

ISSN 0388—9491

# しろあり

JAPAN TERMITE CONTROL ASSOCIATION

2001.1. NO. 123



社団法人 日本しろあり対策協会

## 最近の住宅構法に見る湿気，換気対策について

### —(1) 湿気，換気対策の基本的な考え方—

中 島 正 夫

人間生活と湿気とは切っても切れない関係にある。湿気は人間自身の生命維持や健康だけでなく、人間生活を成り立たせている様々な材料や構築物の物性や耐久性にも大きく関わっているからである。「雨仕舞」、「水仕舞」という言葉はあるが、「湿気仕舞」という言葉はないように、我が国における建築では、昔から建物の内外に作用する水の処理には常に注意を払ってきたが、湿気に対する意識は従来必ずしも必要不可欠のものではなかった。これは伝統的に「夏をむねとする」開放型の住宅を長い間作り続けてきた結果かも知れないが、今日の住宅の作り方（構法）あるいは生産方式を考えた場合には、湿気の問題を抜きにして住宅の居住性や耐久性を論じることはできない。ここでは、近年におけるこのような湿気からの建物の守り（構え）の基本的な方法を2回に分けて紹介していきたい。

本稿では、まず建物と湿気との関係ならびに湿気から建物を守る原理・原則を整理し、次稿では最近の木造住宅に見られる湿気対策のための構法を換気構法をまじえながら紹介する。

#### 1. 建物と湿気

「湿気」（学術用語上は「しっき」と読む）とは、空気中や材料中に含まれる水蒸気や水分のことをいう。空気中に含まれる湿気が少なすぎると、風邪を引きやすくなるなどの衛生上の問題が生じたり、建物に使われている材料に変形やひび割れが発生したり強度が変動するなど建築面でもいろいろな影響が生ずる。逆に湿気が多すぎると、夏などの高温時には特に強い不快感を感じることは日本人なら誰でも経験していることであろうし、カビなどの微生物が発生しやすくなって場合によっては喘息やアレルギーなどの深刻な病気を引き起

こしかねないこともいろいろなメディアなどで度々取り上げられているところである。また、材料面でも木材や鋼材の耐久性にとって好ましくない環境が形成されやすくなることは、よく知られているところである。このように湿気は多すぎても少なすぎても人間生活に都合の悪い問題を引き起こすので、それぞれの建物空間の空気環境を適度な湿度に調整することは、快適で健康な生活を送るためばかりでなく、建築物中の使用材料を望ましい状態に置くためにも大事なことである。

湿気は人間が生活する環境のどこにでも存在するものであり、空気や熱の流れによって至る所に入り込んだり、あるいは物の内部に吸収され移動し、時によっては表面に水分となって現れたりする。建物内におけるこのような湿気の在りようは、当然の事ながら建築物の作り方に大きく影響され、何らかの理由のもとに構法が改良されたり新しく開発されるときには、建築各物の湿気の動きも変わることに十分注意しなければならない。長い経験の中から湿気の挙動を良く把握した上で、それが人間生活や建築材料にあまり悪影響を与えないように構法を工夫して建物を作り、その建物の作り方が安定していた時代（戦前まではそのような時代であったと思われる）には、湿気に関わってそれほど大きな問題が突然発生するなどということは少なかったと思われる。ところが、現代のように様々な社会的あるいは企業論理的ニーズのもとに建築の構法が目まぐるしく変わっていく時代では、湿気に関する検討が不十分なまま新しい構法が開発され、その結果考えもしなかったところに湿気が集中したり結露を生じたりして、建物所有者や生活者が思わぬ損害を被った例は必ずしも少なくない。特に最近の住宅では省エネルギーをはじめ、耐震性、防耐火性、

