

第 10 章 住宅内における室内空気質及びダニ生息密度実態調査

Survey of Volatile Organic Compounds and Domestic Mites Occurred in Houses

It obligated Building Standard Law on July 1, 2003, and the revision enforcement was done, and the mechanical ventilation equipment of 24 hours was obligated in principle. Therefore, the density of the chemical in the indoor air If the future will require by the mechanical ventilation equipment operation of 24 hours and be evaluated. However, the residence person is expected enough to stop equipment because of the problem that it costs the running cost or is anxious about the driving sound as for the ventilation equipment. Then, the indoor density of the ventilation equipment is in operation compared with when stopping for the 5 houses where the air change rate had been designed by 0.5 times. As a result, though the density rise of each material by the ventilation stop was not the same, it was confirmed that the material that had been detected when ventilating rose after it had stopped. It rose to 2 to 13 times in α -pinene though the rise of formaldehyde stayed 1 to 2 times. Moreover, about 4 times rose were admitted, and the danger of the ventilation stop was confirmed in p-Dichlorobenzene that the resident had brought in.

On the other hand, the investigation of actual conditions of the mite was executed for the house of high airtight and the high insulation in 34 houses, and it compared with the general house survey result including the housing complex in 38 houses executed to a simultaneous in last year period. Pyroglyphidae accounted for 92%, and as a result, it was 4% of Tarsonemidae next, and Heplochthoniidae and Cheyletidae were 1% or less in the detection ratio of the detected main mite. The species composition of such a detected mite had a tendency almost similar to the previous year's result. Moreover, though there was a difference about the years after it was architectural about the density of the mite that lived at both crowds, the living density of the mite in each collection place in the house for high airtight and high insulated house is obviously low compared with a general house of the conventional construction method. The living density is 1/4 or less in the tatami mat and, it was 1/3 or less in the carpet and the sofa.

KEYWORDS: VOCs, HCHO, α -pinene, Domestic mites, Airtight and adiabatic houses. Aldehydes,
Indoor air quality

10-1 機械換気設備停止による室内空気中の化学物質濃度への影響

10-1-1 はじめに

健康住宅普及協会では健康住宅認定制度事業を運用していく中で、会員が建設した高気密・高断熱住宅について入居前及び入居後の室内空気環境濃度の推移を3年間追跡調査してきた。最近では、住宅建材の対策が進んだこと及び施工者の健康住宅への取組意識変化等があり、当協会が建てる24時間機械換気を備えた高気密高断熱住宅においても厚生労働省の指針値を大きく下回る健全な住宅が増えてきた。

その中であって、2003年7月1日より建築基準法が改正施行され24時間機械換気設備が原則義務付けされた。当然ながら、室内空気中の化学物質濃

度は機械換気設備が稼働した状態で実施され、24時間機械換気設備稼働が前提として評価される。しかし、下記の理由等により住まい手が設備を停止させることも十分予想される。

- ① 機械の常時運転を本能的に嫌う。
- ② ファンの運転音が気になる。
- ③ ランニングコストが心配。

本報告は、機械換気設備を停止させることで室内空気質の化学物質濃度が上昇することを実測し、停止させることの危険性を確認する。

10-1-2 調査住宅

調査は関西に建つ高気密・高断熱の5住宅を対象に行った。5住宅の中で居住者がいるのはD住宅のみであり、C住宅の空気採取にあつては機械換気稼働

時と停止時の室温が大きく異なつた。

調査住宅の概要、対象室の内装および換気計画をそれぞれ表10-1-1～3に示す。

表 10-1-1 調査住宅の概要

	A住宅	B住宅	C住宅	D住宅	E住宅
所在地	堺市	長岡京市	篠山市	堺市	高槻市
竣工年月	2003.10	2003.12	2003.12	2003.12	2003.2
測定日	2003.10.27	2003.11.18	2003.12.22	2004.2.14	2003.2.5
構造・工法	木造軸組	木造軸組	木造軸組	木造軸組	木造軸組
換気システム	第1種	第1種	第1種	第1種	第1種
1F床面積[m ²]	73.36	125.22	125.64	126.58	54.11
2F床面積[m ²]	64.96	73.10	41.68	80.10	48.86
延床面積[m ²]	138.32	198.32	217.32	206.68	102.97
天井高さ[m]	2.4	2.45	2.4、2.5	2.5	2.4～2.5
気積[m ³]	292.58	565.40	550.00	602.25	209
相当隙間面積[Cm ² /m ²]	1	1	1	1	7

表 10-1-2 対象室の内装

	対象室	階	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ
A住宅	居間	1	木質フロア-12	ビニールクロス貼り	ビニールクロス貼り
	洋室	2	ムク材フローリング-15	ビニールクロス貼り	ビニールクロス貼り
B住宅	居間	1	ムクフローリング	珪藻土塗り	クロス貼り
	洋室	2	木質合板フロア	クロス貼り	クロス貼り
C住宅	居間	1	木質フロア-15	腰板	コンサート
	洋室	2	木質フロア-15	アトスマイル	テックス
D住宅	居間	1	ムクフローリング	珪藻土塗り	クロス貼り
	洋室	2	木質合板フロア	クロス貼り	クロス貼り
E住宅	居間	1	ムクフローリング	クロス貼り	クロス貼り
	洋室	2	木質合板フロア	クロス貼り	クロス貼り

表 10-1-3 換気計画

		設定換気回数	計画換気量[m ³]	実測換気量[m ³]	実測換気回数
A住宅	第1種	0.5	140	177	0.63
B住宅	第1種	0.5	215	287	0.67
C住宅	第1種	0.5	240	230	0.48
D住宅	第1種	0.5	230	—	—
E住宅	第1種	0.5	127	—	—

実測換気量：コーナー札幌（株）製の風量測定器 KNS-230 型で測定した。

10-1-3 室内空気質の採取・分析方法

(1) 採取方法

対象住宅を測定前日夕方に 30 分開放後、室内を密閉し機械換気設備を稼働させた。稼働サンプルは、測定当日の 9 時～10 時頃に採取した。その後機械換気を停止させた。その 5 時間後に停止サンプルを採取した。

なお、捕集管はアルデヒド類（ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド）には Waters 製 Sep-Pak DNPH を使用した。また、揮発性有機化合物（VOC）には、柴田製チャコールを使用した。

(2) アルデヒド類の分析方法

採取した捕集管を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 の分析条件は表 10-1-4 に示す。測定値の温度（25°C）湿度補正には次式を使用した。

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

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（%）

(3) 揮発性有機化合物の分析方法

採取した捕集管を二硫化炭素を用いて溶出し、ガスクロマトグラフ質量分析計（GCMS）で分析した。GCMS の分析条件を表 10-1-5 に示す。測定は厚生労働省が平成 9 年度に実施した全国調査からエタノール、アセトンを除いた 42 成分とした。

10-1-4 調査結果

(1) アルデヒド類

機械換気装置の稼働中および停止 5 時間後のホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの測定結果を表 10-1-6、7 に示す。また、表中の実測ホルムアルデヒド濃度を上記した補正式を用いて 25°C に換算した結果およびアセトアルデヒド実測結果を稼働時および停止時の結果と合わせて図 10-1-1, 2 に示す。これらの結果から下記のことになった。

▲ 調査した 5 住宅のホルムアルデヒド濃度は、換気停止後もすべて厚生労働省の指針値（100µg/m³）を大

きく下回っている。

▲ 換気停止後のホルムアルデヒド濃度は、5 住宅中 3 住宅で顕著な濃度上昇は認められなかったが 2 住宅で 2 倍強増加した。

▲ 調査した 5 住宅の停止後のアセトアルデヒド濃度は、C 住宅を除く 4 住宅で濃度上昇が認められた。C 住宅で濃度上昇が認められなかったのは停止時の室温が稼働時の 13°C から 6°C に低下したのが原因と考えられる。

▲ A 住宅の停止後のアセトアルデヒド濃度は、5 倍強増加

しており厚生労働省の指針値（48µg/m³）を超えた。同住宅の 2F の床にはすべてレッドパインのムク材が使われていた。

表 10-1-4 HPLC の分析条件

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

表 10-1-5 GCMS の分析条件

項目	条件
GC-MS	JEOL (Automass-System II)
カラム	DB-1 0.25mm×60m
カラム温度	40°C(5min)→10°C/min→300°C
注入量	1µl
解析ソフト	NIST

表 10-1-6 アルデヒド類測定結果（機械換気稼働）

		室温度[°C]	ホルムアルデヒド(H) [µg/m ³]	アセトアルデヒド(A) [µg/m ³]	A/H
A 住宅	1F 居間	20.1	15	17	1.1
	2F 洋室	19.9	14	16	1.1
B 住宅	1F 居間	15.3	11	20	1.8
	2F 洋室	15.8	8	18	2.3
C 住宅	1F 居間	13.1	12	20	1.7
	2F 洋室	13.2	12	22	1.8
D 住宅	1F 居間	19.4	11	26	2.4
	2F 洋室	19.8	9	13	1.4
E 住宅	1F 居間	5.9	4	12	3.0
	2F 洋室	7.5	3	7	2.3

次に、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド濃度の換気時と停止時での実測値の対比を図10-1-3及び4に示す。

図10-1-3と4のホルムアルデヒド(H)とアセトアルデヒド(A)の濃度比(A/H)の比較により停止時の濃度比は稼動時の濃度比より大きくなり、換気装置

を停止させることによりホルムアルデヒドよりアセトアルデヒドの方が影響を受けやすく室内濃度が高くなる傾向にあるものと考えられる。

また、ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドの換気停止による影響は各住宅により異なり、これらの物質を含む建材は一様でないことを示している。

表 10-1-7 アルデヒド類測定結果（機械換気停止）

		室温度[°C]	ホルムアルデヒド(H) [μg/m ³]	アセトアルデヒド(A) [μg/m ³]	A/H
A住宅	1F居間	20.8	32	80	2.5
	2F洋室	20.7	36	83	2.3
B住宅	1F居間	15.8	8	18	2.3
	2F洋室	16.8	10	34	3.4
C住宅	1F居間	6.3	14	23	1.6
	2F洋室	6.1	15	23	1.5
D住宅	1F居間	21.6	14	38	2.7
	2F洋室	22.4	10	24	2.4
E住宅	1F居間	6.3	4	25	6.3
	2F洋室	8.0	4	27	6.8

