

ドローン空撮画像を用いた林分材積推定の簡易的手法の検討

東北森林管理局計画保全部計画課 企画係 岡山絢哉

1. はじめに

近年、UAV 及び航空レーザ計測データや GIS 等の ICT 技術が様々な分野で導入されており、森林・林業の分野でも徐々に活用され始めている。その中で、林分の材積推定を可能にする技術も開発されているが、導入に要するコストは高く、国有林の現場に広く普及させることは難しい。そこで今回、①すでに東北森林管理局に導入されているドローンやソフトウェア等を用いること、②現地での調査はドローンによる空撮作業のみという簡易的な手法を用いることの2点をポイントに、林分の材積推定の精度を実査と比較し、本調査手法がどのような場面で活用可能か検討した。

2. 研究方法

(1) 本調査の概要

まず、林分材積の推定には、①地盤を含む樹冠表層の高さデータ（以後、DCSM）、②地盤の高さデータ（以後、DEM）、③樹木の位置と樹高、④胸高直径の4つのデータの取得が必要になる。

①と②は、レーザ計測可能なドローン等により一度に取得することができるが、東北森林管理局に導入されているドローンでは、レーザ計測はできないため、空撮画像から①のみ取得する。②については、国土地理院の基盤地図情報から当該林分のデータをダウンロードすることにより取得した。

③と④は、ArcGIS 等の高性能な GIS により取得することができる。④について厳密には、ArcGIS 等の高性能な GIS によって樹木ごとの樹冠投影面積が得られるので、樹冠投影面積と胸高直径の相関関係から導き出される推定式を用いて算出することとなる。一方で、東北森林管理局で使用可能な GIS は、現状フリーソフトである QGIS となっており、こちらは③のみ取得可能である。そのため、④については収穫表を参照した。

最後に、得られた樹高と胸高直径から単木材積を算出し、樹木本数をかけることで林分材積を推定する。

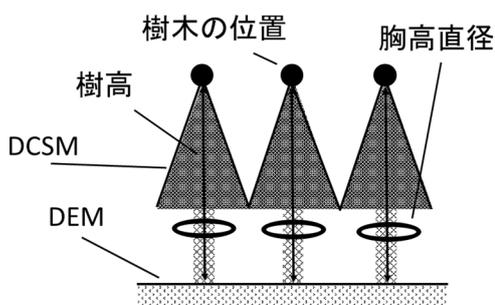


図1 取得データの体系図

	既存手法	本調査
地盤を含む樹冠表層の高さ	レーザ計測	ドローンによる空撮画像
地盤の高さ		国土地理院基盤地図情報
樹木の位置と樹高	高性能GIS	フリーソフト QGIS
胸高直径		収穫表

表1 既存の手法と本調査手法の比較

(2) 対象地の選定

秋田森林管理署管内の収穫調査（毎木調査）実施済み林小班2か所を選定した。対象地Aは、傾斜地かつ混交林である一方で、対象地Bは、なだらかな地形で針葉樹が優占していることが特徴としてあげられる。

