

中部日本の山間部における伝統的住宅の室内気候調節と立地集落の微気候

INDOOR CLIMATE CONTROL OF TRADITIONAL HOUSES AND ITS RELATED OUTDOOR MICROCLIMATE IN MOUNTAIN REGION OF CENTRAL JAPAN

宇野 勇治*1, 堀越 哲美*2, 宮本 征一*3, 横山 尚平*4
Yuji UNO, Tetsumi HORIKOSHI, Seiichi MIYAMOTO
and Shohei YOKOYAMA

The objective of this paper is to clarify the environmental performance of the traditional houses in mountain region of Japan. On-site field surveys regarding outdoor climate were carried out in two rural settlements. Indoor climate was measured in five traditional houses located at both settlements for one year. One hundred and five residents answered questionnaire about their life style and living environment in summer and in winter. Mountain topography and settlement's location affected the air temperature distributions over the settlements. The moderate heat island was found in Ogimachi both in winter and in summer. In traditional houses with thatched roofs, a relatively small daily temperature range and long phase difference were represented in indoor air temperature fluctuation. These phenomena result in heat capacity of the traditional houses and evaporative cooling from a thatched roof. Shimura et. al. proposed the comfort zone for the Japanese which covered higher temperature and higher humidity than that for Europeans and Americans. Japanese traditional house can fairly control its indoor climate in summer to be suitable for the Japanese.

Keywords : *Traditional house, Indoor climate, Thatched roof, Rural settlement climate, Questionnaire, Sensational climate*

伝統的住宅、室内気候、茅葺き屋根、集落気候、アンケート調査、体感気候

1. はじめに

伝統的な住宅は限られたエネルギーを用い、自然から身を守ると同時に快適な生活空間をつくることを目的としてつくられてきた。また集落は山林、耕作地など一体となり、生活と生業の中で循環システムを形成しながら、より過ごしやすい立地を選択し、工夫を施しながら成立してきた。現代の都市はエネルギーの大量消費を前提としたシステムであり、その結果として様々な問題を呈している。集落及び民家が長い歳月にわたり変わらない環境を持続してきたことを考えると、相応の環境調整能力を有していることが推察される。これまでに伝統的住宅を対象に各地で室内気候を観測したデータは多く、それぞれに貴重で、蓄積は重要な意味を持つと考えられる。鈴木ら¹⁾は「居住環境の向上やエネルギーの節約に関わる問題を画一的な発想での基準づくりでは十分な効果を上げることは困難であり、ときにむしろ弊害となる。地域条件を考慮した発想や判断を尊重し、地域独自の対応を醸成していくことが必要である。」と述べている。国内において風土性の違いは明らかであり、現代住宅の室内環境調査^{例えば2)~6)}と同時に、伝統的住宅の有効な点と問題を整理し、これらを総合化してゆくことが今後の住まい、地域づくりにおいて重要であると考えられる。これまでに報告された伝統的住宅を対象とした実測調査研究の中で、通年における総合的な調

査、解析を行ったものとしては、長谷川ら⁷⁾の1995年の宮城県における茅葺き3邸、鉄板葺き、瓦葺きの各1邸を対象とした夏季及び冬季の室内気候観測がある。夏季については通風を確保することで快適範囲に収まる時間帯が増加すると述べ、冬季については既往の研究との比較を行い、グレードは高くないと述べている。さらに山口ら⁸⁾はモデル化した茅葺民家の数値計算を行い、茅葺民家の室温上昇緩和効果を示している。九州北部では浦野ら⁹⁾が茅葺を含む伝統的民家6邸の屋内外気候観測を1994年夏季を中心に行い、土間のグローブ温度は居室に比べ2~4℃ほど低く、土間面からの対流冷却効果と冷放射効果を確認している。数値計算を行い、土間、床下及び天井の開口、小屋裏の防暑性能について検討している。だがこれらは居住者の意識については検討していない。木村ら¹⁰⁾は1981年に新潟県津南町の民家1邸の茅葺き屋根内外面温度、日射量等の夏季観測を行うとともに茅葺屋根の模型実験を行い、観測値と計算値の照合から蒸発冷却に関する物性値を得るなどの知見を得た。堀ら¹¹⁾は町田市の茅葺民家1邸において1995年に夏季観測を行い、降雨後の屋根材からの蒸散による放熱量を熱収支計算により求め、屋根内部の気温緩和効果を確認している。しかし、これらは実際の生活空間における気候緩和効果等には触れていない。

特定の季節を中心に行った観測で、茅葺き民家を対象としたもの

*1 名古屋工業大学大学院社会開発工学専攻 院生・修士(工学)

*2 名古屋工業大学大学院都市循環システム工学専攻 教授・工博

*3 名古屋工業大学社会開発工学科 助手・博士(工学)

*4 ㈱上坂設計 修士(工学)

Graduate Student, Dept. of Architecture, Nagoya Institute of Technology, M. Eng.
Prof., Dept. of Environmental Technology & Urban Planning, Graduate School of
Eng., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
Research Assoc., Dept. of Architecture, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
Kosaka Architects Inc., M. Eng.

としては、古いものでは1930年代後半の木村¹²⁾による山形、秋田の民家で冬季の雨戸を閉じた状態における暖房、照明等導入以前の非常に低照度かつ低温環境の観測や、1950年の伊藤ら¹³⁾による大和棟民家における夏季の雨戸を開放もしくは閉じた状態における観測などがあげられる。花岡ら¹⁴⁾は奄美諸島において分棟式茅葺き民家1邸の茅葺き棟とトタン葺き棟について1970年夏季に観測を行い、小家屋が分立することで開口部が増加し、風通しがよく、強い日射に有効に作用しているなどの知見を得ている。その他に市川ら¹⁵⁾の山形県の土座民家の観測、川島ら¹⁶⁾の神奈川県民家の観測、Horikoshiら¹⁷⁾の遠州灘沿岸の民家の観測、梶井ら¹⁸⁾の白川村、土浦市の民家の観測、忍山ら¹⁹⁾の鹿児島県の二棟造り民家の観測などがあげられる。しかし、これらは具体的な性能評価にいたっていないものが多い。本研究と同じ地域(岐阜県白川村)の伝統的住宅を対象とした研究としては、梁瀬ら^{20), 21)}の観測があげられる。1968年に合掌造り民家1邸、1970年にトタン葺き住宅1邸の通年室内気候観測を行い、夏季において合掌造り民家の室内気温は外気温よりも低いなどの知見を得ているが、それぞれ異なる年の観測のため単純比較ができず、性能評価にいたっていない。

瓦葺きなどの民家を対象としたものとしては石田ら²²⁾が京都市の伝統的町屋7邸において1984年夏季に観測を行い、坪庭間の圧力差を観測し、これに挟まれた居室の気流変動の要因として分析している。芥川ら²³⁾は京都市の伝統的町屋1邸において1983年に夏季室内気候観測を行い、坪庭、通り庭が有効に作用し、1階オク側の床付近を冷やす効果があるなどの知見を得ている。叶内ら²⁴⁾が高山で行った観測では、吹抜部において気流が認められ、居住域において気温を緩和する効果があると述べている。その他に木村ら²⁵⁾の川越市の土蔵民家の観測、磯田ら²⁷⁾の石垣島の瓦葺き民家の観測、後藤ら²⁸⁾の沖縄本島、久米島の民家の観測、抗火石住宅を対象としたものとして木村ら²⁹⁾、原田ら³⁰⁾の調査報告などがあげられる。気候と住居平面の対応を取り扱ったものとしては松原ら³¹⁾の三重県の例も挙げられる。しかし、これらも居住者の意識については取り扱っていない。

