

岐阜の住宅における熱的快適性に関する実態調査

その11 湿度感の検討

4.環境工学-10.温熱感

準会員 ○ 遠藤誠央^{*1}

正会員 H.B.リジャル^{*2}

正会員 中谷岳史^{*3}

住宅 リビング 湿度感
適切な湿度 想像湿度 絶対湿度

1. はじめに

日本は世界的にみて温暖湿潤気候であるため、湿度に関する研究は快適感や居住空間の向上のために重要である。温冷感と湿度感が、人にどのような影響を及ぼすのか調査した研究は数多くある²⁾³⁾。しかし、湿度感と想像湿度の関連に着目した研究は少ない¹⁾。

そこで本研究では、岐阜県岐阜市近郊の住宅における湿熱環境の実測と、居住者の湿度感や想像相対湿度の主観申告調査を行い、相対湿度と絶対湿度、適切な湿度、湿度感などの関係について明らかにする。また、想像相対湿度と実際の相対湿度を比べ、居住者の感覚の正確さなどを明らかにする。

2. 調査方法

調査対象地域は岐阜県岐阜市近郊である。住戸種類は戸建住宅であり、平屋もしくは二階建てである。調査住戸数は30家族、調査人数は78名(男性40名、女性38名)で平均年齢は男性40.5歳、女性41.3歳である。

調査は2010年5月13日から開始し、一年間のデータ収集をしている。外気環境のデータは、気象庁の公開データを用いた。観測地点は調査住戸の中心に位置する岐阜県岐阜市を用いた。居住者への設問は以下のとおりである(図1)

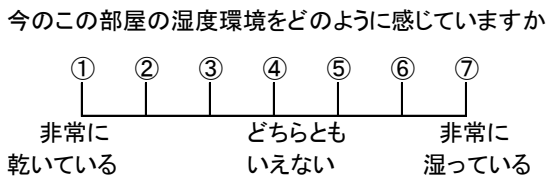


図1 湿度感の尺度

表1 適切な湿度

今この部屋の湿度を	
尺度	項目
①	より湿らしたい
②	今のままで良い
③	より乾かしたい

3 結果と考察

3.1 各モードの想像相対湿度の変化

NVモードとは自然換気の状態を示し、ACモードはエアコンを利用した場合を示し、HTモードは暖房機能を利用した場合を示す。この節では、NVとACモードで想像相対湿度に変化があるのかどうか分析する。図3にNV・AC・HTモードでの想像相対湿度の度数を示す、NVモードの想像相対湿度は、50~60%が最も多く、ACモードの時の想像相対湿度は、NVモードの想像相対湿度に比べて、全体的に減っていることが分かる(図2)。住宅別にみても、ACモードの住宅では、そのほとんどで、NVモードに比べ、ACモードにさらにはHTモードの方が想像相対湿度が下がっていることが分かる。

図2にNV・AC・HTモードでの絶対湿度の度数を示すそして、図4にNV・AC・HTモードでの相対湿度の度数を示す、これらの結果から、HTモードでは実際に湿度が下がっていることが分かる。しかし、NVとACモードでの相対湿度の平均値には、大して差はなく、居住者は感じ取れているのか、それともエアコンをつけているという心理的な申告の変化なのか、更に次節で分析する。

