

# 多変量解析とラフ集合による橋梁の景観評価に関する研究

高知工業高等専門学校 正会員 ○勇 秀憲  
株式会社 JP ハイテック 正会員 瀧下 高志  
東亜建設工業株式会社 正会員 尾上 賢伍

## 1. はじめに

土木・建築構造物では、機能性・安全性だけではなく、景観に調和する色彩などのデザイン性や周辺環境への配慮なども重要になってきている。本研究は、典型的な橋梁景観を対象とした SD イメージアンケートにより、その結果を多変量解析やラフ集合などの感性解析により、景観要素（色彩・構造形式・架設場所など）やイメージなどの互いの関連性を明らかにするものである。そして、橋梁の景観設計における定量的な色彩評価法を提案するために、その評価法の適用性・妥当性を検討する。

## 2. 橋梁の選定

本研究では、「BRIDGES IN JAPAN」(1999～2008)<sup>1)</sup>の田中賞受賞作を中心に、橋梁の選定を行った。対象橋梁は、構造形式、橋梁色彩、架設場所や橋梁色彩について偏りがないように 33 橋を選定し、高知高専環境都市デザイン工学科 4・5 年生に SD アンケート調査を実施した。

## 3. 因子分析とクラスター分析

SD アンケート結果の因子分析の結果、対象橋梁のイメージ構造は、「カジュアル因子」、「ナチュラル因子」、「ファーム因子」および「モダン因子」の 4 つの因子空間で表現できることがわかった。また、アンケート結果から 33 橋をクラスター分析により、「モダン」15 橋、「ファーム」9 橋、「ファーム・モダン」5 橋および「カジュアル・ナチュラル」4 橋の 4 つのクラスターに分類することができた。

## 4. 数量化Ⅱ類による分析

数量化Ⅱ類では、構造形式、架設場所、橋梁の色系統、橋梁の色のトーン、橋長、視距離、視点高さ、アンケートイメージの 8 つをアイテムとし、各アイテムの中の分類(例えば、構造形式のアイテムの中の桁橋、吊橋など)をカテゴリーと呼ぶ。本研究ではすべてのカテゴリーを使用し、8 つのアイテムをそれぞれ目的関数とした計 8 パターンで分析を行った。目的変数を架設場所やトーンとした場合では、解析できなかった。

目的変数をアンケートイメージとし、残りの 7 つのアイテムのすべてを説明変数として使用した場合、精度を示す判別率の 97.0%、相関比が 1 軸 0.902、2 軸 0.658、3 軸 0.564 となり精度は十分である。カテゴリースコアから、33 橋のサンプルスコアを求め、図示したものが図 1 である。図中の数字は橋梁 No.を示す。図の第 1 象限に群 1(モダン)、第 2 象限に群 2(ファーム)、第 3 象限に群 4(カジュアル・ナチュラル)、第 4 象限に群 3(ファーム・モダン)が多く分布している。

構造形式がアーチ橋、架設場所が河川部、視点高さが俯瞰景、橋長が 1000m～、視距離が中景、色系統が緑系統、トーンが地味の場合でサンプルスコアを求めると、1 軸 -1.971、2 軸 -1.860 となり、この値を図 1 に図示すると、□例の位置で群 4(カジュアル・ナチュラル)に属すると判断でき、このような橋梁はカジュアル・ナチュラルのイメージを持つ橋梁だと景観設計として推定できると考えられる。目的変数を、色系統、視点高さ、視距離、橋長、構造形式とした場合などでも同様の推定ができた。

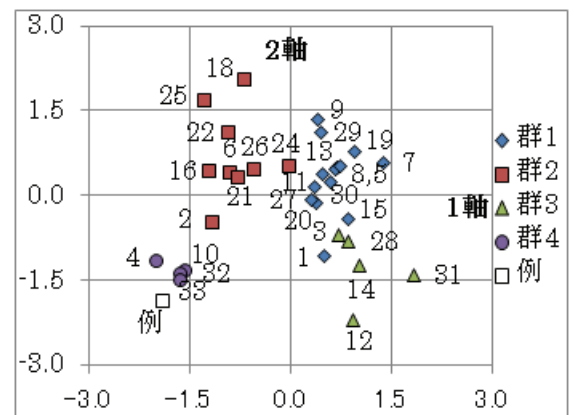


図 1 サンプルスコア散布図

キーワード 橋梁景観, 景観評価, 多変量解析, ラフ集合

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校環境都市デザイン工学科 TEL 088-864-5588

## 5. ラフ集合による分析

ラフ集合<sup>2)</sup>による分析では、構造形式、架設場所、橋梁の色系統、橋梁の色のトーン、橋長、視距離、視点高さ、アンケートイメージの8つの景観要素の組み合わせにより決定ルールを算出する。決定ルールにより求められた結果を決定クラスという。本研究では、アンケートイメージを決定クラスにしたパターンを基本として、数量化Ⅱ類による分析との比較を行うため、上記の8つの景観要素をそれぞれ決定クラスとした場合の評価を行った。決定ルールの算出を行うときに各属性値にアルファベットと数字を用いて分類を行った。例えば、アーチ橋なら a1、桁橋なら a2 などとなる。

