

福岡市の一般家庭における室内空气中揮発性化合物実態調査 (2004)

志水友梨・中島亜矢子・山崎誠

福岡市保健環境研究所環境科学部門

Survey of VOCs Concentration in Houses in Fukuoka City (2004)

Yuri SHIMIZU, Makoto YAMASAKI, Ayako NAKASHIMA

Environmental Science Division, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

要約

福岡市内および周辺の一般住宅9軒について、室内空气中化学物質を調査した。その結果、石油系の暖房器具を使用していた住宅では総揮発性有機化合物が暫定指針値の2.5倍検出され、衣類の防虫剤を使用していた住宅ではパラジクロロベンゼンが指針値の1.3倍検出された。ホルムアルデヒドは今回調査した住宅のうち竣工後10年の住宅が最も高濃度で、竣工後1年未満の新築住宅において最も低濃度で検出され、規制の効果が現れたものと推測される。今回の調査では、居住者による化学製品の使用方法によっては化学物質濃度が高くなることが顕著に示された。

Key Words: 室内空気 indoor air, 揮発性有機化合物 volatile organic compounds (VOCs), 総揮発性有機化合物 total volatile organic compound (TVOC), アルデヒド aldehydes, 暫定指針値 provisional guideline

はじめに

近年、住宅の高気密化や化学物質を放散する建材・内装材の使用等による住宅における室内空気汚染が、シックハウス症候群や化学物質過敏症として大きな社会的関心を集めた。このため、厚生労働省は平成12年度から本格的に全国調査を実施し、平成17年3月現在室内空気汚染に係わるガイドラインとして13種の室内空气中化学物質の室内濃度指針値（以下「室内濃度指針値」という。）および総揮発性有機化合物（以下「TVOC」という。）の暫定指針値を定めている¹⁾。また文部科学省は「学校環境衛生の基準」を改訂し²⁾、国土交通省でも「建築基準法」を改正した³⁾。したがって、これらの行政施策の効果を把握することが必要であると思われる。

さらに、指針値の設定されていない物質が代替物質と

して使われ、これらの室内濃度が増加するのではないかとされていることから、ひきつづき居住環境中の揮発性有機化合物（以下「VOC」という。）の実態を把握することが急務となっている。

そこで、平成17年1月から2月にかけて、一般家庭における室内空气中VOCの汚染実態調査を行った結果、若干の知見を得たので報告する。本調査の一部は国立医薬品食品衛生研究所他全国自治体の衛生環境研究機関と共同で行ったものである。

調査方法

1. 調査対象及び時期

福岡市内およびその周辺9軒を対象に平成17年1月から2月に実施した。調査した住宅の築年数、住宅の種類は問わなかった。築年数の少ない順にA～Iとした。

調査した各住宅の属性を Table 1 に，調査した部屋の属性を Table 2 に，調査した一続きの部屋における調査時

の化学製品等の使用状況を Table 3 に示した．

Table 1 調査した住宅の属性

協力者	A	B	C	D	E	F	G	H	I
築年数	10ヶ月	10ヶ月	2年6ヶ月	3年11ヶ月	4年11ヶ月	5年3ヶ月	5年5ヶ月	10年6ヶ月	16年5ヶ月
立地条件	住宅地域	住宅地域	住宅地域	工業地域	住宅地域	住宅地域	住宅地域	住宅地域	住宅地域
主要道路までの距離 (m)	370	200	250	0	150	200	60	10	100
住宅の種類	鉄筋集合	木造戸建	木造戸建	鉄筋集合	木造戸建	鉄筋集合	鉄筋戸建	鉄筋集合	鉄筋戸建
階数	2	2	2	10	2	14	2	6	2
居住階(集合住宅のみ)	1	-	-	10	-	13	-	2	-
部屋数	3	8	9	5	8	3	5	7	6
機密性の種類	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通	普通

Table 2 調査した部屋の属性

協力者	A	B	C	D	E	F	G	H	I
採取場所	居間	LD	居間	LDK	DK	居間	和室	居間	LD
床面積 (m ²)	11.9	27.5	36	21畳	30	8畳	6畳	16.3	16畳
隣接部屋を含む						16畳		19.6	
高さ(m)	2.4	2.4,3.5	2.3	2.55	2.6	2.4	2.45	2.4	2.45
換気の種類	自然換気	自然換気	自然換気	自然換気	自然換気	自然換気	自然換気	自然換気	自然換気
排気口の有無	あり	あり	なし	あり	なし	あり	なし	なし	なし
床の材質	フローリング + じゅうたん	フローリング + じゅうたん	フローリング + じゅうたん	フローリング	畳 + フローリング	畳 + じゅうたん	畳	フローリング + じゅうたん	フローリング + じゅうたん
天井の材質	クロス	クロス	クロス	クロス	木材	木材	木材	クロス	クロス
壁紙の材質	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	ビニルクロス	セラミック

