

琉球大学学術リポジトリ

亜熱帯沖縄の生活と気候に適合する真の環境共生健康住宅に関する研究

メタデータ	<p>言語:</p> <p>出版者: 堤純一郎</p> <p>公開日: 2009-12-21</p> <p>キーワード (Ja): 亜熱帯島嶼地域, 住宅の熱環境, 歴史的な変遷, 屋上面遮熱・断熱, 外壁面遮熱・断熱, 石畳街路, フクギ屋敷林, 街路樹の熱的效果, 街路樹, 屋上遮熱, 窓面遮熱, 屋敷林, 街路舗装材料, 生活環境温湿度, 色彩と表面温度, 住民意識, 亜熱帯沖縄, 熱的性能, 居住域温湿度, 冷房エネルギー, 太陽電池, 屋根面遮熱, 壁面遮熱, 屋敷囲い, 耐風性能, エネルギー使用量, 日射遮蔽</p> <p>キーワード (En): Subtropical archipelagic environment, Thermal environment in houses, Historical changes, Solar protection on rooftop, Heat insulation on outside wall, Traditional stone paved lane, Garcinia subelliptina hedge, Thermal effect of roadside trees</p> <p>作成者: 堤, 純一郎, 安藤, 徹哉, Tsutsumi, Junichiro, Ando, Tetsuya</p> <p>メールアドレス:</p> <p>所属:</p>
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/14169

第1章 沖縄の戦後住宅における熱環境の変遷

1. はじめに

現代では、建物において空調機器などの人工的な制御を積極的に取り入れ、居住環境を快適に保つことは一般的である。一方、地球温暖化対策のために住宅の省エネルギー化が政策的に急速に進められているという状況にもある。省エネルギーでありながら快適な生活環境を維持することは、建築環境工学が抱えている究極の命題であり、そのために多くの研究が行われてきている。

最近の住宅における熱環境とエネルギー問題解決の方向は、高断熱・高気密化に向かって進んでいる。これは人工的な環境制御を前提として、主として暖房を中心とする地域において、非常に有効な手段と考えられる。沖縄においても高断熱・高気密化の傾向が見られるが、蒸暑地域では必ずしも有効な手段とは言えず、例えば高気密化による室内のカビの発生等の問題を誘発している。沖縄の住宅事情を顧みると、台風やシロアリへの対策からRC造へのあこがれのような感情があり、蒸暑環境や室内空気質への対応は、空調機器に頼って進められてきた。しかし、最近になってそれが真に快適な居住環境であるか、また省エネルギー化を満足しているか疑問が呈されている。

住宅の熱環境に関する研究はこれまでに多数の報告がある。蒸暑地域での研究も多く見られるが、近年の傾向である断熱気密化に伴う影響に関するものが多い^{1) 2) 3)}。また、地中冷熱や換気を利用したパッシブクーリングに関する研究も見られる^{4) 5) 6)}。伝統的な民家の熱環境に関する研究も行われており⁷⁾、沖縄においても伝統的な民家とRC造住宅の熱環境の比較が行われている^{8) 9)}。

本研究は、亜熱帯の蒸暑気候である沖縄において、18世紀中頃に建造された民家から現代のパッシブクーリングシステムを持つ住宅に至るまでの6つの戸建住宅において、その熱環境の実測調査を行い、住居形式の変遷にともなって建物の熱的な性能がどのように変化してきたかを検証するものであり、これからの健康的でエネルギー効率の高い住宅作りのための基礎データの構築を目的とするものである。

2. 沖縄における居住環境の特徴

2.1 住居形態の変遷

沖縄における庶民の住居の原型は、古代から按司時代（グスク時代、12～15世紀）を経て戦前まで存続した、垂木（リン）構造の藁葺屋根と掘建て中柱（ナカバーヤ）を持つ、穴屋（アナヤー）と呼ばれる掘っ立て小屋である。古代は小屋全体が半地下室的に造られた。按司時代の頃から柱に礎石を用い、壁にはチニブ（山原竹を網代の

ように編んだもの)を二重にし、中に藁または茅を詰め、屋根はキチ(小丸太)で小屋組みし茅または竹茅(篠竹)葺きにした。時代が下ると柱が石柱(イシバーヤ)に代わったり、床が土床藁敷きから竹床藁敷きや筵敷きになるものが現れた。琉球王朝時代(1737年)から明治時代の琉球処分10年後(1889年)まで続く敷地家屋の制限令により庶民の住まいはこの様式に制限され、農家では実質的に戦前まで続いた。

琉球王朝時代はまた中国や日本の影響を強く受けた時代でもある。穴屋に対して貫木屋(ヌチジャー、ヌキヤー)と呼ばれる茅または瓦葺きの本格的な木造軸組建築はその影響の表れである。敷地家屋の制限令が撤廃され建築が自由化されるまでは、貫木屋は城や寺社等の公的な建築や高級官僚の家等として限定的に建てられたものである。表紙写真に示す重要文化財の中村家(沖縄県北中城村)はその典型的な例である。建築の自由化後、首里や那覇の都市部では一般の住宅も貫木屋が主流になっていく。第二次大戦前までの住居形態は、茅葺きの貫木屋である茅葺貫屋(カヤヤー)、赤瓦葺きの貫木屋である赤瓦貫屋(カーラー)と発展する。建築材として使える森林資源に乏しく、大型建築用木材の入手が困難であった沖縄では、敷地家屋の制限令と同様1889年まで続いた林政によって、17世紀以降建築用木材の使用が制限されており、木造建築である穴屋から貫木屋までの経過は豊かなものではない。

