

# 日傘の紫外線および日射防御性

城島栄一郎・末木妙子・馬場奈保子

生活環境学科 材料化学研究室

UV Ray and Thermal Ray Protection Properties of Parasols

Eiichiro JOJIMA, Taeko SUEKI and Naoko BABA

Laboratory of Materials Chemistry, Department of Human Environmental Sciences

According to a questionnaire survey, around 2% of female students use parasols. They use parasols not only for sunshades but also for the psychological effects of fashion and coolness. The parasols reduce the strength of ultraviolet rays by 75-95%, and lower the head temperature by more than 10 °C. In addition, they reduce the dazzle by 83-97% , except for white and yellow parasols. In this investigation, the white and light colors are preferred rather than dark colors as parasols, but it was clarified experimentally that the effects of the sunshade were higher in the dark color parasols.

Key words : parasol 日傘, sunburn 日焼け, ultraviolet ray 紫外線, color 色, cotton 綿, polyester ポリエステル

## 1. 目的

海や山へ出かける機会が多くなる 6、7 月は、日差しが強くなるとともに一年の中で最も紫外線 (UV) が強くなる時期である。日焼けした小麦色の肌が健康美のように思われていた時期もあったが、今では紫外線が皮膚ガンを誘発することが知られるようになり<sup>1)</sup>、日焼け防止に気を遣う人が増えてきた。しかし、ちょっとした散歩や外出のときに日焼け防止クリームを塗ることは面倒である。昔から使用されてきた日傘は見るからに涼しげで、女性にとって夏のファッションの重要なアイテムであり、同時に強い日射を手軽に防ぐことができる実用品である。

日傘の性能に関する研究は少なく、野村等<sup>2)</sup>が生地の組成と耐候性の面から報告している例がある。この中で、晴雨兼用傘の未使用時および暴露試験後に、「紫外線カット率」、「耐漏水性」、「はっ水性」、「変退色」を測定している。関連した研究として、衣服用生地の特性や添加剤による布帛の紫外線防止効果を評価したものが多い<sup>3)4)5)</sup>。桑原等<sup>6)7)</sup>は、農作業服素材の紫外線透過性と汗の影響を検討している。また、業界では紫外線遮蔽布帛の研究・開発もされている<sup>8)9)</sup>。

日傘には色・形・布質の違いにより様々な種類がある。本研究では日傘の色や材質をかえて紫外線だけではなく、日射による温度上昇、眩しさ (照度) などを測定し、色や材質の違いによる紫外線防止効果および熱射防止効果を総合的に計測し、日傘の実用的な性能を検討した。

## 2. 日傘に関するアンケート調査

実践女子大学の学生 119 人を対象に、日傘の役割やイメージ、日傘に好ましい色などについてのアンケート調査を行った。その結果は以下のものであった。

日傘の使用率はわずか 2% であった。学生を含め若い女性は、日常的に日傘を使用する習慣が少ないことが分かる。

使用していない学生を含めて、日傘の役割で重要だと思う項目は、「UV を防ぐ」という意見が 45% と最も多く、次いで「暑さを防ぐ」、「まぶしさを防ぐ」と続く。「おしゃれ」は 4% で、日傘は紫外線や暑さを防いでくれるがファッション性はあまり期待されていない。日傘を使わない理由は、「邪魔」「面倒」「おばさんばい」「自分のイメージに合わない」の 4 項目で

合計 80% になった。

実際に日傘を使用している人は少ないが、自分が使うとすればどの色が好まれるかの回答を図 1 に示した。白・水色・ピンク・クリーム色など、明るい色が好まれている。これは、夏に使うものであるため、白または白に近い色の方が涼しそうに感じるからと考えられる。