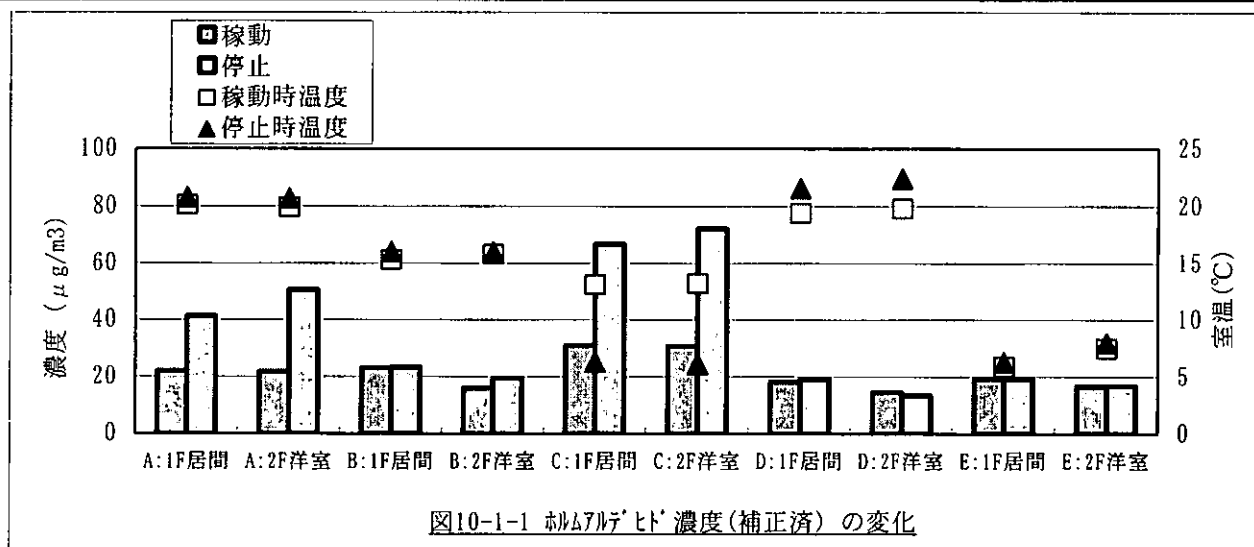


図10-1-1 ホルムアルデヒド濃度(補正済)の変化

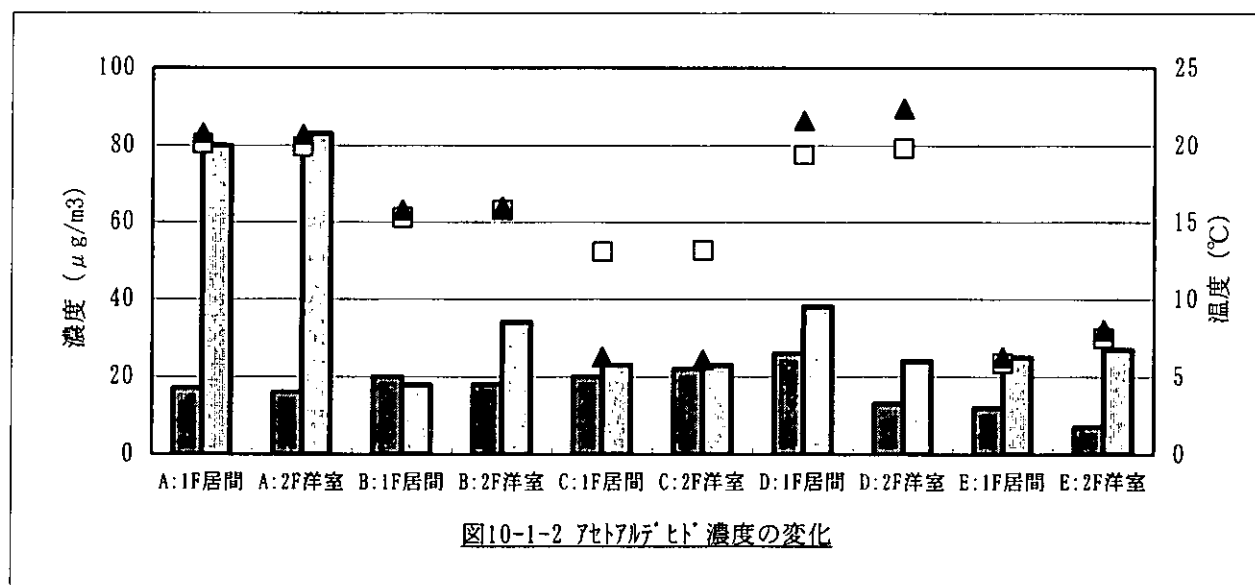


図10-1-2 アセトアルデヒド濃度の変化

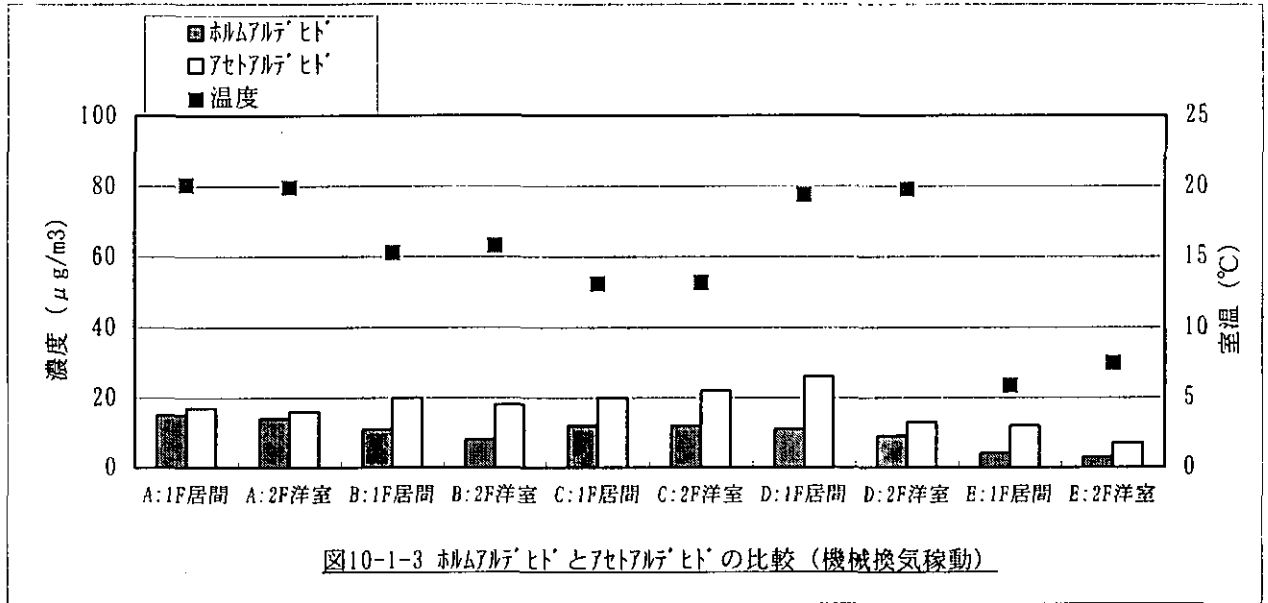


図10-1-3 ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの比較（機械換気稼動）

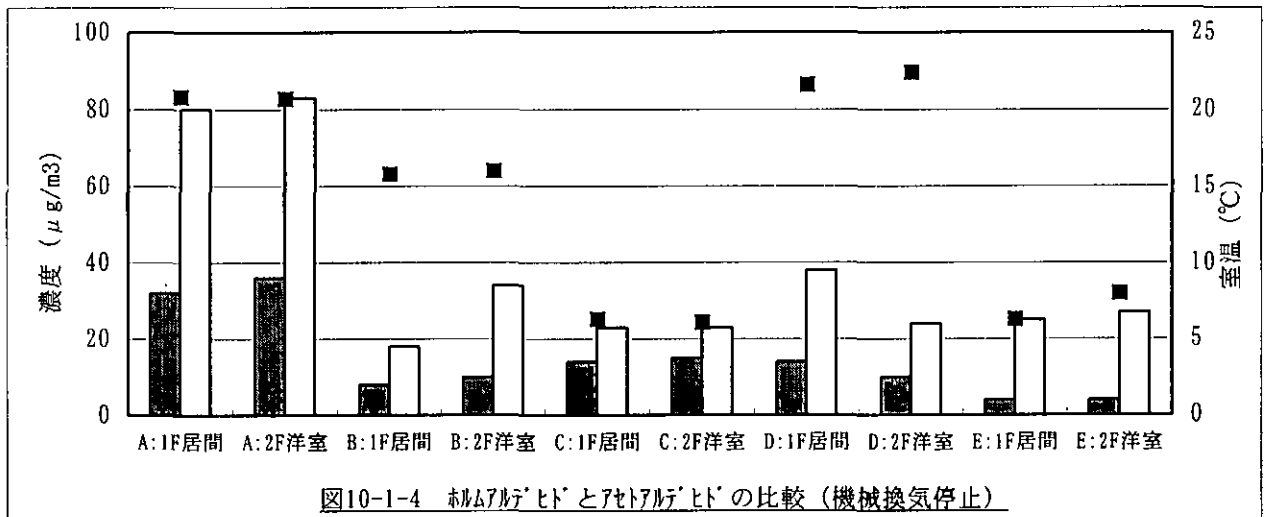


図10-1-4 ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの比較（機械換気停止）

10-1-5 揮発性有機化合物 (VOC)

