

川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2021 年度)

Atmospheric Concentration of Volatile Organic Compounds in Kawasaki City (2021)

野村 あづみ	NOMURA Adumi	重水 洋平	SHIGEMIZU Yohei
沼田 和也	NUMATA Kazuya	菊地 美加	KIKUCHI Mika
今村 則子	IMAMURA Noriko		

要旨

本研究所では、大気汚染防止法第 22 条に基づく常時監視項目となっている有害大気汚染物質の優先取組物質のうち、揮発性有機化合物である 11 物質を、またこれらと同時分析可能な揮発性有機化合物 41 物質の計 52 物質についてモニタリング調査を継続して実施している。本報告は、2021 年度調査結果をとりまとめたものである。

優先取組物質は、調査を開始した 1997 年度以降、年平均値が概ね低下または横ばいで推移しており、2008 年度以降は環境基準または指針値が定められている揮発性有機化合物 10 物質全てにおいて、環境基準を達成または指針値に適合している。2021 年度についても全調査地点において環境基準を達成または指針値に適合していた。

キーワード: 揮発性有機化合物、キャニスター採取、ガスクロマトグラフ質量分析、有害大気汚染物質

Key words: Volatile organic compounds, Canister sampling, GC/MS analysis, Hazardous air pollutants

1 はじめに

1996 年 5 月に大気汚染防止法が改正され (1997 年 4 月 1 日施行)、地方公共団体は、有害大気汚染物質による大気汚染の状況の把握等に努めることとされた。

本市では、「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」¹⁾ (以下、マニュアル) に基づき、測定方法が示された有害大気汚染物質を、全国標準監視地点 4 地点のほか、独自調査地点 1 地点を追加した合計 5 地点について、モニタリング調査を計画的に実施している。

本報告は、このモニタリング調査のうち、揮発性有機化合物 (以下、VOC) 52 物質の調査結果をまとめたものである。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点を図 1 に示す。調査地点は、環境省の「有害大気汚染物質モニタリング地点選定ガイドライン」²⁾ に基づいて設定された全国標準監視地点として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 地点に本研究所独自の調査地点として環境総合研究所 (以下、環総研) を加えた計 5 地点である。

環総研での調査については、固定発生源の多い臨海工業地域における環境実態の知見の蓄積を目的として 2013 年 2 月の本研究所開設以降実施している。

2.2 調査回数及び試料採取方法

2.2.1 調査回数

毎月 1 回、年 12 回調査した。

2.2.2 試料採取方法

内壁をフューズドシリカ薄膜でコーティングし、不活



図 1 調査地点

性化处理 (Silicosteel 処理) した 6 L の金属製試料採取容器 (以下、キャニスター) を加熱洗浄及び減圧し、図 2 のとおりパッシブサンプラーを取り付けた。試料採取は毎分約 3 mL の流量で 24 時間連続採取を行った。



