

環境と健康に配慮した「住みよい家」

大阪府立西野田工科高等学校教諭 大西正宜

1. はじめに

住宅に必要な性能として、構造上の安全性と耐久性、日常安全性と避難安全性、利便性のほか、健康性と快適性が挙げられる。

住宅は住むための器であり、住む人の健康を保持し、快適に過ごすための条件を備えておかなければならない。住宅においては、良好な日照や採光を得て、身体にとって適切な温熱環境と光環境をつくり、空気の衛生を保つことが重要である。

原始時代の人間は雨露をしのぐために自然の洞窟などに住み、後には竪穴の上に木のフレームを組み、草や土を載せて住居をつくった。その後も、各々の時代の技術で可能な限り健康性と快適性を追求し、それぞれの地域の気候風土に合わせて合理的な住居を生み出してきた。わが国において木造建築の伝統と文化が育まれてきたのは、夏の高湿多湿という気候条件が開放的な空間を求めていること、地震が多発することから石造などの組積造は不利であること、温帯にあって多雨の気候が豊かな木材資源を育むことなどを条件とし、健康性と快適性を求めた必然的な結果だと言うことができる。

産業革命から現在に至る科学と技術の発達は、建築の分野においても新しい材料と新しい架構、新しい設備を生み出し、これらの多くは私たちの生活の利便性や快適性を高めた。しかし、一方で、化学物質の多用の結果としてシックハウスが生まれ、空調設備の偏重は資源とエネルギーを浪費したため、本来の意味での健康性と快適性を生み出したとは言えない。これからの住宅は、健康性と快適性を、「環境との調和」の中で追求していかなければならない。

地球温暖化や都市のヒートアイランド現象の根本原因は、社会全体の資源とエネルギーの浪費構造にある。このことに対する反省の上に立って、あらゆる分野における省資源・省エネルギーと循環型社会への転換が進められている。住宅については、新た

な生産やその運用において、できるだけ資源・エネルギーの使用を少なくし、長持ちさせ、役目を終えても再使用するか再び資源として再利用することが必要である。このとき、計画・生産・運用（使用）・廃棄という住宅のライフサイクルをトータルに考えることが重要となる。生産時のコストとエネルギー消費が多少増大しても、運用時のエネルギー消費の大幅な減少を追求するべきである。なぜなら、運用時のエネルギー使用量は、住宅の一生のエネルギー使用量の3分の2以上を占め、住宅が長寿命化すればするほどその割合が増加するからである。

2. 快適性について

私たちが住まいの中に居て快いと感じるのは、私たちが包む空気が、熱的にも衛生的にも良好な状態にあるときである。

(1) 熱的快適性

人体は、食物をとり、呼吸をし、運動をすることで、体内で熱をつくり、体外に熱を放散することで体温を保つ。この熱放散は、主として発汗と呼吸による水分蒸発、対流による空気との熱交換および着衣などから周壁への熱放射によって行われる。床などの人体が接している部分からも、伝導という形で熱は放散する。なお、放射は、温度の異なる物体間で、電磁波の形で熱が伝わる現象であり、空気を媒介するものではない。

安静時には、水分蒸発と対流による熱放散がそれぞれ2～3割、放射によるものが4～5割になり、気温が高く運動量が多くなると、水分蒸発の割合が高くなる。したがって、熱的快適性は、単に気温や湿度だけではなく、気流や放射熱を調整することによって得られる。事例として、次のようなものがある。

各地域の最多風向の側とそれに対向する側に開口部を設けると、夏期に自然風によって涼感を得ることができる。

断熱性が悪いと、冬期に窓ガラスや外壁が著しく温度低下し、その面に触れた空気が冷やされて床に下降するコールドドラフトという現象が起こるが、窓や外壁の断熱性を向上させると、コールドドラフトを防ぎ、室の上下温度分布を均一化して快適性を高める効果がある。

