

脳波による道路走行快適性要因の抽出

信州大学工学部 正 員 奥谷 巖
 信州大学工学部 ○山崎 英成
 信州大学大学院 学生員 森下 時磨

1. はじめに

今後一層車の役割と重要性が深まってくと見込まれる中、それを見据えさらに車社会を発展させるために、道路の機能面だけを追求せず、運転者側の道路走行快適性というのも重要視しなければならない。しかし道路走行の快適さ不快感を問題とすると、道路環境の複雑性によりそれを示す道路環境構成要因を把握することは用意ではない。

こうした見地より本研究では、運転者の定性的な、快、不快の心理的变化を客観的かつ定量的に評価できる脳波（特に α 波）に注目し、脳波は快適さの指標となり得るかどうか、基礎実験をし分析を行った上で、道路環境構成要因との関連分析を行った。

2. 脳波と測定方法

脳波は周波数帯によって、徐波帯（ $\sim 7\text{Hz}$ ）、 α 波帯（ $8 \sim 13\text{Hz}$ ）、速波帯（ $14\text{Hz} \sim$ ）の3つに分割でき、各周波数帯によってそれぞれ特徴を持つ。たとえば α 波はリラックス時に活発に出現する。この α 波はさらに、非常にリラックスした状態の時に出現する α_1 波（ $8 \sim 10\text{Hz}$ ）と、平穏な状態の時に出現する α_2 波（ $10 \sim 13\text{Hz}$ ）に分けられる。

また、周波数ゆらぎも脳波の特徴のひとつであり、快適性を感じるとき $1/f$ ゆらぎをすることがわかっている。

実験において脳波データは実験路線を走ってもらい、頭皮につけた電極から脳波計を通してデータレコーダーにより記録した。

3. 実験対象路線

我々は現在までに、国道18、19号という郊外の路線を対象にして実験を行ってきたが、データにさらに普遍性を持たせるため今回は、

1. 比較的幅員の狭い左右が見通せない路線
2. 比較的幅員の狭い視界の開けた路線

という特徴を持った路線として、都市内道路の道路や堤防道路等を取り上げ、区間を設定し実験を行った。

4. 道路環境構成要因

データは、収集可能であり運転者に心理的影響を与えそうなものとして、ミクロ面からは道路構造条件、沿道

条件及び道路工作物（付属物）、マクロ面からはシーケンス景観について表1のような要因を取り上げた。

表中の要因について、'1, 1/曲率半径分の1' は、直線の曲率半径は ∞ となるのでデータとして扱いにくい。そのため逆数とした。'6, 接線長, 7, 外線長' はそのままの形で区間長に従属した形になるので、それぞれの形を接線長 (m) / 曲線長 (m), 外線長 (m) / 曲率半径 (m) として基準化した。'10, 距離の微分値' は、道路幅員の変化を考慮した全道路幅員の距離微分値である。'23, 建造物, 24, 樹木植生' は、沿道とみなせる区間を車線の端から10mまでとし、その領域内において建造物の占める割合と、樹幹幅を直径とした円の面積が占める割合を求めた。定性的な要因についてはダミー変数（該当する場合を1, 該当しない場合を0とする）を用いた。

それぞれのデータは、平面線形図、現地調査、ビデオ撮影、写真撮影等により得た。

またこのほかにも環境構成要素として実験車両以外の車というものが考えられるが、これを数量化し分析するのは非常に困難なため、交通量がほぼ一定と見なせるよう実験を平日の同じ時間帯に行い、天候についても晴れの日に実験を行い、分析項目から外すことにした。

5. 脳波特性の抽出

得られた脳波データから、FFTを用いた周波数分析と、帯域パスフィルタで分離させた α 波を用いたスペクトル解析により、パワースペクトル密度の積分和とゆらぎ量を求め、脳波の特性を示す指標とした。

6. 分析方法

この様にして得られた、脳波データ指標と数値化した構成要因をそれぞれ目的変数、説明変数として、重回帰分析（ひとつの目的変数と説明変数との相関性を求める）、単相関分析（被験者個々の目的変数と説明変数との相関性を求める）、さらに自動的に変数を選択するステップワイズ法による分析などを行う。

データの一例として α 波のパワースペクトルの多く見られた区間1と（写真1）、少なく見られた区間2（写真2）について比較してみると図1のようになる。

区間1は、直線の2車線道路で幅員が広く周りに建造物がない、遠くまで見渡することができる区間である。

表 1 道路環境構成要因

道路環境要因			単位・適用方法		道路沿道条件		シークエンス景観		近中遠		各要因の占めるメッシュ数
道路構造条件	付工物	作業物	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47					

※：沿道境界内に占める各要因の被覆面積割合

区間2は、幅員が狭く先はカーブで、さらに周りを建造物に囲まれ、見通しが利かない区間である。

次に、国道のみのデータを用いた分析結果を示す。

1. カーブについて

山沿いを走る道路の場合、カーブ外側はコンクリート壁や岩肌があると快適と感じる。これはカーブ線形が予測し易いためだと思われる。逆に谷になっていると不快を感じる。カーブ内側は視線を妨げるものがあってはならない。内側車線よりも外側車線の幅員を広くする。そうすることにより右カーブ方向からの運転席より見える面積が拡大し、結果幅員が拡大するので左カーブ方向からも走行快適性の高まりが期待される。

2. 直線について

カーブに比べると快適だと考えられる。しかし自分の走行側にコンクリート壁などがあると不快を感じる。逆の場合快適に感じる。不快さについてはコンクリート壁などが高いほど不快に感じており、それらから受ける圧迫感に関係があるものと思われる。

以上の結果は郊外の道路における快適性環境要因であるが、今回の実験路線区間にも適用されうであろう結果となっている。住宅街の塀や、堤防の斜面などがそうである。しかし分析は現在作業中であり、国道と都市内道路を含めた総合的結果については講演当日に発表する予定である。

7. むすび

最後に、貴重なデータ資料を提供していただいた長野市役所ならびに関東地方建設局長野工事事務所の方々に深く感謝の意を表します。

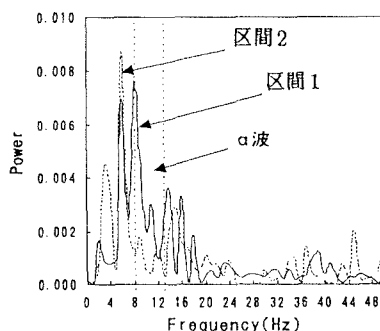


図 1 α 波のパワースペクトル

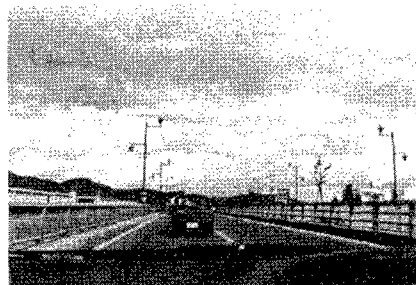


写真1 (上), 写真2 (下)