

UAVによる森林調査とその普及—標準地・毎木調査との比較—

関東森林管理局 技術普及課 小松 玄季
上越森林管理署 山野 大樹
高柳 修延

1 背景と目的

林業従事者は減少傾向、高齢化や世代交代も進み、林業に携わる人や引き継がれてきた技術は間違いなく減少していきます。その一方で、戦後に植林した資源は充実して利用期を迎えており、森林経営管理制度も創設されるなど、森林の管理は行わなければなりません。

従来のやり方をそのまま続けていては、作業してくれる人がいない、作業の方法が分からない、という状態になってしまいます。そのような状態になった時に、森林の管理はどうしたらいいのでしょうか。その答えが IcT にあります。

IcT 化自体は近年いろいろなところでよく叫ばれるものですが、皆さんはどのようなイメージをお持ちですか？

IcT とは、「航空レーザーのデータを使用して、現地に行かなくても毎木調査を行う！」、「現場を見なくても、あるいは行かなくても施設の設計ができる！」と考えている人もいないでしょうか。

これはこれで正しいのですが、林業における IcT 化とは調査の労力を減らす一方で、調査の質を維持していくためにあるという視点もあります。一番重要なのは現場で山を見て森づくりを考える時間であり、その時間を確保するための効率化ツールが IcT だと思います。

そこで本取り組みでは、UAV を使った森林調査はどのような方法で何が分かるのか、どんなことに使えるのか検証することを目的としました。

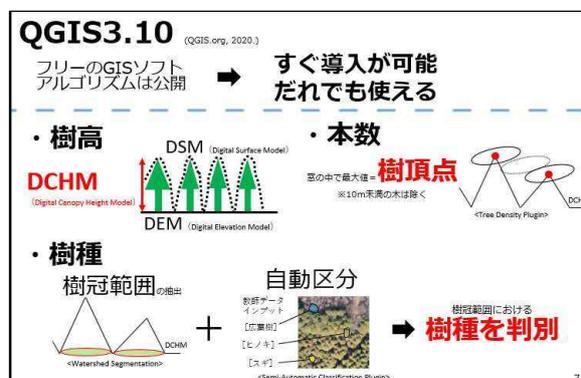
2 調査方法

UAV による森林調査の取り組みは、関東森林管理局管内の国有林 2 箇所で行いました。

1 箇所目（以下 Site1）は群馬県内のスギ林分で、ここでは令和 1 年 10 月に毎木調査、令和 2 年 3 月に UAV 調査を行いました。2 箇所目（以下 Site2-1 および 2-2）は新潟県内のスギと広葉樹が入り混じった林分で、ここは令和 2 年 9 月に標準地調査と UAV 調査を行いました。

UAV 調査の方法は、自動飛行によってオーバーラップ撮影を行い、撮影した写真に SfM 処理を行うことで、オルソ画像と DSM（表層高モデル）を作成しました。

解析には、フリーソフトかつオープンソースであり、導入が簡単ですぐに使うことができる QGIS を用いました。



(図一) QGIS による解析

樹高は、SfM 処理により得られた表層高 DSM と、国土基盤地図情報でダウンロードできる地面の高さ DEM の引き算を行い、樹冠高モデル DCHM を算出しました。本数は、QGIS のプラグインを利用して樹高 10m 以上の本数を求めました。樹種は、樹冠範囲の抽出と、QGIS の画像分類プラグインを組み合わせで判別しました。

材積の推定には樹高と本数密度から幹材積 [m³/ha] を算出できる林分密度管理図を用いました。Site1 はスギ単純林だったので、「北関東阿武隈地方 スギ」を用いて上層樹高と本数密度から ha あたりの幹材積を算出しました。Site2 はスギに広葉樹が混交していたので、まず広葉樹を除き、スギの上層樹高と本数密度を「越後会津地方 スギ」の管理図に当てはめて幹材積を計算しました。

3 取組の結果

(1) 森林調査

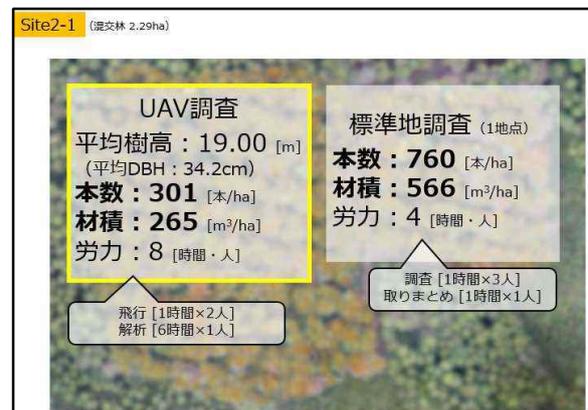
Site1 では毎木調査と比べて 70%程の本数となりました (図一2)。しかし林分材積の値は非常に近く、毎木調査とほぼ一致しました。UAV による調査の労力は、飛行と材積の解析にかかる時間、毎木調査は調査と取りまとめにかかる時間で算出したところ、UAV 調査は 8 時間、毎木調査は 50 時間・人となりました。



(図一2) Site1 の結果

Site2-1 では、本数・材積ともに標準地調査の結果と大きな開きがあり、標準地調査に比べて 40%程度の値となりました (図一3)。労力は UAV 調査が計 8 時間・人、標準地は計 4 時間・人となりましたが、現場での時間や労力は UAV 調査のほうが少ない結果となりました。

