

退色に対する染色堅牢度の視感評価と 計測評価との関係

中 村 妙 子

Relationship between visual assessment and instrumental assessment of the change in depth of colour in colour fastness tests

Taeko NAKAMURA

Colourists visually judge the colour contrast between treated and untreated fabric against the contrasts of the grey scale. A result by the traditional method based on visual assessment varies from observer to observer.

In this study, visual assessment was performed by assessing colour depth change of samples prepared systematically. In contrast, instrumental assessment was performed by using 17 formulae.

The relationship between visual assessment and instrumental assessment was compared, with following findings.

1. The correlation coefficient between visual assessment and instrumental assessment was improved by using colour fastness formulae rather than colour difference formulae.
2. The correlation coefficient was especially high when using Nc# value and SEK grade.
3. The correlation coefficient between visual and instrumental assessment was high for each colour point except a very pale tone.
4. The correlation coefficient was not good for a very pale tone.
5. The correlation coefficient was good for Purple, but yellow was not good. Green was bad, except for the SEK grade and the ISO grade.
6. In the case of change in depth of colour, the instrumental assessment according the colour fastness formulae was much better, and in the case of change in colour the instrumental assessment according the colour difference formulae was better.

Key words: colour fastness, grey scale, visual assessment, instrumental assessment, colour difference

1. 緒言

繊維製品において、堅牢な染色性を有することは、非常に重要であり、その染色堅牢性の評価は、2本のグレースケール（汚染用グレースケール¹⁾と変退色用グレースケール²⁾）を対照基準として視感判定で行うことがJISで規定されている。しかし、視感判定のため個人によるばらつきは避けられず、しばしば判定結果をめぐってトラブルが生じている。

汚染用グレースケール¹⁾は、白布に付着した染料の汚染程度を調べる時に用いられ、白票を基準とし、順に明度が低くなる色票を隣接させた9種の色票対から構成されている。白布と汚染布の色の差に相当すると思われる色票対を、その9種の中から選ぶので、個人によって異なった色票対を選ぶ可能性は大きい。基準の色が白色ということで、そのばらつき程度はまだ小さい。しかし、変退色は、種々の色の染色布から生じ、また、変退色方向も様々であるが、対照評価スケールは、中色の灰色を基準とした9種の色票対で構成された変退色用グレースケール1本しかない。²⁾ 染色布が、淡色、中色、濃色であれ、また、種々の色相であれ、さらに、変退色方向がいずれであっても、この変退色用グレースケールで評価しなければならず、その視感評価は、汚染評価に較べてかなりのばらつきが生じる。

評価スケールを多く作製すれば、ばらつき程度は小さくなるかもしれないが、視感評価に頼る限り個人誤差は避けられない。そこで、測色機器、コンピュータの発達してきた近年、測色値から求めることのできる客観評価が望まれており、いくつかの計測評価値が提案されている。^{3)~12)} しかし、いずれが優れているか検討されているものの国によって考え方が異なり、世界共通の評価式としてまとまっていない。

染色評価の計測化には、色差値の考え方と染色堅牢度評価値の考え方がある。“変退色変化の方向に対する計測評価の特性”については、すでに報告しており¹³⁾、変化の方向が種々である場合は、染色堅牢度評価値より色差値の方が視感評価値との対応が良く、中でもCIE94(1:1)色差値が視感評価値と最も良好に対応していたことを示した。

本報では、洗濯時などに生じる変色をほとんど伴わ

ない退色について、視感評価値と計測評価値の関係を検討するとともに、変色の場合と退色の場合との計測評価値の適用の仕方を比較し、染色堅牢度評価の計測化の問題点を考察する。

2. 試料作製および視感実験

マンセル色立体において、偏りなく色を選択し、系統的な試料を作製することを試みた。

色相としては、マンセル表色系の基本5色相、すなわち、5Y, 5G, 5B, 5P, 5Rを選び、色濃度としては、マンセル等色相面上の6色度点 ($V/C=8/2, 5/2, 3/2, 7/6, 4/6, \text{High Chroma}$) を考えた(図1)。5BG, 5Bにおいては、最高彩度が8ぐらいしか得られないので、幅広い試料を作るため、 $V/C=7/6, 4/6$ ではなく $V/C=7/4, 4/4$ を用い、また、High Chromaは、色相により明度、彩度が異なるので、それぞれの色相において出来るだけ高彩度な試料となるよう心がけた。