Table 3 対象室内での調査時の家庭用品等の使用状況

協力者	A	B	C	D	E	F	G	H	I
防虫剤の種類	-	-	-	ホウ酸団子	-	-	-	-	-
芳香剤の種類	-	-	-	-	-	-	-	-	-
化粧品の種類	-	-	-	-	-	ローション，クリーム	-	-	ローション，クリーム，オイル，フェイスクレンジング
暖房器具の種類	エアコン	エアコン，ホットカーペット	オイルヒーター	石油ストーブ，こたつ	石油ストーブ	ガスファンヒーター	-	エアコン	石油ストーブ
喫煙の有無	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- は不使用

2. 測定対象物質

測定対象物質の TVOC131 物質およびアルデヒドおよびケトン類（以下「アルデヒド類」という。）15 物質の詳細を Table 4 に示した．1～13 に示す TVOC の区分は，ISO が室内空気中に確認される可能性が高いとして選定した化学物質の分類に従った．14 にはこの分類に

含まれない VOC を示した．15 にはアルデヒド類を示した．アルデヒド類は広い意味での VOC に分類されるが，分析法の違いを区別して取り扱った．今回の調査では，TVOC はエタノールを除く VOC130 物質について検出された濃度を合計して求めた．

Table 4 測定対象物質

1. Aromatic Hydrocarbons		
1	Benzene	
2	Toluene	
3	Ethylbenzene	
4	m,p-Xylene	
5	o-Xylene	
6	Isopropylbenzene	
7	n-Propylbenzene	
8	1,2,4-Trimethylbenzene	
9	1,3,5-Trimethylbenzene	
10	1,2,3-Trimethylbenzene	
11	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	
12	1-Methyl-3-propylbenzene	
13	n-Butylbenzene	
14	1,3-Diisopropylbenzene	
15	1,4-Diisopropylbenzene	
16	Ethynylbenzene	
17	p-Methylstyrene	
18	α-Methylstyrene	
19	2-Ethyltoluene	
20	Styrene	
21	Naphthalene	
22	4-Phenylcyclohexene	
2. Aliphatic Hydrocarbons		
23	n-Hexane	
24	2-Methylpentane	
25	3-Methylpentane	
26	n-Heptane	
27	n-Octane	
28	n-Nonane	
29	2-Methyloctane	
30	3-Methyloctane	
31	2-Methylnonane	
32	3,5-Dimethyloctane	
33	n-Decane	
34	n-Undecane	
35	n-Dodecane	
36	n-Tridecane	
37	n-Tetradecane	
38	n-Pentadecane	
39	n-Hexadecane	
40	2-Methylhexane	
41	3-Methylhexane	
42	1-Octene	
43	1-Decene	
44	2,4-Dimethylpentane	
45	2,2,4-Trimethylpentane	
3. Cycloalkanes		
46	Methylcyclopentane	
47	Cyclohexane	
48	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	
49	cis-1-Methyl-4-isopropyl-cyclohexane	
50	trans-1-Methyl-4-isopropyl-cyclohexane	
51	Methylcyclohexane	
4. Terpenes		
52	3-Carene	
53	α-Pinene	
54	(+/-)-Camphene	
55	β-Pinene	
56	Longifolene	
57	α-Cedrene	
58	Limonene	
5. Alcohols		
59	1-Propanol	
60	2-Propanol	
61	2-Methyl-2-propanol	
62	2-Methyl-1-propanol	
63	1-Butanol	
64	1-Pentanol	
65	1-Hexanol	
66	Cyclohexanol	
67	1-Octanol	
68	2-Ethyl-1-hexanol	
69	Phenol	
70	Texanol	
71	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol	
6. Glycols/Glycolethers		
72	Propylene glycol	
73	Dimethoxymethane	
74	Dimethoxyethane	
75	2-Methoxyethanol	
76	2-Ethoxyethanol	
77	2-Butoxyethanol	
78	1-Methoxy-2-propanol	
79	2-Butoxyethoxyethanol	
8. Ketones		
80	Acetone	
81	3-Methyl-2-butanone	
82	Methylethylketone	
83	Methylisobutylketone	
84	Acetophenone	
9. Halocarbons		
85	Dichloromethane	
86	Carbon tetrachloride	
87	1,2-Dichloroethane	
88	Trichloroethene	
89	Tetrachloroethene	
90	1,1,1-Trichloroethane	
91	1,4-Dichlorobenzene	
92	1,2-Dichloropropane	
93	Chlorodibromomethane	
94	Chloroform	
11. Esters		
95	Vinylacetate	
96	Butylformate	
97	Isobutylacetate	
98	Ethylacetate	
99	Propylacetate	
100	Butylacetate	
101	Isopropylacetate	
102	2-Methoxyethylacetate	
103	2-Ethoxyethylacetate	
104	2-Ethylhexylacetate	
105	Linaloolacetate	
106	Methacrylic acid methyl ester	
107	TXIB	
13. Other		
108	Methyl-t-butylether	
109	1,4-Dioxane	
110	Caprolactam	
111	Indene	
112	2-Pentylfuran	
113	THF	
14. VOC not contained in ISO		
114	Menthol	
115	Camphor	
116	Ethanol	
117	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	
118	Methyl acetate	
119	1,1,1,2-Tetrafluoroethane(134a)	
120	Chloromethane	
121	Vinylchloride	
122	Bromomethane	
123	Acrylonitrile	
124	Carbon disulfide	
125	Chlorobenzene	
126	Cresol	
127	Isophorone	
128	1,2,4-Trichlorobenzene	
129	1,3,5-Trichlorobenzene	
130	1,1,2,2-Tetrachloroethane	
131	Hexachlorocyclopentadiene	
15. Aldehydes & Ketones		
1	formaldehyde	
2	acetaldehyde	
3	acetone	
4	acrolein	
5	propionaldehyde	
6	crotonaldehyde	
7	butylaldehyde	
8	cyclohexanone	
9	benzaldehyde	
10	i-varelaldehyde	
11	n-varelaldehyde	
12	o-tolualdehyde	
13	glutaraldehyde	
14	hexaaldehyde	
15	2,5-dimethyl benzaldehyde	

