

医療・社会福祉施設における室内空気質に関する研究

建設工学専攻(修士課程)
建築環境工学研究

507069-3 ながよしたかゆき
永吉敬行
指導教員 西村直也

1. 背景と目的

医療・社会福祉施設は、身体的弱者が利用することから、施設の空気環境の良否が健康に大きな影響を与える可能性がある。しかしながら、これらの施設については空気環境の規定はなく、総合的な維持管理の設置に関して検討を行うことが重要であると考えられる。一昨年度および昨年度に行った調査^{1),4)}では、建築物衛生法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)に準じた測定を行い、室内空気質等の調査結果を示した。その結果として建築物衛生法の環境基準値および HEAS(病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998)参考指標⁶⁾等を超過する室が多く見られ、適切に運用するためには、空気環境について定期的に監視することが有効であるという見解が得られた。前述したように環境基準値を超過した室が多数見られたが、施設内には不特定多数の人が利用する待合室・ロビーや特定多数の人が使用するダイケアなどの共有空間、特定建築物と同様の形態の事務室、長期滞在する病室や居室の空間等の様々な室があるため、その具体的な要因は明確になっていない。特に健康影響への関心が高まっている微小粒子や、健康被害だけでなく臭気の原因でもある VOC は発生源が多岐に渡るため、各々の状況に対応した維持管理方法が必要となる。そこで本研究は、医療・社会福祉施設の室内空気環境の実態を詳細に調査することを目的とする。

2. 調査概要

表 1 に調査概要を示す。2006 年 7~8 月に 9 件(関東 6 件・関西 3 件)の医療施設 A~I および、2007 年 9 月に関東 4 件の社会福祉施設 A~D にて環境実測を行った。また、その測定結果より医療・社会福祉施設の空気環境の特性について検討を行った。表 2 に空調設備概要を示す。また表 3 に測定概要を示す。測定は各施設の 3 つのエリア(事務室、待合室又はダイケア、病室又は居室)と外気において各々行なった。なお、医療施設 A は病室ではなく病棟の談話室にて測定を行った。

3. 測定結果

3. 1 所在地の差異による検討

図 1 に都心と郊外の室内の粉じん、CO₂ および TVOC 濃度の分布を示す。図より粉じんでは、都心は郊外に比べて低濃度であることが分かる。また郊外の室内濃度は外気濃度と目立った差がないのに対し、都心の室内は外気濃度に比べて半分以下と低濃度であった。この理由として、都心は建物の設計者、使用者共に”外気は汚染されている”との認識があり、空調機に対して十分なフィルタを設置していること、また本研究で扱った都心の施設は比較的規模が大きい傾向にあったためエアハンドリングユニット(以下、AHU)などの本格的な空調設備が設置されていたこと等が考えられる。CO₂ では、都心は郊外に比べて比較的高濃度であった。外気濃度は都心と郊外で目立った差が見られなかったことから都心は郊外に比べて換気量が不足し易い傾向にあると考えられる。理由として、都心は郊外に比べて在室者が多かったことが考えられる。また TVOC では外気濃度と同様に都心は郊外に比べて高濃度であった。また図 2 に都心と郊外の室内の各 VOC 濃度の分布を示す。図より、都心は郊外に比べてトルエン、キシレン等の検出量が多い傾向にあることが分かる。なお、これらの物質は室内でよく検出される物質である。

