

## 住宅設備機器からの化学物質の発生に関する研究

鈴木昭人\*1、杉山紀幸\*1、野崎淳夫\*2

\*1 (株) INAX 総合技術研究所

\*2 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科

## A Study on the Emission of Chemical Substances from Housing Equipments

Akihito SUZUKI\*1, Noriyuki SUGIYAMA\*1, Atsuo NOZAKI\*3

\*1 INAX Co. Ltd. (asuzuki@i2.inax.co.jp)

\*2 Tohoku Bunkagakuen Univ. (nozaki@ept.tbgu.ac.jp)

**ABSTRACT**; Recently, many reports inform about the emission rates of VOC from building materials, that measured by the small chamber method. However, because the size of this chamber is small, VOC from the whole body of housing equipment could not be measured but using the large chamber method.

Then in this study, relation between both methods was revealed so as to estimate VOC from the whole body by the small chamber method. The result was that estimated rates which were made a calculation from the dates of the small chamber method almost consisted with real emission rates from the whole body measured by the large chamber method. Additional investigation would be continued about difference of accuracy caused by different ventilation rate and loading rate (N/L) in both methods.

## 1. 背景と目的

建材から発生するVOC(揮発性有機化合物)等を原因とした「シックハウス症候群」が住環境の新たな問題となっている。同問題に対処する中、建材から放散する化学物質の定量評価方法がJIS化<sup>1)</sup>された。但し、同評価方法では試料の大きさに制限があり、その形状制限のため住設機器の評価が困難である。一方、ラージチェンバー評価は、住設機器等が導入できるため、同機器や家具等から放散する化学物質の定量評価が可能である<sup>2)</sup>。しかし、ラージチェンバー評価は、試験規格が定まっていないことや同評価装置が高価格などの理由により、容易に評価できない状況にある。

そこで、本研究においては、住設機器から放散する化学物質量を評価するため、住設機器のラージチェンバー評価と住設機器に使用している構成部材のスマールチェンバー評価の関係を把握することを目的とし、住設機器からの化学物質の発生を評価する。

## 2. 実験方法

## 2.1 ラージチェンバー法による実験方法

ラージチェンバー評価は、東北文化学園大学人工気象室内に設置されたラージチェンバーで実施した。ラージチェンバーは直方体で容積4.98m<sup>3</sup>のステンレス製である。チェンバー内の環境条件は、温度：28±1℃、湿度：50±1%、換気回数：0.5±0.01回/h、気流：0.5m/s以下に制御した。また、チェンバー内の一様拡散状態を得るために、小型拡散ファンを設置した。換気量は給気側と排気側の流量を調節した。

ラージチェンバー内にテフロンチューブを導入し、設置24時間後にチェンバー内の空気捕集を行った。アルデヒド類はDNPHカートリッジを用いて、VOCは炭素系吸着剤(Air Toxics)を用いて空気捕集を行った。

なお、試料は、住宅の品質確保の促進等に関する法律<sup>3)</sup>に基づき、扉は全開とし、施工状態を再現するために、背板にはアルミ箔、アルミテープで被覆し、背板からの化学物質の放散を防いだ。

## 2.2 スマールチェンバー法による実験方法

スマールチェンバー評価は、建材から放散する化学物質の定量評価方法として用いられている20Lス

モールチェンバー<sup>4)</sup>を利用して実施した。試験条件は、ラージチェンバーと同条件とし、温度：28℃・湿度：50%・換気回数：0.5回/hに設定した。また、試料負荷率は2.2m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>とした。空気捕集はスモールチェンバーの出口で行った。捕集剤はラージチェンバー評価と同様である。

なお、スモールチェンバーの試料は、ラージチェンバー評価後直ちに分解し、構成部材を所定の大きさに加工したものを用いた。スモールチェンバーへ導入する際、シールボックスに設置し、片側表面からの放散条件とし、設置24時間後に空気捕集を行った。

2.3 分析

ラージチェンバー評価とスモールチェンバー評価でサンプリングした捕集剤（アルデヒド類：DNPHカートリッジ、VOC：炭素系吸着剤）について、アルデヒド類は溶媒抽出-HPLC法にて、VOC（トルエン・キシレン）は固相吸着-加熱脱着-GC/MS法にて、測定を行った。アルデヒド類及びVOCに対する分析の概要をTable. 1に示す。

Table.1 Method of the chemical substance measurement

Aldehydes	Solvent Extraction	Acetonitrile 5mL
	Analysis Equipment	HPLC
	Carrier	Acetonitrile / Water
	Column	Discovery <sup>TM</sup> RP-Amide C16
	Oven	40℃
	Detector	UV355nm
VOCs	Analysis Equipment	GC/MS-ATD
	Column	SPB <sup>TM</sup> -1 Capillary Column
	Oven	50℃ → 280℃
	Detector	MS (MS range:45-350)

