

生活道路走行時の歩行者視認による ドライバーのストレス反応に関する考察

海野 遥香¹・橋本 成仁²

¹学生会員 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目1-1)

E-mail:p8o93u1p@s.okayama-u.ac.jp

²正会員 岡山大学大学院准教授 環境生命科学研究科 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目1-1)

E-mail:seiji@okayama-u.ac.jp

近年、生活道路内の「人」優先の対策が進んでおり、安全対策として、面的な30km/h規制や、カラー舗装、ハンプなどが導入されている。しかし、生活道路内の自動車運転がドライバーにストレスを与えるのか、またどのような場合にストレスを感じるのかを明らかにしたものは見受けられない。

そこで本研究では、生活道路内で視認する歩行者がドライバーにどの程度ストレスを与えるのかを明らかにすることを目的とする。手法としては、自動車走行実験を行い、運転時の心拍変動、ドライブレコーダーの映像により、生活道路内運転時のストレスについて明らかにする。

Key Words : Residential street, Traffic safety, Stress responses, Biological reaction, Car traveling experiments, pedestrian

1. 本研究の背景と目的

交通安全基本計画¹⁾では生活道路における安全確保が主要な視点として盛り込まれている。その背景として、死亡事故件数全体のうち、車道幅員5.5メートル未満の道路で死亡事故が発生する割合が増減しながら変動していることが挙げられる²⁾。この結果を受け、これまでの対策では抑止が困難である交通事故について、発生地域、場所、形態などを詳細な情報に基づいて分析する必要があるといえる。また、計画内では生活道路などにおける人優先の安全・安心な歩行空間の整備も推奨されている。具体的には、歩道などの交通安全施設等の整備、効果的な交通規制の推進など、きめ細かな事故防止対策を実施することにより、車両の速度抑制が促される道路交通環境を形成することが目標として掲げられている。

この流れを受けて、生活道路では様々な交通安全対策が行われている。交通規制等のソフト的手法として、ゾーン30と呼ばれる30km/h最高速度の区域規制や、道路区間を視認しやすくするためのカラー舗装などが挙げられ、歩行者や自転車の通行を優先する対策が行われている。物理的デバイスを用いたハード的手法としては、ハンプや狭さく、クランク等があり、通過車両の抑制対策を実施している。生活道路では、これらの手法を用いて人優先の面的な道路整備が実施されている。また、近年では

ハンプなどの物理的デバイスに関する実態調査や技術基準の制定が進められており³⁾、今後の普及が期待される。

幅員の狭い生活道路内は自動車と人が密接に関わっているため、ドライバーに過剰にストレスがかかることが予想される。医学的知見より、過剰なストレスは活気の低下やイライラの増幅などを引き起こす危険性があることが明らかとなっているため⁴⁾、生活道路内の安全について考える上で、生活道路内運転中のドライバーの心理面や意識をつかさどる生体反応から、ストレス反応の有無に着目する必要があると考えられる。

既存の研究には、生活道路における交通安全対策に関するもの^{5)~21)}として、交通安全対策のソフト面であるゾーン30や、速度規制、抜け道対策について、地域住民の意向もくみ取った研究が多くみられる。また、ハード的手法の研究としては、ハンプやライジングボラード、フォルト導入による影響についての分析が進んでいる。

生活道路内の歩行者と自動車に関する研究^{22)~26)}としては、自動車走行速度と歩行者交通の関係性について把握したもの、歩行者・自転車事故に着目し、住民のゾーン30の導入意向との関係性を明らかにしたのが見られる。また、歩行者と自動車運転者のアイコンタクトなどによる事故の危険性の軽減に着目したものや、自動車乗り入れを排除した際の歩行者空間の安全性について言及したものも見られる。

また、生活道路交通と生体反応を関連付けた研究^{27)~29)}としては、自転車走行中や自動車長距離運転中のストレスに着目し、ストレス指標として心拍のRR間隔、またはそこから算出される自律神経の値に着目しているものがある。他には、アイマークレコーダーを用いて自転車利用者の視線挙動を分析しているものがある。

