04	2.2	2009/10/03	17	3.0	2009/10/04	18	2.0
18	2009/10/14	17	2.3	2009/10/15	01	3.1	2009/10/16	00	2.2
19	2009/10/17	21	2.2	2009/10/18	01	3.3	2009/10/18	12	2.2
20	2009/10/20	07	2.4	2009/10/20	10	2.9	2009/10/20	16	2.0
21	2009/10/23	10	1.9	2009/10/27	17	3.4	2009/10/29	04	2.2

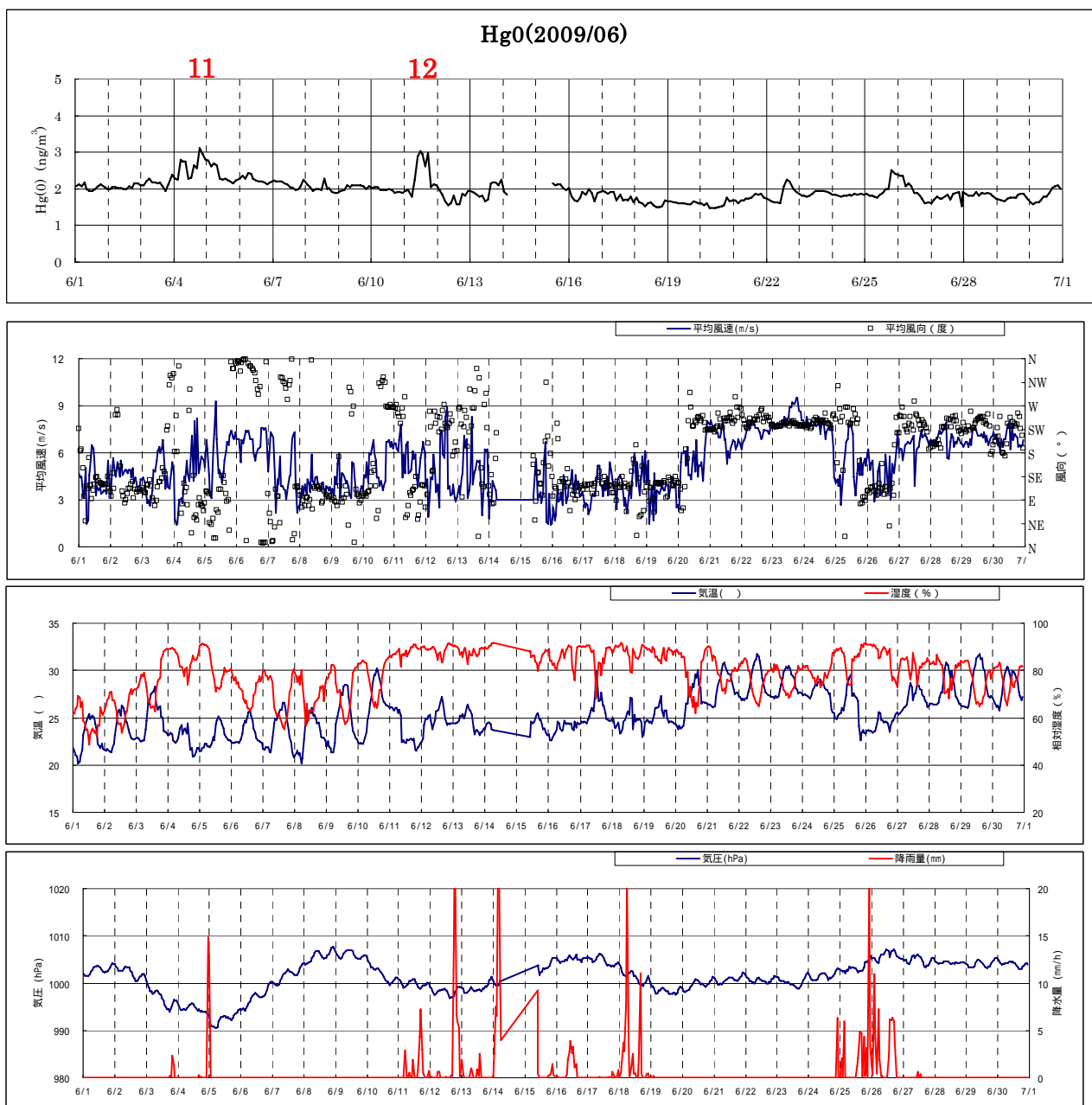
注) 主なピーク：0 価水銀がおおむね 2.5ng/m³以上が継続



注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。
 図 1.1-5(1) 0価水銀濃度と気象要素 [2009年4月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)

