

大気環境中のヒ素高濃度事象*

杉山 広和**・河辺 尚佳***・前田 泉**

キーワード ①有害大気汚染物質 ②ヒ素 ③カドミウム ④局地汚染

要 旨

有害大気汚染物質環境調査において大気中ヒ素濃度が高い地点が岡山県南部においてみられた。この原因究明および汚染状況を把握する目的で同地域で補足調査を行った。高濃度地点を含む東西約2.5kmの間に直線状に位置する3地点および北東に4.5km離れた1地点の計4調査地点における環境大気粉じん中の金属：ヒ素(As)、ニッケル(Ni)、カドミウム(Cd)、鉛(Pb)、バナジウム(V)、アルミニウム(Al)を分析した。試料採取時の風向との関係から、東西方向に並んだ3調査地点の直近にAs、Cd、Pb等の大気環境濃度に影響を及ぼす発生源が存在する可能性が示唆された。

1. はじめに

岡山県は全国における有害大気汚染物質環境調査の一環として県内4地点を担当し毎月1回調査を実施している。このなかで県南部瀬戸内海沿岸の地域において、他の地点に比べヒ素およびその化合物が高濃度で推移している事象がみられた^{1,2)}。このため、2006年度に同地域の大气汚染の実態把握ならびにその原因究明のため新たに3調査地点を設け、ヒ素等の金属元素について補足調査を行い、風向等から高濃度の要因を検討した。

2. 調査方法

2.1 調査対象項目および測定方法

2.1.1 対象項目

大気中総粉じん(TSP)、ヒ素およびその化合物(As)、ニッケル化合物(Ni)、カドミウム(Cd)、

鉛(Pb)、バナジウム(V)、アルミニウム(Al)

2.1.2 試料採取方法

ハイボリウムエアサンプラー(紀本電子製MODEL120)および石英繊維ろ紙(PALLFLEX製2500QAT-UP8"×10")によるフィルター捕集(24時間採取)

2.1.3 測定方法

有害大気汚染物質測定方法マニュアル^{3,4)}による多元素同時分析。

前処理：B法(圧力容器法)、分析：誘導結合プラズマ質量法

2.2 調査地点

岡山県南部に位置する玉野市は人口約7万人で、東と南が瀬戸内海に面している。沿岸に沿ってフェリー港、造船所、金属精錬所などがあり工業地域が形成されている。

*Case Study on Arsenic as an Air Pollutant

**Hirokazu SUGIYAMA, Izumi MAEDA (岡山県環境保健センター環境科学部) Okayama Prefectural Institute for Environmental Science and Public Health

***Naoyoshi KAWABE (岡山県生活環境部環境管理課) Department for Quality of Life and Environment, Okayama Prefectural Government

同地域に補足調査地点として、従来からの定点(日比)に加え東1km(向日比)と西1.5km(渋川)および北東4.5km(宇野)の3地点を設定した(図1下)。また、玉野地域との比較のため、岡山県が従来から実施している有害大気汚染物質環境調査3地点(以下、県内3地点という)(図1上)のデータを使用した。調査地点の概要を表1、2に示した。

2.3 調査日

調査は2ヶ月に1度、計4回行った。

第1回：2006年 5月22日(月)～23日(火)

第2回：2006年 7月 5日(水)～ 6日(木)

第3回：2006年 9月11日(月)～12日(火)

第4回：2006年 11月14日(火)～15日(水)

なお、調査日は、県内3地点と玉野地域4地点とを同一日とした。

2.4 風向分布

玉野地域における風向分布は、大気測定局(常時監視)の気象データを用いた。

3. 調査結果および考察

3.1 TSP および AI の濃度分布

調査地点のTSP濃度分布を図2に示した。5月の県内3地点のTSP濃度の平均値は60.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

玉野地域では61.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。両者の濃度比は1.02であった。7～11月について同様に濃度比を求めたところ1.0～1.09であった。このことか