図 2 試料採取装置

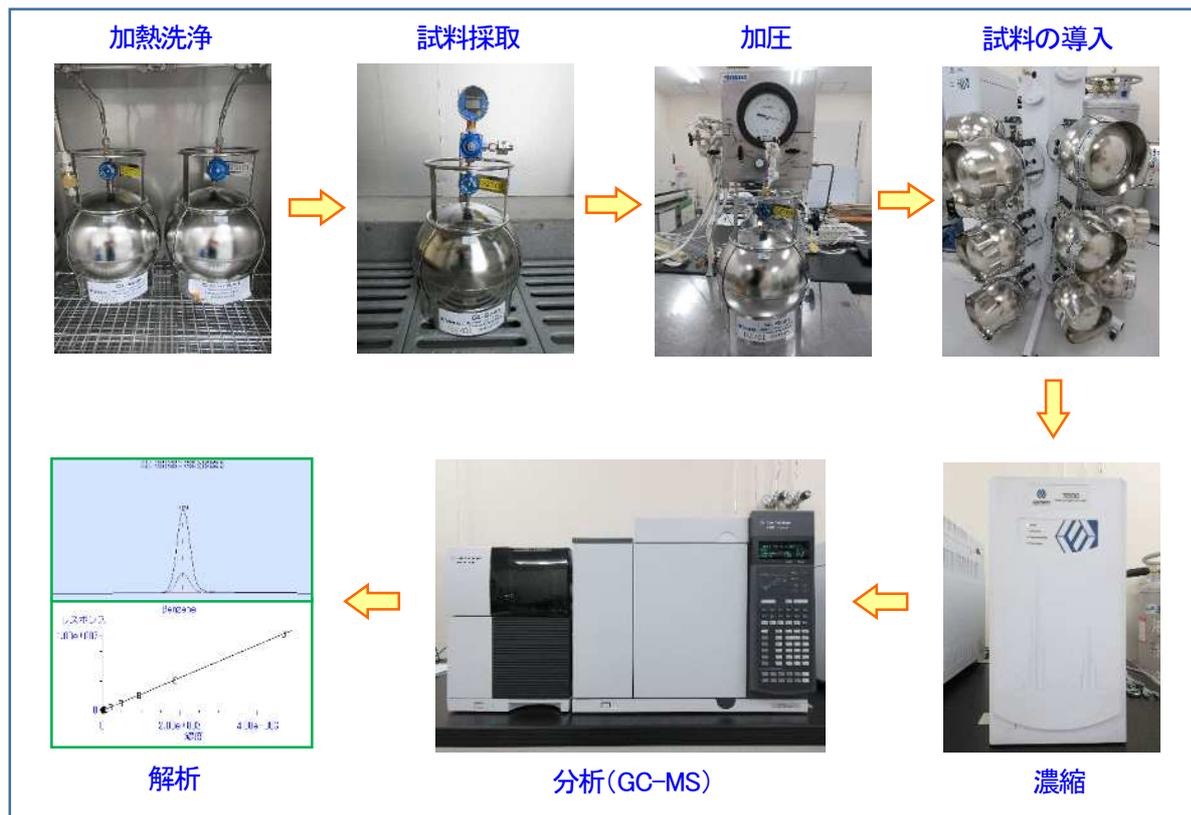


図3 大気中 VOC 分析のながれ

2.3 調査対象物質

大気汚染防止法第22条に基づく常時監視項目となっている有害大気汚染物質の優先取組物質のうち VOC11 物質及び2.4.1の分析方法により同時分析可能な41物質の計52物質とした。(表1を参照)

優先取組物質以外の41物質については、33物質を1997年度から、代替フロン類7物質については2006年度から、*n*-ヘキサンを2013年度から、環境リスク評価のための暴露量調査やフロン類の調査等を目的として継続して実施している。

2.4 分析方法及び測定装置

2.4.1 分析方法

マニュアル記載の大気中のベンゼン等揮発性有機化合物(VOCs)の測定方法に準じて、ガスクロマトグラフ質量分析計(以下、GC-MS)により測定を行った。本研究所における大気中 VOC 分析について、試料採取から結果解析までの一連のながれを図3に示す。

測定モード：SIM

カラム：Rxi-624Si1 MS

イオン化法：EI

2.4.2 測定装置

キャニスター洗浄装置：Entech 3100D

試料濃縮・加熱脱着装置：Entech 7200

GC-MS：7890B/5977B inertPlus

3 調査結果

3.1 概要

2021年度における各物質の年平均値を表1に示す。

年平均値は、マニュアルに準じて測定値が検出下限値未満の場合は、検出下限値を2で除した値とし、検出下限値以上の場合は、測定値をそのまま採用して、全測定値の算術平均値を求めている。

また、優先取組物質11物質のうち、環境基準または指針値が設定されている物質については、環境基準または指針値を表1に併せて示す。環境基準及び指針値は長期的暴露による健康影響を考慮して設定された値であるため、年平均値との比較で評価される。

3.2 優先取組物質

優先取組物質は調査を開始した1997年度以降、概ね低下または横ばい傾向を示している。各優先取組物質の過去10年間の経年推移を図4～14に示す。なお、2021年度は環境基準または指針値が設定されている10物質において、全調査地点で環境基準を達成または指針値に適合した。

3.2.1 環境基準が設定されている物質

ベンゼンは、2007年度以前は環境基準非達成の年もあったが、2008年度以降は全調査地点において環境基準を達成しており、2021年度も達成した。しかし、固定発生源周辺に位置する池上、大師及び環総研においては、他の調査地点と比較して年平均値が高く、今後の動向を注視していく必要がある。

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジク

ロロメタンは、年平均値が環境基準を大幅に下回っていた。トリクロロエチレンは独自調査地点である環総研で他の地点に比べると年平均値がやや高くなったが、他の2物質については調査地点間に大きな差はなく、概ね横ばいで推移している。また、これらの3物質は調査を開始した1997年以降、全調査地点で環境基準を達成している。