μg/m³) n-デカン(17.0 μg/m³),トルエン(15.0 μg/m³)n-ウンデカン (12.0 μg/m³), m,p-キシレン (8.5 μg/m³), α-ピネン (8.5 μg/m³), 1,2,4-トリメチルベンゼン (8.1 μg/m³) の順に高濃度を示した。

2) 指針値があるVOCについて

今回測定した 131 物質中、厚生労働省が室内濃度指針値を定めているものはトルエン、キシレン、パラジクロ

ロベンゼン、エチルベンゼン、スチレン、クロルピリホスであるが、今回の測定では、住宅 D においてパラジクロロベンゼンが室内濃度指針値(240 μg/m³)を超え 320 μg/m³ 検出された。これは衣類の防虫剤として使われたものが、他の部屋から移流してきたと推測される。衣類の防虫剤等は部屋に拡散して高濃度化するため、できるだけ密閉した空間で使用することが望ましい。

Table 6 室内 VOC の気中濃度

(単位: μg/m³)

1. Aromatic Hydrocarbons	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
Benzene	1.1	3.1	3.9	4.1	1.8	2.3	0.72	17	3.9	0.94	1.8	4.6	5.2	1.8	1.2	0.73	1.7	3.1
Toluene	3.6	7.2	17	23	4.8	7.1	5.2	20	50	1.5	1.6	14	14	2.7	6.2	0.68	16	42
Ethylbenzene	1.1	1.5	3.0	11	1.4	2.3	0.82	4.8	9.5	0.23	0.24	2.9	4.0	0.42	1.0	0.09	3.7	2.5
m,p-Xylene	1.4	2.3	3.6	29	3.5	4.8	1.0	5.9	25	0.49	0.47	5.4	4.7	1.0	1.8	0.25	4.7	5.4
o-Xylene	0.51	0.73	1.2	15	1.5	1.6	0.37	1.9	11	0.11	0.11	2.1	1.4	0.27	0.64	0.01	1.7	2.0
Isopropylbenzene	0.03	0.06	0.08	2.8	0.18	0.08		0.0	1.3			0.17	0.11				0.07	
n-Propylbenzene	0.35	0.41	0.56	7.1	0.69	0.52	0.39	0.56	4.3	0.29	0.30	0.82	0.57		0.42		0.56	0.61
1,2,4-Trimethylbenzene	0.88	1.4	2.5	35	2.2	1.5	1.2	2.2	26	0.40	0.33	6.4	3.0	1.1	1.4	0.09	2.5	1.5
1,3,5-Trimethylbenzene	0.23	0.39	0.64	9.6	0.64	0.43	0.33	0.56	7.0	0.14	0.11	1.6	0.78	0.27	0.47	0.05	0.88	0.57
1,2,3-Trimethylbenzene	0.23		0.55	9.6	0.63	0.44	0.36	0.77	6.8	0.0		1.2	0.52	0.21	0.24		0.49	
1,2,4,5-Tetramethylbenzene	0.22			1.6	0.25			0.28	1.2									
1-Methyl-3-propylbenzene			0.16	4.7	0.25			0.22	2.8									
n-Butylbenzene	0.02			3.0	0.14			0.09	2.1			0.30						
1,3-Diisopropylbenzene																		
1,4-Diisopropylbenzene																		
Ethynylbenzene																		
p-Methylstyrene				0.30														
α-Methylstyrene								0.07										
2-Ethyltoluene	0.18	0.30	0.47	14	0.75	0.33	0.19	0.47	8.0	0.07	0.06	0.97	0.60	0.16	0.23		0.54	0.45
Styrene	0.42	1.3	2.5	0.55	0.36	1.6	1.9	1.6	0.92	0.09		0.45	0.37				1.1	0.26
Naphthalene	0.30	0.39	0.38	0.66	0.42	0.29	0.66	0.35	0.95	0.13		0.68	0.27				0.26	
4-Phenylcyclohexene																		
Total	11	19	37	170	20	23	13	56	160	4.5	5.0	41	36	7.9	14	1.9	34	58
2. Aliphatic Hydrocarbons	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
n-Hexane		2.1	2.4	11	2.7	1.2		2.9	5.6		1.4	5.8	21	0.45			1.0	3.8
2-Methylpentane	0.67	1.4	3.4	4.7	1.9	2.1		2.7	3.2	0.52	0.96	4.5	17	1.7	1.4	0.25	1.8	1.8
3-Methylpentane	0.42	0.95	2.3	4.1	1.3	1.4		1.9	2.3	0.42	0.64	2.7	12	1.1	1.0	0.17	1.4	1.4
