

UAV 観測による林床の日射量推定に向けた 地上での光環境計測

名村 友希

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

近年、間伐不足による林冠の閉鎖により林床の光環境が悪化し、林床の有用植物が育ちにくくなっている。有用植物の生育には林床に到達する光量の把握が不可欠であるが、その光環境の推定は難しく、大きな課題となっている。一方、UAV 観測で得られた点群データは、林床への光到達量を評価できると期待される。そこで本研究は、魚眼カメラを用いて地上での開口度を計測し、UAV で取得した点群数との関係を考察した。その結果、LiDAR による点群と開口度との間には正の相関があり、写真測量による点群と開口度との間には相関が認められなかった。LiDAR は、林床における光環境の計測に利用できると示唆された。今後は透過率を考慮し、開口度から放射量に変換する必要がある。

key words : 3次元点群データ, LiDAR, 写真測量, ボクセルモデル

1. はじめに

森林資源の持続的利用の観点から、有用植物の活用が注目されている。しかし近年、間伐が行われていない森林の増加により林冠が閉鎖し、林床の光環境が悪化することで、林床の有用植物が育ちにくくなっている[1]。有用植物の生育は、光環境に大きく依存する。森林内の光環境を維持、管理するには、林床に到達する光量を定量的に把握することが不可欠である[2]。一方、林床の光環境は樹冠構造が影響を与える。そこで、樹冠構造を詳細に表現でき、XYZ 座標や色、反射強度などの情報が入った点の集合体である点群データを用いて、林床への光到達量を推定する手法の開発が求められている。

本研究では、ある地点の上空がどれくらい開いているかを表す指標として開口度(sky view factor)を魚眼カメラを用いて算出し、UAV から得られた森林の点群数との関係性を明らかにすることを目的とした。研究対象は高知県佐岡地区にある里山研究フィールド内にある 200m×200m のエリア(図1)とした。



図1 200m×200m の研究フィールド

2. UAV による点群データ取得

UAV の点群には LiDAR による点群と写真測量による点群がある。今回 LiDAR と写真測量の両方同日に計測した 2024 年 3 月 29 日のデータを用いる。

2.1 写真測量による点群

写真測量による点群データは、UAV で撮影した多数の空中写真を SfM 処理することで、3次元のデータとして得ることができる。SfM 処理とは Structure from Motion の略で、複数の写真から対象物や地形の 3次元構造を復元する技術である。写真測量による点群データは、XYZ 座標の他に色情報が入力されている。

2.2 LiDAR による点群

LiDAR とはレーザー光を使って、物体までの距離を測り、形状を 3次元で記録する技術で、点群が形成される。LiDAR はレーザー光を照射するため、樹冠下まで点群を作ることができる。そのため、森林の内部構造を知るには有用な機材である。LiDAR による点群データは XYZ 座標の他に反射強度の情報が入力されている。

取得した LiDAR による点群データは、基準点と高さが異なっていた。今回標高による処理を行うため、補正を行う必要がある。道路や建物を基準とし、回帰分析により得られたゲインとオフセットを使用することで LiDAR による点群を写真測量による点群に統一した。

2.2 点群の均質化

LiDAR と写真測量による点群は空間的に一様ではなく、密度に偏りがある。均質化のために、三次元空間を構成する最小単位の立方体であるボクセルを適用した(図2, 3)。ボクセルサイズは樹冠構造を過度に失わ

ず、かつ林床光環境との関係性を分析可能な空間解像度となるように複数候補を挙げ、0.5m、0.2mのサイズで比較した。均質化後の点群は観測地点間での大きな偏りが解消され、解析の前処理として有効であった。

