

医療施設におけるガス状物質の実態調査と快適性に関する研究

Investigation and Actual survey on Gaseous-contaminants and Comfortness in Medical Facilities

J03084 永吉 敬行

Abstract

A wide variety of gaseous-contaminants and odorous-material is existed in the air of Medical Facilities. However, medical facilities are not include standard value of control of maintenance for indoor air condition by statute. In addition, investigation of actual conditions of VOCs, that is causes of Multiple Chemical Sensitivity Syndrome, is required. Therefore, actual indoor condition is came out by field survey.

In this study, There is not VOCs that exceed the amount of guideline value by Health, Labour and Welfare Ministry. Furthermore, distinction on indoor air condition among rooms—office room and ward, waiting room in Medical Facilities was made explicit.

Keywords 医療施設 (Medical Facilities) 実態調査 (actual condition survey) ガス状汚染物 (gaseous contaminant) VOCs (volatile organic compounds) 快適性 (comfortness) 温熱環境 (indoor thermal environment)

1 背景・目的

現在、全ての建物が室内空気質に影響を受けており、室内空気汚染物質も粒子や揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds、以下 VOCs) など多様であることから、室内空気質に関して実態把握が必要とされている。また医療施設には事務室や待合室、病室など様々な空間が存在し、看護や治療などの特殊的な活動が行われることから、多様な環境に対応した維持管理方法が必要とされている。しかし、医療施設は建築物衛生法等による空気に関する環境維持管理の規制を受けていない。

また、これらの室内環境には様々な VOCs などのガス状物質が存在しており、それに伴う「病院のニオイ」と呼ばれる特異的なニオイが人々に不快感を与えている。さらに、VOCs は化学物質過敏症などの原因となっていることから、その現状の把握が必要とされている。

そこで本研究では、医療施設にてアンケートや VOCs、換気状態、温熱環境などの実測調査を行うことで、実態を把握し、室内環境を総合的に調査する。

2 調査概要

2-1 測定手法

関東 6 件・関西 3 件、計 9 件の医療施設 A~I にて環境実測を行うと共に測定結果より分析を行う。表 1 は測定日及び施設概要を示したものである。

測定は 2006 年 7~8 月に各施設の 3 つのエリア (事務室・病室・待合室) において行なった。温度・相対湿度・CO₂濃度は IAQ モニター MODEL2211 (日本カノマックス製) を用いた。VOC 及びアルデヒド類については Tenax-TA 及び DNPH を用い、GM/MS 及び HPLC で分析を行なった。

また、ニオイセンサを用いニオイの測定も行った。表 2 は測定概要を示したものである。

2-2 アンケート調査

各施設の医療従事者 (事務員 66 名・看護師 71 名・その他 79 名、計 216 名) に対し、「施設内における空気環境について」のアンケート調査を行った。表 3 はアンケート項目を示したものである。

表 1 測定日及び施設概要

施設名	調査日	天候	所在地	種類	病床数
A	2006/7/24	雨	東京・都心	総合	535
B	2006/7/27	曇り	東京・郊外	総合	180
C	2006/7/31	晴れ	埼玉・郊外	総合	430
D	2006/8/4	晴れ	千葉・郊外	介護医療	170
E	2006/8/16	晴れ	東京・郊外	介護医療	120
F	2006/8/18	晴れ	茨城・郊外	総合	567
G	2006/8/22	晴れ/雨	大阪・都心	総合	607
H	2006/8/23	晴れ	大阪・都心	総合	580
I	2006/8/24	晴れ	大阪・都心	総合	359

表 2 測定概要

測定対象	測定機器	測定時間
温度 相対湿度 CO ₂ 濃度	IAQモニターMODEL2211 (日本カノマックス製)	10時00分~16時00分
VOC	TenaxTA捕集剤 吸引ポンプ (SIBATA製) GC/MS: HP6890 カラム: Inert Cap 5MS/sil 5% phenyl methyl silicone 0.25mm φ×30m×0.25μm	A~Iは午前の1回、D~I待合のみ午前、正午、午後の3回 (流量は1回0.167 L/minで30分間の計5L)
アルデヒド類	GL-Pak mini AERO DNPH 300mg (GL-Science製) 吸引ポンプ (SIBATA製) HPLC カラム: ZORBAX Eclips XDB-C18 4.6×250mm	A~Iは午前の1回、D~I待合のみ午前、正午、午後の3回 (流量は1回1.0L/minで30分間の計30L)
ニオイ	ポータブル型ニオイセンサXP-329汎用型 (新コスモス電機製)	10時00分~16時00分

