

秋田県北部のスギ林における積雪期林内紫外光環境

松村哲也（信州豊南短大・東京大学）

道路工事など車両交通と作業者が近接する作業における作業者の保護を目的に、高視認性蛍光色彩を採用した衣服の構造・意匠を定めた JIS T 8127 : 2015 が制定された。車両系機械の導入が進むわが国の林業作業現場も当規格の対象だと言えるが、規格の立案時には森林内での林業作業は想定されておらず、森林環境での機能性の検証が必要である。本研究では、積雪期の秋田県北部のスギ林内にて可視光強度と紫外線強度を測定し、同時期の沖縄県の無雪状態の森林での測定値と比較した。結果より、林床が積雪で覆われた状況では、無雪環境に比較して地表面（雪面）からの光線反射が多く、これを活用した積雪環境向け色彩デザインの有効性が示唆された。

キーワード：労働安全，防護服，高視認性，蛍光色，JIS T 8127

I はじめに

高視認性作業服を規定する欧州規格 EN 471 および 国際標準化機構 ISO 20471 を下敷きとして、わが国においても 2015 年 10 月に日本産業規格 JIS T 8127 : 2015 「高視認性安全服」(I)が制定された。当該規定では、車両交通と作業者が近接して作業を行うことが想定される作業現場において、作業者を保護することを目的に、作業者が着用すべき被服として表地に高視認性蛍光色彩と再帰性反射材料を採用した製品の構造・意匠と用法を定めている。車両系大型機械の導入が進むわが国の林業作業現場もまた、当該規定の対象だと言える。しかしながら、これらの規定制定時には鉄道保線作業や道路工事作業が意識されているものの、森林環境内での林業作業は想定されていない。そのため、一連の高視認性安全服を林業作業者に適用しようとする場合には、とくに樹木等に囲まれた森林内での蛍光色彩の機能性について検証する必要がある。

そこで本研究では、林内で作業服を照明する光環境とその成分、とくに蛍光染料の励起に影響を与える紫外線(UV)成分に着目して、積雪期の秋田県北部のスギ林内の照明光環境を捉え、同時期の無雪状況にある沖縄県の森林の照明光環境と比較することで、積雪期の高視認性色彩の効果的活用法について考察した。

II 調査対象と方法

(調査対象地) 冬季積雪期の秋田県北部スギ林と、比較対象として地域性、気候、樹種林相が大きく異なる沖縄県恩納村の亜熱帯性樹林を設定した。

(秋田県北部調査地概要) 秋田杉の産地である。上小阿仁村大林(2 測点)、能代市二ツ井町(5 測点)、大館市長走(6 測点)の3 林分に渡り、測点数は合計13 点となった。整備されたスギ林であり、調査・測定を行った2019 年1月11~12日の天候は晴~曇で時折日差しが差し込んでいた。林床は積雪に覆われていた。

(恩納村調査地概要) イジュ、スタジイ、ヒカゲヘゴ、リュウキュウマツなどの樹種からなる原生林的様相を備える亜熱帯性広葉樹林で、「県民の森 溪流コース」として公開されている森林である。林内に設定された歩道沿線に14カ所の測点を設定した。調査・測定日は2017年1月11日。秋田県北部調査地と同時期であるが、積雪はなく緑葉が茂る状況であった。天候は晴~曇で時折日差しが差し込んでいた。

(入射光の測定) 各測定点の地上高約120cmにて水平面および東西南北方向の鉛直面への可視光強度(lx)とUV強度(mW/cm^2)を測定した。さらに測定器の受光部を真下に向け、地表面(雪面)からの反射光成分についても測定を行った。測定には、可視光域照度計(SATO製 LX-1108)、UV強度計(SATO製 YK-35UV:290nm-390nm)を使用した。

III 調査結果

(秋田県北部：可視光強度) 水平面の照度値(lx)は、203-2,750、鉛直面のうち最も明るい南面では、150-2,930、地表面からの反射光の照度値は、139-2,879であった。測定結果を図-1に示す。

(秋田県北部：UV強度) 水平面のUV強度値(mW/cm^2)は、0.009-0.158、鉛直南面では、0.004-0.075、地表面からの反射光の強度値は、0.004-0.078であった。測定結果を図-2に示す。

(恩納村：可視光強度) 秋田県北部と比較して全体的に照度値は高い。測点ごとに測定値がばらついたが、これは測定器の受光部が、林内に茂る樹高2-4m程度の樹木の葉の陰にかかったか否かによるところが大きい。水平面の照度値は、392-13,260、鉛直南面では、95-6,240、地表面からの反射光の照度値は、20-382であった(測点7-11は欠測)。測定結果を図-3に示す。

(恩納村：UV強度) 照度と同様にばらつきが大きい。水平面のUV強度値は、0.017-0.436、鉛直南面では、0.006

-0.082, 地表面からの反射光強度値は、0-0.022であった(測点7-11は欠測)。測定結果を図-4に示す。

IV 考察

秋田県北部調査地と恩納村調査地の測定結果を比較すると、可視光照度について、秋田県北部の水平面照度値の平均値が1,572だったのに対し、恩納村では3,298となった。一方で鉛直南面では1,400に対し1,070、地表反射では1,231に対し146と秋田県北部の値が概ね大きくなった。UV強度でも同様の傾向があり、秋田県北部の水平面強度値の平均値0.095に対し、恩納村は0.163であり、鉛直南面では0.045に対し0.019、地表反射では0.046に対し0.004と、可視光照度、UV強度ともに水平面における照度値および強度値は恩納村の方が大きい。鉛直南面および地表からの反射光の値については秋田県北部の値が上回るという結果となった。これらは林床の積雪面からの光線反射の影響を受けたものと考えられる。

