

循環型換気システムの室内化学物質除去性能の解明に関する研究 室内空気環境とその快適性に関する研究（その48）

野崎淳夫*1、○佐々木俊*2、屋田聖*1、小名秋人*3、長友良久*3、橋口裕文*3

*1 東北文化学園大学大学院 *2 東北文化学園大学 *3 大成建設(株)

1. 研究背景と目的

建材や家具等の生活用品から発生する有害化学物質により、シックハウス症候群が重大な社会問題となっている。

当問題への対策として、2003年7月に改正建築基準法が施行され、新築住宅における計画換気システムの設置が義務付けられた。しかし、居住者が持ち込む生活用品からの化学物質発生により、同装置による換気量をもってしても、居住者の健康安全を確保するに至らない。

循環型換気システムは、空気清浄化装置を有しており、当該装置に室内空気を再循環させ、室内汚染物質濃度の低減を図るものである。当システムには省エネ上の観点から、大きな期待が持たれている。

筆者らは、定常発生法を用いた家庭用空気清浄機の性能評価試験法に関する研究を行っており、その成果が国土交通省の試験法案として示されている。

本研究では、循環型換気システムの性能評価を行い、汚染物質除去性能の実態把握を行うものである。

2. 実験概要

2.1 実験室概要

本実験は空気環境実験室に設置された大型チェンバー内で行なった。大型チェンバーは4.98[m³]の気積を有しており、環境条件は温度:28±1[°C]、相対湿度:50±1[%]、換気回数0.5±0.05[1/h]とした。なお、チェンバー内には常時清浄空気が導入されており、一様拡散状態を構築するため、拡散ファンを設置した。

実験システムの概要図を図-1に示す。

2.2 定常ガス発生装置の概要

定常ガス発生装置は、較正ガス発生装置、コンプレッサー、マスフローコントローラ、清浄管1(活性炭層)、清浄管2(シリカゲル層)等により構成されている。発生条件を制御することにより、対象化学物質の任意の発生量が得られるものである。

2.3 実験対象機器

実験対象機器は、循環型換気ユニットとした。なお、機器の風量は75[m³/h]で実験を行った。

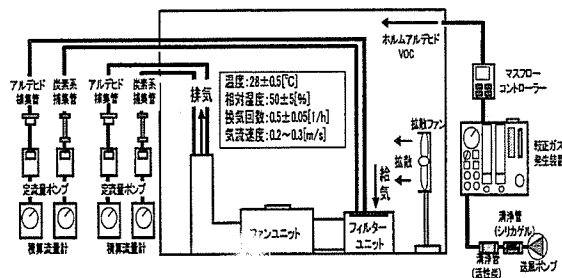


図-1 実験システム概要図

2.4 測定対象化学物質

測定対象とした化学物質は、厚生労働省が室内濃度指針値を提示した13物質のうち、Formaldehyde、Ethylbenzene、m-Xylene、Styreneとした。

2.5 実験手順

- (1) 大型チェンバー内を洗浄した後、換気を行う。
- (2) 大型チェンバーを所定の環境条件に制御する。
- (3) 定常ガス発生装置を用いて、大型チェンバー内にホルムアルデヒド、VOCの定常状態を構築する。
- (4) 定常状態を確認するため7、8、9時間後のチェンバー内濃度の測定を行う。
- (5) 9時間後に循環型換気システムを稼働させる。その後、9.5、10、11時間後のチェンバー内濃度を測定する。

3. 捕集・分析装置

3.1 捕集装置

- ・炭素系捕集管 (Supelco社製、Air toxics)
- ・アルデヒド捕集管 (Waters社製、Sep-pak Xposure sampler)
- ・定流量ポンプ (柴田化学社製、Model:MP-Σ 30H型)
- ・積算流量計 (シナガワ社製、Model:DC-1A型)

3.2 捕集・分析方法

(1) VOC

固相捕集-加熱脱着-ガスクロマトグラフ/質量分析法
炭素系捕集管に試料空気を0.5[L/min]の流量で30[min]捕集し、分析試料とする。この試料を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。

(2) ホルムアルデヒド

固相捕集-溶媒抽出-高速液体クロマトグラフ法
アルデヒド捕集管 (DNPHカートリッジ) に試料空気を1.5[L/min]の流量で15[min]捕集する。この試料をアセトニトリル5[mL]で抽出し、これを分析試料とする。その後、分析試料10[μL]をHPLCへ導入し、定性・定量分析を行う。

4. ワンパス法と定常発生法の相当換気量算出式

本装置における測定対象化学物質の汚染物質除去率 η [%]を(1)式、また相当換気量 Q_{eq} [m³/h]は(2)式にて算出した。

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

ここで C_{in} : 供給空気濃度[ppb]
 C_{out} : 排出空気濃度[ppb] とする。

$$Q_{eq}(\text{m}^3/\text{h}) = \eta \times Q \quad (2)$$

ここで η : 汚染物質除去率[%]
 Q : 機器風量[m³/h] とする。

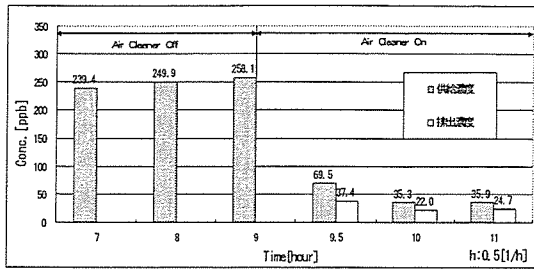


図-2 機器運転に伴う Formaldehyde の濃度経時変化

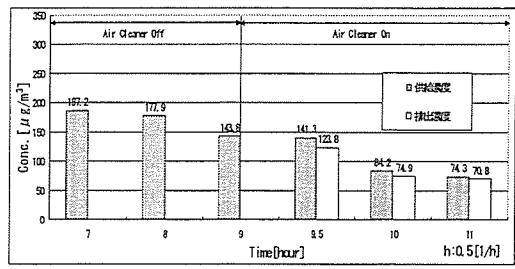


図-4 機器運転に伴う m-Xylene の濃度経時変化

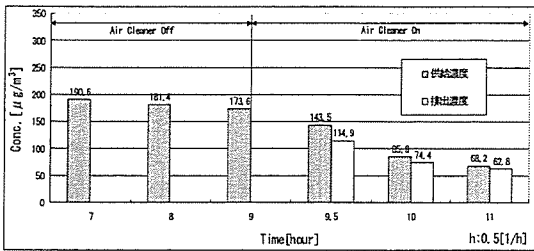


図-3 機器運転に伴う Ethylbenzene の濃度経時変化

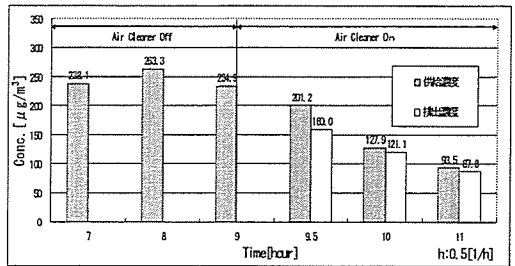


図-5 機器運転に伴う Styrene の濃度経時変化

5. 結果

5.1 機器運転に伴う汚染物質濃度の経時変化

(1) Formaldehyde濃度

Formaldehyde濃度の経時変化を図-2に示す。定常ガス発生装置稼働後、定常状態の維持を確認した。機器運転後のFormaldehyde濃度は、258.1[ppb]から69.5[ppb]と大きな減衰を示し、その後も顕著な減衰効果が見られた。

(2) VOC濃度

Ethylbenzene、m-Xylene、Styreneの濃度変化を図-3～5にそれぞれ示す。機器運転に伴いEthylbenzene濃度は173.6[μg/m³]から143.5[μg/m³]、m-Xylene濃度は143.8[μg/m³]から141.3[μg/m³]、Styrene濃度は234.9[μg/m³]から201.2[μg/m³]へと減衰し、その後も顕著な効果が見られた。

5.2 汚染物質除去率と相当換気量

(1) Formaldehyde

Formaldehydeの除去率 η [%]と相当換気量[m³/h]を表-1に示す。Formaldehyde除去率は、機器運転直後に47.0[%]となり、平均では39.0[%]となった。相当換気量は、機器運転後、35.2[m³/h]となり、平均では29.2[m³/h]となった。

(2) VOC

Ethylbenzene、m-Xylene、Styreneの除去率 η [%]と相当換気量[m³/h]を表-1～4に示す。Ethylbenzene除去率は、機器運転直後で19.7[%]となり、平均では13.6[%]となった。相当換気量は、機器運転直後で14.7[m³/h]となり、平均では10.2[m³/h]となった。m-Xylene除去率は、機器運転直後で12.4[%]となり、平均では9.4[%]となった。相当換気量は、機器運転直後で9.3[m³/h]となり、平均では7.07[m³/h]となった。

Styrene除去率は、機器運転直後で20.5[%]となり、平均では10.6[%]となった。相当換気量は、機器運転直後で15.3[m³/h]となり、平均では7.83[m³/h]となった。

表-1 Formaldehyde除去率と相当換気量

	9.5[hour]	10[hour]	11[hour]	Average
除去率 η [%]	47.0	38.0	32.0	39.0
相当換気量 Q_{eq} [m³/h]	35.2	28.5	24.0	29.2

表-2 Ethylbenzene除去率と相当換気量

	9.5[hour]	10[hour]	11[hour]	Average
除去率 η [%]	19.7	13.3	8.0	13.6
相当換気量 Q_{eq} [m³/h]	14.7	9.9	6.0	10.2

表-3 m-Xylene除去率と相当換気量

	9.5[hour]	10[hour]	11[hour]	Average
除去率 η [%]	12.4	11.1	4.8	9.4
相当換気量 Q_{eq} [m³/h]	9.3	8.3	3.6	7.07

表-4 Styrene除去率と相当換気量

	9.5[hour]	10[hour]	11[hour]	Average
除去率 η [%]	20.5	5.4	6.1	10.6
相当換気量 Q_{eq} [m³/h]	15.3	3.7	4.5	7.83

6 まとめ

循環型換気システム稼働による、Formaldehyde、VOC (Ethylbenzene、m-Xylene、Styrene)の除去性能を定量的に明らかにした。同装置の相当換気量は家庭用空気清浄機と同等であり¹⁾、同装置は室内のFormaldehyde、Ethylbenzene、m-Xylene、Styreneの汚染対策として有効であることが確認された。

謝辞

研究はNPO法人室内環境技術研究会の活動一環として、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) 野崎淳夫他：家庭用空気清浄機のガス状物質除去特性に関する研究(その1)ホルムアルデヒドに対する除去効果、日本建築学会計画系論文集、No.554、pp.35～40、2002年4月

