

FLECを用いた建材・施工材からの室内空気汚染化学物質の測定・評価と
 気中濃度予測に関する研究

Measurements of Emission Rates of Chemical Pollutants from Building Materials and
 Prediction of Indoor Concentrations by Using FLEC

9940446 細谷 奈保子

1. はじめに

近年、「シックハウス」等、住宅内の化学物質による空気汚染の問題が顕在化している。これは建材・施工材から発生するアルデヒド類や揮発性有機化合物(以下、VOC、その総量をTVOCとする)が主原因と疑われており、省エネルギーと快適環境を得るための住宅の高気密・高断熱化による換気の減少が被害を増幅させている。本研究では実住宅においてアルデヒド類とVOCを対象とした気中濃度測定と床・壁・天井・ドア等の放散速度測定、実験室で各種建材の測定を行い、空気質の評価、化学物質の減衰傾向の把握、部位毎の寄与率から住宅内の気中濃度予測を行った。

2. 研究概要

2.1 測定方法(表1,2)

住宅の各部位と建材の放散速度測定にはENの規格案にもなっているFLECを用いた。捕集管および分析方法はアルデヒド類にはSep-Pak DNPH-Silica, HPLC法、VOCはTenax TA, GC/MS法を用いた。

表1 気中濃度測定条件

	アルデヒド類	VOC
測定位置	部屋中央部、床から1.2m。外気は外壁・換気口から2m。	
捕集量	450mL/min × 60min	100mL/min × 18min

表2 FLECによる各部位・建材の測定条件

	アルデヒド類	VOC
供給キャリアガス	圧縮純空気	
キャリアガス温度	25°C, 50%rh	
流量	400mL/min	
捕集量 [L]	10=300mL/min × 33.3min	3.2=100mL/min × 32min

2.2 測定した住宅の概要(表3)

1998年から2000年まで3戸の実測を行い、計10室の気中濃度、21部位の放散速度を測定した。

3. 結果と考察

3.1 VOC気中濃度と各部位からの放散

表4に示すように、トルエン(塗料・接着剤の成分)が全室で上位5位内に入り、各室のTVOCの9~20%を占めていた。また、使用建材・施工材の選択が部位からの放散物質の組成結果にあらわれた(表5)。改装後TVOCは約40%低減したが、メチレンクロライドをはじめ新たに31物質が検出され、アルカン類は1物質から15物質に増加した。

表4 測定住宅のVOC濃度上位5物質とTVOCの結果

	測定対象住宅			
	A: 個室2	B: 洋室2	C: 施工直後	C: 改装直後
1	トルエン	m-p-キシレン	スチレン	メチレンクロライド
2	αピネン	1-700-1,1-デジクロロエタン	ブチルアセテート	トルエン
3	メチルイソブチルケトン	エチルベンゼン	トルエン	シクロヘキサン
4	アセトン	トルエン	2-(2-エトキシエトキシ)エタノール	αピネン
5	ヘキサン	ブチルアセテート	m-キシレン	未同定物質
計	35物質+α	26物質+α	19物質+α	47物質+α
TVOC	0.868mg/m ³	13.638 mg/m ³	1.905 mg/m ³	1.121 mg/m ³

表5 モデルルームC(施工直後)のVOC測定結果

検出物質(濃度降順)	室内	外気	床	壁	天井
Styrene	0.409		●	○	○
Butyl acetate	0.353		●	○	○
Toluene	0.262	0.010	●	○	○
2-(2-ethoxyethoxy)-ethanol	0.144			○	○
m-Xylene	0.101		●	○	○
Ethylbenzene	0.093			○	
1-methoxyethyl benzene	0.088				
benzyl alcohol	0.081			○	○
α-pinene	0.081				
Acetic acid	0.058	0.009		○	○
Methyl isobutyl ketone (MIBK)	0.045			○	
p-Xylene	0.038			○	
1-butanol	0.037			○	
未同定物質	0.029				
Acetonitrile	0.025				
methyl acetate	0.020				
2-methoxy propane	0.020				
Propylene glycol	0.018			○	●
Ethyl acetate	0.014	0.006		○	
1,2,4-trimethyl benzene	0.012				
TVOC	1.905	0.025			

