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

STUDIES ON REMOVAL CHARACTERISTICS OF GASEOUS PHASE CONTAMINANTS
IN DWELLINGS BY DOMESTIC AIR CLEANERS (PART 1)

The removal effectiveness in formaldehyde

野崎 淳夫*, 飯倉 一雄**, 大澤 元毅***, 吉澤 晋****

Atsuo NOZAKI, Kazuo IIKURA, Haruki OSAWA
and Susumu YOSHIZAWA

Indoor air pollution problems in dwellings can stem from a widely and variety of sources, such as building materials, furniture, paints, combustion heaters and etc. In recent years, there has been an increased interest in devices that are generically called air cleaners. Recent concern has mounted to supply purified air for occupants. Several studies on removal of SPM by air cleaners have been conducted, however, in these reports, we can not find useful information which is related to quantitative removal performance of gaseous phase contaminants. So, this study was carried out to determine the removal effectiveness of the appliance on formaldehyde by an environmental chamber, and the evaluation used with the index of equivalent clean air rates (ECAR). From our results, it turned out that removal rates of formaldehyde were 8.10~19.9 m³/h by the ECAR on domestic air cleaners with activated carbons or chemical sorbents filters. The ECAR is equaled to ventilation rates of rooms.

Keywords: Domestic air cleaners, Formaldehyde, Indoor air quality, Removal characteristics, Equivalent clean air rates

家庭用空気清浄機、ホルムアルデヒド、室内空気質、除去特性、相当換気量

1. 緒言

1-1 本研究の背景と既往の研究

近年、建築物内の建材、家具、塗料、開放型燃焼器具等によるホルムアルデヒドや揮発性有機化合物 (VOCs) により引き起される刺激感や健康被害が、大きな社会問題となっている。また、その低減対策の一つとして、家庭用空気清浄機が注目されている。

吉澤ら^{1), 2)}は、家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去特性を求める試験・評価法を確立している。この中で「相当換気回数」という有用な機器の浄化指標を提案している。

日本電気工業会³⁾では、機器の入口、出口側の濃度測定により、機器の汚染物質除去率を求める性能試験法 (One-pass 法) を示している。ところが、家庭用空気清浄機のガス状物質処理容量は、業務用空気清浄機に比較して小さく、フィルタ層は数mm～十数mmの活性炭や吸着剤で構成されているものが多い。そのため、ガス状物質の除去率は、機器の設置環境やフィルタ部における処理対象空気の通過風量の影響を受けやすい。これにより、One-pass 法による値を室内濃度予測式に外挿した濃度予測値は、精

度に欠ける側面を有している。

この点を踏まえ、野崎ら^{4), 5), 6)}は、1995年に、家庭用空気清浄機のSPM及びガス状物質 (ホルムアルデヒド、NO_x、CO、SPM、NMHC) 除去効果を相当換気回数を用いて評価している。結果として、ガス状物質の相当換気回数は、SPMのそれと比較して著しく小さく、顕著な除去効果は期待できない旨の報告が行われている。

ただし、本研究成果を契機に、ガス状物質除去を目的とした機器開発が、積極的に行われるようになり、多くの空気清浄機が登場し、これらの機器のガス状物質除去性能に関心が高まっている。

小峯ら⁷⁾は、ホルムアルデヒドを対象とし、One-pass 法と相当換気回数から求めた除去率との関連性について報告している。この中で、ホルムアルデヒドの機器試験法に関する基礎的研究を行っている。また、L. Erdingerら⁸⁾は、化学吸着方式の空気清浄機について、真菌、SPM、また、ポリ塩化ビフェニル (PCB) のOne-pass 法による除去率を求めている。

1-2 本研究の目的と内容

* 東北文化学園大学科学技術学部 助教授・工博

** 東北文化学園大学科学技術学部 特別研究員・公衛修

*** 国土交通省国土技術政策研究所住宅研究部 部長・工修

**** 愛知淑徳大学現代社会学部 教授・工博

Assoc. Prof., Faculty of Science and Technology, Tohoku Bunka Gakuen University, Dr. Eng.

Researcher, Faculty of Science and Tech., Tohoku Bunka Gakuen Univ., M.P.H. Director, Housing Research Dept., National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, M. Eng.

