

# 京都市内の単身者向け住宅の揮発性有機化合物に関する実測調査

大 和 義 昭・藏 澄 美 仁・鳥 居 孝 行・松 原 斎 樹

## Field research on volatile organic compounds in single room Apartments in Kyoto city

YOSHIAKI YAMATO, YOSHIHITO KURAZUMI, TAKAYUKI TORII and NAOKI MATSUBARA

**Abstract:** An investigation of indoor VOC concentration and a questionnaire survey were carried out in 17 single-room apartments (apartments for single persons) in Kyoto city. The results are:

- 1) In one apartment, the concentration of TVOC exceeded the provisional objectives set by the Ministry of Health, Labor and Welfare. In 12 apartments, the concentration of HCHO exceeded the guideline of the Ministry.
- 2) No correlations were found between VOC concentration and apartment age or VOC concentration and years of occupancy.
- 3) In apartments with high VOC concentration, new furniture made of plywood or two or more chemicals were present.
- 4) Few residents open windows often but most residents are accustomed to using ventilation fans.
- 5) Many residents have not taken any measures to cope with the sick-house syndrome, despite such measures being in their own self-interest.
- 6) It appears that people who are more concerned with the sick-house syndrome have more subjective symptoms of the syndrome.

(Accepted September 10, 2004)

### 1. はじめに

近年、住宅の室内空気質への関心が高まっている。建材から放散されるホルムアルデヒド（以下、HCHO）等の揮発性有機化合物（以下、VOC）が、居住者の健康に様々な影響が及ぼしている懸念があるためである。したがって、住宅の室内空気質について広く調査し、データを蓄積する必要がある。

室内空気質に関しては、オフィスなど他人数が集まる空間において、居住者が体の変調を訴えるなどして、その実態が注目されるようになった。そのため、実態調査はオフィスなどを中心に行われてきたが、住宅はあまり調査されておらず、住宅のデータの蓄積は十分ではない。布施ら<sup>1), 2)</sup>は内装仕上げ材の差異によるVOC濃度の違いを検討している。また、塩津ら<sup>3)</sup>は集合住宅の住戸間でのVOC濃度を比較している。しかし、これらは実験住宅や竣工時の住宅を対象としており、居住状態の住宅の

調査ではない。

室内のVOC発生源には、建材の他に、居住者が持ち込んだ家具や芳香剤や防虫剤などの薬剤等がある。また、室内のVOC濃度には、室内のVOCを室外へ排出する換気の状態が大きく影響する。したがって、居住状態の住宅のVOC調査では、建材の他に、居住者が持ち込んだ家具や薬剤や換気の状態を調査する必要がある。熊谷ら<sup>4)</sup>は新築と既築の戸建住宅のHCHO等を実測し、温度による濃度差や、新築と既築とのHCHOの濃度差を比較している。しかし、家具や薬剤の使用や換気の状態については考察していない。また、東ら<sup>5)</sup>は既存の戸建住宅を対象にHCHO等を実測調査した。そして、新しい家具の持ち込みがHCHO濃度に及ぼす影響を示した。しかし、換気の状態は調査していない。また、大澤ら<sup>6), 7)</sup>は全国の住宅を対象に調査を行い、換気設備の使用実態と窓開放状況の段階別にVOC濃度を示した。しかし、家具や薬剤の使用状況については調査していない。

住宅には、戸建住宅や世帯向け集合住宅、単身者向け住宅など様々な住宅種別がある。単身者向け住宅は戸建住宅や世帯向け集合住宅と比較して居住者の不在時間が長く、窓が少なく開口面積が小さいため、換気が不足しがちで室内のVOCやHCHO等は排出されにくいと考えられる。室内空気質に関して戸建住宅や世帯向け集合住宅を対象にした調査はいくつかあるが、単身者向け住宅を対象に調査した研究はほとんどない。前述の塩津ら<sup>3)</sup>は竣工直後の単身者用ワンルームマンションを調査している。山口ら<sup>9)</sup>は室内での薬剤の使用や換気の状態とHCHO濃度との関係を示した。しかし、戸建住宅を対象としており、単身者向け住宅は調査していない。

以上のように、居住状態の住宅を対象にしてVOC濃度を測定した研究で、建材の他に、居住者が持ち込んだ家具や薬剤等の使用や、換気の状態について調査した研究は少なく、単身者向け住宅を対象にした研究はほとんどない。

