

南西諸島の住宅の温熱環境に関する調査研究

第二報 沖永良部島および奄美大島の住宅の温熱環境実測調査

黒木 莊一郎・赤坂 裕・岩下 剛
小原 聡司・山中 博志
(受理 平成 7 年 5 月 31 日)

A Field Study on the Thermal Environment of Dwellings in Nansei Islands Part 2. Field Measurement on Thermal Environment at Detached Dwellings in Okierabu and Amami Island

Soichiro KUROKI, Hiroshi AKASAKA, Go IWASHITA,
Satoshi OHARA and Hiroshi YAMANAKA

Thermal environments of two RC (reinforced concrete) houses and a traditional wooden house in Okierabu island (27° 26' N, 128° 42' E) and those of three wooden houses having different roof insulation in Amami island (28° 23' N, 129° 30' E) have been researched. It was certified that the suitable house in this warm and humid region must be developed in consideration of insulation, sun-shading, cross ventilation and night ventilation when the openings are closed.

1. 緒 言

鹿児島県は南西諸島をいれると南北約600kmにおよぶ広さを有しており、それに応じて気候特性も大きく異なっている。第一報¹⁾では奄美大島および喜界島の住宅を対象として夏季および冬季の温熱環境について報告した。奄美大島では鹿児島県住宅供給公社の協力により、2棟の新築住宅を提供して頂き、1棟は標準仕様、他棟は屋根・周壁断熱を取り入れた断熱仕様として、屋根断熱と日射遮蔽効果に関して調査を行った。また、喜界島では公営住宅の木造とRC造の2棟について、棟換気・屋根断熱・床下冷気導入の効果の比較実測を行った。これと同時に各島の伝統的な民家についても調査を行い、その温熱居住環境の実態を検討してきた。

今回、さらに南方に位置する沖永良部島の和泊町(27° 26' N, 128° 42' E)の2棟の鉄筋コンクリート造戸建て住宅と伝統的な民家を対象とした同様の調査を行った。また、奄美大島の名瀬市(28° 23' N, 129° 30' E)

の屋根・天井断熱仕様の異なる住宅3棟の測定も行い、その影響を比較検討したので報告する。調査対象とした島と測定場所の位置を図-1に示す。

2. 沖永良部島の住宅の温熱環境に関する実測調査

2. 1 沖永良部島の調査対象住宅の概要

調査した住宅の内、和泊町のRC造教員用住宅の新・旧2棟と伝統的な民家1棟について温熱環境を比較する。住宅仕様の概要は下記の通りである。図-2～図-4に各棟の平面図・断面図を示す。また写真1～4に住宅外観と新RC棟の小室裏内部を示す。

○ 新RC棟(和泊町皆川, RC造平屋)

勾配屋根スラブ(@120+モルタル@30, 切妻)には発泡ポリスチレン25mmが打込んであり、天井断熱は無い。パッシブクーリング手法として、押入下部の換気ガラリ(高さ115mm, 無双窓仕様)から床下冷気を室内に導入し、室内→天井換気レジスター(150×200)→小屋根→妻換気口及び軒下通気管の経

