

お茶の水女子大学改修工事時の  
ホルムアルデヒド及び VOC s 濃度の変化  
Variation of formaldehyde and VOCs emission rate in the renovation  
at Ochanomizu University

小澤 佳子、中井 敏博、田中 辰明

Yoshiko Ozawa, Toshihiro Nakai, Tatsuaki Tanaka

### 1. はじめに

シックハウスの問題と同様に、シックスクールと呼ばれる被害がある。

被害をこうむるのは、学校の空間で長時間過ごす、生徒や教師、職員などである。特に空気汚染の問題は目にはっきり見えるわけではないため、対策等が遅れ、深刻な問題となりうる。

シックスクールでの症状は、シックハウス症候群と同様に、建築材料から放出される揮発性有機化合物への曝露によって誘発される症状であり、頭痛や呼吸器症状、痒み、皮膚の炎症、目の刺激などがあげられる。

住宅室内の化学物質による空気汚染に関しては、調査事例の蓄積が進み、実態が明らかにされつつある。

空気の汚染は目に見えないからこそ、生活する上でより多くの生活空間において、安全性が守られていることが、必要だと考える。

### 2. シックスクール問題

平成 12 年 6 月より、厚生労働省が、シックハウス関連問題の対策として、指針値等を順次制定している。(1)(2)(3)(4)

文部科学省は、これらの動きを受けて、学校における化学物質の室内濃度について実態調査を実施し、平成 13 年 12 月に 4 物質 (ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン) についてその結果を公表した。

厚生労働省の指針値及び実態調査の結果を踏まえて、学校環境を衛生的に維持するためのガイドラインである「学校環境衛生の基準」(平成 4 年 6 月体育局長裁定) を改訂した。(5)

改正内容には、ホルムアルデヒド、トルエン (必要があればキシレン、パラジクロロベンゼン) などの濃度基準を制定した内容を織り込んでいる。

厚生労働省の指針値と同値の濃度基準は以下の通りである。ホルムアルデヒドは 0.08ppm 以下、トルエンは、0.07ppm 以下、キシレンは、0.20ppm 以下、パラジクロロベンゼンは、0.04ppm 以下。

しかし、基準が改正されたにも関わらず、対策の遅れか実際にシックスクールになった事例も存在する。

特に小学校の改修工事後に、ホルムアルデヒド、トルエンの濃度超過が見られるケースが多く、発症した子供には頭痛、アトピー性皮膚炎、目の充血や吐き気などの症状が多く出ている。(6)(7)

### 3. 改修工事中の VOC s 濃度の変化

#### (1) 目的

改修工事の過程ごとに空気を測定し、VOCs 濃度の変化を明らかにし、指針値を用い、評価することとした。

#### (2) 方法

各工程ごとに空気室測定を行った。測定室の条件を Table.1 に示す。

Table.1 測定室

measurement place	first floor	•meeting room	86.4m <sup>2</sup>
	second floor	•classroom in tiers	64.8m <sup>2</sup>
		•anteroom 1	32.4m <sup>2</sup>
		•anteroom 2	32.4m <sup>2</sup>
		•VIP room	64.8m <sup>2</sup>
		•2th-floor hallway	-
third floor	•professor room	21.6m <sup>2</sup>	
temperature and relative humidity	thermo recorder ONDOTORI (recorded by every one minuit)		

測定前日の夜から部屋の換気及び出入りを止め、翌日の朝に測定を開始した。工程中で扉のない室については、ポリエチレンフィルムで入り口をふさいだ。

測定方法としては、ホルムアルデヒド・ケトン類はDNPHカートリッジを取り付けた空気採取ポンプで30L/30minで採取した。採取後カートリッジをアセトニトリルにて溶出し、高速液体クロマトグラフにて分析した。

VOC s には、tenaxTA 管を用い、1L/10min で採取後、GCMS にて分析をした。(8)(9)(10)(11)

温湿度は thermo recorder おんどとりで測定した。

(3) 条件

a. 使用建材

改修工事の際に使用された建材及び塗料の一部には、ホルムアルデヒド濃度を示したものがあつた。

Table.2 に使用塗料の濃度の例を示す。

Table.2 使用塗料の濃度の例

adhesive	name of products	emission rate of formaldehyde
urethane adhesive	NUSC	JIS F☆☆☆☆ *1
rubber cement	ERC	JIS F☆☆☆☆ *1
vinyl resin	NTHC	JIS F☆☆☆☆ *1
acrylic resin	GAC	JAIA F☆☆☆☆*2
acrylic resin	U1000	JAIA F☆☆☆☆*2

