

川崎市におけるナフタレン等大気環境調査結果

Atmospheric Concentration of Naphthalene in Kawasaki City

福永 顕規
中村 弘造

Akinori FUKUNAGA
Kozo NAKAMURA

西村 和彦

Kazuhiko NISHIMURA

要旨

2013年度にナフタレン、1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレン、ピフェニル、ベンゾトリクロライド、1,2,4-トリクロロベンゼンの6物質について、有害大気汚染物質測定方法マニュアルに基づいて固相捕集-ガスクロマトグラフ質量分析法により大気環境調査を実施したので調査結果を報告する。

ナフタレン、1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレン、ピフェニルは月別の濃度の推移において、南系の風向頻度が高い月で、南部の3つの調査地点が比較的高い濃度を示す傾向にあり、また、年平均値も高かったことから、事業所からの排出の影響を受けた可能性が示唆された。また、1,2,4-トリクロロベンゼンは年平均値は池上測定局が最も高かったものの、他の4物質と比較して調査地点間での濃度の差は小さかった。なお、ベンゾトリクロライドは全調査期間を通じていずれの調査地点においても検出下限値未満であった。

各調査地点のナフタレンの環境濃度を用いて、暴露マージン (MOE: Margin of Exposure) を算出して環境リスク評価を行った結果、中原測定局を除く4つの調査地点で今後詳細な調査が必要であると考えられた。

キーワード: ナフタレン、ガスクロマトグラフ質量分析、環境リスク評価

Key words: Naphthalene, GC/MS analysis, Environmental risk assessment

1 はじめに

ナフタレンは、染料、顔料や合成樹脂などの原料として使われているほか、繊維防虫剤としても使われている。一方で、長期間の摂取により発がん性が懸念される物質として、IARC (国際がん研究機構) の分類で2B群とされているが、これまで川崎市における大気環境中の存在実態が分かっていなかった。

そこで、ナフタレンと、同時分析が可能な1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレン、ピフェニル、ベンゾトリクロライド、1,2,4-トリクロロベンゼンについて大気環境調査を実施したので報告する。また、ナフタレンの調査結果を用いて環境リスク評価を実施したので、併せて報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点を図1に示す。丘陵部の調査地点として多摩測定局 (以下、多摩)、内陸部の調査地点として中原測定局 (以下、中原)、化学物質を取り扱う事業所が多い臨海工業地域に近い南部の調査地点として大師測定局 (以下、大師)、環境総合研究所 (以下、環総研)、池上測定局 (以下、池上) の計5地点である。

2.2 調査回数

2013年5月から2014年3月まで毎月1回、年11回調査した。



図1 調査地点

2.3 測定方法

測定方法は、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」¹⁾に準拠し、固体吸着-溶媒抽出-ガスクロマトグラフ質量分析法により実施した。

捕集管にSep-Pak PS Airを用いて大気試料を0.7L/min程度の流量で24時間捕集後、ジクロロメタンで抽出し、GC/MS-SIM法で測定を行った。GC/MSの分析条件を表1に、調査対象物質及び測定イオンを表2に示す。

表1 分析条件

項目	条件
使用カラム	DB-5MS (長さ 30m、内径 0.25mm、膜厚 25 μ m)
カラム温度	60 $^{\circ}$ C (1分間保持) \rightarrow (10 $^{\circ}$ C/分) \rightarrow 250 $^{\circ}$ C (5分間保持)
注入口温度	250 $^{\circ}$ C
試料注入法	スプリットレス
インターフェイス温度	250 $^{\circ}$ C
キャリアーガス	ヘリウム 線速度 41.0cm/s
イオン源温度	250 $^{\circ}$ C
検出法	SIM 検出法

表2 調査対象物質及び測定イオン

物質名	定量用質量数	確認用質量数
ナフタレン	128	127
1-メチルナフタレン	142	141
2-メチルナフタレン	142	141
ビフェニル	154	153
ベンゾトリクロライド	159	161
1,2,4-トリクロロベンゼン	180	184
ナフタレン-d ₈ (内標準物質)	136	

