

表2-1 パッシブ溶媒抽出室内測定結果

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	#DIV/0!	#NUM!
2	Toluene	0.146	0.130
3	Ethylbenzene	0.053	0.050
4	m-Xylene	0.050	0.050
5	p-Xylene	#DIV/0!	#NUM!
6	o-Xylene	0.060	0.060
7	Isopropylbenzene	0.000	0.000
8	n-Propylbenzene	0.000	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.045	0.040
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.000	0.000
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.000	0.000
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.000	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.000	0.000
14	n-Butylbenzene	0.000	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.000	0.000
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.000	0.000
21	Styrene	0.008	0.000
22	Naphthalene	#DIV/0!	#NUM!
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	#DIV/0!	#NUM!
25	2-Methylhexane	0.020	0.020
26	3-Methylhexane	#DIV/0!	#NUM!
27	n-Heptane	#DIV/0!	#NUM!
28	n-Octane	0.033	0.025
29	n-Nonane	0.072	0.065
30	2-Methyloctane	0.048	0.060
31	3-Methyloctane	0.055	0.050
32	2-Methylnonane	0.033	0.020
33	3,5-Dimethyloctane	0.000	0.000
34	n-Decane	0.078	0.080
35	n-Undecane	0.035	0.040
36	n-Dodecane	0.077	0.055
37	n-Tridecane	0.070	0.050
38	n-Tetradecane	0.061	0.055
39	n-Pentadecane	0.050	0.045
40	n-Hexadecane	0.030	0.040
41	2-Methylpentane	0.048	0.045
42	3-Methylpentane	#DIV/0!	#NUM!
43	1-Octene	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	#DIV/0!	#NUM!
46	2,2,4-Trimethylpentane	#DIV/0!	#NUM!
47	Methylcyclopentane	0.000	0.000
48	Cyclohexane	#DIV/0!	#NUM!
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.034	0.040
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
52	Methylcyclohexane	#DIV/0!	#NUM!
53	3-Carene	0.018	0.000
54	α -Pinene	0.433	0.070
55	(+/-)-Camphene	0.097	0.000
56	β -Pinene	0.047	0.060
57	Longifolene	0.055	0.055
58	α -Cedrene	0.000	0.000
59	Limonene	0.090	0.070
60	Camphor	0.065	0.065
61	Menthol	0.000	0.000

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	0.000	0.000
63	2-Propanol	0.034	0.000
64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
65	2-Methyl-1-propanol	0.027	0.005
66	1-Butanol	0.025	0.025
67	1-Pentanol	0.000	0.000
68	1-Hexanol	#DIV/0!	#NUM!
69	Cyclohexanol	0.050	0.050
70	1-Octanol	0.023	0.020
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.000	0.000
72	Phenol	#DIV/0!	#NUM!
73	Texanol	0.057	0.045
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	#DIV/0!	#NUM!
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	1.390	1.170
77	Propylene glycol	0.000	0.000
78	Dimethoxymethane	#DIV/0!	#NUM!
79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
80	2-Methoxyethanol	0.000	0.000
81	2-Ethoxyethanol	0.000	0.000
82	2-Butoxyethanol	0.000	0.000
83	1-Methoxy-2-propanol	0.000	0.000
84	2-Butoxyethoxyethanol	0.000	0.000
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.017	0.000
86	Acetone	0.269	0.220
87	3-Methyl-2-butanone	#DIV/0!	#NUM!
88	Methylethylketone	0.053	0.030
89	Methylisobutylketone	0.184	0.060
90	Acetophenone	0.000	0.000
91	Dichloromethane	0.000	0.000
92	Carbon tetrachloride	0.000	0.000
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.000	0.000
95	Tetrachloroethylene	0.000	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.000	0.000
97	1,4-Dichlorobenzene	0.637	0.515
98	1,2-Dichloropropane	0.042	0.050
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.025	0.025
101	Methylacetate	0.089	0.000
102	Vinylacetate	1.257	0.220
103	Butylformate	0.033	0.000
104	Isobutylacetate	0.000	0.000
105	Ethylacetate	0.758	0.865
106	Propylacetate	0.000	0.000
107	Butylacetate	0.000	0.000
108	Isopropylacetate	0.000	0.000
109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
110	2-Ethoxyethylacetate	0.000	0.000
111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
112	Linololacetate	0.000	0.000
113	Methacrylic acid methyl ester	0.083	0.000
114	TXIB	0.515	0.515
115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.064	0.060
117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
118	Caprolactam	0.018	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	0.000	0.000
121	THF(Tetrahydrofuran)	0.009	0.000

表2-2 バッシブ溶媒抽出外気測定結果

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	#DIV/0!	#NUM!
2	Toluene	0.140	0.100
3	Ethylbenzene	#DIV/0!	#NUM!
4	m-Xylene	#DIV/0!	#NUM!
5	p-Xylene	#DIV/0!	#NUM!
6	o-Xylene	#DIV/0!	#NUM!
7	Isopropylbenzene	0.000	0.000
8	n-Propylbenzene	0.000	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.040	0.040
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.000	0.000
11	1,2,3-Trimethylbenzene	#DIV/0!	#NUM!
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.000	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.000	0.000
14	n-Butylbenzene	0.000	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.000	0.000
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	#DIV/0!	#NUM!
21	Styrene	0.000	0.000
22	Naphthalene	#DIV/0!	#NUM!
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	#DIV/0!	#NUM!
25	2-Methylhexane	0.000	0.000
26	3-Methylhexane	0.040	0.040
27	n-Heptane	0.060	0.060
28	n-Octane	0.000	0.000
29	n-Nonane	0.000	0.000
30	2-Methyloctane	0.000	0.000
31	3-Methyloctane	0.000	0.000
32	2-Methylnonane	0.000	0.000
33	3,5-Dimethyloctane	0.000	0.000
34	n-Decane	0.055	0.055
35	n-Undecane	#DIV/0!	#NUM!
36	n-Dodecane	0.045	0.045
37	n-Tridecane	0.060	0.060
38	n-Tetradecane	0.050	0.070
39	n-Pentadecane	0.083	0.085
40	n-Hexadecane	0.075	0.075
41	2-Methylpentane	0.077	0.080
42	3-Methylpentane	#DIV/0!	#NUM!
43	1-Octene	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	#DIV/0!	#NUM!
46	2,2,4-Trimethylpentane	#DIV/0!	#NUM!
47	Methylcyclopentane	#DIV/0!	#NUM!
48	Cyclohexane	#DIV/0!	#NUM!
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.000	0.000
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
52	Methylcyclohexane	0.000	0.000
53	3-Carene	0.000	0.000
54	α -Pinene	0.070	0.070
55	(+/-)-Camphene	0.000	0.000
56	β -Pinene	0.000	0.000
57	Longifolene	0.000	0.000
58	α -Cedrene	0.000	0.000
59	Limonene	0.000	0.000
60	Camphor	0.000	0.000
61	Menthol	0.000	0.000

