

## 室内空気中のホルムアルデヒド等濃度について

村上 恭子      鈴木 憲\*      松淵亜希子      武藤 倫子

室内空気におけるホルムアルデヒド等の濃度を調査した結果、100地点のうち5地点がホルムアルデヒドの指針値を超えた。これらの地点は、ホルムアルデヒド濃度の指針値が設定（平成9年6月）される以前に建築された家屋であった。指針値設定後に建築された家屋では、ホルムアルデヒド濃度は低い傾向にあり、低減化対策の効果が伺われた。アセトアルデヒド濃度は、指針値設定（平成14年1月）後間もないこともあって、100地点のうち25地点が指針値を超えた。ホルムアルデヒド濃度に対する暖房器具、換気及び喫煙等による影響を検討した結果、これらの要因が濃度上昇に寄与していることが示唆された。アセトアルデヒドの場合、特に燃焼器具からの影響が考えられたため、燃焼と関連性のある二酸化窒素も測定した。その結果、二酸化窒素濃度とアセトアルデヒド濃度は高い相関を示し、アセトアルデヒド濃度の低減化には、暖房器具の使用状況に配慮が必要であると考えられた。

キーワード：室内空気、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、総アルデヒド類、高速液体クロマトグラフ法

### I はじめに

近年、居住環境に起因する健康影響、いわゆるシックハウス問題が懸念されており、建材、家具及び家庭用品等からの化学物質による室内空気汚染が指摘されている<sup>1)</sup>。このため厚生労働省はシックハウス症候群や化学物質過敏症問題への対応策として、ホルムアルデヒド（平成9年6月：100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、アセトアルデヒド（平成14年1月：48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、トルエン、キシレン等の室内濃度指針値を設定した<sup>2)</sup>。また、「学校環境衛生の基準」「建築基準法」<sup>3)</sup>「建築物衛生法」にもホルムアルデヒド等の規制が設けられた。

こうした規制強化による低減化対策が進行している状況下で、平成14年度から16年度にわたって一般家屋の室内空気と外気中の汚染化学物質を測定した。今回は、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド等の調査結果に加え

て、ホルムアルデヒド濃度に対する暖房器具、換気及び喫煙等による影響、室内空気中二酸化窒素濃度との関連性からアセトアルデヒド濃度に対する暖房器具による影響についても検討したので報告する。

### II 方法

#### 1. 調査対象家屋

調査対象は18家屋100地点で、その詳細を表1に示した。なお、築6年の7家屋のうち5家屋は、平成9年の国立衛生試験所による「暴露評価研究」においてホルムアルデヒド調査を実施した家屋である。

#### 2. 調査期間

調査は、平成15年3月から平成17年4月までの春期として3～4月、夏期として7～9月に実施した。

表1 調査対象家屋の概要

築年数	集合家屋	戸建家屋	計	居間	寝室	外気	計
新築(6ヶ月以内)	3	5	8	26(15)	14(5)	9(1)	49(21)
築1～2年	—	2	2	7(3)	7(3)	5(1)	19(7)
築6年	2	5	7	15(13)	13(11)	2	30(24)
築30年以上	—	1	1	2	—	—	2
計	5	13	18	50(31)	34(19)	16(2)	100(52)

( ) の数値はホルムアルデヒド等15物質の捕集をパッシブ採取法によった。

\* 現 北秋田地域振興局大館福祉環境部

### 3. 調査項目

測定項目は、ホルムアルデヒド等15物質（ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アクロレイン、アセトン、プロピオンアルデヒド、クロトンアルデヒド、*n*-ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、イソバレルアルデヒド、バレルアルデヒド、*o*-トルアルデヒド、*m*-トルアルデヒド、*p*-トルアルデヒド、ヘキサアルデヒド、2,5-ジメチルベンズアルデヒド）及び二酸化窒素である。この他に室内及び外気の温度、湿度、気圧を測定した。また、建築構造、生活状況、健康状況等のアンケート調査を行った。生活状況については、換気時間、暖房機器使用時間、エアコン使用時間等の記録を、調査対象家屋の住居者に依頼した。

### 4. 試料捕集方法

#### 1) ホルムアルデヒド等15物質

新築住宅の入居前は、窓や戸を閉めて気密状態にしてアクティブ採取法<sup>2)</sup>で行った。ここでは、室内空気をミニポンプMP-30 (SIBATA) を用いて、0.5 L/分の条件で1時間(約30L)アルデヒド/ケトン捕集管 (Se p-Pak XPosure Aldehyde Sampler: Waters) に通気させてホルムアルデヒド等15物質を捕集した。

居住住宅は、通常の生活状態でアクティブ採取法あるいはアルデヒド/ケトン捕集管 (DSD-DNPH: SUPELCO) を用いたパッシブ採取法<sup>3)</sup> のいずれかの方法によった。ここでは、アクティブ採取法の捕集管への室内空気の通気は、0.1 L/分で24時間(約144L)行った。パッシブ採取法は、捕集管を24時間暴露させた。

外気は、新築住宅の入居前及び居住住宅ともそれぞれ室内空気と同じ採取法により行ったが、捕集管の前にオゾンスクラバー (Se p-Pak Ozone Scrubber: Waters) を装着した。

