

移動における身体的・心理的負担に関する交通モード間比較

名城大学 学生会員 ○吉田 早悠里
 名城大学 正会員 鈴木 温
 名城大学 学生会員 中務 真里子

1. はじめに

大都市部では、通勤通学において公共交通が多く利用されるが、企業や大学などが都心部に集中しているため長い移動距離や、公共交通の混雑が問題となっており、健康で快適な都市生活を目指し、改善が必要である。これまでに通勤時の身体運動量に関する研究¹⁾や、通勤ストレスを心拍変動データにより定量的に計測した研究²⁾、公共交通を利用する際の移動に関する心理的移動負担量と身体的移動負担量の関係を明らかにした研究³⁾等があるが、混雑度の変化等を考慮し、身体的・心理的の両面から移動時の負担を評価した研究は少ない。

本研究では自宅から大学までの通学を対象にして、アンケートによる主観的評価に加え、心拍を対象とした生理指標を用いた客観的評価を行うことによって、移動空間に及ぼす外的要因に着目し、交通モード別の移動者の身体的・心理的負担の程度を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

2.1 歩行実験

今回、自宅から名城大学研究実験棟までを片道経路とした実験を行う。表-1に実験の概要を示す。また、図-1に被験者6人の移動時間及び各交通モードとその時間を示す。最寄り駅から自宅までの経路は、事前に被験者に確認し把握している。心拍データ(心拍間隔、心拍数)は心拍計(ユニオンツール株式会社ウェアラブル心拍センサ WHS-1)を胸部に装着し計測した。さらに、通学時の消費カロリーを交通モードごとに算出し、心拍データと比較を行った。

2.2 心拍データと消費カロリー

心理的負担を表す指標として心拍間隔 RRI を用いる。RRI とは、心拍の変動時系列データであり、心電図の波形に現れる R 波と R 波の間隔を示す。RRI 値やその中央値が減少もしくは小さいとき、精神的負担が増加、大きいといわれている。今回の実

表-1 実験内容の詳細

調査内容	心拍, 消費カロリー
被験者	21-25 歳 6 人
実験時期	2016 年 10 月, 12 月
実験回数	往復 5 日

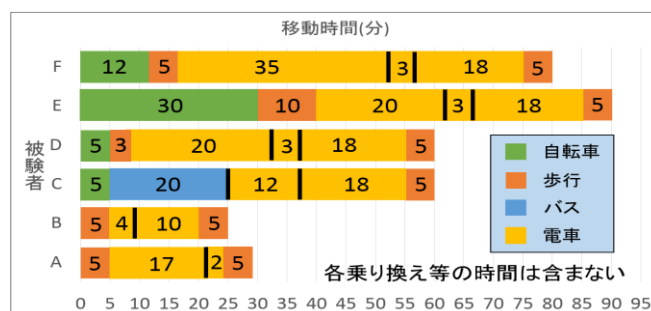


図-1 被験者の移動時間及び交通モード

験では、心拍データの異常値について、心拍数が 50 以下および 200 以上を除去した。

身体的負担を表す指標として、消費カロリーを算出する。消費カロリーの推定式は以下の式で表される。

$$\text{消費カロリー(kcal)} = 1.05 \times M \times T \times W \quad (1)$$

ここで M は身体活動強度 METs, T は時間(h), W は体重(kg)をあらわす。なお METs は改訂版『身体活動のメッツ(METs)表』⁴⁾を用いた。

2.3 状況把握と主観的評価

公共交通利用時の周囲の状況や時間帯について、詳細に把握する必要がある。そのため、状況把握として、交通量、乗車時間・到着時間、公共交通での姿勢・過ごし方・混雑度(6段階, NAVITIME)等について被験者に記入してもらう。

心理的負担については、アンケートによる主観的評価を用いる。まず街路空間については、被験者の緊張感・安心感・不快感・通行しやすいかどうか・急いでいるかどうかについて7段階で評価を行う。次に公共交通利用時について、窮屈さ・静かさ・不快感・緊張感・疲れているかどうかについて、同様に評価を行う。

