Japanese Society of Human-Environment System

日傘による暑熱緩和および紫外線遮蔽効果の実測

渡邊慎一[1)]，吉田晴香[1)]，石井仁[2)]，中島真以[2)]
[1)]大同大学，[2)]岐阜大学

Measurement of Thermal and Ultraviolet Environment Provided by a Parasol

Shinichi WATANABE[1)], Haruka YOSHIDA[1)], Jin ISHII[2)], Mai NAKAJIMA[2)]
[1)]*Daido University*, [2)]*Gifu University*

Abstract: A parasol is a simple and useful tool, which can block the solar radiation in outdoors. This study intends to measure thermal and ultraviolet environment provided by a black and white parasols. Measurements were performed at a university campus on August 7, 2012. The sky was clear during the measurement. Short- and long-wave radiation fluxes, UV radiation, illuminance, air and globe temperatures, humidity, and air velocity were measured under the parasol in sunshine. The following findings were obtained. The black and white parasols shaded downward solar radiation fluxes by 67.1% and 45.2%, respectively. The downward long-wavelength radiation flux under the black parasol had 47.6 W/m^2 greater than that under the white parasol. The black and white parasols covered UV radiation by 97.5% and 82.2%, respectively. Moreover, the black and white parasols decreased illuminance by 97.6% and 53.0%, respectively.

Key words: parasol, solar radiation, ultraviolet radiation

要旨： 日傘は、屋外において日射から身を守る最も簡単な手段である。本研究は、日傘によって形成される熱および紫外線環境を明らかにすることを目的とする。実験は2012年8月7日に大学キャンパスの広場にて実施した。日傘下および日向において、気温、相対湿度、照度、風速、紫外線強度、グローブ温度、地表面温度、長波長および短波長放射量を測定した。実験には白色および黒色日傘を用いた。実験の結果、以下の知見を得た。日傘を差すことにより、下向き短波長放射量は黒色日傘で平均67.1%、白色日傘で平均45.2%遮られる。下向き長波長放射量は、黒色日傘が白色日傘よりも46.7 W/m^{2}多い。紫外線強度の遮蔽率は、黒色日傘が平均97.5%、白色日傘が平均82.2%であった。照度の遮蔽率は、黒色日傘が平均97.6%、白色日傘が平均53.0%であった。

キーワード： 日傘，日射，紫外線

1．はじめに

総務省消防庁（2012）によると2012年8月における熱中症による全国の救急搬送者は1万8573人であった。この搬送者数が示すように、夏期における熱中症の危険性はますます高まっている。特に、夏期の屋外滞在する人は強い日射に曝される。これらの人々にとって、日傘は日射から身を守る最も簡便な手段である。

城島ら（2007）は、色や材質が異なる日傘を用いた実験を行い、日傘は紫外線を75~95%遮蔽し、日傘下のグローブ温度の上昇を10℃以上抑制し、照度を83～97%低減させることを示した。しかし、これらの研究では、日傘下の物理量として気温およびグローブ温度しか測定していない。また、中橋(1985)は日傘の防暑効果に関する研究を行い、サーモグラフィーを用いて日傘下部の温度分布を明らかにした。

屋外において日傘を使用している人体は、複雑な放射環境に曝されており、より詳細な実測が必要である。そこで、本研究は日傘下および日向において、長短波長放射および紫外線強度等を測定し、日傘によって形成される熱および紫外線環境を把握することを目的とする。

