

- 24 輪郭特性曲線に基づく橋梁景観の定量評価に関する研究

A Study on Quantitative Evaluation of Landscape with Road Bridge
Based on Averaged Curve of Outlines成行義文¹・岡村美世²・松島義明³・平尾潔⁴

Nariyuki Yoshifumi, Okamura Haruyo, Matsushima Yoshiaki, and Hirao Kiyoshi

抄録：本研究では、橋梁架設前後の景観画像における輪郭線の特性変化に基づいた橋梁景観評価手法を提案し、その妥当性を橋梁景観画像を用いたアンケート調査結果と比較することにより検討した。本法による橋梁景観の評価順位は、山間部においてはアンケート調査結果と完全に一致した。しかし、都市部では、フラクタル次元に基づく評価結果が、アンケート調査結果と一致する結果となった。また、山間部においてはアーチ橋が、また都市部においては桁橋が景観上最も好ましい橋梁であるという結果を得た。さらに橋梁架設前の景観が、架設後の景観より優れていると答えたのは、山間部を対象とした場合には50%強、都市部を対象とした場合には15%であった。

キーワード：橋梁景観、輪郭線、定量評価、フラクタル次元、アンケート調査

Keywords : *aesthetics of landscape with bridges, outline, quantitative evaluation, fractional dimension, questionnaire*

1. はじめに

近年、人々の暮らしが豊かになり、社会が成熟するにつれ、利便性のみでなく、心にやすらぎを与える優れた景観の維持・創造の重要性が認識されるようになってきた。代表的な土木構造物である橋梁は、道路・鉄道・水路等が障害物を乗り越えるために造られ、人や物を安全・快適に通過させることを最も重要な使命としているが、一般に他の構造物に比べて大きいため、その架設が周辺景観に及ぼす影響も無視することは出来ない。また、供用期間が約50年以上と長く、世代を超えて存続するため、その建設には十分な景観計画が必要である¹⁾。

橋梁景観の定量評価法としていくつかの手法が提案され、それらの適用性に関する検討がなされている²⁾⁻⁷⁾。これらの評価法は、基本的に、与えられた橋梁景観画像のある特性値に基づいて評価を行うものであるが、人々の美に対する感性が多様かつ曖昧であることを考えると、絶対的な基準を設定することは極めて難しいと言える。しかし、広大な自然が人々に安らぎを与える要因の一つとして、その景観が力学的に極めて安定した形状であることが挙げられる。すなわち、すぐれた景観画像の主な輪郭線は一般にその水平成分が卓越していることが多い。

以上のような観点より、本研究では、橋梁架設前・

後の景観画像における輪郭線の特性変化（鉛直成分の平均値）に基づいた橋梁景観を評価する一手法を提案し、その妥当性をアンケート調査結果と比較することにより検討した。

2. 輪郭特性曲線に基づく橋梁景観の定量評価法

(1) 景観画像の特徴抽出方法

ある山間部における橋梁架設前の風景画像（**図-1(a)**）を用いて、輪郭線の特徴抽出方法を示す。

- ① 景観画像の輪郭線抽出：景観画像の主な輪郭部を描画ソフト(*Photoshop* 等)を用いて画像の輪郭線を抽出する（**図-1(b)**）。
- ② 輪郭線の離散化：①で求めた各輪郭線の x 方向 m 等分点の座標値を求める（**図-1(c)**）。本研究では分割数 $m=100$ とした。
- ③ 平均輪郭線の算定：中・遠景の橋梁景観画像における輪郭線群が巨視的には水平に近いと考えられることから、②で得られた各輪郭線の y 座標値の平均を x 座標値ごとに求める（**図-1(d)**）。
- ④ 平均輪郭線の2次曲線近似：③で得られた平均輪郭点を2次曲線で回帰する（**図-1(e)**①）。本研究では、この回帰曲線を“輪郭特性曲線”と呼び、この曲線に与えられた画像（**図-1(a)**）の輪郭特性が集約されていると考えた。

1：正会員 博(工) 徳島大学大学院 助教授 ソシオテクノサイエンス研究部 エコシステムデザイン部門
(〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地, Tel:088-656-7326, E-mail: nariyuki@ce.tokushima-u.ac.jp)

