

I-3. 5. 汚染対策塗料  
ii. 自然塗料

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

i. では、自然塗料のVOC放散速度について明らかにし、使用溶剤の違いにより明確な差が見られることを確認した。

本報では、同自然塗料のVOC成分別放散速度を求め、使用溶剤が生成成分に与える影響についての検証を行う。

1. (社)日本塗料工業会のVOC自主表示ガイドライン

(社)日本塗料工業会(以下:JPMA)では、「室内環境汚染対策のためのVOC自主表示ガイドライン」(2005年4月制定)を定めている。

本ガイドラインでは、塗料中のトルエン、キシレン、エチルベンゼンの含有量合計が1[%]以下の製品について、「非トルエン・キシレン塗料」の表示を「自己責任で自主的に表示すること」としている。また、JPMAでは健康リスクに対する居室用塗料の目標基準(表-1)と居室用塗料の分類(表-2)も定めている。

表-1 健康リスクに対する居室用塗料の目標基準<sup>1)</sup>

種類	分類	VOC	芳香族系溶剤	内装	外装
水性系塗料	W1	1%未満	0.1%未満	◎	◎
	W2	1%以上 5%未満	1%未満	○	◎
	W3	5%以上	1%未満	△	○
溶剤系塗料	S1	*	1%未満	×	○
	S2	*	1%以上	×	△

VOC対策として、◎:よく適する、○:適する、△:条件付きで使用、×:適さない

(S1, S2): VOC対策には問題あり。居住者の承認が得られた場合のみ使用。ただし、十分な換気を行う。

表-2 居室用塗料の分類<sup>1)</sup>

塗料設計条件	エマルジョン系	溶剤系
TVOC	1%以下	—
芳香族系溶剤類	0.1%以下	1%以下
アルデヒド類	0.01%以下	0.01%以下
重金属(鉛、クロム類)	0.05%以下	0.05%以下
発ガン性物質	0.1%以下	0.1%以下
生殖毒性物質		
変異原性物質		
感作性物質	0.1%以下	0.1%以下

B. 研究方法

1. 実験概要

1. 1. 溶剤の種別と溶剤使用量

i. において、使用溶剤の違いによりVOC放散速度の明確な差が確認された。そこで、塗料に用いられる溶剤の種別とその溶剤使用量についての資料収集を行った(表-3、図-1)。図-1に示すように、溶剤使用量の違いがVOC放散速度に影響を及ぼしていることが示唆される。

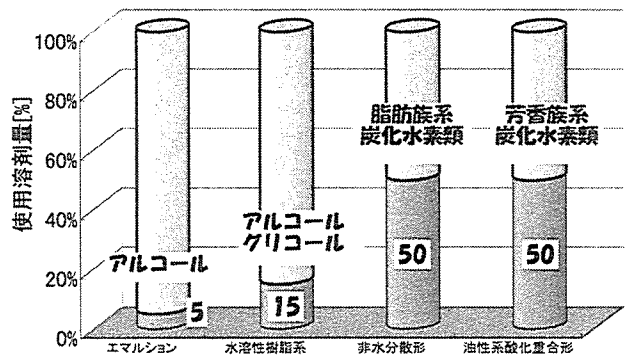


図-1 各種塗料における溶剤使用量<sup>1)</sup>

表-3 溶剤の種類<sup>1)</sup>

エーテル系	エチレングリコール、 モノエチルエーテル
エステル系	酢酸エチル、酢酸ブチル、 酢酸アミン
ケトン系	アセトン、メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン
アルコール系	エタノール、ブタノール イソプロパノール
脂肪族炭化水素	ミネラルスピリット
芳香族炭化水素	キシレン、トルエン、 ソルベントナフサ

## 1. 2. 実験概要

測定対象塗料、実験システムと実験手順は前報<sup>2)</sup>と同様である。

## C. 結果及び考察

各自然塗料のVOC成分別放散速度を求めた。なお、本報では塗料塗布48[h]後と168[h]のVOC放散速度を比較し、その発生成分と低減性についての検討を行った。

### 1. ミネラルスピリット系溶剤自然塗料 (NP1~3) のVOC成分別放散速度

図-2~4に各試験片(NP1~3)のVOC成分別放散速度を示す。

NP1~3において、ヘキサン、ヘプタン、ノナナール、ウンデカン、デカナール、ドデカン、トリデカンの比較的大きなVOC放散速度が確認された。

全ての試験片において、168[h]後にメチ

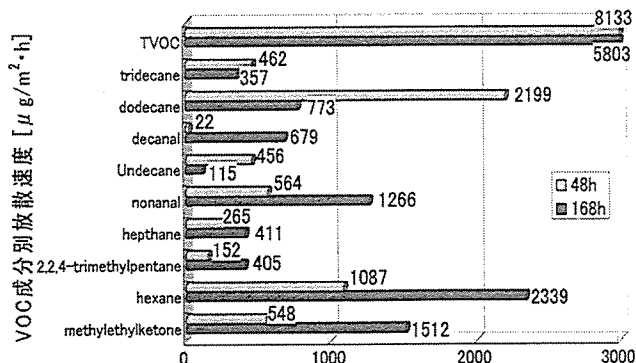


図-2 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP1) のVOC成分別放散速度

ルエチルケトン、ヘキサン、ノナナールの顕著な放散速度の増大化現象が見られた。また、ノナナールの放散速度が顕著に増大した。一方で、ウンデカン、ドデカンは顕著な減衰が確認された。

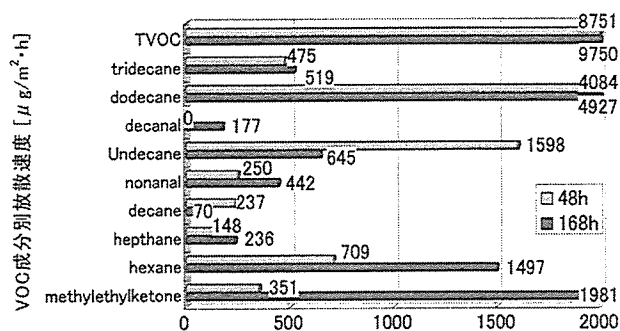


図-3 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP2) のVOC成分別放散速度

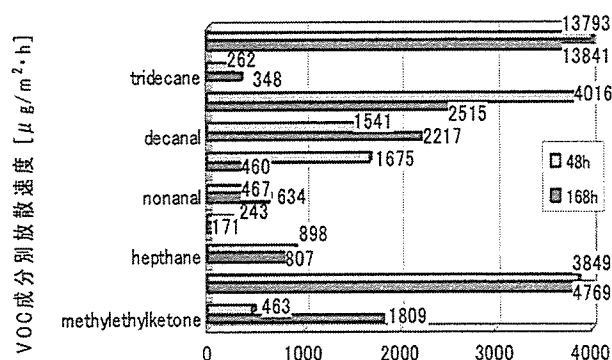


図-4 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP3) のVOC成分別放散速度

### 2. 水系自然塗料 (NP4~6) のVOC成分別放散速度

図-5~7に各試験片(NP4~6)のVOC成分別放散速度を示す。

NP4~6において、メチルエチルケトン、ヘキサン、ヘプタン、ノナナールの比較的大きな発生が示されたが、48[h]~168[h]後の経時での放散速度減衰性は明確であり、特にヘプタンについてはその減衰が顕著であった。また、他の成分についても、168[h]後ではその放散速度は極めて小さい。

