

平成 17 年度大気中有害金属実測予備調査結果

1. 調査の目的

大気中有害金属のサンプリング方法を検討するため、予備調査として、複数の手法を用いたサンプリングを行い、分析結果の比較等を行った。

2. 大阪市内における予備調査

2.1 調査概要

大気捕集期間やサンプリング装置の種類等の違いによる粒子状物質中の有害金属濃度の比較を行った。調査内容を表 2.1 に示す。

表 2.1 大阪市内における予備調査の概要

調査場所	大阪府大阪市
調査期間	24 時間、48 時間、3 日、1 週間、2 週間、3 週間
大気捕集装置	ハイボリウムエアースンプラ (HV) ミドルボリウムエアースンプラ (MV) ローボリウムエアースンプラ (LV) の 3 装置
分析項目	鉛、カドミウム、銅、亜鉛、ヒ素、クロム、バナジウム、ニッケル、セレン、アンチモン、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム

この試料における濃度測定方法は、平成 18 年 2 月環境省水・大気環境局大気環境課有害大気汚染物質測定方法マニュアル「大気中の有害金属類の多元素同時測定方法 (フィルタ採取-圧力容器分解-誘導結合プラズマ質量分析法)」に準じて行った。

2.2 フィルタの選定

調査を開始するにあたり、大気中の有害金属類の捕集に適したフィルタを選定する必要がある。主な提供メーカーである ADVANTEC 製フィルタの金属含有量を表 2.4 に、Whatman 製フィルタの金属含有量を表 2.5 に示す。通常用いられているガラス繊維濾紙や石英繊維濾紙等の多くにはかなりの金属類が含有しており、大気中の微量金属類を精度よく分析するにはブランク値が大きくなり問題がある。

このため、環境省「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」においては、『通常は石英繊維製フィルタ又はふっ素樹脂製フィルタ等を用いる』としているが、『ふっ素樹脂製フィルタに比べて石英繊維フィルタには重金属が多く含まれている』と記載されている。

上記のようなフィルタの特性を踏まえ、本予備調査では、重金属類の含有量が極めて低い「ふっ素樹脂製フィルタ」、重金属類の含有量が比較的に低い一部の「セルロース製フィルタ」を用いることとした。

予備調査で用いたフィルタの種類は、次表に示すとおりであり、HV 用にも対応可能なふっ素樹脂製（テフロン製）フィルタを 1 種類、重金属類の含有量が比較的少ない ADVANTEC 製セルロース混合アセテートフィルタを 1 種類選定して、大気中の有害金属類分析の比較試験を実施した。

なお、住友電工ファインポリマー製ポアフロンフィルタ中の RoHS 規制対象物質の含有量を表 2.6 に示す。

表 2.3 予備調査に使用したフィルタ

種類	製品
ふっ素樹脂製フィルタ（テフロン製）	住友電工ファインポリマー製ポアフロン ¹⁾
セルロース製フィルタ	ADVANTEC 製セルロース混合アセテートフィルタ

¹⁾ ADVANTEC の PTFE ろ紙の J シリーズ及び PF シリーズには、HV 用の長方形ろ紙が存在しない。

表 2.4 ADVANTEC 製濾紙中の金属類含有量

濾紙の種類	メンブレンフィルター					ガラス繊維濾紙	シリカ繊維濾紙	混合繊維濾紙 ^{*1}	PTFE濾紙
	J*	H*	K*	C*	A*	GB-100R	QR-100	PG-60	PF*
特徴・用途等	PTFE	親水性PTFE	ホリカーホネート	セルロースアセテート	セルロース混合エステル	エア-サンブラー用	エア-サンブラー用	大気粉じん用	
孔径(μm)	0.1~3.0	0.1~1.0	0.1~8.0	0.2~3.0	0.1~5.0	(99.99) ^{*2}	(99.99) ^{*2}	(99.9) ^{*2}	(70~99.9) ^{*2}
質量(mg/cm ²)	2.7~4.9	1.3~2.2	0.7~1.1	4.0~5.8	4.2~6.3	9.5	8.5	6.0	21~50
単位	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	データ記載なし
K	<0.1	8	-	2	6.0	-	-	-	
Na	<0.05	20	-	5.9	10.0	-	-	-	
Ca	0.001	13	-	36.4	140	-	-	-	
Mg	0.005	1	-	1.9	10.0	-	-	-	
Al	0.001	15	14.8	<5.0	<2.0	-	-	-	
Mn	<0.001	0.1	2	<5.0	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Zn	-	-	0.8	0.6	<1.0	<1.0	4.9	6.3	
Fe	<0.001	<10	16.5	1.6	<5.0	25	10	31	
Cu	0.01	0.5	7.3	1.2	<1.0	<1.0	3.4	2.6	
Cr	0.001	<1	7.7	2.2	8.0	<1.0	<1.0	<0.1	
Cd	-	-	-	<0.1	<0.5	<0.5	<0.1	<0.1	
Ni	0.005	0.9	1.3	<0.5	<5.0	<1.0	<0.5	<0.5	
Mo	-	-	4.9	<0.5	<1.0	-	-	-	
Li	-	-	-	<0.5	<1.0	-	-	-	
Ti	-	-	-	<5.0	<1.0	-	-	-	
Pb	-	-	-	<0.5	<1.0	3	<1.0	<1.0	
Sn	-	-	-	<0.5	<5.0	-	-	-	
Si	-	-	-	7.8	<20.0	-	-	-	

* 1: ガラス繊維濾紙の表面にPTFEをコーティングしたもの

出典: メーカーカタログより

* 2: 捕集効率(%) 吸引速度(5cm/s)、粒径0.3μmの場合

表 2.5 Whatman 製濾紙中の金属類含有量

濾紙の種類	セルロース濾紙			ガラス繊維濾紙		石英繊維濾紙	
型番	No.1	No.42	No.542	GF/*	EPM2000	QM-A	QM-B
特徴・用途等	定性濾紙	無灰定量濾紙	無灰硬質濾紙		エアサンプリグ用		
粒子保持能(液体)μm	11	2.5	2.7	0.7~2.7	(99.999)* ¹	(99.999)* ¹	(99.999)* ¹
質量 (g/m ²)	87	100	96	53~150	80	85	165
単位	μg/g	μg/g	μg/g	%	ppm	ppm	ppm
K	3	1.5	0.6	2.9 (K ₂ O)	-	-	-
Na	160	33	8	10.1 (Na ₂ O)	-	-	-
Ca	185	13	8	2.6 (CaO)	-	-	-
Mg	7	1.8	0.7	0.4 (MgO)	-	-	-
Al	<0.5	2	1	5.8 (Al ₂ O ₃)	-	-	-
Mn	0.06	0.05	<0.05	-	0.5	0.46	0.55
Zn	2.4	0.6	0.3	3.9 (ZnO)	24	18.2	21.35
Fe	5	6	3	0.1 (Fe ₂ O ₃)	1.2	23	26.7
Cu	1.2	0.3	0.2	-	2.4	3.4	4.0
Cr	0.3	0.3	0.7	-	1.2	1.6	1.9
Cd	-	-	-	-	0.5	0.23	0.25
Ni	-	-	-	-	1.2	3.4	4.0
Pb	0.3	0.2	0.1	-	2.4	2.3	2.5
Sb	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	-	-
As	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	-	-
Ba	<1	<1	<1	-	-	-	-
B	1	1	2	10.7 (B ₂ O ₃)	-	-	-
Br	1	1	1	-	-	-	-
Cl	130	80	55	-	-	-	-
F	0.1	0.2	0.3	0.6 (F)	-	-	-
Hg	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-
N	23	12	260	-	-	-	-
Si	20	<2	<2	57.9 (SiO ₂)	-	-	-
Si	15	<5	<2	-	-	-	-
Co	-	-	-	-	1.2	1.1	1.3

*1:捕集効率(%) 吸引速度(5cm/s)、粒径0.6μmの場合

出典:メーカーカタログより

表 2.6 住友電工ファインポリマー製濾紙中のRoHS規制対象物質の含有量

メーカー	型番等	特徴・用途等	物質名 (μg/g)					
			Cd	Pb	T-Hg	T-Cr	PBB 類	PBDE 類
住友電工 ファインポリマー	WP500-50	テフロン製 大気中浮遊粉 じん測定用	<1	<5	<1	<5	<0.5	<0.5

出典:メーカー提供資料より

2.3 エアサンプラの概要

粒子状物質のサンプリングに用いたサンプラー（ハイボリウム、ミドルボリウム、ローボリウム）の捕集条件を表 2.7 示す。

また、ローボリウムエアサンプラ装置の仕様を表 2.8 に、ハイボリウムエアサンプラ及びミドルボリウムエアサンプラの仕様を表 2.9 に示す。

表 2.7 捕集装置別の捕集条件

採取装置		ハイボリウム エアサンプラ (HV)	ミドルボリウム エアサンプラ (MV)	ローボリウム エアサンプラ (LV)	
吸引流量		700L/min	100L/min	20L/min	20L/min
濾紙	種類	テフロン	テフロン	テフロン	セルロース
	メーカー	住友電工 ファインポリマー	住友電工 ファインポリマー	住友電工 ファインポリマー	ADVANTEC
	型番	ポアフロン WP500-50	ポアフロン WP500-50	ポアフロン WP500-50	A030A-0.30
	サイズ	8''×10''	8''×10''	47mm	47mm

表 2.8 ローボリウムエアサンプラ装置の仕様

吸引ポンプ	型 式	NG17D050-0
	製 造	濁川理化工業株式会社
	仕 様	寸 法 : 600(w)×400(D)×530(H)
		重 量 : 50.0kg
乾式 ガスメーター	仕 様	電 源 : AC100V 50/60Hz 3.4A
		吸引流量 : 20 L/min (本測定設定値)
	製 造	その他 : 吸引方式 ダイヤフラム式
		重 量 : 4.2kg
シールドター	型 式	なし
	製 造	いであ株式会社 (自社製)

