

資料

広島県における有害大気汚染物質に関する調査－金属成分について

原田 美穂子, 大原 真由美*¹, 日浦 盛夫*², 山本 康彦*³

Researches on Hazardous Air Pollutants in Hiroshima Prefecture － The Concentrations of Metals in Airborne Particulates

MIHOKO HARADA, MAYUMI OHARA, MORIO HIURA, and YASUHIKO YAMAMOTO

(Received December 26, 2014)

有害大気汚染物質モニタリング事業で実施している大気中の金属濃度の測定結果について、平成 17 年度から平成 25 年度のデータを取りまとめ、検討を行った。一般環境地点である東広島市では、ベリリウム及びマンガンの濃度が全国平均値より高い年が多く、近年高くなる傾向がみられたが、県内の他の市の測定値より際立って高い値ではなかった。発生源周辺である竹原市ではヒ素濃度が発生源平均値より高かった。同じく発生源周辺の尾道市では全元素で発生源平均値より低い年が多く、北広島町では全元素とも県内で最も低かった。東広島市と竹原市のベリリウム濃度の相関係数が 0.93 と高かったため、これらを含む地域で同様の挙動をしていることと考えられた。県内の大気中金属濃度は春季から夏季にかけて高く、その後冬季にかけて減少し、春季に向かって増加する傾向がみられた。

Key words : 有害大気モニタリング, 有害大気汚染物質, 金属, 粉じん濃度

緒 言

広島県では、平成 9 年度から大気中における有害大気汚染物質の実態把握及び発生源対策の基礎資料を得るために、有害大気汚染物質モニタリング事業を実施している。本事業では、毎年県内の 5～6 地点の大気中の揮発性有機化合物、酸化エチレン、ベンゾ (a) ピレン及び金属類 (クロム, ニッケル, ヒ素, ベリリウム, マンガン) を測定している。今回は、金属類の測定地点である東広島市、竹原市、尾道市及び北広島町における平成 17 年度から平成 25 年度の大気中の金属濃度の測定データから年変化、月変化及び地域特性を調査したのでその結果を報告する。

調査方法

1 調査地点及び調査年度

調査地点を図 1 に、調査地点の分類、調査年度を表 1 に示した。なお、測定地点の分類は、有害大気汚染物質

モニタリング指針 (平成 9 年 2 月 12 日公布) に準じ、一般環境地点は特定の発生源等の直接の影響を受けず、人が通常居住する地域、発生源周辺は、固定発生源の集中する地域または比較的大きな固定発生源が存在する地域を選定した。

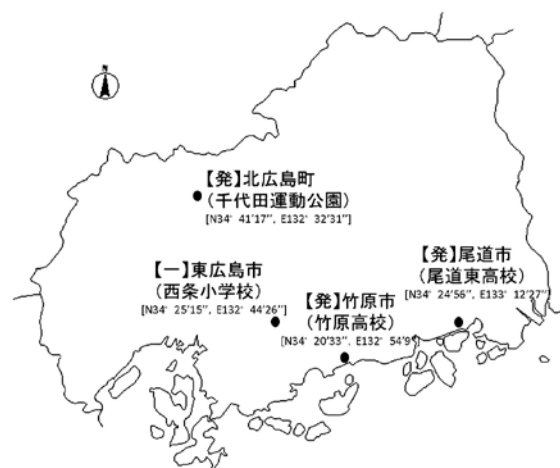


図 1 調査地点

【一】：一般環境地点, 【発】：発生源周辺地点

* 1 退職

* 2 現財団法人広島県下水道公社

* 3 現西部東厚生環境事務所環境管理課

表1 調査地点とその分類, 各地点の調査年度

地点	分類	平成 17 年度	平成 18 年度	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
東広島市 (西条小学校)	一般環境	○ ¹⁾	○	○	○	○	○	○	○	○
竹原市 (竹原高校)	発生源周辺		○		○		○		○ ²⁾	○
尾道市 (尾道東高校)	発生源周辺	○		○		○			○	
北広島町 (千代田運動公園)	発生源周辺							○		

1) ○は調査年度を示す

2) 平成 24 年度の竹原市は, ヒ素のみ

表2 測定元素及び測定方法 (装置)

測定元素	平成 17 年度～ 18 年度	平成 19 年度～ 25 年度
クロム	誘導結合プラズマ発光分光分析法 (SII SPS5000)	誘導結合プラズマ質量分析法 (Agilent7500cx)
ニッケル	誘導結合プラズマ発光分光分析法 (SII SPS5000)	誘導結合プラズマ質量分析法 (Agilent7500cx)
ヒ素	水素化物発生原子吸光法 (日本ジャーナルアッシュ社 HYD-10, AA-782)	誘導結合プラズマ質量分析法 (Agilent7500cx)
ベリリウム	誘導結合プラズマ質量分析法 (Hewlett Packard 社 HP4500)	誘導結合プラズマ質量分析法 (Agilent7500cx)
マンガン	誘導結合プラズマ発光分光分析法 (SII SPS5000)	誘導結合プラズマ質量分析法 (Agilent7500cx)