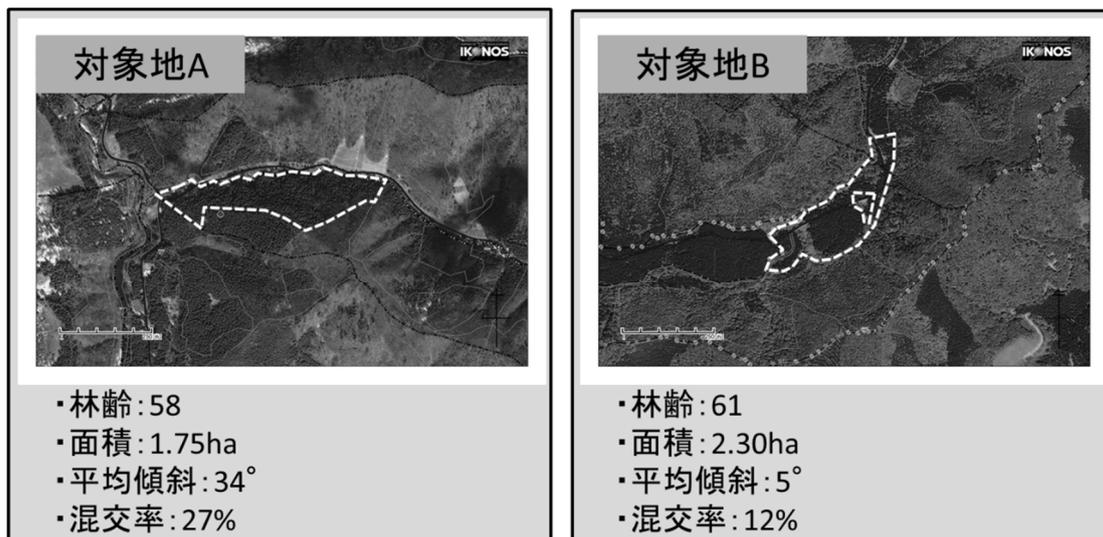


図2 対象地A・Bの概況

(3) DCSMの取得

DCSMはドローンの空撮画像からオルソ画像を作成する過程で取得することができる。東北森林管理局に導入されているドローン（DJI社製、MAVIC2）を使用し、地面に対し垂直にカメラを向け、オーバーラップは80%、サイドラップは60%で空撮を行った。また、本調査では、オルソ化時の画像の歪み対策のため、斜め方向からの空撮も行った。

オルソ化にはMetashape（Agisoft社）を用い、使用した空撮画像は対象地Aでは263枚、対象地Bでは227枚となった。

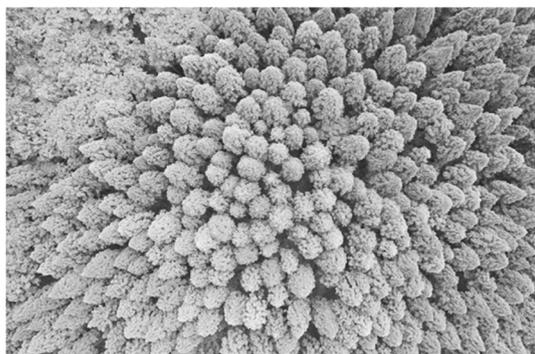


図2 垂直方向の空撮画像



図3 斜め方向の空撮画像

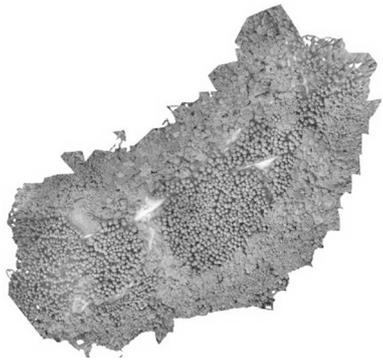


図4 オルソ画像



図5 取得した DCSM

(4) DEM の取得

国土地理院の基盤地図情報から対象地 A・B が含まれている DEM をダウンロードした。

(5) 樹木の位置の特定

フリーソフト QGIS を用い、取得した DCSM から樹木の位置を特定していく。本調査では、スギの林分材積を比較することとし、広葉樹はこの段階で除外した。方法は下記のとおり。

- ① DCSM を 15×15 ピクセルの範囲で平滑化する処理を行う。
- ② 平滑化した DCSM を 3×3 ピクセルの範囲で最大の値に置き換える処理を行う。
- ③ ①と②の DCSM を重ね合わせ、DCSM の値が同じピクセルが樹頂点として抽出される。
- ④ 抽出された点の中には、林床内や林道等の明らかに樹頂点ではないものがあるためノイズの除去を行う。
- ⑤ 広葉樹は目視で除外していく。

上記の手順で対象地内の樹木の位置を特定していく。④に記載したノイズの除去の方法は、(6)に記載する。

(6) ノイズの除去

本調査では、林床内や林道等に抽出された点を、オルソ画像の RGB に着目し、ノイズとして機械的に除去した。通常カラー画像は、Red (赤色)、Green (緑色)、Blue (青色) のそれぞれの濃淡 (値の変化) によって様々な色が表現される。そこで、抽出した点の G の値に着目すると、樹頂点として抽出された点の方が、ノイズとして除去すべき抽出点のよりも G の値が大きいことが確認された。したがって、G の一定の値でフィルターをかけることによりノイズを除去することができる。本調査では、対象地 A で G の値が 130

種類	名称	作成方法	ファイル形式	主な整備範囲	標準値子の空間	標準値子の標準値
5mメッシュ	5mメッシュ (DEM)	航空レーザ測高	標準形式	都市圏等 河川流域等	抽出範囲 2° × 0.2° (約500km ²)	0.5m以内 ※1
	5mメッシュ (DEM)	航空レーザ測高	標準形式	都市圏等 河川流域等	抽出範囲 2° × 0.2° (約500km ²)	0.7m以内 ※2
	5mメッシュ (DEM)	航空レーザ測高	標準形式	都市圏等 河川流域等	抽出範囲 2° × 0.2° (約500km ²)	1.4m以内 ※3
10mメッシュ	10mメッシュ (DEM)	航空レーザ測高	標準形式	25m以上の 抽出範囲	抽出範囲 0.4° × 0.4° (約1600km ²)	0.5m以内
	10mメッシュ (DEM)	航空レーザ測高	標準形式	全国	抽出範囲 0.4° × 0.4° (約1600km ²)	5m以内

