

都内新築ビルにおける室内空気中の化学物質の実態調査 (第二報)

角田 徳子^a, 大貫 文^a, 大久保 智子^a, 斎藤 育江^a, 小西 浩之^a, 守安 貴子^b

未規制物質を含む化学物質による室内空気汚染の現状を把握するため、都内新築ビルにおいて、アルデヒド類、有機酸類及び揮発性有機化合物 (VOC) 計76物質を対象に、2年間にわたり空気質調査を行った。調査の結果、シックハウス症候群の原因物質とされるホルムアルデヒドをはじめ、厚生労働省から指針値が示された8物質はすべて検出されたが、いずれも低い濃度で推移しており、調査期間中、指針値を超過する物質は無かった。この他に、未規制物質が45物質検出され、その中でも酢酸の検出率は調査期間中100%であった。酢酸は床材が畳の部屋で濃度が高く (最大濃度: 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、2-エチル-1-ヘキサノールは床材がカーペット及びビニルシートの部屋で濃度が高く (最大濃度: 269 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、室内で用いられた建材が発生源であると推察された。多くの物質は夏季に濃度が上昇し、冬季に減少する傾向が見られた。

キーワード: 室内空気, 化学物質汚染, アルデヒド類, 有機酸, 揮発性有機化合物 (VOC), 未規制物質

はじめに

室内空気中の化学物質は、家具や塗料及びオフィス用品等が発生源と考えられ、ヒトは室内で50から300種の化学物質にばく露される可能性がある¹⁾。これらの化学物質の中には、発がん性を有する物質や、頭痛や皮膚粘膜への刺激及び呼吸器系の症状を引き起こすシックハウス症候群²⁾の原因となる物質も存在し、その一例として、ホルムアルデヒドが挙げられる。ホルムアルデヒドは国際がん研究機関 (IARC) によりグループ1 (ヒトへの発がん性あり) に分類される物質であり、木材加工品や樹脂からの発生が報告されている³⁾。厚生労働省で室内濃度指針値が定められた物質の1つでもあり⁴⁾、建築基準法により、ホルムアルデヒドを含む建材の内装仕上げへの使用制限や、24時間機械換気設備の設置についての基準が設けられている。こうした取組みの結果、ホルムアルデヒドを含む指針値物質の室内空気濃度は減少傾向にあるという報告もある⁵⁾。一方で、未規制の化学物質による健康被害も報告されており^{6,7)}、指針値の改定や、新たに指針値を設定するために審議が行われている物質もある⁸⁾。表1に、現在指針値が設定されている13物質の一覧を示す。化学物質による室内空気汚染状況を的確に把握し健康被害を防ぐには、指針値が設定された化学物質に加え、多くの未規制の化学物質をモニタリングする必要がある。このことから筆者らは、都内の新築ビルの室内を対象とし、アルデヒド類、有機酸類及び揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, 以下VOCと略す) 計76物質を対象に空気質調査を行った。1年間の調査結果を既報⁹⁾において報告したが、調査は翌年も継続して行った。本報では、既報の結果に加え、2年間にわたる調査において検出された主な化学物質について、濃度の経時変化などの結果を報告する。

実験方法

1. 調査期間及び調査場所

都内新築ビルの使用目的や仕様が異なる7つの部屋 (部屋A~G) の空気をアクティブ法により30分間採取し、分析した。空気の採取は築後4か月 (1月) から約2年後 (翌々年2月) まで、1~3か月ごとに1回ずつ計12回行った。各室の内装材については、壁は化粧石膏ボード、天井はロックウール化粧吸音板で共通していたが、床材は異なっており、部屋A, B, C, Gがタイルカーペット、部屋D, Fがビニルシート、部屋Eが畳であった。