循環型換気システムによる室内空気汚染対策に関する研究

野崎淳夫(東北文化学園大学大学院) ○屋田聖(東北文化学園大学大学院)
 小名秋人(大成建設(株)) 橋口裕文(大成建設(株))

1. 背景と目的

2003年7月に建築基準法が改正され、新築住宅における換気システム設置が義務付けられた。

循環型換気システムは、空気清浄化ユニットを有し、一部の室内空気を循環させ室内汚染物質濃度の低減を図る装置である。省エネ上の観点から、当該装置に対する期待は大きい。本研究では、国土交通省¹⁾が、空気清浄機性能試験法として示した「定常発生法除去試験」を実験法に適応して、性能評価試験を行い、当該装置のガス状汚染物質除去性能の実態把握を行うものである。

2. 実験概要

2.1 実験方法

本実験では大型チェンバーと筆者ら¹⁾が開発した定常発生装置を用いた実験を行った。循環型換気システムへの供給空気と排出空気濃度を測定し、当換気システムのワンパス除去率と相当換気量を求めた。図-1に示すように、換気システムは、チェンバー設置9時間後にチェンバー濃度が定常状態に達したことを確認後、運転開始とした。また、この時の換気システムの運転風量は75[m³/h]であった。

2.2 試験室概要

任意環境条件が得られる空気環境実験室内に気積4.98[m³]の大型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 測定対象化学物質

試験時の測定化学物質は、厚生労働省が有害化学物質として室内濃度指針値を提示した13物質のうち、Formaldehydeを対象とした。

3. 装置のワンパス除去率と相当換気量

装置の対象汚染物質のワンパス除去率は、(1)式、相当換気量は(2)式にて求められる。

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

ここで C_{in} : 供給空気濃度[ppm]、 C_{out} : 排出空気濃度[ppm]とする。

$$Q_{eq}(\%) = \eta \times Q \quad (2)$$

ここで η : 除去率[%]、 Q : 機器風量[m³/h]とする

4. 結果と考察

4.1 チェンバー内のFormaldehyde濃度の変化

換気システム運転に伴うFormaldehyde濃度の経時変化を図-1に示す。機器運転開始後30分までに急激にチェンバー内濃度が減衰し、機器のFormaldehydeに対する大きな除去性能が確認された。

4.2 装置のFormaldehyde除去率

濃度測定値を(1)式に代入し、Formaldehyde定常発生時のワンパス除去率を求めた。機器運転開始30分後では48.8[%]と高く、その後は平均24.4[%]となった。(表-1)

4.3 装置のFormaldehyde相当換気量

(1)式で得られた除去率を(2)式に代入し、機器の相当換気量を求めた。表-1に示すように、機器運転開始30分後では36.0[m³/h]となり、その後は平均18.1[m³/h]となった。

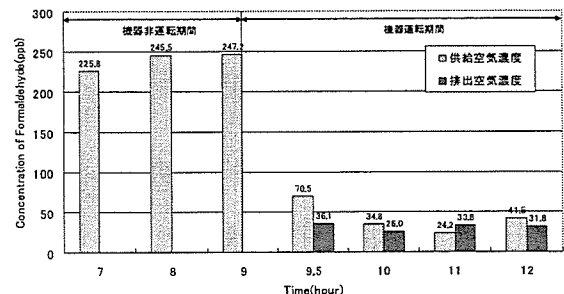


図-1 Formaldehydeの相当換気量(風量75[m³/h])

表-1 装置のワンパス法除去率と相当換気量

	除去率 η [%]	相当換気量 Q_{eq} [m ³ /h]
9.5h	48.8	36.0
10h	25.3	18.7
11h		
12h	23.4	17.5

5. まとめ

本研究では、Formaldehyde定常発生時の循環型換気システムの除去性能を定量的に明らかにした。同装置の相当換気量は家庭用空気清浄機並みの大きさを有し、同装置は室内Formaldehyde汚染対策として、有効であることが示された。

引用文献

1)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に関する研究: 日本建築学会計画系論文集, NO. 554, pp. 35~40, 2004年4月

居住環境における揮発性有機化合物 (VOC) の実態調査 室内空気環境とその快適性に関する研究 (その50)

野崎淳夫*¹ ○成田泰章*²

*1 東北文化学園大学大学院 *2 藍野総合研究所 野崎研究室

1. はじめに

近年、住宅内において揮発性有機化合物 (VOC) による室内空気汚染が深刻な問題となっている。当該問題解決のため、チェンバー実験により各種発生源の化学物質発生量および各種汚染対策品の化学物質除去性能が明らかにされているが、実測調査による室内空気汚染の実態把握も不可欠である。

本研究は、一般住宅において実測調査を行い、室内化学物質汚染の実態を把握することを目的とするものである。

2. 実測概要

2.1 測定対象住宅の概要

測定対象住宅は東北地方のRC造3階建て、築5年の一般住宅である。(図-1) 測定は2004年10~12月の期間に4回(10/4, 10/25, 11/15, 12/29)行った。測定箇所は3Fがホール、書斎、子供室、和室東、和室西、寝室、2Fは居間、ダイニング、和室東、和室西、玄関ホールとした。なお、10月25日において2Fは居間のみの測定であった。各測定日の実測条件を表-1に示す。

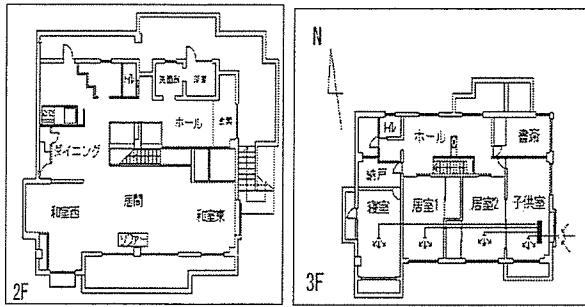


図-1 測定対象住宅の間取り図

表-1 各測定日における実測条件

	10月4日	10月25日	11月15日	12月29日
温度	20.2°C	22.0°C	15.2°C	20.4°C
湿度	70.2%	51.0%	72.5%	37.2%
暖房	OFF	OFF	OFF	ON※
開口部	閉	閉	閉	閉

※子供室、和室西(3, 2F)、和室東(3, 2F)、居間にて温水式暖房器具を運転

2.2 捕集・分析機器

1) 捕集機器

- ・炭素系捕集管 (Supelco 社製、Air toxics)
- ・定流量ポンプ (SIBATA 社製：型式：MP-Σ 30H 型)

2) 分析機器

- ・加熱導入装置 (Perkin Elmer 社製、Turbo Matirx ATD)
- ・ガスクロマトグラフ質量分析器 (Perkin Elmer 社製、Turbo Mass Gold)

2.3 捕集・分析方法

VOCの捕集・分析は固相吸着-加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析 (GC/MS) 法により行った。

炭素系捕集管を用いて、居室内空気を0.1[l/min]の流量で30[min]採取し、これを分析試料とした。捕集した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。

3. 実測結果

3.1 各居室のVOC濃度

各居室のVOC濃度(TVOC値)を図-2, 3に示す。

TVOCについては、3階よりも2階の方が、全体的に高濃度であった。特に、冬期(12月29日)において高濃度を示した。これは2階における暖房導入と柱や家具等に塗布された封止系塗料の影響が考えられる。なお、季節的な変動については確認されなかった。今後、年間を通しての調査が必要と考えられる。

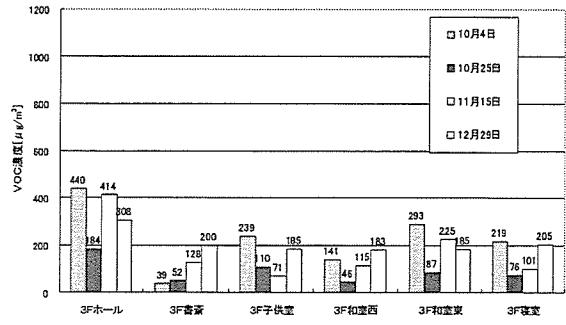


図-2 3階居室のVOC濃度

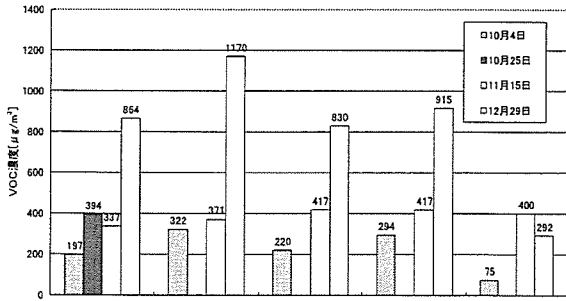


図-3 2階居室のVOC濃度

3.2 各居室のVOC成分別濃度

各居室のVOC成分別濃度の一例 (ethanolを除く) を図-4~6に示す。

検出されたVOCは、limonene, α-pinene, acetone, ethylacetate, 2-propanol, hexaneなどであった。天然成分のlimonene, α-pineneが比較的高濃度を示したが、全体的に濃度は低かった。また、これらの物質について、季節による傾向は示されなかった。

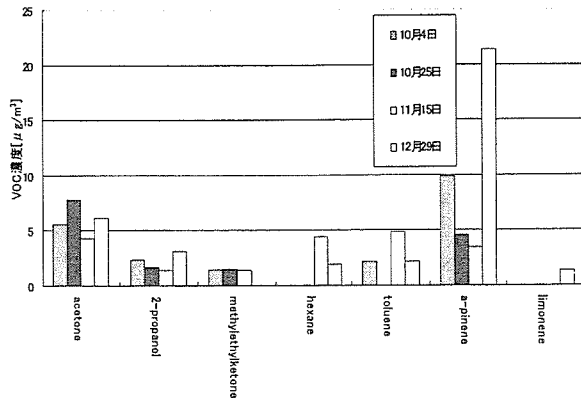


図-4 3F 和室西の VOC 成分別濃度

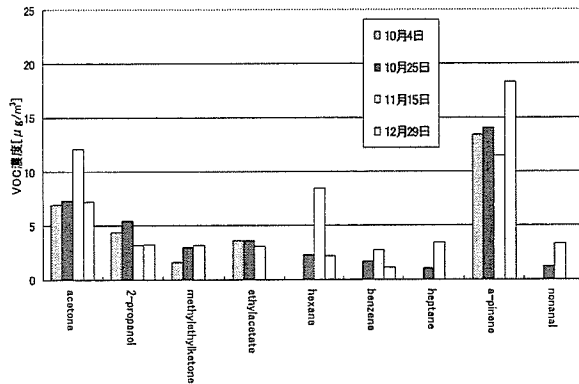


図-5 3F ホールの VOC 成分別濃度

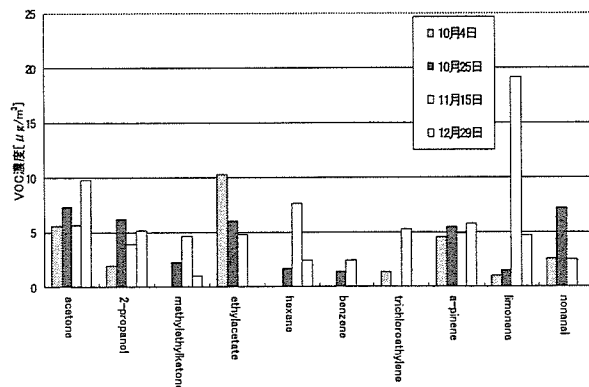


図-6 2F 居間の VOC 成分別濃度

3.3 各居室の ethanol 濃度

各居室における ethanol 濃度を図-7, 8 に示す。

エタノールは全ての測定箇所において高濃度で検出された。特に2階において高濃度で検出された。

既往研究によると、封止系塗料は塗布により塗膜を形成し、VOC 発生抑制効果が確認されたが、一方で ethanol を顕著に発生することが報告されている。実際、2階に設置されていたテーブル、サイドボード等の家具や居間の柱に封止系塗料が塗布されており、これが ethanol 発生の主因となったと考えられる。特に冬期(12月29日)においては暖房導入により高温になる天井付近の柱に塗布された封止系塗料から顕著に発生したことが考えられる。