戦後1959年、琉球開発金融公社設立とともに住居形態はセメント瓦屋、さらに貫木屋平面を継承するRC造住宅へと移行する¹⁰⁾。これは大戦によって殆ど焼失した状態の中、米軍供給の2×4工法の応急的住宅が台風の影響によって壊滅的な被害を受けたため、米軍主導の下に「耐風恒久建築」とされたCB造、RC造建築が主流となったものである¹¹⁾。実際にCB造、RC造が建てられたのは戦後4~5年経ってからであり、在日米陸軍技術本部によるものである¹²⁾。当時、米軍管理下の沖縄では、軍人軍属家族が住むための賃貸住宅が不足しており、これを供給のために外人住宅と呼ばれるCB造またはRC造住宅が多数建設され、最盛期には1万戸を超える規模まで増加した^{13) 14)}。外人住宅とは単層の屋根や壁からなる非常に簡素な戸建またはテラスハウスであり、そのモデルは米軍の規格で米軍基地内に建設されていた軍人用のCB造またはRC造である。これが現在の沖縄の戸建住宅の主流であるRC造の元になっている。

現在、沖縄では戸建住宅の98%以上がRC造で建設されており、その最大の理由は台風とシロアリの被害を避けるためである。沖縄のRC造は前述の通り、外人住宅から始まっているが、近年は高温多湿の環境に対応して種々の工夫が見られるまでに発展している。また、沖縄の狭い土地面積と主要交通機関を自家用車に頼ることから、駐車スペースを確保し易いピロティ建築の占める割合が比較的高いのも、現在の沖縄における住宅事情の特徴である^{15) 16)}。

2.2 地上気象の様子

沖縄気象台（那覇市、26° 12.2′ N、127° 41.3′ E、標高28.1m）における主な気象要素の月別平年値を図1.1に示す。年平均気温が22.7℃で、最高気温の月別平年値も1月と2月を除いて20℃以上と高い値である。また、相対湿度も平年値で65%を下回る月はなく、高温多湿気候の特徴が表れている。しかし、実際の体感では冬期1月から3月初旬は曇天や雨天が多く、風が強いため気温よりも寒く感じる。

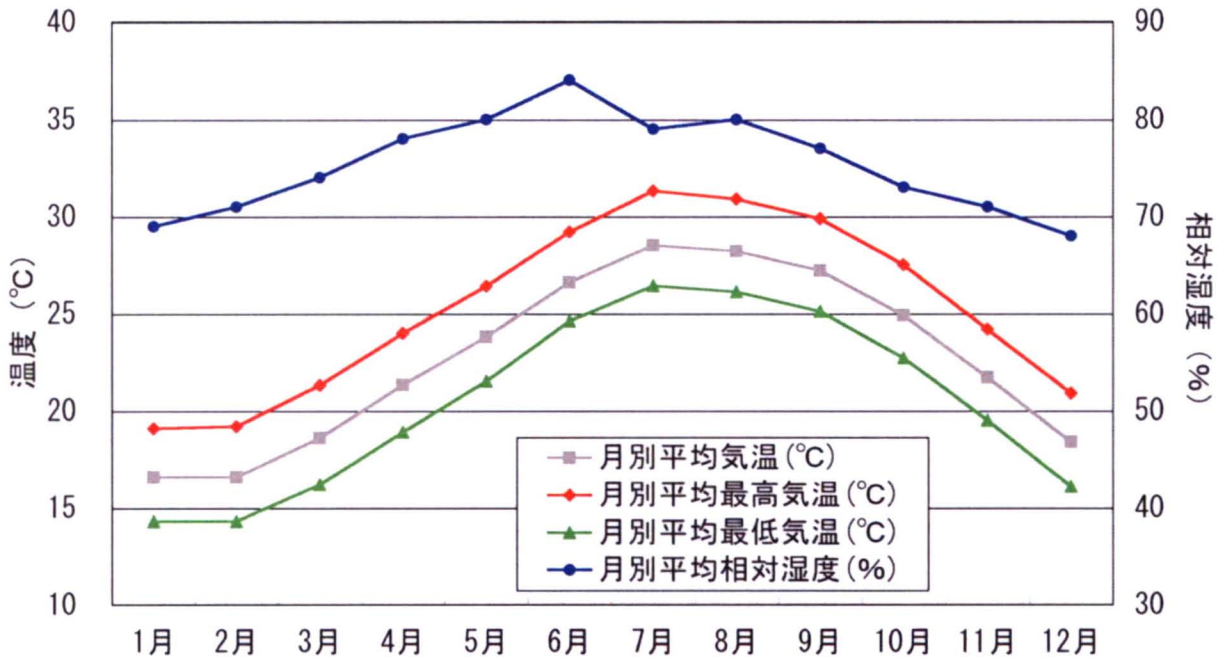


図1.1 亜熱帯沖縄の温湿度の特性 (平年値1971-2000)

