

6.2. 化学物質の発生源、材料、JIS、自主規制

ここでは発生源の分類に沿って、その分析・評価方法と基準について述べます。

シックハウスが社会問題化した1990年代当時はホルムアルデヒドが主要な汚染物質と認識されていましたが、調査研究が進むにつれ揮発性の高い様々な物質（VOC）の存在と有害性が明らかになり、それに伴って発生源として多様な建材や製品に関心が広がりました。法規制や基準整備はホルムアルデヒド中心に進みましたが、その他の物質については、建築基準法策定時（第154回通常国会）に際して「室内空気汚染による健康影響が生ずると認められる化学物質については、全て規制対象とするよう、室内空気中の化学物質の濃度の実態や発生源、発散量等の調査研究を進め、その結果が得られたものから、順次、規制対象に追加すること」「建築材料及び換気設備の技術的基準については、室内空気中の化学物質の濃度を厚生労働省の指針値以下に抑制するために通常必要な基準を適切に定めるとともに、本法施行後に実態調査を行い、必要に応じてその見直しに努めること」「化学物質による室内空気汚染問題について、今後とも、関係省庁が連携して、原因分析、基準設定、防止対策、情報提供、相談体制整備、医療・研究対策及び汚染住宅の改修等に関する総合的な対策を推進すること。あわせて、カビ、ダニ等に由来する室内空気汚染による健康被害及びその対策についても、その調査研究を推進すること」などの附帯決議がつけられています。近年は、細菌・カビなど微生物に由来するMVOC（Microbial Organic Compound）の他、常温では揮発性が低く、従来のVOCとは物性や移行経路が異なる半揮発性物質（SVOC：Semi Volatile Organic Compound）も健康阻害要因として注目を集めています。

6.2.1. 木質材料

木質材料は形状・製法や用途によって合板、木質系フローリング、集成材、MDF（Medium Density Fiber Board、中密度繊維板）、パーティクルボードなどに分類され、その代表的な空気汚染物質はホルムアルデヒドです。1970年代には食器棚等の家具に用いられる合板からのホルムアルデヒドが社会問題になり、1980年にデシケータ法（ガラス容器内に規定の試験片と蒸留水を設置し、溶解したホルムアルデヒド濃度から放散速度を推定する測定法）によるJASのF規格分類（F0～3）が当時の農林省により制定され先行普及しました。2000年には上位規格を設けて合板、木質系フローリング、集成材などを対象とした農林省のFco～Fc2分類、MDF、パーティクルボードなどを対象とした通産省（JIS）のE0～E2分類に改定整備されています。

一方測定法としては、JISA1460「建築用ボードのホルムアルデヒド放散量の試験方法—デシケータ法」JIAA1901「建築材料の揮発性有機化合物（VOC）、ホルムアルデヒド及び他のカルボニル化合物放散測定方法—小形チャンバー法」が建築基準法改正に歩調を合わせて2003年に制定され、放散等級格付け（F☆（スター）表示。2～4個の☆数で表示することを義務付け）に活用されています。デシケータ形状や負荷率・養生条件が異なる旧JASと整合をとるため、読み換え措置も用意されました。なおこの際に、規制対象を精査して木質材料以外の接着剤・塗料や断熱材なども含める一方、当初から放散が想定されないガラスや「無垢（むく）の木材」についてはこの表示と規制の対象外である旨も明示されています。

JISA1901は建築基準法のホルムアルデヒドに関するF☆表示はもとより、トルエン、キシレン、スチレン、エチルベンゼン等の品確法対象物質、さらに沸点の高い物質にも対応しますが、試験条件が28℃とわが国の基準法に沿ったものとなっています。測定対象の汎用性は広く、床材、建築

用接着剤、建築用塗料、断熱材、上塗材の塗膜などに及びます。

木質製品についても後述する「4VOC 基準適合」の任意表示制度が広く活用されています。

6.2.2. 塗料

建築現場においては、外装・内装を問わず様々な塗料（JIS にはK 5658 建築用耐候性上塗り塗料、K 5960 家庭用屋内壁塗料（かつてのK 5961 家庭用屋内木床塗料、K 5962 家庭用木部金属部塗料も統合）、K 5970 建物用床塗料など）が用いられます。建築基準法の規制対象であるホルムアルデヒドについては当初からF☆（スター）規格に則った表示がされて対策が進んでいますが、塗料に特有な「安定した塗膜を形成・保持する」ための様々な成分が、用途や施工要求に応じて配合・添加されており、一律の表示や規制は馴染まないと考えられています（水性塗料を除く）。

社団法人日本塗料工業会では2005年より、主な揮発成分である芳香族溶剤（トルエン、キシレン及びエチルベンゼン）をそれぞれ重量比0.1%以上含まない製品に統一的に「非トルエン・キシレン塗料」の表示を行う活動を行っています。これは原材料情報に基づく配合計算値（SDS）或いは既定の測定法により判定するものですが、各社の自主判定に基づくもので義務的なものではありません。さらに2006年からは溶剤組成・塗装方法などの改良によりVOC成分が30%以下の溶剤型塗料に「低VOC塗料（溶剤形）」の自主表示を行う取り組みも行っています。環境省資料によると塗料からのVOC大気放出は平成12年からの10年で40%以上減少しています。

6.2.3. 接着剤

接着剤も施工時に一般に揮発が生じますが、ホルムアルデヒドについてはJISまたは日本接着剤工業会の自主規格JAI - 16：接着剤成分試験方法 - 接着剤中の揮発性有機化合物（VOC）の測定等により格付けと表示が行われています。また、住宅設備については後述の「建材からのVOC放散速度基準」に準じた「JAIA 4VOC 基準適合」の制度にも対応しています。なお、130㎡の住宅には200kg以上の接着剤が使用されているとの報道があります（接着剤新聞2010.1）。

6.2.4. 壁装材（壁紙）

壁紙の汚染物質管理は建築基準法のホルムアルデヒド規制（F☆制度）と日本壁装協会が1995年（マーク表示制度は1996年から）に独自に設けたISM（Interior Safety Material）制度に則っています。その基準は、厚生労働省の室内濃度指針値対象物質より広範で基準値はより厳しくなっています。 http://www.soumu.go.jp/main_content/000142629.pdf

表 6.2.1. ISM 対照物質と基準値

物質名	ISM基準値	厚生労働省指針値
ホルムアルデヒド	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
アセトアルデヒド	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)
トルエン	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
キシレン	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)
エチルベンゼン	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
スチレン	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
パラジクロロベンゼン	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
テトラデカン	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
TVOC	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	暫定目標値400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
クロロピリホス	原材料に使用しない	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb) 但し、小児の場合は 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)
フェノブカルブ		33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)
ダイアジノン		0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル		220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル		120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)
塩化ビニルモノマー	0.1 mg/kg	

出典：日本塗装協会HPを基に作成

6.2.5. 家具・住宅設備

容積或いは負荷率の制約から上述の小型チャンバー法での測定が困難な対象については、JISS1911「建築材料などからのホルムアルデヒド放散測定方法・大型チャンバー法」が適用されています。大規模な測定施設を要するため、特異な試験室、空気供給源、捕集システムや養生・処理のプロトコルが規定されました。一方、揮発性有機化合物（VOC）に対してはA1912「建築材料などからの揮発性有機化合物（VOC）及びホルムアルデヒドを除く他のカルボニル化合物放散測定方法・大型チャンバー法」が適用されます。なお、このJISも測定温度は建築基準法に沿う28℃としておりISOとは整合していません。

