

## 第1章 家具からの化学物質の発生

### 要約

#### 2.1.2 一般家具

野崎淳夫（東北文化学園大学）

##### 1. はじめに

家具は様々な部材から構成されており、個々の部材発生量を明らかにされても、家具本体からの発生量と発生特性を把握することはできない。

そこで、本研究では完成品家具からのVOCとホルムアルデヒド発生量を求めるため、専用の大型チェンバーを構築作成し、家具からの有害化学物質発生量を明らかにすることにより、室内化学物質濃度の低減に関する基礎的資料を得ることを目的とする。

##### 2. 実験概要

###### 1) 実験システムの概要

本実験では、温度、湿度、換気量が制御でき、かつ清浄空気を導入できる東北文化学園大学空気環境実験室内に大型の実験チェンバー（11m<sup>3</sup>）を作成した。

チェンバー内で一様拡散状態を創出するために拡散ファンを設置した。本研究で用いた実験チェンバーの概要図を図-1に示す。

###### 2) 測定対象家具

測定対象家具の概要を表-1に示す。

###### 3) 捕集・分析方法

###### a) VOCの捕集・分析方法

試料空気の捕集は、炭素系捕集管を用いて行ない、捕集流量は0.05(l/min)で、採取時間は30分間とした。炭素系捕集管に捕集された試料空気は、加熱導入装置を用いてGC/MSに導入し、定性・定量分析を行った。

###### b) ホルムアルデヒドの捕集・分析方法

試料空気の捕集はDNPHカートリッジを用いて行ない、捕集流量は1.5(l/min)で、採取時間は60分間とした。DNPHカートリッジに捕集された試料空気は、5(ml)のアセトニトリルで5分間の溶出を行ない、分析試料とした。その後、HPLCに分析試料を導入し、定性・定量分析を行った。

###### 4) 実験手順

本実験は以下の手順で行うものとする。

- ①東北文化学園大学空気環境実験室内の環境条件を（温度：28[℃]、湿度50[%]、換気回数：0.5[1/h]）に制御する。
- ②空気環境実験室に大型チェンバーを設置し、チェンバー内の環境条件を確認する。

③超音響法測定機器でVOC、HCHO濃度を測定しつつ、チェンバー内の定常状態を構築する。④定常状態を確認した後、炭素系捕集管及びDNPHカートリッジによりチェンバー内の空気を捕集する。

⑤チェンバー内に試験体を設置する。

⑥③と同様

⑦④と同様

##### 3. 化学物質発生量の算出

チェンバー換気量 $Q$ (m<sup>3</sup>/h)はチェンバー換気回数 $n$ (1/h)とチェンバー気積 $R$ (m<sup>3</sup>)によって表され、次式(1)にて示される。

$$Q = n \times R \quad (1)$$

ただし、 $n$ :チェンバー換気回数(1/h)

$R$ :チェンバー気積(m<sup>3</sup>) とする。

試験体の化学物質発生量 $M$ (μg/h)は、次式(2)を用いて求めた。

$$M = Q(C_{in} - C_0) \quad (2)$$

ただし、 $C_{in}$ :チェンバー内における対象汚染物質の定常濃度(μg/m<sup>3</sup>)

$C_0$ :チェンバー供給空気の対象汚染物質濃度(μg/m<sup>3</sup>)とする。

##### 4. 結果

###### 1) ホルムアルデヒドの発生量

ホルムアルデヒドの測定結果を図-2に示す。

全ての検体からホルムアルデヒドの発生が確認された。

発生量は、コート掛けBが最も大きく360(μg/h)、次にオーディオラックの286(μg/h)であった。

コート掛け2検体の発生量を比較すると、コート掛けBはコート掛けAの約3倍の値となった。

これは、コート掛けBの構成材の違いと塗布された封止系塗料が原因であると考えられる。

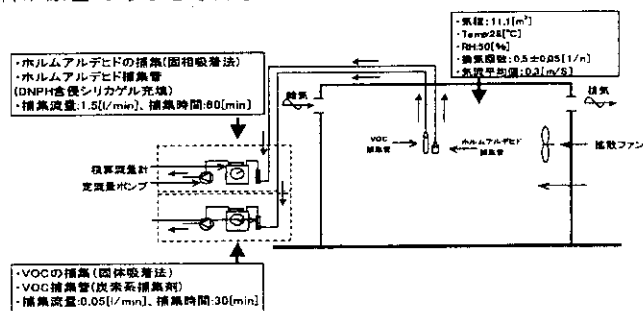


図-2.1.2.1 実験システム概要

表-1 実験対象家具の概要

検体名		サイズ (mm)	備考
コート掛けA,B	上台	1000×560×470	A:杉無垢材
	下台	1000×560×1830	B:合板、封止系塗料
ベッド	マットレス	97×195×18	ウレタン、スプリング
	ウラマットレス	95×190×16	珪床、炭充填
	杉無垢材	1950×950×270	杉無垢材
オーディオラック	上台	1500×300×930	パーティクルボード(等級F☆☆☆☆) 合板(等級☆☆☆☆)
	下台	1500×450×770	MDF(等級☆☆☆) 集成材

2) VOC の発生量

各検体のVOC測定結果を図-3に示す。

VOC総発生量についても、コート掛けBが最も大きな値となった。

コート掛けAは119( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、コート掛けBは38178( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、ベッド(ウレタンスプリング)538( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、ベッド(ワラマット)29.2( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、ベッド(杉ムク材)43.9( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、オーディオラック1158( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。

a) コート掛けA

比較的多くのVOC成分の発生が確認されたが、いずれも発生量は小さかった。

本家具は、無垢材で構成され無塗装品である。微量のVOC成分が検出されたのは、接着剤の使用が原因と考えられる。

b) コート掛けB

VOC総発生量は6検体中最大で、38178( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。エタノール、ヘキサン、メチルイソブチルケトン、トルエン、酢酸ブチル、 $\alpha$ -ピネンの発生が確認できた。中でもエタノールの顕著な発生が確認された。

これは、表面に塗布された封止系塗料の溶剤にエタノールが用いられていることから、封止系塗料が発生源と考えられる。

また、一般にヘキサン、メチルイソブチルケトン、トルエン、酢酸ブチルも塗料、接着剤に用いられることから、接着剤と封止系塗料が発生源と考えられる。 $\alpha$ -ピネンについては、木質由来の成分であり、杉材が発生源であると考えられる。

c) ベッド(ウレタンスプリング)

エタノールの顕著な発生が確認された。VOC総発生量は538( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。

エタノールの用途は幅広く、上記の塗料の他、防カビ剤等としても用いられており、本試験体においては、防カビ剤による可能性もある。

その他、ヘキサン、トルエン等の発生が確認されたが、微量なものであった。

d) ベッド(ワラマット)

ブタノール、パラジクロロベンゼン等、数種類のVOC発生が確認されたが、ごく微量であるため、ベッド(ワラマット)からの発生はほとんど無いと言える。

また、発生量は全6検体中最も小さい値であった。

e) ベッド(杉無垢材)

2-プロパノール、メチルエチルケトン、トルエン、 $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネンの発生が確認された。発生量はごく微量であった。 $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネンは木質由来の成分であるため、使用木材の杉材が発生源であると考えられる。

f) オーディオラック

比較的多くのVOC成分が検出された。スチレンが741( $\mu\text{g}/\text{h}$ )と顕著な発生が確認された。

また、メチルエチルケトン、トルエンの発生が確認された。スチレンの発生源として、合板の表面加工に用いられたポリエステルとABS樹脂が考えられる。

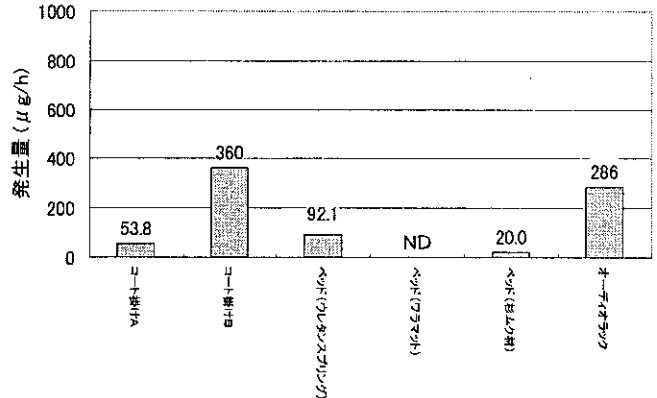


図-2 家具のホルムアルデヒド発生量

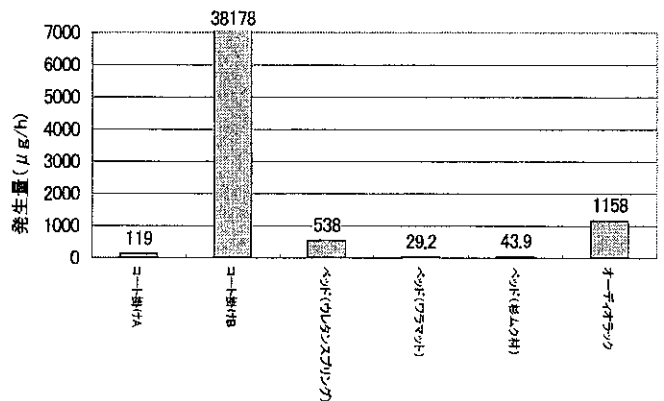


図-3 家具のVOC発生量

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- ①家具からのVOC、ホルムアルデヒドの発生が確認された。
- ②無垢材加工品からのVOC発生量は問題にならないものの、加工過程で使用する塗料、接着剤等がVOC発生量を増大させる傾向が明らかになった。
- ③今後、家具を構成する部材について個々の試験を行ない、VOC発生部位を特定する必要がある。

6. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた橋本康弘君(東北化学圏大学大学院生)、若生文隆君(当時東北化学圏大学卒業生)、鈴木学、原山尚子(東北化学圏大学学生)並びに関係各位に謝意を表す。

7. 参考文献

- 1) 野崎淳夫:平成14年度厚生労働科学研究費補助金 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,「造作家具(洗面台等)からの化学物質の発生に関する研究」,pp45~54,2003年3月
- 2) 田邊利信、彦坂尚義、中村孝之、山田裕巳:収納家具内部のホルムアルデヒド気中濃度についての検討,1998年度日本建築学会学術講演梗概集,pp803~804,1998年9月
- 3) 本田純司、于穎、中川雅至、小林康彦:建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究,その1. スモールチェンバーの概要と基本性能,1998年度日本建築学会学術講演梗概集,pp853~854,1998年9月4)于穎、中川雅至、本田純司、小林康彦:建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究,その2. スモールチェンパー法によるフローリング材の測定,1998年度日本建築学会学術講演梗概集,pp855~856,1998年9月
- 5) 中川雅至、本田純司、于穎、小林康彦:建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究,その3. デンケータ法による計測,1998年度日本建築学会学術講演梗概集,pp857~858,1998年9月
- 6) 土橋芳郎、于穎、中川雅至、本田純司、小林康彦:建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究,その6. ラージチェンパーによる家具実験の結果,1999年度日本建築学会学術講演梗概集,pp717~718,1999年9月
- 7) 于穎、中川雅至、本田純司、土橋芳郎、小林康彦:建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究,その7. 室内空間におけるホルムアルデヒド濃度の測定,1999年度日本建築学会学術講演梗概集,pp719~720,1999年9月