n-Heptane	0.36	0.82	1.4	100	2.9	1.0		2.8	11		0.25	1.1	1.2			0.89	0.73	0.59
n-Octane	0.92	1.1	1.3	33	4.2	0.60		4.8	21	0.20		1.2	0.96				0.82	1.0
n-Nonane	0.40	1.1	1.3	150	7.5	1.0	0.58	2.0	70	0.19		2.9	1.9		1.1	0.06	1.8	1.5
2-Methyloctane			0.67	18	1.1	0.41		1.4	100									
3-Methyloctane	0.11	0.23	0.32	24	1.6	0.23		0.68	9.5				0.50				0.34	
2-Methylnonane	0.21	0.32	0.40	18	0.00	0.26		0.34	8.4			0.78	0.33				0.43	
3,5-Dimethyloctane				8.0	0.47			0.11	3.0									
n-Decane	0.69	1.3	3.3	93	4.7	0.94	1.5	2.2	50	0.13		2.7	1.8		0.70		1.4	1.7
n-Undecane	3.1	1.3	0.89	55	6.0	0.41	1.9	2.5	36	0.23		2.4	0.90		0.62		0.81	1.4
n-Dodecane	1.2	1.3	1.9	24	9.6	0.45	2.8	2.2	20	0.14		1.2	0.47				0.50	0.69
n-Tridecane	0.64	2.0	0.95	11	12	0.35	2.7	1.5	14	0.22		1.0	0.58				0.48	0.62
n-Tetradecane	1.1	2.0	2.6	5.0	9.8	0.85	2.0	2.1	7.2	0.24		0.64	0.70				0.53	
n-Pentadecane	0.91	1.1	1.3	3.2	7.1	0.73	1.3	1.2	2.4									
n-Hexadecane	0.95		1.7	2.2	2.9	0.78		1.3										
2-Methylhexane	0.19	0.45	0.96	3.1	0.98	0.69		1.6	2.6	0.18	0.18	1.0	1.6			0.90	0.87	0.83
3-Methylhexane	0.22	0.42	1.1	3.8	1.2	0.89		1.8	3.0	0.16	0.26	1.2	2.0			1.1	0.87	0.90
1-Octene																		
1-Decene				6.2					2.9									
2,4-Dimethylpentane	0.05		0.24	0.43	0.13	0.14		0.21		0.04		0.26						
2,2,4-Trimethylpentane	0.07	0.09	0.28	0.42	0.09	0.16		0.42		0.05	0.07	0.40	0.36	0.24		0.43	0.26	0.22
Total	12	18	29	480	79	15	13	37	280	2.7	3.8	30	64	3.4	4.8	3.8	14	16
3. Cycloalkanes	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
Methylcyclopentane	0.29	0.52	1.4	2.8	1.0	1.0		0.87	2.2	0.23		1.4	4.6	0.50	0.44	0.09	0.65	0.70
Cyclohexane	0.31	2.5	2.3	2.8	0.98	0.90	1.0	3.9	2.0	0.12	0.20	0.68	1.8			0.08	0.41	
1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)				12	2.3			4.6	8.4				0					
cis-1-Methyl-4-isopropyl-cyclohexane																		
trans-1-Methyl-4-isopropyl-cyclohexane																		
Methylcyclohexane	1.8	0.43	1.4	5.9	2.0	0.47		2.1	5.2	0.20	0.23	0.71	1.3			0.66	0.97	0.59
Total	2.4	3.5	5.1	23	6.3	2.4	1.0	47	18	0.55	0.43	2.8	7.6	0.50	0.44	0.83	2.0	1.3
4. Terpenes	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
3-Carene	6.8	6.2	13		0.18													
alpha-Pinene	8.2	28	29	0.50	0.62	0.97	1.9	5.7	1.3			0.69	0.68				0.28	
(+/-)-Camphene	2.3	0.94	1.3					0.48										
beta-Pinene	0.58	3.5	2.9		0.63			4.6										
Longifolene																		
α-Cedrene																		
Limonene	6.1	130	42	18	14	35	13	250	36			0.49					0.41	
Total	24	170	87	18	15	37	15	260	37			1.2	0.68	0	0	0	0.69	0.00

