2000年全国実態調査に基づく化学物質による住居室内空気汚染の状況

PRESENT STATUS OF THE INDOOR AIR CHEMICAL POLLUTION IN JAPANESE HOUSES BASED ON THE NATIONWIDE FIELD SURVEY IN 2000

大澤 元毅^{*1}, 池田 耕一^{*2}, 林 基哉^{*3}, 桑沢 保夫^{*4}
真鍋 純^{*5}, 中林 由行^{*6}

Haruki OSAWA, Koichi IKEDA, Motoya HAYASHI, Yasuo KUWASAWA,
Jun MANABE and Yoshiyuki NAKABAYASHI

The purpose of this research is to know the present status of the indoor air chemical pollution by VOCs in Japanese houses in 2000. The concentrations of formaldehyde, toluene, xylene and ethylbenzene were measured in five thousand houses, and the following results were obtained.

- 1) In 27.3% of surveyed houses, the indoor concentrations of formaldehyde exceeded the guideline established by the Ministry of health, labor and welfare of Japanese Government. And those of toluene, xylene and ethylbenzene were 12.3, 0.013 and 0% respectively.
- 2) The formaldehyde concentrations correlated well to the indoor temperatures.
- 3) The averages of the formaldehyde concentrations in houses according to the age of year after construction were analyzed, and the concentration in houses built after 1997 was lower than that in 1996, which showed the highest value.

Keywords : *Indoor air quality, Field measurement, Formaldehyde, VOCs*
室内空気質, 現場測定, ホルムアルデヒド, 揮発性有機化合物

1. はじめに

我が国の住宅においては、耐久性等の性能や経済性を向上させる目的で様々な化学物質を含む建材や、塗料・接着剤が一般的に利用されている。一方、それらの化学物質による室内空気汚染が要因として考えられる居住者の健康被害が大きな全国的な関心を呼び、その対策が急務となっている。

化学物質による空気汚染問題発生の要因としては、建材、家具、日用品等へ揮発性化学物質を使用する機会が増加していることその他、省エネルギー化と快適性改善をめざした住宅構造の断熱化と気密化が省エネルギー基準の施行に伴って全国的に進行しつつあること¹⁾や、車の排気ガスなどによる外気の汚染や騒音等による外部環境の悪化、防犯のために窓を開放する条件が得られにくいなど、一般的住宅における換気確保が次第に難しくなっていることなどが挙げられている。しかし、特定の地域や建物構造等の条件に限定されず、それらの影響程度は未だ明らかになっていない。

海外ではドイツ¹⁾、カナダ²⁾、米国³⁾等において数百軒単位の住宅を対象とする調査報告が1980年代末から出されているが、わが国では、熊谷らによる東北を中心とする50件の住宅における実態調査(平成5年)⁴⁾⁵⁾、建築研究所による一連の実態調査(平成9～11年, 全国149戸)⁶⁾⁷⁾⁸⁾、山口らの木造独立住宅を対象とし居住者意識と室内濃度・シェルター性能に関連づけた実態調査(平成11～12年, 新潟県内104戸)⁹⁾、吉野らによる居住者の健康状況と関連づけた実態調査(平成12年, 宮城県内22戸)¹⁰⁾、朴らの保健所を通じて実施された全国調査(平成12年, 1500件)¹¹⁾¹²⁾¹³⁾などがある。

本報では、平成12年に全国規模で行った住宅室内のホルムアルデヒド・トルエン・キシレン・エチルベンゼンの濃度測定結果と、同時に行ったアンケートによる建築材料・地域特性・建物工法・換気設備に関する調査結果を用いて、ホルムアルデヒド室内濃度とそれらとの関係について検討を加え、濃度平均値比較などによって、化学物質による住宅の室内空気汚染の実態を多角的に示した。

^{*1} 国土交通省国土技術政策総合研究所住宅研究部 部長

^{*2} 国立保健医療科学院建築衛生部 部長・工博

^{*3} 宮城学院女子大学生活文化学科 教授・工博

^{*4} 国土交通省国土技術政策総合研究所 主任研究官・工博

^{*5} 国土交通省住宅局住宅総整備課 企画専門官

^{*6} 綜建築研究所 代表取締役

Director, Department of Housing, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT

Prof., Department of Architectural Hygiene and Housing, National Institute of Public Health, Ph. D.

