

土木構造物の色彩計画における色彩認知特性に関する基礎的研究

—屋外における面積効果について—

A study of color perception for color planning of structures

— Apparent colors of outdoor by area effect —

皆川朋子** 島谷幸宏***

by Tomoko MINAGAWA, Yukihiko SHIMATANI

1. はじめに

朝みかけた橋の色が昼間全く違って見えたり、眼前に広がるカラー舗装があまりにもどぎつくあざやかに見えることを時々経験する。これらは光の条件に違いや面積の広がりによる効果と考えられる。しかしながら、屋外という光の条件下で色がどのように見えているか、面積効果はどのように定量的に現れるかについての基礎的な色彩認知特性に関する知見は少ない。また、みかけの色を考慮したデザインや色彩計画論は確立しているとはいえないと考えられる。本研究では様々な観測条件の下で実際に見える色を「みかけの色」とし、JISで規定されている物体の表面色の測定方法により測定された色、すなわち「JIS色」と区別する。

2. 研究の位置づけ

色は光の物体からの反射によって認知される。そのため、天候・大気の状態・時間による光の特性、光・対象物・観測者の位置関係による日射条件や観測条件等により見かけの色は異なる。また、見かけの色は人間の網膜の生理学的現象（色の対比や面積効果等）によっても異なる¹⁾。特に面積効果（彩色面積が大きくなると色彩の明度・彩度は小面積の場合より高く見える¹⁾現象）は、大きな面が出現する土木構造物の見かけの色に大きく寄与していると考えられる。

見かけの色に関する既往の研究²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾では、天候、季節、大気の状態、距離、面積、陰影による色彩変化について測定されているが、見かけの色を考慮した色彩計画の基礎データとするほどの定量的な結果は得られていない。また、面積効果については渡辺の室内における実験⁶⁾のみで、屋外という光の条件の下では明らかにされていない。

い。

そこで本研究は、光の条件や面積の広がりによるみかけの色を把握することを目的とする。

3. 「みかけの色」の測定

(1) 測定方法

既往の研究において屋外における「みかけの色」の測色は、視感比較測色法により行われている。視感比較測色法は、測色したい対象物と標準色票とを観測者の目で比較して色を決定する。しかし、屋外では光源が太陽光であるため、色票に照射される光は天気等様々な条件により変化し、見える色も異なってくる。そこで本研究では、JIS標準色票に標準の光D65をKenko、DAY-LIGHT(KD-B2D)を用いて照射することによって見える色、すなわちJIS色を比色の対象とし、屋外の光の条件下の試料の「見かけの色」を測色する。なお、試料面に照射される光は、雲がない快晴時で、かつ光が安定している時間に測定することにより、ほぼ一定のものと仮定した。試料は観測者から50cm離して垂直に観察できるように、標準色票はJISで規定されている表面色の視感比較測色方法(JIS Z 8723)により、DAY-LIGHT内で標準の光を45°の方向から照明し、これをほぼ垂直に観察できるように配置した。さらに、これらを観察者に対して左右方向に並べ、離間距離をなるべく小さくした。

測色は測色訓練を行った正常な色覚をもつ2名が協議しながら行った。なお、色の測色に対比による影響が生じないように、試料の背景及び標準色票のマスクの色は試料と同じ明度の無彩色のものを用いた。

(2) 測定条件

光の条件及び測色試料の大きさ、色を以下の様に設定した。

①光の条件（光と対象物の関係）

光の条件は、順光で、

*キーワード：色彩、みかけの色、面積効果

**正員、工学修士、建設省土木研究所環境部河川環境研究室

***正員、工学修士、同上室長

〒305 茨城県つくば市旭1番地

TEL0298-64-2587, FAX0298-64-7183

- a) 日向：直射日光が照射されている面
b) 日影：日光が遮断され日影になる面
とした（図－1）

調査日時は1996.7の光が安定している11:00～14:00に行った。試料に照射される照度は、a)では5,000lx以上、b)では1,600～1,900lxであり、標準光源下の標準色票面の照度は約2,400～3,000lxであった（表－1）。調査場所は建設省土木研究所内である。

②測色試料の大きさ・色

試料の大きさは、景観の主対象として眺めることができる大きさである視角20°、視野いっぱいに広がる視角として視角60°、さらに、面積効果は生じず光の条件のみによる見かけの色の差を把握するため標準色票と同じ大きさの視角2°の3段階を設定した（表－2）。

