

岐阜の住宅における熱的快適性に関する実態調査

その12 着衣量の検討

4.環境工学-10.温熱感

準会員 ○ 渡部幸樹^{*1} 正会員 H.B.リジャル^{*2} 正会員 中谷岳史^{*3}

着衣量	温熱環境	温冷感
快適感	気温	四季

1. はじめに

人々が住宅で日常生活をするにあたり、室内で着衣量を変化させるのは、比較的簡単に温熱感覚を意図的に調整できる要素である。私たちが適切な温度で過ごすために、夏に冷房を使わずにより涼しく感じたい、冬に暖房を使わずにより暖かく感じたいといったとき着衣量を変化させるのが一般的であり、クールビズやウォームビズが注目されている。また、節電がささやかれている近年では着衣量の変化による体温調節は非常に重要である。

今までに着衣と温熱環境に関する研究は行われてきた¹⁾。特に着衣の熱的な機能から考えて、夏と冬に着目した研究が多い²⁾³⁾。また、日常的な着衣量の実態を調査して、季節変化に伴う着衣量と気候要素との関係に関する研究、温暖地における着衣の温熱感覚調整機能に関する研究も行われている⁴⁾。このように着衣量に季節差があると言われているが、十分な研究がみられない。また、着衣量に関する研究がオフィスビルや屋外で多いが、住宅では少ない⁵⁾。さらに、家で一日を過ごす時、昼間と夜では着衣量に変化はあると思われるが、時間帯と着衣量に関する研究はみられない。

そこで本研究では、岐阜の住宅における温熱環境実測と居住者の着衣量の重量に関する調査を行い、性別や季節、月による着衣量の変化について明らかにする。また、着衣量と室温や外気温の関係についても明らかにする。

2. 調査方法

調査対象地域は岐阜県岐阜市近郊である。住戸種類は戸建て住宅であり、平屋もしくは二階建てである。調査住戸数は30家族で調査人数は78名(男性:40名、女性:38名)で平均年齢は男性40.5才、女性41.3才である。調査期間は2010年5月13日～2011年5月31日である。室温と相対湿度は小型測定機器を用いて、10分間隔に測定した。また、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とした。また、着衣は着衣重量を申告させた。温冷感の申告は下記のように9段階尺度を用いて行った(図1)。また快適感の申告は5段階尺度で行った(表1)。得

られた申告数は約21,000個である⁶⁾。clo値の推定には、花田らの式を用いた⁷⁾⁸⁾。



図1 温冷感の尺度

表1 快適感の尺度

今のこの部屋の暑さ寒さはあなたにとってどの程度快適または不快と感じますか。	
尺度	項目
1	耐えられない
2	非常に不快
3	不快
4	やや不快
5	快適

3. 結果と考察

3.1 月ごとの外気温と室温の分布

調査家庭の月別の室温と外気温について明らかにする。自然換気(NVモード)での室温と外気温の結果を示し、比較する。どの月も外気温より室温の方が高い。季節別にみると、夏の室温は、平均値27.4℃、標準偏差2.6℃であり、外気温は、平均値25.4℃、標準偏差3.7℃である。冬の室温は、平均値13.4℃、標準偏差4.5℃であり、外気温は、平均値27.4℃、標準偏差2.6℃である。冬の外気温と室温の差は外気温の方が大きくばらついている。これは暑い時は窓を開けて外気を取り込み、寒い時は窓を閉めて外気を遮断しているためだと思われる。

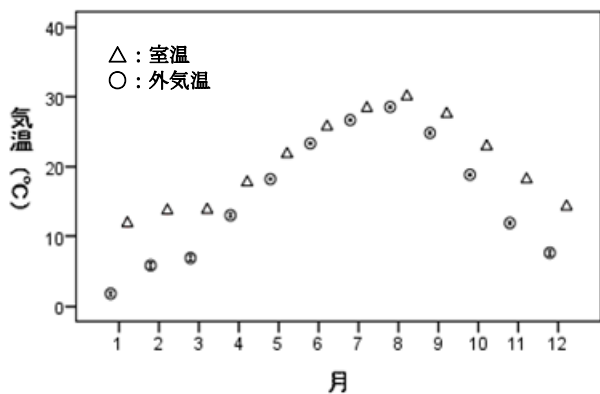


図2 月別平均外の気温と室温

3.2 快適感と温冷感

快適感と温冷感の関係について明らかにする。図3に回帰分析で得られたNVモード時の快適感と温冷感の関係を示す。快適感と温冷感には相関関係がある($r=-0.039$ 、 $n=13872$ 、 $p<0.001$)。温冷感の申告では、「5:暑くも寒くもない」申告が多い。居住者は、「暑くも寒くもない」と申告している時に快適だと感じ、「暑い」、「寒い」と感じている時に不快に感じている。

