

雲南市吉田町における伝統的町並みの室内・集落気候と 住まい方に関する調査研究

Investigation on the indoor and outdoor climate of the traditional villages and the way of living in Yoshida, Shimane prefecture

長野 和雄¹, 高柴 日香², 小松 充典³, 兼子 朋也⁴, 堀越 哲美⁵

Kazuo Nagano¹, Haruka Takashiba², Mitsunori Komatsu³,
Tomoya Kaneko⁴, Tetsumi Horikoshi⁵

¹ 島根大学総合理工学部, ² 岩田建設有限会社 八雲工房, ³ 株式会社プレビジョンシステムズ

⁴ 米子工業高等専門学校建築学科, ⁵ 名古屋工業大学大学院工学研究科

¹*Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University*

²*Yakumo-kobo, Iwata-kensetsu Company,* ³*Prevision Systems Co., Ltd*

⁴*Dept. of Architecture, Yonago National College of Technology,*

⁵*Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology*

(受付 2008 年 5 月 19 日 / 受理 2008 年 10 月 16 日)

島根県吉田町の 2 集落を対象に, 集落気候と室内気候の実測, 住まい方や生活実感に対する住民へのアンケート調査を行い, 伝統的住宅自身が備える, あるいは住まい方の中に隠れた, 地域気候に対する適応の技術を検証した。集落気候の空間的分布と経時的な変化を体感指標 ETV で評価した。これにより, 山間部の起伏に富んだ地形によって大きく変化する日射量や風速の影響, 時間や季節による放射や着衣の影響を詳細に捉えた。室内気候は, 建物自身の熱的性能によってある程度緩和されつつも, その外界気象に応じて変化した。特に夏季については日射の影響が明らかであった。夏季は至適域よりも高く, 冬季は至適域よりも低い室内気候が形成されていた。その室内気候に対する居住者の実感, 暑さ・寒さの対処法の実態を明らかにした。夏季には, エアコンの使用を控えて扇風機の使用に留め, 通風や着衣による調節, 環境選択などのエネルギー消費を要しない手法を多用した, 地域気候に適応した生活が展開されていた。冬季にはほとんどの世帯でコタツまたは炭コタツが多用されていた。開放式燃焼器具も多く世帯で併用されていたが, 間欠的に使用していた世帯よりも常時使用していた世帯の方がむしろ不満と感じていた。また, 室内での着衣の多さなど, ここでも過度にエネルギーを消費しないよう工夫されていた。

キーワード: 山間集落, 気候観測, アンケート調査, ETV

The purpose of this research is to verify techniques of adaptation to the local climate in traditional homes themselves, or in the lifestyle, in two villages in Yoshida-cho, Shimane Prefecture. This was done by measuring the outdoor and indoor climate, and conducting a questionnaire survey of residents regarding their lifestyle and actual living experience. The spatial distribution and variation over time in local climate were evaluated by using the ETV temperature index. This made it possible to capture the detailed effects of the amount of insolation and

wind speed, which vary greatly due to the highly undulous mountain terrain, and the impact of long-wave radiation and clothing depending on the time and season. Although the thermal performance of buildings themselves eased slightly the effects of weather outside, the indoor temperature varied in response to the outdoor weather. The effect of solar radiation was particularly clear in the summer. The indoor climate was above the comfort zone in summer and below the comfort zone in winter. The results of questionnaire survey showed that, in summer, the lifestyle was adapted to the local climate, and residents frequently used techniques with lower energy consumption, such as refraining from using air-conditioners and making do with electric fans, regulating temperature with ventilation and clothing, and engaging in environment selection behavior. In winter, almost all households provided local heating with an electric or charcoal kotatsu. Open-type heaters were also used in many households, but the households who used them constantly tended to feel more dissatisfaction than those who used them intermittently or in an auxiliary fashion. Here too, creative techniques were used to avoid excessive energy consumption, such as wearing more clothing indoors.

Key words: Mountainous village, Climatic observation, Questionnaire survey, ETV

1. はじめに

伝統民家やこれらによって構成される町並みは、長く在り続けている分、その地域の風土との相互関係をしばしば内包している。ここでいう風土 (climate) とは、三澤 (1937) のいう大気と大地の接触面である。これは単に自然条件だけを指しているのではない。三澤 (1937) は大気と大地、その境界に生来する人間を含む動植物が三位一体的に相互に作用し、有機的総合的な場を構成している、その大気と大地の接触面を風土と称した。したがって、伝統的な民家や町並みが呈する文化や宗教、生業的側面の調査は、その地域の風土性の理解に大いに貢献するものである。しかしながら、視覚上に表れにくい物理環境条件としての気候 (climate) との関連や、そこでの住まい方などもまた、地域風土との関連の全体像を捉えるのに欠くことはできない。

島根県雲南市吉田町には、たたら製鉄の溶鉱炉を備えた高殿と呼ばれる建物が残る菅谷高殿集落 (以下、菅谷と称す)、製鉄業や林業を運営した田部家の屋敷群を中心とする吉田集落 (以下、吉田と称す) がある。いずれも、たたら製鉄によって隆盛した時代を経て現在に往時を偲ばせる伝統的な町並みを残している。しかしながら、その歴史的経緯、集落形態や建造物の構法・間取り、景観構造等について纏められた調査報告に、気候調査や住まい方調査は含まれていない (日本ナショナ

ルトラスト, 1990)。本研究の目的は、山陰山間部に位置する島根県吉田町の2集落を対象に、集落気候と室内気候の実測、また住まい方や生活実感に対する住民へのアンケート調査を行い、地域気候に対する適応の技術や工夫を検証することである。

吉田町の民家や屋敷構えについては、例えばパキスタンの風の塔や出雲の築地松のように (Rudofsky, 1964)、気候との関連を容易に窺わせるような、風土的個性が視覚上に強く表れた形態を有している訳ではない。とはいえ、外界の気象の影響を和らげるのは住宅の基本的性能の一つである。したがってこれら伝統民家の環境調節性能が、地域の気候条件と密接に関わっていることに議論の余地を見ない。また、特別な民家形態でないからこそ、住まい方の中に工夫が集約されているとも捉えられる。伝統民家や集落は居住者にとっては日常生活の拠点であり、室内気候および集落気候と居住者の住まい方との間にも、やはり密接な関係があるであろう。本研究が室内気候だけでなく集落気候を含めた物理環境条件を把握し、並行してアンケート調査を行うのはそのためである。さらに体感温度による評価が可能であれば、客観的な物理量である気候と主観である生活実感との間を取り持つ有効な手段となるであろう。これまでも Olygay の生気候図 (Olygay, 1963) を用いた長谷川ほか (1996) や、快適域を明示した湿り空気線図を用いた宇野ほか (2000) など、伝統民家

の温熱環境を体感的に評価した例がある。しかし、いずれも室内環境の快適性の判定に用いることに主眼があり、また、屋外についての体感評価はされていない。

体感温度算出の意義は、快適性の評価だけでなく、異なる単位を持つ各温熱要素の人体への影響を同じ尺度上に表すことができる点にもある。特に、屋外では一般に風速や日射が卓越し、長波放

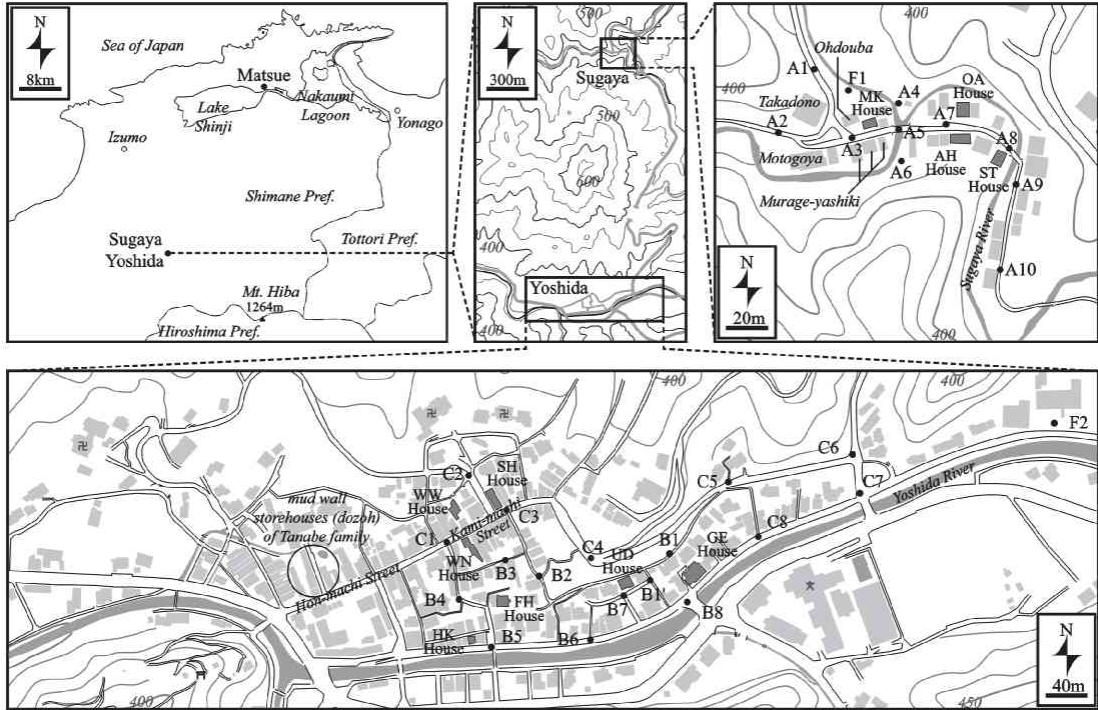


Fig. 1 Observation sites

Table 1 Observation period for local climate

	spatial evaluation by means of mobile observation		temporal evaluation by means of fixed point observation
start time	13:00 5 Aug 2005	13:00 24 Jan 2006	09:00 5 Aug 2005
	22:00 5 Aug 2005	22:00 24 Jan 2006	
	05:00 6 Aug 2005	06:00 25 Jan 2006	
period	within 50 minutes		24 hours
interval	5 minutes at F1 and F2		30 minutes
point	all : F1, F2, A1-A10, B1-B8, C1-C8		F1, F2

Table 2 Instrument of automatic recording system

period of installation	point	instrument
17:00 2 Aug to 16:30 16 Aug 2005	F1	thermohygrometer with radiation shield (EKO MH-010D)
	F2	thermohygrometer (T&D TR-72S) with original shield (Kurotani and Kobayashi, 1999)
17:00 20 Jan to 16:30 3 Feb 2006	F1	thermohygrometer with radiation shield (VAISALA QMH101) anemometer (VAISALA QMW101) pyranometer (Kipp & Zonen CM6B)
	F2	thermohygrometer with radiation shield, and anemometer (DAVIS Vantage Pro) pyranometer (EKO MS-601)

Table 3 Sky factor and possible duration of sunshine

Sugaya				Yoshida			
point	sky factor [n.d.]	possible duration of sunshine [h:m]		point	sky factor [n.d.]	possible duration of sunshine [h:m]	
		5 Aug 2005	23 Jan 2006			5 Aug 2005	23 Jan 2006
F1	0.752	9:18	7:04	F2	0.887	11:10	8:24
A1	0.625	6:22	6:09	B1	0.599	8:40	5:02
A2	0.523	5:57	3:25	B1'	0.849	10:21	6:41
A3	0.780	10:43	0:12	B2	0.770	10:21	1:51
A4	0.760	7:36	7:14	B3	0.586	6:23	1:00
A5	0.830	9:50	2:33	B4	0.725	8:40	1:41
A6	0.663	10:57	0:00	B5	0.829	10:50	4:34
A7	0.801	10:28	0:00	B6	0.885	11:36	5:27
A8	0.682	9:52	2:08	B7	0.891	11:27	7:00
A9	0.759	6:49	4:10	B8	0.920	12:15	6:38
A10	0.581	5:17	1:57	C1	0.586	10:24	4:31
				C2	0.879	10:06	5:53
				C3	0.601	9:44	1:49
				C4	0.909	11:46	8:22
				C5	0.832	9:31	8:22
				C6	0.801	10:06	8:20
				C7	0.895	11:40	8:16
				C8	0.806	10:43	7:52
mean	0.705	8:28	3:10	mean	0.792	10:19	5:39

射も室内に比べ不均一である。そのため個々の気象要素が及ぼす人体影響は室内より大きいことが多く、また変化幅も広い。気象条件の組み合わせごとに総合体感温度を求めることにより、これらの個々の気象要素の影響の程度を定量的に比較検討することができる。したがって、本研究では総合体感指標として修正有効温度 ETV (Horikoshi et al., 1995; 長野と堀越, 2006a) を採用し、屋外・屋内ともに体感温度を算出した。

2. 方法

2-1. 吉田町の概要

Fig. 1 に示すように、吉田町は県都松江から南西約 58km、広島県境に近い中国山地の山間に位置する。夏季は比較的温暖だが冬季の積雪は多い、典型的な日本海型気候である。例年 12 月末頃から約 2 ヶ月にわたり根雪に覆われるが、近年は温暖化の影響もあり期間が短くなっているという。『吉田町の町並み』(日本ナショナルトラスト, 1990) によると、菅谷でのたたら製鉄は宝暦元年 (1751) に始まり、一時中断を挟んで寛政 4 年 (1792) から大正 12 年 (1923) まで行われた。高殿のほか、管理事務所であった元小屋や鉾 (ケラ) の打ち割り場である大どう場 (どうは金偏に胴)、技師長である村下 (ムラゲ) の屋敷など、製鉄関連施設や職人住居によって形成された集落である。600m 級の山々に囲まれた標高約 385 ~ 390m の狭小な地形で、そこを小川と街路が大きく蛇行する。家屋群は街路に沿って向きを変えながら建ち並び、変化に富んだ町並みを呈している。一方、菅谷から約 2km 南に位置する吉田には高殿ではなく、たたらで作られた銚 (ズク) を加工する大鍛冶屋が吉田川の南におかれていた。町の中心は田部家の屋敷や土蔵群のある吉田川北側で、そこに職人や商人が定住し、現在の集落の原型を形作った。中心街路である本町筋・上町筋は東西軸より約 25 度振れており、川岸付近から北東方向に約 260m 続く直線部分の間に標高約 350m から 370m まで上る坂道となっている。町割りには例外的な部分はあるもののおおよそ短冊型であり、菅谷とは対照的に傾斜しながら直線的に町並みが展開する。