JISの環境整備を受けて、2008年に財団法人建材試験センターに事務局を置く「建材からのVOC放散速度基準化研究会（委員長：村上周三）により「建材からのVOC放散速度基準」が制定されました。これに基づき（一社）日本建材・住宅設備産業協会、（一社）リビングアメニティ協会、キッチン・バス工業会、全国天然木化粧合単板工業協同組合連合会、日本プリント・カラー合板工業組合の5団体が、同基準への対応を目的とし、業界の自主的取組として制定したのが「住宅部品VOC表示ガイドライン」です。対象は「木質建材のVOC放散性能判断のための根拠」に示されている材料、木質建材等から構成される住宅部品（設備機器・建具・収納等）、具体的には、キッチン、洗面化粧台、カップボード、内装ドア（引戸・折戸を含む）、開閉式間仕切り、クローゼット扉、据置収納、玄関収納、掘りこたつ、天井収納用梯子、屋内階段等としています。会員企業は、構成材料に関する業界団体の表示制度への登録を行ったうえで、製造者等は管理規程と構成材料を照合できる品質管理体制を整えるほか、ユーザーからの開示請求に誠意をもって応えること、「4VOC基準適合」と表示することなどが規定されています。

http://www.kensankyo.org/kankyo/4voc/voc_hyojigaidrain_kaisetu.pdf

6.2.6. 防蟻剤

防蟻剤は厚生労働省の指針値対象にクロルピリホス、ダイアジノン、フェノブカルブが登場するなど、シロアリ対策のため木造住宅等の床下に散布・施工される薬剤です。構造を担う木材が食害されると生命・財産の危険にもつながるため非常に重要な役目を負っていますが、クロルピリホスは微量でも毒性が大きいことから、床下から室内や近隣へ輸送されるおそれがあるとして建築基準法で使用が禁止されました。シロアリ対策の効果と安全性は、適切な薬剤の選択と、的確な調査・施工能力にかかっており、公益社団法人日本シロアリ対策協会が薬剤認定、工法・材料や検査員の登録を行っています。

今日では薬剤を用いず、細メッシュを用いる方法、基礎断熱として床下を遮断する方法などの物理的対策も提案されていますが、必ずしも普及していません。新しい防蟻法としてはシロアリが好む餌を仕掛けて定期的に観察し、検知した時点でベイト薬剤（対象虫獣鳥等を誘引し給餌して駆除する薬剤）に取り換えて退治するシステムがあります。こちらは薬剤の放散・流出の恐れが少なく、近隣環境にもペットにも安全と謳われていますが監視や設置に手間がかかるためやや高価です。

DRAFT

6.3. 換気的重要性

ここでは住宅を対象とした気密性と換気について述べます。

6.3.1. 気密化の目的

気密性能とは、その建物がどの程度気密であるか、またはどの程度隙間があるかを示す住宅性能の1つです。近年、新築住宅の気密性能は格段に向上してきていますが、気密化の目的を示せば以下のとおりになります。

- 1) 隙間風の防止による快適性の向上
- 2) 隙間風による暖冷房負荷の低減
- 3) 壁体内部での結露の防止
- 4) 設計で意図した換気性能の確保

上記の1)、2)の目的に関して特に異論はないと思います。3)の壁体内結露とは、暖房時に室内側から侵入する水蒸気が壁体内で冷えて水滴となることです。その結果、断熱材によっては水分を含んでしまい性能が低下したり、断熱材が重くなって下の方にずれたり、木材が湿気を含んで腐朽する可能性がでてくるので、これは避けなければいけません。しかしながら壁の中での現象であり外からは見えませんので、内部結露の防止策を施工の段階でしっかりと施す必要があります。それが防湿層の設置です。隙間をなくすための気密層は、防湿層の役割も兼ねていますので、壁体内結露の防止のために気密化が重要になります。4)についてですが、気密性能が十分に確保されない場合には、設計時に意図したとおりに室内での空気の通り道（換気経路）が確保されず、そのために十分に換気されない空間がでてくる可能性が生じるからです。

1992年に改正された住宅に係わる省エネルギー基準（住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主及び特定建築物の所有者の判断の基準（1992年に改正されたものを通称「新省エネルギー基準」と呼ぶ））では気密性能に関する規定が盛り込まれ、地域区分Ⅰ（北海道）では気密住宅（床面積当たりの相当隙間面積（以下、隙間面積と略称する）が $5\text{cm}^2/\text{m}^2$ 以下）とすること、地域区分Ⅱ（青森県、秋田県、岩手県）では気密住宅とするよう努めるものとすること、とされました。また、その後の新築住宅における断熱・気密化の高まりや、地球温暖化問題などを背景に1999年に改正された通称「次世代省エネルギー基準」では、日本全国一律に気密住宅とすること、すなわち隙間面積を $5\text{cm}^2/\text{m}^2$ 以下とすること、地域区分Ⅰ、Ⅱでは $2\text{cm}^2/\text{m}^2$ 以下とすること、が盛り込まれています。また、住宅の気密性能に関する評定制度が一般社団法人住宅・建築省エネルギー機構で1992年度より開始され、気密住宅として認められた工法は1997年12月現在で50件となっています。

現実の新築住宅において寒冷な地域では隙間面積が $1\text{cm}^2/\text{m}^2$ を下回ることは珍しいことではなく、工務店や住宅メーカーの一部では気密化の技術を工夫して、いかに小数点以下の小さな値が出るかを競っているところもあります。

どの程度の気密性能が要求されるべきかについては、現実の環境条件の下で設計の意図どおりに換気が行われるかどうかで判断する必要がありますが、寒冷地では換気システムにもよりますが $1\text{cm}^2/\text{m}^2$ もあれば十分だと思います。なお、2010年4月の住宅の省エネルギー基準の改正によって、気密性能に関する規定が削除されました。これは、新築住宅の気密性能が全般的に高まっていることが背景にあります。この規定の削除は十分な気密性能の確保が担保されなくなるので、大変残

念なことだと思えます。

6.3.2. 換気・空調設備

a. 必要換気量

換気計画とは、必要な換気量を必要な場所に供給するための換気システムを建物全体として計画することです。そのためには必要換気量を決定することがまず必要です。

必要換気量は、人体に影響の無いレベル、すなわち許容濃度と汚染物質の発生量が明らかであれば算出できます。しかしながら、許容濃度と汚染物質発生量の両方が明らかになっている物質は極めて少ないのが現状です。主な汚染物質の許容濃度に関しては、空気調和・衛生工学会の換気規格 1) の中に表 6.3.1. のようにまとめられています。同表の下欄には、ホルムアルデヒドと TVOC の値が示されています。しかし、これらの物質の発生量データは十分でないため個々の物質に対する必要換気量を求めることは現状では不可能です。そこで室内の空気質の総合的な指標である CO₂ の許容値である 1,000ppm を根拠として算定しますが、その場合には 1 人当たり 20 ~ 30m³/h が必要換気量になります。

