

落葉期高密度 UAV-LiDAR データを用いた 着葉期森林 DSM 推定手法の検討

防災・復興システム学研究室 15334190 手塚裕貴

1. はじめに

着葉期の数値樹冠高モデル(DCHM)は森林状態を示すパラメータの一つである¹⁾。DCHM は数値表層モデル(DSM)と数値標高モデル(DEM)との差分から計算される。DCHM の生成には着葉状態にある森林の DSM と DEM の二つが必要である。

一般的に、空中 LiDAR 計測では DEM 取得が主目的である。したがって、レーザーパルスが地面に到達する可能性を最大化するため、落葉期に計測するのが典型的である²⁾。そのため、落葉期に取得された既存の LiDAR データセットから着葉期の森林 DSM を推定することができれば、森林計測に要する時間やコストの大幅な削減に繋がり、今後の森林管理において非常に有益である。

本研究では、単一時期(落葉期)に得られる森林の三次元データから森林管理に必要な DCHM を生成するため、UAV に搭載した LiDAR によって落葉期に取得した森林の高密度点群データを用いて、着葉期の DSM を推定する方法を検討する。

2. 解析領域と使用データ

本研究では、新潟県小千谷市の信濃川に沿ったスギ、コナラ、ホオノキ等を含む混交林地を解析対象とする。解析領域は南北100m、東西100mの大きさで、その北西角の座標は日本の直交座標系上の(29550m, 139800m)である。図1に解析領域のオルソ画像を示す。

落葉期の森林オルソ画像からの目視判読と現地調査により、常緑針葉樹(C)、落葉広葉樹(D)、着葉広葉樹(L)、地面(G)の領域を多角形で指定し、土地被覆分類の基準領域として使用する。また、着葉期の森林の空中写真から SfM 手法により着葉期 DSM を生成し、推定結果の評価に用いる。図2に本研究で用いる評価基準(リファレンスデータ)を示す。

3. 解析方法

本研究では、事前に解析領域内の土地被覆分類を行い「落葉領域に着目した推定手法」と「地面領域に着目した推定手法」による二つの手法を用いて、落葉期の DSM から着葉期の DSM を推定する。また、UAV により着葉期に取得した複数枚の空中写真を、SfM 手法により三次元点群データ化し、そこから得られる DSM(SfM-DSM)から推定した着葉期 DSM を評価することにより二つの推定結果の比較検討を行う。

3. 1. 決定木法による土地被覆分類

着葉期 DSM の推定を行うにあたって、事前に解析領域の土地被覆分類を行う。本研究では、決定木法により、「DCHM」及び「レーザ反射強度(RI)」と「高さの変動係数(DCHM-CV)」という三つの指標を用いて、各カテゴリを分離する閾値を設定することで1カテゴリずつ分類を行う。決定木法とは機械学習による教師付き分類である。分類カテゴリは常緑針葉樹(C)、落葉広葉樹(D)、着葉広葉樹(L)、地面(G)の4カテゴリである。教師データとして、各カテゴリを優勢的に

表す局所領域(5m×5m)を選択し、教師領域内の3つの指標の四分位数(表1)を求める。各カテゴリを分離する閾値として第一四分位数(Q1)、第三四分位数(Q3)のいずれかを用いる。また、誤分類の影響を低減させるため、分類結果に対して平滑化処理(多数決フィルタ)を施す。

3. 1. 落葉領域に着目した推定手法

落葉領域に着目した推定手法は、解析領域内の土地被覆分類により「落葉領域」を特定し、その領域の落葉期 DSM に対して平滑化処理(SG フィルタ)を施し、着葉期 DSM を推定する方法である。この方法は、落葉領域のみに SG フィルタを適用させるため、落葉領域以外の領域に影響を与えずに着葉期 DSM を推定することができる。

3. 2. 地面領域に着目した推定手法

地面領域に着目した推定手法は、一度解析領域全域の落葉期 DSM に SG フィルタ処理を施し、後に「地面領域」のみを、処理を行う前の「元の落葉期 DSM」に還元することで着葉期の DSM を推定する方法である。この方法は、SG フィルタを適用させる領域の特定が不要なため前処理が少なく、処理の解釈が容易である。

