

# ドローンを使用した下刈りの要否判定について

山形森林管理署	発表者	主事	河野 智紀
	チームリーダー	森林技術指導官	児玉 俊一
	アドバイザー	署長	添谷 稔

## 1 はじめに

我が国の林業は、山元立木価格に対して造林初期費用が高くなっていることが多く、さらに、その4～6割が下刈りの費用となっているため、下刈りの費用を削減し、造林初期費用を削減することが重要です。

また、下刈りを実施している場所では、植栽木の成長が小班内の位置によって異なることが予想されるため、小班全体の植栽木の生育状況を把握することができれば、生育の良い場所とそうでない場所を分けることができ、不必要な下刈りを省略することができるのではないかと考えました。

そこで、ドローンを使用した空中写真測量により、小班全体の植栽木の生育状況を効率的かつ簡便に把握するとともに、小班を図1のように作業道を境に小面積の区画に分割し、区画ごとの植栽木の生育状況の調査、及び下刈り省略の可否についての検討を行うこととしました。

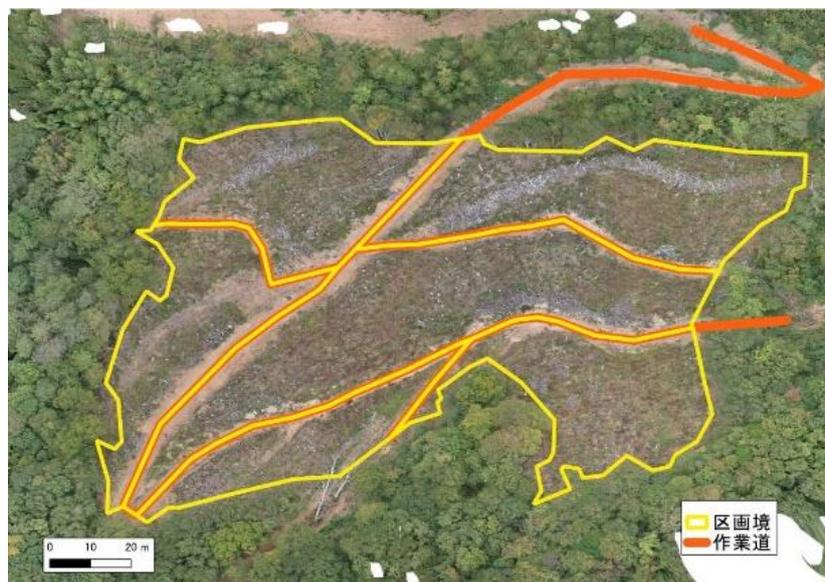


図1：作業道による区画分けのイメージ

## 2 調査方法

### (1) 調査地

山形県の尾花沢市、東根市、上山市、西川町に所在する国有林の3～5年生のスギ人工林、計8小班を調査しました。詳細は表1のとおりです。

## (2) ドローンによる空中写真撮影

QGIS で飛行計画図面を等高線 30m間隔で作成後、オーバーラップ率を計算し、ドローン操作用アプリに飛行計画図面をインストールしました。その後、調査地で自動操縦によるドローン飛行撮影を行いました。また、測定精度を高めるため、対地高度は 50m で撮影しました。

## (3) データ解析

### ① 樹高の測定方法

ドローンで撮影した空中写真を 3D モデル等の作成ソフトウェアである Metashape で解析し、樹木等を含んだ表層の高さを表すデジタル表層モデル (DSM)、及び樹木等を含まない地表面のみの高さを表すデジタル地形モデル (DTM) を作成しました。

このうち DTM については、Metashape の地上ポイントの分類機能を用いて高密度クラウドを分類し、地表面のポイントのみで DEM データ生成を行い作成しました。

次に QGIS のラスタ計算機を用いて、先ほど作成した DSM から DTM の高さを引き算することで、植栽木の樹高のみを表すデジタル樹冠高モデル (DCHM) を作成しました。

