自然景観地における色彩調和に関する基礎的研究

井 内 正 直*
齊 藤 馨**
藤 田 辰 一 郎*
油 井 正 昭*

Fundamental Study on Color Harmony in Natural Landscape

Masanao IUCHI

Kaoru SAITOU

Shinichirou FUJITA

Masaaki YUI

摘要：自然景観に調和する人工建造物の色彩を研究する目的で、自然景観地の写真を基に作成したデジタル画像をCCGで処理するカラーシミュレーション手法を用いて景観評価実験を行った。その結果、自然景観に対する調和・不調和を判断する色彩領域をL・a・b・均等色空間上の三次元的に形成させた。また、自然景観と人工建造物の色彩調和に関する評価構造を考慮し、「美しい」「好む」に代表される言語が重要であることが明らかとなった。

1. はじめに

自然景観と調和する人工建造物については、見えの大きさや距離、テクスチャー等による「指標値（数値）」によって、また、景観評価実験等を通じて数量化された「数式（モデル）」によって、かなり定量的に求めることができるようになった。そして、これらのデータは、設計計画プロセスと密接に結びつくようになり、より質の高い景観づくりに役立つようになってきている¹⁾²⁾³⁾。

自然景観と人工建造物の色彩調和に関しては、色彩学分野で研究されてきた色彩調和理論を応用する等によって、これまで定性的に様々にいわれてきた⁴⁾。しかし、いまだに基本的な法則さえ確立していないように思われる。例えば、ひと昔前の国立公園では、自然景観と調和する色彩は背景との迷彩色である緑色が良いとされ、建築物の屋根などに多く用いられていたが、現在では緑色は反対に調和しにくい色とされ、コゲ茶色などの地味で暗い色が多く用いられている⁵⁾。このように自然景観に調和するといわれる色彩が変化する理由として、日本の自然景観は、多様な地形と地被が複雑に組み合わさって構成されている上に、四季折々に色彩が複雑に変化すること、自然景観の色彩はもちろん無限に存在する上に、その色彩を定量的に測定することが困難であること、色彩の感じ方に関しては、見る人それぞれに嗜好、体験、興味などが異なり、そのため評価が異なることも多く、評価に客観性をもたせる研究方法が見出しにくかったことなどがあげられる⁶⁾。また、これらが原因となって自然景観に調和する建造物の色彩を客観的・定量的に研

究することを難しくしてきたといえる。

本研究では、自然景観地における建造物の色彩調和評価の定量的把握を目的に、自然景観地での定量的色彩計測⁷⁾調査を行い、そのデータをもとに、カラー・コンピュータ・グラフィックス（以下「CCG」と記す）を利用した色彩変換に関する景観シミュレーション画像を作成し、計量心理学的手法による景観評価実験・解析を行った⁸⁾。

なお、本研究にあたり、千葉大学園芸学部風景計画学研究室の石井弘教授には多方面にわたり懇切なる指導、助言を頂いた。ここに謝意を表します。

2. 自然景観地の色彩調和の考え方と実験方法

自然景観地における色彩調和の考え方は、主として、①色彩調和理論の援用、②自然景観の即地的な観察・経験則・調査研究による色彩計画、に大別されると考える。本研究は、上記二つの考え方のうち後者に該当する。

①色彩調和理論の援用：色彩学分野においては、古くから色彩を面的（物と結びつけないで平面としての色彩のみ）に捉えて、色彩調和の方法が検討されてきており、オストワルトやムーン・スペンサーなどの古典的な色彩調和論を通して実践されている。現在では、色彩が持つ「暖かい」、「冷たい」で表現されるイメージや、二種類の色彩を用いたときに、その配色から感じる心理的变化を定量的に測定・分析することも可能となっている。これら色彩を面色としてとらえた配色の調和理論を自然景観地における色彩調和に応用し、背景となる自然景観と、

*千葉大学園芸学部 **ブレック研究所

表-1 自然景観地における配色パターン

背景・構造物 配色パターン 色彩選定 基本方針	同系配色		類似配色		対比 配色	無 彩色 使用 配色
	色 相 同 系	ト ーン 同 系	色 相 同 系	ト ーン 同 系	ト ーン 同 系	
周囲の自然景観 と調和した色	○	○		○		○
無難で一般的な 色		○				
構造物自体を美 しくみせる配色			○	○	○	

