

化学物質汚染対策住宅の室内空気測定

Measurements of Air in Healthy House

細谷奈保子, 田辺新一

Nahoko HOSOYA and Shinichi TANABE

(お茶の水女子大学ライフサイエンス)

1.はじめに 近年、快適な住環境を求めて住宅の高気密・高断熱化が進んでいる。しかしその反面、新建材の使用や、通気・換気不良に起因する様々な有害化学物質による室内空気汚染が大きな社会問題になっている。

本研究では、舞浜に1998年3月竣工した化学物質汚染低減化対策を行った実験住宅である生活価値創造住宅開発技術研究組合(ハウスジャパン)の中間実証C棟(ヘルシーハウス・図1)^{1,2)}において1998年6月,8月,10月にアルデヒド類とVOCの気中濃度及び、FLECを用いて各部位からの放散量を測定し、室内空気質を評価した結果を報告する。



図1 舞浜中間実証C棟(ヘルシーハウス)

[健康性に配慮した内装仕様例]

・オスモカラー(植物油をベースにした木材用無公害塗料)を床用塗料に使用

・共用スペース1の壁: 網入り型板ガラス厚さ6.8mm+羊毛(Formaldehydeを含まない自然素材の断熱材)厚さ80mm

2. FLECについて FLEC^{3,4)}(Field and Laboratory Emission Cell・図2)は、建材から発生する化学物質の測定や評価を行う微小セルで、材料表面上に置くと材料自身がチャンバーの底になるサンプリングシステムである。既にECA(欧州共同研究)の20以上のプロジェクトチャンバーにも含まれ、デンマークの規格でも使用されている。

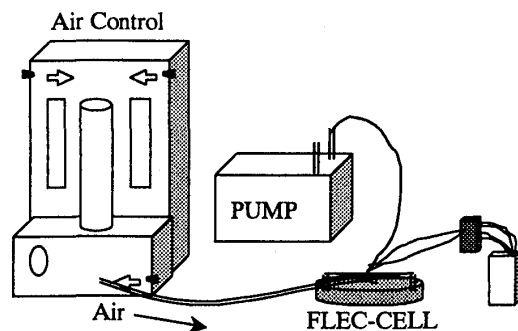
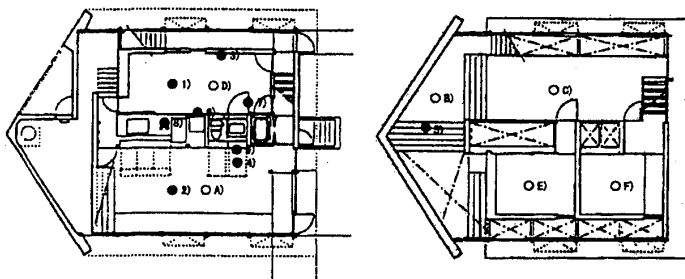


図2 FLEC構成図

3.実測概要 実測は、1998年6月15~17日、8月20,21日、10月20,21日に行った。

図3に気中濃度と各部位の放散速度測定点を示す。



気中濃度 A)共用1 B)共用2 C)共用3 D)主室
E)個室1 F)個室2

各部位 1)床1 2)床2 3)壁 4)天井 5)階段 6)扉1 7)扉2 8)戸棚 9)扉3

図3 気中濃度(○)・各部位(●)測定点

4.測定方法

4-1 温熱環境の測定方法 室内温湿度は部屋のほぼ中央(高さ1.2m)で測定し、表面温度は各測定表面近傍でサンプリング時のみ測定した。外気温湿度は外壁・換気口より2~5mの位置で測定した。

4-2 化学物質濃度の測定方法 表1にサンプリング条件を示す。

測定前日に3~5時間自然換気(建具開放)後、一晚(約18時間)閉鎖放置した。サンプリング中は、開口部は閉鎖し、換気・生活行為も停止した。この方法は、ISO-146ドラフト案、建設省案、通産省室内環境汚染対策プロジェクトWG推奨案に準拠している。気中濃度は、積算流量計付ポンプに捕集管を接続して吸引捕集し、各部屋で測定を行った。各部位からの放散速度は、図2に示すように、FLEC-SYSTEMとポンプを接続して吸引捕集して測定を行った。供給空気には、人工空気を用いた。