Prof., Faculty of Studies on Contemporary Society, Aichi Shukutoku Univ., Dr. Eng.

表-1 測定対象とした空気清浄機

機器	対象汚染物質	50Hz時の風量 (m ³ /min)		フィルタの構造	主な除去方式	適用 床面積 (畳)	製造 (年)
		強	弱				
AC1	浮遊粒子状物質、VOC、HCHO、NO _x 、臭気	3.1	1	プレフィルタ+活性炭フィルタ+ULPAフィルタ ^{*1}	フィルタ通過	~21	2000
AC2	浮遊粒子状物質、HCHO、NO _x 、臭気	3.4	0.6	プレフィルタ+静電集塵フィルタ+ULPAフィルタ ^{*1}	フィルタ通過	~20	2000
AC3	浮遊粒子状物質	-	-	静電集塵フィルタ	静電集塵	~18	2000
AC4	浮遊粒子状物質、HCHO、NO _x 、臭気	3	0.5	プレフィルタ+抗菌フィルタ+HEPAフィルタ ^{*2}	フィルタ通過	~20	2000
AC5	浮遊粒子状物質、HCHO、NO _x 、臭気	3	0.5	プレフィルタ+HEPAフィルタ ^{*2} +脱臭フィルタ+抗菌フィルタ	フィルタ通過	~18	2000

*1:Ultra low penetration air filter, *2:High efficiency particulate air filter

現在、家庭用空気清浄機のガス状物質除去に関する試験・評価法が確立しておらず、また、新たに開発された機器の室内浄化効果についても不明な点が多い。

そこで、本研究では、

- 1) 家庭用空気清浄機の定量的な室内空気浄化指標及び機器評価指標として「相当換気量」を提案する。
- 2) 化学物質除去を唱えている最新の家庭用空気清浄機を対象として、ホルムアルデヒド除去性能についての実験室実験を行い、評価値を得る。
- 3) 機器の違いと除去効果との関係についての検討を行う。

これらにより、最適な室内汚染低減化対策を確立するための基礎的資料を得るものである。

2. 実験概要

2-1 測定対象機器

測定対象とした家庭用空気清浄機は、カタログ中に化学物質除去が記載されているものの中から、除去方式やフィルタの違いを考慮して選定した。測定対象機器は、フィルタ濾過式(4台)及び静電集塵式(1台)であり、対象汚染物質、風量、フィルタの構造等の仕様は表-1に示される。

2-2 実験室の概要

実験は東北文化学園大学の人工気象室内に設置された実験チェンバーで行われた。実験チェンバーは、0.528m³及び4.98m³の気積を有したガラス製及びステンレス製である。実験チェンバーでは、温湿度(温度:10~40(℃)、相対湿度:20~80(%))と換気量(換気回数:0~5.0(1/h))の制御が可能である。実験チェンバーの概要を図-1に示す。

尚、実験チェンバー内には、一様拡散状態を得る為に、小型ミキシングファンを設置した。

2-3 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測定法及び測定機器を以下に示す。

1) 光音響法

・マルチガスモニタ(B&K社製、Model 1312型)

2) 固相捕集-高速液体クロマトグラフ(以下、HPLC; High Performance Liquid Chromatograph)法

a) サンプル装置

・定流量ポンプ(GLサイエンス社製、Model SP-206AC型)

・積算流量計(シナガワ社製、Model DC-1A型)

・捕集管(Waters社製、Sep-pak Xposure Sampler、充填剤: 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン(以下、DNPH)含侵シリカゲル(粒径:18/35メッシュ))

b) 分析装置

*3: () 内の数値は、ステンレス製チェンバー(4.98m³)の内寸法である。

図-1 実験チェンバーの概要

表-2 HPLCの分析条件

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

・高速液体クロマトグラフ(日立社製、Model L-7000型)

2-4 固相捕集-HPLC法によるホルムアルデヒドの捕集・分析⁹⁾

ホルムアルデヒドの捕集は、DNPHカートリッジを用いて行い、捕集流量は0.5(1/min)で採取時間は2分間とした。DNPHカートリッジに捕集されたホルムアルデヒドは、5(ml)のアセトニトリルで5分間の溶出を行い分析試料とした。尚、溶出速度は1(ml/min)である。その後、HPLCに分析試料を10(μL)導入し、定性・定量分析を行った。(分析条件は、表-2参照のこと。)

