

I-9 イメージアンケートによる 橋梁景観の色彩調和判定に関する研究

A Study on Color Harmony Evaluation of Bridge Landscapes using Image Questionnaire

勇 秀憲¹・五百蔵みどり²

Hidenori Isami and Midori Ioroi

抄録：本論文は、橋梁の色彩選定における合理的な定量的指標の提案を目的とした橋梁色彩評価システムを確立するため、特にその中で定量的色彩評価法に基づく色彩調和判定法をイメージアンケートにより評価・検証するものである。まず、我が国の典型的な橋梁に対するSD法によるイメージアンケートを実施し、その因子分析の結果から人の感性と橋梁景観のカラーイメージ構造を明らかにする。次に、橋梁画像データのカラーデータ値(色相H、彩度S、明度B)を用いた色彩評価法により、景観を構成する橋梁と背景の間の色彩調和を景観評価指数I値とムーン・スペンサーの色彩調和理論より判定する。そして、イメージアンケートにより調和と判定される橋梁景観とHSBによる色彩調和判定結果を比較・検討し、色彩調和判定法の適応性と妥当性を議論する。

Abstract : This paper aims to investigate a color-harmony decision method of a color evaluation system in bridge landscapes, which will present a reasonable and quantitative color-index for color selection of bridge design. Firstly, using a color image questionnaire in the Semantic Differential technique for bridge landscapes, its factor analysis clarifies their basic color-image structures. Then, from three color values of the Hue, Saturation and Brightness for some bridge landscape components of color images using an image software, harmony characteristics among colors of bridge and its backgrounds are evaluated by the scenery index I-value and parameters in the Moon-Spensar's Color Harmony Theory using the present color evaluation method. Finally, an applicability and validity of the color-harmony decision method to bridge landscapes are discussed comparing with bridge color-image structures.

キーワード：橋梁景観、色彩調和、SD法、色彩選定

Keywords : bridge landscape, color harmony, Semantic Differential technique, color selection

1. はじめに

人々の生活がしだいに豊かになるにつれて、社会資本や生活基盤が整備され、人々は自分たちの行動の場を、より快適で歴史、風土や環境といったそれぞれの地域性や独自性を生かしたものにしようとして工夫しはじめた。そのとき自然環境への配慮は不可欠であり、社会全体の自然に対する関心はますます高まってきている。人々の生活を支える上で必要不可欠となった橋や道路といった土木構造物は、機能的であるだけでなく、自然環境や近隣景観との調和を考慮していくことが求められている。

橋梁景観においても、橋梁自体の美しさだけでなく橋梁と周辺環境との調和を考えることが必要である。橋梁は単独で見られることは少なく、周辺環境の中で眺められ、景観の全体の中に組み込まれる。橋梁を眺

めたときに、橋梁のもつべき視覚的機能が周囲に沿ったものであり、環境に調和し景観向上に配慮した質の高いデザイン性が求められる^{1,2)}。

橋梁景観に影響を与えるものとして橋自体の形状や大きさ、素材、背景、周辺環境、橋と周辺環境の色彩などがあげられる。特に、色彩は橋梁景観に影響を与える大きな因子の一つである。

景観の中で色彩をどう扱うかは重要な問題である。橋梁においても架設地点を含む地域に違和感が無いように溶け込んでいるか、また地域的環境、歴史的環境と調和しているかということが重要である。色彩に関する論文は、主に建築分野を中心にしたものが多く発表されており、橋梁色彩景観について研究した論文も見られる。

木村³⁾は既存橋梁の色彩傾向を統計データとして整理し、色彩選定プロセスについて議論した。太田⁴⁾は

1：正会員 工博 高知工業高等専門学校建設システム工学科 教授
(〒783-8508 高知県南国市物部 200-1、Tel./Fax. 088-864-5588、E-mail:isami@ce.kochi-ct.ac.jp)

2：正会員 (株) シオミホームイング (〒780-8061 高知県高知市朝倉甲 51-1、Tel. 088-843-1099)

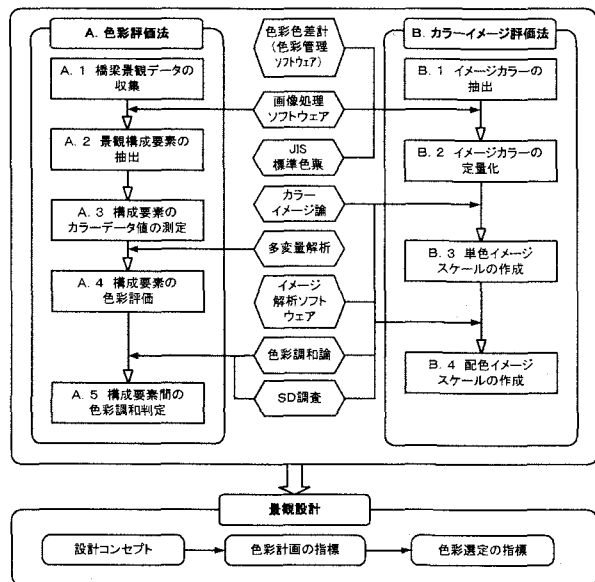


図-1 橋梁色彩評価システム

橋梁を含む絵画、日本の橋梁と海外の橋梁を比較し、景観設計上、調和と美しさの判定をするのに有効と考えられる新たな色彩の景観評価指数 I 値を提案した。また、近田⁵⁾は橋梁景観における定量的な色彩調和指標を求めため、ムーン・スペンサーの色彩調和論を適用した色彩調和評価を試みた。保田⁶⁾は感性工学手法とニューラルネットワークによる景観評価法を比較し、特に桁橋のデザイン要素と感性との関係を明らかにした。さらに保田⁷⁾は、ニューラルネットワークの一種である SOM を用いた評価手法により、橋梁のデザイン要素と感性評価結果との関係を明らかにし、対象橋梁の写真を視覚的に分類した。

しかし、橋梁景観の多くのデザイン要素(色彩、形状、背景、周辺環境等)を考慮し、色彩調和を的確に判定でき、景観設計の色彩選定の定量的指標を提案する色彩評価法や色彩調和判定法はまだ十分に確立されているとは言えない。

勇⁸⁾は、高知県内の代表橋梁を対象に、橋梁写真画像データの景観要素の色彩特性を、カラーデータ値(色相・彩度・明度)により定量的に評価する色彩評価法を提案した。また、宮崎⁹⁾や勇¹⁰⁾は、土木学会田中賞を受賞した橋梁景観の色彩をこの色彩評価法⁸⁾により定量的に測色し、橋梁と周辺環境のカラーデータ値を調べた。さらに、太田による景観評価指数 I 値およびムーン・スペンサーの色彩調和論により調和判定を試みた。

勇らの結果^{9,10)}を受けて、橋梁の色彩選定における合理的な定量的指標の提案を目的とした橋梁色彩評価システム(図-1)を確立するため、本論文では定量的色彩評価法に基づく色彩調和判定法をイメージアンケートにより評価・検証するものである。まず、橋梁景

観に対するイメージ構造を明らかにするため、勇¹¹⁾のイメージアンケートの方法に基づき、橋梁画像に対する SD アンケート調査を実施し、因子分析により橋梁景観のカラーイメージ構造を明らかにする。次に、橋梁画像を定量的に色彩評価したカラーデータ値から、橋梁と背景の間の色彩調和を既往の色彩調和理論により判定する。そして、カラーイメージ構造を色彩調和判定結果と比較し、後者の適応性と妥当性を検討する。

