

**特 集**

「第12回日本臨床環境医学会総会教育シンポジウム」 (臨床環境12: 74~89, 2003)

**シックハウス問題に対する国の対応**

池 田 耕 一

国立保健医療科学院建築衛生部

**I. はじめに**

我国におけるホルムアルデヒドや揮発性有機化合物等の化学物質による住宅等の一般環境室内における空気汚染問題は、「シックハウス問題」と呼ばれ、きわめて大きな社会的関心と呼び、1997年の6月には、当時の厚生省から異例とも言える早さで住宅室内におけるガイドライン値がホルムアルデヒドについて設定された<sup>1)</sup>。また、2000年6月にはトルエン、キシレン、パラジクロロベンゼンのガイドライン値も設定され、9月には、エチルベンゼン、スチレン、クロルピリホス、フタル酸ジ-n-ブチルについてもガイドライン値が設定されて、さらに「暫定値」とはしながらもTVOC (総揮発性有機化合物) の指針も示された。さらに2001年7月には、厚生労働省よりテトラデカン、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、ダイアジノン、ノナナールのガイドライン値が示された。2002年1月には、アセトアルデヒドとフェノブカルブのガイドライン値も示された<sup>2)</sup>。また、厚生労働省は、いわゆるビル管理法の見直しに関連して、新築ビルや大規模改修をしたビルにおいては、その年の最初の夏季におけるホルムアルデヒド濃度の測定を義務づけるための検討を実施しており、国土交通省においても建築基準法において、クロルピリフォスの使用禁止と、ホルムアルデヒドを含む建材や家具の規制を実施した。さらに、経済産業省は、空気中の化学物質濃度や建材からの放散量の測定法のJIS化作業を実施している。

このような状況を受けて、日本の建設会社、住

宅メーカー、建材・仕上げ材のメーカー、空調機メーカーなどの建設関連の業界も、この問題が社会的に知られ始めた1995~96年頃に比べると、驚くほど前向きな姿勢で取り組みを開始しており、建築物の衛生にかかわる公衆衛生の仕事をしている者としては、一応安堵していると言うのが、正直なところである。

しかしながら、この問題に対する具体的な対策となるとまだ、各方面で試行錯誤的な研究がなされている段階であるが、本稿では、現在学会等での発表と言う形で公表されている化学汚染に関する汚染の現状と防止対策の有効性などについて述べる。

**II. シックハウスとは何か**

健康住宅、シックハウス症候群と呼ばれる問題が、いつ頃からどこで、言われるようになったかは正確には分からないが、少なくとも「私が『シックハウス』の名付け親である」と言っている人が2人はいる。いずれにせよ、「シックハウス」とか「シックハウス症候群」という言葉は、盛んに使われるようになったのはホルムアルデヒドに関する当時の厚生省によりガイドライン値が設定されるようになってからである。シックハウスとは、「病んだ家」のことで、どのように病んでいるかと言えば、建材、家具等から発生するホルムアルデヒドや揮発性有機化合物 (以下 VOCs) によって室内が汚染されていると言う意味で「病んでいる」家のことである。そしてそのような家の中に

別刷請求宛先: 池田耕一

〒108-0071 港区白金台4-6-1 国立保健医療科学院建築衛生部

Reprint Requests to Koichi Ikeda, Department of Architectural Hygiene Engineering and Housing, National Institute of Public Health, 4-6-1 Shirokanedai, Minato-ku, Tokyo 108-0071 Japan

いる居住者に、目や喉の痛み、頭痛、倦怠感、イライラなどの不定愁訴が起こる場合もあり、それを「シックハウス症候群」と呼んでいる。

この言葉は、1980年代の欧米で大きな社会問題となったシックビル症候群(SBS)をもじった和製英語である。それは、通常日本語で「ビル」と言うと「住宅」は範疇に入らないため、住宅におけるSBSであることをわかるようにしたためと思われる。従って、欧米人に「sick house syndrome」と言っても、直ちには通じない。しかしながら「sick」も「house」も一般によく使われる英単語であるため英語で「sick house」と表現することがないとは言えない。しかし、我々が、イメージするような意味になるかどうかはわからない。我々が、イメージするような意味でのシックハウス問題をどのように表現するかをカナダ国立科学研究所(NRC)のC. Y. Shaw博士によれば、北米の工学関係者の間ではsickとかhealthyのような医学と関連が深い言葉を、住居のような物に対して使用することはできるだけ避け、「problem house」とか「non-problem house」のように呼ぶことにしているそうである。

また、しばしばこの「シックハウス症候群の同義語」と誤解される言葉に「化学物質過敏症」などと呼ばれる言葉がある。これは、一旦高濃度のある種の化学物質に「感作」され、その様な体質となり、様々な症状(普通の人がシックハウス症候群にかかったときと同じ、もしくはもっと激しい症状)を示すようになった人が、その後同じもしくは類似の化学物質に曝される度に、その濃度が、一般の人が反応するよりかなり低い値であっても、同じ症状が繰り返され、その症状が次第にひどくなる病気のことである。この病気は、シックハウスによってもたらされるが、それ以外に看護師や、化学製品の製造業等の職業的に高濃度の化学物質に曝される人にも見られるので、必ずしも「化学物質過敏症」＝「シックハウス症候群」とは言えるものではないので混同してはならない。

### Ⅲ. 建材・家具等から発生する化学物質の概要

#### 1. ホルムアルデヒド

この化学物質は、ベニヤ板、パーティクルボードなどに使用されている接着剤の原料としてよく用いられているため、それらの建材、家具等から発生する。また壁装材などの場合はそれらを壁などに接着する際使われる接着剤にはその原料としてホルムアルデヒドが使われていることがある。また、でんぷん糊のようにホルムアルデヒドを直接の原料としていないタイプでも、防腐剤として含まれている場合があり、それらのタイプの接着剤を使用した場合には相当程度ホルムアルデヒドが発出する。建材仕上げ材以外にも喫煙行為や石油やガスの開放型器具の使用によりホルムアルデヒドが発生する。

ホルムアルデヒドは、0.08ppm程度になると目、喉等の人の粘膜を刺激し、人に不快感を与えることが知られており、前述の通り厚生労働省のガイドラインにより住宅室内では、0.08ppm以下となるように規定されている<sup>1)</sup>。またホルムアルデヒドは、発ガン性がある可能性が高いことも知られておりIARC(国際ガン研究機構)<sup>2)</sup>、日本産業衛生学会<sup>3)</sup>、ACGIH(米国産業衛生専門家会議)<sup>4)</sup>、EPA(米国環境保護庁)<sup>5)</sup>などにおいても、「人間に対し発ガン性のある可能性の高い物質」とされている。また環境省の234の有害大気汚染物質リスト<sup>6)</sup>の中の22の優先取り組み物質1つにも挙げられている。更に1996年に、当時の建設省が厚生省、通商産業省、林野庁及び民間各団体等に呼びかけて発足した「健康住宅研究会」の優先取り組み物質の3物質(ホルムアルデヒドの他、後述のトルエンとキシレン)、3薬剤(可塑剤、防蟻剤、木材保存剤)の1つにも挙げられている。また、壁装材料協会は自主基準<sup>7)</sup>を作っており、その中にホルムアルデヒドも対象の化学物質の1つとして含まれている。

必要に応じて適当な参考資料<sup>9)</sup>を参照し、選択しようとしている建材や壁装材などがこのような基準に適合しているかどうかを知っていることも、対策を考える上に必要となるものと思われる。

また、序でも述べたとおり厚生労働省所管の建築物衛生管理法や、国土交通省の建築基準法などで、新たな規定が盛り込まれている。

## 2. 塩化ビニル

この化学物質は、ビニルクロス等の壁装材に用いられている。急性の毒性は比較的少なく、12%程度の高濃度にならないと明確な毒性は現れないが500ppmが臭いを感じる閾値であると言う<sup>8)</sup>。しかしながら前述のIARC<sup>2)</sup>、日本産業衛生学会<sup>3)</sup>、ACGIH<sup>4)</sup>、EPA<sup>5)</sup>などにおいて、先のホルムアルデヒドより1段上の「人間に対して発ガン性のある物質」とされている。ホルムアルデヒドのような室内のガイドラインは示されていないが、産業衛生学会の勧告値は、2.5ppmとなっている<sup>3)</sup>。また、環境省の234の有害大気汚染物質リスト<sup>6)</sup>の中の22の優先取り組み物質1つにも挙げられている。

