

# 景観における見かけの色の推定と調和について

松山 祐子<sup>1</sup>・山下 三平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>博士(工学) 九州産業大学大学院景観研究センター (〒813-8503 福岡市東区松香台2-3-1,  
E-mail:yuuko@ip.kyusan-u.ac.jp)

<sup>2</sup>正会員 博士(工学) 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科 (〒813-8503 福岡市東区松香台2-3-1,  
E-mail:samp@ip.kyusan-u.ac.jp)

本研究は、視距離の変化に伴う野外の物体の見かけの色を推定し、色彩調和を含む景観計画策定に寄与する知見を得ることを目的とする。体系的に選定された17色のカラーカードの測色により、500mまでの視距離では見かけの色は距離変化に伴い明度が中明度に変化し、彩度が低下することが明らかになった。また、Koschmiederによる理論式をもとに視距離の変化に伴う物体の見かけの色を推定し、見かけの色の变化パターンを把握した。その上で、自然景観における建築物等の色彩の目立ち度を、視距離の変化を考慮した主対象と対象場との色差を算出して定量的に考察した。

キーワード: 視距離, 測色, 色差, 景観色彩

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

景観法の施行により、近年、わが国では良好な都市景観を形成するための仕組みが急速に整備されつつある。景観法に基づく景観計画を策定可能な景観行政団体には、2008年8月1日現在、国土交通省景観・歴史文化環境整備室 (<http://www.mlit.go.jp/crd/city/plan/townscape>) において把握済みのもので356 (都道府県:47, 政令指定都市:17, 中核市:39, その他の市町村:253) の地方公共団体が登録されており、そのうちの34.8% (124団体) で景観計画が策定されている。景観行政に取り組む地方公共団体では、これまでに形成された都市景観を省みて、良好な景観形成のための一手段として建築物等の色彩に注目し、その改善効果に期待するものが少なくない。このような地方公共団体には、自主条例やガイドラインよりも強制力をもつ景観計画において、建築物等の色彩に関する制限事項を設定するものもみられる<sup>1)</sup>。

ところで、古来、絵画表現においては、遠くにある物は形態も色彩も不明瞭となり、背景に溶け込んで見えるという「色彩(空気)遠近法」が確立されている<sup>2)</sup>。近景域から遠景域を対象(場)として含む景観の評価においては、このような色彩の見えの変化を考慮することが重要であると思われる。そこで、本研究では、視距離や

光環境の影響を伴う野外における物体の色彩の見え方を「見かけの色」と定義し、これを扱う。

景観色彩の調和に関しては、色彩学分野で研究された色彩調和理論<sup>3)</sup>や、カラーシミュレーション等を用いた景観評価研究<sup>4)</sup>が報告され成果を上げている。しかし、これらの研究で対象とする色彩は建築物外壁面の色彩値や、これに近接した条件下での分析や評価が主であり、対象との視距離を考慮した理論はまだ確立するに至っていない。広域を対象とする景観計画では、建築物等の色彩に関する制限事項においても、視距離と色彩変化の関係を考慮することが望ましいと思われる。また、周辺との関係性を無視し、目立つことのみを強調した建築物は、「騒色」として地域の問題として扱われる事例もある<sup>2)</sup>。そこで、本研究では、視距離の変化を考慮した主対象と対象場との色差に着目する。これにより主対象を建築物等にした際に、対象場に対する目立ちやすさ(=目立ち度)が定量的に判断でき、調和・不調和の客観的な指標になり得ると考えられる。

### (2) 研究の目的

本研究では、視距離の変化に伴う野外の物体の見かけの色を推定し、景観の色彩調和を目指す景観計画策定に寄与する知見を得ることを目的とする。著者らは、これまでに野外において、様々な条件を変化させた測色を行

い、測色距離や太陽光（照度）が景観色彩に及ぼす影響を明らかにしている<sup>9)</sup>。そこで、本研究ではその成果を踏まえ、以下の手順で検討を行う。

- ①種々の色彩の変化パターンを探るため、体系的に選定された17色のカラーカードを対象とした野外における測色を行う。0～500mで視距離を変化させた測色を行い、視距離の変化に伴うカラーカードの見かけの色に関する分析を行う。
- ②Koschmiederによる理論式に基づいて、①で得られたデータをもとに色彩の視距離による変化を推定する。
- ③景観の色彩調和を検討するため、主対象と対象場との色差に着目し、視距離を考慮した目立ち度を判定する。

## 2. カラーカードの見かけの色に関する測色

視距離の変化に伴う物体の見かけの色に関して、様々な色彩における変化を定量的に把握するために、17色のカラーカードを用いて野外における測色を行った。測色距離は視対象の意匠や素材、表面の仕上や樹木の特徴などを理解することができる程度として考えられる近景域（340mまたは460mまで）<sup>6)</sup>を参考に500mまでとした。なお、本章で行った測色方法は既往研究<sup>5)</sup>と同様である。

### (1) 測色方法

#### a) カラーカードの概要

測色に用いるカラーカードは、ラッカー系塗料を紙に着色した色票である。心理四原色<sup>7)</sup>である4色相（赤・緑・黄・青）の有彩色を選定し、その明度および彩度を4段階に変化させた16色と白色を含む計17色とした。色彩値を表-1に示す。また、色彩輝度計の視野角（0.1度）を考慮し、500m離れた地点から測色可能な大きさ（110×90cm）とした。