2-5 実験手順^{10)、11)}

空気清浄機の室内除去性能は、①フィルタ部の捕集率、②ファンによる汚染物質と室内空気の混合力及び運搬力に強く依存することが指摘されている¹⁾。本研究では、②の評価に入る前の段階として、室内空気を一様拡散させた場合の汚染物質除去特性を得るものである。本研究の実験手順を次に示す。

1) 実験チェンバー内に空気清浄機、ミキシングファンをセットし、汚染物質発生の準備を行う。

2) チェンバー内を数時間換気した後、人工気象室及びチェンバー内の温湿度を調整する。

3) 汚染物質を発生させる。(HCHOは、ガスボンベを使用しマスフローコントローラにより流量を制御する。)

4) 室内をミキシングファンで攪拌しつつ、汚染物質濃度などの測定を開始する。

5) 汚染濃度をマルチガスモニタでモニタリングし、定常濃度に達

したことを確認した後、汚染物質の発生を停止し、機器非運転期間の濃度を測定する。その後、空気清浄機を運転し濃度の推移を測定する。

以上の実験行程を各機器について行った。

尚、性能評価実験は、測定条件を温度 20～25 (℃)、相対湿度 20～80 (%) の範囲で行うものとする。ここでは、室温 23 (℃)、相対湿度 20 (%)、換気回数 0.6 (1/h) のもとで実験を行い、また、一番弱い風量(運転モード：弱)で空気清浄機を運転した。

3. 家庭用空気清浄機の汚染物質除去特性の評価法^{10), 11), 12)}

家庭用空気清浄機のカス状物質除去特性の評価は、「相当換気量 (m³/h) (Equivalent clean air rates; ECAR)」^{10), 11)} を用いて行った。以下に、相当換気量の定義と本指標を用いた評価法について示す。空気浄化設備を有する室内定常濃度 C_{ss} (ppm) は、次式にて表される。¹²⁾

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

ここで、 C_0 : 外気濃度 (ppm)

M : 汚染物質発生量 (ml/h)

Q : 室換気量 (m³/h)

F : 空気浄化能力 (m³/h) とする。

一般の空調システムにおいて、 F はフィルタ部の浄化能力を示すものであり、次式が成立する。

$$F = \eta \times Q_a \quad - (2)$$

ここで、 η : 機器の汚染物質除去率 (%)

Q_a : 機器の処理風量 (m³/h) とする。

ところが、家庭用の空気清浄機では、フィルタ部における室内空気の通過回数が大きいため、One-pass 法により得られた汚染物質除去率(除去性能)を用いた室内濃度予測値は、実際の室内濃度と容易に符合しない側面を有している。

そこで、家庭用空気清浄機の評価に用いられるのが、相当換気回数 N (1/h) である。相当換気回数は、実験的に求められる機器の浄化指標である。^{1), 4), 5)}

すなわち、実験チェンバー内に汚染物質を導入し、空気清浄機非運転時の対象汚染物質濃度の濃度減衰により得られる換気回数(機器非運転期間の換気回数: N_1 (1/h))と空気清浄機を運転する場合の対象汚染物質の濃度減衰による換気回数(機器運転期間の換気回数: N_2 (1/h))を求めるものである。 N_1 、 N_2 と相当換気回数 N は、次式にて表わされる。

$$N_2 = N_1 + N \quad - (3)$$

換気回数 N_1 (機器非運転期間の換気回数)、 N_2 (機器運転期間の換気回数) は、トレーサーガスをを用いた濃度減衰法により、(4)、(5) 式にて求める。

$$N_1 = 2.303 \times \frac{1}{t_1} \times \log \left\{ \frac{(C_1 - C_0)}{(C_2 - C_0)} \right\} \quad - (4)$$

$$N_2 = 2.303 \times \frac{1}{t_2} \times \log \left\{ \frac{(C_3 - C_0)}{(C_4 - C_0)} \right\} \quad - (5)$$