## 3. フタル酸エステル (類)

この化学物質は、1種類の化学物質ではなく、フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジオクチル、燐酸-*o*-クレジル等の一群の有機化合物の総称である<sup>8)</sup>。

フタル酸エステルは、壁装材料の可塑性の原料として用いしたり、経皮吸収性があり中枢神経に影響を与えるなどとされるが<sup>8)</sup>、それ以外の物質はその様な毒性はみられないとのことである。ただしある程度以上の高濃度になると、目、皮膚、軌道との粘膜を刺激することが知られている。なお発ガン性があるとはされていない。ACGIHの許容濃度の勧告値(時間荷重平均値)<sup>4)</sup>は、フタル酸ジメチル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジ*n*-ブチル、フタル酸ジオキシルが5mg/m<sup>3</sup>、燐酸-*o*-クレジルは0.1mg/m<sup>3</sup>、燐酸トリフェニルは3mg/m<sup>3</sup>となっている。なおフタル酸ジオキシルには、10mg/m<sup>3</sup>短時間曝露限界も示されている。

## 4. ベンゼン

ベンゼンは、最も広く利用されている化学工業製品の1つであり、建材や壁装材料関連では可塑性の合成材料の1つとなる他、接着剤の原料ともなる。

広く使われる工業製品であるだけに、その生体

影響も比較的良く調べられており、動物実験例がある<sup>8)</sup>。人体影響に関しては、3,000~5,000ppmの濃度で、目眩、頭痛、嘔吐、心臓発作等の急性中毒症状が現れ、その後数カ月後からは、癩癩発作、健忘症、精神的遅鈍になる例もある<sup>8)</sup>と言う。また、ベンゼンには発ガン性があるとされ、IARC<sup>2)</sup>、日本産業衛生学会<sup>3)</sup>、ACGIH<sup>4)</sup>、EPA<sup>5)</sup>などにおいて、「人間に対して発ガン性のある物質」から「発ガンの可能性のある物質」にランクされている。

ベンゼンについては、室内のガイドラインは示されていないが、ACGIHと産業衛生学会の勧告値はいずれも10ppmとなっている。また環境省の234の有害大気汚染物質リスト<sup>6)</sup>の中の22の優先取り組み物質1つにも挙げられている。

## 5. トルエン

トルエンは、ベンゼン環の内の1つの-Hがアルキル基(-CH<sub>3</sub>)に変わったもので、色は無色で、ベンゼン様の芳香を持つ。建材材料関係では壁装材の可塑性剤や合成繊維などの合成原料の1つとなる。

トルエンは、ベンゼンより皮膚や粘膜への刺激が強く、蒸気吸収による中枢神経への作用もベンゼンより強いと言われている<sup>8)</sup>。100~200ppmの蒸気を8時間吸入すると疲労、嘔吐、鈍感覚、運動不随、無気力、嗜眠等の症状を呈し、600ppmの濃度になると短時間の曝露で激しい興奮、強い疲労、嘔吐、頭痛が起きるとされている<sup>8)</sup>。

トルエンについては、厚生労働省より、人の神経行動機能及び自然流産率への影響を考慮した室内ガイドライン値260μg/m<sup>3</sup>(0.070ppm)が示されている<sup>10)</sup>。また、ACGIH<sup>4)</sup>と産業衛生学会<sup>3)</sup>の勧告値は、それぞれ100ppmと50ppmとなっている。環境省の234の有害大気汚染物質リスト<sup>6)</sup>の中の22の優先取り組み物質1つにも挙げられている。さらに前述の健康住宅研究会の優先取り組み物質の3物質、3薬剤の1つにも挙げられている。

## 6. キシレン

キシレンはベンゼン環の2つの-Hが2つアル

キル基 (-CH<sub>3</sub>) に変わったもので、その位置により、o-(オルト)、m-(メタ)、p-(パラ) の3つの異性体がある。キシレンは建材関係では壁装材の可塑剤や防腐剤などの合成原料の1つとなる。

キシレンの蒸気を吸入すると顔面紅潮等の熱感を覚え、また中枢神経に影響を及ぼし、疲労感、目眩、のぼせ、酩酊状態等になるとされている。200ppm 程度から目、喉、鼻などを刺激し始め、1,000ppm を越えるほどの高濃度になると出血性肺水腫を起こし、場合によっては死に至ることもある<sup>8)</sup> と言う。

キシレンについては厚生労働省よりラットにおける中枢神経への影響を考慮した室内のガイドライン値870 μg/m<sup>3</sup> (0.20ppm) が示されている<sup>10)</sup>。また、ACGIH<sup>4)</sup> と産業衛生学会<sup>3)</sup> の勧告値は、いずれも100ppm となっている。また、前述の健康住宅研究会の優先取り組み物質の3物質、3葉剤の1つにも挙げられている。

#### 7. パラジクロロベンゼン

パラジクロロベンゼンは、建材中に含まれることは殆どないが、防虫剤の原料の1つとして用いられる。15~30ppm で臭気が感じられるようになり、80~160ppm で多くのヒトが、目や鼻に痛みを感じるという<sup>8)</sup>。マウスやラットを用いた動物実験では発ガン性があることが知られている他、ビーグル犬を用いた肝臓や腎臓への健康影響があることが分かっており、このことを踏まえ、現在厚生労働省のガイドライン値は240 μg/m<sup>3</sup> (0.04 ppm) である。

#### 8. エチルベンゼン

エチルベンゼンは、無色で独特の芳香を持つ常温では液体の化学物質で<sup>11)</sup>、スチレン単量体の中間原料溶剤、希釈剤などに使われる。においては、10ppm 程度から感じられはじめ、数1,000ppm と言うような高濃度になると目眩や意識低下などの中枢神経系に影響が現れると言われている<sup>12)</sup>。また、発ガン性、変異原性、中枢神経毒性、刺激性などを有する<sup>12)</sup>。厚生労働省は、マウスやラットに対する吸入毒性試験における無毒性値 (NOAEL) に基づき、3.8mg/m<sup>3</sup> をガイドライン値としている<sup>12)</sup>。

#### 9. スチレン

スチレンは、スチレンモノマーの別名で、ポリスチレン樹脂、合成ゴム、不飽和ポリエステル樹脂などの原料として用いられる常温では油状の無色ないしは黄色の液体状の化学物質である。急性影響としては、目、喉、気道などに対する刺激性を示し、反復曝露により皮膚炎を起こすことがあるとされている。発ガン性に関しては、IARC<sup>2)</sup>、日本産業衛生学会<sup>3)</sup> ACGIH<sup>4)</sup>、EPA<sup>5)</sup> などにおいて、「人間に対して発ガン性のある物質」から「発ガンの可能性のある物質」にランクされている。一方、催奇形性はないとするものとあるとするもの、両方がみられる<sup>11)</sup>。厚生労働省のガイドライン値は、ラットにおける最小毒性量 (LOAEL) に基づき、0.225mg/m<sup>3</sup> とされている<sup>12)</sup>。

#### 10. クロルピリホス

クロルピリホスは、殺虫剤に使われる化学物質で、発ガン性、変異原性などに関するデータは報告されていないものの、動物実験による遺伝子毒性が報告されているほか、急性毒性として、下痢等の影響がある他、仔ラットの神経発達や新生児の脳の形態学的変化を起こさせることがあるとされている<sup>11)</sup>。厚生労働省は、仔ラットの神経発達や新生児の脳の形態学的変化に基づいて0.001 mg/m<sup>3</sup> をガイドライン値<sup>12)</sup> としているが、子供への影響が強いことを考慮して、小児の場合はそれより一桁低い値0.0001mg/m<sup>3</sup> をガイドライン値としている。国土交通省の改正建築基準法では、この物質の使用は禁止されている。

