

環境変化に伴う室内汚染化学物質の濃度 — 120周年記念館の一研究室について —

村上 和雄*, 伏脇 裕一**, 森 康明**, 粕谷 奈穂***

(平成16年9月30日受理)

Levels of Indoor Chemical Pollutants with Environmental Changes

MURAKAMI, Kazuo FUSIWAKI, Yuichi MORI, Yasuaki and KASUYA, Naho

(Received on September 30, 2004)

キーワード：室内環境, ホルムアルデヒド, シックハウス症候群, VOC, 室内汚染化学物質

Key words: indoor environment, formaldehyde, the sickhouse syndrome, VOC (volatile organic compound), indoor chemical pollutants

1. はじめに

近年, 日本の住宅は, 木材, 紙などを材料とする大きな開口部, 高い床を持つ解放型住宅から, コンクリートで作られた, あるいは機密性の高い材料でつくられた閉鎖型住宅に大きく変わった. 従来の日本住宅は使用された住宅材料から明かのように自然換気量が多かったが, 近年の住宅は高気密生となり, 換気不足になった. 最近では省エネルギー対策が進みさらに, 高気密, 高断熱化が進んだ. そのため, 室内汚染化学物質濃度が大幅に高まり, 住人にシックハウスや化学物質過敏症を引き起こしている. シックハウスの原因は, ①住宅の高気密化による換気不足, ②汚染化学物質を放散させる新建材の使用, ③生活用品から放散する汚染化学物質の増加, ④人のアレルギー体質と言われている. シックハウスの原因である室内汚染化学物質はホルムアルデヒドとVOC(揮発性有機化合物)である. 後者の代表的な物質はトルエン, キシレンなどである.

一般住宅を建設するときには, バケツ2杯分もの接着剤が使われると言われる¹⁾. 合成ゴム系, 溶剤系接着剤や酢酸ビニル樹脂系接着剤からはVOCが発生する. 木材の保存剤, 壁材床材には可塑剤が使用されている. また, 薄い板を接着剤で貼り合わせた合板からはホルム

アルデヒドなどが揮散する.

室内の汚染化学物質濃度のガイドライン値は, 厚生労働省やWHOから発表されているが, 代表的な揮発性有機化合物指針値を表1に示した²⁾.

室内環境の代表的な要素は温度と湿度であり, その他に騒音, 明るさ, 色彩などがある. 室内汚染化学物質の揮散に大きく影響する要素は温度と湿度である. その濃度は一日24時間, 季節, エアコンが入っているかないかで異なる.

本研究では, 東京家政大学120周年記念館にある, 一つの研究室における室内汚染化学物質濃度が室内環境や季節により, どのように変化するかを約一年にわたり測定したので報告する.

2. 実験

2.1 調査対象

2008年に完成した本学120周年記念館9階の或る研究室中央部, 床上90cmの空気質を測定した. 部屋の広さは19.83 m², 床材にはPタイル, 壁は9.5mmと12.5mmの2種のビニルクロスが貼られている. 天井は, 岩綿吸音板が使用されている. この部屋は完成以来ほとんど人の出入りがない.

2.2 調査期間

室内汚染化学物質の月別濃度の推移(経月変化)を把握するために, ①2002年10月から2003年10月まで毎

* 環境情報学科環境分析研究室

** 神奈川県立衛生研究所

*** 横浜国立大学大学院

表1 揮発性有機化合物(VOC)の指針値

揮発性有機化合物	毒性指標	室内濃度指針値(μg/m ³)
ホルムアルデヒド	ヒト吸入暴露における鼻咽頭粘膜の刺激	100
トルエン	ヒト吸入暴露における神経行動機能及び、生殖発生への影響	260
キシレン	妊娠ラット吸入暴露における出生児の中枢神経発達への影響	870
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓などへの影響	240
エチルベンゼン	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓などの影響	3,800
スチレン	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	220
クロルピリホス	母ラット経口暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児への形態学的影響	1.0, 0.1(小児)
フタル酸ジブチル	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常などの影響	220
テトラデカン	C8～C16混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	330
フタル酸ジ-2-エチルシキル	ラット経口暴露における精巣への病理組織学的影響	120
ダイアジノン	吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼの影響	0.29
アセトアルデヒド	ラットの経気道暴露における鼻孔嗅覚上皮の影響	48
フェノカルブ	ラットの経口暴露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	33