また、居住状態の住宅の環境評価に関しては、居住者の意識や関心について調査する必要がある。前述の山口ら<sup>8)</sup>は、シックハウスに対する知識の有無を調査し、さらに、居住者が「室内空気質を悪いと感じたことがある住宅」の平均HCHO濃度が、「ない住宅」よりも高いことを示した。大澤ら<sup>6)</sup>はHCHO濃度が0.13(ppm)では居住者の体調変化の自覚ありの割合が高くなる傾向を示した。

以上のことから本研究は、居住状態の単身者向け住宅を対象に、VOC濃度測定、家具、薬剤の使用実態および換気の実態を調査を行った。加えて、居住者のシックハウスへの関心や自覚症状も調査し、VOC濃度との関係を検討した。

## 2. 調査概要

Table 1に調査概要を示す。調査は、京都府立大学の学生で独り暮らしの学生の住宅17戸を対象に行った。

調査期間は、2003年11月12日から2003年12月4日までであった。VOC濃度の測定日には居住者に、外出時に全ての窓を閉め、換気扇等を止めておくように依頼した。測定は同じ測定者が全住宅を訪問して行った。全住宅とも午後(13:00から15:15)に測定を行った。測定中を通して温度、湿度をモニターし、各測定項目の測定開始時と終了時の温度、湿度を記録した。各項目について測定は一度づつ行った。各住宅の測定は一日で終了した。

VOCは、HCHO、トルエン、p-ジクロロベンゼンおよ

Table 1 調査概要

調査対象住宅	独り暮らしの学生の住宅 / 17戸
調査内容	VOC濃度測定、留置式アンケート調査
測定日	2003年11月12日～2003年12月4日

び総揮発性有機化合物(以下、TVOC)の濃度を測定した。Table 2に測定方法を示す。ガラス検知管(光明理化学工業㈱製)でHCHO、トルエン、p-ジクロロベンゼンを、また、HCHOとTVOCはポータブル型測定器(HCHO:新コスモス電機㈱製ホルムテクターXP-308, TVOC:新コスモス電機㈱製XP-339V)を用いて測定した。上記測定器の測定値は、基準とした空気に対する測定対象室の濃度である。本研究は、測定対象住宅の屋外の大気を基準とした。

Table 3にアンケート調査内容を示す。アンケート項目は、建物の構造や内装仕上げ、換気設備の使用状況、窓の開閉状況、家具の所有状況、室内で使用・保管している薬剤、シックハウスへの関心および自覚症状についてなどである。

Table 2 測定対象VOCと測定方法

ガラス検知管			ポータブル型測定器	
HCHO	トルエン	p-ジクロロベンゼン	HCHO	TVOC

Table 3 アンケートの質問内容

・住宅の構造
・建物階数と居住階
・築年数、その住宅に居住している月数
・室内表面(床、壁、天井)仕上げ
・敷物、カーテンの使用の有無、材質
・使用している合板製家具の種類、個数
・使用している芳香剤や防虫剤等の薬剤の有無
・換気設備の使用状況
・窓の開放の状況
・シックハウスへの関心
・シックハウス症候群の自覚症状

## 3. 結果および考察

### 3.1. 調査対象住宅

Table 4に調査対象住宅の概要を示す。全住宅が鉄骨造かRC造で、いわゆるワンルームマンションだった。築年数は、最も新しい住宅が3年、最も古い住宅が40年で、平均は14.5年だった。集合住宅では居住者の入居前に改修工事がされていることが考えられるが、本研究では改修工事の実施の有無が不明の住宅が多かった。そのため、本研究では居住者が入居してからの居住月数を調査した。