対高齢者対応性あるいは「シックハウス対策」などの要請に応えるために、いろいろな部位の改良が次々に実施に移されており、従来とは違った湿気の動き、あるいは湿気への対応が問題となっていて、その解決策が探られている。これは耐用年数延伸、省資源、廃棄物削減等のための住宅建築への一方の要請である構造部材の耐久性向上という問題と強く関連した問題であり、いま住宅内の湿気対策には換気構法をはじめ様々な方法が試みられつつある。

## 2. 湿気の発生と移動

### 2.1 湿気の発生

建築物、特に木造住宅に存在する湿気はどこから来るのであろうか。湿気対策を考えるには、まずその発生源を明らかにすることが第一歩である。

先ほども述べたように湿気は空気中、材料中の水蒸気、水分であるから、湿気発生源は何らかの水である。このような木造住宅中に存在する湿気のもととなる水には以下のような種類がある(図1)。

#### (1) 雨水(雪解け水等も含む)

建物に外部から作用する水のおおもとが雨水であろう。雨水が屋根や外壁、開口部に作用し何らかの原因で建物内部に浸入した場合、それが材料に吸収されあるいは徐々に気化して湿気となる。浸入の機構は常に材料や材料間の隙間からの浸入だけには限らず、後で述べるように材料に吸収された水分が材料中を移動して反対側に抜け、建物内の湿気となることもある。また、次に述べるように、地面にしみこんだ雨水は大気の乾燥に伴って上昇、蒸発し、建物に作用することになる。

#### (2) 地盤中に含まれる水

地盤中に含まれる水は、乾燥に伴って上昇し、地盤面から直接空気中に湿気となって放出される。従来の木造住宅では床下地盤面が露出しているのが普通であったから、この地盤から発生する湿気に対しては、床高を高くするとともに床下周囲を開放して通気を図り、湿気が滞留するのを防いだ。現在はコンクリート布基礎によって周囲が囲まれているので、換気口を効果的に設けなければ床下に湿気が滞留しがちとなり木部や接合金物の耐久性に悪い影響を与えることがある。