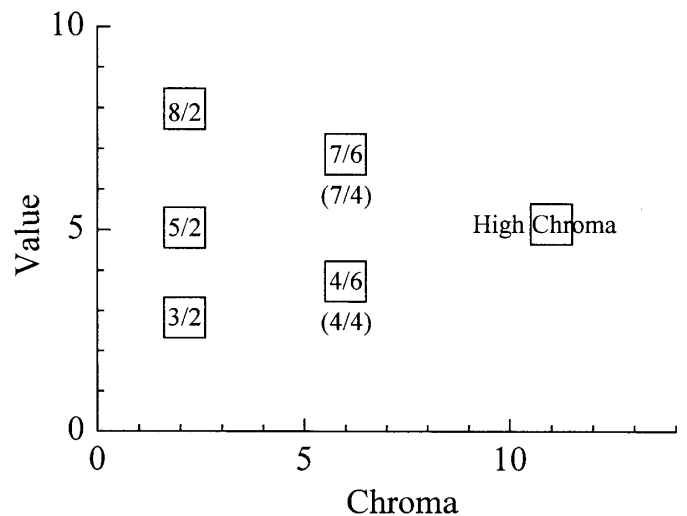


Fig.1 Standard colours of change in colour arranged in Munsell colour space.

試料は、紙の色票より染色布の方がより実際に近いと考え、直接染料(表1)を用いて綿ブロードに染色することを試みた。その際、目的の色に近づけるため、CCM(コンピュータ・カラー・マッチング)を利用したが、1回のCCMでは、期待する染色布は得られず、数回補正を加えることによって、5色相、6色度点の合計30色の染色布を、ほぼ目的の色に染色することができた。

退色に対する染色堅牢度の視感評価と計測評価との関係

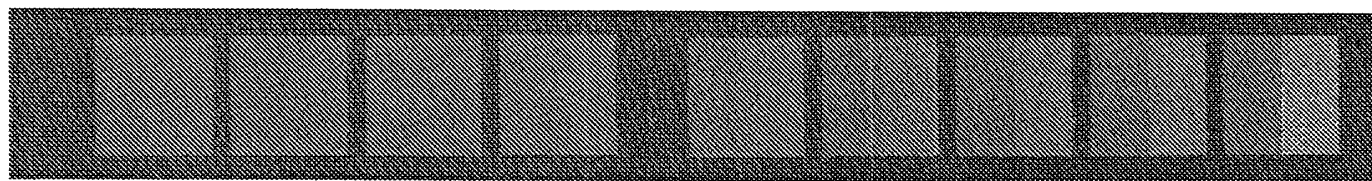


Fig. 2 The grey scale for change in colour

Table 1 Dyestuffs used for specimens.

| | |
|----|--------------------------------|
| 1 | Kayaras Light Yellow F8G |
| 2 | Kayarus Yellow PG |
| 3 | Kayarus Supra Yellow GLS |
| 4 | Kayarus Supra Yellow RL |
| 5 | Kayarus Supra Brown GL 125 |
| 6 | Kayaras Supra Brown GTL |
| 7 | Kayaras Supra Brown B2R |
| 8 | Kayaras Supra Scarlet BNL 200 |
| 9 | Kayaras Light Scarlet F2G |
| 10 | Kayaras Supra Red BWS |
| 11 | Kayaras Light Rose FR |
| 12 | Kayaras Supra Violet 5BL conc. |
| 13 | Kayaras Supra Blue BRL 200 |
| 14 | Kayaras Supra Blue FFRL |
| 15 | Kayaras Supra Blue 4BL conc. |
| 16 | Kayaras Turquoise Blue GL |

得られた染色布を洗濯し、変退色用グレースケール(図2)の1級~5級の範囲に入るように4段階に退色させた。個別に視感判定試料を作製するよりスケールにする方が相対評価が期待できると考え、変退色用グレースケールに準じ、図3に示すような染色布と退色布を隣接させた退色スケールを作製した。そして、計30本のスケールをS.Mカラーコンピュータ(S.M-4-2型、スガ試験機)で測色し、計測評価値の基となる三刺激値X, Y, Zを求めた。

