

# 工場・事業場排水中の揮発性有機化合物の検索調査結果

## Screening of Volatile Organic Compounds in Industrial Wastewater in Kawasaki City

吉川 サナエ Sanae YOSHIKAWA  
丸山 朝子 Asako MRUYAMA  
黒沢 康広 Yasuhiro KUROSAWA

キーワード：工場・事業場排水，揮発性有機化合物の検索

Key words: industrial wastewater, screening of VOCs

### 1 はじめに

前回、川崎市内の17地点の河川水と16地点の海水についてVOCsの検索を行った。その結果、河川水中からは52物質、海水中からは37物質のVOCsが同定された。河川水、海水ともにハロゲン化アルカン及びアルケン類が最も多く検索されたことを報告したり。

今回、この結果を踏まえ、市内の工場・事業場排水中の揮発性有機化合物（以下VOCs）をハジ・トラップ GC/MS法によるスクリーン測定により検索調査を行いその関連性について検討し、さらに排水基準項目等の測定を行い汚染状況を調査したので報告する。

### 2 調査方法

#### 2.1 調査工場・事業場

表1に示す35工場・事業場について調査を行った。このうち、29工場・事業場は臨海部に位置し、排出先は東京湾であり、6工場・事業場は内陸部に位置し、排出先は多摩川である。

#### 2.2 検索調査

##### 2.2.1 分析装置

ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC/MS)→JEOLJMS-AM50  
GCG質量分析計

ハジ・トラップ装置→Tekmer LSC-2000

##### 2.2.2 測定条件

###### 1)GC/MS

カラム：TC-AQUATIC 60m×0.25mm id 膜厚 1.0μm  
カラム温度：40℃ at 5min～4℃/min～200℃ at 10min

キャリアガス：He

線速度：40cm/sec(80℃)

イオン化電流：300μA

イオン化エネルギー：70ev

フィッティング電圧：0.8KV

イオン源温度：200℃

インターフェイス温度：200℃

##### 2)ハジ・トラップ

サンプル量：0.1～5ml

ハジ流量：40ml/min

ハジ時間：4min

脱着温度：160℃

脱着時間：5min

空焼き温度：220℃

空焼き時間：15min

トラップ管：VOCARBO3000

##### 2.2.3 検索方法及び定量方法

検索、定量方法ともに試料5mlを直接ハジ・トラップ装置の試料管に導入し、検索はスクリーン測定、定量はSIMで行った。

A化合物のPTRI（昇温保持指標）は次式により算出した。

$$PTRI=100xz+100x(TA-Tz)/(Tz+1-Tz)$$

z：保持時間がAの直前であるn-アルカンの炭素数

TA, Tz, Tz+1：各々、A炭素数がz及びz+1のn-アルカンの保持時間

### 2.3 実態調査

#### 2.3.1 測定項目

排水基準項目：トリクロロエチレン(TCE)、テトラクロロエチレン(PCE)、

1,1,1-トリクロロエタン(MC)、四塩化炭素、1,1-ジクロロエチレン(1,1-DCE)、cis-1,2-ジクロロエチレン(cis-1,2-DCE)、1,2-ジクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、cis-1,3-ジクロロプロペン、trans-1,3-ジクロロプロペン、ベンゼン、ジクロロメタン

その他：trans-1,2-ジクロロエチレン(trans-1,2-DCE)、トルエン、m,p-キシレン、O-キシレン、クロロホルム、p-ジクロロベンゼン、1,2-ジクロロプロペン、1,1-ジクロロエタン、塩化ビニル、1,2,3-トリクロロプロペン、p-ロモジクロロメタン、ジブromクロロメタン、ブromホルム、1,4-ジオキサン、p-クロロトルエン、1,1,1,2-テトラクロロエタン

#### 2.3.2 定量用質量数と確認用質量数

定量用質量数と確認用質量数を表2に示す。

表1 調査工場・事業場

業種名	業種数と事業内容	排出先	
		東京湾	多摩川
石油製品・石炭製品製造業	6 (石油精製業)	6	
鉄鋼業	2 (製鉄業)	2	
化学工業-1	3 (脂肪族系中間物製造業)	3	
化学工業-2	3 (合成ゴム製造業)	3	
化学工業-3	3 (プラスチック製造業)	3	
化学工業-4	1 (ソダ工業)	1	
窯業・土石製品製造業	1 (ガラス容器製造業)	1	
その他のサービス業	1 (市場)		1
精密機械器具製造業	1 (一般長さ計製造業)		1
電気機械器具製造業	3 (民生用, 変圧器, 配電盤製造業)	2	1
廃棄物処理業	1 (産業廃棄物処分業)	1	
水道業	1 (下水道処理施設維持管理業)	1	
パルプ・紙・紙加工品製造業	1 (板紙製造業)		1
食料品製造業	1 (化学調味料製造業)		1
金属製品製造業	1 (容器製造業)	1	
学術研究機関	3 (工学研究所)	2	1
サービス業	3 (環境計量サービス業, 商品検査業)	3	
計	35	29	6

