

表2 パッシブ法室内測定結果

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.000	0.000
2	Toluene	0.801	0.510
3	Ethylbenzene	0.203	0.180
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.139	0.155
5	p-Xylene	0.078	0.085
6	o-Xylene	0.084	0.080
7	Isopropylbenzene	0.015	0.015
8	n-Propylbenzene	0.015	0.010
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.171	0.105
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.034	0.020
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.083	0.025
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.003	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.034	0.005
14	n-Butylbenzene	0.006	0.000
15	1,3-Diisopropylbenzene	0.079	0.025
16	1,4-Diisopropylbenzene	0.000	0.000
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.011	0.010
19	α -Methylstyrene	0.000	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.034	0.010
21	Styrene	0.225	0.145
22	Naphthalene	0.013	0.010
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	1.140	0.070
25	2-Methylhexane	0.299	0.265
26	3-Methylhexane	0.248	0.195
27	n-Heptane	#DIV/0!	#NUM!
28	n-Octane	0.000	0.000
29	n-Nonane	0.121	0.020
30	2-Methyloctane	0.051	0.010
31	3-Methyloctane	0.031	0.010
32	2-Methylnonane	0.100	0.010
33	3,5-Dimethyloctane	2.409	1.970
34	n-Decane	0.410	0.100
35	n-Undecane	0.140	0.045
36	n-Dodecane	0.080	0.050
37	n-Tridecane	0.025	0.005
38	n-Tetradecane	0.001	0.000
39	n-Pentadecane	0.000	0.000
40	n-Hexadecane	0.000	0.000
41	2-Methylpentane	0.075	0.075
42	3-Methylpentane	0.320	0.145
43	1-Octene	0.000	0.000
44	1-Decene	0.001	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	1.605	0.045
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.038	0.030
47	Methylcyclopentane	0.038	0.025
48	Cyclohexane	0.038	0.025
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.015	0.005
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.015	0.000
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.018	0.000
52	Methylcyclohexane	0.000	0.000
53	3-Carene	2.229	2.575
54	alpha-Pinene	11.490	8.910
55	(+/-)-Camphene	1.470	0.640
56	beta-Pinene	0.354	0.345
57	Longifolene	0.011	0.010
58	α -Cedrene	0.005	0.000
59	Limonene	0.671	0.585
60	Camphor	0.035	0.025
61	Menthol	0.008	0.000

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	0.019	0.005
63	2-Propanol	#DIV/0!	#NUM!
64	2-Methyl-2-propanol	0.038	0.005
65	2-Methyl-1-propanol	0.125	0.030
66	1-Butanol	#DIV/0!	#NUM!
67	1-Pentanol	0.100	0.085
68	1-Hexanol	0.048	0.045
69	Cyclohexanol	0.020	0.015
70	1-Octanol	0.004	0.000
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.096	0.055
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.021	0.015
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	#DIV/0!	#NUM!
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	#DIV/0!	#NUM!
77	Propylene glycol	#DIV/0!	#NUM!
78	Dimethoxymethane	#DIV/0!	#NUM!
79	Dimethoxyethane	0.150	0.090
80	2-Methoxyethanol	#DIV/0!	#NUM!
81	2-Ethoxyethanol	#DIV/0!	#NUM!
82	2-Butoxyethanol	#DIV/0!	#NUM!
83	1-Methoxy-2-propanol	0.008	0.010
84	2-Butoxyethoxyethanol	-0.005	0.000
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.009	0.010
86	Acetone	2.460	2.775
87	3-Methyl-2-butanone	0.059	0.050
88	Methylethylketone	0.209	0.080
89	Methylisobutylketone	0.211	0.045
90	Acetophenone	0.003	0.010
91	Dichloromethane	0.023	0.020
92	Carbon tetrachloride	0.010	0.010
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.009	0.010
95	Tetrachloroethylene	0.001	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.000	0.000
97	1,4-Dichlorobenzene	0.439	0.020
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.009	0.005
101	Methylacetate	0.308	0.160
102	Vinylacetate	#DIV/0!	#NUM!
103	Butylformate	0.231	0.210
104	Isobutylacetate	0.378	0.275
105	Ethylacetate	0.113	0.085
106	Propylacetate	0.003	0.000
107	Butylacetate	0.084	0.080
108	Isopropylacetate	0.209	0.080
109	2-Methoxyethylacetate	0.011	0.005
110	2-Ethoxyethylacetate	0.023	0.005
111	2-Ethylhexylacetate	0.008	0.010
112	Linaloolacetate	0.491	0.005
113	Methacrylic acid methyl ester	1.264	0.605
114	TXIB	0.039	0.000
115	Dimethyl phthalate	0.004	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.000	0.000
117	1,4-Dioxane	0.008	0.010
118	Caprolactam	0.000	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	0.009	0.005
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 - 8 全国における室内空气中化学成分の実態に関する研究（山梨県）

分担研究者 小林 浩 山梨県衛生公害研究所 生活科学部
研究協力者 堀内雅人 山梨県衛生公害研究所 生活科学部

研究要旨 本研究は空気中における揮発性有機化学物質の種類と濃度実態を把握することを目的に、試料の捕集特性、分析操作の簡便性、解析作業の煩雑性等、一連の操作手順を検証すると共に、人への暴露量を把握することを目的に本調査を実施した。

1. アクティブ（溶媒抽出）法による測定

A. 研究目的

室内空气中化学成分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、わが国における実態調査を行なうため、山梨県において新改築した一般家庭6住宅について、規定された手法によりサンプリングと溶媒抽出法による測定を行なった。

B. 研究方法

（1）サンプリング方法

サンプリング方法は流量計（東洋理工（株）社製5ライン採取装置）に小型ポンプ（日東工器（株）リニコン 形式:LV140）を接続し、同一日に室内外の空気を約24時間（約144リットル）吸引し捕集管に捕集させた。捕集管は、ORBO91L単独による方法と、ORBO91LとORBO101（共にスペルコ（株）社製）を直列に接続した2種類の捕集方法で行なった。各住宅の立地条件、築年（月）数、採取室内の状況を表1に示した。

（2）抽出方法

抽出操作は、捕集管のガラス両端をヤスリでカットし、ガラス管内の捕集剤をあらかじめ二硫化炭素2mlを入れたガラスバ

イアルに速やかに移し入れた。直ちに密栓を施し2時間時々攪拌しながら捕集剤を浸漬し、試験溶液とした。

（3）分析方法

1) 測定対象

測定対象とした化合物は芳香族炭化水素類や脂肪族炭化水素類を含めた111成分を対象とした。

2) 測定方法

測定対象とした成分は、島津製作所（株）GC（GC17A）-MS QP5000により分析した。測定用標準成分は国立医薬品食品衛生研究所より配布された標準液（70成分及び57成分混合標準液、各100ppm）を二硫化炭素で希釈し使用した。分析条件及び使用カラム等を表2に示した。なお、試料溶液及び標準溶液には、内部標準物質としてトルエン-d8を濃度が0.1μg/mlになるよう添加した。

（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

今年度のサンプリングでは、捕集管の違いによる捕集成分の種類とその量に及ぼす影響を把握するため、捕集管にORBO91L単独の方法（以下「単独法」と記す）と、ORBO91LとORBO101を直列に接続し

た方法（以下「直列法」と記す）による 2 種類の捕集を行なった。特に ORBO101 は木材から揮散するテルペン類の捕集に有効とされ、とりわけ、日本家屋のように建築材として木材を多く利用する家屋でのテルペン類の測定に有効であると考えられた。

アクティブ（溶媒抽出）法による揮発性有機化合物（以下「VOCs」）のサンプリングは、人間が通常暴露される空気を強制的に吸引し、各種化合物を捕集することが可能である。そのため専用ポンプや機器の設置に僅かな時間を必要とするが、暴露空気を確実に捕集でき暴露量の評価がしやすい。

