

染色物の色が繊維のぜい化に及ぼす影響

松山 しのぶ, 卜部 澄子

(平成4年10月8日受理)

Effects of the Colors of Dyed Fabrics on the Degradation of Fiber

Shinobu MATSUYAMA, Sumiko URABE

(Received October 8, 1992)

1. 緒 言

一般には暗い色の布は熱を吸収するのでその布の破壊強度も大きいと言われ、暗幕やカーテンの劣化を日常でも経験することがある。近年、さまざまな色が好まれるようになって、衣料品を始めインテリア用品でもカラフルなものを選ばれるようになってきている。これらの染色物はその色相によって染色された素材の損傷に差があるという報告がみられこの点に着目して実験を試みている。

文献によれば、1973年Mckinneyら¹⁾は、100% Cottonのあや織り布を各色の vat 染料で染め、連続60日間大気にさらした結果、色の変化の程度は布の織り方に関係なく、黄色が一番大きく、青が一番小さい。破壊強度試験では、一番弱いのが黄色、一番強いのが青色であったと報告している。また、1946年成田²⁾は、亜麻でできた飛行機の翼の布を各色の塗料でぬって、ガラスを通して2年半日光暴露した結果、黄色も青色も弱い傾向が見られたと報告し、さらに1983年M.Christineら³⁾は、反応染料染布の光劣化を調べ、耐光性が減少すると繊維の劣化が増大したと述べている。

そこで我々は、綿布を5種の部属染料でそれぞれ5色ずつ染色して、13年間恒温恒湿室内に光を遮断して保存した試料と、染色直後の染布をカーボンアーク灯光照射で劣化促進試験した試料を染料部属別、色別に強力伸展と色変化の状態を検討した。

2. 実験方法

1. 試料

JIS-L-0803 1965年(1977年染色)および1986年
服飾美術学科 繊維加工研究室

(1990年染色)規格の染色堅ろう度試験用添付白布、綿、かなきん3号(表1)を用いた。

表1 試布の組成

規 格	原糸	組織	番 手		密度 #/5m		質量 g/d
			たて糸	よこ糸	たて糸	よこ糸	
1965年			20tex	16tex	141±2	135±2	-
1986年	綿糸	平織	(30#特)	(36#特)	141	135	100

2. 使用染料

使用染料を表2に示した。試布は、1977年および1990年に染色した。

3. 染色方法

染色方法は、メーカー表示の標準染色方法⁴⁾で行い、濃度は、JIS-L-0803-1971 標準染色濃度(1/1)によって染めた。

染色後染着状態を調べるために、染色堅ろう度試験を行い結果を表3に示した、何れの染布もメーカー表示⁵⁾の堅ろう度と比べて、ほとんど差がなかった。

4. 実験方法

4-1 試布の13年間保存試験

1977年に染色した布を1990年まで13年間20±1℃, 65±1% R. H. の恒温恒湿室に光を遮断して保存した。

4-2 劣化促進試験

1990年に染色し、染色直後に染布をカーボンアーク灯光照射試験を行った。

・照射試験機: JIS-L-0824-1988染色堅ろう度試験用

カーボンアーク灯形耐光試験機

表2 使用染料

染料	色	染料名	染料	色	染料名
直接	赤	C. I. Direct Red 79	硫化	赤	C. I. Sulphur Brown 12
	青	C. I. Direct Blue 200		青	C. I. Sulphur Blue 7
	緑	C. I. Direct Green 33		緑	C. I. Sulphur Green 14
	黄	C. I. Direct Yellow 44		黄	C. I. Sulphur Yellow 4
	黒	C. I. Direct Black 38		黒	C. I. Sulphur Black 1
反応	赤	C. I. Reactive Red 2	ナフトール	赤	C. I. Azoic Coupling Component 7
	青	C. I. Reactive Blue 4		青	C. I. Azoic Coupling Component 4
	緑	C. I. Reactive Green 6		緑	C. I. Azoic Coupling Component 36
	黄	C. I. Reactive Yellow 7		黄	C. I. Azoic Coupling Component 5
	黒	C. I. Reactive Black 9		黒	C. I. Azoic Coupling Component 13
Vat	赤	C. I. Vat Red 16			
	青	C. I. Vat Blue 4			
	緑	C. I. Vat Green 2			
	黄	C. I. Vat Yellow 2			
	黒	Mikethren Direct Black BS pdr.			

