

平成 23 年度 揮発性有機化合物の調査結果

環境科学課 大気担当

平成 22 年度に引き続き光化学オキシダントに係る揮発性有機化合物の実態調査を行った。

調査地点は有害大気モニタリング地点（香椎局・吉塚局・南局・西新局）および祖原局の計 5 地点である。

調査は毎月 1 回、24 時間連続採取でサンプリングを行った。

調査対象物質は表 1 に示すとおりである。炭素数 2～4 の物質は試料濃縮管を用いて試料を濃縮し GC-FID 法により測定した。炭素数 2～4 以外の成分は容器捕集-GC/MS 法により測定した。

No.	化合物	No.	化合物	No.	化合物
1)	アセチレン	21)	3-メチルペンタン	41)	m-キシレン
2)	エチレン	22)	2-メチル-1-ペンテン	42)	o-キシレン
3)	エタン	23)	n-ヘキサン	43)	スチレン
4)	プロピレン	24)	メチルシクロペンタン	44)	n-ノナン
5)	プロパン	25)	ベンゼン	45)	i-プロピルベンゼン
6)	i-ブタン	26)	シクロヘキサン	46)	m-プロピルベンゼン
7)	n-ブタン	27)	2-メチルヘキサン	47)	α-ピネン
8)	1-ブテン	28)	2,4-ジメチルペンタン	48)	β-ピネン
9)	i-2-ブテン	29)	2,3-ジメチルペンタン	49)	1,3,5-トリメチルベンゼン
10)	c-2-ブテン	30)	3-メチルヘキサン	50)	1,2,4-トリメチルベンゼン
11)	i-ペンタン	31)	2,2,4-トリメチルペンタン	51)	m-エチルトルエン
12)	1-ペンテン	32)	n-ヘプタン	52)	p-エチルトルエン
13)	イソプレン	33)	メチルシクロヘキサン	53)	2-エチルトルエン
14)	n-ペンタン	34)	2,3,4-トリメチルペンタン	54)	n-デカン
15)	i-2-ペンテン	35)	トルエン	55)	1,2,3-トリメチルベンゼン
16)	c-2-ペンテン	36)	2-メチルヘプタン	56)	m-ジエチルベンゼン
17)	2,2-ジメチルブタン	37)	3-メチルヘプタン	57)	p-ジエチルベンゼン
18)	シクロペンタン	38)	n-オクタン	58)	n-ウンデカン
19)	2,3-ジメチルブタン	39)	エチルベンゼン		
20)	2-メチルペンタン	40)	p-キシレン		

表1 調査対象物質

調査結果

調査地点ごとの VOC 濃度の経月変化を図 1 に示す。参考に平成 22 年度の調査結果もあわせて示す。

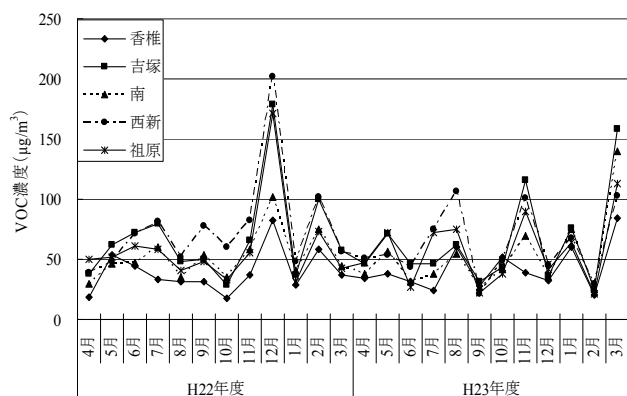


図 1 調査地点ごとの VOC 濃度

Ox 生成に寄与する VOC 濃度の総和は、平成 22 年度は 18～202 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平成 23 年度は 20～158 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で推移していた。年平均値は、平成 22 年度が 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平成 23 年度が 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とほぼ変わらなかった。VOC 濃度の経月変化については、平成 22 年 12 月と平成 24 年 3 月が高く、風速が弱く大気が滞留しやすい気象条件であったと考えられた。

各局の季節ごと（春：4～6 月，夏：7～9 月，秋：10～12 月，冬：1～3 月）の VOC 成分の平均濃度を表 2 に示す。昨年度までと同様、冬季にアセチレン，エチレン，エタン，プロパン，i-ブタン，n-ブタンなどの炭素数 2～4 の物質の割合が大きくなる傾向が見られた。

各 VOC がどの程度オゾンの生成に寄与しているか、MIR (Maximum Incremental Reactivity, 単位： $\mu\text{g}-\text{O}_3/ \mu\text{g}-\text{VOC}$) を用いて算出した。大気中 VOC 濃度に MIR を乗じたものをオゾン生成能とした。各局のオゾン生成能の年平均値、そのときの生成能の上位 5 物質が占める割合を表 3 に示す。平均オゾン生成能は 60～95ppb であった。また、上位 5 物質でオゾン生成能の約 50% 占め、全ての局で生成能に占める割合が最も高かったのはトルエンであった。