#### b) 測色条件

測色地として、周囲の樹木や建物等により影の影響を受けず、平坦で500m程度の直線が確保可能な福岡県福岡市東区雁ノ巣の歩道を選定した（図-1）。2005年11月1・2・8・9日の4日間を測色日とした。天候は、晴れもしくは曇りであった（表-2）。1回の測色にかかる時間は1時間程度であり、測色時刻は常にカラーカードの測色面に太陽光が当たり、光色の安定している10:00、11:30、14:00とした。全測色回数は10回であった（9日は天候の影響により1回のみ計測）。測色基準点にカラーカードを地面と垂直に設置し、南西方向に直線で500m離れた地点まで50mごとに17色単位で測色を行った。測色には2台の色彩輝度計（MINOLTA製 CS-200, CS-100）を用いた。

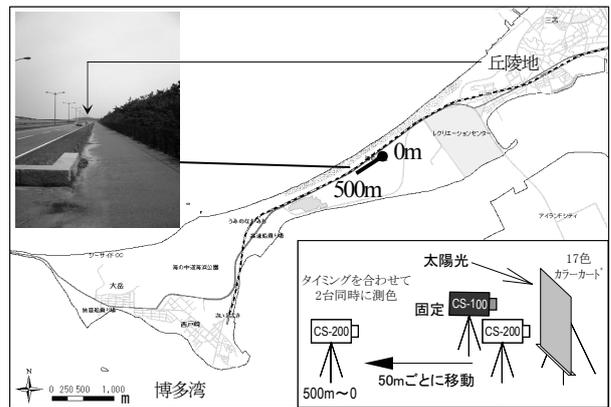


図-1 測色地、測色方法の概要

表-1 カラーカードの概要 (D<sub>65</sub>光源下での測色)

記号(色相値) L*a*b*値/Yxy値	無彩色 白			
	W (N9.5)			
	95.92, -0.41, 0.64 / 89.9, 0.31, 0.32			
記号(色相値) L*a*b*値 Yxy値	有彩色 色相			
	赤 R	黄 Y	緑 G	青 B
ピピット v	Rv(41R 4.5/14.0)	Yv(5.0Y 8.0/13.5)	Gv(4.0G 5.5/10.1)	Bv(3.1PB 3.5/11.8)
	46.59, 59.22, 25.77	81.40, -3.55, 96.49	56.87, -52.83, 19.20	36.11, 1.88, -49.20
	15.71, 0.54, 0.30	59.21, 0.47, 0.49	24.79, 0.25, 0.44	9.07, 0.16, 0.16
ラベ l	Rl(4.0R 7.0/8.0)	Yl(5.0Y 9.0/7.0)	Gl(4.0G 8.0/5.5)	Bl(3.0PB 6.5/7.5)
	71.79, 32.47, 9.78	91.30, -5.53, 52.11	81.43, -30.82, 13.73	66.82, -3.34, -28.86
	43.35, 0.39, 0.31	79.16, 0.40, 0.42	59.26, 0.29, 0.37	36.40, 0.24, 0.25
グレイグ g	Rg(4.0R 3.5/3.0)	Yg(4.9Y 7.0/3.0)	Gg(3.9G 3.5/2.5)	Bg(3.0PB 3.0/3.0)
	36.06, 14.82, 5.82	71.75, -2.45, 22.54	36.25, -12.23, 4.86	30.92, -0.53, -14.14
	9.04, 0.38, 0.32	43.29, 0.36, 0.37	9.14, 0.29, 0.35	6.62, 0.25, 0.26
グーグ d	Rd(4.0R 2.5/6.0)	Yd(5.0Y 6.5/6.5)	Gd(4.0G 3.0/4.5)	Bd(3.0PB 2.0/6.0)
	25.62, 28.10, 7.95	66.58, -2.49, 46.88	31.18, -22.40, 8.05	20.31, -0.61, -26.30
	4.62, 0.45, 0.30	36.08, 0.41, 0.43	6.73, 0.27, 0.39	3.07, 0.16, 0.20

表-2 測色条件

	2005/11/1			2005/11/2			2005/11/8			2005/11/9
	晴れ時々曇り			晴れ時々曇り			晴れ			曇り一時晴れ
開始時間	10:00	11:30	14:00	10:00	11:30	14:00	10:00	11:30	14:00	11:30
平均気温(°C)	18.3	20.7	21.5	24.0	27.3	29.3	21.8	25.6	27.6	18.1
平均湿度(%)	54.3	55.5	51.5	41.7	29.5	31.5	52.3	37.2	33.3	40.7
視程(km)	20	20	20	20	20	20	12	12	12	30
平均照度(klx) (変化量)	9289.3 (4806)	19399.4 (25429)	19346.0 (1010)	29773.8 (19971)	63476.5 (21476)	70941.7 (37100)	26894.1 (13824)	57446.5 (17065)	79770.6 (14200)	13657.1 (4059)