また、加熱脱着法-GC-MS 法やキャニスター法-GC-MS 法は専用分析機器が必要であるが、溶媒抽出法による測定は専用分析機器を必要としないため、各地方衛生研究所が保有する GC-MS 分析装置により測定が可能である。

C. 研究結果

室内・室外気中 VOCs の測定結果は II の項以降に他の機関と共にまとめた。

(1) 捕集管 ORBO91L 単独捕集による結果

本研究で定量できた 111 成分の TVOC 濃度は $192.0\sim 628.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあった。外気中 TVOC 濃度は $21.2\sim 169.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあった。なお、指針値の示されている成分は、室内外気中においていずれも指針値未満であった。

(2) 捕集管 ORBO91L と ORBO101 直列接続捕集による結果

本研究で定量できた 111 成分の TVOC 濃度は $167.6\sim 874.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあった。外気中 VOCs の TVOC 濃度は $27.5\sim 146.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあった。なお、指針値の示されている成分は、室内外気中においていずれも指針値未満であった。

単独法及び直列法による室内外気中 VOCs 濃度の平均値、中央値、最大値、最小値を表 3 に示した。

D. 考察

捕集方法の違いによる TVOC 濃度の室内及び外気中濃度を図 1 及び図 2 に示した。また、室内及び外気中の成分種類別に分類した存在比を図 3 及び図 4 に示した。

室内空気中の TVOC 濃度は $167.6\sim 874.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。測定された成分のうち、指針値を超過した成分は認められなかったが、TVOC 濃度の暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した家屋は 4 家屋あった(図 1)。成分ごとの特徴では、芳香族炭化水素類や脂肪族炭化水素類の占める割合が高く $40\sim 80\%$ がこれら物質で占められていた(図 3)。芳香族炭化水素類や脂肪族炭化水素類の起源は特定できないが建築材や壁紙等の影響が示唆された。また、測定家屋のうち 4 家屋は暖房器具として開放型石油ファンヒーターを利用しており、この暖房機がこれら成分の重要な発生源のひとつと推定された。

捕集方法の違いによる平均値は、単独法では $429.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、直列法では $473.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、住宅ごとの測定値の隔たりを比較すると、濃度比（「直列法」÷「単独法」の比）は $87\sim 144\%$ の違いがあった。直列法での測定値が高かった D 及び F 宅について各成分を比較すると、テルペン類での測定値に隔たりが認められ、直列法による捕集は単独法での捕集と比較し高い傾向にあった。捕集管の違いによる測定値の隔たりを、他の測定手法（加熱脱着法やキャニスター法など）により比較する必要があるが、単独法での捕集はテルペン類を十分に捕集していない可能性が示唆された。テルペン類の気中濃度を捕集する場合

ORBO101 捕集管を直列に接続する必要があるものと考えられた。

外気中 TVOC は F 宅を除いて $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であり、平均値は直列法で $71.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、単独法で $58.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった (図 2)。なお、A 宅の外気測定結果に大きな隔たりが認められるが、外気を捕集する際に流量計とポンプとの接続チューブが閉塞し、目標吸引量の半分程度しか吸引できなかったことが原因の 1 つと考えられた (表 1)。

2. パッシブ (溶媒抽出) 法による測定

A. 研究目的

室内空气中化学成分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、わが国における実態調査を行なうため、山梨県において一般家庭 6 住宅について、規定された手法によりサンプリングと測定を行なった。

B. 研究方法

(1) サンプリング方法

サンプリング方法はシグマアルドリッチジャパン (株) 社製パッシブチューブを用い、同一日に屋内外の空気に約 24 時間暴露し捕集管に捕集させた。本県では 6 住宅の捕集を行なった。住宅の立地条件、築年 (月) 数、採取室内の状況は表 1 と同様であった。

(2) 抽出方法

抽出操作は、捕集に用いたパッシブチューブの両端をカッターナイフでカットし、筒内の捕集剤を、あらかじめ二硫化炭素 2ml を入れたガラスバイアルに速やかに移し入れた。直ちに密栓を施し 2 時間時々攪拌しながら捕集剤を浸漬し試験溶液とした。

(3) 分析方法

1) 測定対象

測定対象とした成分は芳香族炭化水素

E. 結論

山梨県内における新築住宅 5 住宅、リフォーム 1 住宅の計 6 住宅について室内空気及び外気中の揮発性有機化合物の測定を実施した。その結果、測定された成分のうち指針値を超過する住宅は無かったが、TVOC 濃度に関しては 4 住宅において目標値を超過する濃度の揮発性有機化合物が測定された。

類や脂肪族炭化水素類を含めた 111 成分を対象とした。

2) 測定方法

測定対象とした成分は、島津製作所 (株) GC (GC17A) -MS QP5000 により分析した。測定用標準成分は国立医薬品食品衛生研究所より配布された標準液 (70 成分及び 57 成分混合標準液、各 100ppm) を二硫化炭素で希釈し使用した。分析条件及び使用カラム等は表 2 と同様であった。なお、試料溶液及び標準溶液には内部標準物質として、トルエン-d8 を濃度が $0.1 \mu\text{g}/\text{ml}$ になるよう添加した。

(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

パッシブチューブは特別な吸引ポンプを使用しないため、人間が暴露される環境中の揮発性有機化合物を簡単に捕集することが可能である。また、サンプリング時のポンプ音などの機械音が問題とならない。しかし、全ての揮発性有機化合物の気中への拡散係数は求められていない。

パッシブ法による測定は、加熱脱着法-GC-MS 法やキャニスター法-GC-MS 法に比較し、専用分析機器を必要としないため、GC-MS 法により容易に気中に存在

する揮発性有機化合物の測定が可能である。

C. 研究結果

外気中及び室内気中の測定結果一覧を表4、5に示した。

D. 考察

各揮発性有機化合物の溶液中濃度レベルは低く不検出成分が多かった。この原因として、気中濃度が比較的低かったこと、抽出用二硫化炭素の量が2mlとしたことにより、低濃度試料での各揮発性成分濃度がブランク値程度もしくはブランク値濃度を若干上回る程度に希釈されたことが原因と推定された。

各成分の拡散係数が求められていないためアクティブ（溶媒抽出）法との比較ができないが、検出成分数のみを比較すると、アクティブ（溶媒抽出）法に比較し検出成分数は少なかった。また、アクティブ（溶媒抽出）法では検出されるがパッシブ法で

は検出されないケースやその反対のケースも若干認められ、この差異の生じる原因も今後の検討課題と思われた。

感度を上げたサンプリングを実施するためには、抽出溶媒量を少なくするか、パッシブ管中の捕集剤量の増加や、暴露時間の延長などによる捕集量の増加などを検討する必要性が示唆された。この際、アクティブ（溶媒抽出）法との整合性をどのように補完するか検討の必要があると思われた。

E. 結論

試料捕集の簡便性では有効であるが分析時の濃度が低い場合、定量下限値以下と判断されることが多く、アクティブ（溶媒抽出）法では検出されるがパッシブ法では検出されない物質が多く認められた。

今後は暴露時間の検討や捕集剤の量や剤形など、簡易なサンプリング方法ゆえに検討すべき課題があるように思われた。

表1 調査家屋の概要

サンプル家屋名	道路からの距離(m)	暖房の種類	築年数	建材	測定開始日	採取時間(分)		採取量(%)			
						居間	外気	居間(T):居間(S)	外気(T):外気(S)		
A	150	床暖房	0.5ヶ月	軽量 鉄骨	2002/12/3	1435	1435	140.7	140.8	46.5	52.1
B	30	エアコン	6ヶ月	軽量 鉄骨	2002/12/5	1400	1410	137.6	137.7	140.9	139.8
C	1,000	石油ファンヒーター (開放型)	8ヶ月	木造	2002/12/7	1400	1410	138.4	138.5	142.3	142.3
D	200	石油ファンヒーター (開放型)	2ヶ月	木造	2002/12/9	1430	1426	140.9	139.9	140.9	143.2
E	150	石油ファンヒーター (開放型)	10ヶ月	木造	2002/12/21	1411	1420	138.9	138.6	139.1	139.1
F (リアフォーム)	5	石油ファンヒーター (開放型)	1ヶ月	木造	2003/1/16	1410	1400	138.7	139.1	134.2	138.6