3 結果及び考察

3.1 検索調査結果

(1) 35工場・事業場の排水中のVOCsの検索調査結果を表3-1～表3-6に示す。これらより、検索された物質数は石油製品・石炭製品製造業が31物質、鉄鋼業25物質、化学工業のうち脂肪族系中間物製造業18物質、合成ゴム製造業23物質、プラスチック製造業17物質、ソダ工業16物質、窯業・土石製造業12物質、その他のサービス業8物質、精密機械器具製造業10物質、電気機械器具製造業20物質、廃棄物処理業13物質、水道業15物質、パルプ・紙・紙加工品製造業5物質、食料品製造業3物質、金属製品製造業6物質、学術研究機関20物質、サービス業14物質であった。最も多く検索された業種は石油製品・石炭製品製造業であり、検索物質の最も少ない業種は食料品製造業であった。

(2) 検索された物質をハロゲン化アルカン及びアルケン類、ハロゲン化ベンゼン類、アルカン及びアルケン類、ベンゼン類、含酸素化合物及び含S, N, P化合物の6種類に分類すると表4のようになる。またその含有率を図1に示す。これらより検索された物質数をみると、各業種ともハロゲン化アルカン及びアルケン類が多く、次いでベンゼン類が多く検索された。このことは前回の環境水での結果と一致し、川崎市内の海水、河川水中のVOCsの由来は工場・事業場排水が大きな要因であることが推測された。

また、PRTRハロゲン化アルカン及びアルケン類、ハロゲン化ベンゼン類、アルカン及びアルケン類、ベンゼン類、含酸素化合物及び含S, N, P化合物の6種類に分類すると表4のようになる。またその含有率を図1に示す。これらより検索された物質数をみると、各業種ともハロゲン化アルカン及びアルケン類が多く、次いでベンゼン類が多く検索された。このことは前回の環境水での結果と一致し、川崎市内の海水、河川水中のVOCsの由来は工場・事業場排水が大きな要因であることが推測された。

また、PRTRハロゲン化アルカン及びアルケン類、ハロゲン化ベンゼン類、アルカン及びアルケン類、ベンゼン類、含酸素化合物及び含S, N, P化合物の6種類に分類すると表4のようになる。またその含有率を図1に示す。これらより検索された物質数をみると、各業種ともハロゲン化アルカン及びアルケン類が多く、次いでベンゼン類が多く検索された。このことは前回の環境水での結果と一致し、川崎市内の海水、河川水中のVOCsの由来は工場・事業場排水が大きな要因であることが推測された。

また、PRTRハロゲン化アルカン及びアルケン類、ハロゲン化ベンゼン類、アルカン及びアルケン類、ベンゼン類、含酸素化合物及び含S, N, P化合物の6種類に分類すると表4のようになる。またその含有率を図1に示す。これらより検索された物質数をみると、各業種ともハロゲン化アルカン及びアルケン類が多く、次いでベンゼン類が多く検索された。このことは前回の環境水での結果と一致し、川崎市内の海水、河川水中のVOCsの由来は工場・事業場排水が大きな要因であることが推測された。

表2 定量用質量数と確認用質量数

VOCs	Target ion	Qualifier ion
Trichloroethylene	130	132
Tetrachloroethylene	166	164
1,1,1-Trichloroethane	97	99
Tetrachloromethane	117	119
1,1-Dichloroethylene	96	61
cis-1,2-Dichloroethylene	96	61
1,2-Dichloroethane	62	64
1,1,2-Trichloroethane	97	99
cis-1,3-Dichloropropene	75	110
trans-1,3-Dichloropropene	75	110
Benzene	78	77
Dichloromethane	84	86
trans-1,2-Dichloroethylene	96	61
Toluene	92	91
m,p-Xylene	106	91
O-Xylene	106	91
Chloroform	83	85
p-Dichlorobenzene	146	148
1,2-Dichloropropane	63	76
1,1-Dichloroethane	63	62
Vinylchloride	62	61
1,2,3-Trichloropropane	75	77
Bromodichloromethane	83	85
Dibromochloromethane	129	127
Bromoform	173	175
1,4-Dioxane	88	58
p-Chlorotoluene	91	126
1,1,1,2-Tetrachloroethane	131	133
Internal Standard		
4-Bromofluorobenzene	174	95