また、シックハウス防除のために改正された建築基準法では、住宅等の居室における必要換気量は換気回数で 0.5 回と規定されています。

表 6.3.1. 室内空気汚染の設計基準濃度

(a) 総合的指標としての汚染質と設計基準濃度

汚 染 質	設計基準濃度	備 考
二酸化炭素	1,000ppm	ビル管理法の基準を参考とした。

(b) 単独指標としての汚染質と設計基準濃度

汚 染 質	設計基準濃度	備 考
二酸化炭素	3,500ppm	カナダの基準を参考とした。
一酸化炭素	10ppm	ビル管理法の基準を参考とした。
浮遊粉塵	0.15mg/m ³	//
二酸化窒素	210ppb	WHOの1時間基準値を参考とした。
二酸化硫黄	130ppb	WHOの1時間基準値を参考とした。
ホルムアルデヒド	80ppb	WHOの30分基準値を参考とした。
ラドン	150Bq/m ³	EPAの基準を参考とした。
アスベスト	10本/L	環境省大気汚染防止法の基準を参考とした。
総揮発性有機化合物 (TVOC)	300 μg/m ³	WHOの基準値を参考とした。

b. 換気方式

換気方式としては、送風機を用いる第 1 種、第 2 種、第 3 種の機械換気と送風機を用いないパッシブ換気があります。第 1 種機械換気は外気を供給するための給気機と室内空気を排出する排気機の両方を備えたシステムで強制給排気システムとも呼んでいます。ダクトを利用し、熱交換機を組み込んで空気を分配する例が多く、寒冷地では普及が進んでいます。第 2 種は給気機のみで換気口から室内空気を排出する方式ですが、室内の方が外気よりも圧力が高く湿気が壁体の中に侵入し内部結露の発生する可能性が高いので住宅には殆んど利用されていません。第 3 種は排気機のみを、外壁に設けた給気口から外気を導入するシステムで集中強制排気システムとも呼びますが、最も普

及しているタイプです。外気を壁から直接導入するので、冬季は快適性を損なう恐れがあるので、給気口の形状、位置を工夫する必要があります。放熱器の脇に給気口を設けて余熱する方法もあります。ただし、気密性能が十分ではない住宅では、外気温度が低く浮力効果が大いときに2階の外壁に設けた給気口から外気が十分導入されず、換気不足となる場合があります。

パッシブ換気は排気筒を設けた自然換気システムであり、送風機を用いずに室内外の温度差による浮力効果を利用して換気を行うシステムです。ただし、建築基準法では機械換気の設置が義務付けられていますので、パッシブ換気だけでは建築許可が下りません。実際には機械換気も併設し運用上で使い分けるようにしています。

寒冷地では、第3種機械換気やパッシブ換気の場合に、予熱のために外気を直接室内に導入しないで床下を経由させたり、地中のパイプを通したりする例もありますが、その際には床下の空間やパイプの中で汚染の発生がないような処置が必要です。

c. 換気経路

換気経路とは、屋外からどの部屋に外気を取り入れ、その外気をどのように各スペースに経由させ、室内の空気をどこから排気するかという空気の通る道筋のことです。基本的には、汚染物質や臭い、水蒸気、熱などの発生が少ない居間、寝室などの居室に外気を導入し、それらの発生が多い空間、すなわち台所、浴室、便所などから排気します。また、結露防止やシックハウス防止のために押入などの収納スペースにも空気が通っていくように換気経路を考える必要もあります。床下空間からの汚染の室内への侵入が心配される場合には居室の空気を床下に導き、床下空間に設けた排気口から直接、外に排出するという方法も有効です。換気経路に従って空気が流れるためには最初に述べたように気密性能を確保することが重要です。

d. 厨房の換気

厨房用の必要換気量は建築基準法に則り調理用の燃焼器具の容量に応じて算出されますが、その値は300～400m³/hとなります。この値は他のスペースの必要換気量に比べて圧倒的に大きいので、厨房換気扇を運転した場合には厨房以外の部屋の温熱快適性を損なう可能性があります。また、運転時は室内圧が低下しますので暖房用の半密閉型燃焼器具（部屋の空気を燃焼のために使用し、排気ガスをパイプで直接外部に排出するタイプで、浮力により換気される）からの逆流が起こり不完全燃焼の生じる可能性が大きくなります。そこで、最近は厨房に給気口を設けて住宅全体の換気経路とは独立させる例が多くなっています。

e. シックハウス防除と換気

シックハウス防除のために改正された建築基準法では、シックハウスの主な原因物質であるホルムアルデヒドの濃度が許容値である0.08ppmを超えないようにするために三つの方策が示されています。一つ目は、居室における必要換気量を0.5回として機械換気設備を設けることです。二つ目は、ホルムアルデヒドを発生する建材の使用面積を発生量に応じて制限することです。例えば、ホルムアルデヒド発生量が星3つの場合（F☆☆☆のように建材に表示されている）、内装材として使用できる建材の面積は床面積の2倍までとなります。F☆☆☆☆の場合には、使用面積の制限はありません。三つ目は、天井裏や、1階と2階の間の空間を対象とした処理の方法で、換気設備を設置するか、F☆☆☆以下の発生量の建材を使用するかのどちらかを採用することが規定されて

います。以上の三つはすべて満たす必要があります。詳細は資料3を参照してください。

f. 暖冷房システムと換気

暖房・冷房を行っているときには窓が閉じられているので、機械換気を運転して空気を常に入れ替える必要があります。また、石油やガスを燃料とする暖房設備で、開放型燃焼方式（部屋の空気を燃焼に使い、排ガスがそのまま室内に放出されるもので持ち運びが可能）を使用する場合には、目安として換気回数で1～2回の換気が必要です。

エアコンを使用する場合には、そのための換気は不要ですが、エアコンに換気の機能も備わっているという誤解を持っている人がいます。エアコンの使用中でも常時換気をする必要があります。

最近では、ダクトセントラル式の暖冷房設備（または暖房設備）が設置される場合がありますが、その設備の多くは換気機能を備えています。

いずれの暖冷房設備を利用する場合にしても換気には十分に注意する必要があります。

DRAFT

6.4. 高湿度環境への対応

湿度形成にかかわる水は様々な形で姿を現して役割を果たしますが、一方では建築躯体や内外装、室内環境に影響を与え、甚だしい場合には耐久性や美観を損なって、居住者の健康と安全を脅かす場合もあります。特に結露とそれに伴うカビ発生はダンプネス状況を招き、空気環境を悪化させることから、合理的な対策を行うには、建築物内の水の素性と動きを知っておくことが必要です。

図 6.4.1. には建物に係わる設計と性能の連鎖を示しました。熱と水分と空気は伝搬の機構と媒体に共通な部分が多く、本マニュアルの目的である健康性(図中、右下)にも様々な形で影響を及ぼします。なお特に断らない限り、文中では「相対湿度」を「湿度」と称します。

