

川崎市内のアクリル酸の大気環境調査結果

Atmospheric Concentration of Acrylic acid in Kawasaki City

金井 正和 KANAI Masakazu 時岡 泰孝 TOKIOKA Yasutaka 喜内 博子 KINAI Hiroko

要旨

大気中のアクリル酸について、ガスクロマトグラフ質量分析装置を用いて、市内の4地点で年4回大気環境調査を実施した。分析においては、環境省の平成18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を改良した。その結果、環境濃度の年平均値に地点間の差はみられないとともに、課題であった回収率の改善が確認された。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2（環境リスクの低減対策について検討することが望ましい物質）と判定された。

キーワード: アクリル酸、ガスクロマトグラフ質量分析

Key words: Acrylic acid, 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。

アクリル酸は、本市において大気への排出実態があり、環境省の「化学物質の環境リスク評価」第10巻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。過去に、市内における環境実態の把握のため調査を実施したが、十分な回収率が得られず欠測扱いとした試料が多く、さらなる調査が必要とされた。このため、2019年度に市内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アクリル酸の物理化学的性状及び用途等を表1に示す。

アクリル酸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144 kg/年（2018年度実績）である。また、環境省の化学物質環境実態調査（2007年度）における一般環境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20であり、「一般環境大気への吸入暴露による健康リスクについては、情報収集に努める必要があると考えられる」と判定されている²⁾。

表1 物理化学的性状及び用途等²⁾

アクリル酸	
構造式	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$
CAS No.	79-10-7
化審法官公示報整理番号	2-984
化管法政令番号	1-4（アクリル酸及びその水溶性塩）
分子量	72.06
分子式	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$
性状	液体
融点	14°C
沸点	141°C(760mmHg)
密度	1.0511 g/cm ³ (20°C)
蒸気圧	4.0 mmHg(=530Pa) (25°C)
分配係数 (log Kow)	0.35
水溶性 (水溶解度)	自由混和
用途	主にポリマーの原料、アクリル酸エステル原料。ポリマーは、紙おむつに加工される吸水性ポリマーや水処理用的高分子凝集剤などに使用されている。アクリル酸エステルのポリマーは、アクリル繊維、塗料、粘着剤、接着剤などに使用されている。

2.2 調査地点及び調査日

調査地点は、有害大気汚染物質の常時監視測定局の中で、池上自動車排出ガス測定局（以下、池上）、大師一般環境大気測定局（以下、大師）、中原一般環境大気測定局（以下、中原）及び多摩一般環境大気測定局（以下、多摩）の4地点を選定した。

調査地点を図1に、調査日を表2に示す。

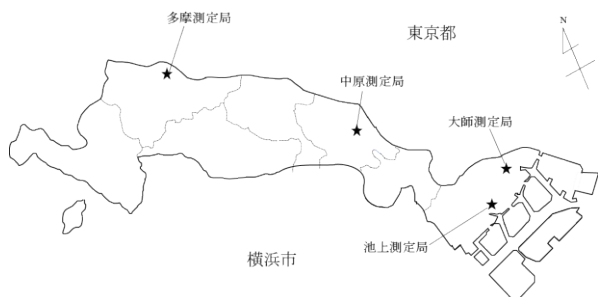


図1 調査地点

表2 調査日

2019年4月 23~24日	10月 2~3日
7月 23~24日	2020年1月 15~16日

3 分析方法

アクリル酸の分析は、「平成18年度化学物質分析法開発調査報告書」（以下、白本）³⁾を元とし、回収率改善を目的に固相抽出カートリッジの変更等の改良を加えた方法とした。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。

あらかじめアセトンで洗浄し、窒素気流を通気して乾燥した固相抽出カートリッジ（Oasis HLB Plus、Waters社製）に、回収率確認用のアクリル酸-*d*₄を添加後、大気試料採取用ミニポンプを用いて大気試料を0.1 L/minで24時間捕集した。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。固相抽出カートリッジに捕集した試料を、大気捕集とは逆向きにアセトン6mLで溶出し、窒素気流下で緩やかに1mLまで濃縮した後、ペンタフルオロベンジルブロマイド（PFBBBr）を用いて誘導体化を行い、GC/MSにより測定した。なお、試料採取後は3日以内に抽出して測定した。

