

UAV-LiDAR による立山黒部アルペンルート沿いの積雪深分布観測

Observation of snow depth distribution along the Tateyama Kurobe Alpine Route using UAV-LiDAR

福井幸太郎*, 飯田 肇(富山県立山カルデラ砂防博物館), 川瀬宏明(気象庁気象研究所)

Kotaro FUKUI*, Hajime IIDA (Tateyama Caldera Sabo Museum), Hiroaki KAWASE (Meteorological Research Institute)

キーワード: 積雪深, 積雪水当量, 立山, UAV, LiDAR

Keywords: Snow depth, Snow water equivalent, Tateyama Mountains, UAV, LiDAR

1. はじめに

近年, 積雪深分布の観測に UAV が用いられることが増えてきた。これらの観測では, 積雪期と無雪期に UAV-SfM 測量で取得した点群データから DSM を作成し, 両時期の差分から積雪深を推定する方法を用いている。誤差は概ね 0.1~0.6m 程度で, 山岳地での最大積雪深分布の推定には十分な精度をもっているといえる。

2020 年頃になると安価な UAV-LiDAR が販売され, 砂防の分野では砂防堰堤周辺の地形測量などに盛んに活用されるようになっていく。UAV-LiDAR 測量では UAV-SfM 測量では測定できない樹林下の雪面 DSM データを得られるなどの利点がある。しかし, 現時点での研究事例は少ない。本研究では 2024 年 4 月に立山黒部アルペンルート沿いで UAV-LiDAR を用いて積雪深分布観測を行った結果について報告する。

2. 方法

現地観測には DJI 社製 Matrice 350 RTK (UAV 本体) と Zemmuse L1 (UAV 搭載用 LiDAR), D-RTK2 (GPS 補正電波基地局) である。D-RTK2 の座標は 2 周波 GPS (イネーブラー社製 GEM-1) によるステイック測位で求めた。UAV による観測では, 地形フォロー機能を利用して高度 100m で自動飛行を行った。点群のデータ処理は DJI Terra, データ解析は ArcGIS pro を用いた。

観測地域は美女平 (標高 1200m 前後), 大観台 (標高 1400m 前後), 弥陀ヶ原 (標高 1800-1950m), 室堂 (2350-2600m), 観測日は美女平と大観台が 2024 年 4 月 15 日, 弥陀ヶ原と室堂が 2024 年 4 月 6 日である。

無雪期の地表面データとして, 国土交通省立山砂防事務所が所有している航空レーザ測量による 1m メッシュ DEM (2021 年 10 月の観測データ) を使用した。誤差は 0.2m 程度と言われている。現地観測データ (積雪期 DSM) と無雪期 DEM の差分を ArcGIS Pro のラスタ演算で求め, 積雪深分布を推定した。

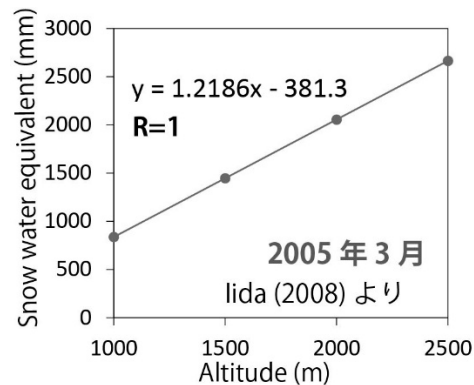
3. 結果

UAV-LiDAR 観測による雪の大谷付近の積雪深は 14~16 m であった。これは雪の大谷の高さの実測値 (約 14 m) とほぼ一致した。2024 年 3 月下旬~4 月中旬にかけて行った積雪断面観測による積雪深と UAV-LiDAR 観測による積雪深の差は, 室堂の 2435 m 地点 (草地) で 0.2 m 程度, 弥陀ヶ原の 1935 m 地点 (疎林) で 0.1 m 程度であった。したがって, UAV-LiDAR 観測による積雪深の誤差は 0.2 m 程度におさまっている可能性が高い。

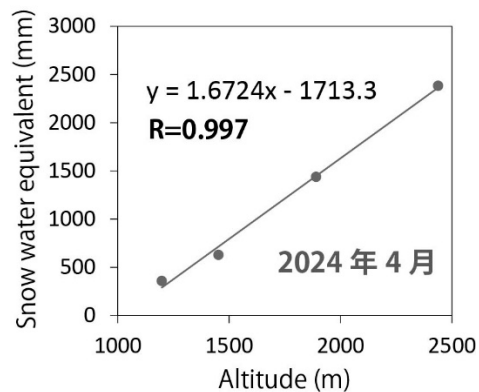
ハイマツ密生地やササの分布地では積雪深が最大 0.5 m 程マイナスになる場所があった。これは積雪から解放されると大きく立ち上がるハイマツやササの影響だと考えられる。

大観台や美女平では, 調査地のほぼ全域に樹高 20m 近いタテヤマスギ

ヤブナが分布している。UAV-LiDAR 観測データからは, 樹木が完全に消去された雪面 DSM データが得られた。道路沿いの除雪による積雪断面と概ね一致する積雪深データが得られていることから UAV-LiDAR 観測では樹林下の積雪深を良好に測定できていると考えられる。



2005 年 3 月下旬の積雪水量の高度分布



2024 年 4 月の積雪水量の高度分布

4. 過去 20 年間の積雪水量の高度による増加率の変化

室堂平, 弥陀ヶ原, 大観台, 美女平の平均積雪深に断面観測で測定した全層密度を乗じて各地点の積雪水量を求め, 積雪水量の高度による増加率を求めた。直線回帰式によって得られた 2024 年 4 月の積雪水量の増加率 (係数 α) は約 1.67 であった。2005 年 3 月下旬の航空レーザ測量による積雪深分布観測による積雪水量の高度による増加率 (Iida 2008) は, 係数 α が約 1.22 であった。過去 20 年間では, 高標高域の積雪深に大きな変化が見られなかったが標高 2000m 以下で積雪深が減少したため係数 α が増加した。

文献: Iida 2008. Proceedings of 36th IAH(2008) congress T5, 1-6.