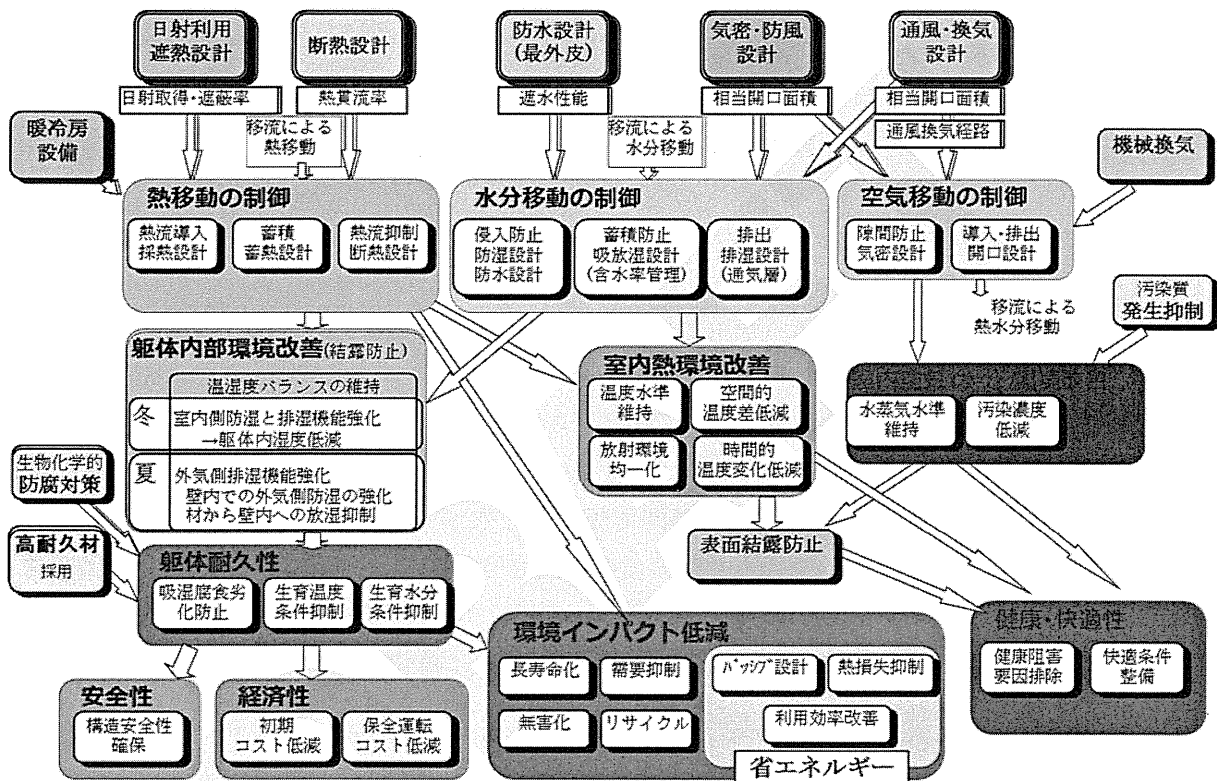


図 6.4.1. 建物の熱・空気・水分に係る設計と性能の連鎖

注意点は移動のメカニズムにもあります。液水を動かす力が重力、水圧、毛細管現象(細い管や隙間内の液体が内表面との親和力で引き上げられる現象)、運動エネルギー(移動する物体が持つ動き続けようとするエネルギー)などであるのに対し、気体である水蒸気では、分圧差による拡散と、温度差(密度差)や風圧(全圧差)による移流(空気移動)が主役となるため、機械換気設備の運転やダクト/隙間の形状と量、防水・防湿の抵抗と配置なども考慮しなくてはなりません。一旦結露が起きると液水は思わぬ部位に移動し、場合によっては壁内や土台材上にトラップされて滞留・蓄積を生じ被害を大きくします。

様々な恵みをもたらす水ですが、四つの形に変身します。

水の第一の顔は、トイレ・洗面・湯沸し・厨房や散水などで日常的に接する、液体(液水)です。その多くは上水道或いは中水道から供給され、洗浄・洗面・飲用・調理や雑用に供された後、排水

設備を通じて処理されています。問題はこのように飼いならされた水が、想定から逸脱したとき、或いは思わぬ所から、想定されない形で侵入してきたときに生じます。漏水、浸水、溺水、結露などが主なトラブル要因です。

第二の顔は、気体となった「水蒸気」です。建築物とは室内湿度としてかわり、多すぎれば結露・生物汚染や不快感、少なすぎれば粘膜/皮膚/眼の乾燥、ウィルスの生存、静電気の発生などに関係すると言われています。身の回りの空気中には蒸発した水分子が気体の形で含まれ、液水と共存(平衡)しています。結露対策ではその移動の管理と相変化(凝縮)の阻止がポイントです。

空気中の水蒸気は、少ない冬季(気温 20℃、湿度 40%)には 1 m³当り約 5 g、多い夏季(28℃、60%)でも約 11 g 程度と、量的にはわずかですが、挙動や影響が特異なため環境工学分野では、水蒸気と乾燥空気の混合物を「湿り空気」と呼んで別格に扱います。乾燥空気と共存できる水蒸気量の上限である「飽和水蒸気圧」或いは「飽和絶対湿度」は、温度と圧力につれて増減するので、その飽和の程度である「相対湿度」も温度と圧力によって変化します。一般に温度と水蒸気量との関係は「湿り空気線図」として表現され、温度変化や結露現象などが線図上で説明されます。

第三の顔は固体となった「氷」です。近代建築では冷媒配管や冷蓄熱などで目にする機会が増えています。一方、寒冷地では転倒の危険や「すが洩り」(屋根上氷堤からの浸水)、建具の開閉障害、配管や外装の凍結破損、コンクリート等の凍害(凍結融解に伴う障害)などが今も身近な問題です。人工的な手段で防止・解消するにはそれなりの施設とエネルギーを要するため、一般にはそれらが滞留する箇所が氷点下にならないような形態(設計)の配慮や、保温・熱配分による温度維持を優先しなくてはなりません。

最後の第四の顔は、材料内の「含水」です。目に触れる機会も少なく存在に気づきにくいのですが、建築内の水の大半は、躯体(コンクリートや木材)や内外装材(木質製品、多孔質材や家具・什器)の中に当初から存在し、空気中の水蒸気との間で吸放湿しながら安定していきます。多くの場合、吸放湿には室内水蒸気の急な変化を緩和して湿度を安定させる働きが期待できるのですが、高含水状態が続けば害虫・害獣や微生物の増殖を招いたり、乾燥しすぎれば材の収縮や変形などトラブルの原因となる危険もあります。また、カビの生育には、酸素と適切な温度のほか、材料の水分もかかわっていることが知られています。

このように、一口に「水」と言っても、ひたすら封じ込めてしまいたい「液水」「氷」もあれば、生理的・衛生的に適量(必要量)があって管理が必要な「水蒸気(湿度)」や「含水率」もあり、経路も多様ですから、取扱いは一筋縄ではいきません。表 6.4.1 に水に係わる問題と対策の概略を示しました。以下、ここでは結露に伴う被害に注目して状況判断と対策について述べていきます。

表 6.4.1. 「水」にかかわる問題と対策(給排水・衛生設備関連は省略)

	発生源	主な障害	一般的対策
液水	雨水、空調機器、地下水、結露水	浸水滞水による衛生問題 (微生物・カビ・害虫増殖等) 汚損・悪臭	(防水・防湿・保温等による) 漏水・浸水・結露(冠水・滞水)の防止 速やかな排水・乾燥・排気の促進
水蒸気	外気、液水・氷・含有水の蒸発、人体呼吸、空調(加湿)	高湿に伴う結露・含水の誘発 低湿に伴う衛生問題 (過乾燥、ドライアイ、ウィルス繁殖)	湿度/温度/換気状況の監視・制御 蒸発・放湿源の管理(排除・低減・加湿) (発生源の隔離・外気処理・局所排気・乾燥材使用・換気量制御)
氷	雨水、外気、空調	転倒危険、すが洩り、 建具の開閉障害、凍結破損	部材温度と空気湿度(露点温度)の管理 (適切な保温・開口部設計、空調/暖房計画)
含有水	(打設・成長・製造時の)初期含水、液水流入、水蒸気の吸放湿	害虫・小動物・微生物・カビ等の生育による汚損・健康影響 腐朽・腐食・劣化の進行 収縮・変形・亀裂	適切な乾燥処理或いは乾燥材の選択 適切な薬剤使用による生育防止 施工前・打設時・施工後の養生確保