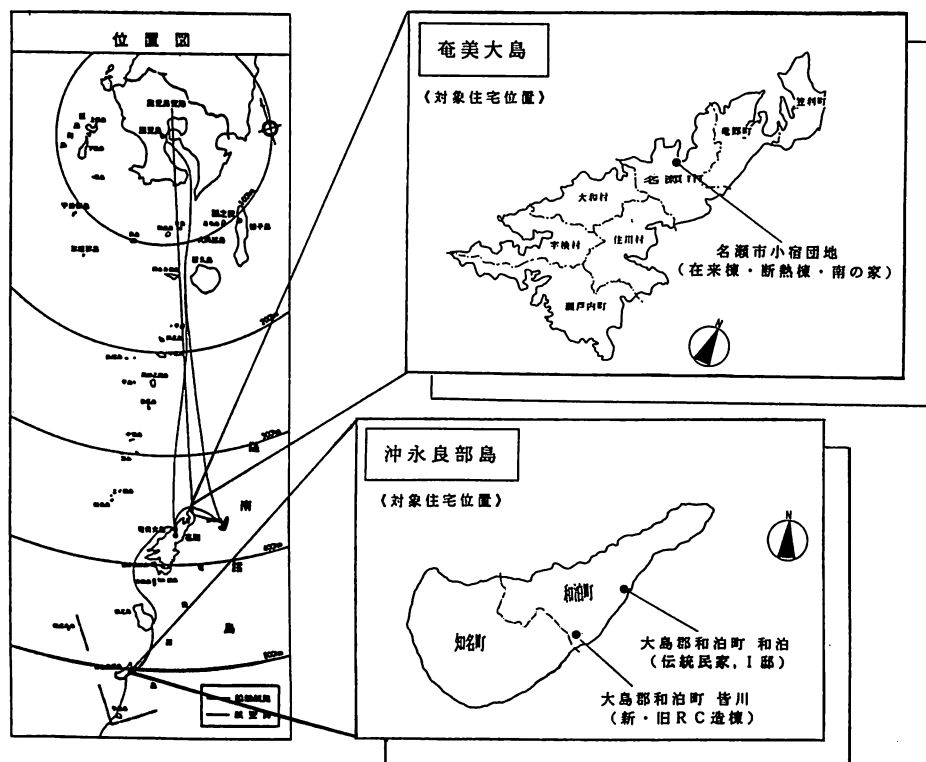


図-1 沖永良部と奄美大島の位置図

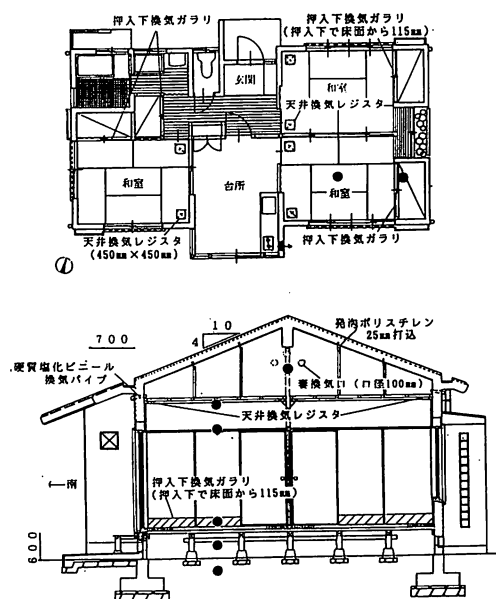


図-2 新RC造棟平面図・断面図

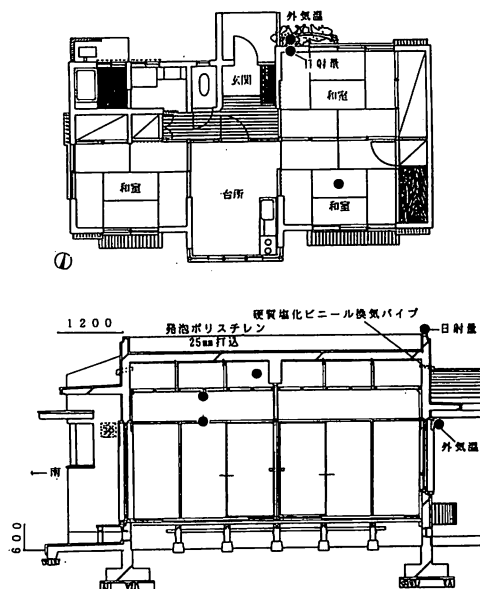


図-3 旧RC造棟平面図・断面図

路で換気を考慮している（図-2 参照）。南側の軒の出は700mm、床高は600mmである。

居住条件は開口部を就寝時に閉め、測定室（和室）にはエアコンが設置されている。なお、押入下換気ガラリは害虫等の進入に対する不安感があるということなどで全日閉じられていた。

○ 旧 RC 棟（和泊町皆川，RC 造平屋）

本棟は新 RC 棟の南側に約10m離れて位置してい

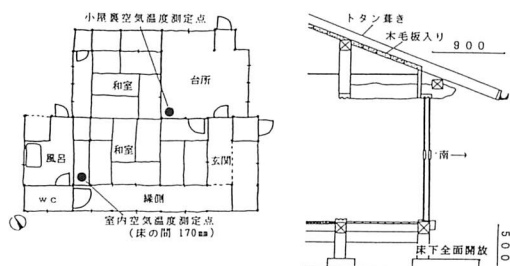


図-4 I 別邸平面図・断面図

る。屋根スラブは平坦であり、発泡ポリスチレン25mmを屋根断熱として打込んでいる。小屋裏通気には通気管を使用している。南側の軒の出は1200mm、床高700mmである。居住条件は昼間不在のため閉めきられがちであり、測定室（和室）にエアコンは無い。

