

# 沿道環境における自動車等からの有害化学物質の 暴露人口推計に関する考察

川原博満<sup>1</sup>・阿相敏明<sup>2</sup>・加藤陽一<sup>2</sup>・齋藤剛<sup>2</sup>・武田麻由子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 工修 神奈川県環境科学センター 企画部 (神奈川県平塚市四之宮一丁目3番39号)

E-mail:kawahara@k-erc.pref.kanagawa.jp

<sup>2</sup>神奈川県環境科学センター 環境保全部 (神奈川県平塚市四之宮一丁目3番39号)

国の研究機関を中心に有害化学物質による環境リスク評価が盛んに進められており、比較的高いリスクのエリアは室内を除けば、沿道や発生源周辺に限られていることが報告されている。一方、地方自治体においても、これらの問題は環境行政の大きな課題の一つであり、都市計画や交通計画、住民とのリスクコミュニケーションを行う際の重要な情報としてもその評価を早急に行っていく必要がある。

本稿では、沿道環境に注目し、国設厚木自動車排ガス測定局付近における有害化学物質の暴露状況を把握するために、有害化学物質の実測、濃度予測モデルによる暴露濃度の推計を行ったのち、暴露人口の推計方法を検討したので報告する。

*Key Words* : monitoring, exposed population, automobile exhaust, simulation model, GIS

## 1. はじめに

これまで、沿道における窒素酸化物や浮遊粒子状物質などの環境問題に対する研究が数多くなされ、さらに、沿道住民の健康に係る問題として、早急な対策が求められている。

これらの問題に対しては、リスクアセスメントという概念が不可欠であり、井村<sup>1)</sup>は幹線における個人暴露の評価指標に関して示した。一方、近年では、P R T R法の施行により、有害化学物質の関心が高まるとともに、国によって開示されたデータの活用が可能になったことを要因の一つとして、地域の環境リスク評価が国の研究機関を中心に精力的に進められており、詳細なリスク評価書も公表されてきている<sup>2)</sup>。

これらによれば、比較的高いリスクのエリアは室内を除けば、沿道や事業所周辺に限られていることが報告されている。一方、地方自治体においても、これらの問題は環境行政の大きな課題の一つであり、都市計画や交通計画などの政策の優先度の決定

や住民とのリスクコミュニケーションを行う際の重要な情報として、その評価を早急に行っていく必要がある。

神奈川県においても、これらの基礎情報として沿道や事業所などの発生源近傍における有害大気汚染物質のモニタリングを平成9年より開始し、様々な方面の努力により、沿道や事業所周辺においても徐々に、その削減効果が現れてきている。

本研究では、神奈川県厚木市水引付近を対象に、南北にはしる国道246号線を走行する自動車および二輪車からの影響を実測およびモデル推計により求めた濃度分布を用いて、沿道における暴露人口を推計した。

また、沿道人口の推計に当たっては、影響のあると考えられる範囲が沿道に沿って狭い範囲に限られるため、建物の種別や配置が人口の推計結果にある程度影響を及ぼしていると考えられることから、いくつかの人口に関する統計データを用いて同じ濃度分布における暴露人口推計結果を比較した結果を報告する。



図-1 対象地域

## 2. 方法

### (1) 対象地域の設定

対象地域は、図-1 に示すように、神奈川県厚木市水引1丁目及び2丁目を対象とし、丁目境を南北に走る国道246号を発生源の対象道路とした。図1には平成7年度における建物現況と都市計画の用途地域（濃いグレーの部分は商業地域、薄いグレーは近隣商業地域、白い部分は居住地域）も示した。

この区間の国道246号線の沿道は近隣商業地域および商業地域に指定されており、公共施設の建物も比較的が多い。住居地域はこれらの背後に位置し、周辺には工場等は存在しない地域となっている。人口は水引1丁目及び2丁目あわせて、2590人（世帯人口）となっている。