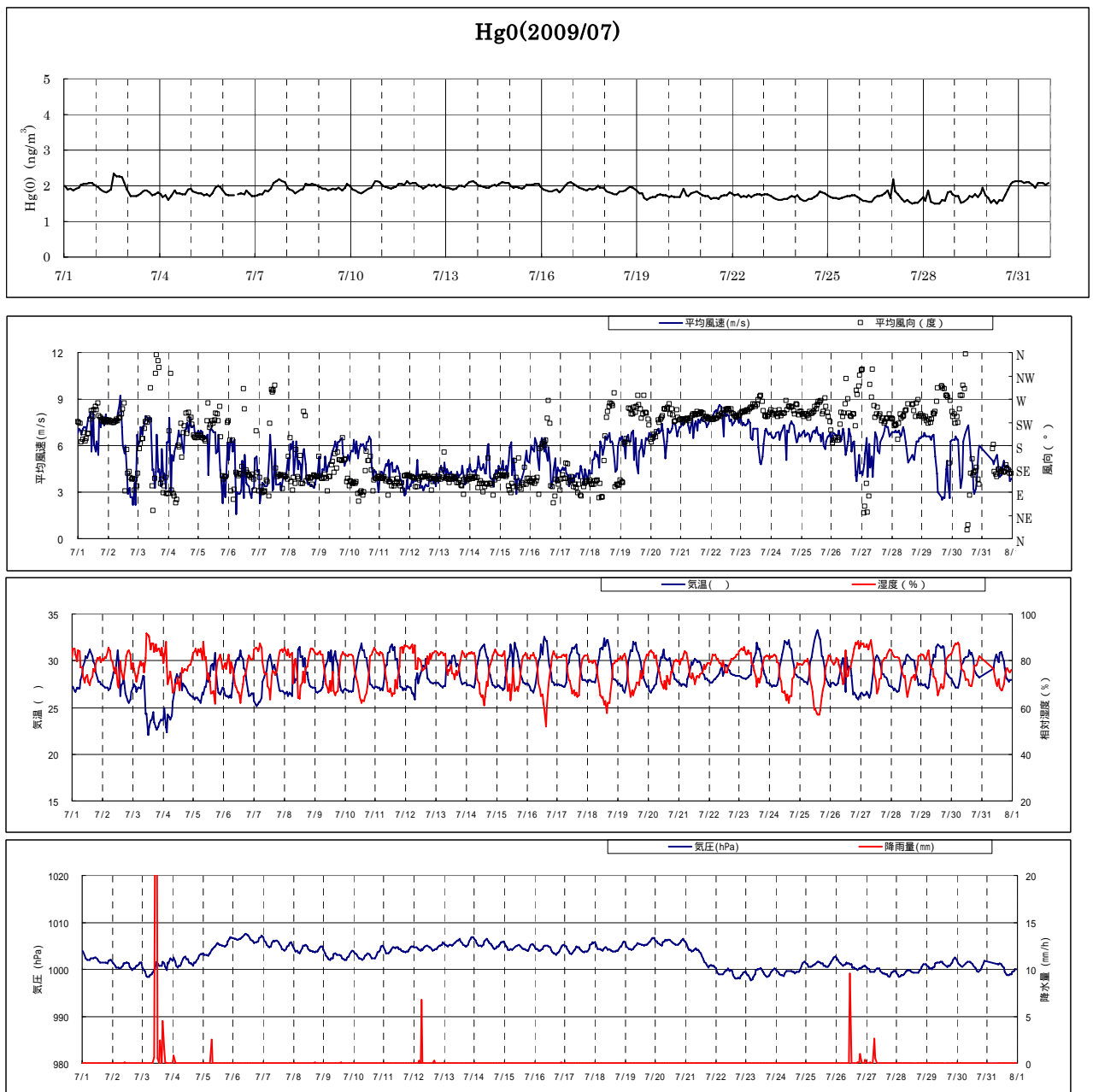


注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。
 図 1.1-5(2) 0 価水銀濃度と気象要素 [2009 年 5 月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)

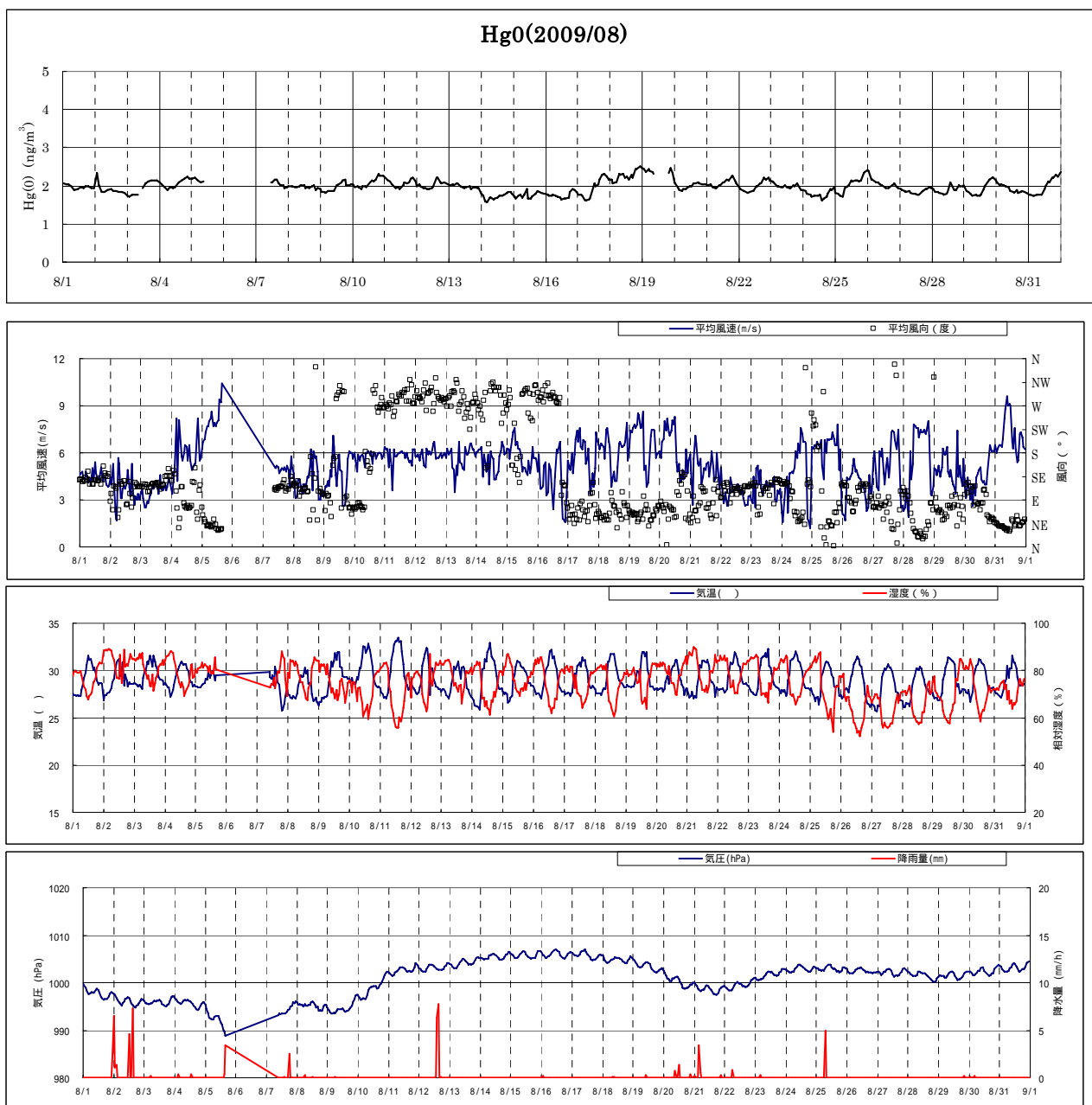


注) 気象データは、辺戸岬大気・エアゾル観測ステーション地上気象観測結果による。

図 1.1-5 (3) 0 価水銀濃度と気象要素 [2009 年 6 月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)

