

8-3-1 カルボニル化合物の屋内・屋外濃度

図8-4にA邸における各施工段階のアセトアルデヒド濃度を示す。アセトアルデヒド濃度は全ての施工段階において厚生労働省の指針値<sup>3)</sup>である $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回った。しかしながら、図8-5よりB邸では木工事完了後を除き、指針値を満たした。これは、A邸において、試料採取時、在室者が2~3人あったことが影響しているものと考えられる。次に、図8-6にA邸における各施工段階のホルムアルデヒド濃度を示す。ホルムアルデヒド濃度は木工事完了後、ワックス美装前、ワックス美装後では指針値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を満たしたが、家具納入後では居間、寝室において、それぞれ $128\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $119\mu\text{g}/\text{m}^3$ と指針値を上回った。また、図8-7より、B

邸においては、すべての施工段階において指針値を満たした。これは夏期に実測を行ったA邸と冬期に実測を行ったB邸における温湿度の違いが影響しているのではないと思われる。A邸とB邸を比較するため井上の式を用い、温度 $25^\circ\text{C}$ 、湿度 $50\%RH$ に換算した結果を図8-8,9に示す。A邸ではすべての施工段階で指針値を下回り、B邸の家具納入後で居間、寝室において、それぞれ $157\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $162\mu\text{g}/\text{m}^3$ と指針値を上回った。A邸とB邸の居間、寝室を比較すると、床材の下地材がA邸では構造用合板、B邸ではパーティクルボードと異なっているが、他の仕様はすべて同様である。A邸とB邸の各施工段階における濃度の経時変化の傾向は異なっており、床下地材の影響も考えられる。

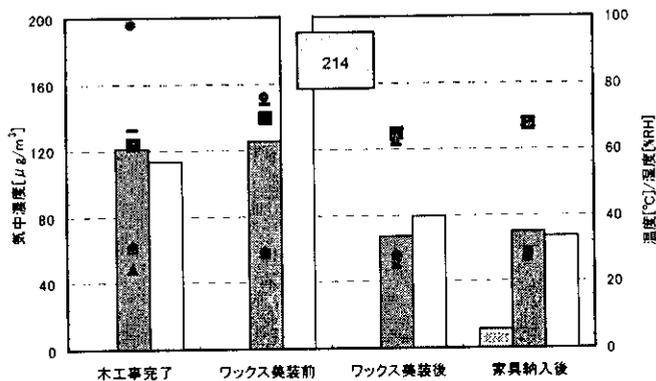


図8-4 A邸におけるアセトアルデヒド濃度

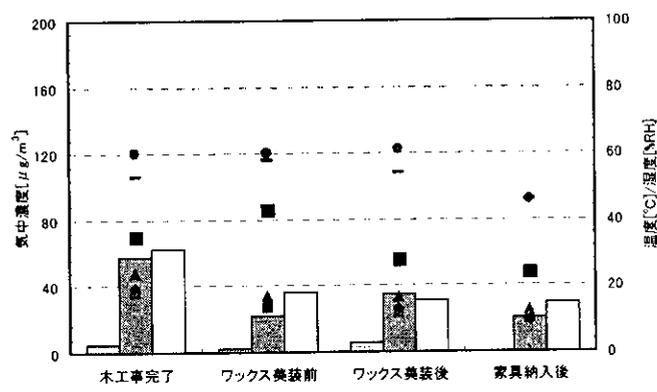


図8-5 B邸におけるアセトアルデヒド濃度

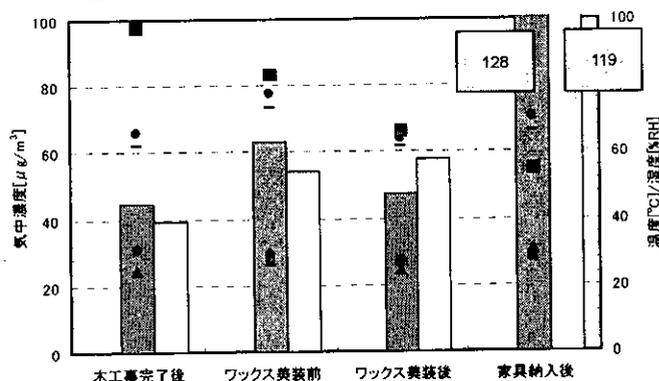


図8-6 A邸におけるホルムアルデヒド濃度

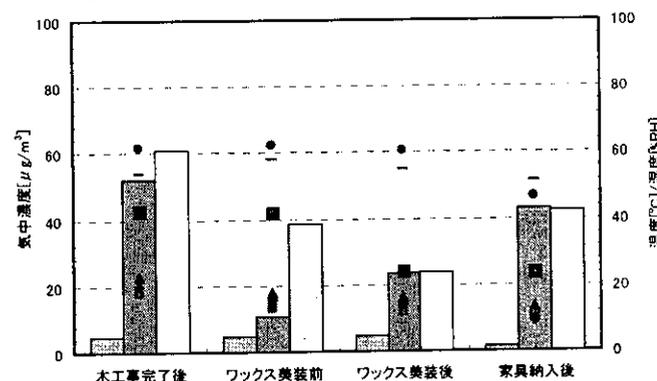


図8-7 B邸におけるホルムアルデヒド濃度

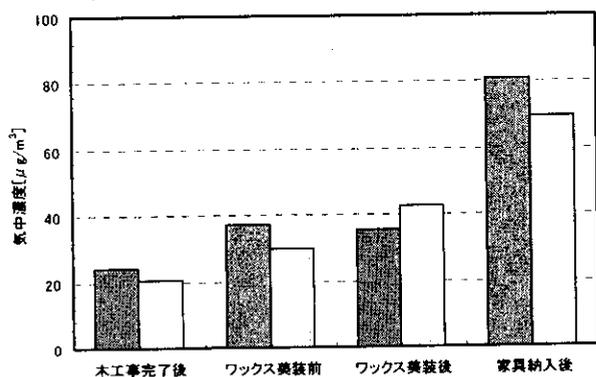


図8-8 A邸におけるホルムアルデヒド濃度  
( $25^\circ\text{C}$ 、 $50\%RH$ 換算後)

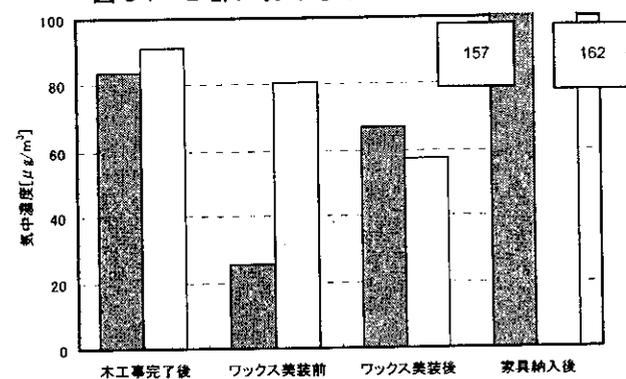


図8-9 B邸におけるホルムアルデヒド濃度  
( $25^\circ\text{C}$ 、 $50\%RH$ 換算後)

8-3-2 VOCsの屋内・屋外濃度

図8-10, 11, 12, 13, 14にA邸におけるトルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼンの測定結果を示す。A邸において、トルエン、キシレン、スチレンの濃度が上昇するのはワックス美装前、ワックス美装後に集中している。木工事完了後からワックス美装前に実施された施工行為としては、クロス貼り、風呂、トイレ、キッチンの取り付けが主であり、その際の施工材及び接着剤等に多くの化学物質が含まれているのではないと思われる。しかしながら、ワックス美装後から約3週間後の家具納入後の測定では、トルエン、キシレン、スチレンの濃度は厚生労働省の指針値である $260\mu\text{g}/\text{m}^3$ （トルエン）、 $870\mu\text{g}/\text{m}^3$ （キシレン）、 $220\mu\text{g}/\text{m}^3$ （スチレン）をそれぞれ居間、寝室とも下回った。図8-15, 16, 17, 18にB邸におけるトルエン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼンの測定結果を示す。B邸におけるトルエン、キシレン、スチレン、の濃度が上昇するのはA邸と異なり木工事完了後に集中している。外気濃度もA邸と比較しても非常に高い値を示している。しかしながら、A邸同様、家具納入後の実測では厚生労働省の指針値を下回った。また、B邸ではパラジクロロベンゼンの濃度も高く、厚生労働省の指針値 $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ を木工事完了後、家具納入後で上回った。図8-19, 20にA邸、B邸における各施工段階のTVOC濃度を示す。図8-19よりA邸において全ての施工段階において厚生労働省の暫定目標値である $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回った。また、図8-20より

B邸においてもA邸同様、全ての施工段階において暫定目標値を上回った。表8-5, 6に示すA邸、B邸におけるその他のVOCsについて、木工事完了後においてA邸では、TVOCの中でデカン、酢酸ブチルの占める割合が高く、B邸では $\alpha$ -ピネン、D-リモネンの割合が高くなっている。

8-4 まとめ

- 今回の実測調査により以下の知見を得た。
- ・アセトアルデヒドの濃度は、A邸の全ての施工段階において指針値を上回った。
- ・ホルムアルデヒドの濃度は、A邸の家具納入後に指針値である $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回った。
- ・温度 $25^\circ\text{C}$ 、湿度50%に換算した結果B邸の家具納入後に指針値である $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回った。
- ・トルエン、キシレン、スチレンの濃度はA邸、B邸ともに、ある施工段階において指針値を上回ったが、家具納入後は指針値を満たした。
- ・パラジクロロベンゼンの濃度は、B邸の家具納入後に指針値である $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回った。
- ・TVOC濃度は、A邸、B邸ともに、全ての施工段階において暫定目標値を上回った。

【参考文献】1) 室内空气中化学物質採取方法と測定方法 厚生労働省報道発表資料 2) 井上明生,ホルムアルデヒド気中濃度のガイドライン対策,木材工業,Vol.52,No.1,1997 3) シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 中間報告書 厚生労働省報道発表資料