図1 調査地点

表1 比較に用いた県内3地点の概要

地点	属性	場所	特徴
美作県民局(津山)	一般環境	津山市	県北部の盆地にある津山市(人口11万人)の市街地中心部
茂平大気測定局(茂平)	発生源周辺	笠岡市	県の南西端に位置し、広島県福山市の鉄鋼業工業地帯に隣接
長津大気測定局(長津)	自動車排ガス	早島町	県南部の平野に位置し、国道2号線沿線(交通量10万台/日)、瀬戸中央自動車道の早島ICに近隣

表2 玉野地域調査地点の概要

地点	場所	特徴
補足調査地点 渋川大気測定局(渋川)	玉野市渋川	日比より西へ約1.5km
向日比一丁目大気測定局(向日比)	玉野市向日比	日比より東へ約1km
宇野港管理事務所(宇野)	玉野市宇野	日比より北東へ約4.5km、日比との中間に造船所が立地、四国高松港等とのフェリー発着場(135便/日)に近接
定点 玉野市日比市民センター(日比)	玉野市日比	県南端の瀬戸内海に面した玉野工業地域に隣接(銅製錬所が南約1kmに立地)

ら県内3地点と玉野地域のTSP濃度はほぼ同等であったと考えられた。5月のTSP濃度は他の月に比べて高かった。

各地点におけるAl濃度を図3に示した。AlについてもTSPと同様に濃度比を求めたところ、TSPと同様な結果が得られ、県内3地点と玉野地域のAl濃度はほぼ同等であったと考えられた。とくにAlは5月の濃度が他の月に比べて際立って高かった。Alは土壌の代表的成分であり^{5,6,7,8)}、自然起源と考えられた。

3.2 金属元素の濃度分布

各金属元素の地点別平均濃度を図4に示した。As濃度は玉野地域のうち宇野以外で明瞭に高く、

県内3地点の7倍であった。同様の挙動がCd, Pbにみられ、Cdは9倍、Pbは3倍県内3地点よりも濃度が高かった。これからAs, Cd, Pbの局地的な汚染がうかがわれた。

一方、V, Ni濃度は宇野においても他の玉野3地点と同様に高く、県内3地点に比べてVが3倍、Niが3倍高かった。このことから、V, Niは宇野を含むやや広範囲な局地汚染がうかがわれた。