月1回、研究室内で空気質の測定と室内空気の捕集を行った。また、温度環境変化時における濃度推移を把握するために②2002年11月26日～28日、③12月11日～13日、④2003年1月20日～23日、⑤2月6日～8日、⑥6月23日～25日、⑦7月29日～31日、⑧8月4日～6日、⑨9月4日～6日までの計8回研究室内で空気質の測定と空気捕集を行った。

2.3 研究室内の空気捕集法

2.3.1 室内汚染化学物質の終日濃度推移

上記①の期間のうち、2003年10月～2月までは午前9時から翌朝午前9時までの24時間、2003年3月～10月までは午後1時～翌日の午後1時までの24時間室内空気を捕集した。空気の捕集流量はアルデヒド類が20 ml/分、VOCが100 ml/分であった。

2.3.2 温度環境変化時の室内化学汚染物質の濃度推移

上記②～⑤の冬の期間は、室内設定温度28℃で一定時間暖房を入れて室内空気を捕集した。すなわち、17時に空気質の測定を開始し、暖房を入れる翌朝8時

までに1回、暖房を8時に入れてから暖房を消す18時までの間は2時間おきに5回、18時から20時に1回、20時から翌朝9時までに1回計8回行った。一方、⑥から⑨の夏の期間は、室内設定温度20℃で、一定時間冷房を入れて室内空気を捕集した。

図1は、温度環境変化時の室内温度変化と空気捕集の様子を示したものである。

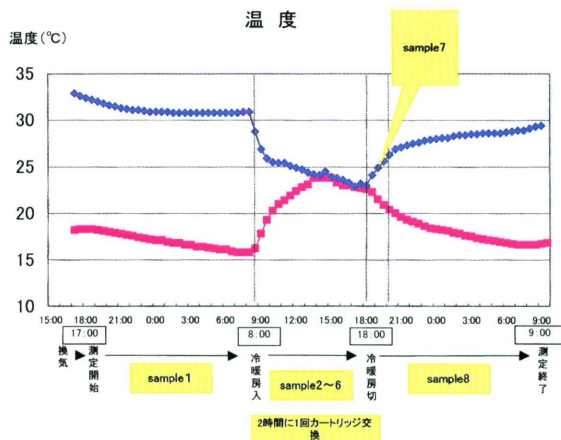


図1 暖房・冷房の設定温度と空気捕集プログラム

2.4 分析方法

2.4.1 室内汚染化学物質の捕集方法

捕集用カートリッジは、アルデヒド類には Sep-pak Cartridge DNPH Short (Waters 製) を、VOC には ORBOM-91 Tube, Large 200/100 mg (SUPELCO 製) を用い、常法で捕集した。

2.4.2 アルデヒド類の分析

注射筒で試料前処理用カートリッジを超純水 20 ml で洗浄する。アルデヒド類を捕集した捕集管と試料前処理用カートリッジを接続し、注水筒を用いてアセトニトリル 5 ml を捕集管を通して遠沈管に捕集する。経時変化検討用の分析試料はアセトニトリル 3 ml で溶出させる。試料は室内汚染化学物質を溶出させたアセトニトリルを高速液体クロマトグラフ (以下 HPLC と略す) に注入し、予め作成した検量線からアルデヒドを定量した。

HPLC 測定条件

カラム : Discovery RP AmideC16 25 cm × 4.6 mm φ
膜厚 5 μm (SUPELCO)

カラム温度 : 40 °C

移動相 : 水-アセトニトリル (45 : 55)

流量 : 1.0 ml/min

検出器 : UV 検出器 (波長 360 nm)

2.4.3 VOC の分析

捕集管から活性炭をサンプル瓶に取り出し、二硫化炭素 5 ml を加え 2 時間抽出する。その後、マイクロシリンジで内標準物質を 5 μl を加えて、ガスクロマトグラフ質量分析計 (以下、GC/MS と略す) 用の分析試料とする。経時変化検討用の分析試料は二硫化炭素 2 ml を加え 2 時間抽出する。その後マイクロシリンジで内標準物質を 2 μl 加えて GC/MS 用分析試料とする。

