

# レーザースキャンによる森林調査

技術普及課 小松 玄季

## 1 取組の背景

現在の日本の森林の現況をみると森林蓄積は毎年増え続けており、特に戦後に造成された人工林資源は利用期を迎えています(図1)。それに加え、令和元年度には森林経営管理制度も創設されるなど、森林の管理は従来よりも重要度の高い課題となっています。

その一方、林業に携わる人は減少傾向が続いています(図2)。緑の雇用制度等によりわずかに歯止めがかかっていますが、世代交代も進むことから専門的な技術・技能を持つ人がますます減少していくことが予想されます。

では従事者が減少していく中で森林管理を続けていくにはどうしたらよいのでしょうか？

解決方法の一つとして、リモートセンシング機器の活用が注目されています。一般的にこれらの機器には、

- ①従来よりも少人数で調査ができる
- ②熟練者でも初心者でも同じ結果が得られるため、専門的な経験が不要になる
- ③取得したデータはその業務以外にも使える

という利点があり、まさに今日の森林管理の課題解決に役立つ技術です。

森林管理で用いられるリモートセンシングには、衛星写真や航空レーザーといった規模の大きな機器から、ドローンや360°カメラといった小回りの効く機器まで様々な方法があり、目的とするデータの種類によって使い分ける必要があります。

数ある機器の中で今回は、低価格化により一般に普及が進み始めた地上レーザースキャナーに着目し、森林調査をする際にどのように使えばいいのか、どういったことに注意すべきかについて考察しましたので発表します。

## 2 レーザースキャナーについて

### (1) 使用機器と計測の仕組み

今回は令和3年4月に関東森林管理局に配布された3Dwalkerという機器を使用しましたが、基本的な仕様はどのレーザースキャナーでも共通です。

計測の仕組みはとてもシンプルです。1本のレーザー光線(安全クラスclass 1:人体に影響なし)を照射することで物体との距離と方向が計測され、3次元座標を持つ「点」が作成されます

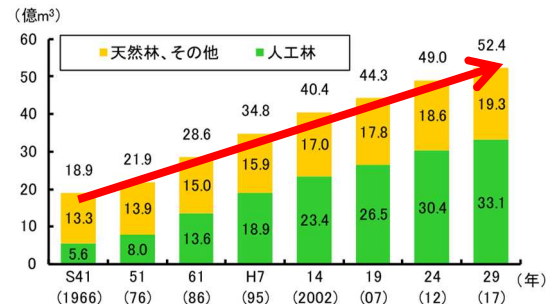


図1 日本の森林蓄積の推移 (林野庁 2021a)

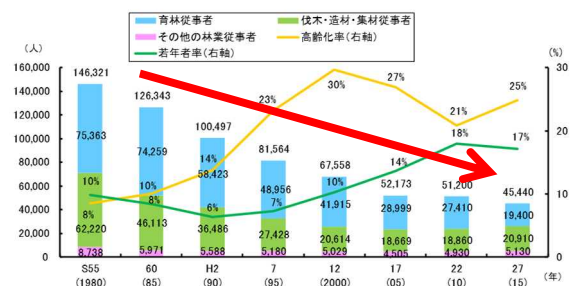


図2 林業従事者数の推移 (林野庁 2021a)

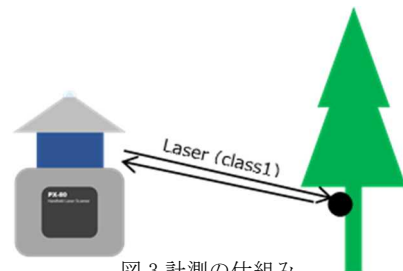


図3 計測の仕組み

(図3)。レーザーは毎秒何万本も照射されているので、数百万～数千万の「点」の集まり＝点群が生成されます。このようにして得られた点群を解析することで、胸高直径・樹高・材積・立木配置図が得られます。

## (2) データの性質と精度

レーザースキャナーによる計測では、従来の手法と比べて得られるデータの性質や種類が異なります。従来手法では直径は2cmごと、樹高はm単位、材積は材積表で算出しますが、点群による計算では、直径・樹高はmm単位、材積は円錐台+円錐で計算するため、得られる数値の細かさが異なってきます。