表 3 アンケート項目

属性	性別、年齢、職業、勤務年数、勤務場所
温湿度	室温の良否、湿度の良否
ニオイ	気になり度、我慢度、頻度、問題の有無、改善の必要性、気になる箇所、その他の気になる点*

*: 記述形式

3 各指針値に対する評価

3-1 温熱環境

図1は各医療施設における平均温度と平均相対湿度を示したものである。今回の調査において建築物衛生法での温度の管理基準 17~28℃を超過した場所は G 待合室と G 病室であった。また、相対湿度の管理基準 40~70%を超過した場所は A 病室と E 病室、E 待合室、F 病室、G 事務室であった。なお、7つの施設において病室の相対湿度が他のエリアに比べて高くなっていることから、病室は施設内でも比較的多湿環境度であると考えられる。

3-2 換気状態

図2は各医療施設における平均CO₂濃度と平均在室者数を示したものである。今回の調査において建築物衛生法でのCO₂濃度の管理基準 1000ppmを超過した場所は A 待合室と F 事務室であった。なお、C 待合室と F 待合室、H 待合室では、管理基準は上回らないものの 900ppm 以上と高濃度であった。待合室は他のエリアに比べ在室者数が多く、そのことが影響していると考えられる。

3-3 TVOC 及び VOCs

図3は各医療施設における厚生労働省の室内環境指針及びWHOの空気質ガイドラインに指定されているTVOC及びVOCsの検出濃度を示したものである。今回の調査において厚生労働省でのTVOCの暫定指針値 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した場所は H 病室のみであった。また、WHOでのTVOCの指針値 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した場所は D 病室と D 待合室、F 事務室であった。なお、D 病室及び H 病室には患者2名が在室しており治療が行われていたことから、そのことが影響していると考えられる。

また、今回の調査において各VOCsに対する厚生労働省の室内環境指針値を超過した場所はなかった。なお、どの物質も 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回ることがなく比較的低濃度であった。また、G 事務室と G 病室においてアセトアルデヒドの検出量が指針値 (48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) の 80%以上と比較的高濃度で検出されたが原因は不明のままである。

4 エリア比較

4-1 事務員と看護師の意識の差異

事務員と看護師では同じ施設内においても仕事場や仕事内容が異なるため、室内環境に対する感じ方が異なっていると考えられる。図4は事務員と看護師のアンケート結果である。温度に関しては、事務員の半数近くが”ちょうど良い”と感じているのに対し、看護師の半数以上が”暑い側”