2. イメージアンケートと因子分析

(1) 対象橋梁

対象とした橋梁は、「Bridges 田中賞の橋」¹²⁾、「橋 BRIDGES IN JAPAN」¹³⁾、「橋梁年鑑」¹⁴⁾より、数多くの橋梁をいろいろな視点から選定するために合計 165 橋を準備した。まず、その中から天気がよく色が鮮明に評価でき、構造形式、背景、視点条件などの諸条件の相違・類似性についてできるだけ偏りがないように留意し、最終的にアーチ 17 橋、桁 13 橋、斜張橋 17 橋、吊橋 11 橋、トラス 5 橋の計 64 橋を抽出した¹¹⁾。それらを図-2.1~2.64 に示す。また、対象橋梁の主な諸元と 3. で後述するカラーデータ値とトーンの属性を表す橋梁の基調となる色彩特性などを表-1 にまとめる。

アンケート調査対象者は、建設科目を専攻する年齢 18~23 歳の学生 38 名(男性 26 名、女性 12 名)で、大型液晶プロジェクタに各橋梁画像を投影して実施した。

各橋梁について、H&T システム¹⁵⁾の言語イメージスケールに基づき、表-2 の 22 言語対 7 段階評価で SD 法¹⁶⁾によるアンケート調査を実施した。言語対は、既往の論文^{11,17)}を参考にして、橋梁景観に対し直感で言語イメージがわくものを選んだ。

(2) カラーイメージ構造

a) 因子分析

因子分析¹⁸⁾の結果、22 言語対のイメージは、表-3 に示す各言語対の因子負荷量により、以下の 4 つの因子で整理できることが分かった。

① 因子 1 : Gaiety 因子

この因子は、明るい、華やかな、陽気な、派手ななどの明暗に作用される因子で、おちついた、自然な、簡素ななどと対比している二極型の因子である。この因子に対する因子得点が高い橋梁は明るく、あざやかな印象を持っているので、Gaiety(華やかさ)因子と名づけた。

② 因子 2 : Harmony 因子

この因子は、好き、美しい、背景と調和している、さわやかななどのイメージを表す一極型の因子である。人の価値観に大きく関係するこの因子得点が高いことは、より多くの人に美しいと思わせる橋梁構造物の必須条件であると考えられる。そのため、この因子を Harmony(調和)因子と名づけた。