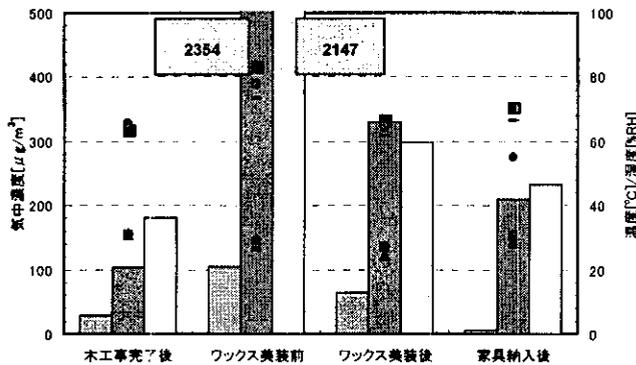


図8-10 A邸におけるトルエン濃度

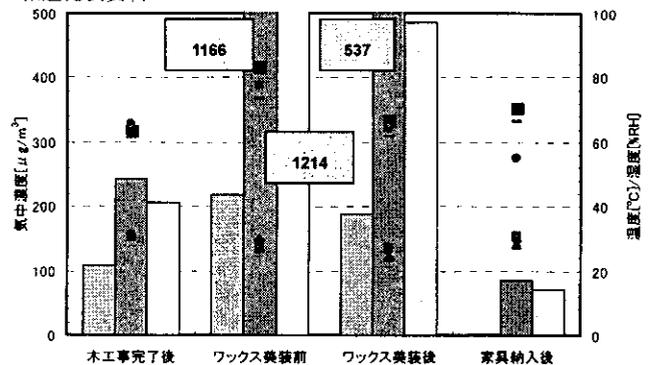


図8-11 A邸におけるキシレン濃度

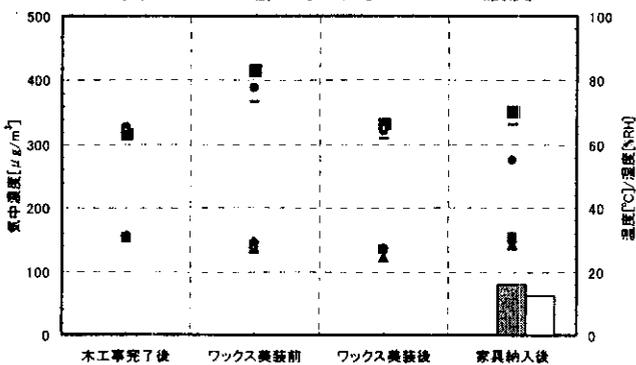


図8-12 A邸におけるエチルベンゼン濃度

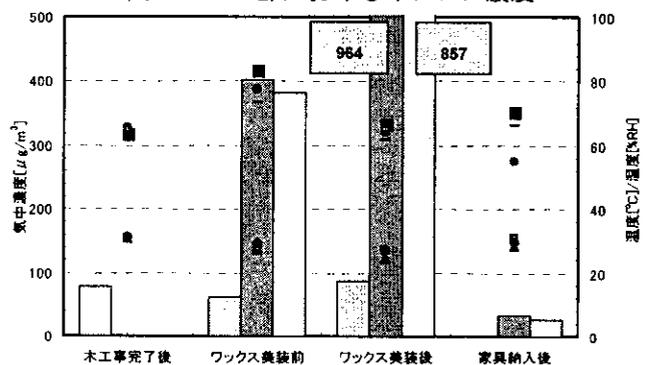


図8-13 A邸におけるスチレン濃度

第8章 室内濃度の経時変化の測定・評価に関する研究 (戸建住宅)

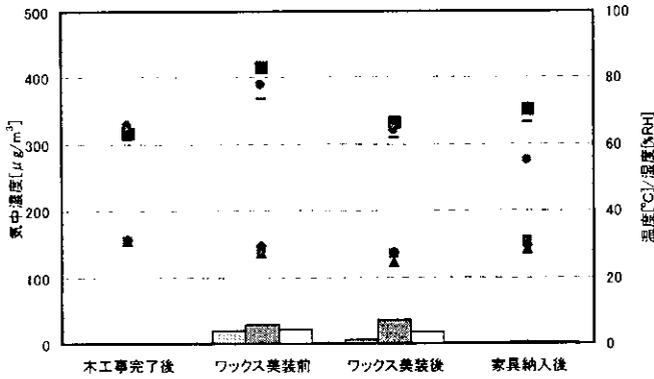


図 8-14 A 邸におけるパラジクロロベンゼン濃度

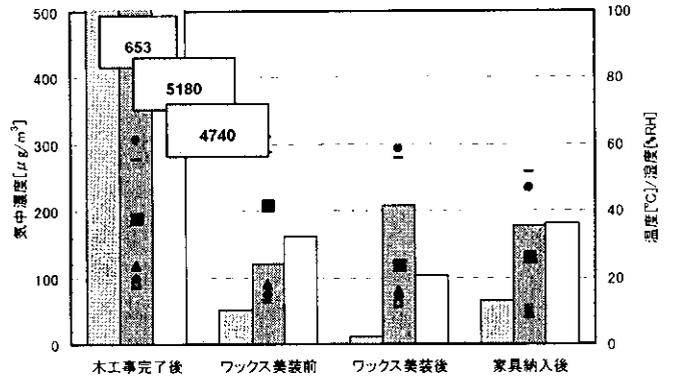


図 8-15 B 邸におけるトルエン濃度

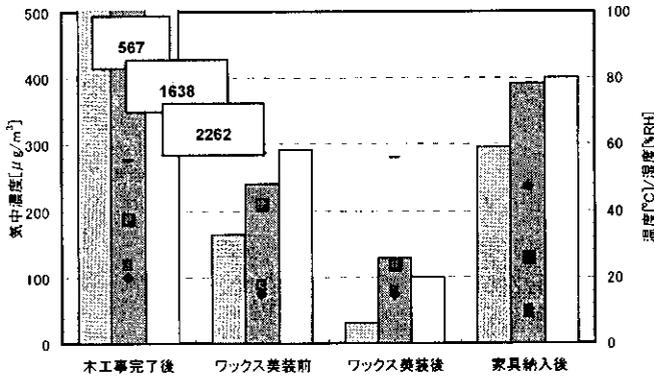


図 8-16 B 邸におけるキシレン濃度

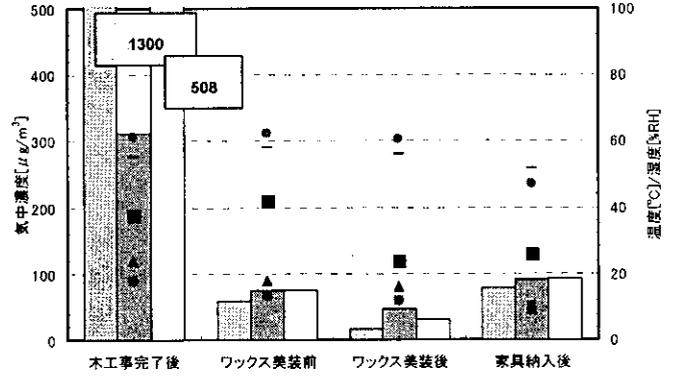


図 8-17 B 邸におけるスチレン濃度

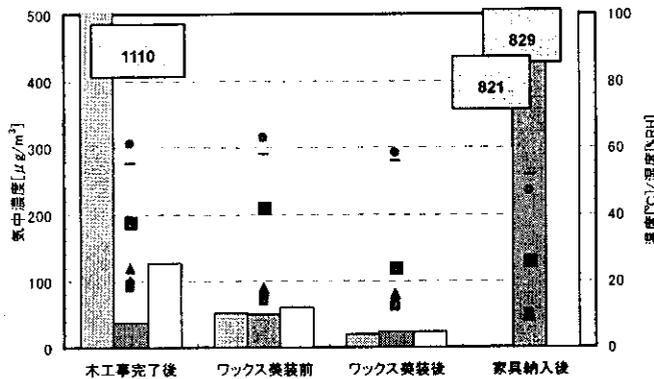


図 8-18 B 邸におけるパラジクロロベンゼン濃度

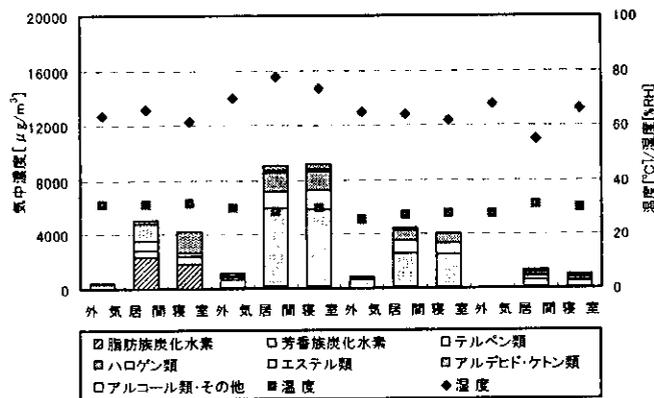
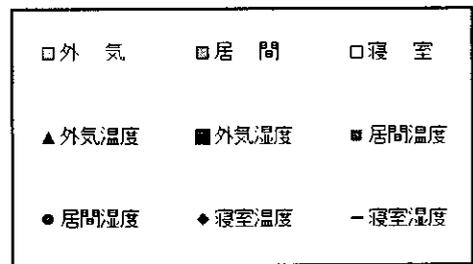


図 8-19 A 邸における TVOC 濃度

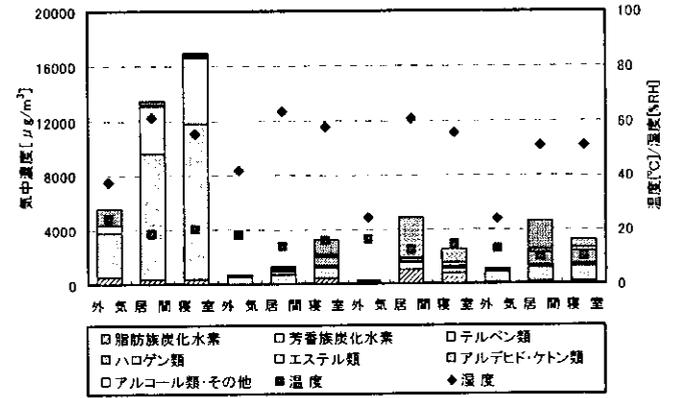


図 8-20 B 邸における TVOC 濃度

表 8-5 A 邸における VOCs 濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

族別	項目	木工事完了後			ワックス美装前			ワックス美装後			家具納入後			
		外気	居間	寝室	外気	居間	寝室	外気	居間	寝室	外気	居間	寝室	
脂肪族炭化水素類	n-ヘキサン	20	ND	ND	80	95.5	103	ND	8	68	13	21	29	
	2,4-ジメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	イソオクタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ヘプタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	4	3	
	オクタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	3	
	ノナン	ND	213	359	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	23	7	
	デカン	ND	1609	858	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	36	15	
	ウンデカン	ND	403	546	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	22	16	
	ドデカン	ND	58	53	10	109	96	6	36	18	ND	3	3	
	トリデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	3	
	テトラデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	3	
	ペンタデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	2	
	ヘキサデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1	
芳香族炭化水素類	ベンゼン	16	17	ND	32	ND	ND	30	ND	29.4	4	5	5	
	トルエン	28	103	18	109	2354	2147	76	548	533	9	212	237	
	エチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	81	63	
	o-キシレン	ND	60	57	67	245	258	62	149	145	2	87	72	
	m-キシレン	54	73	70	73	296	300	67	175	160				
	p-キシレン	55	111	87	77	625	656	64	329	297				
	スチレン	109	78	205	61	1166	1214	194	653	602	ND	34	27	
	1,3,5-トリメチルベンゼン	ND	55	ND	69	402	383	59	213	180	ND	14	6	
	1,2,4-トリメチルベンゼン	38	41	51	63	177	187	55	134	143	ND	48	22	
	1,2,3-トリメチルベンゼン	27	ND	47	36	350	381	48	259	281	ND	7	5	
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	21	ND	21	ND	87	79	30	67	71	ND	1	1	
	①	$\alpha$ -ピネン	ND	299	ND	87	ND	ND	ND	ND	ND	1	201	16
		$\beta$ -ピネン	63	ND	ND	ND	1308	1459	87	964	857	ND	34	26
D-リモネン		ND	371	264	60	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	44	
ハロゲン類	ジクロロメタン	ND	ND	ND	39	1363	1363	51	738	646	3	5	5	
	クロロホルム	ND	ND	ND	ND	ND	ND	50	43	ND	ND	ND	ND	
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	四塩化炭素	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	ND	ND	
	トリクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	1	1	
	1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ブromoジクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ジブromoクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	テトラクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	19	29	21	14	16	17	1	2	2	
	②	酢酸エチル	ND	ND	ND	39	162	196	ND	95	ND	3	47	49
		酢酸ブチル	ND	1299	1612	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	161	138
③	アセトン	ND	252	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	24	18	
	メチルエチルケトン	ND	ND	ND	153	174	162	ND	ND	ND	2	24	15	
	メチルイソブチルケトン	ND	ND	ND	ND	139	208	ND	ND	ND	ND	23	29	
	ノナナール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1	23	24	
	デカナール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2	5	5	
④	イソブロンピルアルコール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12	6	
	1-プロパナール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	1-ブタノール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	137	140	