2. 測定方法

未規制物質を含む多種類の化学物質採取に対応するため、化学物質の種類に応じた複数のサンプラーを使用して空気を採取し、分析に供した。

表1. 厚生労働省の指針値設定物質と指針値

物質名	指針値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ホルムアルデヒド	100
アセトアルデヒド	48
トルエン	260
キシレン	870
パラジクロロベンゼン	240
エチルベンゼン	3,800
スチレン	220
テトラデカン	330
クロルピリホス	1
フェノブカルブ	33
ダイアジノン	0.29
フタル酸ジ-n-ブチル	220
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120

^a 東京都健康安全研究センター薬事環境部環境衛生研究科
169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

^b 東京都健康安全研究センター薬事環境科学部

表 2. HPLC 分析条件

カラム	ZORBAX Bonus RP 250 mm×4.6 mm, 5 µm
カラム温度	40°C
移動相 A	アセトニトリル 50:水 50:テトラヒドロ フラン 0.1
移動相 B	アセトニトリル 80:水 20:テトラヒドロ フラン 0.1
グラジエント (%B)	25%(14 min)-25%/min-100%(9 min)
流速	1.0 mL/min
検出波長	360 nm(200-400 nm)

表 3. イオンクロマトグラフ分析条件

カラム	IonPac™AG11-HC
移動相	KOH 2.5 mM(8 min)-4 min-40 mM(8 min)
カラム温度	35°C
流速	1.0 mL/min
検出器	電気伝導度 (サブレッサーAERS 500)
注入量	30 µL

表 4. ガスクロマトグラフ分析条件

加熱脱着装置	
脱着温度	250°C(Tenax TA) 280°C(Carboxen1016)
脱着時間	10 min
流速	30 mL/min
スプリット比	1:20
トランスファー温度	250°C
コールドトラップ温度	2°C-250°C
GC-MS	
カラム	DB-1 0.25 mm i.d.×30 m, 1 µm
キャリアガス	He, 50 kPa
検出器温度	200°C
カラム温度	40°C(3 min)-12°C/min-220°C(2 min)-20°C/min-300°C(1 min)
検出モード	Scan(m/z 45 - 350)

アルデヒド類測定はDNPH誘導体化用サンプラー (Sep-Pak XPOsure, ウォーターズ製) を, 有機酸類測定には超純水10 mLを吸収液としたインピンジャー (SPCミゼットインピンジャー, 柴田科学製) を, VOC測定には吸着剤としてTenax TA, Carboxen1016 (ともにSUPELCO製) を用いた。これらのサンプラーをミニポンプ (MP-Σ30II, 柴田科学製) に接続し, 流速1.0 L/minで30分間空気を採取した。試料の分析は, アルデヒド類には高速液体クロマトグラフ (HPLC) (Infinity 1290, アジレント・テクノロジー製) を, 有機酸類にはイオンクロマトグラフ (Dionex™ ICS-1000, サーモフィッシャー製) を, VOC

は加熱脱着装置 (ATD400, パーキンエルマー製) 及びガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) (GCMS-QP2010 Ultra, 島津製作所製) を用いた。それぞれの分析条件を表 2, 3, 4に示す。

結果

今回の調査で測定対象としたのは76物質で, 指針値が設定されている13物質の中では8物質 (ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, トルエン, キシレン, パラジクロロベンゼン, エチルベンゼン, スチレン及びテトラデカン) を測定対象としており, これら8物質は, すべてが室内から検出された。しかし, これらの濃度は低い値で推移し, 調査期間中に指針値を超過することはなかった。未規制物質については, 今回の調査では45物質が検出された。調査期間中に検出された測定対象物質の濃度の最大値, 最小値, 中央値及び検出率 (%) を表5に示す。各化学物質の定量下限値は, VOC及び有機酸類は2.5 µg/m³, アルデヒド類は5.0 µg/m³であった。室内から検出された物質のうち, 酢酸がすべての調査回, すべての室内で検出された (検出率100%)。調査2年目は, 既報⁹⁾ で示した2-ブタノンオキシム (3,570 µg/m³) 及びヘキサン (4,280 µg/m³) のような, 総揮発性有機化合物の暫定指針値である400 µg/m³を単独物質で超過する高濃度検出事例は見られなかった。主な検出物質について, 以下に部屋別の傾向及び経時変化を示す。

