

(88) 道路の快適性評価に係る道路構造と 植栽・法面要素の関係

保田 敬一¹・山崎 元也²・鈴木 省吾³・島根 高啓³

¹正会員 株式会社ニュージェック 道路G (〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20)

E-mail : yasudakc@newjec.co.jp

²正会員 東京農業大学教授 地域環境科学部 造園科学科 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

E-mail : m3yamasa@nodai.ac.jp

³東京農業大学 地域環境科学部 造園科学科 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

道路の快適性を向上させるには、車両の性能以外に、路面の平坦性を向上させる方法と車両から走行中に見える景観性能を向上させる方法の2つが考えられる。道路管理者の維持管理面からすると選択肢は多い方が望ましいが、切削オーバーレイなど平坦性を向上させる方法は費用もかかる。より費用対効果の高い維持管理施策を選択できるようにするため、本研究では景観性向上策として、道路構造や既存のり面、植栽などの道路構成要素の変更により走行中の快適性がどのような影響をうけるかを考察する。既存の道路で評価実験を実施し、数量化理論I類を用いて分析する。そして、のり面形状、のり面・植栽の状態、道路線形などが評価に影響を与えていることを確認する。

Key Words: *landscape, comfort, planting, road alignment, quantification method*

1. はじめに

道路走行時の快適性を向上させるためには、舗装の平坦性や凹凸などの路面状態はもとより、走行時に視界に入ってくる景観の評価を良くすることもあわせて重要となる。既往の研究より、ドライブ観光全体の満足度に影響するツーリング環境の項目は、道路からの景観を選択した人が最も多く、次いで道路の渋滞や混雑などの得点が高かった¹⁾。また、ドライブが「とても満足な人」の評価項目でも道路沿線の景観を選択した人が最も多かったという結果が得られている¹⁾。路面の性状を改善するには切削オーバーレイなどの補修工事を施工しなければならないが、例えば、のり面や植栽等の状態を変更することで道路利用者の快適性を向上させることができれば、代替案の費用対効果を算定することが可能になり、道路管理者の維持管理面での選択肢は増えることになる。

本論では、箱根ターンパイクを対象にして、のり面形状、のり面状態、植栽などの景観要素および道路線形が道路景観評価に与える影響を検討する。具体的には、評価実験から得られた快適性評価結果と道路構造および法面・植栽状態との関係を数量化理論I類を用いて分析、考察する。

2. 既往の研究と本研究の実施フロー

道路走行時の快適性を論じる際は、車両空間内の快適性を対象にすることが多く、振動による乗り心地や室内空間の快適性などがよく問題にされる²⁾。これは車両自体の性能や路面状態に依存するが、運転者が目で認識する走行時の風景には言及されていない。一方、自動車本体の視点からも快適性向上の取組がなされている³⁾。自動車のカタログ表現に見る快適性を表現している項目が多いことから、今後継続して快適性向上の取組がされていくと期待される³⁾。一方、車両性能だけでなく道路空間全体の快適性向上に言及した研究もある⁴⁾。バリアフリー化や道路空間再構築、景観形成・保全などインフラ全般にわたる措置について考察している⁴⁾。

本論で対象としている道路景観を構成する要素とその内部景観評価との関係を把握することはシークエンス景観の印象評価という観点から過去多く研究されてきている。杉山らは評価実験より、道路の曲率半径・縦断勾配、対向・走行車線側の側方勾配、道路両側の表面材料が評価に影響することを論じている⁵⁾。兵庫らは道路構成要素以外に着目し、シークエンス景観の印象評価実験から、「景観が良い」と感じた区間には、遠景の山並みや中景の田畑などの眺望景観や開放感を感じる景観が続いたり、

近景の並木などの統一感のある区間が出現すると結論づけている⁶⁾。また、奥谷らは、脳波特性は快適性の指標となりうると仮定し、直線・曲線区間、コンクリート壁の有無、付属工作物の有無などと評価の関係を論じている⁷⁾。しかし、対象が郊外の見通しの良い道路、あるいは、生活道路で曲線区間には周りを構造物に囲まれ見通しがきかない区間が主になっており、植栽の多い山間部の道路とは異なっている。