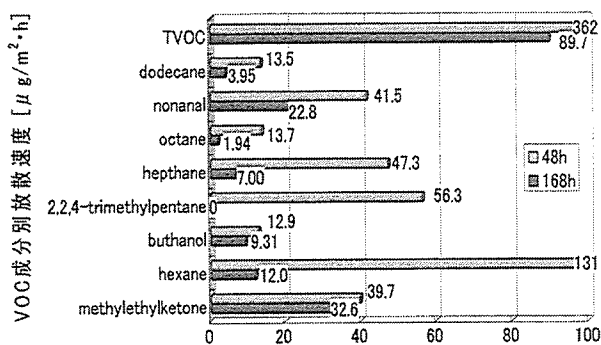


図-5 水系自然塗料 (NP4) の VOC 成分別放散速度

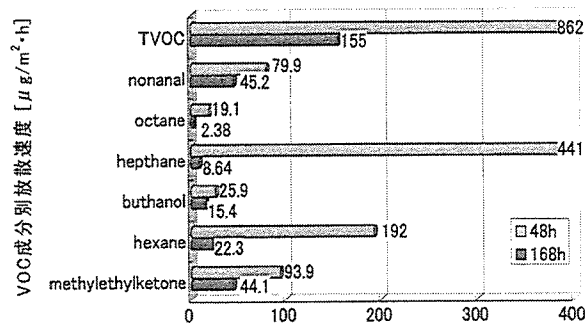


図-6 水系自然塗料 (NP5) の VOC 成分別放散速度

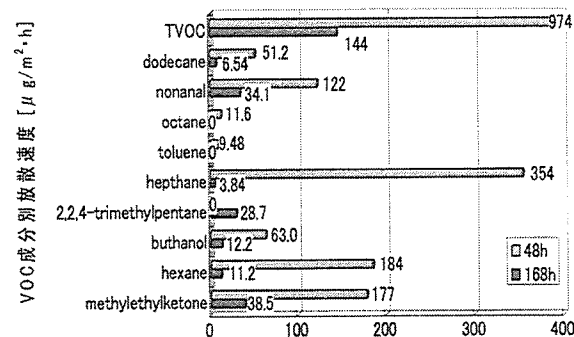


図-7 水系自然塗料 (NP6) の VOC 成分別放散速度

#### D. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 異なる自然塗料(2種類)の VOC 成分別放散速度を定量的に明らかにした。
- 今回調査した水系自然塗料(NP4~6)は、各種 VOC 成分の放散速度が小さく、室内 VOC 汚染対策として適した塗料と言える。
- 各試験片毎に、VOC 放散速度が異なるものの発生成分は使用溶剤毎にある種の共通性が見られた。
- 使用溶剤に関わらず、ヘキサンの発生が確認された。ヘキサンの発生抑制が検討課題である。

#### E. 健康危機情報

特になし

#### F. 知的財産権の出願・登録

特になし。

#### G. 引用文献

- (社)日本塗料工業会：室内における健康・安全・環境を考えた塗装設計・施工マニュアル、pp.10~14、2004年1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講演要旨集、pp.10-11、2006年10月

厚生労働科学研究費補助金(化学物質リスク研究事業)  
分担研究報告書

I-3.6.i. 畳材

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

「1. 家庭用品と建材の化学物質発生量・発生特性、畳材(その1)」では、和室におけるホルムアルデヒドとVOC汚染の実態と汚染防止対策の効果について報告した。

ところで、畳材料(稲わらとい草)に使用される農薬と畳に挿入される防虫シートからは、ホルムアルデヒドやVOCよりも沸点が高い準揮発性有機化合物(以下、SVOC)の発生が懸念される。

そこで本報では、和室におけるSVOC汚染の実態と汚染メカニズムを明らかにする基礎的研究を行うものである。

B. 研究方法

1. 実態調査の概要

1. 1. 測定対象住宅と畳材

測定対象住宅は東北地方のRC造3階建て、築後6年の一般住宅であり、「畳材(その1)」に住宅の概要が示されている。畳材による室内SVOC汚染を調査するため、当該住宅の和室に2種類の畳を敷設し、測定を行った。測定対象室は当該住宅の2室(2Fの和室(西)と和室(東))である。

敷設した2種類の畳の概要を表-1に示すが、一方は農薬使用量が少なくSVOC発生量の削減を意図した「低放散仕様畳」で、他方は農薬不使用の化学畳である。いずれの畳材にも「防虫紙」は使用していない。

1. 2. 測定対象物質

本研究では、SVOC(フタル酸エステル類化合物(6物質)、有機リン系化合物(3物質))を測定対象物質とした。測定対象物質の一覧を表-2に示す。

1. 3. 捕集・分析法と使用機器

・固相捕集-溶媒抽出-ガスクロマトグラフ/質量分析(GC/MS)法

1) 捕集法

SVOC捕集管を用いて、3.0[L/min]の流量で120[min]試料空気を採取し、これを分析試料とした。総捕集量は360[L]である。

2) 捕集管と捕集機器

- ・SVOC捕集管: Plus PS air (Waters社製)
- ・定流量ポンプ: Σ-300 (SHIBATA社製)

3) 分析機器

- ・ガスクロマトグラフ/質量分析(GC/MS)計

表-1 畳の概要

	素材	防虫加工
低放散仕様畳	畳床: 稲わら	なし
	畳表: い草	
化学畳	畳床: ポリスチレンフォーム	
	畳表: ポリプロピレン	

表-2 測定対象物質(SVOC)

1	フタル酸ジ-n-ブチル
2	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル
3	フタル酸ジメチル
4	フタル酸ジエチル
5	フタル酸ベンジルブチル
6	フタル酸ジ-n-オクチル
7	クロルピリホス
8	ダイアジノン
9	フェノバルブ

C. 結果及び考察

和室(西)と和室(東)のSVOC物質別濃度をそれぞれ図-1と2に示す。

「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時2つの和室で共通して検出された物質は、フタル酸ジ-n-ブチルとフタル酸ジ-2-エチルヘキシルであるが、両物質の室内濃度は低く問題

となるレベルではない。また、両和室に共通する傾向は、「低放散仕様畳」敷設時に「化学畳」敷設時よりもフタル酸ジ-n-ブチル濃度が高くなり、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルではこれとは逆に、「化学畳」敷設時に「低放散仕様畳」敷設時よりも濃度が高くなる傾向にある。両和室において、フタル酸ジエチルは検出と非検出に分かれた。

両和室では第1種換気システムが運転されており、これら畳材の室内SVOC濃度に与える影響は低換気条件の場合、更に大きくなると考えられる。

今回の調査でダイアジノン、クロルピリフォス、フェノカルブの有機リン系化合物は、両和室の「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時には検出されなかった。

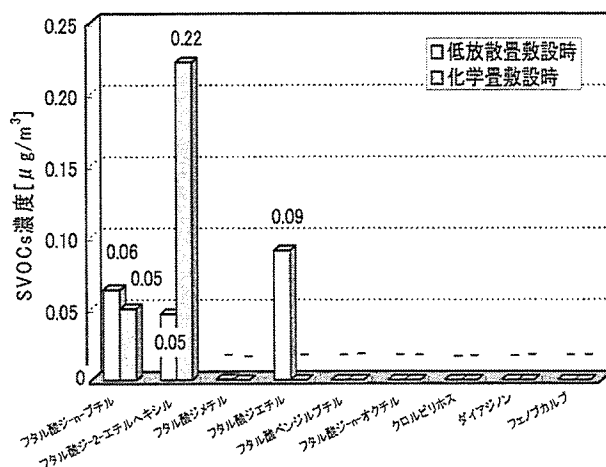


図-1 2F和室(東)のSVOC物質別濃度

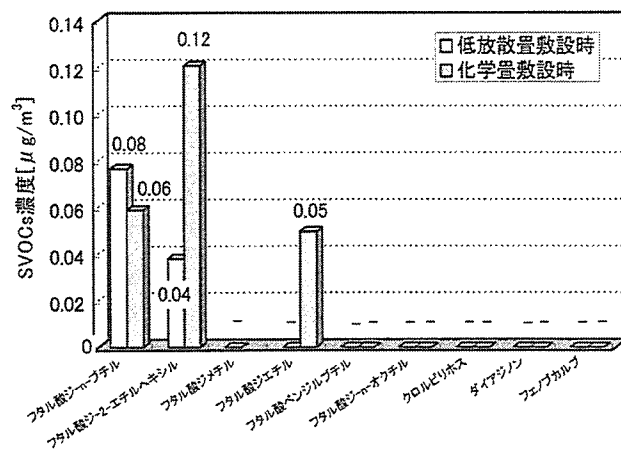


図-2 2F和室(西)のSVOC物質別濃度

#### D. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

第1換気システムが運転されている住宅の和室でSVOC濃度測定を行ったところ、次の傾向が見られた。

- 1) 「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時  
2つの和室で共通して検出された物質は、フタル酸ジ-n-ブチルとフタル酸ジ-2-エチルヘキシルであるが、両物質の室内濃度は低く問題となるレベルではない。
- 2) フタル酸ジ-2-エチルヘキシルでは、「化学畳」敷設時に「低放散仕様畳」敷設時よりも濃度が高くなる。
- 3) ダイアジノン、クロルピリフォス、フェノカルブの有機リン系化合物は、「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時に検出されなかった。