## 第1章 家具からの化学物質の発生

## 2.1.2 一般家具

## 野崎淳夫（東北文化学園大学）

## 2.1.2.1 序論

## 1) 本研究の背景と目的

家具は様々な部材から構成されており、個々の部材発生量を明らかにされても、家具本体からの発生量と発生特性を把握することはできない。

そこで、本研究では完成品家具からのVOCとホルムアルデヒド発生量を求めるため、専用の大型チェンバーを構築作成し、家具からの有害化学物質発生量を明らかにすることにより、室内化学物質濃度の低減に関する基礎的資料を得ることを目的とする。

## 2.1.2.2 実験概要

## 1) 実験システムの概要

本実験では、温度、湿度、換気量が制御でき、かつ清浄空気を導入できる東北文化学園大学空気環境実験室内に大型の実験チェンバー（11m<sup>3</sup>）を作成した。

チェンバー内で一様拡散状態を創出するために拡散ファンを設置した。本研究で用いた実験チェンバーの概要図を図-2.1.2.1に示す。

## 2) 測定対象家具

対象とした家具は、コート掛け2検体（A：杉無垢材、B：合板+封止系塗料）、ベッド3検体（ウレタンスプリング、ワラマット、杉無垢材）、オーディオラック1検体の計6検体である。表-2.1.2.1に各試験体の概要を示す。また、図-2.1.2.2～4、写真-2.1.2.1～3に各試験体の概要を示す。

コート掛けAは、杉材を用いたもので、仕上げ塗装は全く行われていないものである。

コート掛けBは、コート掛けAと全く同じサイズとデザインのものであるが、合板にて構成されており、VOC発生抑制効果のあるとされる塗料を塗布したものである。塗料は2度塗布した。

## 3) 測定原理、測定・分析機器

## a) 揮発性有機化合物（VOC）濃度

- ・光音響法、マルチガスモニター（B&K社製、model1302）
- ・固体捕集-加熱脱離-GC/MS法、GC/MS（Perkin Elmer社製、Turbo mass gold）

## b) アルデヒド類濃度

- ・光音響法、マルチガスモニター（B&K社製、model1302）
- ・固体捕集-溶媒抽出-HPLC法、HPLC（日立社製、modelL-7000）

## c) その他使用機器

- ・定流量ポンプ-柴田機器工業、形式
- ・積算流量計-シナガワ社製、型式：DC-1A

## 4) 捕集・分析方法

## a) VOCの捕集・分析方法

試料空気の捕集は、炭素系捕集管を用いて行ない、捕集流量は0.05(l/min)で、採取時間は30分間とした。炭素系捕集管に捕集された試料空気は、加熱導入装置を用いてGC/MSに導入し、定性・定量分析を行った

## b) ホルムアルデヒドの捕集・分析方法

試料空気の捕集はDNPHカートリッジを用いて行ない、捕集流量は1.5(l/min)で、採取時間は60分間とした。DNPHカートリッジに捕集された試料空気は、5(ml)のアセトニトリルで5分間の溶出を行ない、分析試料とした。その後、HPLCに分析試料を導入し、定性・定量分析を行った。

## 5) 実験手順

本実験では、以下の手順により、ホルムアルデヒドとVOCの測定を行った。本実験は、チェンバー内の温度、気流、対流熱伝達率、換気量等の環境条件を制御し、その中に試験試料を設置して、発生化学物質の発生特性と発生量を把握するものである。

本実験は以下の手順で行うものとする。

- ①東北文化学園大学空気環境実験室内の環境条件を（温度：28[℃]、湿度50[%]、換気回数：0.5[1/h]）に制御する。
- ②空気環境実験室に大型チェンバーを設置し、チェンバー内の環境条件を確認する。
- ③光音響法測定機器でVOC、HCHO濃度を測定しつつ、チェンバー内の定常状態を構築する。
- ④定常状態を確認した後、炭素系捕集管及びDNPHカートリッジによりチェンバー内の空気を捕集する。
- ⑤チェンバー内に試験体を設置する。
- ⑥③と同様
- ⑦④と同様

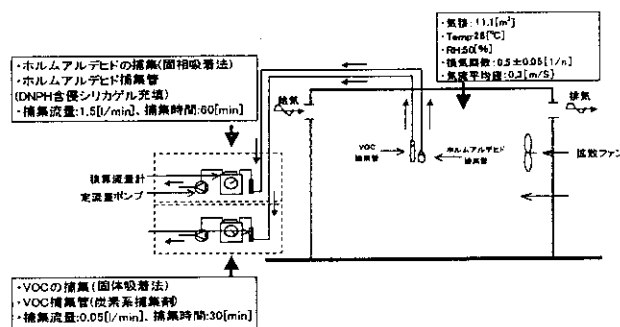


図-2.1.2.1 実験システム概要

表-2.1.2.1 実験対象家具の概要

検体名		サイズ (mm)	備考
コート掛け A,B	上台	1000 × 560 × 470	A: 杉無垢材
	下台	1000 × 560 × 1830	B: 合板、封止系塗料
ベッド	マットレス	97 × 195 × 18	ウレタン、スプリング
	ワラマットレス	95 × 190 × 16	藁床、炭充填
	杉無垢材	1950 × 950 × 270	杉無垢材
オーディオラック	上台	1500 × 300 × 930	パーティクルボード(等級F☆☆☆☆) 合板(等級☆☆☆☆)
	下台	1500 × 450 × 770	MDF(等級☆☆☆☆) 集成材

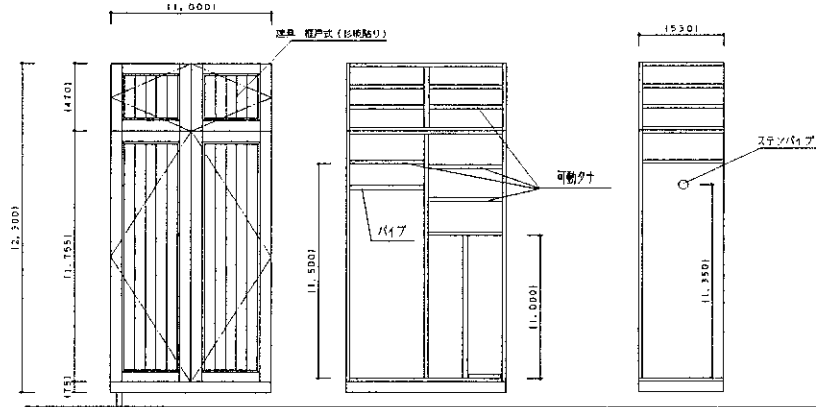


図-2.1.2.2 コート掛け(A, B)の概要

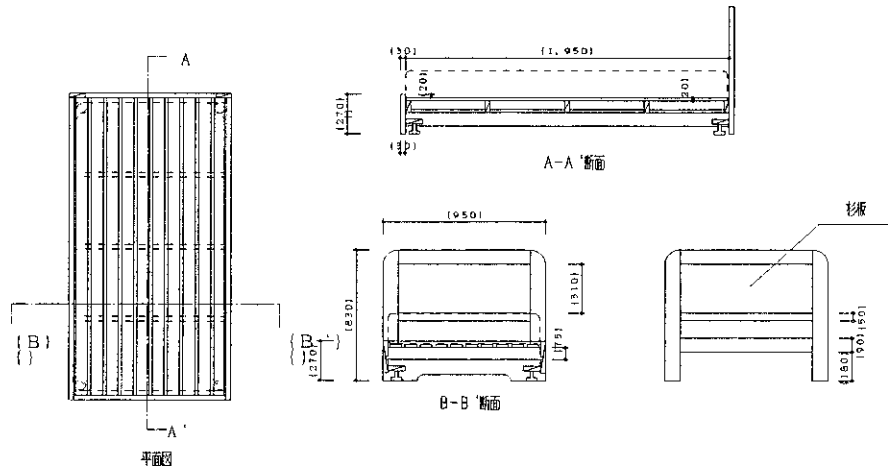


図-2.1.2.3 ベッドの概要 (杉無垢材)

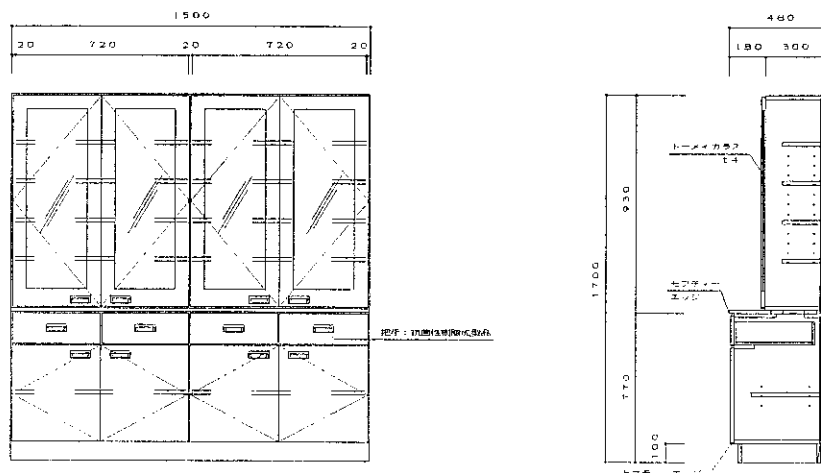


図-2.1.2.4 オーディオラックの概要

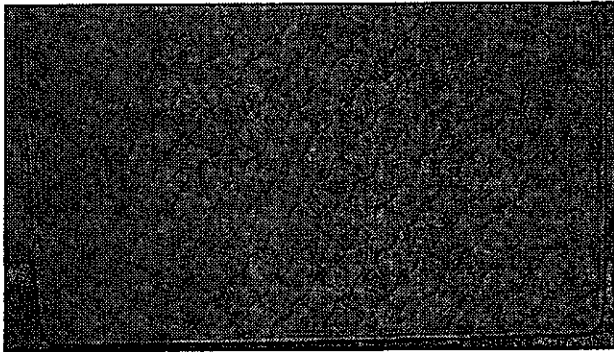


写真-2.1.2.1 ベッド(ウレタンスプリング)の外観

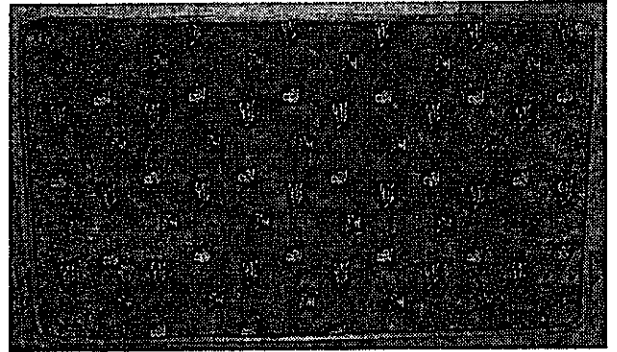


写真-2.1.2.2 ベッド(藁床)の外観

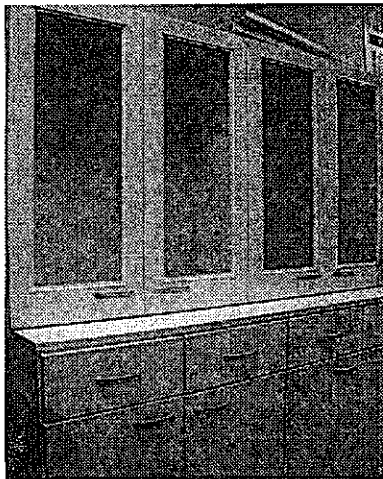


写真-2.1.2.3 オーディオラックの外観

### 2.1.2.3 換気回数(1/h)の測定

設定換気回数と実換気回数の確認をするために、SF<sub>6</sub>を用いたトレーサーガス濃度減衰法により、測定を行った。

トレーサーガス(六化フッ素硫黄:SF<sub>6</sub>)を実験チェンバー内に放散させ、マルチガスモニターを用いてSF<sub>6</sub>濃度の経時減衰を測定し、以下(1)式によって求めた。

$$n = 2.303 \times \frac{1}{t} \times \log \left\{ \frac{(C_1 - C_0)}{(C_2 - C_0)} \right\} \quad (1)$$