①:テルペン類 ②:エステル類 ③:アルデヒド・ケトン類 ④:アルコール類、その他

表 8-6 B 邸における VOCs 濃度 [μg/m<sup>3</sup>]

族別	項目	木工事完了後			ワックス美装前			ワックス美装後			家具納入後			
		外気	居間	寝室	外気	居間	寝室	外気	居間	寝室	外気	居間	寝室	
脂肪族炭化水素類	n-ヘキサン	100	94	ND	ND	ND	39	39	39	49	50	50	53	
	2,4-ジメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	イソオクタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ヘプタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	オクタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ノナン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	デカン	ND	ND	ND	ND	ND	212	ND	867	583	ND	61	55	
	ウンデカン	ND	ND	ND	ND	ND	133	ND	135	130	ND	29	32	
	ドデカン	ND	ND	ND	ND	ND	39	ND	20	24	30	44	46	
	トリデカン	386	224	311	ND	28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	テトラデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ペンタデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ヘキサデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
芳香族炭化水素類	ベンゼン	36	20	21	43	41	41	9	11	10	46	51	52	
	トルエン	653	5180	4740	52	120	161	10	207	103	65	178	181	
	エチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	o-キシレン	159	340	469	52	67	72	7	28	20	92	117	119	
	m-キシレン	167	394	523	53	71	84	18	45	37	118	150	152	
	p-キシレン	241	911	1270	59	102	137	6	56	42	85	125	129	
	スチレン	1300	311	508	59	75	74	15	47	31	78	90	92	
	1,3,5-トリメチルベンゼン	282	695	1210	67	67	68	8	15	13	90	101	102	
	1,2,4-トリメチルベンゼン	354	1250	2420	71	78	82	13	47	33	87	134	147	
	1,2,3-トリメチルベンゼン	106	193	323	61	63	63	10	18	15	71	82	85	
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	α-ピネン	48	1650	1900	65	98	101	9	58	39	75	109	125	
	β-ピネン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
D-リモネン	566	1830	2900	ND	88	91	28	60	61	25	60	74		
ハロゲン類	ジクロロメタン	ND	65	ND	50	55	102	43	56	46	114	115	114	
	クロロホルム	ND	ND	ND	ND	ND	24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	15	ND	16	ND	ND	ND	ND	
	四塩化炭素	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	トリクロロエチレン	58	ND	ND	10	ND	9	ND	26	26	ND	ND	ND	
	1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	43	ND	43	5	5	ND	ND	ND	ND	
	ブromoジクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	ジブromoクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	97	ND	11	ND	ND	ND	ND	
	テトラクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND	188	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	p-ジクロロベンゼン	1110	38	126	ND	49	20	20	11	24	76	821	829	
	②	酢酸エチル	1	189	206	ND	91	60	6	24	20	ND	97	96
		酢酸ブチル	ND	ND	ND	ND	ND	121	ND	45	233	ND	189	153
③	アセトン	ND	ND	ND	ND	ND	669	ND	293	108	ND	2010	612	
	メチルエチルケトン	ND	ND	ND	ND	183	ND	ND	323	956	ND	ND	ND	
	メチルイソブチルケトン	ND	ND	ND	ND	ND	262	ND	2360	ND	ND	ND	ND	
④	ノナール	ND	ND	ND	ND	ND	192	ND	67	ND	ND	ND	ND	
	デカール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
④	イソブロンピルアルコール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	1-プロパノール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	1-ブタノール	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

①:テルペン類 ②:エステル類 ③:アルデヒド・ケトン類 ④:アルコール類、その他

## 第9章 新築住宅における VOCs と ホルムアルデヒドに関する実測

## 第9章 新築住宅における VOCs とホルムアルデヒドに関する実測

### Measurements of Indoor VOCs and Formaldehyde in newly-built houses

This chapter presents field measurements on indoor air quality of newly-built houses which were preoccupied. The concentrations of aldehydes and VOCs, the emission capability of each surface material, ventilation rate, temperature and humidity were measured in three houses (Houses A to C) in summer and in two houses (Houses D and E) in winter. The results showed that the concentrations of HCHO measured were lower than the guidelines. The concentrations of HCHO measured were converted into the concentration under 25°C and 50%rh and it was found that some of the converted concentrations were higher than the guidelines. Inside surface and the shelves of the closets measured in summer showed a higher emission capability. The concentration of toluene, acetaldehyde and TVOC were higher than the guidelines.

KEYWORDS: IAQ, Measurement, Aldehydes, VOCs, Passive, Emission Rate

#### 9-1 研究目的

揮発性有機化合物 (VOCs)、ホルムアルデヒド (HCHO) の放散量は、温湿度が等しければ竣工直後が最も高く、築後の経過時間とともに減少する<sup>1)</sup>。

本研究では現状把握を目的として、入居前の新築住宅におけるホルムアルデヒド (HCHO)、VOCs 濃度の測定を行い、ガイドライン値と比較した。また部位別 HCHO 放散能の簡易測定を行い、放散量寄与率を求めた。

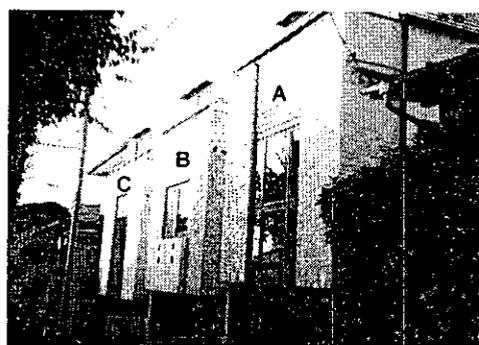


図9-1 A, B, C住宅外観  
表9-1 測定住宅概要

#### 9-2 測定方法

##### 9-2-1 住宅概要

測定住宅の概要を表9-1に示す。A, B, C棟住宅は同一仕様の3棟分譲であり(図9-1)、D住宅は注文、E住宅は分譲のうちの1棟である。各住宅ともに20坪前後で車庫付の3~4LDKであった。A, B, C棟住宅は2001年8月3日に、D, E住宅は11月23, 24日に測定を行った。いずれも完成直後(1週間以内)であった。

##### 9-2-2 測定換気条件

測定日前日に窓および建具等の開口部をすべて開放、換気設備作動、空調設備停止させた状態で30分間換気を行った。その後、すべての窓および建具等の開口部を閉鎖し、24時間密閉し、その後室内空気質の測定を行った。温湿度は実験開始日の前日に、HCHO, VOCsの測定位置と同じ位置に小型温湿度計測記録機(Thermo Recoder RS-11 ESPEC製)設置し、終了時まで計測した。換気回数はトレーサーガス減衰法(SF<sub>6</sub>)で測定室の中央、床から1.2mで測定した。

	A, B, C住宅	D住宅	E住宅
所在地	都内	同左	同左
用途地域	第一種低層住宅 専用	同左	同左
躯体 階数	木造枠組工法 地下1, 地上2階	同左 地下1, 地上2階	同左 地上2階
工期	2001.2~7	2001.5~11	2001.7~10

##### 9-2-3 気中濃度測定

気中濃度は Aldehydes 濃度と VOCs 濃度について測定した。Aldehydes 濃度は14時~15時頃を測定時間帯とした。内壁面から離れた高さ約1.1mの位置において、Air Sampler S-20(北川製)を用いて約300mL/minの流量で30分間、DNPHカートリッジ(Waters社)に採取した。分析には高速液体クロマトグラフを用いた。

VOCs 濃度は内壁面から離れた高さ約1.1mの位置において、日成 Air Pump NS-S1 を作動させ約100mL/minの流量で約21時間、活性炭チューブ(柴田科学製)に採取した。VOCs はガスクロマトグラフで分析を行った。図9-2にD住宅の居間における測定状況を例として示す。



図9-2 測定状況 (D住宅居間)

表9-2 放散能測定部位

測定場所	記号	部位	表面材(下地)
寝室	a	ドア表面	OP
	b	クローゼット表面	OP
	m	クローゼット中棚	チップ系木材プリント
洗面所	c	壁	クロス (PB耐水)
浴室	d	天井	プラスチック
階段	e	床	板
キッチン	f	調理台内部	フラッシュ
	g	調理台扉表面	メラミン
	h	調理台天板	人工大理石
居間	i	床	桜(構造用合板)
	j	天井	クロス (PB)
	k	壁	クロス (PB)
洋室	l	クローゼット内面	しな合板

9-2-4 ホルムアルデヒドの部位別放散能測定

放散能測定は、塚原<sup>2), 3)</sup>らによるTEA-Dish法を用いてAM11:00～翌日AM10:00の間に行った。A, B, C住宅においてはHCHO放散量が多いと予想された表9-2に示すような13箇所を選定した。D, E住宅に関しても同等の測定箇所を選定した。

図9-3に一例としてA住宅における測定位置を、図9-4にE住宅における測定位置を示す。

吸収層は約1mLの10%TEAを含浸させ、IS2400 INCUBATER (ADVANTEC製)内で65°C、10分間乾燥させたセルローズ濾紙 (ADVANTEC製、φ=90) とし

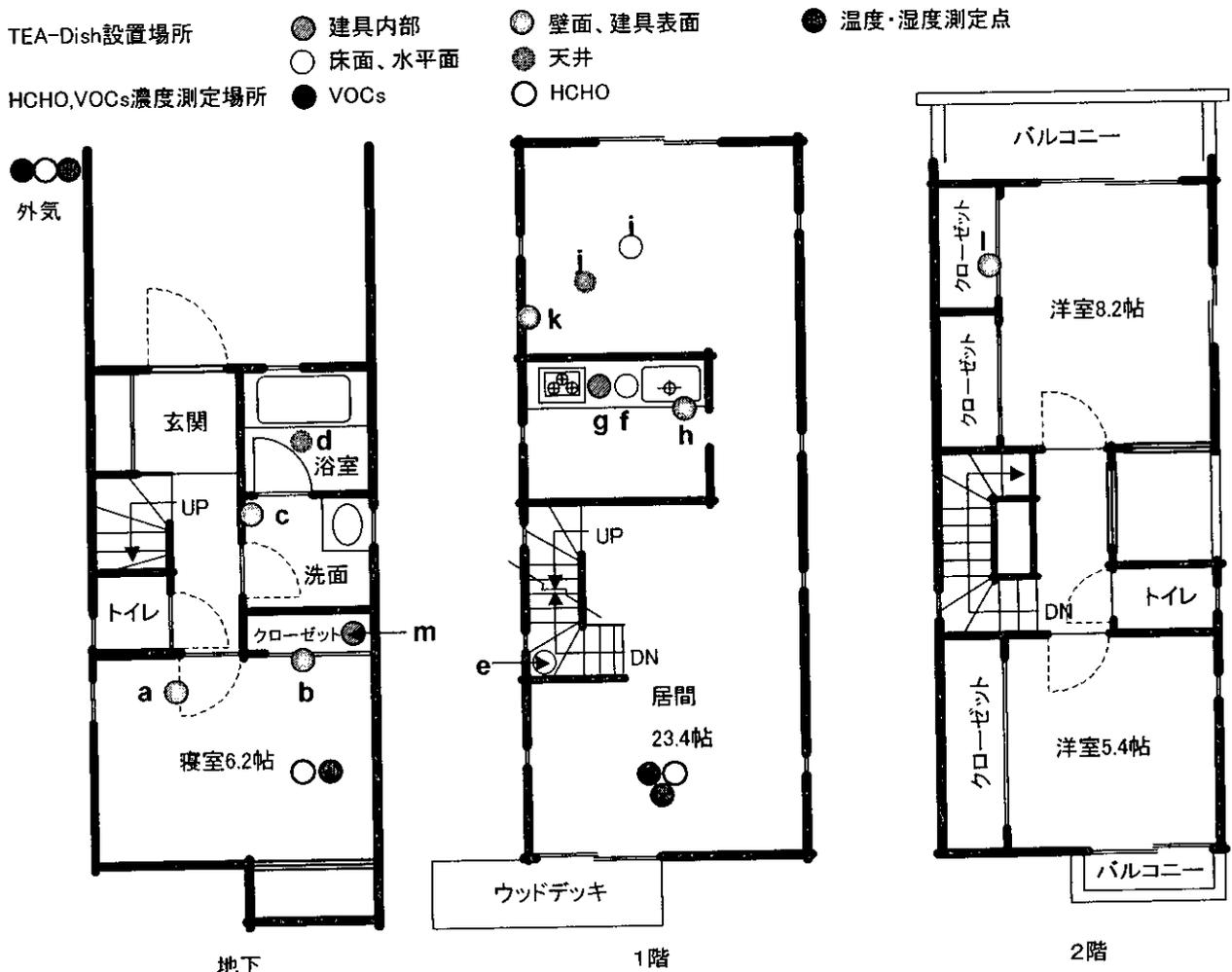


図9-3 A住宅の測定位置

た。図9-5(1)のように Dish(直径197mm、高さ10mm)にこの濾紙を載せ、図9-5(2)のように裏側より磁石で固定する。直ちに選定した部位にビニルテー