#### E. 今後の課題

- 1) 畳からのフタル酸エステル類化合物発生メカニズムを解明する。
- 2) 測定対象物質の範囲を拡大し、有機リン系化合物、カーバメート系化合物のみならず、これらの代替物質であるネオニコチノイド系化合物も含めた測定を行う。

#### F. 健康危機情報

特になし。

#### G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。

I-3.6.ii. 畳材

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

畳材は我が国の住宅には欠かせない建材であるが、防虫処理剤として、Fenthion, Fenitrothion 等の有害化学物質を使用した「防虫シート」を畳に挿入する場合がある。また、畳構成材のい草と稲わらには、生育時に各種農薬が散布されており、これら建材の残留農薬の影響が懸念される。農林水産省は「農薬安全使用基準」において、農薬の残留濃度基準を定めているが、同基準は農作物に対する基準であり、畳構成材の稲わらとい草には適応できない。

ところで、化学物質過敏症患者が和室に滞在できない事例が報告されているが<sup>1)</sup>、野崎らはその原因の一つは畳から発生する準揮発性有機化合物(以下、SVOC)と考えている。

そこで本研究では、畳材の室内空気環境に与える影響を把握するため、1)畳構成材の残留農薬を定量的に明らかにし、2)畳試験片からの有機リン系化合物の発生量をチェンバー実験により明らかにすることを目的とするものである。

B. 研究方法

1. 実験概要

実験 I は農薬・可塑剤・難燃剤用捕集管(Sampler①)を、実験 II では農薬用捕集管(Sampler②)を用いて、それぞれ実験を行った。表-1に Sampler の概要を示す。

表-1 Outline of samplers

	Filler	Shape of filler	Sampling substances
Sampler①	styrene -divinyl -benzene	particle	・ agricultural chemical ・ plasticizer ・ flame-retarding agent
Sampler②	polystyrene		・ agricultural chemical

1. 1. 検体概要

実験 I では、畳材(Tatami mat)4 検体、畳構成材(畳床:Inner material of Tatami mat、畳表)10 検体、およびその素材(稲わら、い草)4 検体の合計 18 検体を試験片とした。実験 II では、畳床(A)、(B)の 2 検体を測定対象とした。

検体はチェンバー実験を考慮し、適当なサイズに裁断加工した。検体概要を表-2に示す。

1. 2. 測定対象物質

本研究では、有機リン系化合物を含む 18 物質の SVOC を測定対象物質とした(表-3参照)。

表-3 Measurement substances

Measurement substances	test I	test II
Diazinon	○	○
Fenitrothion	○	-
Chlorpyrifos	○	○
Fenthion	○	-
Tributyl Phosphate	○	-
Trichloroethyl Phosphate	○	-
TriButoxyethyl Phosphate	○	-
2-Ethylhexyl Phosphate	○	-
Dimethyl Phthalate	○	-
Diethyl Phthalate	○	-
Di-n-Propyl Phthalate	○	-
Di-n-Butyl Phthalate	○	-
Dihexyl Phthalate	○	-
n-ButylBenzyl Phthalate	○	-
Diheptyl Phthalate	○	-
Di-2-Ethylhexyl Phthalate	○	-
Fenobucarb	-	○

表-2 Outline of sample pieces

Sample No.	Material	Quantity of pesticide	Country of origin	Pest treatment	Size[mm]	Thickness[mm] / Weight[g]	
Tatami mat	(A)	rice straw and rush	Japan	insecticide sheet (both side)	400×400	450 / 2451	
	(B)			none		450 / 2414	
	(C)	reduced			300×300	550 / 2498	
	(D)			550 / 1481			
Inner material of tatami mat	(A)	rice straw	Japan	none	300×300	70 / 1577	
	(B)			heat-treating		70 / 1642	
	(C)			none		70 / 1428	
	(D)	normal		insecticide sheet (at base only)		70 / 1646	
	(E)			insecticide sheet (both side)		60 / 1413	
	(F)			insecticide sheet (at base only)		55 / 1056	
	(G)			insecticide sheet (both side)		55 / 1063	
Surface layer	(A)	rush	China	-	300×300	- / -	
	(B)		Japan				
	(C)		normal				
Rice straw	(A)	-	Japan	none	-	- / 200	
	(B)						reduced
	(C)						none
Rush	(A)	-	Japan	none	-	- / 200	

### 1. 3. 実験装置

本実験では、東北文化学園大学の空気環境実験室内に小型チェンバー(気積:65[L])を用いた実験装置を構築した。小型チェンバー内は、一定の環境条件に制御可能であり、常時清浄空気が導入されている。実験装置の概要を Fig. 1 に示す。

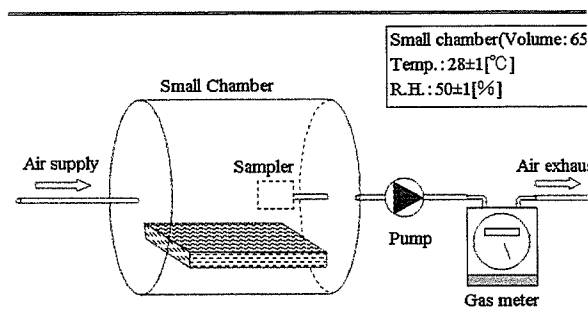


図-1 Outline of measuring system

### 1. 4. 捕集・分析方法と使用機器

・固相捕集-溶媒抽出-GC/MS 法

#### (1) 実験 I

- ・定流量ポンプ：SIBATA 社製、MP-Σ300
- ・積算流量計：SHINAGAWA 社製、DC-1

#### (2) 実験 II

- ・定流量ポンプ：GL sciences 社製、Model:2702-17600

### C. 結果及び考察

#### 1. 量の SVOC 発生量

チェンバー実験により得られた SVOC 濃度実測値とチェンバー換気量の関係から、畳材の SVOC 発生量  $M[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$  を算出した。ここでの試験片 1[unit] あたり発生量  $M$  は、Table. 4 に示すサイズの試験片の全面(表面、裏面、側面)からの発生量を示す。

##### (1) 実験 I

畳材 (A)、(B) の総 SVOC 発生量は、それぞれ  $2.58[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ 、 $114[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$  であった。畳材 (A) からの発生成分は Fenitrothion, Di-n-Butyl Phthalate であり、それぞれの発生量は  $2.43[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ 、 $0.15[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$  であった。

畳材 (B) からの発生成分は Dimethyl Phthalate, Di-2-Ethylhexyl Phthalate であり、その発生量は  $0.53[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ 、 $113[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$  であった。

Fenitrothion の発生は、畳材 (A) に挿入される防虫シートに起因するものと考えられる。また、フタル酸エステル類化合物の発生原因は不明であるが、同物質は農薬の精製などにも用いられるため、原因を調査中である。

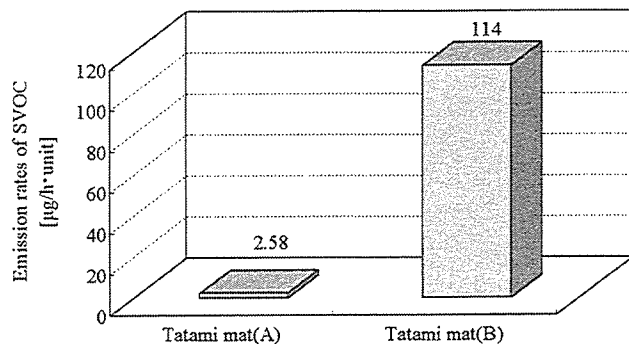


図-2 Total SVOC emission rates of Tatami mat

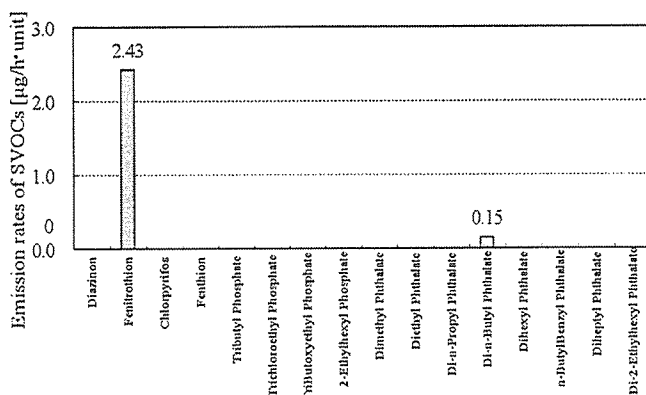


図-3 Variation of SVOC emission rates from Tatami mat (A)