2-2. 集落気候観測

菅谷・吉田両集落において、集落内の気候分布を捉えるため、集落内に分散して設定された観測点を菅谷は 1 ルート、吉田は 2 ルートに分けて、徒歩で移動しながら観測した。Fig. 1 に観測点、Table 1 に観測期間を示す。なお、吉田については後述する室内気候観測を行った家屋の周辺に重点を置いたため、集落中央から東にかけて観測点を配した。また、冬季については、積雪の影響で歩行が困難な箇所があったため、B1 点の代わりに B1' 点にて観測した。すべての点を観測し終えるのに要した時間は最大 50 分であった。移動観測期間中、移動観測点の温湿度結果を時刻補正するため、両集落に設定された定点各 1 点 (菅谷:F1 点; 吉田:F2 点) において 5 分間隔で観測した。集落分布の観測には、移動観測点・定点ともアスマン通風乾湿球計・中浅式風向風速計・自作の簡易熱放射計 (長野と堀越, 2006b) を用いて温湿度・風向風速・上下向き全放射を観測した。さらに定点では長短波放射計 (EKO MR-40) を用いて上下向き長短波放射を観測した。

経時変化を捉えるため、定点において Table 1 に示す期間中毎時 0 分および 30 分に観測を行った。測定項目はアスマン通風乾湿球計・中浅式風向風速計・長短波放射計 (EKO MR-40)・自作の簡易熱放射計 (長野と堀越, 2006b) による温湿度・風向風速・上下向き長短波放射・上下向き全放射である。ただし冬季については、積雪と厳寒による観測者への負担に配慮し、アスマン通風乾湿球計・中浅式風向風速計を用いた観測者の目視による観測は行わなかった。別途に定点において、調和分析 (木村, 1970) を行うため Table 2 に示す測器を用いて、Table 1 に示す期間を含む 2 週間にわたり自動観測・記録した。なお、中浅式風向風速計、冬季 F1 点・F2 点に設置した自動気象観測記録装置の風向風速センサー部の高さはそれぞれおよそ 1.2m, 3m, 1.5m であった。

各移動観測点の下向き日射量は、定点に設置した長短波放射計による下向き短波放射量を宇田川と木村 (1978) の式を用いて直散分離し、別途求めた各点の天空率によって天空日射を補正することにより求めた。各移動観測点の反射日射量はこの下向き日射量に各点のアルベドを乗じて求めた。

Table 4 Characteristics of each house

item	name	AH	ST	OA	MK	UD	WN	WW	GE	SH	FH	HK	
location		Sugaya					Yoshida						
structure		two story wooden construction		one story wooden construction			two story wooden construction						
roofing		kawara (Japanese tile)		sheet zinc			kawara (Japanese tile)						
wall		cement surface		made of mud mixed with straw and covered with wooden boards									
age [yrs]		14	15	approx. 50	over 100	approx. 80	31	approx. 70	approx. 100	over 100	approx. 80	approx. 70	
total floor area [m ²]		123	108	96	82	121	143	135	142	125	128	106	

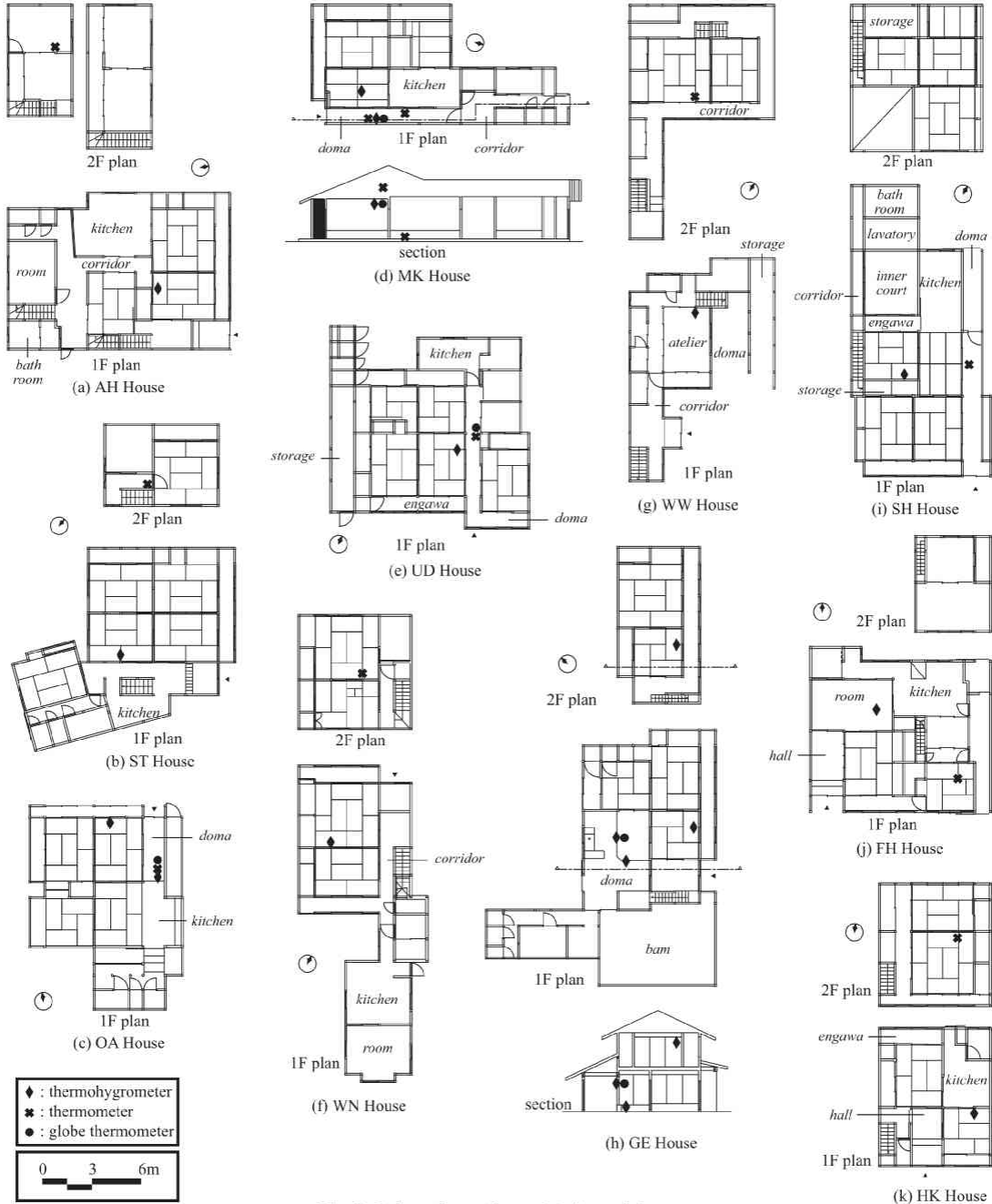


Fig. 2 Indoor observation points for each house

アルベドの実測は別途行った長短波放射計による移動観測により求めた。ただし冬季については各観測点の積雪・除雪の状況に応じて0.5～0.8の推定値を適用した(堀口ほか, 2004)。各移動観測点の上下向き長波放射量は、定点における長短波放射計と簡易熱放射計の同時観測結果から回帰式を導き、これを移動観測に用いた簡易熱放射計の実測値に適用し補正した。なお、長短波放射計・簡易熱放射計の測定間隔は1分であり、経時変化の分析には前10分の平均を用いた。

各点の地上高110cmの天空写真を等距離射影方式の全周魚眼レンズ(NIKON FC-E8)を装着したデジタルカメラ(NIKON COOLPIX 5000)を用いて撮影し、天空率および可照時間を求めた。Table 3に各点における天空率および可照時間を示す。天空率の算出は、長野ほか(2006)の方法によった。すなわち、300万画素で撮影した画像から、画像編集ソフトウェア(Adobe Photoshop 7.0)を用いて画角180°分を取り出し、球面変形処理し正射影画像に変換して、全画像に対する天空部の画素数の比を天空率とした。可照時間の算出は、球面変形処理前の等距離射影画像に各観測日の太陽軌道線を重ねて読み取った。

2-3. 室内気候観測

研究協力の了承が得られた菅谷4軒、吉田7軒を選定した。Fig. 1に各家屋の配置、Table 4に家屋概要一覧、Fig. 2に各家屋図面および測定点を示す。AH邸・ST邸は南側に山の斜面が迫り、菅谷の中では比較的新しい。OA邸は北側を川に面した二軒長屋の西側である。四間取りで道路に面した南側に縁側を備える。西は土間で台所のみ上足である。MK邸は村下屋敷の向かいに建つ二軒長屋の西側の住居で、和小屋組、真壁造りである。東側に1m幅の土間が奥に伸び6畳のオモテと変形5畳の玄関、4畳半に満たない納戸奥に広く張り出した台所が、四間取りを構成している。居住者は昼間食事に戻る以外は不在にしていることが多い。UD邸の北側は崩落防止用のコンクリート法面が迫り、北側からの採光条件はよくない。居住者は主に1階居間で生活している。WN邸は近年改築を行なった家で、今回の対象家屋の中では最も現代的なつくりをしている。中庭を有しているが土間(通り庭)

はない。主に1階居間で生活している。WW邸は1階の土間・風呂部分は取り壊され、外部とひとつづきの空間になっている。WN邸と所有者が同じであり、主にWN邸で生活をしているため、WW邸は工芸等の作業場として利用する以外はほとんど不在で開口部も閉め切っていることが多い。GE邸は近年改築などを行なっておらず比較的昔ながらのたたずまいをしている。建物南東を走る道路に面して縁側があり、それに接する1階居間は日当たりが良い。主に1階居間で生活しており、夏場の日中は開口部を開け放っている。SH邸は集落の軸をなす坂道に面した典型的な町屋型で、土間(通り庭)と中庭を有している。北隣にもう一棟あり、渡り廊下で繋がれている(図面省略)。主に中庭に縁側を介して南接する1階居間で生活している。FH邸は南側隣地より数m高く風通しの良い場所に位置し、西側の一部は平屋建てである。主に1階居間で生活している。HK邸は長屋住居で東西を隣家に挟まれ、南北面にのみ開口部がある。多くの家が主な生活場所を1階としているのに対し、HK邸は2階を主な生活場所としている。また日中は不在であることが多い。

屋外定点に自動観測記録装置を設置した同期間において、温湿度(居間・土間)・グローブ温度(土間のある家屋のみ)を毎時0分および30分に測定・記録した。測器には自動記録式温湿度計・温度計(ESPEC RT-12; T&D TR-72S, TR-71S)・小型グローブ温度計(75mmφ)を用いた。測定高さは日常生活の邪魔にならないよう床上180cmとした。

2-4. 体感評価手法

修正有効温度ETV(Horikoshi et al., 1995)は日射の影響を加味すれば、次式で表される(長野と堀越, 2006a)。

$$ETV = t_a + \frac{TVF}{h_v} + \frac{ERFI}{h_v} + \frac{ERFS}{h_v} + \frac{EHF}{h_v} \quad (1)$$

$$= t_a + \theta_{TVF} + \theta_{ERFI} + \theta_{ERFS} + \theta_{EHF}$$

$$TVF = (h_{ca}F_{clo} - h_cF_{cle})(t_{sk} - t_a) \quad (2)$$

$$ERFI = h_rF_{cle}(t_r - t_a) \quad (3)$$

$$ERFS = R_s \quad (4)$$

$$EHF = wh_eF_{pdc}f_{cl}(p_a - 0.5p_{ETV, s}) \quad (5)$$

$$h_v = h_{ca}F_{clo} + h_rF_{cle} \quad (6)$$

(1) 式の右辺第2～5項はそれぞれ風速・長波放射・短波放射・湿度による体感への影響を表している。日射のない室内では右辺第4項は0となる。すなわち、各気象要素の影響が、気温からの温度変化として共通の単位 $^{\circ}\text{C}$ で表現され、しかも互いに独立している。したがって、修正有効温度ETVを算出すれば、その環境条件の総合的な体感評価(すなわち、ETV)と同時に、各気象要素による個別の体感評価(すなわち θ_{TF} , θ_{RF} , θ_{WF} , θ_{HF})も併せて求められる。そのため本研究では、屋外・室内とも統一した体感指標として修正有効温度ETVを採用した。