ここで、 t_1 : 機器非運転期間の測定時間 (h)

t_2 : 機器運転期間の測定時間 (h)

C_1 : 機器非運転期間の測定開始時における対象汚染物質濃度 (ppm)

C_2 : 機器非運転期間の測定開始から t_1 時間後の対象汚染物質濃度 (ppm)

C_3 : 機器運転期間の測定開始時における対象汚染物質濃度 (ppm)

C_4 : 機器運転期間の測定開始から t_2 時間後の対象汚染物質濃度 (ppm)

$C_0, C_{0'}$: チェンバー供給空気の対象汚染物質濃度 (ppm) とする。

上式により、機器の対象汚染物質除去性能が明らかとなる。

さらに、実験チェンバーの気積 R_e (m³) と実験によって求まる相当換気回数 N (1/h) を用いて、空気清浄機の浄化力を室換気量に相当させることが出来る。

尚、このときの室換気量を相当換気量 Q_{eq} (m³/h) と言い、次式にて表す。

$$Q_{eq} (m^3/h) = N \times R_e \quad - (6)$$

ちなみに、(1) 式の F (空気浄化能力) が Q_{eq} と等しくなり、次式が成立する。

$$F = Q_{eq} \quad - (7)$$

4. 家庭用空気清浄機を有する室内の汚染物質濃度予測法

定常状態を仮定した場合に、室内定常濃度 C_{ss} (ppm) は外気濃度 C_0 (ppm) に加えて、室内発生量 M (ml/h) を室換気量 Q (m³/h) と相当換気量 Q_{eq} (m³/h) の和でもって除したもので表せる。すなわち、室内定常濃度 C_{ss} (ppm) は、次式 (8) にて表せる。

$$C_{ss} = C_0 + \frac{M}{Q + Q_{eq}} \quad - (8)$$

5. 空気清浄機運転時における室内オゾン濃度の上昇

高電圧を利用している静電集塵式の空気清浄機においては、オゾンの発生が指摘されているため¹³⁾、空気清浄機運転に伴うチェンバー内オゾン濃度を測定した。実験条件は、換気回数 n : 1.01 (1/h)、温度: 22.8 (℃)、相対湿度: 26.4 (%) である。測定結果を図-2 に示す。

機器 AC1、AC2、AC4、AC5 では、機器運転に伴うチェンバー内オゾン濃度の上昇は認められなかったが、静電集塵式の機器

図-2 空気清浄機運転に伴うチェンバー内のオゾン濃度

図-3 ホルムアルデヒド濃度の経時変化(機器AC1)

図-4 ホルムアルデヒド濃度の経時変化(機器AC2)

図-5 ホルムアルデヒド濃度の経時変化(機器AC3)

図-6 ホルムアルデヒド濃度の経時変化(機器AC4)

図-7 ホルムアルデヒド濃度の経時変化(機器AC5)

AC3では、オゾン濃度が0.34(ppm)まで上昇した。

ところで、試料空気中のオゾンは、DNPHカートリッジに捕集されたDNPH-ホルムアルデヒド誘導体を分解し、測定結果に負の影響を与えることが指摘されている¹⁴⁾。そこで、測定の際には、オゾンを除去するオゾンスクラバー(Waters社製)を用いて、オゾンを除去し、試料空気の捕集を行った。

6. 空気清浄機のホルムアルデヒド除去特性

空気清浄機を運転しない期間(機器非運転期間)と空気清浄機を運転する期間(機器運転期間)におけるホルムアルデヒド濃度の経時変化を図-3~7に示す。図中では、横軸に時間(min)、縦軸にチェンバー内のホルムアルデヒド濃度(ppb)を示している。機器非運転期間において、約1000(ppb)から700(ppb)までのホルムアルデヒドの濃度変位を測定し、機器運転期間においては、約700(ppb)から60(ppb)までの濃度変位を測定した。また、機器運転期間における測定値を解析したところ、2つの直線で回帰できることが分かった。すなわち、運転開始直後から現れる急な勾配の直線(図中の実線I)と、その後現れる比較的緩やかな勾配の直線(図中の実線II)である。前者の急な勾配(実線I)の直線で回帰できる範囲にある測定値を(3)、(4)、

