

波長特性を考慮した日射の体感影響に関する研究 (その2)

Effects of Spectral Properties of Solar Radiation on Thermal Comfort (Part 2)

9530107〇栗原 香・9530120 菱川直子
指導教官 田辺新一

1. はじめに

その2では、その1で述べた昨年度の一対比較照射実験と今年度の3波長帯同時照射実験の結果が異なった原因を確かめるため実験方法に着目し、1)左右の手背における温熱感・刺激感に対する感覚の違い、2)前の照射時に受けた感覚が次の照射時の感覚に与える影響、3)熱さを急激に強く感じる閾値、4)痛みを感じるまでの照射時間、を調べることを目的とした確認実験を行った。また、波長特性による温熱効果と熱的快適性を調べることを目的として、ハロゲンヒータ2種と石英ヒータ(通常の遠赤外線ヒータ)を用いた被験者実験を行った。

2. 人工太陽灯を用いた確認実験

2-1 実験方法 実験は平成10年9月、お茶の水女子大学人間環境制御室にて行われた。被験者は健康な大学生年齢の女性3名とし、光源として人工太陽灯(セリック社製 SOLAX XC-500B)を用いた。この太陽灯に0.30~0.84 μm の可視域波長帯のみ透過するフィルタを取り付け、直径4cmの穴から被験者の手背に照射した。環境条件は被験者自身の着衣量を0.5clo、代謝量を58.2W/m²と想定し、SET*=25 $^{\circ}\text{C}$ となるように空気温度、平均放射温度を25.7 $^{\circ}\text{C}$ 、気流速度0.15m/s、相対湿度65%に設定した。

2-2 実験手順

1) 左右の感覚量の違い 被験者は実験室入室直後に左右の手背の皮膚水分量を測定し、照射温度55 $^{\circ}\text{C}$ の可視域放射に左手、右手それぞれ20秒ずつ曝露した。照射直後に照射部位の温熱感、刺激感に関する申告を行い、その後10分間の休憩時間をとった。この手順で照射・申告を5回繰り返した。

2) 前の感覚の影響 被験者は実験室入室直後に表1に示すそれぞれの照射条件に左手背を曝露し、温熱感、刺激感を申告した。

表1 照射条件

照射温度($^{\circ}\text{C}$)	照射時間(sec)	休憩時間(min)	照射回数
55	5	1,5	5
	10	1,5	
	15	1,3	
	20	1,3	
	30	3	
65	5	1	3
	10	1	
	15	1,3	
	20	1,3	

3) 熱さを急激に強く感じる閾値 被験者は実験室入室直後に表2に示すそれぞれの照射条件に左手背を曝露し、温熱感、刺激感を申告した。その後休憩時間を90秒とり、同様の手順で曝露を各条件につき3回繰り返した。また、実験終了後、次の条件で

実験を行う際には、直前に行った照射の影響が残らないよう十分な時間をとった。

表2 照射条件

照射温度($^{\circ}\text{C}$)	照射時間(sec)	休憩時間(sec)	照射回数
40, 45, 50, 55, 60, 65, 70	5, 10, 15	90	3

4) 痛みを感じるまでの時間 被験者は実験室入室直後に、照射温度55 $^{\circ}\text{C}$ 、60 $^{\circ}\text{C}$ 、65 $^{\circ}\text{C}$ の各条件に左手背を曝露し、曝露開始から痛みを感じると申告するまでの時間を測定した。その後、5分間休憩をとった。各温度においてこの手順を5回繰り返した。

2-3 実験結果

1) 左右の感覚量の違い 図1に温熱感申告結果、及び皮膚水分量測定結果を示す。皮膚水分量と温熱感申告値との間に相関はみられなかった。被験者は3名とも右利きであり、本実験では同じ放射量に曝露されたとき、左手の方に刺激をより敏感に感じている結果となった。

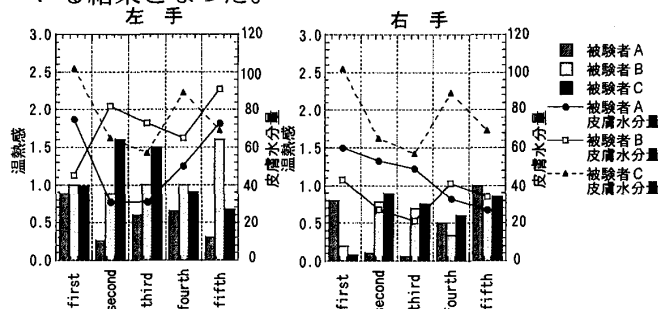


図1 温熱感申告結果

2) 前の感覚の影響 刺激感申告結果を図2、3に示す。図中の凡例は[照射時間-休憩時間]を表している。55 $^{\circ}\text{C}$ 照射時には、照射時間15秒以内であれば、前の照射時の感覚が次の照射時の感覚に影響を与えなかった。65 $^{\circ}\text{C}$ 照射時には、照射時間が20秒になると、1回目の照射から申告値が最大の3「非常に痛い」となる傾向が見られた。

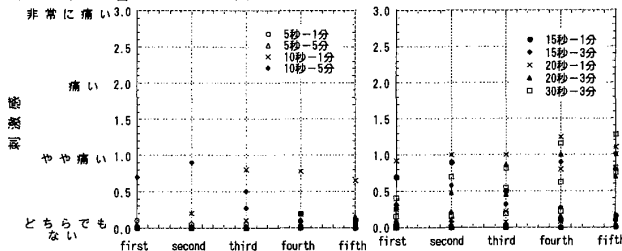


図2 刺激感申告結果 (55 $^{\circ}\text{C}$ 照射時)

3) 熱さを急激に強く感じる閾値 温熱感申告結果を図4に示す。温熱感と照射温度、照射時間に相関が見られた。照射温度60 $^{\circ}\text{C}$ より、温熱感が顕著に増加する傾向が見られた。

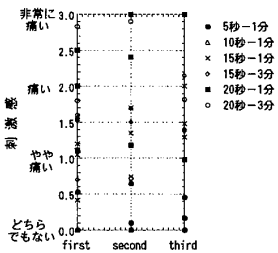


図3 刺激感申告結果 (65°C照射時)

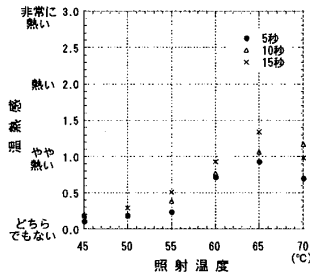


図4 温熱感申告結果

4) 痛みを感じるまでの時間 照射開始から痛みを感じ始めるまでの時間を平均したところ、照射温度 55°Cで約 51 秒、60°Cで約 37 秒、65°Cで約 28 秒となった。60°C以上の照射から、顕著に短くなる傾向がみられた。

3. ハロゲンヒータの熱的快適性実験

3-1 実験装置・実験室概要 本実験では熱源として波長特性の異なる 3 種類のヒータを用いた。600W 時のヒータ分光特性を図 5 に、実験風景を図 6 に、実験室概要を図 7 に示す。実験室に 3 種のヒータを設置し、ヒータからの距離 1m の位置で後ろ向きに座っている被験者に向けて照射した。

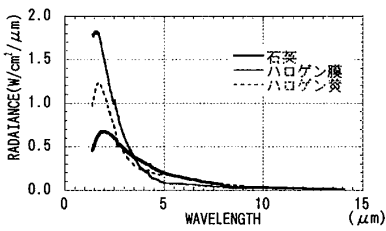


図5 各ヒータの分光特性

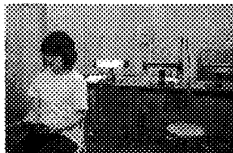


図6 実験風景

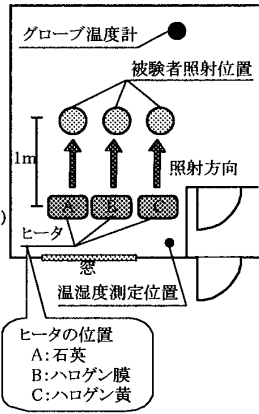


図7 実験室概要

3-2 実験方法 実験は平成 10 年 11 月、お茶の水女子大学人間環境制御室にて行われた。実験時の環境条件は、空気温度及び平均放射温度 20°C、気流速度 0.15m/s、相対湿度 60%とした。着衣量は 0.4clo とし、こちらが用意した実験服に着替えてもらった。代謝量 58.2W/m² と想定したとき、SET*は 17.8°C と計算された。被験者は健康な大学生年齢の女性のべ 11 名を用い、このうちの 3 名について生理量測定を行った。

被験者は到着後すぐに人間環境制御室に入室し、実験についての説明を受けた。その後、実験服に着替え、体温を計測した後、5 分間椅座静位で過ごした。生理量測定時は、その間に血圧を測定した。5 分間の椅座静位終了後、被験者は 1m 離れた位置に置かれたヒータに 15 分間、照射曝露された。照射部位は背中とした。その間、初めの 6 分間は 1 分毎に 7 回、その後の 9 分間は 3 分毎に 3 回の計 10 回、照射部位及び全身の温熱感と熱的許容度についての

申告を行った。生理量測定時は退室直前に再び血圧を測定し、実験室を退室した。退室後 10 分間の休憩を取り、再び実験室に入室し、同様の手順で次の照射条件での曝露を行った。実験条件の順序は全被験者を通して、石英 (500W) →ハロゲン膜 (石英と等熱量) →ハロゲン膜 (500W) →ハロゲン黄 (石英と等熱量) →ハロゲン黄 (500W) とし、10 分間の休憩時間の際にスライダックにて熱量調節を行った。各照射条件における照射熱量を表 3 に示す。

3-4 実験結果 図 8 に等熱量照射時の全身温冷感申告、照射部位温冷感申告の経時変化を示す。このグラフは、ヒータ ON 時の平均申告値を 0 に合わせてプロットしたものである。ハロゲン膜とハロゲン黄は、石英と比較すると全身温冷感、照射部位温冷感とも申告値の上昇に与える影響が小さかった。

石英→ハロゲン膜→ハロゲン黄の順で実験を行っているので、照射順序が申告値に影響を与えている可能性が考えられる。また、ヒータ ON 時を 1 回目の申告としているために、照射直前ではなく照射開始後の背中が暖かくなってきた感覚を申告していると考えられる。

表3 照射条件

	熱量 (W/m ²)		
	石英	ハロゲン膜	ハロゲン黄
等熱量	391	389	382
等消費電力(500W)		830	655

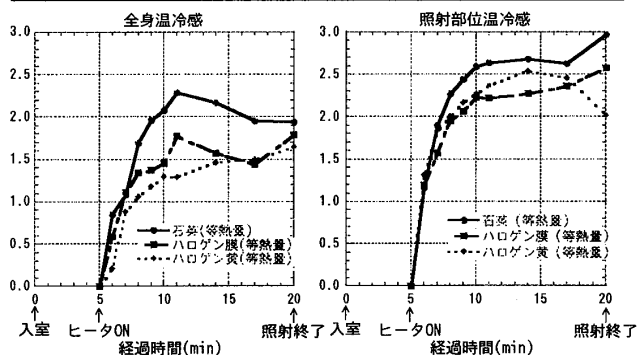


図8 温冷感申告値経時変化の比較

4. まとめ

人工太陽灯を用いてこれまで行った実験方法についての疑問点を確認するための被験者実験を行った。それらの結果から、今後、照射部位を左右どちらかの手背に限定する、照射温度 55°C、照射時間 15 秒前後とする、次の照射までに 5 分以上の休憩時間をとる等、考慮して条件を設定し、さらに被験者実験を行う必要があると思われる。

また、波長特性による温熱効果と熱的快適性を調べる目的でハロゲンヒータ 2 種と石英ヒータを用いて被験者実験を行った。等熱量照射時、全身・照射部位における遠赤外線を放射している石英ヒータの温熱効果が高い申告結果となったが、ヒータの立ち上がり時、近赤外線を放射しているハロゲンヒータの方が、全身温冷感に与える影響が早かった。