

# 室内空気汚染とその評価

千葉事業所 長谷川 あゆみ  
平 敏 和

## 1 はじめに

「シックハウス症候群」や「化学物質過敏症」といった言葉が聞かれるようになって久しい。これらの言葉は、一般的には建築材料などから放散される化学物質により居住空間の空気が汚染され、これによってアレルギー症状や、不定愁訴等を訴える事を指す。欧米では古くからその対策が講じられてきたが、日本においても数年前に大きな社会問題となり、2000年には厚生省が化学物質の濃度指針を発表した。

ここでは室内空気汚染について概説し、その測定方法などについても述べる。

## 2 室内空気汚染<sup>1)2)3)</sup>

室内空気の汚染物質としてはホルムアルデヒドが有名であるが、表1に示すように広く様々なものが該当する。

欧米において1980年代のオイルショックを機に建設された「省エネビル」は、エネルギー効率を上げるため気密性・断熱性を高め、外気の取り入れを従来の1/3程度とした事が特徴である。この場合換気が少ないため建築材料や家具、その他様々

表2 厚生省の室内濃度指針値

化合物名	室内濃度指針値(μg/m <sup>3</sup> )
ホルムアルデヒド	100
トルエン	260
キシレン	870
パラジクロロベンゼン	240
エチルベンゼン	3800
スチレン	225
クロルピリホス	1
フタル酸ジ-n-ブチル	220
TVOC*	1000(新築)400(中古)

\* TVOCは暫定目標値

な生活用品から放散される化学物質が屋外に排出されず蓄積し、居住者は高濃度化学物質に暴露されることになる。これが原因となり居住者にめまい、頭痛、目・のどの痛み、といった症状が発生し、「シックビル症候群」や「シックハウス症候群」が顕在化した。

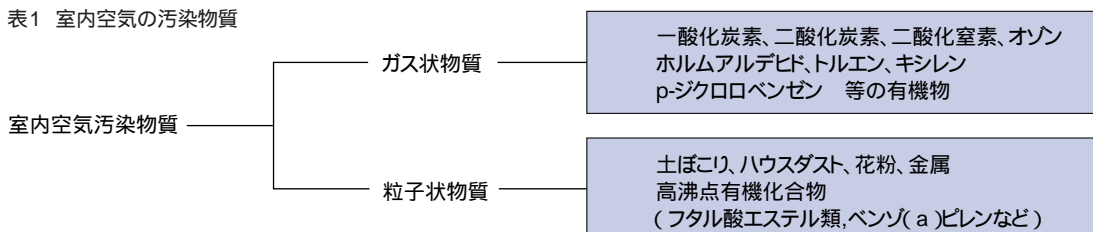
このような室内の空気汚染に対し、欧米では対策が早くから進められてきた。1980年代にはすでに室内濃度に関する検討をはじめ、1990年代にはその発生源となる建材・施工材の対策を始めている。現在では、入居後の数日は基準を超える事がまれにあるだけでほぼ基準を満たしていると言う。

## 3 厚生省の室内濃度指針値および各物質の測定方法<sup>4)5)6)</sup>

日本でも厚生省が1997年にホルムアルデヒド、2000年4月にトルエン・キシレン・パラジクロロベンゼンの室内濃度指針値とその測定方法が、9月にはエチルベンゼン・スチレン・クロルピリホス・フタル酸ジ-n-ブチルおよびTVOC(揮発性有機化合物総量)の室内濃度指針値が発表された。表2にその指針値を示す。

2000年4月に指針値と同時に室内空気中の化学物質の採取方法と測定方法が示されている。各化合物の室内濃度評価方法は以下の通りであり、当社においてもこれに沿った測定体制を既に構築している。

表1 室内空気の汚染物質



### 3.1 採取場所

居間，寝室，外気の3箇所

### 3.2 採取条件

新築住宅の場合

30分換気 窓・扉を閉鎖し建具・クローゼット・戸棚などの扉は開放して5時間維持 約30分試料採取 (常時換気システムを持つ住宅は換気システムを駆動させて5時間維持する)