2 試料採取及び分析方法

試料採取, 前処理及び分析は, 環境省の有害大気汚染物質測定マニュアル [1] (以下, マニュアル) に従って実施した. 試料採取は, 毎月 1 回 (12 回/年) 24 時間ハイボリュームエアサンプラー (紀本電子工業 123N, 123VX, 120H, 120B, 120SL) により石英繊維ろ紙 (Pallflex2500QAT UP) に浮遊粉じんを採取した. 前処理は B 法 (圧力容器法) により, 必要量切り出したろ紙をマイクロウェーブ分解装置 (Milestone 社製 ETHOS900) により全分解した. 測定元素及び測定方法 (装置) は, 表 2 に示した.

結果及び考察

1 各測定地点における金属濃度の年平均値の特徴 (平成 17 年度～ 25 年度)

各地点における大気中の金属濃度の年平均値, 年最小値, 年最大値を表 3 に示した.

なお, PRTR データ [2] によると, 発生源周辺の竹原市では竹原市内及び隣接する大崎上島町の事業所からヒ素及びその化合物, 尾道市では市内事業所からマンガン及びその化合物, 北広島町ではクロム及び三価クロム化合物が大気中に排出されている. また, 一般環境の東広島市でも, 市内でマンガン及びその化合物を大気中に排出する事業所が存在する.

(1) クロムは, 東広島市で平成 18 年度に $3.3\text{ng}/\text{m}^3$, 平

成 19 年度に $6.2\text{ng}/\text{m}^3$ と全国平均値 (一般環境, 発生源周辺及び沿道もあわせた平均値) の $2.2, 1.7\text{ng}/\text{m}^3$ より, 尾道市では平成 19 年度に $5.5\text{ng}/\text{m}^3$ と発生源周辺の全国平均値 (以下, 発生源平均値) $3.2\text{ng}/\text{m}^3$ より高い年もあったが, その他の年は全地点とも全国平均値及び発生源平均値より低い値を示した.

(2) ニッケルは, 東広島市で平成 18 年度に $8.3\text{ng}/\text{m}^3$ と全国平均値の $5.6\text{ng}/\text{m}^3$ より高い値を示したが, 指針値 $25\text{ng}/\text{m}^3$ の 1/3 程度であった. 東広島市の平成 18 年度以外及び発生源周辺の竹原市, 尾道市, 北広島町では全国平均値より低い値を示した.

(3) ヒ素は, 東広島市では, 平成 20～24 年度において全国平均値よりも高い値を示した. 竹原市は, 発生源平均値より高い年が多く, 平成 20 年度はヒ素の指針値 $6\text{ng}/\text{m}^3$ に比べて高く, 平成 24 年度及び平成 25 年度は指針値に近い値だった. 尾道市では, 平成 21 年度が $3.6\text{ng}/\text{m}^3$, 平成 24 年度が $2.9\text{ng}/\text{m}^3$ と発生源平均値 $2.2\text{ng}/\text{m}^3$ より高い値を示した. 北広島町では, $2.6\text{ng}/\text{m}^3$ と低い値を示した. 竹原市以外の地点では, 指針値に比べて概ね 1/2 以下と低い値を示した.

(4) ベリリウムは, 尾道市, 竹原市及び北広島町では発生源平均値より低い値を示した. 東広島市では, 平成 19 年度を除いて全国平均値より高く, 平成 23 年度から上昇傾向がみられた.