3.2.2 指針値が設定されている物質

指針値が設定されているアクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、塩化メチル、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン及び1,3-ブタジエンの6物質については、独自調査地点である環総研を含む全調査地点で指針値に適合していた。なお、塩化メチルについては、2020年8月20日付け「今後の有害大気汚染物質のあり方について（第十二次答申）」について（通知）により指針値が新たに設定された。

アクリロニトリル及び1,3-ブタジエンは、独自調査地点である環総研において、年平均値が他の調査地点と比べると高く、今後も濃度推移を注視していく必要がある。

塩化ビニルモノマー及び塩化メチルは、全調査地点でほぼ同程度の濃度であり、指針値を大幅に下回った。

クロロホルムは、2021年度の調査では調査地点間に大きな差はなかった。多摩において、2014年度から2018年度まで、他の調査地点と比較して年平均値が高くなる傾向があり、2018年度は特に顕著だった^{3)~9)}。原因はこれまでのところ不明であるが、今後も濃度推移を注視していく必要がある。

1,2-ジクロロエタンは、全調査地点でほぼ同程度の濃度であり、指針値を大幅に下回った。

なお、指針値が定められている6物質は調査を開始した1997年度以降、全調査地点で指針値に適合している。

3.2.3 トルエン

指針値のないトルエンは、2015年度以降、多摩において他の調査地点と比較して濃度が高い傾向が続いていたが、2019年度以降は他地点とほぼ同等の濃度となった。

3.3 その他の物質

有機塩素化合物（フロン類を除く）及び有機臭素化合物は、約半数の物質において年平均値が各月の検出下限値の最大値未満であった。

スチレンを除くキシレンなどの芳香族炭化水素は、物質毎に程度の差はあるが、どの物質についても多摩が他の調査地点に比べてやや高い傾向が見られた。

モントリオール議定書における特定物質のうち、CFC類、1,1,1-トリクロロエタン及び四塩化炭素は、いずれも調査当初から低下傾向を示しており、近年は環境省が設定するバックグラウンド濃度¹⁰⁾付近で横ばいの推移をしている。また、HCFC類は年平均値がほぼ横ばいまたはやや低下傾向を示しており、近年はバックグラウンド濃度との差が小さくなってきている。

1,1-ジクロロエタンは、環総研が他の調査地点に比べて高い傾

向が見られた。

4 まとめ

環境基準及び指針値が設定されている物質について、2021年度は全調査地点で環境基準を達成または指針値に適合していた。しかしながら固定発生源周辺に位置する池上、大師及び環総研においては、ベンゼンの年平均値が他の調査地点と比較して高く、今後の動向を注視していく必要がある。今後も固定発生源及び移動発生源の影響も考慮しながら、調査対象物質の追加や変更などの検討を適宜行いつつ、継続して調査を行う。また、これまでに得られた調査結果についても、環境リスク評価に利用する等、行政施策立案の基礎資料として活用していく。

文献

- 1) 環境省：有害大気汚染物質測定方法マニュアル(2019)
- 2) 環境省：有害大気汚染物質モニタリング地点選定ガイドライン (2013)
- 3) 藤田一樹、福永顕規、西村和彦、原美由紀：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2014年度)、川崎市環境総合研究所年報、第3号、26～32 (2015)
- 4) 藤田一樹、福永顕規、関昌之、原美由紀：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2015年度)、川崎市環境総合研究所年報、第4号、31～37 (2016)
- 5) 藤田一樹、福永顕規、関昌之、井上雄一：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2016年度)、川崎市環境総合研究所年報、第5号、38～44 (2017)
- 6) 金井正和、福永顕規、時岡泰孝、井上雄一：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2017年度)、川崎市環境総合研究所年報、第6号、32～38 (2018)
- 7) 金井正和、福永顕規、時岡泰孝、井上雄一：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2018年度)、川崎市環境総合研究所年報、第7号、33～39 (2019)
- 8) 重水洋平、金井正和、時岡泰孝、喜内博子：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2019年度)、川崎市環境総合研究所年報、第8号、40～43 (2020)
- 9) 重水洋平、金井正和、菊地美加、今村則子：川崎市における大気中揮発性有機化合物調査結果 (2020年度)、川崎市環境総合研究所年報、第9号、28～34 (2021)
- 10) 環境省：令和2年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書 (2021)

