

報告 (Note)

PRTR データと濃度予測モデルを用いた大気環境リスク評価の検討

池貝隆宏
(企画部)

A Study on Evaluation of Atmospheric Environmental Risk using PRTR data and simulation models

Takahiro Ikegai
(Planning Division)

キーワード：PRTR, ADMER, METI-LIS, 大気環境リスク, 曝露評価

1. 背景と目的

平成 14 年度から始まった PRTR のデータ公表も 4 回目を数え、化学物質の排出量情報の整備が進みつつある。PRTR は、排出量の公表を通じて化学物質自主管理の推進を目指すものであるが、そのデータは、地域の実態に即した環境リスク低減対策の立案にも活用できる有用な情報である。

PRTR データの活用を行うためには、排出量を用いて環境濃度を推計し、曝露評価を行うステップが必要となる。これまで、この作業はシミュレーションモデルにより推計を行うことから、その設定や計算の複雑さのため、自治体の行政担当者が自前で行うことは困難であった。しかし、近年、パーソナルコンピュータ上で作動するモデルである ADMER (産業技術総合研究所一曝露・リスク評価大気拡散モデル) 及び METI-LIS (経済産業省一低煙源工場拡散モデル) が開発され、大気中濃度の推計を比較的容易に行える環境が整備された。

これにより、いくつかの物質については曝露評価が国の研究機関を中心にが行われており¹⁾²⁾、当センターにおいても特定研究³⁾として取り組んでいる。しかしながら、行政担当者が行うことを想定した自治体レベルの活用の報告はまだほとんどなく、本格的な利用はこれからという状況にある。

そこで、本稿では神奈川県平塚市を対象地域として PRTR データと上記モデルを用いて、トルエンなどの主要化学物質の曝露評価を試行した。これにより、同市における化学物質曝露状況の概要を考察し、自治体が評価対象とする市町村単位の曝露評価に対する上記モデルの適用性を検討した。

2. 方法

2.1 評価対象地域

評価対象地域の平塚市は、相模湾に面し神奈川県のほぼ中央に位置する人口 25.7 万人、面積 67.9km²、市内に 6 か所の工業団地を擁する中規模

都市である。平成 14 年度の PRTR の市内総排出量は神奈川県全体の 6.4% を占める 2,300 トンであり、横浜市、川崎市に次いで 3 番目に多い。輸送機や化学を中心とする事業所が多く立地し、排出量に占める溶剤系物質の割合が県内他地域に比べて高いという特徴がある。

本稿では、平塚市全域を含む東西 13km、南北 11km の範囲を計算領域として評価を行った。

2.2 評価対象物質

排出量が多い物質として、表 1 に示す 7 種の溶剤系物質を評価対象物質とした。1,2-ジクロロエタンの排出量は他の物質に比べて小さいが、市内排出量は神奈川県内では川崎市に次いで多い。このうち、キシレン、塩化メチル及びトルエンを除く 4 物質が有害大気汚染物質のモニタリング対象物質である。キシレン及びトルエンについては、届出排出量が 1 事業所で市内全排出量のそれぞれ 57% 及び 50% を占める大規模事業所が存在する。

2.3 濃度推計方法

大気濃度は、METI-LIS ver2.0 で届出事業所に起因する濃度を推定し、ADMER ver1.0 で届出事業所以外の発生源に起因する濃度を推計した。曝露評価において、推計した濃度を国勢調査によるメッシュ別人口と比較して発がんおよび慢性毒性の評価を行うため、濃度は 2 分の 1 地域メッシュ (以下、評価メッシュ) 単位で次のように計算した。

METI-LIS では、計算領域内に 400m 間隔の計算点を設定し、各評価メッシュ内計算点の平均値として評価メッシュ別濃度を算出した。ADMER では、計算単位であるグリッド 1 個は評価メッシュ 100 個で構成されるため、グリッド内の評価メッシュ濃度には同じグリッド計算値を充てた。最後に、両モデルによる推計濃度を重合して評価メッシュ別推計濃度とした。

表 1. 評価対象物質の平成 14 年度大気排出量とバックグラウンド濃度

名称	市内大気排出順位	市内排出量 (トン/年)	内訳 (%)			バックグラウンド実測値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			届出	届出外		〔測定地点, 測定年〕	
				移動体	その他		
トルエン	1	735	68	7	25	1.4	〔乗鞍岳, H10 年〕
キシレン	2	733	74	6	20	0.94	〔乗鞍岳, H10 年〕
塩化メチル	4	67	100	0	0	1.7	〔乗鞍岳, H13 年〕
トリクロロエチレン	6	45.0	53	0	47	0.051	〔笹岳・隠岐, H14〕
ジクロロメタン	7	41.4	35	0	65	1.0	〔笹岳・隠岐, H14〕
ベンゼン	9	21.5	1	95	4	0.64	〔笹岳・隠岐, H14〕
1,2-ジクロロエタン	34	1.93	98	0	2	0.061	〔笹岳・隠岐, H14〕