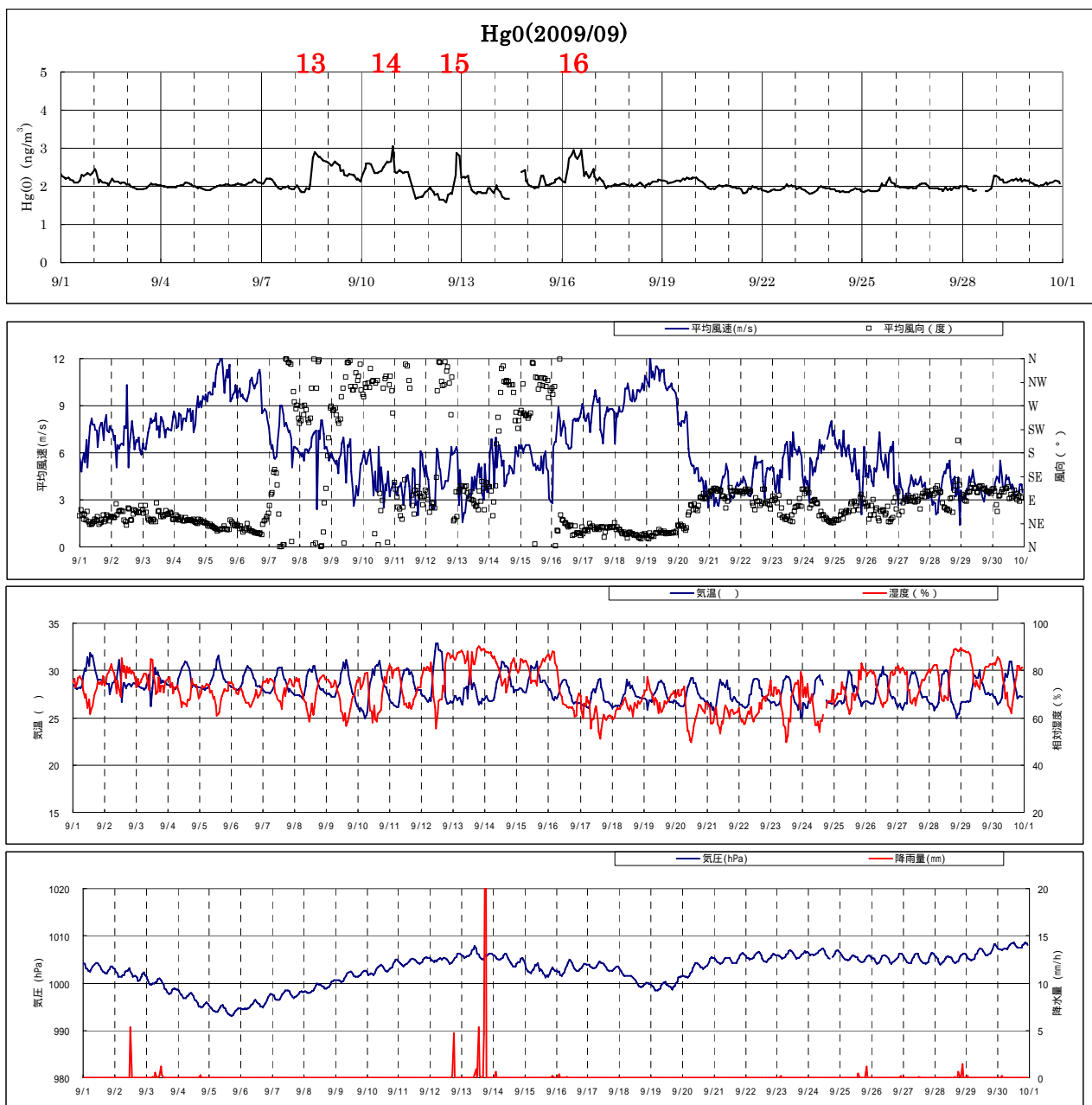


注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。
 図 1.1-5 (4) 0 価水銀濃度と気象要素 [2009 年 7 月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)



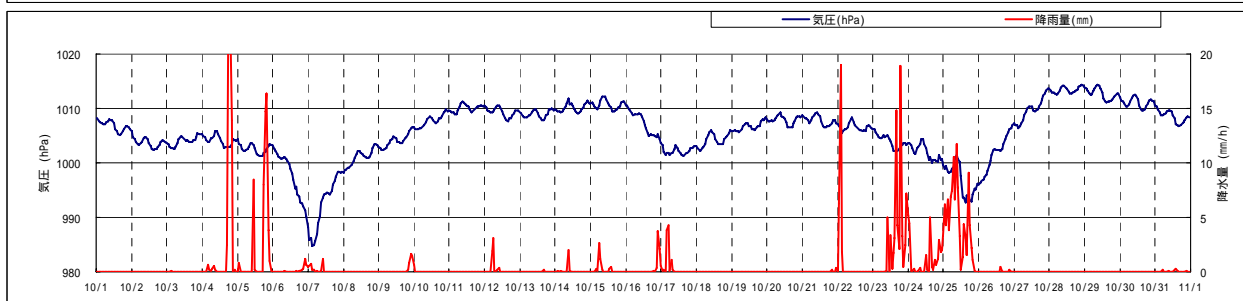
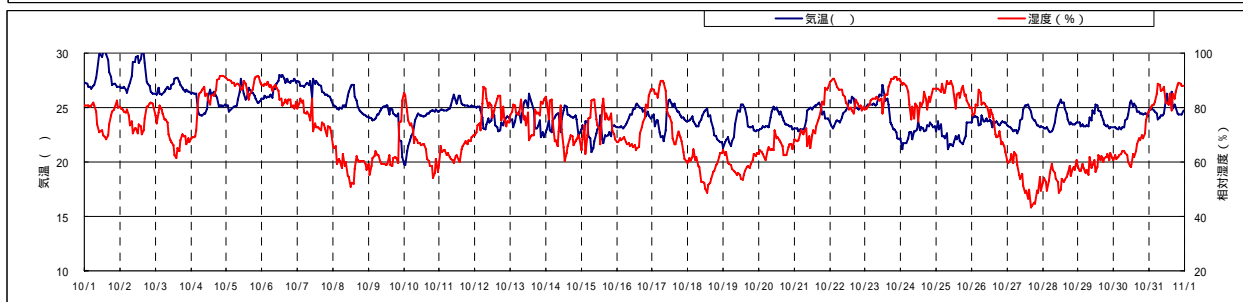
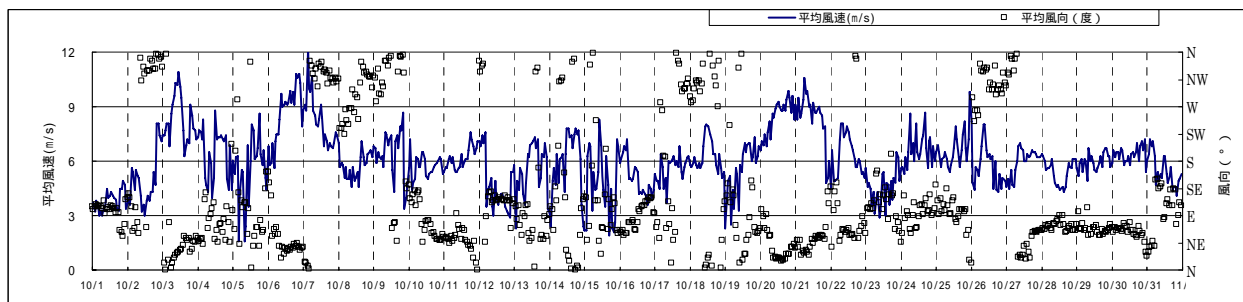
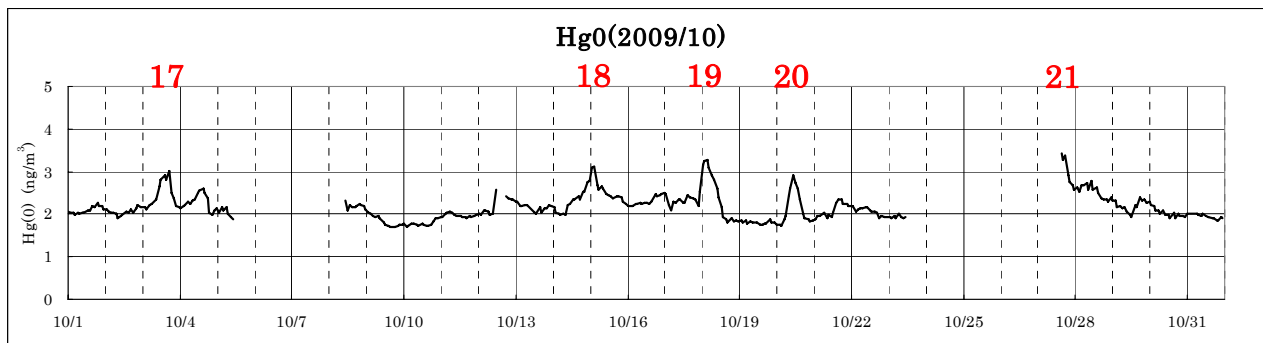
注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。