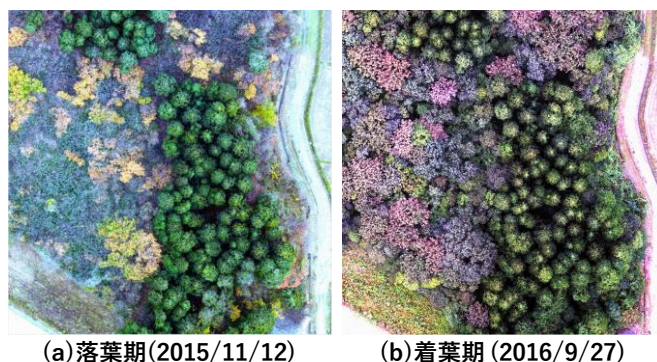


図1. 解析領域のオルソ画像

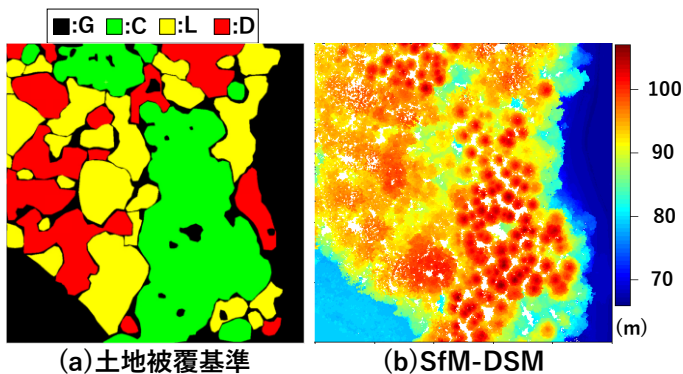


図2. 評価基準画像

4. 結果と考察

4. 1. 土地被覆分類結果

図3に作成した決定木を示す。また、図4に土地被覆分類結果を示す。多数決フィルタ処理によって分類結果を平滑化することで基準領域と比較した際の分類精度の向上が確認できた。これは、基準領域は目視判読と現地調査によって判別したりファレンスであるため、細かい樹冠ギャップや混交林の存在が反映されていない結果となっているためである。

4. 2. 着葉期 DSM 推定結果

図5にそれぞれの方法による推定結果と各モデルのある断面におけるプロファイルを示す。各推定結果の評価として、SfM-DSMとの平均絶対誤差(MAE)を算出する。

落葉領域に着目した推定手法による結果は MAE=1.98mであった。地面やギャップ、着葉領域と判定された地点に関してはSGフィルタ処理の対象外であり、落葉期DSMを示す緑線と推定着葉期DSMを示す青線が重なっているのがわかる。したがって、落葉期DSMに対して落葉領域に着目した推定手法を用いることで、概ね着葉領域や樹冠ギャップ領域に影響を与えることなく、落葉期DSMから着葉期DSMの推定を実行できていることを確認することができた。

地面領域に着目した推定手法による結果は MAE=1.63mであった。地面やギャップと判定された地点に関しては元々の落葉期DSMが復元されているため、落葉期DSMを示す緑線と推定着葉期DSMを示す青線が重なっているのがわかる。地面領域に着目した推定手法では、落葉領域のみでなく着葉領域に対してもSGフィルタ処理を行った。着葉領域が表される地点を見ると、落葉期DSM(緑線)と推定着葉期DSM(青線)に大きな差はなく、概ね同等の高さを示していた。これは、着葉領域は元々樹冠表層が滑らかに表現されるため、その領域に対して平滑化処理を適用しても大きな変化は確認しづらいからであると考えられる。

5. 結論

本研究で検討した二つの着葉期 DSM 推定手法は、互いに落葉期 DSM から着葉期 DSM を推定することを可能にした。MAEの比較では、落葉領域に着目した推定手法による結果より地面領域に着目した推定手法による結果の方が SfM-DSM との差が小さかった。また、地面領域に着目した推定手法の着葉領域に対する SG フィルタ処理は推定結果に大きな影響を与えないことが確認できた。さらに、落葉領域の抽出に比べ地面領域の抽出が容易であることから、落葉領域に着目した推定手法より地面領域に着目した推定手法の方が簡略的な処理により概略的な着葉期 DSM の推定結果が得られる推定手法であることがわかった。

