

I - 1. 1. 芳香・消臭剤

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

室内空気汚染の原因となるホルムアルデヒド、VOC の発生源として、建材のみならず居住者が室内に持ち込む生活用品等が挙げられている¹⁾。現在、様々な汚染低減対策技術の開発が進められており、居住者が室内へ容易に導入可能な対策品として化学物質除去能力を持つ家庭用品が広く普及している^{2),3)}。

しかし、当該製品の化学物質発生量・発生特性および化学物質低減効果に関する研究報告は不足しており、これらの定量的資料の収集が急務の課題となっている。

そこで本研究では、家庭用品の化学物質発生量とその除去性能を定量的に明らかにすることを目的とする。

B. 実験概要

1. 実験装置

本実験は、東北文化学園大学内の空気環境実験室に設置されている小型チェンバー（気積：0.02 [m³]）を用いて実施した。実験室内の環境条件を図中に示す(図-1 参照)。

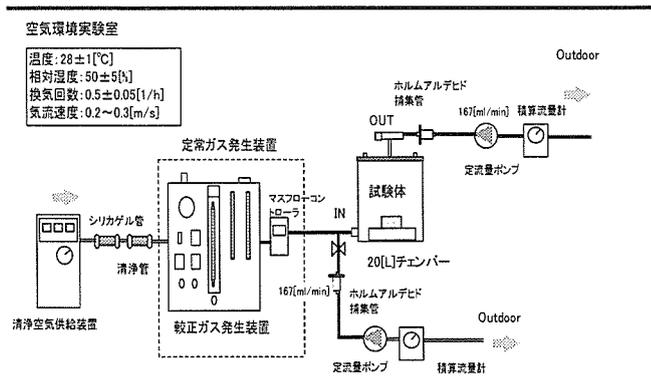


図-1 実験システムの概要
 (ホルムアルデヒド除去試験)

2. 定常ガス発生装置の概要

本研究では、筆者らが開発した定常ガス発生装

置を使用した。同装置は、較正ガス発生装置、マスフローコントローラ、清浄空気供給装置、空気清浄管、ポンプなどにより構成されている。液体状試薬を拡散管に分注し、較正ガス発生装置に設置する。発生条件の制御により、任意の発生量が得られるものである。

3. 試験体の概要

試験体は、量販店で購入可能な日用室内空気汚染低減対策品と臭気対策品とした。

これらの試験体は、各製品に表記されている使用方法に従ってチェンバー内に設置し、シート状の製品については試料負荷率を 2.2 [m²/m³] に設定した。表-1 に試験体の一覧、写真-1、2 に試験体の一例を示す。

表-1 試験体の概要

分類	番号	形状	用途
臭気対策品	①	液状	消臭・芳香剤
	②	液状	消臭・芳香剤
	③	液状	消臭剤
	④	ゼリー状	消臭・芳香剤
	⑤	ゼリー状	脱臭剤
	⑥	ゼリー状+活性炭	脱臭剤
低減対策品	⑦	ゼリー状	消臭・芳香剤(ホルムアルデヒド除去)
	⑧	粉末状	防虫剤(ホルムアルデヒド除去)
	⑨	粒状	除湿剤(ホルムアルデヒド除去)
	⑩	発泡シート	消臭シート(ホルムアルデヒド除去)
	⑪	粉末状	脱臭・除湿シート(ホルムアルデヒド除去)
	⑫	ゼリー状	消臭剤ゲル(ホルムアルデヒド除去)

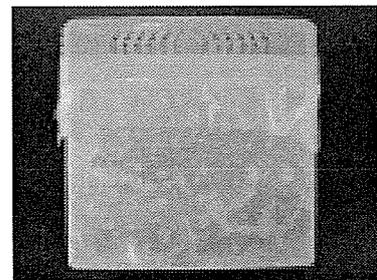


写真-1 試験体の一例 (ゼリー状)

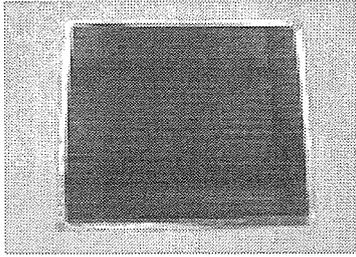


写真-2 試験体の一例（シート状）

4. 捕集・分析方法

- 1) VOC（固相捕集-加熱脱着-GC/MS 法）
- 2) アルデヒド類（固相捕集-溶媒抽出-HPLC 法）

5. 試験評価方法

実験で得られた測定値を次式 (1) に代入し、各試験体の発生量 M [$\mu\text{g/h}$] を算出した。

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

ここで、 M : 化学物質発生量 [$\mu\text{g/h}$]、 Q : チェンバー換気量 [m^3/h]、 C_{ss} : チェンバー内定常濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、 C_0 : チェンバー内供給空気濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] とする。

化学物質除去性能評価試験については、低減率 R [%] と相当換気量 Q_{eq} [$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$] を用いて評価を行った。なお、低減率 R は供給空気濃度 (C_{in}) と排出空気濃度 (C_{out}) を測定し、(2) 式に代入して求めた。

$$R = \left(1 - \frac{C_{out}}{C_{in}}\right) \times 100 \quad - (2)$$

ここで、 R : 低減率 [%]、 C_{in} : 供給空気濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、 C_{out} : 排出空気濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] とする。

※同期間におけるチェンバー内の吸着率を考慮したものを低減率とする。

また、同測定値を次式 (3) に代入し、相当換気量 Q_{eq} [$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$] を算出した。

$$Q_{eq} = \left(\frac{C_{in}}{C_{out}} - 1\right) \times \frac{Q}{A} \quad - (3)$$

ここで、 Q_{eq} : 相当換気量 [$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$]、 Q : チェンバー換気量 [m^3/h]、 A : 吸着面積 [m^2] とする。

※同期間におけるチェンバー内の吸着率を考慮したものを相当換気量とする。

C. 結果及び考察

1. 発生実験

各試験体の化学物質発生量に明確な差が示された。特に試験体⑦、⑧、⑫において 38.5~108 [μ

g/h] と、大きな値を示した。主に検出された VOC 成分は α -ピネン、 β -ピネンであった。これらは、試験体の主要成分である植物抽出物に起因するものと考えられる。(図-2 参照)

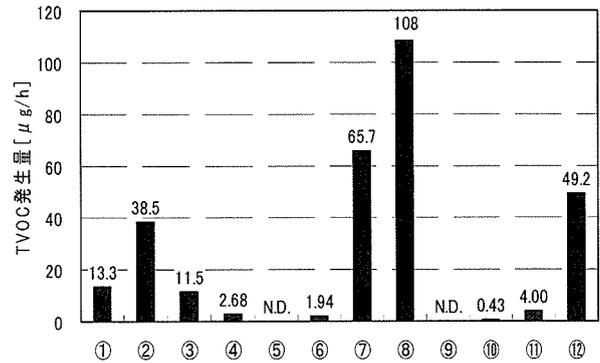


図-2 各試験体の VOC 発生量

2. ホルムアルデヒド除去性能の確認試験

(1) 定常状態確認試験

定常ガス発生装置を用いて、換気回数が 0.5 [1/h] の小型チェンバー内 (20 [L]) にホルムアルデヒドガスを導入した結果、装置運転 8 時間後から 27 時間後までホルムアルデヒドの定常状態構築に成功した。(図-3 参照)

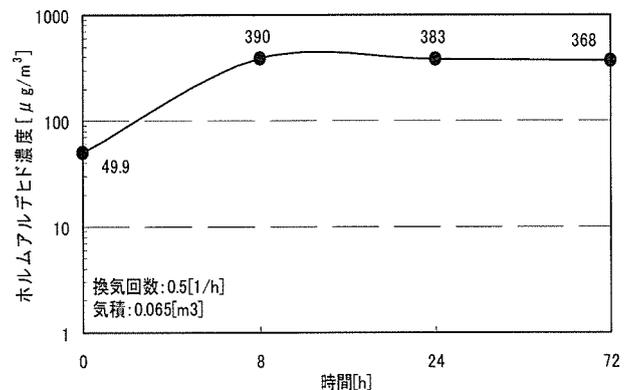


図-3 チェンバー内ホルムアルデヒド濃度の定常状態確認試験

(2) 除去性能試験

各試験体のホルムアルデヒド濃度を図-4 に示す。

試験体⑩以外において、ホルムアルデヒド濃度の低減が示された。特に試験体⑦において、試験体設置 24 時間後から 72 時間後のホルムアルデヒド濃度が供給空気濃度で 289~290 [ppb]、排出空気濃度では 143~148 [ppb] と大きく低減

した。試験体⑩においては、試験体設置 24 時間後から 72 時間後のホルムアルデヒド濃度が供給空気濃度で 262~328[ppb]、排出空気濃度では 254~343[ppb]となり、除去効果は見られず、逆にホルムアルデヒドの発生が確認された。また、ホルムアルデヒド濃度低減率 R [%]を図-5に示す。試験体⑦、⑩において、24 時間後で 30.5~40.0[%]、72 時間後で 28.3~28.5[%]と比較的大きな低減効果が示された。さらに測定結果を(3)式に代入し、相当換気量(Qeq)を求め、除去性能の評価を行った。(図-6 参照) 相当換気量は試験体⑧において 72 時間後で 1.91[m³/h・m²]となり、比較的高い除去性能が示された。これは既往の研究²⁾と比較すると、ゼオライト、珪藻土の除去性能に相当する。また、試験体⑫においてアセトアルデヒド濃度は 24 時間後で 5880[ppb]、72 時間後で 4833[ppb]となり、アセトアルデヒドの顕著な発生が示された。(図-7 参照)

