

橋梁景観の色彩調和分析に関する研究

○ 金沢大学 正会員 近田康夫
 神戸市 正会員 宇野正高
 金沢大学 正会員 城戸隆良
 金沢大学 正会員 小堀為雄

1. はじめに

最近、橋梁の分野でも景観設計が注目されているが、橋梁本体の形態以外に忘れてはならない物の一つに色彩がある¹⁾。しかし、色彩に関しては形状以上に主観的要素が強く、その客観的評価は難しいようである。

橋梁景観のシミュレーション手法としてCGの利用が一般化しているが、CG画像だけで色彩を分析する場合には、RGBカラーモデル、あるいはそれを変換したHLS又はHSVカラーモデルを用いることになる。しかし、それらを用いた調和分析理論は未だ見られない。一方、色彩学の分野ではマンセル票色系による多くの色彩調和理論が提案されている。

本研究では、コンピュータ上の画像をマンセル表色系に変換することで、既存の色彩調和理論の応用を試みたものである。なお、本研究では定量的な定式化が容易であることから、ムーン・スペンサーの色彩調和論を採用した。分析結果はアンケート調査結果との比較によりその妥当性を検証した。

2. ムーン・スペンサーの色彩調和論

美度 M は、

$$M = O/C \quad (\text{ただし、} O \text{ は秩序、} C \text{ は複雑さ}) \quad (1)$$

で与えられる。 O を決めるには、色相、明度、彩度の関係や面積のバランスなどを考慮して美的係数を定めた。それはTable.1のようである。また、面積のバランスについては、スカラー・モーメントが1対1のときは1.0、1対2のときは0.5、1対1/2のときは0.5、1対1/3のときは0.25、その他のときは0とする。

ここで、スカラー・モーメントとは、マンセル表色系上である色から順応点(N5, 灰色)までの距離と面積の積をいう。いま、マンセルの彩度を C 、明度を V 、色の面積を S とすると、

$$S[(C)^2 + 8^2(V - 5)^2]^{\frac{1}{2}} = (\text{面積}) \times (\text{ある色から} N5 \text{ までの距離}) \quad (2)$$

で表される。さらに C は、

$$C = (\text{色数}) + (\text{色相差のある色対の数}) + (\text{明度差のある色対の数}) \\ + (\text{彩度差のある色対の数}) + (\text{スカラーモーメントによる面積バランス}) \quad (3)$$

で与えられる。そこで、実際に美度 M を計算するには、

1. まず C を求める。
 2. 配色の各色のスカラー・モーメントを計算して、面積のバランスによる O の成分を決める。
 3. 色相、明度、彩度の各々の調和区分(Table.2)に関する成分を計算する。
 4. 全部をまとめて M を求める。
- となる。 M の値が0.5以上なら美しいと判定する²⁾。

Table.1: 美的係数

	同一	第一不明瞭	類似	第二不明瞭	対比	眩輝
H(色相間隔)	+1.5	0	+1.1	+0.65	+1.7	
V(明度間隔)	-1.3	-1.0	+0.7	-0.2	+3.7	-2.0
C(彩度間隔)	+0.8	0	+0.1	0	+0.4	
G(灰色の組合せ)	+1.0					

Table.2: 配色間の好ましい間隔範囲と曖昧な間隔範囲

調和と不調和	不調和範囲	Vだけの变化	Cだけの变化	Hだけの变化
同一		0 - 1j.n.d*	0 - 1j.n.d	0 - 1j.n.d
	第一不明瞭	1j.n.d - 0.5	1j.n.d - 3	1j.n.d - 7**
	類似	0.5 - 1.5	3 - 5	7 - 12
	第二不明瞭	1.5 - 2.5	5 - 7	12 - 28
	対比	2.5 - 10	> 7	28 - 50
	眩輝	> 10	-	-

*j.n.dは最小判別閾値 **マンセル色相区分は100区分

3.CG 上でのムーン・スペンサーの色彩調和を用いた調和評価

橋梁景観の色彩調和評価に、ムーン・スペンサーの色彩調和論を適用するために以下のような手法を施す。

- (1) スキャナーで橋梁を含む景観を CG 上に取り入れる。
- (2) 景観をメッシュに区切り、その中の RGB 値を 1 ドットずつ読みとりその値の平均値を求める。（平均値をディスプレイ上に表示させるとモザイク画になる。）
- (3) 読みとった RGB の平均値をマンセルの HVC に変換する。
- (4) 求まった HVC をムーン・スペンサーの方程式に代入し総当たりで計算を行う。