表3 試験布の染色堅ろう度試験結果

染料	染色	洗濯堅ろう度				摩擦堅ろう度				汗堅ろう度				堅ろう度			
		変色		汚染		乾燥		湿潤		酸性		アルカリ性					
		変色	変色	汚染	汚染	乾燥	乾燥	湿潤	湿潤	変色	汚染	変色	汚染				
		1-カ	2-カ	1-カ	2-カ	1-カ	2-カ	1-カ	2-カ	1-カ	2-カ	1-カ	2-カ				
直接	赤	3	4	1-2	5	2-3	4-5	3	2	2-3	4-5	2-3	3	4-5	2	3	5-6
	青	3		2	5	2-3	4-5		2-3		4-5	3	4	4-5	2-3	3-4	6-7
	緑	3		3-4	5	2-3	4-5		3		4-5	3	3-4	4-5	2	4	5
接	黄	3-4	4	1	3	3-4	4-5	4-5	2-3	3-4	4-5	2	3-4	4-5	1-2	2-3	5
	黒	4-5		1	3	1-2	3-4		1-2		5	2-3	3-4	5	1-2	2-3	3
反	赤	5	4-5	5	5	4-5	4-5		3-4		5	4-5	4-5	5	3-4	4-5	5
	青	5	4-5	5	5	5	4-5		4		5	5	5	5	4-5	5	6-7
	緑	5	4-5	5	5	3-4	5		4-5		5	5	5	5	4-5	5	5
応	黄	5	5	5	5	4-5	4-5		4		5	5	5	5	4-5	4-5	6
	黒	5	4	5	5	4	4		3		5	4-5	5	5	4	4-5	5-6
V	赤	5	4	5	5	5	4		3		5	5	5	5	5	5	7
a	青	5	5	5	5	5	5		3		5	5	5	5	5	5	8
t	緑	5	5	4-5	5	5	4		2-3		5	5	5	5	5	5	7
	黄	5	5	5	5	5	5		3-4		5	5	5	5	5	5	4
	黒	4-5	4	5	5	5	5		3-4		4-5	5	5	5	5	5	8
硫	赤	4-5	2-3	4-5	5	2-3	4-5	4	4	2-3	4	5	5	5	4-5	4-5	4
	青	5	4	5	5	3-4	4-5	4	3	2-3	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	緑	5	4-5	5	5	4-5	4	4	3	2-3	5	5	5	5	5	5	5-6
化	黄	5	4-5	5	5	4	4	4-5	3	3	5	5	5	5	5	5	3
	黒	5	4-5	5	5	4-5	3-4	4	3	2	5	5	5	5	5	5	7
ナ	赤	5		4-5	5	3	5		3		4-5	5	5	5	5	5	2
フ	青	5		5	5	3-4	4		3-4		5	5	5	5	5	5	3
ト	緑	5	4-5	4-5	4-5	4	5		3-4		5	4-5	4-5	5	4-5	4-5	1
ル	黄	5		5	5	5	5		4		5	5	5	5	5	5	1
	黒	5		5	5	5	5		4-5		5	5	5	5	5	5	3

染色物の色が繊維のぜい化に及ぼす影響

スタンダードフェドメータ FA-2D

型 (スガ試験機KK製)

- 照射時間: 20, 120, 200, 500時間
- 照射エネルギー測定器: 太陽電池式照度計SA-U-37 (スガ試験機KK製)
- 照射エネルギー: 2.05MJ/m²/h
- 照射方法: 布を白い厚紙に取り付け図1のように調整した

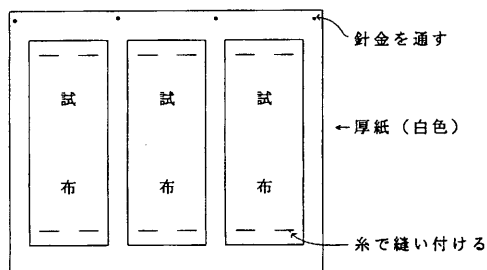


図1 試験布の照射方法

5. 測定項目

13年間保存した試布(4-1)および劣化促進試験の試布(4-2)について損傷の状態および色変化を調べるために次の測定を行った。

5-1 強力・伸度測定

布のたて糸、よこ糸を張力をかけないように抜き、それぞれ10本を測定、平均値を測定値とした。

- 試験機: 中型引張試験機TUM-III-100 (KKオリエンテック製)

- 測定条件: 表4に示した。

表4 引張り強伸度試験測定条件

	促進試験		1977年染色分	
	20, 120, 200時間	500時間	たて糸	よこ糸
試験長	100mm	50mm	100mm	50mm
フォーススピード	200mm/min	1000mm/min	200mm/min	
ヘッドスピード	100mm/min	50mm/min	100mm/min	
フラスケール	500g	500g	500g	

5-2 測色

- 試験機: カラーコンピューターSM4型

(スガ試験機KK製)

- 測定項目: XYZ, Yxy, L*a*b*ΔE, H·V/C

5-3 分光反射率曲線の測定

- 試験機: 323型日立自記分光光度計 (日立製作所KK製)

3. 試験結果

6-1 引張り試験結果

(1) 13年間保存の場合

1977年に染めた試料の対照を100として、強力・伸度比で図2に結果を示した。たて糸より、よこ糸の強伸度変化が大きいことが結果に見られた。強力比で各試料が対照より低下した値が見られるのは、伸度比の60%低下の影響で、繊維が硬くなり伸びる弾力性を欠き劣化した結果であると考えた。色相別に観察すると強力比は、緑色染布が各部属とも低下が少なく、赤色が劣っていた。伸度比では多くの試料が大きく低下した中で、ナフトール染料が各色とも殆ど対照と変わらなかった。ナフトール染料の染色方法は、下漬剤による染色は強いアルカリ浴であるが室温で短時間染色し、顕色剤も繊維への影響は少ない。このような染色操作が繊維に及ぼす影響を少くしたものと考えた。