表2 各局における季節ごとの VOC 平均濃度 (単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

		春					夏					秋					冬				
		香椎	吉塚	南	西新	祖原	香椎	吉塚	南	西新	祖原	香椎	吉塚	南	西新	祖原	香椎	吉塚	南	西新	祖原
アルカン類	エタン	2.3	2.2	2.2	3.2	2.6	1.3	1.5	1.4	1.8	1.8	2.5	2.3	2.6	3.2	3.4	5.4	5.6	6.0	6.0	6.3
	プロパン	4.9	7.2	4.5	5.1	4.6	3.6	5.7	4.3	3.8	4.9	4.9	8.4	6.3	6.7	7.4	10	15	12	9.6	12
	i-ブタン	1.3	2.9	1.7	2.9	3.5	1.3	1.9	1.6	2.3	2.6	2.3	3.1	2.4	4.8	3.9	2.7	3.9	5.0	3.8	4.1
	n-ブタン	2.0	4.9	2.5	5.3	5.8	2.3	3.4	2.8	4.2	4.7	2.8	4.0	3.6	6.8	5.8	3.9	5.8	7.1	5.8	6.2
	i-ペンタン	1.8	3.2	2.9	4.2	3.6	3.0	4.0	3.6	5.7	4.1	4.5	4.2	4.0	6.0	4.3	2.6	4.2	5.8	4.3	3.7
	n-ペンタン	1.0	1.9	1.8	2.5	2.1	1.5	2.0	1.9	2.7	2.1	2.5	2.5	2.6	2.9	2.4	1.9	2.7	3.4	2.9	2.3
	2,2-ジメチル-ブタン	0.063	0.12	0.12	0.16	0.14	0.10	0.12	0.12	0.19	0.12	0.17	0.18	0.18	0.21	0.17	0.14	0.21	0.27	0.25	0.20
	2,3-ジメチル-ブタン	0.13	0.27	0.23	0.30	0.22	0.17	0.26	0.25	0.40	0.23	0.22	0.30	0.27	0.39	0.28	0.19	0.32	0.40	0.36	0.27
	2-メチルペンタン	0.61	1.2	1.0	1.2	1.0	0.81	1.1	1.1	1.8	1.1	1.0	1.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.6	2.1	1.6	1.3
	3-メチルペンタン	0.42	0.86	0.68	0.83	0.67	0.55	0.80	0.69	1.1	0.68	0.65	1.2	0.87	1.2	0.92	0.74	1.2	1.4	1.1	0.86
	n-ヘキサン	0.92	1.6	0.92	1.1	1.0	2.2	2.0	1.4	2.1	2.2	2.7	2.5	1.7	2.2	2.5	1.5	2.2	1.9	1.5	1.2
	2,4-ジメチルペンタン	0.06	0.088	0.083	0.11	0.084	0.069	0.092	0.088	0.14	0.087	0.074	0.12	0.11	0.14	0.11	0.092	0.14	0.15	0.15	0.12
	2-メチルヘキサン	0.21	0.30	0.29	0.37	0.25	0.22	0.30	0.34	0.55	0.38	0.25	0.42	0.37	0.51	0.40	0.32	0.41	0.53	0.48	0.36
	2,3-ジメチルペンタン	0.088	0.12	0.13	0.17	0.12	0.090	0.12	0.12	0.20	0.17	0.10	0.16	0.14	0.19	0.16	0.11	0.13	0.19	0.17	0.12
	3-メチルヘキサン	0.21	0.29	0.31	0.41	0.29	0.20	0.27	0.30	0.52	0.47	0.20	0.24	0.34	0.44	0.40	0.31	0.41	0.56	0.48	0.37
	2,2,4-トリメチルペンタン	0.090	0.13	0.13	0.19	0.12	0.11	0.16	0.16	0.26	0.16	0.092	0.18	0.15	0.21	0.15	0.14	0.17	0.20	0.21	0.16
	n-ヘプタン	0.20	0.29	0.26	0.32	0.24	0.18	0.28	0.29	0.43	0.45	0.14	0.28	0.24	0.31	0.32	0.33	0.43	0.53	0.43	0.36
	2,3,4-トリメチルペンタン	0.061	0.081	0.083	0.14	0.076	0.089	0.11	0.11	0.17	0.11	0.079	0.15	0.14	0.18	0.13	0.10	0.14	0.16	0.16	0.12
	2-メチルヘプタン	0.091	0.13	0.12	0.14	0.11	0.10	0.13	0.13	0.17	0.12	0.10	0.15	0.14	0.17	0.14	0.14	0.16	0.19	0.18	0.15
