

寒さと住まいの役割

西 安 信¹⁾

1) 北海道工業大学建築環境工学

Housing in the cold climate

Yasunobu Nishi¹⁾

1) Department of Architecture, Hokkaido Institute of Technology

I. はじめに

日本人の住居観を代表するものとして必ず引き合いに出されるのは、吉田兼好が「徒然草」の中で表した「家のつくりようは夏をむねとすべし」、「冬はいかなる所にも住まる。暑きころわろき住居は堪えがたき事なり」という言葉である。これは高温多湿な我が国の夏の気候に対処すべく、外に対して開放的な、伝統的な住居様式を表すものである。

また、1872年(明治5年)に北海道開拓使に招聘されて米国より来道した、お雇い外国人の第一号とされるケプロンは、開拓使が薄紙様の家(thin paper houses)を建てていたことと合わせて、暖房設備の欠如をも批判している。すなわち「火鉢に木炭をおこすというミゼラブルな方法以外には、家を暖める何等の設備がない。煙突もなければ、暖炉もストーブもない。余はアメリカではきわめて普通の鉄板ストーブ数個を自分と一緒に持ってきたが、江戸でも直ぐ重宝がられ、沢山製造された。札幌でもまたそれを沢山造る店が出来ている。やがて日本の寒い地方で用いられることは疑いがない。」と残している¹⁾。

この記述より厳寒の北海道においても、まともな暖房の方法すらなかった様子が理解できる。

現実には燃料とすべき石炭の採掘(1882年に小

樽—札幌—幌内炭鉱まで、石炭輸送のための鉄道が開通しているが、石炭が家庭用の燃料として用いられたのは大正期になってからと言われている)、ストーブを製作するための鉄板の製造(明治40年頃になり八幡製鉄所製の薄鋼板を用いて製造されたストーブが出回るようになった)、紙の障子の代りとなるべき板ガラスの製造が国産化(1902年:明治35年大阪にて板ガラスの試作に成功)がされていなかった当時の状況においては、ただひたすらに寒さを堪え忍ぶことが、厳しい冬を過ごす術であったようである²⁾。

II. シェルターとしての建物

建築物のことをシェルター(shelter)と呼ぶことがある。シェルターは元来「雨風をしのぐ隠れ場」、「日差しを避ける木陰」のことを意味する。鎌倉時代末期(1300年代)に「徒然草」の中で兼好法師が記した開放型の住居は消極的ではあるが、暑さを避けるためのシェルターであった。

しかし冷戦の時代に数多く建設されたシェルターは原水爆の攻撃から身を護るものであった。建築物をこの視点からシェルターとして考えると、「冷房装置を設備し、夏の酷暑から避難し身を護る隠れ場」であり、「断熱と気密性に加え、暖房装置により厳寒から身を護る隠れ場」と言うこと

別刷請求宛先: 西 安信

〒006 札幌市手稲区前田7-15-4-1 北海道工業大学 建築工学科 環境工学研究室

Reprint Requests to Yasunobu Nishi, Department of Architecture, Hokkaido Institute of Technology, 7-15-4-1, Maeda, Teine, Sapporo, Hokkaido 006 Japan

ができよう。

北海道の開拓は全国からの入植者や移住者達によって行われた。特徴的なのは、貧しい生活の中から事業を興し、成功を遂げ、財を成した多くの人々は、出身地の四国や北陸などの自分の故郷と同様な様式をもつ、厳寒の北海道には全く不向きな家造りをしたことである。今ではもうほとんど見られないが、濡れ縁、雨戸、大きな開口部、瓦屋根等をもつ家は少なくはなかった。成功者にとっては家は寒さをしのぐシェルターとしてよりも、故郷に思いを馳せる、または錦を飾る道具立てであったのだろう。

