

堅ろう性の光学的表示法の検討 (第2報)

磯部 美津子・藤井 明
(被服整理学・染色加工学研究室)

Studies on the Optical Indication of Fastness (Part 2)

Mitsuko ISOBE · Akira FUJII

I 緒 言

染色堅ろう度を判定する場合、視感により行う方法と光学器機を用いる場合がある。現在、JIS. L-0804-1965およびL-0805-1965に規定されたグレースケールを用いての視感判定による方法が、測定の簡便さから多く利用されている。得られた判定値は、常に妥当な結果であり、再現性のある評価でなければならないが、視感による方法では、個人差や繰り返し判定の誤差などによるバラツキが生じ易い。また、グレースケールは、無彩色の灰色色票によって構成された色票系列であり、それぞれの色票は基準色票からのAdams-Nickerson色差値により規定されている。しかし、これを用いた実際の染色堅ろう度の判定では、試料に生じた汚染あるいは色相差や彩度差によって生ずる変色を無彩色による明度段階の差で構成された尺度で視感的に決定するという主観を伴い易い方式がとられている。それ故に、判定結果には、十分な客観性がなく、判定個差を生ずるといった問題点がある。このため、視感に頼らず、純粋に測色学的方法によって客観的に染色堅ろう度の判定を行う試み¹⁾をし、前報¹⁾で報告した。

今回は、視感判定値による染色物の堅ろう度結果のバラツキや誤差の程度を認識すると共にその因果関係を知る目的で染色堅ろう度試験を行い、測色色差計を用いて色差などを求める方法による判定値とグレースケールによる判定値との違いについて、2、3の検討を行ったので報告する。

II 実 験

II-1 試 料

- 1) 試 布：前報¹⁾と同じ試料と同じ処理を行ったものを用いた。
- 2) 染 料：直接染料のRed系2種、Yellow系3種、Orange系1種、Green系2種、Blue系3種、Violet系2種、Black系2種、と反応性染料のRed、Orange、Grey、各1種ずつの市販品をそのまま用いた。

- 3) 試 薬：Sodium carbonate cryst, sodium chlorate, hydrogen peroxide(30%), sodium silicate anhydrous, magnesium chloride, marseilles soap heavy duty detergent, liquid detergentは市販品をそのまま用いた。

II-2 試験染色布の調製

II-1-1)で処理した綿ブロード40sを無彩色のBlack、Greyおよび有彩色のRed、Scarlet、Orange、Yellow、Green、Blue、VioletにII-1-2)の染料を用いて、0.05、0.5、2、3、5、10% o.w.f.で染色した。染浴は1:50または1:100にし、助剤は10または20% o.w.f.のNaClを用いた。染色時間は90℃で、0.5~1 hr.行った。また、反応性染料は、15% o.w.f. Na₂CO₃で固着させた。染色後は、蒸留水で十分水洗を行い風乾した。

II-3 分光反射率の測定

日本電色工業のCS-K5型測色色差計によって各染色布につき、波長400nmから700nmまでの反射率を測定し、MgO標準白板の反射率に対する百分率を算出して、分光反射率曲線を作成した。また、日本電色工業のZ-1001

DP型測色色差計でLabを求めた。

II-4 試験染色布の堅ろう度試験

1) 洗濯に対する染色堅ろう度試験：前報と同操作で行った。

2) 過酸化漂白に対する染色堅ろう度試験：過酸化漂白に対する染色堅ろう度試験をJIS, L-0857-1965法に基づいて行った。試験浴条件は、Table 1の通りである。

II-5 視感判定

視感判定のための試料は、黒厚紙を15mm×35mmに切り抜き、64種類の染色布と堅ろう度試験布を並列に置き、作成した。その後、試料を16種類ずつ4組に分け、各組平均100名に判定を依頼した。判定者には、被服専攻生を中心に本学学生に依頼した。判定方法は、JIS.L-0801の10に準じて1人ずつ判定を行った。なお、今回は染色布の変退色の判定について検討することが主目的である

ため、添付白布については省略した。

II-6 色差から色票への転換

II-3で求めた色差 ΔE から色票への変換は、Adams-

Table 1 condition of test method for colour fastness to Bleaching with peroxide

composition	condition of test bath ($\frac{1}{2}$ H ₂ O)
Hydrogen Peroxide(30%)	4.2ml
sodium silicate anhydrous	5.0 g
Magnesium chloride	0.1 g
(condition)	
pH	10.5±0.2
temp.	90±2 deg.
treatment time	1 hr.
bath ratio	1 : 50

