

1.6 実験システムの構築

1.6.1 空気環境実験室（人工気象室）の概要

本研究事業のうち、下記1)～5)の実験室実験における温・湿度、清浄空気の制御は、人工気象室内(屋外・屋内条件試験室)に各チェンバーを設置することで行われるものである。

- 1) ホビー製品(スプレー式塗料)からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第1章)
- 2) 化粧品からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第2章)
- 3) 衣料品からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第3章)
- 4) 造作家具からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第5章)
- 5) 造作家具(洗面台等)からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第6章)
- 6) 家電製品からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第7章)
- 7) 事務機器からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第8章)
- 8) 自然塗料及び接着剤からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第9章)
- 9) 開放型燃焼器具からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第10章)
- 10) 空気清浄機の化学物質の除去特性に関する研究(第3編 第1章、第4章)
- 11) 畳の化学物質の除去特性に関する研究(第3編 第2章)
- 12) 空気清浄機の汚染物質の除去特性に関する研究(第3編 第5章)
- 13) 換気システム、空気清浄機、封止系塗料による化学物質濃度低減に関する研究(第3編 第6章)
- 14) 日用対策品の化学物質除去特性に関する研究(第3編 第7章)
- 15) 畳床の化学物質の除去特性に関する研究(第3編 第8章)

以下に、東北文化学園大学内に設置された人工気象室(屋外、屋内条件試験室)の仕様を示す。

(1) 屋外条件試験室

a) 性能仕様

周囲温度が+5～+32℃、安定30分後の測定における性能とする。電圧変動許容値は定格電圧±5%以内、周波数変動許容値は定格周波数の±1%以内とする。

- ① 温度制御範囲 -10～+40℃(無負荷、有試料時)
-10～+40℃(有負荷、有試料時)
- ② 湿度制御範囲 30～90%R.H.(at+20～+40℃)(有負荷、有試料時)
- ⑨の温湿度制御範囲を参照

③ 温湿度調節幅 ±0.5℃/±3.0%R.H.(無負荷、無試料時)

※④ 温湿度分布 ±1.0℃/±5.0%R.H.(無負荷、無試料時)

※同一時刻における試験室内中心温湿度と、室内各壁面からの有効寸法の1/6(但し、最大500mm)を除いた任意の場所での、温湿度の差とする。

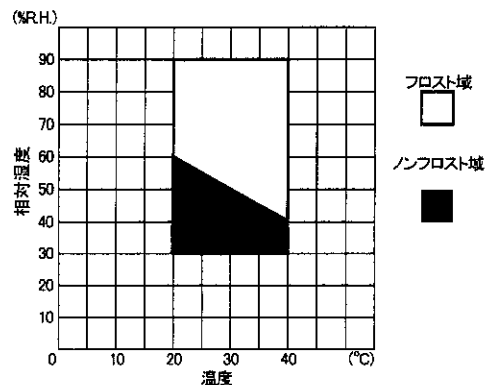
- ⑤ 室内気流速度：0.2m/sec以下(室内中心 F.L.+700mmにおける値)
- ⑥ 室内照度 500lx以上(室内温度10℃、室内中心 F.L.+700mmにおける値)
- ⑦ 許容負荷 換気:60m³/h(+10℃以上)
- ⑧ 許容試料 スモールチェンバー：W1600×H2100×D2300mm
- ⑨ 温湿度範囲図

b) 試験体本体

- ① 寸法 内寸法：IW 2875×IH 2675×ID 6200mm
- ② パネル
 - 外装材 カラー鋼板 t:0.4mm
 - 内装材 ステンレス鋼板(SUS304) t:0.5mm
 - パネル厚 t:75mm(断熱材：硬質ウレタンフォーム)

(c) 空調器

- ① 本体
 - 寸法 外寸法：OW 2000×OH 2600×OD 1070mm
 - 外装材 塩化ビニル鋼板 t:0.7mm(鋼板 t:0.5mm+塩化ビニル被膜 t:0.2mm)
 - 内装材 ステンレス鋼板(SUS304) t:0.5mm



- パネル厚 t:65mm (断熱材:硬質ウレタンフォーム)
- ②送風機 遠心送風機 (両吸込シロッコファン、80m³/min. at20mmAq)
モータ (AC200V 1.5kW)
- ③加熱器 フィンヒータ (AC200V 12kW)
- ④加湿器 蒸気加湿器 (AC200V 12kW 16.5l/h)
- ⑤蒸発器 多段プレートファインクーラ
- ⑥温度検出端 JIST熱電対
- ⑦湿度検出端 静電容量湿度センサ
- ⑧その他 吸込口(H型フィルタ付)等

(d)冷凍機

- ①冷凍機ユニット
 - 冷凍方式 単段冷凍方式
 - 圧縮機 半密閉型 AC200V
 - 凝縮機 一体空冷式
 - 膨張方式 キャピラリチューブ
- ②その他 配管架台、凝縮ファンコントローラ、圧力スイッチ等

(e)換気装置

- ①温熱実験用
 - 換気量 0～180m³/h
- ②換気実験用
 - 換気量 0～180m³/h
- ③試験室排気用
 - 換気量 1000m³/h

(2)屋内条件試験室

a)性能仕様

周囲温度が+5～+32℃、安定30分後の測定における性能とする。電圧変動許容値は定格電圧±5%以内、周波数変動許容値は定格周波数の±1%以内とする。

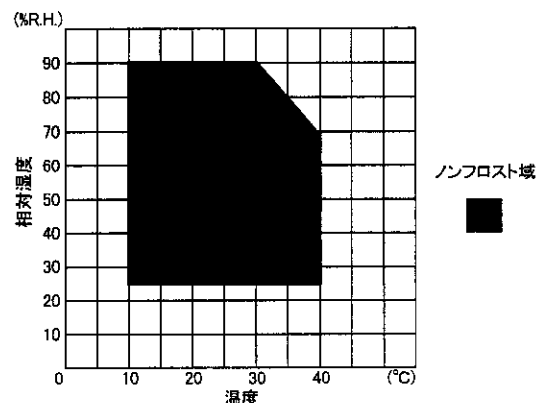
- ①温度制御範囲 +10～+40℃(無負荷、有試料時及び有負荷、有試料時)
- ②湿度制御範囲 35～90%R.H. (at+10～+40℃)(無負荷、有試料時及び有負荷、有試料時)
⑨の温湿度制御範囲を参照
- ③温湿度調節幅 ±0.5℃/±3.0%R.H. (無負荷、無試料時)
- ※④温湿度分布 ±1.0℃/±5.0%R.H. (無負荷、無試料時)

※同一時刻における試験室内中心温湿度と、室内各壁面からの有効寸法の1/6(但し、最大500mm)を除いた任意の場所での、温湿度の差とする。

- ⑤室内気流速度:0.2m/sec以下(室内中心 F.L.+700mmにおける値)
- ⑥室内照度 500lx以上(室内温度10℃、室内中心 F.L.+700mmにおける値)
- ⑦許容負荷 換気:60m³/h(+10℃以上)
- ⑧許容試料 スモールチェンバー:W1600×2100×D2300mm
- ⑨温湿度範囲図

b)試験体本体

- ①寸法 内寸法:IW 2875×IH 2675×ID 6200mm
- ②パネル
 - 外装材 カラー鋼板 t:0.4mm
 - 内装材 ステンレス鋼板(SUS304) t:0.5mm
 - パネル厚 t:75mm(断熱材:硬質ウレタンフォーム)
 - 床耐荷重 600kg/m²(等分布荷重)
- ③扉
 - 材質 パネルと同等



- 厚さ t:75mm (断熱材:硬質ウレタンフォーム)
 両開扉 有効寸法 W 1400 × H 1800mm
- (c) 空調器
- ① 本体
- 寸法 外寸法:OW 1500 × OH 3340 × OD 1070mm
- 外装材 塩化ビニル鋼板 t:0.7mm (鋼板 t:0.5mm+塩化ビニル被膜 t:0.2mm)
- 内装材 ステンレス鋼板(SUS304) t:0.5mm
- パネル厚 t:65mm (断熱材:硬質ウレタンフォーム)
- ② 送風機 遠心送風機 (両吸込シロッコファン、80m³/min. at20mmAq)
 モータ (AC200V 1.5kW)
- ③ 加熱器 フィンヒータ (AC200V 12kW)
- ④ 加湿器 蒸気加湿器 (AC200V 12kW 11.7l/h)
- ⑤ 蒸発器 多段プレートファインクーラ
- ⑥ 温度検出端 JIST 熱電対
- ⑦ 湿度検出端 静電容量湿度センサ
- ⑧ その他 吸込口(H型フィルタ付)等
- (d) 冷凍機
- ① 冷凍機ユニット
- 冷凍方式 単段冷凍方式
- 圧縮機 半密閉型 AC200V
- 凝縮機 一体空冷式
- 膨張方式 キャピラリチューブ
- ② その他 配管架台、凝縮ファンコントローラ、圧力スイッチ等
- (e) 除湿機
- ① 風量 処理風量 600m³/h
 再生風量 180m³/h
 外気取込風量 60m³/h
- ② 機器 処理送風機 AC200V 0.3kW
 再生送風機 AC200V 0.2kW
 再生ヒータ AC200V 6kW
 ロータ駆動モータ AC200V 25W
- (f) 換気装置
- ① 温熱実験用 換気量 0 ~ 180m³/h
- ② 換気実験用 換気量 0 ~ 180m³/h
- ③ 試験室排気用 換気量 1000m³/h