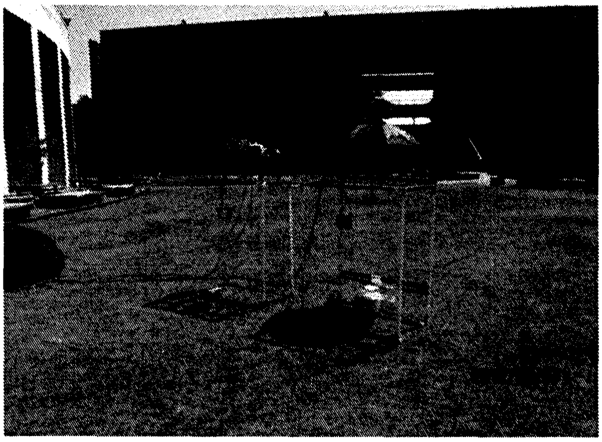

図1　実験風景

NII-Electronic Library Service

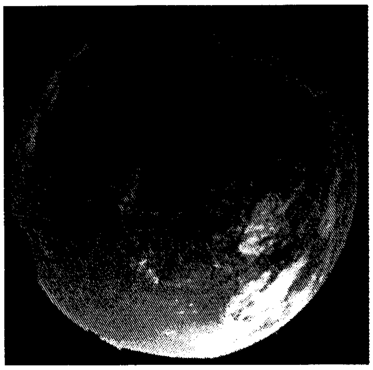

図 2　天空写真

2．実験計画

2.1 実験概要

実験は 2012 年 8 月 7 日に大同大学 滝春校舎の広場にて実施した。広場の地表面は芝生である。図 1 に実験風景を示す。図 2 に測定位置における天空写真を示す。天空率は 78.8%であった。測定時間は 7:30～16:00 とした。

測定には白色および黒色の日傘を用いた。測定に用いた日傘の物性値および色特性を表 1 に示す。

2.2 測定項目

表 2 に測定項目および測定機器を示す。日傘下および日傘に覆われていない日向において、気温、相対湿度、照度、風速、紫外線強度、グローブ温度、地表面温度、長波長および短波長放射量を測定した。測定高さは地表面から 150cm とした。白色および黒色日傘は、所定の時間毎に取り替えて測定した。

3．結果および考察

3.1 気温・湿度・地表面温度

図 3 に気温および相対湿度の経時変化を示す。日向の平均気温は 35.1℃、日傘下の平均気温は 35.5℃であった。最高気温は日向で 38.3℃、日傘下で 38.7℃であった。また、相対湿度は日向で平均 45.9%、日傘下で 45.0%であった。日傘の有無によらず気温および相対湿度はほぼ等しいことが示された。また、平均風速は 1.18 m/s であった。

図 4 に地表面温度の経時変化を示す。測定日の平均地表面温度は 46.2℃であった。最高温度は 10:30 における 54.9℃であった。

3.2 長短波長放射量

図 5 に日向における長波長および短波長放射量の経時変化を示す。「上向き」および「下向き」は、それぞれ放射の向きを表している。以下、紫外線強度および照度についても同様である。下向き短波長放射量の最大値は 12:33 の 1004.2 W/m^{2}であり、測定日が晴天であったことを示している。上向き短波長放射量は、約 100～200 W/m^{2}の間で推移した。また、下向き長波長放射量は約 410～460 W/m^2、上向き長波長放射量は約 490～600W/m^{2}の間で推移した。

図 6 に日傘下の長波長および短波長放射量の経時変

表 1　日傘の物性値および色特性

組成　ポリエステル 100%		
繊維密度定数　1.38		
織り糸密度	黒　W:32.7 本/cm	F:43.3 本/cm
	白　W:33.0 本/cm	F:43.5 本/cm
視認色	黒	白
通気性 (cc/cm^2/sec)	0.0	0.0
厚さ (cm)	0.01	0.01
平面重 (g/cm^2)	0.0074	0.0071
布密度 (g/cm^3)	0.74	0.71
含気率 (%)	46.3	48.6
色度 x	0.31	0.32
色度 y	0.31	0.34
マンセル値	6.8PB 2.2/0.6	6.04Y 9.3/0.4

表 2　測定項目および測定機器

測定項目	測定機器	測定間隔
風速	風速計 (KANOMAX, CLIMOMASTER 6542)	30 s
照度 気温 紫外線強度 相対湿度	照度 UV レコーダ (T&D, TR-74Ui)	1 min
長短波長放射量 （上向き・下向き）	Thermal Sensors (Hukseflux, NR-10) 長短波放射計 (英弘精機, MR-40)	1 min
グローブ湿度	グローブサーモメーター (柴田科学, SB-8034-150)	30 s
地表面温度	温度計 (MINOLTA, 505M)	10 min