Table 2 Relationship between judgment of spectral and luminous

Dye stuff	measured Value ΔE	measured Value ΔL	conversion Value of to grey scales ΔE	judged Value (V)	standerd deviation of judged Value	variance of judged Value
Sirius spra Violet F2BLL	10.75	5.68	1	2 - 3	0.700	0.490
Sirius Spra Green 3G	7.06	6.93	1 - 2	2 - 3	0.737	0.543
Sirius Yellow GRLL150	7.34	3.84	1 - 2	2 - 3	0.794	0.631
Sirius Violet BB	9.35	8.64	1 - 2	2	0.482	0.232
Sirius Spra Black L	10.14	10.01	1 - 2	1 - 2	0.472	0.223
Sirius Spra Yellow R	5.68	0.25	2	2 - 3	0.609	0.371
Sirius Spra Blue GL	5.71	5.66	2	2 - 3	0.694	0.482
Direct Green B	6.51	6.41	2	2 - 3	0.667	0.369
Sirius Violet BB	6.86	6.34	2	2 - 3	0.322	0.104
Sirius Red 4B	7.10	5.27	2	2 - 3	0.485	0.235
Sirius Spra Blue GL	3.65	2.37	2 - 3	3	0.424	0.389
Hannol Scarlet 2GF	3.77	2.19	2 - 3	3	0.710	0.515
Direct Fast Orange S	3.88	3.31	2 - 3	3	0.761	0.663
Sirius Spra Yellow R	3.87	1.23	2 - 3	3	0.515	0.265
Sirius Spra Yellow R	4.47	1.27	2 - 3	2 - 3	0.738	0.545
Sirius Spra Green 3G 167	2.50	2.38	3	3 - 4	0.625	0.390
Direct Fast Orange S	2.53	2.26	3	3 - 4	0.735	0.558
Hannol Gray GF	2.75	2.52	3	3	0.900	0.835
Sirius Scarlet BN	2.96	2.33	3	3	0.630	0.400
Sirius Spra Yellow GRLL150	3.26	2.34	3	3 - 4	0.757	0.573
Sirius Scarlet BN	2.17	1.56	3 - 4	4	0.520	0.270
Sirius BlackL	2.32	2.20	3 - 4	4	0.450	0.203
Sirius Spra Violet F2BLL	2.37	2.29	3 - 4	3 - 4	0.628	0.395
Direct Fast Orange S	2.45	1.65	3 - 4	4	0.759	0.575
Sirius Spra Green 3G	1.17	0.67	4	4 - 5	0.469	0.220
Direct Green B	1.37	1.36	4	4 - 5	0.607	0.444
Sirius Spra Violet F2BLL	1.64	1.63	4	4	0.731	0.534
Direct Green B	1.77	1.76	4	4	0.576	0.331
Sirius Scarlet BN	0.60	0.15	4 - 5	4	0.630	0.400

Nickerson 色差 ΔE に基づいて寺主が示した色差と色票との関係図より求めた。

III 結果および考察

III-1 光学器機による測定値と視感判定値

堅ろう度実験後、判定に供した試料の中から無作為に抽出した試料を Table 2 に示す。測色色差計による測定値 ΔE とこれを判定級へ変換して求めた値および視感による判定級とこれに対する標準偏差、分散を示したものである。結果より、判定級への変換値と視感判定値の間に順位の相関性は認められるが、全体的に視感判定値が1~2段階甘くなっている。加えて、標準偏差、分散も大きく、視感判定値のバラツキが認められる。このことは、Spearmanの順位相関係数の方法に基づいて光学器機による測定値と視感判定値の相関性について調べた結果と一致した。すなわち、全体および各色では相関性が認められ、その強さ γ_s は0.854から0.995であった。しかし、各等級間の相関性にはバラツキが認められた。

III-2 判定値の解析

1) 器機測定値からの変換値と視感判定値が一致する場合について

器機測定値からの変換値と視感値が一致したものについて、C.I.E. 色度図および Lab 色立体直角座標図・管理図（以下、 $a \cdot b \cdot \Delta a \Delta b$ 図に略す）に示したものが Fig. 1、Fig. 2 である。それぞれ試験前後の値を示している。Fig. 1 の色度図において、C点からの距離が小さいもの、すなわち、刺激純度の差が小さいものが一致しており、主波長の変化も小さく、従って色相の変化も少ない。また、Fig. 2 の ab 図では、achromatic colour 付近および Yellow, Red, Purple に位置し、 $\Delta a \Delta b$ 図では、ゼロを中心に第3象限に位置した。また、 Δa 、 Δb は比較的小さな値を示した。

