

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～

関東森林管理局静岡森林管理署 主事 齋 つかさ
(元 中部森林管理局岐阜森林管理署)
中部森林管理局岐阜森林管理署 地域技術官 西田 圭佑

1 はじめに

林業を持続的な産業へと発展させ、伐採後の再造林を確保するためには造林コストの低減や造林作業の省力化が必要となります。特に造林コストの中でも下刈りにかかるコストは大きな割合を占めています。その下刈りの省力・低コスト化の取組の一つとして、雑草木との競合状態に応じた下刈り回数の削減があります。下刈り回数を削減するためには、植栽木と競合植生の状態の把握が必要不可欠です。

当署では、植栽木の競合状態の把握は、現地踏査により行っています。しかし、当署管内は、近年再造林地が増加していること（図1）や、急峻地が多いこと（図2）から、現地踏査に時間と労力がかかっている状況です。

そこで、普段職員が使用しているドローンやオルソ画像の作成ができるソフトを活用して、現地踏査の省力化ができないかと考えました。ドローンを用いて得られる高さのデータや画像データから、植栽木と競合植生の状態の把握を試み、その結果から下刈省略区域の設定への可能性と課題について検討を行いました。

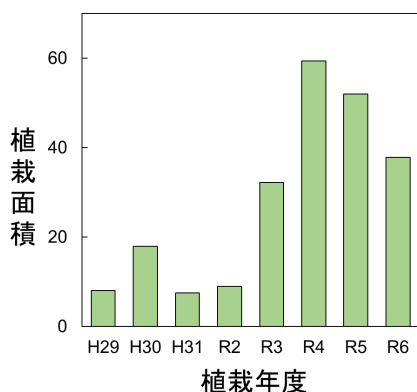


図1 当署管内の年度別植栽面積

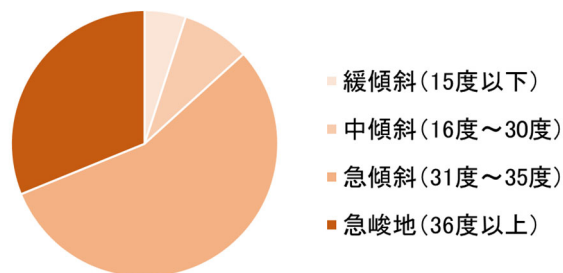


図2 当署管内の令和6年度下刈り箇所
の傾斜区分ごとの面積割合

2 方法

(1) 対象地の概要

対象地は、林齢3年生のヒノキ林分とし（表1）、植生の種類と斜面の向きで、4つの区画に分割しました（表2）。

表1 対象地の林小班の概要（岐阜県下呂市 神割国有林 1082 へ林小班）

林小班	面積	樹種	ha当たり植栽本数	植栽年月	平均傾斜
1082へ	7.12 ha	ヒノキ	2,400本/ha	令和4年4月	35.3度

表2 対象地内の区画ごとの概要

区画	植生	斜面の方向	下刈り実施回数	標高
笹・北向き	笹(ミヤコザサ)	東北東	0回	700～820 m
笹・南向き	笹(ミヤコザサ)	南南東	0回	680～790 m
草・北向き	雑草・かん木	東北東	2回	580～790 m
草・南向き	雑草・かん木	南南東	2回	580～680 m

(2) ドローンによる撮影

使用したドローンは、Autel社EV0 II ProV3で、競合植生が繁茂している時期である2024年6月26日、及び植栽木の位置の判読が可能である下刈り後の2024年8月16日に対象地全体の撮影を行いました。

また、現地調査との比較を行うため、現地調査を実施した2025年9月1日に対象地全体の撮影を行いました。

(3) 解析方法

撮影した写真から、Agisoft社Metashapeを用いて、高さのデータであるDSM（数値表層モデル）と画像データであるオルソ画像を作成し、これらのデータから2種類の方法で、競合状態を区分しました。植栽木の位置は、オルソ画像を基に、7,325本を目視判読により決定しました。