3. 実測対象の住宅および実測の概要

各測定対象住宅における測定項目を表1.1、測定対象住宅の概要を表1.2に示す。また、各測定対象住宅の外観を図1.2、外気温度と室内温度の測定点の配置を図1-3に示す。各住宅の測定において外気温度、室内温度ともに多数の測定点が設定されているが、外気温度については全ての測定点の測定結果について検討を行い、最も代表的な値を示している測定点を選出している。B邸、C邸、E邸は居住者が生活している状態での測定であるが、A邸、F邸は展示住宅であり、D邸は事務所として使用されているため、それぞれ日中に人の出入りがある。測定期間中、全ての住宅において空調機の使用は無く、B邸に付随するRC造の物置以外は窓を開けた状態で測定している。

3.1 A邸 (赤瓦貫屋)

北中城村にある重要文化財の中村家であり、建築構造は室町時代の日本建築の流れを汲むが、各部に独自手法が加えられた独特な平屋の住居建築である (図1.2(a))。

現存する建物は18世紀中頃に建てられたと伝えられている。当時の屋敷構えがそっくり残っている例は沖縄本島内ではきわめて珍しい。地方管理官のような役職にあった士族の屋敷であり、初期は茅葺貫屋であったらしいが、後に屋根が赤瓦で葺き替えられて現在に至っている。母屋は貫木屋の形式であり、そこに農家の形式である高倉、納屋、畜舎等が付随し、さらに王府からの役人の来訪時に宿舎として使われたと言われる別棟を持つ非常に珍しい形式である。いろいろな意味で沖縄の住居建築の特色をすべて備えている貴重な建築であることから、1956年には琉球政府から、さらに1972年の沖縄復帰の年には日本政府から重要文化財に指定されている。

2001年7月18日から22日まで、室内温湿度、外気温湿度、グローブ温度、放射温度計による表面温度、熱式微風速計による風速の測定を行っている。

3.2 B邸（セメント瓦屋）

うるま市に位置する住宅で、平面計画的にはA邸の母屋と同様の形式を持つ、終戦直後に建設された木造の擬似的赤瓦貫屋であり、琉球赤瓦がないためにセメント瓦で屋根を葺いた住宅である。基本的には木造だが、壁面と浴室、台所全体にコンクリートブロックが使用されている（図1.2(b)）。敷地内に井戸、畜舎があり、沖縄の伝統的な民家の形態を残した終戦直後の一般的な住宅である。

1995年8月31日から9月4日までの期間、T型熱電対による室内温度、外気温度、グローブ温度、また隣接する一階建てRC造物置屋上においてプロペラ型風速計による風向・風速、ネオ型全天日射計による日射量の測定を行っている。なお、RC造の物置も比較のため測定を行っている。

3.3 C邸（RC造外人住宅）

宜野湾市に位置するRC造一階建ての通称、外人住宅である（図1.2(c)）。1950年代に建てられ50年以上経過する現在も補修されながら使用されている。屋根スラブや外壁は単層のRC構造であり、内装材、外装材などはなく、壁表面の仕上げはペイントだけである。屋根スラブの下面に吹付け仕上げをただけの天井であり、屋根スラブ上面の防水もペイントだけである。玄関ポーチには花ブロックが使用されている。現在の沖縄における住宅の主流であるRC造住宅の原型である。

2006年6月29日から9月7日までの期間、自己記録型温湿度計による室内温度・湿度、外気温度・湿度の測定を行っている。

3.4 D邸（一般的RC造戸建住宅）

宜野湾市に位置するRC造二階建ての住宅である（図1.2(d)）。二階南側に一階部分の約半分の面積のベランダを持つ。RC造住宅は1960年代に入り沖縄の住宅の主流となり、現在も住宅の大半を占める。特徴的な仕様はなく、合板やクロス張りなどの内装

と、吹付け材の外装を持つ一般的な住宅である。本研究ではこの住宅を現在の沖縄における最も一般的なRC造住宅と位置付けている。

2001年7月22日から28日までと9月12日から19日までの期間、T型熱電対による室内温度、外気温度、表面温度、高分子型湿度計による室内湿度の測定を行っている。

3.5 E邸 (RC造ピロティ住宅)

西原町に位置する住宅で、RC造二階建てのピロティ建築である (図1.2(e))。一階部分に壁を持たず、二階の住居部分も窓・ドアによる開口部が多く開放的な設計となっている。本研究では、沖縄において現在多く見られるRC造ピロティ建築の代表的な住宅としての位置づけである。

1999年10月13日から19日までの期間、自己記録型温湿度計による室内温度・湿度、外気温度・湿度、グローブ温度、放射温度計による表面温度、熱式風速計による風速の測定を行っている。

3.6 F邸 (パッシブクーリング型RC造住宅)

浦添市に位置する住宅建設会社のモデルハウスである (図1.2(f))。二重壁体による通気層を持つRC造二階建て住宅で、同社敷地内に設置されている。二重壁の外壁が鉄筋コンクリートで、内壁は石膏ボード下地の上ビニールクロス仕上げであり、両者間の通気層の幅は約8cmである。外壁および内壁に手動で開閉できるアルミ製のガラリが各室に設けられており、通気層と屋外・室内の空気の流れを制御できる仕組みを持つ。一般的な通気層住宅とはやや異なり、外気の導入を居住者が適宜制御できる。