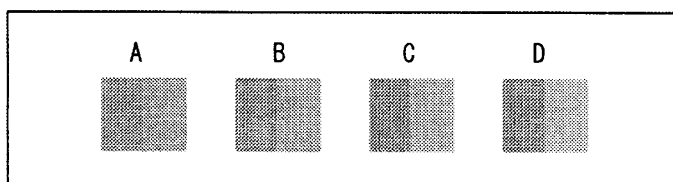


Fig. 3 A colour scale used in visual test for assessing change in colour

本学の学生30名に、この30本の退色スケールを北窓昼光下、変退色用グレースケールを対照基準として視

感評価するよう依頼した。その際、変退色用グレースケールに付属するマスクを用いること、また、評価は0.5刻みではなく、小数点第1位で評価するよう指示をした。個人のばらつきは避けられないが、熟練者でも同じような傾向にあることが明らかになっているので¹⁴⁾、30名の評価値の平均をもって、試料の視感評価値 N_v とした。

3. 視感評価値と計測評価値との比較

変退色用グレースケールは、CIELAB空間(L^* , a^* , b^*)の2点間の距離として求められるCIELAB色差値で規定されている。^{2) 4)}しかし、CIELAB色差値が変退色用グレースケールの等級値に代わって用いられることはほとんどなく、等級値の補助的な値として使われているに過ぎない。そこで、寺主、佐藤らは、実際に使える染色堅牢度値が必要と考え、CIELAB空間ではなく染色における三属性、色相、色濃度、鮮明度から色差値 ΔE^{**} ^{4) 5)}、 ΔE_{DBH} ⁶⁾を、さらに、 ΔE^{**} 、 ΔE_{DBH} から染色堅牢度評価式 $N_c^{\#}$ 式^{4) 5)}、 F_c 式⁶⁾を導き出した。 $N_c^{\#}$ 値、 F_c 値は、等級値ではなく連続した値として染色堅牢度値が得られる。

色差値としては、世界的にはCIELAB色差値が一般的によく用いられているが、視感との対応が良くないことから、CIELAB色差値に補正を加えた式がいくつか提案されている。その主な式が、CMC(1:1)式^{8) 9)}、CMC(2:1)式^{7) 8) 9)}、CIE94(1:1)式¹⁰⁾、CIE94(2:1)式¹⁰⁾、SEK式^{11) 12)}、ISO式¹¹⁾である。以下にこれらの式を示す。

1. CIELAB式³⁾

$$\Delta E_{ab}^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \quad (1)$$

2. CMC(1:1)式^{7) 8) 9)}

$$\Delta E_{CMC} =$$

$$\{(\Delta L^*/lS_L)^2 + (\Delta C^*/cS_C)^2 + (\Delta H^*/S_H)^2\}^{1/2} \quad (2)$$

ここで, $l = 1, c = 1$

$$\Delta H = \{(\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2\}^{1/2}$$

$$S_L = 0.04975L^*_i / (1 + 0.01765L^*_i) \quad (L^*_i \geq 16)$$

$$S_L = 0.511 \quad (L^*_i < 16)$$

$$S_C = 0.0638C^*_i / (1 + 0.0131C^*_i) + 0.638$$

$$S_H = S_C(Tf + 1 - f)$$

$$\text{ただし, } f = [(C^*)^4 / \{(C^*)^4 + 1900\}]$$

$$T = 0.36 + |0.4 \cos(h_1 + 35)|$$

$$(h_1 \leq 164^\circ, h_1 \geq 345^\circ)$$

$$T = 0.56 + |0.2 \cos(h_1 + 168)|$$

$$(164^\circ \leq h_1 \leq 345^\circ)$$

3. CMC (2:1) 式^{7) 8) 9)}

$$\Delta E_{CMC} =$$

$$\{(\Delta L^*/lS_L)^2 + (\Delta C^*/cS_C)^2 + (\Delta H^*/S_H)^2\}^{1/2} \quad (3)$$

4. CIE94 (1:1) 式¹⁰⁾

$$\Delta E_{94} = \{(\Delta L^*/k_L S_L)^2 + (\Delta C^*/k_C S_C)^2 + (\Delta H^*/k_H S_H)^2\}^{1/2} \quad (4)$$

ここで, $k_L = 1, k_C = k_H = 1,$

$$S_C = 1 + 0.045C^*, S_H = 1 + 0.015C^*$$

5. CIE94 (2:1) 式¹⁰⁾

$$\Delta E_{94} = \{(\Delta L^*/k_L S_L)^2 + (\Delta C^*/k_C S_C)^2 + (\Delta H^*/k_H S_H)^2\}^{1/2} \quad (5)$$

