

6-4-4 まとめ

平成12年度の生活環境の衛生問題についてのダニ対応として、

(A) 平成11年度に実施した3住宅の継続調査

(B) 平成12年度新たにスタートした5住宅のダニ実態調査

(C) ダニアレルゲン簡易測定キッドの実用性検討を実施した。

以上3項目の調査結果

(A) 平成11年度に実施した3住宅の継続調査

3住宅とも入居前にはチリダニ、ツメダニ類は低い検出レベルであり、これら以外のダニやチャタテムシもほとんど検出されなかった。

入居3ヶ月後にはチリダニ類を主体にダニ類の検出レベルは明らかに増加傾向が認められた。これは入居時に寝具やインテリア製品とともに持ち込まれたことが原因と考えられる。

しかし、1年後の調査結果は、A、及びE住宅では3ヶ月後の調査結果と比べてチリダニ類の検出レベルは必ずしも高くなっておらず、むしろ減少傾向が認められた。

またB住宅については3ヶ月後にチリダニが、1F和室、1F洋室で増加していたが、1年後にはチリダニについては大きな変動は見られなかったが、その他の屋内性ダニ類が新たに検出され、とくに1F洋室では普通の家庭で見られる一般的なダニ類が認められた。しかし、痒み被害の原因となるツメダニや他の刺咬性ダニ類は調査期間を通してまったく検出されなかった。

調査結果から、3住宅に共通している点は、

- 1) 入居前のダニ検出レベルは低い。
- 2) 入居後一時的にチリダニ類の密度が上がる傾向があるが、これは入居時に持ち込まれる寝具類などによるものと考えられる。
- 3) 入居1年後は3ヶ月後と比較して増加傾向は認められず、人刺咬性ダニ類も検出されなかった。

こうした3住宅の傾向は、居住者のライフスタイルもあるが、室内空気環境がダニの増殖

にプレッシャーを与えられる湿度に維持できる建築工法による要因も無視できないと考えられる。

(B) 平成12年度に新たに実施した新規5住宅のダニ実態調査

入居前と入居3ヶ月後のダニの検出状況に二つのパターンが認められた。第1はF及びG住宅のようにダニ類の検出レベルにほとんど変動がなく、極めて低密度で推移しているケース、第2はH、I、J住宅のごとく入居後に主としてチリダニ類が増加しているケースで、従来から見られたパターンである。この違いは継続調査によりある程度解明されるであろうが、原因の一つは入居時に持ち込まれる寝具類などの使用歴にあるのかもしれない。

(C) ダニアレルゲン量簡易測定キッドの実用性検討について

ファインダスト50mg当たりのチリダニ検出数と発色の関係では、ダニ検出数とTバンドの発色の色調とは関連性が認められ、2頭/50mgではT部分に発色は確認できず、8~62頭/50mgの4レベルの標本については明らかにダニ数と発色濃度の間に関連性が認められた。しかし、100頭/50mgを越えるレベル5標本では色調差は明瞭ではなく、色調からダニ数を推定することは困難であった。一方、同じ標本を用いたダニアレルゲン(Der1)定量試験では、ダニ数とDer1量とは相関性($r=0.8262$)が認められるようであった。

以上のことから、共通の標本(ハウスダスト)について、

- (1) 単位重量当たりのチリダニ数を直接カウント
- (2) Der f 1とDer p 1をプラスしたDer 1のELISA法による定量
- (3) 簡易ダニアレルゲン測定キッドによる発色

の3方法の間には相互に関連性が認められたが、100頭/50mgを越えるようなダニ密度の高い標本については簡易測定キッドでの発色が鈍く、実用面で検討の余地があるように思われた。

第3章 戸建新築住宅における入居前後による衛生環境調査

6-5 カビの調査

3-5-1 はじめに

室内空間の浮遊カビ数（真菌）の密度が大きければ大きい程、カビによる危害は、増大すると考えられる。

本年度は、昨年度に引き続き、浮遊カビ数の試験方法として日本の公定法で制定されている食品の衛生規範（厚生省）による落下真菌の採取測定法を採用し、下記の項目につき検討を行った。

(A) 平成11年度に調査した5住宅のうちA, B, Eの3住宅について1年後のカビ継続調査。

(B) 平成12年度に建設された高気密・高断熱仕様住宅における換気システムと落下真菌数の関係調査、特に、吸入孔付近の菌数密度と従来測定個所の菌数、また換気装置停止時の菌数及び外部の菌数密度測定からの対策検討。

3-5-2 調査方法

培地を入れた9～10cmφペトリ皿を部屋の一つの対角線上の両端と中央部の計3ヶ所に設置し、20分間開放した。培地は下記の2種類を各所に1個ずつ配置し、測定値は各3点の平均値を用いた。

- ① PDA培地 : 好湿性カビ用
- ② DG-18培地 : 好乾性カビ用

6-5-3 調査結果

調査結果をまとめて表3-5-1～4に示す。

① カビ継続実態調査（表3-5-1～4）

調査時の屋外の真菌数（バックラウンド値）と屋内のそれとが連動的な傾向であり、強風時の換気は屋外の土砂、汚塵等の微生物汚染の屋内への導入に継がる危険性が考えられた。

入居1年後の調査では（表3-5-1）、特にB邸で屋外の真菌数と連動しない高い数値が検出されており、住い方による問題（吸塵、清拭等）も考えられた。

② 従来法による床面の落下真菌数と給気孔直下（40～50cm）の落下真菌数の比較調査（表3-5-2）

両者で近似の数値が得られているが、給気条件では、空気が流動していることから、今回の寒天培地による落下真菌の採取測定法では真値が得られないと推察され、給気孔由来の真菌数の調査には、エアースンプラーによる捕集が有効と判断された。

③ 給気運転時及び停止時の床面の落下真菌数

表3-5-3及び4の調査結果から、第3種換気システムでは室内及び屋外の浮遊菌数が少ないためか両者での有意な差異は認められなかった。

一方、第1種換気では室内及び屋外の浮遊菌数が多かったこと、更に給気の停止による微粒子の沈降（含真菌）の結果と見られる落下真菌数の増加が見られた。

表 3-5-1 カビの継続実態調査：床面のカビ数の経日変動

調査邸	換気システム	調査	浴室		台所		畳室		屋外	
			P	D	P	D	P	D	P	D
A邸	第3種	入居前	81	3	2	1	16	3	—	—
		3ヶ月後	0	0	0	10	1	0	47	119
		1年後	2	0	2	0	2	0	13	9
B邸	第3種	入居前	20	9	1	0	24	4	—	—
		3ヶ月後	8	3	11	5	2	1	>200	>200
		1年後	30	62	26	8	8	21	40	8
C邸	第3種	入居前	7	2	31	1	51	7		
		3ヶ月後	0	1	1	1	1	41	3	1
D邸	第3種	入居前	5	1	2	2	13	1	—	—
		3ヶ月後	12	2	3	3	3	4	46	23
E邸	第3種	入居前	6	1	11	6	7	32	—	—
		3ヶ月後	13	30	4	1	1	0	—	—
		1年後	12	0	5	1	1	0	—	—

注： P=PDA培地, D=DG-18倍値

第3章 戸建新築住宅における入居前後による衛生環境調査

表 3-5-2 カビ数の継続実態調査：床面及び給気孔直下（40～50cm）のカビ数

調査邸	換気システム	調査	浴室				台所				畳室				屋外	
			床面		吸気孔		床面		吸気孔		床面		吸気孔		P	D
			P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D		
F邸	第3種	入居前	1	0	—	—	1	0	—	—	1	0	1	0	23	23
		3ヶ月後	0	0	—	—	0	0	—	—	0	0	—	—	2	2
G邸	第3種	入居前	1	1	0	0	2	0	1	0	2	0	2	1	6	1
		3ヶ月後	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	7	1
H邸	第1種	入居前	3	1	1	1	2	1	1	0	2	1	2	2	—	—
		3ヶ月後	1	1	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	13	3
I邸	第3種	入居前	3	1	2	0	3	1	2	1	3	1	2	0	13	3
		3ヶ月後	1	0	0	0	3	1	1	0	0	1	0	0	2	1
J邸	第3種	入居前	5	2	—	—	2	1	—	—	5	3	—	—	6	33
		3ヶ月後	6	2	—	—	5	1	—	—	4	3	2	1	—	—

表 3-5-3 カビ数の実態継続調査：給気時及び給気停止時の床面のカビ数

調査邸	換気システム	調査	浴室				台所				畳室				屋外	
			給気		停止		給気		停止		給気		停止		P	D
			P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D		
F邸	第3種	入居前	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	23	23
		3ヶ月後	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2
G邸	第3種	入居前	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	6	1
		3ヶ月後	0	0	11	1	0	0	2	1	6	0	7	2	7	1
H邸	第1種	入居前	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	—	—
		3ヶ月後	1	1	1	0	3	0	2	0	0	0	1	0	13	3
I邸	第3種	入居前	3	1	0	1	3	1	0	1	3	1	1	1	13	3
		3ヶ月後	1	0	2	0	3	1	1	0	0	1	0	1	2	1
J邸	第3種	入居前	5	2	2	0	2	1	3	2	5	3	12	3	6	33
		3ヶ月後	6	2	—	—	5	1	—	—	4	3	—	—	—	—

表 3-5-4 カビ数の継続実態調査：給気時及び給気停止時の床面のカビ数

調査邸	換気システム	調査	浴室				台所				畳室				屋外	
			給気		停止		給気		停止		給気		停止		P	D
			P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D		
K邸	第1種	入居前	19	12	11	32	8	9	15	15	5	9	9	13	197	176
L邸	第1種	入居前	12	8	—	—	8	9	—	—	7	11	—	—	213	178
M邸	第1種	入居前	44	1	—	—	13	2	—	—	108	3	—	—	415	77
N邸	第3種	入居前	4	0	39	6	5	2	—	—	7	3	—	—	117	22

