

(1) 橋梁景観への色彩調和論適用に関する一考察

A CONSIDERATION ON APPLICATION OF COLOR HARMONY THEORY TO BRIDGE SCENERY

近田康夫*・鹿内秀樹**

Yasuo CHIKATA and Hideki SHIKANAI

*工博 金沢大学助教授 自然科学研究科システム創成科学専攻 (〒920 金沢市小立野 2-40-20)

**工修 茨城県土木部道路課技師

This paper deals with the application of color harmony theory to scenery including bridge. Used color harmony theory is the one by Moon and Spencer. Area effect in Omega space can be defined only in the cases that the ratio of two areas is 1/1 or 1/2 or 1/3. Thus, the area effect evaluation method was extended by introducing Fuzzy variable. Aesthetic evaluation results of close sight images are increased by the extended method.

Key Words : Scenery evaluation, Color harmony, area effect, Fuzzy Set

1. はじめに

橋梁をはじめとする土木構造物に求められる概念に「用・強・美」があるが、用・強に主眼が置かれた高度成長期を経て、最近では土木構造物に美が求められることが多くなった。

土木構造物を含む景観の美は、構造物そのものの美しさとともに構造物とそれが置かれる周辺景観との調和があり特に後者が重要視されているようである。

橋梁景観の色彩分析にはムーン・スペンサーの色彩調和論が援用されることが多い。ムーン・スペンサーの色彩調和論では、色の組み合わせの多様性を、色対に関して、明度差、色相差、再度差に基づいて、調和・不調和を判定しており、この部分が従来、橋梁警官の色彩分析(評価)にも用いられてきた。しかし、景観内では色の組み合わせのみではなく物体の面積比率や位置関係によっても評価は異なると考えられる。ムーン・スペンサーの色彩調和論では、面積と色彩を関連させたスカラーモーメントの簡単な整数比のみで面積効果を評価するように手順を与えている。実際の景観では、橋梁と背景との面積比やスカラーモーメント比がちょうど整数比になることはほとんどないことを考慮して、その計算部分に Fuzzy 変数を導入することで自然景観画像における面積効果の考慮を検討してみた。

2. ムーン・スペンサーの色彩調和論

2.1 概要

ムーンとスペンサー (Spencer, D.E) の夫妻は、マンセル表色系に準拠し、客観的で総括的な色彩調和論を3つの論文で^{2),3),4)}展開した。その色彩調和論を、文献¹⁾⁴⁾に従って述べる。

2.2 色彩調和の区分

彼らは、全ての色の組み合わせは調和と不調和のいずれかに分けることが出来、調和配色は快感を与え、不調和配色は不快感を与え、また色の組み合わせには快と不快の順序があり、同時に美的価値があると考えた。彼らはこの美的価値が高いものを調和と呼んだ。

ここで、快的な組み合わせは、

1. 二色の間隔が曖昧でなく、
2. オメガ空間 (ムーンとスペンサーが色の三属性について知覚的に等歩度性を持たせようとした独自の空間。ただし、マンセル色空間に準拠しているから、普通はマンセル表色系を考えれば良い) で表した点が簡単な幾何学的関係にあるように選ばれたとき得られる、と仮定する。