2：学生員 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 知的力学システム工学専攻 建設創造システム工学コース
(〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地)

3：非会員 工修 新居浜市 (〒792-8585 新居浜市一宮町1-5-1)

4：フェロー 工博 徳島大学大学院 教授 ソシオテクノサイエンス研究部 エコシステムデザイン部門
(〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地)

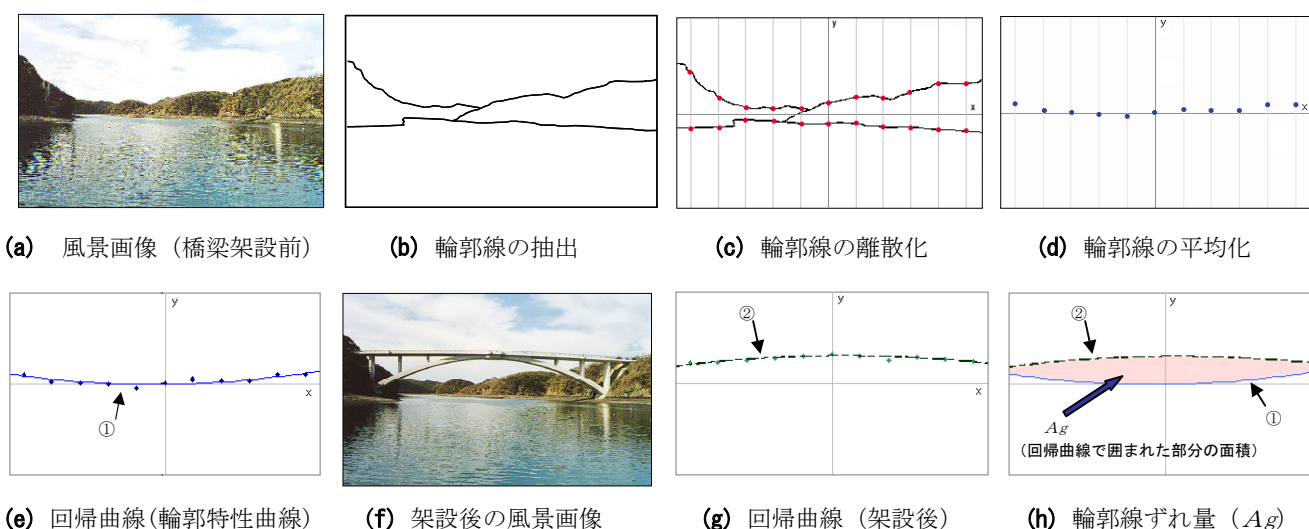


図-1 橋梁架設前・後の輪郭線ずれ量 (A_g) の求め方

(2) 輪郭線ずれ量による橋梁景観の定量評価法

図-1 (f) は、同図(a) のほぼ中央に上路アーチ橋を架設した場合の橋梁景観を示している。橋梁架設により、その輪郭特性曲線は変化するが、その変化が小さいほど周辺環境にマッチしていると考えられる。以下に、橋梁景観の定量評価法の手順を示す。

(i) 2. (1) に示した手法により、図-1 (f) の橋梁景観画像の輪郭線群の特徴を表す輪郭特性曲線(回帰曲線②)を求める(図-1 (g))。

(ii) 橋梁架設前(図-1 (e))と架設後(図-1 (g))の両回帰曲線(①, ②)の囲む面積 A_g (両曲線のずれに相当: 図-1 (h))を算定する。本研究では、この両曲線のずれ A_g (以下、輪郭線ずれ量と呼ぶ)が小さいほど優れた橋梁景観であると定義する。

以上のように、輪郭線ずれ量 A_g が小さい橋梁景観ほど、好ましい景観であると判断される。また、同一の橋梁でも、遠景になるほどその A_g は小さく、逆に、近景になるほど大きくなる。このことは、景観に及ぼす橋梁の影響がこの輪郭線ずれ量 A_g に適正に反映されることを意味している。

3. アンケート調査の概要と結果の分析

(1) 被験者とアンケート内容

アンケート調査における被験者の総数は計40名(男性21名, 女性19名)で、その「年齢構成」, 「橋梁に関する一般知識の有無」等の属性は、表-1に示す通りである。被験者の内25名(約6割)は、徳島大学の学部生(19名)と大学院生(6名)である。また40名中11名は橋梁に関する一般的な知識を有しており、全員男性であった。