調査対象住宅の室内表面の仕上げは、床はフローリング、壁と天井はビニールクロス、またはクロスが多かった。

17戸のうち6戸でカーペットを、4戸でラグを敷いていた。また、15戸でカーテンを使用していた。材質は「不

Table 4 調査対象住宅の概要

	構造	建物 (階建)	居住階 (階)	築年数 (年)	居住月数 (月)	床の仕上げ	壁の仕上げ	天井の仕上げ	敷物	カーテン 1枚目/2枚
A	鉄骨	5	4	23	21	クッションフロア	クロス	クロス		
B	RC	4	2	14	39	フローリング	クロス	クロス		使用
C	RC	5	2	不明	45	フローリング	ビニールクロス	ビニールクロス		使用
D	RC	3	1	6	22	クッションフロア	ビニールクロス	ビニールクロス	カーペット	使用 使用
E	RC	4	1	7	43	クッションフロア	クロス	クロス		使用 使用
F	鉄骨	2	1	6	73	フローリング	ビニールクロス	ビニールクロス		使用
G	鉄骨	2	2	17	22	畳	クロス	ラミネート天井板	カーペット	使用
H	RC	6	2	3	47	クッションフロア	クロス	クロス		使用 使用
I	RC	2	1	5	22	畳	ビニールクロス	ラミネート天井板	カーペット	使用
J	RC	3	3	25	58	パンチカーペット	クロス	コンクリート打ち放し	カーペット	
K	鉄骨	2	1	12	12	フローリング	ビニールクロス	ビニールクロス	カーペット	使用 使用
L	鉄骨	5	4	18	15	フローリング	ビニールクロス	ビニールクロス	ラグ	使用
M	RC	3	3	不明	21	フローリング	ビニールクロス	ビニールクロス	ラグ/カーペット	使用
N	RC	6	2	8	34	フローリング	ビニールクロス	ビニールクロス	ラグ	使用 使用
O	RC	2	2	19	34	フローリング	ビニールクロス	ロックウール化粧板	ラグ	使用
P	RC	2	2	40	34	ピータイル	コンクリート打ち放し	コンクリート打ち放し		使用
Q	鉄骨	4	2	不明	58	パンチカーペット	クロス	クロス		

明」が多かったが、防炎加工されたカーテンを使用している住宅はなかった。

### 3. 2. 室内空気質の測定結果

全測定を通して室温は、最高25.9℃、最低17.4℃だった。湿度は、Gの測定開始時だけが29%でやや低かったが、それ以外ではほぼ60±10%だった。全調査住宅で、測定中に温度、湿度の大きな変化は無かった。

Table 5に検知管法によるHCHO、トルエン、p-ジクロロベンゼンの測定結果を示す。

HCHOの計測値は、Iが0.01(ppm)とやや低く、また、Hが0.03(ppm)、Oが0.05(ppm)とやや高かったが、その他の住宅は0.02(ppm)で同じだった。トルエンは、全住宅で検出されなかった。p-ジクロロベンゼンはOとPで検出されたが、どちらの住宅も温度補正後は0.0088(ppm)で、厚生労働省の指針値0.04(ppm)より低かった。

Table 5 ガラス検知管によるVOC濃度の測定結果 (ppm)

	HCHO	トルエン	p-ジクロロベンゼン
A	0.02	0	0
B	0.02	0	0
C	0.02	0	0
D	0.02	0	0
E	0.02	0	0
F	0.02	0	0
G	0.02	0	0
H	0.03	0	0
I	0.01	0	0
J	0.02	0	0
K	0.02	0	0
L	0.02	0	0
M	0.02	0	0
N	0.02	0	0
O	0.05	0	0.01
P	0.02	0	0.01
Q	0.02	0	0

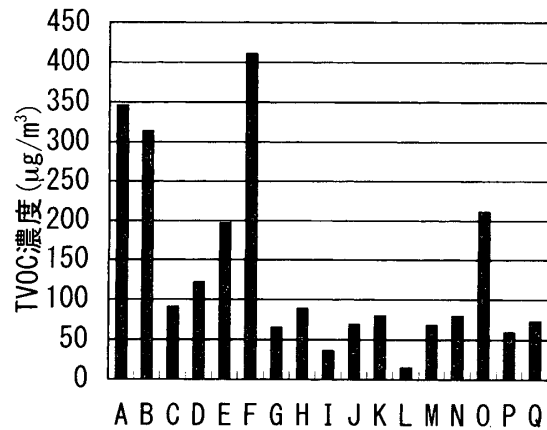


Fig. 1 TVOC濃度の測定結果

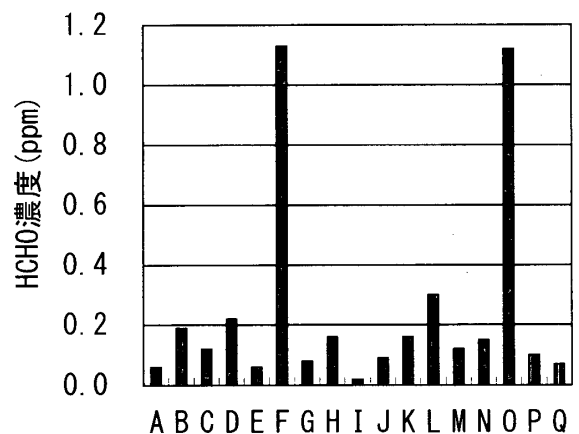


Fig. 2 測定器によるHCHO濃度の測定結果

Fig. 1にTVOC濃度を示す。平均は137(mg/m<sup>3</sup>)だった。Fが411(mg/m<sup>3</sup>)で最も高く、厚生労働省のTVOC暫定目標400(mg/m<sup>3</sup>)より高かった。また、前記暫定目標より低かったが、A、B、E、OのTVOC濃度が200(mg/m<sup>3</sup>)前後かそれ以上で、その他の住宅と比較して高かった。