○ I 別邸（和泊町和泊，木造平屋，築50年）

田の字型間取りの気密性の低い伝統民家である。屋根はトタン葺きであり、日射遮熱対策として木毛セメント板を裏打ちしているのが特徴である。床下は全面開放であり、敷地周囲にはガジュマル・ふく木等の高木が植栽され防風林となっている。

2.2 測定方法

測定点の位置を図-2～図-4 に●印で示す。データ収録には、新・旧 RC 棟では30ch データロガー（サーモダック E，江藤電気）を使用した。センサーは温度：0.3mmφ T 熱電対，日射量：シリコン光電池（LI-200 S，LI-COR）を用いた。I 別邸では自記温湿度計を2台使用し、アスマン通風乾湿計で校正を行った。外気温は通気を考慮したアルミ箔製カバーで覆った熱電対を旧 RC 棟北側窓の庇下に設置した。日射量は旧 RC 棟パラペット頂部で計測した。

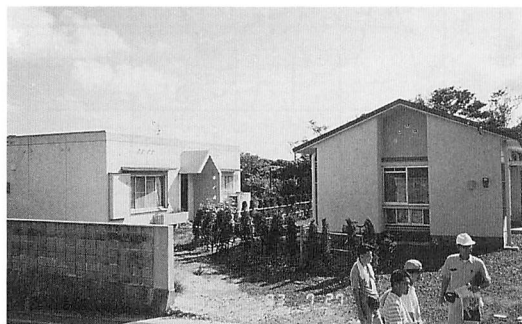


写真1 教員住宅 外観

新教員住宅と旧教員住宅は、約10mの間隔で隣接している。

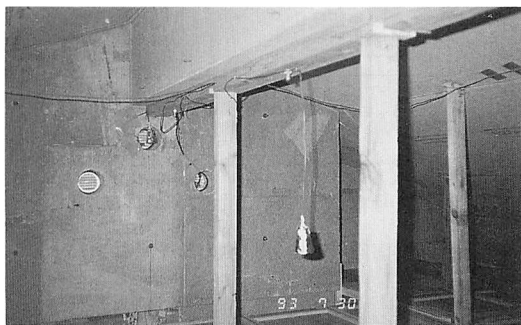


写真3 新教員住宅 小屋裏（妻壁方向）
妻換気口（φ100mmが3個）が見える。

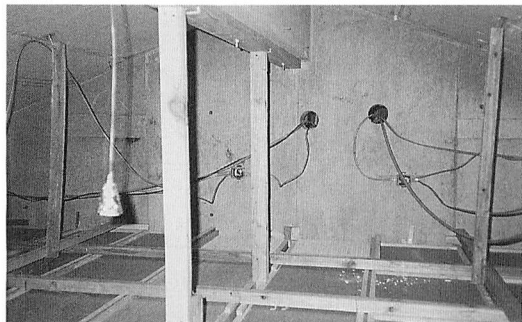


写真2 新教員住宅 小屋裏内界壁

かなり広い小屋裏である。しかし、壁式構造のため東西を2分する形で界壁がある。界壁の通気孔2個と天井面に換気レジスタが見える。

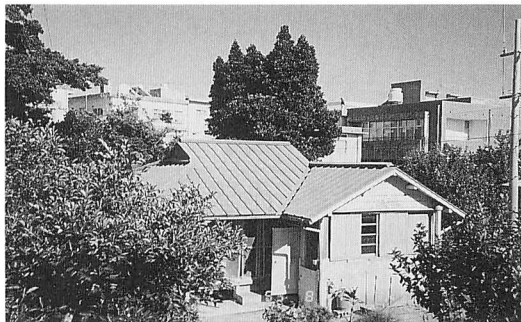


写真4 I 別邸 外観

測定は新・旧RC造住宅では居住状態、伝統的民家では非居住状態（管理人が日中窓を開ける）で行った。窓の開閉・エアコンの使用時間帯を調査用紙に記入してもらい考察の参考とした。