ここで, $k_L = 2, k_C = k_H = 1,$

$$S_C = 1 + 0.045C^*, S_H = 1 + 0.015C^*$$

6. SEK 式^{11) 12)}

$$\Delta E_F = \{(\Delta L)^2 + (\Delta C_F)^2 + (\Delta H_F)^2\}^{1/2} \quad (6)$$

$$\Delta C_F = C^*_0 / \{1 + (C_M/50)^2\}, C_M = (C^*_T + C^*_0)/2$$

$$\Delta H_F = \{(\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2\}^{1/2}$$

7. ISO 式¹³⁾

$$\Delta E_F = \{(\Delta L)^2 + (\Delta C_F)^2 + (\Delta H_F)^2\}^{1/2} \quad (7)$$

ここで, $\Delta H_F = \Delta H_K / \{1 + (10C_M/1000)^2\},$

$$\Delta C_F = \Delta C_K / \{1 + (20C_M/1000)^2\}$$

$$\Delta H_K = \Delta H^* - D, \Delta C_K = \Delta C^* - D$$

$$D = \Delta C^* C_M e^{-X/100}$$

$$X = \{(h_M - 280)/30\}^2 \quad (|h_M - 280| \leq 180)$$

$$X = \{(360 - |h_M - 280|)/30\}^2$$

$$(|h_M - 280| > 180)$$

$$C_M = (C^*_T + C^*_R)/2$$

$$h_M = (h_T + h_R)/2 \quad (|h_T - h_R| \leq 180)$$

$$h_M = (h_T + h_R)/2 + 180$$

$$(|h_T - h_R| > 180, (h_T + h_R) < 360)$$

$$h_M = (h_T + h_R)/2 - 180$$

$$(|h_T - h_R| > 180, (h_T + h_R) \geq 360)$$

L^*_T, C^*_T, h_T : 変退色布のメトリック明度, メトリッククロマ, メトリック色相角

L^*_R, C^*_R, h_R : 原布のメトリック明度, メトリッククロマ, メトリック色相角

$$\Delta L^* = L^*_T - L^*_R$$

$$\Delta C^* = C^*_T - C^*_R$$

$$\Delta H^* = \{(\Delta E_{ab}^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2\}^{1/2}$$

$$\Delta E_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

8. ΔE_{DBH} 式⁶⁾

$$\Delta E_{DBH} = [(\Delta D)^2 + \{\Delta B_D(100 - L^*_i)L^*_i/2000\}^2 + 2C^*_0(1 - \Delta h_{290,0}/360)C^*_i(1 - \Delta h_{290,i}/360) \{1 - \cos(\Delta h)\}]^{1/2} \quad (8)$$

$$D = (100 - L^*) + (0.1 + \Delta h_{290}/360)$$

$$(1 - \Delta h_{290}/360)C^*$$

$$B_D = 2000(1 - \Delta h_{290}/360)C^* / \{L^*(100 - L^*)\}$$

Δh : メトリック色相角の差

Δh_{290} : 290° とメトリック色相角との差

$$(0^\circ \leq \Delta h_{290} \leq 180^\circ)$$

9. ΔE^{**} 式^{4) 5)}

$$\Delta E^{**} = [(\Delta C^*)^2 + \{\Delta B^*(10 - V_i)V_i/25\}^2 + 2C^*_0C_i \{1 - \cos(3.6\Delta H)\}]^{1/2} \quad (9)$$

ΔH : マンセル色相差 (100 hue step)

ΔH_{5Y} : 5Y からのマンセル色相差

$$(0 \leq \Delta H_{5Y} \leq 50)$$

V : マンセル明度, C : マンセルクロマ, C^* : マンセル値から計算される色濃度値

$$C^* = 21.72 \times 10^{C(\tan H^\circ)/2} V^{1/2}$$

$$\tan H^\circ = 0.01 + 0.001\Delta H_{5P}$$

B^* : マンセル値から計算される鮮明度値

退色に対する染色堅牢度の視感評価と計測評価との関係

$$B^* = 10C/\{V(10-V)\}$$

10. F_c 式⁶⁾

$$F_c = 5 - 5 \{K_1(\Delta E_{DBH}/D_0)\}^{k^2} \quad (10)$$

$$K_1 = 2 + 0.0005 \{1 + 0.00005 C^*_o (1 - \Delta h_{290,0}/360) h_{290,0}\} D_0^2$$

$$K_2 = 0.6 + 0.00004 C^*_o (1 - \Delta h_{290,0}/360) \Delta h_{290,0}$$

o : 原布 i : 変退色布

11. $Nc^{\#}$ 式⁴⁾⁵⁾

$$Nc^{\#} = 5.5 - \ln \{ \varepsilon (\Delta E^{**}/C^*_o) / (\omega K_D) + 1 \} / \ln 2 \quad (11)$$