さらに、QGIS のプラグインである「Tree Dencity Caliculator」を用いて、DCHM から植栽木の頂点を検出することで植栽木の位置と樹高を測定しました。

### ② 樹高の補正

ドローン計測による樹高の測定値の精度を検証するため、各小班で調査プロットを作成し、現地での実測樹高とドローン計測の樹高を比較しました。その比較データから、補正式を計算し、ドローン計測による樹高の測定値を補正しました (図 2)。

### ③ 下刈不要木の推定

雑草木との競合状態を推定するため、雑草木の高さを各小班内の刈り残し箇所を実測し、QGIS 上で樹高と雑草木高の比較を行い、雑草木よりも樹高が高いものを下刈不要木と推定しました。

表 1 : 調査地一覧

林小班名	林齢	植付時期	面積 (ha)	植付本数 (本/ha)	苗木の規格
64つ	3	R5秋植え	1.92	2,000	スギコン大苗
64ね	3	R5秋植え	2.28	2,000	少花粉
64ら	3	R5秋植え	1.60	2,000	スギコン大苗
246へ	4	R4秋植え	4.45	2,000	スギコン
1112へ	4	R4秋植え	4.58	2,000	スギコン
248ら	5	R3秋植え	3.59	2,400	スギコン
1036な2	5	R3秋植え	0.59	2,400	スギコン
1036て	5	R3秋植え	0.92	2,450	スギコン

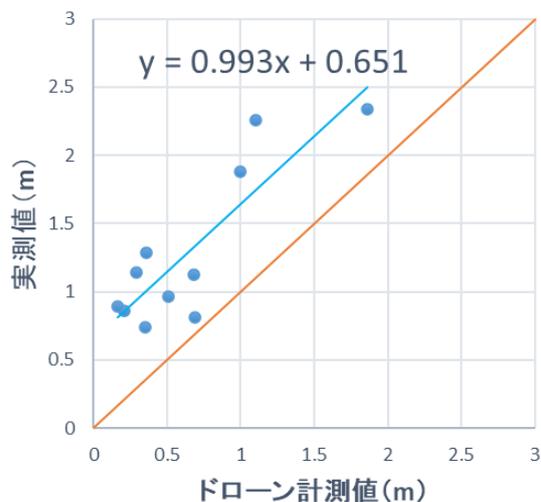


図 2 : 樹高の実測値とドローン計測値の関係

#### (4) 下刈りに関するアンケート

請負業者を対象に、当署の請負事業で下刈りを実施した際に下刈りが不要な箇所であると思ったことがあるか、ある場合はどの程度の面積であったかについてアンケートを実施しました。

### 3 結果

#### (1) 下刈り不要木の分布状況

図3～5のように、QGIS上で単木レベルの植栽木の分布を表すことができました。図3は3年生林分における下刈り不要木の分布状況を示しています。

ピンク色の点が、下刈り不要木で、青がそれ以外になります。緑の区域は雑草木高を計測した箇所、黄色の線が今回設定した区画になります。図3から、3年生の時点では下刈り不要木はまだ少なく、まばらに分布していることがわかります。