表 2.9 ハイポリウム（ミドルポリウム）エアースンプラ装置の仕様

吸引流量	100 ~ 700 L/min (8"×10"QR100+ウレタンフォーム2個装着時)
設定流量範囲	100 ~ 700 L/min
流量精度	設定流量値に対し±5%
流量検出	差圧検出方式
吸引圧力	- 150hPa (700 L/min)
吸引ポンプ	ブラシレスブロー (使用時間10,000時間)
表示部	LED 5 桁及び機能LED 瞬時流量 ¹⁾ (80.0 ~ 800.0 L/min) 積算流量 ¹⁾ (0 ~ 99999 m ³) 吸引圧力 ²⁾ (0 ~ - 200.0 hPa) サンプリング開始時間(0.00 ~ 99.59時間・分) サンプリング時間(0.00 ~ 999時間) ³⁾ 温度(- 20 ~ 60) 大気圧(0 ~ 1100.0 hPa)
停電処理	停電復帰後、停電前の動作状態を継続
遠雷対策 (オプション)	制御回路をシールドBOX内に収納し、入出力線は全てサージアブソパーで保護し、制御回路の誤動作を防止するための対策を施しています。
シエルター部	使用材質 アルミニウム 折りたたみ可能
使用温度範囲	0 ~ 40 ⁴⁾
電源	AC100V 50/60Hz 10A
寸法	使用状態 575(W)×575(D)×1430(H) mm 採取口 高さ 1200mm(設置面から) 折りたたみ状態 575(W)×575(D)×960(H) mm
重量	約31kg
付属品	フィルターケース 1式、石英繊維フィルター10枚 シャトルチューブ 1本(ステンレス製、内部パッキン付) ウレタンホルダー 1個(ガラス製) ウレタンストッパー 1個、搬送用メクラフランジ 2個 ヘルールガスケット 2枚、固定用クランプ 2個 南京錠(シャトルチューブ用) 2個、本体扉用鍵 1個

- 1 瞬時流量、積算流量は20、1気圧の値に自動補正されます。また、25、1気圧の値に自動補正することも出来ます。積算流量は 9999.9 を超えると 10000 となり 99999 まで積算します。
- 2 吸引圧力は1気圧(1013.25hPa)を0としたときのゲージ圧です。
- 3 サンプリング時間は 0 ~ 99 時間 59 分までは1分単位で、100 時間以上は1時間単位で表示します。
- 4 使用温度範囲は 0 ~ 40 です。高温側は、温度表示が 80.0 以上になると温度保護装置が作動してブローモーターを停止します。

2.4 調査結果

ハイポリウム、ミドルポリウム、ローポリウム（ふっ素樹脂製フィルタ）及びローポリウム（セルロース製フィルタ）のエアサンプラで24時間捕集した大気中の有害金属類の分析結果を表2.10に示す。

1) サンプリング装置別の調査結果比較

大気中長距離輸送やRoHSなどで注目されているカドミウム、クロム、鉛の結果をみると、ミドルポリウムではカドミウム・クロムで定量下限値未満、ハイポリウムでは鉛で頻繁に高い値を示すことがあった。

以上の結果より、大気中の有害金属類の長期的観測には、比較的安定した結果が得られるローポリウムエアサンプラによる捕集方法が適当と考えられる。

2) フィルタ別の調査結果比較

大気中長距離輸送やRoHSなどで注目されているカドミウム、クロム、鉛のローポリウムの結果を見ると、セルロース製フィルタでは、クロムで定量下限値未満となることが多かった。

以上の結果より、大気中の有害金属類の長期的観測には、テフロン製（ふっ素樹脂製）フィルタにより捕集する方法が適当と考えられる。

表 2.10- 捕集方法別の大気中の有害金属類測定結果

日数	Br (ng/m ³)				V (ng/m ³)				Cr (ng/m ³)				Mn (ng/m ³)			
	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV
1	0.046	0.043	0.072	0.011	18	17	22	7.2	11	11	13	<1.2	52	48	61	10
2	0.13	0.063	0.21	0.053	26	21	33	16	16	4.0	18	3.3	93	37	120	27
3	0.072	0.067	0.057	0.0077	11	14	12	4.0	8.3	8.3	6.4	<1.2	55	51	40	6.4
4	0.051	0.019	0.042	0.015	5.7	3.9	6.2	2.8	7.1	3.4	5.7	1.8	84	35	75	40
5	0.012	0.0041	0.017	0.0032	3.4	2.7	4.1	2.0	5.0	1.4	5.6	1.2	46	13	56	18
6	0.029	0.019	0.033	0.011	9.5	8.6	10	8.0	8.4	5.0	8.1	2.8	49	25	41	14
7	0.028	0.018	0.042	0.0090	14	9.6	15	8.4	5.2	1.7	3.9	<1.2	28	14	26	6.9
8	0.37	0.46	0.36	0.19	20	27	30	18	15	20	14	5.2	200	230	150	70
9	0.035	0.0084	0.025	0.011	1.8	1.3	2.4	1.0	4.6	1.4	1.5	<1.2	26	5.8	13	5.6
10	0.030	0.022	0.033	0.014	2.5	2.8	2.9	2.0	9.9	3.7	5.5	<1.2	41	22	23	14
11	0.030	0.015	0.039	0.0069	5.1	3.6	5.9	3.1	6.7	2.7	5.5	<1.2	37	14	32	5.3
12	0.026	0.0013	0.066	0.0060	18	18	21	11	7.4	<0.38	7.8	<1.2	35	1.2	43	6.9
13	0.019	0.022	0.025	0.0086	7.8	8.2	8.4	4.3	5.0	6.3	5.2	<1.2	34	33	30	10
14	0.084	0.011	0.087	0.028	17	16	19	11	6.2	0.47	6.9	<1.2	51	3.2	42	13
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	<0.0027	0.0028	0.0032	<0.0029	1.0	1.2	1.3	0.94	<2.4	1.6	0.87	<1.2	6.3	6.8	4.5	1.9
23	-	0.0066	0.0038	<0.0029	-	1.8	1.3	1.1	-	2.5	1.1	<1.2	-	9.7	4.4	1.8
24	<0.0027	0.0046	0.0039	<0.0029	2.4	2.5	2.4	2.3	<2.4	4.7	2.6	<1.2	14	15	8.7	3.5
25	0.0071	0.0077	0.0064	<0.0029	0.70	0.83	0.84	0.52	<2.4	3.2	0.81	<1.2	7.0	6.3	4.8	<1.4
26	0.0075	0.0062	0.0061	0.0032	1.7	1.5	1.9	1.2	<2.4	1.8	1.1	<1.2	11	8.3	6.6	3.1
27	<0.0027	0.0021	0.0012	<0.0029	7.2	6.7	4.7	4.7	<2.4	1.0	0.47	<1.2	13	11	4.5	1.8
28	0.016	0.010	0.020	<0.0029	3.7	2.4	4.0	1.8	<2.4	1.2	2.4	<1.2	24	16	22	2.4
29	0.027	0.029	0.050	0.0036	16	16	18	15	<2.4	8.1	12	<1.2	49	48	69	4.8
30	0.016	0.012	0.026	<0.0029	19	13	21	18	<2.4	6.7	11	<1.2	41	27	47	4.8
31	<0.0027	0.00097	0.0022	<0.0029	2.4	1.3	1.7	1.9	<2.4	0.39	1.6	<1.2	11	2.7	6.7	<1.4
32	<0.0027	0.0029	0.0024	<0.0029	1.0	0.85	3.1	0.57	<2.4	1.7	2.3	<1.2	11	8.2	11	2.3
33	0.0035	0.0028	0.0048	<0.0029	6.1	5.0	4.9	5.4	<2.4	4.3	5.9	1.6	39	24	27	9.6
34	0.0098	0.0088	0.0017	0.013	1.2	1.1	0.63	4.4	<2.4	0.71	0.25	1.4	9.3	6.1	1.2	8.9
35	0.023	0.025	-	*	8.9	8.0	-	*	<2.4	2.8	-	*	26	23	-	*
36	0.031	0.030	-	0.024	9.4	8.4	-	6.7	<2.4	5.3	-	3.5	36	34	-	20
37	0.019	0.018	-	-	8.7	7.2	-	-	<2.4	4.2	-	-	30	23	-	-
38	0.013	0.014	-	-	4.5	4.2	-	-	<2.4	3.8	-	-	18	16	-	-

注) 表中の黄色網掛けの箇所は、黄砂が確認された日である。

表中の各分析項目での MV における 36 日目の結果は 35 日目からの 48 時間の平均値を示す。

表 2.10- 捕集方法別の大気中の有害金属類測定結果

日数	Co (ng/m ³)				Ni (ng/m ³)				Cu (ng/m ³)				Zn (ng/m ³)			
	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV
1	1.2	1.2	0.93	<0.41	14	11	11	<1.9	29	23	32	4.9	140	120	130	<13
2	4.1	2.5	5.6	0.88	28	19	40	7.7	89	41	110	25	140	66	190	56
3	0.74	3.6	0.66	<0.41	7.2	7.6	7.1	<1.9	33	28	32	5.4	100	200	93	<13
4	0.85	0.68	0.50	<0.41	5.8	6.0	3.9	<1.9	34	16	26	6.5	98	120	61	26
5	3.5	3.4	5.0	0.90	16	7.0	30	6.3	27	12	23	5.0	76	100	68	21
6	3.4	2.3	3.4	0.64	14	12	17	3.7	23	15	25	6.3	200	190	180	40
7	0.61	0.78	0.42	<0.41	7.2	4.6	6.9	<1.9	22	11	22	5.9	86	110	68	<13
8	2.9	3.7	2.2	1.2	8.4	12	7.4	<1.9	18	20	17	7.5	110	190	74	37
9	0.60	0.13	0.46	<0.41	2.0	<0.56	1.4	10	9.4	2.1	6.3	<1.7	72	93	35	<13
10	0.91	0.44	0.62	<0.41	21	3.6	4.2	<1.9	21	14	16	5.6	170	150	110	29
11	0.77	0.29	0.63	<0.41	52	2.6	5.0	<1.9	25	13	27	4.5	100	120	85	<13
12	0.68	<0.12	0.71	<0.41	18	0.94	10	6.9	71	4.0	64	15	120	88	110	<13
13	2.2	0.47	0.44	<0.41	41	6.2	5.1	2.4	16	16	17	5.3	110	180	97	21
14	0.79	<0.12	0.75	<0.41	64	1.1	8.8	<1.9	9.1	1.3	33	2.5	71	91	86	<13
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.13	<0.12	0.078	<0.41	75	1.1	0.61	<1.9	6.3	7.5	5.1	<1.7	29	100	17	<13
23	-	0.18	0.13	<0.41	-	3.3	0.68	<1.9	-	8.8	4.8	5.9	-	120	17	<13
24	0.20	0.62	0.12	<0.41	3.1	5.3	2.1	22	28	27	21	8.0	53	110	37	<13
25	0.11	<0.12	0.17	<0.41	<1.9	2.3	0.96	<1.9	5.4	4.6	5.9	<1.7	13	77	16	<13
26	0.23	0.43	0.14	<0.41	<1.9	1.5	1.1	<1.9	7.9	4.8	6.0	2.6	35	73	27	<13
27	1.1	<0.12	0.071	<0.41	7.6	4.6	1.1	<1.9	8.6	7.5	3.5	2.8	49	140	20	<13
28	1.7	0.28	0.22	<0.41	7.9	2.1	2.8	<1.9	12	7.6	14	<1.7	110	92	89	<13
29	0.70	0.70	1.0	<0.41	10	9.9	13	<1.9	28	23	38	3.6	170	200	230	<13
30	0.82	0.46	0.93	<0.41	14	9.4	16	<1.9	55	34	70	9.1	180	160	230	19
31	0.10	<0.12	0.11	<0.41	2.4	1.3	1.8	<1.9	8.9	1.6	5.2	<1.7	57	62	33	<13
32	0.48	0.14	0.19	<0.41	2.1	1.9	4.1	<1.9	7.2	6.4	8.3	4.0	42	69	54	<13
33	0.40	0.28	0.38	<0.41	7.8	6.5	7.3	<1.9	23	15	18	7.1	170	160	130	49
34	0.10	<0.12	<0.059	<0.41	<1.9	<0.56	0.36	2.2	6.2	4.5	0.96	5.8	20	57	4.8	44
35	0.19	0.18	-	*	3.8	3.5	-	*	13	12	-	*	82	110	-	*
36	0.41	0.34	-	<0.41	6.3	7.5	-	3.2	46	31	-	17	110	140	-	52
37	0.56	0.42	-	-	8.6	6.8	-	-	24	17	-	-	110	120	-	-
38	0.24	0.28	-	-	2.7	2.9	-	-	11	9.8	-	-	52	87	-	-

