

川崎市における化学物質の環境リスク評価（2021 年度）

Environmental Risk Assessment of Chemical Substances in Kawasaki City (2021)

高居 千織
江原 均

TAKAI Chiori
EHARA Hitoshi

目良 啓
今村 則子

MERA Hiromu
IMAMURA Noriko

要旨

本市は京浜工業地帯の中核であることから、多くの化学物質が製造・使用されており、環境を通じて人や生態系に影響を及ぼす可能性が懸念される。本市では、大気経路の吸入暴露による人の健康に関する環境リスク評価を実施している。2021 年度には、ジメチルアミンについて、市内全域の実態を把握するため、初期評価を実施した。また、過去の環境リスク評価においてリスクが高いとされた三価クロム化合物について、追加評価を実施した。その結果、ジメチルアミンは、現時点では環境リスクの低減対策の必要性はないと評価され、三価クロム化合物は、環境リスクの低減対策の必要性の有無について調査すべき物質と評価された。

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、環境を通じて人や生態系に影響を及ぼす可能性が懸念される。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、化学物質の大気経路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とともに、環境リスク低減に向けた取組を進めている¹⁾。2020 年度までに、川崎市環境リスク評価システムにより、発がん性を有する可能性がある物質や環境リスクが比較的高いと思われる物質のうち、48 物質を評価した結果、15 物質について環境リスクが高いと評価された²⁾。

2021 年度は、本市において大気へ排出がある物質の中で、評価を実施するうえで必要な情報が入手できる 1 物質について、新規に初期評価を実施した。

さらに環境リスク評価の結果、市域内の環境リスクが高いと評価された物質について、暴露量に関する科学的知見を高めるため、発生源近傍等の高濃度が予想される地点の詳細な実測調査を行い、追加の環境リスク評価を実施している。2021 年度は 1 物質について追加評価を行った。

2 環境リスク評価の方法

2.1 評価対象リスク

化学物質排出移動量届出制度（以下、PRTR 制度）の排出量をみると、本市から排出される化学物質の多くは大気へ排出されている。そのため、市内で排出された化学物質による住民への健康影響を考慮した場合、大気を経由して呼吸により摂取される経路が最も影響が大きいと考えられる。

このことから、大気中の化学物質が長期間にわたって呼吸により摂取された場合（以下、吸入暴露）の健康リスクを評価対象とした。

2.2 地域区分

本市では、自然的及び社会的条件を考慮して、市域を臨海部（川崎区）、内陸部（幸区、中原区及び高津区）及び丘陵部（宮前区、多摩区及び麻生区）に分け、その地域に応じた環境施策を推進している。その考え方にに基づき、この 3 地域ごとに評価を行った。地域区分を図 1 に示す。

なお、図 1 に示す地域区分のうち、臨海部の産業道路以南は、主に工業専用地域（以下、工専）となることから、今回の評価対象地域から除外した。

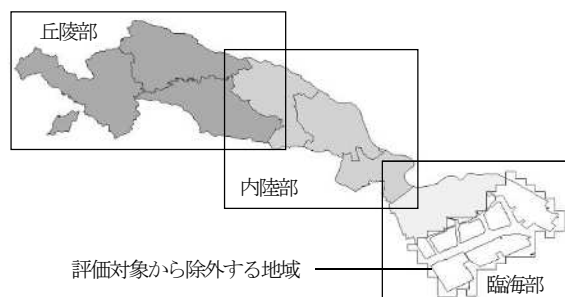


図 1 地域区分

2.3 評価内容

2.3.1 初期評価

環境リスク評価は、市域内 3 地域ごとに実施し、暴露量として、実測濃度又は数理モデルによる予測濃度（以下、予測濃度）のいずれかを使用している。実測濃度は、高濃度が予想される地点で実測ができないなど、年間の暴露量を十分把握できていないと思われる場合がある。一方、予測濃度は、対象物質の環境中での挙動を数理モデルでは十分表現できないことがあり、また、入手可能な発生源情報が限定されている等の理由により、数理モデルの信頼性には一定の限界がある。