図 1.1-5 (5) 0 価水銀濃度と気象要素 [2009 年 8 月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)



注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。

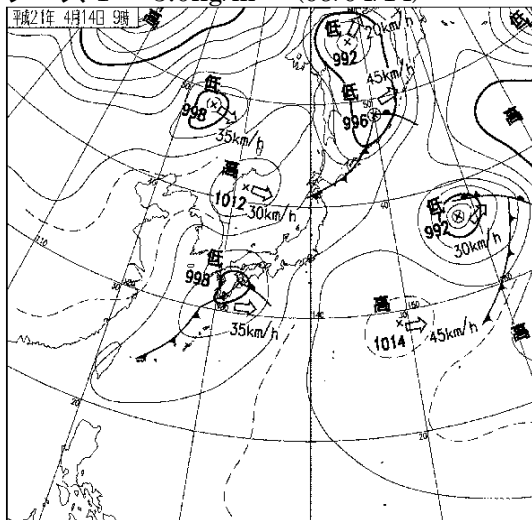
図 1.1-5 (6) 0 価水銀濃度と気象要素 [2009 年 9 月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)



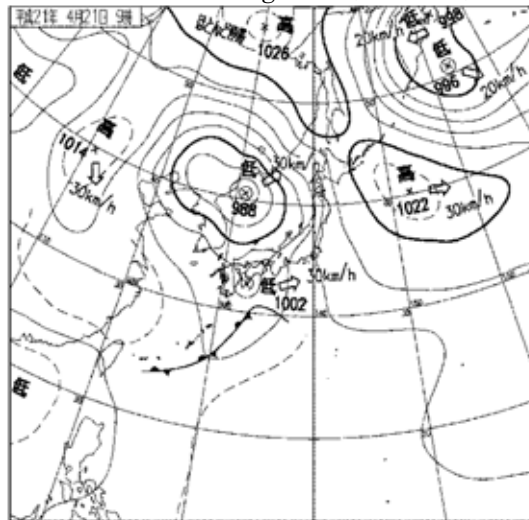
注) 気象データは、辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーション地上気象観測結果による。

図 1.1-5 (7) 0価水銀濃度と気象要素 [2009年10月] (図中番号は表 1.1-2 に対応)

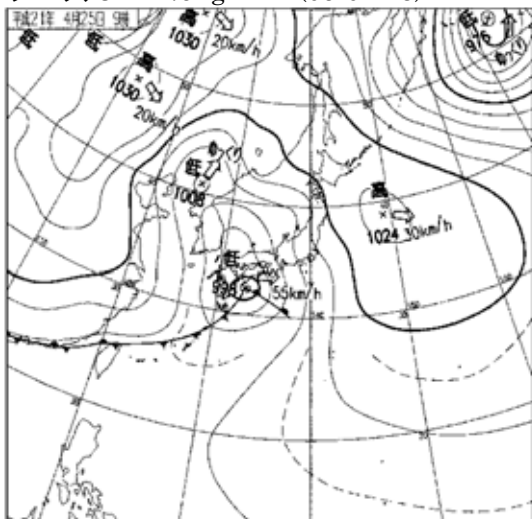
ケース1 3.0ng/m³ (09/04/14)



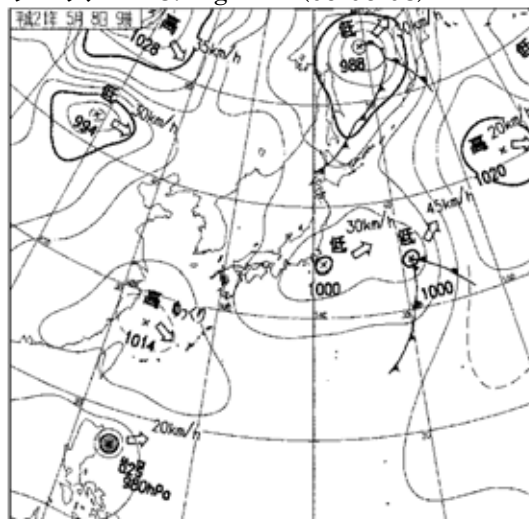
ケース2 3.4-3.1ng/m³ (09/04/21)



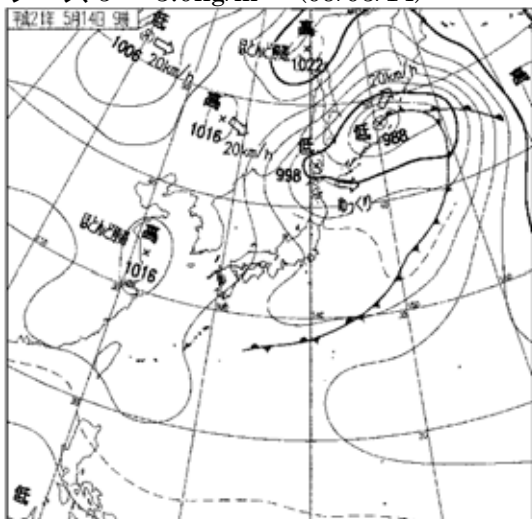
ケース3 2.6ng/m³ (09/04/25)



