

琉球弧の建築から 暑熱への適応を学ぶ

Learning how to Adapt to Hot Environments from the Architecture of the Ryukyu Arc

田上健一 | Kenichi Tanoue

九州大学副理事、教授／1966年生まれ。筑波大学卒業。マンチェスター大学大学院修了。博士（工学）。専門は建築計画。日本設計、琉球大学を経て現職。著書に「拡張する住宅」ほか。受賞に日本建築学会奨励賞、グッドデザイン賞、作品選集ほか

松田まり子 | Mariko Matsuda

松田まり子建築設計事務所／1977年生まれ。武蔵工業大学（現・東京都大学）工学部建築学科卒業。2010年NPO 蒸暑地域住まいの研究会。2020年松田まり子建築設計事務所設立。2020年国土交通省サステナブル建築物等先導事業（気候風土適応型）「風と生きる花ブロックの家」。2019年住総研奨励賞「蒸暑地域の住まいにおける『外皮』概念の再編と沖縄モデルの提示」

山下保博 | Yasuhiro Yamashita

建築家、アトリエ・天工人代表／1960年奄美大島生まれ。1986年芝浦工業大学大学院建設工学修士課程修了。独創的な建築は勿論、奄美大島にて独自のまちづくりを実践している。2020年第6回ジャパン・ツーリズム・アワード、国土交通大臣賞、UNWOT倫理賞をW受賞

聞き手：

高口洋人（早稲田大学／会誌編集委員会委員長）

若元真明（九州大学／会誌編集委員）

川島範久（明治大学／会誌編集委員）

中川純（東京都大学／会誌編集委員）

長澤夏子（お茶の水女子大学／会誌編集委員会幹事）

琉球弧の住宅の系譜

——これから益々暑くなる日本にとって、琉球弧の建築や住まい方には暑熱に適応するさまざまな知恵があり、学ぶことが多いと考えています。今回は沖縄の住宅の歴史と居住環境デザインの研究をされた田上健一さん、奄美大島出身で当地でリゾート施設や高齢者施設の設計に取り組んでいる山下保博さん、沖縄出身で沖縄の気候にあった住宅設計をされている松田まり子さんに、暑熱へ適応する建築を横断的にお話いただければと思います。まずは皆さんのご活動からお話いただけますでしょうか。[高口]

田上：私は建築計画が専門で、1996年から2000年まで琉球大学で沖縄の居住環境デザインの研究をしていました。沖縄の住宅変遷の概略をお話しますと、伝統的な住宅は18世紀中頃に建てられた中村家住宅^①のように、平家で外にヒンプンという石壁を設け、中庭をもち屋内外が一体に

なった開放的な間取りが特徴的で、これが一つのプロトタイプとして戦後も受け継がれてきました。

ただしこうした伝統的要素は戦後、米軍や近代化の影響のもと姿を消すことになりました。米軍基地内では駐留軍人の住居として当初2×4を取り入れたのですが台風やシロアリの影響で定着しませんでした。結果、RC造を採用したことから、沖縄本島では木造ではなくRC造こそが先進的な住宅というイメージが植え付けられ、RC住宅が普及します。

沖縄で土着化したRC造のスタンダードな形式は、1階は増築に備えたピロティで、2階は中村家住宅のような伝統的なプラン、そこに風を取り入れるためのバルコニーを巡らせるというものです^②。増築は1階のみならず上階にも想定され、RCのラーメン構造の柱を屋上に出して増築に備えた「ツノダシ住宅」も沖縄らしい特徴のひとつです。もちろん金城信吉のように沖縄らしい建築言語にこだわりの高床を用いたり、公共建築にも風を通すルーバーをつけたり大屋根を掛けるなどの工夫も見られました。

90年代後半に私が沖縄に赴任した時は、首里の大半がRCのラーメン構造で埋め尽くされていました^③。問題はRCの蓄熱性が沖縄では悪いほうに転んでしまい、住宅の寿命が通常よりも短く、大量の産業廃棄物が排出されてしまったことです。一方で木造は台風やシロアリの問題があり普及しづらい。環境負荷が少なく、良い意味で沖縄らしいルーズなつくり方がないものかというのが、沖縄の現代住宅に対する課題だと捉えています。山下さんご出身の奄美大島はまた雰囲気さがりと変わりますよね。