2. 3 沖永良部島での測定結果と考察

2. 3. 1 南側居室空気温度の比較

夏季実測期間のうち8月3日から6日の4日間の測定結果を図-5と図-7に示す。図-5の日射量から8月4日は曇天日であり、前線の通過による外気温の急激な変化（約5℃低下）が認められる。他の3日間は晴天日である。

3棟の居室空気温度の比較を図-5に示す。新RC棟の室温の急激な変化はエアコン使用のためである。旧棟の測定室はほとんど使用されず全日閉めきった状態に近い。新RC棟では8月5日の午後以降不在の

ため開口部は全日閉めきられていた。晴天日におけるRC両棟の室温の最大値は外気温程度までしか上昇していない。新棟では8月5日の午前中までは、日中窓を開放し通風しているため、旧棟より若干低い温度を示している。両RC棟の午前中の室温上昇は急激であり、軒・庇の出が小さいため、日射遮蔽効果が少ないものと考えられる。I邸では日中のみ通風を行っているため、新棟と同程度の値を示している。夜間は閉めきっており外気温より約3℃高くなっているが、RC棟より最大で2℃程度しか低くなっていない。RC棟は熱容量が大きく夜間になっても温度低下の速度は遅い。従って、開口部閉鎖時の夜間排熱促進の必要性が

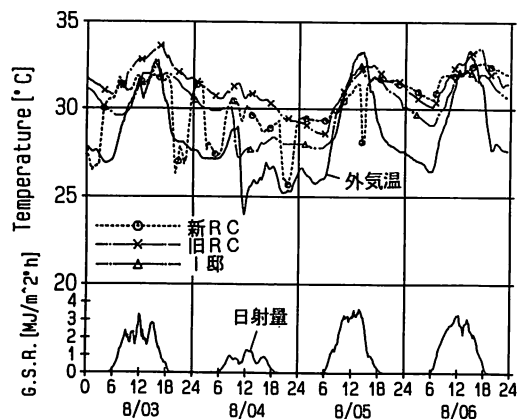


図-5 南側居室空気温度の比較（夏季）

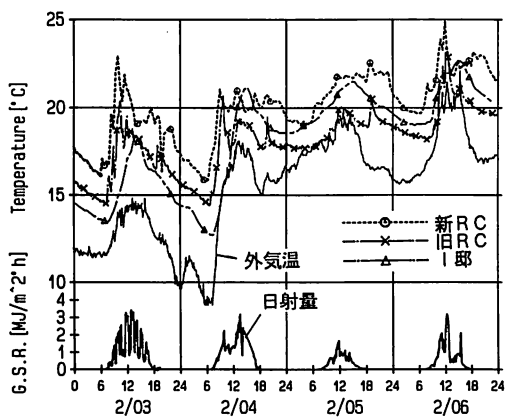


図-6 南側居室空気温度の比較（冬季）

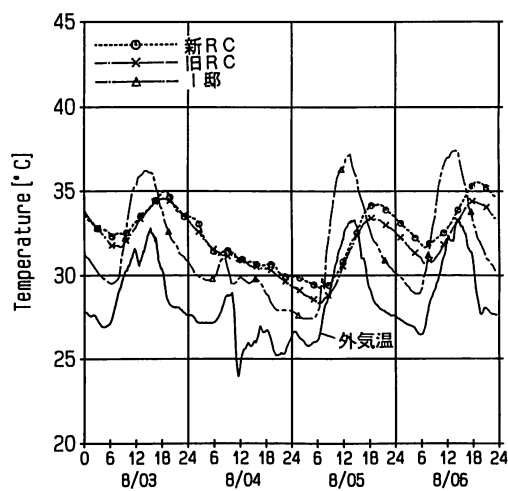


図-7 小屋裏空気温度の比較（夏季）

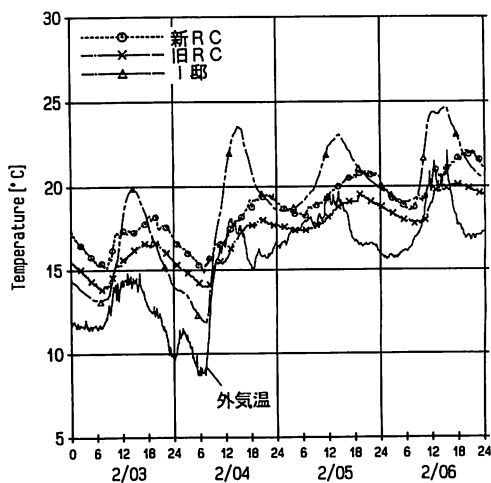


図-8 小屋裏空気温度の比較（冬季）

指摘できる。

冬季の最も寒かった期間（2月3日～6日）の南側居室空気温度の比較を図-6に示す。日射量より2月3・4日はほぼ晴天日であり、2月5・6日は曇天日であることが推定できる。RC棟2棟における急激な温度変化は暖房の使用によるのである。旧RC棟は日中不在でありカーテンも閉め切った状態であった。