図-2.1 西海橋



図-2.2 外津橋



図-2.3 生の浦大橋



図-2.4 別府明礬大橋



図-2.5 柁坂高架橋

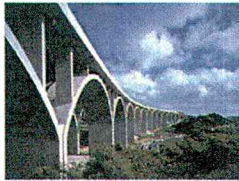


図-2.6 南風原高架橋



図-2.7 松島橋



図-2.8 大三島橋



図-2.9 赤谷川橋梁



図-2.10 新木津川大橋



図-2.11 干支大橋



図-2.12 ムーンブリッジ



図-2.13 大野川大橋



図-2.14 不動沢橋

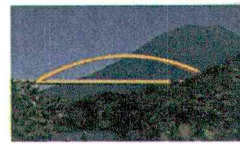


図-2.15 ニセコ大橋



図-2.16 三貫目大橋



図-2.17 阿嘉大橋



図-2.18 城ヶ島大橋



図-2.19 浜名湖橋

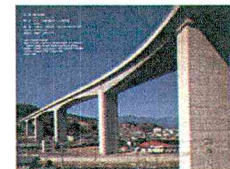


図-2.20 岡谷高架橋



図-2.21 中の橋



図-2.22 小田原ブルーウェイ



図-2.23 牛深ハイヤ橋



図-2.24 辰巳高架橋



図-2.25 六本木交差点



図-2.26 つくはら橋



図-2.27 灘浜大橋



図-2.28 夢の大橋



図-2.29 雷電廿六木大橋



図-2.30 パール1号橋

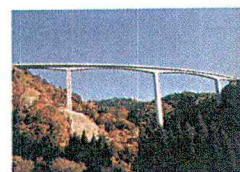


図-2.31 鷺見橋



図-2.32 櫃石島橋



図-2.33 尾道大橋



図-2.34 大和川橋梁



図-2.35 呼子大橋



図-2.36 生口橋



図-2.37 東神戸大橋



図-2.38 名港東大橋



図-2.39 名港西大橋



図-2.40 名港中央大橋



図-2.41 かつしかハーフ橋



図-2.42 横浜ベイブリッジ



図-2.43 Bridge of R



図-2.44 大芝大橋



図-2.45 新猪名川大橋

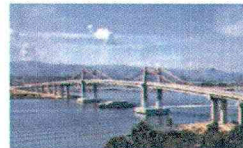


図-2.46 第2マクタン橋



図-2.47 鮎の瀬大橋



図-2.48 東名足柄大橋



図-2.49 レインボーブリッジ



図-2.50 白鳥大橋



図-2.51 来島海峡大橋



図-2.52 若戸大橋

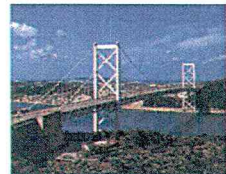


図-2.53 関門橋



図-2.54 大鳴門橋



図-2.55 此花大橋



図-2.56 センチュリー大橋



図-2.57 杉並自然村歩道橋



図-2.58 たきかわ吊橋



図-2.59 安芸灘大橋



図-2.60 与島橋



図-2.61 港大橋

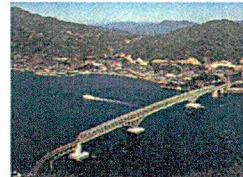


図-2.62 大島大橋



図-2.63 生月大橋



図-2.64 下瀬大橋

表-1 橋梁一覽

橋梁番号	橋名	構造形式	架設場所	視点高さ	橋梁基調色			
					色相H	彩度S	明度B	トーン属性
1	西海橋	アーチ橋	海浜部	仰瞰景	220	5	98.125	青みの白
2	外津橋	アーチ橋	海浜部	俯瞰景	247.125	8.375	78.375	青みの白
3	生の浦大橋	アーチ橋	海浜部	仰瞰景	76.25	0.75	99.5	白
4	別府明礬橋	アーチ橋	平野部	俯瞰景	207.25	11.5	82.5	明るい灰色
5	山陽自動車道 柘坂高架橋	アーチ橋	平野部	平行景	256.25	2.625	96.625	青みの白
6	那覇空港自動車道 南風原高架橋	アーチ橋	平野部	仰瞰景	0	0	99.625	白
7	松島橋(天草5号橋)	アーチ橋	海浜部	俯瞰景	349.5	55.125	59.625	うすい黄みの赤
8	大三島橋	アーチ橋	海浜部	平行景	196.125	8.25	84	明るい青みの灰色
9	赤谷川橋梁	アーチ橋	山間部	仰瞰景	249.25	26.125	50.25	くすんだ紫みの青
10	新木津川大橋	アーチ橋	都市部	俯瞰景	181.875	2	97.125	明るい灰青
11	千支大橋	アーチ橋	山間部	平行景	350.75	71.375	67.75	黄みの赤
12	ムーンブリッジ	アーチ橋	海浜部	仰瞰景	201.5	35.25	63.75	灰青緑
13	大野川橋	アーチ橋	平野部	平行景	164.75	12.25	75	青みの白
14	不動沢橋	アーチ橋	山間部	俯瞰景	242.25	51	3.25	黒
15	ニセコ大橋	アーチ橋	山間部	平行景	50	60	90.25	あざやかな黄
16	三貫目大橋	アーチ橋	山間部	平行景	239.25	14.25	59.5	明るい灰色
17	阿嘉大橋	アーチ橋	海浜部	平行景	258.75	11.375	73	あかるい灰色
18	城ヶ島大橋	桁橋	海浜部	仰瞰景	11.125	75.375	78.875	黄赤
19	浜名湖橋	桁橋	海浜部	仰瞰景	353	43	73	くすんだ黄みの赤
20	岡谷高架橋	桁橋	平野部	仰瞰景	335.625	9.5	69.125	白
21	中の橋(天草3号橋)	桁橋	海浜部	俯瞰景	226.75	43.75	40	くすんだ青
22	小田原ブルーウェイブリッジ	桁橋	海浜部	仰瞰景	287.125	7.75	83.625	明るい紫みの灰色
23	牛深ハイヤ橋	桁橋	海浜部	仰瞰景	234	18.5	70	くすんだ紫みの青
24	首都高速9号深川線 辰巳高架橋	桁橋	都市部	仰瞰景	216.625	41.75	84.375	ぐくすい青
25	首都高速3号渋谷線 六本木交差点高架橋	桁橋	都市部	仰瞰景	255.375	4.875	92.625	白
26	つくはら橋	桁橋	山間部	平行景	250	5.75	89.25	青みの白
27	灘浜大橋	桁橋	海浜部	仰瞰景	350.25	50.25	86.75	ぐくすい赤
28	夢の大橋	桁橋	都市部	俯瞰景	28.625	24.125	61.125	灰黄
29	雷電廿六木大橋	桁橋	山間部	平行景	245.875	8.375	83.25	白
30	パール1号橋	桁橋	海浜部	仰瞰景	195	43	52.75	灰青緑
31	鷺見橋	桁橋	山間部	仰瞰景	274.25	9.5	95	白
32	櫃石島橋	斜張橋	海浜部	俯瞰景	208.25	12.75	74	明るい青みの灰色
33	尾道大橋	斜張橋	海浜部	仰瞰景	156.5	18.25	58	灰緑
34	大和川橋梁	斜張橋	都市部	平行景	108.25	1.125	96.5	白
35	呼子大橋	斜張橋	海浜部	仰瞰景	285	11.75	49.5	くすんだ青
36	生口橋	斜張橋	海浜部	俯瞰景	69.375	1	99.375	白
37	東神戸大橋	斜張橋	都市部	俯瞰景	89.375	1.625	98	白
38	名港東大橋	斜張橋	海浜部	俯瞰景	226.5	74.375	54.625	紫みの青
39	名港西大橋	斜張橋	海浜部	仰瞰景	4.75	73.75	91	黄みの赤
40	名港中央大橋	斜張橋	海浜部	仰瞰景	238.5	9.75	88.375	白
41	かつしかハーブ橋	斜張橋	都市部	俯瞰景	124.75	3.125	91.875	白
42	横浜ベイブリッジ	斜張橋	海浜部	平行景	0	0	100	白
43	Bridge of R	斜張橋	平野部	俯瞰景	23.125	13.75	78.375	明るい灰色
44	大芝大橋	斜張橋	海浜部	仰瞰景	233.25	6.75	98.5	白
45	新猪名川大橋	斜張橋	都市部	俯瞰景	241.25	9.625	96.375	白
46	第2マクタン橋	斜張橋	海浜部	俯瞰景	307.5	2.25	99.25	白
47	鮎の瀬大橋	斜張橋	山間部	平行景	101.75	2.25	98	白
48	東名足柄橋	斜張橋	平野部	平行景	35.125	9.25	79.5	明るい灰色
49	レインボーブリッジ	吊橋	海浜部	平行景	246.75	12	68.875	明るい灰青
50	白鳥大橋	吊橋	海浜部	平行景	78.75	1	99	白
51	来島海峡大橋 第1大橋	吊橋	海浜部	俯瞰景	138.75	2.5	99.125	白
52	若戸大橋	吊橋	都市部	俯瞰景	4.125	94.5	92.5	あざやかな黄みの赤
53	関門橋	吊橋	平野部	俯瞰景	117	2.5	98.625	白
54	大鳴門橋	吊橋	海浜部	俯瞰景	82	0.875	99.625	青みの白
55	此花大橋	吊橋	海浜部	平行景	87.5	1.25	99.125	緑みの白
56	センチュリー大橋	吊橋	平野部	平行景	40.375	3.25	85.375	白
57	杉並自然村歩道橋	吊橋	山間部	平行景	10	87	83.5	黄赤
58	きたかわ吊橋	吊橋	平野部	平行景	81.5	40	58.25	黄緑
59	安芸灘大橋	吊橋	海浜部	俯瞰景	153	4.5	99.75	白
60	与島橋	トラス橋	海浜部	俯瞰景	235.875	11.75	90.375	青みの白
61	港大橋	トラス橋	都市部	俯瞰景	355.375	78	70.75	くすんだ紫みの赤
62	大島大橋	トラス橋	海浜部	俯瞰景	73.375	31.625	80.125	明るい灰黄
63	生月大橋	トラス橋	海浜部	俯瞰景	200.625	12	76.625	青みの白
64	下瀬大橋	トラス橋	山間部	俯瞰景	30.5	68.25	82.25	くすんだ赤みの黄

表-2 イメージ言語対

	スケール	質問項	
感覚転移イメージ	暖寒	1.あたたかい・つめたい	
	明暗	7.あかるい・くらい	
	あざやかさ	12.あざやか・くすんだ	
心情連想イメージ	華やかさ	8.華やかな・洗い	
	陰陽	13.陽気な・陰気な	
	美醜	16.美しい・みにくい	
	派手さ	17.派手な・地味な	
	さわやかさ	21.さわやかな・くどくどした	
ダイナミックなイメージ	鋭鈍	3.柔和な・シャープな	
	近自然度	4.自然な・人工的な	
	動作性	6.おちついた・あわただしい	
	耐久性	9.丈夫な・きゃしゃな	
	静動	14.動的な・静的な	
	力動性	18.力強い・よわよわしい	
	構造	19.簡素な・複雑な	
	安定感	20.安定した・不安定な	
	価値判断に関わるイメージ	近接感	2.親しみやすい・親しみにくい
		洗練度	5.洗練された・平凡な
好み		10.好き・嫌い	
安全度		11.安全な・危険な	
	調和	15.調和している・調和していない	
	文化性	22.現代的な・伝統的な	