	3-メチルヘプタン	0.11	0.15	0.15	0.17	0.13	0.093	0.12	0.12	0.17	0.12	0.094	0.14	0.14	0.16	0.13	0.13	0.14	0.19	0.16	0.13
	n-オクタン	0.28	0.33	0.19	0.17	0.15	0.27	0.30	0.21	0.21	0.19	0.19	0.25	0.17	0.19	0.18	0.27	0.26	0.25	0.20	0.20
	n-ノナン	0.40	0.51	0.42	0.38	2.5	0.26	0.37	0.32	0.38	0.93	0.21	0.45	0.31	0.47	0.96	0.36	0.66	0.50	0.36	0.65
	n-デカン	0.78	0.70	0.59	0.56	2.3	0.48	0.50	0.43	13	14	0.33	0.73	0.44	1.3	1.0	0.57	1.1	0.69	0.65	0.78
	n-ウンデカン	1.2	0.59	0.55	0.51	0.68	0.88	0.45	0.41	0.63	0.67	0.50	0.45	0.48	0.48	0.46	0.44	0.54	0.36	0.34	0.39
アルケン類	エチレン	1.0	1.6	1.6	1.5	1.2	1.1	1.5	1.3	1.7	1.2	1.1	1.9	1.8	2.0	1.6	2.3	2.9	3.3	3.0	2.5
	アセチレン	0.67	0.84	1.4	0.94	0.72	0.52	0.64	0.65	0.84	0.59	0.55	0.90	1.1	0.96	0.83	1.4	1.6	2.2	1.6	1.4
	プロピレン	0.38	0.62	0.61	0.60	0.56	1.1	0.97	0.69	1.8	0.69	0.27	0.64	0.51	0.78	0.58	0.70	0.97	1.1	1.1	0.93
	1-ブテン	0.90	1.1	0.88	1.2	1.0	0.95	0.92	0.91	1.1	1.1	1.1	1.1	0.96	1.6	1.3	1.0	1.3	1.9	1.4	1.3
	t-2-ブテン	0.079	0.20	0.16	0.20	0.17	0.11	0.16	0.13	0.24	0.14	0.30	0.32	0.26	0.49	0.28	0.16	0.30	0.39	0.29	0.23
	c-2-ブテン	0.16	0.15	0.23	0.26	0.16	0.079	0.14	0.12	0.24	0.11	0.18	0.25	0.23	0.44	0.25	0.15	0.26	0.35	0.28	0.19
	1-ペンテン	0.058	0.10	0.093	0.12	0.11	0.082	0.12	0.10	0.18	0.13	0.081	0.12	0.10	0.20	0.16	0.081	0.13	0.17	0.13	0.10
	イソプレン	0.45	0.095	0.15	0.11	0.11	1.6	0.33	0.72	0.25	0.22	0.25	0.15	0.18	0.17	0.16	0.075	0.13	0.12	0.16	0.12
	t-2-ペンテン	0.085	0.20	0.17	0.24	0.19	0.13	0.21	0.16	0.34	0.16	0.29	0.31	0.29	0.51	0.29	0.14	0.28	0.35	0.28	0.20
	c-2-ペンテン	0.041	0.090	0.081	0.11	0.094	0.075	0.098	0.085	0.17	0.077	0.12	0.15	0.13	0.24	0.14	0.074	0.15	0.16	0.16	0.12
	2-メチル-1-ペンテン	0.043	0.074	0.062	0.082	0.074	0.068	0.088	0.081	0.15	0.086	0.074	0.11	0.093	0.15	0.10	0.074	0.14	0.12	0.16	0.13
芳香族類	ベンゼン	0.72	0.81	0.72	0.78	0.82	0.86	0.92	0.74	0.87	1.1	0.94	1.1	1.0	1.0	1.2	1.7	1.8	2.0	1.8	1.8
	トルエン	4.1	9.2	7.0	6.4	5.8	5.3	6.9	5.8	9.4	3.7	4.4	13	6.2	7.5	5.6	6.4	9.1	8.5	5.9	5.5
	エチルベンゼン	0.79	1.7	1.0	0.75	0.87	0.63	1.3	0.84	0.75	0.60	0.60	2.0	0.88	1.1	0.79	1.0	6.7	1.4	0.98	1.0
	m,p-キシレン	0.73	1.5	1.0	0.83	0.79	0.49	1.0	0.72	0.82	0.54	0.48	1.6	0.87	1.1	0.78	0.91	5.1	1.4	1.1	1.0
	スチレン	1.5	0.27	0.15	0.11	0.093	0.28	0.16	0.13	0.13	0.12	0.14	0.24	0.18	0.18	0.19	0.16	0.27	0.19	0.29	0.26
	o-キシレン	0.34	0.57	0.42	0.35	0.30	0.26	0.46	0.34	0.39	0.27	0.22	0.58	0.37	0.43	0.35	0.39	1.3	0.56	0.53	0.50
