

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

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

A survey of the concentration of volatile organic compounds and the occurrence of domestic mites in three highly airtight and adiabatic houses systematized the ventilation for a 24-hour period was carried out for three years in a certain day before and after a family residence. Also, the population dynamics of domestic mites in 38 houses were observed in winter and autumn of 2002. As the results, both formaldehyde and α -pinene were still occurred after three years of building although those were low in concentration. An increase of mites was affected by the tatami mat made by the rice-plant straw in the airtight and adiabatic houses. It is said that the mites' pest management is necessary for dwellers because there were many houses at high acceptability of mite allergy. For the purpose of effective usage by the passive sampler of thermal desorption type for two hours, the uptake rate on twelve organic compounds were observed and discussed.

Keywords: VOCs, HCHO, α -pinene, domestic mites, 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」の定義のもと、健康住宅の普及を図ることを目的として活動している。その活動の一環として、室内空気環境部会およびダニ部会では、協会の事業として行っている「健康住宅認定制度」で早期に調査した高気密・高断熱住宅の 3 住宅について、入居前から入居後 3 年にわたり、室内空気環境濃度の推移および半ば人と共生生活を営むチリダニ生息密度の推移を調査している。

併せて、室内空気環境部会では、ガスを採取するのにポンプを必要とせず、何時でも、誰でも手軽に採取できるパッシブサンプラーについて、より利便性を向上させるため市販の 2 時間対応（熱脱離型）のパッシブサンプラー VOC-TD を対象に Uptake Rate が提出されていない物質の Uptake Rate を求める検討を行っている。

ダニ部会では 2001 年 12 月から 1 月にかけて実施した建築工法が異なる一般住宅のダニ実態調査住宅を対象に、ダニの増殖時期を経過した 2002 年 10 月に第 2 回目の調査を行い、ダニ生息密度と各種変動要因の解析を行っている。

これらの結果をまとめて報告する。

10-2 室内空気環境継続調査

調査は、関東、北陸、東海に位置する高気密、高断熱仕様の入居前住宅 3 邸を対象とした。調査は入居前及び入居後約 3 ヶ月、1 年、2 年、3 年の計 5 回実施し

た。対象住宅の調査日、換気回数を含む住宅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	A 邸		B 邸		E 邸	
入居前	1999	11/03	1999	02/17	1999	12/06
入居日	1999	12/01	1999	12/22	1999	12/01
3 ヶ月後	2000	02/23	2000	02/09	2000	02/24
1 年後	2000	12/13	2000	11/03	2000	11/03
2 年後	2001	12/13	2002	02/08	2002	02/16
3 年後	2003	03/12	2003	03/19	2003	03/13

表 10-2 調査邸の概要

調査項目	A 邸	B 邸	E 邸
所在地	松坂市	浦和市	福井市
竣工年月	1999.11	1999.12	1999.12
住宅構造	木造在来	木造在来	木造在来
延床面積 [m ²]	114	129	303
居住者家族構成	大人 2 人	大 2、小 2	大 2、小 3
換気システム	第 3 種	第 3 種	第 3 種
熱損失係数	2.46	2.41	1.26
換気回数 [回/h]	0.37	0.34	0.33

表 10-3 調査邸の構造

調査住宅	対象室	階	広さ	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
	寝室	2	47.8	畳	檜	ロックウール吸音板
B 邸	居間	1	13.2	フローリング	エコクロス (PB12)	エコクロス (PB12)
	寝室	2	12.2	フローリング	エコクロス (PB12)	エコクロス (PB12)
E 邸	居間	1	139.5	フローリング	ビニールクロス (PB12)	ロックウール吸音板
	寝室	1	13.2	畳	ビニールクロス (PB12)	ロックウール吸音板

10-2-1 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1.2m程度の位置に捕集管(Waters製 Sep-Pak DNPH)の吸引口がくるようにセットし、1L/min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	20 µL
検出波長	355 nm

測定値は次式により実測値を温度(25°C)湿度補正した値を用いた。

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

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 [%]

10-2-2 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、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。そして入居1年後以降の測定は、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

10-5、表10-6に示す。

表 10-5 GC 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 µL

表 10-6 GC/MS 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

10-2-3 ホルムアルデヒドの継続調査

調査結果を図10-1にまとめて示す。

1999年度の入居前調査において、ホルムアルデヒド濃度は、厚生労働省の指針値である100µg/m³を3住宅とも上回っていた。A住宅においては、入居後に入居前よりホルムアルデヒド濃度が高くなり居住者の家具等からのホルムアルデヒドの持込が確認されたが、その後経過時間とともに減少するのが認められた。B住宅の入居3ヶ月後では、入居前の150~200µg/m³から略50µg/m³まで大きく低下し、その後も低濃度で推移したが3年後では若干の上昇が認められた。E住宅からも、入居前で略200µg/m³あった濃度が時間経過とともに低下することが認められた。

当調査住宅は常時機械換気を実施している高气密高断熱住宅であり、そのようなA及びE住宅で1年後の調査で指針値の100µg/m³を超えているということはホルムアルデヒドを含有する部材からの放散が遅いことを意味しているものと考えられた。

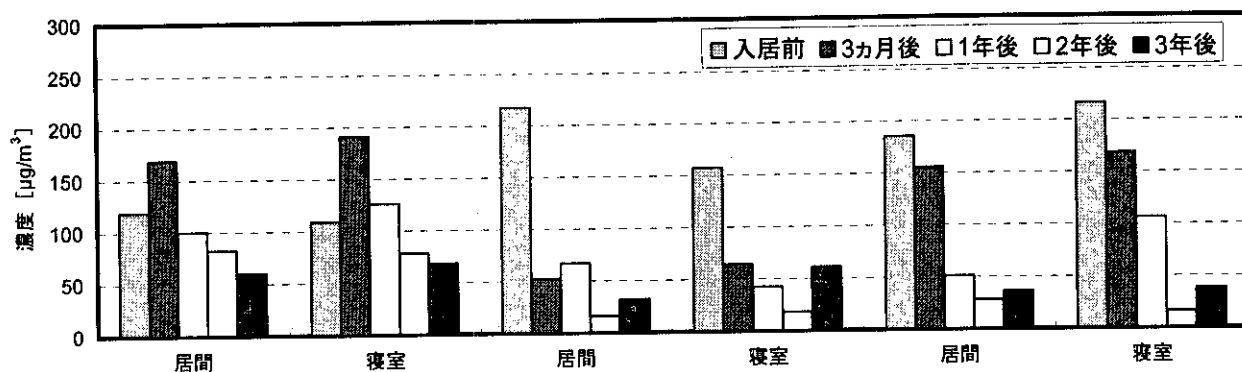


図 10-1 ホルムアルデヒド調査結果

10-2-4 総揮発性有機化合物 (TVOC) の継続調査

調査結果をまとめて図 10-2 に示す。

1999 年度の入居前後調査 (GC 分析によるトルエン換算) において、TVOC 濃度は、厚生労働省の暫定目標値である $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を 3 住宅とも大きく上回っていた。しかし、一夏を越えた 1 年後の調査では、TVOC 濃度 (測定 41 成分の合計、表 10-10 参照) は 3 住宅と激減した。各 3 住宅の調査結果を表 10-7~9 に示すよ

うに、検出された物質は酢酸エチル、トルエン、エチルベンゼン、 α -ピネン、リモネンおよび防虫剤の p-ジクロロベンゼンの 6 成分であった。また、E 住宅は 1 年後の調査で暫定目標値を下回ったが、A および B 住宅では、暫定目標値を上回っていた。その主な物質は木質材から放散される α -ピネンであった。3 年後の調査でも α -ピネンが検出されており、 α -ピネンは部材から放散されにくい物質と考えられた。

表 10-7 A 住宅調査結果

(調査) 年後	居間			寝室		
	1	2	3	1	2	3
酢酸エチル	N.D.	22	N.D.	22	N.D.	22
トルエン	140	25	140	25	140	25
エチルベンゼン	30	24	30	24	30	24
α -ピネン	520	89	520	89	520	89
p-ジクロロベンゼン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
リモネン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
TVOC	690	160	690	160	690	160

表 10-8 B 住宅調査結果

(調査) 年後	居間			寝室		
	1	2	3	1	2	3
酢酸エチル	50	N.D.	N.D.	30	N.D.	N.D.
トルエン	20	28	N.D.	20	44	N.D.
エチルベンゼン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
α -ピネン	530	25	22	600	N.D.	27
p-ジクロロベンゼン	N.D.	N.D.	N.D.	20	N.D.	N.D.
リモネン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
TVOC	600	53	22	670	44	27

表 10-9 E住宅調査結果

(調査) 年後	居間			寝室		
	1	2	3	1	2	3
酢酸エチル	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
トルエン	30	N.D.	N.D.	30	27	59
エチルベンゼン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
α-ピネン	80	N.D.	N.D.	40	89	N.D.
p-ジクロロベンゼン	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
リモネン	90	64	N.D.	50	N.D.	23
TVOC	200	64	N.D.	120	116	82

