

固定発生源周辺における大気中揮発性有機化合物の自動連続測定

一 市原市岩崎西における測定 一

大木誠吾* 阿部徳子 根本創紀
(* : 千葉県環境生活部大気保全課)

1 目的

固定発生源周辺における有害大気汚染物質、フロン類及び炭化水素類等の揮発性有機化合物（VOC）の汚染状況を把握することを目的として、2001年度以降、当センターが構築した自動連続測定装置を用いて連続測定を実施し、発生源の影響等について調査した。

2 調査方法

2・1 調査期間

2001年4月～2021年3月

2・2 調査地点

市原市岩崎西（当センター）

2・3 測定対象物質

2020年度は測定対象物質を21物質追加し、炭化水素47物質、ハロゲン化合物27物質、フロン類4物質及びその他1物質の計79物質を測定対象とした（表1）。なお、この79物質には、千葉県が選定した重点管理物質のうちの44物質、環境省が示した有害大気汚染物質該当可能性物質のうち30物質（優先取組物質9物質）が含まれる。

2・4 測定方法

固体吸着－加熱脱着－ガスクロマトグラフ質量分析法（GC/MS：PerkinElmer製 Clarus SQ8）による自動連続測定装置を用いた。試料大気を捕集する試料濃縮導入装置のトラップ管には45mg CarbotrapC+65mg CarbosieveSIII充填管を用いた。試料捕集時におけるトラップの冷却温度は、-30℃に設定した。分離カラムは、CP-Sil 5CB(60mx0.32mmi.d.,df=5.0μm)を使用した。また、分析感度に影響を及ぼす試料大気中の水分の除去にはNafionドライヤー(Perma Pure inc., MD-050-48S-2)を用いた。

