

川崎市内の1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンの大気環境調査結果

Atmospheric Concentration of 1-Allyloxy-2,3-epoxypropane in Kawasaki City

福永 顕規 Akinori FUKUNAGA 時岡 泰孝 Yasutaka TOKIOKA 井上 雄一 Takekazu INOUE

要旨

大気中の1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンについて、ガスクロマトグラフ質量分析装置を用いて、環境省の平成26年度化学物質分析法開発調査報告書に記載されている分析法に準じて、市内の4地点で年4回大気環境調査を実施した。その結果、いずれの地点においても検出下限値未満であった。また、参考として川崎市環境リスク評価システムを用いてリスク指標を算出し、リスクの判定を行ったところ、いずれの地点もレベル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）と判定された。

キーワード: 1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパン、ガスクロマトグラフ質量分析

Key words: 1-Allyloxy-2,3-epoxypropane, GC/MS analysis

1 はじめに

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しており¹⁾、環境リスク評価に用いる実測濃度の把握を目的として、市内の環境濃度の実態把握を順次行ってきたところである。

1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンは、本市において大気への排出実態があり、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）の初期リスク評価書²⁾において吸入暴露に関する有害性指標が設定されている一方で、市内における環境実態は未把握であった。このため、2018年に市内4地点において年4回の大気環境調査を行ったので結果を報告する。

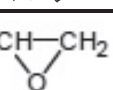
2 調査方法

2.1 調査対象物質

調査対象物質である1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンの物理化学的性状及び用途等を表1に示す。

1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンの特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（以下、化管法）の大気への届出排出量は本市において10kg/年（2016年度実績）である。さらに、NITE&CERIの初期リスク評価書では、予測大気濃度を用いて算出した暴露マージン（MOE: Margin of Exposure）（以下、MOE）は120,000であることから、「現時点では1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンがヒト健康に悪影響を及ぼすことはない」と判断する。²⁾

表1 物理化学的性状及び用途等²⁾

1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパン	
構造式	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$ 
CAS No.	106-92-3
化審法官報整理番号	2-393
化管法政令番号	1-29
分子量	114.14
分子式	C ₆ H ₁₀ O ₂
性状	液体
融点	-100°C
沸点	154°C (760mmHg)
密度	0.9698g/cm ³ (25°C/4°C)
蒸気圧	0.63kPa (25°C)
分配係数 (logKow)	0.34
水溶性 (水溶解度)	140g/L
用途	ガラス繊維強化プラスチック処理剤（シランカップリング剤）の合成原料、水処理剤（凝集剤）、エピクロルヒドリンゴム合成原料、不飽和ポリエステル樹脂・アルキッド樹脂改質剤の合成原料

2.2 調査地点及び調査日

調査地点を図1に、調査日を表2に示す。

調査地点は、有害大気汚染物質の常時監視測定局の中で、市内の4地点を選定した。

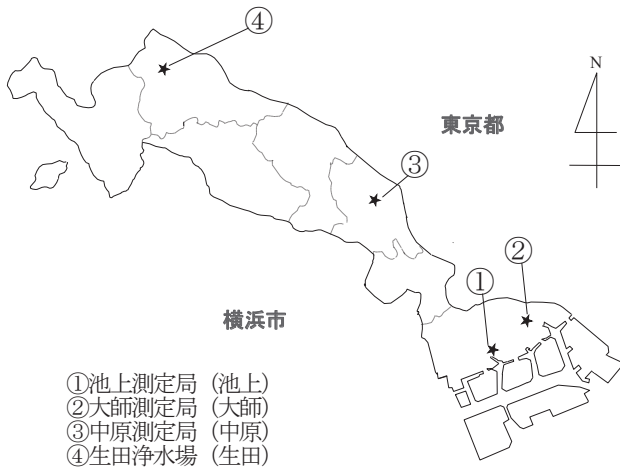


図1 調査地点

表2 調査日

2018年6月 18・19日	12月 11・12日
9月 11・12日	2019年2月 13・14日

3 分析方法

1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンの分析は、「平成26年度化学物質分析法開発調査報告書」(以下、白本)³⁾に準拠した。分析フローを図2に、ガスクロマトグラフ質量分析装置(以下、GC/MS)の分析条件を表3に示す。