表-3 因子軸と因子負荷量

スケール	形容詞対	Gaiety因子	Harmony因子	Stability因子	Warm因子
華やかさ	8.華やかな・洗い	0.9204	0.1061	0.0427	-0.0956
派手さ	17.派手な・地味な	0.9043	-0.0246	0.0096	-0.2156
陰陽	13.陽気な・陰気な	0.8904	0.2454	0.0377	0.1257
あざやかさ	12.あざやか・くすんだ	0.8871	0.2622	-0.0447	-0.1340
明暗	7.あかるい・くらい	0.8810	0.2031	0.0541	0.0897
静動	14.動的な・静的な	0.8139	-0.0234	0.0221	-0.1495
洗練度	5.洗練された・平凡な	0.5822	0.3804	-0.0550	-0.5510
動作性	6.おちついた・あわただしい	-0.5715	0.6266	0.0515	0.3261
好み	10.好き・嫌い	0.2887	0.8872	0.0335	0.0362
美醜	16.美しい・みにくい	0.4293	0.8200	-0.1429	-0.2460
調和	15.調和している・調和していない	-0.0392	0.7952	0.0603	0.0654
さわやかさ	21.さわやかな・くどくどした	0.2027	0.7718	-0.1628	-0.3089
近接感	2.親しみやすい・親しみにくい	0.1721	0.6810	0.1956	0.5530
鋭鈍	3.柔和な・シャープな	-0.1125	-0.1664	0.3385	0.8480
暖寒	1.あたたかい・つめたい	0.4623	0.0723	0.1700	0.8231
近自然度	4.自然な・人工的な	-0.3445	0.2968	0.0606	0.7949
文化性	22.現代的な・伝統的な	0.4735	0.1735	0.0614	-0.7893
耐久性	9.丈夫な・きゃしゃな	-0.0529	-0.1212	0.9477	0.1698
安全度	11.安全な・危険な	0.0363	0.1213	0.9448	0.0070
力動性	18.力強い・よわよわしい	0.0912	-0.1111	0.9205	0.1712
安定感	20.安定した・不安定な	-0.0484	0.0696	0.8852	0.1380
構造	19.簡素な・複雑な	-0.3255	-0.0424	-0.3461	0.2446

③因子3 : Stability 因子

この因子は、丈夫な、安全な、力強い、安定したなどの一極型の因子であり、Stability(安定)因子と名づけた。橋の架設場所や構造形式などの影響を受ける因子であると思われる。

④因子4 : Warm 因子

この因子は、柔和な、あたたかい、自然ななどの鋭鈍、暖寒を表す因子で、Warm(暖かさ)因子と名づけた。現代的な、洗練されたなどと対比している二極型の因子である。

b) 因子軸間の関係

図-3~図-8は、対象橋梁を構造形式別と架設場所別に分類し、各因子軸の相互関係を表示したものである。ここでは、誰が見ても好ましく、調和していると感じられることを考察の対象とするため、Harmony因子に対するその他の因子の関係を考えた。

①Harmony 因子と Gaiety 因子

図-3と図-4は、各橋梁の Harmony 因子-Gaiety 因子の関係を、構造形式別と架設場所別に示す。

第1象限にある橋梁は、Harmony 因子と Gaiety 因子の両者ともプラスの得点で、No.6(南風原高架橋)、No.29(雷電甘六木大橋)と No.50(白鳥大橋)などは、すべて高明度の白である。また、No.39(名港西大橋)は高明度、高彩度の黄みの赤である。第2象限にある No.11(千支大橋)、No.15(ニセコ大橋)、No.52(若戸大橋)などは高明度、高彩度の有彩色である(主に赤や黄)。

Harmony 因子に関しては、同じような高明度の色でも、無彩色は美しく調和して見え有彩色はくどくどした親しみにくい印象を受けるようである。

第3、第4象限についても同じことがいえ、第4象限(Harmony 因子がプラス)は無彩色で、第3象限は有彩色が多くを占める。

また、Gaiety 因子については、因子得点が高い橋梁は高明度・高彩色であり、因子得点が高い No.13(大野川大橋)や No.30(パール1号橋)などは、低明度・低彩度の橋梁である。

Harmony 因子は色彩の有無に関係し、Gaiety 因子は色彩の明度・彩度に関係する。

構造形式別(図-3)では、データにまとまりが無く全体に広く分散しているため、Gaiety 因子は一部の橋梁(No.15)を除いてすべての構造形式の橋梁に均等に影響を与える因子であると考えられる。

架設場所別(図-4)の第1象限には、海浜部の白色系の橋が圧倒的に多い。海の青と橋の白という色合いは、見慣れた空と雲のような美しい自然色としてイメージされていると考えられる。

②Harmony 因子と Stability 因子

図-5と図-6は、各橋梁の Harmony 因子-Stability 因子の関係を、構造形式別と架設場所別に示す。

第1象限にある No.6(南風原高架橋)、No.17(阿嘉大橋)、No.28(夢の大橋)や No.32(櫃石島橋)などの橋梁は、桁の幅が広いあるいは橋長が長い橋が多く、Stability 因子の因子得点が高くどっしりとした安定感のあるイメージを与えている。さらにこれらは、Harmony 因子の因子得点も高く、誰にでも好まれ、落ち着いた親しみのある橋梁景観を生み出していると言える。

これに対し第4象限に見られる No.29(雷電甘六木大橋)と No.34(大和川橋梁)などは Harmony 因子の因子得点は高く調和がとれていても、橋桁が細く橋長が長いためにきゃしゃなイメージを与え、Stability 因子の因子得点は低くなっている。

構造形式別(図-5)では、桁橋は吊橋やトラス橋に比べて Stability 因子の因子得点が全体的に高いことが分かる。また、白、暖系色、寒系色がグラフ全体にあり、Stability 因子は色相にはあまり影響を受けないと考えられる。

架設場所別(図-6)では、都市部の橋梁は Stability 因子の因子得点が-0.5以下の橋梁がないことから、背景のビルが細長く不安定に見えるので、長く細い橋梁でも不安定には見えないと思われる。

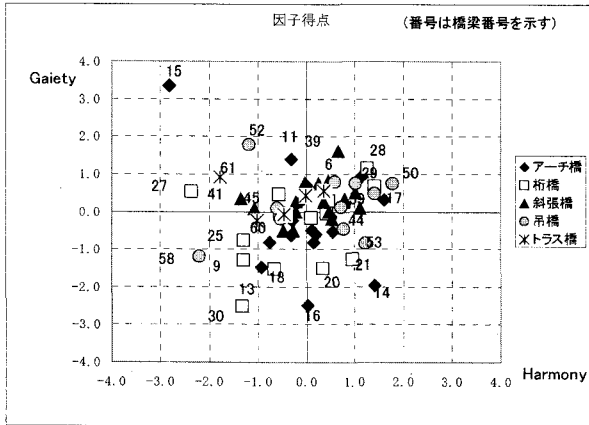


図-3 Harmony 因子と Gaiety 因子(構造形式別)

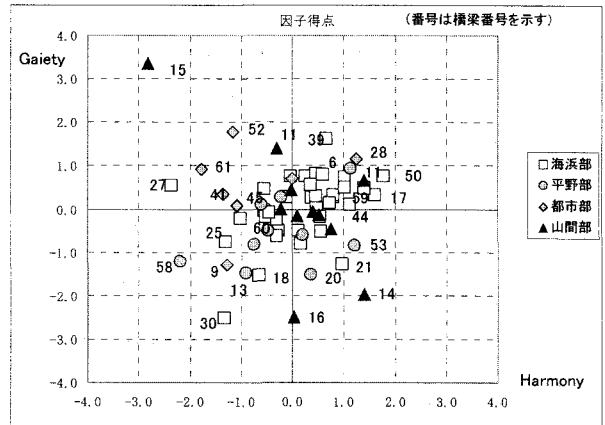


図-4 Harmony 因子と Gaiety 因子(架設場所別)

