

防護服開発に向けた林内紫外線環境の把握

松村哲也（信大 SVBL） 工藤義治（八戸市森組）

色彩の活用によって林業作業の安全性を高めようとする場合、作業用被服や防護服などの対象について、作業環境に応じた効果的な色調の選択が求められる。この時、照明光の状況、とくに蛍光色使用時には紫外光(UV)成分について考慮する必要がある。本研究では、沖縄県恩納村の「県民の森」を調査対象地として、林内における水平面ならびに鉛直面の可視光照度(lx)とUV強度(mW/cm^2)の測定を行った。その結果、水平面に対する鉛直面のUV強度は同様条件下での可視光照度の半分程度であった。原因として地表面からの反射・散乱が少ない事が考えられた。また、蛍光色使用時には、肩など水平面の活用と鉛直面での存在感補強を要するとの提言に至った。

キーワード：安全色彩、防護服、視認性、紫外線、蛍光

I はじめに

色彩を活用して林業作業の安全性を高めようとする場合、その基本的方策は、対象を「色で目立たせる」ことである。一般に、赤・黄・オレンジといった色彩が目立つ色彩として多用されるが、これらの色彩も万能ではなく、背景となる周囲をとりまく様々な色彩(環境色彩)の構成次第では保護色のように周囲に紛れてしまうこともあり、作業環境に応じた効果的な色調の選択が求められる。このとき、環境色彩の状態とともに、対象がどのような光に照らされているか、という照明光の状況を考慮する必要がある。

また、2013年に作業用被服の視認性に関する欧州規格 EN 471 と ISO 規格との統合が完了し、EN ISO 20471:2013 “High visibility clothing -- Test methods and requirements”として制定されて以来、作業被服分野における高視認性確保策として、蛍光色(赤・黄・オレンジ)の活用が進んでいる。わが国においても、上記 ISO 規格統合の動きを受け、JIS T 8127 「高視認性安全服」として2015年度中に JIS 規格制定が完了する見込みであり、今後は林業作業用被服・防護服の分野においても視認性が考慮されるとともに蛍光色素材の利用が進展すると予想される。そして照明光中の可視光成分のみならず、紫外光領域についてもその照射状況を把握する必要がある。

紫外光領域を含めた、森林の光環境に関する研究には、植物成長に与える影響に関するもの(2)、樹木による天空光の遮蔽効果に関するもの(1)などが見られるが、照射面として水平面を想定したものが多い。

一方、林業作業用被服・防護服の着用条件を考えると、鉛直面への照射状態を検討する必要がある。

そこで本研究では、林業作業用被服・防護服への蛍光色素材の活用に向けて、紫外光領域を含む森林内光

環境の把握を試みた。

II 調査および測定

1. 調査地の概要

調査対象地は、沖縄県国頭郡恩納村安富祖に位置する「沖縄県・県民の森」内に設定された遊歩道「溪流コース」と「登山コース」沿線である。対象地は熱田岳(標高160m)の北麓に広がる自然林の様相を呈したレクリエーション用途の森林である。(図-1, 2)

リュウキュウマツ・イタジイ・リュウキュウビンタイ・ヒカゲヘゴ・タブノキ・フカノキ・マテバシイ・カクレミノ・ホルトノキなどの樹種で構成されている。

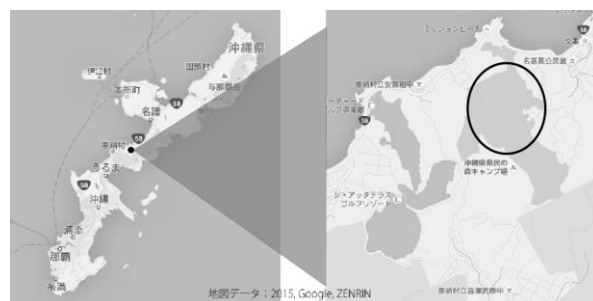


図-1. 調査地「沖縄県・県民の森」概略図



図-2. 調査対象地の林況(溪流コース)

2.測定方法

測定は2015年4月17日(晴:溪流コース:P1~P8:午前10時22分~午前11時59分)・18日(曇:登山コース:P11~P18:午前10時42分~午前12時02分)の2日間行った。

可視光域照度計(SATO製 LX-1108),紫外光強度計(SATO製 YK-35UV:290nm-390nm)ならびにGPSロガー(HOLUX製 M-241),方位磁石,デジタルスチルカメラ(OLYMPUS製 E-PL3)を使用して,水平面・東西南北4方向鉛直面の可視光照度と紫外光強度を測定するとともに,測定時刻・GPS座標などを記録し,測定ポイント周囲のスチル写真画像を撮影した。測定ポイントは全16カ所となった。