建築物など人工構造物とのそれぞれの色彩を面的に捉え、配色という考えで色彩調和を図る方法⁹⁾が考えられている。表-1(文献7より調整)は、人工構造物と周囲の自然景観との関係に注目した色彩調和配色パターンである。

②自然景観の即地的な観察・経験則・調査研究による色彩計画：自然公園行政における景観管理技術の発達とともに発展してきた考え方で、自然景観地における景観維持を第一の考え方において、造園学的な視点や経験的な妥当性を考慮したうえで、実際の景観写真を用いた評価実験等によって得られた成果を基に、自然景観に調和する色彩を考えたものである。現在の景観を維持する観点から、「周囲の自然との調和を著しく乱すものでないこと」を基本的考え方に置く。そして、実際に使用されている色彩の調査結果や、評価実験等による科学的根拠をもとに、自然景観に調和する人工構造物の色彩は、あくまでも自然を主役においた「目立たない」色彩が良いとされた。この考え方を基に建築物の屋根および外壁等について、色相、明度、彩度の範囲を具体的に示した。

筆者らはこれまでに、自然景観地における色彩を、色彩輝度計により定量的に把握する調査研究を進めてきたが⁷⁾、本研究では自然景観地の色彩調和を、定量的に確立するための基礎的資料を得ることを目的として、カラー写真のRGBデジタル情報のCCG処理¹⁰⁾により、構造物の色彩を変化させたカラーシミュレーション画像を用いた景観評価実験により以下の項目を検討した。

《実験Ⅰ》色彩調和・不調和領域の把握

人工構造物の色彩が自然景観と調和・不調和の領域を、均等知覚色空間を表わす $L^*a^*b^*$ (エルスター, エースター, ピースター)色空間¹¹⁾に三次元的に明らかにする。同時に、色彩の定量単位として、 $L^*a^*b^*$ 表色

図-1 カラーシミュレーション手法のフロー

写真-1 モデル景観画像（除去・合成処理後）

系の妥当性を検討する。

《実験Ⅱ》色彩調和の評価構造の把握

人工構造物の色彩調和における評価構造を検討し、実験Ⅰで得られた評定値との関係を明らかにする。

3. 《実験Ⅰ》色彩調和・不調和領域の把握

カラーシミュレーション手法を用いた景観評価実験を行い、色彩が調和する領域 $L^*a^*b^*$ 色空間上で明らかにした。

(1) 色彩シミュレーションと色彩の定量表現

本研究で用いたカラーシミュレーション画像を作成する手法を図-1に示す。これまで映像上の任意の部分の色彩を自在に変化させることのできる手法として、主に光学式カラーシミュレーション手法が用いられてきた。しかし、①装置が大型で、消費電力が大きい、②色変換用フィルム等の作成に手間・時間がかかる、③色変換領域内の色彩を正確に測色することが難しい。などの問題点があった。そこで、本研究では自然景観写真をカラー

表-2 評価項目と評定尺度

	非	か		い	か	非	
	常	な	や	え	や	な	常
			ち	ち			
			な	な			
			と	と			
			も	も			
屋根と周辺景観の	に	り				り	に
色彩が調和している							色彩が調和していない
	1	2	3	4	5	6	7
							(評定値)

万色の情報量のこと)の二次元画像に対し、パソコンを使用してデジタル画像処理により色変換領域以外のマスキングを行って、フルカラーの発色数を瞬時かつ簡単に扱うことのできる CCG で処理するカラーシミュレーション手法を採用して上記の問題点を解決した。

本研究では、色彩を定量的かつ知覚量として取り扱うために、色度座標データを表わす方法として $L^* a^* b^*$ 表色系を用いた。 $L^* a^* b^*$ 表色系は、国際照明学会(CIE)が1976年に定めた均等色空間の一種で、 L^* 値は明度、 $a^* b^*$ 値は色度(色相・彩度)を示している。その内容は、色度図上の二点間の距離で示される心理物理量の差が知覚色の差に近くなるように、いいかえれば、色度図上の二点間の距離が等しい色の差は、ほぼ等しい色差として知覚されるように、XYZ表色系を修正した新しく考案された表色系である。