6.4.1. 湿度管理の考え方

湿度の管理は、上記のような様々な障害をバランスよく避けながら効率的に行うことが目標になります。VOC等の汚染物質と水蒸気は、発生源・凝縮仕組や成分に違いはありますが、どちらも気体ですから発生低減や気密化など対策には共通部分があります。一方、汚染濃度は低いほど望ましいのに対し湿度は低すぎても高すぎても問題を生じるため、めざす目標の設定方法は異なってきます。例えば、建築物衛生法に管理すべき温度、湿度範囲が基準として示されていますが、建築環境工学の観点から住宅に「適切な温湿度」の目標を一律に決めることは容易ではありません。

温熱快適性や作業性、健康性などの目標によって変わる上、結露対策や管理などを考えると建物・設備の性能や構造にも左右されることになるためです。さらに言えば、居住者の年齢・代謝や着衣、使えるエネルギーや資材・技術の資源にも制約されますから、条件を決めつけることは難しいと言えるでしょう。但し、室内湿度（水蒸気）に起因する直接的な生理影響はシックハウスのように重篤なものは少なく、居住者が冷暖房によって対応できる部分が大きくなります。但し、室内湿度は直接的な生理影響以外の、建物内外の結露・水分蓄積や生物環境（カビ・腐朽菌等）にも大きな影響を与え、間接的な障害を生じさせるおそれがあります。

以下、本マニュアルのシックハウス対策に資する結露防止の基本について述べていきます。

6.4.2. 結露パターンと対策

「結露」はカビ、害虫獣の繁殖や腐食を促進する要因として室内環境の健康性・衛生性を大きく損なう危険性を持っています。湿り空気（水蒸気を含んだ空気）と、その空気の露点温度より低温な物体との出会いで生じる単純な物理現象ですが、現代に至っても紛争処理支援機関に持ち込まれる相談のワースト3から抜け出せないことが建築から追放するには多くの困難があることを物語っています。

①表面結露対策の原則

対策原理は、空気中の水分（水蒸気圧）を管理して低く保つか、建築の表面温を湿り空気が飽和する露点温度より高く保つことの二点に尽きます。しかし、居住者が勝手なふるまいをしても全ての部材、全ての空間、全ての季節を通して結露しない住宅を提供することは、現実のコストやエネルギー制約を考えると難しいのが実情です。また、近年の省エネ施策により断熱性が向上しましたが、暖房空間の範囲が広がったことにより、かえって部屋と部屋との間の温度差や温度変化が大きくなって結露危険を増す場合も見られます。

「水分管理」に係る水分供給源には、生活行為（調理・入浴・植栽・洗濯物干）や人体発生、外気（降雨）、地盤などがあります。室内の水分は、発生源を控えた上で、空調換気設備があればそれを適切に運用して、用途・目的に応じた管理をするのが居住者には最も実用的な対処法です。

居住者人体への生理影響を生じない範囲を見極めて、日常の知恵と工夫でできる限り低め（例えばインフルエンザ感染を考慮すると40%など安全側）の湿度制御をすることが勧められます。

一方、「表面温度」に係る建物側の熱性能を、必要な表面温度が保てる水準に設計し施工するアプローチがもう一本の柱です。こちらの方が生活上の自由度・満足度は高いのですが、設計段階からの準備と初期投資も必要となります。また、室間の温度差や家具配置などによる裏側壁面の低温

化などを防ぐため室内の熱（暖気）を均質に届けることも必要条件ですが、変動する外界気象や多様な室内熱環境への要求に静的（固定的）な断熱気密で対応するのが難しい状況も懸念されます。

しかし、かつては断熱性が低く弱点と言われた開口部も、近年は高性能ガラス・サッシなどの普及により、保温性能の底上げがされて採用が容易になってきています。コストとエネルギー制約、建築特有の立地条件や不確実性はなくなりませんが、変動や多様性に耐える結露防止の基礎体力を高めて対処する余地は広がってきています。二つの戦略の何れかで完璧を期すのではなく、これらの対策原理を場所と時間、生活要求に応じて組み合わせ、使い分けることが不可欠です。

②内部結露対策

水蒸気は熱よりも速やかに広がりやすく、通常の表面結露では室内（ゾーン）の水蒸気量は均一と考えて大きな誤りはないのですが、木造やRC構造の住宅などでは躯体内に断熱層が設けられたため、熱と湿気の流れが偏り、「内部結露」状況が生じやすくなっています。

「内部結露」とは、湿気は通すが熱を遮るグラスウールなどの断熱材が温度と湿度のバランスを崩し、局所的な温度分布を生じて結露に至る現象です。極論すれば、熱と湿気が揃って流れている時は結露を生じなかった壁内に、断熱材・気密材・防湿材が入りこみ、その足並みがそろわなくなったためにおこります。戦後の建築界では、先ずサッシ登場などによる室内の気密化が先行して「表面結露」が誘発されました。次いで省エネを意図して進められた断熱化が「内部結露」を誘発し、それらを防湿設計や通気工法が後を追って繕ってきたという苦い経験があります。断熱材などが入った構造内部に湿気を侵入させない「防湿構造」をしっかりと設けて守るとともに、構造用金物などの多用が進む今日、断熱層を非断熱建材の熱橋（熱を通しやすい部材）が貫通するのを防ぐことも重要です。また、冒頭でも触れたように、実際の建築空間では、「第四の顔」である材内含有水分を介しての吸放湿が、水分の流れに大きな影響を及ぼすことも重要です。

③非定常結露対策

「非定常結露」は、先に述べた結露原因である「水蒸気量」や「表面温度」が通常と違う動きをした時に生じる結露です。多くの場合、冷え込んだコンクリートなど熱容量が大きく、温度変化しにくい部材に湿った空気が接して起こります。例えば梅雨の時期、日の当たらない床下の基礎やコンクリート壁に湿気を含んだ暖気が急に侵入するなどが典型例でしょう。これには熱容量を抑えたり、暖気侵入を阻止するなどの対策がありますが、顕著な被害が生じない部位であれば、乾燥を促すなどで対処する場合も多いようです。

④実用的な対応

このようにいずれの対策も長所短所を併せ持ち万能の決め手とはいきません。また、実際の建築は個々の技術や部品の足し算で成り立っているわけではありません。

常識的ですが推奨できる現実的な管理上の戦術を列挙してみました。

1) 湿度水準、水分発生抑制

室内温湿度条件に即して全般湿度の低減を図る

居住者の温熱快適性と作業効率の条件内で低めに

2) 過剰な水分の速やかな排出

局所の水分発生源を管理し、換気を活用して速やかな排出を図る

3) 室内及び室間の温度差縮小と最低水準確保

建築内各部の温度差縮小と、温湿度管理水準に即した最低表面温度の確保を図る

4) 結露しても被害を出さない配慮

窓や凹凸部位における結露危険部位を予め特定し、構造安全・衛生保健等に支障・被害を生じないよう設計或いは運用上の配慮を行う などが挙げられます。

6.4.3. 浸水被害への対応

蒸暑気候に開放的な設えを旨として対処してきた我が国の住宅は近年、省エネ・快適をめざし急速に変化し、基礎周辺の密閉化と断熱化が著しく進んでいます。一方、地球温暖化の影響で局地的降雨の増加が危惧され、水害は激甚化傾向にあることから、建物と居住者の健康に大きな影響を及ぼさないよう適切な対応が求められています