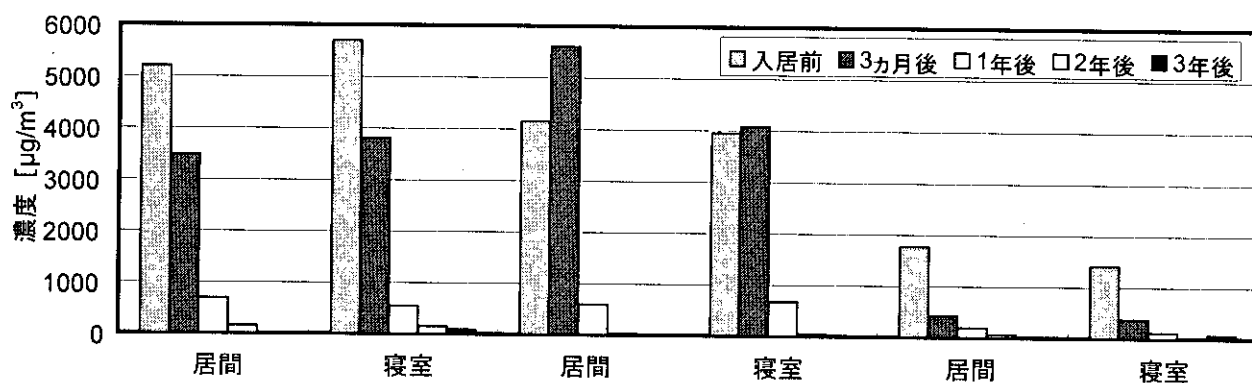


図 10-2 TVOC の調査結果

表 10-10 測定対象物質

1	エタノール	16	2,2,4-トリメチルペンタン	31	1,2,4-トリメチルベンゼン
2	アセトン	17	ヘプタン	32	n-デカン
3	ジクロロメタン	18	メチルイソブチルケトン	33	p-ジクロロベンゼン
4	メチルエチルケトン	19	トルエン	34	1,2,3-トリメチルベンゼン
5	酢酸エチル	20	クロロジプロモメタン	35	リモネン
6	ヘキサン	21	酢酸ブチル	36	n-ノナール
7	クロロホルム	22	オクタン	37	n-ウンデカン
8	1,2-ジクロロエタン	23	テトラクロロエチレン	38	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン
9	2,4-ジメチルペンタン	24	エチルベンゼン	39	デカナール
10	1,1,1-トリクロロエタン	25	m,p-キシレン	40	n-ドデカン
11	1-ブタノール	26	スチレン	41	n-トリデカン
12	ベンゼン	27	o-キシレン	42	テトラデカン
13	四塩化炭素	28	n-ノナン	43	ペンタデカン
14	1,2-ジクロロプロパン	29	α-ピネン	44	ヘキサデカン
15	トリクロロエチレン	30	1,3,5-トリメチルベンゼン		

10-2-5 パッシブサンプラー (2 時間測定用) の検討

室内の揮発性有機化合物 (VOCs) を測定する方法としては、アクティブ法とパッシブ法がある。パッシブ法は、ガス採取にポンプを使う必要がなく、室内に放置しておくだけでガス採取ができるメリットがあ

る。パッシブサンプラーは 24 時間採取が主流であったが、最近 2 時間対応のパッシブサンプラーも販売されている。パッシブサンプラーは濃度算出に必要な uptake rate も 27 物質提供されており、利便性も向上している。そこで、更に同サンプラーの利便性を増すた

めに提供されていない物質についての uptake rate を求めることを試みた。

10-2-6 試験方法

(1) 標準ガスの発生

関東化学社製の VOCs 混合標準原液 (45 種混合、各 1mg/ml in carbon disulfide) をパーミエーター (ガステック社製) を用いて表 10-11 の発生条件において気化させ 20L 小型チャンバーに導入した。

表 10-11 発生条件

	①	②	③
設定温度 [°C]	35	35	35
パーミエータ流量 [L/min]	0.4	0.4	0.4
チャンバー吸引量 [L/min]	0.167	0.167	0.167

※Diffusion Tube 10 を使用

(2) チャンバー装置

20L 小型チャンバーに 5 つ設けられているサンプリング孔のうち対角の 1 つをパッシブサンプラーが装着できるように改造 (2ヶ所) し、同孔にパッシブサンプラー (VOC-TD; スペルコ社) を装着し、別の対角にある 2 つのサンプリング孔には TenaxTA 捕集管をセットした。

(3) チャンバー試験条件

各試験は 2 時間で実施した。吸引ガス量は換気回数 0.5 である 10L/h とし、TenaxTA 捕集管には 2 時間で各 3L 採取できるようにポンプ能力を調整し、残りのガスは別のポンプで排気した。その間パッシブサンプラー (VOC-TD) をチャンバー内に装着した。

(4) Uptake Rate の算出

3 試験による VOC-TD と TenaxTA の測定結果の相関により算出した。なお、算出に用いた測定結果は、各々の 2 検体における測定値の平均値を用いた。

10-2-7 分析方法

VOCs の分析は GC/MS を用いた。表 10-12 に分析条件を示す。

表 10-12 VOCs 分析条件

項目	条件
GC/MS	JEOL (Automass-SystemⅢ)
カラム	VOCOL 0.25m × 60m
カラム温度	40°C (7min)
	→7°C /min
	→100°C (2min)
	→230°C (20min)
スプリット	1:10
熱脱着	TURBOMATRIX

TenaxTA 採取 パッシブサンプリング孔

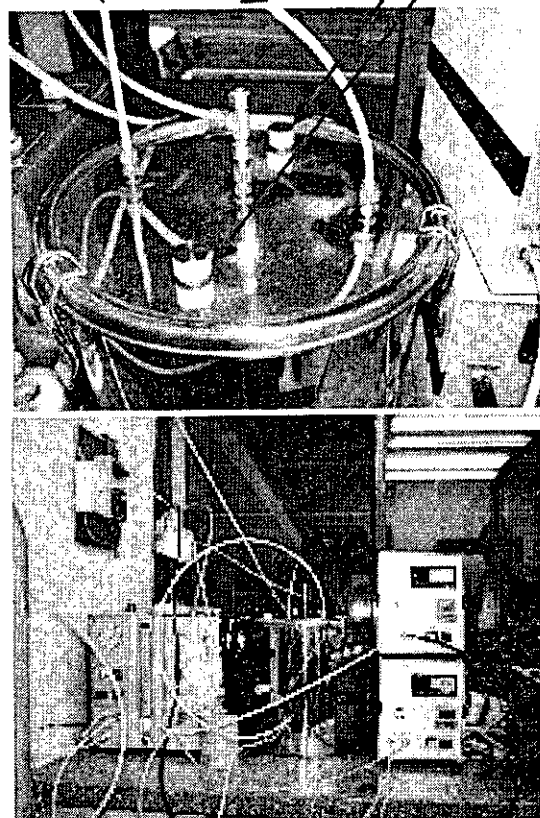


図 10-3 チャンバー試験風景

10-2-8 試験結果

(1) VOC-TD (既知の物質) と TenaxTA の比較

既知物質の VOC-TD と TenaxTA 測定結果を図 10-4 ~6 に示す。VOC-TD (パッシブサンプラー) による測定結果は、GC/MS 分析の初期に検出される沸点の比較的低い物質であるヘキサン、メチルエチルケトン及び酢酸エチルで TenaxTA 測定結果より高くなる傾向が認められた。その他の物質については、一部に差は認められるものの略良好な結果を示した。しかし、これらの差をなくすために、試験方法の見直しが必要であると考えられる。

(2) Uptake Rate の算出

試験 1~3 における VOC-TD 及び TenaxTA の 3 回の対比による分析結果から次式により Uptake Rate 及び捕集速度 (Sampling Rate) を算出した。12 物質の算出結果を表 10-13 に示す。

$$\text{Uptake Rate} = \text{SR} \times 60 \times 10^{-3} \times (273/298) (1/22.414) \times \text{MW}$$

SR : Sampling Rate [ml/min]

MW : 分子量

$$\text{空気濃度 (ppb)} = S \text{ (ng)} / (a \times h)$$

S : 捕集総重量

a : Uptake Rate [ng/ppb·h]

h : 捕集時間 [h]

表 10-13 Uptake Rate と Sampling Rate 算出結果

	Uptake Rate [ng/ppb·h]	Sampling Rate [ml/min]
2,4-ジメチルペンタン	15.49	63.03
クロロホルム	1.19	4.08
イソオクタン	20.99	74.93
1,1,1-トリクロロエタン	7.69	23.52
ヘプタン	8.51	34.65
四塩化炭素	7.08	18.78
1,2-ジクロロエタン	1.24	5.11
1,2-ジクロロプロパン	6.63	23.91
オクタン	8.39	29.94
ジブロモクロロエタン	15.16	20.65
o-キシレン	8.29	36.72
n-デカン	29.88	85.63

