

広島市における浮遊粉じん調査結果

環境科学部

はじめに

大気環境中には、工場や自動車排ガス、土壌の巻き上げ等によって多くの粒子状物質が含まれている。

広島市では平成3年から平成24年度まで市内の伴小学校で浮遊粉じんの調査を行った。今回、その調査結果の一部をまとめたので報告する。

方法

1 調査地点

調査は広島市立伴小学校屋上で実施した。調査地点を図1に示す。

2 調査期間

平成3年度から、平成24年度までの22年間について、春季(4月または5月)、夏季(7月)、秋季(10月)、冬季(1月)の年4回試料を採取した。

3 試料採取方法

試料はハイボリウムエアサンプラー(10 μ mカット)を用いて石英ろ紙(東京ダイレック製QAT-2500)上に捕集した。採取量は1000L/minの流量で72時間連続採取した。

4 分析方法

金属成分分析は、平成3年度から平成22年度はICP-AESで、平成23年度以降はICP-MSを用いて行った。測定を行った金属成分および主要発生源¹⁾を表1に示す。Al, Ca, Mgの3成分は平成7年度から測定を開始した。浮遊粉じん(以下、粉じんという)濃度は重量法を用いて測定した。検出下限値以下の値については、検出下限値の1/2として計算を行った。平均値は幾何平均値とした。



図1 調査地点

表1 金属成分および主要発生源

元素	主要発生源
Pb	自動車 ¹⁾ , 鉄鋼業 ¹⁾ , 廃棄物 ¹⁾
Cd	廃棄物 ¹⁾ , 鉄鋼業 ¹⁾
Zn	鉄鋼業 ¹⁾ , 廃棄物 ¹⁾
Cu	鉄鋼業 ¹⁾ , 廃棄物 ¹⁾
Ni	石油 ¹⁾
Fe	土壌 ¹⁾ , 鉄鋼業 ¹⁾
Mn	鉄鋼業 ¹⁾
V	石油 ¹⁾
Ti	土壌 ¹⁾
Al	土壌 ¹⁾
Ca	土壌 ¹⁾
Mg	土壌

結果

平成3年度から平成24年度の粉じんおよび金属成分濃度測定結果の年平均値を表2に示す。

1 金属成分濃度の相関

粉じんおよび各金属成分間の相関を表3に示す。

FeとMnの相関が0.80と最も高かった。

Pb, CdおよびZnは互いに高い相関を示した。これらは廃棄物焼却等の人為活動由来の粉じんに多く含まれる元素であった¹⁾。

また、Al, Ti, FeおよびMgは互いに高い相関を示し、これらは土壌由来の粉じんに多く含まれる元素であった¹⁾。

Pb, CdおよびZnの年平均値の経年変化を図2に示す。これら3成分の大気中濃度は測定開始当初は比較的高かったが、近年では低濃度で推移している。

2 粉じんおよび金属成分濃度の季節変化

季節ごとの粉じんおよび金属成分濃度の平均値を表4に示す。

粉じんは他の季節に比べ春季が高かった。また、Fe, Al, CaおよびMgの濃度が春季が高かった。これらは土壌由来の粒子に多く含まれることから、春季は土壌由来の影響が他の季節に比べ大きいことが推測された。

3 金属成分濃度比

エアロゾル中の金属元素濃度は、風速、降水等の地域的な気象条件によって変動するため、気象条件に左右されることの少ない発生源を推定するため

の指標として金属元素濃度比が用いられるようになってきた^{2),3)}。

(1) Pb/Zn 比

日本国内では 1970 年代から有鉛ガソリンが廃止されたため、大気中の Pb 濃度は減少している。一方大陸では有鉛ガソリンの廃止が 1990 年代から始まったため、大気中の Pb 濃度は日本国内よりも比較的高く、Pb/Zn 比は日本よりも高い。

日置らは、日本国内起源の場合は 0.2~0.3 程度、大陸起源の場合は 0.5~0.6 であると推定している²⁾。

季節ごとの Pb/Zn 比の平均値を図 3 に示す。広島市での Pb/Zn 比は、比較的秋季に低く、冬季に高い傾向があった。

(2) V/Mn 比

V は石油燃焼由来の粉じんによく含まれ、Mn は一般的な元素である。V/Mn 比が高ければ石油燃焼の影響が大きいと推測され、大陸では石炭の寄与率が日本よりも高いため、V/Mn 比は低くなる。日置らは、V/Mn 比は日本国内で 0.2 程度、大陸では 0.054、地殻中で 0.16 であると報告している²⁾。