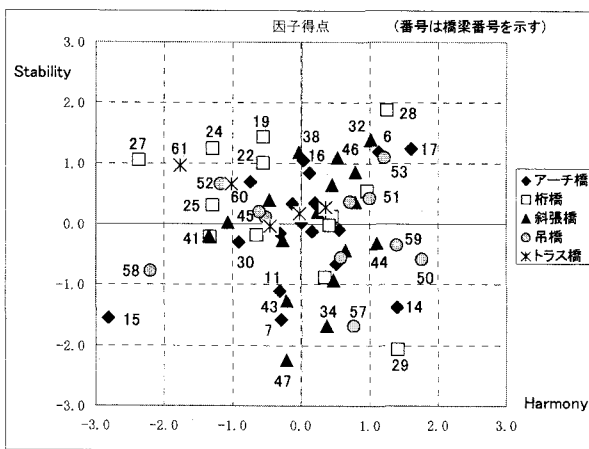


図-5 Harmony 因子と Stability 因子(構造形式別)

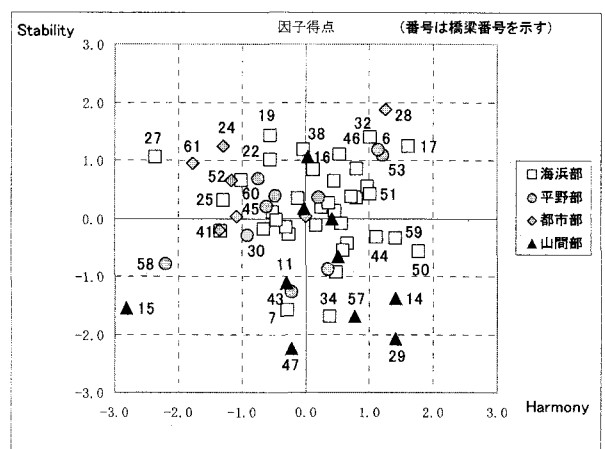


図-6 Harmony 因子と Stability 因子(架設場所別)

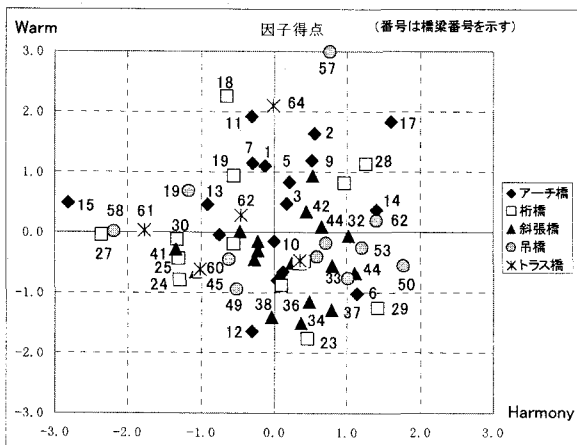


図-7 Harmony 因子と Warm 因子(構造形式別)

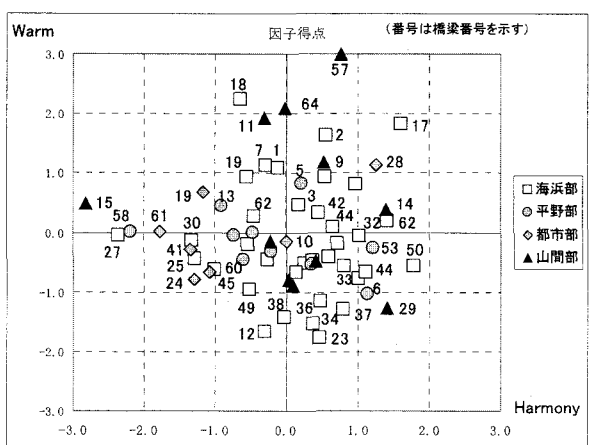


図-8 Harmony 因子と Warm 因子(架設場所別)

③Harmony 因子と Warm 因子

図-7と図-8は、各橋梁の Harmony 因子-Warm 因子の関係を、構造形式別と架設場所別に示す。

Warm 因子に対する因子得点が高い橋梁の No.11(千支大橋)、No.18(城ヶ島大橋)や No.57(杉並自然村歩道橋)などは、色彩が暖系の橋梁が多い。たとえば、黄み

の赤や黄赤などである。その中で、No.18と No.19などの赤系の橋梁は Harmony 因子の因子得点が低く、あたたかかいイメージを持っているがややくどくどした親しみにくい橋梁だといえる。

反対に、Warm 因子の負の因子得点が高い第3、第4象限の橋梁は寒系の色彩が多く、Warm 因子の形容

詞対から人工的で冷たいなどの因子負荷量によるものと思われる。よって、Warm 因子は橋梁の色彩の暖寒に大きく左右される因子であるといえる。

構造形式別(図-7)では、上路アーチ構造になっている橋梁 No.1(西海橋)、No.2(外津橋)、No.7(松島橋)、No.9(赤谷川橋梁)や No.17(阿嘉大橋)などは、色彩に関係なく Warm 因子の因子得点が高くなっている。これは、上路アーチは古くからなじみの深い構造であり、Warm 因子の形容詞対から暖かいや伝統的ななどの因子負荷量によるものと思われる。

架設場所別(図-8)では、あまり特徴は見られず Warm 因子は架設場所には影響しないようである。

全体的には、第1、第4象限(Harmony 因子がプラス)では橋梁にばらつきがあるが、第2、第3象限(Harmony 因子がマイナス)は Warm 因子軸付近に集まっている。このことから、Warm 因子は調和していると考えられる橋梁には影響を及ぼしているが、不調和と思われる橋梁にはあまり影響を及ぼしていないことが分かる。

c) まとめ

調和を示す Harmony 因子の因子得点が高い橋梁は、無彩色(白、灰色)が多数を占めることがわかった。特に、海浜部もしくは山間部に架設してある白い橋梁の Harmony 因子が高いことが分かった。よって、日本に多くある山間部の赤い橋梁は、四季により変化する自然の中で、特に背景の緑色系と補色となり調和した象徴的な存在と考えられる^{19,20)}。また、山間部の上路アーチ橋は安定感があると評価されている²¹⁾。

3. HSB カラーデータ値による色彩調和判定

(1) 色彩評価法

アンケートと同じ画像データを用いて、画像処理ソフトにより、橋梁景観を構成する橋梁要素(橋梁基調色)と周辺の背景要素(海、山、町並み、樹木)のカラーデータ値をそれぞれ測色する。ここに、カラーデータ値は、色合いを表す色相(Hue)、色の鮮やかさを表す彩度(Saturation)と色の明るさを表す明度(Brightness)とする^{17,22)}。勇^{8,10)}の定量的色彩評価法の手順は、次の通りである。

- ①各要素のカラーデータ値(HSB)を、画像処理ソフトのカラーサンプルツールにより、要素内の任意の8点について測色し平均して求める。例えば、橋梁基調色のカラーデータ値(HSB)は表-1に示す。海、山などの背景要素についても同様に測色する。
- ②橋梁基調色を表す橋梁要素と背景要素との間の色相差 ΔH 、彩度差 ΔS および明度差 ΔB を算定する。ここで、カラーデータ値(HSB)からマンセル表色系への変換は最大彩度を16とした線形変換と仮定している。これは、景観要素の色彩特性を評価するとき

