

広島市における有害大気汚染物質(1,2-ジクロロエタン)の挙動

小中 ゆかり 神田 康弘 森本 章嗣*1 市川 恵子
原田 敬輔 村野 勢津子 山水 敏明*2 片岡 秀雄*3
福田 裕 細末 次郎

平成9年より有害大気汚染物質モニタリングを継続実施している。その中で、1,2-ジクロロエタンが特異的に高く観測される事例が発生し、これを機に、1,2-ジクロロエタンの挙動を把握し、高濃度事例の背景を探るために解析を行った。

1,2-ジクロロエタンの大気中濃度は、市外の発生源の影響を受け、その移流・拡散により、市内全域で広く均一化しているものと推察され、全国平均濃度レベルである。近年、変動はあるものの全体的に増加傾向にある。

平成23年度の年平均濃度は $0.16\sim 0.17\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、過去、毎月の濃度変動の中で、まれに $0.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超のレベルで観測されているが、平成24年5月に観測された約 $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ は過去最高濃度であり、極めて特殊な事例であった。この事例は、大陸からの移流による煙霧等の特異な状況下で観測されたものと推察される。

広島市においての1,2-ジクロロエタンは、①市内に発生源がなく近傍の発生源の直接影響を受けないこと、②市内全域がほぼ均一濃度であること、③その分解速度が遅いことなどから、その濃度変動を的確に把握することにより、市外の発生源やその移流・越境汚染などの広域的な状況変化を捉え、特異な状況を探知する指標となりうるものと考えられる。

キーワード：有害大気汚染物質，1,2-ジクロロエタン，揮発性有機化合物(VOC)

はじめに

有害大気汚染物質は、大気汚染防止法に基づく常時監視が行われており、広島市でも平成9年より、1,2-ジクロロエタンを含め優先取組物質について、モニタリングを継続実施している。

環境基準や指針値は、毎年度、年平均濃度をもって評価するが、毎月の各測定値は、調査日や地点の状況などにより様々に変化する。その変動の大きさや地点による濃度差などの状況や挙動は各対象物質によって異なり、高濃度事例などを評価する際にも、各物質の状況や挙動を把握しておくことは重要である。

平成24年5月に、前年度の年平均濃度の5倍以上の濃度で1,2-ジクロロエタンが観測された。通常広島市では、全国平均レベルでその濃度は高くはなく、この値は異常値であるのか否か、再サンプリングの必要性の判断を迫られることとなった。この事例を機に、1,2-ジクロロエタンに注目し、

広島市における1,2-ジクロロエタンの挙動把握に努め、若干の知見が得られたので報告する。

方 法

1 調査期間と調査地点

(1) 調査期間

平成13年4月～平成25年3月の調査結果をもとに解析を行った。

(2) 調査地点

調査地点の位置を図1に示す。

①～④は定点モニタリング地点である。⑤南原は、北部山間地域に位置し、近隣に工業地域・幹線道路がないことから、バックグラウンドの試行地点として、平成24年8月より調査を開始した。

2 調査対象物質と調査方法

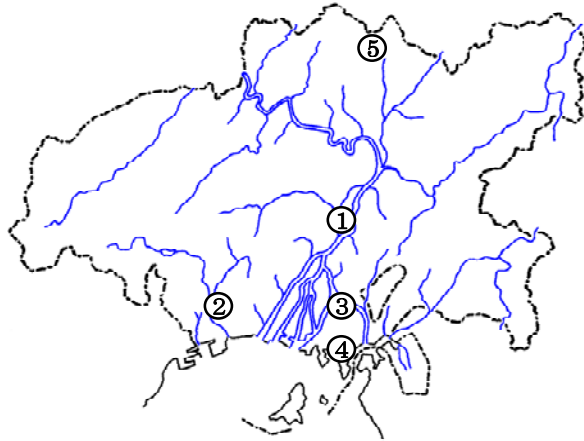
(1) 調査対象物質

1,2-ジクロロエタン(優先取組物質)