2月3日から2月4日の朝方にかけては外気温は10℃をきり、年に数回のかかなり寒い気象条件となった。朝方の放射冷却も強いと推定され、1邸の室温は旧RC棟より2℃程度低くなっている。後半の曇天日ではその影響も少なく室温は旧RC棟より高くなっている。従って、放射冷却緩和効果としての屋根断熱の強化が必要と思われる。

新RC棟は全日居住者が生活しており、暖房使用による急激な温度変化はあるものの、傾向としては日中の日射熱取得の効果で他棟より高い温度で推移している。

2. 3. 2 小屋裏中央空気温度の比較

図-7に夏季の小屋裏中央空気温度の比較を示す。RC棟では8月3・5日の明け方に旧棟が1℃程度低くなっている。しかし、その他はほぼ等しいが、新棟の居住者が不在になる8月5日の午後以降は新棟が約1℃高い状態となる。これは、新棟では押入下換気ガラリが閉じられたままになっていること、また小屋裏内に東西を2分する界壁が屋根スラブまで立ち上がっていることにより（写真-2・3参照）、小屋裏の換気が十分行われなため、熱のこもりの傾向が生じていると思われる。I邸では外界気象条件の影響を大きく受けている。しかし、第一報で報告した喜界島のトタン屋根の伝統的住宅では50℃程度まで小屋裏温度が上昇しているのに比較すると、木毛セメント板による日射遮熱効果は大きく現れている。

冬季の小屋裏空気温度の比較を図-8に示す。RC棟では、測定期間を通して新棟の方が旧棟に比べ1℃程高く推移している。日射のある時間帯において、I邸の方が両RC造棟に比べ約2～5℃程高く屋根断熱の仕様の違いが表れている。2月3・4日朝方の放射冷却の影響でRC両棟より低くなっているが、他はRC棟より高い傾向があり、住宅回りのガジュマル・ふく木等による防風林による保温効果も無視できないように思われる。

2. 3. 3 新RC造の床下温度の比較

図-9は新RC棟の夏季における床下内各部位の温

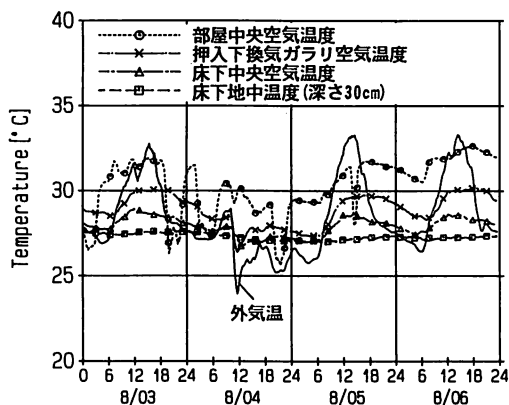


図-9 新RC棟床下温度の比較

度を比較している。床下地中温度は約27℃で全日一定であった。床下空気温度は室温より2℃以上低く、エアコン使用時を除いて、全日を通しての床下冷気導入の有効性がうかがえる。

3. 奄美大島の住宅の温熱環境に関する実測調査

第一報で調査した在来棟と断熱棟に鹿児島県住宅供給公社が開発した「南の家」仕様の住宅を加え、主に屋根断熱仕様の影響に着目して調査を行った。

3. 1 奄美大島の調査対象住宅の概要

調査対象とした3棟の2階建て住宅は名瀬市近郊の小宿住宅団地に1991～2年に新築されたものである。図-10～12に各棟の2階平面図を、図-13に屋根部分の断面詳細を示す。以下に各棟の特徴を述べる。

