建材からの揮発性有機化合物の発生ガス特性

環境条件による発生ガスへの影響に関する研究 その1

CHARACTERISTICS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS EMISSIONS
FROM SOLID BUILDING MATERIALS

Study on the effect of environmental conditions on emissions from materials Part 1

朴 俊 錫*, 藤 井 修 二**

Jun-seok PARK and Shuji FUJII

Many sources of volatile organic compounds (VOC) including smoking, combustion and building materials have been identified in indoor environment from several studies. In this indoor VOC source, emissions from building materials have become current interests, and several methods to evaluate emissions from materials have been developed. Chamber test method is used to evaluate emission rate of compounds emitted from materials. But few have been made to comprehend the effect of environmental conditions on emission rates in chamber test. In this paper, emissions from three vinyl wallpapers and two gypsum boards were examined by several conditions of chamber. Compounds emitted from materials were analyzed and the influence on emissions rates by environmental conditions, such as temperature, relative humidity, ventilation rate and loading factor was evaluated. And it is found that emission rates of compounds are depended on environmental conditions, and the increasing of temperature, relative humidity and ventilation rate of the chamber accelerates emissions from the materials. Because the concentration difference of the chamber was not large under the experiment condition, the influence on emissions rates by loading factor could not be evaluated.

Keywords: indoor air quality, volatile organic compounds(VOC), building materials, emissions

室内空気質、揮発性有機化合物、建材、発生ガス

1. はじめに

筆者らは室内に多くの揮発性有機化合物 (volatile organic compounds、以下VOC) が $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度で存在することや、これらのVOCが外気由来だけではなく、室内にその発生源を有することを前報¹⁾で報告した。なお、アトリウムと住宅における実測調査より室内のVOC発生源には喫煙、植栽に使われる薬剤や建材からの発生ガスなどがあることを明らかにし、室内VOCの汚染制御を考える上ではこれらの発生源に関する定性・定量的な評価が必要であることを示した²⁾。

VOCの発生源のなかで特に建材からは多くの物質が発生し、その発生ガスは室内VOC濃度に大きな影響を及ぼす²⁾。建材からの発生ガスについては、海外では欧米を中心とした報告があり、例えば、Molhaveら³⁾、Nielsenら⁴⁾、Wolkoffら⁵⁾、Dunnら⁶⁾、Tichenorら⁷⁾による研究があげられる。DunnらとTichenorらはチャンバー実験より室内で使用される各種建材からの発生ガスについて報告し、発生ガスの指数関数的挙動を基に内部拡散モデル、吸収モデルなどの発生ガス簡易評価モデルを提案した。一方、国内では、鈴木ら^{8), 9)}によりクリーンルームにおける内装材と構成材からの発生ガスに関する研究が、また、池田ら¹⁰⁾により新築住宅における内装材からの発生ガスと室内VOC濃度に関する実測結果が報告されている。し

かし、これらの現象の原因とも言える発生ガスの物理的特性に関する検討は少なく、室内に使用される建材からの発生ガスを定性・定量評価するためには、まず建材が暴露される環境条件と発生ガスの関係を把握する必要があるが、室内の温度、湿度、換気などの環境因子による発生ガスへの影響については明確にされていない。

そこで本研究では、環境条件による建材からの発生ガスへの影響を把握し、環境条件と発生量の関係について検討することを目的とした。以下では、一般建築空間でよく使われる3種類のビニール壁紙と2種類の石膏ボードを対象に発生ガス評価実験を行い、発生ガスの基礎的特性と温度、湿度、換気回数、ローディングファクターなどの環境因子と発生ガスの関係について検討した。

2. 実験概要

2. 1 実験装置と対象建材

建材からの発生ガス測定にはチャンバー実験を用いた。図1に実験装置の概要を示す。実験はチャンバーの環境を調節するため、温湿度および風量の制御が可能な人工気象室で行った。人工気象室内にはステンレス製のチャンバー(内部容積 1.8 liter)、3つを並列に並べ、各チャンバーには換気流量の制御のためにエアポンプを設置した。チャンバーの換気は人工気象室より温湿度が制御された空

* 国立公衆衛生院建築衛生学部 研究員・工博

** 東京工業大学大学院情報理工学研究科情報環境専攻
教授・工博Researcher, Dept. Architectural Hygiene Engineering and Housing, Institute of Public Health, Dr. Eng.
Prof., Dept. Mechanical and Environmental Informatics, Graduate School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