参考文献

- 1)古川郁夫, 日置佳之, 山本福壽, 鳥取大学広葉樹研究刊行会:広葉樹資源の管理と活用, p201-202, 海青社, 2011
- 2)佐々木剛:航空機 LiDAR を用いた森林構造の推定, p43-55, 景観生態学, 2012

表1. 指標の四分位数 (Q1, Q3)

		DCHM(m)	RI	DCHM-CV
C	Q1	19.41	30015	0.05
	Q3	23.00	34962	0.20
L	Q1	14.23	34062	0.04
	Q3	16.66	38411	0.25
D	Q1	1.67	29384	0.56
	Q3	14.95	35994	0.79
G	Q1	0.06	32456	0.47
	Q3	0.19	36077	0.63

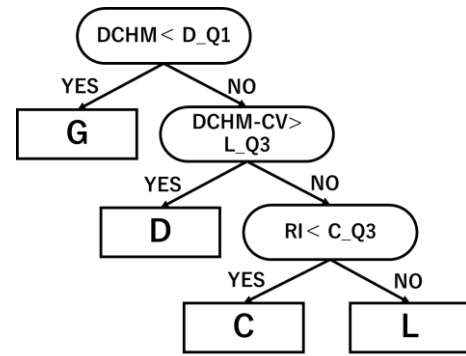


図3. 決定木の作成

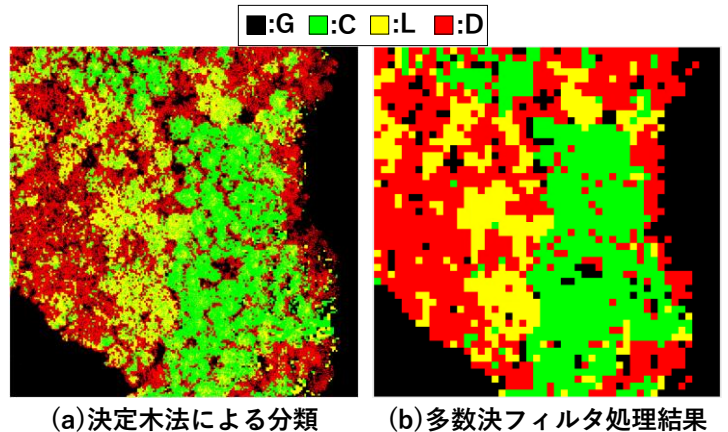


図4. 土地被覆分類結果

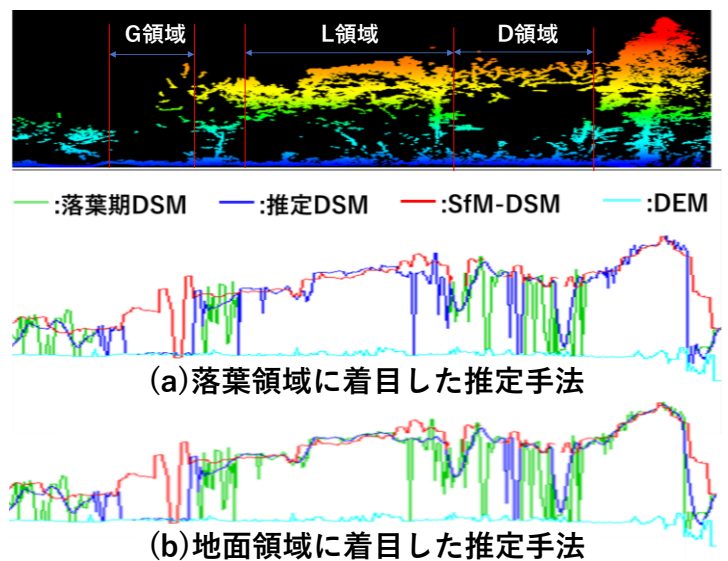


図5. 各モデルのプロファイル画像