なお、大気試料は、2時間間隔で1時間採取（捕集量：1.02L）した後、1時間分析した（12試料/1日）。VOC連続測定装置の流路図を図1に示す。

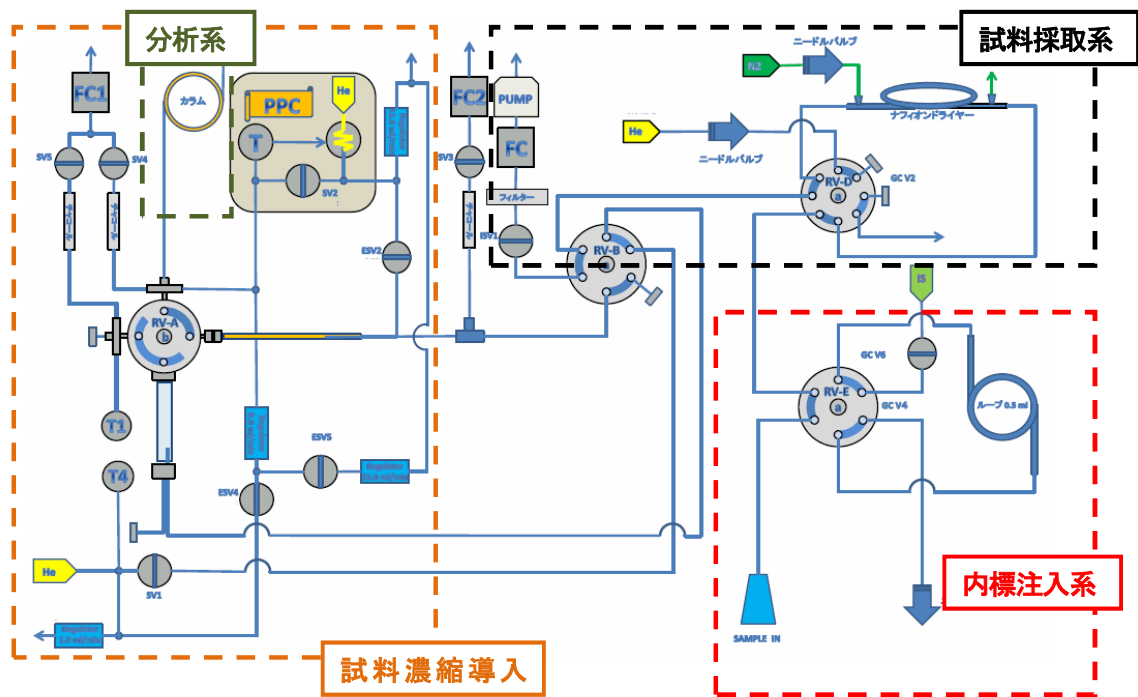


図1 VOC自動連続測定装置の流路図

3 結果

2020年度の有効測定時間は、2020年8月4日から2021年3月31日までの2617時間であった。これは1年間の約30%に相当する。

表1に、2020年度における79物質の年平均値と法的区分等を示す。2020年度追加した物質については、炭化水素類が多く測定で検出されており、2,3-ジメチルブタンは1時間値の最高値として $520 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が観測された。一方、ハロゲン化合物の1,2-ジブロモメタン、ベンジルククロライド及びヘキサクロロ-1,3-ブタジエンは、測定期間中ほとんど検出されなかったため、年平均値を算出しなかった。

また、表2に、市原市岩崎西における2010～2020年度（2019年度を除く）^{注1)}における主な物質の年平均値と、直近10年間に於ける最高値（1時間値）及び法的区分等を示す。

同期間において、環境基準が定められている4物質（ベンゼン、ジクロロメタン、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン）のうち、ベンゼンを除く3物質は環境基準を遙かに下回る濃度で推移している。2020年度のベンゼンについては、1時間値では環境基準（年平均値 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）をたびたび超過していたが、年平均値は環境基準を下回る $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、指針値が定められている6物質（アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、1,3-ブタジエン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン及び塩化メチル）における同期間の濃度推移についても、全て指針値を下回っている。なお、i-ペンタン、n-ペンタン及びn-ヘキサンにおいては、2010年度以降の測定における1時間値の最高濃度が2020年度に観測された。

表1 VOC自動連続測定装置による測定成分及び法的区分並びに2020年度年平均値

*2020年度追加物質

分類	区分 ^{注2)}		物質名	年平均値 μg/m ³	分類	区分		物質名	年平均値 μg/m ³	分類	区分		物質名	年平均値 μg/m ³		
	有害	重点				有害	重点				有害	重点				
炭化水素			i-ブタン	6.4	炭化水素			3-メチルヘプタン	0.43	ハロゲン化合物		○	1,1-ジクロロエタン*	0.02		
			1-ブテン	2.2				n-オクタン	0.38		○	○	1,2-ジクロロエチレン*	0.79		
	◎	○	1,3-ブタジエン	0.49		○	○	エチルベンゼン	2.3		◎	○	クロロホルム	0.53		
			n-ブタン	9.3		○	○	p+m-キシレン	1.1		◎	○	1,2-ジクロロエタン	0.52		
			trans-2-ブテン*	0.76		○	○	o-キシレン	0.33			○	1,1,1-トリクロロエタン	0.01		
			cis-2-ブテン*	0.80		○	○	スチレン	0.45		○	○	四塩化炭素	0.66		
			i-ペンタン	13				i-プロピルベンゼン	0.28		○	○	1,2-ジクロロプロパン	0.04		
			1-ペンテン*	0.11			○	αピネン	0.23		◎	○	トリクロロエチレン	0.44		
			n-ペンタン	12				n-プロピルベンゼン	0.09			○	trans-1,3-ジクロロプロペン	0.05		
	○		イソプレン	0.30				3-エチルトルエン	0.25			○	cis-1,3-ジクロロプロペン	0.03		
			trans-2-ペンテン*	0.16				4-エチルトルエン	0.11		○	○	1,1,2-トリクロロエタン*	0.01		
			cis-2-ペンテン*	0.07			○	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.12		○	○	1,2-ジプロモエタン*	—		
			2,2-ジメチルブタン*	0.23				βピネン	0.13		◎	○	テトラクロロエチレン	0.20		
			2,3-ジメチルブタン*	3.5				2-エチルトルエン	0.12		○		モノクロロベンゼン	0.02		
			3-メチルペンタン	2.7				n-デカン	0.50		○	○	1,1,2,2-テトラクロロエタン	0.03		
			2-メチル-1-ペンテン*	0.27			○	1,2,4-トリメチルベンゼン	0.43		○	○	ベンジルクロライド*	—		
	○	○	n-ヘキサン	8.4			○	1,2,3-トリメチルベンゼン	0.11			○	1,3-ジクロロベンゼン	0.02		
			メチルシクロペンタン*	0.77			○	m-ジエチルベンゼン*	0.02		○	○	1,4-ジクロロベンゼン	0.22		
	◎	○	ベンゼン	2.6			○	p-ジエチルベンゼン*	0.08		○	○	1,2-ジクロロベンゼン	0.01		
			2-メチルヘキサン*	0.55				n-ウンデカン	0.30			○	ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン*	—		
			シクロヘキサン	1.9		ハロゲン化合物	◎	○	塩化メチル		1.5	フロン類	○	○	CFC-12	3.2
			2,3-ジメチルペンタン*	0.16			◎	○	塩化ビニルモノマー		1.6		○	○	CFC-114	0.15
			3-メチルヘキサン	0.56			○	○	プロモタン		0.07		○	○	CFC-11	1.6
			n-ヘプタン	1.1					エチルクロライド		0.09		○	○	CFC-113	0.64
			メチルシクロヘキサン*	0.56			○	○	1,1-ジクロロエチレン		0.04	他	◎	○	アクリロニトリル	0.73
			2,3,4-トリメチルヘプタン*	0.05			◎	○	ジクロロメタン		1.2					
	○	○	トルエン	6.4			○	○	塩化アリル		0.03					