ケース4 3.1ng/m³ (09/05/08)



ケース5 3.0ng/m³ (09/05/14)



ケース6 3.1ng/m³ (09/05/16)

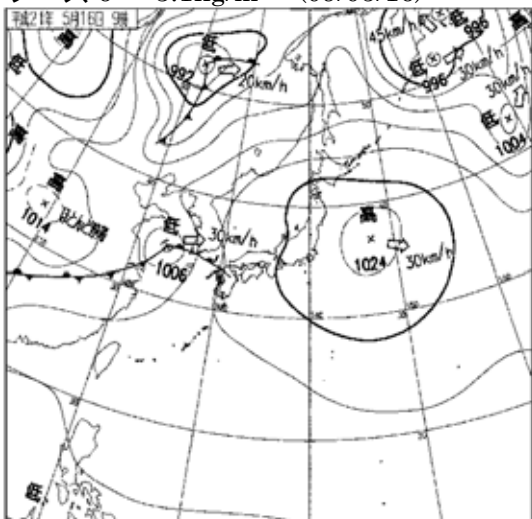
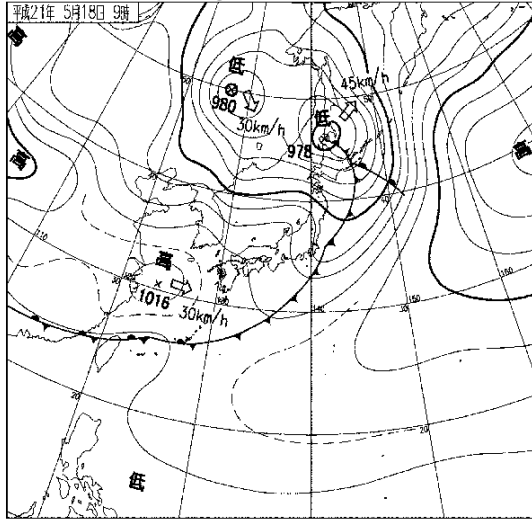
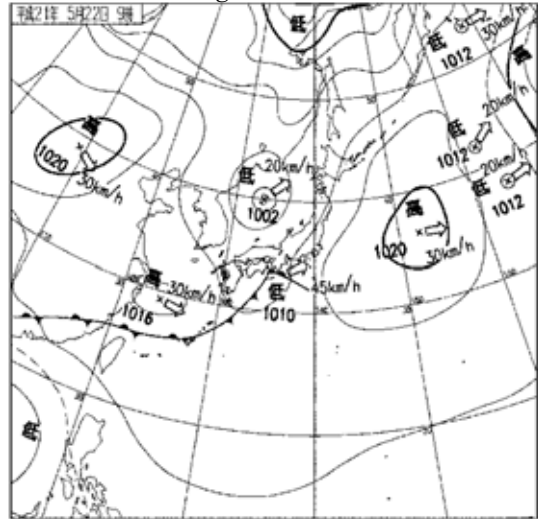


図 1.1-6(1) 0価水銀濃度のピークが観測された日の地上天気図

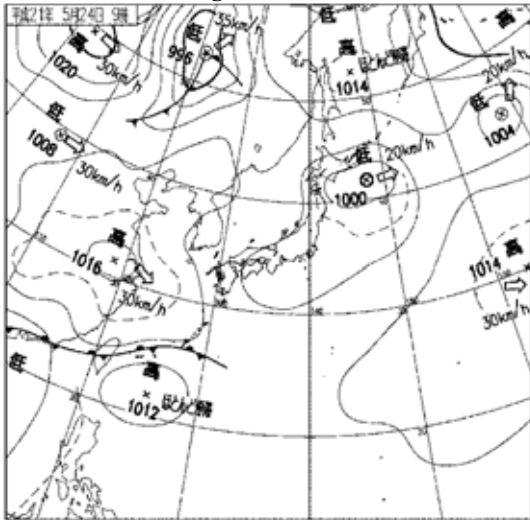
ケース7 3.1ng/m³ (09/05/18)



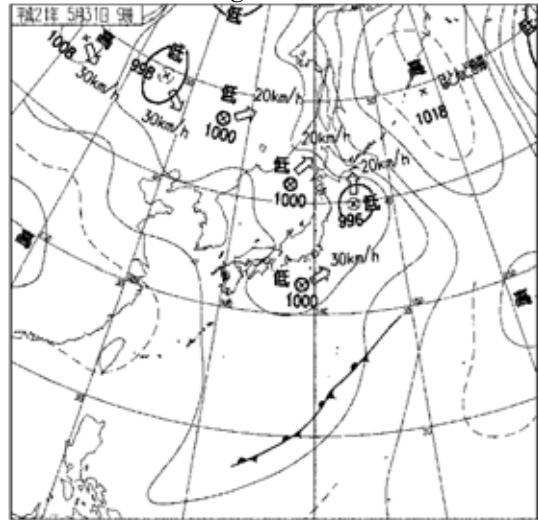
ケース8 5.5ng/m³ (09/05/22)



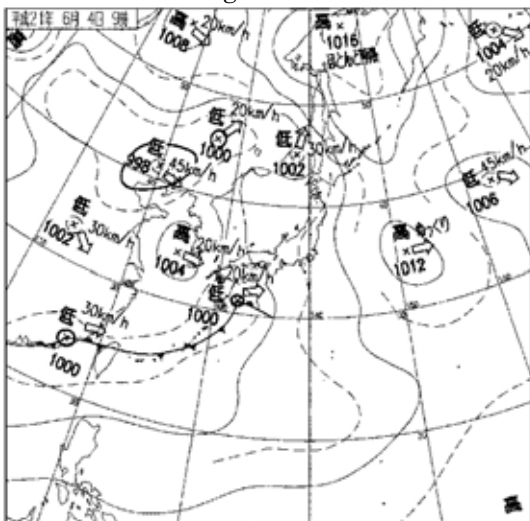
ケース9 3.5ng/m³ (09/05/24)



ケース10 2.8ng/m³ (09/05/31)



ケース11 3.1ng/m³ (09/06/04)



ケース12 3.0ng/m³ (09/06/11)