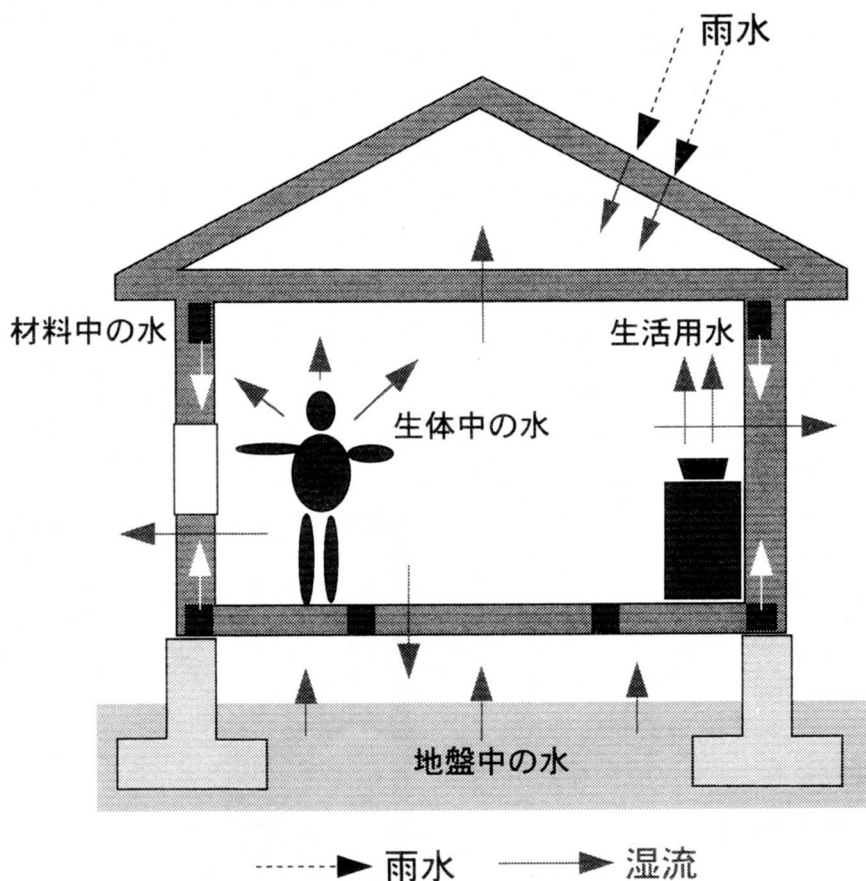


図1 湿気の発生と移動

### (3) 生活用水

ここでは、生活用水とは人間が生命維持や日常生活を行うために必要な水をいう。具体的には風呂、トイレ、洗面、シャワー、サウナの水、調理や洗濯・乾燥のための水、暖房や湯沸かし器の口火のために物を燃焼させることによって発生する水、掃除のための水などがある。

### (4) 人間、動物、植物に含まれる水

人間やペットとしての動物、あるいは植物等の生物が生きていくためには呼吸や排泄、発汗が必要であり、それによって体内の水分が水、湿気となって放出される。

### (5) 建築材料に含まれる水

建築物を構成している材料にも水分が多かれ少なかれ含まれており、それらが周囲の温度条件などによって放湿され加湿源となる。木造住宅では特に基礎に用いられるコンクリートと、主たる構成材料である木材に多くの水分が含まれている。その量を試算してみた結果は以下の通りである。

#### a) コンクリート中に含まれる水

布基礎コンクリートならびに土間コンクリート中から放出される水分量を算定してみる。条件は、1階床面積70m<sup>2</sup>、総布基礎長さ70mで、基礎、土間コンクリートは公庫仕様の寸法とする。水セメント比60%として、そのうちの $\frac{1}{3}$ が蒸発すると仮定すると、総コンクリート量は約18m<sup>3</sup>、単位水量はコンクリート1m<sup>3</sup>当たり約170kgとなるから、総蒸発水分量は約1,000kgとなる。すなわち、標準的な1階床面積を持つ木造住宅の基礎コンクリート打設後、数年間（コンクリート中の余剰水分が全て蒸発するには、条件にもよるが一般には数年かかると言われている）で約1tの水分がコンクリートから蒸発し湿気となって建物に作用することとなる。

#### b) 木材中に含まれる水

つづいて木材中に含まれる水分について試算してみる。我が国の1棟当たりの平均木材使用量を平成6年度住木センター「木材使用量調査結果」に基づき0.2m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>と仮定すると、延べ床面積120m<sup>2</sup>の住宅では、合計約24m<sup>3</sup>の木材が必要となる。その木材の比重を0.45、建設当初の含水率を25%とし、それが最終的に気乾含水率である15%にまで

乾燥すると仮定すると、合計約1.2tの水分が蒸発して湿気となり建物に作用することとなる。

以上の2つの試算結果から分かるように、木造住宅に使われる建築材料からもかなりの量の水分が放出される。近年、高気密高断熱住宅などに代表されるような部位密閉型構造では、1階床仕上げはコンクリートがある程度乾燥してから行うことや木材には乾燥材を使うことがうるさく言われているが、その理由の一つはここにある。

## 2.2 湿気の移動

以上のような水分は温度条件に応じて水蒸気化し、それが様々な要因によって建物各部に拡がっていき、あるものは材料表面で結露し、あるものは材料中に吸収されその内部を移動していく。湿気の問題を理解する2つ目のポイントは、この湿気の挙動のメカニズムを理解することにある。ここでは、その原理について簡単に触れておく。

### 1) 「対流」と「拡散」(図2)

空気中の水蒸気が移動する原因には、大きく分けて「対流」と「拡散」とがある。対流とは、ある空間内に温度差があるとき、その内部にある流体に密度差が生じ、その結果として発生する循環流のことであり、空気中の水蒸気もこの流れに乗って建物各部へ移動する。一方拡散は、水蒸気圧の差によって発生する水蒸気の移動現象であり、普通、水蒸気圧の高い箇所から低い箇所へ湿気が空気の流れとともに動いていく。このような現象は建物の各部で発生しており、単に室内のみならず密閉された外壁の壁内や小屋裏空間内あるいは床下空間内でも発生している。このような水蒸気の圧力差によって生じる流れを「湿流」という。

