コラム

研究者の日常 or 非日常

趣味的エコハウスへのこだわり

Dwelling on My Interested Environmental Housing

坪内孝司* *筑波大学

Takashi Tsubouchi* *University of Tsukuba

1. はじめに

それはもう 20 年近く前の 1990 年 11 月 7 日、朝日新聞夕刊の科学欄に目をとめたのが始まりだった。その記事の見出しは「和風の良さ生かし省エネ住宅工夫」。それは単純な設備で太陽熱を活用し、夏はお湯を採り、冬は建物内をまんべんなく暖めるといふ、元東京藝術大学教授の奥村昭雄氏が考案し、「OM ソーラーハウス」と名付けた工法の記事であった。私は、そのしぐみに魅せられ、もし家を建てるならこの方式でと夢を抱いた。その記事を読んで 7 年後、今から 12 年ほど前に家を建て、このソーラーハウスに住まう念願がかなった。地球温暖化問題がいわれ、循環型、あるいは持続可能な社会を築くため省エネルギーがいわれて久しいが、我が国では、オイルショック後エネルギー効率をよくすることは様々なところで実践されてきた。この奥村氏も「おもしろい、もったいない、の精神で」二十数年前にすでにこのようなシステムを考案していた。

拙宅にお出かけいただいた知人からは、「坪さんらしいねえ」といわれるが、凝りだしたら止まらないのは研究者の性分。家造りは 3 回やると何とか住みやすい家ができるともいわれるが、そのような財力があるわけでもなし。できるときにできることをやってみようと、そこにこだわってしまった家造りの顛末を簡単にご紹介させていただこう。

2. どのような家を造ろうとしたか

そのソーラーシステムの構造は後述することにして、家造りに際してはいろいろ考えた。

家造りは 1997 年の初めからその冬にかけてである。両親との同居を考え、職住接近と合わせて考えた。両親世帯とのつかず離れずの住まい方ができるような 2 世帯住宅の構造は必須。帰宅が深夜になる自分が、真夜中に趣味で音楽を演奏したり聴いたりしても家族には迷惑にはならない部屋を作ることまた必須要件として考えた。建築予定地の北側には水田が広がっていて眺めがよいし(図 1, 2)、窓

図 1 北側に面した水田 (2009 年 8 月)

図 2 水田に飛来したサギ (2009 年 5 月)

を開け放てばすうっと風が通るのがいいなあ、とも。

一方、1995 年 1 月の阪神淡路大震災にも考えた。家が壊れたら、被災直後は避難所へ仮住まいをしなくてはならない。仮に家が壊れなくても、ライフラインが止まって避難所生活を余儀なくされるかもしれない。地震で壊れず、ライフラインが止まっても多少は不便でも住み続けられる家ではできないものか、とも思いを巡らせた。

自宅の建設予定地には電力と上水道は整備され、下水道と都市ガスは未整備ということもあった。都市ガスが未整備なら、プロパンガスを契約するしかない。プロパンは単価

原稿受付 2009 年 8 月 24 日

*〒 305-8573 つくば市天王台 1-1-1

*Tsukuba-shi, Ibaraki

は高いが、ボンベが倒れず家屋のガス管が壊れなければいつでも使えるから、ボンベの設置に気をつければむしろ地震災害には強いといえるかもしれない。必要最小限の電力は発電手段を備えるなど自前でやる必要がある。問題は水。水の確保なら、井戸を掘るか、雨水を溜めるか、である。

2.1 丈夫な建物にすること

まず、建物の強度について情報を収集すると、阪神淡路大震災で倒壊家屋が多かった地域でも 1981 年の「新耐震設計基準」に準拠した家屋は被害が少なかった、ということが分かった。この基準はつまるところ、設計に無理がなく、柱や耐力壁などを十分骨太にする、というものだそうだ。筋交いや金具も十分に使って建物の構造を丈夫にする。信頼できそうな工務店に丁寧に設計・施工をしてもらえば、地震がきても滅多なことでは壊れない丈夫な家はできそうである。基本構造はしっかり、そして風通しがいい、明るい家にするのは設計の問題なので、そこに耳を貸してくれる工務店選びが大切だ、と思い至った。

2.2 中水システムの採用

次に水の問題。飲料水は、ボトル入りの水の備蓄や給水車による配給で何とかできるだろう。一方水洗トイレの洗浄水は、非常時には無駄遣いである。しかし生活の質を考えればなんとか確保できないものか、と思いを巡らしていた。