測色試料の色は、色相、明度、彩度による面積効果の違いが把握できるよう表－3に示す23色を選定した。色相は5R、5Y、5G、2.5PBとし、明度・彩度は低明度中彩度(3/4～5)、中明度低彩度(5/1)、中明度中彩度(5/4～5)、中明度高彩度(5/7～8)、高明度低彩度(7/1)、高明度中彩度(7/4～5)とした。なお、試料の材質は紙製で光沢のないものを用いた。

4. 結果

(1) 光の条件による「みかけの色」の差

図－2に日向及び日影における視角2°の試料の見かけの色とJIS色との差を示した。

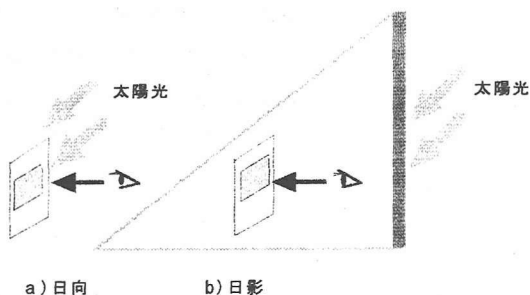
日向における見かけの色は、全ての試料において明度はJIS色よりも0.5～3上昇してみえる。彩度は5試料で1～2高くみえるが、色別による差の傾向はほとんどない。

日影における明度差の差は、日向と比べ小さい。彩度の差も小さく、日向において大きな差を示した色と同様の色で生じていて、1高くみえていく。

光による見かけの色の主な差は明度の上昇であり、日向面では明度が高く見え、日影ではほとんどJIS色と差がない。すなわち、日向と日影では同じ視角の時、見かけの色で1程度の差がでる。なお、色別の差の傾向は見いだせない。

(2) 面積の広がりによる「みかけの色」の差

図－3、4に日向及び日影における視角20°及び視角60°の「見かけの色」とJIS色との差を示



a) 日向 b) 日影

図－1 光の条件

表－1 測色面の照度

光の条件	照度
a) 直射日光	5000lx以上
b) 日影	1,600～1,900lx
標準の光	2,400～3,000lx

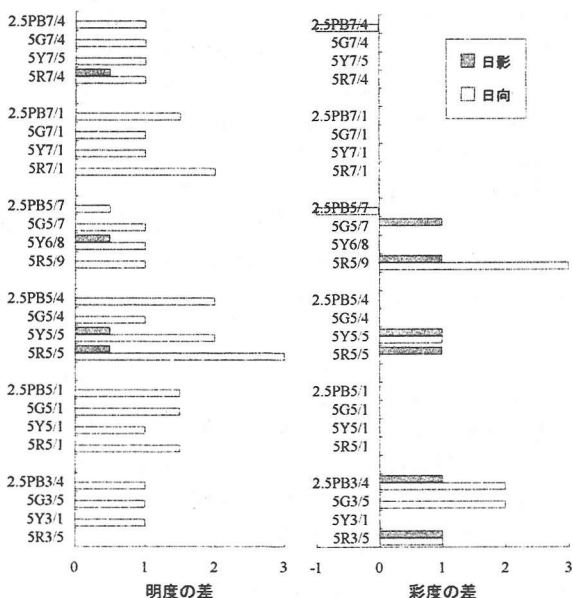
表－2 試料の大きさ

視角	大きさ (cm)
2°	1.7×1.7
20°	17.6×17.6
60°	57.7×57.7

表－3 試料の色 (JIS色)

	5R	5Y	5G	2.5PB
低明度・中彩度	3/5	-*	3/4	3/4
中明度・低彩度	5/1	5/1	5/1	5/1
中明度・中彩度	5/5	5/5	5/4	5/4
中明度・高彩度	5/9	6/8	5/7	5/7
高明度・低彩度	7/1	7/1	7/1	7/1
高明度・中彩度	7/5	7/5	7/4	7/4

*：色を作成することができなかったため除いた。



図－2 光の条件による見かけの色の差 (視角2° みかけの色－JIS色)