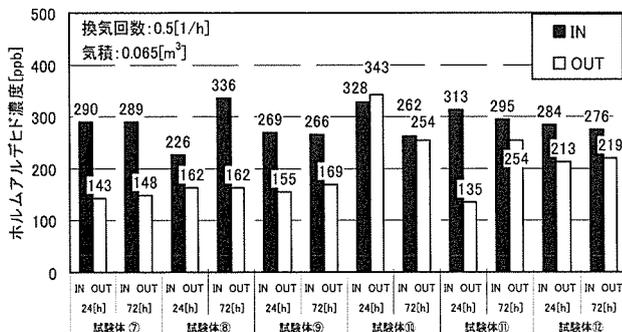


図-4 各試験体設置チェンバー内のホルムアルデヒド濃度

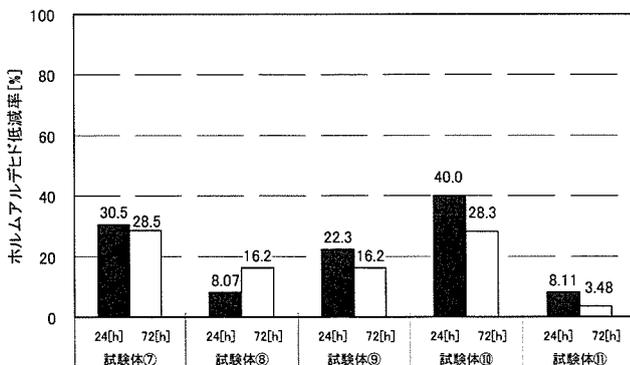


図-5 ホルムアルデヒド濃度の低減率

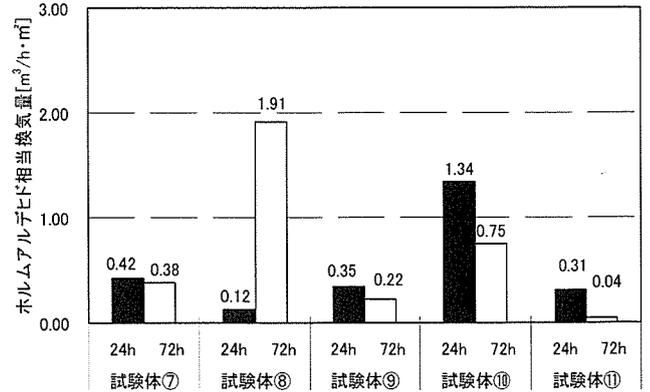


図-6 ホルムアルデヒドの相当換気量

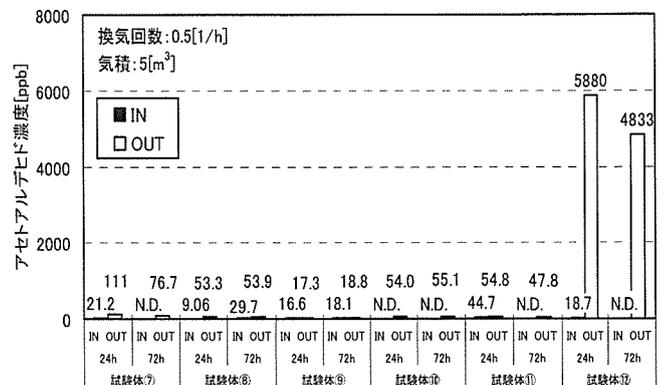


図-7 各試験体設置チェンバー内のアセトアルデヒド濃度

D. 結論

本研究により以下の知見が得られた。

- 1) 発生実験において、一部の検体から α -ピネン、 β -ピネン等の VOC 発生が確認された。
- 2) ホルムアルデヒド除去性能については、既往の研究²⁾と比較すると、ゼオライト・珪藻土と同程度の相当換気量となった。
- 3) ホルムアルデヒド除去を明示した製品の中でも、吸着効果が示されず、逆に発生が見られる製品も存在した。
- 4) ホルムアルデヒド除去効果が確認された試験体もあるが、一方でアセトアルデヒドの顕著な発生が見られる事例が示された。

E. 健康危機情報

試験体⑦(消臭・芳香剤)、試験体⑧(防虫剤)、試験体⑫(消臭剤ゲル)からピネン類の発生が確認された。

F. 知的財産権の出願・登録状況

現時点では、特になし。

G. 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、平成 13 年～15 年度厚生労働科学研究費補助金化学物質リスク研究事業総括報告書、2004 年 3 月
- 2) 野崎淳夫他：多孔質材料、塗壁材のガス状物質吸着効果に関する研究、第 22 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集、pp. 128～130、2004 年 4 月
- 3) 野崎淳夫他：化学吸着材のホルムアルデヒド吸着性能に関する研究、大気環境学会抄録集、pp. 611、2005 年 9 月

I - 1. 2. 家電製品

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

筆者らは家電製品の運転に伴う発熱により、表面塗装や接合部の接着剤から化学物質の放散が促進される事を指摘している¹⁾。

国外においては、ECMA(European Computer Manufactures Association)が「電気製品からの化学物質放散測定法」を定めており、国内においても家電製品の化学物質発生量は軽視できないものと懸念されている。

このような背景から、筆者らは電気式暖房器具¹⁾、加藤らがノートパソコン構成部²⁾、田辺らがノートパソコンの化学物質発生量を明らかにしている³⁾。また、S. K., BrownらはオープンからのVOC等の汚染物質発生について報告している⁴⁾。

しかし、その他の大型家電製品に関する研究報告が不足しており、多様な家電製品の化学物質発生に関する定量的資料が求められている。そこで、本研究では大型家電製品の中から電子レンジと掃除機を対象とし、そのVOC発生について明らかにするものである。

B. 実験概要

1. 試験体概要

本研究では、製造メーカーの異なる電子レンジ3検体、電気掃除機2検体の計5検体を試験対象とした。(表-1参照)なお、電気掃除機は排気循環方式の機種を選定した。

表-1 試験体概要

機器	運転方法	サイズ[mm]	消費電力[W]
電子レンジA	オープン	高さ305×幅480×奥行408	1200
電子レンジB	オープン	高さ330×幅483×奥行400	1280
電子レンジC	オープン	高さ317×幅490×奥行397	1360
掃除機A	強	高さ220×幅256×奥行287	1000
掃除機B	強	高さ214×幅256×奥行288	1000

2. 実験システム

東北文化学園大学空気環境実験室内に設置された大型チェンバー(ステンレス製、気積:4.98[m³])を用いて実験を行った。

チェンバー内は温度 28±1[°C]、相対湿度 50±1[%]、換気回数 0.5±0.05[1/h]に制御し、同時に小型拡散ファンの運転により、チェンバー内空気の一様拡散状態を構築した。また、チェンバー内の気流速度は0.2~0.3[m/s]とした。(図-1参照)

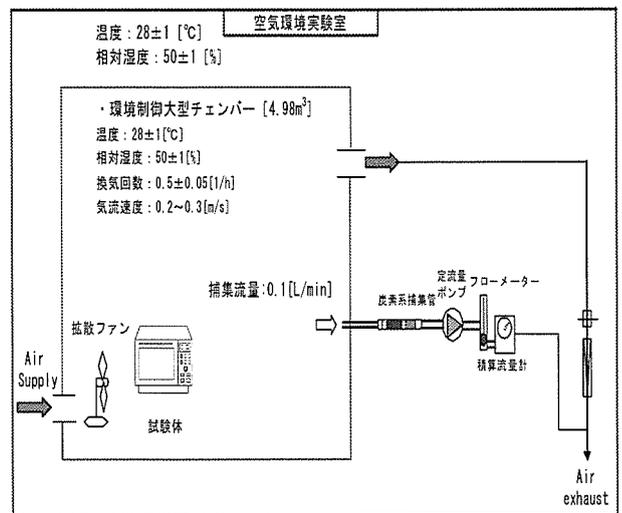


図-1 実験概要図

3. 捕集・分析方法

固相捕集-加熱脱着-ガスクロマトグラフ/質量分析(以下GC/MS)法

4. 実験手順

本実験は以下の手順により行った。

- ①実験チェンバーの洗浄及び換気を行う。その後、チェンバー内をある一定の環境条件(温度 28±1[°C]、相対湿度 50±1[%]、換気回数 0.5±0.05[1/h])に制御し、8[h]後にチェンバー内のVOC初期濃度を測定する。
- ②試験体を設置し、機器非運転時のVOC濃度を測定する。
- ③試験体を運転し、機器運転時のVOC濃度を測定する。
- ④試料空気は加熱導入装置を用いてGC/MSに導入し、定性・定量分析を行う。

C. 結果及び考察

1. 電子レンジ

(1) 電子レンジA

電子レンジAにおけるチェンバー内TVOC濃度は、機器非運転時で $49.0 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、運転開始 45[min]後で $154 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、90[min]後では $139 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ となった。機器運転に伴い、VOC 濃度の上昇が確認された。VOC 成分別では、ベンゼンの比較的大きな発生が確認された。