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	0.000	0.000
63	2-Propanol	0.000	0.000
64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
65	2-Methyl-1-propanol	0.000	0.000
66	1-Butanol	0.000	0.000
67	1-Pentanol	0.000	0.000
68	1-Hexanol	0.000	0.000
69	Cyclohexanol	0.000	0.000
70	1-Octanol	0.050	0.050
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.000	0.000
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.055	0.050
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	0.000	0.000
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	0.065	0.065
77	Propylene glycol	0.000	0.000
78	Dimethoxymethane	#DIV/0!	#NUM!
79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
80	2-Methoxyethanol	0.000	0.000
81	2-Ethoxyethanol	0.000	0.000
82	2-Butoxyethanol	0.000	0.000
83	1-Methoxy-2-propanol	0.000	0.000
84	2-Butoxyethoxyethanol	0.000	0.000
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.000	0.000
86	Acetone	0.080	0.050
87	3-Methyl-2-butanone	0.000	0.000
88	Methylethylketone	0.000	0.000
89	Methylisobutylketone	0.000	0.000
90	Acetophenone	0.000	0.000
91	Dichloromethane	0.000	0.000
92	Carbon tetrachloride	0.000	0.000
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.000	0.000
95	Tetrachloroethylene	0.000	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.000	0.000
97	1,4-Dichlorobenzene	0.000	0.000
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	#DIV/0!	#NUM!
101	Methylacetate	0.000	0.000
102	Vinylacetate	1.193	0.280
103	Butylformate	0.000	0.000
104	Isobutylacetate	0.000	0.000
105	Ethylacetate	1.230	1.230
106	Propylacetate	0.000	0.000
107	Butylacetate	0.000	0.000
108	Isopropylacetate	0.000	0.000
109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
110	2-Ethoxyethylacetate	0.000	0.000
111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
112	Linaloolacetate	0.000	0.000
113	Methacrylic acid methyl ester	0.000	0.000
114	TXIB	0.000	0.000
115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.073	0.070
117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
118	Caprolactam	0.000	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	0.000	0.000
121	THF(Tetrahydrofuran)	0.000	0.000

I-15 全国における室内空气中化学物質の実態に関する研究（高知県）

分担研究者 津野正彦 高知県衛生研究所 生活科学部
研究協力者 池本和美 高知県衛生研究所 生活科学部

研究要旨 室内空气中化学物質を総合的に評価するため、総揮発性有機化合物（TVOC）の測定方法の確立と実態把握、カルボニル化合物、二酸化窒素の実態把握のため、一般家屋及び屋外の空気について、規定された方法によりサンプリングを行った。また、TVOCにつき溶媒抽出法、パッシブ法による測定を行った。

1. 溶媒抽出法による測定

A. 研究目的

室内空气中化学物質を総合的に評価するため、総揮発性有機化合物（TVOC）の測定方法の確立と我が国における実態調査を行うため、高知県において家庭10住宅の室内空気及び4住宅の室外空気について、規定された手法によってサンプリングと溶媒抽出法による測定を行った。

B. 研究方法

(1) サンプリング方法

サンプリング場所、対象家屋の立地条件、築年数等は表1のようであった。

サンプリングに用いたポンプは東洋5ライン採取装置です。

(2) 抽出方法

前処理条件等はⅡの項に示す。

(3) 分析方法

1) 測定対象

測定対象物質及び測定イオンはⅡの項に示す。

2) 測定方法

分析条件はⅡの項に示す。

各物質の検量線、定量下限値等はⅡの項に示す。

(4) 今回のサンプリング及び測定方法における特徴及び課題

平成13年度の結果からスペルコORBO91LのTerpene類の捕集効率が低いことが判明、今年度は91L単独及びORBO101+91Lの2種類で行った。

また、表2に示す項目は測定不能であった。

C. 研究結果

結果はⅡの項以降に他の機関と共にまとめた。

D. 考察

① 2種の捕集管の比較

表3のとおりORBO101+91LでTerpene類で捕集率の改善がみられた。

② 個々の物質では指針値 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える物質はなかったがToluene、1,4-Dichlorobenzeneが比較的高濃度の家屋があった。

③ TVOCはORBO101+91Lでは7家屋で暫定基準値を超過しており、91L単独では1家屋のみ超過していた。現行の暫定41物質ではORBO101+91Lでは3家屋が超過、91Lでは超える家屋はなかった。

E. 結論

① ORBO91Lの前にORBO101を付けることによりTerpene類の捕集効率が高くなると共に次に示すパッシブ法との相関が高くなった。

2. パッシブ法による測定

A. 研究目的

室内空气中化学物質を総合的に評価するため、総揮発性有機化合物（TVOC）の測定方法の確立と我が国における実態調査を行うため、高知県において家庭10住宅の室内空気及び4住宅の室外空気について、規定された手法によってパッシブ法によるサンプリングと測定を行った。

B. 研究方法

(1) サンプリング方法

サンプリング場所、対象家屋の立地条件、築年数等はアクティブ法と同様で表1に示す。

(2) 抽出方法

前処理条件等は溶媒抽出法と同様である。

(3) 分析方法

1) 測定対象

測定対象物質及び測定イオンはⅡの項に示す。

3) 測定方法

分析条件および各物質の検量線、定量下限値等は溶媒抽出法と同様である。

(4) 今回のサンプリング及び測定方法に

おける特徴及び課題

表2に示す項目は測定不能であった。また、Ethyl acetateはブランク値が高く計算不能となった。

C. 研究結果 D. 考察 E. 結論

①ORBO91L及び101+91Lとの相関は表4のとおりORBO101+91Lと高い相関を示した。

②VOC-SDのuptake rateが示されている項目を計算すると表5のとおりとなる。

表1 暴露調査アンケート集計表

対象住宅	測定日	立地条件	道路の有 無	距離 (m)	機密性の種類	築年数 (年)	戸建住宅		
							建材	何階建	部屋数
A	2002/11/20	住宅地域	ある	200	気密住宅	1	木造戸建て	2	5
B	2002/11/25	住宅地域	ある	50	気密住宅	1	木造戸建て	2	4
C	2002/11/26	住宅地域	ある	400	通常の住宅	1	木造戸建て	2	5
D	2002/11/28	住宅地域	ある	150	気密住宅	0.7	木造戸建て	2	6
E	2002/12/2	住宅地域	ある	15	気密住宅	0.25	木造戸建て	2	4
F	2002/12/3	住宅地域	ある	100	気密住宅	0.25	鉄筋戸建て	2	5
G	2002/12/5	住宅地域	ある	300	気密住宅	0.2	木造戸建て	2	5
H	2002/12/9	住宅地域	ある	100	気密住宅	1	鉄筋集合住宅	3/13	4
I	2002/12/18	住宅地域	ある	600	通常の住宅	0.1	木造戸建て	2	6
J	2002/12/19	工場地域	ある	150	気密住宅	0.2	鉄筋集合住宅	5/13	4

表2 測定できなかった物質

No.	化合物名	定量不能理由
60	Camphor	2つのピーク無し
61	Menthol	2つのピーク無し
76	Ethanol	DB1カラムで測定不可
62	1-Propanol	溶媒前で測定不可
63	2-Propanol	溶媒前で測定不可
64	2-Methyl-2-propanol	溶媒前で測定不可
75	Methyl-t-butylether	溶媒前で測定不可
78	Dimethoxymethane	溶媒前で測定不可
86	Acetone	溶媒前で測定不可
91	Dichloromethane	溶媒前で測定不可
77	Propylene glycol	標準物質ピーク確認できない
80	2-Methoxyethanol	標準物質ピーク確認できない
101	Methylacetate	標準物質ピーク確認できない

表 3

項目	室内(10)・屋外(4)濃度合計($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		相関係数R	
	91L	101+91L	全サンプル(14)	室内(10)
Aromatic Hydrocarbons	745	817	0.982	0.974
Aliphatic Hydrocarbons	770	889	0.994	0.992
Cycloalkanes	35.8	61.9	0.585	0.327
Terpenes	380	2025	0.805	0.681
Alcohols	92.8	178.9	0.891	0.872
Glycols/Glycolethers	15.5	29.2	0.940	0.936
Ketones	30.9	37.5	0.987	0.987
Halocarbons	454	533	0.997	0.997
Esters	137	148	0.985	0.976
Phthalates	4.6	4.2	0.880	0.729
Other	7.9	11.9	0.860	0.823
all compounds	2675	4738	0.898	0.734
TVOC(テルペン類除く)	2294	2712	0.997	0.994
TVOC(テルペン類、酢エチ除く)	2242	2664	0.997	0.994
TVOC(酢エチ除く)	2623	4689	0.894	0.727

