

混雑が歩行者の心拍変動に及ぼす影響

中央大学
中央大学正 会 員 ○浅田 拓海
正 会 員 谷下 雅義

1. はじめに

ストレス社会と呼ばれる現代、ストレスを感じさせない快適な歩行空間を創造していくことが重要なテーマとなっている。都市空間の「快適さ」などの評価においては、アンケート調査などの印象評価試験結果を基にした計量心理学からのアプローチが主流であるが、評価結果にバイアスがかかる、リアルタイム計測が困難である、などの問題が指摘されている。そこで、近年では、心電図の測定データから得られる RRI (R 波と R 波の時間間隔) を用いて、生理学側面からストレスを定量的に評価した研究が数多く報告されている^{1),2)}。

本研究では、心拍変動データを用いて、歩行者密度が高い混雑した空間が歩行者のストレスに及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。具体的には、「混雑度が大きいほど、ストレス量は大きく、混雑解消後のストレスの回復量は小さい」、「希望する速度で歩けないとストレスが増加する」、という仮説を設定し、これらを混雑度毎の RRI (値が小さいほどストレス量は大きい) の比較により検証する。

2. 方法

図-1 に示すように、心拍変動に影響する要因は、混雑以外にも、天候、気温、湿度、音、照明など様々であることから、このような歩行環境の条件を制御するため、実験は駅構内（東京駅）で行なった。用いた計測器は、POLAR 社の RS800CX および電極トランスミッターであり、それぞれ被験者の左手首、胸部に装着した。また、同社の S3 ストライドセンサーを右足（靴紐）に装着し、歩行速度の制御および記録を行なった。なお、音による影響を低減するため、耳栓を使用した。

本研究では、図-2 に示すような、歩行者流内での立位時（実験 1）・歩行時（実験 2）、歩行者流とのすれ違い歩行時（実験 3）の 3 つの場面を想定し、それぞれ混雑度毎の RRI を比較した。各実験ともに、2 分間の安静（歩行者流外での座位）→5 分間の立位・歩行→2 分間の安静（歩行者流外での座位）の 3 つのタスクの順で計測を行った。ノイズの影響を考慮し、得られた RRI データを 1 秒間隔のデータとなるように線形補間を適用した後、各タスクの前後 10 秒間のデータは分析から除外した。

被験者は男子学生 1 名であり、事前に歩行速度（希望速度）を計測したところ、平均 4.8km/h であった。実験期間は、気温と湿度を考慮して 2011 年 10 月～12 月の 3 ヶ月間とした。

