

## ノート

# 大気中有機化学物質実態調査(第2報)

山川雅弘, 佐来栄治, 市岡高男, 早川修二,  
西山亨, 塚田進, 白井宣一郎

## Behavior of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air ( )

Masahiro YAMAKAWA, Eiji SARAI, Itioka TAKAO, Shuji HAYAKAWA,  
Touku NISHIYAMA, Susumu TSUKADA and Senichiro SHIRAI

キャニスター捕集 - GC/MS 法を用いて大気中有機化学物質調査を実施した。

今回の調査(H10 ~ 15年度)で最も高濃度に検出された物質はトルエンであった。トルエン, エチルベンゼン, キシレン類, 1,2-ジクロロプロパンおよびジクロロベンゼン類について化学物質環境汚染実態調査結果(環境省)と比較したところ, 同程度の濃度レベルであった。また, 平成14年度PRTR制度公表データと比較したところ, 全国PRTR排出合計量(届出および届出外合計)上位5物質及び, 同三重県排出合計量上位4物質が, 今回の調査対象物質の内, PRTR制度対象物質の大気中濃度の順位と一致していた。

フロン類の6年間平均濃度は, 北海道内バックランド地点と比べて1.1 ~ 1.3倍とほとんど変わらなかった。また, フロン類の内, 1,1,1-トリクロロエタンのみ減少傾向がみられ, この傾向は北海道内バックランド地点と似かよっていた。これは, 今回の調査地点周辺には発生源がほとんど存在しないためと考えられる。

臭化メチルは平成14年度から減少傾向がみられた。この物質はモントリオール議定書付属書に基づき, 平成17年度に全廃(先進国, 一部用途を除く)される予定であり, 今後も減少していくことが予想される。

キーワード: 大気, キャニスター, 揮発性有機化学物質

### はじめに

1996年大気汚染防止法の一部改正により, 各地方自治体では有害大気汚染物質モニタリングを実施している。この調査は, 平成8年度に中央環境審議会が示した「有害大気汚染物質に該当する可能性のある物質」(234物質)の内, 優先的に取り組むべき物質(「優先取組物質」)22物質の中で分析法が確立されている20物質を対象としている。三重県でも調査を実施しているが, 民間委託調査によっているダイオキシン類を除く19物質は当科学技術振興センター保健環境研究部において測定を実施している。この内, ベンゼン等揮発性の高い9物質についてはキャニスター捕集 - GC/MS法により分析を行っているが, この手法では, その9物質以外に同時に

測定可能な物質が多い。これらの物質には「有害大気汚染物質に該当する可能性のある物質」に該当するもの, 「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」に係る報告対象物質(PRTR制度)やフロン類等が含まれており, 大気環境中の濃度変化を調査することが必要な物質である。

全報<sup>12)</sup>では, 優先取組物質9物質およびEPAのTO-14法で測定可能な揮発性有機化学物質33物質を対象に平成9年9月から1年間について, また, ベンゼン, トルエン, キシレン類およびエチルベンゼンについては, 平成10年4月から2年間と比較的短い期間での結果について報告を行った。今回は平成10年4月から6年間の結果について経時変化等の考察を行ったので報告する。

表 1 調査地点

地点名	区域
①(地点A) 桑名上野浄水場	一般環境
②(地点B) 四日市北高校	一般環境
③(地点C) 亀山みなみ保育園	一般環境
④(地点D) 津西が丘小学校	一般環境
⑤(地点E) 名張小学校	一般環境
⑥(地点F) 国道23号三雲	沿道

注)地点Cは平成13年度、地点Aは平成14年度まで

## 調査方法

### 1. 調査地点

三重県北部地域の表 1 および図 1 に示す大気常時監視局 6 局で行った。

### 2. 分析方法

前報<sup>1,2)</sup> およびマニュアル<sup>3)</sup> に従って分析を行った。

なお、キシレン類は、1,3-キシレンおよび 1,4-キシレンが GC で分離できないため、1,3-,1,4-キシレンの総量として定量を行った。

### 3. その他調査概要

- ・調査頻度 月 1 回
- ・調査時間 2 4 時間
- ・調査対象物質 表 2 に示す。

## 結果および考察

### 1. 調査結果

#### 1. 1 結果の概要

各年度、各物質毎の平均値および検出率を表 2 に示した。

平成 10 ~ 15 年度の平均値で最も高い濃度となったのはトルエンで唯一平均が  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を越えた物質であった。  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を越えたのはジクロロジフルオロメタン (F-12)、ジクロロテトラフルオロエタン (F-114)、ベンゼン、エチルベンゼン、キシレン類、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,4-ジクロロベンゼンであった。

検出率が 30%以下となったのは 1,1-ジクロロエチレン等 13 物質であった。

#### 1. 2 PRTR データとの比較

「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」(平成 11 年 7 月公布) に基づき導入された PRTR 制度(化学物質排出移動量届出制度)により、対象化学物質を製造したり使用したりしている事業者は、環境中に排出した量と、廃棄物として処理するために事業所の外へ移動させた量を自ら把握し、行政機関に報告する事となっている。国は、そのデータを整



図 1 調査地点

理し集計し、また、家庭や農地、自動車などから排出されている対象化学物質の量を推計して、2つのデータを併せて公表している。その平成 14 年度の集計結果(PRTR 排出量調査)<sup>4)</sup>の内、今回の実態調査対象物質を抽出し、全国および三重県における排出合計量(届出および届出外(推計))の多かった上位 10 物質を表 3 に示した。また、今回の調査対象物質の内、PRTR 制度対象物質に該当する物質の調査結果平均値(6 地点 6 年間、優先取組物質は平成 10 ~ 14 年度の 5 年間)が高かった上位 11 物質を表 4 に示した。