本研究では、通風の要素のパッシブクーリング手法を取り入れたF邸を、沖縄の住宅の変遷の一部と捉え、他の住宅と比較検討を行う。

1996年8月17日から20日までの期間と1997年7月31日から8月4日までの期間、T型熱電対による室内温度、外気温度、グローブ温度、表面温度、高分子型湿度計による室内湿度、屋外湿度、熱流計による壁体熱流、また屋上においてネオ型全天日射計による全天日射量、プロペラ型風速計による風向・風速の測定を行っている。

表 1.1 測定対象住宅における測定項目

		A邸	B邸	C邸	D邸	E邸	F邸
屋外	温度	○	○	○	○	○	○
	湿度	○				○	○
	全天日射量		○				○
	風向		○				○
	風速	○	○			○	○
	グローブ温度					○	○
室内	表面温度	○			○		○
	温度	○	○	○	○	○	○
	湿度	○		○	○	○	○
	気流速	○					○
	グローブ温度	○	○			○	○
表面温度	○			○	○	○	
壁体熱流							○

表1.2 測定対象住宅の概要

対象住宅	建物概要	建造年代	所在地	気象台からの位置	代表日	選出した測定点
A邸	木造軸組赤瓦葺	1720年頃	北中城村	東北東 14.0km	2001年7月21日	二番座
B邸	木造軸組セメント瓦葺	1950年代	うるま市	北東 25.2km	1995年9月1日	瓦屋二番座, RC造
C邸	初期RC造	1950年代	宜野湾市	北東 9.6km	2006年7月2日	室内
D邸	一般RC造	1980年代	宜野湾市	東北東 8.9km	2001年7月25日	一階居室, 一階寝室, 二階居室
E邸	ピロティ型RC造	1990年代	西原町	東北東 8.0km	1999年10月14日	ピロティ空間, 室内上部, 室内下部
F邸	省エネルギー型RC造	1990年代	浦添市	北東 7.1km	1996年8月20日	一階中央, 二階中央