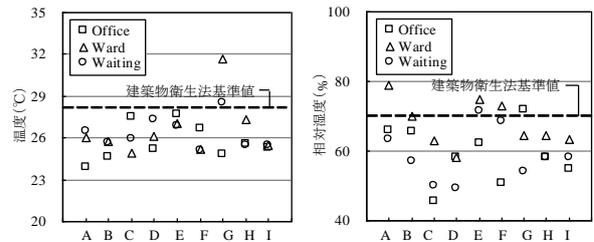


図1 平均温度と平均相対湿度

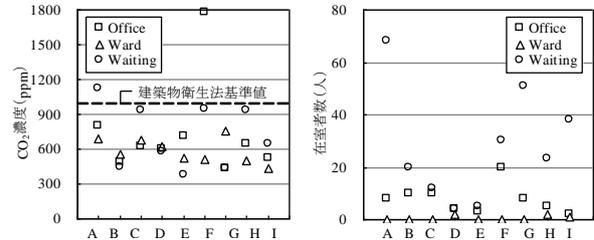


図2 平均CO₂濃度と平均在室者数

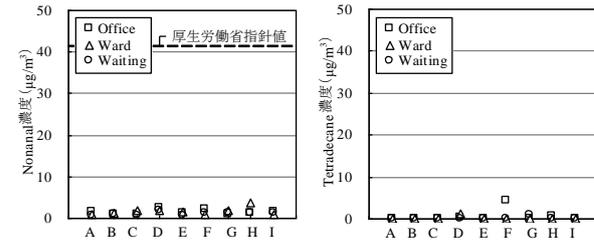
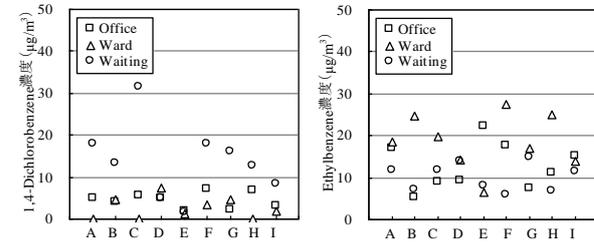
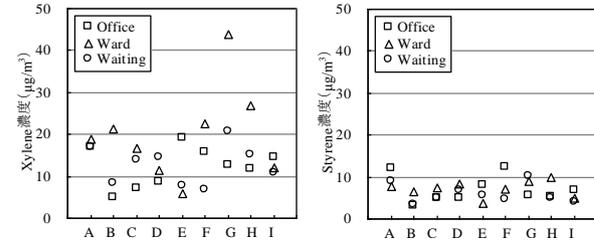
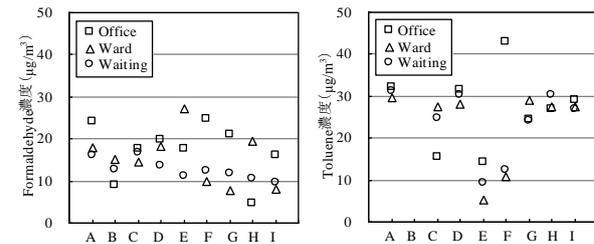
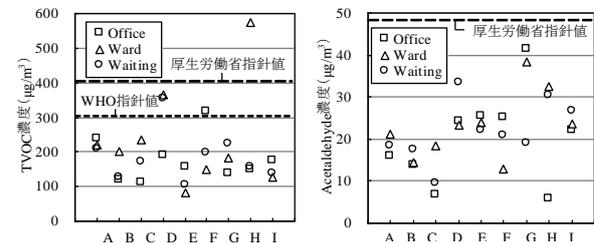


図3 TVOC 及び VOCs の検出濃度

としており、またニオイについても”非常に気になる”としたのが事務員では約 6%であるのに対し、看護師では 13%であり、また”かなり気になる”としたのが事務員では 7%であるのに対し、看護師では 20%であり、看護師の方が倍以上高かった。以上のことから、事務員に比べ看護師の方が暑くニオイを感じる人が多いと考えられる。

4-2 事務室と病室の温熱環境比較

図 5 は事務室と病室の温度及び相対湿度比較を示したものである。温度と相対湿度のどちらも事務室に比べ病室の方が高い傾向にあることが分かる。特に病室の相対湿度は大半が 60~90%であり比較的蒸している環境であった。このことから、事務室に比べ病室で働くことの多い看護師は、事務員より蒸し暑く感じる人が多いと考えられる。

4-3 TVOC 及び VOCs の比較

図 6 は TVOC 及び VOCs の分布を示したものである。TVOC では外気に比べ室内エリアは比較的高いことが分かる。病室では、分散が大きく施設によって TVOC 濃度が異なっているのが分かる。この原因の一つとして、今回調査した病室には、在室者の全くいない部屋や、患者が在室して医療を受けている部屋など様々な状態が混同していたことが挙げられる。

VOCs に関しては、病室では芳香族炭化水素の検出量が多く、病室の半数が $78.1\sim 97.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、他のエリアに比べても $10\sim 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ も高いことから病室内に何かしらの発生源があると考えられる。なお、芳香族炭化水素の中でも特にキシレンとエチルベンゼンの検出濃度が高かった。また、グリコール/グリコールエーテル類では、ジエチレングリコールモノエチルエーテル (以下 DEGEE) の検出量も高く、事務室と待合室の半数以上が $0.6\sim 4.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間であるのに対し、病室の半数は $1.7\sim 8.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間と、他のエリアに比べ高濃度である傾向にあることが分かり、さらに外気では全く検出されなかった。これらのことから DEGEE は病室内に放散源があると考えられる。DEGEE は樹脂ワックスなどに用いられているので、事務室に比べ消毒などの掃除が行われることが多いと考えられる病室において検出量が多かったと考えられる。

事務室ではホルムアルデヒドの検出量が比較的高い傾向にあった。ホルムアルデヒドは建材からの放散が考えられるが、接着剤など用途が多様であるため発生源は不明のままである。