※丸印は部位毎の検出有無を示す。●: 主要な放散源

表3 測定対象住宅の概要

対象住宅	A				B		C	
	千葉県浦安市				渋谷区猿樂町		神奈川県大和市	
所在地	千葉県浦安市				渋谷区猿樂町		神奈川県大和市	
建物形態	戸建(健康・省エネルギー性能評価実証住宅)				新築集合住宅		研究所内低ホルムアルデヒド仕様モデルルーム	
竣工時期	1998.3				1998.9		1999.8	
測定時期	1998.6-10				1998.9		1999.8-2000.8	
測定対象室	共用スペース	主室	個室1	個室2	洋室1(従来仕様)	洋室2(低ホルムアルデヒド仕様)	洋室(常時25°C, 0.5回/h換気)	
床面積[m ²]	56.3	15.6	未計測	未計測	12.4	12.4	8.78	
気積[m ³]	未計測	34.7	未計測	未計測	29	29	22.0	
換気回数[回]	0.75	1.05	1.56	1.11	3.05	1.82	0.5	
内装特徴	床	断熱材に羊毛を使用。道具・家具にはホルムアルデヒド、VOCの発生が少ない下地合板、接着剤、塗料を使用。			F1+F2+E1		F1+F1+E0	
	壁				ビニルクロス+ゼロホルムアルデヒド接着剤		ビニルクロス+ゼロホルムアルデヒド接着剤	
	天井				ビニルクロス+ゼロホルムアルデヒド接着剤		ISM ビニルクロス+ゼロホルムアルデヒド接着剤	

3.2 室内温度・換気と濃度変化(図1,2)

常時 25℃・換気 0.5 回/h に設定されたモデルルーム C で、長期実測を行った。その結果ホルムアルデヒド濃度は施工直後から厚生省のガイドライン値 0.1mg/m³ 以下であった。また同室を室温成り行き・換気無しという条件で比較実測を行った結果、条件による濃度差は施工後 3 週間後まで顕著であり、なだらかに減衰した。施工 10, 12 ヶ月後、温湿度上昇に比例して濃度も再上昇したが、上昇幅は小さく、化学物質低減対策の効果があらわれていた。

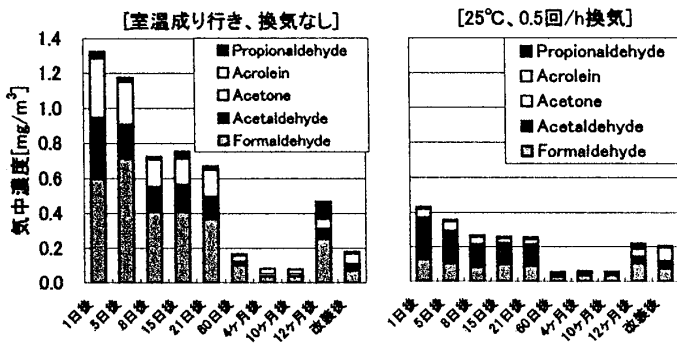


図1 モデルルームCのアルデヒド類気中濃度

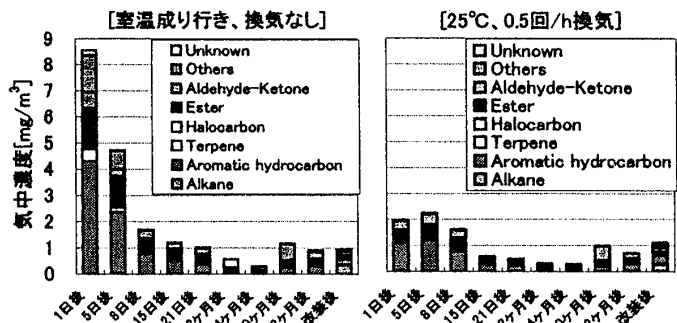


図2 モデルルームCのVOC気中濃度

3.3 気中濃度予測

住宅での各部位からの放散速度測定値と、実験室での試験用の建材 (25cm×25cm) からの放散速度測定値からホルムアルデヒドと TVOC の気中濃度予測を行った。気中濃度算出には (1) 式を用いた。

$$\text{部位毎の放散量の和} \div \text{換気回数} \div \text{気積} = \text{気中濃度} \dots (1)$$

また、部位毎の化学物質放散源としての大きさを「寄与率」として表し、算出には (2) 式を用いた。床・壁・天井・その他の内装面積比 (%) は 19: 53: 19: 9 である。

$$\text{ある部位の放散量} \div \text{総放散量} \times 100 = \text{寄与率}(\%) \dots (2)$$

3.3.1 ホルムアルデヒド(図3)