山下：ええ。奄美の伝統的住居の知恵に学んだりリゾート施設の設計や古民家を宿泊施設に改修する〈伝泊〉、高齢者施設なども含んだ地域計画を行うため、奄美群島の360集落のほとんどを回り、古い家屋や地域の現状を調査しました^{④・⑤}。奄美は集落ごとに文化や方言もかなり異なりますが、総じて住居の特徴を言えば、平屋で昭和30年頃までは茅葺き、以降はトタン葺きになりました。沖



図1…沖縄の伝統的住居として知られる中村家住宅（18世紀中頃）。沖縄の伝統的な赤瓦が葺かれているが、当初は竹瓦だった（提供：田上健一）



図2（上）…現代の沖縄のプロトタイプのひとつ、ピロティ型住宅（提供：田上健一）
図3（下）…RC住宅で埋め尽くされた首里の街並み（提供：田上健一、撮影は1990年代後半）

縄と同じく台風への対策を講じ、家のまわりは1.5～2mほどの石垣や珊瑚石の堀で囲み、屋根が出ないように、家屋は1mほど道路から掘り下げて建てます。石垣がない場所にはフクギという葉のおおぶりの常緑樹で防風林をつくります。

家屋自体は直線的な大径木の材が採れないこともあり、大きな平家を1軒建てるのではなく、小屋を分散させて敷地内に配置するのも特徴的です。構造はバリや東南アジアでも見られる、束石の上に柱を乗せた柱勝ちのヒキモン工法。床は高床で湿気や害獣対策だけでなく、台風の時に強風が抜ける道をつくる目的もあります。平面は玄関がなく、沖縄のように四周に廊下を巡らせ、どこからでもアプローチできるというつくりですね。

暑熱への対応に関して言えば、奄美は海に囲まれているので海風があり、日影に入ると十分涼しいんです。いちばん涼しいのは木影。デイゴの木の下にベンチを出して、おっぱあたちが昼寝をする。トタン屋根は放射熱で室内が暑くなるので、かえって海風もゆるゆると吹いている外の木影のほうが涼しいことを、皆わかっているんですね。

松田：私は生まれも育ちも沖縄で、大学は東京に進学、そしてまた沖縄に戻って設計の仕事をしています。2010年に「NPO 蒸暑地域住まいの研究会」理事長に就任し、沖縄県内の伝統木造や現代住宅、外人住宅など各種住宅の温熱環境測定を行い、熱・エネルギー・湿度などの研究をしています。研究をしていると、琉球弧では単に高気密高断熱高効率にすれば省エネで快適になる、と



意図的なルーズさは大切。
地域にあった基準の見直しも
必要となるでしょう
——田上健一氏

いうわけではないということがわかってきました。『蒸暑地版 自立循環型住宅への設計ガイドライン（国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修）』によると日射遮蔽が重要で、建物のまわりにほかの建物・木などがあれば日射遮蔽ができ、それによって方位係数を設けて遮蔽効果を評価できる、ということが書かれています。またその遮蔽手法も、ルーバーや沖縄ならではの花ブロック・庇、躯体の断熱化・通気・日射反射が挙げられています。ただ沖縄では2階のピロティやバルコニー・ベランダを広くして1階に影をつくるような日射遮蔽は、田上先生のお話にあったように、もともとやっていたことなのですが。

風土に合ったエネルギー対策を

——沖縄では2020年4月1日から施行された省エネ法の改正で、冷房期の平均日射熱取得率（ηAC値）が緩和されましたが、どのような背景があったのでしょうか。[高口]

松田：これまでは外皮平均熱貫流率（UA値）の基準はなかったのですが、ηAC値基準は3.2と全国で最も高かったところ、省エネ法改正でηAC値6.7と、倍近く緩和されました。背景としては、当初省エネ住宅も含む沖縄県内の住宅のほとんどが省エネ基準不適合となっており、さらに調査したところ、日射遮蔽手法について未評価部分が多いということがわかりました。その後、国土交通省と沖縄県による意見交換会などがあり、従来の基準値3.2を適用すると冷房の一次エネルギー消費量の目標値を達成するのは現実的ではなく、壁の断熱化を図ると6地域では冷房の一次エネルギー消費量は下がるものの、8地域では増加してしまうケースがある。ηAC値5程度ならクリアできる

