

背部および腰部における温・冷刺激面積の違いによる

温・冷感受性の差異に関する研究

宮本征一¹⁾, 大浦理沙²⁾¹⁾摂南大学理工学部建築学科, ²⁾摂南大学理工学研究科**Study on the effect of the area size to give warm or cold stimulation
on the warm or cold sensitivity in the back region**Seiichi MIYAMOTO¹⁾, Risa OURA²⁾¹⁾ Setsunan University, ²⁾ Graduate school, Setsunan University

Abstract: The 10 young male subjects were given the warm or cold stimulation to change temperature at 0.5 degrees Celsius/sec. in constant temperature and humidity room controlled to ambient temperature 28 degrees Celsius, humidity 50%. The warm or cold stimulation were given using the thermoesthesiometer of the probe of the 10 mm² (Intercross-231) or the thermoesthesiometer of the probe of the 25 mm² (Intercross-210). The thresholds of warm or cold sensitivity were calculated by the differences between the sensed temperature and the starting temperature. As a result, the thresholds of warm or cold sensitivity by 10 mm² probe were higher than that by 25mm² probe. And, the standard deviations of thresholds by 10 mm² probe were larger than that by 25 mm² probe.

Key words: warm sensitivity, cold sensitivity, area size, regional thermal stimulation, back region

要旨: 温熱的中立な室温 28℃、湿度 50%に制御した恒温恒湿室において、青年男性被験者 10 名に対して、10mm 角のプロープの温冷感閾値計 (Intercross-231) と 25mm 角のプロープの温冷感閾値計 (Intercross-210) を用いて、±0.5℃/秒で温度を変化させて温刺激または冷刺激を与えた。背部および腰部における温覚または冷覚を知覚した時の温度を測定して、測定開始温度との差を温感受性または冷感受性の閾値として算出した。その結果、10mm 角より 25mm 角のプロープで温刺激または冷刺激を与えたほうが、温感受性または冷感受性の閾値は小さく、標準偏差も小さくなった。温刺激または冷刺激を与える面積が大きいほど、温感受性または冷感受性の閾値は小さな値となり、測定誤差を小さく測定できた。

キーワード: 温感受性、冷感受性、面積、局所温熱刺激、背部

1. はじめに

人は、周囲環境からの刺激をそれぞれの感覚器官により知覚する。眼、耳、舌、鼻という特化した感覚器官を用いて、光、音、味、においという刺激を視覚、聴覚、味覚、臭覚として知覚することとなるが、温冷覚は、全身の皮膚上に点在している温点・冷点により温度・熱流束を温覚・冷覚として知覚することとなる。

冷覚や温覚に関する研究は、冷点の分布密度と冷覚の感受性との関係を明らかにした研究 (李ら、1995)、温点の分布密度と温覚の感受性との関係を明らかにした研究 (田村ら、1995)、高齢者を対象として加齢が温感受性と冷感受性に及ぼす影響を明らかにした研究 (都築、1995)、各部位の温感受性の差異を明らかにした研究 (宮本、2009) や体幹部である背部および腰部の温覚閾値を面状に把握しようとする研究 (宮本、

2014) がある。李ら (1995) は、背上部で 20.6 ± 2.51 点/cm²、背部で 19.1 ± 4.10 点/cm²、腰部で 22.4 ± 1.59 点/cm² という冷点の分布密度を明らかにし、田村ら (1995) は、背上部で 5.0 ± 3.67 点/cm²、背部で 4.4 ± 3.42 点/cm²、腰部で 4.0 ± 2.90 点/cm² という温点の分布密度を明らかにしている。温覚・冷覚は、温点・冷点の分布密度以外に、温冷刺激を与える時の皮膚温、温冷刺激の温度変化速度や温冷刺激を与える面積の影響を受けると考えられる。

本研究では、温熱的中立域に曝露して暑くも寒くも感じていない時の皮膚温の状態において、一定の温度変化速度で、温刺激または冷刺激を与える面積が異なる時、温感受性または冷感受性の閾値に与える影響を把握することを目的として、青年男性被験者の背部および腰部を対象として実験を行った。

2. 研究計画

図1に示す恒温恒湿室(ESPEC製:TBR-3HA0PX)内に、畳の上にタオルケットを敷いた台(高さ450mm)を設置した。被験者はハーフパンツのみを着用した状態で実験を行うため、裸体時に温熱的中立となる温度28℃・湿度50%に制御した。