雪の研究で有名な中谷宇吉郎は「北海道の家は、特殊な例外を除いては、ほとんどみな本州の家をそのままに移した形式のものである。床や天井の構造などはもちろんそのままであって、その外にも特に防寒のために意を用いたというような点はほとんど見られない。例えば硝子窓が二重になっている家などは、ほんの例外的にしか見ることが出来ない……」と随筆集「続冬の華」に記している³⁾。これは昭和15年頃のことである。この頃になっても、ほとんどの家は寒さを避けるシェルターとしての役を果たしていなかったことがわかる。

Ⅲ. 防寒住宅への道

終戦後、外地からの引上げ者、開拓入植農民達のために（当時の政府の計画では5年間に100万人という）、北海道では大量の住居が求められた。しかし建設されたものは狭小で劣悪、天井や畳すら無いきわめて粗末なものであった。

このような状況のもとで、昭和22年に初の民選で北海道知事に当選した田中敏文は、重点政治課題の一つとして「北方生活文化の確立」を掲げ、具現策として北海道の風土条件に適合した寒地住宅の建設の促進を提唱した。当時の世相と世論の強い後押しを得て、昭和23年に北大工学部に建築工学科が誕生、さらに昭和30年には北海道立寒地建築研究所が発足し、北海道の気候風土に適した寒地住宅建設への取り組みがやっと開始された²⁾。

Ⅳ. エネルギー危機以降の住宅

昭和30年代までは家庭暖房用燃料の主力は石炭であったが、40年代にかけて、その取り扱い、貯蔵、火力の調節などの面で優位な石油への転換が始まった。

さらに、昭和48年のいわゆる第一次オイルショック、54年の第二次オイルショックをへて、北海道では省エネルギーを主な目的として建築物の高断熱・高气密化が進んだ。

表1は1992年4月に改正された北海道の住宅に適用される「新省エネルギー基準」の一部抜粋である。ここに示される断熱材の厚みが、現在では一般市民に普通の感覚で受け入れられるようになった。昭和40年代頃の、一般市民レベルでは建築費の増大を招く断熱工事にはほとんど関心のなかったことを思い起こすと隔世の感がある。

表1 新省エネルギー基準 - 北海道地域に適用

断熱材厚さ (mm)			構造	熱損失係数 (kcal / m ² h°C)	機密性能 (cm ² / m ²)
外気に接する床 175	壁 115	天井 200	窓 ガラス3重	1.5	2.0

断熱材はグラスウール (16k) として

表中の「熱損失係数」の意味するところは、室内外の温度差が1°Cのとき、床面積1m²当り、1時間に室が失う熱量を表すものである。例えば、外気温度がマイナス10°Cの時、室温を20°Cに保つように暖房をするとすれば、床面積100m²の家が毎時失う熱量は次式で与えられる。

$$1.5[\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}] \times \{20 - (-10)\}^\circ\text{C} \times 100[\text{m}^2] = 4,500 [\text{kcal/h}]$$

さて、本州各地における一般的な開放型の住居の熱損失係数は、8~10 [kcal/m²h°C] のレベルにあると考えられる。もし、外気温度が0°Cの時室温を20°Cに保とうとすれば同じ大きさの家が毎時失う熱量は

$$9[\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}] \times (20 - 0)[^\circ\text{C}] \times 100[\text{m}^2] = 18,000[\text{kcal/h}]$$

ということになる。

つまり、温暖地であっても家の熱性能の悪さのため、4倍の量の燃料と4倍の規模の暖房装置が必要ということになる。

現実には温暖地では、かつての北海道がそうであったように、程度の差こそあれ、寒さに耐えて冬を乗り切る生活が続いている。一方、北海道においては住居の熱性能の飛躍的な向上に支えられて、比較的少ない燃料費の負担で、全室24時間連続暖房が普通のこととして認識され、新築住宅の多くはセントラルヒーティング・システムを備えるようになった。

V. 高断熱住宅のもたらすもの

住居の熱性能を向上することによってもたらされるものは、はたして燃料の経済効果だけなのであろうか？

高断熱化によってもたらされる室内環境上の大きな改善点として、壁・床・天井・窓等の表面温度の上昇が挙げられる。

人は、通常100W電球とほぼ等しい代謝性熱生産を行なっているが、気温が低い時には体温の恒常性を維持する目的で暖房が必要となる。体熱が周囲環境に放散される経路としては体表面温度と室温の差に比例して定まる(1)対流放熱。体表面温度と人を取り囲む壁体の表面温度との差に比例して定まる(2)ふく射放熱。さらに体液の蒸発