\* 1, 2 : JIS F☆☆☆☆<sup>(12)</sup>ホルムアルデヒド濃度が平均 0.3mg/L 最大 0.4mg/L を示している。JAIA F☆☆☆☆は J A I 規格 (日本接着剤工業会規格)<sup>(13)</sup> で定められている。JIS F☆☆☆☆とほぼ同様に扱われる。

b. 測定日

Table.3 に測定日及び工程を示す。

Table.3 測定日及び工程

day	season	process
4, Aug, 2003	summer	before renovation
24, Dec, 2003	winter	after put the floor and ceiling board
30, Mar, 2004	spring	after renovation
12, Jul, 2004	summer	after renovation (with furniture)

(4) 結果

a. 温湿度

Table.4 に測定時の温湿度結果を示す。

Table.4 温湿度

day	season	temperature (°C)	relative humidity (RH%)
4, Aug, 2003	summer	30.1±0.87	70.5±2.26
24, Dec, 2003	winter	13.8±1.18	38.6±1.61
30, Mar, 2004	spring	18.8±1.69	53.9±7.35
12, Jul, 2004	summer	26.9±0.81	49.6±2.77

b 濃度 (アルデヒド・ケトン類)

Fig. 1, 2, 3 にホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, アセトンの濃度を示す。

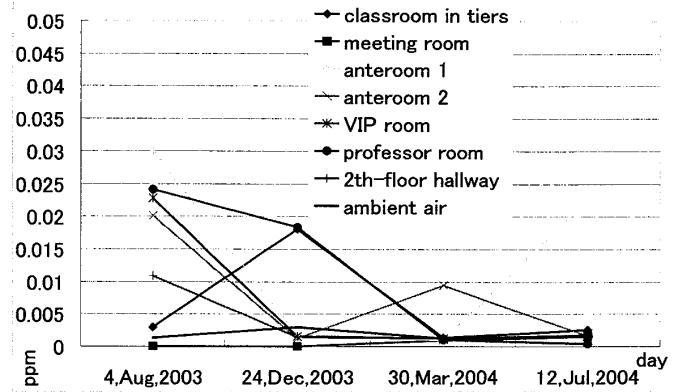


Fig.1 ホルムアルデヒド濃度

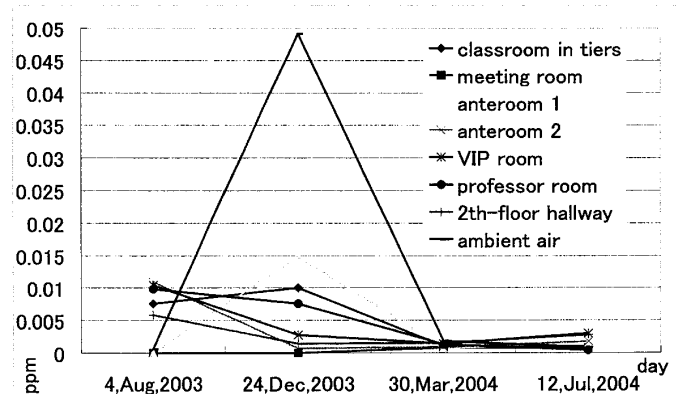


Fig.2 アセトアルデヒド濃度

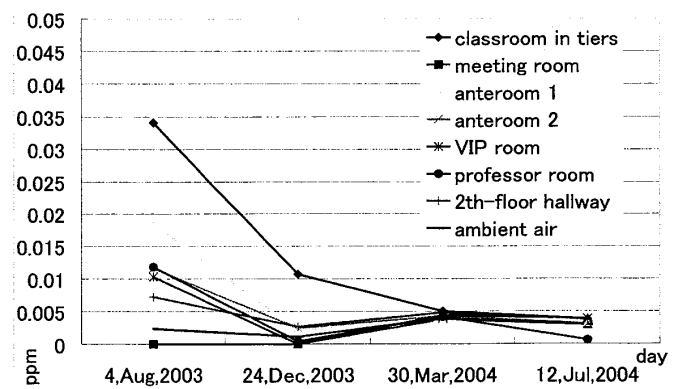


Fig.3 アセトン濃度

Fig. 1 よりホルムアルデヒド濃度は 全室全工程において指針値 0.08ppm よりも低い値を得た。

2004年6月改修工事後のanteroom(控え室) 1では、ホルムアルデヒド放散が上昇した。家具の持ち込まれていたことに起因するのではないかと考えられる。しかし、完成後に家具が持ち込まれる前に測定できなかったため、定かではない。

