

立教大学学術推進特別重点資金 (立教 S F R)
大学院学生研究
2017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 (2018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 博士課程後期課程1年	中川 晃 印	
指導教員	所属・職名	氏名	
	立教大学 准教授	石渡 貴之 印	
自然・人文・社会の別	自然 ・ 人文 ・ <input checked="" type="checkbox"/> 社会	個人・共同の別	<input checked="" type="checkbox"/> 個人 ・ 共同 名
研究課題	暑熱順化に伴う暑熱新規環境下での行動様式の変化		
研究組織 (研究代表者 ・共同研究者) ※2018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 博士課程後期課程1年	中川 晃	
研究期間	2017 年度		
研究経費 (1円単位)	(支出金額) 199,095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。)

雄の Wistar ラットを気温 32 度，湿度 50% の環境下で 3 時間，1 日，1 週間，2 週間，3 週間，4 週間飼育して，10 週齢となつてから行動テストとしてオープンフィールドテスト (OFT) を行った。比較対象には気温 23 度，湿度 50% の環境下で飼育した雄の 10 週齢の Wistar ラット (Cont) を用いた。OFT は気温 23 度の通常条件と気温 30 度の暑熱条件の 2 条件で行った。結果として暑熱条件での OFT では中央滞在時間が Cont 群と比べて 4 週間曝露群で長くなった。通常環境下での OFT では 2, 3, 4 週間曝露群で行動量が Cont 群と比較して増加した。立ち上がり回数は 3 時間，1, 3, 4 週間曝露群が Cont 群と比較して有意に長くなった。体重は曝露 1 週間以上で Cont 群と比較して有意な減少を見せた。

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。)

[暑熱順化] [行動テスト] [脳]

研究成果の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)**【背景】**

動物の行動や生理的な変化は脳内神経伝達物質によって影響を受けている。我々はこれまでに暑熱順化が起きた際の生理指標の変化と脳内神経伝達物質の変化を報告してきた (Nakagawa et al., 2016)。その結果、暑熱順化は暑熱曝露開始から 2 週間で生じることが判明し、脳内神経伝達物質は脳の部位ごとに適応的に変化を示すことが明らかとなっている。しかしながらこれまでの研究では暑熱順化が生じた際の行動様式の変化については調べておらず、また先行研究においても暑熱順化と行動様式の変化について調べている研究はまだない。

【目的】

本研究は異なる暑熱曝露期間によって暑熱順化が生じたラットの行動様式の変化をオープンフィールドテストと体重の変化を基に調べることを目的に行った。

【方法】実験動物

実験には雄の Wistar ラットを 35 匹用いた (CLEA Japan, Inc., Japan)。ラットはプラスチックケースの中に 5 匹ずつに分けて飼育し、12 時間 12 時間の明暗サイクル (明期 7:00-19:00) で水と餌の摂取は自由とした。全ての実験は生理学領域における動物実験に関する基本的指針に則し、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受けた後に実験を開始した (No.LS17025A)。

暑熱曝露

ラットは 1 週間気温 23°C の環境で飼育した後、気温 32°C の環境下にそれぞれ 3 時間、1 日、1 週間、2 週間、3 週間、4 週間曝露させ、曝露終了後に 10 週齢となるように飼育を行った。比較対象として通常環境下で飼育した 10 週齢のラットを用いた。

オープンフィールドテスト

行動実験にはオープンフィールドテスト (OFT) を用いた。実験に使用したフィールドは縦 75cm、横 75cm、高さ 50cm の白色の箱で内部を縦横 4 分割し、合計 16 マスのフィールドとした。OFT は全てのラットで 2 回行い、1 回目は暑熱環境 (気温 32°C) の中で行い、2 日後に 2 回目を通常環境 (気温 23°C) で行った。測定は 10:00-14:00 の明期でそれぞれの条件で 10 分ずつ行った。実験では行動回数 (ラインクロス)、立ち上がり回数、中央滞在時間の 3 項目を測定し、1 回目の実験が終了した後に全てのラットの体重を測定した。

統計解析

ラットの OFT での各条件における行動の変化と体重の変化は一元配置分散分析にて評価を行い、有意差のあったものはフィッシャーの最小有意差法にてその後の検定を行った。全てのデータは平均±標準偏差で表示し、 $P < 0.05$ を有意差ありとした。