PRTR対象物質でもあり、主にクロロエチレン(塩化ビニルモノマー)の原料に使われる物質である。環境中への排出は、ほぼ100%がPRTR届出事業所からの大気への排出である¹⁾。

*1：現 環境局業務部業務第二課

*2：現 環境局施設部施設課 *3：退職



調査地点名	住所	地域分類
① 安佐南区役所(以下「安佐南」という)	安佐南区	一般環境
② 井口小学校(「井口」)	西区	一般環境
③ 比治山測定局(「比治山」)	南区	沿道
④ 楠那中学校(「楠那」)	南区	発生源周辺
⑤ 南原峡(「南原」)	安佐北区	-

図1 調査地点

(2) 調査方法

測定方法は、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル^{2),3)}」に準拠し、大気中のベンゼン等揮発性有機化合物(VOCs)の測定方法(容器採取-ガスクロマトグラフ質量分析法)によった。

結果と考察

1 1,2-ジクロロエタンの挙動

(1) 平成24年度調査結果

各地点別に、各月の濃度を図2に示す。

5月に、モニタリング開始以降での過去最高濃度である安佐南 $0.90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、井口 $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、楠那 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を観測した。なお、比治山は、採取容器キャニスターの不具合による再測定となり、安佐南など3地点とは、調査日が異なる。

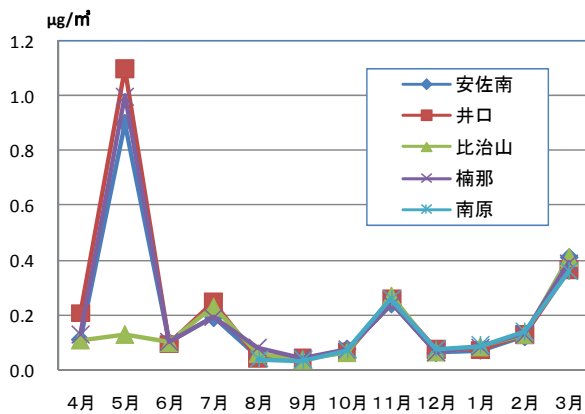


図2 平成24年度調査結果

5月の高濃度時も含め、全地点で変動傾向が類似し、その濃度も、5月、7月は若干地点差があるものの、南原を含め同レベルである。(5月の比治山を除く。)

なお、各地点の年平均濃度は、 $0.14 \sim 0.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、指針値($1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$)は達成しており、濃度レベルも低い。

(2) 経年変化

各地点の年平均濃度の経年変化を図3に示す。全国平均濃度を併記した。既報⁴⁾で平成22年度までの結果を報告したが、その後の継続調査結果を含めて、改めて取りまとめた。

全地点で変動傾向が類似し、その濃度も同レベルである。(H24年度の比治山を除く。)

平成24年度は、5月の過去最高濃度の影響を受け、安佐南、井口、楠那では、前年度と比較してかなり上昇した。

平成20年度以降は、ほぼ全国平均濃度レベルで推移し、全体的に増加傾向にある。全国的にも増加傾向が見られる。

1,2-ジクロロエタンを除く有害大気汚染物質(VOCs)は、様々な削減対策の効果が表れ、近年すべて減少傾向を示している⁴⁾が、その中で増加傾向を示していることは特徴的である。

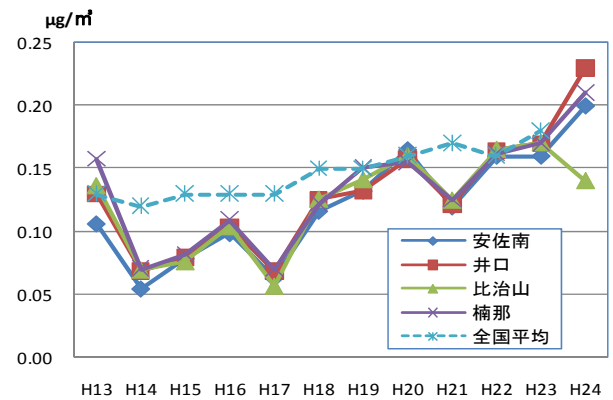


図3 経年変化

(3) 月別変化

平成13~24年度の12年間の調査結果について、地点ごとに月別の平均濃度を算出し、その月別変化を図4に示す。

全地点で変動傾向が類似し、その濃度も同レベルである。(5月の比治山を除く。)