内：室内，外：屋外

Table 6 つづき

5. Alcohols	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
1-Propanol																		
2-Propanol	2.2	1.0	5.9	3.4	1.0	2.6		5.2										
2-Methyl-2-propanol						0.35												
2-Methyl-1-propanol																		
1-Butanol	1.6			0.72	0.51													
1-Pentanol	11									100								
1-Hexanol																		
Cyclohexanol																		
1-Octanol																		
2-Ethyl-1-hexanol						19												
Phenol	0.21	0.92	0.82		0.15	0.50		0.61										
Texanol																		
2,6-Di- t-butyl-4-methylphenol																		
Total	15	11	6.7	4.1	1.7	23	0	5.8	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Glycols/Glycolethers																		
Propylene glycol																		
Dimethoxymethane																		
Dimethoxyethane																		4.0
2-Methoxyethanol																		
2-Ethoxyethanol																		
2-Butoxyethanol																		
1-Methoxy-2-propanol	0.29		9.8			0.81		2.6										
2-Butoxyethoxyethanol																		
Total	0.29	0	9.8	0	0	0.81	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0
8. Ketones																		
Acetone	13	21	20	22	9.6	29	12	15	27	1.8	3.2	8.5	19	10	14	0.95	7.4	12
3-Methyl-2-butanone																		
Methyl ethyl ketone	0.33	0.73	1.6	0.72		2.5		0.39			0.58		1.4				0.97	
Methyl isobutyl ketone	3.0	1.4	1.2	0.63		0.36		2.1	1.0	0.0		0.62	0.75			0.56	0.62	0.59
Acetophenone			0.38	1				0.12	1.1									
Total	16	23	23	24	9.6	31	12	17	29	1.9	3.8	9.1	22	10	14	1.5	9.0	13
9. Halocarbons																		
Dichloromethane	0.32	3.5	15	0.96	0.20	0.50		0.87	2.5	0.18	0.16	1.5	1.3			0.09	1.1	2.4
Carbon tetrachloride	0.53	1.6	1.0	0.84	0.76	1.4	0.60	0.12	0.82	0.54	1.3	1.0	1.6	1.3	0.55	0.51		0.91
1,2-Dichloroethane				0.11		0.20					0.17							
Trichloroethene				0.29										0.57				
Tetrachloroethene			0.51	1.1	0.08	0.14		0.15					1.3					
1,1,1-Trichloroethane			0.18	0.0	0.18	0.24				0.02	0.12		0.30					
1,4-Dichlorobenzene	0.21	0.89	1.6	320	7.1	11	7.0	0.47	45	0.06	0.13	2.4	1.8	0.47	1.4	0.03	0.32	
1,2-Dichloropropane			0.15															
Chlorodibromomethane	0.16	0.84	0.58	0.13	0.16			0.19										
Chloroform	0.32	1.1	1.0	0.48	0.31	0.38	4.9	1.1	0.58		0.13							
Total	1.5	8.0	20	330	8.8	14	13	2.9	49	0.79	2.0	4.9	6.9	1.8	2.0	0.63	1.5	3.3
11. Esters																		
Vinylacetate		0.98	0.78			0.99												
Butylformate																		
Isobutylacetate	1.0	0.82	0.75					1.3	3.1							0.29		3.5
Ethylacetate	1.6	4.7	11	2.4	1.1	4.3		2.3	6.4			4.7						7.8
Propylacetate			0.29					0.29								0.18	0.48	
Butylacetate	2.7	4.3	3.9		0.80	1.4		1.5	3.1			1.2	1.7				1.2	3.2
Isopropylacetate								0.72										
2-Methoxyethylacetate																		
2-Ethoxyethylacetate			0.59															
2-Ethylhexylacetate																		
Linaloolacetate																		
Methacrylic acid methyl ester			0.93															
TXIB				0.29														
Total	5.3	11	18	2.7	1.9	6.7	0	6.1	13	0	0	1.2	6.5	0	0	0.47	1.7	15
13. Other																		
Methyl-t-butylether													0.19					
1,4-Dioxane								0.09										
Caprolactam																		
Indene																		
2-Pentylfuran	0.09	0.19	0.32															
THF																		
Total	0.09	0.19	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.19	0	0	0	0	0
14. Other(ISO以外)																		
Menthol																		
Camphor	0.31	9.3	2.4	3.7			3.7											
Ethanol	420	2700	1700	390	630	410	1100	730	840	0.15	2.7	29	26	19	71	0	0	0
2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol																		
Methyl acetate	0.59	3.6	2.8					0.73										
Total	420	2700	1700	390	630	410	1100	730	840	0.15	2.7	29	26	19	71	0	0	0
15. Other(追加項目)																		
1,1,1,2-Tetrafluoroethane(134a)																		
Chloromethane	0.29							0.42										
Vinylchloride																		
Bromomethane																		
Acrylonitrile																		
Carbon disulfide																		
Chlorobenzene																		
Cresol																		
Isophorone		0.42	0.09					0.12										
1,2,4-Trichlorobenzene																		
1,3,5-Trichlorobenzene	0.23	0.39	0.64	9.6	0.64	0.43	0.33	0.56	7.0	0.14	0.11	1.6	0.78	0.27	0.47	0.05	0.88	0.57
1,1,2,2-Tetrachloroethane													0.72					
Hexachlorocyclopentadiene																		
Total	0.52	0.81	0.73	9.6	0.64	0.43	0.33	1.1	7.0	0.14	0.11	1.6	1.5	0.27	0.47	0.05	0.88	0.57
ISO Compounds	88	260	240	1100	140	150	67	440	590	21	15	90	140	24	35	9.1	63	110
All Compounds	510	3000	1900	1500	770	560	1200	1200	1400	21	18	120	170	44	110	9.2	64	110
All Compounds- EtOH	89	280	230	1100	140	150	71	440	590	21	15	92	140	24	35	9.2	64	110

