

気候環境から見た 住居と気候制御

渡 辺 要

1: 自然環境

自然環境の諸要素

建築環境という言葉は建築物の外側にある一切の条件を指す。住居について考えると住居に何等かの関係をもつすべてのものが住居環境である。住居は自然環境による影響が大きいが決してこれのみによつて決定されるものではなく、文化・経済・伝統・技術等々の社会環境が自然環境と共にこれを左右するものである。

住居の自然環境は各種の物理的、化学的条件からなつている。これを個々の要素に分析し住居におよぼす環境の影響をこれらの個々の要素に帰着させることは困難で、それぞれの要素は独立に影響するものではないが、以下考察の便宜上おもな要素をあげると (1) 気候 (2) 地形、地質 (3) 水態 (4) 材料、資源 (5) 地理的位置などであろう。更に細分すると

- (1) 気候: 気温, 湿度, 風, 日射, 降水(雨・雪)...
- (2) 地形と地質: 山脈, 土地の起伏と傾斜, 丘陵, 平地などとその地質
- (3) 水態: 河川, 海岸, 海洋の別とか水質, 水位...
- (4) 材料, 資源: 木材, 石材, 粘土, 燃料.....
- (5) 地理的位置: 大陸内部, 海岸, 河岸, 平野, 高原, 山地.....

となる。上述のようにこれらの自然的環境の諸要素が別々に住居の設計に影響するのではなく、普通は幾つかの要素が総合されて関係する。

同じような自然環境をもつ所でも、自然環境に対する人間の適応の仕方が各地域でそれぞれ違うために、同じような文化・生活様式は生れない。更に経済も伝統も技術も異なる。従つて同じような自然環境をもつ所であつても同型式の住居ができないのはまた当然である。

自然環境は変るか?

また自然環境はいつまでも純粋の自然のままではなく人工の要素が加わることが少なくない。都市の建設と発展による気温、風速、風向の変化、交通機関による騒音工場の煤煙、臭気、日照障碍などはこの例である。偶然ではあるが、火事にもなつて強風が起ることはよく経験するところである。また大正 12 年の関東大震災の際火事にもなつて本所、深川方面に微雨が降つているし、

昭和 20 年原子爆弾により広島では大雨、長崎では小雨が見られた。将来原子エネルギーについて研究が更に進めば風雨を自由に制御することができるかも知れない。意識的に人間の手を加えて天気や天候を変化さす以上の実例から人工降雨が成功すれば局地の天気を変えることができる。ソ聯はクイビシエフとスターリングラード間の河水をせき止め、ここに一大人工海を実現させようとし、またヴォルガ河流域に大森林地帯を作り、中央アジア砂漠からの乾風を防ぎ、その地方の気候を変えようとしている。英人の行つたナイル河のアッスワンのダム、米国の TVA の新開発事業はいずれも洪水克服計画から生れたものであるといわれる。しかし自然環境を人工によつて変化さすことには限度がある。大自然が住居におよぼす影響は決して無視できない。故に自然環境を正しく見究め、環境を高度に利用し、またこれを巧みにコントロールすべきである。

2: 自然環境と住居

住居は自然環境によって如何に左右されるか?

住居が自然環境に左右される例は枚挙にいとまがない地球上のあらゆる地方の住居はすべてその例外ではないと極言してもよからうが、ここではわが国の例を二三示してみよう。

元来住居は主として日照上から南向きを可とする。例えば谷間や盆地に対する傾斜地に在つては採光・眺望上から谷に向つて建てる傾向が多いが、より日照をよくするためには谷側に背を向けても南面さすことがある。しかし何が最も重い要素であるかによつて当然住居の方位が決定される。日照は自然環境の気候要素の中でも重要であるから、南面さすことは合理的であるが、冬季の強風にさらつてまでも南面さすことは無条件に許すわけに行かない。礪波平野の散村住居は庄川の谷間から吹いてくる南からのフェーンを避け、また冬季北西の卓越風をさけて、いずれもすべて東面している(石橋五郎氏等による)。これは風が住居の方位を決定的にする例であるが、強風はまた構造にも影響をおよぼす。海岸の住居は棟高を低くし屋根瓦を漆喰止めなどして耐風的に建築するのがその土地の気候に順応した構法である。この実例は南国の海岸地方でよく見受ける。また関東平野や濃