K～N邸：高気密高断熱住宅

④ 各建築工法（含高気密、高断熱住宅における第1種と第3種換気システム）の違いにおける床面落下真菌数。

高気密、高断熱住宅の換気システムの違いにおける落下真菌数の調査では、屋外の浮遊真菌数の影響下で、第3種より第1種の方で室内床面の落下真菌数の増加傾向が見られた。

3-5-4 まとめ

屋内及び屋外の浮遊真菌数（培地採取法による落下真菌数として測定）を同時に比較調査を行った報告はほとんど知られていない。

屋外の落下真菌数の季節消長と気象状態（風の強い日は、土砂の巻き上げによる浮遊微生物数の増加が考えられる）との相関は調査していないが、昨年及び本年の試験結果では、屋外の落下真菌数と屋内の落下真菌数が連動している傾向が認められた。

更に従来工法の住居より高気密高断熱住宅の方が、室内床面の落下真菌数が多い傾向が認められた。このことは換気システムによる屋外空気強制導入の結果と推定された。

高気密高断熱住宅でも、給気設備の違いによる差、すなわち第3種より第1種の方で室内床面の落下真菌数の増加傾向が見られ、屋外空気の導入及び排出の動態等のバランスによる差異等が推測された。

同一住居における落下真菌数の経日的な追跡調査では、C邸の畳室の3ヶ月後及びB邸の全室での1年後の異常な増加が見られ、居住者の住まい方（吸塵や清拭等による汚塵の除去等。発黴の有無は不明）が関与していると推察された。

以上の結果から、高気密高断熱住宅の室内の落下真菌数の低減には、給気設備に対応した除塵フィルターの設置等も必要と判断された。

第4章 床面からのアルデヒド類放散
量が気中濃度に与える影響に
関する実測

第4章 床面からのアルデヒド類放散量が気中濃度に与える影響に関する実測

Effects of Aldehydes Emission Rate from Floors on the Indoor Aldehydes Concentration by Field Measurements

The investigation on indoor air quality of houses was conducted. Formaldehyde concentration, air temperature and humidity were measured, and emission rate from floors was measured by ADSEC. The information on the residents was investigated with questionnaire. In the most of houses, floorings were used for floors and 24 hours ventilation systems were operated. Heating instruments were frequently used in the northern houses. Differences of air temperature, humidity and amount of chemical compounds were not found for each area. The higher temperature and humidity were, the more Formaldehyde was emitted. The concentrations were high in the houses that have the floors of much Formaldehyde emission. The concentrations and emission rates converted with temperature showed high amounts in some houses.

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

4-1 はじめに

住宅内装材を床面、天井面、壁面と部位別に分類すると気中ホルムアルデヒド濃度に対する寄与率が高いのは床面であることが報告されている¹⁾。また、室内の様々な位置の汚染源の人体呼吸空気汚染への寄与を CFD により評価した結果からも、人体が吸引する汚染質の半分以上が床面に起因すると報告されている²⁾。このことから、建材からの放散量の調査では床材の測定が重要であると考えられる。本研究では、前報(その1)で報告した ADSEC を用いて実住宅での床材からのホルムアルデヒド放散速度測定を行うとともに室内空気質実態調査を行った。室内気中濃度と温湿度の測定、床面の材質、生活状態等のアンケート調査を併せて行い、それぞれの因子が室内気中濃度に与える影響について検討を行った。

4-2 実態調査方法

4-2-1 概要

調査は 2001 年 2~3 月に、全国 25 軒の木造一戸建住宅を対象として、測定セットを郵送して行った。住宅の測定地域、築年数の概要を表 4-1, 2 に示す。測定項目は各住宅の外気、居間、寝室のホルムアルデヒド気中濃度と空気温度・湿度、居間・寝室床材からのホルムアルデヒド放散速度である。測定は通常の生活状態において行われた。

4-2-2 アンケート

アンケートでは以下に示す建物概要と生活状態の

調査を行った。

- ① 年数
- ② 住人の数
- ③ 居間・寝室の概要
(階数、広さ、床・壁・天井内装材、設置家具)
- ④ 居間・寝室での生活
(在室人数、使用した冷暖房器具・使用時間、使用した換気設備・使用時間、燃焼器具の使用回数、喫煙・飲酒の有無)

4-2-3 温湿度・ホルムアルデヒドの測定方法

温湿度の測定は温湿度計(TABAI ESPEC CORP. THERMO RECORDER RS-11)によって行った。ホルムアルデヒドの気中濃度、床材の放散速度の測定はともに DSD-DNPH 拡散サンプラー³⁾によって 24 時間捕集し、HPLC によって分析した。放散速度の測定は ADSEC を用い、第 5 章における式(5-29)によって算出した。

4-3 調査結果

4-3-1 アンケート

アンケート結果概要を表 4-3, 4 に示す。放散速度の測定を行った床材はフローリングが多かった。北方の地域は暖房の使用が目立ったが、それ以外の生活習慣に地域差は見られなかった。ほぼ全ての住宅において 24 時間換気システムを使用していた。

第4章 床面からのアルデヒド類放散量が気中濃度に与える影響に関する実測

表 4-1 測定地域

地区	北海道	東北	北陸	中部	関西	四国	中国	計
軒数	4	2	5	5	3	4	2	25

表 4-2 住宅築年数の概要

年数	6ヶ月未満	6ヶ月～1年	1～2年	2年以上
軒数	9	6	5	5

表 4-3 居間での生活について

階数	1階：23軒、2階：2軒
広さ	10～28帖、平均：15.7帖
床材	ほとんどがフローリング、畳使用4軒
壁・天井材	大半がビニール 布・紙、板、塗壁は少数
設置家具	食器棚、テーブル、ソファ、テレビなど、様々な木製・布家具、電化製品があった
冷暖房器具の種	24時間使用が多く、平均16.0時間/日
類と使用時間	エアコンが多数 床暖房2軒、石油暖房2軒
換気	ほとんどが24時間換気システムを使用
燃焼器具	2/3が使用せず、使用者は2～10回/日
喫煙	2/3が喫煙せず、喫煙者は5～15本/日
飲酒	半数が飲酒

表 4-4 寝室での生活について

階数	1階：2軒、2階：23軒
広さ	6～14帖、平均：9.6帖
床材	ほとんどがフローリング、畳使用3軒、カーペット1軒
壁・天井材	大半がビニール、布・紙7軒
設置家具	ベッド14軒、タンス、机、椅子など
冷暖房器具の種	使用は半数
類と使用時間	使用者は24時間が多く、平均16.9時間/日、使用軒数：エアコン4軒、電気2軒、石油2軒
換気	ほとんどが24時間換気システムを使用
燃焼器具	1軒のみ使用（3回/日）
喫煙	1軒のみ使用（20本/日）
飲酒	5軒飲酒

表 4-5 平均温湿度

	空気温度 [°C]	空気湿度 [%RH]	絶対湿度 [g/kg]
外気	8.8	63	4.41
居間	18.7	46	6.15
寝室	19.1	44	6.11

4-3-2 温湿度・ホルムアルデヒド測定結果

外気・居間・寝室における温度、相対湿度、絶対湿度の平均値を表4-5に、温度、ホルムアルデヒド気中

濃度・床材からの放散速度を図1～5に示す。

① 温湿度

測定時期が冬季であるため、平均外気温は低かったが、室内気温は20°C弱であった。地域差は見られなかった。北海道1は住民がいなかったために温度が低くなっていた。

② 室内気中濃度

北海道など、北方の地域では換気量が少なく室内濃度が高くなることが考えられたが、地域性は見られなかった。ほぼ全ての住宅において室内気中濃度が外気よりも高くなっていたことから、住宅内装材、暖房の

第4章 床面からのアルデヒド類放散量が気中濃度に与える影響に関する実測

使用、居住者の持ち込み物などが室内発生源となっていることが考えられる。室内気中濃度と築年数の関係は見られなかった。

冬季のため室内気中濃度が高い住宅は少なく、富山2の寝室のみが厚生労働省ガイドライン⁴⁾の $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。この住宅は築後6ヶ月以下で、測定時には24時間エアコンを用い、喫煙が10本/日されていた。設置家具はシングルベッド2つであった。床材からの放散速度は特別に高くはなかった。床材以外の発生源があったか、24時間換気設備を使用していたが換気量が少なかった可能性がある。

徳島1の居間も放散速度に比べ気中濃度が高く、同様のことが言える。この住宅は築後6ヶ月～1年で、ソファや食卓などの家具があった。測定時は24時間換気が行われていた。喫煙が5本/日されていた。

③ 床材からの放散速度

北海道2と北海道4はともに築後2年以上経過していたが、放散速度が居間、寝室ともに高かった。気中濃度も比較的高い値を示している。これらの住宅では床材からの放散が気中濃度に寄与していると考えられる。床材はすべてフローリングで、床暖房はなく、それぞれFF式ストーブと電気蓄熱式暖房機を使用していた。