床暖房は主として放射熱の調整をする暖房方式であり、床の表面温度を高める（ただし29以下）ことによって、身体からの熱放散のスピードを緩め、それにより暖かさを感じることができる。

(2) 室内の空気衛生

住宅における空気汚染物質としては、内装材や家具などから発生するホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物、暖房や調理の燃焼に伴って発生する一酸化炭素や二酸化窒素、二酸化炭素や水蒸気、在室者の生活行為に伴うほこり、臭気、二酸化炭素、タバコ煙、芳香剤や殺虫剤などの化学物質などがある。これらのうち水蒸気は、人体に対して有害ではないが、結露やカビの原因となるので、発生場所付近で早めに排出する必要がある。また、燃焼に伴う汚染物質のうち、一酸化炭素や二酸化窒素は毒性も極めて高いので、やはり発生場所付近で早めに排出する。もちろん、排気を屋内に出す燃焼機器を屋内に設置しないことが最良であることは言うまでもない。

室内汚染とシックハウスは、住宅の気密化とともに問題が顕在化したので、高气密に対する批判があった。現在では、気密性が劣る住宅は、エネルギーを浪費する上に換気経路が曖昧になるため、空気衛生の面でも不十分であるという考え方の正しさが認知されている。住宅は、高气密とした上で、室内の空気衛生を保つための換気量を確保するために、計画的な換気を行う。計画的とは、空気の動く経路と流動量をあらかじめ把握しておくということである。建築基準法では、新築住宅には換気回数0.5回/時の24時間機械換気設備の設置が原則として義務づけられている。

3. 住まいの保温と結露の防止

(1) 壁体の断熱

室内の熱は、換気によるほか、周壁からの貫流（壁面などを通して室内の熱が外気側に流れること）によっても失われる。この貫流による熱損失は、壁体などに断熱材を挿入することで著しく小さくすることができる。例えばコンクリート住宅の場合、壁

からの貫流熱損失は、コンクリート打ち放しの場合に比べ、わずか2.5cm厚の断熱材を入れるだけで約3.5分の1、5cm厚の断熱材を入れると約6分の1になる。

省エネルギー法に基づく平成11年省エネルギー基準では、木造住宅の場合、温暖地では表1に示す厚みの断熱材を用いることが推奨されている。なお、この基準は現在のところ努力義務であり、基準を満たす住宅は助成やローンの優遇金利が適用されるに留まるが、近い将来、二酸化炭素削減のために、建築基準法によってこれと同等の断熱化が義務化される可能性がある。

表1 平成11年省エネルギー基準を満たす断熱材の必要厚さ

部位		断熱材の厚さ
屋根 または天井	屋根	185
	天井	160
壁		90
床	外気に接する部分	135
	その他	90
土間床などの 外周部	外気に接する部分	70
	その他	20

注) 数値は、温暖地域で一般的な断熱材を充填する場合。単位はmm。

(2) 結露対策

空気中の水分は、温度が低下すると凝縮して水滴になる。この現象を結露といい、このときの温度を露点温度という。結露は、図1のように、壁表面や壁体内で発生し、ほこりやカビによる壁の汚損や内部造作材などの腐朽を促す。

表面結露は、図1(b)のように断熱材を入れ、壁の表面温度を低下させなければ防ぐことができる。壁体内結露は、グラスウールなどの断熱材の場合、図2のように、第一に、断熱材より室内側に防湿層をすき間なく張り、湿気を断熱材側に入れないこと、第二に、万が一湿気が侵入しても外気側に抜けるように、断熱材より外気側に透湿層と通気層を設けることによって防ぐ。ウールや植物繊維の断熱材は、高湿度の時には吸湿し、低湿度の時には放湿する機能（調湿性）がある。この性質をもつ断熱材の場合は、室内側の防湿層は必要がないと言われている。