尾平野の風当りの強い田舎の屋敷には防風林として屋敷森を設けたものが多い。海岸地帯の防風林は、海に面した陸地の作物を海風の被害からまぬかれさすのに有効である。雨の多い地方の屋根勾配は概して急であるが、雪量の多い地方の屋根には雪止を設け緩勾配とするのが有利である。深雪に悩む地方には雁木が設けられる。これらは明かに住居が自然環境に左右されたものである。更に建築材料は普通その地方に産出するものを使ってきた。世界の木造家屋の分布は森林の分布と一致するといわれている。石材を多く産出する地方では石造が多い。

このように自然環境は住居の方位・構造その他に強い影響力をもっている。また気候・地形・水態等は個々の住居のみならず聚落の分布にもその影響を与えると見ることができる。

3: わが国の住居気候区

住居の地方性と気候による四大区分

わが国は南北に長く大陸の周縁に位しかつ環海の島嶼であることと、地形が複雑で水陸は交錯し、その規模が細いために全国の気候は大陸的、海洋性など数段階に分化された諸相がこの狭小な国土の中に見られ各地方の住居の様式・構造は一様ではない。各地の自然環境と社会環境の相違による地方的特性は尊重すべきであり、これを無視できない。自然と人為とが連鎖する一切の総合的環境条件が住居の設計に必然的に影響をおよぼすのは当然である。よりよき生活とよりよき健康のために、わが国各地の気候風土に適する合理的な住居のあり方についての考察を進めるにあたり、如何なる方法によるべきかや問題となる。ここでは叙上の二大環境の中で一まず自然環境に基付く地方性の問題を取上げよう。しかしこのように限定しても前述のように対象となる項目は多岐にわたり自然環境要素をことごとくその対象とすることは困難である。よつて自然環境中の気候要素のなかから気温・湿度・風速の三者を採り、人体に対するこれらの総合的体感(暑さ寒さなどの感じ)が地方的にほとんど大差ないと看做し得る領域に在るものを同一気候区とした「住居気候区」を考える。もつとも住居気候区を決定するには種々の方法が考えられ、強いて体感によらなくても気温・湿度・風・雨・雪量・日射・地形・水態などからの区分も考えられるが、ここでは人体の体感度をもとにした地域区分を行つてみよう。換言すれば上記の三つの温熱要素が総合的に作用して人体の体感に与える程度の差によつて生ずる地方差を問題とするのである。従つてこれによる地域区分は住居気候区と呼ぶよりも「体感気候区」と称える方がより適切である。

さてここにいう体感度(y)は一般に(1)式で表わされる。

$$y=f(J, \varphi, v)=f(t, \varphi, v) \dots \dots \dots (1)$$

$$J=0.24t+0.622 \frac{\varphi \cdot F}{760-\varphi \cdot F} (595+0.46t) \text{ [kcal/kg, dry air]} \dots \dots (2)$$

ここに J: 空気のエンタルピー v: 風速(m/sec)
 φ: 湿度 t: 気温(°C)
 F: t°Cにおける最大水張(mmHg)

一般に体感度とその要素との関係は極めて複雑で、未だ十分解明されない点が少ないが、筆者は Linke, Vincent, Yaglon, Houghten, Fleisher, Vick 氏やわが国における諸家の研究をもとにして(1)式を検討して下式を得た。

$$y=f(J)+f(\varphi, v)+f(J, v)+c = 0.2J + \frac{180+71v-26v\varphi}{(1.5+\varphi)(4+v)} - \frac{30(115+72v)}{(3+v)(20+J)} + 33.5 \dots \dots (3)$$

上式において v=0 とすると

$$y_0 = \frac{0.2J^2+4J-1150}{(20+J)} + \frac{45}{(1.5+\varphi)} + 33.5 \dots (4)$$

(3), (4) 式による数個の地点の値を示すと第1表の通りで正の値が大きい程暑く、負の値が大となる程寒い。この表でわかるように風速が体感度におよぼす影響は大である。

第1表 各地の体感度(y)