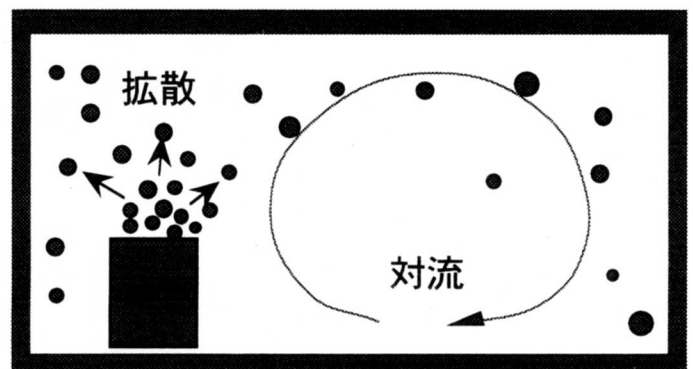


図2 対流と拡散による湿気の移動

## 2) 「透湿」(図3)

湿流は圧力差による水蒸気の流れであるが、水蒸気は空間と空間の間に置かれた物質(材料)の中を移動することもある。これを「透湿」といい、材料をはさんだ2空間の水蒸気圧が異なる場合には、水蒸気圧の高い方から低い方へ材料中を湿気が移動する。一般に、冬期には室内側が外気に比べて相対的に高温かつ高水蒸気圧になるから、湿気は室内から室外へと壁体内を移動しようとする。その際、移動経路途中で湿気を通さない(「透湿抵抗」の高い)材料があると、湿流はそこで止まり、その材料表面の温度条件によって「結露」が発生する。床下の防湿や外壁の防水によく利用されるポリエチレンフィルムやアスファルトルーフィングあるいは断熱材の片面に貼られているアルミ箔などは不透湿の材料であるが、一般のコンクリートやブロック、木材、合板などは多孔質な材料であり湿気を通す性質がある。

## 3) 「吸湿」と「放湿」(図4)

湿気が材料の表面に触れると、その材料の材質と含湿状態に応じて湿気を吸収したり、逆に放出したりする。例えば、木材などのように細胞で構成されている多孔質な材料の内部水蒸気圧が空気中のそれより低い場合には、水蒸気圧は材料に吸収される。逆に材料中の水蒸気圧の方が空気中のそれより高い場合には、水蒸気は材料から空気中に放出される。この現象は透湿の一過程とも考えられるが、室内湿度環境の調整には、この材料の持つ吸放湿特性が重要な働きをする。断面の厚い木材など、なるべく湿気容量の大きい材料を建物に用いることが室内湿度の安定という点からは望ましい。

## 4) 「結露」(図5)

水蒸気を含む空気が、その露点温度以下の物質(材料)に触れると、空気中の水蒸気が凝縮して液体の水となる。この現象を結露という。「水蒸気を含む空気」を「湿流」と置き換えても良い。結露した材料に吸湿性があれば、結露水はその内部に吸収され材料の含水率が上昇し、木材などでは腐朽被害を生じることもある。また、材料に吸湿性がなければ表面結露となり、材料面を濡らすとともに場合によっては材面を汚したりカビが発

