

ドローンを活用した層積検知の簡素化の可能性について

北海道森林管理局 上川北部森林管理署 佐藤 光弘
中西 亮太

1 背景・目的

素材生産事業における北海道森林管理局の素材検知業務は二種類あります。一つは毎木検知であり、毎木検知は素材（丸太）の径級を一本ずつ測定し椋の材積を求める方法で、一般材を対象に適用されます。もう一つが層積検知であり、層積検知は椋全体の体積から材積を求める方法で、低質材・原料材を対象に適用されます。

今回は、原料材の層積検知の簡素化に着目しドローンを活用することで、これまで事業体に発注していた原料材の「層積検知」と「職員による検査」を省略することが出来ないか考えてみました。

これが可能となれば素材生産事業の請負コストの縮減と職員の業務改善・事務改善が図られるメリットがあります。

2 調査方法について

(1) 着目した技術

当署の庁舎を事例に説明します。ドローンを自動航行させ、連続的に重複した画像を撮影し専用ソフト(Agisoft社 Metashape Professional)を使用して3Dモデル等が得られる技術に着目しました。これを解析することで物体の「長さ・高さ・幅」を測ることができます。(図-1)これを応用して層積検知がないかと考えました。

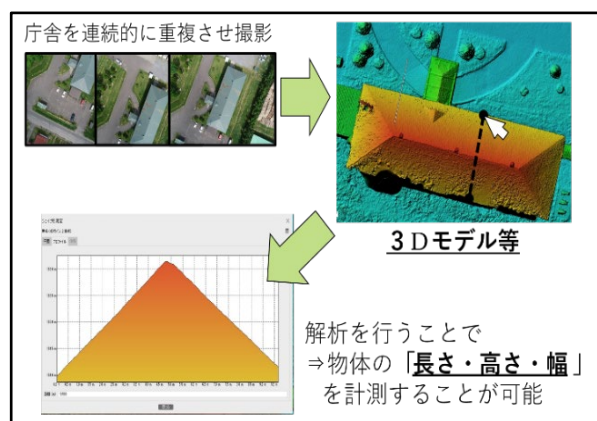


図-1 3Dモデルの解析

(2) 層積及び材積の求め方

層積とは丸太を積み上げた状態の体積を示します。

層積検知による材積の求め方は、まず土場に運ばれた、丸太を毎木計測し材積を集計します。これらを積み上げて 100 m³程度の基準椋を作り、基準椋の層積（長さ×高さ×幅）を計測し、毎木計測した合計材積を層積で除することで換算率を求めます。

それ以降は、積み上がった層積のみを計測し、その層積に換算率を乗じて材積を求める方法です。

当署では次のとおりの方法で層積を算出しています。まず、椋の端に0m地点の起点を設け、1mごとの高さを測ります。次に得られた高さごとに囲まれた台形の面積を計算し、すべて足し合わせることで断面積（片側椋面積）となります。この断面積に奥行きとなる材長と既知の換算率を乗じることで材積となります。(図-2)

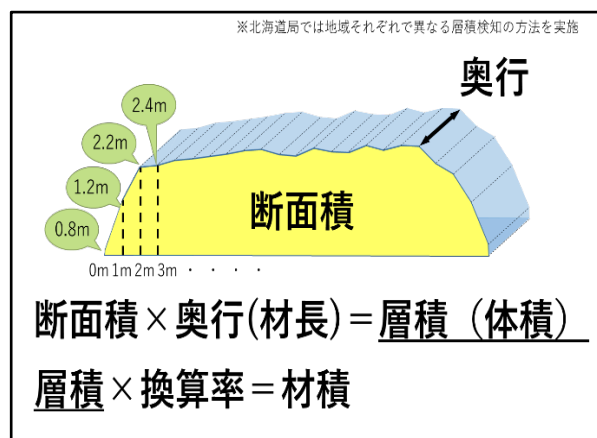


図-2 層積と材積の求め方

(3) 計測方法

3Dモデル等を活用したパソコン上での検知方法を詳しく見ていきます。(図-3) 画像にカーソルをあてるとその地点の高さが表示され、当署における層積の求め方と同様に起点から1mごとに高さを計測していきます。この時点では桧の表層高しか分からないため、地盤の高さも併せて測定し、その差から桧高を算出した後、既知の換算率を用いて材積を算出します。