2) 器機測定値からの変換値と視感判定値が一致しない場合について

用いた9段階グレースケールの ΔE および ΔL は Table 3 の通りである。 ΔE と ΔL は、ほぼ等しい値を示している。よって 試料の中から ΔE 値と ΔL 値がほぼ等しいものを選び、かつ測定値と視感判定値が一致しなかったものについて、その一部を C.I.E. 色度図および $a \cdot b \cdot \Delta a \Delta b$ 図で示し示すものが、Fig. 3、Fig. 4 である。それぞれ試験前後の値を示しているが、Fig. 3 の C.I.E. 色度図では、C点からの距離の近いものは主波長に変化がある。例えば、Direct Green B では、試験前は497nmの青みの緑であるが、試験後は503nmの緑へと色相が異なっている。

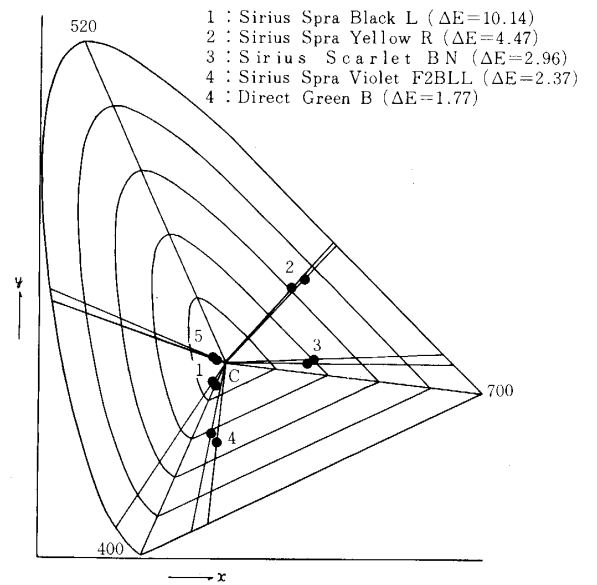


Fig 1 The migrations before after colour fastness test on CIE chromaticity diagram

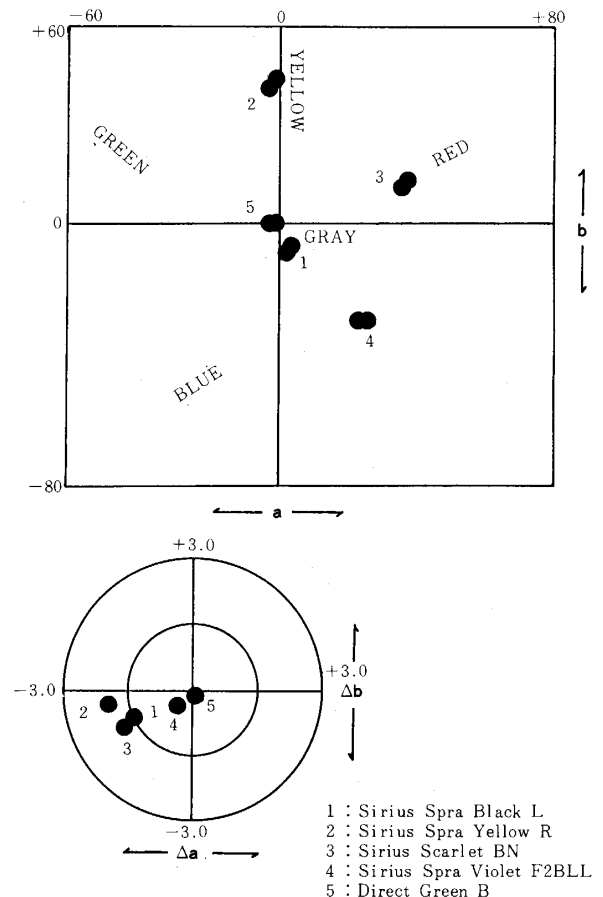


Fig 2 The changes before and after colour fastness test on a vs. b and Δa vs. Δb diagrams

また、その他のものはC点から離れて刺激純度が高い値を示している。また、Fig 4 の ab 図では、III-2-1) 同様、

Table 3 Colour difference values of the grey scales

NO	Grey scale for assessing staining		Grey scale for assessing change in colour	
	ΔE	ΔL	ΔE	ΔL
1	37.87	-37.62	11.81	11.81
1 - 2	27.97	-27.20	8.07	8.07
2	19.76	-19.47	6.04	6.03
2 - 3	14.27	-13.91	4.29	4.28
3	9.95	- 9.53	2.79	2.78
3 - 4	7.16	- 6.53	2.16	2.14
4	5.53	- 5.27	1.40	1.38
4 - 5	2.50	- 2.14	1.27	1.25
5	0.25	0.24	0.29	0.15

achromatic colour 付近および Red, Purple に位置しているが, $\Delta a \Delta b$ 図では, 第1と第2象限に集まっている。