居住住宅の場合

日常生活における状態で24時間採取

### 3.3 ホルムアルデヒドの測定方法

ホルムアルデヒドは2,4-Dinitrophenylhydrazine (DNPH) コートシリカゲルを用い，ヒドラジン誘導体として捕集する(図1)。反応性が高く，熱に不安定なホルムアルデヒドを安定誘導体化すると共に濃縮できる方法である。

誘導体化合物をアセトニトリルで溶出し，高速液体クロマトグラフ法(HPLC)で測定する。

### 3.4 揮発性有機化合物(トルエン，キシレン，パラジクロロベンゼン)の測定方法

専用のガラス管にTENAX-TAまたはTENAX-GRを充填し，エージングしたものをを用い，揮発性有機化合物を濃縮・捕集する(図1)。

採取したものは，加熱脱離-ガスクロマトグラフ/質量分析法(TCT-GC/MSまたはATD-GC/MS)で測定する。

2000年9月に指針値が発表された化合物については，採取方法，測定方法はまだ具体的に示されていないが，エチルベンゼン・スチレン・クロルピリホスとTVOCは同様の方法で測定が可能である。フタル酸n-ブチルは，これらの成分よりも沸点が高く，同時に採取・測定する事が困難である。これについては後に述べることとする。

## 4 新築住宅の評価例

3項で述べた試料採取方法および測定方法に従って，ある新築住宅を評価した例を紹介する。評価したのは木造2階建ての1戸建て住宅，寝室に家具は搬入された状態，雨上がりで湿度は高かった(平均75%RH)。

ホルムアルデヒドを測定したHPLCクロマトグラムを図2に，VOCを測定したトータルイオンクロ

マトグラムを図3に示す。

結果は室内濃度指針値をやや超えるものもあった。特に寝室はホルムアルデヒド，トルエン，スチレン等の値が高く，搬入された家具に由来することも推測された。このように，厚生省の指針値(表2)を超える場合もあるのが現状と思われる。主要なピークを解析すると指針値が示されている成分のほか，アルデヒド類，エステル類，テルペン類なども大きく検出されていることがわかった(図3)。

また，これまでの測定例から，雨天や湿度の高い日は化学物質の室内濃度が高い傾向がみられる。建材・施工材は多くが多孔質であり，水分の吸着により材料中の化学物質が吐き出されると考えられ，本事例はその影響もあると思われる。

## 5 フタル酸エステル類の室内濃度評価方法

空気中のフタル酸エステル類の測定を行うにあたって，最も注意すべき点は操作ブランク値をいかに下げるかにある。この点に付いては我々も多くの技術蓄積を持っている。測定方法は幾通りかの方法が考えられているが，ここでは現在最も高感度な測定が可能なフィルター捕集法について紹介する。尚，本法によればフタル酸エステル類は約2~3ng/m<sup>3</sup>レベルまで定量可能となる。