(5) マンガンは, 東広島市で平成 21 年度～ 24 年度に

表3 各地点における金属濃度

	平成 年度	東広島市		尾道市		竹原市		北広島町		各年度の 検出下限 の最大値	全国 平均値	一般 環境 平均値	発生源 周辺 平均値
		年平均値 ¹⁾ (最小値~最大値) ²⁾	年平均値 ¹⁾ (最小値~最大値) ²⁾	年平均値 ¹⁾ (最小値~最大値) ²⁾	年平均値 ¹⁾ (最小値~最大値) ²⁾	年平均値 ¹⁾ (最小値~最大値) ²⁾	年平均値 ¹⁾ (最小値~最大値) ²⁾						
クロム (ng/m ³)	17	2.7 (<1.4~6.6)	3.4 (0.89~7.3)	-	-	1.4	5.9	4.7	9.5				
	18	3.3 (<1.8~13)	-	3.7 (<1.8~6.5)	-	1.8	2.2	1.6	4.4				
	19	6.2 (1.4~18)	5.5 (1.4~14)	-	-	0.31	1.7	1.6	3.2				
	20	5.0 ((1.5)~17)	-	4.8 ((1.7)~8.4)	-	1.1	6.3	4.6	9.0				
	21	4.7 ((1.7)~10)	3.7 ((<1.5)~7.3)	-	-	1.5	5.3	4.1	6.3				
	22	4.2 ((<3.0)~30)	-	(2.0) ((<3.0)~(5.0))	-	3.0	5.6	4.1	7.5				
	23	4.4 (2.4~11)	-	-	2.2 ((<0.9)~6.8)	1.1	5.7	4.1	9.1				
	24	4.5 (1.5~11)	3.1 (0.52~7.5)	-	-	0.060	5.3	4.3	7.0				
25	4.9 (0.60~12)	-	2.2 (0.83~4.6)	-	0.017	-	-	-					
ニッケル (ng/m ³)	17	3.9 (1.5~7.7)	4.9 (1.6~10)	-	-	1.1	5.3	4.3	7.7				
	18	8.3 (2.1~21)	-	7.7 (0.87~15)	-	0.60	5.6	4.4	8.5				
	19	3.5 (<0.76~6.5)	5.3 (2.0~8.7)	-	-	0.76	5.1	4.0	7.5				
	20	2.7 ((<0.66)~5.7)	-	6.2 ((<0.66)~12)	-	0.66	4.9	4.0	7.2				
	21	4.0 ((<2.5)~(7.4))	5.0 ((<2.5)~17)	-	-	2.5	4.2	3.6	5.4				
	22	(3.2) (<4~(8))	-	4.4 ((<4)~(11))	-	4.2	4.0	3.4	5.3				
	23	4.2 ((1.3)~9.3)	-	-	(1.8) ((0.8)~6.1)	1.9	4.4	3.6	6.4				
	24	3.7 (1.6~8.2)	3.6 (1.8~6.4)	-	-	0.11	4.1	3.4	5.9				
25	3.4 (0.70~7.7)	-	5.3 (1.9~8.6)	-	0.026	-	-	-					
ヒ素 (ng/m ³)	17	1.8 (0.63~3.8)	2.5 (0.46~8.4)	-	-	0.27	2.0	1.8	2.8				
	18	1.8 (0.23~5.6)	-	3.1 (0.22~6.2)	-	0.014	5.9	4.7	9.5				
	19	1.3 (<0.15~3.7)	2.4 ((<0.15)~5.6)	-	-	0.15	2.2	1.6	4.4				
	20	1.8 (0.23~4.0)	-	6.3 (1.2~23)	-	0.022	1.7	1.6	3.2				
	21	2.7 (0.69~6.9)	3.6 (0.87~10)	-	-	0.067	1.5	1.3	2.2				
	22	2.0 (0.50~7.8)	-	2.6 (1.0~5.5)	-	0.010	1.4	1.2	2.0				
	23	4.8 (0.36~12)	-	-	2.6 (0.44~7.4)	0.88	1.6	1.2	2.8				
	24	2.6 (0.39~7.1)	2.9 (0.73~6.4)	5.2 (0.92~11)	-	0.20	1.5	1.3	2.2				
25	3.8 (0.34~15)	-	5.9 (0.89~20)	-	0.018	-	-	-					
ベリリウム (ng/m ³)	17	0.062 (<0.0036~0.22)	0.023 (0.011~0.05)	-	-	0.0036	0.043	0.041	0.052				
	18	0.050 (<0.0087~0.43)	-	0.043 (<0.0087~0.11)	-	0.0087	0.034	0.030	0.044				
	19	0.034 (<0.0052~0.086)	0.029 (0.0072~0.07)	-	-	0.0052	0.028	0.029	0.038				
	20	0.032 ((<0.0032)~0.11)	-	0.027 ((0.0086)~0.07)	-	0.0032	0.027	0.023	0.032				
	21	0.063 ((0.012)~0.30)	0.029 ((<0.0063)~0.05)	-	-	0.0063	0.034	0.027	0.044				
	22	0.035 (0.0069~0.17)	-	0.014 ((<0.0020)~0.04)	-	0.0020	0.030	0.026	0.038				
	23	0.11 ((<0.00013)~0.33)	-	-	(0.011) ((<0.0025)~(0.033))	0.024	0.023	0.022	0.027				
	24	0.095 (0.015~0.22)	0.027 ((0.0032)~0.08)	-	-	0.0070	0.024	0.022	0.029				
25	0.090 (0.001~0.32)	-	0.024 (0.001~0.050)	-	0.0017	-	-	-					
マンガン (ng/m ³)	17	33 (4.7~73)	35 (7.5~87)	-	-	1.2	33	27	47				
	18	21 (2.6~130)	-	73 (8.0~300)	-	0.20	35	27	54				
	19	22 (3.9~34)	44 (10~88)	-	-	0.22	28	23	53				
	20	22 (5.0~62)	-	31 (9.3~70)	-	0.29	30	23	47				
	21	31 (4.1~82)	44 (7.6~110)	-	-	0.32	27	21	39				
	22	29 (8.6~67)	-	21 (6.2~68)	-	0.40	25	20	37				
	23	59 (7.7~120)	-	-	15 (4.3~38)	0.46	25	20	38				
	24	41 (10~79)	32 (6.7~63)	-	-	0.22	24	19	36				
25	37 (3.1~110)	-	31 (15~110)	-	0.022	-	-	-					