### 3. 実験

#### 3.1 試料

実験に使用した日傘の生地はポリエステル 100%

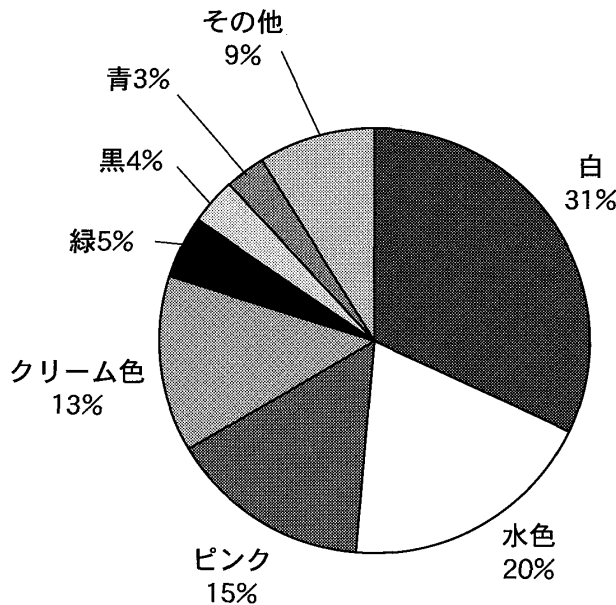


図 1 日傘として好まれる色

(PET) とポリエステルと綿の 50/50% 混紡 (T/C 混紡) の 2 種類の素材である。それぞれ白・緑・黄・赤・紫・青・黒の 7 色の日傘を用意した。表 1 に生地の特性を示した。

#### 3.2 実験方法

図 2 のような測定装置で、日傘の中の気温、紫外線量、照度、人の頭に見立てた黒球の温度、傘の生地の表面温度、輝度を測定した。2 種類の生地それぞれ 7 色に傘をささない場合を加えて、合計 8 条件で行った。測定場所は実践女子大学の芝生のグラウンドで、測定は 8 月から 12 月までの天気の良い日中に行った。時刻は 12:00 から 15:00 の間で 30 分間隔で 3 回

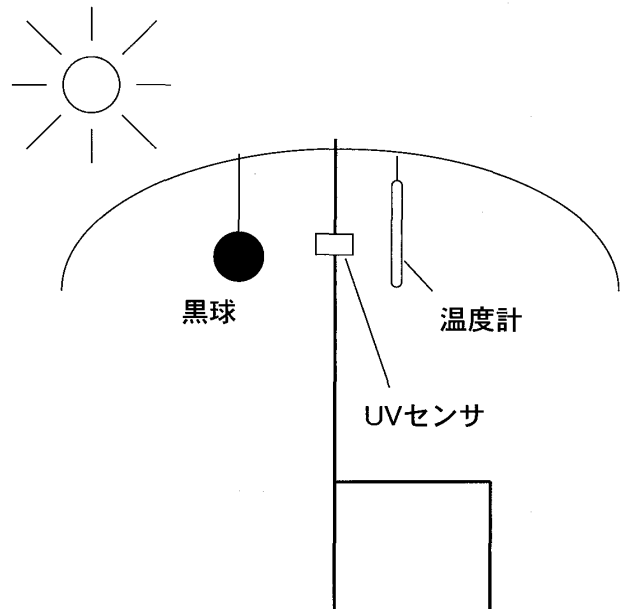


図 2 測定装置の概略図

表 1 日傘の生地と色の特性値

色	色相	明度	彩度
白	7.5 GY	9	1
黄	10 GY	8	10
赤	5 R	4	14
緑	5 G	3	8
紫	10 PB	3	8
青	7.5 PB	3	8
黒	10 B	2	1

ポリエステル (PET) 100%  
 ・糸密度 経 43/cm 緯 33/cm  
 ・布の厚さ 0.07 mm  
 ・目付け 51.0 g/m<sup>2</sup>

色	色相	明度	彩度
白	7.5 GY	9	1
黄	2.5 Y	7	10
赤	5 R	4	14
緑	2.5 BG	4	8
紫	5 P	3	8
青	7.5 PB	3	8
黒	7.5 B	2	1

綿 50% / ポリエステル 50%  
 ・糸密度 経 56/cm 緯 23/cm  
 ・布の厚さ 0.19 cm  
 ・目付け 113.3 g/m<sup>2</sup>

行った。以下に、測定条件の詳細を記述する。

①紫外線積算量 [ $\text{kJ}/\text{m}^2$ ] は UV センサ (FILA) を傘下 15 cm に設置し、日中の 2 時間の積算量を測定した。このセンサは腕時計型で、検出波長 260-390 nm、瞬間強度値 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) と積算強度値 ( $\text{kJ}/\text{m}^2$ ) を計測できる。