$$\text{ここで, } \varepsilon = \{p(\Delta E^{**}/C^*_o)\}^h$$

$$p = 1.1 - 0.65 \cos(3.6 \Delta H_{5Y}), \quad h = 0.30$$

$$K_D = 0.125, \quad \omega = 0.12$$

CMC式(2)(3), SEK式(6), ISO式(7), F_c 式(10), $Nc^{\#}$

式(11)は, 変退色用グレースケールに準じた等級値に変換することができるので, それぞれの色差式, 染色堅牢度式から導いた等級値をCMC (1:1) grade⁷⁾-(12), CMC (1:2) grade⁷⁾-(13), SEK grade¹¹⁾-(14), ISO grade¹¹⁾-(15), F_c grade⁶⁾-(16), $Nc^{\#}$ grade⁴⁾-(17)とした。

染色堅牢度を計測評価する場合, 上記のように色差値 ((1)~(9)) を用いる方法と染色堅牢度値 ((10), (11)) あるいは染色堅牢度等級値 ((12)~(17)) を用いる方法があるので, これら17式から得られる計測評価値と視感評価値を較べた。その結果, 変色をあまりともなわない退色試料においては, 色差式から得られる計測評価値より堅牢度式から得られる計測評価値の方が視感評価値との間に高い相関係数が得られた (表 2, 3)。変退色用グレースケールを規定しているCIELAB色差値, 視感評価値との相関が最も高かった $Nc^{\#}$ 値, 色差値から等級値に変換でき視感評価値との相関も高かつ

Table 2 The correlation coefficients between instrumental and visual assessments in six colour points.

| Instrumental method | All | 8/2 | 5/2 | 3/2 | 7/6(4) | 4/6(4) | High Chroma |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------------|
| ΔE^*_{ab} | 0.927 | 0.932 | 0.964 | 0.964 | 0.933 | 0.976 | 0.914 |
| CMC(1:1) | 0.893 | 0.936 | 0.969 | 0.960 | 0.930 | 0.989 | 0.963 |
| CMC(2:1) | 0.900 | 0.918 | 0.823 | 0.926 | 0.924 | 0.975 | 0.942 |
| CIE94(1:1) | 0.903 | 0.942 | 0.961 | 0.965 | 0.912 | 0.986 | 0.927 |
| CIE94(2:1) | 0.936 | 0.930 | 0.939 | 0.947 | 0.942 | 0.980 | 0.941 |
| SEK | 0.933 | 0.937 | 0.965 | 0.964 | 0.927 | 0.984 | 0.949 |
| ISO | 0.928 | 0.937 | 0.965 | 0.964 | 0.925 | 0.985 | 0.939 |
| ΔE_{DBH} | 0.923 | 0.933 | 0.925 | 0.966 | 0.932 | 0.981 | 0.974 |
| F_c | 0.805 | 0.866 | 0.939 | 0.968 | 0.948 | 0.943 | 0.924 |
| ΔE^{**} | 0.953 | 0.941 | 0.949 | 0.982 | 0.939 | 0.987 | 0.964 |
| $Nc^{\#}$ | 0.956 | 0.911 | 0.980 | 0.978 | 0.959 | 0.971 | 0.977 |
| CMC(1:1) grade | 0.913 | 0.881 | 0.953 | 0.955 | 0.911 | 0.974 | 0.948 |
| CMC(2:1) grade | 0.881 | 0.856 | 0.823 | 0.928 | 0.915 | 0.932 | 0.916 |
| SEK grade | 0.954 | 0.943 | 0.973 | 0.956 | 0.963 | 0.967 | 0.963 |
| ISO grade | 0.951 | 0.943 | 0.973 | 0.956 | 0.964 | 0.967 | 0.957 |
| F_c grade | 0.928 | 0.943 | 0.901 | 0.973 | 0.902 | 0.972 | 0.947 |
| $Nc^{\#}$ grade | 0.952 | 0.911 | 0.964 | 0.977 | 0.958 | 0.963 | 0.974 |

: The correlation coefficient is over 0.950.