3.3 As, Pb, Cd, V, Niの濃度と風向の関係

調査日の風向きは大きく2つに分けられ、5月と9月が東風系、7月と11月が西風系であった。このうちの典型例として5月東風と7月西風の風

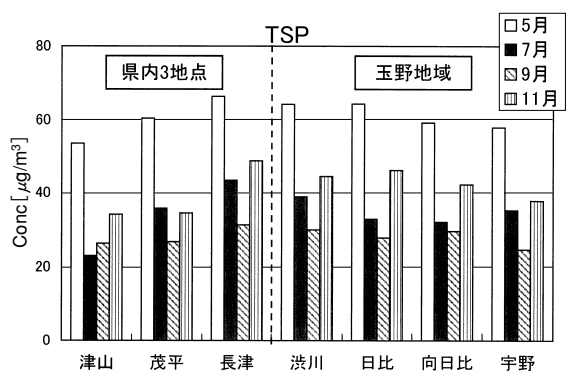


図2 各地点におけるTSP濃度

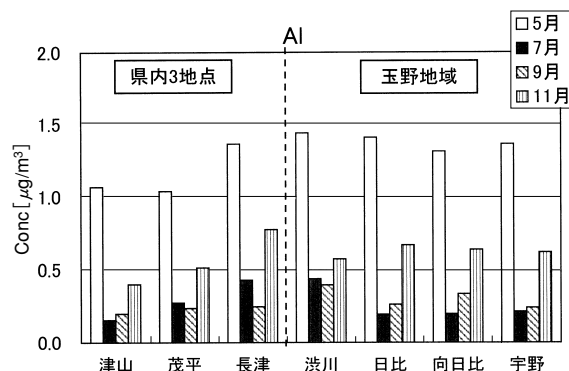


図3 各地点におけるAl濃度

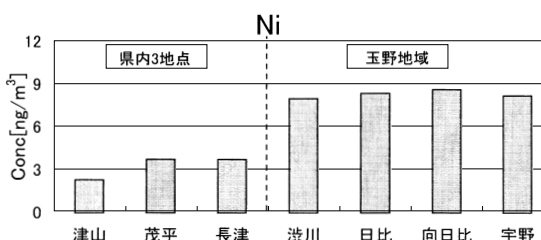
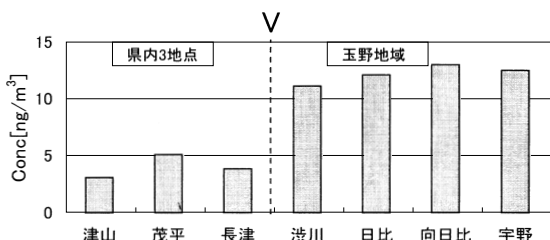
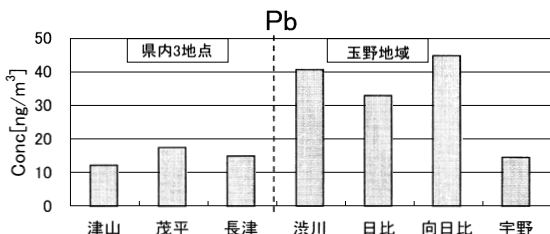
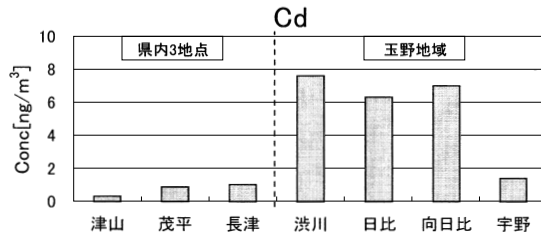
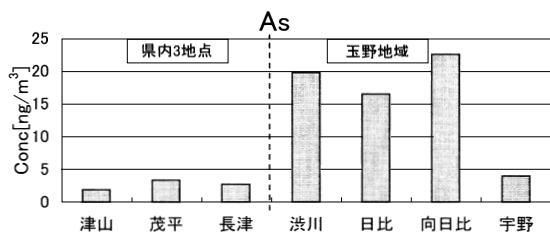


図4 金属元素の濃度分布

配図を地図上に示した(図5)。

東、西風系別の大気中金属濃度分布を玉野地域4地点について図6および図7に示した。

As, Cd, Pbは、東風系の場合、直線状に並んだ3地点のうち最も東に位置する向日比から西へ順次濃度が高くなっていった(図6)。逆に西風系の場合には順位が逆転し、もっとも東に位置する向日比が高くなる傾向がみられた。これらの地点に対し、北東に離れた宇野では風向にかかわらず濃度が比較的低く、玉野地域以外の県内3地点と同様のレベルであった。

Vでは5月と7月に風上側が若干高い傾向がうかがわれたが、VおよびNiは東西いずれの風系の場合にも宇野を含む玉野地域4地点ではほぼ同等の濃度であった(図7)。

なお、これらの金属元素濃度はいずれも5月がもっとも高い傾向がみられた。また、V, Niは7月にも5月に次いで高い傾向がみられた。

3.4 発生源の推測

玉野地域における金属濃度分布および風系別濃度比較等の結果から、同地域の環境大気におけるAs, Cd, Pb濃度に影響を及ぼす発生源は向日比を東端、渋川を西端とするエリア内に存在する可能性が示唆された。日比での濃度は東西いずれの風系でも向日比と渋川の間値となり、日比は