②紫外線瞬間量 [ $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ] は紫外線強度計 UM-10 (MINOLTA) を用いて、傘下 15 cm で測定した。この計測器はハンディ型で、検出波長 310-400 nm、放射照度 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) と積算放射照度 ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ) をより精密に計測できる。

③傘の温度は放射温度計 HT-10 (MINOLTA) を用いて、傘の外側の同じ位置の生地表面温度を測定した。

④傘の中の温度は赤液棒状温度計を傘下 15 cm に設置し測定した。

⑤黒球の温度 (人の頭髪に見立てたもの) は傘下 15 cm に設置した黒球 (ソフトテニス用ボールを墨で塗りつぶしたもの) の表面温度を放射温度計 HT-10 (MINOLTA) を用いて測定した。

⑥傘の輝度 [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] は色彩色差計 CS-100 (MINOLTA) を用いて、傘の外側の同じ位置を測定した。

⑦照度 [ $\text{Lx}$ ] は色彩色差計 CL-100 (MINOLTA) を用いて、傘下 15 cm で測定した。

⑧傘の生地の明度 (反射率) はカラーリーダ CR-11 (MINOLTA) を用いて、生地の明度を測定した。反射率は分光色彩計 CG-411 c を用いた。

①~⑦の測定は、図 2 の装置を用いて屋外で行った。

#### 4. 結果および考察

図 3 に日傘の下での紫外線の瞬間強度を示した。同時に、傘をささない状態での紫外線強度を傘なしとして示した。PET は平成 10 年 8 月 25 日 13:30 の値、T/C 混紡は同年 9 月 9 日 13:50 の値である。傘なしに比べると紫外線強度が大きく低下し、日傘の素材と色によって透過してくる紫外線の強さが違うことが分かる。

次に、PET 生地、8 月 25 日日中の平均的な紫外線強度を意味する 1 時間の紫外線積算量を図 4 に示した。日傘の色によって紫外線防止効果に差があることが分かる。7 色の中で紫外線積算量が最も高かったの

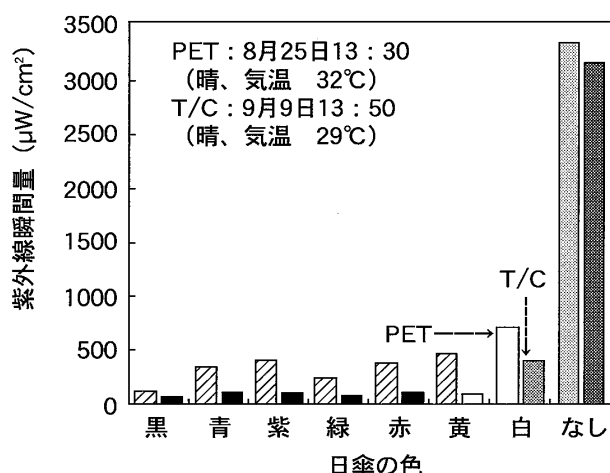


図 3 日傘の色による透過紫外線強度の違い

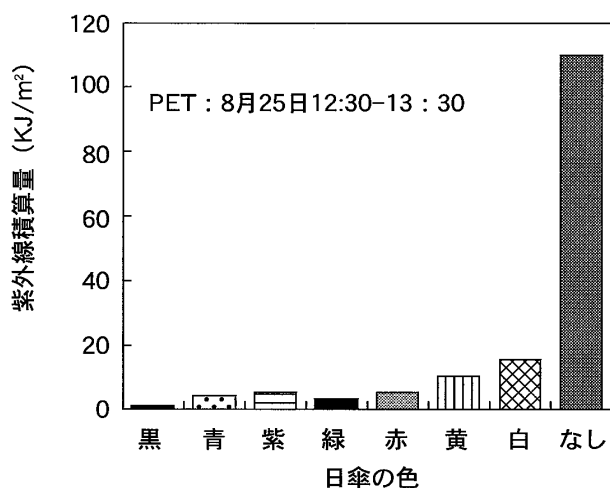


図 4 日傘の色による紫外線積算量 (1 時間) の違い

は白い傘であり、傘なしの 15% 程度であった。同じ 8 月 25 日に測定した傘の表面温度の平均値を図 5 に示した。黒が高温となり白が温度が低く、日傘の色の違いによる紫外線防止効果とは逆の傾向を示している。