これらの既存研究から、自動車の速度抑制などの対策を、歩行者・自転車、自動車のドライバーなど意識面に着目し評価したものや、生活道路内での自動車の走行速度などを定量的に明らかにしたもの、また、生活道路内での歩行者と自動車の関係性を自動車速度や、互いの視認に着目し研究したものがあることが把握できた。また、近年では、意識面からのみならず、自動車運転中や自転車乗車中の生体反応に着目した交通安全対策の研究が進んでいるが、数は少ない。また、実際に生活道路内を自動車走行する際に、ドライバーに過剰なストレスがかかっているのか明らかにした研究は見受けられない。

医学系の知見では、心拍の変動が精神的な負荷状態を表す指標となることが明らかとなっており²⁷⁾、交通系の既存研究では自転車運転中の心理的・身体的負担を把握するため、ホルター心電計を装着し、心拍変動を表すRR間隔（鼓動と鼓動の距離を示す指標）（単位：m秒）を計測し分析することで、ストレス度を明らかにしているものがある²⁸⁾。

生活道路内での歩行者と自動車の関係性を検証し、視認やすれ違いなどによってドライバーにストレス反応が発現するか分析することは、歩行者を守るための交通安全対策が有効であるのかどうかを考える際にも有益な指標となると考えられる。

そこで本研究では、既存研究²⁸⁾でも用いられ、医学研究でも運用実績のあるホルター心電計（Carpod：MEDILINK社製）を用い、生活道路内走行時のストレス反応及び、生活道路内で視認する歩行者がドライバーにどの程度ストレスを与えるのかを明らかにすることを目的とする。また、どのような場所や条件でストレスを感じるか、ドライブレコーダーの映像などから検証を行う。

2. 本研究の特徴

本研究の特徴を以下に示す。

- 1) ホルター心電計を被験者に装着し、実車走行実験を行い、生活道路運転時のドライバーのストレスに着目している点
- 2) ドライバーがどのような状況下で過剰なストレスを受けるのかを明らかにする点
- 3) 生活道路内で歩行者を視認、もしくはすれ違い時に、ドライバーにストレス反応が発現するのかを

明らかにする点

- 4) ストレスを感じたときに、自動車の速度に変化が起きるのか検討している点

3. 自動車走行実験の概要

図-1に本実験の2つの調査コースを示す。拠点地は岡山大学津島キャンパスとし、両コースとも1周にかかる時間は5分程度、全長約2.0kmになるように設定しており、被験者に両コースを自動車走行してもらった。自動車走行時には、車内に前方映像を録画するドライブレコーダー1台、被験者の表情、速度メーター、足元の挙動を録画するビデオカメラを3台設置し、運転の様子を記録した。また、自動車走行時に被験者にホルター心電計（Carpod）を装着し生体反応の記録も行った。

次に、本実験の概要・被験者基本属性を表-1に示す。実験期間は約1ヶ月で、天候による運転の差をなくすために、雨天中止とした。アンケート調査により得られたデータから、被験者の個人属性について把握する。被験者の年齢構成、性別、免許取得からの年数、運転年数のグラフを表1に示す。年齢層に関して、20代、60代のサンプルが40代、50代に比べ少ないことに注意が必要である。このことは、免許取得からの年数にも影響しており、グラフより免許取得からの年数が20年以上40年未満のサンプルが多くなっている。性別については、回答者の男

