

唾液バイオマーカーを用いた運転ストレスの評価

Evaluation of Driving Stress Using a Salivary Biomarker

中山 友紀*, 五十嵐 仁**

Yuki NAKAYAMA* and Hitoshi IGARASI**

Abstract

Cambodia has one of the highest death tolls due to traffic accidents among ASEAN countries. Although the ODA is enhancing traffic safety measures and bodies, accidents frequently occur because of a lack of routine traffic etiquette. The current study examined everyday driving in Cambodia and it ascertained driving stress by monitoring salivary amylase daily. A safe driving campaign sought to change the driving habits of motor vehicle operators. The stress of being encouraged to drive safely resulted in drivers driving more safely, e.g. they drove at lower speeds, checked conditions, and avoided sudden stops. A certain level of stress caused drivers to regulate the way they operated motor vehicles.

Key words; Driving Stress, Saliva, Amylase, Biomarker

I. はじめに

日本における交通事故統計によれば、平成20年度の交通事故死者数は5,155人で、平成4年のピーク時(1,1452人)に比べると次第に減少してきている¹⁾。この成果は、広く普及しているABS(Antilock Brake system)やエアバックといった車両自体の安全装置や安全運転思想の普及に取り組んだ政府や地方自治体の努力の成果だと考えられる。一方カンボジア国(以下カ国と記載)は、登録車両台数に対する一般交通事故における死亡者数はASEAN諸国においてもトップクラス²⁾で

ある。

しかしカ国として、政府・非政府機関による援助指針は技術移転や人材育成活動、さらには仕組みづくりなど教育活動を中心とするソフトを重視したものへと変革した³⁾ことから、車両自体の安全装置の普及が困難な状況である。このことから、安全思想の普及を外国のドナーと連携して行い、道路交通法の施行と、警察による取締の強化を含む各種交通安全対策や、関係事業実施体制の強化⁴⁾を行なっているが、日常的な交通マナーの欠如に起因する事故が多発している状況である。

交通事故の要因としては、1) 人的要因(発見

* 国士舘大学体育学部スポーツ医科学科 (Kokushikan University, Faculty of Sport Science, Division of Sport Medicine)

** 一般社団法人地域社会継続研究所 (General corporation Community Emergency Management institute)

の遅れ、判断・操作ミスなど)、2) 環境要因(天候・道路状況など)、3) 車両要因(整備不良や故障など)、が挙げられているが、事故要因の8~9割は人的要因によるものだと言われている⁵⁾。当然ながら人的要因の中には運転者の行動や規律を守る意識から防げるもので、スピード違反や飲酒運転などがあげられる。しかし、その中でも交通マナー違反、交通渋滞、または過労運転など、主に運転ストレスと定義される交通事故に対しては、安全運転支援システムの構築を、車両側から生体側に何らかの対策がのぞまれている^{6,7)}。

自動車の運転とは、「認知→判断→操作」の一連の作業を繰り返す事であり、それら運転パフォーマンス(認知・判断・操作)の低下が人的要因を引き起こし、一方で、古くから生理心理学の分野で、パフォーマンスとストレスの間に密接な関係(逆U時曲線: ストレスが高すぎても低すぎてもパフォーマンスは低下する)⁸⁾があることが示されており、自動車運転においても繋がると考えられる。

本研究は、自動車安全運行教育が十分に励行されていないカ国において、運転ストレスを可視化するため、使用環境に左右されず、迅速に交感神経の興奮/沈静を検査する方法として、唾液アミラーゼ活性による携帯式の交感神経モニタにて⁹⁾、^{10,11)} 唾液バイオマーカーによる評価法を用いて検証する。運転行動をスクリーニングするため、ベースとしてカ国における日常運転ストレスを可視化し、安全運行教育の実施が、車両を運用するオペレーターの運転行動の変貌につながることを立証する事を目的とする。

II. 方法

2.1 対象者

対象者は、プノンペン市に勤務する内務省警察官、交通警察官、医師を含む保健省救急隊員、国軍警務隊員、国軍災害派遣要員から選抜された中堅政府職員で男性59名、女性1名の合計60名の