屋外におけるETVの算出にあたり、気温・湿度・風速・長波放射・短波放射については実測値を用いた。皮膚温・ぬれ率についてはtwo-node model (Gagge et al., 1986; Fobelets and Gagge, 1988), 対流熱伝達率については栗原ほか(2001)の式を用いた。人体日射吸収率については0.3(篠原と徳本, 1999), 代謝量については歩行状態と仮定し2.0metとした(ASHRAE, 2005)。着衣量については、夏季では実測時の観察に基づき推定し0.6clo, 冬季では後述するアンケート結果に基づき推定し屋外1.4cloとした。室内におけるETVの算出に当たり、気温・湿度については実測値を用いた。風速については静穏と判断し0.15m/sとした。長波放射については気温と平均放射温度が等しいとして取り扱った。皮膚温・ぬれ率・対流熱伝達率についてはtwo-node model (Gagge et al., 1986; Fobelets and Gagge, 1988)の式を用いた。代謝量については椅座位状態と仮定し1.0metとした(ASHRAE, 2005)。着衣量については、夏季では実測時の観察に基づき推定し0.6clo, 冬季では後述するアンケー

ト結果に基づき推定し1.0cloとした。

志村ほか(1995, 1996)は日本人を対象とした至適湿度範囲を提案しているが、これをETVの範囲に変換すると夏季25.5～27.8 $^{\circ}\text{C}$, 冬季25.4～28.6 $^{\circ}\text{C}$ となった。ただし冬季については男女別に提案されており、ここでは男女両方を包括する範囲としている。これを以降のETVによる評価の目安の一つとした。

2-5. アンケート調査

両集落において、アンケート調査を直接配布・直接回収にて夏季、冬季に行った。項目は、回答者属性および住宅構造等の基礎的事項・屋外および室内熱環境に対する満足度については両季とも、夏の暑さに対処する行動の頻度については夏季のみ、冬の寒さに対処する行動の頻度および着衣の概要については冬季のみ尋ねた。着衣に関する設問は、Fig. 3に示す異なる8パターンのイラストから自身の服装に最も近いものを一つ選ぶよう尋ねた。重ね着用の推定式(花田ほか, 1981, 1983, 1987)に基づいて各イラストのクロ値を定め、集計して求めた平均値をETVの算出に用いた。なお、Fig. 3にはイラストごとに推定されたクロ値を示しているが、実際に用いたアンケート用紙には明記しなかった。アンケート用紙中の用語の選択にあたっては、一般によく使用されている語を基本とし、回答者が平易に理解できるよう配慮した。具体的には、寒さと共存しながら身体や部屋の一部を暖める「採暖」と部屋全体を暖めて寒さを取り除く「暖房」の区別は(荒谷, 1986), 専門家の間では知られているが、一般には意味の違いも含めて理解されているとは言い難いため、より広く使

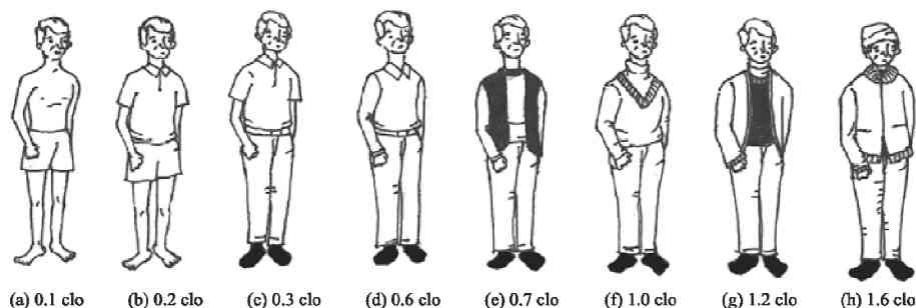


Fig. 3 Items of the single choice question to ask how much clothes the resident wears

用されている「暖房」に統一した。同様に「冷房」以外にも「涼房」「採寒」「採冷」「採涼」といった語の提案もあるが(宿谷, 2002), 「冷房」に統一した。その他, エア・コンディショナーはエアコンと略すほか, クーラーと称した方が通じること多いため, 夏季には「エアコン(クーラー)」、冬季には「エアコン」とした。また, 「涼色」は広辞苑(第五版)にも記載されておらず一般的とはいえないが, 活字として見たとき, 「寒色」では涼しさよりも寒さを連想することがあり, 涼しい感じを与える色を指す語としては必ずしも最適とはいえないと考えられたこと, また別地域のアンケート調査(長野ほか, 2004)で「涼色」の直前に「水色などの」を補足して用いたところ, とくに回答に不備が見られなかったことから採用した。

夏季アンケート調査は2005年8月5日, 9月9日に行い, 配布数は菅谷では全戸数の約92%の11戸, 吉田では全戸数の約40%の37戸であった。有効回収数・回収率はそれぞれ11戸・100%, 35戸・94.9%であった。冬季は2006年1月23-25日に行い, 配布数は菅谷では全戸数の約67%の9戸, 吉田では約54%の51戸であった。有効回収数・回収率は8戸・88.9%, 50戸・98.1%であった。

3. 結果

3-1. 集落気候

Fig. 4に菅谷および吉田各定点における風向風速・温湿度・全日射の経時変化を示す。ただし冬季については, 自動観測記録装置による観測結果から代表的な傾向を示していた2006年1月22-23日のデータを抜粋した。また, 比較のため松江地方気象台(高度17m, 風速計の設置高26.7m)の風向風速・温湿度を同時に示した(気象庁, 2007)。

Fig. 4より, 気温について, 日射量の大小に応じて変動する中, 夏季・冬季とも菅谷・吉田は松江に比べほぼ一日を通じて低い。菅谷と吉田の気温差は小さいが, 夏季・冬季とも菅谷の方が低い傾向が見られ, 菅谷・吉田・松江の平均値はそれぞれ夏季26.2°C・27.1°C・29.3°C, 冬季-1.0°C・0.4°C・2.7°Cであった。湿度について, 夏季において菅谷・吉田は9-12時に低下・上昇した後に概ね28-31hPa

前後で推移し, 松江は20時頃から上昇し23時頃から31hPaを超えて高止まる。相対湿度で見ると菅谷では19時以降, 吉田では22時30分以降に90%, 松江では22時以降に80%を超える多湿な状況である。冬季においては菅谷・吉田・松江とも概ね4-6hPaで推移する。風況について, 夏季において菅谷・吉田は日中に強い傾向が見られるものの全体として風速は弱く, 1.5m/sを超えたのは菅谷における14時のみである。松江は菅谷・吉田より風速計の位置が高いため全体を通じて大きな値を示しているものの, 昼間に強く夜間に弱まるのは菅谷・吉田と同様である。冬季において菅谷は南から東の風, 吉田は西風が日中に吹き, 夜間には弱まる。松江は昼頃から明け方まで北西よりの風が卓越する。

Fig. 5に夏季・冬季の昼間と明け方における菅谷・吉田の気温風向風速分布を示す。同時に各観測点の気温の平均を集落平均気温として記した。各観測点の気温を数字で記し, 集落平均気温との差を円の色と径で表している。また, 各観測点の風向と風速を, 各点を基点とする実線の方向と線長で表している。ただし, 1月24日13時における菅谷のA3点については, 風向が定まらなかったため欠測として扱った。そこで風速のみを表すために, 線を便宜上西向きに描き, 破線とすることで他点と区別した。

Fig. 5より, 菅谷において, 8月5日13時に集落中心部であるA4・A5・A7点でやや高温, 周辺のア2・A9点でやや低温となる傾向がわずかながら見られ, 最大差は1.9°Cである。しかし翌日5時の最大差は1.0°Cと狭まる。1月24日13時, 翌日6時においても最大差は小さく, それぞれ0.9°C, 0.4°Cである。風については, 夏季・冬季とも13時に1m/s前後の弱い風が吹くが, 翌朝5時はほぼ静穏である。吉田において, 8月5日13時に集落中心部であるC1・C2・C3点や比較的風速の弱かったB7点で高温, 川岸部であるF2・B5・C7・C8点や天空率が小さく日照時間も短いB3点, そしてB2点で低温である。最大差は5.5°Cである。しかし翌日5時の最大差は0.8°Cと狭まる。1月24日13時, 翌日6時においても最大差は小さく, それぞれ1.6°C, 0.6°Cである。風については菅谷同様, 夏季・冬季とも13時に1m/s前後の弱い風が吹くが,

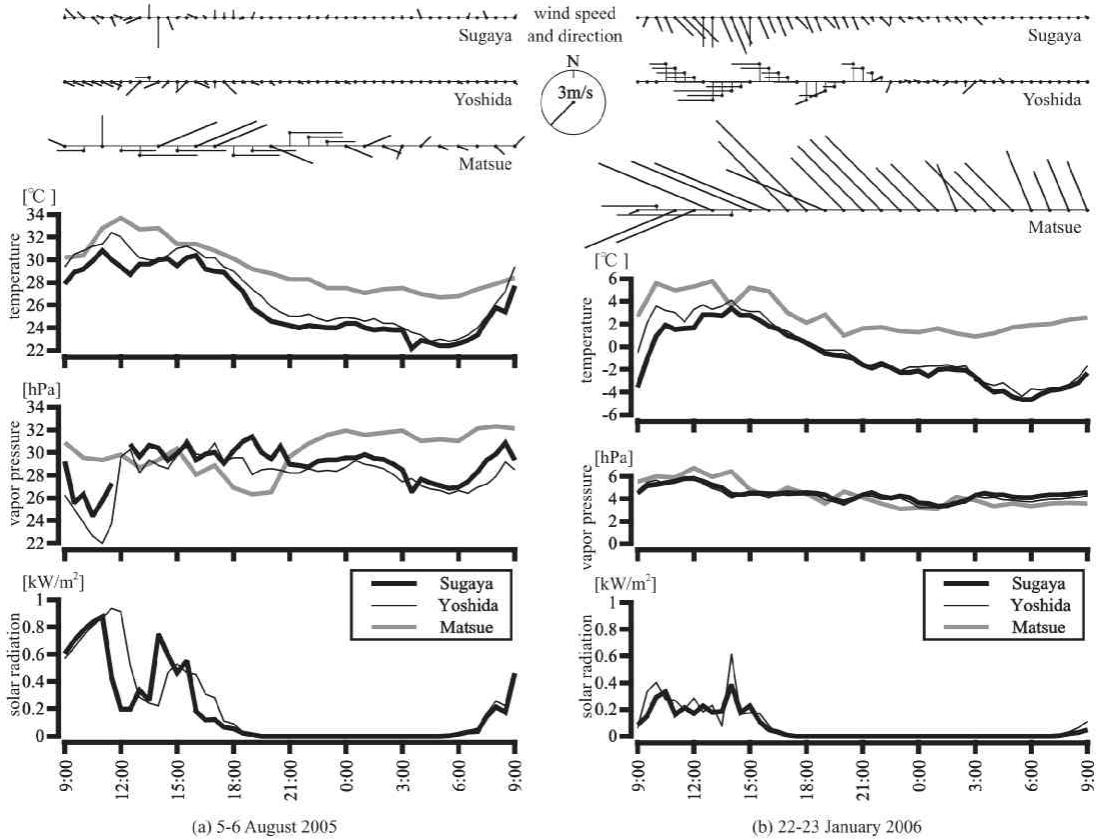


Fig. 4 Changes in wind, outdoor temperature, humidity, and global solar radiation at F1 and F2

翌朝6時はほぼ静穏である。夏季・冬季の22時については割愛したが、菅谷・吉田とも気温差はほとんど見られず、風もほとんど観測されなかった。

Fig. 6にFig. 5と同時季・同時刻におけるETVへの変換結果を示す。夏季について、8月5日13時に至適域を大きく超え、翌朝5時においても至適域よりわずかに高い。分布の最大差は菅谷において8月5日13時に2.1℃、翌朝5時に1.6℃、吉田において8月5日13時に4.7℃、翌朝5時に2.7℃であり、気温の場合と大差はない。冬季について、1月24日13時に至適域に達せず、翌朝6時においてさらに下回る。分布の最大差は菅谷において1月24日13時に9.4℃、翌朝6時に5.0℃、吉田において1月24日13時に6.8℃、翌朝6時に6.1℃であり、気温の場合に比べ顕著に大きい。

ETV算出結果に対する各気象要素の影響を見るため、要素別に観測点の平均・最大・最小値を求めた。Fig. 7に菅谷、吉田における集計結果を示す。

風速の影響について、菅谷・吉田とも8月5日13時には平均値がマイナスであり体感温度を下げるが、22時、翌朝5時にはプラスに転じる。1月24日13時には4℃以上、22時、翌朝6時には8℃以上とさらに大きい値を示す。長波放射の影響について、菅谷では8月5日13時、22時、翌朝5時ともにプラスで体感温度をやや上げる。1月24日13時には影響は小さく、22時、翌朝6時にはマイナスに転じる。吉田も8月5日22時にマイナスである以外は菅谷と同様の傾向を示す。日射の影響について、菅谷・吉田とも、8月5日13時、1月24日13時に卓越して大きく体感温度を上げるが、22時、翌5時・6時には影響は見られない。湿度の影響について、菅谷・吉田とも8月5日13時にはマイナスで体感温度を下げるが、22時、翌朝5時にはプラスに転じる。1月24日13時にはマイナスで体感温度を下げるが、22時、翌朝6時にはほぼ影響は見られない。