区分	地名	y _s	y _w	y _m	y _{os}	y _{ow}	y _{om}	R ₀ = 較差
I	旭川	16.14	-21.15	-19.8	19.14	-9.27	5.53	23.41
	札幌	13.73	-20.44	-3.39	19.37	-5.41	7.13	24.78
II	青森	16.82	-17.94	-0.41	20.79	-2.13	9.12	22.92
	松本	18.12	-12.92	2.53	21.68	-1.32	10.19	23.00
III	東京	20.10	-6.73	6.14	23.84	4.11	13.54	19.73
	大阪	21.85	-6.78	7.47	25.11	4.70	14.52	20.42
	福岡	21.81	-5.15	7.96	24.84	5.31	14.40	19.53
IV	勝浦	19.45	-4.89	7.90	23.52	5.96	14.47	17.56
	室戸	19.02	-6.49	5.94	24.32	7.19	15.18	17.13
	鹿児島	21.95	-2.47	9.63	25.15	7.30	16.03	17.85

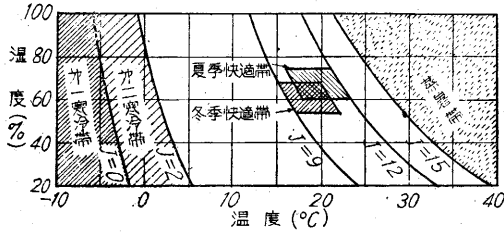
備考: y_s は 7, 8 月の平均, y_w は 1.2 月の平均, y_m = $\frac{y_s + y_w}{2}$
 y_{os} は v=0 としたときの 7, 8 月の平均
 y_{ow} は v=0 としたときの 1.2 月の平均 y_{om} = $\frac{y_{os} + y_{ow}}{2}$
 R₀ = y_{os} - y_{ow}
 本表は夏及冬季の2ヶ月間の平均値であるが、各時刻においては室内では y=18 内外が快適体感度である。

第1表にかかげたような各地の体感度の値を多数求め、地図上にプロットして等体感度線図を描くと、各地域の傾向を大観することができる。(地図省略)

つぎに体感度によつてわが国の蒸暑および寒冷限界を定めたものが第2表および第1図である。これは従来から蒸暑地、寒冷地などといわれている各地の実状とよく一致する。

第2表 月平均値による蒸暑および寒冷限界

体感度	蒸暑限界	第2寒冷限界	第1寒冷限界	備考
J	$J_s \doteq 15$	$J_w \doteq 2$	$J_w = 0.5 \sim 0$	無風時
y	$y_s \doteq 20$	$y_w = -8 \sim -9$	$y_w = -18 \sim -19$	有風時



第1図 体感限界図 ($v=0$)

以上の考察によりわが国の住居気候区(体感気候区)は全国を四大区分とするのが妥当である。第3表にこれを示す(地図省略)。なおこの区分を行う際、わが国の気候特性から y_{0w} および冬季の気温分布を有力な要素と考えた。

第3表 体感気候区(大区分)

区分	地域
I	北海道の大部分
II	北海道の西南部, 東北地名の大部分, 中部山岳地方
III	東北地方南部の東南海岸部, 北陸, 関東, 東海近畿, 中国, 山陰, 九州, 四国の大部分
IV	南九州, 四国の南部, 南紀, 伊豆および房総半島の南端部

4: 気候制御

Climate Control とは?

体感気候区でわかるように第I区はわが国の最寒地域であり, 第IV区は最暖地域である。ただし夏季は両地区の差は冬季程大ではない。これらのすべての気候の中において同一型式の住居に住むことは正しいことではない。各地区毎に自然環境によく適合したものこそ地方性を認めた合理的な住居といえよう。寒地の住居は防寒的とし, 蒸暑地の住居は防暑的とすべきはいま更いうまでもない。住居の climate control とは人体と建築材料の受ける気候の stress と strain を軽減し, また気候を利用し快適な生活を営むための住居の設計と材料の巧みな取扱をすることであるといつてよからう。前述のようにして(唯一の方法ではないが), 気候区を決めることが climate control をするための基礎的事項である。

climate control は可能か?