この 2つの表によると、全国の PRTR 排出合計量で上位 5 物質が、三重県の同合計量で上位 4 物質が大気中の濃度順位と一致していた。三重県で 5 番目に排出量が多かったスチレンの大気中濃度は 10 位であった。

大気中濃度上位 11 物質に入っているが、PRTR 排出量調査の上位 10 物質に入っていないのは四塩化炭素およびクロロメタンであった。四塩化炭素はモントリオール議定書に基づき、先進国において 1996 年に全廃された物質で、排出量は少ない。しかしながら、分解性が低いため、大気中の濃度は比較的高く存在する物質である。クロロメタンは人為的よりも自然発生の方が多量物質といわれている<sup>5)</sup>。

全国の PRTR 排出量調査の上位 10 物質に入っているが、大気中濃度上位 11 物質に入っていない物質は 1,3-ジクロロプロペンであった。この物質は農薬等として使

表2 調査対象物質平均濃度(6地点平均)およびその検出率

No.	物質名\年度	10	11	12	13	14	15	10~15	検出率
1	ジクロロジフルオロメタン(F-12)	3.7	4.0	4.0	3.9	3.6	3.1	3.8	100
2	クロロメタン	1.9	2.1	1.8	1.9	1.7	1.4	1.8	100
3	ジクロロテトラフルオロエタン(F-114)	0.17	0.15	0.15	0.16	0.15	0.13	0.15	100
4	塩化ビニル	0.19	0.33	0.21	0.16	0.23		0.22	82
5	1,3-ブタジエン	0.34	0.48	0.41	0.33	0.36		0.38	100
6	臭化メチル	0.11	0.11	0.11	0.12	0.090	0.064	0.098	100
7	クロロエタン	0.13	0.17	0.18	0.095	0.19	0.11	0.15	97
8	トリクロロフルオロメタン(F-11)	2.0	2.1	2.3	2.3	1.9	1.7	2.1	100
9	アクリロニトリル	0.19	0.32	0.23	0.24	0.30		0.26	95
10	1,1-ジクロロエチレン	-	-	-	-	-	-	-	<30
11	ジクロロメタン	4.3	4.7	2.5	3.8	3.7		3.8	100
12	3-クロロ-1-プロペン	-	-	-	-	-	-	-	<30
13	トリクロロトリフルオロエタン(F-113)	0.86	0.82	0.91	0.86	0.83	0.72	0.84	100
14	1,1-ジクロロエタン	-	-	-	-	-	-	-	<30
15	cis-1,2-ジクロロエチレン	-	-	-	-	-	-	-	<30
16	クロロホルム	0.81	0.35	0.24	0.24	0.30		0.39	100
17	1,2-ジクロロエタン	0.25	0.29	0.29	0.20	0.19		0.24	100
18	1,1,1-トリクロロエタン	0.52	0.45	0.36	0.34	0.23	0.16	0.36	100
19	ベンゼン	2.5	2.2	1.8	1.9	2.1		2.1	100
20	四塩化炭素	0.76	0.84	0.85	0.88	0.90	0.64	0.82	100
21	1,2-ジクロロプロパン	0.033	0.038	0.041	0.042	0.042	0.031	0.038	89
22	トリクロロエチレン	1.2	1.1	1.1	0.97	0.81		1.0	99
23	cis-1,3-ジクロロプロペン	-	-	-	-	-	-	-	<30
24	trans-1,3-ジクロロプロペン	-	-	-	-	-	-	-	<30
25	1,1,2-トリクロロエタン	-	-	-	-	-	-	-	<30
26	トルエン	13	12	16	14	8.1	7.9	12	100
27	1,2-ジプロモエタン	-	-	-	-	-	-	-	<30
28	テトラクロロエチレン	0.39	0.37	0.30	0.30	0.18		0.31	92
29	クロロベンゼン	-	-	-	-	-	-	-	<30
30	エチルベンゼン	3.1	3.1	3.2	2.9	1.5	1.7	2.7	99
	キシレン類	5.1	4.7	4.6	4.3	2.5	2.6	4.1	100
31	(1,3- 1,4-キシレン)	3.7	3.5	3.4	3.2	1.8	1.9	3.0	100
32	(1,2-キシレン)	1.4	1.2	1.2	1.1	0.66	0.71	1.1	100
33	スチレン	0.66	0.59	0.59	0.33	0.19	0.22	0.45	96
34	1,1,2,2-テトラクロロエタン	-	-	-	-	-	-	-	<30
35	4-エチルトルエン	1.1	1.1	0.51	0.37	0.14	0.25	0.60	98
36	1,3,5-トリメチルベンゼン	0.55	0.53	0.49	0.45	-	0.16	0.41	88
37	1,2,4-トリメチルベンゼン	1.8	1.5	1.5	1.4	0.45	0.73	1.3	97
38	1,3-ジクロロベンゼン	-	-	-	-	-	-	-	<30
39	1,4-ジクロロベンゼン	1.5	1.3	1.5	1.3	0.63	0.91	1.2	98
40	1,2-ジクロロベンゼン	0.056	0.059	0.043	0.037	-	0.018	0.040	77
41	1,2,4-トリクロロベンゼン	-	-	-	-	-	-	-	<30
42	ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン	-	-	-	-	-	-	-	<30