以上、既往の研究では、道路構造や修景と快適性の評価とは直接リンクしていない。本論では、維持管理段階での道路構造・修景改善は快適性を向上させる有効な措置となることを提案することを目的としている。

図-1 に本研究の実施フローを示す。感性評価実験を行った後、道路構造と法面・植栽要素のアイテム・カテゴリ表を作成する。多重共線性の照査の後、数量化理論Ⅰ類による分析と結果の考察を実施する。

3. 景観評価

(1) 対象路線

マツダターンパイク箱根は神奈川県小田原市から足柄下郡箱根町を経由し、足柄下郡湯河原町に至る延長15.782kmの観光有料道路である。箱根ターンパイク株式会社が管理運営する片道720円（普通自動車）の私道である。カーブ・勾配ともに緩やかで、四季を彩る様々な植物が路肩に植栽されている区間があり、道路景観の良さでも有名である。

(2) 評価実験

マツダターンパイク箱根で計測した加速度データと道路景観の動画を編集し、北見工業大学が所有するドライビングシミュレータを用いて5段階のSD評価を行った。

マツダターンパイク箱根で録画した上り線の道路景観をAdobe Premierという動画編集ソフトを用いて100m間隔で区切った。その際、様々なパターンの道路形状と道路景観が含まれるように注意し、全長の中から20区間を抽出した。そして、100mの道路景観動画の後、「評価をお願いします」と流れる動画を5秒間流し、次の100mの道路景観の動画となるように20区間分の道路景観を1本の動画に編集した。編集動画の一画面を写真-1に示す。

印象評価では、とても良い5、良い4、普通3、悪い2、とても悪い1とした。この評価数値の合計を人数で割って求めた平均値を各区間の代表値とした。アンケートは北見工業大学の学生男女10人に実施してもらった。評価は3回実施し、1回目は総合的な快適性を評価、2回目は景観のみに着目した評価（加速度等の振動はなし）、

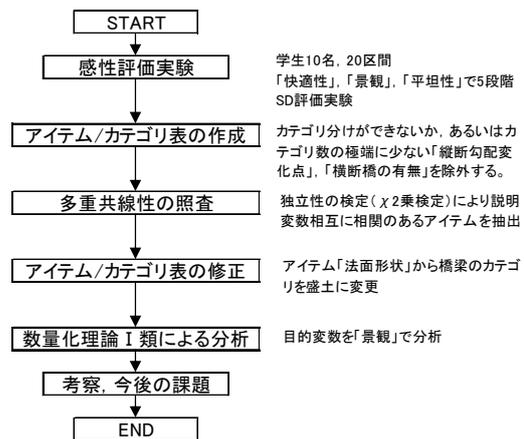


図-1 実施フロー



写真-1 動画の一部分

3回目は景観は表示せずに路面の状態のみで評価した。この中から、本研究では景観のみに着目した評価を用いて分析を行った。

4. 数量化理論による分析

(1) アイテム・カテゴリの作成

道路管理者から借用した設計図面および走行時撮影動画をもとにして、アイテムを検討した。景観に影響する要因として「のり面形状（進行方向左）」、「のり面形状（進行方向右）」、「のり面の状態（進行方向左）」、「のり面の状態（進行方向右）」、「縦断勾配」, 「縦断勾配変化点」, 「横断橋の有無」, 「平面線形 (R)」を路線全線にわたって表-1 のとおり整理した。評価実験を行った20区間中カテゴリが存在しない「縦断勾配変化点」、および、横断橋が1区間しかない「横断橋の有無」はアイテムから除外した。また、のり面形状のうち3段切土などは切土に、2段盛土などは盛土に統合し、草本・高木の場合は高さの高い高木として整理した。