このため、初期評価を行うにあたっては、環境リスクの過小評価をさけるため、実測濃度と予測濃度を比較し、濃

度が高い方を使用した。

2.3.2 追加評価

初期評価の結果が、レベル1又はレベル2（表4及び表5）と判定された場合や、実測濃度測定地点の地域代表性が不十分で、予測濃度の最高値が実測濃度を上回ることがあった場合は、暴露量に関する科学的知見の信頼性を高めるため、当該地域において詳細な実測調査を行い、詳細な暴露データを取得したうえで改めて環境リスク評価を行う「追加評価」を実施した。

2.4 評価対象物質

評価対象物質は、本市において大気へ排出があり、環境基準又は指針値が設定されておらず、環境省又は独立行政法人製品評価技術基盤機構及び一般財団法人化学物質評価研究機構（以下、NITE&CERI）から吸入暴露に関する有害性指標が設定されている物質の中から、数理モデル計算を実施するうえで必要な情報（PRTR 排出量、気象データ、物性値）が入手できる物質を選定した。

今回の初期評価対象物質を表1-1に、追加評価対象物質を表1-2に示す。判定については表4及び表5に示す。

追加評価の対象となった三価クロム化合物は、2013年度に市域全域で調査を実施したところ、臨海部でレベル2と判定され³⁾、2016年度の追加調査でも同様の結果となった⁴⁾ため選定した。なお、これまでの調査では、大気粉じん中のクロム及びその化合物（以下、全クロム）中の三価クロム化合物のみを測定する方法が確立されていなかったことから、安全側に評価できるよう、全クロム濃度で評価を実施し、その結果を三価クロム化合物の暴露量の評価結果としてきた。2019年3月に六価クロム化合物の分析法が確立されたことにより、今回の評価では、全クロム濃度から六価クロム化合物濃度を差し引いてクロム及び三価クロム化合物濃度を求め、その値を三価クロム化合物の暴露量として評価することとした。

表1-1 初期評価対象物質

No.	評価対象物質	PRTR 排出量*1	実測調査年度	リスク評価書*1	
				環境省	NITE&CERI
1	ジメチルアミン	○	2020(4回/年)	○	—

*1 ○：データあり —：データなし

表1-2 追加評価対象物質

No.	評価対象物質	有害性の種類	これまでの環境リスク評価結果*1		
			暴露濃度データ	MOE*2	判定*3
2	三価クロム化合物	発がん性以外	2013：初期調査（実測） 2016：追加調査（実測）	11→14	レベル2

*1 環境リスクが最大となる地点の評価結果。

*2 MOEについては2.6.3を参照。

*3 判定基準は表4及び表5を参照。

2.5 評価に使用するデータ

評価に使用する PRTR 排出量、気象データ、実測濃度、有害性指標等については、その時点で入手可能な最新のデータを用いた。

2.6 評価手順

川崎市環境リスク評価システムにより、評価対象物質について、吸入暴露に係る暴露量評価及び有害性指標を用いた有害性評価を行い、暴露量評価と有害性評価の結果から環境リスクを評価した。

2.6.1 暴露量評価

評価対象地域ごとに評価対象物質の大気濃度から吸入暴露量を算出した。各地域の大気濃度は、実測濃度又は予測濃度より求めた。

暴露量の評価は、現在の限られた科学的知見の下では様々な不確実性を含んでいることから、最終的な暴露量として実測濃度と予測濃度のどちらを用いるかは、評価

対象物質ごとに排出実態や物性等を考慮し、安全側に立った観点から環境リスクがより大きく評価される方を採用した。

ただし、追加評価では精密な実測暴露データを取得したうえで環境リスク評価を行うため、実測濃度を最終的な暴露量として採用した。

2.6.1.1 数理モデルによる大気濃度の予測

数理モデルとして、経済産業省－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－曝露・リスク評価大気拡散モデル（以下、ADMER）を組み合わせ、年間の大気濃度を予測した。

METI-LIS 及び ADMER における設定条件を表2及び表3に示す。また、例として、2014年度データを元に評価を実施したノルマルヘキサン（ノルマルヘキサン）の予測濃度を図2に示す。なお、数理モデルでは、地域区分の項で述べた臨海部の評価対象外区域も含めて計算が行われるため、図2にはこの