表 4

項 目	相関係数	
	91LとSD	101+91LとSD
Aromatic Hydrocarbons	0.954	0.978
Aliphatic Hydrocarbons	0.975	0.981
Cycloalkanes	0.700	0.980
Terpenes	0.827	0.975
Alcohols	0.848	0.987
Glycols/Glycoethers	0.642	0.764
Ketones	0.930	0.953
Halocarbons	0.988	0.995
Esters	0.783	0.859
Phthalates	0.704	0.733
Other	0.930	0.830
all compounds	0.838	0.979
TVOC(テルペン類除く)	0.972	0.983
TVOC(テルペン類、酢エチ除く)	0.975	0.985
TVOC(酢エチ除く)	0.835	0.978

表5-1 高知県室内(VOC-SD)(捕集量 μg)

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.119	0.120
2	Toluene	1.499	1.079
3	Ethylbenzene	0.380	0.262
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.000	0.000
5	m-Xylene or m,p-Xylene	0.242	0.165
6	o-Xylene	0.168	0.126
7	Isopropylbenzene	0.001	0.000
8	n-Propylbenzene	0.020	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.269	0.154
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.056	0.023
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.045	0.013
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.002	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.014	0.000
14	n-Butylbenzene	0.004	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.000	0.000
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.052	0.025
21	Styrene	0.001	0.000
22	Naphthalene	0.024	0.014
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	0.125	0.100
25	2-Methylhexane	0.048	0.041
26	3-Methylhexane	0.062	0.059
27	n-Heptane	0.260	0.219
28	n-Octane	0.140	0.049
29	n-Nonane	0.328	0.140
30	2-Methyloctane	0.085	0.043
31	3-Methyloctane	0.049	0.019
32	2-Methylnonane	0.044	0.021
33	3,5-Dimethyloctane	0.002	0.000
34	n-Decane	0.608	0.378
35	n-Undecane	0.308	0.160
36	n-Dodecane	0.173	0.083
37	n-Tridecane	0.036	0.010
38	n-Tetradecane	0.014	0.013
39	n-Pentadecane	0.003	0.003
40	n-Hexadecane	0.005	0.005
41	2-Methylpentane	0.092	0.085
42	3-Methylpentane	0.090	0.086
43	1-Octane	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	0.010	0.009
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.009	0.009
47	Methylcyclopentane	0.054	0.051
48	Cyclohexane	0.098	0.079
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.024	0.018
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
52	Methylcyclohexane	0.090	0.095
53	3-Carene	0.669	0.429
54	alpha-Pinene	4.302	4.177
55	(+/-)-Camphene	0.385	0.263
56	beta-Pinene	0.148	0.122
57	Longifolene	0.034	0.026
58	α -Cedrene	0.000	0.000
59	Limonene	0.648	0.596
60	Camphor	0.024	0.013
61	Menthol	0.115	0.106

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	0.000	0.000
63	2-Propanol	0.000	0.000
64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
65	2-Methyl-1-propanol	0.066	0.002
66	1-Butanol	0.116	0.064
67	1-Pentanol	0.004	0.000
68	1-Hexanol	0.002	0.000
69	Cyclohexanol	0.000	0.000
70	1-Octanol	0.001	0.001
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.074	0.029
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.121	0.045
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	-0.001	-0.001
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	0.000	0.000
77	Propylene glycol	0.000	0.000
78	Dimethoxymethane	0.000	0.000
79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
80	2-Methoxyethanol	0.000	0.000
81	2-Ethoxyethanol	0.000	0.000
82	2-Butoxyethanol	0.001	0.000
83	1-Methoxy-2-propanol	0.000	0.000
84	2-Butoxyethoxyethanol	0.001	0.000
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.000	0.000
86	Acetone	0.000	0.000
87	3-Methyl-2-butanone	0.003	0.000
88	Methylethylketone	0.092	0.060
89	Methylisobutylketone	0.056	0.049
90	Acetophenone	0.002	0.001
91	Dichloromethane	0.000	0.000
92	Carbon tetrachloride	0.031	0.031
93	1,2-Dichloroethane	0.002	0.000
94	Trichloroethylene	0.000	0.000
95	Tetrachloroethylene	0.005	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.010	0.000
97	1,4-Dichlorobenzene	1.973	0.122
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.010	0.012
101	Methylacetate	0.000	0.000
102	Vinylacetate	0.012	0.007
103	Butylformate	0.001	0.000
104	Isobutylacetate	0.013	0.004
105	Ethylacetate	0.000	0.000
106	Propylacetate	0.001	0.000
107	Butylacetate	0.132	0.101
108	Isopropylacetate	0.021	0.014
109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
110	2-Ethoxyethylacetate	0.006	0.000
111	2-Ethylhexylacetate	0.017	0.002
112	Linaloolacetate	0.003	0.001
113	Methacrylic acid methyl ester	0.000	0.000
114	TXIB	0.016	0.005
115	Dimethyl phthalate	0.002	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.037	0.036
117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
118	Caprolactam	0.011	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	0.000	0.000
121	THF(Tetrahydrofuran)	0.016	0.000

表5-2 高知県室外(VOC-SD)(捕集量 μg)

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.130	0.129
2	Toluene	0.342	0.406
3	Ethylbenzene	0.029	0.036
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.000	0.000
5	m-Xylene or m,p-Xylene	0.024	0.028
6	o-Xylene	0.009	0.008
7	Isopropylbenzene	0.000	0.000
8	n-Propylbenzene	0.000	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.046	0.052
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.000	0.000
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.000	0.000
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.000	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.000	0.000
14	n-Butylbenzene	0.000	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.000	0.000
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.000	0.000
21	Styrene	0.000	0.000
22	Naphthalene	0.008	0.000
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	0.055	0.057
25	2-Methylhexane	0.035	0.038
26	3-Methylhexane	0.036	0.038
27	n-Heptane	0.022	0.021
28	n-Octane	0.000	0.000
29	n-Nonane	0.000	0.000
30	2-Methyloctane	0.000	0.000
31	3-Methyloctane	0.000	0.000
32	2-Methylnonane	0.000	0.000
33	3,5-Dimethyloctane	0.000	0.000
34	n-Decane	0.217	0.207
35	n-Undecane	0.002	0.001
36	n-Dodecane	0.013	0.013
37	n-Tridecane	0.004	0.004
38	n-Tetradecane	0.015	0.015
39	n-Pentadecane	0.004	0.005
40	n-Hexadecane	0.004	0.004
41	2-Methylpentane	0.071	0.070
42	3-Methylpentane	0.064	0.072
43	1-Octene	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	0.007	0.008
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.009	0.008
47	Methylcyclopentane	0.030	0.032
48	Cyclohexane	0.033	0.032
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.000	0.000
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.000	0.000
52	Methylcyclohexane	0.013	0.014
53	3-Carene	0.000	0.000
54	α -Pinene	0.008	0.006
55	(+/-)-Camphene	0.000	0.000
56	β -Pinene	0.000	0.000
57	Longifolene	0.001	0.001
58	α -Cedrene	0.000	0.000
59	Limonene	0.000	-0.001
60	Camphor	0.000	0.000
61	Menthol	0.001	0.001