5~7月の濃度が高い傾向にあるが、5月は、平成24年度の高濃度事例の結果が大きく影響していると思われる。

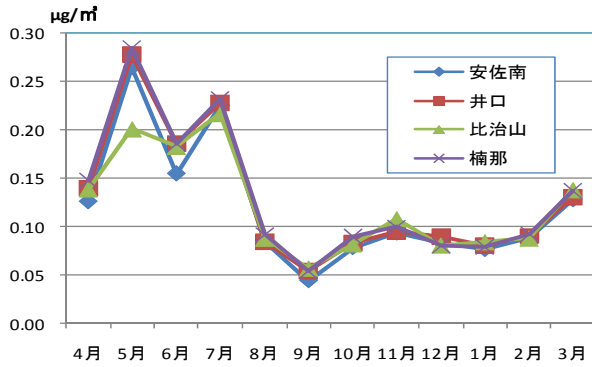


図4 月別変化

(4) 地点間の相関

(1)~(3)に見られるように、1,2-ジクロロエタンは、全地点で、あらゆる変動傾向が極めて類似し、その濃度もほぼ同じである。地点間の濃度差がないことは、1,2-ジクロロエタンの特徴的な点である。他の有害大気汚染物質(VOCs)では、地点間で変動傾向が大きく異なっていたり、同様の変動傾向を示しても濃度レベルに差があるなど、1,2-ジクロロエタンとは違った傾向が見られる⁴⁾。

平成22~24年度の3年間の測定データの各地点間の相関係数は表1のとおりである。相関係数はすべての地点間で極めて高い。また、図2の平成24年度調査結果において、定点4地点の濃度は、バックグラウンド的地点の南原の濃度にもほぼ一致する。このことから、市内全域が均一化され、ほぼ同濃度となっているものと推察される。

表1 地点間の相関係数

	安佐南	井口	比治山	楠那
安佐南	1			
井口	0.976	1		
比治山	0.990	0.986	1	
楠那	0.990	0.983	0.994	1

※H24.5月のデータは除く

(5) 発生源の推定

発生源を把握するため、平成23年度PRTRデータ^{5),6)}を検索した結果、市内に大気への排出届出事業所はなかった。大気中の1,2-ジクロロエタンは、ほぼ100%が届出事業所からの排出とされている¹⁾ことから、市内に発生源はないものと思われる。

市内全域がほぼ同濃度であり、分解による半減期が約1~2カ月と長く分解速度が遅い¹⁾ことから、近傍の影響ではなく、市外の発生源からの移流・拡散により、その汚染が徐々に広域化して

いく中で、市内の濃度が均一となっているものと推測できる。

中国四国地方での大気への排出量⁵⁾は表2の通りである。広島県東部と山口県東部に比較的大きな排出事業所があり、その影響が示唆される。

市内の濃度は、広域の発生源からの排出量と、排出された物質が市内に到達する間の地理的条件や気象条件に支配され変動しているもの推察される。

表2 各県別大気への排出量 単位:kg

	広島県	山口県	岡山県	愛媛県	徳島県
排出量	16,000	25,240	476	4,300	730

※他県は届出なし

(6) 気象状況

平成22~24年度の3年間について、調査時の風向風速をまとめると、風速は、2.2~5.7m/sで、平均風速は3.5m/sであった。また、主風向の風配図は図5のとおりであり、北北東が5割をしめた。しかし、濃度と風向などの傾向を検討した結果、特徴的な点は見られなかった。