\*天候、視程は福岡管区気象台地上気象観測原簿データを使用

#### c) 照度変化を考慮した測色方法

既往研究<sup>5)</sup>より、野外における測色では照度変化の影響が大きいことが明らかになっている。そのため、本研究でも既往研究<sup>5)</sup>と同様に、照度の影響を極力抑えるために妥当であると考えられる2台の色彩輝度計による測色方法を用いた。

測色箇所はカラーカードの中央点とし、色彩輝度計の最小測定距離である1.0m地点に2台の色彩輝度計を設置し、白色校正（MINOLTA製 CALIBRATION PLATE, D<sub>65</sub>光源色彩値を使用）を行った。その後、1台（CS-100）は1.0m地点に固定し、もう1台（CS-200）を50mずつ移動させ、2台同時に測色を行った（図-1）。太陽直射光による影響は、2台の測色値に同様に反映される。固定した色彩輝度計（CS-100）は太陽直射光による照度変化を伴う測色であり、移動させた色彩輝度計（CS-200）は照度変化と測色距離間における散乱日光の変化を伴う測色となる。一般に、物体は固有の分光反射率を有しており、

野外においては物体色を表す波長の太陽光を反射することにより色味が表れる。物体より反射された光は観測者が視認する過程において、大気中に存在する浮遊粒子によって減衰する。加えて、観察距離間に存在する大気中の散乱日光の影響を受けるといわれている<sup>8)</sup>。したがって、移動させた色彩輝度計による測色値から固定した色彩輝度計による測色値を減算することにより、照度変化を取り除いた視距離の変化によってのみ生じる色彩変化の測色値が得られることになる。

なお、本研究においては2台の色彩輝度計が同性能ではないため、その補正を行った。さらに、カラーカードの面積に対する色彩輝度計の測定径の面積の割合が測定距離によって変化するため、その影響も分析し補正した。

## (2) 結果と考察

17色のカラーカードを対象とした視距離の変化に伴う見かけの色の測色値を、明度、彩度、および色度の変化が比較的容易に識別できるL\*a\*b\*表色系を用いて表した。その結果を図-2に示す。L\*a\*b\*表色系は1976年に国際照明委員会（CIE）で規格化された均等色空間で、この座標上で示される2色の色の一定距離がどの色領域においても、ほぼ一定の知覚的な色差を与えるように開発された。日本でもJIS（JIS Z 8729）において採用されている。L\*a\*b\*表色系では、明度をL\*、色相と彩度を示す色度をa\*、b\*で表し、a\*は赤-緑方向、b\*は黄-青方向を示し互いに直行配置する。なお、彩度は式(1)で算出する。

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

明度を表すL\*に関しては、視距離の変化に伴い高明度（L\*値：高）と低明度（L\*値：低）の色彩が中明度に变化する傾向がある。平均変化量はL\*値：6.4であり、高明度のWと低明度のBdの変化量（ともにL\*値：10.7）が最も大きい。高明度の色彩は、カラーカードの反射光の減衰分が視距離の変化に伴いカラーカードとの間で増加された散乱日光の明るさを上回るため、ある視距離までは見かけの色が暗くなるものと考えられる（図-3上段A参照）。中明度の色彩は、視距離の変化に伴うカラーカードの反射光の減衰分と、カラーカードとの間の散乱日光の増加分が同程度と考えられるため、見かけの色の変化が少ない（図-3中段B）。また、低明度の色彩は明度の基準値が低く、視距離の変化に伴いカラーカードとの間で増加された散乱日光の明るさがそれに比較的大きく上積みされるため、見かけの色が明るくなるものと考えられる（図-3下段C）。

