

## 論文

## 森林空間における VR カメラを用いた景観分析手法の提案\*1

大津敬太\*2・奥山洋一郎\*2・枚田邦宏\*2

大津敬太・奥山洋一郎・枚田邦宏：森林空間における VR カメラを用いた景観分析手法の提案 九州森林研究 76：19－22, 2023 本研究の目的は、これまで主観的な評価により定性的に語られることが多かった森林における空間体験をより客観的にかつ定量的に捉える手法の一つとして、VR カメラを用いた景観分析手法の提案をすることである。本研究では、鹿児島大学高隈演習林において、2つのルートを VR カメラを用いて撮影を行い、景観構成要素の一つである木漏れ日の持つ視覚的特徴を抽出し、分析を行った。その結果、木漏れ日の面積割合とその個数の経時変化を数値化することができ、森林空間の視覚情報の変化の一端を定量的に分析することができた。キーワード：森林景観、木漏れ日、VR カメラ、定量分析手法

## I. 背景・目的

これまで、森林空間の分析は樹種や林齢、樹木の姿といった森林景観を構成する要素の類型化（井川原・香川, 2000；井川原・横井, 2004）や心理評価アンケート等を用いた主観的な評価による森林を訪れる人々への心理的影響を明らかにしたもの（藤澤ほか, 2008；上原, 2010）が多く、「明るい」－「暗い」、「快適な」－「不快な」といった定性的な指摘がほとんどであった。複雑な構成要素を持つ森林空間を分析する導入の段階で体験者の持つ森林に対しての定性的なイメージを整理することは重要である。しかしながら、森林に対する定性的な評価は森林を訪れる人々のこれまでの森林との関わり方の履歴や森林に関する知識、興味などの個人特性によって、個人間で差異があることが指摘されている（高山ほか, 2010）。近年、持続可能な開発目標（SDGs）やカーボンニュートラルといった社会的要求のなかで需要が高まっている森林空間の今後のさらなる活用について議論を展開していくためには、森林空間における空間体験をより客観的にかつ定量的に捉える必要がある。

本研究では、その手法の一つとして、森林を訪れる人々の視点により近い形で分析可能な VR カメラを用いた景観の定量分析手法を提案する。VR カメラは比較的安価に手に入れることができ、撮影の際の操作の簡易性や、複数の画像を重ね合わせパノラマ画像を生成するといった専門性を必要とする画像加工技術を必要としないことから、分析手法の簡易性、再現性という点においても優れていると考えられる。実際に建築分野などの他分野においても、空間要素を分析する手法として VR カメラを用いている事例（副田ほか, 2021）もある。

本手法を用いて、これまで定量的に分析されていなかった複雑な構成要素を持つ森林空間において、人の知覚の約 8 割を占めるといわれる視覚情報に注目し、森林の持つ保健・レクリエーション機能の視覚情報として代表的な要素である、木漏れ日の視覚的特徴を抽出する。木漏れ日に関する研究はこれまで、オンサイトにおける光・温熱環境と主観評価との関係性を明らかにしたもの（舩谷ほか, 2008）、森林内の園路における光環境の違いが人の生

理及び心理に与える影響を明らかにしたもの（林ほか, 2008）、木漏れ日の静止映像による心理的ストレスの低減効果を明らかにしたもの（高山ほか, 2012）、木漏れ日照射装置による心身の回復、職務満足度を明らかにしたもの（高山ほか, 2020）などがあり、基礎的知見が積み重ねられつつある。しかしながら、先行研究においてはそこに木漏れ日があるか、ないかといった議論がなされており、木漏れ日の持つ視覚的特徴についての議論は見受けられない。本研究により、木漏れ日の面積割合や個数を指標とし、定量的な分析を行うことで、森林自体が本来備えているはずの空間としての豊かさや新たな魅力の一端を評価することが可能になる。

## II. 方法

本研究は近年普及しつつある VR カメラを用いて森林空間内の歩行者の視点から全方位の視覚情報を分析する。これまで自然空間における分析として、スチルカメラによる静止画の撮影により林内トレイルの景観把握を実施した事例（奥・深町, 1994）、ビデオカメラによる動画撮影により歩行中の景観を連続的に取得し、映像に対するフラクタル分析を行った事例（國井・古谷, 2011）などの研究も積み重ねられつつある。しかしながら、いずれも静止画や動画といったトリミングされた景観を対象として議論されており、撮影を行う際のカメラの向きや画角によって影響を受けると考えられる。実際の森林における空間体験は眼球運動や周辺視だけではなく、移動による視覚情報の変化や回頭、身体の方角転換によって享受されている。そのため本研究では、VR カメラを用いて動画撮影を行うことにより、全方位の視覚情報を連続的に取得し、歩行者が享受している空間体験に近い形で分析を行う（図-1）。また、VR カメラの特性上、カメラの向きや画角といった主観性を排除することができ、より定量的に分析が可能である。

## 1. 動画撮影

本研究では、森林空間内でおよそ人の目線の位置と同じ高さの 1700 mm から VR カメラ（RICOH THETA Z1）を用いてスター

\*1 Otsu, K., Okuyama, Y. and Hirata, K. : Proposal of landscape analysis method using VR camera in forest space.