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	0.000	0.000
63	2-Propanol	0.000	0.000
64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
65	2-Methyl-1-propanol	0.003	0.002
66	1-Butanol	0.000	0.000
67	1-Pentanol	0.000	0.000
68	1-Hexanol	0.000	0.000
69	Cyclohexanol	0.000	0.000
70	1-Octanol	0.001	0.001
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.000	0.000
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	-0.004	-0.004
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	-0.001	-0.002
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	0.000	0.000
77	Propylene glycol	0.000	0.000
78	Dimethoxymethane	0.000	0.000
79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
80	2-Methoxyethanol	0.000	0.000
81	2-Ethoxyethanol	0.000	0.000
82	2-Butoxyethanol	0.000	0.000
83	1-Methoxy-2-propanol	0.000	0.000
84	2-Butoxyethoxyethanol	0.001	0.000
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.000	0.000
86	Acetone	0.000	0.000
87	3-Methyl-2-butanone	0.003	0.000
88	Methylethylketone	0.034	0.034
89	Methylisobutylketone	0.003	0.000
90	Acetophenone	0.000	0.000
91	Dichloromethane	0.000	0.000
92	Carbon tetrachloride	0.046	0.046
93	1,2-Dichloroethane	0.001	0.000
94	Trichloroethylene	0.000	0.000
95	Tetrachloroethylene	0.000	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.010	0.007
97	1,4-Dichlorobenzene	-0.001	0.000
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.009	0.010
101	Methylacetate	0.000	0.000
102	Vinylacetate	0.018	0.009
103	Butylformate	0.000	0.000
104	Isobutylacetate	0.000	0.000
105	Ethylacetate	0.000	0.000
106	Propylacetate	0.000	0.000
107	Butylacetate	0.000	0.000
108	Isopropylacetate	0.000	0.000
109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
110	2-Ethoxyethylacetate	0.000	0.000
111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
112	Linaloolacetate	0.001	0.001
113	Methacrylic acid methyl ester	0.001	0.001
114	TXIB	0.000	-0.001
115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.026	0.026
117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
118	Caprolactam	0.002	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	0.000	0.000
121	THF(Tetrahydrofuran)	0.000	0.000

厚生科学研究費補助金（生活科学安全総合研究事業）
分担研究報告書

I-16 全国における室内空气中化学物質の実態に関する研究（福岡県）

分担研究者 力 寿雄 福岡県保健環境研究所 環境科学部 大気課
協力研究者 柳川正男 濱村研吾 大石興弘 岩本眞二
福岡県保健環境研究所 環境科学部 大気課

研究要旨 全国の居住環境新築住宅における TVOC(総揮発性有機物)を様々な分析方法で測定することにより、TVOC について、その定義の設定、測定方法の確立、実態の把握を目指した調査研究を行なった。福岡県内の全 8 戸の住宅において、VOC 類およびアルデヒド類、二酸化窒素のサンプリングを行い、VOC 類については当研究所で分析を実施したので報告する。

1. アクティブ法による測定

A. 研究目的

室内空气中化学物質を総合的に評価するため、総揮発性有機化合物(TVOC)の測定方法の確立と我が国における実態調査を行うため、福岡県において家庭 8 住宅について、規定された手法によってサンプリングと溶媒抽出法による測定を行った。

B. 研究方法

(1) サンプリング方法

空気試料の採取は、県内の 8 住宅において、室内 1 ヶ所および室外 1 ヶ所で行った。ポンプ (GL サイエンス製 SP-204 500DUAL)を用いて捕集管に 100mL/min 程度の流量で 24 時間採取した。捕集管は ORBO91L 単独のものと、ORBO91L の前方に ORBO101 を接続したものの二通りの方法で試料空気を採取した。捕集管はアルミ箔等で遮光し、試料採取後、両端を密栓し、活性炭入り保存瓶に入れて分析時まで保存した。サンプリング場所の立地条件、築年数、建築様式等を表 1 にまとめた。

(2) 抽出方法

捕集管から吸着剤を抽出瓶に取り出し、二硫化炭素 2mL を加えて栓をし、泡が出

なくなるまで時々振り混ぜた後、内標準溶液(100 μ g/mL)を 2 μ L 加え、2 時間抽出したものを GC/MS 分析用試験液とした。

(3) 分析方法

1) 測定対象

測定対象成分およびその定量イオン、確認イオンは I および II の項に示した。

2) 測定方法

調製した試験液の 1 μ L を GC/MS に注入する。測定条件の詳細は I および II の項に示した。

(4) 今回のサンプリング及び測定方法における特徴及び課題

屋外のサンプリングには除湿管を使用した。サンプリングは居住者が通常の生活をしている状態で実施した。捕集管を 2 種類使用することにより、各 VOC の捕集効率を比較検討した。

C. 結果と考察

今回は 121 成分の VOC を対象に分析を行った。そのうち、n-Hexane, 3-Methylpentane, 2,4-Dimethylpentane, 2,2,4-Trimethylpentane,

Methylcyclopentane の5成分はピークが他成分と重なるため定量不可であった。また、Cyclohexane, Dimethoxymethane の2成分は抽出溶媒のピークと重なるため定量不可であった。また、Dibutyl phthalate は操作ブランクが高く、定量が困難であった。各VOCの検出下限、定量下限を求めるために、0.04、0.1、0.2ng/ μ Lの標準溶液および操作ブランク試料をそれぞれ5回ずつ測定した。得られた値の標準偏差(σ)の3 σ を検出下限、10 σ を定量下限とした。捕集管に毎分100mLで24時間試料空気を通気し、吸着剤を2mLで抽出し、その抽出試料1 μ LをGC/MSに導入した分析条件を基に試料空気の検出下限、定量下限値を求めたものである。多くの成分が空気中1 μ g/ m^3 まで十分定量可能であるが、Ethanol、1-Propanol等のアルコール類およびvinyl acetate等のエステル類の一部はピークがブロードで感度が低く、低濃度成分の定量は困難であった。

捕集管ORBO91Lを単独で使用した際の定量結果、定量可能な113成分のうち、室内で検出された成分は73成分、屋外で検出された成分は50成分であった。また、室内で全ての住宅から検出された成分は37成分であった。なお、芳香族炭化水素類及び脂肪族炭化水素類で検出率が高かった。

室内空気中における中央値、平均値、最大値の上位20物質を表2に示す。ISO指定物質に指定されていないEthanolが一部の住宅を除いて非常に高濃度に検出された。ISO指定物質の中で平均値が高い物質は1,4-Dichlorobenzene(37.8 μ g/ m^3)、Toluene(27.3 μ g/ m^3)、Limonene(13.2 μ g/ m^3)、中央値が高い物質はToluene(26.9 μ g/ m^3)、Acetone(9.9 μ g/ m^3)、Xylene(9.5 μ g/ m^3)、最大値が高い物質は1,4-Dichlorobenzene(212 μ g/ m^3)、Limonene(45.7 μ g/ m^3)、Ethyl acetate(45.5 μ g/ m^3)であった。Toluene及び1,4-Dichlorobenzeneの平均値は平成10年度に実施された居住環境中の揮発性有機化

合物全国調査結果¹⁾(98.3 μ g/ m^3 、123.3 μ g/ m^3)を下回る結果であった。なお、屋外空気中²⁾では芳香族炭化水素類がTVOCの60%以上を占めていた。

つぎに、測定結果をVOCのカテゴリー別に分類したものを図1に、TVOCと各住宅の情報についてまとめたものを表3に示す。各住宅の室内空気質の特徴は様々で、芳香族炭化水素類及び脂肪族炭化水素類の濃度が80%以上に達する住宅³⁾や有機ハロゲン化合物⁴⁾の割合が50%を超える住宅もあった。F住宅は芳香族炭化水素類及び脂肪族炭化水素類の総量(319.2 μ g/ m^3)がTVOCの84%であった。この住宅では調査当時、石油ファンヒーターを8時間以上使用しており、この影響であると考えられる。一方、石油ファンヒーターを9時間以上使用したE住宅では芳香族炭化水素類および脂肪族炭化水素類の総量は95.4 μ g/ m^3 と低い値であった。これは同住宅では24時間連続の強制換気システムが作動していたためであると思われる。また、CおよびH住宅では1,4-Dichlorobenzeneが高濃度で検出され、特にH住宅では212 μ g/ m^3 とTVOCの60%以上に達していた。ところで、TVOCと築年数の関係では今回調査した住宅の中で最も築年数の経っている築12ヶ月(F住宅)および築9ヶ月(H住宅)の住宅のTVOCが比較的高い値であり、築年数の経過によるTVOCの低減傾向は観察されなかった。これは前述のとおり、石油系暖房器具の使用や防虫剤の使用による1,4-Dichlorobenzeneの増加などの影響が大きかったためであると推測される。