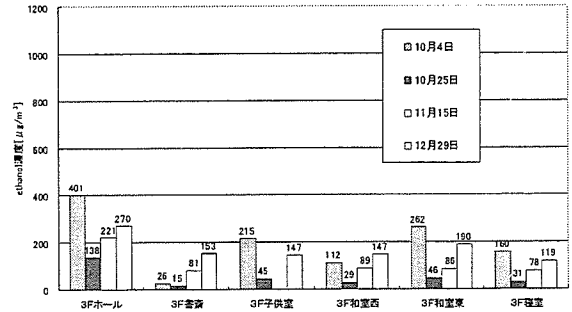


図-7 各居室の ethanol 濃度(2階)

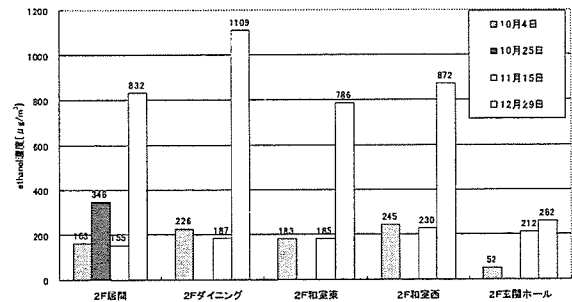


図-8 各居室の ethanol 濃度(2階)

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 一般住宅において VOC 濃度に関する実測調査を行った。
- 2) 検出された VOC は、ethanol, limonene, α-pinene, acetone, 2-propanol などであった。特に ethanol が高濃度で検出された。ethanol 以外の VOC については比較的低濃度であった。
- 3) 季節による濃度変化の傾向は確認されなかった。
- 4) ethanol は特に2階において高濃度で検出された。原因として家具などに塗布した封止系塗料からの発生が考えられる。

5. 今後の課題

今後の課題として以下の事が挙げられる。

- 1) 通年調査による、住宅内化学物質濃度の季節的変動の把握。
- 2) 室換気量の調査
- 3) 実環境における各種汚染低減対策品導入による化学物質濃度変化

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) 野崎淳夫、成田泰章、折笠智昭：塗装処理されたフローリング材による室内化学物質汚染に関する研究第23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. 263-264、2005年4月
- 2) 野崎淳夫、成田泰章：室内化学物質濃度の実測調査研究、大気環境学会年会講演要旨集、pp. 609、2005年10月

室内化学物質濃度の実測調査研究

野崎淳夫（東北文化学園大学大学院）、○成田泰章（藍野総合研究所）

1. 背景

現在、住宅内では有害化学物質による室内空気汚染が深刻な問題となっている。当該問題解決のため、チェンバー実験により各種発生源の発生特性が明らかにされているが、実測調査による室内空気汚染の実態把握も不可欠である。

本研究は、一般住宅において実測調査を行い、室内空気汚染の実態を把握することを目的とするものである。

2. 実測概要

2.1 測定住宅の概要

測定対象住宅は東北地方のRC造3階建て、築5年の一般住宅である。(図-1)測定は2004年10～12月に4回(10/4, 10/25, 11/15, 12/29)にわたって行った。各測定日の実測条件を表-1に示す。

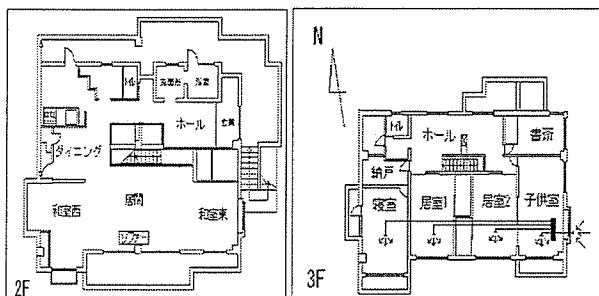


図-1 測定対象住宅の間取り図

表-1 各測定日における実測条件

	10月4日	10月25日	11月15日	12月29日
温度	20.2℃	22.0℃	15.2℃	20.4℃
湿度	70.2%	51.0%	72.5%	37.2%
暖房	OFF	OFF	OFF	ON※
換気システム	床下装置ON	床下装置ON	床下装置ON	床下装置ON
開口部	閉	閉	閉	閉

※子供室、東西和室(3, 2F), リビングにて暖房導入

2.2 捕集・分析方法

VOC (固体吸着-加熱脱着-GC/MS法)

VOC捕集管を用いて、居室内空気を0.1[l/min]×30[min]採取し、これを分析試料とした。捕集した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。

3. 実測結果

3.1 各居室のVOC濃度

各居室のVOC濃度を図-2, 3に示す。

2階においては、冬期に濃度が高くなる結果となった。これは測定時において暖房を導入していたため、放散が促進されたものと考えられる。また、3階よりも2階の方が、全体的にVOC濃度が高い結果となった。特に、エタノールが高濃度で検出された。

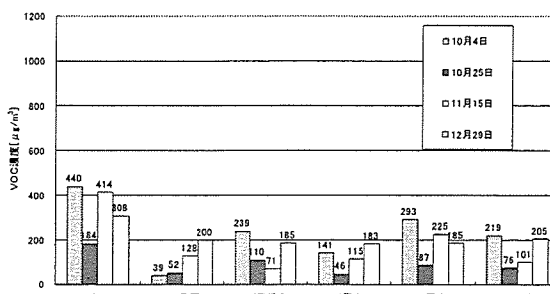


図-2 各居室のVOC濃度(3階)

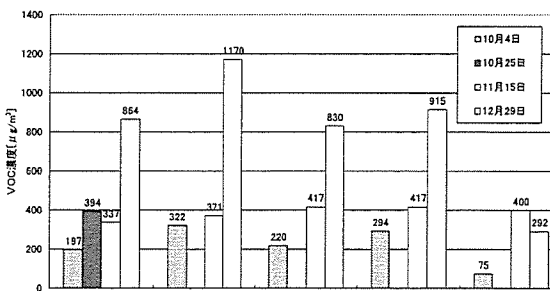


図-3 各居室のVOC濃度(2階)

3.2 各居室のエタノール濃度

2階におけるエタノール濃度を図-4に示す。

エタノールは2階において特に高濃度で検出された。既往研究¹⁾によると、封止系塗料からエタノールが顕著に発生することが報告されているが、実際、2階のテーブルやサイドボードに封止系塗料が塗布されており、このことがエタノール発生の原因となったと考えられる。

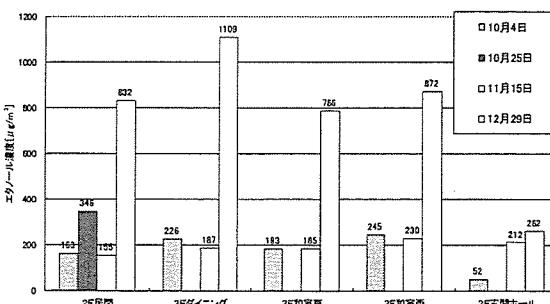


図-4 各居室のエタノール濃度(2階)

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

- 野崎淳夫、成田泰章、折笠智昭：第23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. 263-264、2005年4月

室内空気環境を重視した住宅設計に関する研究 室内空気環境とその快適性に関する研究(その31)

野崎淳夫(東北文化学園大学大学院) ○千葉真理子(東北文化学園大学)

1. 目的

当研究室では、健康的な室内空気環境形成技術に関する研究を行っている。本研究では化学物質が発生しうる生活用品と室内化学物質汚染に対応した対策品を選定・検討し、得られた知見から、健康的室内空気環境を提供する住宅設計手法の提案を目的とする。

最終的には、設計段階において室内化学物質濃度の正確な予測手法を実現するものである。

2. 総括的室内濃度予測法について

2.1 室内化学物質濃度の構成

室内における化学物質の発生源と除去機構を図-1に示す。化学物質の室内濃度(C)は、(1)室内における総化学物質発生量(M)、(2)各種対策技術の対象化学物質総浄化能力(Q_{co})、(3)室内換気量(Q)、(4)室内における対象化学物質吸着量(aA)等により構成される。

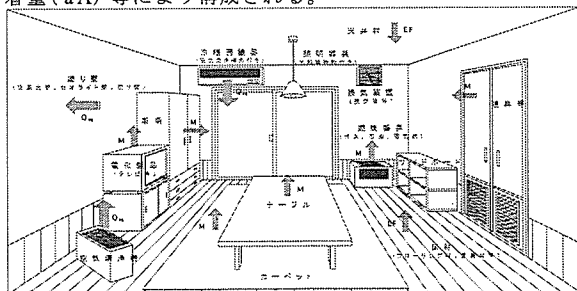


図-1 室内における化学物質の発生と除去機構

2.2 室内濃度予測式の提案

野崎らは、汚染物質の発生源と除去機構が混在する場合の室内濃度予測式を提案している。すなわち、次式を用いることにより、室内のある任意の時刻tにおける室内汚染物質濃度を予測することが出来る。

$$C = C_1 e^{-\frac{Q+V_1S+aA+\sum_{k=1}^n Q_{ck}}{R}t} + \frac{\sum_{k=1}^n m_k + QCo}{Q+V_1S+aA+\sum_{k=1}^n Q_{ck}} (1 - e^{-\frac{Q+V_1S+aA+\sum_{k=1}^n Q_{ck}}{R}t}) - (1)$$

C: 室内の汚染物質濃度 [μg/m³] S: 床面積 [m²]
M: 汚染物質発生量 [μg/h] aA: 室内における化学物質吸着量 [m³/s]
Q: 室換気量 [m³/h] R: 室容積 [m³]
Co: 汚染物質外気濃度 [μg/m³] C₁: 室内汚染物質濃度 [μg/m³]
V₁: 汚染物質落下速度 [m/h] Q_{ck}: 対策技術の化学物質総浄化能力 [m³/h]