\*2 鹿児島大学農学部 Fac. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima, 890-0065, Japan

ト地点からゴール地点まで90秒間、動画撮影を行う。撮影の際の感度設定はオート設定とする。また、森林空間における季節性の考慮に関して、今回は木漏れ日を形成する要素の中で季節性のある「日差しの強さ」、「葉の生い茂り」という2点を考慮し、夏に撮影を行うこととした。それ以外の要素として考えられる「太陽高度」、「風による木々の揺らぎ」に関しては、撮影時刻を太陽高度が1日の中で最も高くなる11時～13時とし、風速は気象庁「地上気象観測指針」により定義されている軽風の上限值である3.4 m/s以下とした。

## 2. 画像変換

撮影した動画データを1fpsごとに画像として書き出し、連続的な画像データ群を取得する。その後、書き出した画像データ群を面積比率の正しい正積円筒図法へ変換を行う。また、今回は明るさを表す指標として、静止画に落とし込んだときに0～255で表すことができ、簡易的に最も明るい部分を抽出可能である明度(L\*a\*b\*色彩のL\*値)を用いることとする。そのため、静止画をグレースケールにすることで色情報を破棄し、その後L\*a\*b\*色彩へ変換し、明度のみ状態とする。

## 3. 木漏れ日の抽出

画像変換を行ったのち、木漏れ日を形成する陽斑の抽出を行う。陽斑は樹冠や樹幹などで遮断されていない見かけ上の明るい部分すなわち明度の最も明るい部分を抽出した。なお、本研究においては明度の上位10%である230～255を最も明るい部分と定義した。画像全体のピクセル数に占める最も明るい部分のピクセル数の割合を「木漏れ日の面積割合」とし、1ピクセル以上の大きさを持つ領域の数を「木漏れ日の個数」とする。なお、画像変換と抽出にはAIを活用して自動的に行うことで主観性を排除し、より定量的に分析する。

本研究は以上のプロセスから得られた森林における木漏れ日の視覚的特徴に注目し、森林空間における視覚情報の経時変化を定量的に把握し、森林の空間的価値を評価する。

## 4. 撮影ルート

本研究では、鹿児島大学高隈演習林において空間性の異なる90m～100m程度の2つのルートで撮影を行なった。それぞれのルートの概要は以下の通りである。

### 4.1 ルート A

ルート A は林冠がある程度閉じており、全体的に暗い印象のルートである。林相としては片側がスギ人工林、もう一方が常緑広葉樹林となっている。閉じた林冠の隙間から、木漏れ日がコンスタントに差し込んでくる一定の変化の中に、時折、林冠ギャップにより明るい開けた空間が現れるルートとなっている。

### 4.2 ルート B

ルート B は開けた明るい空間のスタート地点から徐々に林冠がある程度閉じた、適度に木漏れ日の差し込む空間へと入っていくルートである。林相としては常緑広葉樹林となっている。終盤にかけて時折、林冠ギャップによる明るい開けた空間があり、ゴール地点付近では完全に林冠が閉じた暗い空間となっている。

## Ⅲ. 結果

図-2～5のグラフは、VRカメラを用いた定量分析手法を用いて、鹿児島大学高隈演習林における2ルートの木漏れ日の面積割合と個数を数値として可視化したものである。

### 1. ルート A

#### 1.1 ルート A 木漏れ日の面積割合

ルート A における木漏れ日の面積割合のグラフを図-2に示す。概ね16%～20%で一定の面積割合の中に13秒～17秒、46秒～51秒のように一度増加し、大きく減少するような変化がみられる。これらは林冠ギャップによる明るい開けた空間の前後の地点である。開けて空間に出た直後に一度増加し、その後林冠の閉じた空間に入る際に大きく減少している。このように林冠ギャップ後に大きく減少する要因としてはカメラの感度設定をオートにして撮影を行っていることで、明るい空間から暗い空間へ移動する際に「黒潰れ」が起きているためだと考えられる。また64秒～79秒にかけては、林冠の開けた空間に近づくにつれて緩やかに増加する傾向が確認できる。

#### 1.2 ルート A 木漏れ日の個数

ルート A における木漏れ日の個数のグラフを図-3に示す。こちらは14秒～16秒、47秒～50秒のように林冠ギャップによる開けた空間に出た際に減少し、16秒～18秒、50～52秒のように林冠の閉じた暗い空間になると増加している。これは林冠の閉じた空間の方が、木漏れ日が葉の隙間からバラバラと差し込み、