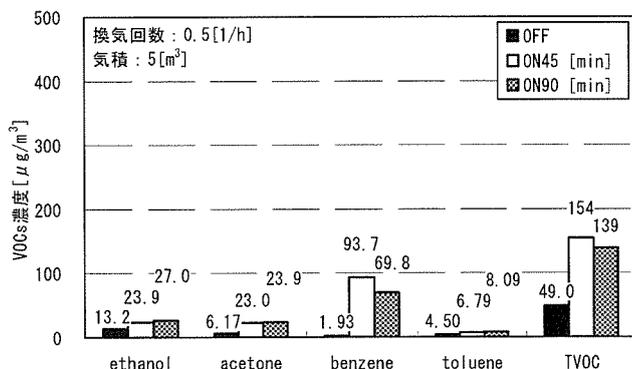


図-2 電子レンジ(A)の運転に伴うチェンバー内 VOC 濃度の経時変化

(2) 電子レンジB

電子レンジBにおけるチェンバー内TVOC濃度は、機器非運転時で $47.5 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、運転開始 45[min]後で $275 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、90[min]後では $190 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ となった。機器運転に伴い、VOC 濃度の上昇が確認された。VOC 成分別では、ブタノール、ベンゼンの比較的大きな発生が確認された。

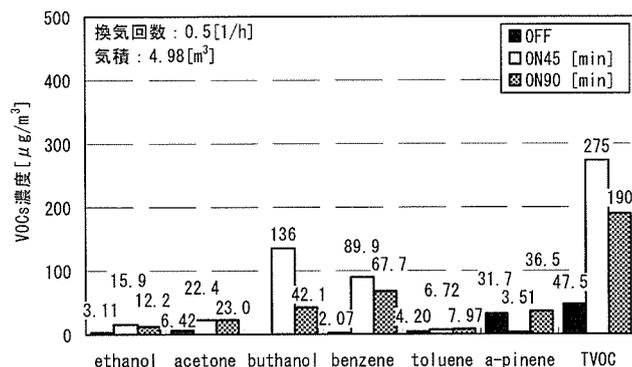


図-3 電子レンジ(B)の運転に伴うチェンバー内 VOC 濃度の経時変化

(3) 電子レンジC

電子レンジCにおけるチェンバー内TVOC濃度は、機器非運転時で $61.9 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、運転開始 45[min]後で $362 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、90[min]後では $486 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ とな

った。機器運転に伴い、VOC 濃度の上昇が確認された。また、顕著な発生を示した VOC 成分はベンゼンであった。

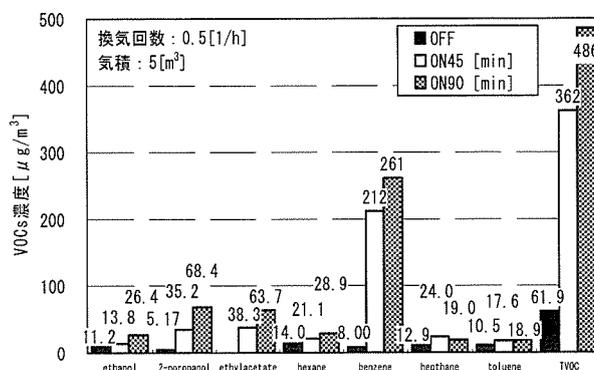


図-4 電子レンジ(C)の運転に伴うチェンバー内 VOC 濃度の経時変化

2. 掃除機

(1) 掃除機A

掃除機Aにおけるチェンバー内TVOC濃度は、機器非運転時で $68.5 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、運転開始 10[min]後で $130 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、60[min]後では $357 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ となった。機器運転に伴い、VOC 濃度の上昇が確認された。成分別では、2,4-ジメチルペンタン、ベンゼン、ヘプタン、トルエンの顕著な発生が確認された。特に、トルエンは機器運転後 60[min]に急激な濃度上昇を示した。

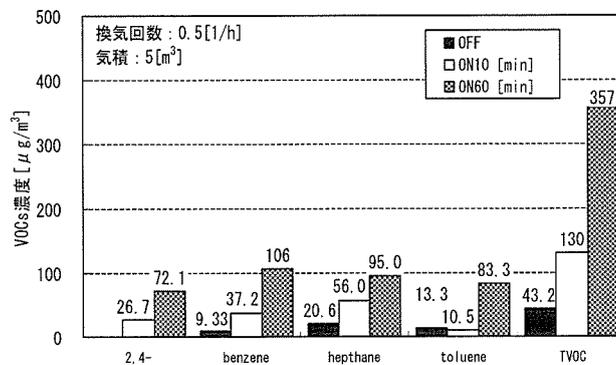


図-5 掃除機(A)の運転に伴うチェンバー内 VOC 濃度の経時変化

(2) 掃除機B

掃除機Bにおけるチェンバー内TVOC濃度は、機器非運転時で $31.0 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、運転開始 10[min]後で $24.3 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、60[min]後では $159 [\mu\text{g}/\text{m}^3]$ となった。機器運転後 10[min]で一旦濃度が低下し、60[min]後に再度濃度上昇を示したが、これはヘキサンによるものである。その他の VOC 成分ではト

ルエンの発生が確認された。

なお、電子レンジは機器運転 90[min]後、掃除機は 60[min]後のチェンバー内 TVOC 濃度を示した。

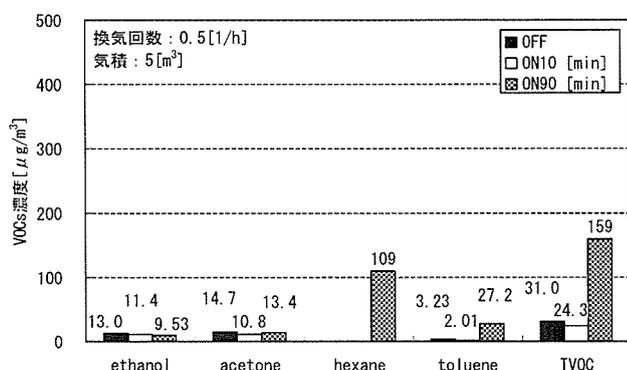


図-6 掃除機(B)の運転に伴うチェンバー内 VOC 濃度の経時変化

D. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 全ての検体において、機器非運転時に微量の VOC 発生が確認された。また機器の運転に伴い、チェンバー内 VOC 濃度が明らかに上昇した。
- 2) 電子レンジの VOC 濃度は 49.0~486[$\mu\text{g}/\text{h}$]の範囲であった。顕著な発生を示した VOC 成分はベンゼンである。
- 3) 掃除機の VOC 濃度は 31.0~357[$\mu\text{g}/\text{h}$]の範囲であった。VOC 成分別では、ベンゼン、ヘプタン、トルエンの発生が確認された。
- 4) 既往の研究において、ノートパソコンのディスプレイからトルエンの発生²⁾、また、電気式暖房器具からベンゼン、ヘキサン、ヘプタン、トルエンの発生が報告されている¹⁾。本研究で検出された VOC 成分をこれらの報告例と比較すると、同様の結果が示された。

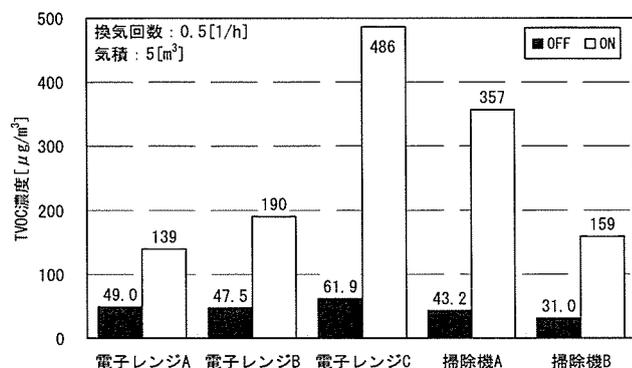


図-7 各検体の VOC 濃度変化

D. 今後の課題

電子辞書、MD プレイヤー、マルチリスニングプレイヤー、オーディオコンポ、パソコン、オイルヒーター、開放型ストーブ(石油ファンヒーター、反射式ストーブ)、こたつ(こたつ掛けを含む)については次年度の報告とさせていただきます。

E. 健康危機情報

有害物質(ベンゼン、トルエン、ヘキサン等)の顕著な発生が見られる製品があり、今後更なる検証が必要である。

F. 知的財産権の出願・登録

現時点では、特になし。

G. 引用文献

- 1) 野崎淳夫、浅野康明:電気式暖房機器の化学物質発生量日用品からの化学物質の発生に関する研究(その 1)、日本建築学会環境系論文集、No. 591、pp. 23~29、2005 年 5 月
- 2) H., Katsumata, S., Murakami, S., Kato and Y., Ataka : Measurement of semi volatile organic compounds emitted from various types of indoor materials, Proceedings of Indoor Air 2005, pp. 1882-1885, 2005. 9
- 3) 田辺新一他:小型チャ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、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2 分冊、pp. 863~864、2002 年 8 月
- 4) S. K., Brown, M. Cheng and K. J., Mahoney: Pollutant emissions from new electric ovens, Proceedings of Indoor Air 2005, pp. 2206-2211, 2005. 9

I-1. 3. 畳材の化学物質発生量の実態把握と低発生量畳材の開発

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

畳は一般に畳表と畳床、畳縁により構成されている(図-1 参照)。従来、畳表にはい草、畳床には稲わらが使用されてきた。近年では、作業・運搬、加工、経済性の面からサンドイッチ畳(わらで発泡ポリスチレンを挟んだもの)や建材畳(わらを使用せずインシュレーションボード、発泡ポリスチレンを挟んだもの)等が普及している。(図-2、3 参照)

