

PC画面上で見る三原色の季節感について

伊佐治せつ子, 和泉 志穂

(武庫川女子大学 生活環境学部 情報メディア学科)

Seasonal feeling of the three primary colors in PC display

Setsuko Isaji, Shiho Izumi

*Department of Informatics and Mediology, School of Human Environment Sciences,
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558, Japan*

Summary

The purpose of this study is to investigate seasonal feelings of the three primary colors in PC display. We made eight samples which changed R/G/B value of three primary colors on PC display. Subjects evaluated the seasonal feelings of the three primary colors by using the method of paired comparisons of Thurston. Then we constructed the scales of the seasonal feelings for three colors in the four seasons by Thurston method (case V).

From the result of this experiment, we found that the scale value of the most vivid color seemed to feel the summer, and the scale value of the second-darkest color was felt to the winter. The seasonal feeling in spring / autumn was different between three colors. Furthermore, we estimated that the subjects couldn't feel seasonal feelings of the color with less than 25 chroma, and didn't judge the seasonal feeling of the color of around 75 chroma.

緒言

日本では一年のうちに春, 夏, 秋, 冬と4つの季節を迎えることができる。そして人々は, 生活空間の様々な事物を四季に応じて変化させ, 心地よいおおいのある生活を得ようとしている。色についても同様に, 季節のイメージで色の季節感を表現させ, 四季の変化を楽しんでいる。中村氏によれば, 現在の20歳前後の若者は, 春に桜をイメージしてピンクを, 夏に海をイメージして青を, 秋に紅葉をイメージして茶を, 冬に雪をイメージして白を選択することから, 季節を代表する自然の色を季節の色としてイメージしていることが判明している¹⁾。また, 女子大生の季節による色彩嗜好の検討でも, 色に対する季節のイメージ差が見られている²⁾。

一方, 人間の目は10万色以上の識別能力を持ち, 測色器などによる光学的分類では100万色以上の分類が可能である³⁾。現在ではこのような色がPC画面上で様々に作成され, CG映像などの表現力を大きく向上させている。特に近年では, 漫画やイラスト, 広告パンフレットなど様々な視覚的表現の多くに画面上の色を用いている。PC画面上の色については, その画面上のセンサーの開発⁴⁾が見られる一方で, 画面上での色調分析なども行われている^{5) 6)}。

本研究では, PC画面上における色の季節感を調べることを目的とし, 色光の三原色である赤, 緑, 青を用いて, それぞれに春, 夏, 秋, 冬の色々の季節感を定量的に評価することを試みた。三原色それぞれの季節感の比較は, 計量心理学の手法の一つであるサーストンの一対比較法を用いた。

赤, 緑, 青のそれぞれに, 目で見て差のわかる色段階をコンピュータ上で作成し, それらを一対にしたものを比較判定させた. 判定は同じ色の試料間で, 「どちらがより春と感じるか」のように判定させた. そして, サーストンのケース^{V7)}を用いて, 赤, 緑, 青のそれぞれに季節感の尺度化を行い, 季節感を定量的に現し, $L^*a^*b^*$ 表色系による彩度との関係を調べた.

実験方法

色光の三原色である赤, 緑, 青について, 春, 夏, 秋, 冬の各季節における色の季節感を数量的に現すために, サーストンの一対比較法を用いた尺度構成を行った. 被験者は, 色覚異常のない19~22歳までの女子学生126名を対象とし, 平成21年7月13日~7月21日に実験を実施した.

1. 環境条件

実験場所は, 武庫川女子大学日下記念マルチメディア館7・8階のコンピュータ実習室を使用した. ブラインドを閉めて遮光を行える場所を設定し, 同じ使用年数のPC (Windows)を利用した. 実験時の照度は約800Lxであり, 実験室の環境温度は20~25度であった.

2. 実験使用色

色光の三原色であるR (赤), G (緑), B (青)を基本色として取り挙げた. 今回はPC画面上で「Adobe Photoshop」を利用して, 赤を基調とした色はRGB表色系のGとBの値を0にしたまま, Rの値だけを変化させて8種類の色(それぞれをR1・R2・R3・R4・R5・R6・R7・R8とする)を作成し試料とした.

