

### - 3 建築材料に含まれる化学物質が環境に与える影響

#### Study on Environmental Impact of Chemical Substances Included in Building Materials

(研究期間 平成 11～13 年度)

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

本橋健司

Kenji Motohashi

井戸川純子

Junko Idogawa

Synopsis – Environmental impact of chemicals which included in building materials is one of the important research programs to be investigated. The bis-phenol A extracted from epoxy resin adhesives and phthalic ester emitted from polyvinyl chloride resin based building materials were investigated in this study. Amounts of both bis-phenol A and phthalic ester were determined by chemical instrumental analysis. It is considered that the data obtained are useful to evaluate the environmental impact of endocrine disruptors due to building materials.

**【研究目的及び経過】** 環境中に存在する化学物質が人体の内分泌に影響を与えることが懸念されており、いわゆる「環境ホルモン」問題として社会問題化している。このような背景から「環境ホルモン」問題については国家的研究プロジェクトも実施されているが、環境中の各種物質の濃度、内分泌異常の実態調査、安全性評価等が中心であり、建築材料に関するデータは無い。

建築分野では、広範な種類の材料を多量に消費するが、接着剤、塗料、防水材料、プラスチック建材等の主成分や添加物には環境や生態系の保全に悪影響を与える可能性を有するものが含まれている。これらの材料に含まれる「環境ホルモン」が建築材料のライフサイクル中でどのようなメカニズムでどの程度環境中に放散されるかについては不明である。これらの情報は基本的に把握しなくてはならないものであり、信頼性のあるデータを得て、適切に公表することが必要である。

**【研究内容】** 上記のような背景から、建築用エポキシ樹脂から溶出するビスフェノール A の定量<sup>1)</sup>および建築用塩化ビニル樹脂系材料から放散されるフタル酸エステル類の定量を行った。なお、本文では後者について報告する。

#### 【研究成果】

##### 1 実験

##### 1.1 対象とした塩化ビニル樹脂系建築材料

表 1 に示す 2 種類のビニル床シート市販品および表 2 に示す 2 種類の塩化ビニル樹脂壁紙を対象とした。壁紙は配合を明示するために製造した試作品であるが、現実の市販品と同様の材料と考えられる。

表 1 に示したようにビニル床シート A および B には可塑剤として DOP が使用されている。また、表 2 に示したように、壁紙 C は可塑剤として主に DOP を配合している。壁紙 D は可塑剤として DINP (フタル酸ジ-n-ニル) を配合している。

表 1 評価対象としたビニル系床シートの品質

記号	A	B	
種類	クッションフロア	長尺シート	
厚さ	1.8mm	2.0mm	
樹脂の配合	塩化ビニル樹脂	100 部	100 部
	可塑剤	DOP 58 部	DOP 57 部
	充てん材	25 部	189 部
	発泡剤	1.5 部	-
	安定剤・顔料	5 部	3.5 部

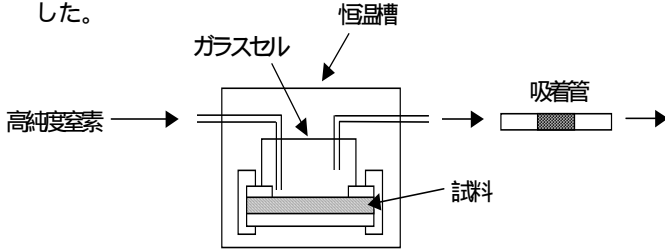
表 2 評価対象としたビニル壁紙の品質

記号	C	D	
樹脂の配合	塩化ビニル樹脂	100 部	100 部
	可塑剤	DOP 46 部 DINP 4 部	DINP 50 部
	充てん材	80 部	80 部
	発泡剤	5 部	5 部
	液状安定剤	3 部	3 部
	二酸化チタン	20 部	20 部
	非芳香族系希釈剤	5 部	5 部
水性表面処理剤	150 ヶシユ刃引きグレート処理 1 回		
裏打ち紙	65g/m <sup>2</sup> 普通紙		
ビニル層塗布厚さ	0.15mm		

##### 1.2 定量分析

放散ガスの捕集はグイミックヘッドスペース法<sup>2)</sup>により行った。即ち、図 1 に示すバレル製円筒状ガラス管内に試験体表面を暴露し(有効面積: 44.2cm<sup>2</sup>)、高純度窒素ガスを流速 30L/h の条件で通気させた。ガラスの概要は図 1 に示すとおりである。なお、ガラス全体は恒温層の中に設置され、ガラスおよび試験体は 40 および 80 に加熱された。ビニル床シートおよびビニル壁紙はロールから切り出しアルミホイルで密閉し、その後試験に供した。試験体はガラスにセットされ 40 および 80 に加熱されたが、加熱開始後 2 時間経過した時点から吸着材 (Tenax TA にカーボンブラックを混合) による捕集を開始した。捕集時間は 30 分 (捕集体積 15 L) とし、加熱脱着装置 (Parkin-Elmer 製 Turbo Matix ATD)

を有する GC (ガスクロマトグラフ) / MS (マススペクトロメーター) (Agilent 製 6890A/5893N) にて分析を行った。分析項目は表 3 に示すとおりである。なお、分析は (株) 住化分析センターにおいて実施された。分析の繰り返し数は 2 回とした。