われわれは或る程度外界気候を変更することはできよ

うが, 大自然の気候を悉く変えて快適な気候とすることはほとんど不可能である。しかしいま住居を対象として考えるとき, よりよき生活のために有効に気候を制御すべきはいうまでもない。それならばこの意味において climate control が実際に可能だろうか。もしわれわれが日本の気候の特異性を深く認識し自覚した上で材料と構造を正しく使用し, 不断の研究と新工夫を施せば然りと答えることができる。庇と縁側を設けて日射と雨雪を防ぐことは日本のほとんどすべての地方の気候に適応した巧妙な設計である。また前にも述べたように屋敷森を造つたり雪囲いなどして冬季の風雪を防いだり, ルーバーを設けて強烈な日射を防いだり, 空気調整や暖房を行い室を断熱構造として寒気を防ぐことなどは climate control の一手段である。結露防止のため換気を行いかつ壁や天井を断熱的にすることが気候制御である。わが国特異の温湿気候による材料の腐朽を防ぐために種々の構法を用い防腐処理を施すこともその対策に外ならない。材料費, 施工費, 設備費をかけるとほとんど完全に climate control でき快適さと能率の増進に役立つが, 建設費を増すことなしに実現する方法(例: 住居の方位を正当に向け, 平面を工夫し夏季の通風をはかり冬季の日射を受けさすことなど)や建設費は増すが経常費で節減する方法(例: 寒地において壁・天井などを熱経済的構造とし, 平面を単純化し永年にわたる暖房費の節約)がある。また僅少の費用により巧みに制御することができる(例: ルーバー等による眩輝や日射防止, 庇による雨水や日射防止, 気密構造による寒風侵入防止, 床下換気口による土台腐朽防止など)。いま窓と壁について気候を制御する条件を例示すると,

[窓] 窓の材料・型式。採光性。気密性。断熱性。通風性。直射光や眩輝の防御方法。季節的または時間的に日射, 風に対する制御或は利用方法。窓の適当な方位と大きさや高さなどを如何に決めるか。

[壁] 耐久性。断熱性とその型式, 使用場所, 材料の種類などをどうするか。などであろう。

正当な設計と正しく使われた材料と工法は常に耐候性或は制御的の住居といえることができる。かように climate control は広範囲にわたるが次に住居の断熱性に局限して考察を進めよう。

5: 住居の断熱性

壁や天井などの断熱性は地域的に如何に考えればよいか

熱環境から見た住居の断熱性は暖地では夏季の防暑計画が問題となり, 寒地では防寒対策を講じなければならない。前者においては特別の設備によらない限り①夏季の日射防止と, ②通風を良好にすることに帰する。後者においては①隔壁による伝熱と隙間風による熱損失を可

及的に小さくすること、②適当な採暖設備を行うことであるが、防暑防寒の具体的対策については割愛（詳細は拙著：建築計画原論 I, p.294~337 参照）する。ここでは各地区の建物の隔壁—床・壁・天井—の熱貫流率を幾許にとるのが妥当であるかについて述べようと思うが、その論拠は一応暖房度数（Heating degree days）の多寡によつて冬季を対象に決めることにする。

寒地では暖房度数が大きく、暖地では小さいのは当然であるが、熱貫流率の決定は単に暖房度数に逆比例させばよいとはいえない。冬季暖房として如何なる型式と容量のものを使用するかに左右される所が少ない。

いま暖房器からの放熱量を W (kcal/h) とし、窓・扉・壁・天井・床などから熱貫流と換気によつて失われる損失熱量を q (kcal/h°C), 外気温を θ_0 (°C), 暖房以前のはじめの室内気温を θ_i (°C) とし、これらをすべて一定とすると、室温変化の判別項 $\theta_i - \theta_x - \frac{W}{q}$ において

- (i) $\theta_i - \theta_0 > \frac{W}{q}$ ならば室温は降下
 - (ii) $\theta_i - \theta_0 = \frac{W}{q}$ ならば室温不変
 - (iii) $\theta_i - \theta_0 < \frac{W}{q}$ ならば室温は上昇
- (5)