表 1 調査概要

施設名	調査日 [年/月/日]	天候	所在地 ¹⁾	種類	延床面積 [m ²]	病床数 [床]	
医療施設	A	2006/07/24	雨	東京・都心	総合	28,549	535
	B	2006/07/27	曇り	東京・郊外	総合	19,315	180
	C	2006/07/31	晴れ	埼玉・郊外	総合	24,426	430
	D	2006/08/04	晴れ	千葉・郊外	介護医療	11,027	170
	E	2006/08/16	晴れ	東京・郊外	介護医療	3,732	120
	F	2006/08/18	晴れ	茨城・郊外	総合	58,196	567
	G	2006/08/22	晴れ/雨	大阪・都心	総合	30,288	607
	H	2006/08/23	晴れ	大阪・都心	総合	28,579	580
	I	2006/08/24	晴れ	大阪・都心	総合	29,123	359
社会福祉施設	A	2007/09/04	晴れ/雨	東京・都心	介護老人	7,378	112
	B	2007/09/05	雨	東京・都心	指定介護老人	8,202	120
	C	2007/09/21	晴れ	東京・郊外	介護老人	3,465	61
	D	2007/09/25	晴れ	東京・郊外	指定介護老人	6,249	120

¹⁾:東京23区および政令指定都市は都心、その他の地域は郊外と分類した。ただし、医療施設Iは周辺状況から都心として扱った。

表 2 空調設備概要

所在地	換気方式 ¹⁾		AHU給気方式		フィルタ性能	
	第一種	その他	全外気式	循環式	粗じん	中性能
都心	16	2	4	4	9	6
郊外	7	11	1	1	8	3
室合計	23	13	5	5	17	9

¹⁾:医療施設Bは換気方式は不明 単位:[箇所]

表 3 測定概要

測定対象	測定機器	測定時間
温度/湿度/ CO/CO ₂	IAQ モニター-MODEL 2211 (日本カノマックス製)	全施設で10時~16時 1分間毎の連続測定
気流	グリモマスター-MODEL 6531 (日本カノマックス製)	
浮遊粉じん	デジタル粉塵計LD-3B型 (柴田科学製) パーティクルカウンタKR-12A (RION製)	
VOC/TVOC ¹⁾	TenaxTA捕集剤 吸引ポンプ:GSP-300FT-2 (ガステック製) GC/MS:HP6890(Agilent製) カラム:Inert Cap 5MS/sil 5% phenyl methyl silicone 0.25mmφ ×30m×0.25μm	全施設で午前の1回、 但し、医療施設の 待合室に限り、午前・ 正午・午後の計3回 (流量は1回0.167L/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 (柴田科学製) HPLC カラム:ZORBAX Eclips XDB-C18 4.6×250mm	全施設で午前の1回、 但し、社会福祉施設の ダイケアに限り、 1時間毎の計6回 (流量は1回1.0L/min で30分間の計30L)

¹⁾:TVOCはヘキサン~ヘキサデカンの総和

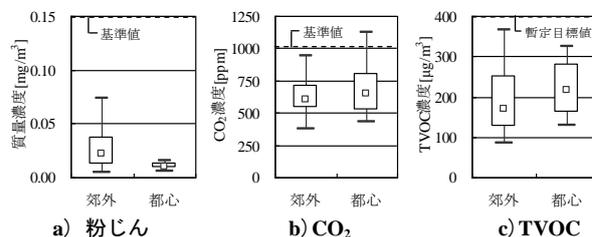
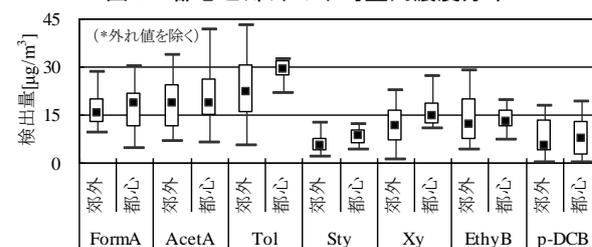


図 1 都心と郊外の平均室内濃度分布



FormA:ホルムアルデヒド, AcetA:アセトアルデヒド, Tol:トルエン,
Sty:スチレン, Xy:キシレン, EthyB:エチルベンゼン, p-DCB:パラジクロロベンゼン