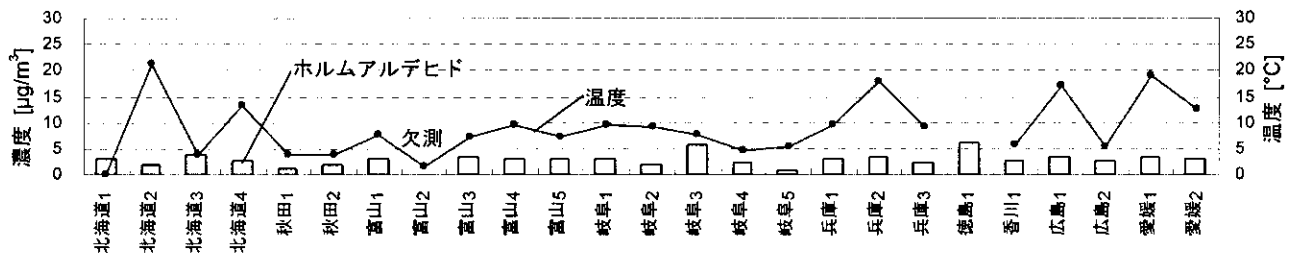


図 4-1 外気ホルムアルデヒド気中濃度・空気温度

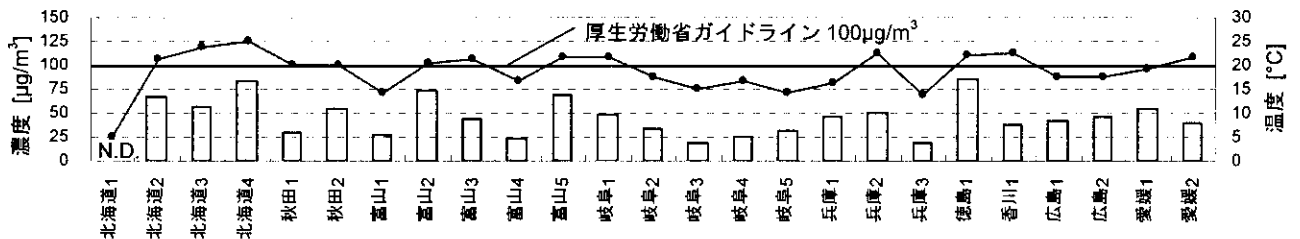


図 4-2 居間ホルムアルデヒド気中濃度・空気温度

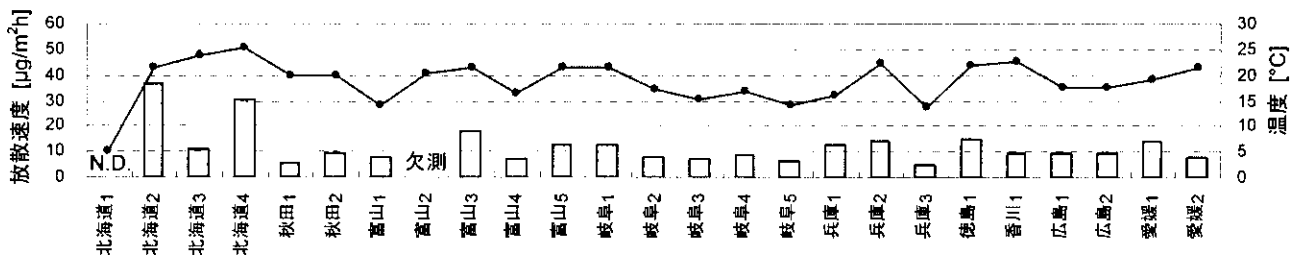


図 4-3 居間ホルムアルデヒド放散速度・空気温度

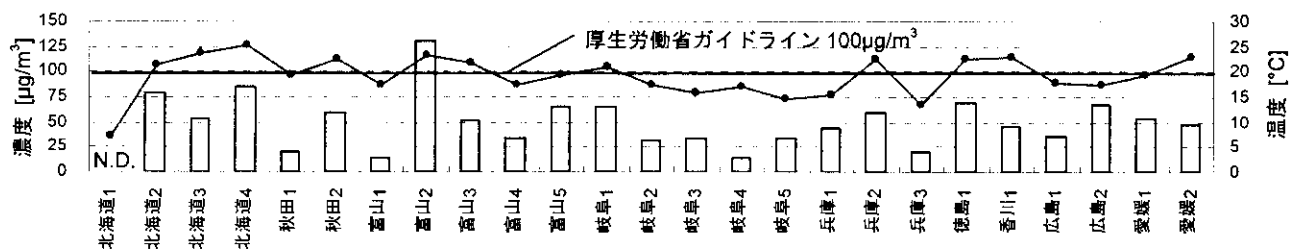


図 4-4 寝室ホルムアルデヒド気中濃度・空気温度

第4章 床面からのアルデヒド類放散量が気中濃度に与える影響に関する実測

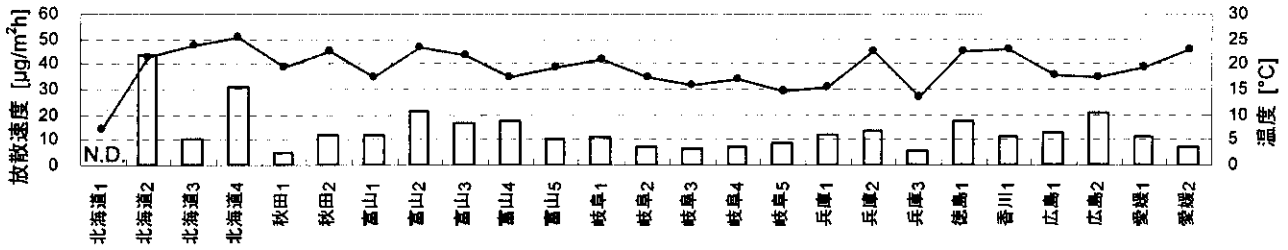


図 4-5 寝室ホルムアルデヒド放散速度・空気温度

4-3-3 床材からの放散と気中濃度の関係

図 4-6 に気中濃度と放散速度の関係を示す。この比較では、換気量、生活状態などが必ずしも一定ではなく、床材以外のホルムアルデヒドの発生源も考えられるが、床材からの放散の多い住宅ほど、気中濃度が高い傾向があった。富山 2 と北海道 2 は換気量の大小が相関に影響を与えていると考えられる。

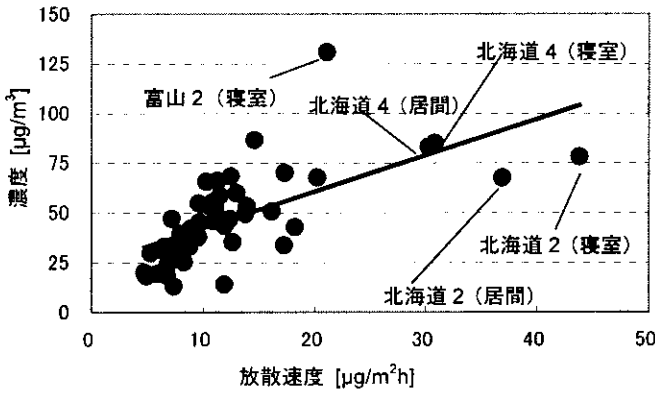


図 4-6 ホルムアルデヒド気中濃度と放散速度

4-3-4 気中濃度・放散速度への周囲温度の影響

温度・絶対湿度とホルムアルデヒド気中濃度・放散速度の関係を図 4-7~10 に示す。同条件を比較するため、築後 6 ヶ月未満のものについて検討した結果、温湿度の高い住宅は気中濃度・放散速度が高い傾向を示したが、湿度の影響は少なかった。

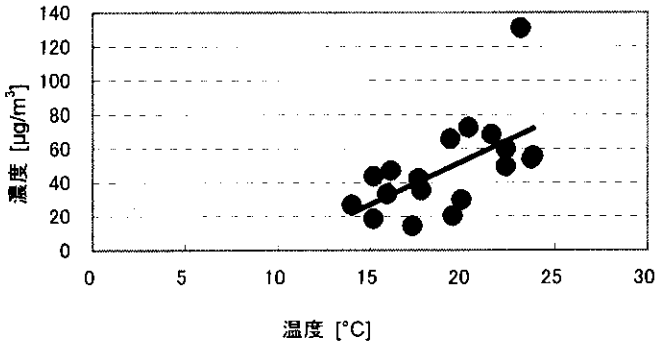


図 4-7 空気温度とホルムアルデヒド気中濃度

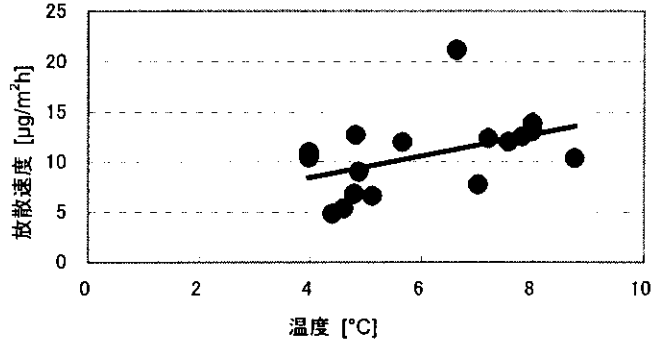


図 4-8 空気温度とホルムアルデヒド放散速度

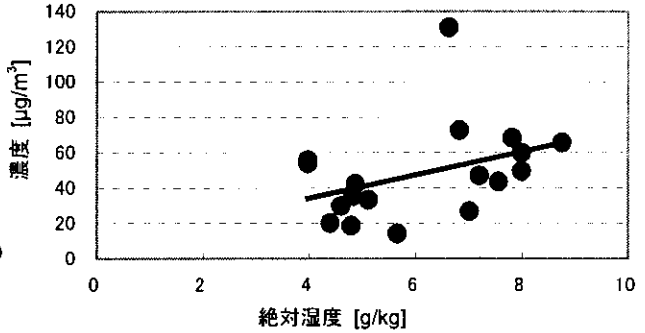


図 4-9 絶対湿度とホルムアルデヒド気中濃度

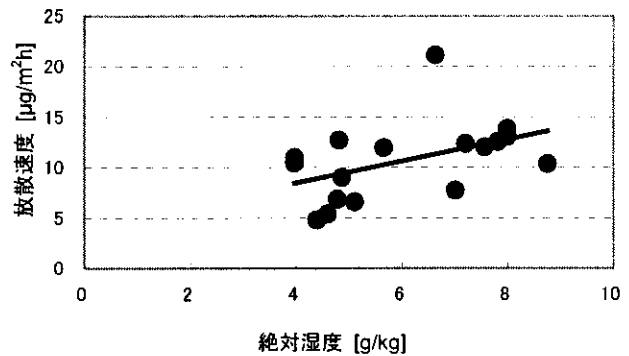


図 4-10 絶対湿度とホルムアルデヒド放散速度

4-3-5 室内気中濃度・放散速度の温度換算

各住宅のホルムアルデヒド室内気中濃度・放散速度に関して温度による換算を行った。気中濃度を井上の式⁵⁾を用い、放散速度を実験によって求められた第 5 章の(5-4)式によって 25°C に換算した。