また、これまで得られなかった立木位置や立木形状というデータも得られることから、林木の収穫以外の森林管理にデータがつながることを目指した新しい調査方法を考える必要があると考えます。

リモートセンシングの話題になると避けられないのが「精度はどうか」という質問です。この質問は、「レーザーが届くかどうか」と「直接測っていないのに正しいのか」の2つの要素に分けて考える必要があります。前者については機器のレーザー出力やレーザー密度、現地の灌木の繁茂状況に左右され、特に樹高計測時に問題になることが多いです。頂端部までレーザーが届かなくても、立木の細り具合をもとに補正することで実測値と誤差がなくなる方法が開発されています(林野庁 2021b)。

後者については、林業の現場における真の値を考えてみると分かりやすいと思います。例えば胸高直径は2cm活約の計測、樹高は1m単位の計測で、どこを胸高とするかどこを頂端とするかは計測者によって異なります。従来の調査が正しい数値かと言うとそうではなく、誤差は多く含まれています。また、利用する側から見れば必要な材積情報も異なります。例えば、建築用材では細い頂端部は必要ないため除いて見てしまいますが、マテリアル利用として見る時には頂端部も含めた材積量(バイオマス量)が必要になります。

まとめると、計測結果が正しいかどうかではなく、使い方の定義次第でレーザースキャナーによる計測も十分に利用可能であると考えます。

## 3 使い方の検討と考察

関東森林管理局管内のいくつかの署でデモンストレーションを実施し、現場での意見や実際の使い方等からレーザースキャナーの使い方を検討したところ、図4に示す3つの候補が考えられました。以下にその3つの方法のメリットとデメリットを記載します。

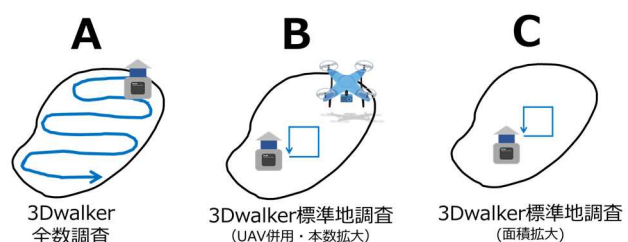


図4 レーザースキャナーの使い方候補

方法A：区域内をすべてスキャンし、立木の形状や配置、微地形の情報まで詳細に取得できるため、半永久的に使えるデータとなりますが、広い範囲では歩く時間が長くなり、データが重くなるという欠点があります。

方法B：レーザースキャナーによる胸高直径、ドローンによる樹高という、それぞれの得意なところを良いとこ取りで調査を行う方法で、取得した情報(オルソ画像や表層高モデル)は他の業務

でも活用できるというメリットがあります。その一方で、ドローンの自動飛行やGISでの解析のノウハウを取得するのが障壁になる可能性があります。

方法C：従来の標準地調査をレーザー機器に置き換えた方法で、30m四方なら10分程度で計測できることがメリットですが、従来の方法と同じくプロットを選ぶ場所によって結果が左右されてしまうというのが欠点です。