#### 11. フタル酸ジ n-ブチル

この化学物質は、塩化ビニールの添加剤や可塑剤、顔料などとして使われる<sup>11)</sup>。急性影響としては、マウスによる実験で、運動失調、局所の麻痺、痙攣、昏睡などが認められたほか、慢性毒性としては、催奇形性、生体毒性等が報告されている<sup>11)</sup>。厚生労働省は、生殖器の異常形態を示さない LOAEL に基づき、0.22mg/m<sup>3</sup> をガイドライン値<sup>12)</sup> としている。

#### 12. テトラデカン

テトラデカンは、飽和炭化水素系列の化学物質

であり、厚生労働省により2001年7月にガイドライン値が設定された<sup>20)</sup>。この物質に関しては、今までのところ発ガン物質であることを明確に示す情報は、これまでに得られていない。一方、皮膚に対する刺激性が強いことが知られている。また、ラットを用いた90日間の経口投与試験を行ったところ、雌雄で肝臓（肝細胞肥大）及び腎臓の病理組織学的影響が認められた。これらの結果に基づき、厚生労働省は、テトラデカンの室内濃度に関する指針値を $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.041ppm) と設定している。

### 13. フタル酸ジ-2-エチルヘキシル

フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは、ビニールシートの製造に使われる化学物質であり、動物を用いた経口投与による実験により下痢や肝腫瘍を発生させることが認められており、体重増加抑制、摂餌量低下、アルブミン及び血中尿素窒素の上昇、グロブリンの低下が認められている<sup>20)</sup>。また、肝細胞肥大、腎尿細管色素沈着、進行性慢性腎症、膵臓の増殖性病変（過形成及びアデノーマ）の増加、精巣の間細胞腫の減少、下垂体の去勢細胞の増加、精巣の無精子症の増加が認められている。ヒトにおいては、被験者による経口投与実験で10,000mgで軽度の胃腸障害及び下痢が認められている<sup>20)</sup>。

以上により、厚生労働省は、この物質の室内濃度に関する指針値は、ラットにおける精巣の病理組織学的変化に関する評価に基づき、 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (7.6ppb) と設定することが適当としている<sup>20)</sup>。

### 14. ダイアジノン

ダイアジノンは、特徴のある臭気を発する無色の油状の液体である。その健康影響に関しては、ラットにおける血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性阻害に関する評価によると、比較的大量を動物に経口投与することによって、自発運動低下、鎮静作用、呼吸困難、運動失調、振戦、筋痙攣、全身症撃、流涙、流涎、下痢など、副交感神経系の興奮作用に基づく、典型的な有機リン中毒症状が発現するとされる。

これらに基づき、厚生労働省は、ダイアジノンの室内濃度に関する指針値は $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(0.02ppb) と設定することが適当としている<sup>20)</sup>。

### 15. ノナナール

この物質についての知見は多くないが、生体がノナナールに曝露された場合、ウサギを用いた動物実験の結果として、血液中の血小板における生化学反応に、変調を起こし得ることが示唆されている。また、ウサギの皮膚に対して強い刺激性を有し、ヒトの女性でも、1例のアレルギー性接触皮膚炎を悪化させたとの報告がある<sup>20)</sup>。さらに、ノナナールを含むアルデヒド混合物について、ラットを用いた12週間の経口投与試験を実施した結果、NOAEL（無毒性量）は $12.4\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$  と推定されている。以上に基づき、厚生労働省はノナナールの室内濃度に関する指針値（情報量が乏しいことから暫定値）は $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (7.0ppb) と設定することが適当としている。

### 16. アセトアルデヒド

アセトアルデヒドは、ホルムアルデヒドとよく似た化合物であり、ホルムアルデヒドの代替物質として用いられているものと考えられている。主な用途は防腐剤や接着剤の他、写真現像に用いられる。1997年にホルムアルデヒドの指針値が示された後、ホルムアルデヒドの住宅室内濃度はかなり減少したのとは対照的にアセトアルデヒドは上昇しているのではないかと懸念されている物質である。

ホルムアルデヒドほどの刺激性はないが、代表的な悪臭物質の1つであり、発ガン性に関しても明確な発ガン性の証拠はないものの、IARCの2Bにランクされている。

厚生労働省は、ラットに対する経気道曝露に対して影響のでない量から定めた $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (30ppb) をガイドライトした<sup>21)</sup>。

### 17. フェノブカルブ

フェノブカルブは、純粋な状態ではわずかな芳香臭のある化学物質で、害虫駆除に用いられる殺虫剤として使用される他、マイクロカプセル化して防蟻剤としても使用される。

発ガン性、生殖毒性はいずれも認められていないものの、ラットに対する経口混餌反復投与による無作用量（NOAEL）に基づき、 $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(3.8ppb) をガイドライン値とした<sup>21)</sup>。

18. TVOC (総揮発性有機化合物)

以上述べてきた化学物質の他、室内環境中には数百種類にのぼる揮発性有機化合物があるが、それら全てについて個別のガイドラインを作り、環境監視をすることは事実上不可能である。しかしながら、だからといって、上記物質以外の物質のガイドライン値を設定しないままにしておくことガイドライン値の設定された物質のみの濃度は下がるが、規制のない物質の濃度が逆に上がるという現象が起きる。例えば、既述のホルムアルデヒドのガイドライン値ができたことによりアセトアルヒドの濃度が高まったのはその例である。その様な弊害をなくすためには、個々の物質だけでなく、化学物質全体として、枠を設定する必要がある。その様な考え方でとられるのが、TVOCの規制である。しかしながら、個々の化学物質だけでもガイドライン値を設定するのが困難であるのにそれらをまとめたTVOCに関する学術的根拠を確立することは容易ではない。医学的(特に疫学的)に問題のない根拠の確立を待っていたのでは、TVOCのガイドラインなどは永久にできないと言っても過言ではない。そこで、日本の厚生労働省は、必ずしも医学的根拠に基づくとは言えないが、厚生省が実施した居住状態にある住宅での実態調査結果を基として合理的に達成可能なレベルとして判断されたものと言うことで、TVOCの暫定目標値を $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ とした<sup>13)</sup>。

IV. 化学物質の室内濃度構成

室内には、たばこ煙、調理用のコンロやオーブン、事務機械、ある種のパーティクルボード、セメントボード、その他の建材、仕上げ材からの汚染ガス等、室内空気の質を決定する重要な発生源が数多く存在する。これらの発生による室内濃度Kは、以下の微分方程式で表される。

$$V \cdot dK = W \cdot dt - Q \cdot (K - K_0) dt \quad (1)$$

ここでV：室の容積 ( $\text{m}^3$ )

W：汚染質の発生強度 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

t：時間 (h)

K<sub>0</sub>：屋外濃度

Q：換気量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

これを  $t = 0$  のとき  $K = K_1$  の初期条件の下に解くと

$$K = K_0 + (K_1 - K_0)e^{-Nt} + (W/NV) \cdot (1 - e^{-Nt}) \quad (2)$$

ここでN：換気回数 ( $Q/V$ , 回/h)

この式において、 $t = \infty$ においては

$$K = K_0 + W/NV$$

となる。濃度Kと時刻tの関係を図1に示した。

また、(2)式は

$$k - K_0 = (K_1 - K_0)e^{-Nt} + (W/NV) \cdot (1 - e^{-Nt}) \quad (2')$$

とも書き表せるが、これは、室内の濃度から外気のバックグラウンド分を差し引いた室内濃度の増加分を表す式となっている。よってこの場合も、 $t = \infty$ においては

$$K - K_0 = W/NV \quad (=W/Q)$$

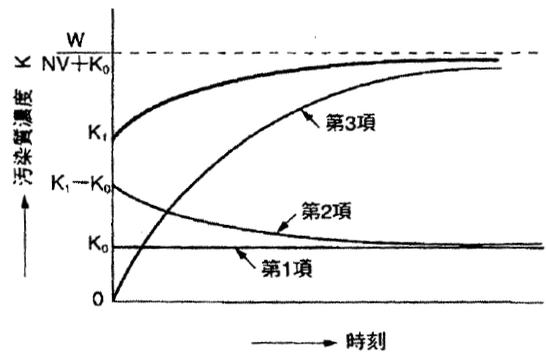


図1 濃度の経時変動パターン

この様に、室内濃度(あるいは室内濃度の屋外濃度からの増加分)は、室内の発生量と換気量の比となるため、室内の濃度を下げるためには、換気量を増やすか発生量を減らすかあるいはその両方かと言うことになるが、わが国においては、省エネルギーの観点から換気量は減る傾向にあり、勢い発生量の削減即ち化学物質をあまり発生させない対策が脚光を浴びており建材からの発生量を測るための努力がなされている。