3) 標準偏差値が大きく, 器機測定値からの変換値と視感判定値が一致しない場合について

標準偏差値が大きく, 器機測定値からの変換値と視感判定値が一致しにくいことは, 非常に判定のむずかしい試料といえる。この試料について, 一部をC.I.E. 色度図

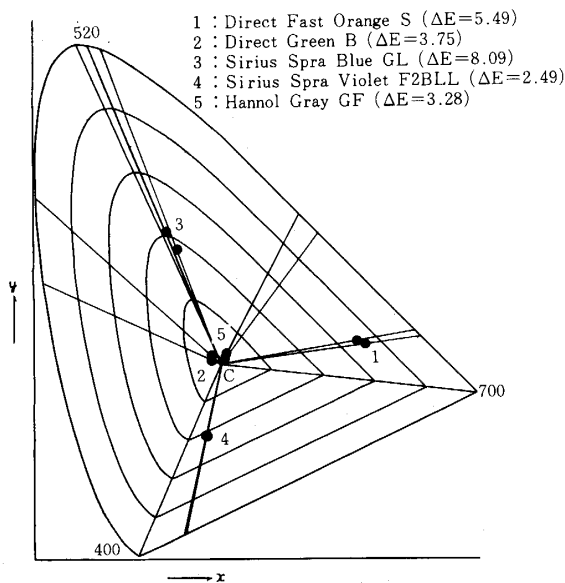


Fig 3 The migrations before and after colour fastness test on CIE chromaticity diagram

および $a \cdot b \cdot \Delta a \Delta b$ 図に示したものが, Fig 5, Fig 6である。一致しにくいものの中には, ΔE と ΔL 値が近似値を示しながら判定値が一致しないものと ΔE と ΔL 値の差が大きく判定値が一致しないものがある。前者の例としては, Sirius spru Green 3 G ($\Delta E=7.06, \Delta L=6.93$, 標準偏差 0.737), Direct Fast Orange S ($\Delta E=5.49, \Delta L=5.08$, 標準偏差0.894), があり, 後者の例として, Sirius Turquoise

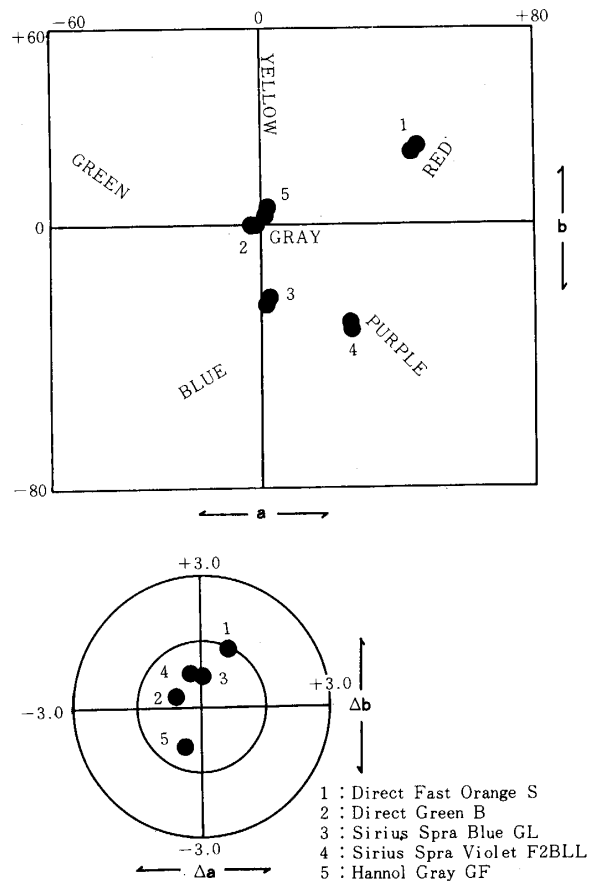


Fig 4 The changes before and after colour fastness test on $a \cdot b$ and $\Delta a \cdot \Delta b$ diagrams