#### 2) 二酸化窒素

室内空気中二酸化窒素は、柳沢ら<sup>4)</sup> が生活環境中二酸化窒素濃度測定の際に用いたパーソナルサンプラーによった。ここでは、二酸化窒素フィルターパッチ (アドバンテック) を装着したパーソナルサンプラーを24時間暴露させた。

### 5. 分析方法

#### 1) ホルムアルデヒド等15物質

空気を通気あるいは暴露させたアルデヒド/ケトン捕集管から5 mLのアセトニトリル (高速液体クロマトグラフ用: 和光純薬工業) を用いてホルムアルデヒド等15物質を溶出させた。これを分析試料として、表2に示す測定条件でホルムアルデヒド等15物質を高速液体クロマトグラフィーにより測定した。ホルムアルデヒド等15物質を定量するための検量線は、混合標準

表2 高速液体クロマトグラフィーの測定条件

機種	日立クロマトグラフィーL-7000シリーズ
検出部	フォトダイオードアレイL-7455
カラム	GLサイエンス InertasilODS-3 4.6mmi.d.×250mm
カラム温度	40℃
移動相	水/アセトニトリル 40/60 V/V
流速	1.0ml/min
流入量	20 μL
検出波長	360nm

液 (TO-11/IP6A Carbonyl-DNPH Mix 各15μg/mL: SUPELCO) をアセトニトリルで希釈して0.1、0.5、1.0、3.0μg/mLの混合調製標準液を作成し、これらをそれぞれ測定をして求めた。ただし、*m*-トルアルデヒド、*p*-トルアルデヒドは、ピークを分離できないために合計値として定量した。

定量下限値は、最低濃度の混合調製標準液の5回繰り返し測定値の10σとしたが、操作ブランク値が10σより高い値の場合には操作ブランク値とした。

#### 2) 二酸化窒素

24時間暴露させた二酸化窒素フィルターパッチを柳沢ら<sup>4)</sup> の方法と同じく試験管に入れ、これに発色液10 mLを加えて波長545nmで吸光度を測定した。室内空気中二酸化窒素濃度は次式によって算出した。

$$f \text{ NO}_2 \text{ (ppb)} = 55 (I - I_0)$$

ここで、 $f \text{ NO}_2$ : 日平均二酸化窒素濃度、

$I$ : 暴露後の吸光度、 $I_0$ : ブランクの吸光度

### 6. 温度、湿度及び気圧

温度と湿度は30分間隔で24時間自記測定 (佐藤記憶計SK-L200TH)、気圧は試料の捕集開始時と終了時に測定 (気圧計SUNOH SAL7030) した。

### 7. 測定値の比較

夏期と春期、新築と築6年のホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの測定値に違いがあるかを検討するために、測定値の中央値を用いて、マン-ホイットニーのU検定を行った。

## III 結果と考察

### 1. アクティブ採取法とパッシブ採取法の比較

試料捕集方法にはアクティブ採取法とパッシブ採取法

とがあり、パッシブ採取法はアクティブ採取法と異なりポンプが不要で、多数の試料を同時に捕集が可能である。また、居住住宅でアクティブ採取法により試料を捕集するには、ポンプを使用するため制約がある。そこで、調査開始当初に、一部の家屋で室内空気をアクティブ採取法とパッシブ採取法の2種類の方法で同時に捕集し、両方法による測定値の比較をした。その結果を図1-1、図1-2に示した。ホルムアルデヒド濃度及びアセトアルデヒド濃度は、両方法において高い相関を示した他、測定値に違いは認められなかった。こうしたことから、家屋での試料捕集にあたっては、各調査対象家屋の実情を考慮して試料採取方法を選定した。

## 2. 室内濃度と外気濃度の比較

ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは、室内及び外気で行った全ての調査地点から検出された。室内及び外

気におけるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド濃度を表3に示した。室内濃度と外気濃度の比(I/O)をみると、ホルムアルデヒドは夏期では17.8、春期では16.8、アセトアルデヒドは夏期では18.2、春期では8.8を示し、室内濃度が外気濃度より明らかに高値を示した。両物質のI/O比が高値であることから、両物質の室内濃度は外気によるものではなく、建材等からの放出が大きく影響していることが推察される。

## 3. 温度と湿度

室内及び外気の温度と湿度を季節別にして表4に示した。夏期の平均気温は、室内が26.8~27.0℃、外気が22.7℃、春期の平均気温は、それぞれ19.1~20.5℃、4.4℃であった。夏期の平均湿度は、室内が58.9~62.2%、外気が66.3%、春期の平均湿度は、それぞれ40.0~42.5%、62.0%であった。

図1-1 アクティブ採取法とパッシブ採取法の比較 (ホルムアルデヒド濃度)

