

3次元点群データを用いた森林管理

坪倉 真

林野庁 近畿中国森林管理局 森林技術・支援センター (〒718-0003 岡山県新見市高尾786-1)

森林調査において、正確かつ効率的な調査手法の確立を目的として、3次元点群データに着目して、様々なICT機器から取得した3次元点群データを、フリーソフトであるQGISを用いて解析を行い、比較し、精度検証を行った。

地上型三次元レーザースキャナにより取得したデータ、UAVによる空撮写真の解析により取得したデータ、航空レーザー計測により取得したデータ、それぞれの特性を組み合わせる結果、調査対象の森林の状態を正確に把握する事が出来た。このことにより、森林の目標林型の設定や、森林づくりの構想段階において、有効な資料として活用可能であると考えられる。

キーワード 3次元点群データ, ICT機器, UAV, 森林調査, 省力化,

1. はじめに

戦後造成された人工林の本格的な利用期に突入している現在、それを利用するためには精度の高い森林基礎データが必要となっている。

そのような中、林業成長産業化に向けた、林業イノベーションすなわち林業の新たな基軸を構築することも重要な課題である。

近畿中国森林管理局 森林技術・支援センターでは、2018年度、地上型三次元レーザースキャナ(以下「TLS」という)の精度検証を行い、樹高補正が必要であるとの結論に至った。2019年度は、TLSとUAVを連携させることにより、正確な樹高データの取得に取り組んだ。

今回は、さらに発展させ3次元点群データの活用に着目して、より正確に、また、調査にかかるコスト面についても考慮しながら検証を行った。

2. 調査手法

(1) 3次元点群データの取得環境

森林管理のための3次元点群データの取得環境は、航空レーザー計測によって得られるDSMと呼ばれる樹幹上部の表層面のLiDARデータ、DEMと呼ばれる地表面のLiDARデータ、woodinfo社の「3DWalker」という歩行式のTLSを用いて計測を行う事により得られるLiDARデータを取得した。図-1

また、DJI社のFANTOM4 PROというUAVにより得られる連続空撮写真をAgisoft社の「Metashape」というソフト上で写真データから3次元点群データに変換する事により得られる「SfMデータ」の2種類の3次元点群データを取得した。図-2



図-1 TLSにより取得した3次元点群データ(LiDAR)



図-2 UAVにより取得した3次元点群データ(SfM)

(2) 3次元点群データ調査方法(機器)の比較

それぞれの機器から得られるデータの特徴は下表のとおりとなる。表-1

地表データ, 樹冠上部データ, 樹種の判別, 胸高直径(山側地際から1.2mの高さの直径), 下層木の状況等, いずれの機器も, 単体でカバーできる範囲には限界があり, それぞれの長所を組み合わせながら利用することで, より詳細な森林情報の把握が可能となる。

表-1 調査方法(機器)の比較

	航空レーザー計測	地上レーザー スキャナによる計測	UAV空撮写真の 3次元解析
概算経費(円)	3600万円/1万ha	500万円/1基	20万円/1基+ 解析ソフト50万円
地表データ	○	○	×
樹冠上部データ	○	×	○
樹種判別	△	×	△
胸高直径	×	○	×
樹高	○	△	×
下層木情報	×	○	×
計測範囲	広大	1ha以下	数10ha

標準的な箇所の現地調査を行い, 全体面積に按分する従来の調査と比べて精度の高いデータを効率的に取得可能となった。

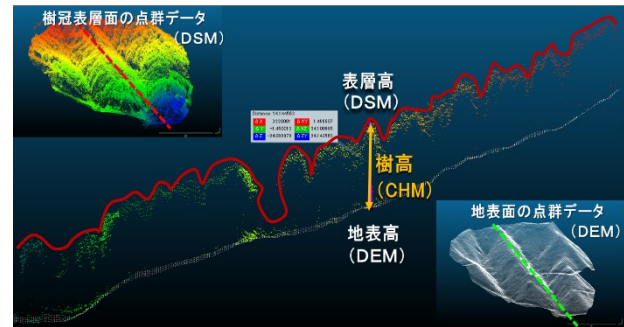


図-4 樹高算出のイメージ(DSM - DEM = CHM)