:優先取組物質、有害大気汚染物質モニタリング対象物質  
:優先取組物質は平成10~14年度の結果

表3 平成14年度全国および三重県におけるPRTR制度対象物質(今回の大気調査対象物質のみ)排出量(届出および届出外(推計))上位10物質

全国 順位	対象物質物質名称	排出量合計 (t)	三重県	
			順位	対象物質物質名称 排出量合計 (t)
(1)	1 トルエン	280,928,676	1	トルエン 6,076,721
(2)	2 キシレン	169,006,269	2	キシレン 3,933,873
(3)	3 ジクロロメタン	42,623,568	3	ジクロロメタン 922,561
(4)	4 エチルベンゼン	39,657,747	4	エチルベンゼン 766,733
(5)	8 ベンゼン	19,179,595	5	スチレン 583,768
(6)	9 トリクロロエチレン	18,923,779	10	クロロエタン 380,000
(7)	10 1,4-ジクロロベンゼン	18,080,992	11	トリクロロエチレン 361,248
(8)	11 1,3,5-トリメチルベンゼン	14,419,587	12	ベンゼン 343,513
(9)	12 スチレン	12,808,295	13	1,4-ジクロロベンゼン 311,329
(10)	15 1,3-ジクロロプロパン	9,441,593	14	1,3,5-トリメチルベンゼン 275,873

全国・三重県順位はPRTR対象物質全体の排出量合計順位

表4 調査対象物質(PRTR制度対象物質のみ)の上位11物質およびその平均濃度(H10~H15年度6年間)

順位 2	対象物質物質名称	平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
(1)	1 トルエン	12
(2)	2 キシレン類	4.1
(3)	4 ジクロロメタン 1	3.8
(4)	5 エチルベンゼン	2.7
(5)	7 ベンゼン 1	2.1
(6)	8 クロロメタン	1.8
(7)	10 1,4-ジクロロベンゼン	1.2
(8)	11 トリクロロエタン 1	1.0
(9)	13 四塩化炭素	0.82
(10)	15 スチレン	0.45
(11)	16 1,3,5-トリメチルベンゼン	0.41

1優先取組物質は5年間(H10~H14年度)  
2順位は調査対象物質全体の濃度の順位

表5 ベンゼンの調査結果（平成10～14年度年平均）

単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (20°C・1atm), 検出限界: 0.03

年度	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
平成10年度平均	2.7	3.0	1.6	2.3	2.0	3.3
平成11年度平均	1.9	2.1	2.2	2.0	2.0	2.9
平成12年度平均	1.8	1.9	1.3	1.5	1.6	2.1
平成13年度平均	2.0	2.4	1.7	1.2	2.1	1.8
平成14年度平均	1.9	2.0	—	1.7	2.1	2.5
全体平均	1.9	2.1	1.5	1.5	1.9	2.1

用され、排水基準や環境基準（水質）が定められている。今回の調査結果では検出率 30%未満（cis-体 22%, trans-体 2%）であった。

三重県の PRTR 排出合計量の上位 10 物質に入っているが大気中濃度上位 11 物質に入っていないのは、クロロエタンであった。この物質の用途は発泡助剤等<sup>9)</sup>である。今回の調査結果では平均で  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （6 地点 6 年間）大気中に存在していた。PRTR 制度による届出があったのは全国で三重県を含めて 11 県のみであったことから全国的には排出量が少なく、このために大気中濃度はそれほど高くなかったことが考えられる。

## 2. BTEXについて

BTEX（ベンゼン、トルエン、エチルベンゼンおよびキシレン類）については前報で平成 10～11 年度の結果を報告した。

平成 12～15 年度の BTEX 結果および平成 10～15 年度の平均値等について表 5～9（ベンゼンについては平成 10～14 年度の平均値のみ）に示した。

### 2.1 BTEX の濃度

ベンゼンは地点 B および地点 F が 6 地点の中で最も高い濃度であった。この 2 地点は平成 10 年度に環境基準である  $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  程度であったが、11 年度以降は環境基準を越える地点はなかった。

トルエンは地点 E で少し高い濃度となった。エチルベンゼンおよびキシレン類は他の地点と比較して地点 A,B および C で若干高い濃度となった。

トルエン、エチルベンゼンおよびキシレン類の 6 年間

表10 調査結果（H10～H15年度6年間平均）と平成11年度化学物質環境汚染実態調査データとの比較

単位:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名\地点	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F	文献※		
							平均	最小	最大
トルエン	11	10	11	9.1	18	9.0	23	1.1	~ 85
エチルベンゼン	2.9	3.7	3.8	2.5	1.7	1.8	3.0	0.089	~ 10
1,3-1,4-キシレン	3.4	4.2	3.8	2.7	1.8	2.3	6.4	0.55	~ 35
1,2-キシレン	1.2	1.4	1.3	0.94	0.68	0.88	2.5	0.33	~ 9.5

※化学物質環境汚染実態調査（化学物質と環境平成11年度版（平均））

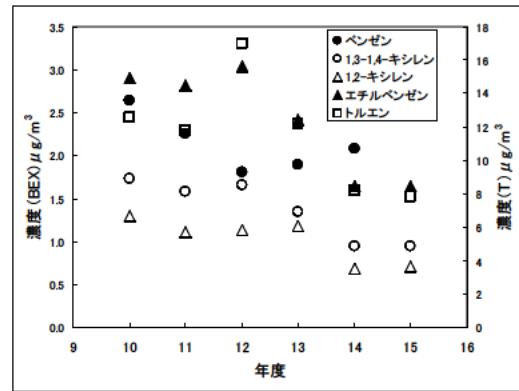


図2 BTEXの経年変化

の平均値および平成 11 年度化学物質環境汚染実態調査（環境省）の結果<sup>6)</sup>を表 10 に示した。これによると全国 14 地点で行われた結果と比べて同程度または若干低い値であった。

### 2.2 経年変化

BTEX 6 地点年度別平均値を図 2 に示した。これによるとばらつきはみられるものの、すべての物質で減少傾向がみられた。環境省によるとベンゼンは全国の有害大気汚染物質モニタリングの平均値でも調査開始当初（平成 9 年度）から減少傾向にあるという<sup>7)</sup>。