換算後の結果を図 4-11, 12 に示す。測定時が低温であ

ったため、換算後に濃度が $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるものが幾つかあった。放散速度では北海道2の寝室が $50\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ を超えた。気中濃度、放散速度ともに温湿度の高い時期にはより高い値を示すと考えられ、今後は夏季の測定とともに、湿度による換算検討する必要がある。

4-4 まとめ

① ホルムアルデヒドの気中濃度・ADSECによる床

材からの放散速度・温湿度の測定とともに、アンケートによる生活習慣の調査を行った。② 温度、絶対湿度が高いほど、ホルムアルデヒド気中濃度、放散速度が大きい結果を得た。③ 放散速度が高いと室内濃度が高い結果を得た。④ ホルムアルデヒド気中濃度を 25°C に温度換算した結果、高い値を示したものがあつた。

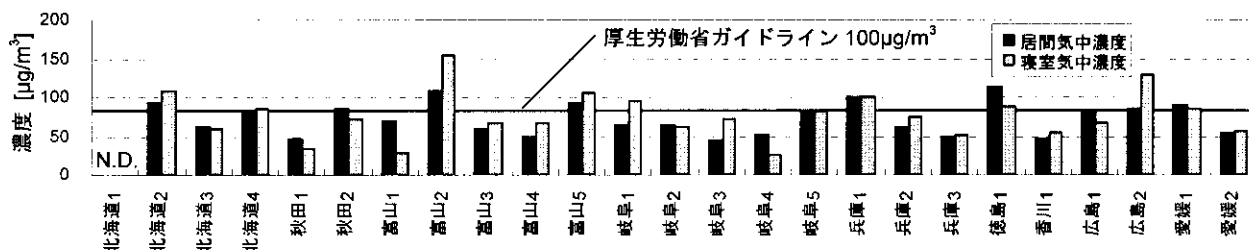


図 4-11 25°C 温度換算後のホルムアルデヒド気中濃度

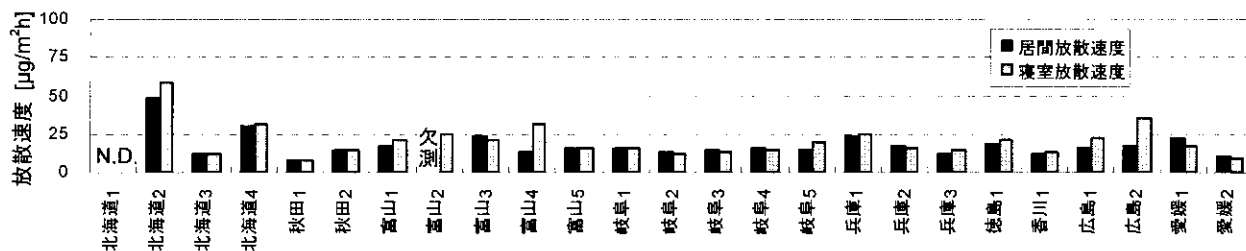


図 4-12 25°C 温度換算後のホルムアルデヒド放散速度

【参考文献】

- 1) 田辺, 小西ら, 新築集合住宅の IAQ 実測と使用建材からの化学物質放散速度の測定, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集, 1999(富山), pp57-60
- 2) 林立也, 加藤信介, 村上周三, 朱清宇, 室内化学物質による呼吸空気質汚染の数値解析とその制御に関する研究(その8) 静穏室内における個別汚染源の体吸入空気汚染への寄与に関する CFD 解析, 空気調和・衛生工学会講演論文集, pp.13-16, 2000年9月
- 3) 内山, 金子, 田辺, 長谷川, 分子拡散型サンプラー DSD-DNPH による大気中カルボニル化合物の測定, 千葉市環境保健研究所年報, 1999, 6, 106-113
- 4) 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4回及び第5回のまとめ, 厚生労働省報道発表資料,
http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1212/h1222-1_13.html
- 5) 井上明生, ホルムアルデヒド気中濃度のライン対策, 木材工業, Vol. 52, No.1, 1997

第5章 工業化住宅における室内温熱 環境及び空気環境に関する研究

第5章 工業化住宅における室内温熱環境及び空気環境に関する研究

Thermal and Air Quality Environment in Prefabricated Houses

In this Chapter, we reported field investigation results of indoor air quality of highly airtight and insulated prefabricated houses. One group, house-A, house-B, and house-C, was all just after completion, and another group, house-X, house-Y, and house-Z, was after about two years after completion, when we conducted field investigation. Measurements were done for Aldehydes, VOCs, temperature, and humidity indoors. Measured value of Aldehydes and VOCs were under guideline rate for almost all of the houses. An exception was Toluene density in house-C. Life style variation such as habitual smoking did not show influence on indoor air quality in our study. However, further investigation would be required.

KEYWORDS: prefabricated house, indoor air quality, Aldehydes, VOCs, questionnaire

5-1 研究目的

昨今、環境問題に対する社会全体の意識が高まり地球環境問題は全人類共通の重要かつ緊急な課題となっている。その課題解決のためには、日本の全産業から排出される CO₂ 排出量の 34%を占めるとされる建設分野に対して、省エネルギー技術を採用することが重要となる。住宅分野においては、CO₂ 削減目標を達成するために、省エネルギー基準が改正され新たな判断値が提示されている。室内空気の質は化学物質過敏症、アレルギー、頭痛など人々の健康に対し大きく影響を与える。その要因として省エネルギー化を目的とした建物の高气密化、建築材料、施工材料、生活用品などからの化学物質の放散などが考えられる。このような状況下で、エネルギー消費や効率の面で優れていることはもちろん、環境や居住者にとっても高い満足度が得られるような設備システムの確立が求められている。

本研究では、国内戸建て住宅で多くのシェアを持つ工業化住宅に着目し、居住者への健康影響解明の一助とすべく室内空気質の実測調査を行った。

5-2 実測概要

5-2-1 対象住宅概要及び実測内容

S 社設計施工による工業化住宅について、新築住宅 3 棟 (A 邸、B 邸、C 邸)、既存住宅 3 棟 (X 邸、Y 邸、Z 邸) の計 6 棟における空気質の実測を行った。また、測定した値が居住者の生活及び居住環境とどのような関係にあるかをとらえることを目的としたアンケート調査を行った。既存住宅はいずれも竣工より 2 年程度を経過したものであり、居住者によって生活が営まれている。表 5-1 に新築住宅・既存住宅の内部仕様、表 5-2 に新築住宅の住宅概要、表 5-3 に既存住宅の住宅概要、図 5-1~6 に各住宅の平面図を示す。

5-2-2 実測方法

測定方法は、厚生労働省による測定手順に従って行った。今回の実測において、新築住宅においては採取時開口部を閉じ、換気設備は稼働させていない状態、既存住宅においては通常に生活を行っている状態で測定を行った。また、既存住宅については Aldehydes のみ測定を行った。

a) VOCs の屋内・屋外濃度測定

試料の採取方法として、Air Tox (Supelco) を小型吸引ポンプに接続し 100mL/min の流速で 3,200mL まで試料空気を捕集し、両端を栓で密閉し冷暗な環境下で保存した。その後、固体吸着-ガスクロマトグラフ質量分析法 (GC/MS) で分析を行った。

b) Aldehydes の屋内・屋外濃度測定

試料の採取方法として、DSD-DNPH (Supelco) を 24 時間自然放置した状態で捕集を行い、冷暗な環境下でアルミ製保存袋にいれサンプル試料として保存した。その後高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で分析を行った。

c) 床材の放散速度測定

ADSEC¹⁾ と DSD-DNPH (Supelco) を部屋の中央付近に設置し、24 時間自然放置した状態で捕集を行った。その後固体吸着-過熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析法 (GC/MS) により分析を行った。

d) 温湿度測定

各室中央部、高さ 1.2m の位置に THERMO RECORDER (ESPEC) を設置し、温湿度の測定を 5 分間隔で行った。外気計測点は壁から 2~5m 離し、雨の影響のない場所に設置した。

e) 居住環境についてのアンケート質問事項

既存住宅 (X 邸、Y 邸、Z 邸) において表 5-4 に示す事項についてアンケート調査を行った。

表 5-1 住宅内部仕様 (新築住宅・既存住宅)

部屋名	床仕上げ	壁仕上げ	天井仕上げ
玄関	150 角材貼り	ビニールクロス	ビニールクロス
廊下	(F0) 木質フロー	ビニールクロス	ビニールクロス
居間	(F0) 木質フロー	ビニールクロス	ビニールクロス
寝室	(F0) 木質フロー	ビニールクロス	ビニールクロス
洋室	(F0) 木質フロー	ビニールクロス	ビニールクロス
和室	畳	ビニールクロス	ビニールクロス
台所	(F0) 木質フロー	ビニールクロス	ビニールクロス
浴室	(F0) 木質フロー	FRP 製 (後影調)	FRP 製 (ジェロン製)
物入れ	(F1) 合板	ビニールクロス	ビニールクロス
洋服入れ	(F1) 合板	ビニールクロス	ビニールクロス
押入	(F1) 合板	ビニールクロス	ビニールクロス

表 5-2 実測対象住宅概要 (新築住宅)

