

OWL（3D レーザースキャナー）についての考察 -森林資源調査の実用と応用の検証-

富山森林管理署 一般職員

やまお まさき
○山尾 眞生
よねざわ よしのり
森林技術指導官 米澤 義則

要旨

森林資源調査の行程省略や個人差の解消のために、中部森林管理局では三次元レーザースキャナーである OWL が導入されていますが、実際の調査に有効に活用可能か、また、通常の調査の他に活用方法は無いか検討が必要と考えられました。本研究では、毎木調査との比較と異なる環境下での計測結果の比較から OWL について森林資源調査方法としての長所と短所の確認、および森林資源調査以外の活用用途の確認を目的としました。

はじめに

森林資源量の計測には、一般的に毎木調査が用いられています。しかし、従来の毎木調査方法では、計測段階や森林資源量の算出段階において多くの時間と労力が必要となることや、調査員の習熟度などにより測定精度に個人差が生じるという問題点があります。この問題の解決のために、林業分野ではドローンなどの先進技術の導入が進められており、中部森林管理局では OWL を導入し管内の森林管理署等で実証試験を行っています。

OWL は株式会社アドイン研究所、筑波大学知能ロボット研究室、森林総合研究所、株式会社森林再生システムの 4 者により共同開発された 360° 方向を計測可能な三次元レーザースキャナーです（図-1）。OWL は人工林内での計測専用で作られており、調査員の技量によらず一定の計測値を算出できるほか、測定値を自動でまとめることが出来るため作業の省力化も期待できます。しかし、開発元によるとレーザーの照射可能距離の関係から計測可能な樹高は 22m 程度までとされており、より背の高い立木の存在する実際の林内での森林資源調査に有効に活用できるか検討が必要と考えられました。また、OWL では地形の傾斜などの立木以外の三次元データも取得することができることから、この特長を利用し森林資源調査以外への利用の可能性が考えられました。



図-1 OWL 本体（左）と調査時の支柱に取り付けた状態（右）

本研究では、森林資源調査方法としての OWL の長所と短所の確認、森林資源調査以外の OWL の新たな活用方法の確認の二つを目的としました。

1 森林資源調査方法としての長所と短所の確認

(1) 研究方法

OWL の森林資源量の計測精度はどの程度であるかを検討するために、OWL による調査と毎木調査との比較を行いました。毎木調査では胸高直径計測は輪尺による山側一方差しで計測し、樹高測定ではバーテックスを使用しいずれも正確な測定を行いました。また、OWL の最大計測可能範囲といわれている 22m を超える高さの樹高が計測されるかも確認し、計測された場合にはその要因の考察を行いました。

(2) 調査対象地

調査地は富山県内の長棟国有林 203 ほ林小班、長棟国有林 202 そー 1 林小班、悪瀬官行造林地 9 い林小班を選定しました(図-2)。203 ほ林小班は林地傾斜が小さく、立木密度が大きく林冠も密でした。202 そー 1 林小班と悪瀬官行造林地 9 い林小班は 203 ほ林小班に比べ林地傾斜が大きく、立木密度が小さく林冠も比較的空いているという林内環境の違いがありました(表-1)。



図-2 調査対象地の位置図

表-1 調査対象地ごとの林内環境

| 林小班名 | 林地傾斜 (°) | 立木密度 (本/ha) |
|----------------|----------|-------------|
| 長棟国有林 203 ほ | 10.5 | 707 |
| 長棟国有林 202 そー 1 | 21.8 | 411 |
| 悪瀬官行造林地 9 い | 13.4 | 356 |

(3) 調査方法

203 ほ林小班では 20m×20m のプロットを 1 箇所設定し、プロット内の OWL の計測値と毎木調査値との比較を行いました。また、同一箇所を測点数を変更して 2 回計測し、計測値に差が生じるかも検証しました。

202 そー 1 林小班と悪瀬官行造林地 9 い林小班ではプロットを設定せず OWL による計測のみを行いました。林内環境の異なる 203 ほ林小班での計測値と傾向がどう異なるかを検証しました。

(4) 結果

203 ほ林小班での結果を示したものが表-2 です。いずれの測定結果においても、OWL による計測では毎木調査による計測と比べ、得られる胸高直径の値はやや大きく、樹高の値は小さい、という結果になりました。

203 ほ林小班での 2 回の計測結果を比較すると、測点数を増やした 2 回目の方が樹高の値が毎木調査の結果により近い値となっていることが分かります。このことから、測点数がより多いほど計測精度が向上するといえます。また、2 回の測定とも計測できた最大の樹高の値は 22m 程度にとどまっていた。

表-2 203 ほ林小班での測定結果の比較 (9 測点)

| 調査方法 | OWL (測点数 9 点) | OWL (測点数 23 点) | 毎木調査 | |
|-----------------------------|----------------------|----------------|--------|------|
| プロット内立木本数 (本) | 35 | 35 | 35 | |
| 平均値 | 胸高直径 (cm) | 40.2 | 41.1 | 37.5 |
| | 樹高 (m) | 18.6 | 19.5 | 23.1 |
| | 材積 (m ³) | 37.0 | 40.0 | 42.0 |
| ha あたり総材積 (m ³) | 764.15 | 808.57 | 867.41 | |