V. 室内化学物質濃度の実態

1. ホルムアルデヒドの場合

1) 居住状態での濃度

図2(1)に戸建て住宅室内での測定例(新築住宅

の場合)<sup>14)</sup>を示す。建設後3ヶ月以内の住宅では、厚生省のガイドライン値の2倍を越えるものも見られる。

一方、図2-(2)<sup>14)</sup>に示すとおり建設後6ヶ月以上経った住宅の場合は、厚生省のガイドライン値を越えるケースはみられなくなっている。

同様のことは集合住宅の場合にも言え、建てて数ヶ月以内の住宅〔図3(1)~(2)〕においてはガイドライン値を2倍程度越すケースがみられるが、半年以上建った住宅ではその様な高い値は見られない<sup>15)</sup>。

2) 気温、湿度とホルムアルデヒド濃度の関係

図4(1)に気温とホルムアルデヒドの関係を調べた実測の結果<sup>16)</sup>を示す。また、図4(2)には絶対湿度とホルムアルデヒド濃度の関係を調べた実測の結果<sup>16)</sup>を示す。いずれも温度湿度の上昇に伴って

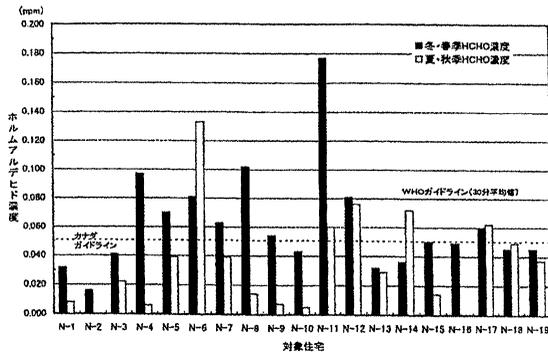


図2(1) 戸建住宅室内の測定例 (新築住宅の場合)<sup>14)</sup>

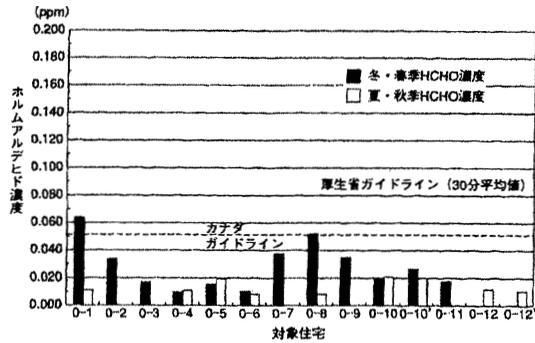
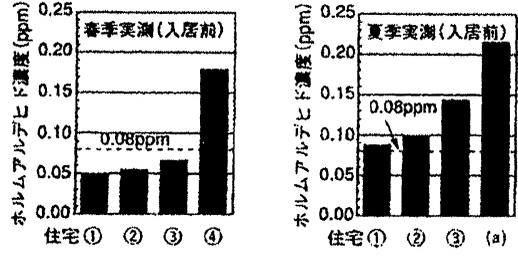
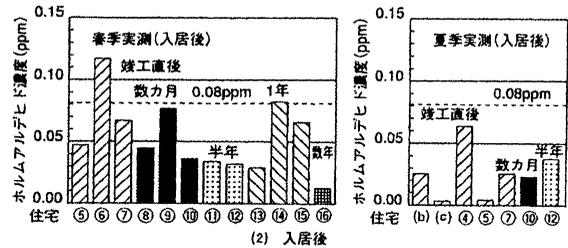


図2(2) 戸建住宅室内の測定例 (建設後6ヶ月以上の場合)<sup>14)</sup>



(1) 入居前

図3(1) 集合住宅室内での測定例 (入居前の場合)<sup>15)</sup>



(2) 入居後

図3(2) 集合住宅室内での測定例 (入居後の場合)<sup>15)</sup>

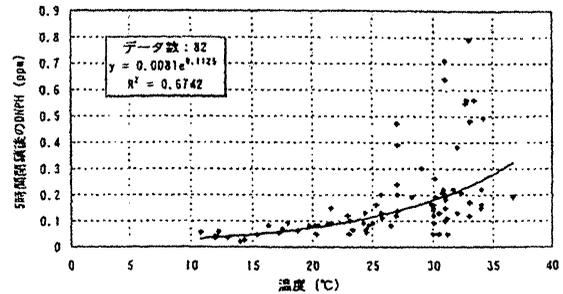


図4(1) 住宅室内の温度とホルムアルデヒド濃度の関係<sup>16)</sup>

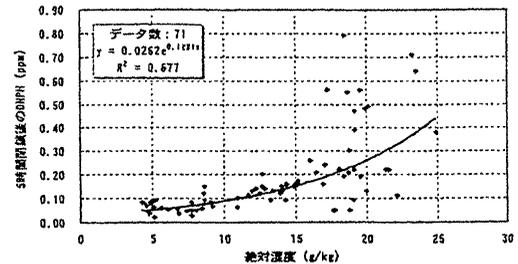


図4(2) 住宅室内絶対湿度とホルムアルデヒド濃度の関係<sup>16)</sup>

濃度が上昇する傾向がみられる。これは、温度や湿度が高まると建材等からのホルムアルデヒドの発生量が増えるからである。

## 2. VOCs の場合

### 1) 居住状態での濃度

図5(1)に、新築してから3ヶ月以内の戸建て住宅室内のVOCs濃度の測定結果<sup>16)</sup>を示す。この図より分かるように、殆どの住宅が、厚生労働省が設定した暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を越えており、中には $5000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近くの例もみられた。また、図5(2)に示す6ヶ月以上たった住宅の場合も室内のVOCs濃度は高く、やはり最も高い場合は、 $5000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 近くの例もみられた。これは、厚生労働省の暫定指針値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ の10倍以上となる。

また、図6に示したのは、冬季に実施された集合住宅の実測結果<sup>17)</sup>であり、未入居の新築住宅の一部においては、厚生労働省の暫定目標値の100倍程度の極めて高い値となっている。

### 2) 気温とVOCs濃度の関係

図7に示したのは室内のVOCs濃度と室温の関係である<sup>16)</sup>。ホルムアルデヒドの場合と同様室温が高くなるとVOCs濃度も高くなる傾向がみられる。これは、温度の上昇により建材などのVOCs発生源の温度が上がり、分子拡散係数が大きくな