注:(T)はORBO101+ORBO91L直列接続 (S)はORBO91Lのみ

表2 TVOC溶媒抽出の前処理及び分析条件

前処理

捕集管	シグマ アルドリッチ ジャパン株式会社		
	ORBO101 +ORBO91L	ORBO91L	VOC-SD (ポンプ)
抽出溶媒名	二硫化炭素	二硫化炭素	二硫化炭素
抽出溶媒量ml	2.00	2.00	2.00
抽出時間min	120	120	120

内部標準

内標準物質名(トルエン-d8等)	トルエン-d8	トルエン-d8	トルエン-d8
内標準溶液濃度 $\mu\text{g}/\text{ml}$	100.0	100.0	100.0
内標準溶液添加量 μl (抽出液1mlに対し)	1.00	1.00	1.00

測定条件

GC/MSメーカー及び機種名	島津製作所(株) GC(GC17A)-MS QP5000
カラム名&極性	CP-SIL 5CB low bleed/MS
カラムサイズ(長さ、内径、膜厚)	60m × 0.25mm × 1.0 μm
GC/MS注入量	1.00 μl
スプリット比	なし :
注入口ガラスウールの有無	無
カラム昇温条件	40°C (10min) → 3°C/min → 140°C (10min) → 5°C/min → 200°C (36min) → 10°C/min → 300°C (10min)
注入口温度	250 °C
検出器温度	250 °C

表3 溶媒抽出法による室内及び外気中のTVOC濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

捕集管 (n=6)	室 内		外 気	
	ORBO91L	ORBO91L+ ORBO101	ORBO91L	ORBO91L+ ORBO101
平均値	429.8	473.3	58.4	71.1
中央値	476.6	432.2	30.1	61.3
最大値	628.7	874.7	169.7	146.1
最小値	192.0	167.6	21.2	27.5