モデル景観画像を写真-1に示す。この画像の基は箱根で撮影したものであるが、モデル画像を作成する過程で、写真内にあった電柱とロープウェイの索条は除去した。これは、できるだけ簡素化した画像を用いて実験を行いたかったからである。この画像の中で色彩を変換するのは建築物の屋根の部分である。建築物の屋根の形態は、自然景観地においてごく普通に見られるものである。色彩を変える対象に屋根を用いた理由は、一般に建築物の屋根は、外壁やリフトの支柱などに比べて、実際に使

図-2 シミュレーションカラー(図中の黒点)

用されている色彩が多種多様であり、例えば、「電柱」=「コンクリートの灰色」といった「物」から「色」への連想による結びつきも、それほど強くないと判断したからである。

(2) 実験方法

前述の手法を用いて、建築物の屋根を318色に変換させたカラーシミュレーション画像を作成した。この318色のシミュレーションカラーは、 $L^* a^* b^*$ 空間上の3平面から、カラーCRTで色再現が可能な範囲¹²⁾で、 $a^* b^*$ 値が約60を越えるかなり鮮やかな色を除いて選択した。図-2は $L^*=50$ 、 $a^*=0$ 、 $b^*=0$ を断面とする平面に、選択したシミュレーションカラーをプロットしたものである。なお、 $L^* a^* b^*$ 空間は知覚の均等性を示すので、メッシュ上の隣接する2点間の色差は等しくなっている。

実験は千葉大学造園学科の学生15名(男12名、女3名)を被験者として実施した。サンプル画像はカラーCRT画面上に直接提示する方法をとった。この方法は被験者にとって画面が小さく、実際の臨場感に欠ける点があったが、CRT画面上のシミュレーション画像を、カラースライドで撮影したもので実験を行うと、被験者に微妙

図-3 色彩調和・不調和領域

な色の差を認識させるのが難しいと考えて、今回は直接CRT画像を用いる方法を採用した。一回の実験にかかる時間は約1時間30分であり、被験者の疲労を考慮して途中約10分間の休憩をとった。被験者の回答方法は、表-2に示す評価項目・評価尺度について該当するところを記入する方法をとった。

(3) 結果と考察

実験結果から318色の各シミュレーションカラーの評価平均値を求め、評価値の等高線図を作成した。図-3に、 L^* 値がそれぞれ40, 50, 60, 70, および $a^*=0$, $b^*=0$ を断面とする平面図を示す。等高線の数値は、小さいほど自然景観に調和した色彩であると判断されたことを示す。評価値4の等高線は、色彩調和と不調和の判断が転換する境界線で、評価値4以下が色彩調和領域、評価値4以上が不調和領域ということができる。

この図から、色彩調和領域は $L^*a^*b^*$ 空間上に、ひとつの三次元領域を形成して広がっていることがわかる。評価値が3以下の調和していると判断された領域は、 a^* , b^* 値がともに0以下で、中心 (a^*b^* 値=0) 付近に小さく分布している。マンセル記号では色相がB~BG系統で、彩度はあまり高くない。屋根以外の色彩がPB~B, BG~G系統に分布することから、色彩調和領域の色彩は、周辺景観の色彩と同系・類似であること

がいえる。

評価値が4以下の領域は、3以下の領域から無彩色(中心付近)、 a^* , b^* 値がともに0以上へ広く分布している。色相はYR~R系統で、一般にはブラウン系と呼ばれる色彩である。これらの色彩が調和すると判断された理由の一つとして、親近性(見慣れ)が考えられる。近年、自然公園では、ブラウン系(コゲ茶色)が多く用いられるようになった。そのため、自然景観地で比較的良好に見慣れていることが、色彩調和の判断基準の一つとなったためと考えられる。

4. 《実験II》色彩調和の評価構造の把握

色彩調和における評価構造を明らかにし、《実験I》で得られた結果との関係を考察した。

(1) 実験方法

用いたサンプル画像及びシミュレーション画像の提示方法は実験Iと同様である。シミュレーションカラーは、実験Iで調和度の高いもの(評価値平均<3)、調和度が低いもの(同>5)、被験者間のばらつきが大きいもの(分散>2)から10色を選定した(表-3)。評価尺度としての形容詞対は、色彩調和の評価構造を規定すると考えられる21対(表-4参照)を選定し、評価尺度は実験Iと同様に7段階とした。

