

非定常状態の温熱環境における人体の快適性の研究

～冬期における移動経路途中のヒート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 2280050017-0 奥村 舞
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

人の移動には温熱環境の変化が伴う。近年行われている研究で、空調設定温度を緩和し、且つ居住空間を快適に設定するために、屋外から入室する際に外気温から受ける影響を考慮すること^{文1)}の必要性、緩衝空間の設定^{文2)}による空間設定温度緩和の可能性が示されている。

これまで本研究室では冬期における短時間のヒートショックが、暖房設定温度を緩和できる可能性^{文3)}を示した。

本研究では、冬期における外部空間から快適空間(24～26℃)または順応空間^{注1)}(19～22℃)へ移動する際、全身にヒートショックを与え、刺激量の違いが快適性に及ぼす影響を人体の心理、生理から探ることを目的とする。

2. 実験概要

2-1 設定条件

被験者は健康な成人男性 3 名とし、着衣量は寒い空間で 2.0clo (スーツ、コート)、それ以外の空間で 0.7clo (肌着、長袖シャツ、長ズボン) とした。運動中はオフィスまで徒歩の移動を想定した運動として踏み台昇降を (1.4met)行わせ、深部体温、皮膚温度 (今年度は測定点を 13 点^{注2)}に増やした)、脳血流、各空間の環境を測定した。

2-2 実験ステップ

(1) 基本ステップ:

基準となる温熱環境の異なる 4 つの空間を体験させ、測定する。ステップの詳細と滞在時間を表 1 に示す。

表 1 基本ステップ詳細

Case	空間	温度	測定時間
1.1	寒い	7～14℃	30
1.2	順応	19～22℃	60
1.3	快適	24～26℃	60
1.4	暑い	30～35℃	30

* 測定中は待機(1.2met)とする

(2) 応用ステップ: 寒い空間で 30 分間滞在した後、移動経路途中で温熱環境の変化を 10 分間与え、その後 Case2 では快適空間、Case3 では順応空間へ移動し、待機状態で 60 分間計測する。実際のオフィスワークの動きを想定した時、多くの場合寒い外部空間から建物内部に入り、更に建物内部を移動してから快適な室内へ到着する。そこで、外部空間から室内へ 10 分間の移動 (建物内部) をすると見立て、移動経路途中で温熱環境の変化を与える。次に移動経路途中の空間の変化の詳細を示す。Case2.1、3.1 ではヒートショックを与えず、順応空間で 10 分間運動を行う。Case2.2、3.2 では 3 分間、Case2.3、3.3 では 10 分間のヒートショックを与える。(表 2 参照)

表 2 応用ステップ詳細

Case	外部 寒い	移動空間 順応*	室内空間 暑い*	室内空間 順応	室内空間 快適
2.1(ショックなし)		10	—		
2.2(" 3分)	30	7	3	60	—
2.3(" 10分)		—	10		
3.1(ショックなし)		10	—		
3.2(" 3分)	30	7	3	60	
3.3(" 10分)		—	10		

*は移動経路途中の環境を表し、太枠内はショックを表す。

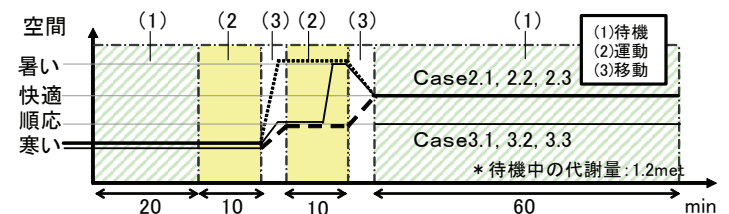


図 1 実験ステップ移動の詳細

3. 実測結果

3-1 屋外待機時の外気温

寒い空間の環境は外気温のみを用いた。そのため、日によって 7～14℃と気温に幅が生じた。

3-2 基本ステップ結果

快適感申告と温冷感申告共に妥当な結果となった。(図 2) しかし被験者によって好みの空間にばらつきが見られた。スペースの都合上記載していないが、皮膚温度に関しても設定温度条件と妥当な結果であった。

