

SD 法を用いた豊平川に架かる各種橋梁の景観検討

Landscape Survey of Bridges Crossover Toyohira River Using Semantic Differential Method

北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科
北海道大学大学院工学研究科

学生員
F 会 員
正 員
正 員

○三浦 貴 (Takashi Miura)
林川 俊郎 (Toshiro Hayashikawa)
松本 高志 (Takashi Matsumoto)
何 興文 (Xingwen He)

1. まえがき

北海道最大の都市である札幌に流れる豊平川は昔から現在に至るまで、利水治水両面において札幌市民にとって最も重要な河川である。豊平川は札幌市街を貫流している川であり、都市の発展とともに川を横断する交通手段として橋が次々と架設された。それぞれの橋梁が流失や劣化のため、あるいは交通機能の需要増大のために何度も架け替えが行われ現在に至っている¹⁾。

日本における橋梁の構造、意匠設計思想は時代背景の影響を大きく受けてきた。震災復興時における土木技術を結集した名橋の数々、高度経済成長期における標準設計に代表される画一的な橋梁の乱立、そして近年、橋梁のような公共空間においても環境や快適性などの質を求める傾向が強くなってきているのが現状である²⁾。豊平川に架かる既存の橋梁については札幌の発展とともに経済成長期に架設されたものが多く、景観や公共空間にふさわしい配慮がされているとは言い難い。本研究では、これらの各種橋梁にSD法（Semantic Differential Method）を用いて因子分析を行うことで、人々の橋梁評価意識を明らかにする側面からの各橋梁の印象評価を行い、構造形式による人々が感じる印象の違いや、視点場の移動による意識の差、景観の問題点などを明らかにすることを目的とする。

2. 研究対象

本研究においては、札幌の市街地に既存する橋梁12種を研究、解析対象とする。表-1に各橋梁名を示す。なお、本研究では豊平川に架かる橋梁の景観の評価を詳細に行うために動画、静止画によるアンケート評価を行うが、橋梁通行時の内部連続景観（動画）の評価を行う橋梁は、構造形式に特徴のあるものと、札幌を代表する橋梁である豊平橋について行うこととし、表-1において※のついた橋梁がそれにあたる。なお、水穂大橋と平和大橋の間に架かる東橋については、研究時点では架け替え工事中であり、検討の対象外とした。

3. 解析手法

3.1 SD 法

本研究では橋梁の景観を評価するために、SD法（Semantic Differential Method）を用いることとする³⁾。SD法はさまざまな物事や言葉に対して人々が抱く印象、意味を測定する測定法であり建築空間や景観に対する人々のイメージを測定する代表的な手法となっている。景観評価に用いられるSD法は、対象に対して多数の尺度で評価値を測定した後、そのデータを因子分析などの多変量分析によって解析し、対象を評価する代表的な評価尺度を

表-1 研究対象とした各種橋梁

橋梁名	径間・構造形式	架設年
※ミュンヘン大橋	2・PC斜張橋	1991
南二十二条橋	5・鋼箱桁橋	1962
南十九条大橋	5・鋼箱桁橋	1971
※幌平橋	3・鋼箱桁橋＋単弦ローゼ橋	1995
南大橋	6・PC箱桁橋	1963
南七条大橋	7・PC箱桁橋	1971
※豊平橋	3・鋼箱桁橋	1966
豊平川第一水管橋	3・ランガー橋	1970
でんでん大橋	3・鋼斜張橋	1980
一条大橋	4・PC箱桁橋	1969
※水穂大橋	1・鋼二ールセンローゼ桁橋	1986
※平和大橋	2・鋼箱桁橋	2004

表-2 SD法に使用した尺度

美しい－醜い
親しみやすい－親しみくい
冷たい－暖かい
目立たない－目立つ
圧迫感のある－圧迫感のない
単純な－複雑な
安定した－不安定な
明るい－暗い
ありふれた－個性的な
軽快な－重々しい
力強い－弱々しい
古風な－現代風な
派手な－地味な
落ち着いた－せわしい
違和感のない－違和感のある
好き－嫌い
魅力のある－魅力のない