### (2) 沿道濃度の実測調査

#### a) 調査物質

神奈川県における有害大気モニタリング<sup>3)</sup>は平成10年度から年平均値としてデータが公表されており、全国の値<sup>4)</sup>と比較したものを図-2に示した。

また、平成14年度の揮発性有機化合物（VOCs）、アルデヒド類および多環芳香族類（PAHs）の年平均値を一般環境、固定発生源周辺、沿道の3つの測定局属性ごとに平均し、一般環境の測定局に対する固定発生源周辺局、沿道局の平均値の比を図-3に示した。これにより、有害大気汚染モニタリ

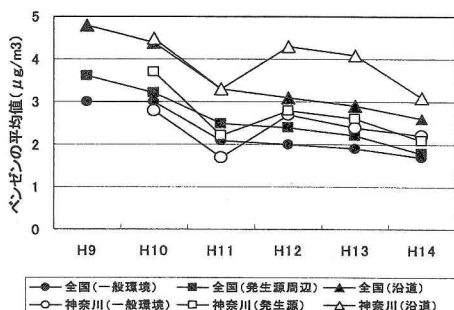


図-2 有害モニタリングの地域分類別平均値の比較

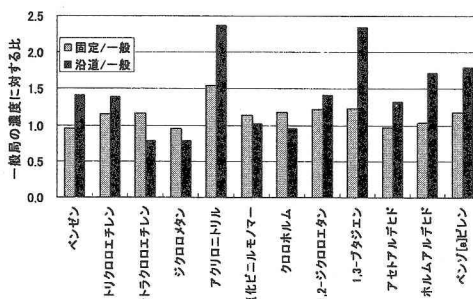


図-3 神奈川県における有害大気モニタリング結果

ングを行っている地点においては、今なお、1,3-ブタジエン、ベンゼン、アルデヒド類、ベンツ[a]ピレンが自動車等の影響を受けて沿道域の高い値を示していることから、これらを調査の対象とした。

ただし、アクリロニトリルに限っては、自動車からの影響が考えにくいので除外した。

調査物質は、1,3-ブタジエン、ベンゼン等のVOCsとアセトアルデヒド、ホルムアルデヒドのアルデヒド類、浮遊粒子状物質および窒素酸化物としたが、本稿ではVOCsの結果のみを示す。

#### b) 調査地点

沿道の影響は数十mといわれている<sup>5),6)</sup>ことから、調査地点は図4に示す県央地区農政事務所および合同庁舎の2地点とバックグラウンドとして厚木市分庁舎の計3地点とした。県央地区農政事務所には国設厚木自動車排ガス測定局が設置されており、その延長線上にほぼ等間隔で測定器を設置した。合同庁舎は道路の反対側の濃度を測定する目的で、南に200mほど離れた地点ではあるが、この間に交差点などが無いことを確認した上で、同様に設置した。

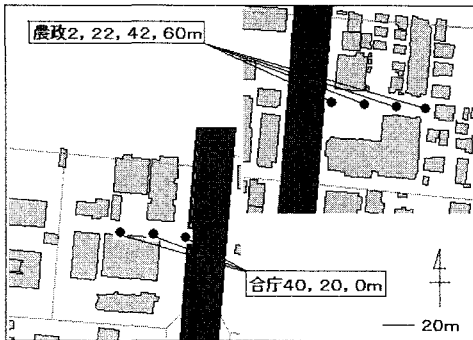


図-4 調査地点

厚木市分庁舎は合同庁舎から東に約1 kmの場所に位置し、一般環境としての常時監視局が設置されている。この地点でバックグラウンド値の測定を行った。なお、測定地点の数字は歩道端からの距離を示している。

国道 246 号の交通量は、図 1 交通量調査地点において、平日の 1 2 時間交通量が約 53,000 台、2 4 時間交通量が 83,000 台であった<sup>7)</sup>。また、車道部幅員は 23.8m、歩道代表幅員は 3m である。

c) 調査期間およびサンプリング

調査期間は平成 15 年 8 月から平成 16 年の 7 月までの毎月 1 回の計 12 回行った。また、サンプリングは真空状態に減圧したステンレス製容器および流量 3ml/min に制御したマスフローコントローラを用いて連続 24 時間、高さ 1.5m における大気資料を捕集した。