*全国平均より高い値 *発生源平均値より高い値

1) 年平均値が各月の最大検出下限値未満であった場合は、その値を括弧書きで表示

2) ①最小値又は最大値の値が、検出下限値未満であった場合は、『< (該当月の検出下限値)』として表示

②最小値又は最大値の値が、検出下限値以上定量下限値未満であった場合は『(測定値)』として表示

③最小値又は最大値の値は、JIS Z 8401 によって数値を丸め、有効数字2桁として表示。ただし、試料における定量下限値の桁より下の桁は表示しない

全国平均値より高く、平成23年度から上昇傾向がみられた。竹原市及び尾道市では、発生源平均値に比べると概ね低かった。北広島町は、他の3地点に比べて低い値を示した。全地点の全調査年とも指針値の120ng/m³に比べると概ね1/3程度であった。

2 県内のその他の市における測定結果との比較

表3で全国平均値あるいは発生源平均値を上回った年

が多く、濃度が高い東広島市（一般環境）のベリリウム、マンガン及び竹原市（発生源周辺）のヒ素について、県内の政令市等が実施している同様の調査データと比較した結果を図2に示した。なお、他の市のデータは、一般環境は広島市安佐南区（安佐南区役所）、広島市西区（井口小学校）、呉市（白岳小学校）、福山市（南小学校）、発生源周辺は広島市南区（楠那中学校）、呉市（宮原小学校）、福山市（曙小学校）の平成17年度～24年度の

環境省の大気汚染状況報告書 [3-10] に記載されているデータを引用した。

(1) 一般環境のベリリウムは、平成 19 年度以前に比べると県内の各地点で減少傾向にあった。広島市安佐南区及び西区) では年変動が小さく、呉市(白岳小学校)、福山市(南小学校)では減少傾向で推移しているのに対し、東広島市では増加の傾向がみられた。平成 23 年度、24 年度は東広島市では県内で最も高かったが、他の地点との差は小さかった。一般環境

のマンガンは、呉市(白岳小学校)でその他の地点に比べて高く推移し、平成 18 年度以降は減少していた。その他の地域は、同程度の推移あるいは減少傾向であった。東広島市では増加の傾向がみられた。東広島市のベリリウム及びマンガンは増加傾向にあるものの、県内の他の地域に比べて際立って高い値ではなかった。