(2) カーボンアーク灯照射による試布の場合

1990年に染めた試料の対照を100として、強力・伸度比で変化の状態を示した。図3は対照(未染色布)と赤色染布の場合である。試験布の強力は照射時間の増加とともに変化し、500時間照射で比較値が50~60まで低下した。照射120時間まで急激に比較値60まで低下し、200時間で比較値80にもどり、照射500時間までそのまま一定であった。この伸度変化の形は全ての試料が同じ傾向であった。赤色試料の伸度の測定結果は未染色の場合と大差はなかった。この場合もナフトール染料試料の強力・伸度変化が少なかった。図4の青色試料のうち反応、硫化染料の試料は500時間照射で強力が著しく低下し、反面Vat、ナフトール染料の試料は変化が少なかった。伸度はよこ糸の測定値のバラツキが目立った。図4の緑色試料はVat、反応染料による試料のよこ糸が500時間照射で強力低下が大きく、伸度は照射時間が増しても対照と変わらなかった。

図5は黄色、黒色試料の場合で、黄色のVat、硫化試料の強力低下は最も大きく500時間照射試料の比較値は

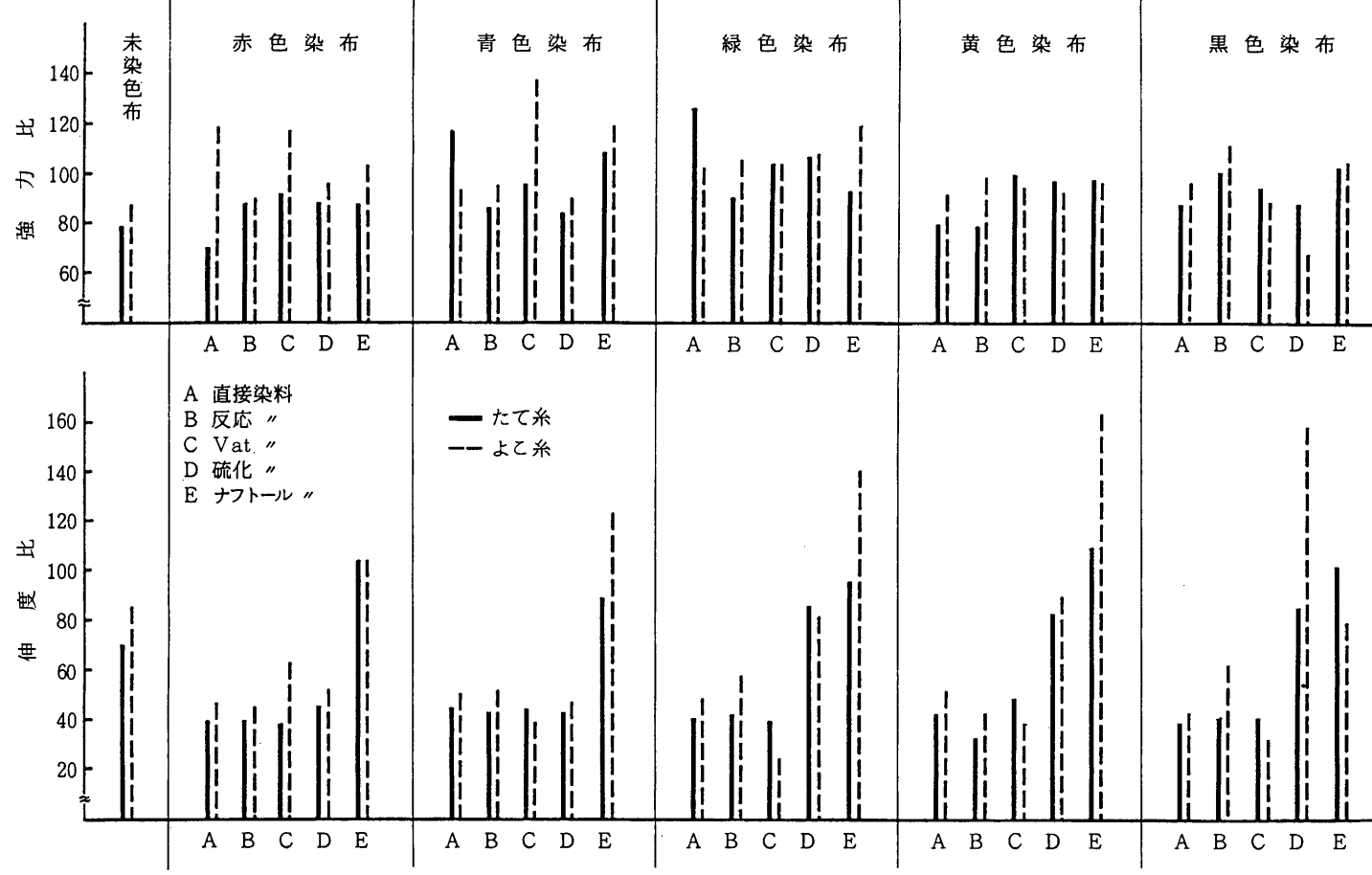


図2 13年間保存試験布の強度・伸度変化

染色物の色が繊維のぜい化に及ぼす影響

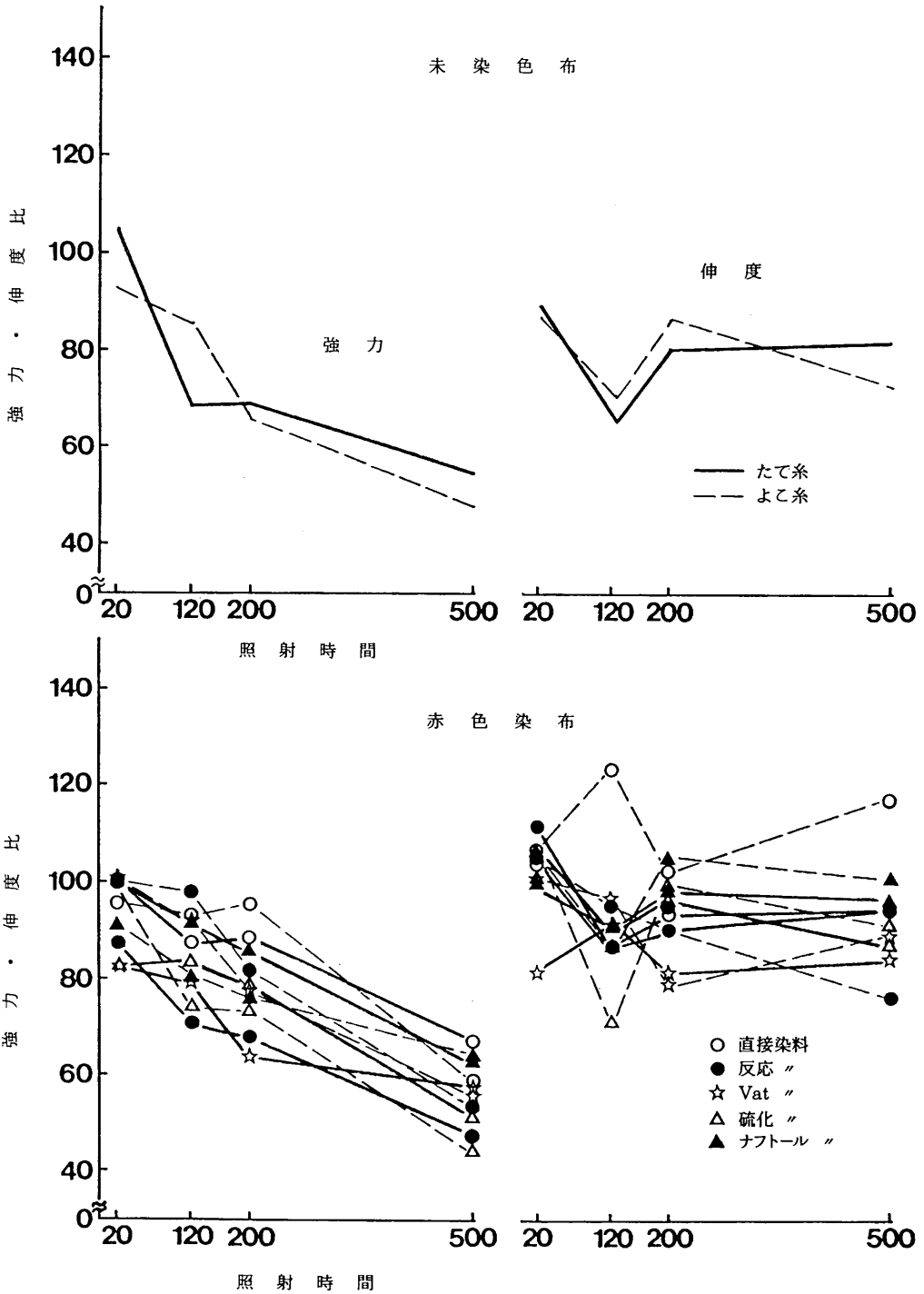


図3 カーボンアーク灯光照射による強力・伸度の変化 (未染色布・赤色染布)