1.6.2 実験システム (スモールチェンバー(1)) の構築

本研究事業のうち、次の1)~5)に関する実験は、東北文化学園大学内に設置されたスモールチェンバー(気積:4.98(m³))で行われるものである(写真-1.6.1、図-1.6.1参照)。

- 1) 造作家具(洗面台等)からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第6章)
- 2) 事務機器からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第8章)
- 3) 開放型燃焼器具からの化学物質の発生に関する研究(第2編 第10章、第11章)
- 4) 空気清浄機の化学物質の除去特性に関する研究(第3編 第1章、第4章)
- 5) 空気清浄機の汚染物質の除去特性に関する研究(第3編 第5章)

本実験チェンバーの仕様を以下に示す。

a) 主な仕様

- ①温度 +30℃以下
- ②周辺温度条件 +25℃以下
- ③負荷 発熱：6000Kcal/h
- ④制御方式 冷却コイルのみの ON-OFF 制御

b) 構成

- ①本体
 - 寸法 W 1600 × H 2100 × D 1600mm
 - 材質 SUS304
 - 扉 W 850 × H 1800mm
 - 架台 SS400

②空調器

- 材質 SUS304 t:1.0mm
- 送風機 遠心送風機 AC100 50W
- 冷却コイル 直膨式多段プレートフィンクーラー
- 温度検出端 P1100 Ω

③冷凍機

- 圧縮機 全密閉型 AC200V 1.5Kw
- 凝縮機 屋内空冷式
- 膨張方式 キャピラリチューブ
- 冷媒 R22



写真-1.6.1 スモールチェンバー(Ⅰ)
(気積：4.98m³)

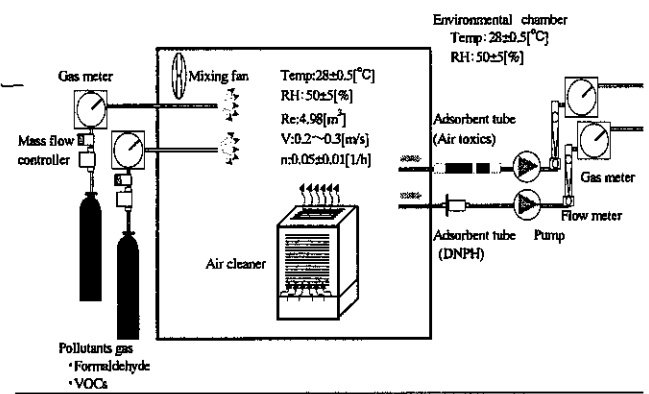


図-1.6.1 スモールチェンバー(Ⅰ)の
実験システム例

1.6.3 実験システム (スモールチェンバー(Ⅱ)) の構築

本研究事業のうち、生活用品からの化学物質の発生、並びに対策品の除去特性に関する実験は、東北文化学園大学内に設置されたスモールチェンバー (気積：65(l)) で行われるものである。(図-1.6.2を参照のこと。)

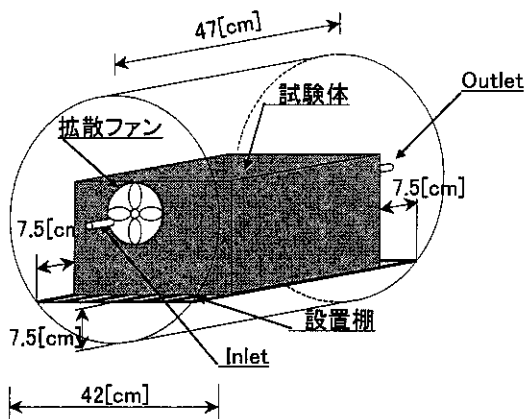


図-1.6.2 スモールチェンバーの概要

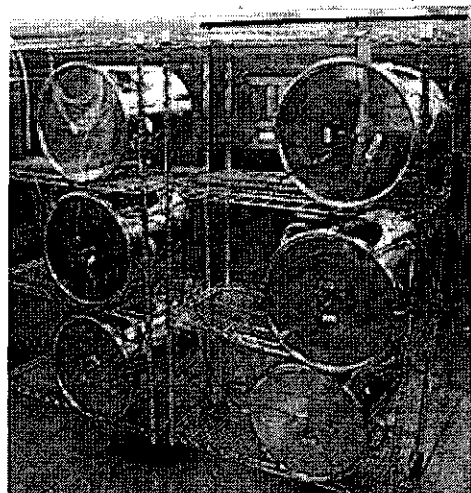


写真-1.6.2 人工気象室内に設置された
小型チェンバー

(1) 生活用品からの化学物質の発生に関する実験システムの構築

生活用品からの化学物質発生状況を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内にステンレス製小型チェンバーを設置し（写真-1.6.2）、図-1.6.3に示すような実験システムを構築した。

尚、本実験システムは以下の1)～6)の研究に用いた。

- 1) ホビー製品（スプレー式塗料）からの化学物質の発生に関する研究（第2編 第1章）
- 2) 化粧品からの化学物質の発生に関する研究（第2編 第2章）
- 3) 衣料品からの化学物質の発生に関する研究（第2編 第3章）
- 4) 家電製品からの化学物質の発生に関する研究（第2編 第7章）
- 5) 自然塗料及び接着剤からの化学物質の発生に関する研究（第2編 第9章）
- 6) 日用対策品の化学物質除去特性に関する研究（第3編 第7章）

(2) 対策品の化学物質の除去特性に関する実験システムの構築

対策品の化学物質発の除去特性を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内に2つのステンレス製小型チェンバーを設置した。1つのチェンバー（チェンバー①）には、試験片を挿入し、もう一方のチェンバー（チェンバー②）には、試験片のダミー（試験片と同じ体積）を挿入した。

人工気象室の空気をキャリアガス乾燥管、エアードライ管を通してガス発生装置に送り、2つの実験チェンバーに等量のトルエン、mp-キシレン、o-キシレン、ベンゼン、エチルベンゼン、p-ジクロロベンゼンの6種類のVOCをマスフローコントローラーを用いて流量を500ml/minに制御し、2つのチェンバー内に導入した。また、チェンバー内の一様拡散状態を得るためにファンを用いて、チェンバー内の空気を混合させた。（図-1.6.4、写真-1.6.3を参照のこと。）

尚、本実験システムは、畳の化学物質の除去特性（第3編、第3章）に関する研究に用いた。

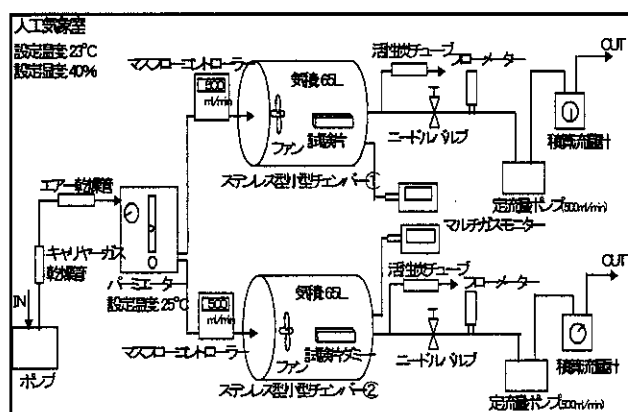


図-1.6.4 対策品の化学物質除去特性に関する実験システムの一例

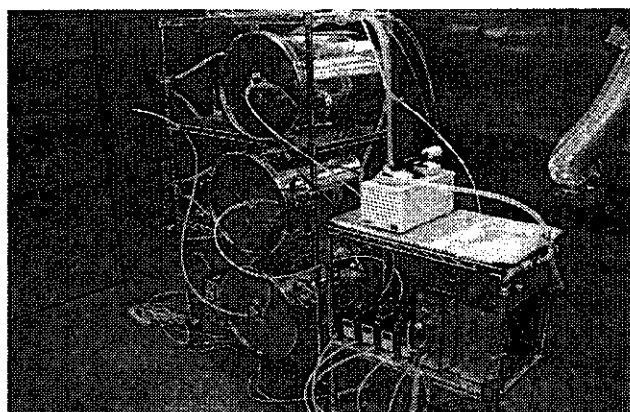


写真-1.6.3 対策品の化学物質除去特性の実験システム（人工気象室内に設置した実験装置）

1.6.4 実験システム（スモールチェンバー（III））の構築

造作家具などの大型の生活用品からの化学物質発生状況を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内にスモールチェンバーを設置し、図-1.6.5に示すような実験システムを構築した。

本チェンバーは、温度、湿度及び換気制御装置が設置されている為に、任意の環境条件にて実験を行うことが可能である。

チェンバー内の空気は、拡散ファンを用いて一様拡散を行うものとする。この場合、拡散ファンの気流速度が大きくなると、試験体からの化学物質の発生速度が増大する。そこで、本実験においては、0.5[m/S]以下になるように気流速度を制御した。

尚、本実験システムは、造作家具からの化学物質の発生に関する研究（第2編、第5章）に用いるものである。

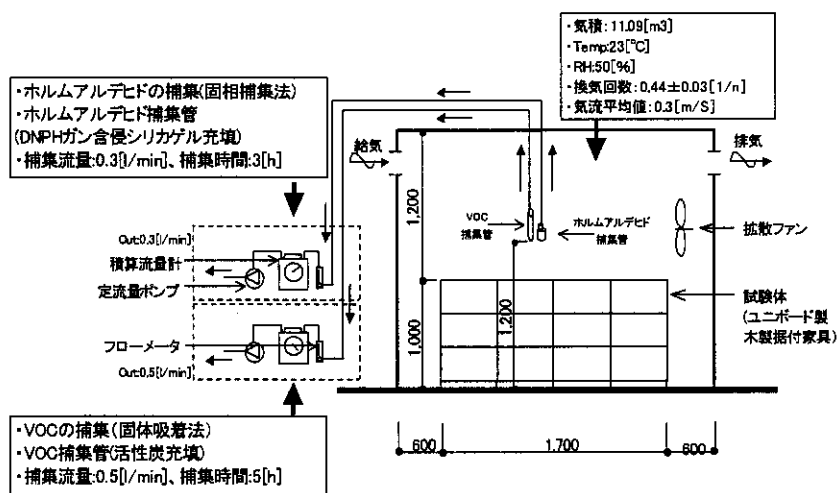


図-1.6.5 造作家具からの化学物質の発生に関する実験システムの一例
(造作家具など)