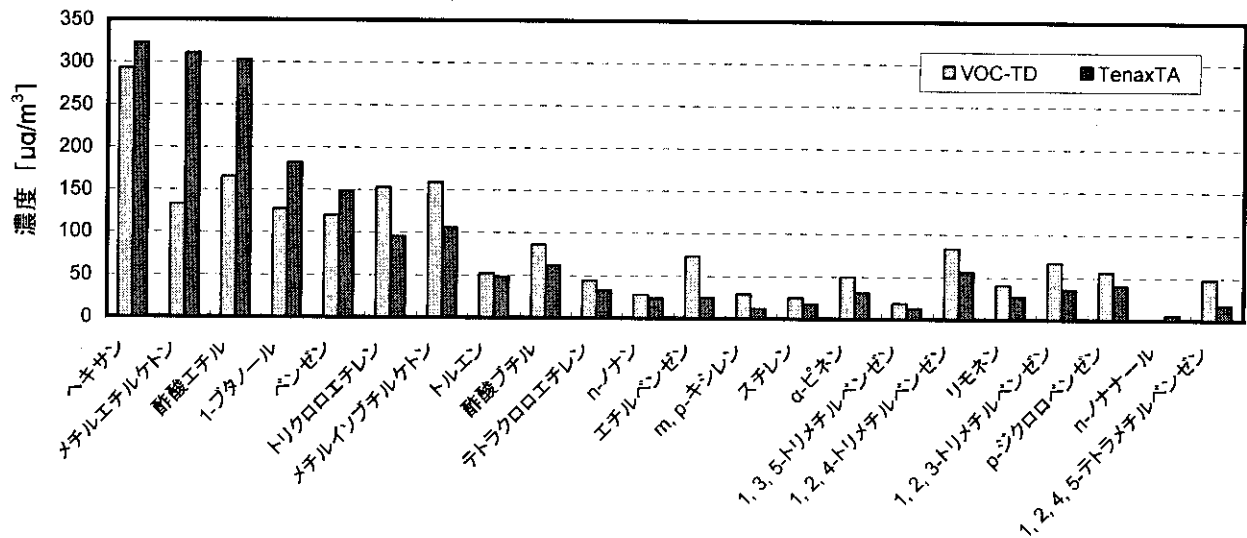


図 10-4 パッシブ（既知物質）とアクティブの比較（実験 1）

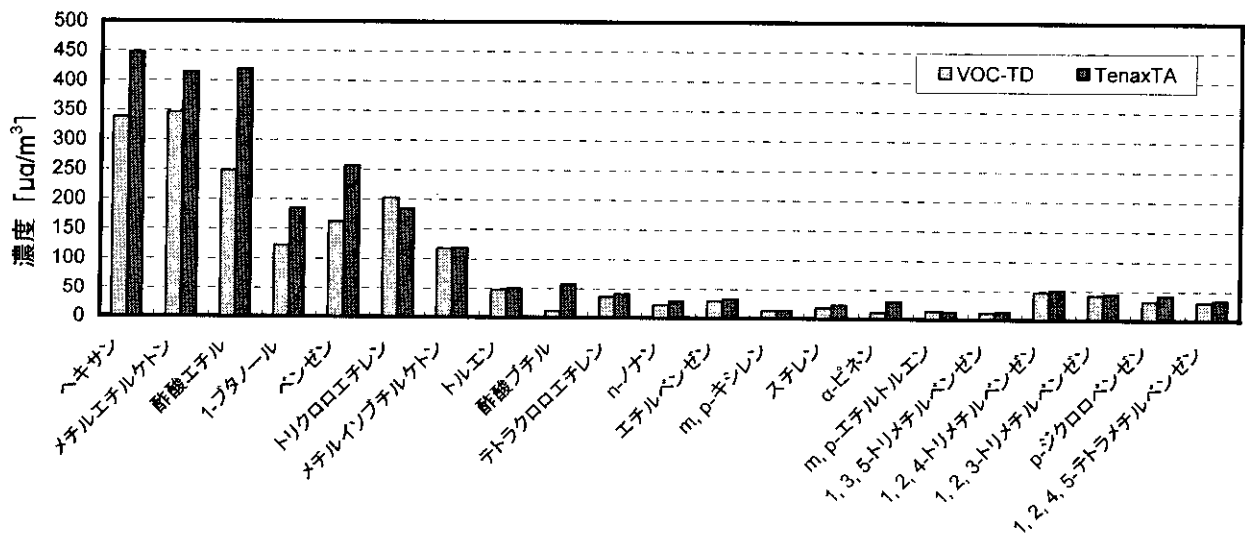


図 10-5 パッシブ（既知物質）とアクティブの比較（実験 2）

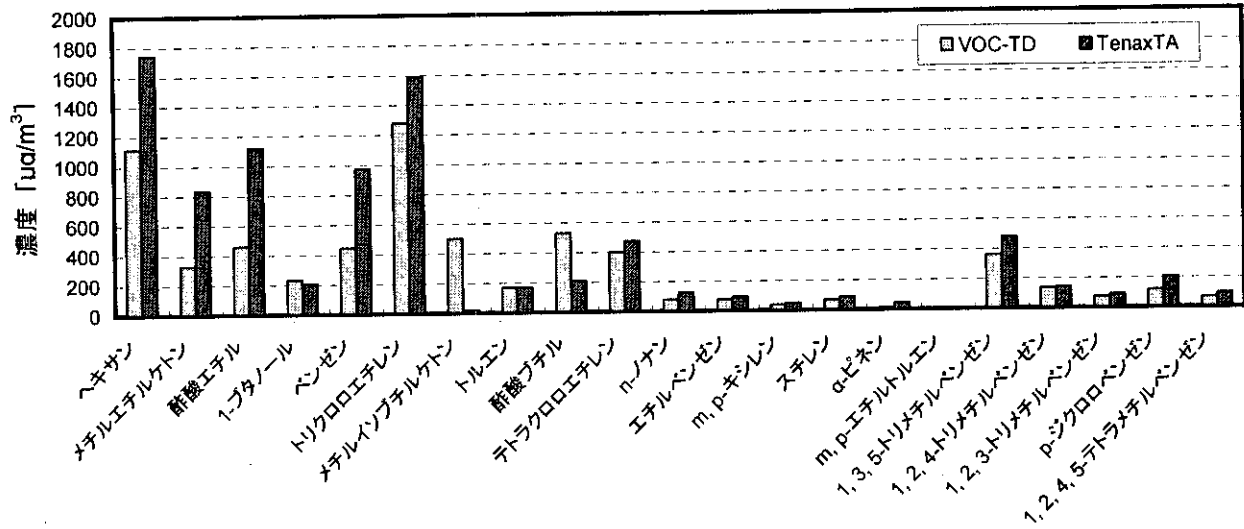


図 10-6 パッシブ（既知物質）とアクティブの比較（実験 3）

(3) VOC-TD（算出物質）と TenaxTA の比較
 算出した 12 物質の Uptake Rate を用いた試験 1~3 の測定結果と TenaxTA の測定結果の対比を図 10-7~9 に示す。
 試験 1~3 において算出した Uptake Rate は、イソオクタン、1,1,1-トリクロロクロロエタン及びヘプタンで比較的良好な一致が認められた。また、測定濃度範囲の高い試験 3 において、四塩化炭素、1,2-ジクロロエ

タン及び 1,2-ジクロロプロパンが測定濃度の低い試験 1 及び 2 に比べ TenaxTA の測定結果が高くなる傾向が認められた。

しかし、本結果は 3 回の試験の結果であり、Uptake Rate の精度向上のためには、更に適切な試験濃度範囲の設定、試験装置の改良及び試験回数の増加等の対策が必要と考えられた。