この時, この8種類の色は256色環境の最小値~最大値(0~255)を均等に分割した値(31, 63,

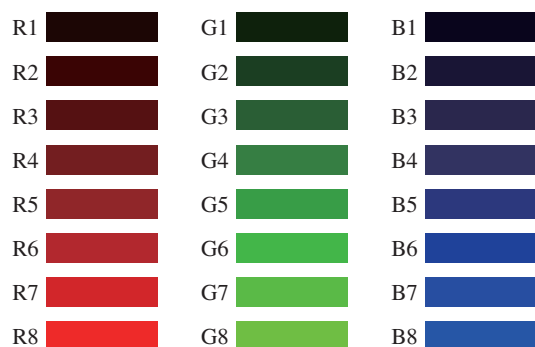


Fig. 1. 実験使用色

95, 127, 159, 191, 223, 255)を利用した. 同様に, 緑8種類(G1・G2・G3・G4・G5・G6・G7・G8), 青8種類(B1・B2・B3・B4・B5・B6・B7・B8)の色, 合計24色を作成した. Fig. 1は用いた色試料である.

3. 呈示試料

一対比較の試料として, 「Adobe Photoshop」を利用し, 赤ならばR1~R8の8色から2色をランダムに一対にした呈示試料を作成した. 同様に緑はG1~G8の8色を, 青はB1~B8の8色を利用し, 各色28種, これを4季節, 合計336種の呈示試料を作成した. また, この呈示試料は灰色(R:208, G:206, B:203)の背景(縦19.5cm×横27cm)の上に, 色シート(一辺8cmの正方形)のペアを横に並べるように作成した. Fig. 2に呈示試料の一例を示した.

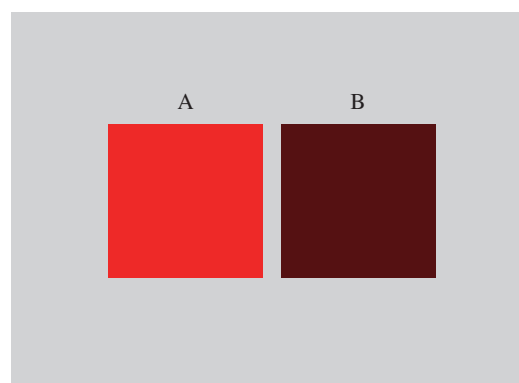


Fig. 2. 呈示試料の一例

4. 実験手順

- ①使用するPCのディスプレイの明るさを統一する.
- ②「Adobe photoshop」を用いて, 赤, 緑, 青ともそれぞれ対になった呈示試料データ(計84試料)を読み込む.
- ③呈示試料に対して判定してもらった季節を教示する. 例えば, 「どちらがより夏と感じるか答えて下さい。」である.
- ④赤, 緑, 青のランダムに作成された呈示試料について, 被験者は画面操作をしながら, 「A (左)」または「B (右)」の比較判定を行う.
- ⑤1季節に対して3色の判定が終了したら, 別の季節に対応したデータを読み込み, 同様に判定を実行させる. この時, 被験者の色の感覚が鈍るのを抑えるため, 各季節が終了するたびに, 被験者の判断で適当な休息

を入れさせた。また、判定時間の目安として、サンプル 1 枚につき約 15 秒以内で判定してもらうようにした。

実験結果及び考察

1. 被験者の判定に対する一意性の検討⁸⁾

被験者が首尾一貫した判定をしているかどうか、一意性の検討を行った。

被験者の一対比較の結果の一例を Table 1 に示す。Table 1 の、R2 の行・R1 の列の「1」は、R2 の方を R1 よりその季節らしいと感じたことを表す。したがって、R1 の方を R2 よりもその季節らしくないと感じたこととなり、R1 の行 R2 の列には何も記入しない。