区域の濃度も含めて表示した。

最終的な予測結果である1/2地域メッシュ(約500mメッシュ)ごとの大気濃度のうち、各地域における最も高い予測濃度をその地域の暴露濃度とした。

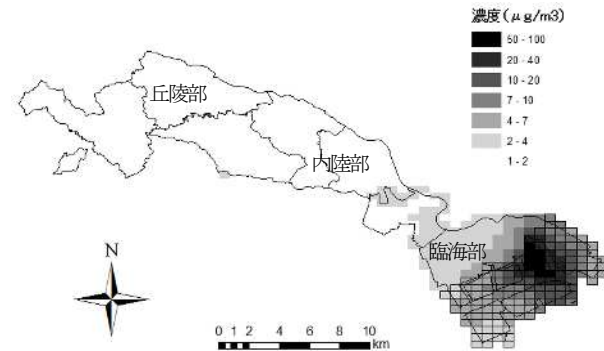


図2 数値モデル計算例(ノルマルヘキサン(2014年度))

表2 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3 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

2.6.1.2 大気濃度の測定(初期調査)

表1-1に示す1物質について市内全域で調査した。臨海部では大師一般環境大気測定局及び池上自動車排出ガス測定局、内陸部では中原一般環境大気測定局、丘陵部では多摩一般環境大気測定局における実測濃度をその地域の暴露濃度とした。なお、臨海部の2地点については、

大師一般環境大気測定局と池上自動車排出ガス測定局の実測濃度を比べて高い方を暴露濃度とした。実測地点を図3に示す。

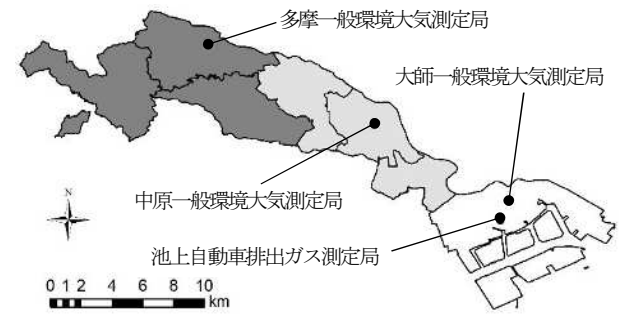


図3 初期調査の実測地点

2.6.1.3 大気濃度の測定(追加調査)

三価クロム化合物については、前述のとおり、過去には全クロム濃度を用いて評価を実施してきており、臨海部でレベル2となっている。六価クロム化合物の分析法が確立されたことにより、初めてクロム及び三価クロム化合物濃度を算出して評価を行うため、今回は改めて市内全域4地点で調査を実施した。

2.6.2 有害性評価

環境省の「化学物質の環境リスク評価」⁵⁾で採用された有害性指標及び不確実性等を整理し、引用した。

2.6.3 環境リスクの評価及び判定

環境リスクの評価及び判定は、各有害性指標の引用元の手法に基づき行っている。

環境省の「化学物質の環境リスク評価」では、発がん性以外の影響の評価において、不確実性を考慮し、無毒性量(mg/m^3)と暴露濃度からMOE (Margin of Exposure: 暴露幅)を算出している(式(1))。また、発がん性の評価においては、がん過剰発生率が5%になる濃度(以下、 $\text{TC}_{0.05}$)を用いる場合にはEPI (Exposure/Potency Index: 曝露量/発がん強度比率)を算出(式(2))する他、ユニットリスク実測濃度から、生涯のがん過剰発生率を算出(式(3))しており、算出されたMOE、EPI、がん過剰発生率についてリスクの判定を行っている。

$$\begin{aligned} \text{MOE} &= \text{無毒性量等} (\text{mg}/\text{m}^3) \div \text{暴露濃度} (\mu\text{g}/\text{m}^3) \\ &\quad \times 1,000 (\mu\text{g}/\text{mg}) \quad \dots \text{式(1)} \\ \text{EPI} &= \text{暴露濃度} (\mu\text{g}/\text{m}^3) \div \text{TC}_{0.05} (\text{mg}/\text{m}^3) \div 1,000 (\mu\text{g}/\text{mg}) \\ &\quad \dots \text{式(2)} \\ \text{がん過剰発生率} &= \text{ユニットリスク} ((\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}) \\ &\quad \times \text{実測濃度} (\mu\text{g}/\text{m}^3) \quad \dots \text{式(3)} \end{aligned}$$

