

## 短報

# 住宅における揮発性有機化合物 (VOCs) 濃度の推移

森 康明<sup>1</sup>、辻 清美<sup>1</sup>、長谷川一夫<sup>1</sup>

## Time Course of Indoor VOCs Concentrations in Houses

Yasuaki MORI<sup>1</sup>, Kiyomi TSUJI<sup>1</sup> and Kazuo HASEGAWA<sup>1</sup>

### はじめに

空気は我々が生きて行くために欠かすことのできないもので、その空気を清浄に保つことは極めて大切である。生活様式が変化したことから都会人は、一日のうち 80% 以上を何等かの室内で過ごしている。室内に 1ppb 以上の濃度を示した化学物質は 250 種以上検出<sup>1)</sup>されており、ホルムアルデヒドは外気中よりも室内空気中でその濃度が高く、シックハウス病やアレルギー<sup>2)</sup>との関連から社会的問題となっている。また、大量の化学物質に暴露された経験のある人が、その後、微量であっても化学物質に暴露されることで発症する化学物質過敏症<sup>3)</sup>は、室内空気中の化学物質との関連について注目されている。現時点では、化学物質過敏症と室内化学汚染物質との関連を定量的に評価することは困難であるが、室内環境中の化学物質を可能な限り低減化するための措置を講ずることは重要である。室内濃度指針値として平成 9 年に、ホルムアルデヒドが 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.08ppm、室温 25 $^{\circ}\text{C}$  のときの換算値)に、平成12年にトルエンが 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.07ppm) に、キシレンが 870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.20ppm) に、ジクロロベンゼンが 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.04ppm) に、エチルベンゼンが 3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.88ppm) に、スチレンが 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.05ppm) に、クロルピリホスが 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.07ppb) に (た

だし、小児については 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.007ppb)、フタル酸-ジ-n-ブチルが 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.02ppm)に設定された。ここでは、代表的な汚染物質であるホルムアルデヒドやトルエン、キシレンなどについて新築時からの室内化学物質濃度の推移を 3 箇所の住宅で測定し、若干の知見が得られたので報告する。

### 実験方法

#### 1 試料採取場所

新築の戸建て住宅 2 件 (竣工 1997.11 の住宅 A と竣工 1998.9 の住宅 B)、新築集合住宅 1 件 (竣工 1998.10 の住宅 C) について、それぞれ居間の空気を採取した。

#### 2 空気試料の採取

実際に住まわれている状態における室内空気を、ホルムアルデヒドは 20ml/min の速度で、VOCs は 100ml/min の速度でそれぞれ 24 時間、Sep Pak DNPH short カートリッジと ORB091L 捕集管にエアポンプを用いて採取した。

#### 3 試薬

アセトニトリル (残留農薬用試薬、和光純薬工業)、二硫化炭素 (作業環境測定用試薬、和光純薬工業) を用いた。なお、標準試薬については関東化学または和光純薬工業のものを用いた。

#### 4 装置

エアポンプ: (株) ガステック社製、GSP 250FT 型、高速液体クロマトグラフ: HP 社製、HP1100、ガスクロマトグラフ-質量分析装置: HP 社製、5890。

#### 5 測定用試料の調製

Sep Pak DNPH short カートリッジに捕集されたホルムアルデヒドの DNPH 誘導体を、アセトニトリル 3ml で溶出し HPLC 測定用試料とした。ORB091L 捕集管に採取した VOCs は、蓋付きバイアル瓶に捕集剤を取り出し、二硫化炭素 5ml を加え 2 時間放置したのち、内部標準溶液の一定量を添加したものを GC/MS 測定用試料とした。

#### 6 定量方法

ホルムアルデヒド: HPLC 測定用試料の 20  $\mu\text{l}$  を HPLC に注入し、あらかじめ作成した検量線から、ピーク面積法により定量した。定量条件を以下に示す。

カラム: SUMIPAX ODS A-212 5  $\mu\text{m}$  (6 mm  $\times$  15 cm)、溶離液: アセトニトリル-水 (55:45, v/v) 溶液、1.5ml/min、検出器: 紫外外部検出器、360nm

VOCs: GC/MS 測定用試料の 1  $\mu\text{l}$  を GC/MS に注入し、SIM 法によりあらかじめ作成した検量線を用いて定量した。定量条件を以下に示す。

カラム: DB-1 (60 m  $\times$  0.25 mm、膜厚 1  $\mu\text{m}$ )、キャリアーガス: ヘリウムガス、流速 0.9 ml/min、スプリット注入 (1:10)、注入口温度: 250  $^{\circ}\text{C}$ 、検出

1 神奈川県衛生研究所 生活環境部

〒241-0815 横浜市旭区中尾 1-1-1

器温度：280℃、カラム温度：40℃で5分間保持した後、毎分10℃で300℃まで昇温し3分間保持する。

### 結果および考察

竣工時における総揮発性有機化合物 (T-VOCs) 濃度を Table 1 に示す。なお、測定した 44 物質の合計濃度を T-VOCs 濃度とした。T-VOCs 濃度は、A 宅が 1897 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と最も高く、次いで C 宅の 1106 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、B 宅の 293 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  であった。