プでとめ密封した(図9-5(3))。図9-6はE住宅における各測定位置で設置されたTEA-Dishである。約20時間放置後、濾紙を保存袋に入れ密封した。

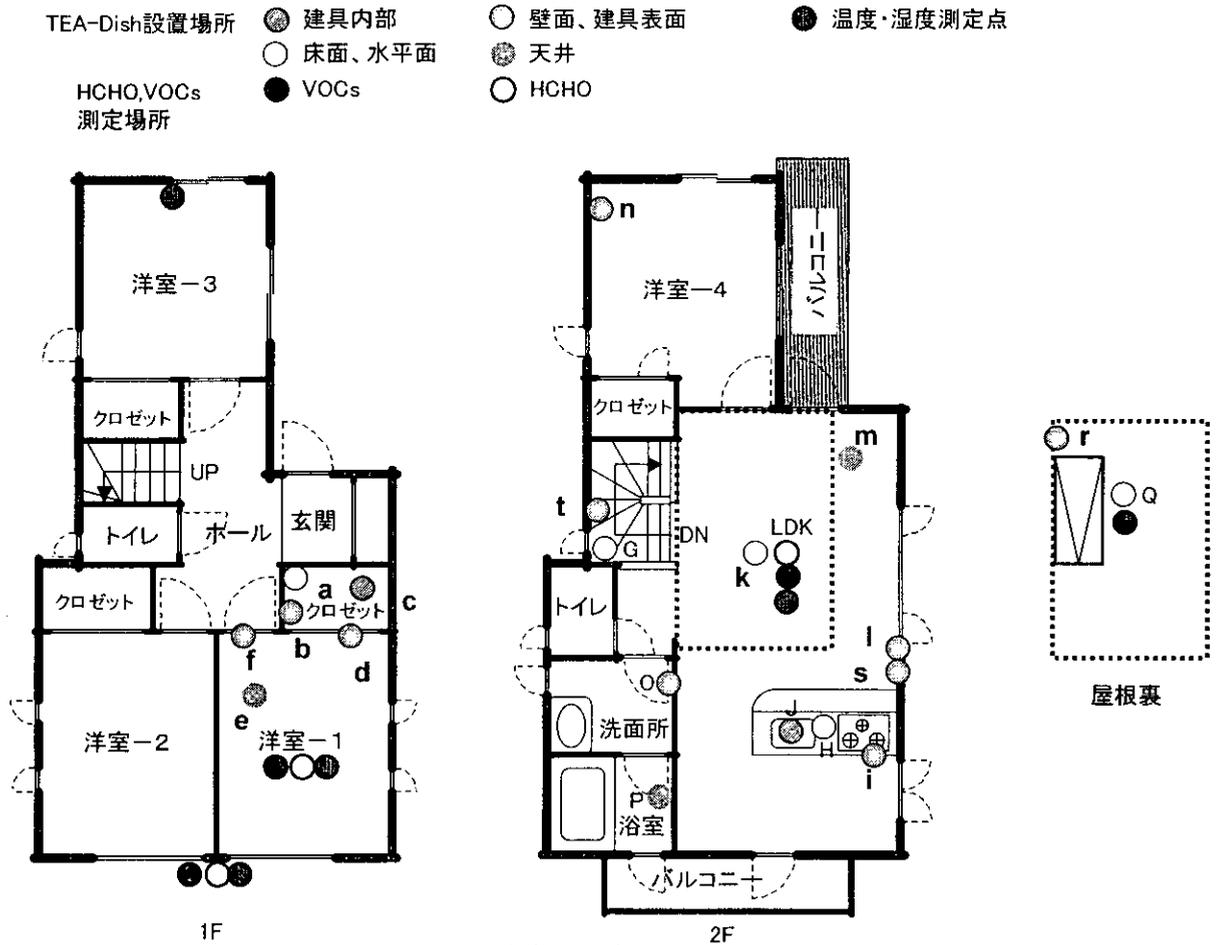


図9-4 E住宅の測定位置

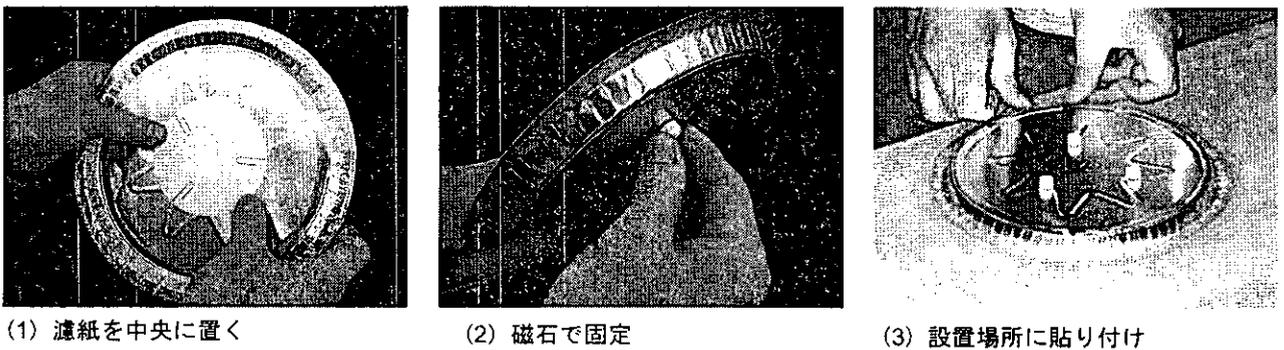


図9-5 TEA-Dishの設置手順

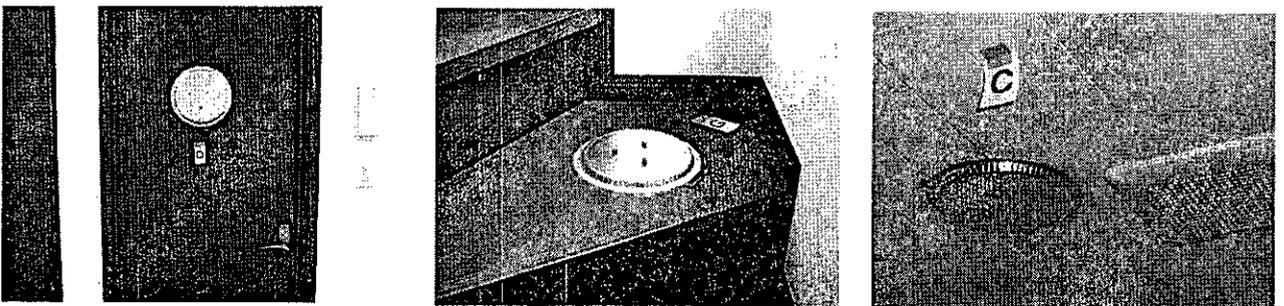


図9-6 TEA-Dishの設置状況

分析方法は4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール(AHMT)による定量法<sup>5)</sup>により吸光度を求め、下式を用いて算出した値を放散能とした。

$$EF = \frac{\alpha \cdot Kd}{f \cdot S \cdot t}$$

EF: 放散能 [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ] S: アルミ皿の面積 [ $\text{m}^2$ ]  
 $\alpha$ : 吸光度差=測定された吸光度-ブランクの吸光度  
 f: 検量線による換算係数(吸光度→重量)  
 Kd: 希釈係数 t: サンプル時間 [h]

分析装置は分光光度計(UV-1200UV VISSPECTRO-PHOTOMETER, MINOLTA製)により吸光度を測定した。測定波長は550.0nmである。  
 TEA-Dishを設置した付近の壁面等を放射温度計 SPOT THERMOMETER HT10D (MINOLTA製)にて測定した。

9-3 結果

9-3-1 温湿度・換気回数

表9-3に温湿度および換気量の測定結果を示す。

9-3-2 HCHO濃度

図9-7にホルムアルデヒドの濃度を測定値と以下に示す井上の式<sup>6)</sup>による補正值で示す。

$$C_0 = C \times \frac{1.09(t_0 - t)}{1 + 0.01(H - H_0)}$$

$C_0$ : 補正濃度 C: 測定濃度  
 $t_0$ : 補正温度(=25°C) t: 測定温度  
 $H_0$ : 補正湿度(=50%rh) H: 測定湿度

A～C住宅は隣り合っているので外気濃度の測定は1点で行った。外気濃度について、既往の研究では東北地方の実測の結果として、外気温度-0.3～5.5°C、相対湿度61～92%において約 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、関東地方での実測の結果として、外気温度9.0～11.6°C、相対湿度26.4～27.0%において約 $3\sim 4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったと報告されている<sup>7)</sup>。本実測の外気濃度は夏季(27.6°C、74.4%)において $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬季(10.8°C、79.2%)において $12\sim 19\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、比較すると高い値となっている。この外気の高濃度は、温度、湿度とも本実測の方が高かったことが一因としてあげられるが、完成直後の建物であったので付近の外気に工事の影響が残っていたことも考えられる。

室内の測定値ではすべての室の濃度も厚生労働

省の指針値<sup>8)</sup>より、低い値を示した。温湿度の違いから補正前では夏季実測の濃度の方が高い値を示したが、補正後では冬季実測の濃度の方が高い値となった。冬季測定住宅では補正後が指針値より高い値となった。

図9-8にアセトアルデヒド濃度を示す。既往の研究<sup>7)</sup>と比較すると外気濃度が高く、外気、室内とも夏季に高い濃度となった。厚生労働省が2002年1月に設定した指針値 $48\mu\text{g}/\text{m}^3$ <sup>8)</sup>と比較すると、