一方、NITE&CERIの「初期リスク評価書」⁶⁾では、NOAEL(無毒性量)換算値、LOAEL(最小毒性量)換算値($\text{mg}/\text{kg}/\text{日}$)及び1日推定吸入摂取量($\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)からMOEを算出し(式(4))、MOEと不確実係数積(すべての不確実係数を掛け合わせた値)を比較して、リスクを判定している。なお、1日推定吸入摂取量は、暴露濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)から人

の呼吸量 (20m³/人/日) と体重 (50kg/人) を用いて算出する。

$$\text{MOE} = \text{NOAEL 換算値等} (\text{mg/kg/日}) \div 1 \text{ 日推定吸入摂取量} (\mu\text{g/kg/日}) \times 1,000 (\mu\text{g/mg}) \cdots \text{式(4)}$$

今回の評価対象物質は、環境省の発がん性以外の影響のみ有害性情報データが得られたため、当該項目について評価を行った。

2.6.3.1 リスク指標

有害性は、発がん性と発がん性以外の健康影響に分け

て評価する。発がん性の有害性指標として、NOAEL 換算値、TC_{0.05} 又はユニットリスクを、発がん性以外の有害性指標として、LOAEL 換算値又は無毒性量等を引用している。

なお、今回の評価対象物質は、環境省の発がん性以外の影響のみ有害性情報データが得られたため、有害性指標として無毒性量等を引用した。

2.6.3.2 リスクの判定

それぞれリスク指標の大きさによりレベル分けし、リスクの判定を行った。表4及び表5にリスクの判定基準及び本市におけるリスクの判定を示す。

表4 環境省の手法に基づくリスクの判定基準及び本市におけるリスクの判定

環境省の判定基準			本市におけるリスクの判定	
発がん性以外	発がん性			
MOE	EPI	がん過剰発生率	レベル	内容
10 未満	2.0×10^{-4} 以上	10^{-5} 以上	1	環境リスクの低減対策について検討すべき物質
10 以上 100 未満	2.0×10^{-5} 以上 2.0×10^{-4} 未満	10^{-6} 以上 10^{-5} 未満	2	環境リスクの低減対策の必要性の有無について調査すべき物質
100 以上	2.0×10^{-5} 未満	10^{-6} 未満	3	現時点で環境リスクの低減対策の必要性はないと考えられる物質

表5 NITE&CERI の手法に基づくリスクの判定基準及び本市におけるリスクの判定

NITE&CERI の判定基準	本市におけるリスクの判定	
	レベル	内容
MOE ≤ 不確実係数積	1	環境リスクの低減対策について検討すべき物質
不確実係数積 < MOE	3	現時点で環境リスクの低減対策の必要性は低いと考えられる物質

3 環境リスク評価の結果

物質ごとの暴露量、有害性及び環境リスクの評価結果を以下に示す。

3.1 暴露量の評価結果

3.1.1 初期評価物質の暴露量について

ジメチルアミンの暴露量を表6に示す。臨海部、内陸部及び丘陵部のいずれにおいても、実測濃度の年平均値が予測最大濃度よりも高い。従って実測濃度を評価に用いた。

表6 ジメチルアミンの暴露量 (μg/m³)

地域	実測濃度 (2020 年度)	予測濃度(2019 年度)	
		最大濃度	測定地点*1
臨海部	0.023*2	0.000052	0.000030
内陸部	0.020	0.000090	0.000018
丘陵部	0.022	0.000053	0.000015

*1 実測濃度の測定地点を含むメッシュの予測濃度

*2 大師一般環境測定局大気測定局の測定結果

3.1.2 追加評価における暴露量について

クロム及び三価クロム化合物の実測地点における年平均値及び実測地点が属するメッシュにおける予測濃度を

表7に示す。

表7 クロム及び三価クロム化合物の実測濃度と予測濃度 (年平均値) (μg/m³)

実測濃度 (2020 年度)	予測濃度 (2019 年度)
0.020	0.0011
0.015	0.0012
0.0030	0.0006
0.0022	0.0005

3.2 有害性の評価結果

評価において引用した有害性指標と不確実係数を表8に示す。今回対象とした物質は、環境省の「化学物質の環境リスク評価」からのみ有害性指標等の情報が得られた。

3.3 本市における環境リスクの評価結果

3.3.1 初期評価の環境リスク評価結果

評価結果を表9に示す。式(1)により、地域ごとに MOE を算出すると、ジメチルアミンはすべての地域でレベル3であり、今回の評価においては、現時点で環境リスクの低減対策の必要性はないと考えられる物質と評価された。