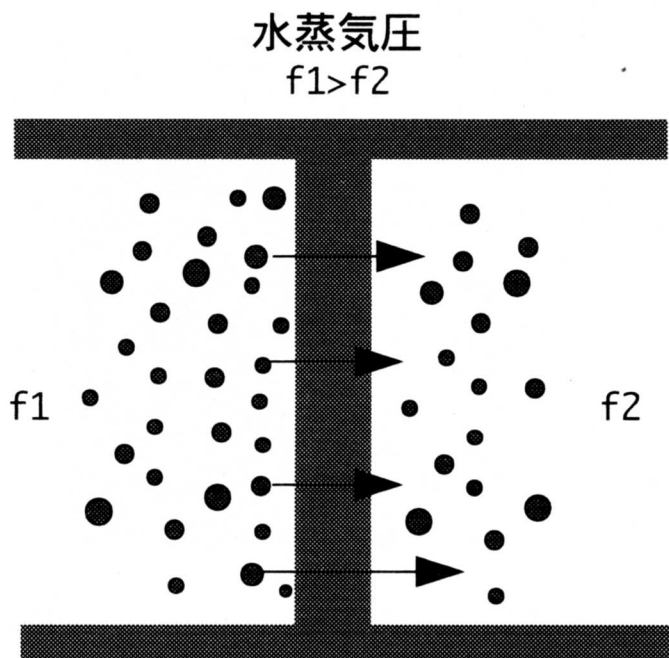


図3 透湿による湿気の移動

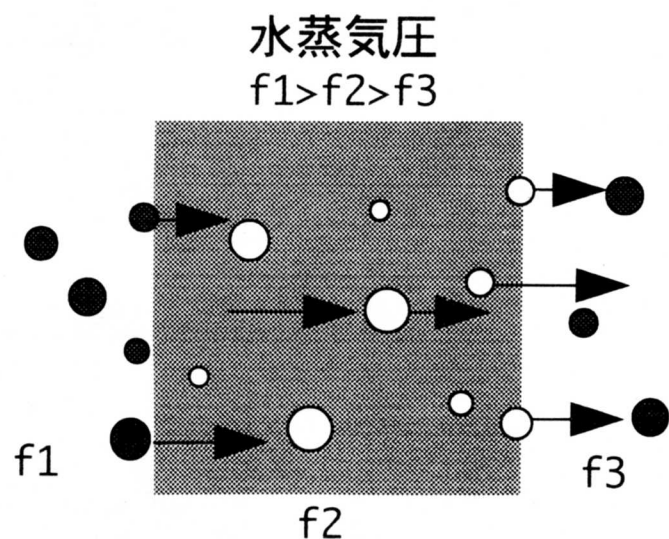


図4 吸湿、放湿による湿気の移動

生したりする。もし、結露が壁や床などを構成する材料同士の境界面(例えば外壁の断熱材と下地材の間)あるいは材料内部で発生した場合には、これを内部結露と呼び、建築における結露の中でもっとも厄介な現象として嫌がられている。外からの発見が遅れるばかりでなく、このような内部結露によって材料の耐久性や断熱性が損なわれることがあるからである。