(iii) の場合に室温上昇限度は下式で与えられる。

$$\theta_m = \left(\theta_0 + \frac{W}{q} \right) \text{..... (6)}$$

また室温が θ_i から θ_m に上昇するまでに要する時間

(t) は

$$t = 2.303 \times \frac{Q}{q} \log \left[\frac{\theta_m - \theta_i}{\theta_m - \theta_y} \right]$$

$$= \frac{1}{\delta} \ln \left[\frac{\theta_m - \theta_i}{\theta_m - \theta_y} \right] \text{..... (7)}$$

ここに Q : 全隔壁と室内空気とのすべて考えた室の全熱容量 (kcal/°C)

$$\delta: \text{室温変動係数} = q/Q$$

から算出される。かように (iii) の場合にどの程度の能力のある採暖法によるかに従つて隔壁の構法と材料とその熱貫流率を経済的に決めるべきであろう。

さて暖房限界温度を t_0 , 室内暖房温度を t_i (いずれも日平均値とす) としたときの暖房度数を $D^1_{t_i-t_0}$ で表わせば、最も標準的な t_0 および t_i はともに 18°C と考えてよいから、この場合は D^1_{18-18} と書き、第4表に二三の地点の D^1_{18-18} を示す。

第4表 各地の D^1_{18-18} (ただし括弧内は冷房度数 $= D^1_{24-24}$)

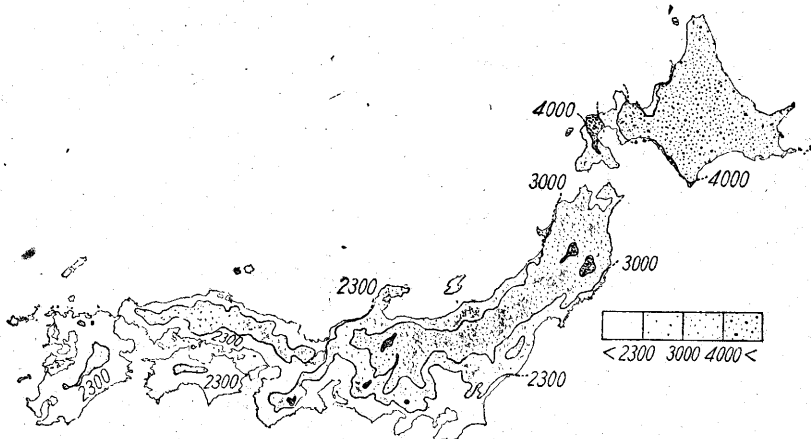
地名	度数	地名	度数
旭川	4680 (0)	東京	2094 (81.2)
青森	3454 (0)	大阪	2079 (194.6)
仙台	2810 (1.9)	高知	1622 (118.4)
金沢	2313 (76.1)	福岡	1927 (139.1)
松本	3131 (0)	鹿児島	1368 (180.6)

いま各地の D^1_{18-18} を地図上にプロットして第2図に示すように等度日線図を描き、全国を第5表のように四地域に大区分する。

第5表 暖房度数による区分

区分	IV	III	II	I
D^1_{18-18}	<2300	2300~3000	3000~4000	4000<
地域	関東地方・中部地方・及びその西南部各地方の山間部を除いた地方	東北地方の東・中部・九州・四国・九州の山間部	北海道の海岸部、北陸部、近畿大部分、中部山岳地方	北海道の大部分、東北、中部及び南紀地方の山岳地の一部

上記各地区での自然環境や社会環境を考慮し各地区に適當と考えられる熱貫流率 (kcal/m²h°C) の暫定値は第6表の通りである。



第2図 等度日線図 (D^1_{18-18})

第 6 表 各地区別の住居外面各部の熱貫流率 (k)

