

発表者氏名	タイトル名	発表学会	発表年月
野崎淳夫、一條佑介、吉澤晋	家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究(その4)	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫、吉川彩、一條佑介、吉澤晋	家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究(その5)	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫、佐々木俊、橋本康弘、桑沢保夫、大澤元毅、坊垣和明	循環型換気システムの化学物質除去性能の実態把握に関する研究	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫、山下祐希、一條佑介	グラフトン重合技術利用吸着材の化学物質除去性能に関する研究	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫、早坂友規	日用品空気汚染対策品の化学物質除去性能に関する研究	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫、成田泰章、早坂友規、橋本康弘	教材教具の化学物質発生量の実態把握に関する研究	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫	総合的な室内化学物質濃度予測手法の開発に関する研究	日本建築学会 2006年度大会	2006年9月
野崎淳夫、成田泰章、早坂友規、一條佑介、山下祐希、横山英智、橋本康弘	学校環境における室内空気汚染に関する研究(その3)-教材教具24検体の化学物質発生量と教室内化学物質濃度予測-室内空気環境とその快適性に関する研究(その52)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、杉茂、田中愛益、井手口真澄、山下祐希、橋本康弘	環境配慮型塗料からの化学物質発生量に関する研究(その1)-TVOC放散速度について-室内空気環境との快適性に関する研究(その53)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、橋本康弘、山下祐希	環境配慮型塗料からの化学物質発生量に関する研究(その2)-VOC放散速度について-室内空気環境との快適性に関する研究(その54)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、早坂友規、横山英智	各種生活用品からの化学物質発生に関する研究(その1)-室内空気環境とその快適性に関する研究(その55)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、横山英智、早坂友規	各種家庭用品からの化学物質発生に関する研究(その3)-室内空気環境とその快適性に関する研究(その56)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、山下祐希、一條佑介	家庭用空気清浄機のガス状物質除去性能評価と室内濃度予測法に関する研究-室内空気環境とその快適性に関する研究(その57)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、吉川彩、一條佑介	内空気汚染対策品の室内汚染物質除去性能に関する研究(その1)-1995~2006年製家庭用空気清浄機のFormaldehyde除去性能-室内空気環境とその快適性に関する研究(その58)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、一條佑介、吉川彩	室内空気汚染対策品の室内汚染物質除去性能に関する研究(その2)-1995~2006年製家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能-室内空気環境とその快適性に関する研究(その59)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月
野崎淳夫、佐々木俊、成田泰章	室内花粉粒子汚染対策技術の開発に関する研究-室内空気環境とその快適性に関する研究(その60)-	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年10月

発表者氏名	タイトル名	発表学会	発表年月
A. Nozaki, Y. Ichijo, T. Hayasaka and S. Yoshizawa	Studies on Formaldehyde Removal Rates of Domestic Air Cleaners and the Indoor Concentration Prediction	第13回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会	2006年 10月
香川(田中)聡子、大河原晋、安藤正典、徳永裕司、神野透人	ピレスロイド系殺虫剤の代謝に関与するヒト Carboxylesterase 遺伝子多型の影響	フォーラム 2006 衛生薬学・環境トキシコロジー	2006年 10月
大河原晋、神野透人、香川(田中)聡子、小濱とも子、徳永裕司、安藤正典	皮膚角化細胞で発現するイオンチャンネル TRPV3 に関する研究	フォーラム 2006 衛生薬学・環境トキシコロジー	2006年 10月
河野亮、嵐谷奎一、櫻田尚樹、吉田安宏、安藤正典	マウスを用いたアセトアルデヒド経気道曝露による生体影響	第24回産業医科大学学会	2006年 10月
野崎淳夫、須澤芳枝、一條佑介	室内におけるアレルゲン物質とアジュバント物質の制御手法の開発に関する研究(その1) - 家庭用空気清浄機の化学物質除去性能と室内濃度予測について-	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、佐々木俊、成田泰章	室内におけるアレルゲン物質とアジュバント物質の制御手法の開発に関する研究(その2) - 多孔質建材の花粒子付着性-	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、結城よし子、山下祐希	日用空気汚染対策品の化学物質除去性能の解明に関する研究(その1) - 製品からの化学物質発生量について-	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、福島靖弘、横山英智	教材教具による教室内空気汚染に関する研究(その1) - 教材教具の化学物質発生量について-	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、横山英智、成田泰章	教材教具による教室内空気汚染に関する研究(その2) - 教科別の教室内濃度予測について-	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、佐藤由幸	健康的な室内空気環境を重視した住宅設計の開発に関する研究	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、二科妃里、早坂友規、橋本康弘	トイレユニットからの臭気物質放散とその評価手法の開発(その1)	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、菊地友理、横山英智	家電製品からのガス状物質発生に関する研究(その1)	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、遠藤優美、吉川彩、橋本康弘	畳材による室内有機リン系化合物汚染に関する(その2)	第46回日本労働衛生工学会	2006年 11月
野崎淳夫、一條佑介、早坂友規	全量気化型定常ガス発生装置によるチェンバー内化学物質濃度の制御手法の開発に関する研究	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、福島靖弘、成田泰章、橋本康弘	教材教具による教室内空気汚染と濃度予測手法の開発に関する研究(その1) - 教材教具の化学物質発生量 -	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、成田泰章、橋本康弘	教材教具による教室内空気汚染と濃度予測手法の開発に関する研究(その2) - 教材教具使用室の室内濃度予測手法の開発 -	室内環境学会総会	2006年 11月

発表者氏名	タイトル名	発表学会	発表年月
野崎淳夫、山下祐希、橋本康弘	封止系塗料の化学物質放散抑制効果とその性能評価手法に関する研究	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、横山英智、佐々木俊	家電製品における発生化学物質の実態解明に関する研究(その1)-小型家電製品の化学物質発生量-	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、吉川彩、橋本康弘	化学物質低放散量の開発に関する研究(その1)-有機リン化合物発生量の実態解明-	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、早坂友規、山下祐希	日用品による室内空気汚染に関する研究(その1)-日用品の化学物質発生量-	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、山下祐希、橋本康弘	塗料による室内空気汚染に関する研究	室内環境学会総会	2006年 11月
野崎淳夫、成田泰章	一般住宅における化学物質濃度の実測調査	室内環境学会総会	2006年 11月
神野透人、香川(田中)聡子、大河原晋、安藤正典、徳永祐司	室内空気中の TVCO 測定法に関する研究	室内環境学会総会	2006年 11月
香川(田中)聡子、神野透人、小濱とも子、宮川真琴、吉川淳、小松一裕、徳永裕司	家庭用品から放散される化学物質に関する研究	室内環境学会総会	2006年 11月
内山茂久、徳永祐司、安藤正典、大坪泰文	ケトン-2,4-ジニトロフェニルヒドラゾン誘導体の酸による異性化と分解	日本化学会第87年会	2007年 3月
大河原晋、神野透人、香川(田中)聡子、小濱とも子、徳永裕司、安藤正典	リアルタイム PCR による新規 TRPV3 スプライス変異体の定量	日本薬学会第127年会	2007年 3月

家庭用品における化学物質除去性能に関する研究 室内空気環境とその快適性に関する研究（その47）

野崎淳夫*1、○小松直美*2、橋本康弘*3、早坂友規*1、神野秀人*4、高玲華*5、安藤正典*5

*1東北文化学園大学大学院 *2東北文化学園大学

*3藍野総合研究所 野崎研究室 *4国立医薬品食品衛生研究所 *5武蔵野大学

1. はじめに

室内空気汚染の原因となる有害化学物質の発生源として、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る。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。

しかし、当該製品の化学物質発生量・発生特性および低減効果に関する研究が不足している現状にある。

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明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 空気汚染対策品の性能評価法

本研究では、日用空気汚染対策品の性能評価試験法として、筆者ら¹⁾が新たに提案する試験法案を用いての製品性能評価を行うものである。図-1に示すように、試験法案は第1次試験と第2次試験に分類され、第1次試験では物質別の除去効果の有無が判別され、第2次試験では、さらに4日後と数ヶ月後の除去性能が判別される。

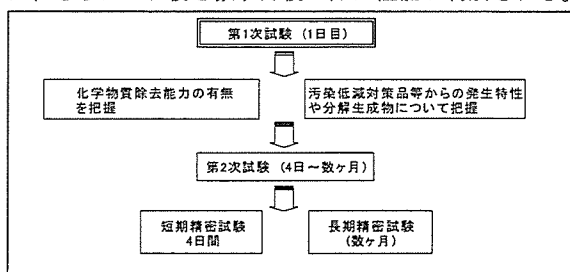


図-1 空気汚染対策品の性能評価法

2.2 試験装置

本試験は東北文化学園大学空気環境実験室内に設置されている小型チェンバー(65[l])にて行う。試験装置の概要を図-2に示す。試験時の環境条件は図中に示すとおりである。尚、チェンバー内は無換気とした。本試験は、試験体を設置したチェンバー内にVOC混合ガスを導入し、ガス導入直後とある一定時間後の汚染ガス濃度の差から、試験体の化学物質除去性能を求めるものである。

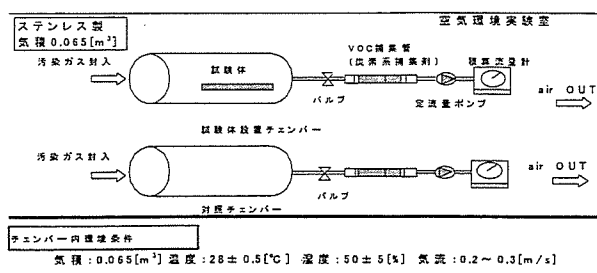


図-2 化学物質除去性能試験法の概要

2.3 試験体

本研究では、量販店で購入可能な日用空気汚染対策品と臭気対策製品を対象とした。また、これらの試験体は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た。

シート状の製品については試料負荷率が2.2[m²/m³]となるように作製した。表-1に試験体の一覧を示し、写真-1, 写真-2には試験体の一例を示す。

表-1 試験体の一覧

分類	番号	形状	仕様用途(場所)
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
日用空気汚染対策品	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)

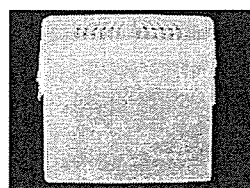


写真-1 試験体の一例
(ゼリー状)