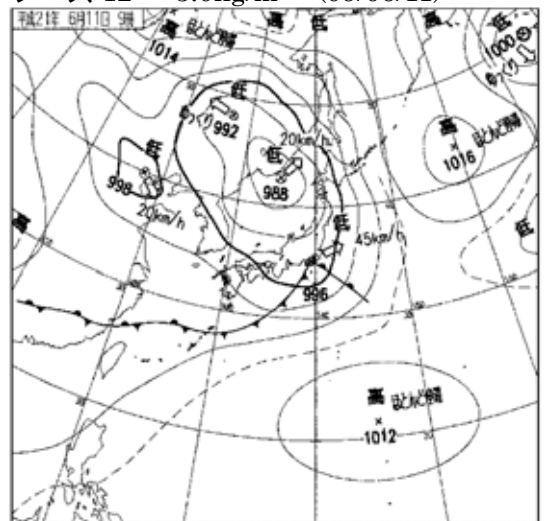
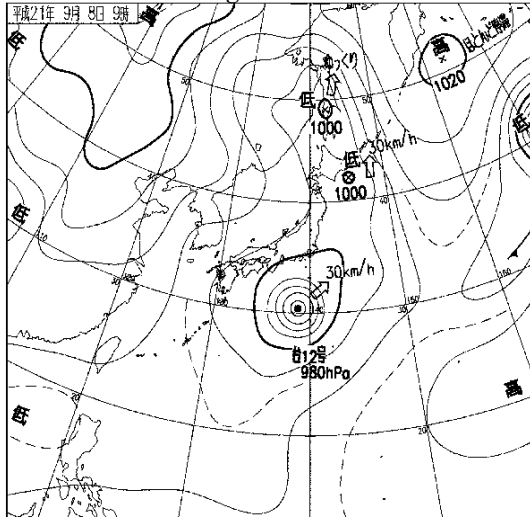
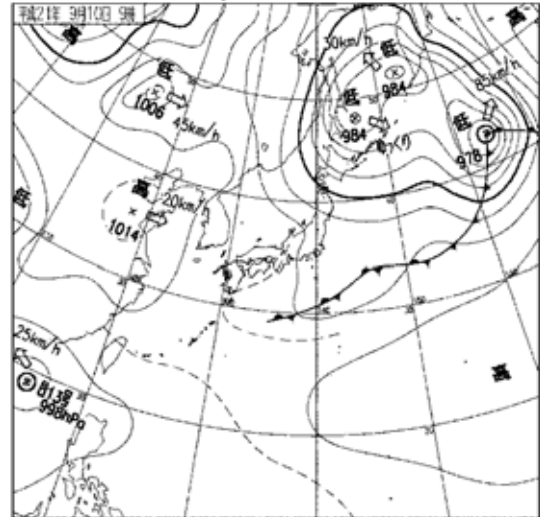


図 1.1-6 (2) 0 価水銀濃度のピークが観測された日の地上天気図

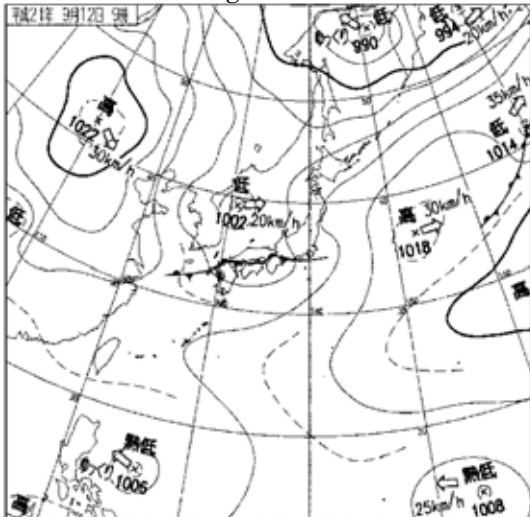
ケース 13 2.9ng/m³ (09/09/08)



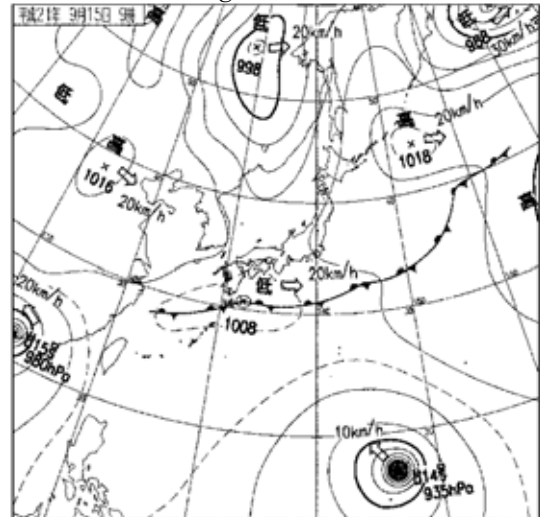
ケース 14 3.1ng/m³ (09/09/10)



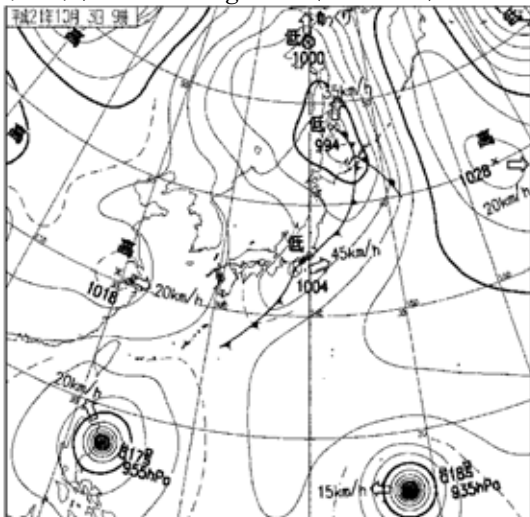
ケース 15 2.9ng/m³ (09/09/1)



ケース 16 3.0ng/m³ (09/09/16)



ケース 17 3.0ng/m³ (09/10/03)



ケース 18 3.1ng/m³ (09/10/15)