Prof., Miyagigakuin Women's College, Dep. of Living and Cultural Science, Dr. Eng. Senior Researcher, Department of Housing, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, Dr. Eng.

Senior Deputy Director for Housing Development, Housing Development Division Housing Bureau, MLIT

President, Soken Associates

表1 アンケート調査項目

項目内容		
建物基本項目	住戸の建て方	一戸建て、共同建て(アパート、マンションなど)
	住宅の構造	木造軸組工法、枠組壁工法、鉄骨系プレハブ造、木質系プレハブ造、鉄筋コンクリート造
	住宅の種類	持ち家、公営住宅、公団賃貸住宅、民間賃貸住宅
	築年数	新築後1年以内、新築後2・3年、新築後4・5年、新築後6～10年、新築後10年超
【アンケート項目-1】 項目内容		
測定日	測定月	9月、10月、11月、12月、1月、2月
室温・天候	天候	晴れ、くもり、雨
	室温	10℃未満、10～15℃、15～20℃、20～25℃、25℃超
行った部屋	部屋の名称	居間、寝室、子供室
	部屋の階数	1階、2階、3～5階、6～10階、11階以上
	測定室面積	10㎡(6畳)以下、～13.2㎡(8畳)、～16.5㎡(10畳)、～19.8㎡(12畳)……
行った部屋	床の仕上	フローリング(板貼り)、たたみ、じゅうたん
	壁の仕上	板(塗装有)、板(塗装無)、布・紙、ビニール、塗り天井
	天井の仕上	板(塗装有)、板(塗装無)、布・紙、ビニール、塗り天井
【アンケート項目-2】		
項目内容		
換気の実施	自動(24時間)	有(使用した、使用しない)、無し、不明
	その他の換気装置	有(使用した(1時間以下、1～3時間、3～5時間、5時間超)、使用しない)、無し、不明
	窓開放	開放した(1時間以下、1～3時間、3～5時間、5時間超)、開放しない
生活状況	冷房機器	使用した(1時間以下、1～3時間、3～5時間、5～7時間、7時間時間超)、使用しない
	暖房(エアコン)	同上
	暖房(ストーブ)	同上
	暖房(その他)	同上
リフォームの有無	リフォームした(1年以内、2・3年前、4・5年前、6～10年前、10年以上前)、しない	
体調の変化	無、有、不明	
地域	I地域、II地域、III地域、IV地域、V地域、VI地域	

2. 調査概要

2.1 調査対象

調査は、全国の住宅における実態を把握することを目的として、調査対象を全国の住宅5000戸(全都道府県の住宅関連部局を通じて募集した3000戸、インターネットで全国に公募した2000戸)を目標として実施した。なお、新築住宅の最新の状況把握を重視し、公募に際しては「原則として1年以内の新築」を条件に掲げたが、経年変化に関する資料を得るため、築後1年超の住宅を約30%含む。公募は、当初、平成12年8月から11月末を締め切りとしたが、十分な数の応募がなかったため、期限を数ヶ月延長して行った。

2.2 使用サンプラーと分析

実態調査はパッシブサンプラーを用いた濃度測定と、アンケートより構成される。一般的に蒸気拡散式(パッシブ)サンプラーには、①取り扱いが簡単であること、②安価で広域大量調査に適している、③妨害ガスの影響を受けにくい、というメリットがある。