今回の改修工事ではホルムアルデヒド等級が示された製品など、ホルムアルデヒドの対策品を多く用いているため低放散につながったものとかんがえられる。

アセトアルデヒドは指針値が 0.03ppm と定められている。Fig. 2 よりアセトアルデヒドにおいては、2003年12月の改修工事中時点で外気における濃度が急激に上昇し、0.03ppm を超えている。しかし、指針値はあくまでも室内空気濃度指針値であるため、外気での濃度と比較することが、ここでは適していないとも考えられる。この時期、改修工事中で窓が取り外されていること、外部に建築資材及び塗料などが外部に放置されていたこと以上の2点に起因していると考えられる。

アセトンについては濃度の指針値が制定されていないが、濃度は極めて低いことが明らかになった。Fig. 3 よりアセトンの放散は全室で、濃度が徐々に減少していく経時変化が確認できた。

また、室内よりも外気の濃度が常に多かったのが特徴的である。

c. 濃度 (VOCs)

Fig. 4, 5 にトルエン及びアルファピネンの濃度を示す。

トルエンは、内装材等の施工用接着剤、塗料などから放散する。指針値は 0.07ppm と定められている。

トルエンは、シックハウス、シックスクール問題時に顕著にみられる VOCs の一種であり、ホルムアルデヒドとともに着目すべき物質である。<sup>(14)</sup>

アルファピネンはアカマツ (Pinus densiflora) ほかマツ科同属各種の松脂を水蒸気蒸留して得られる精油テレピン油の主成分でモノテルペンに属する。また、指針値は定められていない。

Fig. 4 よりトルエンは指針値より低い濃度が見られる。Fig. 1 のホルムアルデヒドの濃度と比較しても、濃度が低いことはあきらかである。

Fig. 5 よりアルファピネンの濃度も極めて低いことが分かる。

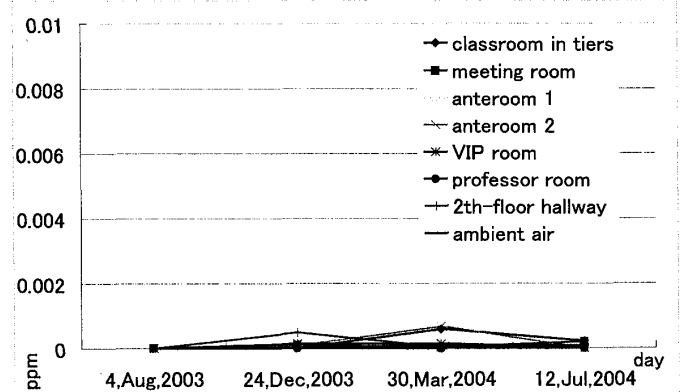


Fig.4 トルエン濃度

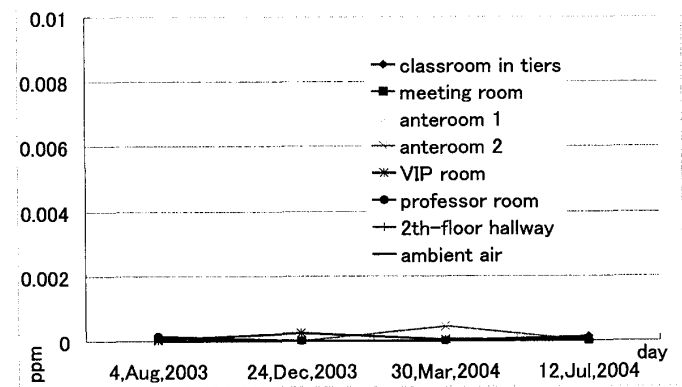


Fig.5 アルファピネン濃度

図には示していないが、他の VOCs であるヘキサン、エチルベンゼン、スチレン、キシレン、ノナナールも Fig. 4 のトルエンの放散と同様の結果を得た。

しかし、今回の測定ではパラジクロロベンゼンは検出されなかった。

以上より VOCs は全体的に、アルデヒド、ケトン類と比較すると濃度が極めて低い傾向が見られた。

(5) まとめ

「学校環境衛生の基準」で定められた 4 物質 (ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン) の内、3 物質が測定中検出され、いずれも低い濃度を示した。