3 調査結果

各物質の年平均値(2013年5月から2014年3月までの計11回の平均値)を表3に、月別の濃度推移を図2に、大師測定局の風向頻度を図3に示した。

3.1 年平均値

ナフタレンは、環総研、池上、大師が中原、多摩に比べて高かった。これは、他の調査地点と比較して高い濃度を示した7月、9月、10月の調査結果が影響しており、これらの月はいずれも南風の風向頻度が高かったため、南風の影響を強く受けたといえる。調査地点の南側は工場地帯であり化学物質を取り扱う事業所が多く存在するため、その影響を受けた可能性が示唆された。

1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレンは、池上が最も高く、多摩、大師、環総研が同程度であり、中原が最も低かった。

ビフェニルは、池上が最も高く、中原が最も低かった。

1,2,4-トリクロロベンゼンは、地点間の差が小さく、池上が最も高く、多摩が最も低かった。

ベンゾトリクロライドは年間を通じて全地点において検出下限値未満であった。

なお、年平均値については、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」¹⁾に準じて算出した。すなわち、検出下

限値未満については、検出下限値の1/2の値とし、それ以上については測定値をそのまま採用して、算術平均値を求めている。表中の**は、毎月の測定値すべてが検出下限値未満であることを示している。

3.2 月別の濃度推移

ナフタレン、1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレン、ビフェニルは、環総研、池上、大師で類似した傾向を示した。南系の風向頻度が高い月に高く、南系の風向頻度が低い12月から3月にかけては低い濃度で推移し、5月から11月と比較して地点間の濃度の差が小さかった。

1,2,4-トリクロロベンゼンは、8月から11月までは池上が他の調査地点と比較して高かったが、その他の月では各調査地点でほぼ同様の濃度で推移していた。

環総研、池上、大師では1-メチルナフタレン、2-メチルナフタレン、ビフェニルもナフタレンと同様に南風の風向頻度が高い月において高い濃度を示す傾向にあり、池上は環総研、大師に比べてさらに高い濃度を示した。池上は調査地点が道路沿道であるため、自動車等の移動体の影響を受けた可能性が示唆された。

表3 年平均値

	単位(μ g/ m^3)				
	多摩	中原	大師	池上	環総研
ナフタレン	0.19	0.15	0.42	0.50	0.55
1-メチルナフタレン	0.025	0.013	0.026	0.041	0.026
2-メチルナフタレン	0.060	0.029	0.064	0.10	0.062
ビフェニル	0.011	0.0065	0.014	0.021	0.017
ベンゾトリクロライド	**0.078	**0.078	**0.078	**0.078	**0.078
1,2,4-トリクロロベンゼン	0.00073	0.00077	0.00092	0.0015	0.00083