ボクセルサイズ0.5m

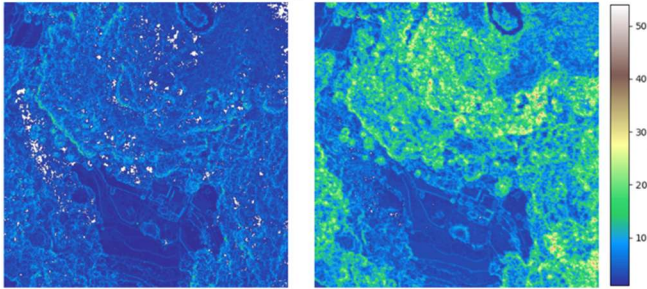


図2 写真測量による点群密度 図3 LiDARによる点群データ密度

3. 魚眼カメラによる開口度の計測

魚眼カメラで撮影した観測地点 12 点を図 1 に示す。各観測地点の座標は GNSS や TS (Total Station) によって取得した。12 番は周りに木がなく、天空を遮るものが山腹しかないので除外した。開口度計測のために 11 月 27 日に魚眼カメラで樹冠下から撮影を行った。画像の前処理として、魚眼レンズに特有の円形画像を考慮した上で、画像中心を基準とした円領域を抽出し、円外領域は解析対象から除外した。撮影画像は Raw 画像とし、16bit TIFF データに変換した。また、空と樹冠の判別にあたっては RGB チャンネルに対して教師データを用いて 1 つの閾値で全ての画像を 2 値化した (図 4)。開口度は円領域内の空画素の割合として定義し、観測地点ごとに集計した。9 番が最も開けており、開口度は 14.6% となった。最も開けていないのは 3 番で開口度は 1.2% となった。



図 4 2 番の元画像(左)と 2 値化(右) (開口度 3.7%)

4. 開口度と点群数の関係

撮影した画像の開口度と比較するためのボクセル抽出範囲は底面が正方形の四角柱で切り抜き、観測地点以下の標高のボクセルを除外したうえで観測地点を抽出した。今回、複数の底面の大きさで比較した。また、今回均質化サイズとボクセルサイズを統一させているため、ボクセル数を点群数として扱う。LiDAR によるボクセル数と開口度の関係を表したグラフを図 5 に示す。開口度が大きくなるにつれてボクセル数が多

くなるという結果になった。ボクセルサイズが 0.5m の時、底面を 17m×17m に切り抜くと最も関係が強くなり、0.521 という相関係数が得られた。ボクセルサイズが 0.2m の時は、底面を 17m×17m に切り抜くと最も関係が強くなり、0.495 という相関係数が得られた。

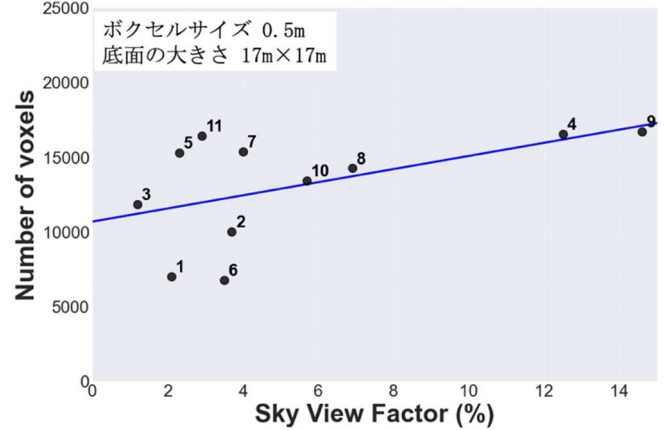


図 5 LiDAR によるボクセル数と開口度のグラフ

LiDAR はレーザーが透過するため、開口度が大きいと、点群が生成されやすくなったため、このような結果になったと考える。

写真測量によるボクセル数と開口度の関係は、開口度が大きくなると少しボクセル数が少なくなるという結果になった。相関係数はボクセル数問わず、-0.3 未満だった。

5. おわりに

本研究では UAV 搭載型 LiDAR による点群データと魚眼カメラを用いた画像の解析データを用いることで開口度と、点群数とはどの関係を検討した。その結果、開口度が大きくなると点群数も多くなることがわかった。しかし、観測地点は四角柱に切り取っており、魚眼カメラから見える範囲と異なる。また、異なる樹種や樹高の時に計測される点群数についても検討が必要である。

参考文献

- [1] 井出淳一郎, 孫 昊田, 岡部憲和, 鄭 聖勳, 大槻恭一 スギ人工林における間伐が下層植生の現存量と林床の被覆状態に及ぼす影響について, 2016 年
- [2] 野口麻穂子, 酒井敦, 奥田史郎, 稲垣善之, 深田英久 四国地方のヒノキ人工林における間伐後 6 年間の林床植生 変化, 2009 年
- [3] 林野庁 我が国の森林の状況と多面的機能
- [4] 全天写真を用いた日射量推定プログラムの開発 戸田健太郎, 中村彰宏, 2001 年
- [5] 小型 UAV を用いた海岸マツ林の林床光環境の推定 佐々木剛, 丹羽英之, 朝波史香, 鎌田磨人, 2017 年