1.7 室内化学物質の簡易測定法に関する研究

野崎淳夫 (東北文化学園大学)

1.7.1 はじめに

各種のVOC測定法について測定上の特性等を把握することは、室内空気汚染の評価上重要な課題である。標準的の化学測定法はGC/FIDやGC/MSであるが、これらの測定法は、高度の化学知識やスキルが必要とされるため、建築技術者等にとって、その操作は容易ではない。そこで、取り扱いが容易で、測定瞬時値が得られ、かつ連続測定も可能である光イオン検出器 (Photo Ionization Detector) に注目した。本研究では、標準的の測定法のGC/MSとPIDモニタを用いて、同一試料を測定する比較実験を行い、PIDの測定性を明らかにするものである。

1.7.2 実験概要

(1)測定機器

本研究では、業者により適正な較正が成されたPIDモニタ(3台)とGC/MSを用いた。これらの測定機器の仕様について以下に示す。

(2)PIDモニタ

(a)PIDモニタ (RAE Systems 社製 Model:PGM-7240、写真-1.7.1 参照)

(b)2.1.2 固体捕集-加熱脱着-GC/MS法 (以下:GC/MS法)

- ①捕集装置 (定流量ポンプ:柴田機械工業社製 Model:MP-603T、積算流量計:シナガワ社製 Model DC-1A、捕集管:Spelco社製 Air Toxics、写真-1.7.2 参照)
- ②加熱脱着/導入装置(Perkin Elmer社製、Model:Turbo Matrix ATD)
- ③GC/MS(Perkin Elmer社製、Model:Turbo Mass Gold、写真-1.7.3 参照)

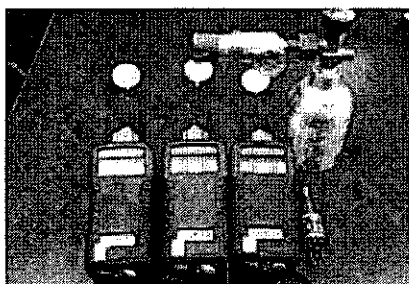


写真-1.7.1 PIDモニタ

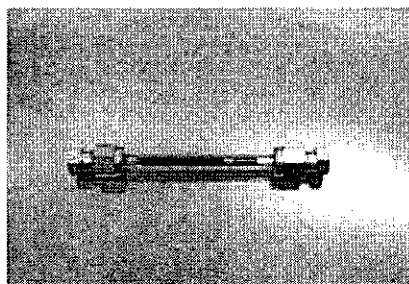


写真-1.7.2 VOC 採集管

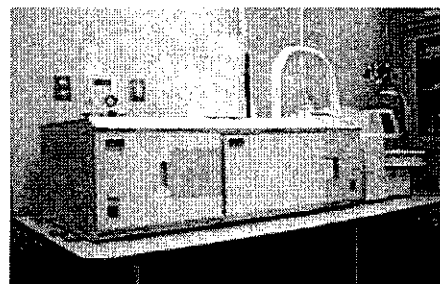


写真-1.7.3 VOC分析のシステム
(ATD、GC/MS)

(2) 試料ガスの作製方法

本研究では、VOC混合ガス（高千穂化学工業社製、Indoor TERRA シリーズ、36成分高濃度仕様）を試料ガスとして用いた。36成分のVOCは、室内における実態調査において高い頻度で検出されている成分である。

まず、サンプリングバッグ（近江オドエアサービス社製、容量100(l)）に表-1.7.1に示される容量でHeガス（純度：99.999%）を充填し、このガスをバックグラウンド濃度の測定時に用いた。次に、このサンプリングバッグに、10ml、100ml、300mlのガスタイトシリンジを用いて、表-1.7.1に示される容量のVOC混合ガスを希釈注入し、高濃度域、及び低濃度域の試料ガスを作製した。高濃度域の希釈倍率は、1/100（試料ガスA）、1/500（ガスB）、1/1000（ガスC）、1/40000（ガスD）である。また、低濃度域の希釈倍率は、1/3000（試料ガスE）、1/5000（ガスF）、1/10000（ガスG）、1/40000（ガスH）のそれぞれ4段階である。

(3) 実験方法

サンプルバック内のHeガス、並びに試料ガスA～Hについて、PIDモニタ（3台）、並びにGC/MSにより同時測定を行った。具体的な実験手順を以下に示す。

(a) バックグラウンド濃度の測定

Heガスを充填したサンプリングバッグ内のバックグラウンド濃度についてPIDモニタ用いて測定を行った。同時に、VOC捕集管（Air toxics 充填）にこのHeガスを0.1(l/min)の流量で30分間通気した。この捕集管を、加熱導入装置付のGC/MSへ導入し、定性・定量分析を行った。（分析条件は、表-1.7.2を参照のこと。）

(b) 試料ガスA～Hの測定

表-1.7.2に示される試料ガスA～Hについて、バックグラウンド濃度の測定と同様の手順でPIDモニタ（3台）、並びにGC/MS法により測定を行った。

1.7.3 結果と考察

(1) 試料ガスA～DにおけるPIDモニタの測定性

高濃度の試料ガスA～D（希釈倍率：1/100（ガスA）、1/500（ガスB）、1/1000（ガスC）、1/40000（ガスD））について、PIDモニタ（3台）、並びにGC/MS法により同時測定を行った。結果を図-1.7.1に示す。図-1.7.1

中の横軸は、GC/MS法によるTVOC濃度を示したものである。GC/MSによるTVOC濃度は、同定された標準混合ガス36成分の濃度(μg/m³)の総和を示したものである。また、縦軸は、PIDモニタによるTVOC濃度を示したものである。このPIDモニタのTVOC濃度は、イソブチレンの換算値である。

測定結果から、PIDモニタは、GC/MS法の1/20程度の測定値を示したものの、両者には高い直線的相関関係が示された（相関係数：R²=0.9991～0.9997、直線回帰式：y=0.0533x+48.8（PIDモニタ1）、y=0.0518x+58.0（PIDモニタ2）、y=0.0527x+126（PIDモニタ3）ここで、y:PIDモニタによるTVOC濃度(ppb)、

表-1.7.1 試料ガスの概要

試料ガス	高濃度域				低濃度域			
	A	B	C	D	E	F	G	H
希釈倍率	1/100	1/500	1/1000	1/40000	1/3000	1/5000	1/10000	1/40000
Heガスの充填量(l) ^{注1)}	30	100	100	80	90	100	100	80
VOC混合ガスの注入量(l) ^{注2)}	0.3	0.2	0.1	0.002	0.03	0.02	0.01	0.002
VOC混合ガスの成分	各VOC成分の混合比率 ^{注3)} (%)							
1)ジクロロメタン	4.04	3.32	4.29	4.13	4.04	3.32	4.29	4.23
2)アセトン	2.02	1.90	1.87	4.04	2.02	1.90	1.87	4.20
3)クロロホルム	3.11	2.96	3.32	3.28	3.11	2.96	3.32	3.29
4)n-ヘキサン	14.6	14.2	14.5	13.3	14.6	14.2	14.5	13.3
5)エタノール	1.65	1.23	0.48	1.95	1.65	1.23	0.482	2.15
6)1,1-トリクロロエタン	5.52	5.51	6.12	6.88	5.52	5.51	6.12	5.91
7)トリクロロエチレン	5.97	5.96	6.82	6.57	5.97	5.96	6.82	6.58
8)酢酸エチル	2.50	2.55	2.97	2.70	2.50	2.55	2.97	2.72
9)メチルエチルケトン	1.79	1.78	2.02	2.00	1.79	1.78	2.02	2.00
10)2,4-ジメチルペンタン	14.8	15.0	12.6	11.5	14.8	15.0	12.6	11.5
11)ベンゼン	2.08	2.08	2.15	2.13	2.08	2.08	2.15	2.11
12)1,2-ジクロロエタン	2.50	2.41	2.62	2.60	2.50	2.41	2.62	2.58
13)トリクロロエチレン	2.71	2.76	2.96	2.97	2.71	2.76	2.96	2.93
14)1,2-ジクロロプロパン	2.44	2.45	2.65	2.59	2.44	2.45	2.65	2.56
15)n-ヘプタン	1.31	1.34	1.59	1.50	1.31	1.34	1.59	1.49
16)n-オクタール	4.37	4.26	4.36	3.95	4.37	4.26	4.36	3.89
17)トルエン	1.46	1.58	1.51	2.08	1.46	1.58	1.51	2.13
18)メチルイソブチルケトン	1.36	1.37	1.62	1.41	1.36	1.37	1.62	1.39
19)n-ノナン	13.9	14.6	12.2	12.6	13.9	14.6	12.2	12.5
20)クロロジプロモタン	1.50	1.61	1.72	1.73	1.50	1.61	1.72	1.69
21)トリクロロエチレン	2.38	2.50	2.58	2.67	2.38	2.50	2.58	2.61
22)酢酸ブチル	0.875	0.891	1.09	0.860	0.875	0.891	1.09	0.837
23)n-オクタン	1.98	2.05	2.07	2.01	1.98	2.05	2.07	1.95
24)エチルベンゼン	0.808	0.868	0.878	0.890	0.808	0.868	0.878	0.870
25)α-キシレン	1.46	1.55	1.54	1.61	1.46	1.55	1.54	1.57
26)m-キシレン	0.547	0.585	0.629	0.702	0.547	0.585	0.629	0.692
27)o-キシレン	0.325	0.344	0.371	0.405	0.325	0.344	0.371	0.398
28)スチレン	0.695	0.724	0.761	0.781	0.695	0.724	0.761	0.758
29)α-ピネン	0.471	0.579	0.718	0.554	0.471	0.579	0.718	0.530
31)1,3,5-トリメチルベンゼン	0.206	0.233	0.206	0.069	0.206	0.233	0.206	0.058
32)1,2,4-トリメチルベンゼン	0.168	0.261	0.123	0.138	0.168	0.261	0.123	0.120
33)p-ジクロロベンゼン	0.127	0.139	0.132	0.049	0.127	0.139	0.132	0.041
34)n-デカン	0.183	0.243	0.174	0.247	0.183	0.243	0.174	0.228
35)1,2,3-トリメチルベンゼン	0.105	0.126	0.126	0.208	0.105	0.126	0.126	0.207
36)リモネン	0.108	0.108	0.089	-	0.108	0.108	0.089	-