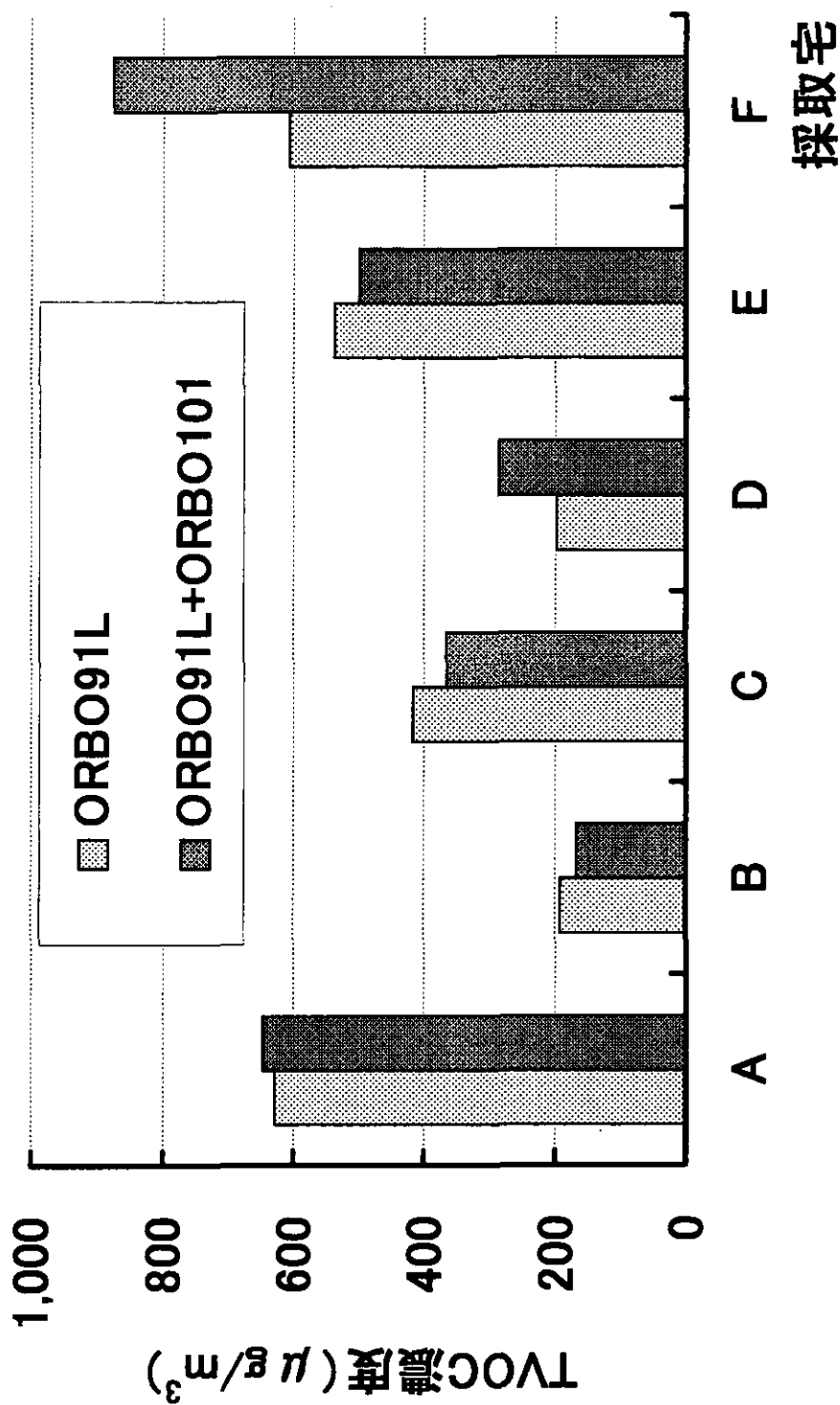


図1 捕集方法の違いによる室内空气中のTVOC濃度

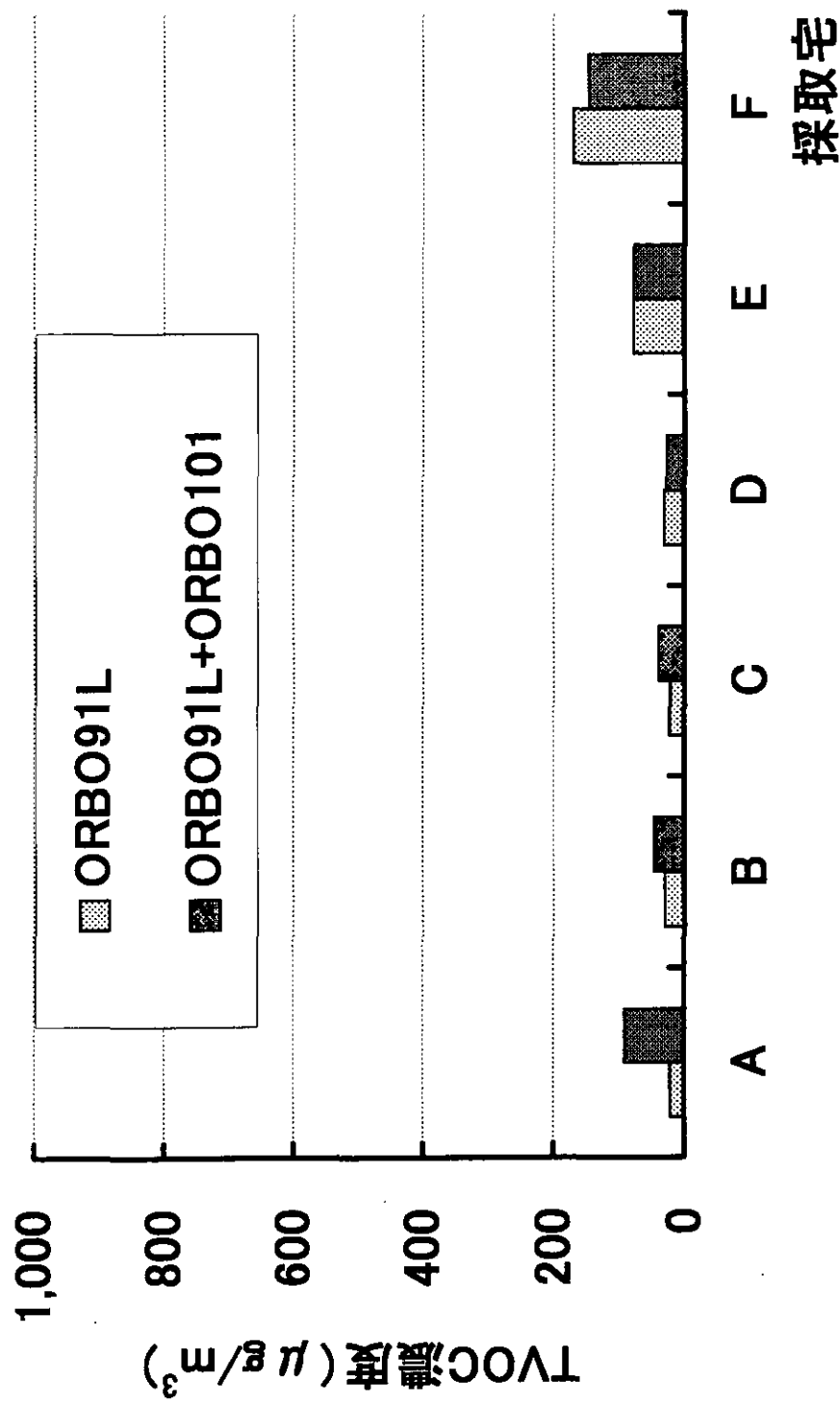


図2 捕集方法の違いによる外気中のTVOC濃度

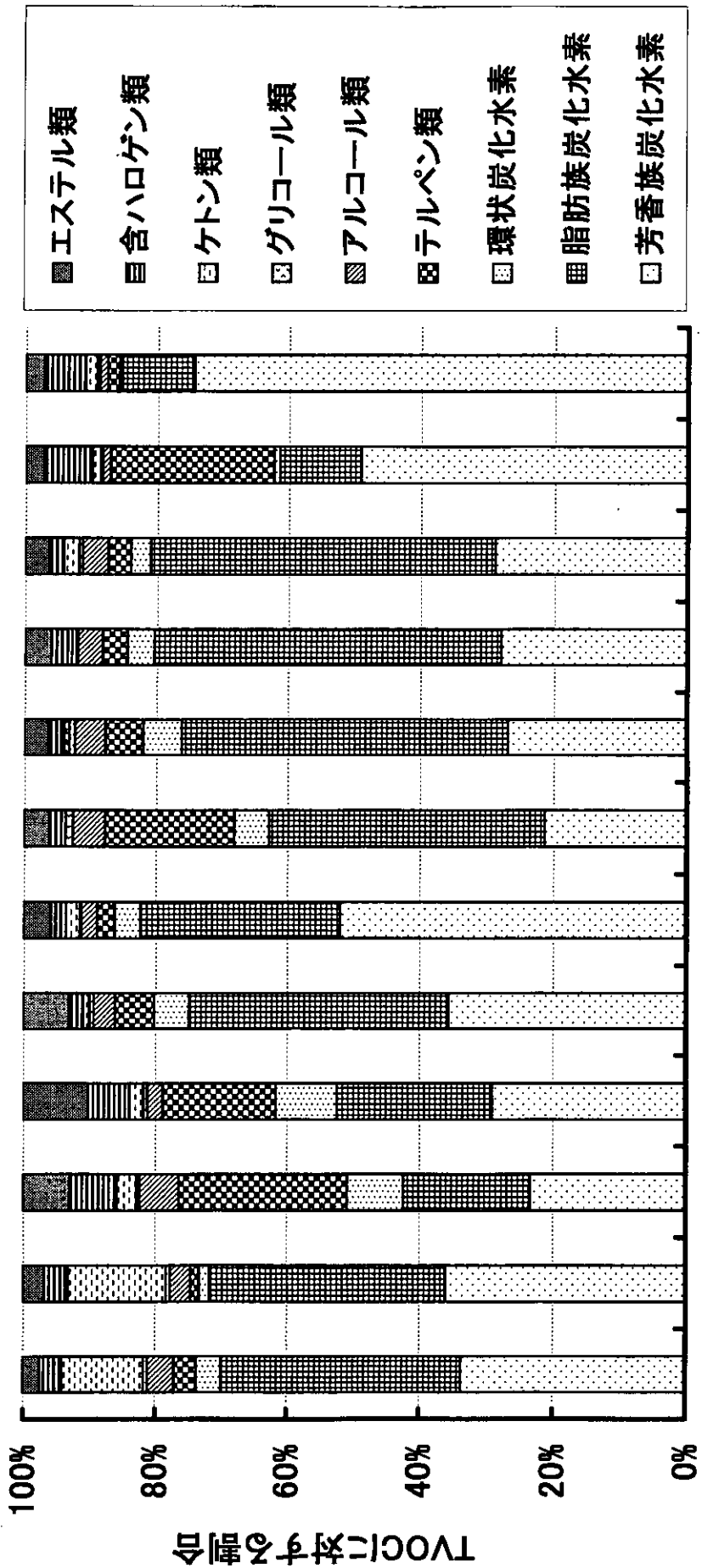
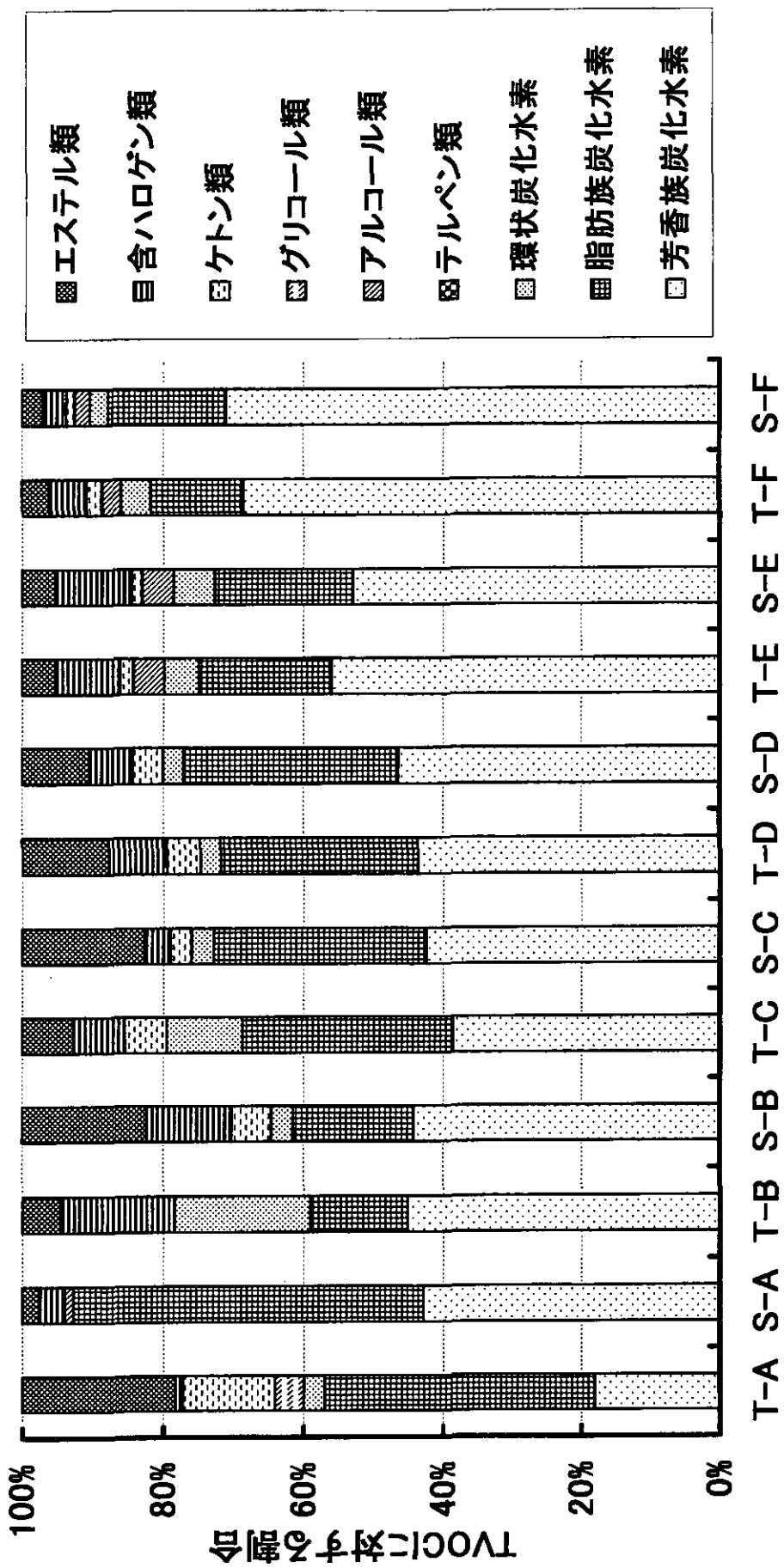