たSEK-gradeについて、図4、図5、図6に示す。変退色用グレースケールの等級値と ΔE^*_{ab} の間には、1級～3級までは等比、3級～5級までは等差の関係にあるが、図4においても同じよう傾向が見られた。そのために、視感評価値と ΔE^*_{ab} との相関があまり高くないと考えられる。Nc[#]値は、色濃度から導いた染色堅牢度値であるが、0.5刻みの等級値ではなく連続値として表すことができる。それに対しSEK-gradeは、SEK色差値をある幅を持って等級値に変換したもので、連続値ではなく0.5刻みの等級値で表される。いずれにおいても、計測評価値が3級においては、視感評価値におよそ1.5級のばらつきが見られ、相関係数が高いものの、計測評価値と視感評価値が良好に対応するとは言い切れない。

各色度点ごとに相関係数を示したのが表2であり、多くの計測評価値において極淡色を除きそれぞれの色度点でかなり高い相関係数が得られるが、全体で見ると

と相関が低くなる傾向にある。このことは、小さな色空間領域では、視感評価と計測評価の対応が良いが、それぞれの領域間との対応が悪いと考えられる。特に、色差値から得られた計測評価値はその減少程度が大きく、染色堅牢度評価式はさほどに下がらない。

色相別に相関係数を示したのが表3である。色度点に比べ、色相別ではかなりのばらつきが見られ、有彩色を無彩色に置き換え視感評価する困難さが伺える。色相別では、Purpleは高い相関が得られたが、Yellowは、Nc[#]値、Nc[#] grade、Greenは、SEK grade、ISO gradeを除き悪かった。色相別でも色差値より染色堅牢度値の方が相関が高かった。

4. 退色試料と変退色試料における視感評価値と計測評価値の関係

染色堅牢度の計測評価を考える場合、染色布の色相、明度、彩度の変化に上記17の式がどのように対応する

Table 3 The correlation coefficients between instrumental and visual assessments in five hues.

| Instrumental method | All | Y | G | B | P | R |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ΔE^*_{ab} | 0.927 | 0.914 | 0.949 | 0.927 | 0.956 | 0.950 |
| CMC(1:1) | 0.893 | 0.904 | 0.887 | 0.870 | 0.934 | 0.923 |
| CMC(2:1) | 0.900 | 0.946 | 0.904 | 0.928 | 0.937 | 0.924 |
| CIE94(1:1) | 0.903 | 0.856 | 0.920 | 0.888 | 0.957 | 0.919 |
| CIE94(2:1) | 0.936 | 0.941 | 0.950 | 0.951 | 0.965 | 0.962 |
| SEK | 0.933 | 0.929 | 0.944 | 0.920 | 0.958 | 0.944 |
| ISO | 0.928 | 0.912 | 0.943 | 0.917 | 0.958 | 0.938 |
| ΔE_{DBH} | 0.923 | 0.919 | 0.913 | 0.909 | 0.955 | 0.935 |
| Fc | 0.805 | 0.781 | 0.852 | 0.822 | 0.816 | 0.805 |
| ΔE^{**} | 0.953 | 0.943 | 0.937 | 0.960 | 0.983 | 0.962 |
| Nc [#] | 0.956 | 0.972 | 0.947 | 0.949 | 0.983 | 0.974 |
| CMC(1:1) grade | 0.913 | 0.888 | 0.903 | 0.909 | 0.937 | 0.957 |
| CMC(2:1) grade | 0.881 | 0.861 | 0.915 | 0.909 | 0.885 | 0.933 |
| SEK grade | 0.954 | 0.947 | 0.954 | 0.947 | 0.973 | 0.977 |
| ISO grade | 0.951 | 0.935 | 0.954 | 0.953 | 0.973 | 0.973 |
| Fc grade | 0.928 | 0.893 | 0.930 | 0.947 | 0.966 | 0.947 |
| Nc [#] grade | 0.952 | 0.959 | 0.947 | 0.959 | 0.961 | 0.962 |

: The correlation coefficient is over 0.950.