Site2-2 でも、2-1 と同様本数・材積ともに標準地調査の結果と大きな開きがありました。本数・材積ともに 50%程度の値にとどまりました。労力は Site2-1 と同様に UAV 調査が計 8 時間・人、標準地は植生が少なかったため効率が良くなり計 4 時間・人となり、総時間で見ると標準地調査のほうが半分の労力で済む結果となりました。



(図一3) Site2-1 の結果

結果をまとめると、UAV 調査でも林分材積の計算は可能でした。同時に樹高も解析でき、密度管理図により平均の胸高直径も推定できました。ただ解析段階が多かったため、多くの人に使うにはより簡単な方法に改良する必要があると感じました。

本数については少なめに出る傾向にありました。これまでのドローン調査でも本数の少なさは多く報告されています。既存の調査方法の特性も踏まえながら、どのような要因が影響しているのか、今後検証していきたいと思います。

労力で比べると、1 地点での結果ですが、標準地と同等もしくはそれ以上、毎木調査未満でし

た。実際には調査時の林内歩行が少なくなるため、体への負担は減り安全性も向上すると考えます。

UAV 調査にはまだまだ課題がありますが、今回の取り組みを通して、UAV 調査には大きく3つのメリットがあることが分かりました（図-4）。

一つ目は低労力なこと。標準地調査と同程度の労力で林分全体の蓄積の把握ができました。

二つ目は経験不要なこと。データの解析には、目測のような経験は必要なく、やり方を覚えれば誰でも計算が可能です。

三つ目は再現性があること。計算はすでに決まっ

た式で行われているので、同じ方法であれば誰が解析をしても結果は同一になります。またデータが残るので、詳しく解析をやり直すこともできますし、GIS 上で標準地をランダムに何十個も作って計測することが可能です。

今年解析を行うことができたのは2箇所にとどまりましたが、来年以降は箇所を増やすとともに、国土地理院の高精度のDEMの使用を検討しています。

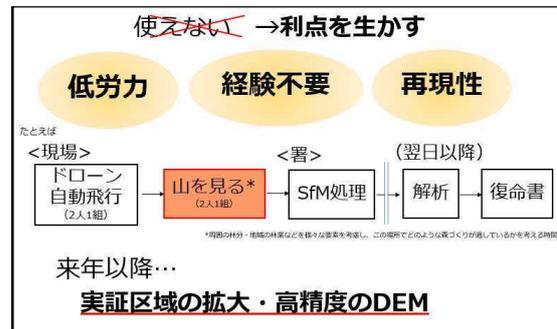
(2) 普及

ここまで紹介してきた UAV 調査の方法は、一人が使えるだけではだめで、誰もが使えるようになって初めて意味があると思っています。そこで、今回の森林調査を行って得られた自動飛行の方法や、QGIS の簡易的な使い方をまとめた簡易マニュアルを作成し、職員向け掲示板に公開しています。（図-5）の左はドローンの自動飛行のマニュアル、右は UAV 森林調査の方法をまとめたマニュアルで、実際に使ってみた方からの質問や新しい情報をフィードバックして更新しています。

また、この手法は民有林や林業事業体の支援にも大きく寄与すると考えています。森林経営管理制度が開始されたものの、林業職がいる市町村は極めて少ないです。山を見に行ったこともない、調査の方法が分からない…という状況に、フリーソフトを使った UAV 調査であれば導入が簡単です。

(図-6) は、最も早く経営管理権を設定した秩父市から依頼を受けて、民有林で自動飛行・森林調査を行ったときの様子です。飛行させた日うちにオルソ画像や樹冠高モデル (DCHM) が作成でき、翌日このデータはどのように活用できるのかを市役所・県の農林振興センターの方と検討しました。

所有者界の確認、林相・蓄積の把握など、森林経営管理制度で必須となる作業に使えるという



(図-4) UAV 調査の利点



(図-5) 各種簡易マニュアル



(図-6) UAV 調査による市町村支援

こともあり、非常に興味を持って聞いていただけました。

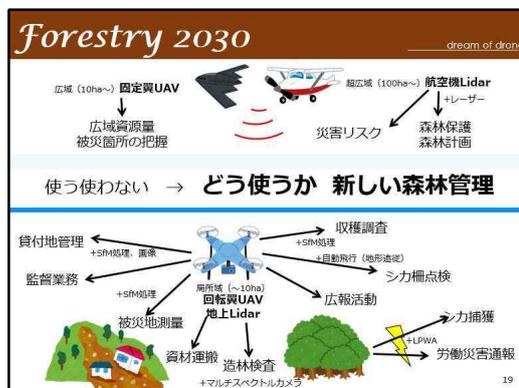
4 まとめ

林業の未来予想図で、この発表を締めくくりたいと思います（図一7）。

100ha を超すような範囲では航空レーザーで、数十 ha の範囲なら固定翼 UAV で、10ha 程度の局所域では回転翼 UAV や地上 Lidar と使い分けて森林の管理を行い、低電力の広域通信などを使って林内通信も可能になります。

人が少なくなり、時間も限られる中、現場で山を見ていくことはますます重要になっていくと考えられます。IoT は使うか使わないかではなく、どう有効に活用していくかを考え、新しい森林管理の方法を考える段階に入っていると思います。引き続き UAV をはじめとした IoT 機器の活用および普及に取り組み、発信をしていきたいと思ます。

今回の調査では、上越森林管理署の高柳さま、山野さまに多大なるご協力をいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。



(図一7) 林業の未来予想図