1. 部屋別の検出物質の傾向

各部屋で検出された化学物質のうち, 中央値が高かった上位3物質を示す (表6)。

1) 部屋A

中央値の最も高い物質は酢酸で, 35.2 µg/m³ (最大濃度は1年目4月に88.4 µg/m³, 以下カッコ内の数値は検出月と最大濃度を示す) であった。次いでアセトンが18.6 µg/m³ (1年目8月, 48.2 µg/m³), ホルムアルデヒドが8.1 µg/m³ (1年目4月, 14.2 µg/m³) であった。これらの物質に明確な季節変動は見られず, また他の部屋に比べて検出された化学物質数は少なく, 76物質中45物質がすべての調査回で定量下限値未満 (ND) であった。

2) 部屋B

中央値の最も高い物質は2-エチル-1-ヘキサノール (以下2E1Hと略す) で, 87.4 µg/m³ (1年目8月, 269 µg/m³) であった。次いで酢酸が38.1 µg/m³ (2年目9月, 120 µg/m³), アセトンが17.6 µg/m³ (1年目6月, 43.9 µg/m³) であった。2E1Hは全部屋中最も高い濃度で検出され, 夏季に濃度が上昇する傾向が見られた。

3) 部屋C

中央値の最も高い物質は酢酸で, 27.9 µg/m³ (2年目9月, 110 µg/m³) であった。次いでアセトンが16.6 µg/m³ (1年

表5. 新築ビル調査において検出された物質の最大値, 最小値, 中央値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 及び検出率 (%)

化学物質	最大値	最小値	中央値	検出率
ホルムアルデヒド	34.6	ND	11.2	97.6
アセトアルデヒド	17.8	ND	5.8	81.0
トルエン	33.0	ND	9.3	97.6
キシレン	11.4	ND	ND	22.6
パラジクロロベンゼン	4.6	ND	ND	4.8
エチルベンゼン	6.6	ND	ND	23.8
スチレン	4.0	ND	ND	13.1
テトラデカン	15.0	ND	ND	14.3
アセトン	321	ND	17.7	98.8
2-ブタノン	541	ND	4.2	69.0
ベンゼン	2.6	ND	ND	2.4
2-プロパノール	30.4	ND	ND	47.7
ジクロロメタン	6.2	ND	ND	23.8
1-プロパノール	51.9	ND	ND	1.2
ヘキサン	4280	ND	7.5	79.8
酢酸エチル	31.9	ND	4.8	81.0
2,4-ジメチルペンタン	155	ND	ND	2.4
ブタノール	81.7	ND	3.6	63.1
ヘプタン	7.5	ND	ND	14.3
4-メチル-2-ペンタノン	17.7	ND	ND	16.7
酢酸ブチル	11.2	ND	ND	21.4
オクタン	5.1	ND	ND	2.4
ノナン	3.7	ND	ND	2.4
α -ピネン	33.4	ND	ND	14.3
エチルトルエン	5.6	ND	ND	8.3
1,3,5-トリメチルベンゼン	2.8	ND	ND	1.2
β -ピネン	3.2	ND	ND	1.2
1,2,4-トリメチルベンゼン	7.3	ND	ND	10.7
デカン	35.0	ND	ND	20.2
リモネン	26.2	ND	ND	14.3
ウンデカン	4.2	ND	ND	4.8
ドデカン	3.6	ND	ND	7.1
トリデカン	3.0	ND	ND	2.4
ペンタデカン	29.6	ND	ND	15.5
ヘキサデカン	6.3	ND	ND	17.9
メチルシクロペンタン	178	ND	ND	6.0
シクロヘキサン	8.8	ND	ND	44.0
メチルシクロヘキサン	37.7	ND	ND	13.1
2,4-ペンタジエナール	13.0	ND	ND	19.0
シクロヘキサノン	43.4	ND	ND	48.8
フェノール	16.6	ND	ND	13.1
ペンタメチルヘプタン	47.3	ND	ND	27.4
2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H)	269	ND	24.4	79.8
2,2-ブトキシエトキシエタノール	157	ND	ND	29.8
テキサノール	23.3	ND	ND	10.7
酢酸	190	3.6	38.4	100
プロピオン酸	17.7	ND	ND	1.2
ギ酸	29.0	ND	7.5	91.7
ヘキサナール	45.6	ND	2.7	57.1
ベンズアルデヒド	8.3	ND	ND	4.8
ノナナール	15.6	ND	3.4	64.3
デカナール	5.4	ND	ND	1.2
2-ブタノンオキシム	3570	ND	ND	6.0