以上のように伝統住宅の観測の多くは夏季における気候緩和効果を取り扱ったものが多く、冬季の生活上の問題を取り扱ったものは少なく、さらに生活者の意識を同時にとらえたものは見受けられない。しかし民家の維持保存、民家居住者にとっての温熱環境水準の確保、伝統技術の現代への再生、新たな住まい方の提案などを考えると各季節の温熱環境の把握と問題整理は重要である。また、室内温熱環境指標を用いた室内気候評価を行ったものは少なく、また環境調整性能としてとらえる上で民家室内と同時に周辺環境が有する環境調整性能の把握も重要である。本研究では各季節における伝統的住宅の室内気候を把握すると共に外環境としての集落気候観測を行い、これらの調整性能について考察を行った。また、対象集落における住まい方と室内気候についての意識を把握するためにアンケート調査を行った。調査対象集落は東海地方で茅葺き民家が残る、旧来の気候景観を残した山間集落のなかで、寒冷、豪雪地である岐阜県白川村荻町と比較的温暖な愛知県額田町千万町(ぜまんじょ)の2集落を選定した。これら2集落の中からそれぞれ2棟の伝統的住宅を選定し、これに愛知県鳳来町黒沢の1棟の伝統的住宅を加え計5棟について室内気候観測を行った。

2. 観測対象集落の概要

荻町集落(岐阜県大野郡白川村) 集落の概要を図1に示す。中部山岳地帯の険しい山間の地に所在し、庄川流域の東側右岸に形成された河岸段丘に所在している。標高は海拔約500mでほぼ平坦な地形であるが、東側には急峻な斜面が迫っている。集落の人口は634人、152戸(1994年8月現在)、多くの合掌造り家屋が現存し、近年建設された住宅を含め、正面は西を向くものが多い³²⁾。

千万町集落(愛知県額田郡額田町) 集落の概要を図2に示す。三河山地の南端に位置し、大栗川に沿って東西2kmにのびる谷筋集落であり、集落中央の海拔は約440mで東に行くほど海拔は高くなる。集落中央の自動車道に沿って小村落³⁵⁾が点在する。自動車道に沿った谷筋を主谷筋、南北に細くのびた谷筋を支谷筋として以下述べる。主谷筋では主に自動車道の北側に住宅群、南側に水田が広がり、支谷筋では奥まるとともに海拔も上昇し、やや開けた場所に小村落が存在する。集落の人口は159人、46戸(1996年10月現在)である。

3. 伝統的住宅の概要

調査対象住宅の概要を表1、所在地を図1~2、平面図を図3-1~3-5、断面図を図4、外観を写真1~3に示す。

A邸の概要 荻町集落東部の山際に所在しており、元来は広間型形式であったが、現在1階は中廊下を挟んで諸室が配置され、屋根裏である2階は物置、3階は使用されていない。開口部は木製建具が使用されている。元来、1階天井は竹の簀の子であったが、現在は居間の一部を除き天井が張られている。寝室は老夫婦2人用で、居間は宿泊客用の食堂スペースとなっている。気候観測は東側居間

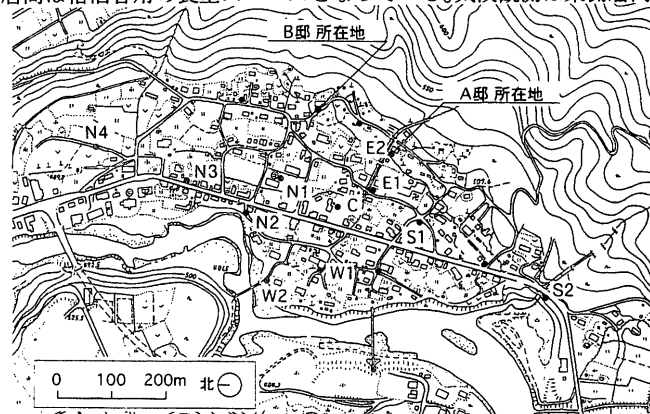


図1 岐阜県白川村荻町集落の概要

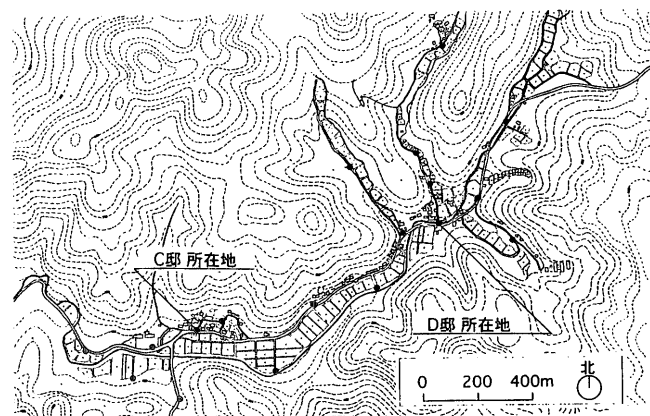


図2 愛知県額田町千万町集落の概要

及び西側寝室において行った。夏季には全ての開口部を開放して通風を確保するとともに、扇風機を使用している。冬季には外周りに雪囲いがなされ、室内では石油ファンヒーター、石油ストーブ、薪ストーブ(食堂)、こたつが使用されている。

B邸の概要 荻町集落北東部の山際に所在しており、元来は合掌作りであったが、合掌の屋根根部分を取り除き、トタン葺き(黒色)の2階建てとした民家である。開口部は1階の一部にアルミサッシ、他は木製建具が使用されている。居間は老人と幼児が常に居住し、寝室は夫婦2人が使用しているが日中は不在である。気候観測は1階西側居間および2階西側寝室において行った。夏季において1階ではすべての開口部を開放して通風を確保するとともに、扇風機を使用している。冬季には外周りに雪囲いがなされ、室内では石油ファンヒーター、石油ストーブ、こたつが使用されている。

C邸の概要 千万町集落西部小村落に所在しており、元来は茅葺きの民家であったが、現在は茅葺きの上に銅板による被覆が施されている。開口部の多くはアルミサッシが使用され、玄関土間はタイル貼りとなっている。気候観測は北側居間および南側寝室において行った。居間または南東の洋室で老人がほぼ常に居住し、寝室は座敷として来客時などに使用される。夏季においてはすべての開口部を開放して通風を確保するとともに、扇風機を使用している。冬期には室内で石油ファンヒーター、こたつが使用されている。

D邸の概要 千万町集落東部小村落に所在しており、茅葺きの旧家で、母屋北側の作業場の増築、台所の一部の改造は行われているが、その他は旧来のままに維持されている。開口部は全て木製建具が使用されている。気候観測は北側寝室および南側居間において行った。現在居住者はおらず、管理者が数ヶ月に1度換気に訪れる。

E邸の概要 愛知県鳳来町黒沢集落に所在する茅葺き寄せ棟屋根の民家であり、険しい南向きの傾斜地に所在している。釜屋建ての民家であり、平面的には釜屋部分が改造されているが、母屋部分は旧来のままに維持されている。開口部はすべて木製建具が使用されている。気候観測は南側居間において行った。

4. 集落気候観測

4.1 観測計画

観測項目は風向風速、気温及び湿度で、荻町17地点、千万町18地点において、徒歩及び自動車による移動観測を行った。気温、湿

表1 調査対象民家の概要

| | A邸 | B邸 | C邸 | D邸 | E邸 |
|-------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| 所在地 | 岐阜県白川村荻町 | 岐阜県白川村荻町 | 愛知県額田町千万町 | 愛知県額田町千万町 | 愛知県鳳来町七郷一色 |
| 建築年数 | 築約120年 | 築約90年 | 築約60年 | 築約150年 | 築約130年 |
| 構造 | 木造3階建 | 木造2階建 | 木造平屋建 | 木造平屋建 | 木造平屋建 |
| 外部仕上げ | 屋根-茅葺き 壁-板張り | 屋根-トタン葺き 壁-板張り | 屋根-茅葺き銅板被覆 壁-トタン貼り | 屋根-茅葺き 壁-板張り | 屋根-茅葺き 壁-板張り |
| 床面積 | 170㎡(1階) | 243㎡ | 153㎡ | 171㎡ | 182㎡ |
| 家族構成 | 夫婦(民宿経営) | 祖父母、夫婦、子供2人 | 夫婦 | | 夫婦 |

