住宅室内における空気中汚染物質とその対策

新築住宅を中心としたホルムアルデヒドなどの化学物質によるシックハウス症候群が問題となったのは1990年代。その後、適切な内装材料の選定や換気設備の義務化などにより、当時ほどの問題とはならなくなった。しかしながら居住者が適切な住まい方や設備の維持管理をしなければ、住宅室内を安全かつ健康で快適な環境に維持することは困難かもしれない。住宅における空気質と住まい方について考え直す機会としたい。

東京工業大学 環境・社会理工学院 建築学系准教授
鍵（かぎ） 直樹（なおき）
東京工業大学工学部建築学科卒業、同大学院博士課程修了。同大学助手を経て国立保健医療科学院研究員、室長。その後東京工業大学准教授、現在に至る。建築環境工学、室内空気質、化学物質・粒子汚染を専門とする。

住宅の変化とシックハウス症候群

わが国の住宅は省エネルギーの観点から、高気密・高断熱化が進んだ。従来、エアコンが普及していなかった頃は日本の過酷な夏を過ごすために、窓を開けて通風を行っていた。しかし、空調設備の普及とともに環境問題が深刻化し、省エネ対策が進められ、住宅の断熱・気密性の向上が図られた。

加えて、住宅の内装材も、木材や漆喰といった天然素材から合成樹脂などの化学合成された材料へと変化し、従来にはなかった化学物質が室内空間に発生することとなった。さらに自然換気が期待できず、エアコンの利用で窓を開けての通風換気をしなくなったことにより、室内で発生した汚染物質が室内に高濃度でとどまり、1990年代にシックハウス症候群などの健康被害が発生することとなった。

シックハウス症候群とは主に新築の住宅で発生する頭痛やめまい、鼻水、倦怠感などの体調不良のことで、発生当初は原因不明だった。建物の建設や家具の製造の際に用いられる塗料や接着剤、木材をシロアリから守る防蟻（ぼうぎ）剤に含まれる揮発性有機化合物（VOC）が、室内空気中で高濃度となったことが原因とされている。

空気の重要性

人間は食物、水、空気を摂取するが、その中でも空気は非常に多い。例えば成人は1日で約1150リットル、約15キログラムの空気を呼吸し、食物の約1キログラム、水の約2キログラムと比較しても格段に多い。また現代人は90％以上の時間を住宅や建築物などの室内空間で過ごしていると言われている。図1に摂取量の割合を示しているが、外気に比べても室内空気を摂取している割合が大きく、住宅の空気が多くを占めることが予想できる。

現在では飲む水については何種類ものミネラルウオーターから、食べ物もその産地や飼育・栽培の方法を選べるようになってきている。しかし、空気については身の回りにある空気を選択の自由のないまま、汚染されている空気であっても呼吸として体内に取り込んでいる。

身の回りにある空気は目に見えず、感じにくい。一般的に空気とは窒素、酸素、アルゴンなどの混合気体で、これらの物質で99％を占める。室内空気においては人の健康に有害となる成分は、これよりも極微量存在するものが対象となる。この感じ取ることのできない極微量成分を管理し清浄な室内空気環境を創り出すことが、健康で安全で快適な環境を維持するためには必要不可欠である。

室内空気質と室内空気汚染

シックハウス症候群の国の対策としてはVOCの室内濃度指針値の制定に続き2003年には建築基準法が改正され、換気設備の設置の義務付けやホルムアルデヒド発散建材・防蟻剤の使用建材の制限などが定められた。

図2は国土交通省が行った全国新築住宅におけるVOC濃度の実態調査であるが、建築基準法改正の03年以降、ホルムアルデヒド、トルエンについても濃度が低下する傾向となった。現在の新築住宅では適切な内装材料が使用され、適切な換気設備が備わっているため、シックハウス症候群などの問題は解決されたものと考えられている。

図3は室内の汚染物質の挙動を表したものであるが、換気により外気を取り込み室内空気を排出することで、室内で発生した汚染物質濃度は低減する。しかしながら外気に汚染物質が含まれず、清浄であることが必要である。

実際には外気にも汚染物質、例えば大気汚染物質であるPM2・5（粒径2・5マイクロメートル以下の工場からの排気またはディーゼル排ガス、光化学スモッグなどの微小粒子）、オゾン、春先のスギ・ヒノキの花粉が存在する。また室内では建物内装材料や家具、家庭用品などから多種のVOCが発生する。

微生物からは臭気の原因となる微生物由来揮発性有機化合物（MVOC）が発生する。VOCによっては、オゾンと反応し超微粒子を空間中で新たに生成する。準揮発性有機化合物（SVOC）はプラスチックなどから微量発生するが、空気中の濃度は低いもののハウスダストおよび浮遊粒子に吸着するなど物質同士の相互作用が判明している。以上のようにさまざまな要因による室内空気汚染が考えられている。