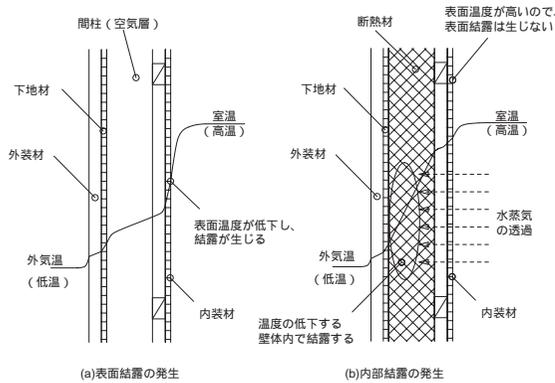


図1 結露の発生

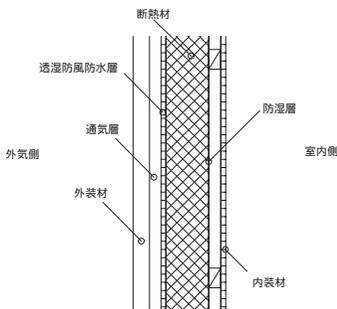


図2 結露を防止する壁の構成

4. 太陽エネルギーの利用

(1) ダイレクトゲイン

太陽エネルギーの総放出量のうち22億分の1にあたる173兆kWが地球に届く。この量は1㎡あたり1.37kWになり、大気を透過して地表に達する量は、約1kWになる。この量は膨大なもので、地球表面全体に達する太陽エネルギーの1時間分で全世界の1年分のエネルギーをまかなえる計算になる。このエネルギーが気候を形成し、水分蒸発と降雨、風などの自然現象を起こすとともに、光合成によって植物を育て、動物が生き続けることを可能にしている。

太陽放射には、熱効果、光効果、保健衛生的効果があり、これらをコントロールすることによって住環境を良好にし、省エネルギーを図ることができる。

地表の各点から見た太陽の運行軌道は季節によって大きく変化するので、建物の各面が受ける日射熱も、図3のように季節によって大きく変化する。南の鉛直面の受熱量は、夏

期に最小となり、冬期に最大となる。

冬期にガラス窓を透過して室内に導入する日射熱をダイレクトゲインという。日射熱で床や壁を直接温めることは一般に行われることであるが、このとき、日射の当たる床や壁の部分を熱容量の大きいレンガ、タイル、石またはコンクリートなどとし、蓄熱させることによって、日没後も一定時間室内に熱を放出させることができる。なお、夏期は太陽高度が高いので、庇などによって室内への日射の流入を容易に防ぐことができる

(2) パッシブソーラーハウス

太陽光発電や太陽熱による冷暖房システムなどの設備を用いた住宅をアクティブソーラーハウスと呼ぶのに対して、建物の形や材料を工夫することで太陽エネルギーを利用するシステムを備えた住宅をパッシブソーラーハウスと呼ぶ。

図4は、「温室利用型」と呼ばれるパッシブソーラーハウスの概念図である。冬期には、床や壁に日射熱が蓄えられると同時に室温が上昇するので、その空気を自然循環させるかまたはファンによって循環させて他の室や床下を温める。夏期には、サンルームの暖気を高窓または天窓から排気し、外気をクールチューブに通して地中で熱交換させ、除湿し冷却してから室内に入れる。

屋根を集熱面として利用する方法がある。金属屋根の一部をガラスで覆って集熱効果を高めると、小屋裏の空気は冬期でも70℃以上になるので、これをファンを使って床下に導き、床下のコンクリートを温めた後、室内に導入するというものである。夏