観測点間の差異を詳細に見るため、天空率が異なり他の気象条件がほぼ同程度である8月5日13時におけるB1・B8点、風速が異なり他の気象条件

がほぼ同程度である1月24日13時におけるA4・A5点を抜粋して算出した。Fig 8に算出結果を示す。気温から最終的にETVが算出されるまで、各気象

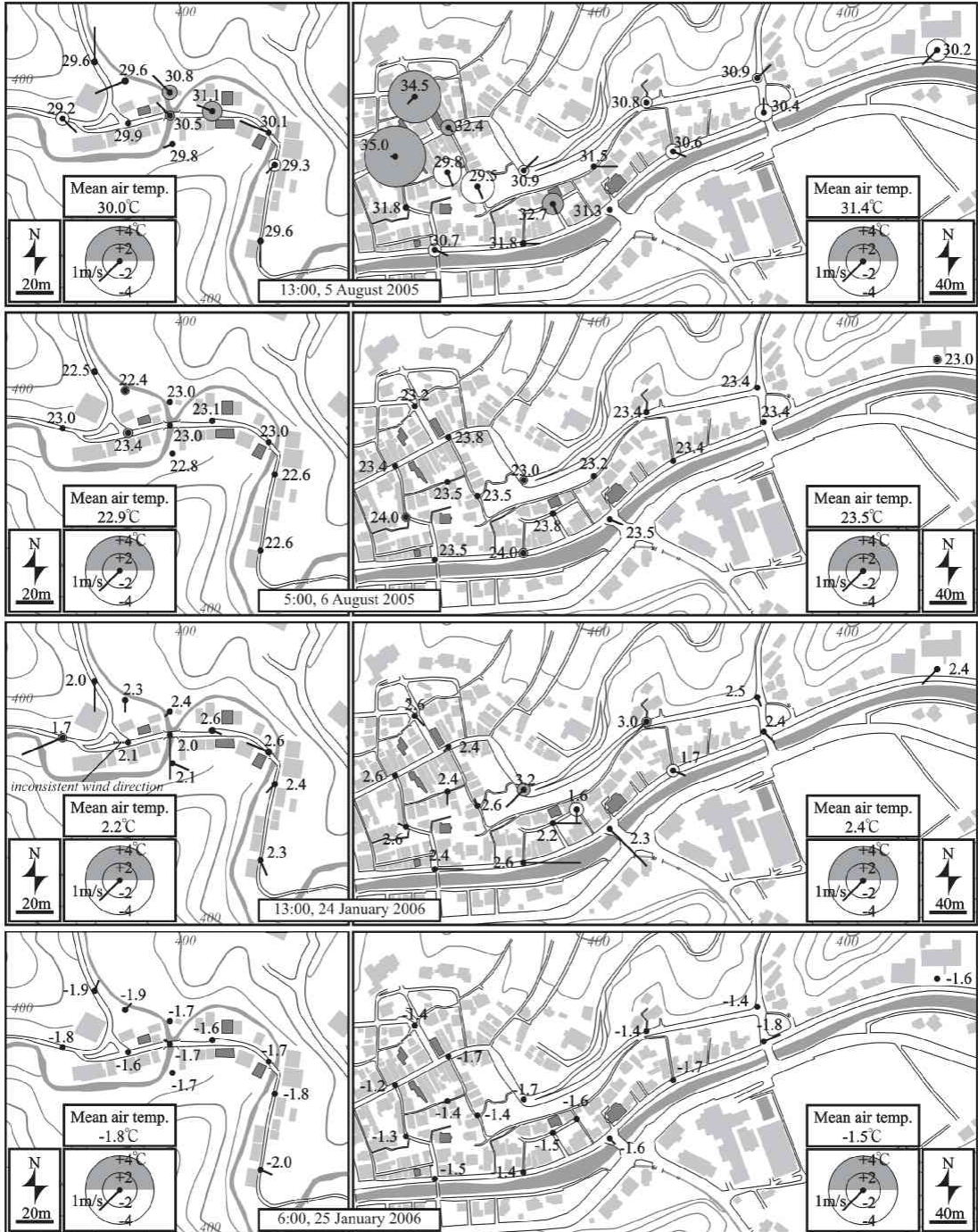


Fig. 5 Distributions of outdoor temperature, wind velocity and direction

要素の影響を順にベクトル表示している。

Fig. 8(a) より、日射量は 341W/m^2 と大きくないが、それでも相対的に日射の影響 θ_{RFs} が他の気象

成分に比べ大きい。また、B1 点より B8 点の方が 1.8°C 大きい。風速について、 0.8m/s であった B1 点では $\theta_{\text{TVF}} = -1.2^\circ\text{C}$ と体感温度を下げるが、風速を視

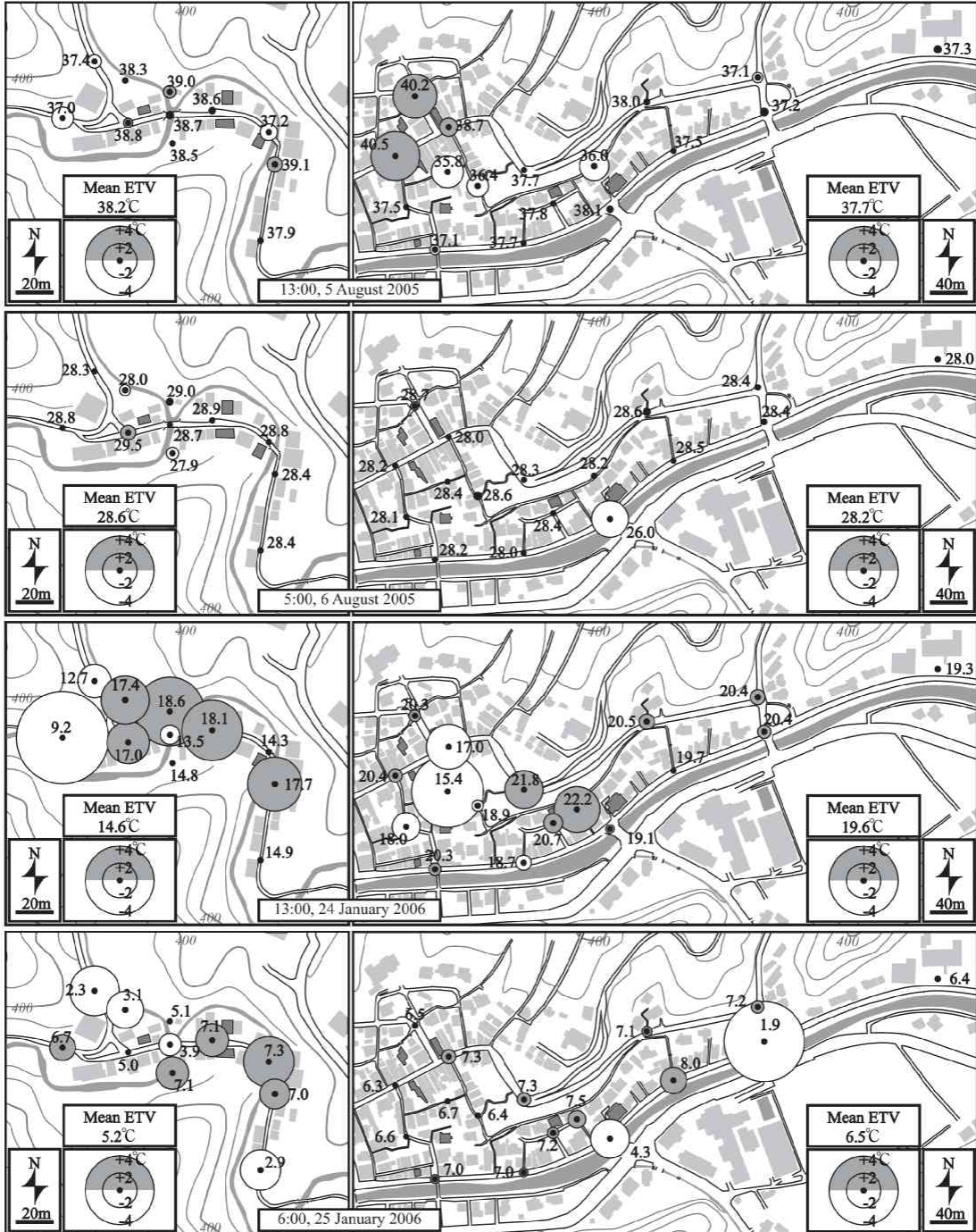


Fig. 6 Distributions of ETV

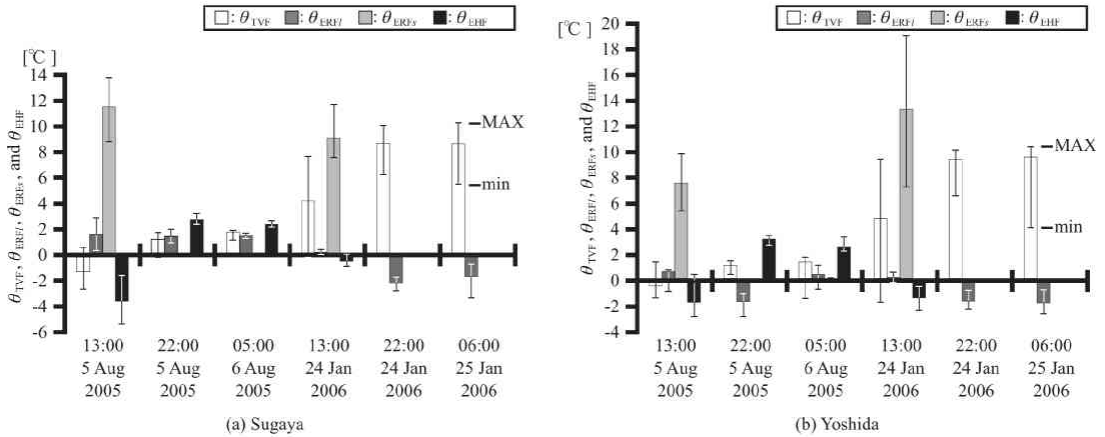


Fig. 7 Mean, maximum and minimum values of θ_{TVf} , θ_{ERFf} , θ_{ERFz} , and θ_{EHF} at Sugaya and Yoshida

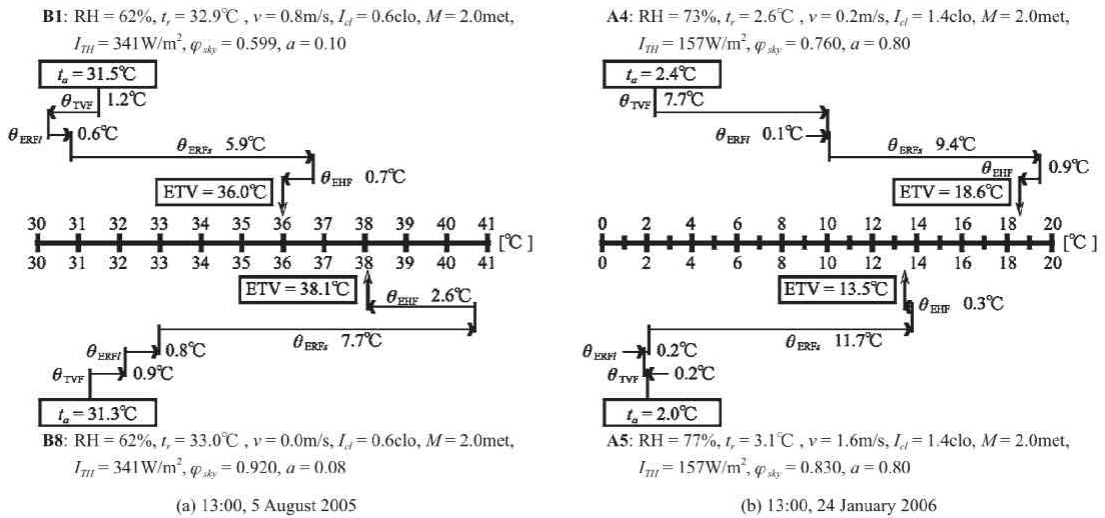


Fig. 8 Sequential expression of effects of each meteorological element on thermal feeling from t_a to ETV at B1, B8, A4 and A5

測できなかった（風速計の起動風速以下であった）
 B8点では逆に $\theta_{TVf} = 0.9^\circ\text{C}$ と体感温度を上げている。
 湿度については両点とも62%であったが、B1点では $\theta_{EHF} = -0.7^\circ\text{C}$ 、B8点では $\theta_{EHF} = -2.6^\circ\text{C}$ と、ともに体感温度を下げるが 1.9°C の差が見られる。Fig. 8(b)より、日射量は 157W/m^2 とB1・B8点の半分に満たないが、積雪による反射日射の影響が大きいため、日射の影響 θ_{ERFz} がFig. 8(a)に示すB1・B8点よりも大きく表れている。風速について、 0.2m/s であったA4点では体感温度を大きく上げるが、 1.6m/s であったA5点ではわずかに体感温度を下げている。

3-2. 室内気候

比較的築年数が長く伝統的な形態を残す菅谷のMK邸と吉田のGE邸を抜粋し、Fig. 4と同時刻の経時変化を検討した。Fig. 9にMK邸、Fig. 10にGE邸の夏季・冬季における室内温度変化を示す。また、夏季・冬季の各2週間を対象に調和分析を行い、平均値を表す定数項、および1日周期成分の位相と振幅から最高温度出現時刻と外気温の振幅に対する各温度の振幅の比を求めた。Table 5に、調和分析結果を示す。同時に同期間における日較差、外気温の日較差に対する各温度の日較差の比（いずれも2週間の平均）を示した。なお、調和分

析に基づく比と実測値の日較差の比は、いずれも室温上昇率（花岡ほか、1968）や室温変動比（東と三村、1972）と本質的に同じことを意味している。ただし本研究ではグローブ温度も分析の対象としているため、ここでは「室温—」とはせず、前者を変動比（計算）、後者を変動比（実測）、両者の

区別を要しない場合は単に変動比と称する。

Fig. 9, Table 5 より、MK 邸について、夏季における1階居室気温はほぼ1日を通じて外気温よりも高く、2週間の平均でも外気温 25.2℃に対し、1階居室気温 28.6℃である。また、概ね屋根裏気温・1階居室気温・土間気温・土間グローブ温度・床