ここで、平面線形については左カーブと右カーブとでは目に入る法面の状態に差が生じると考えられる。すなわち、今回の箱根ターンパイクのような2車線の交差道路を考えた場合、右カーブでは反対車線が右側にあるため、進行方向右は車線幅分だけ開けた状態になっている。逆に、左カーブの場合は左側が直ぐに法面になっ

ており、左側法面の状態が間近に感じられるため、その影響を受けやすいといえる。右カーブの場合は、進行方向左が大きく視野に入るような状態になるが、進行方向右は対向車線の方に目が行くため、あまり法面の状態は意識されない。逆に、左カーブの場合、進行方向右の方が大きく視野が広がった状態になるが、対向車線が左側になるため、どちらかという進行方向左にある法面の状態に目が行きやすいと想定される。既往の研究⁷⁾でも指摘されているが、このような状況を鑑み、右カーブと左カーブとで差が生じるのかどうかを検証するために、平面線形のアイテムを「直線」、「右曲線」、「左曲線」の3カテゴリに細分化した。

(2) 多重共線性の照査

数量化理論による分析を行うにあたり、各アイテム間での相関が高くないこと、すなわち、独立性の検定を行う必要がある。本来、説明変数はその数が少ない方が望ましいが、景観評価のような要因が相互に複雑に関連した問題においては、要因の数を限定することは容易ではない。表-2 に説明変数 (アイテム) 相互の独立性の検定結果を示す。その表の右上半分の区域は p 値である。表の左下半分は検定結果である。1%有意で相関のあるアイテムの組み合わせが3件存在するものの、ほとんどの説明変数相互の相関はないものと考えて差し支えないといえる。したがって、この6項目のアイテム、18項目のカテゴリの選択は妥当であると考えた。なお、アイテムカテゴリ作成では、のり面形状として「橋梁」というカテゴリも当初は考慮した。しかし、多重共線性の照査により橋梁区間はのり面の状態がなしと同じであり、説明変数相互の相関無しが確保できなかったため、橋梁区間は盛土区間に置き換えて処理した。アイテム・カテゴリ分類を表-3 に、分析用に0,1に区分したアイテム・カテゴリ表の一部を表-4 に示す。

(3) 考察

数量化理論 I 類による分析結果を図-2 に示す。重相関係数は0.7772 とかなり高く、観測値と予測値とがよく対応がとれているといえる。

景観の評価に影響を与えるアイテムとして、偏相関係数の最も高いのは「のり面形状 (進行方向右)」であり、2番目に偏相関係数が高いのは、「のり面の状態 (進行方向右)」という結果になった。3番目は「平面線形」であり、これら偏相関係数の高いアイテムは評価に与える影響が大きいという意味で重要であるといえる。

次に、個々のカテゴリについて考察する。まず、のり面形状では進行方向右および左で共通に切土の評価が盛土の評価よりも高くなっている。この傾向は進行方向右と左とで整合は取れている。盛土の場合、運転手からは

表-1 アイテム・カテゴリ表

自	至	のり面形状 (進行方向左)	のり面形状 (進行方向右)	のり面の状態 (進行方向左)	のり面の状態 (進行方向右)	縦断勾配	縦断勾配変化点	横断橋の有無	平面線形 (R)
No. 11 3+00	No. 11 4+00	切土	4段切土	低木	高木	-0.027		無	直線
No. 11 4+00	No. 11 5+00	3段盛土	6段切土	低木	草木・高木	-0.036		無	直線
No. 11 5+00	No. 11 6+00	2段盛土	3段切土	低木	高木	-0.034		無	直線
No. 11 6+00	No. 11 7+00	2段盛土	3段切土	低木	高木	0.0027	サグ	無	R=100m (左曲線)
No. 11 7+00	No. 11 8+00	2段切土	4段切土	モルタル吹付	モルタル吹付	-0.036	クレスト	無	直線
No. 11 8+00	No. 11 9+00	4段盛土	切土	低木	高木	-0.075		無	R=250m (右曲線)
No. 11 9+00	No. 12 0+00	2段盛土	切土	高木	高木	0.0102	サグ	無	直線