注) バックグラウンド実測値のうち、笹岳・隠岐の数値は環境省のモニタリング実測値で二地点の平均値、乗鞍岳の数値は化学物質環境実態調査の測定値。

ADMER による濃度推計においては、ベンゼンなどでバックグラウンド (以下、BG) が存在することが指摘されており⁴⁾、物質によっては BG の設定を検討する必要があると考えられる。そこで、表 1 に示す BG 実測値を ADMER の BG として設定した。さらに、METI-LIS の計算対象を除く神奈川県、東京都及び千葉県の一都二県分の排出量データを入力して平塚市全域の濃度を計算し、メッシュ別濃度を算出した。発生源の形態は届出排出量を点源、その他は移動体を含めて面源とした。

計算に使用した排出量データは、2002 年度実績による PRTR データ (2003 年度届出分)、気象データは 2002 年の AMeDAS (アメダス) データ、曝露評価に使用した人口は、1995 年国勢調査夜間人口である。計算結果の検証は、2002~2003 年に平塚市内で実施した実測結果と比較して行った。

2. 4 実測による検証

実測は、前記大規模事業所を含む評価メッシュ 48 区画 (南北 8×東西 6) の領域を設定し、同領域内に 12 か所の測定点がほぼ均等になるように配置して実施した。ひとつの測定点は、評価メッシュ 4 個分に対応する。

サンプリングは、24 時間毎 3 日間連続して季節ごとに行った。調査期間は、平成 14 年 11 月 19 日~22 日、平成 15 年 2 月 4 日~7 日、5 月 20 日~23 日及び 8 月 5 日~8 日である。測定法は、キャニスター-GC/MS (SIM) により行った。得られた 12 個の実測値の平均値から各メッシュの年平均濃度を算出し、これを前記の推定濃度と比較した。

3. 結果及び考察

3. 1 推定濃度の現状再現性

算出した評価メッシュ濃度を実測値と比較した。その結果、前記大規模事業所の敷地境界からそれぞれ南北方向に約 300m 離れた 2ヶ所の測定点におけるキシレンとトルエンの推定値が実測値を大き

く上回った。最も乖離が大きかったものは発生源南 300m 地点のキシレン (実測年平均値 $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であり、予測値は実測値の 7.2 倍となった。

この発生源の場合、事業所敷地内の複数地点に排出口があることを確認している。排出口別の排出量推定や建屋形状の設定を綿密に実施し、計算領域を狭めた詳細評価を行えば、発生源周辺の濃度推計の再現性をさらに上げることは可能と考えられる。しかし、今回の検討で前提としたように PRTR 情報のみを利用して濃度を推計する場合には、発生源の近傍において予測値がやや過大評価される傾向があることに注意する必要がある。

年平均の推定濃度と実測濃度の比較結果を図 1 に示した。濃度レベルが大きく異なる対象物質をひとつの図に収めるため、図 1 では各物質の測定及び推定値を各物質の測定値の平均値で除した数値で示した。推定結果は、ほぼファクター 3 以内に収まっており、前述の 2 地点のキシレンとトルエ

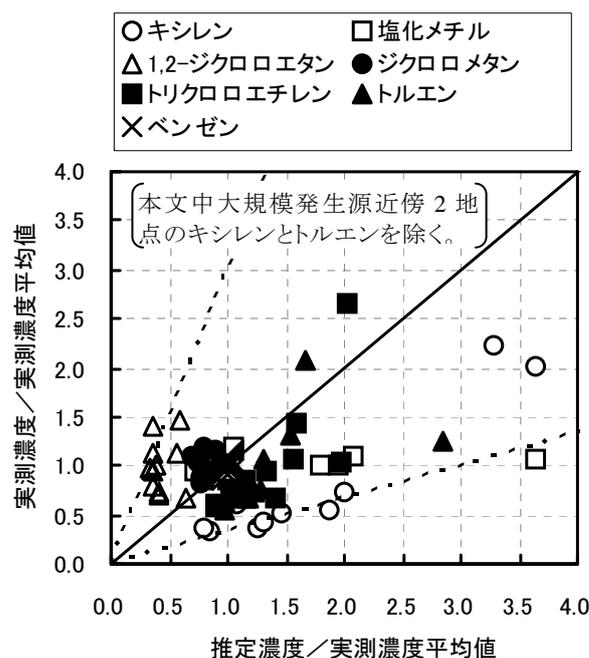


図1 年平均の推定濃度と実測濃度の比較

ンの結果を除けば、推定濃度は概ね実測値の濃度分布を反映していると考えられる。

3. 2 濃度分布

平塚市内の評価メッシュ 291 区画の濃度を計算しその統計値を整理した結果を表 2 に示した。また、固定発生源の寄与が大きな物質の例としてキシレン、寄与が小さな物質としてベンゼンの濃度分布を基準地域メッシュ図としてそれぞれ図 2-1、図 2-2 に示した。