注) 表中の黄色網掛けの箇所は、黄砂が確認された日である。

表中の各分析項目での MV における 36 日目の結果は 35 日目からの 48 時間の平均値を示す。

表 2.10- 捕集方法別の大気中の有害金属類測定結果

日数	As (ng/m ³)				Se (ng/m ³)				Cd (ng/m ³)				Sn (ng/m ³)			
	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV
1	2.3	2.0	2.7	0.73	1.5	1.2	1.4	1.0	0.75	0.66	0.66	<0.13	5.9	4.7	4.8	<0.46
2	4.6	2.9	5.7	1.8	3.2	2.2	3.0	2.2	1.3	0.82	1.5	<0.13	7.1	3.2	7.1	1.2
3	2.4	2.7	2.1	0.44	1.1	1.0	0.83	0.39	0.72	0.84	0.59	<0.13	2.6	2.6	1.7	<0.46
4	1.9	0.89	1.5	0.50	0.83	0.54	0.61	0.39	0.72	0.48	0.45	<0.13	2.0	0.94	1.2	<0.46
5	1.3	0.38	1.2	0.35	0.50	0.37	0.39	0.27	0.51	0.18	0.41	<0.13	2.5	0.64	2.3	<0.46
6	2.2	1.8	2.2	0.74	1.4	1.3	1.4	1.2	0.78	0.68	0.71	<0.13	4.5	3.7	3.9	0.62
7	2.7	1.6	2.4	0.65	1.3	0.89	1.2	0.87	1.2	0.70	0.94	<0.13	2.5	1.4	2.2	<0.46
8	5.2	6.9	5.9	2.5	1.8	1.8	1.6	1.4	1.3	1.7	0.90	0.15	2.8	3.5	2.4	0.75
9	2.8	1.7	3.7	1.0	1.4	1.0	1.3	1.1	0.40	0.14	0.25	<0.13	2.1	0.48	1.3	<0.46
10	2.2	2.3	2.3	1.3	2.2	1.7	1.5	1.2	0.94	0.71	0.51	<0.13	6.4	3.9	3.9	1.2
11	2.6	1.1	2.3	0.43	1.3	0.70	1.0	0.78	0.74	0.41	0.63	<0.13	2.5	1.4	2.2	<0.46
12	2.1	0.33	2.4	0.43	1.2	0.66	1.4	0.86	0.96	0.11	0.93	<0.13	3.0	0.13	2.7	<0.46
13	2.3	2.3	2.0	0.68	1.2	0.99	0.82	0.74	0.92	0.84	0.67	<0.13	2.8	2.5	2.0	<0.46
14	3.1	0.67	2.9	0.87	2.6	1.3	1.9	1.4	1.1	0.22	0.96	<0.13	2.0	0.41	2.1	<0.46
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	0.75	0.54	0.38	0.18	0.47	0.46	0.37	0.44	0.23	0.17	0.15	<0.13	0.97	0.85	0.53	<0.46
23	-	0.59	0.27	<0.090	-	0.26	0.15	0.34	-	0.27	0.18	<0.13	-	0.99	0.39	<0.46
24	0.82	0.69	0.47	0.23	0.37	0.33	0.19	0.34	0.50	0.49	0.33	<0.13	1.9	1.8	1.1	<0.46
25	0.67	0.50	0.44	<0.090	0.60	0.39	0.30	0.55	0.27	0.23	0.25	<0.13	1.0	0.79	1.1	<0.46
26	0.91	0.59	0.66	0.19	0.63	0.43	0.43	0.63	0.32	0.29	0.32	<0.13	1.1	0.72	0.67	<0.46
27	2.9	2.2	1.0	0.59	2.7	2.5	1.5	2.3	1.4	1.1	0.56	<0.13	2.2	1.7	0.73	<0.46
28	3.9	1.9	3.0	0.47	2.7	1.4	3.8	2.0	1.4	0.90	1.1	<0.13	8.5	5.0	6.1	0.77
29	3.4	3.1	3.6	0.66	3.5	3.8	4.5	4.1	1.8	1.7	1.9	<0.13	8.5	7.3	8.5	<0.46
30	2.9	1.8	3.0	0.60	1.9	1.3	2.1	1.7	1.3	0.87	1.4	<0.13	5.7	3.8	6.0	<0.46
31	1.2	0.25	0.63	0.19	0.63	0.37	0.20	0.44	0.51	0.19	0.40	<0.13	2.7	0.46	1.1	0.89
32	0.82	0.53	0.57	0.15	0.53	0.44	0.71	0.53	0.30	0.20	0.41	<0.13	1.5	1.1	1.6	<0.46
33	1.0	0.69	0.81	0.38	1.6	1.2	1.2	1.5	0.83	0.70	0.71	<0.13	5.5	3.9	3.6	2.1
34	1.5	0.97	0.13	0.71	0.51	0.41	0.037	0.37	0.25	0.21	0.12	<0.13	0.80	0.50	0.093	<0.46
35	1.9	1.6	-	*	0.74	0.57	-	*	0.47	0.41	-	*	2.2	1.8	-	*
36	2.4	2.1	-	1.2	1.1	0.83	-	0.81	0.80	0.77	-	0.28	2.1	1.8	-	1.1
37	2.4	1.8	-	-	1.3	1.0	-	-	0.92	0.69	-	-	3.1	2.4	-	-
38	1.9	1.9	-	-	0.56	1.2	-	-	0.71	0.61	-	-	1.6	1.3	-	-

注) 表中の黄色網掛けの箇所は、黄砂が確認された日である。

表中の各分析項目での MV における 36 日目の結果は 35 日目からの 48 時間の平均値を示す。

表 2.10- 捕集方法別の大気中の有害金属類測定結果

日数	Sb (ng/m ³)				Te (ng/m ³)				Ba (ng/m ³)				Tl (ng/m ³)			
	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV
1	8.1	8.2	7.9	1.1	0.039	0.051	0.057	<0.046	33	32	34	4.3	0.095	0.10	0.15	<0.013
2	6.3	3.8	7.3	1.7	0.10	0.084	0.14	<0.046	61	9.4	66	13	0.28	0.19	0.46	0.067
3	2.8	3.0	2.1	<0.55	0.049	0.072	0.064	<0.046	33	30	18	2.9	0.13	0.16	0.16	<0.013
4	2.6	1.3	1.5	<0.55	0.034	0.028	0.038	<0.046	23	8.6	15	4.7	0.11	0.055	0.12	<0.013
5	2.6	0.75	2.1	<0.55	0.024	<0.027	0.036	<0.046	16	3.3	13	2.8	0.063	0.014	0.092	<0.013
6	6.4	5.2	5.2	1.1	0.18	0.17	0.17	0.080	24	12	23	6.1	0.11	0.092	0.49	<0.013
7	2.4	1.4	2.1	<0.55	0.061	0.051	0.073	<0.046	16	7.1	13	2.9	0.18	0.11	0.49	<0.013
8	3.1	4.6	2.8	1.1	0.10	0.097	0.088	<0.046	140	140	88	38	0.32	0.42	0.52	0.091
9	3.6	0.89	1.6	<0.55	0.013	<0.027	0.029	<0.046	18	3.8	7.8	3.0	0.063	0.014	0.31	<0.013
10	8.8	6.4	5.0	1.8	0.087	0.066	0.067	<0.046	29	14	17	7.2	0.100	0.069	0.19	<0.013
11	3.5	1.8	2.7	0.57	0.056	0.031	0.060	<0.046	20	6.0	15	2.5	0.18	0.092	0.26	<0.013
12	5.6	0.34	4.3	0.81	0.051	0.028	0.059	<0.046	23	0.18	24	3.7	0.19	0.012	0.94	<0.013
13	5.1	4.8	3.4	0.81	0.062	0.055	0.056	<0.046	20	19	14	5.0	0.12	0.11	0.22	<0.013
14	2.7	0.28	2.9	12	0.095	0.057	0.077	<0.046	36	1.4	24	7.0	0.28	0.035	0.69	0.038
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	2.6	2.2	1.0	<0.55	0.023	<0.027	0.025	<0.046	6.6	7.3	8.8	1.3	0.023	0.016	0.22	<0.013
23	-	1.8	0.76	<0.55	-	<0.027	0.027	<0.046	-	9.7	4.9	<1.2	-	0.041	0.022	<0.013
24	2.9	2.9	1.5	<0.55	0.030	<0.027	0.033	<0.046	13	15	6.3	2.1	0.036	0.027	0.094	<0.013
25	2.6	2.5	1.4	<0.55	0.024	<0.027	0.031	<0.046	9.3	7.4	4.6	<1.2	0.050	0.030	0.065	<0.013
26	2.1	1.6	1.2	<0.55	0.031	<0.027	0.049	<0.046	11	7.2	4.0	3.0	0.059	0.018	0.052	<0.013
27	2.2	1.9	0.63	<0.55	0.080	<0.027	0.058	<0.046	6.4	6.2	2.2	<1.2	0.23	0.17	0.32	0.019
28	5.4	3.4	4.0	<0.55	0.066	<0.027	0.093	<0.046	16	9.8	11	1.3	0.46	0.28	0.45	0.028
29	10	9.9	10	0.91	0.085	<0.027	0.11	<0.046	33	27	40	2.3	0.38	0.34	1.7	<0.013
30	14	8.9	13	1.5	0.10	<0.027	0.15	0.061	32	19	34	2.8	0.24	0.14	1.4	<0.013
31	2.9	1.1	1.5	<0.55	0.040	<0.027	0.051	<0.046	8.6	1.6	5.2	<1.2	0.042	<0.011	0.045	<0.013
32	2.4	1.8	2.0	<0.55	0.021	<0.027	0.056	<0.046	8.5	6.0	6.4	2.3	0.034	0.020	0.083	<0.013
33	7.2	5.8	4.4	1.6	0.047	<0.027	0.072	<0.046	19	19	14	3.5	0.066	0.048	0.067	<0.013
34	2.2	1.4	0.14	0.84	0.028	<0.027	0.023	<0.046	11	6.2	0.98	5.5	0.046	0.021	0.028	<0.013
35	2.8	2.6	-	*	0.039	<0.027	-	*	19	15	-	*	0.091	0.068	-	*
36	3.5	3.2	-	1.5	0.052	<0.027	-	<0.046	20	19	-	9.2	0.15	0.13	-	0.076
37	3.5	3.1	-	-	0.069	<0.027	-	-	17	14	-	-	0.21	0.16	-	-
38	2.4	2.1	-	-	0.053	<0.027	-	-	10	9.9	-	-	0.16	0.13	-	-