Ⅲ 結果

1.可視光の照度

図-3に,水平面・東西南北4方位における鉛直面の可視光照度(単位:lx)を測定した結果を示す。

晴天時に測定した測定ポイントP1~P8では,上層木枝葉の隙間から差し込む直射光の影響を受けたポイントと枝葉の影となったポイントとの間で照度値に大きなばらつきが出た。対して,曇天時の測定であるP11~P18では,照度値のばらつきは小さい。

そこで,各測定ポイントについて,水平面における照度値と鉛直面での照度値の比率を求めたところ,直射光の影響を受けたポイントでは測定値のばらつきが見られたが,鉛直面の照度は水平面のおおむね20%程度という結果となった。(図-4)

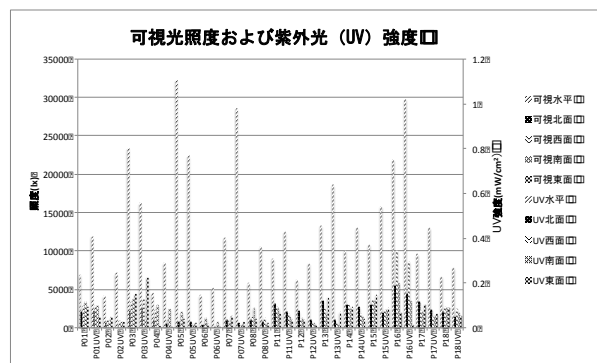


図-3. 可視光照度および紫外光(UV)強度

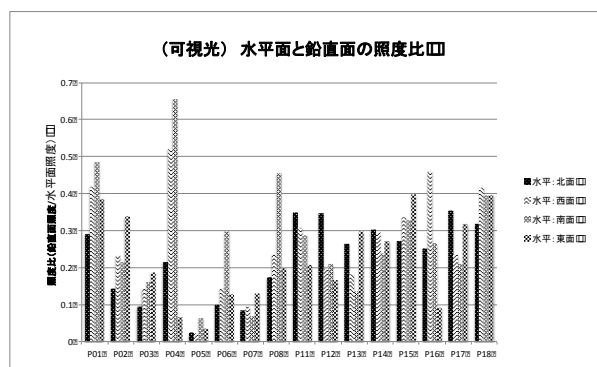


図-4. (可視光) 水平面と鉛直面の照度比

2.紫外光の強度

可視光と同様に,図-3に紫外光強度(単位: mW/cm^2)を測定した結果を示す。

可視光域における照度値と同様に,晴天時の測定ポイントでは強度値にばらつきが見られた。水平面対鉛直面の紫外線強度値の比では,鉛直面の強度は水平面のおおむね10%程度という結果となった。(図-5)

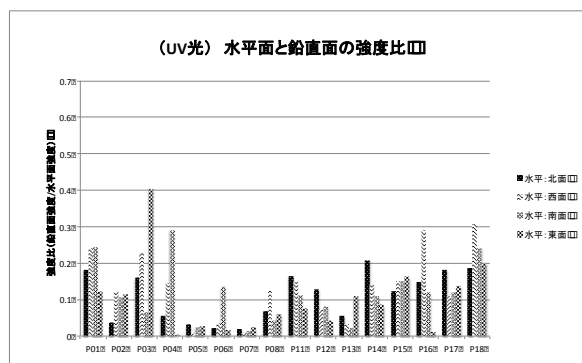


図-5. (UV光) 水平面と鉛直面の強度比

Ⅳ 考察

測定結果から,可視光においては,鉛直面を照らす光は,照度にして水平面の約20%程度である一方で,紫外光では強度にして約10%程度に止まることが判明した。さらに,照度値を近似換算式($1\text{lx}=1.46\text{mW}/\text{m}^2(550\text{nm})$)を用いて変換し,水平面における可視光強度と鉛直面紫外光強度との比率を求めたところでも,約10%程度という結果となった。この差を生む要因として,紫外光については,鉛直面到達までに様々な物体に吸収される量が大きく,とくに地表面からの反射・散乱が少ないことが考えられた。

そこで林業作業用被服・防護服において,蛍光色を利用する場合には,紫外光強度が強い,肩部など水平面を積極的に活用し,鉛直面では蛍光色部位の配置や形状・面積を工夫して存在感を補うデザインとすることを提言する。

謝辞

本研究はJSPS科研費15K00683「林業労働の死傷事故を予防低減する機能性色彩デザイン」の助成を受けたものである。

引用・参考文献

- (1) 橋田 祥子・岡野 通明・興水 肇(2004) 樹種と階層構造が異なる樹林地と単木の有害紫外線防御機能について. ランドスケープ研究 68(5):529-532
- (2) 星川 和俊・鈴木 純(2002) 異なる植被条件下における太陽光分光特性の観測調査. 信州大学環境科学研究会:環境科学年報 24:131-136