3. 健康的室内空気環境を提供する住宅設計手法の提案

3.1 室内環境を配慮した建材や機器

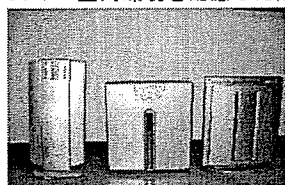


写真1. 空気清浄機

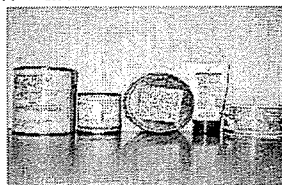


写真2. 健康塗料

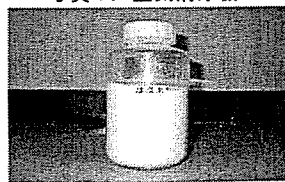


写真3. ケイソウ土

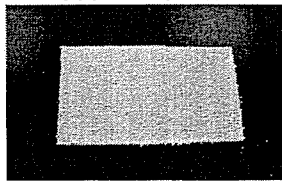


写真4. シックイ

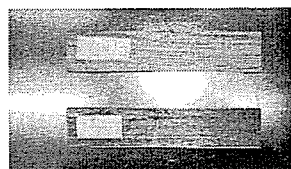


写真5. ムクフローリング

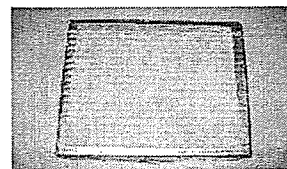
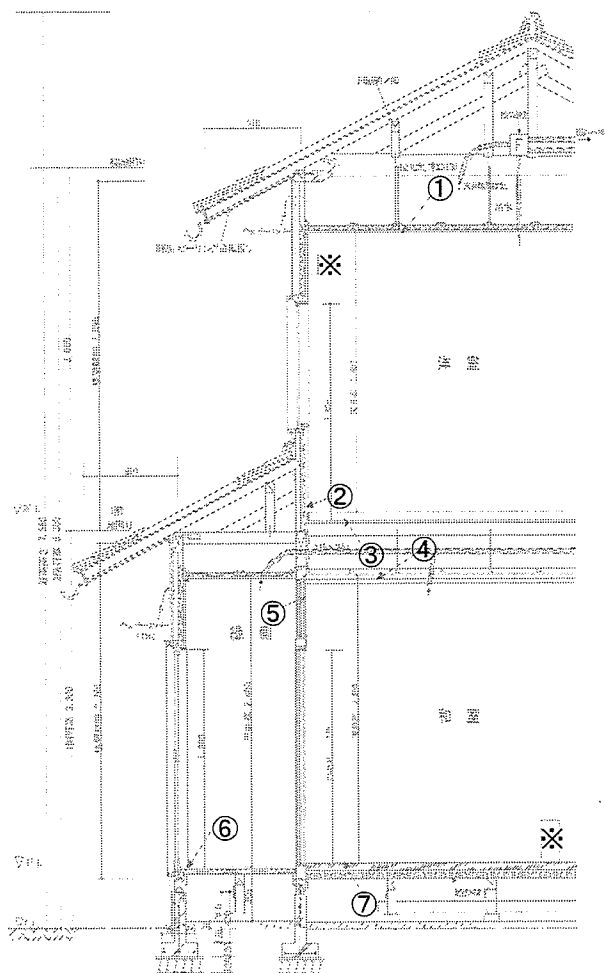


写真6. 本タタミ

3.2 室内空気環境重視型の住宅設計手法の一例

※は空気清浄機、冷暖房機器(空気清浄機能付き)を設置。



- ① セルロース系断熱材厚50
野縁 30 × 40 @ 303
セッコウボード厚9、デンブン系接着剤
天然樹脂系クロス(F☆☆☆☆)
- ② 内壁 セルロース系断熱材厚50
セッコウボード厚12
ケイソウ土塗、ホルム分解剤入り
- ③ VOC吸着系カーペット
下地合板厚12
根太 45 × 105 @ 303
- ④ 野縁 40 × 45 @ 303
セッコウボード@12下地
- ⑤ 内壁 ラスボード厚7
シックイ塗厚13
- ⑥ 縁甲板、自然塗料仕上げ
根太 40 × 45 @ 303
大引 90 × 90
- ⑦ 畳(天然イグサ、ワラ床)
挽立材厚12
根太 40 × 45 @ 303
大引 90 × 90

図-2 室内空気配慮型の住宅設計例
(仕上・設備仕様重視型)

4. 室内発生源の化学物質発生量について

当研究室においては、生活用品からの化学物質発生量 M ($\mu\text{g}/\text{h}$) を求める研究が行われており、既往の研究をまとめると以下の通りになる。(1)式において、 $\sum_{k=1}^n m_k = M$ となる。

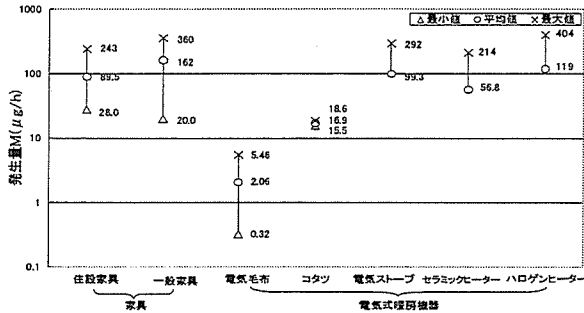


図-3 生活用品等からのホルムアルデヒド発生量 (M)

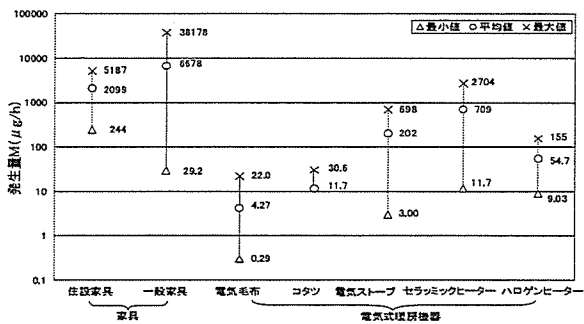


図-4 生活用品等からの VOC 発生量 (M)

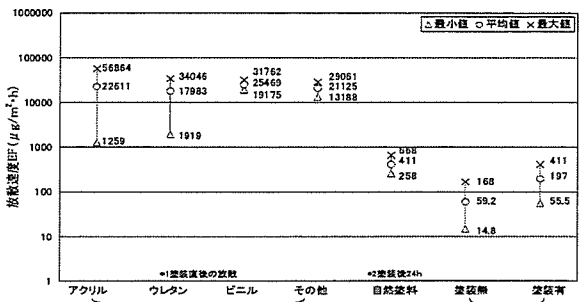


図-5 生活用品等からの VOC 放散速度 (EF)

5. 対策技術の除去性能について

当研究室においては、同様に対策技術の除去性能を相当換気量 Q_{eq} (m^3/h) で求める研究が行われており、既往の研究をまとめると以下の通りになる。(1)式において、 $\sum_{k=1}^n (q_{eq})_k = Q_{eq}$ となる。

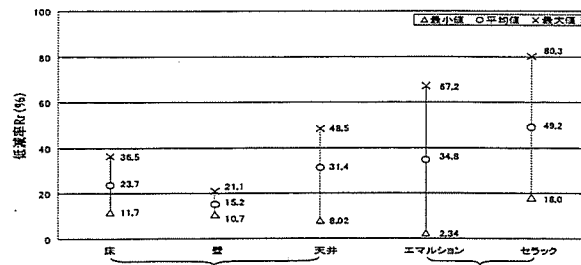


図-6 対策技術によるホルムアルデヒド低減効果 (Rr)

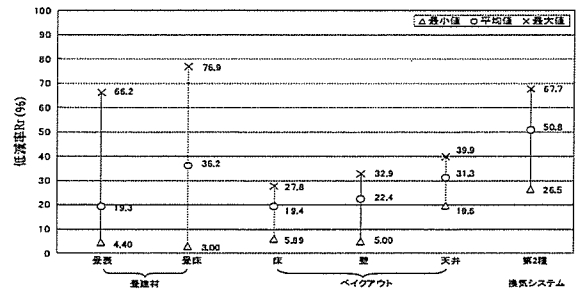


図-7 対策技術による VOC 低減効果 (Rr)

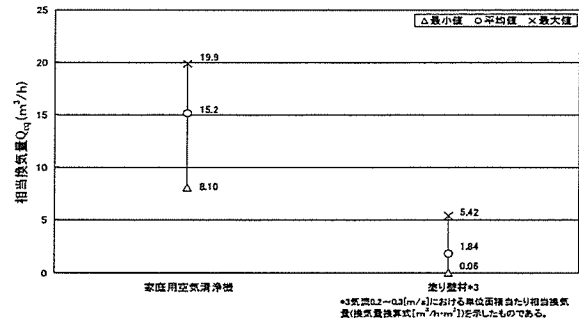


図-8 対策技術のホルムアルデヒド除去性能 (Q_{eq})

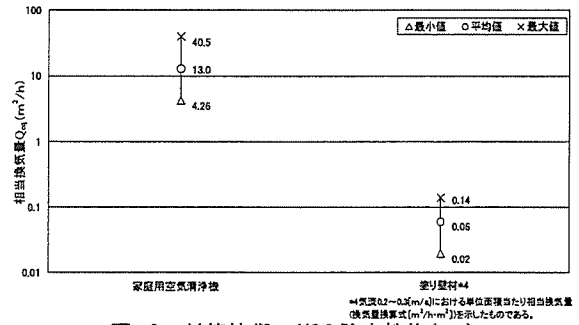


図-9 対策技術の VOC 除去性能 (Q_{eq})

6. まとめ

- 1) 生活用品の一部について、ホルムアルデヒドと VOC の発生量 (M) と放散速度 (EF) の大きさと範囲を明らかにした。
- 2) 代表的対策技術について、ホルムアルデヒドと VOC の低減率 (Rr) と相当換気量 (Q_{eq}) の大きさと範囲を明らかにした。
- 3) 室内環境配慮型の建材や機器を設計段階で取り入れることにより室内濃度の低減化が図れる。
- 4) 発生源発生量と除去機構除去性能を予測式に代入することにより、設計段階で室内濃度を予測することが本研究の最終的な目標である。

謝辞

本研究は、NPO 法人室内環境技術研究会の支援のもとに行われた。関係各位に深甚なる謝意を表する。

引用文献

- 1) 野崎淳夫: 厚生科学研究『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(課題番号: H13-生活-018)』、2004年3月
- 2) 野崎淳夫、浅野康明: 家電製品からの有害化学物質の発生について、室内空気環境とその快適性に関する研究(その16)、第10回大気環境学会、学術講演集、pp42~43、2003年11月
- 3) 構造用教材: (社)日本建築学会、pp.34~35、1996年12月