決定クラスをアンケートイメージとした場合の評価結果を決定ルールとして表1に示す。C.I.値とは、分類された橋梁のうち、その決定ルールに当てはまる橋梁の占める割合を示す。C.I.値が高いほど、信頼性の高い決定ルールであるといえるため、多数の決定ルールの中でどの属性値の組み合わせが重要かの目安となる。決定クラスがカジュアル・ナチュラルの場合では、「橋長が 1000m 以上で視距離が中景でトーンが地味な橋梁(d4e2h3)」や「橋長が 400～1000m で紫系統でトーンが地味な橋梁(d3g5h3)」であるなら 50%がそのイメージを持つということになる。

## 6. 数量化Ⅱ類とラフ集合による分析の比較

①数量化Ⅱ類による景観評価と②ラフ集合による景観評価の適用性、妥当性を検討するために、2つの評価法の比較を行う。その結果、①の推定群と②の推定群が一致している数は、表2より、推定できた12パターンのうち8パターンとなっている。これより、2つの評価法は妥当であると判断することができる。

また、①では推定できなかったが、

②では推定できたパターンや、①では分析すら実行できなかったパターンがいくつかあり、その点で考えると新しい橋梁のデザインを考える場合、ラフ集合による評価がより適用性があると考えられる。

C.I.値と判別率から比較する。C.I.値はすべてのパターンで 0.500 前後となっており、精度はそれ程高くないと思われる。一方、判別率を見ると、すべてのパターンで 90.0%以上であるため、非常に精度が高いと考えられる。精度の点から考えると、①がより適していると考えられる。

## 7. まとめ

本研究では、学生を対象とした SD アンケート調査を実施し、その結果を基に多変量解析、数量化Ⅱ類やラフ集合で景観評価を行い、数量化Ⅱ類とラフ集合による景観評価法の適用性、妥当性を検討した。その結果、推定群に関してはラフ集合に評価が適しており、精度に関しては数量化Ⅱ類が適しているという結果となった。数量化Ⅱ類で評価でき、同時にラフ集合で決定ルールが算定できる景観要因の組み合わせが、これらの手法の景観設計への適用の可能性を示していると思われる。

## 参考文献

1) 土木学会, 橋 BRIDGES IN JAPAN, 1999～2008. 2) 森ら, ラフ集合と感性, 海文堂出版, 2004.

表1 決定クラスがアンケートイメージの場合

| 決定クラス       | 決定ルール  | C.I.値 | 橋梁番号     |
|-------------|--------|-------|----------|
| モダン         | e3     | 0.200 | 8,17,23  |
|             | c2g5   | 0.200 | 1,9,23   |
| ファーム        | b3c3d2 | 0.333 | 16,22,24 |
|             | d1g1   | 0.222 | 6,26     |
| ファーム・モダン    | d3e1   | 0.400 | 14,31    |
|             | a5c1e1 | 0.400 | 28,31    |
| カジュアル・ナチュラル | d4e2h3 | 0.500 | 4,10     |
|             | d3g5h3 | 0.500 | 32,33    |

表2 数量化Ⅱ類とラフ集合の分析結果の比較

| 目的変数・決定クラス | 除いたカテゴリー | 組み合わせ    | ②による推定群 | ①による推定群 | C.I.値 | 判別率   |
|------------|----------|----------|---------|---------|-------|-------|
| アンケートイメージ  | 無        | d4e2h3   | 3       | 3       | 0.500 | 97.0  |
|            | トーン      | a5c1e1   | 3       | 3       | 0.400 | 97.0  |
| 色系統        | 無        | a1c3h1   | 1       | 3       | 0.500 | 97.0  |
|            | イメージ     | a1c3h1   | 1       | 4       | 0.500 | 93.9  |
| 視点高さ       | 無        | b3h3     | 2       | 2       | 0.529 | 97.0  |
|            | 橋長、イメージ  | b3h3     | 2       | 2       | 0.529 | 97.0  |
| 視距離        | 無        | a2i1     | 3       | —       | 0.667 | 100.0 |
|            | 視点高      | a2i1     | 3       | —       | 0.667 | 100.0 |
|            | 橋長       | a2i1     | 3       | 3       | 0.667 | 100.0 |
|            | 架設場所     | a2i1     | 3       | —       | 0.667 | 100.0 |
|            | トーン、視点高  | a2i1     | 3       | —       | 0.667 | 100.0 |
| 橋長         | 無        | b1c2h3   | 4       | 1       | 0.500 | 93.9  |
|            | トーン      | a2c2g4   | 4       | 2       | 0.500 | 93.9  |
| 構造形式       | 無        | e1g4h2   | 3       | 3       | 0.400 | 97.0  |
|            | 架設場所     | e1g4h2   | 3       | 3       | 0.400 | 100.0 |
|            | トーン      | b3c3d2e1 | 2       | 2       | 0.400 | 100.0 |