平塚市は、相模湾海風の影響により南北風が卓越しているが、キシレンではこれを反映した濃度分布が発生源近傍で適正に再現されている。一方、ベンゼンは固定発生源の寄与がほとんどなく、自動車からの排出が広く面的に分布しているため、濃度の地域的な偏りが少ない。このような物質では、濃度分布の区分は ADMER に依存し、計算結果は濃度区分が十分にできない程度の濃度差の範囲に収まるような状況となる。

3. 3 曝露評価

曝露評価結果としてキシレンの例を図 3 に示した。図 3 には、発生源別の濃度を算出し、濃度と人口の積で評価した発生源寄与も表示した。キシレンの場合、推定濃度が高い地点ほど届出事業所の寄与が高くなり、図 2-1 の B メッシュでは 39%、A メッシュでは 95% となった。

発がん性及び吸入慢性毒性のリスク評価は、表 3 に示す参照濃度と対比することにより行った。これらの参照濃度は、①環境省、②WHO、③U.S.EPA、④ATSDR、⑤HealthCanada、⑥Cal/EPA の順に該当数値を検索し、設定したものである。なお、発がんに係る VSD は、発がん確率 10^{-5} に対応する濃度とした。

平塚市全域を対象として対象 7 物質の市内大気中濃度に対する発生源寄与の算出と曝露評価を行った結果をまとめると、次のようになる。

1) トルエン；発生源寄与は届出事業所（平塚市外に立地する事業所を含む。以下同じ。）が 33%、自動車が 5%、小規模事業所等が 11% となる。吸入慢性毒性の参照濃度を超える濃度に曝露される住民は存在しないと推定される。

2) キシレン；発生源寄与は届出事業所が 68%、自動車が 8%、小規模事業所等が 19% となる。吸入慢性毒性の参照濃度を超える濃度に曝露される人口は市人口の 0.8%（約 2,000 人）と推定される。

3) 塩化メチル；発生源寄与は 37% である。吸入慢性毒性の参照濃度を超える濃度に曝露される住民は存在しないと推定される。

4) トリクロロエチレン；発生源は届出事業所が 25%、小規模事業所が 28% である。発がんまたは吸入慢性毒性の参照濃度を超える濃度に曝露される住民は存在しないと推定される。

5) ジクロロメタン；発生源寄与は届出事業所

表 2 平塚市内の濃度評価結果

(単位; $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

物質名	最大	最小	平均	幾何平均	95%値	50%値
トルエン	140	23	28	27	40	25
キシレン	110	3.8	9.9	7.5	24	6.8
塩化メチル	18	1.5	2.1	1.9	3.2	1.7
トリクロロエチレン	6.6	0.97	1.3	1.3	1.9	1.3
ジクロロメタン	9.6	3.0	3.7	3.6	5.0	3.5
ベンゼン	2.1	1.9	2.0	2.0	2.1	1.8
1,2-ジクロロエタン	4.1	0.089	0.12	0.10	0.14	0.097