ただし、

n:換気回数(1/h)

t:濃度減衰を測定した時間(h)

C<sub>1</sub>:測定を開始したときの六化フッ素硫黄濃度(ppm)

C<sub>2</sub>:t時間後の六化フッ素硫黄濃度(ppm)

C<sub>0</sub>:外気中の六化フッ素硫黄濃度(ppm)

とする。

#### 1)手順

- a)チェンバー内にトレーサーガス(SF<sub>6</sub>)を10(l)放出する。
- b)マルチガスモニターで2分毎にSF<sub>6</sub>濃度を計測する。
- c)(1)式に測定値を代入し、換気回数n(1/h)を求める。

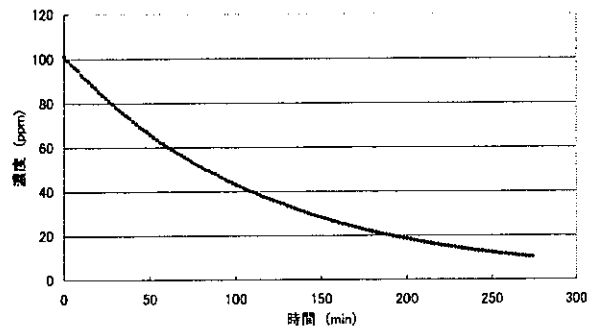


図-2.1.2.5 実験チェンバーにおけるSF<sub>6</sub>濃度の経時変化

表-2.1.2.2 チェンバー内におけるSF<sub>6</sub>濃度の変化と換気回数

時間(min)	濃度(ppm)	濃度(ppm)	濃度(ppm)
0	101	101	100
10	92.5	92.6	92.8
20	85.1	84.7	85.5
30	78.1	77.7	79.6
40	71.8	70.9	73.8
50	65.8	65.0	68.3
60	60.2	59.6	63.4
70	55.5	54.5	58.6
80	50.9	49.6	54.3
90	47.0	45.5	50.4
100	43.0	41.3	46.5
110	39.5	37.6	42.9
120	36.4	34.2	39.6
130	33.5	31.2	36.6
140	30.7	28.4	33.9
150	28.2	25.7	31.3
160	25.8	23.4	28.8
170	23.8	21.2	26.7
180	21.8	19.2	24.5
n(1/h)	0.51	0.55	0.47

本実験では、測定開始から180(min)後の値を(1)式に代入した。結果として、3回の測定値を代入し、得られた換気回数を平均すると、n(1/h)=0.51の値が得られた。

## 2.1.2.4 化学物質発生量の算出

チェンバー換気量  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) はチェンバー換気回数  $n$  ( $1/\text{h}$ ) とチェンバー気積  $R$  ( $\text{m}^3$ ) によって表され、次式 (2) にて示される。

$$Q = n \times R \quad (2)$$

ただし、

$n$ : チェンバー換気回数 ( $1/\text{h}$ )

$R$ : チェンバー気積 ( $\text{m}^3$ )

とする。

試験体の化学物質発生量  $M$  ( $\mu\text{g}/\text{h}$ ) は、次式 (3) を用いて求めた。

$$M = Q (C_{ss} - C_0) \quad (3)$$

ただし、

$C_{ss}$ : チェンバー内における対象汚染物質  
の定常濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_0$ : チェンバー供給空気の対象汚染物質濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

とする。

2.1.2.5 結果

1) ホルムアルデヒドの発生量

ホルムアルデヒドの測定結果を図-2.1.2.6~7に示す。

全ての検体からホルムアルデヒドの発生が確認された。

発生量は、コート掛けBが最も大きく360( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、次にオーディオラックの286( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。

コート掛け2 検体の発生量を比較すると、コート掛けBはコート掛けAの約3 倍の値となった。

これは、コート掛けBの構成材の違いと塗布された封止系塗料が原因であると考えられる。

2) VOC の発生量

各検体のVOC 測定結果を図-2.1.2.8~9に示す。

VOC 総発生量についても、コート掛けBが最も大きな値となった。

コート掛けAは119( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、コート掛けBは38178( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、ベッド(ウレタンスプリング)538( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、ベッド(ワラマット)29.2( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、ベッド(杉ムク材)43.9( $\mu\text{g}/\text{h}$ )、オーディオラック1158( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。

a) コート掛けA(図-2.1.2.10~11 参照)

比較的多くのVOC 成分の発生が確認されたが、いずれも発生量は小さかった。

本家具は、無垢材で構成され無塗装品である。微量のVOC 成分が検出されたのは、接着剤の使用が原因と考えられる。

b) コート掛けB(図-2.1.2.12~13 参照)

VOC 総発生量は6 検体中最大で、38178( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。エタノール、ヘキサン、メチルイソブチルケトン、トルエン、酢酸ブチル、 $\alpha$ -ピネンの発生が確認できた。中でもエタノールの顕著な発生が確認された。

これは、表面に塗布された封止系塗料の溶剤にエタノールが用いられていることから、封止系塗料が発生源と考えられる。

また、一般にヘキサン、メチルイソブチルケトン、トルエン、酢酸ブチルも塗料、接着剤 に用いられることから、接着剤と封止系塗料が発生源と考えられる。 $\alpha$ -ピネンについては、木質由来の成分であり、杉材が発生源であると考えられる。

c) ベッド(ウレタンスプリング)(図-2.1.2.14~15 参照)

エタノールの顕著な発生が確認された。VOC 総発生量は538( $\mu\text{g}/\text{h}$ )であった。

エタノールの用途は幅広く、上記の塗料の他、防カビ剤等としても用いられており、本試験体においては、防カビ剤による可能性もある。

その他、ヘキサン、トルエン等の発生が確認されたが、微量なものであった。

d) ベッド(ワラマット)(図-2.1.2.16~17 参照)

ブタノール、パラジクロロベンゼン等、数種類のVOC 発生が確認されたが、ごく微量であるため、ベッド(ワラマット)からの発生はほとんど無いと言える。

また、発生量は全6 検体中最も小さい値であった。

e) ベッド(杉無垢材)(図-2.1.2.18~19 参照)

2-プロパノール、メチルエチルケトン、トルエン、 $\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネンの発生が確認された。発生量はごく微量であった。

$\alpha$ -ピネン、 $\beta$ -ピネンは木質由来の成分であるため、使用木材の杉材が発生源であると考えられる。

f) オーディオラック(図-2.1.2.20~21 参照)