Table 1. 一対比較の結果例(春の赤)の場合

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | 計 = a _i |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------------|
| R1 | - | | | | | | 1 | | 1 = a ₁ |
| R2 | 1 | - | | | | 1 | 1 | 1 | 1 = a ₂ |
| R3 | 1 | 1 | - | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 = a ₃ |
| R4 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 = a ₄ |
| R5 | 1 | 1 | | | - | 1 | 1 | 1 | 1 = a ₅ |
| R6 | 1 | | | | | - | 1 | 1 | 1 = a ₆ |
| R7 | | | | | | | - | 1 | 1 = a ₇ |
| R8 | 1 | | | | | | | - | 1 = a ₈ |

Table 1 を元に、まず被験者ごとに次式(1)により一巡三角形の個数 d を算出した。

$$d = \frac{1}{6}k(k-1)(k-2) - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^k a_i(a_i-1) \quad (1)$$

k は試料数であり、 $d=1$ となった。

次いで、次式(2)で一意性係数 ζ を求めた。

$$\zeta = 1 - \frac{24d}{k^3 - 4k} \quad (2)$$

$\zeta=0.915$ となり、判定が首尾一貫しているといえる。さらに、被験者の判定の一意性について統計的検定を行った。次式(3)・(4)により、自由度 f カイ自乗値を求め、カイ自乗検定を行った。

$$f = \frac{k(k-1)(k-2)}{(k-4)^2} \quad (3)$$

$$\chi_0^2 = \frac{8}{k-4} \left\{ \frac{k(k-1)(k-2)}{24} - d + \frac{1}{2} \right\} + f \quad (4)$$

自由度 $f=21$ 、カイ自乗値 $\chi_0^2=48$ となり、カイ自乗分布表⁹⁾より、有意水準 5% で Table 1 の被験者の判定は首尾一貫しているといえる。これを

被験者全員の判定に行った結果、Table 2 に示すように、判定が首尾一貫している被験者は各季節・各色共に 100 名以上であった。

Table 2. 被験者の判定に対する一意性の検討結果

| | 被験者数 (人) | 一意性の有無 | | |
|---|-------------|--------|-------|-----|
| | | 無し(人) | 有り(人) | |
| 春 | 赤 | 126 | 15 | 111 |
| | 緑 | 126 | 16 | 110 |
| | 青 | 126 | 19 | 107 |
| 夏 | 赤 | 122 | 11 | 111 |
| | 緑 | 122 | 17 | 105 |
| | 青 | 122 | 15 | 107 |
| 秋 | 赤 | 122 | 15 | 107 |
| | 緑 | 122 | 17 | 105 |
| | 青 | 122 | 22 | 100 |
| 冬 | 赤 | 119 | 16 | 103 |
| | 緑 | 119 | 16 | 103 |
| | 青 | 119 | 18 | 101 |

2. 被験者間の判定の一致性の検討⁸⁾

有効となった被験者間の判定の一致性を調べるために、一致性の検討を行った。

1. で有効となった被験者の判定結果を集計した結果の一例を Table 3 に示す。Table 3 は赤の呈示試料を被験者に見てもらい、より春と感じる色を判定してもらった結果である。

この表には、 i よりも j が春と感じた人数が記入してある。例えば、R1 と R2 を対にした場合に、R1 の方が春と感じる人は 8 人で R2 の方が春と感じる人は 103 人であることを示す。

Table 3. 〈春の赤〉の実験結果

| i \ j | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | 合計 |
|-------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|
| R1 | - | 8 | 7 | 10 | 4 | 6 | 7 | 9 | 51 |
| R2 | 103 | - | 9 | 6 | 9 | 9 | 7 | 14 | 157 |
| R3 | 104 | 102 | - | 4 | 10 | 8 | 12 | 18 | 258 |
| R4 | 101 | 105 | 107 | - | 16 | 9 | 25 | 29 | 392 |
| R5 | 107 | 102 | 101 | 95 | - | 18 | 27 | 32 | 482 |
| R6 | 105 | 102 | 103 | 102 | 93 | - | 28 | 35 | 568 |
| R7 | 104 | 104 | 99 | 86 | 84 | 83 | - | 43 | 603 |
| R8 | 102 | 97 | 93 | 82 | 79 | 76 | 68 | - | 597 |