図3 室内空気中の成分種類別存在比



採取管種類 (T: ORB091L+ORB0101, S: ORB091L) と採取宅 (A~F)

図4 外気中の成分種類別存在比

表4 パッシブサンプラー法による室内外気中濃度

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.211	0.132
2	Toluene	1.986	1.080
3	Ethylbenzene	0.350	0.128
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.704	0.157
5	p-Xylene	#DIV/0!	#NUM!
6	o-Xylene	0.152	0.097
7	Isopropylbenzene	#DIV/0!	#NUM!
8	n-Propylbenzene	0.008	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.114	0.000
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.008	0.000
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.012	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	#DIV/0!	#NUM!
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.048	0.000
19	α -Methylstyrene	0.037	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.014	0.000
21	Styrene	0.000	0.000
22	Naphthalene	0.000	0.000
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	#DIV/0!	#NUM!
25	2-Methylhexane	0.041	0.040
26	3-Methylhexane	0.055	0.051
27	n-Heptane	0.118	0.149
28	n-Octane	0.177	0.131
29	n-Nonane	0.405	0.303
30	2-Methyloctane	0.052	0.000
31	3-Methyloctane	0.135	0.139
32	2-Methylnonane	0.058	0.024
33	3,5-Dimethyloctane	0.032	0.003
34	n-Decane	0.468	0.128
35	n-Undecane	0.185	0.000
36	n-Dodecane	0.031	0.000
37	n-Tridecane	0.000	0.000
38	n-Tetradecane	#DIV/0!	#NUM!
39	n-Pentadecane	0.000	0.000
40	n-Hexadecane	0.000	0.000
41	2-Methylpentane	0.231	0.172
42	3-Methylpentane	0.155	0.113
43	1-Octene	#DIV/0!	#NUM!
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	#DIV/0!	#NUM!
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.048	0.046
47	Methylcyclopentane	0.009	0.000
48	Cyclohexane	0.203	0.033
49	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	0.105	0.130
50	cis-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	0.011	0.000
51	trans-1-Methyl-4-methylethylcyclohexane	#DIV/0!	#NUM!
52	Methylcyclohexane	0.100	0.095
53	3-Carene	0.022	0.000
54	α -Pinene	0.401	0.206
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	0.200	0.168
60	Camphor	#DIV/0!	#NUM!
61	Menthol	#DIV/0!	#NUM!

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	0.000	0.000
63	2-Propanol	0.014	0.000
64	2-Methyl-2-propanol	0.000	0.000
65	2-Methyl-1-propanol	0.002	0.000
66	1-Butanol	0.043	0.000
67	1-Pentanol	#DIV/0!	#NUM!
68	1-Hexanol	0.151	0.223
69	Cyclohexanol	0.088	0.064
70	1-Octanol	0.073	0.082
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.000	0.000
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.000	0.000
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	0.000	0.000
75	Methyl-t-butylether	#DIV/0!	#NUM!
76	Ethanol	#DIV/0!	#NUM!
77	Propylene glycol	#DIV/0!	#NUM!
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	0.039	0.012
84	2-Butoxyethoxyethanol	0.032	0.004
85	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	0.000	0.000
86	Acetone	0.022	0.000
87	3-Methyl-2-butanone	0.000	0.000
88	Methylethylketone	0.564	0.138
89	Methylisobutylketone	0.090	0.000
90	Acetophenone	0.001	0.000
91	Dichloromethane	0.042	0.000
92	Carbon tetrachloride	0.008	0.007
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.037	0.027
95	Tetrachloroethylene	0.009	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.003	0.003
97	1,4-Dichlorobenzene	0.100	0.023
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.187	0.128
101	Methylacetate	0.000	0.000
102	Vinylacetate	0.000	0.000
103	Butylformate	0.000	0.000
104	Isobutylacetate	0.018	0.002
105	Ethylacetate	#DIV/0!	#NUM!
106	Propylacetate	0.061	0.061
107	Butylacetate	0.048	0.000
108	Isopropylacetate	0.000	0.000
109	2-Methoxyethylacetate	0.000	0.000
110	2-Ethoxyethylacetate	0.100	0.101
111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
112	Linaloolacetate	0.000	0.000
113	Methacrylic acid methyl ester	0.111	0.113
114	TXIB	0.000	0.000
115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
116	Dibutyl phthalate	#DIV/0!	#NUM!
117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
118	Caprolactam	0.000	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	#DIV/0!	#NUM!
121	THF(Tetrahydrofuran)	0.000	0.000

表5 パッシブサンプラー法による外気中濃度

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.230	0.137
2	Toluene	0.393	0.273
3	Ethylbenzene	0.159	0.000
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.229	0.000
5	p-Xylene	#DIV/0!	#NUM!
6	o-Xylene	0.079	0.000
7	Isopropylbenzene	#DIV/0!	#NUM!
8	n-Propylbenzene	0.000	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.030	0.000
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	#DIV/0!	#NUM!
17	Ethynylbenzene	0.000	0.000
18	p-Methylstyrene	0.134	0.133
19	α -Methylstyrene	0.075	0.000
20	2-Ethyltoluene	0.000	0.000
21	Styrene	0.000	0.000
22	Naphthalene	0.000	0.000
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	#DIV/0!	#NUM!
25	2-Methylhexane	0.016	0.013
26	3-Methylhexane	0.023	0.024
27	n-Heptane	0.000	0.000
28	n-Octane	0.000	0.000
29	n-Nonane	0.022	0.000
30	2-Methyloctane	0.000	0.000
31	3-Methyloctane	0.040	0.049
32	2-Methylnonane	0.005	0.005
33	3,5-Dimethyloctane	0.000	0.000
34	n-Decane	0.054	0.000
35	n-Undecane	0.000	0.000
36	n-Dodecane	0.000	0.000
37	n-Tridecane	0.000	0.000
38	n-Tetradecane	#DIV/0!	#NUM!
39	n-Pentadecane	0.000	0.000
40	n-Hexadecane	0.000	0.000
41	2-Methylpentane	0.216	0.173
42	3-Methylpentane	0.147	0.123
43	1-Octene	#DIV/0!	#NUM!
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	#DIV/0!	#NUM!
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.054	0.056
47	Methylcyclopentane	0.000	0.000
48	Cyclohexane	0.000	0.000
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	#DIV/0!	#NUM!
52	Methylcyclohexane	0.000	0.000
53	3-Carene	0.000	0.000
54	α -Pinene	0.000	0.000
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	#DIV/0!	#NUM!
61	Menthol	#DIV/0!	#NUM!