比較的多くのVOC 成分が検出された。スチレンが741( $\mu\text{g}/\text{h}$ )と顕著な発生が確認された。

また、メチルエチルケトン、トルエンの発生が確認された。スチレンの発生源として、合板の表面加工に用いられたポリエステルとABS樹脂が考えられる。

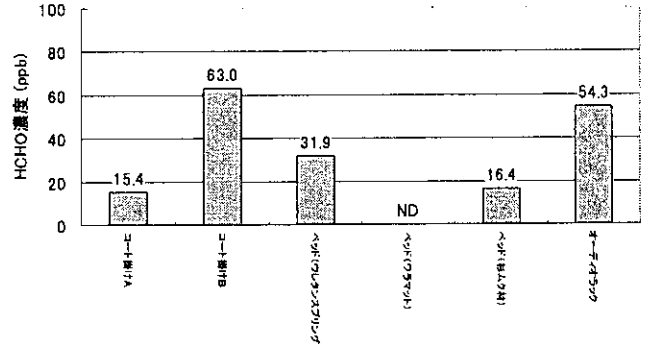


図-2.1.2.6 家具設置チェンバーのホルムアルデヒド濃度

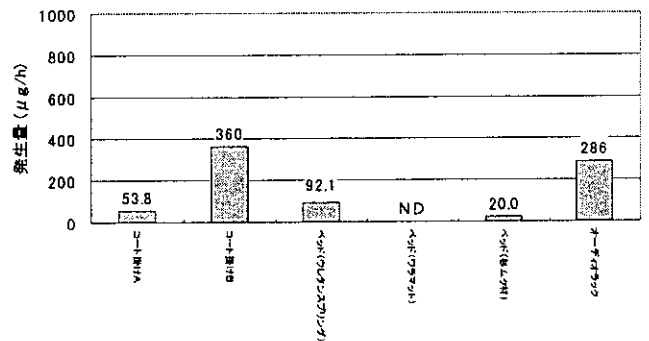


図-2.1.2.7 家具設置チェンバーのホルムアルデヒド発生量

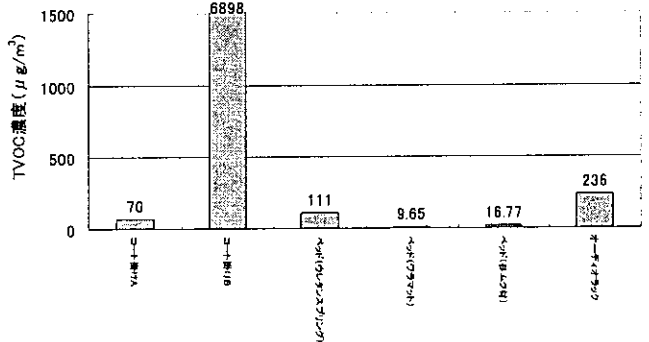


図-2.1.2.8 家具設置チェンバーのVOC濃度

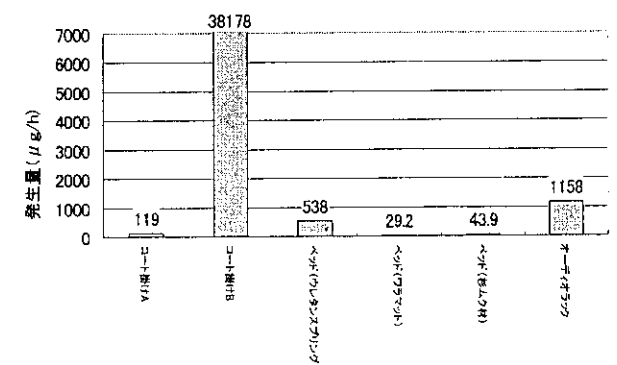


図-2.1.2.9 家具設置チェンバーのVOC発生量

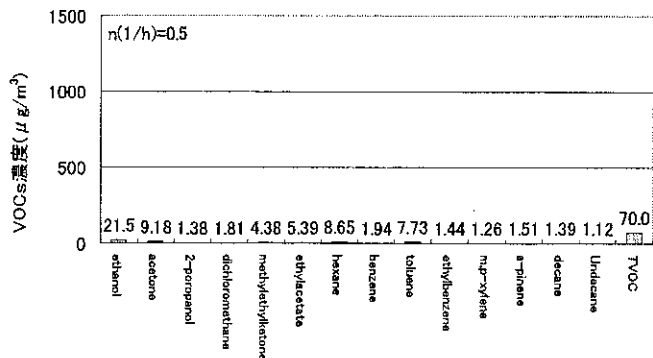


図-2.1.2.10 コート掛けAを設置した  
チェンバー内VOC濃度

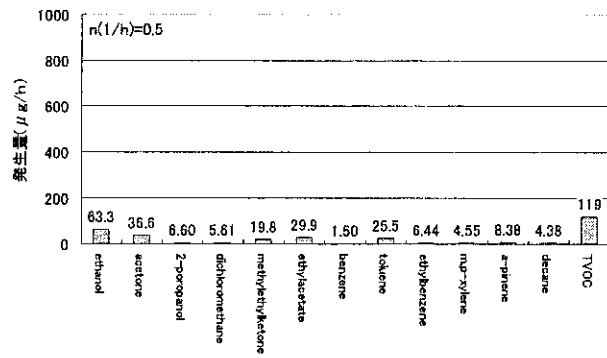


図-2.1.2.11 コート掛けAのVOC発生量

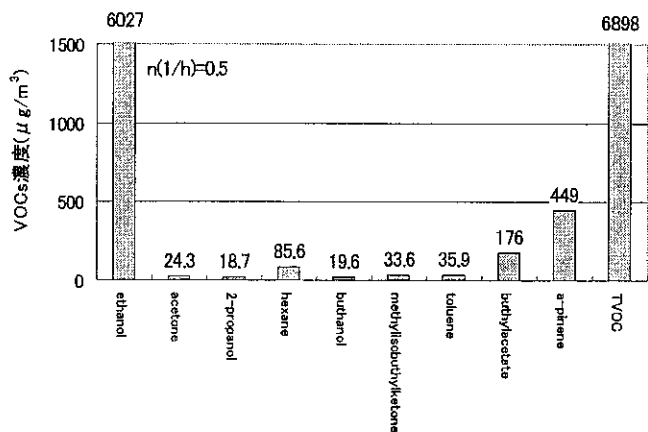


図-2.1.2.12 コート掛けBを設置した  
チェンバー内VOC濃度

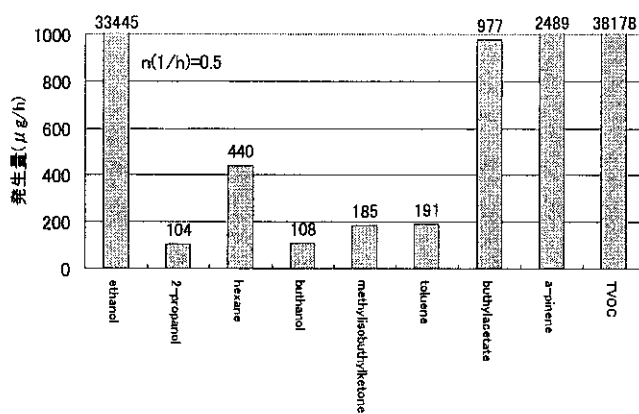


図-2.1.2.13 コート掛けBのVOC発生量

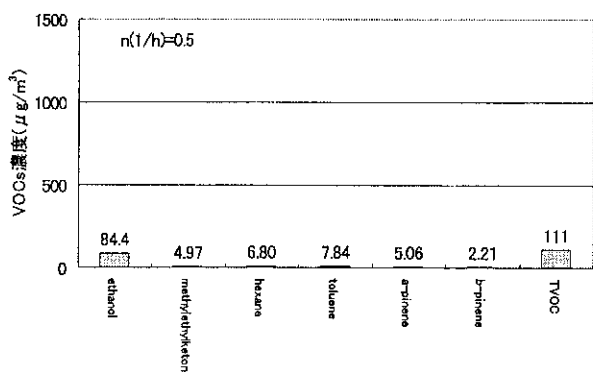


図-2.1.2.14 ベッド(ウレタンスプリング)を  
設置したチェンバー内VOC濃度

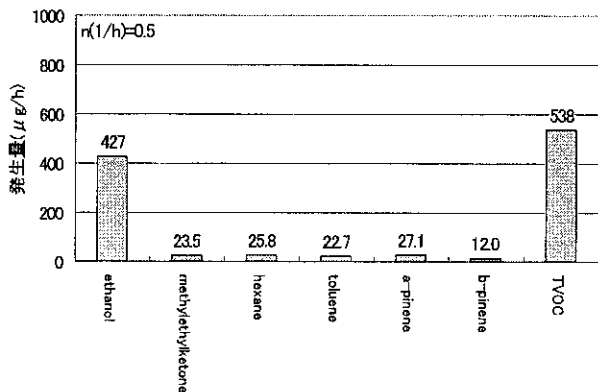


図-2.1.2.15 ベッド(ウレタンスプリング)のVOC発生量

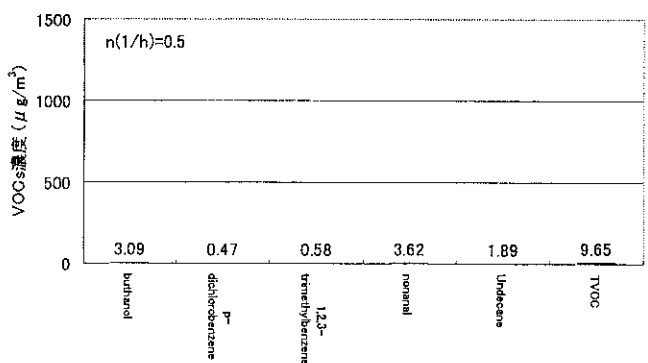


図-2.1.2.16 ベッド(フラマット)を設置した  
チェンバー内VOC濃度

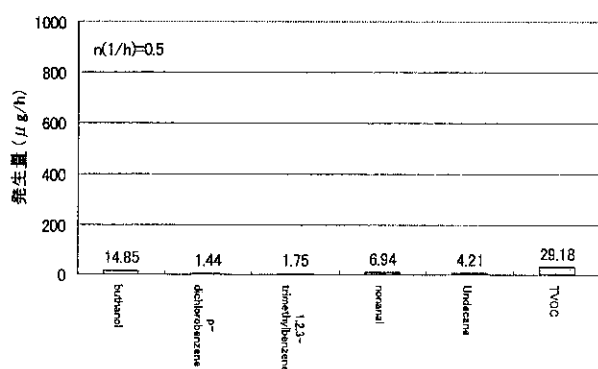


図-2.1.2.17 ベッド(フラマット)のVOC発生量



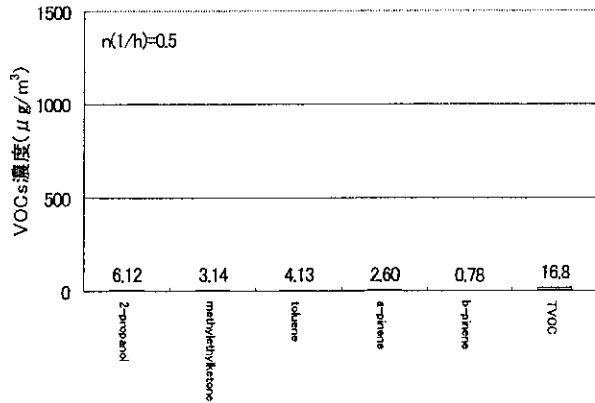


図-2.1.2.18 ベッド(杉無垢材)を設置したチェンバー内VOC濃度

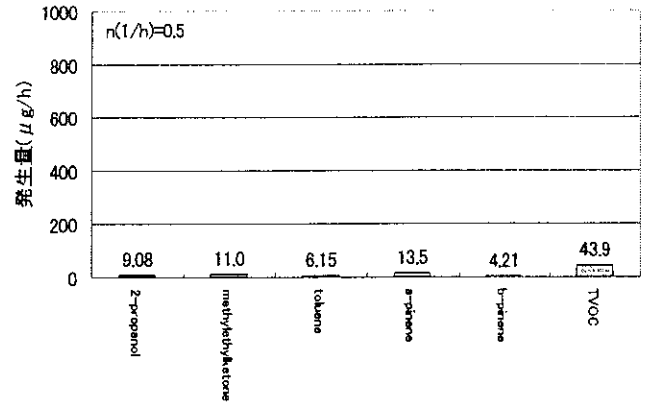


図-2.1.2.19 ベッド(杉無垢材)のVOC発生量

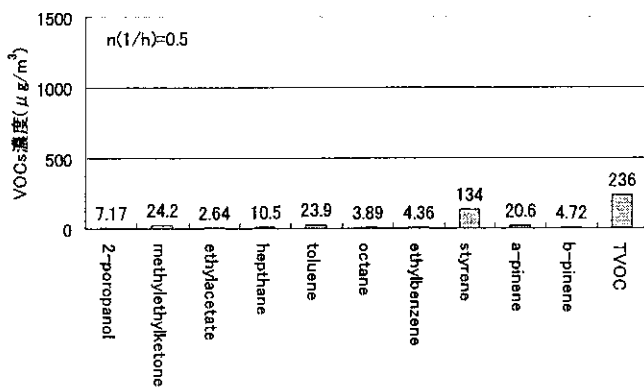


図-2.1.2.20 オーディオラックを設置したチェンバー内VOC濃度

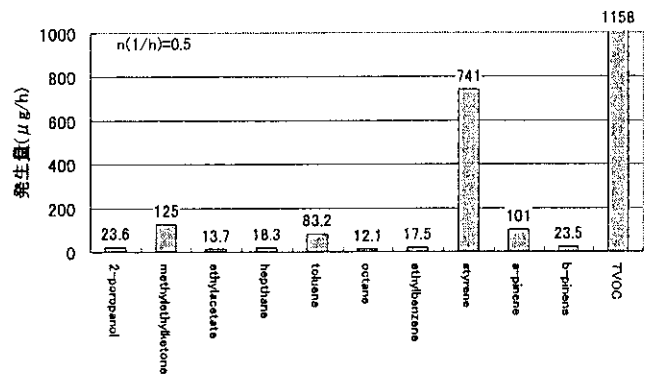


図-2.1.2.21 オーディオラックのVOC発生量

### 2.1.2.6 まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 家具からのVOC、ホルムアルデヒドの発生が確認された。
- 2) 無垢材加工品からのVOC発生量は問題にならないものの、加工過程で使用する塗料、接着剤等がVOC発生量を増大させる傾向が明らかになった。
- 3) 今後、家具を構成する部材について個々の試験を行ない、VOC発生部位を特定する必要がある。

### 2.1.2.7 謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた橋本康弘君(東北文化学園大学大学院生)、若生文隆君(当時東北文化学園大学卒論生)、鈴木学、原山尚子(東北文化学園大学学生)、並びに関係各位に謝意を表す。

### 2.1.2.8 参考文献

- 1) 野崎淳夫：平成14年度厚生労働科学研究費補助金 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，「造作家具(洗面台等)からの化学物質の発生に関する研究」，pp45～54, 2003年3月
- 2) 田邊利信、彦坂尚義、中村孝之、山田裕巳：収納家具内部のホルムアルデヒド気中濃度についての検討，1998年度日本建

築学会学術講演梗概集，pp803～804, 1998年9月

- 3) 本田純司、于穎、中川雅至、小林康彦：建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究、その1. スモールチェンバーの概要と基本性能，1998年度日本建築学会学術講演梗概集，pp853～854, 1998年9月4) 于穎、中川雅至、本田純司、小林康彦：建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究、その2. スモールチェンバー法によるフローリング材の測定，1998年度日本建築学会学術講演梗概集，pp855～856, 1998年9月

- 5) 中川雅至、本田純司、于穎、小林康彦：建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究、その3. デシケータ法による計測，1998年度日本建築学会学術講演梗概集，pp857～858, 1998年9月

- 6) 土橋芳郎、于穎、中川雅至、本田純司、小林康彦：建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究、その6. ラージチェンバーによる家具実験の結果，1999年度日本建築学会学術講演梗概集，pp717～718, 1999年9月

- 7) 于穎、中川雅至、本田純司、土橋芳郎、小林康彦：建材や家具からのホルムアルデヒド放散速度の測定に関する研究、その7. 室内空間におけるホルムアルデヒド濃度の測定，1999年度日本建築学会学術講演梗概集，pp719～720, 1999年9月