Table 3 より、次式(5)によって Σ 値を求めた。ただし、 n は有効被験者数、 k は各色の試料数であり、 χ_{ij} は R_i と R_j を比較したとき、 R_i の方をよりその季節らしいと感じたと判定した人数である。

$$\Sigma = \binom{n}{2} \binom{k}{2} + \sum_{j>i} \chi_{ij}^2 - n \sum_{j>i} \chi_{ij} \quad (5)$$

Table 3 の場合は, $\Sigma = 133,736$ となった. そして, 有効被験者数 111 人の判定の一致性をみるために, 次式(6)によって一致性係数 u を求めた.

$$u = \frac{2\Sigma}{\binom{n}{2} \binom{k}{2}} - 1 \quad (6)$$

Table 3 の場合, $u = 0.565$ で一致性は不確かである. そこで, 被験者間の判定が一致しているかどうか, 次式で自由度 f とカイ自乗値 χ_0^2 を求めてカイ自乗検定を行った.

$$f = \binom{k}{2} \frac{n(n-1)}{(n-2)^2} \quad (7)$$

$$\chi_0^2 = \frac{4}{n-2} \left\{ \Sigma - \frac{1}{2} \binom{n}{2} \binom{k}{2} \frac{n-3}{n-2} \right\} \quad (8)$$

式(7)・(8)より, $f = 28.775$, $\chi_0^2 = 1800.005$ となり, カイ自乗分布表⁹⁾より, 有意水準 1% でこの例の判定は一致していると言える. 同様に検定した全ての結果を Table 4 に示す.

Table 4. 各季節・色における被験者間の判定の一致性の検定結果

| | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
|---|----|----|----|----|
| 赤 | ** | ** | ** | ** |
| 緑 | ** | ** | ** | ** |
| 青 | ** | ** | ** | ** |

*: 5% 水準
**: 1% 水準

*, ** は各々 5% 水準, 1% 水準で判定に有意差が見られたことを表す. 即ち, 各季節・各色全てにおいて, 有意水準 1% で被験者間の判定に一致性がみられた.

3. サーストンのケース V による尺度化

赤, 緑, 青の試料の各季節の季節感を数量的に表すために, サーストンのケース V を用いて, 尺度構成を行った. 尺度構成することにより, 各色間の季節感の差の程度を数量化(間隔尺度化)することができる. 例として先に示した Table 3 から出現比率を求め, 標準正規分布表¹⁰⁾を用いて標準得点を求め, 各色の標準得点の合計を試料数で除した値を尺度値とした. 尺度化した結果の例として〈春の赤〉の結果を Table 5 に示した.

なお, 求めた尺度値を検定した結果, 5% 水準で有意差が認められ, 尺度値は有効であることがわかった.

得られた尺度値を各色と季節ごとに配置すると, 以下の図(Fig. 3~Fig. 5)のようになった. 図は, よりその季節らしいという色はプラス(右)側

Table 5. 〈春の赤〉の尺度値

| | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | 計 | 尺度値 |
|----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| R1 | | -1.46 | -1.53 | -1.34 | -1.80 | -1.61 | -1.53 | -1.40 | -10.67 | -1.33 |
| R2 | 1.46 | | -1.40 | -1.61 | -1.40 | -1.40 | -1.53 | -1.15 | -7.02 | -0.88 |
| R3 | 1.53 | 1.40 | | -1.80 | -1.34 | -1.46 | -1.24 | -0.99 | -3.90 | -0.49 |
| R4 | 1.34 | 1.61 | 1.80 | | -1.06 | -1.40 | -0.76 | -0.64 | 0.89 | 0.11 |
| R5 | 1.80 | 1.40 | 1.34 | 1.06 | | -0.99 | -0.70 | -0.56 | 3.36 | 0.42 |
| R6 | 1.61 | 1.40 | 1.46 | 1.40 | 0.99 | | -0.67 | -0.48 | 5.70 | 0.71 |
| R7 | 1.53 | 1.53 | 1.24 | 0.76 | 0.70 | 0.67 | | -0.29 | 6.13 | 0.77 |
| R8 | 1.40 | 1.15 | 0.99 | 0.64 | 0.56 | 0.48 | 0.29 | | 5.50 | 0.69 |