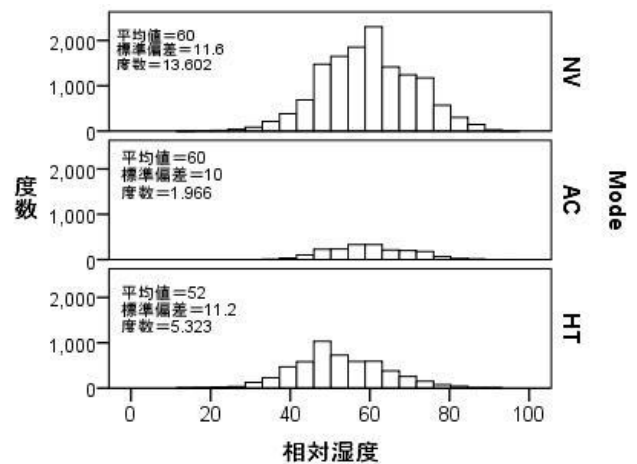


図2 各モードにおける相対湿度の度数

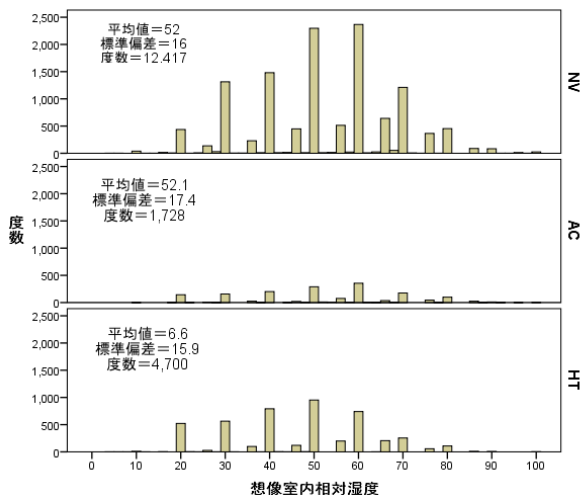


図3 各モードにおける想像湿度の度数

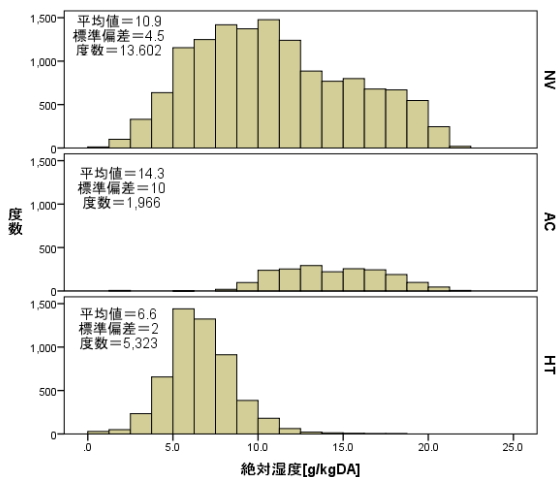


図4 各モードにおける絶対湿度の度数

3.2 湿度感と適切な湿度の変動

湿度感の実態を明らかにするために、図5に湿度感の度数分布を示す。湿度感の平均値はACモードでは4.5、NVモードでは4.2であり4の申告数が多い(図5)、HTモードの平均値は3.7であり湿っていると訴える人はHTモードの2%と少なく、4の申告数が多かった(図5)。適切な湿度の平均値はACモードでは2.16、NVモードでは2.39であり「1.より湿らせたい」はほとんどなく、居住者は乾燥していないことがわかる(図6)。逆にHTモードでは1.84であり「3.より乾燥させたい」はほとんどなく居住者は乾燥を感じていることがわかる(図6)。これらの結果はモードの違いで湿度感の申告と適切な湿度が変化することを示している。