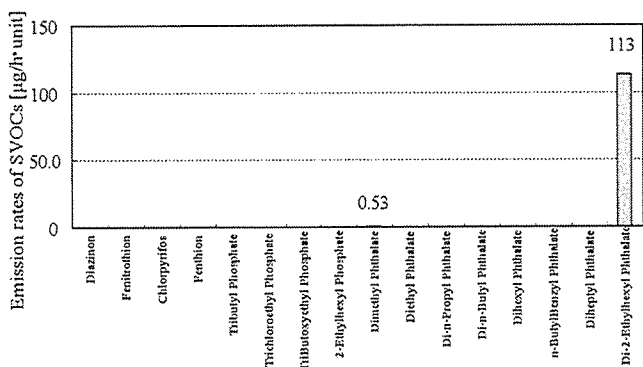


図-4 Variation of SVOC emission rates from Tatami mat (B)

## (2) 実験 II

測定対象とした検体から SVOC の発生は確認されなかった。

Chlorpyrifos, Diazinon, Fenobucarb は人体に対する有害性が指摘されており、畳構成材への使用量が減少傾向にあると考えられる。

表-4 Concentration in small chamber

Sample No.	Concentration[µg/m <sup>3</sup> ]		
	Chlorpyrifos	Diazinon	Fenobucarb
Tatami mat	(A)	N.D.	N.D.
	(B)	N.D.	N.D.
	(C)	N.D.	N.D.
	(D)	N.D.	N.D.
Inner material of tatami mat	(A)	N.D.	N.D.
	(B)	N.D.	N.D.
	(C)	N.D.	N.D.
	(D)	N.D.	N.D.
	(E)	N.D.	N.D.
	(F)	N.D.	N.D.
	(G)	N.D.	N.D.
Surface layer	(A)	N.D.	N.D.
	(B)	N.D.	N.D.
	(C)	N.D.	N.D.
Rice straw	(A)	N.D.	N.D.
	(B)	N.D.	N.D.
	(C)	N.D.	N.D.
Rush	(A)	N.D.	N.D.

## D. 結論

本実験により、得られた知見を以下に示す。

- 1) 実験 I により、畳材から SVOC の発生が確認された。畳材の総 SVOC 発生量は 2.58 ~ 113 [µg/h] の範囲にあった。
- 2) 実験 II では、畳材、畳構成材、およびその素材から SVOC の発生は確認されなかった。

## E. 今後の課題

- 1) 測定対象物質の範囲を拡大し、有機リン系化合物、カーバメート系化合物のみならず、これらの代替物質であるネオニコチノイド系化合物も含めた測定・分析を行う。
- 2) SVOC の有効な捕集・分析方法の検討を行う。

## F. 健康機器情報

人体に対して有害性の高い物質の顕著な発生が見られる検体があり、今後更なる検証が必要である。

## G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。

## H. 引用文献

- 1) 小峰奈智子：化学物質過敏症・家族の記録、健康双書、2000年7月25日



### I-3.7. 建具

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

#### A. はじめに

室内における VOC、ホルムアルデヒド汚染防止のため、建材、施工剤レベルでの汚染防止対策が進められている。建材のホルムアルデヒド放散基準が JIS、JAS 等により整備されつつある。

しかし、木質建材と接着剤を多量に使用する建具については、その対策が未整備で、その発生量の実態についても不明であった。

そこで本研究では、1) 建具の化学物質発生量の実態解明を行い、室内化学物質汚染の防止を意図した 2) 化学物質低放散仕様建具を作製し、その発生量を実験室実験で検証するものである。

#### B. 研究方法

##### 1. 実験概要

##### 1. 1. 測定対象建具

本研究では、各種対策を施した建具(4 検体)を試験体とした。測定対象建具の概要を以下に示す。

##### (1) 建具 1: フスマ戸(写真-1 参照)

- ・表面: F☆☆☆☆合板に封止系塗料(セラック系)を塗布し、デンプン系接着剤にて、和紙を貼った
- ・裏面: F☆☆☆☆のシナ合板に CL 仕上げをした後に、封止系塗料(セラック系)を塗布した。
- ・サイズ: H(1995)×W(895)×D(32) [mm]

##### (2) 建具 2: フスマ戸(写真-2 参照)

- ・表面: F☆☆☆☆合板に封止系塗料(セラック系)を塗布し、デンプン系接着剤にて、ビニルクロス(光触媒混入)を貼った。
- ・裏面: F☆☆☆☆合板に封止系塗料(セラ

ック系)を塗布した。

- ・サイズ: H(1995)×W(895)×D(32) [mm]

##### (3) 建具 3: フスマ戸(写真-3 参照)

建具 2 と同様であるが、使用ビニルクロスに光触媒は混入していない。

- ・サイズ: H(1995)×W(895)×D(32) [mm]

##### (4) 建具 4: フスマ戸(写真-4 参照)

芯材を比較的 low コストで作製できるスギ材とした。また、仕上げ材もスギ板材を使用し、接着剤使用量を削減するため、ホゾ加工を多用した。一部、和紙に接着剤を使用した。デンプン系のみを用いた。

- ・サイズ: H(1800)×W(9100)×D(300) [mm]

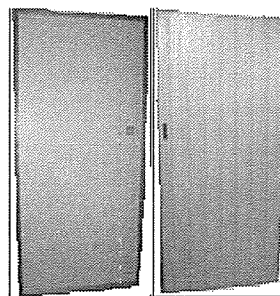


写真-1 建具 1

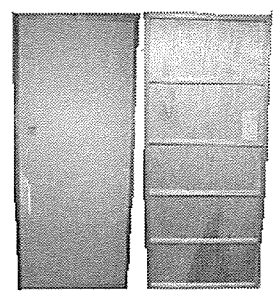


写真-2 建具 2

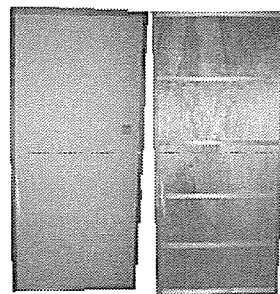


写真-3 建具 3

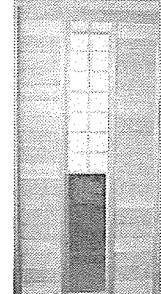


写真-4 建具 4

##### 1. 2. 測定対象物質

測定対象物質は、ホルムアルデヒドと VOC(51 物質)である。(表-1 参照)

### 1. 3. 実験装置の概要

本実験は、特定非営利活動法人室内環境技術研究会所有の大型チェンバー(5[m<sup>3</sup>])を用いて行った。チェンバー内は一定の温度、湿度、換気回数、気流速度が制御可能であり、任意の環境条件が得られるものである(図-1参照)。

表-1 測定対象物質

1	formaldehyde	18	bromodichloromethane	35	1,3,5-trimethylbenzene
2	ethanol	19	trichloroethylene	36	o-ethyltoluene
3	acetone	20	2,2,4-trimethylpentane	37	b-omene
4	2-propanol	21	heptane	38	1,2,4-trimethylbenzene
5	dichloromethane	22	methylisobutylketone	39	decane
6	1-propanol	23	toluene	40	p-dichlorobenzene
7	methylethylketone	24	dibromochloromethane	41	1,2,3-trimethylbenzene
8	ethylacetate	25	butylacetate	42	limonene
9	hexane	26	octane	43	nonanal
10	chloroform	27	tetrachloroethylene	44	Undecane
11	1,2-dichloroethane	28	ethylbenzene	45	1,2,4,5-tetramethylbenzene
12	2,4-dimethylpentane	29	m,p-xylene	46	decanal
13	1,1,1-trichloroethane	30	styrene	47	dodecane
14	butanol	31	o-xylene	48	tridecane
15	benzene	32	nonane	49	tetradecane
16	carbon tetrachloride	33	a-pinene	50	pentadecane
17	1,2-dichloropropane	34	m,p-ethyltoluene	51	hexadecane