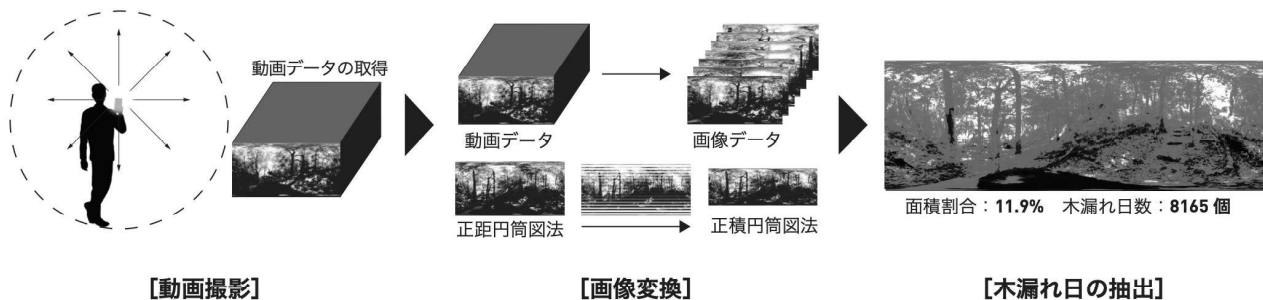


図-1 本手法の一連の流れ

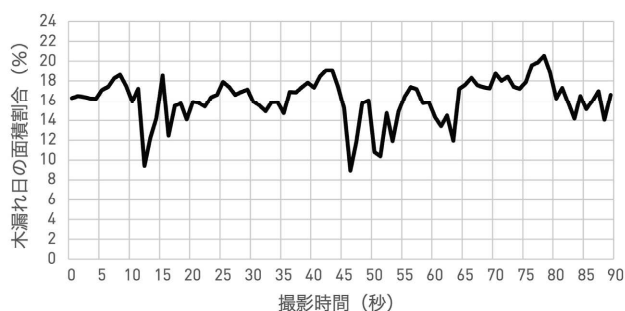


図-2 ルート A における木漏れ日の面積割合

認識される領域数が増加するからだと考えられる。また、65秒～79秒にかけて緩やかに減少する傾向が見られるが、これは林冠の開けた空間が見えかかっているためであると考えられる。

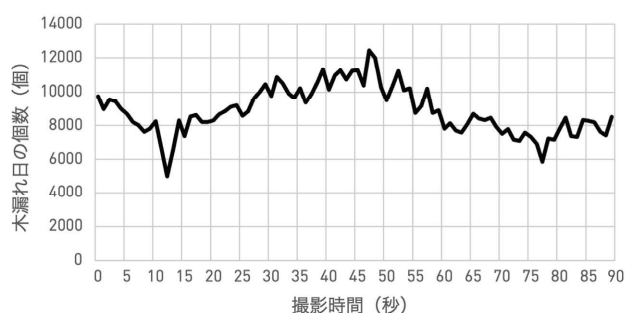


図-3 ルート A における木漏れ日の個数

## 2. ルート B

### 2.1 ルート B 木漏れ日の面積割合

ルート B における木漏れ日の面積割合のグラフを図-4 に示す。0～14秒にかけて徐々に減少していく傾向が見られ、15～45秒にかけて林冠が閉じた空間が続き、15～30秒、30秒～45秒のように木漏れ日がコンスタントに差し込む一定の変化率が見られる。45～58秒にかけての変化率が激しいのは、樹高が低い区間であったため、VRカメラのレンズに直接触れる葉の影響であると考えられる。その後、74～79秒にかけて林冠ギャップによる開けた空間が確認でき、80秒～85秒にかけてはゴール地点付近の完全に林冠が閉じた暗い空間へ向けて減少傾向となっている。

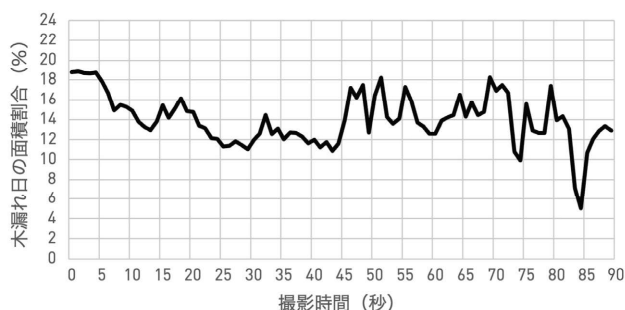


図-4 ルート B における木漏れ日の面積割合

### 2.2 ルート B 木漏れ日の個数

ルート B における木漏れ日の個数のグラフを図-5 に示す。木漏れ日の個数に関しては、全体的に緩やかな増加傾向となっている。これはスタートからゴールへ向けて徐々に林冠が閉じた空間