採取後、加湿室素により 200 kPa 程度に加圧し測定資料とした。

d) 分析方法

測定資料を 3 段階濃縮後、ガスクロマトグラフ質量分析計 (以下 GC/MS) に導入し分析を行った。

GC/MS の分析条件を表 1 に示す。

表 1 GC/MS の分析条件

GC/MS	Agilent 社 HP6890N/HP5973N
カラム	HP-VOC 30m×0.32mm i. d. ×1.8 μm
カラム温度	40℃ (4 分) -10℃/分-250℃ (5 分)
測定モード	選択イオン検出法
注入口温度	220℃

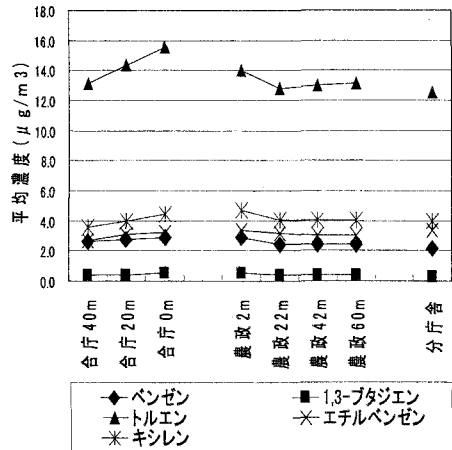


図-5 調査結果 (年平均値)

e) 分析結果と考察

図-5 に示すように、バックグラウンドとして測定を行った分庁舎の測定値と比較すると道路沿道からの距離減衰がよく分る。いずれの物質においても、沿道から 40m 以上離れと他の道路の影響により、減衰があまり見られなくなっている。分庁舎で測定したバックグラウンド濃度と比較すると、農政 60m の濃度はバックグラウンド濃度に対して、ベンゼンで 1.13 倍、1,3-ブタジエンで 1.36 倍となっており、依然として道路から影響があることが示唆される。

合庁 0m あるいは農政 2m の高い方の濃度とバックグラウンド濃度を比較してみると、ベンゼンで 1.37 倍、1,3-ブタジエンで 1.82 倍となっている。

なお、ベンゼンの年平均値においては、いずれの測定地点においても、環境基準値の 3 μg/m<sup>3</sup> をこえることはなかった。

(3) 対象沿道の濃度推計

a) 推計モデル

沿道濃度の実測調査は沿道の一地点で行ったものである。沿道の平面濃度分布を得るために、沿道に沿って複数の地点において沿道からの距離に応じた濃度減衰を測定することは実行上不可能である。

このような場合にはシミュレーションモデルを用いた推計を行う。沿道におけるモデル推計用に開発された環境省の JEA 式や USEPA からリリースされている ISC3 などが利用可能である。また、経済産業省で低煙源工場拡散用に開発された METI-LIS2 にも線

源のモデルが組み込まれている<sup>9)</sup>。しかしながら、沿道における複雑な要因（気象、構造物、地形）を考慮した一般的に利用可能なモデルは多くない。

これらのことから、幾つかの制限のもと、モデル推計を行うことにする。対象地域は平坦な地域であり、道路も高架構造とはなっていない。建物は図1にもあるように、沿道に沿って2、3階建ての建物が並んでおり無視できるものではないが、駐車スペースなど、ある程度の空間は確保されている。

これらのことから、本研究では、建物の影響を考えないものと仮定し、平坦な地域の高架なしの道路を想定し、一般的に利用可能な METI-LIS 2 を用いることとした。なお、このソフトの線源モデルの拡散式は点源ブルーム式をシン普森の公式により数値積分したものが用いられている。