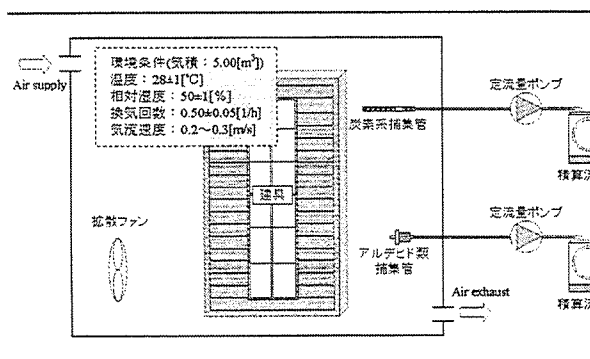


図-1 実験システムの概要図

### C. 結果と考察

建具のホルムアルデヒドと VOC 発生量を図-2, 3 に示す。

ホルムアルデヒド発生量は 0~7.12[ $\mu$ g/h·unit]の範囲にあり、小さな値であった。

建具 1、2、3 VOC 発生量は 0.66~23.0[ $\mu$ g/h·unit]の範囲にあり、比較的小さな値であった。建具 4 では 180[ $\mu$ g/h·unit]と比較的大きな値となったが、成分別で見ると $\alpha$ 、 $\beta$ -ピネン、リモネン等の天然由来成分が約 70%を占めた(図-4 参照)。

何れの開発建具も在来建具と比較して化学物質発生量は小さく、室内汚染源とはならないことが判明した。

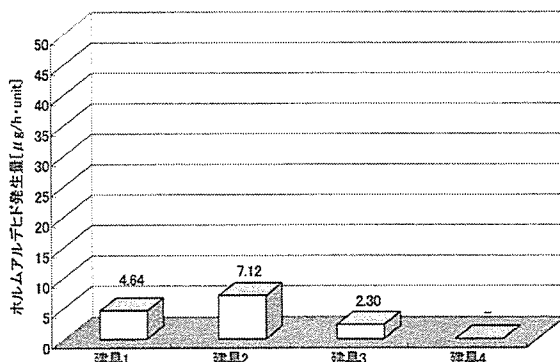


図-2 建具のホルムアルデヒド発生量

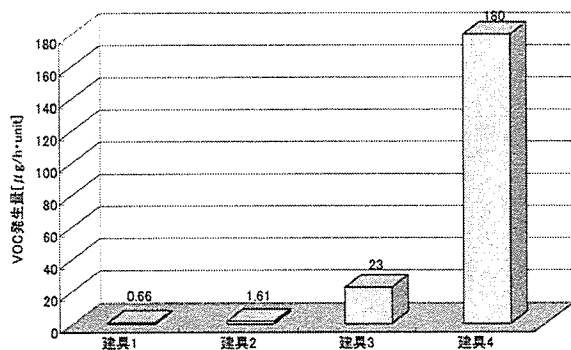


図-2 建具の VOC 発生量

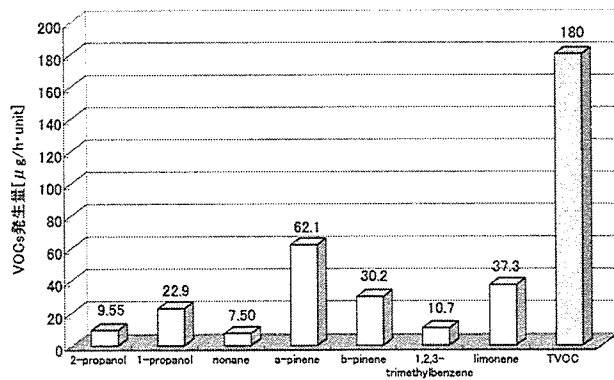


図-4 建具 4 の VOC 成分別発生量

### D. 結論

- 1) 本研究では室内化学物質汚染を引き起こさない建具の開発を意図し、その「化学物質低放散仕様建具」を実験室実験で検証した。
- 2) ホルムアルデヒドと VOC 放散量を低減させるため、建具(3種類)を試作し、ホルムアルデヒドと VOC 放散量を求めた。実験の結果、これら3種の建具の化学物質放散量は、在来建具と比較してとて

も小さく、室内汚染源になるものではないことが判明した。

- 3)同様に芯材と仕上げ材にスギ材を用い、接着剤使用量を削減するため、ホゾ加工を多用し、デンプン系接着剤を使用した建具を作製した。この建具の化学物質放散量も、在来建具と比較してとても小さく、室内汚染源になるものではないことが判明した。

#### **E. 今後の課題**

在来型建具の問題は、化学物質を室内に放散してしまうことであり、より小さな化学物質放散量建具の普及が今後の課題である。

#### **F. 健康危機情報**

特になし。

#### **G. 知的財産権の出願・登録状況**

特になし。

## I-4. 空気汚染対策製品・技術の化学物質除去性能の評価及び予測

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

### I-4. 1. 初期性能と空気濃度予測

本研究では、1)最新の家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能を求め、2)家庭用空気清浄機使用室の室内濃度の予測法を明らかにし、3)家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能の変遷を明らかにした。測定方法は、気積の異なる2つのチェンバー（5[m<sup>3</sup>]、23[m<sup>3</sup>]）を使用し、チェンバー内にはホルムアルデヒド定常濃度のとある一定の環境条件などは、I-1. 1. 及び2. で確立した方法で実施した。

### I-4. 2. 家庭用空気清浄機の製造年と初期性能との関係

本研究は、これまでに解明してきた同機器のホルムアルデヒド除去性能について整理し、家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能を製造年別に整理し、比較検討を行った

I-4. 1. 初期性能と室内濃度予測

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

健康的な室内空気環境を求める居住者が増え、身近な室内空気汚染対策製品が普及段階にある。特に家庭用空気清浄機は、粉塵などの粒子状物質の他、ガス状化学物質の除去性能が大幅に向上している。

しかし、家庭用空気清浄機の性能について、統一的な評価指標や評価方法が確立されていないため、相互比較が困難な状況にあった。

そこで、野崎らは空気清浄機の実用的性能評価法として定常発生法による相当換気量を用いた試験評価法を提案し、また空気清浄機使用室の室内化学物質濃度予測法を確立している<sup>1)</sup>。

本研究では、家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能を明らかにし、空気清浄機使用室のホルムアルデヒド濃度予測を行うものである。

B. 研究方法

1. 実験概要

1. 1. 測定対象機器

市販の空気清浄機(2006年製造)のカタログ中に化学物質除去を記載しているものの中から、除去方法やフィルタ構成を考慮して器具を選定した。測定対象の空気清浄機の概要を表-1に示す。

1. 2. 試験評価システム

本試験は環境制御型の大型チェンバー(気積:23.3[m<sup>3</sup>])とガス定常発生装置を用いて行った。チェンバー内の環境条件は、温度:28±1[°C]、相対湿度:50±1[%]、換気回数:0.50±0.05[1/h]に制御した。

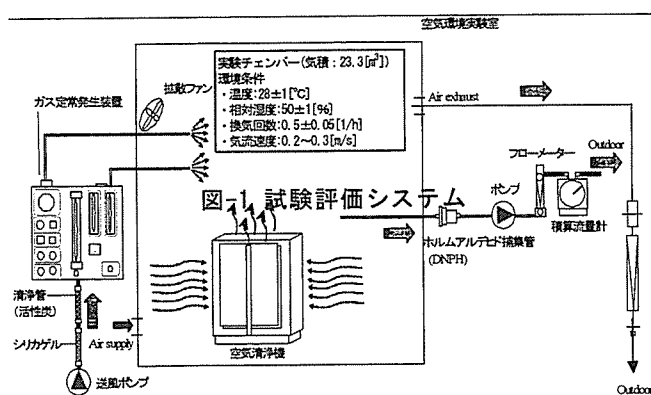


図-1 測定対象空気清浄機の概要

1. 3. ガス定常発生装置の概要

野崎らが開発したガス定常発生装置は、発生条件を制御することでガス状化学物質の任意発生量が得られるものである。

1. 4. 除去対象化学物質

除去対象化学物質は、厚生労働省により室内濃度指針値が定められている13物質のうち、ホルムアルデヒドとした。

表-1 測定対象空気清浄機の概要

機器	製造年	機器風量[m <sup>3</sup> /h]					適用床面積[m <sup>2</sup> ]	除去原理	フィルタ構成
		超急速	急速	強	標準	弱			
AC-1	2006	450	330	240	150	60	27	[分解再生方式] フィルタ濾過 + フラッシュストリーマ方式	①プレフィルタ ②バイオ抗体フィルタ ③静電集塵フィルタ ④光触媒フィルタ ⑤脱臭触媒フィルタ