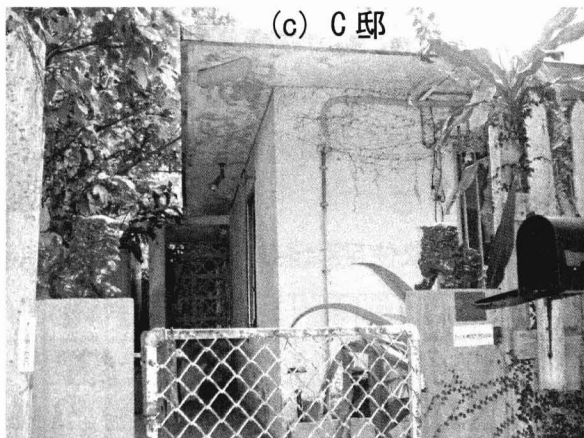
(a) A邸



(b) B邸



(c) C邸



(d) D邸



(e) E邸



(f) F邸



図1.2 測定対象住戸の外観写真

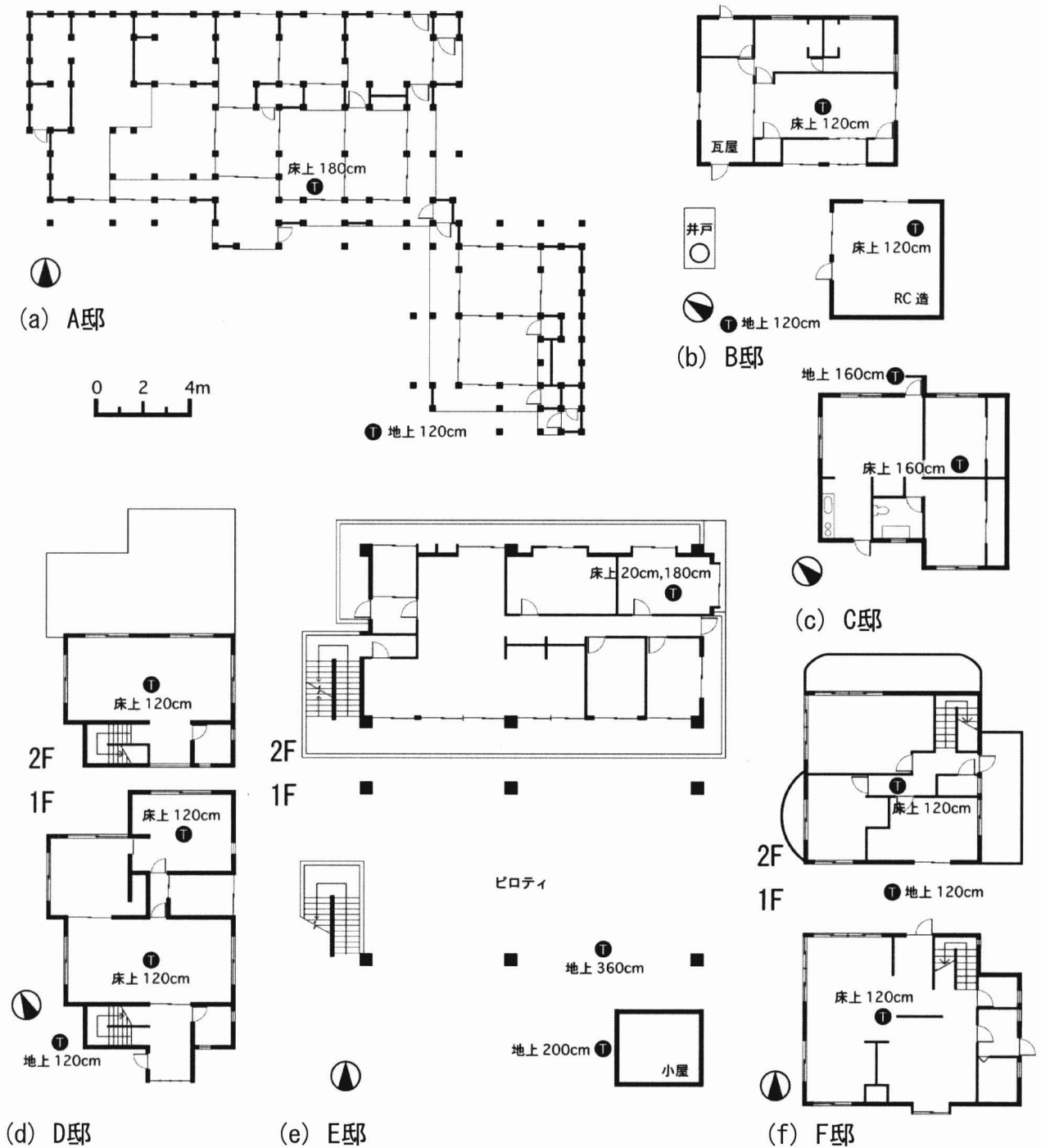


図1.3 測定対象住戸の平面図と代表的な室内外の測定点

4. 実測結果

4.1 各測定の様況

本研究において、測定開始時の建物の使用状態は通常の状態であり、通風や空調機の使用状態を測定に合わせて変更していない。また、熱容量の大きな住宅に関しては、

建造されてから十分な時間が経過しているため定常的に落ち着いた状態と捉えている。各測定において、気象状況の良好な1日のデータを取り上げ、測定点の中から外気温度と代表的な室内の測定点を選び熱環境の検証を行う。各測定での代表日と選出した測定点は表1.2に示した通りである。

4.1.1 A邸

母屋の中央に位置する二番座と呼ばれる部屋の中央の温度と外気温度の日変動を図1.4(a)に示す。13:00頃に0.1mmに満たない降雨があり、それに伴う外気温度の低下が見られる。朝8:00から夕方18:00頃までの時間帯において、室内温度は外気温度の変動に敏感に反応し、ほぼ同時に振幅の向きを変えている。外気温度が低い早朝と夜間では、室内温度は緩やかに低下している。

4.1.2 B邸

対象建物の瓦屋の二番座の室内温度と隣接するRC造の物置の室内温度、外気温度の日変動を図1.4(b)に示す。朝の温度上昇は瓦屋、RC造共に外気温度より約2時間遅い。この時刻から15:00頃までの時間帯において、どちらの室内温度も外気温度より低い値で上昇を続ける。外気温度が13:00頃にピークに達するのに対し、瓦屋では16:00頃、RC造では17:00頃にピークに達する。

4.1.3 C邸

C邸の外気温度と室内温度の日変動を図1.4(c)に示す。6:00頃から外気温度が最大となる15:00頃までの時間帯において外気温度と室内温度は比較的近い値で推移する。室内温度はピークに達する19:00頃まで一気に上昇し、すぐに下降を始める。ほとんど変動しないのは上昇の始まる前の2時間程度である。

4.1.4 D邸

一階の南側に位置する寝室と中央に位置する居室、二階の居室、外気温度の日変動を図1.4(d)に示す。一階居室の変動幅が他の2室に比べて極端に小さい。一階居室は南面する窓がなく日射の影響を受けにくいいため、室内温度が上昇しにくいと考えられる。これに対して、南側に窓を持つ一階寝室と二階居室は日射の影響が大きく、2室とも同様の変動を見せている。また、この2室はピークに達した後すぐに下降せず、一階寝室は約2時間、二階居室は約4.5時間最大値付近の値を維持した後に下降を始めている。二階居室は朝6:00頃の約1時間を除き常に他より高い値を示している。

4.1.5 E邸

室内の床面より20cmと180cmの点と外気温度、ピロティ空間の温度をまとめた日変動を図1.4(e)に示す。外気温度は物置小屋軒下、地上200cmの点で測定を行ったが、亜鉛鉄板製の庇からの輻射の影響を受けてかなり高い値を示している。一方、年間を