注) 表中の黄色網掛けの箇所は、黄砂が確認された日である。

表中の各分析項目での MV における 36 日目の結果は 35 日目からの 48 時間の平均値を示す。

表 2.10- 捕集方法別の大気中の有害金属類測定結果

日数	Pb (ng/m ³)				粉じん濃度(μg/m ³)			
	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV	LVセルロース	LVテフロン	HV	MV
1	26	24	34	2.7	52	56	69	96
2	47	27	65	11	117	119	173	217
3	25	26	24	2.1	46	94	76	99
4	21	14	22	4.6	28	49	70	68
5	18	4.5	19	3.0	7	28	30	107
6	37	27	120	8.4	31	45	50	13
7	25	15	59	3.7	20	41	55	86
8	34	45	88	12	199	298	345	212
9	16	4.1	34	2.1	24	38	49	111
10	27	18	45	5.2	106	48	39	71
11	25	12	32	2.8	-	143	70	49
12	27	1.1	97	3.5	68	52	69	81
13	31	29	38	5.5	59	42	27	80
14	33	3.5	72	6.2	130	113	129	148
	-	-	-	-	-	-	-	-
22	6.5	5.6	10	1.0	10	-	25	22
23	-	6.9	2.5	0.59	-	17	30	44
24	13	13	11	1.9	10	17	22	95
25	12	9.3	6.6	0.46	10	24	38	33
26	8.7	7.1	5.6	1.6	21	41	47	33
27	20	18	15	3.0	7	31	15	8
28	46	29	38	3.9	36	3	63	21
29	51	47	200	3.5	40	14	74	56
30	45	30	180	4.1	41	17	60	45
31	12	2.9	6.2	0.85	28	65	24	55
32	10	6.5	12	1.5	24	57	27	24
33	33	23	21	6.6	28	31	37	20
34	7.7	5.4	0.92	4.5	7	24	-	40
35	18	15	-	*	35	51	-	40
36	26	24	-	11	-	-	-	-
37	26	23	-	-	-	-	-	-
38	23	20	-	-	-	-	-	-

注) 表中の黄色網掛けの箇所は、黄砂が確認された日である。

表中の各分析項目での MV における 36 日目の結果は 35 日目からの 48 時間の平均値を示す。

3. バックグラウンド地域における予備調査

3.1 調査方法

我が国の環境大気バックグラウンド地域において、環境大気中の有害金属の捕集及び分析の予備調査を行った。調査内容を表 3.1 に示す。

サンプリング方法は、ローボリウムエアサンプラを用い、サンプリング時間を 24 時間として、24 時間毎に自動的に捕集用ろ紙を交換するサンプリング方式を試行した。装置の概要を別紙 1 に示す。

分析方法については、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」(環境省、平成 18 年 2 月) に準じて ICP-MS による分析方法とした。

表 3.1 バックグラウンド地域における予備調査内容

調査地域	沖縄県辺戸岬 (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)
調査期間	1 ヶ月間程度
調査内容	<p>粒子状物質中の有害金属調査</p> <p>鉛、カドミウム、銅、亜鉛、ヒ素、クロム、バナジウム、ニッケル、セレン、アンチモン、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム</p> <p>気象情報</p> <p>風向、風速、気温、湿度等</p>

備考)分析方法について

粒子状物質：平成 18 年 2 月環境省水・大気環境局大気環境課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 (フィルタ採取 - 圧力容器分解 - 誘導結合プラズマ質量分析法)

気象情報：気象観測機器による自動観測

バックグラウンド地域における予備調査工程を表 3.2 に示す。

表 3.2 バックグラウンド地域における予備調査工程

分析項目	大気捕集装置	捕集期間	調査期間									
			1	7	8	14	15	21	22	28	29	35
粒子状物質	ローボリウム	24 時間										
気象観測			連続測定									

備考)粒子状物質：鉛、カドミウム、銅、亜鉛、ヒ素、クロム、バナジウム、ニッケルセレン、アンチモン、バリウム、ベリリウム、コバルト、マンガン、スズ、テルル、タリウム

大気捕集装置：ローボリウムエアサンプラについては、24 時間毎に自動的に捕集用ろ紙を交換するサンプリング方式とした。

気象情報：予備調査期間中連続して観測した。

3.2 予備調査結果

分析結果を表 3.3 に示す。

定量下限値未満の値もみられるが、おおむね安定した値が得られている。

表 3.3 バックグラウンド地域における予備調査結果の概要

期間	分析結果 (ng/m ³)																	
	Be	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Sb	Te	Ba	Tl	Pb	
一週目	月	0.00041	3.1	61	<0.87	0.14	<0.31	0.23	3.4	0.023	0.22	0.016	<0.16	<0.045	<0.0075	0.16	<0.00076	0.17
	火	0.00025	2.0	23	<0.87	0.050	1.5	0.32	<2.1	0.058	0.17	0.0099	0.23	<0.045	<0.0075	0.20	0.0020	1.1
	水	0.00018	5.1	74	1.3	0.17	3.0	0.35	2.2	0.077	1.9	0.027	<0.16	<0.045	0.11	0.24	0.0018	0.80
	木	0.0036	5.4	47	4.1	0.15	0.72	1.0	<2.1	0.78	0.65	0.021	0.31	0.047	0.097	0.97	0.072	0.29
	金	0.0011	7.4	91	2.3	0.15	1.2	0.41	<2.1	0.28	0.52	0.036	0.20	<0.045	0.079	0.31	0.022	0.54
	土	0.0032	4.0	23	1.3	0.064	0.99	0.76	8.2	0.48	0.47	0.036	0.23	0.078	0.072	0.51	0.049	0.61
	日	0.00066	5.3	39	<0.87	0.13	0.79	0.34	3.1	0.099	0.46	0.022	<0.16	0.066	<0.0075	0.24	0.0036	0.62
二週目	月	0.0039	5.1	27	1.7	0.067	2.7	1.0	16	0.28	0.62	0.11	0.22	0.21	<0.0075	0.89	0.016	3.2
	火	0.010	5.5	27	7.0	0.25	2.3	2.8	42	2.4	1.6	0.46	0.97	1.0	0.044	2.3	0.11	19
	水	0.016	5.1	48	11	0.15	1.9	2.2	36	1.9	1.7	0.32	0.79	0.79	0.032	3.5	0.10	17
	木	0.0098	2.6	3.1	5.7	0.10	1.5	2.1	35	1.6	1.2	0.33	1.0	0.47	0.037	2.3	0.069	14
	金	<0.00017	0.98	21	<0.87	0.075	4.2	0.46	<2.1	0.028	0.17	0.018	<0.16	0.084	<0.0075	0.11	0.0011	0.30
	土	<0.00017	0.59	29	<0.87	0.22	10	0.43	8.9	0.026	0.14	0.014	<0.16	0.32	0.016	0.47	<0.00076	0.19
	日	0.00048	0.51	9.2	1.6	0.062	1.7	0.19	6.4	0.039	0.17	0.0073	<0.16	<0.045	0.014	0.27	<0.00076	0.21
三週目	月	0.00040	2.3	52	0.95	0.074	0.77	0.23	33	0.034	0.14	0.061	<0.16	<0.045	<0.0075	<0.10	<0.00076	0.48
	火	0.00024	1.5	28	<0.87	0.030	0.69	0.15	4.2	0.13	0.21	0.033	<0.16	<0.045	<0.0075	0.13	<0.00076	0.66
	水	0.00095	2.9	48	1.5	0.035	0.59	0.40	6.6	0.19	0.22	0.065	<0.16	0.16	<0.0075	0.62	0.0078	1.9
	木	0.00019	1.2	14	<0.87	0.026	<0.31	0.094	<2.1	0.078	0.17	0.024	<0.16	0.097	0.021	0.33	0.0075	0.36
	金	0.00033	2.3	43	1.1	0.054	0.49	0.17	3.7	0.13	0.22	0.047	<0.16	0.48	0.0087	0.21	0.0044	1.3
	土	0.00049	2.4	31	<0.87	0.050	1.7	0.094	2.8	0.097	0.17	0.060	<0.16	0.51	<0.0075	0.20	0.0023	0.38
	日	0.0056	4.3	58	5.7	0.32	13	2.3	43	1.0	0.74	0.29	2.7	1.1	0.038	1.7	0.050	12
四週目	月	0.0038	2.7	25	4.3	0.065	0.62	1.6	30	1.7	0.71	0.37	0.80	0.69	0.060	0.83	0.063	11
	火	0.0036	2.5	27	3.5	0.047	2.0	0.91	17	0.86	0.55	0.23	0.45	0.47	0.014	0.72	0.044	7.4
	水	0.0055	2.8	19	6.7	0.071	0.96	2.6	50	2.2	0.96	0.65	1.6	1.7	0.066	1.4	0.11	22
	木	0.0051	4.1	48	8.3	0.13	5.1	2.2	50	2.1	0.96	0.67	1.4	1.3	0.056	1.1	0.10	20
	金	0.011	5.4	10	11	0.11	2.4	4.5	93	3.4	1.7	1.1	3.5	1.9	0.064	2.2	0.18	33
	土	0.0063	6.3	37	5.0	0.065	1.7	2.7	51	1.8	1.1	0.55	1.7	0.81	0.050	1.3	0.096	18
	日	0.0039	2.5	3.5	4.4	0.10	2.1	1.4	28	1.5	0.75	0.22	0.64	0.97	0.032	1.5	0.039	8.1
五週目	月	0.0014	3.1	36	2.5	0.062	1.6	0.95	8.7	0.48	0.45	0.11	0.45	0.28	0.011	0.64	0.024	3.4
	火	0.0050	2.1	2.3	1.5	0.049	0.73	0.98	14	0.67	0.39	0.16	0.47	0.27	0.0091	0.62	0.026	4.9
	水	0.00066	0.57	3.3	<0.87	0.075	<0.31	0.21	2.3	0.076	0.13	0.024	0.21	0.43	<0.0075	0.21	0.0015	0.47
	木	0.00036	0.44	6.5	<0.87	0.058	1.2	0.16	4.4	0.043	0.12	0.012	<0.16	<0.045	<0.0075	0.10	<0.00076	0.12
	金	0.0011	0.44	7.3	<0.87	0.042	2.7	0.14	<2.1	0.062	0.15	0.016	0.19	<0.045	<0.0075	0.15	<0.00076	<0.099
土	0.00049	0.63	7.9	<0.87	<0.018	0.52	0.60	2.7	0.049	0.14	0.0060	<0.16	0.049	0.011	0.12	<0.00076	<0.099	