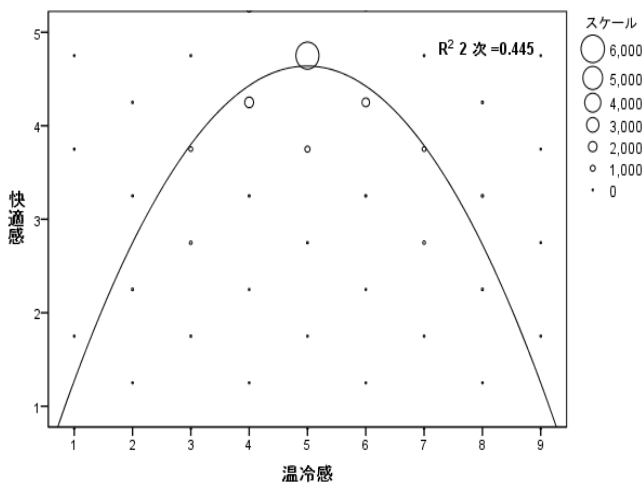


図3 NVモード時の快適感と温冷感の関係

3.3 温冷感との関係

温冷感とclo値の関係を予測するために、回帰分析を行う。回帰分析で得られたNVモード時のclo値と温冷感の関係を図4に示す。clo値と温冷感には相関がある($r=-0.18$ 、 $n=13575$ 、 $p<0.001$)。温冷感によって、着衣量を調節しているのだと思われる。同じ気温でも温冷感には個人差があり、着衣量にも個人差がある。

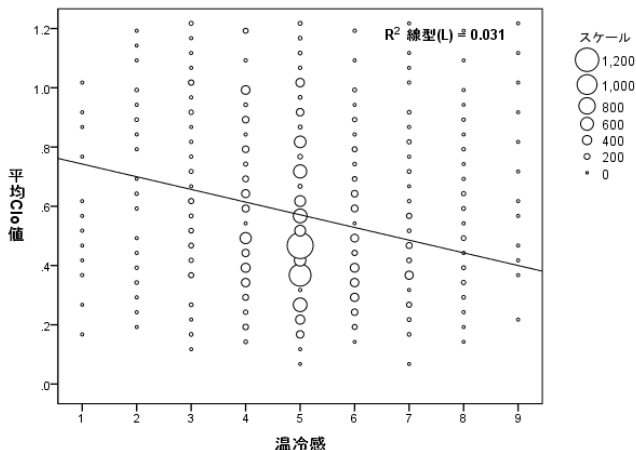


図4 NVモード時のclo値と温冷感の関係

3.4 月ごとの着衣量の分布

性別による着衣量の違いについて明らかにする。そこで、NVモードでの男性と女性の月別平均clo値の結果を比較する。どの月の平均clo値も男性より女性の方が高い。季節別にみると、夏は男性が平均で0.39clo、標準偏差0.15cloであり、女性が平均で0.54clo、標準偏差0.22cloである。冬は男性が平均で0.58clo、標準偏差0.23cloであり、女性が平均で0.96clo、標準偏差0.34cloである。全体的に平均clo値が男性より女性の方が高いのは、女性の場合、どの季節でも常に下着を着用している人からだとと思われる。夏季における平均clo値の差が小さいのは、男性も女性も着衣量をできるだけ減らそうとしているからであり、上記で述べたように女性は下着等を着用して着衣を減らすのに限界があるからだと思われる。冬季における平均clo値の差が大きいのは、男性に比べて女性は冷え性の方が男性より多く、着衣量を増やそうとするためと思われる。

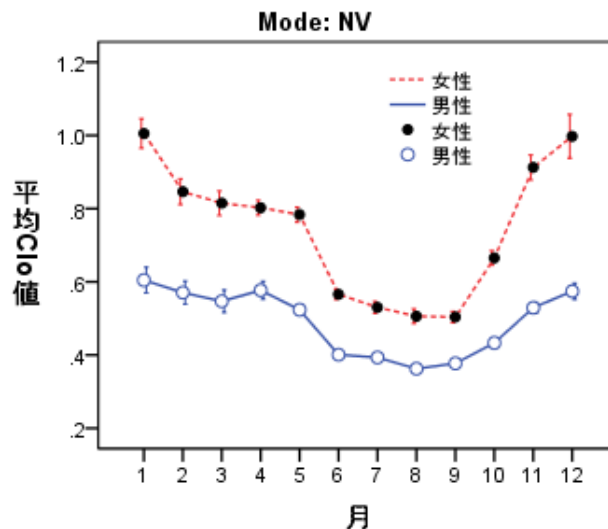


図5 男性と女性の月別平均clo値と95%の信頼区間

3.5 夏季の NV モードと AC モードの着衣量の分布

夏季の NV モードと AC モード(冷房をつけている時の) clo 値の違いを明らかにする。夏季の NV モードと AC モード時の平均 clo 値を図 5 に示す。NV モードの clo 値は平均で 0.47clo、標準偏差 0.20clo である。AC モードの clo 値は平均で 0.45clo、標準偏差 0.19clo である。これらより夏季における NV モードと AC モードでは着衣量に差はない。これは、暑い時は着衣量を極力減らし、暑さに耐えられない時には冷房をつけるからだと思われる。

