

曝露評価に用いるための自動車排出ガス濃度の推計（第1報）

Estimating Exposure Concentration Caused from Automobile Exhaust Emission (1st report)

富田 幸佳 *1

Yukika TODA

森川 多津子*1

Tazuko MORIKAWA

Abstract

An epidemiological study of automobile emission gas concentration was conducted. This paper reports a detailed automobile emission data construction and a methodology for calculating diffusion. The target area is Katsushika Ward, Tokyo. Calculated emission data are composed of (1) running exhaust emission (on trunk and narrow roads), (2) road dust and tire wear, and (3) start exhaust emission. AIST-ADMER is used for calculating diffusion with a grid size of 100m. Observed and estimated SPM concentration almost matched after correction of background concentration, which includes concentration caused by non-vehicular emission and flow from the surrounding target area. However, to improve accuracy, higher resolution and consideration of road overpasses are required.

1. はじめに

一般財団法人日本自動車研究所では、2010年度から2014年度の5か年をかけ、自動車起因の大気汚染物質濃度および道路交通騒音による、心血管系疾患への健康影響を疫学的見地から明らかにする研究を実施している。研究デザインは、東京都葛飾区の65歳以上の高齢者3,000名を対象として質問票調査を実施し、推計した住宅屋外の環境レベル（大気、騒音）と、心血管系疾患の有症率との関連性を統計学的に解析・評価するものである。

この研究では自動車起因の大気汚染物質(NO_x , SPM, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{2.5}$ 中のEC)の曝露濃度を必要とするが、そのためには葛飾区全域の南北10km～東西5kmの範囲内に居住する対象者の、一人ずつの居住地点における年平均の曝露濃度を推計しなくてはならない。わが国で比較的広範囲の道路沿道を対象とした疫学研究の代表的なものとして、環境省が2005～2010年度に実施した「局地的大気汚染の健康影響に係る疫学研究」(そらプロジェクト)¹⁾があげられる。このとき大気汚染物質の曝露濃度推計には、環境アセスメントに用いられる正規型プルームモデルと独自に開発した拡散モデル(MCAD)を組合せて推計した気流場と、環境省の排出ガス原単位および交通センサスペースで推計した自動車排出ガス量が主に用いられて

いた²⁾。

しかしながら、MCADのプログラムソース公開は2012年度以降であり、建築物等の詳細な構造データが必要なことなど、データ入手や計算資源の面での制約が大きかった。そのため本研究では、気流場の推計には正規型プルームモデルである産総研・曝露・リスク評価大気拡散モデル(AIST-ADMER)ver.2.5³⁾を用いた。自動車排出ガス量の推計にはそらプロジェクトと同様の手法を用い、AIST-ADMERの最小解像度約100m×100mに合わせ構築した。

本報告では、対象地域の自動車排出量データの作成手法とAIST-ADMERによる大気汚染物質濃度推計の手法の詳細と、得られた結果および課題について述べる。

2. 自動車排出量データの構築

自動車排出量データは、自動車の走行時におけるテールパイプからの排出、走行中の巻上げ粉じん・タイヤ摩耗による排出、エンジン始動時の排出を考慮した。車種区分は自動車輸送統計⁴⁾の8車種(軽乗用車・乗用車・バス・軽貨物車・小型貨物車・普通貨物車・特種車・二輪車)とした。

2.1 走行時のテールパイプ排出

1) 幹線道路からの排出

走行時テールパイプからの排出ガス量は、交通

*1 一般財団法人日本自動車研究所 エネルギー・環境研究部
博士(工学)

量(台 km)に排出係数(g/台 km)を乗じて算出した。

道路別交通量・平均車速は平成 17 年度(2005 年)交通センサス⁵⁾の 5 車種別のリンク別交通量および平均車速を用いた。8 車種区分への配分は PRTR 届出外排出量算出資料⁶⁾により行った。時刻別の平均車速は混雑度より時間単位のもの求めた。

NO_x と SPM の排出係数は 2010 年の全国平均の 8 車種区分別 NO_x・PM 排出係数を使用した⁷⁾。この排出係数は、環境省のナンバープレート調査を基に、車種別の全国平均の規制年別割合、走行係数(車齢による走行比率)が折り込まれている。二輪車の排出係数は JATOP(Japan AuTo Oil Program, 2007-2011 年)データ⁸⁾を用いた。

PM_{2.5}排出量は、自動車テールパイプから排出される PM は粒径が 1 μ m 以下であるため、全て PM_{2.5}として扱うこととした。PM_{2.5}中の EC については、エンジンの燃焼状況により異なるため、JATOP による車種別 EC 比率⁹⁾をそれぞれの車種に適用し求めた。