そして、調和と不調和には次の種類があり、いずれもマンセル表色系上で説明され得る。すなわち、調和には、

1. 同一調和—同じ色の調和
2. 類似調和—似た色の調和
3. 対比調和—反対色の調和

があり、不調和には、

1. 第一不明瞭—ごく似た色の不調和
2. 第二不明瞭—やや違った色の不調和
3. 眩輝 (glare)—極端な反対色の不調和

がある。これらを図示すると、図1、図2のようになる。この2つの図は色彩調和の判定用の図として、引用されることの多い図でもある。

2.3 面積効果

色彩調和と面積との関係については次の三つの仮説を設けている。

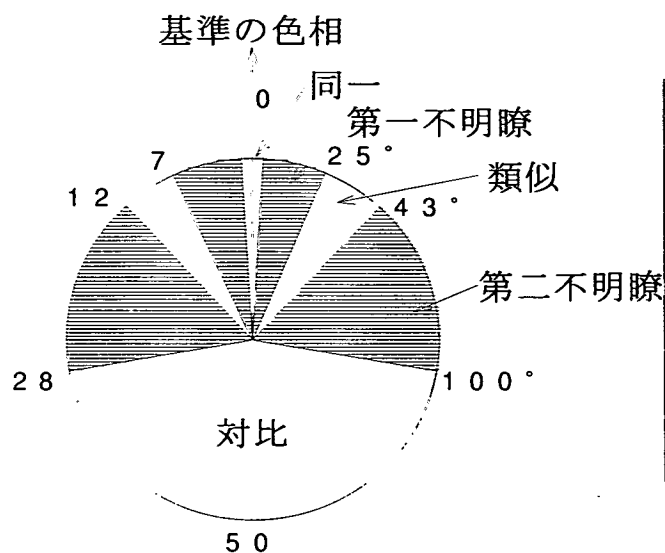


図-1 明度一定平面における色相間の調和と不調和の範囲

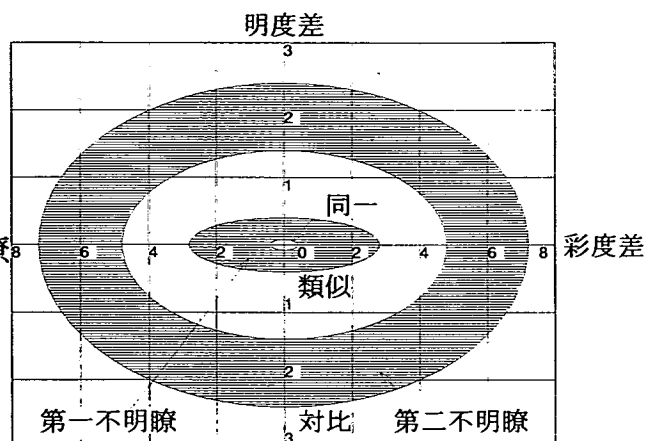


図-2 色相一定平面における明度・彩度間の調和と不調和の範囲

表-1 N5の周りのモーメント・アーム

V \ C	/0	/2	/4	/6	/8	/10	/12	/14
0と10	40	-	-	-	-	-	-	-
1と9	32	32.1	32.0	32.6	33.0	33.6	34.2	35.0
2と8	24	24.1	24.0	24.8	25.3	26.0	26.8	27.8
3と7	16	16.1	16.0	17.1	17.9	18.9	20.2	21.3
4と6	8	8.25	8.94	10.0	11.3	12.8	14.4	16.1
5	0	2	4	6	8	10	12	14.4

表-2 美度係数

	同一	第一不明瞭	類似	第二不明瞭	対比	眩輝
色相	+1.5	0	+1.1	+0.65	+1.7	-
明度	-1.3	-1.0	+0.7	-0.20	+3.7	-2.0
彩度	+0.8	0	+0.1	0	+0.4	-
灰色	+1.0					

快的バランスは、

1. オメガ空間のなかの順応点に関するスカラー・モーメント (scalar moment) が全ての色に対して等しいときに得られる。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、

$$S[(C)^2 + 64(V - 5)^2]^{\frac{1}{2}} = (\text{面積}) \times (\text{ある色から N5 までの距離})$$

で表される。

2. スカラー・モーメントが簡単な倍数になるとき得られる。
3. 配色の感情効果はバランス・ポイントによって決まる。バランス・ポイントとは、配色を回転混色して見られる色をいう。遠目の色と考えても良い。なお、ある色から N5 までの距離はあらかじめ計算されており、それを表-1 に示す。

2.4 配色の美度

ギリシャ人は「美とは…多様性の統一を表すことにある」という考え方を持っていたといわれる。

この「複雑さのなかの秩序性 (order in complexity)」という考え方を公式の形に置き換えたのはバークホフ (Birkhoff, G.D.) である。彼によると、美度 M は、

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

で与えられるものとする。

これによると、 M の値を高めるには C の値を小さくすればよいから、非常に簡単なデザイン (配色) のとき、美度の高い調和が得られるということになる。極言すれば、単一色のときは最も秩序ある配色ということになり (これを絶対調和という)、矛盾が生じる。そこで、「美度は複雑さの程度が大であり、かつ秩序があるとき最大となる」と考えるべきだとして、アイゼンクは、

$$M = O \times C_x$$

という公式を提案している。

しかし、そのような批判のあることは別にして、ムーンとスペンサーはバークホフの公式を色彩調和の美度の計算に導入した。そして、 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。それは表-2 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。
さらに C_x は,

$$C_x = (\text{色数}) + (\text{色相差のある色対の数}) \\ + (\text{明度差のある色対の数}) \\ + (\text{彩度差のある色対の数})$$

で求める。

そこで、実際に美度 M を計算するには、

1. まず C_x 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。

実際に美度を計算してみると、

1. 無彩色の配色は、有彩色の配色と同様、美度が高い。
2. 同一色相の調和は非常に好ましい。
3. 同一明度の配色は美度が低い。
4. 同一色相・同一彩度の単純な配色は、色々な色相を使った複雑な配色より調和しやすい。