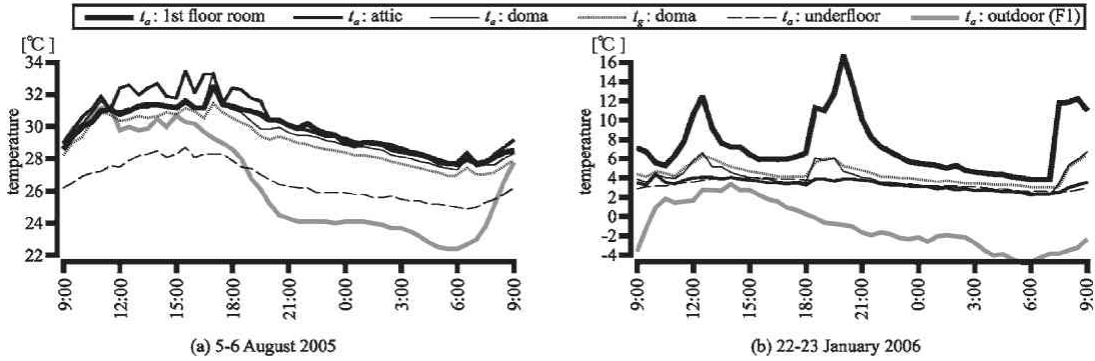


Fig. 9 Changes in temperatures at MK House in Sugaya

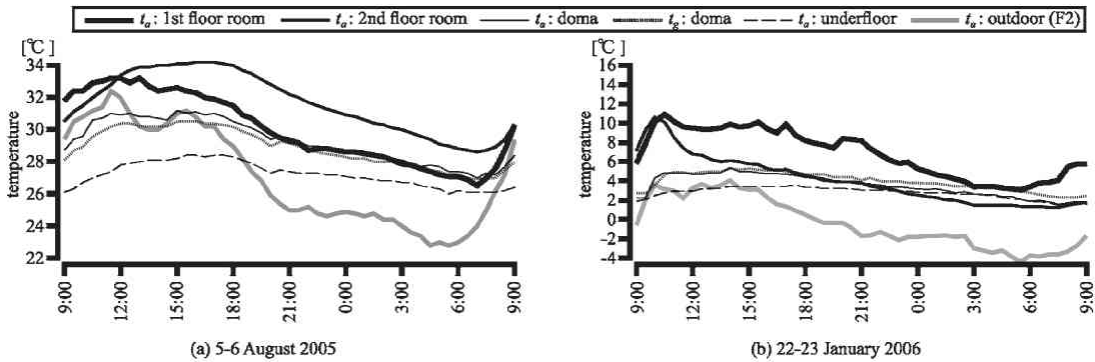


Fig. 10 Changes in temperatures at GE House in Yoshida

Table 5 Results of harmonic analysis and daily temperature range

		17:00 2 Aug to 16:30 16 Aug 2005						17:00 20 Jan to 16:30 3 Feb 2006					
		mean	peak time	amplitude	ratio to the outdoor	daily temp. range	decrease to the outdoor	mean	peak time	amplitude	decrease to the outdoor	daily temp. range	ratio to the outdoor
		[°C]	[h:m]	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[°C]	[h:m]	[°C]	[%]	[°C]	[%]
MK House	t_o : outdoor (F1)	25.2	13:32	3.4	-	8.2	-	0.5	14:12	2.1	-	7.0	-
	t_a : attic	28.9	15:46	2.5	74.4	6.8	83.6	4.4	16:00	0.8	38.4	3.5	50.0
	t_{1f} : 1st floor room	28.6	16:28	1.8	52.5	4.7	57.7	9.4	15:20	2.1	100.2	14.0	200.0
	t_d : doma	28.4	15:57	1.9	55.8	5.4	66.3	4.9	15:19	1.2	55.7	5.4	77.2
	t_g : doma	28.0	15:58	1.9	54.9	5.1	62.4	5.2	15:44	1.0	46.5	3.8	54.3
	t_u : underfloor	25.7	15:20	1.3	37.3	3.4	41.9	3.8	16:06	0.4	17.0	1.1	15.7
GE House	t_o : outdoor (F2)	25.7	13:41	3.7	-	9.2	-	1.0	14:23	2.5	-	7.7	-
	t_{2f} : 2nd floor room	29.8	16:19	2.1	58.4	5.4	59.1	4.3	16:54	1.1	43.1	4.2	54.3
	t_{1f} : 1st floor room	28.6	14:40	2.3	61.8	5.6	61.3	6.4	16:21	1.8	70.0	5.9	77.3
	t_d : doma	28.2	15:56	1.5	41.5	4.0	43.6	3.8	16:33	0.8	30.2	2.7	35.1
	t_g : doma	27.8	16:06	1.4	39.0	3.7	40.3	4.2	15:55	0.7	26.2	2.3	30.2
	t_u : underfloor	26.3	16:34	1.0	25.9	2.6	28.7	3.0	15:58	0.5	19.5	1.7	22.1

下気温の順に温度が高く、2週間の平均値でもこの順になっている。外気温の変化に対し、床下気温・屋根裏気温・1階居室気温・土間気温・土間グローブ温度の順に遅れて変動し、屋根裏気温・土間気温・土間グローブ温度・1階居室気温・床下気温の順に変動比（計算），変動比（実測）ともに小さくなる。冬季においても、1日を通じて1階居室気温が最も高く、外気温が最も低い。開放式ストーブを使用していたため1階居室で12時30分・20時・8時30分をピークとする、外気温よりも急激な気温上昇・下降が見られ、それに伴って土間気温・土間グローブ温度・屋根裏気温も変動する。この期間3回のストーブ使用時の1階居室気温はそれぞれ12℃・16℃・12℃に達するが、平均すると7.4℃であり、2週間の平均でも9.4℃である。

Fig. 10, Table 5 より、GE 邸について、夏季における1階居室気温は1日を通じて外気温よりも高く、2週間の平均でも外気温 25.7℃に対し、1階居

室気温 28.6℃である。また、概ね2階居室気温・1階居室気温・土間気温・土間グローブ温度・床下気温の順に温度が高く、2週間の平均値でもこの順になっている。外気温の変化に対し、1階居室気温・土間気温・土間グローブ温度・2階居室気温・床下気温の順に遅れて変動し、1階居室気温・2階居室気温・土間気温・土間グローブ温度・床下気温の順に変動比（計算），変動比（実測）ともに小さくなる。冬季においても、ほぼ1日を通じて1階居室気温が最も高く、外気温が最も低い。GE 邸においても開放式ストーブを使用していたが MK 邸のような急激な温度変化は見られない。2週間の平均値は MK 邸よりさらに低く、最も高い1階居室気温でも 6.4℃である。

Fig. 11 に菅谷 4 軒、Fig. 12 に吉田 7 軒の夏季・冬季の ETV 変化を示す。主に2階で過ごしていた HK 邸については2階居室、他 10 軒については1階居室における算出結果である。ただし、HK 邸 2

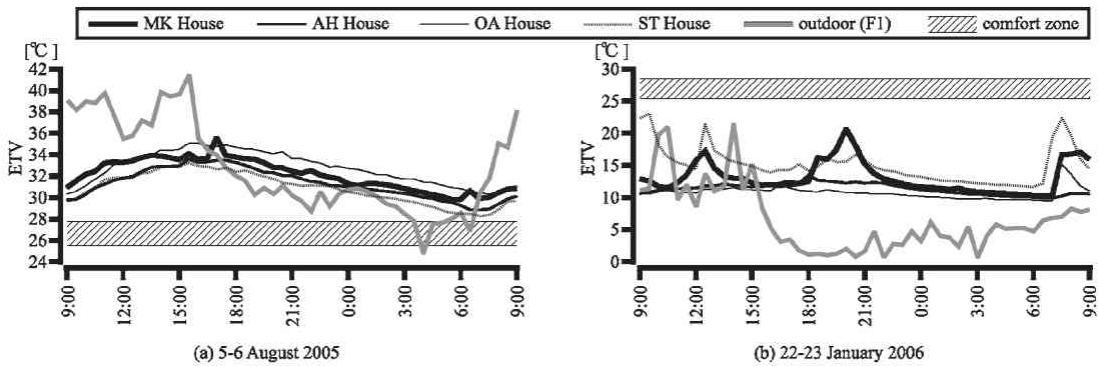


Fig. 11 Change in ETV at 1st floor room of each house in Sugaya

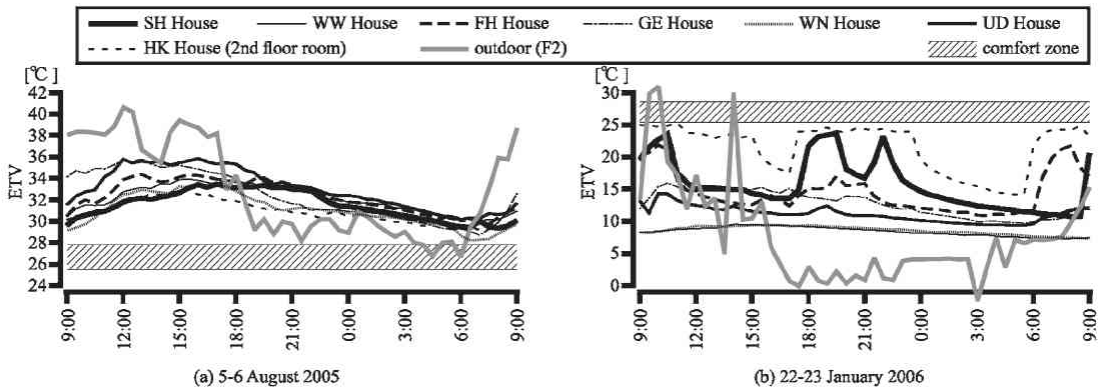


Fig. 12 Change in ETV at 1st floor room of each house in Yoshida

階居室では湿度を測っていないため、1階居室湿度を代用した。同時に、志村ほか(1995, 1996)による至適範囲を併記した。

Fig. 11, Fig. 12より、夏季において、菅谷ではOA邸・MK邸、吉田ではUD邸が概ね高い。菅谷・吉田とも夕方から明け方にかけて緩やかに下降するが、それでもすべての家屋について至適域

を常に上回る。冬季において、ストーブやファンヒーターなどを間欠的に使用したことに伴うと推察される急激な上昇・下降が見られるが、それ以外の時間帯では概ね15℃を下回り、吉田のWW邸・WN邸では終日10℃未満である。また、急激に上昇する時間帯を含めても、すべての家屋について至適域を大幅に下回る。

3-3. 住まい方と住環境に対する意識

アンケート調査については、菅谷における有効回答数が非常に少ないため、吉田と合わせて集計

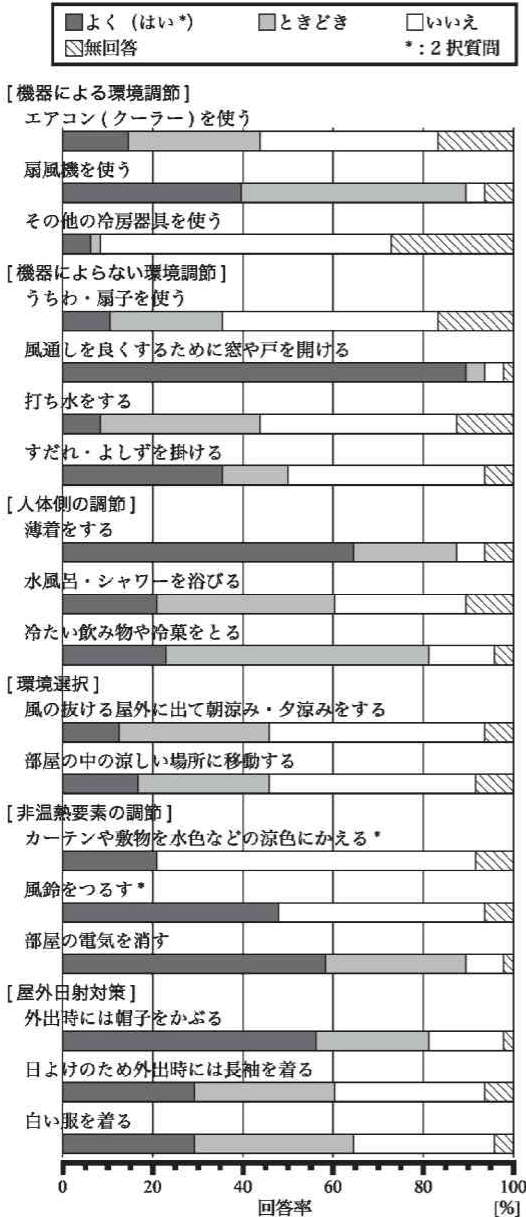


Fig. 13 Residents' behavior against hot environment



Fig. 14 Residents' behavior against cold environment

した。回答者の性別は無回答を除き夏季には男性約40%、冬季には約48%だった。年齢は夏季・冬季とも30代以下は約2%に過ぎず、60歳以上が約77%、70歳以上が夏季約40%、冬季約32%と、中山間地域に典型的な高齢者率の高さであった。

Fig. 13に夏の暑さに対処する行動18項目, Fig. 14に冬の寒さに対処する行動16項目それぞれの頻度を示す。ここでは各項目を, 行動の内容に応じて①機器による環境調節, ②機器によらない環境調節, ③人体側の調節, ④環境選択, ⑤非温熱要素の調節, ⑥屋外日射対策 (Fig. 13のみ) に類別