抽出する流れで行われるのが一般である。

SD法に用いられる尺度は意味尺度と呼ばれるもので「大きい－小さい」などの対をなす形容詞を評価言語とし、それぞれに対して距離尺度を設定して被験者に評点を求めるものである。評価言語の設定については曖昧、専門的なものは避けること、類似語が集中しないことなど注意点が多くあり、既往の研究なども参照し慎重に選定することが求められる。本研究ではそれぞれの尺度を5段階評価で設定した。本研究において使用する言語対を表-2に示す。なお、付録-1にアンケートで使用した意味尺度、距離尺度の一例を示している。

3.2 因子分析

本研究では、SD 法によるアンケート評価データに対して因子分析を行うことでデータの評価特性や構造を分析する⁴⁾。

因子分析とは、多数のデータの中に含まれている潜在的な共通因子を抽出し、その因子を構成しているデータから因子の持つ意味を解釈し、データ構造を明らかにしようとするものである。したがって、SD 法で多数の評価尺度（形容詞対）によって測定されたデータを因子分析することによって、いくつかの類似の特性を持つ尺度を統合して共通因子として抽出し、その因子の意味を解釈、命名することによって、対象の評価を測定する代表的な評価軸を明らかにすることができる。因子分析はあたかもすでに定まっている因子を取り出していく作業であるかのような誤解を生むことが多くあるが、因子の抽出とは、ある変数間の相関関係の高いものをまとめるものに過ぎないということには注意が必要である。本研究においても、因子群を評価軸と決定したような記述を用いることがあるが、それは与えられた相関行列から導き出されるひとつの可能性であることには常に注意しなければならない。

因子分析そのもののプロセスは、各サンプルに対する各尺度の評点から尺度ごとの相関係数を算出して因子を抽出し、その相関行列から各因子における各尺度の因子負荷量を求める。そして、その因子負荷量の大きい尺度に注目してその因子の意味を求める。以下に初期の相関行列から残差行列を求める式を示す。

$$R_n = R - a_n a_n'$$

ここに、 R_n ：残差相関行列、 R ：初期相関行列、 a_n ：因子負荷量、 a_n' ： a_n の転置行列

また、因子分析においては解釈を容易にする目的で、因子負荷量にメリハリをつけるために軸を回転させるのが一般であり、今回は直交回転の一種であるパイマトリックス法により回転を行ったデータを検討している。

4. アンケート実験及び分析

4.1 SD 法を用いた実験概要

2 章で述べた通り、本研究においては豊平川に架かる橋梁のうち、札幌市の中心部に架かる橋梁 12 橋（外部景観 12 橋、内部連続景観 5 橋）をアンケートの対象とした。外部景観については、各橋梁の全体景写真を異方向から撮影したもの 4 枚をスライドショーで提示し、内部連続景観については、自動車からのシーケンス景観を想定し、ビデオカメラによる動画を提示した。なお、付録-2 にアンケートで使用した静止画を各橋梁 1 枚ずつ示している。

アンケートの手法については、教室のスクリーンに映像を投影し、一度に複数の人間にアンケートを依頼する方法（以下、教室型手法と示す）、CD など映像データを配布し、回収する方法（以下、配布型手法と示す）の 2 つを採用した。既往の研究によると、回答者の属性や年齢、性別による結果の違いはさほどみられないことから⁵⁾、本研究では回答は主に北海道大学の教員や学生に依頼し、有効回答人数は 95 人であった。なお、内訳については教室型が 60 人、配布型が 35 人である。