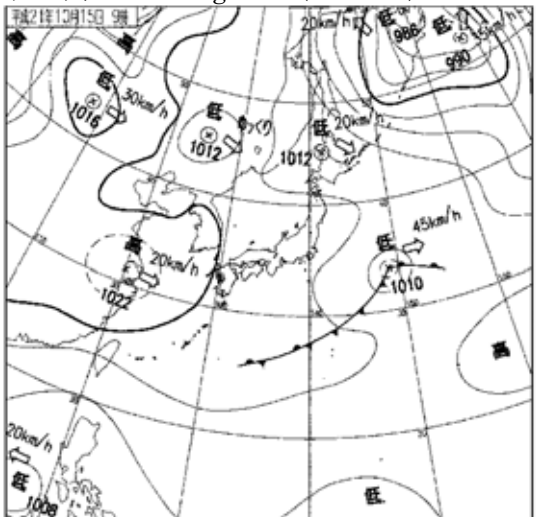
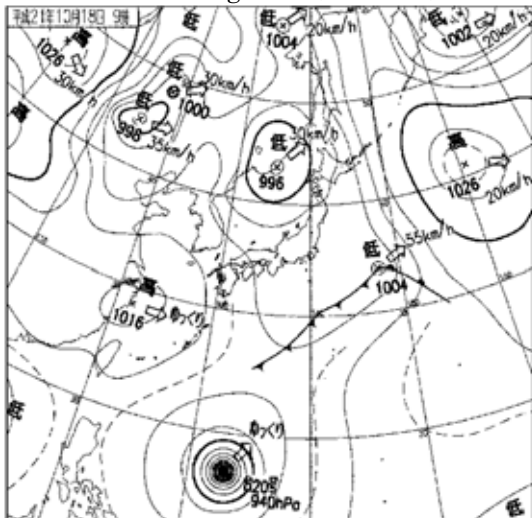
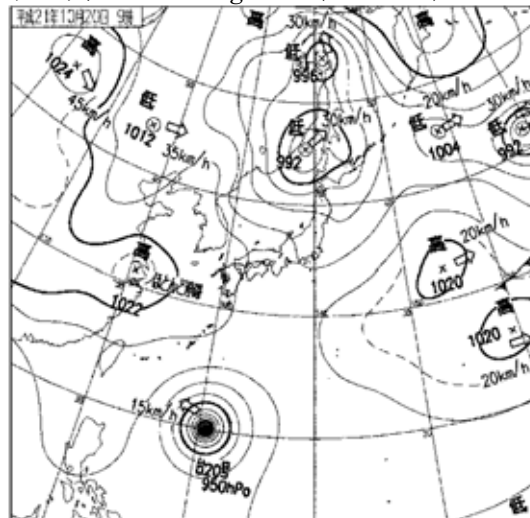


図 1.1-6 (3) 0 価水銀濃度のピークが観測された日の地上天気図

ケース 19 3.3ng/m³ (09/10/18)



ケース 20 2.9ng/m³ (09/10/20)



ケース 21 3.4ng/m³ (09/10/27)

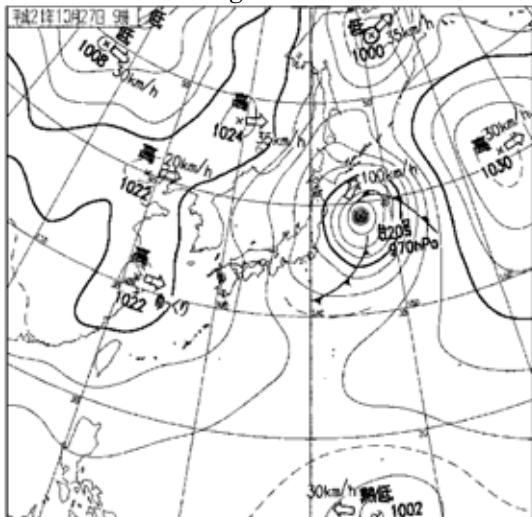
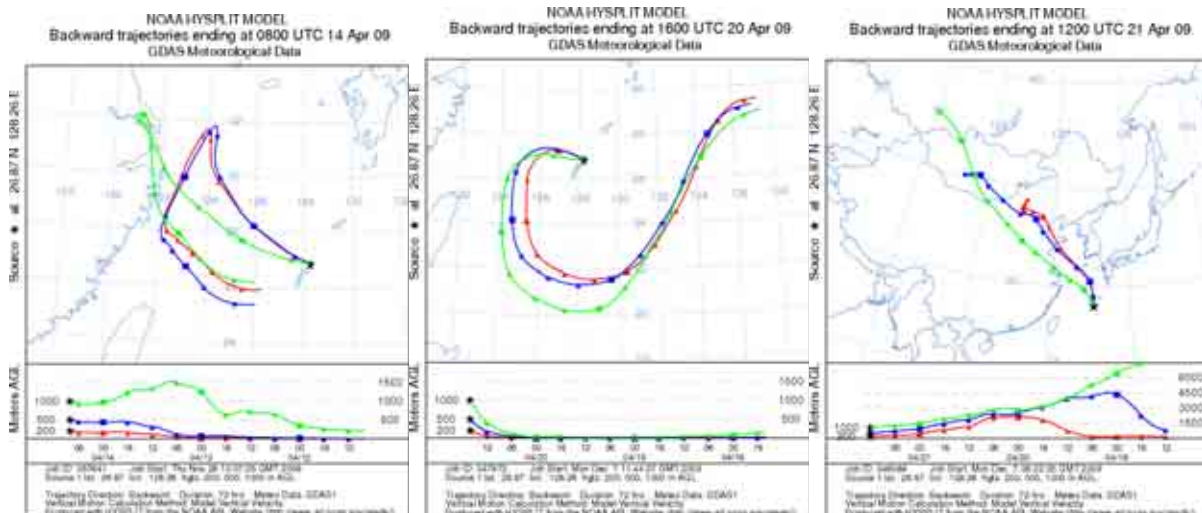
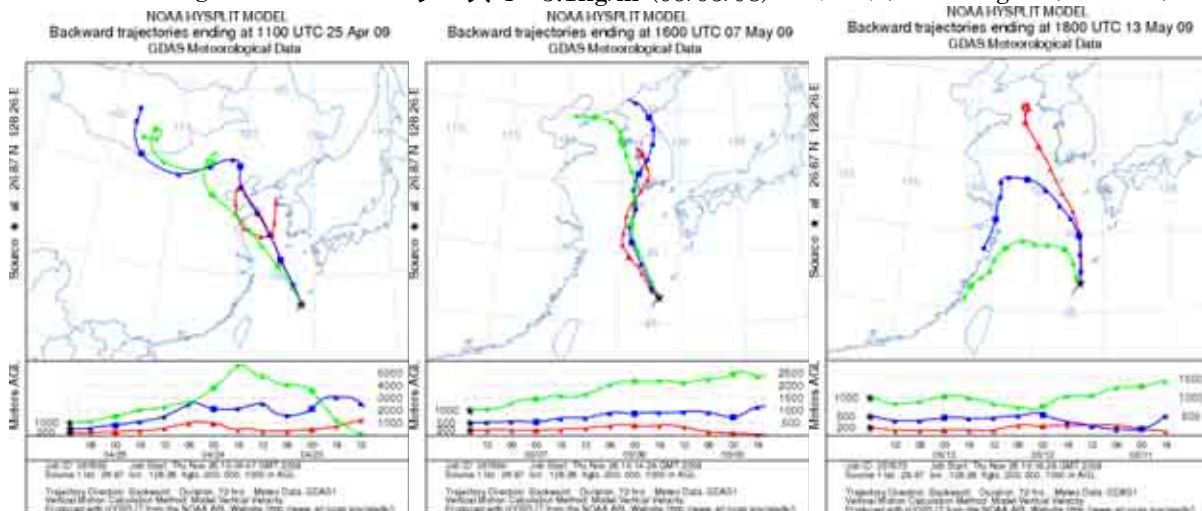