PROCEEDINGS

VOL. II - Indoor Climate

EDITORS

E. de Oliveira Fernandes

M. Gameiro da Silva

J. Rosado Pinto

Official Conference of



International Society of Indoor Air Quality and Climate

Organized by

IDMEC

Instituto de Engenharia Mecânica
Pólo FEUP

Universidade do Porto, Portugal

A Study on the Chemical Substance Emissions from Electric Household Appliances

A.Nozaki¹, Y.Hashimoto², Y.Narita², H.Yokoyama¹, H.Jinno³, R.Kou⁴ and M.Ando⁴

¹Graduate School of Health and Environmental Sciences, Tohoku Bunka Gakuen University, 6-45-1 Kunimi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981-8551, Japan

²The Aino Institute of Health and Science, 6-45-1 Kunimi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 981-8551, Japan
email:narita@ept.tbgu.ac.jp

³National Institute of Health Science, 1-18-1 Kamiyoga, Setagaya-ku, Tokyo 158-8501, Japan

⁴Faculty of Pharmacy, Musashino University, 1-1-20 Shin-machi, Nishitokyo, Tokyo 202-0023, Japan

Summary: In this research we investigated the chemical substance emissions to indoor air from electric household appliances such as electronic dictionaries, MD players, microwave ovens and vacuum cleaners. The VOCs emission rates of small products were measured by using the small-scaled environmental chamber with the volume of 0.065[m³], and it turned out that the emission of toluene was found in all samples. And it was ranged from 23.2 to 30.0[μg/h]. We've already reported the increase of the chemical substances emission rates with the operation of electrical space heaters [1], however, such an increase was not indicated in these electrical appliances.

Related with large products, the measurement was conducted by use of the large-scaled environmental chamber with the volume of 4.98 [m³]. The VOCs concentrations in the chamber were risen with its operation and the TVOC concentration was ranged from 49.0 to 486 [μg/m³] for the microwave ovens, and from 31.0 to 424 [μg/m³] for the vacuum cleaners.

Keywords: Indoor air pollution, VOC, Electric household appliances
Category: Case study

1 Introduction

Home electrical products generate hazardous chemical substances from the adhesives used for the junction or the surface paints by the heat generation with its operation. Some researchers reported about the chemical pollutants emissions from home electronics in the past researches.

For example, authors[1] investigated the characteristics of chemical substance emissions from electrical space heaters and determined quantitatively their emission rates. Results showed that the emission rates differed greatly also in the same kind of products and there were the products which had generated the chemical substances even during apparatus un-operation.

Kato et al.[2] reported about the chemical substance emission rates on the composition parts of notebook PC. It reported that DEP and DBP were detected from the casing and styrene was detected from the keyboard. And, much toluene was monitored from the display.

S. K. Brown et al.[3] investigated the pollutants emissions from new electric ovens. The significant quantities of formaldehyde that exceed the occupational exposure guidelines were reported in two ovens. And they were warning that 4-hour 'burn off' times recommended by manufactures was not enough to prevent initial emissions.

The purpose of this study is to clarify the emission characteristics and to determine the emission rates of chemical substances on the electric household appliances.

2 Method

2.1 Tested sample

The outlines of tested electric household appliances are shown in Table 1. Five small electric household appliances such as electronic dictionaries and MD players, and five large electric household appliances such as microwave ovens and vacuum cleaners were selected as the tested samples. They were all new products and investigated their initial emissions.

Table.1 Outlines of tested samples

Tested sample	Size(mm)	Power consumption(W)
Electronic dictionary A	[W]140D× [D]155× [H]942	0.45
Electronic dictionary B	[W]1445× [D]132× [H]990	0.40
Electronic dictionary C	[W]140D× [D]195× [H]1068	0.43
MD Player A	[W]83.6× [D]21.4× [H]81.1	0.15
MD player B	[W]75.9× [D]14.5× [H]79.9	0.10
Microwave oven A	[W]480× [D]408× [H]305	1200
Microwave oven B	[W]483× [D]400× [H]330	1280
Microwave oven C	[W]490× [D]397× [H]317	1360
Vacuum cleaner A	[W]256× [D]287× [H]220	1000
Vacuum cleaner B	[W]256× [D]288× [H]214	1000

2.2 Chamber system

According to each product size, two kinds of experimental systems were built. One is the small-scaled environmental chamber with the volume of

0.065[m³] in where the small products were examined, and the other is the large-scaled environmental chamber with the volume of 4.98[m³] for the large products. The outline of each chamber system is shown in fig. 1,2.

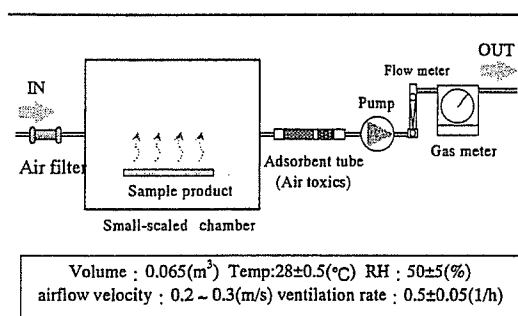


Fig. 1. Outline of environmental small test-chamber

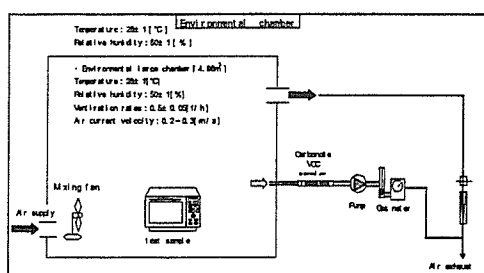


Fig. 2. Outline of environmental large test-chamber

Both of the chambers were installed in an environmental laboratory of Tohoku Bunka Gakuen University and could be controlled to arbitrary environmental conditions such as temperature, relative humidity, ventilation rate and airflow velocity. In this experiment they were controlled to the temperature of 28 ± 1 degree Centigrade, relative humidity of 50±5%, ventilation rate of 0.5±0.05 air exchange per hour, and airflow velocity of 0.2-0.3 [m/s].

Also in both of the chambers, fresh air is always supplied. In the large-sized chamber, in order to make the perfect mixing, the mixing fan was operated.

2.3 Sampling and analysis method

A sampling and analysis method of VOCs is shown below.

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

Sampling tube: Carbon tubes

Thermal desorption device: Perkin Elmer Co. Ltd, Turbo Matrix ATD

GC/MS: Perkin Elmer Co. Ltd, Turbo Mass Gold

2.4 Calculation of emission rate

The chemical substance emission rate was calculated by the following equation (1).

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

Here, M is the chemical substance emission rate. Q is the amount of room ventilation. C_{ss} is the chemical substance concentration in steady state. And C_o is the concentration of supply air to the chamber.

By substituting the measured value for this equation (1), the emission rate is derived.

3. Results

3.1 Small products

The emission rates of VOCs on the small products are shown in fig. 3 to 7.

The TVOC emission rate of electronic dictionary A was 51.7 [μg/h] at the time of its un-operating and was changed to 54.2 [μg/h] with its operation. Increase of the emission rate accompanying the apparatus operation was not shown. Emission of toluene, dichloromethane and acetone were detected in VOCs.

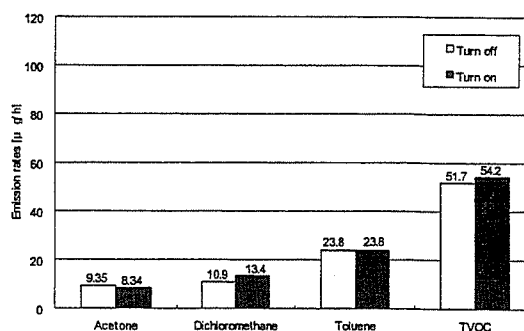


Fig. 3. The VOCs emission rates of electronic dictionary A

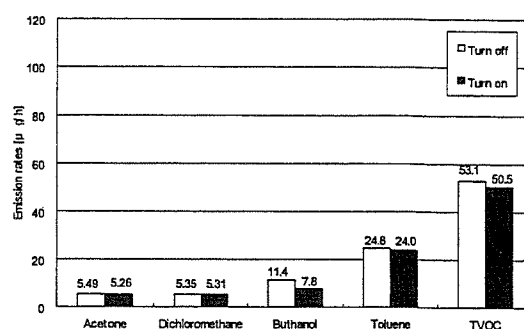


Fig. 4. The VOCs emission rates of electronic dictionary B

The TVOC emission rate of electronic dictionary B was 53.1 [μg/h] during its un-operation and was changed to 50.5 [μg/h] with its operation. The increase of the emission rate with its operation was not shown in this apparatus as well as electronic dictionary A. Emission of toluene, dichloromethane, butanol and acetone were detected.

The electronic dictionary C had the largest emission rate in all electronic dictionaries. The detected VOCs was the same as electronic dictionary

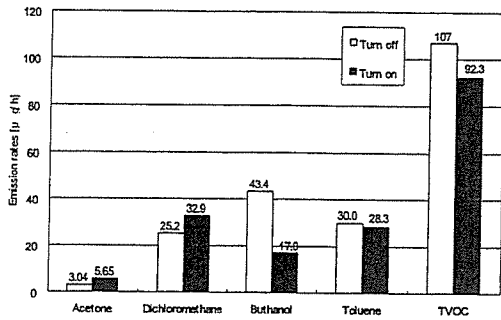


Fig. 5. The VOCs emission rates of Electronic dictionary C

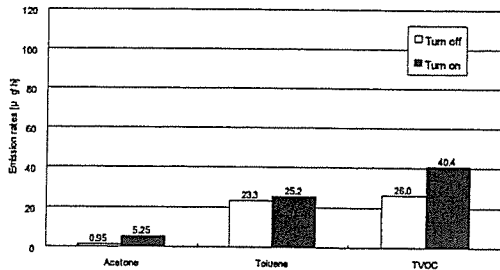


Fig. 6. The VOCs emission rates of MD player A

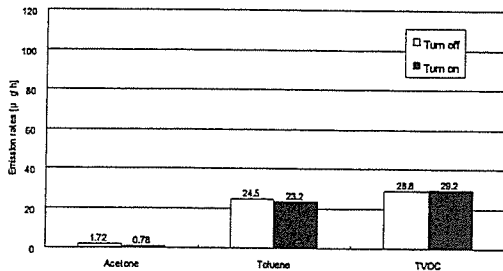


Fig. 7. The VOCs emission rates of MD player B

B, toluene, dichloromethane, butanol and acetone. And the increase of the emission rate with its operation was not found.

The TVOC emission rate of MD player A was 26.0 [µg/h]. With its operation, the TVOC emission rate was slightly increased and indicated 40.4 [µg/h]. The emission of toluene was monitored.