表9-3 温度・湿度・換気回数

		温度			湿度			換気量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )		
		最高	平均(SD)	最低	最高	平均(SD)	最低			
夏季	A住宅	居間	34.4	30.1(1.3)	28.2	72	65.8(2.5)	57	8.0	
		寝室	29.5	27.3(0.3)	26.8	89	81.2(2.7)	71	2.2	
	B住宅	居間	32.5	30.2(1.1)	28.4	71	64.1(1.9)	60	10.6	
		寝室	28.8	26.8(0.2)	26.5	87	81.8(2.2)	73	2.9	
	冬季	C住宅	居間	31.4	29.3(0.9)	27.7	77	66.6(1.7)	63	14.3
			寝室	30.2	26.7(0.4)	26.2	88	84.6(1.9)	72	4.5
外気		32.9	27.6(2.3)	24.4	87	74.4(8.5)	54	-		
冬季	D住宅	居間	19.4	16.7(1.8)	13.6	67	63.2(4.7)	48	5.7	
		寝室	18.3	16.6(0.7)	14.5	73	67.6(2.0)	62	3.1	
	E住宅	居間	18.1	14.5(2.2)	10.8	69	65.4(4.4)	52	6.2	
		寝室	19.9	14.8(1.9)	12.3	71	67.7(2.5)	53	5.0	
外気	19.9	10.8(4.1)	5.3	99	79.2(18.4)	36	-			

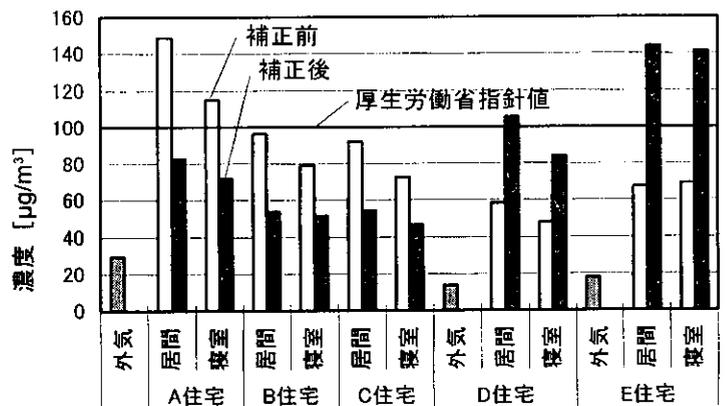


図9-7 ホルムアルデヒド濃度

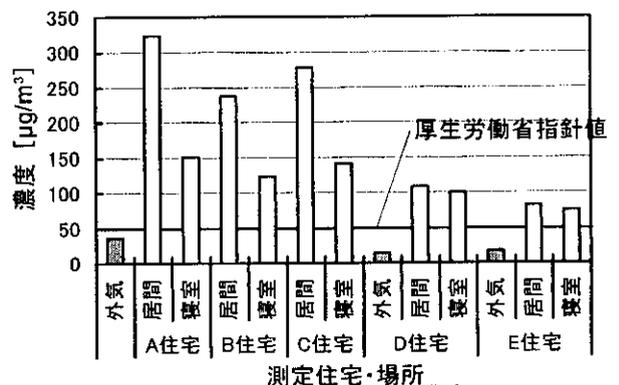


図9-8 アセトアルデヒド濃度

本実測結果はいずれの室においても高い値となっている。図9-9にアセトン濃度の測定結果を示す。アセトンについては夏季に分析ミスがあったので、冬季の結果のみを示した。既往の居住前の工業化住宅の実測結果<sup>7)</sup>では測定12室中10室が20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

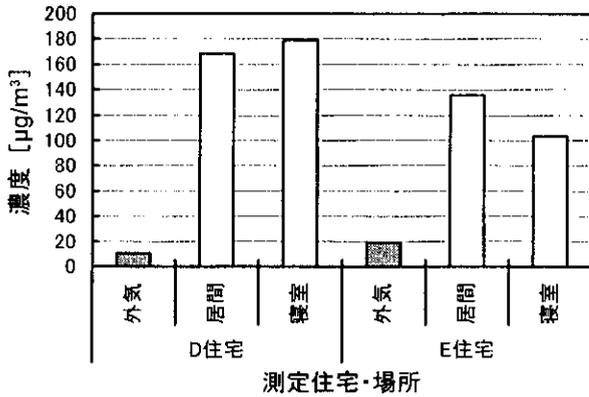


図9-9 アセトン濃度

$\text{m}^3$ 以下の濃度を示しており、本実測結果はかなり高い濃度を示していた。

9-3-3 ホルムアルデヒド放散能

図9-10にA, B, C住宅、図9-11, 9-12にD住宅、E住宅におけるホルムアルデヒドの部位別放散能を示す。全体的に夏季測定のア, B, C住宅に対し冬季測定のア, B住宅の方が放散能が低くなった。夏季の放射温度が25 $^{\circ}\text{C}$ ~32 $^{\circ}\text{C}$ であるのに対し、冬季は5 $^{\circ}\text{C}$ ~15 $^{\circ}\text{C}$ であり、温度が高いほど放散が促進されるため夏季の方が高くなったと考えられる。部位別では、A~D住宅においてクローゼット内面、クローゼット中棚、キッチン建具内部などの部位の放散能が高かった。床、壁、天井の放散能は概ね1~5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ であった。下式のように部位別寄与率を算出した。

$$\text{放散寄与率} [\%] = \frac{Kn Sn}{\sum Ki Si} \times 100$$

$\sum Ki Si$ : 全体の放散量 [ $\mu\text{g}/\text{h}$ ]

$Kn$ : ある部位の放散能  $S_n$ : ある部位の面積  
放射温度

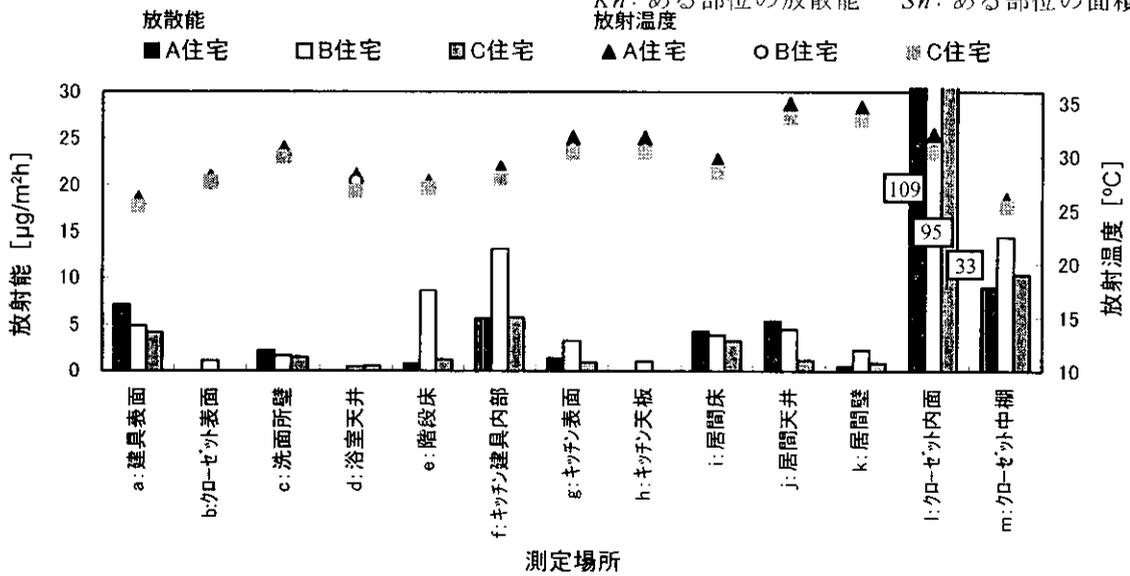


図9-10 部位別放散能と放射温度 (A~C住宅)

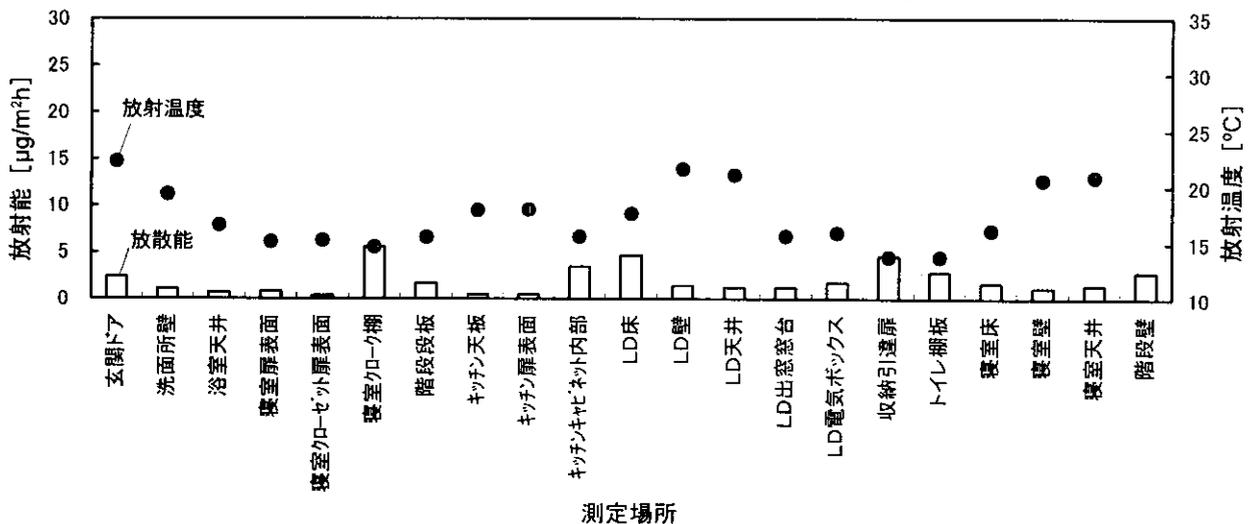


図9-11 部位別放散能と放射温度 (D住宅)

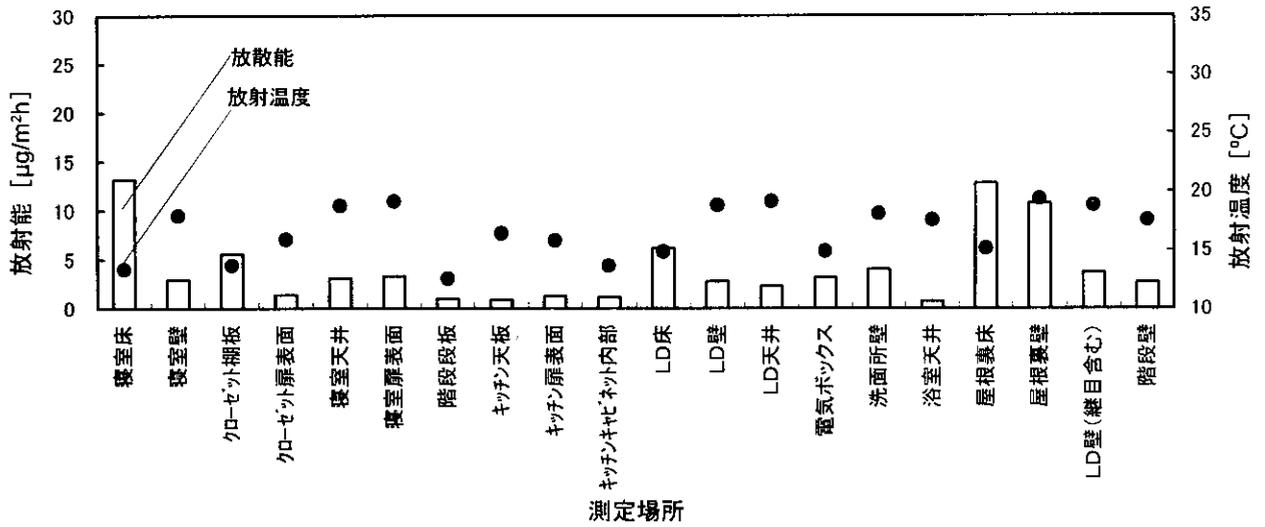


図9-12 部位別放射能と放射温度 (E住宅)