日傘の色の違いは可視光線の吸収と反射を反映しており、必ずしも紫外線や赤外線 (熱線) の吸収と反射と比例関係にあるわけではないが、結果として紫外線遮蔽効果は可視光の吸収反射と関係が深いことが認められた。このことは SRINIVASAN M and GATWOOD BM<sup>10)</sup> が綿布について UV 防護と染料特性との関係を検討し、染色により紫外線遮蔽性が増加することを報告していることと同様の傾向であった。

図 6 は、人の頭に見立てた黒球の表面温度を日傘の色別に測定した結果である。最も温度が低かったのは黒い傘で、高かったのは白い傘であり、紫外線遮蔽性

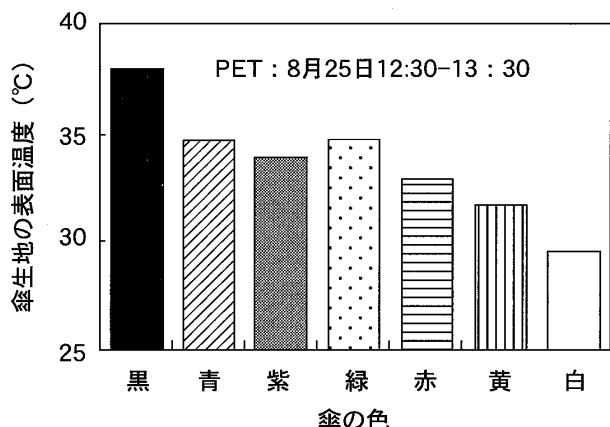


図5 日傘の色による傘の生地の表面温度の違い

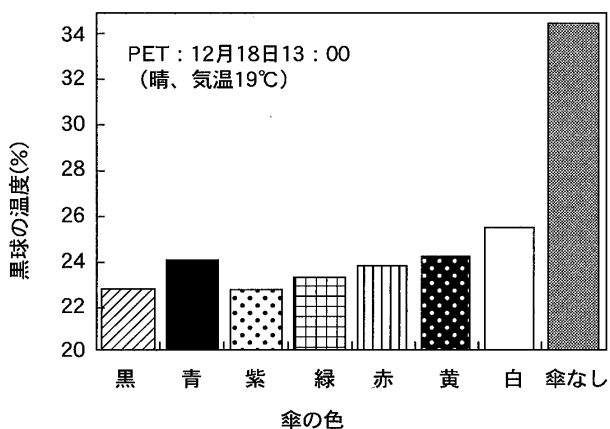


図6 日傘の色による傘の中の黒球温度の違い

が高い色の傘ほど黒球の温度が低い結果となった。傘の中の黒球の温度は平均約 23°C で、傘なしより 10°C 以上低く日射防止効果も大きいことが分かる。これは 12 月の結果であるが、8 月、9 月の測定においても同様の効果が得られた。

眩しさの尺度として日傘の下 15 cm の照度を測り、

図 7 に示した。黒、紫、青、緑、赤の 5 色は、傘なしの照度の 20% 以下に減少した。一方、黄色の傘は 67%、白の傘は 76% の減少にとどまり、明るい 2 色に関しては眩しさを防ぐ効果が低いことが分かる。

以上のように、紫外線遮蔽効果、日射を防ぐ効果、眩しさを防ぐ効果などが日傘の色と密接な関係があることが分かる。これらの結果は特定の日時の測定値であるが、8 月、9 月、12 月の他の測定日時においても同様の傾向であり、いずれの場合も黒い傘の下では最も紫外線強度が低く、傘がない場合の 5% 以下の紫外線量であった。一方、明るい白と黄色は紫外線や日射の防止効果が低いことが分かった。

日傘の効果を総合的に見るために、日傘生地の明度、反射率および輝度を加えて、これらの測定値間の相関関係を検討した。表 2 に T/C 混紡布 7 色（傘なしの場合は除いてある）について、12 月の計測値の相関係数表を示した。高度に有意な相関係数に