## 第2章 衣類からの化学物質の発生

## 第2章 衣類からの化学物質の発生

## 2.2.1 衣類

## 野崎淳夫（東北文化学園大学）

## 2.2.1.1 はじめに

住環境におけるホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物（以下「VOC」という。）の発生源として、建材、家具、芳香・消臭剤等が着目されているが、衣料品の一部からも、ホルムアルデヒドをはじめとする各種化学物質放散が指摘されている。<sup>2)</sup>

衣料品由来の化学物質は、人体からの熱放散により発生量が増大し、呼吸域から吸入されることが容易に想像できる。

衣料品に使用されているいくつかの化学物質については、含有量についての基準が定められているが、衣料品からの気中放散化学物質に関する基準はなく、またその発生の実態も不明である。

このような背景から、筆者らはJISの建材試験法（小形チェンバー法）を準用した衣類におけるVOC発生量を求める実験室実験を行っている。<sup>1)</sup>

また、衣類の残留化学物質に起因した化学物質過敏症が、社会的問題になっている。そこで、本研究では購入直後と洗浄を施した衣類からのVOC発生量を求め、衣類から発生するVOCと洗浄後の衣類から発生するVOCの残留性を明らかにすることを目的とする。

## 2.2.1.2 実験概要

## 1) 実験システムの概要

本研究では、温度、湿度、換気量が制御でき、かつ清浄空気を導入できる東北文化学園大学空気環境実験室内に小形実験チェンバー(65L)を6台設置した。チェンバー内で一様拡散状態を創出するために拡散ファンを設置した。本研究で用いた実験チェンバーの概要図を図-2.2.1.1に示す。

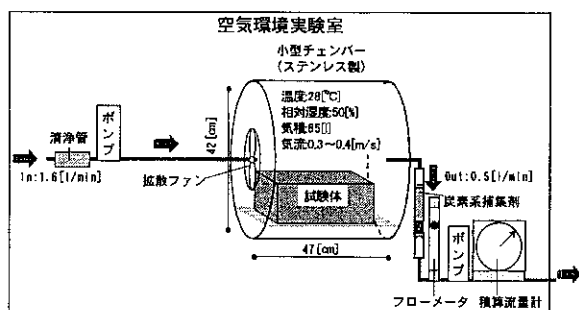


図-2.2.1.1 実験チェンバー概要図

## 2) 測定法

- 光音響法、マルチガスモニター（B & K社製、model:1032）
- 固体捕集-加熱脱離-GC/MS法（Perkin Elmer社製、Turbo mass gold）

## 3) 実験手順

本実験は以下の手順で、試料導入前後のチェンバー内定常濃度の測定を行うものである。

- ①空気環境実験室内をある一定の試験条件（温度：28 [°C]、湿度50 [%]）に制御する。
- ②空気環境実験室内に小型環境制御チェンバーを設置し、チェンバー内の環境条件を確認する。
- ③チェンバーを密閉し、光音響法測定機器でVOC濃度を測定しつつ、定常状態を確認する。
- ④定常状態を確認した後、炭素系捕集管でチェンバー内の空気を捕集する。捕集は0.05 (l/min)で30 (min)行う。
- ⑤チェンバー内に試験試料（衣服）を挿入し、密閉する。
- ⑥ ③と同様
- ⑦ ④と同様

## 2.2.1.3 測定対象

## 1) 測定対象衣類の概要

量販店等で一般に販売されている衣類を購入後、表-2.2.1.1に示す条件で洗浄した。試験試料は、店舗陳列棚に包装されていない状態で積み重ねて販売されていた。

## 2) 試験衣類の洗浄処理

購入した衣類は、クリーニング工場の商業用洗浄装置で洗浄し、測定用試料とした。洗浄後の衣類は、真空保管用ビニール袋（ナイロン/PET製）へ入れ保管した。

## 2.2.1.4 結果

それぞれの試料の測定濃度を基に発生量を算出した。結果を図-2.2.1.2~2.2.1.5に示す。

未洗浄の衣類からは微少なながらも、石油系化学物質のデカン類が確認できた。

これらは、紡糸・縫製時に加工性を向上させるために添加されたオイルの含有揮発成分が検出されたものと考えられる。

ゾール洗浄後の衣類においては、石油系成分のデカン類の顕著な発生が確認された。これは、ドライクリーニングの洗浄過程で用いる、石油系洗浄剤に起因したものと考えられる。

また、ノナン、エタノールの発生も確認され、ゾール洗浄過程における衣類への化学物質の残留性が大きいことが確認された。

水洗浄後の衣類については、VOC発生量は小さい。また、水洗浄による若干の発生量低減効果が示されたが、明確な低減効果は確認できなかった。

水洗浄後にゾール洗浄を行うことにより、ゾール洗浄に伴う残留化学物質の残留量の変化を把握する実験を行った。

ゾール洗浄のみの衣類と比較すると、TVOC値は約3分の1に低減したが、未洗浄時と比較すると発生量が増大している。

これは、前処理としての水洗浄が発生量の低減に寄与していると思われるが、明確な原因については不明である。

表-2.2.1.1 測定対象衣類の概要

試料NO.	前処理	ドライ洗浄	主要評価項目
1	購入時のまま	×	店頭に並んでいるままのVOC
2		○	ドライ洗浄後の残留VOC
3	通常の	×	通常洗浄によるVOC変化
4	水洗浄	○	ドライ洗浄残留VOCの繰り返し測定

×:実施せず、○:実施

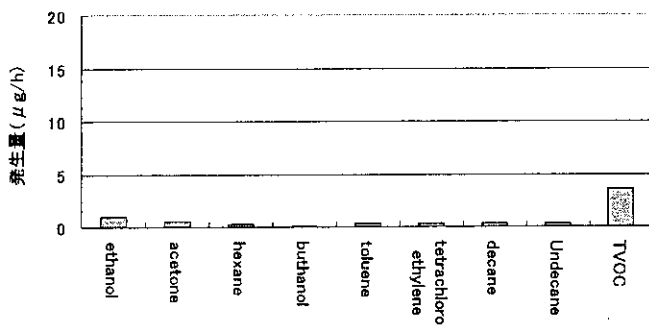


図-2.2.1.2 衣類（未洗浄）のVOC発生量

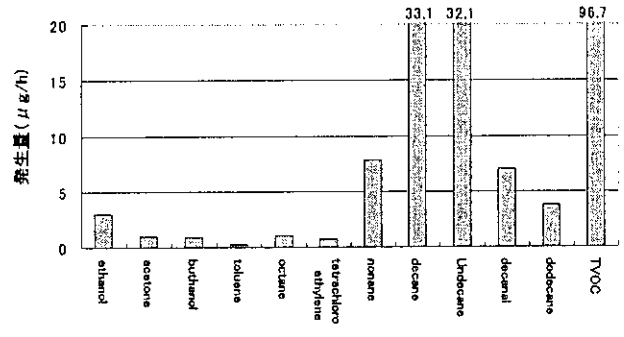


図-2.2.1.3 衣類（ゾール洗浄）のVOC発生量

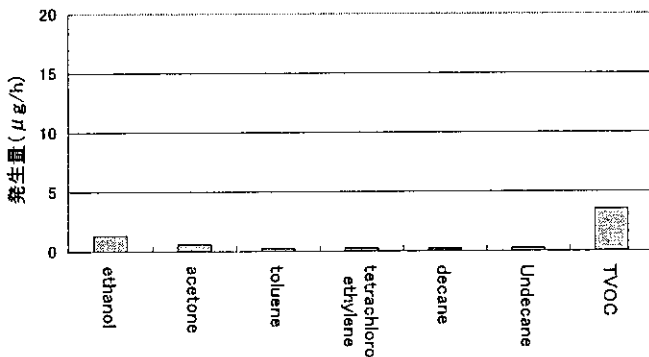


図-2.2.1.4 衣類（水洗浄）のVOC発生量

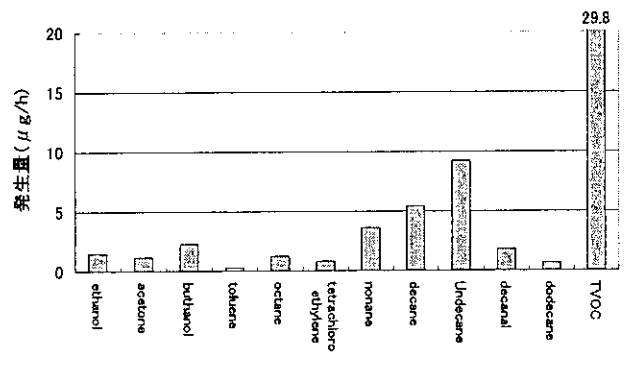


図-2.2.1.5 衣類（水洗浄+ゾール洗浄）のVOC発生量

### 2.2.1.5 まとめ

本研究では以下の知見が得られた。

- 1) 衣類からのVOC発生が確認された。その量はごく微量ではあるが、重度の化学物質過敏症の人にとっては軽視できない発生量かもしれない。
- 2) ゾール洗浄による石油系化学物質の残留性が確認できた。
- 3) ゾール洗浄の前処理として水洗浄を施すにより、ゾール洗浄における残留VOCの発生量低減効果が示された。しかし、明確な低減のメカニズムは不明であり、今後の検討課題である。

### 2.2.1.6 謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた橋本康弘君（東北文化学園大学大学院生）、笹原怜子さん（当時東北文化学園大学学生）、並びに関係各位に謝意を表する。

### 2.2.1.7 参考文献

- 1) 野崎淳夫：平成13年度厚生科学研究費補助金「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」、衣料品

からの化学物質の発生に関する研究, pp2.3-1 ~ 2.3-14

2) 野崎淳夫、橋本康弘、古川哲也：第9回大気環境学会 北海道東北支部総会講演集、「衣料品からのホルムアルデヒドとVOCの発生 室内空気環境とその快適性に関する研究（その1）」, pp68 ~ 69, 2002年11月

## 第3章 家庭用機器からの化学物質の発生

要約

第3章 家庭用機器からの化学物質の発生

2.3.1 電気式暖房機器

野崎淳夫（東北文化学園大学）

1. はじめに

室内化学物質汚染が注目されており、シックハウス症候群や化学物質過敏症に関してホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（以下、VOC: Volatile Organic Compounds）などの化学物質の関与が明らかにされている。

室内化学物質汚染対策として、建材からの放散量測定試験が、JISに基づいて行われるようになった。

室内化学物質汚染の汚染源は建材・施工材のみならず、居住者が室内に持込む生活用品等、数多くある。

しかし、現状においては、対象物品の範囲が広く、殆どの製品の化学物質発生情報が不足している。

そこで、本研究では、発熱を伴う電気式暖房機器に着目し、当該製品からのホルムアルデヒドとVOC発生について、実験室実験により機器発生量を明らかにするものである。

2. 実験概要

1) 実験システムの概要

東北文化学園大学の空気環境実験室に4.98 (m<sup>3</sup>) の気積を有した小型実験チェンバーを設置した。チェンバー内では、清浄空気が導入され、また、温度、湿度、気流の制御が可能である。実験システムの概要を図-1に示す。

2) 測定対象機器

測定対象の電気式暖房機器は、購入直後の電気ストーブ2台、セラミックヒーター2台、ハロゲンヒーター2台、である。測定対象機器の概要を表-1に示す。

3) 化学物質の捕集・分析方法

a) ホルムアルデヒドの捕集・分析方法

固相捕集 - 高速液体クロマトグラフ (HPLC) 法

b) VOCの捕集・分析方法

固体捕集 - 加熱導入 - GC / MS 法

3. 発生量の算出

測定対象機器からの化学物質発生量は次式(1)を用いて求めた。

$$M = Q (C_{ss} - C_0) \quad \text{--- (1)}$$

Q: チェンバー換気量 (m<sup>3</sup>/h)