3. 試料

本研究の評価対象とした住設機器（システムキッチン・洗面化粧台・トイレ用洗器付収納棚）の構成仕様をTable. 2-1~3に示す。

Table.2-1 Parts of a kitchen system

Parts	Area [m <sup>2</sup> ]	Parts	Area [m <sup>2</sup> ]
a)Upper board/F	1.26	h)Side board/U	1.19
b)Side board/F	1.97	i)Front board/U	1.25
c)Front board/F	1.22	j)Back board/U	0.58
d)Back board/F	0.60	k)Lower board/U	1.11
e)Lower board/F	0.50	—	—
f)Lower board of a drawer/F	2.12	g)Back board of a drawer/F	0.66

F ; Floorunit, U ; Upper unit

Table.2-2 Parts of a vanity cabinet

Parts	Area [m <sup>2</sup> ]	Parts	Area [m <sup>2</sup> ]
l)Upper board	1.59	p)Front board(in)	0.57
m)Side board(R)	0.74	q)Back board	0.57
n)Side board(L)	0.74	r)Lower board	0.45
o)Front board(out)	0.57	—	—

Table.2-3 Parts of a toilet cabinet

Parts	Area [m <sup>2</sup> ]	Parts	Area [m <sup>2</sup> ]
s)Upper board(out)	0.13	x)Side board(R)	0.15
t)Upper board(in)	0.13	y)Lower board	0.45
u)Front board	0.48	z)Back panel	0.10
w)Side board(L)	0.15	—	—

4. 実験結果

4.1 ラージチェンバー法による実験結果

各住設機器を設置したラージチェンバー内のVOC濃度から算出した放散速度 EFu[μg/unit・h]の結果をTable. 3に示す。

Table.3 Emission rates of Housing Equipments by the large chamber method

	Emission rates[μg/unit・h]		
	kitchen system	vanity cabinet	toilet cabinet
Formaldehyde	235	54	26
Toluene	578	62	50
Xylene	91	12	7

4.2 スモールチェンバー法による実験結果

各住設機器の構成部材毎にスモールチェンバーに導入し、VOC濃度の測定を行い、VOC放散速度を求めた。結果をTable. 4-1~3に示す。

Table.4-1 Emission rates[ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ] of parts of a kitchen system

Parts	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
Formaldehyde	3	11	4	15	17	17	17
Toluene	24	29	28	25	3	3	3
Xylene	0	0	0	7	0	0	0
Parts	h)	i)	j)	k)	—	—	—
Formaldehyde	23	4	23	18	—	—	—
Toluene	24	28	397	35	—	—	—
Xylene	0	0	0	0	—	—	—

Table.4-2 Emission rates[ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ] of parts of a vanity cabinet

Parts	l)	m)	n)	o)	p)	q)	r)
Formaldehyde	3	6	5	14	0	17	17
Toluene	24	7	9	0	8	2	1
Xylene	0	0	0	0	0	0	0

Table.4-3 Emission rates[ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ] of parts of a toilet cabinet

Parts	s)	t)	u)	w)	x)	y)	z)
Formaldehyde	23	20	10	16	18	7	13
Toluene	535	366	8	39	31	0	33
Xylene	71	61	0	0	0	0	0

4.3 スモールチェンバー評価を基にした住設機器からのVOC放散速度の予測

各住設機器において、構成部材毎のスモールチェンバー評価結果であるVOC放散速度を基に、各住設機器の放散速度を予測した。

定常状態における住設機器からの予測放散速度： $EFu'$  [ $\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}$ ]は、その各構成部材のVOC放散速度： $M$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ]、各構成部材の面積 $A$  [ $\text{m}^2$ ]の場合、(1)式で表される。

$$EFu' [\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}] = M [\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}] \times A [\text{m}^2] \dots (1)$$

各構成部材の面積 (Table. 2-1~3) 及び各構成部材からのVOC放散速度 (Table. 4-1~3) を基にして、

構成部材毎の $M \times A$ を求める。そして、構成部材毎の $M \times A$ の総和を求め、各住設機器からの予測放散速度を算出した。計算結果をTable. 5に示す。

Table.5 Emission rates of Housing Equipments by the small chamber method

	Emission rates [ $\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}$ ]		
	Kitchen System	Vanity Cabinet	Toilet Cabinet
Formaldehyde	161	39	17
Toluene	480	61	137
Xylene	4	0	17

5. 考察

スモールチェンバー評価を基にした住設機器からの予測放散速度： $EFu'$  [ $\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}$ ] (Table. 5) とラージチェンバー評価による実測放散速度： $EFu$  [ $\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}$ ] (Table. 3) を比較した。比較は、(2)式を用い、予測・実測放散速度の符合率でおこなった (Table. 6)。

$$\text{Ratio}[\%] = EFu' [\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}] / EFu [\mu\text{g}/\text{unit}\cdot\text{h}] \times 100 \dots (2)$$