【備考】 下限値には、ブランクの繰り返し分析から求めた検出下限値を使用した。

【別紙1】 「LV 自動捕集装置の動作概略」

8枚のフィルターを並列に取り付け、タイマーによる自動切替えにより、順次、サンプリングできる装置を用いる。

捕集自動装置の概念図を下記に示す。

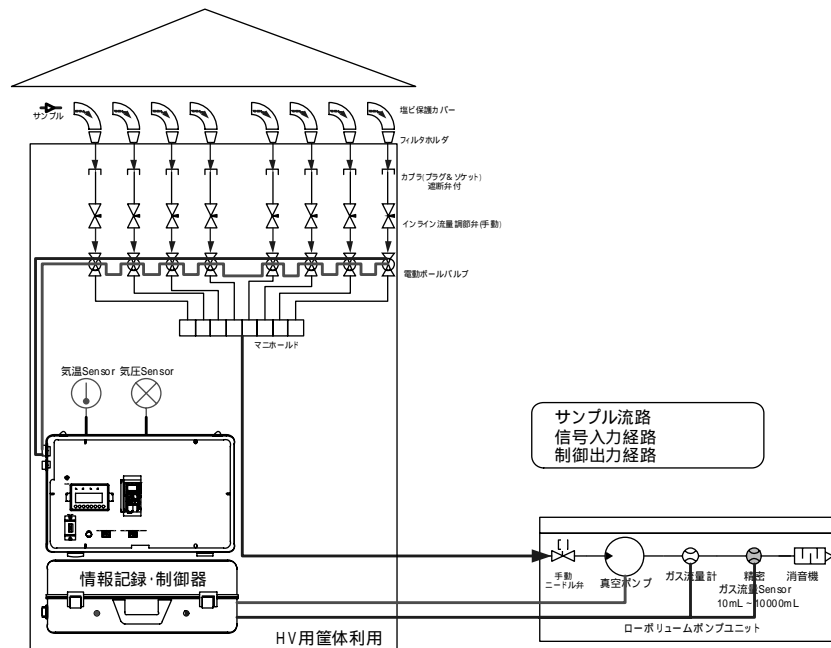


表 測定器の仕様

ローボリュームエアサンプラー		
	本 体	ポンプユニット 動力部
消費電力 (A)	0.4	2.5
占有面積 (m ²)	0.36	0.20
全長 (mm)	600	600
全幅 (mm)	600	400
全高 (mm)	1500	500

【別紙 2】 粒子状物質中の有害金属調査結果の詳細（大阪市内）

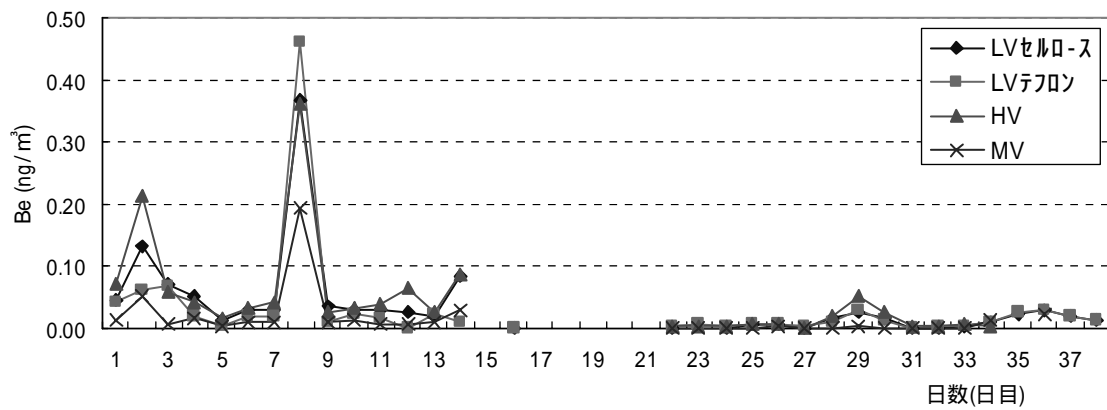


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Ba)

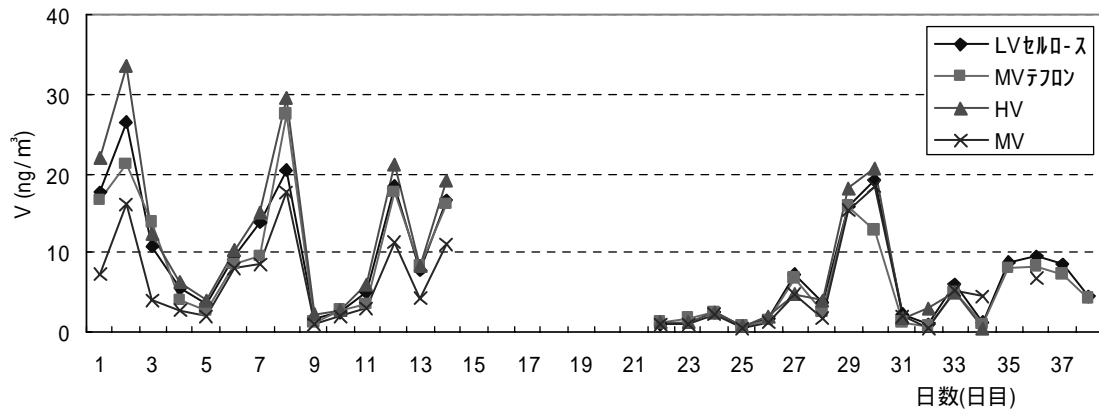


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (V)

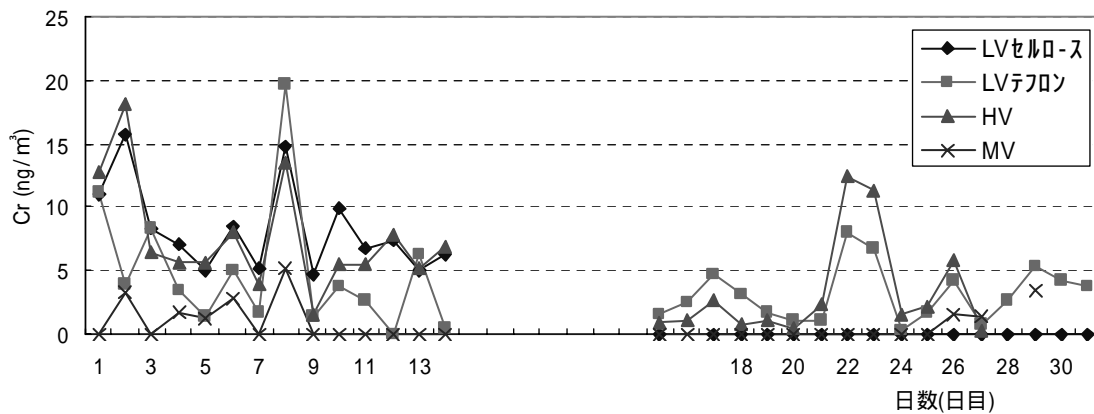


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Cr)

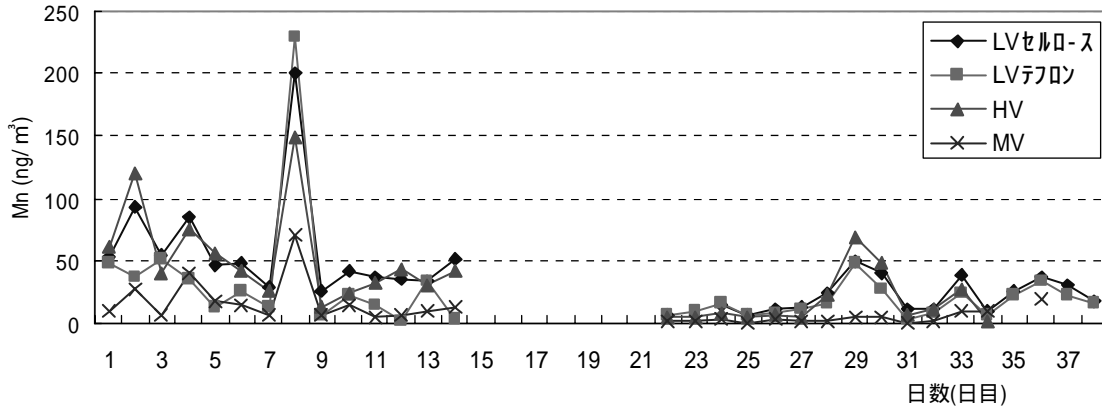


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Mn)