筆者らはサンドイッチ畳や建材畳は化学物質の発生源になりうる事を指摘している。例えば、サンドイッチ畳や建材畳はスチレンの発生が懸念され、畳表と畳床の間にダニ対策として挿入する防虫シート、あるいは農薬を散布したい草や稲わらから、有機リンやピレスロイド系化学物質が生ずる恐れがある。

そこで、本研究では1)化学物質低放散仕様の畳や合成樹脂製畳を居室に敷設し、畳材の室内濃度に与える影響を求め、2)畳材から発生する化学物質に対し、化学吸着材や吸着系内装材の室内汚染低減効果を明らかにするものである。

これにより、室内汚染低減対策を講ずる上での基礎的資料の収集を行うものである。

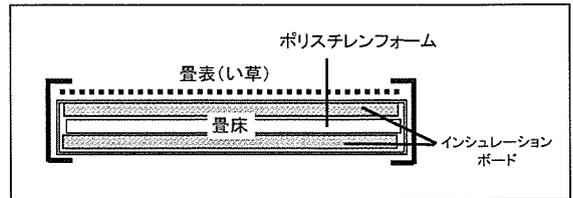


図-3 建材床畳

B. 実験概要

1. 試験体概要

低農薬のい草と稲わらを使用し、一般に使用される防虫シートを挿入しない化学物質低放散仕様の畳(L:1820[mm]×W:910[mm])を作製し、居室に敷設した。試験体の概要を表-1、図-4に示す。

また、合成材料により構成されている合成樹脂製畳(L:1820[mm]×W:910[mm])も居室に敷設した。試験体の概要を表-1、図-5、写真-1に示す。

表-1 試験体の概要

	畳	仕様
No.1	低放散仕様畳	畳表:低農薬い草、畳床:無農薬わら
No.2	防虫シート抜き畳	一般の畳から防虫シートを除いたもの
No.3	合成樹脂製畳	畳表:プラスチック複合板 畳床:ポリプロピレン板等

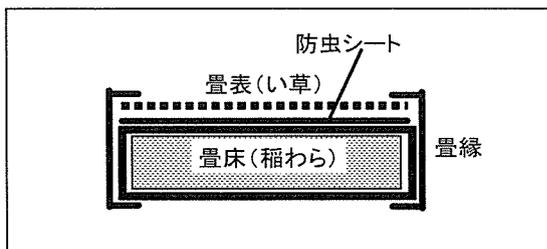


図-1 一般的な畳

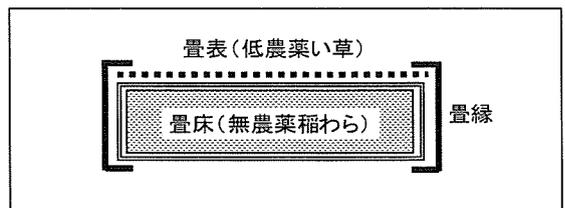


図-4 低放散仕様畳

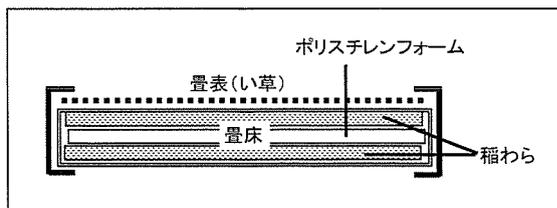


図-2 サンドイッチ畳

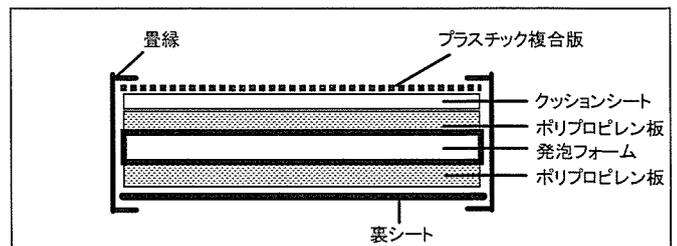


図-5 合成樹脂製畳

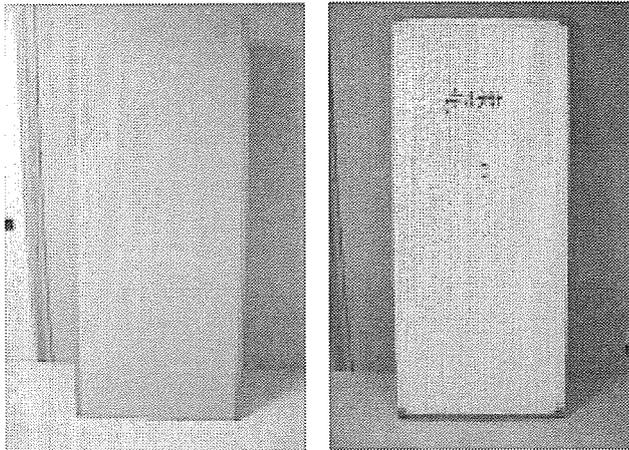


写真-1 合成樹脂製置 (左:表面、右:裏面)

2. 測定対象化学物質

測定対象化学物質はアルデヒド類 (ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド)、VOC、有機リン化合物、エステル類化合物とした。一例として、写真-2、3 に有機リン化合物、エステル類化合物の測定風景と捕集管 (AERO カートリッジ) を示す。

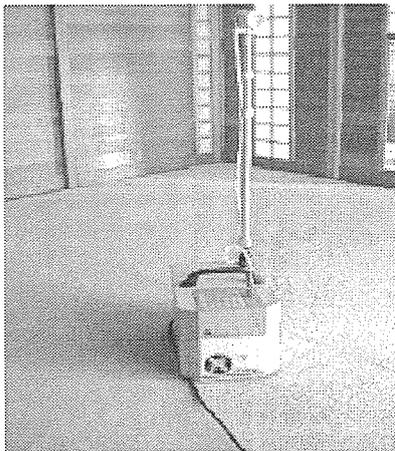


写真-2 有機リン、エステル類化合物測定風景

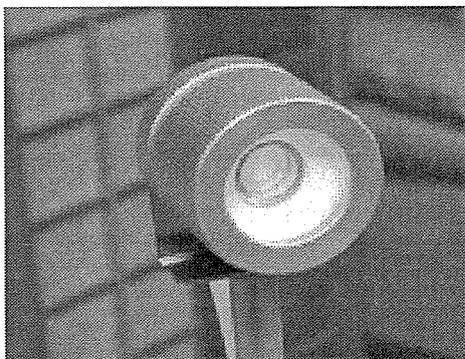


写真-3 AERO カートリッジ

3. 測定機器

(1) 捕集装置

捕集装置を以下に示す。

- ・炭素系捕集管 (Supelco 社製、Air toxics) [VOC]
- ・アルデヒド類捕集管 (Waters 社製、Sep-Pak Xposure) [HCHO]
- ・定流量ポンプ (SIBATA 社製: 型式: MP-Σ30H、MP-Σ100) [HCHO、VOC]
- ・積算流量計 (シナガワ社製) [HCHO、VOC]
- ・AERO カートリッジ (GL Sciences 社製、AERO LE Cartridge SDB400) [有機リン、エステル類化合物]
- ・定流量ポンプ (GL Sciences 社製、SP208-10L) [有機リン、エステル類化合物]

(2) 測定・分析法

各化学物質の測定・分析法を以下に示す。

- ・HCHO: 固相捕集-溶媒抽出-高速液体クロマトグラフ (HPLC: High Performance Liquid Chromatograph) 法
- ・VOC: 固相捕集-加熱脱着-ガスクロマトグラフ/質量分析 (GC/MS) 法
- ・有機リン、エステル類化合物: 固相捕集-溶媒抽出-ガスクロマトグラフ/質量分析 (GC/MS) 法

(3) 分析装置

分析装置を以下に示す。

- ・加熱脱着装置 (Perkin Elmer 社製、Turbo Matrix ATD)
- ・ガスクロマトグラフ/質量分析器 (Perkin Elmer 社製、Turbo Mass Gold)
- ・高速液体クロマトグラフ (日立社製、Model:L-7000)

4. チェンバー実験

(1) 実験システム

実験システムの概要を図-6、実験風景を写真-4 に示す。

本実験は NPO 法人室内環境技術研究会内に設置された大型環境制御チェンバーにて行った。本チェンバーは、5[m³]の気積を有し、温湿度、気流速度、換気量が制御可能であり、チェンバー内には常時清浄空気が導入されている。

(2) 実験手順

実験手順を以下に示す。

- ①チェンバー洗浄後、チェンバー内をある一定の環境条件に構築する。(温度 28±0.5[°C]、

相対湿度 $50 \pm 3[\%]$ 、換気回数 $0.5 \pm 0.05[1/h]$

- ②チェンバー初期濃度を測定し、検体を設置する。
- ③検体設置 8 時間後のチェンバー内空気を捕集する。
- ④試料空気は GC/MS により、定性・定量分析を行う。