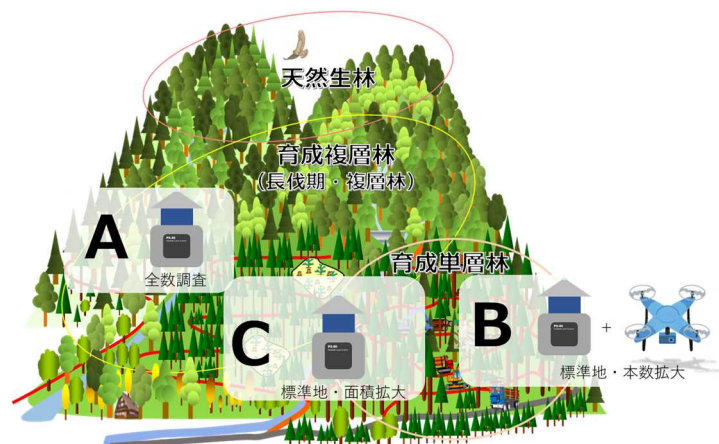


図5 将来指向する森林の姿と調査方法の対応

この3つの方法を、森林・林業基本計画で示されている将来指向する森林の姿に対応させたのが図5です。方法Aは、単木ごとの詳細なデータの取得を行えることから、長伐期施業を行って大径材や高品質材を生産する場所に相性が良いと考えられます。方法Bはオルソ画像や表層高モデルなど多くの森林情報を取得することができ、その森林情報は木材生産だけでなく道づくりや造林にも使えるので、持続的に生産を行う育成単層林で使うのが良いと考えられます。方法Cは効率重視ですので、品質をそれほど重視しない林分で調査効率をあげるために使用するのが適していると考えられました。

そのほか、関東局管内での調査を通して得られた総合的な使い方の注意点は以下のとおりです。

- ・歩く距離が長くなるとそれだけ労力もかかるので、基本的には抽出した区画を歩くのが良い
- ・片側しかスキャンできない木は精度が低くなるため、区画をしっかりと囲う歩き方が必要
- ・機器は非防水であることから雨や雪の日は望ましくなく、水分でレーザーが乱反射してしまうことから霧の日も避けるべき
- ・完全に平らな土地よりは傾斜がある林分の方がレーザーがよく届く
- ・ただし歩くのが困難なほどの急傾斜地では不向き（体感では傾斜30°以上）
- ・頭を覆うような灌木の多い林分ではレーザーが届かなくなるため、落葉期に調査するのが良い

#### 4 拡張的な使い方

最後に拡張的な使い方について紹介したいと思います。

図6は磐城森林管理署にある120年生スギ林分です。レーザースキャナーによる計測の結果、樹高40m以上、胸高直径100cmを超える個体もみられることがわかりました。

点群による見た目だけでもPRの材料になりますし、立木の位置を把握して個体のモニタリング調査や立木在庫としての管理にも応用できそうです。

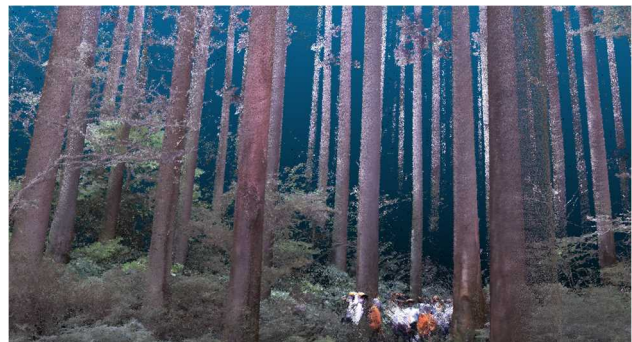


図6 目兼スギ展示林（磐城森林管理署）

図7は利根沼田森林管理署の管内の赤谷の森のブナの天然林です。大きなブナが数本あり、その下に中程度の大きさの広葉樹が生育しています。このように、森林の空間構造や階層構造、枝・葉の配置などを把握することができ、森林の状態の評価を行うことができると考えています。



図7 赤谷の森ブナ天然林（利根沼田森林管理署）

## 5 まとめ

レーザースキャナー自体は以前からある技術ですが、低価格化や人手不足により森林・林業の分野でも注目されるようになってきました。これまで行ってきた調査とは違う性質のデータが取得できるため、今の仕組みの中では使いづらいという方もいるかもしれません。

しかし見方を変えれば、森林の計測方法の新しい時代が来たということになります。経験にかかわらず誰でも同じデータを取得でき、どんな業務にも活用できるというのはとても大きなメリットになります。将来的な森林管理の仕方を見据えてレーザースキャナーの使い方を考えていきたいと思えます。

## 謝辞

本取組においては、磐城森林管理署、福島森林管理署白河支署、日光森林管理署、下越森林管理署、村上支署、中越森林管理署、上越森林管理署、利根沼田森林管理署、赤谷森林ふれあい推進センター、森林技術・支援センター、天竜森林管理署（順不同）の職員の皆様から多大なるご協力とご助言を頂きましたので、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

林野庁(2021a)令和2年度森林林業白書

林野庁(2021b)令和2年度地上型3Dレーザースキャナを活用した収穫調査実証等委託事業報告書