(2) 樹高, 抽出本数データの比較(航空レーザー, UAV空撮, 地上レーザースキャナ)

岡山県新見市内の国有林における様々な林分において樹高, 抽出本数データを比較した。

a) 水昌山国有林 48年生ヒノキ林分 図-5

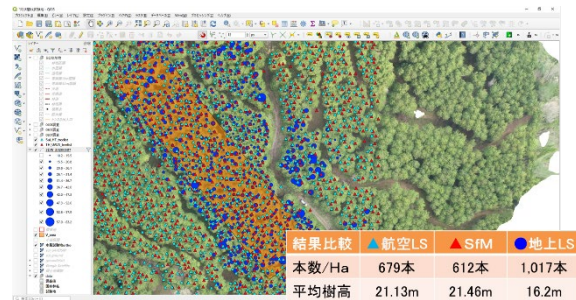


図-5 48年生ヒノキ林分のデータ比較

3. 取得データの活用

取得した3次元点群データはフリーソフトのQGISで様々な解析を行い, 森林情報を得ることができた。

(1) 樹高と立木本数の抽出(航空レーザー計測データ)

a) 立木本数の計測

表層高(DSM)の3次元点群データをQGISのプラグイン機能の1つであるFUSIONを使用して樹頂点を自動抽出し, 立木本数を求めた。図-3

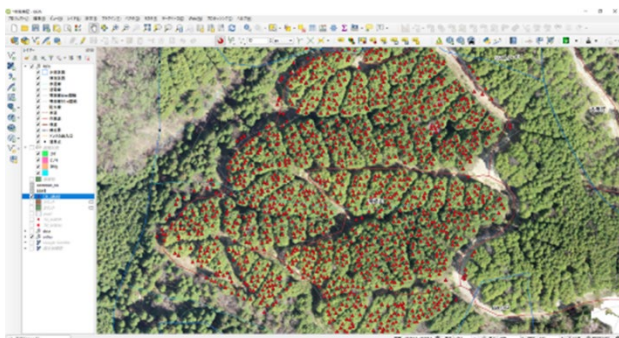


図-3 QGISによる樹頂点の抽出(赤丸が抽出した樹頂点)