測定対象 42 物質から検出された物質のみの濃度結果をまとめて表 10-1-8～12 および図 10-1-5～14 に示す。調査した住宅は表 10-1-3 の換気計画に示すように換気回数 0.5 (業者設計値) の住宅である。そのうち A～C の 3 住宅については、換気量を実測し実測換気回数を表 10-1-3 中に記載した。

揮発性有機化合物の測定結果より下記の結果が得られた。

▲ A 住宅から換気中に検出された成分はトルエン、α-ピネン、および n-ノナナールの 3 種と少なく、α-ピネンの濃度は換気停止後 200ppm→2,200ppm の約 11 倍増加した。換気停止後トルエン濃度が低下したのは、ガスサンプリング中において家の外側で一部工事がなされており外気に含まれるトルエンを吸引したものと

考えられた。

▲ B 住宅では低濃度ながらジクロロメタン、メチルエチルケトンが検出され、換気停止後それらの濃度は約 5 倍になった。また同様にトルエン、α-ピネンおよびリモネンは約 3 倍の濃度になるのが認められた。

▲ C 住宅では換気中に α-ピネンら 4 成分が検出されたが、停止後それらの濃度上昇は 1.0～1.4 倍と顕著な上昇は見られなかった。この原因は、前述したように停止時の室温は 6°C となり、換気稼動時の 13°C から約 7°C 低下したことによるものと考えられる。因みに 7°C の低下はホルムアルデヒドの補正式に当てはめると約 2 倍の増加に相当する。

表 10-1-8 揮発性有機化合物測定結果 (A住宅) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

		1F 居間		S/M	2F 洋室		S/M
		稼動(M)	停止(S)		稼動(M)	停止(S)	
温度 (°C)		20.1	20.8	1.0	19.9	20.7	1.0
湿度 (%)		54	61	1.1	50	53	1.1
17	トルエン	31	18	—	32	15	—
27	α -ピネン	178	2264	13	229	2127	9
33	リモネン(+)	ND	42	—	ND	26	—
34	n-ノナール	ND	ND	—	19	ND	—
TVOC		209	2324	11	280	2168	8

表 10-1-9 揮発性有機化合物測定結果 (B住宅) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

		1F 居間		S/M	2F 洋室		S/M
		稼動(M)	停止(S)		稼動(M)	停止(S)	
温度 (°C)		15.3	16.0	1.0	15.8	16.0	1.0
湿度 (%)		60	61	1.0	61	61	1.0
1	ジクロロメタン	21	108	5.1	43	224	5.3
2	メチルエチルケトン	11	56	5.4	ND	37	—
4	ヘキサン	ND	15	—	ND	16	—
16	メチルイソブチルケトン	ND	ND	—	ND	21	—
17	トルエン	41	130	3.2	35	112	3.2
20	オクタン	ND	14	—	ND	ND	—
23	mp キシレン	ND	14	—	ND	10	—
27	α -ピネン	2348	7801	3.3	2014	5973	3.0
32	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	14	—	ND	ND	—
33	リモネン(+)	74	215	2.9	63	185	3.0
35	ウンデカン	ND	13	—	ND	22	—
TVOC		2495	8380	3.3	2155	6600	3.1

表 10-1-10 揮発性有機化合物測定結果 (C住宅) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

		1F 居間		S/M	2F 洋室		S/M
		稼動(M)	停止(S)		稼動(M)	停止(S)	
温度 (°C)		13.1	6.3	0.5	13.2	6.1	0.5
湿度 (%)		58	55	0.9	58	56	1.0
1	ジクロロメタン	100	130	1.3	130	130	1.0
27	α -ピネン	2300	2700	1.2	2700	2900	1.1
33	リモネン(+)	55	63	1.1	58	82	1.4
35	ウンデカン	78	93	1.2	77	95	1.2
39	n-トリデカン	78	90	1.2	77	87	1.1
TVOC		2611	3076	1.2	3042	3294	1.1

▲ D住宅は調査5住宅で唯一人が居住している住宅である。通常新築時には検出されない殺虫剤のp-ジクロロベンゼンが1F居間で厚労省指針値を超える濃度で換気中でも検出された。換気後はトルエン、α-ピネンの上昇は約1.4~2.6倍なのに対しp-ジクロロベンゼンは約4倍と大きく上昇した。

▲ E住宅においては、サンプリング時の温度は6~8℃と以下と推定され問題はないと考えられる。しかし、指針値対象物質以外の物質で換気中には検出されなかったものが停止後種々検出され、改めて換気の重

要性が確認された。

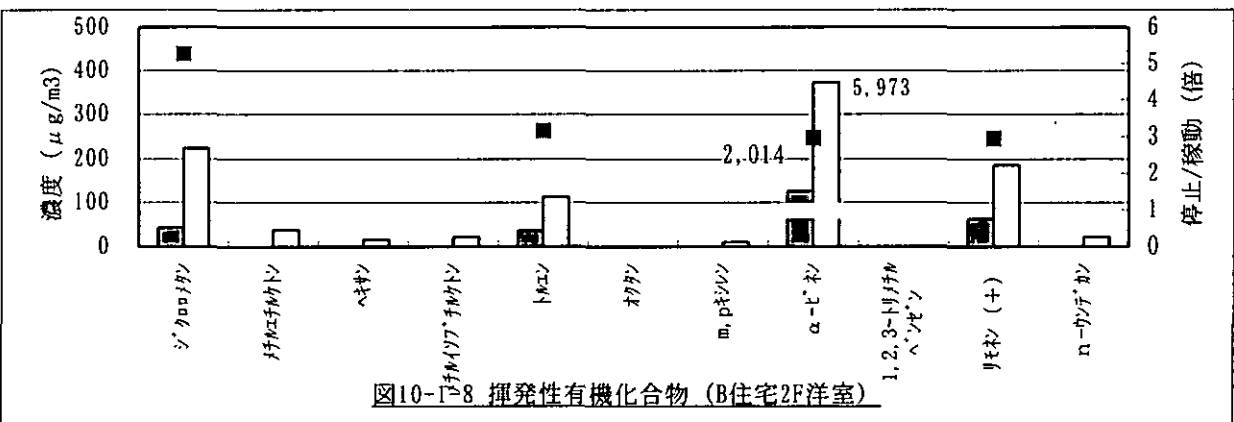
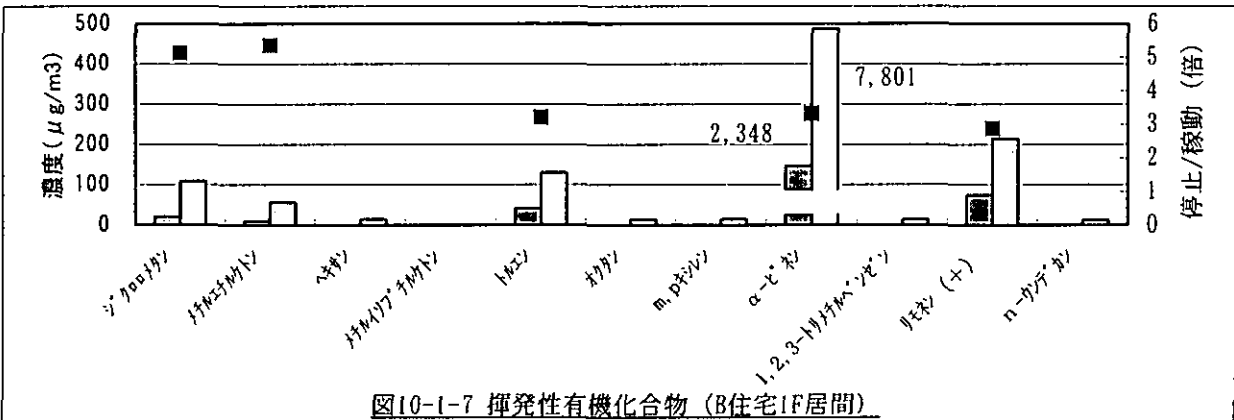
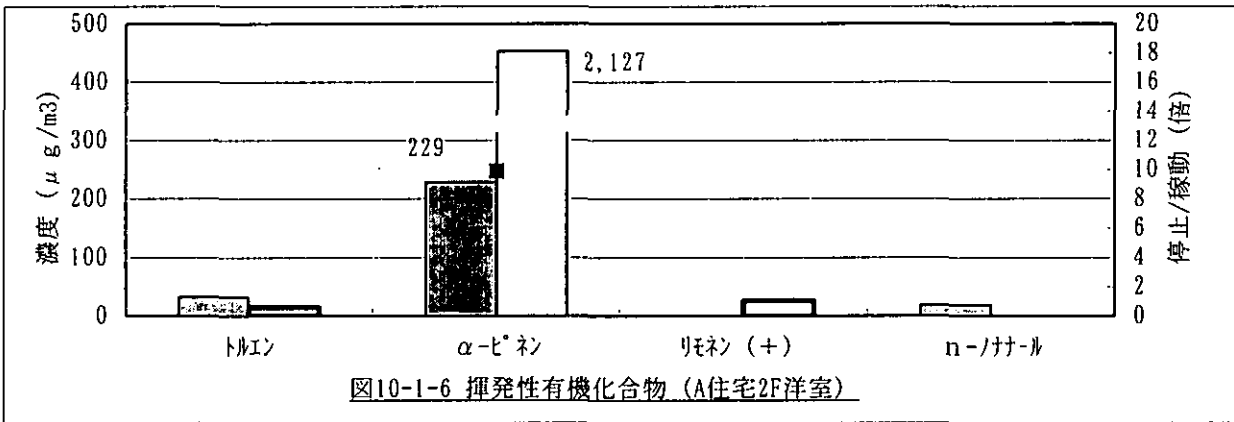
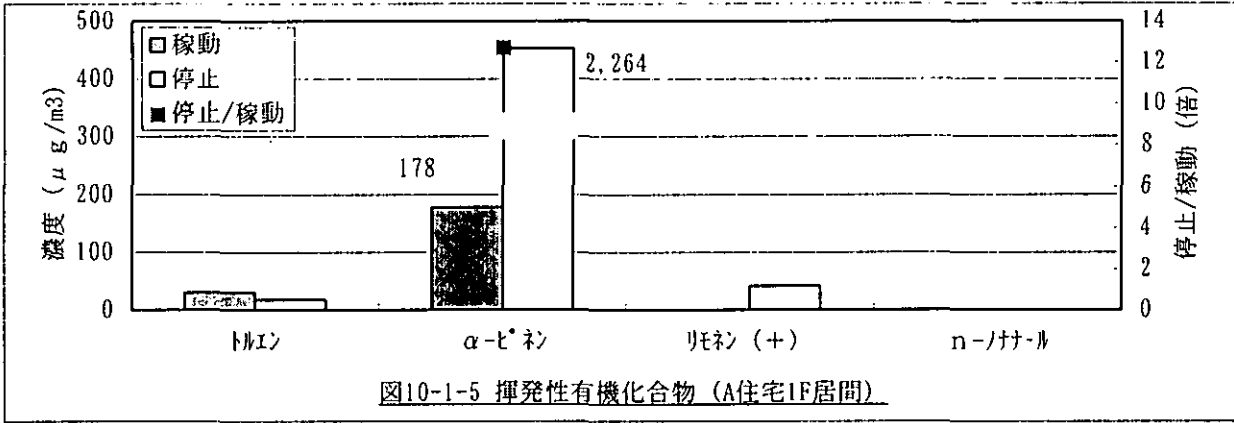
▲ α-ピネン濃度は全調査住宅で高い水準にあり、換気停止後の濃度上昇はA住宅で9~13倍と高く、B、D及びE住宅で2~6倍あった。A住宅の濃度上昇の高い原因としては①A住宅の実測換気回数は0.63と高く、気積も比較的小さいことから換気効率が良い②建材の種類の違いが考えられた。因みに、A住宅で使用されたムクフローリング材はレッドパインであり、B、D、E住宅はナラであった。