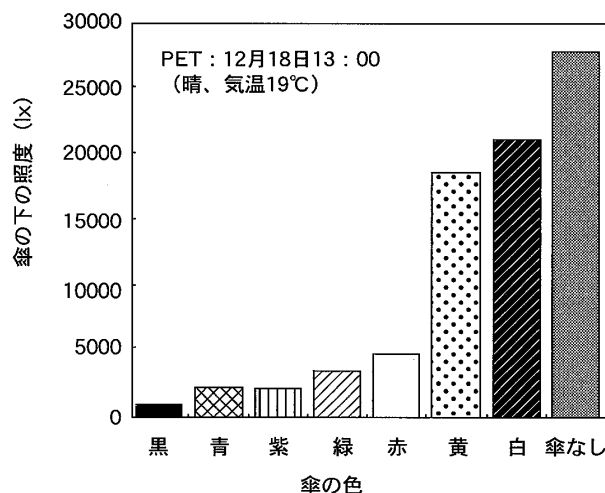


図7 日傘の色による傘の中の照度の違い

表 2 相関行列表 (T/C 混紡布)

変数名	UV 積算量	UV 瞬間量	傘の温度	傘の中の温度	黒球の温度	傘の下の照度	表面の輝度	生地の明度	生地の反射率
UV 積算量	1								
UV 瞬間量	0.968 <sup>++</sup>	1							
傘の表面温度	-0.691 <sup>+</sup>	-0.683 <sup>+</sup>	1						
傘の中の温度	0.276	0.231	-0.309	1					
黒球の温度	0.235	0.294	0.024	-0.333	1				
傘の下の照度	0.678 <sup>+</sup>	0.672 <sup>+</sup>	-0.605 <sup>+</sup>	0.097	0.436	1			
傘表面の輝度	0.768 <sup>+</sup>	0.763 <sup>+</sup>	-0.868 <sup>++</sup>	0.161	0.301	0.823 <sup>++</sup>	1		
生地の明度	0.761 <sup>+</sup>	0.754 <sup>+</sup>	-0.886 <sup>++</sup>	0.256	0.24	0.818 <sup>++</sup>	0.977 <sup>++</sup>	1	
生地の反射率	0.832 <sup>++</sup>	0.822 <sup>++</sup>	-0.883 <sup>++</sup>	0.254	0.235	0.802 <sup>++</sup>	0.978 <sup>++</sup>	0.985 <sup>++</sup>	1

は++、5%で有意なものには+のマークがしてある。この表から生地反射率（および明度）と紫外線強度（および積算量）と正の相関があり、傘の生地の明度と傘表面の温度とは負の相関があることが分かる。

次に、生地の明度を横軸にとり、傘の下の紫外線相対強度（傘なしを100とした%表示：◆—実線）および照度（■—2点鎖線）プロットし、PETについて図8に示し、T/C混紡について図9に示した。これを見ると、どちらも生地の明度が高いほど紫外線を透過しやすく、同時に傘の中の照度が高いことが分る。明るい色の日傘ほど紫外線や眩しさを抑える効果は低いといえる。

また、生地の違いによる紫外線強度に注目してみると、PET 100%より T/C混紡の方が紫外線強度が小

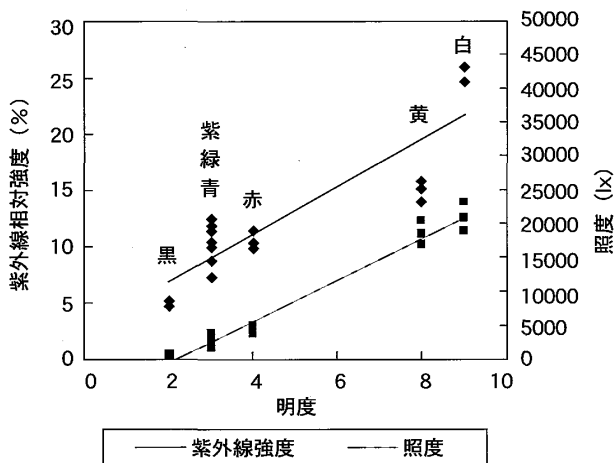


図8 生地の明度と紫外線相対強度・照度との関係 (PET)