捕集管ORBO91Lの前にORBO101を連結して試料空気を採取した際の定量結果はORBO91L単独の結果と比較するために、両捕集管による定量結果を成分のカテゴリー別に並べた(図2)。A住宅とG住宅では両捕集管による定量結果には大きな違いがあり、テルペン類についてはまったく異なる結果となった。これはテルペン類のうち、

alpha-Pinene、beta-Pinene と 3-Carene の 3 物質についてそれぞれの捕集管の捕集効率が大きく違うためである。ORBO101 と ORBO91L 連結の結果では、A 住宅と G 住宅で、その TVOC 値も大きく増加した。すなわち、通常、空気中の VOC を捕集する際に使用される捕集管 ORBO91L のみではテルペン類の定量は不可能であり、他の捕集管との併用が必要であることが判明した。なお、その他の成分については両捕集管による差は小さく、同様の結果が得られた。

D. 結論

今回のアクティブサンプリング・溶媒抽出法による定量では多くの成分がその定量下限が空気中濃度 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であったが、アルコール類およびエステル類の一部は感度が低く、低濃度の定量が困難であった。室内空気中では芳香族炭化水素類および脂肪族炭化水素類の検出率が高く、その他、alpha-Pinene、Limonene や 1,4-Dichlorobenzene 等が比較的高濃度で検出された。今年度の調査では石油系の暖房器具の使用による芳香族炭化水素類及び脂肪族炭化水素類の増加や防虫剤の使用による

1,4-Dichlorobenzene 発生等の築年数以外の影響が大きかったため、築年数と室内 TVOC との明らかな相関は見られなかった。また、これまで使用してきた捕集管 ORBO91L 単独では alpha-Pinene、beta-Pinene、3-Carene 等のテルペン類の定量が不可能であり、他の捕集管(ORBO101 等)との併用が必要であることが判明した。

E. 参考文献

- 1) 厚生省生活衛生局生活化学安全対策室：「平成 10 年度居住環境中の揮発性有機化合物の全国実態調査」,平成 11 年 12 月
- 2) 雨谷敬史、大浦健、杉山智彦、房家正博、松下秀鶴：「富士市における一般家庭室内外空気中のベンゼンおよびその誘導体の濃度調査」,第 41 回大気環境学会年会講演要旨集,p362,2000
- 3) 池田耕一：「シックハウス問題について考える」, J. Nalt. Inst. Public. Health, 130 - 141, 50(3), 2001
- 4) 大平辰朗：「木質系材料由来の揮発性有機化合物(VOC)」,木材工業 Vol. 55, No.10, 444-450, 2000

2. パッシブ法による測定

A. 研究目的

室内空気中化学物質を総合的に評価するため、総揮発性有機化合物(TVOC)の測定方法の確立と我が国における実態調査を行うため、福岡県において家庭8住宅について、規定された手法によってパッシブ法によるサンプリングと測定を行った。

B. 研究方法

(1) サンプリング方法

空気試料の採取は、室内1カ所および室外1カ所で行った。シグマアルドリッチ社製 VOC-SD を保存容器から取り出し、床上1.2m付近にセットし24時間曝露した。曝露後は保存容器を取り付け、チャック付きサンプル回収袋に入れ、密封したのち、活性炭入り保存瓶に入れて分析時まで保存した。サンプリング場所の立地条件、築年数、建築様式等はアクティブ法とどうようであった。

(2) 抽出方法

捕集管 VOC-SD から吸着剤を抽出瓶に取り出し、二硫化炭素 2mL を加えて栓をし、泡が出なくなるまで時々振り混ぜた後、内標準溶液(100 μg/mL)を 2 μL 加え、2時間抽出したものを GC/MS 分析用試験液とした。

(3) 分析方法

1) 測定対象

測定対象成分およびその定量イオン、確認イオンは I および II の項に示した。

2) 測定方法

調製した試験液の 1 μL を GC/MS に注入する。測定条件の詳細は I および II の項に示した。

C. 結果と考察

今回の分析条件では、アクティブ法と同様に、*n*-Hexane, 3-Methylpentane,

2,4-Dimethylpentane,

2,2,4-Trimethylpentane,

Methylcyclopentane の5成分はピークが他成分と重なるため定量不可であった。また、Cyclohexane, Dimethoxymethane の2成分は抽出溶媒のピークと重なるため定量不可であった。また、Dibutyl phthalate は操作ブランクが高く、定量が困難であった。

パッシブ法による測定結果を表4に示す。本法による捕集量(ブランク値差し引き後)では、*n*-Decane および Ethylacetate の2成分において負の値が生じた。特に、Ethylacetate はブランク(捕集管由来または保存時汚染と思われる)が非常に高く、定量は困難であった。しかし、昨年度調査に使用した捕集管(柴田化学製パッシブガスチューブ)¹²⁾に比べ、*n*-Dodecane や *n*-Tetradecane 等の脂肪族炭化水素類のブランクは大きく低減していた。ところで、定量可能な114成分のうち、室内で検出された成分は73(73)成分、屋外で検出された成分は40(50)成分であった(カッコ内はアクティブ法による)。

パッシブ法の有効性を確認するために、24時間曝露した捕集管 VOC-SD と24時間採気した捕集管(ORBO101とORBO91L連結)をそれぞれ抽出し、吸着成分および捕集量を比較³⁾したものを図3~14に示した。アクティブ法とパッシブ法による捕集量の相関はハロゲン化炭化水素類では非常によく、パッシブ法から実際の空気中濃度を求めることも可能であると思われる。一方、その他の分類については芳香族炭化水素類、脂肪族炭化水素類、テルペン類、アルコール類、エステル類等については両法の相関性があると思われるが、各成分の捕集を空気の拡散のみに依存するパッシブ法では概して捕集量は低く、定量下限付近の結果が多いため、試料によるバラツキが大きかった。しかし、TVOC については同様に試料によるバラツキが多少あるもののアクティブ法(ORBO101とORBO91L連結)から得られた

定量結果との相関も比較的良好、パッシブ法のみから TVOC 値を概算することは可能であると思われる。

D. 結論

今回調査したパッシブ法では Ethylacetate、n-Decane でブランク(チューブ由来または保存中の汚染)が高く、定量は困難であったが、その他の成分についてはブランクによる影響はなかった。原理上パッシブ法の捕集量は低く、定量下限付近の結果が多いため、試料によるバラツキが大きいものの、TVOC についてはアクティブ法(ORBO101 と ORBO 91L 連結)から得られた定量結果との相関も比較的良好、パッシブ法のみから TVOC 値を概算することは可能であると思われる。

E. 参考文献

- 1) 中村又善、柳川正男、力寿雄、大石興弘：「全国における室内空气中化学物質の実態調査に関する研究(福岡県)」,2002
- 2) 加藤陽一、杉山英俊、高橋通正、長谷川敦子、須山芳明：「パッシブサンプラーによるベンゼンおよび有機塩素化合物の多地点同時サンプリングと過剰がんリスク推計」,平成 11 年度神奈川県環境科学センター研究報告,第 22 号,p50-55,2000
- 3) 牧原大、田中美恵、長宗寧、皆川直人、安藤正典：「新築住宅における室内空气中の化学物質濃度実態調査(2)アクティブサンプリングとパッシブサンプリングの比較」,第 42 回大気環境学会年会講演要旨集,p565,2001