4-3 分析方法 アルデヒド類に関しては、捕集管にAcetonitrile 5mLを流してサンプルを溶出させ試験液を作り、高速液体クロマトグラフィー(HPLC, Waters社製)で分析を行った。

VOCに関しては、捕集管をサーマルデソープション・コールドトラップ(TCT)装置(パーキンエルマー社製)に装着して加熱脱着し、コールドトラップで濃縮後、急速に加熱し、VOCを分析カラムに追い出し、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/MS, パーキンエルマー社製)で定性・定量分析を行った。

表 1 サンプルング条件

サンプリング 条件	対象物質		
	アルデヒド類		VOC
捕集管	Sep-Pak Silica	DNPH-	Tenax TA(60/80 mesh)200mg 充填
位置 (気中濃度)	部屋中央部、床からの高さ 1.2m 外気は外壁、換気口より 2~5m 以内		
吸引流量 (mL/min)	300		100
捕集時間(min)	約 33		16
捕集量(L)	10		1.6

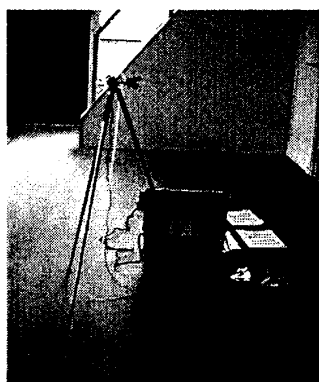


図 4 気中濃度(共用 2)・各部位(床 1)測定風景

5. 温熱環境の測定結果 気中濃度の温熱環境測定結果を表 2 に示す。各部位からの放散速度測定時の平均室内温度、湿度の測定結果は、6 月・26.2℃、73%RH、8 月・31.5℃、73%RH、10 月・22.7℃、53%RH であった。

表 2 気中濃度測定時温熱環境(平均値)

	外気温 ℃	外気湿度 %RH	風速 m/s	室温 ℃	室内湿度 %RH
6 月 17 日	25.5	欠測	1.7	25.6	69
8 月 21 日	30.5	71	3.0	32.0	71
10 月 21 日	15.3	68	3.2	20.5	54

6. アルデヒド類の測定結果と考察

6-1 気中濃度 図 5 にアルデヒド類気中濃度を示す。Formaldehyde 濃度は、8 月が最も高かった。しかし、7 点いずれの結果も厚生省の指針値 0.1mg/m³ 以下であった。これは、非居住であるため生活用品や家具の影響がないことにも起因しているが、この実験住宅の使用建材・施工材によるところが大きいといえる。

6-2 各部位からの放散速度 図 6 にアルデヒド類放散速度を示す。床材からの Formaldehyde の放散速度は、経時変化による減衰は少ないが 0.04~0.01mg/m²h であり従来の F2 床材と比較すると非常に低い。これに対し、階段と扉 1 からの放散速度が高く、階段からの放散速度は、10 月においても 0.18 mg/m²h であった。Propionaldehyde は 6 月にのみ検出された。8 月までに大部分の放散が終了したと考えられる。