3) TVOCについて

TVOCは、厚生労働省が暫定指針値として400 μg/m³を定めている。この暫定指針値は毒性学的知見に基づいているものではないため、個別のVOC指針値とは性質が異なり、室内空気中のVOCを低濃度に維持する上で達成可能な限り低い値として設定されたものである。今回の調査では、検出される全てのピークをトルエン換算して求めた。室内および屋外におけるTVOCの算出結果をFig. 1およびTable 7に示した。

今回の測定では、住宅D、H、Iの室内においてTVOCが暫定指針値を超過したことが確認された。住宅Dでは、TVOCが暫定指針値を大きく上回る1100 μg/m³検出された。住宅Hでは440 μg/m³、住宅Iでは580 μg/m³検出された。

住宅DおよびIでは、検出されたTVOC中に芳香族炭化水素類のトルエン、m,p-キシレン、トリメチルベンゼンと、灯油の主成分である脂肪族炭化水素類が多かったことが指針値超過の原因と考えられた。住宅Dでは

灯油を玄関で保管しており、調査日の早朝、保管してある灯油をこぼしたとのことだった。また、住宅Dでは屋外のベランダでも脂肪族炭化水素類が高く検出されており、その影響が及んでいた。住宅DおよびIにおいて検出された脂肪族炭化水素類の中でも多かった物質は、炭素数9のn-ノナン、2-メチルオクタンであった。

住宅Eでも脂肪族炭化水素類が高濃度で検出された。住宅Eの室内TVOCは指針値を超過していないが、住宅D、Iとともに、石油ストーブを使用していることが高濃度検出の原因と考えられた。石油ストーブは、灯油の保管や取り扱いには十分注意し、使用中換気を励行することが望ましい。

住宅Hで検出されたTVOCは440 μg/m³で、このうち木材の天然成分であるリモネンが57%に当たる250 μg/m³検出されたため、暫定指針値を若干超過した。したがって、この住宅については大きな問題はないと判断した。