【結果】暑熱環境下でのオープンフィールドテスト

暑熱環境下における OFT の結果として、まず行動回数において 1 週間曝露群と比較して 4 週間曝露群において行動量の増加が観察された。次に中央滞在時間においてはコントロール群、1 週間曝露群と比較して 4 週間曝露群が長くフィールドの中央に滞在していた。立ち上がり回数においては 3 週間曝露群が、コントロール群、1 日曝露群、1 週間曝露群と比較して立ち上がり回数が減少した。

研究成果の概要 つづき

通常環境下でのオープンフィールドテスト

通常環境下での OFT の結果として、行動量においてコントロール群と比較して 2 週間、3 週間曝露群では行動量が増加し、4 週間曝露群では増加傾向が観察された ($P=0.07$)。中央滞在時間において有意傾向が確認され、コントロール群と比較して 3 時間曝露群と 4 週間曝露群において有意に中央滞在時間が増加し、1 日曝露、2 週間曝露群では有意傾向が観察された ($P=0.05, 0.07$)。立ち上がり回数においてはコントロール群と比較して 3 時間曝露群、1 週間曝露群、3 週間曝露群、4 週間曝露群において有意な増加が確認され、2 週間曝露群では有意傾向が観察された ($P=0.07$)。

体重の変化

暑熱環境下での OFT 終了後に測定した体重の変化は、コントロール群、3 時間、1 日曝露群と比較して、1、2、3、4 週間曝露群において有意な体重の低下が観察された。

【考察】

本研究では異なる期間暑熱曝露を行ったラットの行動様式の変化について、オープンフィールドテストを基に調べた。また、摂食行動の指標として群毎の体重の変化を比較した。結果として暑熱順化が生じたラットは暑熱環境下の OFT において行動量が増加し、中央滞在時間が長くなるが、立ち上がり回数は減少することがわかった。OFT において行動量や中央滞在時間、立ち上がり回数の増加は不安の減少と考えられている。今回の実験結果では暑熱曝露によって行動量と中央滞在時間は増加したが、立ち上がり回数は減少するという不安様行動を観察する上では相反する結果となった。立ち上がり行動は一定箇所にとどまる必要があるため立ち上がり回数が増加すればするほど行動量は減少すると考えられる。また、OFT においてラットは壁に寄り添って行動を行うことを好む傾向があることから、オープンフィールドの壁に前脚をついている立ち上がりとそうでない立ち上がりとで今後区別することで異なる視点から結果を判断することができると考えられる。行動量と中央滞在時間については暑熱曝露によって Cont 群と比較して増加したことから、暑熱曝露によってラットの不安が減少し、より活発な活動が可能になったと考えられる。Nakagawa et al. (2016) の研究ではラットの脳内神経伝達物質について行動に関わっている CPU においてドーパミンが暑熱曝露によって有意に低下するが、ノルアドレナリンが暑熱順化によって有意に増加することを示している。これらのことから暑熱順化が生じたラットの行動様式の変化についてはノルアドレナリンの影響が強いことが考えられる。

次に通常環境の OFT では暑熱曝露期間が 2 週ンを越えると行動量の増加が見られ、中央滞在時間の増加傾向、立ち上がり回数の有意な増加が確認された。前述の様に OFT における行動量、中央滞在時間、立ち上がり回数の増加はラットのうつ様傾向が低いことを意味している。そのことから暑熱順化が生じることにより新奇環境下において通常環境下においても暑熱順化が起きていないラットと比較してより活発な行動ができることが考えられる。

最後に摂食行動との関連が考えられる体重の変化がでは暑熱曝露 1 週ンを越えると体重が有意に軽くなることが判明した。ラットの摂食行動については視床下部腹内側核 (VMH) や視床下部背内側核 (DMH) が重要な役割を持っていることがわかっている。特にセロトニンが摂食に重要な役割を持っていることがわかっており、セロトニンの低下は食欲の低下につながることを示唆されている。Nakagawa et al. (2016) の報告では暑熱曝露を 1 日、1 週間、2 週間行った群は Cont 群と比較して有意にセロトニンが低下していることを示している。これらのことから暑熱曝露によってラットの食欲が低下し、体重が低下することが考えられる。3、4 週間曝露を行ったラットでは DMH におけるセロトニンの含有量に有意差は認められないが、1 日~2 週間までの暑熱曝露期間では食欲が低下していることが考えられるため、体重が Cont 群と比較して有意に低い状態を維持していることが考えられる。

※この(様式 2)に記入の成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A 4 縦型横書き 1 枚・自由様式)を添付すること。

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)

- ① 該当なし
- ② 該当なし
- ③ 該当なし
- ④ 2018年第73回日本体力医学会にて発表予定