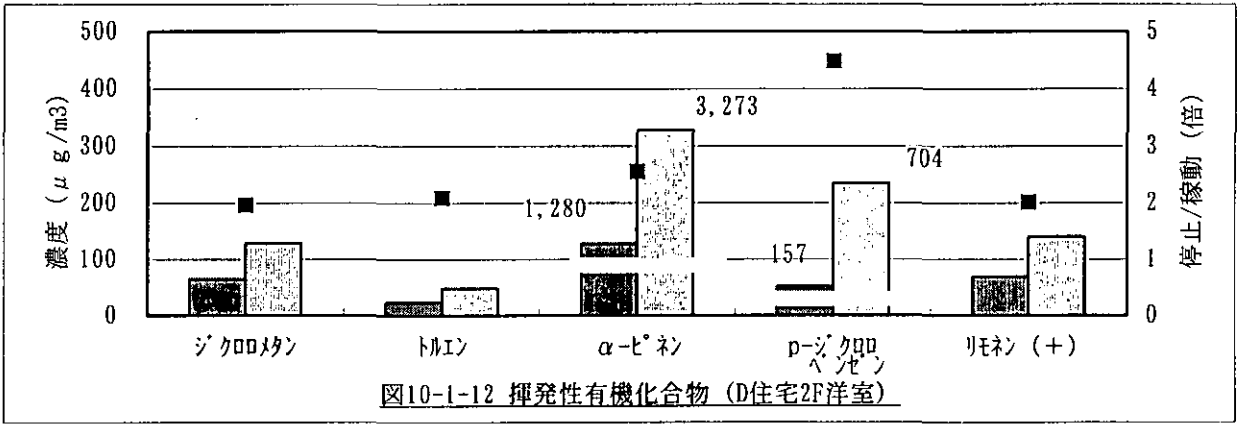
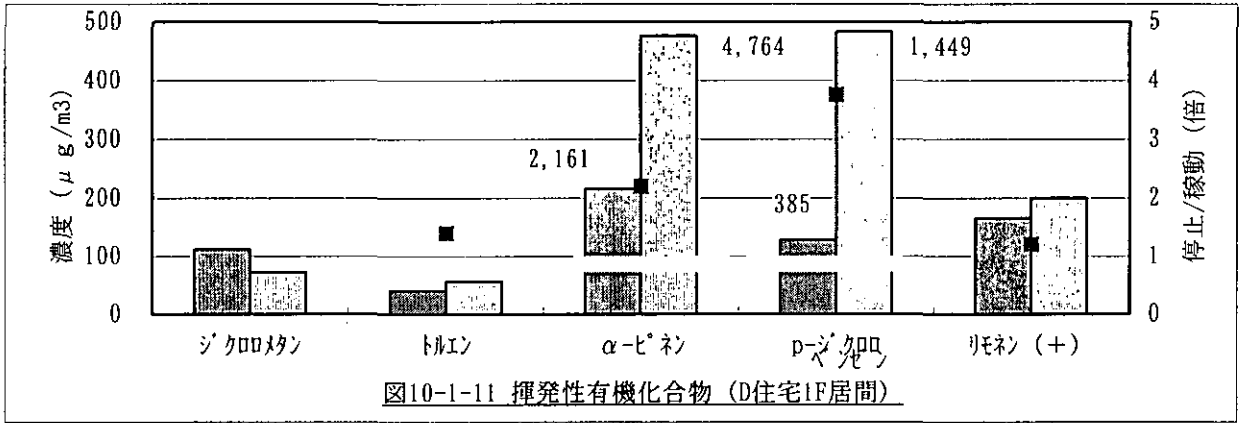
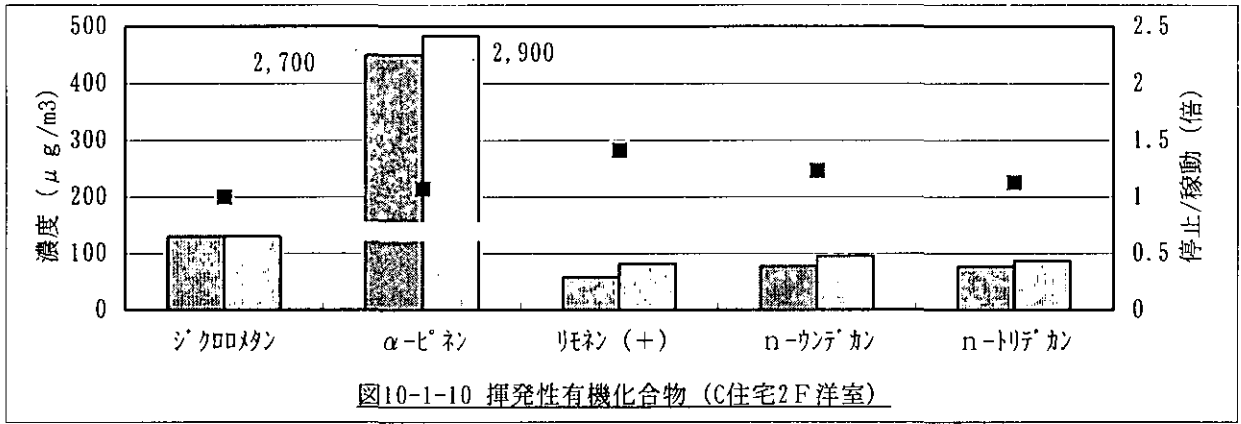
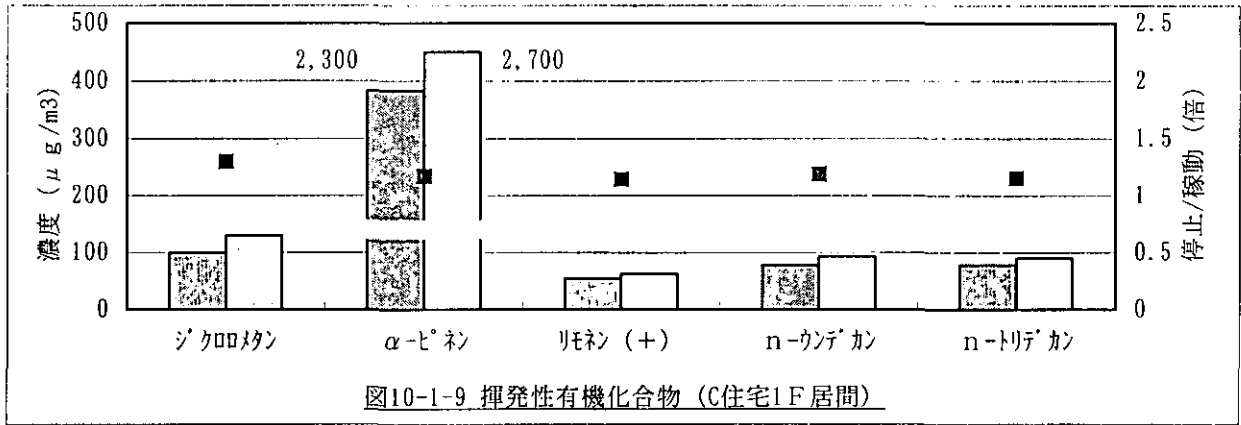
表 10-1-11 揮発性有機化合物測定結果 (D住宅)

	1F 居間		S/M	2F 洋室		S/M	
	稼動 (M)	停止 (S)		稼動 (M)	停止 (S)		
温度 (°C)	19.4	21.6	1.1	19.8	22.4	1.1	
湿度 (%)	48	48	1.0	46	43	0.9	
1	ジクロロメタン	112	72	0.6	65	128	2.0
17	トルエン	41	57	1.4	23	48	2.1
27	α-ピネン	2161	4674	2.2	1280	3273	2.6
31	p-ジクロロベンゼン	385	1,449	3.8	157	704	4.5
33	リモネン(+)	166	200	1.2	69	140	2.0
	TVOC	2865	6452	2.3	1594	4293	2.7

表 10-1-12 揮発性有機化合物測定結果 (E住宅)