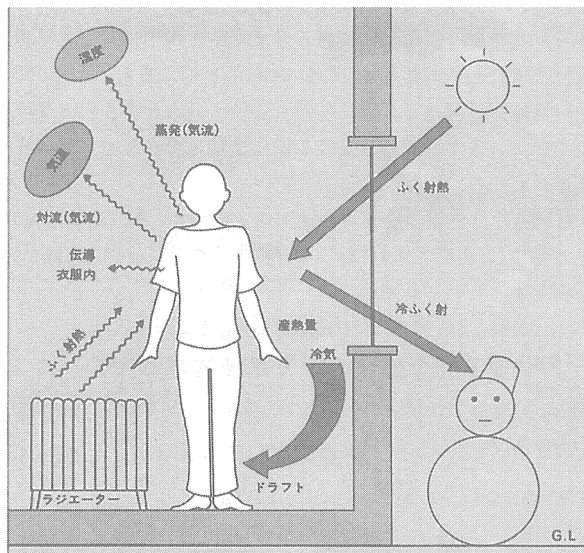


図1 体熱の放散に関する環境因子

に伴って放散される(3)蒸発に伴う放熱があり、これら三つの比率は通常の暖房環境では、おおよそ3:5:2である。

図1に体熱の放散に関する環境因子の関係を示す。

風が吹けば寒く感ずるのは「対流放熱」が増えるため、窓からの日差しを快く感ずるのは「ふく射放熱」が軽減されるために他ならない。床暖房をしている家の室温が比較的低くても快適さを感じるのはこの理屈による。つまり、室温がたとえ同じであっても、高断熱の住宅と低断熱の住宅とでは周囲壁体の表面温度の違いのため、実現される快適性には格段の差違が生ずるのである。よく北海道の冬の方が東京の冬より暖かいと言われるのは、暖房システムの違い以上に、断熱による壁体表面温度の違いが影の役割を担っているからに他ならない⁴⁾。

VI. 気密化と換気装置

寒冷地の建物では、隙間風の不快さを取り除くために、建物の気密化工法が急速に普及している。表1に示す、気密性能2.0 (cm³/m²)は床面積1 m²当りの窓、ドア、壁等の隙間の総面積が2.0 cm³であることを示すものである。最近の住宅では、この気密性能はさらに高まり、気密性能が1.0 (cm³/m²)レベルの建物も少なくない。しかし、このような高度に気密化された建物では自然換気による外気の補給はほとんど期待することはできない。

人は2~3分間呼吸を止めれば死に至る。

合理的な換気システムを持たない高気密化された建物は、ポンプが停止した金魚鉢に例えることができる。

高度に気密化された建物に必要とされるのは、図2に示すような給気と排気を機械力を用いて行なう計画換気システムの採用である。このようなシステムには、さらに省エネルギーを考慮して、温かな排気が保有する熱エネルギーを冷たい外からの給気へ移し換える熱交換システムを組み込んでおり、その熱回収効率は75%程度にも達する。

しかし、一般市民が自宅の換気装置への費用負

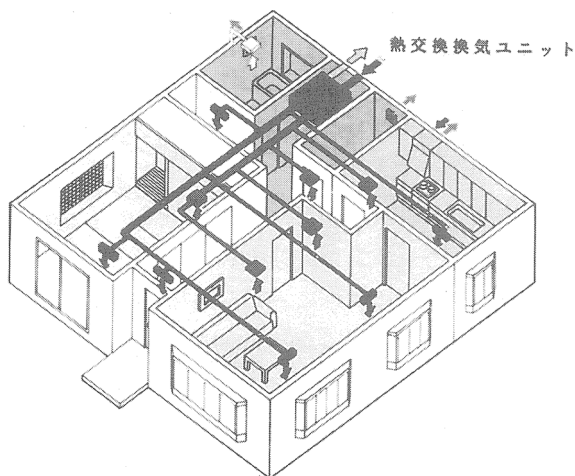


図2 熱交換計画換気システム

担（機器、工事費を合わせると70~100万円程度）を認めるまでには至っていないのが現実である。また、折角取り付けられた換気設備が、電気代の理由によりスイッチが切られたままという例も少なくない。