気をVOC除去のための活性炭フィルタを通して行った。なお、実験前にはトレーサーガス(CO₂)法を用いてチャンバー内部が各実験条件でほぼ完全拡散状態であることを確認した。

表1に実験対象建材と実験条件を示す。実験対象建材は一般建築空間で壁材と天井材として使われているビニール壁紙3種類と石膏ボード2種類とした。各対象建材は市販のものであったため、製造後の経過時間と流通過程における保存状態については未知であった。

実験条件は温度と湿度、また、チャンバー内の気流とVOC濃度を決める換気回数とローディングファクターとした。ローディングファクターは、チャンバー容積に対する試験体の面積比であり、換気とともにチャンバー中のVOC濃度を決める因子の一つである。

実験では、まず全ての対象建材について発生ガスに関する基礎実験を行い、次に温湿度による発生ガスへの影響に関する実験(以下、温湿度実験)と換気回数やローディングファクターなどのチャンバー条件による発生ガスへの影響に関する実験(以下、チャンバー条件実験)を行った。発生ガスの測定では人工気象室とチャンバー内の環境が定常状態に達した後、試験体をチャンバーの底に平らにして置き、吸着材を充填したスチレン捕集管を用いて発生ガスのサンプリングを行った。サンプリングはチャンバーへの導入空気と排気について実験開始後1, 3, 6, 12, 24, 36時間に行った。

2. 2 VOCの捕集と分析方法

今回の実験では、前報²⁾と同様、ガスクロマトグラフィ(Gas Chromatography、以下GC)とガスクロマトグラフィ質量分析計(GC-Mass Spectroscopy、以下GC-MS)から定性分析可能な、80-250℃までの沸点を持つVOCを分析対象とした。表2はVOCの捕集方法と分析条件を示す。VOCの吸着材としてはGCによる定量分析ではTenax-GC(60/80mesh、ジーエルサイエンス社)を、GC-MSによる定性分析ではTenax-TA(20/35mesh、ジーエルサイエンス社)を用いた。

定性・定量分析では、GC-MSの分析から得られたマススペクトルにより各ピークの成分を同定し、同定可能なVOCのみについて標準試料で作成した検量線により定量分析を行った。なお、定量分析では各実験条件における吸着材の捕集効率を測定し、補正を行った。捕集効率は発生ガスをサンプリングする際にスチレン捕集管を直列に2本をつないだ状態でサンプリングを行い、上流側と下流側それぞれの捕集量より求めた。総揮発性有機物質(total volatile organic compounds、以下TVOC)濃度についてはGCで得られたクロマトグラフィの全面積をトルエン換算した濃度を用いた。

3. 建材からの発生ガスと発生量

3. 1 建材からの発生ガス

実験対象建材から発生するVOCとその基礎的特性を把握するために発生ガスに関する基礎実験を行った。基礎実験では全ての建材について温度 20℃、相対湿度 60%、換気回数 4回/h、ローディングファクター 7.10 m⁻¹(石膏ボードの場合には1.42 m⁻¹)の条件で発生ガス測定を行った。

図2はビニール壁紙と石膏ボードから発生したVOCのチャンバー濃度を示す。各チャンバーでは試験体からの発生ガスのため、VOC濃度が大きく増加するが、その濃度もチャンバーの換気によって減衰していく。ビニール壁紙Aではジクロロベンゼンをはじめ、全て

図1 実験装置の概要

表1 対象建材と実験条件 (*: 石膏ボード、L.F.: loading factor)

実験内容と対象建材	実験条件			
	温度 [℃]	相対湿度 [%]	換気回数 [回/h]	L.F. [1/m]
基礎実験 (ビニール壁紙 A, B, C 石膏ボード A, B)	20	60	4	7.10(1.42)*
	20 30 40	60	4	7.10(1.42)*
温湿度実験 (ビニール壁紙 C 石膏ボードA)	30	50 60 70	4	7.10(1.42)*
	20	60	2 4 6 4	7.10(1.42)* 3.55(0.71)* 7.10(1.42)*
チャンバー条件実験 (ビニール壁紙 A, B 石膏ボードB)	20	60	4	7.10(1.42)*