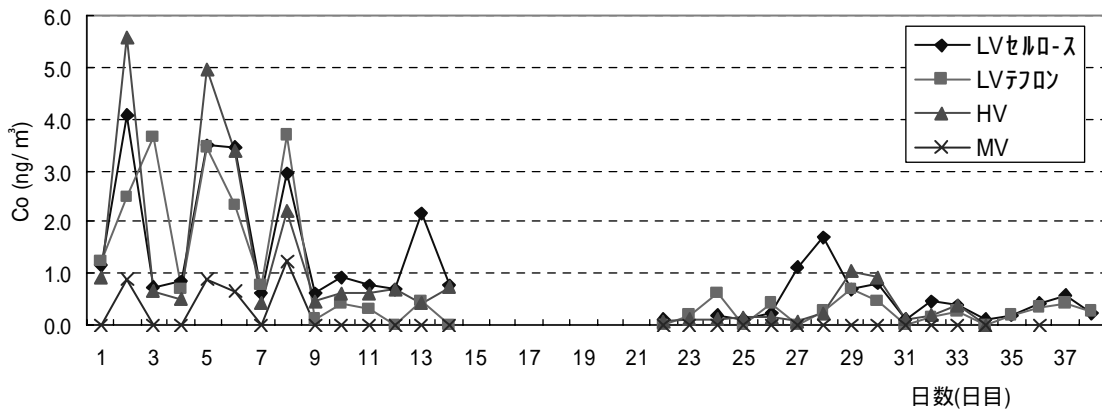


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Co)

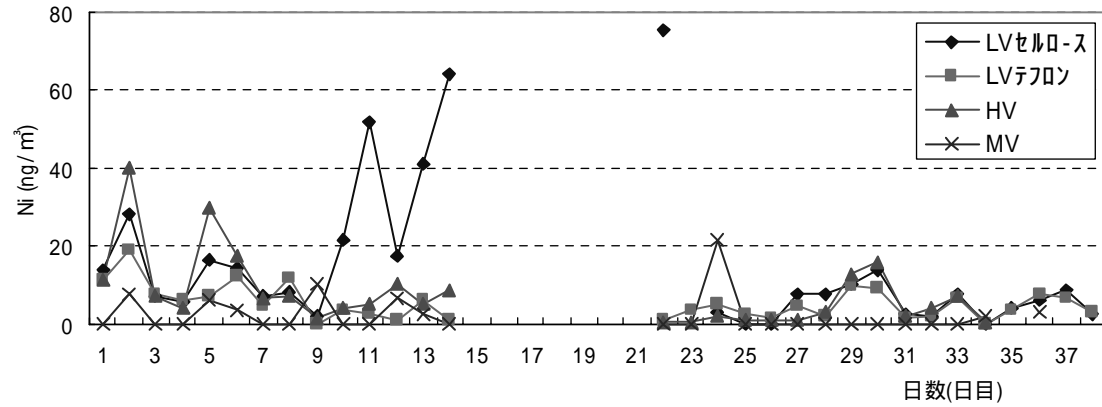


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Ni)

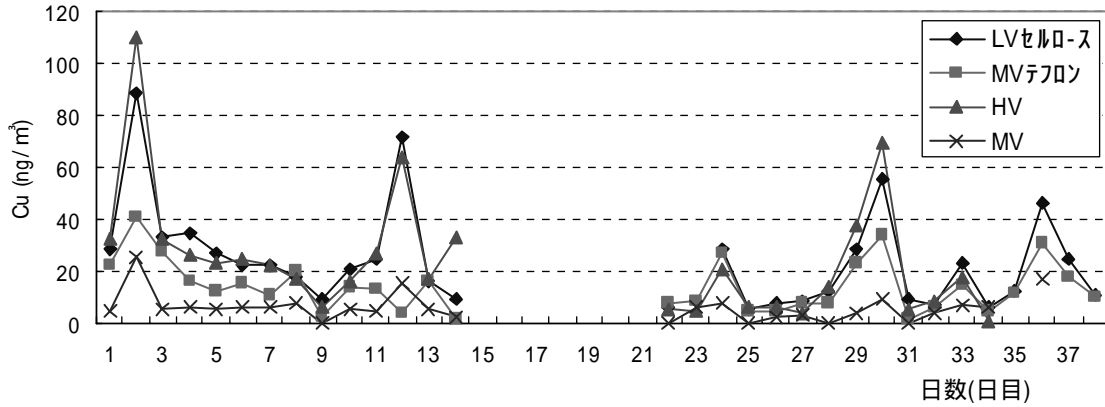


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Cu)

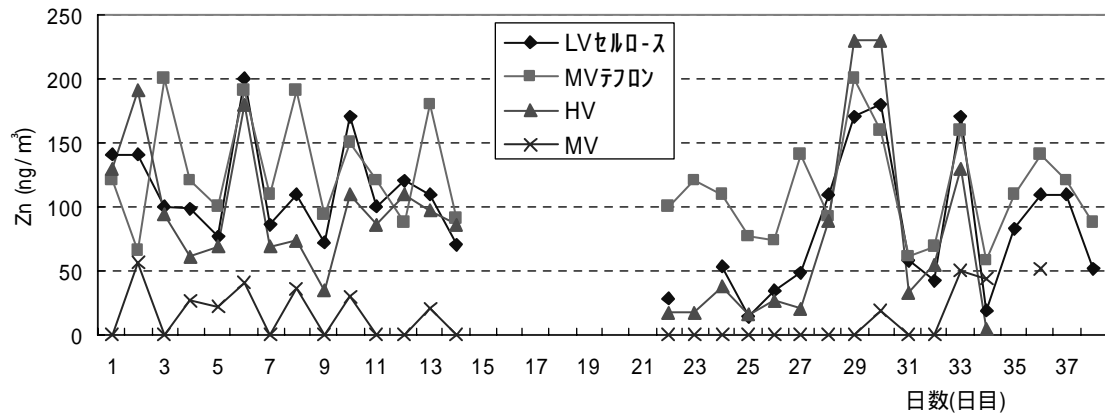


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Zn)

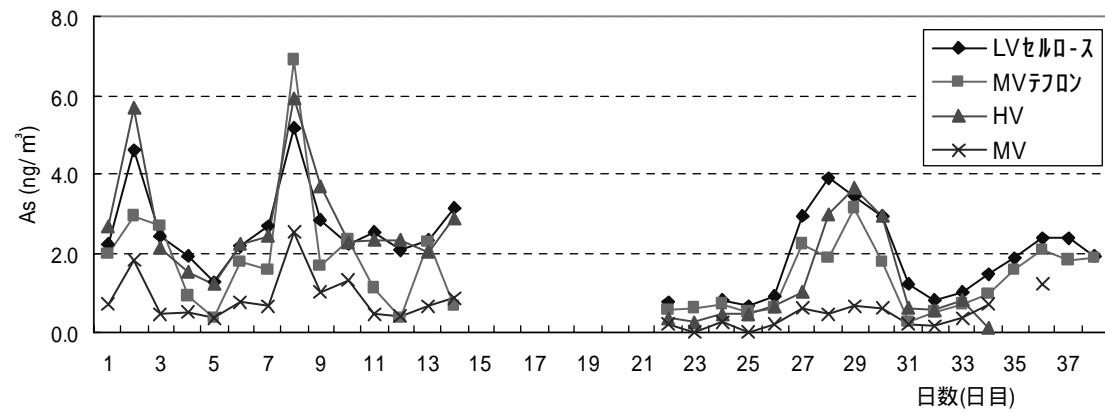


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (As)

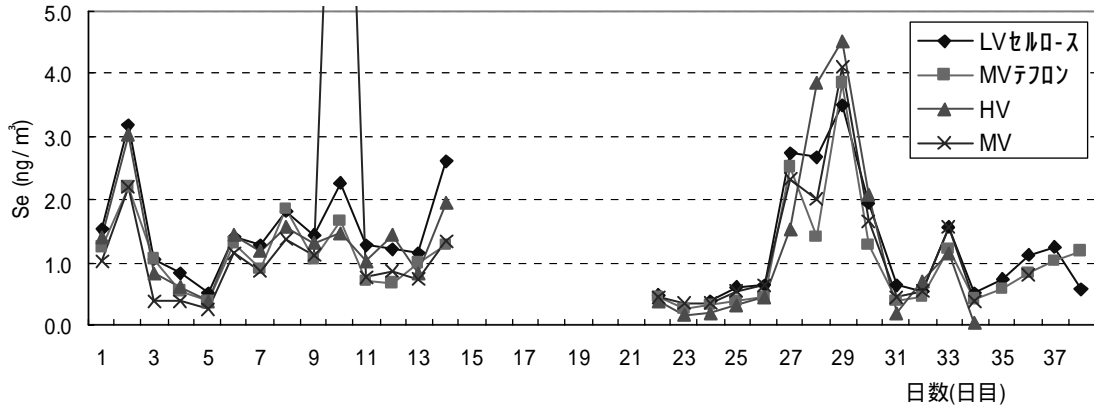


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Se)

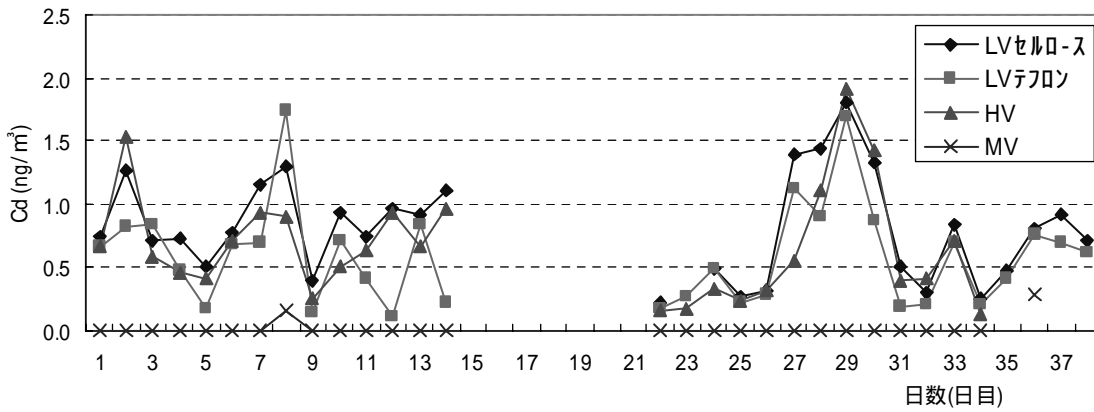


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Cd)