#### b) 入力条件

発生源は国道 246 号のみとし、平成 15 年度交通量として平成 11 年度道路交通センサスをベースに平成 6 年および 9 年のデータから推計した。

排出係数は実測により報告<sup>9)</sup>もあるが、産総研化学物質リスク管理研究センターのもの<sup>2)</sup>を用いた。

また、気象は METI-LIS 2 が必要とする平成 13 年度横浜アメダスデータを用いた。

#### c) 推計結果と考察

METI-LIS2 は図-4 に示す調査地点と同じ計算点を与えて、その地点の濃度を推計することができる。計算点高さは、1.5m とした。

1,3-ブタジエンの実測調査の測定値と METI-LIS2 を用いて推計した値を図-6 に示す。推計値には分庁舎のバックグラウンド値を加算した。

推計値は道路近傍で測定値よりも高くなってが、離れるに従って他の道路の影響により、測定値よりもの方が高い値となっている。さらに、推計値では、国道の西側（合庁側）の濃度が高く推計されているが、これは気象データとして、東西方向風の出現頻度が高い横浜アメダスのデータを使用したことによるものであると思われる。加えて、測定値において、合庁 20m の地点よりも合庁 40m 地点の濃度が高いのは、国道と平行に走る細道路からの影響であると思われる。

一方、図-7 には、推計結果の平面分布を示した。0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上の領域は、およそ歩道端から 50m 幅の区域内であることが分った。また、0.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

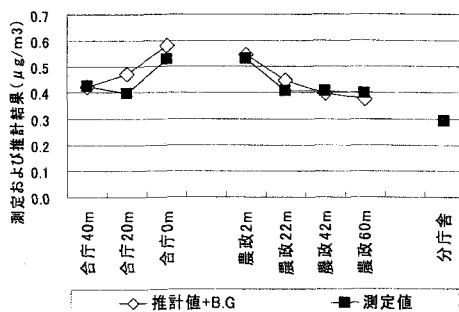


図-6 1,3-ブタジエンの測定結果と推計結果の比較

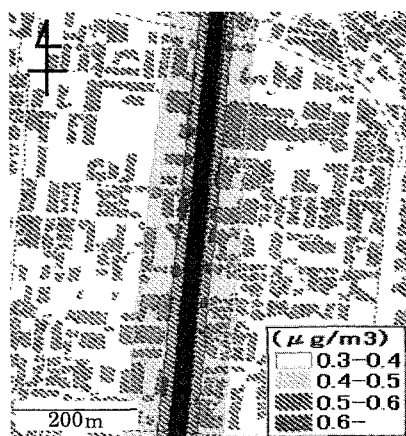


図-7 1,3-ブタジエンの推計分布

以上の濃度区域はほぼ道路上にのみ存在し、建物の存在する街区の領域には存在しなかった。

#### (4) 対象地域の人口の推計

濃度モデルにより推計される国道 246 号から直接の影響範囲は、実測からおおよそ 50m 程度と推測されるが、このような狭い範囲内での人口を推計するに当たり、建物の分布状況が人口の推計に影響を与える要因となりうるかを検討した。

以下の 3 通りの方法を試みた。

- ① 国勢調査 3 次統計メッシュから推計（メッシュによる推計）
- ② 神奈川県都市計画基礎調査の小ゾーン基礎調査区の人口データから推計（小ゾーンによる推計）