彩度を表すC\*に関しては、彩度がほぼ0であるWを除いて、視距離の変化に伴い低彩度（C\*値：低）に変化する

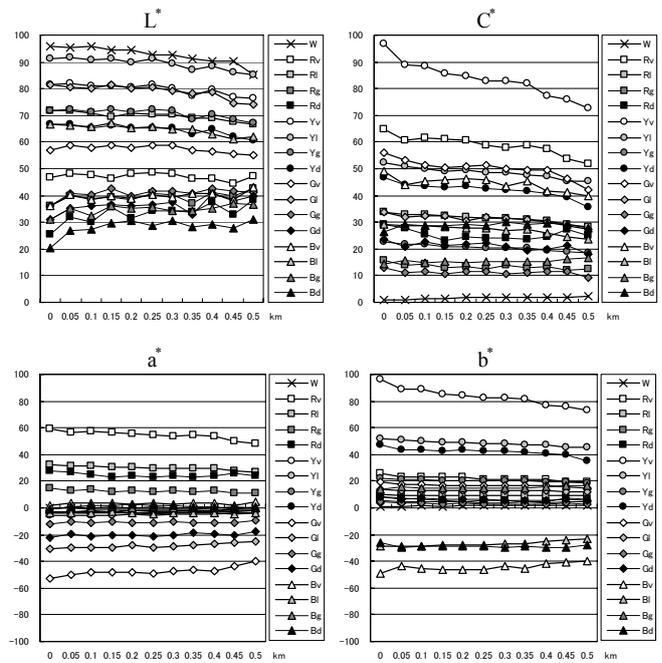


図-2 カラーカードの見かけの色（平均値）の変化

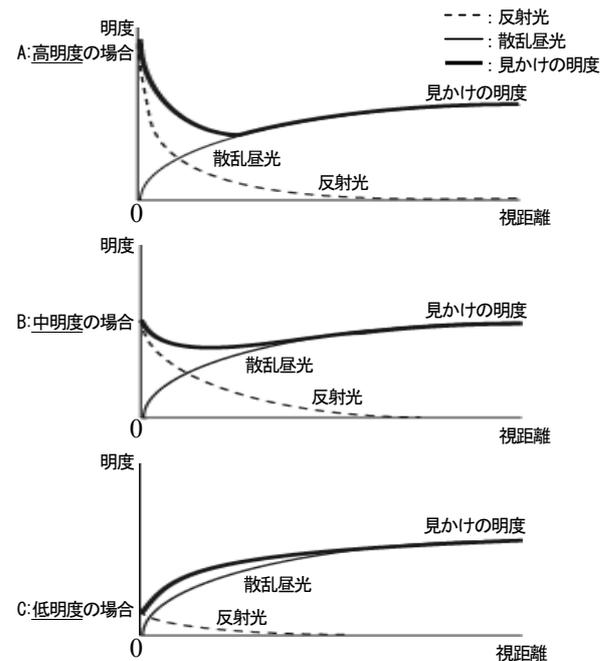


図-3 反射光と散乱日光が及ぼす見かけの明度の概念図

傾向がある。平均変化量はC\*値：7.1であり、高彩度（C\*値：高）のYvの変化量（C\*値：23.8）が最も大きい。本研究で測色した視距離では、反射光の減衰による影響が大きくみられる結果となった。

色度を表すa\*およびb\*に関しては、視距離の変化に伴いa\*値、b\*値とも0方向に変化する傾向がみられる。平均変化量はa\*値が3.7、b\*値が5.1であり、b\*の黄-青の変化量が多い。基準値がa\*値、b\*値とも0に近い色彩は、見かけの色の変化が小さい。

### 3. 色彩変化の推定式

色彩変化の理論式であるKoschmiederの式に基づき、17色のカラーカードに関する2章の測色データを用いて、視距離の変化に伴う色彩変化を表現する推定式を求める。

#### (1) 推定式の概要

気象学では、大気の影響を加味した景観の諸現象を理論的に把握する研究がなされており、大気中の微粒子による光の散乱によって、物体からの反射光は視距離に応じて指数関数的に失われるといわれている。この理論はKoschmiederによる式(2)が基本となっており、黒体と観測点との間に存在する塵や雲粒からの散乱光によって、観測点からの距離と見かけの明るさの関係を数式化している<sup>9)</sup>。式(2)は大気の濁り度を示す消散係数 $a$ と視距離 $X$ の関数であり、視距離が長いほど背景(空)の輝度に近づくことを意味する。

$$L = -(L_b - L_0) \exp(-aX) + L_b \quad (2)$$

$L$  : 見かけの輝度

$L_0$  : 対象本来の輝度

$L_b$  : 背景(空)の輝度

$a$  : 大気中における光の消散係数

$X$  : 視距離

本研究ではKoschmiederによる式(2)を参考に、多色彩が全体として最終的には一定の色彩に収束するように推定する。推定に使用する実測値のデータは、可能な限り遠距離の状態までを網羅していることが望ましいが、測定距離の増加に伴い測色対象の測色面積を大きくする必要が生じる。このため、多くの研究で主対象とされているような自然景物ではなく、本研究のように基準化された色票を測色対象とするには、有効データを得るための測色可能な距離の範囲が近景域に限られる。このような制約のもとで、遠距離に至る色彩変化を適確に推定するためには、本研究で実施したように、できるだけ多様で、かつ体系的に選定された色票の測色を行い、近景域内のそれぞれの傾向をすべて反映させることで、総合的にアプローチすることが必要と考えられる。

Koschmiederによる式(2)は輝度変化の推定式であるが、色彩変化に関しては輝度を単色光の分光分布に適用し、XYZ表色系における三刺激値への変換を行うことによって説明することが可能であるとされている<sup>9)</sup>。XYZ表色系は、1931年に国際照明委員会(CIE)で規格化された原刺激とCIE等色関数を用いて任意の分光分布の三刺激値を決定する表色の体系であり、日本でもJIS(JIS Z

8701)において採用されている。三刺激値 $Y$ の値は、輝度に比例する。

消散係数の算出方法に関しては、理論式から求める方法と実測に基づいた経験式から求める方法がある<sup>10)11)</sup>。理論式の計算には、大気中に含まれる浮遊粒子の平均粒子径や浮遊粒子密度等の特殊データが必要となる。一方、経験式の計算には川崎ら<sup>9)</sup>によって視程より求める方法が提案されている。本研究では観測する物体を肉眼で識別できるコントラスト感度を、気象学を参考に設定された色彩遠近効果に関する既往研究<sup>9)11)</sup>を参考に2% ( $C=0.02$ )とし、視程距離 $X'$ により以下の式で求める。

$$a = -\ln 0.02 / X' \quad (3)$$

$X'$  : 視程距離

式(3)は消散係数を簡易的に求める方法であるが、大気の濁り度は視距離の変化と関係なく一定であるという前提条件がある。視程距離については、本研究では福岡管区気象台の観測データを用いる。