表2 湿度感と適切な湿度の平均値と標準偏差

項目	度数	平均値	標準偏差
湿度感	21,360	4.1	0.8
適切な湿度	21,311	1.9	0.5

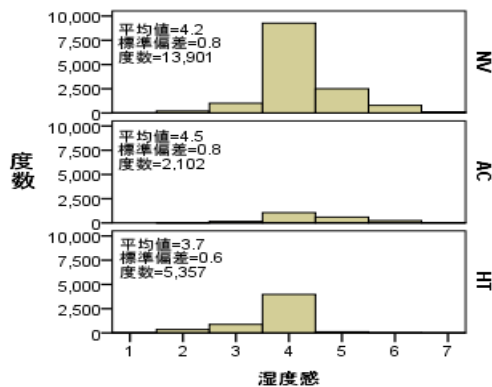


図5 各モードでの湿度感の分布

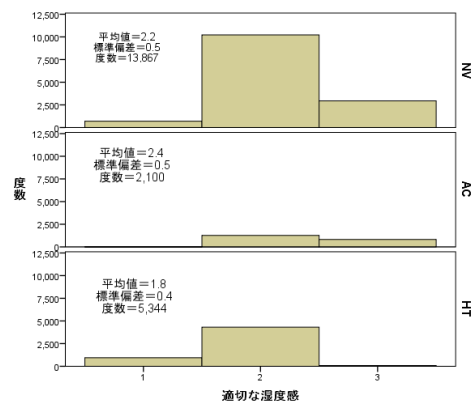


図6 各モードにおける適切な湿度の分布

3.3 湿度感や適切な湿度と相対湿度の関係

この節では、居住者が僅かな湿度の差を感じ取れるのか分析する。湿度感と室内相対湿度の相関関係はNVモードでのみ相関関係があり、一方でACモードやHTモードは相関関係が全くない。よって、居住者は、NVモードの時以外は相対湿度の変化を感じ取ることが難しく、心理的な変化によって、湿度感や適切な湿度の申告が変化すると考えられる。

3.4 快適な相対湿度の予測

NV・AC・HTモードの快適な相対湿度の検討をする。図7にNV・AC・HTモードでの湿度感と相対湿度の関係を示す。回帰式を下記に示す。

$$NV H_f = 0.022RH + 2.875 \quad (n=13,560, r=0.34, p<0.001) \quad (1)$$

$$AC H_f = 0.011RH + 3.837 \quad (n=1,959, r=0.13, p<0.001) \quad (2)$$

$$HT H_f = 0.007RH + 3.335 \quad (n=5,314, r=0.13, p<0.001) \quad (3)$$

H_f : 湿度感申告、 RH : 相対湿度(%), n : データ数、 r : 相関係数、 p : 有意水準である。NVモードの回帰係数や相関係数が、AC・HTモードよりも大きい。湿度感が「4.どちらでもない」の時、予測想像相対湿度はNVモードでは51%である。ACモードでは15%、HTモードでは95%であるが、相関係数が小さいため今回は考察に入れない。

図8にNV・AC・HTモードの適切な湿度の申告と相対湿度の関係を示す。得られた回帰式は下記に示す。(AC,HTはr値が大きいため用いない。)

$$NV H_f = 0.013RH + 1.368 \quad (n=13,529, r=0.32, p<0.001) \quad (4)$$

NV モードの回帰係数や相関係数が、AC・HT モードよりも大きい。適切な湿度が「2.どちらでもない」時の、予測想像相対湿度は NV モードは 49%である。居住者は相対湿度が 49%で最も快適と感じているといえる。