※1 0.7m (約5m) 以内の範囲に射影レーザ測高 (グラウンドデータ) がある場合は標準値は7m。

図6 国土地理院基盤地図情報 Web サイト

以上、対象地 B で G の値が 150 以上となる抽出点を樹頂点とした。

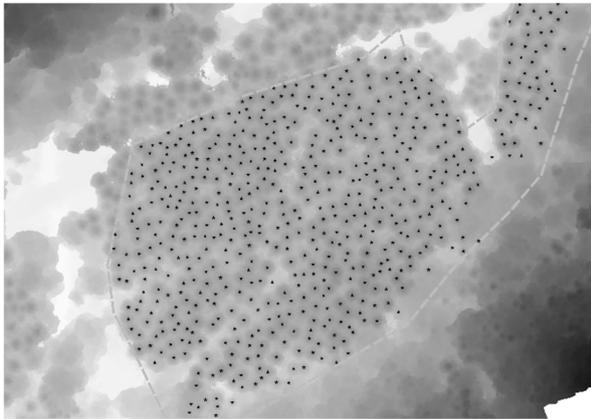


図7 特定した樹木の位置

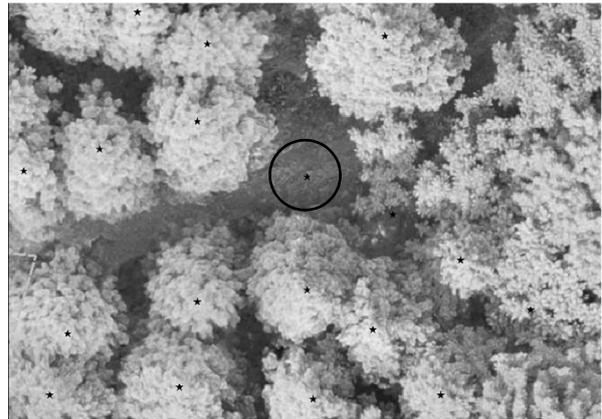


図8 林道上に抽出された点（ノイズ）

(7) 樹高の算出

特定した樹木の位置において、DCSM から DEM を引くことにより樹高を算出した。

(8) 胸高直径の算出

秋田営林局収穫表（昭和 53 年 10 月）を参照し、対象地 A の平均胸高直径は 32cm、対象地 B の平均胸高直径は 40cm として解析を行った。

樹木の位置

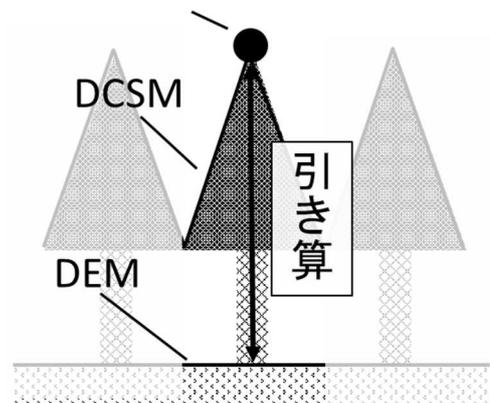


図9 樹高算出のイメージ

3. 結果

対象地 A 及び B の実査との比較を取りまとめた表は以下のとおりである。

	対象地 A			対象地 B		
	実査	本調査	(%)	実査	本調査	(%)
樹木本数(本)	806	442	55%	746	693	93%
平均樹高(m)	20.00	30.19	151%	25.00	29.17	117%
材積(m³)	543.48	534.82	98%	1,275.05	1,185.03	93%

※平均傾斜及び混交率は、対象地 A では 34° 及び 27%、対象地 B では 5° 及び 12%である。

表2 対象地 A・B の実査と本調査推定値との比較

(1) 樹木本数

本調査で推定された樹木本数は、実査に対し、対象地 A では過小な結果が、対象地 B では近い結果が得られた。

(2) 平均樹高

本調査で推定された平均樹高は、実査に対し、対象地 A では過大な結果が、対象地 B では過大ではあるが比較的近い結果が得られた。

(3) 材積

本調査で推定された材積は、実際に対し、対象地 A・B ともに近い結果が得られた。しかし、対象地 A は樹木本数が過小に、平均樹高が過大に算出された結果から分かるように、材積が実査に近くなったことは偶然性が高いと言える。一方で、対象地 B は、樹木本数、平均樹高ともに実査に近かったことから、材積も実際に近い値を得ることができたと考えられる。