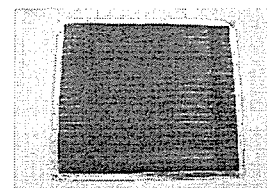


写真-2 試験体の一例
(シート状)

2.4 導入汚染ガス

チェンバーに導入する汚染ガスとして、VOC混合標準ガス(36成分)を導入した。

2.5 捕集分析装置

(1) 捕集装置

- ・VOC捕集管[Supelco社製、Air-toxics]
- ・定流量ポンプ[柴田化学社製、Model:MP-Σ30H型]
- ・積算流量計[シナガワ社製、Model:DC-1A型]

(2) 分析装置

- ・加熱導入装置[Perkin Elmer社製、Turbo Matrix ATD]
- ・GC/MS[Perkin Elmer社製、Turbo Mass Gold]

2.6 捕集・分析法

試料空気は炭素系捕集管に0.05[l/min]の流量にて30[分]捕集し、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、定性・定量分析を行った。

2.7 試験手順（第1次試験）

- ①小型チェンバーの洗浄を行い、チェンバー内をある一定の環境条件に制御する。（温度：28 ± 0.5[°C]、相対湿度：50 ± 5[%]、換気量：0[m³/h]、気流：0.2 ~ 0.3[m/s]）
- ②小型チェンバー内に試験体を設置し、開閉バルブで密閉する。その後、シリンジである一定のVOC混合標準ガスを採取し、チェンバー内に注入する。注入後、ガス供給口はシリコン栓にてすみやかに密閉する。
- ③5時間放置し、チェンバー内空気を捕集する。

2.8 試験評価法

実験で得られた測定値を次式（1）に代入し、汚染物質濃度低減率を求めた。

$$Rr = \left(1 - \frac{C_{sa} - C_{1a}}{C_{sm} - C_{1m}} \right) \times 100 \quad - (1)$$

Rr: 汚染物質濃度低減率[%]
 C_{sa}: 試験チェンバー一定常濃度[μg/m³]
 C_{1a}: 試験チェンバー初期濃度[μg/m³]
 C_{sm}: 対照チェンバー一定常濃度[μg/m³]
 C_{1m}: 対照チェンバー初期濃度[μg/m³]

3. 結果（第1次試験）

3.1 試験体設置後のチェンバー内VOC濃度

試験チェンバー内のVOC濃度を図-3に示す。

対照チェンバー内のVOC濃度は計3回の測定を行い、測定値は1261[μg/m³] ~ 1664[μg/m³]の範囲を示した。また、平均値は1507[μg/m³]となった。尚、各試験体の濃度は、それぞれのチェンバーブランクを差し引いたものである。

図に示すように、試験体①~④、⑥~⑧に関しては対照チェンバーと比較してVOC濃度の上昇が確認されたことから、これらの試験体からは、むしろVOCが発生していると考えられる。

これに対し、試験体⑤、⑨、⑩、⑪は、明らかなチェンバー内濃度の低減が認められ、試験体設置に伴うVOC除去効果が示された。

尚、試験体①~④、⑥~⑧からはethanol、acetone、hexane、2-propanol、heptaneの発生が確認された。特に、ethanolを多量に発生するものが多い。ethanolの発生を無視した場合、VOC濃度低減が認められる製品もあり得る。

3.2 試験体のVOC濃度低減率

本試験（第1次試験）における各試験体のVOC濃度低減率を測定値を(1)式に代入して求めた。結果を、図-4に示す。VOC濃度低減の確認された試験体の低減率は、試料⑤（17.0[%]）、試料⑨（31.0[%]）、試料⑩（63.0[%]）、試料⑪（73.0[%]）となった。

①~④、⑥~⑧の試験体は臭気対策に主眼を置く芳香剤と界面活性剤を主要成分としており、逆にVOCの顕著な発生が認められた。

一方、⑤、⑨、⑩、⑪の試験体は物理吸着の原理を利用した炭製品と吸着剤を用いており、低減効果が確認された。ただし、その効果は含有成分の違い等により、ばらつきがある。

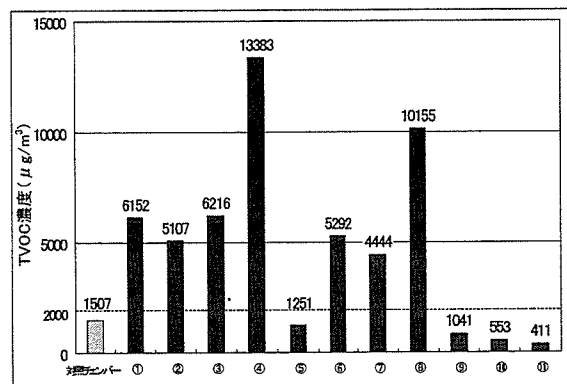


図-3 試験チェンバー内のVOC濃度

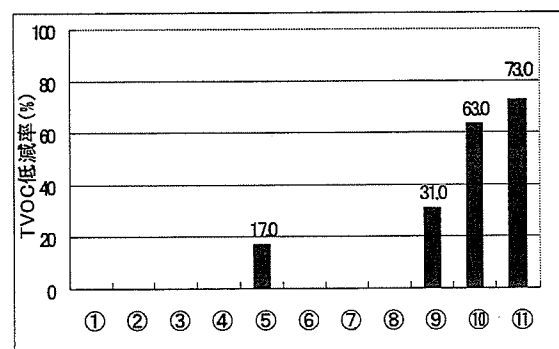


図-4 試験体のVOC濃度低減率

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1)本試験で対象とした11検体のうち、4検体で低減効果を確認した。そのうち、3検体は日用空気汚染対策品であった。
- (2)炭・活性炭等の物理吸着剤を利用した製品において、高いVOC濃度低減効果が示された。
- (3)臭気対策品の中には含有成分の影響により、時として大きなVOC発生源になりうる製品がある。

5. 今後の課題

- (1)実環境に近く、ブランクの影響を受けにくい定常発生法を用いての低減効果の解明を行う。
- (2)化学物質の発生が確認された製品を対象にVOC発生成分をより明らかなものとする。

謝辞

本研究は、NP0法人室内環境技術研究会の活動の一環として、また厚生科学研究「家庭用品化学物質のリスク評価に関する総合研究」研究代表者 安藤正典(武蔵野大学教授)により行われた。関係各位に深甚なる謝意を表する。

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、2005年9月発表

家電製品からの化学物質放散に関する研究
室内空気環境とその快適性能に関する研究（その44）

野崎淳夫（東北文化学園大学大学院） ○横山英智（東北文化学園大学）
神野秀人（国立医薬品食品衛生研究所） 安藤正典（武蔵野大学 薬学部）

1. 背景と目的

近年、室内化学物質汚染に起因するシックハウス症候群が問題となっている。その原因物質として、建材や居住者により持ち込まれる生活用品等から発生するFormaldehyde、揮発性有機化合物（VOC）が挙げられており、深刻な健康被害を引き起こしている。

既往研究において田辺ら¹⁾はノートパソコン、携帯電話等からの化学物質放散量を求めている。ノートパソコンは稼働により放散が促進され、稼働前の7～16倍の放散量となった。また、携帯電話からの放散量（TVOC）は7.9[μg/h]であった。加藤ら²⁾はテレビのケーシングおよび端子基板からの化学物質放散量を明らかにしている。ケーシングからはstyreneが顕著に検出され、また端子基板からはphenolのほか、DBP、DEHP、TPPが検出された。野崎ら³⁾は、家電製品（電気式暖房機器）の化学物質発生量を明らかにしている。結果として、同種の製品でも製造メーカーにより、化学物質発生量が大きく異なることが示された。また、機器非運転時においてもFormaldehydeとVOCが発生することが明らかになった。

しかし、家電製品は対象物品の範囲が広く、発生化学物質に関する情報は未だ不足している状況にある。そこで本研究では家電製品に注目し、その化学物質発生量・発生特性を明らかにすることで、家電製品における化学物質発生の実態解明に資する基礎的資料を得ることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 検体概要

本研究では、製造会社の異なる電子辞書3検体、MDプレーヤー2検体を実験対象とした。検体の概要を表-1に示す。

表-1 検体概要

測定対象機器	寸法 [mm]	消費電力 [W]	試料負荷率[m ² /m ³]
電子辞書A	幅140.0×厚さ15.5×奥行94.2	0.45	0.92
電子辞書B	幅144.5×厚さ13.2×奥行99.0	0.40	0.98
電子辞書C	幅140.0×厚さ19.5×奥行106.8	0.43	1.07
MDプレーヤーA	幅83.6×厚さ21.4×奥行81.1	0.15	0.32
MDプレーヤーB	幅75.9×厚さ14.5×奥行79.9	0.10	0.26

2.2 実験条件及び実験システムの概要

実験システムの概要を図-1に示す。環境条件は、温度28±1[°C]、相対湿度50±5[%]、換気回数0.5±0.05[1/h]に設定した。

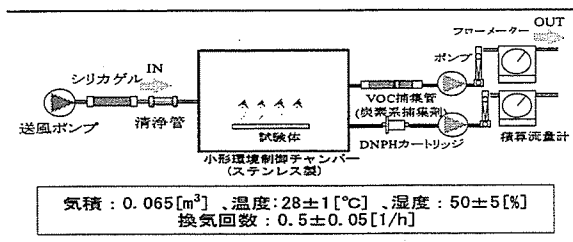


図-1 実験システム概要

2.3 使用機器

(1) 捕集装置

定流量ポンプ(Sibata社製 Model:MP-Σ30)
炭素系捕集管(Supelco社製 Air-toxics)

(2) 分析装置

加熱導入装置(PERKIN ELMER社製 Turbo Matrix ATD)
GC/MS(PERKIN ELMER社製 Turbo Mass Gold)

2.4 VOCの捕集・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法)

VOCの捕集は、炭素系捕集管を用いて行い、これを分析試料とする。その後加熱導入装置を用いてGC/MSに導入し、定性・定量分析を行なう。

2.5 実験手順

実験手順を以下に示す。

- (1) チャンバーを洗浄し、よく換気する。その後、チャンバー内にある一定の環境条件（温度28±1[°C]、相対湿度50±5[%]、換気回数0.5±0.05[1/h]）を構築する。8[h]後バックグラウンド濃度測定を行う。
- (2) 電源OFFの状態の検体を設置する。8[h]放置し、電源OFF状態での発生測定を行う。
- (3) 電源をONにし、8[h]放置し、電源ON状態の測定を行う。
- (4) 捕集空気をGC/MSに導入し、定性定量分析を行う。