という計算をもとに討論し、沖縄に合った基準を国が認めてくれたという経緯があります。

実際に私が設計した令和2年度国土交通省サステナブル先導事業（気候風土適応型）採択モデルの住宅ですと、断熱材を使っていないため η AC値は8.6です。ただ自立循環型住宅ガイドラインで手法として挙げられていた通気・日射反射・外部遮蔽効果を加味すると、UA値はほぼ変わらないまま η AC値だけを、8.6から2.8まで下げることができました。——全館冷房については、どのようにお考えでしょう。[高口]

松田：全館“暖房”はヒートショックを起こしにくいので健康に効果があると言われていますが、全館“冷房”ははたして意味があるものなのかは疑問です。そもそも沖縄は猛暑日がほとんどなく、外部も風も吹く好環境で、日影で昼寝ができるほど快適です。たとえば外が猛暑日に該当する35°Cでも、外部風速が5mあり、1mあたり1°C下がると計算すれば、実質的には体感温度は30°C程度なんです。また直射日光を遮れば外気温と同等でも快適で結露を起こしにくい空間がつけられるのではないかと話が、今、沖縄の建築士間で検討されています。またRC住宅はカビや結露が発生しやすいのですがエアコンで室内温度を低くしすぎないことは、湿度・温度対策でダニ・カビアレルギーの原因になると言われる夏型結露を引きにくくすることが期待できます。空気線図を見ると、室温30°C・湿度80度のところ、エアコンで25°Cまで下げたら結露してしまうので、無理にエアコンで下げずに、別の工夫で快適性をあげられたらと考えています^{図6}。

室内でエアコン（28°C）をつけた状態、28°C・湿度60%・風速0m/sの時の体感温度は26°Cになりますが、外が30°C・湿度70%・外部風速4m/sの時の体感温度は25.1°Cになります。エアコンなしのほうが涼しく感じることもあるのが、蒸暑地域の特徴かと思っています。

田上：RC住宅について言えば、沖縄では温熱環境面のみならずサステナブルな観点でもはたして合理的か、という疑問を長年抱いています。かつて沖縄はRC住宅の坪単価が25～30万と安かったのですが今は人件費が高騰して建設コストが上がっている。本来の木造文化を活かして温熱環境や、環境そのものに優しい住宅がつかれないものかと思っています。

松田：現在、沖縄では年間3,000棟の戸建て住宅が建設されていますが、そのうち約50%が

木造になっています。ただほぼ県外のハウスメーカーによるもので沖縄本来のつくり方とは言えません。台風で屋根が飛んだり雨風の吹き込みがあり壁の腐朽があるとの声が住まい手から上がっていると聞きます。

木造をやろうとしても県内では木材が入手できないので、九州から運んでくることになる。それとも良いとも思いますが、沖縄らしさや地産地消ということで考えると、これまで培ってきたRC技術の工夫や、身近にある材料や植物などで日射遮蔽をすることで、沖縄の建築文化を継承できたかと思っています。

屋外環境も含めて暑熱を考える

——日本各地域で猛暑日が続き、熱中症も問題になっています。どのような対策ができると思われますか。[高口]

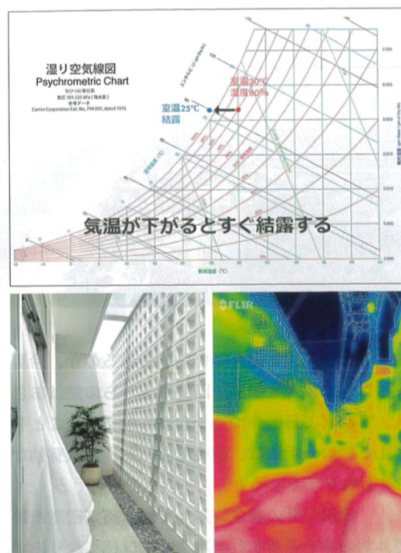
松田：今後の課題としては、単に外皮性能基準を満たすよりも外を涼しくすることを考えることが、有効ではないかと思っています。影をつくる、緑化をする、水盤を設けるなどといった方法ですね。先ほどご紹介した住宅は、市街地に建てたものですが、花ブロックを設けてさらに緑化をして、外気温を下げる試みをしています^{図7}。