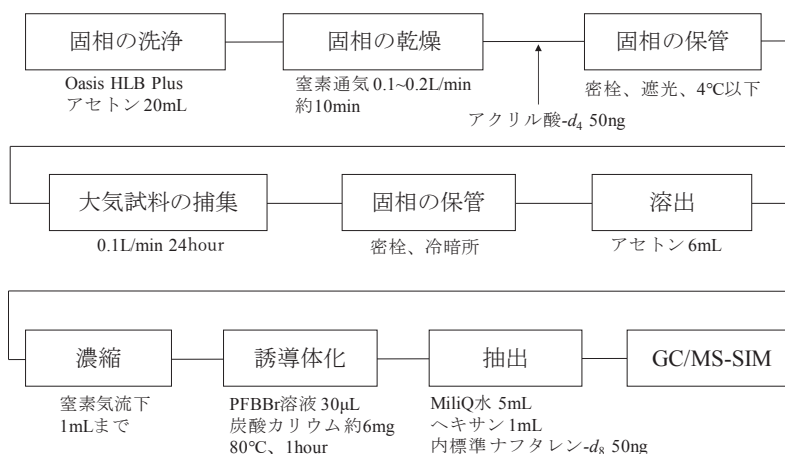


図2 分析フロー

表3 GC/MS 分析条件

使用機種	: GCMS-QP2010 Plus 島津製作所製
カラム	: DB 1MS (0.25mm×30m, 0.25µm) J&W 製
昇温条件	: 40℃(1min)→7℃/min→160℃→20℃/min→280℃(2min)
注入方法	: スプリットレス(パージ時間 1min)
注入量	: 1µL
注入口温度	: 250℃
インターフェース温度	: 250℃
イオン化法	: EI
イオン化電圧	: 70 eV
イオン源温度	: 230℃
モニターイオン	: アクリル酸 (PFBBBr 誘導体) 定量用 <i>m/z</i> 252、確認用 <i>m/z</i> 55 回収率確認; アクリル酸- <i>d</i> ₄ (PFBBBr 誘導体) <i>m/z</i> 255 内標準; ナフタレン- <i>d</i> ₈ <i>m/z</i> 136

4 調査結果

調査結果を表4、大師における風配図を図3、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。調査結果の年平均値に地点間の差はみられなかったが、全地点において7月及び1月の調査結果が、年平均値と比較して低濃度となった。この一因として、アクリル酸は水溶性の高い物質であるため、調査日の降雨の影響を受けたことが考えられる。

なお、アクリル酸-d₄による回収率の確認結果は74%～101%となり、化学物質環境実態調査実施の手引き（平成27年度版）⁴⁾に記載されている回収率の許容範囲の目安70%～120%に適合し、調査が有効であることが確認された。

表4 調査結果

単位：μg/m³

	池上	大師	中原	多摩
4月	0.061	0.055	0.046	0.069
7月	0.040	0.039	0.039	0.032
10月	0.071	0.084	0.082	0.059
1月	0.029	0.029	0.025	0.025
年平均値*	0.050	0.052	0.048	0.046

表5 検出下限値及び定量下限値

単位：μg/m³

	池上		大師		中原		多摩	
	①	②	①	②	①	②	①	②
4月	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018
7月	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018
10月	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0069	0.018
1月	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018	0.0068	0.018

※①検出下限値=MDL(ng/m³)×0.144m³/大気捕集量(m³)
/1000(μg/ng)

②定量下限値=ML(ng/m³)/0.144m³/大気捕集量(m³)
/1000(μg/ng)

5 環境リスク評価

アクリル酸について、環境省の「化学物質の環境リスク評価」第10巻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。

環境省の「化学物質の環境リスク評価」第10巻²⁾には、アクリル酸の吸入暴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、本市も環境省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。

環境省の環境リスク評価書における無毒性量等0.026mg/m³(26μg/m³)（マウス）を動物実験に基づくデータのため不確か係数10で除した0.0026mg/m³(2.6μg/m³)をヒトに対する無毒性量等とし、表4に示す各調査地点の年平均値から、式(1)によりMOEを算出した。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2と判定された。

$$MOE = \text{ヒトに対する無毒性量等}(\mu\text{g}/\text{m}^3) / \text{年平均値}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

・・・式(1)

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<10	優先的に環境リスクの低減対策について検討すべき物質
2	10≤MOE<100	環境リスクの低減対策について検討することが望ましい物質
3	100≤MOE	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

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	52	レベル2
大師	50	レベル2
中原	54	レベル2
多摩	57	レベル2

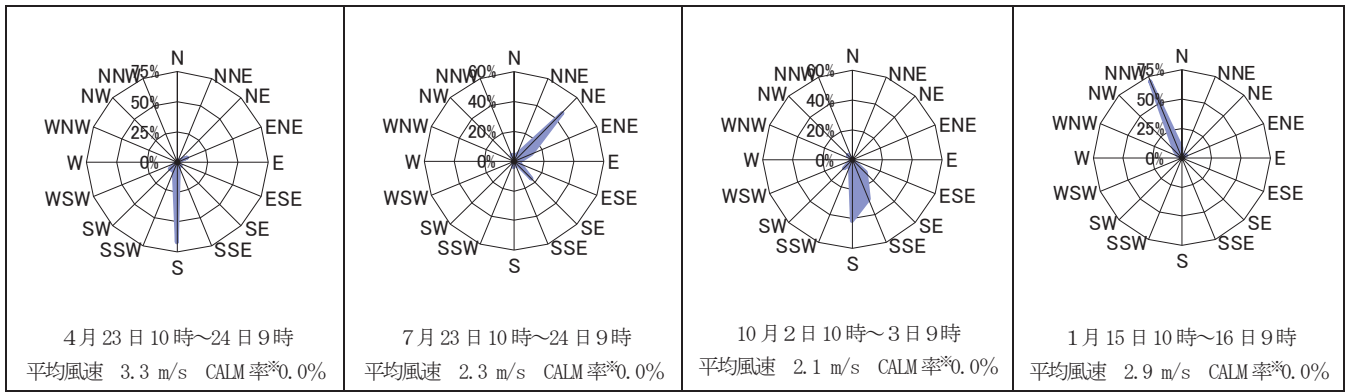
6 まとめ

アクリル酸について、既存の分析法を改良することで、回収率が改善し、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、年平均値に地点間の差はみられなかった。

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アクリル酸についてはレベル2（環境リスクの低減対策について検討することが望ましい物質）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/29-1-3-1-10-0-0-0-0-0-0.html>
- 2) 環境省：化学物質の環境リスク初期評価 第10巻（2012）、[1]アクリル酸
- 3) 環境省環境保健部環境安全課：化学物質と環境 平成18年度化学物質分析法開発調査報告書、652～664（2006）
- 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0.4 m/s以下

図3 大師における風配図