

安全な運転環境を提供する音楽の研究

Physiological-endocrinological study on music that brings safe and comfortable driving

奈良教育大学教育学部 研究員（行動内分泌学） 豊島 久美子

Postdoctoral Fellow, Dep. of Edu., Nara University of Education Kumiko TOYOSHIMA

概要

本研究の目標は、快適で且つ安全な運転環境を提供する音楽を研究することである。運転中の音楽聴取は、多くの人が行っている一般的な行動であるにも関わらず、どのような音楽が安全で快適な運転環境を生み出すのか、実証的に研究されていないのが現状である。本研究では、運転中の音楽聴取とストレス、集中力、覚醒度との関係に注目し、快適で安全な運転環境を提供する音楽とはどのようなものかを、心理学、電気生理学、行動内分泌学の手法を用いて研究する。上記により、運転時の疲労やストレスを軽減し、なおかつ安全運転に不可欠な覚醒度を保つことのできる音楽を抽出・分析し、その音楽的特徴を明らかにする。その結果に基づいて、快適で且つ安全な運転環境を提供する音楽を例示して、交通安全に資する。

Abstract

Listening to music while driving a car is a common act. However, there are a few researches for the effects of music on driving a car. Moreover, the study on music that brings safe and comfortable driving is quite rare. In the present study, we investigated music that brings safe and comfortable driving, which focused on the relation between music listening, stress and arousal of the driver. 16 healthy subjects (7 male and 9 female) who have driver license were recruited. The driving environments were reproduced by driving simulator and the image was presented on a large-scale screen. Music that each subject's preferred was presented by headphone. Subjects attended sessions that music tempo and speed were controlled by computer. The stress was examined by psychological test and physiological-endocrinological index (heart beat, GSR, EEG, cortisol and testosterone). As the result, significant correlation was found in music tempo and driving speed and the relation was supported by the physiological-endocrinological index. Music environment that influences on safe driving was considered.

1. 研究目的

運転中の音楽聴取は、多くの人が行っている一般的な行動である。これは疲労やストレスを音楽で軽減し、快適な運転環境を作ろうとしていることの表れだと考えられる。じっさい、車の運転中には、注意力を持続させることによる疲労に加え、渋滞や割り込みなど様々なストレスが発生する。しかしながら、どのような音楽が安全で快適な運転環境を生み出すのか、実証的に研究されていない。経験的には、快適に運転をするために「アッ

プテンポの音楽を聞くことが良い」や「リズムの軽快な音楽が良い」などと言われるが、その一方で「テンポが速すぎるとスピードを出し過ぎる」とか、「攻撃的な運転になる」、「ゆったりした音楽がだとリラックスしすぎて眠くなる」という指摘もある。だが、これらはあくまでも経験則であり、どのような音楽が安全で快適な運転環境を生み出すのか、実証的に研究されていない。

聴取する音楽のテンポが運転速度や交通違反の頻度に影響すること、また心拍数の変化にも影響するとの報

告がある¹⁾。しかしながら、運転時の音楽聴取に関する研究は少なく、内容的にも、使用する音楽の選定やコントロールに一貫性が無いこと、音楽学的な特徴の分析が不足しているという問題点もあり、結果を一般化するには至っていない。なによりも、実証研究の数が少ないのが問題である。本研究では、運転中の音楽聴取とストレスとの関係に注目し、快適で且つ安全な運転環境を提供する音楽とはどのようなものかを、心理学、電気生理学および行動内分泌学の手法を用いて明らかにしていく。

2. 研究経過

2-1. 「安全運転」の定義

本研究では、「安全な運転」環境を提供する音楽を探ることを目的としている。では、「安全な運転」とはどのような運転を指すのだろうか。一般的に「安全」とは、「危険のないこと。物事が損傷したり、危害を受けたりするおそれのないこと」²⁾を意味する。したがって「安全運転」とは「危険のない運転」であり、「事故を起こさない運転」ということになる。これは、単にスピード超過をしないことや、標識を完全に守ることのみで、つくりだされるものではない。周囲の状況を、瞬時に且つ適切に判断し、それを行動に移すことが、安全な運転につながる。そのためには、適度なリラックス状態にありつつ、運転中の集中力を保持し、覚醒度を保たなければならない。加えて、運転による疲労度も、可能な限り小さく抑えることが望ましいといえるだろう。これらをふまえ、本研究では、ストレス度および疲労度を低く保ちながらも、指定された速度を守り、事故を起こさないように適切な判断をしながら運転することを、「安全な運転」と定義し研究を行った。