これはまだ構想の段階なのですが、那覇市の麓のサーモグラフィを見ると、夜、建物はそこまで温度が高くないのですが、道路がずっと暑い状態です。アスファルトは気温28°Cで日射量が1,000W程度の時、60°Cくらいになるシミュレーションが出ていますので、これがなんとかならないかと^{図8}。



図4・5…奄美の伝統的民家を改修した「伝泊」
（改修設計・写真提供：アトリエ・天工人）

図6（上）…湿り空気線図（提供：松田まり子）
図7（左下）…沖縄の気候条件に適した花ブロック（提供：松田まり子）
図8（右下）…夜の首里のサーモグラフィ（提供：松田まり子）



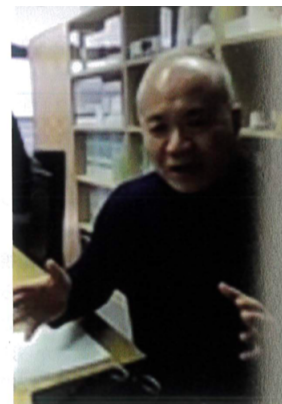
——放射環境も含めて改善を図らなければならない、ということですね。[高口]

松田：はい。エアコンの室外機もサーモでは赤く目立っています。室外機から出る熱い空気を例えば床下などに流して結露対策に利用したり、全館冷房の必要性を見直して、家のなかで温熱環境が循環できる手立てが見つけられたらよいのですが。

田上：このサーモグラフィの赤と黄が明解に色分けされているより、滲んでグラデーションをなすような環境を、ローテクとハイテクとハイブリッドでアプローチしていくことが必要ですね。

山下：個で考えず環境を含めた全体として考えてゆく、というのは良い話だと思います。先ほど集落の話をしていただきましたが、集落全体で考えると過剰な冷暖房は必要ではないとも思います。ただ宿泊施設として建築の性格を考えると、施設に応じて利用者の目的は違います。古民家改修もホテルもリゾート施設も手がけていますが、やはり高級リゾートについて言えば、都会からやってきてふだんと変わらない快適な温熱環境で不自由なく過ごしたいというニーズがあるので冷房は入れます。古民家などは冷房しなくてもよいと思いますし、あるいは1、2部屋だけつけるなど、建物に合った過ごし方により、選択肢があるのがよいのではないのでしょうか。

奄美では、自然は打ち勝つものではなく寄り添うもの。都会とは自然感が違うのです——
山下 保博氏



環境との程よくルーズな付き合い方

——奄美の伝統的住居では、海風のある戸外で過ごすほうが気持ち良いとのことでしたが、台風時には、その海風が暴風という脅威になるという別の顔があります。奄美では石垣や高床、ヒキモン工法など、台風に備えたつくりになっているとのことですが、快適性と守りを両立させているのが印象的です。[岩元]

山下：奄美では台風を生活を脅かすものとは考えていないんですね。家にいて台風で人が死ぬという発想はなく、台風は相対するものではなく、むしろ寄り添っていくという思想があるのだと思います。台風がくるのは365日のうちの2～3週間だけで、それ以外は風は恵みをもたらしてくれるもの。高床も台風時の強風を逃すものであり、床は隙間だらけですが屋内に微風を取り込む効果がある。自然の脅威に打ち勝つのではなく、恩恵を取り入れて寄り添っていく。都会とは風に対する意識が違うんですね。

——この都会では、室外機や自動車、アスファルトの照り返しなど、風の快適さがなかなか享受できないでしょう。けれども小さな島々では風は良いものなのです。こうした自然観があってこそ、おのずと風と寄り添った建築を育んできたのかと思います。沖縄も風に対しては同様の意識をおもちなのではないでしょうか。

松田：沖縄の防風林も奄美と同じくフクギを使います。フクギの葉は厚く密につくので、強風は遮り涼風は取り入れる効果があるらしく、その現代版が花ブロックとも言えます。強風は防ぎながら微風は取り入れるという、緩衝帯の重要性にも着目したいところですね。