待合室では 1,4-ジクロロベンゼンとカンファーの検出濃

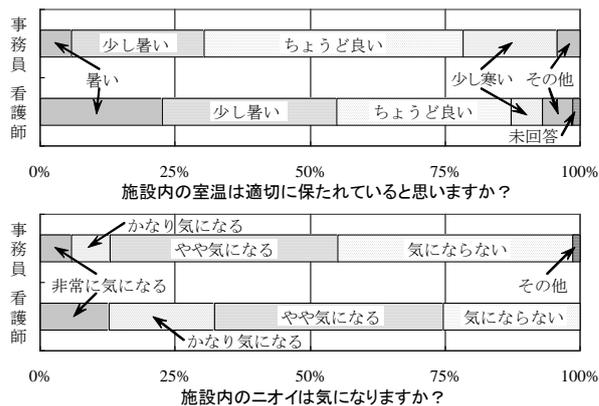


図 4 事務員と看護師のアンケート結果

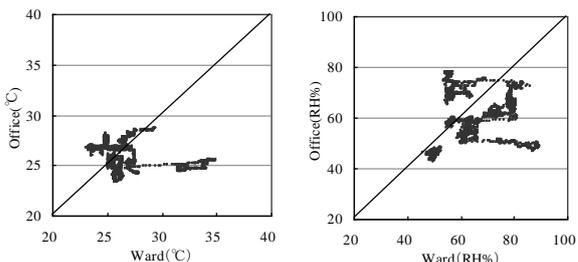
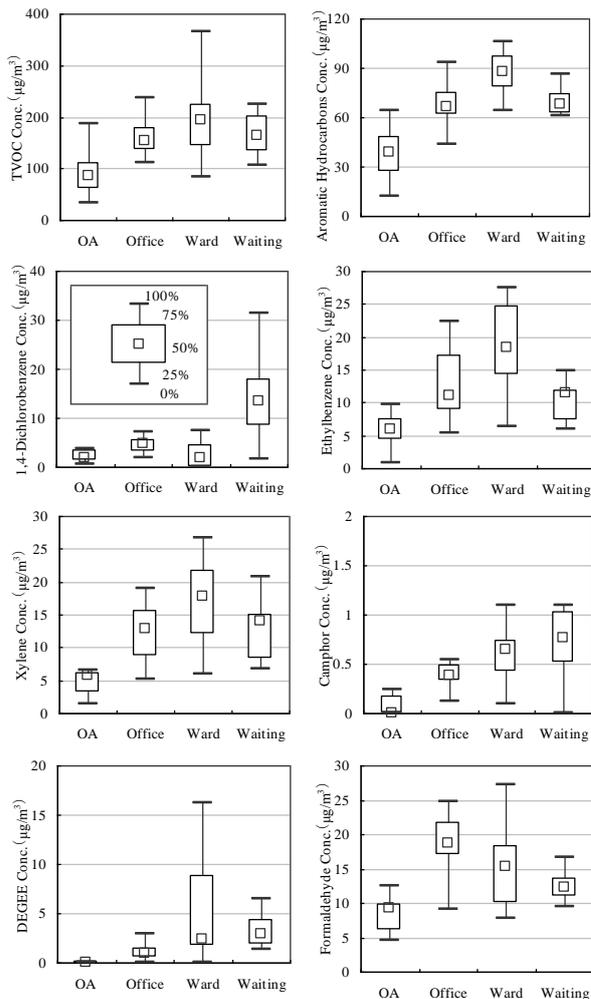


図 5 事務室と病室の温度及び相対湿度比較



※ 外れ値は除く

図 6 TVOC 及び VOCs の分布

度が他のエリアに比べ比較的高い傾向にあった。特に、1,4-ジクロロベンゼンは待合室の半数が 8.3~17.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間と、他のエリアに比べ約 2 倍と比較的高濃度であった。1,4-ジクロロベンゼンは衣類用防虫剤やトイレの消臭剤に含まれており、特に在室者の衣類から発生していると考えられる。またカンファーは、事務室の半数は 0.3~0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間、病室の半数は 0.4~0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間であるのに対し、待合室の半数が 0.5~1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間と、他のエリアに比べ比較的高かった。カンファーは鎮静剤などとして用いられることから、塗り薬や貼り薬など医薬品の利用者の多い待合室での濃度が高かったと考えられる。

5 待合室における VOCs 変化

図7は待合室における午前、正午、午後の1,4-ジクロロベンゼンの検出濃度の変化と在室者数の変化を示したものである。全ての施設において1,4-ジクロロベンゼンと在室者数の間に同様の変動が見られた。このことから1,4-ジクロロベンゼンは在室者数に影響されやすく、比較的相関があることが分かった。また、カンファーについても同様の変化が見られた。

6 VOCs とニオイの相互関係

嗅覚、聴覚などの感覚の大きさは、刺激強度の対数に比例する(ウェーバー・フェヒナーの法則)³⁾ので、VOCs 調査結果及び、検出閾値⁴⁾より、検出物質の室内環境でのニオイの強さを以下の式(1)を用いて数値化した。

$$I = \log(S / S_0) \quad \dots \text{式(1)}$$

I : ニオイの強さ、 S : 検出濃度 [ppm]、 S_0 : 検出閾値 [ppm]