表2 直近10年間(2010~2020年度)におけるVOCs連続測定結果^{注1)} 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

分類	区分 ^{注2)}		物質名 (環境基準または指針値 : 単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	最高値 (2010 -2020) 注4)	
	有 害	重 点		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
炭 化 水 素	◎	○	ベンゼン (3)	2.6	2.8	2.3	3.1	2.7	2.9	3.9	3.4	2.6	2.6	140
	◎	○	1,3-ブタジエン (2.5)	1.5	1.4	1.3	1.5	1.2	1.0	1.3	0.60	0.76	0.49	320
			i-ペンタン	14	7.1	9.3	<u>7.0</u>	7.9	11	9.4	12	9.7	13	2400
			n-ペンタン	5.1	5.0	7.4	<u>4.5</u>	5.9	8.5	7.2	10	8.2	12	2900
	○	○	n-ヘキサン	8.1	5.4	6.1	<u>5.6</u>	5.4	2.1	2.2	2.2	2.2	8.4	990
	○	○	トルエン	8.4	9.2	6.4	7.7	6.5	6.7	8.6	7.1	5.6	6.4	1100
	○	○	エチルベンゼン	2.4	2.2	1.9	2.3	2.4	2.0	2.6	2.4	2.0	2.3	480
	○	○	p+m-キシレン	3.8	1.6	1.3	1.7	1.5	1.1	1.3	1.6	0.84	1.1	410
	○	○	o-キシレン	0.75	0.56	0.42	0.58	0.50	0.35	0.45	0.36	0.24	0.33	60
	○	○	スチレン	0.86	0.87	0.53	<u>0.80</u>	0.54	0.52	1.0	0.51	0.26	0.45	59
			4-エチルトルエン	0.32	0.16	0.12	0.16	0.11	0.11	0.14	0.11	0.06	0.11	72
		○	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.31	0.15	0.11	0.17	0.13	0.12	0.15	0.12	0.10	0.12	73
		○	1,2,4-トリメチルベンゼン	0.79	0.50	0.33	0.59	0.38	0.38	0.52	0.34	0.21	0.43	73
ハ ロ ゲ ン 化 合 物	◎	○	トリクロロエチレン (130)	0.85	0.55	0.42	0.50	0.48	0.47	0.51	0.35	0.39	0.44	62
	◎	○	テトラクロロエチレン (200)	0.41	0.23	0.16	0.15	0.15	0.14	0.19	0.13	0.14	0.20	27
	◎	○	ジクロロメタン (150)	1.7	1.6	1.2	1.2	1.3	1.2	1.5	0.91	0.98	1.2	155
	◎	○	塩化ビニルモノマー (10)	0.77	0.71	0.56	1.2	0.97	0.83	0.90	0.66	1.1	1.6	540
	◎	○	クロロホルム (18)	0.46	0.33	0.36	0.36	0.41	0.39	0.48	0.45	0.32	0.53	550
	◎	○	1,2-ジクロロエタン (1.6)	1.1	0.44	0.50	0.55	0.85	0.99	1.1	0.66	0.62	0.52	190
	◎	○	塩化メチル (94)	2.3	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	0.76	0.83	1.5	82
	○	○	塩化アリル	<0.1	<0.1	0.01	0.01	0.02	0.19	0.08	0.02	0.01	0.03	7.9
			エチルクロライド	<0.1	0.16	0.11	0.15	0.17	0.12	0.14	0.05	0.05	0.09	110
	○	○	1,1-ジクロロエチレン	-	-	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	14
		○	1,1,1-トリクロロエタン	0.06	<0.1	0.06	<0.1	<0.1	<0.1	0.02	0.01	<0.01	0.01	13
	○	○	四塩化炭素	1.1	0.59	0.52	0.63	0.70	0.74	0.73	0.55	0.57	0.66	35
	○	○	1,2-ジクロロプロパン	<0.1	<0.1	0.05	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08	0.03	0.04	12
○		モノクロロベンゼン	<0.1	<0.1	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	12	
○	○	1,1,2,2-テトラクロロエタン	<0.1	<0.1	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.01	0.03	20	
○	○	1,4-ジクロロベンゼン	0.43	0.23	0.25	0.25	0.20	0.29	0.30	0.16	0.13	0.22	18	
フ ロ ン 類		○	CFC-114	0.22	0.20	0.13	0.15	0.15	0.13	0.15	0.04	0.06	0.15	18
		○	CFC-11	2.3	1.7	1.5	1.5	1.5	1.8	2.0	1.2	1.3	1.6	59
		○	CFC-113	0.77	0.68	0.62	0.63	0.64	0.62	0.63	0.43	0.46	0.64	20
他	◎	○	アクリロニトリル (2)	1.3	1.3	1.5	1.5	1.2	0.99	1.2	0.64	0.66	0.73	310