2-2. 実験方法

1) 手順：先行研究より、好きな音楽がストレス軽減に最も有効であることがわかっている³⁾。そのため、事前に被験者に対し「運転中に聞きたい好きな音楽」を調査し、実験では各被験者の好む楽曲を使用した。また、聴取する音楽のテンポが、運転に影響を与える主要な

要因であることから、音楽のテンポを複数に編集し、オリジナルのテンポと、一定割合でテンポを増減させた音楽とを提示し、運転への影響を検証した。運転のスピードは、40km/hと80km/hの2種類を設定した。

- 2) 被験者：運転免許保有者16名（男性7名、女性9名）を対象とした。事前にストレス状態等をスクリーニングし、最終的に16名を選抜した。被験者の平均年齢は25.75歳、運転経験年数の平均は6年である。
- 3) 音楽刺激：4種類の刺激を使用した。具体的には、被験者が各自指定した「運転中に聞きたい好きな音楽」を、①オリジナルのテンポ、②10%速いテンポ、③10%遅いテンポ、④音楽無し（コントロール）の、4つに編集し提示した。テンポの編集には、CRONO X3 (LINPLUG) を使用した。
- 4) 実験環境：ドライビングシミュレーター（GRAN TURISMO5 Prologue/SpecIII、ロジクールDriving Force GT）を使用し、映像を大型ディスプレイに映し出して実験を実施した。コースは、郊外のドライブを想定し、アイガー北壁コースを使用した。音楽はノイズキャンセラ付きヘッドホン（BOSE MODEL QC-2）から提示した。
- 5) 運転トライアル：1回の運転トライアルは約15分である。すべての被験者が、8回のトライアル（運転のスピード2種に、音楽刺激4種を掛け合わせた）に参加する、同一被験者の繰り返し実験である。各トライアルの内容は、①40km/h×オリジナルテンポ、②40km/h×10%速いテンポ、③40km/h×10%遅いテンポ、④40km/h×音楽なし、⑤80km/h×オリジナルテンポ、⑥80km/h×10%速いテンポ、⑦80km/h×10%遅いテンポ、⑧80km/h×音楽なし、である。トライアルの提示順序はランダム化した。
- 6) 測定指標
① 内分泌指標：唾液中コルチゾールとテストステロンを採取した。内分泌データの採取は、80km/h走行トライアルの4回を対象とし、各トライアルの前後で唾液を採取した（8サンプル）。サンプルは、採取後直ちに-20℃

で冷凍保存し、EIA(Enzyme Immunoassay)法で測定した。コルチゾルの群間変動係数と群内変動係数は(3.35%, 3.75%)、テストステロンは(2.5%, 5.6%)である。

② 心理指標 (NASA-TLX) : 心理指標として使用した NASA-TLXは精神的要求・身体的要求・時間的圧迫感・作業達成度・努力・フラストレーションの6つの下位尺度から成る、主観的作業負荷尺度である⁴⁵⁾。

③ 運転活動のミス (指定速度からの逸脱、コースからの逸脱) : 実験中の様子をビデオ撮影し映像を分析した。

④ 電気生理指標 : 実験中の心拍 (平均心拍数、最大心拍数)、GSR (皮膚電気反応)、EEG (脳波) を記録した。測定には、BIOPAC SYSTEMS MP 100を用いた。

7) 倫理的配慮 : 本実験はヘルシンキ宣言 (1964年)、個人情報保護法 (2005年)、奈良教育大学倫理規定に基づき実施し、文書および口頭での説明とともにインフォームド・コンセントを行った。

