

川崎市における化学物質の大気中濃度推計に関する検討

Examining a method for estimating chemical substance concentration in Kawasaki City

菊地 美加
今村 則子

KIKUCHI Mika
IMAMURA Noriko

金井 正和

KANAI Masakazu

要旨

環境リスク評価における暴露量評価では、大気環境調査による実測値及び大気への PRTR 排出量データを用いた数理モデルによる濃度推計値を使用している。今回、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）と共同で、推計値の精度に関する検討を行った。METI-LIS と ADMER を組み合わせた推計手法を用い、推計値と実測値の比から物質別の箱ひげ図を作成し、四分位範囲を指標として推計精度の信頼性を分類した。推計精度が高い物質は、推計値及び実測値ともに排出量の多い点源近傍で高濃度となり、点源からの距離及び気象条件との関係性が見られた。また、精度が低い物質の精度向上には、推計手法ではなく排出インベントリの見直し等が必要と考えられ、検証に用いた推計手法は、比較的精度良く大気濃度を推計できることが示唆された。

キーワード：環境リスク評価、化学物質

Key words: Environmental risk assessment, Chemical substances

1 はじめに

本市は京浜工業地帯の中核であることから様々な業種の事業所で多くの化学物質が製造・使用されており、それらにより環境を通じて人や生態系に影響を及ぼす可能性がある。本市では、2005 年度に川崎市環境リスク評価システムを構築し、化学物質の大気経由の吸入暴露による人の健康影響に関する環境リスク評価を実施する¹⁾とともに、環境リスク低減に向けた取組を進めている²⁾。

環境リスク評価における暴露量評価では、大気環境調査による実測値又は大気への PRTR 排出量データを用いた数理モデルによる濃度推計値を使用している。実測では測定地点数が小数にとどまるのに対し、数理モデルでは市域全域をメッシュ分割し、全メッシュの予測濃度を計算することができるなどの利点があるが、対象物質の環境中での挙動をモデルで十分表現できないことがあり、推計精度の向上が課題となっている。

数理モデルによる推計精度の向上に向けて、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）と「地域における化学物質のリスク評価に係る連携・協力に関する協定」を結び、平成 30 年 8 月から令和 3 年 3 月にかけて、推計手法や精度に関する検討を行った。

本報では、濃度推計における物質別の推計適合性や精度限界の検証結果を報告する。

2 数理モデルによる大気濃度の予測

数理モデルとして、市では、経済産業省一低煙源工場拡散モデル（以下、METI-LIS）及び産業技術総合研究所一曝露・リスク評価大気拡散モデル（以下、ADMER）を組み合わせて、年間の大気濃度を予測している。METI-LIS は固定発生源近傍の大気濃度予測に適しており、ADMER は広域の大気濃度予測に適していることから、これらを組み合わせることでより詳細な大気濃度の予測

が可能となると考えたためである。

METI-LIS 及び ADMER の予測結果から各行政区の 1/2 地域メッシュ（以下、「4 次メッシュ」という。）ごとの大気環境濃度の年平均値を算出し、最後に、それぞれ得られた 4 次メッシュごとの年平均値について、同メッシュの濃度を足し合わせ、その 4 次メッシュにおける大気環境濃度の年平均値としている。

METI-LIS における設定条件を表 1 に、ADMER における設定条件を表 2 に示す。

表 1 METI-LIS (ver. 3.4.2) における設定条件

項目	設定条件
計算対象物質	ガス状物質として分子量を入力
長期気象データ	日照時間は横浜地方気象台、それ以外は本市の各測定局での観測値
点源	PRTR 届出排出量（大気） （本市の行政区ごとに入力） 排出高さは 10m （個別情報がある場合はその高さ） 稼働パターンは終日稼働
線源	なし
建屋	なし
計算点	200m 間隔にグリッド分割 高さは 1.5m

表 2 ADMER (ver. 3.5) における設定条件

項目	設定条件
計算範囲	神奈川県、東京都及び千葉県
気象データ	ADMER 専用アメダスデータ
点源排出量	PRTR 届出排出量（大気） （METI-LIS で対象とした本市の行政区を除く神奈川県、東京都及び千葉

	県に所在する事業所)
県別排出量	PRTR 届出外排出量 (大気) (神奈川県、東京都及び千葉県) 排出源によりメッシュ化指標を選択
計算パラメータ	分解係数、洗浄比を使用