Fig. 2に測定器によるHCHO濃度を示す。平均は0.24(ppm)だった。12戸が厚生労働省の指針値0.08(ppm)より

り高かった。特にF, Oは前記指針値の14倍以上でかなり高い濃度だった。また, Lが0.30(ppm)で全体の平均よりも高かった。

**3. 3. TVOC, HCHOと築年数, 居住月数および内装仕上げとの関係**

TVOCおよびHCHO濃度と築年数との間には相関関係はなかった (Fig. 3, Fig. 4)。また, TVOCおよびHCHO濃度と居住月数との間にも相関関係はなかった (Fig. 5, Fig. 6)。

TVOCやHCHO濃度が比較的高かったA, B, E, F, L, Oのうち, O以外については内装仕上げがその他の住宅と大きく異なる点はなかった。Oの天井仕上げのロックウール化粧板は他の住宅では使用されていなかった。ロックウール化粧板は多孔質であるため吸音性に優れるが, ビニールクロス等と比較して他の放散源からのVOC等がより再吸着し易いと考えられる。そのため, Oでは, 換気が十分でないと床や壁から放散したVOCが天井に再吸着し, 長期間にわたってVOCの放散源になることが考えられる。

**3. 4. 家具, 薬剤の使用状況**

Table 6に住宅内の合板製家具の使用状況の調査結果を示す。12戸で居住者によって合板製家具が持ち込まれていた。また, 10戸に合板製のクローゼットや下駄箱などが備え付けられていた。その結果, J以外では室内でなんらかの合板製家具が使用されていた。

TVOCやHCHO濃度が比較的高かったA, B, E, F, L, Oのうち, B, E, Lでは, 購入後1年未満の比較的新しい合板製家具が使用されていた。B, E, Lでは, VOCの放散源の一つとして, これらの合板製家具が考えられる。

一方, B, E, L以外のTVOCやHCHO濃度が比較的高かったA, F, Oには新しい合板製家具は使用されていなかった。

Table 7に室内での芳香剤や防虫剤などの薬剤の使用状況を示す。A, C, D, E, F, N, Pで2種類以上の薬剤を使用していた。A, E, Fではこれらの薬剤がHCHOの放散源の一つと考えられる。

一方で, C, D, N, Pでは2種類以上の薬剤を室内で使用していたが, TVOCやHCHO濃度は低かった。これらの住宅では, 薬剤の使用状況や換気状況の違いがTVOCやHCHO濃度に影響したと考えられる。