再び、目にした新聞から感化されることになったのが「家庭排水 野菜育てながら浄化」という 1995 年 10 月 20 日の朝日新聞夕刊への掲載記事。これは家庭から出る雑排水をすべて合併処理浄化槽で浄化し、浄化後の水に多い燐分で野菜を育てる、というもの。当時の農水省農業研究センターの尾崎保夫氏の試みである。職場の建物もトイレの洗浄水は浄化処理水を使っていて、これを「上水」と「下水」の間中として「中水」と呼んでいることを思い出した。

当時、建設予定地は下水道が未整備であり、生活排水処理に合併処理浄化槽の設置は必須で、処理した水は宅内の土地に浸透させるしかなかった。そこで処理水をいったん溜めて、これを井戸ポンプでくみ上げてトイレの洗浄水にすることを思い立った。新聞記事のように水耕栽培もやってみたいが、それはいずれ、とした。停電でも、最悪、この水をすくってバケツで運べばトイレに流せる。トイレに流した水は浄化槽に流れ、浄化されてまた溜められて循環するのだから、水の無駄使いにはならない。ということで、「家庭中水システム」を構築することに決めた。

もし最初から下水道があるなら、浄化槽は不要。この場合は雨水利用による中水システムが考えられる。我が家では工務店からの紹介で、水瓶だけ設置した(図 3)。屋根で集まった雨水を縦雨樋の途中で取り込む構造でシンプルだがよくできている [1]。庭への水まきや洗車にはつかえる。

2.3 自家発電はペンディング

自前の電力を確保すること、これは今後の課題であり、現

図 3 雨水瓶

状はたんに東京電力から電気を買っている。しかし、災害に強い家にしようとするれば、これからすぐにでも取り組んでみたい問題である。

なかでも上述の中水システムの機能維持には、浄化槽の曝気用の空気ポンプと揚水用の井戸ポンプに若干の電力が必要である。また後述のソーラーシステム本体の送気ファンにも電力がいる。一部屋を照らす電灯一個分の電力と、さらに欲を言えばせめて冷蔵庫一台を稼働させる電力くらいは確保したい。ガソリン発電機を備えて非常時に使えば、という考え方もあるが、時々使わないといざというときには動かないだろうし、一日中運転するのも難がある。ソーラー発電パネルはかなり普及してきたが、現在の普及システムは、余剰電力は電力線を通して他の需要家で消費されることを前提にしている。せっかく発電できても停電時は使用できない、という矛盾がある。余剰電力は蓄電池に溜める独立したソーラー発電システムを設置し、これで普段から曝気ポンプと井戸ポンプ、送気ファンを運転する、というのがいいかもしれない。使用電力はたいしたことがないから、システムもそれほど大がかりにはならないだろう。風車にすれば夜中も発電できるが、風車だけで必要な電力をまかないきれるか、という疑問もある。第一敷地が狭いところに大きな風車は建てられない。

3. 太陽熱を活用するパッシブソーラーシステム

最近のエコブームにより、ハウスメーカーも様々な省エネルギー住宅をこぞって宣伝している。一方、20 年ほど前に私が見初めた OM ソーラーシステムは、浜松にある(株) OM ソーラー協会という会社 [2] が、住宅建築をする工務店にその方式による家造りの指南と必要部材の供給を行っている。同協会は 1987 年の設立で、最初に述べた新聞記事が掲載されるまでの 3 年間にすでに神戸市住宅供給公社の家屋も含め 450 棟近くの建物をこのソーラーシステムで建築していた。このソーラーシステムで建築をしたい設計事務

図4 OMソーラーシステムの概略図

図5 拙宅の屋根軒先にある外気取り入れ口（写真下側が軒先、中央の黒い丸形の連なりが取り入れ口）

所や工務店は同協会の講習を受け、そのマニュアルに従って家屋を設計し、監理・施工を行うのである。もし、OMソーラーで家を建てようと思えば、まずこのシステムを売りにしている地域工務店を探して依頼しなくてはならない。同協会のWebページから居住地域の工務店は検索できる。