図 2-1 キシレンの濃度分布

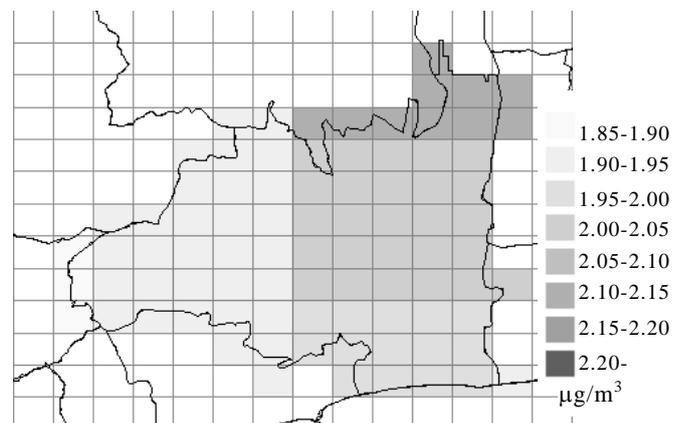


図 2-2 ベンゼンの濃度分布

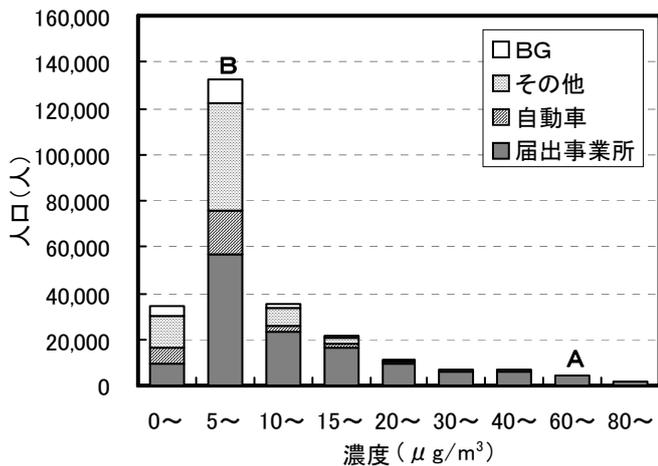


図3 発生源別キシレンの暴露評価結果

が 18%，小規模事業所が 15%である。発がんまたは吸入慢性毒性の参照濃度を超える濃度に曝露される住民は存在しないと推定される。

(6)ベンゼン；発生源寄与は自動車が 30%，届出事業所が 1%，小規模事業所等が 11%となる。発がんまたは吸入慢性毒性の参照濃度を超える濃度に曝露される住民は存在しないと推定される。

(7)1,2-ジクロロエタン；発生源寄与は届出事業所が 28%である。発がんの参照濃度を超える濃度に曝露される人口は市人口の 0.3%（約 800 人）と推定される。

上記の評価結果は、あくまで屋外大気環境に限ったものであり、室内汚染は考慮していない。したがって、キシレンやトルエンなど室内汚染の影響が大きい物質については、実際の個人曝露の状況とは一致しないことに留意しなければならない。

発がん、吸入慢性毒性のいずれかの参照濃度を超える曝露の可能性があるとして推定された物質は、キシレン及び 1,2-ジクロロエタンの 2 物質であったが、高濃度域はいずれも各物質の最大排出事業所の隣接地に限られていた。この状況を解消するために必要なこれら事業所の排出削減量を計算したところ、キシレンについては現状の 5%削減で参照濃度を超える濃度の曝露地域はなくなり、1,2-ジクロロエタンについては 15%削減で参照濃度を超える曝露人口を 90%減らせることがわかった。

このような数値は固定発生源を対象とした環境リスク削減対策あるいは排出事業所の化学物質自主管理支援対策を進める上で利用価値の高い情報である。自治体においてはこれらのデータの把握を積極的に行う必要があると考えられる。

本稿で検討した方法は、固定発生源周辺に高濃度域が存在する場合には濃度分布をほぼ適正に再現できる。一方、市内に固定発生源が存在しないため評価対象としなかった 1,3-ブタジエンについて

表3 リスク評価で使用した参照濃度

物質名	発がんリスク		吸入慢性毒性リスク	
	評価値	出典	評価値	出典
トルエン	—	—	400	RfC (U.S.EPA)
キシレン	—	—	100	RfC (U.S.EPA)
塩化メチル	—	—	90	RfC (U.S.EPA)
トリクロロエチレン	23	VSD (WHO)	200	環境基準 (環境省)
ジクロロメタン	20	VSD (U.S.EPA)	150	環境基準 (環境省)
ベンゼン	3	環境基準	30	RfC (U.S.EPA)
1,2-ジクロロエタン	0.4	VSD (U.S.EPA)	2,000	MRLs (ATSDR)

は道路沿道に高濃度域が現れることが確認されている³⁾が、ベンゼンを含め非点源の寄与が大きい物質については濃度分布を別に推計し、曝露評価を行う必要がある。

4. まとめ

PRTR データを ADMER 及び METI-LIS に適用して神奈川県平塚市を対象地域として主要化学物質 7 物質の曝露評価を行い、市町村単位の曝露評価に対するこれらのモデルの適用性を検討し、次の結論を得た。

1) 市内に存在する固定発生源由来の物質については、ADMER と METI-LIS を組み合わせた濃度推計を行うことにより、市単位の化学物質分布の概況が把握可能であることを確認した。

2) 上記の方法により平塚市内の評価を行ったところ、キシレンと 1,2-ジクロロエタンについて最大排出事業所の隣接地で参照濃度を超える曝露の可能性が認められた。キシレンについて 5%、1,2-ジクロロエタンについて 15%の排出削減を行うと、この状況が概ね改善されることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 産業技術総合研究所：1,3-ブタジエン詳細リスク評価書（2002）
- 2) 井上和也，東野晴行，吉門洋：ジクロロメタンのリスク評価，第 45 回大気汚染学会年会講演要旨集（2004）
- 3) 川原博満，阿相敏明，加藤陽一，齋藤剛，武田麻由子：沿道環境における自動車等からの有害化学物質の曝露人口推計に関する考察，環境システム研究論文発表会講演集（2004）
- 4) 東野晴行，吉門洋：ベンゼンの曝露評価（1）—地域曝露分布の推定—，第 45 回大気汚染学会年会講演要旨集（2004）