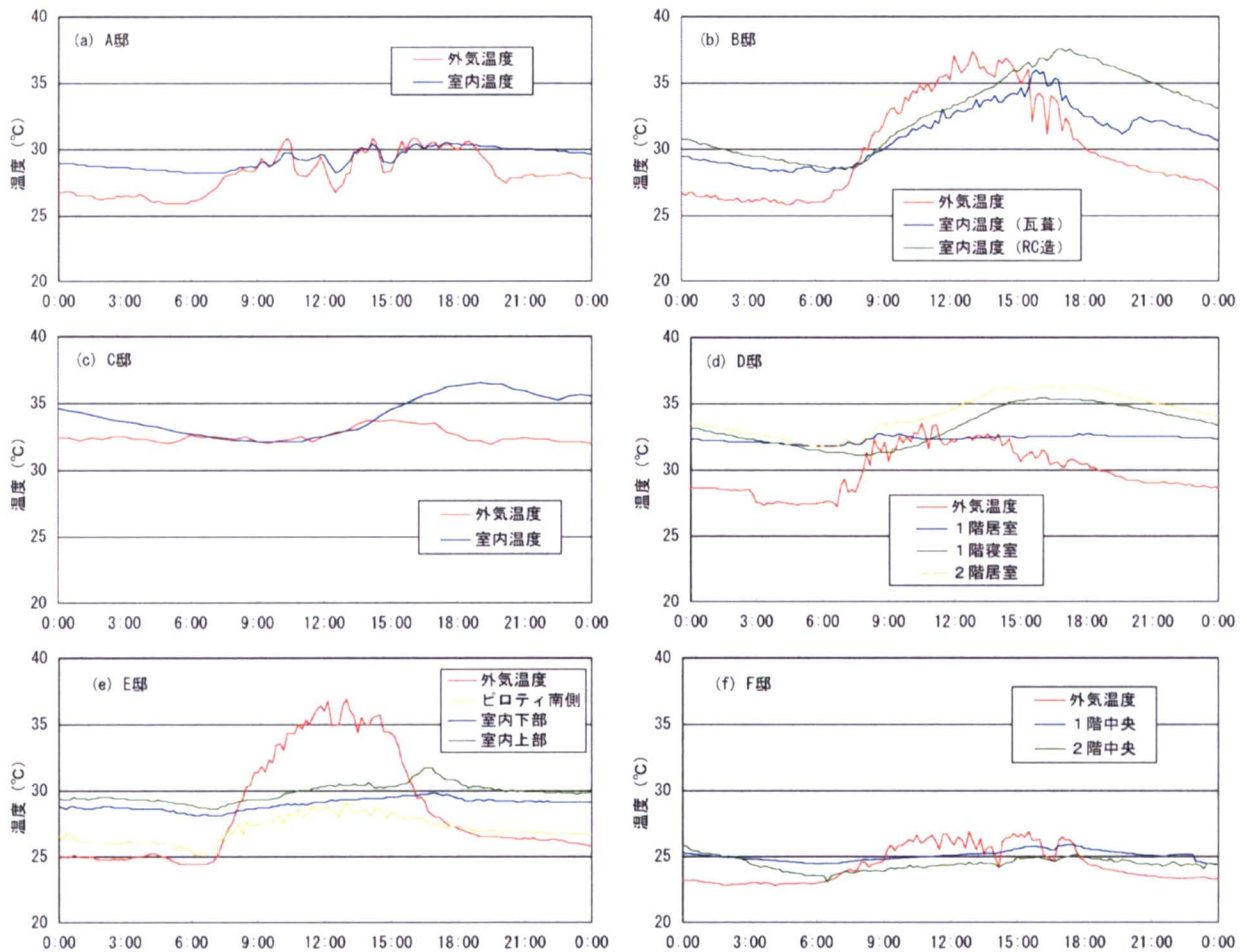


図1.4 各測定住戸の実測結果（室内外の温度の日変動を中心として）

通して常に日陰となるピロティ空間内の地上360cm、2階床スラブから10cm下の点では温度があまり上昇せず、外気温度との最大温度差は約8℃である。8:30頃から16:00頃の時間帯において、すべての測定点の温度が外気温度よりも低い値で変動している。温度上昇のピークがピロティ空間と外気温度では13:00頃であるのに対し、室内の2点は17:00頃である。半屋外空間であるピロティ空間の温度は外気温度の変動に概ね追随した変動を示す。室内温度の2点は常に下部より上部が高い値を示している。室内温度の変動幅は一日を通して3℃未満であり、下部では2℃未満である。

4.1.6 F邸

外気温度、一階中央、二階中央の温度の日変動を図1.4(f)に示す。外気温度が他の測定より低めであるのは降雨の影響を受けているためと思われる。また、測定点が北側に位置しており植栽の影響を受けている可能性も考えられる。外気温度の変動に対して室内温度の変動は緩やかだが、外気温度に対する室内温度の反応は比較的早い。室内温度に関して、深夜を除く殆どの時間帯において一階より二階の方が高い値を示

している。B邸、C邸、D邸、E邸のRC造住宅で見られるような外気温度と室内温度の変動の時間差がF邸ではあまり見られない。通気層の排熱効果が壁体から室内への放熱を軽減しているためと思われる。

4.2 実測結果のまとめ

A邸、C邸、D邸において、室内温度が一日中外気温度と同等か高い状態であることがわかる。また、ほぼ全ての住宅において、夜間の外気温度の低下に対する室内温度の低下が小さい。これは渡辺らの夏季蒸暑地における戸建住宅の自然状態での測定¹⁾と同じ傾向である。しかしB邸、E邸、F邸では、日中の室内温度が外気温度よりも低いのが明確である。