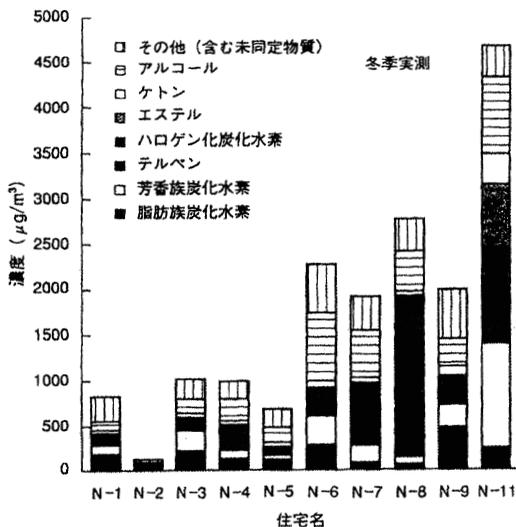


図5(1) 新築3ヶ月以内の戸建て住宅室内のVOCs濃度<sup>15)</sup>

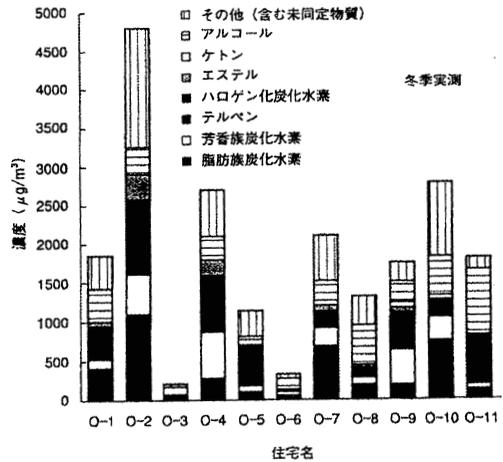


図5(2) 新築後6ヶ月以上の戸建て住宅室内VOCs濃度<sup>15)</sup>

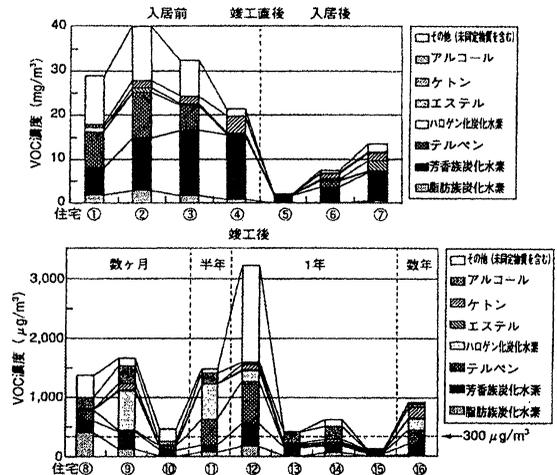


図6 集合住宅室内のVOCs濃度(春季)<sup>17)</sup>

り、VOCsの発生量が増えるためのと思われる。

この様に、化学物質による空気汚染の場合は、他の汚染物質の場合と異なり、換気量だけでなく汚染発生量に影響を与える温度という別の要因が関係してくるため、前述の室内濃度の実測結果においても、通常は換気量が多く室内空気汚染という意味から比較的問題となることが少ない夏季に高い濃度が観測される原因の一つとなっている。

## VI. 化学物質測定法上の問題点

室内の空気清浄度を評価する上で欠かせないのが、濃度計測であるが、ホルムアルデヒドや

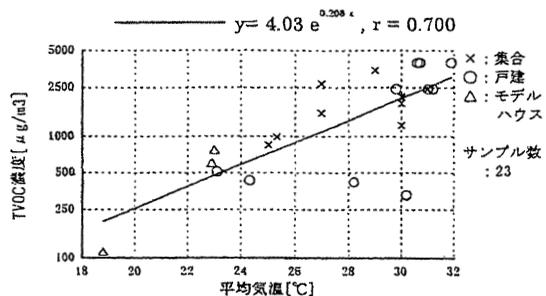


図7 室内の VOCs 濃度と室温の関係<sup>16)</sup>

VOCs のような化学物質は、質量分析機や、高速液体クロマトグラフで測るのが一般的であり厚生労働省もこれらの機器による測定を標準法と定めているが<sup>20)</sup>、これらの計測機は高価であるだけでなくその取扱いには化学に関する高度の専門知識が必要で一般の居住者や工務店の技術者には対応が難しい場合が多い。一刻も早い誰にでも測定できるタイプの現場計測機の開発が待たれているが、図8に示したのは、その様な目的で開発されたホルムアルデヒド用の検知管タイプの簡易型の計測機と標準機とされる高速液体クロマトグラフ法との比較結果である<sup>14)</sup>。両者は比較的良好な相関を示しており、この検知管の場合は、それほど精度が悪くならないことが示されている。しかしながら、VOCs に関しては、この例ほどの良い相関を示す簡易計測機は現在のところ開発されていない。

## VII. 汚染防止のための技術的対策

汚染防止対策として考えられるものの内、最も一般的かつ実用的なのは換気である。またそれ以前に、ホルムアルデヒドな化学物質を発生させるような建材、機材等を室内に持ち込まないことも重要である。

この2つ以外の方法としては、発生源を無害化する方法がある。建材などに含まれたホルムアルデヒド等の化学物質は、室内の温度が高いほど発生が盛んになるという性質があるが、その性質を利用して、新築建物などに人が住む前に、意図的に室温をあげて化学物質の放散を活発にしておき、居住者が住むころには発生量が少なくなるようにするような対策である。図9<sup>18)</sup>に示したのは、実

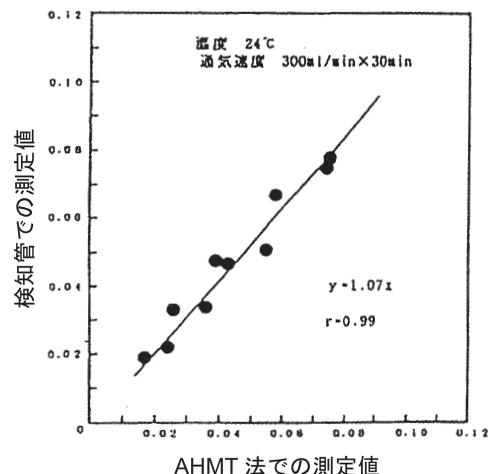


図8 ホルムアルデヒド用の簡易型の計測機と従来型の測定機との比較結果<sup>14)</sup>の VOCs 濃度と室温の関係<sup>16)</sup>

験室内にベイクアウト（室温を24時間にわたって33°Cに保った）する前と後のそれぞれの建材について室内のホルムアルデヒド濃度の上昇パターンの違いを比べたものである。図よりわかるようにベイクアウトをした場合はそうでない場合に比べ2割程度低い濃度推移を示している。ベイクアウトの効果は、この場合、濃度の2割減につながったことになるが、ベイクアウトの時間や温度によってその効果は変わってくる。一般的には、温度は高いほど、時間は長いほど効果は上がるものと思われるが、温度の上げすぎは、建材や仕上げ材にそりや歪み、ひび割れなどをもたらすことになるし、長時間のベイクアウトは、いろいろな意味でコスト高となるが、それに見合う効果が得られるかどうかは必ずしも明確ではない。空気環境の改善と言う以外の要素も加味した幅広い検討が必要であり、今後の課題の1つである。

次に、空気清浄機による濃度低減効果については、筆者らの実験した範囲では図10<sup>19)</sup>に示すとおり、あまり効果的とはいえない状況にある。但し、最近、ホルムアルデヒドを極めて効率的にとるとの宣伝文句の空気清浄器が販売され始めている。しかしながら、そのタイプの清浄機が、筆者らの実験<sup>19)</sup>した由来製品と比べどの程度であるかは、まだ、公表されたデータはないようであるため、

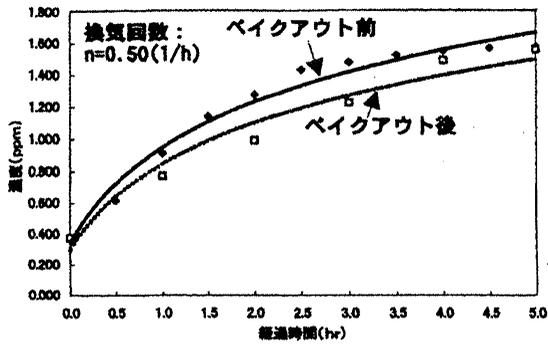


図9 ベイクアウトの効果に関する実験結果<sup>18)</sup>

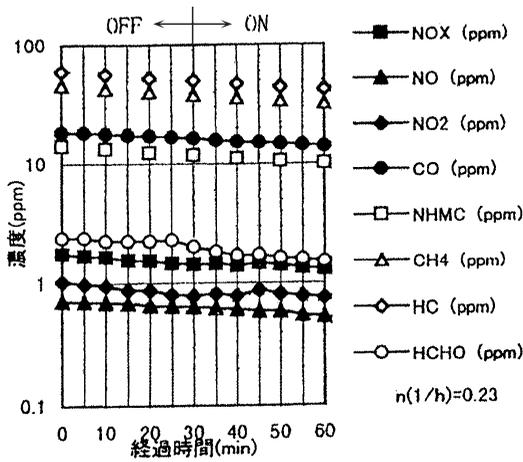


図10 空気清浄機のガス状物質除去効果に関する実験結果例<sup>19)</sup>

公式の評価はできない。

## VIII. 汚染防止のための行政的対応

### 1. 厚労省の対応

旧厚生省（現在の厚生労働省）は、国民の健康をあずかる省であり、筆者が知る限りこの問題に関しては、最も早くから各種の対策に取り組んでいた。

#### 1) 実態調査

##### ① 建築物における衛生的な温熱・空気環境の基準及び維持管理に関する研究

この研究は、1988年頃から、世界ビルサービス連盟が、当時の厚生省（国立公衆衛生院）とWHO（世界保健機構）に呼びかけ、3者による共同事業研究としてオフィスビル室内の温熱空気