表3-1 業種別検索物質(1)

## 石油製品・石炭製品製造業

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Chloromethane	CH3Cl	50	78-87-3	297	496
Vinylchloride	C2H3Cl	62	75-01-4	308	500
1,1,-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	75-35-4	464	556
Dimethylsulfide	C2H6S	62	75-18-3	489	565
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
trans-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-60-5	570	594
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
2,3-Dimethyl-1-butene	C6H12	84	563-78-0	622	612
cis-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-59-2	713	645
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Benzene	C6H6	78	71-43-2	885	706
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
1,2-Dichloropropane	C3H6Cl2	112	78-87-5	1009	743
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Dimethyldisulfide	C2H6S2	94	624-92-0	1213	823
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	823
Tetrachloroethylene	C2Cl4	164	127-18-4	1339	845
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
m,p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
Stylene	C8H8	104	100-42-5	1679	949
Isopropylbenzene	C9H12	120	98-82-8	1736	968
Tribromomethane	CHBr3	250	75-25-2	1769	979
Propylbenzene	C9H12	120	103-65-1	1830	998
1,2,3-Trimethylbenzene	C9H12	120	526-73-8	1857	1006
1-Ethyl-3-methylbenzene	C9H12	120	620-14-4	1873	1011
tert-Butylbenzene	C10H14	134	96-06-6	1950	1035
1,2,4-Trimethylbenzene	C9H12	120	95-36-3	1963	1039
1,4-Dichlorobenzene	C6H4Cl2	146	106-46-7	2088	1078
Diethylbenzene	C10H14	134	25340-17-4	2109	1084

## 鉄鋼業

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Benzene	C6H6	78	71-43-2	882	705
Thiophene	C4H4S	84	110-02-1	940	726
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	981	740
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1067	771
1,2-Dichloropropane	C3H6Cl2	112	78-87-5	1011	751
Methylisobutylketone	C6H12O	100	108-10-1	1125	792
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1234	831
Dimethyldisulfide	C2H6S2	94	624-92-0	1210	822
Pyridine	C5H5N	79	110-86-1	1290	851
2-Methylpyridine	C6H7N	93	109-06-8	1525	903
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1551	910
m,p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
Stylene	C8H8	104	100-42-5	1683	950
sec-Butylbenzene	C10H14	130	135-98-8	1995	1049
Propylbenzene	C9H12	120	103-65-1	1830	998
1,2,3-Trimethylbenzene	C9H12	120	526-73-8	1855	1005
1,2,4-Trimethylbenzene	C9H12	120	95-36-3	1873	1011
Benzofuran	C8H6O	118	271-89-6	2068	1071
Benzonitrile	C7H5N	103	100-47-0	2100	1081
Diethylbenzene	C10H14	134	25340-17-4	2106	1083
tert-Butylbenzene	C10H14	134	96-06-6	2302	1144

表3-2 業種別検索物質(2)

## 化学工業-1 (脂肪族系中間物製造業)

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Vinylchloride	C2H3Cl	62	75-01-4	308	500
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
2-Butanone	C4H8O	72	78-93-3	703	641
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
1, 2-Dichloroethane	C2H4Cl2	98	107-06-2	863	698
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
1, 4-Dioxane	C4H8O2	88	123-91-1	1099	783
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	823
Tetrachloroethylene	C2Cl4	164	127-18-4	1339	845
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
m, p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
Styrene	C8H8	104	100-42-5	1679	951
Isopropylbenzene	C9H12	120	98-82-8	1736	968
Tribromomethane	CHBr3	250	75-25-2	1769	979

## 化学工業-2 (合成ゴム製造業)

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Chloromethane	CH3Cl	50	78-87-3	297	496
1, 1, 1-Trifluoro-2, 2-dichloroethane	C2HClF3	152	306-83-2	388	529
1, 1, -Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	75-35-4	464	556
3-Chloro-1-propene	C3H5Cl	76	107-05-0	512	573
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
2-Methylpropanal	C4H8O	72	78-84-2	580	597
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
1, 1-Dichloroethane	C2H4Cl2	98	126-99-8	637	618
2-Chloro-1, 3-butadiene	C4H5Cl	88	67-66-3	742	655
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
1, 1, 1-Trichloroethane	C2H3Cl3	132	71-55-6	797	678
Benzene	C6H6	78	71-43-2	885	706
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
1, 2-Dichloropropane	C3H6Cl2	112	78-87-5	1009	743
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Dimethyldisulfide	C2H6S2	94	624-92-0	1213	823
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	823
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
m, p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
Styrene	C8H8	104	100-42-5	1679	949
Tribromomethane	CHBr3	250	75-25-2	1769	979