4. 考察

(1) 結果から示唆されたこと

本調査推定値と実査を比較することで得られた結果から示唆される点として、以下の3つがあげられる。①については、(2) でその要因を考察する。

- ① 対象地 A のような林分では、実査に対し樹木本数が過小に、平均樹高は過大に算出されてしまう。
- ② 対象地 B のような林分では、実際に対し樹木本数・平均樹高ともに近い値が得られる。
- ③ 樹木本数・平均樹高の精度が良ければ、収穫表から参照した胸高直径を使用して算出した材積は実査とあまり変わらない。

(2) 対象地 A の推定値と実査の差が大きくなる要因

① 樹木本数の過小な算出

対象地 A のような林分で、樹木本数が過小に算出される要因としては、広葉樹の混交率が高いことが考えられる。対象地 A では混交率が 27% となっており、対象地 B の 12% よりも混交率が高いことが分かる。広葉樹に被圧されたスギは、DCSM の変化が不明瞭になり、解析の過程で樹木の位置を特定できなかった可能性が考えられる。

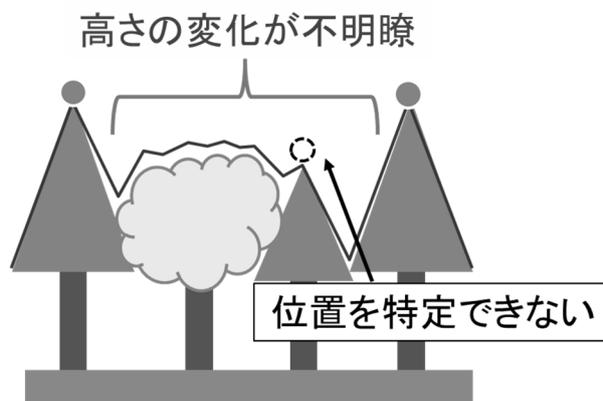


図 10 本数が過小に算出されるイメージ

② 樹高の過大な算出

対象地 A のような林分で、樹高が過大に算出される要因としては、傾斜が大きいことが考えられる。急傾斜地では、取得した DCSM に誤差が生じやすい可能性がある。実際に、対象地 A の実査の平均樹高は 20m であるのにも関わらず、傾斜が特に大きい場所では、樹高が 30~40m と推定されていたことが確認できた。

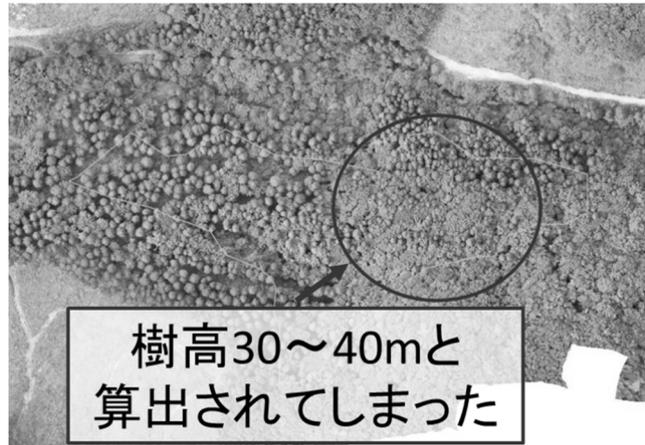


図 11 急傾斜地で過大に算出された樹高

(3) まとめ

①すでに東北森林管理局に導入されているドローンやソフトウェア等を用いること、
②現地での調査はドローンによる空撮作業のみという簡易的な手法を用いることの2点をポイントに、本調査による林分材積推定値の精度を実査と比較することで検証し、本調査手法がどのような場面で活用可能か検討することとしていた。

実査データと比較した結果、調査地 A のような傾斜地や混交林では本調査手法の活用は難しいことが分かった一方、調査地 B のような自然条件の良い経済林として考えられる林分では、本調査手法の活用可能性が示唆された。

この結果から、本調査手法の活用場면을検討すると、例えば、伐採計画を検討する際など、林分の大まかな材積を調査する林況調査のような場面では活用することができると考えられる。

今後は、対象地 A のような傾斜地、混交林でも簡易的に林分材積を推定することができるような手法も検討していく必要がある。

参考

国土地理院基盤地図情報 https://fgd.gsi.go.jp/download/ref_dem.html