図 1.1-6 (4) 0 価水銀濃度のピークが観測された日の地上天気図

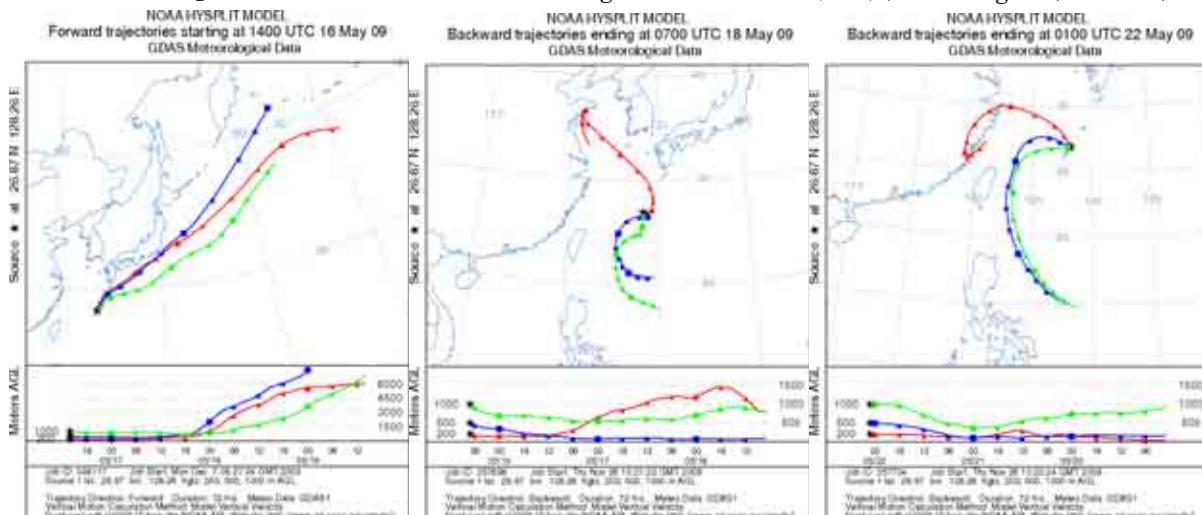
ケース 1 3.0ng/m³(09/04/14) ケース 2(1) 3.4ng/m³(09/04/21 01時) ケース 2(2) 3.4ng/m³(09/04/21 19時)



ケース 3 2.6ng/m³(09/04/25) ケース 4 3.1ng/m³(09/05/08) ケース 5 3.0ng/m³(09/05/14)



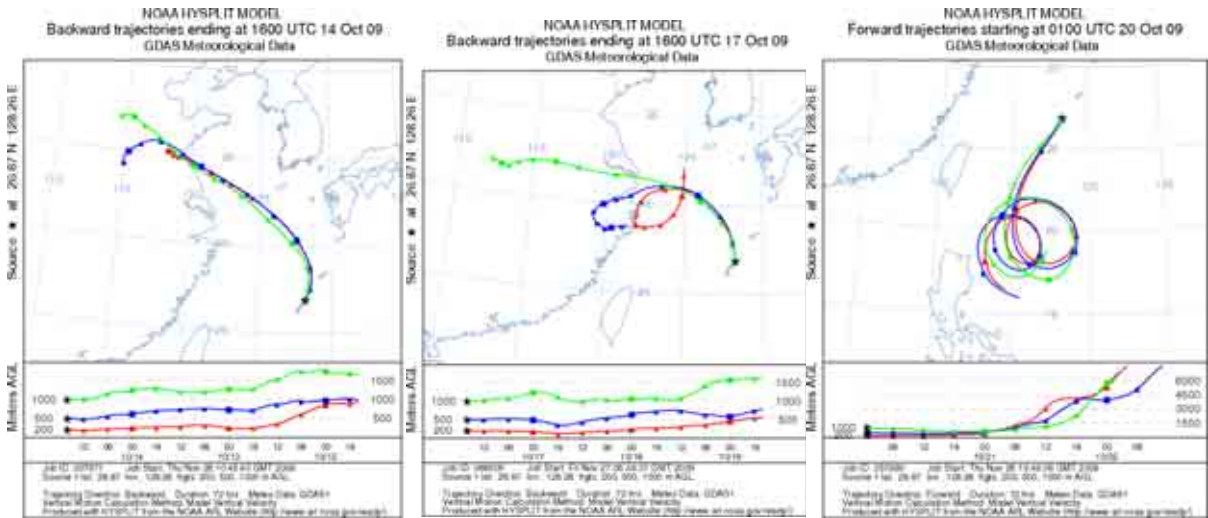
ケース 6 3.1ng/m³(09/05/16) ケース 7 3.1ng/m³(09/05/18) ケース 8 5.0ng/m³(09/05/22)



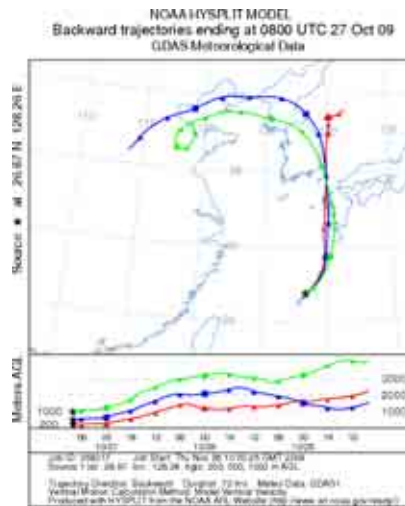
注) 時刻は UTC(協定世界時)表示であり、JST(日本標準時) = UTC + 9 時間。

図 1.1-7(1) 0 価水銀ピーク時におけるバックトラジェクトリー計算結果

ケース 18 $3.1\text{ng}/\text{m}^3(09/10/15)$ ケース 19 $3.3\text{ng}/\text{m}^3(09/10/18)$ ケース 20 $2.9\text{ng}/\text{m}^3(09/10/20)$



ケース 21 $3.4\text{ng}/\text{m}^3(09/10/27)$



注) 時刻は UTC(協定世界時)表示であり、JST(日本標準時) = UTC + 9 時間。

図 1.1-7(3) 0 価水銀ピーク時におけるバックトラジェクトリー計算結果