## 3. 湿気対策の基本的考え方

このような性質をもつ湿気からどのように建物を守ればよいのであろうか。ここでは主に木造住宅における木質建築材料と湿気との関係に焦点を

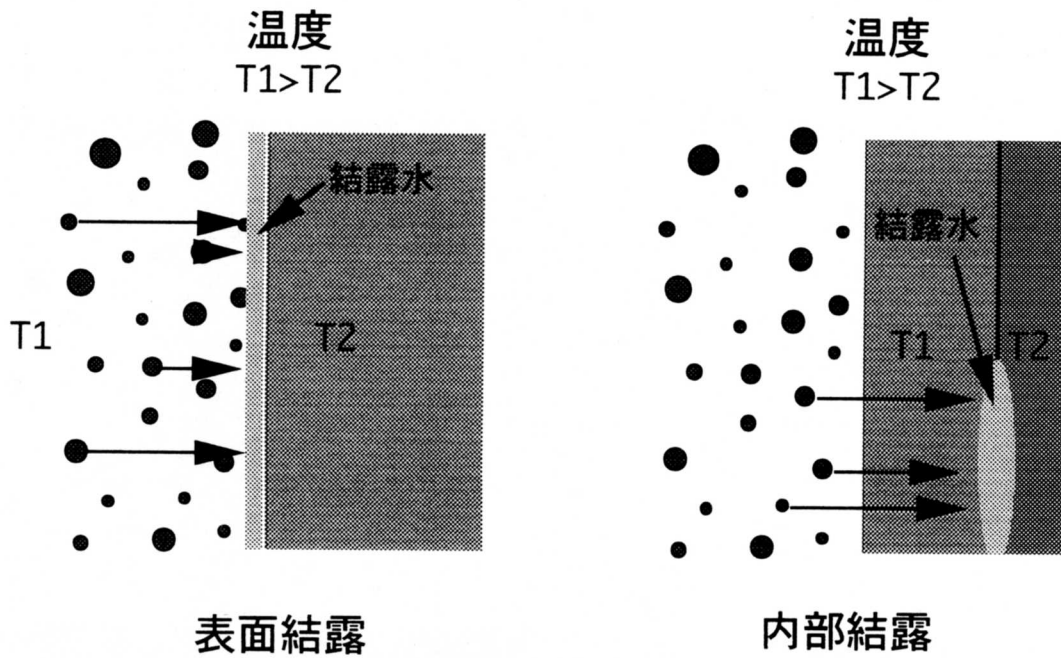


図5 表面結露と内部結露

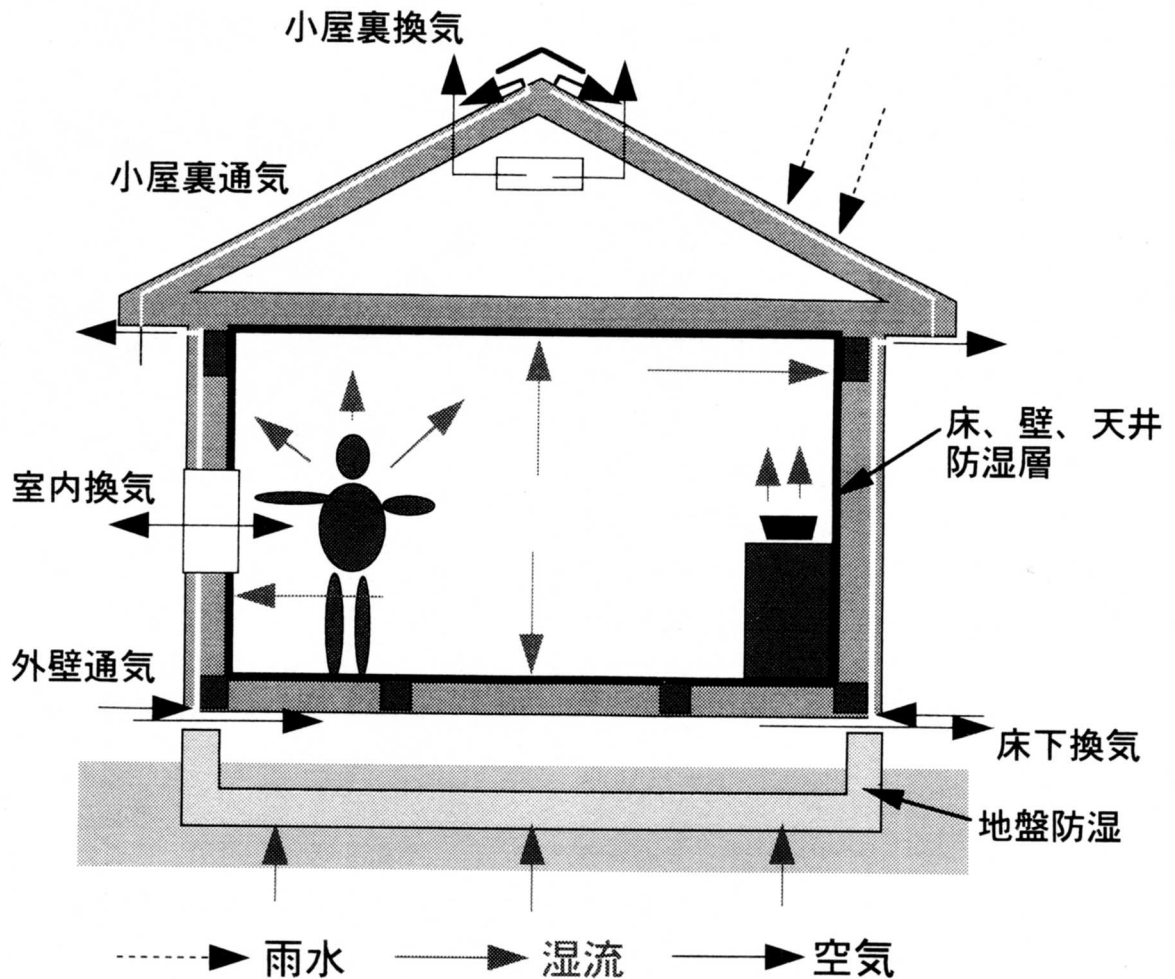


図6 防湿と換気, 通気

絞って、有効な湿気対策の基本的考え方について整理したい (図6)。

### 3.1 湿気対策の基本

木造住宅における木質材料を湿気の悪影響から防ぐための基本的な考え方を整理すれば、以下の

3つである。

- (1) 湿気を発生させない
- (2) 湿気を建物の構成材料（今の場合は木質構造材料）に作用させない
- (3) 湿気を建物内に滞留させない

まず、最初の「湿気を発生させない」とは、2.で述べた湿気の発生原因としての水分を極力抑制するという考え方である。これが湿気対策の根本になると思われるが、一部を除いて抑制には限度がある（雨水や人体等からの発生水分など）。特に生活用水については、近年の生活様式の向上から、ますます大量の水を使用するようになっており、抑制には居住者のかなりの禁欲的な努力が必要となる。湿気発生 of 具体的な抑制策には様々な方法が水分別に考えられるが、詳細は後述する。