分析用試料のその 1 μl を GC/MS にスピリット方式で注入し、選択イオン検出器により予め作成した検量線から定量した。

GC/MS 測定条件

カラム : DB-1 60 cm × 0.25 mm φ 膜厚 1 μm (JW 社製)
カラム温度 : 40 °C (5 分間) → 10 °C/min → 300 °C (3 分間保持)

注入口温度 : 250 °C

試料注入法 : スプリット注入 (スプリット比 1 : 10),
インターフェイス温度 : 250 °C

キャリアーガス : ヘリウム 0.9 ml/min

カラムヘッド圧 : 14.5 psi

イオン源温度 : 280 °C

3. 結果及び考察

3.1 室内汚染化学物質の濃度推移

1) アルデヒド

図 2 は、2002 年 (以後 02 年という) 10 月から 2003 年 (以後 03 年という) 10 月までの月ごとのホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの室内濃度の推移 (経月変化) を示した。

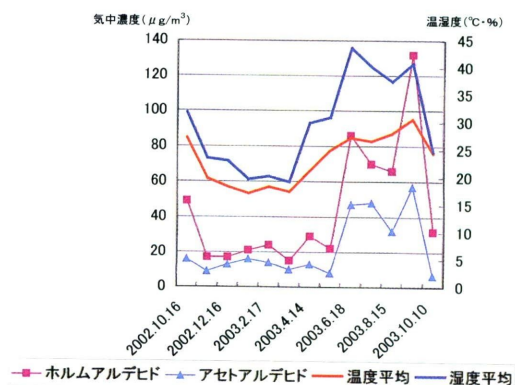


図 2 アルデヒド類濃度の月別推移

ホルムアルデヒドは、測定開始の 02 年 10 月には $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較的高濃度を示したがそれ以降、気温の低下とともに濃度はあまり変化が見られなかった。しかし、気温上昇が著しくなる 03 年 6 月は、ホルムアルデヒド濃度は 5 月の 4 倍になり、9 月には $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の高濃度に達した。

一方アセトアルデヒドは 02 年 10 月は $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を示し、その後、気温が低下する時期はほぼ一定の値を推移していたが、気温上昇が大きくなる 6 月になると 5 月の 8 倍の高濃度になり、9 月には $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の最も高い値に達している。

ホルムアルデヒドは 6 月から 9 月まで、アセトアルデヒドは 9 月に厚生労働省が定めている指針値を超えた。一般に、住宅内の調査でも、閉め切った部屋における室内ホルムアルデヒド濃度は室温の高い夏期に高くなる傾向が認められている³⁾が、本研究でもその結果を裏付けている。また、02 年 10 月から 03 年 10 月までの調査期間中のすべてでホルムアルデヒド濃度がアセトアルデ

ヒド濃度より高かった。表2は02年10月から03年10月までの一年間のホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びVOCの気中濃度と温度、湿度の相関を示した。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの相関係数はそれぞれ0.86と0.85と高い相関を示した。従ってこの二物質の濃度は温度と湿度の影響を受けることが明らかになった。瀬戸らの住居内のホルムアルデヒドは気温と湿度に相関があり⁴⁾、これらが高くなるとホルムアルデヒドの濃度が高くなるという結果に一致する。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドともに沸点は低く、蒸発しやすい物質であるので新校舎建設の際に接着剤などに使用されたホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドが揮発して長期間検出されたものと考えられる。また、ホルムアルデヒドは樹脂の分解によっても生成される特徴があり、そのため室内ホルムアルデヒド濃度は短期間で減衰せず比較的長期間変動しながら検出される。

2) VOC

本研究ではVOC45物質を測定したが、比較的濃度が高かった7物質について考察をする。7物質は表2のホルムアルデヒド、アセトアルデヒドを除いた物質である。

表2 経月変化時における化学物質濃度と温・湿度との相関

化学物質	相関係数	
	温度相関	湿度相関
ホルムアルデヒド	0.84	0.85
アセトアルデヒド	0.70	0.85
ドデカン	0.51	0.57
トリデカン	0.73	0.78
デカナール	0.29	0.17
キシレン	0.18	0.19
エチルベンゼン	0.01	0.03
トルエン	-0.50	-0.42
酢酸エチル	-0.80	-0.78