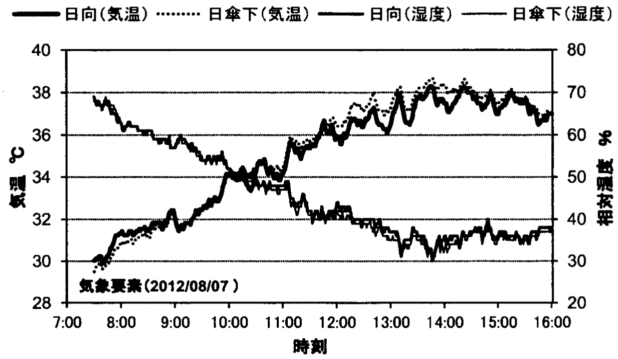

図 3　気温および相対湿度の経時変化

NII-Electronic Library Service

化を示す。8:00〜9:00 は白色日傘を、9:00〜10:00 は黒色日傘を設置し、測定を行った。その後は、30 分間隔で白色および黒色日傘を交互に取り替えて測定を行った。日向における測定結果と比較すると、日傘下の上向き短波長放射量および上向き長波長放射量は日向とほぼ同様の傾向を示した。しかし、下向き短波長放射量および下向き長波長放射量は、日向と異なる傾向を示した。黒色日傘の場合、11:30〜12:00 の日向における下向き短波長放射量は 939.7 W/m^{2}であるのに対して、日傘下は 287.7 W/m^{2}であった。一方、白色日傘の場合、12:00〜12:30 の日向における下向き短波長放射量は 926.2 W/m^{2}であるのに対して、日傘下では 412.8 W/m^{2}であった。黒色日傘の方が白色よりも下向き短波長放射量が 125.1 W/m^{2}少ないことが示された。このことから、黒色日傘の方が白色日傘よりも短波長放射を多く遮蔽することが明らかになった。

下向き長波長放射量については、黒色日傘の場合、11:30〜12:00 の日向における下向き長波長放射量は 450.9 W/m^{2}であるのに対して、日傘下では 631.2 W/m^{2}であった。その差は 180.3W/m^{2}であった。一方、白色日傘の場合、12:00〜12:30 の下向き長波長放射量は 455.4 W/m^{2}であるのに対して、日傘下では 584.5 W/m^{2}であった。その差は 129.1W/m^{2}であった。黒色日傘の方が白色よりも下向き長波長放射量が 46.7 W/m^{2}多い。これは、黒色日傘の方が白色日傘よりも日射を多く吸収し、日傘内側の表面温度が高かったためと考えられる。

図 7 に日傘による下向き短波長放射量（日射）の遮蔽率を示す。遮蔽率は日向における下向き短波長放射量に対する日傘下の下向き短波長放射量の比で示した。日射遮蔽率は、黒色日傘が平均 67.1%、白色日傘が平均 45.2%であった。太陽高度が高い 12:00 前後で比較すると、黒色日傘の日射遮蔽率は 73.1%、白色日傘は 54.6%であり、その差は 18.5%であった。

3.3 紫外線強度

図 8 に紫外線強度の経時変化を示す。反射成分である日向および日傘下の上向き紫外線強度は、0.01〜0.04 mW/cm^{2}で極めて小さな値であった。日向における下向き紫外線強度の最大値は、12:05 における 3.04 mW/cm^{2}であった。一方、日傘下における下向き紫外線強度は黒色日傘の場合、11:30〜12:00 で 0.08 mW/cm^{2}であった。また白色日傘の場合、12:00〜12:30 で 0.52 mW/cm^{2}であった。黒色日傘の下向き紫外線強度の方が白色日傘よりも 0.44 mW/cm^{2}少ないことが示された。

図 9 に黒色日傘と白色日傘の紫外線強度の遮蔽率を示す。遮蔽率は日向における下向き紫外線強度に対する日傘下の下向き紫外線強度の比で示した。紫外線強度遮蔽率は、黒色日傘が平均 97.5%、白色日傘が平均 82.2%であった。太陽高度が高い 12:00 前後で比較す