3 推計精度の検証

数理モデルによる推計手法を検討した際に、物質によって推計精度が異なることが示唆されたため、市で実施している METI-LIS と ADMER を組み合わせた大気環境濃度の推計手法を使用し、物質別の推計精度を検証することとした。

3.1 対象物質

検証の対象とした物質は、市内で大気への PRTR 届出排出量があり、実測値を有する物質として、これまで市内で環境リスク評価を実施した物質や大気汚染防止法の優先取組物質から 20 物質を選定した。

3.2 検証に使用するデータ及び検証方法

検証に使用するデータとして、実測値、推計値、PRTR 排出量データ及び気象データは、同一年度のものを使用し、対象年は、2014 年～2018 年度とした。(アクリル酸のみ推計値は 2018 年度、実測値は 2019 年度データ使用) 実測回数は物質により 4 回/年～12 回/年と異なっているが、年平均値として用いた。

環境調査地点と同一の 4 次メッシュの推計値を実測値と比較し、推計精度の検証を行った。

4 物質別の推計精度の検証結果

推計値と実測値の比から物質別の箱ひげ図を作成し、推計精度の分布を図 1 に示した。

また、四分位範囲を指標として、推計精度の信頼性を (1)～(3) の 3 グループに分類し、分類結果、物質名、検証に使用したデータ数を併せて表 4 に示した。

表 4 箱ひげ図による分類結果

分類結果	物質名 【カッコ内はデータ数】
(1) 推計精度が高い : 四分位範囲が 1/2～2.0 の範囲内	エチルベンゼン【26】、 トリクロロエチレン【26】、 トルエン【26】 ナフタレン【11】
(2) 推計精度が中程度 : 四分位範囲が 1/5～5.0 の範囲内 (1/2～2.0) を除く	ジクロロメタン【26】 テトラクロロエチレン【26】 1,3-ブタジエン【26】 n-ヘキサン【41】、 ベンゼン【26】 1,3,5-トリメチルベンゼン【26】 キシレン【26】 1,2,4-トリメチルベンゼン【26】 アクリロニトリル【26】
(3) 推計精度が低い : 四分位範囲が 1/5～5.0 の範囲外	アセトアルデヒド【12】 酸化エチレン【39】 塩化メチル【26】 四塩化炭素【26】 ホルムアルデヒド【12】 アクリル酸【10】 酸化プロピレン【14】

推計精度が高いグループ (四分位範囲が 1/2～2.0 の範囲内) にはエチルベンゼンからナフタレンの 4 物質が分類され、最大値及び最小値を含めたデータのばらつきも小さく、非常に良好な推計精度が得られた。

推計精度が中程度のグループにはジクロロメタンからアクリロニトリルの 9 物質が分類され、上記の物質に比べデータのばらつきはやや大きいものの、概ね良好な推計精度が得られた。