### 2.3 物質間の相関

BTEX 物質間の相関係数を表 11 に示した。これによ

表11 BTEX間の相関係数（平成10～14年度）

地点A	ベンゼン	トルエン	1,3-1,4-キシレン	1,2-キシレン	エチルベンゼン
ベンゼン	-	0.83	0.86	0.91	0.84
トルエン	0.83	-	0.87	0.85	0.89
1,3-1,4-キシレン	0.86	0.87	-	0.98	0.97
1,2-キシレン	0.91	0.85	0.98	-	0.95
エチルベンゼン	0.84	0.89	0.97	0.95	-
地点B	ベンゼン	トルエン	1,3-1,4-キシレン	1,2-キシレン	エチルベンゼン
ベンゼン	-	0.88	0.90	0.93	0.89
トルエン	0.88	-	0.90	0.92	0.88
1,3-1,4-キシレン	0.90	0.90	-	0.99	0.98
1,2-キシレン	0.93	0.92	0.99	-	0.98
エチルベンゼン	0.89	0.88	0.98	0.98	-
地点C	ベンゼン	トルエン	1,3-1,4-キシレン	1,2-キシレン	エチルベンゼン
ベンゼン	-	0.73	0.72	0.68	0.72
トルエン	0.73	-	0.95	0.94	0.97
1,3-1,4-キシレン	0.72	0.95	-	0.99	0.98
1,2-キシレン	0.68	0.94	0.99	-	0.98
エチルベンゼン	0.72	0.97	0.98	0.98	-
地点D	ベンゼン	トルエン	1,3-1,4-キシレン	1,2-キシレン	エチルベンゼン
ベンゼン	-	0.82	0.83	0.86	0.80
トルエン	0.82	-	0.94	0.93	0.91
1,3-1,4-キシレン	0.83	0.94	-	1.00	0.97
1,2-キシレン	0.86	0.93	1.00	-	0.97
エチルベンゼン	0.80	0.91	0.97	0.97	-
地点E	ベンゼン	トルエン	1,3-1,4-キシレン	1,2-キシレン	エチルベンゼン
ベンゼン	-	0.46	0.73	0.72	0.70
トルエン	0.46	-	0.60	0.63	0.66
1,3-1,4-キシレン	0.73	0.60	-	0.99	0.97
1,2-キシレン	0.72	0.63	0.99	-	0.97
エチルベンゼン	0.70	0.66	0.97	0.97	-
地点F	ベンゼン	トルエン	1,3-1,4-キシレン	1,2-キシレン	エチルベンゼン
ベンゼン	-	0.70	0.87	0.89	0.77
トルエン	0.70	-	0.93	0.90	0.93
1,3-1,4-キシレン	0.87	0.93	-	0.99	0.95
1,2-キシレン	0.89	0.90	0.99	-	0.92
エチルベンゼン	0.77	0.93	0.95	0.92	-

表6 トルエンの調査結果

単位：μg/m<sup>3</sup> (20・1atm)，検出限界:0.01

年度	年・月	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
H12年度	H12 4	12	17	21	11	欠測	29
	5	16	13	4.0	6.5	18	11
	6	10	10	7.8	23	16	15
	7	17	32	12	18	39	13
	8	8.7	10	13	30	63	13
	9	17	26	7.4	18	18	12
	10	21	20	19	8.6	29	8.0
	11	22	19	14	3.7	85	5.2
	12	6.8	7.6	6.1	1.5	9.6	2.8
	H13 1	6.3	4.2	16	5.5	13	5.0
	2	3.0	3.7	17	32	22	21
	3	4.8	2.0	4.7	4.5	7.6	3.3
H13年度	4	1.8	2.0	13	10	10	5.7
	5	11	11	6.9	5.3	16	7.6
	6	29	24	5.6	4.2	32	6.0
	7	4.9	5.1	12	4.0	15	5.5
	8	9.3	10	4.3	3.8	4.4	5.3
	9	8.6	8.0	1.7	5.2	53	8.6
	10	2.7	3.2	22	15	26	14
	11	25	24	16	11	17	欠測
	12	17	16	18	1.6	40	3.4
	H14 1	16	19	3.4	欠測	3.6	欠測
	2	21	22	16	14	33	4.1
	3	6.0	8.7	4.6	8.6	7.0	9.6
H14年度	4	5.9	7.3		10	2.4	10
	5	10	10		3.5	4	3
	6	2.7	5.4		1.1	10	5.8
	7	20	10		20	10	20
	8	8.5	8.6		10	20	8.5
	9	9.1	6.4		9.5	5.1	6
	10	20	10		7.9	7.9	10
	11	9.6	2.7		1.4	7.3	10
	12	2.7	3.6		9.0	10	7.0
	H15 1	7.2	9.2		10	0.12	10
	2	2.9	3.5		4.3	3.5	6.4
	3	0.45	7.5		7.1	30	1.2
H15年度	4		4.4		8.0	20	7.8
	5		2.4		5.8	6.6	6.8
	6		10		6.0	10	5.9
	7		5.9		7.4	60	6.6
	8		6.3		6.6	10	6.4
	9		1.9		7.1	10	6.7
	10		10		5.4	30	3.9
	11		8.4		6.8	20	6.4
	12		4.8		0.97	2.8	2.8
	H16 1		3.5		2.7	3.0	3.1
	2		2.0		3.9	2.5	4.7
	3		5.6		3.0	7.9	3.6
H10年度平均		12	13	11	8.9	18	11
H11年度平均		9.4	8.5	13	12	16	11
H12年度平均		12	14	12	14	29	12
H13年度平均		13	13	10	7.5	21	7.0
H14年度平均		8.3	7.0	-	7.8	10	8.2
H15年度平均		-	5.4	-	5.3	15	5.4
全体平均		11	10	11	9.1	18	9.0
最大		29	32	26	32	85	29
最小		0.45	1.2	1.7	0.97	0.12	1.2