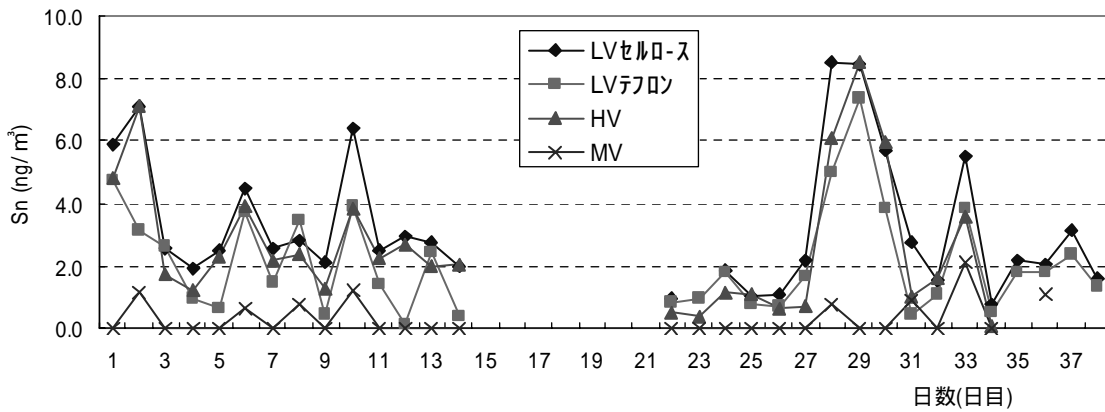


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Sn)

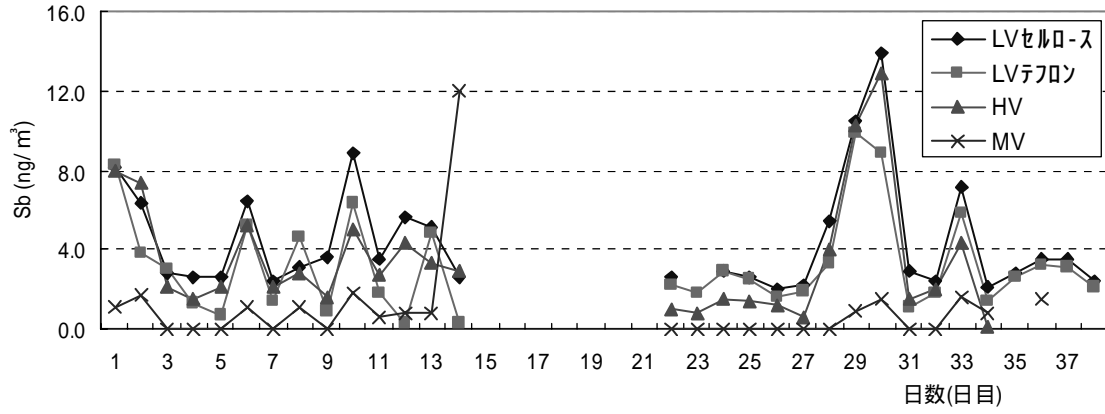


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Sb)

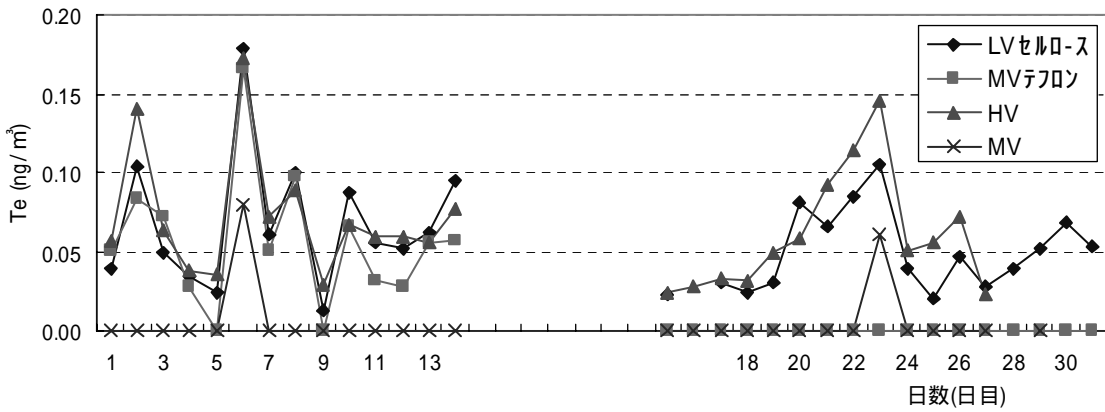


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Te)

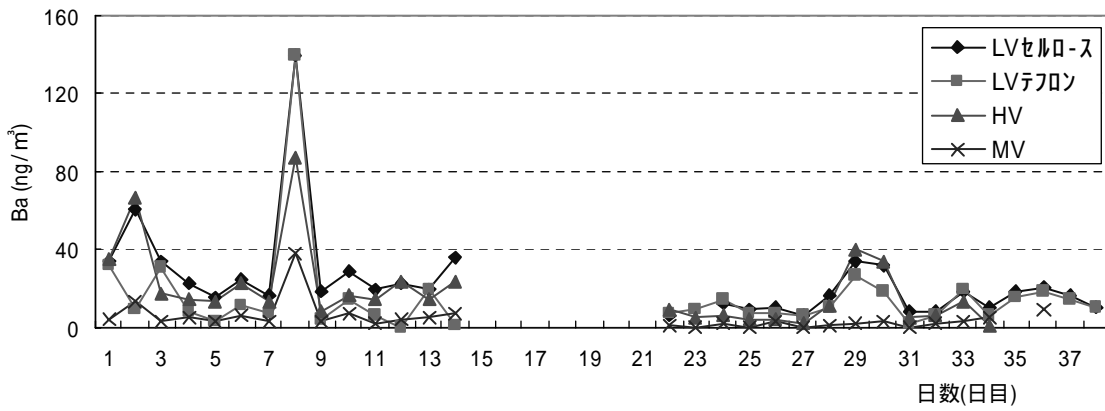


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Ba)

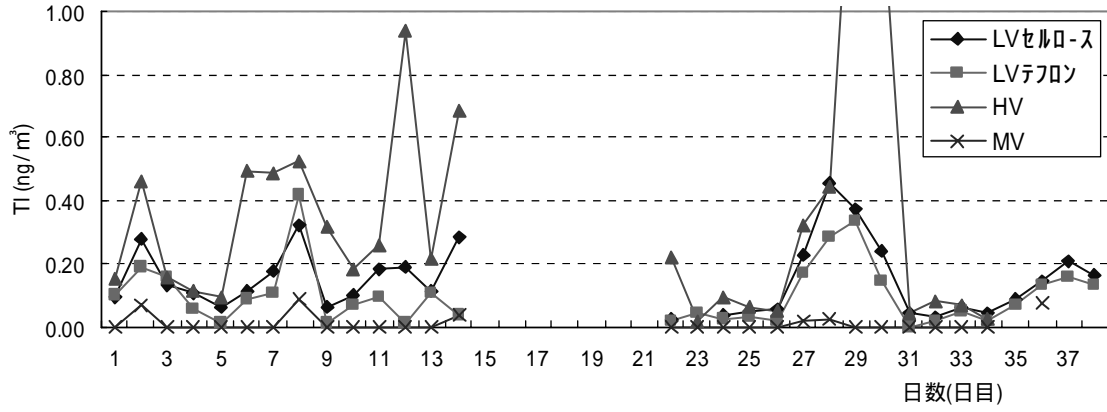


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (TI)

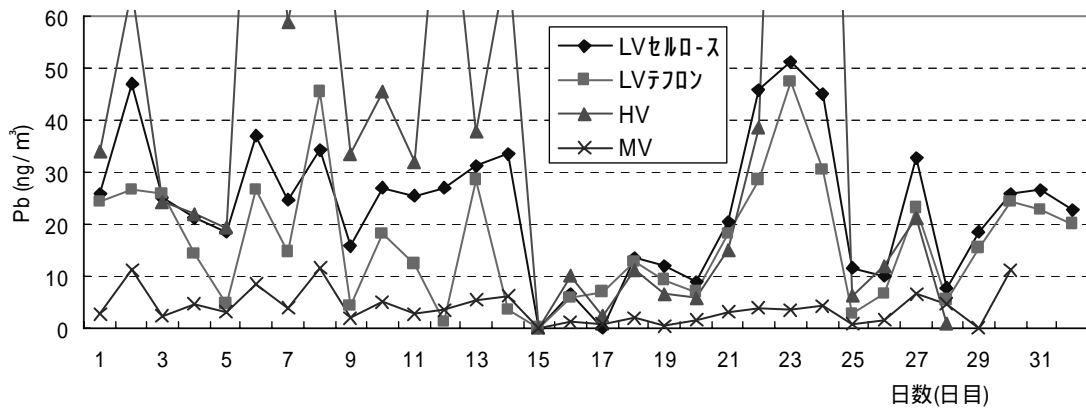


図 3.1- 粉じん中の有害金属類測定結果 (Pb)

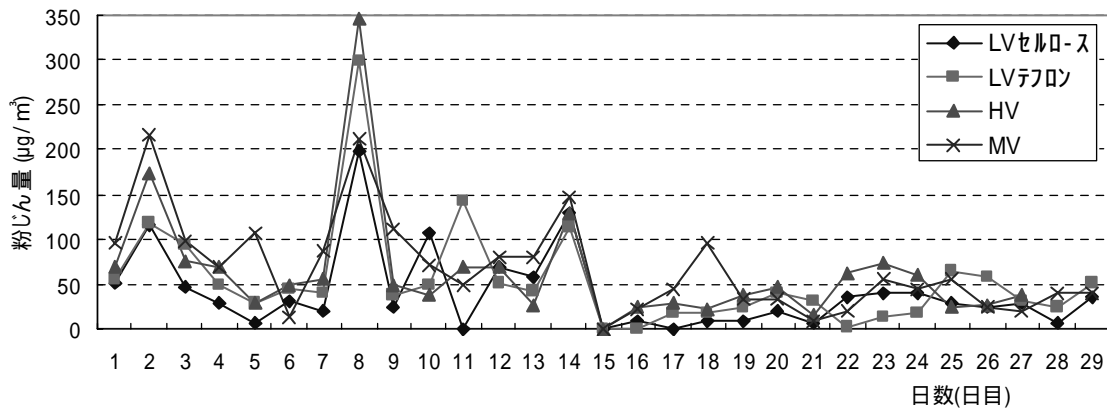


図 3.1- 粉じん量測定結果 (Pb)