表-4 調和判定の8条件

条件	I 値	ムーンスペンサー	
		色相差	トーン差
1	調和	調和	調和
2	調和	調和	不調和
3	調和	不調和	調和
4	調和	不調和	不調和
5	不調和	調和	調和
6	不調和	調和	不調和
7	不調和	不調和	調和
8	不調和	不調和	不調和

には、高明度・低明度域を除く線形変換でも大きな問題なく可能であることによる^{8,10)}。

- ③太田⁴⁾の景観評価指数 I 値を次式で計算する。

$$I = \sqrt{(\Delta S)^2 + (\Delta B)^2}$$

ここに、 ΔS は橋梁基調色と周辺背景要素の彩度差、 ΔB は橋梁基調色と周辺背景要素の明度差である。

I 値は、次の基準により色彩調和判定を行う。

調和：1 (%)～31 (%)

不調和：46 (%)以上

どちらでもない：32 (%)～45 (%)

- ④ムーン・スペンサー^{17,22)}の色彩調和論による判定は次のように行う。

- ・色相の調和は色相差 ΔH により

同一調和： $-3^\circ \sim +3^\circ$

類似調和： $\pm 25^\circ \sim \pm 43^\circ$

対比調和： $\pm 100^\circ \sim \pm 260^\circ$

不調和(第1のあいまい)： $\pm 3^\circ \sim \pm 25^\circ$

不調和(第2のあいまい)： $\pm 43^\circ \sim \pm 100^\circ$

- ・彩度と明度のトーンの調和はマンセル表記の目盛による明度差 ΔB と彩度差 ΔS により、

同一調和： $\Delta B \pm 0.15$ 以内、 $\Delta S \pm 0.5$ 以内

類似調和： $\Delta B \pm 0.5 \sim \pm 1.5$ 、 $\Delta S \pm 3 \sim \pm 5$

対比調和： $\Delta B \pm 2.5$ 以上、 $\Delta S \pm 7$ 以上

不調和(第1のあいまい)：

$\Delta B \pm 0.15 \sim \pm 0.5$ 、 $\Delta S \pm 0.5 \sim \pm 3$

不調和(第2のあいまい)：

$\Delta B \pm 1.5 \sim \pm 2.5$ 、 $\Delta S \pm 5 \sim \pm 7$

(2) 色彩調和判定

宮崎は表-4に示す8条件ごとに各3橋程度の具体的な橋梁について、HSBを用いた色彩調和判定法の妥当性を自分の主観による評価と比較した⁹⁾。その結果、ムーン・スペンサーで対比調和と評価されるものは、主観による判定と比較的よく一致するが、主観では対比調和の度が過ぎると評価される橋梁がいくつか見受けられた。また、I値による調和判定は主観によるものと比較することが困難であるとしている。そのため、主観によらないより客観的な調和判定として、SDアンケートなどを実施し、HSBを用いた色彩調和判定法の妥当性を検討する必要があると述べている。

表-5 色彩調和判定結果

No.	橋名	構造形式	架設場所	基調となる要素	背景	景観評価指数		ムーン・スペンサー(色相)				ムーン・スペンサー(トーン)				条件	アンケート調和判定
						調	ど	同	類	対	1	2	同	類	対		
1	西海橋	アーチ橋	海浜部	橋桁	山											5	□
3	生の浦大橋	アーチ橋	海浜部	アーチ部(橋桁)	海											5	□
					山											7	□
4	別府明礬橋	アーチ橋	平野部	アーチ部(橋桁)	町並み	○										4	△
					樹木											3	△
6	南風原高架橋	アーチ橋	平野部	アーチ部(橋桁)	樹木											3	◎
7	松島橋(天草5号橋)	アーチ橋	海浜部	アーチ部(橋脚)	海		○									6	□
8	大三島橋	アーチ橋	海浜部	アーチ部(橋脚)	山											7	□
					樹木											5	□
20	岡谷高架橋	桁橋	都市部	橋脚、橋桁	町並み	○										4	□
21	中の橋(天草3号橋)	桁橋	海浜部	橋桁	海	○										1	○
					山	○										4	○
23	牛深ハイヤ橋	桁橋	海浜部	橋桁	町並み	○										2	□
26	つくはら橋	桁橋	海浜部	主塔(橋脚)	山											5	□
					樹木											5	□
27	灘浜大橋	桁橋	海浜部	橋桁、橋脚	海	○										1	×
32	櫃石島橋	斜張橋	海浜部	橋桁	町並み	○										3	◎
					樹木											7	◎
34	大和川橋梁	斜張橋	都市部	主塔(タワー)	町並み											5	□
35	呼子大橋	斜張橋	海浜部	主塔(タワー)	海		○									8	○
					山	○										4	○
36	生口橋	斜張橋	海浜部	主塔(橋脚)	海											5	□
					樹木											5	□
38	名港東大橋	斜張橋	海浜部	主塔(橋脚)	海	○										3	□
					町並み		○									8	□
40	名港中央大橋	斜張橋	海浜部	主塔(橋脚)	海											7	□
42	横浜ベイブリッジ	斜張橋	海浜部	主塔(橋脚)	町並み											7	□
43	Bridge of R	斜張橋	平野部	主塔、橋桁	樹木	○										3	□
44	大芝大橋	斜張橋	海浜部	主塔(橋脚)	海											7	◎
45	新猪名川大橋	斜張橋	平野部	主塔(橋脚)	町並み											7	×
49	レインボーブリッジ	吊橋	海浜部	主塔(橋脚)	海	○										4	□
50	白鳥大橋	吊橋	海浜部	主塔(橋脚)	町並み											5	◎
					樹木											7	◎
51	来島海峡大橋	吊橋	海浜部	主塔(橋脚)	海											7	◎
52	若戸大橋	吊橋	都市部	橋桁、主塔	町並み											5	×
53	関門橋	吊橋	平野部	主塔(橋脚)	樹木											5	◎
54	大鳴門橋	吊橋	海浜部	主塔(橋脚)	海											5	○
60	与島橋	トラス橋	海浜部	トラス部(橋桁)	樹木											5	×
61	港大橋	トラス橋	海浜部	トラス部(橋桁)	町並み											5	×

そこで本論文では、各橋梁画像の橋梁基調色と周辺背景要素(海、山、町並み、樹木のうち関連するもの)について、宮崎と同様に表-4に示す8条件により、I値およびムーン・スペンサーに基づき色彩調和判定を行い、今回のアンケートによる色彩調和判定と比較した結果を表-5に示す。ここにI値は、調和(調)、どちらでもない(ど)、不調和(不)と判定し、ムーン・スペンサーは同一調和(同)、類似調和(類)、対比調和(対)、第1のあいまいの不調和(1)および第2のあいまいの不調和(2)で判定した。○印で該当する判定結果を示す。