3. 実験結果

電子辞書、MDプレーヤー設置に伴うチャンバー内VOC発生量を図-4～8に示す。なお、発生量は以下の(1)式により算出した。

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

Q : チェンバー換気量[m³/h]
C_{ss} : チェンバー内定対象汚染物質常態濃度[μg/m³]
C₀ : チェンバー供給空気の対象汚染物質濃度[μg/m³]

3.1 電子辞書

電子辞書Aにおいて、TVOCは電源OFF時で51.7[μg/h]、電源ON時で54.2[μg/h]となり、ON・OFF操作による濃度の変化は確認されなかった。成分別では、Toluene、Dichloromethane、Acetoneの発生が確認された。

電子辞書Bにおいて、TVOCは電源OFF時で53.1[μg/h]、電源ON時で50.5[μg/h]となり、ON・OFF操作による濃度の変化は確認されなかった。成分別では、Toluene、Buthanol、Dichloromethane、Acetoneの発生が確認された。

電子辞書Cにおいて、TVOCは電源OFF時で106.9[μg/h]、電源ON時で92.3[μg/h]となり、電源ON操作により、発生量が減少した。成分別では、電源ONによりButhanolが減少しているが、この原因については現在調査中である。なお、VOC発生量は電子辞書の中で一番大きかった。

3. 2MD プレイヤー

MD プレイヤー A において、TVOC は電源 OFF 時で 26.0 [$\mu\text{g}/\text{h}$]、電源 ON 時で 40.4 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となり、電源 ON により、わずかに濃度の上昇が確認された。成分別では、Toluene の発生が確認された。

MD プレイヤー B において、TVOC は電源 OFF 時で 28.8 [$\mu\text{g}/\text{h}$]、電源 ON 時で 29.2 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となり、ON・OFF 操作による濃度の変化は確認されなかった。成分別では、Toluene の発生が確認された。

4. 考察

全体として、どの検体においても Toluene の発生が確認された。これは構成部品の塗料等が揮発していることが考えられる³⁾。また、電源 OFF 時でも Toluene、Buthanol、Dichloromethane、Acetone が発生していた。Buthanol は端子基盤から発生することが報告されており²⁾、Dichloromethane は金属部品や電子部品の加工段階で用いた油の除去などに使われていたことが考えられる。一方で、電源 ON による発生量の増加はほとんど見られなかった。今回の検体は消費電力が小さいため、発熱量が小さかったことが考えられる。

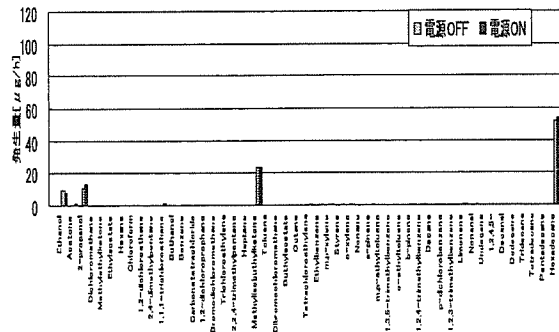


図-4 電子辞書(A)設置に伴うチャンパー内 VOC 発生量

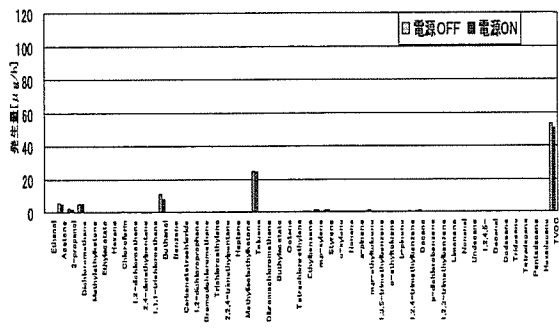


図-5 電子辞書(B)設置に伴うチャンパー内 VOC 発生量

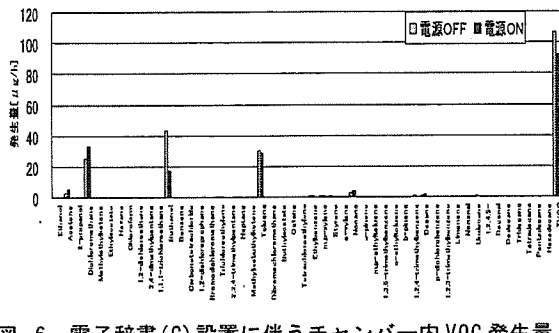


図-6 電子辞書(C)設置に伴うチャンパー内 VOC 発生量

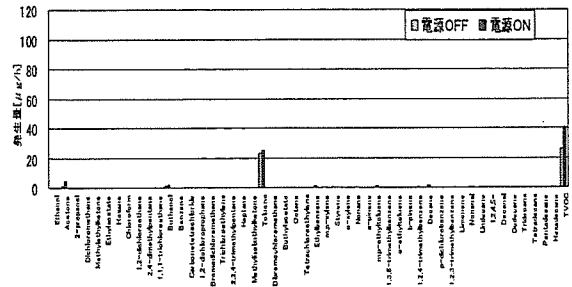


図-7 MD プレイヤー(A)設置に伴うチャンパー内 VOC 発生量

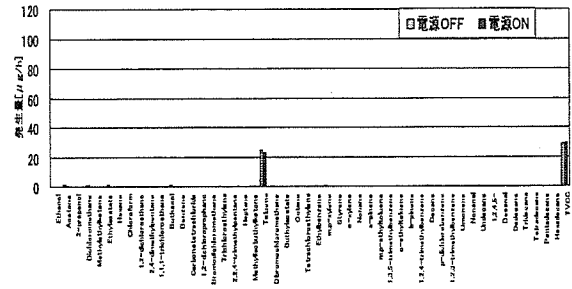


図-8 MD プレイヤー(B)設置に伴うチャンパー内 VOC 発生量

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 電子辞書からは Toluene、Dichloromethane、Buthanol 等の発生が確認された。VOC 発生量は TVOC で 29.2～106.9 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となった。
- (2) MD プレイヤーからは Toluene の発生が確認された。VOC 発生量は TVOC で 26.0～40.4 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となった。
- (3) 全ての検体において電源 OFF 状態でも化学物質発生が確認された。一方で、電源 ON による発生量の増加はほとんど確認されなかった。
- (4) 製造メーカーによる構成部品、加工条件の違いから同製品においても、発生物質発生量が異なることが示された。

謝辞

本研究は、NPO 法人室内環境技術研究会の活動の一環として、また厚生科学研究「家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究」研究代表者 安藤正典(武蔵野大学教授)により行われた。関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 田辺新一他: 小型チャンパ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
- 2) 加藤信介他: 実温度条件下における材料から放散される半揮発性有機化合物(SVOC)測定に関する研究(その2) 建材、家電製品からの SVOC 放散量の測定、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2 分冊、pp. 859～860、2002年8月
- 3) 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

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に関する研究

野崎淳夫*1、〇一條佑介*1(学)、半田晋也*2(非)、佐々木邦博*3(非)

*1 東北文化学園大学大学院、*2 株式会社オルグ、*3 三井物産リハバント・コーティング株式会社

1. はじめに

近年、室内空気汚染対策として吸着系製品が数多く市販されている。

筆者らは室内にある一定の汚染発生源発生量が再現できる定常発生法を用いて、多孔質建材の Formaldehyde 除去性能を求める実験的研究を行っている¹⁾。ここで求められた相当換気量(Q_{eq})は暴露 24 時間後で $0.12 \sim 5.88 [\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2]$ の範囲にあることを報告している。(図-1 参照)

本研究では、近年開発が著しい化学吸着材の吸着性能を明らかにすることを目的とする。具体的に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、グラフト重合高分子吸着材の Formaldehyde 吸着性能を定量的に明らかにするものである。

2. 実験概要

2.1 試験装置

定常ガス発生装置により、一定量のガス状化学物質を小型チェンバー内に供給できる実験システムを構築した。(図-2 参照)

尚、小型チェンバー内は、温度： $28 \pm 1 [^\circ\text{C}]$ 、相対湿度： $50 \pm 5 [\%]$ 、換気回数： $0.5 \pm 0.05 [\text{回}/\text{h}]$ に制御し、清浄空気を供給した。

2.2 定常ガス発生装置の概要

当研究室で開発した定常ガス発生装置は、標準ガス発生装置、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体状試薬を拡散管に分注後、標準ガス発生装置に設置し、温度等の発生条件を制御することで対象化学物質の任意発生量が得られるものである。(表-1 参照)

2.3 試験体

試験体は、8 種類のグラフト重合高分子吸着材とした。(表-1 参照) また、試験体は片面をアル

うに作成した。

2.4 試験評価方法

Formaldehyde 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。チャンバー供給 Formaldehyde 濃度 (C_{in}) と排出 Formaldehyde 濃度 (C_{out}) を測定し、次の(1)式に測定値を代入して低減率を求めた。

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

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

C_{in} : 供給空気中汚染物質濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、 C_{out} : 排出空気中汚染物質濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$

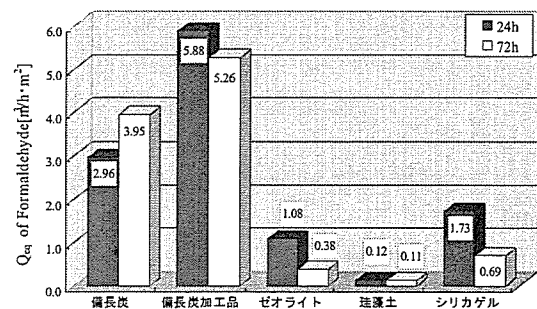


図-1 多孔質建材の Formaldehyde 相当換気量¹⁾

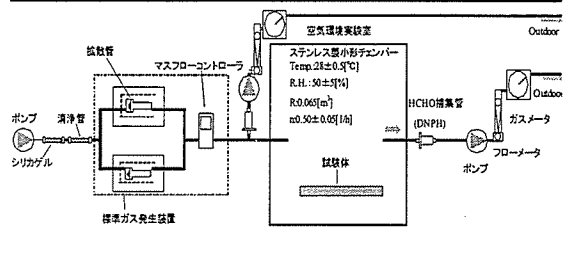


図-2 実験システムの概要図

表-1 試験体概要

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

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

Q_{eq} : 相当換気量[m³/h・m²]、 Q : チェンバー換気量[m³/h]、 A : 吸着面積[m²]