注1)：バックグラウンド濃度の測定に用いる。

注2)：試料ガスの測定に用いる。

注3)：GC/MS法の測定値を用いて、次式により算出した。

$$\text{各成分の混合比率 (\%)} = \frac{\text{GC/MS法による各VOC濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{GC/MS法によるTVOC濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3)} \times 100$$

表-1.7.2 GC/MSの分析条件

加熱導入装置	Turbo matrix ATD
GC/MS	Turbo mass gold
加熱前パージ時間	1(min)
チューブ	加熱温度：300(°C)、加熱時間：10(min)
加熱バルブ温度	280(°C)
トランスファー	温度：290(°C)
トラップ	捕集温度：10(°C)、加熱温度：350(°C)、加熱保持時間：30(min)
キャリアガス流量	17(psi)
脱着流量	30(ml/min)
スプリット流量	Inlet: 15(ml/min), Outlet: 10(ml/min)
カラム	SPB-1、内径：0.25(mm)、膜厚：1(μm)、長さ：60(m)
カラム昇温	50-300(°C)
インタフェース温度	270(°C)
イオン源温度	250(°C)
スクリーンモード	m/z 40~250

x : GC/MSによるTVOC濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)とする。)。また、業者によって較正されたPIDモニタ間のバラツキは、小さいことが示された。

(2) 試料ガスE～HにおけるPIDモニタの測定性

比較的低濃度の試料ガスE～H(希釈倍率:1/3000(試料E)、1/5000(試料F)、1/1000(試料G)、1/40000(試料H))について、試料ガスA～Dと同様の手順でPIDモニタ(3台)、並びにGC/MS法により測定を行った。結果を図-1.7.2に示す。測定結果から、PIDモニタは、GC/MS法の1/25程度の測定値を示したものの、両者には高い直線的相関関係が示された(相関係数: $R^2=0.9000\sim 0.9420$ 、直線回帰式: $y=0.0398x-2.78$ (PIDモニタ1)、 $y=0.0408x-6.53$ (PIDモニタ2)、 $y=0.0454x-11.3$ (PIDモニタ3)ここで、y:PIDモニタ測定値(ppb)、x:GC/MSによる測定値(ppb)とする。)。また、高濃度域(試料ガスA～D)と同様にPIDモニタ間のバラツキが小さかった。

本PIDモニタは、厚生労働省によるTVOC濃度指針値($400\mu\text{g}/\text{m}^3$)近傍の測定も精度よく行える可能性を有する。

ただし、現段階では、全ての測定環境中に本研究で得られた換算値を適用できるものではないと考えられる。

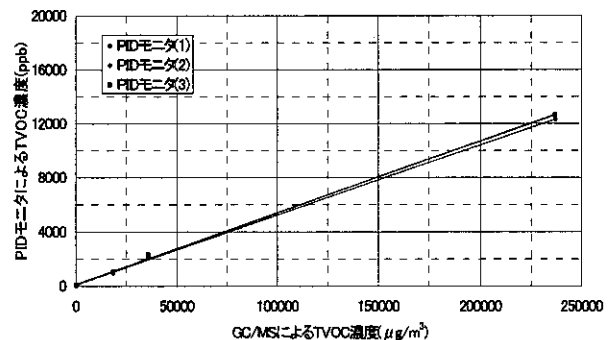
1.7.4 まとめ

本研究では、簡易測定器であるPIDモニタの測定値とGC/MS法の測定値との比較検討を行い、PIDモニタの測定性について検証した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 3台のPIDモニタ間の測定値はバラツキが小さく、機種の違いによる大きな測定値の変動は認められなかった。
- 2) PIDモニタとGC/MS法との測定値には、有意な直線的相関が示された。
- 3) 今後の課題として、一般居住環境中におけるPIDモニタの測定性の把握等が挙げられる。

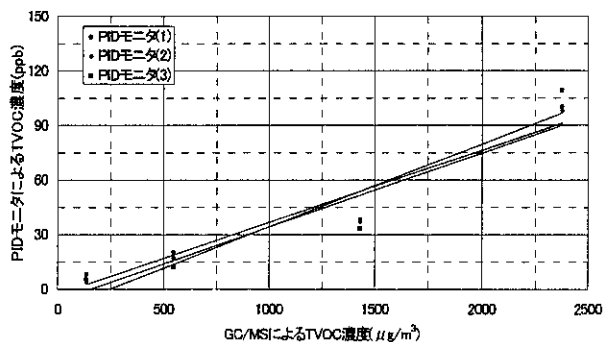
引用文献

- 1) 野崎淳夫、柏貴浩、堀雅宏、松村年朗：揮発性有機化合物およびホルムアルデヒドの測定法に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp. 409～412、1997年8月
- 2) 池田耕一、野崎淳夫、堀雅宏、松村年朗、柏貴浩、飯倉一雄：VOC、ホルムアルデヒドの測定法に関する研究、室内環境研究会第3回研究発表会講演抄録集、p. 28～29、1997年12月



直線回帰式
 PIDモニタ1: $y=0.0533x+48.8$, $R^2=0.9997$
 PIDモニタ2: $y=0.0518x+56.0$, $R^2=0.9996$
 PIDモニタ3: $y=0.0527x+126$, $R^2=0.9991$

図-1.7.1 PIDモニタ及びGC/MSによるTVOC濃度(高濃度域:試料ガスA～D)



直線回帰式
 PIDモニタ1: $y=0.0396x-2.96$, $R^2=0.9292$
 PIDモニタ2: $y=0.0406x-6.53$, $R^2=0.9420$
 PIDモニタ3: $y=0.0454x-11.3$, $R^2=0.9000$

図-1.7.2 PIDモニタ及びGC/MSによるTVOC濃度(低濃度域:試料ガスE～H)

**第2編 生活用品からの化学物質の発生
に関する研究**

要約

第6章 造作家具（洗面台）からの化学物質の発生に関する研究

野崎淳夫（東北文化学園大学）

1. 背景と目的

建材から発生するVOC（揮発性有機化合物）等を原因とした「シックハウス症候群」が住環境の新たな問題となっている。同問題に対するこれまでの研究は、合板等の壁面若しくは躯体から放散するVOC量の評価に着目されていた。本研究は、住宅内に設置される住設機器（キッチン・洗面化粧台等）に着目し、それらから放散するVOC量の評価を目的とした。

2. 実験概要

2.1 住設機器の仕様

本実験での対象住設機器は、システムキッチン（以下キッチン）、洗面化粧台、トイレ用洗手器付収納棚（以下手洗器）、浴槽とした。（写真-1, 2, 3, 4, 5参照）これらの仕様を表-1に示す。

2.2 実験方法

東北文化学園大学の人工気象室内にラージチャンバー（本体：ステンレス製、容積4,977m³）を設置し実験を行った。ラージチャンバー内の一様拡散状態を得るために、チャンバー内に小型拡散ファンを設置した。換気量の調節は、吸気側と排気側の流量を調節することにより行った。尚、本実験の環境条件を表-2に示す。

また、検体は品確法に基づき扉は全開とし、施工状態を再現するために、背板にはアルミ箔・アルミテープで被覆し、化学物質の放散を防いだ。

3. 捕集・分析方法

VOC放散量の評価は、ラージチャンバーの出口サンプリング及び分析機器により行なった。

- 1) ラージチャンバー内が十分に換気できていること、環境条件を満たしているか確認し、検体を入れる。
- 2) 試料空気が定常濃度になったことを、マルチガスモニターで確認後、サンプリング開始する。
- 3) サンプリングはAirToxicsを用い、50ml/minの流量で20分行なった。同方法にて2本捕集した。
- 4) サンプリング後、加熱脱着装置付・ガスクロマトグラフ質量分析装置（ATD-GC/MS）により分析し、濃度を求めた。
- 5) 本データの平均を算出し、これを対象物質からの発生濃度とする。