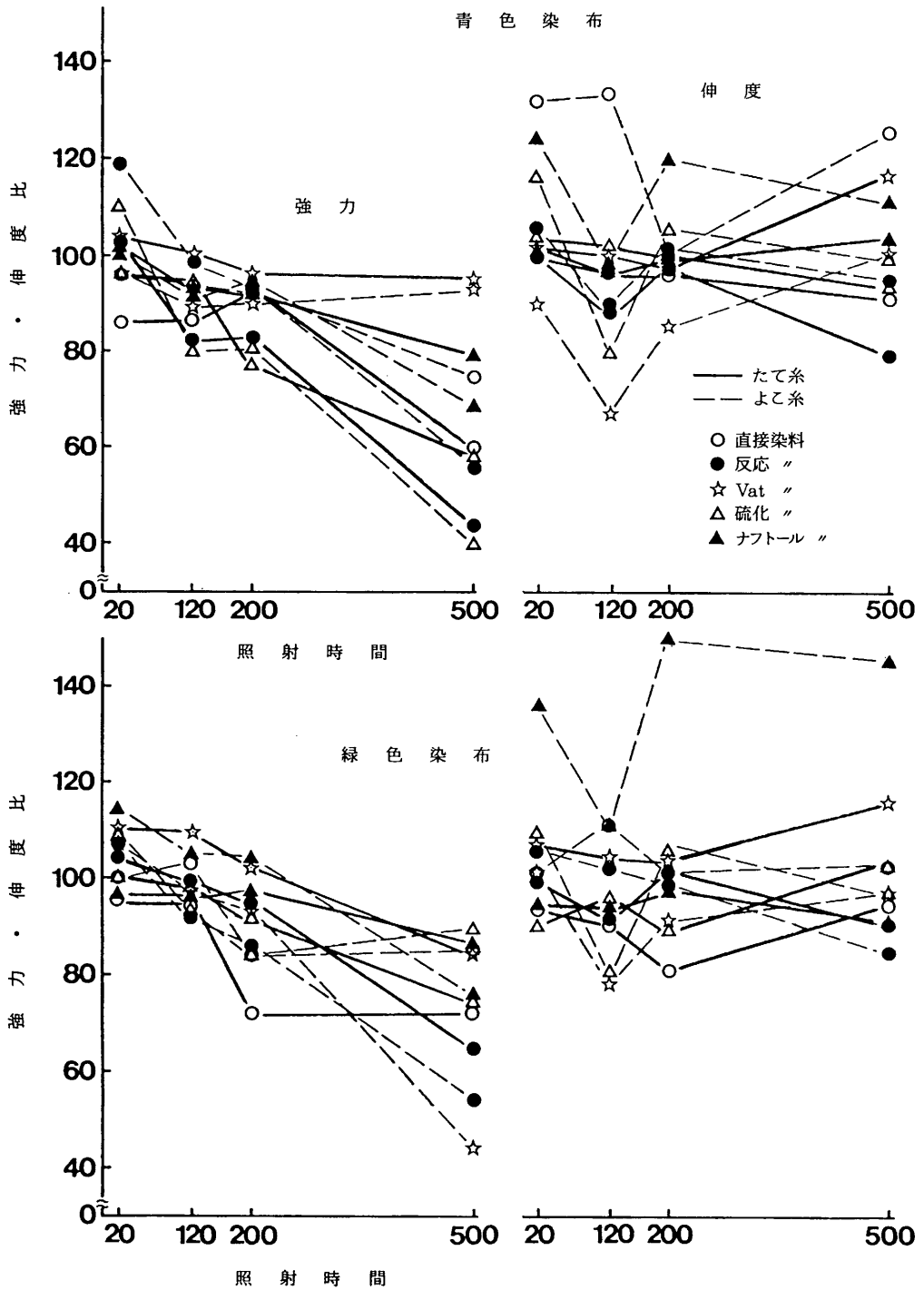


図4 カーボンアーク灯光照射による強力・伸度の変化(青色染布・緑色染布)