#### (2) 推定式の導出方法

推定式に必要な $L_b$ (背景(空)の輝度)、すなわち中空なる輝度を色彩輝度計で測色することは実際のこととして困難である。そこで、川崎ら<sup>9)</sup>の係数算定方法を参考に、全実測値を利用して最小二乗法により係数値を直接推定する。また、消散係数の設定方法を以下の方法により現実を反映すると考えられるものにする。すなわち、大気中の光の消散係数を、1)カラーカードの反射光によるものと、2)視距離の変化に伴いカラーカードとの間で増加された散乱昼光によるものの2種類に分け、推定することにする(式(4)、図-3参照)。反射光の波長により、その消散の程度が異なると考えられるためである<sup>8)12)</sup>。

$$L = L_0 \exp(-\alpha X) - L_b \exp(-\beta X) + L_b \quad (4)$$

$\alpha$  : カラーカードの反射光の消散係数  
 $\beta$  : 散乱昼光の係数

ここで、輝度値が最も0値に近い、つまり黒色に近い $B_d$ ( $Y$ 値:3.07)は視距離の変化に伴うカラーカードの反射光の影響が最も少なく、散乱昼光による影響を顕著に表していると考えられる。そのため、視距離の変化に伴い増加される散乱昼光の推移、すなわち最終的に収束する背景(空)の色を $B_d$ をもとに推定することにする。最小二乗法による推定に際し、その精度の向上を図るためには、不確定な要素であるパラメータ数は可能な限り抑えることが望ましい。そこで、散乱昼光による影響を

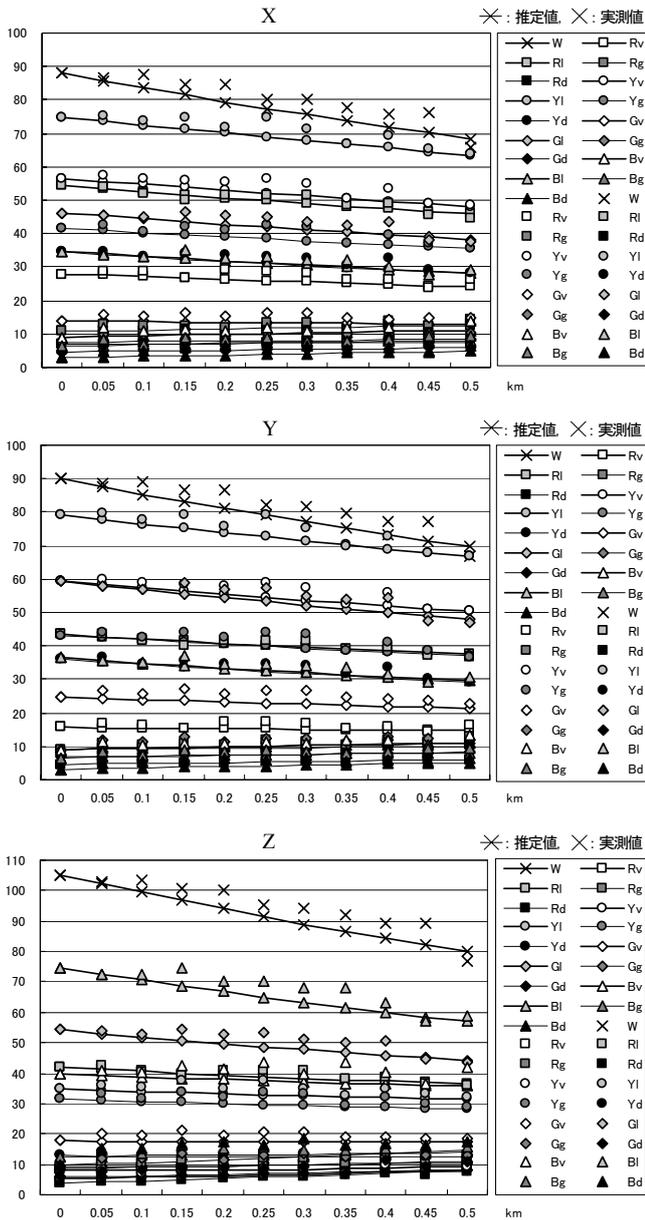


図-4 実測値と推定値の関係

顕著に表す Bd に関しては、 $\alpha = \beta$  として、式(3)による視程から算出した係数 ( $\alpha = \beta = 0.196$ ) を用いる。実測値より Lb 項を求めると (LbX, LbY, LbZ) = (23.29, 24.79, 60.35) となる。これは、マンセル値 (2.5PB 5.5/9.5) で「つよい青色」(JIS Z 8102 物体色の色名より) を表し、本研究で推定する最終色の背景 (空) の色として適当であると思われる。また、散乱日光の係数を既往研究に従い、視程より算出された値を用いることは適当であると思われる。以上までで既知となった変数を式(4)に挿入すると、式(5)が得られる。

$$\begin{aligned}
 L_X &= L_{0X} \exp(-\alpha_X X) - 23.29 \exp(-0.196X) + 23.29 \\
 L_Y &= L_{0Y} \exp(-\alpha_Y X) - 24.79 \exp(-0.196X) + 24.79 \\
 L_Z &= L_{0Z} \exp(-\alpha_Z X) - 60.35 \exp(-0.196X) + 60.35
 \end{aligned}
 \quad (5)$$