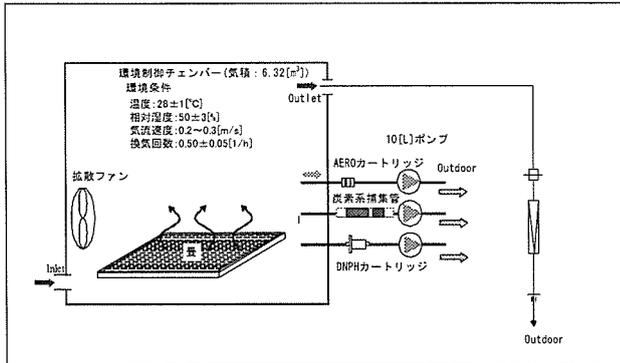


図-6 実験システムの概要

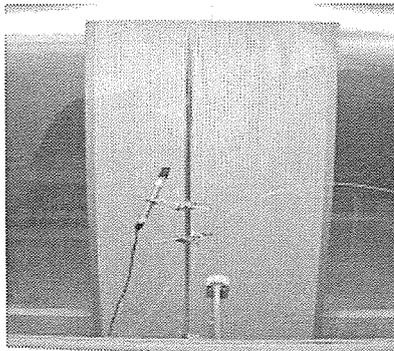


写真-4 チェンバー実験風景

6. 畳による室内化学物質汚染の低減対策の検討
グラフト重合利用化学吸着剤を含浸させた不織布を畳の下に敷き詰めた。

更に同不織布を畳表に敷設し、その上に吸着カーペットを設置し、化学物質放散の低減効果を調査した。(図-8、写真-5~6)

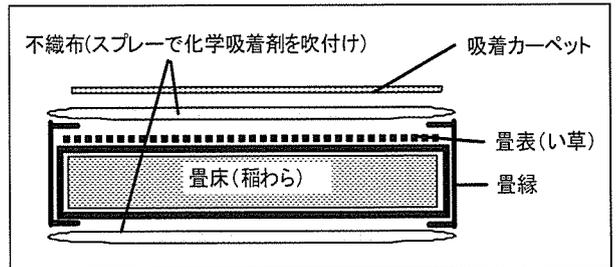


図-8 低減対策を行った畳の概要

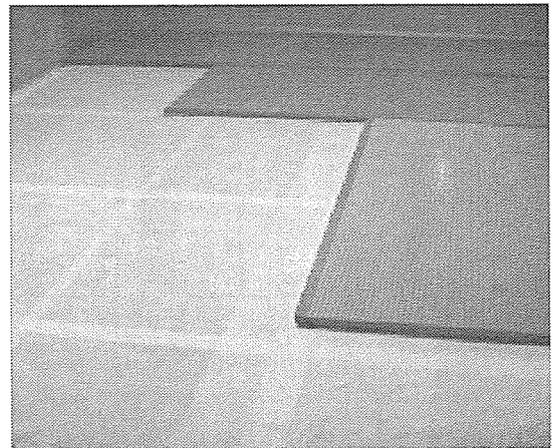


写真-5 畳の化学物質低減対策
(グラフト重合利用薬剤含有浸不織布)

5. 実測調査

測定対象住宅は東北地方の RC 造 3 階建て、築 6 年の一般住宅である。(図-7) 当住宅の 2、3F の和室に各検体を敷設し、測定を行った。測定箇所は 2F が和室西、和室東、3F は居室 1(3F 和室東)、居室 2(3F 和室西)とした。

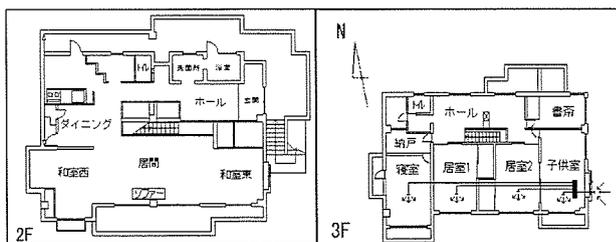


図-7 測定対象住宅の平面図

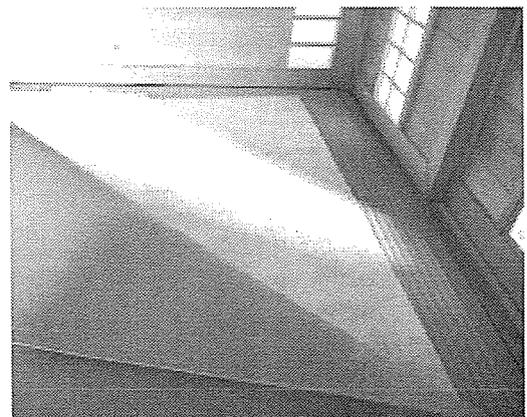


写真-6 畳の化学物質低減対策
(グラフト重合利用薬剤含有浸不織布)

C. 結果及び考察

1. ホルムアルデヒド

各室のホルムアルデヒド濃度を図-9に示す。2F 両和室の測定値は化学物質低放散量の敷設時、3F 両和室は合成樹脂製畳敷設時の濃度となる。

全体的に9.09~12.3[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と低濃度であったが、2F 和室(西)のホルムアルデヒド濃度は昨年度の13.0[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に対し、9.33[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に減少した。3F 和室(西)においては、昨年度は5.50[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であったが、12.3[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と若干の濃度上昇が確認された。これは、合成樹脂製畳によるものと考えられるが、他の部屋と同程度の測定値であることから、換気量の変動、室温等の要因によるものと考えられる。

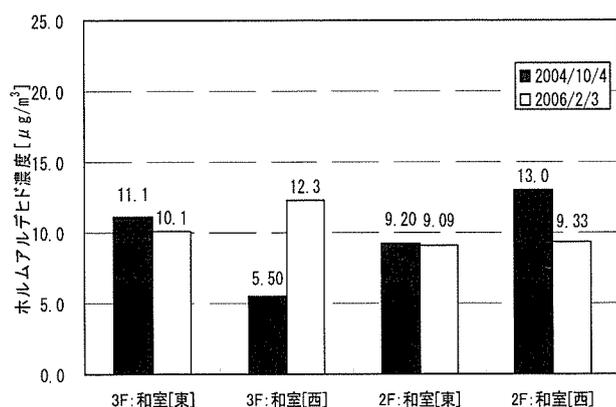


図-9 各室のホルムアルデヒド濃度

2. アセトアルデヒド

各室のアセトアルデヒド濃度を図-10に示す。2F 両和室、3F 和室(東)において、11.8~15.4[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と比較的低い濃度を示した。

2F 和室(西)のみ22.9[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と、比較的高い濃度で検出された。

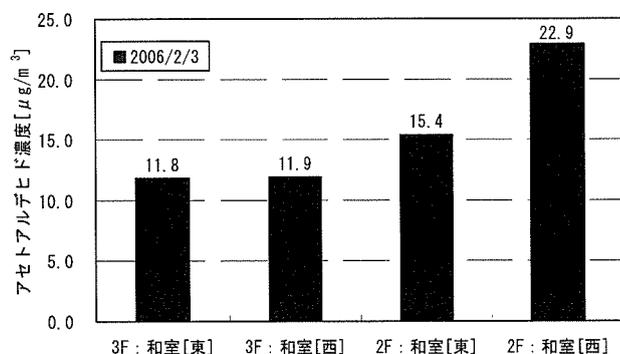


図-10 各室のアセトアルデヒド濃度

3. VOC

各室のTVOC濃度を図-11、12に示す。2F 和室(東)のTVOC濃度は451[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、昨年度の830[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]から約54%の濃度低減が見られた。3Fの両和室においては、若干の濃度変動が示されたものの、昨年度と大きな差は見られなかった。

ただし、2F 和室(西)において2146[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と顕著な濃度上昇が示された。

成分別VOC濃度を図-13~16に示す。全ての居室において、測定値の大部分をエタノールが占めた。特に発生が顕著であった2F 和室(西)は、同居室内の天井に封止系塗料が塗布されており、溶剤に含まれるエタノールの影響と考えられる。

また、3F 和室(西)において122[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]のスチレンが検出された(図-15参照)。同居室に敷設されている畳はポリスチレンフォーム等を使用した合成樹脂製畳であり、構成材のスチレンフォームに起因したものと考えられる。しかし、同合成樹脂製畳を敷設した3F 和室(東)のスチレン濃度は0.44[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と僅かな濃度であった。これは3F 和室(東)に隣接した居室の換気性能が優れており、発生したスチレンが効果的に除去されている可能性がある。