特徴的なのは、同協会がたんにソーラーシステム装置の作り付けだけの家作りを指南しているのではないことだ。現代の家作りに旧来の日本家屋の作り方の知恵を生かせるところは生かすという考え方のもと、工務店にもこれを伝えていいるところがおもしろい。さらに、住まい手の家族構成やその経年変化も考えながら、機能としての住宅設計に生かすことも標榜している。そこに、それぞれの工務店独自の考え方や工夫が加わることになるのがおもしろい。その家屋の建築そのものは設計・施工がその工務店に任されるので、工務店ごとの個性が出る。

ところで、家作りの知恵とは、例えば「庭先の落葉樹や底は夏の日差しを遮り冬の日照を確保する」、「窓や障子を開け放せば風が吹き抜ける」、「南向き部屋のガラス越しの日だまりは冬暖かい」などというものである。もともとの日本家屋は通風を優先に考え、保温というものを考えてこなかったから冬の寒さは防げない。冬は囲炉裏の火を絶やさず家屋を暖め続けていたのだろう。しかし現代の家屋では囲炉裏は置きにくい。そこで、太陽熱を活用する現代の知恵をブレンドすることになる。

OMソーラーの基本的なアイデアは、春や秋の季候のいいときは窓を開け放ち風を通し、冬は断熱性の高い家作り

図6 拙宅の屋根（上半分がガラス集熱面）

によって太陽熱を溜めて室内を暖め、夏は太陽熱でお湯を採る、というものだ。都会では風通しを求めてもなかなか難しいが、それでもその立地の気候と風土を読み、そこに知恵を絞り、厳しい条件の中でもよりよい方策を探る考え方は共感できる。同協会は、全国のアメダスデータを持っており、建設予定地の卓越風の方向や日別の平均日照時間のデータなどを駆使できる。各工務店の設計を同協会に送ると、シミュレーションによって一年間の予測が立てられ、これをまたその工務店にフィードバックするシステムも持っていた。実際に拙宅の場合も、春秋の卓越風は東南の方向と出て、正面が南南東向きの家に東側、西側の壁にも窓を作って風抜けをよくした経緯もある。

3.1 OMソーラーシステムのしくみ

そのOMソーラーシステムについての機構を紹介しよう。屋根を集熱面として活用し、暖かさを運ぶのは空気そのものの大きな特徴である。システム概略図を筆者の理解の元に描いてみた（図4）。壁や窓の気密・断熱性をよくし、屋根をできるだけ南面に向け、屋根が太陽熱で暖まるようにする。軒先には端から端まで空気取り入れ口を連ねる（図5）。屋根の上半分にはガラスを乗せて固定する（図6）。これは屋根の上半分を温室的に温度が高くなるようにし、空気を軒下から取り入れやすくする工夫。こうして屋根によって暖められた空気が屋根頂部の半円形ダクトに集まり（図4）、さらに送気ファンで必要な場所に送られる。真冬でも屋根頂部で集められる暖められた空気は日中40℃～50℃くらいに、真夏では60℃～70℃くらいになる。

まず冬季、およそ11月～3月の日中は、この暖められた空気を床下に送り込む。日が落ちて棟温が下がったら送るのをやめる。床下には地面とは断熱した上で蓄熱コンクリートが一面に打ってある。床下に送り込まれた暖気がコンクリートを暖め、さらに室内を暖める。そして家屋の微細な隙間から外に排出される。屋外から取り込んだ新鮮な空気で暖房・換気しながら部屋を暖める。コンクリートの熱容量によって蓄熱され、断熱性の高い壁と窓により保温性が高く、そのぬくもりが夜間まで続く。このシステムの送気ファン風量は、日中、家全体の空気がおおよそ3回入れ替わる程度とのこと。そのため風速はほとんどなく、軒下から杉花粉が吸い込まれても屋根を通る間に落ちてしまう程度という。だから花粉が飛ぶ季節でも部屋中に花粉が舞

う心配はいらないといわれている。

次に夏季、部屋を暖める必要はない。そこで、送気ファンのそばに熱交換器を置き、ここに熱媒を循環させる。この熱媒は地上においた貯湯槽に送られ、貯湯槽の水を温める。真夏のよく晴れた日にはこのお湯は 70°C 程度にもなり、お風呂やシャワーは水を混ぜて適温にする。5月や10月の真夏ではない時期でも、晴ればお湯は 50°C くらいにはなるので、十分な温度となる。冬季と夏季の端境期で、家の中が薄ら寒いときは、部屋を暖めながらお湯を採ることもできる。真夏深夜の気温が下がったところに、冬の蓄熱時と同じ運転をする。就寝のために窓を閉め切っても換気がなされるし、晴天で放射冷却して多少なりとも屋根が冷えれば、若干温度の下がった空気蓄熱コンクリートを冷やすことになる。