Blue FBLL ($\Delta E=5.09, \Delta L=3.33$ 標準偏差0.890), Sirius Violet F 2 BLL ($\Delta E=3.80, \Delta L=3.15$ 標準偏差1.041), がある。結果において, Fig. 5 のCIE色度図で示すように, いずれの場合もC点からの距離が離れているかまたは波長の変化が大きいかつ堅ろう度試験前後の刺激純度の差も大きくなっている。これをFig. 6の ab 図でみると第1, 第2象限に位置し, $\Delta a \Delta b$ 図では, 第1象限に位置してい

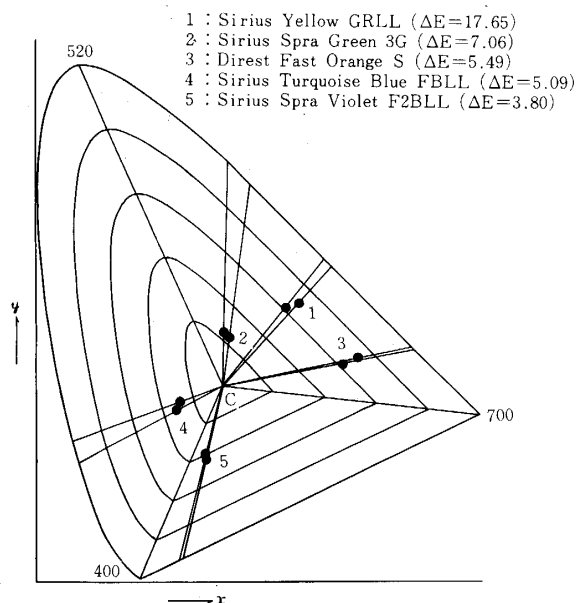


Fig. 5 The migrations before and after colour fastness test on CIE chromaticity diagram

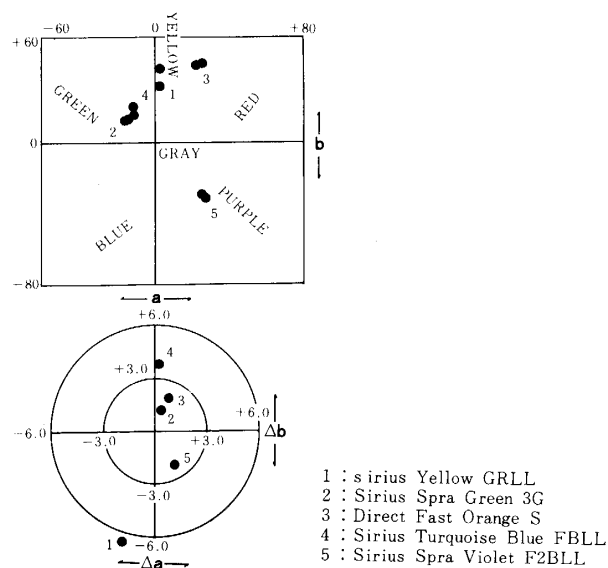


Fig. 6 The changes before and after colour fastness test on a vs. b and Δa vs. Δb diagrams

Table. 4 Relationship Between judgment of spectral and luminous

Dye stuff	measured value ΔE	ΔL	Δa	Δb	conversion value of ΔE to grey scales	judged value
Sirius Yellow GRLL 150%	11.11	8.44	1.22	7.12	1	4
Sirius Red 4B	11.93	9.14	-6.94	-3.26	1	1 - 3
Sirius Spra Violet F2BLL	10.75	5.68	-7.12	5.71	1	2 - 3
Sirius Yellow GRLL 150%	7.34	3.84	-5.30	-3.32	1 - 2	2 - 3
Sirius Red 4B	7.10	5.27	-4.28	-2.09	2	2 - 3
Sirius Spra Green 3G	6.45	5.45	3.45	0.06	2	2 - 3
Sirius Turquoise Blue FBLL	6.41	4.59	0.29	4.46	2	3
Sirius Spra Green 3G	6.35	5.08	3.80	0.21	2	2 - 3
Sirius Yellow GRLL 150%	5.69	4.69	-3.54	-1.20	2	3 - 4
Sirius Yellow R	5.68	0.25	-2.78	-4.94	2	2 - 3
Sirius Yellow GR LL 150%	5.35	3.47	-3.67	-1.74	2	2 - 3
Sirius Turquoise Blue FBLL	5.09	3.33	0.21	3.84	2	3
Sirius Spra Yellow R	4.47	1.27	-2.53	-3.45	2 - 3	2 - 3
Sirius Spra Yellow R	4.32	1.42	-2.58	-3.15	2 - 3	2 - 3
Hannol Scalet 2GF	4.27	1.98	-3.54	-1.35	2 - 3	3
Sirius Turquoise Blue FBLL	3.98	1.63	0.50	3.59	2 - 3	3 - 4
Sirius Spra Yellow R	3.87	1.23	-2.04	-3.04	2 - 3	3
Procin Orange MG	4.82	2.28	-3.89	-1.70	2 - 3	3
Procin Orange MG	4.60	2.40	-3.51	-1.75	2 - 3	3
Hannol Scarlet 2GF	3.77	2.19	-2.83	-1.22	2 - 3	3
Sirius Spra Blue GL	3.65	2.37	-0.49	2.72	2 - 3	3
Sirius GRLL 150%	3.26	2.34	-2.01	-1.04	3	3 - 4
Direct Fast Orange S	2.59	1.77	-1.85	0.38	3	4
Direct Fast Orange S	2.45	1.65	-1.77	0.39	3 - 4	4
Sirius Scarlet BN	2.17	1.56	-1.11	-1.01	3 - 4	3 - 4
Sirius Spra Green 3G	1.17	0.67	0.93	0.26	4	4 - 5
Sirius Scarlet BN	0.60	0.15	-0.07	-0.58	4 - 5	5