表2 VOCの捕集と分析条件

捕集条件		
捕集方法	常温吸着法	
捕集剤	GC分析用: Tenax-GC(60/80mesh, 0.3g) GC-MS分析用: Tenax-TA(20/35mesh, 0.1g)	
捕集量	5 liter (1 liter/min)	
分析条件		
項 目	GC	GC-MS
捕集管加熱温度	280℃(15 min)	250℃(15 min)
検出器	FID	Quadrupole mass spectrometer EI Ionization
キャリアガス	N ₂ (35ml/min)	He(2ml/min)
キャピラリー カラム	DB-1 30m×0.53mmID	NB-1 30m×0.25mmID
カラムオープン	40℃(5分保持) → 加熱(10℃/min) →250℃(10分保持)

図2 チャンバー内の発生ガス濃度

の発生ガスが実験開始直後には $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度を示すが、36時間後では $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下となる。石膏ボードにおいても各物質より濃度差はあるが、チャンバー内のVOC濃度は初期に最も高く、実験開始24時間後ではほぼ定常状態に達した。

表3は各対象建材からの発生ガスと簡易減衰モデル⁶⁾より求めた初期発生量を示す。簡易減衰モデルでは建材からの発生ガスを(1)式で近似し、図2に示したチャンパー濃度と(2)式の物質収支式を用いて最小二乗法による非線型回帰分析より初期発生量を求めた。ここで初期発生量は発生ガス初期におけるピーク発生量を、減衰定数は発生量の一次減衰率を表わす。

$$R(t) = R_0 \cdot \exp(-k \cdot t) \quad (1)$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{S}{V} \cdot R(t) - \frac{Q}{V} \cdot (C - C_0) \quad (2)$$

ここで、 R : 発生量 $[\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ 、 R_0 : 初期発生量 $[\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ 、 k : 減衰定数 $[1/\text{h}]$ 、 t : 時間 $[\text{h}]$ 、 V : チャンパー容積 $[\text{m}^3]$ 、 S : 試験体面積 $[\text{m}^2]$ 、 C : チャンパー内のVOC濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 、 Q : 換気量 $[\text{m}^3/\text{h}]$ 、 C_0 : 導入空気中のVOC濃度 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$

ビニール壁紙A、B、Cからは芳香族のジクロロベンゼン、トリメチルベンゼン、エチルベンゼン、炭化水素のドデカン、テトラデカン、ヘキサデカン、カルボン酸のテトラデカン酸が、石膏ボードA、Bでは炭化水素のドデカン、テトラデカン、カルボン酸のテトラデカン酸などが発生した。ビニール壁紙Cでは他の建材よりも多くの物質が発生し、ジクロロベンゼンの場合、 $255.2 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ の最も高い初期発生量を示した。TVOCの初期発生量はビニール壁紙Cで $481.5 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、石膏ボードA、Bで各々 $608.9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、 $64.4 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ であった。このTVOCは同定されなかった物質も含まれた濃度であり、各建材共に多くのVOCを発生していると考えられる。

3. 2 発生量

図3はビニール壁紙と石膏ボードにおける発生量の経時変化を示す。発生量は(2)式のチャンパー内物質収支式を用い、各サンプリング時刻における発生量を定常状態と仮定した(3)式より求めた。

$$R = \frac{N}{L} (C - C_0) \quad (3)$$

ここで、 R : 発生量 $[\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}]$ 、 N : 換気回数 $[\text{回}/\text{h}]$ ($N = Q/V$)、 L : ローディングファクター $[\text{m}^{-1}]$ ($L = S/V$)

ビニール壁紙Aでは実験開始1時間後、ジクロロベンゼンが $8.9 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、シクロヘキサンノンが $17.8 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、ドデカンが $17.4 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、テトラデカン酸が $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ の発生量を示すが、36時間後では初期に比べて約10倍以上低い値となる。これは石膏ボードにおいても同様であり、発生量は初期に最も高く、時間が経過するにつれて減衰していく。

そこで発生量の減衰とVOC沸点の関係について検討した。図4は実験開始直後と36時間後の発生量比を、図5は実験開始36時間後の発生量を示す。発生量がほぼ定常に達した36時間後では発生量は低く、沸点の高低による発生量の違いはみられない。一方、発生量の減衰についてみると、同じ建材から発生したVOCでも各物質が持つ沸点の違いによって発生量の減衰に差がみられ、沸点が低く揮発しやすい物質ほど発生量が大きく減衰した。以上により、建材から発生するVOCは時間が経過するにつれて発生量が減衰するが、その減