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	0.013	0.013
66	1-Butanol	0.000	0.000
67	1-Pentanol	#DIV/0!	#NUM!
68	1-Hexanol	0.074	0.000
69	Cyclohexanol	0.000	0.000
70	1-Octanol	#DIV/0!	#NUM!
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.000	0.000
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.000	0.000
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	0.000	0.000
75	Methyl-t-butylether	#DIV/0!	#NUM!
76	Ethanol	#DIV/0!	#NUM!
77	Propylene glycol	#DIV/0!	#NUM!
78	Dimethoxymethane	#DIV/0!	#NUM!
79	Dimethoxyethane	0.001	0.001
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	0.000	0.000
88	Methylethylketone	0.102	0.066
89	Methylisobutylketone	0.000	0.000
90	Acetophenone	0.001	0.001
91	Dichloromethane	0.044	0.000
92	Carbon tetrachloride	0.022	0.009
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.063	0.067
95	Tetrachloroethylene	0.007	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.014	0.005
97	1,4-Dichlorobenzene	0.007	0.000
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.186	0.137
101	Methylacetate	0.000	0.000
102	Vinylacetate	0.000	0.000
103	Butylformate	0.000	0.000
104	Isobutylacetate	0.001	0.000
105	Ethylacetate	#DIV/0!	#NUM!
106	Propylacetate	0.006	0.005
107	Butylacetate	0.000	0.000
108	Isopropylacetate	0.000	0.000
109	2-Methoxyethylacetate	0.042	0.000
110	2-Ethoxyethylacetate	0.045	0.030
111	2-Ethylhexylacetate	0.000	0.000
112	Linaloolacetate	0.000	0.000
113	Methacrylic acid methyl ester	0.003	0.003
114	TXIB	0.000	0.000
115	Dimethyl phthalate	0.000	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.021	0.025
117	1,4-Dioxane	0.000	0.000
118	Caprolactam	0.000	0.000
119	Indene	0.000	0.000
120	2-Pentylfuran	#DIV/0!	#NUM!
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-9 全国における室内空气中化学物質の実態に関する研究（愛知県）

分担研究者 近藤 文雄 愛知県衛生研究所 毒性部
研究協力者 林 留美子 愛知県衛生研究所 毒性部
山田 靖治 愛知県衛生研究所 毒性部
愛知県健康福祉部 生活衛生課
愛知県一宮保健所 環境衛生課
愛知県春日井保健所 環境衛生課

研究要旨 愛知県内の新築及び中古住宅 10 軒における、室内及び屋外の揮発性有機化合物濃度調査を実施した。その結果、パラジクロロベンゼンの室内濃度が指針値を超えていた住宅が 1 軒あり、また、総揮発性有機化合物の暫定目標値を超えていた住宅は 3 軒あった。

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、愛知県において家庭 10 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

愛知県内の住宅 10 軒（築 3 ヶ月以内：4 軒、築 4～6 ヶ月以内：2 軒、築 6 ヶ月以上：4 軒）について、ポンプ（すべてジーエルサイエンス SP208-1000 を使用）を用いて室内（居間）及び屋外（軒下）の空気を流量 0.1 L/min で 24 時間吸引した。空气中的揮発性有機化合物の捕集にはスペルコ製の ORB091L 単独と、ORB091L と ORB0101 を直列につないだものを同時に使用した。なお、暴露調査アンケート集計表を表 1 に示した。

(2) 抽出方法

捕集管から活性炭を取り出し、抽出瓶に移し入れ、2 mL の二硫化炭素を加えてキャッ

プを閉め、泡が出なくなるまで時々振り混ぜたのち、内部標準溶液（トルエン-d8 100 µg/mL）2 µL を加えて約 2 時間放置し試験液とした。

(3) 分析方法

1) 測定対象

国立医薬品衛生研究所より送付された揮発性有機化合物 70 mix 及び 52mix 標準溶液に含まれる物質を測定対象とした。このうち、感度不足で測定不能であったプロピレングリコール等を除く 108 物質について測定を実施した。

2) 測定方法

標準溶液：国立医薬品衛生研究所より送付された 70 mix 及び 57mix 標準溶液（100 ppm）を、それぞれの濃度が 0.04、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、5.0 ppm となるように二硫化炭素で段階的に希釈した。内部標準溶液（トルエン-d8 100 µg/mL）は、1 µL/mL 添加した。

検量線：検量線は、各濃度の混合標準溶液を GC/MS で測定し、検出された測定対象物質の保持時間におけるクロマトグラム

のピーク面積値と内部標準物質のピーク面積値との比から、最小二乗法で作成した。

GC/MS 分析条件：

GC/MS：島津 QP5050A

カラム：J & W 製 DB-1 60 m x 0.25 mm
1 μ m

試料注入量：1 μ L

スプリット比：1：10

昇温条件：40°Cで5分間保持し、150°Cまで毎分5°Cで昇温。その後毎分10°Cで昇温後、250°Cで18分間保持。

注入口温度：250°C

検出器温度：280°C

測定モード：SIM法

(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

前年と同様、ポンプを用いたアクティブサンプリング法とポンプを用いないパッシブサンプリング法を並行して行った。アクティブサンプリング法は、装置の設置、調整等が非常に煩雑であるばかりでなく、サンプリング期間中ポンプの騒音対策を必要とする場合もあった。

C. 研究結果

溶媒抽出による測定結果はⅡの項以降に他の機関と共にまとめた。10軒中1軒の住宅(C宅)でパラジクロロベンゼンの室内濃度が指針値(240 μ g/m³)を超える値(ORB091Lでは290 μ g/m³、ORB091L+101では330 μ g/m³)を示していた。

室内のTVOC濃度は、ORB091Lでは中央値が180 μ g/m³、検出濃度範囲が110~490 μ g/m³、ORB091L+101では中央値が280 μ g/m³、検出濃度範囲が130~910 μ g/m³であった。なお、室内のTVOC濃度が暫定目標値400 μ g/m³を超えた住宅は、ORB091Lでは2軒(C宅：440 μ g/m³、J宅：490 μ g/m³)、ORB091L+101では3軒(C宅：720 μ g/m³、E宅：910 μ g/m³、J宅：520 μ g/m³)であった。

室内濃度の化合物別の中央値を比較した場

合、パラジクロロベンゼンが最も高い値(ORB091Lでは39 μ g/m³、ORB091L+101では45 μ g/m³)を示し、次いで高い値を示したのはトルエン(ORB091Lでは21 μ g/m³、ORB091L+101では20 μ g/m³)、酢酸エチル(ORB091L、ORB091L+101ともに15 μ g/m³)であった。