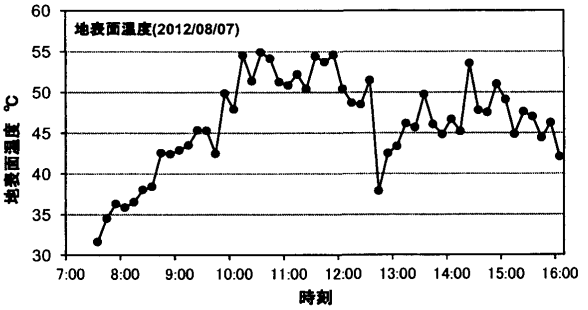

図 4 地表面温度の経時変化

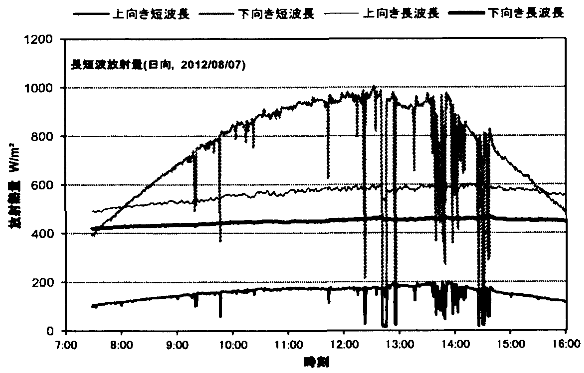

図 5 長波長および短波長放射量の経時変化（日向）

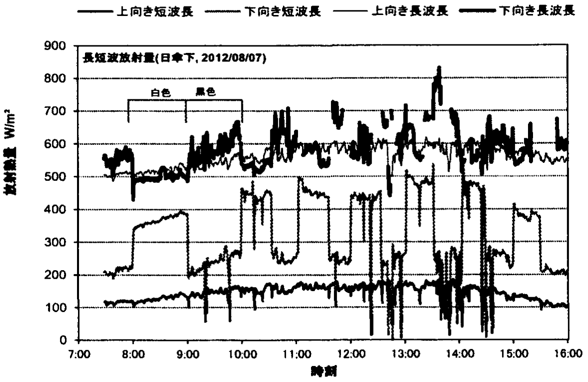

図 6 長波長および短波長放射量の経時変化（日傘下）

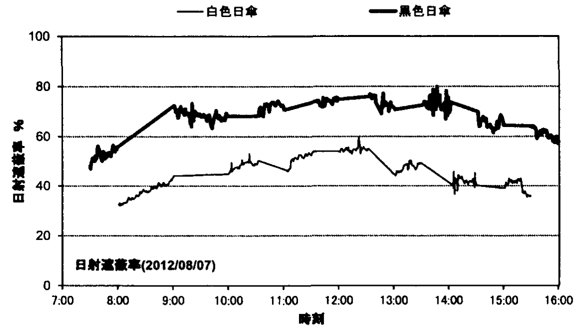

図 7 日傘の日射遮蔽率の経時変化

NII-Electronic Library Service

Japanese Society of Human-Environment System

ると、黒色日傘の紫外線遮蔽率は 97.2%、白色日傘は 81.4%であり、その差は、15.8%であった。城島ら（2007）は日傘による紫外線の遮蔽率を 75～95%としているが、本研究でも同様の結果が得られた。

3.4 照度

図 10 に照度の経時変化を示す。日向および日傘下の上向き照度はそれぞれ、日向が 5,400～11,900 lx、日傘内が 8,200～13,000 lx の間で推移した。日向における下向き照度の最大値は 12:30 における 133,200 lx であった。一方、日傘下の下向き照度は、黒色日傘の場合、11:30～12:00 の下向き照度は 3,395 lx であった。また、白色日傘の場合は、12:00～12:30 の下向き照度は 60,583 lx であった。なお、下向き照度には直射日光も含まれている。

図 11 に照度の遮蔽率の経時変化を示す。遮蔽率は日向における下向き照度に対する日傘下の下向き照度の比で示した。照度遮蔽率は、黒色日傘が平均 97.6%、白色日傘が平均 53.0%であった。