している。ここでいう機器とは、電気エネルギーを使用したり、灯油や炭・ガスなどを燃焼させて熱源とする機械や器具を指しており、機器を用いて温熱6要素のうち気温・湿度・放射熱・風速の環境側4要素を調節する行動を①、機器を用いずに環境側要素を調節する行動を②とした。着衣量・代謝量の人体側2要素を調節する行動を③とし、入浴や飲食物の摂取も、居住者が滞在している空間の熱環境を調節するのではなく、身体を直接加冷・加温する行動としてここに含めた。④は現在の環境を離れて別の環境を選択する行動を指す。類似の行動について、戸外出現行動や環境反応的行動 (広川, 1985)、環境逃避行動 (松原と澤島, 1992)、環境対応行動 (カコほか, 1994) などいくつかの呼称がある。しかし戸外出現行動は建物内外の移動に限定されている。環境反応的行動や環境対応行動は居住者の環境に対する「反応」「対応」によって起こる行動である点に注目が置かれていると推察され、空間移動を伴う意味合いが伝わりにくい。環境逃避行動は心的状態を判断基準に置いた行動でモデル図も提示されているが、「逃避」という語を用いているように、居住者の受動的・消極的行動に特化している (松原, 2003)。本調査における質問形式では、例えば現状の環境にとくに不快や不満がなくとも別の環境を好んで移動する場合のような、より能動的・積極的行動も含まれると考えられる。そのため、本論文では単に行動の性質を示す表現として環境選択とした。⑤は温熱6要素に関係しない行動を指す。実際には風鈴が音を奏するときには気流を伴っているし、照明は熱源となり得、その消灯は節電の意識とも関連すると考えられる。しかし周囲色彩 (大野ほか, 1987; 松原ほか, 2000; 石船ほか, 2002)、風鈴の音 (長野ほか, 1996)、照度 (Ishii and Horikoshi, 1995) が温冷感 (寒暑感, 涼暖感) に影響する場合があることが被験者実験によって実証されているため、本論文ではこれらの行動も含めてこの分類を非温熱要素の調節とした。⑥は外出時に日射を遮る行動を一分類に纏めた。

Fig. 13より、機器による環境調節については、エアコンの使用は約4割、無回答を除いて約半数であるのに対し、扇風機はほとんどの世帯で使用されている。機器によらない環境調節については、

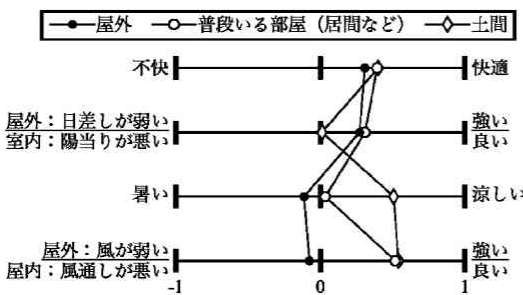


Fig. 15 Residents' feelings in summer

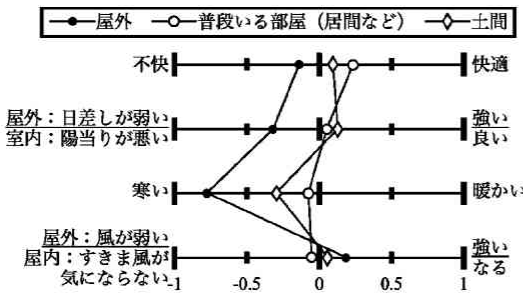


Fig. 16 Residents' feelings in winter

Table 6 Residents' feelings by each heating type of household

	普段いる部屋 (居間など) の快適感				
	不快	やや不快	どちらでもない	やや快適	快適
間欠使用世帯	0	1	3	4	2
常時使用世帯	1	1	2	3	2
	冬の住宅の過ごしやすさ				
	過ごしにくい	どちらでもない	過ごしやすい		
間欠使用世帯	1	3	6		
常時使用世帯	2	3	4		
	暖房時の室内環境に対する満足感				
	不満	やや不満	どちらでもない	やや満足	かなり満足
間欠使用世帯	0	2	3	5	0
常時使用世帯	1	5	1	2	0

うちわ・扇子、すだれ・よしずの使用、打ち水の実施は無回答を除き半数前後であるが、窓や戸の開放はほとんどの世帯で行われている。一方、薄着の実施や冷飲料・冷菓の摂取は8割、水風呂・シャワー入浴は6割を超え、人体側の調節が積極的にされている。屋外での朝涼み・夕涼みや部屋の移動といった環境選択も無回答を除いて約半数見られる。非温熱要素の調節については、敷物等の色変更が約2割の世帯で行われている。風鈴の使用、照明の消灯はそれぞれ約5割、約9割の世帯で行われている。屋外日射対策については、帽子の着用が最も多く、白い服の着用、日よけ防止目的での長袖着用も6割を超える。

Fig. 14より、機器による環境調節については、エアコンの使用は約3割で夏季よりやや少ない一方で、コタツとストーブはほとんどの世帯で使用されている。機器によらない環境調節については、戸締まりはほとんどの世帯でよく行われているが、厚手のカーテン・敷物への交換は2割強である。人体側の調節については、着衣による調節は6割強で夏季より少ないが、入浴や暖かい飲食物の摂取は「よく」が6割に迫り夏季より多い。環境選択は夏季に比べ少ない。非温熱要素の調節である敷物等の色変更も夏季には一定数見られたが、冬季にはほとんど行われていない。

Fig. 15に夏季、Fig. 16に冬季における屋外・普段多くいらっしゃるお部屋（居間など）・土間の環境に対する快適感・温冷感を尋ねた回答結果を示す。なお、夏季については「どちらでもない」の語を添えて中央を明示した両極直線尺度を採用しており、両端を-1, +1として数値化し平均した結果を示している。冬季については中央を「どちらでもない」、中央と両端の間を「やや—」とした5段階の順序尺度を採用したが、夏季の結果と対比しやすいよう間隔尺度と見なし、両端を-1, +1として数値化し平均した結果を示している。

Fig. 15, Fig. 16より、夏季については、屋外では日差しがやや強く、暑くも涼しくもなく、概ね快適側に回答されている。普段いる部屋でも屋外とほぼ同様であるほか、風通しが良い側に回答されている。土間では普段いる部屋に比べ、陽当たりが悪い側、涼しい側に回答されている。冬季については、屋外では日差しはやや弱く、寒いと感じて

おり、中立よりも不快側に回答されている。普段いる部屋では陽当たり・寒さ・すきま風について中立付近に、快適感について中立よりもやや快適よりに回答されている。土間では普段いる部屋に比べ、寒い側に回答されている。

Fig. 14の設問において、コタツ・炭コタツの使用を「よく」、ストーブ等その他の機器の使用を「ときどき」「いいえ」と回答した10世帯はすべて、どういうときに暖房するかを尋ねた設問に対し「寒いと感じた時にだけ暖房する」と回答していた。そのためこの10世帯は主な使用機器はコタツ・炭コタツであり、ストーブは間欠的に使用していると判断される。一方、同じ設問に対し「常時、暖房しておく」と回答したのは9世帯ある。これらの世帯はFig. 14の設問において、コタツ・炭コタツ・ストーブとも「よく」使用すると回答している。ここで、前者の世帯を「間欠使用世帯」、後者の世帯を「常時使用世帯」と呼ぶこととし、冬季アンケート結果に基づいて、普段多くいらっしゃるお部屋（居間など）の快適感（Fig. 16と同設問）、冬の住宅の過ごしやすさ、「暖房時」の室内環境に対する満足感について世帯別に集計した。Table 6に集計結果を示す。両世帯とも、普段いる部屋について快適側の回答が多く、冬の住宅の過ごしやすさについても過ごしやすくと回答している。しかし暖房時の室内環境について、間欠使用世帯では満足側の回答が多いのに対し、常時使用世帯では不満側の回答が多い。ただし、カイ2乗検定の結果、5%水準で有意ではなかった。

4. 考察

4-1. 集落気候と体感評価

Fig. 4に示すように、菅谷・吉田は松江に比べ夏季はより冷涼で、冬季はより厳寒である。特に冬季の厳しい寒さはFig. 15に示す屋外熱環境に対する温冷感結果からも容易に推し量ることができる。また、北西の季節風が卓越していた冬季において、菅谷・吉田定点における主風向がそれぞれ南・西であり、集落気候分布においても、Fig. 5に示すように比較的風速の強かった昼間の風向は、夏季・冬季ともおおよそ各観測点から見て谷間方向になっている。すなわち、日本海型気候の中でも菅谷・

吉田両集落は平野部より冷涼で、また起伏の多い地形による特性を備えた山間部の特徴が表れている。

気温分布の形成に関して、夏季には集落中央付近がやや高温、逆に河川付近でやや低温になる点は、白川村荻町の調査結果（宇野ほか，2000）と同様である。ヒートアイランド現象や河川による冷却効果とも解釈される傾向が窺えるが、その差は微かである。夜間・明け方には消失し、冬季にはほとんど認められないなど、集落規模が小さいこともあり、気温差は小さい。しかしながら、各気象要素が体感に及ぼす影響には観測点ごとの特徴の違いが反映されている。例えば、Fig. 8(a)に示すようにB1点とB8点の天空率の差が θ_{BR_s} の差 1.8°C に、風速の差が θ_{TVF} の差 2.1°C に表れている。またFig. 8(b)に示すように、A4点とA5点の風速の差が θ_{TVF} の差 7.9°C に表れている。Fig. 7の各成分の最大・最小値の差からも、各気象要素が体感に及ぼす影響は観測点ごとに多様である様子が捉えられる。

湿度の体感影響は、(5)式に示すように、最終的に算出されるETVにおける相対湿度50%を基準とし、50%より大きければ体感温度を上げ、小さければ下げる方向に働く。そのためFig. 8(a)に示すB1点とB8点の算出結果において、ともに各点の気温における相対湿度62%であったが、風速・日射によってB8点の方が大きく体感温度が押し上げられた分、湿度によってより大きく体感温度が下げられたと考えられる。時刻別の各観測点の平均値を見ても、湿度によって、日射の影響が卓越した昼間には体感温度が下げられていたが、日射の影響がなくなる夜間・明け方には、夏季には逆に体感温度が上げられ、冬季には体感への影響が見られなくなっている（このとき、観測点間の湿度差は小さかった）。すなわち、湿度に顕著な差がなければ、他の気象要素が体感温度を高く押し上げる働きをするほど、湿度は体感温度を相対的に下げる方に働く。したがって総合的な体感温度を表すETVには、各成分の影響が相殺的に加算されるため、差異が見られにくくなる。夏季の特に昼間において、各成分の影響の大きさが観測点ごとに様々であるにもかかわらず、菅谷・吉田の気温分布とETV分布の最大差がほぼ同程度なのはその

ためであると考えられる。一方、冬季は寒冷であることから、two-node modelによって予測されるぬれ率 w が夏季に比べ小さい。そのため(5)式に示すように湿度の影響そのものが小さくなり、風速や日射による体感影響が観測点ごとに異なっても、夏季にはその大きさに応じて相殺的に働いた湿度の影響が冬季には反映されにくく、そのままETV分布の最大差の大きさとなってFig. 6に表れたと考えられる。

体感気候の空間的な分布特性だけでなく、時刻や季節による特徴も気象成分ごとに窺える。日射の影響が昼間に卓越し夜間・明け方には見られないのは当然のこととして、昼間に吹いていた風が夜間・明け方には止んだ影響がFig. 7に表れている。長波放射についても、冬季の夜間に表れやすい放射冷却現象が捉えられたと推察される。また、夏季と冬季では着衣量も大きく異なるが、その体感への影響は風速の影響 θ_{TVF} に含まれる。すなわち、風速の影響 θ_{TVF} は(2)式に示すように、基準風速(0.1m/s)だけでなく基準着衣(0clo)にも基づいて評価されるため、着衣量が多いほど大きくなる。したがって θ_{TVF} の差異は、着衣量が同じ場合には風速の差異として、風速が同じ場合には着衣量の差異として表れることになる。Fig. 7において全体として夏季より冬季の方が θ_{TVF} の値が大きいのは、着衣量の差異によるところが大きいと捉えられる。

4.2. 室内気候と住まい方の工夫

夏季について、平屋であるMK邸、2階建てであるGE邸とも、屋根面に近い空間ほど温度が高かった。外気温の変動に対する時間遅れや変動比の減少も、MK邸については床下気温、GE邸については2階居室気温を除き概ねこの順であった。MK邸は昼間、食事時以外は原則開口部を閉じており、換気口を開けていた床下が強いて言えば最もよく通気されていた。外気温の変動に対して床下気温が最も時間遅れが短かったのはそのためであると示唆される。逆にGE邸は1階居室の窓や室内間仕切りを常時開放していたため1階居室および隣接する土間に外気が導入されやすい状況であった。1階居室や土間において外気温の変動に対する時間遅れが短く、変動比も大きかったために、2階居室気温が相対的に外気温に対して遅れて変動

し、変動比も小さかったと推察される。すなわち、屋根面への日射の焼け込みが非常に大きく影響し、その熱が徐々に建物内部へ伝わっている様子が明確に読み取れる。他に、1階居室気温より土間気温、土間気温より土間グローブ温度がやや低い点もMK邸・GE邸に共通している。とくにGE邸の昼間に顕著であり、他の土間を持つ住戸についても同様であった。浦野ほか(1987)や花岡(1991)は同様の鉛直方向の建物内温度分布や土間気温の低さによる対流冷却効果、また土間表面温度の低さによる冷放射効果を報告しており、本調査結果は既往の研究を支持している。居室よりも土間の方が相対的に冷涼な熱環境を形成していることは、Fig. 15に示す居住者の実感からも容易に推し量ることができる。