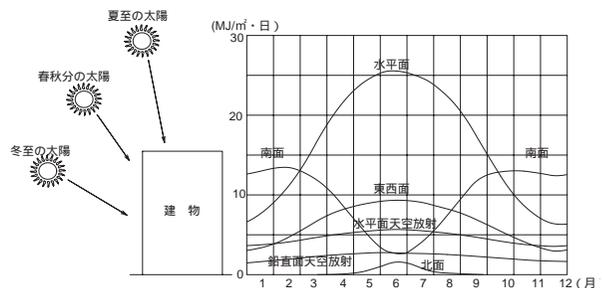


図3 日射量の年変化

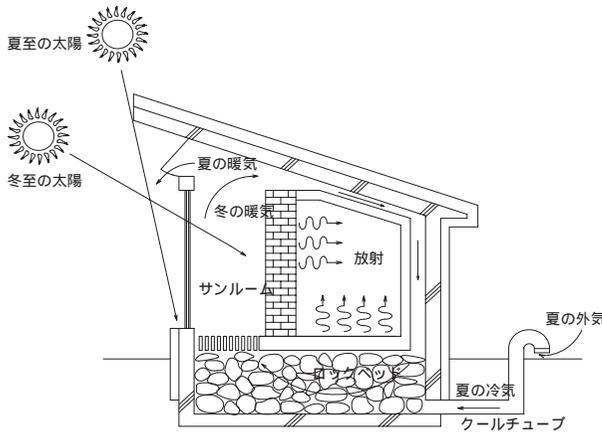


図4 温室利用型パッシブソーラー

期は暖気を屋根上部から排気することによって室内空気を吸引し、室内に空気の流れができる。

(3) 日射熱の調整

日射熱は、必要に応じて開口部で調整する。調整装置には、庇のほかに水平ルーバー、たて形ルーバー、ルーバー庇、屋内に設けるカーテン、ブラインド、ロールスクリーンなど図5に示すようなものがある。水平ルーバーやルーバー庇は、太陽高度が高くなる南面で効果を発揮し、たて形ルーバーは、西日を遮るのに用いる。

冬期の採熱装置である窓ガラスは、最も熱損失が大きい面であり、保温の弱点である。普通の板ガラ

スからは、断熱された同じ面積の壁の約10倍の熱が失われる。そこで、次のような高機能ガラスを用いることで、省エネルギーを図ることができる。

2枚のガラスの間に空気層を設けたものを複層ガラスまたはペアガラスといい、複層ガラスは単層の場合の約半分の熱損失に抑えることができる。ガラスに特殊金属膜を張り付けたものをローエミッシブ(Low-E)ガラスまたは低放射ガラスといい、これを複層ガラスの室内側に用いたものを「高断熱複層ガラス」、室外側に用いて日射の遮蔽性を高めたものを「遮熱高断熱複層ガラス」という。3mm厚の板ガラスと低放射ガラスの間に、0.2mmの真空層を設けたものを「真空ガラス」といい、熱損失を普通板ガラスの6分の1に抑えることができる。

5. 水と緑に親しむ住まい

(1) 住まいの緑化

植物は、住まいに精神的な潤いをもたらすものであるが、同時に以下のようなさまざまな効果を生む。

植物は、日射を受けると、光合成を行うとともに、体温を下げるために気孔を開き、水分を蒸発させる。この蒸散作用と地面からの水分蒸発によって、夏期には涼しさを、冬には保湿の効果を得ることができる。また、まとまった樹木は、強風を和らげ、塵や空気汚染物質を取り除き、騒音を吸収する役割も果たす。屋上緑化や壁面緑化は、夏期の日射受熱量を減らし、冬期の保温効果があるので、省エネルギーに資するものであり、また、ヒートアイランド現象の緩和効果もある。

ただし、屋上を緑化する場合は、「荷重、防水、環境圧」という三つの問題点をあらかじめ知っておく必要がある。

屋根に土を載せるので荷重が大きくなり、建物全体の構造に負担をかける。木造の住宅の場合はせいぜい芝屋根程度にする。人工軽量土壌やヤシ殻の繊維などの植栽用マットを用いれば大幅に荷重を減らすことができる。

漏水は、植物の根が防水層に入り込むことによって起こるので、必ず耐根層および排水層を設け、その上に土を載せて植栽を施す。屋上緑化は漏水が起こりやすいと思われがちだが、紫外線による防水層