今回の実態調査では、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、

表2 調査件数と構成比率

調査件数と構成比率

区分		件数	調査対象 における 構成比	全国の住 宅におけ る構成比 (**)	
合計		4,482	100.0		
建物基本項目	住戸の建て方	一戸建て	3074	68.6	57.5
		共同建て	1158	25.8	37.8
		その他	23	0.5	4.7
		不明	227	5.1	
		住宅の構造	木造軸組工法	1595	35.6
	枠組壁工法		528	11.8	
	鉄骨系プレハブ造		543	12.1	
	木質系プレハブ造		393	8.8	
	鉄筋コンクリート造		1131	25.2	32.6
	その他工法		75	1.7	
	不明		217	4.8	
	住宅の種類		持ち家	2997	66.9
		公共賃貸住宅	650	14.5	6.7
		民間賃貸住宅	222	5.0	27.4
		その他	102	2.3	
		不明	511	11.4	
	築年数	新築後1年以内	2817	62.9	1.7
		新築後2・3年	710	15.8	5.9
		新築後4・5年	199	4.4	5.9
		新築後6～10年	146	3.3	16.6
		新築後10年超	282	6.3	67.4
		不明	328	7.3	2.5

*その他について 建て方:長屋建て、店舗併用住宅等

構造:鉄骨鉄筋コンクリート造、コンクリートブロック造等

種類:社宅、公務員住宅、寮等

**住宅・土地統計調査報告平成10年 全国編 総務庁統計局より

エチルベンゼンの4種類の気中濃度を把握するため2種類のパッシブサンプラーを使用した。

ホルムアルデヒドの捕集には、アドバンスケミカル社製 F-50を、残り3物質にはアドバンスケミカル社製 OV-9を用いた。分析は、ホルムアルデヒドについては高速液体クロマトグラフ法(HPLC法)で行い、残りの3物質はガスクロマトグラフ法により行われた。

なお測定温度による換算は、24℃で測定されたものとして一律に実施し、濃度を表示した。これらの採取機器については精度の検証実験が行われており、通常の測定環境における精密法による測定値との誤差はいずれも20%以内であることが確認されている¹⁴⁾。

2.3 調査方法

調査対象住宅にパッシブサンプラーを送付して、机上(皿上)など床上1.2～1.5mの高さに設置又はつり下げ等の方法で24時間該当居室内に設置した後に密封してアンケートとともに返送することを調査協力者に依頼した。また、パッシブサンプラーを設置した部屋の窓はなるべく開放しないで通常のように生活することを居住者に依頼し、その間の状況はアンケートで確認した。測定日の室内温度については午後2時～3時の室温を5つの温度域(10℃未満、10～15℃、15～20℃、20～25℃、25℃超)から選択させている。

アンケート項目を表1に示す。大規模調査であるため、調査協力者の記入負担を減らしてアンケートの有効回答率を確保するために質問数を絞り込むとともに、可能な限り選択式とした。

2.4 回収率について

応募期限を延長したことによって、実際の測定時期は、2000年9月から2001年3月までとなった。配布数4909のうち、11月末日までの回収数は4482(91%)であり、このうち4368(89%)が有効サンプル数として処理された。調査時期は、10月と11月が最も多く計2800サンプルで全体の約60%を占める。従って今回の調査の母集団は、一部の寒冷地域を除くと、暖冷房の必要性が低い中間期を中心としたものであることに留意する必要がある。

図1 住宅数分布と調査対象住宅の全国分布
*住宅・土地統計調査報告平成10年 全国編 総務庁統計局より

調査対象物件の構成は表2に示す通りで、1年以内の物件は約63%となった。また、対象住宅の建て方、構造、種類、築年数等の要因に関する構成も、新築比率が高いことを除けば、母集団の構成はわが国の住宅全体像と類似した状況であった。

また図1に示すように、対象住宅数の地域分布についても東京都が最も多いなど、住宅数の分布をはば表現している。

3. 調査結果

以下に今回の実態調査から得られた結果を示す。化学物質の平均濃度、対象住宅の属性別の濃度、アンケート項目とのクロス集計などであるが、紙面の都合もあって主たる結果を抜粋した。