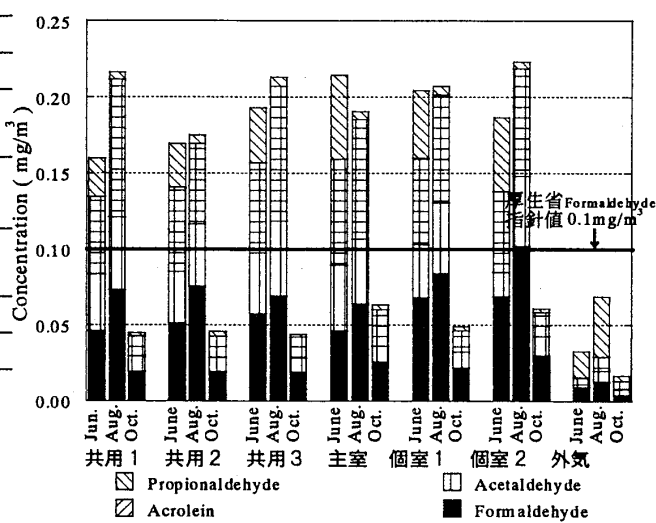


図 5 アルデヒド類気中濃度

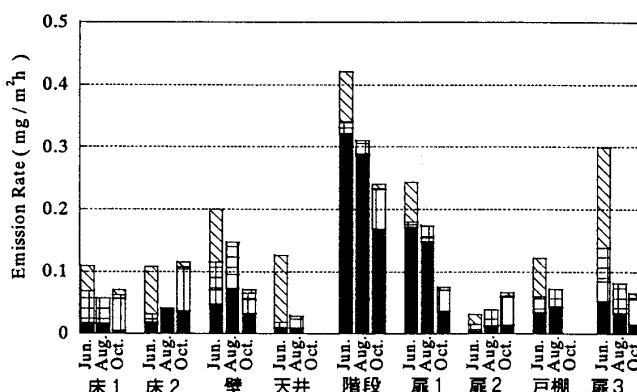


図 6 アルデヒド類放散速度

7. VOC の測定結果と考察

7-1 気中濃度 図 7 に VOC 気中濃度を、6 月に対し 8 月の濃度が高かった。これは、温湿度の上昇によると考えられる。特に、共用 1 以外で Toluene の著しい上昇が見られ、その結果 Aromatic hydrocarbon の濃度が 2~4 倍に増大した。10 月に Halocarbon の濃度が急激に増大した。外気の Halocarbon 濃度は 6 月の 100 倍、8 月の 60 倍であり、WHO ヨーロッパ WG 目標値の 10 倍の高濃度であり検出成分の 90%以上が Dichloromethane であったことから、周辺工事や補修工事に使用された薬品、施工材が原因ではないかと考えられる。

7-2 各部位からの放散速度 図 8 に VOC 放散速度を示す。床 2・壁・階段・扉 2 の 8 月の TVOC 放散速度は、6 月の約 2 倍になったが、それ以外の部位は減少した。分析を行った 44 物質中では Toluene が最も多く、部位別に見ると、扉 2 からの放散速度が高かった。他には Methyl ethyl ketone、Butanol、 α -Pinene も多く検出された。10 月に階段以外の部位で Dichloromethane の放散速度が急上昇した。これは、周辺工事の影響を受けた外気が流入し吸着したか、補修のための塗料が原因と考えられる。

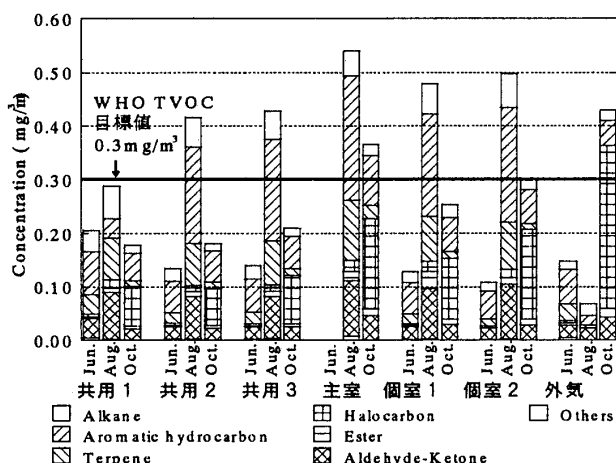


図7 VOC 気中濃度

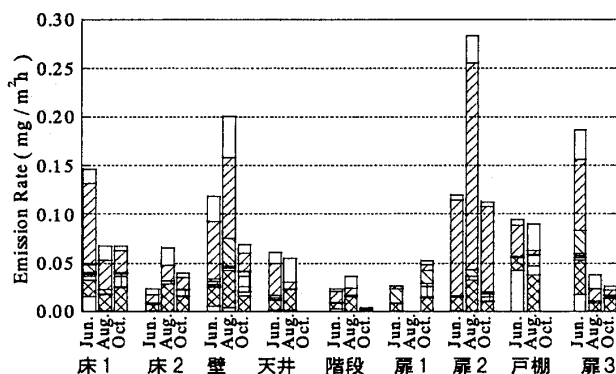


図8 VOC 放散速度

8. 寄与率 各部位の室内濃度への影響を考察するため、8月の主室における部位毎の内表面積から寄与率を求めた。表3、4に放散量を、図9、10に寄与率を示す。Formaldehyde、TVOCともに壁が主要な放散源であった。扉は、室内占有面積は小さいが放散速度が高かったため、Formaldehydeに関しては、扉1の寄与率が17%、VOCに関しては、扉2の寄与率が20%と高い値となった。一般の住宅においては、床の寄与率が高いが、本住宅では、壁の影響が大きくなっている。