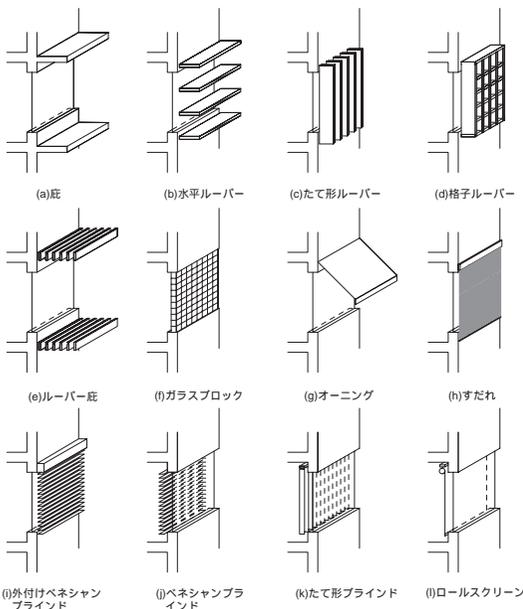


図5 日照調整装置

の劣化がなく、日射熱による防水層の温度変化も少ないので、防水層が長持ちする。

環境庄とは、人工環境であることによる悪条件をいい、主として風が強いこと、土壌が薄いことがこれに該当する。したがって、緑化面の保水力を高めること、灌水装置の設置などに留意する必要がある。

(2) 雨水の利用

植物への水やりや打ち水、洗車などには、雨水を利用するとよい。この程度の雨水利用であれば、200～500リットルの小型タンクに雨どいを接合すればよい。このとき、雨樋と雨水タンクの間に煤煙などで汚れた初期雨水を排除する簡単な装置を挿入するのが望ましい。

便所洗浄水に利用する場合は、住宅の設計段階で給水設備に組み込むようにする方がよい。

(3) ビオトープをつくる

ビオトープとは、川や池などを中心として緑に囲まれた多様な動植物の生息空間のことをいう。小さな池でも自然に近い形でつくれば、水生植物が根付き、都市部でもトンボや鳥が必ず飛来する。

池は、図6のように、遮水シートを用い、シートと地面が密着するように中央から砂を被せ、斜面に石を積んでつくる。池の位置は、民法上隣地境界線から1m以上離さなければならない。水を入れた直後は濁るが、水は数日で澄み、緑がかった透明になる。この状態で、睡蓮などの浮葉植物、キンギョモなどの沈水植物、浮き草などの浮漂植物などの水生

植物を入れ、安定すれば魚などを入れて完成である。

6. おわりに

本稿の主旨をまとめると、以下のようになる。

住まいの健康性と快適性は、環境との調和の中で追求すべきであること。

住まいの快適性は、高断熱・高气密+計画的換気によって得られること。

太陽エネルギーのパッシブ利用と適切な調整によって、快適性が高まるとともにエネルギー消費を抑えることができること。

水と緑を住まいに取り入れることは、安らぎと潤いのある空間を得ることができ、都市環境や地球環境への貢献につながる。

私は、授業や著書を通じてこれらの考え方を広めることに努めてきたが、本年度は、本校の屋上で、ビオトープのある庭園づくりを行い、考えてきたことの一部を実践することができた。屋上庭園づくりは、大阪府教育委員会の「スクールカラーサポートプラン」に応募して実現したもので、200㎡の庭園の工事を生徒自身が施工するというものである。また、庭園には環境測定装置を設置し、来年度以降、屋内環境の改善効果やヒートアイランド現象の緩和効果などを学習する。ホテルの飼育についても模索中である。本年2月に竣工式を行う予定で、5月には一年間の記録を報告書にまとめ、配布したいと考えている。

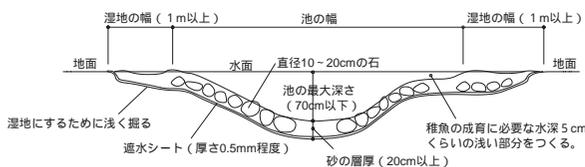


図6 近自然的人工池の構造



環境教育の一環としての屋上庭園づくり