3.1 4物質の全平均濃度

- 1) 4476件のホルムアルデヒド濃度の分布を図2に示す。平均濃度は0.071ppmで、厚生労働省の指針値0.08ppm¹⁵⁾を下回ったものの、全体の27.3%(1,224件)が指針値を超えていた。最高濃度は0.34ppmで指針値の約4倍であった。
- 2) トルエン濃度の分布を図3に示す。平均濃度は0.038ppmで指

図2 ホルムアルデヒド濃度の頻度分布

図3 トルエン濃度の頻度分布

図4 キシレン濃度の頻度分布

図5 エチルベンゼン濃度の頻度分布

針値の0.07ppmをかなり下回ったが、全体の12.3%(552件)が指針値を上回っていた。その最高濃度は1.27ppmで指針値の約17倍であり、指針値の10倍を超える高濃度な住宅(10件)の存在が特徴的なことから今後、その原因究明が必要とされる。

- 3) キシレン濃度の分布を図4に示す。平均濃度は0.005ppmで指針値の0.20ppmを大きく下回り、指針値を超えた住宅はわずかに0.013%(6件)である。最高濃度は0.69ppmで指針値の3.5倍であった。
- 4) エチルベンゼン濃度の分布を図5に示す。平均濃度は0.008ppmで指針値の0.88ppmを大きく下回り、全てのサンプルが指針値以下であった。従って、その最高濃度も0.49ppmと指針値より低かった。

3.2 室内温度とホルムアルデヒド濃度

アンケートに記入された申告に基づき、温度域別に集計したホルムアルデヒド平均濃度を図6に示す。物理的測定によらないことから温度データの信頼性に限界はあるものの、室温が高いほど平均濃度も高くなるという傾向が明確に現れていた。同一の室におけるデータではないが、25℃以上のグループ(567件)における平均濃度が0.092ppmと指針値(0.08)を超えているのに対し、10℃未満のグループ(77件)では0.049ppmと低く、温度が10℃上がると平均濃度は40%あまり上昇するという結果を得た($p < 0.0001$, 表3)。

ただし、温度上昇に伴う濃度上昇の比率は、井上の式¹⁰⁾の値より低かった。これには、室温が高い場合には窓を開放することで換気量が増大するなどの生活行動の介入が要因として考えられる。なお、図6中の高低線は、上端が平均値に標準偏差を加えた値、下端が平均値から標準偏差を引いた値を示している(以下、図7～13、16～18も同様)。

3.3 築後年数とホルムアルデヒド濃度

築年数別にホルムアルデヒドの平均濃度を図7に示す。自然減衰により室内濃度は経年とともに低下することが予想されたが、本調査では築後4～5年の住宅における平均濃度が最も高く(指針値を超える0.082ppm)、新築はそれより低い(築1年以内は0.073ppm)水準となっていた。この時期は、厚生省(現厚生労働省)がホルムアルデヒドの室内濃度指針値を公表した1997年(平成9年)7月、住宅団体連合会が「住宅内の化学物質による室内空気質に関する指針」を公表した1999年(平成11年)3月と概ね符合し、築後4～5年の住宅はこの指針値公表以前の建設なのに対し、以後の住宅はこれに対応して材料選択等に配慮が加わった結果との推測が可能である。なお、同図中に示す室温は、室温申告で選択された温度巾の中間値を用いて平均を計算した結果である。築後年数が小さいほど室内温度平均値が高い傾向があることを示している。

ホルムアルデヒド濃度に関するこの傾向が、室温に影響されていないかどうかを、温度域毎の築年数別平均濃度(図8)で検討したが、いずれの温度域においても築4～5年付近をピークとする山型になっており、共通の現象であることが確かめられた。

3.4 測定対象室の階数とホルムアルデヒド濃度

一戸建て住宅における階数別平均濃度を、図9に示す。上階になるほど濃度が高くなる傾向が現れており、住宅の内部空間が階段などでつながっているために、煙突効果による上昇気流によって下階でホルムアルデヒドを含んだ空気が上階に上昇¹¹⁾して再度汚染されること、2階に濃度が高い個室(子供室)が多いことなどが原因と考えられる。なお、一戸建て住宅の階別の室温平均値には、階数との間に傾向が見出せなかった。同様に、共同住宅における階数別平均濃度を図10に示す。この場合も上階になるほど濃度が高くなる傾向を示したが、共同住宅の各住戸はフラット形式で、上下階間の気流も無いことから戸建ての場合の仮説を当てはめることはできない。