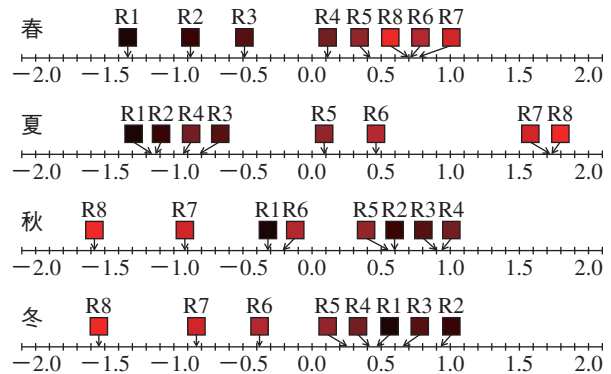


Fig. 3. 〈赤〉の尺度値配置結果

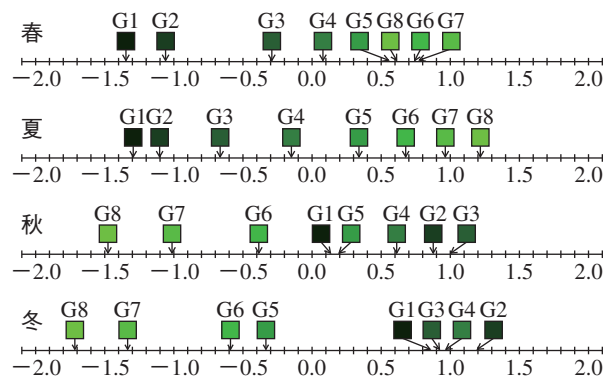


Fig. 4. 〈緑〉の尺度値配置結果

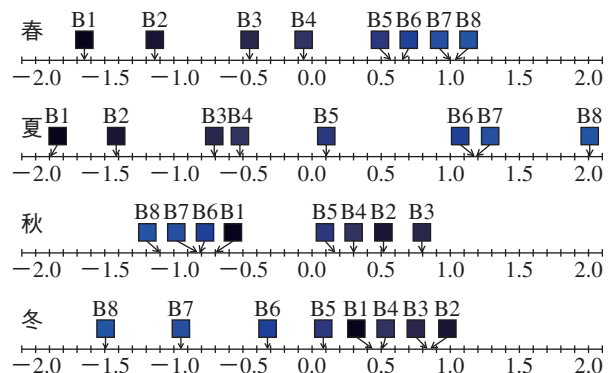


Fig. 5. 〈青〉の尺度値配置結果

に、よりその季節らしくないと判定した色はマイナス(左)側に、どちらとも判定しない色はゼロ(中心)付近に配置されている。

Fig. 3~Fig. 5のいずれの色も、春・夏は明度・彩度が高くなると、よりその季節の色と判定し、秋・冬では、明度・彩度が低くなるとよりその季節の色と判定するようである。

サーストンのケースVで得られた尺度値から、季節別・色別の変化を見た。赤、緑、青の色において、季節毎に見た明度・彩度の低い2色と高い2色の変化を Fig. 6 に示した。

これらの結果より、春・夏には明度・彩度の高い色が、秋・冬には明度・彩度の低い色がその季節を表す色と判定されることが明らかである。このことは、一般に春・夏の季節では明度・彩度が高い色がその季節を表し、逆に秋・冬では明度・彩度共に低いものが選択されることと一致している。