表3 建材からの発生ガスと初期発生量

物質	初期発生量 $[\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}]$					
	ビニール壁紙			石膏ボード		
	A	B	C	A	B	
nonanal	N.D.	5.6	17.4	N.D.	N.D.	
ethylbenzene	N.D.	N.D.	27.9	N.D.	N.D.	
p-xylene	N.D.	N.D.	23.1	N.D.	N.D.	
m-xylene	N.D.	N.D.	17.2	N.D.	N.D.	
cyclohexanone	8.3	3.0	N.D.	N.D.	N.D.	
trimethylbenzene	N.D.	2.0	4.4	N.D.	N.D.	
dichlorobenzene	6.3	N.D.	255.2	N.D.	N.D.	
dodecane	8.3	2.9	4.2	63.4	87.6	
tetradecanoic acid	4.7	N.D.	N.D.	13.5	22.0	
tetradecane	N.D.	1.8	9.8	11.7	19.0	
pentadecane	N.D.	N.D.	5.9	N.D.	N.D.	
hexadecane	N.D.	N.D.	2.9	N.D.	N.D.	
TVOC	573.1	203.3	481.5	608.9	64.4	

N.D.: Not Detected

図3 発生量の経時変化

図4 発生量の減衰とVOC沸点の関係

図5 実験36時間後の発生量とVOC沸点の関係

衰傾向は物質によって異なることが示された。

4 温湿度と発生ガスの関係

4. 1 温度と発生量

建材からの発生ガスを境膜拡散と建材内部の拡散または蒸散による現象とすれば、その発生ガスは温度、湿度、気流など様々な環境条件の影響を受けると考えられる。そこで温湿度と発生ガスの関係を把握するためにビニール壁紙Cと石膏ボードAを対象に温湿度実験を行った。実験では表2に示したように温度については20, 30, 40℃、相対湿度については50, 60, 70%の条件で発生ガス測定を行った。

図6は各温度条件におけるTVOC発生量の経時変化を示す。TVOC発生量は前節と同様に(3)式より求めた。ビニール壁紙Cについてみると、実験開始1時間後のTVOC発生量は温度20℃で429.0 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、30℃で1951.2 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、40℃で4903.7 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ などチャンパーの温度が高くなるにつれて発生量は大きく増加する。しかし、実験開始12時間以後では温度による発生量差は小さくなる。石膏ボードAにおいても発生量が定常状態に達するまでの時間には差があるが、発生量が定常状態に近づくにつれて温度上昇による発生量への影響は小さくなる。

次に温度条件と発生量の関係を図7、8に示す。時間経過によって温度の発生量への影響に差がみられることから、図7は実験開始1時間後の発生量を、図8は実験開始24時間後の発生量を示す。まず実験開始1時間後の発生量についてみると、ビニール壁紙Cでは20℃に比べて30℃では1.1-5.8倍、40℃では1.4-6倍まで発生量が増加した。各物質についてみると、ビニール壁紙Cではエチルベンゼン、キシレン、ジクロロベンゼン、石膏ボードAではドデカンなど各建材では比較的に沸点が低いVOCほど20℃から30℃における発生量の増加が大きい。一方、沸点が高い物質では低温よりも30℃から40℃で発生量が大きく増加する傾向を示した。

発生量がほぼ定常状態に達した実験開始24時間後では、温度による発生量の増加は小さく、発生量増加における低沸点物質と高沸点物質の違いはみられなかった。各建材ではVOCの発生量がほぼ同程度に増加した。以上により、温度の発生ガス促進効果は発生ガスの初期に最も大きく、VOCが持つ沸点によってもその効果に差があることが示唆された。

図9は発生量の増加率と温度の関係を示す。発生量の増加率は実験開始24時間後の発生量を用い、温度20℃における発生量を基準に求めた。TVOC発生量の増加率は温度と指数的關係を示すが、その増加傾向は各建材によって異なる。また、ビニール壁紙と石膏ボードから発生した同じVOCであっても、発生量の増加率は建材によって異なる。

4. 2 相対湿度と発生量

各相対湿度条件におけるTVOC発生量の経時変化を図10に示す。温度と同様にチャンパー内の相対湿度が高くなるにつれてTVOC発生量は大きく増加する。温度の場合、発生量が定常に近づくにつれて発生量への影響は小さくなったが、相対湿度の場合、実験開始12時間以降になっても発生量に大きな差がみられる。

