

IV-38

色覚異常者を対象とした色彩空間の分析

茨城大学 正会員 志摩 邦雄
茨城大学大学院 学生員 榊原 秀樹
茨城大学 正会員 小柳 武和

1. はじめに

都市景観における色彩の問題は、これまで様々な調査・研究がなされ、各地での景観事業等の構想や計画などに生かされてきたが、その対象者は健常者であることが前提であり、色覚異常者にまで対応したものはほとんどないに等しいといえる。しかし、我が国には、先天性の色覚異常者が300万人程度存在するといわれ、また、眼疾患やストレスなどが原因である後天性色覚異常者の数は、今後の高齢者の増加などによりますます増加すると推測される。今後の色彩空間の整備において、色覚異常者の存在を無視するわけにはいかず、健常者と色覚異常者の両者にとって安全で快適なものであることが重要となってくる。

そこで、本研究では、これまでの色覚異常者に関する調査・研究や色覚の生理学などにより、色覚異常者が認識する色彩空間を3色説を用いたシミュレーション画像により再現し、それを輝度と色差とに分けて分析することにより、今後の色彩計画における留意点を提案することを目的とする。

2. 色覚異常の整理

色覚とは、色を感じ、色の差を識別する能力であり、波長や視機能および心理的作用などによって決まる。

2-1 色覚機構に関する学説

これまでの色覚機構に関する様々な学説を簡単にまとめると図-1 のようになる。現在では、視細胞レベルで3種類の錐体（赤錐体、緑錐体、青錐体）が存在する3色説と、それ以上では赤-緑、青-黄の2つの色チャンネルが存在する反対色説とを組み合わせ合わせた段階説が最も容認されている¹⁾。しかし、この説だけで全ての色覚機構が完全に解明されたわけではなく、定説がないのが現状であり、調査・研究が進められている。

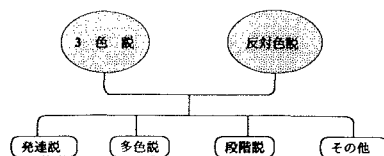


図-1 色覚機構に関する諸学説

2-2 色覚の仕組み

網膜内にある杆体と3種類の錐体（赤錐体、緑錐体、青錐体）からの信号が明るさチャンネル（輝度）と色チャンネル（色差）とに伝達され、最終的に大脳の視認中枢において色を知覚する。このような色覚の仕組みを図-2に示す。

色覚異常は、杆体や3錐体のどれかが異常を起こすことによって生じる。

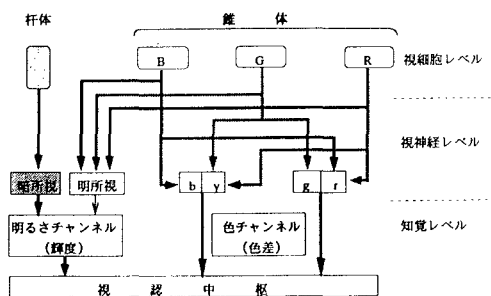


図-2 色覚の仕組み

2-3 色覚異常の種類

色覚異常は、遺伝的要素によって起こる先天性色覚異常と、主に眼疾患やストレスなどによって二次的に起こる後天性色覚異常とに分けられる。両者の大きな違いは、先天性の色覚異常の程度は一生変化しないのに対して、後天性の色覚異常の程度はその疾患や障害の程度と平行して変化することである。よって、先天性色覚異常は図-3における分類の特定の場所に位置し、後天性色覚異常は病状の進行に伴って下方へ移動する。また、異

キーワード：色覚異常、色彩空間、シミュレーション画像、輝度、色差

連絡先：〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1 TEL 0294-38-5175 FAX 0294-35-8146

常 3 色型色覚と 2 色型色覚において先天性色覚異常では、第 1 色覚異常（赤錐体異常）、第 2 色覚異常（緑錐体異常）、第 3 色覚異常（青錐体異常）に分けられ、異常の程度として軽度・中等度・強度があり、さらに、後天性色覚異常では赤緑色覚異常 type I、赤緑色覚異常 type II、青黄色覚異常とに分けられる。

