

市街地走行時の疲労と生体負担に関する研究

Study of the driver's physical and psychological work-loads when driving in an urban area

○大島崇史¹, 野口尚志¹, 松田礼², 町田信夫²*Takafumi Oshima¹, Takashi Moguchi¹, Hiroshi Matsuda², Nobuo Machida²

Abstract: Traffic accident that occurred in urban area is 70% of the total. The main reasons, it is in the operating fatigue caused by poor concentration. In this study, make the criteria for evaluating the mental and physical states of the driver, and to report the results of measurement of driver's physical and psychological work-loads when driving in an urban area.

1. はじめに

法律の改正や ASV, ITS などの安全技術の発展, 普及に伴い交通事故件数は減少傾向にあるが, 年間約 62 万件と多く, 発生場所の約 7 割が市街地である. 主な事故要因は, 脇見や漫然運転, 安全不確認など集中力低下によるもので, 運転疲労が関与している事故と考えられている^[1]. 今後さらなる安全性を確保するためには運転手の心身状態をモニタリングし, 状況に応じて警告するシステムの提案が必要であるが, 運転手の心身状態を評価する指標や基準は確立されていない^[2].

本研究では, 市街地を走行した時の運転手の生体負担や疲労を明らかにすることを目的とし, 運転手の生理・心理反応の計測により検討した結果を報告する.

2. 実験方法

2-1. 実験条件

本実験では市街地走行で想定される道路環境や信号などの環境要因を事前にチェックした国道 296, 16 号線を含めた 1 周約 24km, 約 1 時間の片側 1 車線以上の一般道を試験道路とし, 1 周または 2 周する計 2 条件で実験を行った. 道路環境は信号 70 ヶ所, 左右折回数 14 回, 常に前車ありの追従走行であったが渋滞は発生しなかった. 運転方法は原則キープレフト, 法定速度内で走行させ, 運転中の道案内は助手席から口頭で行った. 被験者は健康で運転技術に習熟した 21~24 歳の大学生延べ 10 名で行った. 実験時の天候は晴れ, 車内温度は気温等による運転手への影響を避けるため 22~26℃の範囲に調節した. また運転 1 時間前からの喫煙, 飲食は禁止し, 前日には十分な睡眠をとらせた.

2-2. 計測項目及び解析方法

心理反応は, 作業に伴う疲労状況の経時的変化をとらえることを目的とした自覚症しらべ(日本産業衛生学会産業疲労研究会, 2002 年度版)を用い, 運転前と運転後に測定した. この質問紙は, 表 1 に示す 25 個の質

問項目から構成されており, I 群(ねむけ感), II 群(不安定感), III 群(不快感), IV 群(だるさ感), V 群(ぼやけ感)の 5 つに分類することができる. 各質問項目に対して「1.全くあてはまらない」～「5.非常によくあてはまる」までの 5 段階で評価させ, それぞれに 1 点から 5 点の得点をつけ, 運転前を基準とした運転後との変化率を求め, 運転手の疲労感を評価した.

生理反応は心拍変動と単純反応時間を計測した. 心拍変動は心電図を用い, R 波と R 波の間隔時間(RRI[msec])を測定した. 心拍変動は自律神経系の支配を受けており, ストレスの評価指標として用いられる. 自律神経系は交感神経系と副交感神経系からなり, 緊張興奮状態になると交感神経系が優位に働き, RRI は短くなり, 休息睡眠状態になると副交感神経系が優位に働き, RRI は長くなる. 本実験では運転前に安静 3 分間を設け, 安静中と運転中に測定し, 安静の値を基準として運転時間毎の変化率を算出した.

単純反応時間は刺激の提示から認知, 判断, 行動までの時間のことで, 反応時間に影響を与える要因としては疲労, 慣れなどがあるが練習を行うことで, 疲労度合いの評価に用いることができる. 本実験では音刺激を用いて, 押しボタン式のスイッチにより測定した. 被験者はあらかじめ練習を行った後で実験を開始した. 1 条件に対する測定は 5 回行い, それら値の平均を測定値とし, 運転前の値を基準とした運転後との変化率を算出し, 運転手の疲労度合いを評価した.

Table1. Question items

I 群 (ねむけ感)	ねむい 横になりたい	あくびがでる やる気がとぼしい	全身がだるい
II 群 (不安定感)	不安な感じがする ゆううつな気分だ	おちつかない気分だ いらいらする	考えがまとまりにくい
III 群 (不快感)	頭がいたい 頭がおもい	気分がわるい 頭がぼんやりする	めまいがする
IV 群 (だるさ感)	腕がだるい 腰がいたい	手や指がいたい 足がだるい	肩がこる
V 群 (ぼやけ感)	目がしょぼつく 目がつかる	目がいたい 目がかわる	ものがぼやける