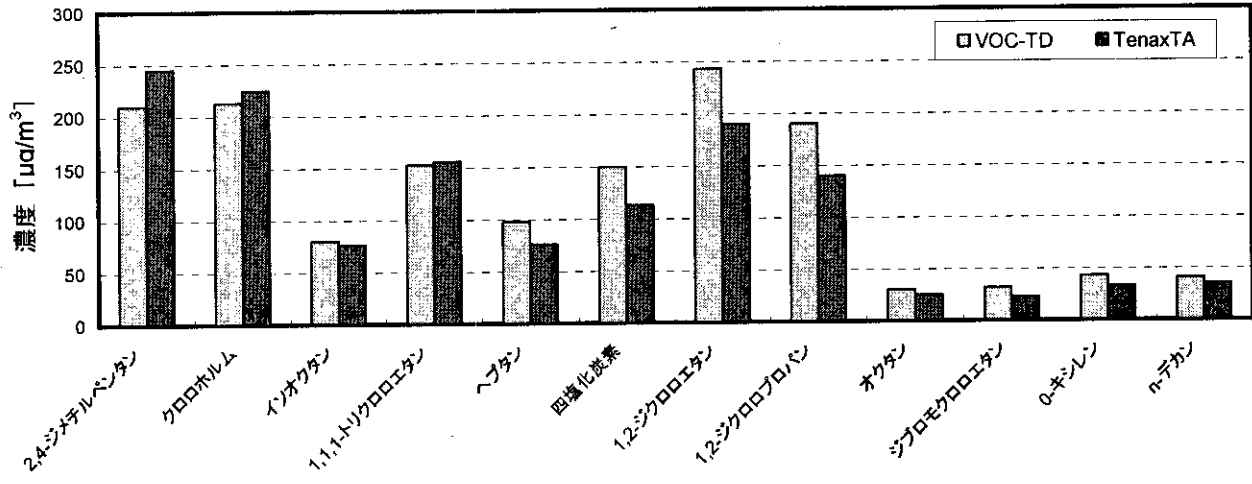


図 10-7 算出した Uptake Rate で求めたパッシブとアクティブの比較（試験 1）

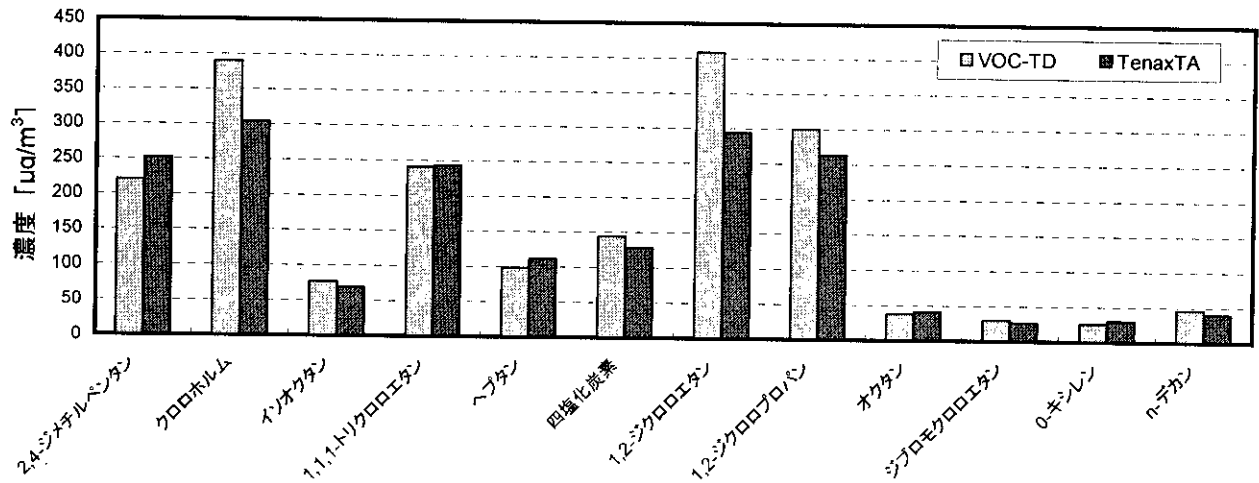


図 10-8 算出した Uptake Rate で求めたパッシブとアクティブの比較 (試験 2)

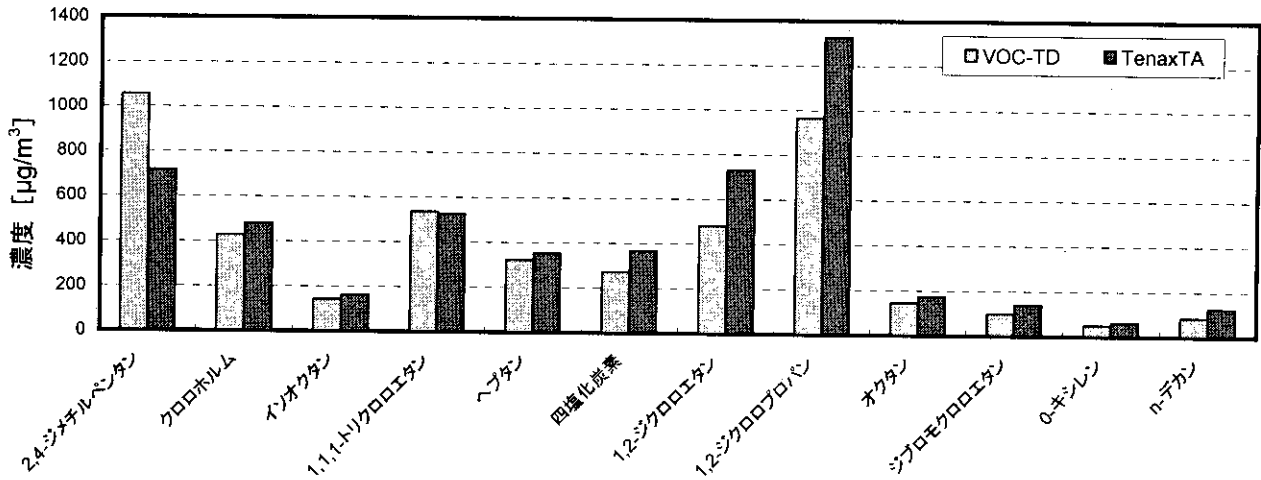


図 10-9 算出した Uptake Rate で求めたパッシブとアクティブの比較 (試験 3)

10-2-9 まとめ

今回、高気密・高断熱仕様の 3 住宅について、入居 3 年後のホルムアルデヒド、揮発性有機化合物の調査を実施するとともに、今後需要が増すであろうと考えられる市販の 2 時間対応 (熱脱離型) のパッシブサンプラー (VOC-TD) を対象に、より利便性を向上させるため、Uptake Rate が提出されていない物質について Uptake Rate を求めることを試み以下の結果を得た。

(1) ホルムアルデヒドは、低濃度ではあるが 3 年の調査でも 3 住宅から検出され、ホルムアルデヒドは含有される部材からの放散が遅いことが確認された。

(2) 総揮発性有機化合物量 (TVOC) については、A 及び B 住宅で入居前に暫定目標値の 10 倍以上の濃度が検出されたが、1 年後には暫定目標値を若干上回る程度にまで大幅に減少した。1 年後に検出された物質

濃度の大部分は α -ピネンであった。2 年、3 年後の調査では、暫定目標値を大幅に下回る濃度で推移した。

(3) Uptake Rate が提出されていない 12 物質について Uptake Rate を算出した。

(4) 算出した Uptake Rate を用いて、TenaxTA 測定結果と比較した結果 12 物質の内、イソオクタン、1,1,1-トリクロロエタン及びヘプタンに比較的良好な一致が認められたものの、総じて、測定結果に差が認められた。

(5) Uptake Rate の精度向上には、適切な試験濃度範囲の設定、試験装置の改良及び試験回数の増加等の対策が必要である。

10-3 ダニの実態調査

NPO 健康住宅普及協会では平成 11 年から会員が建

設した高気密、高断熱仕様の戸建て新築住宅を対象に「健康住宅認定制度」を実施しており、現在までに31戸を調査済みである。

屋内性ダニ問題は、VOCs問題とは異なり、新築時にはほとんど検出されない屋内性ダニが入居後、住宅の建築工法や居住者のライフスタイルなどで生息密度の推移は異なるが、増加傾向が認められている。

前年度は認定調査対象住宅のうち早期に調査をした3住宅について入居前から2年後までのダニ生息密度の推移を調べ、併せて一般在来工法住宅で同一期間経過した住宅との対比を行い、高気密、高断熱住宅では入居3ヶ月後に一時増加傾向が認められるものの、それ以後は暫減しており、いずれも低い生息密度に維持されていた。

3ヶ月後の増加は、いずれの住宅もそれ以後生息密度が低下していることから、新築住宅への入居時に転居前の住宅で使用していた寝具類、家具などを持ち込んだことによる一時的な現象と考えられた。

今回は前年度まで実施した3住宅の屋内性ダニ生息密度の追跡調査とともに、平成13年12月から1月にかけて実施した一般住宅のダニ実態調査について、ダニの増殖時期を経過した平成14年10月に第2回目の調査を行い、ダニ生息密度と各種変動要因の解析を行い、高気密、高断熱住宅との比較も行った。

10-3-1 継続調査

平成11年から継続して実施している入居3年後の高気密、高断熱仕様のA, B, E住宅について、屋内性ダニ調査用のハウスダスト採取部屋、採取面積、床材などをまとめたのが表10-14である。

表10-14 ハウスダスト採取場所など

住宅	採取部屋	面積 [㎡]	床材
A	①1F 和室	9.2	畳
	②1F 居間	10.0	フローリング
	③2F 洋室	10.0	フローリング
B	①1F 和室	8.2	畳
	②1F 洋室	12.3	フローリング
	③2F 洋室	8.2	フローリング
E	①1F 和室	12.4	畳
	②1F 居間	10.0	フローリング
	③2F 洋室	10.0	フローリング