といえるので、 M の値の決め方は妥当性があるというのが彼らの立場である。

3. 美度算出へのファジー推論の導入

既に述べたように、ムーン・スペンサーの色彩調和論ではスカラーモーメント比が整数比の場合に美度係数を与えて、面積効果を考慮した美度算出を可能としている。しかし、自然景観に彼らの色彩調和論を適用しようとするとき画像内物体の面積比(およびスカラーモーメント比)が整数比になることはむしろ希であり、これが、従来の橋梁景観へ彼らの色彩調和論を適用する場合に調和・不調和の判定までに留まっていた一因といえる。

ここでは、画像内物体のスカラーモーメント比が整数比でなくてもそれに近い値であればムーン・スペンサーの色彩調和論が適用できるように、画像内物体のスカラーモーメント比をファジー数で与えて橋梁景観へも適用出来るようにすることを試みる。

前件部のメンバーシップ関数は図-3とし、 b を0.5から1.0まで、0.1刻みで変える。また、後件部は図-4, 5, 6の3種類とする。

画像内での構成物を対にしてスカラーモーメント比を前件部に、スカラーモーメント比に応じた面積バランス係数を後件部として計算する。この計算を、構成物の全ての組合せについて行う。

なお、ムーン・スペンサーの色彩調和論では3:1を越える整数比に関しては定義していないので、ここでも3:1を上限として前件部を再定義している。定義域を越えるスカラーモーメント比に対しては0を与える。

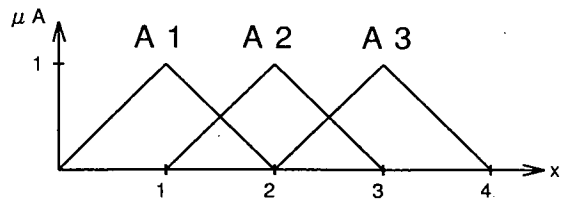


図-3 前件部のメンバーシップ関数 ($b = 1.0$)

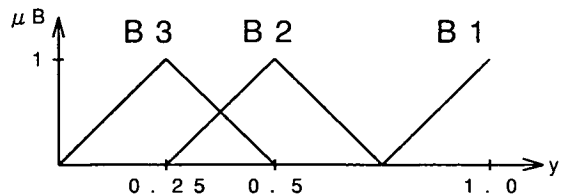


図-4 後件部のメンバーシップ関数①

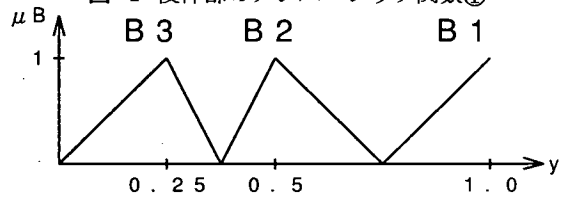


図-5 後件部のメンバーシップ関数②

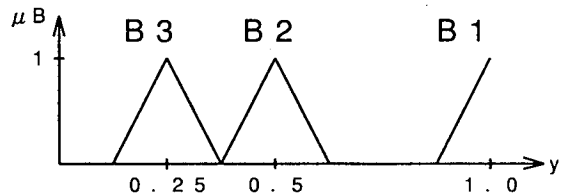


図-6 後件部のメンバーシップ関数③

4. 対象橋梁と諸量

対象橋梁は、近景の橋梁画像例として三三大橋(「橋梁年鑑 平成4年版」, pp59)とした。

文献よりカラースキャナーを用いてデジタル画像化した対象橋梁の画像は図-7に示すようである。

この画像を分析した結果、構成物の面積比や構成物の代表色は表-3のようであった。なお、スカラーモーメントを考慮しない美度 M は0.226である。

参考に、中景から遠景である名港西(図-8)の美度は表-6の通りである。また、スカラーモーメントを考慮しない美度 M は0.551である。

両者の美度を見ると、いずれもスカラーモーメントを考慮した場合に美度の値は上昇している。また、近景の三三大橋の結果の方がスカラーモーメントを考慮した場合とそうでない場合の美度の値の差が大きい。これは、1/1, 1/2, 1/3などの比に近いスカラーモーメント比が近景でより効果的に評価されることを示している。スカラーモーメント比は単に画面構成面積比ではなく同時に色彩を考慮している点で単純な面積比ではないことを強調しておく。

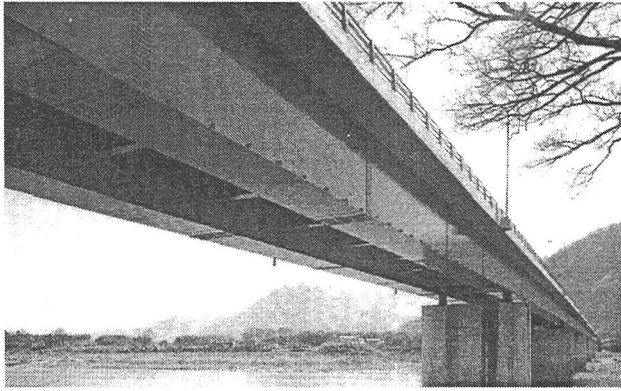


図-7 分析対象橋梁(三三大橋)

