

環境にやさしい パッシブ型の建築の基本

気密と換気

その2



◆文 中村 勉

重要文化財今西家（撮影：中村勉）

伝統的民家から 気密性能住宅へ

原点である「パッシブ型環境建築^{※1}」の基本の話の第2弾として、前号でお知らせした日射の遮蔽に行く前に「気密と換気」の話をしたい。

日本では、兼好法師の「夏を旨とすべし」という考えによって、南方からもたらされた高床式で南の庭や北にも開放的な開口部がある南方系の家が基本だ。シロアリを避けるように、床下は開放的で、人が床下に入っていくくらしいの空間をもち、石端建^{いしはだ}てという伝統的構法を用いた。この構法では、突き固めた地面の上に基礎となる石を置き、その上に柱などを置く。床は板の間と畳であり、板の間は板を持ち上げると収納になつていた。畳は空気を通して、涼しい寢床でもあった。

換気についていえば、民家の土間空間の小屋組みを見上げると、うつすらと見える光（17ページ下の写真参照）、これが越屋根^{こしやね}という換気装置だ。土間のへつつい^{かまど}（竈）や囲炉裏の煙を排気する煙出しの役割を担っていた。伝統木造の家では給気した空気は床下から畳を貫通して室

内に入り、茅葺屋根では厚い茅の層から、瓦屋根の民家では越屋根から排気されていた。この空気の流れが全体を包み、土間に蓄えられた夜の冷気によって、涼しい土間空間が創られていたのだ。

このような日本の家がいつから気密性能のことをいい始めたのだろうか。前回も記したが、伝統的な住まい方では暖をとるのは炬燵か囲炉裏などの局所暖房機による、採暖といわれる方式であり、これが近代的住まい方となると家全体を暖房するようになる。そうすると、隙間風や暖かい空気が外に逃げていくことが気になり、気密性能を高めるために、木製のガラス引き戸をアルミサッシに替えていく。開口部の気密性能が上がってくると、石油・石炭・ガスなどのストーブからの排気ガスによって酸欠状態になったり、一酸化炭素中毒などの健康被害が発生してくる。そのため、窓を定期的に開けて空気を入れ替えることから始まり、換気扇をつけたり、熱交換方式の全熱交換型換気設備を取り付けたりすることになってくる。

これらの換気設備の考え方はドイツや北欧に見られる。日本では北方

※1 住宅の基本性能を高めることで、積極的に冷暖房をする必要をなくした建築。

型住宅と呼ばれ、北海道で気密性能を強化する課題から発生し、健康を守るためという理由で24時間の換気を求める規制にまで発展した。

気密と換気

気密性能を高めることと換気性能をしっかりと確保することは裏腹な関係にある。人間一人が必要とする新鮮空気（換気で取り入れる新鮮で汚れない外からの給気）は成人で約20㎡/hであるが、気密性能が低い、伝統木造住宅などでは相当隙間面積※2が20cm²/㎡以上あったため、換気への配慮は特に必要がなかった。しかし気密性能が高くなると、健康に配慮した換気性能が必要となる。

2003年には住宅内の化学物質による健康障害が問題視され、シックハウス新法が生まれ、24時間換気できる設備が義務化されると同時に、ホルムアルデヒド発散建材についても厚生省のガイドラインの0.08ppmという指針値を守ることが義務づけられた。これらは北方型住宅の考え方によるもので、一時は換気ファンを常時動かしていなければいけないとして、オフができるスイッチを付けてはいけないうまで言われたが、

現在ではある程度緩和され、トイレの換気や厨房の換気設備と兼用できるようにになってきた。

シックハウス新法では機械換気が義務づけられたが、本来の換気方法には、機械換気のようなアクティブ手法と、パッシブ手法がある。パッシブ手法は日本の伝統木造住宅を基本にした方法である。