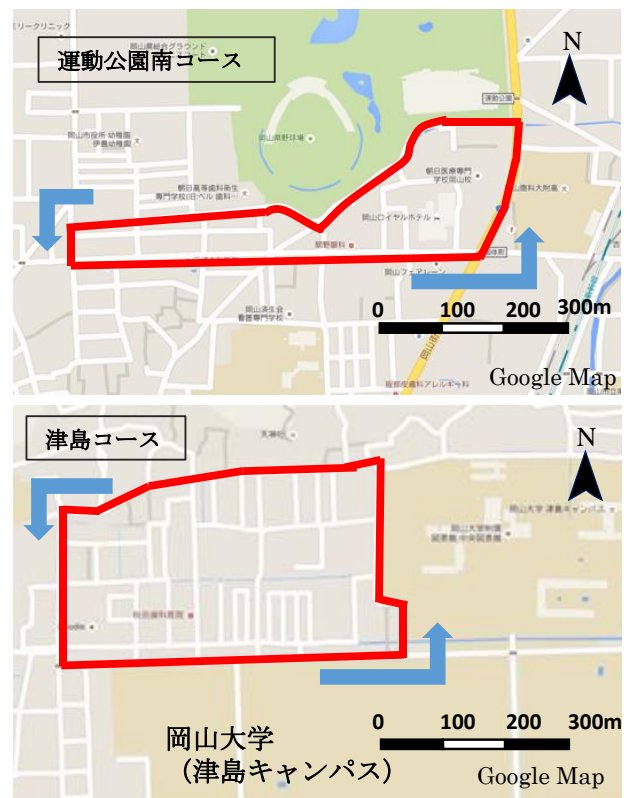


図-1 運動公園南コース、津島コース地図

女比は4:6となっており、若干女性のほうが多い傾向にある。被験者の運転頻度の構成割合である。本実験では、日常的に運転しているドライバーを調査対象としており、全員が週3日以上運転をしている。また、被験者は、実験コース付近に居住しておらず、土地勘のある者はいない。

4. 歩行者とドライバーのストレス関連把握

(1) ストレス指標であるRR間隔について

前述のとおり、医学系の知見より、RR間隔の顕著な低下は緊張状態を示すことが明らかとなっている³⁰⁾。また、交通に関しても、歩行者、自転車、自動車運転の

表-1 自動車走行実験概要

| | |
|-----------------|--|
| 調査期間 | 平成27年11月26日～12月27日（雨天中止） |
| 対象者 | 20～60代の男女41人 |
| 調査方法 | <ul style="list-style-type: none"> ●各被験者にホルター心電計（Carpod）を装着し、対象とする道路を自動車で行く。 ●2つのコースを5周ずつ走行。 ●1周目はテスト走行、2～5周のうち2周で速度指示、あとの2周は速度指示なしで走行。 |
| 年齢（N=41） | |
| 性別（N=41） | |
| 免許取得からの年数（N=41） | |
| 運転頻度（N=41） | |

心理的負担を把握するため、RR間隔を解析しているものが見受けられる^{29) 32) 33) 34)}。本研究においてもRR間隔がドライバーの運転時のストレスを読み取れる指標だと見なし、生活道路走行時のストレスについて分析を進めることとした。

なお、ストレス反応が見られたかどうかを判断する基準として、本研究では以下のようにz得点を用いることとした。

医学系の知見として、心拍数の変化は刺激を受けてから交感神経を経由せずに2秒ほどで起こるものと、交感神経を経由し10秒程度で現れるものの2種類があることが明らかになっている³⁵⁾ため、本研究では、歩行者を視認してから約15秒間でのRR間隔の最小値を、歩行者の影響を受けたRR間隔の値として用いた。歩行者の影響を受けたとみられるRR間隔の値をもとに、視認後の最小値をz得点として示した。両側検定5%有意水準を用い、z得点が-1.65より小さくなると、このRR間隔の値が十分小さく、強いストレスを受けた反応であると判断した。

(2) 歩行者視認時のストレス反応の検証

全被験者のストレス反応が出る15秒間の映像データより、ストレス要因をまとめると、図-2のような結果となった。ストレス要因となりうる事象、歩行者、自転車、対向車、先行車、路上駐停車、車の飛び出し、ハンブに着目し、ストレス反応が出た時の映像データを見ると、688件あった。なお、歩行者、自転車が同時にドライブレコーダーに映るなど、要因が重なったときは、両方にポイントを付けている。対向車にストレス反応を示した事象が最も多くなっている。次に歩行者・自転車など対「人」にストレスを受けたケースが多くなっており、歩行者視認時にストレス反応が見られたのは219回、自転車視認時にストレス反応が見られたのは251回となった。次にストレス反応が現れた15秒間に、ストレスの要因となりうるものを一つだけ視認した場合を図-3に示す。