表-3 三三大橋の色彩, 面積測定値

対象	R	G	B	x	y	Y	HV/C	面積
橋梁	115	150	191	0.279	0.302	39.552	7.5B6.8/2.9	58.0
空	200	216	242	0.300	0.317	76.482	0.5B8.9/1.1	37.4
山1	145	161	190	0.295	0.311	46.677	5.1B7.2/1.4	3.5
山2	177	212	231	0.294	0.319	70.850	7.4BG8.6/1.8	4.0
橋脚	136	149	160	0.302	0.321	40.635	4.1BG6.8/0.9	6.4
川岸	187	175	153	0.327	0.342	55.415	9.8Y7.8/1.4	12.0
川	181	191	215	0.301	0.317	62.927	2.7B8.2/0.9	7.9

表-4 ファジー推論による美度 M

b	①	②	③
0.5	0.319	0.319	0.322
0.6	0.315	0.317	0.318
0.7	0.312	0.314	0.314
0.8	0.308	0.311	0.310
0.9	0.306	0.309	0.308
1.0	0.306	0.309	0.307

スカラーモーメント無考慮 $M = 0.226$

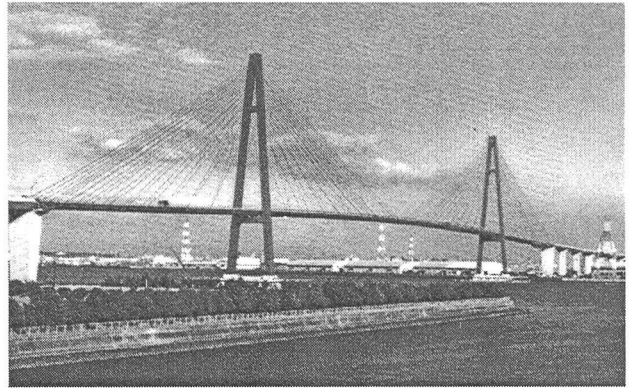


図-8 分析対象橋梁(名港西大橋)

表-5 名港西大橋の色彩, 面積測定値

	R	G	B	x	y	Y	HV/C	面積
空	127	151	213	0.279	0.292	42.156	2.0PB6.9/3.2	251.0
塔	223	173	181	0.331	0.326	61.009	2.5YR8.1/2.0	1.3
工場	184	178	158	0.323	0.341	56.247	2.5GY7.8/1.3	10.0
橋	183	65	75	0.401	0.324	20.384	5.1R5.1/5.6	13.2
海	96	141	162	0.278	0.312	33.662	0.5B6.3/2.5	75.8
C	146	152	130	0.319	0.344	41.639	6.5GY6.9/1.5	36.4

C: コンクリート

表-6 名港西の美度 M

b	①	②	③
0.5	0.593	0.594	0.594
0.6	0.588	0.589	0.589
0.7	0.591	0.592	0.592
0.8	0.590	0.590	0.590
0.9	0.590	0.589	0.590
1.0	0.589	0.588	0.589

スカラーモーメント無考慮 $M = 0.551$

5. おわりに

橋梁景観画像の色彩調和分析において、ムーン・スペンサーの色彩調和論のオメガ空間における、スカラーモーメントを用いた面積効果を評価する方法の拡張を、ファジィ変数を導入することでを試みた。限られた整数比で与えられていた評価方法が、ファジィ変数を導入することで、自然画像にも適用可能になったと考える。今後は、中、遠景への対応を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 千々岩英彰: 色彩学, pp172~180, 福村出版, 1983.
- 2) Parry MOON, Domina Eberle SPENCER: Geometric Formulation of Classical Color Harmony, Journal

of the Optical Society of America, Vol.34, No.1, pp.46 ~ 59, 1944.1.

- 3) Parry MOON, Domina Eberle SPENCER: Area in Color Harmony, Journal of the Optical Society of America, Vol.34, No.2, pp.93 ~ 103, 1944.2.
- 4) Parry MOON, Domina Eberle SPENCER: Aesthetic Measure Applied to Color Harmony, Journal of The Optical Society of America, Vol.34 No.4, pp.234 ~ 242, 1944.4.
- 5) 三矢直城, 田中一男: C言語による実用ファジィブック, ラッセル社, 1989.
- 6) 日本橋梁建設協会: 橋梁年鑑 平成4年版, p.59, 1992.
- 7) 土木学会: 橋 1984-1985, p.6, 1985.