定点地点の近傍に、濃度に直接影響を与える発生源がないため、風向などの影響を受けにくかったものと推察される。

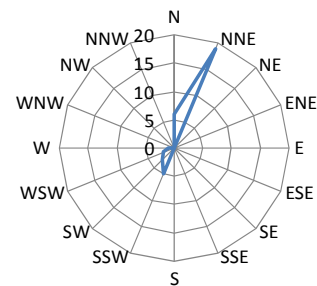


図5 主風向の風配図

2 高濃度事例の検証

平成24年5月(調査日:8~9日)に発生した高濃度事例について検証する。

(1) 濃度分布

平成13~24年度の12年間の調査結果について、各地点各月の個別データの濃度分布を図6に、その構成図を図7に示す。

9割以上が、 $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、 $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 超は約2%である。これらの結果からも、平成24年5月の安佐南、井口、楠那の濃度($0.90 \sim 1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)は突出して高く、過去に例のない高濃度事例であることがわかる。

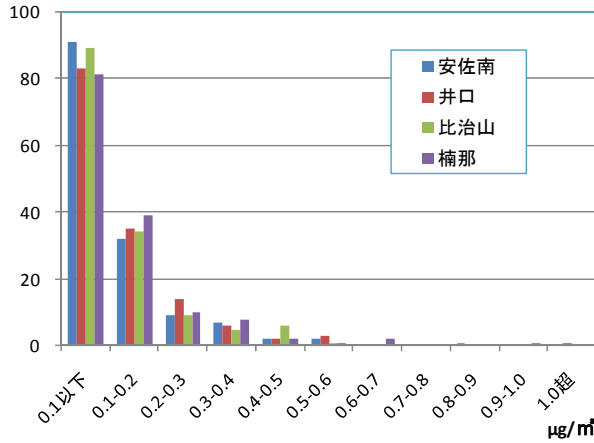


図6 濃度分布

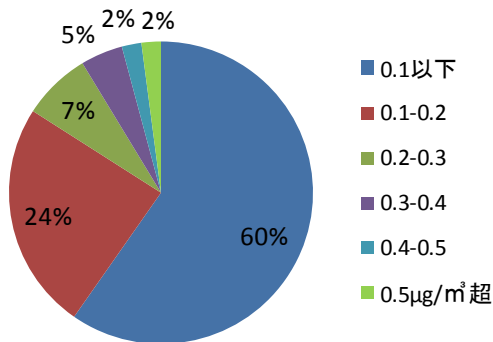


図7 濃度分布構成図

(2) 気象状況

調査時の平均風速は 2.2m/s であり、主風向は北北東であった。5月8日、午前中南～南南東風から、午後夕刻にかけて南西風に変わり、翌9日にかけて北北東の風に変わった。風配図を図8に示す。過去の気象状況と比較して、風向風速には特に大きな変化や特徴は見られなかった。

調査日を含む5月7～9日にかけては、視界が霞んだ状況が続き、その時の状況を気象庁は煙霧(乾いた微粒子により視程が10km未満となっている状態)と発表している⁷⁾。

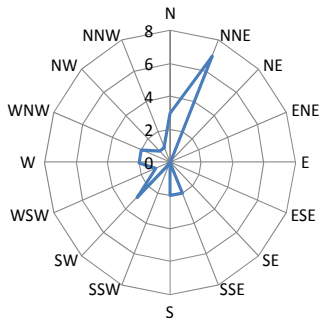


図8 調査時(5/8～9)の風配図

(3) 主要因の検証

5月7～9日は、煙霧の状況下、広島県を含む中国四国地方及び九州北部において浮遊粒子状物質(SPM)と微小粒子状物質(PM2.5)の高濃度現象が観測されている^{8),9)}。広島市においても、この間全域において、SPMとPM2.5の濃度が共に100µg/m³前後まで上昇した高濃度現象が見られた。大気汚染常時監視測定局のデータから、その期間のSPM濃度とPM2.5濃度を図9,10に示す。