退色に対する染色堅牢度の視感評価と計測評価との関係

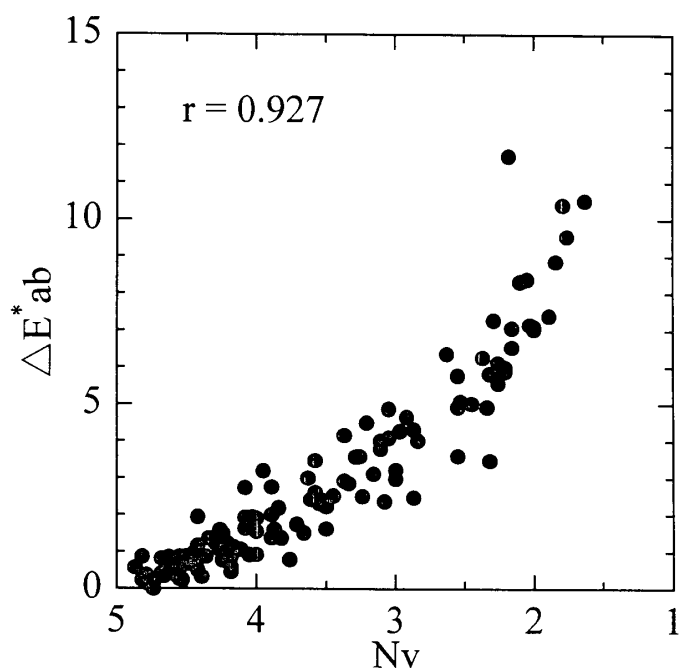


Fig. 4 The relationship between visual assessments and colour difference values : $Nv-\Delta E^*_{ab}$

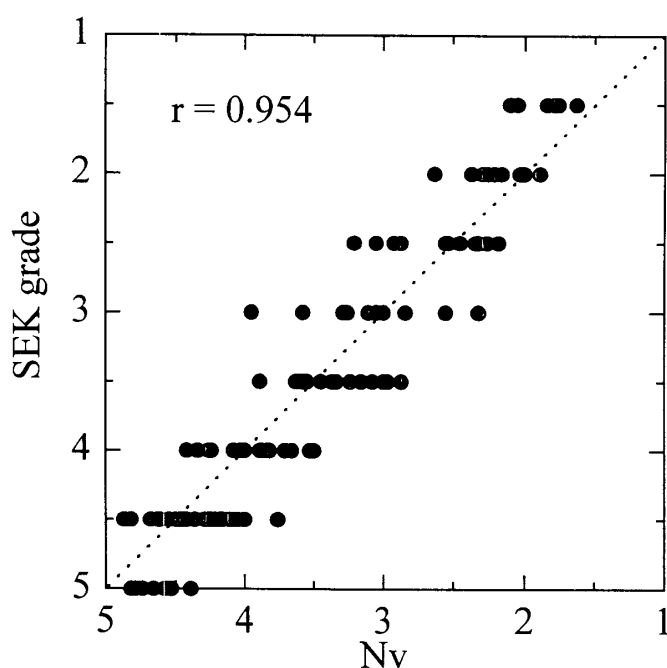


Fig. 6 The relationship between visual assessments and colour difference values : $Nv-SEK$ grade

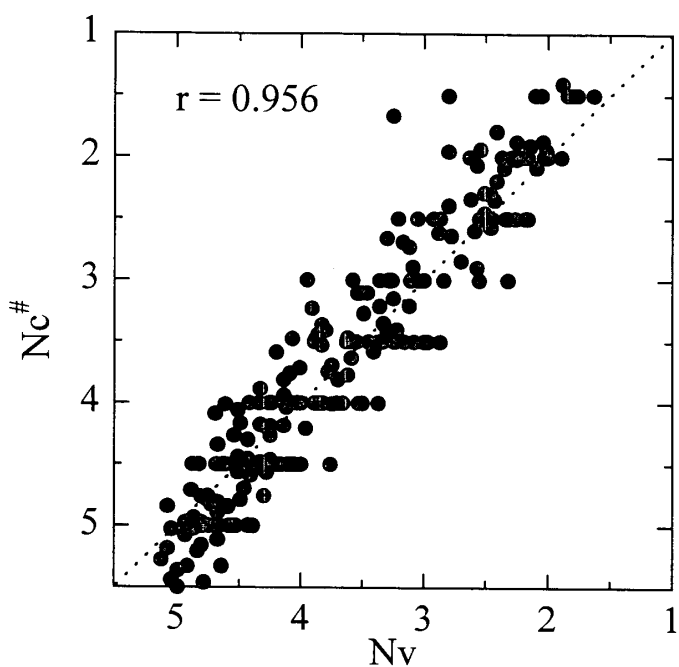


Fig. 5 The relationship between visual assessments and colour difference values : $Nv-Nc^\#$