表1. 建物・測定場所

対象住宅	測定日	立地条件	道路の有無	距離(m)	機密性の種類	築年数(年)	建築様式		
							建材	何階建	部屋数
A	2002/10/21	住宅地域	ある	600	通常	0.2	木造戸建	2	5
B	2002/10/24	住宅地域	ある	200	気密	0.7	木造戸建	2	5
C	2002/10/31	住宅地域	ある	70	通常	0.3	鉄筋戸建	2	9
D	2002/11/7	住宅地域	ある	100	通常	0.7	木造戸建	2	6
E	2002/11/14	商業地域	ない		通常	0.2	鉄筋(集合住宅)	8階/14階建	4
F	2002/11/18	住宅地域	ある	5	機密	1	鉄筋戸建	2	7
G	2002/11/20	住宅地域	ある	150		0.6	木造戸建	2	6
H	2002/11/25	住宅地域	ある	100		0.8	鉄筋(集合住宅)	4階/7階建	5

表2. 室内空气中、中央値・平均値・最大値の高い物質

中央値の高い物質		ug/m ³	屋外
1	Toluene	26.9	9.9
2	Acetone	9.9	0.0
3	Xylene*	9.5	3.5
4	Limonene	8.6	0.07
5	1,4-Dichlorobenzene	8.1	0.78
6	Ethylacetate	4.9	0.00
7	m-Xylene	4.6	1.8
8	Ethylbenzene	4.4	1.7
9	Vinylacetate	4.3	0.0
10	n-Nonane	3.7	0.45
11	n-Decane	3.1	0.00
12	o-Xylene	3.0	0.89
13	n-Tridecane	2.9	0.38
14	n-Dodecane	2.5	0.65
15	n-Heptane	2.2	0.44
16	1,2,4-Trimethylbenzene	2.0	1.6
17	n-Undecane	2.0	0.45
18	Butylacetate	2.0	0.00
19	Methylethylketone	1.9	0.00
20	p-Xylene	1.8	0.79

*o-, m-, p-Xyleneの合計

最大値の高い物質		ug/m ³
1	1,4-Dichlorobenzene	212
2	Limonene	45.7
3	Ethylacetate	45.5
4	n-Decane	43.0
5	Toluene	41.4
6	n-Tridecane	39.0
7	Benzene	32.9
8	n-Nonane	32.8
9	n-Dodecane	29.7
10	1-Butanol	26.8
11	n-Undecane	26.3
12	Xylene*	21.4
13	Vinylacetate	21.0
14	n-Tetradecane	18.0
15	Acetone	17.3
16	1,2,4-Trimethylbenzene	16.2
17	n-Heptane	11.7
18	n-Octane	11.6
19	TXIB	10.0
20	m-Xylene	9.7

*o-, m-, p-Xyleneの合計

平均値の高い物質		ug/m ³	屋外
1	1,4-Dichlorobenzene	37.8	1.4
2	Toluene	27.3	10.1
3	Limonene	13.2	0.14
4	Xylene*	10.5	3.7
5	Ethylacetate	10.4	0.09
6	Acetone	9.5	0.20
7	n-Decane	8.0	0.66
8	n-Dodecane	7.7	0.63
9	n-Tridecane	7.3	0.34
10	n-Nonane	7.2	0.50
11	Benzene	5.6	1.9
12	n-Undecane	5.4	0.57
13	Vinylacetate	5.3	0.00
14	m-Xylene	5.1	1.9
15	1-Butanol	4.6	0.00
16	1,2,4-Trimethylbenzene	4.4	1.6
17	Ethylbenzene	4.2	1.8
18	n-Tetradecane	3.9	0.33
19	n-Heptane	3.7	0.50
20	o-Xylene	3.5	0.97

*o-, m-, p-Xyleneの合計

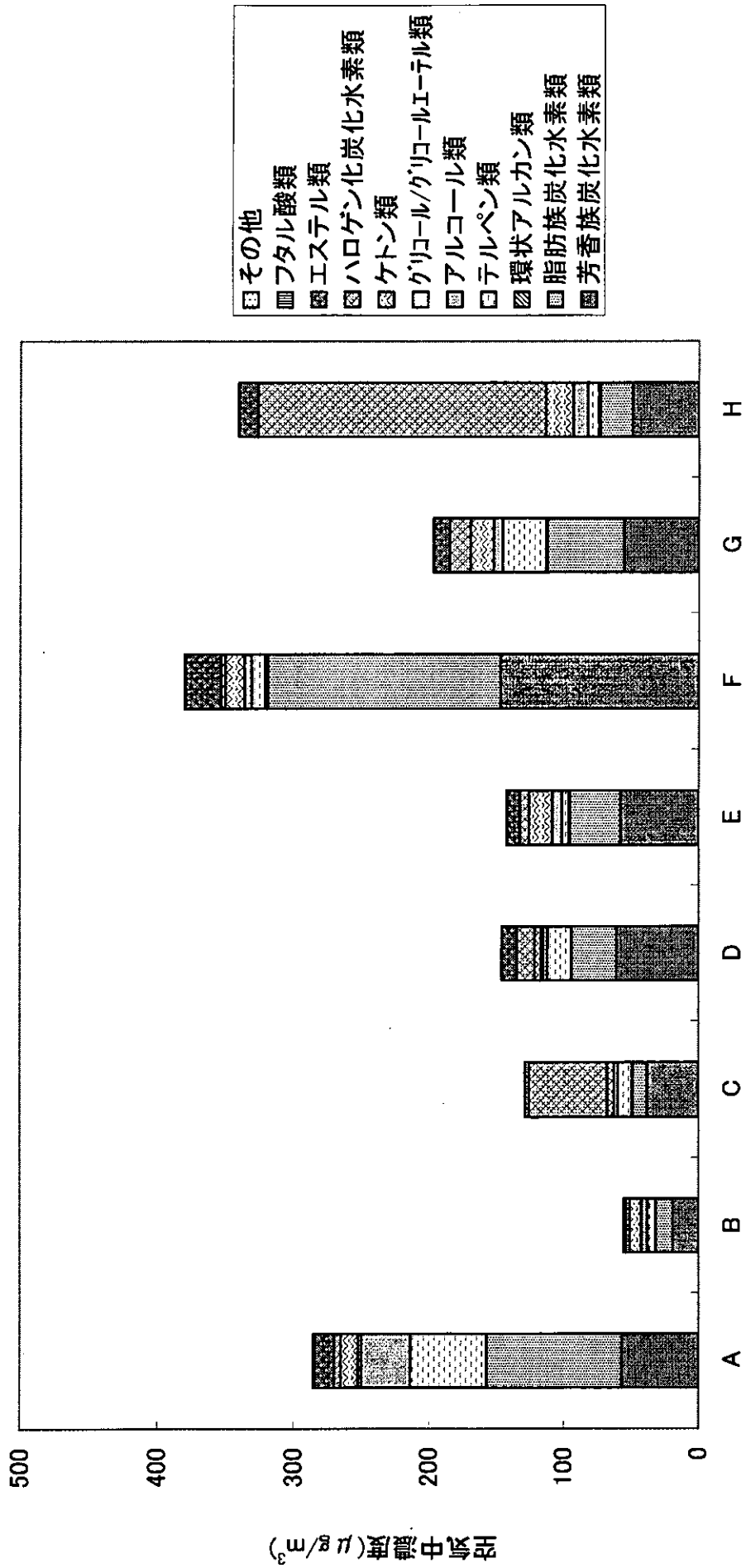


図1. カテゴリ別分類(捕集管ORBO91L)