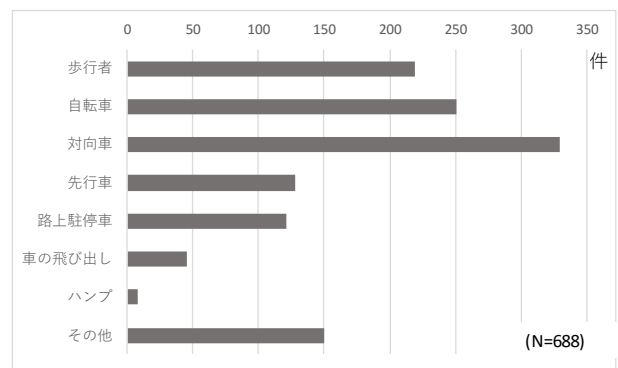


図-2 総ストレス回数

先ほどと同様に対向車に対してストレスを受けた回数が増えている。ついで自転車、歩行者の順にストレス反応が出ている。

前述したとおり、生活道路内では歩行者・自転車等の「人」優先の交通が守られるべきであり、対歩行者、対自転車の際どのような条件下でストレス反応が出たのかを分析することは有益であると考え。そこで、対歩行者のみの事象に着目して分析を進める。

歩行者を視認し、ストレス反応が現れた回数は21回であった。歩行者によりストレス反応が現れた際の特徴をまとめるために、歩行者を視認したがストレス反応が現れなかった751サンプルから21サンプルをランダムサンプリングし有効幅員に着目し比較を行った。

図4に歩行者視認画像（ドライブレコーダー映像のキャプチャ画像）を示す。車道幅員、路側帯幅を測り、車道幅員と路側帯幅の合計から歩行者の幅を引いたものを

表-2 有効幅員の平均値の差の検定結果

| | ストレスあり 有効幅員 (m) (N=21) | ストレスなし 有効幅員 (m) (N=21) |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| 平均 | 2.514 | 3.767 |
| Welchの方法 | P値: 0.00062 < 0.001 | |

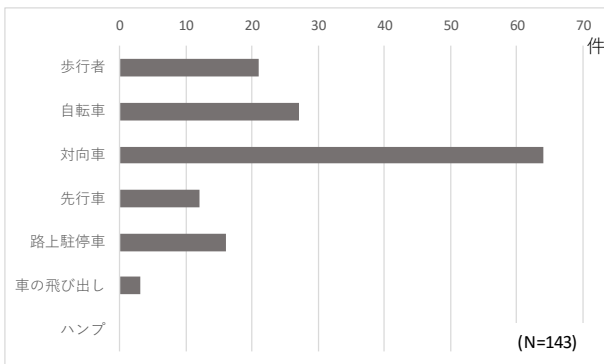


図-3 ストレス要因が一つだけのストレス回数



図-4 歩行者視認画像

有効幅員とした。図4の場合は2.85mとなる。

歩行者視認によってストレス反応が出た場合21サンプルと、ストレス反応が出なかった場合の21サンプルの有効幅員を比較すると、表-2のような結果になった。有効幅員の平均の差が有意差を示しているため、歩行者によって狭まった有効幅員が、ドライバーのストレス反応に影響を与えたことが示唆された。また、歩行者によりストレスを受けた21サンプル中6サンプルが同じ通り（津島コース）で見受けられた。歩行者視認の様子と、道路幅員を図-5に示す。表-2、図-5より有効幅員が狭い場合にドライバーはストレスを感じる事が明らかとなり、その中でも津島コースの、元から幅員の狭い住宅の密集した地域の道路でストレスを受けることが多いことが示唆された。

5. おわりに

本研究では、ホルター心電計を用いドライバーの生体反応を観測することで、生活道内走行時に歩行者を視認した場合、ドライバーがどの程度ストレスを感じているのか明らかにした。具体的には、ストレス反応の有無で有効幅員の平均値の差を検定をすると、有意差を示した。よって、ドライバーは歩行者によって有効幅員の狭くなっている場合にストレス反応を示すことが明らかとなった。