表-1 被験者の属性

性別	被験者総数(人)	年齢層(人)					橋梁に関する知識	
		10代	20代	30代	40代	50代	有(人)	無(人)
男性	19	2	15	0	1	1	11	8
女性	21	1	17	0	2	1	0	21
合計	40	3	32	0	3	2	11	29

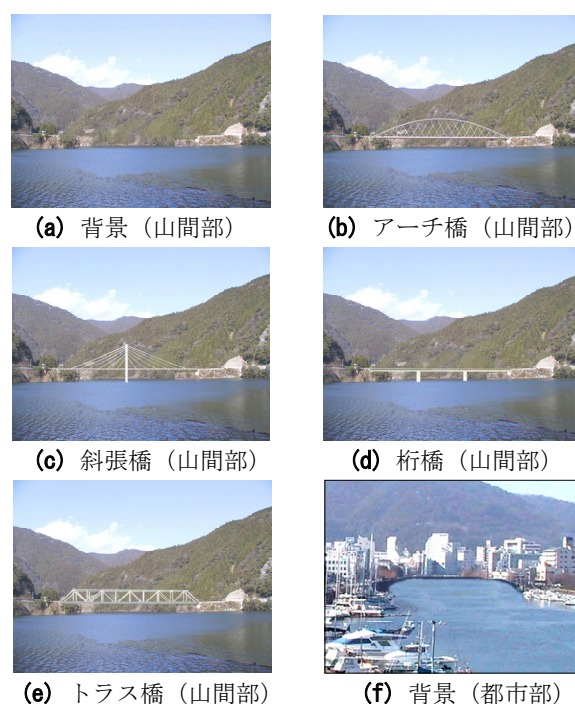


図-2 背景と橋梁景観

アンケートでは山間部ならびに都市部の背景写真(図-2 (a), (f))にアーチ橋, 斜張橋, 桁橋ならびにトラス橋等をCGで重ねた橋梁景観画像(図-2 (b)~(e))についての好感順位と、橋梁の有無による景観の優劣について調査を行った。

表-2 アンケート評価結果

(a) 山間部

山間部	評価順位				スピアマンの順位 相関係数 <i>k</i>
	1位	2位	3位	4位	
男性[19人] (ポイント)	アーチ橋 (65)	斜張橋 (49)	桁橋 (44)	トラス橋 (32)	0.4
女性[21人] (ポイント)	アーチ橋 (64)	桁橋 (60)	トラス橋 (52)	斜張橋 (34)	
全体[40人] (ポイント)	アーチ橋 (129)	桁橋 (104)	斜張橋 (84)	トラス橋 (83)	

(b) 都市部

都市部	評価順位				スピアマンの順位 相関係数 <i>k</i>
	1位	2位	3位	4位	
男性[19人] (ポイント)	桁橋 (60)	アーチ橋 (55)	斜張橋 (50)	トラス橋 (25)	1.0
女性[21人] (ポイント)	桁橋 (75)	アーチ橋 (62)	斜張橋 (39)	トラス橋 (34)	
全体[40人] (ポイント)	桁橋 (135)	アーチ橋 (117)	斜張橋 (89)	トラス橋 (59)	

表-3 背景景観と第1位橋梁景観の優劣

	架設前の景観が 好ましい	架設後の橋梁景観 (No.1)が好ましい
山間部	21人	19人
都市部	6人	34人

(2) アンケート結果とその分析

a) 各種橋梁景観画像のアンケート評価結果

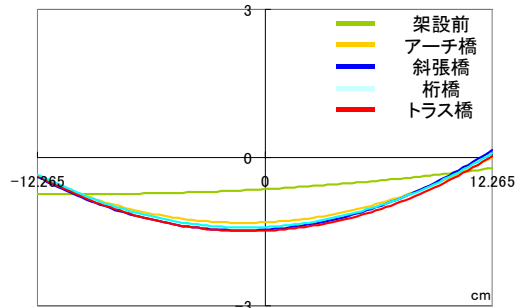
背景写真にCGで各種橋梁を重ねた橋梁景観について、被験者に好ましい順で1~4位の順位をつけて頂き、1位に4点、2位に3点、3位に2点、4位に1点を与えて橋梁形式ごとに集計し、高得点ほど好ましい橋梁景観であるとした。