また一方, Oは室内で薬剤を全く使用していなかった。

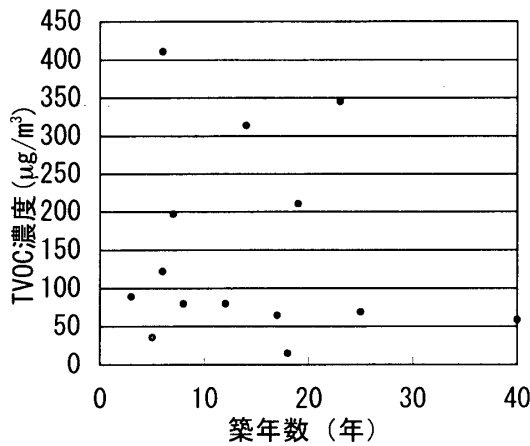


Fig. 3 TVOC濃度と築年数の関係

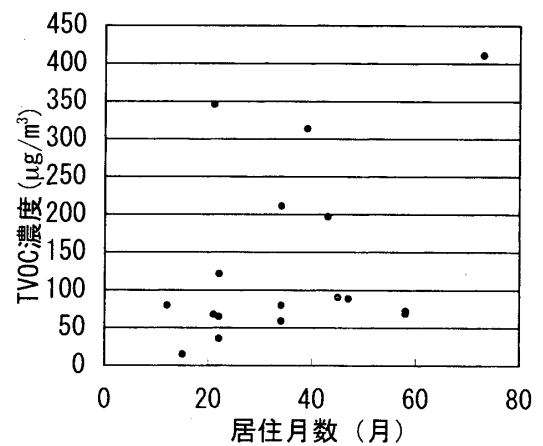


Fig. 5 TVOC濃度と居住月数の関係

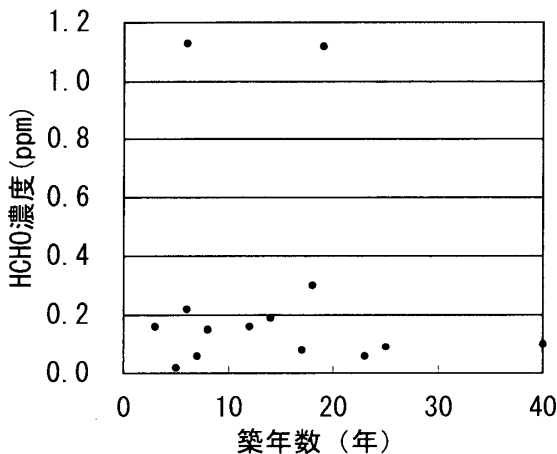


Fig. 4 HOHC濃度と築年数の関係

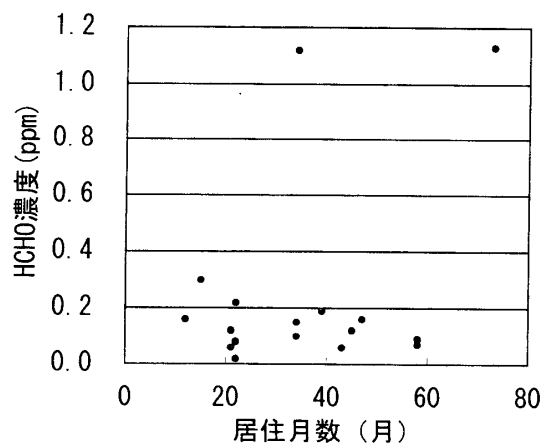


Fig. 6 HOHC濃度と居住月数の関係

Table 6 合板製家具の使用状況

	物品 / 使用月数 (月)	物品 / 使用月数 (月)	物品 / 使用月数 (月)	物品 / 使用月数 (月)	物品 / 使用月数 (月)	物品 / 使用月数 (月)
A	備付K.C. -	備付クローゼット -				
B	パソコンデスク 15	カラーボックス 3				
C	デスク 48	棚 24				
D	クローゼット -	テーブル 72	棚 60	ベッド 72	机 20	カラーボックス 18
E	キッチン 96	クローゼット 96	棚 84	ベッド 36	机 12	
F	備付K.C. 72	備付下駄箱 72	本棚 72			
G	本棚 120	机 24	テーブル 24	棚 6		
H	備付下駄箱 48	備付テーブル 48	備付椅子×2 48	食品棚 48		
I	机 120	本棚 72	テレビ台 72			
J						
K	タンス 36					
L	備付K.C. 228	備付収納棚 228	こたつテーブル 36	本棚 12	本棚 12	机 12
M	備付K.C. -	棚 36	棚 36	机 2		
N	備付クローゼット 96	ドア 96	出窓 96	ベッド 36	テーブル 36	キャビネット 36
O	学習机 120					
P	備付クローゼット 480					
Q	備付K.C. 120	備付下駄箱 120				

備付K.C. : 備え付けキッチンキャビネット

Table 7 薬剤の使用状況

	芳香剤	防虫剤	塗料	接着剤	掃除用スプレー・ワックス	ベンジン
A	○	○	×	×	○	×
B	○	-	-	-	-	-
C	×	×	×	○	○	×
D	-	○	○	○	×	×
E	○	×	○	○	○	×
F	×	○	○	○	○	×
G	×	×	×	×	×	×
H	○	×	×	×	×	×
I	×	×	×	×	×	×
J	○	-	-	-	-	-
K	×	×	×	×	×	×
L	×	×	×	×	×	×
M	×	×	×	×	×	×
N	×	○	×	×	○	×
O	×	×	×	×	×	×
P	×	○	×	○	×	×
Q	×	×	×	×	×	×

○ : 使用している × : 使用していない - : 不明

Oでは合板製家具の持ち込みも少くないため、床や壁などから放散したVOCが再吸着した天井が二次的な放散源と考えられる。

TVOCやHCHO濃度が高かったほとんどの住宅では、新しい合板製家具や2種類以上の薬剤が使用されていた。しかし、合板製家具の持ち込みも少く、薬剤を全く使用していなかった住宅もあった。他から放散したVOCが再吸着した建材が、VOCの二次的な放散源になっていることが考えられた。