4.RGB→HVC の変換³⁾

RGB, HVC の間の相互変換をする場合、変換はマトリックス演算の形では表せない。従って、いったん CIE の (x,y) 座標と輝度 Y で表す CIE に変換してから相互変換を行う。

データとして JIS で規定されている HVC と CIE の (x,y), Y の値が対応したものを用意し、それをマトリックス演算をし、刺激値 (X,Y,Z)→(R,G,B) の変換を行う。マトリックスの要素はモニタの使用する三原色の色度座標と標準白色によって決定されるが、本研究では三原色の光源、標準白色を選択できるようにしている。また明るさに関しては γ 補正値⁴⁾を 1~4 の範囲で調整できるようにしている。

なお、RGB 表色系からマンセル色票への変換は以上のような方法により行った。

- ・ RGB 値を $[C]^{-1}$ によって変換し、 γ 補正を行なった後 CIE 値を求める。
- ・ CIE 値を前述のデータと比較してマンセル色立体のどの部分に入るかを検索する。
- ・ どの六面体に含まれるかが求まったら各頂点についているマンセル名から内挿法により与えられた点のマンセル名を得る。

5. アンケートの結果との比較

本研究では橋梁の種類としてアーチ橋、トラス橋、吊り橋、斜張橋の四種類、背景として山、海の二種類を用意し、それぞれの組み合わせについて橋梁の色を白、赤、青、緑、黄と変えていき、調和の順序をアンケートによる調査と、ムーン・スペンサーの色彩調和論を利用した本システムによる解析で求め両者の比較を行っている。アンケート対象は、本学土木建設工学科 3 年生 (113 名) である。Table.3 はその結果の一部であるが、横の 1, 2, 3... は調和の順位を示し、R, G, B... は赤、緑、青... を示している。

Table.3 を見ると、1. のアーチ橋、4. の斜張橋に関しては、調和の順位は、ムーン・スペンサーの色彩調和論を利用した解析結果とアンケートによる結果がほぼ一致している。2. のトラス橋、3. の吊り橋に関しても上位の二つ、下位の三つがそれぞれその中で多少順位が入れ変わっているものの、調和しているもの二つが一致しているので、さして問題はないと思われる。

Table.3: 調和の順位の比較

		1	2	3	4	5	背景
1. アーチ橋	ムーンスペンサー	R	W	B	Y	G	山
	アンケート	R	W	B	G	Y	
2. トラス橋	ムーンスペンサー	W	R	Y	B	G	山
	アンケート	R	W	B	G	Y	
3. 吊り橋	ムーンスペンサー	R	W	Y	B	G	山
	アンケート	R	W	G	B	Y	
4. 斜張橋	ムーンスペンサー	W	R	B	Y	G	海
	アンケート	W	R	B	G	Y	

2. のトラス橋の 1 番目の W と二番目の R が入れ変わっているのにしても、美度 M の値を見ると W が 0.675 であるのに対し、R では 0.672 とほとんど差がないものであり、本システムの有用性が認められたといえる。次に背景の違いで解析結果にどのような違いがあるかを見てみると 1.~3. の背景が山のものに対し、4. の背景が海のは調和度の順位はアンケートとほぼ一致しているのだが、M の値がかなり大きくなっている。背景が山のものと海のものとの違いは、海のほうが取り入れた写真がやや明るく白っぽくなっており、その結果 RGB の値を HVC に変換した場合無彩色が多くなっているということである。このことからバランスのとれた無彩色の組み合わせは美度を増す効果があるということが言える。

6. 結論

計算機で再現された橋梁景観画像の色彩調和分析に RGB→HVC 色表現変換を介してムーン・スペンサーの色彩調和論を適用することにより、個人差の生じやすい調和評価を定量的に行える可能性が示せた。

<参考文献>

- 1) 山本宏：橋梁美学, p.191, 森北出版, 1980.11
- 2) 千々岩英彰：色彩学, pp.172~1791, 福村出版, 1983.9
- 3) 近田, 宇野, 城戸, 小堀：パーソナルコンピュータ上での CG における色彩表現に関する一考察, 第 17 回土木情報システムシンポジウム論文集, pp.113~118, 1992.10
- 4) 日本図学会：CG ハンドブック, pp.479~501, 森北出版, 1989.5