

岐阜県富加町「ふれあいの森」の色彩構成と光環境

松村哲也（信州大学理学部）

視認性が高い作業用被服によって林業作業の安全性向上を期待する場合、被服の色彩と作業者の周囲に存在する事物の色彩との間の色差を大きく保つことが求められる。また、蛍光色を用いる場合には、照明する可視光に加えて紫外光の把握が重要になる。本報告では、岐阜県加茂郡富加町の「ふれあいの森」内に10カ所の測定点を設定し、測定点の東西南北4方向を撮影した画像から森林内に存在する色彩を測定し、さらに水平面、4方向の鉛直面における可視光照射度と紫外光強度を測定した。結果、色彩では橙・赤・青・桃色系の効果が期待できた。照明光については、前報沖縄県における調査と同様の傾向を見せ、水平面を活用したデザインの提言に至った。
キーワード：防護服、作業服、視認性、色彩、労働安全

I はじめに

視認性が高い色彩デザインの効果を利用して林業作業の安全性を高めようとする場合、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、環境色彩とともに、照明光を考慮する必要がある。

また、EN ISO 20471:2013 “High visibility clothing -- Test methods and requirements”として作業用被服の視認性に関するISO規格が制定され、これを受けた形でJIS T 8127「高視認性安全服」が2015年10月に制定されて以後、作業被服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。林業作業用被服・防護服の分野においても高視認性が考慮されるとともに蛍光色の利用が進展すると予想される。そのため照明光中の可視光成分に加え、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、植物成長に関するもの(2)、樹冠による光線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・防護服への高視認性色彩素材の活用に向けて、森林内の環境色彩の分布を捉えるとともに、紫外光領域を含む森林内照明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、岐阜県加茂郡富加町大字加治田に位置する「ふれあいの森」の、ヒノキを主たる樹種とし、亜高木層・中層にナラ類カシ類等の広葉樹が散見される、保健保安林の指定を受けた森林である。(図-1, 2)

2. 測定方法

測定は2016年4月22日（天候・晴～薄曇：午前10時30分～午後1時00分）に実施した。

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（Garmin製 eTrex Legend.）、方位磁石、デジタルスチルカメラ（Nikon製 D5500 焦点距離24mm）を使用して、水平面・東西南北4方向鉛直面の可視光照射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、測定点を中心として水平方向周囲のスチル写真画像を撮影した。測定点の選択に際しては、林内中央谷部に設けられた遊歩道を取り囲むように位置する東西南北方向の林について、それぞれの林内にて平均的な様相を見せる地点を全10地点（北3点・東2点・南2点・西3点）設定した。



図-1. 調査地「富加町・ふれあいの森」位置図

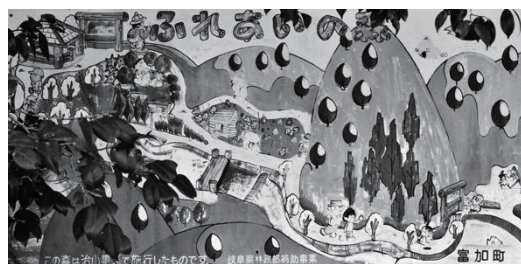


図-2. ふれあいの森 概要図

MATSUMURA Tetsuya, Faculty of Science, Shinshu University, rinkou0@shinshu-u.ac.jp

The luminosity and material colors in “Fureai no mori (forest close-to-you)” in Tomika town, Gifu, Japan.

Ⅲ 結果

1. 林内環境色彩の分布

主樹種であるヒノキの葉と樹皮に由来する緑・黄・茶色系統の色彩が優先して存在している。そのため、安全色として多用される色彩のうち、緑ならびに黄色については環境色彩との色差が小さく、使用には注意を要する。一方、橙・赤色系統については色差が大きく良好である。他に空色・紺色・桃（ピンク）色についても色差を大きく保つことが可能である。