また、1階居室の日平均気温(2週間の平均)は菅谷4軒については27.3～29.4℃、吉田7軒については27.4～28.9℃であった。全国8都市域別に導かれた日平均室温(地域ごとに25～85戸の戸建て・集合住宅の平均)のうち、札幌・仙台はやや低かったものの、新潟・東京・名古屋・京都・福岡・那覇の6都市域は本研究とほぼ同様の範囲であり(坊垣ほか, 1998)、これも既往の研究を支持している。しかしこの6都市域の日平均外気温は、東京では約25.5℃であったが、それ以外の5都市域は約26.6～28.7℃と本研究よりも高かった。さらにこの6都市域においては、住戸別に見ると日平均外気温より日平均室温の方が低い住戸が多く見られ、クーラー所有率は90%以上、また1日の冷房機器使用時間は新潟で約5時間、他の5都市域で6.5～7.5時間であった。すなわち、これら6都市域ではエアコン等を積極的に使用した上での日平均室温結果であると解釈できる。しかしながら、MK邸はFig. 13の設問に対して、エアコンの使用について「しない」と回答していた。GE邸は「よく」と回答していたものの、窓や戸の開放についても「よく」と回答し、調査者もその様子を確認している。Fig. 9, Fig. 10においてMK邸・GE邸とも夏季のほぼ終日にわたり外気温より1階居室気温が高かったことと考え合わせれば、少なくとも測定した1階居室において実際にはエアコンの使用はあまりなかったのではないかと推察される。Fig. 13に示すエアコンの使用率を見ても、大

手プレハブ住宅メーカーの一戸建て・持家住宅の購入者1514名の回答を得た全国調査結果(澤島ほか, 2004)に比べ明らかに低い。したがって、菅谷・吉田では都市域に比べ、エアコンの使用が控えられながらも同程度の日平均室温に維持されていたと捉えることができる。また、同じ機器による環境調節でも、エアコンに比べエネルギー負荷の小さな扇風機の使用については澤島ほか(2004)の調査では約6割であり、本調査の方が高い割合である。その他、窓や戸の開放・すだれやよしずの使用・水風呂やシャワーの入浴・冷飲料や冷菓の摂取・夕涼みの実施・涼しい場所への移動についても本調査の方が高い割合を占め、うちわや扇子の使用・打ち水の実施についてはおおよそ同程度であった。奈良市近郊の新興住宅地に新居を構えた195名の回答を得た調査と比較しても(佐々と磯田, 2003)、うちわの使用や水まきについては本調査と同程度、衣服による調節や風鈴の利用については、本調査の方が高い割合を示していた。すなわち、機器によらない環境調節・人体側の調節・環境選択・非温熱要素の調節といった、電気や灯油・ガス等のエネルギー消費をほぼ必要としない対処法が、他地域に比べ同程度以上に行われており、機器による環境調節についても、扇風機の使用に留められていた。これらのことから、菅谷・吉田では山間部の冷涼な気候も味方して、機械設備に多くを依存しない環境共生的な生活が営まれてきたといえる。しかも、Fig. 15に示すように、居住者はこのような室内熱環境を概ね良好と感じていた。

一方で冬季については、日射量の少なさもあり、気温に表れる屋根面への日射の焼け込みの影響は夏季ほど顕著に見ることはできない。むしろMK邸・GE邸では開放式ストーブが非常に大きく影響したために、1階居室気温が最も高い値を示したと考えられる。それでも、1階居室の日平均気温はともに10℃を下回る低さである。他の住戸においても、ファンヒーターを「よく」使用し、「常時、暖房しておく」と回答していたHK邸における2階居室の日平均気温は16.3℃であったが、残り8軒における1階居室気温は2.4～11.4℃であった(いずれも2週間の平均)。坊垣ほか(1998)による冬季の調査によると、最も低かった名古屋でも日平

均室温（戸建て・集合住宅を含む46戸の平均）は17.7°Cであり、本調査結果は明らかに低い。

しかしながら夏季同様、Fig. 16に示すように、このような一見過酷な熱環境においても、居住者は熱的には中立であり、むしろ快適と感じていた。その理由の一つとして、コタツ・炭コタツの使用が挙げられる。渡邊ほか（1997a, 1997b）は人体熱収支に基づいた体感指標を定義し、市販の電気コタツの効果を被験者実験により評価しており、電気コタツの投入電力量や被験者によりばらつきがあるが、気温11°C条件において体感温度を6～12°C上げる効果があることを報告している。松原と澤島（1996）による京都を対象とした調査では、コタツのみの使用によって暖房時室温が約10°Cとなっていた住戸の事例が示されている。栃木県内の戸建て15軒を調査した佐藤と郡（1999）も、コタツのみ使用している住戸、コタツと石油ストーブ・ファンヒーター等を併用している住戸における居間の日平均気温をそれぞれ4.0～5.9°C, 7.4～10.2°Cと報告しており、いずれも本研究と同様の室温である。Fig. 14に示すように、菅谷・吉田ではほとんどの世帯でコタツが使用され、実測した11軒でもすべて「よく」と答えていた。また、アンケートにより推定された着衣量は近年の既往の研究と比べて高い方である（坊垣ほか, 1998；大和ほか, 2005）。したがって、菅谷・吉田の居住者はコタツ・炭コタツの使用や着衣などによって、かなり低温な環境でもさほど不快を感じることなく過ごしてきたと捉えられる。

独立住宅を対象としたコタツの使用・保有について、1975-80年の調査では高知・富山で使用率は9割を超え、大阪で約7割、北海道では1例もないとしている（野口と足達, 1982）。1983-1985年の調査では柏市・千葉市での保有率はそれぞれ85%・77%である（澤地ほか, 1987）。札幌および東北地方都市の戸建て約1000軒を対象とした一連の調査では（吉野ほか, 1984；吉野と長谷川, 1997；長谷川ほか, 2005）、1982年の使用率は全体で約7割だが、徐々に減り2002年には多くの都市で5割を下回り、札幌ではほとんど使用されなくなる。1992年の調査では新潟での保有率は5割強で（足立ほか, 1994）、1994年の調査では北陸3県での使用率は7割弱、比較的断熱のよい住宅に限ると

5割強である（垂水ほか, 1996）。長野県内における1994-2001年の調査では保有率は約半数（丹羽ほか, 2004）、長野市における1994年の調査では熱損失係数の大きい住戸でも使用率は8割に満たず、熱損失係数が小さくなるにつれてさらに減る（加藤ほか, 1995）。中部地方の山間集落を対象とした1996年の調査では茅葺き家屋での使用率は約8～9割、瓦葺き・金属板葺きで約6～8割である（宇野ほか, 2000）。すなわち、かつては使用率または保有率が高かった地域においても、近年の住宅の高断熱・高气密化に伴って徐々に減る傾向が窺え、使用率が高いとした佐藤と郡（1999）のような比較的近年の報告は数が限られている。他地域における近年の炭コタツの利用実態に関する報告を見つけないことはできなかったが、いろいろの使用率を示した宇野ほか（2000）によると、合掌造りが多く残る荻町集落において茅葺き民家の約半数で使用していたのに対し、金属板葺きに更新した民家ではほとんど使用されていなかった。これらは一般的には火を興す手間や灰の処理、換気の問題などから数を減らしていると推察される。したがって、どの地域でも見られる訳ではない高いコタツの使用率・4割近い炭コタツの使用率は、菅谷・吉田の特徴の一つといえるだろう。

ストーブやファンヒーターなど開放型の機器も使用率が高いが、「ときどき」と回答した割合が比較的多く、コタツの使用についてほとんど「よく」と回答していたのと対照的である。ストーブやファンヒーターをあくまで間欠的に使用する世帯と、常時使用する世帯がほぼ同数あるなど、使用形態は多様といえる。その世帯間で暖房時の環境に対する評価は異なっており、室温が高いはずの常時使用する世帯の方がむしろ不満が高かった。一方で「暖房時」と前置きのない、普段いる部屋の快適感や冬の住宅の過ごしやすさに対する設問では世帯間にあまり差はない。鈴木ほか（1995）は開放式燃焼機器の利用が多い京都・田中関田団地では、他より暖房時の空気の汚れに困る回答が多かったことを報告している。したがって、常時使用する世帯の満足評価の低さは、開放式燃焼機器を長時間連続して使用するために、換気が追いつかないほど居室内の空気汚染が進んだことが一因と推察される。

室内 ETV 算出結果を見ると、夏季・冬季とも至適域から外れている。夏季について、本研究で実測した 11 軒の ETV 算出結果は、平屋であった OA 邸・MK 邸・UD 邸や 2 階居室気温を示した HK 邸だけでなく、2 階部分が緩衝空間となっていた他の 2 階建て家屋 7 軒の 1 階居室気温についても、常に至適域より高かった。冬季についても、大きく至適域を下回る。長谷川ほか (1996) は、Olygay の生気候図 (Olygay, 1963) を用いて東北地方の伝統民家の夏季温熱環境を評価した結果、風速 0.5m/s 以下のときには快適域より高く、より通風や除湿を要するとしている。中部地方の山間部の伝統住宅を評価した宇野ほか (2000) も、卓抜な断熱性能を備える茅葺き屋根 (金属板被覆されたものも含む) を持つ家屋では夏季において概ね至適域に入るもののトタン葺き家屋では日中に範囲を外れ、冬季においてはいずれの家屋もかなり低温側に逸脱することを報告している。また、本論文における室内 ETV 算出結果には、頻繁に行われていた通風や扇風機による風速の効果も、ほとんどの世帯で用いられていたコタツの 6 - 12°C にも及ぶ体感効果 (渡邊ほか, 1997b) も反映されていない。すなわち、菅谷・吉田の住宅の熱的性能が特別に劣っているという訳ではなく、実際の室内熱環境は夏季・冬季とも算出結果よりも大幅に至適域に近い、もしくは至適域内にあったと考えられる。したがって、形成されている熱環境は、高齢者率の高さに鑑みれば健康面への配慮から改善の余地があるものの、現状においても居住者にとっておおよそ許容できる範囲内であったといえることができる。このことは、逆に言えば居住者自身が、機械設備の使用を最小限に抑えた工夫—すなわち通風やコタツなどの利用—によって熱環境を整えて暑さ寒さをやり過ごし、長年生活してきたことを表している。

5. おわりに

本研究において、集落気候の空間的分布と経時的な変化を捉えた。ETV を用いてこれを体感的に評価した。総合体感温度の中で湿度成分が相殺的に働くため、総合体感温度を表す ETV には、各気象成分による総合体感への影響が顕在化しにくかった。しかし、これは熱収支式上の顕熱と湿度

のトレードオフによって生じるため、ETV だけでなく ET* や SET* (Gagge et al., 1971, 1986) でも同様のことが起こる。しかし ETV 算出に伴う各気象成分の影響を見ることにより、山間部の起伏に富んだ地形によって大きく変化する日射量や風速などの影響、時間や季節による放射や着衣の影響を詳細に捉えることができた。集落全体としては、夏季に温暖、冬季に厳寒で雪深い日本海型の気候特性が、山間部であるため平野部に比べより顕著である様子が確かめられた。建物自身の熱的性能によって外界気象はある程度緩和されつつも、室内気象は屋外に応じて変化した。特に夏季については日射の影響が明らかであった。夏季は至適域よりも高く、冬季は至適域よりも低い室内気候が形成されていた。

このような気候条件に対する居住者の実感や、暑さ・寒さへの対処法の実態を明らかにした。比較的温暖な夏季には、エアコンの使用を控えて扇風機の使用に留め、通風や着衣による調節、環境選択などのエネルギー消費を要しない手法を多用した。地域気候に適応した生活が展開されていた。厳寒の冬季には、ほとんどの世帯でコタツまたは炭コタツが多用されていた。開放式燃焼器具も多くの世帯で併用されていたが、間欠的に使用する世帯よりも常時使用する世帯の方がむしろ不満と感じていた。また、室内での着衣の多さなど、ここでも過度にエネルギーを消費しないよう工夫されていた。

近年、住宅の断熱・気密性が向上し全国的にコタツの使用率が減少しつつある中、菅谷・吉田においてはコタツ・炭コタツの使用率が比較的高いことも明らかにした。このことは、言い換えれば菅谷・吉田の住宅の断熱・気密性が十分でないことを暗に示唆していると捉えられる。しかし同時に、コタツによるユカ坐中心の住まい方を長年の習慣としてきた生活文化の結果であるとも捉えられる (野口と足達, 1982)。したがって、高齢者居住への配慮等の事情から現在よりも熱環境を改善する必要が生じて、必ずしも高断熱・高气密化を図ればよいとは限らず、地域の生活文化を踏まえた対策を講じることが肝要である (松原と澤島, 1996)。現在でも石油ストーブなどの開放式燃焼器具は一般的に使用されており、常時使用している

世帯の不満の高さ, 夏の通風の実践状況を踏まえれば, 特に気密化には慎重にならざるを得ないだろう。しかも菅谷・吉田は町並み保全が望まれるような歴史性を備えた集落である。ただ目に見える部分, すなわち外観だけでなく, 間取り形態が維持された内部空間の使われ方を含めて, そこでの生活の営みの中にも歴史に培われ洗練された知恵や工夫が内包されている。だからこそ, 機械設備に多くを依存しないながらも熱的には都市域と遜色のない暮らしができてきたのである。