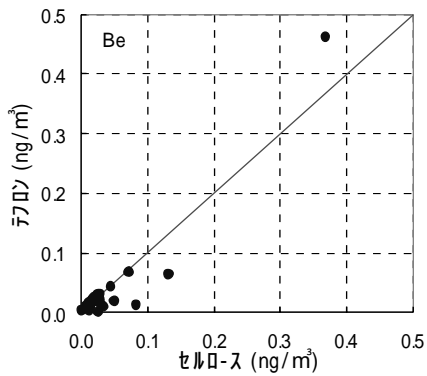


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Be)

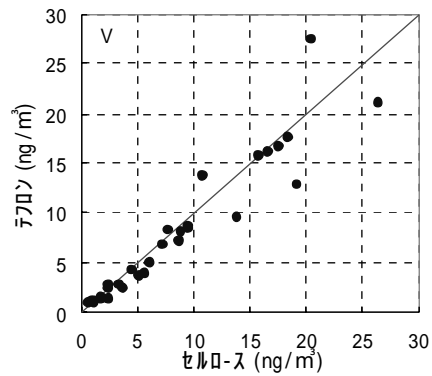


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(V)

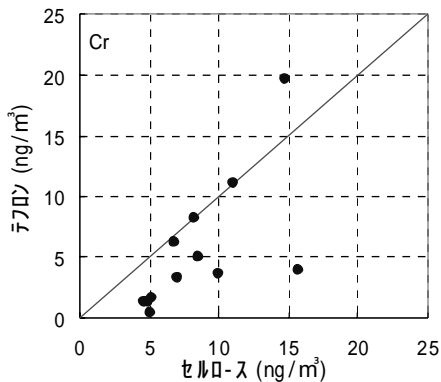


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Cr)

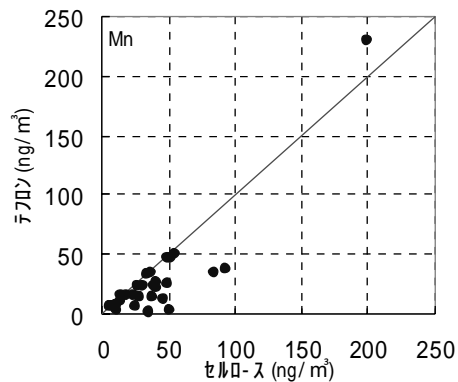


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Mn)

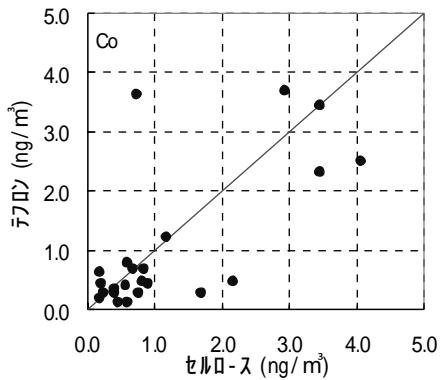


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Co)

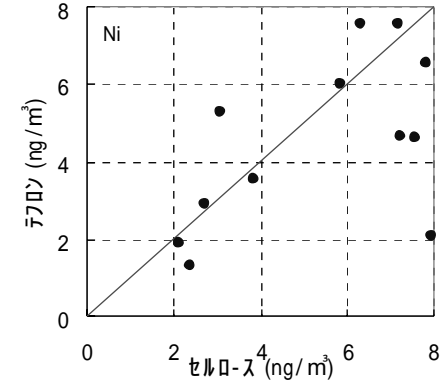


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Ni)

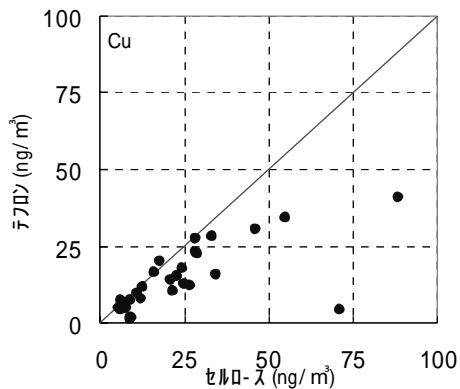


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Cu)

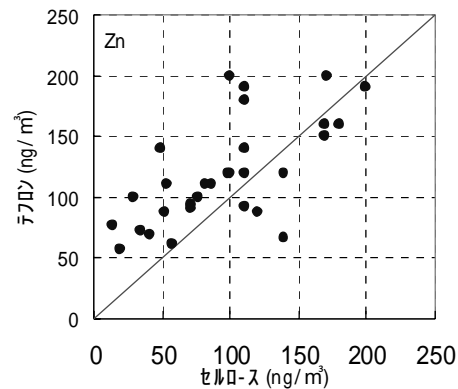


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Zn)

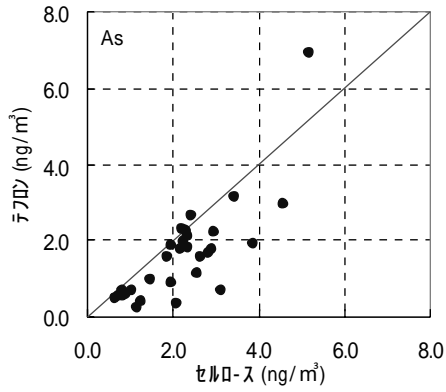


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(As)

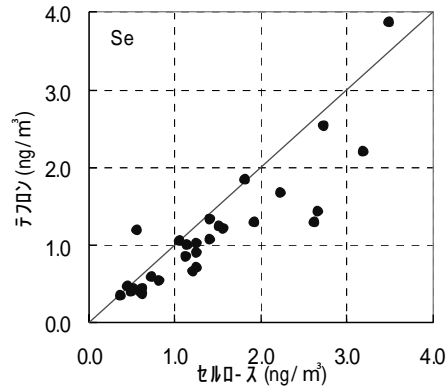


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Se)

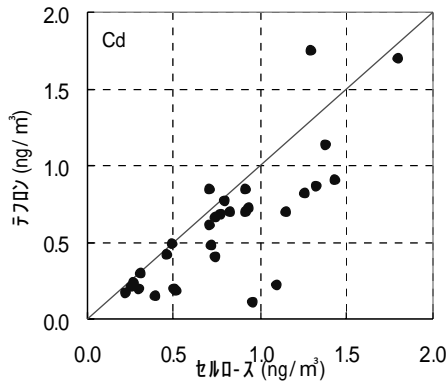


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Cd)

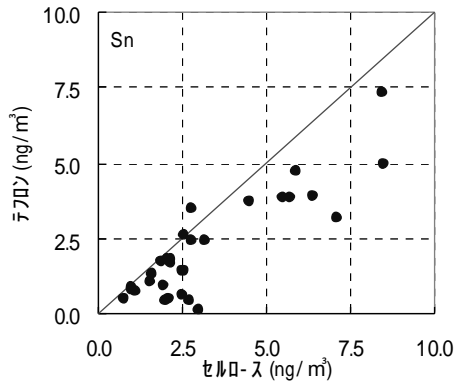


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Sn)

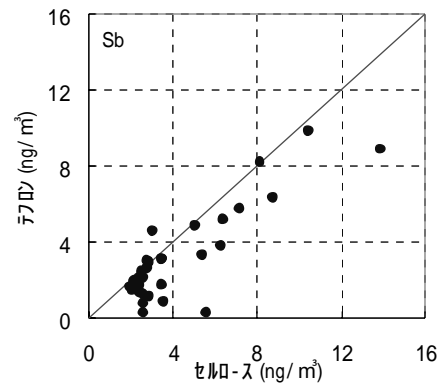


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Sb)

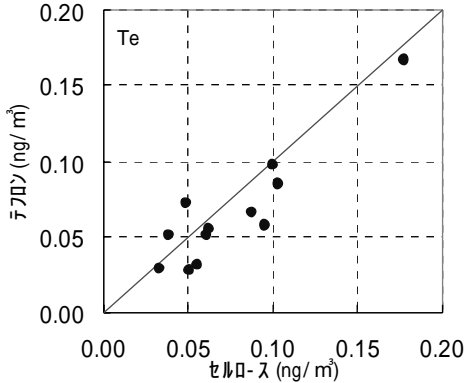


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Te)

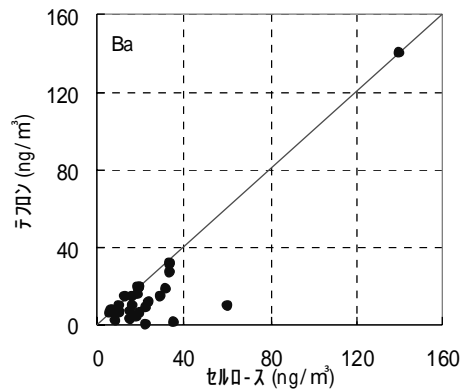


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Ba)

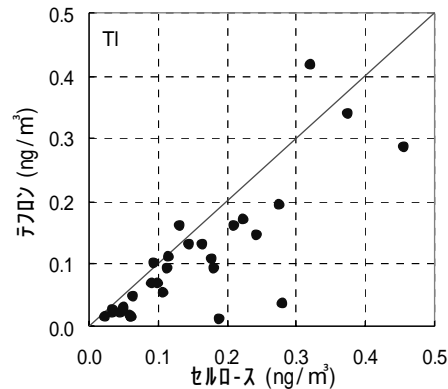


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Tl)

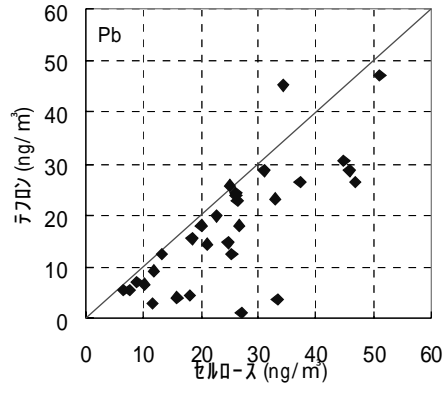


図 3.2 フィルタ別有害金属類濃度分布(Pb)

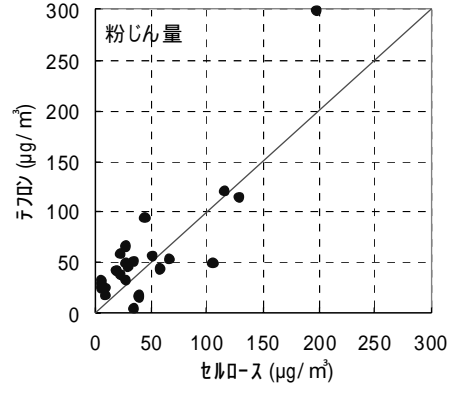


図 3.2 フィルタ別粉じん濃度分布