(2) 発生源周辺のヒ素は、広島市南区及び福山市(曙小学校)では年変動は小さく指針値の 1/2 程度以内

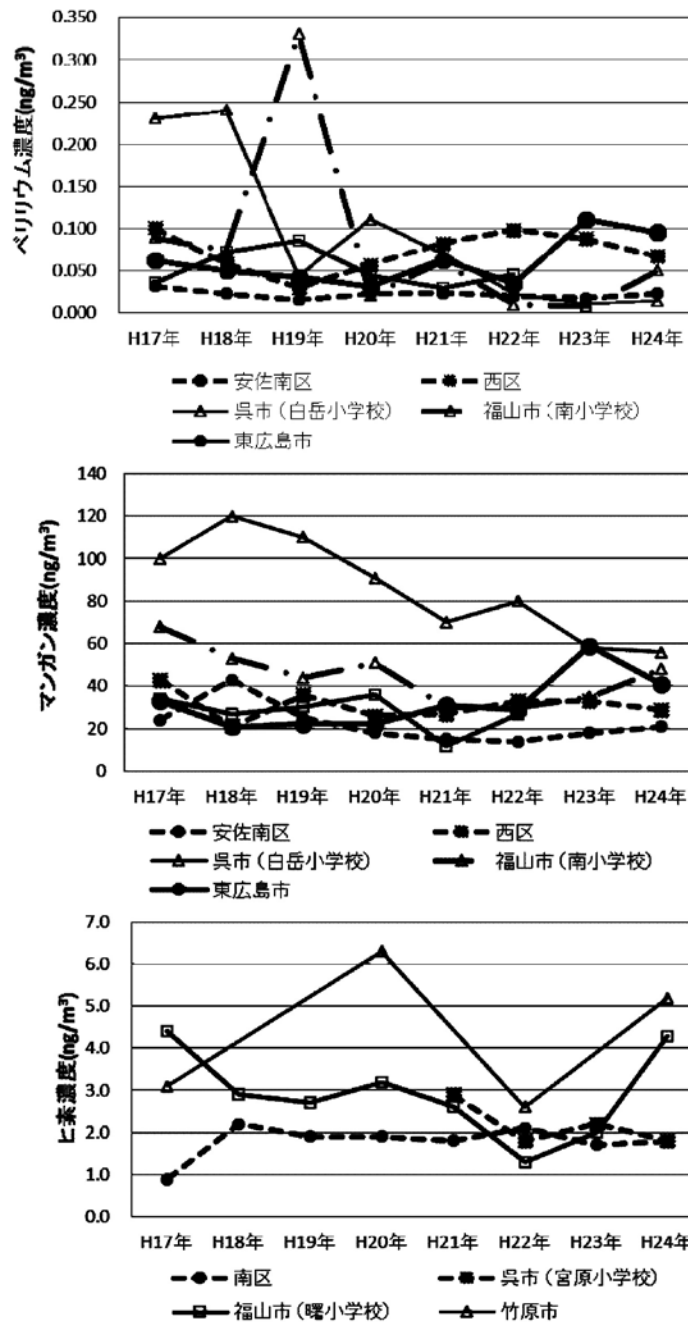


図2 県内の他の測定地点と東広島市(ベリリウム、マンガン)及び竹原市(ヒ素)の各濃度の推移

であったが、竹原市ではそれらの地点より高い値で推移した。これは、PRTR データ [2] によると、竹原市に近接する大崎上島町のヒ素の大気への排出量が県内で最も多いため、その影響が大きいと思われる。

3 大気中各金属濃度及び粉じん濃度の相関

(平成 24, 25 年度)

東広島市では、1, 2 のとおりマンガンとベリリウムは増加の傾向がみられた。しかし、ベリリウムは、PRTR データ [2] によると、平成 18 年度以降に日本国内で大気に排出している事業所は存在しないため、大気中のベリリウム濃度に影響する要因は不明である。また、マンガンは、鉄鋼業等が主な発生源とされているが、東広島市内の事業所からの排出量は 16 ~ 41kg/年 (平成 17 ~ 24 年度) であり、尾道市内の 172 ~ 274kg/年 (平成 17 ~ 24 年度) と比較すると少なく、大気中の濃度への影響は小さいと考えられる。一方、池辺らは、大気中のベリリウムの粒度分布がマンガン、鉄と類似し [11]、荒川らは、大気中のマンガン濃度とベリリウム濃度は相関が高い [12] と報告している。また、村上らは、マンガンは天然の岩石や土壌に由来する 2.1 ~ 10 μ m の粗大粒子中に高濃度に存在すると報告している [13]。

そこで、粉じんと金属濃度の関係を調べるために、ろ紙に捕集された粉じんの重量から大気中の粉じん濃度 (μ g/m³) を算出し、各金属濃度と粉じん濃度の相関をみた。なお、粉じん濃度の測定は、平成 24 年度及び平成 25 年度の東広島市と平成 25 年度の竹原市で実施した。

東広島市の結果を表 4 に示した。東広島市では、ベリリウムとマンガンの相関係数が 0.91 と高く、それらは粉じん濃度との相関係数も 0.84, 0.89 と高い値を示した。また、クロムとニッケルの相関係数も 0.86 と高かった。

粉じん濃度とマンガン、ベリリウムの相関係数が高い

のは、東広島市の調査地点が小学校グラウンドに隣接していることから、土壌の巻き上げによる影響の可能性も考えられた。一方で、溝畑らは、0.43 ~ 11 μ m の間に 8 区分の粒径ごとに測定すると、マンガンは微小・粗大粒子ともに存在すると報告しており [14]、大気中のマンガン濃度に影響を及ぼす主な要因については、今後周辺の土壌等の調査、風向等のデータを合わせて解析する必要があると考える。

竹原市では表 5 に示すとおり、ヒ素とニッケルが 0.88、ヒ素とクロムが 0.85、ニッケルとマンガンが 0.82 と相関係数が高かった。粉じん濃度との相関係数は、最も高いベリリウムでも 0.77 程度であった。

ニッケル及びクロムの濃度は、固定発生源からの排出量が多いヒ素と相関が高いため、同様の固定発生源による影響も考えられた。

表 4, 表 5 から東広島市及び竹原市のそれぞれの地点で高い相関が認められた元素が確認できた。そこで、近接している、これらの市の地点間での相関をみるために、粉じん濃度と全元素のデータが比較できる平成 25 年度の相関を表 6 に示した。ベリリウムは、両地点間で相関係数が 0.93 と高く、東広島市のマンガンと竹原市のベリリウムの相関係数も 0.90 と高かったが、粉じん濃度の相関は低かった。一方、東広島市から距離の離れている尾道市及び北広島町と東広島市の間の相関をみた。なお、これらの地域は同じ年度の測定値がないため、尾道市と東広島市の相関は平成 24 年度、北広島町と東広島市の相関は平成 23 年度のデータを使用した。