○：観測点(上下気温、湿度、グローブ温度)

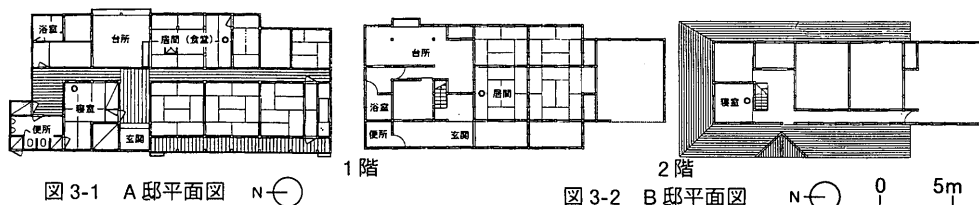


図3-1 A邸平面図

図3-2 B邸平面図

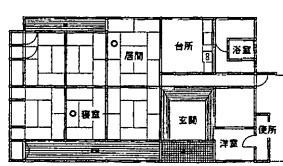


図3-3 C邸平面図

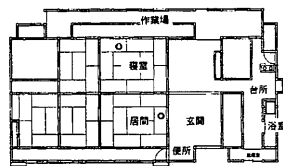


図3-4 D邸平面図

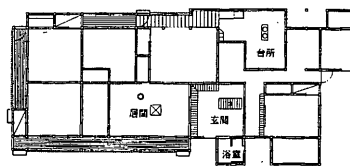


図3-5 E邸平面図



写真1 A邸外観



写真2 B邸外観



写真3 C邸外観

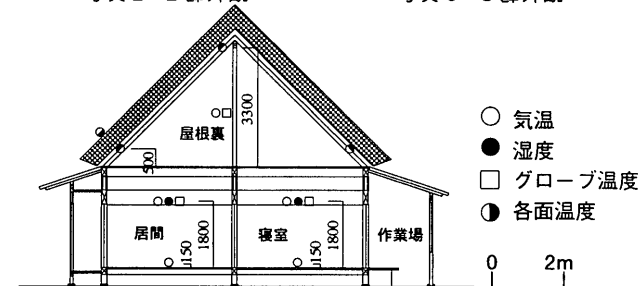


図4 D邸断面図

度はアスマン通風乾湿計(地上90cm)にて観測し、風向風速はピラム式風向風速計(地上120cm)で、3分間の平均風向風速を観測した。表2に観測期日を示す。観測は5:00、13:00、21:00に行い、定点観測値を用いて時間補正^{注2)}を行った。観測点を図1、図2に示す。

4.2 荻町集落の気候

夏季晴天日の日中(13:00)の観測例を図5に示す。晴天日には共通して集落中央に高温域が観測されるとともに、北西部河岸には河川上の冷氣移入によると考えられる低温域が形成された。図6に曇天日の例を示す。高温域は観測されず、温度範囲^{注3)}も狭い傾向がみられた。また、図8に相対気温(夏季6日間の平均値)と地被率の関係の例を示す。地被率は観測点の半径50m内の地被物(舗装道路、建造物)の面積比であり、南北軸と東西軸(図1)について示した。5:00、21:00の観測では水田に囲まれたN4ポイントがやや低温となり、13:00の観測では地被率に対応して集落中央

表2 集落気候観測期日

| | 荻町集落 | 千万町集落 |
|------|------------------|------------------|
| 夏季調査 | 1996.8.1-8.3 | 1996.8.8-8.9 |
| 秋季調査 | 1996.10.22-10.24 | 1996.10.17-10.19 |
| 冬季調査 | 1997.1.14-1.16 | 1997.1.9-1.11 |
| 春季調査 | 1997.4.24-4.26 | 1997.4.29-5.1 |
| 夏季調査 | 1997.8.5-8.7 | 1997.7.28-7.30 |

が高温となる傾向が見られた。北西部河岸のN2地点が日中に低温となるのは谷風により河川水で冷却された空気が移送されたものと考えられる。高温域は地形および都市化の影響により形成されたものと考えられるが、集落中央のC点は他の観測点に比べ1℃以上高温となっており、観光バスや店舗などからの排熱の影響も大きいと考えられる。山間の小規模な集落においても都市化による微気候の改変の可能性が示唆された。春季、秋季には緩やかな高温域が数日観測され、秋季の日中には共通して北西の風が卓越し、東部から南東部の山際及び北西部河岸が低温となった。

春季、夏季の早朝には図7に示すように東側斜面からの冷氣移入の影響とみられる気温分布となった。夜間から早朝にかけて冷氣の浸入が進行し、地上摩擦との関係により浸入の度合いが異なるものと考えられる。各季節の夜間及び早朝はほぼ無風であり、日出と同時に風が吹走しはじめ、日没と同時に風が止む傾向がみられた。

冬季夜間には共通して集落中央に高温域が観測されるが、早朝には縁辺部がわずかに低温となる分布となった。発熱の減少と夜間放射、移流などにより拡散したものと考えられる。日出と同時に風が吹走し、日中の観測時には高温域は風により移送される傾向がみられた。

4.3 千万町集落の気候

夏季における4日間の日中の観測はすべて曇天であったため、中間季の結果を併せて考察する。東部は谷幅が狭く、山がせまっているのに対し、西部は開けているという地形形状から、晴天または曇天によって気温分布の傾向に違いがみられた。晴天日の例として図9、曇天日の例として図10を示す。晴天日には西部小村落周辺に明確な高温域が形成され、曇天、雨天時には各小村落付近がやや高温となる傾向がみられた。全体として西部小村落が高温となり、東部小村落が低温となる傾向がみられたものの、日射の有無によって温度範囲^{註3)}は異なり、夏季曇天日

が高温となる傾向が見られた。北西部河岸のN2地点が日中に低温となるのは谷風により河

4日間の平均温度範囲が2.2℃であるのに対して、中間季晴天日4日間の平均温度範囲は3.7℃であった。秋季、冬季の日中には2.0m/s程度の西よりの谷風が毎回観測され、各季節の早朝、夜間には0.2~1.0m/s程度の東よりの山風が観測された。図11に示すように夜間の観測では東よりの山風により集落西端に暖気が滞留した分布も多く観測され、日中に形成された高温域の暖気が移送されたものと考えられる。谷筋集落において谷幅との関係で分布が発生し、暖気は小規模な山間集落であっても滞留するなど、都市的な高温化の要因の増加によっては気候の改変の可能性も示唆された。

5. アンケート調査
5.1 調査計画

荻町集落、千万町集落において居住者の住まい方に関するアン

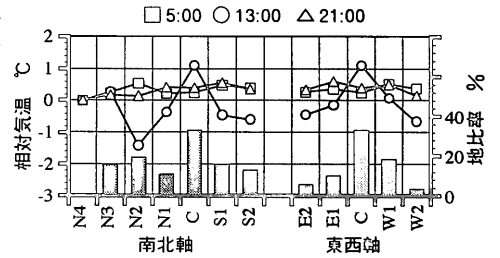


図8 相対気温と地被率の関係(夏季)

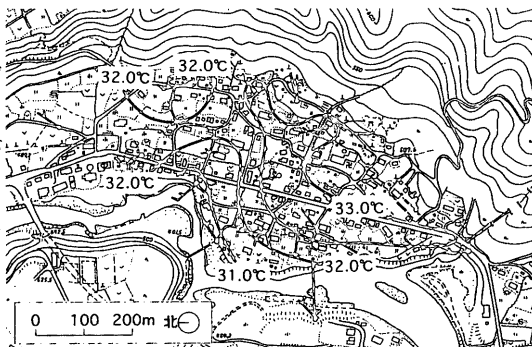


図5 荻町集落 96.8.1 13:00の気温分布(晴天)