ただし、第 1 色覚異常と後天性赤緑色覚異常 type I、第 2 色覚異常と後天性赤緑色覚異常 type II、第 3 色覚異常と後天性青黄色覚異常はそれぞれ類似する傾向を示す。

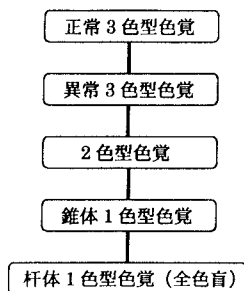


図-3 色覚異常の分類

3. シミュレーション画像による分析

本研究では、3 色説を用いてシミュレーション画像を作成し、分析を行なった。画像は、自動車の運転席の位置から沿道店舗、屋外広告物および信号機等を含むシーンを撮影したカラー写真を用いた。

各色覚異常別に、異常の程度としてコンピュータ画面出力上の RGB をそれぞれ低下させ、シミュレーション画像を作成した。その画像を、以下の式を用いて輝度と色差に分けて分析を行った¹⁾。

$$\text{輝度 (Y)} = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

$$\text{色差 (C}_1\text{)} = R - Y = 0.7R - 0.59G - 0.11B$$

$$\text{色差 (C}_2\text{)} = B - Y = -0.3R - 0.59G + 0.89B$$

各色覚異常の異常の程度による画面全体の輝度と色差の変化をまとめると図-4、図-5 のようになる。

輝度 (Y) においては、各色覚異常ともに異常の程度が重くなるに従って低下する傾向を示すことが分かる。また、色差 (C₁、C₂) においては、各色覚異常ともに異常の程度が重くなるに従って、欠損する錐体と反対方向へと移行することが分かる。

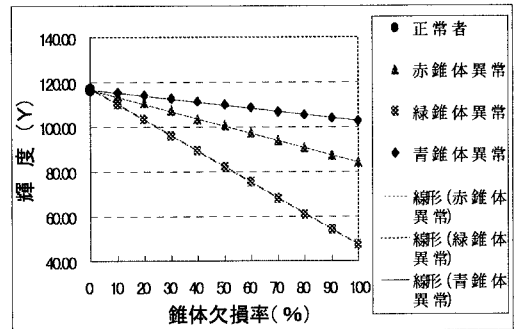


図-4 異常の程度による輝度 (Y) の変化

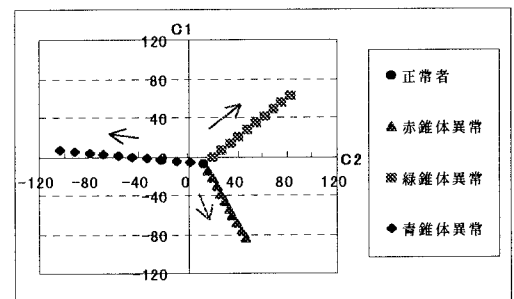


図-5 異常の程度による色差の変化

4. 色覚異常者を対象とした色彩計画における留意点

以上の分析より、色覚異常者では異常の程度が重くなるに従って、色差による識別よりも輝度による識別の方がより重要となってくる。また一般に、輝度と色差との関係は輝度が低下するに従って色差による識別が困難となることが分かっている。ゆえに、色覚異常者を対象とした色彩計画においては、色差よりも材質や形状を考慮し、光の反射を変化させることにより相対的な輝度差をつけ、視認性を確保することが必要である。

5. 結論

本研究の結論は以下の通りである。

- ①色覚異常に関する既存の調査・研究や色覚の生理学より、色覚異常の実態を整理した。
- ②①をもとに 3 色説を用いて色覚異常者が認識する色彩空間を再現した。
- ③再現した色彩空間において、画面全体の輝度 (Y) と色差 (C₁、C₂) を求め、分析した。
- ④以上より、色覚異常者を対象とした色彩空間における留意点を提案した。

<参考文献>

- 1) 太田安雄、清水金郎：色覚と色覚異常、金原出版、1990
- 2) 八木伸行：C 言語で学ぶ実践画像処理、オーム社、1994