3. 研究成果

紙面の都合上、本報告書では主要な結果のみについて記述する。各被験者が持参した音楽のテンポは 80bpm~178bpm と幅があったが、最も多かったのが 120~129bpm の音楽だった。ここでは、120bpm 台の音楽を聴取した、7名の被験者のデータを中心に分析していく。

3-1. ホルモン

1) コルチゾル (C)

コルチゾルは、一過性のストレス刺激に対し増加するため、ストレスホルモンとも呼ばれている。本実験に参加した被験者の C 平均値は、男性 0.1176 μ g/dL、女性 0.1109 μ g/dL である。運転トライアル前後の C 値変化と、性別、音楽刺激、運転経験を要因に分散分析を行った。その結果、性別と運転トライアル前後の C 値変化および音楽刺激の交互作用が有意だった ($p<.01$)。運転経験による C 値変化の差は無かった。男性では、80km/h 走行時に音楽のテンポを 10%速くすると C 値が減少したが、女性では C 値が著しく増加した。C 値変化に性差があることが示された (Fig.1.)。

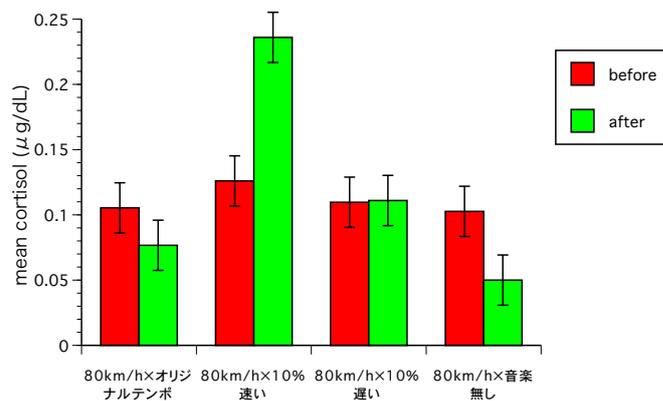


fig.1. 女性における80km/h走行時のコルチゾル値変化

2) テストステロン (T)

テストステロンは、代表的な男性ホルモンの1つである。このホルモンは、第二次性徴を促す役割があるが、それ以外にも、ヒトの知覚や認知 (空間認知能力) 等に影響を与えるホルモンである。また、攻撃性、うつ病や意欲の低下など、「心」の働きとも関連のあることがわかっている。本実験に参加した被験者の T 平均値は、男性 127.42pg/mL、女性 81.14pg/mL である。運転トライアル前後の T 値変化と、性別、音楽刺激、運転経験を要因に分散分析を行った。その結果、性別の主効果 ($p<.01$)、性別とトライアル前後の T 値変化および音楽刺激の交互作用が有意だった ($p<.01$)。T 値は、女性に比べ男性の方が有意に高い値を示した。80km/h 走行時に音楽のテンポを 10%速くした条件下では、男性の T 値が著しく増加したが、女性ではわずかながら減少している (Fig.2.)。

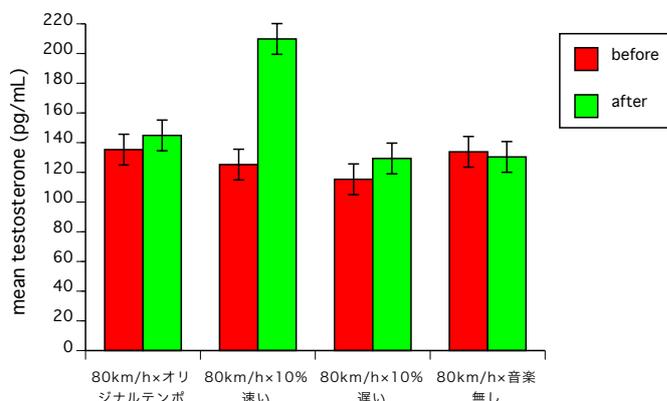


fig.2. 男性における80km/h走行時のテストステロン値変化

3-2. NASA-TLX

6つの尺度の得点をもとに重要度の順に重み付けをし、

CSTLX 得点を算出して分析した。これは得点が高いほど被験者は作業負荷が大きいと感じていると評価する。CSTLX 得点、性別および運転トライアル（8種類）を要因に分散分析をした結果、CSTLX 得点、性別と運転トライアルの交互作用が有意な傾向を示した。特に、女性において 40km/h、80km/h 走行時ともに、音楽のテンポを 10%速くした条件での CSTLX 得点が高くなった。一方、音楽のテンポを 10%遅くすると、40km/h 走行時にも、また 80km/h 走行時においても CSTL 得点が低かった。女性は音楽のテンポを速くすると、運転に対する負荷を大きく感じていることが分かる。