	1F 居間		S/M	2F 洋室		S/M	
	稼動 (M)	稼動 (M)		稼動 (M)	稼動 (M)		
温度 (°C)	5.9	6.3	1.1	7.5	8.0	1.1	
湿度 (%)	57	54	0.9	58	53	0.9	
1	ジクロロメタン	ND	55	-	77	209	2.7
2	メチルエチルケトン	ND	23	-	ND	11	-
3	酢酸エチル	ND	418	-	438	1,310	3.0
4	ヘキサン	ND	19	-	10	16	1.7
17	トルエン	ND	62	-	15	98	6.5
25	o-キシ	ND	10	-	ND	11	-
26	n-ノナン	ND	57	-	ND	75	-
27	α-ピネン	880	2340	2.7	348	2034	5.8
28	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	29	-	ND	29	-
29	1,2,3-トリメチルベンゼン	31	136	4.3	33	196	6.0
30	n-デカン	135	490	3.6	86	570	6.6
32	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	23	-	ND	27	-
33	リモネン(+)	17	50	2.9	10	44	4.5
35	ウンデカン	ND	136	-	ND	121	-
	TVOC	1063	3848	3.6	1017	4751	4.7





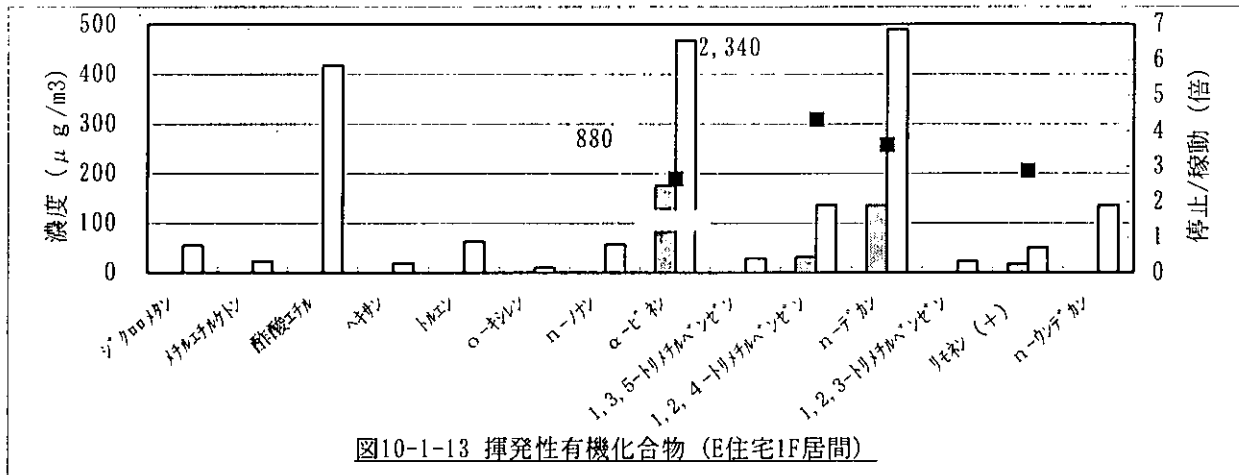


図10-1-13 揮発性有機化合物 (E住宅1F居間)

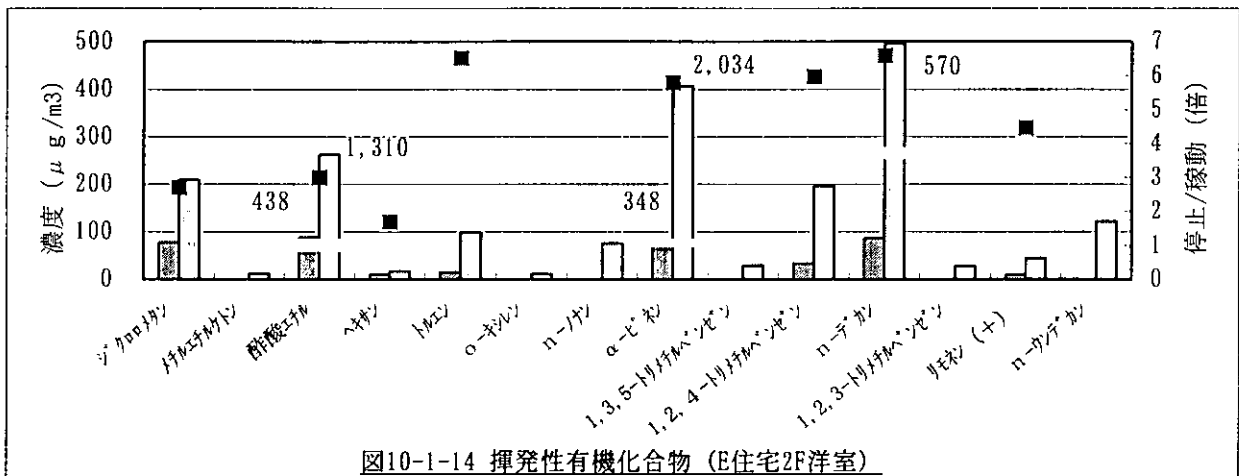


図10-1-14 揮発性有機化合物 (E住宅2F洋室)

10-1-6 まとめ

昨年7月1日より建築基準法が改正施行され、24時間機械換気が原則義務付けられ、室内空気質の測定は換気設備稼働が前提で評価されることになった。

そこで、新築5住宅を対象に換気設備を停止することによる影響を調査し、右記の結果を得た。

表 10-1-13 換気設備停止による化学物質の増加倍数

	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	揮発性有機化合物
A住宅	2.1	4.9	9.5
B住宅	1.1	1.4	3.2
C住宅	2.3	1.1	1.2
D住宅	1.0	1.7	2.5
E住宅	1.0	3.0	4.2
平均	1.5	2.4	4.1

注 1: ホルムアルデヒド濃度は温度湿度補正濃度。その他は実測値 (各住宅2室を平均して表示)

注 2: C住宅は稼働(13.2°C)→停止(6.2°C)で6°C低下

▲ 換気設備を停止させることにより、表 10-1-13 に示されるように室内の濃度が上昇し、その上昇の度合いはホルムアルデヒドが一番少なく、次いでアセトアルデヒド、揮発性有機化合物 (VOCs) の順であった。

▲ 換気停止後の各物質の濃度上昇は、住宅により異なることから、使用する建材または換気効率に依存するものと考えられた。

▲ A住宅の換気中のアセトアルデヒド濃度は $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり十分に厚労省指針値 ($48\mu\text{g}/\text{m}^3$) を下回る結果であったが、停止後の同濃度は $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ と5倍に増加し指針値を大きく超える結果になった。

▲ 居住者がいるD住宅では、防虫剤のp-ジクロロベンゼンが換気中でも若干指針値を上回り、さらに換気停止することによりその濃度は約4倍と大きく指針値を上回る結果となった。

以上のことから換気設備を停止させることは、室内の化学物質濃度を大きく (場合によっては10倍以上) 上昇させることになり、厚労省指針値を越える場合もあり、健康に与える影響が大きいことが確認出来た。

10-2 高気密高断熱住宅におけるダニ実態調査

10-2-1 はじめに

NPO 健康住宅普及協会では平成 11 年からスタートさせた新築住宅を対象にした「健康住宅認定制度」の中で屋内性ダニの生息動態は入居後の生活スタイルなどの要因が大きいと考えられたため、入居 3 年後までの追跡調査を行い、同時に調査を行った在来木造住宅や集合住宅と比較すると、標本数は少ないが同じ築後年数では低密度に維持されている傾向が見られた。

(平成 13 年度報告) 次ぎに一般住宅におけるダニ生息密度の実態を明らかにするため、平成 13~14 年に集合住宅を含む 38 住宅の調査を平成 14 年 12~15 年 1 月及び 15 年 9~10 月の 2 度行い、ダニ生息要因となる諸項目をアンケートの回答から読みとり、生息密度との関連を解析した。(平成 14 年度報告) これを受けて、今年度は昨年実施した 38 住宅のダニ生息実態調査をベースに、高気密・高断熱住宅について住宅数を増やし、工法の違いによるダニ生息密度の違いを対比(優位性)するために 34 住宅を調査したものである。

10-2-2 調査方法(調査住宅とアンケート調査)

調査住宅の選定に当たっては昨年度実施した一般住宅との比較が主目的であるため、所在地や築後年数が偏らないことが望ましい旨の要望を出していたところ、当協会の建設会員が建築した高気密高断熱住宅 34 戸が選定された。34 戸のプロフィールを表 10-2-1 に示したが、次世代省エネ基準をクリアした住宅がほとんどのため、必然的に築後年数 10 年未満の比較的新しい住宅が多かった。

またダニ検査に先だってハウスダスト採取時にアンケート調査を行っており、その調査項目を表 10-2-2 に示した。

表 10-2-1 調査対象住宅

住宅 No.	建築工法	築後年数	断熱・換気方式
1 K.T	在来軸組	1 年 0 ヶ月	外断熱・第 1 種
2 I.T	2x4	6 年 10 ヶ月	内断熱・第 3 種
3 G.I	在来軸組	6 年 1 ヶ月	外断熱・第 3 種
4 F.M	"	7 年 2 ヶ月	外断熱・第 1 種
5 Y.T	"	2 年 0 ヶ月	内断熱・第 3 種
6 A.S	"	1 年 1 ヶ月	外断熱・第 1 種
7 T.K	"	3 年 7 ヶ月	外断熱・第 1 種
8 Y.S	"	年 7 月	内断熱・第 3 種
9 T.S	"	2 年 1 ヶ月	内断熱・第 3 種
10 W.M	"	1 年 8 ヶ月	内断熱・第 3 種
11 K.T	"	4 年 1 ヶ月	内断熱・第 3 種
12 G.E	"	2 年 1 ヶ月	内断熱・第 3 種