## 2. 室内化学物質濃度予測式および定常法除去試験における相当換気量算出式

野崎らは、家庭用空気清浄機使用室における汚染物質濃度予測式を提案し、同式から定常発生法における相当換気量算出式を導出している<sup>2)</sup>。

家庭用空気清浄機使用室における化学物質濃度  $C$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] は次式(1)にて示される。

$$C = C_1 e^{-\left(\frac{Q+aA+Q_{eq}}{R}\right)t} + \frac{M+QC_0}{Q+aA+Q_{eq}} \left(1 - e^{-\left(\frac{Q+aA+Q_{eq}}{R}\right)t}\right) \quad (1)$$

ここで、 $M$ : 対象化学物質発生量 [ $\mu\text{g}/\text{h}$ ]、 $Q$ : 室換気量 [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]、 $C_1$ : 対象化学物質の初期室内濃度、 $C_0$ : 外気の対象化学物質濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]、 $Q_{eq}$ : 相当換気量 [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]、 $a$ : 対象化学物質の吸着速度 [ $\text{m}/\text{h}$ ]、 $A$ : 対象化学物質の吸着面積 [ $\text{m}^2$ ]、 $R$ : 室気積 [ $\text{m}^3$ ] とする。

また相当換気量は次式(2)により求められる。

$$Q_{eq} = \frac{M}{C_{ss}} + Q \left( \frac{C_0}{C_{ss}} - 1 \right) - \alpha R \quad (2)$$

ここで、 $C_{ss}$ : 対象化学物質の室内定常濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]、 $\alpha$ : 対象化学物質の吸着率 [ $1/\text{h}$ ] とする。

## C. 結果及び考察

### 1. チェンバー内ホルムアルデヒドの定常状態確認試験<sup>3)</sup>

気積  $23.3[\text{m}^3]$  のステンレス製チェンバー内を、ある一定の環境条件(温度:  $28 \pm 1[^\circ\text{C}]$ 、相対湿度:  $50 \pm 1[\%]$ 、換気回数:  $0.50 \pm 0.05[1/\text{h}]$ )に制御し、ガス定常発生装置を用いてガスを発生させると、チェンバー内に任意のホルムアルデヒド濃度(高濃度、中濃度、低濃度)が再現できる。(図-2 参照)

### 2. 空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能

全ての機器風量において、機器運転に伴い、ホルムアルデヒド濃度は顕著に減衰した。(図-3 参照)

ホルムアルデヒド濃度の実測値を(2)式に

代入し、機器風量別の相当換気量  $Q_{eq}[\text{m}^3/\text{h}]$  を算出した。(表-2 参照)

機器風量  $450[\text{m}^3/\text{h}]$  の場合の相当換気量は、平均で  $123[\text{m}^3/\text{h}]$ 、機器風量  $240[\text{m}^3/\text{h}]$  で平均  $83.7[\text{m}^3/\text{h}]$ 、機器風量  $60[\text{m}^3/\text{h}]$  では平均  $74.9[\text{m}^3/\text{h}]$  となり、機器風量の増大に伴い相当換気量も増大する。

### 3. 室内ホルムアルデヒド濃度予測値と実測値の比較

(1)式を用いて空気清浄機使用室の濃度予測を行った(図-4~6 参照)。

濃度予測条件は、室気積  $R: 23.3[\text{m}^3]$ 、換気回数  $n: 0.5[1/\text{h}]$ 、ホルムアルデヒド発生量  $M: 13991[\mu\text{g}/\text{h}]$ 、チェンバー内ホルムアルデヒド初期濃度  $C_1: 11.8[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、チェンバー供給空気中のホルムアルデヒド濃度  $C_0: 11.8[\mu\text{g}/\text{m}^3]$  とした。

また、室内濃度予測値と実測値の符合率を算出した(表-3 参照)。

定常発生法除去試験におけるホルムアルデヒド濃度の符合率は  $74.6 \sim 99.9[\%]$  であり、平均では  $94.6[\%]$  となった。

表-2 機器風量別のホルムアルデヒド相当換気量

	$Q_{eq}[\text{m}^3/\text{h}]$		
	1回目	2回目	Ave.
機器風量450 $[\text{m}^3/\text{h}]$	117	128	123
機器風量240 $[\text{m}^3/\text{h}]$	93.2	74.2	83.7
機器風量60 $[\text{m}^3/\text{h}]$	79.9	69.8	74.9

表-3 室内ホルムアルデヒド濃度予測値の実測値との符合率

	符合率 [%]						
	9[h]	9.5[h]	10[h]	10.5[h]	11[h]	12[h]	13[h]
機器風量450 $[\text{m}^3/\text{h}]$	98.1	97.3	90.1	91.8	99.9	96.7	96.6
機器風量240 $[\text{m}^3/\text{h}]$	99.9	85.3	90.3	98.7	99.9	98.3	99.9
機器風量60 $[\text{m}^3/\text{h}]$	99.4	74.6	87.9	89.6	94.3	98.8	98.8

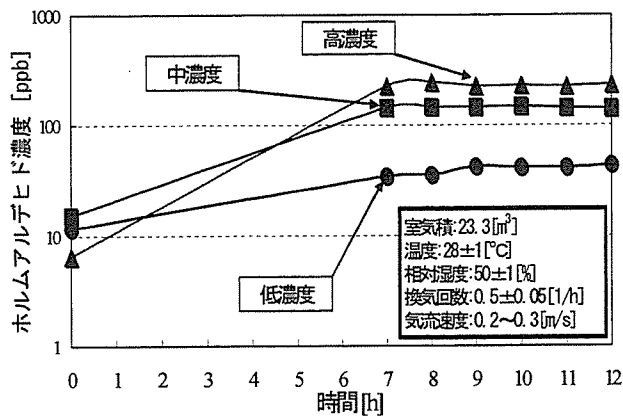


図-2 チェンバー内ホルムアルデヒド濃度の定常状態確認試験

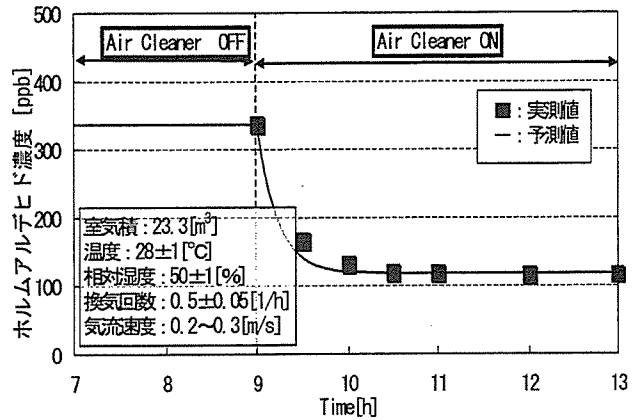


図-5 室内ホルムアルデヒド濃度予測値と実測値の比較 (機器風量：240[m³/h] (1回目))