なお、ここでの「浸水」は特記しない限り、「津波」に起因するものと「洪水等」に起因するものをまとめて記述しています。

①浸水被害の特性

浸水は、以下に挙げるような被害により地域の人命や物理的・経済的・社会的基盤を損ない、住民及び地域社会の「健康性」の急激な低下を招くことが知られています。

- 人命喪失・受傷等による身体・精神的被害
- 建造物・都市などの損傷・損壊・流出等と経済基盤毀損による経済・精神的被害
- 短期・中期のインフラ途絶（排水・廃棄の停滞、給水・ガス・電気・水道の停止）
- 構造安全性、居住利便性の低下と不安
- 被災拡大・復旧遅延等の不安
- 清掃・復旧・改修等の労力と経済的・時間的負担

浸水は、堤防整備等による治水措置や地盤かさ上げにより、防止或いは減災が可能な災害です。しかし、社会資本として莫大な投資と長期間の整備・管理努力を要することから、個人レベルでの対応は困難な場合が多い上、そのリスクは多様で、認知されていても解消することは難しいことも事実です。

②被災住宅の環境的な問題点

被害には、構造体・財物等の損壊や、内装等の汚損・劣化など認識が容易なものと、躯体内部の木材や断熱材の含水や菌繁殖に伴う機能・性能低下など、その認知が速やかにできないものがあります。なかでも腐朽による耐久性劣化や、微生物繁殖などによる不快や健康影響の発生には多くの要因が絡んで予測も評価も難しいことから、居住環境に係わる主な懸念状況とその機序・要因を列記し整理しておきます。

1) 温熱環境

- 繊維系・吹込み系断熱材などの変形脱落に伴う断熱性能の低下による夏期の暑さ、冬期の寒さの問題が特に懸念される。
- 清掃・リフォームに際して保温仕様、暖房仕様が変更・省略される場合もある。
- 木質構造・コンクリート・畳・繊維板・土壁等の含水・変形・破損に伴う断熱・気密性能の低下が室内温熱環境に影響を与える可能性が大きい。
- 内装材・電気設備・配管等の解体・点検・清掃・補修・交換等に際して断熱気密性が損なわれ、（別貼り防湿シートなどが）復元できない可能性が大きい。

2) 結露

- （既出）繊維系・吹込み系断熱材などの変形脱落に伴う断熱性能の低下により、冬期の室内側

表面温度の低下が生じ、表面結露発生の危険性が增大する。

- (既出) 内装材・電気設備・配管等の解体・点検・清掃・補修・交換等に際して、防湿気密性が損なわれ、復元できない可能性が大きい。
- リフォームに際して、暖房設備が変更・省略され、開放型器具などが導入される場合もある。
- 含水あるいは乾燥不十分な構造材・下地材などをそのまま用いた場合、壁内・床下での内部結露発生を助長するおそれがある。
- 通気層・通気口等の清掃が難しい場合、本来の通気・排湿が妨げられ、結露を助長するおそれがある。

3) 室内空気環境とダンプネス発生

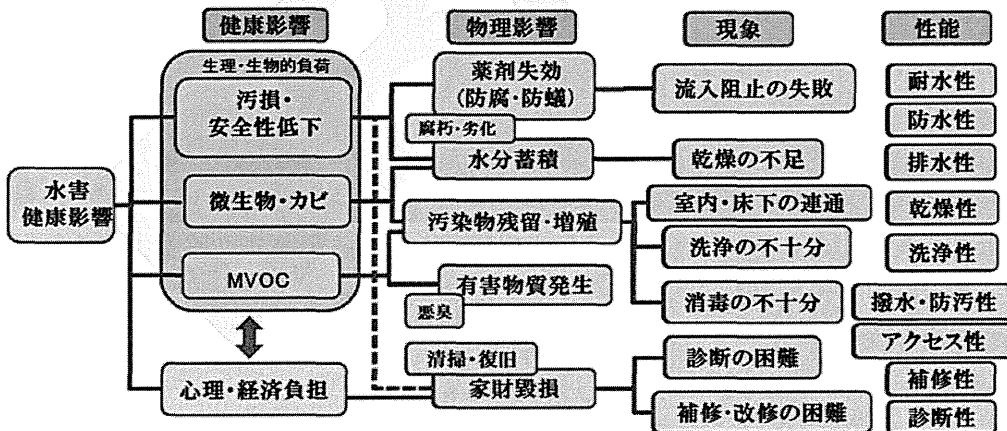
- 浸水・含水した内装材・構造材・家具等の使用継続によって、真菌類の繁殖が促され、室内空气中の微生物環境が悪化する懸念がある。
- 浸水時に流入・付着した未知の化学物質が内装材・構造材・家具等に残留していた場合、居住時に再放出され、健康影響を及ぼす恐れがある。
- (既出) リフォームに際して、暖房設備が変更・省略され、開放型器具などが導入されることによる排気ガス汚染の危険性がある。

4) 害虫の侵入

- 地盤・基礎まわりの湿潤化と、建具接合部等の変形などにより、外周及び床周りの隙間から害虫獣の侵入が懸念される。

5) 排水処理

- 特に近年の基礎断熱・剛床構造や床下暖房を有して躯体密閉性の高い住宅において、床下空間の観察・評価が難しい事態が想定され、排水・清掃・消毒・乾燥が的確に行われない事態が懸念される。



③対処方法とその課題

1) 速やかな排水と浸水状況の記録

被災後に生じる被害の多くは、含水の程度や付着物の多寡と強い関係があります。被害発生時には、人命と財産の保護が優先されますが、後の対処を効果的に行うには、生じてしまった被害(浸水・冠水の部位や継続時間、水質など)の状況把握・記録と、可能な限り速やかに排水を行うことが望まれます。(保険請求、保障算定とも関連)

2) 被害状況の観察評価・対策検討

吸水・腐朽や生物被害を低減するためにも、人命・財産に関する切迫した危険がなくなり次第、

建築専門職による構造開削など早期の介入と診断が必要です。

- 床下の浸水・汚染状況・・・水質や臭気に応じて保健所・衛生研などの介入も考慮
 - ・断熱・電気絶縁等の被害（床下点検）
 - ・生物汚染（物質種・毒性・悪臭）
 - ・化学汚染
 - ・含水・吸水状況
 - 壁体の浸水・汚染状況・・・漏電は感電・失火のおそれがあり緊急性が高い
 - ・断熱・電気絶縁等の被害（壁内点検）
 - ・生物汚染（物質種・毒性・悪臭）
 - ・化学汚染
 - ・含水・吸水状況
 - 設備機器・家財被災状況
 - ・電気絶縁・設備機器等の被害（機財点検）
- 3)（観察評価に基づく）廃棄・清掃・消毒・・・必要に応じて清掃局・保健所の介入
- 継続使用・回復可能性の判定・・・廃棄、清掃、改修
 - ・判断基準は個別に定められますが、内装の汚損、構造体の含水、断熱材の吸水変形、化学物質臭等の回復・継続利用は一般に困難
 - ・扇風機・サーキュレーターを利用し、室内の空気を循環させることが効果的
 - 廃棄清掃は自治体の処理体制、地域の公助共助体制、ボランティア等と連携した地域レベルでの実施
 - ・特に高齢者・障がい者・単身者らに配慮し、地域での一体的・集中的処理が必要。
 - ・過労・怪我・脱水等の事故防止に配慮することが重要（作業時間管理・装備の手配）
 - ・清掃は洗浄水が使えるようになった時点で速やかに着手すべき（排水処理にも配慮）
 - 床下・壁内等の清掃には、建築職による躯体等の解体・開削が不可欠
 - 自家の消毒は個人実施が原則ですが、保健所等の公的作業と連携して実施（盗難等にも配慮）
- 4)（観察評価に基づく）清掃・復旧・改修と、必要に応じた建築職・電気職の介入
- 専門的な診断と清掃・処置
 - ・絶縁を確認のうえ、設備機器の動作と性能の調査診断
 - ・内装材・構造材・断熱材等の被災状況を調査診断し、構造安全性を確認したうえで継続使用を決めたものには専門的な清掃・乾燥等の応急処置を行う
 - ・継続使用不可と判定した部分や部位については、撤去保全措置
 - 撤去保全計画に基づいた、中長期的対応（居住継続/退去/改修など）
- 5) 改修（救援資金や制度に配慮）・・・工事手順・設計施工要件などは水害浸水と同様
- 改修計画を検討し、期間中の生活、資金・資材調達・施工の工程を立案
 - 改修工事は残留汚染や局所の含水状況、結露危険性等に配慮して計画・実施
 - ・上記の「(1). 想定される津波被災住宅の環境的な問題点」に配慮した設計施工を行うことが望ましい。
 - ・以降の住まい方等は一般の改修住宅のそれに準じるが、突発的な環境変化を強いられることから、生活様式の急激な変化に配慮が必要