パッシブ換気と通風

換気とは、人の活動によって起こる空気中の二酸化炭素の増加や、一酸化炭素の発生による中毒や健康被害を避けるために新鮮空気を取り入れることをいい、快適性を保つ目的で体感温度を下げる空気の流れである通風と使い分けている。しかし、

伝統的建築では、煙出しや越屋根などの換気装置は、時に、町家の中庭などと組み合わせると通風装置としてみることもでき、地域性に対応した伝統的建築から非常に優れた工夫を発見することが多い。

パッシブ型の自然換気とは、床下から給気し、部屋の上部から屋根裏の排気塔や高窓などを通して、自然の空気の流れ（ド

ラフト流という）をつくったり、局部的に温度差をつくることで空気の流れをつくって排気する手法である。さらに最上部の排気塔の屋根部分を鉄板がガラスとし、太陽熱が塔内部を温めることで上昇気流を生み出し、室内空気を自然ドラフト力によって排気する方式をソーラーチムニーといっている。

伝統木造の家では取り入れた空気は床下から畳を貫通して室内に入り、茅葺屋根では萱から、民家では越屋根から排気される。伝統住宅からもパッシブ型の温度差や上昇気流を生み出す工夫を見ることができ、

一方で「通風」の工夫を伝統住宅で見えてみよう。パッシブ通風の例としては、京都などの町家の中庭と連

動した空気の流れをつくる越屋根との組み合わせが、通風を生み出す工夫の代表例だ。町家は間口は狭く、奥に続く長い敷地があるのが基本だが、表の母屋と奥の離れの間に井戸のある中庭があり、冷気が土間を通して室内を冷やし、小屋裏の越屋根に向かって上昇気流となつて上がっていく、排気される。自然の温度差によるドラフト力によって空気の流れができていたのだ。

現代の換気手法

シックハウス新法によって機械換気が義務づけられたものの、関東・東海地方から南の地方では土壁などの伝統的構法の家が基本であり、住居での24時間換気の義務化に異議を



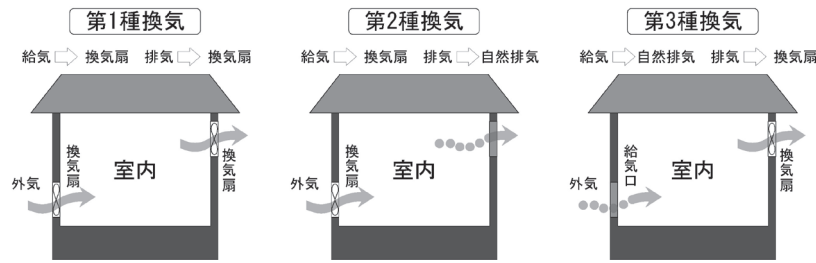
越屋根 外観写真（奈良県文化財保存事務局保管資料）



越屋根 内観写真（撮影：中村勉）

※2 隙間面積（cm²）を延べ床面積（㎡）で割ったもの。値が小さいほど気密性が高い。

図-1
機械換気の種類



唱える設計者は多い。土壁は壁の調湿機能と蓄熱機能があることが特徴だが、一方で乾燥すると柱と梁との間が透けてきて、気密性能は保てない。ただ、それによって壁内の水分が木部に付着せず、腐朽菌が発生することを防いでいると、利点を強調する設計・施工者も多いのだ。

第一種換気

機械換気には第一種、二種、三種とあり、給気口部分と排気口部分の両方にファンを付けるのを一種、給気口部分だけを二種、排気口部分だけを三種としている。

第一種換気とは、給気と排気の両方をファンでコントロールするバランスタイプの換気システムで、大型の建築で空気が溜まっている部分をなくしたい時などに設備設計者によって計画される。住宅では第二種換気か第三種換気方式が多く使われている。