その結果、ベリリウム濃度の地点間の相関は低かった (表 7, 表 8)。このため、ベリリウムは県内の広い範囲ではなく、東広島市と竹原市を含む地域で同様の挙動をしていることが示唆された。平成 25 年度の東広島市と竹原市の粉じん中のベリリウム濃度の年平均値は、東広島市で 1.63mg/kg、竹原市で 0.81mg/kg、マンガン濃

表 4 大気中の各金属及び粉じん濃度との相関係数 (東広島市, 平成 24 年度, 25 年度)

	クロム	ニッケル	ヒ素	ベリリウム	マンガン	粉じん
クロム						
ニッケル	0.86					
ヒ素	0.57	0.66				
ベリリウム	0.51	0.47	0.60			
マンガン	0.72	0.71	0.76	0.91		
粉じん	0.54	0.56	0.61	0.84	0.89	

表 5 大気中の各金属及び粉じん濃度との相関係数 (竹原市, 平成 25 年度)

	クロム	ニッケル	ヒ素	ベリリウム	マンガン	粉じん
クロム						
ニッケル	0.79					
ヒ素	0.85	0.88				
ベリリウム	0.47	0.38	0.47			
マンガン	0.68	0.82	0.78	0.33		
粉じん	0.60	0.69	0.57	0.77	0.65	

表6 東広島市及び竹原市の大気中の各金属及び粉じん濃度との相関係数 (平成 25 年度)

		東広島市					
		クロム	ニッケル	ヒ素	ベリリウム	マンガン	粉じん
竹原市	クロム	0.33	0.18	0.51	0.45	0.50	0.64
	ニッケル	0.54	0.52	0.50	0.38	0.55	0.64
	ヒ素	0.57	0.46	0.65	0.57	0.67	0.76
	ベリリウム	0.71	0.70	0.66	0.93	0.90	0.79
	マンガン	0.75	0.41	0.21	0.30	0.43	0.44
	粉じん	0.71	0.64	0.47	0.67	0.72	0.76

表7 東広島市及び尾道市の大気中の各金属濃度間の相関係数 (平成 24 年度)

		東広島市				
		クロム	ニッケル	ヒ素	ベリリウム	マンガン
尾道市	クロム	0.75	0.81	0.70	0.14	0.53
	ニッケル	0.56	0.64	0.59	0.14	0.45
	ヒ素	0.68	0.68	0.58	0.13	0.45
	ベリリウム	0.38	0.39	0.47	0.36	0.48
	マンガン	0.49	0.52	0.56	0.49	0.71

表8 東広島市及び北広島町の大気中の各金属濃度間の相関係数 (平成 23 年度)

		東広島市				
		クロム	ニッケル	ヒ素	ベリリウム	マンガン
北広島町	クロム	0.83	0.43	-0.19	0.39	0.34
	ニッケル	0.77	0.55	-0.05	0.37	0.38
	ヒ素	0.46	0.24	0.15	-0.18	0.05
	ベリリウム	0.83	0.44	-0.06	0.63	0.57
	マンガン	0.83	0.33	-0.05	0.46	0.50

度は、それぞれ 777mg/kg, 967mg/kg であり、両市の大気中での相関は高かったが、粉じん中の組成は異なっていた。

鈴木らは、土壌由来はアルミニウム、鉄、重油燃焼由来はバナジウム、ニッケル、交通由来は鉛、アンチモン、銅、亜鉛との比などで有害大気汚染物質の発生源を解析している [15]。また、日置らは、大気総粉じん中元素濃度比と国内発生源エアロゾル、大陸大気エアロゾルとの元素濃度比から発生源を特定することは可能だが、そのためにはバナジウム/マンガン比、ランタン/サマリウム比、ランタン/バナジウム比などにより解析する必要があり、今後は粒径別の成分濃度の把握が重要としている [16]。

今回、東広島市及び竹原市のベリリウム及びマンガンの相関関係は明らかになったが、発生源及び金属濃度の挙動に影響する要素は特定できなかった。今後、土壌、重油燃焼、交通由来等の指標となるアルミニウム、鉄、バナジウム、鉛、アンチモン、銅、亜鉛などの元素も測定し、解析する必要があると考える。

4 月別変化の特徴

東広島市、竹原市、尾道市の調査年の月別平均値の推移を図3に示した。

東広島市では、クロムとニッケルは3～7月がやや高

く、それ以降2月まで同程度で推移した。ヒ素は年間を通して大きな変動はなかった。マンガンとベリリウムは、3月～7月が高く、その後2月まで徐々に減少して3月からやや上昇する同様の傾向がみられた。ニッケル及びベリリウムは、最大値と最小値の差が他の市に比べて大きかった。

竹原市では、クロム、ニッケル、ヒ素、マンガンは4月～7月あるいは8月がやや高く、その後3月まで徐々に減少あるいは同程度で推移する傾向がみられた。ベリリウムは、年間を通して変動が少なかった。また、特にヒ素は最大値と最小値の差が他の市に比べて大きかった。