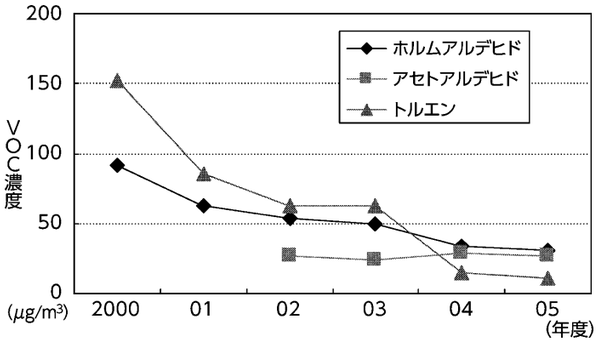

図2　国土交通省による新築住宅の化学物質の平均濃度推移

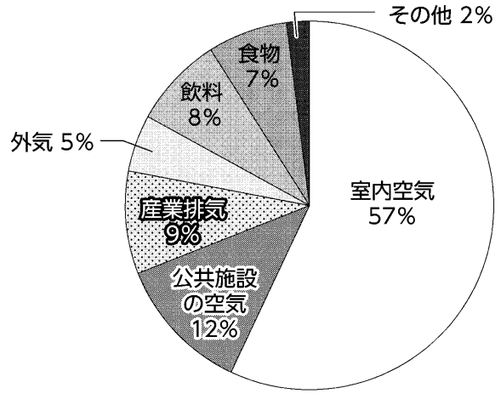

図1　人体への1日の摂取量（重量比）

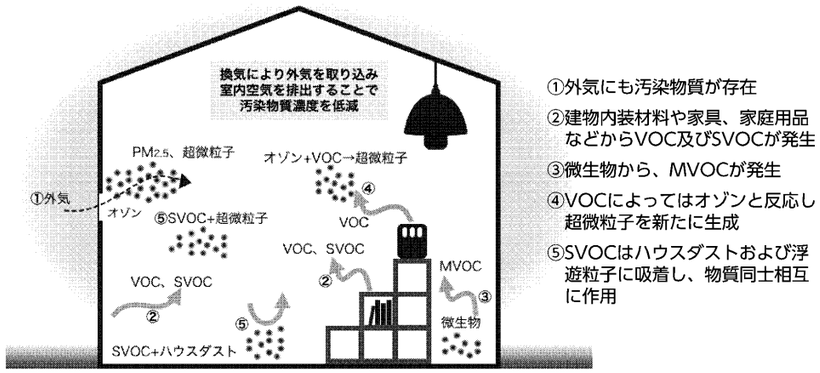

図3　室内における汚染物質の挙動の例

室内空気汚染の対策と住まい方

現在の住宅はシックハウス症候群にならない十分な性能を有している。しかし、本来運転しなければならない換気装置を適切に作動していない状況となっていると、換気量が不足する。

また、居住者による行為が問題となる場合がある。例えば防虫剤、芳香剤など家庭製品の過度な使用によるVOC濃度の上昇や、加湿器の誤った使用によって過剰に湿度が上昇しカビや細菌が発生することがある。

ここで今一度、住宅の使い方を見直すことが重要と考えている。住宅の換気設備は台所、トイレなど局所換気扇のほか、住宅全体を換気する換気設備がある。住宅によって異なるが、浴室に換気設備があり、各部屋の外壁側にある給気口から空気を吸い上げるタイプや、各部屋に空気を給気・排気するタイプなどがある。冷暖房時にこのスイッチを切ってしまいがちだが、換気設備が作動しているか、定期的にメンテナンスを行っているか、給気口を完全に閉めてしまっていないかなどを確認し、適切に換気されているかのチェックが必要である。

この換気設備により、内装材料から発生したホルムアルデヒドの除去だけはなく、臭気などそのほかの汚染物質、水蒸気の排出にも効果がある。また調理時には台所の換気扇を必ず作動させる。特に冬期において室内の湿度を適切に管理することは重要である。

暖房を行うことでさらに低湿度になる。低湿度で引き起こされる肌の乾燥や静電気の発生、インフルエンザなどの感染防止の観点から、最適湿度は40％程度が良い。しかし、加湿器の過度な使用や過剰な部屋干し、暖房器具でも排気を室内に排出する石油・ガストーブを使用すると、過剰に湿気が発生し、窓や外壁となっている室内側の壁に結露を起こす可能性がある。湿気の発生源としてほかにも、観葉植物、水槽、食器乾燥機、浴室などもある。

過度な高湿度に伴う健康被害を「ダンプネス」というが、湿度が直接空気環境に悪影響を与えないものの、これに伴い結露した箇所にカビが発生する。その胞子やMVOCが室内に放出されることにより、新たな室内空気汚染を引き起こす可能性がある。

適切な維持管理も重要である。換気設備は定期的にメンテナンスを行い、適切に動作していることを確認する。夏場のエアコンについても室内機の内部はカビにとって快適な環境であり、それを放置したまま運転した場合、カビの胞子を室内に放出してしまう可能性もある。

冬期においては適切に換気を行い、過度な加湿は避ける。さらに室内に浮遊している花粉やPM2・5などを除去するには市販されている空気清浄機を活用することも効果的である。床に堆積したハウスダストも再飛散すると空気汚染になるため、こまめな掃除が重要である。

近年の住宅は十分な断熱・気密性が確保され、換気設備も設置されているため、居住者が適切に行動すれば室内空気質は良い状態に保てる。目に見えない空気の状況を意識しするために、まずは見える化することをお勧めする。例えば温湿度計を利用して今の室温や湿度を意識することを習慣化することが、コントロールの第一歩になる。見えないものはなかなか意識できず改善しにくいため、日常的に維持管理を行い、気にしていくことが重要である。