

# 病院開設に伴う室内空気中の揮発性有機化合物の調査

中山 和好, 吉原 博邦<sup>1)</sup>, 日野 隆信<sup>2)</sup>

Investigation of VOCs in hospital indoor air before and after opening

Kazuyoshi NAKAYAMA, Hirokuni YOSHIHARA  
and Takanobu HINO

## I. はじめに

使用される建築素材や生活用品中の化学物質による室内空気汚染を原因とするシックハウス症候群, 化学物質過敏症と言われる健康被害が問題となってから久しい。13種の化学物質について厚生労働省が指針値<sup>1)</sup>を設定し, 室内空気環境改善を計ってきた。その結果として, 規制項目のホルムアルデヒドの室内濃度は減少して来たという報告<sup>2)</sup>もある。しかし, 指針値設定化合物に代わる代替化学物質の使用による, 室内空気汚染も想定される。今回, 著者らは, 病院開設に伴い, 開院前と開院後の室内空気中の揮発性有機化合物の濃度を調査する機会があったので, その結果を報告する。

## II. 施設の概要

調査対象とした施設は地域の中核病院であり, 平成15年3月に竣工し, 平成15年7月に開院した。延べ床面積約51500㎡, 地上10階, 地下1階, 病床数651床の規模である。施設の構成は

- 1階 総合案内, 受付, 薬局, 外来診療, 検査部門
- 2階 外来診療, 検査部門, リハビリテーション, 管理部門
- 3階 手術室, 救命救命センター, 医局
- 4階 病棟, レストラン, 売店, 屋上庭園など
- 5階~10階 病棟(ナースステーション, 病室)

となっている。

施設内の壁は, 間仕切りとして石膏ボードの上にクロスを張った部分とコンクリート壁に塗装した部分の2種類がある。床は主に塩化ビニールシートとタイルカーペットが使用されている。空調システムは, 部屋の用途ごとに排気と換気のシステムが異なっており, 病室は循環式となっている。

## III. 室内空気中の化学物質の測定

測定方法は, 厚生労働省測定マニュアル<sup>1)</sup>に準じて行った。開院前の空気の採取は平成15年6月4日~5日, 開院後は平成15年10月1日~2日に実施した。開院前の採取時の状況は, 7月の開

院に向け工事はほとんど終わり, 病室にはベッドが配置され, 検査部門には検査機器が入り試験運転している状態であった。手術室, 救急救命センターにおいても機器の搬入が終わり, 事務部門, ナースステーションにおいては, すでに関係者が開院に向けた業務を行っていた。開院前の空気採取は, 病院関係者以外の人が立ち入らないので, ポンプの騒音・設置場所の制約がないためポンプ法とパッシブサンプラー法を併用し, 建物全体の状況を把握できるように採取地点を設定した。2階ホール部分は1階の正真正玄関, 受付部門, 及び待合ホールからの吹き抜けで広い空間で構成されており, 2階の廊下部分で採取した。3階においては, 手術室の1室, 救急救命センターの室内の中央, それらに連絡する中央廊下の3地点で採取した。4階には, 外来用, 職員用のレストランがあり, レストラン内と前の廊下で採取した。ここは他の地点と異なり床がフローリングとなっていた。また, 屋外の空気の採取は4階の屋外庭園で行った。5階から上の階は病棟となっており, 5, 8, 10階の病室内とナースステーション前で採取を行った。病室は4人部屋を中心に他に個室で構成されている。

開院後の空気採取は, ポンプの騒音・設置場所の制約を受けるため, パッシブサンプラー法のみで行った。救急救命センター, 手術室, すでに患者が入室している病室の測定を行うことはできなかった。

採取時間は24時間とし, 捕集用ポンプはガステック社製携帯型ガス採取装置GSP-250FT型を用い, 100ml/minの流量で採取した。ポンプ法における捕集管は, ホルムアルデヒドについてはウォーターズ社製のXPoSureアルデヒドサンプラー, 他の物質は柴田科学製の活性炭充填捕集管(単層型200mg充填, 8015-0541)を用いた。パッシブサンプラー法では, ホルムアルデヒドについてはスペルコ社製のDSD-DNPH, 他の物質については柴田科学社製のパッシブガスチューブ(活性炭200mg充填, 有機溶剤用8015-066)を用いた。ホルムアルデヒドはDNPH誘導体化/溶媒抽出-HPLC法, その他のVOCsは固相吸着/溶媒抽出-GC/MS法で測定した。空気採取時には, 最高・最低温度, 湿度及び気圧も同時に測定した。

千葉県衛生研究所

1) 木更津保健所(現:南房総県民センター)

2) 現:長生健康福祉センター

(2005年1月27日受理)



表-2 開院後の測定結果 (濃度単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 測定方法は全てバッシンブ法による, 気圧100.1kPa)