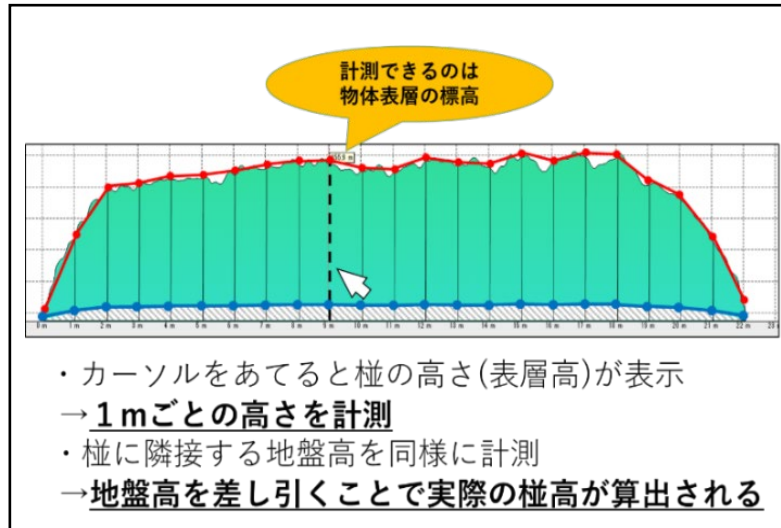


図-3 桧高・地盤高の計測

(4) 計測野帳と層積検知野帳

計測した桧の高さや地盤の高さと既に求めている換算率を今回作成した計測野帳(図-4)に入力することで、自動的に桧の材積が求めることが可能となります。(図-5)

(拡大図)

計測野帳					
桧番号	号土場		号桧		
完了月日	月	日			
網かけ部に入力	原材料	L			
	材長	2.60 m			
	換算率	0.461			

測点	0m	1m	2m	3m	4m
桧標高(m)	279.4	281.1	281.7	282	282.1
地盤標高(m)	279.3	279.3	279.2	279.2	279.2
測点高(m)	0.1	1.8	2.5	2.8	2.9

測点	16m	17m	18m	19m	20m
桧標高(m)	282.5	282.1	282.2	282.2	282
地盤標高(m)	278.6	278.6	278.6	278.6	278.3
測点高(m)	3.9	3.5	3.6	3.6	3.7

図-4 計測野帳

(拡大図)

層積検知野帳					
原料材 L					
層積計算表					
縦	横	高	換算率	材積	
76.25	1.00	2.60	0.461	91.393	

測点高	0.1	1.8	2.5	2.8	2.9
平均高	0.95	2.15	2.65	2.85	3
測点No.	0	1	2	3	4

図-5 層積検知野帳

3 検証結果について

(1) 検証対象

検証にあたり、令和2年度の当署管内の素材生産事業実行箇所において、針葉樹原料材8桧、広葉樹原料材9桧のデータ収集を対地高度40m、隣接写真間・コース間重複率ともに90%の設定で行い、その分析を実施しました。

(2) 検証結果

請負計測で得られた数値（以下、実測値）と3Dモデルから得られた数値（以下、計測値）の比較を行い、その結果をグラフにしました。グラフは縦軸が極の大きさを表しており、左側が従来方法での実測値となります。右側が3Dモデルから得られた計測値です。

ア 針葉樹

針葉樹原料材の計測結果をグラフ(図-6)に示しました。針葉樹は、8極中、全ての極で計測値が実測値の±3%以内に収まり、突出して差異のある数値はみられませんでした。

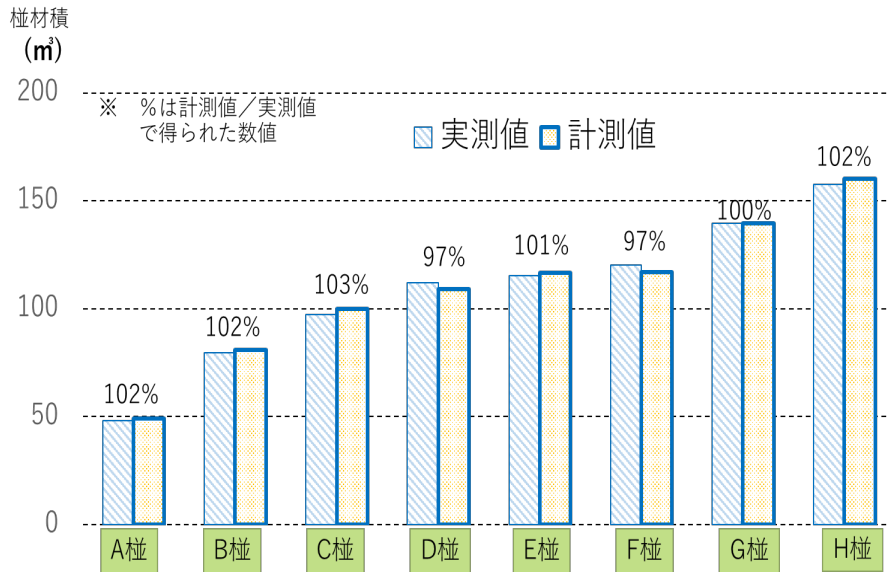


図-6 検証結果～針葉樹極～

イ 広葉樹

広葉樹原料材の計測結果をグラフ(図-7)に示しました。広葉樹は、9極中、±3%以内に収まるのが4極で、残りの5極は±4%～6%となりました。広葉樹は針葉樹と比べて、丸太に曲りや節などが多いことから実測値との差が大きくなったものと考えられますが、針葉樹原料材と同様に概ね近似値が得られたと考えています。