(5)式に代入して、相当換気回数 $N(1/h)$ を求めた。結果を表-3に示す。さらに、実験的に得られたこれらの相当換気回数の平均値を(6)式に代入して、機器の平均的な相当換気量 $Q_{eq}(m^3/h)$ を求めた。表-4に示すように、フィルタ濾過式の機器AC1、AC2、AC4、AC5の相当換気量 Q_{eq} は、8.10~19.9(m^3/h) (相当換気回数 N : 15.3~37.8($1/h$))であり、比較的大きな除去効果が示された。

しかし、静電集塵式の機器AC-3では、相当換気量 Q_{eq} はゼロに等しく、ホルムアルデヒドに対する除去効果は、全く期待できない結果となった。この主要な原因として、除去方式がフィルタ濾過式である家庭用空気清浄機は、フィルタ部における吸着剤の使用量に依存した除去効果が期待できるものの、静電集塵式の機器では、このような除去効果がほとんど無かったものと考えられる。

尚、4.98(m^3)の気積を有するステンレス製のチェンバーで、同一の手法で除去評価実験を行った。例えば、機器AC2では、相当換気量 Q_{eq} で14.1~20.8(m^3/h)の評価値が得られた。本研究で用いたガラス製チェンバー(0.528 m^3)による実験から求められた評価値は、4.98(m^3)チェンバーの実験から求められた値の85~95(%)であった。

また、緩い勾配の直線で回帰される範囲の測定値は、汚染物質

表-3 空気清浄機ホルムアルデヒドに対する除去特性
(相当換気回数 N)

機器	換気回数	1回目	2回目	3回目	平均値
AC1	N_1 (1/h)	1.80	2.49	1.58	1.96
	N_2 (1/h)	37.2	38.4	31.6	35.7
	N (1/h)	35.4	35.9	30.0	33.8
AC2	N_1 (1/h)	1.81	1.75	1.57	1.71
	N_2 (1/h)	29.4	32.7	26.9	29.7
	N (1/h)	27.6	31.0	25.3	28.0
AC3	N_1 (1/h)	0.90	0.87	1.08	0.95
	N_2 (1/h)	0.48	0.89	1.18	0.85
	N (1/h)	-	0.02	0.10	0.06
AC4	N_1 (1/h)	1.45	1.50	1.61	1.52
	N_2 (1/h)	14.1	18.7	17.8	16.9
	N (1/h)	12.6	17.2	16.2	15.3
AC5	N_1 (1/h)	1.26	1.75	2.20	1.73
	N_2 (1/h)	37.1	43.4	38.0	39.5
	N (1/h)	35.8	41.7	35.8	37.8

がフィルタ部で濾過された結果、現れたものと考えられる。この値は、測定時のバックグラウンド濃度とフィルタの性能により構成されているものと考えられる。この詳細な解析については、今後の課題とする。

7. 光音響法の測定性¹⁵⁾

本研究では、測定値が瞬時に得られる光音響法でホルムアルデヒド濃度をモニタリングしながら、固相捕集-HPLC法による同時測定を行った。光音響法と固相捕集-HPLC法による測定値の相関関係を図-8に示す。図中では、横軸に固相捕集-HPLC法による濃度(ppb)、縦軸に光音響法によるホルムアルデヒド濃度(ppb)を示すものである。測定対象試料中にVOC等の干渉ガスがなく、また、測定対象濃度が150(ppb)を超える場合に、両測定法による測定値には高い相関($R^2=0.90$)が示されている。

しかし、光音響法と固相捕集-HPLC法による同時測定の結果、150(ppb)以下の濃度では両者の測定値は符合しない。つまり、測定対象濃度が150(ppb)以下の場合には、光音響法で評価することはできない。

8. 旧タイプの家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去特性との比較^{4), 5), 6)}

野崎らは、1995年に量販店で購入した空気清浄機について、相当換気回数を用いて、ガス状物質の除去効果を求めている^{4), 5), 6)}。この時の実験条件は、室温:21.4(℃)、相対湿度:20.4(%)、実験チェンバーの気積:5.25(m³)、空気清浄機の処理風量:1.2~3(m³/h)(運転モード:強)である。ホルムアルデヒドの濃度変化の一例を図-10に示す。また、これらの実験結果から得られた相当換気回数 N (1/h)、及び相当換気量 Q_{eq} (m³/h)を表-5に示す。