**：毎月の測定値がすべて検出下限値未満であることを示す。

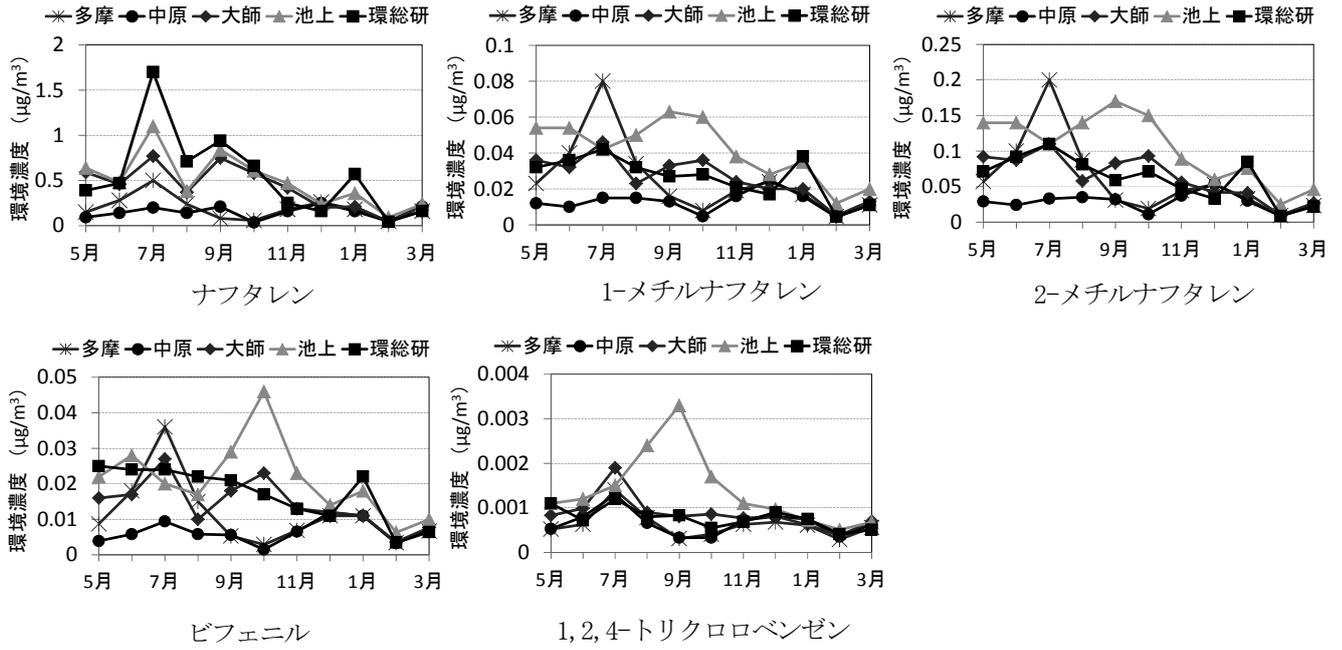


図2 月別の濃度推移

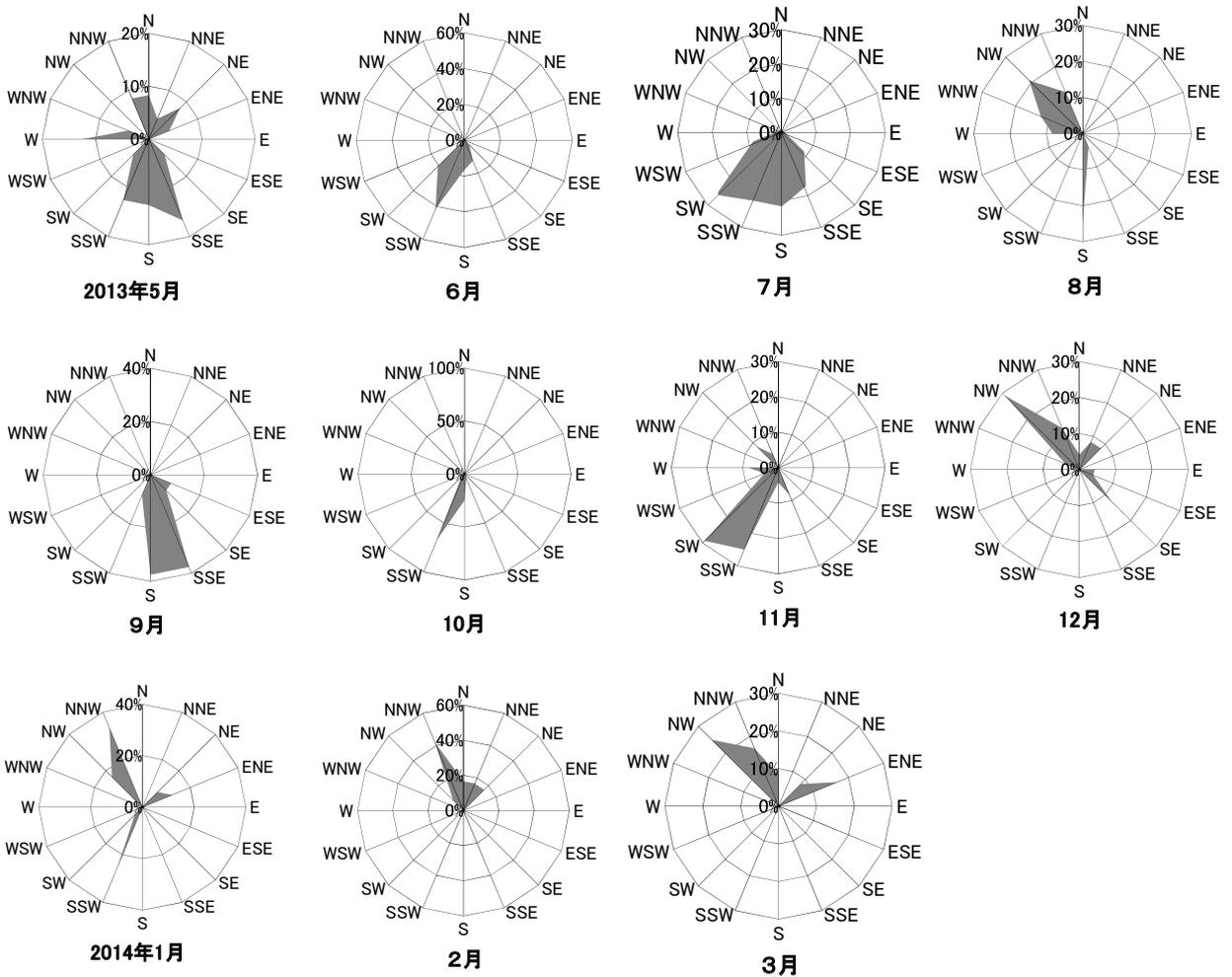


図3 風向頻度 (2013年5月~2014年3月)

4 環境リスク評価

ナフタレンについて、環境省の「化学物質の環境リスク評価」²⁾ (以下、環境省の環境リスク評価書) を参考に暴露マージン (MOE: Margin of Exposure) (以下、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におけるリスクの判定基準 (表4) により行った。

ナフタレンの吸入暴露による健康リスクの評価は環境省で実施されており、リスクの評価に使用する有害性指標が設定されている。なお、ナフタレンの発がん性について、IARCは2B群に分類しているが、環境省の環境リスク評価書において、ヒトに対する発がん性の有無については判断できないとし、発がん性以外の影響から無毒性量等を設定している。

環境省の環境リスク評価書における無毒性量等を動物実験に基づくデータのため不確実係数 10 で除した $0.094\text{mg}/\text{m}^3$ ($94\mu\text{g}/\text{m}^3$) をヒトに対する無毒性量等とし、表3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4の判定基準を用いてリスクの判定を行った結果を表5に示す。リスクの判定の結果、中原測定局がレベル3、その他の測定局がレベル2と判定された。

なお、環境省は MOE を算出する際に、発がん性を考慮してヒトに対する無毒性量等を5で除しているため、ここでも同様にした。

MOE を算定した式①を次に示す。