一方で、林内環境の異なる 202 そー1 林小班と悪瀬官行造林地 9い林小班での計測結果を見ると（図-3、図-4）、いずれの箇所でも 22m を超える樹高を計測できています。

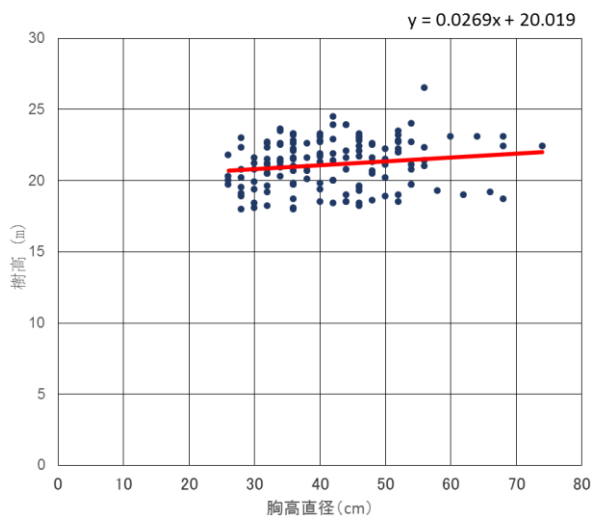


図-3 202 そー1 林小班での測定結果

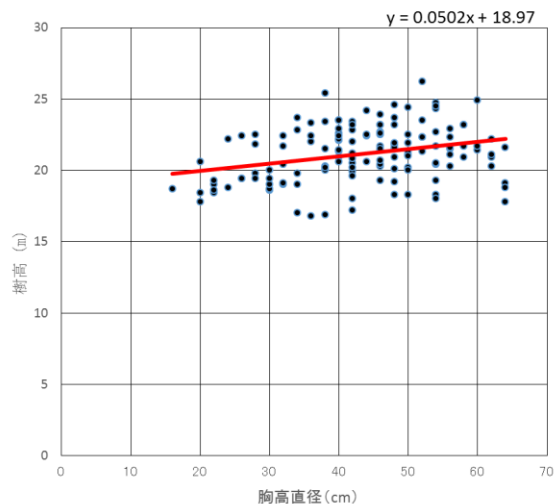


図-4 悪瀬官造 9い林小班での測定結果

(5) 考察

203 ほ林小班では他の 2 地点に比べ林地傾斜が小さく、林冠が密であり、計測地点から樹頂点までの見通しがききにくい状態でした。このような環境下においては、照射したレーザーが樹頂点ではなく途中の枝葉などに反射することで、OWL により計測した値が毎木調査よりも低い数値となると考えられました。また、胸高直径が毎木調査の値よりも大きくなったことについて、OWL では直径を長径と短径の平均値から算出するのに対し、毎木調査では山側一方差しを行ったことによるものであると考えられます。今後の調査においては、毎木測定と比較する場合に、胸高直径を山側一方差しではなく直径巻尺により計測することでより正確な比較検証が出来ると考えられます。

202 そー1 林小班および悪瀬官行造林地 9い林小班では、203 ほ林小班と比べ林地傾斜が大きく、林冠が疎であり、計測地点から樹頂点までを見通ししやすい状態でした。このため、照射したレーザーが樹頂点まで到達することができ、最大計測範囲といわれていた 22m を超える高さの樹高も計測できたと考えられます。

2 森林資源調査以外の新たな活用方法

(1) 活用方法の選定

富山県東部には年間約 100 万人が訪れる中部山岳国立公園が存在し、その中の立山黒部アルペンルート周辺では、環境変化のモニタリング調査が行われています。過去の例としては、1978 年～1997 年の 20 年間に亘り、立山黒部アルペンルート沿線の主要樹種について、調査区、対照区における平均活力度の経年変化の記録が取られました。この調査では、立木等の経年変化を活力度と呼ばれる指標を用いて判定しています。この活力度の判定は目視による判断で行われるため、調査者ごとに計測値に個人差が生じる可能性があります。ここで、OWL のスキャン機能と得られる三次元のデータを活力度判定に利用できないか、ということが考えられました。

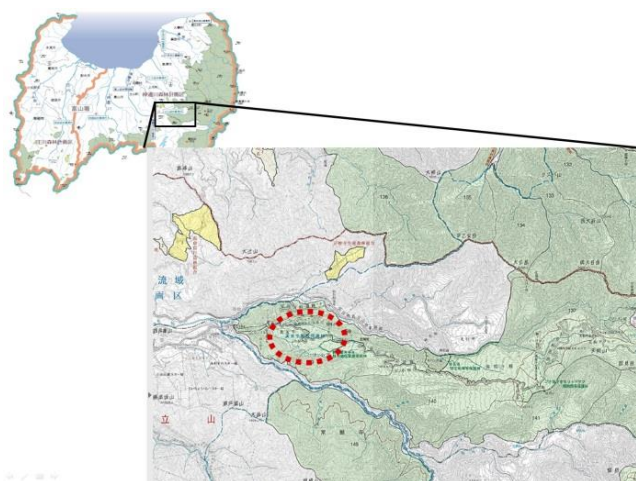
(2) 研究方法

OWL により立木をスキャンし、得られる三次元データと立木の立体的な映像を活力度判定に利用可能かを検討しました。

なお、今回の研究では通常より大きな立木も測定できるのかを検証することも兼ね、立山の巨木スギを測定対象としました。

(3) 調査対象

調査地は、図－5に示す立山黒部アルペンルート沿線のブナ坂外 11 国有林 139 林班であり、同林班に存在する巨木（図－6、平成 15 年時の調査番号 987）を計測対象としました。