その結果、面積が小さくても収納部の寄与率がいずれの住宅でも高く、25% (C住宅) ~ 49% (A住宅) となった。

9-3-4 VOCs濃度

現在厚生省の指針値<sup>8)</sup>として上げられているトルエン (100μg/m<sup>3</sup>)、キシレン (870μg/m<sup>3</sup>)、パラジクロロベンゼン (240μg/m<sup>3</sup>)、エチルベンゼン (3800μg/m<sup>3</sup>)、スチレン (240μg/m<sup>3</sup>)、テトラデカン (330μg/m<sup>3</sup>)、総揮発性有機化合物量TVOC (暫定目

標値400μg/m<sup>3</sup>) について検討を行った。このうちスチレンはすべての測定場所で検出されなかつ

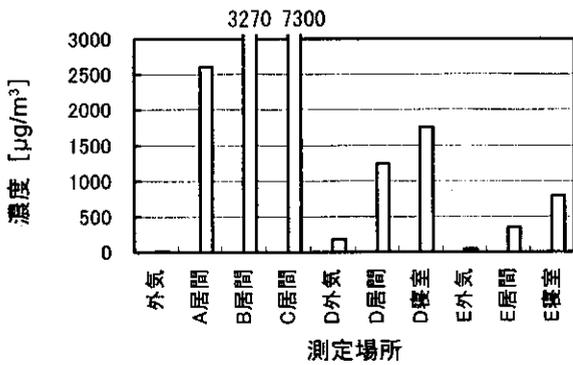


図9-13 トルエン濃度

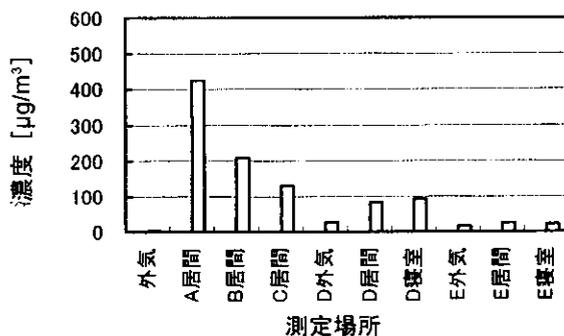


図9-14 キシレン濃度

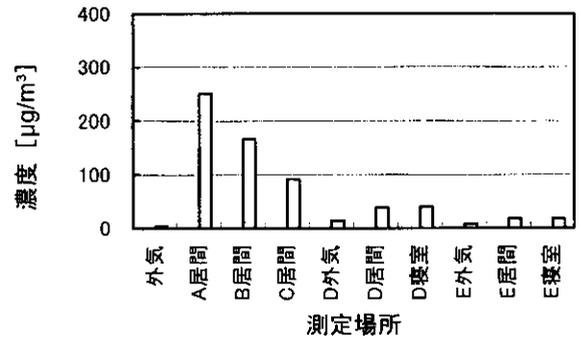


図9-15 エチルベンゼン濃度

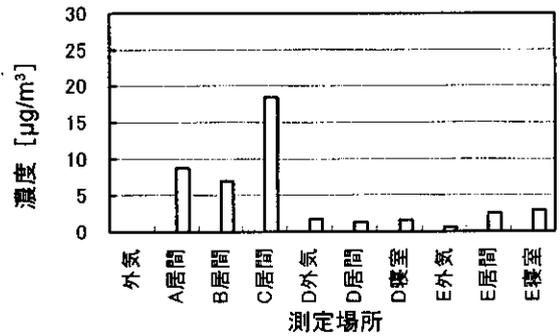


図9-16 テトラデカン濃度

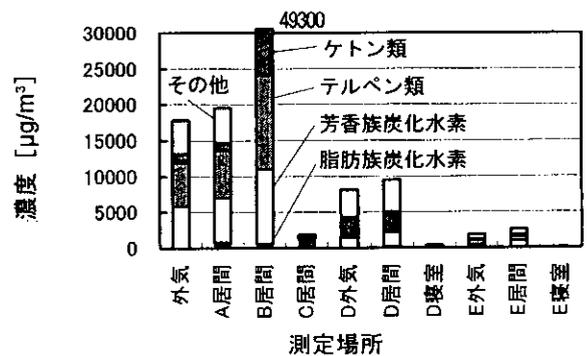


図9-17 TVOC濃度

第9章 新築住宅におけるVOCsとホルムアルデヒドに関する実測

た。また、パラジクロロベンゼンは防虫剤など生活行為由来と言われており、未入居のため7室中5室で検出されず、検出された2室でも、0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

と低い値であった。残り5物質の結果を図9-13～9-17に示す。他の物質については表9-4にまとめて示した。

表9-4 VOCs濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

分類	化学物質	外気	A	B	C	D外気	D居間	D寝室	E外気	E居間	E寝室
脂肪族炭化水素類	n-ヘキサン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2,2,4-トリメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ヘプタン	ND	ND	ND	4.1	3.3	0.7	2.6	1.8	0.5	ND
	n-オクタン	ND	128.6	113.3	169.0	2.1	19.9	12.8	1.2	10.1	11.5
	n-ノナン	ND	36.4	0.0	0.0	3.7	8.1	11.8	2.9	1.3	2.8
	2,2,4-イソオクタン	ND	2.8	2.1	62.9	3.1	1.7	1.7	2.0	1.8	1.7
	n-デカン	2.6	415.6	369.3	965.2	10.3	ND	ND	2.9	44.2	70.0
	n-ウンデカン	1.6	204.9	73.4	0.0	4.6	158.9	156.6	2.8	11.8	15.6
	n-ドデカン	ND	29.8	25.3	96.4	ND	ND	ND	1.3	0.0	75.4
	n-トリデカン	ND	1.6	ND	ND	ND	ND	ND	0.7	20.2	62.3
	n-テトラデカン	ND	8.7	6.9	18.4	1.8	1.3	1.6	0.6	2.5	2.9
	n-ペンタデカン	ND	ND	ND	ND	ND	4.1	4.8	10.5	0.3	ND
	n-ヘキサデカン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.2	ND	ND
	小計	4.2	828.5	590.3	1316.1	28.9	194.7	191.8	28.7	92.8	242.3
芳香族炭化水素	ベンゼン	3.2	25.1	21.9	31.7	13.8	22.7	19.1	7.5	10.1	10.0
	トルエン	22.4	2612.1	3267.6	7295.3	183.7	1237.3	1759.4	41.1	348.7	786.1
	エチルベンゼン	3.4	251.6	166.2	90.8	14.6	38.5	39.7	8.5	17.8	17.9
	m,p-キシレン	3.5	321.0	189.9	129.2	19.8	59.7	68.3	11.5	24.8	21.3
	スチレン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	o-キシレン	ND	104.1	17.9	ND	7.0	24.7	24.7	4.2	ND	ND
	m,p-エチルトルエン	4.4	1048.3	1060.1	1425.6	10.7	ND	ND	6.1	11.5	11.8
	1,3,5-トリメチルベンゼン	ND	244.2	252.1	300.8	2.5	ND	ND	1.5	2.1	2.1
	o-エチルトルエン	ND	262.2	275.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,4-トリメチルベンゼン	2.6	872.1	935.4	1094.1	8.1	0.0	0.0	5.2	6.8	6.8
	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	2.3	53.7	77.0	1.8	ND	ND
	m-ジエチルベンゼン	ND	42.7	27.8	5.7	2.9	ND	ND	2.4	4.7	3.2
	p-ジエチルベンゼン	1.9	44.4	32.7	39.6	2.6	ND	ND	1.7	2.9	3.1
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	4.5	2.4	ND	0.4	ND	ND	0.2	1.1	1.7
小計	41.4	5832.2	6249.1	10412.8	268.4	1436.6	1988.2	91.9	430.7	864.1	
ンテ 類ル ベ	$\alpha$ -ピネン	5.6	6045.3	6499.2	13129	2.2	ND	ND	1.7	512.2	636.9
	リモネン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	小計	5.6	6045.3	6499.2	13129	2.2	0.0	0.0	1.7	512.2	636.9
ハロ ゲ ン 類	ジクロロメタン	ND	ND	ND	ND	6.3	ND	ND	ND	4.4	3.7
	トリクロロエチレン	ND	118.5	39.4	37.9	3.4	11.1	14.8	1.7	5.6	5.9
	テトラクロロエチレン	ND	9.2	ND	ND	ND	3.2	14.8	ND	ND	ND
	p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	ND	5.5	ND	ND	4.5	0.9	0.9
	小計	0.0	127.7	39.4	37.9	15.3	14.4	29.6	6.3	10.9	10.5
ルエ 類ス テ	酢酸ビニル	6.4	8.7	ND	67.6	ND	18.2	ND	9.9	12.7	ND
	酢酸エチル	ND	18.5	16.0	47.6	19.8	22.4	18.1	ND	17.3	15.6
	酢酸ブチル	0.0	82.5	96.1	57.0	2.8	133.7	134.5	0.8	3.8	3.7
	小計	6.4	109.8	112.1	172.1	22.6	174.2	152.6	10.7	33.8	19.3
ケト ン 類	アセトン	18.6	686.0	605.7	5590.5	24.0	230.9	180.4	8.1	167.0	225.8
	メチルエチルケトン	8.5	213.5	200.6	246.6	3.6	170.0	156.9	6.3	13.2	13.7
	メチルイソブチルケトン	ND	36.1	59.7	24.2	3.6	21.7	18.9	ND	1.8	1.9
	ノナナール	ND	ND	0.0	471.0	ND	2039.4	2123.7	ND	ND	ND
	小計	27.1	935.6	866.0	6332.3	31.2	2462.1	2479.9	14.3	182.0	241.4
ルア 類ル コ ー	エタノール	N.D.	25.9	21.8	38.1	2.0	12.0	7.6	0.5	3.9	7.2
	i-ブタノール	5.3	37.4	25.4	30.0	34.7	143.5	139.4	2.8	12.1	12.6
	n-ブタノール	ND	31.6	27.0	38.4	1.5	10.5	10.3	0.4	2.0	2.3
	小計	5.3	94.9	74.2	106.5	38.2	166.0	157.3	3.6	18.0	22.1
その他 (含む未同定物質トルエン換算)	54.0	4673.0	4791.0	17831	121.0	3811.0	4497.0	30.0	674.0	712.0	
TVOC	144.0	18647	19221	49338	446.0	8178.0	9420.0	147.0	1904.0	2675.0	

図9-13～9-17に見られるように、いずれも夏季の実測で高濃度を示した。指針値より高くなったのはトルエンとTVOCであった。TVOCは脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、テルペン類、ハロカーボン類、エステル類、アルデヒドケトン類(ホルムアルデヒドを除く)、アルコール類、その他(トルエン換算)に分けて示したが、ハロカーボン、エステル等は濃度が小さく図に現れなかった。

その他の物質について表9-4とWolkoffらが作成したVOCBASE<sup>9)</sup>と比較すると、 $\alpha$ -ピネンとノナナールにOdor detection thresholdを超えた値が見られた。ノナナールは現在厚生労働省の指針値で情報量が乏しいという理由から暫定値として $41\mu\text{g}/\text{m}^3$ が提案されているが、本実測結果ではD住宅で居間、寝室とも $2000\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える値を示した。

#### 9-4 考察

最近ホルムアルデヒドについては意識が高まり、低ホルムアルデヒド建材などが使用されているが、収納の扉裏側、棚板などから放散が認められた。面積的には小さいが、室内濃度への影響は小さいとは言えない。今後は収納、建具、家具などからの放散も着目すべきであろう。

