

健康文化

シックハウス症候群対策におけるアートとサイエンス

上島 通浩

旧厚生省が第1回の「シックハウス問題に対する検討会」を開催してから来年で10年になる。近年は、新聞の見出しに「シックハウス症候群」の文字が見られることもずいぶん減ったように感じられる。厚生労働省はこれまでに、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレンをはじめとする13種類の化学物質について、「室内濃度指針値」を策定した。この値は、人がその化学物質の示された濃度以下の曝露を一生受けたとしても、健康への有害な影響を受けないであろうとの判断により設定されている。設定の根拠となるデータには、シックハウス症候群の量反応関係、すなわち、どれだけの空気中濃度の化学物質を吸入するとシックハウス症候群になるか、という情報が欠けているために、室内濃度指針値を守っていればシックハウス症候群にならない、ということはいえない建前となっている。しかし、室内濃度指針値が策定されたことにより、建築業界や家具業界等の関連産業では対象物質の使用を削減する取り組みが大きく進んだ。このため、これらの物質の室内空気中濃度は一般に減少し、その結果、シックハウス症候群の発生も減少したのではと推察される。シックハウス症候群で2002年に労災認定された我が国最初の事例では、ホルムアルデヒド濃度が指針値の30倍を超えていたと報道されているが、新築建物でこうした事例が生じることは、今日ではきわめてまれであろう。

しかし一方で、シックハウス対策が行われているビルの一部で、シックハウス症候群の発生している現実があることを指摘しておかなければならない。そして、こうした事例の少なくとも一部では、室内濃度指針値が未設定でかつ測定されることがほとんどない、2-エチル-1-ヘキサノール(以下、2E1H)がシックハウス症候群の原因物質となっている。これが本稿の主題であるが、文中では、「シックハウス」という語が住居以外のビルの場合にも慣用的に用いられている現状にしたがい、「シックハウス」及び「シックビル」を厳密には区別せずに使うことをあらかじめお断りしておく。

今から10年近く前になるが、ある大学が校舎を新築移転した時期と同じくして、その建物を使う1人の教職員が咳や目、鼻、のどの刺激感、悪心などの症

状に見舞われ、相談に来られた。これらの症状は建物内の特定の部屋で強く、まさしくシックビル症状が疑われたが、この方はやがて多種類のごく低濃度の化学物質に対して過敏症状を訴えるようになり、日常生活上大きな制約を受けるようになった。

そこで原因物質は何だろうと考え、さっそく、各種の揮発性化合物(VOC)濃度を測定した。すると、ほとんどのVOC類はほぼ一般的な濃度であったが、症状が強く出現する会議室で $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える2E1Hが検出された。この方以外にもその部屋を使用する複数の教職員に、やはり同様の症状が程度の差こそあれみられることが明らかになり、これらは2E1Hによるシックビル症候群であると結論した。より詳細な環境調査の結果、2E1Hの主要な発生源は床であることが判明し、2E1H放散量の多い会議室やセミナー室の床は床材がコンクリート下地に接触している一方、少ない部屋(コンピューター室)の床材は下地に接触していないことが明らかになった。床材用接着剤の溶剤として2E1Hそのものが使用されることはなく、また、セメントコンクリートやプラスチック床材に液体として混入されることもない。したがって、どうして床から2E1Hが発生するかという点が問題であった。

実は、プラスチック製の床材がコンクリート下地に接触している部屋で2E1H発生量が多い、という点に謎を解く鍵があった。会議室の場合、床にはタイルカーペットが敷かれていたが、このカーペットの裏打ち材は塩化ビニル製である。この塩ビには、プラスチックを柔らかくする目的で可塑剤と呼ばれる化学物質が添加されているが、可塑剤の一種であるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルがコンクリート中の強アルカリ性水分と接触すると、加水分解反応を起こして2E1Hが発生するのである。同じ現象は、カーペット接着剤に含まれる2-エチルヘキシルアクリレートなどで起きる可能性もあった。こうしたことが明らかになってきたため、この建物では床材を可塑剤を含まないタイプのものに張り替えたところ、2E1Hの室内濃度が大きく低下した。つまり、結果として対策には予想通りの効果があったのだが、対策にまでふみこんだ経験がなかったため、費用のかかる手段を大学に勧めることには迷いがあったことも確かである。