表1 各調査地点における2021年度調査結果

	測定物質	大気汚染防止法第22条に基づく常時監視地点				独自の調査地点	単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 環境基準 (指針値)
		池上 測定局	大師 測定局	中原 測定局	多摩 測定局	環境総合 研究所	
優先 取組 物質	ベンゼン	2.1	1.9	0.76	0.79	1.5	3
	トリクロロエチレン	0.79	0.82	0.73	0.63	1.8	130
	テトラクロロエチレン	0.22	0.31	0.22	0.25	0.31	200
	ジクロロメタン	1.8	1.5	1.4	1.4	1.6	150
	アクリロニトリル	0.31	0.27	0.058	0.073	1.7	(2)
	塩化ビニルモノマー	0.089	0.060	0.030	0.033	0.045	(10)
	クロロホルム	0.18	0.19	0.19	0.19	0.23	(18)
	1,2-ジクロロエタン	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	(1.6)
	1,3-ブタジエン	0.54	0.35	0.054	0.061	0.79	(2.5)
	塩化メチル	1.5	1.5	1.3	1.4	1.4	(94)
	トルエン	5.5	5.0	4.4	9.6	4.8	—
有機 塩素 化合物 ※1	クロロエタン	0.077	0.066	0.070	0.086	0.068	
	3-クロロ-1-プロペン	* 0.0067	* 0.0059	* 0.0048	* 0.0056	0.053	
	1,1-ジクロロエチレン	* 0.0054	* 0.0055	* 0.0036	* 0.0034	* 0.0045	
	cis-1,2-ジクロロエチレン	* 0.0065	* 0.0070	* 0.0065	* 0.0065	* 0.0066	
	1,1-ジクロロエタン	0.0090	0.0094	0.0088	0.0087	0.0090	
	cis-1,3-ジクロロプロペン	0.048	0.051	0.026	0.033	0.051	
	trans-1,3-ジクロロプロペン	0.028	0.030	0.016	0.022	0.031	
	クロロベンゼン	0.020	0.020	0.011	0.015	0.016	
	1,2-ジクロロプロパン	0.047	0.048	0.050	0.050	0.045	
	塩化ベンジル	* 0.011	* 0.0082	* 0.0070	* 0.0077	** 0.0062	
	1,1,2-トリクロロエタン	* 0.0071	* 0.0068	* 0.0067	* 0.0067	* 0.0069	
	m-ジクロロベンゼン	* 0.010	* 0.0050	* 0.0050	* 0.0060	* 0.0060	
	p-ジクロロベンゼン	0.71	0.83	0.72	0.99	0.52	
	o-ジクロロベンゼン	* 0.013	* 0.0085	** 0.0056	* 0.0067	* 0.0062	
	1,1,2,2-テトラクロロエタン	* 0.0046	** 0.0036	** 0.0036	** 0.0036	** 0.0036	
1,2,4-トリクロロベンゼン	* 0.042	* 0.018	* 0.016	** 0.015	** 0.015		
ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン	** 0.013	** 0.013	** 0.013	** 0.013	** 0.013		
※2	ブromoメタン	0.061	0.053	0.036	0.045	0.044	
	1,2-ジブromoエタン	* 0.0047	** 0.0041	** 0.0041	** 0.0041	* 0.0044	
芳香 族 化合 物	スチレン	0.36	0.22	0.11	0.28	0.44	
	エチルベンゼン	1.7	1.8	1.4	1.9	1.6	
	m,p-キシレン	1.7	1.6	1.2	2.4	1.5	
	o-キシレン	0.65	0.58	0.45	1.0	0.70	
	3-エチルトルエン	0.56	0.44	0.40	0.60	0.38	
	4-エチルトルエン	0.26	0.21	0.18	0.27	0.17	
	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.23	0.17	0.14	0.24	0.15	
	1,2,4-トリメチルベンゼン	0.92	0.73	0.65	1.0	0.62	
フロ ン 類	CFC-11	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
	CFC-12	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
	CFC-113	0.53	0.54	0.54	0.55	0.54	
	CFC-114	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	
	1,1,1-トリクロロエタン	0.015	0.014	0.014	0.015	0.013	
	四塩化炭素	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	
	HCFC-22	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	
	HCFC-142b	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
	HCFC-141b	0.23	0.18	0.17	0.16	0.17	
	HCFC-123	* 0.0067	* 0.0074	0.012	* 0.0041	* 0.0080	
	HCFC-225ca	* 0.0057	* 0.0059	* 0.0055	* 0.0057	* 0.0069	
	HCFC-225cb	* 0.0084	* 0.0079	* 0.0082	* 0.0075	* 0.0088	
HFC-134a	0.86	0.85	0.80	0.84	0.80		
※3	n-ヘキサン	1.5	1.5	0.94	1.3	2.4	