表3-3 業種別検索物質(3)

## 化学工業-3 (プラスチック製造業)

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Vinylchloride	C2H3Cl	62	74-87-3	307	500
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
cis-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-59-2	710	644
1,1,1-Trichloroethane	C2H3Cl3	132	71-43-2	798	675
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
1,2-Dichloroethane	C2H4Cl2	98	107-06-2	863	698
Benzene	C6H6	78	71-43-2	885	706
Carbontetrachloride	CCl4	152	56-23-5	847	693
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	823
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
m, p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
Tribromomethane	CHBr3	250	75-25-2	1769	979
1-Nitronaphthalene	C10H7NO2	173	86-57-7	2227	1117
Acetophenone	C8H8O	120	98-86-2	2311	1143

## 化学工業-4 (ソーダ工業)

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Vinylchloride	C2H3Cl	62	74-87-3	307	500
1,1-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	75-35-4	464	556
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
trans-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-60-5	570	594
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
1,1,1-Trichloroethane	C2H3Cl3	132	71-43-2	798	675
1,2-Dichloroethane	C2H4Cl2	98	107-06-2	863	698
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Dibromomethane	CH2Br2	172	74-95-3	1082	776
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1233	830
1,1,2-Trichloroethane	C2H3Cl3	132	79-00-5	1297	853
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1419	869
Tribromomethane	CHBr3	250	75-25-2	1769	976
1-Nitronaphthalene	C10H7NO2	173	86-57-7	2227	1121
Naphthalene	C10H8	128	91-20-3	2645	1251

## 窯業・土石製品製造業

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
1,4-Dioxane	C4H8O2	88	123-91-1	1099	783
Dimethyldisulfide	C2H6S2	94	624-92-0	1213	823
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
m, p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
1,2,3-Trimethylbenzene	C9H12	120	526-73-8	1857	1006
1,2,4-Trimethylbenzene	C9H12	120	95-36-3	1963	1039
1,4-Dichlorobenzene	C6H4Cl2	146	106-46-7	2088	1078
Naphthalene	C10H8	128	91-20-3	2645	1251

表3-4 業種別検索物質(4)

## その他のサービス業(市場)

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84	75-09-2	524	577
Hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86	110-54-3	587	600
Dimethylsulfide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S	62	75-18-3	491	565
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	118	67-66-3	741	655
Dichloroacetonitrile	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> N	109	3018-12-0	1124	779
m, p-Xylene	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106	106-42-3	1571	916
Benzaldehyde	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	106	100-52-7	2011	1051
l-Chloro-2-methylbenzene	C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> Cl	126	95-49-8	2123	1089

## 金属製品製造業

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84	75-09-2	524	577
Hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86	110-54-3	587	600
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	118	67-66-3	741	655
Trichloroethylene	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl <sub>2</sub>	162	75-27-4	1068	761
Chlorobenzene	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	112	108-90-7	1540	906

## 精密機械器具製造業

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84	75-09-2	524	577
2-Methylpropanal	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	72	78-84-2	581	598
cis-1,2-Dichloroethylene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	96	156-59-2	716	646
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	118	67-66-3	741	655
2-Methylpropanenitrile	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> N	69	78-82-0	836	689
Bromodichloromethane	CHBrCl <sub>2</sub>	162	75-27-4	1070	772
Dichloroacetonitrile	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub> N	109	3018-12-0	1127	793
Toluene	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92	108-88-3	1234	831
m, p-Xylene	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106	106-42-3	1552	910
Stylene	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	104	100-42-5	1679	951