図 2 都心と郊外の室内の各 VOC 濃度分布

3. 1 空調設備の差異による検討

a) 換気方式別の比較

図3に換気方式別の粉じん、CO₂およびTVOC濃度の室内/外気濃度比(以下、I/O比)の分布を示す。図より、粉じんでは、第一種換気は他の方式に比べてI/O比が低いことが分かる。第一種換気は高性能フィルタが備わっている場合が多いため、粉じんの除去が出来ていたと考えられる。CO₂では、第一種換気は他の方式に比べてI/O比の分散が大きかった。TVOC濃度では、第一種換気は他の方式に比べてI/O比が低い傾向にあった。また図4に換気方式別の各VOCのI/O比の分布を示す。図より第一種換気は他の方式に比べてエチルベンゼン等のI/O比が低いことが分かる。また第一種換気は他の方式に比べてパラジクロロベンゼン等の分散が大きかった。

b) AHU給気方式別の比較

図5にAHU給気方式別の粉じん、CO₂およびTVOC濃度の平均I/O比を示す。図より粉じんでは、循環式は全外気式に比べてI/O比が低いことが分かる。全外気式はフィルタを介す回数が少ないのに対し、循環式は一定の割合で空気が循環しており既にフィルタによる粉じん除去がされていたためI/O比が低くなったと考えられる。CO₂では、全外気式は循環式に比べてI/O比が低いことが分かる。循環式は給気量に対して外気量が少ないのに対し、全外気式は給気が全て外気であるためI/O比が低くなったと考えられる。TVOCでは、全外気式は循環式に比べてI/O比が高かった。また図6にAHU給気方式別の各VOCの平均I/O比を示す。図よりTVOC濃度と同様に全外気式は循環式に比べてホルムアルデヒド、キシレンおよびエチルベンゼン等のI/O比が高いことが分かる。特にキシレンおよびエチルベンゼンのI/O比は循環式の2倍以上と高かった。これらの物質は外気に多く含まれているため全外気式で影響を受け易いと考えられる。また循環式は全外気式に比べてパラジクロロベンゼン等のI/O比が高くなった。パラジクロロベンゼンは衣類等から発生するため室内で高濃度になる傾向があり、空気の循環が行われている循環式の方が滞留し易いと考えられる。以上のことから、全外気式と循環式でVOCの流入および滞留の傾向が異なっており、外気の影響を受け易い全外気式の時の方が循環式に比べてTVOC濃度が高くなる傾向にあったと考えられる。

c) エアークリスタ性能別の比較

図7にフィルタ別の粉じん、CO₂およびTVOC濃度のI/O比の分布を示す。図より粉じんでは、中性能フィルタは粗じんフィルタに比べてI/O比が低いことが分かる。このことから中性能フィルタは粉じん除去に有効であると考えられる。また図8にフィルタ別の粒径別個数濃度のI/O比の分布を示す。図より粉じん濃度と同様に個数濃度でも全ての粒径で中性能フィルタは粗じんフィルタに比べてI/O比が低いことが分かる。このことから全粒径で中性能フィルタは除去に有効だと考えられる。なお、中性能フィルタが全粒径域で十分に効率良く機能しているのに対し、粗じんフィルタは、特に粒径が大きい粒子に対して効果が著しく低くなる傾向が見られた。またガス状汚染物質については、フィルタによって捕集されないため、フィルタ性能の差異は濃度の高低に直接的には影響しないということが確認されている。

4. まとめ

本研究では、実際に使用されている医療・社会福祉施設にて室内空気質の実測調査を行い、粒子状およびガス状汚染物質の実態を明らかにした。また、所在地・室用途・空調設備等により室内空気質の比較も行った。今後とも実測を重ね、データの蓄積および検討が必要である。