*GW: グラスウール

属性項目	A 邸 (栗橋町)	B 邸 (栗橋町)	C 邸 (栗橋町)	
構造	木造	木造	木造	
延床面積 (m ²)	145.49	133.17	119.52	
居間床面積 (m ²)	76.03	34.10	26.15	
天井高 (m)	2.40	2.40	2.40	
居間容積 (m ³)	182.47	81.84	62.76	
寝室床面積 (m ²)	16.59	20.74	17.04	
天井高 (m)	2.40	2.40	2.40	
寝室容積 (m ³)	39.82	49.78	40.90	
断熱材の仕様	外壁 (mm)	*GW100 (充填)	*GW100 (充填)	*GW60 (外張)
	床 (mm)	—	—	—
	天井 (mm)	*GW200	*GW200	*GW200
	屋根 (mm)	—	—	—
	基礎 (mm)	発泡スチレン 30	発泡スチレン 30	発泡スチレン 30
	土間 (mm)	発泡スチレン 30	発泡スチレン 30	発泡スチレン 30
暖房設備	エアコン	エアコン	エアコン	
換気設備	1 種	1 種	3 種	
竣工年月	2000.2.10	2000.2.10	2000.2.10	
測定期間	2001.2.26	2001.2.26	2001.2.26	

表 5-3 実測対象住宅 (既存住宅)

*GW: グラスウール

属性項目	X 邸 (白岡町)	Y 邸 (上尾市)	Z 邸 (板倉町)	
構造	木造	木造	木造	
延床面積 (m ²)	120.85	131.64	124.09	
居間床面積 (m ²)	27.70	21.2	26.0	
天井高 (m)	2.4	2.4	2.4	
居間容積 (m ³)	66.48	50.88	62.4	
寝室床面積 (m ²)	19.35	14.4	18.43	
天井高 (m)	2.4	2.4	2.4	
寝室容積 (m ³)	46.44	34.56	44.23	
断熱材の仕様	外壁 (mm)	*GW100	*GW100	*GW100
	床 (mm)	—	—	—
	天井 (mm)	*GW150	*GW150	*GW150
	屋根 (mm)	—	—	—
	基礎 (mm)	発泡スチレン 50	発泡スチレン 50	発泡スチレン 50
	土間 (mm)	発泡スチレン 30	発泡スチレン 30	発泡スチレン 30
暖房設備	エアコン	床下暖房	エアコン	
換気設備	1 種	1 種	1 種	
竣工年月	1999.1.13	1997.6.23	1999.8.25	
測定期間	2001.2.25	2001.2.25	2001.3.2	

表 5-4 住環境アンケート

質問事項
Q1 あなたの住居のタイプをお聞かせください
Q2 あなたの住居の構造をお聞かせください
Q3 あなたの住居の築年数をお聞かせください
Q4 リフォームされた住居にお住まいの方にお聞きします。リフォーム後どれくらい経ちましたか
Q5 現在住まわれている方の人数をお聞かせください。また、常時いる方をお聞かせください
Q6 居間（ワンルームの方はその部屋）についてお聞かせください
Q7 測定期間中の居間（ワンルームの方はその部屋）での生活についてお聞かせください
Q8 寝室についてお聞かせください
Q9 測定期間中の寝室での生活についてお聞かせください

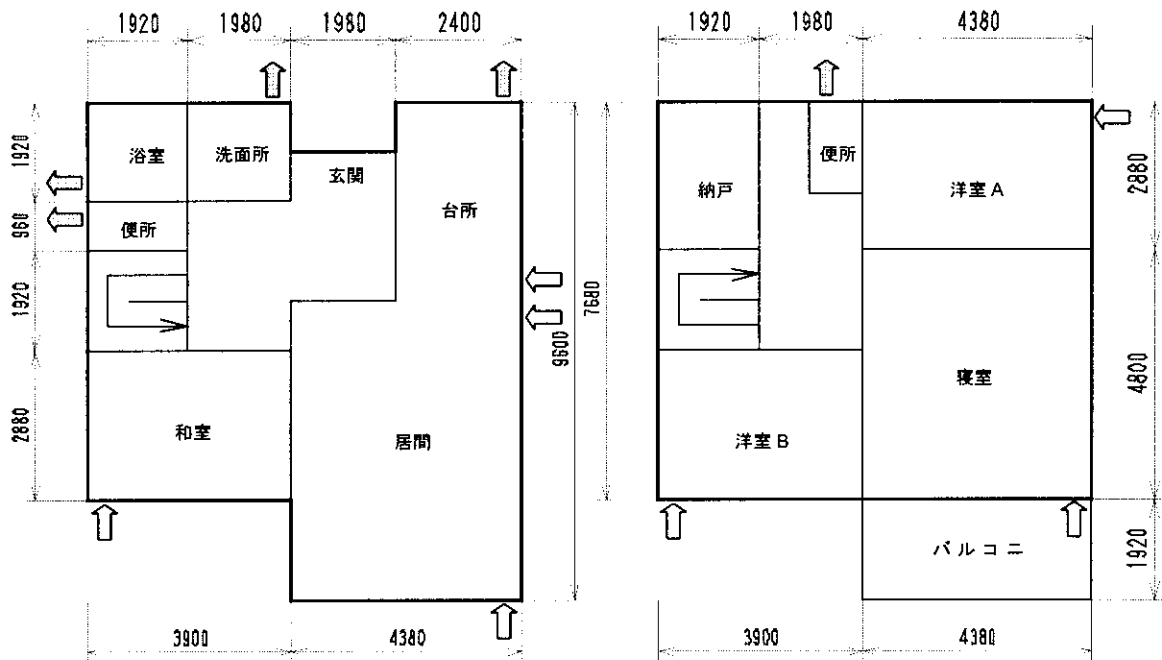


図 5-1 平面図 (A 邸)

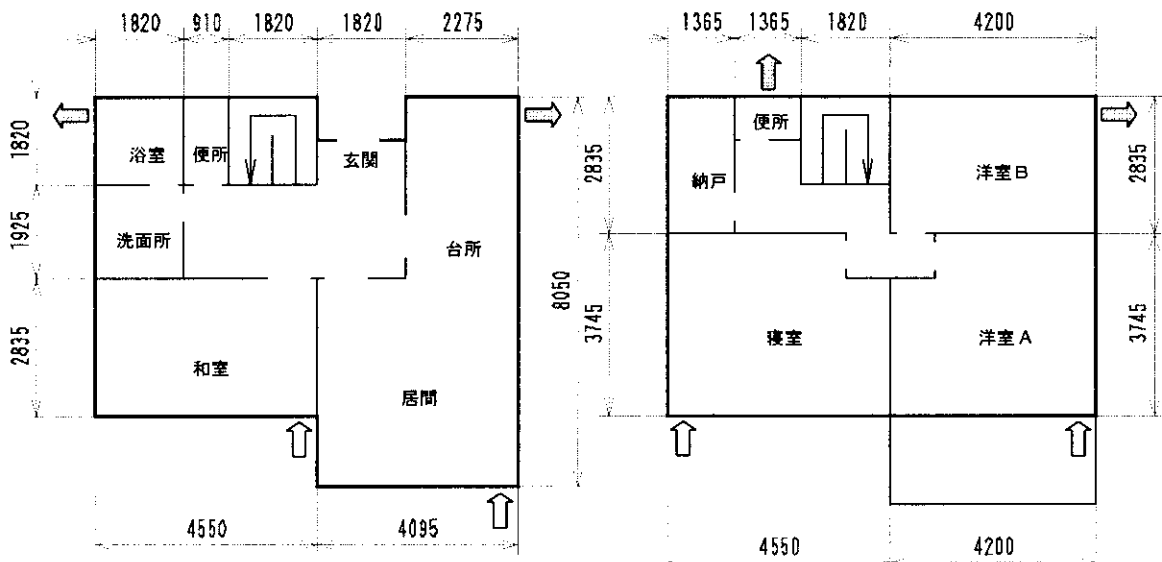
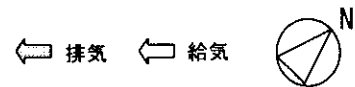
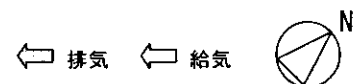


図 5-2 平面図 (B 邸)



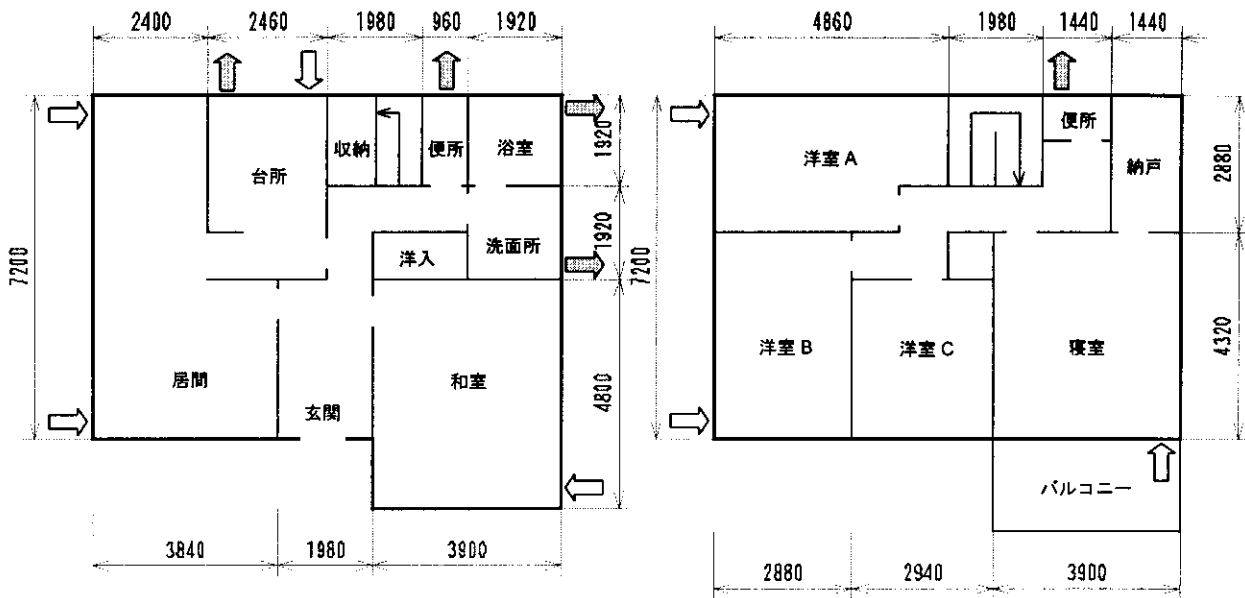


図 5-3 平面図 (C 邸)

