

有害大気汚染物質のフィールド調査とシミュレーションについて

山口県環境保健研究センター

長田 健太郎・洲村 弘志・嘉村 久美子・松田 義彦・田邊 泰・有田 正義

The field research and the simulation of the air pollution substances

Kentaro OSADA, Hiroshi SUMURA, Kumiko KAMURA, Yoshihiko MATSUDA, Yasushi TANABE,
Masayoshi ARITA

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health

はじめに

山口県周南市は市内中心部を国道2号線が通り、南部には大工業地帯を有するため、自動車排ガス測定局のデータや有害大気汚染物質モニタリングの結果は全国的にみても高濃度となっている。

そこで、筆者らは周南市においてベンゼン等約50種類の有害大気汚染物質について濃度調査や経時変化調査を行い、これらのデータから固定発生源や移動発生源についての分析や解析を試みた¹⁻⁴⁾。

さらに今回は有害大気汚染物質の濃度分布と拡散のフィールド調査をおこない、発生源シミュレーションプログラムによる濃度分布予測との比較を試みた。

方法

1 調査地点

調査地点は周南市(旧徳山市)内の5地点でおこなった。周南市は人口約16万の地方の小都市だが、海岸沿いに工場地帯が密集している工業都市でもあり、有害大気汚染物質の濃度が高いことでも知られている。

調査地点は、工場地帯からの影響と国道の影響を考え、図1のように市内の海岸沿いから国道2号線をまたいで山間部の後背地までに至るほぼ直線上とした。

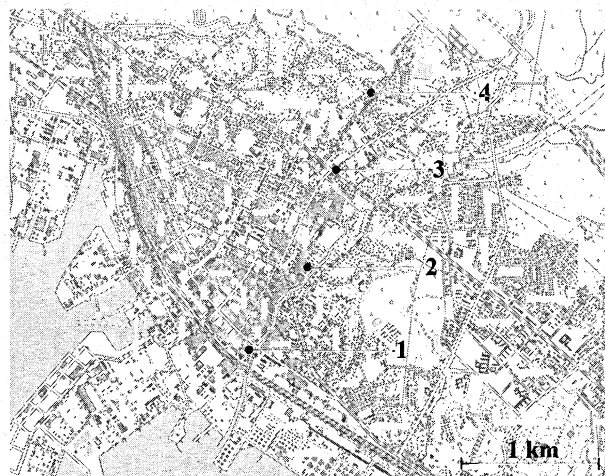


図1 調査地点(周南市)

No.1 橋本町公園、No.2 御弓町公園、No.3 辻自動車排ガス測定局、No.4 東金剛山付近、No.5 後背地 (No.1より北北東7km上、地図の範囲外)

2 調査日時

調査は2002年7月16日(火)の15時におこなった。天候は前日の夜は雨だったが夜半には止み、当日は一日中晴時々曇りで、ほぼ安定して風速2~5m/sで南西の風が吹いていた。最低気温は24度、最高気温は30度であった。

3 試料採取及び分析方法

サンプリングは、調査地点の大気を6Lのステンレス製キャニスター容器に捕集し、GC/MS (HP6890/HP6971) で定量をおこなった。

分析方法は有害大気汚染物質測定マニュアルのキャニスター法に準拠し、カラムはHP-1(0.25mm i.d, 1 μ m film, 60m)を使用し、測定モードはSCANでおこなった。

詳細な気象データは周南市内の大気汚染常時監視測定局及び自動車排ガス測定局の各データを使用した。

発生源シミュレーションプログラムMETILIS(Ver. 1.02)は経済産業省のWebサイトよりダウンロードし、CPU Celeron 650MHz, メモリ384Mbyteのパーソ