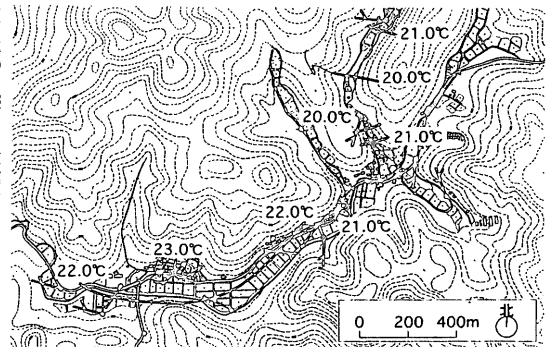


図9 千万町集落 97.5.1 13:00の気温分布(晴天)

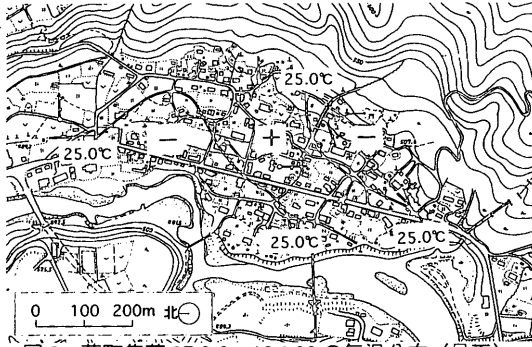


図6 荻町集落 97.8.6 13:00の気温分布(曇天)

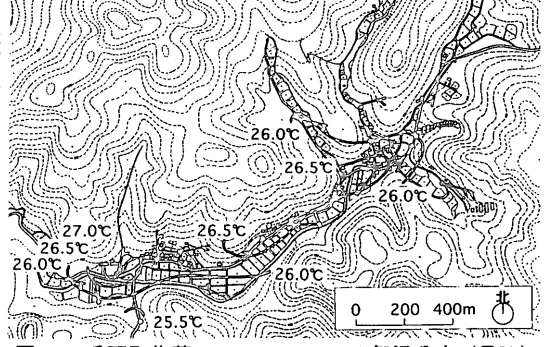


図10 千万町集落 97.8.9 13:00の気温分布(曇天)

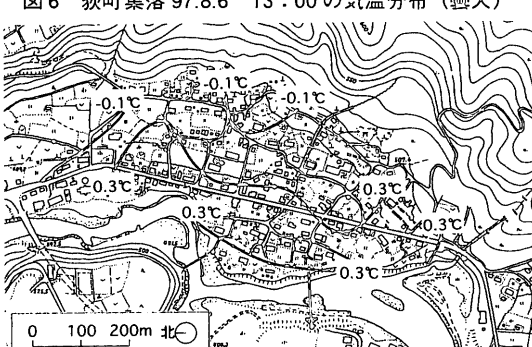


図7 荻町集落 97.4.26 5:00の気温分布(晴天)

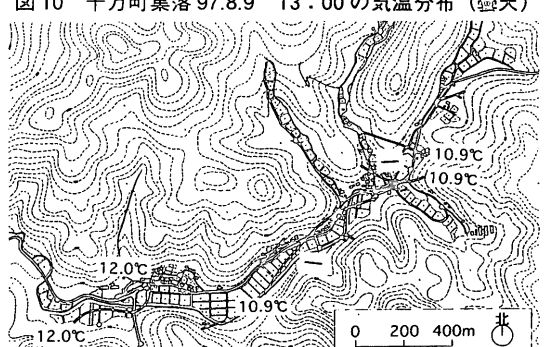


図11 千万町集落 97.4.29 21:00の気温分布(晴天)

ケート調査を実施した。荻町集落において1996年8月1日から3日、千万町集落において1996年8月8日から9日に各集落内のはほぼ全戸を訪問し、居住者の回答を得た。荻町集落では全戸数152戸のうち回収率は45%、千万町集落では全戸数44戸のうち回収率は75%であった。主な質問内容を表3に示す。

図12に住宅の屋根材別構成を示す。荻町集落では茅葺きとトタン葺きがそれぞれ約50%、千万町集落では茅葺き、茅葺き金属板被覆を合わせ約25%、瓦葺きが約60%であった。図13に建築年代別構成を示す。千万町集落に比べ、荻町集落は150年以上の古いもの、20年以内の新しいもの、共に千万町集落よりも多かった。

5.2 夏の生活

「夏を涼しく過ごすためにしていること」としては、両集落で回答のあった全ての住戸で、窓・戸を開放して自然風の取り込みが行われており、採涼機器^(注1)を用いている回答が80%程度、その他に打ち水をする、調度品、建具を換えるがそれぞれ20%程度であった。採涼機器を用いない住戸も約20%存在しており、夏季に過ごしやすい気候であること、住居の造りの工夫の効果であると推察される。図15に示すように、「採涼機器」としては両集落において扇風機と答えた住戸が最も多く、80%程度であった。荻町集落ではクーラー、除湿器と答えた住戸は金属板葺き屋根の住戸の方が多く、それぞれ10%程度の違いがみられた。「住宅内の夏の生活で最も不快と感ずること」は、図16に示すように、荻町集落では「西日が差し込むとき」、「むしむしするとき」がともに40%程度で最も多かったが、この集落ではほとんどの住宅が西向きであり、山地がある程度日射を遮っているものの、多くの生活者が不快感を感じていることが示された。千万町集落では「むしむしするとき」、「風がないとき」がともに40%程度で最も多く、約30%が「夜が暑いとき」と答えた。これらを回答した多くは瓦葺き・金属板葺き屋根の住戸であり、茅葺きの住戸の性能による違いが示された。

5.3 冬の生活

「暖を得るための機器」としては、図17に示すように、いろいろによる採暖は荻町集落で約30%、千万町集落で約8%であった。荻町集落では茅葺き民家の約半数がいろいろを使用している。「使用する暖房機器」については両集落において、こたつ、石油ファンヒーター、石油ストーブの使用率が高く、次いで電気カーベットが高かった。「住宅内の冬の生活で最も不快と感ずること」については、図18に示すように、両集落において「すきま風が入るとき」、「日があたらないとき」、「足下が冷たいとき」といった回答が多かった。荻町集落では「すきま風が入るとき」については金属板葺き屋根が20%である

のに対し、茅葺き屋根は60%、「日があたらないとき」については金属板葺き屋根が20%であるのに対し、茅葺き屋根が40%と高かった。冬季における居住上の熱的な問題点

| 表3 アンケート調査内容 | |
|--|--|
| 1. 回答者の属性、建物の構造、屋根材 | |
| 2. 夏を過ごしやすくするための工夫など | |
| ・ 夏を涼しく過ごすため何をしているか。 * | |
| ・ 涼を得るために使用している機器、設置している室、主に使用する時間帯 * | |
| ・ 住宅内における夏の生活でもっとも不快と思うことは何か。 | |
| ・ 今後の生活でも冷房機器を使用しなくても十分だと思うか。 | |
| ・ 今後の生活で必要と思われる機器は何か。 * | |
| 3. 冬を過ごしやすくするための工夫など | |
| ・ 冬を温かく過ごすために何をしているか。 * | |
| ・ 暖を得るために使用している機器、設置している室、主に使用する時間帯。 * | |
| ・ 日中の日当たりはよいか。 | |
| ・ すきま風を感じるか。 | |
| ・ 住宅内における夏の生活でもっとも不快と思うことは何か。 | |
| ・ 今後の生活で必要と思われる機器は何か * | |