3. 結果及び考察

3.1 Formaldehyde 定常状態確認試験

定常ガス発生装置を用いて小型チェンバー内に 24 時間から 72 時間後まで Formaldehyde 定常濃度を、構築することに成功した。(図-3 参照)

3.2 Formaldehyde 濃度低減率

測定結果から (1) 式を用いて濃度低減率を求めた。24 時間後では、特に試験体 B、C、D、E において高い低減率を示し、低減率は 88.6~91.4[%]、72 時間後でも 78.6~90.0[%] となった。(図-4 参照)

3.4 Formaldehyde 相当換気量

測定結果から (2) 式を用いて相当換気量(Q_{eq})を求めた。24 時間後での試験体 B、D、E の Q_{eq} は 2.02~2.43[m³/h・m²]、72 時間後でも試験体 B、E の Q_{eq} では 2.02~2.06[m³/h・m²] であり、3 日後であっても 2.00[m³/h・m²] 以上の相当換気量を有することを確認した。これは備長炭の Q_{eq} と同等である。¹⁾

また、時間の経過に伴い吸着性能は低下する傾向を示した。(図-5 参照)

4. まとめ

本研究において得られた知見を以下に示す。

- 1) 定常発生法によるグラフト重合高分子吸着材の Formaldehyde 吸着性能を定量的に明らかにした。
- 2) 暴露時間の経過に伴い、Formaldehyde 吸着性能は低下する傾向を示した。
- 3) 既往研究の報告値¹⁾と比較すると、試験体 B、E は粉末状の備長炭とほぼ同等の Formaldehyde 相当換気量を有することが示された。

5. 今後の課題

化学吸着材の吸着性能の持続性、及び暴露濃度

レベルによる吸着性能の違いについて検討する必要がある。

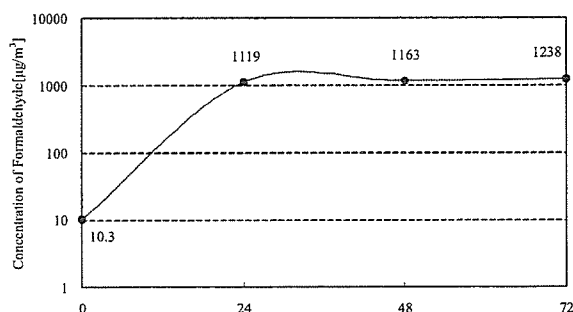


図-3 チェンバー内 Formaldehyde 濃度

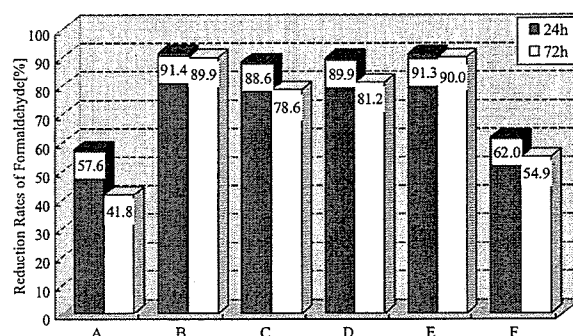


図-4 Formaldehyde 濃度低減率

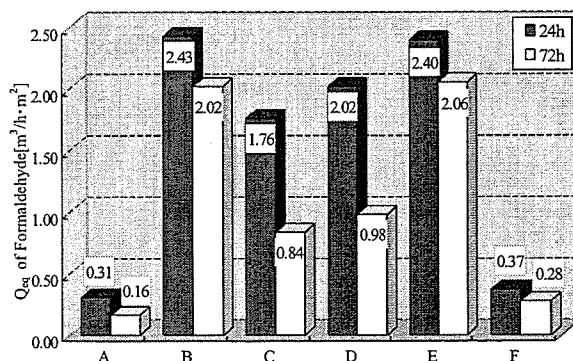


図-5 Formaldehyde 相当換気量

謝辞

本研究は、NPO 法人室内環境技術研究会の活動の一環として、また厚生科学研究「家庭用品化学物質のリスク評価に関する総合研究」研究代表者 安藤正典(武蔵野大学教授)により行われた。関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 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、pp.128~130、2004 年 4 月

グラフト重合分子利用吸着材の化学物質吸着性能の実態解明に関する研究 室内空気環境とその快適性に関する研究(その49)

野崎淳夫*1、○山下祐希*2、一條佑介*1、半田晋也*3、佐々木邦博*4

*1東北文化学園大学大学院 *2東北文化学園大学 *3株式会社オルグ *4三井物産ソルベント・コーティング株式会社

1. はじめに

近年、建材や生活用品等から発生するFormaldehyde、VOCの低減対策技術として様々な方法が用いられているが、なかでもグラフト重合高分子を用いた化学吸着材は高いFormaldehyde低減効果を示している。¹⁾

既存の化学吸着材においては、経時劣化、揮発ロスにより、吸着対象物質との接触効率が小さくなる傾向がある。

しかし、グラフト重合高分子利用の化学吸着材は、基材を中心として吸着高分子が放射状に結合した構造の為、単位面積当たりでの吸着対象物質と吸着分子との接触面積が大きく、比較的吸着速度と容量が大きいとされ、経時性能劣化、揮発によるロスがほとんどなく、持続的に高い吸着性能が得られるとされている。

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吸着性能を定量的に明らかにするものである。また、図-1に示すように、筆者ら²⁾は定常発生法除去試験での各種吸着材のFormaldehyde除去性能について明らかにしており、相当換気量(Q_{eq})は24時間後で0.12~5.88[m³/h・m²]の範囲にあることを報告している。本報では、市販の物理吸着材との性能比較を行い、より有効な化学物質汚染低減対策技術開発の基礎的資料を得ることを目的とするものである。

2. 実験概要

2.1 試験装置

空気環境実験室に、気積65[L]の環境制御小型チェンバーを設置し、定常ガス発生装置により一定量のガス状化学物質を小型チェンバー内に供給できる実験システムを構築した。(図-2参照)

尚、小型チェンバー内の環境条件は、温度:28±1[°C]、相対湿度:50±5[%]、換気回数:0.5±0.05[1/h]に制御した。

2.2 定常ガス発生装置

定常ガス発生装置は、標準ガス発生装置、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、標準ガス発生装置に設置し、温度等の発生条件を制御することで対象化学物質の任意発生量が得られるものである。

2.3 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。また試料負荷率が2.2[m²/m³]となるように作製した。(表-1参照)

2.4 測定対象化学物質

測定対象とした化学物質は、厚生労働省濃度指針値策定物質とされている13成分のうち、Formaldehydeとした。

2.5 Formaldehydeの測定法及び測定機器

Formaldehydeの測定法を以下に示す。

・固相捕集-溶媒抽出-高速液体クロマトグラフ質量分析

(HPLC: High Performance Liquid Chromatograph) 法

2.6 試験評価方法

Formaldehyde除去性能の評価は濃度低減率R[%]と相当換気量 Q_{eq} [m³/h・m²]により行った。供給空気濃度(C_{in})と排出空気濃度(C_{out})を測定し、次の(1)式に測定値を代入して濃度低減率を求めた。

また、同測定値を次式(2)に代入して、相当換気量(Q_{eq}) [m³/h・m²]を算出した。

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

R: 濃度低減率[%]、 C_{in} : 供給空気濃度[μg/m³]、 C_{out} : 排出空気濃度[μg/m³]

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

Q_{eq} : 相当換気量[m³/h・m²]、Q: チェンバー換気量[m³/h]、A: 吸着面積[m²]

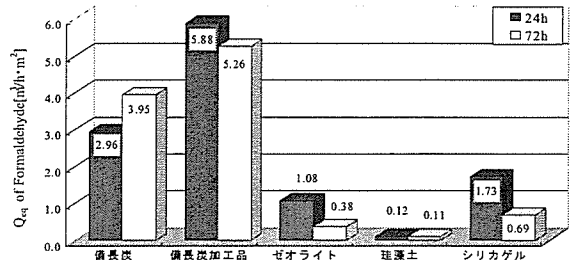


図-1 各種吸着材のFormaldehyde相当換気量²⁾

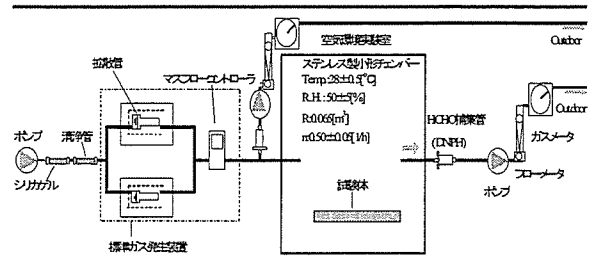


図-2 実験システムの概要図

表-1 試験体の概要

記号	吸着剤種類	試験体サイズ		含浸基材	形状	用途
		縦[mm]	横[mm]			
A	グラフト重合高分子	380	380	不織布	布状	内装材
B		380	380	不織布	布状	内装材
C		380	380	不織布	布状	内装材
D		380	380	セルローズ繊維	粒状	芳香・消臭剤
E		380	380	セルローズ繊維	粒状	芳香・消臭剤
F		380	380	不織布	布状	内装材

表-2 チェンバー内Formaldehyde濃度の経時変化

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	A		B		C		D		E		F	
	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out
24h	796	337	1031	88.2	1104	126	999	101	1012	88.0	1001	381
72h	513	299	1138	95.5	1120	182	1061	200	1032	103	1057	476