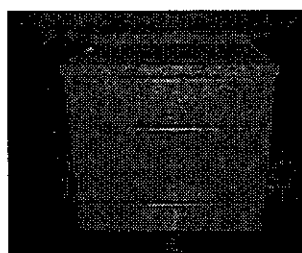


写真-1 キッチン

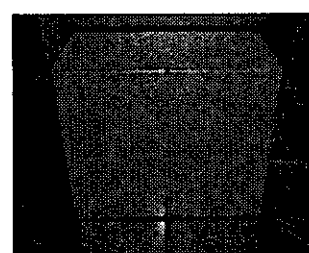


写真-2 キッチンキャビネット

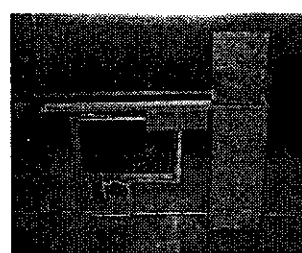


写真-3 手洗器

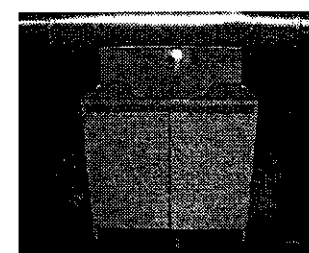


写真-4 洗面化粧台

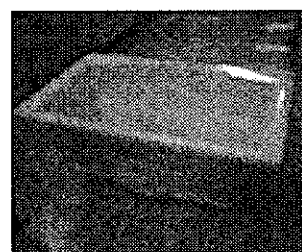


写真-5 浴槽

表-2 チャンバー内の環境条件

温度	28±1℃
湿度	50±1%
換気回数	0.5±0.01回/h
気流	0.5m/s以下
試料負荷率	2.0m/m ³

表-3 GS/MSの分析条件

加熱導入装置	Turbo matrix ATD
GC/MS	Turbo mass gold
加熱前バージ時間	1(min)
チューブ	加熱温度:300(℃)、加熱時間:10(min)
加熱バルブ温度	280(℃)
トランスファー	温度:290(℃)
トラップ	捕集温度:10(℃)、加熱時間:350(℃)、加熱保持時間:30(℃)
キャリアガス流量	17(psi)
脱着流量	30(ml/min)
スプリット流量	Inlet:15(ml/min)、Outlet:10(ml/min)
カラム	SPB-1、内径:0.25(mm)、膜厚:1(μm)
カラム昇温	50-300(℃)
インターフェース温度	270(℃)
イオン源温度	250(℃)
スキャンモード	m/z40~250

表-1 対象住設機器の仕様

	サイズ(mm)	使用建材
システムキッチン	900×630×830	フロアユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート、人造大理石(不飽和ポリエステル)
	900×450×700	アッパーユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート
洗面化粧台	900×500×1000	本体:パーティクルボード、MDF、合板、オレフィン系シート、メラミン樹脂 カウンター:人造大理石(不飽和ポリエステル)
浴槽	1400×700	不飽和ポリエステル樹脂
トイレ用洗手器付収納棚	1200×200×1040	ポリ合板、パーティクルボード、MDF

4. 実験結果

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚（トイレ用品）、浴槽のラージチャンバー法による評価結果（検出された中で高濃度で存在した化学物質）を表-4 及び図-1～4）に示す。

個々の住設機器から放散するVOC量の実験結果から、次のことが分かった。

①キッチン、洗面化粧台、浴槽から共通して、スチレンが検出された。

②キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚から共通して、メチルエチルケトン、トルエン等検出された。また、浴槽からはそれらの物質が検出されなかった。

ラージチャンバーの試験結果について、住設機器に使用されている建材から次のことを考察する。

①キッチン、洗面化粧台、浴槽に共通して使用されている部材は不飽和ポリエステルである。不飽和ポリエステル原料としてスチレンが使用されることから、スチレンの放散源は不飽和ポリエステルと考えられる。

②浴槽に使用されず、キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚に使用されている建材は木質建材である。よって、メチルエチルケトンやトルエンは、木質建材から放散すると考えられる。木質建材自身からはこれらの物質の放散は考えにくいので、それに使用される塗料や接着剤が放散源と考えられる。

5. まとめ

住設機器から放散するVOC量の評価は、本大学に設置されている空気環境実験室に設置されるステンレス製ラージチャンバーで評価できることを確認できた。ラージチャンバー法を用いたVOC放散測定結果から、住設機器から放散するVOCは、それらに使用されている建材由来であることが確認できた。

6. 謝辞

本研究を進めるのにあたり、東北文化学園大学野崎淳夫助教、そして株式会社INAX 鈴木昭人様には、研究の進め方に関する細かいご指導を賜りました。深謝を申し上げます。

7. 引用文献

- 野崎淳夫他:生活用品、対策品からの化学物質の発生と除去特性に関する研究, pp2.5-1～2.5-13, 2002.3

表-4 ラージチャンバーによるVOC放散結果

物質名	キッチン	洗面台	手洗器	浴槽
ethanol	43	37	7	0
acetone	224	28	3	49
2-propanol	13	4	0	13
methyl ethyl ketone	65	58	12	0
ethyl acetate	253	0	2	0
hexane	0	0	16	0
methyl isobutyl ketone	59	0	3	0
toluene	232	25	20	0
butyl acetate	378	15	9	0
ethyl benzene	33	7	1	0
m,p-xylene	26	4	2	0
styrene	697	445	11	496
o-xylene	10	1	1	0
m,p-ethyltoluene	14	0	0	0
1,2,4-trimethylbenzene	10	0	1	0
decanal	1	28	0	0
tridecane	15	3	0	1
tetradecane	29	0	20	0
pentadecane	16	6	19	0
TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2155	664	147	564

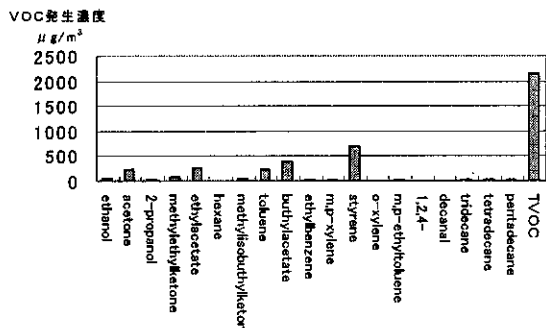


図-1 キッチンからのVOC放散濃度

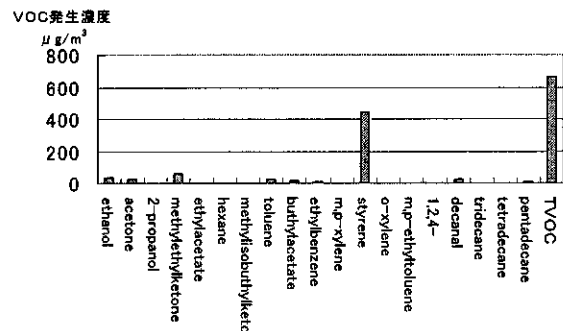


図-2 洗面化粧台からのVOC放散濃度

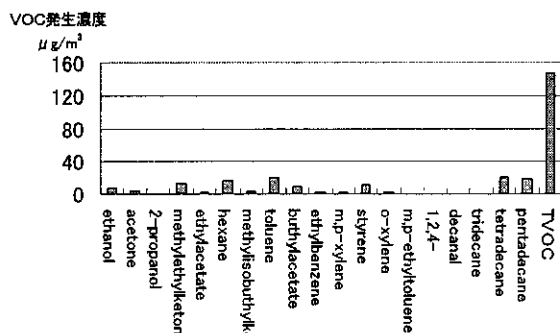


図-3 手洗器からのVOC放散濃度

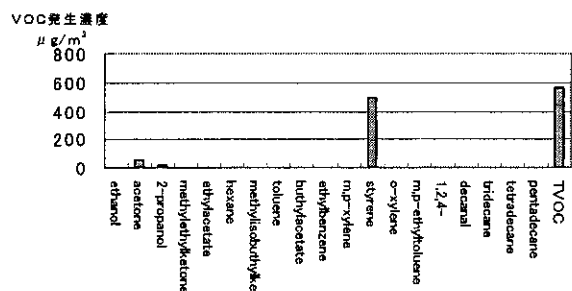


図-4 浴槽からのVOC放散濃度

第6章 造作家具（洗面台）からの化学物質の発生に関する研究

野崎淳夫（東北文化大学）

2.6.1 はじめに

建材から発生するVOC（揮発性有機化合物）等を原因とした「シックハウス症候群」が住環境の新たな問題となっている。この問題に対するこれまでの研究は、合板等の壁面若しくは躯体から発生するVOCの評価に着目されていた。本研究は、住宅内に設置される造作家具（キッチン・洗面化粧台等）に着目し、それらから発生するホルムアルデヒド・VOCの評価を目的とした。

2.6.2 実験概要

(1) 実験室の概要

本実験は、東北文化学園大学人工気象室（屋外条件試験室）内に設置された実験チェンバーで行なわれた。実験チェンバーは、容積4.98m³のステンレス製である（写真-2.6.1参照）。チャンバー内の環境条件は表-2.6.1に示す通りである。

また、実験時のチェンバー内の一様拡散状態を得るために、小型拡散ファンを設置した。換気量の調節は、吸気側と排気側の流量を調節することにより行った。但し、拡散ファンの気流速度が大きくなると、試験体からのVOC放散速度が増大するため、本実験では、0.5m/s以下になるように気流速度を制御した。

尚、検体は品確法に基づき、扉は全開とし、施工状態を再現するために、背板にはアルミ箔、アルミテープで被覆し、背板からの化学物質の放散を防いだ。（写真-2.6.2～2.6.5参照）