機器AC8、AC9の相当換気量 Q_{eq} は、1.47(m³/h)、2.47(m³/h)と、微小な除去効果が認められたものの、機器AC-6、7の Q_{eq} (m³/h)では、0.37以下とゼロに等しく、ホルムアルデヒドに対する除去効果は、全く期待できない。しかも、5年程前の空気清浄機は、運転モード「強」で相当換気量を評価しているにもかかわらず、ホルムアルデヒドに対する除去効果は小さい。

しかし、今回対象とした最新のフィルタ濾過式空気清浄機(AC1、

表-4 空気清浄機ホルムアルデヒドに対する除去特性
(相当換気量 Q_{eq})

機器	相当換気量 Q_{eq} (m ³ /h)			
	1回目	2回目	3回目	平均値
AC1	18.7	19.0	15.9	17.8
AC2	14.6	16.3	13.4	14.8
AC3	-	0.01	0.05	0.03
AC4	6.67	9.09	8.54	8.10
AC5	18.9	22.0	18.9	19.9

図-8 光音響法と固相捕集-HPLC法の相関関係

図-9 除去特性実験における光音響法と固相捕集-HPLC法の測定値の一例(機器AC1)

図-10 ホルムアルデヒド濃度変化の一例(機器AC8)

表-5 空気清浄機ホルムアルデヒドに対する除去特性
(相当換気回数 N 、相当換気量 Q_{eq})

機器	50Hz時の風量(m ³ /min)	フィルタの構造	製造(年)	相当換気回数 N (1/h)	相当換気量 Q_{eq} (m ³ /h)
AC6	2.3	プレフィルタ+脱臭フィルタ+活性炭フィルタ+静電フィルタ	1995	-	-
AC7	1.2	プレフィルタ+脱臭フィルタ+活性炭フィルタ	1995	0.07	0.37
AC8	1.9	プレフィルタ+脱臭フィルタ+活性炭フィルタ	1995	0.28	1.47
AC9	3	プレフィルタ+脱臭フィルタ+活性炭フィルタ	1995	0.47	2.47
AC10	-	静電フィルタ	1995	0.06	0.31

AC2、AC4、AC5)では、運転モード「弱」で相当換気量を評価しているものの、相当換気量 Q_{eq} は8.10~19.9(m³/h)の値を示しており、顕著な除去効果が認められている。この要因として、最

新の空気清浄機では、活性炭の使用量が増加されたことや、活性炭に使用されている添着剤の改良が行われたこと等が考えられる。すなわち、機器のフィルタ部では活性炭による物理吸着量の増大に添着剤による化学吸着量の増大が付加され、結果として、機器のホルムアルデヒド除去性能の向上に結びついたものと考えられる。

特に、AC1、AC2、AC5については、必要換気量 20～30 (m³/h・人) に近い相当換気量を示し、これらの空気清浄機は、室内空気環境の改善に寄与できるものと考えられる。

9. まとめ

本研究の範囲において、以下の知見を得ることが出来た。

- 1) 相当換気量を用いた家庭用空気清浄機のガス状物質除去特性に関する試験・評価法を具体的に提案した。
- 2) 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去特性に関する基礎的資料を得ることができた。すなわち、ホルムアルデヒドの除去効果に関して、最新のフィルタ濾過式の空気清浄機では、相当換気量 Q_{eq} が 8.10～19.9 (m³/h) であり、室内濃度低減効果を期待できうるものであった。一方、静電集塵式の空気清浄機に関しては、相当換気量はゼロに等しく、除去効果は認められなかった。
- 3) 家庭用空気清浄機からのオゾン発生が指摘されており、フィルタ濾過式と静電集塵式からのオゾン発生に関する実験を行った。フィルタ濾過式からのオゾン発生は認められず、静電式集塵機器からは、顕著なオゾン発生が確認された。また、ある室内環境条件下におけるオゾン濃度の上昇性を把握した。
- 4) 光音響法を用いて、本空気清浄機性能評価試験を実施する場合、測定対象濃度が 150 (ppb) を超える場合には同法を用いての測定が可能であるが、それ以下の測定対象濃度の場合には何らかの補正を行う必要がある。
- 5) 最新の家庭用空気清浄機では、1995 年頃に販売された機器と比較して、ホルムアルデヒド除去能力の向上が図られており、ホルムアルデヒド汚染に対する一つの室内浄化設計法として活用できうる可能性を示した。