C<sub>ss</sub>: チェンバー内における対象汚染物質の定常濃度 (μg/m<sup>3</sup>)

C<sub>0</sub>: チェンバー供給空気中の対象汚染物質濃度 (μg/m<sup>3</sup>)

4. 結果

1) 測定対象機器のVOC発生量について

測定対象機器のVOC発生量を図2に示す。

電気ストーブAとBを比較すると、電気ストーブBからのVOC

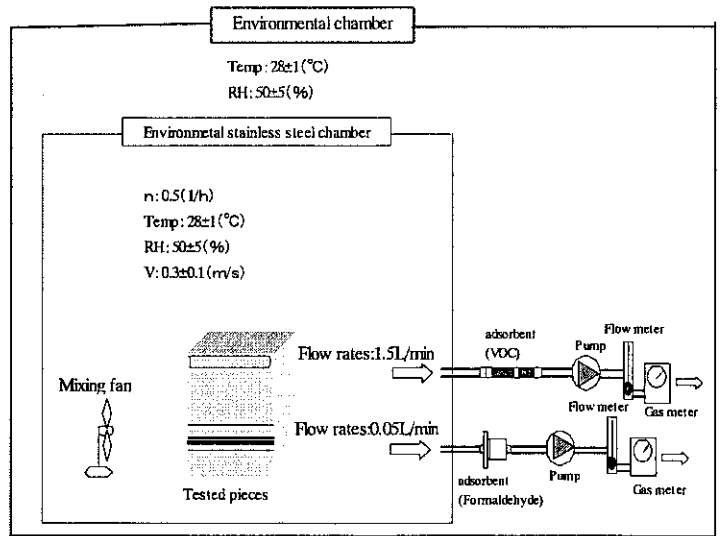


図-1 実験システムの概要

表-1 測定対象機器の概要

測定対象機器	寸法	消費電力
電気ストーブA	幅343×高さ330×奥行165mm	強800W・弱400W
電気ストーブB	幅330×高さ423×奥行195mm	強1,050W・中700W・弱350W
ハロゲンヒーターA	幅406×高さ500×奥行327mm	強800・弱400W
ハロゲンヒーターB	幅360×高さ680×奥行355mm	強800W・弱400W
セラミックヒーターA	幅280×高さ310×奥行134mm	強1200W・弱690W
セラミックヒーターB	幅300×高さ255×奥行172mm	強1200W・弱650W

発生量が多い。電気ストーブBの発生量は機器非運転時(温度28℃)は46.7(μg/h)であり、機器運転時(測定時チェンバー温度:40.1℃)には698(μg/h)に増大した。電気ストーブBから検出された主なVOC成分は、ヘプタンであった。

セラミックヒーターAとBを比較すると、セラミックヒーターBからのVOC発生量が多い。セラミックヒーターBの発生量は、機器非運転時(測定時チェンバー温度:28℃)は72.5(μg/h)であり、機器運転時(測定時チェンバー温度:38.4℃)には2735(μg/h)に増大した。尚、測定時のチェンバー内温度は図中に示されている。

また、この機器は測定対象機器のVOC発生量の中で、特に大きい値を示した。特にトルエンの顕著な発生が確認された。

同様にハロゲンヒーターAのVOC発生量は16.6(μg/h)(測定時チェンバー温度:28℃)から160(μg/h)(測定時チェンバー温度:39.1℃)に増大した。ハロゲンヒーターBについても16.4(μg/h)(測定時チェンバー温度:28℃)から38.4(μg/h)(測定時チェンバー温度:40.1℃)に増大した。検出された主なVOC成分は、トルエンであった。

測定対象機器のVOC発生量は、機器非運転時には微少であるが、機器運転に伴い顕著な増大を示した。

2) 測定対象機器のホルムアルデヒド発生量

測定対象機器のホルムアルデヒド発生量を図-3に示す。

電気ストーブAのホルムアルデヒド発生量は機器運転に伴い78.7(μg/h)(測定時チェンバー温度:41℃)に増大した。電気ストーブBについても、26.4(μg/h)(測定時チェンバー温度:28℃)から292(μg/h)(測定時チェンバー温度:40.1℃)に増大した。

セラミックヒーターAについては、ホルムアルデヒドの大きな発生は示されなかったが、セラミックヒーターBは、機器運転に伴い214(μg/h)(測定時チェンバー温度:37.4℃)に増大した。

ハロゲンヒーターAのホルムアルデヒド発生量は機器非運転時(測定時チェンバー温度:28℃)は7.26(μg/h)であり、機器運転時(測定時チェンバー温度:39.1℃)には404(μg/h)に増大した。ハロゲンヒーターAのホルムアルデヒド発生量は、機器運転時に伴い顕著な増大を示した。

また、ハロゲンヒーターAは、測定機器運転に伴い最も大きな発生量を示した。

測定対象機器のホルムアルデヒドの発生量は、機器運転に伴い増大する傾向を示した。

5. 考察

電気式暖房器具から検出されたVOCは、溶剤、油性ペイント、油性ニス、油性ラッカー等に含まれている物質であるが、器具構成部分からの発生は間違いない。発生部分の特定を検討している。

また、機器運転に伴い、臭気の発生が確認された。今後、臭気物質の特定を行いたい。

6. まとめ

本研究により得られた知見について以下の1)~2)である。

- 1) 温度28℃、相対湿度50%の環境条件において、機器非運転時の電気式暖房機器からもVOCとホルムアルデヒドが発生する。
- 2) 機器運転に伴う温度上昇によりVOCとホルムアルデヒド発生量が増大する。

7. 今後の課題

今後の課題として、以下の1)~4)が挙げられる。

- 1) 機器VOC発生部分の特定
- 2) 臭気物質の特定
- 3) VOCの成分毎の発生量の解明
- 4) 他の電化製品のVOCやホルムアルデヒドの発生量解明

8. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた浅野康明君(東北文化学園大学大学院生)、千葉真理子さん(東北文化学園大学学生)、ならびに関係各位に深謝致します。

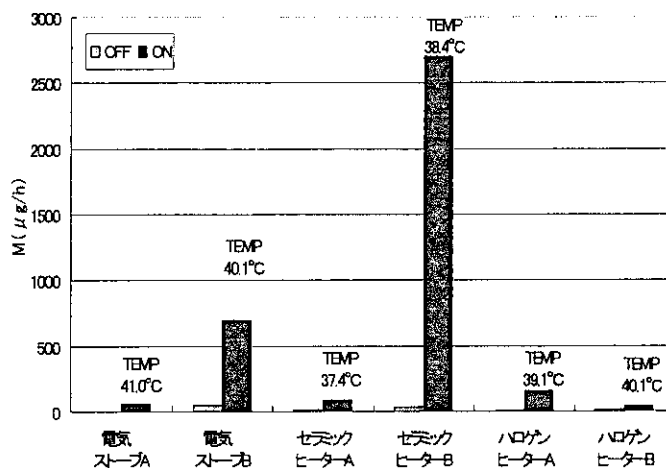


図-2 測定対象機器のVOC発生量

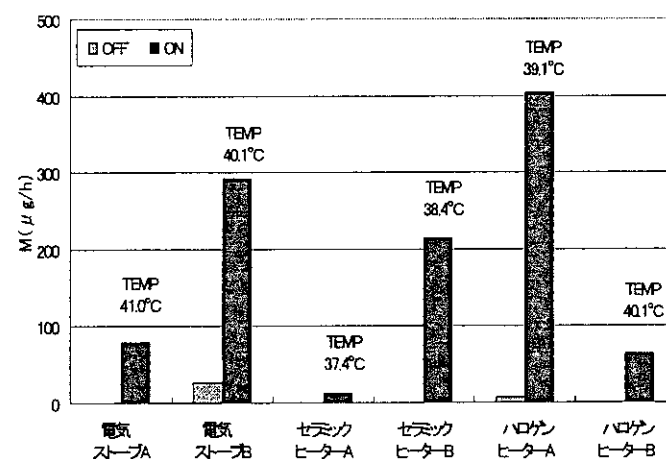


図-3 測定対象機器のホルムアルデヒド発生量

9. 参考文献

- 1) 財団法人ベターリング：化学物質放散量低減材料・気中濃度低減対策機材性能証明試験要領ver2, 2002年
- 2) 野崎淳夫：平成14年度厚生労働科学研究費補助金食品・化学物質安全総合研究事業研究成果報告書「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」, 2003年3月
- 3) 野崎淳夫、浅野康明：家電製品からの化学物質の発生に関する研究, 2003年度日本建築学会学術講演, pp957~958, 2003年9月
- 4) 田辺新一他：小型チェンバーを用いたアルデヒド類、VOC放散量の測定に関する研究, 2002年度日本建築学会学術講演便覧集, pp863~864, 2002年8月

### 第3章 家庭用機器からの化学物質の発生

#### 2.3.1 電気式暖房機器

野崎淳夫（東北文化学園大学）

##### 2.3.1.1 序論

###### 1) 研究の背景

室内化学物質汚染が注目されており、シックハウス症候群や化学物質過敏症に関してホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（以下、VOC: Volatile Organic Compounds）などの化学物質の関与が明らかにされている。従来の日本における室内空気汚染問題は、開放型暖房器具（石油ストーブ、石油ファンヒーター）から発生するCO、NO<sub>x</sub>や、ダニ・カビなどのアレルゲンによるものを中心となっていた。

しかし、最近では、住宅の高気密化や化学物質を放散する建材、内装、生活用品等が室内空気汚染の原因と考えられている。

室内化学物質汚染対策として、建材からの放散量測定試験が、JISに基づいて行われるようになったが、日用品に関する規制基準はなく、現状においては、対象物品の範囲が広く、殆どの製品の化学物質発生情報が不足している。そこで、信頼度の高い室内濃度予測法の確立の為、生活用品や家電製品からの化学物質発生情報の収集が急務とされている。

###### 2) 既往の研究

生活用品・電化製品に関する既往の研究については、数例の研究しか見出すことができない。以下の4例の研究についてその概要を示す。

###### a) 小型チャンバーを用いた電化製品・生活用品の測定

この研究は電化製品からの化学物質を測定したもので、パソコンやリモコンなどの製品について、ホルムアルデヒドとVOCの放散速度の測定を行っている。

対象機器はノートパソコン、テレビリモコン、低周波マッサージ器、携帯電話、写真雑誌（フルカラー）である。

舟木理香、中川貴文、田中博、田辺新一：日本建築学会学術講演梗概集、pp863～864、2002年

###### b) 建材、家電製品からのSVOC拡散量の測定

チャンバー内吸着-加熱脱着法を用いて、建材や家電製品からの難燃剤の有機リン酸化合物、可塑剤のフタル酸エステルなどのSVOCを対象とし、ある室温条件下のガス放散速度を測定している。

朱清宇、加藤信介、星野邦広、安宅勇二、安福勝：日本建築学会学術講演梗概集、pp859～860、2002年

###### c) 木造戸建実験住宅におけるアルデヒド類、VOCの実測調査

木造戸建実験住宅において、家具や電化製品の搬入前後によるアルデヒド類、VOCの室内濃度を測定している。

山口紀宏、桑沢保夫、坊垣和明：日本建築学会学術講演梗概集、pp911～912、2001年

###### d) 家電製品からの化学物質の発生に関する研究

小型チャンバーを用いて、発熱を伴う電気敷毛布とコタツから発生するVOCとホルムアルデヒドを測定している。

野崎淳夫、浅野康明、日本建築学会学術講演梗概集、pp957～958、2003年

###### 3) 電気式暖房機器について

###### a) 暖房機器の分類

本研究では電気式暖房機器について実験を行うので、暖房機器を項目毎に大別し特徴を調べた。これを表-2.3.1.1に示す。

###### b) 電気式暖房機器の発熱原理

###### i) 遠赤外線輻射熱について

一般の赤外線より波長が長く、遠くまで届く赤外線である。太陽光線の中にも含まれ、空気を暖めず到達した地点にある物体に直接働きかけ、物体の波長を共鳴させることで暖める力がある。