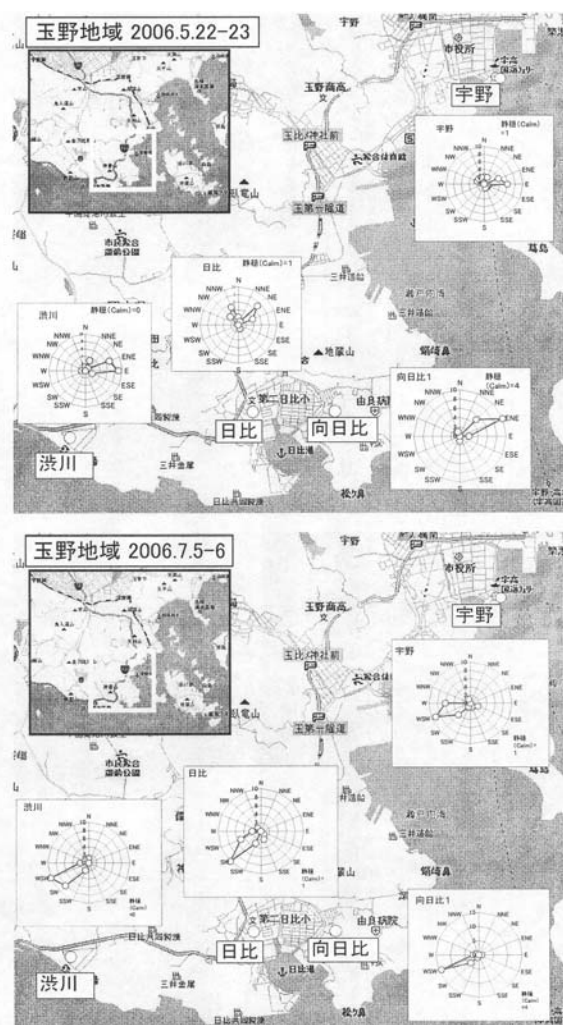


図5 調査時間帯における風配図の典型例

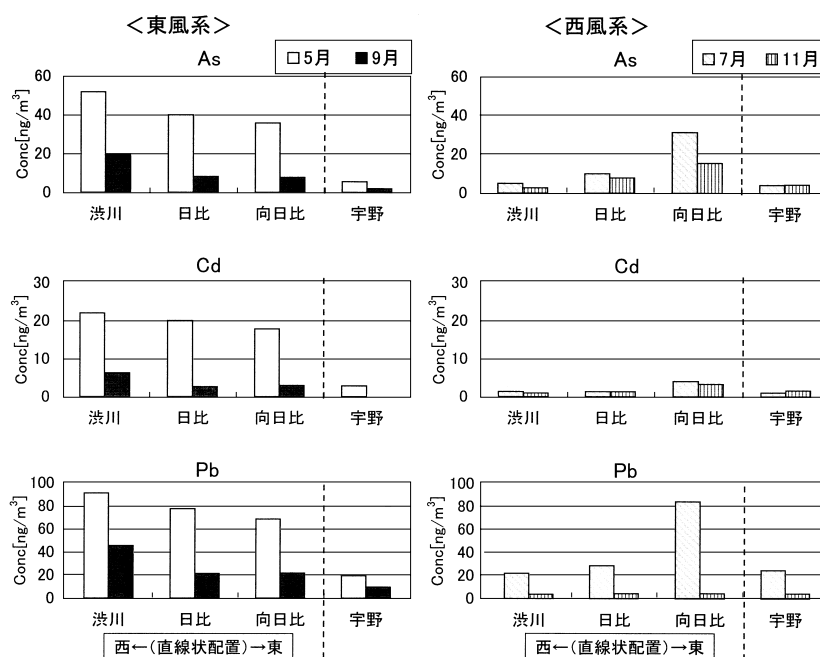


図6 玉野地域における風系別のAS, Cd, Pb濃度分布

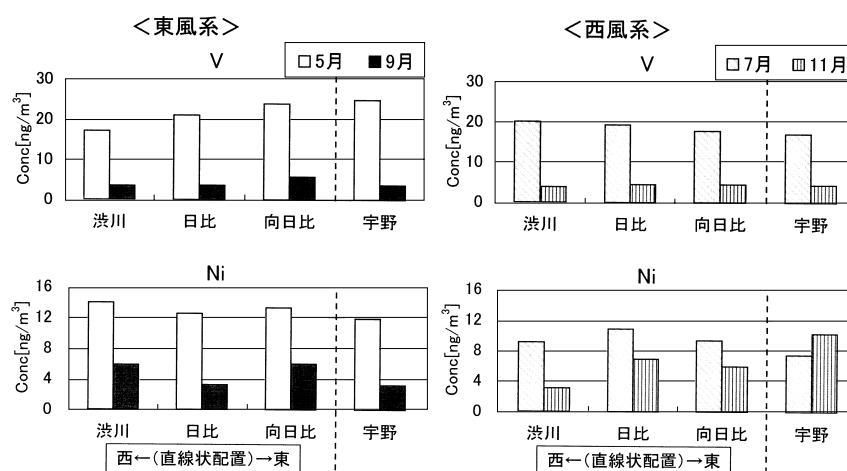


図7 玉野地域における風系別のV, Ni濃度分布

発生源と東西の位置関係が明瞭にならなかった。これは発生源の位置が向日比・日比・渋川の東西直線上から外れており、日比ではむしろ南北方向の位置関係となったことから東西風の影響が顕著にならなかったと考えられた。

As, Cd, Pbの挙動が類似したことは、As, Cdが揮発しやすい^{9,10}ことおよびPbの融点が高い^{9,10}ことから微小粒子として排出された可能性が考えられ、熔融過程^{10,11}のヒューム由来等である可能性が推測された。

V, Niについては、玉野地域4地点すべてにおいて他の県内3地点よりも高かったが風向に対する濃度順位に明確な解釈が得られず、発生源の位置を推察するには到らなかった。V, Ni両者の傾向が類似し北東に離れた補足調査地点(宇野)においても濃度が高かったことから、フェリー等の船舶重油または工場の重油燃焼由来⁵⁾の影響を受けた可能性が考えられた。

4. 結 論

岡山県南部の玉野地域で大気中As濃度が高かったことから、補足調査として同地域に新たな3地点を設定し、県内3地点で同時に採取したTSPの金属成分濃度と比較した。

As, Cd, Pb, V, Niは玉野地域の濃度が県内3地点に比べ3～9倍程度高かった。このうちAs, Cd, Pbは東西に並んだ3地点で特に高かったが、北東に離れた宇野では県内3地点とほぼ同等の低い値であった。一方V, Niは宇野を含む