$$\text{MOE} = \text{ヒトに対する無毒性量等} (\mu\text{g}/\text{m}^3) / 5 / \text{年平均値} (\mu\text{g}/\text{m}^3) \quad \text{式①}$$

5 まとめ

ナフタレン等6物質について、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、南部の調査地点においてナフタレン、メチルナフタレン、ピフェニルについては南風の影響を強く受けたときに高い濃度を示す傾向にあった。

また、ナフタレンについて環境調査結果を用いて暴露マージンを計算した結果、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中原測定局を除く4つの調査地点でレベル2と判定された。

今後は、環境濃度が比較的高かった調査地点を含む地域において調査地点を増やすことによって、さらに詳細に大気環境濃度の実態を把握し、環境リスクを詳細に評価していくことが必要である。

文献

- 1) 環境省：水・大気環境局 大気環境課編 有害大気汚染物質測定方法マニュアル (2011)
- 2) 環境省：環境保健部環境リスク評価室編 化学物質の環境リスク評価 第8巻
<http://www.env.go.jp/chemi/report/h22-01/index.html>

表4 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	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の必要性の有無について調査すべき物質
3	100 ≤ MOE	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5 各調査地点における MOE とリスクの判定

測定局	MOE	判定
池上測定局	38	レベル2
大師測定局	45	レベル2
中原測定局	130	レベル3
多摩測定局	99	レベル2
環境総合研究所	34	レベル2