プローブが10mm角のペルチェ素子である温冷感閾値計(Intercross-231)とプローブが25mm角のペルチェ素子である温冷感閾値計(Intercross-210)を用いて、 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ で温度を変化させて温刺激または冷刺激を与えた。Intercross-231は、プローブを接触させる時の測定開始温度を設定する必要があるため、放射温度計を用いて被験者の背部および腰部の皮膚温を測定した。その平均値を測定開始温度として入力して、接触時に温覚または冷覚が無いことを確認してから、温刺激または冷刺激を与えることとした。Intercross-210は、接触時の熱流束を $\pm 30\text{W}/\text{m}^2$ となるように自動制御してから、温刺激または冷刺激を与えることとした。

加熱または冷却開始後に、温かさまたは冷たさを感じた時、被験者にスイッチを押させることにより温覚申告または冷覚申告とした。温覚申告より得られる温覚を知覚した温度と測定開始温度の差を温感受性の閾値として、同様に、冷覚申告より得られる冷覚を知覚した温度との差を冷感受性の閾値として算出した。

温覚申告または冷覚申告により温感受性または冷感受性の閾値を求めているため、皮膚温や皮膚熱流束などの生理反応の測定より再現性が低いと考えられる。そのため、中肉中背の青年男子1名(身長:1651mm、体重:67.6kg、BMI:24.8 kg/m^2 、年齢21歳、出身地:大阪)を被験者として、温感受性の閾値の再現性について確認することとした。予備実験により得られた閾値が低い測定点から高い測定点までをバランス良く、37測定点を選定した。その測定点において10回の平均値を真値と仮定して、各測定回数までの平均値と真値との差異を算出し、その差異が 0.5°C 以下または 0.25°C 以下となる測定回数を求めた。

図2に測定回数毎に真値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以下または真値 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 以下となる割合を示す。同一測定点において5回測定すると、真値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の基準では9割程度が再現され、真値 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ の基準では7割程度が再現されることとなった。このことと被験者への負担を考慮して、同一測定点において5回測定することとした。

図3に温刺激または冷刺激を与えた測定点を示す。被験者を伏臥位で両腕を前方に出させた状態とし、肩峰点を結んだ高さを基準として、50mm間隔で背骨から左右75mm離れた点とした。背部と腰部の長さが被験者により異なったため、測定点R2-10が測定できない被験者は測定点R2-9を測定することとした。

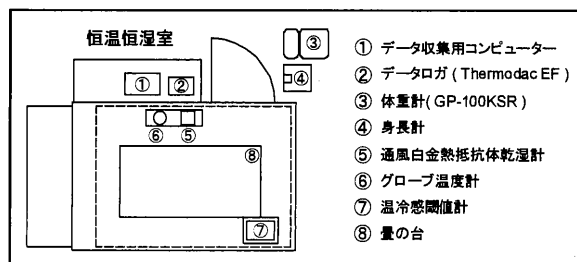


図1 恒温恒湿室と測定機器配置

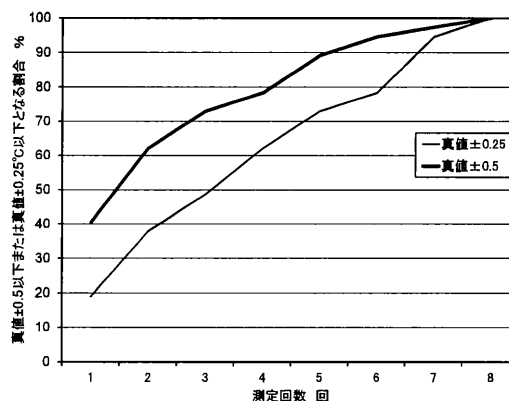


図2 測定回数毎の基準に達する割合
(基準: 真値 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以下と真値 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 以下)

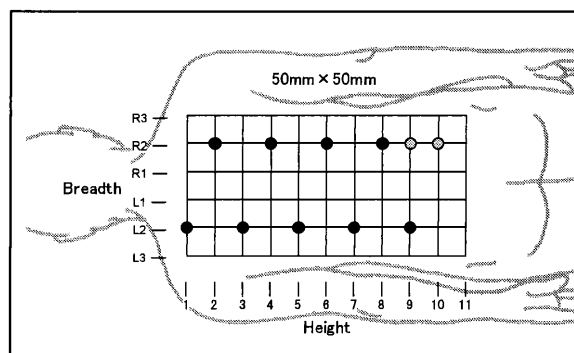


図3 温刺激または冷刺激を与えた測定点

表1 青年男子被験者の身体特性

	身長 mm	体重 kg	BMI kg/m^2	年齢 歳	出身地
M1	1702	68.4	23.6	21	奈良
M2	1811	77.6	23.7	23	大阪
M3	1741	59.6	19.7	22	高知
M4	1791	82.8	25.8	23	京都
M5	1866	66.0	19.0	23	大阪
M6	1753	64.4	21.0	21	兵庫
M7	1694	49.9	17.4	21	大阪
M8	1661	52.9	19.2	20	大阪
M9	1734	69.8	23.2	20	大阪
M10	1625	71.8	27.2	20	滋賀
平均値	1738	66.3	22.0	21	
標準偏差	72.0	10.2	3.2	1	