本実測では測定中は密閉状態で、換気は漏気だけで、換気回数が0.07回/h～0.16回/hと小さかった。よって、HCHO、VOCsとも本実測で測定された気中濃度より通常的生活下の方が低くなると考えられる。生活環境下の換気回数を0.6回/h程度とするとHCHOについては、 $25^{\circ}\text{C}$ 、50%換算値でも指針値以下になると計算された。しかし、最大で指針値の73倍の濃度を示したトルエン、暫定指針値の123倍の濃度を示したTVOCは、換気回数を通常考えられる範囲で最大にしても、指針値以下の濃度に下げることができない。発生源を取り除くことが必要であり、発生源の詳細な特定が求められる。

また、HCHO、VOCsとも夏季測定の方が高濃度を示したが、HCHOは温湿度換算を行うと、冬季測定の方が高濃度となった。VOCsも物質によっては温度の影響が大きいものもあり、これらについても温湿度換算の必要があると考えられる。

#### 9-5 まとめ

新築未入居住宅において空気質の実測を行い、以下の結論を得た。

1) ホルムアルデヒドの気中濃度実測値はすべての室で指針値より低い値となった。また、実測値

では夏季測定住宅の方が冬季測定住宅より高濃度を示したが、温湿度換算を行うと、冬季測定住宅の方が高濃度となり、指針値を超える室も見られた。

2) ホルムアルデヒドの部位別放散能の測定の結果、クローゼットの内面、中棚などに高い放散能を示すものが見られた。面積の大きい床、壁、天井の放散能は概ね $1\sim 5\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ であった。

3) アセトアルデヒド気中濃度はすべての室で指針値より高い値となった、

4) VOCsでは、トルエン、TVOCが指針値よりかなり高い濃度を示した。しかし全体に夏季測定住宅の方が冬季測定住宅より高濃度を示しており、温湿度換算の必要があると考えられた。

#### 【参考文献】

- 1) 『シックハウス問題室内化学物質-WHOの人権宣言と日本の動き・世界の動き-』日本建築学、2001
- 2) 塚原弘泰他：トリエタノールアミン濾紙を用いた簡易測定法による住宅内のホルムアルデヒド汚染に関する実測研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.749-750、2000
- 3) 塚原弘泰他：トリエタノールアミンを用いたホルムアルデヒドの放散量簡易測定法の検討、空気調和衛生工学会学術講演論文集、pp.45-48、2000
- 4) 塚原弘泰他：トリエタノールアミンを用いるホルムアルデヒド放散量新簡易測定法の検討、空気調和衛生工学会学術講演論文集、pp.673-676、2001
- 5) 4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール(AHMT)による定療法 衛生試験法・注解1990 金原出版、p.110、1990
- 6) 井上明生；ホルムアルデヒド気中濃度のガイドライン対策、木材工業、52(2)、pp.9-14、1997
- 7) 田辺新一；住宅における生活環境の衛生問題の実態調査、総合報告書、平成11～12年度厚生科学研究補助金、pp.211-260、2001
- 8) 厚生労働省報道発表資料、シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会中間報告書―第8回～第9回のまとめについて、2003
- 9) Jensen, B. and Wolkoff, P., VOCs BASE. Odour thresholds, mucous membrane irritation threshold and physio-chemical parameters of volatile organic compounds. National Institute of Occupational Health, Denmark, 1996

## 第 10 章 戸建新築住宅における 入居前後による衛生環境調査

## 第10章 戸建新築住宅における入居前後による衛生環境調査

## Survey of Sanitation Environment in Newly Built Houses Before and After Dwelling

The concentration of volatile organic compounds(VOCs) and the occurrence of house mites and fungi in highly airtight and adiabatic houses systematized the ventilation for a 24-hour period were observed in a certain day before and after a family residence. In the houses before their dwelling, formaldehyde was mostly below a concentration of  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  (guide line value by the Ministry of Health, Labor and Welfare, 1997), and of these 21 houses examined 4 was above the guideline value when calculated it in terms of  $25^\circ\text{C}$ . On the other hand, concentration of total VOCs was mostly above  $400\mu\text{g}/\text{m}^3$  as the provisional goal value by the Ministry (2001). In process of time both formaldehyde and  $\alpha$ -pinene were relatively shown the slow decrease in their concentration, while toluene the rapid one. There was a tendency to increase in number of the houses mites 3 months after the start of dwelling, but to decrease gradually after then. In conclusion, it must be pointed out that a 24-hour period's ventilation system is effective in a decrease of the VOCs concentration and in the control management against the houses mites and fungi.

KEYWORDS: VOCs, HCHO, Mite, Fungi, Airtight and Adiabatic houses

## 10-1 はじめに

NPO 法人健康住宅普及協会では、健康住宅を「人が安全で快適に暮らせそして耐久性の高い器」と定義し、その住宅の普及を図ることを目的として活動している。その活動の1つとして、入居前の新築住宅に対し8つのポイント(1, 計画換気2, ダニ対応3, カビ対応4, 床下環境5, 室内空気環境6, 音環境7, 高齢者対応8, 室内温熱環境)の調査を行い、協会が独自に設けたガイドラインを満たす住宅には健康住宅であるとの認定を行っている。

本調査は、1999～2001年度に実施した入居前調査をもとに、居住者の生活スタイルにより大きく変化するであろう、またシックハウスの要因であろうと考えられる室内空気環境、ダニ対応、カビ対応の3ポイントについて入居前後でどのように変化するかの実態調査を行ったので報告する。

## 10-2 調査方法

## 10-2-1 調査住宅

調査は、関東、関西、北陸、東海に位置する主として高気密、高断熱仕様の入居前住宅21邸を対象とした。そして入居後の継続調査(約3ヶ月、1年、2年)を実施した。対象住宅の調査日、換気回数を含む概要および測定対象室の構造を表10-1～3に示す。

表10-1 調査日

調査邸	入居前	入居日	3ヵ月後	1年後	2年後
A 邸	1999年 11.3	1999年 12.1	2000年 2.23	2000年 12.13	2001年 12.10
B 邸	1999年 12.17	1999年 12.22	2000年 2.9	2000年 11.3	2002年 2.8
C 邸	1999年 12.7	1999年 12.1	2000年 2.24	—	—
D 邸	1999年 11.25	1999年 12.1	2000年 2.16	—	—
E 邸	1999年 12.6	1999年 12.1	2000年 2.24	2000年 11.3	2002年 2.16
F 邸	2000年 1.26	2000年 2.16	2001年 3.16	2002年 2.9	—
G 邸	2000年 11.29	2000年 12.2	2001年 3.14	—	—
H 邸	2000年 11.2	2000年 11.21	2001年 2.26	2002年 1.23	—
I 邸	2000年 11.3	2000年 12.1	2001年 3.13	—	—
J 邸	2000年 9.28	2000年 9.23	2001年 2.28	2002年 2.12	—
K 邸	2001年 5.15	2001年 5.18	—	—	—
L 邸	2001年 6.14	2001年 7.25	—	—	—
M 邸	2001年 8.22	2001年 8.26	—	—	—
N 邸	2001年 10.18	2001年 10.25	—	—	—
O 邸	2001年 10.19	2001年 12.2	—	—	—
P 邸	2002年 1.22	2002年 1.26	—	—	—
Q 邸	2001年 12.21	2002年 1.11	—	—	—
R 邸	2002年 1.1	2002年 1.18	—	—	—
S 邸	2002年 1.31	2002年 3.22	—	—	—
T 邸	2002年 2.1	2002年 4.27	—	—	—
U 邸	2002年 2.13	2002年 2.19	—	—	—

表 10-2 調査対象住宅の概要

調査項目	A 邸	B 邸	C 邸	D 邸	E 邸
所在地	松阪市	浦和市	福井県	茨城県	福井市
竣工年月	1999年11月	1999年12月	1999年12月	1999年11月	1999年12月
住宅構造	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来
延床面積 [m <sup>2</sup> ]	114	129	227	102	303
居住者家族構成	大2	大2、小2	大4、小4	モデルハウス	大2、小3
換気システム	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種
熱損失係数	2.46	2.41	—	2.27	1.26
換気回数 [回/h]	0.37	0.34	0.24	0.53	0.33

調査項目	F 邸	G 邸	H 邸	I 邸	J 邸
所在地	神戸市	富山市	名古屋県	福井県	富田林市
竣工年月	2000年11月	2000年9月	2000年11月	2000年11月	2000年8月
住宅構造	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来
延床面積 [m <sup>2</sup> ]	173	163	121	171	111
居住者家族構成	大4	大2、小2	大2、小1	大2、小1	大2、小1
換気システム	第3種	第3種	第1種	第3種	第3種
熱損失係数	2.1	2.09	2.69	2.27	2.45
換気回数 [回/h]	0.61	0.65	0.37	0.4	0.44

調査項目	K 邸	L 邸	M 邸	N 邸	O 邸
所在地	袋井市	高岡市	大阪市	富山県	金沢市
竣工年月	2001年5月	2001年5月	2001年8月	2001年10月	2001年9月
住宅構造	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来
延床面積 [m <sup>2</sup> ]	193	160	115	178	313
居住者家族構成	大2	大4	大2	大2、小3	大3、小2
換気システム	第3種	第3種	第3種	第3種	第3種
熱損失係数	1.81	2.27	2.69	2.47	2.03
換気回数 [回/h]	0.66	0.44	0.56	0.4	0.26

調査項目	P 邸	Q 邸	R 邸	S 邸	T 邸	U 邸
所在地	湖西市	西尾市	愛知県	稲沢市	稲沢市	浜松市
竣工年月	2002年1月	2001年12月	2002年1月	2002年1月	2002年1月	2002年2月
住宅構造	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来	木造在来
延床面積 [m <sup>2</sup> ]	146	196	155	150	135	129
居住者家族構成	大2、小2	大2、小1	大2、小2	大2、小3	大2、小2	大2、小2
換気システム	第1種	第1種	第1種	第1種	第1種	—
熱損失係数	2.82	2.58	2.56	2.57	2.78	—
換気回数 [回/h]	0.28	0.48	0.32	0.41	0.5	—