ND: 定量下限値未満

表 6. 各部屋で検出された化学物質の上位 3 物質
及び中央値

	化学物質	中央値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
部屋 A	酢酸	35.2
	アセトン	18.6
	ホルムアルデヒド	8.1
部屋 B	2E1H	87.4
	酢酸	38.1
	アセトン	17.6
部屋 C	酢酸	27.9
	アセトン	16.6
	ホルムアルデヒド	12.2
部屋 D	2E1H	39.1
	酢酸	33.9
	アセトン	15.3
部屋 E	酢酸	71.9
	アセトン	35.6
	トルエン	20.1
部屋 F	2E1H	66.5
	酢酸	45.4
	アセトン	19.7
部屋 G	酢酸	38.7
	2E1H	26.2
	アセトン	19.3

目8月, $24.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ホルムアルデヒドが $12.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月, $34.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 2年目9月に検出されたホルムアルデヒド $34.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ は, 全部屋中で最も高い濃度であった.

4) 部屋D

中央値の最も高い物質は2E1Hで, $39.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月, $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 次いで酢酸が $33.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月, $88.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), アセトンが $15.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目8月, $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 2E1Hは部屋Bと同様の傾向を示した.

5) 部屋E

調査を行った部屋のうち, 唯一の和室であり, 他の部屋の検出状況と差異が見られた. 既報⁹⁾の通り, 部屋Eにおいては, ヘキサンが調査初回に $4,280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 検出されたが, その後の調査回では約 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の低い濃度で推移した. 部屋Eにおいては, ヘキサン以外にも, 2-ブタノン, 2,4-ジメチルペンタン, メチルシクロペンタンなどが調査初回のみ比較的高濃度で検出され, 以降はNDもしくは約 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度と, ヘキサンと同様の濃度推移を示した.

中央値の最も高い物質は酢酸で, $71.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月, $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 次いでアセトンが $35.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目10月, $321 \mu\text{g}/\text{m}^3$), トルエンが $20.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目8月, $30.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 酢酸が全部屋中最も高濃度であり, また, 76物質中48物質と, 全部屋中最も多数の化学物質が

検出された.

6) 部屋F

中央値の最も高い物質は2E1Hで, $66.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目6月, $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 次いで酢酸が $45.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月, $82.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), アセトンが $19.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目8月, $285 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった.

7) 部屋G

部屋Gにおいては, 2-ブタノンオキシムが調査初回に $3,570 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高濃度で検出され, 室内工事で用いられたシリコンシーラントが発生源と確認された¹⁰⁾. 同じ調査回で, 2-ブタノンオキシムの加水分解生成物である2-ブタノンも $541 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較的高濃度で検出されていた. 2物質とも, それ以降の調査ではND~約 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と, 濃度が低下した.

中央値の最も高い物質は酢酸で, $38.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目4月, $72.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった. 次いで2E1Hが $26.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目5月, $76.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), アセトンが $19.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目12月, $45.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) であった.