表3. 対象住宅の情報とTVOC

Compounds	室内(居間)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
芳香族炭化水素類	56.3	18.8	37.7	60.5	57.7	147.2	55.1	48.8
脂肪族炭化水素類	100.7	12.2	10.8	33.2	37.7	172.0	57.2	24.1
環状アルカン類	0.3	0.2	0.5	0.4	0.8	1.8	1.0	1.2
テルペン類	56.2	6.1	10.6	18.0	4.9	10.0	32.3	7.9
アルコール類	36.0	4.6	2.9	3.1	7.3	5.4	6.9	11.1
グリコール/グリコールエーテル類	2.2	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
ケトン類	12.9	8.5	4.8	4.9	17.2	13.9	17.2	20.6
ハロゲン化炭化水素類	5.3	2.7	58.4	13.6	7.2	3.3	15.5	213.1
エステル類	14.3	1.7	3.1	10.7	9.6	25.9	11.2	13.8
フタル酸類	0.5	0.1	0.3	0.3	0.3	0.0	0.4	0.2
その他	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.3	0.0
TVOC(ISO指定物質)	285	55	129	146	143	380	197	341
築年数(ヶ月)	2	6	4	8	2	12	7	9
暖房器具	床暖房		エアコン		石油ファン	石油ファン	石油ファン	エアコン
使用時間(分)			60		555	500	190	1120
天井	木材	木材	その他	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	その他	ビニルクロス
壁紙	紙	紙	紙	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	その他	ビニルクロス
換気	自然換気	機械換気	自然換気	自然換気	機械換気	自然換気	自然換気	自然換気

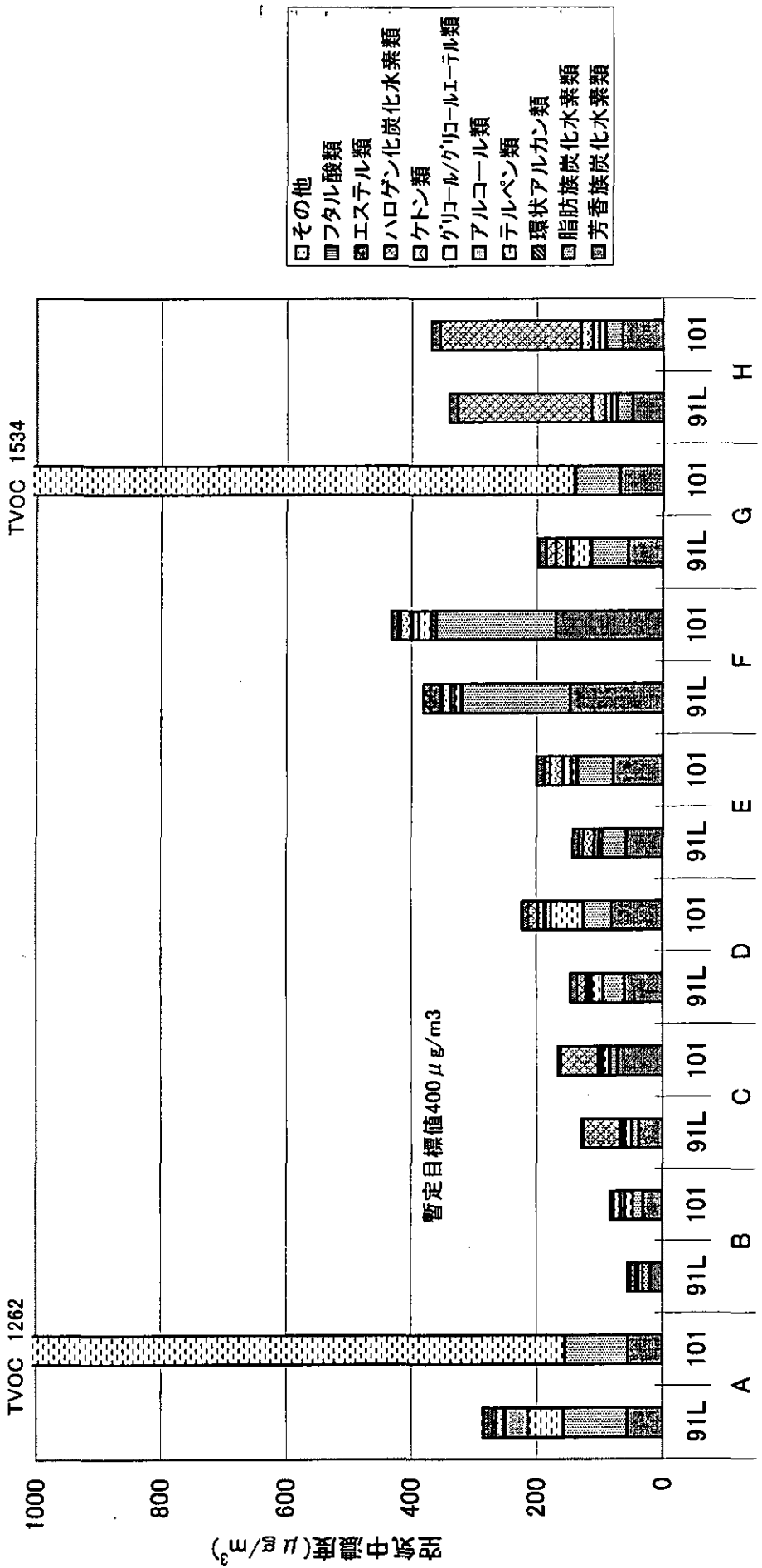


図2. アクティブ法比較- 捕集管(ORBO91L):捕集管(ORBO101-ORBO91L)

表4-1. パッシブ法による測定結果(室内)