一方、屋外のVOC濃度については、測定を実施した住宅5軒すべてで室内濃度指針値及びTVOCの暫定目標値を超える事例は認められなかった。また、屋外のTVOC濃度は、ORB091Lでは中央値が58 μ g/m³、検出濃度範囲が25~91 μ g/m³、ORB091L+101では中央値が77 μ g/m³、検出濃度範囲が35~110 μ g/m³であった。最も高濃度に検出された物質は、ORB091Lでは5軒すべてがトルエン、ORB091L+101では5軒中4軒がトルエンであった。しかし、トルエンを始め検出された物質の濃度は、室内濃度と比べて概して低い値を示していた。

D. 考察

今回調査を行った10軒の住宅で、室内濃度指針値を超えたのは1軒の住宅の室内におけるパラジクロロベンゼン濃度のみであった。一方、総揮発性有機化合物濃度の暫定目標値を超えた住宅が3軒あり、その要因としてパラジクロロベンゼン及び α -ピネンの寄与が大きかった。

E. 結論

今回、愛知県内の新築及び中古住宅10軒について調査を行った結果、パラジクロロベンゼンの室内濃度が指針値を超えていた住宅が1軒あり、また、総揮発性有機化合物の暫定目標値を超えていた住宅は3軒あった。揮発性有機化合物の室内濃度が高くなる要因としては、建材ばかりでなく防虫剤等の家庭用品からの放散によっても高くなると考えられた。従って、今後は揮発性有機化合物の放散量が少ない建材の使用、防虫剤使用量の削減及び適切な換気の実施が室内空気化学物質軽減の観点からは必要であると考えられた。

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、愛知県において家庭 10 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

愛知県内の住宅 5 軒 (築 3 ヶ月以内: 1 軒、築 4~6 ヶ月以内: 1 軒、築 6 ヶ月以上: 3 軒) について、スペルコ製 VOC-SD を用いて室内 (居間) 及び屋外 (軒下) の空気を 24 時間捕集した。なお、サンプリングの状況は、「1. 溶媒抽出法による測定」に示した。

(2) 抽出方法

「1. 溶媒抽出法による測定」と同様に行った。

(3) 分析方法

「1. 溶媒抽出法による測定」と同様に行った。

(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

今年度用いたスペルコ製 VOC-SD は、前年度用いたパッシブガスチューブ (柴田科学製) と比べて空気の捕集量が多いためか、検出濃度及び検出物質数が増加した。

また、VOC-SD はパッシブガスチューブで問題となった n-ドデカン及び n-テトラデカンのバックグラウンドの問題もなかった。

C. 研究結果

パッシブ法による測定結果を表 2 (室内)、

表 3 (屋外) にそれぞれ示した。

検出濃度の合計値は、室内では中央値が 5.0 ng/ μ L、検出濃度範囲は 2.8~34 ng/ μ L、屋外では中央値が 2.3 ng/ μ L、検出濃度範囲は 0.53~3.4 ng/ μ L であった。また、溶媒抽出法とパッシブ法の捕集量を比較するために、溶媒抽出法でのブランク補正值の合計/パッシブ法でのブランク補正值の合計) を求めたところ、ORB091L では室内 (平均値 \pm 標準偏差) が 2.5 \pm 0.9、屋外が 2.4 \pm 0.9 であったのに対して、ORB091L+101 では室内が 3.2 \pm 0.7、屋外が 3.2 \pm 1.3 であった。

室内濃度の化合物別の中央値 (検出された値についてのみ) を比較した場合、パラジクロロベンゼンが最も高い値 (0.90 ng/ μ L) を示し、次いで高い値を示したのはトルエン (0.60 ng/ μ L)、メチルエチルケトン (0.31 ng/ μ L) であった。

一方、屋外の空気中から最も高濃度に検出された物質はトルエンで、中央値は 0.48 ng/ μ L であった。しかし、トルエンを始め検出された物質の濃度は、室内濃度と比べて概して低い値を示していた。

D. 考察

溶媒抽出法とパッシブ法での測定値を比較したところ、一部でばらつきが認められた。今後、パッシブ法を用いた TVOC の測定法を確立するためには、さらに検討を加える必要があると考えられた。

E. 結論

パッシブ法はサンプラーの設置が容易で、ポンプによる騒音の心配がない点で優れた方法である。室内空气中化学物質を総合的に評価するための調査を実施するためには、パッシブ法を用いた標準的測定法の早急な確立が必要と考えられた。

表1 暴露調査アンケート集計表 (愛知県衛生研究所 AIC)

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宅	2002/10/11	住宅地域	ある	50	通常の住宅	19	木造戸建て	2	8
B宅	2002/10/13	住宅地域	ある	300	通常の住宅	0.25	木造戸建て	1	7
C宅	2002/10/21	住宅地域	ある	13	通常の住宅	0.25	木造戸建て	3	6
D宅	2002/10/21	住宅地域	ある	150	通常の住宅	0.16	鉄筋戸建て	3	7
E宅	2002/10/21	住宅地域	ある	500	通常の住宅	0.33	木造戸建て	2	5
F宅	2002/10/24	住宅地域	ある	500	通常の住宅	17	鉄筋集合住宅	5/7	3
G宅	2002/11/6	住宅地域	ある	70	通常の住宅	0.13	鉄筋戸建て	3	6
H宅	2002/11/6	住宅地域	ある	400	通常の住宅	6.5	鉄筋戸建て	2	10
I宅	2002/11/9	住宅地域	ある	5	通常の住宅	0.42	木造戸建て	2	4
J宅	2002/11/30	住宅地域	ある	500	通常の住宅	14.5	木造戸建て	2	6

表2 パンプ法による測定結果(室内、VOC-SD)

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.099	0.090
2	Toluene	0.780	0.600
3	Ethylbenzene	0.119	0.115
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.084	0.075
5	p-Xylene	#VALUE!	#VALUE!
6	o-Xylene	0.070	0.060
7	Isopropylbenzene	0.000	0.000
8	n-Propylbenzene	0.021	0.020
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.082	0.075
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.053	0.055
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.048	0.050
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.000	0.000
13	1-Methyl-3-propylbenzene	0.044	0.040
14	n-Butylbenzene	0.032	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	0.017	0.000
21	Styrene	0.008	0.000
22	Naphthalene	0.108	0.020
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	0.097	0.090
25	2-Methylhexane	0.014	0.000
26	3-Methylhexane	0.026	0.020
27	n-Heptane	0.059	0.020
28	n-Octane	0.051	0.000
29	n-Nonane	0.102	0.100
30	2-Methyloctane	0.026	0.000
31	3-Methyloctane	0.024	0.000
32	2-Methylnonane	0.008	0.000
33	3,5-Dimethyloctane	0.000	0.000
34	n-Decane	0.106	0.070
35	n-Undecane	0.134	0.150
36	n-Dodecane	0.052	0.000
37	n-Tridecane	0.000	0.000
38	n-Tetradecane	0.000	0.000
39	n-Pentadecane	0.000	0.000
40	n-Hexadecane	0.000	0.000
41	2-Methylpentane	0.049	0.050
42	3-Methylpentane	0.067	0.065
43	1-Octene	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	0.000	0.000
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.000	0.000
47	Methylcyclopentane	0.060	0.050
48	Cyclohexane	0.074	0.070
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	0.080	0.060
53	3-Carene	0.070	0.000
54	α -Pinene	3.481	0.220
55	(+/-)-Camphene	0.134	0.000
56	β -Pinene	0.039	0.000
57	Longifolene	0.000	0.000
58	α -Cedrene	0.000	0.000
59	Limonene	0.296	0.190
60	Camphor	0.024	0.000
61	Menthol	0.000	0.000