表-3 外部景観の因子分析結果

尺度	因子 № 1	因子 № 2	因子 № 3	h ²
単純な-複雑な	0.821	-0.118	-0.005	0.689
ありふれた-個性的な	0.819	-0.198	0.008	0.710
目立たない-目立つ	0.815	-0.264	-0.074	0.740
派手な-地味な	-0.786	0.229	-0.005	0.671
落ち着いた-せわしい	0.771	0.139	0.049	0.616
違和感のない-ある	0.735	0.309	-0.059	0.639
古風な-現代風な	0.671	-0.354	0.054	0.578
圧迫感がある-ない	-0.627	-0.068	0.328	0.506
安定した-不安定な	0.394	0.241	0.342	0.330
好き-嫌い	-0.003	0.803	-0.036	0.646
魅力のある-ない	-0.304	0.742	-0.005	0.643
美しい-醜い	-0.301	0.699	0.058	0.582
明るい-くらい	-0.243	0.629	-0.126	0.470
親しみやすい-にくい	0.231	0.536	0.037	0.341
冷たい-暖かい	-0.029	-0.438	0.226	0.244
力強い-弱々しい	-0.110	0.247	0.530	0.354
やわらかい-硬い	0.038	0.324	-0.508	0.364
軽快な-重々しい	0.097	0.385	-0.447	0.357
寄与度	5.080	3.349	1.050	9.479
%	53.59	35.33	11.08	100

表-4 内部連続景観の因子分析結果

尺度	因子 № 1	因子 № 2	因子 № 3	h ²
目立たない-目立つ	0.870	-0.132	0.083	0.781
単純な-複雑な	0.853	-0.045	0.075	0.736
派手な-地味な	-0.831	0.118	-0.031	0.705
ありふれた-個性的な	0.827	-0.145	0.015	0.705
圧迫感がある-ない	-0.771	-0.164	-0.235	0.676
落ち着いた-せわしい	0.747	0.299	0.038	0.650
違和感のない-ある	0.740	0.367	0.043	0.684
古風な-現代風な	0.639	-0.237	0.041	0.466
安定した-不安定な	0.456	0.248	-0.280	0.348
好き-嫌い	0.042	0.790	0.086	0.633
魅力のある-ない	-0.298	0.743	0.033	0.642
美しい-醜い	-0.171	0.698	-0.095	0.526
明るい-くらい	0.091	0.634	0.168	0.439
親しみやすい-にくい	0.258	0.606	0.076	0.439
冷たい-暖かい	-0.164	-0.463	-0.391	0.394
軽快な-重々しい	0.308	0.415	0.413	0.438
やわらかい-硬い	0.175	0.294	0.576	0.449
力強い-弱々しい	-0.215	0.310	-0.460	0.353
寄与度	5.567	3.425	1.071	10.063
%	55.32	34.04	10.64	100.00

4.2 因子分析結果

表-3 に外部景観のアンケートデータの因子分析結果を、表-4 に内部連続景観の因子分析結果を示す。なお、これらの結果は 3.2 節で述べたように、直交回転を行った後のデータである。

表の見方であるが、各尺度の因子ごとの数は因子負荷量と呼ばれ、これは各因子の性質をどれほど持っているかを表す絶対値 1 を最大とする数字である。たとえば、表-3 の「単純な-複雑な」尺度では、第 1 因子の性質が強く、一方で第 2、第 3 因子の性質は弱いことを表している。表では、各尺度で最も高い因子負荷量を太字で表しており、太字が同列にある尺度は本実験対象に対しては互いに似通った印象を有する尺度であると分析できる。また、h² は各尺度の因子負荷量の 2 乗和、寄与度は各因子 No. の因子負荷量の 2 乗和であり、前者はその尺度が分析した因子で説明でき

る割合、後者はサンプルを因子で説明したときの各因子群が占める割合を示している。

2つの表を比較すると、「圧迫感がある—ない」尺度の第1因子の負荷量が内部連続景観の場合のほうがより高い数値を示しているが、これはこの尺度が、内部連続景観の視点の際に、より大きな印象を与えていることを示している。また、「軽快な—重々しい」尺度が外部景観では第3因子群、内部連続景観では第2因子群に分類されたが、内部連続景観の分析結果においては、各因子負荷量がすべて高い数値となっていることから、この尺度は内部連続景観においてはすべての因子の性格を有するものであると解釈できる。

表-3,4 から明らかなように、本研究においては因子の抽出は外部景観、内部連続景観ともに3回ずつとなり、豊平川に架かる橋梁を人が見る際には、外部景観、内部連続景観共に心理的に主に3つの印象の軸を持って見ていることが判明した。また、表-3,4において同列で太字の因子負荷量を有する尺度同士を比較しても、外部景観と内部連続景観で3つの軸の性質は大きな違いはないことがわかった。