* : 複数回答可

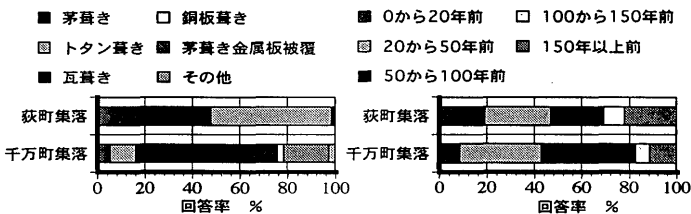


図12 住宅の屋根材別構成

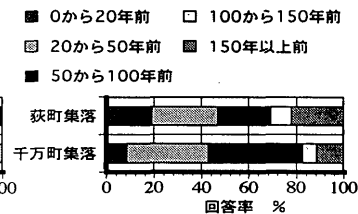


図13 住宅の建築年代別構成

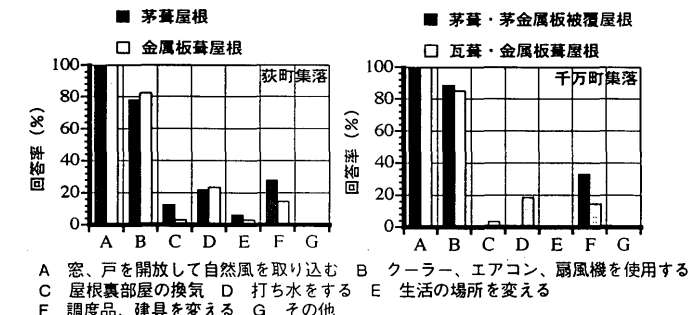


図14 涼しく過ごすためにしていること

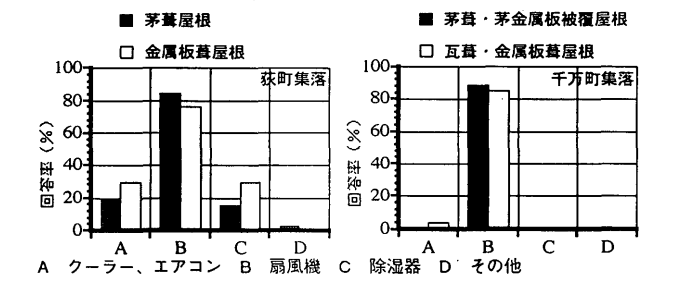


図15 涼を得るための機器

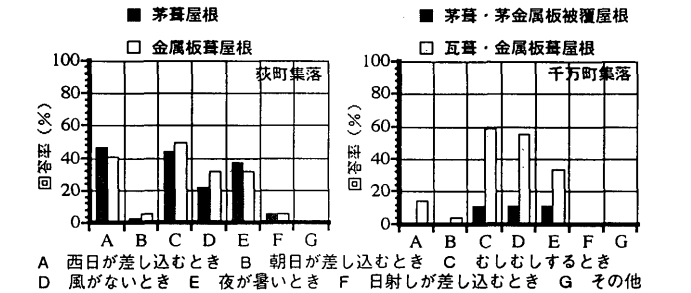


図16 住宅内の夏の生活で最も不快に感ずること

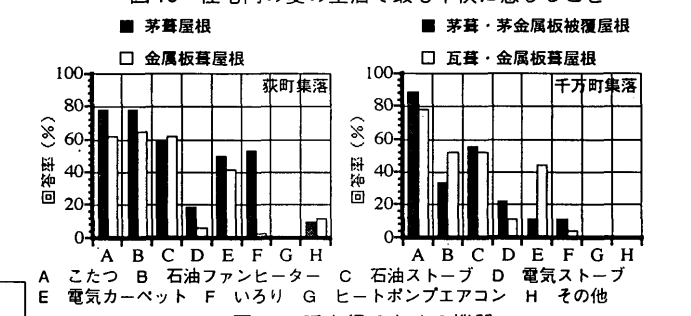


図17 暖を得るための機器

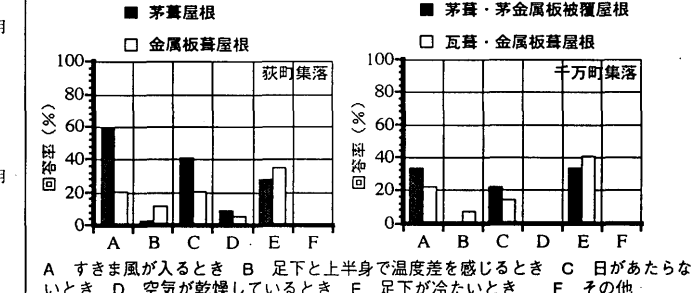


図18 住宅内の冬の生活で最も不快に感ずること

が示された。「日当たりはよいか」についての回答で「よくない」と答えたのは荻町集落30%程度、千万町集落10%程度であった。周囲を山で囲まれた集落であり、山に対する住居の位置関係が要因と考えられる。「今後必要な暖房機器は何か」については荻町集落で石油ファンヒータを40%程度が希望し、また両集落において電気カーペットを20%程度が必要と答えた。

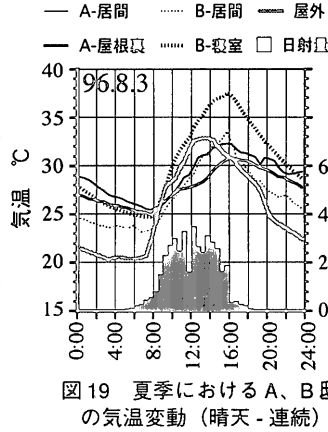


図19 夏季におけるA、B邸の気温変動(晴天-連続)

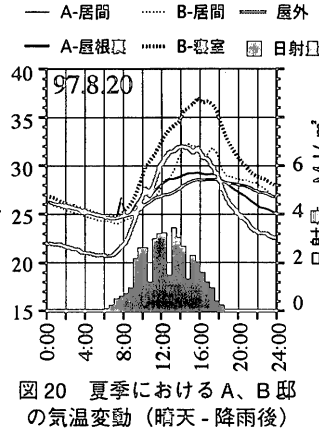


図20 夏季におけるA、B邸の気温変動(晴天-降雨後)

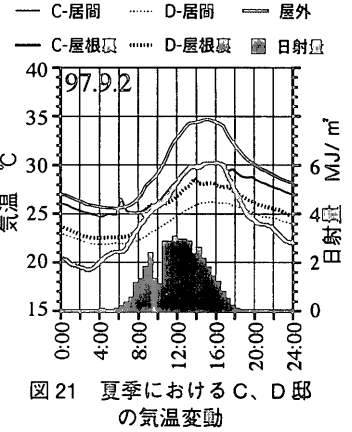


図21 夏季におけるC、D邸の気温変動

6. 室内気候観測

6.1 観測計画

A邸、B邸(荻町集落)、C邸、D邸(千万町集落)、E邸(愛知県鳳来町)において小型温湿度記録計を用い、室内気候観測を行った。居室2室において気温(床上150mm、床上1800mm)、相対湿度、グローブ温度(床上1800mm)の観測を行い、屋根裏室中央の温湿度、屋根裏面及び屋根表面の温度の観測を行った。夏季には熱電堆式日射計を用いて日射量の観測を行った。

6.2 夏季室内気候

A邸、B邸の夏季室内気温観測の例として晴天日が連続した96年8月3日の気温変動を図19に示し、雨天後の晴天日を観測した97年8月20日の気温変動を図20に示す。茅葺きであるA邸はタン葺きであるB邸に比べ低温となる傾向がみられ、特にB邸2階の寝室は高温となる傾向が見られた。気温変動のピークをみるとA邸屋根裏のピークは外気温に比べ遅くなる傾向がみられ、気温の下降の様子はタン葺きであるB邸は急激であり、快晴時は特に顕著である。晴天日が連続した場合(図19)と降雨後に晴天日となった場合(図20)の日中の気温変動を比較すると、タン葺きのB邸及び屋外の気温が同等であるのに対し、茅葺きのA邸は降雨後の晴天日にはやや低温となる傾向が見られた。要因としては茅からの浸透水の蒸発冷却による緩和効果などが考えられる。

C邸、D邸の夏季室内気温観測の例として観測期間中最も高温となった97年9月2日の気温変動を図21に示す。茅葺きを金属板で被覆したC邸の屋根裏は晴天日日中には外気温に比べ3から5℃程度高温となり、1階居間は外気温と同等となる傾向がみられた。居住者のいない茅葺きのD邸では屋根裏気温は外気温より1から3℃程度低く、1階居間気温はさらに2℃程度低い傾向がみられた。日平均気温をみるとD邸1階居室は外気温と常に同等であった。