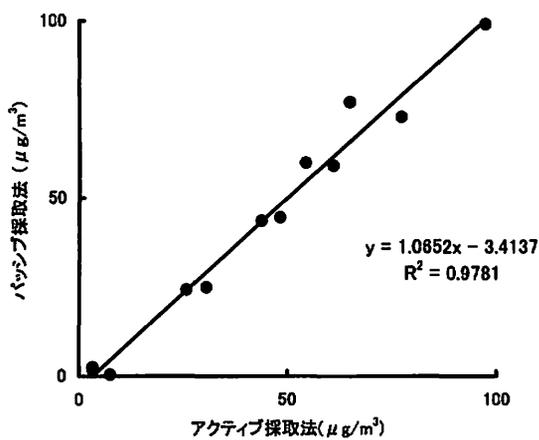


図1-2 アクティブ採取法とパッシブ採取法の比較 (アセトアルデヒド濃度)

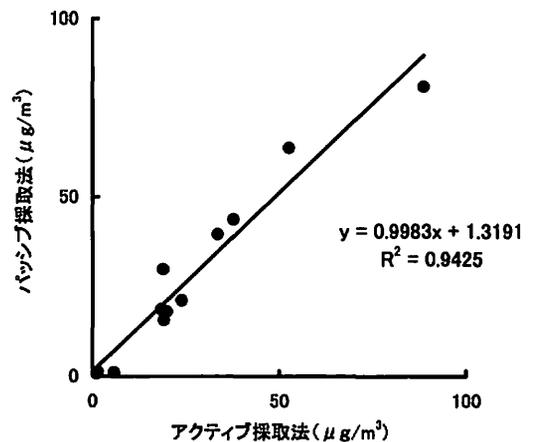


表3 室内及び外気におけるホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド濃度

測定地点		物質名	ホルムアルデヒド(μg/m³)			アセトアルデヒド(μg/m³)		
			Min.~Max.	Med.	I/O	Min.~Max.	Med.	I/O
室内	夏期(n=32)		9.5~134	58.7	17.8	3.9~154	25.5	18.2
	春期(n=34)		4.8~146	26.9	16.8	6.7~139	33.4	8.8
	通年(n=66)		4.8~146	42.0	14.5	3.9~154	28.8	11.5
外気	夏期(n=11)		1.6~16.2	3.3	—	<0.4~11.8	1.4	—
	春期(n=5)		0.6~2.6	1.6	—	2.5~5.0	3.8	—
	通年(n=16)		0.6~16.2	2.9	—	<0.4~11.8	2.5	—

I/O:室内濃度/外気濃度

#### 4. 夏期と春期の比較

表3に示した夏期と春期における室内中ホルムアルデヒド濃度の中央値を比較すると、夏期は58.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、春期は26.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で夏期が春期より高値を示し、 $P<0.05$ で有意差が認められた。室内のホルムアルデヒド濃度は、池田<sup>5)</sup>によると温度及び湿度の上昇に伴って上昇すると報告されているが、本調査でも表4に示したように夏期は春期に比較して平均気温及び平均湿度が1.4~1.5倍で、温度及び湿度の上昇に伴ってホルムアルデヒド濃度は上昇することが確認された。

アセトアルデヒド濃度では、夏期は25.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、春期は33.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で $P<0.05$ で有意差は認められなかった。

#### 5. 指針値設定前後のホルムアルデヒドとアセトアルデヒド濃度

室内に発生源があるホルムアルデヒド等の化学物質を低減化することを目的として、厚生労働省は平成9年6月のホルムアルデヒドを初めとして他13物質の室内濃度

指針値等を順次定めている<sup>2)</sup>。また、国土交通省は平成15年7月から建築基準法を改正し、ホルムアルデヒドの低減化対策や換気設備の設置を義務付けている<sup>3)</sup>。そこで、指針値が設定される前に建てられた家屋(築6年の家屋)と建築基準法が改正されてから建てられた家屋(新築~築2年の家屋)について、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド濃度の比較検討をした。表5に新築及び築6年の家屋におけるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド濃度を示した。

ホルムアルデヒド濃度は築6年の家屋5地点で指針値を超えた。築6年の家屋と新築~築2年の家屋のホルムアルデヒド濃度を中央値で比較すると、築6年の家屋は夏期及び春期とも新築~築2年の家屋に比べて高値を示し、また測定値は $P<0.05$ で有意差が認められた。これに対して、平成9年の厚生省暴露調査の対象であった築6年の家屋(5家屋)のホルムアルデヒド濃度の中央値は、新築時56.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、6年後でも61.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示し、減

表4 夏期及び春期の気温と湿度

測定地点		温湿度		湿度(%)	
		気温(°C)		湿度(%)	
		Min.~Max.	Ave.	Min.~Max.	Ave.
夏 期	築6年	25.1~32.3	27.0	51.3~74.5	62.2
	新築	17.7~35.1	26.8	41.7~85.4	58.9
	外気	16.4~31.7	22.7	48.5~91.0	66.3
春 期	築6年	15.7~23.6	20.5	23.0~59.4	42.5
	新築	10.4~22.6	19.1	24.3~65.5	40.0
	外気	0.8~8.6	4.4	46.0~74.0	62.0