実験は千葉大学造園学科の学生37名（男26名，女11名）を被験者として行った。

(2) 結果と考察

実験Ⅱで得られた全被験者のデータをもとに因子分析（主因法・バリマックス法）を行った。表-4は因子分析の結果得られた因子負荷行列を各因子軸について、因子負荷量の絶対値の大きい評価尺度の順に並びかえたものである。

第1因子軸は「好む—好まない」、「良い—悪い」、「品がある—品がない」などの言語に代表される評価性因子であり、第2因子軸は「地味な—派手な」、「目立つ—目立たない」、「明るい—暗い」といった言語で代表される活動性因子である。第3因子軸は潜在性因子とみることができる。また、「緊張した—のんびりした」は、第1

表-3 シミュレーションカラー

番号	L*a*b*値	マンセル変換値	評定値
1	60,+10, 0	6.2RP 5.8/2.6	2.9
2	40,-10, 0	2.0BG 3.9/2.0	3.2
3	90, 0,+30	2.3Y 8.9/4.1	5.9
4	60,-20,-10	0.1B 5.8/4.8	3.1
5	40,-30,-10	6.9BG 3.9/6.6	3.1
6	70,-10,+60	8.3Y 6.8/8.2	5.8
7	50,-10,-10	4.5B 4.9/3.3	2.8
8	30,-10,-10	2.9B 2.9/3.1	4.0
9	70,-10,-10	5.4B 6.8/3.4	3.3
10	60,+30,+20	6.9R 5.8/7.6	4.5

表-4 実験Ⅱで用いた評価項目と因子負荷量

評 価 項 目	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3
好む — 好まない	0.904	-0.057	0.021
良い — 悪い	0.890	-0.113	-0.080
美しい — 美しくない	0.859	0.025	0.072
品がある — 品がない	0.822	-0.311	-0.072
親しみにくい — 親しみにやすい	-0.788	0.107	0.222
不自然な — 自然な	-0.697	0.379	0.212
安定した — 不安定な	0.673	-0.376	-0.206
整然としている — 雑然としている	0.655	-0.264	0.095
見慣れている — 見慣れていない	0.647	-0.124	-0.546
緊張した — のんびりした	-0.398	0.344	0.372
にぎやかな — にぎやかでない	-0.239	0.850	0.152
軽い — 重い	-0.191	0.838	0.095
地味な — 派手な	0.285	-0.816	-0.163
動的な — 静的な	-0.190	0.805	0.155
目立つ — 目立たない	-0.229	0.764	0.213
落ち着きのない — 落ち着きのある	-0.587	0.603	0.190
モダンな — 古めかしい	0.212	0.598	0.381
暖かい — 冷たい	0.376	0.537	-0.290
明るい — 暗い	-0.049	0.539	0.088
平凡な — 個性的な	0.302	-0.341	-0.736
新鮮な — 新鮮でない	0.188	0.473	0.681
固有値	9.354	4.122	1.447
寄与率 (%)	39.0	17.2	6.0
累積寄与率 (%)	39.0	56.2	62.2

因子軸，第2因子軸に關係する特殊な因子であることがわかる。

また，各因子軸の固有値（寄与率）をみると，第1因子軸と第2因子軸を合せた累積寄与率は56.2%となり，比較的大きな割合を占めることから，今回の分析では第2因子軸までで，この評価がほとんど説明できるものと思われる。

景観評価構造に関する評価項目については，熊谷ら²⁾（1985）の研究があり，その項目として「調和性」，「統一性」，「親近性」，「目立ち度」などが示されているのであるが，ここで得た第1因子軸，第2因子軸各グループ内の評価尺度を見ると，第1因子軸は「調和性」，第2因子軸は「目立ち度」となると考えられる。つまり，今回の実験Ⅱの結果から，自然景観の中での構造物の色彩を中心とした評価構造では，「調和性」と「統一性」・「親近性」に関しては区別できず，ほとんど同一の評価尺度として評価されたといえる。その中で，「派手な」，「明るい」などの印象を与える「目立ち度」に關係する評価言語が自然景観地にはふさわしくないと判断されるものとして独立していることが特徴的に表われた。

また，「好む—好まない」という色彩に対する好き嫌いの感情が，調和性を判断する際に大きく影響していることが明らかなことから，実験Ⅰでも，この影響は大きいものと考えられる。