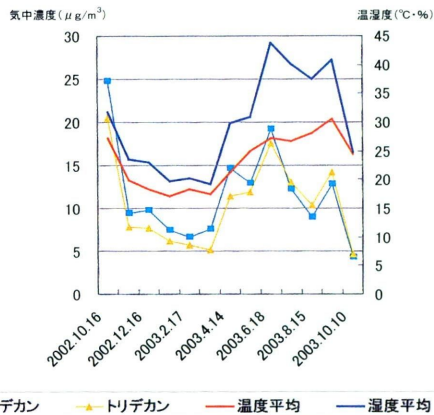


図4 ドデカン、トリデカン濃度の月別推移

以下に述べる7物質の調査期間はすべて02年10月～03年10月までである。図3はデカナール濃度の、図4はドデカンとトリデカンの月ごとの濃度推移(経月変化)を示した。調査期間中、デカナールが最も高い濃度を示したのは、02年10月に140µg/m³であった。次の月の11月は、デカナールの濃度は10月に比べ1/2以下までに減少し、その後は低濃度が続くが、03年4月からは濃度に上昇がみられた。しかし、前年10月に比べると、30µg/m³と約1/5まで減少している。

ドデカンとトリデカンはともに、02年10月の測定開始直後は25µg/m³、20µg/m³と高濃度を示したが、11月以降になると10月の約1/3まで減少その後低濃度を推移し、03年4月から上昇が見られた。10月にはドデカン、トリデカンは減少し、それぞれ1/6(4.3µg/m³)、1/4(4.6µg/m³)になった。この傾向はデカナールに類似しているが、温度と湿度の相関性(表2)からみると、ドデカンとトリデカンは相関性は見られたが、デカナールは相関性が認められなかった。

図5はキシレンとエチルベンゼンの、図6はトルエンと酢酸エチルの月ごとの濃度推移(経月変化)を示した。

キシレンは02年10月に61µg/m³と高濃度を示したが11、12月には32、40µg/m³となり、翌年1月には26µg/m³と濃度の増減を繰り返して減衰した。エチルベンゼンは02年10月に最高値23µg/m³を示し、それ以降はキシレンと同じ濃度変化を示しながら、減少傾向を示した。