区 分	IV	III	II	I
壁 (例)	3.5 ~ 2.5 下見板+木舞壁 大壁造 煉瓦造(0.5B) モルタル+コンクリート+漆喰(厚15cm) コンクリート+ブラスター(厚15cm)	2.0 ~ 2.5 下見板+木舞壁 大壁造 煉瓦(0.5B)+板 煉瓦(1B)+漆喰 タイル+コンクリート+漆喰(厚15cm) モルタル+コンクリート+テックス	2.5 ~ 1.5 下見板+木舞壁+テックス 鍍下見板+板+木舞壁 煉瓦(1B)+漆喰 モルタル+ 軽コン(厚15cm)+モルタル+漆喰	1.8 ~ 0.6 下見板+木舞壁+板(又はテックス) 大壁造(鉛層入) 鍍下見板+板+(空気層)+木舞壁 鍍下見板+板+鉛層+板 煉瓦(1.5B)+板(又は漆喰) モルタル+ 軽コン(厚15cm)+モルタル+板
硝子窓 (雨戸を 除く) (例)	8 ~ 5 一重硝子窓	7 ~ 5 一重硝子窓	6 ~ 4 一重又は二重硝子窓	5 ~ 3 二重硝子窓
床 (例)	3 ~ 0.5 縁甲板(合決り又は実はぎ) 二重床板 床下板+タタミ コンクリート+モルタル+床板(12cm) コンクリート+モルタル+リノリウム	3 ~ 0.5 二重床板 床下板+タタミ 縁甲板+リノリウム コンクリート+モルタル+床板 コンクリート+モルタル+リノリウム	2.5 ~ 0.5 床下板(合決り)+タタミ 二重床下板+タタミ コンクリート+モルタル+床板	1.5 ~ 0.5 二重床下板+タタミ 捨床板+鉛層+床下板+タタミ 床下板+鉛層+二重床板 コンクリート+シンダー+二重床板
天井 (例) 木造の 場合	4 ~ 2.2 椽縁天井 椽縁天井+ルーフィング 打上げ天井 ベニヤ板天井 メタルラス(又は木摺)+漆喰	4 ~ 2.2 椽縁天井 椽縁天井+ルーフィング 打上げ天井+ルーフィング テックス張天井 木摺+漆喰	4 ~ 1.5 打上げ天井+ルーフィング 板+テックス 木摺+漆喰	1.5 ~ 0.5 テックス仕上げ+板+板 板+置土 テックス+板+置土 板+鉛層 テックス+(空気戸)+板+鉛層
屋根 (例) 木造の 場合	3 ~ 2 普通棧瓦葺 セメント瓦葺 スレート葺	4 ~ 2 葺普通棧瓦葺 釉薬瓦葺 セメント瓦 スレート葺 トタン葺	4 ~ 2 セメント瓦葺 釉薬瓦葺 スレート葺 トタン葺	4 ~ 2 セメント瓦葺 釉薬瓦葺 トタン葺
備 考	1) 例示した構造材料は極く普通のものとする。 2) 各地区とも採暖設備はほぼ現状とする。 3) I 区では屋根よりも天井の k を小さくし、断熱は天井によるのがよい。 4) I, II 区では冬季床下の換気口は塞ぐのがよい。III, IV 区も土地に依りこれに準ず。 5) 床はタタミ敷のことが多いから、k の下限値は必要以上に小さい値とした。 6) 外壁の窓面積が大きいときは、壁の k は小さくする。 7) IV 区の屋根の k は夏季の日射を考えるとあまり大きくしないのがよい。またこの地区では夏季は小屋裏の換気が望ましい。 8) 尙を熱貫流率の値は戸外設計温度、室内気温をきめないと正確にはいえない。また防露、床表面温度の快適度などの点からも検討すべきである。			

(6 頁から続く)

エサー、パテ等の中塗塗膜は平滑性の劣等な素地の肉盛を目的として作つたものだから塗膜が厚いことが要求される。このように塗膜が厚くて速乾性を要求されるため塗料の塗膜主成分を少くし、体質顔料等を多くして多孔質の塗膜を作らせることになり、その厚さは時には 1 mm 以上に達することがある。このような塗膜は柔軟性、抗張力等が上塗塗料の塗膜におとる。素地の平滑性が劣

るほど中塗塗膜を厚くし、このため下塗と上塗との間に厚い肉盛層ができることとなる。良質の塗装はこのような中間層を持たないことが必要であるから、このためには良質の下地を準備することが絶対必要である。

(5) 接触腐蝕防止

種々の金属が接触すると、その接触によつて生じる流電作用による接触腐蝕が問題となる。特にアルミニウム

(17 頁へ続く)