ア 高さの差による区分

QGISを用いて、DSMとDEM（国土地理院により公開されている数値標高モデル）の差分から、DCHM（数値樹冠高モデル）を作成しました。植栽木の中心から半径20 cmの円に含まれるDCHMの最頻値と、植栽木の中心から半径50 cmの円（半径20 cmの円を除く）に含まれる最頻値を比較し、高さの差により競合状態を区分しました。競合状態は、D1（高さの差が30 cm以上）、D2（高さの差が10 cm以上）、D3（高さの差が-10 cm以上）、D4（高さの差が-10 cm未満）の4段階に区分しました。

イ 繁茂状況による区分

QGISを用いて、オルソ画像を基にVARI値（可視大気抵抗植生指数）を算出し、植栽木の中心から半径50 cmの円（半径20 cmの円を除く）のVARI値の平均値から、植生の繁茂状況を区分しました。繁茂状況は、V1（平均値が0.10未満）、V2（平均値が0.10以上）、V3（平均値が0.15以上）、V4（平均値が0.20以上）の4段階に区分しました。なお、VARI値は $(\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red} - \text{Blue})$ から算出しました。

(4) 現地調査

4つの区画において各25本、計100本の植栽木の競合状態を目視で判定しました。競合状態は、山川ら（2016）の垂直的な競争関係を表す判断基準に基づき、C1（植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分以上露出している）、C2（植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分未満露出している）、C3（植栽木と雑草木の梢端が同じ位置にある）、C4（植栽木が雑草木に完全に覆われている）の4段階に区分しました。

3 結果

(1) 競合状態の区分

対象地内の植栽木7,325本を単木ごとに解析しました。区画ごとの植栽木の本数は、「笹・北向き」が1,237本、「笹・南向き」が2,359本、「草・北向き」が2,377本、「草・南向き」が1,352本でした。単木ごとに競合植生の状態を区分した結果、全体図と一部拡大した画像は図3のように表されました。図に示された円の位置が植栽木の位置で、内側の色を高さの差による競合状態の区分D1～D4とし、外側の色を繁茂状況による区分V1～V4としました。

また、単木ごとの結果を4つの区画でそれぞれ集計した結果が図4及び図5の結果となりました。

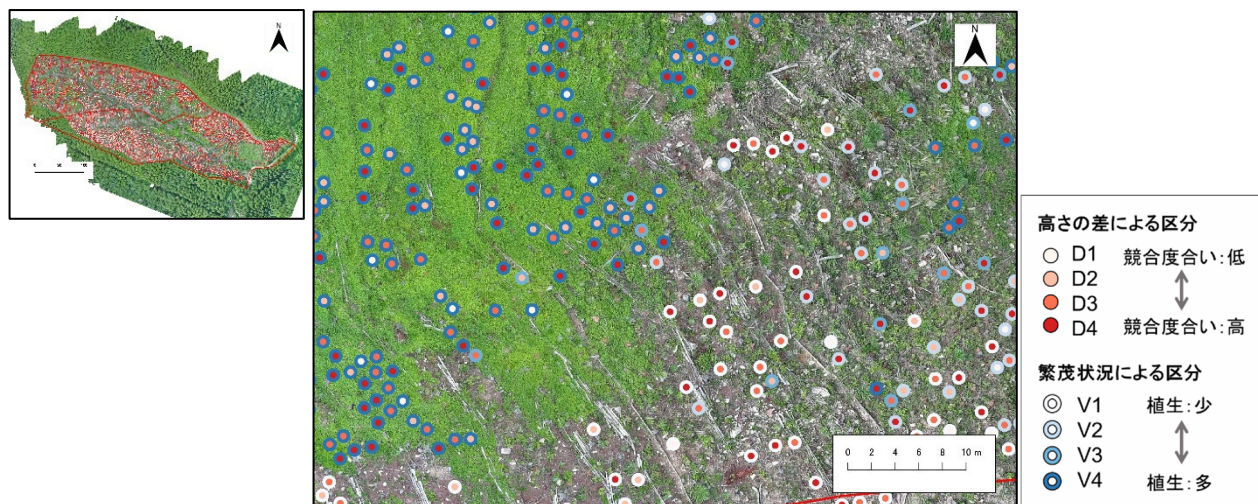


図3 オルソ画像上に表示した単木ごとの競合状態の区分結果
(左：対象地全体、右：区画「笹・北向き」の一部)