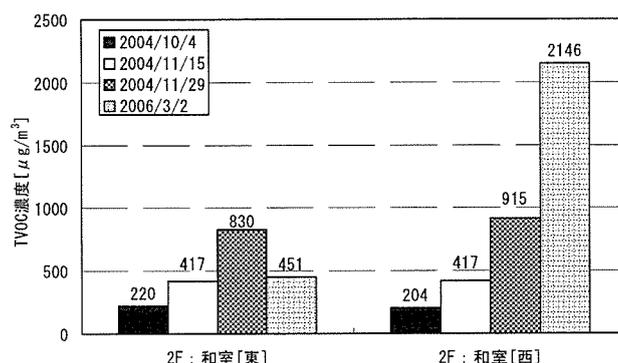


図-11 2F 和室のVOC濃度

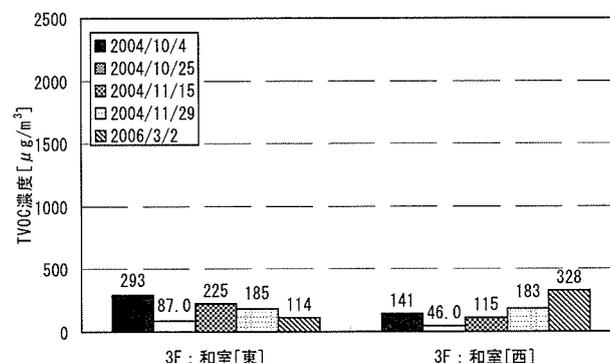


図-12 3F 和室のVOC濃度

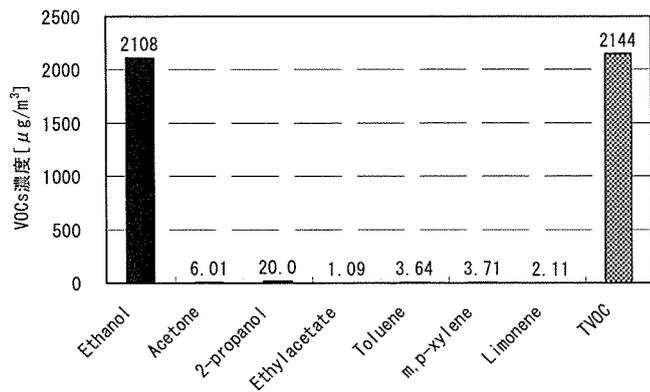


図-1 3 2F 和室(西)の成分別 VOC 濃度

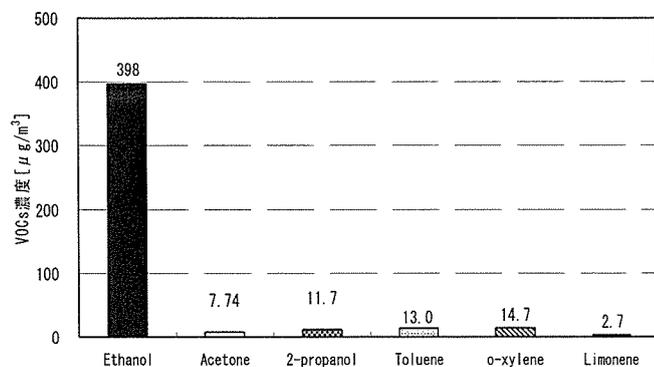


図-1 4 2F 和室(東)の成分別 VOC 濃度

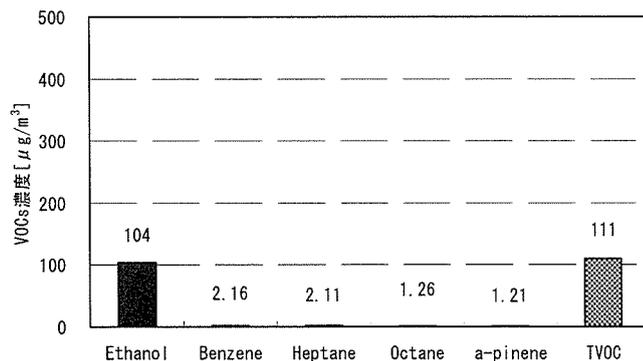


図-1 5 3F 和室(西)の成分別 VOC 濃度

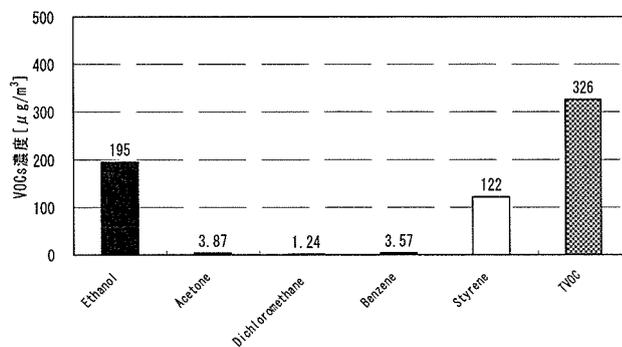


図-1 6 3F 和室(東)の成分別 VOC 濃度

4. チェンバー試験

環境条件を温度:28[°C]、相対湿度:50[%]、換気回数:0.5[1/h]に制御したチェンバー(気積5[m³])試験による化学物質低放散量のホルムアルデヒド濃度は22.1[μg/m³]であった(表-2参照)。

実測調査による低放散量のホルムアルデヒド濃度との比較を行った。その結果、各居室に施した低減対策技術が畳材からのホルムアルデヒド放散を抑制していることが示唆された。

表-2 チェンバー試験によるアルデヒド類濃度

	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド
濃度[μg/m³]	22.1	21.2

5. 有機リン化合物とエステル類化合物の測定

2F 居室と3F 和室において、同物質の実測調査を行った。

現在、サンプル分析中のため、畳材の同物質発生量については次年度の報告とする。

D. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 化学物質低放散量と合成樹脂製量を実際の住居に敷設し室内アルデヒド類濃度、VOC 濃度の実測調査を行った。
- 2) 合成樹脂製量からスチレンの発生を確認した。
- 3) チェンバー実験と実測調査の比較検討を行う事により、今回実施した室内化学物質低減対策の有効性を明らかにした。

D. 次年度の研究課題

今後の研究項目として、以下の事項が挙げられる。

- 1) チェンバー実験による畳の化学物質発生量の定量的把握、2) 畳の有機リン化合物、エステル類化合物の発生量・発生特性の解明、3) 継続的な実測調査により、各種汚染低減対策品の効果の定量的把握

E. 健康危機情報

一般的な畳材から有機リン化合物の発生が懸念される。合成樹脂製畳材からスチレンの発生が示唆された。

F. 知的財産権の出願・登録状況

現時点では、特になし。

G. 引用文献

1) 野崎淳夫：一般住宅における化学物質濃度低減

対策における実測調査、厚生労働科学研究費補助金 化学物質リスク研究事業 家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究 平成 16 年度 総括研究報告書(主任研究者：安藤正典)、pp. 87～96

I-1. 4. 化学物質低放散建具の開発

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

建具は木質材料、塗料や接着剤を多量に用いるため、有害化学物質の発生が懸念されている。既往の研究において筆者らは、襖戸およびフラッシュ戸の化学物質発生量を実験室実験により定量的に明らかにしている¹⁾。結果として、襖戸からエタノールの顕著な発生が確認され、襖戸に塗布された封止系塗料からエタノールが生ずることを報告している。

そこで、今回杉無垢材にて、接着剤や表面仕上げ用塗料を極力排除した化学物質低放散仕様の建具（以下、低放散建具）を新たに作製した。本研究は同建具を実環境に設置し、室内化学物質濃度に与える影響を求め、建具の性能評価を行うものである。

B. 実測概要

1. 化学物質低放散建具の概要

図-1、写真-1に今回作製した低放散建具の概要を示す。

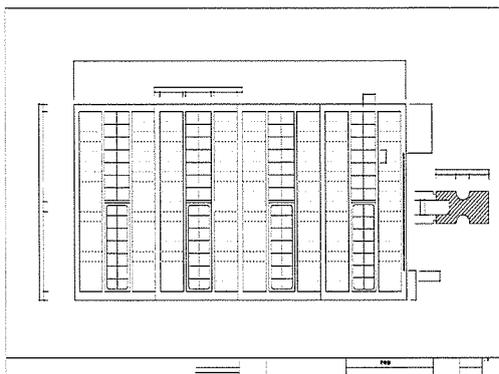


図-1 低放散建具の設計図

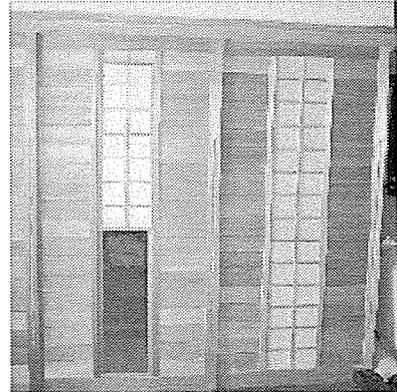


写真-1 低放散建具の概要

2. 化学物質低放散建具設置箇所

低放散建具を東北地方のRC造3階建て、築6年の一般住宅内に設置した。図-2に同住宅の平面図と建具の設置箇所を示す。

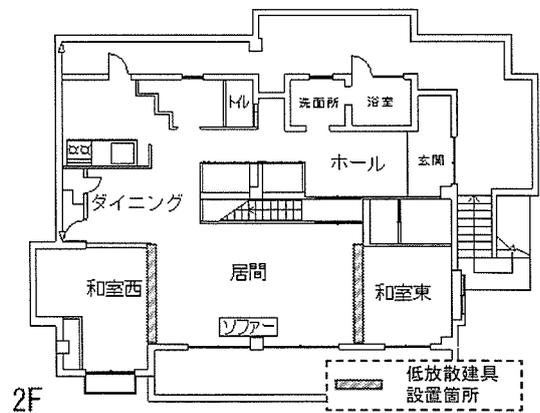


図-2 測定対象住宅の平面図と低放散建具の設置箇所

3. 測定日の環境条件と測定対象化学物質

実測調査は、低放散建具設置前の2004年12月と設置後の2006年2月、3月に行った。各測定日における測定対象室の測定条件と測定対象化学物質を表-2、3に示す。

表一 2 各測定日における測定条件

測定日	2004年12月29日	2006年2月3日	2006年3月2日
温度	20.4[°C]	15.0[°C]	20.2[°C]
相対湿度	37.2[%]	63.3[%]	43.0[%]
低放散建具	未設置	設置	設置

表一 3 測定対象化学物質

	2004/12/29		2006/2/3		2006/3/2	
	HCHO	VOC	HCHO	VOC	HCHO	VOC
居間	○	○	○		○	○
和室(東)		○			○	○
和室(西)		○			○	○