また、同じ通りの中ストレスを受けている回数が多いため、有効幅員以外にストレス反応の要因となったものがあると考えられる。他の要因についても深く分析を進



図-5 同じ通りで歩行者によりストレスを受けた際の画像

めることを今後の課題として挙げる。

謝辞：本研究は科研費（2642051806）の助成を受けたものである。岡山大学医学部公衆衛生学分野の諸先生方に多大な協力を頂いた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) <http://www8.cao.go.jp/koutu/kihon/keikaku9/>：内閣府 HP 第 9 次交通安全基本計画，最終閲覧日 2015 年 2 月 11 日
- 2) <http://www8.cao.go.jp/koutu/kihon/keikaku9/>：内閣府 HP 第 10 次交通安全基本計画，最終閲覧日 2016 年 7 月 26 日
- 3) http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000651.html：国土交通省，「凸部，狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定について～身近な道路の交通事故死者半減を目指して～，最終閲覧日 2016 年 4 月 29 日
- 4) 財団法人国際交通安全学会：ドライバーの感情特性と運転行動への影響 感情コントロールのための教育プログラム開発を目指して 報告書，2009.3
- 5) 三村泰広，安藤良輔，稲垣具志，太田勝敏：運転者の安全意識からみた生活道路入口部の空間構成に関する研究，土木学会論文集 D3，第 29 巻，Vol.68，pp.1155-1162，2012.
- 6) 三村泰広，樋口恵一，菅野甲明，向井希宏，加藤秀樹，小野剛史，安藤良輔：ゾーン 30 の認知が運転者の安全運転行動に与える影響分析，土木学会論文集 D3，Vol.70，第 31 巻，Vol.70，pp.597-604，2014.
- 7) 橋本成仁，佐伯亮子，吉城秀治：地域の実情を考慮した規制速度モデルの推定に関する研究，土木学会論文集，第 28 巻（特集），Vol.67，pp.861-867，2011.
- 8) 橋本成仁，谷口守，吉城秀治：ドライバーの街路空間イメージを利用した通過交通の抑制に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，Vol.44，No.3，pp.67-72，2009.
- 9) 橋本成仁，谷口守，吉城秀治，水嶋晋作：ドライバー意識に着目した街路空間による自動車走行速度抑制の可能性，土木学会論文集 D3，Vol.27，No.3，pp.457-462，2010.
- 10) 清水和弘，岡村敏之，中村文彦，王鋭：生活道路における街路特性や沿道特性が走行速度に及ぼす影響に関する研究，土木学会論文集 D3，第 29 巻，Vol.68，pp.1237-1242，2012.
- 11) 山中英生，木村義雄，三谷哲雄：歩行者・運転者心理を考慮した自動車占有空間の計測と住区内街路安全性評価モデルの提案，日本都市計画学会 都市計画論文集，Vol.28，pp.121-126，1993.
- 12) 稲垣具志，寺内義典，橋たか，大倉元宏：生活道路における地区関係者と抜け道利用者の走行速度比較分析，土木学会論文集 D3，第 31 巻，Vol.70，pp.933-941，2014.
- 13) 稲垣具志，寺内義典，橋たか，大倉元宏：生活道路における実勢速度と速度規制に対する地域住民の認識状況に関する研究，交通工学研究発表会論文集，（CD），No.96，pp.529-533，2013.9.
- 14) 嶋田喜昭，山田勇平，橋本成仁：「抜け道」交通対策の方向性に関する考察，土木計画学研究・論文集，Vol. 24，pp.465-472，2007.
- 15) 鎌田将希，府中晋之介，小嶋文，久保田尚：形状・構造の違いに着目したハンプ普及可能性に関する研究，土木学会論文集 D3，Vol.70，pp.1173-1182，2011.
- 16) 吉田雅俊，吉田進悟，久保田尚：地域 DNA 型交通事故対策としてのハンプの有効性に関する研究，土木計画学研究・講演集（CD），第 40 巻，2009.11.