表7 エチルベンゼンの調査結果

単位：μg/m<sup>3</sup> (20・1atm)，検出限界:0.08

年度	年・月	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
H12年度	H12 4	2.4	3.8	6.4	1.3	2.0	1.5
	5	5.7	3.4	1.2	3.6	2.1	2.5
	6	2.4	7.1	2.2	8.3	1.8	3.9
	7	4.0	6.9	2.7	3.3	1.7	2.2
	8	2.2	6.1	2.5	6.6	2.8	2.6
	9	5.2	6.5	2.0	5.3	2.3	2.9
	10	6.1	4.4	6.2	1.6	2.2	1.3
	11	6.9	7.6	5.6	0.8	4.2	0.97
	12	1.4	2.5	1.9	0.35	1.1	0.45
	H13 1	1.7	1.2	4.8	1.1	2.4	1.0
	2	0.89	0.92	2.9	9.4	1.2	6.2
	3	2.1	1.1	2.0	1.4	1.0	1.1
H13年度	4	0.51	0.66	4.2	3.2	2	1.1
	5	5.2	4.4	1.7	1.3	1.8	1.1
	6	7.4	8.9	1.6	0.94	2.1	1.2
	7	1.5	3.7	3.6	1.2	2.4	1.1
	8	1.7	3.5	0.57	0.75	1	0.97
	9	2.5	3.8	0.35	1.3	0.80	1.5
	10	0.81	1.8	8.1	3.2	1.8	1.9
	11	5.1	7.2	2.9	4.1	2.4	0.92
	12	3.1	4.4	21	0.12	2.8	0.3
	H14 1	2.7	3.6	0.70	欠測	0.30	欠測
	2	4.8	7.5	4.7	3.2	3.6	0.65
	3	1.9	4.0	1.3	2.3	3.3	2.8
H14年度	4	1.3	1.7		1.6	0.17	0.77
	5	1.0	2.0		0.95	0.081	0.13
	6	0.095	2.2		<0.08	0.13	1.0
	7	2.9	10		6.4	0.21	0.51
	8	1.0	0.52		2.2	1.0	1.3
	9	2.7	1.3		3.2	0.12	0.29
	10	1.1	5.7		0.090	1.7	0.75
	11	1.4	1.5		<0.08	1.0	2.7
	12	欠測	1.0		1.9	1.6	1.4
	H15 1	1.1	1.9		3.3	<0.08	0.21
	2	0.71	1.1		0.81	0.42	1.0
	3	<0.08	3.7		2.0	1.4	0.74
H15年度	4		3.0		3.0	2.1	2.1
	5		1.8		1.1	0.46	0.74
	6		6.6		1.5	0.85	1.3
	7		1.9		2.1	1.3	1.9
	8		6.2		1.9	1.2	1.1
	9		0.99		1.7	1.2	1.2
	10		6.5		1.4	1.4	0.80
	11		3.2		2.1	1.7	1.4
	12		1.9		0.23	0.47	0.58
	H16 1		1.0		0.54	0.49	0.6
	2		0.54		0.76	0.46	0.65
	3		2.5		0.62	1.4	0.63
H10年度平均		3.4	4.2	3.5	2.7	2.1	2.7
H11年度平均		2.9	3.4	4.1	3.2	2.0	2.7
H12年度平均		3.4	4.3	3.4	3.6	2.1	2.2
H13年度平均		3.1	4.5	4.2	2.0	2.0	1.2
H14年度平均		1.3	2.7	-	2.2	0.7	0.9
H15年度平均		-	3.0	-	1.4	1.1	1.1
全体平均		2.9	3.7	3.8	2.5	1.7	1.8
最大		7.5	10.0	21.0	9.4	4.4	6.2
最小		<0.08	0.52	0.35	<0.08	<0.08	0.13