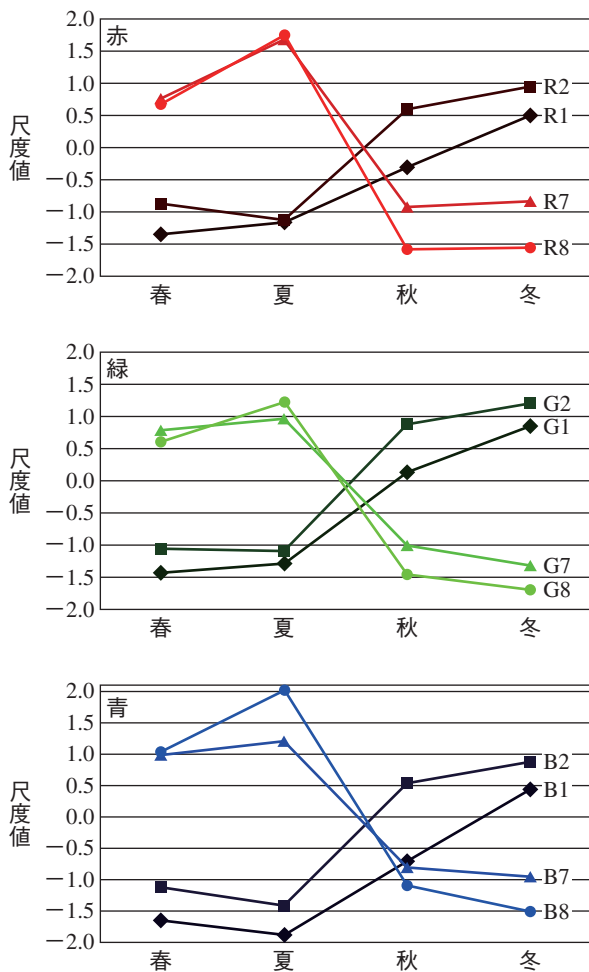


Fig. 6. 季節毎に見る〈赤〉〈緑〉〈青〉の尺度値変化

さらに、各色における尺度値の一覧を Table 6 に示す。表中、特色のあるものを次の色で表した。紫色は最もその季節を表すと判定した色を、薄紫色はその次にその季節を表すと判定した色を、灰色は最もその季節を表さないと判定した色を、黄色はどちらともいえないと判定した色を表している。

Table 6 より、黄色で示した明度・彩度が中間の色はあまり季節を感じさせない色であることがわかる。また、春・夏・秋においては、最もその季節を表す色とその色より1段階くすんだ色がその季節の色と判定されることがわかった。逆に、冬においては、最もその季節を表す色とその色より1段階鮮やかな色が選択されている。

ここで、各色で明度・彩度が最も低い色に着目した。これらの色は、春・夏では、最もその季節を感じさせない色であるが、秋・冬では、どちらとも判定できない色となっており、明度・彩度が低すぎて判定できない色と推測される。

Table 6. 各色における尺度値

| 季節 \ 色 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 春 | -1.33 | -0.88 | -0.49 | 0.11 | 0.42 | 0.71 | 0.77 | 0.69 |
| 夏 | -1.16 | -1.12 | -0.80 | -0.93 | 0.09 | 0.47 | 1.71 | 1.74 |
| 秋 | -0.31 | 0.60 | 0.91 | 0.94 | 0.56 | -0.20 | -0.92 | -1.57 |
| 冬 | 0.48 | 0.94 | 0.67 | 0.41 | 0.25 | -0.38 | -0.83 | -1.54 |
| 季節 \ 色 | G1 | G2 | G3 | G4 | G5 | G6 | G7 | G8 |
| 春 | -1.44 | -1.06 | -0.29 | 0.08 | 0.57 | 0.76 | 0.77 | 0.61 |
| 夏 | -1.29 | -1.10 | -0.67 | -0.15 | 0.34 | 0.68 | 0.97 | 1.22 |
| 秋 | 0.13 | 0.88 | 1.01 | 0.62 | 0.20 | -0.38 | -1.01 | -1.47 |
| 冬 | 0.85 | 1.20 | 0.93 | 0.97 | -0.33 | -0.59 | -1.33 | -1.71 |
| 季節 \ 色 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 |
| 春 | -1.64 | -1.13 | -0.44 | -0.06 | 0.57 | 0.66 | 1.00 | 1.04 |
| 夏 | -1.88 | -1.41 | -0.70 | -0.52 | 0.11 | 1.18 | 1.20 | 2.02 |
| 秋 | -0.69 | 0.53 | 0.80 | 0.31 | 0.17 | -0.81 | -0.82 | -1.10 |
| 冬 | 0.44 | 0.87 | 0.84 | 0.52 | 0.09 | -0.32 | -0.94 | -1.49 |