新築:新築+築2年までの家屋

表5 新築及び築6年の家屋におけるホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド濃度

測定地点		ホルムアルデヒド( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			アセトアルデヒド( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		Min.~Max.	Med.	指針値 超過数	Min.~Max.	Med.	指針値 超過数
新 築	入居前(n=12)	4.5~60.8	28.4		5.8~151	34.7	5
	夏期(n=17)	9.5~97.4	54.1		3.9~154	33.1	6
	春期(n=22)	4.8~46.5	23.3		6.7~139	19.1	7
	入居後(n=39)	4.8~97.4	30.7		3.9~154	27.9	18
築 6 年	夏期(n=15)	36.4~134	68.2	3	5.7~69.2	18.8	1
	春期(n=12)	16.9~146	42.0	2	26.9~91.8	48.4	6
	6年後(n=27)	16.9~146	61.3(56.2)*	5	5.7~91.8	29.7	7

新築:新築+築2年までの家屋

入居前:夏期(n=10)、冬期(n=2)

\*:新築時

少傾向はみられなかった。したがって、指針値の設定に伴う低減化対策が、ホルムアルデヒド濃度に寄与していることが明らかとなった。一方、アセトアルデヒド濃度は築6年の家屋7地点、入居前及び新築～築2年の家屋18地点の計25地点で指針値を超えた。新築～築2年の家屋での入居後のアセトアルデヒド濃度は $27.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、築6年の家屋における入居後アセトアルデヒド濃度は $29.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ とほとんど差はなかった。これは、指針値が設定されて日が浅く、発生源として建材、家具、溶剤の他に、香料、暖房器具、喫煙等入居後の生活活動によるものも大きいため、低減化対策が難しいことによるものと推察される。

## 6. 生活状況因子との関連性

### 1) 喫煙

築6年の家屋におけるホルムアルデヒド濃度の経時変化を図2に示した。図2の2L(15年夏期)は、試料捕集中にタバコ16本を喫煙し、クーラーを使用し換気をしていなかったときの測定値である。喫煙とホルムアルデヒド濃度との関連性については、安藤<sup>1)</sup>と宮崎<sup>2)</sup>の報告がある。これらによると、喫煙に伴ってホルムアルデヒド濃度が上昇すると指摘している。したがって、2Lでホルムアルデヒド濃度が指針値を超えたのは、喫煙が要因と推察される。また、2Bは2Lと同じ家屋一階の和室における測定値である。測定値は指針値付近の値を示しているが、これは日中家屋内が解放されていたために、2Lからのホルムアルデヒドが移流したものと推察される。

### 2) 換気

一般的にホルムアルデヒドが建材に含まれている場

合、ホルムアルデヒドの放散量は築後1年間で急速に減少し、それ以後の経年的変化は小さく、放散量が低レベルになるにはかなりの期間を要することが報告されている<sup>1)</sup>。図2の4Lと4Bは、平成9年の新築時にホルムアルデヒド濃度が高く、建材にホルムアルデヒドが含まれていた可能性が高いことから、放散量の経時変化をみるために、継続調査を実施した家屋である。この家屋は集合住宅で、居住者は日中仕事でほとんど留守であり、放散したホルムアルデヒドを換気する機会が少ないため、ホルムアルデヒド濃度が高値を示したと推察される。16年夏期及び17年春期の調査時には、毎日在室中は、換気扇を使用したことからホルムアルデヒド濃度は減少した。このように、換気によって室内中ホルムアルデヒド濃度が低減することは明らかで、換気が低減対策の重要な要素と考えられる。

### 3) 暖房器具

新築～築2年の家屋における入居前後のアセトアルデヒド濃度の経時変化を図3に示した。アセトアルデヒド濃度が指針値を超えたのは、入居後の新築家屋で13地点、築6年で7地点であった。最近の報告<sup>3)</sup>では、本調査と同様にホルムアルデヒドよりアセトアルデヒドが指針値を超える割合が高くなっている。図3に示したように、住宅番号1、2、3及び5の入居前は気密状態で試料捕集されたもので、入居前あるいは入居1ヶ月後での測定値は指針値を超えていたが、6ヶ月後は低値あるいは減少傾向を示した。このことは、入居前は室内が気密状態のためにアセトアルデヒド濃度が高く、入居後は24時間換気システムが作動して徐々に減少したものと推測される。しかし、住宅番号8