### 5.1 サンプルング

あらかじめ十分に洗浄した石英フィルター2枚とエムポアディスク(C18)1枚を，フィルターカートリッジ内にサンプルング空気入口側が

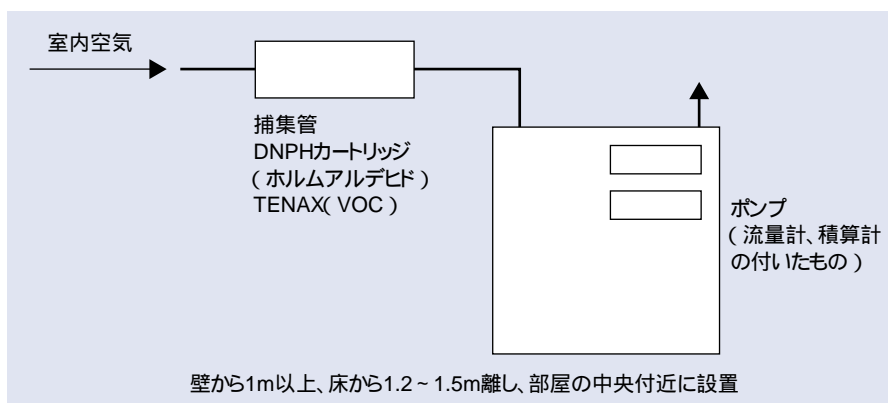


図1 試料採取方法

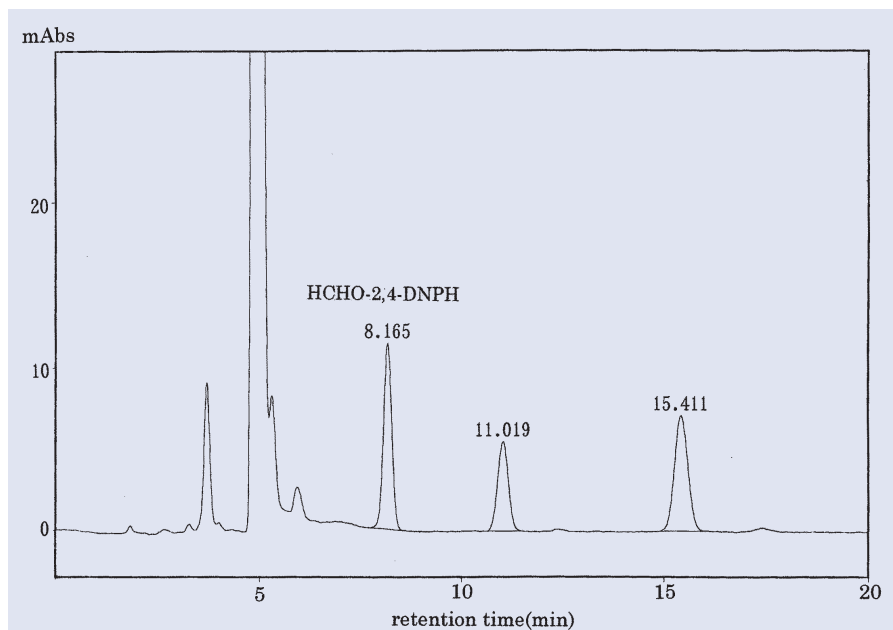


図2 寝室のホルムアルデヒド測定クロマトグラム

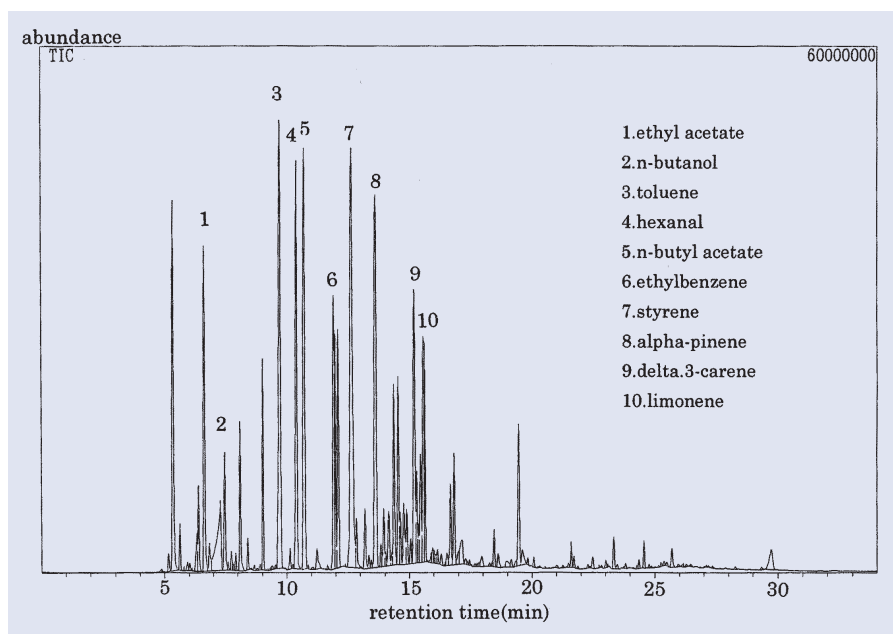


図3 寝室のVOC測定クロマトグラム

ら石英フィルター/石英フィルター/エムポアディスクの順で3層となるようにセットする。このフィルターカートリッジをローボリュームサンプラーに接続して、24時間サンプリングを行う。