図－5 調査対象地（点線で囲んだところ）

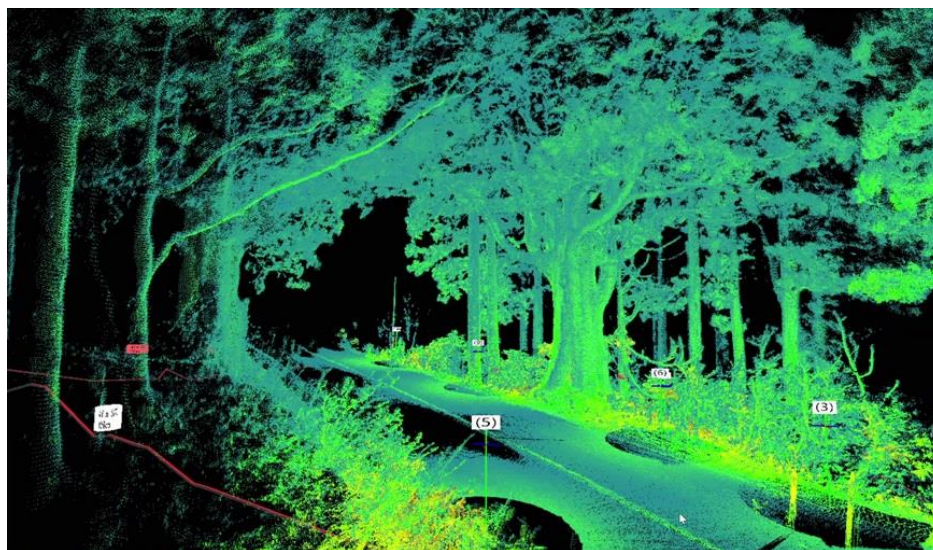


図－6 調査対象の巨木（写真中央）

(4) 結果

OWL により得られた調査対象木の三次元データを図－7に示します。得られたデータからは、巨木の表面の凹凸形状や枝の広がり具合、周辺の下層植生の繁茂状況も識別することが可能でした。

一方で OWL 用プログラム (OWL Manager) による立木位置図では、巨木の本来存在する位置には何も表示されていませんでした。



図－7 調査対象木（写真中央右より）の三次元データ

(5) 考察

巨木が OWL Manager の立木位置図に示されていなかったことから、巨木は立木として認識されないことが確認できました。

立木の活力度判定には、対象木が単木抽出されていること、対象木のボリュームが分かっていることが必要となります。立木として認識されていない場合、胸高直径や材積などのボリュームに関する数値も算出されないため、今回得られた三次元データを直接利用することは困難であると考えられました。

一方、巨木の形状や周囲の状況は三次元データとして得られることから、長期にわたる経年変化の観察を行う際に、毎年計測を行うことで年ごとの変化の推移を観察することが可能です。よって、今回得られたデータは、巨木等の長期モニタリングの際、経年変化の資料として利用できると考えられます。

3 まとめ

OWL を用いた計測方法は、毎木調査による従来の手法と比較すると、胸高直径の測定精度が高い一方、樹高の正確な測定に難があるといえました。また、計測地点の傾斜がある程度急である、樹冠が疎であるなど測定地点から樹頂点が見通しやすい環境下では 22m を超える高さの樹高も計測でき、実際の森林資源調査にも有効に活用可能であるといえました。

OWL の測定精度向上のために、測点数の増加やドローンを用いたレーザー測量による補完調査といった対応策が考えられました。

OWL のスキャン機能を利用することで、立木の三次元データを取得することが出来るため、得られたデータを巨木等の長期モニタリングの際に資料として活用できると考えられました。しかし、巨木のような胸高直径の非常に大きい立木は OWL が立木として認識せず、巨木の形状データは得ることが出来るものの単木抽出やボリュームの算出ができないため、活力度判定への直接的な利用は難しいといえました。

おわりに

今回の発表では、富山県森林研究所よりご協力を頂きました。関係のみなさまに感謝申し上げます。

参考文献

河野昭一 (1999) 北アルプス立山における自然環境の破壊と保全—長期モニタリング調査結果の評価. 日本生態学会誌 No. 49:313-320.

吉田茂二郎・溝上展也 (2003) 霧島国立公園内の老齢木の樹勢モニタリング (IV) —設定後 6 年目の結果—. 九州森林研究 No. 56:2003. 3