5月8日午前～9日午前にかけて調査を実施しており、その期間は、SPM, PM2.5の二つ目の高濃度ピーク時と一致している。

日浦ら⁹⁾は、このSPM高濃度現象は、大気汚染物質である硫黄酸化物を主要成分として大気中で二次生成した硫酸アンモニウム粒子を主成分とする硫酸塩エアロゾルの増加が主な要因であり、その起源は大陸からの移流によるものが大きいと考えられているとしている。

また、同調査時に測定した他の有害大気汚染物質であるアルデヒド類や酸化エチレンの濃度も比較的高く、ハイボリュームエアサンプラ採取による粉じん濃度も全地点でかなりの高値を観測した。

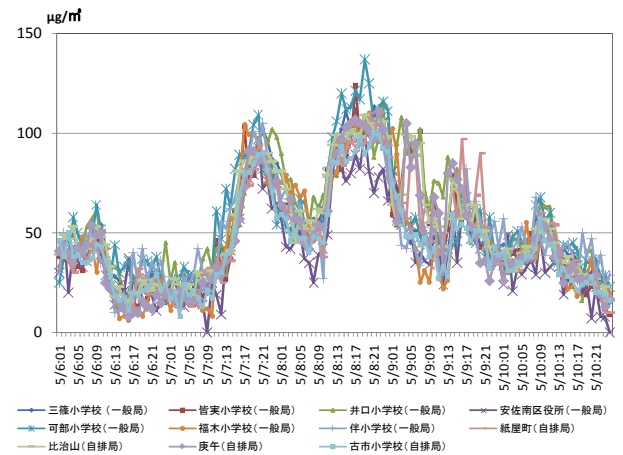


図9 SPM濃度

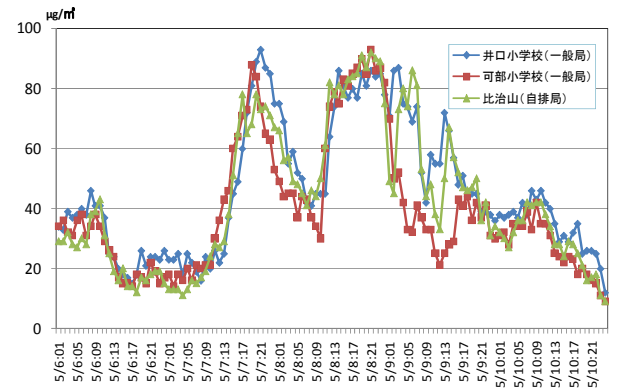


図10 PM2.5濃度

平成 22～24 年度の 3 年間について、粉じん濃度を図 11 に示す。粉じん濃度は、各月ごとに全地点の平均濃度として示した。なお、各地点の 1,2-ジクロロエタン濃度も併記した。

平成 24 年 5 月には、粉じん濃度も突出して高くなっていることがわかる。

一方、別途実施している酸性雨調査では、平成 24 年 5 月に硫酸イオン、アンモニウムイオンおよび硝酸イオンが極めて高値で検出されており¹⁰⁾、日浦らの見解を裏付けている。

調査日の 5 月 8～9 日は、SPM, PM2.5 および有害大気汚染物質などの大気汚染常時監視項目の多くで高値となるなど通常とはかなり違った状況にあった。その背景としては、日浦ら⁹⁾の報告にあるような大陸からの移流の影響が示唆され、今回の 1,2-ジクロロエタンの高濃度事例も、こうした特異な状況の下で観測されたものと考えられる。

詳細のメカニズムは今後の課題であるが、①大陸から高濃度の 1,2-ジクロロエタンが移流したことによる越境汚染の可能性、②市外の発生源で排出された 1,2-ジクロロエタンが、大陸からの気塊に乗り、拡散することなく高濃度のまま市内に到達した可能性などが推察される。また、1,2-ジクロロエタン高濃度事例時に、SPM や PM2.5 および粉じんなどの微粒子の濃度がいずれも高いことから、1,2-ジクロロエタンが微粒子に吸着しやすいなど、1,2-ジクロロエタンと微粒子との間の何らかの因果関係も可能性として示唆される。