## 電気機械器具製造業

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84	75-09-2	524	577
trans-1,2-Dichloroethylene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	96	156-60-5	570	594
Hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	86	110-54-3	587	600
cis-1,2-Dichloroethylene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	96	156-59-2	713	645
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	118	67-66-3	741	655
N, N-Dimethylformamide	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	73	68-12-2	778	668
Tetrahydrofuran	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	72	109-99-9	794	674
Trichloroethylene	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl <sub>2</sub>	162	75-27-4	1068	761
1,4-Dioxane	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88	123-91-1	1106	785
Methylisobutylketone	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	100	108-10-1	1125	792
Dimethyldisulfide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>	94	624-92-0	1210	822
Toluene	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92	108-88-3	1234	831
1,1,2-Trichloroethane	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	132	79-00-5	1304	856
Dibromochloromethane	CHBr <sub>2</sub> Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106	100-41-4	1547	908
m, p-Xylene	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106	106-42-3	1567	914
Stylene	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	104	100-42-5	1679	949
sec-Butylbenzene	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	130	135-98-8	1995	1049
Acenaphthylene	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>	152	208-96-8	2345	1157

表3-5 業種別検索物質(5)

廃棄物処理業

Chemicals	Formura	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	741
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	771
1,4-Dioxane	C4H8O2	88	123-91-1	1099	783
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	830
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1421	870
Dibromomethane	CH2Br2	172	74-95-3	1083	766
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1545	908
m, p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
Dimethyldisulfide	C2H6S2	94	624-92-0	1210	805
1,4-Dichlorobenzene	C6H4Cl2	146	106-46-7	2083	1076
Naphthalene	C10H8	128	91-20-3	2645	1251

水道業(下水道処理施設)

Chemicals	Formura	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
3-Methylpentane	C6H14	86	96-14-0	544	584
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
cis-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-59-2	713	645
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Cyclohexane	C6H12	84	110-82-7	803	677
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Dichloroacetonitrile	C2HCl2N	109	3018-12-0	1124	779
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	823
Hexanal	C6H12O	100	66-25-1	1332	843
Tetrachloroethylene	C2Cl4	164	127-18-4	1339	845
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
1,4-Dichlorobenzene	C6H4Cl2	146	106-46-7	2088	1078

パルプ・紙・紙加工品製造業

Chemicals	Formura	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
1,1,1-Trichloroethane	C2H3Cl3	132	71-55-6	798	675
Tetrachloroethylene	C2Cl4	164	127-18-4	1354	850
Stylene	C8H8	104	100-42-5	1678	950

食料品製造業

Chemicals	Formura	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Tribromomethane	CHBr3	250	75-25-2	1769	985

金属製品製造業

Chemicals	Formura	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	984	736
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Chlorobenzene	C6H5Cl	112	108-90-7	1540	906

表3-6 業種別検索物質(6)

## 学術研究機関

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Vinylchloride	C2H3Cl	62	75-01-4	308	500
Pentane	C5H12	72	109-66-0	397	532
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	527	578
trans-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-60-5	571	594
Hexane	C6H14	86	110-54-3	589	600
Cis-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2	96	156-59-2	711	644
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	737	653
Tetrahydrofuran	C4H8O	72	109-99-9	795	674
1,1,1-Trichloroethane	C2H3Cl3	132	71-43-2	801	679
Carbontetrachloride	CCl4	152	56-23-5	853	695
Benzene	C6H6	78	71-43-2	884	706
Trichloroethylene	C2HCl3	130	79-01-6	981	740
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	770
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1233	830
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1422	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1545	908
m,p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1569	915
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1662	944
Methylisobutylketone	C6H12O	100	108-10-1	1120	777
1,4-Dichlorobenzene	C6H4Cl2	146	106-46-7	2088	1078

## 事業サービス

Chemicals	Formula	MW	CAS No.	R. T. (sec)	PTRI
Methylenechloride	CH2Cl2	84	75-09-2	524	577
Hexane	C6H14	86	110-54-3	587	600
Chloroform	CHCl3	118	67-66-3	741	655
Benzene	C6H6	78	71-43-2	885	706
Bromodichloromethane	CHBrCl2	162	75-27-4	1068	761
Dimethyldisulfide	C2H6S2	94	624-92-0	1213	823
Toluene	C7H8	92	108-88-3	1231	823
Dibromochloromethane	CHBr2Cl	206	124-48-1	1423	870
Ethylbenzene	C8H10	106	100-41-4	1547	908
m,p-Xylene	C8H10	106	106-42-3	1567	914
o-Xylene	C8H10	106	95-47-6	1663	944
Styrene	C8H8	104	100-42-5	1679	949
n-Propylbenzene	C9H12	120	103-65-1	1827	997
p-Isopropyltoluene	C10H14	134	99-87-6	2029	1059