表 10-3 測定対象住宅の構造

調査住宅	対象室	階	広さ[m <sup>2</sup> ]	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ
A 邸	居 間	1	66.2	フローリング	檜	ロックウール吸音板
	和 室	2	47.8	畳	檜	ロックウール吸音板
B 邸	居 間	1	13.2		エコクロス (PB12)	エコクロス (PB12)
	洋 室	2	12.2	フローリング	エコクロス (PB12)	エコクロス (PB12)
C 邸	居 間	1	35	フローリング	ビニルクロス (PB9.5)	ビニルクロス (PB9.5)
	洋 室	1	19.8	畳	新ジュラク塗	杉中柰化粧板
D 邸	居 間	1	51.3	フローリング	杉板、ビニルクロス	漆喰
	洋 室	2	50.5	フローリング	ビニルクロス	ロックウール吸音板
E 邸	居 間	1	139.5	フローリング	ビニルクロス (PB12)	ロックウール吸音板
	洋 室	1	13.2	畳	ビニルクロス (PB12)	ロックウール吸音板
F 邸	居 間	1	20.7	フローリング	ビニル	檜
	寝 室	2	18.2	フローリング	ビニル	ビニルクロス
G 邸	居 間	1	38	フローリング	ビニルクロス (PB9)	ビニルクロス (PB9)
	寝 室	2	16.7	フローリング	ビニルクロス (PB9)	ビニルクロス (PB9)
H 邸	居 間	1	29.8	フローリング	ビニルクロス (PB12)	ビニルクロス (PB12)
	寝 室	2	13.5	フローリング	ビニルクロス (PB12)	ビニルクロス (PB12)
I 邸	居 間	1	9.9	フローリング	ビニルクロス (PB9.5)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	13.2	畳	ビニルクロス (PB9.5)	ビニルクロス (PB9.5)
J 邸	居 間	1	62.4	畳	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB12.5)
	寝 室	2	48.6	フローリング	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB12.5)
K 邸	居 間	1	28.9	フローリング、松ムク	シナベニヤ	杉ムク板
	寝 室	2	28.0	フローリング、Fc0	エコクロス (PB12)	ビニルクロス
L 邸	居 間	1	16.5	フローリング、松ムク	エコクロス (PB13)	ビニルクロス
	寝 室	2	19.8	フローリング	エコクロス (PB12)	パイン材
M 邸	居 間	1	60.7	フローリング	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	55.1	フローリング	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB9.5)
N 邸	居 間	1	25.9	フローリング	ビニルクロス (PB12)	ビニルクロス (PB9)
	寝 室	2	12.9	フローリング	ビニルクロス (PB12)	ビニルクロス (PB9)
O 邸	居 間	1	44.7	フローリング	珪藻土	ムク、羽目板
	寝 室	2	16.6	フローリング	珪藻土	ムク、羽目板
P 邸	居 間	1	35.1	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	24.0	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB9.5)
Q 邸	居 間	1	34.0	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.6)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	24.5	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.7)	ビニルクロス (PB9.5)
R 邸	居 間	1	31.8	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.8)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	22.2	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.9)	ビニルクロス (PB9.5)
S 邸	居 間	1	37.5	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.10)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	16.7	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.11)	ビニルクロス (PB9.5)
T 邸	居 間	1	36.0	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.12)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	23.7	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.13)	ビニルクロス (PB9.5)
U 邸	居 間	1	28.0	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB9.5)
	寝 室	2	23.5	フローリング、Fc0	ビニルクロス (PB12.5)	ビニルクロス (PB9.5)

10-2-2 調査項目

シックハウスの要因と考えられ、また居住者の生活スタイルにより影響を受けると考えられる室内空気環境（ホルムアルデヒド、揮発性有機化合物）、ダニ（ハウスダスト中のダニ数、種類）、カビ（落下真菌数）の調査を実施した。

10-3 室内空気環境調査

10-3-1 ホルムアルデヒドの採取・分析方法

対象室を 30 分開放後、5 時間以上密閉し、部屋中央部の床上 1.2 m 程度の位置に捕集管（Waters 製 Sep-Pak DNPB）の吸引口がくるようにセットし、1 L/分の速度で 30 分間吸引捕集した。捕集後、アセトニトリルを用いて溶出し、高速液体クロマトグラフ（HPLC）で分析した。HPLC の分析条件を表 10-4 に示す。なお、居住後の調査も同じ方法で実施した。

表 10-4 HPLC 条件

項目	条件
HPLC	SHIMADZU, SCL-10A
検出器	UV (SPD-6AV)
カラム	ODS=80A
移動相	Water/Acetonitrile
カラム温度	40°C
注入量	20μL
検出波長	355nm

10-3-2 ホルムアルデヒドの入居前調査結果

1999 年度（5 邸、A～E）2000 年度（5 邸、F～J）2001 年度（11 邸、K～U）の計 21 邸について入居前調査を実施した。各邸とも 2 室調査し濃度の高い方を採用し、図 10-1 に示した。また同図にガス採取時の温度および湿度を併せてプロットし、次式により実測値を温度（25°C）湿度補正した値を実測値の右側に示した。

$$C' = C \times 1.09^{(25-t)} \times 100 / (50 + rh)$$

C=実測値

t=試料採取時の平均気温 [°C]

rh=試料採取時の平均湿度 [%]

(1) 入居前調査の実測値で厚生労働省の示す指針値（100μg/m<sup>3</sup>）を下回ったのは、1999 年度 5 邸中 4 邸、2000 年度 5 邸中 4 邸そして 2001 年度は 11 邸中 10 邸あった。しかし、上式により 25°C 温度に補正すれば、指針値を下回った 1999 年度の 4 邸中 3 邸、2001 年度の 10 邸中 1 邸が指針値を上回るようになった。

図 10-1 から認められるように、ホルムアルデヒド濃度に与える採取時温度の影響は大きく、採取時温度によっては、補正後濃度が 2～3 倍にもなった。

(2) 調査邸 21 邸中厚生労働省の指針値を実測値で下回るのは 18 邸あり、その大部分が指針値の半分以下である。特にこの 1, 2 年その傾向が強く対策が十分なされてきている。このことは、近年の低ホルム化建築部材の普及に負うことが大きい。調査邸の殆どが計画換気（24 時間換気）を採用しており、この換気もホルムアルデヒド濃度低下に寄与しているものと推定される。

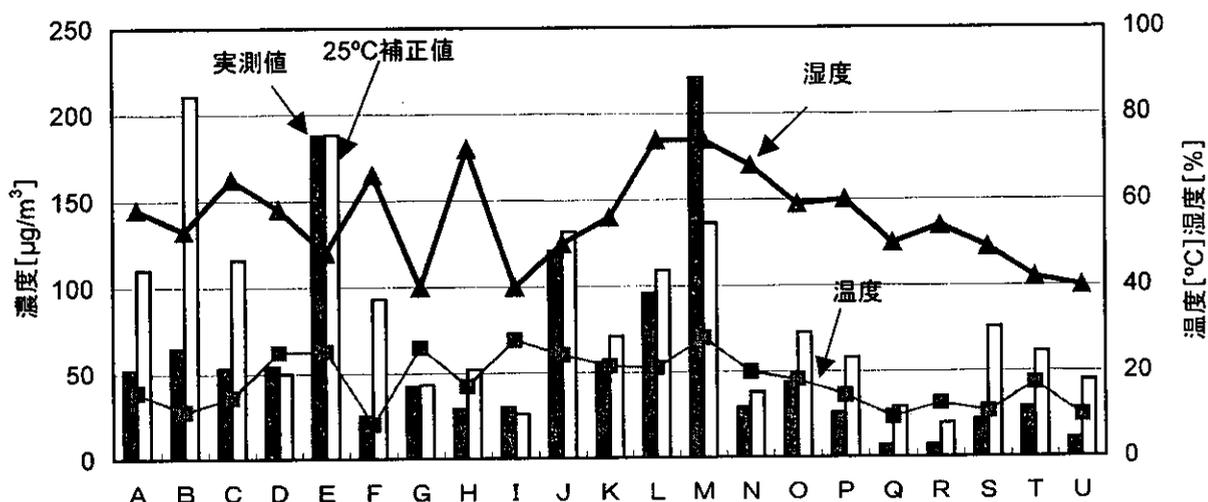


図 10-1 ホルムアルデヒドの調査結果（入居前）

### 10-3-3 ホルムアルデヒドの入居後調査結果

入居後の継続調査結果をまとめて表 10-5、及び図 10-2 に示す。なお、測定値は採取時温度の影響を避けるため前項の式を用いて温度 (25°C) 湿度補正した値を採用した。

(1) 同表、同図より、入居 3 ヶ月後の調査で 10 邸中 5 邸の半数の住宅でホルムアルデヒド濃度が入居前調査に比し増加した。後述するように、室内のホルムアルデヒド濃度は時間経過と共に減少するのが一般的であり、入居後に濃度が増加したということは、居住者が入居の際に室内に持ち込んだと考えられる。

(2) 経日変化では、A、B、E および J 邸の 4 住宅で入居後ホルムアルデヒド濃度が経日的に減少するのが認められ、B 邸 (2 年後) 及び J 邸 (1 年後) については定量限界 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 未満であった。しかし、F と H 邸については、指針値内の低レベルであるが、1 年後も入居前と同等の濃度を示し、濃度低下の状況が一樣でないことが分かった。

表 10-5 ホルムアルデヒド調査結果

	入居前	3 ヶ月後	1 年後	2 年後
A 邸	110	161	103	78
B 邸	211	51	61	17
C 邸	116	226	-	-
D 邸	50	20	-	-
E 邸	189	148	47	27
F 邸	93	72	75	-
G 邸	43	178	-	-
H 邸	52	62	70	-
I 邸	26	56	-	-
J 邸	132	92	19	-

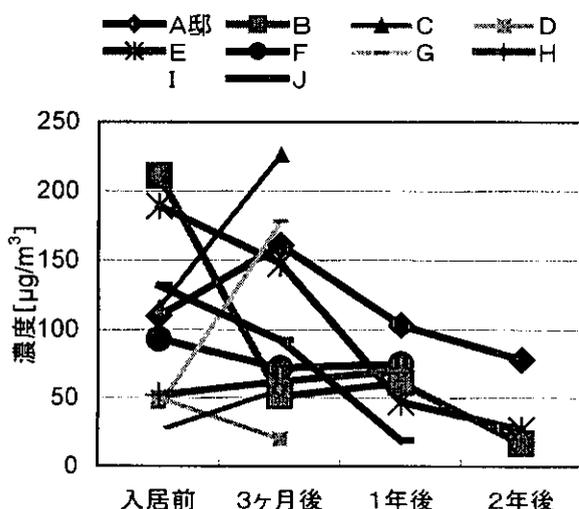


図 10-2 ホルムアルデヒド濃度の経日変化

### 10-3-4 揮発性有機化合物の採取・分析方法

対象室を 30 分開放後、5 時間以上密閉し、部屋中央部の床上 1.2m 程度の位置に捕集管 (柴田製 チャコール) の吸引口がくるようにセットし、500mL/min の速度で 30 分間吸引捕集した。捕集後、二硫化炭素を用いて溶出し、ガスクロマトグラフ (GC) またはガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) で分析した。

なお、調査邸 A~E の入居前および入居 3 ヶ月後の TVOC (全揮発性有機化合物) は GC 分析によるトルエン換算で求めた。また、調査邸 A~E の入居 1 年後、及び調査邸 F~U の分析は厚生労働省が平成 9、10 年に実施した全国調査の方法を採用し、TVOC は平成 9 年度の 44 成分からエタノール、アセトン、ジクロロメタンを除いた 41 成分 (平成 10 年度調査成分) の合計とした。GC および GC/MS の分析条件を表 10-6、表 10-7 に示す。

表 10-6 GC の分析条件

項目	条件
GC	SHIMADZU GC-14
検出器	FID
カラム	サーモン 3000 1.6m
カラム温度	50→240 °C
注入量	5 $\mu\text{L}$

表 10-7 GC/MS の分析条件

項目	条件
GC/MS	JEOL (Automass—System II)
カラム	DB-1, 0.25mm $\times$ 60m
カラム温度	40°C (5min) $\rightarrow$ 10°C/min $\rightarrow$ 300°C
注入量	1 $\mu\text{L}$
解析ソフト	NIST

### 10-3-5 揮発性有機化合物の入居前調査結果

揮発性有機化合物の測定結果を表 9 (A~E 邸)、表 10 (F~J 邸) および表 11 (K~U 邸) に示す

(1) 厚生省 (現厚生労働省) が平成 9 年度 (1997 年度) に揮発性有機化合物の全国調査を実施したが、その時対象としたのは 44 成分であったが、2000 年度 5 邸、2001 年度 11 邸の入居前の本調査結果で、その内 29 成分の存在が認められた。なお定量限界は 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  であった。

(2) 厚生労働省の指針値対象成分に対する調査結果を表 10-8 にまとめて示すように、トルエンは 2000