表-2.3.1.1 暖房機器の分類と特徴

エアコン・ファンヒーター	開放型石油・ガスストーブ	電気ストーブ	セラミックヒーター	ハロゲンヒーター
温風暖房で暖かい空気を送り出すことで室温を上る	燃焼式炎の温度により、空気を暖め空気対流により、部屋を暖める	伝導熱電気発熱体からの熱気が当たる部分を暖める。空気対流により室温を上昇させる	室内空気を吸い込み、発熱体（セラミック）で暖め、これを吹き出し口より温風として吹き出し部屋を暖める。	電氣的光源エネルギーを熱エネルギーに転換して部屋を暖める。
直接暖かい風を出すので、室温は早く上昇するが、暖気は上の方に流れる性質があるため、室内の温度分布が大きくなり相対湿度も下がる。また、空気が乾燥する。ガス・石油利用のファンヒーターの場合は一般のストーブと同様に空気を汚す。	火力によって空気を暖め対流により部屋全体を暖める。燃焼により一酸化炭素等を発生する為、空気が汚れ換気せずを使用すると大変危険である。	電気ストーブの発熱体は、熱を放射しない。発熱体の温度が上昇することで、発熱体の表面に接した空気が暖まる。近接していないと暖かさを感じない。通常の電気ストーブの場合3～4.5畳程度を暖めるのにも比較的多くの電気エネルギーを必要とする。	エアコン同様に空気を暖めている為、空気が乾燥する。最近の機種は、それら補うために暖房と同時に加湿ができるものも数多くでている。また、除菌や消臭機能がついているものなど、いろいろと機能を付加して特長をだしている。	熱源（ハロゲンランプ）の特殊性により、機器を運転して1.2秒程度で、器具の正面に暖気が発生する。



## ii) PTCサーミスタについて

PTCサーミスタ (Positive Temperature Coefficient Thermistor) とは、チタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>) を主成分とした半導体セラミックである。材料組成により任意にキュリー温度を設定でき、この温度から電気抵抗が急激に増加するという性質がある。PTCサーミスタはこの特性を利用して定温発熱体として広く利用されている。

## iii) ハロゲンランプについて

ハロゲンランプとは、封入ガスに窒素やアルゴンなどの不活性ガスや、微量のハロゲン化物 (ヨウ素、臭素、塩素、フッ素) を添加した赤外線電球である、電気を直接熱に変える従来の電気ストーブと異なり、「急速加熱」できるという点が、大きな特徴である。

## iv) ハロゲンサイクルについて

ハロゲンランプが点灯されると、熱でフィラメントのタングステンが蒸発し、封入されているハロゲンガスと結合して、ハロゲン化タングステンになる。対流により、再びフィラメント付近に移動したハロゲン化タングstenは高温のフィラメントにより分解される。このときハロゲンは管壁付近に、タングstenは再びフィラメントにもどる。この反応の繰り返しをハロゲンサイクルといい、管壁の黒化を防ぎ、フィラメントの消耗を防止する特長がある。

## 4) 目的

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、発熱を伴う電気式暖房機器からのホルムアルデヒドとVOCの発生について、実験室実験により機器発生量を明らかにすることを目的とするものである。

## 2.3.1.2 家電製品からの化学物質の発生

## 1) 実験概要

## a) 測定対象機器

本実験対象の電気式暖房機器は、購入直後の電気ストーブ2台、セラミックヒーター2台とハロゲンヒーター2台である。

表-2.3.1.2~表-2.3.1.7、に測定対象機器の仕様と発熱量を示す。但し、この発熱量(W)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を示したものではない。

## b) 測定項目

本実験では、次の機器を用いてホルムアルデヒドとVOC測定を行った。測定に用いた機器は以下である。

- ・積算流量計・・・シナガワ社製、形式:DC-1A形
- ・定流量ポンプ・・・柴田機器工業、型式MP-2N型

## i) ホルムアルデヒド

- ・DNPHカートリッジ・・・Waters社製、DNPHシリカゲル充填量:0.35(g)、粒径:18~35メッシュ

## ii) VOC

- ・ATDチューブ・・・パーキンエルマー

表-2.3.1.2 電気ストーブAの仕様

製造国	中国		
寸法(mm)	339(幅)×165(奥行)×332(高さ)		
質量(kg)	1.5		
発熱体	石英管ヒーター		
運転モード	弱	中	強
発熱量(W)	400		800

表-2.3.1.3 電気ストーブBの仕様

製造国	日本		
寸法(mm)	330(幅)×195(奥行)×423(高さ)		
質量(kg)	1.7		
発熱体	遠赤外線ヒーター		
運転モード	弱	中	強
発熱量(W)	350	700	1050

表-2.3.1.4 セラミックヒーターAの仕様

製造国	中国		
寸法(mm)	280(幅)×134(奥行)×310(高さ)		
質量(kg)	2.4		
発熱体	PTCサーミスタ		
運転モード	弱	中	強
発熱量(W)	640		1170

表-2.3.1.5 セラミックヒーターBの仕様

製造国	中国		
寸法(mm)	300(幅)×172(奥行)×255(高さ)		
質量(kg)	2.8		
発熱体	PTCサーミスタ		
運転モード	弱	中	強
発熱量(W)	675		1295

表-2.3.1.6 ハロゲンヒーターAの仕様

製造国	中国		
寸法(mm)	406(幅)×327(奥行)×500(高さ)		
質量(kg)	2.7		
発熱体	ハロゲンランプ式ヒーター		
運転モード	弱	中	強
発熱量(W)	400		800

表-2.3.1.7 ハロゲンヒーターBの仕様

製造国	韓国		
寸法(mm)	360(幅)×355(奥行)×680~810(高さ)		
質量(kg)	3.3		
発熱体	ハロゲン管		
運転モード	弱	中	強
発熱量(W)	400		800

c) 実験システムの概要

本実験室は、内部が4.98(m<sup>3</sup>)の気積を有し、内壁はステンレス製である。計測室からの監視用窓には無色透明の強化ガラスが用いられている。また、給排気ファンで強制排気ができるようになっており、任意の換気回数が得られる仕様となっている。また、室内にはミキシングファンが設置され、室内空気を一様拡散状態が再現できる。そこで、チェンバー内の温度、湿度、及び空気清浄度の制御を行った。実験装置の概要を図-2.3.1.1に示す。チェンバー内の環境条件を表-2.3.1.8に示す。

表-2.3.1.8 チェンバー内の環境条件

気積 (m <sup>3</sup> )	4.98
換気回数 (1/h)	0.5 ± 0.05
設定温度 (°C)	28 ± 1
設定相対湿度 (%)	50 ± 1
気流 (m/s)	0.2 ~ 0.3

d) 捕集・分析方法

i) ホルムアルデヒドの捕集・分析法 (DNPHカートリッジ・固体捕集 - 高速液体クロマトグラフ (HPLC) 法)

試料空気 DNPH カートリッジに0.5 (l/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))、高速液体クロマトグラフに10 (μl) 導入し、定性・定量分析を行った。

ii) VOCの捕集・分析方法

固体捕集 - 加熱導入 - GC/MS 法

炭素系捕集管に試料空気を50 (ml/min) の流量にて30分間採取しこれを分析試料とした。捕集されたVOCは加熱導入装置を用いてGC/MSに導入し、定量分析を行った。

e) 実験手順

東北文化学園大学の空気環境実験室 (屋内条件試験室) 内に大型実験チェンバー (ステンレス製、容積:4.98 (m<sup>3</sup>)) を設置して、以下の手順により発生実験を行った。

- i) 人工気象室内に小型実験チェンバーを設置する。
- ii) チェンバー内に一定の換気条件を構築する。(温度 28 ± 1 (°C)、湿度 50 ± 1 (%)、換気回数 n0.46 ± 0.05 (1/h)、気流 0.2 ~ 0.3 (m/s) 空気環境実験室、及びチェンバー内の空気は、拡散ファンを用いて一様拡散させる。
- iii) 試験体を大型実験チェンバー内に設置してホルムアルデヒド、VOC、温度、湿度の測定を行う。
- iv) 試料空気を DNPH カートリッジに1.5 (l/min) の流量で60分通気する。
- v) 試料空気を炭素系捕集管に0.05 (l/min) の流量で30分通気する。
- vi) 実験中のチェンバー内の温度、湿度を測定する。

2.3.1.3 発生量の算出

試験体からの化学物質発生量 M (μg/h) は、次式(1)を用いて求めた。

$$M = Q(C_{ss} - C_0) \quad (1)$$

ただし、

Q: チェンバー換気量 (m<sup>3</sup>/h)

C<sub>ss</sub>: チェンバー内における対象汚染物質の定常濃度 (μg/m<sup>3</sup>)