ビニール壁紙Cで発生したVOCと相対湿度の関係を図11に示す。発生量は相対湿度により約1.3-11.9倍まで高くなり、温度による発生

図6 各温度条件におけるTVOC発生量の経時変化

図7 実験開始1時間後の発生量と温度の関係

図8 実験開始24時間後の発生量と温度の関係

図9 発生量の増加率と温度の関係

量の増加率よりも大きい値を示した。また、温度の場合、VOCの沸点によって発生量の増加率に差がみられたことに対し、相対湿度ではVOCによる違いはみられなく、相対湿度が高くなるにつれて全てのVOCがほぼ同程度に増加する。温度による発生ガスへの影響については、建材におけるVOCの拡散または蒸散が温度によって促進されることがその原因であると考えられるが、湿度による発生ガス促進については今後、厳密な検討が必要であると考えられる。

温湿度と発生量の関係をまとめて図12に示す。ここでは実験開始24時間後の発生量を用いた。ビニール壁紙と石膏ボードのTVOC発生量はチャンバーの温湿度条件について指数関数的関係を示すが、ビニール壁紙では湿度が、石膏ボードでは温度による発生ガスへの影響が大きくみられるなど、温度と湿度の相互作用による発生量への影響は各建材によって異なることが示された。

5 チャンバー条件と発生ガスの関係

チャンバー実験による発生ガス評価においてはチャンバーの環境条件に注意する必要がある。換気と試験体の表面積はチャンバー内VOC濃度と発生量を決める基本的因子である。そこで、換気とローディングファクターによる発生ガスへの影響を把握するため、ビニール壁紙A、Bと石膏ボードBを対象に発生ガス測定を行った。実験条件は表2に示したように換気回数を2、4、6回/h、ローディングファクターを3.55、7.10 m^{-1} （石膏ボードの場合、0.71、1.42 m^{-1} ）とした。なお、チャンバー内の温湿度は20℃、60%であった。

図13は各換気条件におけるTVOCのチャンバー濃度と発生量を示す。チャンバー中の発生ガスは換気によって外へ排出されるため、換気回数が多いほどTVOCの濃度は低くなる。しかし、発生量についてみると、実験開始3時間後からは換気による発生量の差がみられ、36時間後の発生量は換気回数2回で37.2 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、4回で44.6 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、6回で68.4 $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ など、チャンバーの換気回数が大きくなるほど、VOCの発生量は大きく増加した。実験開始直後には換気回数が多いほうで発生量は低くなっているが、その原因については今後、検討する必要があると考えられる。

図14はビニール壁紙と石膏ボードにおける換気回数と発生量の関係を示す。ビニール壁紙ではトリメチルベンゼンが約1.2-1.6倍、ドデカンが約1.1-1.7倍など、換気回数が大きくなるにつれてVOCの発生量はほぼ同程度に増加する。これは石膏ボードにおいても同様であり、換気回数により約1.1-1.8倍の発生量の増加がみられた。これより、チャンバーの換気回数が発生ガスに寄与していることは明らかであり、チャンバー実験により発生ガスを評価する際には換気の影響を十分考慮する必要があると考えられる。

図15はビニール壁紙AにおけるローディングファクターとTVOCの関係を示す。まず、チャンバーの濃度についてみると、試験体の面積が大きい方でチャンバーのTVOC濃度は高く、ローディングファクターが7.10 m^{-1} では3.65 m^{-1} よりも約2倍高い値を示す。チャンバーのTVOC濃度より求めた発生量ではローディングファクターが小さい方で発生量が若干大きくなるが、実験開始24時間以後ではその差はみられなくなる。これは、実験条件であった3.55、7.10 m^{-1} （石膏ボードの場合、0.71、1.42 m^{-1} ）のローディングファクター条件では換気条件のようにチャンバー内のVOC濃度に大きな差は得られなく、また、実験開始24時間以後では実験条件によ

図10 各相対湿度条件におけるTVOC発生量の経時変化

図11 ビニール壁紙Cにおける湿度と発生速度の関係

図12 温湿度とTVOC発生量の関係

図13 ビニール壁紙Bにおける換気回数とTVOCの関係

るチャンパー内VOC濃度差が数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度まで低くなったためであると考えられる。