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	#VALUE!	#VALUE!
63	2-Propanol	#VALUE!	#VALUE!
64	2-Methyl-2-propanol	#VALUE!	#VALUE!
65	2-Methyl-1-propanol	0.021	0.000
66	1-Butanol	0.104	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	0.000	0.000
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.014	0.000
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.000	0.000
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	0.000	0.000
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	#VALUE!	#VALUE!
77	Propylene glycol	#VALUE!	#VALUE!
78	Dimethoxymethane	#VALUE!	#VALUE!
79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
80	2-Methoxyethanol	#VALUE!	#VALUE!
81	2-Ethoxyethanol	#VALUE!	#VALUE!
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	#VALUE!	#VALUE!
86	Acetone	#VALUE!	#VALUE!
87	3-Methyl-2-butanone	0.000	0.000
88	Methylethylketone	0.225	0.310
89	Methylisobutylketone	0.073	0.000
90	Acetophenone	0.000	0.000
91	Dichloromethane	#VALUE!	#VALUE!
92	Carbon tetrachloride	0.000	0.000
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.038	0.050
95	Tetrachloroethylene	0.011	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.000	0.000
97	1,4-Dichlorobenzene	1.786	0.895
98	1,2-Dichloropropane	0.005	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.053	0.045
101	Methylacetate	#VALUE!	#VALUE!
102	Vinylacetate	0.000	0.000
103	Butylformate	0.000	0.000
104	Isobutylacetate	0.000	0.000
105	Ethylacetate	0.228	0.145
106	Propylacetate	0.000	0.000
107	Butylacetate	0.078	0.095
108	Isopropylacetate	0.014	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	0.012	0.000
116	Dibutyl phthalate	0.004	0.000
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

表3 パッシブ法による測定結果(外気、VOC-SD)

No.	Compounds	平均値	中央値
1	Benzene	0.092	0.100
2	Toluene	0.402	0.480
3	Ethylbenzene	0.082	0.100
4	m-Xylene or m,p-Xylene	0.056	0.080
5	p-Xylene	#VALUE!	#VALUE!
6	o-Xylene	0.036	0.060
7	Isopropylbenzene	0.000	0.000
8	n-Propylbenzene	0.016	0.000
9	1,2,4-Trimethylbenzene	0.058	0.060
10	1,3,5-Trimethylbenzene	0.040	0.050
11	1,2,3-Trimethylbenzene	0.040	0.040
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	0.000	0.000
23	4-Phenylcyclohexene	0.000	0.000
24	n-Hexane	0.082	0.090
25	2-Methylhexane	0.000	0.000
26	3-Methylhexane	0.008	0.000
27	n-Heptane	0.000	0.000
28	n-Octane	0.000	0.000
29	n-Nonane	0.064	0.080
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	0.030	0.020
35	n-Undecane	0.022	0.000
36	n-Dodecane	0.000	0.000
37	n-Tridecane	0.000	0.000
38	n-Tetradecane	0.000	0.000
39	n-Pentadecane	0.000	0.000
40	n-Hexadecane	0.000	0.000
41	2-Methylpentane	0.042	0.050
42	3-Methylpentane	0.058	0.060
43	1-Octene	0.000	0.000
44	1-Decene	0.000	0.000
45	2,4-Dimethylpentane	0.000	0.000
46	2,2,4-Trimethylpentane	0.000	0.000
47	Methylcyclopentane	0.018	0.000
48	Cyclohexane	0.050	0.050
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	0.028	0.040
53	3-Carene	0.000	0.000
54	alpha-Pinene	0.024	0.040
55	(+/-)-Camphene	0.000	0.000
56	beta-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	0.014	0.000
61	Menthol	0.000	0.000

No.	Compounds	平均値	中央値
62	1-Propanol	#VALUE!	#VALUE!
63	2-Propanol	#VALUE!	#VALUE!
64	2-Methyl-2-propanol	#VALUE!	#VALUE!
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	0.000	0.000
71	2-Ethyl-1-hexanol	0.000	0.000
72	Phenol	0.000	0.000
73	Texanol	0.000	0.000
74	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)	0.000	0.000
75	Methyl-t-butylether	0.000	0.000
76	Ethanol	#VALUE!	#VALUE!
77	Propylene glycol	#VALUE!	#VALUE!
78	Dimethoxymethane	#VALUE!	#VALUE!
79	Dimethoxyethane	0.000	0.000
80	2-Methoxyethanol	#VALUE!	#VALUE!
81	2-Ethoxyethanol	#VALUE!	#VALUE!
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	#VALUE!	#VALUE!
86	Acetone	#VALUE!	#VALUE!
87	3-Methyl-2-butanone	0.000	0.000
88	Methylethylketone	0.248	0.340
89	Methylisobutylketone	0.024	0.000
90	Acetophenone	0.000	0.000
91	Dichloromethane	#VALUE!	#VALUE!
92	Carbon tetrachloride	0.014	0.000
93	1,2-Dichloroethane	0.000	0.000
94	Trichloroethylene	0.060	0.050
95	Tetrachloroethylene	0.000	0.000
96	1,1,1-Trichloroethane	0.000	0.000
97	1,4-Dichlorobenzene	0.018	0.000
98	1,2-Dichloropropane	0.000	0.000
99	Chlorodibromomethane	0.000	0.000
100	Chloroform	0.044	0.040
101	Methylacetate	#VALUE!	#VALUE!
102	Vinylacetate	0.000	0.000
103	Butylformate	0.000	0.000
104	Isobutylacetate	0.000	0.000
105	Ethylacetate	0.178	0.220
106	Propylacetate	0.000	0.000
107	Butylacetate	0.038	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	0.000	0.000
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

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-10 全国における室内空气中化学物質の実態に関する研究(滋賀県)

分担研究者 小林博美 滋賀県立衛生環境センター 環境衛生担当
研究協力者 川本 寛 金田恵美子 桐山徳也 徳田三郎 辻 元宏
滋賀県立衛生環境センター

研究要旨 室内空气中化学物質を総合的に評価するための総揮発性有機化合物(TVOC)測定方法を確立するため、滋賀県において住宅 10 家屋について TVOC 実態調査を行った。分析方法の検討を行った結果、対象物質 121 物質中 112 物質が測定可能であった。サンプリング方法の比較では、アクティブ法との相関があったため簡易なパッシブ法も有用であると考えられた。また実態調査の結果、10 家屋のうち 5 家屋で総揮発性有機化合物濃度が TVOC 暫定目標値($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$)を超過した。

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手段である、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、滋賀県において住宅 10 家屋について、国立医薬品食品衛生研究所が規定し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) サンプリング法

住宅地域および商業地域に立地している住宅 10 家屋を対象に、平成 14 年 10 月～平成 15 年 1 月にかけてサンプリングを行った。10 家屋のうち 3 家屋が新築(築後 3 ヶ月以内)、7 家屋は築後 0.7 年～25 年(うち 1 家屋は改築後 2 ヶ月)であった。住宅の種類は、木造一戸建住宅が 8 家屋、鉄筋集合住宅が 2 家屋であった。室内空気採取場所は、居間が 2 家屋、LDK および寝室が各 4 家屋づつであっ

た。外気のサンプリングは、10 家屋のうち 5 家屋で実施した(表 1)。

サンプリングは対象家屋の居間または寝室の中央付近(生活に支障をきたさない場所)で、高さ約 1.2m に捕集管を設置し、ポンプを用いて流量約 100ml/min で 24 時間吸引捕集した。屋外は天候の影響が少ない場所に設置し、屋内と同様にサンプリングを行った。

捕集管は、シグマアルドリッジジャパン社製 ORBO91L および ORBO101 を使用し、ORBO91L と ORBO101 を連結したものと、ORBO91L のみのもの 2 種類とした。

(2) 抽出方法

捕集管から吸着剤を抽出瓶に取り出し、内部標準物質の濃度を一定濃度(Toluene-d8 0.10mg/L、p-Dichlorobenzene-d4 0.25mg/L)に調整した二硫化炭素 2ml で抽出を行い試料溶液とした(表 2)。