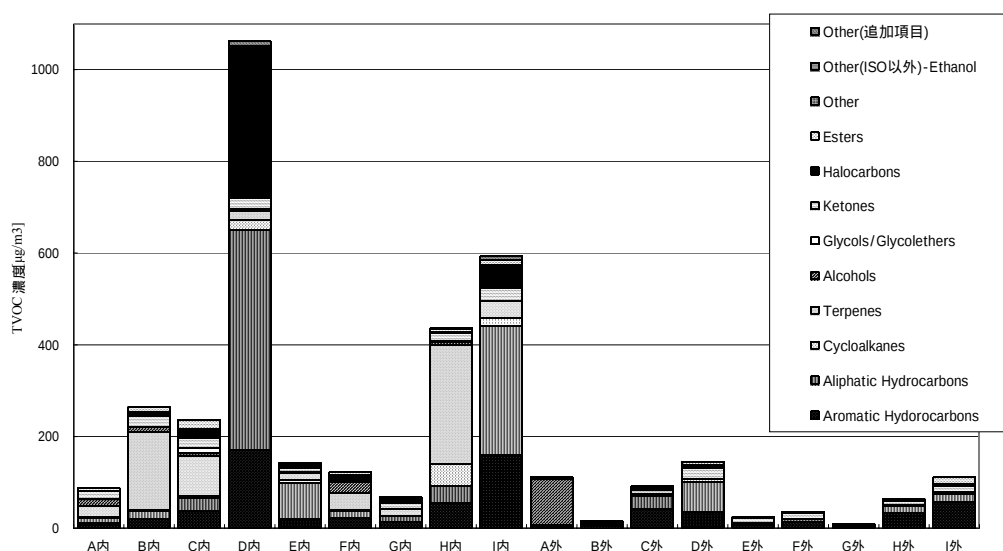


Fig. 1 室内および屋外空気のTVOC濃度

Table 7 室内および屋外空気のTVOC濃度

	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
Aromatic Hydrocarbons	11	19	37	170	20	23	13	56	160	4.5	5.0	41	36	7.9	14	1.9	34	58
Aliphatic Hydrocarbons	12	18	29	480	79	15	13	37	280	2.7	3.8	30	64	3.4	4.8	3.8	14	16
Cycloalkanes	2.4	3.5	5.1	23	6.3	2.4	1.0	47	18	0.6	0.4	2.8	7.6	0.5	0.4	0.8	2.0	1.3
Terpenes	24	170	87	18	15	37	15	260	37	0	0	1.2	0.7	0	0	0	0.7	0
Alcohols	15	11	6.7	4.1	1.7	23	0	5.8	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Glycols/Glycolethers	0.3	0	9.8	0	0	0.8	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.0
Ketones	16	23	23	24	9.6	31	12	17	29	1.9	3.8	9.1	22	10	14	1.5	9.0	13
Halocarbons	1.5	8	20	330	8.8	14	13	2.9	49	0.8	2.0	4.9	6.9	1.8	2.0	0.6	1.5	3.3
Esters	5.3	11	18	2.7	1.9	6.7	0	6.1	13	0	0	1.2	6.5	0	0	0.5	1.7	15.0
Other	0.1	0.2	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0
Other(Iso以外)-Ethanol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other(追加項目)	0.5	0.8	0.7	9.6	0.6	0.4	0.3	1.1	7.0	0.1	0.1	1.6	1.5	0.3	0.5	0.1	0.9	0.6
ISO Compounds	88	260	240	1100	140	150	67	440	590	21	15	90	140	24	35	9.1	63	110
All Compounds	510	3000	1900	1500	770	560	1200	1200	1400	21	18	120	170	44	110	9.2	64	110
All Compounds - EtOH	89	280	230	1100	140	150	71	440	590	21	15	92	140	24	35	9.2	64	110

2. アルデヒド類

1) アルデヒドの検出状況

室内および屋外の気中濃度を Table 8 に示した。空欄は定量下限未満である。アルデヒド類 15 種を測定した結果、10 種が検出された。全ての住宅で検出されたのは、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトンであった。また、全ての住宅の室内で検出されたのは上記 3 種に加えてシクロヘキサノンであった。日本において指針値が定められているアルデヒド類はホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドの 2 種である。今回の測定では、ホルムアルデヒドの室内濃度指針値(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、アセトアルデヒドの室内濃度指針値(48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) を超過した住宅はなかった。

ホルムアルデヒドの濃度範囲は 14.6 ~ 46.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。アセトアルデヒドは 10.5 ~ 35.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。アセトンは 12.5 ~ 46.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。シクロヘキサノンは主にワックス、接着剤、ペンキ剥離材、染み

抜き等に使われているが、1.3 ~ 7.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低濃度であった。プロピオンアルデヒドは 8 住宅で検出されたが、1.0 ~ 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低濃度を示した中、住宅 C では 45.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と突出していた。

2) ホルムアルデヒドと築年数等の関係

ホルムアルデヒドは、築 4 年未満の住宅 A, B, C, D において低濃度で検出され、築 10 ヶ月の新築住宅 A, B において最も低濃度を示し、最も高濃度を示したのはシックハウス症候群が社会的問題となる以前に竣工した築 10 年 6 ヶ月の住宅 H であった。このことから規制の効果が現れたものと考えられた。ホルムアルデヒドの代替品としてアセトアルデヒドの使用が増加し、アセトアルデヒドが高濃度になると言われているが、今回の調査ではその兆候は見られなかった。

また、ホルムアルデヒドは温度が高いほど高濃度で検出されると言われているが、今回の調査ではホルムアルデヒド濃度と室温の関係に相関は得られなかった。

Table 8 室内および屋外におけるアルデヒド類濃度

気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	A内	B内	C内	D内	E内	F内	G内	H内	I内	A外	B外	C外	D外	E外	F外	G外	H外	I外
ホルムアルデヒド	14.6	10.9	25.2	21.4	23.0	32.2	31.4	46.6	15.7	1.1	1.4	2.8	3.8	1.6	3.1	1.8	2.3	2.5
アセトアルデヒド	10.5	20.5	32.6	16.6	16.0	20.5	27.5	35.2	11.7	1.2	1.3	3.2	3.7	1.2	2.2	1.9	1.9	2.1
アセトン	27.7	29.7	43.4	15.6	26.6	33.4	30.8	46.2	12.5	15.4	7.2	83.9	20.5	18.5	7.7	16.8	9.3	7.0
アクロレイン		0.4		1.0	0.8	0.7			3.6	3.1	4.8	1.8	3.5	7.8	6.7	4.8	7.3	7.1
プロピオンアルデヒド		2.1	45.3	2.5	1.3	1.0	1.5	5.6	1.4				0.7		0.4			
クロトンアルデヒド		1.2		2.5			0.8						2.2					
ブチルアルデヒド																		
シクロヘキサノン	1.9	2.5	4.1	2.5	3.6	7.0	2.2	4.5	3.8		1.8	1.3	2.9	2.6	3.4	2.0		2.4
ベンズアルデヒド	1.7	1.3	3.3															
イソバレルアルデヒド																		
ノルマルバレルアルデヒド			2.1					1.5										
オルトトルアルデヒド																		
グルタルアルデヒド																		
ヘキサアルデヒド		5.3	9.1	2.2	3.9	3.1	3.2		2.1									
2,5-ジメチルベンズアルデヒド																		
総濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56.5	73.8	165	64.3	75.2	97.9	97.4	140	50.9	20.8	16.6	93.0	37.3	31.7	23.5	27.4	20.8	21.0

3) アルデヒド類の総濃度

住宅 A ~ I の室内および屋外におけるアルデヒド類の総濃度を Fig. 2 に示した。今回の測定では、室内のアルデヒド類総濃度範囲は 50.9 ~ 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。当所では、一昨年にも全国共同研究で同様の調査を行っ