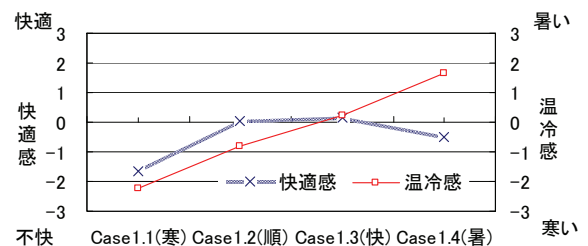


図 2 基本ステップ 快適感と温冷感

3-3 応用ステップ結果

心理反応は被験者によって差が生じ、全員に共通した傾向があまり見て取れなかった。しかしショックを与えたケースで、最後の空間へ移動した直後の温冷感申告にはほぼ全てのケースで変化があり、ショックを与えることで被験者によって表現は異なるが、心理的に変化していることがわかった。皮膚温度に関しては全てのステップにおいて概ね同じような経過が見られた。

4. 考察

4-1 心理量考察

移動後の空間での快適感はいずれも Case2 で「中立」、Case3 で「快適」側の申告となった。被験者ごとに見ると被験者 A は Case3.2、B は Case2.3、C は Case2.2,3.2 が最も快適であったと考えられ、ばらつきが見られた。(図3) 温冷感申告から、被験者は順応空間と快適空間に対して、それほど差を感じていないように見受けられた。(図4)

4-2 生理量考察

ケースごとに皮膚温度の平均をとり、変化をみた。(図5) 比較すると Case2、3 どちらも、基本ステップは時間の経過につれてやや下降し、応用ステップでは上昇傾向であった。Case2.3 に関しては被験者によって 10 分間のショックで蓄熱されたことにより順応空間で寒さを感じたり、最も快適に感じたりと極端に差が見られた。Case2.3,3.3 の 10 分間のショックで体温上昇が著しく、その後同じ空間で比較すると平均温度が最も高くなっており、ショックの影響が現れている。部位別に温度変化を見ると、手首の温度が 28℃ 以下まで下がった場合、温度が一定になるまで 30 分程時間を要することがわかった。また TOI 値^{注3)}では、快適感申告との関連性がみられない結果となり、被験者ごとにばらつきが見られた。(図6)

4-3 外気温の影響

被験者が快適だと感じる空間が一致しなかった理由のひとつとして外気温が一定でなかったことが挙げられる。外気温が比較的高かった場合^{注4)}の快適感と温冷感、外部空間と移動後の空間であまり差がなく、一方低かった場合は差が大きかった。