表-2(a)および(b)は、山間部および都市部における橋梁景観のアンケート評価結果(得点)を、「全体」、「男性のみ」および「女性のみ」の3つのグループに対してそれぞれ示したものである(表-2中のポイント欄参照)。

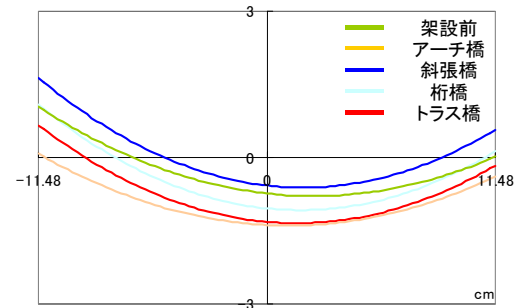
(i) 山間部(表-2(a)) : すべてのグループでアーチ橋が1位となっている。これは多くの被験者が、アーチ橋の形状が山間部の景観に融合していると感じたためと思われる。また、男性と女性の評価結果の関連をスピアマンの順位相関係数 k (式(1))により見ると $k=0.4$ であり、1位は一致しているものの全体としては比較的順位相関が低いことがわかる。

$$k = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2}{n^3 - n} \quad (1)$$

ここに、 n : 橋梁景観の種類、 a_i : 評価方法 a による i 番目の橋梁景観の順位、 b_i : 評価方法 b による i 番



(a) 山間部



(b) 都市部

図-3 平均輪郭線の近似曲線(輪郭特性曲線)

目の橋梁景観の順位である。 $k=1.0$ ならば完全一致、 $k=-1.0$ ならば完全不一致を示す。

(ii) 都市部(表-2(b)) : すべてのグループで同順位となっており、桁橋が1位、アーチ橋が2位、斜張橋が3位、トラス橋が4位である。都市部のような比較的人工物の比率が高く、形状的に入り組んだ地域では、なるべくシンプルな形態の桁橋が好まれるためと思われる。このことは橋梁形態が複雑なものほど低順位になっていることから容易に想像できる。

b) 背景景観と第1位橋梁景観との比較

表-3は、橋梁架設前の背景景観と各被験者が選んだ第1位の橋梁景観との優劣を取りまとめたものである。山間部の場合は両者がほぼ均衡しているのに対し、都市部においては、背景景観の方が優れていると答えたのはわずか6名であった。このことは、山間部のように自然が支配的な空間においては、その景観に及ぼす影響が小さい橋梁が好まれ、また都市部においては、既に存在する人工物が構成する景観に大きな影響を及ぼす橋梁が好まれる傾向があることを示唆している。

4. 橋梁景観評価例

アンケートに用いた山間部および都市部の架設前の背景画像とそれらにCGで作成したアーチ橋、斜張橋、桁橋ならびにトラス橋等を重ねた架設後の橋梁景観画像の輪郭特性曲線をそれぞれ図-3(a)、(b)に示す。

表-4 橋梁景観評価例

(a) 山間部

山間部 評価方法	評価順位				スピアマンの順位 相関係数 <i>k</i>
	1位	2位	3位	4位	
アンケート結果 (ポイント)	アーチ橋 (129)	桁橋 (104)	斜張橋 (84)	トラス橋 (83)	
景観負荷量 輪郭線ずれ量	アーチ橋 (9.82)	桁橋 (11.13)	斜張橋 (11.91)	トラス橋 (12.37)	1.0
フラクタル次元 (次元)	桁橋 (1.14)	斜張橋 (1.15)	アーチ橋 (1.25)	トラス橋 (1.27)	0.4

(b) 都市部

都市部 評価方法	評価順位				スピアマンの順位 相関係数 <i>k</i>
	1位	2位	3位	4位	
アンケート結果 (ポイント)	桁橋 (135)	アーチ橋 (117)	斜張橋 (89)	トラス橋 (59)	
輪郭線ずれ量 (Ag)	桁橋 (4.13)	斜張橋 (6.89)	トラス橋 (11.04)	アーチ橋 (15.08)	0.4
フラクタル次元 (次元)	桁橋 (1.11)	アーチ橋 (1.13)	斜張橋 (1.14)	トラス橋 (1.15)	1.0