4.3 因子の命名

3.2 節において示したように、因子分析によって軸（本研究では第1～3因子）が決定したあとは、解釈を容易にするため、またそれぞれの軸がどういった性質であるのかをイメージしやすくするために、それぞれの因子群に対して命名を行うのが一般である。表-3.4より、それぞれの因子群は各列の負荷量が太字で表された形容詞の性質を持っているといえることから、本研究では3つの因子軸を表-5のように命名することとした。

5. 評価軸ごとの分析

5.1 分析方法

以上のように、本研究で対象とした豊平川の各橋梁は、外部景観、内部連続景観共に表-5で表されるような3つの評価軸によって人々に印象を与えているものであると、因子分析を行うことによって明らかになった。本研究では次に、各評価軸を構成する尺度ごとにアンケートデータをまとめ、それらのデータを分析することで、評価軸ごとの各橋梁の特徴や、構造形式による人々の印象の違い、さらには静止画（外部景観）と動画（内部連続景観）での同橋梁間での印象の違いなどを明らかにする。

図-1が静止画の評価軸ごとの平均値グラフ、図-2が動画の評価軸ごとの平均値グラフである。ここで、第1～3因子についてはそれぞれ、縦軸の値が高いほど存在感がある性質、美しさを持つ性質、堅固である性質を有していることを表していることに注意されたい。

5.2 結果の考察

図-1によると、第1因子群の「物理的存在感を表す因子」では、構造形式による違いが明白になっている。南二十二条大橋や一条大橋などの桁橋で低い値となっているのに対し、ミュンヘン大橋や水穂大橋などの上部になんらかの構造を有した橋梁において高い数値となった。これは、外部からの視点においては、人々は上部構造に意識が集中していることを明確に表す結果である。また、第2因子群の「一般的な美しさを表す因子」に着目すると、

表-5 各評価軸の命名

因子群	名
第1因子軸	物理的存在感を表す因子
第2因子軸	一般的な美しさを表す因子
第3因子軸	堅固さを表す因子

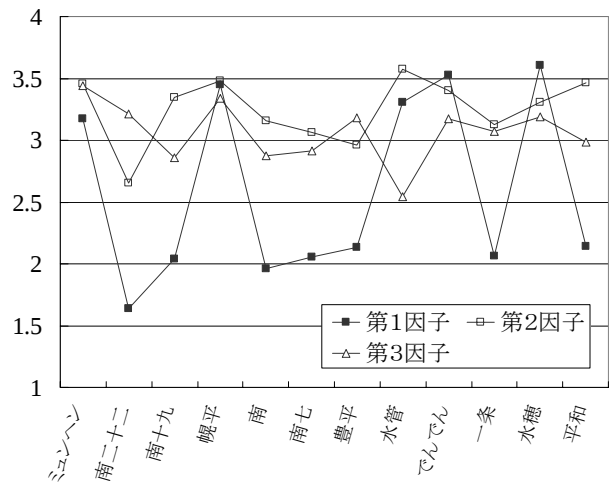


図-1 外部景観の評価軸ごとの平均値

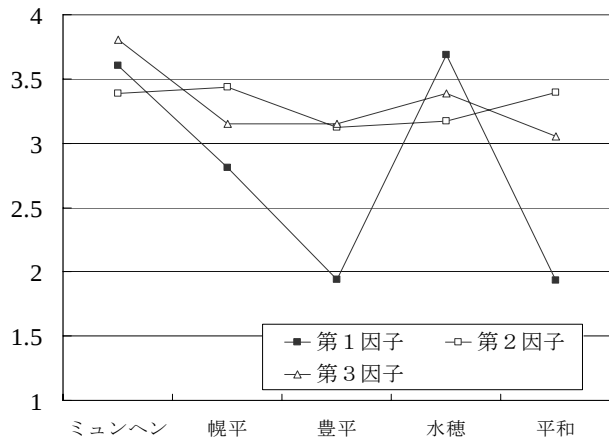


図-2 内部連続景観の評価軸ごとの平均値

第1因子群同様に、桁橋において低い評価となっているが、平和大橋は桁橋の中では高い評価となった。次に、第3因子群の「堅固さを表す因子」については、ミュンヘン大橋や幌平橋などの、厚みのある部材を有する橋梁が高い値を示す傾向となった。