※1：フロン類を除く

※2：有機臭素化合物、※3：アルカン

*：年平均値が各月の検出下限値の最大値未満であることを示している

**：毎月の測定値がすべて検出下限値未満であることを示している

*及び**の有効数字は定量下限値の最小値の桁までとした

太枠：大気汚染防止法第22条に基づく調査結果

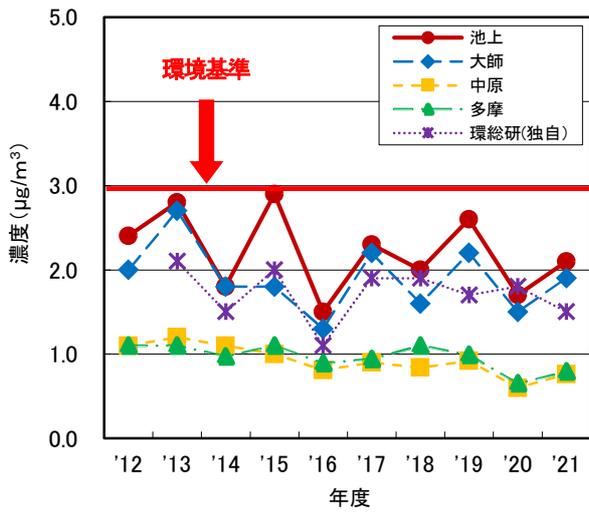


図4 ベンゼンの経年推移
 <環境基準 3 µg/m³>

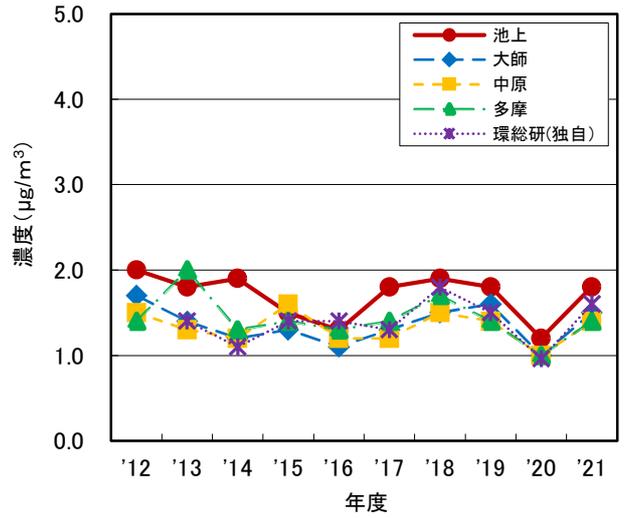


図7 ジクロロメタンの経年推移
 <環境基準 150 µg/m³>

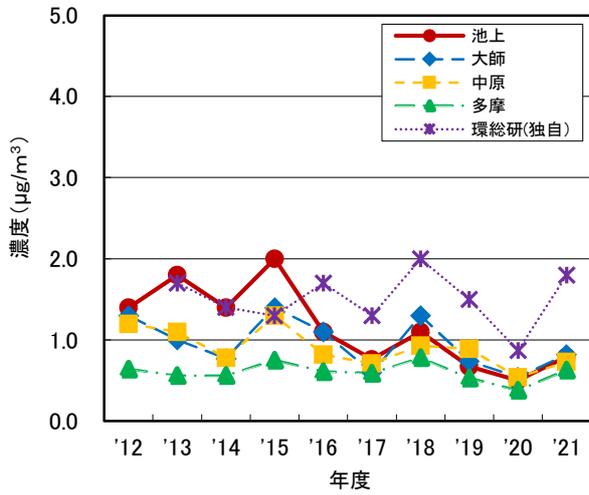