5. 温度差による熱環境の評価

室内熱環境の評価において、最重要要素は温度であると考えられる。また、住宅の防暑性能を考える上で内外温度差は最も重要で明快な指標である。実測で得られた外気温度が建物周辺の外気温度を代表すると考え、これらの実測調査の結果をもとに建物の内外温度差による住宅の室内熱環境の評価を行う。

各測定対象住宅の実測調査から得られたデータによる室内と屋外の温度差（室内温度－外気温度）の最小値、最大値、平均値を図1.5、外気温度や室内温度への影響が大きいと考えられる全天日射量と温度差、風速と温度差をそれぞれ図1.6、図1.7に示す。日射量、風速の測定がない住宅においては気象台のデータを用いた。温度差の最大値や平均値が小さいほど一般的に言われる「熱のこもらない」住宅であると言える。最小値に負の値が見られるが、これは室内温度が外気温度よりも低い場合の最大値ということになる。

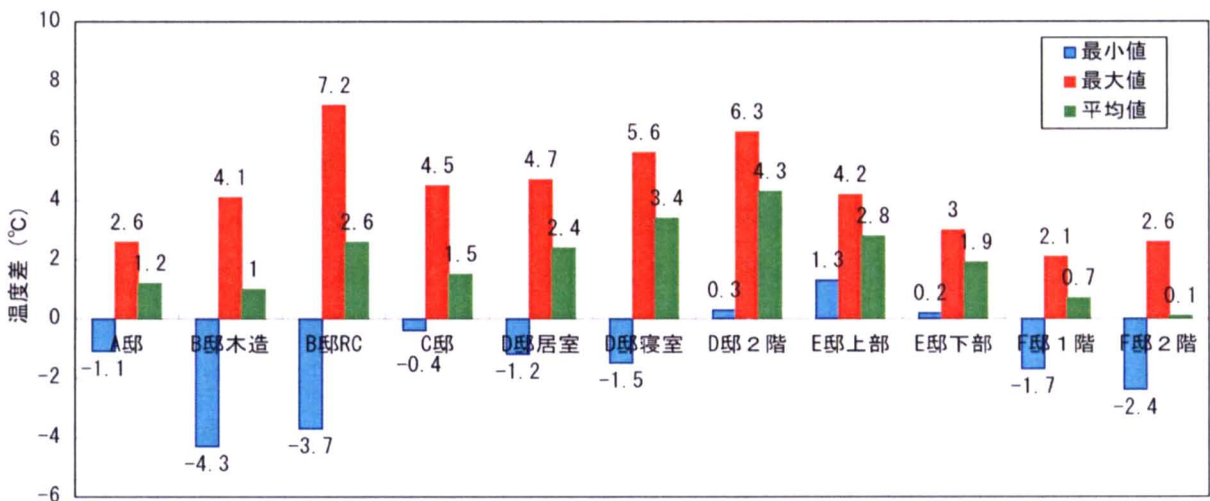


図1.5 各測定住戸における室内空気温から外気温を引いた温度差

温度差が大きく現れるのは、外気温度と室内温度の変動に時間差が生じる場合が多い。住宅の材料は一般的に木材とコンクリートがその大部分を占めることになるので、熱容量の大きいコンクリート造の住宅にその傾向が強くなる。本研究においてもB邸RC造、C邸、D邸、E邸において顕著に表れている。

図1.5において、B邸RC造を除き左から右へと住居形式が変化して来たことになり、使用される材料は木材からコンクリートへと変化している。温度差という観点から建物の熱的性能を評価すれば、一般的なRC造であるD邸までは住宅の熱的性能は悪くなっている。しかし、ピロティ建築やパッシブクーリングの手法を取り入れた住宅が出てきたことにより熱的性能は向上して来たと言える。

図1.6、図1.7において、全天日射量と温度差、風速と温度差の相関はあまり見られない。日射量と風速が屋外と室内の温度差に及ぼす影響は小さく、建物自体がその要因であることがわかる。