表4 業種別検索物質の種類数

検索物質の種類	石油製品・石炭製品製造業	鉄鋼業	化学工業 (脂肪族)	化学工業 (合成ゴム)	化学工業 (プラスチック)	化学工業 (ソーダ工業)	窯業・土石製造業
ハロゲン化アルカン及びアルケン類	13	5	9	14	11	13	3
アルカン及びアルケン類	2	1	1	1	0	0	0
ハロゲン化ベンゼン類	1	0	0	0	0	2	1
ベンゼン類	13	13	6	6	5	0	6
含酸素化合物	0	1	2	1	0	0	1
含S, N, P化合物	2	5	0	1	1	1	1
合計	31	25	18	23	17	16	12

検索物質の種類	その他のサービス業 (市場)	精密機械器具製造業	電気機械器具製造業	廃棄物処理業	水道業 (下水道処理施設)	パルプ・紙・紙加工品製造業	食品製造業
ハロゲン化アルカン及びアルケン類	2	4	8	5	7	3	2
アルカン及びアルケン類	1	0	1	0	3	1	1
ハロゲン化ベンゼン類	1	3	0	1	1	0	0
ベンゼン類	1	0	6	5	2	1	0
含酸素化合物	1	1	3	1	1	0	0
含S, N, P化合物	2	2	2	1	1	0	0
合計	8	10	20	13	15	5	3

検索物質の種類	金属製品製造業	学術研究機関	サービス業
ハロゲン化アルカン及びアルケン類	4	10	4
アルカン及びアルケン類	1	2	1
ハロゲン化ベンゼン類	1	1	0
ベンゼン類	0	5	8
含酸素化合物	0	2	0
含S, N, P化合物	0	0	1
合計	6	20	14

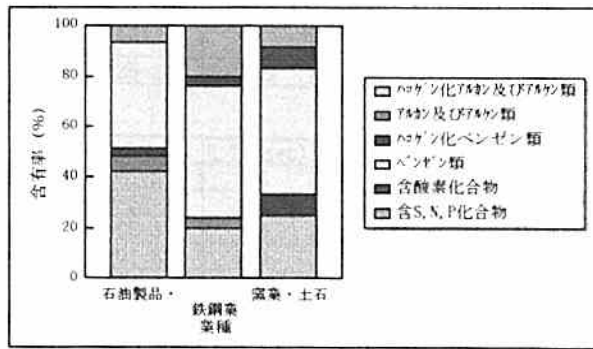
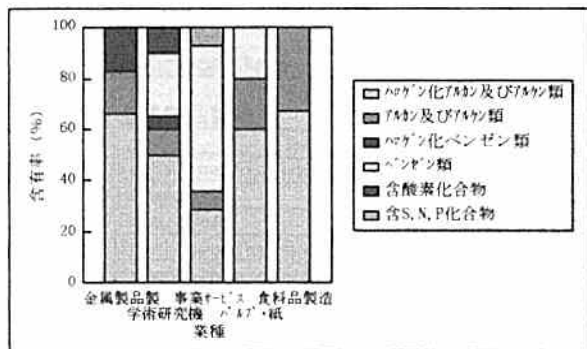
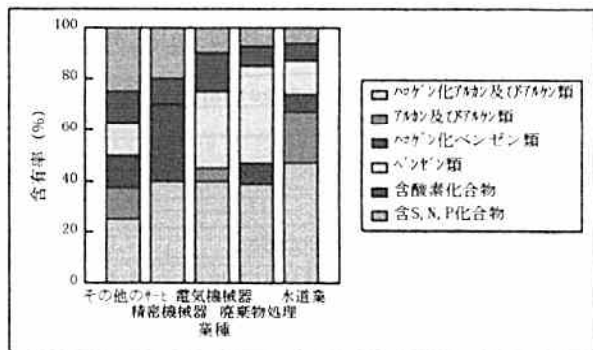
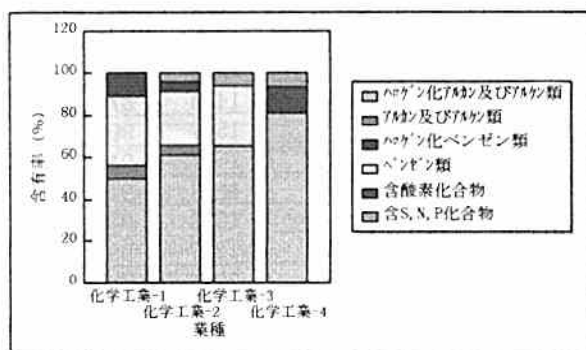