Table 1. Indoor VOCs concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in newly house

House	T-VOCs	Toluene	Xylene	p-Dichlorobenzene
A	1897	964	182	10
B	293	102	40	6
C	1106	65	111	569

B 宅は 9 月に竣工し、測定日の室温が 27℃と高いにも係わらず 3 住宅の中で最も低い濃度を示した。A 宅、B 宅はともにトルエン、C 宅はパラジクロロベンゼン (DCB) 濃度が T-VOCs 濃度に占める割合が最も高かった。DCB は防虫剤に由来するもので、建築時の塗装に由来するものとは発生源が異なるので C 宅の T-VOCs 濃度から DCB 濃度を除くと、トルエンとキシレンの合計濃度は T-VOCs 濃度の 33-55% を占めていた。トルエンおよびキシレンの竣工時から 3 ヶ月毎の測定結果を Fig.1 と Fig.2 に示す。これらの濃度は、Fig.1-2 に示したように時間の経過と共に減少した。トルエン

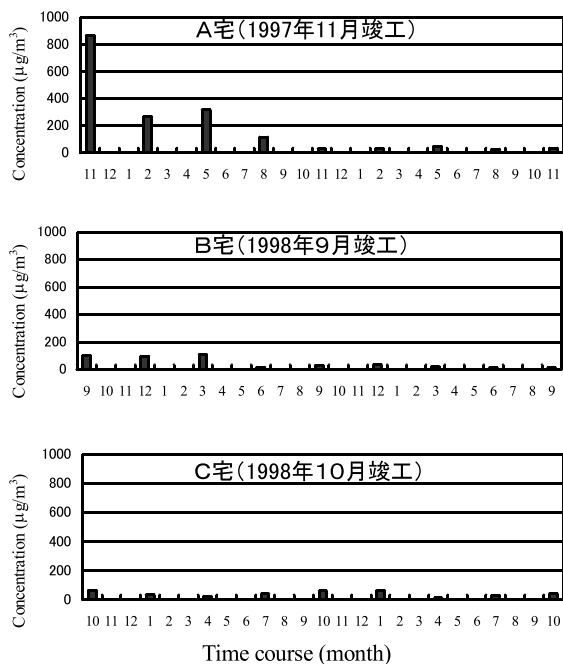


Fig.1 Change of indoor toluene in newly-built house

は 3 ヶ月後には A 宅では 70%、キシレンは C 宅で 82% 減少した。住宅により減少率が異なるのは、初期濃度と居住環境の相違によるものと考えられた。

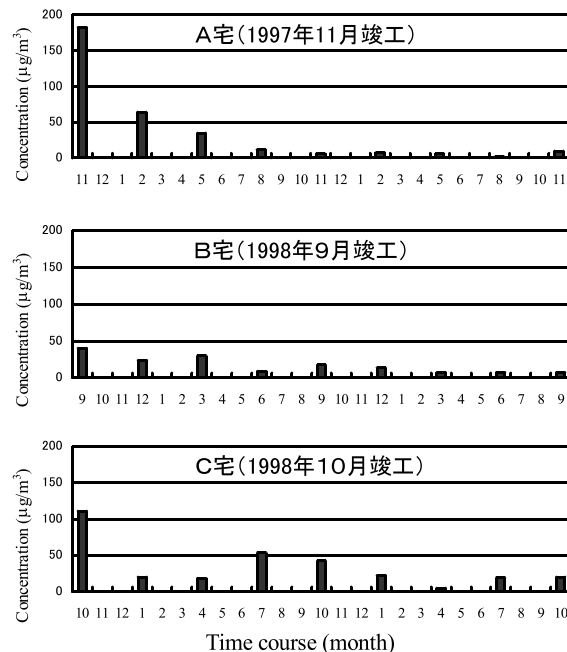


Fig.2 Change of indoor xylene in newly-built houses

DCB の室内濃度推移を Fig.3 に示す。DCB 濃度は防虫剤の使用状況に依存する。C 宅の室内濃度は (189 ~ 1215 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) で殆どの測定日で指針値 (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) を越えており、最大で指針値の 5 倍強の濃度を示した。B 宅ではすべての測定で指針値以下であり、A 宅では 2 年間の