記号一覧

a [n.d.] : アルベド
 E_{HF} [W/m^2] : 有効湿度場
 $ERFI$ [W/m^2] : 長波長有効放射場
 $ERFs$ [W/m^2] : 短波長有効放射場 (日射)
 ETV [$^{\circ}C$] : 修正有効温度
 F_{cle} [n.d.] : 着衣の有効伝熱効率
 F_{clo} [n.d.] : 基準着衣の有効伝熱効率
 F_{pci} [n.d.] : 着衣の透湿効率
 f_{ci} [n.d.] : 着衣面積率
 h_c [$W/(m^2K)$] : 対流熱伝達率
 h_{co} [$W/(m^2K)$] : 基準着衣の対流熱伝達率
 h_e [$W/(m^2kPa)$] : 蒸発熱伝達率
 h_r [$W/(m^2K)$] : 放射熱伝達率
 h_a [$W/(m^2K)$] : 基準風速・基準着衣に基づいた着衣の影響を含む総合熱伝達率
 I_{cl} [clo] : 着衣量
 I_{TH} [W/m^2] : 水平面全天日射量
 M [met] : 代謝量
 p_a [kPa] : t_a における水蒸気圧
 $p_{ETV,s}$ [kPa] : ETV における飽和水蒸気圧
 R_s [W/m^2] : 短波長放射受熱量
 TVF [W/m^2] : 温熱風速場
 t_a [$^{\circ}C$] : 気温
 t_g [$^{\circ}C$] : グローブ温度
 t_r [$^{\circ}C$] : 平均放射温度
 t_{sk} [$^{\circ}C$] : 皮膚温
 v [m/s] : 風速
 w [n.d.] : めれ率
 φ_{sky} [n.d.] : 天空率
 θ_{EHF} [$^{\circ}C$] : 湿度による有効温度変化

θ_{ERRI} [$^{\circ}C$] : 長波放射による有効温度変化

θ_{ERFs} [$^{\circ}C$] : 日射による有効温度変化

θ_{TVF} [$^{\circ}C$] : 風速による有効温度変化

引用文献

- 足立直之, 赤林伸一, 吉野 博, 真保裕裕, 坊垣和明, 澤地孝男 (1994) : 住宅におけるエネルギー消費量と住まい方に関する実態調査 新潟市におけるエネルギー需要構造に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, **465**: 49-59.
- 荒谷 登 (1986) : 採暖と暖房, 北海道建築指導センター, 改定第3版, pp.1-33.
- 東 修三, 三村泰一郎 (1972) : 木造プレハブ住宅の室内気候に関する研究, 京都府立大学学術報告 理学・生活科学, **23(B)**: 27-46.
- ASHRAE (2005): Thermal comfort, ASHRAE Handbook - Fundamentals, 8.1-8.29.
- 坊垣和明, 澤地孝男, 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 (1998) : 夏期および冬期の居室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, **505**: 23-30.
- エスペランサ・カロ, 竹下輝和, 堤純一郎 (1994) : 伝統的な住宅における個体域の環境特性と生活行動 戸建住宅の隣棟空隙の再構築に関する環境デザインの研究 (その1), 日本建築学会計画系論文集, **460**: 87-94.
- FOBELETS, A.P.R. and GAGGE, A.P. (1988): Rationalization of the effective temperature ET^* , as a measure of the enthalpy of the human indoor environment, ASHRAE Trans., **94(1)**: 12-31.
- GAGGE, A.P., STOLWIJK, J.A.J. and NISHI, Y. (1971): An effective temperature scale based on a simple model of human physiological regulatory response, ASHRAE Trans., **77**: 247-263.
- GAGGE, A.P., FOBELETS, A.P. and BERGLUND, L.G. (1986): A standard predictive index of human response to the thermal environment, ASHRAE Trans., **92(2B)**: 709-731.
- 花田嘉代子, 三平和雄, 大幡久仁子 (1981) : 婦人用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科学, **22(10)**: 34-41.
- 花田嘉代子, 三平和雄, 佐藤由美 (1983) : 男子用下着類の熱抵抗の計測に関する研究, 繊維製品消費科学, **24(8)**: 31-37.

- 花田嘉代子, 三平和雄, 長谷川陽子 (1987): 男女洋服の熱抵抗の測定, 大阪市立大学生生活科学部紀要, **35**: 111-121.
- 花岡利昌, 梁瀬度子, 田中せつ子, 藤井澄子 (1968): 民家の微気候学的研究 第1報 奈良県添上郡月ヶ瀬村民家における一観察, 家政学研究, **15**(1): 40-48.
- 花岡利昌 (1991): 伝統民家の生態学, 海青社, pp. 1-199.
- 長谷川兼一, 吉野 博, 斉木紀彰 (1996): 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, **3**: 189-192.
- 長谷川兼一, 吉野 博, 石川善美, 松本真一, 源城かほり, 竹内仁哉 (2005): 熱環境から見た冬期の居住性能に関する地域特性の推移 東北地方都市部を対象とした20年間の変化, 日本建築学会環境系論文集, **593**: 33-40.
- 広川美子 (1985): 夏季の室内環境の居住性が戸外での生活行動に与える影響について 室内の居住性を補完する住棟周辺外部空間の居住機能 その1, 日本建築学会計画系論文報告集, **356**: 13-23.
- 堀田郁夫, 小林哲夫, 塚本 修, 大槻恭一 (2004): 局地気象学, 森北出版, p. 187.
- HORIKOSHI, T., TSUCHIKAWA, T., KURAZUMI, Y. and MATSUBARA, N. (1995): Mathematical expression of combined and separate effect of air temperature, humidity, air velocity and thermal radiation on thermal comfort, Archives of Complex Environmental Studies, **7**(3-4): 9-12.
- 石船淳一, 横家あさみ, 堀越哲美, 宇野勇治 (2002): 照度・色温度、気温、周囲色彩が人間心理に及ぼす複合影響 その3 夏季・冬季の違いの考察, 日本建築学会東海支部研究報告集, **40**: 405-408.
- ISHII, J., and HORIKOSHI, T. (1995): The combined effect of air temperature and illuminance on the human physiological and psychological responses, Archives of Complex Environmental Studies, **7**(3-4): 1-7.
- 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘 (1995): 長野市を中心とした一戸建住宅の冬季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認識の違いについて, 日本建築学会計画系論文集, **470**: 19-27.
- 木村健一 (1970): 建築設備基礎理論演習, 学献社, pp. 161-169.
- 気象庁 (2007): <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 黒谷靖雄, 小林定教 (1999): 米子弓浜地区に建つ住宅の温室内環境の実測調査について その2 山陰地方の気候特性を考慮した住宅の開発に関する基礎的研究 (5), 日本建築学会中国支部研究報告書, **22**: 309-312.
- 栗原浩平, 持田 徹, 近藤 基, 松永和彦 (2001): サーマルマネキンを用いた中風速域における人体対流熱伝達率の測定, 人間と生活環境, **8**(1): 27-32.
- 松原斎樹, 澤島智明 (1992): 冬期の住宅居間の熱環境と居住者の意識・住まい方 その3 居住者による環境形成と評価のモデル化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, **D**: 449-450.
- 松原斎樹, 澤島智明 (1996): 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 暖房機器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, **488**: 75-84.
- 松原斎樹, 伊藤香苗, 蔵澄美仁, 合掌 顕, 長野和雄 (2000): 色彩と室温の複合環境に対する特異的及び非特異的評価, 日本建築学会計画系論文集, **535**: 39-45.
- 松原斎樹 (2003): 日常環境評価の視点 複合環境の評価と意識・住まい方から見た温熱環境評価, 建築雑誌, **118**(1508): 30-31.
- 三澤勝衛 (1937): 新地理教育論, 古今書院 (矢澤大二編 (1979) 三澤勝衛著作集3 風土論 (二), pp. 1-241 所収のものを参照した.)
- 長野和雄, 松原斎樹, 蔵澄美仁, 合掌 顕, 伊藤香苗, 鳴海大典 (1996): 環境音・室温・照度の複合環境評価に関する基礎的考察 特異的評価と非特異的評価の関係, 日本建築学会計画系論文集, **490**: 55-61.
- 長野和雄, 堀越哲美, 宇野勇治, 兼子朋也, 石井 仁, 橋本剛 (2004): 山口県祝島集落における「ネリヘイ」の環境調整性能調査 その2 夏季におけるアンケート及びヒヤリング調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, **D-2**: 109-110.
- 長野和雄, 堀越哲美 (2006a): 日射を考慮した修正有効温度の発展表現, 日本建築学会中国支部研究報告集, **29**: 397-400.
- 長野和雄, 堀越哲美 (2006b): 簡易熱放射計を用いた屋外熱環境実測, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), **D-2**: 533-534.
- 長野和雄, 小松充典, 吉田啓司, 橋本 剛 (2006): 築地松による昼光・日射遮蔽効果の実測調査, 第30回人間-生活環境系シンポジウム報告集, pp. 319-322.
- 日本ナショナルトラスト編 (杉本俊多著) (1990): 吉田町の町並み, 観光資源保護財団, pp. 1-81.
- 丹羽悠介, 中谷洋一, 岩井一博, 山下恭弘 (2004): 長野県の戸建住宅における暖房用エネルギー消費量 居住者意識及び暖房の仕方からみた検討, 日本建築学会環境系論

- 文集, 581: 73-79.
- 野口孝博, 足達富士夫 (1982): 北海道の住生活様式 積雪寒冷地の住戸計画に関する研究 (1), 日本建築学会論文報告集, 312: 84-91.
- 大野秀夫, 久野 覚, 木田光郎, 中原信生 (1987): 居住者の温冷感覚におよぼす温熱環境と色彩環境の複合効果に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, 374: 8-18.
- OLYGAY, V. (1963): Design with climate - bioclimatic approach to architectural regionalism -, Princeton University Press, New Jersey, pp. 14-23.
- RUDOFKY, B. (1964): Architecture without architects - a short introduction to non-pedigreed architecture -, Doubleday & Company, New York, 113-115, 132. (渡辺武信訳 (1984): 建築家なしの建築 (SD 選書 184), 鹿島出版会)
- 佐々尚美, 磯田憲生 (2003): 省エネルギーの意識と住まい方に関する調査研究 奈良市近郊の新興住宅地の戸建住宅を対象とした場合, 日本家政学会誌, 54(11): 935-943.
- 佐藤 豊, 郡 公子 (1999): 栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究 冬期の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方, 日本建築学会計画系論文集, 522: 7-14.
- 澤地孝男, 松尾 陽, 羽田健健, 福島弘幸 (1987): 暖冷房行為生起の決定要因と許容室温範囲に関する検討 住宅の室内気候形成に寄与する居住者の行動に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文報告集, 382: 48-59.
- 澤島智明, 松原斎樹, 蔵澄美仁 (2004): 防暑行為の実施実態と居住者の意識・価値観 プレハブ住宅居住者の夏期の防暑行為に関する研究 その1, 日本建築学会環境系論文集, 578: 9-15.
- 志村欣一, 野村宗道, 堀越哲美 (1995): 日本人を対象とした室内湿度条件の至適域に関する実験的研究 - 冬期実験 - (その2) 冬季至適域の提案, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), D-2: 395-396.
- 志村欣一, 堀越哲美, 山岸明浩 (1996): 日本人を対象とした室内湿度条件の至適域に関する実験的研究 夏季至適域の提案 -, 日本建築学会計画系論文集, 480: 15-24.
- 篠原道正, 徳本 誠 (1999): 着衣材料の日射熱吸収率について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2: 383-384.
- 宿谷昌則 (2002): 自然共生建築における環境調整手法の分類, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2: 633-634.
- 鈴木憲三, 松原斎樹, 森田 大, 澤地孝男, 坊垣和明 (1995): 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, 475: 17-24.
- 垂水弘夫, 久保猛志, 酒井健興 (1996): 北陸の戸建住宅における温冷感を中心とした居住者意識調査 断熱仕様・暖冷房等の実態と快適性評価の高い住宅の抽出, 日本建築学会計画系論文集, 488: 25-34.
- 宇田川光弘, 木村健一 (1978): 水平面全天日射量観測値よりの直達日射量の推定, 日本建築学会論文報告集, 267: 83-90.
- 宇野勇治, 堀越哲美, 宮本征一, 横山尚平 (2000): 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, 日本建築学会計画系論文集, 532: 93-100.
- 浦野良美, 渡辺俊行, 林 徹夫, 内山明彦 (1987): 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, 371: 27-37.
- 渡邊慎一, 堀越哲美, 三好結城, 宮本征一, 水谷章夫 (1997a): 炬燵採暖が人体に及ぼす熱的影響とその評価方法, 日本建築学会計画系論文集, 497: 39-45.
- 渡邊慎一, 堀越哲美, 三好結城, 宮本征一 (1997b): 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, 497: 47-52.
- 大和義昭, 松原斎樹, 蔵澄美仁 (2005): 京都市および近辺地域の住宅における居住者の着衣の実態に関する調査研究, 日本建築学会環境系論文集, 595: 25-31.
- 吉野 博, 長谷川房雄, 沢田紘次, 石川善美, 赤林伸一, 菊田道宣 (1984): 熱環境からみた冬期の居住性能に関する地域特性の分析 東北地方都市部を対象として, 日本建築学会論文報告集, 345: 92-103.
- 吉野 博, 長谷川兼一 (1997): 熱環境からみた冬期の居住性能に関する地域特性の変化 東北地方都市部を対象とした10年前の調査との比較, 日本建築学会計画系論文集, 499: 1-7.

*Corresponding Author Address: Kazuo NAGANO,

Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue 690-8504 Japan

E-mail: nagano@riko.shimane-u.ac.jp

別刷請求先: 〒 690-8504 松江市西川津町 1060

島根大学総合理工学部

長野和雄