次に、図-2についての考察を行う。第1因子群においては、視界の両サイドになんらかの構造物を有するミュンヘン大橋、水穂大橋で高い値となり、一方で構造物の存在しない桁橋では低い値となった。また、片側の歩道部にアーチが存在する幌平橋においては中間の値を示しており、これらの結果から、内部連続景観では視界に構造物が存在するか否かが直接「存在感」の印象につながっているといえる。第2因子群については、外部景観同様の傾向を示しているが、静止画ほど5橋の値に大きな違いはなく、これは視界に構造物が入ることが「美しさ」につながっているとは言い難い結果であり、内部連続景観においては構造物の有無による好みが分かれることを推測できる。第3因子群については第1因子群に似た傾向を持っているが、片側にアーチのある幌平橋が桁橋と同等の評価となっていることから、非対称性が「堅固さ」の印象を弱めたのではないかと考えられる。

6. あとがき

本研究では、豊平川に架かる橋梁のうち、特に札幌市の中心部に架かる12橋を研究対象とし、まずSD法を用いた橋梁の景観評価についてのアンケート分析を行い、外部景観（静止画）及び内部連続景観（動画）について、橋梁から人々が感じる印象の評価軸を因子分析によって決定し、解釈を容易にするためにそれらに命名を行った。次に、決定した評価軸ごとにデータを再度集計し、評価軸ごとの各橋梁の特徴や構造形式による評価の違いなどを検討し、考察を加えたものである。

SD法を用いた因子分析結果からは、我々が豊平川の橋梁を見る際には、「存在感」、「美しさ」、「堅固さ」という3つの評価軸を持っていることが明らかになった。また、その評価軸は多少の差はあるが、橋梁を外部から見た場合と、内部の移動視点の場合とで変わらないことがわかった。

また、評価軸ごとにデータをまとめて行った分析によれば、外部景観、内部連続景観共に、「存在感」の面で桁橋が低い値を示し、桁よりも上部に構造を有する斜張橋やアーチ橋では一様に高い値となった。また、外部景観ではほとんどの桁橋が「美しさ」の面で低い評価であったが、平和大橋は高い評価を得ていることから、桁橋においても十分に「美しさ」を有する橋梁の架設は可

能であることを示す結果となった。一方で内部連続景観においては、「美しさ」の面で桁橋は斜張橋やアーチ橋と大差はなく、橋梁利用者は、左右の視界に構造物があるか否かの好みが分かれていることを示唆している。

本研究は、アンケートのデータをもとに行った景観を定量的に分析する研究であり、今後は回答数をより増やし、さらには教室型手法と配布型手法の信頼性の違いなどを明確にすることで、より詳細かつ明確な分析が可能になると考えられる。アンケートの精度を向上させることで、外部景観ならびに内部連続景観の評価軸やその違いを明確にし、今後の橋梁設計などの参考となる一手法になりえることを期待する。

参考文献

- 1)三浦宏：豊平川の橋物語、石狩川振興財団、2003
- 2)篠原修：橋の景観デザインを考える、技報堂出版、1994
- 3)岩下豊彦：SD法によるイメージの測定、川島書店、1983
- 4)芝祐順：因子分析法第2版、東京出版会、1979
- 5)高井俊和、北田俊行、山口隆司、岡田昌樹：SD法による都市内橋梁の景観に関する一考察、土木学会第58回年次学術講演会、Vol58/1255-1256、2003

付録1 アンケートで提示した尺度の一例

美しい 1 2 3 4 5 醜い

付録2 対象とした各種橋梁の全体景

ミュンヘン大橋



南二十二条大橋



南十九条大橋



幌平橋



南大橋



南七条大橋



豊平橋



豊平川第一水管橋



でんでん大橋



一条大橋



水穂大橋



平和大橋