図2 築6年の家屋におけるホルムアルデヒド濃度の経時変化

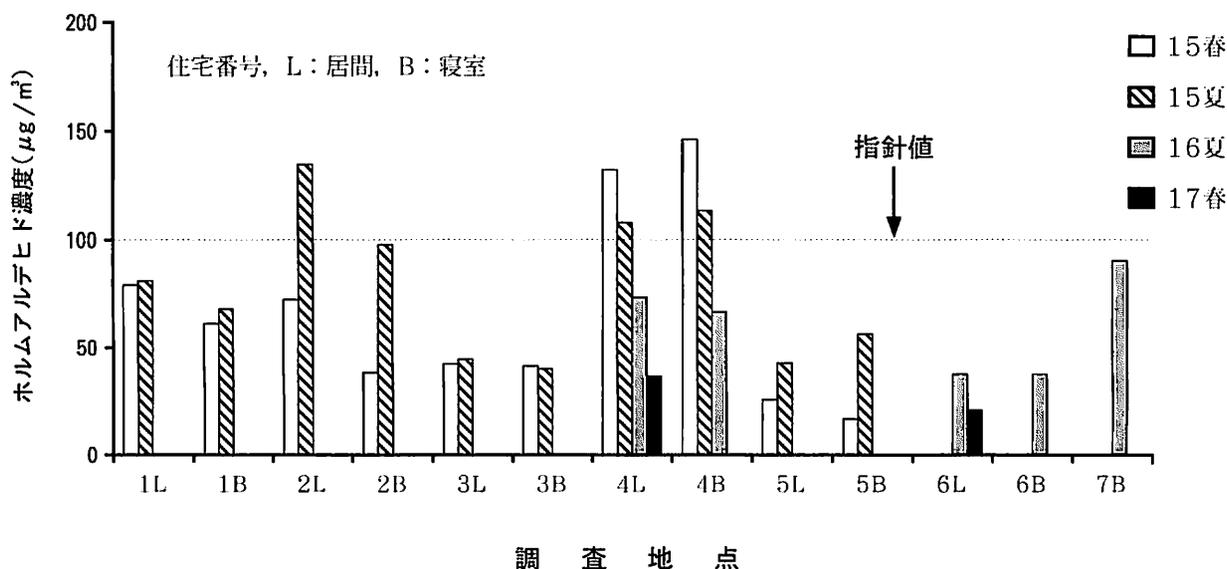


図3 新築家屋におけるアセトアルデヒド濃度の経時変化

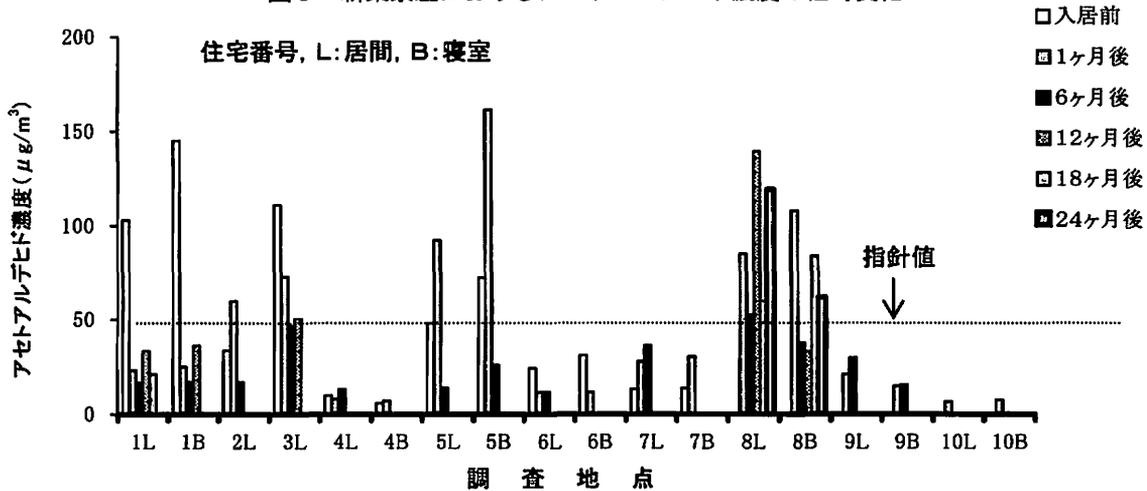


表6 使用暖房器具によるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド濃度

暖房器具	物質名	家屋数	ホルムアルデヒド(μg/m³)			アセトアルデヒド(μg/m³)		
			Min.~Max.	Med.	Ave.	Min.~Max.	Med.	Ave.
ファンヒーター及び反射式ストーブ		10	12.5~60.7	29.2	31.9	5.9~139	56.1	63.8
FF式ストーブ		6	25.5~72.6	35.3	39.8	15.0~52.0	32.8	33.2
床暖房		4	11.3~35.2	29.2	26.2	9.9~36.3	23.7	23.4
その他		3	4.8~33.9	9.5	14.4	6.7~111	10.6	34.7

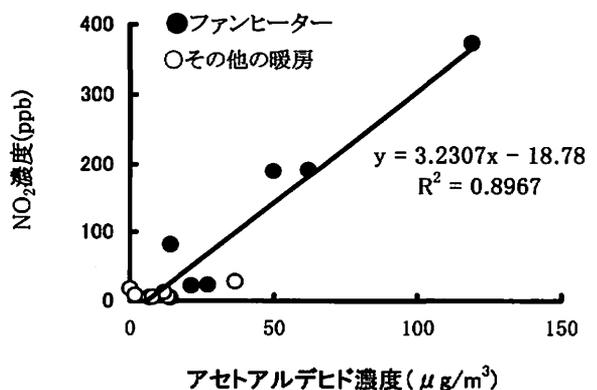
(居間)は、6ヶ月以降も指針値を超えたため、継続調査を実施した。その結果、アセトアルデヒド濃度は暖房器具を使用している春期に高濃度になる傾向がみられた。