3. 実験結果, 考察

3-1. 自覚症しらの結果及び考察

図 1 は, I～V 群のスコア平均値を求め, 運転前を基準とした運転後の変化率を算出した結果である。変化率 1 以上は疲労感の増加を表していることから, 運転前に比べ運転後の疲労感は運転時間に関わらず, すべての群において増加していることがわかる。特に身体的疲労感を表すだるさ感を強く感じていることがわかった。また, 各質問項目別で比較すると, 1 時間の運転では, むむい, 腕がだるい, 腰が痛い, 足がだるい, 目が疲れた, 2 時間の運転では, 横になりたい, 全身がだるい, 頭が痛い, 腰が痛い, 目が疲れたといった質問項目に対しての変化率の増加が大きいことがわかった。質問項目から 1 時間の運転では腕, 腰, 足等の部分的な疲労感を感じ, 2 時間の運転では全身の疲労感やストレスによる疲労感を感じている傾向がみられた。また, 横になりたい, 全身がだるい等のスコア平均値の増加から, 2 時間の運転において運転手は休憩の欲求が高まっている可能性が示唆された。

3-2. 心電図計測の結果及び考察

図 2 は被験者 1 名の 2 時間運転時の RRI の変化率を 1 分おきに算出した結果である。変化率 1 以下は RRI が短くなった事を表す。運転開始から運転終了までのほぼ全体で運転前よりも RRI が短くなる傾向がみられた。この傾向は, ほとんど全ての被験者でみられたことから, 運転中は常に緊張状態であったと考えられる。変化率の時間変化をみると, 30～40 分で変化率 1 に近付き, 40～70 分で低下, 70～90 分で再び 1 に近づき, 90～120 分で低下する傾向がみられた。これは, 変動する運転経過時間は異なるが, 半数程度の被験者で同様の傾向がみられた。

3-3. 単純反応時間の結果及び考察

図 3 は全被験者の反応時間から運転前を基準とした運転後の変化率を算出した結果で, 変化率が 1 以上は反応時間が運転前より遅れたことを表す。この結果から, 運転時間が 1 時間では反応時間にほとんど変化がみられなかったが, 2 時間では 10%程度の遅れがみられた。反応時間について有意差検定を行った結果, 運転時間が 2 時間の運転前と運転後との間で有意差がみられた。この結果から, 1 時間の運転に比べ, 2 時間の運転になると運転手は疲労する可能性が示唆された。

4. おわりに

本研究では, 市街地走行時の運転手の疲労と生体反応について生理・心理反応計測により検討した。その

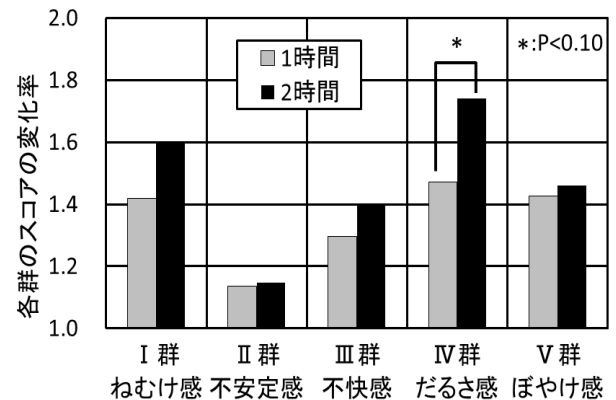


Figure1. Comparison of score average at driving time

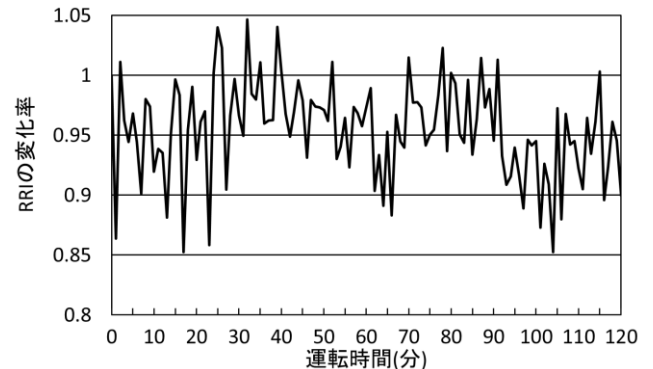


Figure2. RRI ratio at driving time

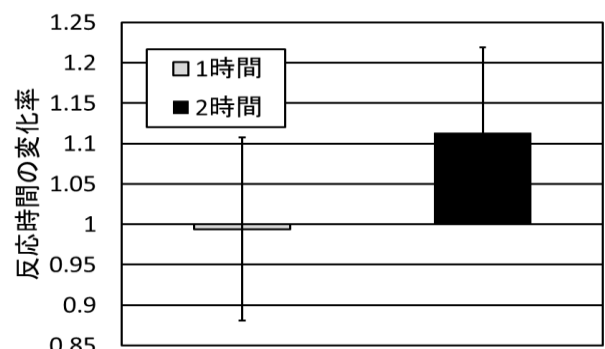


Figure3. Comparison of reaction time ratio at driving time

結果, 運転手の疲労感は 1 時間の運転では身体的部分的な疲労を感じていたが, 2 時間になると全身が疲労すると感じる傾向がみられた。それに伴い, 反応時間の遅れもみられ, 2 時間運転時における疲労が顕著にみられた。心拍変動の解析結果から, 2 時間程度までの運転中は交感神経が優位に働く傾向がみられた。

5. 参考文献

- [1] 警察庁交通局: “平成 25 年中の交通事故の発生状況” 警察庁統計, 平成 26 年 2 月。
- [2] 大島崇史他: 「市街地走行における運転手の生体負担に関する研究」, 日本人間工学会誌第 50 巻特別号, pp.310-311。