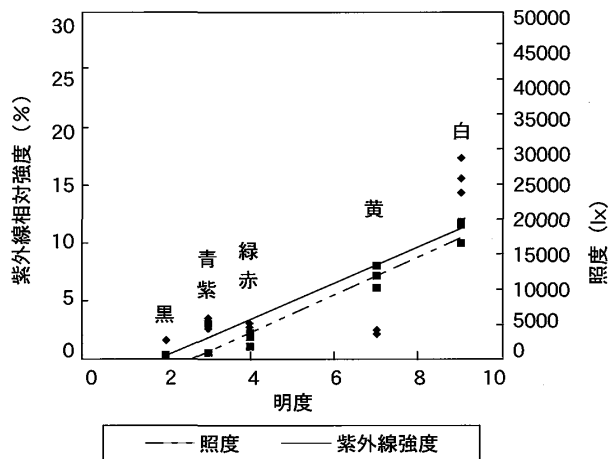


図9 生地の明度と紫外線相対強度・照度との関係 (T/C)

さく紫外線防止効果が高い結果であった。これは T/C混紡の方が厚い生地でありその影響が現れていると思われる。一方、傘の中の照度も同じ傾向であるが生地による差は小さい。

今回の実験の目的は、日傘の実用的性能を評価することであり、できるだけ実際の使用状況に近づけることを心がけた。そのため、紫外線強度、温度、照度は傘の生地を透過したもの・吸収されたもの、地表や周囲からの反射および傘の形状などの影響がすべて反映された測定値となっている。そのため生地単独の物性値としての紫外線吸収能などと必ずしも一致するものではないが、日傘としての実用的な性能をより反映していると考えられる。

以上のことから総合的にみると、ファッション性などを無視して紫外線防止効果などの実用的性能を求めらば、明るい色の生地は紫外線を透過しやすく眩しさや暑さを防ぐ効果もやや低く、厚地で明度が低い生地の日傘が効果的であることが分かった。

## 5. まとめ

日傘は色の違いによって性能に差があるが、紫外線に関しては75~95%、傘の中の物体の温度上昇に関しては10°C以上、眩しさに関しては（白と黄色の傘を除けば）83~97%抑えることができ、使用することの効果は非常に大きいことが分かった。

付記：本研究の一部は第58回日本家政学会大会（2006.5.15 秋田）で発表した<sup>11)</sup>。

## 文献

- 1) ACHWAL PWB: Sun protection properties of textile substrates., Colourage, 44(2), 31-32 (1997)
- 2) 野村真紀, 福富廣: 晴雨兼用傘の実用性に関する試験研究, 兵庫県立生活科学研究所研究報告, 21, 167-177 (2006)
- 3) BEYER A G and CREWS P C: Influence of fiber type, fabric cover, thread count and thickness on UVR transmission., Book Pap Int Conf Exhib AATCC (Am Assoc Text Chem Color), 1997, 175-180 (1997)
- 4) 坂本光, 桑原久治: 紫外線遮蔽性布はくに関する研究 (第3報) 日焼け防止効果. 繊維製品消費科学, 35(9), 458-467 (1994)
- 5) 坂本光: 紫外線・熱線遮へい繊維について, 染色工業, 40(2), 66-74 (1992)

- 6) 桑原宣彰, 岡本嗣男: 農作業服による作業性と快適性の定量化に関する研究 (第 1 報) 農作業服素材の紫外線透過性に関する検討. 農業機械学会誌, 58(3), 27-35 (1996)
- 7) 桑原宣彰, 岡本嗣男: 農作業服による作業性と快適性の定量化に関する研究 (第 2 報) 農作業服素材の紫外線透過性に及ぼす汗の影響, 農業機械学会誌, 59(2), 73-80 (1997)
- 8) 薄くても透けない新機能ポリエステル 帝人ファイバーの「ウェーブロン UV」, 繊維科学, 48(1), 46-48 (2006)
- 9) JIAM 2005 出展にみるユニーク先端マシン・製品紹介 鈴寅の Masa (ナノ金属コーティング品) と展開, 繊維科学, 47(6), 42-45 (2005)
- 10) SRINIVASAN M and GATEWOOD BM: Relationship of dye characteristics to UV protection provided by cotton fabric., Text Chem Color Am Dyest Rep, 32(4), 36-43 (2000)
- 11) 馬場奈保子, 末木妙子, 城島栄一郎: 日傘の紫外線防止効果, 日本家政学会大会研究発表要旨集, 58, 106 (2006)