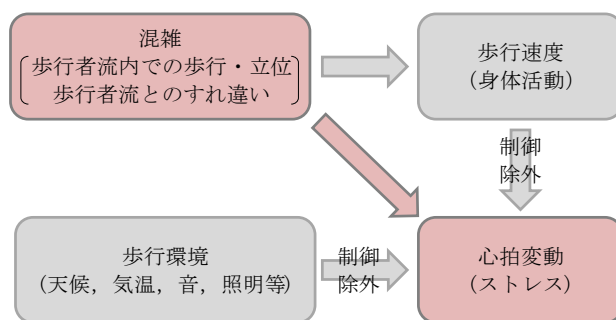


図-1 心拍変動に影響する要因

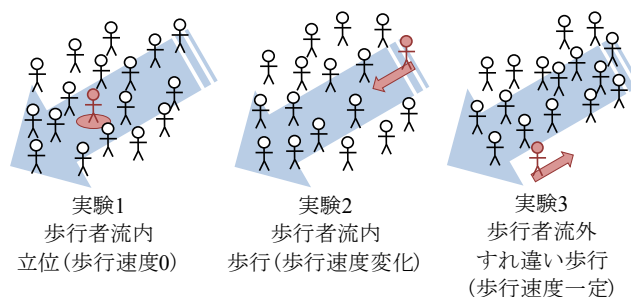


図-2 実験の概要

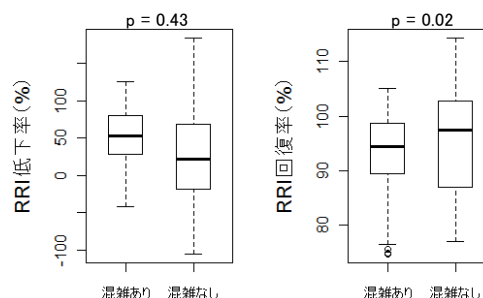


図-3 歩行者流内での立位における RRI の低下率と回復率

3. 混雑が心拍変動に及ぼす影響

3-1 歩行者流内での立位時における心拍変動

歩行運動による心拍変動への影響を除外した上で混雑の影響を見るために、立位での実験を行なった。計測回数は、混雑あり・なし（無人）でそれぞれ 1 回である。

立位前安静時の RRI 中央値に対する立位時の RRI の低下率を図-3（左図）に示す。RRI 低下量の中央値は、混雑ありとなしで明確な差は見られない。次に、立位前安静時の RRI 中央値に対する立位後安静の RRI を混雑解消後の RRI 回復率と定義し、混雑の有無で比較した。図-3（右図）に示すように、混雑ありでは、混雑

KEYWORD : 混雑 歩行者 ストレス 心拍変動 RRI

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1813

表-1 混雑レベルの設定

混雑レベル	歩行速度の変化 (観察者の目視による)
0	0回
1	1~10回
2	11回以上

なしよりも RRI 回復率が約 4%小さく、マンホイットニーの U 検定の結果、危険率 5%で有意差が見られた。したがって、若干ではあるが混雑度が高い方が混雑解消後のストレスの緩和が弱いと言える。

3-2 歩行者流内での歩行時における心拍変動

通常、歩行者流内で歩行する場合、他者への接近による方向転換などによって速度変化が生じる。本研究では、混雑しているほど、上記のような現象が頻繁になると仮定して、表-1 に示す 3 つの混雑レベルで歩行実験を行なった。レベル 1, 2 では被験者は希望する速度で歩行し、各実験の後、比較のためレベル 0 の実験を行い、レベル 1, 2 と同じ動作で歩行してもらった。

レベル 1 と 0 およびレベル 2 と 0 の RRI 低下率を図-5 に示す。レベル 2 と 0 の 1 回目以外の全ての実験において、レベル 1・2 の方がレベル 0 よりも RRI 低下量が大きいことから、希望する速度で歩けない場合はストレスが増大すると考えられる。RRI 回復率では、図-6 に示すように、レベル 1・2 の方が大きいケースも幾つか見られるが、全体的にはレベル 0 の方が大きい。

3-3 歩行者流とのすれ違い歩行時における心拍変動

上記のような歩行者流内でのケースに加え、歩行者流の外側を逆方向に歩行する場合についても検討した。実験を 4 回行ったところ、それぞれの歩行前安静時の RRI には有意な差は見られなかったことから、ここでは、歩行時における RRI を比較した(図-7)。RRI の中央値は、3 回目では混雑ありの方が若干大きいですが、それ以外では混雑ありの方が小さく、危険率 5%で有意な差は見られた。混雑した歩行者流とすれ違いながら歩行する場合は、希望速度で歩けないことによるストレスはないものの、対向者が次々と迫り来ることによる物理的・精神的プレッシャーや回避行動に備えるための意識集中などによってストレスが増加すると考えられる。

4. まとめ

本研究では、様々なケースにおいて心拍計測を行い、混雑が歩行者のストレスに影響を与えることを明らかにした。今後は、被験者、実験回数を増やし、個人内でのばらつきや属性差などを踏まえつつ、より詳細な分析を行う予定である。

参考文献

- 1) 鹿島茂, 武田超: 通勤ストレスの定量化手法に関する研究, 運輸政策研究, Vol.11, No.4, pp.47-53, 2009.
- 2) 浅田拓海, 石田眞二, 武田超, 鹿島茂: 電車の駆動方式に起因したストレスの特性に関する研究, 2011 年度研究発表会要旨集, 環境アセスメント学会, pp.61-66, 2011.