4. 捕集・分析方法

(1) 使用機器と器具

実験に使用した機器と器具を以下に示す。

- ・定流量ポンプ: (Sibata 社製、Model:MP-Σ30、MP-Σ100)
- ・積算流量計: (Shinagawa 社製、DC-1A)
- ・炭素系捕集管: (Supelco 社製、Air-toxics)
- ・加熱導入装置: (Perkin Elmer 社製、Turbo Matrix ATD)
- ・ガスクロマトグラフ/質量分析計 (以下、GC/MS): (Perkin Elmer 社製、Turbo Mass Gold)
- ・ホルムアルデヒド捕集管 (Waters 社製、Sep-Pak Xposure Aldehyde Sampler)
- ・高速液体クロマトグラフ (以下、HPLC): (日立社製、L-7000 型)

(2) 各物質の捕集・分析方法

①VOC

- ・固相捕集-加熱脱着-GC/MS 法
捕集は 0.1[L/min]の流量で 30[min]とした。

②ホルムアルデヒド

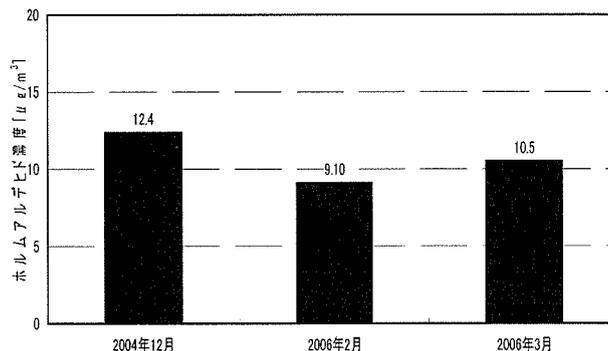
- ・固相捕集-溶媒抽出-HPLC 法
捕集は 1.0[L/min]の流量で 30[min]とした。

C. 結果及び考察

1. ホルムアルデヒド

居間における低放散建具設置前 (2004 年 12 月) と設置後 (2006 年 2 月、3 月) の室内ホルムアルデヒド濃度を図一 3 に示す。

ホルムアルデヒド濃度は、低放散建具設置後に若干の濃度低減が見られたが、その値はごく僅かであり、室温や換気量の変動によるものと考えられる。



図一 3 低放散建具設置前後の室内ホルムアルデヒド濃度

2. VOC

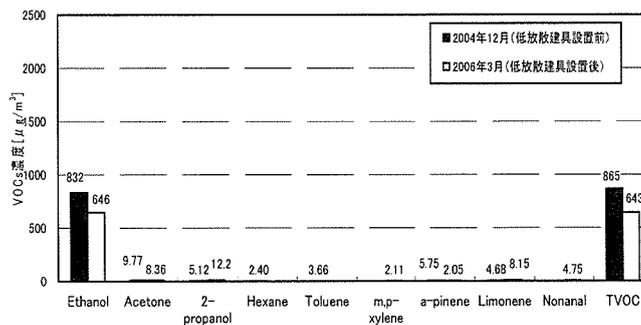
居間、和室東、和室西における低放散建具設置前後の VOC 濃度を図一 4 ~ 6 に示す。

各居室の VOC 濃度は、643~2082 [μg/m³] の範囲にあり、検出された VOC 成分の中でも、エタノールの顕著な発生が確認された。2006 年 3 月に測定した和室[東]を除いて、TVOC 濃度の 90[%] 以上をエタノールが占める結果となったが、2 回の実測値を比較すると、居間で 832 [μg/m³] から 646 [μg/m³]、和室東では 786 [μg/m³] から 397 [μg/m³] と濃度低減を示した。

唯一、和室西において 872 [μg/m³] から 2108 [μg/m³] へと大幅に濃度上昇が確認された。

これは以前、この居室の天井面 (一部、サワラ材に有機溶剤系塗装仕上げ) では VOC 放散抑制のため、封止系塗料処理を行ったが、今回の調査で竿縁材では多量の封止系塗料が使用されたにもかかわらず、塗膜形成が成されていないことが判明した。これが、高濃度のエタノールが測定された原因と考えられる。

なお、今回の調査結果だけでは、明確な化学物質低放散建具の性能評価をするに至らない。今後、実験室実験により、同建具の化学物質低減効果を明らかにする。



図一 4 低放散建具設置前後の VOC 濃度 (居間)

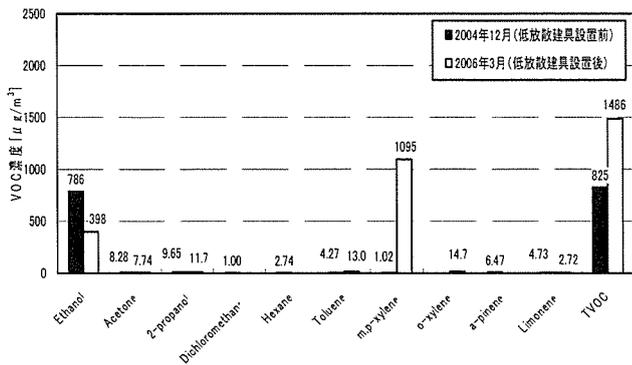


図-5 低放散建具設置前後の VOC 濃度 (和室東)

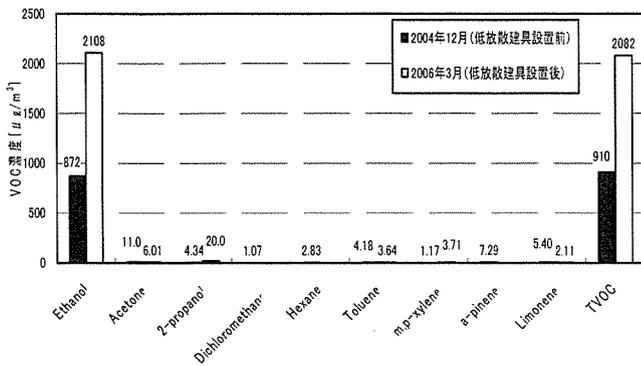


図-6 低放散建具設置前後の VOC 濃度 (和室西)

D. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 化学物質低放散建具を新たに作製し、室内化学物質濃度に与える影響を調査した。
- 2) 今回の調査結果だけでは、明確な化学物質低放散建具の性能評価をするに至らない。今後、実験室実験により、同建具の化学物質低減効果を明らかにする。

E. 健康危機情報

発生化学物質について、当試験のみでは判断できず、今後チェンバー実験により検証する必要がある。

F. 知的財産権の出願・登録状況

現時点では、特になし。

G. 引用文献

- 1) 野崎淳夫：「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」、平成 13～15 年度厚生労働科学研究費補助金化学物質リスク研究事業総括報告書、pp. 164～165、2004 年 3 月

I－2. 室内空气中化学物質の対策品・対策技術の 化学物質除去性能の解明

分担研究者 野崎 淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

本項目では、

- I－2. 1. グラフト重合技術
- I－2. 2. リン酸チタニア化合物
- I－2. 3. ベイクアウト技術の開発ー加熱条件とベイクアウト効果の相関ー
- I－2. 4. 多孔質材のベイクアウト
- I－2. 5. 循環型換気システム
- I－2. 6. 一般住宅における低減対策品導入による実態調査

について検討した。

I-2. 1. グラフト重合技術

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

既存の化学吸着材は経時劣化や揮発ロスにより、吸着対象物質との接触効率が低下する問題がある。

しかし、グラフト重合高分子利用の化学吸着材は、吸着対象物質と吸着分子の接触効率や吸着速度や吸着容量が大きい。また、経時劣化や揮発ロスがほとんどなく、高い吸着性能が継続的に得られるとされている。^{1), 2)}

そこで、本研究では国土交通省総合技術プロジェクト「シックハウス対策技術の開発」による試験評価法「吸着・分解効果の標準試験法(案)」に準拠し、定常発生状態におけるグラフト重合高分子を用いた化学吸着材の化学物質吸着性能を定量的に明らかにする。さらには、筆者らの既往研究¹⁾における物理吸着材の性能と比較を行い、より有効な化学物質低減対策技術の開発に資する基礎的資料を得るものである。

B. 実験概要

1. 定常ガス発生装置

定常ガス発生装置は、校正ガス発生装置、マスフローコントローラ、空気清浄管、ポンプなどにより構成されている。試験評価対象物質の液状試薬を拡散管に分注後、校正ガス発生装置に設置する。温度等の発生条件を制御することにより、対象化学物質の任意発生量が得られるものである。

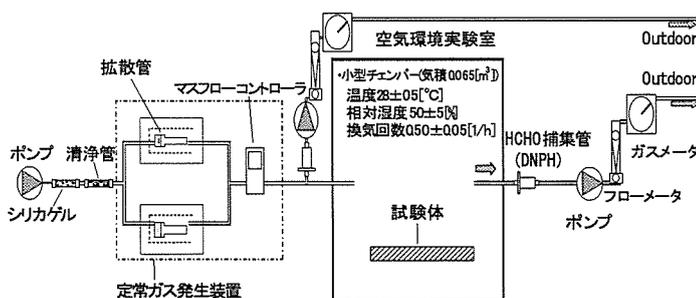


図-1 実験システム概要図

2. 試験体

試験体は、6種類のグラフト重合吸着材とした。不織布は片面をアルミ箔で被覆し、粒状化学吸着材はアルミ製の型枠に均一となるように敷詰めた。また、試料負荷率は $2.2[\text{m}^2/\text{m}^3]$ とした。