本調査の季節ごとの V/Mn 比の平均値を図 4 に示す。広島市での V/Mn 比は夏季に高く、冬季に低い傾向があることがわかった。

冬季の V/Mn 比の平均値は 0.084 であり、地殻中の 0.16 よりも小さいことから、冬季の大陸からの影響が示唆された。

また、夏季の V/Mn 比は 0.51 と高く、石油燃焼系の発生源の影響を受けている可能性が示唆された。

ま と め

広島市における浮遊粉じん調査を行った。過去 22 年分の調査結果をまとめた結果、以下の知見が得られた。

- (1) 人為活動が由来と考えられる Pb, Cd および Zn の濃度はそれぞれ高い相関を示し、測定開始当初と比較し近年は減少している。
- (2) 春季は他の季節に比べ土壌由来の影響が大きいことが推測された。
- (3) 冬季は他の季節よりも Pb/Zn 比が比較的高く、V/Mn 比は低いことから、大陸からの影響が示唆された。

現在、粉じんの発生源推定のための指標として La/Sm 比や Ba/Sb 比も使用されている³⁾。

今後は更に測定成分を増やし、広島市における浮遊粉じんの発生源寄与の解析などを行いたい。

文 献

- 1) 溝畑朗 他：堺市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、大気汚染学会誌, 15(9), 20~28(1980)
- 2) 日置正 他：降水中微量元素濃度比と鉛同位体比による長距離輸送と地域汚染の解析、大気環境学会誌, 43(2), 100~111(2008)
- 3) 日置正 他：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, 44(2), 91~101(2009)

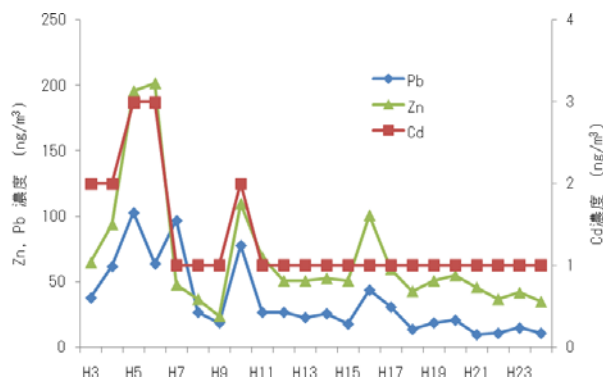


図 2 Pb, Cd, Zn の年平均値の経年変化

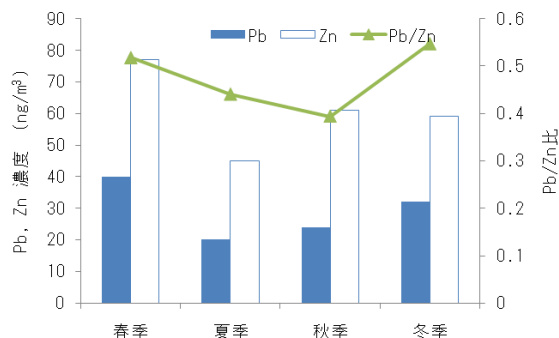


図 3 季節ごとの Pb/Zn 比

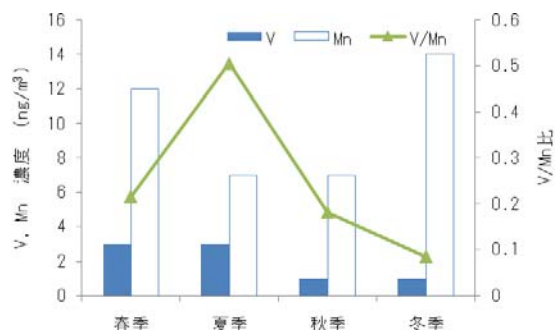


図 4 季節ごとの V/Mn 比

表 2 粉じんおよび金属成分濃度

単位 (μg/m³)