風の恩恵というのは山下さんのご指摘通りで、私

の実家は建築家である父がローコストで建てた無断熱のRC打ち放しで、いちばん暑い最上階が私の部屋でした。ただ壁面全面開口でガラリが開いているので絶えず風が入ってくる。子ども時代、寝る時は口に氷を詰め込んで、アルミサッシにベタリとくっついていると、けっこう涼しかったのを覚えています。

——現代では安全性が重視され、風＝台風＝脅威と連想しがちです。外から見ると沖縄や奄美は台風が多くて大変だろうと思うのですが、恵みをもたらすという自然観から建築が生まれているのは興味深いところですね。松田さんはそれを定量化し、現代的なメソッドで実践されている。[岩元]

山下：僕はダイビングをするのですが、海の環境からすると、台風がくるとサンゴに積もった砂が洗われて生き返るんですよ。最近では沖縄も台風が減っているので、海水がかき混ぜられないことで高水温が続き、サンゴの白化が問題視されていますよね。サンゴは二酸化炭素を吸収し、酸素を放出します。海に潜ると、台風とともにサンゴも人も営みをなしていることを体感しますね⁸⁹。

——そのようなおらかな自然観・世界観が、田上先生がおっしゃっていたピロティの拡張やツノダン住宅にも通じるものがあるのでしょうか。ある意味メタボリズム的というか、本州には見られない傾向ですね。[岩元]

田上：ひとつには良い意味での、意図的なルーズさがあるかとも思います。日本は精度が高いものほどよいという価値観がありますが、あえて余白を残し、大きくもなれば小さくもなれる恣意的なゆるやかさを残す姿勢は、暮らしだけでなく暑熱への対応としても学ぶべきものがあるのではないのでしょうか。

——そのルーズさは、例えば体温温度が異なるさまざまな人が快適に過ごせるような、多様な空間づくりのヒントになるのかもしれませんが、山下さんは奄美と東京を行き来されていますが、都心部での設計に活かせるアイデアがあればお話いただけますか。[高口]

山下：都心で狭小住宅をたくさんつくってきましたが、東京に自然は空しかない、空に開く設計手法が中心でした。先ほどお話ししたように、東京では心地よい風を感じにくいんですね。ただ最近東京にいる時は、自分で設計した共同住宅で過ごすようになって、都心でもやりようはあるのではないかと考えています。外断熱を施して中庭をつくり私の住戸だけでも7カ所窓を設けた



図9-11 海に囲まれた奄美の集落
（提供：アトリウム、天工）

のですが、周辺に緑が多い効能もあるのか、冷房をつけずに過ごせます。断熱も上からの熱はおさえ、庇などで日影をつくりながら風を通すことを考えるという手法は、都会でもある程度は有効なのではないのでしょうか。

松田：外の暑さに対しては、高気密高断熱で外部の熱を遮断すれば冷房効率は良くなります。沖縄でも雨が降って湿度が高い時は窓を閉めるほうが快適なので、開け閉めの変化など、開口部の工夫も考えたいですね。実際に今、不在時でも通風可能な窓の製作に取り組んでいます。窓を開けたまま安心して寝ることができれば、断熱材よりも快適性に貢献できるのではないのでしょうか。東京のような風の少ない住宅密集地でも、外と熱をやりとりできるような開口部を設けるのは、有効策となり得るかもしれません。

——快適性を考え住まい手が選べる選択肢のある空間づくりをする場合、住まい手にも空間に対する理解や、何かしら判断・行為が求められます。言い替えば設計者はそれを住まい手に理解してもらうためのコミュニケーション能力が必要になるということでしょうか。[高口]

松田：使用者の意識によって、エネルギー消費や暮らし方というのはまったく異なりますよね。規模と家族構成が同じ住宅を測定した際、1軒は年間エネルギー消費量が30GJであるのに対し、もう1軒は120GJだったということがありました。この差はなぜかと調べたら、後者は屋上に太陽光パネルを載せていて、全館冷房する必要がないにもかかわらず光熱費はかからないしむしろ良いことをしているという意識でエアコンをフル稼働させていたんですね。