施工直後や夏期の予測値は実際の気中濃度より高い値を示す傾向が見られた。

3.3.2 TVOC(図4)

各部位測定からの予測値は実際の気中濃度によく近似していた。対照的に建材実験からの予測値は総じて低い値となった。VOC は初期放散が大きく減衰が速いのが特徴であった。実験室では建材を小さなピースにしており小口等から放散が進んだ可能性がある。

3.3.3 各部位の寄与率(表6)

ホルムアルデヒドの主要放散源は床であった (38~100%)。建材実験の壁・天井からの TVOC 放散は床より低いモデルルームではこの逆となり、これは吸着影響と考えられる。

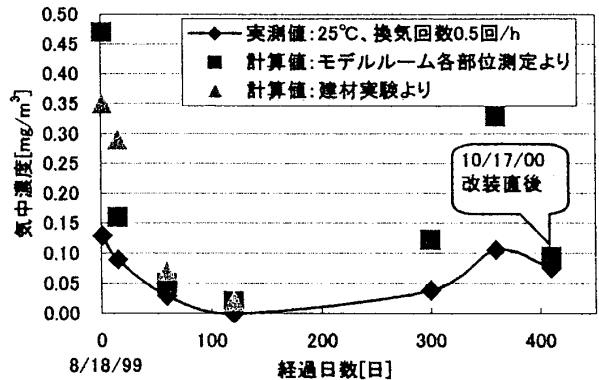


図3 ホルムアルデヒド気中濃度予測

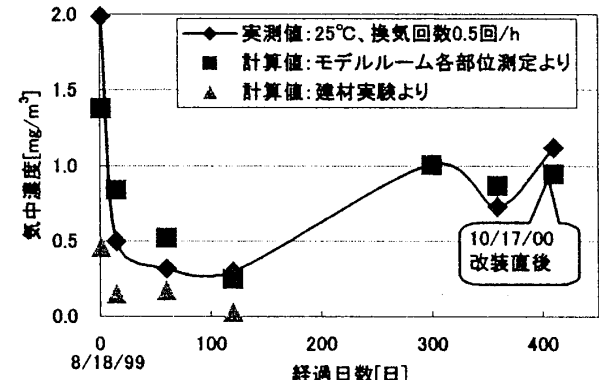


図4 TVOC気中濃度予測

表6 床・壁・天井の寄与率(%: 部位測定と建材実験から)

経過	ホルムアルデヒド						TVOC								
	2日	18日	2ヶ月	4ヶ月	10ヶ月	12ヶ月	2日	18日	2ヶ月	4ヶ月	10ヶ月	12ヶ月			
各部位	床	38	47	74	100	55	13	61	25	34	28	0	21	18	32
	壁	47	37	26	0	38	85	32	56	42	59	51	58	68	52
建材	床	38	38	52	55	-	-	-	56	60	53	100	-	-	-
	壁	45	45	36	33	-	-	-	32	29	35	0	-	-	-
天井	17	17	13	12	-	-	-	12	11	13	0	-	-	-	
	17	17	13	12	-	-	-	12	11	13	0	-	-	-	

4. まとめ

住宅での実測、多数の建材実験によって、主要な化学物質、化学物質放散への温湿度影響、換気の有効性、部位による放散への寄与率などを確認した。ヘルシーハウス実現のためには①化学物質の放散の少ない建材・施工材の選択、②適切な換気・温度管理の重要性を建築関係者だけでなく広く生活者も認識することが必須といえる。

【発表状況】

- ・田辺, 由岐中, 舟木, 小西, 島田, 細谷, 「化学物質低減化対策を行った実験住宅における室内空気質実測, 空調調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1999
- ・田辺, 浅井, 由岐中, 舟木, 小西, 島田, 細谷, 「新築集合住宅の IAQ 実測と使用建材からの化学物質放散速度の測定」, 同上論文集 1999
- ・田辺, 由岐中, 舟木, 小西, 島田, 細谷, 「FLEC を用いた紙壁用接着剤からの化学物質放散速度の測定」, 同上論文集 1999
- ・田辺, 細谷, 浅井, 村江, 「実大モデルルームを用いた室内化学物質汚染に関する研究 (その1)」, 同上論文集 2000
- ・田辺, 細谷, 浅井, 村江, 「実大モデルルームを用いた室内化学物質汚染に関する研究 (その2)」, 同上論文集 2000
- ・生活工学研究 1999