ハウスダストは床面から決められた方法で採取する。具体的には、10㎡相当の面積から、吸い込み仕事率500W以上の電気掃除機で20秒/㎡の割合で採取する。なお、集塵袋は部屋ごとに交換する。

各場所から得られたハウスダストは以下の操作手順で処理し、ダニの生息密度調査を行った。

- (1) 採取したハウスダストの総重量測定
- (2) ハウスダストを16メッシュおよび200メッシュの篩にかけ、200メッシュ篩上のダストをダニ検査用のファインダストとして重量測定
- (3) ファインダストのうち50mgを秤量、全量が50mg以下の場合は全量を調査する
- (4) ファインダスト50mgをワイルドマンプラスチックに入れ、n-ヘキサンと水でダニと親水性ダストを分離
- (5) n-ヘキサン層をブフナーロートでろ紙上吸引濾過
- (6) ろ紙上に分離されたダニを実体顕微鏡で観察
- (7) 実体顕微鏡で同定困難なダニをプレパラート標本にして、生物顕微鏡で観察

10-3-2 調査結果

A, B, E3住宅について、各調査場所の入居3年後までのダニ生息密度の推移を、ファインダスト50mgあたりの検出ダニ数で示したのが表10-15~17である。

表10-15 A邸の入居3年後までの調査結果

部屋	入居前	3ヶ月	1年	2年	3年
1F 和室	0	8	46	4	0
1F 居間	0	67	3	0	1
2F 洋室	0	0	0	13	0
合計数	0	75	49	17	1

表10-16 B邸の入居3年後までの調査結果

部屋	入居前	3ヶ月	1年	2年	3年
1F 和室	0	84	141	6	125
1F 居間	0	0	10	7	13
2F 洋室	0	80	32	17	0
合計数	0	164	183	30	138

表10-17 E邸の入居3年後までの調査結果

部屋	入居前	3ヶ月	1年	2年	3年
1F 和室	2	36	24	7	8
1F 居間	0	10	5	2	2
2F 洋間	0	765	0	0	3
合計数	2	821	29	9	13

上記3住宅のうち、AおよびE邸については、いずれの部屋も入居3ヶ月後をピークにダニ生息密度は低下しており、3年後も一般住宅と比べると大変低いレベルであり、とくにA邸では3部屋の合計数でもわずか1個体で、ほとんどダニが生息していない調査結果であった。E邸は各部屋からダニ類が検出されたが、合計数が13個体で、2年後と類似した調査結果であり、この2住宅については、住宅構造とともに、居住者もダニの増殖抑制に沿った住まい方がされていることが示唆された。

図10-4には3住宅、3部屋の入居前後の各調査にお

けるハウスダスト 50mg 当たりの検出ダニの合計数を示した。

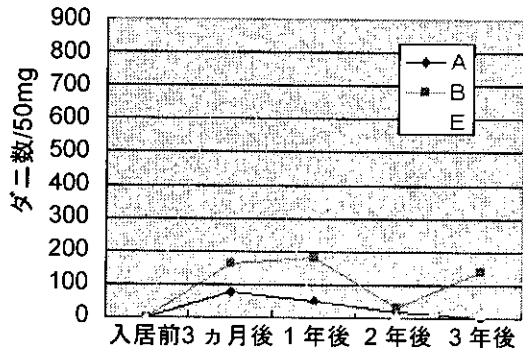


図 10-10 入居前後のダニ生息数の推移

ただB邸については2年後の調査で生息密度の低下が顕著に認められたが、今回の調査でIF和室の畳から多数のチリダニの他、人刺咬性のダニが検出され、併せて採取されたダスト量も多かったことから、生息ダニの絶対数も多く、他の2住宅と異なる結果であった。B邸のフローリング床からの検出ダニ数は他の2住宅と大差がないため、畳の材質などの違いに起因している可能性もあり、調査した結果、A,E邸はインシュレーションボード畳を使用しているのに対し、B邸では藁床の畳であることが判明した。

またB邸では春～秋には窓を開けて外気を取り入れているとのことで、計画換気設備を備えた高気密、高断熱住宅でも畳を構成している材料と、日常管理の方法によってはチリダニの増殖が見られることを示唆している。

10-3-3 一般住宅のダニ実態調査

居住環境内に生息するダニ類、とりわけチリダニ科 Pyroglyphidae のダニはその排泄物や死骸の破片が吸入性アレルギーとして、健康面に与える影響は大きく、その対策は重要である。

ホルムアルデヒドやVOCsに起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症問題は新築やリフォーム後の入居時に起こりやすく、実測値もその時点がもっとも高い値を示す場合が多い。

一方屋内性ダニ問題は逆で、当協会の健康住宅認定制度でも実証されている通り、新築時にはほとんどダニフリーの状態であるが、新築住宅へ持ち込む寝具や敷物とともに運ばれ、住宅の建築構造やライフスタイルなどが要因となってダニの生息動態は推移していく。当協会では新築時より入居後問題になるダニ対策の具体的手引きを作成する目的から、住宅構造や築後年数の異なる一般住宅を対象に、屋内性ダニ実態調査を行った。調査対象住宅として、一般性をもたせるため、戸建て、集合住宅を問わず、築後年数、部屋に使

用している畳、カーペット、寝具類の使用年数などが異なる住宅を選定した。

10-3-4 調査方法

第一回の調査として平成12年12～13年1月に38住宅について詳細なアンケート調査とともに、マニュアルに従ってハウスダストの採取を行った。

次いで平成14年10～11月に同じ方法で第二回目の継続調査を行った。ただ、第二回目の継続調査ではすべての協力が得られず、24住宅の調査にとどまった。アンケートによる調査項目は表10-18～21に示した。

表 10-18 住宅について

項目 NO.	アンケート内容
1.	家族構成
2.	住居構造
3.	建築工法
4.	換気方式
5.	築後年数
6.	増改築の有無、有れば状況
7.	建設地
8.	立地場所周辺的环境

表 10-19 住宅内の環境について

項目 NO.	アンケート内容
1.	換気回数
2.	居住者のアレルギーの有無
3.	該当者の主要アレルギー
4.	喫煙者の有無
5.	カーペット使用の部屋の有無
6.	ぬいぐるみの有無
7.	室内用観葉植物の有無
8.	室内で飼育しているペットの有無
9.	畳、カーペットの防ダニ機能の有無
10.	カビの発生の有無、発生場所

表 10-20 畳、カーペット、ソファについて

項目 NO.	アンケート内容
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.	部屋の管理状況
4.	部屋の日照条件
5.	部屋の掃除状況
6.	冷暖房設備
7.	畳の種類(原材料)
8.	使用年数
9.	ハウスダストの採取面積

表 10-21 寝具類について

項目 NO.	アンケート内容
1.	使用者
2.	種類（敷き・掛け）
3.	寝具の使用時間
4.	防ダニ機能表示の有無
5.	使用形態（収納状況、使用床面）
6.	冷暖房設備
7.	ふとんの素材、材質
8.	痒み被害の有無

第一回の調査対象とした38住宅の内訳と、継続調査ができた24住宅を表10-25に示した。なお、住宅No.の前に○を記載しているのは継続調査を実施した住宅である。

表 10-22 第一回調査対象38住宅の内訳

住宅 No.	住宅の分類、内訳、築後年数
○ 1.	W.H 木造平屋在来工法・34年
○ 2.	K.M 木造2階建て在来工法・23年
○ 3.	K.Y 木造2階建て在来工法・1年9月
○ 4.	O.M 戸建て鉄骨プレハブ2階建て・25年
○ 5.	N.K 木造2階建て在来工法・23年
○ 6.	M.Y 木造2階建て在来工法・29年
7.	K.R 木造2階建て在来工法・54年
8.	O.Y 木造2階建て在来工法・1年
9.	B.K 木造2階建て在来工法・3年
○ 10.	O.M マンション7F・7年
○ 11.	O.K 木造2階建て在来工法・24年
○ 12.	K.K マンション4F・19年
○ 13.	W.T 木造2階建て在来工法・30年
14.	Y.I 木造2階建て高気密高断熱工法・2年
○ 15.	K.K 木造2階建て在来工法・71年
16.	T.Y 木造2階建て在来工法・15年
17.	W.K 木造2階建て在来工法・11年
○ 18.	S.M 木造2階建て在来工法・37年
○ 19.	I.F マンション3F・30年
20.	T.Y マンション8F・17年
○ 21.	K.T マンション5F・37年
○ 22.	O.K 木造2階建て在来工法・16年