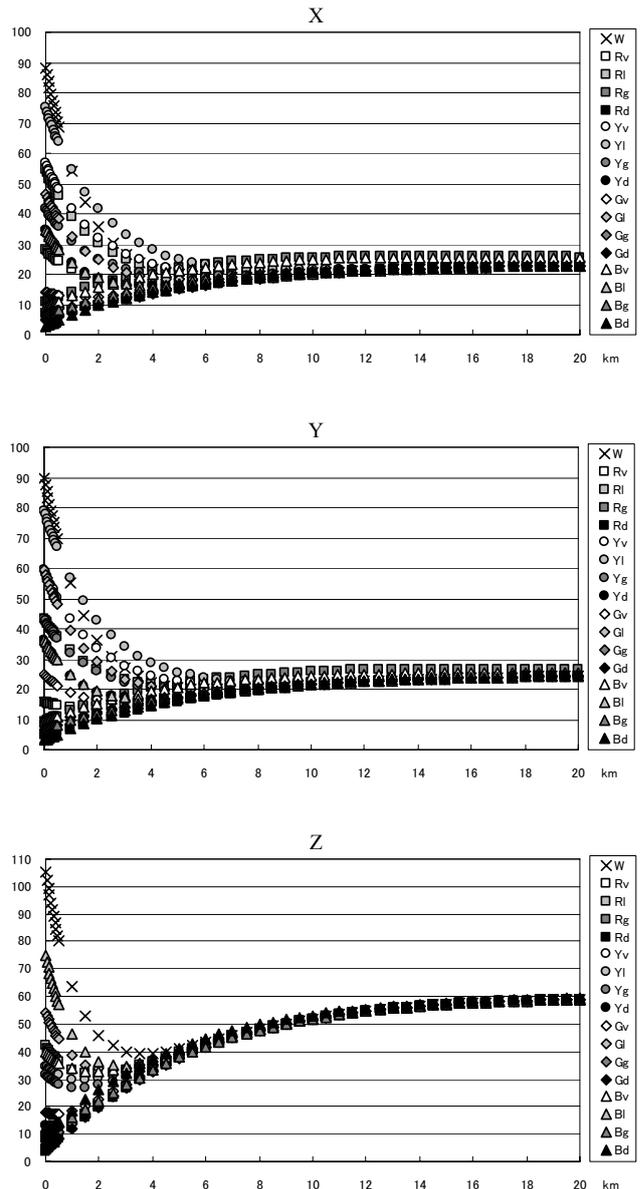


図-5 三刺激値の推定曲線

上述の通り、消散係数は反射光の波長に依存する<sup>8)12)</sup>。そこで、式(5)をもとに $\alpha$ 項をパラメータとし、各色の推定値を算出する。実測値と推定値の関係を図-4に示す。各刺激値における相関係数の平均は 0.7 程度、標準偏差は 2.3 程度であり、ばらつきは少ない。また、反射光の消散係数 $\alpha$ は、散乱日光の消散係数 $\beta$ より大きいものが多く、その平均値は $\alpha_X$ 、 $\alpha_Y$ 値が 0.4、 $\alpha_Z$ 値が 0.9 となる。

### (3) 推定曲線の算出

推定式(5)をもとに算出した各刺激値の推定曲線を、図-5に示す。各色(基準値)とともに視程距離 20km 程度ではほぼ収束することが推定され、総合的な色彩変化の過程が把握される。

#### 4. 視距離を考慮した景観の色彩調和に関する考察

近景域から遠景域をひろく対象（場）として含むことを想定した景観計画では、建築物等の色彩に関する制限事項を設定する場合、視距離の変化が見かけの色に及ぼす影響について考慮することが望ましいと思われる。主対象を建築物や、さらには屋外広告物等とした際の景観色彩の見え方は、対象場となる背景色との相対的な関係によって評価される。このため、色彩調和を重点課題のひとつとする景観計画においては、主対象と対象場の両方の色彩を考慮する必要がある。

そこで、本研究では視距離の変化を考慮した主対象と対象場との色差に着目する。これにより主対象の対象場に対する目立ちやすさ（＝目立ち度）が定量的に判断でき、調和・不調和の客観的な指標になり得ると考えられる。色差は、 $L^*a^*b^*$ 表色系を用いて式(6)で求める。 $L^*a^*b^*$ 表色系は均等色空間で表されるため、座標  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ の差より二つの色刺激間の色差を定量的に表すことができるからである。