また、厚生労働省室内空気濃度指針値に示されている 14 物質 (TVOC を加えると 15 物質) においても一点を除き、濃度は指針値を下回った。

## (6) 考察

本研究では改修工事の過程ごとに空気を測定し、アルデヒド・ケトン類及びVOCs濃度の変化を明らかにし、指針値を用い、評価することを目的とした。一例ではあるが、改修工事において指針値を下回る結果を得た。

指針値よりも低い結果を得たが、指針値＝安全性とは一致するとは考えがたい。安全性の観点から定められているとはいえ指針値だけで安全性を評価することは困難である。あくまでも目安でしかない。安全性をいかに評価していくかが困難な問題である。  
(15) (16) (17)

学校という場合は多くの人が出入りし、学生職員とも一日の内で、長時間を過ごす場所である。住宅という生活空間同様、空気室の安全性は重視されるべき空間である。しかし、現状では、学校建築の室内空気に対し様々な対策がなされているが、関心も住宅と比べれば格段に低い。

安心して、生活するために、一日の内で時間を過ごす、より多くの場所において空気の安全性が守られるための、指標および対策がなされていくべきだと考えた。同時に、生活する空間＝住宅のみと考えず、多くの場所の空気質に対して正しい関心を持ち理解していく姿勢を身に付けなければならないと考えた。

シックハウス問題、シックスクール問題としていろいろな対策及び研究がなされている。

安心して、健康に過ごすことのできる住および生活空間をどのように作り上げていくか、安全性の評価など、未だ曖昧になっている部分が多いことが明らかになった。

## 参考文献

- (1) 厚生労働省医薬局審査管理課化学物質安全対策室, シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会—中間報告第1回から第3回のまとめ 2000年6月29日
- (2) 厚生労働省医薬局審査管理課化学物質安全対策室, シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会—中間報告第4回から第5回のまとめ 2000年12月22日
- (3) 厚生労働省医薬局審査管理課化学物質安全対策室, シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会—中間報告第6回から第7回のまとめ 2001年7月24日
- (4) 厚生労働省医薬局審査管理課化学物質安全対策室, シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会—中間報告第8回から第9回のまとめ 2002年1月22日
- (5) 文部科学省「学校環境衛生の基準」の改訂 2001
- (6) 調布市 HP 「調布小学校室内化学物質放散等への対策」 <http://www.city.chofu.tokyo.jp>

- (7) 東京都江東区立元加賀小学校 HP <http://homepage3.nifty.com/motokaga/>
- (8) ISO16000-3 Indoor air -part3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds-Active sampling method 室内空気中のホルムアルデヒド及びカルボニル化合物の定量—アクティブサンプリング
- (9) ISO Draft International Standard 16000-6:Indoor air-Part6: Determination of volatile organic compounds in indoor and chamber air by active sampling on TENAX TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography MSD/FID 室内及びチャンバー内空気の揮発性有機化合物の定量—Tenaxを使用したアクティブサンプリング, 加熱脱着とガスクロマトグラフィー—MSD/FIDによる定量
- (10) ISO 16017-1 Indoor ambient and work place air-Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography-Part1:Pumped sampling 室内, 作業場環境におけるソルベントチューブによる揮発性有機化合物の気中サンプリングと分析/加熱脱着/キャピラリーガスクロマトグラフィー 第1部 ポンプによるサンプリング
- (11) ASTM D 6007:1996 Standard Test Method for Determining Formaldehyde Concentration in Air from Wood products Using a Small Scale Chamber
- (12) 日本接着剤協会 HP <http://www.jaia.gr.jp/>
- (13) 財団法人日本規格協会 HP <http://www.jsa.or.jp/>
- (14) 日本建築学会編, シックハウス対策のバイブル, 彰国社, 2002
- (15) 吉野博, シックハウス問題と居住環境現状と対策, 建築雑 2002年7月 vol.117, no.1491p.008-011
- (16) 厚生労働省健康局生活衛生課「室内空気質健康影響研究会報告書:—シックハウス症候群に関する医学的知見の整理—」平成16年2月27日
- (17) 小澤佳子, 建材からの揮発性有機化合物放散量に, 測定条件が与える影響: 保管条件の検討 平成14年度 お茶の水女子大学卒業論文

## [謝辞]

お茶の水女子大学研究員中井敏博博士, お茶の水女子大学施設課神田氏, 宮内氏の協力・指導を得た。記して謝意を表す。

## [注]

この研究は本学施設課を通じ, 文部科学省に提出するものである。