した。日向及び日影とも明度、彩度とも面積が大きいほど高くみえる傾向にあるが、日向の方が差が大きい。

彩度の差は、図に示したように明度・彩度別に傾向がみられ、その傾向は日向及び日影で類似している。低明度・中彩度、中明度・中彩度、中明度・高彩度で変化は大きく、視角60°、日向では最大6、日影では2高く見える。また、図-2の光の条件による差と比較すると、光の条件によって彩度の変化が生じている色で面積効果が生じ、彩度は高く見える傾向にある。一方、中明度・低彩度、高明度・低彩度および高明度・中彩度では差は小さく、低下して見える色がある。

明度は、視角60°、日向では最大2.5、日影では1高く見え、彩度の差に比べて変化は小さい。色相別、明度・彩度別に色の見え方の傾向は見いだせない。

以上の屋外における面積効果の結果と渡辺の行った室内実験の結果⁶⁾と比較し(表-4)、異なる点を下記に示す。

- ①屋外においてJIS色とみかけの色の变化は、日向で明度は最大2.5、彩度は6高く見え、屋内の場合の変化よりも彩度の上昇がかなり大きい。
- ②屋外においては、高明度・中彩度、高明度・低彩度、中明度・低彩度では、彩度が低下して見える。

面積効果が生じる原因は、網膜の生理学的現象により、面積がより大きい対象を見る場合、光による網膜の興奮度が大きい波長の部分では興奮の累加が大きく、興奮度の小さい波長の部分では興奮の累加が小さいため、その色らしさが一層強化されてみえる¹⁾とされている。①は直射日光という強い光の条件下で照射されたことにより、さらに網膜の興奮度が高められたためと推察される。②は室内実験に用いた光と本研究における太陽光の光の性質による差であると考えられる。

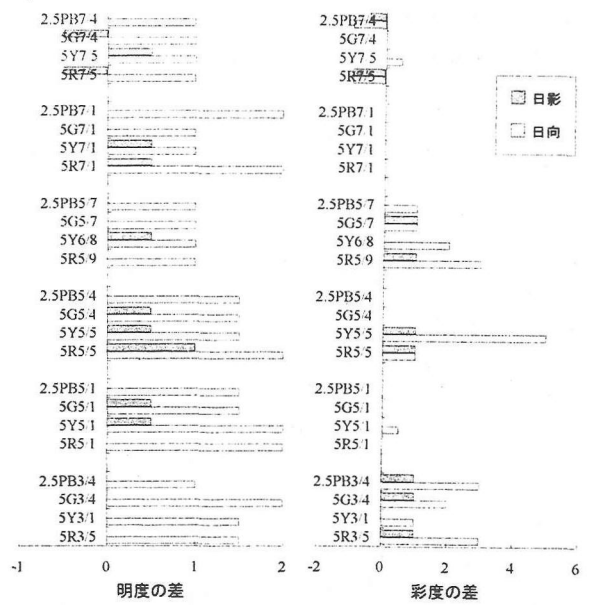


図-3 面積の広がりによるみかけの色の差 (視角20°)
(視角20° みかけの色-JIS色)

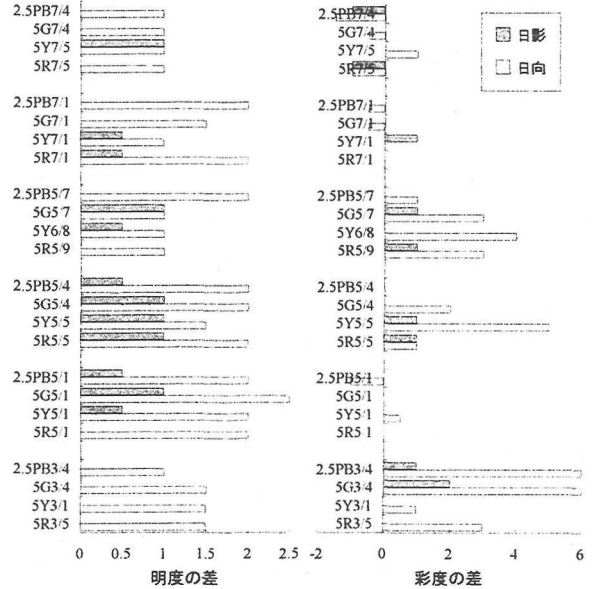


図-4 面積の広がりによるみかけの色の差 (視角60°)
(視角60° みかけの色-JIS色)