3. 実験結果

3.1 RRI の変動と消費カロリー

被験者 A の通学時の RRI 変動を図-1 に示す。やはり歩行時は RRI のばらつきが大きく、電車利用時は自身が動かないためにばらつきが小さい。また、このデータでは電車利用時に車内環境が変化した。車内環境変化と RRI 中央値を表-2 に示す。混雑による RRI の大きな変動はみられないが、姿勢によって RRI は 100ms 以上変動した。次に、各交通モード間の消費カロリーと RRI の中央値を表-3 に示す。() の値は単位時間当たりの消費カロリーである。消費カロリーは式(1)で算出するため、被験者の身体活動やその時間に大きく左右される。電車利用時は、RRI 中央値で見ると移動時で一番リラックスしているが、時間が長いので消費カロリーは大きくなる。

これらから、この被験者は混雑よりも自身の姿勢による負担の方が大きく現れると考えられる。

3.2 相関分析

同じ被験者において、電車利用時の RRI の中央値とアンケートで得られた主観的評価を用いて相関分析を行った。その結果を表-4 に示す。

特に名城線の窮屈さ、鶴舞線の不快さと RRI 中央値との相関分析では、相関係数の絶対値が 0.7 に近く負の相関が認められ、5%有意の結果であった。アンケートでは、混雑度が高いほど否定的な回答、混雑度が低いほど肯定的な回答が顕著に現れる。

4.終わりに

本研究では、交通モード別の移動における移動者の身体的・心理的負担の程度を明らかにすることを目的として学生を対象に通学路での歩行実験を行った。そして、得られたデータより消費カロリーの算出や RRI と主観的評価の相関分析を行った。結果、混雑は不快などの否定的な回答が多いが身体的には RRI 中央値より大きな負担とは考えられず、それよりも被験者の姿勢などが影響すると考えられる。現在、冬 12 月の実験を行っている。得られた実験データから秋 10 月のデータとの比較を行って外気温の変化が RRI の変化に影響するかを分析するとともに、RRI より算出できる指標を用いて状況別にさらに細かく分析していく。

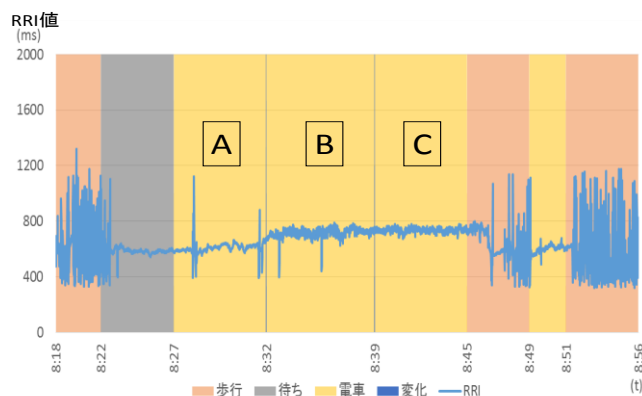


図-1 通学時の RRI 変動の例

表-2 電車利用時の車内環境変化

	A	B	C
姿勢	立位	座位	座位
混雑度	普通に立てる	普通に立てる	圧迫される
RRI 中央値	608ms	725ms	738ms

表-3 各交通モード間の消費カロリーと RRI 中央値

	歩行	待ち	電車	歩行	電車	歩行
時間(分)	4	5	18	4	2	5
消費カロリー(kcal)	14.45 (3.61)	5.87 (1.17)	21.13 (1.17)	14.45 (3.61)	2.35 (1.17)	18.06 (3.61)
RRI 中央値(ms)	569	587	717	597	604	497

表-4 RRI 中央値と主観的評価との相関分析の結果

	疲れている	窮屈	騒がしい	不快	緊張感
鶴舞線 RRI 中央値	0.0648	-0.5949	-0.2933	-0.6908*	-0.4919
名城線 RRI 中央値	0.6004	-0.7153*	0.3340	-0.2100	-0.2972

(**:.1%有意, *:5%有意)

[参考文献]

- 1) 中野治美・井上栄：東京在住サラリーマンの通勤時身体運動量，産業衛生学雑誌 52, p.133-139, 2010
- 2) 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, p.47-53, 2009
- 3) 田中克・松井寛・藤井貴浩：歩行形態別身体的及び心理的負担量に関する研究，土木計画学研究論文集 vol.24, No.3, 2007.9
- 4) (独)国立健康・栄養研究所：改訂版『身体活動のメッツ(METs)表』