アセトアルデヒドの発生源として安藤<sup>1)</sup>は建材、燃焼器具、喫煙等をあげている。開放型ストーブを使用した場合と他の暖房器具を使用した場合のホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの濃度を表6に示した。ホルムアルデヒド濃度の中央値では開放型ストーブは29.2μg/m³、他の暖房器具は9.5~35.3μg/m³であった。アセトアルデヒド濃度では、同様に56.1μg/m³、10.6~32.8μg/m³と開放型ストーブを使用した場合のアセトアルデヒド濃度が高値を示した。このことから、春期にアセトアルデヒド濃度が高濃度に検出された要因は、燃焼器具特に暖房器具の使用が原因と推察される。

開放型石油ストーブを締め切った部屋で使用すると室内に二酸化炭素、二酸化窒素が充満することはよく知られている。酒井ら<sup>9)</sup>の報告にも室内空気中の二酸化窒素とホルムアルデヒド濃度の関連性について示されている。そこで、17年春期調査では、室内空気中の

二酸化窒素濃度とホルムアルデヒド等濃度を同時に測定した。その結果、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは二酸化窒素と相関がみられた。図4に示したように特にアセトアルデヒドと二酸化窒素は高い相関を示し、開放型石油ストーブを使用している家屋では二酸化窒素が高濃度で検出され、アセトアルデヒド濃度も高濃度であった。

図4 アセトアルデヒド濃度と二酸化窒素濃度



7. その他のアルデヒド類等及び総アルデヒド類濃度

測定した15種類のアルデヒド及びケトン類濃度の合計値を総アルデヒド類濃度とし、表7に示した。室内空気中からホルムアルデヒド、アセトアルデヒド以外に、アセトン、プロピオンアルデヒド、*n*-ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、イソバレルアルデヒド、ヘキサアルデヒド等が検出された。入居前家屋でアルデヒド類が高濃度に検出された状況は、他の報告でも示されている<sup>10)</sup>。

総アルデヒド類濃度の最高値は、築6年の家屋では262

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、新築家屋の入居前では $847\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、入居後では $786\mu\text{g}/\text{m}^3$ と新築家屋から高濃度に検出された。また、新築入居前と入居後を測定値の中央値と比較すると、入居後はアセトアルデヒド、アセトン、*n*-ブチルアルデヒド、ヘキサアルデヒドは減少したが、ホルムアルデヒドは若干増加した。

アルデヒド類等が高濃度に検出された2軒の新築家屋における入居前、1ヶ月後及び6ヶ月後の経時変化を図5-1、図5-2に示した。アセトンの他に *n*-ブチル

表7 室内空気中のアセトアルデヒド類濃度と総アルデヒド類濃度

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

化合物名	築6年		新築入居前		新築入居後		定量下限値
	Min.~Max.	Med.	Min.~Max.	Med.	Min.~Max.	Med.	
ホルムアルデヒド	16.9~146	61.3	4.5~60.8	28.4	9.5~97.7	42.0	0.4
アセトアルデヒド	5.68~91.8	29.7	5.8~151	34.7	3.9~154	28.8	0.6
アクロレイン	<0.2		<0.2		<0.2		0.2
アセトン	<19~258	17.1	43.3~281	151	<19~268	31.8	19
プロピオールアルデヒド	<1.7~11.3	2.7	<1.7~41.6	1.7	<1.7~26.3	2.7	1.7
クロトンアルデヒド	<0.3~18.1	1.1	<0.3~25.7	1.0	<0.3~18.1	<0.3	0.3
<i>n</i> -ブチルアルデヒド	<0.6~7.4	2.2	<0.6~198	39.5	<0.6~57.9	3.3	0.6
ベンズアルデヒド	<0.2~11.9	1.4	<0.2~60.1	4.9	<0.2~47.2	3.1	0.2
イソバレルアルデヒド	<0.6~12.6	0.8	<0.6~70.8	5.7	<0.6~29.4	1.5	0.6
バレルアルデヒド	<0.2~8.4	0.5	<0.2~28.0	<0.2	<0.2~52.2	0.6	0.2
<i>o</i> -トルアルデヒド	<1.4~8.5	<1.4	<1.4		<1.4~9.8	<1.4	1.4
<i>m,p</i> -トルアルデヒド	<0.7		<0.7~1.6	<0.7	<0.7		0.7
ヘキサアルデヒド	<0.2~13.3	3.3	0.85~63.4	15.1	<0.2~140	3.4	0.2
2,5-ジメチルベンズアルデヒド	<0.5~6.4	<0.5	<0.5~103	<0.5	<0.5~45.0	<0.5	0.5
総アルデヒド類	22.6~262	157	101.4~847	444	39.4~786	160	