建物階数と平均濃度との関係を整理したところ、中層住宅(83件)では0.063ppm、高層住宅(185件)では0.074ppm、超高層住宅(105件)では0.097ppmと、階数の高い建物ほど濃度が高い関係が明らかになった。これらを住戸の階数別に集計すると、濃度の高い超高層住宅だけからなる上層階住戸の濃度が最も高くなり、中層住宅が混在する低層階での濃度が最も低くなることが説明できる。

図6 申告室温とホルムアルデヒド濃度

図7 築後年数とホルムアルデヒド濃度

図8 築後年数別申告室温別のホルムアルデヒド濃度

図9 階数とホルムアルデヒド濃度 (一戸建ての場合)

図10 階数とホルムアルデヒド濃度 (共同建ての場合)

なお、超高層建物で濃度が高い理由は明確ではなく今後の研究に
まっ必要があるが、気密性が高い上、風が強い窓を開けにくい
ことが多い、企画設計施工の期間が長く内装材料の選定において新
しいホルムアルデヒド対策が十分に行われていないなどが理由とし
て考えられる。

3.5 換気とホルムアルデヒド濃度

換気による濃度低減効果を見るために、24時間連続換気設備の有
無と運転状況とホルムアルデヒド濃度の関係を図11に示す。連続換
気設備無し（3212件）の濃度0.071ppmと、有りで運転（901件）の
0.071ppmに顕著な有意差は見られない（ $p=0.12$ ）。「有り」と答え
た住宅は一般に気密性の高い構造が多いと考えられるが、その中の
約14%が連続換気設備を使用していない（停めてしまっている）。そ
の「有り—運転」（901件）の平均濃度0.071ppmに対し、「有り—停
止」（159件）では0.077ppmで、仮に建物設計や換気性能に差がない
と仮定すれば、連続換気設備の濃度低減効果は約10%程度と見るこ
とができる。このように24時間換気設備の効果は設計上の換気回数
増加から予測されるほど現れておらず、換気設備設計或いはその運
転実態把握も含めて今後の調査課題である。

窓の開放および開放時間と濃度との関係を見たのが図12である。
窓を開放しない閉鎖の場合（2951件）の0.074ppmに対して、開放時
間の多少にかかわらず、開放がなされた場合全て（1209件）を対象
に平均したホルムアルデヒド濃度は0.066ppmとなり、10%程度の
差が見られた。窓の開放時間については、「3～5時間」の濃度がや
や高いが、開放時間増加と共に濃度が低くなる傾向が見られた（ $p<0.0001$ ）。「3～5時間」の濃度が上昇した原因としては、室温が高
めであることなどが考えられる。

3.6 体調変化とホルムアルデヒド濃度の関係

アンケートの「入居してから体調の変化がありましたか」という
問に、「ある」と答えた人は651件で、全体の14.5%であった。医師
の診断を受けたかどうかは不明であるが、自由記入の症状欄による
と、頭痛など122件、目の異常166件、皮膚の異常174件、喉の異常199
件の順に多くなっていた。なお、この項目は、居住者の申告による
もので、医師の診断によるものではないことに留意する必要がある。
ホルムアルデヒド濃度の測定結果との関係（図13）を見ると、「なし」
と答えた3682件のホルムアルデヒドの平均濃度が0.071ppmである
のに対し、「ある」の平均は0.077ppmと10%弱高くなっていた。ホル
ムアルデヒドの濃度別に「体調変化有り」と答えた人の比率をプ
ロットしたところ（図14）、0.12ppm位までは発生率は15%程度の横
這いであるが、0.13ppm程度から発生率が濃度とともに高くなる傾
向を示していた。図15に建て方別の体調変化発生率を示した。体調
変化有りと答えた住宅でのホルムアルデヒド平均濃度は、一戸建て
で0.077ppm、共同建てで0.078ppmとほとんど変わらないにもか
かわらず、共同建てにおける体調変化の発生率は戸建ての11.5%に
対して約2倍の21.6%となっていた。