40歳から49歳の政府中堅職員とした。

2.2 運転走行スクリーニング

本スクリーニングは、カ国における運転行動を可視化するために、走行ルートをプノンペン市内の繁華街を通過する出発地点と目的地(3km/sの10km)を予め定めたルートを指示し、①通常走行群、②群の安全運行教育受講後の運転素行を車内ドライブレコーダー、車内ビデオカメラ、GPSによる監視群をそれぞれ検証した。②群の記録は、安全運転教育直後と一ヶ月後に、車内設置ビデオカメラで安全確認要領、GPSで加速度と静止度からブレーキ操作要領を客観的に評価し、持続度を確認した(以下②' と記載)。

尚、対象者が、これまでに安全運行教育ならびに点検や整備に関する同等なる訓練や講座を受講した有無を事前に掌握するため、アンケート調査を実施し、運転行動の変容が他講座によって影響を受けていない事を示唆する信頼度を高めた。

2.3 運転ストレス評価方法

カ国における運転ストレスを客観的に掌握するため、①群、②群に対し、プノンペン市内の目的地まで走行後、携帯式の唾液アミラーゼモニター(ニプロ(株)社製)を用いて¹²⁾¹³⁾ 分析を行った。対象者は、唾液採取シートが貼られたプラスチック製の専用測定キットを、口腔内に挿入し、舌下から30 μ l程度の極微量な唾液を採取した後、唾液アミラーゼモニターに表示される手順に従って、唾液アミラーゼ活性を即時分析した。また、緊急走行前後の心拍数及び静脈血酸素飽和度測定器を使用し測定した。

2.4 運転行動因子分析

Biehlら¹⁴⁾が作成した「運転行動の因子分析結果」を活用し、同氏が表した6つの危険運転素行「運転は慎重か」、「スピードはどうか」、「運転の荒さ」、「我慢強さ」、「エンジンの扱い」、「躊躇した運転は」の1~6に示された因子の他に、本研

究では、「confidence 自信」、「physical 体力的」の2項目を加えた8因子に関連した合計52項目について、「該当する(1点)」、「該当しない(0点)」の2段階評価で行い、運転行動因子分析を行った。

2.5 統計処理

群間の比較には、同一被験者でないため対応のないデータであることから、対応のない分散分析を行った。また、コントロール郡は個人差があることから、総当たり比較(SNK検定)を用いた(有意水準5%)。②'群の一ヶ月後の持続度の確認比較に関しては、対応のある分散分析を行った。

Ⅲ. 結果

3.1 運転走行スクリーニング

運転素行を客観的に見るため、ドライブレコーダー及びデジタルカメラによる運転行動を撮影した。ドライブレコーダーには、急ブレーキや急発進時に加わるG(x, y, and z方向)フォースを測定する機能がありまた、GPSユニットとの連携により、交差点などにおいて一時停止の励行や左右確認をしっかり実施しているかなど、道路形態を確認しつつ評価することが可能とした。また、GPSデータの活用により精度の高い運行速度が測定されたとともに、急発進、急減速の有無がグラフ(Fig.1)により表示され、①郡は②郡比急ブレーキ、急発進に加わるGが高く示された。②郡の走行では、最高速度が30km/hを若干上回る程度となっている。また、急加速、急ブレーキを掛けた際に記録される角度がシャープな山型の特徴が少ない。一方で、①郡の運転者による緊急走行では、最高

速度が45km/hを上回っており、急加速や急激なる減速ならびに前方の車輛に追いついた際、ブレーキを複数踏み減速と加速を頻繁に行なった特徴が記録された。

次に、交差点等を含めた安全確認行動(Table.1)は、①郡は②郡比確認行動回数が少なかった。撮影されたビデオから判明した運転素行は、特に丁字路にアプローチをした際、車中の運転者から見える範囲で、他の車輛の通行が無い場合、減速するだけで一時停止確認をすることなく進入していた。また、左右確認などの安全運行支援はほとんど行われていない状況であった。運転者による、左右確認時には頭を左右に確実に向けて行う傾向は少なく、確認できる範囲での見込み運転があった。