In the case of operation of MD player B, the increase of chemical substance emission rate was not shown. And the emission of toluene was found as well as MD player A.

3.2 Large products

The emission rates of each VOCs in the large products are shown in fig. 8 to 12. In the case of microwave ovens, by the continuous operation time of only 90 minutes, measurement of concentration was carried out at 0, 45 and 90 minutes. In the case of vacuum cleaners, from consideration of actual usage and safety, continuation operation time was set up in

60 minutes, and measurement of concentration was performed at 0, 10 and 60 minutes.

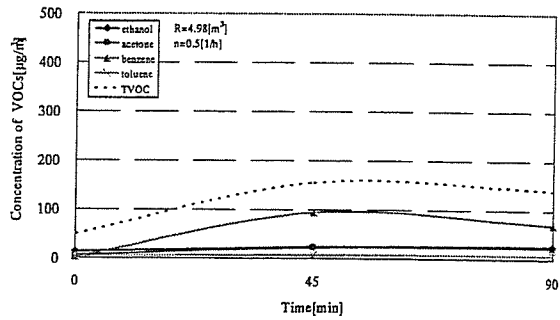


Fig. 8. Variation of VOCs concentration (Microwave oven A)

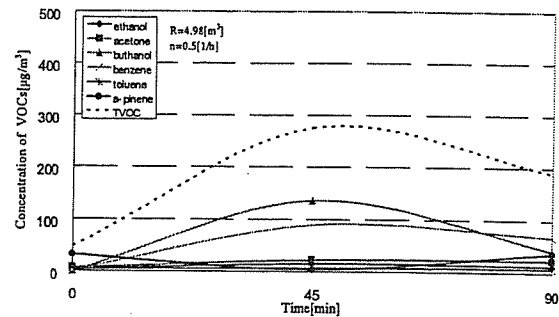


Fig. 9. Variation of VOCs concentration (Microwave oven B)

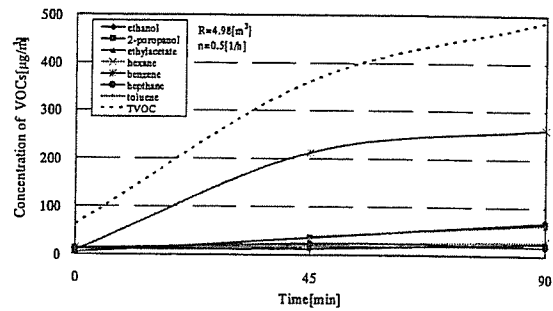


Fig. 10. Variation of VOCs concentration (Microwave oven C)

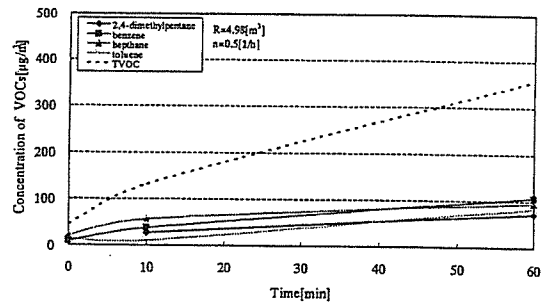


Fig. 11. Variation of VOCs concentration (Vacuum cleaner A)

TVOC concentration in the chamber with microwave oven A was 49.0 [µg/m³] at the time of un-operating, and increased to 154 [µg/m³] after 45 minutes from the start of the apparatus operation. Benzene was detected comparatively in high concentrations.

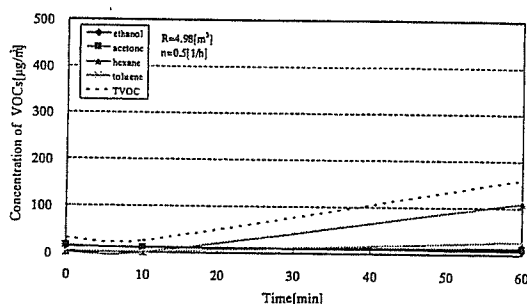


Fig. 12. Variation of VOCs concentration (Vacuum cleaner B)

In the case of microwave oven B, the remarkable increase of TVOC concentration was observed and the concentration was increased from 47.5 to 275 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]. Emissions of benzene and butanol were found.

Microwave oven C had the largest VOC emission in the tested three ovens. Especially the emission of benzene was remarkable. Besides benzene, 2-propanol and ethylacetate were detected comparatively in high concentrations.

In the case of vacuum cleaner A, the rapid rise of TVOC concentration with apparatus operation was observed. Emissions of benzene, heptane, toluene and 2,4-dimethylpentane were found.

Also in the case of vacuum cleaner B, the increase of chemical substance concentration was shown, however, the high concentration like vacuum cleaner A was not observed.

4. Discussion

4.1 Small products

On the small products, toluene was detected in all samples. This is considered to be based on generation from apparatus component parts, the adhesives used for the junction, surface paints and so on.

The emission of toluene, dichloromethane, butanol and acetone were found even during apparatus un-using. The emission of butanol from the substrate of apparatus was reported.[2]

Unlike the past report [1], the increase of the emission accompanying apparatus operation was not shown. Since small products have the small power consumption, it is possible that the heat generation was small.

4.2 Large products

On the large products, the rise of the concentration in the chamber was measured with its operation in all samples. A little VOC emission was found at the time of apparatus un-operating.

There were much emissions of benzene in microwave ovens, and emissions of benzene, heptane, toluene and hexane were detected from the vacuum cleaners. In the past research[2], toluene was found from

display of notebook PC. The emissions of benzene, hexane, heptane and toluene from the electrical space heaters were reported[1]. As compared with the results of these reports, the same result was indicated.

5. Conclusions

- (1) Emissions of toluene, dichloromethane and butanol were measured from the electronic dictionaries. The emission rates of TVOC were ranged from 50.5 to 107 [$\mu\text{g}/\text{h}$].
- (2) Emissions of toluene were detected from the MD players. The emission rates of TVOC were ranged from 26.0 to 40.4 [$\mu\text{g}/\text{h}$].
- (3) On the small products, chemical substance emission rates were hardly changed with apparatus operation. And emissions of toluene, dichloromethane, butanol and acetone were found even at the time of un-operating.
- (4) The ranges of the TVOC concentration in the chamber in which the microwave oven was installed were ranged from 49.0 to 486 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], and the detected remarkable chemical substance emission was benzene.
- (5) The ranges of the TVOC concentration in the chamber in which the vacuum cleaner was installed were ranged from 31.0 to 424 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], and the emissions of benzene, heptane, toluene and hexane were found.
- (6) Related with the large-sized products, the increase of the concentration in the chamber accompanying apparatus operation was shown in all samples. And, the same result in the past research was shown about the emission of chemical substance.

Acknowledgements

This study was done as a part of activity of the indoor environmental technical research society that was non-profit organization in Japan. The authors express appreciation to the members concerned.

References

- [1] A.Nozaki, Y.Asano: Emission rates of chemical substances on electric heating appliances A study on the emission of chemical substances from unvented combustion appliances (part 1), Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering (Transactions of Architectural Institute of Japan (AIJ)), No.591, pp.35-40, 2005.5
- [2] H.Katsumata, S.Murakami, S.Kato, K.Hoshino, 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] S.K.Brown, M.Cheng, K.J.Mahoney: Pollutant emissions from new electric ovens, Proceedings of Indoor Air 2005, pp.2206-2211, 2005.9

第24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

24th Annual Tech. Meeting on Air Cleaning
and Contamination Control

2006.4.11~12

Waseda, Tokyo

社団法人 日本空気清浄協会
JAPAN AIR CLEANING ASSOCIATION

(B-27) 家電製品からの化学物質発生に関する研究 その1 小型家電製品のVOC発生量

A Study on the Emission of Chemical Substances from Electric Household Appliances Part 1 VOCs Emission Rates of Small Electric Household Appliances

野崎淳夫、横山英智(東北文化学園大学大学院)^{*1}
○成田泰章(藍野総合研究所 野崎研究室)^{*2}
神野透人(国立医薬品食品衛生研究所)^{*3}
安藤正典、高 玲華(武蔵野大学薬学部)^{*4}

ABSTRACT

In this research we investigated the emission rates of small electric household appliances such as electric dictionaries and MD players. It is thought that a small product has the comparatively small emission rates, however, these products are used near the breathing zone. So, these electric products might pose a threat to human health.

The emission rates of these small products were determined with the small test-chamber (0.065[m³]) where the environmental condition was controlled. These products were installed into the chamber and the VOCs concentration at the time of its operation was measured.

Results showed that the emission of toluene was found in all samples and it was ranged from 24.5[μg/h] to 29.9[μg/h]. We've already reported the increasement of the chemical substances emission rates with the electrical space heater's operation, however, such an increasement was not indicated in these electrical appliances.

Keywords: 室内空気質 (Indoor air quality)、家電製品 (Electric household appliance)、揮発性有機化合物 (Volatile organic compounds)

1. はじめに

家電製品は機器運転に伴う発熱により、表面塗装や接合部等に用いられている接着剤から有害化学物質を発生する。

家電製品からの化学物質発生量を定量的に求めた研究がいくつか成されている。例えば、野崎ら¹⁾はハロゲンヒーター、セラミックヒーター等の電気式暖房器具における化学物質発生特性・発生量を明らかにしているが、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を示し、また、機器非運転時においても一部の機器で化学物質の発生が生ずることを明らかにしている。

加藤ら^{2),3)}はノートパソコン構成部(ケーシング、キーボード、ディスプレイ)からの化学物質発生量を明らかにしているが、ケーシングからはDEP、DBP等のフタル酸エステル類、キーボードからはStyreneが発生し、ディスプレイからはTolueneが大量に検出された事を報告している。

田辺ら⁴⁾はノートパソコン、携帯電話等の化学物質発生量を求めており、ノートパソコンは稼働により機器発生量が増大し、稼働前の7~16倍の発生量となった事を報告している。

本研究では、小型の家電製品に着目し、その化学物質発生量を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

本研究では、製造メーカーの異なる電子辞書3検体、MDプレーヤー2検体の計5検体を実験対象とした。試験体の概要をTable. 1に示す。

2.2 実験システム

実験システムの概要をFig. 1に示す。環境条件は、温度: 28 ± 1[°C]、相対湿度: 50 ± 5[%]、換気回数: 0.50 ± 0.05 [1/h]、気流速度: 0.2 ~ 0.3[m/s]に制御した。

Table. 1 Outlines of tested samples

Tested sample	Size[mm]	Consumption electricity[W]
Electric dictionary A	[W]140.0×[D]15.5×[H]94.2	0.45
Electric dictionary B	[W]144.5×[D]13.2×[H]99.0	0.40
Electric dictionary C	[W]140.0×[D]19.5×[H]106.8	0.43
MD Player A	[W]83.6×[D]21.4×[H]81.1	0.15
MD player B	[W]75.9×[D]14.5×[H]79.9	0.10