	i-プロピルベンゼン	0.10	0.11	0.093	0.10	0.085	0.10	0.094	0.092	0.10	0.084	0.12	0.14	0.13	0.13	0.13	0.11	0.20	0.12	0.18	0.18
	n-プロピルベンゼン	0.19	0.23	0.21	0.23	0.18	0.18	0.21	0.20	0.26	0.19	0.17	0.27	0.23	0.28	0.23	0.19	0.36	0.26	0.34	0.32
	m,p-エチルトルエン	0.48	0.80	0.69	0.76	0.53	0.44	0.66	0.62	0.85	0.53	0.36	0.91	0.69	0.95	0.73	0.56	1.1	1.04	1.09	0.95
	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.15	0.24	0.20	0.21	0.15	0.14	0.20	0.18	0.25	0.17	0.10	0.26	0.19	0.27	0.20	0.15	0.35	0.29	0.33	0.29
	2-エチルトルエン	0.22	0.30	0.26	0.26	0.21	0.21	0.28	0.26	0.31	0.25	0.18	0.32	0.26	0.33	0.27	0.19	0.39	0.31	0.39	0.35
	1,2,4-トリメチルベンゼン	0.66	1.1	0.93	0.92	0.66	0.50	0.82	0.75	1.0	0.67	0.46	1.2	0.87	1.2	0.95	0.60	1.2	1.3	1.2	0.99
	1,2,3-トリメチルベンゼン	0.26	0.33	0.30	0.29	0.23	0.20	0.24	0.23	0.29	0.24	0.14	0.28	0.22	0.29	0.24	0.17	0.41	0.29	0.41	0.37
	m-ジエチルベンゼン	0.056	0.058	0.052	0.049	0.032	0.086	0.082	0.080	0.10	0.084	0.14	0.16	0.15	0.16	0.16	0.056	0.23	0.069	0.23	0.22
	p-ジエチルベンゼン	0.17	0.18	0.19	0.14	0.13	0.16	0.14	0.15	0.17	0.15	0.14	0.16	0.15	0.16	0.18	0.16	0.35	0.16	0.40	0.34
その他	シクロペンタン	0.093	0.14	0.12	0.17	0.14	0.15	0.15	0.12	0.19	0.14	0.14	0.19	0.15	0.20	0.16	0.14	0.20	0.21	0.20	0.17
	メチルシクロペンタン	0.24	0.46	0.32	0.41	0.36	0.29	0.45	0.41	0.53	0.35	0.27	0.50	0.38	0.52	0.43	0.38	0.59	0.63	0.52	0.43
	シクロヘキサン	0.21	0.39	0.23	0.25	0.25	0.19	0.38	0.33	0.33	0.20	0.18	0.48	0.33	0.23	0.20	0.42	0.45	0.50	0.33	0.35
	メチルシクロヘキサン	0.31	0.76	0.43	0.22	0.22	0.62	0.48	0.34	0.28	0.25	0.27	1.3	0.37	0.26	0.23	0.70	0.86	0.53	0.32	0.32
	α -ピネン	0.27	0.29	0.20	0.13	0.15	0.30	0.24	0.18	0.17	0.23	0.23	0.28	0.26	0.28	0.39	0.18	0.27	0.19	0.16	0.20
	β -ピネン	0.11	0.11	0.10	0.087	0.091	0.15	0.12	0.12	0.11	0.12	0.10	0.12	0.11	0.11	0.11	0.093	0.11	0.090	0.10	0.10

表3 各局のオゾン生成能の年平均値とその上位5物質が占める割合

	香椎		吉塚		南		西新		祖原	
	物質名	割合	物質名	割合	物質名	割合	物質名	割合	物質名	割合
1	トルエン	17%	トルエン	20%	トルエン	17%	トルエン	16%	トルエン	14%
2	エチレン	10%	エチレン	9%	エチレン	11%	エチレン	10%	エチレン	10%
3	1-ブテン	8%	m,p-キシレン	8%	1-ブテン	8%	1-ブテン	7%	1-ブテン	8%
4	プロピレン	6%	1-ブテン	6%	プロピレン	5%	プロピレン	7%	プロピレン	5%
5	2-メチル-1,3-ブタジエン	5%	プロピレン	5%	1,2,4-トリメチルベンゼン	4%	i-ペンタン	5%	n-ブタン	5%
	平均オゾン生成能(ppb)	60	平均オゾン生成能(ppb)	95	平均オゾン生成能(ppb)	78	平均オゾン生成能(ppb)	90	平均オゾン生成能(ppb)	73