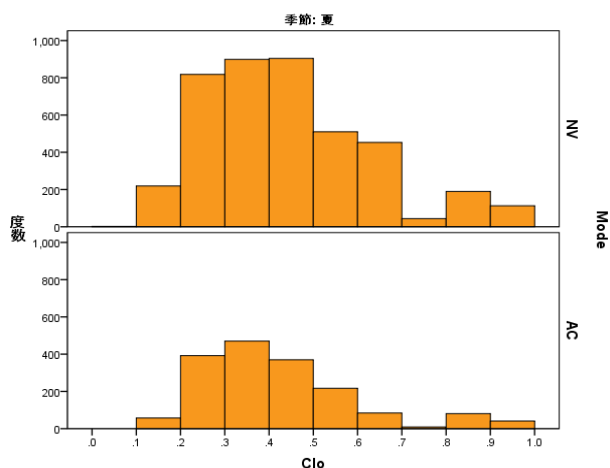


図 6 夏季の NV モードと AC モードの clo 値の申告

3.6 冬季の NV モードと HT モードの着衣量の分布

冬季の NV モードと HT モード(暖房をつけている時の) clo 値の違いを明らかにする。冬季の NV モードと HT モード時の平均 clo 値を比較する。NV モードの clo 値は平均で 0.74clo、標準偏差 0.34clo であり、HT モード時の clo 値は平均で 0.77clo、標準偏差 0.31clo である。これらより夏季における NV モードと HT モードでは着衣量に差はない。これは、寒い時は着衣量をできるだけ増やし、寒さに耐えられない時には暖房をつけるからであると思われる。

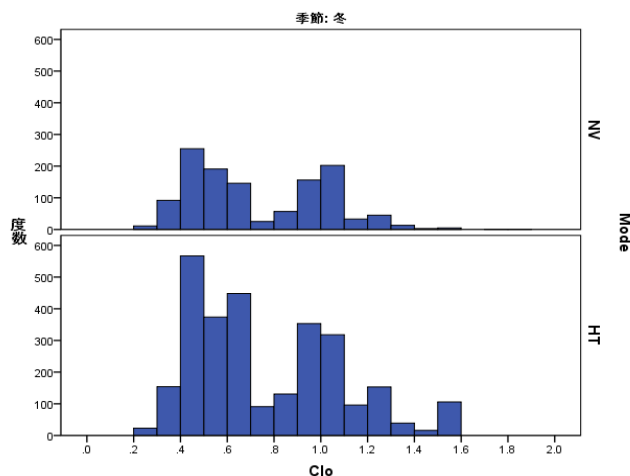


図 7 冬季の NV モードと HT モードの clo 値の申告

3.7 Clo 値の予測

気温と clo 値の関係を予測するために、室温と外気温から回帰分析を行う。図 8 に回帰分析で得られた NV モード時の clo 値と室温の関係を示す。clo 値と外気温の関係を示す。clo 値と室温や外気温の間で下記の式が得られた。

$$\text{clo 値} = -0.015T_i + 0.924 (n=13193, r=0.29, p<0.001) \quad (1)$$

$$\text{clo 値} = -0.010T_o + 0.762 (n=13422, r=0.26, p<0.001) \quad (2)$$

T_i : 室温 (°C)、 T_o : 外気温 (°C)、 n : サンプル数、 r : 標準偏差、 p : 有意水準である。clo 値と室温の回帰係数は -0.015、相関係数 0.29 となっている。また、clo 値と外気温の回帰係数は -0.010、相関係数 0.26 となっている。回帰係数や相関係数は室温の方が外気温より大きく、これは居住者が外気温よりも室温に対して反応し、着衣量を調節をしていると思われる。clo 値と気温の関係には、気温以外のほかの要素 (窓開閉や扇風機の使用等) も関係していると思われる。clo 値に関しては温熱環境以外にもこうした様々な理由が影響していると考えられる。本研究では物理的要因しか調査していないため、今後は心理的要因についても調査する。