る。そして、 Δa , Δb 値が大きな値を示している。

III-3 知覚色度指数の変化と視感判定

堅ろう度試験後、判定に供した試料の中から、測色色差計により測定して求めた色差 ΔE と ΔL の差が大きいものについて表にしたものがTable 4である。II-6で求めた判定級への変換値と視感判定値を比較すると例えば、Sirius spr Yellow GRL150は変換値1-2級が視感判定値2-3級、Sirius Turquoise Blue FBLLは変換値2-3級が視感判定値3-4級、Direct Fast Orange Sは変換値3級が視感判定値4級のように非常に甘い判定結果となっている。これらは Δa , Δb の値、すなわち、堅ろう度試験前後の知覚色度指数の差が大きく、色味、彩度の変化により、グレースケールとの比較が行いにくかったものと思われる。その中で判定級への変換値と視感判定値が比較的良好に対応していたものは、Sirius Spr Green 3Gのように Δb が比較的小さなものであった。

III-3-1 知覚色度指数の変化した場合の判定値の解析

1) 器械測定値からの変換値と視感判定値が一致した場合について

色差 ΔE と ΔL の差が大きい、変換値と視感判定値が一致したものについて、その一部をCIE色度図および $a \cdot b \cdot \Delta a \Delta b$ 図で表わしたものが、Fig. 7, Fig. 8である。Fig. 7のCIE色度図において、波長の変化が少なく、また、試験前後の刺激純度の差も小さい。また、Fig. 8の ab 図

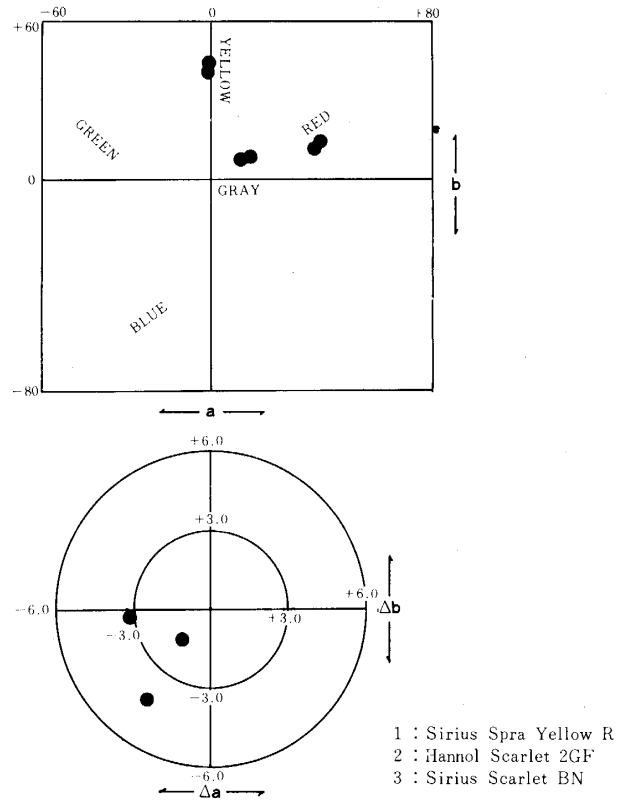


Fig. 8 The changes before and after colour fastness test on a vs. b and Δa vs. Δb diagrams

においては、第1象限に位置し、 $\Delta a \Delta b$ 図では、第3象限に位置した。これは、III-2-1)の ΔE と ΔL の差が近似値を示し一致する場合と同様の結果となった。