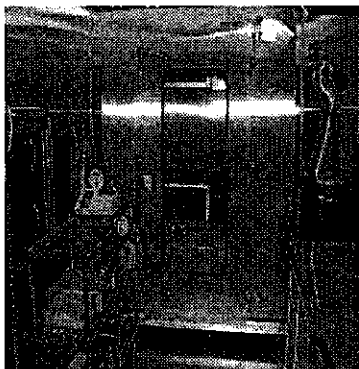


写真-2.6.1 実験チャンバー

表-2.6.1 環境条件

温度	28 ± 1°C
湿度	50 ± 1%
換気回数	0.5 ± 0.01回/h
気流	0.5 m/s以下



写真-2.6.2 キッチン背板部分



写真-2.6.3 キッチンキャビネット背板部分



写真-2.6.4 洗面化粧台背板部分



写真-2.6.5 手洗器付収納棚背板部分

(2) 測定対象物品の仕様

測定対象とした住宅設備機器は、一般的なシステムキッチン、洗面化粧台、トイレ用手洗器付収納棚、浴槽を使用した（写真-2.6.6～2.6.10参照）。表-2.6.2にこれらの仕様を示す。

表-2.6.2 対象物品の仕様

	サイズ(mm)	使用建材
システムキッチン	900×630×830	フロアユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート、人造大理石(不飽和ポリエステル)
	900×450×700	アップーユニット:メラミン樹脂、パーティクルボード、合板、PET系シート
洗面化粧台	900×500×1000	本体:パーティクルボード、MDF、合板、オレフィン系シート、メラミン樹脂 カウンター:人造大理石(不飽和ポリエステル)
浴槽	1400×700	不飽和ポリエステル樹脂
トイレ用手洗器付収納棚	1200×200×1040	ポリ合板、パーティクルボード、MDF

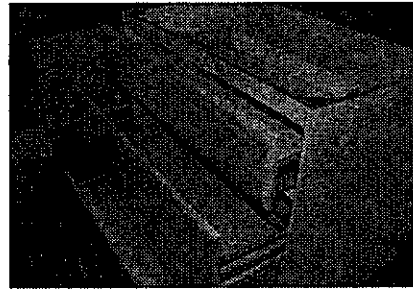
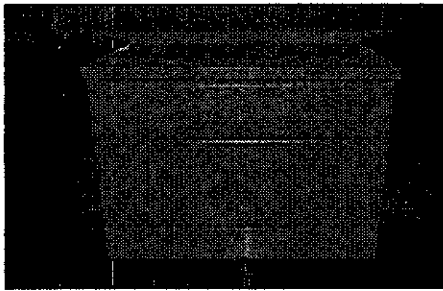


写真-2.6.6 キッチン

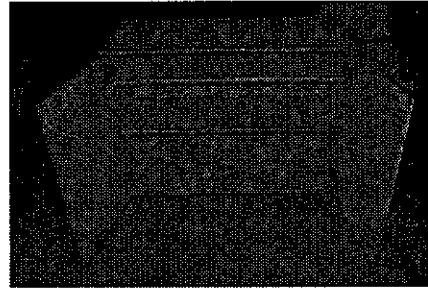
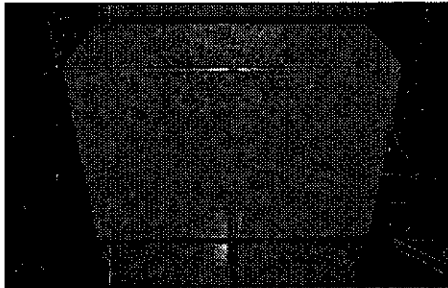


写真-2.6.7 キッチンキャビネット

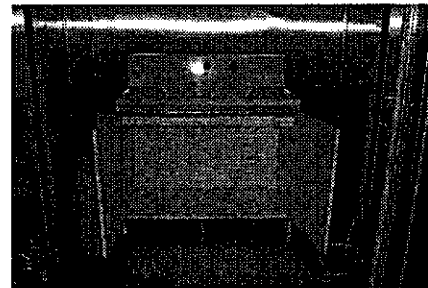
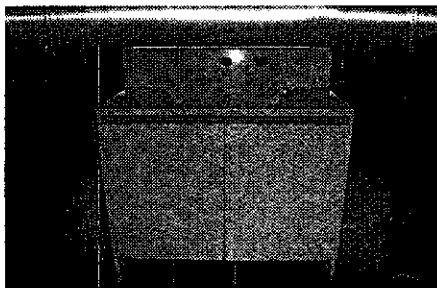


写真-2.6.8 洗面化粧台

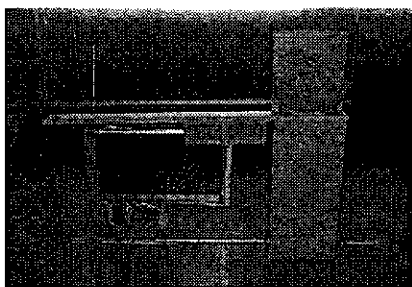


写真-2.6.9 手洗器付収納棚

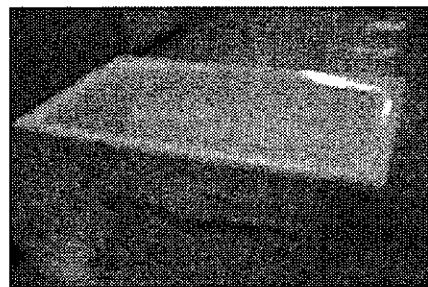


写真-2.6.10 浴槽

(3) 測定対象物質

各種の研究により、シックハウス症候群、化学物質過敏症の原因物質として、その関与が明らかにされているホルムアルデヒド、VOCを対象にした。ホルムアルデヒドは、その化学式からHCHOと記され、無色で刺激臭を有し、常温ではガス体である。また、沸点が-21℃と低く室内汚染物質としての挙動がVOCと類似しているが、その有害性が特有であることなどの理由からVOCとは分けて扱うのが普通である。また、VOCに関する詳細な定義は、まだ確立していない現状であるが、沸点が50～100℃以上、240～260℃以下の有機化合物とされている。VOCの総量は総揮発性有機化合物(TVOC:Total Volatile Organic Compounds)と呼ばれ、Seifertらによる推奨値(300 μg/m³)も提案されている。さらに、VOCは脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、ハロゲン化炭化水素、テルペン、エステル、ケトン、アルコール、アルデヒド類に大別されている。

本研究では、一般の室内における検出頻度等から、表-2.6.3に示すVOCを測定対象とした。

表-2.6.3 測定対象物質

分類	VOC	化学式	分子量	沸点	比重
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	86.18	68.74	0.6594
	n-ヘプタン	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	100.2	98.43	0.6837
	n-オクタン	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	114.23	125.6	0.7026
	n-ノナン	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	128.26	150.7	0.722
	n-デカン	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	142.28	174.0	0.7298
	n-ウンデカン	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃	156.31	195.6	0.7402
	n-ドデカン	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃	170.34	213.0	0.7480
	n-トリデカン	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₃	184.37	225.5	0.7550
	n-テトラデカン	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CH ₃	198.40	253.5	0.7653
	n-ペンタデカン	CH ₃ (CH ₂) ₁₃ CH ₃	212.42	270.5	0.776
	n-ヘキサデカン	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CH ₃	226.45	286.5	0.7734
2,2,4-トリメチルペンタン	(CH ₃) ₂ CCH ₂ CH(CH ₃) ₂	114.23	-	-	
芳香族炭化水素	ベンゼン	C ₆ H ₆	78.11	80.1	0.8790
	トルエン	C ₆ H ₅ CH ₃	92.13	110.7	0.866
	エチルベンゼン	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	106.16	136.2	0.867
	m-キシレン	1,3-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106.16	138.8	0.8684
	p-キシレン	1,4-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106.16	138.5	0.8611
	o-キシレン	1,2-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106.16	144	0.880
	1,3,5-トリメチルベンゼン	C ₆ H ₃ (CH ₃) ₃	120.19	164.6	0.863
	1,2,4-トリメチルベンゼン	C ₆ H ₃ (CH ₃) ₃	120.19	236	0.957
	1,2,3-トリメチルベンゼン	C ₆ H ₃ (CH ₃) ₃	120.19	176	0.8944
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	C ₆ H ₂ (CH ₃) ₄	120.19	196	0.838
ハロゲン	ジクロロメタン	CH ₂ Cl ₂	84.93	40.1	1.335
	トリクロロエチレン	CHCl ₂ -CCl ₂	131.38	86.7	1.456
	テトラクロロエチレン	C ₂ Cl ₄	165.82	121	1.625
	n-ジクロロベンゼン	C ₆ H ₄ Cl ₂	146.99	173.7	1.458
	テルペン	α-ピネン	C ₁₀ H ₁₆	136.23	160
リモネン		C ₁₀ H ₁₆	136.24	176.4	0.8422
エステル	酢酸ビニル	CH ₂ COOCH=CH ₂	85.1	73	0.9345
	酢酸エチル	CH ₃ COOC ₂ H ₅	88.1	77	0.8945
	酢酸ブチル	CH ₃ COOC ₄ H ₉	116.16	126.3	0.8826
ケトン	アセトン	CH ₃ COCH ₃	58.08	56.2	0.792
	メチルエチルケトン	CH ₃ COCH ₂ CH ₃	72.11	79.6	0.805
	メチルイソブチルケトン	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₃	100.16	115.8	0.8042
アルコール	エタノール	C ₂ H ₅ OH	46.07	78.3	0.816
	ブタノール	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	74.12	117.7	0.8109
アルデヒド	1-ノナール	C ₉ H ₁₇ CHO	146.24	-	0.830
	1-デカール	CH ₃ (CH ₂) ₈ CHO	160.29	232.9	0.829