図1 業種別検索物質含有率

表5 業種別濃度範囲と検出数

検出項目	(mg/l)					
	石油製品・ 石炭製品製造業	鉄鋼業	化学工業-1 (脂肪族)	化学工業-2 (合成ゴム)	化学工業-3 (アクリル)	化学工業-4 (ゴム)
1,2-ジクロロエタン	ND~0.0029(1/6)	ND	ND~0.26(1/3)	ND	ND	0.014
ベンゼン	ND~0.017(4/6)	ND~0.018(1/2)	ND	ND~0.0003(1/3)	ND	ND
ジクロロメタン	ND~0.0016(3/6)	ND	ND	ND~0.0011(1/3)	ND	ND
1,1-DCE	ND~0.0002(1/6)	ND	ND	ND~0.0091(1/3)	ND	0.0013
cis-1,2-DCE	ND~0.063(2/6)	ND	ND	ND	0.0056~0.012(3/3)	ND
TCE	ND~0.012(2/6)	ND~0.017(1/2)	ND	ND	0.0008~0.0032(3/3)	ND
PCE	ND~0.0014(1/6)	ND	ND	ND	ND~0.002(2/3)	ND
CCL4	ND	ND	ND	ND	ND~0.0017(1/3)	ND
MC	ND~0.0013(1/6)	ND~0.0004(1/2)	ND~0.0003(1/3)	ND	ND~0.0017(1/3)	0.015
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
クロホルム	ND~0.0047(5/6)	0.0003~0.053(2/2)	ND~0.0011(2/3)	0.0007~0.036(3/3)	ND~0.0022(2/3)	ND
トルエン	ND~0.033(4/6)	ND~0.0003(1/2)	ND~0.38(2/3)	ND~0.0027(2/3)	ND~0.37(2/3)	ND
trans-1,2-DCE	ND~0.0007(1/6)	ND	ND	ND	ND	ND
mp-キシレン	ND~0.0054(4/6)	ND	ND~0.0017(2/3)	ND~0.0015(1/3)	ND	ND
o-キシレン	ND~0.011(4/6)	ND~0.0002(1/2)	ND~0.0024(2/3)	ND~0.0024(1/3)	ND	ND
p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
塩化ビニル	ND~0.051(2/6)	ND	ND~0.0004(1/3)	ND	0.0005~0.0045(1/3)	ND
1,2,3-トリクロロプロパン	ND	ND	ND	ND~0.006(1/3)	ND	ND
1,1-ジクロロエタン	ND~0.0027(1/6)	ND	ND	ND~0.0002(1/3)	ND	0.51
ブロミジクロロメタン	ND~0.0018(5/6)	ND	0.0003~0.0009(3/3)	ND~0.0014(2/3)	ND~0.0004(2/3)	ND
ジブロモクロロメタン	ND~0.001(2/6)	ND	ND~0.0005(2/3)	ND~0.0006(2/3)	ND~0.0005(2/3)	ND
ブロミホルム	ND~0.0005(2/6)	ND	ND~0.0006(2/3)	ND~0.0035(2/3)	ND~0.04(1/3)	0.011
1112-テトラクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-ジニトロベンゼン	ND~0.015(4/6)	ND~0.005(1/2)	0.11~8.1(3/3)	ND~0.004(2/3)	ND~0.004(1/3)	ND

検出項目	(ng/l)					
	窯業・土石 製品製造業	その他の 建設業	精密機械 器具製造業	電気機械 器具製造業	廃棄物 処理業	水道業
1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ジクロロメタン	ND	ND	0.0047	ND	ND	ND
1,1-DCE	ND	ND	ND	ND	ND	ND
cis-1,2-DCE	ND	ND	ND	ND~0.0003(1/3)	ND	0.0003
TCE	ND	ND	ND	ND~0.0004(1/3)	ND	ND
PCE	ND	ND	ND	ND~0.0002(1/3)	ND	ND
CCL4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
MC	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	0.0003	ND	ND	ND
クロホルム	0.0011	0.0031	0.018	ND~0.0003(1/3)	0.0013	0.0022
トルエン	0.0003	ND	0.0002	ND~0.0005(1/3)	0.022	ND
trans-1,2-DCE	ND	ND	ND	ND	ND	ND
mp-キシレン	0.0002	ND	ND	ND	0.0004	ND
o-キシレン	0.0004	ND	ND	ND~0.0034(1/3)	0.0005	ND
p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	ND~0.0007(1/3)	0.0005	0.0006
塩化ビニル	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2,3-トリクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ブロミジクロロメタン	ND	ND	0.0054	ND	ND	0.0003
ジブロモクロロメタン	ND	ND	0.0025	ND	ND	ND
ブロミホルム	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND
1112-テトラクロロエタン	ND	ND	ND	ND~0.0004(1/3)	ND	ND
1,4-ジニトロベンゼン	ND	0.007	0.013	ND~0.014(2/3)	ND	ND