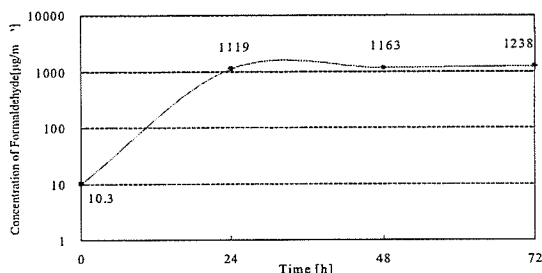


図-3 チェンバー内Formaldehyde濃度の定常状態の構築

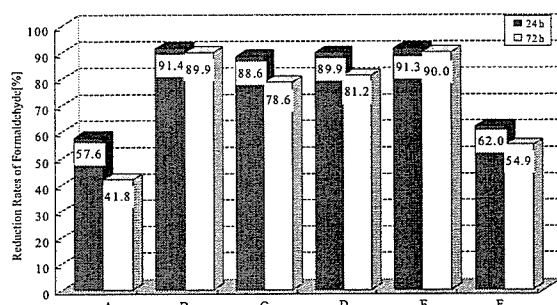


図-4 Formaldehyde濃度低減率

3. 結果

3.1 Formaldehyde濃度の定常状態の確認

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へFormaldehydeガスを導入した結果、24時間から72時間後までのFormaldehyde定常濃度を構築する事に成功した。(図-3参照)

3.2 Formaldehydeの吸着特性

各試験体においてFormaldehydeの顕著な濃度減少が示された。不織布にグラフト重合高分子薬液を含浸させた試験体のA、B、C、Fにおいて、試験体Bは設置24時間後から72時間後のFormaldehyde濃度が、供給空気濃度で1031~1138[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、排出空気濃度では88.2~95.5[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と大きく低減した。同様に、セルロース繊維に含浸させた粒状の試験体D、Eにおいては、供給空気濃度が999~1061[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、排出空気濃度では88.0~200[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に低減した。(表-2参照)

3.3 Formaldehyde濃度の低減率

測定結果から(1)式を用いて濃度低減率を求めた。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[%]の範囲であった。特に試験体B、C、D、Eにおいては、24時間後では88.6~91.4[%]、72時間後においても78.6~90.0[%]と顕著な濃度低減率を示した。(図-4参照)

3.4 Formaldehydeの相当換気量

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24時間後の Q_{eq} は2.02~2.43[$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$]であり、72時間後の Q_{eq} は0.84~2.06[$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$]であった。試験体B、Eにおいては72時間後の相当換気量においても2.00[$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$]以上の相当換気量が示された。(図-5参照) B、Eは既往の研究¹⁾と比較して、備長炭と同程度の相当換気量を示した。ただし、時間の経過に伴い、全ての試験体において吸着性能が低下する傾向が示された。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す。

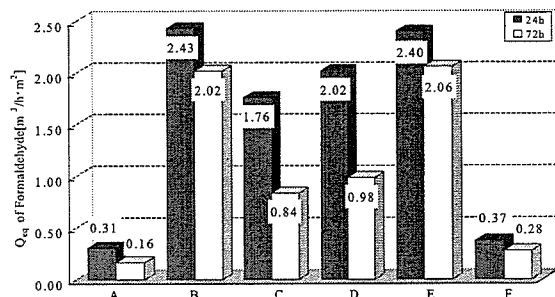


図-5 Formaldehyde相当換気量

- 1) 定常ガス発生装置を用いて、JIS小形チェンバー内にFormaldehydeの定常濃度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Formaldehyde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、Formaldehyde吸着性能の低下傾向が見られた。
- 4) 試験体B、Eは粉末状の備長炭に近似したFormaldehyde相当換気量を有する事が示された。

5. 今後の課題

- 1) 化学吸着材の耐久性能を明らかにする。
- 2) 処理対象濃度と吸着性能の関係を明らかにする。

謝辞

本研究は、NPO 法人室内環境技術研究会の活動の一環として、また厚生科学研究「家庭用品化学物質のリスク評価に関する総合研究」研究代表者 安藤正典(武蔵野大学教授)により行われた。関係各位に深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 下之園幸、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, pp. 1071~1072, 2004年8月
- 2) 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, pp. 128~130, 2004年4月

化学吸着材のホルムアルデヒド吸着性能に関する研究

野崎淳夫（東北文化学園大学大学院） ○一條佑介（東北文化学園大学大学院）
半田晋也（株式会社オルグ） 佐々木邦博（三井物産ソルベント・コーティング（株））

1. はじめに

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、ある種の化学吸着材の性能を定量的に明らかにし、有効な化学物質汚染低減対策技術開発の基礎的資料を得ることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 試験装置

空気環境実験室に気積が65[L]の環境制御小形チェンバーを設置し、定常ガス発生装置により、一定量のガス状化学物質を小形チェンバー内に供給できる実験システムを構築した。（図-1）

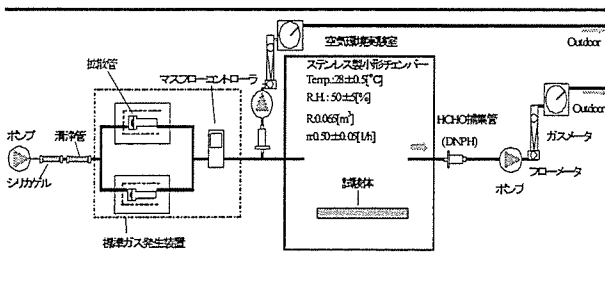


図-1 実験システムの概要図

尚、小形チェンバー内の環境条件は、温度：28 ± 1 [°C]、相対湿度：50 ± 5 [%]、換気回数：0.5 ± 0.05 [回/h]に制御した。

2.2 定常ガス発生装置の概要

当研究室で開発した定常ガス発生装置は、標準ガス発生装置、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体状試薬を拡散管に分注後、標準ガス発生装置に設置し、温度等の発生条件を制御することで対象化学物質の任意発生量が得られるものである。

2.3 試験体

試験体は、2種類のグラフト重合吸着材含浸不織布（試験体①:LTJ-5、試験体②:LTJ-10）とした。この重合体は、アクリル酸、アクリルアミド、尿素、エチレンジアミン、グルコース及びポリビニルアルコールを主成分としている。

また、この不織布は片面をアルミ箔で被覆し、試料負荷率が2.2[m²/m³]となるように作成した。

2.4 試験評価方法

ホルムアルデヒド低減性能の評価は低減率R[%]と相当換気量 Q_{eq} [m³/h・m²]を用いて行った。供給空気濃度(C_{in})と排出空気濃度(C_{out})を測定し、次の(1)式に測定値を代入して低減率を求めた。

また、同測定値を次式(2)に代入して、相当換気量(Q_{eq}) [m³/h・m²]を算出した。

$$\text{低減率 } R(\%) = \left(1 - \frac{C_{out}}{C_{in}}\right) \times 100 \quad (1)$$

C_{in} : 供給空気濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] C_{out} : 排出空気濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

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

Q_{eq} : 相当換気量 [m³/h・m²]、 Q : チェンバー換気量 [m³/h]、 A : 吸着面積 [m²]

3. 結果

3.1 ホルムアルデヒド吸着性能

定常ガス発生装置を用いてチェンバー内へホルムアルデヒドガスを定常的に供給し、当化学吸着材の吸着性能評価を行った。その結果、試験体①(LTJ-5)設置24時間後から72時間後では、供給空気濃度が1031 ~ 1165 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]の範囲で安定しているが、排出空気濃度は88.2 ~ 118 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に低減した。（図-2）。同様に、試験体②(LTJ-10)では、供給空気濃度が1104 ~ 1211 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、排出空気濃度が126 ~ 256 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に低減した。

3.2 ホルムアルデヒド濃度低減率

測定結果から(1)式を用いて濃度低減率を求めた。試験体①の低減率は89.9 ~ 91.6 [%]であり、試験体②の低減率は78.6 ~ 88.6 [%]と大きな低減性が示された。

3.3 ホルムアルデヒド相当換気量

測定結果から(2)式を用いて相当換気量(Q_{eq})を求めた。試験体①の Q_{eq} は2.02 ~ 2.48 [m³/h・m²]であり、試験体②の Q_{eq} では0.84 ~ 1.76 [m³/h・m²]であった。既往研究¹⁾の結果と比較すると、試験体①は粉末状の備長炭とほぼ同等の相当換気量を有することが示された。

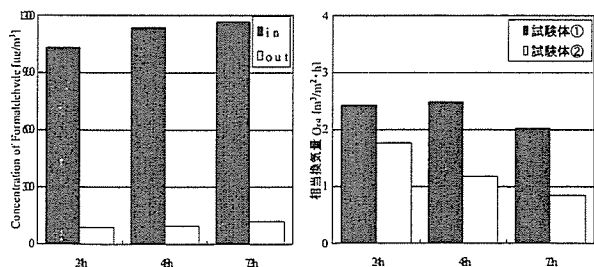


図-2 HCHO濃度(試験体①) 図-3 HCHO相当換気量

謝辞: 本研究は、NPO法人室内環境技術研究会の活動の一環として、また厚生科学研究「家庭用品化学物質のリスク評価に関する総合研究」研究代表者 安藤正典（武蔵野大学教授）により行われた。関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献

1) 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、pp.128 ~ 130、2004年4月

家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測法に関する研究(第3報)
 Studies on Removal Performance of Domestic Air Cleaners and Prediction Method on Indoor-pollutant Concentration(part3)

正会員 野崎 淳夫(東北文化学園大学大学院) 学生会員 ○屋田 聖(東北文化学園大学大学院)
 学生会員 一條 佑介(東北文化学園大学大学院) 半田 晋也(物産グラフトン(株))
 佐々木邦博(三井物産ソルベント・コーティング(株))

Atsuo NOZAKI*¹ Takashi YADA*¹ Yusuke ICHIJO*¹
 Shinya HANDA*² Kunihiro SASAKI*³

*¹ Graduate school of health and environmental sciences, Tohoku bunka gakuen university

*² Bussan Grafton Co.,Ltd *³ Mitsui Bussan Solvent & Coating Co.,Ltd

Nowadays, there are various type of domestic air cleaners in which some of the new technologies are used. In this study, we noted the air cleaners with used chemical absorbent, and examined removal performances of them for indoor air pollutants. The evaluation of performance was made by use of test method in the condition of constant emission and the performance was expressed by the index of equivalent clean air rat or ECAR.

Result showed that formaldehyde air cleaners' ECAR ranged from 27.5 to 48.8[m³/h] and the VOC's one ranged from 29.4 to 34.8[m³/h]. The coincidence rate between predicted value and measured one of formaldehyde concentrations were 94.9 to 96.3[%], and the coincidence rate for VOC concentrations were 91.1 to 92.5[%].