図5 トリクロロエチレンの経年推移
 <環境基準 130 µg/m³>

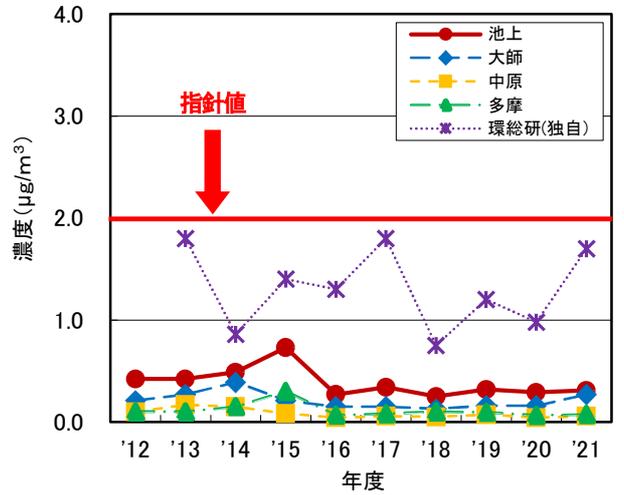


図8 アクリロニトリルの経年推移
 <指針値 2 µg/m³>

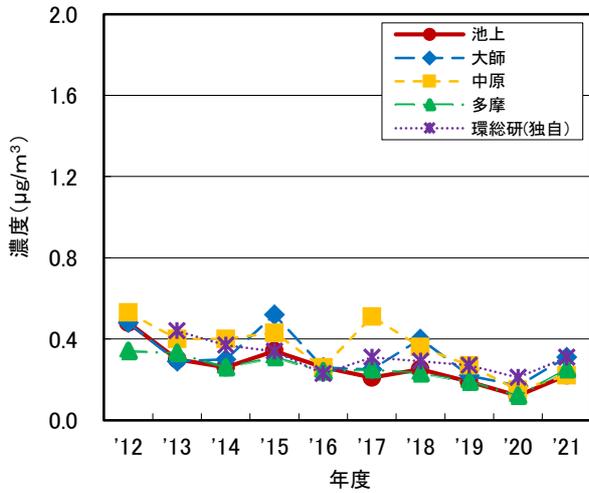


図6 テトラクロロエチレンの経年推移
 <環境基準 200 µg/m³>

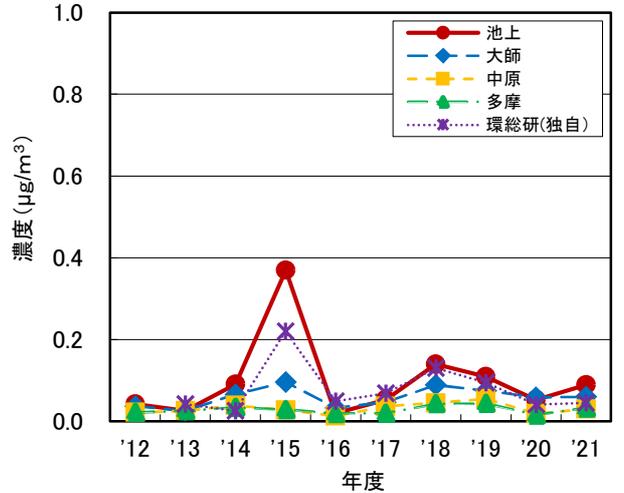


図9 塩化ビニルモノマーの経年推移
 <指針値 10 µg/m³>

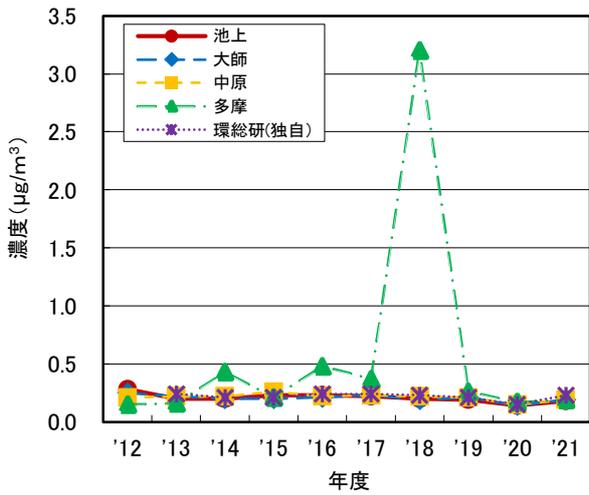


図10 クロロホルムの経年推移
<指針値 18 µg/m³>