表8 1,3-1,4-キシレンの調査結果

単位：μg/m<sup>3</sup> (20・1atm), 検出限界:0.04

年度	年・月	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
H12年度	H12 4	2.8	4.4	6.2	1.4	2.2	2.6
	5	5.8	3.4	1.1	3.0	2.2	3.0
	6	3.2	7.4	2.0	8.0	1.6	5.0
	7	5.4	7.6	2.8	3.2	1.9	2.6
	8	2.8	5.2	2.4	7.4	2.4	3.4
	9	6.2	7.6	2.0	5.4	2.0	3.4
	10	6.2	5.2	5.4	2.0	2.6	2.2
	11	7.2	8.4	4.0	0.68	5.2	1.4
	12	1.9	3.0	1.7	0.36	1.1	0.62
	H13 1	1.8	1.2	5.2	1.1	2.8	1.5
	2	1.2	1.2	2.4	9.8	1.4	6.4
	3	2.6	1.3	1.9	1.3	1.1	1.42
H13年度	4	1.1	1.2	5.4	4.8	2.6	2.0
	5	5.6	4.2	1.5	1.0	1.8	1.6
	6	7.8	8.4	1.5	1.0	2.4	1.7
	7	1.6	3.2	2.8	1.4	2.0	1.5
	8	3.6	8.4	4.2	1.3	1.3	1.7
	9	2.8	3.4	0.40	1.3	1.2	2.2
	10	1.2	2.2	7.0	3.0	2.0	2.8
	11	4.8	8.4	3.2	3.6	3.6	1.1
	12	5.2	7.6	26	0.26	3.4	0.72
	H14 1	5.2	7.4	0.98	11	0.56	13
	2	6.0	11	4.0	3.2	3.6	0.94
	3	2.8	5.4	1.3	2.2	2.8	3.0
H14年度	4	1.8	2.2		1.1	0.19	0.70
	5	1.2	2.4		1.2	0.09	0.13
	6	0.11	1.9		<0.04	0.12	1.5
	7	2.2	11		6.8	0.22	0.22
	8	1.0	0.52		2.6	1.2	2.2
	9	3.6	1.1		4.0	0.15	0.40
	10	1.1	6.2		0.084	2.0	0.66
	11	1.8	2.0		欠測	1.3	3.8
	12	欠測	1.2		2.6	1.96	2.2
	H15 1	1.6	2.6		3.4	欠測	欠測
	2	0.86	1.1		1.1	0.40	1.92
	3	0.074	5.0		2.0	2.0	0.66
H15年度	4		3.4		3.0	2.0	2.4
	5		1.8		1.4	0.56	1.1
	6		8.0		1.7	1.2	1.9
	7		2.2		2.2	1.8	2.6
	8		5.4		2.0	1.2	2.0
	9		1.2		1.9	1.1	1.7
	10		6.2		1.7	1.6	1.5
	11		3.8		1.9	1.8	2.0
	12		2.4		0.24	0.50	0.90
	H16 1		1.6		0.62	0.74	0.88
	2		0.62		0.78	0.54	0.96
	3		2.8		0.70	1.4	1.0
H10年度平均		4.3	5.2	3.8	3.0	2.3	3.5
H11年度平均		3.7	3.9	4.3	3.4	2.1	3.2
H12年度平均		3.9	4.7	3.1	3.6	2.2	2.8
H13年度平均		3.6	5.2	4.0	1.9	2.1	1.6
H14年度平均		1.4	3.1	-	2.5	0.9	1.3
H15年度平均		-	3.3	-	1.5	1.2	1.6
全体平均		3.4	4.2	3.8	2.7	1.8	2.3
最大		8.8	11.2	22.0	9.8	5.2	7.8
最小		0.07	0.52	0.40	<0.04	0.1	0.1

表9 1,2-キシレンの調査結果

単位：μg/m<sup>3</sup> (20・1atm), 検出限界:0.02

年度	年・月	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
H12年度	H12 4	0.98	1.3	1.9	0.47	0.91	0.97
	5	2.0	1.2	0.43	1.0	0.82	1.1
	6	1.1	2.3	0.85	2.8	0.62	1.8
	7	1.8	2.3	1.0	1.1	0.73	1.0
	8	0.90	1.5	0.90	2.4	0.89	1.2
	9	2.1	2.5	0.76	1.8	0.84	1.3
	10	2.0	1.7	1.9	0.75	0.98	0.85
	11	2.4	2.7	1.3	0.25	1.7	0.52
	12	0.68	0.96	0.59	0.13	0.37	0.24
	H13 1	0.67	0.48	1.8	0.44	1.0	0.59
	2	0.47	0.45	0.85	3.0	0.47	2.0
	3	1.0	0.50	0.71	0.52	0.42	0.57
H13年度	4	0.34	0.32	1.4	1.2	0.74	0.61
	5	2.0	1.5	0.60	0.41	0.73	0.64
	6	2.9	2.9	0.61	0.37	0.95	0.64
	7	0.58	1.1	1.1	0.51	0.77	0.57
	8	0.98	1.6	0.23	0.28	0.36	0.45
	9	1.0	1.0	0.17	0.52	0.50	0.88
	10	0.45	0.73	2.4	1.0	0.79	1.0
	11	1.6	2.7	1.1	1.2	1.2	0.42
	12	1.4	1.9	6.6	0.093	0.95	0.23
	H14 1	1.1	1.5	0.23	欠測	0.13	欠測
	2	1.9	2.9	1.3	1.0	1.3	0.36
	3	1.1	1.8	0.51	0.79	0.98	1.1
H14年度	4	0.71	0.80		0.35	0.086	0.28
	5	0.49	0.91		0.48	0.042	0.051
	6	0.046	0.68		0.025	0.047	0.53
	7	0.51	3.8		2.6	0.085	0.058
	8	0.32	0.18		0.98	0.48	0.93
	9	1.3	0.28		1.5	0.057	0.31
	10	0.39	2.3		0.034	0.78	0.19
	11	0.66	0.63		欠測	0.48	1.5
	12	欠測	0.43		0.94	0.72	0.83
	H15 1	0.61	0.89		1.1	欠測	欠測
	2	0.33	0.39		0.43	0.17	0.70
	3	0.030	1.6		0.73	0.82	0.25
H15年度	4		1.1		1.1	0.87	0.98
	5		0.57		0.54	0.23	0.42
	6		2.8		0.64	0.50	0.80
	7		0.89		0.84	0.73	1.0
	8		1.7		0.74	0.51	0.86
	9		0.39		0.72	0.43	0.68
	10		1.9		0.64	0.66	0.62
	11		1.3		0.74	0.74	0.79
	12		0.85		0.11	0.22	0.37
	H16 1		0.60		0.24	0.28	0.34
	2		0.24		0.29	0.21	0.39
	3		1.0		0.30	0.56	0.43
H10年度平均		1.6	1.8	1.4	1.1	0.87	1.3
H11年度平均		1.3	1.3	1.5	1.2	0.78	1.1
H12年度平均		1.3	1.5	1.1	1.2	0.81	1.0
H13年度平均		1.3	1.7	1.4	0.67	0.78	0.63
H14年度平均		0.49	1.1	-	0.83	0.34	0.51
H15年度平均		-	1.1	-	0.58	0.50	0.64
全体平均		1.2	1.4	1.3	0.94	0.68	0.88
最大		2.9	3.8	6.6	3.1	1.7	2.9
最小		0.030	0.18	0.17	0.025	0.042	0.051