No.	Compounds	平均値	中央値	No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.087	0.064	62	1-Propanol	0.012	0.000
2	Toluene	0.482	0.472	63	2-Propanol	0.066	0.000
3	Ethylbenzene	0.069	0.065	64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
4	m-Xylene	0.083	0.068	65	2-Methyl-1-propanol	0.027	0.000
5	p-Xylene	0.032	0.028	66	1-Butanol	0.137	0.040
6	o-Xylene	0.061	0.046	67	1-Pentanol	0.017	0.000
7	Isopropylbenzene	0.004	0.000	68	1-Hexanol	0.005	0.000
8	n-Propylbenzene	0.008	0.000	69	Cyclohexanol	0.000	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.059	0.031	70	1-Octanol	0.003	0.000
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.013	0.000	71	2-Ethyl-1-hexanol	0.019	0.011
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.026	0.014	72	Phenol	0.016	0.018
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.000	0.000	73	Texanol	0.024	0.011
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.008	0.000	74	2,6Di-t-butyl-4methylphenol	0.000	0.000
14	n-Butylbenzene	0.000	0.000	75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.000	0.000	76	Ethanol	3.092	2.811
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000	77	Propylene glycol	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000	78	Dimethoxymethane	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.000	0.000	79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000	80	2-Methoxyethanol	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.015	0.006	81	2-Ethoxyethanol	0.000	0.000
21	Styrene	0.006	0.000	82	2-Butoxyethanol	0.000	0.000
22	Naphthalene	0.013	0.020	83	1-Methoxy-2-propanol	0.000	0.000
23	4-Phenylcyclohexene	0.001	0.000	84	2-Butoxyethoxyethanol	0.003	0.000
24	n-Hexane	0.000	0.000	85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.008	0.000
25	2-Methylhexane	0.024	0.025	86	Acetone	0.580	0.506
26	3-Methylhexane	0.025	0.030	87	3-Methyl-2-butanone	0.000	0.000
27	n-Heptane	0.064	0.035	88	Methylethylketone	0.086	0.094
28	n-Octane	0.040	0.020	89	Methylisobutylketone	0.021	0.015
29	n-Nonane	0.082	0.037	90	Acetophenone	0.003	0.000
30	2-Methyloctane	0.021	0.000	91	Dichloromethane	0.012	0.000
31	3-Methyloctane	0.021	0.011	92	Carbon tetrachloride	0.006	0.005
32	2-Methylnonane	0.016	0.000	93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
33	3,5-Dimethyloctane	0.004	0.000	94	Trichloroethylene	0.004	0.000
34	n-Decane	0.067	0.027	95	Tetrachloroethylene	0.002	0.000
35	n-Undecane	0.061	0.029	96	1,1,1-Trichloroethane	0.005	0.000
36	n-Dodecane	0.130	0.075	97	1,4-Dichlorobenzene	0.552	0.119
37	n-Tridecane	0.139	0.020	98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
38	n-Tetradecane	0.029	0.000	99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
39	n-Pentadecane	0.000	0.000	100	Chloroform	0.013	0.011
40	n-Hexadecane	0.003	0.000	101	Methylacetate	0.051	0.035
41	2-Methylpentane	0.041	0.049	102	Vinylacetate	0.000	0.000
42	3-Methylpentane	0.000	0.000	103	Butylformate	0.000	0.000
43	1-Octene	0.009	0.000	104	Isobutylacetate	0.073	0.000
44	1-Decene	0.006	0.000	105	Ethylacetate	-1.329	-1.102
45	2,4-Dimethylpentane	0.000	0.000	106	Propylacetate	0.000	0.000
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.000	0.000	107	Butylacetate	0.053	0.045
47	Methylcyclopentane	0.000	0.000	108	Isopropylacetate	0.000	0.000
48	Cyclohexane	0.000	0.000	109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.000	0.000	110	2-Ethoxyethylacetate	0.000	0.000
50	c-1Methyl-4methylethylcyclohexane	0.000	0.000	111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
51	t-1Methyl-4methylethylcyclohexane	0.002	0.000	112	Linaloolacetate	0.000	0.000
52	Methylcyclohexane	0.030	0.035	113	Methacrylic acid methyl ester	0.004	0.000
53	3-Carene	0.123	0.012	114	TXIB	0.033	0.008
54	alpha-Pinene	5.202	0.070	115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
55	(+/-)-Camphene	0.043	0.000	116	Dibutyl phthalate	0.000	0.000
56	beta-Pinene	0.069	0.017	117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
57	Longifolene	0.000	0.000	118	Caprolactam	0.000	0.000
58	α -Cedrene	0.000	0.000	119	Indene	0.000	0.000
59	Limonene	0.244	0.104	120	2-Pentylfuran	0.001	0.000
60	Camphor	0.044	0.000	121	THF(Tetrahydrofuran)	0.000	0.000
61	Menthol	0.010	0.000				

表4-2. パッシブ法による測定結果(外気)

No.	Compounds	平均値	中央値	No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.054	0.053	62	1-Propanol	0.018	0.000
2	Toluene	0.189	0.185	63	2-Propanol	0.000	0.000
3	Ethylbenzene	0.034	0.034	64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
4	m-Xylene	0.036	0.033	65	2-Methyl-1-propanol	0.000	0.000
5	p-Xylene	0.014	0.016	66	1-Butanol	0.000	0.000
6	o-Xylene	0.021	0.020	67	1-Pentanol	0.000	0.000
7	Isopropylbenzene	0.000	0.000	68	1-Hexanol	0.000	0.000
8	n-Propylbenzene	0.001	0.000	69	Cyclohexanol	0.000	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.034	0.030	70	1-Octanol	0.000	0.000
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.007	0.005	71	2-Ethyl-1-hexanol	0.005	0.000
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.008	0.007	72	Phenol	0.011	0.016
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.000	0.000	73	Texanol	0.000	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.000	0.000	74	2,6Di-t-butyl-4methylphenol	0.000	0.000
14	n-Butylbenzene	0.000	0.000	75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.000	0.000	76	Ethanol	0.065	0.064
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000	77	Propylene glycol	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000	78	Dimethoxymethane	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.000	0.000	79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000	80	2-Methoxyethanol	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.005	0.000	81	2-Ethoxyethanol	0.000	0.000
21	Styrene	0.000	0.000	82	2-Butoxyethanol	0.000	0.000
22	Naphthalene	0.007	0.000	83	1-Methoxy-2-propanol	0.000	0.000
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000	84	2-Butoxyethoxyethanol	0.000	0.000
24	n-Hexane	0.000	0.000	85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.000	0.000
25	2-Methylhexane	0.011	0.000	86	Acetone	0.194	0.190
26	3-Methylhexane	0.017	0.022	87	3-Methyl-2-butanone	0.000	0.000
27	n-Heptane	0.011	0.011	88	Methylethylketone	0.041	0.045
28	n-Octane	0.003	0.000	89	Methylisobutylketone	0.004	0.000
29	n-Nonane	0.005	0.000	90	Acetophenone	0.000	0.000
30	2-Methyloctane	0.000	0.000	91	Dichloromethane	0.006	0.000
31	3-Methyloctane	0.002	0.000	92	Carbon tetrachloride	0.005	0.000
32	2-Methylnonane	0.000	0.000	93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
33	3,5-Dimethyloctane	0.000	0.000	94	Trichloroethylene	0.003	0.000
34	n-Decane	0.009	0.014	95	Tetrachloroethylene	0.002	0.000
35	n-Undecane	0.012	0.000	96	1,1,1-Trichloroethane	0.004	0.000
36	n-Dodecane	0.015	0.018	97	1,4-Dichlorobenzene	0.024	0.013
37	n-Tridecane	0.002	0.000	98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
38	n-Tetradecane	0.000	0.000	99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
39	n-Pentadecane	0.000	0.000	100	Chloroform	0.005	0.000
40	n-Hexadecane	0.000	0.000	101	Methylacetate	0.000	0.000
41	2-Methylpentane	0.033	0.038	102	Vinylacetate	0.000	0.000
42	3-Methylpentane	0.000	0.000	103	Butylformate	0.000	0.000
43	1-Octene	0.000	0.000	104	Isobutylacetate	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000	105	Ethylacetate	-1.010	-0.520
45	2,4-Dimethylpentane	0.000	0.000	106	Propylacetate	0.000	0.000
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.000	0.000	107	Butylacetate	0.004	0.000
47	Methylcyclopentane	0.000	0.000	108	Isopropylacetate	0.000	0.000
48	Cyclohexane	0.000	0.000	109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.000	0.000	110	2-Ethoxyethylacetate	0.000	0.000
50	c-1Methyl-4methylethylcyclohexane	0.000	0.000	111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
51	t-1Methyl-4methylethylcyclohexane	0.000	0.000	112	Linaloolacetate	0.000	0.000
52	Methylcyclohexane	0.007	0.000	113	Methacrylic acid methyl ester	0.000	0.000
53	3-Carene	0.000	0.000	114	TXIB	0.000	0.000
54	alpha-Pinene	0.007	0.000	115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
55	(+/-)-Camphene	0.000	0.000	116	Dibutyl phthalate	0.000	0.000
56	beta-Pinene	0.000	0.000	117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
57	Longifolene	0.000	0.000	118	Caprolactam	0.000	0.000
58	α -Cedrene	0.000	0.000	119	Indene	0.000	0.000
59	Limonene	0.001	0.000	120	2-Pentylfuran	0.000	0.000
60	Camphor	0.000	0.000	121	THF(Tetrahydrofuran)	0.000	0.000
61	Menthol	0.000	0.000				