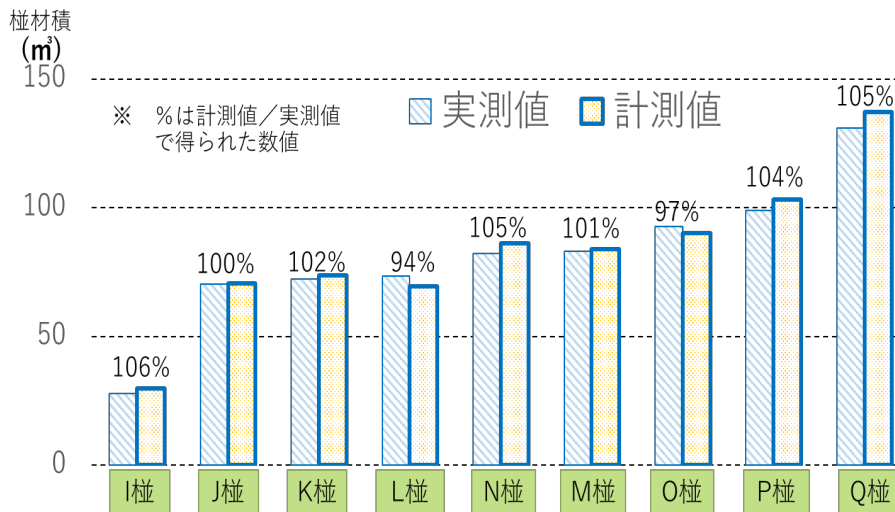


図-7 検証結果～広葉樹極～

(3) 材積算出マニュアル作成の効果

この取組を普及させるためにドローンで撮影した画像をパソコンに取り込み3Dモデルを作成する方法や、3Dモデル化のデータから層積検知野帳を作成するまでのマニュアル(図-8)を作成しました。併せて、このマニュアルにより3Dモデルから層積検知野帳を作成するまでの所要時間を計測しました。計測時間は約100m³の材積の桝を対象としました。

その結果、初めての人でも1桝あたり約20分で計測を終了し、操作に慣れている人の場合10分程度で終了しました。このことから業務の効率化にも寄与できるものと考えています。

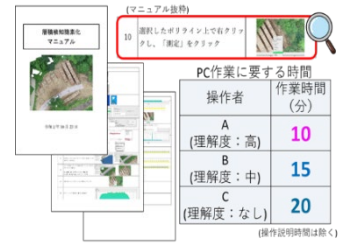


図-8 マニュアルの作成と効果

(4) 課題解決の取り組み

令和2年度の検証では、マニュアルをもとに、高度40m・隣接写真間との重複率90%の条件の下で高い精度の撮影を行い、実測値に近い数値が得られました。

一方で、3Dモデルの作成には画像100枚あたり約8時間と時間を要することから、令和3年度は処理時間短縮のため撮影枚数を減らした条件で、3Dモデルの品質にどの程度影響するのか検証しました。

当署の庁舎を対象に、3Dモデル等の鮮明度合で撮影設定を評価することとしました。図は全24パターンで撮影したうちの4パターンを抜粋し、得られたモデルの庁舎部分を拡大したものです。(図-9)

高度の異なるAとCを比較すると、高度の高いAは屋根が不鮮明で計測に必要な精度を満たしていませんでした。そのため、100mの高度での撮影は不適と考えられます。

次に重複率について、AとBを比較するとAは高度が高いにも関わらず鮮明でした。このことから写真の重複率が高いほうが、精度が上がるのがわかりました。

最後にCとDを比較すると同程度の鮮明度合でした。このことから60mまでは対象を再現できるものの、それ以上の高さでは再現できなくなることがわかりました。

そのため、現地の状況に留意しつつ、高度40m~60m・重複率90%の設定での撮影が必要と考えられました。

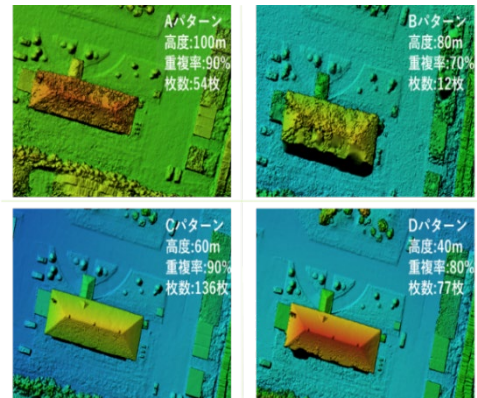


図-9 庁舎比較画像

(5) ドローン活用による業務量等の比較

従来の方法とドローンを活用した場合の業務量について比較しました。(図-10) 比較の条件としては、材積約100m³の原料材1桝を検査する場合としています。

従来の方法では、事業者が部分完了届などの作成に約1日、当署が行う検査及び検査調査書の作成などに1時間45分を要していました。これらがドローンを活用した場合では、事業者は作業不要となり、当署で行う作業も50分の短縮、出張者も1名減となりました。