次に、2つ目の「湿気を建物の構成材料に作用させない」とは、発生してしまった湿気を何らかの方法によって遮断し、床下や壁内、小屋裏内に位置する部材に直接作用させないという考え方である。いわゆる「防水」、「防湿」による方法である。

最後の「湿気を建物内に滞留させない」とは、上の2つの対策をとったにもかかわらず室内や壁などの部位内に侵入してしまった湿気を早期に建物外に排出するという考え方であり、換気や通気に関する構法がこれに該当する。昔の木造住宅には至る所に隙間があり、自然に換気、通気が図られていたが、近年の気密化が進んだ住宅では意図的に換気、通気を図らないと湿気がなかなか建物から抜けず、材料に悪影響を与えてしまうことがしばしば見られる。

以下に各項目別に基本対策を述べる。

### 3.2 「湿気を発生させない」ための基本対策

この対象となる湿気発生源は、主に生活用水と材料中に含まれる水の2つである。

#### 1) 生活用水

生活用水からの湿気発生を抑制することは、すなわち住まい方の問題であり、主に以下のような点に注意しなければならない。

- 入浴後は浴槽に蓋をし浴室の窓を開けるとともに、入り口ドアを閉め換気扇を必ず回すこと。

- 台所には換気扇をつけ、調理後しばらくの間は回しておくこと。なお、屋内設置型のガス瞬間湯沸し器の口火は意外に多くの水蒸気を発生することには注意しなければならない。
- 洗濯物を屋内に干さない。乾燥機を使う場合は外部排気型のものを使うこと。
- 石油ストーブなど開放型の暖房機を使わないこと。