表 10-23 第一回調査対象38住宅の内訳

住宅 No.	住宅の分類、内訳、築後年数
○ 23.	K.M マンション2F・33年
○ 24.	H.T マンション6F・5年
25.	S.H 鉄筋コンクリート、戸建て・29年
26.	F.H 鉄筋2階建て集合アパート・12年
27.	T.H 2階建て2×4工法・12年
28.	H.T 木造2階建て在来工法・10年
○ 29.	I.C マンション2F・1年
○ 30.	K.Y マンション1F・24年
31.	T.Y 木造2階建て在来工法・8年
○ 32.	S.A マンション1F・43年
33.	I.T マンション2F・33年
○ 34.	M.F マンション5F・31年
○ 35.	O.H マンション4F・37年
○ 36.	H.J マンション6F・30年
○ 37.	K.M マンション11F・不明年
38.	O.T 木造2階建て在来工法・33年

10-3-5 ハウスダスト採取箇所、ダニ検査

38住宅について、生息ダニ密度の調査対象は、(1)和室の畳表面(2)カーペットの表面(3)ソファの表面(4)寝具類で、敷き布団及び掛け布団の表面で、採取方法、ダニの検査方法などは前記継続調査に準じた。

各箇所から得られた検査結果から、

- (1) 木造戸建て住宅群とマンション群とのダニ生息密度及び検出ダニの種構成の比較
- (2) 築後年数とダニ生息密度との相関
- (3) 畳、カーペット、寝具などの使用年数とダニ生息密度との相関などを調べた。

10-3-6 調査結果

第一回目の各住宅の調査結果を表10-24に、第二回目の調査結果を表10-25に示した。なお表中の数値はダニ目 Acarina に含まれる複数の種を纏めて記載したが、ダニの科別の検出割合は、チリダニ科 Pyroglyphidae が90%以上を占め、ついでイエササラダニ科 Haplochthoniidae、コナダニ科 Acaridae、ニクダニ科 Glycyphagidae、ホコリダニ科 Tarsonemidae、ツメダニ科 Cheyletidae、カザリヒワダニ科 Cosmo-chthoniidae、などが続き、植物寄生性のヒメハダニ科も多くはないがいくつかの住宅で検出された。また単位面積当たり検出されたダニの種数は古い木造住宅が多く、これに対し、マンションはほとんどチリダニ科で占められていた。

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

表 10-24 第1回目の調査結果

住宅 No.		検出ダニ数/1m ²				
		和室 (畳)	カーペット	ソファ	敷き布団	掛け布団
1.	W.H	175	①360 ②14		279	14
2.	K.M	852	16	5	87	6
3.	K.Y	191	154		406	4
4.	O.M	13	13	67	①10 ②1 ③11	
5.	N.K	3	6	5	1	3
6.	M.Y	10.9			23	7
7.	K.R	39	103	3	24	1
8.	O.Y	2	17	7	2	1
9.	B.K	1	0			
10.	O.M	5	5		①0 ②0	①0 ②0
11.	O.K	77	287		31	3
12.	K.K	0	2		1	0
13.	W.T		209		169	ベットマット 26
14.	Y.I	0			0	0
15.	K.K	16	4363	144	26	2
16.	T.Y	①29 ②7	277		2	0
17.	W.K	7		2	28	0
18.	S.M	109	664	241	317	7
19.	I.F	26	32	166	①9②2③7④1	①0②0③2④1
20.	T.Y	6	128		70	2
21.	K.T	①34 ②12	25		10	6
22.	O.K	38	88		2	0
23.	K.M	8			2	0
24.	H.T	0	0		2	0
25.	S.H	①28 ②217 ③2	①2 ②42	662	31	285
26.	F.H	8			2	
27.	T.H	①132 ②252	116		133	
28.	H.T	82	69		5	0
29.	I.C	17	83	78	6	0
30.	K.Y	94			71	3
31.	T.Y	2	4		3	0
32.	S.A	78	71		①0 ②7	①0 ②0
33.	I.T		①81 ②331	58	16	7
34.	M.F	①77 ②180			①6 ②6 ③16	
35.	O.H	176	28		30	7
36.	H.J	①23 ②70	129		99	4
37.	K.M					
38.	O.T	15	23	714	9	12

表 10-25 第2回目の調査結果

住宅 No.		検出ダニ数/1m ²				
		和室(畳)	カーペット	ソファ	敷き布団	掛け布団
1.	W.H	①192 ②161	115		137	2
2.	K.M	42	①1247 ②50	2	19	8
3.	K.Y	6	9			
4.	O.M	6	8	133	①8 ②21 ③56	
5.	N.K	①1 ②1	0		1	0
6.	M.Y	22			19	5
10.	O.M	5	10			1
11.	O.K	11			6	
12.	K.K	1	10		0	0
13.	W.T		879		154	ベットマット 344
15.	K.K	8	2683	91	341	46
18.	S.M	33	692	143	1426	42
19.	I.F	22	255	4	①6 ②1 ③11	①5 ②1 ③0
21.	K.T	①19 ②64	633		9	2
22.	O.K	10	34		5	2
23.	K.M	19				4
24.	H.T	3	1		2	
29.	I.C	9	10	0	1	0
30.	K.Y	173			80	88
32.	S.A		1964		15	9
34.	M.F	①38 ②139			15	
35.	O.H	47	29		1	1
36.	H.J	5	78		9	8
37.	K.M		1046		114	

38 住宅から検出されたダニは住宅によって大きな違いが見られ、住宅 No. 1, 2, 3, 15, 18, 27 は住宅全体にわたってダニ生息密度が高かった。

一方、住宅 No. 4, 8, 9, 12, 23, 24, 26, 31 は極めて生息密度が低く、この違いは顕著であった。

当協会での認定基準でチリダニ類については 20 匹/m² (50mg) として、このレベルがアレルギー症の感作閾値としており、WHO では 100 匹/g を感作閾値としている。今回の調査ではこれらの閾値を越えている箇所が多く見られており、あらためて入居後のダニ対策の必要性が示唆された。

今回の調査は一般住宅のダニ生息密度の実態調査を実施することにより、ダニ対策のための日常管理マニュアル作成の基礎資料を得ることの他、ダニの繁殖期をはさんださんだ 10 ヶ月後に同じ方法で調査し、生息密度の動態を調べることにあり、24 住宅について継続調査を行ったのでその結果を表 10-25 に示した。

表 10-25 は表 10-24 の調査から約 10 ヶ月後に調査し

た結果であるが、調査住宅数が減少していることと、採取場所が変更されていることもあり、第1回調査で行ったすべての住宅での生息ダニ数の推移を調べることはできなかったが、継続調査できた 24 住宅について明らかにできた点は、

(1) 第1回目の調査で増殖密度が高かった住宅は、第2回目の調査でも高く、住宅により多少の変動はあるものの、極端な増減は認められなかった。

(2) 調査した中で生息密度が極端に高かったのはカーペットで、第1回目では No. 15 で 4363 匹/m² という突出した数値が得られている。第2回目の調査でも 1000 匹/m² 以上観察されたカーペットが 4 住宅あった。

(3) カーペットは状況によりチリダニの生息密度が高くなるが、検出されるダニの種数は少なく、チリダニの占有率が高かった。一方畳は 1000 匹/m² を越える住宅はなかったが、チリダニ科以外のダニが検出される場合が多かった。

(4) 寝具については、ハウスダストの採取量が少ない場合が多く、住宅により生息密度の変動が大きかったが、敷き布団は掛け布団より高い傾向が見られた。

(5) ソファのダニ生息密度は、住宅により変動が大きく、No. 4, 19, 25, 38 など他の場所との関連が見られない住宅があった。などである。

また上記調査結果からダニ生息密度と各種要因との関連を調べた結果を表 10-25 に示した。

相関を調べる前に、第1回目の調査結果から、木造住宅群とマンション群のダニ生息密度の各平均値についてt検定による有意差をみたところ、平均値間にはかなりの差があったにも関わらずP:0.05水準で有意差は認められなかった。

次いで生息密度と各変動要因との関連について相関性を調べた結果が表 10-26～表 10-32 である。

表 10-26 畳のダニ生息密度と各種要因との関連

要因	相関係数
使用年数	0.29
在室時間	-0.13
部屋数	0.09
築後年数	0.32 P<0.05 で有意
家族数	0.14
FD量/m ²	0.42 P<0.05 で有意
掃除状況	-0.27

表 10-27 木造住宅における畳とダニ生息密度

要因	相関係数
使用年数	0.46 P<0.05 で有意
在室時間	-0.09
部屋数	0.02
築後年数	0.24
家族数	0.09
FD量/m ²	0.58 P<0.05 で有意
掃除状況	-0.21

表 10-28 マンションにおける畳とダニ生息密度

要因	相関係数
使用年数	0.17
在室時間	-0.07
部屋数	0.14
築後年数	0.58 P<0.05 で有意
家族数	0.41
FD量/m ²	0.50 P<0.05 で有意
掃除状況	-0.35

表 10-29 カーペットのダニ生息密度と各種要因

要因	相関係数
使用年数	0.16
在室時間	-0.25
部屋数	-0.18
FD量/m ²	0.74 P<0.05 で有意
在室時間	-0.24
FD量/m ²	0.50 P<0.05 で有意
掃除回数	-0.12