この取り組みを通して、シックハウス原因物質を特定し、その使用を規制するだけではシックハウス症候群予防に限界のあることが明らかになった。同様の事例は後にも経験したが、施工業者は「うちはシックハウス対策をしています」と主張し、実際、ホルムアルデヒドやトルエンなど、指針値策定物質を放散しない、あるいは放散量の少ない建材が用いられていた。それなのに、2E1H

の室内濃度は高くなり、患者は発生するのである。2E1H は室内濃度指針値が決められた物質ではないといわれればそれまでで、無理もない。しかし、指針値をつくって対策を行うことを想定しても、もともと建材には含まれていないのだから、建材等への使用量を減らすという考え方では実効のないことは明らかであった。

前述したように、2E1H は化学反応（加水分解反応）の結果発生する。分解して2E1Hを発生させるフタル酸ジ-2-エチルヘキシルは、この物質がない世界は考えられないくらい、当たり前身にまわりで使われている。そして、強アルカリ水と接触しなければ2E1Hが発生することはない。したがって、「分解して2E1Hが発生する物質を建材から除きましょう」という対策は、現実的ではない。そもそも、プラスチック床材をセメントコンクリートの床に接着する工法は、ビルの内装としてごく普通のものであって、デパートに行っても、病院に行っても、その他ありとあらゆるところで見ることができる。そして、それらのビルすべてでシックビル症候群が発生するほど2E1Hの濃度が高いかという、決してそんなことはない。

ここまでお読みになってとても不安に思われる方がいらっしゃるかもしれないので、大多数のビルの室内空気中に2E1Hが検出されるがその濃度は通常他のVOC並に低い、ということをお願いしたい。2E1Hの室内空気中濃度を決定する因子としては、放散量の多少とともに部屋の換気量がある。換気量が十分に多ければ濃度は高くないが、建築基準法や建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）にもとづき、換気については管理が行われている。したがって、2E1Hの空気中濃度が著しく高くなるのは、何らかの悪条件が重なった場合に限られると思われる。

さて、いくつかの事例を経験する中で気づいたことがある。2E1H濃度の高い事例はいずれも、冬に建物の工事を行って春先に完工し、梅雨時前後に体調不良者が顕在化する、という点がほぼ共通しているのである。患者発生の有無に限らずいくつものビルで調査してみると、2E1H濃度は夏に高く、冬に低いことが明らかで、そのコントラストが非常にはっきりしていることが特徴である。これは想像であるが、気温が低くコンクリートの乾きの悪い冬季に建物建築を急ぎ、コンクリート打設後の養生期間を短くすると、コンクリート中の含水量が多いまま床材を敷設することになるのであろう。コンクリートがびしょ濡れ状態だと化学反応に必要な水分が多く供給されるため、2E1Hの発生量は、気温が上がる夏季に大きく増えることになると思われる。換気が悪い等の条件が重

なると、患者が発生するのであろう。

このことは理屈としては理にかなっているが、患者発生の原因として科学的に証明する、ということになると話は複雑になる。最初に患者が発生するのが梅雨時として、発症と建物との関係が疑われ、そして、そのことが本人だけでなく周囲の人達の共通の認識となるまでには時間がかかる。実際に私のところに相談があつて、環境測定や疫学調査を実施する時点ではすでに気候が涼しくなつて、室内濃度がピークを過ぎて下がっている場合が多い。そして、実態の把握が困難であつたとしても、最初に述べた事例のように、シックハウス症候群患者は化学物質過敏症に進展する可能性があるので、現実には患者がいる以上対策は待たないである。床材の施工に問題があると判断される場合は、床材を交換するか、剥がすことを推奨してきた。これは、シックハウス症候群対策のアートであろう。そして、問題は多くの場合収束に向かうのであるが、科学として厳密に見たとき、ケーススタディを繰り返しても曝露と発症との因果関係を証明したことにはならない。ここがサイエンスとしての難しさである。さらに、床材とコンクリートとの接触がシックビル症候群の根本原因と思われても、2E1Hが真の原因物質であるか、判断のつかない事例も存在する。アートとサイエンスの両立をより高いレベルで実現することがこの問題で求められていることを述べて、本稿のまとめとしたい。

(名古屋市立大学大学院教授、医学研究科環境保健学分野)