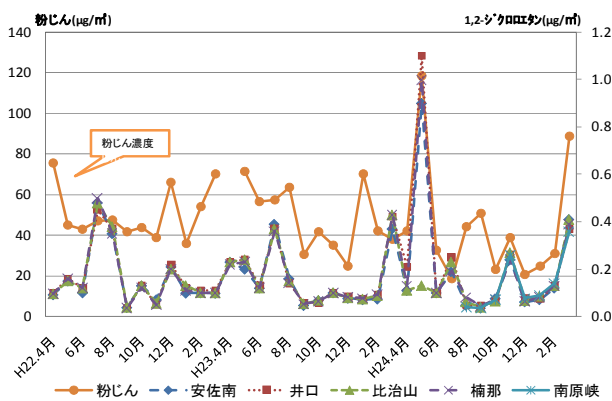


図 11 粉じん濃度と 1,2-ジクロロエタン濃度

ま と め

有害大気汚染物質モニタリングを継続していく中で、過去最高濃度の 1,2-ジクロロエタンが観測され、それを機に広島市における 1,2-ジクロロエタンの挙動を把握するため検討を行った。

1,2-ジクロロエタンは、他の有害大気汚染物質 (VOCs) が経年的に減少している中、増加傾向にある。また、市内全域その濃度が均一化されている。通常は、広域の発生源の影響を受け、その移流・拡散により汚染が希釈され、均一濃度で市内に到達しているものと考えられる。今回検証した高濃度事例は、気塊に乗って発生源から高濃度のまま市内に到達するなどの可能性が考えられ、大陸からの移流やその影響による煙霧などの特殊な状況が生じたことにより、過去例のない特殊事例となったものと推察できる。

今回、1,2-ジクロロエタンの挙動を検討していく中で、①市内に発生源がないこと、②市内全域がほぼ均一濃度であること、③分解速度が遅いこと、などの挙動を示すことから、大気中濃度を的確に捉えることで、広域的な発生源の状況や移流・越境汚染の影響などの状況変化を探知する物質となるのではないかと考えられた。

高濃度事例発生の詳細のメカニズムについては今後の課題であるが、近県の測定結果などのデータを広く収集し、1,2-ジクロロエタンを含め、有害大気汚染物質と SPM, PM2.5 などとの相関や大陸からの移流・越境汚染との関係などの検討を進めていきたいと考えている。また、広域的な汚染が考えられる中で、中国四国地方など近県での継続的な同日サンプリングなどを実現できれば、更に知見が得られるものと考えられる。

今回のような高濃度事例を評価するに当たって、各対象物質について、近傍の発生源の影響の有無、地点による特徴など、その挙動を詳細に把握しておくことは重要である。今後、日々の環境データの蓄積の中で、他の物質についても、その詳細な挙動把握に努めていきたい。

文 献

- 1) 環境省：化学物質ファクトシート 2012 年度版
- 2) 環境庁大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル(平成 9 年 2 月)
- 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(最終改訂平成 23 年 3 月)
- 4) 小中ゆかり 他：広島市における有害大気汚染物質調査、広島市衛生研究所年報, 30, 58～73(2011)
- 5) 環境省：PRTR:化管法ホームページ(PRTR イン

- フォメーション広場:集計結果他)
<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>
- 6) 広島市ホームページ:平成 23 年度 PRTR データの集計結果について
<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/0000000000000/1362480315800/index.html>
- 7) 気象庁ホームページ(気象統計情報他)
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 8) 環境省大気汚染物質広域監視システム「そらまめ君」
<http://soramame.taiki.go.jp/jma/menu/report.html>
- 9) 日浦盛夫 他: 広島県における浮遊粒子状物質高濃度事例の解析, 広島県立総合技術研究所保健環境センター研究報告, 20, 23~28(2012)
- 10) 環境科学部: 広島市における雨水成分調査(平成 24 年度), 広島市衛生研究所年報, 32, 84~86(2013)