○ 在来棟（名瀬市小宿、木造2階建）

鹿児島県住宅供給公社の標準仕様の住宅であり、寄せ棟（石綿セメント板）の木造在来軸組構法、外壁無断熱、2階天井有断熱（グラスウール50mm）である。

○ 断熱棟（名瀬市小宿、木造2階建）

在来棟標準仕様に対し、全外壁に断熱材（グラスウール50mm）が充填され、屋根断熱が強化（発泡ポリスチレン100mm、天井無断熱）されている。

○ 「南の家」棟（名瀬市小宿、木造2階建）

鹿児島県の南方型住宅として、企画分譲されたものである。在来棟標準仕様に対し、西側外壁のみ断熱材（グラスウール50mm）が充填され、屋根断熱（発泡ポリスチレン50mm）と天井断熱（グラスウール50mm）を併用した仕様となっている。

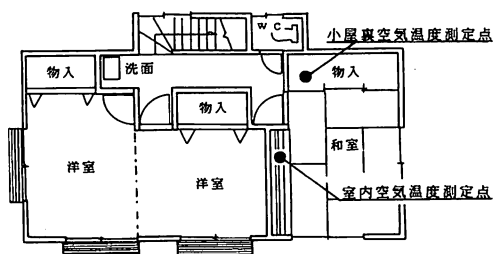


図-10 在来棟2階平面図

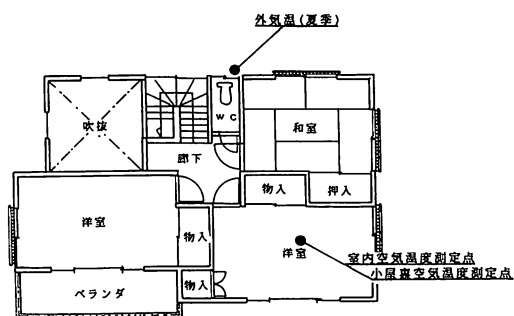


図-11 断熱棟2階平面図

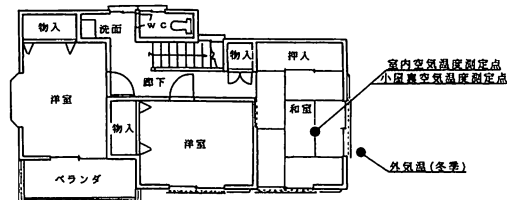


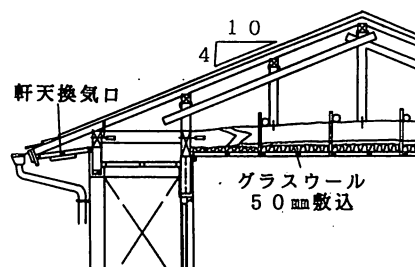
図-12 「南の家」棟2階平面図

小屋裏通気に3棟とも軒天換気口を設置しているが、「南の家」はアルミ製の棟換気口(1800mm長×2)を追加し小屋裏換気の促進を図っているのが特徴である。

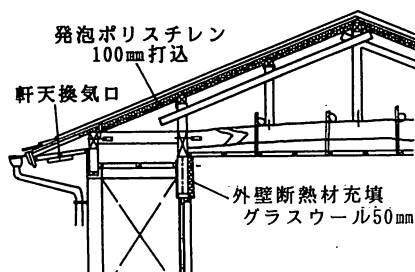
3.2 測定方法

測定装置は断熱棟・南の家棟では6chポータブル温度計(2423, 横河)を各棟に設置し, 0.3mmφT熱電対を使用した。在来棟では自記温湿度計を2階南側居室と小屋裏に設置した。測定点位置は図-10~12中の●印で示す。また, 冬季測定は在来棟と南の家の2棟のみで断熱棟は行っていない。外気温は断熱棟(夏季)・南の家(冬季)の2階北側窓外で計測した。日射量データは名瀬市街地内の名瀬測候所(対象住宅より北西3.5kmに位置)より後日入手した。