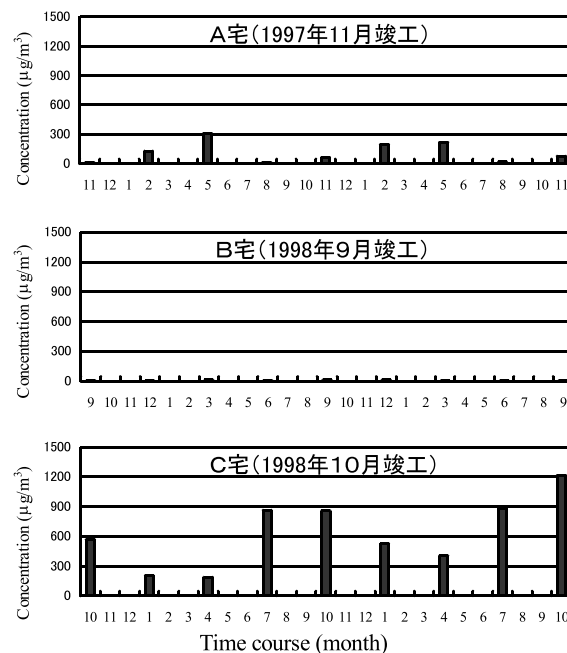


Fig.3 Change of indoor DCB in newly-built houses

測定期間中ともに2月と5月に高い濃度を示したが、これは衣類の出し入れによる影響と考えられた。C宅でDCB濃度が常に高いのは防虫剤の使用以外に壁紙等に使用されていることも考えられ現在検討中である。

次に、ホルムアルデヒドの室内濃度推移を Fig.4 に示す。ホルムアルデヒドの放散量は室温と湿度に依存するため T-VOCs が時間の経過に従い減少するのと異なり冬季に室内濃度が減少する傾向を示した。また、A宅のホルムアルデヒド濃度が1998年5月に高いのは新たに家具を購入したためである。B宅のホルムアルデヒド濃度が全体に低いのは、建築時に放散量の少ない材料を使用したため、我々が測定した居住環境レベル（17箇所平均で  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）に近い濃度であった。

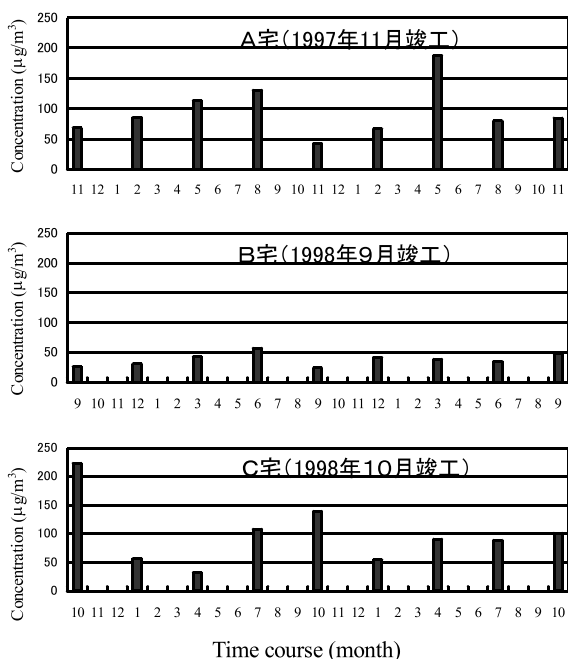


Fig.4 Change of indoor formaldehyde in newly-built houses

### まとめ

竣工時から定期的に2年間、3所帯の室内におけるVOCs濃度を測定し、その挙動について考察した。T-VOCs濃度は、使用した建材や生活様式によりその内容は大きく異なった。竣工時はトルエンとキシレンの合計濃度がT-VOCs濃度の33-55%を占めていた。ホルムアルデヒド濃度は家具の購入などによりその推移は様々であったが、新築時よりも温湿度が高くなる時期に室内

濃度が高くなり、2年間同様なパターンを繰り返した。B宅では指針値を超える値は示していない。DCB濃度は、防虫剤等の使用状況により室内濃度が異なり、C宅ではほとんどの測定日で指針値を超えていた。

建築時に適切な建材を選択することで住宅内の化学物質を低濃度に抑えることができるので、新築及び増改築時には施工業者と相談して適切なる建材を使用することが重要である。DCBの使用にあたっては過剰使用せぬよう啓蒙する必要があるとおもわれる。防虫剤メーカーも標準使用量を添付し始めた。タンスの引き出し（容量50L、大きさ83x40x15cm）に10包み、衣装ケース（容量50L、大きさ43x72x16cm）に10包みが標準使用と記載〔吉川翠ら、住まいQ&A 室内汚染とアレルギー、井上書院より〕されている。

### 謝辞

室内空気測定に際し、ご協力を頂いたご家族の方々に深謝致します。

### 文献

- 堀 雅宏：化学物質による室内空気汚染、環境管理, 33, 21-31, 1997.
- M. H. Garrett, M. A. Hooper, B. M. Hooper: Low level of formaldehyde in residential homes and a correlation with asthma and allergy in children, The 7th international conference on indoor air quality and climate, Nagoya, Japan, Vol. 1, p6 17-622, 1996.
- 宮田幹夫：室内環境の汚染と化学物質過敏症, 環境情報科学, 26, 18-21, 1997.