#### 2) 材料中に含まれる水

基礎コンクリートに関しては、現場打ち工法の場合では打設後なるべく時間をおいてから土台や床組を施工することが大切である。一部のハウスメーカーが採用しているプレキャストコンクリート製の基礎を使うことは、この問題に対する有効な解決策である。木材に関しては乾燥材を使うことに尽きるが、現実的には入手が難しいという問題がある。一部の施工業者には、ある程度湿っている木材を使っても建設中に乾燥するから大丈夫と言う人がいるが、現実にはその程度の期間ではたいした乾燥は期待できないので注意しなければならない。

### 3.3 「湿気を建物の構成材料に作用させない」ための基本対策

これはいわゆる「防水」、「防湿」であり、それぞれの水分別に以下のような対策が基本的にとられる。

#### 1) 雨水

雨水によってもたらされる湿気を防ぐには、防水性のある材料の使用と適切な雨仕舞構法の適用が重要である。すなわち、屋根葺き材料に応じた適切な屋根勾配の設定と十分な軒の出、庇の出を確保し、接合部のシーリングや防水層の設置を適切に行うことである。また、これらの部位では定期的なメンテナンス、保守・補修が湿気発生を防止するうえで必要不可欠である。

#### 2) 地盤中に含まれる水

地盤中から上昇し、地表面で蒸発する水蒸気を建物内に入れない方法の基本は、床下地盤面に防湿層を形成することである。この防湿層の形成には大きく分けて以下の3つの方法がある。

- 防湿コンクリートによる方法

- 防湿フィルムによる方法
- 以上の組み合わせ

### 3) 生活用水，人間などの生き物から発生する湿気

生活用水や人間などの生き物から発生する湿気が建物の構成材料に作用しないようにするためには，まず水回り諸室の「防水」，「防湿」が基本となる。特に，浴室の「防水」，「防湿」が重要であるが，ユニットバスの進歩によってその信頼性が非常に高まった。その他の水回り室でも，床，壁，天井の下地，仕上げを耐水性，耐湿性のある材料で構成することが基本となる。また，室内から床下，壁，小屋裏などの部位内に侵入しようとする湿気に対しては，各部位の室内側（水蒸気圧が高い側）に防湿層を設け，そこで水蒸気を遮断するのが基本である。

#### 3.4 「湿気を建物内に滞留させない」ための基本対策

湿気の挙動を前提とすれば，以上のような対策をとっても室内や部位内には湿気が侵入してくるものと考えておかなければならない。したがって，入ってきてしまった湿気を早期に建物外に排出する仕組みを組み込んでおくことは，湿気対策の信頼性を高める上で重要である。この湿気の排出の仕組みには，換気と通気という考え方がある。換気は室内や床下，小屋裏の空気を入れ替えることであり，これには自然換気（湿度差を利用した重

力換気と風力を利用した風力換気など）と機械換気（強制換気）の2つがある。通気は防湿層あるいは防水層の隙間などからある部位内部に侵入した水蒸気を，その部位に設けた吸気孔と排気孔により効果的に外気に抜く方法であり，外壁通気や小屋裏通気の例がある。しかし，せっかく「湿気を建物内に滞留させない」ために換気，通気の仕組みが建物に組み込まれていても，それらの機能が発揮されないようなことがあっては何にもならない。例えば，室内の場合は人が住んでいる限りは換気が全くされないということはある得ないものの，床下や小屋裏などの場合には居住者が気がつかないまま換気口を塞いでいたりする例がある（特に開閉装置付きの場合）。また，一般に通気孔は開口幅が狭い（15～30mm程度）ために，長い年月の間には一部が塞がることもありうるので，居住者の定期的なメンテナンスが期待される場所である。

（本稿は，(社)日本しろあり対策協会関東支部主催講習会（平成12年10月12日開催）において発表した拙稿「最近の住宅建築様式に見る湿気，換気対策について」を修正，加筆したものである）

#### 参考文献

1. 「建築の結露」，山田雅士，井上書院，1979年
2. 平成12年度版「木造住宅工事共通仕様書」，住宅金融公庫，平成12年

（関東学院大学工学部建築学科）