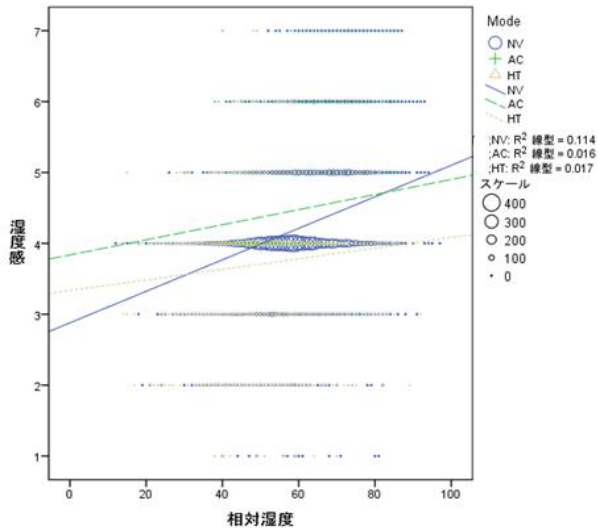


図7 湿度感と相対湿度の関係

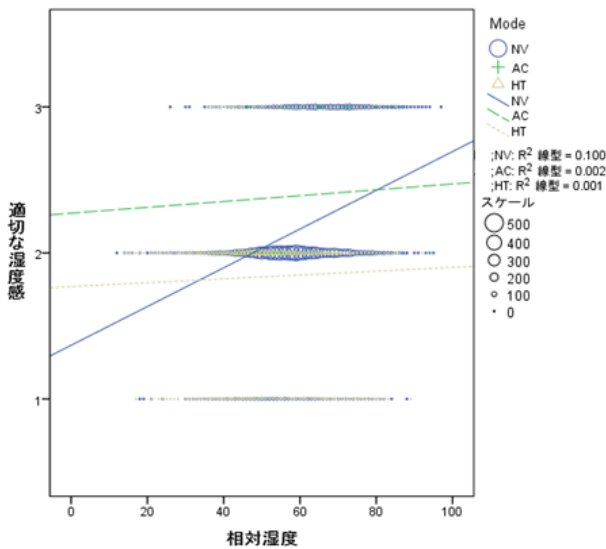


図8 適切な湿度の申告と相対湿度の関係

3.5 快適な想像湿度の予測

NV・AC・HT モードの快適な想像湿度の検討をする。図9に NV・AC・HT モードでの湿度感と想像湿度の関係を示す。回帰式を下記に示す。

$$NV RH_c = 0.02RH_c + 3.217 \quad (n=12,393, r=0.42, p<0.001) \quad (5)$$

$$AC RH_c = 0.02RH_c + 3.406 \quad (n=1,722, r=0.40, p<0.001) \quad (6)$$

$$HT RH_c = 0.019RH_c + 2.856 \quad (n=4,692, r=0.46, p<0.001) \quad (7)$$

RH_c は想像相対湿度 (%) である。湿度感が「4.どちらでもない」時の、予測想像相対湿度は NV モードでは 39%、AC モードでは 30%、HT モードでは 60%である。

図10に NV・AC・HT モードでの適切な湿度と相対湿度

の関係を示す。回帰式を下記に示す。

$$NV RH_c = 0.01RH_c + 1.645 \quad (n=12,364, r=0.34, p<0.001) \quad (8)$$

$$AC RH_c = 0.007RH_c + 1.921 \quad (n=1,720, r=0.27, p<0.001) \quad (9)$$

$$HT RH_c = 0.006RH_c + 1.618 \quad (n=4,683, r=0.24, p<0.001) \quad (10)$$

HT モードの回帰係数や相関係数は NV・AC モードより小さい。適切な湿度が「2.どちらでもない」の時、予測想像相対湿度は NV モードでは 36%、AC モードでは 11%、HT モードでは 64%である。この結果より AC モードではより乾いていると感じ HT モードではより湿っていると感じるということが分かる。