第一種換気の代表例は全熱交換器というアクティブ型の設備機器である。排気によって失われる空調エネルギーを給気に交換・回収する設備だが、コストが高く、熱回収効率も高くない。筆者は1990年代に導入を試みたが、その後はパッシブ型の空間による熱交換の方法に切り替えている。全熱交換器は、その小さな箱や筒の中の短い距離で熱交換をしようとするので、基本的構造に無理がある。住宅でも一般建築でも、出来るだけ長い距離で熱交換をしたリ、地中のヒートパイプ※3（またはトレンチ＝共同溝）を長く通ること

第二種換気

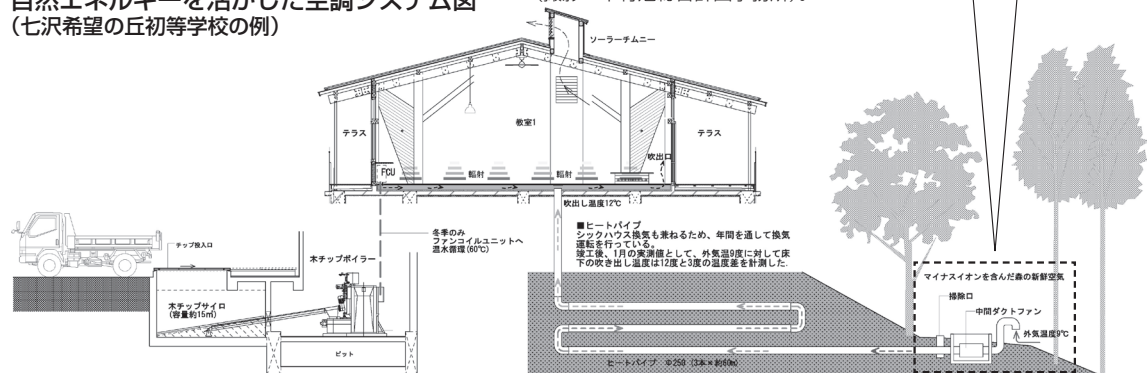
第二種換気とは、給気のところファンを付け、内部に外気を押し込む方式である。

学校の例でいえば、筆者の設計した神奈川県厚木市の七沢希望の丘初等学校では、隣接する森から新鮮空気を給気し、ファンを使って地中に通した数十メートルのヒートパイプを通して床下に入れ、これをバイオマスボイラーの温水で温め、2カ所の小さなソーラーチムニーから排気している（図-2）。

森の新鮮空気をヒートパイプを通る間に地中熱で温めるのだが、出来るだけ気流速度を遅くして給気することに配慮した。この時はパッシブ型換気だけでは所定の空気量が確認できないため給気口にファンを入れる



図-2
自然エネルギーを活かした空調システム図
（七沢希望の丘初等学校の例）

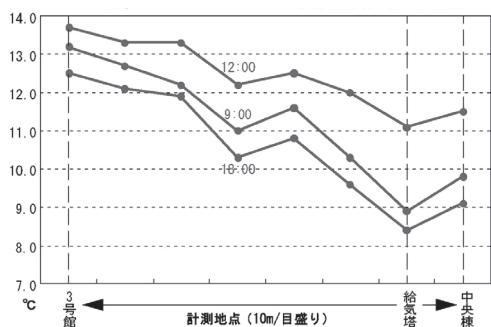


たが、調査が進めば、ファンを使わないパッシブ型手法だけでも可能だと思う。そして万一ヒートパイプ内にカビが発生した場合に備えて、高圧水や熱湯でヒートパイプ内を洗浄できるように釜場を設けたが、現在まできれいな状態に保たれている。結露やカビには十分な注意が必要で、目で確認できる方法が望ましい。

給気口は通常、下向きにパイプを設置し、防鳥・防虫網を取り付けるが、大きな開口でゆったり空気が流れるところでは虫やほこりは入らない。虫や細菌にとっては暴風の状態が最悪の生育環境なのである。