表8 引用した有害性指標

No.	物質名	有害性の種類	有害性指標*	不確実係数	引用元
1	ジメチルアミン	発がん性以外	無毒性量等 0.33mg/m ³ LOAEL ラット及びマウス 鼻腔粘膜の変性	LOAEL : 10	環境省
2	三価クロム化合物	発がん性以外	無毒性量等 0.005mg/m ³ LOAEL ラット リンパ組織増生、肺胞の慢性炎症や II型肺胞上皮の増殖など	LOAEL : 10 試験期間 : 10	環境省

LOAEL : 最小毒性量

* 環境省の有害性指標を用いた場合は、動物実験や発がん性の不確実性を考慮して（動物実験からの有害性指標の場合、無毒性量等をさらに10で除す等）リスク評価に使用した。

表9 初期評価対象物質のリスク評価結果

No.	評価対象物質	有害性の種類	MOE			評価結果			(参考) 全国の状況	
			臨海部	内陸部	丘陵部	臨海部	内陸部	丘陵部	環境省	NITE&CERI
1	ジメチルアミン	発がん性以外	1400	1700	1500	レベル3	レベル3	レベル3	レベル3*	-

* 一般環境大気中の濃度ではレベル3、高排出事業所近傍の推定大気中濃度ではレベル2

3.3.2 追加評価の結果

評価結果を表10に示す。式(1)によりMOEを算出すると、レベル2と判定された地点があることから、三価クロム化合物は環境リスクの低減対策の必要性の有無について

て調査すべき物質であり、今後もモニタリングが必要である。なお、今回はクロム及び三価クロム化合物濃度で評価を行ったが、これは過去に全クロム濃度で環境リスク評価を実施した際と同等の結果であった。

表10 追加評価の結果

No.	評価対象物質	有害性の種類	追加評価結果* ¹		過去の評価結果* ³		
			MOE	判定	暴露濃度データ	MOE	判定
2	三価クロム化合物	発がん性以外	25* ²	レベル2	2013 実測	11	レベル2
					2016 実測	14	レベル2

*¹ 地点別のリスク判定結果のうち、最も高レベルの結果を記載した。また、評価に使用した暴露濃度データは、すべて2020年度の実測濃度である。

*² クロム及び三価クロム濃度による評価

*³ 全クロム濃度による評価

4 まとめ

本市において大気へ排出がある物質の中で、環境リスク評価を実施するうえで必要な情報(有害性指標、PRTR排出量、実測濃度)が入手できる物質について、環境リスク評価を実施した。

その結果、初期評価ではジメチルアミンは全地域でレベル3であり、現時点で環境リスクの低減対策の必要性はないと考えられる物質と評価された。一方、追加評価では、三価クロム化合物はレベル2となる地点があり、環境リスクの低減対策の必要性の有無について今後も調査すべき物質と評価された。

本報告での環境リスク評価は、安全側に立った評価であるが、環境リスクが高いと評価された物質については、

今後、排出状況や予測濃度を考慮した測定地点での環境調査を実施し、実測濃度による暴露量データを充実させ、詳細な環境リスク評価を検討する予定である。

謝辞

化学物質の環境リスク評価の実施にあたり、川崎市化学物質対策有識者ヒアリングの委員の方々から多大なる御指導と御鞭撻を賜りました。ここに深謝の意を表します。

文献

- 1) 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)

- 2) 川崎市：環境リスク評価書
<https://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/29-1-3-3-6-0-0-0-0-0.html>
- 3) 関昌之、西村和彦、福永顕規、富樫眞一、佐々田丈瑠、原美由紀：川崎市における化学物質の環境リスク評価(2014年度)、川崎市環境総合研究所年報、第3号、33-39(2015)
- 4) 時岡泰孝、福永顕規、井上雄一：川崎市における化学物質の環境リスク評価(2017年度)、川崎市環境総合研究所年報、第6号、43-51(2018)
- 5) 環境省：化学物質の環境リスク初期評価
<https://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html>
- 6) 独立行政法人製品評価技術基盤機構及び一般財団法人化学物質評価研究機構：「有害性評価書」及び「化学物質の初期リスク評価書」
https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/systemTop