表1に青年男子被験者10名の身体特性を示す。被験者の身長は $1738 \pm 72\text{mm}$ 、体重は $66.3 \pm 10.2\text{kg}$ 、BMIは $21.4 \pm 1.3\text{kg}/\text{m}^2$ であり、同世代の20歳~24歳の日本人青年男子の平均値(身長: $1705 \pm 59\text{mm}$ 、体重: $64.9 \pm 10.0\text{kg}$)とほぼ等しい値であった。

3. 結果

3.1 温冷刺激を与える面積が10mm角の場合

同一測定点において5回測定したところ、大きく異なる値が含まれていたため、有意水準5%で外れ値を検定した。450データ中外れ値は、温感受性の閾値では10データ、冷感受性の閾値では6データであり、そのデータを除き、被験者毎に平均値を算出した。

図4に温感受性の閾値の平均値を示す。測定点によって温感受性の閾値が 6.6°C ($1.9^{\circ}\text{C}\sim 8.5^{\circ}\text{C}$) も異なる被験者もいれば、 1.3°C ($1.6^{\circ}\text{C}\sim 2.9^{\circ}\text{C}$) しか異ならない被験者もいた。被験者の半数は、背上部は閾値が高く、腰部は閾値が低くなる傾向であった。被験者10名の平均値は、背上部の閾値は $3.5^{\circ}\text{C}\sim 4.1^{\circ}\text{C}$ となり、腰部の閾値は $2.4^{\circ}\text{C}\sim 3.0^{\circ}\text{C}$ となった。

図5に冷感受性の閾値の平均値を示す。温感受性の閾値と同様、測定点によって冷感受性の閾値の差が 3.6°C ($1.8^{\circ}\text{C}\sim 5.4^{\circ}\text{C}$) も異なる被験者もいれば、 1.2°C ($1.9^{\circ}\text{C}\sim 3.1^{\circ}\text{C}$) しか異ならない被験者もいた。被験者の半数は、背上部は閾値が高く、腰部は閾値が低くなる傾向であった。被験者10名の平均値は、背上部の閾値は $3.7^{\circ}\text{C}\sim 4.4^{\circ}\text{C}$ となり、腰部の閾値は $3.6^{\circ}\text{C}\sim 4.2^{\circ}\text{C}$ となった。

3.2 温冷刺激を与える面積が25mm角の場合

10mm角の場合と同様、有意水準5%で外れ値を除き、被験者毎に平均値を算出した。

図6に温感受性の閾値の平均値を示す。測定点によって温感受性の閾値が 4.0°C ($1.9^{\circ}\text{C}\sim 5.8^{\circ}\text{C}$) も異なる被験者もいれば、 0.9°C ($0.9^{\circ}\text{C}\sim 1.8^{\circ}\text{C}$) しか異ならない被験者もいた。被験者の半数は、背上部は閾値が高く、腰部は閾値が低くなる傾向であった。被験者10名の平均値は、背上部の閾値は $1.8^{\circ}\text{C}\sim 2.3^{\circ}\text{C}$ となり、腰部の閾値は $1.5^{\circ}\text{C}\sim 1.8^{\circ}\text{C}$ となった。

図7に冷感受性の閾値の平均値を示す。温感受性の閾値と同様、測定点によって冷感受性の閾値が 1.4°C ($1.8^{\circ}\text{C}\sim 3.2^{\circ}\text{C}$) も異なる被験者もいれば、 0.5°C ($1.1^{\circ}\text{C}\sim 1.6^{\circ}\text{C}$) しか異ならない被験者もいた。多くの被験者において背上部、背下部、腰部の閾値に違いは見られなかった。被験者10名の平均値は、背上部の閾値は $1.6^{\circ}\text{C}\sim 1.7^{\circ}\text{C}$ となり、腰部の閾値は $1.5^{\circ}\text{C}\sim 1.8^{\circ}\text{C}$ となった。