次に、上記のように得られた尺度値と色の属性である彩度との関係を検討した。彩度は、 $L^*a^*b^*$ 表色値から算出した。Table 7 は、今回使用した試料各色の RGB 値から変換した $L^*a^*b^*$ 表色値を示した。これらの値は、以下の式(9)・(10)・(11)で算出される。

$$L^* = 0.940R + 1.621G + 0.456B \quad (9)$$

$$a^* = 1.033R - 1.621G + 1.327B \quad (10)$$

$$b^* = 1.306R + 1.633G - 2.250B \quad (11)$$

Table 7. 各色におけるL*a*b*表色値

| 赤のL*a*b*値 | | | | 緑のL*a*b*値 | | | | 青のL*a*b*値 | | | |
|-----------|----|----|----|-----------|----|-----|----|-----------|----|----|------|
| 色番 | L* | a* | b* | 色番 | L* | a* | b* | 色番 | L* | a* | b* |
| R1 | 3 | 12 | 4 | G1 | 9 | -17 | 13 | B1 | 1 | 5 | -17 |
| R2 | 10 | 30 | 16 | G2 | 22 | -29 | 29 | B2 | 3 | 17 | -38 |
| R3 | 18 | 39 | 28 | G3 | 34 | -38 | 39 | B3 | 6 | 33 | -54 |
| R4 | 26 | 48 | 39 | G4 | 46 | -47 | 48 | B4 | 11 | 41 | -67 |
| R5 | 33 | 57 | 48 | G5 | 57 | -56 | 57 | B5 | 16 | 48 | -79 |
| R6 | 41 | 65 | 56 | G6 | 68 | -64 | 65 | B6 | 21 | 55 | -90 |
| R7 | 48 | 73 | 63 | G7 | 78 | -72 | 73 | B7 | 25 | 62 | -101 |
| R8 | 54 | 81 | 70 | G8 | 88 | -79 | 81 | B8 | 30 | 68 | -112 |