へと変化しているためである。また、ルート A と同様に 75 秒～78 秒にかけての林冠ギャップによる開けた空間では木漏れ日の個数が減少しているのが確認できる。その後、面積割合と同様に 80 秒～85 秒にかけては大きく減少しているのは、ゴール地点付近の完全に林冠が閉じた暗い空間の影響だと考えられる。

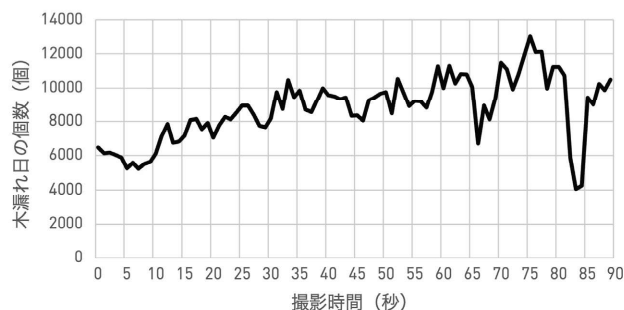


図-5 ルート B における木漏れ日の個数

このように、本研究で提案する VR カメラを用いた景観分析手法により、森林空間の視覚情報の変化の一端を定量的に分析することができた。

## IV. まとめ

本研究の目的は、森林空間における空間体験をより客観的にかつ定量的に捉える手法の一つとして、VRカメラを用いた景観分析手法の提案をすることであった。本研究では、鹿児島大学高隈演習林における空間性の異なる2つのルートを対象として、景観構成要素の一つである木漏れ日に注目し、その面積割合と個数を指標とし、木漏れ日の持つ視覚的特徴を数値として可視化した。

2つのルートを通して、林冠ギャップによる開けた明るい空間が現れることで、面積割合の増加および個数の減少といった変化が確認され、反対に林冠の閉じた暗い空間になると、面積割合の減少および個数の増加といった変化を確認することができた。一方で、ルート B のゴール地点付近のような完全に林冠が閉じた空間では、面積割合、個数ともに減少するといった変化が確認できた。このように、本研究では、VRカメラを用いた景観分析手法により、木漏れ日の持つ視覚的特徴の変化の一端を定量的に捉えることができた。

本研究における今後の課題としては以下の2点が考えられる。まず一つ目の課題が、本手法において得られたデータの意味づけである。本研究では定量化の可否の評価として、林分構造の主観的な記述と比較を行なっている。しかしながら、主観的な記述だけでは、林分構造と木漏れ日の関係が正しいのか評価が困難であるという課題がある。今後、林分構造と比較をする場合には、林分調査を行った上で樹種や林冠の変化、ギャップの有無などを表すデータを取得し、比較を行うことが必要であると考えられる。次に二つ目の課題が、本手法における詳細設定である。例えば、本研究においては画像変換の際の書き出しのフレームレートは 1 fps となっており、撮影時間 1 秒ごとに画像 1 枚の分析を行っている。精度を上げるために 0.5 秒、0.1 秒ごとのように、より細かく分析を行う必要があるか、もしくはより簡易的に分析を行うために、1.5 秒、2 秒ごとのように、より粗い分析を行って

も同様のデータが得られるのかといった検証が必要である。他にも、木漏れ日の抽出に関しては、最も明るい部分を明度の上位10%である230~255と定義し、抽出を行ったが、その230以上という閾値の設定に関しても今後、検討の余地があると考えられる。

### 引用文献

- 藤澤翠ほか (2008) ランドスケープ研究 71 (5) : 709 - 712  
林透子ほか (2008) 日本緑化工学会誌 34 (1) : 307 - 310  
井川原弘一・香川隆英 (2000) ランドスケープ研究 63 (5) : 583 - 586  
井川原弘一・横井秀一 (2004) ランドスケープ研究 67 (5) : 611 - 614  
籾谷珠美ほか (2008) ランドスケープ研究 71 (5) : 713 - 716  
國井洋一・古谷勝則 (2011) ランドスケープ研究 74 (5) : 633 - 636  
奥敬一・深町加津枝 (1994) ランドスケープ研究 58 (5) : 173 - 176  
副田和哉ほか (2021) 日本建築学会計画系論文集 86 (780) : 425 - 435  
高山範理ほか (2010) ランドスケープ研究 73 (5) : 531 - 536  
高山範理ほか (2012) ランドスケープ研究 75 (5) : 565 - 570  
高山範理ほか (2020) ランドスケープ研究オンライン Vol.13 : 87 - 93  
上原三知 (2010) ランドスケープ研究 73 (5) : 413 - 416  
(2022年11月12日受付; 2023年1月17日受理)