た⁴⁾が一昨年の総濃度範囲は 52.7 ~ 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、屋外における総濃度範囲は 16.6 ~ 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。屋外における住宅 C の総濃度はアセトンが主因で突出して高く検出されたが、今回の測定ではこの原因は分からなかった。

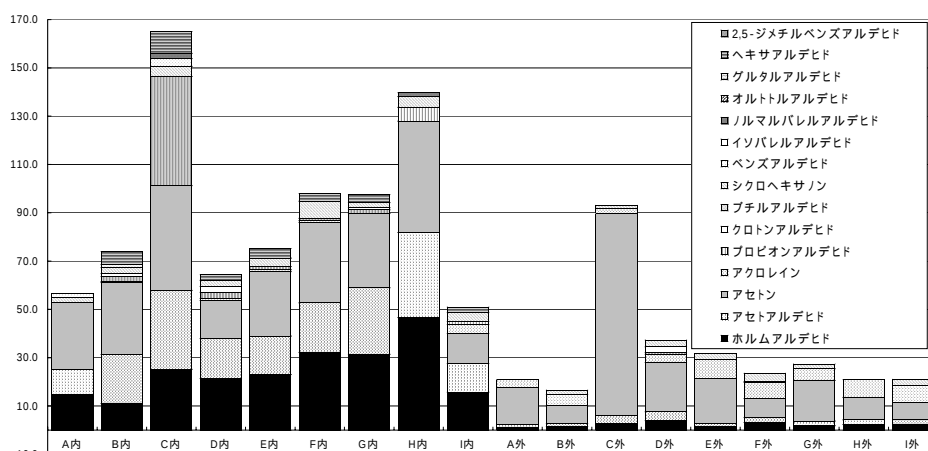


Fig. 2 室内および屋外におけるアルデヒド類の総濃度

ま と め

VOC131 物質を測定した結果、室内で 92 物質、屋外で 55 物質検出された。

室内濃度指針値が定められている VOC のうち、パラジクロロベンゼンが指針値を超過して検出された住宅が 1 軒あった。これは使用防虫剤が別の部屋から移流してきたことによる影響と思われる。

TVOC が暫定指針値の $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した住宅が 3 軒あり、 $1100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $580 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $440 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 検出された。前者 2 軒の原因物質は芳香族炭化水素類と、灯油の主成分である脂肪族炭化水素類であった。後者の原因物質は、木材から発生する自然成分リモネンであった。最も TVOC が高かった住宅では、灯油を玄関で保管し、さらに調査日の早朝、灯油をこぼしたことが原因と考えられた。

脂肪族炭化水素が高濃度で検出された住宅では、TVOC の指針値超過に関係なく、共通して石油ストーブを使用していた。

アルデヒド類 15 種を測定した結果、10 種が検出された。今回の測定では、ホルムアルデヒドの室内濃度指針値($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)、アセトアルデヒドの室内濃度指針値($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) を超過した住宅はなかった。

ホルムアルデヒドは、築 4 年未満の住宅において低濃度で検出され、築 10 ヶ月の新築住宅において最も低濃度を示し、最も高濃度を示したのはシックハウス症候群が社会的問題となる以前に竣工した築 10 年 6 ヶ月の住宅であった。このことから規制の効果が現れたものと考えられた。

また、ホルムアルデヒドは温度が高いほど高濃度で検出されると言われているが、今回の調査ではホルムアルデヒド濃度と室温の関係に相関は得られなかった。

今回の測定結果から、室内空気中化学物質を低濃度に保つためには、建材・内装材に対する注意だけでなく、衣類の防虫剤等はなるべく密閉した空間で使用するこ、石油ストーブは、灯油の保管や取り扱いには十分注意し、使用中換気を励行するなど、居住者による努力が必要であることが考えられた。

なお、本調査結果は居住者の方に送付し、室内濃度指針値を超過した物質が検出された住民には改善策を提言した。

(謝 辞)

本調査にあたり、ご協力をいただいた住民の方々に感謝いたします。

文 献

- 1)厚生労働省：室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び総揮発性有機化合物の室内濃度暫定目標値等について、2002.02 改正
- 2)文部科学省：学校環境衛生の基準，2002.02 改訂
- 3)国土交通省：建築基準法，2003.7 改正
- 4)日本環境測定分析協会：環境と測定技術
- 5)山崎誠他：室内空気中の揮発性化合物実態調査-2002-(その 1：HPLC 法)，福岡市保健環境研究所報，28，51～55，2003
- 6)重岡昌代他：室内空気中の揮発性化合物実態調査-2002-(その 2：GC/MS 法)，福岡市保健環境研究所報，28，56～73，2003
- 7)山崎誠他：室内空気中の揮発性化合物実態調査(その 1：HPLC 法)，福岡市保健環境研究所報，27，69～73，2002
- 8)重岡昌代他：室内空気中の揮発性化合物実態調査(その 2：GC/MS 法)，福岡市保健環境研究所報，27，74～78，2002
- 9)村瀬茂世他：室内空気中のアルデヒド類・ケトン類濃度，福岡市保健環境研究所報，26，109～112，2001