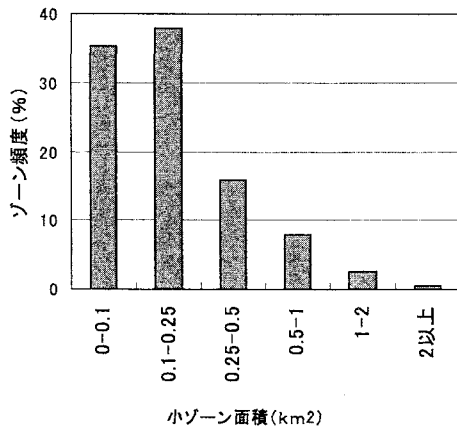


図-8 小ゾーンの面積の分布

③ ②をさらに神奈川県建物現況データで按分して推計（建物による推計）

推計に用いる人口データは、これら3ケースを比較するために世帯人口を用いることとした。したがって、昼間人口は反映されていない。

a) メッシュによる推計

国勢調査結果を3次メッシュに集約した人口から影響範囲の面積に対して面積按分する方法で、広域な領域に対して、一般的に広く用いられている。

b) 小ゾーンによる推計

3次メッシュに集約した人口の代わりに、神奈川県都市計画基礎調査として整備された小ゾーンごとに集約された人口データを用いて①と同様に面積按分を行う方法である。ここで小ゾーンとは神奈川県が独自に作成した統計用の集計単位であり、都市部は丁目単位に小ゾーンが整備されている。図-1で示した水引1丁目、2丁目もそれぞれ小ゾーンとして人口などの統計データが整備されている。

3次メッシュに対する面積の比較のために小ゾーンの面積の分布を図-8に示す。これにより、面積比で数倍の精度の人口データ（人口密度）が得られると考えられる。

c) 建物による推計

建物による推計は、小ゾーンごとに整備されている人口データをベースに、小ゾーン内の建物の用途別床面積の居住用途に対して、この人口を配分し、建物ごとの居住人口を推計するものである。

建物データの内容を表-2に示す。

表-2 建物データの内容

・管理コード	・建物構造	・1階床面積
・建物主用途	・地下用途	・延べ床面積
・総建物階数	・1階用途	・床面積換算係数
・地下階数	・2階用途	
・地上階数	・3階以上用途	

この建物データを用いて、各階（地下と3階以上は同一用途とみなす）の用途別面積を求め、用途種別のうちの居住関連のみの面積を集計し、建物ごとの居住面積を求め、さらに、小ゾーンごとに集計した。次に、小ゾーンの人口を、先に集計した小ゾーンの居住面積で割ることにより単位居住面積あたりの人口を求め、これを各建物の居住面積に乗じることにより建物別の居住人口を求めた。

居住用途としては、35分類ある用途種別のうち住宅、集合住宅、店舗併用住宅、店舗併用集合住宅（4種別）、作業所併用住宅の8用途とした。

また、各建物の居住面積を集計する際に、住宅、集合住宅以外の用途に対して、店舗部分等の面積を考慮して、0.5の係数を乗じて集計した。

図-9に建物別全階合計人口の推計結果を示す。白抜きの建物は居住用途がなかったために人口が推計されなかった建物である。人口は各階ごとに推計することが可能である。

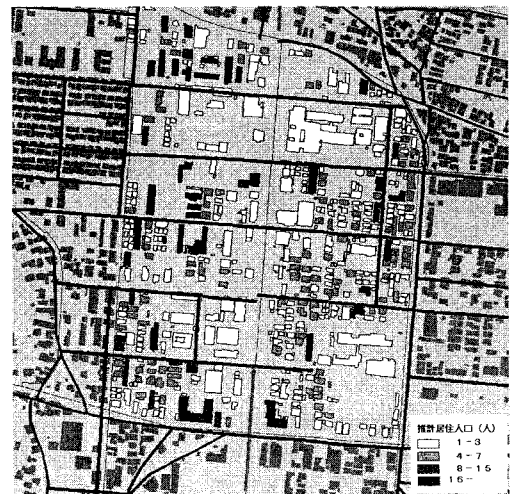


図-9 建物別全階合計人口の推計結果

表-3 暴露人口の推計結果

暴露濃度	0.4-0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.5-0.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
メッシュによる推計	534.7 人	252.4 人
小ゾーンによる推計	700.1 人	328.4 人
建物による推計	445.7 人	159.0 人