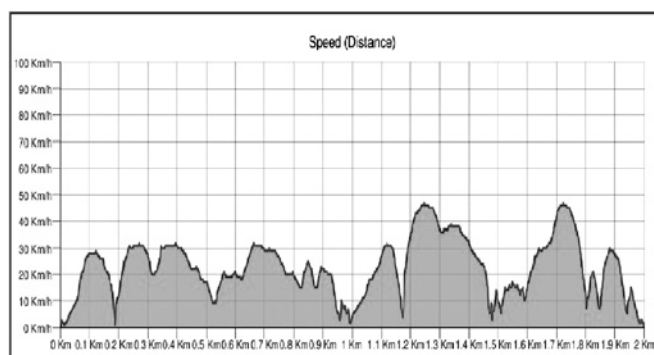


Fig.1

Table.1



3.2 運転ストレス評価

カ国における運転ストレスを客観的に掌握するため、①群、②群それぞれの運転走行後、携帯式の唾液アミラーゼモニターを用いて分析を行った。また、安全運行教育後1ヶ月後の走行後で実施した②'群の結果をまとめた (Fig.2)。それぞれの唾液アミラーゼは① 9.6 ± 2.3 kU/l, ② 14.9 ± 2.9 kU/l, ②' 29.2 ± 10.8 kU/l, であった。

唾液アミラーゼ濃度は、日中11時頃走行を行い、①群と②群を比較した結果有意に上昇した。また、安全運行教育後1ヶ月後の走行後②'は②と比較して唾液アミラーゼ濃度は有意に上昇している。唾液アミラーゼ濃度は、①→②、①→③、①→④、②→③、②→④、③→④で有意に上昇した。また、緊急走行前後の心拍数 (Fig.2 Table.3, 4) をパルスオキシメーターを用いて測定した。

緊急走行が開始された直後から心拍数が100から110bpmまで上昇し、その後も上下の動きはあるものの100bpmラインを複数超えた。また、緊急走行終了後には、心拍数が急に85bpm代に低下したことがわかる。

3.3 運転行動因子分析

安全運行において阻害要因となる素行や意見の検査のため、①群と安全運行教育を受講した②群に対し比較調査を行った。②群の運転行動因子分析の危険因子点は、 10.2 ± 1.0 である、①群は 14.9 ± 2.6 となり、安全運行における危険因子が有意に高値を示した (Fig.5)。

IV. 考察

教育による減速や丁寧な運転を示唆する運転行動が認められた。教育の効果をこれらの値から断定的に実証することは難しいが、教育及び行動監視と言うストレス負荷が運転行動に変容を与えたことが提示された。また、教育一ヶ月後の走行においても、通常の心理状態で運行したにも関わらず、教育直後より寧ろ安全に配慮した走行であっ

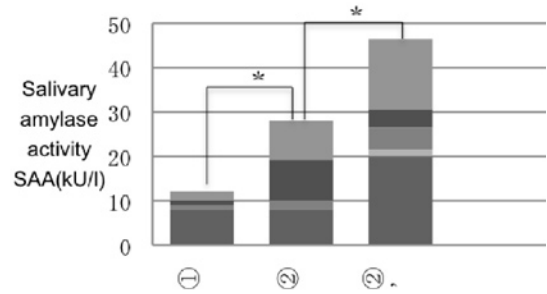


Fig.2

Table.3

Org.	Before		After		Diff.		up/down avg.
	Avg.	Low	Avg.	Low	Avg.	Low	
Cal	83.1	79	91.9	86	8.8	7	↑
Kos	77.4	67	78.4	73	1	6	↑
Sov	79	75	81	78	2	3	↑
Ank	86.2	65	105.5	94	19.3	29	↑
SNVHP	64.2	60	74.6	57	10.4	-3	↑
KSHP	98.8	90	102.4	96	3.6	6	↑