環境の実態をいわゆるビル管理法に基づく測定方法により調べ、ビル管理法の施行されているわが国とそのような法律の施行されていない各国との室内環境を比較しようとしたプロジェクトであった。

このプロジェクトにおいてはWHOより、その当時欧米の先進国で問題化していた揮発性有機化合物（VOCs）に関する日本のデータが不足しているため、欧米各国でビル管理法の測定をする代わりに、日本においてはVOCsとホルムアルデヒドの実測をするべきであるとの提案を受けて都内にある10軒の特定建築物について1993年頃実施された。その結果・ホルムアルデヒドについては、当時WHOにより設定されていたガイドライン値0.08ppmを越えるビルはなかったが、TVOCについては全てのビルが、その当時「WHOのガイドライン」と呼ばれていたSeifert等によって提案されていた値、 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ を大幅に越えており、オフィスビルにおいてこのような状況では、それらとほとんど状況がことならない住宅などにおいても大きな問題となることが予想された。

##### ② 建材・機材等の揮発性有機化合物に関する研究

この研究プロジェクトは、先のWHOとの共同研究による結果を踏まえて1995年より厚生科学研究費により実施されたものである。その結果、東北の地方都市にある20軒程度の新築住宅（築後3ヶ月以内）の場合は、ホルムアルデヒドについてはガイドライン値を越えるものが2割程度であったのに対し、TVOCの方は越えないものの方が1割程度しかなく、しかも中にはガイドライン値を1桁以上上回る例も見られ、オフィスビルと同様のかかなり深刻な状況であった。築後6ヶ月以上経過した「中古住宅」10軒程度においては、ホルムアルデヒド濃度は全てガイドライン値以下であったが、VOCsについてはガイドライン値以下は、1割程度しかなく、中には、1桁以上高い例もみられた。

##### ③ ホルムアルデヒドに関する全国調査

この調査は、1996年頃より厚生省の生活化学安全対策室と国立衛生試験所（現在の国立医薬品食

品衛生研究所)の共同プロジェクトとして各都道府県の衛生研究所を通じて実施されたもので・調査した230軒(新築79、中古150)の内の28%がガイドライン値0.08ppmを越え・全体としては0.04~0.26ppmの範囲であった。

#### ④ VOCsに関する全国調査

この調査は、上述のホルムアルデヒドに関する全国調査の延長として1997年から9年にかけて実施されたものであり、トルエン、パラジクロロベンゼン等のVOCs約40種類について室内濃度、個人曝露濃度などを調べ汚染の実態を調査した。化学物質の濃度は、一般的に屋外濃度に比べ高かったこと、トルエンの平均値は $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、全体の6%が当時のWHOのガイドライン値 $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (現在の厚生省のガイドライン値でもある)を越えており、最大値は $3,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 弱となっていた。特に新築住宅では中古住宅(平均で $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 弱)と比べ湿度が高く、平均で $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 強であった等の結果を得ている。

#### ⑤ 化学物質過敏症に関する研究

この研究は、1996年厚生科学研究費によりアレルギーの研究として実施されたものであるが、化学物質過敏症に関するパンフレットを作り配布した。このパンフレットは、今でも化学物質過敏症を分かりやすく解説した啓発書として各方面で使われている。

#### ⑥ 化学物質のクライシスマネジメントに関する研究

この研究も厚生科学研究費によって1997年に実施されたもので、化学物質過敏症と化学物質の係わりに関する研究がなされた。

##### 2) ガイドラインの作成

現在まで、厚生労働省が策定したガイドラインや暫定目標値は表1~3の通りである。

##### 3) 相談体制の整備

この問題のための相談対応マニュアルを厚生労働省のシックハウス検討会にて作成中した。

##### 4) 治療施設の建設

現在、民間の北里研究所病院の臨床環境医学センターが本格的な化学物質過敏症の診断と治療を行う殆ど唯一の医療施設となっていたが、全国各地から患者が集まり、診療を受けるまで数ヶ月の待機が必要と言う状況であるため、免疫異常の高度専門治療施設である国立相模原病院に、北里研究所病院並みの設備を整えた外来による診察室と、滞在型の病室を緊急に整備した。なお、これらに比べれば規模は小さいものの国立療養所南福岡病院と国立療養所南岡山病院においてもシックハウス症候群や化学物質過敏症患者を診断するためのクリーンルームを備えるとともに、患者等のケアを行っている。さらに、東京労災病院にも治療施設を建設した。

表1 2000年までに公表されたガイドライン

化学物質	健康影響	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	人曝露における咽頭粘膜への刺激	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (80ppb)
トルエン	人曝露における神経行動機能及び生殖発生への影響	$260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (70ppb)
キシレン	妊娠ラット曝露における肝臓及び腎臓等への影響	$870 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (200ppb)
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬曝露における腎臓及び肝臓等への影響	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40ppb)
エチルベンゼン	マウス及びラット曝露における腎臓及び肝臓等への影響	$3800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (880ppb)
スチレン	ラット曝露における脳や肝臓への影響	$230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (50ppb)
クロルピリフォス	母ラット曝露における新生児の神経発達への影響及び新生児の脳への形態学的影響	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (70ppt) 大人 $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7 ppt) 子供
フタル酸ジ n-ブチル	母ラット曝露における新生児の生殖器の構造異常等への影響	$220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20ppb)

表2 2001年7月に発表されたガイドライン

化学物質	健康影響	室内濃度指針値
テトラデカン	ラットにおける経口曝露知による肝臓への影響	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.041ppm)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	雄ラットの経口投与による精巣への影響	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)
ダイアジノン	ラットの吸入曝露毒性に関する知見による血漿および赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
ノナナール (暫定目標値)	ラットへの経口曝露による毒性学的影響	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.0ppb)

表3 2002年1月に出されたガイドライン

化学物質	健康影響	室内濃度指針値
アセトアルデヒド	ラットに対する経気道曝露被害する知見から、鼻腔嗅覚上皮に影響を及ぼさない無毒性量。	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (30ppb)
フェノブカルブ	ラットに対する経口混餌反復投与毒性に関する知見から、コリンエステラーゼ活性阻害をはじめとする各種異常を認めないとされる無毒性量。	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)

## 2. 国土交通省の対応

旧建設省（現在の国土交通省）は、旧厚生省の策定したガイドラインを実現するための技術的対策の開発を実施している。

### 1) 健康住宅研究会

1996年7月、学識経験者、関連団体、関係省庁（建設省、厚生省、通産省、林野庁）からなる『健康住宅研究会』を設置し、1998年4月には、当時の厚生省の示した健康影響に基づくガイドライン値達成のための低減対策等の検討を行い以下の成果を得た。

#### ① 住宅生産者向けの「設計・施工ガイドライン」

#### ② 消費者向けの「ユーザーズマニュアル」

これらの成果物は、地方公共団体、関連団体、保健所等に配布され、一般住民や施工業者への周知を図っている。

### 2) 官民連帯共同研究

1997年度より3ヵ年計画で、建設省は、同省の付属研究機関である建築研究所の協力を得て、官民連帯共同研究プロジェクト「健康的な居住環境形成技術の開発」を実施した。