3.7 地域別のホルムアルデヒド濃度

全都道府県からサンプルを得たことを利して地域別の分析を試み
た。図16に、新省エネルギー基準の地域区分ごとの平均濃度を示す。
ホルムアルデヒド放散は温度の影響を強く受けることから、気温の
高い地域ほど濃度が高くなると予想したが、I地域（北海道）が0.091
ppmと沖縄に次いで高くなるという結果になった。

図11 24時間連続換気設備の有無及び使用状況とホルムアルデヒド濃度

図12 窓の開放状況とホルムアルデヒド濃度

図13 体調変化の申告とホルムアルデヒド濃度

図14 ホルムアルデヒド濃度別の体調変化発生率

図15 建て方・築後年数別体調変化発生率とホルムアルデヒド濃度

寒冷地ほど気密性の高い住宅が多いこと、暖房時の室内温度が高いことなどが原因として考えられるが、さらに調査を継続する必要がある。

3.8 その他のアンケート項目との関係

一戸建てと共同建てのホルムアルデヒド平均濃度は共に0.072 ppmで変わりはない。構造別に見ると、枠組壁工法がやや高く、鉄骨系と木質系のプレハブがやや低かった。持ち家、公共賃貸、民間賃貸の間に濃度の差はほとんどなかった。天候別では、雨の日の平均濃度がやや高いという結果が出た(図17, $p < 0.0033$)。

一戸建て住宅における階数及び室用途別では、2階の個室が高い傾向が示された。用途別では、居間は階数に寄らずに低いものに対して、子供室や寝室などの個室は、1階では低く2階では高い傾向を示した。これは、1階の個室は居間に隣接して開放的に使用される場合もあるためであると推定される(図18, $p < 0.0001$)。

なお、以上の分析結果については、表3に示すように分散分析による平均値の差の検定を行い、P値によって有意差を判定した。この検討より、図11における24時間連続換気設備の有無及び使用状況による濃度比較においてp値が0.11を越えて有意差が無いこと、24時間連続換気設備が有りの場合のみで運転と停止の濃度比較を行うと、P値は0.0318で0.05未満となり有意差があることなどが示された。

図16 地域別のホルムアルデヒド濃度

図17 測定日の天候とホルムアルデヒド濃度

図18 測定室の階数及び用途とホルムアルデヒド濃度 (一戸建て住宅)

4. まとめ

本報告では、近年急速に変わりつつあるわが国の住宅における室内空気環境の現状を把握するため、約5000軒(有効サンプル数4368)を対象に大規模な実態調査を実施し、以下のような知見を得た。

- 1) 4物質(ホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン)の平均濃度と厚生労働省指針値を超過した住宅数の割合は、0.071ppm(27.3%)、0.038ppm(12.3%)、0.005ppm(0.013%)、0.008ppm(0%)であった。
- 2) 室内ホルムアルデヒド濃度と最も明らかな関係が認められる要因は室温で、「10℃未満」と答えた住宅(77軒)の平均濃度0.049ppmに対し、「25℃以上」の住宅(567軒)の平均濃度は0.092ppmであり、室温が高いと濃度が高い傾向があった。
- 3) 室内ホルムアルデヒド濃度と築後年数との関係は、平成8年建設にピークを有する山型の濃度分布であった。平成9年7月の厚生省によるホルムアルデヒド指針値公表とそれに対する住宅供給者の努力などの影響であろうと推定される。
- 4) 上階ほどホルムアルデヒド濃度が高い傾向が見られた。空間が一体化していて上階への気流上昇などにより説明可能な戸建てに対し、各階が独立な集合住宅における濃度差の原因についてはさらに検討を要する。
- 5) 24時間連続換気設備の有無によるホルムアルデヒド平均濃度の差は明らかではなかった。一方、この換気設備を運転した場合としない場合との差は約10%程度であった。
- 6) 体調変化があったと答えたグループ(651軒)となかったと答えたグループ(3682軒)のホルムアルデヒド平均濃度はそれぞれ、0.077ppmと0.071ppmで、0.13ppmを超えるあたりから体調変化を訴える割合が増加している。また、濃度はほぼ同じ水準にあるにもかかわらず、体調変化有の比率に、建て方(一戸建て/共同建て)による差が認められたが、原因は明らかでない。
- 7) 地域別では、ホルムアルデヒド濃度は沖縄に次いで北海道が高かったが、この主な原因は室温にあると考えられる。