3-3. 運転活動

運転活動のミスとして、指定速度からの逸脱（±10km/h を超える）回数と、コースからの逸脱の回数（事故とみなす）を比較した。分析は各運転トライアルを前半・中間・後半にわけ、それぞれの lap（コース一周分）でのミスの数を対象とした。

速度不足（指定速度から-10km/h 以下）の回数は、男性の 40km/h×10% 遅いテンポ条件で多く、特に後半での逸脱回数が多かった。さらに、80km/h×音楽無し条件の前半でも回数が多かった。女性では、80km/h×10%速いテンポで、運転時間が長さに比し回数が増加した。

速度超過（+10km/h 超え）の回数は、男性では 80km/h×10%速い条件で多かった。女性では、40km/h×10%遅いテンポ、80km/h×10%速いテンポ条件で速度超過回数が多かった。

コースからの逸脱回数は、男性も女性も 80km/h 走行の方が 40km/h 走行よりも多かった。さらに 80km/h 走行時の事故回数は、女性の、音楽のテンポが遅い条件および音楽無し条件で多かった。

3-4. 心拍・GSR・EEG

心拍数は、各運転トライアル（15 分間）の平均心拍数と、最大心拍数を分析した。男女ともに、平均および最大心拍数は、80km/h 走行時の方が 40km/h 走行時よりも高い値を示した。GSR、EEG には、運転トライアル間に顕著な差はなかった。

3-5. まとめ

聴取する音楽のテンポを速くした際の C 値、T 値変化には、性差があった。C 値は女性において大きく増加している。また同じ条件下では、男性の T 値が増加した。これは、音楽のテンポを速くすることで、男性の攻撃性が高まったことを意味している。運転中の速度超過の回数が多いのもこの条件であった。このことから、男性は、音楽のテンポに感化されてスピードをオーバーする可能性が高いことが示された。また、女性は音楽のテンポを速くすることでストレスが増加した。実際、NASA-TLX の得点をみると、音楽のテンポが速い時の女性の得点は高く、運転に対して負荷を感じていた。本研究により、男性と女性とで、音楽のテンポに対する内分泌変化および心理変化が異なることが明らかになったことは、運転の際に提供する音楽を考えるうえで、性差を考慮する必要性があることを示唆している。

4. 今後の課題と発展

被験者が選んだ音楽の楽曲構造には共通性が見られた。今後、さらに研究を続けることで、運転環境に応じて、音楽を自動的に制御するシステムの開発が可能となるだろう。

5. 発表論文リスト

本研究の結果は、2010年9月2～4日に神戸で開催される、Neuro2010・第33回日本神経科学大会において、「安全で快適な運転をもたらす音楽-生理・内分泌学的研究-」というタイトルで、発表する予定（現在、査読中）である。さらに、学術誌への投稿準備も進めている。

参考文献

- 1)W.Brodsky. 2001. The effects of music tempo on simulated driving performance and vehicular control Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.4(4), 219-241.
- 2)新村出(編).(2008).「安全」.新村出(編).「広辞苑-第6版」.東京:岩波書店
- 3)福井一、豊島久美子、久田清人.(2005).「音楽聴取がホルモン変動に及ぼす影響-嗜好と経時変化を中心に-」『日本音楽療法学会誌』Vol.5 (1), 39-47.
- 4)宮宅晋司、神代雅晴.(1993).「メンタルワークロードの主観的評価法」『人間工学』vol.29, No.6, 399-408.
- 5)芳賀繁、水上直樹.(1996).「日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定」『人間工学』vol.32, No.2, 71-79.