6.3 冬季室内気候

A邸、B邸及びC邸、D邸の冬季室内気温観測の例として観測期

表3 室内気候観測期日

| | A邸 B邸 | C邸 D邸 E邸 |
|------|-----------------|-----------------|
| 夏季調査 | 1996.7.31-8.19 | 1996.8.8-8.23 |
| 秋季調査 | 1996.10.22-11.8 | 1996.10.17-11.1 |
| 冬季調査 | 1997.1.14-2.12 | 1997.1.9-2.6 |
| 春季調査 | 1997.4.24-5.22 | 1997.4.29-5.27 |
| 夏季調査 | 1997.8.5-8.21 | 1997.7.28-9.19 |

間中低温となった97年1月16日(A、B邸)、97年1月11日(C、D邸)の気温変動を図22及び図

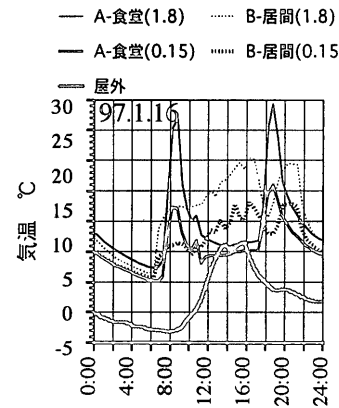


図22 冬季におけるA、B邸の気温変動

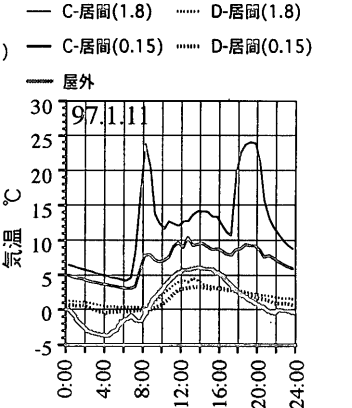


図23 冬季におけるC、D邸の気温変動

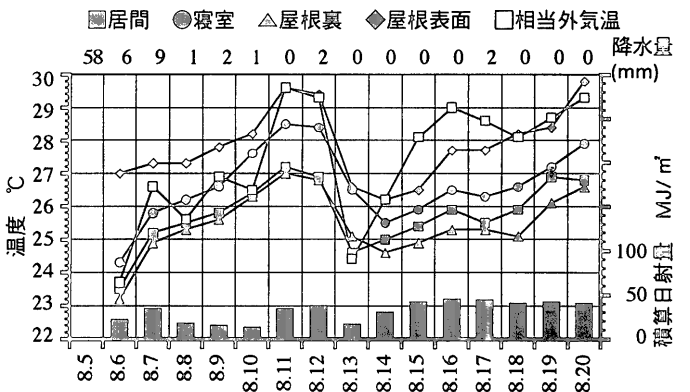


図24 A邸における降雨後の日平均気温変動

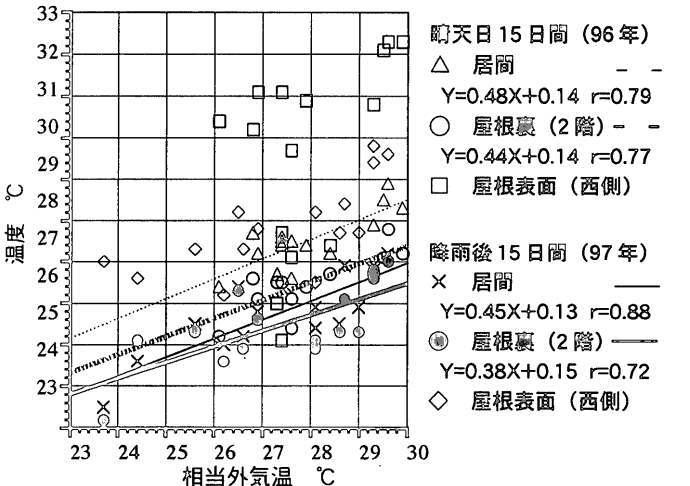


図25 A邸における降雨後、晴天日各15日間の相当外気温と気温・表面温度の関係

23に示す。日中はA邸居間は暖房時(食事時)に上部(床上1.8m)が25℃程度、下部(同0.15m)が15℃程度であり、B邸居間は上部が15から20℃、下部が10から13℃程度である。C邸は採暖時に上部は20℃を越えるもの下部は10℃程度にとどまる。A邸は薪ストーブ、B、C邸はこたつを使用し、石油ストーブをそれぞれ併用している。室温としては低温であるものの、渡邊ら³⁷⁾の知見が示すようにこたつを用いることである程度の快適性を確保しているものと考えられる。しかし、図18のアンケート調査の結果からも足下が冷たいときが不快感の主なものとしてあげられており、古い住宅における熱的な不均一の改善や、評価は今後の課題と考えられる。また、夜間には非常に低温の環境となっており室温移動時のヒートショックなどが懸念される。また、従来は雪囲い外側には軒先まで雪を堆積させていたが、現在では利便性のために外側の雪を除雪している住宅が多い。しかし、堆積した雪による断熱性能についてこれまで省みられておらず、この把握は今後の課題としたい。D邸については居住されていないため外気温に連動し、日平均気温は外気温に近似した。

6.4 茅葺き屋根の降雨後の室内気候の緩和

図24にA邸における降雨後の15日間(97年8月6日・20日)の日平均気温の変動、積算日射量を示す。8月5日に58mmの大雨を記録し、その後不順な天候が続き後半は晴天となっている。図25にこの降雨後15日間と晴天日が連続した15日間(96年8月1日・15日)の屋根表面温度、屋根裏気温、居間気温の日平均温度と相当外気温^(注5)との関係を示す。相当外気温に伴って各温度は上昇し、連続晴天日の方が全体として高温であり、特に屋根表面は高温となっている。降雨後の屋根裏気温の傾きはほかに比べ緩やかであり、屋根材に蓄えられた水分の蒸発に伴う緩和効果と考えられる。

6.5 相当外気温と住戸内各室気温との関係

夏季晴天日の1時間ごとの平均値を用いて図26に相当外気温と1階居間気温の関係、図27に相当外気温と屋根裏気温の関係を示す。トタン葺きのB邸2階寝室は日射量の増加とともに気温上昇が促進され、17時台まで高温が維持され、日没後急速に低下した。茅葺きのA邸と茅葺き金属板被覆のC邸の1階居間は相当外気温に対する室内気温の変動は近似するものの、C邸の屋根裏気温は相当外気温の上昇にともなって他に比べると低温の相当外気温でも高温となる。茅葺きを金属板で覆ったことにより煙出し穴からの通気を遮断したことが主な要因と考えられ、また茅の浸透水による蒸発冷却作用が失われたことも高温化の要因として考えられる。

6.6 夏季における日較差と位相遅れとの関係

図28に夏季晴天日における日較差と位相遅れ(相当外気温に対する居間と屋根裏気温の最高気温出現の遅れ)との関係を示す。反応が最も早く日較差も大きいのは金属板葺きのB邸2階寝室、1階居間であり、茅葺き金属板被覆のC邸は位相遅れについては他の茅葺き民家と近似するが日較差は大きい。反応が遅いのは茅葺き屋根のA、D邸であり、共に日較差も小さい結果となっている。茅葺き屋根の断熱、通気性能が有効に作用した結果と考えられる。

6.7 室内気候の体感評価

図29に各邸夏季、図30に各邸冬季の室内における1時間毎の状態値(作用温度と絶対湿度)を湿り空気線図上に示す。また志村ら^{38),39)}及びASHRAE⁴⁰⁾による快適温湿度範囲を示した。ASHRAEの