表 10-30 木造住宅のカーペットダニ生息密度と要因

要因	相関係数
使用年数	0.20
在室時間	-0.20
部屋数	-0.37
家族数	-0.33
FD量/m ²	0.74 P<0.05 で有意
掃除状況	-0.12

表 10-31 マンションカーペットダニ生息密度と要因

要因	相関係数
使用年数	-0.05
在室時間	-0.20
部屋数	0.16
家族数	0.25
FD量/m ²	0.06
掃除状況	-0.14

表 10-32 ソファのダニ生息密度と各種要因

要因	相関係数
使用年数	0.76 P<0.05 で有意
在室時間	0.03
部屋数	0.63 P<0.05 で有意
家族数	0.37
FD量/m ²	0.06

寝具類については使用状況などが異なることから、敷きふとんと掛け布団に分けて相関を調べ、その結果を表 10-33～表 10-38 に示した。

表 10-33 敷き布団の使用年数とダニ生息密度

要因	相関係数
戸建木造住宅	0.15
マンション	0.32

表 10-34 敷きふとんの使用年数とダニ生息密度

要因	相関係数
ウール	0.17
木綿	0.26
合成繊維	0.43

表 10-35 敷きふとんのFD量とダニ生息密度

要因	相関係数
戸建木造住宅	0.47
マンション	0.74 P<0.05で有意

表 10-36 掛けふとんの使用年数とダニ生息密度

要因	相関係数
戸建木造住宅	0.32
マンション	0.87 P<0.05で有意

表 10-37 掛けふとんの使用年数とダニ生息密度

要因	相関係数
羽毛	0.44
木綿	0.93 P<0.01で有意

表 10-38 敷き布団のFD量とダニ生息密度

要因	相関係数
戸建木造住宅	0.39
マンション	0.63 P<0.05で有意

以上の通り、第1回目の調査結果について、ダニ生息密度と、それに関与する各種変動要因との相関を調査したが、生息密度に対してプラス要因である、①使用年数、②家族数、③在室時間などとの相関は見られず、その他の変動要因の間にも明確な相関関係は認められなかったが、畳及びカーペットではファインダスト量との間にはP:0.05水準で相関が得られた。

また掃除回数とはマイナス相関が期待されたが、数値は有意な差には至らなかった。

10-3-7. まとめ

今回、高気密、高断熱仕様の3住宅について入居3年後のダニ生息調査を行うとともに、建築工法が異なる一般住宅38戸について期日を開けて2度の調査を行い、以下の結論を得た。

- 1) A,B,E3住宅のうちA及びE住宅は2年後の調査結果と同様、3部屋とも極めて低い生息密度で推移していたが、B住宅の和室(畳)からは多数のダニが検出され、前年調査結果と比較して明らかに増加していた。このことは、高気密、高断熱住宅でも、畳の種類や、部屋の使用状況によりダニの増殖が可能であることが示唆された。
- 2) 一般住宅38戸の調査結果では、戸建て木造住宅群とマンション群で、ダニ生息密度では有意な差はなかったが、検出ダニの種数で木造住宅群はマンション群より多かった。
- 3) 第1回目の調査結果で生息密度は個々の住宅により、変動が大きかった。
- 4) ダニ生息密度と各種変動要因との相関では使用年数、使用時間、家族数などとは有意差がみられず、総体的にファインダスト量(FD量)との間で高い相

関が得られた。

5) 2回の一般住宅調査のうち継続調査できた24住宅のダニ生息密度は大きな変動はなく、ほぼ第1回と同レベルの密度に維持されていた。

6) 床材など調査対象別ではカーペットの生息密度が高く、次いで畳であった。ただし、カーペットからの検出ダニはほとんどチリダニであった。

38住宅のうち、ダニアレルギー感作レベルを越すレベルの住宅が多く含まれていたことから、入居後のダニ対策が必要と考えられた。

第 11 章 南九州の小学校教室における 室内空気環境の調査

第 11 章 南九州の小学校教室における室内空気環境の調査

Field Survey on Indoor Air Environment in Elementary Schools in Southern Japan

The purpose of this study is to determine how levels of indoor air quality vary in elementary schools in southern Japan. This study is based on field monitoring carried out as short-time summer measurements. The concentrations of Volatile Organic Compounds (VOCs) were measured in nineteen classrooms in Kagoshima City. The measurements also include room temperature and relative humidity. In the construction of the classrooms, standard materials and common construction methods were used. Since windows had been closed in the classrooms, the air temperature was very high indoors. The highest concentrations of these VOCs were mainly obtained in the newly repainted/renovated classrooms. The VOCs concentrations decreased in accordance with the age of the school building.

KEYWORDS: IAQ, Measurement, VOCs, Classroom, School

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⁾。しかし、学校は居住密度がオフィス等に比べて高いことや、窓開放などの行為が教師や児童・生徒らの主体性に任されていることも多いことから、冬季には実質自然換気程度の換気となり、暖房を行っていない場合でも RC 造の校舎では室内空気汚染が高くなっていることは考えられ得る。海外では、子供の健康性と教室内空気質との関連という観点から、学校の空気環境に関する研究が多くみられ、米国の環境保護庁(EPA)では、教師や学校衛生管理者を対象にして、教室の空気質診断をするための問診表を開発している³⁾。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」⁴⁾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、室内空気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 回定期的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。濃度基準は、厚生労働省のシックハウス対策基準と同じである。しかし、VOCs 濃度の室内空気質研究に関しては、学校での測定例は少な

い。児童にとっては住まいと同様に一日の中で多くの時間を過ごす生活の場であり、教師にとっては職場である、学校においてその実態を把握し、よりよい空気環境を形成するための資料を得ることは特に心身の発育の途上にある児童・生徒らの健康面や学習の面で重要であると考えられる。

特に、温度が上昇し、建材からの空気汚染化学物質の発生量が増大する夏季において、室内空気汚染の度合い、室内温熱快適性の程度を調査することは有用であると考え、鹿児島市内にある 23 の小学校教室(2つのワックスかけ中の教室含む)において、室内空気環境を測定することを計画した。

11-2 実測概要

11-2-1 実測対象校

本研究の実測は鹿児島市内にある 7 つの小学校で行った。表 11-1 に測定対象教室の実測日、築年数、改修工事があった場合は、改修工事からの年数を示す。

ID 小学校は北東を山林、南西を団地に囲まれた場所に立地している。学校周辺には大きな道路がないことから、車などから出る排出ガスなどの影響は少ないと考えられる。学校は、鉄筋コンクリート 4 階建ての北校舎と同様の造りの南校舎が渡り廊下でつながっており、教室は全て片廊下タイプであった。北校舎は平成 9 年 3 月に一部増築された部分があった。実測は、南校舎 2 階の中央付近に位置する 2 年 E 組(築年数 9.42 年)、北校舎最上階の廊下突き当たりに位置する 5 年 E 組(築年数 5.50 年)、北校舎 2 階の廊下突き当た

りに位置するコンピュータ室（築年数 5.25 年）で行った。なお、築年数とは、竣工年又は改修工事終了から実測日までの経過年数を示している。

表 11-1 実測対象教室および築年数

測定対象校	測定教室	実測日	建築年数 [年]
ID 小学校	2年D組	2001/8/29	9.42
	5年E組	2001/8/29	5.50
	コンピュータ室	2001/7/30	5.25
IK 小学校	2年A組	2001/8/27	30.50
	1年B組	2001/8/27	3.42
	4年B組	2001/8/27	1.50
	コンピュータ室	2001/8/27	3.42
NM 小学校	3年D組	2001/8/28	10.08
	2年D組	2001/8/28	0.50
	4年B組	2001/8/28	11.50
	6年C組	2001/8/28	0.50
	コンピュータ室	2001/8/28	10.08
MZ 小学校	3年A組	2001/8/31	13.08
	5年B組	2001/8/31	0.02
HT 小学校	6年E組*	2001/8/1	0.33
	6年C組*	2001/8/1	0.33
TO 小学校	4年B組	2001/8/28	25.50
	5年B組	2001/8/28	25.50
	コンピュータ室	2001/8/28	25.50
JN 小学校	6年A組	2001/8/30	12.0
	2年A組	2001/8/30	5.50
	コンピュータ室	2001/8/2	0.67
	音楽室	2001/8/2	5.50

*はワックスかけ中の測定

†は改修工事が終了した年月

IK 小学校は、北側に交通量の多い道路を有しており、その他は住宅に囲まれる場所に立地している。鉄筋コンクリート3階建ての北校舎と同様の造りの南校舎が渡り廊下でつながっており、廊下突き当りの教室以外は片廊下タイプの教室であった。北校舎1階のグランドレベルが高くなっているため、北校舎1階の高さと南校舎2階の高さが同じ高さになっている。南校舎については東側で平成10年4月、西側で平成12年3月に改修工事を終了していた。北校舎は交通量の激しい道路に面しており、騒音を防ぐために防音壁が設置してあった。実測は、北校舎2階の中央付近に位置する2年A組（築年数30.50年）、南校舎東側2階の廊下突き当たりから2つ目に位置する4年B組（築年数1.50年）、同校舎2階の中央付近に位置する1年B組（築年数3.42年）、同校舎最上階の廊下突き当たりから2つ目に位置するコンピュータ室（築年数3.42年）で行った。