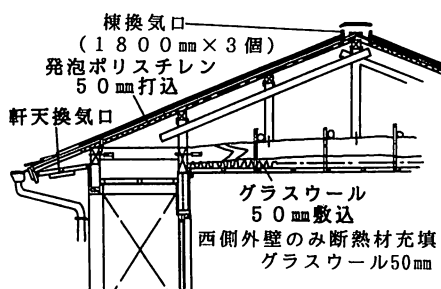
測定は各棟とも居住状態で行った。夏季測定では窓



在来棟



断熱棟



南の家

図-13 屋根部分の断熱仕様

の開閉・エアコンの使用時間帯等を調査用紙に記入してもらい考察の参考とした。

3.3 奄美大島での測定結果と考察

3.3.1 2階居室空気温度の比較

夏季実測期間(8月2日~5日)の測定結果を図-14に示す。同図の日射量から8月3・4日は曇天日であり, 他は晴天日であった。なお, 外気温設置位置(2階北側軒下)に午前中日射が直射するため, 急激な温度上昇が記録されていた。2階南側居室空気温度は, 3棟とも東側に窓を有しており, 晴天日の午前中に日射を受け温度上昇が大きい。東面の日射遮蔽も重要であることがわかる。

8月2日の窓の開閉状況は, 断熱棟: 9:00~18:00開, 在来棟・南の家: 14:00~20:00開である。この

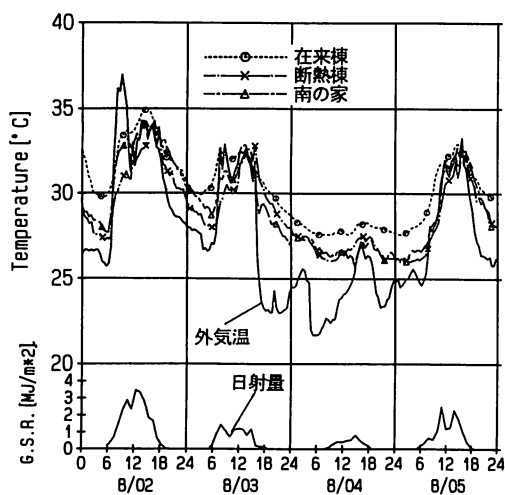


図-14 2階南側居室空気温度（夏季）

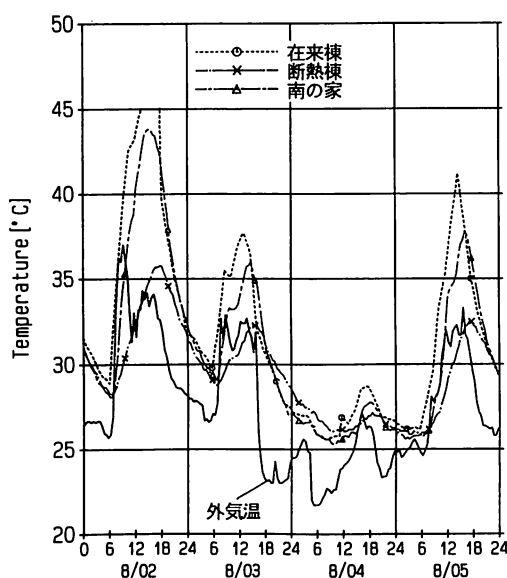


図-16 小屋裏空気温度の比較（夏季）

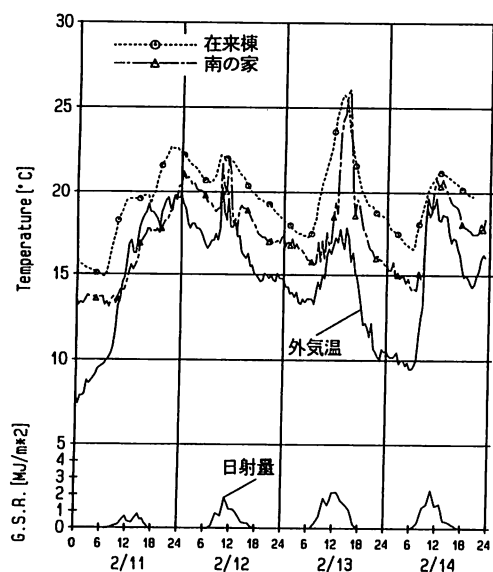


図-15 2階南側居室空気温度（冬季）

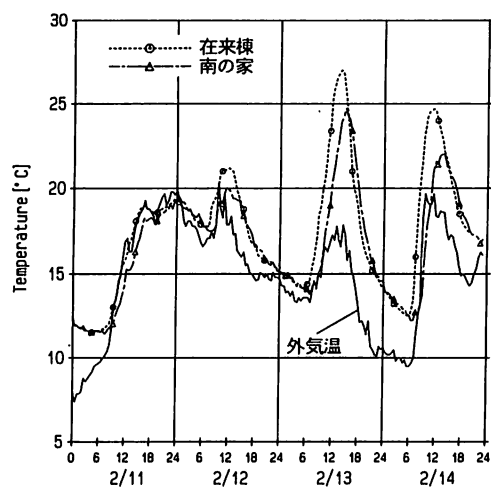


図-17 小屋裏空気温度の比較（冬季）

通風条件の違いにより午前中の温度上昇の差異が現れており、断熱棟の上昇の程度は小さい。夜間も断熱棟が他の棟を下回っている。夜間や曇天日の密閉状態では断熱棟・南の家は約2℃近く在来棟より低い。心配された断熱棟の熱のこもりはみられない。