10. 今後の課題

以下の事項が今後の課題として挙げられる。

- 1) 多くの家庭用空気清浄機が VOCs、NO_x の除去を唱っており、これらの機器の同物質の除去特性を把握する。
- 2) 各種共存汚染物質が機器のホルムアルデヒド、VOC 除去特性に及ぼす影響を把握する。

謝辞

本研究の一部は、室内空気対策研究会改修技術分科会、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究 B (1) 展開研究「ガス状物質による室内空気汚染低減化に関する研究」、研究代表者：野崎淳夫)、厚生労働省厚生科学研究費(「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」、「脱臭機、空気清浄機、コピー機からのオゾン発生機構に関する研究」、研究代表者：野崎淳夫)の活動として行われた。関係各位に謝意を表する。また、

有意義な御意見を頂いた国土交通省住宅局住宅生産課、真鍋純氏に感謝を申し上げるものである。

引用文献

- 1) 吉澤晋、菅原文子、小竿真一郎：空気清浄装置の粉塵捕集率と室内浄化性能、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.799～800、1988 年
- 2) M.Ohmura, T.Irie, K. Ikeda et al.: On Comparison of Performance between Filter Type and Ion Type Domestic Air Purifiers, Proc. of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol.2, pp.185～188, 1996
- 3) 日本電気工業会：家庭用空気清浄機、JEM-1467、1995 年
- 4) 野崎淳夫、吉澤晋：家庭用空気清浄機汚染物質除去特性に関する研究、日本労働衛生学会、講演抄録集、pp.81～82、1998 年
- 5) 野崎淳夫、池田耕一、吉澤晋、入江建久、飯倉一雄：家庭用空気清浄機におけるガス状物質の除去特性に関する研究、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.61～64、1997 年
- 6) 野崎淳夫、池田耕一、吉澤晋、入江建久、飯倉一雄：我が国における室内化学汚染物質汚染低減化対策の現状について、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、II 巻、pp.621～624、1998 年
- 7) 羽田崇秀、長谷川麻子、小峯裕己：家庭用空気清浄機によるホルムアルデヒド(HCHO)除去性能の評価に関する研究、(その1)化学物質除去基本性能評価用試験装置の性能について、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.521～524、2000 年
- 8) L.Erdinger, M.Durr, F.Hammes, H.G.Sonntag: Performance of a Modular Room Air Cleaner, Proc. of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Vol.4, pp.193～198, 1996
- 9) 環境庁大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル、pp.41～46、1996 年
- 10) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄機によるホルムアルデヒドの除去特性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、2001 年
- 11) 野崎淳夫、飯倉一雄、大澤元毅、吉澤晋：家庭用空気清浄機による室内化学物質の除去特性に関する研究、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2001 年
- 12) 吉澤晋他：衣服と住まいの健康学、大修館書店、1984 年
- 13) 野崎淳夫、飯倉一雄、池田耕一、吉澤晋：オゾン発生源による室内空気汚染に関する研究(第2報)、日本空気清浄協会第19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.273～274、2000 年
- 14) R.R.Arnts, S.B.Tejada: 2,4-Dinitrophenylhydrazine-coated Silica Gel Cartridge Method for Determination of Formaldehyde in Air, Identification of an Ozone Interference, Environmental Science Technology, Vol.23, pp.1428～1430, 1989
- 15) 野崎淳夫、飯倉一雄、吉澤晋、池田耕一、堀雅宏：室内化学物質汚染低減化対策としてのベイクアウトの効果(その1)、室内VOC、ホルムアルデヒド汚染に関する研究(その2)、日本建築学会計画系論文集、No.530, pp.61～66、2000 年

(2001年6月15日原稿受理、2002年1月10日採用決定)