数字13、17は13:00、17:00の時刻を示す。

□A邸 ○B邸 △C邸 ◇D邸

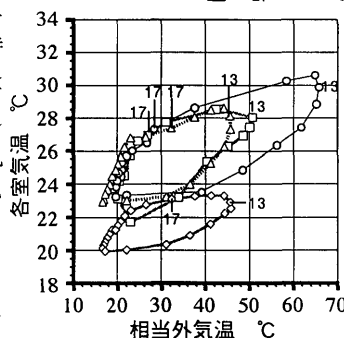


図26 1階居間気温と相当外気温との関係

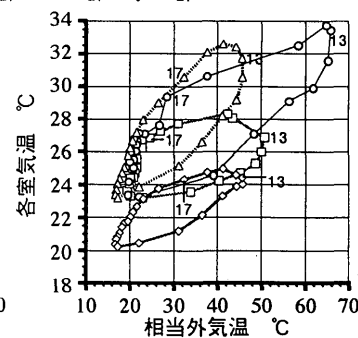


図27 屋根裏、2階気温と相当外気温との関係

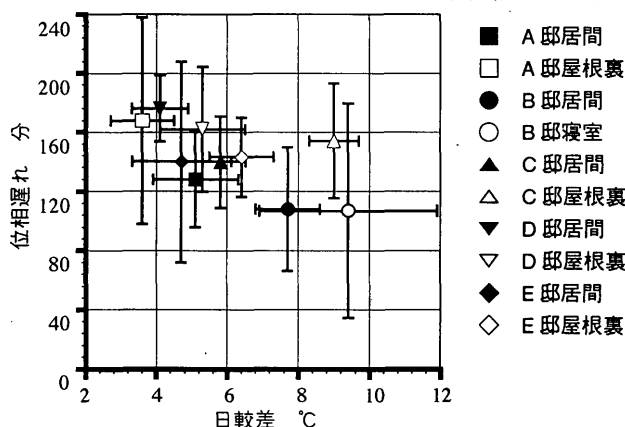


図28 日較差と位相遅れとの関係

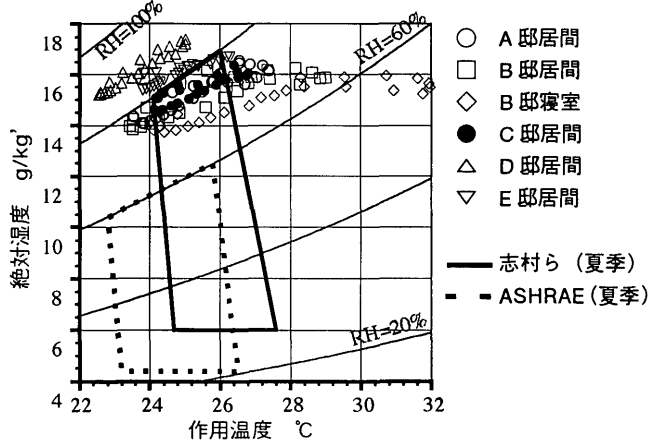


図29 夏季室内の体感気候と快適域の比較

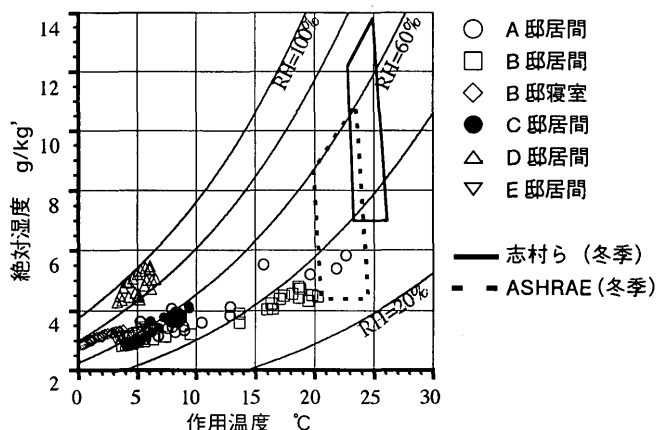


図30 冬季の体感気候と快適域の比較

至適域は欧米人を対象としたのに対し、志村らは日本人を対象としたものである。夏季においては居住者のいる茅葺きのA邸、E邸及び茅葺き金属板被覆のC邸は志村らによる快適域の中ではほぼ推移し、トタン葺きであるB邸は日中において逸脱する傾向がみられた。非居住であるD邸は低温多湿となる傾向がみられた。冬季については日中高温となるものの暖房を使用しない時間においてはかなり低温となった。

7. まとめ

集落気候観測から山間集落における各季節の気温分布の概要を把握し、伝統的住宅の室内気候観測及び集落でのアンケート調査の結果から伝統的住宅、集落の環境調整性能について以下の知見を得た。

1) 岐阜県白川村荻町集落の夏季日中の観測では集落中央に高温域が形成され、小規模な山間集落においても都市的な高温化の要因の増加によっては集落微気候を改変する可能性があることも示された。一方で河川からの冷氣移送、周囲山林斜面からの冷氣流下など高温化を抑制する働きをする現象も観測された。

2) 愛知県額田町千方町集落では熱環境的には南側山地地形の影響を大きく受けており、日照、気象条件により集落内での分布傾向が異なることを確かめた。晴天日には谷幅の広い小村落が高温となり集落内での分布は大きく、曇天日には気温範囲は狭く住宅域周辺がやや高温となる。また高温域は谷筋沿いの谷風、山風により低減されていた。

3) アンケート調査の結果から夏季の荻町集落において茅葺き屋根の住宅においてクーラー、エアコンの使用率は金属板葺きに比べ低い傾向がみられた。千方町集落においては不快要因をあげたのは瓦葺き、金属板葺き屋根の住宅の方が多く傾向がみられた。

4) 夏季における茅葺き民家において降雨後の晴天日の日中の室内は晴天日が連続した場合に比べ、やや低温となる傾向が見られた。

5) トタン葺き民家は茅葺きに比べ熱容量の少ない屋根材による影響が顕著にみられ、日射量の増加とともに気温上昇が促進され、日没後急速に低下した。茅葺き民家は断熱、通気性能及び熱容量の大きさが有効に作用し、日較差を小さくするとともに、位相遅れを長くし、日射及び外気温変動に緩やかに対応していた。

6) 冬季には上下温度差が大きく、アンケート調査の「すきま風が多い」「足下が冷たい」など不快要因などの問題を裏付ける結果となった。また、暖房使用時以外は室内においてもかなり低温となる傾向がみられた。

7) 志村らは日本人の至適域が欧米人に比べ高温側となる可能性を示したが、茅葺き民家の夏季室内気候は、その高温多湿の至適域に対応した結果となった。所在地域の夏季において旧来からの住環境が日本人の体感評価に合致していることが示された。

【注】

- 注1) タイトルにおける「微気候」：吉野⁴¹⁾による「気候の尺度と対応する現象」を参照し、居住者の生活空間及びその背景としての集落気候の気候スケールを表現する用語として「微気候」を用いた。
 注2) 移動観測の時間補正：定点の百葉箱内に小型温湿度記録計を設置し、気温変動分を各移動観測点の観測値から増減する方法にて観測開始時刻を基準に補正を行った。
 注3) 温度範囲：全観測点の気温における最高と最低の差を示す。
 注4) 採涼機器：クーラー、エアコン等の冷房器具と扇風機を含む用語として用いた。
 注5) 相当外気温：外側表面熱伝達率は20.0kcal/m²h℃を用い、日射吸収率は茅葺きのA、D、E邸については0.4、茅葺きを銅板被覆したD邸では0.5、黒色金属板葺きのB邸では0.9を概算値として用いた。