1. はじめに

現在、建材や生活用品から発生するホルムアルデヒドやVOCの有効な低減対策が求められており、身近な対策技術として、家庭用空気清浄機に大きな期待が寄せられている。

家庭用空気清浄機は当初、タバコ煙等の粒子状物質を除去対象物質として開発されており、シックハウスの要因であるガス状物質には対応していなかった。しかし、近年の空気清浄機の発展は目覚しく、中にはシックハウス対策として期待できる製品も登場している。現在の家庭用空気清浄機は、各除去対象物質に対応して様々な除去方式が採用されており、また、各社各様、新技術利用のフィルターを開発している。

本研究では、グラフト重合吸着剤を用いた空気清浄機に着目した。既往の研究では下之園、堀ら¹⁾が、ホルムアルデヒド吸着剤を開発しており、グラフト重合吸着剤を合板や接着剤に直接混合した場合の放散抑制機能について報告している。

そこで本研究では定常発生法除去試験を用いて、グラフト重合吸着剤を用いた家庭用空気清浄機の除去性能を実験的に求めた。続いて、筆者ら²⁾が提案している濃度予測式を用いて、当空気清浄機設置室の濃度予測を行い、その精度の確認を行った。

2. 実験概要

2.1 実験対象機器

実験対象とした家庭用空気清浄機はグラフト重合吸着剤を用いて、化学吸着によって室内化学物質濃度を低減させるものである。本実験では2機種を実験対象とした。実験で用いた家庭用空気清浄機の一例を写真-1に示す。

2.2 試験室の概要

環境条件を任意に選定することが出来る空気環境実験室内に気積4.98[m³]の環境制御チェンバーを設置した。環境条件は温度:28±0.5[°C]、湿度:50±5[%]、換気回数:0.50±0.05[1/h]、気流:0.2~0.3[m/s]に設定した。

2.3 実験装置の概要

前報²⁾に同じ

2.4 定常ガス発生装置の概要

前報²⁾に同じ

2.5 測定対象化学物質

測定対象化学物質は、厚生労働省指針値対象物質とされている13成分のうち、Formaldehyde、Ethylbenzene、m-Xylene、Styreneとした。

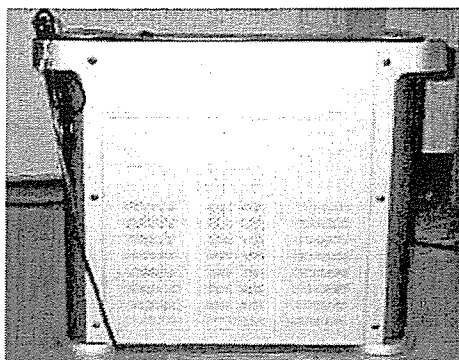


写真-1 化学吸着剤利用の家庭用空気清浄機の試作機

2.6 化学物質測定法

(1) Formaldehyde

- ・固体捕集 - 高速液体クロマトグラフ質量分析法
- ・高速液体クロマトグラフ(日立社製、Model L-7000型)

(2) VOC

- ・固体捕集-加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析法
- ・加熱脱着/導入装置(Perkin Elmer社製、Turbo matrix ATD)
- ・GC/MS(Perkin Elmer社製、Turbo mass gold)

3. 定常発生法除去試験における空気清浄機の相当換気量算出式

前報²⁾と同じ

4. 定常確認試験

本実験を行うにあたり、Folmaldehyde、各VOCの定常発生確認試験を行った。結果を図-1、2に示す。

実験チェンバー内において、ガス発生から7時間後より定常濃度となり、試験終了時間の13時間後までFormaldehyde、VOCの定常状態を構築することに成功した。

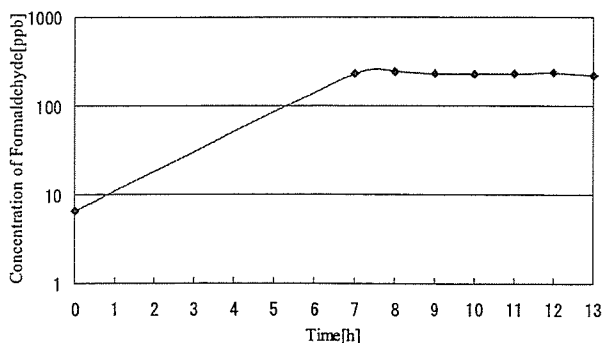


図-1 室内Formaldehyde濃度の定常確認

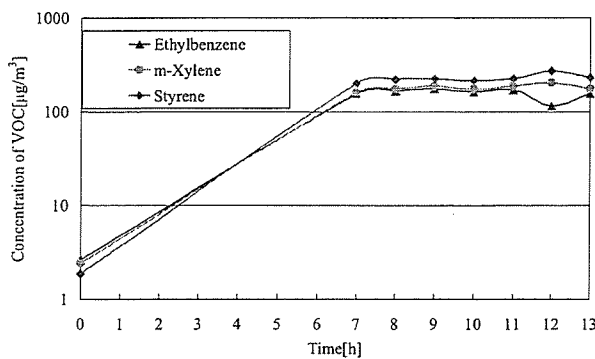


図-2 室内VOC濃度の定常確認

5. 結果及び考察

5.1 Formaldehyde濃度変化

家庭用空気清浄機運転に伴うFormaldehyde濃度の経時変化を図-3、4に示す。

AC-14、15共に機器運転開始後1時間でFormaldehyde濃度は急激に減衰し、機器の有効性が確認された。

5.2 Formaldehyde除去性能

実験で得られた値を前報²⁾で示した(2)式に代入し、定常発生法における相当換気量の算出を行った。

結果はAC-14で27.5 [m³/h]、AC-15では48.8 [m³/h]と比較的大きな値が示された。(図-5)

5.3 Formaldehyde濃度予測値と実測値の比較

前報²⁾で示した(1)式を用いて得られる予測値と実測値の比較検討を行い、符合率を算出した。結果を図-6、7、表-1に示す。

AC-14における実測値と予測値の符合率は、機器運転開始当初では59.4[%]であるが、以降は平均94.9[%]となり、高い精度で一致した。

AC-15における実測値と予測値の符合率は、AC-14と同じく機器運転当初では48.1[%]と低いが、以降は平均96.3[%]となり、高い精度で一致した。

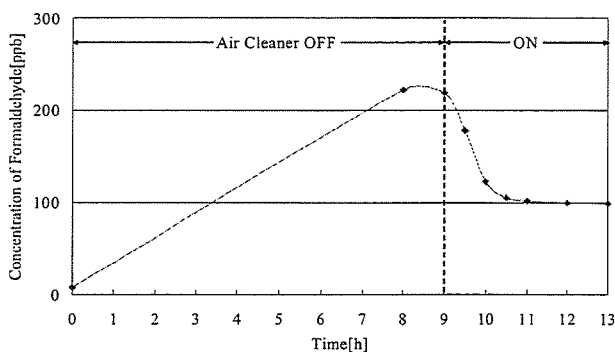


図-3 家庭用空気清浄機運転に伴う室内Formaldehyde濃度経時変化(AC-14)

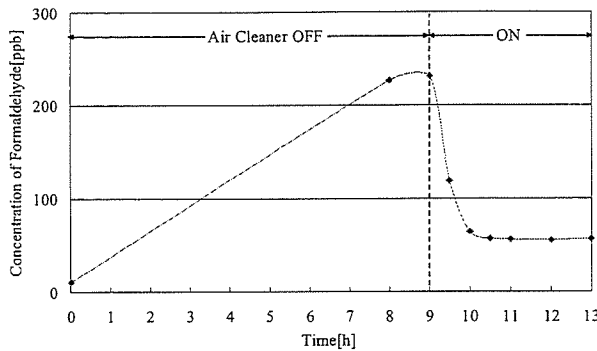


図 - 4 家庭用空気清浄運転に伴う室内 Formaldehyde 濃度経時変化 (AC-15)

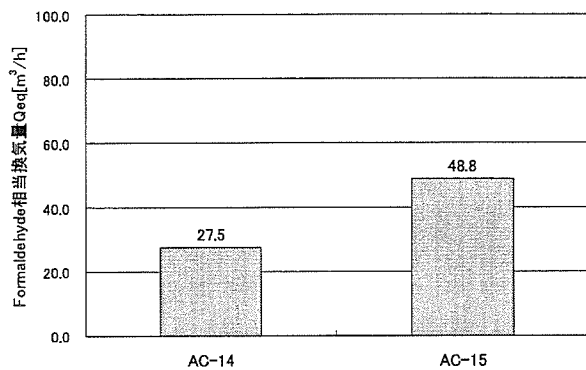


図 - 5 家庭用空気清浄機の Formaldehyde 相当換気量

表 - 1 室内 Formaldehyde 室内濃度実測値と予測値の符合率 [%]

機種	30min	60min	90min	120min	180min	240min
AC-14	59.4	81.7	95.1	98.3	99.9	99.4
AC-15	48.1	86.8	98.1	99.6	98.8	98.4

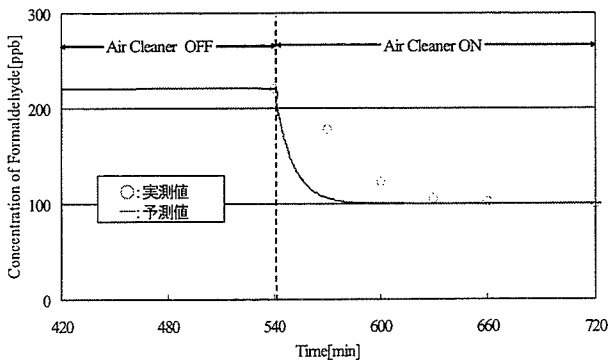


図 - 6 室内 Formaldehyde 濃度実測値と予測値の比較 (AC-14)

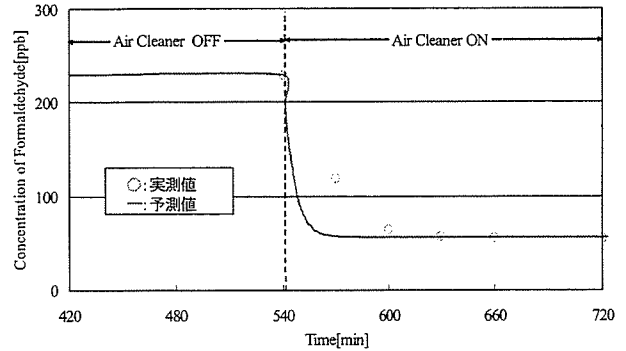


図 - 7 室内ホルムアルデヒド濃度実測値と予測値の比較 (AC-15)