トルエンは測定開始2ヶ月後の02年12月に67µg/m³を、酢酸エチルも2ヶ月後の12月に38µg/m³とどちらも最高値を示した。両物質とも、不規則な濃度変化

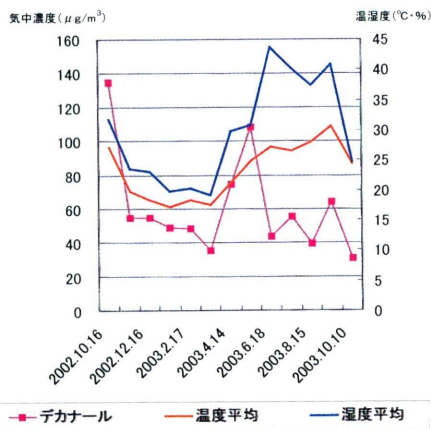


図3 デカナール濃度の月別推移

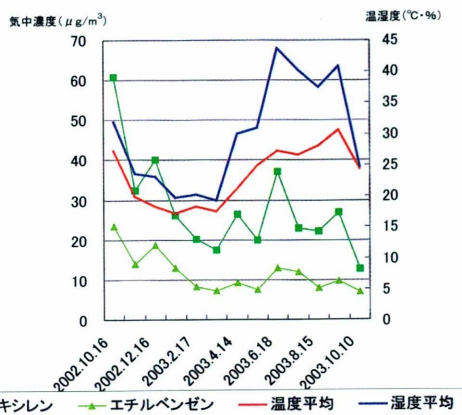


図5 キシレン、ヘチルベンゼン濃度の月別推移



図7 総VOC濃度の月別推移

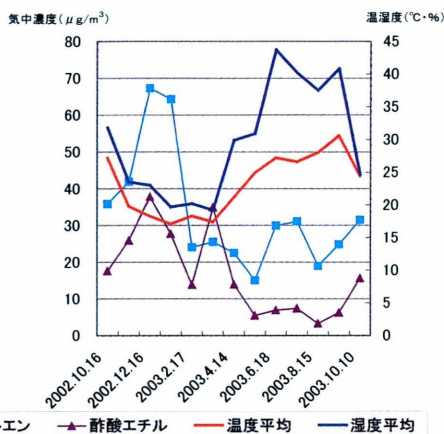


図6 トルエン・酢酸エチル濃度の月別推移

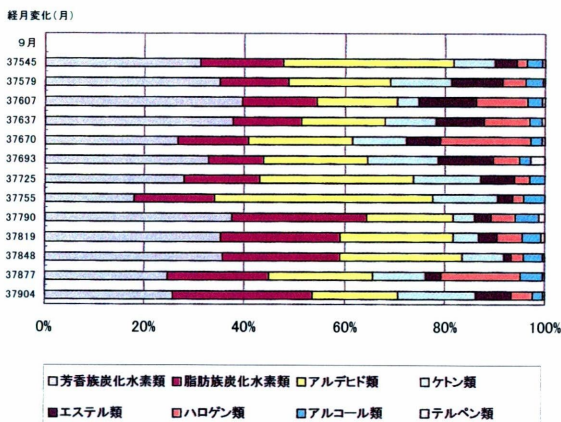


図8 45種VOCの類別割合

を繰り返して推移した。キシレン、エチルベンゼン、トルエン、酢酸エチルの4物質の温度・湿度との相関性は見られなかった(表2)。

図7は検出された総揮発性有機化合物(総VOC)の濃度推移を上記物質と同じ調査期間で示した。測定開始の02年10月が最も高く460 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、11月に290 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に低下したが、12月には360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と再び上昇した。総VOCはその後、03年3月には170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ まで低下した。03年4月から上昇し始め、その後増減を繰り返して推移した。特に、03年8月は160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も低かった。測定日8月14・15日の気候は降雨で外気温は20.7 $^{\circ}\text{C}$ と夏期としては異常に低く総VOC濃度の低下につながったと考えられる。

今回測定した45種のVOCは、芳香族炭化水素類、脂肪族炭化水素類、テルペン類、ハロゲン類、エステル類、ケトン類、アルコール、アルデヒド類の8つに分類でき

た。図8は45のVOCを類別割合で示しものである。芳香族炭化水素類は、月によってばらつきはあるが、多く検出された。芳香族炭化水素類は、塗料や接着剤、清掃用ワックスなどに含まれている。このことから、本校舎の建設には芳香族炭化水素類の接着剤が多く使われたと考えられる。

3.2 温度環境変化時における室内化学汚染物質の濃度推移

3.2.1 暖房下における室内化学汚染物質濃度の経時変化
調査期間は02年11月から03年2月で、月1回、計4回測定された。温度設定プログラム、空気捕集のタイミングは図1に示されている。

1) アルデヒド類

図9は暖房時のホルムアルデヒド濃度と温度・湿度の経時変化である。測定は4回行った。ホルムアルデヒド

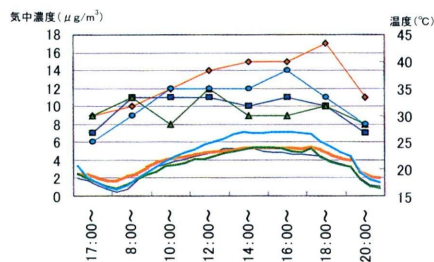


図9 暖房時のホルムアルデヒド濃度と温度の経時変化(1)
温度との関係

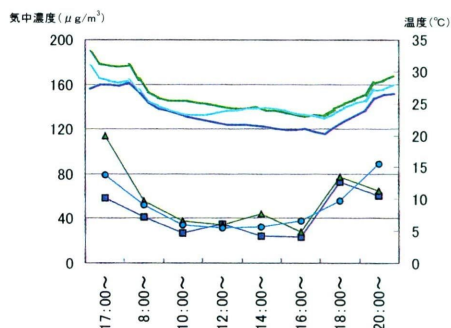


図10 冷房時のホルムアルデヒド濃度と温度の経時変化(1)

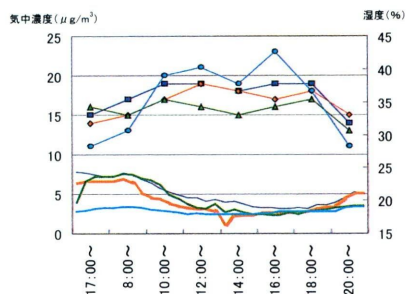


図9 暖房時のホルムアルデヒド濃度と湿度の経時変化(2)