b) 樹高の算出

抽出した樹頂点の表層高(DSM)から地表高(DEM)を引いてQGIS上で自動計算させて立木1本1本の樹高を求めた。図-4

これにより広範囲の樹高と本数を計測することができ,

b) 小吹山国有林 91年生スギ・ヒノキ林分 図-6

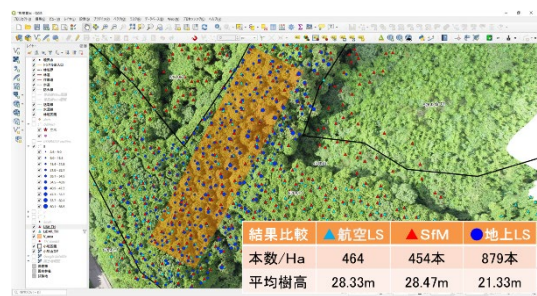


図-6 91年生スギ・ヒノキ林分のデータ比較

c) 釜谷国有林 28年生スギ・ヒノキ林分 図-7

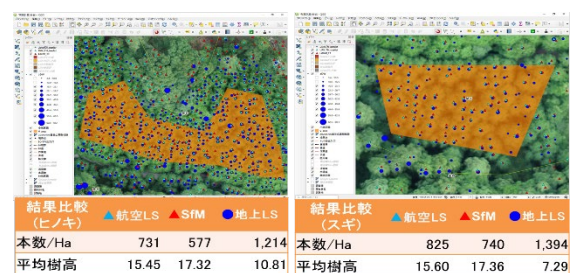


図-7 28年生スギ・ヒノキ林分のデータ比較

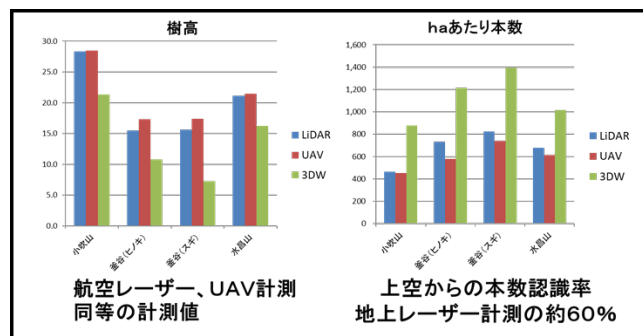
d) 精度と課題

図-5, 図-6, 図-7の結果をまとめると表-2のとおりとなる。

樹高に関しては、航空レーザー計測とUAVによる計測では同等の計測値が出ており、地上レーザースキャナによる計測値は約4割低く樹高が計測される事がわかった。

haあたりの本数では、UAVや航空レーザーなど上空からの情報は、実測値に近い地上レーザースキャナ計測による本数の約60%の認識率となった。

表-2 データ比較まとめ



樹高計測精度に関しては、航空レーザー計測、UAV空撮データとも、誤差、ばらつきは少なく十分に使用できるものと判断できる。

課題としては、UAV空撮により抽出された樹頂点は、航空レーザー計測に比べ抽出漏れが多い傾向にあり、GIS上でのオルソ画像との目視により樹頂点を確認し、補完する必要がある。

森林の計測にあたっては、入手コストは高いが、比較的变化の少ない航空レーザー計測による地表面のDEMデータを中長期的に使用しながら、成長等で年々変化する森林の表層面は、比較的安価なUAV空撮により計測することで十分対応できると考えられる。

4. これからの森林計測

これまでの検証結果を踏まえて実務への応用について考察した。

(1) UAV空撮データと航空レーザー (DEM) データの活用

a) UAVによる空撮データと航空レーザーによる地表 (DEM) データによる森林資源量の算出

上空から得られる空撮データの解析から樹高と本数を把握し、本数については先ほど導き出された補正係数0.6を与えて補正を行うことで森林の資源量を大まかに把握することが可能となる。 図-8

b) 林分密度管理図の曲線式を使った森林資源量の算出

a)により算出したhaあたり本数と、上層木平均樹高の

値を、一般的に用いられる林分密度管理図の曲線式に代入してhaあたりの材積を算出した。

図-4の水山山国有林48年生ヒノキ林分で見ると、haあたり算出本数1,021本と平均樹高21.46mを代入して計算したところ、haあたり材積が584.13m³となった。実測値は530.28m³であり、約90%の精度となった。 図-9

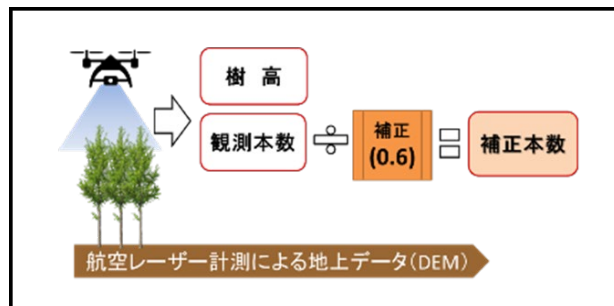
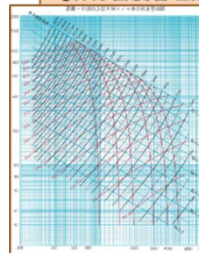


図-8 UAV空撮データと航空レーザーDEMによる森林計測概念図

上層木平均樹高と本数密度からの資源量算出
[林分密度管理図の曲線式より、現実に近い蓄積が導き出せるか]



● $V = (0.042236 H^{-1.190866} + 12211.7 H^{-3.220638} / N)^{-1}$
 ✓ N: haあたり本数(本)・・・1,021本/ha
 ✓ H: 上層木平均樹高(m)・・・21.46m
 ● V: haあたり幹材積・・・584.13m³/ha
 [実測値・・・530.28m³/ha]