2. 主な検出物質濃度の経時変化

今回の調査において, 検出率または濃度の高かった主な検出物質の濃度推移を以下に示す. また, 濃度推移について, 特徴的な傾向を示した一部の部屋について, 図1~4に示した.

1) ホルムアルデヒド

部屋B, C, Gの濃度を図1に示す. 調査期間中のすべての室内における検出率は, 築後1年目までは96%, 1年目以降2年目までは100%であり, そのうち部屋B, C, Dの3部屋の最大値は, 1年目より2年目が大きかった. また, 多くの部屋では, 部屋Bのように, 夏季に濃度が上昇し, 冬季に減少する季節変動が見られたが, 部屋DとGは1年目の夏季に濃度が減少した. 指針値である $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する部屋はなく, 調査期間中の最大値は部屋Cで $34.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月) であった.

2) 酢酸

部屋C, E, Gの濃度を図2に示す. 検出率は100%で, 2年間にわたり, すべての調査回, すべての室内で検出された. ヒトへの影響は, $25 \text{mg}/\text{m}^3$ の濃度でのばく露で, 鼻への刺激と臭気が報告されている¹¹⁾. 部屋Eで他の部屋より濃度が高く, 調査期間中の最高値は $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2年目9月) であった. 多くの部屋では夏季に濃度が上昇し, 冬季に減少する部屋Eのような季節変動で推移が見られたが, 部屋CとGは1年目の夏季に濃度が減少した.

3) 2E1H

部屋B, D, F, Gの濃度を図3に示す. 2E1Hによる頭痛等の症状の出現閾値は, $65.5 \sim 336 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の間にあるという報告がある¹²⁾. 指針値は設定されていないが, 現在, 厚生労働省の「シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会」で, 指針値設定 (案) が示されており, $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という値が提案されている⁸⁾.

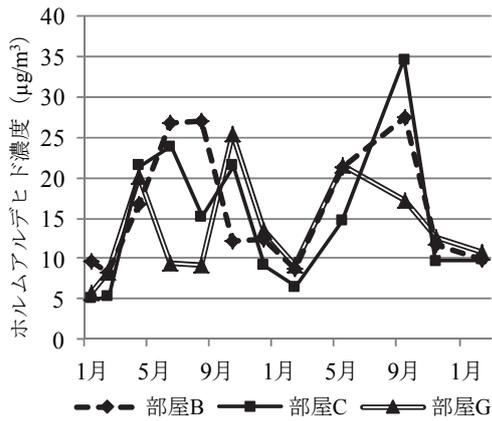


図 1. 部屋 B, C, G のホルムアルデヒド濃度推移

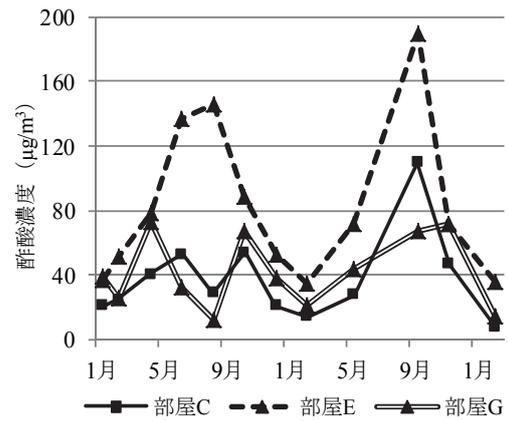


図 2. 部屋 C, E, G の酢酸濃度推移

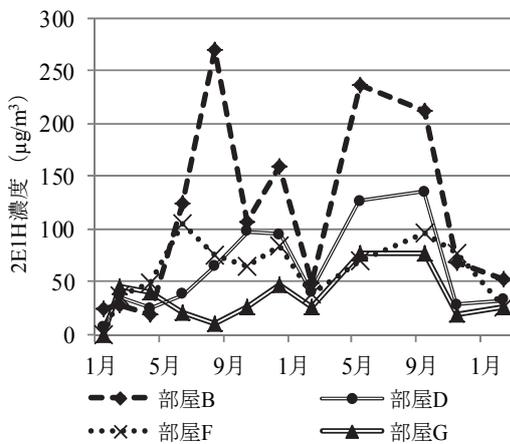


図 3. 部屋 B, D, F, G の 2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H) 濃度推移