また、各橋梁景観の輪郭線ずれ量 (*Ag*) に基づく評価結果をアンケート結果ならびにフラクタル次元⁸⁾に基づく評価結果とともに表-4に示す。アンケート結果は表-2中の「全体」における評価順位を再掲したものである。またフラクタル次元はボックスカウンティング法により求めた。

本法による評価結果は、2. (2) ②で定義した輪郭線ずれ量 (*Ag*) の小さい順である。またフラクタル次元に基づく評価結果は、単純に次元の低い順に並べている。

表-4 (a) より、山間部では本法（輪郭線ずれ量に基づく評価法）による結果とアンケート結果とは完全に一致していることがわかる ($k=1.0$)。しかし、これらの結果とフラクタル次元に基づく結果とはあまりよい一致は見られなかった ($k=0.4$)。また、表-4 (b) より、都市部では本法による評価結果とアンケート結果とは第1位が一致しているだけで、あまり良い相関は見られない ($k=0.4$)。これに対し、アンケート評価結果とフラクタル次元に基づく結果とは完全に一致している ($k=1.0$)。

これらのことは、山間部のような圧倒的な自然の中に橋梁を架設する場合は、輪郭線ずれ量が小さいほどすぐれた景観であるとする本法が、地域住民の橋梁景観に対する好みを推定するのに適しており、一方、都市部のように既に人工物が氾濫する地域に橋梁を架設する場合は、形状の複雑さを表すフラクタル次元が橋梁景観の評価指標として優れていることを示唆している。

5. おわりに

本研究では、橋梁架設による輪郭線ずれ量に基づく橋梁景観の一定量評価法を提案し、アンケート調査結果との比較によりその妥当性について検討した。

以下に、本研究で得られた主な知見を列挙する。

- 1) 本法による橋梁景観の評価順位は、山間部においてはアンケート調査結果に完全に一致したが、都市部においては、あまり良い相関は得られなかった。都市部では、フラクタル次元に基づく評価結果が、アンケート調査結果と一致した。
- 2) 橋梁景観画像を用いたアンケート調査の結果、山間部においてはアーチ橋が、また都市部においては桁橋が最も好ましい橋梁であるという結果を得た。
- 3) 橋梁架設前の景観が、架設後より優れていると答えたのは、山間部を対象とした場合には50%強、都市部を対象とした場合には15%であった。

今後、河川部ならびに海浜部等の橋梁景観評価にも本法を適用してその精度を検討するとともに、橋梁景観評価における色彩の取り扱い方についても検討する予定である。

参考文献

- 1) 土木施工編集委員会:土木施工実例集第3巻 橋梁/景観とデザイン, 山海堂, 1998.
- 2) 杉山俊幸, 深沢泰晴, 辻和政, 高橋良武:サイコベクトルを用いた橋梁景観の定量的評価, 構造工学論文集, Vol.35A, pp.523-532, 1989.
- 3) 藪本昌之, 平尾潔, 成行義文, 廣川孝一:サイコベクトルを用いた道路橋の景観評価, 平成9年度土木学会四国支部第3回技術研究発表会講演概要集, pp.60-61, 1997.
- 4) 藪本昌之, 益本重徳, 成行義文, 平尾潔: Moon-Spencer の色彩調和論に基づく橋梁景観評価, 土木学会四国支部第4回技術研究発表会講演概要集, pp.76-77, 1998.
- 5) 辻原治, 山本武昭:CG 橋梁景観評価に対するサイコベクトルの適用性, 土木情報システム論文集, Vol.8, pp.223-230, 1999.
- 6) 五郎丸英博, 寺澤朋代:フラクタル次元による橋景観の形態, 特徴および色彩の解析と評価, 土木学会 56 回年次学術講演会講演概要集, I -B105, pp.210-211, 2001.
- 7) 永井啓介, 成行義文, 平尾潔:グレースケールフラクタル次元による橋梁景観評価法に関する基礎的研究, 平成14年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集 I -40, pp.104-105, 2002.
- 8) 高安英樹:フラクタル, 朝倉書店, 1990.

(2006.5.19受付)