5.4 VOC 濃度変化

家庭用空気清浄機運転に伴う Ethylbenzene 濃度、m-Xylene 濃度、Styrene 濃度の経時変化を図-8に示す。尚、VOC 測定は AC-14 のみで行った。

結果は機器運転開始後2時間で Ethylbenzene 濃度、m-Xylene 濃度、Styrene 濃度は急激に減衰し、機器の有効性が確認された。

5.5 VOC 除去性能

実験で得られた値を前報²⁾で示した(2)式に代入し、定常発生法における相当換気量の算出を行った。

結果は、Ethylbenzene が 30.2[m³/h]、m-Xylene が 34.8[m³/h]、Styrene が 29.4[m³/h]となった(図-9)。

5.6 VOC 濃度予測値と実測値の比較

前報²⁾で示した(1)式を用いて得られる予測値と実測値の比較検討を行い、符合率を計算した。結果を図-10～図-12、表-2に示す。

AC-14における実測値と予測値の符合率は、Ethylbenzene が平均 91.1[%]、m-Xylene が平均 91.7[%]、Styrene が平均 92.5[%]となり、高い精度で一致した。

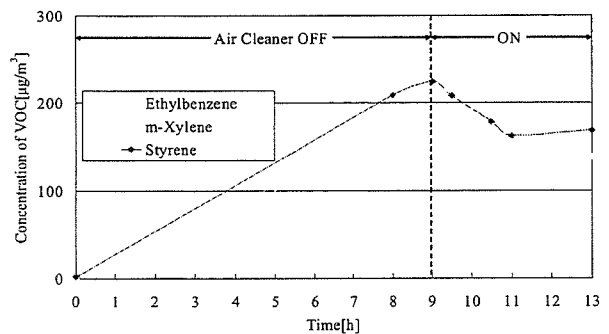


図-8 家庭用空気清浄機運転に伴う各 VOC 濃度経時変化 (AC-14)

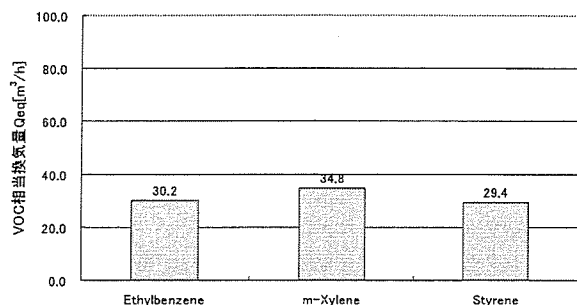


図-9 家庭用空気清浄機のVOCの相当換気量

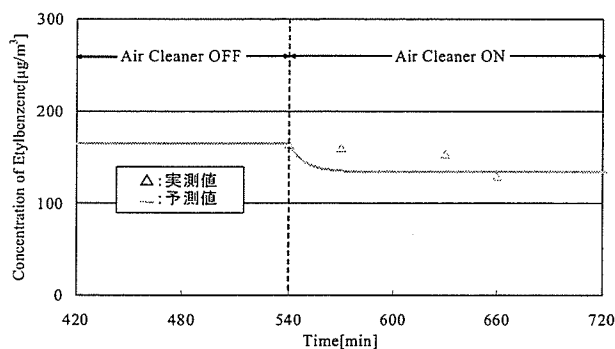


図-10 室内Ethylbenzene濃度実測値と予測値の比較(AC-14)

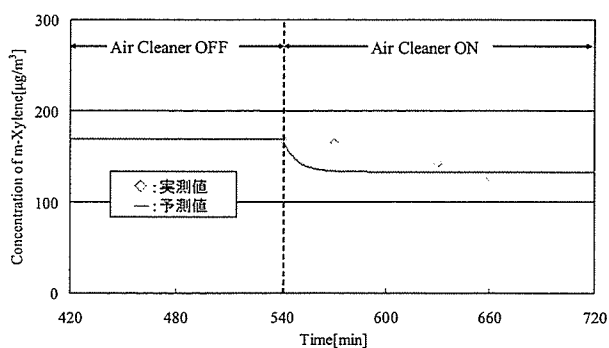


図-11 室内m-Xylene濃度実測値と予測値の比較(AC-14)

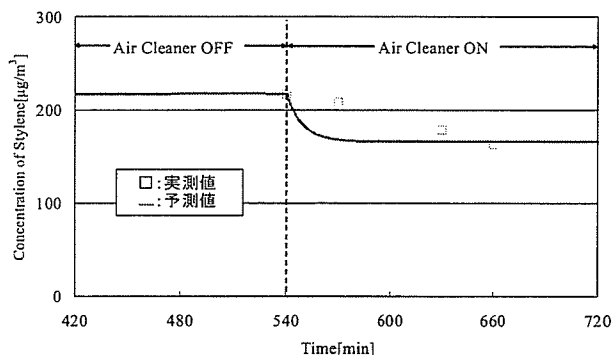


図-12 室内Styrene濃度実測値と予測値の比較(AC-14)

表-2 各VOC室内濃度実測値と予測値の符合率[%]

物質	30min	90min	120min	240min
Ethylbenzene	84.3	87.2	96.3	96.4
m-Xylene	81.3	93.0	95.9	96.0
Styrene	80.6	92.8	98.2	98.2

6. まとめ

本研究では以下の知見及び成果を得ることができた。

- 1)筆者らが開発した定常ガス発生装置を用いて、チェンバー内のFormaldehyde、VOC定常濃度構築に成功した。
- 2)定常発生法によるグラフト重合吸着剤を用いた家庭用空気清浄機のFormaldehyde、VOC除去性能を定量的に明らかにした。
- 3)2つの化学吸着型家庭用空気清浄機の相当換気量はFormaldehydeが27.5～48.8[m³/h]で、VOCは29.4～34.8[m³/h]であった。
- 4)Formaldehyde室内濃度実測値と予測値の符合率は機器運転開始60分以降において、AC-14で平均94.9[%]、AC-15で平均96.3[%]となり、各VOCの符合率は、AC-14でEthylbenzeneが平均91.1[%]、M-xyleneが平均91.7[%]、Styreneが92.5[%]となり高精度の室内化学物質濃度予測手法を実現した。

今後の課題

グラフト重合吸着剤以外の化学吸着剤を用いた家庭用空気清浄機のFormaldehyde、VOCの除去性能の解明を行う。

謝辞

本研究はNPO法人室内環境技術研究会の活動の一環として、また厚生科学研究「家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究」研究代表者 安藤正典(武蔵野大学教授)により行われた。関係者各位に深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 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の除去と発散制御、日本建築学会学術講演梗概集、DII巻、pp. 1071～1072、2004年8月
- 2)野崎淳夫、一條祐介、吉澤晋：家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究(第1報)、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2005年8月
- 3)野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄機の化学物質除去特性に関する研究(2)、日本建築学会計画系論文集、NO. 554、pp. 35～40、2004年4月

A STUDY ON THE EMISSION OF CHEMICAL SUBSTANCES AND MITIGATION TECHNIQUE FROM HOUSING EQUIPMENT

A Suzuki^{1*}, N Sugiyama¹, T Hayasaka² and A Nozaki²

1 INAX Co. Ltd, Japan

2 Graduate School of Health and Environmental Sciences, Tohoku Bunka Gakuen University, Japan

ABSTRACT

The problem concerning the sick building should be solved for our healthy environments. So many studies on the measures to reduce the emission rates of sources have been done, however, we can't find the useful information that indicates the mitigation method on furniture or building equipment furniture.

So an experimental study to determine the chemical substance emission rates of building equipment furniture was carried out. And we also conducted experiments to find the emission reduction rate of the bake-out. The emission rates of formaldehyde and volatile organic compounds (VOCs) on each tested equipment were determined after bake-out at a temperature of 38 degrees for a 72-hour period and under an air exchange rate of 0.5 h⁻¹ (air changes per hour, ACH).

With bake-out, the reduction rates of formaldehyde and methyl ethyl ketone were increased with the increase of indoor relative humidity.

INDEX TERMS

Formaldehyde, Volatile organic compounds, Emission rates, Bake-out, Reduction rates

INTRODUCTION

It is urgent necessity to correspond to indoor air chemical pollution by formaldehyde and VOCs. However, Building Standard Law on Sick House Issues is enforced, and the indoor formaldehyde concentration shows a tendency to decrease. It is thought that opportunities using building materials of low formaldehyde content as this reason increased.

However, it is lack that study on the emission of chemical substances and mitigation technique from housing equipment and built in furniture. From such a background, the writers investigated relation between small and large chamber methods was revealed so as to estimate VOCs from the whole body by the small chamber method. The result was that estimated rates which were made a calculation from the data of the small chamber method almost consisted with real emission rates from the whole body measured by the large chamber method. The emission of chemical substances from housing equipment was clarified by this report, but technical development about mitigation technique from housing equipment is demanded at the same time, too.

By the way, it turned out that bake-out is a useful mitigation method for indoor formaldehyde pollution from our experimental research. And it is reported that a high mitigation effect is shown when we apply the technology to furniture. (Nozaki et al. 1998, Kimura et al. 1998, Girman et al. 1987)

In this study, we clarify the emission of chemical substances from housing equipment (a vanity cabinet) by large chamber method and clarify an effect of mitigation technique by bake-out technology.

RESEARCH METHOD

The evaluation object assumed it a vanity cabinet which consists of a mirror cabinet and a cabinet with sink. Table 1 shows a summary of testing samples.

This experiment used a large chamber (made by stainless steel, 5m³) installed in an environment laboratory of

* Corresponding author [email:asuzuki@i2.inax.co.jp](mailto:asuzuki@i2.inax.co.jp)

Tohoku Bunka gakuen University. A small fan is installed to create a homogeneous state in it. In addition, it is controlled by a range current of air speed at 0.2 to 0.3m/s in it. The chamber ventilation was controlled with machine ventilation facilities of inverter control. Figure 1 shows an outline a diagram of an experimental device.