(4) 測定機器

ホルムアルデヒドの測定機器を以下に示す。

1) 光音響法

- ・マルチガスモニタ (B&K社製、Model:1312型) 写真-2.6.11 参照

2) 固相捕集—高速液体クロマトグラフ法

- ・定流量ポンプ—柴田機器工業、Model:MP-2N型写真-2.6.13 参照
- ・積算流量計—シナガワ社製、Model:DC-1A、写真-2.6.12 参照
- ・捕集管 (Sep-pak Xposure Sampler、充填剤:2,4-ジニトロフェニルヒドラジン)
- ・高速液体クロマトグラフ (日立社製、Model:L-7000型)

VOCの測定機器を以下に示す。

1) 光音響法

- ・マルチガスモニタ (B&K社製、Model:1312型)

2) 固体捕集—加熱脱着—ガスクロマトグラフ/質量分析法

- ・定流量ポンプ—柴田機器工業、Model:MP-2N型
- ・積算流量計—シナガワ社製、Model型式:DC-1A、
- ・捕集管 (Spelco社製、充填剤:Air toxics) 写真-2.6.14 参照
- ・加熱脱着/導入装置 (Perkin elmer社製、Turbo matrix ATD)
- ・GC/MS (Perkin elmer社製、Turbo mass gold)



写真-2.6.11 マルチガスモニター

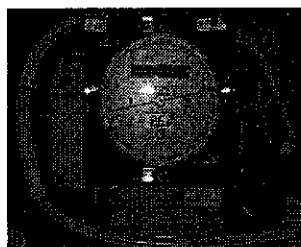


写真-2.6.12 積算流量計

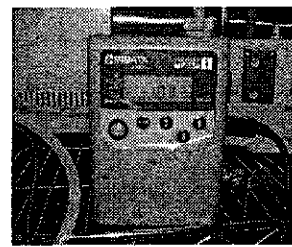


写真-2.6.13 定流量ポンプ

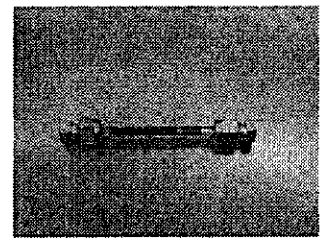


写真-2.6.14 VOC捕集管

(5) 捕集・分析方法

ホルムアルデヒド、VOC放散量の評価は、ラージチェンバーの出口サンプリング及び分析機器により行なった。以下に、それぞれの捕集・分析方法を示す。

①ホルムアルデヒドの捕集・分析方法

固相捕集－溶媒抽出－高速液体クロマトグラフ法(以下、HPLCとする)

ホルムアルデヒド捕集管に、試料空気を1 (l/min) の流量で20分間捕集する。この試料を分析の前処理として、アセトニトリル5 (ml) で抽出し、これを分析試料とした。その後HPLCにて分析試料を10(μ l) 導入し、定性・定量を行った。HPLCの分析条件を表-2.6.4に示す。

②VOCの捕集・分析方法

固体捕集－加熱脱着－ガスクロマトグラフ/質量分析法(以下、GC/MSとする)

VOC捕集管に、試料空気を0.05 (l/min) の流量で20分間捕集し、分析試料とした。この試料を加熱導入装置を用いて加熱脱着した。GC/MSにて分析し定性・定量を行った。GC/MSの分析条件を表-2.6.5に示す。また、TVOC濃度は、GC/MS分析による同定物質の総和に未同定物質のピーク面積値をトルエン換算した濃度を加えたものである。

表-2.6.4 高速液クロマトグラフィーの分析条件

カラム	Discovery RP-Amide C16 (長さ25cm x 内径4.6mm)
カラム温度	40°C
移動相	アセトニトリル/水(50/50)
流量	1.0ml/min
検出器	SPD-M10Avp(355nm)
測定時間	0~30(min)

表-2.6.5 GC/MSの分析条件

加熱導入装置	Turbo matrix ATD
GC/MS	Turbo mass gold
加熱前バージ時間	1(min)
チューブ	加熱温度:300(°C)、加熱時間:10(min)
加熱バルブ温度	280(°C)
トランスファー	温度:290(°C)
トラップ	捕集温度:10(°C)、加熱時間:350(°C)、加熱保持時間:30(°C)
キャリアガス流量	17(psi)
脱着流量	30(ml/min)
スプリット流量	Inlet:15(ml/min)、Outlet:10(ml/min)
カラム	SPB-1、内径:0.25(mm)、膜厚:1(μ m)
カラム昇温	50-300(°C)
インターフェース温度	270(°C)
イオン源温度	250(°C)
スキャンモード	m/z40~250

(6) 実験手順

- 1) ラージチェンバー内を蒸留水で洗浄し、十分に換気させる。
- 2) チェンバー内が環境条件を満たしていることを確認し、検体を入れる。検体は壁際設置とし、品確法に基づき扉は全開とした。また、キッチンキャビネットは通常天井に取り付けて使用するが、チェンバー内の固定は煩雑のため、天地を逆にして壁際の床面に設置した。(写真-2.6.16~18参照)
- 3) 試料空気が定常になったことを、マルチガスモニターに確認し、サンプリング開始とする。
- 4) 捕集・分析方法は3.2.6の通りである。ホルムアルデヒド、VOCの試料を同方法で2本ずつ捕集した。
- 5) 定性・定量終了後、2本のデータの平均を算出し、これを対象物質からの放散濃度とする。

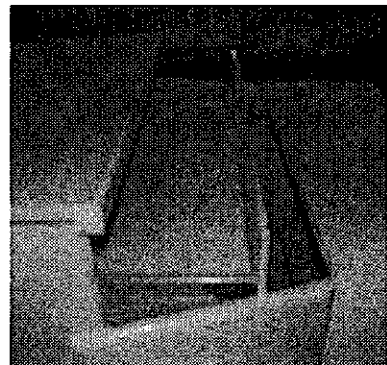
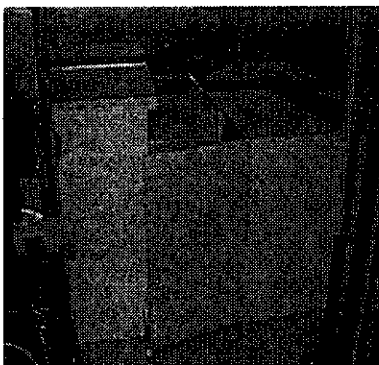


写真-2.6.16 キッチン測定様子



写真 2.6.17 洗面化粧台測定様子

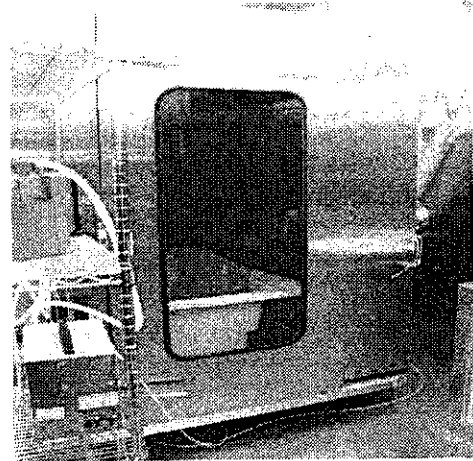


写真 -2.6.18 浴槽測定様子

2.6.3 実験結果

(1) アルデヒド類

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚、浴槽のラージチェンバー法によるホルムアルデヒド類評価結果を表-2.6.6に示す。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド共に最も濃度が高い検体はキッチンであった。全体的に、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの放散は非常に少ない結果となった。これは、1997年6月に厚生省（当時）におけるガイドライン値の決定を受けて、各メーカーがF₀、E₀の合板またはパーティクルボードを使用したためだと考えられる。

表-2.6.6 各検体からのアルデヒド類濃度

単位: ppb

物質名	キッチン	化粧台	手洗器	浴槽
ホルムアルデヒド	78	18	9	10
アセトアルデヒド	39	5	2	1

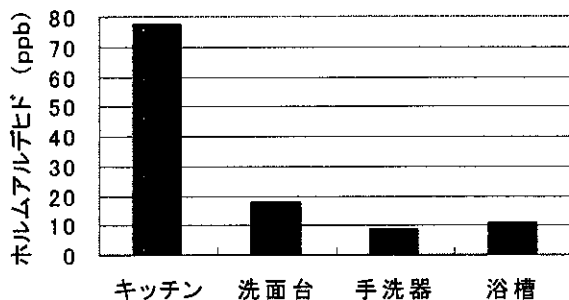


図-2.6.1 ホルムアルデヒド

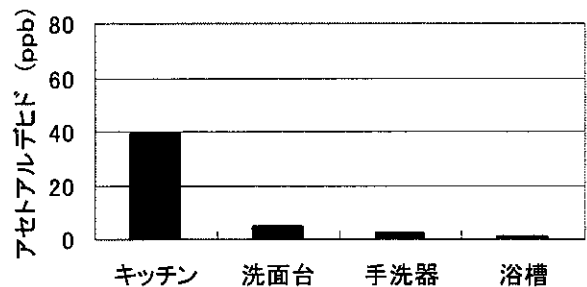


図-2.6.2 アセトアルデヒド

(2) VOC

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚、浴槽のラージチェンバー法によるVOC評価結果を表-2.6.7に示す。

TVOC濃度を比較すると最も高濃度のキッチンが2,083 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、続いて洗面台が627 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、浴槽が563 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、手洗器が98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。また、住設機器から発生するVOCの結果より、次のことが確認できた。