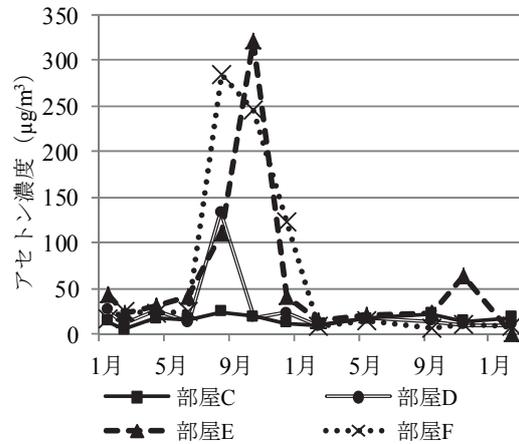


図 4. 部屋 C, D, E, F のアセトン濃度推移

部屋B, D, Fで、室内空气中濃度が最も高い化学物質であり、調査期間中の最高濃度は、部屋Bで269 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1年目8月)であった。部屋AとCでは、調査期間を通じほぼ検出されなかった。

4) アセトン

部屋C, D, E, Fの濃度を図4に示す。トルエンなど他の工業的な用途の化学物質と比較し、毒性は低いとされるが、約560 mg/m^3 の濃度での4時間ばく露で神経行動試験の行動変化¹³⁾ や目への刺激や体重減少¹⁴⁾ などといった人体への影響も報告されている。

すべての調査回、すべての室内での検出率は98.8%と、酢酸に次ぐ検出率であった。多くの部屋において、調査期間を通じ、部屋Cのような増減の少ない濃度推移であったが、部屋D, E, Fでは1年目の8月、10月に濃度が急増し(部屋D: 6月12.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ →8月133 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 部屋E: 6月40.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ →10月321 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 部屋F: 6月24.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ →8月285 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、その後急増前の濃度レベルまで急落した。調査期間を通じて部屋Eが他の部屋よりやや高い傾向にあり、他の部屋での中央値は約15~19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、部屋Eの中央値は35.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。調査期間中の最大値は調査1年目の10月に321 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (部屋E)であった。

考 察

2年間にわたり都内の新築ビル室内空気を調査したところ、化学物質が53物質検出されたが、その大半である45物質が指針値の設定されていない未規制の物質であった。1年目の調査では、総揮発性有機化合物の暫定指針値である400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を単独物質で超過したヘキサンと2-ブタノンオキシムの検出事例があったが、2年目は、単独物質で400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過する物質は見られなかった。また両物質は、その後の調査回及び2年目もNDもしくは低濃度で推移していた。また、部屋D, E, Fにおけるアセトンの濃度上昇も、1年目の8月、10月、12月のみで、これらは建材や清掃剤由来の一過性の発生であったと考えられる。また、多くの化学物質の濃度は、2年間を通じて夏季に上昇し冬季に低下する傾向にあった。

築後1年目までの調査において、アセトン、トルエン、酢酸、ギ酸の検出率が100%であったが、2年間の調査では酢酸のみが検出率100%となった。しかし、検出頻度の減少と濃度の減衰は比例せず、いくつかの化学物質は、築後1年目よりも2年目に最大濃度を示したことから、2年目以降も化学物質の濃度推移を注視する必要があると考える。「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(略称

：建築物衛生法）では、新築特定建築物における空気中ホルムアルデヒドの測定について、「使用を開始した日以後最初に訪れる6月1日から9月30日までの間」に実施すると定められているが、今回の調査におけるホルムアルデヒドの最大濃度は、使用開始2年目の9月であった（34.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。また、部屋DとGでは、1年目の6月と8月に濃度が減少しており、空調による換気が原因と推察されたが、2年目の同時期においては濃度の減少は見られず、詳細な原因は不明である。