また、本研究では13年度以降も調査を予定しており、以下の点を踏まえて検討を継続する。

- 1) 平成12年度調査で濃度の高かった事例を対象に追跡調査を行い、原因解明と対策立案への資料とする。
- 2) 室温・湿度の影響を明確にするため、把握方法の改善を行う。
- 3) 室内家具・リフォーム・体調変化などに関するアンケート方法を吟味し、資料を整備する。
- 4) トルエン等の汚染実態に関する資料を蓄積し、形成要因に関する検討を行う。

謝辞

本研究は、国土交通省、経済産業省、農林水産省、厚生労働省、林野庁と民間団体が組織した「室内空気対策研究会・実態調査分科会」の平成12年度研究の一環として行った。工学院大学名誉教授今泉勝吉委員長はじめ委員の方々に謝意を表します。また、調査実施に協力頂きました住宅都市基盤整備公団及び都道府県の住宅関連部局の担当各位、(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センターの担当各位、測定に参加いただいた全国の居住者の方々に謝意を表します。

表3 各水準のサンプル数とP値

申告室温とホルムアルデヒド濃度 (図6)	各水準のサンプル数						P値
	5-10℃	10-15℃	15-20℃	20-25℃	25℃以上		
	77	482	1367	1731	567		< 0.001
築後年数とホルムアルデヒド濃度 (図7)	築後1年以内	築後2-3年	築後4-5年	築後6-10年	築後10年以上		< 0.001
	2815	710	199	146	282		
築後年数別申告室温別のホルムアルデヒド濃度 (図8)	1年以内	2-3年	4-5年	6-10年	10年以上		0.0055 < 0.001 < 0.001
	10-15℃	221	75	25	37	68	
	15-20℃	781	236	75	60	114	
	20-25℃	1195	272	75	34	58	
階数とホルムアルデヒド濃度 [一戸建ての場合] (図9)	1階	2階	3階				< 0.001
	1956	1005	63				
階数とホルムアルデヒド濃度 [共同建ての場合] (図10)	1階	2階	3-5階	6-10階	11階以上		< 0.001
	261	232	380	173	100		
24時間連続換気設備の有無及び使用状況とホルムアルデヒド濃度 (図11)	24換気無	有-運転	有-停止				0.1156
	3212	901	159				
24時間連続換気設備を有する場合		有-運転	有-停止				0.0318
		901	159				
窓の開放状況とホルムアルデヒド濃度 (図12)	窓閉鎖	窓開放1以下	窓開放1-3h	窓開放3-5h	窓開放5以上		< 0.001
	2952	728	297	89	94		
体調変化の申告とホルムアルデヒド濃度 (図13)	体調変化無	体調変化有					0.0001
	3682	651					
地域別のホルムアルデヒド濃度 (図16)	I	II	III	IV	V	VI	< 0.001
	94	218	1116	2863	116	56	
測定日の天候とホルムアルデヒド濃度 (図17)	晴れ	曇り	雨				0.0033
	1696	810	265				
測定室の用途とホルムアルデヒド濃度 (図18)	1F居間	1F寝室	2F居間	2F子供部屋	2F寝室		< 0.001
	1725	134	272	228	454		

付1)