Table 4 The correlation coefficients between instrumental and visual assessments on change in depth of colour and change in colour

| Instrumental method | r | |
|---------------------|---------------------------|------------------|
| | change in depth of colour | change in colour |
| ΔE_{ab} | 0.927 | 0.679 |
| CMC(1:1) | 0.893 | 0.646 |
| CMC(2:1) | 0.900 | 0.434 |
| CIE94(1:1) | 0.903 | 0.871 |
| CIE94(2:1) | 0.936 | 0.685 |
| SEK | 0.933 | 0.777 |
| ISO | 0.928 | 0.794 |
| ΔE_{DBH} | 0.923 | 0.799 |
| Fc | 0.805 | 0.707 |
| ΔE^{**} | 0.953 | 0.642 |
| $Nc^\#$ | 0.956 | 0.728 |
| CMC(1:1) grade | 0.913 | 0.803 |
| CMC(2:1) grade | 0.881 | 0.597 |
| SEK grade | 0.954 | 0.827 |
| ISO grade | 0.951 | 0.798 |
| Fc grade | 0.928 | 0.706 |
| $Nc^\#$ grade | 0.952 | 0.720 |

かについてはすでに報告している。¹³⁾ 視感判定試料224組における変退色用グレースケールを用いた視感評価値と計測評価値との相関係数を本実験の結果と並べて表4に示す。本実験はほとんど変色を伴わない退色試料であり、色相、色濃度は異なるものの変退色用グレースケールに準じた試料であるが、色相、彩度方向、また、明度においても明度が低くなる試料など変退色用グレースケールの色票対に対応しない試料に対する視感評価値と計測評価値との関係は、最も高い相関係数でCIE94(1:1)の0.871である。したがって、変色を伴う堅牢度評価に変退色用グレースケールを対照基準として視感評価することに限界があるように思われる。

このように退色においては堅牢度評価式、変色においては色差値が視感評価値との対応が良いと異なった結果が得られた。変色と退色を分けて考えるのも1つの方法かと思われるが、退色は変色の一部であるので、その境界線を明らかにすることは難しい。変退色用グレースケールを変色にも退色にも適用するように、変退色に適用できる計測評価値を導き出すにはどのような手法を取るべきかについては、これらの結果を踏まえ、さらなる検討が必要と考える。

5. 結 言

変色をあまりともなわない退色試料を系統的に作製し、変退色用グレースケールを対照基準として判定した視感評価値とこれまでに提案されている計測評価値とを比較し、染色堅牢度の計測化の可能性を検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

1. 退色試料においては、色差値よりも染色堅牢度値の方が視感評価値との対応が優れていた。
2. 特に、Nc#値、SEK gradeが視感評価値との相関係数が高かった。
3. 極淡色を除き、各色度点ごとの相関係数は高いが、全体になるといずれも相関係数が低くなる。その傾向は、色差値の方が大きかった。
4. 極淡色は、視感評価値と計測評価値との相関が悪かった。
5. 色相別では、Purpleは高い相関が得られたが、

Yellowは、Nc#値、Nc# grade、Greenは、SEK grade、ISO gradeを除き悪かった。

6. 変色においては色差値が、退色においては染色堅牢度値が視感評価との対応が優れていた。

以上のことより、種々の退色試料を変退色用グレースケール1本で視感評価することの難しさが見出され、また、計測評価する場合、退色では堅牢度値が、変色には色差値が視感評価との対応がよいことを見出されたので、変退色を評価する計測評価値については、さらなる検討が必要と考える。

参考文献

- 1) JIS L-0805 : 汚染用グレースケール
- 2) JIS L-0804 : 変退色用グレースケール
- 3) JIS Z 8730
- 4) 寺主一成 : 色材色彩工学, 色染社 (1983)
- 5) 寺主一成 : おもしろい色のはなし, 日刊工業新聞社 (1991)
- 6) 佐藤哲也, 中村妙子, 寺主一成 : 繊維製品消費科学誌, 34, 307 (1993)
- 7) British Proposal, ISO/TC38/SC1, N125, Denmark (1981)
- 8) SDC Proposal : J. Soc. Dyers Colourists, 99, 101 (1983)
- 9) K McLaren, The colour science of dyes and pigments, Bristol Adam Hilger, (1986)
- 10) CIE Technical Committee 1-29, Industrial Colour-Difference Evaluation Progress Report, Colour Res. 18, 137 (1993)
- 11) ISO 105-A05.2 Textile-Twists for colour fastness-, Part A05:Instrumental assessment of change in colour for determination of gray scale rating
- 12) H Ulshofer, J. Soc. Dyers Colourists, 102, 307 (1986)
- 13) 中村妙子, 佐藤哲也 : 繊維製品消費科学誌, 42, 587 (2001)
- 14) 中村妙子, 吉川清兵衛, 寺主一成 : 家政学雑誌, 35, 339 (1984)