不幸にもポンプのない、またはポンプの停止した金魚鉢型の住宅の誕生が続いている。

VII. シック・ビルディング症候群

新鮮な大気には0.03%の二酸化炭素が含まれている。また、ヒトの呼気中の二酸化炭素濃度は4.4%程度であり、二酸化炭素そのものは人体にとって毒性を示さない。しかし、日本の建築基準法やWHOの環境基準では、室内空気中の二酸化炭素濃度は0.1%以下に保たれるべきことが規定されている。

これは19世紀中頃ドイツの衛生学者ペッテンコッフ：Pettenkoferの唱えた「空気中の二酸化炭素は人体に影響は与えないが、呼気中には微量の有害な物質が存在し、その物質の蓄積度合の判定を二酸化炭素濃度をもって行なうという二酸化炭素標準説」に基づくものである。

さて、1975年の中東紛争に端を発して、全世界を襲ったエネルギー危機の後、米国では1981年に、省エネルギーを目的として換気基準を表2に示すように改めた。すなわち、非喫煙の事務所や教室への必要外気供給量を8.5 (m³/h・人)へと半減

すると共に、許容二酸化炭素濃度を0.25%へと引上げた。ある程度予想されたこととは言え、さっそく反作用が表面化した。ビル病候群：Sick Building Syndromeの出現であった。この症状は喉や目の粘膜の過敏性、疲れ、無気力感、頭痛として訴えられるのが特徴と言われ、しばしばヒステリーとして片付けられたという。米国では1989年に、再度、換気基準の改定を行なったが、この間オフィスビルに関する健康上の訴えが4倍に達したとの報告もある。

表2 二酸化炭素濃度と換気量に関する各種の基準

年代	規程等	CO ₂ 濃度 (%)	換気量 (m ³ /h・人)	備考
1850	英		17	兵舎の体臭除去
1863	独 Pettenkofer	0.1		室内衛生
1893	米 Billings		51	結核との関連
1914	米 ASHVE		51	機械換気技術の開発
1923	米 ニューヨーク換気委員会		51の否定	Air Qualityの重視
1931	米 学校換気指針		17~25.5	過大換気の見直し
1973	米 ASHRAE	0.1	17~68	室の用途に応じて
1981	米 ASHRAE	0.25	8.5	省エネルギー
1989	米 ASHRAE	0.1	25.5	シックビルの発生
	日 建築基準法	0.1	20.0	空気衛生
	日 ビル衛生管理法	0.1		空調設備
	日 学校環境衛生基準	0.15		空気衛生

注：17m³/h・人は一人当たり毎分10立方フィート (cfm) に相当
ASHRAE：米国空調・冷凍学会、ASHVEはその前身

Sick Building Syndromeは新鮮外気供給の不十分さと合わせて、いくつかのファクター（不適切な温湿度、騒音、照明、ホルムアルデヒドなど揮発性有機化合物、微生物、仕事上でのストレス等）が重なり合って起きるようであるが、確とした証明はできないという⁵⁾。

VIII. 室内の空気質

換気の不十分さによる室内空気質 (Indoor Air Quality) の悪化は容易に理解されるが、室内にはヒト以外にも多くの汚染物質発生源がある。

いわゆる化学建材の多くは接着剤や塗装からホルムアルデヒド、トルエン、キシレンに代表される揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compound) を室内に発散する。