尾道市では、クロムは4月～7月、ニッケル、ヒ素、マンガンは5月～8月にやや高く、その後減少あるいは同程度で推移し、3月に再び増加する傾向がみられた。ベリリウムは、5月～6月がやや高かったが、年間を通して同程度で推移した。全元素とも最大値と最小値の差は小さかった。

元素ごとの季節変化をまとめた結果から、マンガン濃度は、高濃度が観測される大都市地域と工業地域では、前者が12月、後者が4月に最も高いという報告 [17] もあるが、今回の結果では、一般環境、発生源周辺ともほぼ同様の挙動を示していた。春季から夏季にかけて高く、その後夏季から冬季には減少し、また春季に向かっ

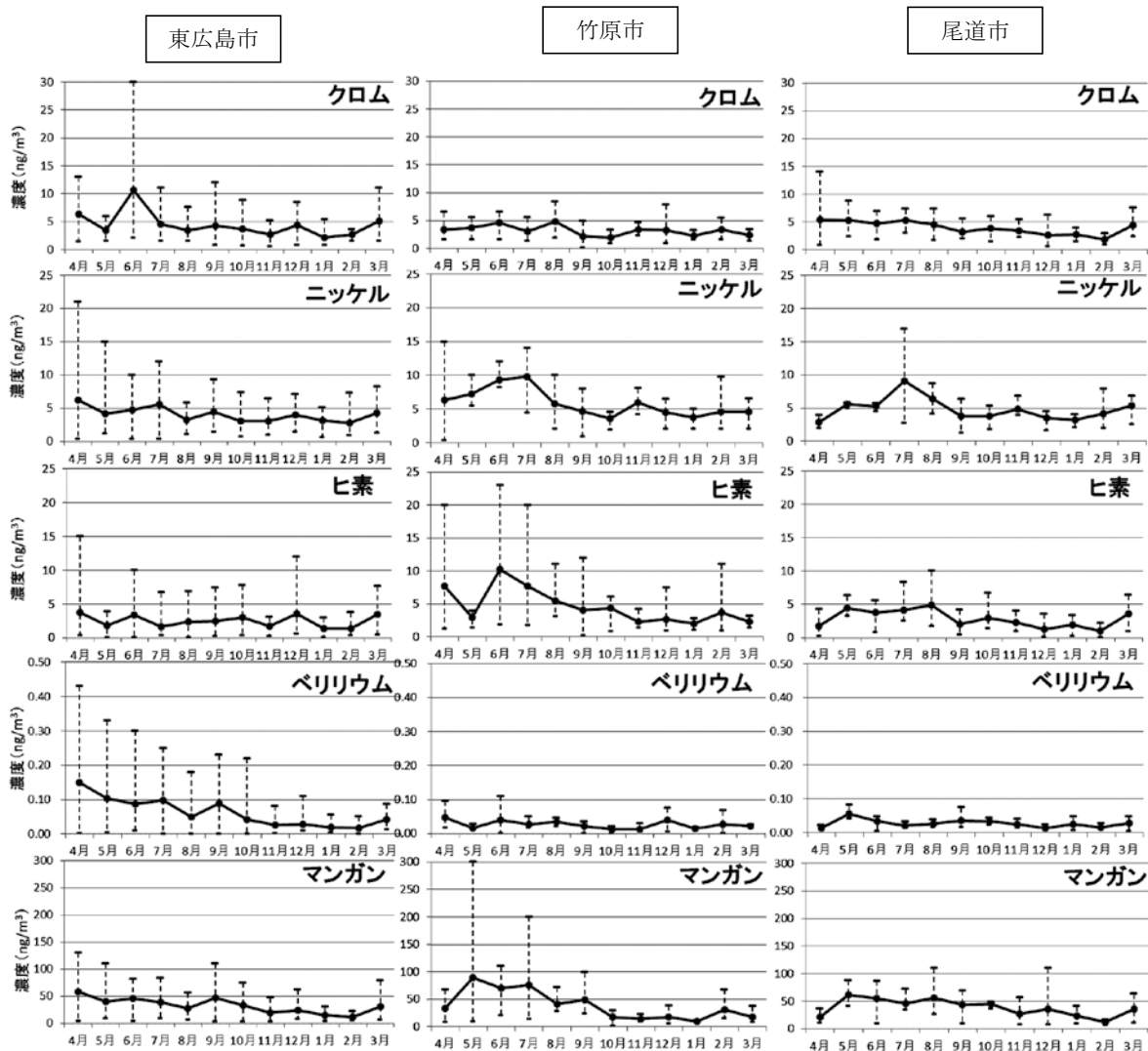


図3 大気中金属濃度の月別変化
 (●: 平均値, —: 最大値, - -: 最小値)