注1) 順応空間：外部と内部の中間に位置する温熱環境の空間。

本研究では順応空間を表1の通りに温度を設定した。

注2) 13点：今年度は、額、首、首筋、胸、背中、腹部、腰、上腕、前腕、手首、大腿、下腿、足の甲の皮膚温度を測定した。

注3) TOI 値：ヘモグロビンの酸素飽和濃度を示し、血流が活発に働くにつれて高い値を示す量。

注4) 外気温の平均が 11℃ 以上の場合を「高い」、10℃ 以下の場合を「低い」と表記した。

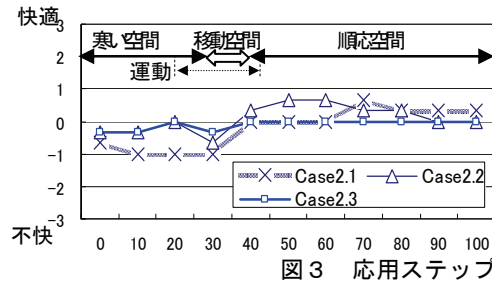


図3 応用ステップ

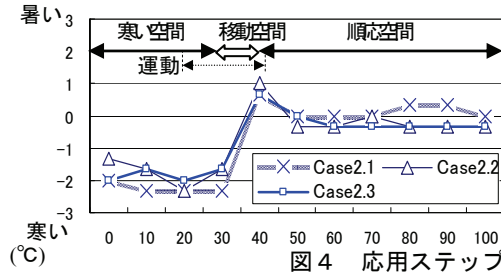


図4 応用ステップ

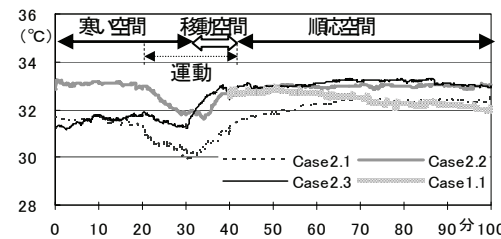
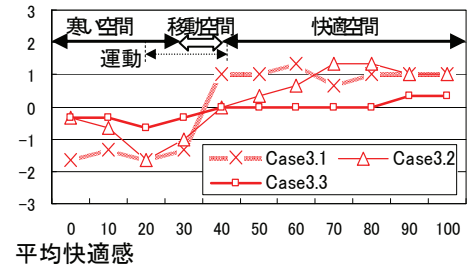
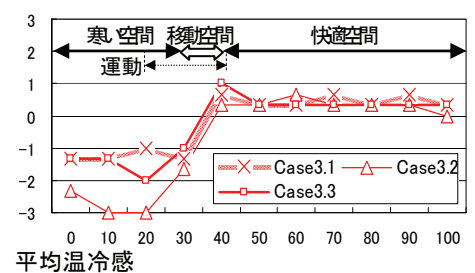


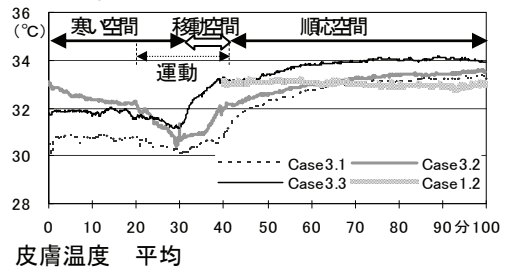
図5 応用ステップ



平均快適感



平均温冷感



皮膚温度 平均

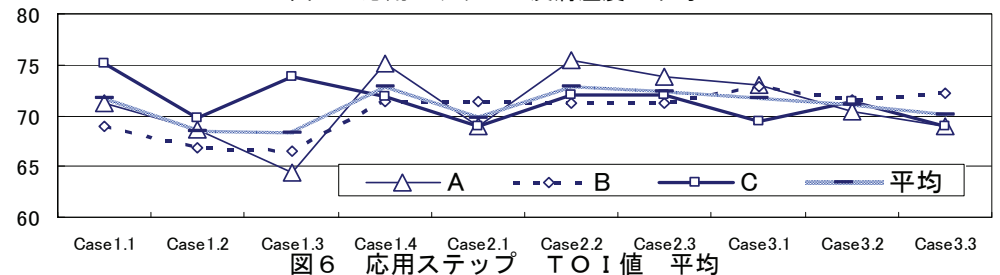


図6 応用ステップ

5. まとめ

今回の実験では、寒い空間に幅があったことが心理量、生理量に影響を及ぼしたと考えられる。そのため、ケースごとに共通した傾向を掴みにくかった。しかし、外気温の違いとショックの与え方により、生理反応は細かく反応することがわかった。また外気温が高い場合は順応空間でも許容できる環境であるとの申告があり、低い場合は冷えきった手足がヒートショックによって払拭できず、移動後の快適感に影響していた。

今後はサンプル数を増やし、さらに外気温と室内の温度差を考慮したショックの与え方の検討を行い、ショックの定量化を進めていくことが課題である。

文1) 大堀・原田・久野：冬期に屋外から入室する場合に快適な温熱環境に関する研究、建築学会、第571号、33-40、2003年9月

文2) 中野・田辺：緩衝空間が歩行移動後の熱的快適性に与える影響に関する研究、建築学会大会、第565号、33-40、2003年3月

文3) 西村・近本・数井・石本：快適性を考慮した空調制御に関する研究(その1)、空気調和・衛生工学会大会、2006年9月

文4) 倉成・近本：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、II、pp.1157-1160、2008年8月