6.5. 居住改善

この章では、住宅内で健康影響を生じる有害な物質量を減らすための手段として、「発生源管理と発生低減」と「換気による排出と希釈」の二つの方法を中心に述べてきました。しかし、表 6.5.1. に示すように有害物質は発生源から室内空気を介して人体に直接取り込まれる気体ばかりではありません。例えば、アレルギーを引き起こす物質としてはダニに由来する物質やカビに由来する孢子、外気中の花粉などもあります。そのほか、建材から移行した可塑剤などが溶出・付着した埃、外界からの粉じんなどによっても健康影響が生じると言われています。

このようにそれぞれの発生原因や摂取経路に応じた、個別の発生源対策が必要ですがその多くは固形粒子の形で人体に入ることから、対策としては、①建材・部品等の選択や居住改善による発生低減、②換気設備とフィルター等による侵入防止、③通風・清掃等による除去・堆積防止、など居住行動と居住環境改善に係るものが中心となります。

ここではそれら対策のうちでも、居住者が対応できる代表的な活動として「清掃」と「保守管理」をとりあげ、カビとダニへの対策を中心にポイントを述べていきます（非住宅建築物に係る清掃や厨房保守業務は対象としません）。

表 6.5.1. 主な健康影響物質と関連要因

	ホルムアルデヒド VOC	SVOC	ダニ	カビ	花粉症
主な被害	シックハウス症候群 化学物質過敏症		アレルギー 刺咬、吸血 疾病媒介		
原因	建物内の建材・薬剤 ・家具等からの 化学物質揮発	可塑剤、 難燃剤等	微粒子 ダニの虫体、 (死骸)、フン		
伝搬	換気・漏気による 気流(透過、吸脱着)	接触 局所散乱	人間活動、換気等による 局所散乱・浮遊		人の持込 換気・通風
対策	発生源規制 排出の促進(換気) 空気清浄	材料選択 接触防止	ダニ駆除 アレルゲン除去	結露防止 薬剤防黴	侵入防止
			清掃・空気清浄		

6.5.1. 清掃と建築の運用管理

一般に「清掃」は、居住者が日常的に行う、ゴミ・埃などの固形物や汚れを除去し、清潔感を保つ行為全般を指します。吸引式の掃除機や化学雑巾をかける場合もあれば、床・家財やガラスを拭いて透明・清潔を保ったり、落葉や屑を集めて掃き清める作業など、様々な行為と目的がイメージされます。美観や清潔感の維持はシックハウス対策を意図した本書の趣旨ではなく、室内の清掃が衛生状況に直結するとは限りませんが、健康影響のおそれがある微小な粒子や汚染物質の存在を示す間接的目安となる場合があります。栄養や水分が蓄積されて微生物やカビ・昆虫等の温床となる事態も考えられることから対策上、お勧めされる行為です。

しかし、汚れの発生量や成分は家族構成や生活習慣、建物の気密性や換気方式、室内の建材や家具、ペットの存在などが関係するため、対策や基準を一律に決めることはできません。

そこで筆者らは建物情報と住まい方情報を関連づけて対策に結びつけるため、全国的に二回のアンケート調査（冬期 348 票、夏期 257 票）、二回の一般調査（316 戸、236 戸）、四回の詳細調査（29 戸、21 戸、21 戸、20 戸）という三種類の調査研究を行いました（数値は有効数、対象住宅は共通）。一般測定では採取の簡便さを重視し、カビには「壁・床表面カビ数」、ダニには「床表面ダニ数」を汚染の目安に用いました。一方、詳細測定ではカビ密度に『エアースンプラを用いた捕集』による培養コロニー数（cfu/m², cfu:colony forming unit(カビコロニー)の密度)の計量、ダニアレルゲンに『塵サンプルからの ELIZA(酵素抗体)法分析』を用いています。

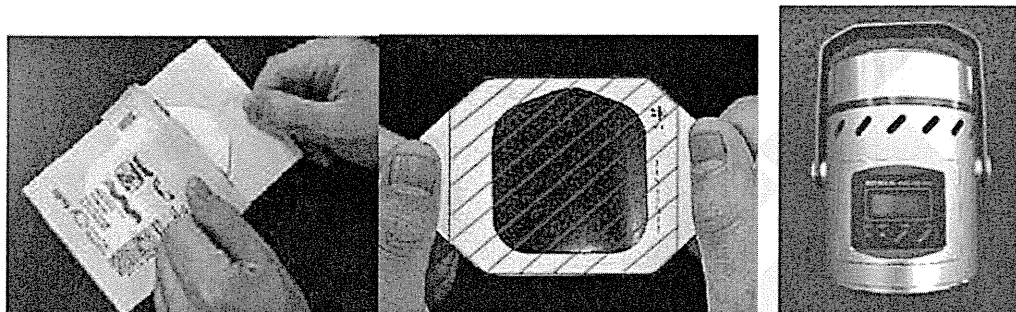


図 6.5.1. カビ採取方法（左：壁床表面簡易測定用ドレッシングテープ、右：空中捕集用エアースンプラ）



図 6.5.2. 床表面のダニ採取方法（粘着クリーナ法）

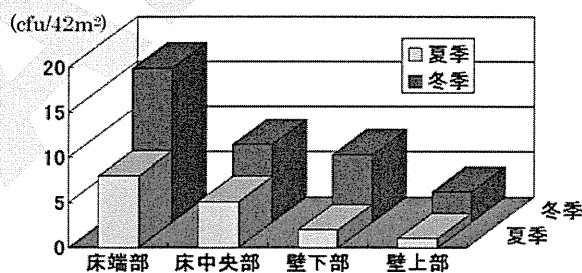


図 6.5.3. 部位・季節別の表面カビ数（平均値）

詳細調査では、分析対象 20 戸における表面カビ数（壁上、壁下、床中央、床端のカビ数の合計）、空中カビ数とも集合住宅より戸建の方に多いこと、築年数別で見ると床ダニ数は築 13 年以上の住宅において 10 匹以上と最も多いこと、総じてダニ数が多く、糞由来或いは虫体由来のアレルゲンが多い場合にカビも多いことなどが分かりました。

築年数は断熱性・気密性の近年の向上と関係していると考えられます。

一般調査では、冬期の平均表面カビ数（採取面 42cm²あたり 30.8）は夏期（15.1）より高いのに対し、ダニ数は夏期（6.6 匹、0.27m²あたり）が冬期（0.6 匹）より著しく高いという結果が得られました（図 6-10,11）。調査時期や天候のばらつきを