前者の家は丘の上で風が良く通る立地なので、暑い時は服を脱げばよい、とおおらかに暮らしている。窓も朝起きたら1日中開け放しで、神経質に開け閉めしているわけではありません。

そのような住まい手の暮らしに対する価値観や過ごし方、どのようなことに幸せを感じるかということを経営時にも十分にお話ししたほうが、住まい手の生活に合い、かつエネルギー消費の面でも効果的な住宅が提案できると思います。

——エンジニアリングの世界では、使用者が設計者の期待通りには動かないこともあるというのが共通認識としてあるのですが、環境がいつそうシビアになる今後、使用者の判断に委ねることも、積極的に設計に取り入れるべきなのではないでしょうか。[高口]

田上：松田さんがおっしゃっていた建具を引き合いにすると、伝統的な住宅には大概、引き戸がなく、引き戸を少し開けたりあるいは完全に引き込んで、適宜、快適な状態をつくっていました。そうした使用者へのアクティビティは伝統的なマナーでもあったのではないのでしょうか。今ではAIも発達していますし、スマートフォンでエアコンの制御もできます。設計者と使用者のコミュニケーションの齟齬があっても、技術的に翻訳・解決できるような気がします。

——開口部の話で言えば、都心で設計していると、窓を開けると住まい手が虫が入ってくるのを嫌がります。琉球弧ではどのように対処されているのでしょうか。[川島]

松田：風が強いので蚊も飛んでいってしまうこともあるのですが、基本的には網戸は必要だと思います。また蚊やハブのような害虫・害獣対策には植栽を利用しています。

山下：東京と奄美を行き来していると、自然観の違いを痛感します。東京にしていると自然をコントロールするという発想になりますよね。奄美ですと、ぼくらは「てげてげ」とよく言うのですが、大ざっぱとかいい加減、という意味で、虫がいるのも古い木造家屋でゲッコウ（ヤモリ）がギイギイ鳴くのも当たり前のことなんですね。けれどもヤモリは忌むべきものではなく、蚊を食べてくれる。自然の連鎖に対して人間が強いと思っていないんです。なぜなら台風のほうが明らかに強いのですから。都会は戦ったら絶対勝てるという、人間過信の部分が本質にあるのではないかと思います。

——琉球弧と、湿気がどんよりと溜まってしまいう東京の下町では屋外環境から享受できるポテンシャルが違うので、どのように蒸暑地の知恵を活かせるかは模索していかなければなりません。平時の採風と台風への備えを両立させる手法など、身のまわりの環境を観察することが大切だとあら

単に外皮性能基準を満たすだけでなく外を涼しくすることが今後の課題と考えています
松田まり子氏



ためて思いました。また異なるお立場の皆さんから出た「いい加減」というキーワードが印象的だったのですが、住宅密集地でも良い意味でいい加減な自然を見つけられたらと思います。[中川]

田上：意図的なルーズさは大切ですね。またコントロールという話で言えば、法規制や基準の見直しもテーマとなるのではないのでしょうか。松田さんから省エネ法の改正で沖縄の実情を踏まえ、 η AC値が緩和されたことのお話がありましたが、建築基準法では高さ制限や日影規制も全国一律です。例えば沖縄は土地柄、日影がもっと伸びてほしいものですが、東京の下町のような密集地ではまた違いますよね。係数にするのは難しいかもしれませんが、ぜひ見直したほうがよいと思っています。

——目標設定に関する議論は必要ですね。流動的な自然にリジットに付き合うのは難しい。今はCOVID-19の影響で密を避けるため飲食店の路上利用緩和も認められ、家のまわりの空間にふたたび関心が集まるようになりました。身近の環境を見直す契機としてさまざまなヒントを発見できればと思います。[高口]

田上：今はCOVID-19の影響で閉じた暮らしをしています。沖縄も奄美も台湾もルソン島など東南アジアでも住まいは開放的なものでした。かつての住様式や形式をそのまま現代に結びつけるのは難しいですが、あらためて、家のつくりや熱環境、近隣との関係性も含めたオープンな住まい方を考えられるとよいですね。

2021年1月26日、オンラインにて
文・写真＝植林麻衣