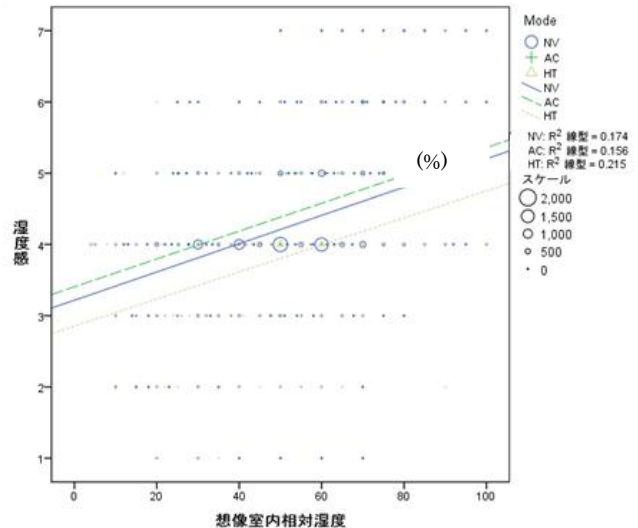


図9 湿度感と想像相対湿度

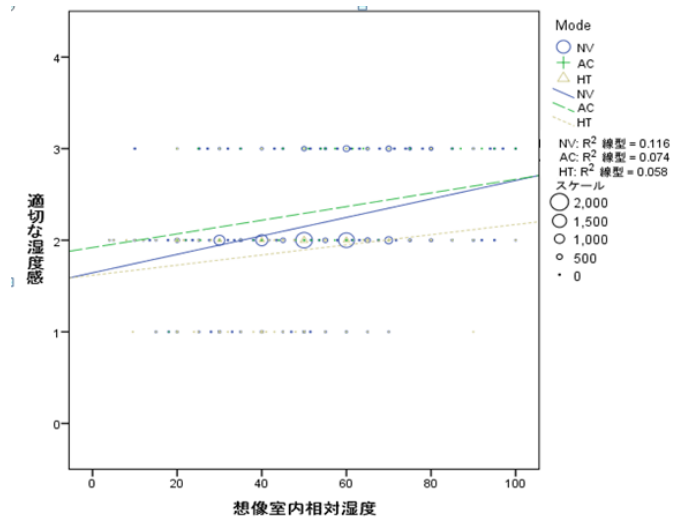


図10 適切な湿度と想像相対湿度

3.6 快適な絶対湿度の予測

NV・AC・HT モードの快適な絶対湿度の検討をする。図11に NV・AC・HT モードでの湿度感と絶対湿度の関係を示す。回帰式を下記に示す。

$$NV H_f = 0.038X + 3.302 \quad (n=12,560, r=0.49, p<0.001) \quad (11)$$

$$AC H_f = 0.026X + 4.105 \quad (n=1,959, r=0.09, p<0.001) \quad (12)$$

$$HT H_f = 0.037X + 3.485 \quad (n=5,314, r=0.12, p<0.001) \quad (13)$$

Xは絶対湿度 (%) である。湿度感が「4.どちらでもない」の時、絶対湿度はNVモードでは8 g/kg (DA) である。HTモードでは14 g/kg (DA) であるが、HTモードの相関係数は小さいので今回は用いない。よって、居住者は絶対湿度が8 g/kg (DA) で最も快適と感じているといえる。

図12にNV・AC・HTモードでの適切な湿度と相対湿度の関係を示す。回帰式を下記に示す。

$$NV H_f = 0.052X + 1.593 \quad (n=13,529, r=0.34, p<0.001) \quad (14)$$

$$AC H_f = 0.012X + 2.218 \quad (n=1,957, r=0.27, p<0.001) \quad (15)$$

$$HT H_f = 0.016X + 1.733 \quad (n=5,301, r=0.24, p<0.001) \quad (16)$$

適切な湿度が「2.どちらでもない」の時、予測想像相対湿度はNVモードでは8 g/kg (DA) である。HTモードでは17 g/kg (DA) であるが、ACモードとHTモードの相関係数が小さいので今回は用いない。よって、居住者は絶対湿度が8 g/kg (DA) で最も快適と感じているといえる。