染色物の色が繊維のぜい化に及ぼす影響

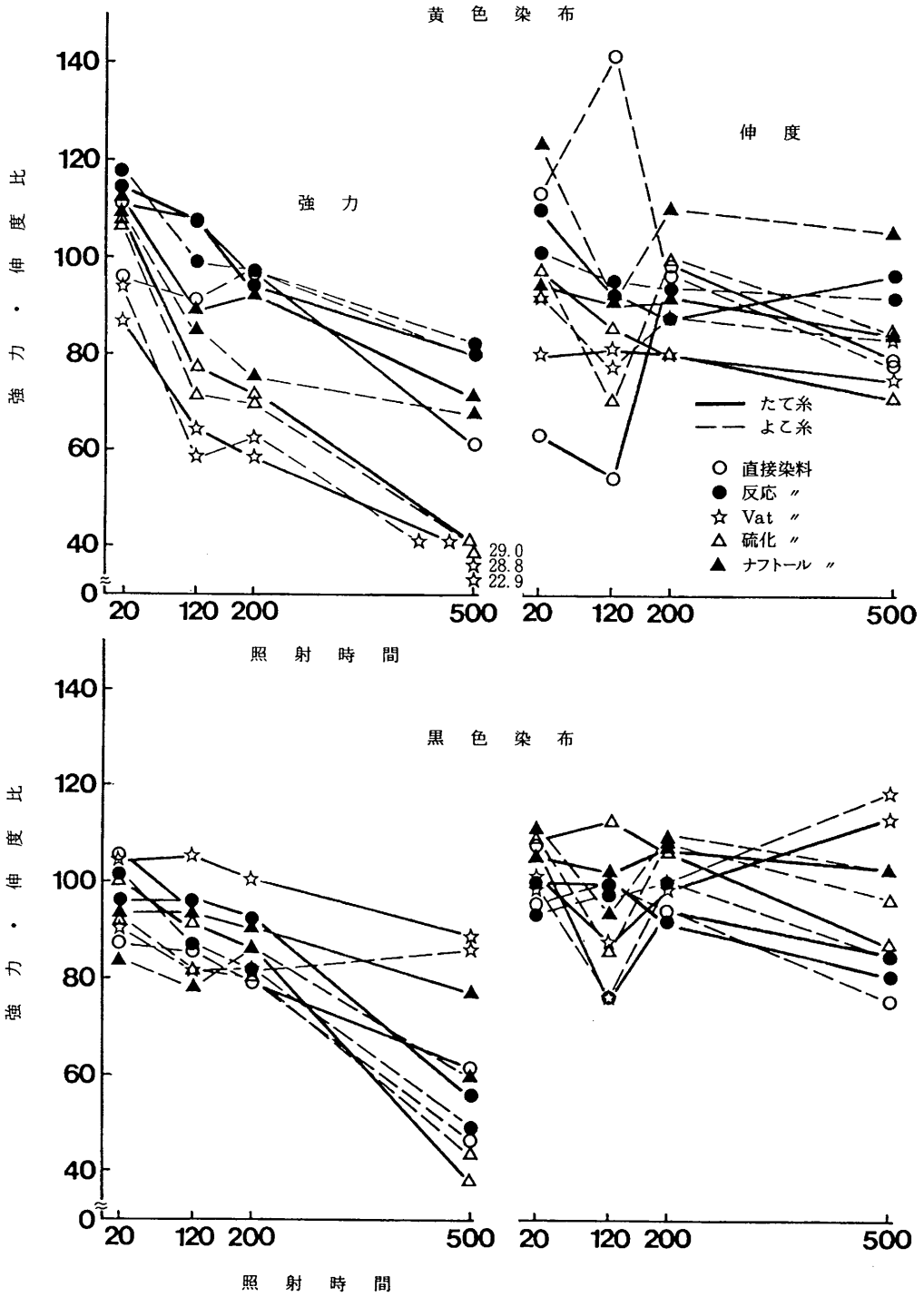


図5 カーボンアーク灯光照射による強力・伸度の変化(黄色染布・黒色染布)

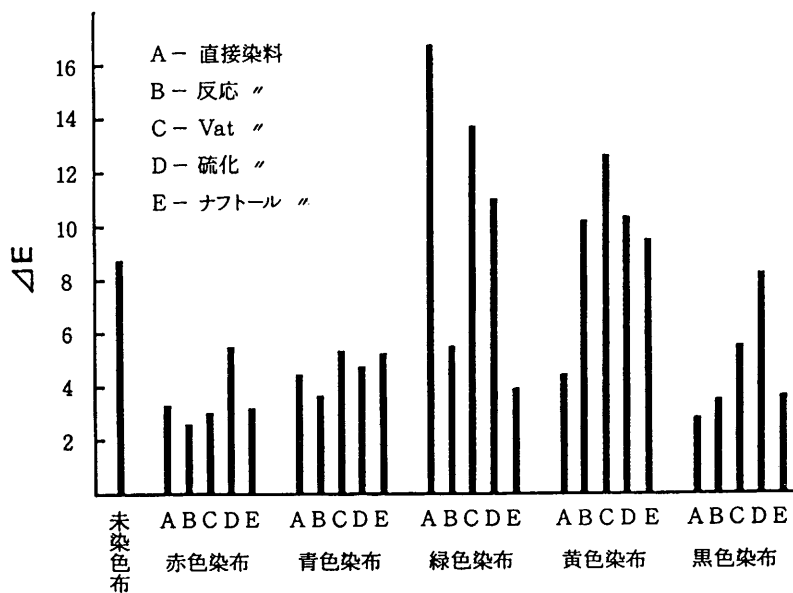


図6 13年間保存による試験布の色変化 (ΔE)

30以下であった。しかし反応、ナフトール染料試料の変化は比較的少なかった。伸度は直接染料試料の異常値が見られ黄色試料は全て伸度が落ちた。黒色試料は、各試料間のバラツキが少なく、強力は硫化、直接、反応染料の試料が低下した。伸度は直接染料試料がやや低下したが、他試料の測定値は揃っていて、バラツキが少なかった。

6-2 色変化の測定結果

図6に見られる13年間恒温恒湿室に保存した試験布の色変化は、未染色布は黄色化し、赤色が最も色変化が少く(色差値平均3.5)、次に青色(4.6)→黒色(4.7)→黄色(9.4)→緑色(10.1)であった。特に青、黒、緑色試料の直接、Vat、硫化染料染布、黄色試料の反応、Vat、硫化、ナフトール、黒色の硫化染料染布の ΔE が高かった。測色値から判断すると黄色染布はくすんで赤味又は青味をおび、緑色染布は青味が消えて彩度が落ち、青色染布は赤味を増し純度が増加した。さらに黒色染布は青味が消えて赤褐色をおびて、くすみを持ったことが