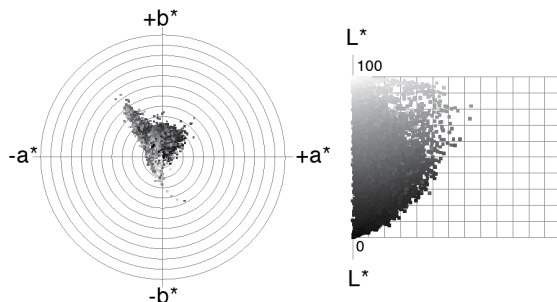


図-3. 林内環境色彩の分布 (CIE-L*a*b*色空間)

2. 可視光の照度

図-4に、水平面・地表反射ならびに東西南北4方位における鉛直面の可視光照度 (lx) を測定した結果を示す。各測定点の開空度や周辺樹木の密度の違い、さらに枝葉の隙間から射す直射日光の影響によって照度値にばらつきが出た。そこで、各測定点について、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測定点では方位間の測定値の差異が大きく、鉛直面の照度は水平面のおおむね20-30%程度という結果となった。(図-4)

3. 紫外光の強度

可視光と同様に、図-5に紫外光強度 (mW/cm²) 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、直射光の影響を受けた測定点では強度値の差異が大きくなった。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10%程度という結果となった。(図-5)

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20-30%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、近似換算式 ($1lx=1.46mW/m^2(550nm)$) を用いて照度値を変換し、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%程度となった。これらの結果は、樹種構成が大きく異なる沖縄県における測定結果と同様の傾向を備えており(3)、可視光、紫外光ともに地表面からの反射・散乱が少ないことがその主因として考えられた。本研究においても、林業作業用被服・防護服の色彩デザインとして、蛍光色採用時には、肩部など水平面を積極

的に活用し、鉛直面では大面積化など蛍光色部位の配置や形状を工夫して存在感を補う方法を提言する。

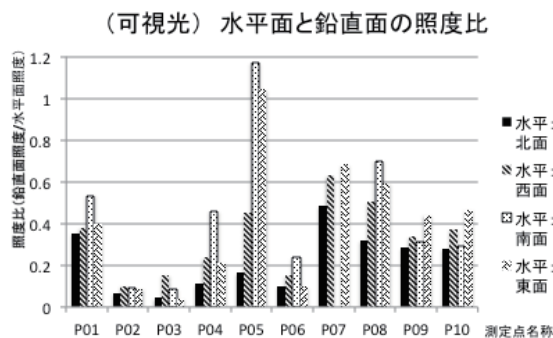


図-4. (可視光) 水平面と鉛直面の照度比

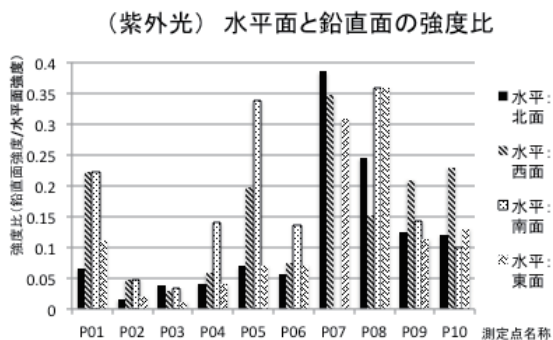


図-5. (紫外光) 水平面と鉛直面の強度比

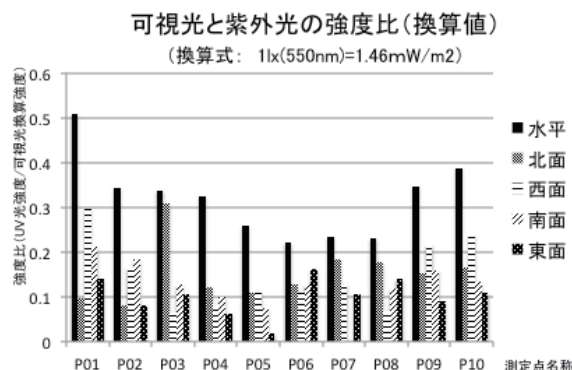


図-6. 可視光と紫外光の強度比 (換算値)

謝辞

本研究は、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」の助成による。

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
- (3) 松村 哲也・工藤 義治 (2016) 防護服開発に向けた林内紫外線環境の把握. 中部森林研究 64:89-90