図5-1 新築家屋(A)における入居前後のアルデヒド類濃度の経時変化

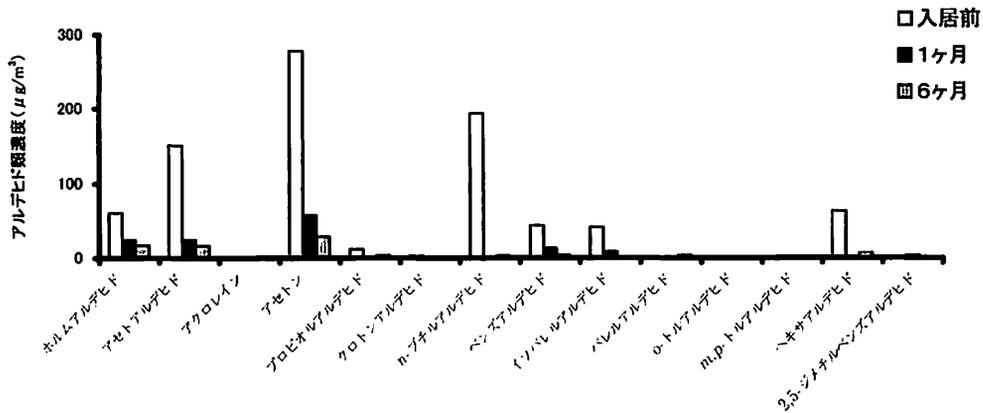
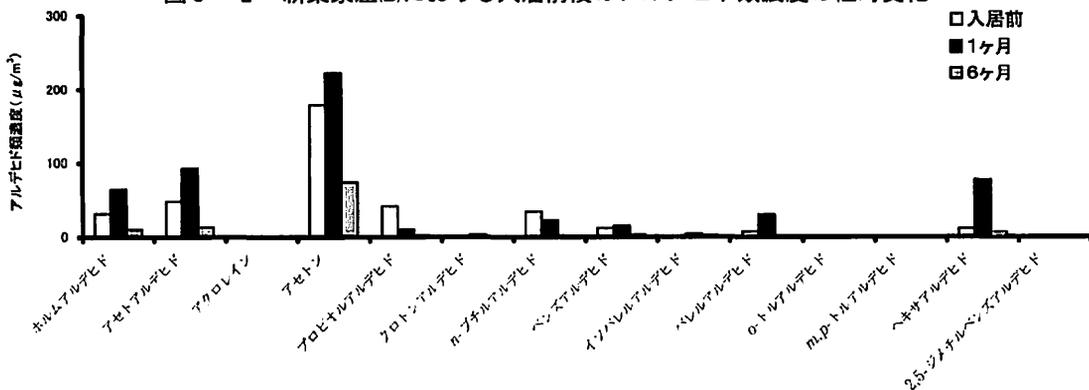
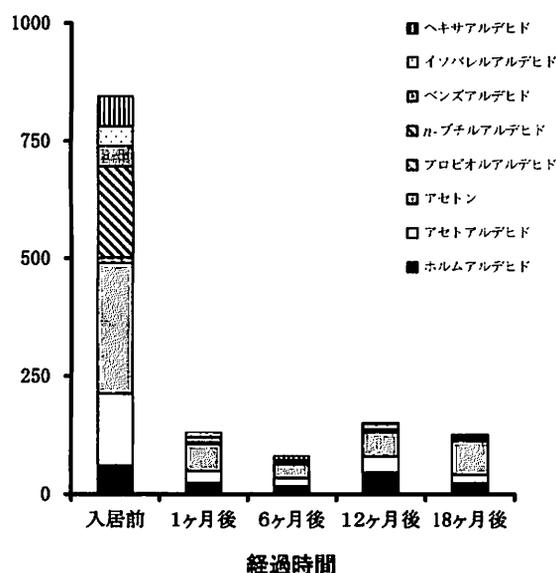


図5-2 新築家屋(B)における入居前後のアルデヒド類濃度の経時変化



アルデヒドも比較的高濃度に検出され、その他ベンズアルデヒド、ヘキサアルデヒド等も若干検出された。図5-1の家屋(A)では、アセトン、*n*-ブチルアルデヒド、ヘキサアルデヒド、その他のアルデヒド類等は概ね入居後1ヶ月で、低レベルあるいは不検出となった。この要因については現在のところ明らかではないが、アセトアルデヒドと同様に換気システムが24時間作動し排気したためと推察される。図5-2の家屋(B)では、入居後にアセトン、バレルアルデヒド、ヘキサアルデヒド等の増加はみられたが、入居6ヶ月後に低レベルあるいは不検出となった。入居後にヘキサアルデヒド等が増加した要因として、生活環境から発生したものと推察される。新築家屋(C)における入居前から入居18ヶ月までのアルデヒド類濃度の経時変化を図6に示したが、家屋(C)は、家屋(A)及び(B)と同様に減少傾向を示した。また、家屋(A)及び(B)の経時変化は6ヶ月までであるが、減少傾向が家屋(C)と同様なことから、家屋(A)及び(B)も家屋(C)と同じように6ヶ月以降もアルデヒド類濃度は減少していくものと推察される。

図6 新築家屋(C)におけるアルデヒド類濃度の経時変化



## 8. アンケート調査

### 1) 健康調査

新築～築2年の4家屋6人は入居前からアトピーやアレルギー症状を訴えていたが、入居6ヶ月後では悪化した人は認められず、むしろ改善傾向がみられた。ホルムアルデヒド等濃度が高濃度を示した築6年の家屋の1人に、6年後健康上の影響(咳とアレルギー)がみられた。