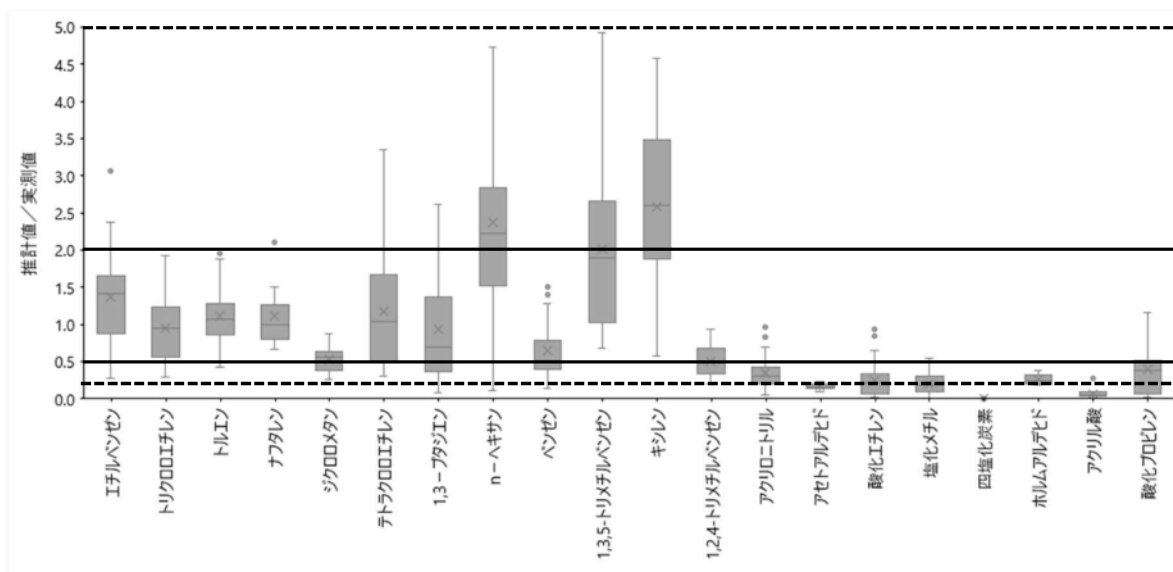


図 1 箱ひげ図による分類結果

これらの13物質については、推計精度が良好であることから、環境リスク評価における暴露量評価への利用が可能であると思われる。また、推計値及び実測値ともに排出量の多い点源近傍で高濃度となり、点源からの距離及び気象条件との関係性が見られたことから、推計値による実測地点の選出や絞り込みに使うことが可能である。

一方、推計精度が低いグループにはアセトアルデヒドから酸化プロピレンの7物質が分類され、すべて実測値が推計値を上回った。

ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは、モデルに組み込まれていない2次生成の影響があるため、推計値が過小となると考えられる。

酸化エチレンと酸化プロピレンは、PRTR 届出排出量割合が高く、点源から距離が離れた場合（点源との距離が3 km以上）、推計値/実測値が0.1以下となり、推計値が過小となる傾向が見られた。また、点源近傍（点源との距離が概ね0.5 km程度）の地点でも同様の傾向が見られた。点源から距離が離れた場合の乖離については、PRTR データでは把握しきれない排出量の影響があること、PRTR 届出外排出量が過小に推計されていること等が推測される。また、点源近傍の地点での乖離については、実測値が年平均値をとらえきれていない（点源近傍であるため、風向の影響が大きく、濃度のばらつきが大きい）ことが考えられる。

アクリル酸は、PRTR 届出排出量割合が高く、点源近傍を除き、推計値/実測値が0.1以下となり、推計値が過小となる傾向が見られた。上記2物質と同様に、PRTR データでは把握しきれない排出量があること等が推測される。

クロロメタンは、自然界で生成される物質で、自然発生量の方が人為的な排出よりはるかに多いと考えられている³⁾。PRTR データには、自然からの発生量は含まれていないため、推計値が過小となると推測される。

四塩化炭素は、大気中ではなかなか分解されず⁴⁾、海洋の海産藻類より生成されるほか、バイオマスの燃焼や火山より生成され、岩石や鉱石に含まれている³⁾PRTR データは、自然からの発生量は含まれていないため、推計値が過小となると推測される。

以上のことから、これらの物質の推計精度を向上させるには、推計手法の改良ではなく、物質の排出インベントリや数理モデルそのもの見直しが必要と考えられる。また、発生源近傍については、実測値が年平均値をとらえきれていない可能性もあることから、年平均値を正確にとらえるには、実測頻度を増やす等の工夫が必要であると考えられる。

5 まとめ

METI-LIS と ADMER を組み合わせた大気環境濃度の推計手法を使用し、物質別の推計精度を検証した。結果、

推計精度に差があり、推計精度が高い又は中程度の物質は、推計値及び実測値ともに排出量の多い点源近傍で高濃度となり、点源からの距離及び気象条件と関係性が見られたため、実測地点の選出やリスク評価の暴露量評価への利用が期待できる。また、精度が低い物質の精度向上には、推計手法ではなく排出インベントリの見直し等が必要と考えられ、検証に用いた推計手法は、比較的精度良く大気濃度を推計できることが示唆された。

謝辞

推計精度の検証にあたり、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）の皆様から ADMER における計算パラメータの設定、推計精度の検証方法、検証結果の考察等、多大なる御協力、御助言をいただきました。ここに深謝の意を表します。

文献

- 1) 川崎市：環境リスク評価書
<https://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/29-1-3-3-6-0-0-0-0.html>
- 2) 小林勉：川崎市における化学物質の環境リスク低減に関する取組、環境管理、Vol. 48 (No. 12)、24～31 (2012)
- 3) 環境省：化学物質ファクトシート 2012 年版
<https://www.env.go.jp/chemi/communication/factsheet.html>
- 4) 環境省：化学物質の環境リスク評価
<https://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html>