この結果を林内活動中の作業者の衣服を照明している状況にあてはめると、無積雪環境の森林では水平あるいは水平に近い面すなわち人体では頭頂部や肩などの部位が、可視光・紫外光ともに明るく照明されるが、鉛直面である体幹表面や背部、下肢・下腿部はそれほど照明光が当たらないことを示している。対して、秋田県北部調査地のように林床の積雪面反射が存在する状況では、林内に差し込む光線量が全体的に小さくても、反射光による照明効果が期待でき、これは鉛直面、なかでも、林床の雪面に近い下肢・下腿部が強く照明されることが想定できる。

こうした点から、林業作業者を巻き取る作業環境を考慮して高視認性色彩を扱おうとする場合、積雪期にあつては積雪面からの反射光が優勢する照明特性を活用することが色彩の機能性を引き出す方策となりうる。

とくに蛍光色彩については、蛍光成分を励起する紫外線など短波長域の光の存在が大きく影響するため、天空からの入射光を多く受ける水平部である頭頂部や肩部だけでなく、雪面からの反射光を受ける脚部・ズボン部にも積極的に蛍光色彩を配置するデザインを採ることで、冬季積雪期に林内全体の照明光が弱いなかでも衣服全身の表面輝度を高く保ち、着用者の被視認性を高く維持する効果が期待できる。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 基盤(C)一般 18K11951の助成を受けたものである。

引用・参考文献

- (1) JIS T 8127 「高視認性安全服」. 日本産業標準調査会(JISC) データベース検索 : JIS T 8127
<https://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrJISSearch.html>
 (2020年1月4日参照)

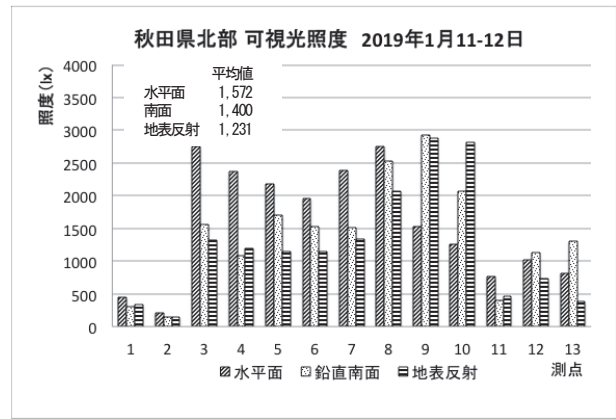


図-1. 秋田県北部 可視光照度

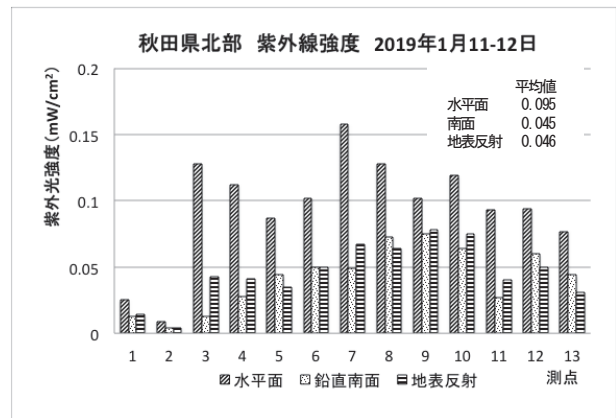


図-2. 秋田県北部 紫外線強度

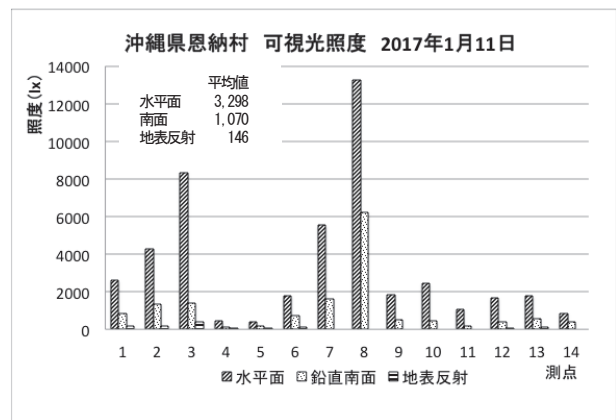


図-3. 恩納村 可視光照度

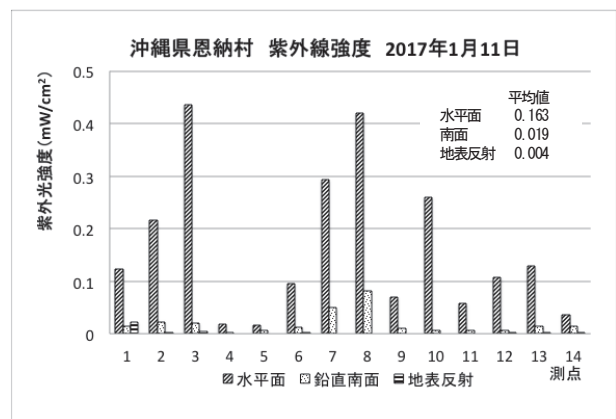


図-4. 恩納村 紫外線強度