玉野地域4地点すべてで県内3地点よりも2倍以上高かった。

玉野地域の採取時の風向を東西風系に大別し濃度分布を比較したところ、As, Cd, Pbは東西に直線状に並んだ3地点において風下方向に順次濃度が高くなる傾向がみられ、調査地点の直近にこれらの金属の発生源が存在し局地的な影響を及ぼしている可能性が示唆された。

—参考文献—

- 1) 岡山県生活環境部環境管理課：平成16年度岡山県の環境大気概況，p20
- 2) 環境省水・大気環境局：平成16年度大気汚染状況報告書，p155, p765, 2005
- 3) 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—，2006
- 4) 有害大気汚染物質測定の実際編集委員会編：有害大気汚染物質測定の実際，pp. 367-373, 1997
- 5) 浮遊粒子状物質対策検討会：浮遊粒子状物質汚染予測マニュアル，東洋館出版社，p. 272, p. 280, 1997
- 6) 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26，1-7，2002
- 7) 太田幸雄：大気の化学〈季刊化学総説〉大気エアロゾル，日本化学会編，10，123-145，1990
- 8) 溝畑朗，松田八束，坂本和彦，角脇怜：粒子状大気汚染物質の化学組成，大気汚染学会誌，21，83-103，1986
- 9) 近角總信，木越邦彦，田沼静一：最新元素知識，pp. 74-75, pp. 104-105, pp. 172-173, 東京書籍，東京，1979
- 10) 永井彰一郎，岡宗次郎：無機化学ハンドブック，p74, p104, p172, 技報堂，東京，1972
- 11) 日本化学会編：化学便覧応用編改訂2版，pp. 256-262, pp. 321, 丸善，東京，1975