### 5.2 前処理と測定

フィルターカートリッジ内のフィルター各々から超音波抽出にて、フ

ィルターに捕集されたフタル酸エステル類を抽出する。この抽出液をPTV (programmable temperature vaporizer) 濃縮し、ガスクロマトグラフ/質量分析計で測定する。

これら一連のフローは図4のようになり、フィルター構成、サンプリングは図5のようになる。

本法の操作ブランク値を表3に示したが数ng/m<sup>3</sup>レベルであり、操作ブランク値の標準偏差( )の10倍を定量下限値とした場合の値は1ng/m<sup>3</sup>以下となり、高感度に再現性よい評価が可能である。

## 6 建築材料のフタル酸エステル類放散量の加速試験

住宅内装材などから放散される化学物質の評価は室温(25 )下での放散量を測定するための標準試験法<sup>7)</sup>も公表されている。一方フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DOP)など蒸気圧の小さい化合物は室温下での放散量も少ないため、感度の点で十分でない。以下にこの解決策として加熱による加速試験を紹介する。

加速試験は小スケール、短時間での評価が可能であり、多数の材料を評価する際の1次スクリーニングに適している方法でもある<sup>8)9)</sup>。

図6にパイレックスガラス製チャンバー(内容量150mL)を使用した加速試験方法を示した。

このチャンバーを用いてダイナミックヘッドスペース法で塩化ビニル

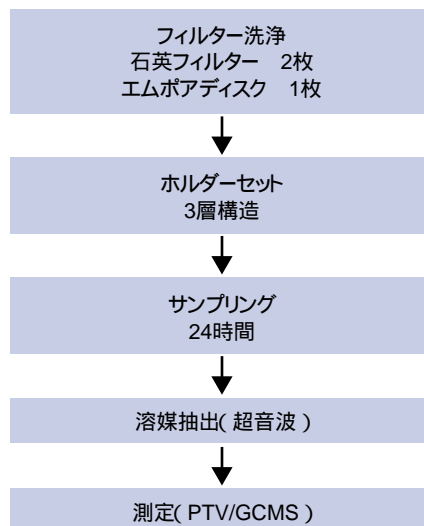


図4 フィルター捕集によるDOP分析フロー

表3 操作ブランク

		検出量	平均	10	
DBP	n=1	1.8	1.8	0.06	0.6
	n=2	1.8			
	n=3	1.8			
DOP	n=1	2.1	2.1	0.06	0.6
	n=2	2.0			
	n=3	2.1			