図4は4年生です。図面右上の斜面上部で下刈り不要木が多く分布する傾向があり、特に区画の境界である作業道沿いに多く分布していることがわかります。

図5は5年生です。全体的に下刈り不要木が多くみられ、下刈りの完了時期が近づいてきていることがわかります、

#### (2) 検出本数

全小班で平均して植付本数の80～90%の本数が検出されました。また、伐根や雑草木などが誤検出されました。

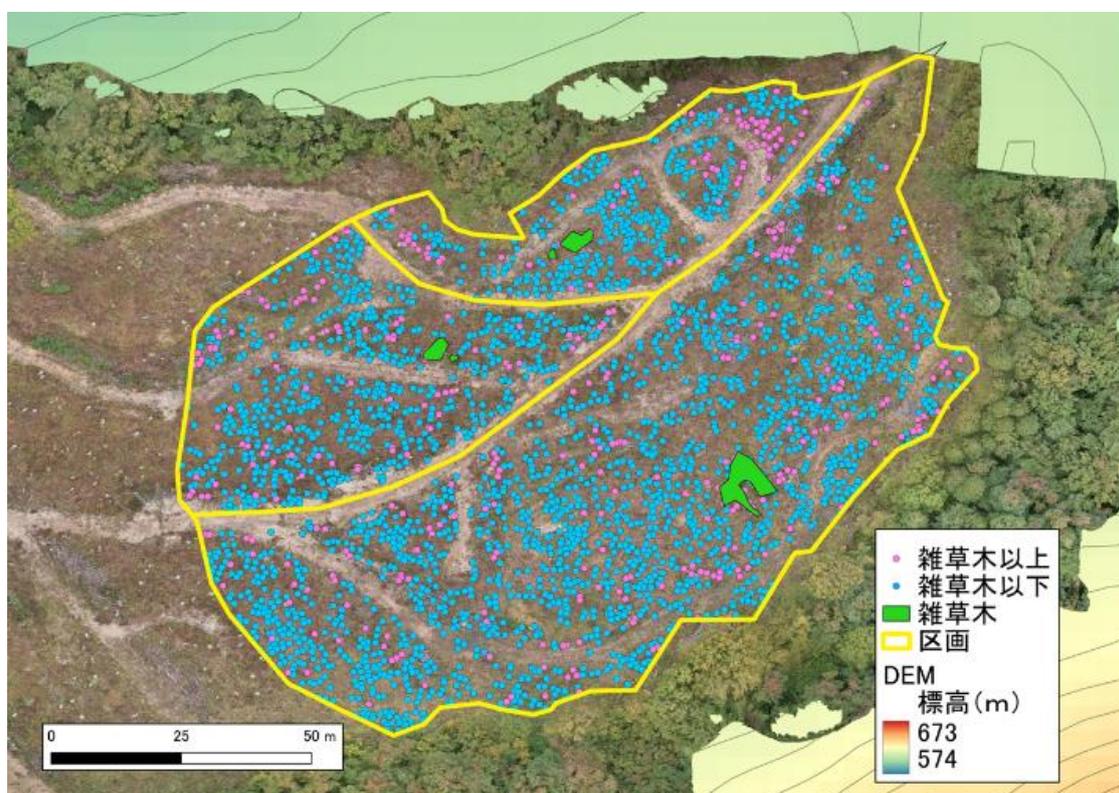


図3：3年生林分の下刈り不要木の分布状況（64つ林小班）

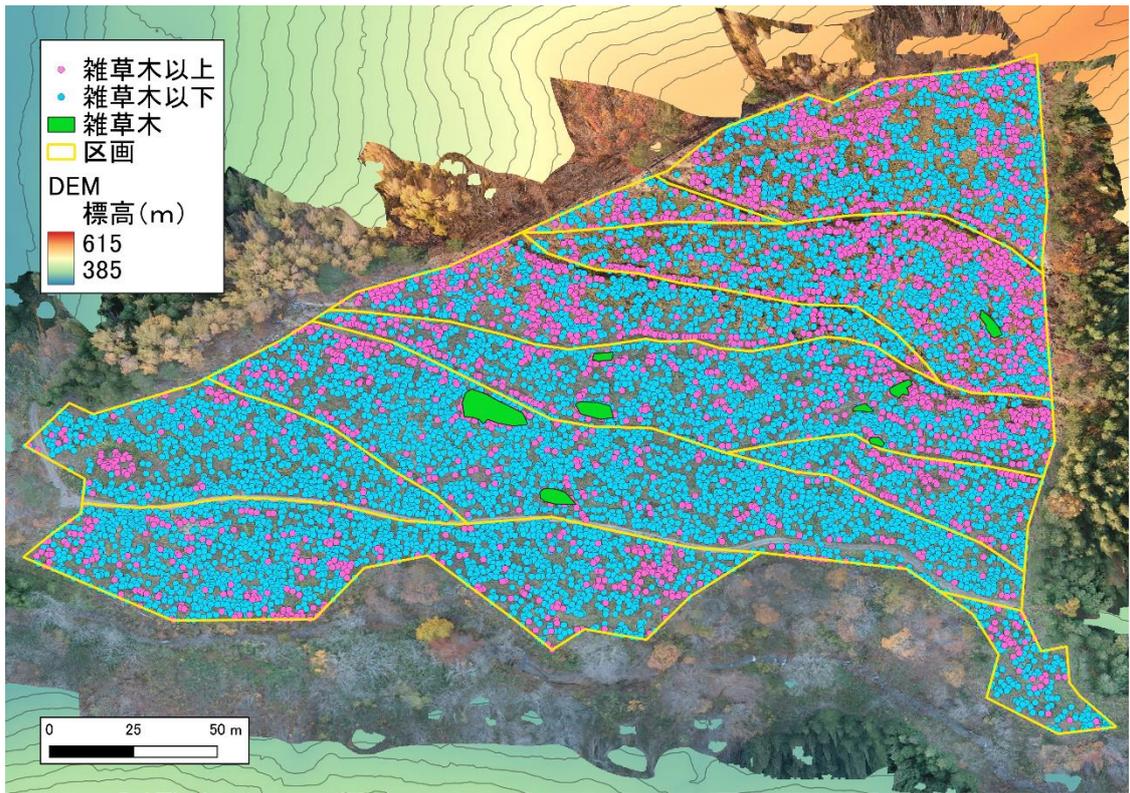