大気試料採取用ミニポンプに固相抽出カートリッジ

(Sep-Pak PLUS AC-2, Waters 製) をセットし、大気試料を 0.5L/min で 24 時間採取した。捕集後の固相抽出カートリッジは両側を密栓して保冷した状態で持ち帰り、分析まで冷蔵庫(4℃)で保管した。大気試料を捕集した固相抽出カートリッジに大気捕集とは逆向きでアセトン 2mL で溶出してシリンジスパイク内標準の *p*-プロモフルオロベンゼンを加え、測定用のバイアル瓶に移し GC/MS により測定した。なお、試料採取後は 1 週間以内に抽出して測定した。

また、GC/MS の分析条件の中で、①注入量、②カラム、③モニターイオンを白本から変更している。①については、「条件1：注入濃度 5ng/mL で注入量 1μL の場合(白本の条件)」と「条件2：注入濃度 2.5ng/mL で注入量 2μL の場合」とで IDL 試料換算値を比較したところ、条件2で IDL 試料換算値が 2.2ng/m³ となり、条件1の 6.4ng/m³ より良好であったため、注入量を 1μL から 2μL へ変更した。②については、12月と2月調査において、1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンの保持時間にピークが見られたものの、定量イオンと確認イオンの比率が標準液と異なったため妨害ピークの可能性があったため、カラムを白本の InertCap Pure Wax (GL サイエンス社製) から Rtx Wax (Restek 社製) へ変更して測定したところ、ピークが出現しなくなったことから、妨害ピークと判断した。③については、白本の *m/z* 95.0925 ではピークが確認されなかったため、白本から変更し、ピーク強度が十分な *m/z* 75.0233 を定量イオンに、*m/z* 74.0156 を確認イオンとした。また、ロックマス用の試薬には、ペルフルオロケロセン(超高沸点用)(東京化成工業)を使用した。なお、白本にはロックマス用試薬に関する記載はない。

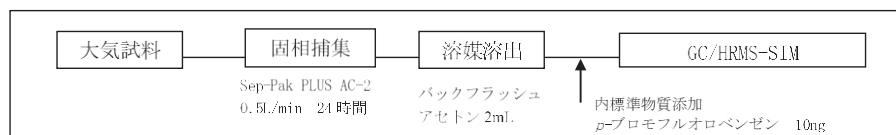


図2 分析フロー

表3 GC/MS 分析条件

GC/MS 機器	: GC : 7890 (Agilent 製)	
	: HRMS : JMS-800D (日本電子製)	
カラム	: InertCap Pure Wax (GL サイエンス社製) (30m×0.25mm, 0.25μm) (6月・9月)	
	: Rtx Wax (Restek 社製) (30m×0.25mm, 0.25μm) (12月・2月)	
昇温条件	: 40℃(1min)→5℃/min→150℃(3min)	
キャリアーガス	: He (流量 1.0mL/min)	
注入法	: スプリットレス (バージ時間 2min)	
注入口温度	: 200℃	
注入量	: 2μL	
インターフェース温度	: 200℃	
イオン源温度	: 200℃	
イオン化電圧	: 35eV	
イオン化法	: EI	
質量分解能	: 10000 以上	
検出モード	: SIM	
モニターイオン	1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパン	<i>m/z</i> 57.0339 (定量用)
		<i>m/z</i> 56.0261
	<i>p</i> -プロモフルオロベンゼン	<i>m/z</i> 75.0233 (定量用)
		<i>m/z</i> 74.0156 (確認用)
	ロックマス	<i>m/z</i> 68.9952

4 調査結果

調査結果を表4に、風配図を図3に示す。また、化学物質環境実態調査実施の手引き（平成27年度版）⁴⁾に基づいて算出した検出下限値及び定量下限値を表5に示す。いずれも検出下限値未満であった。なお、IDL 試料換算値が白本を下回ったため、MDL 算出用添加回収試験は省略し、検出下限値及び定量下限値は白本のMDL (8.6ng/m³) 及びMQL (22ng/m³) を使用して算出した。