- 17) 大橋幸子，鬼塚大輔，木村泰：速度調査と意識調査からのハンプ設置に関する走行状況の把握，交通工学研究発表会論文集，（CD），pp.593-596，2014.8.
- 18) 久保田尚，宮崎今朝男，牧野幸子，渡辺久仁子：ハンプ路面表示の標準化の検討，交通工学研究発表会論文集，pp.197-200，2005.10.
- 19) 市原慎介，吉田進悟，小嶋文，久保田尚：ハンプの短区間連続設置における周辺環境への影響および有効性の検証，土木学会論文集 D3，Vol.67，pp.1165-1167，2011.
- 20) 谷本智，小嶋文，久保田尚：わが国の生活道路におけるライジングボラード導入可能性に関する研究，土木学会論文集 D3，第 31 巻，Vol. 70，pp.1135-1146.
- 21) 山岡俊一，田川央：コミュニティ道路におけるイメージフォルトの効果に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，Vol.24，pp.843-849，2007.
- 22) 吉城秀治，橋本成仁：住区内の単断面街路における自動車走行速度に街路空間並びに歩行者交通特性が及ぼす影響，日本都市計画学会学術研究論文集，Vol.47，No.3，pp.799-804，2012.
- 23) 吉城秀治，橋本成仁，佐伯亮子：生活道路における速度規制の効果と速度違反の要因分析，交通工学研究発表会論文集，（CD），No.91，pp.361-364，2010.
- 24) 三村泰広，樋口恵一，安藤良輔：自治区における歩行者・自転車事故実態とゾーン 30 導入意向の関係性分析-豊田市におけるケーススタディ-，日本都市計画学会 日本都市計画論文集，Vol.48，No.3，pp.417-422，2013.
- 25) 谷口綾子，吉村聡哉，石田東生：車両と歩行者・自転車間のコミュニケーションによる協調行動の生起に関する研究，土木学会論文集第 29 巻，Vol.68，pp.1115-1122，2012.
- 26) 道尾淳子，伊藤恭行，久野紀光：歩行者専用道路の導入実施実態に関する研究-重要伝統的建造物群保存地区を事例として-，日本建築学会計画系論文集，第 73 巻，第 630 号，pp.1759-1766，2008.
- 27) 山口勝機：心拍変動による精神負荷ストレスの分析，志學館大学人間関係学部研究紀要，Vol.31，No.1，2010.
- 28) 鈴木清，砂川尊範，新田保次：心拍変動による自転車走行空間の安全性・快適性評価方法に関する研究，日本福祉のまちづくり研究会福祉のまちづくり研究，第 14 巻第 2 号，2012.7.15
- 29) 相知敏行，山中英生，北潤弘康，神田佑亮：自転車走行時の注視分析とサイン種別の評価，土木学会 D3（土木計画学），Vol.68，No.5，（土木計画学研究・論文集第 29 巻），pp.909-916，2012.
- 30) 荻野弘，野田宏治，北嶋正巳：路面のカラー舗装化が運転者の視覚挙動に与える影響分析，土木計画学

- 研究・講演集 (CD) , 第 41 卷, 2010.6.
- 31) 三村泰広, 稲垣具志, 李泰榮, 野田宏治, 北畠正巳, 荻野弘: 眼球運動からみた交差点カラー舗装化による注意喚起の定量化に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集 (CD) , 第 40 卷, 2009.11.
- 32) 土川奏, 岩倉成志, 安藤章: 心拍間隔指標を用いた長距離運転時のストレス計測実験と解析—AHS の需要予測にむけて—, 土木計画学研究・講演集, 0026, 2002.
- 33) 渡辺和憲, 金利昭: 心拍間隔指標を用いた自転車走行空間のストレス計測手法に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集 (CD) , 第 42 卷, 2010.11
- 34) 金ら: 道路交通環境のストレス計測に関する研究—ストレス計測研究プロジェクト, 日交研シリーズ A-587, 2013.
- 35) 田中誠: 基礎から学ぶ麻酔化学ノート Baroreflex の基礎と臨床, Vol.11, No.3, pp.18-23, 2007.
- (2016.?.? 受付)