表-1 試験体の概要

記号	吸着剤	サイズ[mm]×[mm]	含浸基材	形状	用途
A	グラフト重合高分子	[L]380×[W]380	不織布	布状	内装材
B					
C			セルロース繊維	粒状	芳香・消臭剤
D					
E			不織布	布状	内装材
F					

3. 測定対象化学物質

測定対象化学物質は、厚生労働省により室内濃度指針値が策定されている13成分のうち、ホルムアルデヒドとした。

4. ホルムアルデヒドの測定法及び測定機器

ホルムアルデヒドの捕集は、DNPHカートリッジを用いて行う。捕集流量は $0.5[\text{L}/\text{min}]$ とし、30分間捕集した。

DNPHカートリッジに捕集されたホルムアルデヒドは、 $5[\text{mL}]$ のアセトニトリルにて5分間の溶媒抽出を行い、分析試料とした。その後、分析試料 $10[\mu\text{L}]$ を高速液体クロマトグラフ(HPLC)に導入し、定性・定量分析を行った。

5. 試験評価方法

ホルムアルデヒド除去性能の評価は、濃度低減率 $R[\%]$ と相当換気量 $Q_{eq}[\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2]$ により行った。チェンバー供給空気濃度(C_{in})と排出空気濃度(C_{out})を測定し、(1)式に測定値を代入して濃度低減率 R を求めた。

$$R = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100 \quad (1)$$

R : 濃度低減率 $[\%]$ 、 C_{in} : チェンバー供給空気濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、 C_{out} : チェンバー排出空気濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$

また、同測定値を(2)式に代入して、相当換気量 Q_{eq} [$m^3/h \cdot m^2$]を算出した。

$$Q_{eq} = \left(\frac{C_{in}}{C_{out}} - 1 \right) \times \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Q_{eq} : 相当換気量 [$m^3/h \cdot m^2$]、 Q : チェンバー換気量 [m^3/h]、 A : 吸着面積 [m^2]

C. 結果及び考察

1. 定常状態確認試験

定常ガス発生装置を用いて、換気回数 0.5 [1/h] の小型チェンバー内へホルムアルデヒドガスを導入した結果、装置運転 24 時間後から試験終了 (72 時間後) まで、ホルムアルデヒドの定常状態構築に成功した。

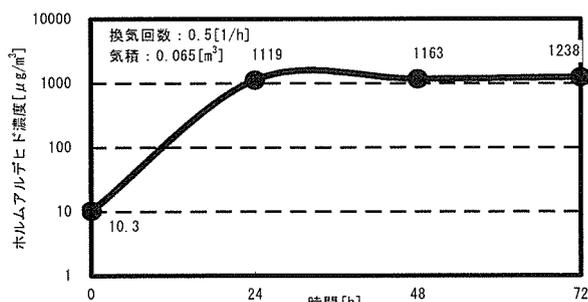


図-2 チェンバー内ホルムアルデヒド濃度の定常状態確認試験

2. 吸着性能

各試験体において、チェンバー内ホルムアルデヒド濃度の顕著な低減効果が見られた。不織布にグラフト重合高分子薬液を含浸させた試験体 A、B、C、F のうち、特に試験体 B では検体設置 24 時間後から 72 時間後のホルムアルデヒド濃度が、供給空気濃度で 1031~1138 [$\mu g/m^3$]、排出空気濃度では 88.2~95.5 [$\mu g/m^3$] と大きく低減した。また、セルロース繊維に含浸させた粒状の試験体 D、E においても、供給空気濃度が 999~1061 [$\mu g/m^3$]、排出空気濃度では 88.0~200 [$\mu g/m^3$] と大きな低減効果が見られた。

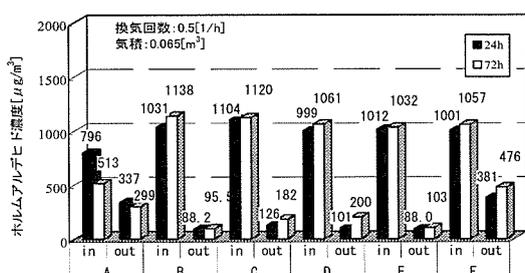


図-3 チェンバー内ホルムアルデヒド濃度の経時変化

3. 濃度低減率

測定結果から(1)式を用いて濃度低減率 R を求めた。試験体 B、C、D、E においては、24 時間後で 88.6~91.4 [%]、72 時間後においても 78.6~90.0 [%] と高い濃度低減率を示した。一方で、試験体 A、F においては 24 時間後で 57.6~62.0 [%]、72 時間後では 41.8~54.9 [%] と、他の検体に比べ低い濃度低減率となった。

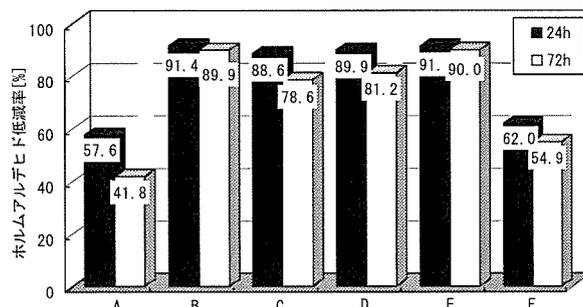


図-4 ホルムアルデヒド濃度の低減率

4. 相当換気量

測定結果から(2)式を用いて相当換気量 Q_{eq} を求め、各試験体における吸着性能の評価を行った。顕著な濃度低減を示した試験体 B、C、D、E の検体設置 24 時間後の Q_{eq} は 2.02~2.43 [$m^3/h \cdot m^2$] であり、72 時間後の Q_{eq} は 0.84~2.06 [$m^3/h \cdot m^2$] であった。試験体 B、E では検体設置 72 時間後においても 2.00 [$m^3/h \cdot m^2$] 以上の相当換気量が見られた。

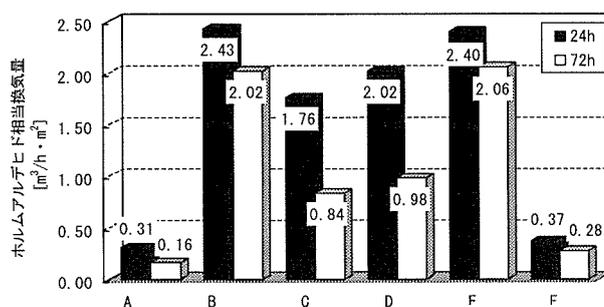


図-5 ホルムアルデヒドの相当換気量

これらは既往の研究³⁾(図-6 参照)と比較すると、ゼオライト、珪藻土、シリカゲル以上の相当換気量を有し、備長炭と同程度となる。ただし、時間経過に伴い、全ての試験体において吸着性能が低下する傾向が見られた。

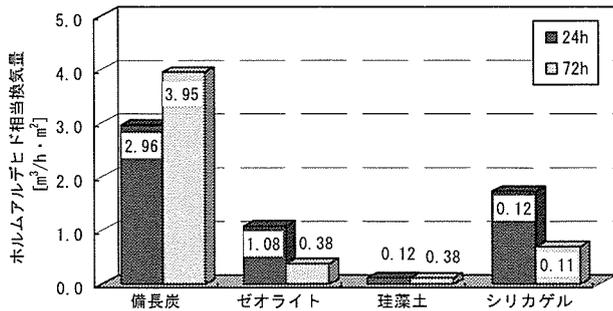


図-6 多孔質材のホルムアルデヒド相当換気量

D. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 定常ガス発生装置を用いて、ホルムアルデヒドのチェンバー内定常状態を構築する事に成功した。
- 2) 定常発生法による、グラフト重合高分子吸着材のホルムアルデヒド吸着性能を定量的に明らかにした。
- 3) 汚染物質曝露時間の増大に伴い、ホルムアルデヒド吸着性能は低下する傾向が示された。
- 4) 試験体 B、E は、粉末状の備長炭に近似したホルムアルデヒド相当換気量を有する事が明らかとなった。
- 5) 吸着容量が小さく、物質選択性の無い物理吸着材と比較すると、グラフト重合利用の化学吸着材は一度吸着した化学物質を脱離しにくい。また、吸着容量、吸着力や性能持続性の面で非常に優れているため、吸着

対象物質が限定された環境下において有効な対策技術となりうる。

E. 今後の課題

- 1) 当該化学吸着材の耐久性能を明らかにする。
- 2) 供給空気濃度別(高濃度・中濃度・低濃度)におけるホルムアルデヒド吸着性能を明らかにする。

F. 健康危機情報

発生物質、分解生成物を検討したが、特に問題となる物質は確認されなかった。

G. 知的財産権の出願・登録状況

現時点では、特になし。

H. 引用文献

- 1) 下之園孝、堀 雅宏、大河原忠義、半田晋也：グラフト重合高分子吸着材を用いる VOC 除去と発散制御、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-II、pp.1071~1072、2004 年 8 月
- 2) 大河原忠義、特許番号 2643823、吸着剤およびその製造方法、1997 年
- 3) 野崎淳夫、飯倉一雄、坊垣和明、大澤元毅：多孔質材料、塗り壁材のガス状物質吸着効果に関する研究、第 22 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集、D-II、pp.128~130、2004 年 4 月