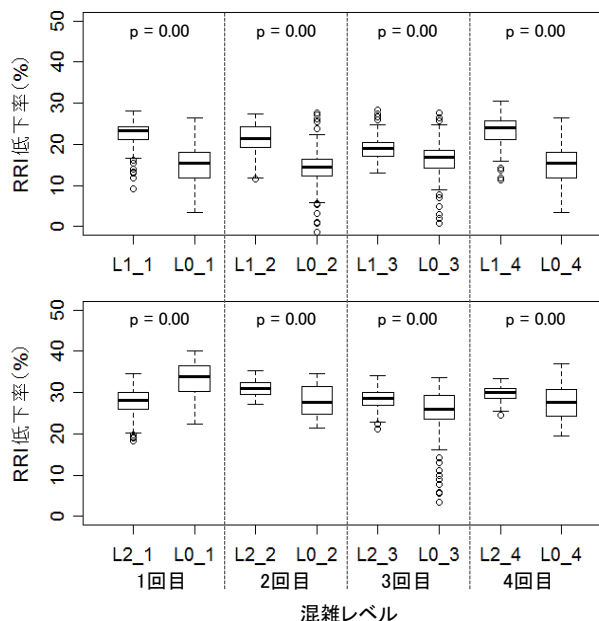


図-5 歩行者流内での歩行における RRI 低下率

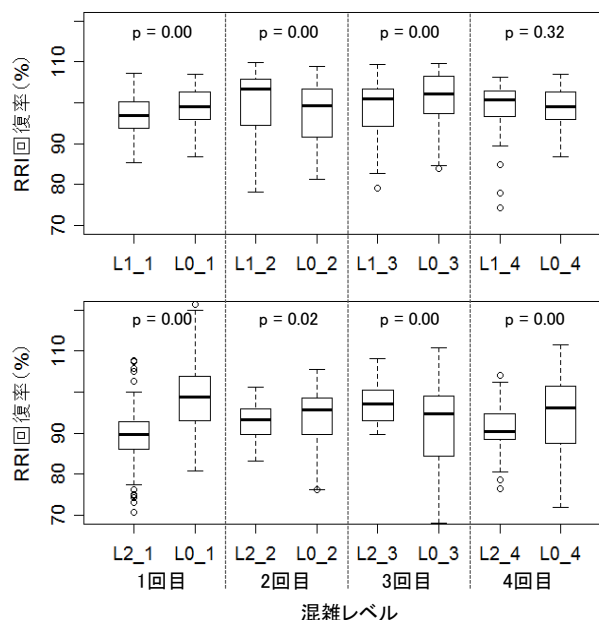


図-6 歩行者流内での歩行における RRI 回復率

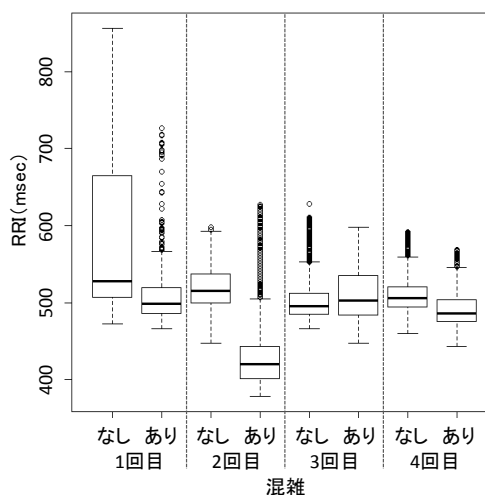


図-7 歩行者流とのすれ違い歩行時における RRI