また、放散量と式1)を用い本住宅の換気回数を0.5回/hと仮定した場合の気中濃度を算出した(表5)。Formaldehyde 気中濃度は、計算値が実測値の2.5倍と差があるが、TVOC 気中濃度は、計算値が0.46mg/m³、実測値が0.54mg/m³と近い値となった。

$$C = \frac{M}{n \times V} \quad \dots 1)$$

C: 気中濃度 [mg/m³]

M: 放散量 [mg/h]

(放散速度 EF [mg/m²·h] × 面積 A [m²])

n: 換気回数 [回/h] (0.5回/hと仮定)

V: 室内容積 [m³] (35.1 m³)

表3 主室(8月)の Formaldehyde 放散量

	面積		放散速度 [mg/m²h]	放散量 [mg/h]	寄与率 [%]
	[m²]	[%]			
壁	23.6	33	0.074	1.75	66
床	15.6	23	0.016	0.25	9
天井	15.6	23	0.009	0.14	5
扉1*)	3.0	4	0.149	0.45	17
扉2	5.9	9	0.012	0.07	3
窓**)	5.4	8	0.000	0.00	0
合計	69.1	100	平均 0.040	2.65	100

表4 主室(8月)の TVOC 放散量

	面積		放散速度 [mg/m²h]	放散量 [mg/h]	寄与率 [%]
	[m²]	[%]			
壁	23.6	33	0.200	4.73	57
床	15.6	23	0.067	1.04	12
天井	15.6	23	0.054	0.84	10
扉1*)	3.0	4	0.026	0.08	1
扉2	5.9	9	0.283	1.67	20
窓**)	5.4	8	0.000	0.00	0
合計	69.1	100	平均 0.120	8.36	100

*) 8月の扉1は欠測のため6月の値を用いた

**) 窓からの放散速度=0と仮定

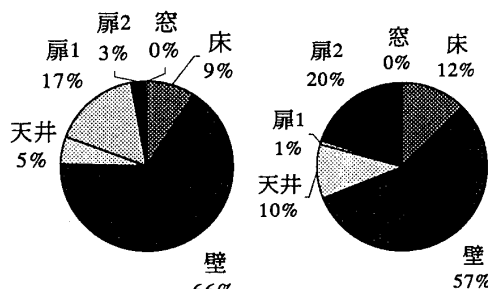


図9 Formaldehyde 寄与率 図10 TVOC 寄与率

表5 主室(8月)の気中濃度実測値と予測値[mg/m³]

気中濃度 [mg/m³]	Formaldehyde		TVOC
	計算値	実測値	
	0.15	0.06	0.46
			0.54

9. まとめ ヘルシーハウスの化学物質の気中濃度および各部位からの放散量は温湿度に比例して増減したが、一般の住宅と比較すると非常に低いことが確認された。Formaldehyde 気中濃度は、厚生省の指針値 0.1mg/m³以下であり、汚染化学物質の放散に配慮した材料・構法の効果が見られた。VOCに関しては、部位によって放散する物質の種類や量に違いが見られた。これは、使用された建材・施工材の違いに起因すると考えられる。

【参考文献】1) 生活価値創造住宅開発技術研究組合 ハウスジャパンプロジェクト, 中間実証-舞浜 4 棟-パンフレット <http://www.housejapan.or.jp> 2) 新建築住宅特集, JT, 1998 年 4 月号 3) P. Wolkoff et al., "Field and Laboratory Emission Cell: FLEC", IAQ 91 Healthy Buildings, 1991; pp. 160-165 4) P. Wolkoff et al., "Application of the Field and Laboratory Emission Cell "FLEC"-Performance Study, Intercomparison Study, and Case Study of Damaged Linoleum in an Office", Indoor Air 1995, 5; 196-203