検出率が100%であった酢酸及び98.8%であったアセトンには、全ての部屋で濃度の中央値上位3物質に含まれた（表6）。各部屋で共通して使用されている建材からの発生が考えられ、両物質ともに部屋Eで最も濃度が高かった。部屋Eにおける酢酸の発生源調査を行ったところ、発生源の特定には至らなかった¹⁵⁾。しかし、部屋Eは今回の調査において、床材が畳である唯一の部屋で、畳の下の構造合板に使用されているビニル樹脂系接着剤からの放散の可能性が考えられる¹⁶⁾。

床材がタイルカーペット及びビニルシートである部屋の内、部屋B, D, F, Gでは、他の部屋に比べて、2E1Hの濃度が高い傾向にあった。2E1Hの発生機序は、床仕上げ材に含まれる可塑剤のフタル酸ジエチルヘキシル（DEHP）が、コンクリートの強アルカリにより加水分解して放散されると指摘されている¹⁷⁾。現在指針値設定に向け審議されており、審議中の130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という指針値が設定されると⁸⁾、今回の結果では、部屋B, Dで指針値を超過する（図3）。2E1Hによる目や呼吸器への健康障害事例の報告¹⁸⁾もあり、換気などによる室内濃度低減対策が望ましいと考える。また部屋AとCでは、部屋B, Gと同様に、床材がタイルカーペットの部屋であるが、2E1Hはほとんど検出されなかった。これは、部屋AとCではタイルカーペットの下にフロアパネルが設置されていたことから、床仕上げ材とコンクリートが直接接することがなく、DEHPの加水分解が起こりにくかったためと考えられる。

今回の調査において、未規制物質が高濃度で検出されている実態を把握した。未規制物質によるシックハウス症候群の惹起については報告があり^{6,7)}、高濃度で化学物質が検出された際の原因の特定が困難である場合も多いが、家具類の持ち込みや工事など、化学物質の発生源は日常にも多く存在し得る¹⁹⁾。健康被害を引き起こすという報告が現在までになされていない化学物質でも、多種類の化学物質に長期間ばく露されることで、今後、健康被害につながる可能性も充分にあり、室内での化学物質濃度の挙動には注視が必要であると考え。一方で、個人により感受性、症状及び原因物質がそれぞれ異なるため、化学物質が原因である健康障害かどうかは判断が難しい一面もある。

今回の2年間にわたる新築ビル室内空気の調査結果から、汚染実態の把握のためには、時期や化学物質の種類に関わらない継続的な調査が必要であることが示唆される。こうした調査は、室内空気質改善及びシックハウス症候群の予

防や軽減のための基礎資料として有用と考える。

ま と め

都内新築ビルで、室内空気中の化学物質の測定を築後4か月から2年間にわたり行った。その結果、厚生労働省で指針値物質が設定された化学物質のうち、VOC及びアルデヒド類の8物質はすべての室内から検出されたが、指針値を超過することはなかった。指針値物質以外の未規制物質は45物質が検出され、1年目はヘキサンが4,280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、2-ブタノンオキシムが3,570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と、総揮発性有機化合物の暫定指針値である400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を、単独物質で超過する高濃度検出事例が見られたものの、こうした検出事例は2年目には見られなかった。しかし、指針値物質に加え多くの未規制物質が長期にわたり室内に存在している実態が判明し、室内の状況や使用建材によって放散される化学物質の種類や濃度は異なっていた。ホルムアルデヒドを含む多くの化学物質濃度は、夏季に高く冬季に低い季節変動が見られた。酢酸については2年間にわたり検出率100%であり、すべての室内から検出されたが、特に床材が畳である部屋で濃度が高い傾向にあるなど、化学物質によりその挙動に差があった。室内空気の化学物質汚染実態の把握とシックハウス症候群の発生抑制のためには、多種の化学物質を測定対象とし、新築時のみではなく、それ以降の継続的な調査も必要であると考えられる。