Table.6 Relation between the small and large chamber method

	Ratio [%]		
	Kitchen System	Vanity Cabinet	Toilet Cabinet
Formaldehyde	69	72	65
Toluene	88	98	274
Xylene	4	0	243

スモールチェンバー評価を基にした予測放散速度とラージチェンバー評価の実測放散速度を比較すると、システムキッチン及び洗面化粧台のキシレン及びトイレ用洗器付収納棚のトルエン・キシレンを除き、同程度 (約70~100%の符合率) であった。

予測放散速度と実測放散速度が異なっていた点について以下のように考察する。

システムキッチン及び洗面化粧台のスモールチェンバー評価におけるキシレンは、全部材について検出されなかった ( $0 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ として表現)。しかし、ラージチェンバー評価で微量に検出されている。

これは、スモールチェンバー評価の定量下限の高さに起因し、大きな誤差を生んだと思われる。

また、トイレ用手洗器付収納棚のトルエン・キシレンについては、試験における $n/L$ の影響が大きかったと考える。換気回数 $n$ を試料負荷率 $L$ で除した $n/L$ と室内濃度の逆数 $1/C$ には線形関係が認められることが報告されている<sup>5)</sup>。ここで、改めて、各住設機器のラージチェンバー評価における $n/L$ (面積は住設機器の総面積)及び、スモールチェンバー評価における $n/L$ は0.22との比をTable. 7に示す。

Table.7  $n/L$  of the large and small chamber methods

	$n/L$ (large chamber)	$n/L$ (small chamber)
Kitchen System	0.20	0.22
Vanity Cabinet	0.48	0.22
Toilet Cabinet	2.1	0.22

トイレ用手洗器付収納棚が特に両チェンバー評価の $n/L$ に相違があることがわかる。

両チェンバー評価の $n/L$ が(実測・予測放散速度の)符合率に与える影響を評価した。各住設機器におけるトルエンの符合率 ( $EFu' / EFu$ ) を縦軸に、スモールチェンバー  $n/L$ (分子)とラージチェンバー  $n/L$ (分母)の比を横軸に表したものをFig. 1に示す。

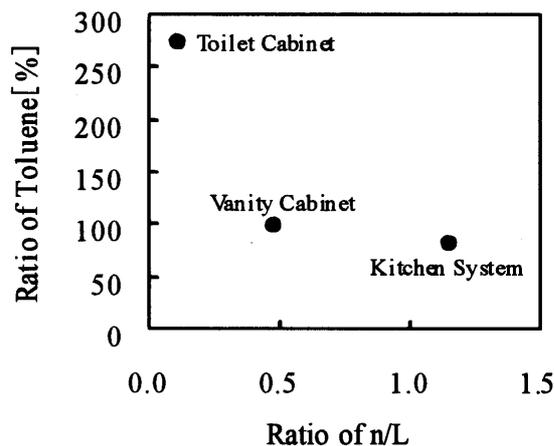


Fig.1 Relation between ratio of toluene ( $EFu' / EFu$ ) and ratio of  $n/L$  (small chamber  $n/L$  / large chamber  $n/L$ )

両チェンバー評価の $n/L$ の格差が大きいトイレ用手洗器付収納棚は、予測放散速度と実測放散速度が

大きくなっていることがわかる。チェンバー評価における $n/L$ に留意する必要があると考える。

## 6. まとめ

本研究は、JIS化されたスモールチェンバー評価を基にした住設機器から放散する化学物質量を評価するため、住設機器のラージチェンバー評価と住設機器に使用している構成部材のスモールチェンバー評価の関係を把握することを目的とした。その結果、スモールチェンバー評価を基にした住設機器からの予測放散速度とラージチェンバー評価による実測放散速度は、ほぼ同程度の評価が可能であることを示唆した。但し、チェンバー評価における定量下限や $n/L$ は、予測・実測放散速度の関係に影響を及ぼすため、実験上、留意する必要がある。

## 7. 謝辞

本研究の一部は、厚生労働省厚生労働科学研究(「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」、研究代表者：野崎淳夫)の活動として行われた。関係各位に謝辞を表す。

## 8. 引用文献

- 1) JIS A1901:2003「建築材料の揮発性有機化合物(VOC)、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法—小形チェンバー法」
- 2) 野崎淳夫、橋本康弘：家具による室内化学物質汚染に関する研究，平成16年度日本環境管理学会・室内環境学会合同研究発表会講演集(2004) 294-295
- 3) 住宅の品質確保の促進等に関する法律、日本住宅性能表示基準及び評価方法基準、6-4 室内空気中の化学物質の濃度等
- 4) JIS A1901:2003 付属書2(参考)小形チェンバーの例(20L)
- 5) 田辺新一：小型チェンバーADPACを用いたアルデヒド類、VOC放散量の測定に関する研究(その9 ホルムアルデヒド放散建材の測定と気中濃度予測に関する考察)，日本建築学会学術講演梗概集2002年度大会(北陸)D-2(2002) 867-868