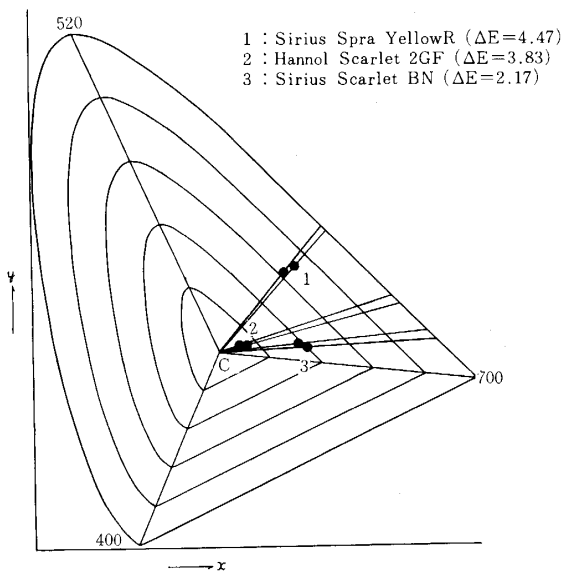


Fig. 7 The migrations before and after colour test on CIE chromaticity diagram

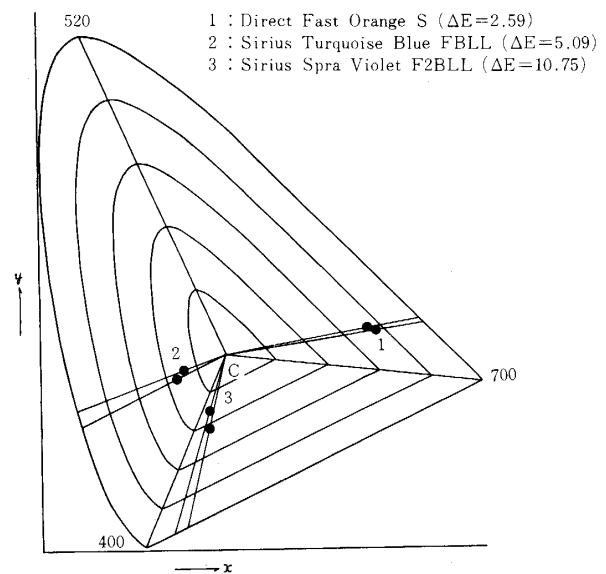


Fig. 9 The migrations before and after colour fastness test on CIE chromaticity diagram

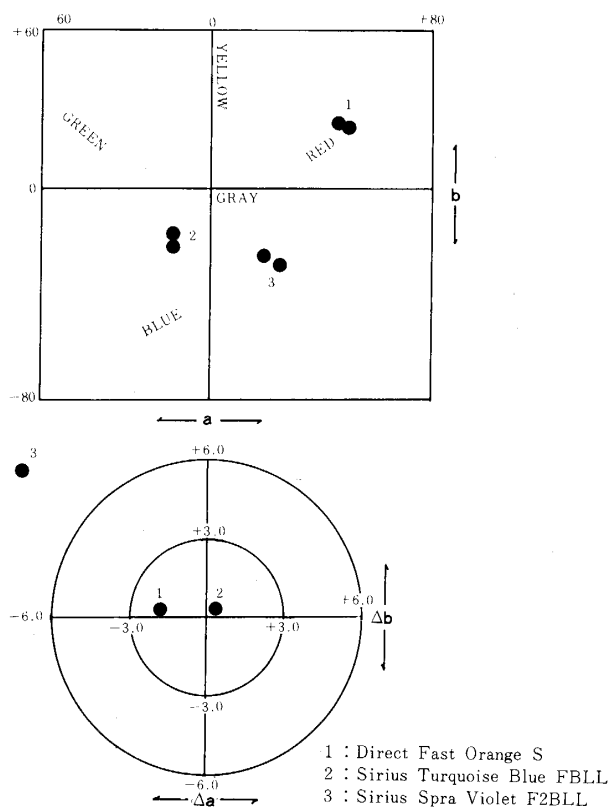


Fig.10 The changes before and after colour fastness test on a vs.b and Δa vs. Δb diagrams

2) 器機測定値からの変換値と視感判定値が一致しなかった場合について

色差 ΔE と ΔL の差が大きく、変換値と視感判定値が一致しなかったものについて、その一部をCIE色度図および $ab \cdot \Delta a \Delta b$ 図で表わしたものが、Fig. 9, Fig. 10である。Fig. 9のCIE色度図において、Direct Fast Orange Sのように73%~76%とC点から離れていたり、Sirius Spru Violet F2BLLのように32%~43%と試験前後の刺激純度の差が大きくなっている。また、Fig. 10では、 ab 図で第1象限に存在しながら、 $\Delta a \Delta b$ 図で第2象限に位置し、また、 ab 図で第3象限に存在するものが $\Delta a \Delta b$ 図で第2象限に位置した。