判った。この結果から染色物は、光照射による変退色の影響以外に長年月の間には、自然に色相が変化してゆることが判った。

図7にカーボンアーク灯光照射による試料の色変化を ΔE 値で示した。これは、各試料の耐光堅ろう度と考えられ、各染料部属の同じ色の試料の耐光堅ろう度は(表3参照)黄色(4.5)→赤色(4.7)→緑色(4.7)→黒色(5.3)→青色(5.8)であり、図7の色差値の平均は、黄色(46.2)→赤色(30.9)→黒色(19.9)→緑色(19.5)→青色(15.6)で、明らかに負の相関がある。各染料部属の中で黄色試料の染色堅ろう度が不良で、従って色差値は高く、青色試料は全ての試料の中で色変化が少なかった。

6-3 強力比と色差の関連

6-1, 2で述べた結果を整理し、500時間光照射した試料を、染料部属別に強力比と色差の関連を調べ、表5に示した。各試料間の強力比について有意差を調べ、強力比が対照に比べて1/2以下に低下した染料部属試料

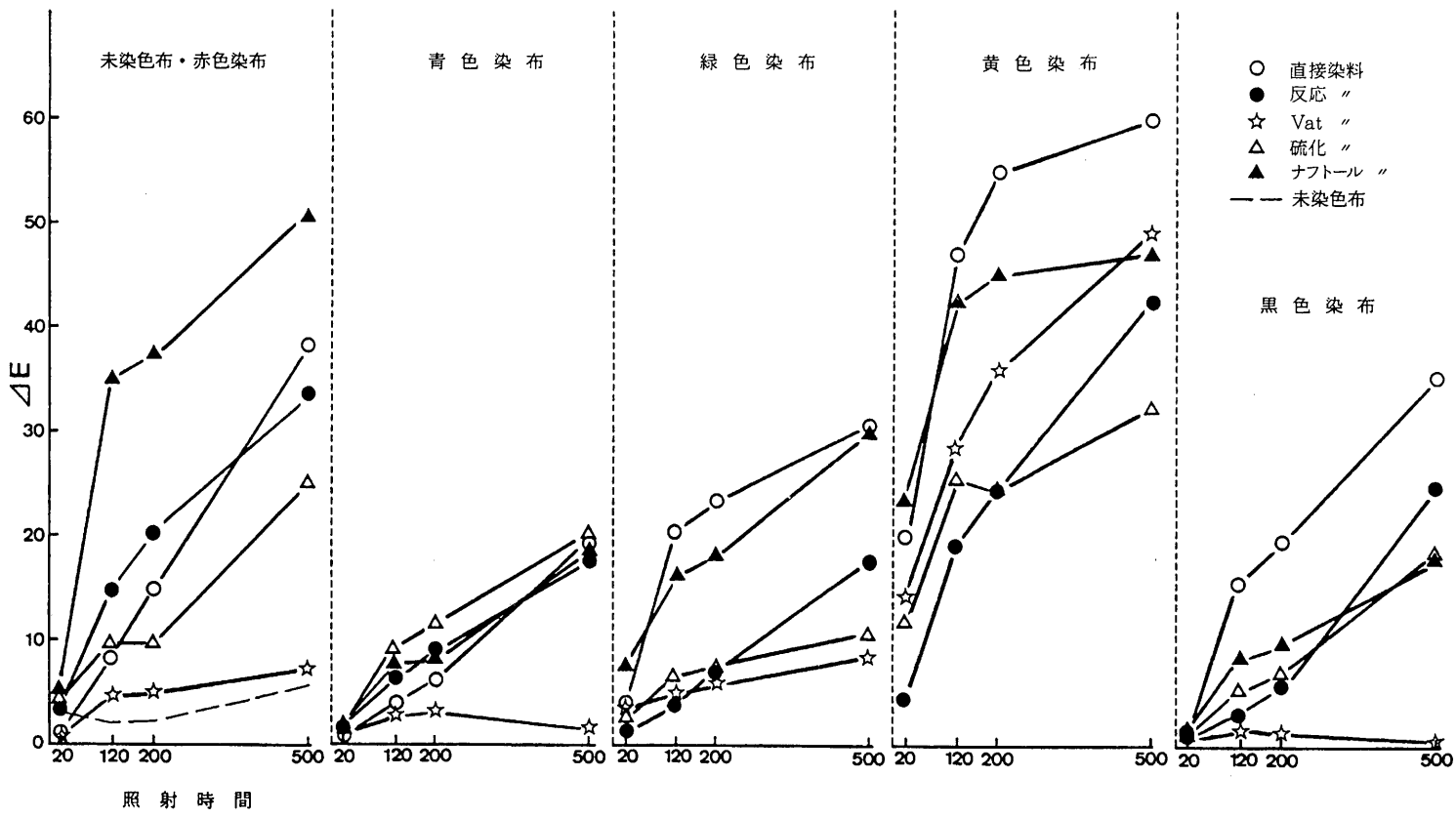


図7 カーボンアーク光照射による試験布の色変化 (ΔE)