- ①キッチン、洗面化粧台、浴槽から共通して、スチレンが検出された。
- ②キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚から共通して、メチルエチルケトン、トルエン等が検出された。また、浴槽からはそれらの物質が検出されなかった。
- ③キッチンは、今回測定した検体の中で、最も多くの成分のVOCの発生が確認された。

表-2.6.7 各検体からのVOC放散濃度

単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

物質名	キッチン	洗面台	手洗器	浴槽
ethanol	43	37	7	0
acetone	224	28	3	49
2-propanol	13	4	0	13
dichloromethane	0	1	0	0
methyl ethyl ketone	65	58	12	0
ethyl acetate	253	0	2	0
hexane	0	0	16	0
chloroform	0	0	0	0
1,2-dichloroethane	0	0	0	0
2,4-dimethylpentane	1	0	2	0
1,1,1-trichloroethane	0	0	1	0
butanol	9	1	1	0
benzene	0	0	0	4
carbon tetrachloride	0	0	1	0
1,2-dichloropropane	0	0	0	0
bromodichloromethane	0	0	0	0
trichloroethylene	0	0	0	0
2,2,4-trimethylpentane	0	0	1	0
heptane	1	1	1	0
methyl isobutyl ketone	59	0	3	0
toluene	232	25	20	0
dibromochloromethane	0	0	0	0
butyl acetate	378	15	9	0
octane	0	0	0	0
tetrachloroethylene	0	0	0	0
ethyl benzene	33	7	1	0
m,p-xylene	26	4	2	0
styrene	697	445	11	496
o-xylene	10	1	1	0
nonane	0	0	0	0
a-pinene	5	0	1	0
m,p-ethyltoluene	14	0	0	0
1,3,5-trimethylbenzene	2	0	0	0
o-ethyltoluene	2	0	0	0
b-pinene	2	0	0	0
1,2,4-trimethylbenzene	10	0	1	0
decane	0	0	0	0
p-dichlorobenzene	0	0	0	0
1,2,3-trimethylbenzene	1	0	0	0
limonene	1	0	0	0
TVOC	2083	627	98	563

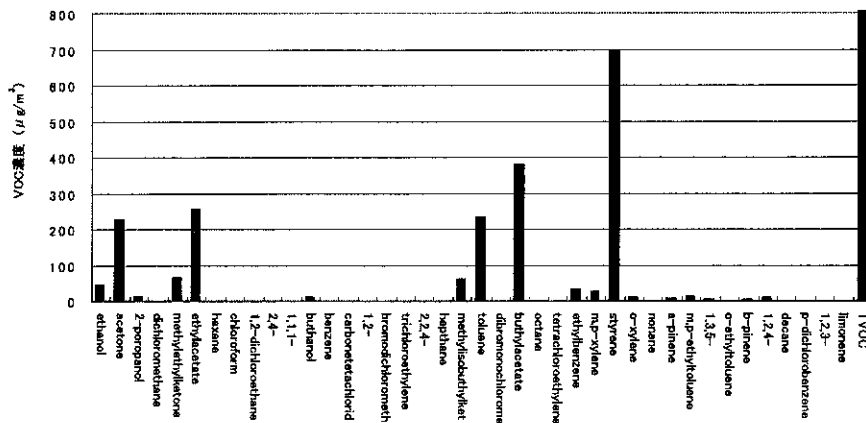


図-2.6.3 キッチン

2.6.4 考察

本研究の結果について、住設機器に使用されている建材から次のことを考察する。

- ①キッチン、洗面化粧台、浴槽に共通して使用されている部材は不飽和ポリエステルである。不飽和ポリエステルの原料としてスチレンが使用されることから、スチレンの放散源は不飽和ポリエステルと考えられる。
- ②浴槽に使用されず、キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚に使用されている建材は木質建材である。よって、メチルエチルケトンやトルエンは、木質建材から放散すると考えられる。木質建材自身からはこれらの物質の放散は考えにくいので、それに使用される塗料や接着剤が放散源と考えられる。

2.6.5 本章のまとめ

住設機器から発生するVOC量の評価は、本大学に設置されている空気環境実験室に設置されるステンレス製ラージチェンバーで評価できることを確認できた。ラージチェンバー法を用いたVOC放散測定結果から、住設機器から放散するVOCは、それらに使用されている建材由来であることが確認できた。

2.6.6 引用文献

- 1) 野崎淳夫他：生活用品、対策品からの化学物質の発生と除去特性に関する研究、pp. 1-1～1-5pp. 2.5-1～2.5-13、2002.3
- 2) 社団法人日本建築学会：シックハウス事典
- 3) 長谷川麻子：住宅内ホルムアルデヒド濃度およびその低減対策技術に関する研究-家庭用空気清浄機とパッシブ型対策品を中心として-、2001年12月

2.6.7 謝辞

本研究を遂行するに当たり、協力を頂いた鈴木奈々君（当時東北文化学園大学卒論生）に深謝いたします。

要約

第7章 家電製品からの化学物質の発生に関する研究

野崎淳夫(東北文化学園大学)

1. 背景と目的

室内化学物質汚染が問題となっており、室内発生源となるフローリングやカーペット、壁紙等の建材について実験的研究が行われている。

しかし、化学物質の室内発生源は建材だけではなく、居住者が室内に持ち込む家具や電化製品等も発生源と考えられる。家電製品から発生する化学物質も軽視できない可能性を有する。

そこで、本研究では、4省庁合同の室内空気対策研究会 試験評価法WG(主査野崎淳夫)で検討されている製品の新たな試験評価法を用いて、電気敷毛布やコタツなど居住者が室内に持ち込む製品についてホルムアルデヒドとVOCの発生量を明らかにすることを目的とするものである。

2. 実験概要

2.1 測定対象機器

表-1、2に測定対象機器の仕様を示す。ただし、この発熱量(Wh)は、カタログに記載されたもので実際の使用における発熱量と必ずしも同一ではない。

2.2 測定項目

本実験では、ホルムアルデヒド、VOCについて、以下の機器を用いて測定を行った。

(1) ホルムアルデヒド

・高速液体クロマトグラフ

日立社製、Model:LC-7000型

(2) 揮発性有機化合物(VOC:Volatile Organic Compounds)

・ガスクロマトグラフ

GLサイエンス社製、Model:GC-353型

2.3 実験室の概要

図-1の実験チェンバーを人工気象室に設置し、チェンバー内の温度、湿度、風速等を調整する(チェンバー内の環境条件を表-3に示す)。チェンバー内に試験体を入れ、測定を行う(使用状況を表-4に示す)。

2.4 試験体の試料負荷率

(1) 電気敷毛布:37(m²/m³)

2.5 ホルムアルデヒドの捕集・分析

ホルムアルデヒドは、DNPHカートリッジに0.5(1/min)の流量で60分間採取し、試料空気とした。DNPHカートリッジに捕集されたホルムアルデヒドは、アセトニトリルで5(ml)で5分間溶出後(溶出速度:1(ml/min))、HPLC(分析条件:表-5)に(10μl)導入し、定性・定量分析を行った。

2-5 VOCの捕集・分析方法

VOC捕集管に試料空気を0.5(L/min)の流量で5

表-4 試験体の使用状況

チェンバー名	試験対象物
CH-1	電気敷毛布(洗濯済)(電源ON)
CH-2	電気敷毛布(電源OFF)
CH-3	電気敷毛布(電源ON)
CH-4	コタツヒーターユニット(電源ON)

表-5 HPLCの分析条件

HPLC	日立社製、Model:L-7000
カラム	ODS-3、内径4.6mm×長さ250mm
カラム温度	50℃
移動相	アセトニトリル:水/70:30
流量	1.0ml/min
検出器	UV検出器(波長:360nm)

表-1 電気敷毛布の仕様

寸法	約140×85cm
質量	約0.9kg(コントローラー含む)
発熱体	コードヒーター(温度過昇防止設計)
毛布生地	綿100%
表面温度/消費電力量	50℃/36wh 約33℃/20wh

表-2 コタツヒーターユニットの仕様

寸法	約29×29×4.5cm
質量	約1.9kg(コントローラー含む)
発熱体	石英管ヒーター 300W×2本
温度制御	電子リモコン・サーモスタット
安全装置	温度ヒューズ(129℃-10A)

表-3 チェンバー内の環境条件

気積(L)	65
換気回数(1/h)	0.5±0.05
設定温度(℃)	28±1
設定相対湿度(%)	50±1
気流(m/s)	0.2~0.3

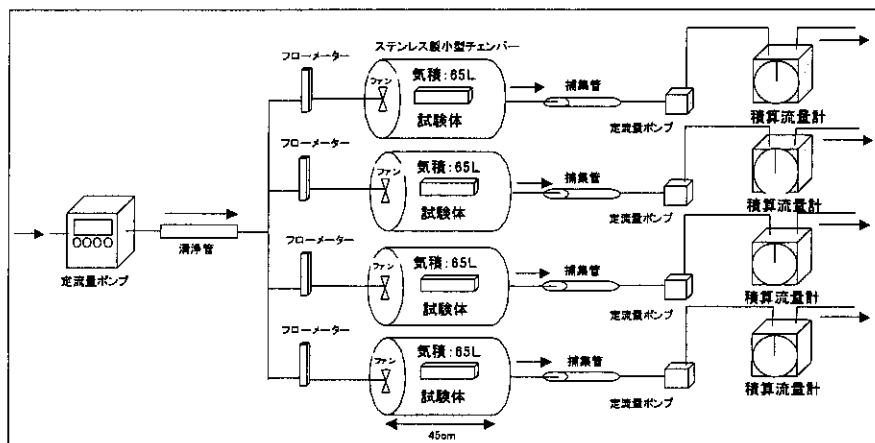


図-1 実験概要図