表-2 説明変数相互の相関 (独立性の検定)

のり面形状 (進行方向左)	のり面形状 (進行方向右)	のり面の状態 (進行方向左)	のり面の状態 (進行方向右)	縦断勾配	平面線形
のり面形状 (進行方向左)	p=0.8876 >0.05	p=0.3685 >0.05	p=0.6905 >0.05	p=0.0244 >0.01	p=0.0463 >0.01
のり面形状 (進行方向右)	[]	p=0.1045 >0.05	p=0.0286 >0.01	p=0.4866 >0.05	p=0.1248 >0.05
のり面の状態 (進行方向左)	[]	[]	p=0.1471 >0.05	p=0.1697 >0.05	p=0.3029 >0.05
のり面の状態 (進行方向右)	[]	[*]	[]	p=0.8805 >0.05	p=0.3305 >0.05
縦断勾配	[*]	[]	[]	[]	p=0.5581 >0.05
平面線形	[*]	[]	[]	[]	[]

左下の段 [**]相関あり, [*]1%有意, []相関なし
右上の段 p値

表-3 アイテム・カテゴリ分類

アイテム	のり面形状 (進行方向左)	のり面形状 (進行方向右)	のり面の状態 (進行方向左)	のり面の状態 (進行方向右)	縦断勾配	平面線形 (R)
カテゴリ	切土	切土	ブロック積	高木	10%以上	直線
	盛土	盛土	モルタル吹付 (ネット有)	低木	0~10%	左曲線
			高木	なし	-10%~0%	右曲線
			低木			
カテゴリ数	2	2	5	3	3	3

計 18

≤20 (アンケート数) →OK

表-4 分析用アイテム・カテゴリ表[0,1]の一部

のり面形状 (進行方向左)	のり面形状 (進行方向右)	のり面の状態 (進行方向左)			のり面の状態 (進行方向右)			縦断勾配			平面線形 (R)						
		ブロック積	モルタル吹付 (ネット有)	高木	低木	なし	高木	低木	なし	10%以上	0~10%	-10%~0%	直線	左曲線	右曲線		
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0

のり面が見えないという特徴があるが、逆に、切土の場合は運転手からのり面がよく見える。盛土の場合はのり面ではなく、空間が広がっている印象となるが、この結果からすると、切土の方が景観上のアクセントがあって運転手からは好ましく感じるのではないかと推察される。

次に、のり面の状態では、ブロック積の評価がかなり低いものの、モルタル吹付（ネット有り）では若干スコアがマイナスになる程度でほとんど中立の評価となっている。ネット張りとする事でコンクリートの無機質の表面がかなり和らいた印象になるのではと推察する。しかし、構造物というくくりでみると、ブロック積もモルタル吹付（ネット有り）もスコアはマイナスとなっており、構造物の評価としては低いといえる。

最後に道路の線形要素である「縦断勾配」と「平面線形」で考察する。縦断勾配では下り勾配の評価が低く、次に10%以上の登り勾配の評価が低いという結果になった。適度な登り勾配は景観評価にはよい影響を与えているといえる。平面線形は、直線よりも曲線区間の方が評価が良いという結果になっており、曲線区間は景観上の変化が頻繁に発生し、景観上好ましい印象を与えたのではないかと推察する。平面曲線については、左曲線（左カーブ）の方が右カーブよりもスコアが若干高くなっているがその差はわずかである。高木はドライバーの視野が狭くなる要因であり、特に曲線区間ではその傾向が大きいといえる。数量化の結果から高木のスコアは進行方向右も左も低くなっていることから曲線区間ではあまり高木は用いない方が好ましいと考えられる。

ここで、図-2において法面の状態が右と左とで不整合が生じている、すなわち、進行右と進行左とで「低木」と「なし」とがスコアの正負が逆転しているということは以下のように説明できると考えた。