住宅金融公庫平成12年度(2000年度)物件個人住宅規模規格等調査によれば、その63.26%が省エネルギー住宅工事仕様に適合し、前年比3.32%増であった。

参考文献

- 1) Krause, Mailahn, Nagel, Seifert, "Occurrence of Volatile Organic Compounds in the Air of 500 Homes in the Federal Republic of Germany", The 4th Int. Con. on Indoor Air Quality and Climate, Berlin (West), Vol. 1, pp102-105, 1987
- 2) Eton, Fallen, Tan, "Investigation of VOCs in Canadian Residences", The 6th Int. Con. on Indoor Air Quality and Climate, Helsinki, Vol. 2, pp141-146, 1993
- 3) Wallace, Clayton, "Volatile Organic Compounds in 600 U.S. homes: Major Sources of Personal Exposure", The 4th Int. Conf. on Indoor Air Quality and Climate, Berlin (West), Vol. 1, pp183-186, 1987
- 4) 熊谷一清, 池田耕一, 堀 雅宏, 松村年郎, 野崎淳夫, 木村 洋, 飯倉一雄, 吉澤 晋, 居住状態における住宅室内の揮発性有機化合物に関する実態調査, 日本建築学会計画系論文集 No.522 pp45-52 1999.8
- 5) 熊谷一清, 赤林伸一, 坂口 淳, 山口 一, 渡辺 澄, 池田耕一, 住宅における室内化学物質汚染の実態に関する研究その3 ホルムアルデヒド濃度の実態調査, 日本建築学会大会梗概集 1999年, D-2分冊, pp767-768
- 6) Kuwasawa, Osawa, Bogaki, Yoshino, "Development of Technology Contributing to a Wholesome Residential Environment", The 5th Canada-Japan Housing R&D Workshop, pp107-113, 1999
- 7) 中川, 大澤, 桑沢, 坊垣, 吉野, 太田, "健康的な居住環境形成技術の開発 第4報 室内空気質(ホルムアルデヒド)調査結果", 健康学会大会梗概集 D2, 41363, pp735-736, 2000.9
- 8) 桑沢, 大澤, 中川, 坊垣, 吉野, "健康的な居住環境形成技術の開発 第5報 室内空気質調査結果のVOC濃度に関する検討", 建築学会大会梗概集 D2, 41364, pp737-738, 2000.9
- 9) 山口 一, 赤林伸一, 坂口 淳, 木造独立住宅を対象とした居住者意識と室内化学物質濃度・シュルター性能に関する実態調査 住宅における室内化学物質汚染に関する調査研究 その1, 日本建築学会計画系論文集 No.554 pp15-20 2002.4
- 10) 吉野 博 他7名, "シックハウスにおける化学物質による室内空気汚染と居住者の健康状況に関する実態調査", 建築学会技術報告集, 第15号, pp161-164, 2002.6
- 11) 池田耕一, 朴 俊 錫, 塩津弥佳, 化学物質による室内空気汚染データベースシステムの設計に関する研究, 日本建築学会計画系論文集 No.552 pp49-54 2002.2
- 12) 池田耕一, 朴 俊 錫, 住宅における化学物質汚染に関する実態調査, その3 居住空間における化学物質汚染負荷特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp.909-910, 2001
- 13) 朴 俊 錫, 池田耕一, 住宅における化学物質汚染に関する実態調査, その4 居住空間における化学物質空気汚染の追跡調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp.913-914, 2002
- 14) 坊垣和明, ホルムアルデヒド簡易測定器の特性把握実験, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.669-672, 2001.9
- 15) シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会(厚生省生活衛生局企画課生活化学安全対策室), 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書, 平成12年12月15日
- 16) 井上明生, ホルムアルデヒド気中濃度のガイドライン対策, 木材工業, Vol. 52, No.1, 1997
- 17) 澤地, 瀬戸, 大澤ら, 住宅の換気システムに関する実験的研究(その1~3), 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 1994

(2002年9月10日原稿受理, 2003年1月29日採用決定)