て増加する傾向であった。

気象庁のデータ [18] によると、平成 18 年 4 月の試料採取日に広島県で黄砂が観測されており、当日の大気中の金属濃度は、その他の年で最も高かった 4 月の値に比べて、東広島のニッケルでは約 3 倍高かった。その他の金属は高いもので 1.3 倍程度であり、同等あるいは他の年より低いものもあった。黄砂日の測定が 1 回のみだったため、月別平均値への大きな影響はなかった。

尾道市では年ごとのデータのばらつきが少なく、比較的濃度の高かった東広島市のベリリウム及び竹原市のヒ素は、最大値と最小値の差が大きく、ばらつきが大きい傾向がみられた。ばらつきの一因となる高濃度値の出現は、固定発生源の稼働状況や周辺土壌の巻き上げによる影響と考えられ、今後のデータの蓄積や測定元素の追加によって、高濃度の要因や月変動の傾向が、より明確に

なると思われる。

ま と め

- 1 一般環境の東広島市では、ベリリウム及びマンガンの濃度が全国平均値より高い年が多く、近年高くなる傾向がみられた。発生源周辺の竹原市ではヒ素濃度が発生源平均値より高く、尾道市では全元素で発生源平均値より低い年が多く、北広島町では全元素とも県内で最も低かった。
- 2 広島県が測定している 4 地点の中で比較的濃度の高かった東広島市のベリリウム及びマンガンは、県内の他の市の測定値より際立って高い値ではなかったが、竹原市のヒ素は高い値だった。
- 3 東広島市ではベリリウムとマンガンを、これらと粉じ

ん濃度との相関が高かった。東広島市と竹原市のベリリウム濃度の相関係数が0.93と高かったため、ベリリウムはこれらを含む地域で同様の挙動をしていると考えられた。

- 4 県内の一般環境、発生源周辺とも金属濃度は春季から夏季にかけて高く、その後冬季にかけて減少し、春季に向かって増加する傾向がみられた。

文 献

- [1] 環境省 水・大気環境局. 有害大気汚染物質測定方法マニュアル. 2008.
- [2] 環境省. PRTR インフォメーション広場ホームページ. PRTR データ地図上表示システム. <http://www2.env.go.jp/chemi/prtr/prtrmap/> (2014年12月25日アクセス)
- [3] 環境省 水・大気環境局. 平成17年度大気汚染状況報告書.
- [4] 環境省 水・大気環境局. 平成18年度大気汚染状況報告書.
- [5] 環境省 水・大気環境局. 平成19年度大気汚染状況報告書.
- [6] 環境省 水・大気環境局. 平成20年度大気汚染状況報告書.
- [7] 環境省 水・大気環境局. 平成21年度大気汚染状況報告書.
- [8] 環境省 水・大気環境局. 平成22年度大気汚染状況報告書.
- [9] 環境省 水・大気環境局. 平成23年度大気汚染状況報告書.
- [10] 環境省 水・大気環境局. 平成24年度大気汚染状況報告書.
- [11] 池辺克彦, 田中涼一, 葛原由章, 末永泉二, 高島英伍. 環境中のベリリウムの動態に関する研究 大気中ベリリウム及びストロンチウムの挙動について. 衛生化学. 1986;32(3):159-166.
- [12] 荒川涼, 石原島栄二, 小池 静司, 大塚香保里. 平成19～21年度有害大気汚染物質及び平成20～22年度追加物質調査結果. 栃木県保健環境センター年報. 2011;16:65-76.
- [13] 村上茂樹, 米谷俊彦, 平岡直子, 青山勲. 大気浮遊粒子状物質 (SPM) 中の天然および人為由来の微量金属粒径別分布特性. 岡山大学資源生物科学研究所報告. 1999;6:29-41.
- [14] 溝畑朗, 真室哲雄. 堺における大気浮遊粒子状物質中の諸元素の発生源の同定 (I). 大気汚染学会誌. 1980;15(5):198-206.
- [15] 鈴木亮太, 吉野彩子, 兼保直樹, 高見昭憲, 林政彦, 原圭一郎, 渡邊泉, 畠山史郎. 長崎県福江島・福岡県福岡市におけるエアロゾル金属成分の特徴と発生源推定. 大気環境学会誌. 2014;49(1):15-25.
- [16] 日置正, 紀本岳志, 長谷川就一, 向井人史, 大原利真, 若林伸司, 松山, 大阪, つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度比による長距離輸送と地域汚染特性の解析. 大気環境学会誌. 2009;44(2):91-100.
- [17] 前田泉, 田上啓之, 植木昭博, 中桐基晴, 小田淳子, 小川登, 山本弘捷. 有害大気汚染物質に関する研究 - 全国の浮遊粒子状物質における金属元素の地域特性 -. 岡山県環境保健センター年報. 2002;26:1-7.
- [18] 国土交通省. 気象庁ホームページ. 各種データ・資料. 地球環境・気候の観測・解析データ. 黄砂. http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/kosahp/kosa_data_index.html (2014年12月25日アクセス)