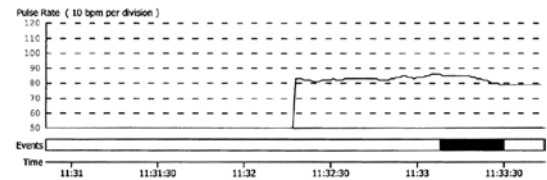


Fig.3

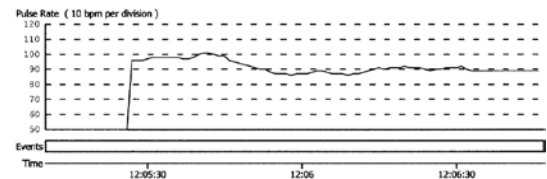


Fig.4

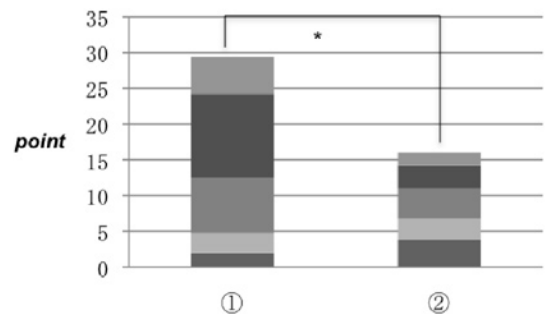


Fig.5

た事実は、特記事項であると言える。また、カ国の運転ストレスは低値である現状から、ストレスがある程度加わった事により運行速度が低下し安全運行上効果がある事が分かり、安全運行教育自体がストレスとなり、過剰速度において運行規制効果が働く事が示されたことが言える。

V. おわりに

カ国ではこれまで自動車に関する保守管理体制の構築や車両オペレーターに対する十分な教育訓練の実施が進まない状況であり、本格的な安全運行や教育体制の構築が急務である。

本研究では、運転に関するこれまでの長い経験から培われた運転方法を変更し、新たな安全を意識した運転作法を習慣化して根づかせる困難であると確認されたことから、カ国政府と協力し、公式な安全運行教育プログラムとして位置づけ、運転ストレスに視点を置いた教育をした結果、減速、安全確認、一時停止など安全運転を意識する変貌を確認することができた。

今後当該分野における有用性がさらに明確化しまた、これらの教育成果を蓄積し、カ国民の運転ストレス解明に寄与するため、今後どの程度のストレスが、効果があるかを検証する。また、検証の実施がさらに地方都市へと拡散されることで、評価対象サンプル数の拡大にともない結果の信頼度が高まると推測される。

引用文献

- 1) 警視庁：警視庁統計「平成20年中の交通事故の発生状況」
- 2) Asian Development Bank (2004) ADB-ASEAN Regional Road Safety Program Country Report: CR2. Road Safety in Cambodia, 17, 21, 6-4.
- 3) 庄司仁・古閑純子「インフラ・プロジェクトを通じた感染症対策への取組み」『インド・レンガリ感慨事業マラリア対策を例として』開発金融研究報. 25, 262, 2005
- 4) 笹川平和財団「カンボジアの救急医療に関する調査報告書」2011；1-14.
- 5) 交通事故総合分析センター：人はどんなミスをして交通事故を起こすのか. イタルダ・インフォメーション. 33, 2001.
- 6) 山越健弘, 山越憲一, 日下部正宏：単調運転時の生体反応計測と生理活性度指標の基礎的検討. 自動車技術会論文集. 36 (6) : 205-212, 2005.
- 7) Yamakoshi T, Rolfe P, Yamakoshi Y, Hirose H : A novel physiological index for driver's activation state derived from simulated monotonous driving studies. Transp ResC. 17 (1) : 69-80, 2009.
- 8) Robert Y, John D : The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. J Comparative Neurol Psychol. 18 : 459-482, 1908
- 9) 山口昌樹, 他. 生命計測工学. コロナ社；2004 : 137-155
- 10) 山口昌樹, 他. 医用電子と生体工学. 2001 ; 39 : 234-239.
- 11) M Yamaguchi : the effects of Exercise in Forest and Urban Environments on Sympathetic Nervous Activity of Normal Young Adult, The Journal of International Medical Research, 2006 ; 34 : 152-159.
- 12) Yamaguchi M., Kanemori T., Kanemaru M., Takai N., Mizuno Y., Yosida H., Performance evaluation of salivary amylase activity monitor, Biosensors & Bioelectronics 2004 ; 20 : 491-497
- 13) Yamaguchi M., Deguchi M., Wakasugi J., Ono S., Takai N., Higashi T., Mizuno Y., Hand-held monitor of sympathetic nervous system using salivary amylase activity and its validation by driver fatigue assessment, Biosensors & Bioelectronics 2006 ; 21 : 1007-1014
- 14) 太田博雄 交通行動の社会心理学 運転する人間のこころと行動 (蓮花一己編集) 車間距離とリスクテイキング 北大路書房 2000 ; 6, 63