表4 調査結果

単位：μg/m³

	池上	大師	中原	生田
6月	<0.0086	<0.0086	<0.0086	<0.0086
9月	<0.0087	<0.0086	<0.0087	<0.0087
12月	<0.0087	<0.0086	<0.0087	<0.0087
2月	<0.0086	<0.0086	<0.0086	<0.0087
年平均値*	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043
判定	レベル3	レベル3	レベル3	レベル3

※年平均値の計算は、検出下限値未満の値を含む場合は検出下限値未満の数値を検出下限値の1/2として算出した。

表5 検出下限値及び定量下限値

単位：μg/m³

	池上		大師		中原		生田	
	①	②	①	②	①	②	①	②
6月	0.0086	0.022	0.0086	0.022	0.0086	0.022	0.0086	0.022
9月	0.0087	0.022	0.0086	0.022	0.0087	0.022	0.0087	0.022
12月	0.0087	0.022	0.0086	0.022	0.0087	0.022	0.0087	0.022
2月	0.0086	0.022	0.0086	0.022	0.0086	0.022	0.0087	0.022

※①検出下限値=MDL (ng/m³) × 0.72m³ ÷ 大気捕集量 (m³) ÷ 1000 (μg/ng)

②定量下限値=MQL (ng/m³) × 0.72m³ ÷ 大気捕集量 (m³) ÷ 1000 (μg/ng)

5 環境リスク評価

1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンについて、NITE&CERIの初期リスク評価書²⁾を参考にMOEの算出を行った。なお、評価については、環境省の環境リスク評価書に基づき設定された川崎市環境リスク評価システム¹⁾におけるリスクの判定基準（表6）により行った。

NITE&CERIの初期リスク評価書²⁾には、1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンの吸入曝露による有害性指標として、非発がん影響に関する知見に基づく無毒性量等が設定されている。また、同書では、発がん性については十分な知見が得られずヒトに対する発がん性の有無については判断できないため、発がん性に関する有害性指標の設定は行っていない。よって、本市もNITE&CERIの初期リスク評価書と同様に非発がん影響に関する知見に基づく無毒性量等を使用してリスク評価を行った。

NITE&CERIのリスク初期評価書²⁾における有害性指標

(LOAEL 換算値) 1,500 μg/kg/日と「ヒトの体重1kgあたりの1日推定摂取量」から式①によりMOEを算出した。

MOE=LOAEL 換算値/ヒト体重1kgあたりの1日推定吸入摂取量 式①

ヒトの体重1kgあたりの1日推定摂取量 (μg/kg/日) =大気環境濃度の年平均値 (表4) (μg/m³) × 20 (m³/人/日) ÷ 50 (kg/人)

MOE及び表6の判定基準を用いてリスクの判定を行った結果を表7に示す。リスクの判定の結果、すべての調査地点でレベル3と判定された。なお、リスクの判定にあたって使用した不確実係数は以下のとおりであり、不確実係数積は、1,000となる。

不確実係数積：

動物とヒトの種差についての不確実係数 (10)

個人差についての不確実係数 (10)

LOAELを用いたことによる不確実係数 (10)

表6 川崎市環境リスク評価システムにおけるリスクの判定基準

レベル	判定基準	判定
1	MOE ≤ 不確実係数積	環境リスクの低減対策について検討すべき物質
3	MOE > 不確実係数積	現時点で環境リスクの低減対策の必要性がないと考えられる物質

表7 各調査地点におけるMOEとリスクの判定

調査地点	MOE	判定
池上	870,000	レベル3
大師	870,000	レベル3
中原	870,000	レベル3
生田	870,000	レベル3

6 まとめ

1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンについて、今回初めて年間を通じた本市における大気環境濃度の実態を把握することができた。調査の結果、いずれの調査地点においても検出下限値未満であった。