NM 小学校は周囲を住宅地に囲まれた場所に立地している。学校は、鉄筋コンクリート3階建て（一部4階建て）の北校舎と3階建ての南校舎、運動場東側の2階建てプレハブ校舎が渡り廊下でつながっており、廊下突き当りの教室以外は片廊下タイプの教室であ

った。北校舎については西側が昭和49年3月、東側が昭和51年1月に改修工事が終了していた。南校舎については西側が平成13年3月に改修工事が終了しており、東側は実測に訪れた際には改修工事を行っている最中であった。実測は、北校舎2階の中央付近に位置する3年D組（築年数10.08年）、南校舎2階の中央付近に位置する2年D組（築年数0.50年）、同校舎西側最上階の廊下突き当たりから2つ目に位置する6年C組（築年数0.50年）、プレハブ校舎の最上階に位置する4年B組（築年数11.50年）、北校舎東側最上階の廊下突き当たりから2つ目に位置するコンピュータ室（10.08年）で行った。

MZ 小学校は、国道10号線と面している他にも交通量の激しい道路に囲まれた場所に立地していた。学校は、鉄筋コンクリート3階建ての北校舎と同様の造りの南校舎が渡り廊下でつながっており、各校舎東側の廊下突き当りの教室以外は片廊下タイプの教室であった。北校舎は実測に訪れた際に改修工事を行っている最中であった。最上階だけは改修工事が終了していたため、その階では実測を行わせてもらうことができた。実測は、南校舎西側2階の廊下突き当たりから2つ目に位置する3年A組（築年数13.08年）、北校舎最上階の中央付近に位置する5年B組（築年数0.02年）、南校舎東側2階の廊下突き当たりから2つ目に位置するコンピュータ室（26.17年）で行った。

HT 小学校は丘の上に立地しており南側に山林、その他は住宅に囲まれている小学校であった。周囲に交通量の激しい道路はみられなかった。学校は、鉄筋コンクリート3階建て（一部4階建て）の北校舎と3階建ての南校舎が渡り廊下でつながっており、廊下突き当りの教室以外は片廊下タイプの教室であった。南校舎については東側を平成12年3月、西側を平成13年3月に改修工事を終了していた。西側校舎の6年E組で、ワックスかけの最中およびその1時間後にVOCs実測を行った。6年E組教室は、ワックスかけ後1時間、常時窓開放していた。一方、ワックスかけの後、窓閉鎖状態で1時間経過した6年C組教室においてもVOCs実測を行った。

TO 小学校は東側に比較的交通量の多い道路を有しており、その他は団地や住宅に囲まれた場所に立地していた。学校は、鉄筋コンクリート4階建ての東校舎と同様の造りの南西校舎、3階建ての北西校舎が渡り廊下でつながっており、廊下突き当りの教室以外は片廊下タイプの教室であった。実測は、東校舎東側3階の廊下突き当たりから3つ目に位置する5年B組（築年数25.5年）、同校舎同じ階数の中央付近に位置する4年B組（築年数25.5年）、同校舎2階の中央付近に位

置するコンピュータ室（築年数 25.5 年）で行った。

JN 小学校は、東側に交通量の多い国道 255 号線がある場所に位置している。学校は、鉄筋コンクリート 3 階建ての北校舎と 4 階建ての西校舎が渡り廊下でつながっており、北校舎廊下突き当りの教室以外は片廊下タイプの教室であった。北校舎は平成 8 年 3 月、西校舎は平成元年 9 月に改修工事が終了していた。実測は西校舎 3 階の中央付近に位置する 6 年 A 組（築年数 12 年）、北校舎 2 階の中央付近に位置する 2 年 A 組（築年数 5.5 年）、西校舎最上階の廊下突き当たり位置するコンピュータ室（築年数 0.67 年）、北校舎西側最上階の廊下突き当たり位置する音楽室（築年数 5.5 年）で行った。

11-2-2 実測方法

揮発性有機化合物（VOCs）濃度の実測は、夏休み中で児童のいない、7 月末～8 月末の期間に行った。実測内容は、各測定箇所、約 15 分間、室内空気を捕集すること、およびその時間帯の室温・相対湿度を記録することである。表 11-2 に、各教室における測定日時、測定時間を示す。

表 11-2 各教室の測定時間

小学校名	教室名	実測日	測定時間
ID 小学校	2 年 D 組	2001/8/29	13:48~14:03
	5 年 E 組		14:16~14:31
	外気		13:20~13:40
	コンピュータ室	2001/7/30	9:27~9:42
	外気		10:53~11:11
IK 小学校	2 年 A 組	2001/8/27	10:42~10:57
	1 年 B 組		10:20~10:35
	4 年 B 組		10:00~10:15
	コンピュータ室		9:17~9:32
	外気		9:40~9:55
NM 小学校	3 年 D 組	2001/8/28	12:01~12:16
	2 年 D 組		11:25~11:40
	4 年 B 組		12:47~13:02
	6 年 C 組		12:06~12:21
	コンピュータ室		11:21~11:36
	外気		12:46~13:01
MZ 小学校	3 年 A 組	2001/8/31	9:10~9:25
	5 年 B 組		10:27~10:42
	外気		10:06~10:21
HT 小学校	6 年 E 組	2001/8/1	10:33~10:45
	6 年 E 組		12:20~12:30
	6 年 C 組		12:33~12:43
	外気		10:08~10:23
TO 小学校	4 年 B 組	2001/8/28	9:47~10:02
	5 年 B 組		9:51~10:06
	コンピュータ室		9:16~9:31
	外気		9:24~9:39
JN 小学校	6 年 A 組	2001/8/30	14:24~14:39
	2 年 A 組		13:56~14:11
	外気		13:30~13:45
	コンピュータ室	2001/8/2	13:41~13:56
	音楽室		14:43~14:58
	外気	15:07~15:22	

実測を行う教室の全てにおいて、実測の前日に窓およびドアを閉め、閉鎖状態をつくっておいてもらった。これは、窓を開放したままであると、各教室で換気量に差が生じてしまうためである。本実測では、全ての教室を閉鎖状態にすることで、ほぼ同じ、換気量の状態で、VOCs 濃度が測定されたことになる。なお、2000 年度に行った研究の結果から、閉鎖時の教室の換気量は、0.8 回/h 程度であることがわかっている。

表 11-3 に測定項目を示す。室内空気は、テナックス管に、サンプリングポンプを用いて約 15 分間吸引し（空気捕集量約 1 リットル）、VOCs 成分を吸着させた後、大学に持ち帰り、ガスクロマトグラフ/質量分析装置で分析した。温度および相対湿度は、自動温湿度記録計おんどり TR72s を用いて、空気捕集の間、1 分間隔で測定した。

表 11-3 測定項目および測定・分析機器

測定項目	測定使用機器
温度・湿度	自動温湿度記録計おんどり TR72 (T&D 社)
VOCs 濃度	捕集：エアースAMPLINGポンプ (AMETEK 社) を用い、テナックスチューブ (スベルコ社) にて捕集 分析：ガスクロマトグラフ/質量分析器 (パーキンエルマー社) にて分析

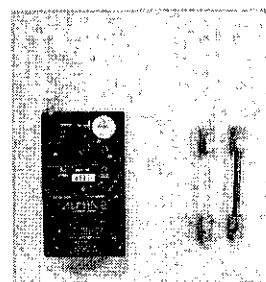


図 11-1 テナックス管 (右) およびポンプ (左)

表 11-1 に示した、実測対象校の中、NM 小学校および IK 小学校において、それぞれ 2 教室を対象教室とし、温熱因子（室温、相対湿度、天井面温度、グローブ温度）に関する長期実測を行った。NM 小学校ではプレハブ校舎（軽量鉄骨造）にある 4 年 B 組教室と、RC 造の本校舎内の 6 年 C 組教室における温熱環境を、IK 小学校では夏休みの間、閉め切られていた校舎にある 2 年 A 組教室と、職員室があるため頻りに開閉が行われていた校舎にある 4 年 B 組教室における温熱環境を調査した。表 11-4 に測定教室を示す。

表 11-4 実測時期、対象校築年数

測定校	測定教室 (階数 ^{*1} , 窓面方位)
NM 小学校	6 年 C 組 (3/3, SE), 4 年 B 組 (2/2, SW)
IK 小学校	2 年 A 組 (2/3, S), 4 年 B 組 (2/3, S)

*1 2/3 は 3 階建校舎の 2 階に教室が位置することを示す