図-9 林分密度管理図曲線式の応用

UAVによる空撮から得られるデータのみで森林資源量の大まかな把握が可能となり、森林計画樹立時などにおいて有効に活用できるものと考えられる。

(2) QGIS上での林分密度管理

平均樹高の値と生立本数により、林分密度管理の判断を行うことが出来る。区域面積2.73ha、haあたり抽出本数に係数0.6を代入し625本、上層木平均樹高23.54m、そこから導き出された相対幹距比は17%となった。

相対幹距比は20%以上が理想的とされているので、少し込み入っている林分であると判断できる。 図-10

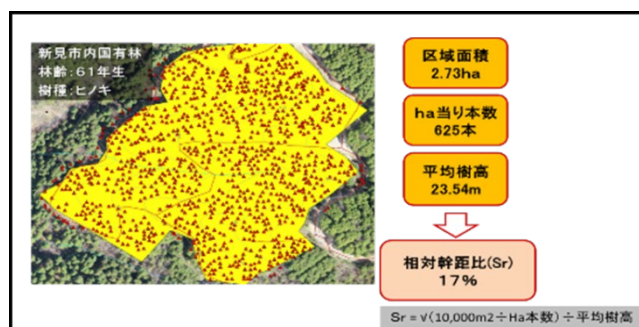


図-10 QGIS上での林分密度管理の実例

(3) QGIS上での地位判定

区域内の平均樹高、樹種、林齢の属性情報から、収穫予想表を用いて詳細な地位判定を広範囲で行う事が可能となる。図-11

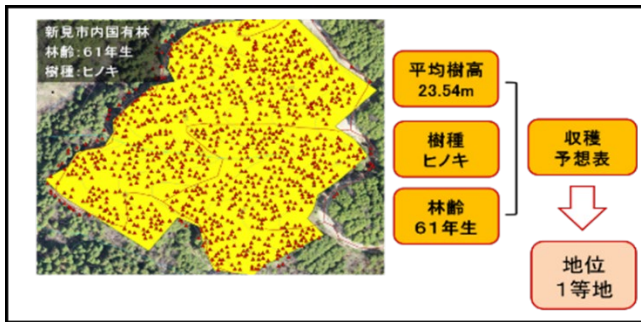


図-11 QGIS 上での地位判定の実例

ランスがとれたサプライチェーンの構築の基礎となるものと考えられる。

今後も、林業の成長産業化に向けて技術開発を進めて参りたい。図-13



図-13 実際の森林調査風景

(4) QGIS上での地位判定を活用したゾーニング

QGIS上で1本1本の樹高を視覚的に色分けし、広範囲にわたり地位を判定することで、「木材生産林」とするか、または公益的機能も視野に入れた「針広混交林」に導くかなど、ゾーニングの判断根拠となり得る。図-12

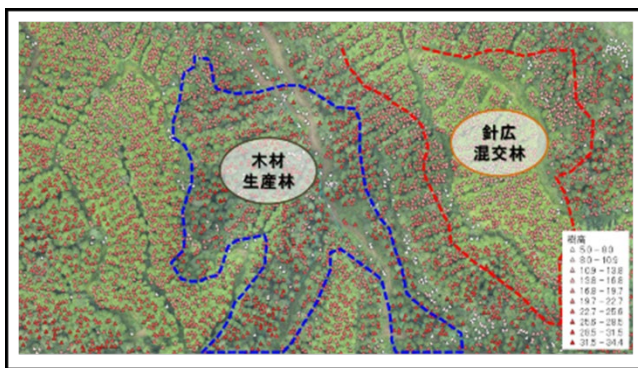


図-12 QGIS 上でのゾーニングの実例

5. まとめ

今回の検証結果から、3次元点群データの活用により、現地調査にかかる負担を大幅に軽減できるとの結論に至った。

航空レーザー計測の成果等は新たな森林経営管理制度を進めるうえでの判断材料として、公的機関がこのようなデータを整備し、そのデータを公開することにより森林調査分野でのICT化が達成できるものと考えられる。

そのためには、機器やデータを扱える人材が必要であり、利用方法等を普及する等のソフト的な取組も同時に進める必要がある。

信頼性の高い森林資源情報を管理することで、需給バ