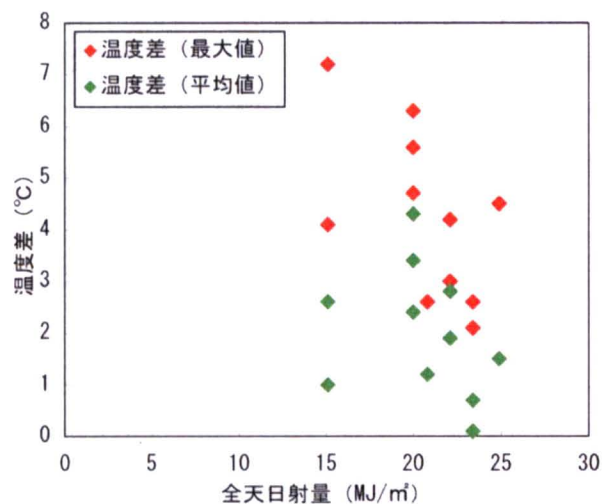


図1.6 全天日射量と温度差の相関

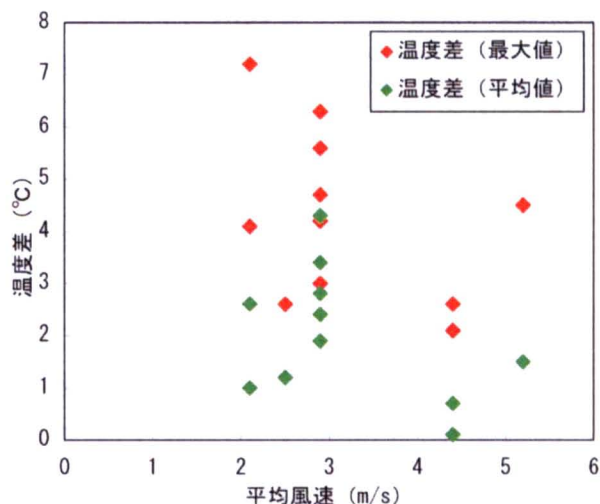


図1.7 平均風速と温度差の相関

6. まとめ

本研究では沖縄の住居形態の変遷を追い、歴史的建造物や代表的な形態の住宅において熱環境の実測調査を行い、その熱的性能の変遷を調べるため、室内と屋外の温度差という観点から各住宅の熱環境の評価を行った。完全に開放的であった昔の木造住宅では室内温度と外気温度の差が小さかったが、それがRC造に移ると悪化し、最近になってパッシブクーリング化されて、昔の木造に近づいていることが明確に示された。健康的で省エネルギーな住宅作りを目指す上で、これまでの住宅の熱環境を評価することは重要であり、その基礎データの構築となった。

沖縄における住居形態は建築材料の不足や様々な要因により、快適性を追求して発

展して来たわけではなく、現在の主流であるRC造住宅も耐風恒久建築として導入されたものであり、蒸暑への対策ではない。しかし、ピロティ建築やパッシブクーリングシステム等、RC造での熱的快適性の追求が行われ始めていることも事実である。亜熱帯蒸暑地域である沖縄においては、十分とは言えないまでも、高断熱高気密でない開放的なパッシブクーリング手法である程度の効果を示している。今後もこの方針で省エネルギーと快適性を追求することは有効である。

第1章の参考文献

- 1) 渡辺康徳，渡辺俊行，龍有二，赤司泰義，川上司：夏期蒸暑地における断熱気密住宅の室内熱環境に関する調査研究，日本建築学会計画系論文集第495号，pp. 21-92，1997. 5
- 2) 高瀬秀芳，渡辺俊行，尾崎明仁：季節蒸暑地地域における断熱気密住宅の熱環境性能，日本建築学会計画系論文集第572号，pp. 9-16，2003. 10
- 3) 赤坂裕，黒木荘一郎，小原聡司：奄美大島の木造戸建て住宅の夏季及び冬季の温熱環境実測調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 1043-1044，1992. 8
- 4) 浦野良美，渡辺俊行，龍有二ほか：蒸暑地における付設地下室住宅の涼房効果，日本建築学会九州支部研究報告第31号・2，pp. 141-152，1989. 3
- 5) 石原修ほか：パッシブエアサイクル住宅の温熱環境に関する実験的研究，日本建築学会中国・九州支部研究報告第8号・2，pp. 249-252，1990. 3
- 6) 赤坂裕，黒木荘一郎，小原聡司，曾我和弘：ファームコアパネル棟を主とする4棟の試験棟のパッシブ下における温熱居住環境の実測 蒸暑地域の住宅の温熱環境に関する調査研究 その1，日本建築学会計画系論文集第497号，pp. 15-22，1997. 7
- 7) 浦野良美，渡辺俊行，林徹夫，内山明彦：九州北部に残る伝統的民家の熱環境に関する調査研究，日本建築学会計画系論文報告集第371号，pp. 27-37，1987. 1
- 8) 大塚信哉，山口水城，後藤剛史，古川修文，出口清考：沖縄における伝統的民家と戦後のRC造住宅との住居環境に関する研究（その1）研究概要と調査家屋，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 101-102，1987. 10
- 9) 古川修文，山口水城，出口清考，大塚信哉，後藤剛史：沖縄における伝統的民家と戦後のRC造住宅との住居環境に関する研究（その2）夏期温熱環境の計測，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 31-32，1987. 10
- 10) 福島駿介，小倉暢之，山里将樹：沖縄における木工系技術およびその継承に関する研究 その1 木造家屋の系譜，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 139-140，1985. 10

- 11) 中島親寛，池田孝之，小倉暢之：戦後の沖縄における沖縄住宅公社による米軍住宅建設プロセスと計画管理に関する研究，日本建築学会計画系論文集第566号，pp. 105-111，2003. 4
- 12) 貫井光男：沖縄県における空洞ブロック使用材料の歴史的変遷，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 983-984，1997. 9
- 13) 小倉暢之：沖縄の外人住宅に関する研究，第一住宅建設協会調査研究報告書，1992
- 14) 与儀清春，萩原正三：沖縄住宅公社外人住宅における住まい方の変化，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 137-138，1997. 9
- 15) 田上健一，小倉暢之，福島駿介：住要求及び居住実態からみたピロティー型戸建住宅の空間特性，日本建築学会計画系論文集第522号，pp. 147-153，1999. 8
- 16) 沖縄県の住宅事情，沖縄県，1995
- 17) 沖縄大百科事典，沖縄タイムス社，1983. 5