### 3.5. 換気、窓の開放の状況

Fig. 7に換気扇の使用状況を示す。24時間運転の換気システムを備えた住宅はなかった。「外出をして留守のときでも、トイレ(ユニットバス)等の換気扇を回し続けている」住宅が10戸で最も多かった。一方で、「炊事中や入浴時、または喫煙時などの必要ときだけ換気扇を回している」住宅が5戸あった。また、「その他」とし

て、「炊事中のみいつも使用。入浴後に時々使用」と「換気設備がない」が1戸ずつあった。このことから、換気扇の使用状況は、「いつも回し続けている」と「必要ときだけ使用している」の2グループにほぼ分けられた。

Fig. 8に窓の開放状況を示す。「掃除をするときなど、一週間に数日だけ窓を開けている」が6戸で最も多かつ

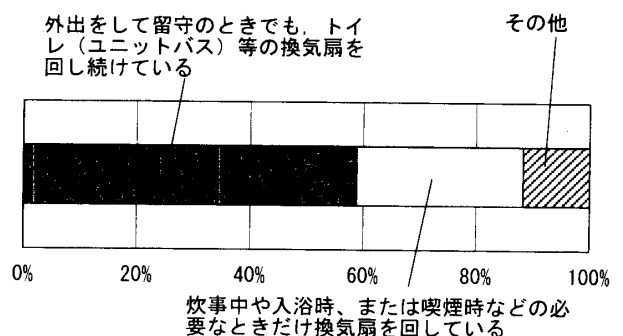


Fig. 7 換気扇の使用状況

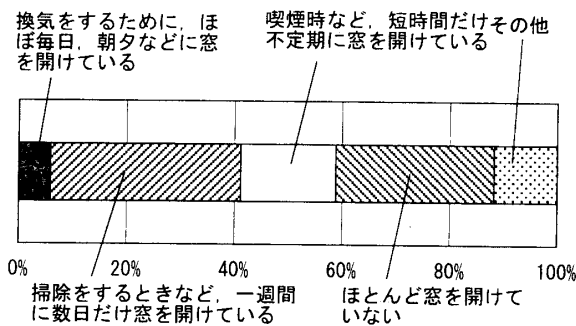


Fig. 8 窓の開放状況

た。「換気をするために部屋にいるときはいつも窓を開けている」は無かった。比較的窓を開放している「ほぼ毎日、朝夕などに窓を開けている」が1戸、「その他」で「換気をするために部屋に居ないときはいつも窓を開けている」が1戸あるのみだった。その一方で、「喫煙時など、短時間だけ不定期に窓を開けている」が3戸、「ほとんど窓を開けていない」が5戸あった。

以上のことから、ほぼ毎日一度は窓を開けているのは2戸だけで、全体的に窓はあまり開放されていなかった。

本研究では、「換気扇をいつも回し続けている」が最も多かったが、その一方で窓はあまり開放されていなかった。「換気扇をいつも回し続けている」のに「窓をほとんど開けない」住宅が3件あった。

室内で2種類以上の薬剤を使用していながらTVOC, HCHOの濃度が低かったC, D, Nの中に「ほとんど窓を開けない」はなかった。室内で発生したVOCが換気により外へ排出され、濃度が低くなったと考えられる。

また、Oは換気扇を「炊事中のみいつも、入浴後には時々」使用しており、窓はほとんど開けていなかった。このことから、Oでは換気が十分でなかったことが考えられる。OでTVOC濃度が高かった原因の一つとして、床や壁等の仕上げ材から放散したVOCが、換気が十分でないために天井のロックウール化粧板に再吸着し、天井がVOCの二次的な放散源になったと考えられる。

Pは、2種類以上の薬剤を使用し、また、ほとんど窓を開けず、かつ換気設備が無いが、TVOC, HCHOの濃度が低かった。また、A, E, Fは、一週間のうち数日は窓を開け、かつ、「いつも」(E, F)あるいは「必要に応じて」(A)換気扇を使用していたが、TVOC, HCHOの濃度が高かった。この理由を本研究の結果からは明らかにできなかった。

### 3. 6. シックハウス症候群に対する関心・自覚症状、およびTVOC・HCHO濃度との関係

Fig. 9にシックハウス症候群に対する関心を示す。「関心があるが、特別には対策していない」が12戸(70.8%)で最も多かった。また、「あまり関心がない」が2戸、「全く関心がない」が1戸で、これらの住宅で大半を占めた。「関心があり、気を付けている」のは2戸だった。