次に，実験に用いた10色のシミュレーションカラーの因子得点を求め，第1因子軸と第2因子軸で構成される

平面上にこれらのサンプルをプロットし，実験Ⅰの色彩調和評定値との関係をみた（図-4）。実験Ⅰで調和領域内の色彩は，「調和性」が高く，「目立ち度」が低い象限内に位置づけられている。「調和性」が高く，「目立ち度」も高い象限内の色彩は，色彩調和評価が悪くなる傾向がある。自然景観地において，いわゆるコントラスト（対比）による調和を図ることは難しいといえる。このことから，自然景観地における色彩調和は，従来から言われてきた周辺景観の色彩より目立つことなく，それに加えて，統一性や親近性を含めた調和性の高いことが重要であるといえる。

5. まとめと今後の課題

自然景観地における色彩調和

図-4 1・2因子軸平面と色彩調和との関係

理論を定量的に確立するための基礎的資料を得るために、写真からのRGBデジタル画像をCCGで処理して、構造物の色彩を自由に交換させることのできるカラーシミュレーション手法を用いた景観評価実験を行った。その結果以下の点が明らかになった。

①人工構造物の色彩が自然景観と調和・不調和する領域は、均等知覚色空間を表わす $L^*a^*b^*$ 色空間上に、一つの三次元領域を形成しており、色彩調和領域内の色彩は、周辺景観と同系・類似の色彩であること。また、色彩に対する見慣れも色彩調和に影響がある。

②自然景観と人工構造物の色彩調和の評価構造を検討した結果、「調和性」、「目立ち度」が評価の判断基準となること。また、自然景観地における色彩調和は、「調和性」と「目立ち度」が大きく関係する。

本研究によって得た経験からいえば、景観評価実験等においては、カラーシミュレーション画像にモニターを使用した関係で画像が小規模であり、一回の実験が少人数を対象にせざるを得ないことや、臨場感をさらに出す工夫をしたいなど問題が残されている。また、今回は実験の被験者として造園学科の学生を用いたが、一般の人々も含めた実験データの追加を行い、自然景観地に調和する人工構造物の色彩に関する検討を深めていきたい。

引用及び参考文献

- 1) 若谷佳史他(1983): 発電所の景観評価手法: 電力中央研究所報告: 36-53
- 2) 熊谷洋一他(1985): 景観アセスメントにおける評価構造の研究: 造園雑誌: 48(5), 252-257
- 3) 久保貞他(1984): 人間行動を基調にした河川景観の解析: 造園雑誌: 48, 80-92
- 4) 熊澤傳三(1978): デザインにおける色彩計画と構造物周辺との調和のあり方
- 5) 麻生恵他(1983): 風景地建築の色彩基準の設定に関する研究: 造園雑誌: 47(2), 87-111
- 6) 東電設計・国立公園協会(1987): 自然公園内環境融和色に関する調和報告書
- 7) 井内正直他(1987): 色彩輝度計による景観測色に関する基礎的研究: 造園雑誌: 51(5), 245-250
- 8) 小松稔明他(1987): 街路景観の色彩調和: 日本建築学会大会学術講演梗概集: 431-432
- 9) 財高道路調査会(1979): 鋼橋の色彩計画
- 10) 斉藤馨他(1987): カラーコンピューターグラフィックス(CCG)による景観予測手法の開発に関する研究: 造園雑誌: 51(5), 257-262
- 11) 日本色彩学会編集(1985): 色彩科学ハンドブック: 東京大学出版会
- 12) 池田光男(1987): 色彩工学の基礎: 朝倉書店

Summary : The index of several expression models of landscape, such as size, distance, texture of structure tell us how the structure harmonize with landscape, and we have been trying to grasp many colors of landscape by photoelectric colorimeter.

The aim of this paper was to find quantitative data on colors of structure harmonized with natural landscape. For this purpose, we tried to evaluate on color simulator with processing on CCG (Color Computer Graphics) image.

The following results were obtained.

- 1) The range of harmonious color or not was made on three dimension in $L^*a^*b^*$ uniform color space. And the colors of this range were aguate to or similar to around natural colors.
- 2) The factor of harmoniousness, attractiveness were significant to investigat of color construct system associated with evaluation of color harmony.

From now on, the construct system in this paper must be improved in the way of evaluative experiment on color simulator. Advicing of this study supplied to fundamental rule of colors of structure harmonized with natural landscape.