2) 細街路からの排出

細街路からの排出量推計には、排出係数は 1) における手法と同様のものを使用した。交通量は、国土交通省による自動車輸送統計年報⁴⁾の六大都府県データ「東京」から得た総走行量と、道路交通センサス⁵⁾の東京都の幹線道路交通量との差分で得た。これを AIST-ADMER の計算グリッドである約 100m メッシュ単位で、幹線道路を除いた道路面積で按分し交通量とした。平均速度は一律 20km/h とし、交通量の時刻配分は、細街路に近いと思われる県道を対象として作成された時刻別配分係数⁸⁾を用いた。

2.2 走行中の巻上げ粉じん・タイヤ摩耗排出

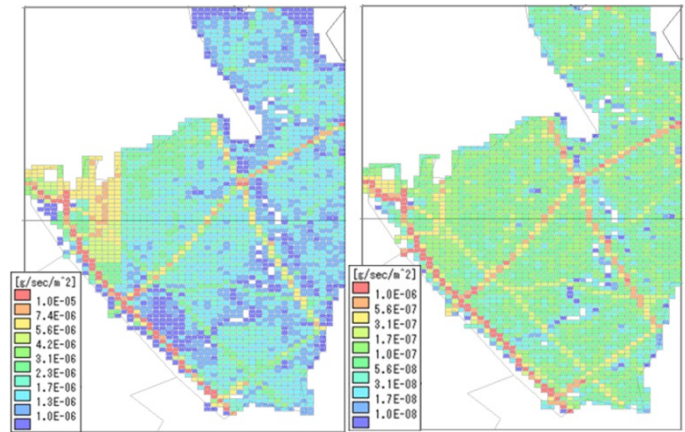
交通量は走行時テールパイプからの排出と同様、排出係数は巻上げ粉じんについて浮遊粒子状物質汚染予測マニュアル¹⁰⁾、タイヤ摩耗について JATOP 報告書⁸⁾の値を用いた。

2.3 エンジン始動時の排出

JATOP 報告書⁸⁾を基に、自動車が始動する際の排出量は、エンジンの始動開始から暖気状態に達するまでの排出量と、同期間を暖気状態でエンジン始動した際の排出量の差として定義した。排出

される地点は車両が保管されている地点とし、時間帯別始動回数のデータにより時刻別の排出量とした。

以上の検討により得られた、NO_x と SPM の日排出量の分布を Fig.1 に示す。首都高速道路及び幹線道路からの排出量が多いことがわかる。



(a) NO_x

(b) SPM

Fig. 1 Automobile emission distribution in Katsushika Ward

3. 大気曝露推計

3.1 計算条件

大気曝露濃度の推計対象は葛飾区のみ 10 \times 5km とし、メッシュサイズは AIST-ADMER で最小の 100m メッシュとした。計算対象期間は、気象データが揃っている 2009 年の 1 年間を対象とし、月毎に 1 年分推計した。計算に使用する気象データは、2009 年の AMeDAS データおよび気象官署による日射量、雲量データより作成された ADMER デフォルトデータを用いた。気象場の計算領域はやや広い領域を対象として東京都千代田区大手町・埼玉県熊谷市・千葉県千葉市の 3 地点の気象官署による測定値を含む、50 \times 45km の領域とした(Fig.2)。ここで AIST-ADMER の時間分解能は 4 時間単位であるため、2. で得られた自動車排出量は 4 時間ごとの値に集計したものを使用した。

3.2 濃度計算結果

構築した自動車排出量データを用いた NO_x および SPM 濃度の年平均値の分布図を Fig.3 に示す。

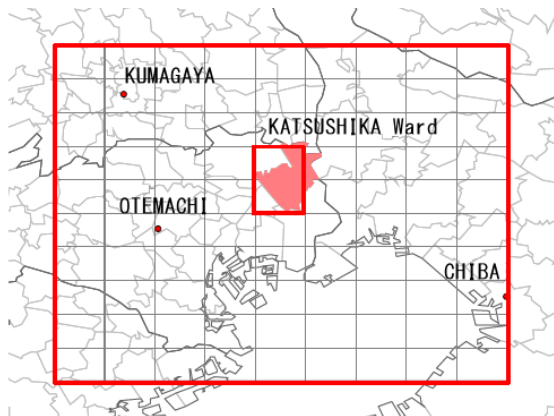


Fig. 2 Target Area for meteorological estimation and locations of meteorological observatories.