採取場所 化合物名	2階ホール	2階事務室 通路	4階レストラン内	5階病室	5階ナース ステーション前	8階病室	8階ナース ステーション前	10階ナース ステーション前	屋外 (4階庭園)
トルエン	7.9	7.2	6.8	11.0	7.0	23.7	7.9	16.7	2.8
エチルベンゼン	2.7	3.5	3.0	2.9	2.6	2.8	2.0	3.5	0.8
キシレン	5.6	11.3	4.7	8.2	10.5	9.9	8.2	9.6	1.1
スチレン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
p-ジクロロベンゼン	2.0	1.5	0.5	2.1	0.7	4.2	1.3	2.8	0.2
ホルムアルデヒド	14.8	32.8	9.8	13.8	10.6	24.9	9.3	12.2	3.1
メチルエチルケトン	1.6	1.6	4.4	2.1	2.9	5.0	3.3	4.0	1.1
酢酸エチル	1.2	1.5	4.1	1.9	1.6	5.5	1.5	2.2	1.2
ヘキサン	0.5	0.6	0.4	1.0	1.2	1.3	1.3	2.5	0.5
クロホルム	0.6	1.6	1.5	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6
1,2-ジクロロエタン	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2,4-ジメチルペンタン	0.0	0.1	0.0	0.0	4.4	1.1	1.3	0.2	0.1
1,1,1-トリクロロエタン	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
n-ブタノール	0.9	1.6	0.7	0.8	2.2	2.3	1.1	2.9	0.0
ベンゼン	0.6	0.7	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
四塩化炭素	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0
トリクロエチレン	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
2,2,4-トリメチルペンタン	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.2	0.3	0.1	0.1
ヘプタン	0.5	0.8	0.6	3.3	22.0	7.3	7.9	2.2	0.2
メチルイソブチルケトン	0.4	0.7	0.3	1.7	0.5	2.4	0.6	0.7	0.1
クロジプロモメタン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
酢酸ブチル	1.6	4.4	1.6	1.2	0.5	2.1	0.8	1.6	0.2
オクタン	0.3	0.5	0.7	2.7	0.4	0.6	0.4	0.5	0.1
テトラクロエチレン	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
$\alpha$ -ピネン	0.8	0.3	0.2	0.2	0.1	3.1	0.2	0.4	0.0
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.7	1.2	0.7	1.9	2.3	4.8	3.4	3.7	0.1
1,2,4-トリメチルベンゼン	3.7	7.8	4.3	14.8	18.2	36.5	27.8	27.9	0.4
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.4	0.7	0.4	1.2	1.4	2.9	2.1	2.3	0.0
リモネン	0.1	0.3	0.6	1.2	0.3	15.5	1.4	0.5	0.0
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0
TVOC	48.2	82.2	47.0	74.8	92.7	158.9	84.9	99.6	15.2
平均気温(最高-最低) $^{\circ}\text{C}$		25(26-24)		23(25-21)				26(26-25)	26(29-22)

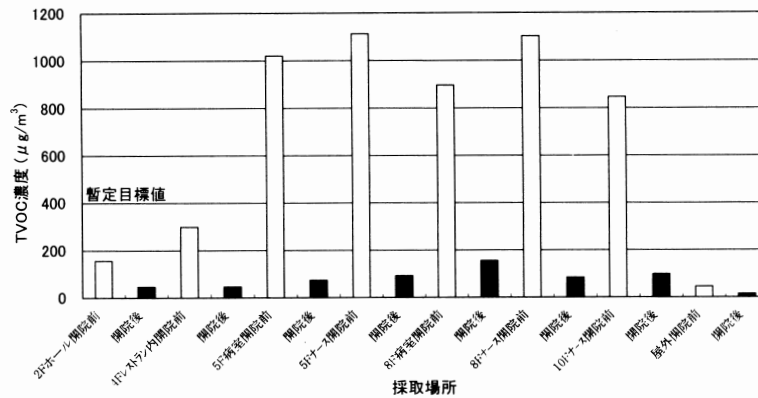


図-1 開院前後のTVOC濃度の変化

#### IV. 結果

開院前の空気採取時においては、施設内全体にわたり有機溶剤臭が明らかに感じられた。開院前における測定結果を表-1に示した。厚生労働省の室内濃度指針値項目<sup>1)</sup>を越える測定対象化合物は無かったが、トルエンが比較的高い濃度を示した。測定した揮発性有機化学物質の合計量である総揮発性有機化合物量(TVOC)は2階ホール、4階レストラン内を除く地点で厚生労働省の暫定目標値400 μg/m<sup>3</sup>を越え1000 μg/m<sup>3</sup>以上であった。すなわち、TVOCとして3階手術室1524.8 μg/m<sup>3</sup>、3階救急救命センター1418.1 μg/m<sup>3</sup>、5階ナースステーション前1237.6 μg/m<sup>3</sup>、10階病室1184.9 μg/m<sup>3</sup>、8階ナースステーション前1179.0 μg/m<sup>3</sup>、5階病室1096.8 μg/m<sup>3</sup>の順であった。室内空間が広い2階ホールのTVOCは、192.2 μg/m<sup>3</sup>と一番低かった。