13 N.Y	"	1 年 3 ヶ月	内断熱・第 3 種
14 N.T	"	1 年 9 ヶ月	外断熱・第 1 種
15 T.A	"	4 年 3 ヶ月	外断熱・第 1 種
16 M.T	"	1 年 7 ヶ月	外断熱・第 1 種
17 N.Y	"	1 年 0 ヶ月	外断熱・第 3 種
18 O.F	"	0 年 4 ヶ月	外断熱・第 3 種
19 K.M	"	0 年 1 ヶ月	外断熱・第 1 種
20 K.T	"	0 年 7 ヶ月	外断熱・第 3 種
21 K.-	"	3 年 8 ヶ月	外断熱・第 3 種
22 U.-	"	2 年 5 ヶ月	外断熱・第 3 種
23 H.K	"	2 年 11 ヶ月	外断熱・第 3 種
24 T.M	"	2 年 0 ヶ月	外断熱・第 3 種
25 U.K	"	0 年 1 ヶ月	外断熱・第 3 種
26 N.M	"	4 年 0 ヶ月	外断熱・第 1 種
27 K.K	"	1 年 7 ヶ月	外断熱・第 3 種
28 H.A	"	7 年 0 ヶ月	外断熱・第 3 種
29 K.Y	"	3 年 10 ヶ月	外断熱・第 3 種
30 S.N	"	4 年 1 ヶ月	外断熱・第 3 種
31 K.S	"	9 年 1 ヶ月	外断熱・第 3 種
32 M.Y	"	10 年 1 ヶ月	外断熱・第 3 種
33 O.M	"	7 年 10 ヶ月	外断熱・第 3 種
34 K.H	"	0 年 2 ヶ月	外断熱・第 3 種

表 10-2-2 アンケート調査の項目

① 住宅について

項目	調査内容
1	住宅の所在地、立地場所周辺の環境
2	住居構造、建築工法
3	断熱・換気方式
4	築後年数、増改築の有無
5	住宅の平面図

② 住宅内の環境について

項目	調査内容
1	家族構成
2	換気回数・窓の開閉状況
3	家族内でのアレルギーの有無
4	喫煙者の有無
5	カーペット使用部屋の有無
6	ぬいぐるみの有無
7	室内観葉植物の有無、あれば鉢数
8	室内で飼育しているペットの有無。種類
9	畳、カーペットの防ダニ機能の有無
10	カビ発生の有無、発生場所
11	ハウスダスト採取時の部屋の温湿度

③ 畳、カーペット、ソファについて

項目	調査内容
1	使用している部屋の階数
2	使用している部屋の用途
3	部屋の管理・使用状況・在室時間
4	部屋の日照条件
5	部屋の掃除状況
6	畳、カーペット、ソファの形態、種類、材料
7	使用年数
8	ハウスダストの採取面積・時間
9	採取時の部屋の温湿度

④ 寝具類について

項目	調査内容
1	使用者
2	寝具の種類（敷き、掛け、ベッドマット）
3	寝具の使用時間
4	防ダニ機能表示の有無
5	使用形態（寝具の収納法、使用床面）
6	寝室の冷暖房設備
7	使用年数
8	布団、寝具の素材、材質
9	ハウスダストの採取面積・時間
10	採取時の部屋の温湿度

10-2-3 ダニの調査

(1) ハウスダストの採取

一般住宅内でダニが生息しやすい床材や寝具、インテリア製品として、①畳、②カーペット・ジュタン類、③寝具類、④ソファを調査対象にし、吸い込み仕事率 500W 以上の電気掃除機を用い、調査対象ごとに新しい集塵袋を使用し、あらかじめ測定した調査対象面積に対して 20 秒/m²の割合で採塵する。ただし寝具（布団）の場合は専用の吸塵ノズル（アトピット）で同様に採取した。調査対象は 1 住宅当たり上記 5 対象がマニュアルとして提示されているが、回収された標本（集塵袋）数は住宅によりかなり差が見られた。

34 住宅から回収された集塵袋（標本）数は 138 で、住宅ごとの標本数を纏めたのが表 10-2-3 である。

また採取対象（採取場所）ごとの標本数を纏めたのが表 10-2-4 である。

ただハウスダスト採取用の集塵袋について形態や大きさを指定しなかったため、回収された集塵袋は各種のものが混在し、中でも合繊不織布単層のものは袋からのダスト回収が困難であった。

表 10-2-3 標本数

標本数	住宅数	標本数計
2	4	8
3	3	9
4	18	72
5	6	30
6	2	12
7	1	7
合計		138

表 10-2-4 採取場所別標本数

採取場所	住宅数（標本数）
和室（畳）	33（37）
カーペット	28（28）
ソファ	14（14）
敷き布団	28（31）
掛け布団	26（28）

(2) ハウスダストからのダニの分離同定

回収された集塵袋からダニ調査に至る手順を図 10-2-1 に示す。

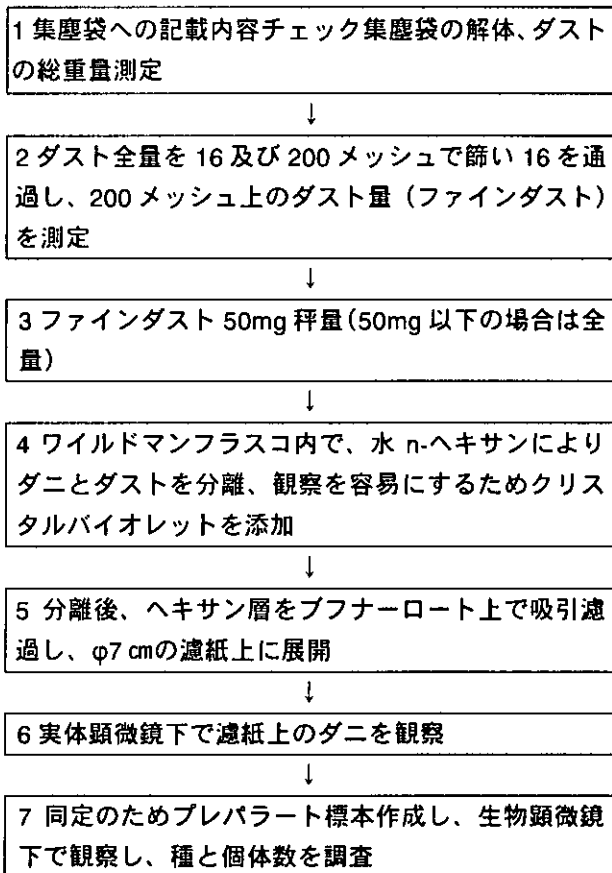


図 10-2-1 ダニ調査の手順

10-2-4 調査結果

34 戸の高気密・高断熱住宅から検出されたダニ類は一般住宅と同様チリダニ類を主体とする一般的な屋内性ダニが検出された。表 10-2-5 に主要なダニの検出割合を、また表 10-2-6 には 34 住宅の場所ごとの調査結果を示す。

今年度調査した 34 住宅のダニ生息実態調査は、平成 15 年 11 月 20 日～平成 16 年 1 月 29 日にかけてハウスダスト採取が実施されており、昨年 38 住宅で行った第 1 回調査と時期的に一致している。

表 10-2-5 検出された主要なダニと検出割合

検出されたダニ	検出割合 (%)
チリダニ科	92.3
ホコリダニ科	4.9
イエササラダニ科	0.9
ツメダニ科	0.8
中気門類	0.4
その他	0.7

表 10-2-6 から、ほとんどの住宅が築後 10 年未満だが、各住宅からはチリダニを主体にした屋内性ダニが検出されており、各種ダニを纏めた対象場所別の単位面積当たりの検出数では、カーペットがもっとも生息密度が高く、次いでソファ、敷き布団、畳の順になり、掛け布団は他の場所と比べると顕著に低い数値であった。表 10-2-6 には記載がないが、畳はダニ全体の生息密度はカーペットやソファより低い、検出されたダニの種数は最も多く、次いでソファであった。これに対してカーペットや寝具類はチリダニ類の占める割合が高かった。表 10-2-7 に採取場所別の検出ダニ種数を示した。

平成 14 年度に行った集合住宅を含む 38 住宅と今年度実施した高気密・高断熱 34 住宅の調査は、①調査時期②ハウスダスト採取場所、採取方法、③ダニ調査法などが同一であることから 5 調査対象の単位面積当たりの検出ダニ数を比較することで生息ダニ密度の差を見ることができると表 10-2-8 に前年度と今年度の調査対象場所ごとの 1m² 当たりの平均検出ダニ数の比較を示した。

上記結果表から一般住宅に比べて高気密高断熱住宅生息密度は総体的に低い傾向が認められ、とくに畳、カーペット、ソファでこの差が顕著であった。ただ、両群でダニ生息密度の要因で異なる点は、築後年数の違いで、一般住宅 38 戸は 10 年以上経過した住宅が大部分であったの

に対し、今回の調査対象住宅は 10 年未満がほとんどを占めたことである。

表 10-2-7 採取場所別の検出ダニ種類数

採取場所	検出されたダニ	平均種数
畳 (和室)	チリダニ、ツメダニ、コナダニ ホコリダニ、ニクダニ、 イエササラダニ、カザリヒワダニ ヒメハダニ、マヨイダニ その他の中気門類 前気門類、隠気門類	2.8
カーペット	チリダニ、ホコリダニ カザリヒワダニ、マヨイダニ イエササラダニ、中気門類 前気門類	1.7
ソファ	チリダニ、ツメダニ、ニクダニ コナダニ、イエササラダニ	2.3
敷き布団	チリダニ、ホコリダニ、ツメダニ ニクダニ、中気門類	1.7
掛け布団	チリダニ、中気門類 ホコリダニ	1.0

表 10-2-8 一般住宅と高気密高断熱住宅の比較

採取場所	平均検出ダニ数 (個体数/m ²)	
	一般住宅	高気密高断熱住宅
畳	76.5	18.3
カーペット	234.6	70.1
ソファ	165.5	46.8
敷き布団	43.6	35.4
掛け布団	10.9	4.7

表 10-2-9 築後年数と各場所からの検出ダニ数

築後年数	検出ダニ数/m ²				
	畳	カーペット	ソファ	敷布団	掛布団
0~1(7)	4.8	95.1	8.2	21.1	4.6
1~2(8)	5.0	19.7	10.9	22.3	2.4
2~3(4)	8.0	23.5	47.7	13.3	17.3
3~4(4)	2.1	2.8	33.0	1.8	0.0
4~5(3)	12.6	155.0	10.0	9.3	0.6
5~6(0)	-	-	-	-	-
6~7(3)	6.7	22.0	109.0	16.0	-
7~8(2)	18.0	359.0	95.0	263.5	6.5
>8(2)	207.0	101.5	83.5	90.5	6.0