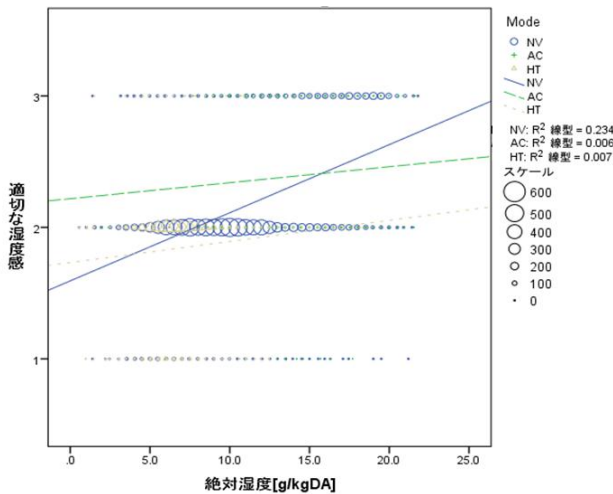


図11 絶対湿度と湿度感

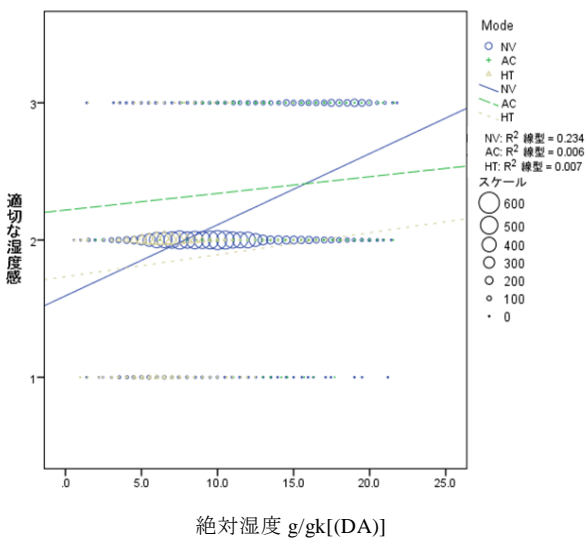


図12 絶対湿度と適切な湿度

4.まとめ

岐阜県岐阜市近郊の住宅における温熱環境の実測と、

居住者の湿度感や想像相対湿度の主観申告調査を行い、以下の結果が得られた。

1. 適切な湿度の結果は、AC・HTモードの違いで湿度感の申告と適切な湿度が変化することを示す。
2. 想像相対湿度はAC・HTモードで下がる傾向がある。
3. NVモードで湿度感と室内相対湿度の相関関係があり、回帰式から予測される快適な相対湿度は50.1%である。
4. NV・AC・HTモードの適切な湿度の申告と想像相対湿度の相関関係からACモードではより乾いていると感じHTモードではより湿っていると感じていると考えられる。

謝辞

実測調査には丸平建設株式会社の林重元氏に多大なご協力を頂いた。記して謝意を表す。

参考文献

1. 重野悠、H.B リジナル：夏と秋のリビングにおける湿度感やオーバーヒューミッドと想像湿度に関する研究、日本建築学会関東支部研究発表会、pp.125-128、2011.3.
2. 竹内 崇、窪田英樹、松尾朋浩、堀井崇司、鎌田紀彦：夏期室内暑熱環境の評価（1）—快・不快感と温感、発汗感、湿度感、気流感との関係—、日本建築学会大会学術講演、pp371-372、1997.9.
3. 竹内 崇、窪田英樹、松尾朋浩、堀井崇司、鎌田紀彦：夏期室内暑熱環境の評価（2）—空気の湿度感に関する—、日本建築学会大会学術講演、pp373-374、1997.9.
4. 松尾朋浩、朝比奈亮、浜田博之、山越健弘、窪田英樹：椅座時の温熱性発汗、人体平均皮温、湿度感に関する基礎実験、日本建築学会大会学術講演、pp327-328、1999.9.
5. 松尾朋浩、窪田英樹、鎌田紀彦、若松伸司：暑熱環境における湿度感に関する基礎的実験、日本建築学会計画系論文集、第532号 pp15-21、2000.6
6. 田辺新一、堤仁美、鈴木考佳：オフィス空間における湿度が熱的快適性に与える影響に関する研究第2報—空気温度・相対湿度を変数とした等SET*条件での被験者実験、空気調和・衛生工学会論文集、No.137、pp. 1-8、2008.8

*1 東京都市大学環境情報学部 学部生

*2 東京都市大学環境情報学部 講師・博士（工学）

*3 岐阜工業高等専門学校 講師・修士（工学）