□ : 環境基準もしくは指針値超過に相当する値

注1) 各年度の測定期間に係る特記事項は下記のとおり。2014, 2016年度は, 2週間以上の欠測期間を記載。2019年度は, ヘリウムガス供給不安定により, 2019年4月から2019年8月まで測定を中断。2019年9月からは窒素ガスで運用しており¹⁾, キャリアガスが異なるため, 2019年度の測定は除く。

2010年度の測定期間: 2010/4/1 ~ 2011/1/31

2011年度の測定期間: 2011/9/2 ~ 2012/3/30

2012年度の測定期間: 2012/4/2 ~ 2012/12/25

2013年度の測定期間: 2013/9/1 ~ 2014/3/31

2014年度の測定期間: 2015/1/9 ~ 2015/2/1で欠測

2016年度の測定期間: 2016/6/17 ~ 2016/10/14で欠測

2017年度の測定期間: 2017/4/15 ~ 2018/3/29

2019年度の測定期間: 全期間欠測

2020年度の測定期間: 2020/8/4 ~ 2021/3/31

上記以外の年度の測定期間は通年

注2) 区分の有害 ○: 有害大気汚染物質に該当する可能性のある物質リスト(248物質)に記載の物質

◎: リスト中の優先取組物質

重点 ○: 千葉県重点管理物質該当物質

注3) 二重下線付き平均値は, 標準物質の欠乏等により他の標準物質との応答比から求めた推計値

注4) 最高値は, 1時間値の最高濃度で, 太字は2020年度に観測された最高値

4 文献

1) 大木誠吾, 内藤季和, 阿部徳子: 固定発生源周辺における大気中揮発性有機化合物の自動連続測定—N2 キャリアガス法による運用の検討—, 千葉県環境研究センター年報 (2020)