$$\Delta E^*ab = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (6)$$

自然域における対象場の色、すなわち背景色としては、山や海の自然景物の色彩が主であり、都市景観における背景色としては、他の建築物や構造物の色彩が主と考えられる。主対象を建築物等の人工物とする場合、対象場が自然域であれば、特にその目立ちやすさが問題となろう。そこで、本論文では試みに自然域を対象場とし、自然色として 2 章で行った測色地の約 2km 北東に位置する丘陵地（図-1）と、既往研究<sup>13)</sup>で明らかとなっている福岡市で多く存在する樹木の葉を色彩輝度計（MINOLTA 製 CS-100）によって測色した色彩値を使用する（表-3）。測色地から約 2km 離れた丘陵地を測色した色彩値を背景色として用いることにより、自然景物から中距離（約 2km）の地点にある主対象の色彩調和を検討できる（図-6 上段 A 参照）。同様に、樹木の葉の色彩値を背景色として用いることにより、自然景物に近接する主対象の色彩調和に関する考察が可能である（図-6 下段 B 参照）。本研究では、主対象の色彩値として 17 色のカラーカードを用いる。

まず、推定式(5)で求めた三刺激値の視距離の変化における推定曲線（図-4）をもとに、背景色である丘陵地と葉、および 17 色のカラーカードの色彩変化値を  $L^*a^*b^*$  値でそれぞれに算出した。その後、式(6)により各視距離における背景色と 17 色との色差を求めた。その結果を図-7 と図-8 に示す。推定式(5)より算出された色彩変

表-3 自然色の色彩値（いずれも夏季における測色）

	丘陵地	樹木
マンセル値	46G 7.1/0.9	7.5GY 3.1/3.5
$L^*a^*b^*$ 値	72.43, -4.36, 2.00	31.38, -13.34, 17.48
Yxy値	44.30, 0.31, 0.34	68.2, 0.34, 0.43

表-4 色差と感覚的表現の関係<sup>14)15)</sup>

色差 (NBS 単位)	色差の感覚的表現
0~0.5	trace (きわめてわずかに異なる)
0.5~1.5	slight (わずかに異なる)
1.5~3.0	noticeable (相当に異なる)
3.0~6.0	appreciable (著しく異なる)
6.0~12.0	much (きわめて著しく異なる)
12.0以上	very much (別の色系統になる)

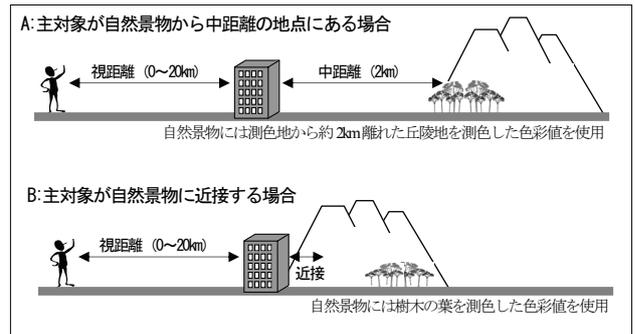


図-6 条件設定の概念図

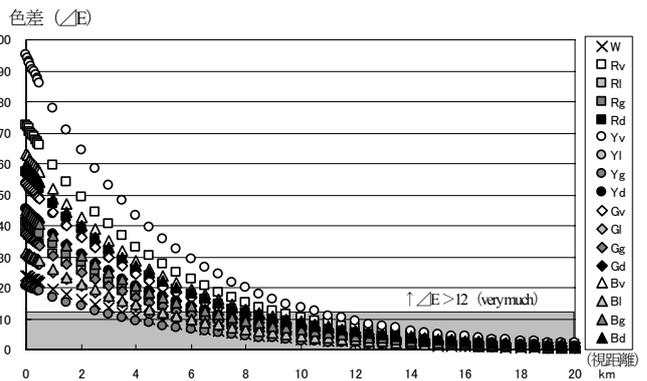


図-7 自然景物から中距離の地点にある主対象の場合（丘陵地の自然色と 17 色のカラーカードとの色差）

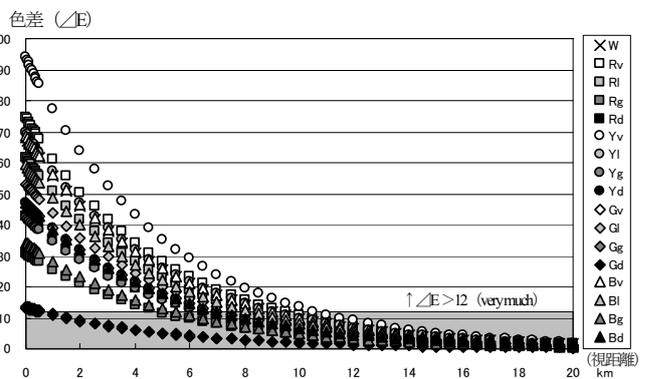


図-8 自然景物に近接する主対象の場合（樹木の葉の自然色と 17 色のカラーカードとの色差）

化値であるため、背景色と 17 色の最終色は同一となり、色差も 0 値となる。

色差の値の視覚的な評価基準として、NBS (National Bureau of Standards) 単位<sup>19)</sup>がある。これは人間の感覚的な差とよく対応するといわれている(表-4)。色差が大きいくほど、2色間の色彩の差が目立つことを表す。