図4：4年生林分の下刈不要木の分布状況（1112～林小班）

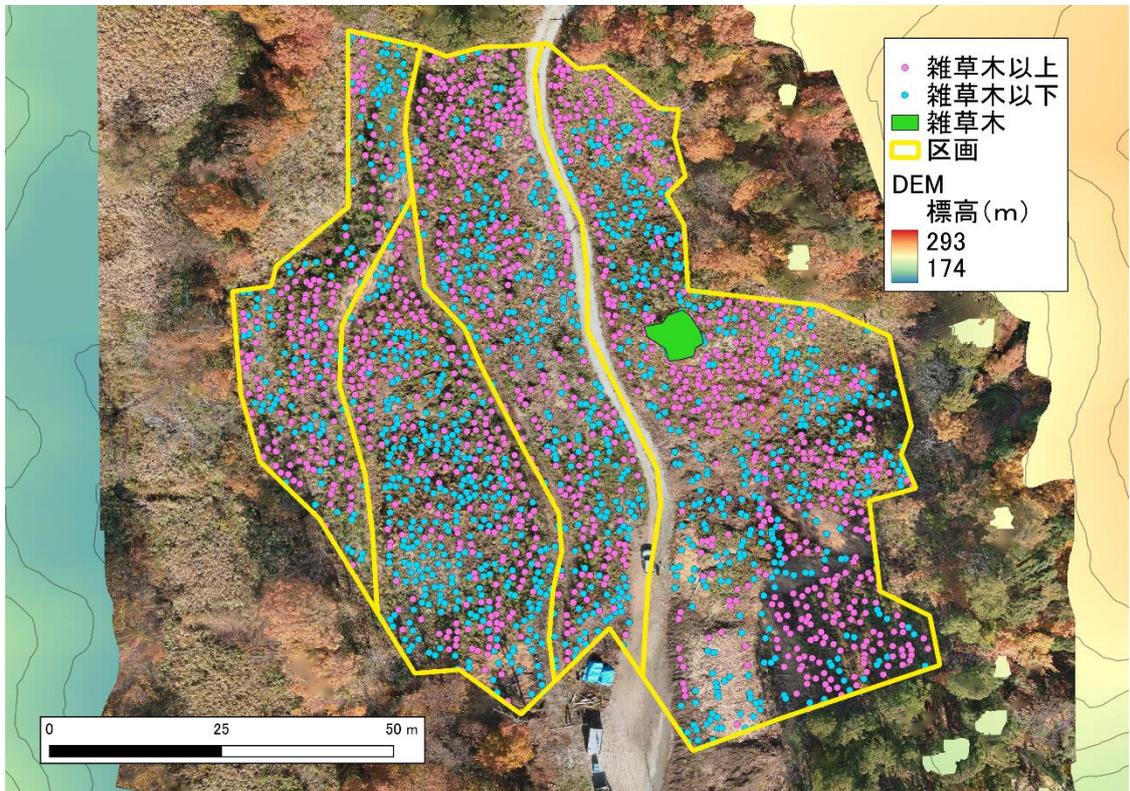


図5：5年生林分の下刈不要木の分布状況（1036な2林小班）

### (3) 下刈不要木の割合

図6について、上のグラフが林小班毎の下刈不要木の割合、下のグラフが、作業道によって分割した区画毎の下刈不要木の割合を表しています。

3年生林分は林小班毎、区画毎で割合に大きな差はみられませんでした。

一方、4年生、5年生では区画毎に割合のばらつきが大きくなる傾向が見られ、特に1112へ林小班のように、区画毎の割合のばらつきが10~40%と、顕著なものもみられました。