これらL*a*b*表色値から、次式(12)により彩度(C*)を求めた。

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (12)$$

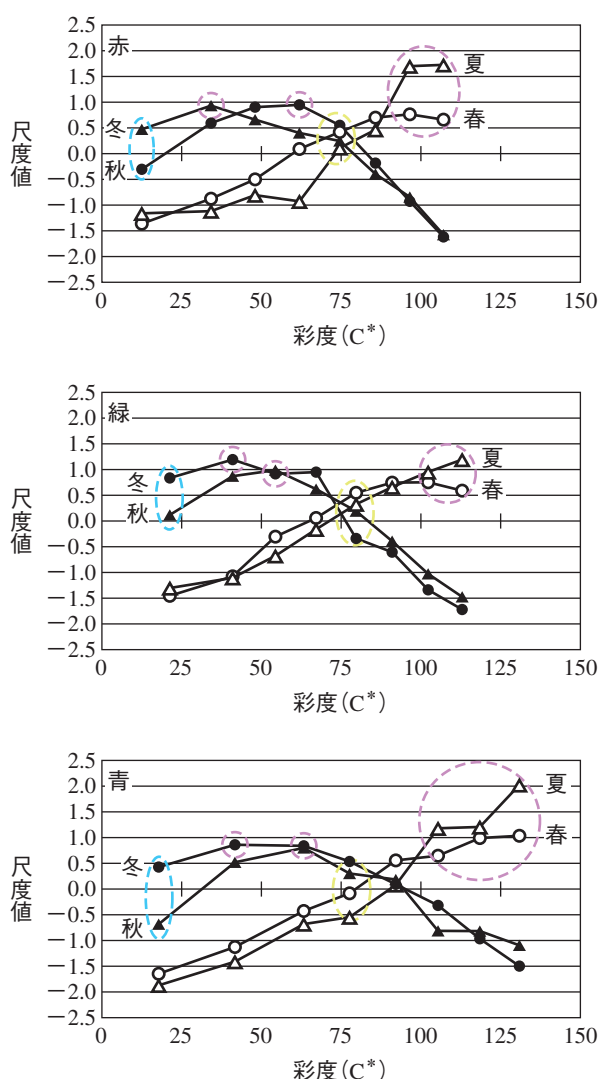


Fig. 7. 彩度による季節感尺度値の変化

彩度と季節感尺度値の関係を示したのが Fig. 7 である。Fig. 7 より、赤、緑、青いずれの色も彩度が100以上になると春・夏を感じる色となり、秋は彩度約55~65で、冬は彩度約30~40で最もその季節を感じる色になると思われる。(●部) また、彩度75前後では季節を感じない色であると考えられる。(○部)そして、先に示したように、秋・冬ではいずれの色も彩度が最も低い色は季節を判定できない色となった。(●部)

要約

本研究ではPC画面上の三原色の季節感に着目した。一般に多くの色について、より鮮やかな色が春・夏を、よりくすんだ色が秋・冬を表すと言われるが、本研究の結果、赤、緑、青全ての色において、夏は最も鮮やかな色が、冬は最もくすんだ色より1段階鮮やかな色がその季節を感じる色であることが明らかになった。しかし春、秋では、色によって季節感に差が見られた。赤・緑で春を感じる色は、最も鮮やかな色より1段階くすんだ色であったが、青では、最も鮮やかな色であった。また、緑・青で秋を感じる色は、最もくすんだ色より3段階鮮やかな色であったが、赤では、最もくすんだ色より4段階鮮やかな色となった。

さらに、各色の彩度75付近の色は、季節感を感じない色と推測された。また、秋・冬においては、最もくすんだ色は季節感の判定ができない色であると思われる。

謝辞

本調査を遂行するにあたり、ご協力いただきました被験者の皆様に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 中村妙子, 奥田真紀子, 松本しのぶ, 栗林千幸「高齢者施設における色彩環境について—色と季節感との関係—」, 奈良佐保短期大学紀要, vol 14, pp. 35-43 (2006)
- 2) 庄山茂子, 青木迪佳, 今岡春樹「女子学生の季節別色彩嗜好に関する傾向分析」, 繊維製品消費科学 vol 38 (10), pp.54-61 (1997)
- 3) 大井義雄, 川崎秀昭『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, pp.6 (1996)
- 4) 渡部俊久, 相原聡, 江上典文, 久保田節, 谷岡健吉, 鎌田憲彦, 照沼大陽「有機光導電膜を積層した CMOS イメージセンサの試作」, 電子情報通信学会技術研究報告, vol 105 (258), pp.21-25 (2005)
- 5) 瀬戸島政博, 赤松幸生, 今井靖晃, 重松敏則, 朝廣和夫, 児玉滋彦「カラー航空写真上の季節の色調変化からみた里山構成樹種の識別に関する研究」, ランドスケープ研究, vol 65 (5), pp.679-684 (2002)
- 6) 鈴木悠里, 柴田昌三, 田中和博, 酒井徹朗「京都市市街地北部地域における活力度が高い樹木葉の色彩評価」, 日本緑化工学会誌, vol 29 (1), pp.68-73 (2003)
- 7) J・P・ギルボード『精神測定法』, 培風館, pp.189-218 (1976)
- 8) 日科技連官能検査委員会, 『官能検査ハンドブック』, 日科技連出版社, pp.349-356 (1995)
- 9) 水野哲夫, 『統計の基礎と実際』, 光生館, pp.281 (1975)
- 10) 心理学実験指導研究会編, 『実験とテスト = 心理学の基礎』, 培風館, pp.157-159 (2003)