III-3-2 知覚色度指数の変化と視感判定の関係

視感判定に当って、その精度を十分に保証されたグレースケールという指標を用いるが、個々の判定者による判定結果はバラツキを生じる。これは本研究における判定者が学生であり、判定に対して未熟である理由によるばかりではないようである。熟練者によって行われた研究^{3), 4)}においても同様の結果が生じている。また、理由も、「判定者が判定の際に無意識のうちに依拠している基準が個

々に異なっているかもしれない」と仮定する寺主ら⁴⁾と同様の所感をもった。例えば、Table 4の中で、Sirius Spru Green 3G ($\Delta E=6.45$, $\Delta E=6.35$), Procion Orange MG, Sirius Spru Yellow R ($\Delta E=4.47$, $\Delta E=4.32$)等、 ΔE , ΔL , Δa , Δb がほぼ同じ数値を示す試料はグレースケール変換値より甘い結果となっているが、同じ視感判定値を示している。また、明度、彩度、色相が異なっている試料において、有彩色試料と無彩色基準の間で視感判定という相対的変換を行う結果、知覚色度指数の変化が小さい程、すなわち、 Δa , Δb 値が小さい程、相関性は高くなっている。また、色味において、 a は(+)の方向、例えば、Sirius Spru Green 3G ($\Delta a=3.80$, $\Delta a=3.45$), b は(-)方向、例えば、Sirius Spru Yellow R ($\Delta b=-3.45$, $\Delta b=-3.15$)で相関性が高くなっている。刺激純度の差の大きい、例えば、Sirius Yellow GRLL 150% (71%~59%, $\Delta E=7.34$, 測定値の変換判定1-2級, 視感判定2-3級), (50.5%~42.5% $\Delta E=5.69$, 測定値の変換判定2級, 視感判定3-4級)では、視感判定値と変換値の差が大きいなど甘い判定結果となっており松村ら³⁾の「Yellow系の彩度の変化に対して視感覚が鈍くなり、Blue系の色相の変化に対して視感覚が鋭くなるものと推察される」という結果とよく対応している。

IV 総括

染色堅ろう度試験を行い、測色色差計を用いて色差等を求める方法による判定値とグレースケールによる視感判定値との違いについて検討を行った。

その結果、

1. グレースケールを用いた視感判定は、色差の比較判定を行うが、その場合比較が有彩色試料と無彩色基準との間の相対的変換であるため、判定者間のバラツキが生じ易い。
2. 視感判定のバラツキは、平均すると1~2段階甘く判定する結果となるが、標準偏差、分散はかなり大きな値を示し、判定者個々においては、バラツキの幅はかなり大きい結果を示している。
3. 器機測定値からの変換値と視感判定値がよく対応しているものはCIE色度図において、C点からの距離が小さく、刺激純度の差が小さい、主波長の変化も小さいものであり、刺激純度が高く、色相が異なる場合には、対応しにくく、またバラツキも大きくなっている。
4. Lab色立体直角座標図、管理図で示した場合、直角座標図では、achromatic colour付近およびYellow, Red, Purpleに位置し、管理図ではゼロを中心に第3象

限に位置し、 Δa , Δb 値が比較的小さなものがよく対応した。また、判定が甘くなっているのは、 Δb の値の影響が大きいと思われる。

以上、器機測定値からの変換値と視感判定値との比較を通して、染色布における堅ろう度試験を光学的表示することは十分意義があると思われる。

今後、知覚色度指数、すなわち、 ab 値と視感判定との関係、添付白布の役割などについて、熟慮して行きたいと思う。

終わりに、本研究を行うにあたり御協力くださった本学の、伊達智子・横坂ひろみ・大賀文子・広江幸江・中林好恵・森住明子・井戸原和子・園山好美の諸姉に感謝

の意を表します。

なお、本研究の内容は、昭和57年9月25日、第34回、日本家政学会年次大会において発表した。

文 献

- 1) 藤井明, 磯部美津子, 本誌, 16 (1978)
- 2) 寺主一成, 織学誌, 36, 6 (1980)
- 3) 松村征吾, 土谷久, 繊維加工, 25, 4 (1973)
- 4) 寺主一成, 本馬達夫, 織学誌, 37, 5 (1981)

(昭和58年1月26日受理)