表3-1, 3-2はホルムアルデヒドのヒトへの影響と各国の室内許容濃度を示すものである。

表3-1 ホルムアルデヒドの濃度とヒトへの刺激

濃度 (ppm)	訴え率 (%)	刺激の程度*
1.5~3.0	20% 30%以下	7~10 5~7
1.5~1.5	10~20% 30%以下	5~7 3~5
0.25~0.5	20%	3~5
0.25	20%以下	1~3

- 10：目、鼻、喉への強い刺激、強い不快感、強い臭気
- 7：目、鼻、喉への中程度の刺激、中程度の不快感
- 5：目、鼻、喉への弱い刺激、弱い不快感
- 3：目、鼻、喉への軽微な刺激、軽微な不快感
- 1：目、鼻、喉への感知し得る程度の刺激、感知し得る程度の不快感

表3-2 ホルムアルデヒドに関する各国の基準

国名	基準の種類	基準値 (ppm)
アメリカ	外気基準	0.1
米 国	室内基準	0.2
		0.05 (新築)
		0.5
		0.2
		0.12
		0.1
デンマーク		0.12
オランダ		0.1
スウェーデン		0.1 (新築)
		0.4~0.7
ドイツ		0.1

ドライクリーニングされた衣服も揮発性有機化合物を発散する。壁紙の接着剤は防黴剤を含んでいる。絨毯は多くのダニの住みかとなる。白蟻の駆除剤には有機リン剤や有機塩素剤が使われていた。漂白剤、防水剤による事故もある。不適切な開放型の暖房器具の使用は致死量の一酸化炭素を室内へ放出する。室内での喫煙、ペットの飼育等これまでの開放的な建築様式では問題にならなかったことが、建物の高气密化によって深刻な問題を引き起こし始めている。気密化された建物内の空気の汚染レベルが、外気に比べて10倍にも達することがあるという報告もある。

図3は、寒さを克服して、クオリティ・オブ・ライフを高める建築工学的な流れを表したものである。

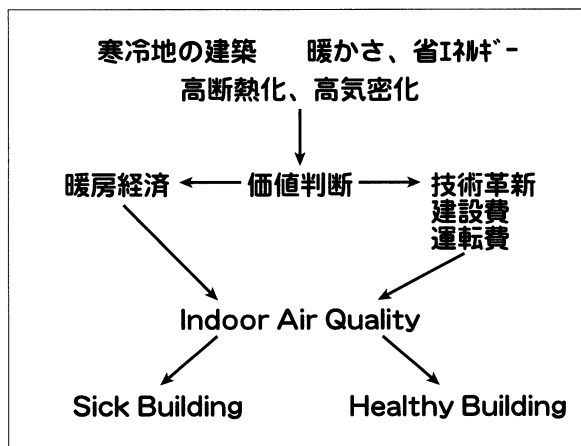


図3 Sick BuildingとHealthy Buildingへの経路

省エネルギーやランニングコストの削減が優先されるあまり (暖房経済)、Indoor Air Qualityのことが忘れられている建築の例はあまりにも多い。健康を保持するためにも、合理的な暖房と換気システムの採用は、特に寒冷地においては欠くことのできない建築上の要件なのである。

IX. まとめ

医療技術の絶え間のない進歩と医薬品の開発に支えられて、かつては不治の病とされていた多くの疾病が癒されるようになった。しかし病気そのものは治っても、薬による副作用や薬害によって別の苦しみを生ずることもある。

寒さを取り除き、快適な冬の生活を期待して建てた家が副作用を併発しSick Buildingとなってしまふ例は少なくない。

建築技術の高度化が進むとともに、建築家と住み手の間とのインフォームド・コンセントがあって初めてHealthy Buildingが実現するのである。

文献

- 1) 札幌市教育委員会：お雇い外国人、札幌文庫-19：1981
- 2) 遠藤明久：北海道住宅史話 (下)、住まい学大系062、住まいの図書館出版局、1994

- 3) 中谷宇吉郎：続冬の華．養徳社、1940
- 4) 西 安信：熱環境の快適性の考え方とその評価．熱と環境28：Winter, ダウ化工、1990
- 5) 日本生気象学会編：室内空気一質と換気一．生気象の事典．朝倉書店、1992