6. まとめ

本研究では、一般建築空間でよく使われる3種類のビニール壁紙と2種類の石膏ボードを対象に発生ガス実験を行い、環境条件による発生ガスへの影響について検討を行った。本研究で得られた結果を以下にまとめる。

(1) 実験対象建材からは芳香族と炭化水素、カルボン酸などのVOCが発生し、TVOC初期発生量は $64.4\sim608.9\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ であった。各建材からの発生ガスは初期に最も高く、時間の経過に伴って減少する傾向であった。建材からの発生ガスは温度が高くなるにつれてその発生量が大きく増加することが確認された。

(2) 同じ建材から発生したVOCでも各物質が持つ沸点によって発生量の減衰に差がみられ、沸点が低く揮発しやすい物質ほど発生量が大きく減衰することが示された。温度の発生ガス促進効果は発生ガスの初期に最も大きく、VOCが持つ沸点によってもその効果に差があることが示唆された。

(3) 相対湿度により建材からの発生ガスは約1.3-11.9倍まで高くなり、温度による発生量の増加率よりも大きい値を示した。温度の場合、VOCの沸点によって発生量の増加率に差がみられたが、相対湿度ではVOCによる違いはみられなく、相対湿度が高くなるにつれて全てのVOCがほぼ同程度に増加した。TVOC発生量は温湿度条件について指数的關係を示すが、温度と湿度の相互作用による発生量への影響は各建材によって異なった。

(4) チャンパーの換気回数が大きくなるにつれて各建材ではVOC発生量が約1.1-1.8倍増加し、チャンパーの換気回数が発生ガスに寄与していることは明らかになった。ローディングファクターが小さい方で初期におけるVOCの発生量は若干大きくなったが、実験開始24時間以後ではその差はみられなくなった。これは、今回の実験条件であった $3.55, 7.10\text{m}^{-1}$ (石膏ボードの場合、 $0.71, 1.42\text{m}^{-1}$)のローディングファクター条件ではチャンパー内のVOC濃度に大きな差は得られなく、また、実験開始24時間以後では実験条件によるチャンパー内VOC濃度差が数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度まで低くなったためであると考えられる。

本研究では、個々の建材素材に限定して実験を行ったが、建築材料からの発生ガスは施工方法によっても大きな影響を受けると考えられる。今後は、その施工方法を考慮し、各種建材からの発生ガスに関するデータの蓄積を進めると共に発生ガスの定量的な評価方法に関する検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 藤井ら、揮発性有機化合物による室内空気質に関する実測調査、日本建築学会計画系論文集、第500号、pp. 65-70、1997
- 2) 朴ら、住宅における揮発性有機化合物と建材からの発生ガスによる影響に関する実測調査、日本建築学会計画系論文集、第509号、pp. 27-32、1998
- 3) Molhave L., Evaluations of VOC emissions from materials and

(a) ビニール壁紙B

(b) 石膏ボードB

図14 実験36時間後の発生量と換気回数の関係

(a) チャンパー濃度

(b) 発生速度

図15 ローディングファクターとTVOCの関係

products: Solid flooring materials, Proceedings of Healthy Buildings, Vol. 1, pp.145-162、1995

4) Nielsen P., The Importance of Building Materials and Building Construction to Sick Building Syndrome, proceedings of Healthy Buildings'88, Vol.3, pp257-261、1988

5) Wolkoff P., A New Approach to Label The Emission of VOCs from Building Products, Part I, II, III, proceeding of Healthy Building, Vol.2, pp.887-904、1995

6) Dunn J.E., Models and Statistical Methods for Gaseous Emissions Testing of finite Sources in Well mixed chamber, Atmospheric Environment, Vol. 21,1987

7) Tichenor B.A., Indoor Air Sources: Using Small Environmental Test chambers to Characterize Organic Emissions from Indoor Materials and Products, USEPA Report 600/8-89-074, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 1989

8) 鈴木ら、クリーンルーム内装材の発ガス評価、第14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、pp1-4、1996

9) 鈴木ら、クリーンルーム構成材からの脱ガスの抑制に関する研究、第15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、pp9-12、1997

10) 池田ら、新築及び既築集合住宅の室内空気質測定、その3、VOC測定結果、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.755-756、1997

(2000年2月10日原稿受理、2000年5月22日採用決定)