ガラスセルの大きさ	直径 75mm、高さ 25mm
試験体の露出面積	44.2cm <sup>2</sup>
ガラスセル容積	0.11L
窒素ガス流量	30L/h

図 1 発生ガス捕集装置の概略

表 3 定量分析の項目

試験体記号	A	B	C	D
TVOC (C6~C16 化合物が検出される範囲での検出総量、トルン換算)				
DOP (DOP 標品による検量)				
DINP (DINP 標品による検量)				

## 2. 結果および考察

### 2.1 TVOC の放散速度

図示していないが、各試験体において、40 および 80 におけるトルエンイオンクロマトグラムはパターンが異なっていた。即ち、80 では保持時間の長い領域で高沸点化合物が検出されているが、40 では保持時間の長い領域に化合物の検出は認められない。即ち、80 と 40 では単に放散量が異なるのではなく、放散成分にも差異が認められることが判明した。

試験体記号	A	B	C	D	
TVOC 量 (ng)	40	9,900	34,000	10,400	8,800
TVOC 量 (ng)	80	84,000	205,000	23,000	21,500
放散速度	40	4,500 <sup>*1</sup>	15,000 <sup>*1</sup>	4,700 <sup>*1</sup>	4,000 <sup>*1</sup>
放散速度	80	38,000 <sup>*1</sup>	93,000 <sup>*1</sup>	10,000 <sup>*1</sup>	9,700 <sup>*1</sup>
放散速度	25	1,700 <sup>*2</sup>	6,700 <sup>*2</sup>	1,900 <sup>*3</sup> 280 <sup>*4</sup>	1,600 <sup>*3</sup> 260 <sup>*4</sup>

表 4 試験体から放散した TVOC 量と放散速度

\*1: 放散速度 (μg/m<sup>2</sup>h)

\*2: 40 と 80 の両者から推定した放散速度 (μg/m<sup>2</sup>h)

\*3: 40 から推定した放散速度 (μg/m<sup>2</sup>h)

\*4: 80 から推定した放散速度 (μg/m<sup>2</sup>h)

表 4 に各試験体からの TVOC 量と放散速度を示す。80 では 40 と比較して放散速度が高い。報告<sup>2), 3)</sup>によれば、VOC の放散速度と絶対温度の間にアレキサンダー<sup>3)</sup>の式が成立し、

絶対温度の逆数と放散速度の対数との間に直線関係が認められる。これらの関係から 25 における TVOC の放散速度を推定した結果を参考のため示している。この推定においては、温度が変化しても放散成分は同様であり、放散量だけが影響されることを前提としている。しかし、前述したように放散される化学物質は多岐にわたっており、放散成分は温度の影響を受けている。したがって、25 における TVOC の推定放散速度は参考値と考えるのが妥当である。更に、本測定は換気回数が約 270 回に相当する条件で実施されており、放散速度を求めるためのチャンセル試験というよりも、ダイミクヘッドスペース法による放散成分の分析という意味合いが強い。したがって、換算した放散速度は通常のチャンセル試験結果と比較して高いことに留意する必要がある。

次に壁紙シート A と B からの DOP の定量分析結果を表 5 に示す。80 においては DOP が検出されたが、40 においてはいずれの試験体でも検出限界以下であった。80 における放散速度は表 5 に示すとおりである。また、25 における放散速度は、40 における DOP の放散量が検出限界以下であったために、80 における DOP の放散速度を利用して、その温度依存性が DOP と沸点が同程度になる化合物の温度依存性と同一であると仮定し推定した<sup>2)</sup>。標準的な換気条件を設定して室内濃度を試算し、厚生労働省の濃度指針値 120 μg/m<sup>3</sup> と比較すれば、十分に安全な値と判断できる。

試験体記号	A	B	C	
DOP 量 (ng)	40	30 未満	30 未満	30 未満
DOP 量 (ng)	80	460	280	300
DOP 放散速度	80	210 <sup>*1</sup>	130 <sup>*1</sup>	130 <sup>*1</sup>
DOP 放散速度	25	1.7 <sup>*2</sup>	1.0 <sup>*2</sup>	1.1 <sup>*2</sup>

表 5 試験体から放散した DOP 量と放散速度

\*1: 放散速度 (μg/m<sup>2</sup>h)

\*2: 80 から推定した放散速度 (μg/m<sup>2</sup>h)

次に、壁紙 D に関する DINP の放散速度は 80 で 540 (μg/m<sup>2</sup>h) であり、40 では検出限界未満であった。DOP の場合と同様に 80 での放散速度から、25 における放散速度の推定値として 3.9 (μg/m<sup>2</sup>h) を得た。この値は DOP と比較して高く、両者の蒸気圧から予想される結果とは異なる。しかし、両者とも低い値であることは確認できた。

## 3. 文献

1) 本橋健司ら、日本建築工学会大会論文集、p.33-36 (2001)

2) 竹田菊男ら、第 18 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、p.30-33 (2000)

3) 本橋健司ら、建築学会大会梗概集、A-1 分冊 p.337-338 (1998)