【引用文献】

- 1) 鈴木憲三、松原斎樹、森田大、澤田孝男、坊垣和明：札幌、京都、那覇の公営集合住宅における暖冷房環境の比較分析 暖冷房使用時に関する意識と住まい方の地域特性と省エネルギー対策の研究 その1、日本建築学会計画系論文集、第475号、pp.17-24、1995.9
- 2) 坊垣和明、澤田孝男、吉野博、鈴木憲三、赤林伸一、井上隆、大野秀夫、松原斎樹、林徹夫、森田大：夏期および冬期の居住室温とその地域性に関する研究 全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究 第2報、日本建築学会計画系論文集、第505号、pp.23-30、1998.3
- 3) 長谷川房雄、吉野博：東北地方の各種住宅における冬期の室温に関する調査研究、日本建築学会計画系論文集、第371号、pp.18-26、1987.1
- 4) 松原斎樹、澤島智明：京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 暖房機使用の特徴と団らん時の起居様式、日本建築学会計画系論文集、第488号、pp.75-84、1996.10
- 5) 加藤友也、山岸明浩、山下恭弘：長野市を中心とした一戸建て住宅の冬期室内温熱環境に関する調査研究：熱損失係数から見た室内温熱環境と居住者意識の違いについて、日本建築学会計画系論文集、第470号、pp.19-27、1995.4
- 6) 渡辺康徳、渡辺俊行、龍有二、赤司恭義、川上可：夏季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.21-29、1997.5
- 7) 長谷川兼一、吉野博、齋木紀彰：宮城県における民家を対象とした室内熱環境に関する実測調査、日本建築学会技術報告集、第3号、pp.189-192、1996.12
- 8) 山口徹、吉野博、松本真一、小林仁、長谷川兼一：伝統的民家における夏季の室温上昇緩和効果に関する数値計算による検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.955-956、1997.9
- 9) 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集、第371号、pp.27-37、1987.1
- 10) 木村建一、山崎慶大：茅葺屋根の夏季における熱的特性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.737-738、1982.10
- 11) 堀祐治、伊藤直明、須永修造：茅葺屋根の夏季の遮熱特性に関する実測研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.93-94、1996.9
- 12) 木村幸一郎：東北地方民家の冬季の採光及び室内温度状況について、民家（民家研究会）Ⅱ-10、pp.135-141、1939
- 13) 伊藤正文、上林博雄：大和棟民家の夜間戸戸を開放せる場合の温度測定、日本建築学会研究報告集、137-140、1951
- 14) 森田幸子、市川啓子、梁瀬度子、花岡利昌：民家の微気候学的研究、第9報、鹿児島県奄美大島における分棟式民家の室内気候ならびにコンクリート住宅のそれとの比較について、家政学研究会（奈良女子大学）、19（1）、pp.36-45、1972.6
- 15) 市川啓子、金子幸子、梁瀬度子、花岡利昌：民家の微気候学的研究、第5報、山形県の土産民家の室内気候について、家政学研究会（奈良女子大学）、17（1）、pp.91-96、1970.6
- 16) 川島美勝、芥川郁雄、青木誠、後藤滋、大平通泰：住宅熱環境と評価方法（15）陣馬山古民家、第8回人間・熱環境系シンポジウム報告集、pp.26-29、1984
- 17) Tetsumi Horikoshi, Tadahiro Tsuchikawa, Yotaro Kobayashi: Influence of local climate upon form and landscape of rural houses and settlements along the coast of Ensuu, Annual Report of the Science of Living, Osaka City University, pp.167-176、1986
- 18) 梶井宏修、磯田憲生、花岡利昌：住宅熱環境の調査と評価方法（12）茅葺き民家の温熱環境、第8回人間・熱環境系シンポジウム報告集、pp.14-17、1984.12
- 19) 忍山真砂子、古山佳世、市川啓子、梁瀬度子、花岡利昌：鹿児島県大隅半島における二棟造り民家の住居気候について、家政学研究会（奈良女子大学）、20（2）、pp.161-171、1973.12
- 20) 梁瀬度子、今村史子、市川啓子、花岡利昌：民家の微気候学的研究、第4報、岐阜県白川村合掌造り民家の室内気候について、家政学研究会（奈良女子大学）、16（12）、pp.64-73、1969
- 21) 花岡利昌、梁瀬度子、市川啓子、小栗千代子、五十嵐由利子：民家の微気候学的研究、第8報、岐阜県白川村におけるトタン葺き住宅の室内気候ならびに合掌造りの民家のそれとの比較について、家政学研究会（奈良女子大学）、18（2）、pp.134-139、1971
- 22) 石田秀樹、荒谷登、佐々木隆、絵内正道：開放系住居の夏の環境特性 町屋の冷気積層型の上層開放空間、日本建築学会計画系論文集、第408号、pp.23-32、1990.2
- 23) 芥川郁雄、川島美勝、後藤滋、松原斎樹、松田彰：京都市町屋の熱環境調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.943-944、1984.10
- 24) 叶内米子：吹抜けおよび合掌造り民家における屋内気流の測定事例について、家政学研究会（奈良女子大学）、23（2）、pp.164-174、1977.3
- 25) 木村建一、田辺新一、川原井大、杉浦康久、伊藤昭、藤野健治：川越の伝統的蔵造り民家の温熱環境実測、日本太陽エネルギー学会第12回研究発表会講演論文集、pp.161-164、1986.12
- 26) 市川啓子、小沢真理子、黒沢由利子、梁瀬度子、花岡利昌：民家の微気候学的研究、第6報、積雪地におけるモルタル塗り住宅と大壁造り民家の室内気候の比較について、家政学研究会（奈良女子大学）、17（2）、pp.34-41、1970.12
- 27) 磯田憲生、小島恵子、花岡利昌、宇佐見智和子：住宅熱環境の調査と評価方法（13）石垣島（夏）旭川（冬）の調査、第8回人間・熱環境系シンポジウム報告集、pp.18-21、1984.12
- 28) 後藤滋、川島美勝、関口欣也、芥川郁雄：住宅熱環境の調査と評価方法（16）沖繩の民家、第8回人間・熱環境系シンポジウム報告集、pp.30-33、1984.12
- 29) 木村建一、田辺新一：新島抗火石造り住宅の温熱環境実測と抗火石の現代住居への適用、日本太陽エネルギー学会第10回研究発表会講演論文集、pp.53-56、1984.12
- 30) 原田睦夫、川島美勝、後藤滋、大平通泰、神田東平、芥川郁雄、肝付邦憲、友沢孝：住宅熱環境の調査と評価方法（5）式根島抗火石住宅の熱環境調査、第8回人間・熱環境系シンポジウム報告集、pp.108-112、1984.12
- 31) 松原斎樹、伊藤靖好：三重県の気候条件と住宅、設備利用の地域差について、日本建築学会東海支部 環境工学委員会地域環境分科会「地域・気候と居住環境」研究報告集、第3号、pp.12-18、1987.4
- 32) 斎藤英俊監修：世界遺産 白川郷・五箇山の合掌造り集落、合掌造り集落世界遺産記念事業実行委員会、1996
- 33) 額田町誌編集委員会：額田町誌、額田町、1986
- 34) 宮崎村誌編集委員会：宮崎村誌、宮崎村誌編集委員会、1960
- 35) 矢嶋仁吉：集落地理学、古今書院、1956
- 36) 白川村教育委員会 編集：白川村の合掌造り集落（重要伝統的建造物群保存地区白川村荻町保存計画見直し調査報告書）、白川村・白川村教育委員会、1987
- 37) 渡邊慎一、堀越哲美、三好結城、宮本健一：炬燵使用時における人体の熱的快適性の検討とその温熱効果の定量化、日本建築学会計画系論文集、第497号、pp.47-52、1997.7
- 38) 志村欣一、山岸明浩、堀越哲美：日本人を対象とした室内温湿度条件の至適域に関する実験研究 夏季至適域の提案、日本建築学会計画系論文集、第480号、pp.15-24、1996.2
- 39) 志村欣一、野原宗道、堀越哲美：日本人を対象とした室内温湿度条件の至適域に関する実験研究 冬季実験その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.397-398、1995.9
- 40) ANSI/ASHRAE Standard 55-1992: Thermal environment conditions for human occupancy, ASHRAE, 1992
- 41) 吉野正敏：小気候、地人書館、1986

(1999年5月10日原稿受理、1999年12月20日採用決定)