3.2 利点と欠点

まず利点は、なんといっても冬の家屋内が寒くないこと。冬の朝に起床しても、「う～寒む寒む」といってまずストーブをつける、ということはない。どんなに寒くてもちょっと薄ら寒い程度である。朝の食事にちょっと寒いかな、と思うときに足温マットを使うくらいで足りる。真冬の深夜に家に帰っても、玄関の戸を開けて中に入った瞬間にほっと暖かい感じがし、深夜0時くらいまでは寒くない。お天気の良い日中は、ほとんど暖房器具は使わない。太陽が雲に隠れた日は補助暖房のお世話になるのは仕方ない。ただ関東地方の冬は晴天が続く、そういう日はそう多くない。家の中に空気がこもらない感じがするのがいい。床が冷たくない。

一方欠点は、冬季に家の中が乾燥すること。乾燥した外気で換気するのだから当たり前ではある。筆者自身は乾燥で困るほどではないが、加湿器をおきたいというユーザもいると聞く。ただ、この欠点は利点にもなり、寒い冬に洗濯物を室内干ししても、すぐ乾き、室内に湿気がこもらない。別の欠点としては冬の強風時は屋根が冷え、日が差しても棟温が上がらずこのソーラーシステムも閉店休業となる。これは、現在拙宅の周囲がすべて空き地で家屋が孤立していることも大きい。周囲に高木が植えられれば風を防げるが、そうもいかないのが悩ましい。また、気温・湿度が高い真夏はやはり冷房のお世話になる。この電力を気にしたら、本格的なソーラー発電パネルを設置するしかない。

3.3 工務店選び

建築の計画当時、近隣にある OM ソーラー扱いの工務店は二つのみだった。まず、こんな家にしたいという要求を15枚ほど書き綴り、それをそれぞれの工務店に持ち込んだ。

書き綴りの内容をてんこ盛りにして、このなかからプロの設計者の目で取捨選択して落としどころを逆提案をしてほしい、と目論んだのである。一つの工務店は、参考に出した部屋配置のメモに忠実なプランを提案してきたが、書き綴りをよく読んでいない感じで×。もう一つの工務店は、一級建築士が2人おられて、これはおもしろいから所内コンペにしようと、2人がそれぞれプランを出してくれた。その一つが、私の書き綴りを隅々まで読み、現実的に実現可能な部分をうまく形にしてくれた印象がもてて、これに決めた、という顛末である。中水システムや雨水瓶の紹介、さらには、いろいろな家造りについての相談も受けてくれて満足できるものとなった。築後12年ほどたった現在でも、その工務店とはおつきあいをしており、補修や修理はかならずお願いしている。いまは、最低限の電力自給をどうできるか、などの相談を折に触れてしている。

4. おわりに

家造りにこんなところまでこだわらなくても、というのが多くの方々の印象だろう。だから「趣味」なのである。ただ、同じ費用をかけても、そこに知恵を入れるのか、何も考えずに習慣通りに作ってしまうのか、という違いは大きいように思う。正直、これでとりわけ多くの費用がかかった、という感じがしていない。最近になって区画整理がすみ、下水道と都市ガスも整備された。結局、浄化槽は残し、余った処理水を下水につなぐことにした。下水料金も浄化槽のメンテナンス費用もかかるが、ここは趣味である！

家は入れ物であって、そのなかで育まれる家庭はまた別である。入れ物はどんなに立派でも、中身がなくては致し方ない。こちらはこちらで精進することが肝心、ですね。

もう一つ、夜中に音楽をしてもいい部屋においたオーディオセットの蘊蓄もあるのだが、それはまた別の機会に。

参考文献

- [1] レインオアシス, <http://www.denka.co.jp/cgi-bin/product/showproduct.cgi?id=239>
- [2] OM ソーラー協会, <http://omsolar.jp/>

坪内孝司 (Takashi Tsubouchi)

現在、筑波大学大学院システム情報工学研究科知能機能システム専攻教授。移動ロボット技術をベースとした屋内外で実用に供されるサービスロボットに関する研究に従事。IEEE member, 日本機械学会, 人工知能学会など正会員。
(日本ロボット学会正会員)