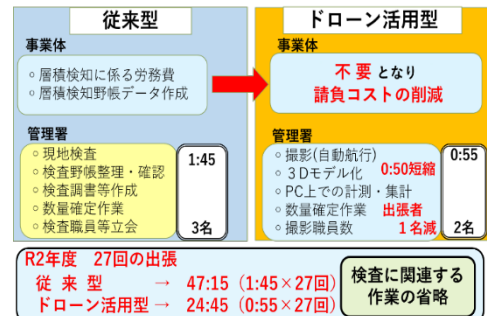


図-10 業務量等の比較

同一土場で部分完了検査が複数回に及ぶ場合もあり、令和2年度において、当署では検査のため27回に渡り職員が出張していたので、従来の方法では約47時間要していましたが、ドローンを用いた場合、検査に関連する事務作業が省略できるため、その約半分の時間で済む推定となります。

4 取組の成果と課題

(1) 成果

今回の取組の成果は4点あります。

1点目は検証の結果から写真の撮影は高度40m～60mの低高度、重複率は90%が層積を計測するうえで最も効率的な設定であることが明らかになりました。

2点目は検証結果のとおり、針葉樹原材料・広葉樹原材料ともに、実測値に近い数値が得られました。

3点目はマニュアルを作成することで誰でも容易に計測が可能と実証できました。

4点目は業務時間の短縮と出張回数の削減が可能と実証出来できました。

このことから、今回行った積雪前の検証における、ドローンを活用した計測については、データ数が限定されていたものの、層積検知の簡素化の可能性は非常に高いと言えます。

(2) 課題

一方で、ドローンを活用した場合の課題としては、次の3点が挙げられます。

1点目は撮影範囲の設定に慣れが必要ということです。(図-11) 撮影範囲が十分でない場合、合成した3Dモデルの端が欠けるなどして計測できないことがあります。

2点目は桧の両端が撮影できないと、正確な計測ができないことです。土場の広さなど、制約もあると考えますが、上空からの撮影を考慮した桧積み作業が求められます。(図-12)

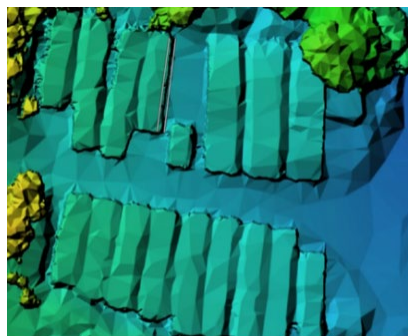


図-11 撮影範囲不足している例

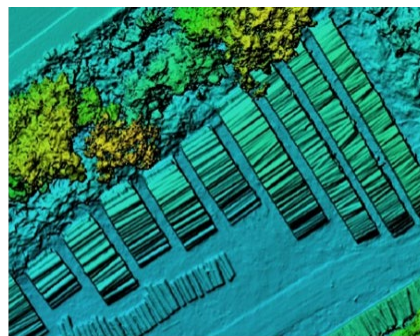


図-12 桧の一部が枝に覆われている例

3点目は3Dモデル化の処理に時間を要することです。自動処理ではありますが、100枚あたり約8時間半を要します。処理の品質を下げることで時間を短縮させることは可能ですが、精度の高い3Dモデルが得られず計測できなくなります。同じ条件で撮影した3Dモデル化の精度設定をそれぞれ低品質と高品質にしたものです。(図-13)



低品質設定



高品質設定

図-13 3Dモデルの低品質と高品質

5 今後の展開

今後も実用に向けた検証データ収集を行い、層積検知の対象である低質材にも適用出来るかを含め検討したいと考えています。

積雪期における計測方法については、楡に積もった積雪量を計測し、楡高から差し引くことで夏場と同様の結果が得られるのではないかと考えています。

しかし冬は気温も低く、気温が0度以下の場合は現在使用中の機器は動作環境範囲外となることから、寒冷地でも使用できる機種の開発に期待するしかないのが現状です。

今回の取り組みが全道的な試行へ広がりを見せることを期待し、引き続き業務改善にも繋がるよう取り組んでいきます。