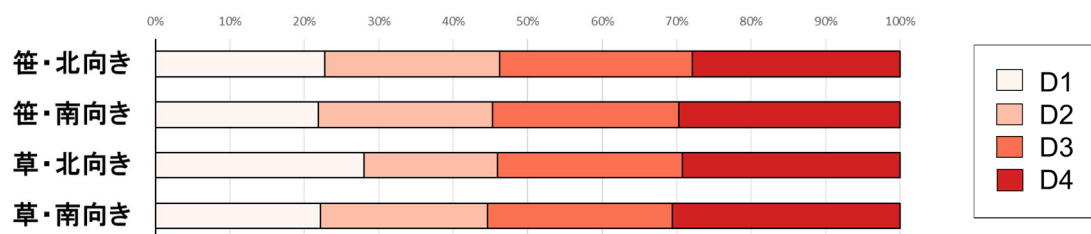


図4 各区画における高さの差による区分のタイプ別本数割合

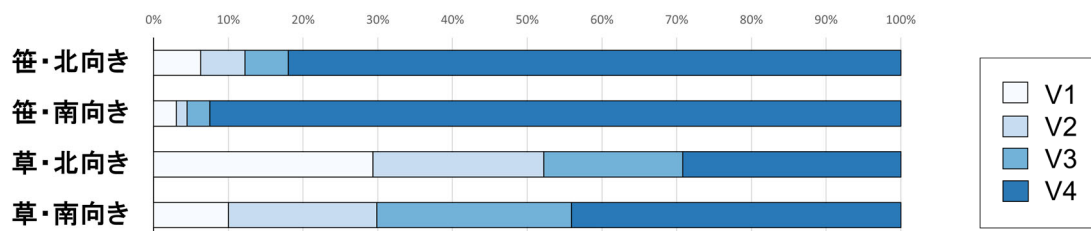


図5 各区画における繁茂状況による区分のタイプ別本数割合

(2) 現地調査との比較

現地調査で判定した競合状態の結果と、ドローンを用いた高さの差による区分の解析結果を、表3にまとめました。競合状態の区分が同等のものは、100本中63本（一致率63%）という結果になりました。

表3 ドローンを用いた高さの差による区分の解析結果及び現地調査結果

		現地調査					一致率
		C1	C2	C3	C4	計	
解析結果	D1	9	2	3	4	18	50%
	D2	0	14	5	0	19	74%
	D3	0	4	28	1	33	85%
	D4	1	3	14	12	30	40%
	計	10	23	50	17	100	
一致率		90%	61%	56%	71%		63%

(3) 所要時間

今回のドローンを用いた競合状態の把握にかかった時間は、ドローンの撮影に約1時間、オルソ化に約3時間（他の作業と並行可）、植栽木の目視判読に約5時間、QGISの解析準備に約1時間、QGISの解析に約4時間（他の作業と並行可）となりました。

4 考察

(1) 競合状態を区分した結果の活用

ア 単木ごとの結果の活用方法

単木ごとの競合状態について、図3のように分類し、オルソ画像上に表示して可視化することができました。この結果から、危険な箇所や遠い場所等、現地踏査が難しい場所の競合状態を把握することが可能になるとともに、職員の労力の軽減や安全性の向上につながると考えています。特に安全面では、現場を歩き慣れていない職員の転倒や滑落のリスクが減ることや、蜂刺されやマダニ刺咬、熱中症対策にもつながると考えられます。