表5 染料部属別に見た強力比とΔE

色	比較値が対照(100)に比べ50以下の部属	比較値が対照(100)に比べ80以上の部属	ΔE		
			大	→	小
赤	硫化、反応	直接、ナフトール	ナフトール>直接・反応>硫化>Vat		
黄	Vat、硫化、直接	反応、ナフトール	直接>ナフトール・Vat>反応>硫化		
緑	反応、Vat	ナフトール、硫化	直接・ナフトール>反応>硫化>Vat		
青	反応、硫化、直接	Vat、ナフトール	硫化>反応・直接・ナフトール>Vat		
黒	硫化、反応、直接	Vat、ナフトール	直接>反応>硫化・ナフトール>Vat		

表6 500時間照射後の使用部属染料染布の色別強力比

色	強力比	
赤	50~75	(62.5)
黄	22~82	(52)
緑	42~88	(65)
青	42~98	(70)
黒	40~92	(66)

を劣化とみなし、強力比が対照に比べて80以上であった染料部属試料は、劣化は少ないものとして分類した。表中で色差を“大”としたのは、色の変化が大きかった試料、“小”は色変化が少ないという意味で表示した。結果から退色と繊維素材の損傷は、(例えば変退色は少なく繊維の劣化が激しいのは、硫化染料の黄色試料、変退色が少なく繊維の劣化が少ないVat染料の青色試料、変退色し繊維も劣化したのは、直接染料の黒色試料、変退色しても繊維が劣化しないのはナフトール染料の赤色

試料であった)例外はあるが、耐光性が乏しく変退色した試料は繊維の劣化も大きく、明らかに耐光堅ろう度と繊維の劣化には正の相関が見られた。

さらに、表6に500時間光照射後の試料を各染料部属から同じ色を抽出し、5種の染料部属の違う同じ色の試料の強力比を単純計算で平均値(表中のカッコ内の数値)で示した。数値が小さいものは強力が低下したもので、黄色→赤→緑、黒→青色試料の順序で、青色試料がもっとも劣化は少なかったものと考えた。これは、図7にみられる光照射による試料のΔE値の変化と同様の結果がみられ、このように染色試料の耐光堅ろう度が高いと、繊維の劣化は少ない傾向があるものと考えられた。文献²⁾では、反応染料で染めた綿の光劣化の実験結果を報告しているが、例外もあるが染料の耐光性が光劣化に著しく影響し、耐光性が減少すると劣化が増大し、耐光性の低い染料は分解生成物を形成し、順次これが綿の劣化に触媒作用を及ぼすことを示している、と述べている。

4. まとめ

1. 13年間恒温恒湿室に保存した試料は、ナフトール染料で染めた試料の強伸度変化が少ないことが判った。他の試料は強力が20%以下に減少し、伸度は殆どの試料が対照の1/2に低下して繊維の硬化が推定できた。

2. カーボンアーク灯光照射の試料は、耐光堅ろう度と強伸度低下に明らかに正の相関が見られた。但し、例

外も見られた。これは光に刺激されて染料が繊維素材の劣化を促進する物質に変化するのか、光自身のパワーによるものか本実験では確かめていない。しかし染色操作の物理化学的刺激が繊維素材に与えられて損傷の引きがねになることが考えられた。

3. 試料の光照射による色変化 (ΔE 値) は、当然のことであるが染料 (染布) の耐光堅ろう度と負の相関があった。

4. 染色物は光照射の影響を遮断しても長期間の間には、それぞれの染料によって独自の色変化をしてゆくことが判った。

5. 本実験では各染料部属の黄色が色変化、繊維の劣化ともに最も大きく、青色染布は色変化、繊維の劣化が少なかった。

6. 4種 (直接、反応、Vat、硫化) の染料部属の試験布は、長時間の保存で明らかに繊維の硬化状態が判ったが、ナフトール染料による染布は長年月の保存でも強力・伸度の変化が殆ど見られなかった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、染料の提供、ご助言をいただ

いた日本化薬株式会社の外越照仁氏に感謝致します。また、実験にご協力下さった羽生佳子、赤沼明美、佐々木久美姉に御礼を申し上げます。

なお、本研究は日本家政学会1992年次大会において口答発表した。

文 献

- 1) M.Mckinney, ER.Broome : Ame. Dyes. R ep. 81 (1973)
- 2) 成田時治 : 絹及人造繊維の性能, 至文堂, pp.121 ~131, (1946)
- 3) Christine M., Rebecca R., karen B : Textile Chemist and Colorist, Vol. 15, No.11, pp.209~212, (1983)
- 4) 日本化薬株式会社染料事業部技術部 : 日本化薬染料便覧 (第3版), (1980)
- 5) 日本化薬株式会社染料事業部技術部 : 日本化薬染料便覧 (第4版), (1982)
- 6) 社団法人有機合成化学協会編 : 新版染料便覧, (1970)