### (4) 下刈り不要箇所の有無に関するアンケートについて

請負業者4者のうち、2者が小班面積の1~2割程度について下刈りが不要であると思ったことがあると回答しました。

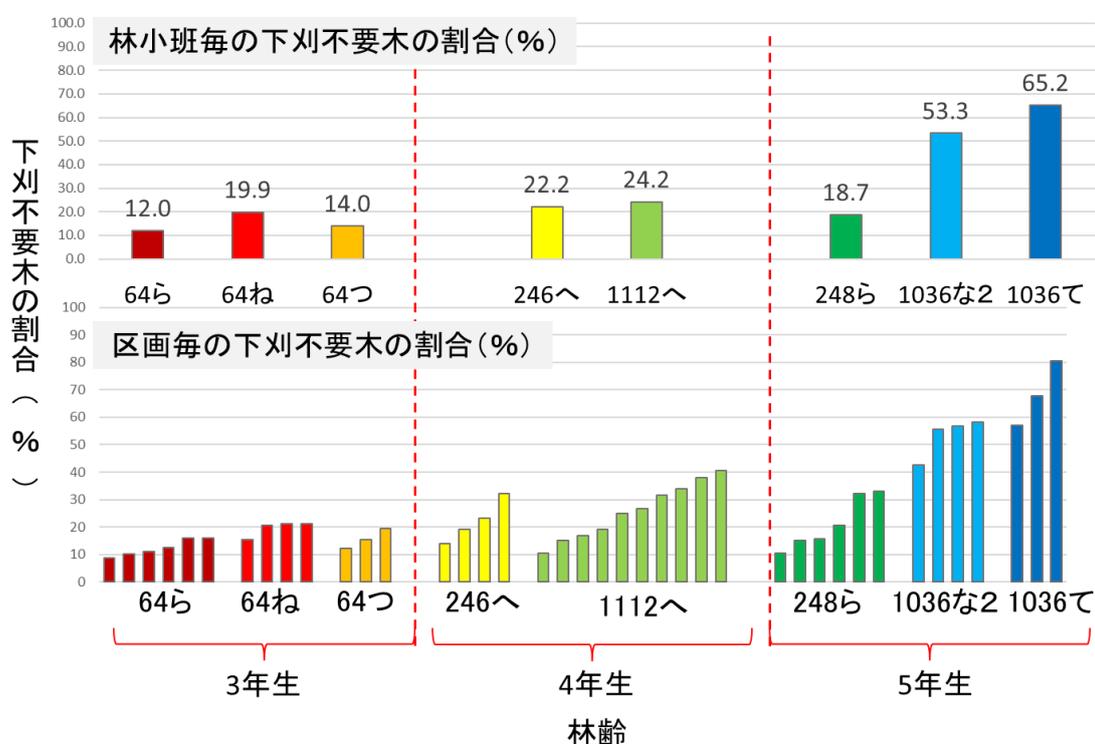


図6：下刈不要木の割合

## 4 考察

本手法により、従来目視が非常に困難であった区域も含めて簡便かつ安全に下刈不要木と推定される植栽木の分布状況が把握可能となり、現地踏査量を大幅に減らすことができるため、業務の省力化・安全性向上につながるようになりました。