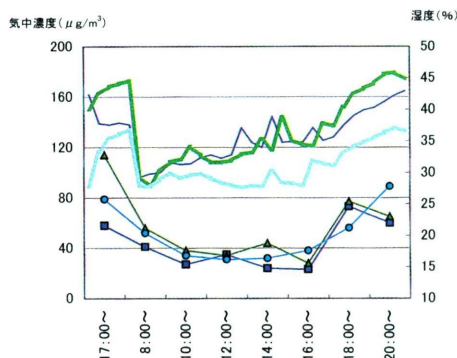


図10 冷房時のホルムアルデヒド濃度と湿度の経時変化(2)

は多少ばらつきはあるが、どの月も温度の上昇とともに濃度が上昇する傾向が見られ、温度の下降とともに濃度は下降した。03年2月は最高と最低の温度差が10.6℃と最も大きく、それを反映してこの月のホルムアルデヒドの濃度差も12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も大きかった。アセトアルデヒドは多少ばらつきはみられるが、温度上昇に伴い濃度も上昇、一方、温度下降とともに濃度も下降しホルムアルデヒドと同じ濃度変化を示した。温度差が大きい2月が濃度差も8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も大きかった。表4、5には暖房時下の化学物質濃度と温度・湿度の相関を示した。ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド濃度と温度の相関係数は高かったが、03年1月の温度と濃度との相関は他と比べて低い値であった。これは温度変化が大きかったのにホルムアルデヒドの濃度差が他の時に比べ小さかったためと考えられる。アセトアルデヒドの場合は濃度変動が大きかったため相関係数が小さくなったと考えられ

る。両物質の湿度との相関は空気湿度変化が小さいため相関性が低くなったと考えられる。

2) VOC

デカナール、ドデカン、トリデカンの3物質は、どの月も温度上昇に伴いその濃度は上昇する傾向が見られ、温度下降とともに濃度が下降することがわかった。中でもデカナールは03年1月の最高と最低の濃度差が32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と大きかった。

キシレンとエチルベンゼンは室内温度が上昇しても、その濃度に大きな変化が見られなかった。しかし、濃度の温度と湿度に対する相関係数はそれぞれ0.57~0.95、0.32~0.92と一部高い相関が見られた。これは濃度変化と湿度変化が小さいため事実上相関が高くなったと考えられる。

トルエンは室内温度が上昇すると濃度が減少する傾向が見られた。03年2月は、最高・最低温度の差が11℃

表3 暖房条件下における化学物質濃度と温度との相関

化学物質	相関係数			
	2002/11/26~28	2002/12/11~13	2003/1/20~22	2003/2/6~8
ホルムアルデヒド	0.88	0.91	0.44	0.93
アセトアルデヒド	0.74	0.84	0.19	0.92
ドデカン	0.52	0.61	0.50	0.84
トリデカン	0.70	0.79	0.68	0.97
デカナール	0.76	0.81	0.86	0.87
キシレン	-0.50	-0.88	-0.64	-0.39
エチルベンゼン	-0.44	-0.57	-0.67	-0.28
トルエン	-0.49	-0.37	-0.70	-0.55
酢酸エチル	0.44	0.53	-0.38	-0.26

表4 暖房条件下における化学物質濃度と湿度との相関

化学物質	相関係数			
	2002/11/26~28	2002/12/11~13	2003/1/20~22	2003/2/6~8
ホルムアルデヒド	-0.60	-0.94	0.01	-0.84
アセトアルデヒド	-0.40	-0.89	0.09	-0.73
ドデカン	0.00	-0.45	-0.18	-0.84
トリデカン	-0.19	-0.68	-0.39	-0.91
デカナール	-0.26	-0.72	-0.57	-0.84
キシレン	0.62	0.71	0.95	0.57
エチルベンゼン	0.47	0.32	0.92	0.52
トルエン	0.21	0.16	0.84	0.68
酢酸エチル	-0.42	-0.64	0.93	0.41