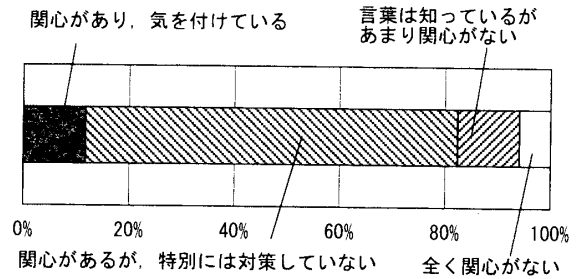


Fig. 9 シックハウス症候群に対する関心

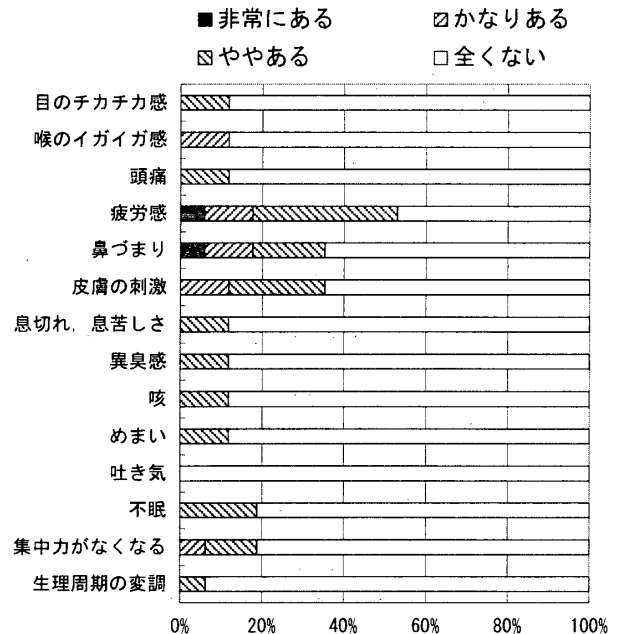


Fig. 10 シックハウス症候群の自覚症状

Fig. 10にシックハウス症候群の自覚症状を示す。「疲労感」と「鼻づまり」、「皮膚の刺激」の自覚症状がやや多かった。特に「疲労感」と「鼻づまり」に「非常にある」が各1戸あった。

Table 8に全自覚症状の段階の分布を示す。自覚症状

Table 8 シックハウス症候群の全自覚症状の段階の分布

	全くない	ややある	かなりある	非常にある
A	8	5	1	0
B	11	0	0	0
C	9	3	1	1
D	9	2	2	1
E	14	0	0	0
F	10	4	0	0
G	10	4	0	0
H	11	3	0	0
I	13	0	1	0
J	11	1	2	0
K	12	2	0	0
L	11	2	0	0
M	11	3	0	0
N	14	0	0	0
O	11	2	1	0
P	13	0	1	0
Q	14	0	0	0

に「かなりある」または「非常にある」と回答した項目があったのは、A, C, D, I, J, O, Pだった。このうちI以外はHCHO濃度が厚生労働省の指針値より高かった。これらの住宅では、HCHOによる居住者への影響が考えられる。しかし、これらの居住者でもシックハウスに対して「関心があるが、特別対策していない」(C, D, J, P) か或いは、「あまり」(O) または「全く」(A) 関心が無かった。このことから、自覚症状がありながら、何ら対策をしていない居住者が多かった。

FはTVOC, HCHOのどちらも厚生労働省の指針値より高かったが、自覚症状に「かなりある」や「非常にある」は無かった。また、Bは、HCHOが指針値より高くTVOCも比較的高めだったが、自覚症状は全て「全くない」だった。B, Fのどちらともシックハウスに対して「関心があるが、特別対策していない」。すなわち、B, Fでは、TVOC, HCHOの濃度が高いが、シックハウスの自覚症状はあまりなかった。

これに対して、Iは、TVOC, HCHOが指針値以下だったが、「皮膚への刺激」が「かなり」あった。

TVOC, HCHOの濃度と居住者の自覚症状とが、必ずしも一致しなかった。この原因の一つとして、居住者の体質の違いが考えられる。また、Iはシックハウスについて「関心があり、気を付けている」ように、居住者のシックハウスに対する関心や注意が強いことで、シックハウス自覚症状に対して敏感になっていることも考えられる。