各色とも主対象からの視距離が離れるほど、背景色との色差が減少する。NBS 単位で非常に大きな色差 (very much) とされる  $\angle E: 12.0$  を下回る視距離となるのは、背景色が近距離にある場合と中距離にある場合とで、主対象の色彩によって異なる。自然景物から中距離の地点にある主対象の場合(図-7)、Yg は視距離 3km 程度、Yv は視距離 11km 程度となるまで、背景色との色差が非常に大きく ( $\angle E > 12.0$ )、目立って見える。自然景物に近接する主対象の場合(図-8)、Gg, Gd は背景色との色差が小さいため、近い視距離においても目立たない。背景色である丘陵地や葉の色彩値との色差が大きいのは Yv と Rv であり、自然景観において黄色や赤色の原色の建築物や屋外広告物等は主対象から 11km 程度離れるまで目立ち度が非常に大きい。

対象の物理的な大きさも考慮することが望ましいが、このように自然域における建築物や、さらには屋外広告物等の色彩の目立ち度を視距離と背景色との色差で定量的に示すことが可能である。近景域から遠景域を対象(場)として含む景観の色彩調和を目指す景観計画の策定においては、その地域の景観資源として重要とされる自然景物等と、それを眺望する視点場からの視距離を考慮し、建築物や屋外広告物等の色彩値を設定することが望ましい。

## 5. おわりに

景観計画策定に寄与する知見を得ることを目的として、野外における視距離の変化に伴う物体の見かけの色の推定と、視距離を考慮した景観の色彩調和を検討した。その結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 野外における物体の見かけの色は、距離変化に伴う反射光の減衰と散乱日光の増加の関係により変化する。
- 2) Koschmieder に基づいた式により、視距離の変化に伴う物体の見かけの色の变化パターンを把握することが可能である。
- 3) 物体の見かけの色の推定式を導出した結果、視距離 20km 程度で各色がほぼ収束し、「つよい青色」になる。
- 4) 景観色彩の調和を目立ち度によって、主対象と対象場との色差で定量的に示すことが可能である。
- 5) 自然景観においては、黄色や赤色の原色をもつ建築物や屋外広告物等の目立ち度が非常に高い。

野外における測色においては、対象物の大きさや測色

地等の実験条件を整えることが難しいため、本研究では近景域を対象とし、カラーカードによる測色を行いその推定式の導出を試みた。大気の状態は四季によって異なると考えられるため、今後は観測時期・時間や中・遠景域の事例分析を重ねれば、推定式の精度の向上につながるものと思われる。

**謝辞:** 本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業「人間-環境系としての景観プロセスに関する学際的研究」(平成15~19年)による助成を得て行われたものである。カラーカードを準備するにあたり、(財)日本色彩研究所研究第一部長の赤木重文氏にご協力いただいた。株コニカミノルタセンシング社長の古川博氏と同福岡営業所所長の森田聡氏(当時)には、色彩輝度計CS-200の使用に関してご協力いただいた。九州産業大学大学院生の朝海なつき氏(当時)には、測色を行うにあたりご協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 例えば、東京都都市整備局：東京都景観計画-美しく風格のある東京の再生-，2007。
- 2) 日本色彩学会編集：色彩用語辞典，東京大学出版会，2003。
- 3) 日本色彩学会編集：色彩科学ハンドブック，東京大学出版会，1998。
- 4) 井上正直，齊藤馨，藤田辰一郎，油井正昭：自然景観地における色彩調和に関する基礎的研究，造園雑誌，Vol.52，No.5，pp.229-234，1989。
- 5) 朝海なつき，松山祐子，小泉隆，山下三平：視距離の変化にともなう色彩の見えに関する基礎的研究，土木学会論文集 D，Vol.63，No.4，pp.445-453，2007。
- 6) 篠原修：景観用語辞典，彰国社，pp.44-45，1998。
- 7) 財団法人日本色彩研究所：カラーコーディネーター入門 色彩，日本色研事業株式会社，2002。
- 8) 下村恭子，正木光：都市野外物体の見かけの色，日本色彩学会誌，Vol.12，No.1，pp.84-93，1988。
- 9) 川崎寧史，宗本順三，大影佳史：CG による色彩遠近効果の景観描写法に関する研究 フィルタ処理操作による色彩遠近効果の研究，日本建築学会計画系論文集，No.511，pp.153-159，1998。
- 10) 青島正和，村井俊：景観シミュレーションに用いる消散係数の推定法に関する一考察，生産研究，Vol.45，No.11，pp.795-801，1993。
- 11) 正木光，田中一：大気中における光の減衰係数の算出，照明学会誌，Vol.47，No.6，pp.234-239，1963。
- 12) 佐藤文隆：光と風景の物理 岩波講座物理の世界，岩波書店，2002。
- 13) 松山祐子，朝海なつき，山下三平：福岡市の景観色彩に関する基礎的調査，景観・デザイン研究，No.4，pp.57-66，2008。
- 14) 佐藤俊雄，中川和代，色差に基づいたカラー画像のマッチング方法の検討，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.95，pp.1-8，1996。
- 15) 次村英毅，菅原登志也，勝俣盛，石川博之，三田村浩：積雪寒冷地における鋼橋の洗浄に関する研究，平成18年度土木学会北海道支部論文報告集，第63号，A-7，2007。