表5 冷房条件下における化学物質濃度と温度との相関

化学物質	相関係数			
	2003/6/23~25	2003/7/29~31	2003/8/4~6	2003/9/4~6
ホルムアルデヒド	0.61	-	0.87	0.89
アセトアルデヒド	-0.15	-	-0.15	0.89
ドデカン	0.95	0.94	0.85	0.91
トリデカン	0.98	0.90	0.93	0.96
デカナール	0.98	0.85	0.93	0.79
キシレン	0.95	0.79	0.11	0.40
エチルベンゼン	0.96	0.84	0.33	0.24
トルエン	0.96	0.79	0.21	0.21
酢酸エチル	0.60	0.83	-0.06	0.63

表6 冷房条件下における化学物質濃度と湿度との相関

化学物質	相関係数			
	2003/6/23~25	2003/7/29~31	2003/8/4~6	2003/9/4~6
ホルムアルデヒド	0.66	-	0.67	0.89
アセトアルデヒド	0.37	-	0.15	0.81
ドデカン	0.50	0.73	0.60	0.74
トリデカン	0.46	0.82	0.62	0.71
デカナール	0.40	0.47	0.40	0.52
キシレン	0.23	0.33	-0.24	0.50
エチルベンゼン	0.17	0.21	-0.13	0.41
トルエン	0.14	0.09	0.03	-0.27
酢酸エチル	-0.23	0.21	0.33	0.22

と最も大きく、トルエンの濃度差が $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高い値を示した。

酢酸エチルは室内温度上昇に伴い不規則な濃度変動を示した。

3.2.2 冷房下における室内化学汚染物質濃度の経時変化
調査期間は03年6月から03年9月で、月1回、計3回測定された。温度設定プログラム、空気捕集のタイミングは図1に示されている。

1) アルデヒド類

図10は冷房時のホルムアルデヒド濃度と温度・湿度の経時変化を示した。ホルムアルデヒドはどの月も、室内温度が下降すると濃度も下降した。冷房を停止し、室内温度が上昇すると濃度も上昇した。その中でも最高・最低温度の差が 10°C であった8月のホルムアルデヒド濃度差は $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と最も大きかった。さらに、8月には、厚生労働省が定める室内化学物質汚染濃度指針値を超える $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の値が検出された。表5, 6には冷房時下の化学物質濃度と温度・湿度の相関係数を示した。ホルムアルデヒド濃度は温度と湿度との相関が高いことがわかった。

アルデヒドは温度の下降により濃度が減少する傾向は見られずその値にばらつきが見られたので温度と湿度との相関が低くなっていた。しかし、9月は温度変化に伴って濃度の変化が見られた。また、6月には $51.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、9月には、 $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と厚生労働省の指針値を超えていた。

2) VOC

デカナール、ドデカン、トリデカンはどの月も温度の低下とともに、その濃度が低下する傾向がみられた。この3物質の濃度と温度との相関性は高かったが、ドデカンとトリデカン濃度との相関性は低かった(表5, 6)。

キシレン、エチルベンゼンは温度の下降とともに濃度もはなだらかに減少したが、相関係数はばらつきが見られた。それは6, 7月の空気捕集時の気温が 30°C 以下であったため、室内での揮発量が少なく、冷房を入れると揮発が抑えられたと見られる。また、濃度の変動が少なく、温度の変化も他に比べ小さかったため事実上相関係数が高くなったとも考えられる。キシレンの濃度と湿度の相関性は低かった。これから室内濃度が温度や湿度の変化に影響を受けないことが明らかになった。

トルエンと酢酸エチルは若干の濃度変化が見られるが

室温の低下に伴い、濃度が下降していく傾向は示したが、その濃度差は他の物質と比べると小さかった。

3.2.3 室内汚染化学物質濃度変化の類型化

今回測定した室内汚染化学物質濃度変化の月ごと(経月)の推移、暖房下・冷房下の濃度変化をクラスター分析法で類型化した。本分析法の計算手法は階層的手法を用いた。その結果次のように類型化できた。

1) 経月の推移

測定された化学物質を濃度差によりおおよそ3つに類型化できた。

類型	特徴	物質名
I群	濃度変化の幅が大 ($31 \sim 135 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 温度・湿度の影響を受けない	デカナール
II群	濃度変化の幅が大 ($15 \sim 132 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 温度・湿度の影響大	ホルムアルデヒド
III群	濃度変化 $5 \sim 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 温度・湿度の影響中程度	トルエン, アセトアルデヒド, キシレン 酢酸エチル, エチルベンゼン, ドデカン トリデカン