### 3) 住宅生産者団体による指針策定

1999年3月、建設省の外郭団体社団法人住宅生

産団体連合会が、健康に配慮した内装材の選定等に関する「指針」（内装仕上材に用いる合板類は日本良林規格JASのF<sub>C0</sub>等級の最もホルムアルデヒドの放散が少ないものを使用すること等）をとりまとめ、平成11年10月から実施した。

### 4) 公共住宅に関する共通仕様書

「公共住宅建設工事共通仕様書」の「追補解説」として、健康に配慮した内装材の選定等に関する留意事項（内装仕上材に用いる合板類は、JASのF<sub>C0</sub>等級のものを使用すること等）をとりまとめ、1999年4月に地方公共団体等に通知した。

### 5) 民間住宅等に対する優遇融資

住宅金融公庫融資において、健康と省エネルギーに配慮した計画換気設備への割増融資（200万円/戸）を実施するほか、特に健康に配慮した提案を盛り込んだ住宅に対しては、高規格住宅として割増融資（400万円1戸）の適用が可能とした。

### 6) 住宅性能表示制度

1999年6月23日に公布された「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に定める住宅性能表示制度において、合板等ホルムアルデヒドの放散量に係る規格のある建材について使用等級を表示する、室内濃度を測定し表示するなど、室内の空気環境

に関連する表示方法の検討を進め、2000年秋より実施している。

#### 7) 建築基準法への反映

2001年10月より国土交通省は、社会資本整備審議会建築分働会の室内化学物質部会において、ホルムアルデヒドとクロルピリフォスについて、建築基準法に規定を設けた。

#### 8) 室内空気汚染対策研究会

2000年6月、健康住宅研究会と同様な組織として表記委員会を設置し、調査研究を推進し、健康住宅研究会が策定したガイドラインの見直し等を行うこととしている。

#### 9) 相談体制の整備

##### ① 紛争処理支援センターの充実

国交省は、室内化学物質による空気汚染問題についての相談に適切に対応するため、財団法人住宅リフォーム・紛争処理支援センター内の「住宅紛争処理センター（2001年4月に住宅部品PLセンターより業務移管）において学識経験者、建築専門家などをアドバイザーとする専門性の高い相談事項についての助言体制を確立した。ちなみに同センターへの業務診管前の住宅部品PLセンターへは1999年度の203件をはじめ多数の相談が寄せられている。

##### ② 簡易測定機の貸出

国交省の外郭団体である財団法人住宅保証機構が、ホルムアルデヒド濃度の簡易測定機を購入し、全国の関連機関（地方の住宅センターや建築士会など）に貸与することにより、消費者からの申請に応じた測定サービスの推進している。

### 3. 経済産業省の対応

旧通商産業省（現在の経済産業省、以下通産省と略記）は、この問題に関しては建設省とともに・主要な省の1つであり、国交省が、厚労省のガイドライン値を実現するための建築的対応をするのに対し、経産省は、室内にある建築設備の対応や、室内に導入される建材や消費財などについての対策を考える省であると言える。

#### 1) 技術開発

経済産業省では、低ホルムアルデヒド等の対策を施した内装材・接着剤等の供給を目指した研究

開発を推進している。

#### 2) 規格の整備

##### ① JIS規格の規定

経済産業省は、繊維板、パーティクルボード、壁紙、壁紙施工用澱粉糊系接着剤について規格を規定したまた、建材一般にも適用可能なホルムアルデヒド、VOCs等の簡易測定法のJIS化のための検討を実施中であり、ISOの規格との整合性も検討中である。

表4 JIS規格

表示の区分	ホルムアルデヒドの放散量*
E <sub>0</sub> (F☆☆☆)	0.5mg/L以下
E <sub>1</sub> (F☆☆)	1.5mg/L以下
E <sub>2</sub> (F☆)	5.0mg/L以下

\*一定量の蒸留水を入れた20℃±1℃以内のデシケーター内に、一定量の試料を蒸留水に接触しない形で24時間放散し、蒸留水に吸収されたホルムアルデヒド濃度を測ったもの。

##### ② 化学物質濃度測定法のISO規格のJIS化及び建材等からの化学物質放散量測定法のJIS化

経済産業省は、1997年6月より化学物質の濃度測定法を規程したISO-16000の規格の翻訳JISを策定すべく建材試験センターにホルムアルデヒド等VOCsの試験法に関する標準化調査委員会を組織し、作業中である。また、同委員会では、建材等からの放散量評価法についてJIS化作業中である。

### 4. 林野庁（農水省）

林野庁（農水省）は、この問題に関しては、合板、複合フローリングなどの建築材料の木質建材に関する規格の整備と低放散量建材の使用への誘導を行っている。

#### 1) 規格の変更

林野庁は、2000年7月にそれまで、合板と複合フローリングにしかなかった日本農林（JAS）規格に集成材、単板積層材、構造用パネルを加える改定を行った。この改定に際しては、従来のJAS規格では、ホルムアルデヒドの放散量が、

前述の JIS 規格と整合していなかった点も改められ、Fc0がE0に、Fc1がE1に、Fc2が、E2に対応するようになった。さらに両者を統一し☆の数でグレードを表すようになった。また、そのF☆☆☆の上位規格としてF☆☆☆☆（放散量0.3mg/L以上）を設定し、それに適合する商品の市場流通を目指している（表5）。

表5 JAS 規格

表示の区分	ホルムアルデヒド放散量	
	平均値	最大値
F <sub>0</sub> (F☆☆☆)	0.5mg/L以下	0.7mg/L以下
F <sub>1</sub> (F☆☆)	1.5mg/L以下	2.1mg/L以下
F <sub>2</sub> (F☆)	5.0mg/L以下	7.0mg/L以下

## 2) 技術開発

林野庁では、ホルムアルデヒドを放散しない接着剤の開発およびそのような接着剤を用いた合板の製造技術の開発を行うとともに、ホルムアルデヒド等の化学物質の吸着などに有効な木材や炭化物を内装材などに試用するための技術開発を行っている。

## 5. 旧労働省

旧労働省（現在の厚生労働省）は、この問題に関し、中央災害防止協会に研究を委託し、オフィスにおける労働環境の汚染に関する研究を推進している。また、厚生省の厚生科学研究費研究班の1つとして、オフィスルームにおける汚染の実態調査を実施している。また、労働環境に関する化学物質の基準を検討中である。

## 6. 旧科学技術庁

旧科学技術庁（現在の文部科学省）では、振興調整費補助金の中の「生活者ニーズ」研究のテーマの1つとして、この問題を取り上げ、日本建築学会提案の研究支援を実施した。

## 7. 旧文部省

旧文部省（現在の文部科学省）では、現行での学校環境衛生の基準を改正するための検討委員会においてこの問題の検討を実施中である。学校における化学物質汚染問題は「シックスクール」と呼ばれシックハウスとはまた様相の違った問題と

なっている。

## 8. まとめ

- ・厚生労働省は健康影響に関するガイドラインを作成。
- ・国土交通省は厚生労働省のガイドラインを実現するための設計・施行ガイドラインを作成。
- ・経済産業省は厚生労働省のガイドラインを実現するための基準整備および技術支援を実施。
- ・林野庁は厚生労働省のガイドラインを実現するための建材の基準を充実。
- ・旧労働省は、オフィスの汚染に注目。
- ・旧科学技術庁は学会のシックハウス研究を支援。
- ・旧文部省は、シックスクール問題を調査。

## IX. シックハウスはなぜ起こったか

シックハウスと呼ばれる現象の起こった原因としては、何と云っても建物の気密性能が大幅に向上し、室内外の空気の入れ換わり、即ち換気が少なくなったことである。

このことが原因であることは良く知られていることで、いまさら改めて指摘するまでもないと思われる読者もいると思われるが、この分かりきったようなことの中に見落とされていることがある。それは、多くの日本人は気密性能が上がったと言うことは頭では分かっているが実感として体では分かっていないとでも言ったら良いであろうか。