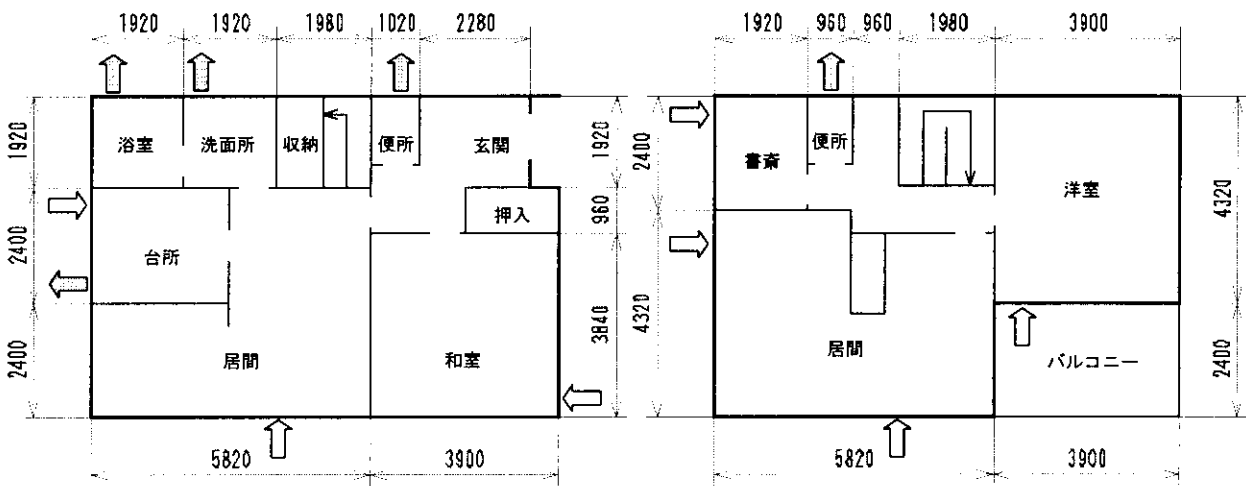


図 5-4 平面図 (X 邸)



第5章 工業化住宅における室内温熱環境及び空気環境に関する研究

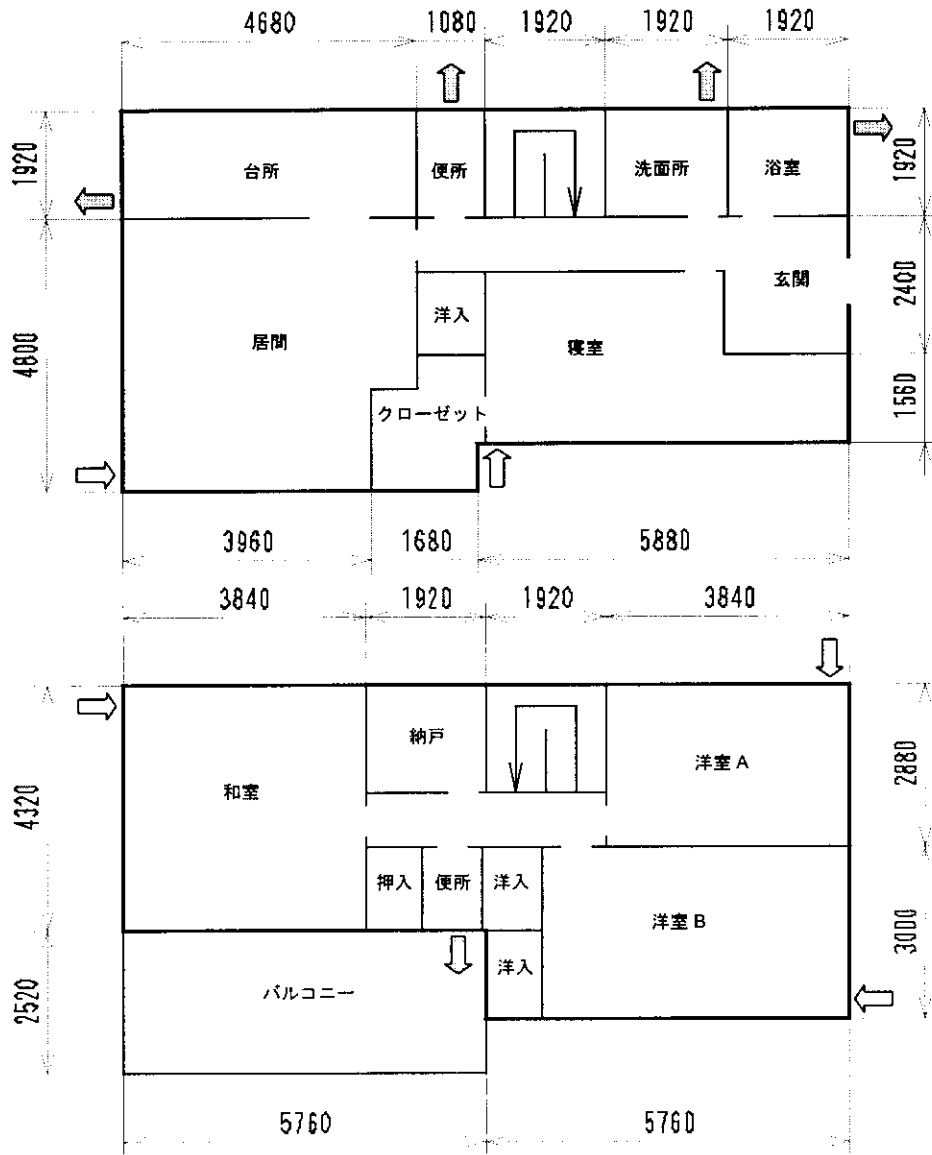


図 5-5 平面図 (Y邸)

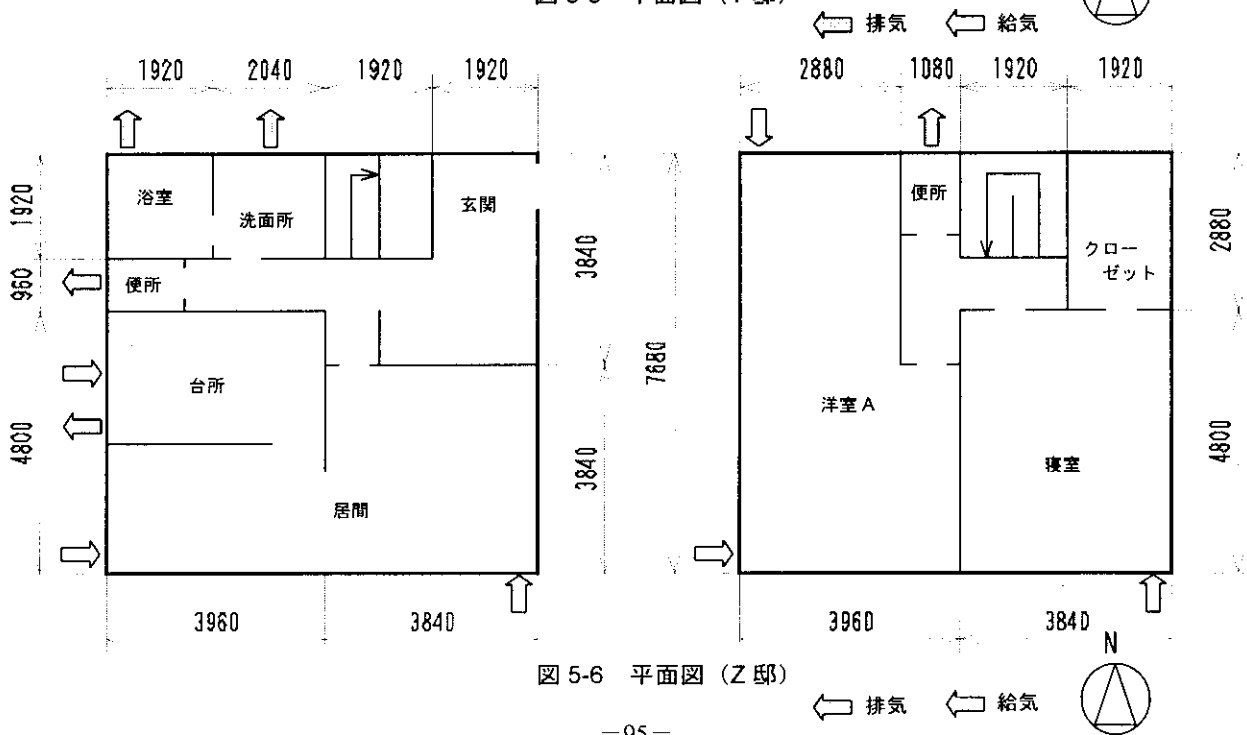


図 5-6 平面図 (Z邸)