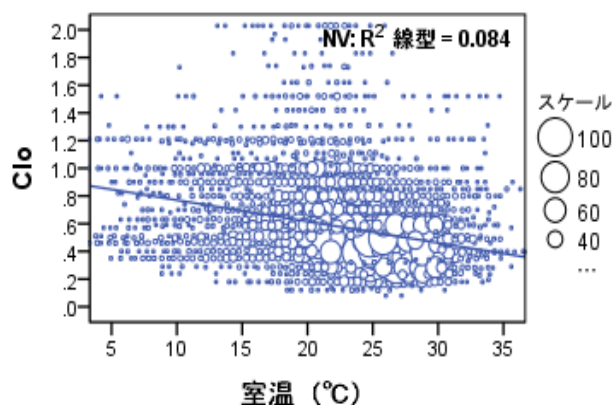


図 8 NV モード時の clo 値と室温の関係

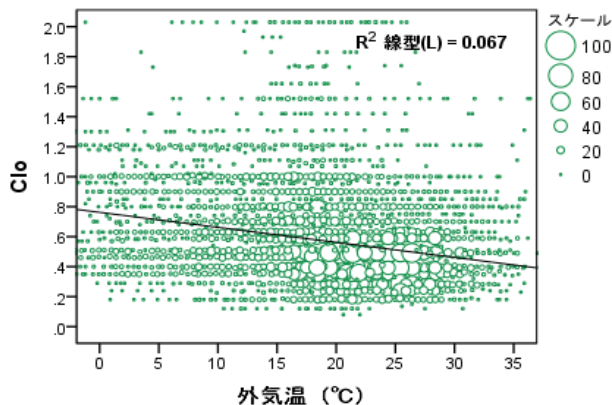


図 9 NV モード時の clo 値と外気温の関係

4. まとめ

本研究では、岐阜県の住宅を対象に居住者の着衣量に関する調査を行い、下記の結果が得られた。

1. 夏季は室温が高いため着衣量を減らし、冬季は室温が低いため着衣量を増やして体温調節を計るからである。
2. clo 値と温冷感の相関関係がある。個人差はあるが温冷感に応じて、着衣量を変化させている。
3. 性別によって着衣量に違いがある。どの月の平均 clo 値も男性より女性の方が高いため、明らかに男性に比べて女性の方が一年を通して着衣量が多い。女性の方が寒がりな方が多い。
4. 夏の平均 clo 値は NV モードで 0.47clo、AC モードで 0.45 である。夏季の NV モードと AC モードは着衣量の変化はほとんど見られない。これは、冷房をつけていても暑いいため着衣量を極力減らそうとするからである。
5. 冬の平均 clo 値は NV モードで 0.74clo、HT モードで 0.77clo である。冬季の NV モード時と HT モード時は平均 clo 値に差がほとんどなく、着衣量の変化はほとんど見られない。これは、暖房をつけていても寒いので着衣量は増やそうとするからである。
6. NV モード時において、clo 値と気温は相関関係にあり、外気温や室温によって着衣量を調節している。また、居住者は外気温よりも室温に対して反応し、着衣量の調節をしている。

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) 井原泰志、石井昭夫、斎藤基之、大井元：屋外における着衣と温熱環境評価に関する被験者実験、日本建築学会九州支部研究報告 第 39 号、pp.365-368、2000.3.
- 2) 大熊涼子、石野久彌、中山哲士：夏期のオフィスにおける 28℃空調の熱的快適性に関する研究、日本建築学会環境系論文集 第 618 号、pp.31-36、2007.8.
- 3) 大熊涼子、石野久彌、中山哲士：冬期 20℃室温における着衣と熱的快適性に関する研究、日本建築学会環境系論文集 第 73 巻 第 625 号、pp.307-312、2008.3.
- 4) 仲松 亮、堤 純一郎、新川 亮樹、安井文男、斎藤基之、石井昭夫：亜熱帯沖縄における温熱感覚調整要素としての着衣量の実態調査、日本建築学会環境系論文集 第 570 号、pp.21-27、2003.8.
- 5) 福坂誠、松原斎樹：中部・近畿地域の住宅における着衣量と住まい方に関する研究：冬期および夏期の着衣量と冷暖房機器の使用等の実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.783-784、2006.9.
- 6) 中谷岳史、石川孝二、山崎真理子、佐々木康寿、リジャル H.B.、林重元：岐阜県における蒸暑期間の温熱的快適性に関する実態調査、東海支部研究報告集、pp.313-316、2011.2.
- 7) 花田喜代子、三平和和雄、佐藤由美：男性用下着類の熱抵抗の計測に関する研究、織消誌、24(8)、pp.363-369、1983.
- 8) 花田喜代子、三平和和雄、大幡久仁子：婦人用下着類の熱抵抗の計測に関する研究、織消誌、22(10)、pp.430-437、1981.
- 9) 桑原浩平、堀越哲美、持田徹：屋外環境における温冷感と快適性に関する研究、日本建築学会北海道支部研究報告集 (77)、pp.197-200、2004.07.
- 10) 久保博子、磯田憲生、梁瀬度子：温冷感と快適性の季節差に関する実験的研究、人間と生活環境 1(1)、pp.51-57、1994.06

*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）