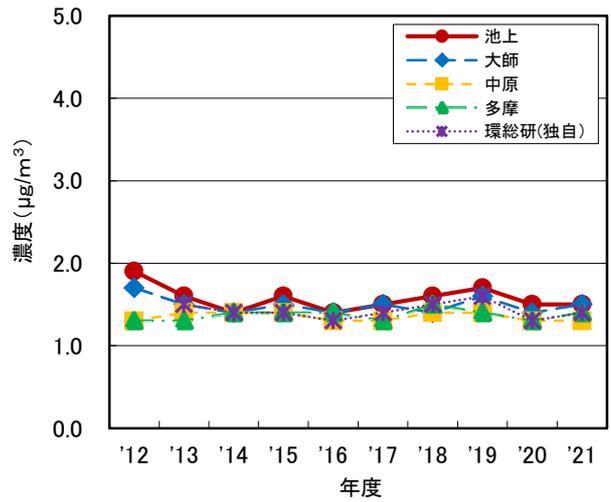


図13 塩化メチルの経年推移
<指針値 94 µg/m³>

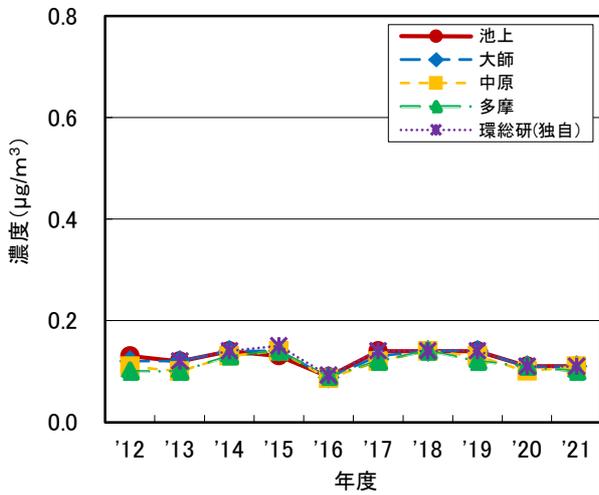


図11 1,2-ジクロロエタンの経年推移
<指針値 1.6 µg/m³>

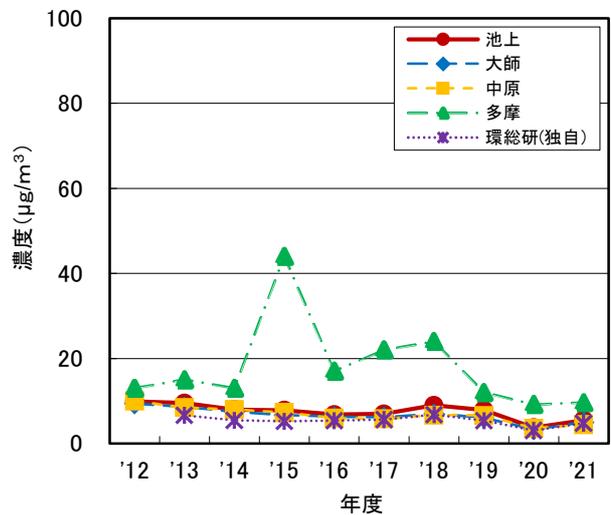


図14 トルエンの経年推移

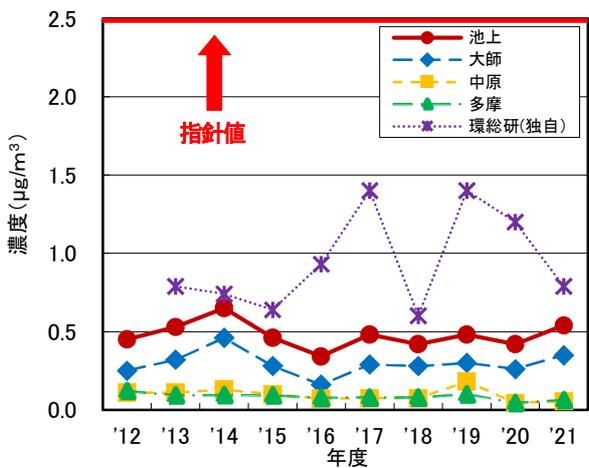


図12 1,3-ブタジエンの経年推移
<指針値 2.5 µg/m³>

※池上、大師、中原及び多摩は大気汚染防止法第22条に基づく常時監視地点であり、環総研は独自の調査地点である。