### (5) 暴露人口の推計と考察

メッシュおよび小ゾーンによる推計では、対象濃度コンター内の面積を GIS により面積按分した。

建物による推計では対象濃度コンター内に重心を持つ建物の居住人口を集計し、マンションなどの大きな建物は面積按分した。その結果を表-3 に示す。メッシュと小ゾーンによる推計では、集計する面積が同じことから、集計もとの人口密度に依存する。面的に広がりのあるデータであれば、メッシュによる推計でも問題ないと考えられる。比較的狭い領域では、駐車スペースやエントランスの偏在性が現れ、小ゾーンを用いた評価では、逆に過大評価になることがあると考えられる。また、図-10 に示すように高層建物の偏在の影響も沿道のような狭い区域では重要な要因となっていると考えられる。評価する目的に応じて使用すべきであると考えられる。

### 3. おわりに

比較的狭い範囲の沿道域や発生源周辺の暴露人口推計を行う場合には、建物用途やその位置の影響が大きいことが分かった。今回、2 街区のみで推計を行ったが、今後、県全域のセンサス対象道路や事業所周辺で同様の推計を行い、人口分布の傾向を把握して暴露人口推計に活用していく予定である。

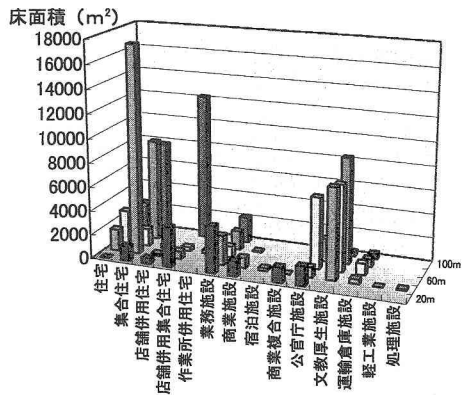


図-10 沿道からの距離別の建物用途別面積

### 参考文献

- 1) 井村秀文：幹線道路沿道の大気汚染リスクアセスメントにおける個人暴露量の評価、環境システム研究論文集, Vol. 17, pp. 76-81, 1989
- 2) (独)産業技術総合研究所化学物質リスク管理センター：詳細リスク評価書 1,3-ブタジエン V1.1, 2003
- 3) 神奈川県：神奈川の大気汚染, 1999-2003
- 4) 環境省：<http://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/>
- 5) Kajihara, H., Ishizuka, S., Fushimi, A., Nakanishi, J. : Population risk assessment of ambient benzene and evaluation of benzene regulation in gasoline in Japan, Environmental Engineering and Policy, Vol. 2, No. 1, pp. 1-9, 2000
- 6) 上原清, 山尾幸夫, 河田忠, 林誠司, 吉川康雄, 若松伸司, 森川多津子, 松本幸雄：交差点周辺の流れと拡散に関する実験的研究その5 幹線からの距離による濃度減衰について, 第43回大気環境学会講演要旨集, p. 350, 2002
- 7) (社)交通工学研究会：平成11年度道路交通センサス一般交通量調査 CD-ROM, 2001
- 8) (独)産業技術総合研究所 化学物質リスク管理センター：MITI-LIS2 第2回技術講習会テキストⅡ 経済産業省一低煙源工場拡散モデル (METI-LIS2)
- 9) 上野広行, 横田久司, 秋山薫, 佐野藤治, 田原茂樹：自動車から排出される 1, 3-ブタジエンについて, 第43回大気環境学会講演要旨集, p. 350, 2002

## ESTIMATION OF THE POPULATION EXPOSED TO ROAD SIDE AUTOMOBILE EXHAUST

Hiromitsu KAWAHARA Toshiaki ASO Yoichi KATO  
Tsuyoshi SAITO and Mayuko TAKEDA

In a local government, Chemical substance problems are one of the big subjects of environmental administration. We need to perform the evaluation immediately as important information at the time of city planning, a traffic planning and performing risk communication with residents.

In this paper, we considered the estimation method of exposure population, after estimating exposure concentration by survey of chemical substance, and the concentration forecasting model in order to estimate the exposure situation of the chemical substance in near Atsugi automobile exhaust gas measurement station.