イ 区画ごとの結果の活用方法

区画ごとの結果について、図4及び図5のようにそれぞれの区画の競合状態の傾向を知ることができました。この結果から、植栽樹種や競合植生の種類に応じた下刈り要否の一定の判断基準を設けることで、下刈省略区域を設定する判断材料の一つとして活用できると考えています。

(2) 現地調査結果との比較

令和7年3月に公表された「造林に係る省力化・低コスト化技術指針の解説（林野庁）」によると、基本的な下刈り判断のフロー基準の一つとして、「植栽木が雑草木との競合状態で[C1+C2]が8割以上あるか」が記載されています。このことから、現地調査ではC3またはC4であり、解析結果で

はC 1、C 2と同等のD 1、D 2に区分されてしまった植栽木について着目すると、67 本中 12 本（約 18%）でした。これらの植栽木について、D 3もしくはD 4に区分することができれば、下刈りが必要な場所で下刈りを省略してしまう可能性は大幅に低くなると考えられます。

これらの植栽木が解析結果でD 1もしくはD 2に区分された理由として、急斜面で斜面の上側が植栽木の高さとして反映されてしまう場合と、植栽木の上部を覆っている競合植生の高さが周囲の競合植生より高くなっている場合が考えられます。そのため、傾斜が緩やかな場所では、誤って区分される可能性は低くなるのではないかと考えています。また、競合植生に覆われている場合は、繁茂状況による区分の結果やオルソ画像も併せて確認する必要があります。

（３） 正確性に関する課題

ア DEM のメッシュサイズ

今回利用した国土地理院により公開されている DEM のメッシュサイズは 1 m であったため、ドローンから得られた数 cm 単位のメッシュサイズの DSM を活かした DCHM が得られませんでした。このことから、地拵えの直後にドローンによる撮影を行い、地表面の DSM を作成することで、より詳細な DCHM を算出できると考えています。このデータを活用することで、集積された枝条や伐根の影響も除いた高さのデータを得ることができると考えています。

イ 植栽木の大きさによる違い

今回、対象地全体で、競合状態の 4 段階を区分する範囲と高さの差の数値を同じ値としましたが、植栽木の大きさが対象地内で異なる場合、競合状態が正しく区分されないことがあります。植栽木の樹種や生育状況が異なる区域が存在する場合には、競合状態の区分の方法を変える必要があると考えています。

（４） 所要時間に関する課題

植栽木を目視判読に多大な時間を要したため、植栽木を目視判読本数を減らすことで所要時間を減らすことができると考えています。また、中川ら（2021）の「苗木自動検出技術」なども進んでいることから、このような技術を活用することで時間の短縮につながると考えられます。

5 結論

競合植生の状態の把握について、ドローンやQGIS等を活用することで、現地踏査と比較して安全性が高まり、労力の軽減にもつながると考えられます。また、職員の経験を問わず、下刈り要否の判断に活用できる客観的なデータが得られるという点で、現地踏査より有効な方法であると考えています。

さらに、区画を設定し、下刈り要否の判断基準を設定することで、下刈り省略区域の設定の判断材料として活用できる可能性があります。継続してデータをとることで、フィードバックにもつながり、下刈り要否の判断基準の設定の高度化にもつながると考えています。

正確性に関する課題については、地拵え直後にドローン撮影を行う等、今後解析方法を改善していく必要があります。また、植栽木の林齢や樹種、競合植生のタイプによって競合状態を区分する値が変わるため、様々な場所で検証する必要があると考えています。

6 参考文献

- 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人（2016）．スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響．日林誌，98：241-246.
- 林野庁（2025）．造林に係る省力化・低コスト化技術指針の解説．
- 中川太人・藤平光希・トウソウキュウ・加藤正人（2021）．UAV画像と機械学習を用いた苗木自動検出技術の開発．森林計画誌，55，35-38.