HSBによる色彩調和判定とアンケートによるものと比較については4. で比較・検討する。

4. アンケートによる色彩調和判定と比較

(1) 色彩調和判定基準

SD アンケートによる因子分析の Harmony 因子に基づく色彩調和判定の評価基準は、以下の通りとする。この基準により判定された結果を、表-5中の最右列

に示す。

◎調和: Harmony 因子の因子得点が+1以上と高く、調和している橋梁。

○ほぼ調和: Harmony 因子の因子得点が+0.7~+1の橋梁。どちらかという調和してる橋梁。

□どちらともいえない: Harmony 因子の因子得点が-0.7~+0.7の橋梁で、調和とも不調和とも言えない中間の橋梁であるか、あるいは Harmony 因子との関係があいまいな橋梁。

△やや不調和: Harmony 因子の因子得点が-0.7~-1と低い橋梁で、どちらかという不調和な橋梁。

×不調和: Harmony 因子が-1以下と低く、不調和とみなされる橋梁。

また表中の網掛けは調和またはほぼ調和と判定された橋梁である。

(2) 色彩調和判定結果の比較

表-6は、表-4の8条件ごとに、HSBによる調和判定とアンケートによる調和判定を比較し、橋梁の延べ数で示したものである。

景観評価指数 I値とムーン・スペンサーの色彩調和

理論(色相差・トーン差)のいずれかで調和と判定された橋梁 37 橋のうち、アンケートで調和とみなされる橋梁は 35%程度で 13 橋である。

その 13 橋の内訳は、I 値で調和(条件 1~4)となる 11 橋梁中 5 橋(38%)、色相差で調和(条件 1,2,5,6)となる 18 橋中 4 橋(22%)、トーン差で調和(条件 1,3,5,7)となる 30 橋中 10 橋(33%)となった。

以下にいくつかの代表的な橋梁について、HSB カラーデータ値による調和判定の結果と上記の Harmony 因子に基づく調和判定の結果を比較・考察する。

①アンケートで調和◎と判定された橋梁

表一五に示すように、アンケートで調和と判定された 8 ケース 6 橋は、いずれもムーン・スペンサーのトーン差の対比調和で評価される。

No.6(南風原高架橋)は、Harmony 因子 1.13、Gaiety 因子 0.95、Stability 因子 1.18、Warm 因子-1.08 とすべての因子得点が高く、華やかで安定感があり自然に調和している非常に良い橋梁景観と評価された。トーン差で対比調和していて、橋梁の明るい白と樹木の緑が調和して見える。しかし、色相差では第2のあいまいの不調和、I 値でも不調和と判定された。

No.32(櫃石島橋)は、Harmony 因子 1.01、Stability 因子 1.40 で、丈夫で安定したイメージを与える調和した橋梁だといえる。I 値で町並みと調和、樹木と不調和で、トーン差で町並み・樹木と対比調和、色相差では町並み・樹木とも不調和で、橋桁の白色と町並みの灰色は対比して見え、樹木の深緑とも対比調和している。

No.44(大芝大橋)は Harmony 因子 1.10 で調和しているといえる。トーン差で対比調和で、橋梁の明度・彩度の高い白・赤と海の濃い青は調和して見える。I 値や色相差では不調和と判定された。

No.51(来島海峡大橋)は、Harmony 因子 1.0 で調和しているといえる。トーン差で調和で、No.44 と同じく主塔の明るい白と海の濃い青が調和していると感じられる。やはり I 値や色相差では不調和と判定された。

No.53(関門橋)は、Harmony 因子 1.21、Stability 因子 1.09 で、安定感のある調和した橋梁である。色相差で類似調和、トーン差で対比調和し、橋桁の白色と緑が調和して見える。この場合も I 値では不調和である。

②アンケートでほぼ調和○と判定された橋梁

アンケートでほぼ調和と判定されたのは、5 ケース 3 橋である。No.21(中の橋)は Harmony 因子 0.96、Gaiety 因子-1.27 で、落ちついた自然なイメージを与えるほぼ調和した橋梁景観となっている。色相差で海・山と同一調和、トーン差で海と対比調和で、くすんだ青色の橋桁と海の色が似ていることや海の方が明度が高いことから、調和して感じられる。

No.54(大鳴門橋)は Harmony 因子が 0.7 でほぼ調和している。I 値では不調和であるが、色相差・トーン差で海と対比調和で、橋桁のやや青みの白色と海の明る

表一六 アンケートによる色彩調和判定結果

	条件	アンケートによる判定				計		
		調和◎	ほぼ調和○	どちらとも	やや不調和△		不調和×	
HSB による 判定	調和	1		1		1	2	
		2			1		1	
		3	2		2	1		5
		4		2	2	1		5
		5	2	1	8		3	14
		6			1			1
		7	4		4		1	9
	不調和	8		1	1		2	
	計		8	5	19	2	5	39
			13		19		7	

い緑が調和していると感じられる。

また、No.35(呼子大橋)は Harmony 因子 0.76 でほぼ調和しているが、海に対して I 値、色相差およびトーン差でも不調和と判定されている。

③アンケートでどちらでもない□と判定された橋梁

例えば No.23(牛深ハイヤ橋)は Harmony 因子 0.45、Warm 因子-1.75 で、現代的で洗練された印象をあたえるが、調和しているかは明確には判定できない。一方、町並みに対して I 値は調和、色相差で類似調和、トーン差で第2のあいまいの不調和である。

④アンケートで不調和×と判定された橋梁

例えば No.52(若戸大橋)は、Harmony 因子-1.17、Gaiety 因子 1.78 で、橋梁の赤色系が派手で陽気な印象を与えるが、くどくどしていて親しみにくいため、不調和となっている。背景のほぼ全体を構成している町並みに対して、I 値は不調和、色相差・トーン差で対比調和と判定されている。

また、No.61(港大橋)は、Harmony 因子-1.77、Gaiety 因子 0.93、Stability 因子 0.95 で、派手で人工的なあわただしい印象を持つややくすんだ赤色系の不調和な橋である。しかし、背景の町並みに対しては、I 値は不調和、色相差・トーン差で対比調和と判定されている。

(3) まとめ

条件3でアンケートで調和(ほぼ調和も含む)と判定された橋梁は、No.6(南風原高架橋)〈樹木〉と No.32(櫃石島橋)〈町並み〉であるが、これら橋の共通点は特に見られない。

条件4でアンケートで調和と判定された橋梁は、No.21(中の橋)〈山〉、No.35(呼子橋)〈山〉で、2 橋とも少しくすんだ青色と山の深緑が調和している。

条件5でアンケートで調和と判定された橋梁は、No.53(関門橋)〈樹木〉と No.54(大鳴門橋)〈海〉で、2 橋とも橋桁の白系と背景のにごった緑が調和している。

条件7でアンケートで調和と判定された橋梁は、No.26(つくはら橋)〈樹木〉、No.40(名港中央大橋)〈海〉、No.50(白鳥大橋)〈樹木〉、No.51(来島海峡大橋)〈海〉で、これらの共通点は橋梁の白色系が海や山などの濃い緑青色系と調和している。

アンケートによる調和判定では、橋梁と背景の色彩だけでなく、橋梁の構造形式、構図、視点(高さ、距離、

角度)なども判定に大きな影響を及ぼしていると考えられる。本論文では、橋梁景観を構成している橋梁と周辺環境の色彩のみを対象としており、橋梁画像のカラーデータ値だけから定量的に調和判定を行っている。勇¹¹⁾や岡村²³⁾によると、アンケートによる橋梁景観のイメージは、橋梁基調色も持つ色彩イメージや橋梁と背景を考慮した配色イメージと十分に一致して判定できることが示されている。したがって、本論文のように橋梁景観の色彩評価だけでも、ある程度十分にそのイメージ構造を明らかにできるものと考えられる。