4．まとめ

本研究は、日傘によって形成される熱および紫外線環境を把握することを目的として、物理量測定を行い、以下の知見を得た。

1. 日傘を差すことにより、下向き短波長放射量は黒色日傘で平均 67.1%、白色日傘で平均 45.2%遮られる。また、下向き長波長放射量は、黒色日傘が白色日傘よりも 46.7 W/m^{2}多い。
2. 紫外線強度の遮蔽率は、黒色日傘が平均 97.5%、白色日傘が平均 82.2%であった。
3. 照度の遮蔽率は、黒色日傘が平均 97.6%、白色日傘が平均 53.0%であった。

5．引用文献

総務省消防庁. 2012. 平成 24 年 8 月の熱中症による救急搬送の状況. 報道資料.

城島栄一郎，末木妙子，馬場奈保子. 2007. 日傘の紫外線および日射防御性. 生活科学部紀要. 44:126/131.

中橋美智子. 1985. 日傘の防暑効果に関する実験的研究. 日本衣服学会誌. 29(1): 16/25.

<連絡先>

渡邊慎一

名古屋市南区白水町 40

大同大学　建築学科

nabcshin@daido-it.ac.jp

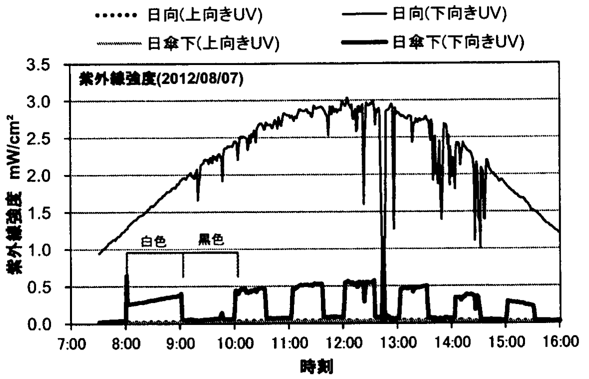

図 8　紫外線強度の経時変化

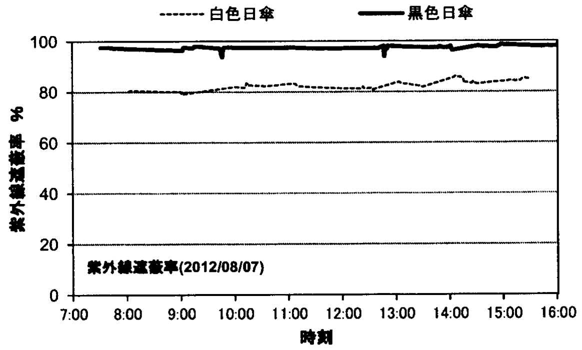

図 9　紫外線強度遮蔽率の経時変化

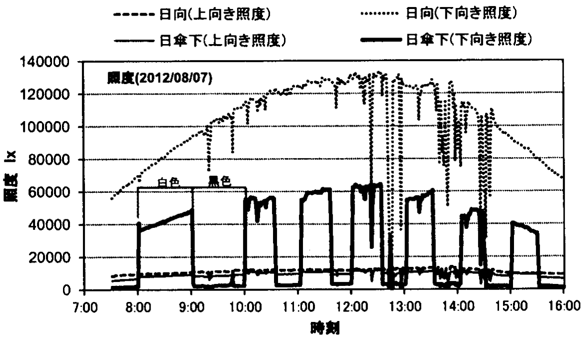

図 10　照度の経時変化

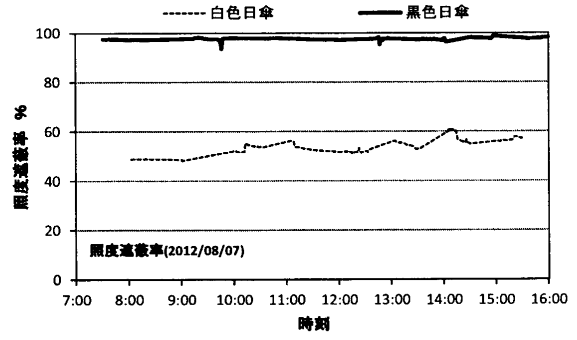

図 11　照度遮蔽率の経時変化

NII-Electronic Library Service