4. 考察

4.1 温冷刺激を与える面積と閾値の関係

図8に10mm角または25mm角のプロープで温刺激または冷刺激を与えた時の温感受性または冷感受性の閾値を示す。冷感受性と比べて温感受性の閾値は、部位間に差異がみられた。

温感受性の閾値は、10mm角の場合 $2.4^{\circ}\text{C}\sim 4.1^{\circ}\text{C}$ に、

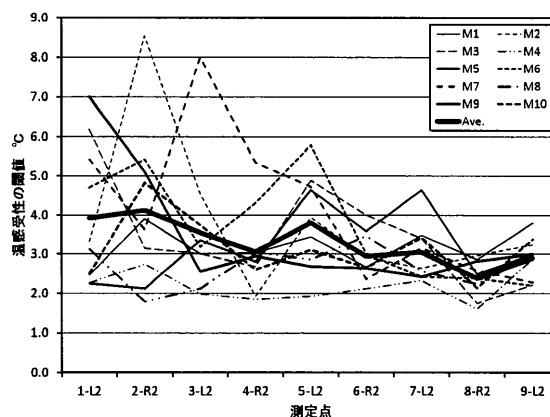


図4 温感受性の閾値の平均値 (10mm 角)

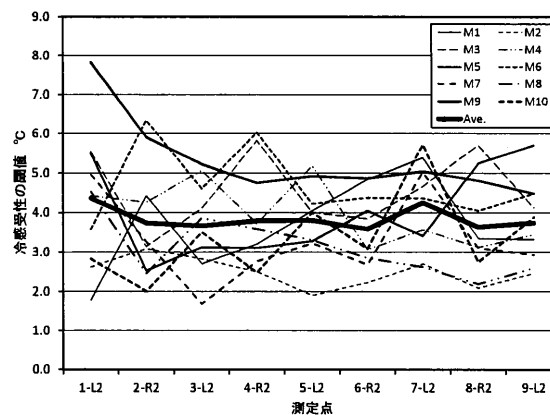


図5 冷感受性の閾値の平均値 (10mm 角)

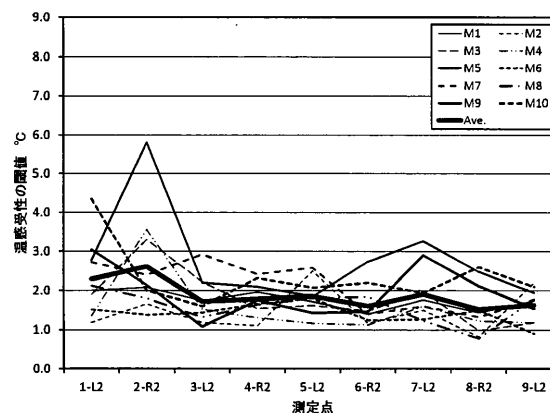


図6 温感受性の閾値の平均値 (25mm 角)

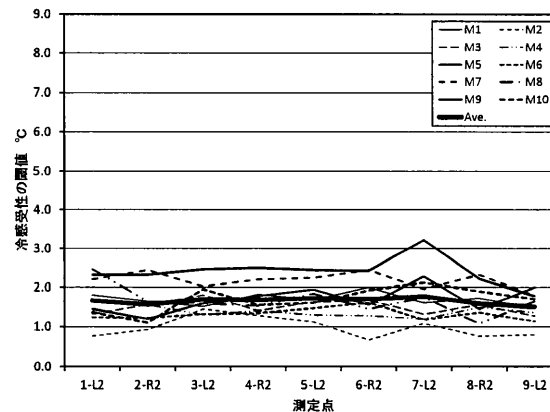


図7 冷感受性の閾値の平均値 (25mm 角)

25mm 角の場合 1.5℃～2.6℃に分布し、冷感受性の閾値は、10mm 角の場合 3.6℃～4.4℃に、25mm 角の場合 1.5℃～1.8℃に分布した。10mm 角で温冷刺激を与えた場合より 25mm 角で温冷刺激を与えたほうが閾値は小さくなった。各測定点における 10mm 角に対する 25mm 角の閾値は、温感受性の場合 49%～64% (平均 57%)、冷感受性の場合 38%～47% (平均 43%) となった。標準偏差は、温感受性の場合 35%～151% (平均 74%)、冷感受性の場合 31%～59% (平均 40%) となった。