2.3 測定・分析機器

(1) 捕集装置

・定流量ポンプ(Sibata社製 Model:MP-Σ30)

*1 Atsuo Nozaki, Hidetomo Yokoyama(Graduate School of Health and Environmental Sciences, Tohoku Bunka Gakuen University)

*2 Yasunori Narita(Nozaki Laboratory, The Aino Institute of Health and Sciences)

*3 Hideto Jinno(National Institute of Health Sciences)

*4 Masanori Ando, Reika Kou(Faculty of Pharmacy, Musashino University)

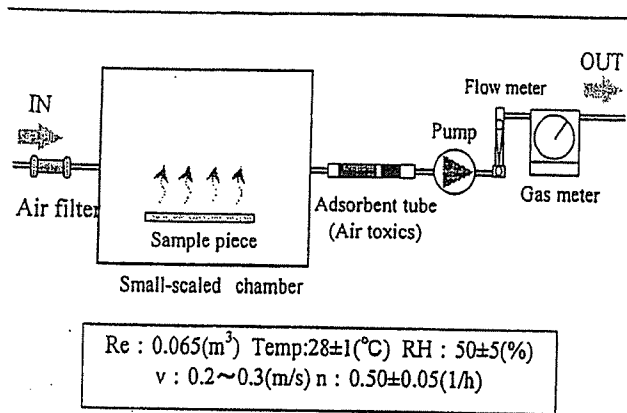


Fig.1 Outline of environmental test-chamber

- ・炭素系捕集管 (Supelco 社製 Air-toxics)
- ・積算流量計 (Shinagawa 社製 DC-1A)
- (2) 分析装置
- ・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器 (Perkin Elmer 社製、Turbo Mass Gold)

2.4 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 (GC/MS) 法

2.5 実験手順

本実験は以下の手順により行った。

- (1) チェンバーの洗浄・換気を行う。チェンバー内をある一定の環境条件に制御し、チェンバー内初期濃度を測定する。
- (2) チェンバー内に試験体を設置する。定常状態を確認した後、機器非使用時のチェンバー内空気を捕集する。
- (3) 試験体を運転させ、機器使用時のチェンバー内空気を捕集する。
- (4) 捕集した試料空気を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。

2.6 化学物質発生量算出式

試験体の化学物質発生量 M [$\mu\text{g/h}$] は次式 (1) より算出した。

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

ここで、

Q : チェンバー換気量 [m^3/h]、 C_{ss} : チェンバー内対象汚染物質定常濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、 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。

3. 実験結果

実験結果を Fig. 2~6 にそれぞれ示す。

3.1 電子辞書 (Fig. 2~4 参照)

電子辞書 A の VOC 発生量は、機器非使用時で 51.7 [$\mu\text{g}/\text{h}$]、機器使用時で 54.2 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となり、機器運転に伴う発生量の変化は示されなかった。VOC 成分別では Toluene、

Dichloromethane、Acetone の発生が確認された。

電子辞書 B の VOC 発生量は、機器非使用時で 53.1 [$\mu\text{g}/\text{h}$]、機器使用時で 50.5 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となり、機器使用に伴う発生量の変化は示されなかった。成分別では、Toluene、Dichloromethane、Buthanol、Acetone の発生が確認された。

電子辞書 C の VOC 発生量は、機器非使用時で 107 [$\mu\text{g}/\text{h}$]、機器使用時で 92.3 [$\mu\text{g}/\text{h}$] となり、機器使用に伴い発生量の

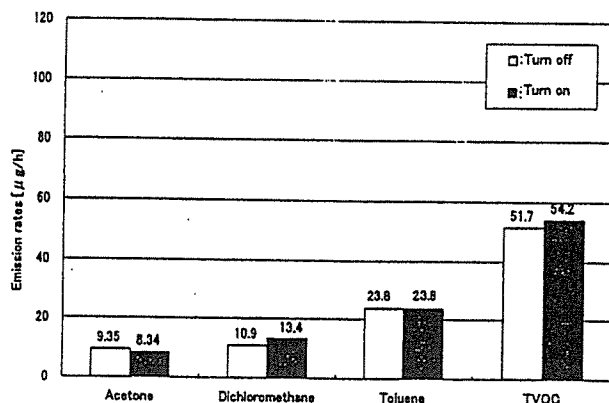


Fig.2 The VOC emission rates of electronic dictionary (A)

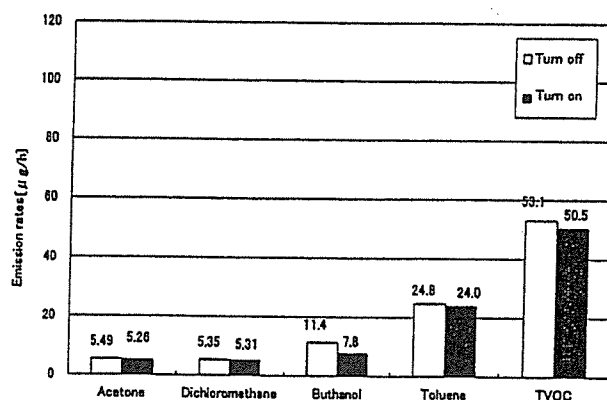


Fig.3 The VOC emission rates of electronic dictionary (B)

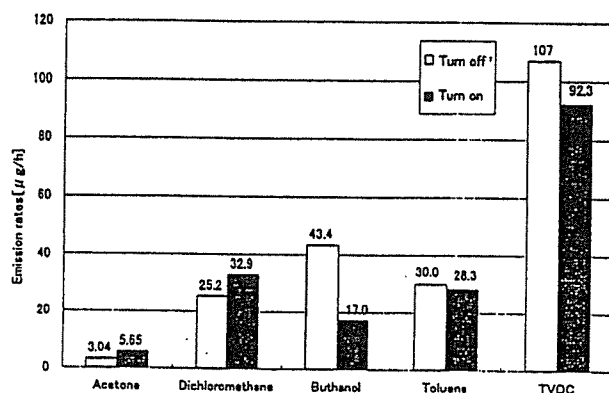


Fig.4 The VOC emission rates of electronic dictionary (C)

減少が確認された。成分別では、運転時にButhanol発生量が減少した。なお、電子辞書CのVOC発生量は電子辞書中で最も大きかった。

3.2 MDプレーヤー (Fig. 5, 6参照)

MDプレーヤーAのVOC発生量は、機器非使用時で26.0[$\mu\text{g}/\text{h}$]、機器使用時で40.4[$\mu\text{g}/\text{h}$]となり、機器使用に伴う発生量の増大が示された。成分別では、Tolueneの発生が確認された。

MDプレーヤーBのVOC発生量は機器非運転時で28.8[$\mu\text{g}/\text{h}$]、機器使用時で29.2[$\mu\text{g}/\text{h}$]となり、機器使用に伴う発生量の変化は示されなかった。成分別では、Tolueneの発生が確認された。

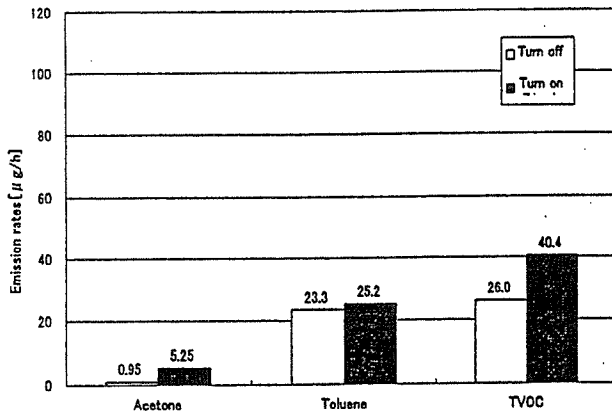


Fig. 5 The VOCs emission rates of MD player (A)

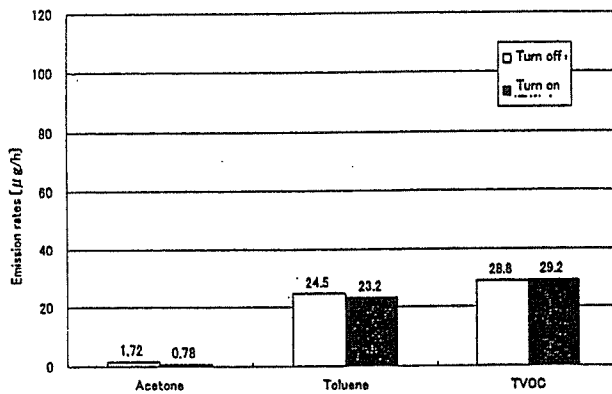


Fig. 6 The VOCs emission rates of MD player (B)

4. 考察

全ての試験体においてTolueneの発生が確認された。これは、機器構成部品や使用接着剤等からの発生によるものと考えられる。¹⁾また、機器非使用時においてもToluene、Dichloromethane、Buthanol、Acetoneの発生が確認された。Buthanolは基板から発生することが報告されている²⁾。また、電気式暖房機器¹⁾とは異なり、機器使用に伴う発生量の増大はほとんど確認されなかったが、これは本検体の消費電力が小さく、機器発熱量が小さいためと考えられる。

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Toluene、Dichloromethane、Buthanol等の発生が確認された。VOC発生量は50.5~107[$\mu\text{g}/\text{h}$]の範囲にあった。
- (2) MDプレーヤーからTolueneの発生が確認された。VOC発生量は26.0~40.4[$\mu\text{g}/\text{h}$]の範囲にあった。
- (3) 全ての検体において機器非使用期間においても化学物質の発生が確認された。機器発熱量の小さい検体では、機器使用に伴う発生量の増大は示されない事例が確認できた。
- (4) 製造メーカーによる構成部品、製造条件の違いにより同種の製品においても、化学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。

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. Katumata, S. Murakami, S. Kato, K. Hoshino, 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) 勝又寛子、村上周三、加藤信介、星野邦広、安宅勇二: チャンバー内吸着-加熱脱着法による準揮発性有機化合物(SVOCs)放散量測定-測定精度の検証と各種材料の測定-、日本建築学会環境系論文集、No. 596、pp. 61-66、2005年10月
- 4) 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-II、pp. 863-864、2002年8月
- 5) 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

(C-29) 家電製品からの化学物質発生に関する研究 その2 大型家電製品からのVOC発生

A Study on the Emission of Chemical Substances from Electric Household Appliances Part 2 VOCs Emissions of Large Electric Household Appliances

野崎淳夫、横山英智(東北文化学園大学大学院)^{*1}、○橋本康弘(藍野総合研究所 野崎研究室)^{*2}、
神野透人(国立医薬品食品衛生研究所)^{*3}、高 玲華、安藤正典(武蔵野大学)^{*4}

ABSTRACT

In recent years, indoor air pollution caused by the chemical substances such as aldehydes and volatile organic compounds or VOCs has been a serious social problem.