単位:ng/m<sup>3</sup>

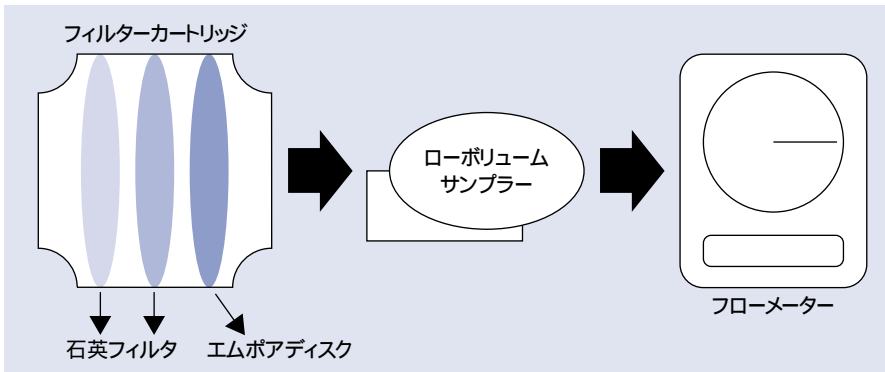


図5 フィルター補集法によるサンプリング

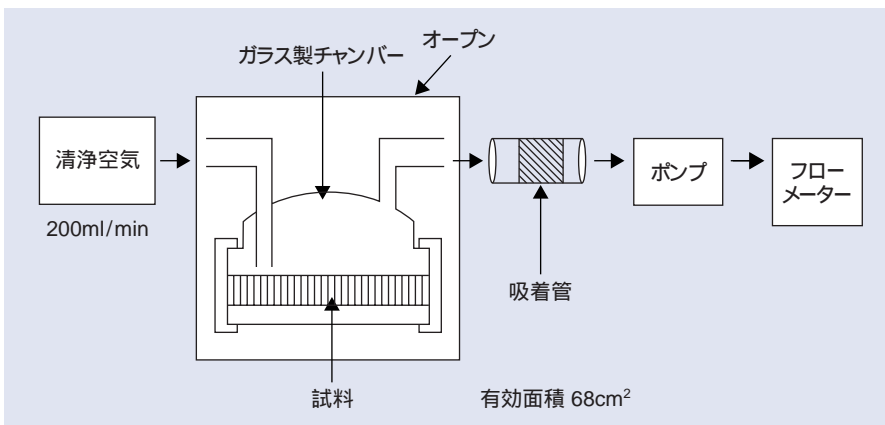


図6 放散速度加速試験方法

樹脂製壁紙の表面から80において放散するDOP, DBPを測定した。材料からの有機化合物の放散速度と試験温度の間には(1)式が成立することが知られているので、この80における放散速度から25での放散速度を算出する事ができる<sup>10)</sup>。

$$\log V = C_1 / T + C_2 \quad (1)$$

ここで、Vは放散速度(μg/m<sup>2</sup>・h)。

Tは試験温度(絶対温度; K), C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>は定数である。この式を用い、80の放散速度から25の放散速度を求めた結果を表4に示した。

### 7 おわりに

室内空気汚染について概説し、その評価方法と併せて汚染原因の一つである建築材料の有機化合物放散速

表4 塩化ビニル樹脂製壁紙のDOP, DBP放散量加速試験結果

化合物	80の放散速度	25の放散速度計算結果
DOP	83	0.07
DBP	46	0.54

単位:μg/m<sup>2</sup>・h

度の測定について紹介した。室内空気汚染問題を解決するにあたっては、室内の濃度を測定するだけでなく建築材料・施工材料の評価も合わせて行う必要がある。

### 文献

- 1) 住まいQ&A 室内汚染とアレルギー 吉川翠, 阿部恵子, 小峯裕己, 松村年郎著 井上書院
- 2) 室内化学汚染 田辺新一著 講談社現代新書
- 3) わかりやすい空気環境の知識 健康住宅推進協議会編 オーム社出版
- 4) 第2回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会配布資料 (厚生省生活衛生局)
- 5) 第3回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会配布資料 (厚生省生活衛生局)
- 6) 第4回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会配布資料 (厚生省生活衛生局)
- 7) 壁装材料協会: 放散試験チャンバー法 - 建築材料の揮発性有機化合物(VOC)およびアルデヒド類放散測定 -
- 8) クリーンルーム内装材料から発生するガス濃度測定方法基準制定委員会: 空気清浄, 37(2), 82(1999)
- 9) 藤本武利, 竹田菊男, 野中辰夫, 飯田裕幸, 中原武利: エアロゾル研究, 14(4), 348(1999)
- 10) K.Takeda, T.Nonaka, I.Matsumoto, T.Fujimoto, T.Nakahara: Proc.15th ICCCS, p.60(2000) Copenhagen.



長谷川 あゆみ  
(はせがわ あゆみ)  
千葉事業所



平 敏和  
(たいら としかず)  
千葉事業所