検出項目	(mg/l)				
	パルプ・紙 製品製造業	食品 製造業	金属製品 製造業	学術研究 機関	事業セクタ ス
1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND
ベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND~0.0077(1/3)
ジクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND~0.0003(2/3)
1,1-DCE	ND	ND	ND	ND	ND
cis-1,2-DCE	ND	ND	ND	ND~0.0007(1/3)	ND
TCE	0.0006	ND	ND	ND~0.0011(1/3)	ND
PCE	0.0005	ND	ND	ND	ND
CCL4	ND	ND	ND	ND~0.0047(1/3)	ND
MC	0.0007	ND	ND	ND~0.0003(1/3)	ND
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND
クロホルム	ND	0.0008	ND	ND~0.018(2/3)	0.0025~0.0039(3/3)
トルエン	ND	0.0016	ND	ND~0.0008(2/3)	0.0003~0.018(3/3)
trans-1,2-DCE	ND	ND	ND	ND	ND
mp-キシレン	ND	ND	ND	ND	ND~0.0079(2/3)
o-キシレン	ND	ND	ND	ND	ND~0.0077(2/3)
p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND~0.0005(1/3)
塩化ビニル	ND	ND	ND	ND~0.0017(1/3)	ND
1,2,3-トリクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND
ブロミジクロロメタン	ND	0.0002	ND	ND~0.0051(2/3)	0.0005~0.001(3/3)
ジブロモクロロメタン	ND	0.0007	ND	ND~0.0013(1/3)	ND~0.0003(1/3)
ブロミホルム	ND	0.014	ND	ND	ND
1112-テトラクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-ジニトロベンゼン	0.007	0.004	ND	ND~0.006(2/3)	ND

### 3.2 実態調査結果

2.3.1で示した測定項目についてSIM測定を行った。

- (1) 工場・事業場排水で検出された物質、濃度範囲、検出数を表5に示す。最も多く検出されたのは、石油製品・石炭製品製造業で19物質、次いで化学工業（合成ゴム製造業13物質、プラスチック製造業12物質、脂肪族系中間物製造業11物質）であった。
- (2) 石油製品・石炭製品製造業で検出率が高かった物質はクロロホルム、ブロムジクロロメタン、ベンゼン、トルエン、キシレンと1,4-ジクロロベンゼンであった。化学工業の合成ゴム製造業で検出率が高かった物質はクロロホルム、トルエン、ブロムジクロロメタン、ジブロムクロロメタン、ブロモホルム、1,4-ジクロロベンゼンであった。プラスチック製造業ではcis-1,2-DCE、TCE、PCE、クロロホルム、トルエン、ブロムジクロロメタン、ジブロムクロロメタン、ブロモホルムであった。脂肪族系中間物製造業では、1,4-ジクロロベンゼン、ブロムジクロロメタン、クロロホルム、トルエン、ジブロムクロロメタン、ブロモホルムであった。  
これらのうち排水基準項目について基準値を超えた物質はなかった。
- (3) 含酸素化合物である1,4-ジクロロベンゼンの検出率が高かったが、この物質はトウジグスター用、合成皮革用、塗料用、反応用溶剤、医薬品として使用され、主な使用業種は石油製品・石炭製品製造業と化学工業である。

### 4 まとめ

前回、川崎市内の河川水、海水中のVOCsの検索を行った結果、河川水、海水ともにハロゲン化アルカン及びビフェニル類が最も多く検索された。この結果の原因を検討するため、市内の工場・事業場排水中のVOCsの検索調査を行ったところ、各業種ともハロゲン化アルカン及びビフェニル類が多く、次いでベンゼン類が多く検索された。これにより市内の河川水、海水中のVOCsの由来は工場・事業場排水が大きな要因であることが推測された。また、PRTRのハロゲン化アルカン類の結果とも一致した。

### 文 献

- 1) 吉川サナエ、柴田幸雄、宮島周二、黒沢康弘：川崎市内の河川水及び海水中の揮発性有機化合物の調査結果、川崎市公害研究所年報、24、14～22(1998)
- 2) PRTRハロゲン化アルカン中間報告—環境汚染物質排出・移動量集計結果—、環境庁環境保健部環境安全課(1998)