大型の建築におけるヒートトレンチの例には、大東文化大学板橋キャンパスがある。キャンパス広場内の給気塔から給気を行い、断面が3m角以上のトレンチを約70m通って地下の機械室にある外気空調器に導く給気方式を採用している。長いトレンチを通して、新鮮空気は地中の熱によって温められ、約7℃の温度差が得られている。(図-3) この地中熱による方法の熱回収効果は非常に高い。この事例もカビや結露に備えてトレンチ内は白く塗装し、簡単に目視で点検できるようにした。

共同溝ヒートチューブ温度実測結果(冬期) 図-3



大東文化大学の共同溝による地中熱の採熱。給気塔から約150m離れた3号館に届く間に、朝9時で9℃⇒13℃、18時で8.5℃⇒12.5℃と約4℃の温度上昇がみられた。



大東文化大学のトレンチ内部 (撮影：堀内広治)

住宅ではこの第三種換気方式を利用すること、点検の位置も重要で、天井裏に仕込めば、上を向いた苦しい姿勢で掃除をしなければならぬ。そこで1階のファンを2階の床点検口から清掃できる工夫をすると、掃除はしやすくなる。ファン一つとっても、フィルター清掃などのメンテナンスがついて回ることを考えると、出来るだけ機器類は少なくすることが設計のポイントである。

第三種換気

現在までカビの報告はない。

用することが多い。トイレや洗面室などでは、換気ファンが必要なため、給気孔側にファンを取り付ける第二種よりも管理がしやすい。

ファンの管理から考えると、点検口の位置も重要で、天井裏に仕込めば、上を向いた苦しい姿勢で掃除をしなければならぬ。そこで1階のファンを2階の床点検口から清掃できる工夫をすると、掃除はしやすくなる。ファン一つとっても、フィルター清掃などのメンテナンスがついて回ることを考えると、出来るだけ機器類は少なくすることが設計のポイントである。

第三種換気方式の良い点は床下熱交換などのパッシブ型手法の工夫ができる点だ。愛知県長久手市の小規模特別養護老人ホーム「たいようの杜」では排気空気を利用して床下ピット内で新鮮空気を暖めている。ヒートパイプを通して、地中熱(平均気温約15℃)の中をある速度で新鮮空気が通ると、4〜7℃上昇して給気されることがわかった。それに対して居室内の排気空気を床下のピット空間に溜めて、そのピット内に給気パイプを這わせればさらに多くの熱を与えることができる。居室

内の排気空気は室内温度の約20℃はあり、その空気を溜めたピットを通るのはヒートパイプを長く回すよりも効率が良く考えた結果だ。

この手法は現在筆者が開発しているローコスト自然エコハウスにも採用されている。住宅内に新鮮空気を入れる時、暖めてから導入する代わりに、排気空気を利用することで新しいエネルギー消費をせずに新鮮空気を暖めることに成功したのだ。第三種換気方式と呼んでいるが、トイレなどで必要な最低限の換気扇で住宅内の空気の循環から、新鮮空気の温めまでできれば、非常に効率が良いエネルギー収支が生まれる。

次回もパッシブ型の建築の基本についてお話しする。

なかむら ベン——建築家。ものづくり大学名誉教授。日本建築学会低炭素社会推進会議WG代表主査。日本建築家協会 JIA 環境行動ラボ主任研究員、東京建築士会会長・環境委員会委員長、日本建築士会連合会環境部会長。1969年に東京大学卒業後、横総合計画事務所所属、AUR 建築・都市・研究コンサルタント取締役副所長を経て、1988年より、中村勉総合計画事務所代表。環境省の環境研究総合推進費の支援により、日本建築学会で「低炭素社会の理想都市実現に向けた研究」を3年間実施。2011年4月に、その成果を東大、日大、東工大のグループと「13+1の提言」にまとめた。この背景を基に、東日本大震災からの福島復興計画を各分野に発信。南相馬市復興有識者会議委員、浪江町復興有識者会議委員を務めた。