#### 4. ま と め

京都市内の独り暮らしの学生の住宅17戸を対象に、TVOCおよびHCHO濃度、家具や薬剤の使用状況や換気の状態を調査した。また、居住者のシックハウスに対する関心や自覚症状についても調査し、TVOCおよびHCHO濃度との関係について検討した。

1戸のTVOC濃度が厚生労働省の暫定目標より高かった。また、12戸のHCHO濃度が厚生労働省の指針値より高かった。

TVOCおよびHCHO濃度と築年数・居住月数との間にも相関関係はなかった。また、TVOCやHCHO濃度が比較的高かった住宅では、1戸を除いて、内装仕上げがその他の住宅と大きな違いは無かった。残った1戸の住宅は天井の仕上げはその他の住宅では使用されていない多孔質のボード材だった。この住宅では、他から放散したVOCが再吸着した天井が、VOCの放散源になったことが考えられた。

TVOCやHCHO濃度が比較的高かった住宅のほとんどでは、新しい合板製家具か2種類以上の薬剤を使用していた。

換気扇を「いつも回し続けている」住宅が最も多かった。そして、換気扇については「いつも回し続けている」

と「必要なときだけ使用している」と2グループにほぼ分けられた。

「掃除をするときなど、一週間に数日だけ窓を開けている」住宅が最も多かった。ほぼ毎日一度は窓を開けているのは2戸だけで、反対に「ほとんど窓を開けていない」住宅が5戸あるなど、全体的に窓はあまり開放されていなかった。

シックハウスに対して、「関心があるが、特別には対策していない」が最も多かった。また、「あまり関心がない」と「全く関心がない」とを合わせて大半を占めた。また、シックハウスの自覚症状があるとしながら何ら対策をしていない居住者が多かった。

TVOC, HCHOの濃度は高いが、居住者のシックハウスの自覚症状はあまりない住宅があった。一方、TVOC, HCHOは指針値以下だが、居住者の皮膚への刺激があったとした住宅があった。この原因として、居住者の体質と、シックハウスに対する関心の強さの違いが考えられる。

#### 参考文献

- 1) 布施幸則, 鈴木道哉, 山口 一, 梶間智明, 岡 建雄: 集合住宅における建築的対応による揮発性有機化合物, ホルムアルデヒドの低減と濃度予測に関する検討, 日本建築学会計画系論文集 NO.522, P.53-59, 1999年8月
- 2) 布施幸則, 鈴木道哉, 山口 一, 成富隆昭, 梶間智明, 岡 建雄: 集合住宅の主な内装部材からのホルムアルデヒド, 揮発性有機化合物の発生速度の定量化と濃度予測に関する基礎的検討, 日本建築学会計画系論文集, NO.533, P.29-35, 2000年7月
- 3) 塩津弥佳, 佐藤重幸, 池田耕一: 入居前の単身者用ワンルームマンションおよび世帯用マンションの室内揮発性有機化合物濃度の全戸調査, 日本建築学会環境系論文集, NO.573, P.71-78, 2003年11月
- 4) 熊谷一清, 池田耕一, 堀 雅宏, 松村年郎, 野崎淳夫, 木村 洋, 飯倉一雄, 吉澤 晋: 居住状態における住宅室内の揮発性有機化合物に関する実態調査, 日本建築学会計画系論文集, NO.522, P.45-52, 1999年8月
- 5) 東 実千代, 新谷 恵, 八木成江, 守屋好文, 疋田洋子: 戸建て住宅におけるホルムアルデヒドおよび揮発性有機化合物濃度の継続的実測調査, 日本建築学会計画系論文集, NO.552, P.29-35, 2002年2月
- 6) 大澤元毅, 池田耕一, 林 基哉, 桑沢保夫, 真鍋純, 中林出行: 2000年全国実態調査に基づく化学物質による住居室内空気汚染の状況, 日本建築学会環境系論文集, NO.566, P.65-71, 2003年4月
- 7) 大澤元毅, 池田耕一, 林 基哉, 小島隆矢, 真鍋純, 中林出行: 2000年全国実態調査に基づく住宅室内空気のVOC汚染の状況, 日本建築学会環境系論文集,

NO.575, P.61-66, 2004年1月

- 8) 山口 一, 赤林伸一, 坂口 淳: 木造独立住宅を対象とした居住者意識と室内化学物質濃度・シェルター性能に関する実態調査 住宅における室内化学物質汚染に関する調査研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, NO.554, P.15-20, 2002年4月