一般的には、景観評価指数 I 値とムーン・スペンサーの調和理論(トーン差)が、ムーン・スペンサーの調和理論(色相差)よりも、アンケートによる調和判定に対して適用性がやや高いと評価できる。また、SD アンケートによる客観的な色彩調和判定に対して、色彩調和評価法の適用性と妥当性はある程度認められたが、明確とはいえない。

HSB カラーデータ値により調和と判定される橋梁景観が、アンケートで必ずしも調和しているとは認識されていない。これは、本論文では3. に示すようにカラーデータ値の測色において、HSB カラーデータ値のマンセル値への変換を線形変換と仮定している。この線形変換を用いても、橋梁要素や背景要素の色彩評価が十分に可能である^{8,10)}。しかし、マンセル値に基づくムーン・スペンサーの調和判定において、この線形変換がイメージ構造との差異を生じさせた理由であると考えられる。今後、線形変換ではない HSI 六角錐カラーモデル²⁴⁾などを使い、カラーデータ値をより厳密にマンセル値へ変換することにより、この調和判定法の適用性・妥当性を向上させることができるものと考えられる。

5. まとめ

橋梁の景観設計における色彩選定のためには、合理的な定量的指標を決定する橋梁色彩評価システムを確立することが必要である。本論文では、橋梁景観のイメージ構造を明らかにするために、橋梁画像に対する SD アンケート調査を行った。そして、その因子分析の結果から、既往の橋梁景観の色彩調和判定の妥当性および適応性を検討した。その概要は以下の通りである。

- (1) 日本の典型的な橋梁 64 橋のイメージアンケートを因子分析した結果、22 言語対のイメージは、**Gaiety**(華やかさ)因子、**Harmony**(調和)因子、**Stability**(安定)因子、**Warm**(暖かさ)因子の4つの因子で整理でき、橋梁景観のイメージ構造を明らかにした。
- ・ **Harmony** 因子は色彩の有無(有彩色か無彩色か)に関係し、**Gaiety** 因子は色彩のトーンに関係する。
- ・ **Stability** 因子は桁橋において因子得点が高いが、

あまり色相には影響を受けない。

- ・ **Warm** 因子は、橋梁の色彩の暖寒に大きく左右されるが、特に上路アーチ構造では色彩に無関係に因子得点が高い。また、この因子は **Harmony** 因子得点の低い(不調和な)橋梁には大きな影響を及ぼさない。
- (2) 橋梁と周辺背景要素の間の色彩調和を、**Harmony** 因子に基づき評価した。**Harmony** 因子と各因子軸との相関から、同じような高明度の色でも無彩色は美しく調和して見え有彩色はくどくどした親しみにくい印象を受けることが分かった。
- (3) 橋梁と周辺背景要素の間の色彩調和を、橋梁画像の **HSB** カラーデータ値から、景観評価指数 I 値とムーン・スペンサーの調和理論(色相差・トーン差)により評価した。
- (4) (2)と(3)の色彩判定結果を比較・検討すると、景観評価指数 I 値とムーン・スペンサーの調和理論(トーン差)が、ムーン・スペンサーの調和理論(色相差)よりも適用性が高いと評価された。(3)の色彩調和評価法の適用性と妥当性はある程度認められたが、明確とはいえない。
- (5) 今後、橋梁景観に対する(3)の色彩調和評価法の適用性・妥当性を向上させることにより、橋梁色彩評価システムを構築し、周囲の景観に調和した橋梁基調色を色彩選定するための定量的指標を提案することができる。

参考文献

- 1) 石井、元田：景観工学、鹿島出版会、1990年8月。
- 2) 篠原(編)、景観デザイン研究会：景観用語辞典、彰国社、1998年11月。
- 3) 木村、伊藤、窪田：橋梁の色彩規定要因に関する定量的考察、構造工学論文集、Vol.43A、pp.651-660、1997年3月。
- 4) 太田、渡邊、古田、鈴木：色彩の橋梁景観に及ぼす影響、構造工学論文集、Vol.44A、pp.553-561、1998年3月。
- 5) 近田、城戸、宇野、小堀：橋梁景観の色彩調和分析に関する研究、土木学会論文集、No.489/I-27、pp.139-146、1994年4月。
- 6) 保田、白木、安達、三雲、堂垣：感性工学手法による桁橋の景観評価・設計に関する一考察、土木学会論文集、No.665/VI-49、pp.103-116、2000年12月。
- 7) 保田、白木、木村、堂垣：桁橋の景観の分類と評価への SOM の適用、土木情報システム論文集、Vol.11、pp.45-54、2002年11月。
- 8) 勇、久島：橋梁景観の色彩評価法に関する研究、高知工業高等専門学校学術紀要、第46号、pp.49-58、2001年3月。
- 9) 宮崎、中島：橋梁景観の色彩調和判定法に関する研究、高知工業高等専門学校平成14年度卒業研究、2003年2月。
- 10) 勇、小松：橋梁景観の色彩調和に関する基礎的研究、高

- 知工業高等専門学校学術紀要、第 48 号、pp.75-86、2003 年 3 月。
- 11) 勇、安岡：橋梁景観のカラーイメージスケールに関する基礎的研究、土木情報技術論文集、土木学会、Vol.12、pp.21-32、2003 年 10 月。
- 12) 土木学会田中賞選考委員会(編)：Bridges 田中賞の橋、鹿島出版会、1999 年 9 月。
- 13) 土木学会：橋 BRIDGES IN JAPAN、1993 年 12 月～1999 年 12 月。
- 14) 日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 平成元年度版～平成 9 年度版、1989 年 11 月～1997 年 9 月。
- 15) 小林：景観の色とイメージ、ダヴィッド社、1994 年 4 月。
- 16) 岩下：SD 法によるイメージの測定、川島書店、1983 年 1 月。
- 17) 日本色彩学会(編)：新編色彩科学ハンドブック(第 2 版)、東京大学出版会、1998 年 6 月。
- 18) 菅：ホントにやさしい多変量解析、現代数学社、1996 年 10 月。
- 19) 中尾、古川、古田、畠中：アンケートを用いた橋梁の色彩選定に関する一考察、土木学会第 46 回年次学術講演会講演概要集、I-342、pp.722-723、1991 年 9 月。
- 20) 磯、越後、石井：橋梁色と風景との調和に関する一考察、土木学会第 50 回年次学術講演会講演概要集、I-226、pp.452-453、1995 年 9 月。
- 21) 三上、田中、米田：橋梁景観評価に関する知識獲得のためのアンケートと分析、第 17 回土木情報システムシンポジウム講演集論文集、土木学会、pp.97-104、1992 年 10 月。
- 22) 近藤：改訂増補 色彩学、理工図書、1992 年 8 月。
- 23) 岡村：橋梁景観の配色イメージスケールに関する研究、高知工業高等専門学校平成 15 年度卒業研究、2004 年 2 月。
- 24) 入門編画像処理標準テキストブック編集委員会(編)：入門編画像処理標準テキストブック、(財)画像情報処理教育振興協会、1996 年 10 月。

(2004.5.21受付)