文 献

- Jonathan, A. B., Neil A., Hyacinth B., et al.: *J Allergy Clin Immunol*, **121**(3), 585-591, 2008.
- Norbäck, D., Micheal, I., Widström, J.: *Scand J Work Environ Health*, **16**, 121-128, 1990.
- Sumin, K., Hyun, K.: *Biores Tec.*, **96**, 1457-1464, 2005.
- 厚生労働省, 医薬発第0207002号: 室内空気中化学物質の室内濃度指針及び標準的測定方法等について, 2002.
- 松村年郎, 神野透人, 清水美希, 他: 室内環境学会誌, **15**(2), 163-172, 2012.
- 小林 智, 武内伸治, 小島弘幸, 他: 室内環境学会誌, **13**(1), 39-54, 2010.
- 斎藤育江, 大貫 文, 戸高恵美子, 他: 日本リスク研究学会誌, **21**(2), 91-100, 2011.
- 厚生労働省, シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会: <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-iyaku.html?tid=128714> (2017年6月30日現在, なお本URLは変更または抹消の可能性がある)。
- 角田徳子, 大貫 文, 大久保智子, 他: 東京都健康安全研究センター年報, **67**, 253-259, 2016.
- 角田徳子, 大貫 文, 大久保智子, 他: 室内環境学会誌, **19**(2), 131-137, 2016.
- Ernstgård, L., Iregren, A., Sjögren, B., et al.: *Toxicol letters*, **165**(1), 22-30, 2006.

- 12) 上島通浩, 柴田英治, 酒井 潔, 他 : 日本公衆衛生雜誌, **52**(12), 1021-1031, 2005.
- 13) Dick, R.B., Setzer, J.V., Taylor, B.J., *et al.*: *Brit J Industr Med*, **46**(2), 111-121, 1989.
- 14) Satoh, T., Omae, K., Nakashima, H., *et al.*: *Int Arch Occup Environ Health*, **68**(3), 147-153, 1996.
- 15) 角田徳子, 大貫 文, 大久保智子, 他 : 平成28年室内環境学会学術大会要旨集, 78-79, 2016.
- 16) 斎藤育江, 大貫 文, 上原眞一, 他 : 室内環境学会誌, **13** (1) , 55-64, 2010.
- 17) 千葉聡子, 加藤信介, 徐 長厚, 他 : 日本建築学会環境系論文集, **74** (636) , 185-191, 2009.
- 18) Norbäck, D., Wieslander, G., Nordström, K., *et al.*: *Int J Tuberc Lung Dis*, **4**(11), 1016-1025, 2000.
- 19) 神野透人, 香川 (田中) 聡子, 古田光子, 他 : 国立医薬品食品衛生研究所報告, 129, 86-92, 2011.

Survey of Chemicals in Indoor Air in Newly Constructed Building (II)

Tokuko TSUNODA^a, Aya ONUKI^a, Tomoko OKUBO^a, Ikue SAITOU^a, Hiroyuki KONISHI^a, and Takako MORIYASU^a

Monitoring of chemical substances in indoor air in a newly constructed building was conducted over two years. Targets for measurement were aldehydes, organic acids and volatile organic compounds. Eight types of compounds regulated by the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan, were detected in indoor air, but these concentrations were low and there were no compounds that exceeded the standard value. Forty-five types of non-regulated substances were detected in indoor air. Above all, the acetic acid detection rates were 100% throughout the investigation period. Acetic acid in a Japanese style room and 2-ethyl-1-hexanol in a carpet tiled room was present at higher concentrations than in the other room and its emission sources were considered to be the building materials used in the rooms. The concentrations of many chemicals tended to increase in summer and decrease in winter.

Keywords: indoor air, pollution, aldehydes, organic acid, volatile organic compounds, non-regulated substance

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health,
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan