

非定常状態の温熱環境における人体の快適性の研究 ～夏期における局所気流のコールドショックが人体の心理・生理に与える影響～

建築都市デザイン学科 2280050086-2 山本 健太
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

人の移動する経路空間は多くの場合、異なる温熱環境になっており、人はその変化を知覚し、温熱感として認識している。屋外空間から室内空間への移動はもちろん、室内でも熱・空気の分布が形成されており、適切な空調制御するために温熱感は把握すべき必要な項目と考えられる。タスク&アンビエント空調など空間分布を積極的に利用する空調方式を導入するには、温熱感に関する項目の解明は必要と言える。しかし、既往の研究では、温熱環境変化や空間移動の履歴に関する温冷感指標は十分確立されていない。^{文1)} 本報では、夏期において足元または首筋にコールドショックとして局所気流を与え、人体の生理や快適性にどのように影響するかに関して検討を行った。また、ショックを与えることで設定温度を緩和した空間でも快適感の得られる可能性を検証した。

2. 検討概要

移動・滞在概要を図1に、測定ケースを表1に示す。移動状態に応じて3つのステップを設けて実験を行った。

第1ステップ(基本)：暑い空間、順応空間^{注1)}、快適空間それぞれの空間で30分間待機し、平衡に達した後、周辺環境と生理反応、温冷感を30分間測定する。

第2ステップ(変化)：暑い空間で20分待機し、オフィスまでの徒歩の移動を想定し10分間ルームランナーで歩行する(1.4Met)。その後、快適空間もしくは順応空間に移動した際の、移動後の空間で感じる周辺環境と生理反応、温冷感を30分間計測する。

第3ステップ(ショックケース)：暑い空間で30分待機し、10分間の歩行の後、快適空間もしくは順応空間に移動する。その空間で冷たい局所気流を当て、移動後の空間で感じる周辺環境と生理反応、温冷感を30分間計測する。尚、局所気流は足元と首筋の2パターン用意した。

快適感申告、温冷感申告、TOI^{注2)}と皮膚表面温度を中心に検討を行った。被験者は健康な成人男性、夏期4名とし、着衣量は0.7clo(肌着、長ズボン、長袖シャツ)。測定は着座状態で行った。測定項目及び測定機器に関しては昨年の研究^{文2)}に加えて皮膚表面温度を13点と増やした。^{注3)}

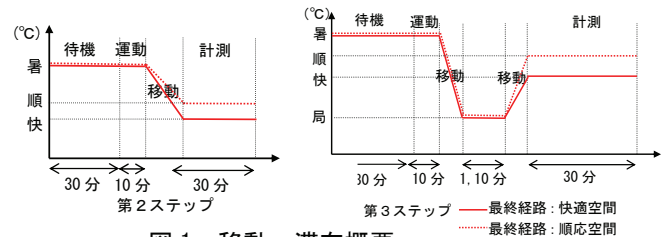


図1 移動・滞在概要

表1 測定ケース

図中の数字は滞在時間(分)を示す

case	概略		暑い空間	局所気流	順応空間	快適空間
			29~31°C	21~23°C	27~29°C	24~26°C
1.1	第1 ステップ	暑い空間	30	—	—	—
1.2		順応空間	—	—	30	—
1.3		快適空間	—	—	—	30
2.1	第2 ステップ	暑→快	30	—	—	30
2.2		暑→順	30	—	30	—
3.1	第3 ステップ	暑→ショック1分足→快	30	1	—	30
3.2		暑→ショック10分足→快	30	10	—	30
3.3		暑→ショック1分首→快	30	1	—	30
3.4		暑→ショック10分首→快	30	10	—	30
3.5		暑→ショック1分足→順	30	1	30	—
3.6		暑→ショック10分足→順	30	10	30	—
3.7		暑→ショック1分首→順	30	1	30	—
3.8		暑→ショック10分首→順	30	10	30	—

3. 実験結果

3.1 第1ステップ結果(基本)

快適感申告、温冷感申告とも妥当な結果となった。(表2)各ケースを比較すると、各空間のTOI値は「暑い」>「順応」>「快適」という推移を示した。(図2)被験者間によって多少のばらつきはあるが、概ね同じ傾向が見られた。

3.2 第2ステップ結果(変化)

快適感、温冷感申告では暑→快が(0.4、0.4)となり第1ステップの順応空間(0.3、0.3)と概ね一致する結果となった。(表2)

3.3 第3ステップ結果(局所気流)

3.3.1 ショックケース(足元)

快適感申告でみると case3.1(0.1)より case3.2((0.8)の方が第1ステップの快適空間(1.3)に近い値を示した。(表2)また時間の経過とともに、case3.2は第2ステップの暑→快の快適感と同じような指数の推移をとった。(図3)温冷感申告でみると case3.1、case3.2ともに時間の経過と共に一旦は上昇するが、一定の時間を過ぎると減少した。(図3)足元への局所気流に関しては10分間の方が効果的であると推測できる。

3.3.2 ショックケース（首筋）

両ケースの快適感申告、温冷感申告ともに第1ステップの快適空間と良く似た値をとった。(表2)また時間に関わらず、両ケースとも快適感申告では高い値を示したが、case3.3の方がその傾向が強く見受けられた。(図4) 温冷感申告で見ると両ケースとも、時間の経過とともに緩やかに減少する傾向があった。(図4) 首筋への局所気流に関しては1分間の方が効果的である推測できる。

3.4 第3ステップ内での比較

最終経路空間を快適空間に絞った場合、足元と首筋を比較すると、TOI値の結果からはあまり有意な差は見られなかったが、快適感・温冷感申告の結果からは足元よりも首筋への局所気流におけるショックの方が第1ステップでの快適空間の値に近かった。(表2)また快適感申告で見ると、足元へのショックでは時間の経過とともに緩やかに効果を発揮し、首筋へのショックでは早い段階から効果を発揮するという傾向の違いが見られた。(図3、4)

表2 快適感・温冷感申告 平均^{注4)}

case	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2				
快適感	-0.8	0.3	1.3	0.4	0.1				
温冷感	1.8	0.3	0.2	0.4	0.3				
case	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	
快適感	0.1	0.8	1	0.9	-0.6	-0.5	-0.1	0.7	
温冷感	0.5	-0.2	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.4	

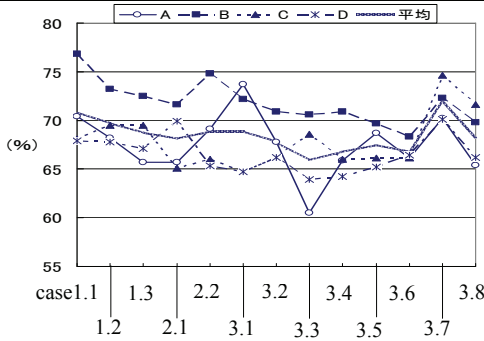


図2 脳内血流計TOI平均値^{注5)}

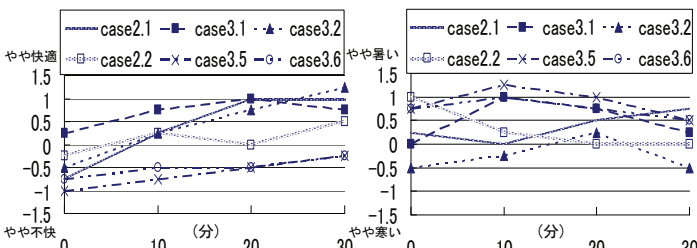


図3 快適感(左)・温冷感(右)申告平均値比較 (足元)

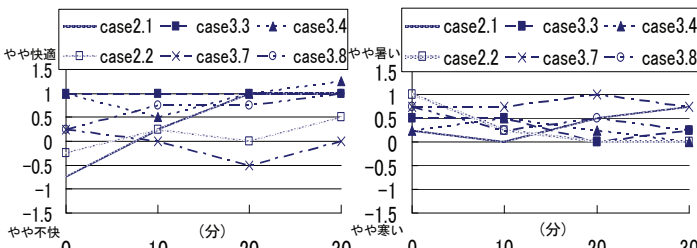


図4 快適感(左)・温冷感(右)申告平均値比較 (首筋)

皮膚表面温度平均値では局所気流によるショックを与えるとして足元、首筋ともに温度が下がった。(図5、6)最終経路空間を順応空間にすると、快適空間ほど顕著にはないが首筋への局所気流の方が効果的であるという結果を示した。

4. まとめ

移動経路の違いや、移動しながら感じる周辺環境の変化の違いにより、同じ環境下でも異なる生理反応が生じ、その結果、異なる心理反応が起こることが観測された。今回の実測では、局所気流によるショックケースにおいて足元への場合では10分間が、首筋への場合では1分間が最適であったと考えられる。またこの傾向は最終経路空間を快適空間にした場合に強く見られたもので、順応空間ではあまりこの傾向が見られなかった。今後はサンプル数を増やし、最終経路空間を順応空間にした場合でも効果があるか、また定量的解析を進めるとともに、空調制御へ応用を図っていく予定である。

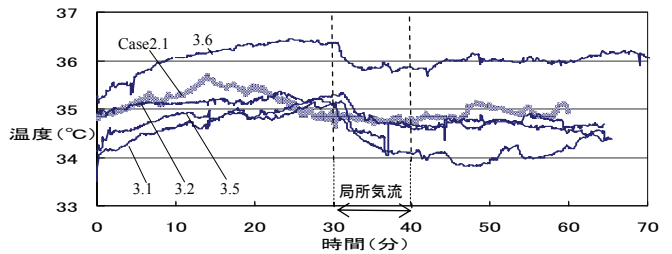


図5 皮膚表面温度平均値^{注6)} (足元)

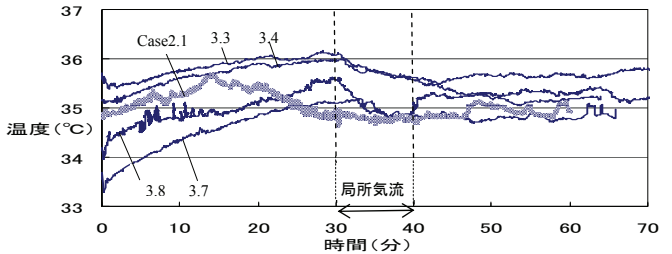


図6 皮膚表面温度平均値 (首筋)

- 注1) 順応空間：外部と内部の中間に位置する環境の空間。本研究では順応空間を表1の通りに温度設定した。
- 注2) 組織酸素化指標 (TOI)：ヘモグロビンの酸素飽和度を示し血流が活発に働くにつれ高い値を示す量。今回周辺環境の変化との関連性が見られたため、生理量の目安に用いた。
- 注3) 13点：額、首、首筋、胸、背中、腹、腰、上腕、前腕、手首、大腿、下腿、足の甲を示す。
- 注4) 快適感・温冷感申告 平均：第1ステップでは計測中の30分間の、第2、3ステップでは快適空間もしくは順応空間に移動後の30分間の、10分毎に申告された快適感・温冷感の平均値をとり、心理反応の比較に用いた。
- 注5) 脳内血流計 TOI 平均値：計測中30分間のデータについて各被験者A、B、C、Dの平均をとった。
- 注6) 皮膚表面温度平均値：計測中のデータについて第2、3ステップの各被験者A、B、C、Dの皮膚温13点の平均をとった。

文1) 堤、保田、田辺、有城：在室者の乾燥感に関する被験者実験 (その1・2)、学術講演梗概集 pp.439-442、2006年7月

文2) 近本・倉成：快適性を考慮した空調制御に関する研究(その5)、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 pp.1157-1160、2008年8月