排出量の多い幹線道路近傍で濃度が高くなっていることが見てとれる。

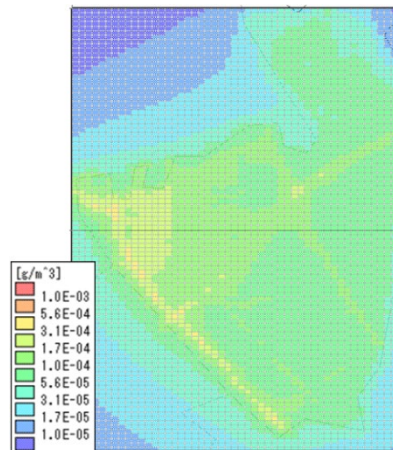
3.3 バックグラウンド値の考慮

3.2で算出した濃度は、葛飾区内の自動車からの排出のみを対象としている。葛飾区内の自動車以外の発生源や葛飾区外の発生源からの流入分を考慮していないため、当然観測値より低い傾向となる。そこで、葛飾区内の一般大気環境局である鎌倉・水元・水元公園の3地点におけるSPM、NO_xの実測値と推計濃度の差を確認した。例としてSPMの場合をFig. 4に示す。3地点とも同様の挙動を取りその値もほぼ同程度であることが分かる。そこで鎌倉・水元・水元公園の3地点における実測値と推計値の差を月別に平均し、バックグラウンド濃度として求め、推計値全体に足し合わせることにより、推計値の補正を行った。

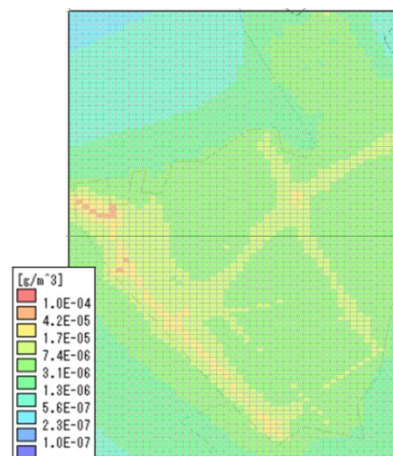
バックグラウンド濃度を考慮した SPM 濃度推計結果と観測値の比較を Fig. 5 に示す。葛飾区内の常監局と同地点の計算結果を月毎に算出し、比較している。それによると一般大気環境局である鎌倉・水元・水元公園の3地点における濃度再現性は非常に良い。自動車排ガス測定局は月変化の傾向を良くとらえているが、堀切局およびつつみ局は推計値が実測値を大きく上回っていることが分かる。両地点の共通点としては、首都高速道路の近辺に位置することが挙げられる。特に堀切局はそのほぼ真横に位置している。首都高速道路は高架道路であり、道路上で発生した汚染物質が地上の常監局に達するまでにある程度拡散されるため、濃度差に解離が生じたものと考えられる。亀有局は全体に推計値が低い結果となっているが、

100m メッシュサイズ内部の拡散計算は再現できないため、幹線道路に面している地点の濃度再現に関しては、より詳細な空間分解能について検討していく必要があると考える。

ちなみに、NO_x 濃度の再現性は SPM より良いものであったが、同様の問題点が認められた。



a) NO_x



(b) SPM

Fig. 3 Estimated (a)NO_x and (b) SPM concentration distribution in Katsushika Ward in 2009

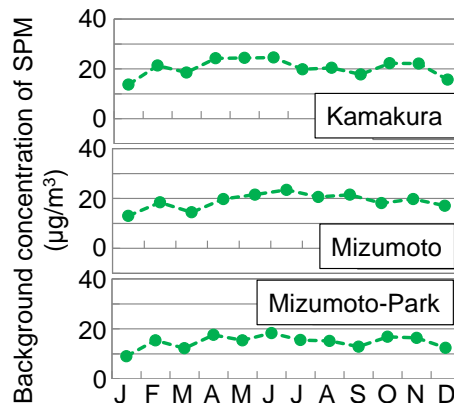


Fig. 4 Differences between observed and estimated SPM background concentration in 2009.