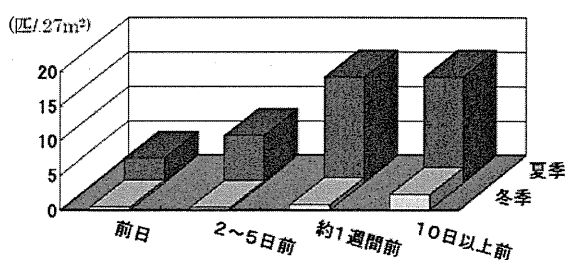


図 6.5.4. 清掃時期・季節別のダニ数（平均値）

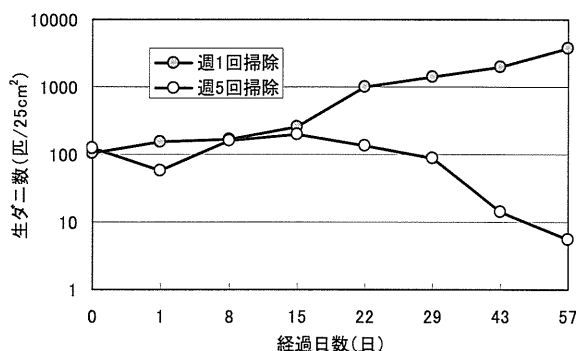


図 6.5.5. 掃除回数と生ダニ数（日本環境衛生センター、橋本、2003）

考えても、カビに対しては低温となりやすい床の周辺端部、ダニに対しては夏期に清掃頻度が低い場合にリスクが大きくなっていることが分かります。

「壁面結露あり」の住宅では冬期の平均表面カビ数が「なし」の住宅の2.1倍、夏期には1.5倍に、床面ダニ数が冬期に4.0倍、夏期に2.5倍になっていました。また、冬期に「窓面結露あり」の住宅におけるダニ数は「なし」の住宅の1.7倍を示し、いずれも結露と強い相関関係を持つことが分かります。

表面カビ数は絶対湿度（空気中の水分量）と明確な関係が見られませんが、空中カビ数は絶対湿度と共に増加、床ダニ数は絶対湿度が15g/kgを超える辺りから増加する傾向がうかがえます。一方この調査では、敷物の有無、暖房方式、洗濯の室内干しなどと、表面カビ・床ダニ数との間に目立った関係は見られませんでした。

このような調査結果や既往研究（生ダニ数の変化を示す図6.5.5.など）をもとに、カビ・ダニの数が多住宅や部屋の属性を整理してみると、以下のことが言えます。

- ・換気機能や断熱性が不十分などの原因で壁や窓に結露が発生している。
- ・掃除が頻繁でない。→特にダニ数に影響が大きい。
- ・在室時間が短く、温度差・温度変化が大きかったり換気の少ない部屋はダニが多くなりやすい。

6.5.2. 保守管理の原則

上記の調査結果などを踏まえて示唆を記します。

- ・地域の気象条件よりも室内の温湿度環境が要因として強いので、暖冷房機を適切に用いた室内温湿度管理が重要です。室内空気を汚すファンヒーターや開放型燃焼器具の使用は控えましょう。
 - ・ダニの密度を下げるには清掃が最も効果的です。清掃の頻度が下がるにつれてダニ数や表面のカビは増大します。
- 冬期には室温を維持して湿度を抑え、結露防止を図ることがカビ・ダニ数を抑える上で効果的です。
- 同様の理由から、夏期には通風・除湿などに心掛け、湿度を抑えることがカビ・ダニ数を抑える上で効果的です。
- 屋内ペットがいても、清掃を頻繁にしさえすればカビ・ダニ数は増えないようです。
- 室内空気が滞らないよう、換気設備の管理（フィルター保守など）や、通風にも配慮しましょう。
- 空気清浄機の導入には、部屋の大きさに応じた機種選定とフィルターの管理が不可欠です。

第Ⅳ部 シックビル・シックハウス症候群の予防

第7章 用途・構造種別に応じた課題

DRAFT

第7章 用途・構造種別に応じた課題

7.1. 職域・オフィスビル、公共ビルの課題

7.1.1. 建築室内環境に起因する健康影響とその要因

日本や欧米の先進諸国では、経済や産業の発達とともに、人口の都市部への集中が起こり、建築技術の進歩も相まって、都市部を中心に大規模な建築物が多数建設されました。建築物は、風雨や寒暑などの好ましくない外部環境から居住者を守り、外敵の侵入を防ぐシェルターであるとともに、そこで過ごす居住者の生活や活動を支える重要な生活基盤です。従って、安全性のみならず、健康で衛生的な環境が保持されていなければなりません。しかし、このような建築物において、建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響が報告され、これらの先進諸国を中心に、その実態調査や対策が進められてきました。いわゆるシックビルディング症候群と呼ばれています。

シックビルディング症候群の症状は、眼・鼻・喉の刺激、粘膜や皮膚の乾燥感、皮膚の紅斑、倦怠感、頭痛、気道感染や咳の頻発、声のかすれ、喘鳴、かゆみ、非特異的な過敏症状、吐き気、めまいなどの特徴があり、ある集団でこれらの症状の発生頻度が高く、それぞれの発症事例において、室内環境との関係を特定するのは困難です。また、シックビルディング症候群は、建築物の新築や改築直後に発生する一時的なものと、およそ年単位で持続的に発生するものがあり、前者の症状は、建築物の新築や改築直後に建築材料や塗料などから放散される揮発性有機化合物によるもので、症状は時間の経過とともに改善し、およそ半年後には大半の症状が消失します。しかし後者の症状の多くは、室内空気や換気設備などの調査を行っても明白な原因がみあたりません。シックビルディング症候群の症状は、特定の建築物や居室内で就業中に増悪し、これらの場所から離れると改善または消失するのが特徴とされています。

シックビルディング症候群に関する疫学研究は、主に欧米で1980年代以降に報告されています。1980年代初めに英国の9つのオフィスビルに従事する1385名の事務員を調査したところ、頭痛、倦怠感、粘膜刺激の症状を呈する従業員が多く、その有症率は自然換気方式の建物よりも空調設備が設置された建物で有意に高かったと報告されています。続いて42のオフィスビルに従事する4373名の事務員を調査したところ、約50%の従業員で倦怠感、鼻づまり、喉の渇き、頭痛などの症状を呈していました。胸部圧迫感、呼吸困難などの下気道症状を呈する従業員は9%でした。そして、空調設備が設置された建物での有症率は、自然換気方式の建物の2倍以上であった報告されています。

デンマークで14のオフィスビルに従事する4369名の事務員を調査したところ、目や鼻や喉などの粘膜刺激症状が20～30%、頭痛や倦怠感や不快感などの症状が26～41%であり、男性よりも女性で有意に有症率が高かったと報告されています。また、これらの症状は、床のダストや敷物、換気方式などの建築室内環境、ノーカーボン紙や複写機やVDT（ビデオ表示端末装置）を用いる作業、職場のストレスや仕事の質に関連していたと報告されています。

これらの研究以降、欧米を中心に大規模な疫学研究が実施され、シックビルディング症候群の要因などが研究されてきました。特に米国環境保護庁は、BASE（Building Assessment Survey and Evaluation Study）と名付けた大規模な疫学研究を1994年から1998年の間に25州37都市から無作為抽出された100の大規模オフィスビルに対して実施しました。これらの欧米における研究などから、シックビルディング症候群に関連する要因を表7.1.1.にまとめました。