左曲線の場合は進行方向右にある法面の状態が視野に大きく入るが、対向車線も左側にあり、視点はどちらかという左に向くものと考えられる。左側の視野が狭くなるような構造物や高木などは評価が低くなっていることはうなずける結果となっている。左側に低木がある状態は視野が極端に狭くならず、景観上も好ましいといえる。左側に何も無い状態（進行方向左の法面の状態）というのは評価が低くなっている。これは、空間が広がっている状態であるが、直ぐ左が谷になっているような印象を受けることが評価を下げている原因と考えられる。逆に、進行右方向の法面が何も無い状態で評価が高いのは、反対車線を挟んでいることの安心感からきているのではと推察する。

5. おわりに

道路の快適性を向上させる一つの方策として、切削オーバーレイなどにより路面の状態を良くするという方法と、法面の状態や植栽などを改良することで景観を良くする方法の両面から費用や効果などを検討することで、道路利用者の快適性を向上させるための予算配分を適切

目的変数：【景観】
重相関係数= 0.7771791

アイテム	カテゴリ	偏相関係数	レンジ	スコア
のり面形状 (進行方向左)	切土	0.453913	0.39932	0.179696
	盛土			-0.21963
のり面形状 (進行方向右)	切土	0.734854	1.03783	0.363242
	盛土			-0.67459
のり面の状態 (進行方向左)	ブロック積	0.615244	1.09324	-0.4453
	モルタル吹付(ネット)			-0.0372
	高木			-0.00814
	低木			0.616855
	なし			-0.47638
のり面の状態 (進行方向右)	高木	0.716239	2.19864	-0.10986
	低木			-0.98959
	なし			1.209048
縦断勾配	10%以上	0.569908	0.93783	-0.08014
	0~10%			0.236081
	-10%~0%			-0.70175
平面線形 (R)	直線	0.692522	0.71216	-0.35818
	左曲線			0.353986
	右曲線			0.186419

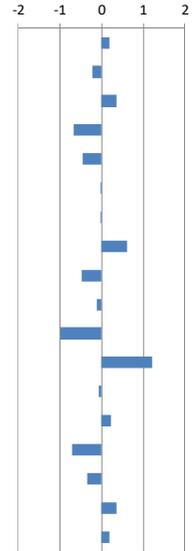


図-2 数量化理論による分析結果

に行うことが可能となり、より費用対効果の高い施策選択ができるようになる。

今後の課題は以下のとおりである。全体的にサンプル数が少なく、カテゴリ数の制限とも関連するので、今後は可能な限りサンプル数（アンケート対象区間）を増やしていく方が望まれる。少ないデータセットから導出されるカテゴリスコアや偏相関係数なども可能であれば解消したい。できれば今の2倍以上のサンプル数を目標にしたいと考える。また、数量化による分析から得られるカテゴリスコアの値からでは一般的な景観評価の傾向と合致しないアイテム・カテゴリが若干存在するため、数量化理論以外の多変量解析手法も合わせて検討したい（例えばラフ集合など）。

参考文献

- 1) 松田泰明：北海道における道路の魅力向上と観光への貢献，寒地土木研究所第5回技術者交流フォーラム資料，2009。
- 2) 山崎和秀：移動車両内空間の快適性，織消誌，Vol.31，No.4，pp.168-171，1990。
- 3) 井口弘和：自動車における快適性創造の視点，デンソーテクニカルレビュー，Vol.15，pp.3-9，2010。
- 4) 中村俊行，大西博文，恒岡伸幸，時政 宏：道路空間の安全性・快適性の向上に関する研究，国総研プロジェクト研究報告，第7号，2006。
- 5) 杉山和雄，八馬 智，張 挺：道路のシークエンス景観評価尺度に関する研究，国際交通安全学会誌，Vol.29，No.4，pp.246-254，2005。
- 6) 兵庫利勇，松田泰明，岩田圭佑：郊外部道路におけるシークエンス景観の印象評価に関する考察，第57回（平成25年度）北海道開発技術研究発表会論文集，2014。
- 7) 奥谷 巖，山崎英成，森下時磨：脳波による道路走行快適性要因の抽出，土木学会中部支部研究発表会講演概要集，pp.509-510，1996。