表12 フロン類の調査結果と北海道内バックグラウンド地点濃度（平成10～15年度）

単位:ppb

	地点A	地点B	地点C	地点E	地点F	全体平均 (a)	北海道 (b)	a/b
ジクロロジフルオロメタン(F-12)	0.68	0.65	0.69	0.68	0.67	0.67	0.55	1.2
ジクロロテトラフルオロエタン(F-114)	0.019	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	—	
トリクロロフルオロメタン(F-11)	0.33	0.31	0.33	0.33	0.32	0.32	0.25	1.3
トリクロロトリフルオロエタン(F-113)	0.098	0.094	0.099	0.099	0.098	0.098	0.082	1.2
1,1,1-トリクロロエタン	0.062	0.054	0.056	0.062	0.055	0.058	0.053	1.1
四塩化炭素	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	1.1

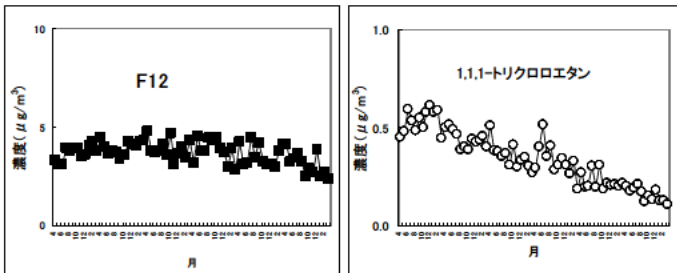


図3 ジクロロジフルオロメタン(F-12)および1,1,1-トリクロロエタンの経月変化

ると地点 E のトルエンと他の物質（特にベンゼン）との相関が若干低くなったが、その他の地点では比較的高い相関がみられた。特に 1,2-キシレン、1,3-1,4-キシレンおよびエチルベンゼン間の相関は 0.92～1.0 であり、かなり高い相関となった。これはキシレン類の主な発生源であるキシレン系溶剤や原料にはエチルベンゼンが含まれているため（JIS2435）と考えられる。

### 3. フロン類等

#### 3.1 調査結果およびバックグラウンドとの比較

今回のフロン類等の調査および環境省が実施している北海道内バックグラウンド地点の調査結果<sup>5)</sup>（両調査とも6年間の平均値）を表12に示した。地点間の差はほとんどみられなかった。また、北海道内バックグラウンド地点と比較したところ、今回の調査結果は1.1～1.3倍程度とほとんど変わらなかった。このことは、今回の調査地点周辺に発生源がほとんど存在しないことを示していると考えられる。

#### 3.2 経時変化

ジクロロジフルオロメタン(F-12)および1,1,1-トリクロロエタンの経月変化を図3に示した。これによるとジクロロジフルオロメタン(F-12)はほとんど変化はみられなかった。1,1,1-トリクロロエタンを除くジクロロテトラフルオロエタン(F-114)、トリクロロフルオロエタン(F-11)、トリクロロトリフルオロエタン(F-113)および四塩化炭素は同様に変化はみられなかったが、1,1,1-ト

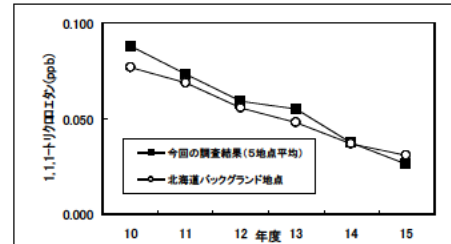


図4 1,1,1-トリクロロエタン5地点平均濃度および北海道内バックグラウンド地点濃度の経年変化

リクロロエタンは減少傾向がみられた。これは1,1,1-トリクロロエタンが他のフロン類と比べて分解しやすいことが考えられる。

次に今回の1,1,1-トリクロロエタン5地点調査結果年平均および北海道内バックグラウンド年平均<sup>5)</sup>の関係を図4に示した。この図によると1,1,1-トリクロロエタンは三重県内の地点と北海道内バックグラウンド地点でほとんど同じように減少していることがわかる。これについても上述のとおり調査地点周辺に発生源がほとんど存在しないことを示していると考えられる。

### 4. その他の物質

#### 4.1 臭化メチル

臭化メチルはオゾン層破壊物質の一つとしてモントリオール議定書付属書 E グループに分類されている。

臭化メチルの経年変化（6地点平均）と消費量<sup>6)</sup>の関

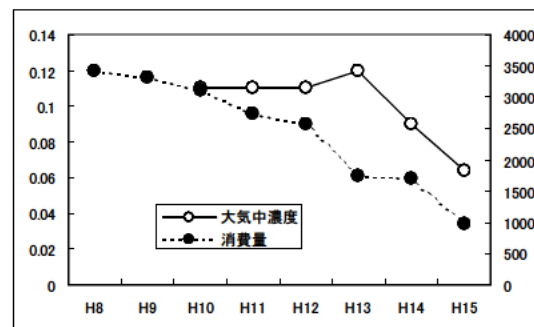


図5 臭化メチルの調査結果（6地点平均）と消費量の関係

係を図5に示した。臭化メチルの大気中濃度は平成10～13年度はほぼ横倍であったが、平成14年度から減少傾向であった。一方、消費量は年々減少割合が大きくなる傾向がみられている。この物質はモントリオール議定書に基づいて規制されており、検疫、出荷前処理用等の使用以外は平成17年度（先進国）に全廃されることから、大気中の濃度は今後も減少していくことが予想される。