各採取地点における測定項目の濃度を比較すると、以下の様ないくつかの特徴が見られた。3階救急救命センターでは、ヘプタン(182.5 μg/m<sup>3</sup>)とヘキサン(119.8 μg/m<sup>3</sup>)が全採取地点中で最大濃度値を示し、他の採取地点濃度と比較して大きな差を示した。また、同じ3階の手術室では、n-ブタノール(137.4 μg/m<sup>3</sup>)と酢酸エチル(119.8 μg/m<sup>3</sup>)が全採取地点中で最大濃度値を示し、他の採取地点濃度と比較して大きな差を示した。1,2,4-トリメチルベンゼンは、5階より上部の階の採取地点で200 μg/m<sup>3</sup>を越える濃度であったが、他の採取地点では100 μg/m<sup>3</sup>以下であった。ベンゼンは、すべての採取地点で環境基準の1 μg/m<sup>3</sup>を越えた。

開院後の測定結果を表-2に示した。開院前の濃度と比較すると、すべての測定項目で低い濃度であった。8階病室を除き全ての地点でTVOCは100 μg/m<sup>3</sup>以下であり、同じ地点で採取出来た1階レストラン内、5階ナースステーション前、8階ナースステーション前、10階ナースステーション前においては、開院前に測定した濃度の約1/10に激減していた(図-1参照)。しかし、1,2,4-トリメチルベンゼンは、5階以上の採取地点で他の地点より高い濃度を示し、この傾向は開院前と同様であった。

#### V. 考察

開院前の測定において、3階の手術室、救急救命センターで高い濃度で測定されたヘプタン、ヘキサン、n-ブタノール及び酢酸

エチルは、建設工事における有機溶剤<sup>3)</sup>として使用されたものと思われる。5階以上の採取地点で測定された1,2,4-トリメチルベンゼンも同様の目的で使用されたものと思われる。採取地点により異なる物質が高い濃度を示したが、どの様な作業にどの様な種類の有機溶剤を使用したかの聞き取り調査は行えなかった。厚生省が実施した平成10年度における一般家庭におけるVOCsの全国実態調査結果<sup>3)</sup>では、室内空气中における有機溶剤濃度の最大値は、ヘプタン163.2 μg/m<sup>3</sup>(範囲0.100 μg/m<sup>3</sup>~163.2 μg/m<sup>3</sup>,中央値2.5 μg/m<sup>3</sup>)、ヘキサン97.5 μg/m<sup>3</sup>(範囲0.100 μg/m<sup>3</sup>~97.5 μg/m<sup>3</sup>,中央値2.9 μg/m<sup>3</sup>)、ブタノール174.5 μg/m<sup>3</sup>(範囲0.127 μg/m<sup>3</sup>~174.5 μg/m<sup>3</sup>,中央値1.4 μg/m<sup>3</sup>)、酢酸エチル288.0 μg/m<sup>3</sup>(範囲0.186 μg/m<sup>3</sup>~288.0 μg/m<sup>3</sup>,中央値3.7 μg/m<sup>3</sup>)、1,2,4-トリメチルベンゼン577.2 μg/m<sup>3</sup>(範囲0.069 μg/m<sup>3</sup>~577.2 μg/m<sup>3</sup>,中央値4.8 μg/m<sup>3</sup>)であり、今回調査した施設における測定結果は特に特徴的な傾向は見られなかった。

開院前の採取を6月4日に行った後、10月1日の約4ヶ月後の開院後で採取した結果のTVOCの濃度は、全ての採取地点で暫定目標値の400 μg/m<sup>3</sup>以下に低減した。しかし、開院後の10月の採取時において、ナースステーション内の医療従事者から7月の開院時において「目がチカチカした」、「鼻水が止まらなかった」という様な声もあり、7月の時点ではTVOCの濃度はまだ高かったと思われた。建設後、VOCsを揮散させるためには、常時、空調を稼働させて有機溶剤の揮散を積極的に行う必要があると考える。

#### VI. 文献

- 1) 厚生労働省医薬局長「室内空气中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法等について」、医薬発第0207002号、平成14年2月7日。
- 2) 財団法人住宅リホーム紛争処理センター「室内空気に関する実態調査(住宅編)平成15年度報告書」、平成16年7月28日。
- 3) 厚生省生活衛生局生活化学安全対策室「居住環境中の揮発性有機化合物の全国実態調査について」、平成11年12月11日。