これら 34 住宅について築後年数と採取場所ごとの平均検出ダニ数を纏めたのが表 10-2-9 である

表 10-2-6 高気密・高断熱住宅 34 住宅におけるダニ調査結果

住宅 No.	1 m ² 当たりの検出ダニ数									
	和室 (畳)		カーペット		ソファ		敷き布団		掛け布団	
	面積 (m ²)	ダニ数	面積 (m ²)	ダニ数	面積 (m ²)	ダニ数	面積 (m ²)	ダニ数	面積 (m ²)	ダニ数
1K.T	10.0 10.7	0.3 5	3.8	359	-	-	1.8 1.8	12 101	2.8 2.3	1 27
2I.T	8.3	4	-	-	2.5	209	2.4	16	-	-
3GI	9.2	14	-	-	1.6	9	-	-	1.9	*
4F.M	-	-	7.1	359	6.0	95	1.5	46	1.5	7
5Y.T	10.0	0.3	5.0	2	-	-	3.0	2	3.0	0.3
6A.S	10.0 7.5	2 22	-	-	3.2	2	3.4 3.4	35 45	3.4	5
7T.K	10.0	0.9	1.4	3	-	-	3.4 3.4	3 2	3.4 6.0	0 0
8Y.S	13.0	37	5.0	45	2.6	*	2.4	7	2.4	2
9T.S	-	-	10.0	14	3.0	46	5.0	5	5.0	2
10W.M	10.0	1	5.3	32	-	-	3.0	3	3.0	1
11K.T	3.0 3.0	14 3	2.0	21	-	-	-	-	2.5	0.4
12GE	13.0	12	4.0	65	-	-	2.4	7	2.4	64 (毛布)
13N.Y	3.3	12	-	-	3.0	*	-	-	1.7 (ベッドパッド)	3
14N.T	12.0	1	-	-	-	-	-	-	5.6	0
15T.A	11.0 5.4	6 19	4.0	433	-	-	3.2	0.6	3.9	0.7
16M.T	8.6	7	4.6	17	1.9	30	4.0	22	5.3	5
17N.Y	4.8	1	4.0	3	-	-	4.4	2	3.2	1
18O.F	10.0	2	3.0	210	-	-	3.0	11	5.0	2
19K.M	10.0	2	4.1	7	2.1	*	4.2	4	5.0	0
20K.T	10.0	18	4.5	36	-	-	4.0	11	4.7	0.8
21K.-	10.0	2	3.6	5	-	-	2.1	0	2.6	0
22U.-	10.0	2	10.0	10	0.8 (ムートン)	15	2.4	21	2.4	2
23H.K	8.0	10	2.8	5	2.2	82	2.4	20	2.7	1
24T.M	13.0	0.6	3.0	0.3	1.6 1.9	* 0.6	1.9 (ベッドパッド)	0	-	-
25U.K	7.0	0.3	3.0	10	3.0	0.3	-	-	3.0	0.3
26N.M	13.0	5	3.3	3	1.2	59	-	-	-	-
27K.K	9.9	4	5.0	47	-	-	4.0	3	4.9	0.2
28H.A	6.5	2	4.0	22	-	-	-	-	-	-
29K.Y	5.0	0.4	4.0	0.3	2.0	7	3.0 (ベッドパッド)	2	-	-
30S.N	1.6	14	3.9	11	2.3	10	2.0	18	-	-
31K.S	9.9	398	11.1	183	1.5	48	6.6 (ベッドパッド)	175	-	-
32M.Y	10.0	16	5.0	20	3.0	119	2.0	6	-	-
33O.M	9.0	18	-	-	-	-	2.0 (ベッドパッド)	481	3.0	6
34K.H	9.7	5	3.2	41	1.7	16	7.3	7	-	-
合計	660		1,963		748		1,068		122	
平均	18.3		70.1		46.8		35.6		4.7	

* : 採取されたが微量で調査出来なかった標本

- : 採取標本なし

表 10-2-9 から、築後 7 年程度までは築後年数と検出ダニ数との間に相関は認めがたく、前年度実施した一般住宅 38 戸についても同様の傾向であったことから、両群の各場所からの検出ダニ数には築後年数の違いを考慮しても差が認められ、とくに畳やカーペットの床面とソファなど生息密度が高い場所で明確であった。これに対して敷き布団や掛け布団は床面やソファほどの違いは見られなかった。

この点については、床面や、ソファなどは部屋の空気環境に直接暴露され、一般住宅に比べると比較的低湿度に維持されているのに対し、布団は使用時以外は押入に収納され、押入の湿度が他の場所より高いことによることも考えられる。

10-2-3 まとめ

当協会の健康住宅認定制度に連動する形で実施した高気密高断熱新築住宅の入居後 3 年後までのダニ生息密度の追跡調査では、一般の在来工法の住宅と比べて低いレベルで推移していることが示唆されたが、調査できたのは 3 住宅だけであった。この傾向をより明確にする目的で今年度は住宅数を増やして高気密高断熱住宅の優位性を客観的に評価した。

調査対象は当協会の会員が建設した 34 住宅で、ライフスタイルなどを調査するアンケートも含め前年度の 38 一般住宅と同じ方法で調査を行った。

ダニ生息密度は検出ダニ数/m² で表したが上記結果表からのまとめとして、

1. 調査場所ごとの生息密度は、カーペット>ソファ>敷き布団>畳>掛け布団の順で、一般住宅ではカーペット>ソファ>畳>敷き布団>掛け布団の順で畳と敷き布団が入れ代わった。
2. 場所ごとに検出されたダニの種数では畳がもっとも多く、次いで、ソファ、カーペットの順であった。
3. 検出された主要なダニの検出割合ではチリダニ科が 92.3% を占め、次いで 4.3% のホコリダニ科であり、イエササラダニや人刺咬性のツメダニは 1% 以下であった。
4. 高気密高断熱住宅 34 戸はほとんど築後 10 年未満であったが、築後年数と生息密度との間には明確な相関は認められなかった。
5. 集合住宅を含む一般住宅と高気密高断熱住宅のダニ生息密度にはかなり差が認められ、畳では 1/4 以下、カーペット、ソファで 1/3 以下であった。特に畳については、前回の 38 住宅の殆どがワラ床畳であったのに対し、今回の 34 住宅はスタイロ畳であり、材質の違いも要因の一つと考えられる。寝具類では差は顕著ではなかったが、生息密度は低く全体としては高気密高断熱住宅は在来工法の一般住宅と比べると住宅内

のダニ生息密度は低い結果であった。

6. 生息密度の差の要因として、住居内の年間の温湿度の違いが想定されるが、今回は測定できなかったため、今後両住宅群について室内の温湿度の調査を併せて実施すればこの点が明確になるものと考えられる。

第 11 章 南九州の小学校教室における ワックスがけ状況の調査

第 11 章 南九州の小学校教室におけるワックスがけ状況の調査

Survey on the Situation of Floor Polishing in Elementary Schools in Southern Japan

The purpose of this study is to investigate the situation of floor polishing in elementary schools in southern Japan. This study is based on questionnaire survey and field monitoring carried out during summer period. As a result of the questionnaire survey, a half of the surveyed schools conducted the floor polishing in the classrooms. The concentrations of Volatile Organic Compounds (VOCs) had been were measured in a classroom of field monitoring since floor polishing finished. The measurements also included room temperature and relative humidity. A high concentration of decane was detected in the classroom. Decane might have been emitted from the floor polishing material. It took 6 days to reach the target value of TVOC concentration after floor polishing in this classroom during summer season.

KEYWORDS: VOCs, Measurement, Questionnaire survey, Classroom, Floor polishing

11-1 研究目的

従来の学校における物理的環境に関しては、国内においては、熱環境・光環境等を中心とした測定が多く行われ¹⁾、空気環境としては冬季の暖房と関連して二酸化炭素濃度等を測定した研究が中心として行われてきた²⁾。日本では昭和 33 年に学校保健法が制定され、昭和 39 年に「学校環境衛生の基準」³⁾として各項目ごとに検査方法等が示され、文部省から各地方自治体の教育長に通知され行政の指導指針となった。その後、平成 12 年 6 月より、厚生労働省が、いわゆるシックハウス症候群に関し、室内空气中化学物質濃度の指針値を順次設定していることを受け、平成 13 年 12 月に学校環境衛生の基準は、毎年 1 回定期にホルムアルデヒド、トルエンについて測定することを必須にし、キシレン、パラジクロロベンゼンについては必要な場合、実施することにした。この基準は平成 16 年 2 月にさらに改定され、エチルベンゼン、スチレンについても検査を行うこととなり、また、ダニ及びダニアルゲンも新たに加えられている。

一方、2002 年度に行った筆者らの鹿児島市内の小学校における調査では、ワックスかけ後の教室において、高い VOC 濃度が得られた。

小学校などの普通教室においては、定期的にワックスがけを行うということも少なくない。床面の保護のために施されるワックスがけによって発生する VOC が高濃度である場合、在室者の健康に影響を及ぼすことが考えられる。児童への化学物質による影響は成人よりも大きいと考えられるため、ワックスがけの状況

について把握することは重要である。ところが、小学校におけるワックスがけの現状はあまり調査されていない。そこで本章では、状況把握のために鹿児島市内の小学校に対しての現状のワックスがけ状況に関するアンケート調査を実施した。また、ワックスがけをおこなった小学校普通教室を対象とした空気質の実測調査も行ったので、その結果についても併せて報告する。

11-2 ワックスがけに関するアンケート調査

11-2-1 アンケート調査概要

ワックスがけにより発生する VOC によって児童が受けると思われる影響が、ワックスがけを行う時期や回数、使用されるワックスの種類などの要因により異なることが考えられる。ワックスがけに関しての調査を行うにあたり、これらの現状を把握する目的でアンケート調査を実施した。