5-3 実測結果

5-3-1 VOCsの気中濃度結果

図5-7~9に、新築住宅におけるVOCsの測定結果を示す。上記の測定結果は、今回採取したVOCsの中で、厚生労働省がガイドラインとしてあげているToluene (260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)・Ethylbenzene (380 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)・Xylene (870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)・Styrene (220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)のみを取り上げたものである。また、その他のVOCsの測定結果については表5-5~7に示す。各測定場所におけるVOCs濃度について、特にTolueneが多く検出されている。A邸、B邸ではガイドライン値を超える物質は見られないが、C邸の居間1、居間2、寝室1、寝室2ではTolueneがそれぞれ292.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、319.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、356.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、389.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とガイドライン値260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25 $^{\circ}\text{C}$ 換算)を超え、寝室2で最大1.5倍程度高くなっている。また、TVOCもガイドライン値400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ をA邸、B邸、C邸すべての住宅において大きく上回っており、特にAcetone及びTolueneの占める割合が高く、 α -ピネンも多く検出されている。

表5-5 A邸におけるVOCs濃度測定結果($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

項目	T-BL	測定1	測定2	測定1	外気1	外気2
n-ヘキサン	2.3	13.5	36.1	38.0	10.5	164.3
2,4-ジメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
イソオクタン	ND	ND	ND	ND	0.6	0.5
ヘキサン	ND	ND	ND	ND	0.6	4.6
オクタン	ND	ND	ND	0.5	ND	ND
タン	0.4	2.0	1.8	1.6	0.3	0.7
デカン	0.3	8.0	6.6	5.9	0.5	0.3
ウンデカン	ND	9.3	11.6	10.4	0.5	ND
ドデカン	ND	1.9	2.9	2.6	ND	ND
トリデカン	ND	0.6	0.4	0.5	ND	ND
テトラデカン	ND	0.5	0.7	0.3	ND	ND
ペンタデカン	0.3	0.4	0.6	0.6	0.2	0.5
ヘキサデカン	1.5	0.6	0.9	1.4	1.7	1.4
ヘプテン	0.5	1.8	3.3	1.6	2.3	8.0
トエン	0.6	127.1	166.1	149.9	15.9	15.9
エチルベンゼン	ND	71.5	60.8	54.2	8.9	4.8
キシレン	0.1	90.9	83.1	73.9	11.0	5.8
スチレン	ND	7.4	10.5	9.1	0.7	0.7
m-エチルトルエン	ND	40.4	52.7	49.8	1.5	0.8
p-エチルトルエン	ND	4.4	32.1	29.2	ND	0.4
1,3,5-トリメチルベンゼン	ND	9.2	12.2	10.8	0.6	0.3
o-エチルトルエン	ND	7.7	11.4	10.2	0.4	0.6
1,2,4-トリメチルベンゼン	ND	45.8	72.4	63.8	1.8	1.0
1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	6.5	8.9	7.8	0.3	0.6
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	2.3	3.2	2.8	0.1	0.1
α -ピネン	ND	41.0	56.5	50.3	ND	ND
β -ピネン	ND	14.8	28.5	21.8	ND	ND
D-リネン	ND	ND	20.2	18.4	ND	ND
ジカロジエン	ND	55.0	44.2	39.6	2.9	1.4
カドメチル	0.2	0.5	0.5	0.8	0.7	0.4
1,1,1-トリクロロエタン	ND	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4
1,2-ジクロロエタン	ND	ND	0.3	0.6	ND	ND
四塩化炭素	ND	1.2	1.3	1.2	2.3	1.1
トリクロロエチレン	ND	0.4	0.5	0.5	0.8	1.0
1,2-ジクロロロバン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
アモジクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ジクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
テトラクロロエチレン	ND	0.4	0.9	0.4	0.6	0.5
p-ジクロロベンゼン	ND	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
酢酸エチル	ND	14.6	29.1	26.3	ND	ND
酢酸ブチル	ND	5.8	11.9	10.1	ND	ND
アセトン	30.0	308.7	220.5	209.8	10.8	14.9
酢酸メチル	ND	35.1	32.1	28.3	1.4	0.7
酢酸イソブチル	ND	22.8	18.2	16.4	0.3	0.6
メタノール	ND	1.8	2.3	2.0	ND	ND
エタノール	ND	0.4	0.8	1.3	ND	0.9
イソプロパノール	ND	96.7	105.3	97.1	0.4	ND
1-プロパノール	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-ブタノール	ND	78.7	11.2	10.4	ND	15.7
定量VOCs	34.5	1128	1160	1056	76.0	244.0
TVOC	5.2	1040	1104	1253	52.7	62.4

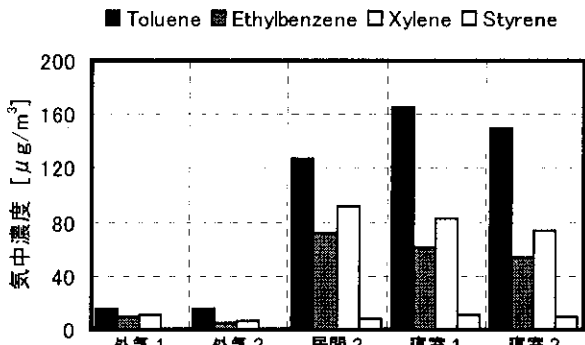


図5-7 新築住宅(A邸)におけるVOCs濃度

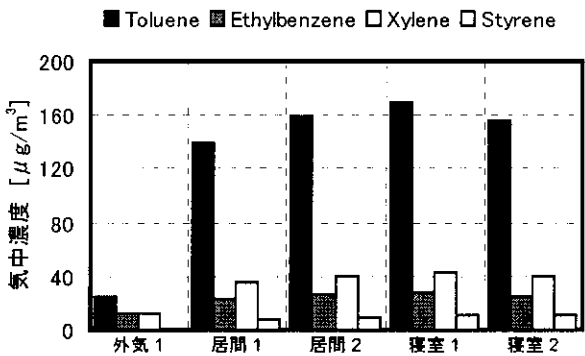


図5-8 新築住宅(B邸)におけるVOCs濃度

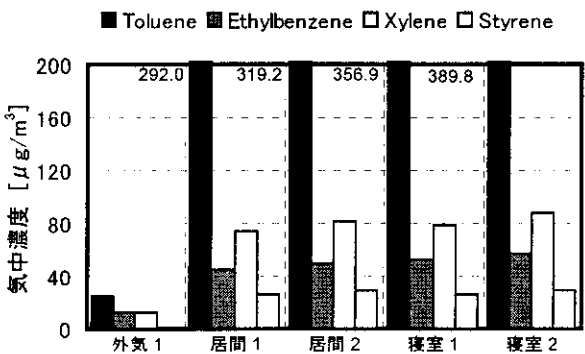


図5-9 新築住宅(C邸)におけるVOCs濃度

表 5-6 B 邸における VOCs 濃度測定結果(μg/m³)

項目	T-BL	部屋 1	部屋 2	廊下 1	廊下 2	外気 1
n-ヘキサン	7.5	47.8	61.3	25.8	24.8	29.3
2,4-ジメチルベンゼン	ND	0.6	ND	ND	ND	ND
イソオクタン	ND	0.5	ND	ND	ND	ND
ヘプタン	ND	2.9	2.7	3.1	2.8	0.9
オクタン	ND	0.8	1.0	1.1	1.0	ND
ノナン	0.3	3.6	4.3	4.3	4.0	1.5
デカン	0.6	13.0	14.7	14.8	13.5	2.4
ウンデカン	ND	9.3	10.4	11.7	11.0	1.5
ドデカン	ND	2.6	2.9	3.6	3.5	0.3
トリデカン	ND	2.3	1.8	3.5	3.1	0.6
テトラデカン	ND	2.6	1.3	5.8	5.0	0.3
ペンタデカン	ND	0.8	0.7	1.0	1.3	0.2
ヘキサデカン	0.9	2.5	1.9	2.1	2.0	1.0
ヘンセン	0.6	3.4	2.6	2.7	2.4	1.8
トルエン	5.4	143.6	163.6	174.5	161.8	29.9
エチルベンゼン	0.3	23.1	26.5	27.8	25.1	11.9
キシレン	0.5	35.3	40.3	43.8	39.6	12.1
スリレン	0.2	8.4	9.7	11.1	10.1	0.4
m-イソプロピルベンゼン	0.4	38.6	51.8	61.8	62.0	1.1
p-イソプロピルベンゼン	ND	26.3	29.7	35.3	10.7	0.8
1,3,5-トリメチルベンゼン	ND	8.3	9.6	10.6	9.6	0.4
o-イソプロピルベンゼン	0.1	8.7	10.0	11.0	10.0	0.4
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.5	51.6	59.7	65.6	59.8	1.6
1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	5.7	6.6	7.6	7.0	0.3
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	0.8	1.0	1.3	1.2	0.1
α-ピネン	ND	59.0	67.7	76.3	69.3	ND
β-ピネン	ND	30.6	35.0	41.5	37.4	ND
D-リネン	ND	20.5	23.4	27.8	24.9	ND
ジカロキシベンゼン	0.6	77.3	87.3	90.2	81.4	2.5
カロキレン	ND	0.9	0.7	0.7	0.6	0.5
1,1,1-トリクロロエタン	ND	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
1,2-ジクロロエタン	ND	0.7	0.5	ND	ND	ND
四塩化炭素	ND	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
トリクロロエチレン	ND	1.4	1.5	1.7	1.5	0.5
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ブクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ジブクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
トリクロロメタン	ND	0.6	0.5	0.4	0.4	0.9
p-ジクロロベンゼン	0.1	0.3	0.9	0.3	0.3	0.3
酢酸エチル	ND	30.1	31.8	39.6	36.1	7.6
酢酸ブチル	0.2	16.3	16.1	17.5	15.3	0.5
アセトン	7.1	393.1	429.3	199.6	255.6	13.2
メチルエチルケトン	0.5	73.9	82.6	79.3	71.2	11.5
メチルイソブチルケトン	ND	15.6	17.4	17.0	15.2	2.8
ノナール	ND	ND	1.2	1.1	1.5	0.6
デカール	0.5	3.0	2.8	3.4	3.4	0.5
イソデシルアルコール	0.9	351.7	353.3	524.3	500.2	5.3
1-ブタノール	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-ブタノール	ND	19.8	25.2	24.3	23.0	ND
定量 VOCs	22.8	1538	1691	1676	1609	143.4
TVOC	13.7	1128	1182	1390	1269	84.4