そのことを如実に物語るのが、気密性能が上がっているのに昔ながらの気密性の低い住宅に住んでいたときの感覚で防虫剤を大量に使用したり、開放型の燃焼器具を使ったり、喫煙行為をしたりしているケースが少なくないことである。また、もう一つ見落とされているのが、家を総ヒノキなどで作る場合があることである。ヒノキからは $\alpha$ -ピネンと呼ばれる化学物質（ヒノキの香の主成分）が発生するため、気密性能の高い家の場合、この物質を含むいわゆるTVOC濃度が極めてたかくなるにも拘らず、ヒノキの香りは自然のものだから無害であると信じている人がかなりいることである。自然であれ、人工であれ、化学物質は化学物質であり、ある一定レベル以上になれば健康に有害であることには変わらないということに気

がついていない人が多いようである。したがって、総ヒノキ造りとするのであれば、かつての気密性能の悪い住宅のとき確保されていた程度の換気量（およそ1回/h程度）を確保することのできる換気設備（できれば機械換気が望ましい）を装備することである。確かに、 $\alpha$ -ピネンは、それほど人体に有害な化学物質ではないかも知れないが、問題は室内空气中にオゾンのような活性の強い物質があるとそれによって分解され、ホルムアルデヒドや蟻酸といったかなり人体に強い影響を示す物質に変わることがあると懸念されている。悪いことに、最近では空気の清浄を気にする人の間で、「空気清浄機」や「脱臭機」等と呼ばれる機具が使われるようになってきており、これらの内にはオゾンなどを用いてホルムアルデヒドなどの化学物質や臭いの基となるVOCsを「分解」するものがあるそうである。 $\alpha$ -ピネンがこれらの機具の中で「分解」されたらどのようなことになるか、心配なことである。確かに、杉やヒノキなどの自然の木材は、値段がやすい割に見栄えがよいということでかつて多く使われていたホルムアルデヒドなどを大量に発生する合板の類よりはましかも知れないが、「自然」だから全幅の信頼をおいても良いということではないことを指摘しておきたい。

以上のように述べてきたが、筆者は必ずしも高气密住宅が悪いと言っているのではない。高气密高断熱住宅の持つ優れた温熱環境特性は、健康的な居住という意味で高く評価されるべきものである。しかし、それは必要最小限度の換気量を確保しての話である。

## X. 研究者の責任

序でも述べたとおり、この問題に関しては、様々な分野で数多くの研究がなされるようになってきた。しかしながら、それらの研究成果が、本当にこの問題で困っている人々を救うことになっているかと言うとまだほど遠い状況である。

例えば、建材からの放散量に関する研究は数多くなされているが、その成果を応用して建設後の室内濃度を十分な精度で、予測することはできず、

そのため放散量が少ないと思われる建材や仕上げ材や接着剤を使って建物を建設したからと言って、必ずしも室内の濃度が厚生省のガイドライン値以下になること保証できない。また、ガイドライン値が設定されている物質は室内に存在する化学物質の内のほんの一部であるし、それぞれ単独に存在している場合のみの値であり、複合影響には全く触れられていない等解決されなければならないことは多い。

研究者は、様々な学術データは出すが、現状ではこの問題で困っている人にとって必要な情報とはなり得ていない場合が多い。困っている人に役立つデータは、しばしばいわゆるペーパーにはなりにくいと云った面があり、研究者はどうしてもペーパーになりやすい研究しか興味を示さない傾向があるが、それでは研究者と社会の一般人との距離が遠くなるだけである。この点をより強く意識して、ペーパーになりにくくとも困っている人に役立つ研究を進める責任がある。

## XI. 各方面での住教育の必要性

上述のことと関連するが、シックハウス問題は、ここ2、3年急に社会的認知が高まったとは言っても、言葉が知られている程度で、重要な内容に関する知識の普及はまだ十分とは言えない。その原因は現在の教育システムにおいて体系的な住居と健康に関する教育がなされていないことがあげられる。特に「住まい手」の立場に立った教育は、本院の保健所の環境衛生監視員や保健婦を対象とした1ヶ月の「住まいと健康」コース、「建築物衛生コース」くらいである。大学の工学部や理工学部等の建築学科における教育は、施工会社や工務店の立場に立った「作り手」のための教育でしかない。また、本来、住まい手の立場に立った住教育をするべき家政学部等の住居学科の教育は、工学部建築学科の教育体系をそのまま踏襲しているだけの場合が多い。それはそれらの学科の教官の多くが工学部系の出身者で占められることが多いため、建築学科以外の家政学部出身の住居関係の教官は、少数派となっている。また、家政学の大学全体としては「衣・食」に比べ、「住」に

関する力のいれようが十分でないことも原因であると思われる。

一方、医学系の大学においても、「住」に関する教育は全く不十分であるとしか言い様がない。医学に関し門外漢である筆者が、この様なことを言うのは不適切かも知れないが、医学関係者の「住」に関する知識は、同じ生活の3大要素である「食」と「衣」に比べ甚だ貧弱で、一般の住民とほとんど変わるところがない。これでは、医者が患者の生活全般の指導をすることなどできないと言われても仕方がない状況である。その原因が医学部における住教育の不完全さにあることは否めないであろう。

これらの問題点は早急に解決されなければならない。

## 文献

- 1) 厚生省 健康で快適な住宅に関する検討会議：健康住宅関連基準策定部会化学物質小委員会報告書。1997
- 2) IARC (Intentional Agency for Research Cancer): Monographs 62. 1994
- 3) 日本産業衛生学会：許容濃度の勧告、1996
- 4) ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists): Documentation of Threshold Limited Values, 1996
- 5) EPA (Environmental Protection Agency): IRIS Information, 1994
- 6) 環境新聞：234有害大気汚染物質リスト・1996年8月4日
- 7) 壁装材料協会：生活環境の安全に配慮したインテリア材料に関するガイドライン。1997
- 8) 堀口博：公害と毒・危険物 三共出版、1973
- 9) 健康材料 MINI GUIDE：建築知識97年12月号特別付録
- 10) 厚生省シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会：室内空気汚染に係わるガイドライン。厚生省生活衛生局生活化学安全対策室、2000
- 11) 大歳幸男：化学物質情報の正しい読み方。化学工業日報社刊、2000
- 12) 厚生省シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会：室内空気汚染に係わるガイドライン—室内濃度に関する指針値—。厚生省生活衛生局生活化学安全対策室、2000
- 13) 厚生省シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会：総揮発性有機化合物（Total Volatile Organic Compounds, TVOC）の空気質指針策定の考え方について。厚生省生活衛生局生活化学安全対策室、2000
- 14) 池田耕一、安藤正典、他：建材、機械等の揮発性有機化学物質に関する調査研究報告書。ビル管理教育センター、1998
- 15) 池田耕一、松村年郎、他：集合住宅における室内空気質実態調査、その1 HCHO の測定。第15回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集：373-376、1997
- 16) 大澤元毅：健康的な居住環境形成技術の開発。住宅・建築省エネルギー機構、2000
- 17) 木村洋、池田耕一、他：集合住宅における室内空気質実態調査その2 VOC の測定。第15回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集：377-380、1997
- 18) 飯倉一雄、野崎淳夫、他：集合住宅におけるバイクアウト効果に関する研究(2)、室内 HCHO、VOC 汚染に関する研究その2。空気調和・衛生工学会講演会講演論文集、1：57-60、1997
- 19) 池田耕一、野崎淳夫、他：家庭用空気清浄機におけるガス状物質の除去特性に関する研究。平成9年度空気調和：衛生工学会、学術講演会講演論文集：61-64、1997
- 20) シックハウス（室内空気汚染）問題検討会・室内空気汚染に係わるガイドライン案について—室内濃度に関する指針案—。2001年7月
- 21) シックハウス（室内空気汚染）問題検討会：室内空気汚染に係わるガイドライン案について—室内濃度に関する指針案—。2001年12月