冬季の最も寒かった、曇りから晴れの期間（2月11日～14日）の2階居室空気温度の比較を図-15に示す。日射のある時間帯を除くと南の家は在来棟より2～3℃低く推移している。南の家の早朝の最低温度は外気

温より3～5℃高い。

3. 3. 2 小屋裏空気温度の比較

夏季測定期間の小屋裏空気温度の比較を図-16に示す。在来棟に設置した自記温湿度計の測定温度範囲は45℃が上限であり、8月2日のピーク温度は上限を越え不明である。8月3・4日のように屋根断熱仕様に対応した日中の温度変化が出現している。断熱棟の午前中の温度上昇は外気温以下であり、屋根断熱強化の効果が現れており、最高でも外気温もしくは数度高い

程度までに温度上昇が抑えられている。南の家では垂木間に断熱材（発泡ポリスチレン50mm）を取り付けているため、施工精度による隙間も生じ易く、断熱効果の低下が生じ温度上昇が大きい。今後改善する必要があると思われる。夜間は3棟とも同程度の温度まで低下している。

冬季の小屋裏空気温度の比較を図-17に示す。曇天日には両棟とも外気温とほぼ同じ温度で変化している。晴天日は全日夏季の温度変化と同じ傾向を示している。晴天日の明け方の温度低下はほぼ同じであり、「南の家」の屋根断熱による保温効果は棟換気口による放熱と相殺されているようである。従って、天井断熱の併用は必要であるといえる。

4. 結 語

居住状態で測定を行ったため、居住条件の相違により3棟の室内温熱環境の相互比較は困難であったが、今回の調査の結果はパッシブ手法を中心にして以下のようにまとめられる。

- ① 屋根断熱強化は夏季の日射遮熱と冬季の放射冷却緩和に対して効果は大きい。工法などを考慮すると発泡ポリスチレン100mm厚相当の断熱性能が必要である。
- ② 夏季の太陽高度の低い朝夕の日射遮蔽も重要であり、東壁面・西壁面に対する工夫が必要である。
- ③ RC造住宅では夏季の蓄熱による熱気のこもりの影響が大きいので、夜間の排熱促進や床下冷熱の利用を考慮する必要がある。

- ④ 木造断熱棟の夏季の熱のこもりはみられなかった。
- ⑤ 冬季の温熱環境に対して周壁の断熱強化が効果的であるのは言うまでもないが、今回の調査地域のように季節風が強い地域では住宅回りの防風林によるある種の保温効果も無視できないと思われる。
- ⑥ 南の家は屋根断熱の納まりを改良する必要がある、屋根断熱・小屋裏通気・天井断熱の併用により、温熱環境の改善が期待できる。

夏季蒸暑度の高い地域では冷房使用の必要性は元来高い。しかし、周壁の断熱化・日射遮蔽・通風・夜間排熱（換気）・地中冷熱利用などパッシブ手法を活用し、一年を通してバランスのとれた温熱環境を形成する住宅を開発していく必要があると言える。

謝辞：本調査に協力いただいた鹿児島県住宅供給公社、和泊町教育委員会、武田建築設計事務所、和田建設、松元建設および調査対象住宅の皆様へ深く感謝します。本研究の一部は(財)日本住宅総合センターの助成により行われた。また実測調査およびデータ整理にあたり、湯田 茂技官、院生の遊喜純子さん、平成5年度卒論生大神 陽・後藤秀一君らの労は大きく末尾ながら謝意を表します。

参考文献

- 1) 黒木、赤坂、小原、二宮：南西諸島の住宅の温熱環境に関する調査研究、第一報 奄美大島および喜界島の住宅の温熱環境実測調査、鹿児島大学工学部研究報告第36号、pp.155-171、平成6年9月