また、現行の小班単位での下刈り完了判定では、下刈り完了まで小班内の全植付区域での下刈りを実施する結果、1112へ林小班のように小班内の位置によって下刈不要木の割合が大きく異なる場合には、下刈りが不要な箇所への下刈り実施により、余分な下刈りコストがかかっている可能性が考えられました。

以上のことから、本手法を活用して区画毎に下刈り完了判定を行う事により、下刈りの省力化・軽労化につながる可能性があると考えました。

なお、山形森林管理署では、今年度より、初期成長の速さが期待できる特定苗木の植栽を開始しています。

今後は、特定苗木による初期成長速度の向上に合わせた下刈り完了判定が重要になってきますが、その際にも本手法は有効ではないかと考えました。

## 5 今後の課題

測定精度の向上が今後の課題としてあげられます。

樹高の測定値と実測値との誤差については、ドローンの飛行に起因するものと、解析に起因するものがあると考えられました。

前者には、単純に発表者がドローンの扱いに慣れていなかったために生じたヒューマンエラーとドローン自体の性能による誤差が考えられます。

後者には、DTM データが解析ソフトの機能を使用して算出した推定値を含んでいることや、植栽木位置を特定するソフトウェア (Tree Dencity Caliculator) の性能によるものが考えられます。このプラグインは、高さで植栽木位置を特定するものであるため、検出メッシュサイズ内に植栽木よりも高い伐根などがあると、植栽木以外も検出されてしまう傾向がみられました。植栽木という数十センチのサイズを調査対象としている以上、今後は、これらの誤差、誤検出を減らすことが重要と考えました。

測定精度の向上における対策については、測定誤差は地上基準点 (GCP: Ground Control Point) の設置、及び GNSS を用いた座標取得により改善が可能だと考えています。

また、十分なオーバーラップ率 (前後方向 80%以上)、サイドラップ率 (横方向 60%以上) を確保することや、適切な飛行速度、対地高度などの飛行設定の検討も重要です。

さらに、植栽木の誤検出については、ラーニング A I による植栽木の判定など、画像から苗木を判定する手法との併用により、現状よりも精度を高めることができるのではないかと考えています。

今後はさらに精度を改善した上で、実際の業務での導入を目指したいと思います。

## 6 参考文献

広島県林業技術センター, 2020, 「令和 2 年度 研究成果発表会 < 研究事例の紹介 > 2 ドローンを使った植栽木調査の省力化を目指して」, 広島県, (2025 年 12 月 8 日取得, <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/601896.pdf>)

林野庁中部森林管理局 齋 つかさ・西田 圭佑, 2024, 「令和 6 年度 中部森林・林業交流発表会 ドローンを用いた植栽木と競合植生の状態の把握について ~ 下刈省略区域の設定に向けたヒノキ造林地における取組 ~」, 林野庁, (2025 年 12 月 8 日取得, [https://www.rinya.maff.go.jp/j/gyoumu/gi\\_jutu/kenkyu\\_happyo/R7/attach/pdf/R7\\_happyo-52.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/gyoumu/gi_jutu/kenkyu_happyo/R7/attach/pdf/R7_happyo-52.pdf))

国土交通省国土地理院, 2017, 「UAV を用いた公共測量マニュアル (案)」, 国土交通省, (2025 年 12 月 8 日取得, <https://www.gsi.go.jp/common/000186712.pdf>)