ナルコンピュータで解析をおこなった。^{5,6)}

発生源の推計及びパラメータ等は「詳細リスク評価書」⁷⁾に準拠した。

結果と考察

(1) 有害大気汚染物質の濃度分布

検出されたいくつかの有害大気汚染物質の濃度分布を図2に示す。

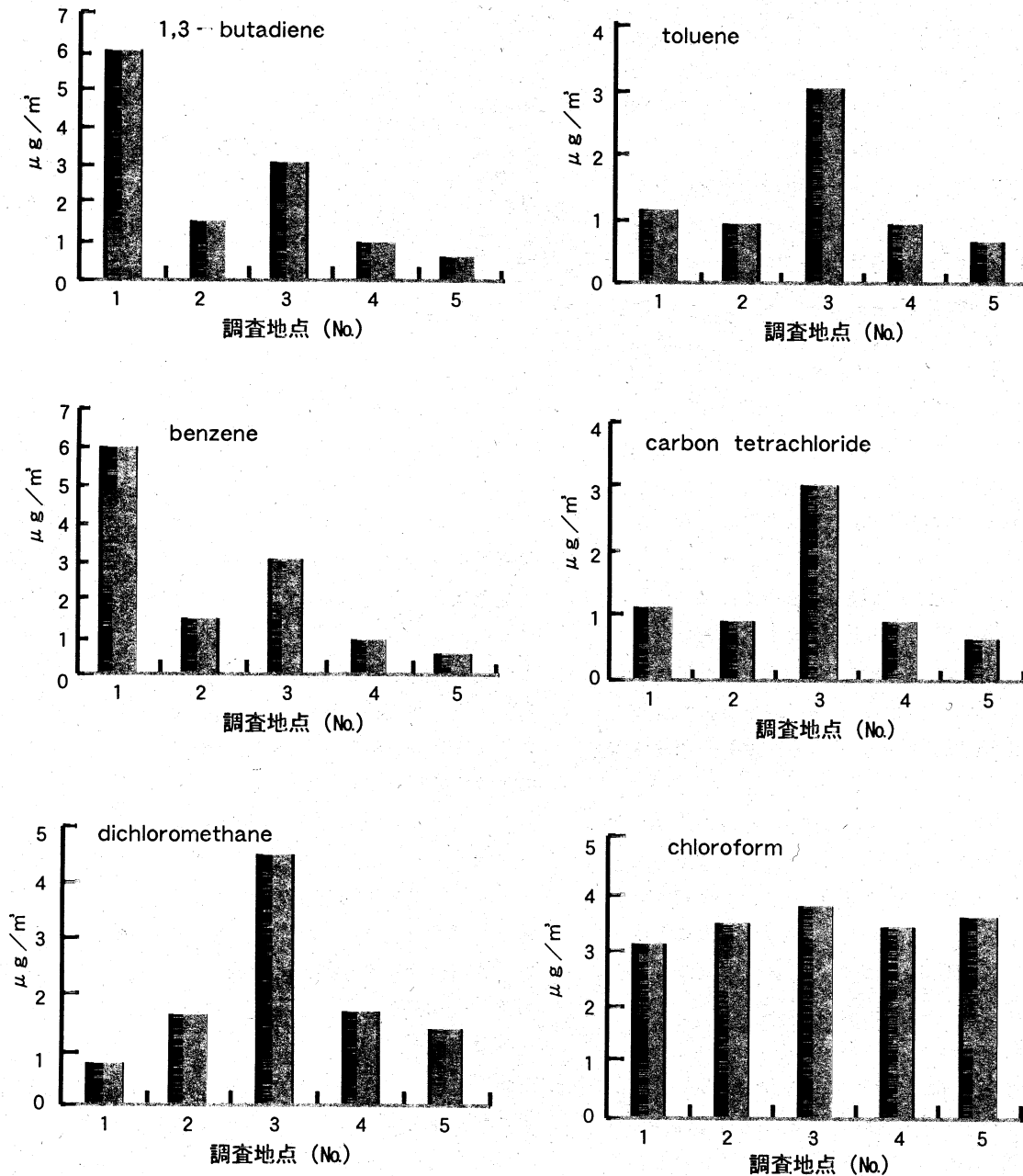


図2 周南市における有害大気汚染物質の濃度分布

benzeneやtolueneは国道2号線沿いにある辻自動車排ガス測定局の濃度が高く、そこから離れるほど次第に低濃度になっていることがわかる。tolueneが工場側でも少し高めの傾向があり、これはやや固定発生源の影響が見られるとしても、全体的には自動車排ガスに由来する典型的な移動発生源からの汚染と考えられる^{8,9)}。

しかし、1,3-butadieneは挙動が異なり、工場側のNo.1が異常に濃度が高く、今回の調査では工場由来の固定発生源が主な汚染源ということが示唆された。

他の傾向としては、dichloromethane, chloroform等の有機塩素系有害大気汚染物質は工場側の汚染が高く、carbon tetrachlorideはどの調査地点でもほぼ同じ濃度で汚染源はなく均一に拡散しており、これらは以前の調査や解析とも良く一致していた¹⁻⁴⁾。

また濃度は未計算だが、テルペン類のイソプレンは市内よりもNo.5の後背地が高濃度で、人為的な生成よりも植物から放出される量が圧倒的に多いことも示唆された。

(2) シミュレーションによる発生源の解析

主要な有害大気汚染物質の1つである1,3-butadieneについては、従来から移動発生源が主な汚染の原因と考えられていた。しかし、今回の調査では挙動が異なることから、周南市では工場由来の固定発生源が強く疑われた。

1,3-butadieneについては、周南市には国内有数の合成ゴム生産工場があり、大規模の固定発生源が存在する可能性がある。しかし、多地点での調査だけでは詳しいことは判明しない。そこで発生源シミュレーションプログラムMETILISを使用して、発生源との関係を解析した。

なお、発生源については1,3-butadieneの排出量などの詳細なデータが得られないため、正確な濃度によるシミュレーションは不可能である。そこで今回は相対的濃度を算出し、1,3-butadieneが一番高濃度となったNo.1の地点の実測値と合わせることで絶対濃度への換算をおこなった。