#### 4.2 1,2-ジクロロプロパン

1,2-ジクロロプロパンは油脂・溶剤等に使用されている物質で、平成元～13年度の化学物質環境汚染実態調査（環境省）で大気の調査を実施している。平成11～13年度の化学物質環境汚染実態調査<sup>6,10,11)</sup>によると幾何平均値で0.026～0.036  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。一方、当研究部が実施した調査によると6地点年平均で0.031～0.041  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、ほとんど差はみられなかった。

#### 4.3 ジクロロベンゼン類

ジクロロベンゼン類は平均（6地点6年）で1,4-ジクロロベンゼンが1.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1,2-ジクロロベンゼンが0.040  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  検出されたが、1,3-ジクロロベンゼンは検出されなかった。1,3-ジクロロベンゼンは平成11年度化学物質環境汚染実態調査<sup>9)</sup>でも検出率が36%（4地点/11地点）で、検出された地点でも0.023～0.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も低い値となった。1,2-ジクロロベンゼンは検出率70%（7地点/10地点）で0.034～0.42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1,4-ジクロロベンゼンは検出率97%（14地点/15地点）で0.16～17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も高く検出された。

表13に1,4-ジクロロベンゼンおよび1,2-ジクロロベンゼンの平成14年度全国PRTR制度公表データ<sup>9)</sup>を示した。1,4-ジクロロベンゼンは家庭で防虫剤として使用されており、PRTR集計結果においても家庭からの排出量（届出外）が多いと推計されている。1,2-ジクロロベンゼンはPRTR届出対象事業場からの排出量は1,4-ジクロロベンゼンよりも多いものの、家庭からの排出量は低いため、大気中の濃度も低くなったと考えられる。なお、1,3-ジクロロベンゼンについてはPRTR制度対象物質に入っていない。

表13 ジクロロベンゼン類の平成14年度PRTR制度公表データ

対象物質物質名称	単位:t		
	届出排出量 合計	届出外排出量 (推計値)家庭	排出量合計
1,4-ジクロロベンゼン	80,991	18,000,000	18,080,992
1,2-ジクロロベンゼン	109,011	24,203	297,898

## まとめ

大気中有機化学物質調査を実施したところ、以下のとおりであった。

- 1) 最も高濃度に検出されたのはトルエンであった。
- 2) PRTR データと比較したところ、全国 PRTR 排出量合計値では上位5物質が、三重県 PRTR 排出量合計値では上位4物質が、今回の調査対象物質の内、PRTR 制度対象物質の大気濃度の順位と一致していた。
- 3) トルエン、エチルベンゼンおよびキシレン類の調査結果平均値は平成11年度化学物質実態調査結果（環境省）と比較して同程度または若干低い濃度であった。
- 4) BTEX の経年変化を考察したところ、ばらつきがみられたが、減少傾向がみられた。
- 5) フロン類の6年間平均濃度は、北海道内バックグラウンド地点と比べて1.1～1.3倍とほとんど変わらなかった。また、1,1,1-トリクロロエタンは減少傾向がみられ、この傾向は北海道内バックグラウンド地点と似かよっていた。これらのことは、今回の調査地点周辺に発生源がほとんど存在しないことを示していると考えられる。
- 6) 臭化メチルは平成14年度から減少傾向がみられた。この物質はモントリオール議定書付属書に基づき、平成17年度に全廃（先進国、一部用途を除く）される物質であり、今後も減少していくことが予想される。
- 7) 1,2-ジクロロプロパンおよびジクロロベンゼン類について過去の化学物質実態調査結果（環境省）と比較したところ、同程度の濃度レベルであった。

大気中のベンゼンが減少傾向を示しているのは、大気汚染防止法に基づく自主管理促進による排出量削減やガソリン中の含有量削減等行政施策や事業者の努力が理由の一つと考えられる。また、その他の物質についても「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」によって自主的な管理の改善等が進められることが期待される。

大気中の揮発性有機化学物質はそれ自体に有害性を持つだけでなく、浮遊粒子状物質の原因や光化学オキシダントの原因ともなっており、環境省では揮発性有機化学物質排出抑制検討会を平成15年度には5回するなど揮発性有機化学物質に対する対策が進められている。

今後も行政と事業者が一体となって揮発性有機化学物質の排出削減を進めていくことが必要である。



## 文 献

- 1) 水谷博和, 山川雅弘, 山下晃, 佐来栄治, 市岡高男, 山本晃道, 荒木恵一: 大気中有機化学物質実態調査: 三重県環境科学センター研究報告, 19, 51-69(1999)
- 2) 山川雅弘, 市岡高男, 早川修二, 山本晃道, 仲邦熙: 大気中の BTX 及びエチルベンゼン実態調査結果: 三重県保健環境研究所年報, 2, 120-124(2000)
- 3) 有害大気汚染物質測定の実際編集委員編: 有害大気汚染物質の測定と実際(1997)
- 4) (社) 環境情報科学センター PRTR ホームページ (<http://www.prtr-net.jp>) (平成 14 年度市町村別集計結果)
- 5) (財) 化学物質評価研究機構: 既存化学物質安全性 (ハザード) 評価シート ((財) 化学物質評価研究機構ホームページ [http://www.cerij.or.jp/ceri\\_jp/index\\_j4.shtml](http://www.cerij.or.jp/ceri_jp/index_j4.shtml))
- 6) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課: 平成 11 年度版化学物質と環境
- 7) 環境省: 平成 14 年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果 (平成 15 年 11 月 14 日報道発表資料)
- 8) 環境省: 平成 15 年度オゾン層等の監視結果に関する年次報告書 (平成 16 年 7 月)
- 9) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課: 平成 12 年度版化学物質と環境
- 10) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課: 平成 13 年度版化学物質と環境