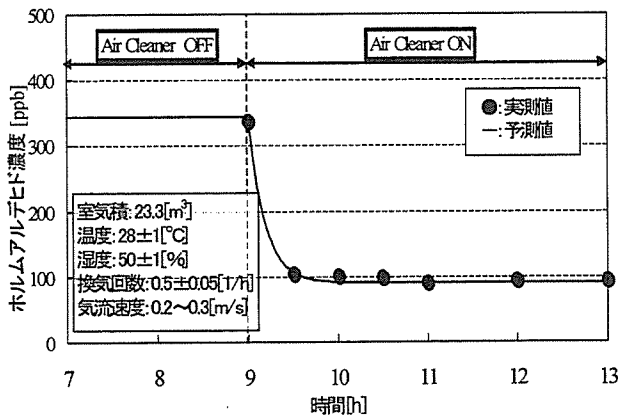


図-3 空気清浄機運転に伴う室内ホルムアルデヒド濃度の経時変化

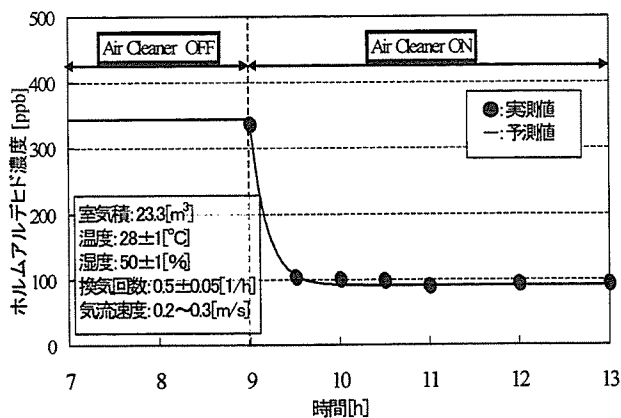


図-4 室内ホルムアルデヒド濃度予測値と実測値との比較 (機器風量：450[m³/h] (1回目))

#### D. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 大型チェンバーと新開発のガス定常発生装置を用いてチェンバー内に任意の室内ホルムアルデヒド濃度定常状態を再現した。
- 2) 定常発生法除去試験による家庭用空気清浄機の機器風量別ホルムアルデヒド除去特性を明らかにした。
- 3) 室内ホルムアルデヒド濃度予測値と実測値の符合率は平均で94.6[%]となり、高い精度で符合する。

#### E. 健康危機情報

現時点では、特になし。

#### F. 研究発表

- 1) 野崎淳夫、一條祐介、工藤彰訓: 家庭用空気清浄機の化学物質除去性能と室内濃度予測手法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28)、第11回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会講演要旨集、pp.18-19、2004年11月
- 2) 野崎淳夫、工藤彰訓、吉澤晋: 家庭用空気清浄機使用室のホルムアルデヒド濃度予測に関する研究、第45回大気環境学会年会講演要旨集、p662、2004年10月
- 3) 野崎淳夫、工藤彰訓、吉澤晋: 家庭用空気

清浄機使用室におけるホルムアルデヒド濃度予測に関する研究、日本環境学会・室内環境学会合同研究発表会講演予稿集、pp. 332-333、2004年10月

- 4) 野崎淳夫、工藤彰訓、吉澤晋：家庭用空気清浄機使用室におけるガス状汚染物質濃度予測に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp. 1443-1446、2004年9月
- 5) 野崎淳夫、工藤彰訓、吉澤晋：定常発生法による家庭用空気清浄機の性能評価試験法に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集、DII巻、pp. 1089-1090、2004年8月
- 6) 野崎淳夫、清澤裕美、屋田聖、吉澤晋：家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去性能に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集、DII巻、pp. 1091-1092、2004年8月
- 7) 野崎淳夫、吉澤晋：家庭用空気清浄機使用室におけるVOC濃度予測に関する研究、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. 124-125、2004年
- 8) 野崎淳夫、工藤彰訓、吉澤晋：家庭用空

気清浄機の性能評価試験法及びその化学物質除去性能に関する研究、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. 289-290、2004年

#### G. 知的財産権の出願・登録

現時点では、特になし。

#### H. 引用文献

- 1) A. Nozaki, Y. Ichijo, Y. Hayasaka, A. Kikkawa, H. Honma, K. Ikeda, S. Yoshizawa: Studies on Formaldehyde Removal Rates of Domestic Air Cleaners and the Indoor Concentration Prediction, Healthy Buildings 2006, pp. 229-232, 2006
- 2) 野崎淳夫、清澤裕美、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1)、環境タバコ煙に対する除去効果、日本建築学会環境系論文集、No. 576、pp. 37~42、2004年2月
- 3) 国土交通省国土技術政策総研究所 総合技術開発プロジェクト「シックハウス対策技術の開発」、2003年7月



I-4. 2. 家庭用空気清浄機の製造年と初期性能との関係

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

これまで筆者らは、室内空気汚染物質濃度の低減対策として家庭用空気清浄機に着目し、製品の汚染物質除去性能を解明してきた<sup>1)~4)</sup>。家庭用空気清浄機は開発当初はタバコ煙の除去を目的としていたが、シックハウスの社会問題化に伴い、その原因となる化学物質除去を主眼に開発されてきた。近年では、同機器の化学物質除去性能は向上し、シックハウス対策として有効な製品も登場している。

本研究は、野崎らがこれまでに解明してきた同機器のホルムアルデヒド除去性能について整理し、総括的に検討するものである。

B. 研究方法

1. 実験概要

1. 1. 測定対象機器

本研究では、1995年から2006年に製造された家庭用空気清浄機(19 検体)を対象とした。測定対象機器の概要を表-1、機器の一例を写真-1, 2 に示す。

1. 2. 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能試験法

本研究では、国土交通省による総合技術開発プロジェクト「シックハウス対策技術の開発」の家庭用空気清浄機の評価試験法に記載されている定常発生法除去試験・濃度減衰法除去試験の2つの試験法を用いて、機器のホルムアルデヒド除去性能評価試験を行った。

AC-1~5 は定常発生法除去試験、AC-6~19 は濃度減衰法除去試験により性能評価を行った。実験装置の概要をそれぞれ図-1, 2 に示す。

表-1 家庭用空気清浄機の概要

	製造年	機器定格風量[m <sup>3</sup> /h] <sup>※</sup>					適用 <sup>※</sup> 床面積[m <sup>2</sup> ]	フィルタ構成 <sup>※</sup>
		450	330	240	150	60		
AC-1	2006	450	330	240	150	60	27	①プレフィルタ②バイオ抗体フィルタ③静電集塵フィルタ④光触媒フィルタ⑤脱臭触媒フィルタ
AC-2	2005	420	330	240	150	60	29	①プレフィルタ②バイオ抗体フィルタ③静電集塵フィルタ④光触媒フィルタ⑤脱臭触媒フィルタ
AC-3		306	-	120	-	30	24	①活性炭・CO触媒フィルター②活性炭フィルター③制菌HEPAフィルター
AC-4	2003	420	330	240	150	60	29	①プレフィルタ②バイオ抗体フィルタ③静電集塵フィルタ④光触媒フィルタ⑤脱臭触媒フィルタ
AC-5	2002	312	246	156	72	36	24	①プレフィルタ②活性炭フィルタ③プラズマULPAフィルタ
AC-6		312	246	156	72	36	24	①プレフィルタ②活性炭フィルタ③プラズマULPAフィルタ
AC-7		258	180	-	120	78	20	①プレフィルタ②除菌フィルタ③集塵フィルタ④活性炭フィルタ
AC-8		240	180	-	102	30	19	①プレフィルタ②再生活性炭フィルタ③アパタイト抗菌フィルタ④ULPAフィルタ
AC-9		110	-	95	-	75	-	①プレフィルタ②殺菌酵素フィルタ③活性炭フィルタ
AC-10	2000	180	-	-	-	30	18	①プレフィルタ②HEPAフィルタ③脱臭フィルタ④抗菌フィルタ
AC-11		258	204	150	78	36	20	①プレフィルタ②放電部③活性炭・チタン系触媒・ULPAフィルタ
AC-12		270	186	120	90	60	21	①ULPAフィルタ②放電部③活性炭フィルタ
AC-13		258	180	120	66	30	20	①粗ごみフィルタ(紙製)②脱臭(活性炭)・集じんHEPAフィルタ
AC-14		60	-	-	-	42	24	①放電部②ロールフィルタ
AC-15	1995	138	-	114	-	72	10	①プレフィルタ②活性炭フィルタ
AC-16		-	-	-	-	-	-	①プレフィルタ②静電フィルタ③脱臭フィルタ
AC-17		138	-	114	-	60	8	①プレフィルタ②ファイバーフィルタ③脱臭フィルタ
AC-18		180	-	132	-	102	24	①抗菌・脱臭・集塵フィルタ
AC-19		-	-	-	-	-	16	①放電部②ロールフィルタ