C<sub>0</sub>: チェンバー供給空気の対象汚染物質濃度 (μg/m<sup>3</sup>) とする。

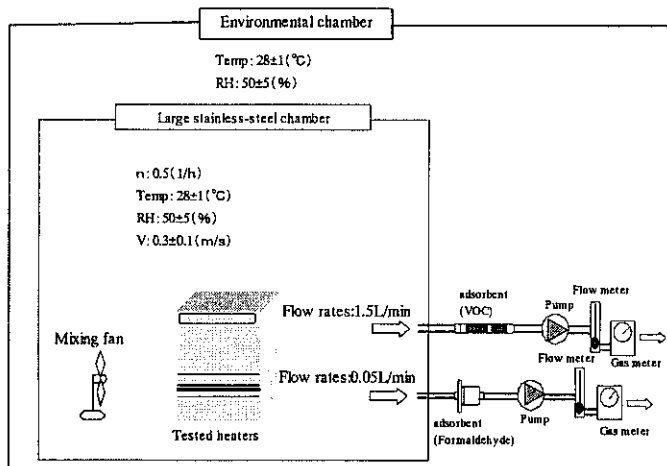


図-2.3.1.1 実験システムの概要

2.3.1.4 結果

本実験で測定対象機器から発生したホルムアルデヒドとVOCの発生量を示す。

1) ホルムアルデヒドの発生量

測定対象機器のホルムアルデヒド発生量を図-2.3.1.2～図-2.3.1.7に示す。

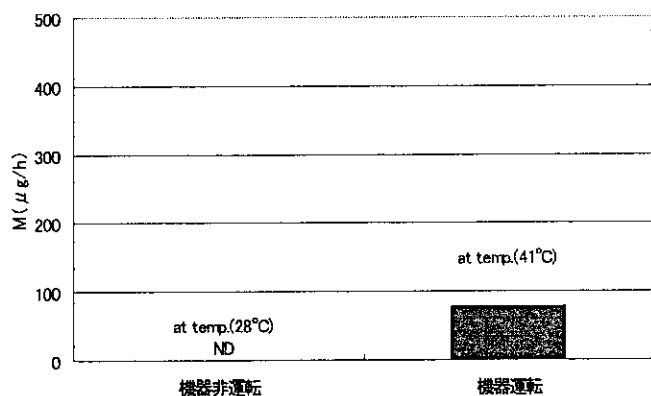


図-2.3.1.2 電気ストーブAのホルムアルデヒド発生量

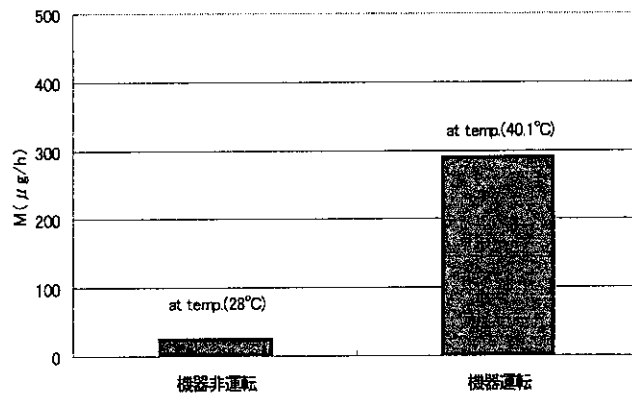


図-2.3.1.3 電気ストーブBのホルムアルデヒド発生量

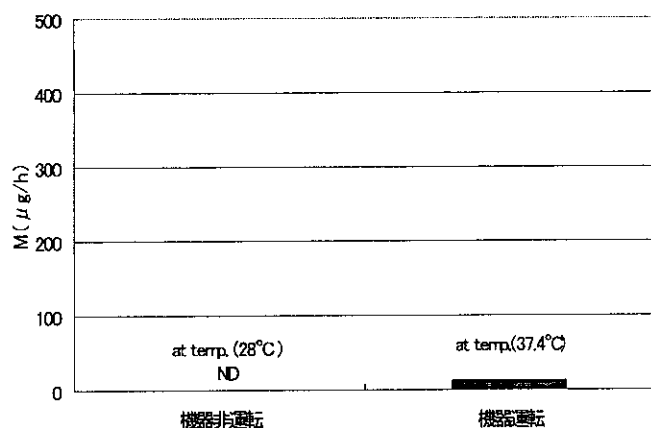


図-2.3.1.4 セラミックヒーターAのホルムアルデヒド発生量

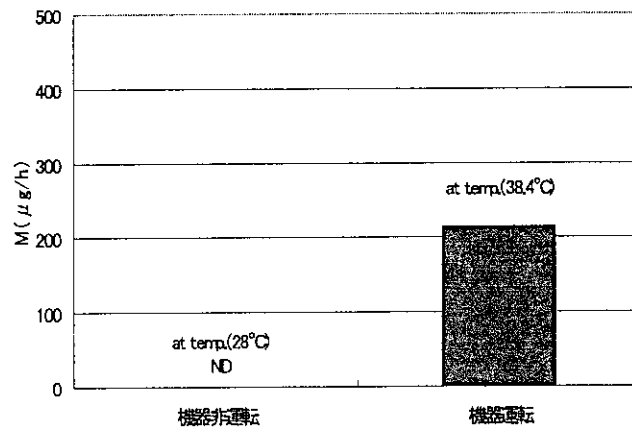


図-2.3.1.5 セラミックヒーターBのホルムアルデヒド発生量

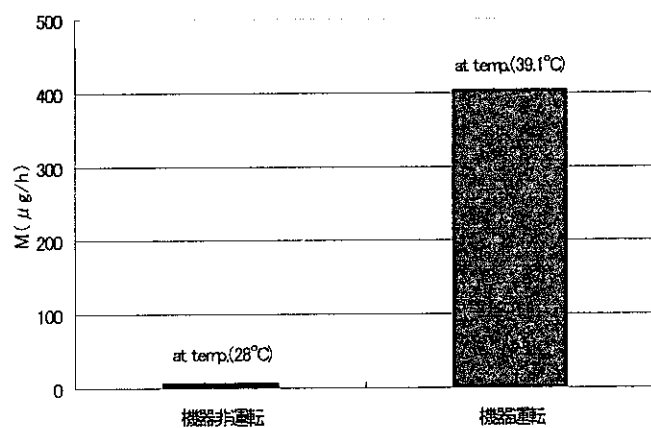


図-2.3.1.6 ハロゲンヒーターAのホルムアルデヒド発生量

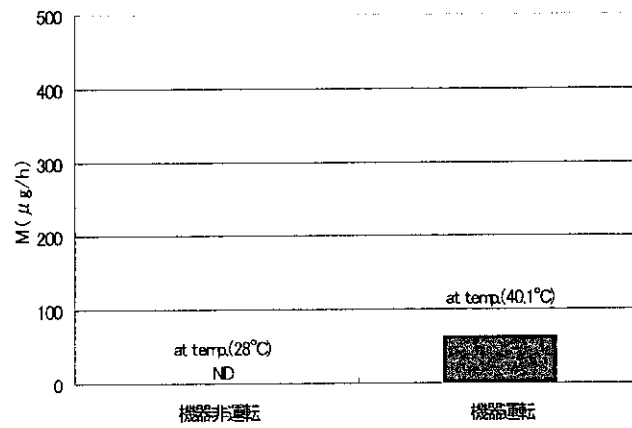


図-2.3.1.7 ハロゲンヒーターBのホルムアルデヒド発生量

2) VOCの発生量

測定対象機器のVOC発生量を図-2.3.1.8～図-2.3.1.13に示す。

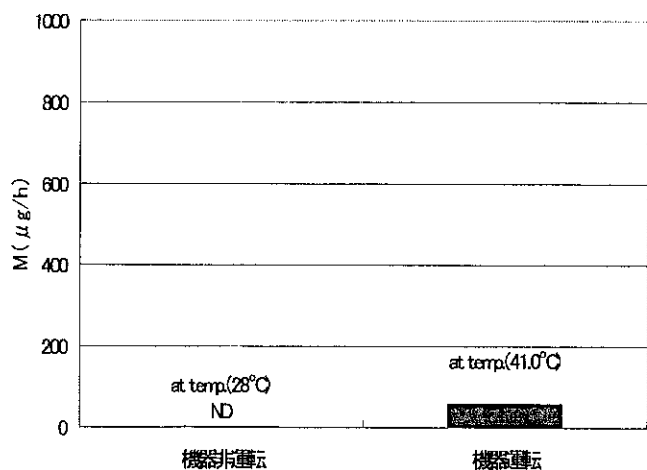


図-2.3.1.8 電気ストーブAのVOC発生量

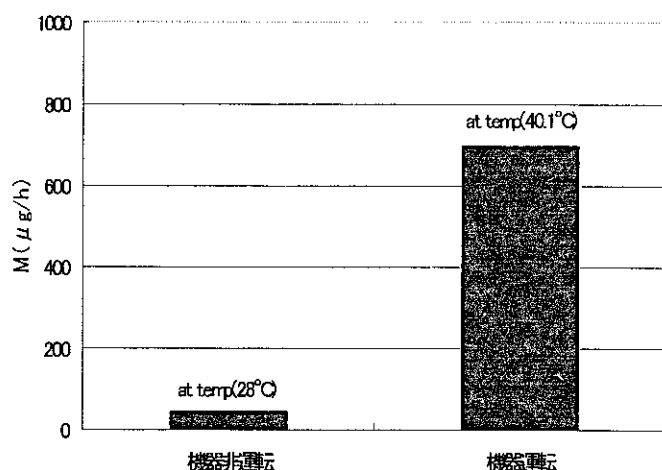


図-2.3.1.9 電気ストーブBのVOC発生量

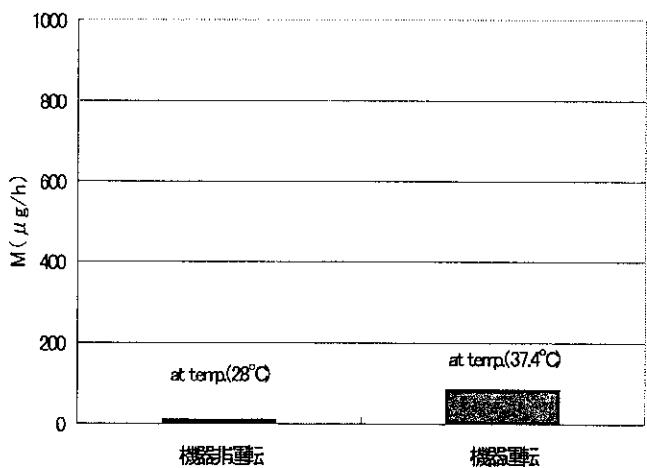


図-2.3.1.10 セラミックヒーターAのVOC発生量

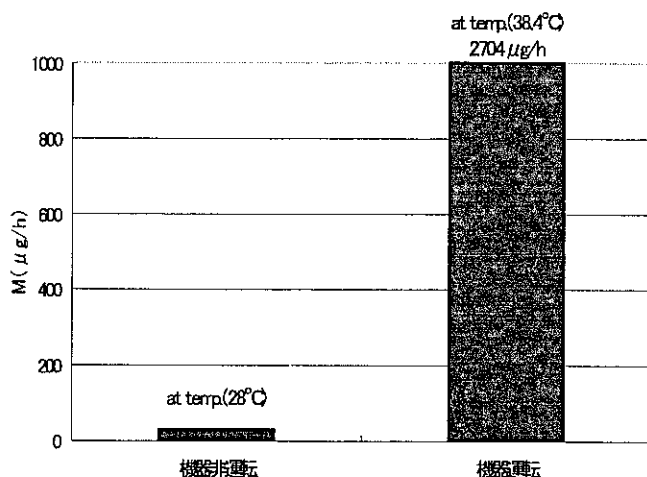


図-2.3.1.11 セラミックヒーターBのVOC発生量

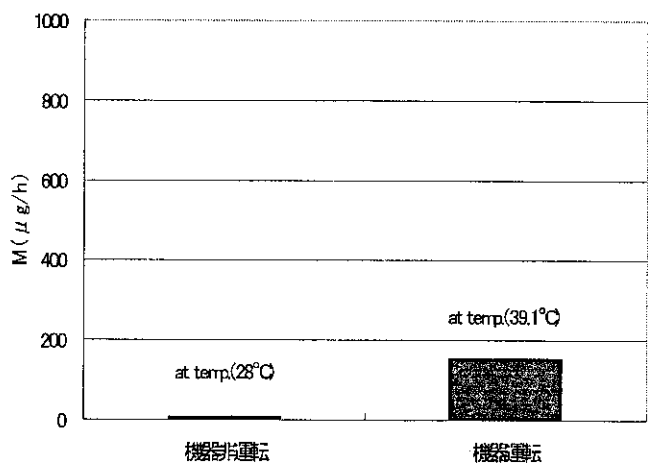


図-2.3.1.12 ハロゲンヒーターAのVOC発生量

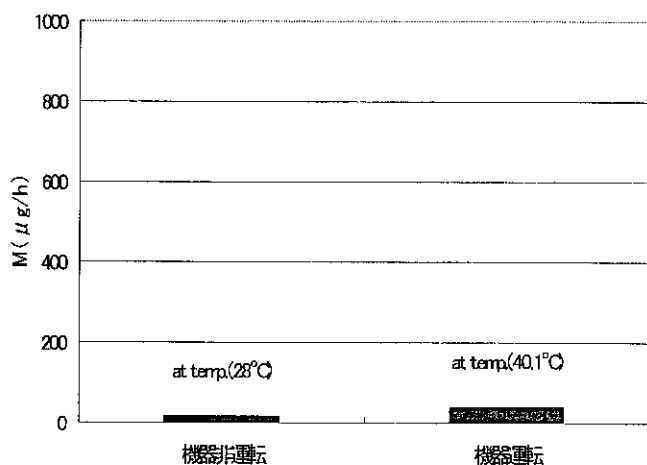


図-2.3.1.13 ハロゲンヒーターBのVOC発生量