### 2) 生活状況調査

平成15年に改正された「建築基準法」に換気設備の義務付けがなされたことにより、平成15～16年度に新

築された家屋では、換気システムは夏期及び春期とも作動し、概ね換気は十分であった。しかし、全体的に春期の暖房使用時期では、換気が夏期に比べて不十分であった。暖房器具の使用状況をアンケート調査結果からみると、暖房の主流は、FF式ストーブとファンヒーター及び床暖房であり、新築家屋でハロゲンヒーター、温水コンベクター等の使用がみられた。

室内空気の汚染源として考えられる調理器具としては、新築家屋では、使用時に化学物質を放出するガスコンロに変わってIHヒーターが使用されるようになった。その他、芳香剤や消臭剤の使用が確認された。

## 9. 今後の課題

厚生労働省は、室内濃度の総揮発性化学物質の暫定指針値(400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )を設定しているが、その中にアルデヒド類濃度は含まれず、矢沢ら<sup>8)</sup>は「室内空気汚染物質の低減対策を図るためには、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドだけでなく、多くのアルデヒド類濃度を調査すべきである。」と提言している。本調査結果でも図6に示したように、気密条件で試料捕集した入居前家屋の測定値は、暫定指針値の2倍に相当する高濃度のアルデヒド類が検出されている。ホルムアルデヒドの場合は、新築、改築ビルにおいて、入居後最初の夏(6～9月)に濃度測定を実施し、その値が指針値を超えている場合には翌年6～9月に再度実施し、値が低くなるまで継続することが義務づけられている<sup>11)</sup>。ホルムアルデヒドに限らずより多くの化学物質について、同様の措置がなされるような対策が実施されれば室内環境は改善され、人体に対する化学物質の暴露リスクは低下すると考えられる。室内空気中の汚染化学物質がもたらす「シックハウス症候群」は、入居後早期に症状が出るといわれていることから、快適で健康な生活を確保するためには入居前後の換気及び暖房器具、喫煙等の生活状況への配慮を十分心掛ける必要があると考えられる。

## IV まとめ

室内及び外気の全ての調査地点からホルムアルデヒド、アセトアルデヒドが検出された。ホルムアルデヒド濃度は築6年の家屋の5地点、アセトアルデヒド濃度は新築家屋の入居前、入居後、築6年の家屋の25地点で指針値を超えた。その他、アセトン、*n*-ブチルアルデヒド、ヘキサアルデヒド等も検出された。しかし、入居前及び入居1ヶ月後の家屋から高濃度で検出されたアセトンおよび*n*-ブチルアルデヒド等は、比較的早い経過時間で低濃度レベルあるいは不検出となった。

指針値設定後に建てられた家屋のホルムアルデヒド濃度は、指針値設定前に建てられた家屋より低値を示し、低減化対策の効果が伺われた。

室内のホルムアルデヒドは温度と湿度の高い夏期に高濃度を示す傾向がみられたが、アセトアルデヒドにはその傾向はみられなかった。アセトアルデヒド濃度が高かった家屋を継続調査した結果、春期に使用する開放型ストーブが要因と推察された。開放型ストーブと関連の深い二酸化窒素を同時に測定した結果、二酸化窒素とアセトアルデヒド間に高い相関が得られた。また、ホルムアルデヒドが高濃度を示した家屋の継続調査では、換気不足が疑われ、換気により濃度は低下した。

## V 謝 辞

本調査にご協力頂いた対象家屋の皆様には深謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 安藤正典, 室内空気汚染と化学物質, 化学工業日報社, 2002; 219-221
- 2) 室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法について, 厚生労働省, 2002年2月
- 3) 建築基準法 第二十八条の二, 2002
- 4) 柳沢幸雄, 西村 肇, 生活環境中濃度測定用NO<sub>2</sub>パーソナル・サンプラー, 大気汚染学会誌, 1980, 15(8): 316~323
- 5) 池田耕一, シックハウス症候群の実態及びホルムアルデヒド等の化学物質による室内空気汚染問題(上), 放射線科学, 2003; 46: 3, 79-86
- 6) 宮崎竹二, 喫煙環境中におけるアセトアルデヒド、ホルムアルデヒド濃度, 生活衛生, 41, 2004; 4: 181-190
- 7) 吉田俊明, 安藤剛, 松永一郎, 住居内空気中ホルムアルデヒドおよび揮発性有機化合物濃度の季節変動, 大阪府立公衆衛生研究所報, 2001; 39: 45-46
- 8) 矢沢篤子, 他, 新築の住宅, 学校および公共施設における室内空気中のアルデヒド類等濃度, 横浜市衛生研究所年報, 2002; 41: 63-66
- 9) 酒井潔, 他, 美容所における暖房器具の種類と室内空気中ホルムアルデヒドおよび二酸化窒素濃度の関連, 名古屋市衛生研究所報, 1998; 44: 39-44
- 10) 立野英嗣, 他, 新築住宅における室内空気中のアルデヒド類・ケトン類の濃度変化について, 札幌市衛生研究所年報, 2000; 27: 65-70
- 11) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則第3条の2, (健衛発第1007003号) 2003, 10, 7