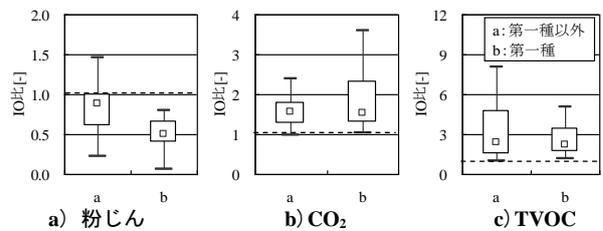


図3 換気方式別のI/O比分布

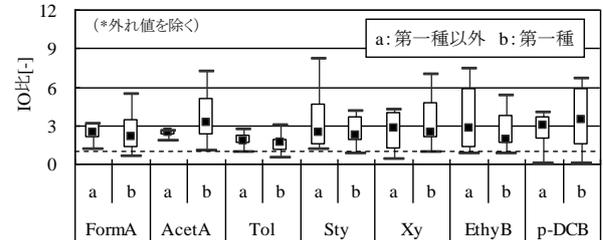


図4 換気方式別の各VOC濃度のI/O比分布

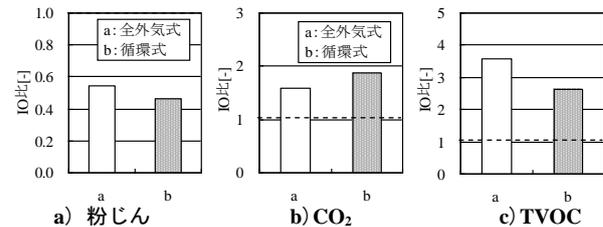


図5 AHU給気方式別の平均I/O比

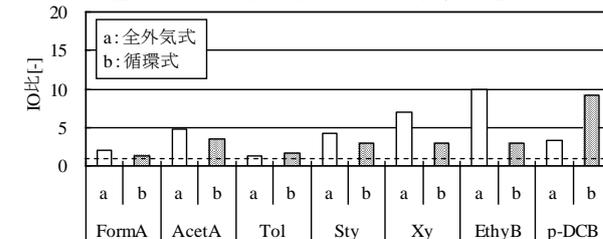


図6 AHU給気方式別の各VOC濃度の平均I/O比

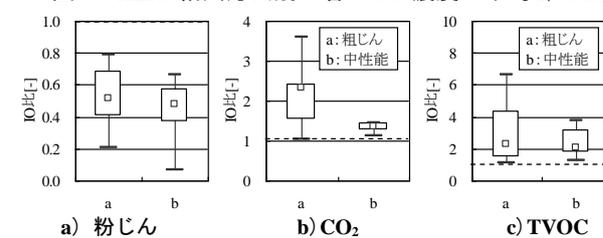


図7 フィルタ別のI/O比分布

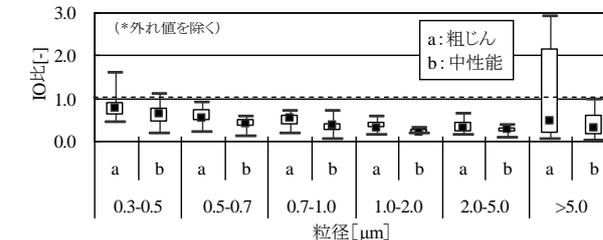


図8 フィルタ別の個数濃度のI/O比分布

【参考文献】

- 1) 永吉他：病院における空気環境調査，第25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，pp190-195, 2007
- 2) 永吉他：医療施設における室内空気環境調査，第24回エアロゾル科学・技術研究討論，pp.159-160, 2007
- 3) 永吉他：アンケート結果とガス状物質の調査 病院における室内空気質の調査 その2，日本建築学会学術講演梗概集，pp879-882, 2007
- 4) 永吉他：社会福祉施設における空気環境調査，第26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，pp.101-103, 2008
- 5) 西村他：病院施設における室内環境の衛生管理に関する研究第1報 - 空気環境法定測定に準じた実測調査，空気調和・衛生工学会論文集，No.137, August, pp.39-46, 2008
- 6) 日本医療福祉設備協会：日本医療福祉設備協会規格 病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-1998