Some of the researchers have already investigated the emissions rates of the small electric household appliances.

However, the emissions rates of the electric household appliances are sometimes much larger than we expected. So in this study, we investigated the chemical substance emissions to indoor air from the large electric household appliances.

From our results by the environmental chamber where the air exchange rate were controlled at 0.5 ± 0.05 [1/h], it turned out that the VOCs concentration were ranged from 49.0 to 486 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] for the microwave oven, and from 68.5 to 424 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] for the vacuum cleaner.

Keywords: 家電製品 (Electric household appliance)、室内空気汚染 (Indoor air pollution)、VOC (Volatile Organic Compounds)

1. はじめに

前報では、MDプレーヤーと電子辞書の小型家電製品における化学物質発生量について明らかにした。電子辞書から Toluene、Dichloromethane、Buthanol等の発生が確認され、VOC発生量は $50.5 \sim 107$ [$\mu\text{g}/\text{h}$]の範囲にあった。また、MDプレーヤーから Tolueneの発生が確認され、VOC発生量は $26.0 \sim 40.4$ [$\mu\text{g}/\text{h}$]の範囲にあることが判明した。

現在、大型の家電製品についても研究が進められており、筆者ら¹⁾は電気式暖房器具、加藤ら²⁾がノートパソコン構成部、田辺ら³⁾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。また、S. K., Brownら⁴⁾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。

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わる定量的資料が求められている。そこで、本報では電子レンジと掃除機のVOC発生について報告するものである。

2. 実験概要

2.1 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(Table. 1)。なお、電気掃除機は排気循環方式の機種を選定した。

2.2 実験システム

東北文化学園大学の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: 4.98m^3)を用いて実験を行った。チェンバー内の温度、相対湿度をそれぞれ 28 ± 1 ($^{\circ}\text{C}$)、 50 ± 1 (%)、換気回数は 0.5 ± 0.05 [1/h]に制御し、同

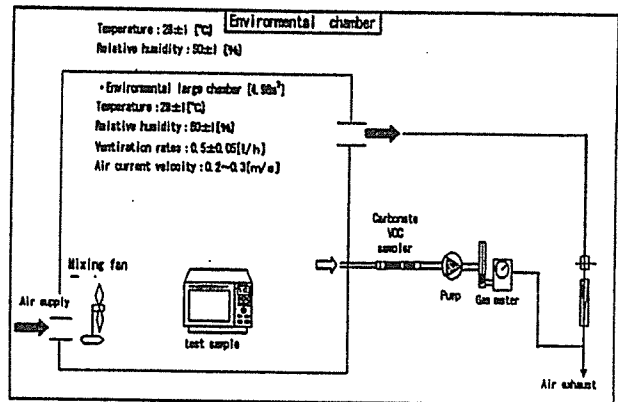


Fig.1 Measuring system

Table.1 Outline of tested samples

Tested Sample	Operation mode	Size [mm]	Consumption electric power [W]
Microwave oven A	Oven	[W] 480 × [D] 408 × [H] 305	1200
Microwave oven B	Oven	[W] 483 × [D] 400 × [H] 330	1280
Microwave oven C	Oven	[W] 490 × [D] 397 × [H] 317	1360
Vacuum cleaner A	High	[W] 256 × [D] 287 × [H] 220	1000
Vacuum cleaner B	High	[W] 256 × [D] 288 × [H] 214	1000

*1 Atsuo Nozaki, Hidetomo Yokoyama (Graduate school of health and environmental sciences, Tohoku bunka gakuen university.)

*2 Yasuhiro Hashimoto (Nozaki Laboratory, The Aino institute of health and sciences)

*3 Hideto Jinno (National Institute of Health Sciences)

*4 Reika Kou, Masanori Ando (Faculty of Pharmacy, Musashino University)

時に小形拡散ファンを運転させ、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を0.2~0.3 (m/s) とした。実験装置の概要をFig. 1に示す。

2.3 測定・分析機器

(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)
- ・積算流量計(Shinagawa社製 DC-1A)

(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 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

2.5 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]後チェンバー内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) 試験体を運転させ、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。

3. 結果

3.1 電子レンジ

3.1.1 電子レンジA(Fig. 2)

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、TVOC濃度の上昇が確認された。VOC成分別では、ベンゼンの顕著な発生が確認された。

3.1.2 電子レンジB(Fig. 3)

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 52.6 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、運転開始45[min]後で 288 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、90[min]後では 204 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]となった。機器運転に伴い、TVOC濃度の上昇が確認された。VOC成分別では、ブタノール、ベンゼンの比較的顕著な発生が確認された。

3.1.3 電子レンジC(Fig. 4)

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、TVOC濃度の上昇が確認された。顕著な発生を示したVOC成分はベンゼンであった。

3.2 掃除機

3.2.1 掃除機A(Fig. 5)

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 169 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、90[min]後では 424 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]となった。機器運転に伴い、TVOC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90[min]に急激な濃度上昇を示した。

3.2.2 掃除機B(Fig. 6)

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 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、90[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、90[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。

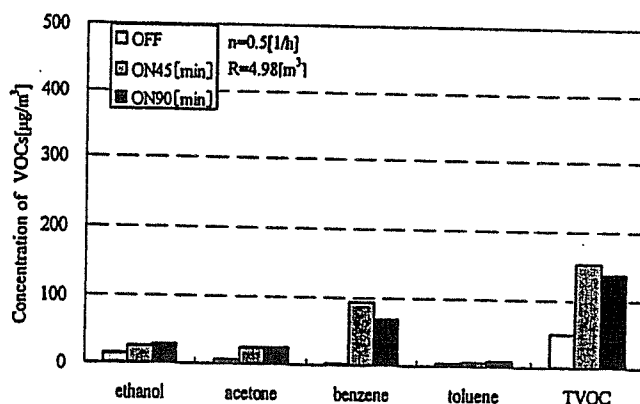


Fig. 2 Variation of VOCs concentration (Microwave oven A)

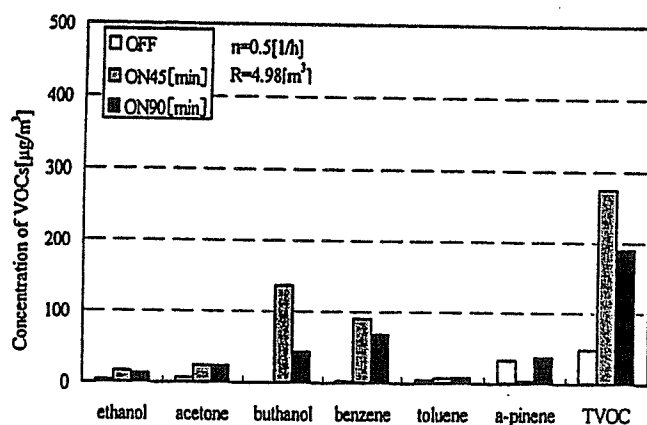


Fig. 3 Variation of VOCs concentration (Microwave oven B)

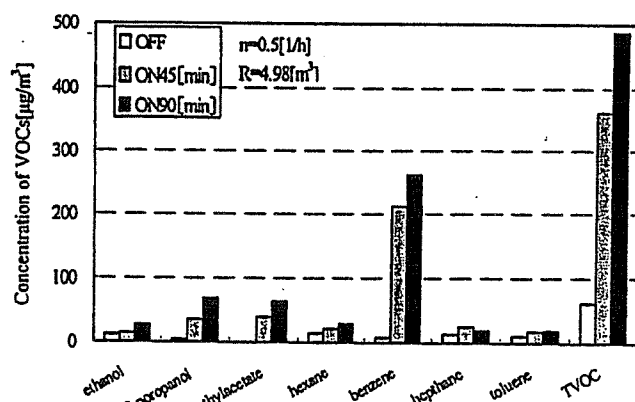


Fig. 4 Variation of VOCs concentration (Microwave oven C)

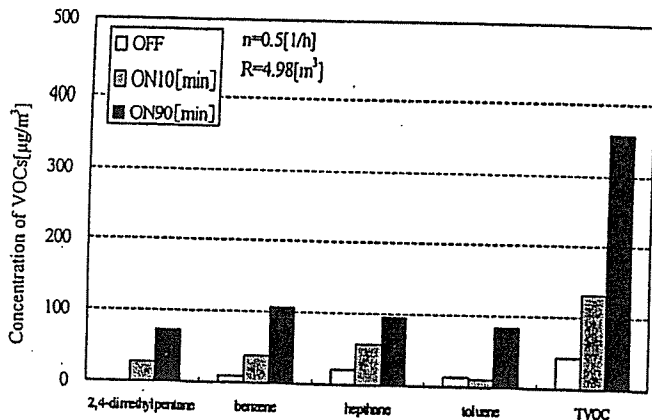


Fig. 5 Variation of VOCs concentration (Vacuum cleaner A)

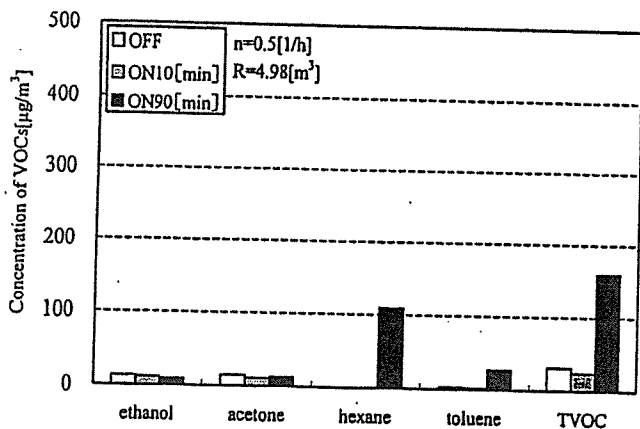


Fig. 6 Variation of VOCs concentration (Vacuum cleaner B)

4. まとめ

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TVOC濃度が明らかに上昇した。
- (2) 電子レンジのTVOC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TVOC濃度は31.0～424[$\mu\text{g}/\text{h}$]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、ヘキサ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が確認されており^{2),3)}、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⁴⁾。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。
- (5) 電気式暖房機の測定例⁵⁾と同様に製造メーカーによる構成部品、製造条件、発熱性などの違いから同種の製品においても、発生化学物質の発生特性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。

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) 勝又寛子、村上周三、加藤信介、星野邦広、安宅勇二:チャンパー内加熱脱着法による準揮発性有機化合物(SVOCs)放散量測定-測定精度の検証と各種材料の測定-、日本建築学会環境系論文集、No. 596、pp. 61～66、2005年10月
- 4) 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、2002年度、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
- 5) 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、2002年度、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
- 6) 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