表3は、各医療施設での算出したニオイの強さを示したものである。この結果、 $I > 0$ (検出濃度が検出閾値を超える)となった物質は7つで、アルデヒド類で5つ、グリコール/グリコールエーテル類とアルコール類で各1つであった。

7 まとめ

今回の調査では TVOC を除くと厚生労働省の室内環境指針値を超過した VOCs はなかった。また、事務室や病室、待合室の室内空気環境の違いが明らかになった。特に温熱環境では事務室に比べ病室が高い傾向にあり、空気環境では他のエリアに比べ病室は TVOC の高い傾向にあることが分かった。VOCs の分布は室内活動などに影響を受けており、病室では治療が、待合室では在室者が影響していることが分かった。今後の課題としては、VOCs では、空調

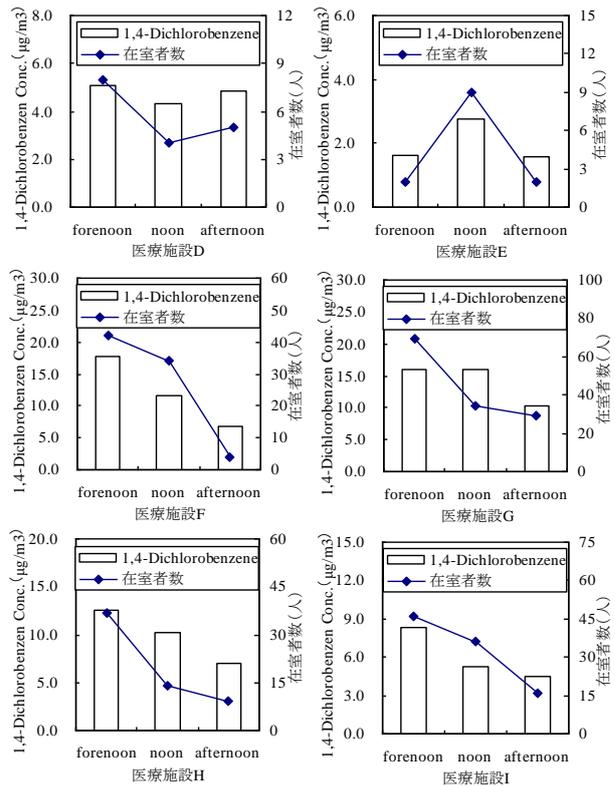


図7 待合室における1,4-ジクロロベンゼンの変化

表4 ニオイの強さ算出結果

Acetaldehyde ($S_0=0.0015$)					
I-OA	I-Office	I-Ward	I-Waiting I	I-Waiting II	I-Waiting III
0.32	0.91	0.94	1.00	0.97	1.07
Nonanal / n-Valeraldehyde ($S_0=0.00041$)					
D-OA	D-Office	D-Ward	D-Waiting I	D-Waiting II	D-Waiting III
—*	0.08	—*	0.01	—*	—*
Butanal / n-Butyraldehyde ($S_0=0.00067$)					
B-OA	B-Office	B-Ward	B-Waiting I	Waiting II	Waiting III
1.08	0.89	0.79	ND	ND	ND
3-Methylphenol / m-Cresol ($S_0=0.0001$)					
E-OA	E-Office	E-Ward	E-Waiting I	E-Waiting II	E-Waiting III
—*	0.50	—*	0.40	0.61	0.53

* 未検出のため $S/S_0 > 0$ (真数条件) を満たしていない

設備及び粒子状物質の影響や、発生源の特定が挙げられる。また、医療施設におけるアンケート及び測定データの蓄積も挙げられる。

【参考文献】

- 1) 安藤正典: 室内空気汚染と化学物質、化学工業日報社 2002
- 2) 板倉朋世・光田恵・稲垣卓造: 病院のにおいに対する看護者の意識と不快なにおいの評価、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿) 2005
- 3) 悪臭法令研究会編: 四訂版ハンドブック悪臭防止法(2001)
- 4) 永田好男・竹内教文: 三点比較式臭袋法による臭気物質の閾値測定結果、日本環境衛生センター所報、No.17(1990)、pp.53~65、(財)日本環境センター

【謝辞】

本研究は、平成18年度厚生労働科学研究費補助金(健康科学総合研究事業)「建築物における環境衛生に関する研究(代表者:目黒克己)」によって行った。記してここに感謝の意を表する。