2) 冷房下における室内化学汚染物質濃度変化

暖房下で測定された化学物質を濃度差によりおおよそ3つに類型化できた。

類型	特徴	物質名
I群	濃度変化大 ($30 \sim 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	トルエン, デカナール
II群	濃度変化中 ($15 \sim 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	酢酸エチル, キシレン
III群	濃度変化少 ($5 \sim 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	ホルムアルデヒド エチルベンゼン アセトアルデヒド トリデカン, ドデカン

3) 冷房下における室内化学汚染物質濃度変化

冷房下で測定された化学物質を濃度差によりおおよそ3つに類型化できた。

類型	特徴	物質名
I群	濃度変化大 ($25 \sim 115 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	ホルムアルデヒド
II群	濃度変化中 ($15 \sim 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	アセトアルデヒド デカナール, キシレン
III群	濃度変化少 ($5 \sim 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	酢酸エチル エチルベンゼン ドデカン, トリデカン

冷房下、暖房下における室内化学汚染物質濃度のクラスター分析による結果は、2つの環境下で類型化に差ができた。これは室内温度と湿度の影響を受けて化学物質がそれぞれ異なる挙動を示したためと考えられる。

4. 結論

120周年記念館のある研究室のアルデヒド類、VOCの濃度を3つの環境下で測定し、次のような結果が得られ考察された。

1. 02年10月から03年10月までの1年間の期間では、室内の気中濃度が夏場に高濃度を示す物質もあったが、すべての物質が1年間で減少していることが明らかになった。これは新校舎に使われていた接着剤や塗料が完成直後に多く揮発したが、時間の経過とともに減少した。今後、季節間の濃度変動はあるものの減少する傾向であると推測される。

2. クラスタ分析により、経月変化の濃度の幅で類型化することが可能となった。Ⅰ群デカナル、Ⅱ群ホルムアルデヒド、Ⅲ群トルエン他7物質の3群に類型化された。

暖房時下のクラスタ分析は次の3つに類型化できた。Ⅰ群トルエン・デカナル、Ⅱ群酢酸エチル・キシレン、Ⅲ群ホルムアルデヒド他5物質に類型化された。

冷房時下の類型化では、暖房時下と異なった類型化となった。Ⅰ群ホルムアルデヒドⅡ群アセトアルデヒド・デカナル・キシレン・トルエンの4物質、Ⅲ群酢酸エチル・エチルベンゼン・ドデカン・トリデカンの4物質の3群になった。

3) 検出された化学物質濃度は、夏場にホルムアルデヒドとアセトアルデヒドが厚生労働省の室内化学物質濃度指針値を超えた。これは、ホルムアルデヒドとアセトンの沸点が低いため、夏場の高温時は揮発しやすい状態になり、指針値を超えたと考えられる。

4) ホルムアルデヒドは経月変化、冷暖房時下ともに温度・湿度の影響を受け室内濃度の変化が大きかった。また、ドデカンとトリデカンの脂肪族炭化水素類はいずれも検出量は少なかったが、その濃度変化は温度・湿度の影響を受けた。

参考文献

- 1) 日本建築学会編「シックハウスの対策バイブル」彰国社(2002)。
- 2) 池田耕一「室内空気汚染の原因と対策」日刊工業新聞社 p 43 (1998)。
- 3) 吉田俊明, 安藤 剛, 松永一朗「住居内空気中ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物濃度の季節変動」大阪府立公衆衛生研究所報告39, 31 (2001)。
- 4) 齊藤育江, 瀬戸 博「室内空気の化学物質汚染」51, No.11, 51。

Summary

Indoor chemical pollutants was chased in a laboratory in the 120th anniversary new building for about 1 year.

Aldehydes and seven compounds (VOC) was sampled from air of laboratory and those were analyzed. Sampling of indoor chemical pollutants from air of laboratory went in an air-cooling state, a heating state and not conditioning.

The level of atmospheric formaldehyde and acetaldehyde exceeded legal guideline value in summer. The aldehydes of low boiling point volatilized a lot at summer and heating. The levels of most indoor chemical pollutants decreased surely with time.

Under three kind of environment, the level change of nine chemical pollutants was made a type by cluster analysis. They were made 4 type in each environmental condition by three types.