

立教大学学術推進特別重点資金（立教 S F R）
大学院生研究
2014年度研究成果報告書

研究科名	立教大学大学院 コミュニティ福祉学研究科 コミュニティ福祉学専攻		
研究代表者 (2015年3月現在のものを記入)	在籍研究科・専攻・学年	氏名	
	コミュニティ福祉学研究科・コミュニティ福祉学専攻・2年	中川 晃 印	
指導教員	所属・職名	氏名	
	コミュニティ福祉学部・准教授	石渡 貴之 印	
自然・人文・社会の別	<input type="checkbox"/> 自然 ・ 人文 ・ 社会	個人・共同の別	<input type="checkbox"/> 個人 ・ 共同 名
研究課題	暑熱環境下運動時における体温調節機能と認知機能、運動パフォーマンスの変化について		
研究組織 (2015年3月現在のものを記入)	在籍研究科・専攻・学年	氏名	
	コミュニティ福祉学研究科コミュニティ福祉学専攻2年	中川 晃	
研究期間	2014 年度		
研究経費	(支出金額)	176,126 円 / (採択金額)	200,000 円

研究の概要 (200~300字で記入、図・グラフ等は使用しないこと。)
<p>本研究は実際にヒトが暑熱環境に曝露された際の生理指標や認知機能の変化について調べた。結果、暑熱曝露による認知機能の変化は現れなかった。生理指標では皮膚温は曝露によって上昇したものの、深部体温や全身体温には変化が見られなかった。また暑熱曝露中の交感神経活動にも変化は見られなかった。これらのことから今回の実験条件である気温33℃湿度75%の環境は本実験で使用した検査における認知機能を司る部位に影響を与えない可能性が示唆された。そして本実験結果と先行研究より認知機能の低下には深部体温の上昇が大きく関与することが考えられる。</p>

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)
[暑熱環境] [認知機能] [体温]

研究成果の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)**【研究背景】**

暑熱環境においてヒトの認知機能が低下するという事は広く報告されている。先行研究において室内の気温が高い場合には湿度が高くなると温熱的不快感が増すことが報告されている。この不快感の上昇が認知機能の低下に影響を与えることが考えられる。この認知機能の低下の概念に Baars が提唱する「グローバルワークスペース仮説」がある。グローバルワークスペースは様々な感覚処理や運動処理に特化した神経回路網であり、そして、それらに共有された神経回路網のことであり、「黑板」の役割を果たすものであると考えられている。この黑板に様々な要素が書き込まれた結果、ヒトの行動や思考に影響を与えられると説明されている。この中で感覚や思考も入力として大きな影響を持っている。このことから不快感という入力が認知機能に影響を与えることが示唆される。

実際暑熱環境において認知機能が低下するという報告は数多くなされている。受動的な暑熱曝露に加えて運動誘発性の高体温によっても中枢性疲労が生じるため、認知機能が低下する。その結果としてスポーツ活動中の状況把握などに影響が現れてしまう。

しかしながら先行研究において湿度の影響を調べていないという問題がある。いくつかの先行研究において実験条件として湿度を変化させているものの、日本の夏季の湿度よりも低く、また軽い身体活動時の認知機能の変化を調べている。児童や生徒の学習効率の点から、安静時における認知機能を調べる必要性があると感じた。以上の事から安静時における高温環境と湿度と認知機能の関係性を調べることを試みた。

【研究目的】

本実験ではヒトの認知機能が高温多湿環境に長時間曝されることでどのような変化を見せるのかを調べることを目的に実験を行った。

【研究方法】**・被験者**

過去に熱中症に罹患したことのない健康な一般男子学生 5 名を対象とした。被験者の特性は表に記したとおりである。実験に際しては被験者に実験を行う上でのリスクを明示し、実験参加の承諾を得たうえで開始をした。本実験は、立教大学ライフサイエンスに係る研究・実験の倫理及び安全委員会の承認を得たうえで行った(承認番号 LS14039A)。

・実験手順

被験者には前日のカフェインとアルコールの摂取を控えさせ、十分な睡眠をとるように指導した。また、来室 2 時間前までに食事と飲水を済ませるように指示をした。各実験間は暑熱曝露の影響を排除するために 5 日以上開け、サーカディアンリズムの影響を排除するために同一の時間帯で実験を行った。実験はクロスオーバーデザインで 4 条件を行った。各条件は 1) 高温多湿条件、(気温 33℃、相対湿度 70%) 2) 高温条件 (気温 33℃、相対湿度 50%)、3) 多湿条件 (気温 23℃、相対湿度 70%)、4) 通常条件 (気温 23℃、相対湿度 50%) とした。

被験者は実験室に来室後、初回の測定時のみ体組成計 (タニタ社、BC-I18E) にて体組成測定を行い、実験で使用する認知機能テストに十分に慣れるために練習を行わせた。認知機能テストの内容は後述する。体組成測定および認知機能テストの練習が終了後、被験者に各種生理指標測定機器を装着した。装着後安静時指標の測定として 15 分間前室にて安静を取らせた。安静期終了後、各条件に設定した人工気候室に入室し、60 分間安静座位を取らせた。安静期終了後、人工気候室入室 15、30、45、60 分後に主観項目を質問し、その後認知機能テストを行った。