調査は 2003 年 7 月下旬に行った。ワックスがけの状況についての質問事項を記載したアンケート用紙を FAX を用いて各小学校に送信し、回答を得る方式をとった。なお、送信した鹿児島市内の小学校 58 校中 31 校から回答を得ることができた。アンケートの回答者は、ワックスがけを含む清掃作業を担当する教職員とした。アンケート項目を図 11-1 に示す。

11-2-2 アンケート調査結果

小学校のワックスがけに関するアンケート結果の一部を図 11-2～図 11-9 に示す。

第 11 章 南九州の小学校教室におけるワックスがけ状況の調査

アンケートのご協力ありがとうございます。下記アンケートは、ワックスがけ等、教室の清掃管理の内容に詳しい先生、実際に担当されている先生にお答えいただきたく存じます。あてはまる選択項目の□にチェックをつけてお答えください。なお、「その他」の項目をお選びになった場合は、()の欄に具体的な内容をご記入ください。

夏休みのワックスがけに関するアンケート調査

鹿児島大学工学部建築学科岩下研究室

記入月日 () 月 () 日 記入者氏名 ()

- Q 1. 貴校の教室の床はどのタイプですか。
 プラスチックタイル ビニールタイル 木質系フローリング 磁器タイル
 カーペット その他
()
- Q 2. 貴校では、1年に何回、教室床のワックスがけを行いますか。
 1回 2回 3回(学期ごとに行う) 4回 5回以上
 不定期 ワックスがけを行っていない(Q10に進んで下さい)
- Q 3. 貴校では、いつワックスがけを行っていますか。(複数回答可)
 夏季休暇中 冬期休暇中
 春期休暇中 その他()
- Q 4. Q3の質問で「夏季休暇中」にチェックされた方はお答えください。夏季休暇中のワックスがけを実施する日をお教えください。
 () 月 () 日に行う(午前・午後)
 はっきりとした日時は決まっていないが() 月 () 日頃
 日時はまったく決まっていない。
- Q 5. 床ワックスがけはどなたが行っていますか。
 各教室の担任の教師 教師同士で相談して決めた数人の教師
 各教室の担任教師と生徒 教師同士で相談して決めた教師とその教室の生徒
 保護者 教師と保護者
 ワックス清掃の業者 その他()
- Q 6. 床ワックスかけに用いるワックスはどのようなタイプのものですか。[その他欄に商品名の記入でも結構です]
 水性ワックス 油性ワックス
 樹脂ワックス 半樹脂ワックス
 その他() わからない
- Q 7. 貴校でのワックスがけの目的は何でしょうか。
 床の汚れをとるため 床の光沢・美しさを保つため 滑りを良くするため
 その他()
- Q 8. ワックスかけが終了した後の換気方法はどのようにしていますか。
 窓の開放などによる自然換気を行う 換気扇などの機械換気設備を使用した換気を行う
 自然換気と機械換気設備による換気の両方を行う その他()
- Q 9. ワックスがけを行った日は、Q8の方法での換気はどのくらいの時間行っていますか。
 30分以上～1時間未満 1時間以上～2時間未満
 2時間以上～3時間未満 3時間以上() 時間 その他()
- Q 10. Q2で「ワックスがけを行っていない」にチェックされた方のみお答えください。ワックスがけを行っていないのはなぜですか。
()

図 11-1 使用したアンケート用紙

図 11-2 から今回アンケートを回収することができた小学校の大半の床は木質系フローリングが用いられていることがわかる。また、図 11-3 をみると、ワッ

クスがけを行っていない小学校も半数近くに上ることがわかる。

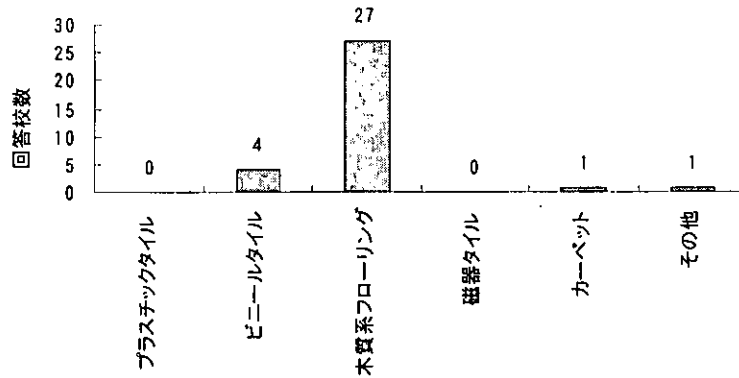


図 11-2 教室の床の種類

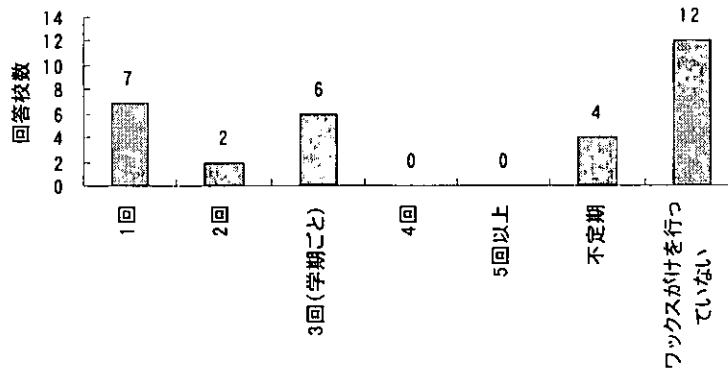


図 11-3 ワックスがけを行う回数

以降、ワックスがけを実施している 19 校について検討する。図 11-4 よりワックスがけの時期は夏期休暇中が 17 校^(注)と最多となり、年 1 回のみ実施する学校においても夏期休暇中に実施される傾向があるといえる。使用ワックスの種類(図 11-5)は、水性のものを使っている学校が多い。ワックスがけ後の換気方法(図 11-6)については、機械換気設備を用いた換気のみにする学校は 1 校しかなく、大半の学校が自然換気のみ、自然換気と機械換気の併用すると答えている。ワックスがけ後の換気時間(図 11-7)は 3 時間以上と答えた学校が半数以上あるという結果となった。また、ワックスを実施する人間は、当該教室の担任教師という回答が最も多かった(図 11-8)。

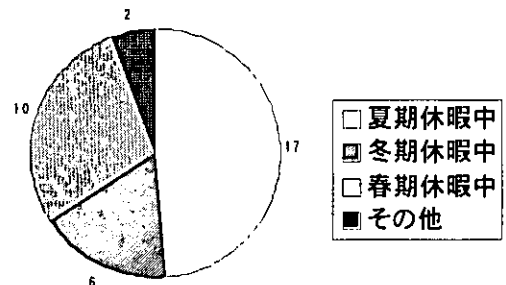


図 11-4 ワックスがけを行う時期

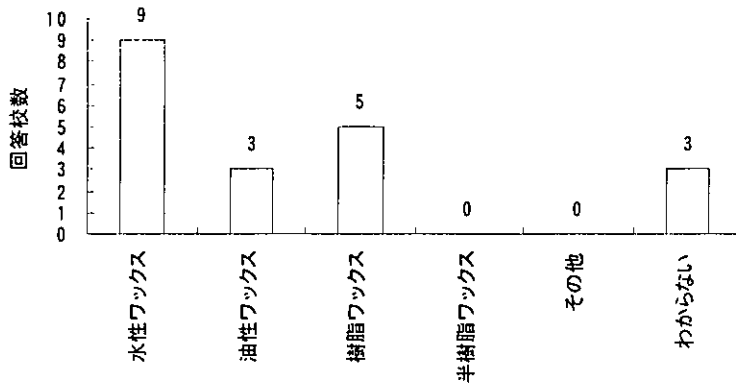


図 11-5 使用するワックスの種類

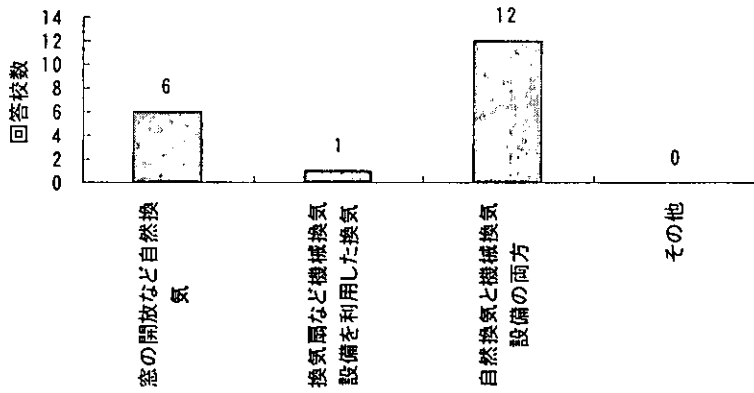


図 11-6 ワックスがけ後の換気方法

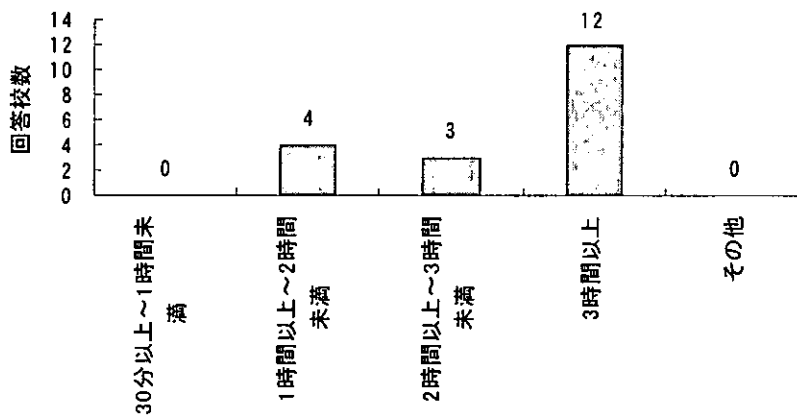


図 11-7 ワックスがけ後の換気時間