Table 1. Outline of tested housing equipments

●Vanity Cabinet				
parts	materials	structure		relations of base and surface
		base	surface	
1.Front board	melamine form particle board (F☆☆☆☆)	particle board	melamine-form	adhesion
2.Side board, Back board, Lower board, etc.	printed plywood(F☆☆☆☆)	plywood	paint	print
size(mm) (wide × depth × height)	750 × 550 × 850			
●Mirror Cabinet				
size(mm) (wide × depth × height)	750 × 165 × 930			
body	high impact polystyrene			
mirror	one side mirror			

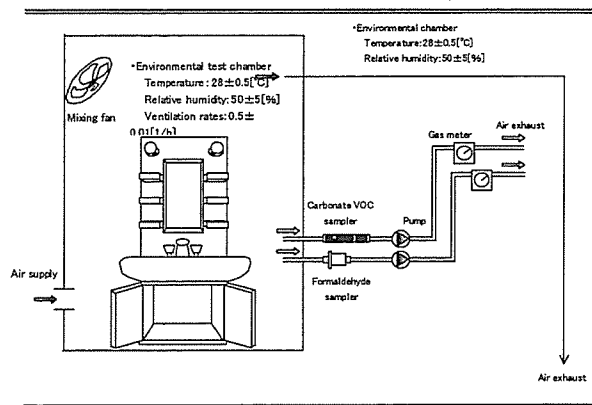


Figure 1. Measuring system

We should find an effective bake-out procedure which enables to reduce chemical substance effectively. So, to find an effective bake-out method, we confirmed the environmental humidity conditions. Definitely, we controlled the environmental temperature 50 °C is constant during bake-out, and we changed the environmental humidity conditions. Firstly the environmental relative-humidity was set in 20%, secondly it was set in 50%, and finally it was set in from 20 to 50%.

Here we call the first state as “Program 1”, second state as “Program 2”, and final state as “Program 3”.(Table 2)

Table 2. Bake-out procedure and environmental conditions

	Before bake-out	During bake-out	After bake-out
Temperature	28 ± 1 [°C]	40 ± 1 [°C]	28 ± 1 [°C]
Relative humidity	1) Program 1	20 ± 1 [%]	50 ± 1 [%]
	2) Program 2	50 ± 1 [%]	50 ± 1 [%]
	3) Program 3	50 ± 1 [%]	20 ± 1 [%] → 50 ± 1 [%]
Ventilation rates	0.5 ± 0.05 [1/h]		
Air velocity	0.2 ~ 0.3 [m/s]		

Formaldehyde and VOCs concentrations in chamber are determined by air sampling and its chemical analysis. An air sampling and an analysis method are as follows.

Formaldehyde

Method: Solid phase sampling - Solvent extraction - high performance liquid chromatography (HPLC)

Sampling tube: DNPH cartridges (produced by GL Sciences Co. Ltd., GL-Pak mini AERO DNPH)

HPLC: (produced by Hitachi Co. Ltd., L-7000 type)

VOCs

Method: Solid phase sampling - thermal desorption - gas chromatography / mass spectrometry (GC/MS)

Sampling tube: carbon tubes (produced by Supelco Co. Ltd)

Thermal desorption device: (produced by Perkin Elmer Co. Ltd, Turbo Matrix ATD)

GC/MS: (produced by Perkin Elmer Co. Ltd, Turbo Mass Gold)

Figure 2 shows chemical substances concentrations change model with a bake-out procedure.

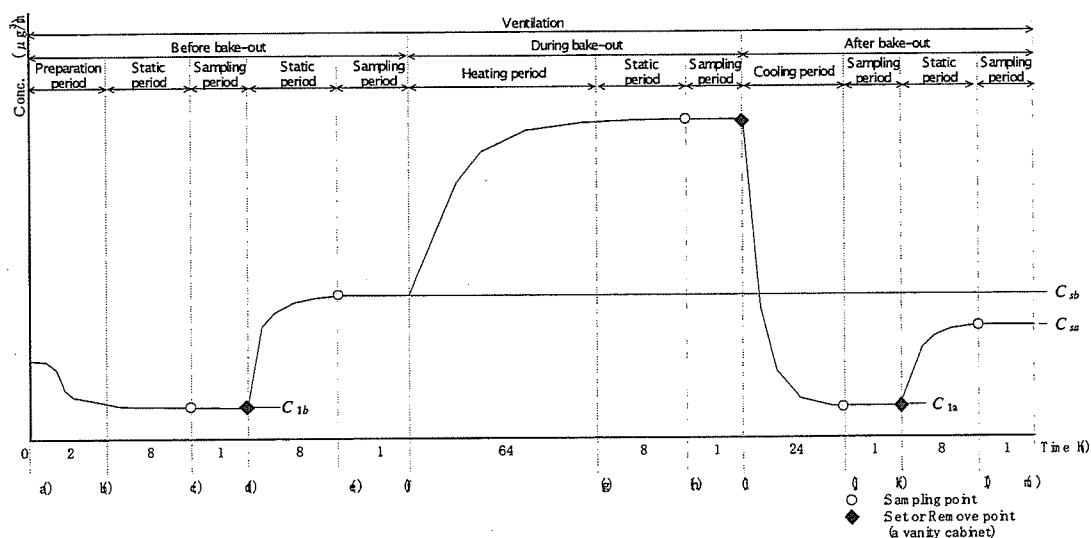


Figure 2. A figure of model and a schedule of a concentration change with bake-out

Emission rates of housing equipment are determined by the next equation (1).

$$M = nR(C_{ss} - C_0) \tag{1}$$

M : contaminant emission rate [$\mu\text{g/h}$], n : ventilation rate [$1/\text{h}$], R : volume [m^3], C_{ss} : concentration in steady-state [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], C_0 : concentration of outdoor contaminant [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Bake-out effects of housing equipment are found out a laboratory experiment with the chamber. The reduction rates of chemical substances $R_b[\%]$ are determined by the next equation (2).

$$R_b = \left(1 - \frac{C_{sa} - C_{1a}}{C_{sb} - C_{1b}} \right) \times 100 - R_m \tag{2}$$

C_{sb} : steady-state concentration of before bake-out [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], C_{1b} : initial concentration of before bake-out [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], C_{sa} : steady-state concentration of after bake-out [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], C_{1a} : initial concentration of after bake-out [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], R_m : reduction rate by building materials history experiment during an experiment period [%]

In addition, R_m was approximately 0% as a result of measurement.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 3 shows a change of the formaldehyde emission rates with bake-out in each program. Concerning with Program 1, the formaldehyde emission rates were determined from 142[$\mu\text{g}/\text{h unit}$] and 132[$\mu\text{g}/\text{h unit}$] before or after bake-out. Few differences were found in this program.

In addition, a remarkable change was not also recognized in the Program 2 or 3. In Program 2, the emission rates before bake-out indicated 54.8[$\mu\text{g}/\text{h unit}$], after bake-out it was changed into 57.9[$\mu\text{g}/\text{h unit}$]. In Program 3, the same tendency can be recognized, the emission rates before bake-out indicate 50.1[$\mu\text{g}/\text{h unit}$], after bake-out it was changed into 45.1[$\mu\text{g}/\text{h unit}$].

In vanity cabinets, the material with the small formaldehyde emission rates was used, so the cabinet's formaldehyde emission rates were consequently small. We suppose that the bake-out procedure in this heating condition cannot reduce effectively the formaldehyde emission rates to a small emission source like this vanity cabinets.

Figure 4 shows a change of the VOCs emission rates with bake-out in each program.

Concerning with Program 1, the total volatile organic compounds (TVOC) emission rates were determined from 341[$\mu\text{g}/\text{h unit}$] and 205[$\mu\text{g}/\text{h unit}$] before or after bake-out. Differences were found in this program.

In addition, a remarkable change was also recognized in the Program 2 or 3. In Program 2, the emission rates before bake-out indicated 155[$\mu\text{g}/\text{h unit}$], after bake-out it was changed into 54.2[$\mu\text{g}/\text{h unit}$]. In Program 3, the same tendency can be recognized, the emission rates before bake-out indicate 162[$\mu\text{g}/\text{h unit}$], after bake-out it was changed into 75.4[$\mu\text{g}/\text{h unit}$].

Figure 5 shows methyl ethyl ketone, which is major VOCs emitted from vanity cabinet, content rates in TVOC. Methyl ethyl ketone consisted about 60-80 % in TVOC. We suppose that this chemical substance is major VOCs emission source. In other words Mitigation technique of methyl ethyl ketone is effective for it of TVOC. Therefore Figure 6 shows reduction rates of methyl ethyl ketone by bake-out. Concerning with Program 1, the methyl ethyl ketone emission rates were determined from 314[$\mu\text{g}/\text{h unit}$] and 151[$\mu\text{g}/\text{h unit}$] before or after bake-out. Differences were found in this program.

In addition, a remarkable change was also recognized in the Program 2 or 3. In Program 2, the emission rates before bake-out indicated 138[$\mu\text{g}/\text{h unit}$], after bake-out it was changed into 40.5[$\mu\text{g}/\text{h unit}$]. In Program 3, the same tendency can be recognized, the emission rates before bake-out indicate 146[$\mu\text{g}/\text{h unit}$], after bake-out it was changed into 69.1[$\mu\text{g}/\text{h unit}$]. Reduction rates of methyl ethyl ketone by bake-out were recognized in each program.

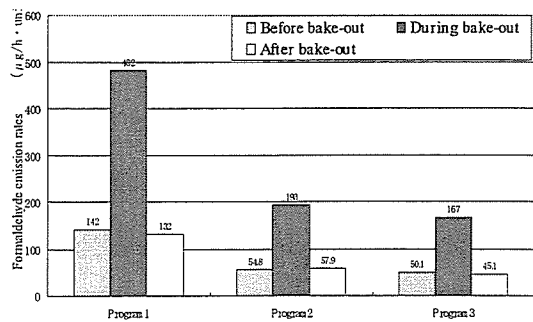


Figure 3. Formaldehyde emission rates with bake-out

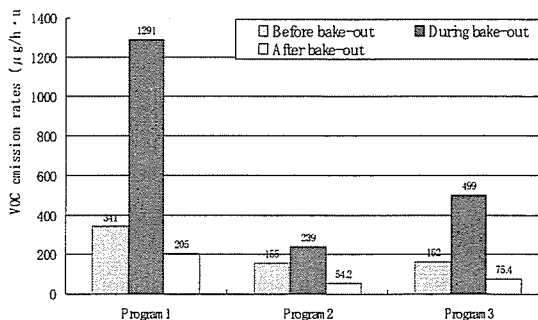


Figure 4. TVOC emission rates with bake-out