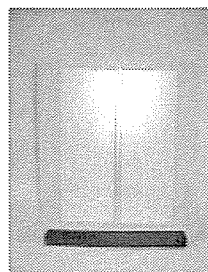


写真-1 機器の一例

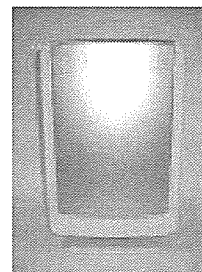


写真-2 機器の一例

※カタログ記載内容とメーカーへの聞き取り調査による

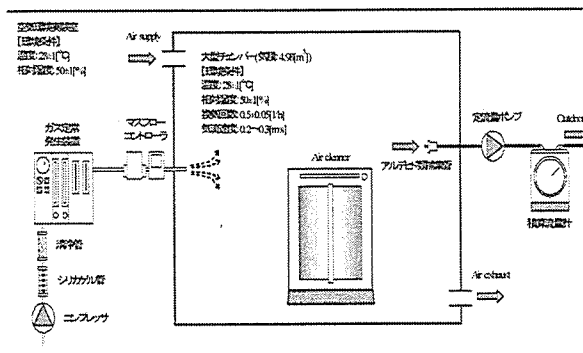


図-1 実験装置概要(定常発生法除去性能試験)

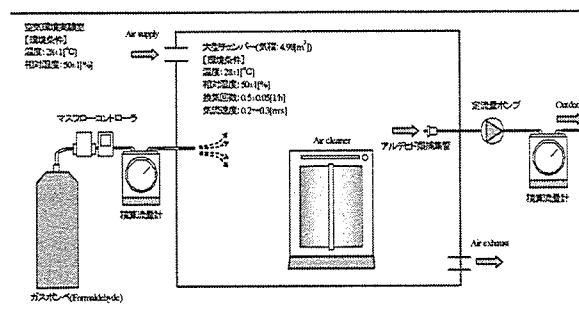


図-2 実験装置概要(濃度減衰法除去性能試験)

## 2. ホルムアルデヒド除去性能の評価法

本研究では、家庭用空気清浄機の性能評価指標として、汚染物質除去性能を換気に相当させた相当換気量<sup>2)</sup>  $Q_{eq}$  [m<sup>3</sup>/h]を用いた。

### 2. 1. 濃度減衰法における相当換気量算出式

文献1)と同様。

### 2. 2. 定常発生法における相当換気量算出式

文献5)と同様。

## C. 結果及び考察

### 1. 機器定格風量、適用床面積、フィルタ構成の変遷

家庭用空気清浄機の機器最大風量、適用床面積は年々増加傾向にある。また、使用フィルタの種類が1995年製では平均で、2.6[種類/台]であったのに対し、2000~2002年製では3.1[種類/台]、2003~2006年製では4.5[種類/台]に増加した。近年の機器は、従来の集塵フィルタや活性炭フィルタのように物理作用

による除去方式のフィルタのみならず、触媒技術やプラズマ技術を用いて、化学的または電氣的に化学物質を除去・分解するフィルタを搭載している(表-1参照)。

## 2. 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能

実験により得られたチェンバー内ホルムアルデヒド濃度(図-3参照)を、相当換気量算出式に代入し、機器の性能評価を行った。家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド相当換気量を表-2に示す。

機器の相当換気量は0~97.9[m<sup>3</sup>/h]の範囲にあり、除去原理やフィルタ構成により性能に大きな差が生じた。0[m<sup>3</sup>/h]の機種は、ファンを搭載しないイオン式の機器であった。

## 3. 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能の製造年別推移

機器の製造年別ホルムアルデヒド除去性能を整理したところ、1995年からの10年間で大きく向上し、特に2005年から機器数は少ないが飛躍的なホルムアルデヒド除去性能の向上が示された(図-4参照)。

表-2 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド相当換気量

	$Q_{eq}$ [m <sup>3</sup> /h]			
	1回目	2回目	3回目	Ave.
AC-1	97.9	96.7	-	97.3
AC-2	30.9	25.2	-	28.1
AC-3	73.8	75.5	-	74.7
AC-4	24.8	25.7	-	25.3
AC-5	52.0	-	-	52.0
AC-6	19.6	-	-	19.6
AC-7	17.9	-	-	17.9
AC-8	1.8	-	-	1.8
AC-9	18.7	-	-	18.7
AC-10	18.9	22	18.9	19.9
AC-11	14.6	16.3	13.4	14.8
AC-12	18.7	19	15.9	17.9
AC-13	6.67	9.06	8.54	8.1
AC-14	-	0.01	0.05	0.0
AC-15	0	0	-	0.0
AC-16	0	0.73	-	0.4
AC-17	1.15	1.84	-	1.5
AC-18	1.99	2.94	-	2.5
AC-19	0.58	0	-	0.3

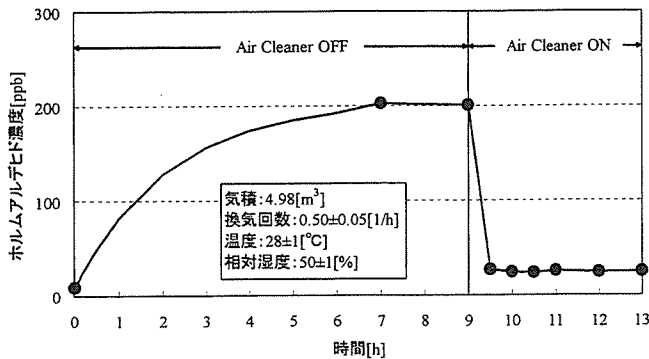


図-3 家庭用空気清浄機運転に伴うチェンバー内ホルムアルデヒド濃度経時変化の一例 (AC-1)

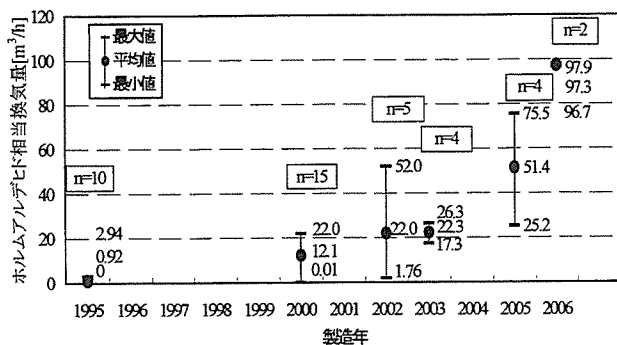


図-4 家庭用空気清浄機の製造年別ホルムアルデヒド除去性能

#### D. 結論

- 1) 家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去性能を製造年別に整理し、比較検討を行った。
- 2) 機器風量・適用床面積共に年々増大し、1台あたりに搭載されるフィルタの種類も増加傾向にあることが示された。
- 3) 製造年別にホルムアルデヒド除去性能を比較検討した結果、ここ10年間で除去性能が飛躍的に向上していることが示された。

#### E. 今後の課題

同機器のその他の室内空気汚染物質 (VOC、粒子状物質) に対する製造年別除去性能の比較検討。

#### F. 健康危機情報

現時点では、特になし。

#### G. 研究発表

- 1) 野崎淳夫、吉川 彩、一條佑介：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 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 回大気環境学会 北海道東北支部学術集会講演要旨集、pp.20-21、2006 年 10 月

#### H. 知的財産権の出願・登録

現時点では、特になし。

#### I. 引用文献

- 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
- 2) 野崎淳夫他：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 1)、環境タバコ煙に対する除去効果、日本建築学会環境系論文集、No. 576、pp. 37-42、2004 年 2 月
- 3) 野崎淳夫他：家庭用空気清浄機の VOC 除去性能の実態解明、家庭用空気清浄機のガス状汚染物質除去特性に関する研究 (その 2)、日本建築学会環境系論文集、No. 599、pp. 67-72、2006 年 1 月
- 4) A.Nozaki et al. :Studies on Formaldehyde Removal Rates of Domestic Air Cleaner and the Indoor Concentration Prediction, Proceedings of Healthy Buildings 2006, Vol.1, pp.229-232, June 2006

## II. 家庭用品の未調査化学物質の検索と

### 家庭用品中化学物質のデータベースの構築に関する研究

#### 1. 未調査化学物質の室内での存在に関する研究

武蔵野大学 薬学部 薬学研究所 環境化学研究室 安藤 正典

#### 2. 家庭用品に使用される化学物質のデータベースの構築に関する研究

国立医薬品食品衛生研究所 安全情報部 石光 進