	粉じん	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	V	Ti	Al	Ca	Mg
H3	23.1	0.038	0.002	0.065	0.033	0.002	0.090	0.010	0.003	0.003			
H4	23.5	0.062	0.002	0.094	0.062	0.003	0.104	0.013	0.004	0.002			
H5	25.8	0.103	0.003	0.196	0.044	0.003	0.102	0.013	0.003	0.001			
H6	20.6	0.064	0.003	0.202	0.023	0.001	0.054	0.007	0.001	0.001			
H7	24.5	0.097	0.001	0.048	0.021	0.001	0.068	0.008	0.002	0.001	0.035	0.054	0.013
H8	17.3	0.027	0.001	0.037	0.016	0.001	0.070	0.010	0.001	0.001	0.032	0.030	0.030
H9	28.2	0.019	0.001	0.024	0.005	0.001	0.023	0.003	0.001	0.001	0.007	0.013	0.002
H10	20.8	0.078	0.002	0.110	0.043	0.002	0.121	0.010	0.003	0.002	0.096	0.055	0.043
H11	21.2	0.027	0.001	0.069	0.021	0.002	0.089	0.009	0.003	0.002	0.054	0.074	0.022
H12	22.7	0.027	0.001	0.051	0.029	0.001	0.151	0.014	0.001	0.003	0.053	0.047	0.025
H13	14.7	0.023	0.001	0.051	0.029	0.001	0.075	0.009	0.002	0.001	0.014	0.029	0.015
H14	25.3	0.026	0.001	0.053	0.040	0.002	0.101	0.011	0.003	0.002	0.019	0.032	0.020
H15	12.1	0.018	0.001	0.051	0.055	0.001	0.079	0.010	0.001	0.001	0.015	0.025	0.019
H16	12.9	0.044	0.001	0.101	0.031	0.001	0.087	0.011	0.001	0.001	0.021	0.033	0.018
H17	11.0	0.031	0.001	0.060	0.033	0.001	0.068	0.007	0.001	0.001	0.015	0.026	0.013
H18	9.3	0.014	0.001	0.043	0.020	0.001	0.061	0.006	0.002	0.001	0.035	0.035	0.015
H19	13.2	0.019	0.001	0.051	0.014	0.004	0.111	0.009	0.002	0.002	0.044	0.028	0.012
H20	18.0	0.021	0.001	0.055	0.018	0.004	0.116	0.010	0.001	0.002	0.132	0.050	0.019
H21	18.9	0.010	0.001	0.046	0.018	0.001	0.088	0.008	0.003	0.002	0.027	0.032	0.015
H22	13.1	0.011	0.001	0.037	0.024	0.001	0.072	0.011	0.002	0.002	0.017	0.021	0.012
H23	17.4	0.015	0.001	0.042	0.015	0.001	0.106	0.015	0.002	0.004	0.033	0.025	0.019
H24	16.8	0.011	0.001	0.035	0.026	0.001	0.100	0.010	0.002	0.001	0.018	0.030	0.021

表 3 粉じんおよび金属成分濃度の相関

	粉じん	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	V	Ti	Al	Ca	Mg
粉じん	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	0.25	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	0.26	0.70	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.14	0.33	0.31	0.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.10	0.11	0.01	0.04	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe	0.22	0.21	0.19	0.17	0.27	0.42	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.13	0.18	0.30	0.17	0.32	0.11	0.80	-	-	-	-	-	-
V	0.26	0.10	0.04	0.13	0.37	0.49	0.29	0.13	-	-	-	-	-
Ti	0.19	0.02	-0.04	-0.04	0.06	0.17	0.55	0.35	0.27	-	-	-	-
Al	0.27	0.17	0.04	0.20	0.02	0.33	0.69	0.27	0.24	0.72	-	-	-
Ca	0.12	0.06	0.03	0.10	0.01	0.11	0.24	0.06	0.12	0.25	0.48	-	-
Mg	0.15	0.17	0.16	0.20	0.19	0.06	0.64	0.46	0.19	0.58	0.69	0.36	-

相関係数 0.70 以上
相関係数 0.50~0.69

表4 粉じんおよび金属成分濃度の季節変化

単位 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	粉じん	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Fe	Mn	V	Ti	Al	Ca	Mg
春季	24.4	0.040	0.0010	0.077	0.026	0.0019	0.116	0.012	0.003	0.002	0.055	0.054	0.023
夏季	16.9	0.020	0.0008	0.045	0.024	0.0020	0.061	0.007	0.003	0.001	0.017	0.024	0.013
秋季	15.7	0.024	0.0009	0.061	0.022	0.0010	0.070	0.007	0.001	0.001	0.027	0.034	0.015
冬季	15.8	0.032	0.0010	0.059	0.029	0.0010	0.097	0.014	0.001	0.002	0.026	0.027	0.015
四季平均	17.9	0.028	0.001	0.059	0.025	0.001	0.083	0.009	0.002	0.001	0.028	0.033	0.016