表 5-7 C 邸における VOCs 濃度測定結果(μg/m³)

項目	T-BL	部屋 1	部屋 2	廊下 1	外気 1	外気 2
n-ヘキサン	29.8	33.8	79.1	29.7	28.3	29.3
2,4-ジメチルベンゼン	ND	0.9	0.8	0.7	0.8	ND
イソオクタン	ND	ND	ND	0.5	ND	ND
ヘプタン	ND	3.7	4.4	3.6	4.0	0.9
オクタン	ND	1.4	1.6	1.7	1.8	ND
ノナン	0.4	9.0	9.9	9.0	10.6	1.5
デカン	0.6	85.6	94.9	99.3	109.3	2.4
ウンデカン	ND	41.1	128.4	178.6	195.8	1.5
ドデカン	ND	4.1	5.0	6.1	7.4	0.3
トリデカン	ND	1.1	1.7	4.2	4.6	0.6
テトラデカン	0.3	0.7	0.9	2.7	2.0	0.3
ペンタデカン	0.3	0.4	0.3	0.5	0.9	0.2
ヘキサデカン	0.4	0.5	0.3	0.8	0.5	1.0
ヘンセン	0.3	2.8	3.4	2.5	2.9	1.8
トルエン	8.9	301.0	328.1	365.9	398.7	29.9
エチルベンゼン	0.3	44.7	49.5	52.3	57.3	11.9
キシレン	0.6	74.2	82.3	79.6	87.6	12.1
スリレン	0.3	26.5	29.4	26.0	28.8	0.4
m-イソプロピルベンゼン	0.6	152.4	159.3	128.0	149.1	1.1
p-イソプロピルベンゼン	ND	18.7	19.7	13.7	15.3	0.8
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.2	37.2	41.4	33.3	36.8	0.4
o-イソプロピルベンゼン	0.1	28.9	32.2	27.0	29.9	0.4
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.6	157.7	175.8	145.2	161.0	1.6
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.2	21.3	23.6	20.9	23.2	0.3
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	3.0	3.3	3.8	4.3	0.1
α-ピネン	0.4	144.5	160.1	139.0	152.6	ND
β-ピネン	ND	41.1	45.8	50.3	56.0	ND
D-リネン	ND	26.0	28.0	5.8	7.6	ND
ジカロキシベンゼン	0.6	175.3	193.5	167.2	182.5	2.5
カロキレン	ND	1.2	1.3	1.1	1.2	0.5
1,1,1-トリクロロエタン	ND	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
四塩化炭素	ND	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
トリクロロエチレン	ND	1.8	2.0	1.5	1.6	0.5
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ブクロロメタン	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ジブクロロメタン	ND	ND	0.5	0.5	0.5	ND
トリクロロメタン	ND	0.5	0.6	0.4	0.4	0.9
p-ジクロロベンゼン	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3
酢酸エチル	ND	52.2	70.1	92.7	98.0	7.6
酢酸ブチル	ND	23.0	30.2	28.9	34.4	0.5
アセトン	5.0	326.3	526.6	558.6	612.0	13.2
メチルエチルケトン	ND	149.3	171.1	123.6	133.2	11.5
メチルイソブチルケトン	ND	24.0	26.7	22.9	25.4	2.8
ノナール	ND	37.3	28.6	30.9	45.1	0.6
デカール	ND	2.0	2.3	2.4	3.2	0.5
イソデシルアルコール	ND	49.1	57.1	35.3	34.6	5.3
1-ブタノール	ND	ND	0.7	0.3	0.5	ND
1-ブタノール	ND	39.2	36.5	27.5	27.5	ND
定量 VOCs	45.8	2144	2658	2526	2778	143.4
TVOC	17.8	4910	5582	5926	6250	84.4

5-3-2 Aldehydesの気中濃度結果

図 5-10～12 に新築住宅における Aldehydes の測定結果、図 5-13～15 に既存住宅における Aldehydes の測定結果を示す。各測定場所における新築住宅の Formaldehyde 濃度は、A 邸、B 邸、C 邸すべてにおいて厚生労働省のガイドライン値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回る結果となった。また、既存住宅の X 邸、Y 邸、Z 邸も上記同様の結果となったが、X 邸、Y 邸については新築住宅と比較すると Formaldehyde、Acetoaldehyde、Acetone の濃度が若干高め傾向を示した。対象物質の外気濃度は極めて低く外気からの影響は考えにくい。そのために、室内からの放散によるものと考えられる。しかしながら、X 邸、Y 邸のアンケート結果を比較すると、居間において喫煙を行っている Y 邸に比べ X 邸における対象物質の濃度はやや高め傾向を示している。また、測定期間中に石油ストーブの使用がある X 邸と石油ストーブを使用していない Y 邸とを比べ、若干 Formaldehyde と Acetoaldehyde の濃度は高め傾向であるが、ほぼ同じ値を示した。

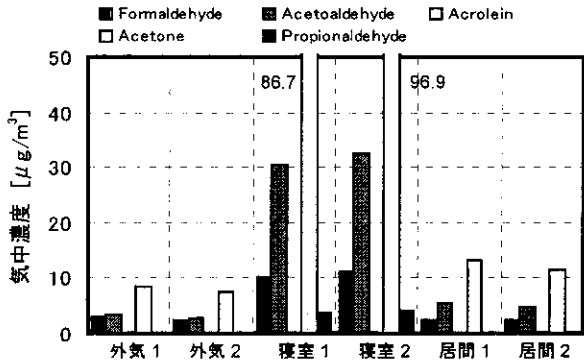


図 5-10 新築住宅 (A 邸) における Aldehydes 濃度

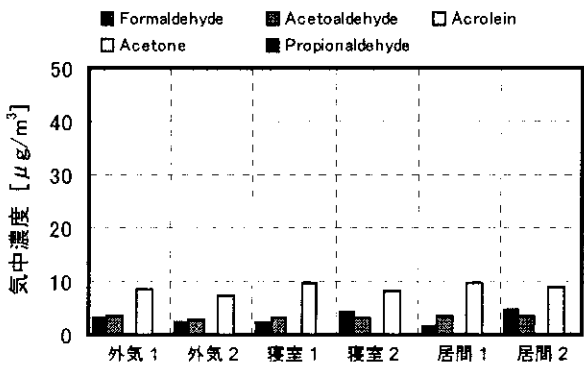


図 5-11 新築住宅 (B 邸) における Aldehydes 濃度

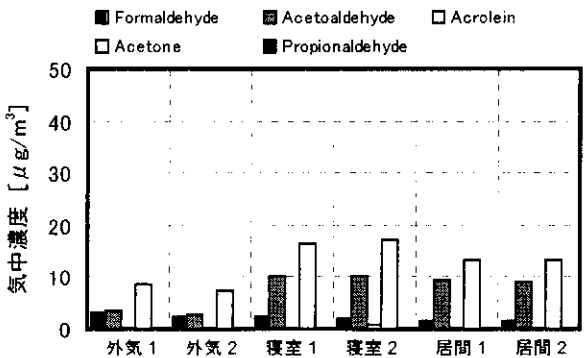


図 5-12 新築住宅 (C 邸) における Aldehydes 濃度

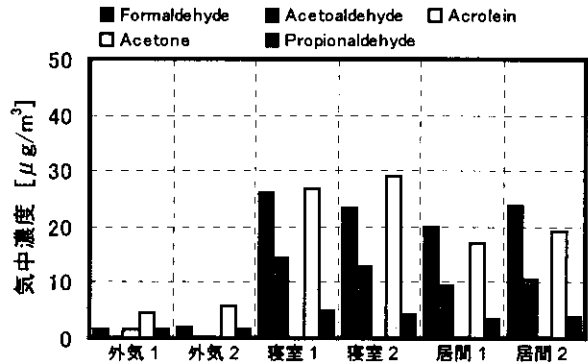


図 5-13 既存住宅 (X 邸) における Aldehydes 濃度

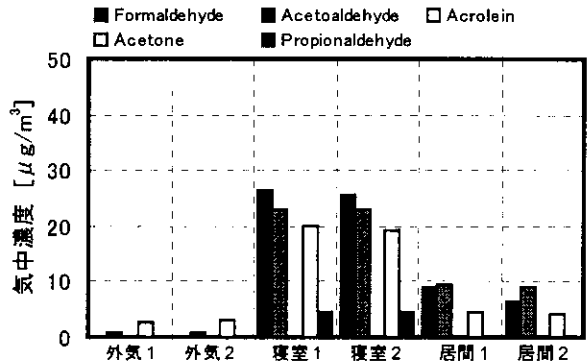


図 5-14 既存住宅 (Y 邸) における Aldehydes 濃度

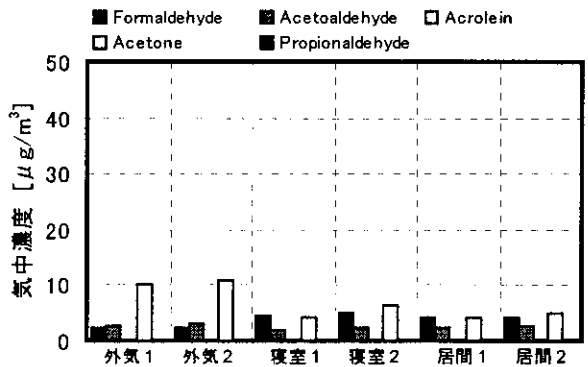


図 5-15 既存住宅 (Z 邸) における Aldehydes 濃度