これらのことから、温冷刺激を与える面積が大きいと閾値の値は小さくなり、バラツキ (標準偏差) も小さくなるといえる。25mm 角は 10mm 角と比べて約 6 倍の面積であるため、より強い温冷刺激が与えられたため温冷刺激が知覚しやすく、閾値に差異がみられたと考えられる。

4.2 温冷刺激を与える面積と基準化した閾値の関係

温冷刺激を与える面積によって、温冷感受性の閾値が異なるため、被験者毎に温冷感受性の閾値の基準化 (平均値 0、標準偏差 1) を行った。

図 9 に基準化した温感受性または冷感受性の閾値を示す。基準化することによって、測定点間の閾値の相対的な差異に同じような傾向 (背上部の閾値が高く、腰部の閾値が小さい) がみられた。そのため、温刺激または冷刺激を与える面積が異なる測定機器を用いて測定した場合は、基準化した温感受性または冷感受性の閾値を用いることによって、比較検討することができると考えられる。

5. まとめ

温熱的中立な室温 28℃湿度 50%の恒温恒湿室において、青年男性被験者 10 名に対して、10mm 角と 25mm 角のプロープで温刺激または冷刺激を与えて、温覚申告または冷覚申告により、温覚または冷覚を知覚した温度を測定した。知覚した温度と測定開始温度の差を温感受性または冷感受性の閾値として算出した。

その結果、面積が大きいプロープのほうが、温感受性または冷感受性の閾値は小さく、標準偏差も小さくなった。温冷感受性の閾値を基準化することによって、刺激を与える面積が異なっても、背上部の閾値が高く、腰部の閾値が小さいという傾向がみられた。

謝辞 本研究の研究費として、科学研究費 挑戦的萌芽研究 (課題番号: 25630241 研究課題: 各部位の温冷感覚の感度関数および心理的構えを考慮した部位温冷感の統合モデルの導出) を使用した。また、被験者実験に被験者として協力していただいた摂南大学の学生に感謝の意を表します。

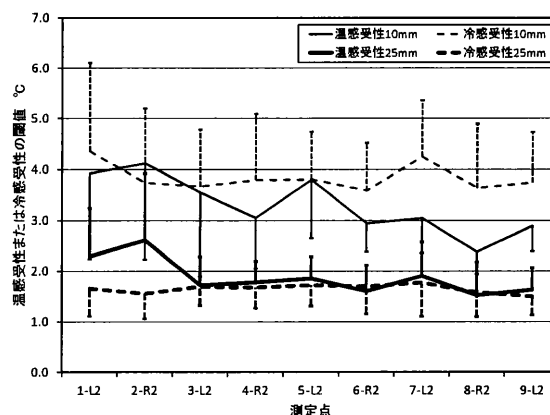


図 8 温感受性または冷感受性の閾値

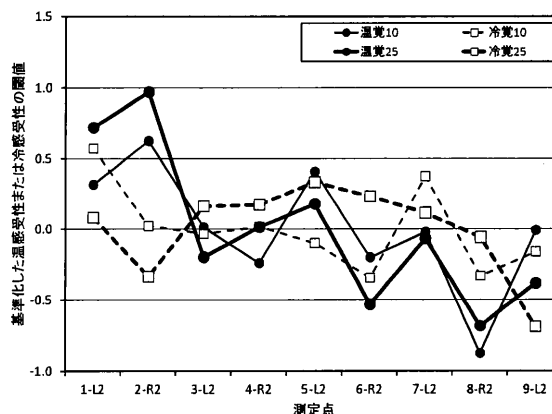


図 9 基準化した温感受性または冷感受性の閾値

6. 文献

- 李 旭子、田村 照子(1995): 人体表面の温度点分布 (第 1 報) 冷点分布密度の部位差、人間と生活環境、No.2、pp.30-36
- 田村 照子、李 旭子(1995): 人体表面の温度点分布 (第 2 報) 温点分布密度の部位差、人間と生活環境、No.2、pp.37-42
- 都築 和代(1995): 高齢者の温熱感覚特性に関する簡易温冷刺激装置を用いた検討、人間と生活環境、No.2、pp.43-47
- 宮本 征一(2009): 局所冷刺激を与えたときの青年男性被験者の身体各部位の冷感受性、人間と生活環境、No.16、pp.11-17
- 宮本 征一(2014): 背部および腰部における温覚申告による局所温感受性の測定法に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) (環境工学Ⅱ)、pp.383-384

<連絡先>

連絡先氏名 宮本 征一

住所 大阪府寝屋川市池田中町 17-8

所属 摂南大学理工学部建築学科

E-mail アドレス miyamoto@arc.setsunan.ac.jp