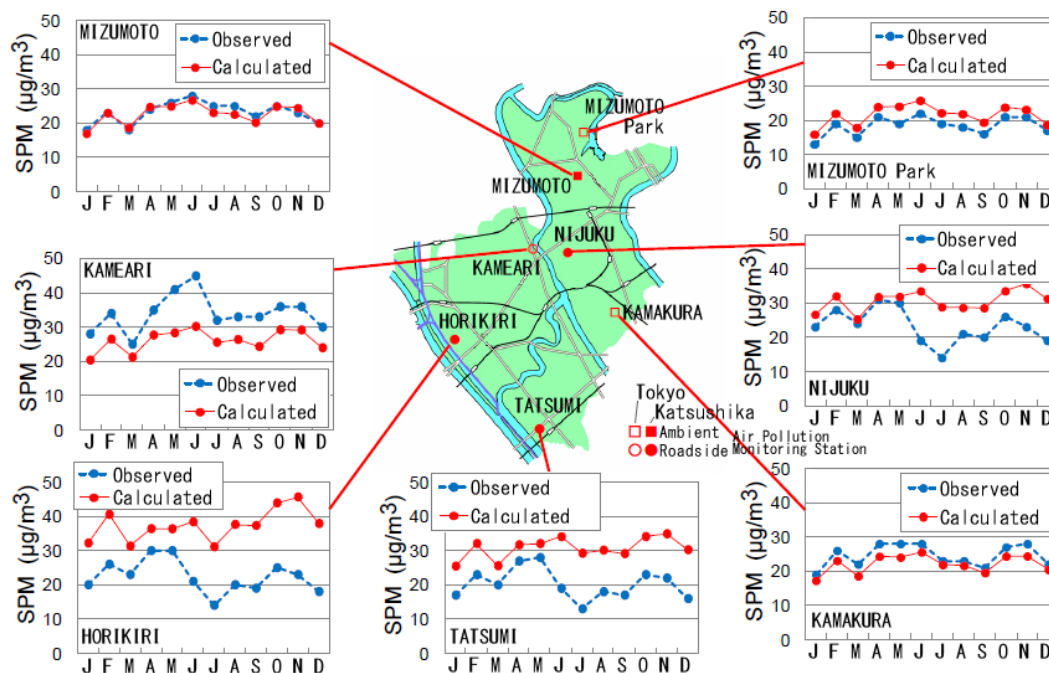


Fig. 5 Comparison of SPM observed concentration from air pollution monitoring station and SPM calculated by AIST-ADMER (corrected background concentration)

4. まとめ

葛飾区内の自動車起因の大気汚染物質濃度を用いた疫学評価を実施するため、対象地域の自動車排出量データを構築し大気汚染物質濃度(NO_x , SPM, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{2.5}$ 中の EC)を推計した。考慮した排出量は8車種の自動車の走行時におけるテールパイプからの排出、走行中の巻上げ粉じん・タイヤ摩耗による排出、エンジン始動時の排出とした。大気曝露推計には AIST-ADMER を用い、最小解像度である 100m メッシュサイズにて推計した。計算対象期間は、2009 年の 1 年間である。推計結果には一般大気環境局における実測値と、本研究で求めた推計結果の差をバックグラウンド濃度として補正し、自動車以外由来の濃度を考慮した。結果、一般大気環境局の再現性は良好であったが、高架である首都高速道路に近い自動車排出ガス局では推計値が実測値を大きく上回り解離が生じていることが分かった。また、100m メッシュサイズ内部の拡散計算は再現しきれないために、幹線道路に面している地点の濃度再現についてはメッシュサイズの詳細化について検討する必要があると考えられた。

参考文献

- 1)環境省環境保健部：局地的な大気汚染の健康影響に関する疫学調査報告書(2013)
- 2)Kanda, et al.: Development of outdoor exposure model of traffic-related air pollution for epidemiologic research in Japan, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* (2013), 1–11
- 3)東野晴行ほか：曝露・リスク評価大気拡散モデル (ADMER) の開発, *大気環境学会誌*, Vol.38, No.2, p.100-115 (2003)
- 4)国土交通省：平成21年度輸送統計年報(2011)
- 5)(社)交通工学研究会：平成17年度交通センサス一般交通量調査CD-ROM(2007)
- 6)経済産業省ほか：平成18年度PRTR届出外排出量推計方法等の概要(2007)
- 7)株式会社数理計画：平成20年度環境省委託業務結果報告書「自動車排出ガス原単位及び送料算定研等調査」, (2011)
- 8)(財)石油エネルギー技術センター：JATOP技術報告書「自動車排出量推計」, JPEC-2011AQ-06(2012)
- 9)(財)石油エネルギー技術センター：JATOP技術報告書「 $\text{PM}_{2.5}$ 広域大気シミュレーション用発生源組成プロファイル(VOC, PMおよび NO_x)」JPEC-2011AQ-0(2012)
- 10)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(1997)