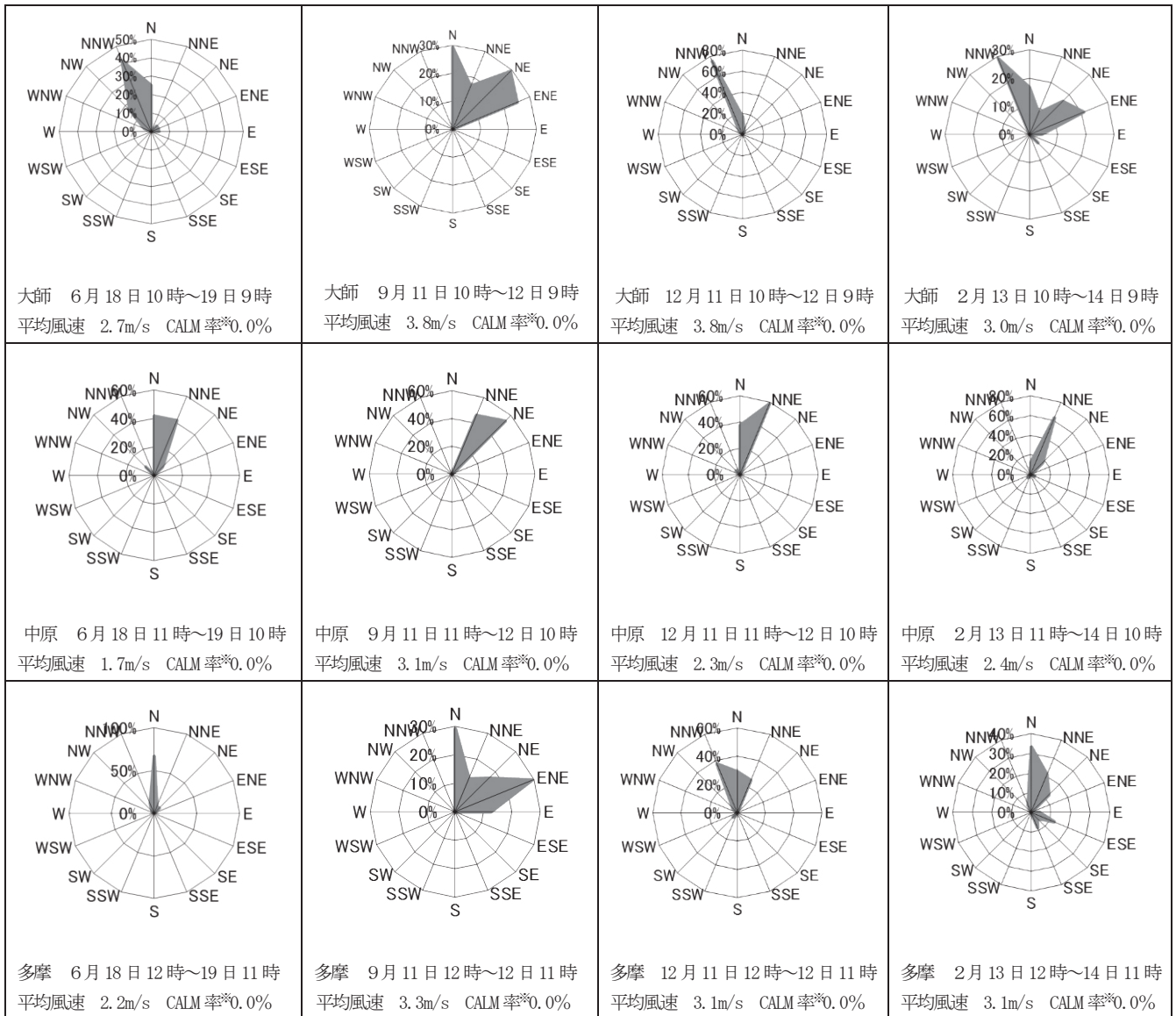
また、環境調査結果を用いてMOEを計算した結果、川崎市環境リスク評価システムにおけるリスクの判定ではすべての調査地点で1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパンについてはレベル3（現時点において環境リスクの低減対策の必要性はないと考えられる物質）と判定された。

文献

- 1) 川崎市：化学物質の環境リスク評価結果報告書 <http://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/29-1-3-1-10-0-0-0-0.html>

- 2) 独立行政法人製品評価技術基盤機構、一般財団法人化学物質評価研究機構：化学物質の初期リスク評価書 No. 68 (2005)、1-アリルオキシ-2,3-エポキシプロパン
- 3) 環境省環境保健部環境安全課：化学物質と環境 平

- 成 26 年度化学物質分析法開発調査報告書、327～351 (2014)
- 4) 環境省環境保健部環境安全課：化学物質環境実態調査実施の手引き (平成 27 年度版) (2015)



※CALMは風速0.4m/s以下

図3 風配図