・測定項目

体温は直腸温 (グラム社、LT-8A) と外耳孔温 (日機装サーモ株式会社、LT-2N-13)、皮膚温を 6 点 (前額部、胸部、上腕部、大腿部、利き手中指、足背部: グラム社、LT-8A) を測定し平均体温を算出した。直腸温測定用プローブにはゴムカバー (日機装サーモ社製、体腔挿入型温度プローブ用ゴムカバー) を装着した。平均体温算出は、 $T_b = 0.8 \times \text{直腸温} + 0.2 \times \text{平均皮膚温}$ (3 点法、胸部、上腕部、大腿部より算出) の式を用いた。発汗量はテクノサイエンス株式会社製 TPL001 を用いて前額部に装着し、2 秒ごとに平均発汗量を測定した。交感神経と副交感神経の変動を測定するために各被験者の利き手薬指に測定機器 (株式会社 CCI、BACS Advance) を装着し、同時に心拍数の測定も行った。主観的項目として、温熱感覚 (スケール 0~8: 0: とても寒い、4: 普通、8: とても暑い)、汗のかき方 (スケール 0~8: 0: 全くかいていない、4: 汗をかいている、8: とても汗をかいている)、肌のべとつき感 (スケール 0~8: 0: 全くべとついていない、4: べとついている、8: とてもべとついている) を被験者に尋ねた。

研究成果の概要 つづき

・ 認知機能テスト

認知機能テストは先行研究に則り、カラーワードストループテストを使用した。ストループテストは課題を遂行する際の注意や行動を適切に制御する能力を測定する課題として広く利用されている。青インクで書かれた「赤」のような色名(赤)と実際の文字の色(青)が一致していない語(以下、不一致語)のインクの色(青)を答える際の所要時間が、単なる青色の色紙色名呼称よりも遅延することをストループ干渉という。対して不一致語の色名を答える際にかかる所要時間が、黒インクのみで書かれた各文字の読みを答える場合に比べて反応が遅延することを逆ストループ干渉という。本研究使用したストループテストは、コンピュータ画面を見てキーボードのボタンを押して反応するマッチング反応にて測定を行った。実験には Millisecond Software 社製の Inquisit 4 に搭載されているテストを使用した。

【結果、考察】

直腸温は通常条件で人工気候室入室後 40 分以降に有意な低下を示したが、他の条件では有意な変化は認められなかった。対して外耳孔温は高温多湿条件、高温条件において曝露によって有意な上昇を示し、多湿条件、通常条件では低下を見せた。全身体温で変化を見てみると通常条件のみ曝露後半に低下することが確認された。次に発汗量の安静時からの変化量は、曝露によって高温多湿条件、高温条件、多湿条件に有意な増加が認められ、通常条件では有意な低下が見られた。自律神経系は副交感神経が高温条件と通常条件で有意な上昇が観察され、交感神経は通常条件で有意な低下が観察された。最後に温熱感覚は高温多湿条件、高温条件で人工気候室入室前と比較して、入室後に有意に暑くなったと感じていたが、認知機能は反応速度、正答率共に有意な変化を示さなかった。結果として体温や自律神経系は条件によって異なる変化を示したものの、認知機能は変化を示さなかった。

まず本研究では暑熱曝露によって皮膚温の上昇は見られたものの、深部体温や全身体温の上昇は見られなかった。この原因として、発汗量の増大が挙げられる。発汗量を増加させることで、皮膚から蒸発熱を奪い、外部の気温を深部にまで影響させないようにしている。また、通常条件では唯一深部体温と全身体温の有意な低下が認められた。この理由として曝露された気温である 23℃は温熱平衡温度を下回っているためであると考えられる。さらに実験条件は安静状態の測定だったために、筋による産熱があまり行われなかったことも考えられる。通常条件では被験者によっては温熱感覚を「やや寒い」と答えることもあり、今後実験条件を設定する際に考慮すべき点であると言える。

数々の先行研究で運動時に暑熱曝露されることによって認知機能が低下することを報告している。しかしながら本研究では認知機能の低下を見せなかった。この原因として暑熱曝露によって直腸温の変化を見せなかったことが挙げられる。深部体温の過度な上昇は中枢性疲労をもたらす。その結果として認知機能は低下するものと考えられており、先行研究では深部体温が 40℃近くまで上昇していることが確認されている。本研究のように 60 分間の安静時における暑熱曝露では深部体温や全身体温の上昇を示さないため、認知機能の変化は現れなかったと考えられる。

さらに、曝露前と曝露中で交感神経の上昇が見られなかったことも、暑熱曝露が認知機能へ影響しなかった要因であると言える。認知機能に関して、グローバルワークスペースという概念を用いて解釈すると、様々な要因が認知機能へ影響を及ぼすとされる。特に心理的な不快感が悪影響を与えると考えられ、本研究でも曝露によって温熱感やべとつき感が上昇していることから、不快感が増していたものと推測される。しかしながら認知機能に変化を見せなかったことは、交感神経が優位になることが認知機能に影響しない可能性を示唆する結果となる。自律神経や交感神経系と認知機能との関係性を直接調べた実験は少ないこともあり、この推測を補足するデータは乏しい。そのため、今後の実験等により関係性の有無などが明らかにされることを期待する。

また認知機能を測定するカラーワードストループテストについては、1 回の測定に要する時間が短いという利点がある。本研究では 1 時間の曝露により通常よりも集中力の維持が難しくなっていると考えられるが、この認知機能テストのように短時間の集中は可能であることが推測される。そしてこのテストは多くの先行研究で用いられているものの、このテストのみで認知機能について語って良いのかという問題もある。将来的な研究課題としては異なる認知機能テストを用いて同様の実験を行うことや、長時間の集中力維持を求められる測定を行うことが挙げられる。

研究発表 (研究によって得られた研究経過・成果を発表した①～④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。)

- ①雑誌論文 (著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ)
- ②図書 (著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数)
- ③シンポジウム・公開講演会等の開催 (会名、開催日、開催場所)
- ④その他 (学会発表、研究報告書の印刷等)

本研究で得られたデータは、今後、日本体力医学会等で発表予定である。