表-4 屋外及び室内における面積効果の比較

日向におけるみかけの色の差 (視角60°)		室内実験におけるみかけの色の差 ⁶⁾	
低明度・中彩度	明度は1~1.5、彩度は1~6高く見える	低明度・低彩度	明度・彩度ともほとんど変化しない
中明度・低彩度	明度は2~2.5高く見えるが、彩度はほとんど変化しない	高明度	明度・彩度とも大きく変化し、高く見える
中明度・中彩度	明度は1.5~2、彩度は1~5高く見える	(例 7/4→	明度は1くらい上昇、彩度は2くらい上昇)
中明度・高彩度	明度は1~2、彩度は1~4高く見える	高彩度	彩度が高く見える
高明度・低彩度	明度は1~2高く見え、彩度は変化なし又は0.5低下して見える	(例 5/8→	彩度が2くらい上昇)
高明度・中彩度	明度は1、彩度は1高く又は1.5~0.5低下して見える		

5. 土木構造物への応用への課題

本研究の結果によれば、①日向と日影のみかけの色は異なる、②面積効果は特に日向で大きい、の2点が示された。これら見かけの色の差異は従来知られていた室内実験の結果と比べるとはるかに大きい。

北面、南面の両面（すなわち日向の面、日影の面）を持つ構造物では、同じ色に塗れば必ずその見え方は異なることを示している。東西に架かる橋はこれに該当する。果たして意図していた色は表現されているのだろうか。

また、歩道などカラー舗装が用いられるケースが増えているが、舗装面は土木構造物の中で視角が大きかつ直射日光があたる代表的な施設である。視角が大きな面は面積効果が効き、本実験によると、明度では2.5、彩度では6も上がる色もある。また、彩度が下がる色もある。

このように舗装面の色彩計画には光の条件と面積効果が無視しえない程大きい。研究の蓄積が十分でない現状においては本研究で示した結果を参考に、現実の光の条件下で、同一の視角の条件下での供試体等を作成することが基本となろう。また、日向、日影両面を持つ構造物の色彩計画については議論を深める必要があると考える。

6. まとめ

本研究では光の条件（日向、日影）や面積の広がりによるみかけの色について測定し、以下の結果を得た。

①光による「みかけの色」の差

日向と日影のみかけの色は異なる。日向においては明度は最大0.5～2.5高く見える。日影ではJIS色とほぼ同じ色にみえる。

②面積の広がりによる「みかけの色」の差

面積の広がりにより明度、彩度は高く見える。日向においては明度は最大2.5、彩度は6高く見え、屋内における面積効果よりもかなり大きい。

このように屋外では、光の条件や面積効果によって色の見え方が異なる。みかけの色は、JIS色と大きく異なって見え、土木構造物の色彩計画を立てるの際、無視しえない現象であることが把握された。

今後、さらに屋外における様々な条件下で、また鋼材に塗られた塗料やコンクリート等実際に用いられる土木材料のみかけの色の測定を行いデータを積み重ねるとともに、みかけの色を色彩計画の中でどのように扱っていくか検討する予定である。また、本研究では色彩の測色訓練を受けた2名で測定を行ったが、一般の被験者を用いた検証実験を行う予定である。

参考文献：

- 1) 日本色彩学会編：新編 色彩科学ハンドブック、東京大学出版、1980。
- 2) 下村恭子・正木光：都市野外の見かけの色Ⅰ 天候および季節による変化、日本色彩学会誌、Vol.11 No.1、pp.12-13、1987。
- 3) 正木光・下村恭子：都外野外の見かけの色Ⅱ 混濁大気の影響、日本色彩学会誌、Vol.11 No.1、pp.15-16、1987。
- 4) 高須祐行・島谷幸宏：河川景観における色彩と陰影の操作に関する研究、土木学会講演、pp.474-475、1991。
- 5) 勝俣 盛ら：鋼橋における色彩選定の向上に関する基礎的研究、土木学会年次講演、pp.398-399、1994。
- 6) 渡辺圭子：面積による色彩の見え方の変化に関する研究、日本建築学会講演、pp.61-62、1970。
- 7) 近藤恒夫：色彩学、理工図書、1969。
- 8) 井内正直・斉藤馨他：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、pp.245-246、1988。
- 9) 小山亜紀・沢田敏美他：外部視環境の輝度・色度の測定と分析特性分析（その1）、日本建築学会講演、pp.433-434、1987。
- 10) 沢田敏美・小山亜紀：外部視環境の輝度・色度の測定と分析特性分析（その2）、日本建築学会、pp.435-436、1987。