その結果を図3に示す。これを見ると、No.1の地点はちょうど最も濃度の高くなる条件だったことがわかる。また、No.2地点の濃度は推定された濃度と良く一致していた。No.3の地点では計算結果よりも濃度がかなり高くなっているが、これは国道2号線沿いのため自動車排ガスによる影響が現れていることを示している。この影響は他の地点でも見られ、発生源から距離が離れても濃度のベースラインが上がっている原因と考えられ

る。

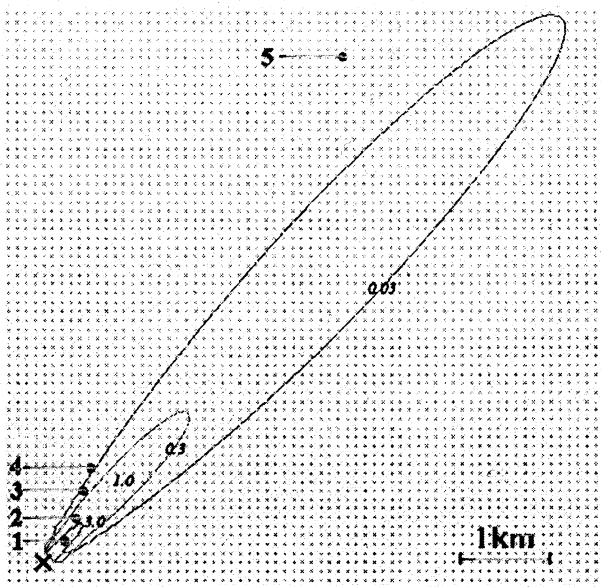


図3 METILISによる1,3-butadieneのシミュレーション

×印：発生源、黒丸：各調査地点(1~5)、コンターの濃度は $\mu\text{g}/\text{m}^3$

なお、今回は宇部市においても2002年7月30日に同様なフィールド調査をおこなったが、全体的に均一な低い濃度となり詳しい解析にはいたらなかった。これは調査時の風速が4~5m/s、風向が東であり、工場地帯の北東側に沿って設定した5つの調査地点には工場からの影響が全く関与しなかったためと考えられる。このことは、風向きの影響で同じ地点でも全く逆の結果が得られる可能性を示している。今後も、さらに多数の条件でシミュレーションを試みフィールド調査の実測値と比較する必要があるだろう。

このように、METILISのシミュレーションと実際の測定値は良く一致しており、発生源近くであっても風向きの影響で大幅に濃度の変化する大気濃度の測定には非常に有効であるといえる。工場における詳しい排出量などのパラメータの問題も残っているが、これはPRTR等により詳細なデータが解明されれば、より精度の良いデータが得られるであろう。

発生源からの大気汚染物質濃度シミュレーションはいずれもガウス型プルームモデルであり、EPAが作成したICS3モデル¹⁰⁾が基本となっているが、これらは古典的なSOx, NOxといった煙道排ガスの拡散を目的にプログラムが作られていた。しかし、METILISは有害大気汚染物質用にサポートされており、より詳しい解析ができるようになっている。また、計算モデルもさらなる改良が

進んでおり¹⁰⁾、こういったシミュレーション手法は今後も期待できるものがある。

このようにMETILISは有害大気汚染物質の発生源を解析する手段として非常に有効であった。複数の発生源のシミュレーションも計算できることから、特に工場地帯の詳細な汚染の分布を調べるには有益な解析ツールと考えられる。

まとめ

今回の調査では発生源が自動車排ガス、近くの工場群と他種類にわたる場所での挙動を解析しなければならなかったが、調査地点を数多くとることにより発生源を推定することができた。

また、METILISプログラムを使用することで、固定発生源からの有害大気汚染物質の拡散の様子を詳細にシミュレートでき、固定発生源の確認と汚染の拡散状況を詳細に調べることができた。

このようにシミュレーションプログラムは、有害大気汚染物質の濃度分布予測に役立てることができ大変有益であるといえる。

謝辞

有害大気用発生源シミュレーションプログラムを作成し無料で使用できるよう便宜を図っていただいた関東経済産業局およびその関係者に感謝します。

文献

- (1) 長田健太郎ほか：山口県環境衛生職員業務研究集録，39，50～52（1999）
- (2) 長田健太郎：大気環境学会年会講演要旨集，40，532（1999）
- (3) 長田健太郎ほか：山口県環境保健研究センター業績報告，20，11～14（1999）
- (4) 長田健太郎ほか：大気環境学会中四国ブロック大会講演要旨集，1～8（2000）
- (5) 経済産業省一低煙源工場拡散モデル METI-LISモデル取扱説明書 Ver.1.02，関東経済産業局，（2001）
- (6) <http://www.jemai.or.jp/ems/meti-lis.htm>
- (7) 詳細リスク評価書 1，3--ブタジエン，（独）産業技術総合研究所，化学物質リスク管理研究センター（2002）
- (8) 三浦米吉ほか：大気環境学会年会講演要旨集，39，495（1998）
- (9) 増田厚ほか：大気環境学会年会講演要旨集，39，

494（1998）

- (10) Industrial Source Complex Model 3：<http://www.epa.gov>（1995）
- (11) 河野 仁：大気環境学会誌，35（3），133～143（2002）